

# 供应链的创新溢出效应研究

——来自 A 股市场的经验证据

孙磊华<sup>1</sup>, 何海燕<sup>1</sup>, 郑华峰<sup>1,2</sup>

(1. 北京理工大学 管理与经济学院, 北京 100081; 2. 中国农业发展银行, 北京 100045)

**摘要:**从创新溢出视角出发,以 2008—2019 年 A 股市场非金融类上市公司为样本,利用双向固定效应模型实证考察供应链的创新水平差异对企业创新的影响。结果发现供应链的创新水平与企业创新呈显著正相关关系,说明企业的供应商与客户的创新水平越高,企业自身创新水平也显著更高。上述结论在进行倾向得分匹配(PSM)控制内生性问题后依然成立。据此提出有关进一步推动供应链创新与应用、强化供应链创新溢出的策略建议。

**关键词:**供应链;企业创新;溢出效应;倾向得分匹配(PSM);A 股上市公司

**中图分类号:**F273.1   **文献标志码:**A   **文章编号:**1671-1807(2021)10-0001-07

在全球各种不确定性因素互相叠加的大变局背景下,推进供应链协同创新发展成为应对全球产业链与供应链调整,构建新发展格局的战略性举措与抓手。党的十九大提出要在现代供应链等领域培育新增长点、形成新动能。此后,国务院办公厅印发《关于积极推进供应链创新与应用的指导意见》,对供应链创新发展做出全面部署。2018 年商务部等 8 部门联合下发《关于开展供应链创新与应用试点的通知》,在全国范围内开展供应链创新与应用试点。2020 年商务部等 8 部门又联合下发《关于进一步做好供应链创新与应用试点工作的通知》,旨在发挥供应链创新与应用试点工作在新发展阶段的重要新作用。

“供应链创新与应用”战略内含供应链协同创新,供应链协同创新体现的是一系列主体之间的相互作用,而这种作用的全面发挥则是以不同主体间基于知识、技术、经验等的共享与溢出为基础,具体到企业则是知识、技术与经验将通过供应链在供应商、企业和客户之间流动并对各主体产生影响<sup>[1]</sup>。因此,实证检验供应链的创新溢出效应将为供应链协同提供创新层面的证据,有助于加速企业供应链进一步调整、优化,并在更大时空内促进企业积极

融入产业与城市供应链并主动贯彻国家“供应链创新与应用”战略。然而现有供应链相关研究却更多关注供应链关系质量、结构特征与供应链金融等因素对企业创新的影响<sup>[2-8]</sup>,有关供应链创新的经验研究仍较为缺乏。

基于现实需求与现有研究,从创新溢出视角出发,利用国泰安(CSMAR)数据库提供的 2008—2019 年 A 股非金融类上市公司样本,实证检验了供应链的创新水平差异对企业创新的影响。研究发现企业所拥有供应商与客户的创新水平越高,企业创新水平也显著更高。上述结论在进行倾向得分匹配(PSM)控制内生性问题后依然成立。可能的研究贡献在于:扩展了供应链创新对企业创新影响的相关研究,提出了有关进一步推动供应链创新与应用、强化供应链创新溢出的策略建议。

## 1 理论分析与研究假设

创新日益成为决定企业竞争力的关键核心要素,而竞争环境的复杂性、技术本身的融合性以及企业自身可用资源的有限性等则要求企业必须从外部获取创新知识,在创新中开展更广泛的协同并有效整合企业创新所需的各种资源和能力以进行协同创新。其中供应链被认为是企业获取外部知

**收稿日期:**2021-05-20

**基金项目:**国家自然科学基金面上项目(72074027)。

**作者简介:**孙磊华(1992—),男,山东济南人,北京理工大学管理与经济学院,博士研究生,研究方向为科技创新、融合创新与产业安全;通信作者何海燕(1963—),女,河北石家庄人,北京理工大学管理与经济学院,教授,博士研究生导师,研究方向为科技创新、融合创新与产业安全;郑华峰(1990—),男,河北石家庄人,北京理工大学管理与经济学院,博士研究生,研究方向为科技创新、融合创新与产业安全。

识的理想平台<sup>[9-12]</sup>,而根据哈耶克对知识内外部来源的阐述,认为供应链的创新影响也将通过“输血”与“造血”即外部供给与刺激自主创新两种路径传导至企业,即产生溢出效应。

一方面,创新水平高的供应链将直接有助于提高企业科技水平,即为企业“输血”。供应商与客户可能通过提供科技含量更高的原材料、零部件与半成品,更好的创意、更准确的市场信息等帮助企业降低技术与市场双重限制,增加企业集成创新的可能性。如海尔通过将供应商提供的新型集成芯片、环保材料以及客户反馈的市场、消费者需求信息等汇集于一处,开发出空调、冰箱等新产品<sup>[13]</sup>。此外若“供应商-企业-客户”存在联合攻关项目,创新水平更高的供应商与客户也有助于提高联合开发项目的科技水平。另一方面,创新水平高的供应链也可能通过提高企业创新能力间接提高企业科技水平,即刺激企业“造血”。“供应商-企业-客户”在产品对接、沟通与协同攻关过程中会产生隐性知识流动,而这些隐性知识将有助于提高企业包括创新应用与创新研发在内的创新能力。首先,隐性知识中将存在科技技术应用的启发性知识,企业一旦获取此类知识,将有可能进一步将科技技术应用于不同产品或者场景;其次,隐性知识中也存在创新元知识,即产生科技创新的知识,譬如包含人才、管理、资金管理等的特色研发模式,这些知识将有助于企业提高其自主创新研发能力。综上提出以下假设。

假设 H1a:其他因素不变,供应商的创新水平越高,企业创新水平越高。

假设 H1b:其他因素不变,客户的创新水平越高,企业创新水平越高。

## 2 数据与研究设计

### 2.1 样本选择与数据来源

以 2008—2019 年沪深 A 股上市公司为样本<sup>①</sup>,剔除金融类上市公司、ST、\*ST 类上市公司以及数据存在缺失的样本,最终分别得到包含供应商与客户信息的 105 与 160 个样本。“供应商-企业-客户”供应链关系、专利数以及其他财务数据等均来自国泰安(CSMAR)数据库。为消除异常值影响,对所有连续变量均进行上下 1% 缩尾(Winsorize)处理。数据处理、描述性统计及回归分析等实证过程均使用 Stata15.1 完成。

### 2.2 模型构建与变量说明

为检验供应链(供应商与客户)对企业的创新溢出效应,构建如下回归分析模型:

$$\ln PT1/\ln PT2_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 \text{InnovG1}/\text{InnovG2}/\text{InnovK1}/\text{InnovK2}_{i,t} + \alpha_2 \text{Age}_{i,t} + \alpha_3 \text{Size}_{i,t} + \alpha_4 \text{Lev}_{i,t} + \alpha_5 \text{TBQ}_{i,t} + \alpha_6 \text{Top1}_{i,t} + \alpha_7 \text{Hold}_{i,t} + \alpha_8 \text{Roa}_{i,t} + \alpha_9 \text{Cashflow}_{i,t} + \sum \text{Year}_{i,t} + \epsilon_{i,t} \quad (1)$$

其中,因变量为企业创新水平,分别用专利申请数量加 1 的自然对数(lnPT1)与专利授权数量加 1 的自然对数(lnPT2)度量。自变量为供应链创新水平,包括供应商与客户创新水平,具体地,InnovG1 表示基于专利申请的供应商创新水平,若供应商专利申请数高于其年度行业均值取 1,否则取 0;InnovG2 表示基于授权的供应商创新水平,若供应商专利授权数高于其年度行业均值取 1,否则取 0;InnovK1 表示基于专利申请的客户创新水平,若客户专利申请数高于其年度行业均值取 1,否则取 0;InnovK2 表示基于专利授权的客户创新水平,若客户专利授权数高于其年度行业均值取 1,否则取 0。

此外,根据已有文献,模型(1)还控制了如下因素:上市年限(Age)、资产规模(Size)、债务规模(Lev)、成长性(TBQ)、第一大股东持股(Top1)、管理层持股(Hold)、总资产报酬率(Roa)与现金流水平(Cashflow)。样本为面板数据,为尽可能解决遗漏变量问题,分别控制了个体与时间效应,采用了双向固定效应模型。变量定义与说明见表 1。

## 3 实证结果分析

### 3.1 主要变量描述性统计、单变量与相关系数分析

#### 3.1.1 主要变量描述性统计

表 2 中的 Panel A 与 Panel B 是主要变量的描述性统计。其中,Panel A 为“企业-供应商”数据,基于专利申请数量与专利获取数量的企业创新水平(lnPT1 与 lnPT2)的均值分别为 2.045 与 1.976,中位数均为 2.079,标准差分别为 2.062 与 1.852,标准差与均值之比分别约为 100.8%与 93.72%,说明不同企业之间专利申请与授权数量存在较大差异。同时用供应商的专利申请数量与授权数量居其行业所处平均水平所表示的供应商创新水平(InnovG1 与 InnovG1)的均值分别为 0.286 与 0.371,标准差分别为 0.454 与 0.486,标准差与均值之比分别为 158.74%与 131%,表明企业不同供

注:①一方面是自 2007 年开始中国证监会对供应商、客户等信息披露的要求更加详细与规范,数据缺失较少;另一方面是 2007 年新《企业会计准则》实施,数据从 2008 年开始可避免会计科目变更等影响。



应商之间面临的创新水平差异也较大。因此,探讨  
供应商创新水平差异对企业创新的影响,即供应商

创新的溢出效应具有重要的现实意义。此外,其他  
控制变量的统计结果与以往研究类似。

表 1 变量说明

变量类型	变量名称	变量符号	变量定义
因变量	企业创新水平	lnPT1	ln(专利申请数量+1)
		lnPT2	ln(专利获取数量+1)
自变量	供应商创新水平	InnovG1	若供应商专利申请高于年度行业均值取 1,否则取 0
		InnovG2	若供应商专利获取高于年度行业均值取 1,否则取 0
	客户创新水平	InnovK1	若客户专利申请高于年度行业均值取 1,否则取 0
		InnovK2	若客户专利获取高于年度行业均值取 1,否则取 0
控制变量	上市年限	Age	企业上市年限的自然对数
	资产规模	Size	年初总资产的自然对数
	债务规模	Lev	负债/资产
	托宾 Q 值	TBQ	市场价值/重置成本
	第一大股东持股	Top1	第一大股东持股数/总股数
	总资产报酬率	Roa	净利润/年初总资产
	公司现金流	Cashflow	经营活动现金流净额/年初总资产
	年度虚拟变量	Year	共 11 个年份虚拟变量

表 2 描述性统计结果

分类	变量	均值	中位数	标准差	最小值	最大值	样本数 N
Panel A: 供应商	lnPT1	2.045	2.079	2.062	0	6.184	105
	lnPT2	1.976	2.079	1.852	0	6.184	105
	InnovG1	0.286	0	0.454	0	1	105
	InnovG2	0.371	0	0.486	0	1	105
	Age	6.800	5	6.195	0	21	105
	Size	21.82	21.80	1.006	20.03	24.55	105
	Lev	0.373	0.331	0.191	0.040 0	0.772	105
	TBQ	1.862	1.502	1.152	0.944	6.749	105
	Top1	34.06	32.14	12.47	14.03	63.82	105
	Roa	0.041 0	0.042 0	0.038 0	-0.102	0.121	105
	Cashflow	-0.015 0	-0.012 0	0.093 0	-0.258	0.260	105
Panel B: 客户	lnPT1	2.151	2.398	1.945	0	6.026	160
	lnPT2	2.264	2.602	1.775	0	6.026	160
	InnovK1	0.606	1	0.490	0	1	160
	InnovK2	0.531	1	0.501	0	1	160
	Age	7.444	5	6.920	0	23	160
	Size	21.78	21.66	1.152	19.57	24.66	160
	Lev	0.387	0.368	0.219	0.044 0	0.954	160
	TBQ	1.864	1.479	1.084	0.932	7.027	160
	Top1	36.24	33.95	15.05	10.06	75.25	160
	Roa	0.036 0	0.037 0	0.055 0	-0.292	0.172	160
	Cashflow	-0.040 0	-0.026 0	0.108	-0.517	0.196	160

Panel B为“企业-客户”数据,基于专利申请数量  
与专利获取数量的企业创新水平(lnPT1 与  
lnPT2)的均值分别为 2.151 与 2.264,中位数分别  
为 2.398 与 2.602,标准差为分别为 1.945 与  
1.775,标准差与均值之比分别约为 90.42% 与

78.4%,说明不同企业之间专利申请与授权数量存  
在较大差异。同时用客户的专利申请数量与授权  
数量居其行业所处平均水平所表示的客户创新水  
平(InnovK1 与 InnovK2)的均值分别为 0.286 与  
0.371,标准差分别为 0.606 与 0.531,标准差与均

值之比分别为 211.89%与 143.13%，表明企业不同客户之间面临的创新水平差异也较大。因此，探讨客户创新水平差异对企业创新的影响，即客户创新的溢出效应同样具有重要的现实意义。此外，其他控制变量的统计结果与以往研究类似。

3.1.2 单变量分析

表 3 中,Panel A 与 Panel B 为企业创新基于不同供应链创新水平的均值检验结果。其中,Panel A 为“企业-供应商”数据,结果显示不管从专利申请还是专利授权数量来看,供应商创新水平高的企业,其自身创新水平也显著更高;Panel B 为“企业-客户”数据,结果同样显示不管从专利申请还是专利授权数量来看,客户创新水平高的企业,其自身创新水平也显著更高。上述结果初步印证了假设 H1a 与 H1b,即供应链内存在创新溢出效应。

3.1.3 相关系数分析

表 4 报告了 Panel A 与 Panel B 主要变量的相关系数分析结果。从 Panel A 中因变量之间相关关系来看,基于专利申请与专利授权的供应商与企业创新水平指标均在 1%水平下显著正相关,这符合实际,即专利申请数量越多,获取授权专利的数量同样较多。从因变量与自变量相关关系上来看,供应商创新水平与企业创新水平显著正相关,初步证

实了所提出假设,即供应链内存在创新溢出。从 Panel B 中因变量之间相关关系来看,基于专利申请与专利授权的客户与企业创新水平指标均在 1%水平下也显著正相关。从因变量与自变量相关关系上来看,客户创新水平与企业创新水平显著正相关,初步证实了假设 H1a 与 H1b,即在供应链内部存在创新溢出。此外,表 4 中各变量之间系数的绝对值较小,表明变量间不存在多重共线性问题,样本数据符合回归要求。

表 3 均值 T 检验

分类	变量	创新水平及 T 值	lnPT1	lnPT2
Panel A: 供应商	InnovG1	水平低	1.227 286	1.333 155
		水平高	4.088 134	3.581 915
		T 值	−8.228 1***	−6.706 2***
	InnovG2	水平低	1.348 736	1.527 727
		水平高	3.222 406	2.733 694
		T 值	−4.988 9***	−3.382 9***
Panel B: 客户	InnovK1	水平低	1.469 264	1.426 636
		水平高	2.593 015	2.808 037
		T 值	−3.711 6***	−5.187 6***
	InnovK2	水平低	1.338 858	1.258 383
		水平高	2.866 727	3.151 516
		T 值	−5.376 3***	−7.938 7***

表 4 关键变量相关系数

分类	变量	lnPT1	lnPT2	InnovG1	InnovG2
Panel A: 供应商	lnPT1	1	0.818***	0.640***	0.451***
	lnPT2	0.816***	1	0.538***	0.297***
	InnovG1	0.630***	0.551***	1	0.692***
	InnovG2	0.441***	0.316***	0.692***	1
Panel B: 客户	变量	lnPT1	lnPT2	InnovK1	InnovK2
	lnPT1	1	0.779***	0.272***	0.385***
	lnPT2	0.789***	1	0.355***	0.511***
	InnovK1	0.283***	0.381***	1	0.730***
	InnovK2	0.393***	0.534***	0.730***	1

3.2 回归结果分析

3.2.1 基本估计结果

该部分对假设 1 进行检验,回归结果列示于表 5。表 5 中(1)列~(4)列为供应商创新水平(InnovG1与 InnovG2)与企业创新水平(lnPT1 与 lnPT2)的双向固定效应回归结果,可见基于专利申请量的供应商创新水平(InnovG1)对基于专利申请与授权量的企业创新水平(lnPT1 与 lnPT2)影响的系数均在 1%水平下显著为正,基于专利授权量的供应商创新水平(InnovG2)对基于专利申请量企业

创新水平(lnPT1)影响的系数在 1%水平下显著为正,且其对基于授权申请量企业创新水平(lnPT2)影响的系数均在 5%水平下显著为正,上述结果证实了假设 H1a,说明供应商创新水平高的企业的创新水平也更高,即供应商对企业创新具有溢出效应。

(5)列~(8)列为客户创新水平(InnovK1 与 InnovK2)与企业创新水平(lnPT1 与 lnPT2)的双向固定效应回归结果,可见基于专利申请量的客户创新水平(InnovK1)对基于专利申请量企业创新水平(lnPT1)影响的系数均在 1%水平下显著为正,且其

对基于授权申请量企业创新水平(lnPT2)影响的系数均在5%水平下显著为正。同时基于专利授权量的客户创新水平(InnovK2)对基于专利申请量企业创新水平(lnPT1)影响的系数在1%水平下显著为

正,且其对基于授权申请量企业创新水平(lnPT2)影响的系数均在5%水平下显著为正,上述结果证实了假设 H1b,说明客户创新水平高的企业的创新水平也更高,即客户对企业创新具有溢出效应。

表 5 供应链创新效率对企业创新效率的影响

变量	Panel A: 供应商				Panel B: 客户			
	lnPT1	lnPT2	lnPT1	lnPT2	lnPT1	lnPT2	lnPT1	lnPT2
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
InnovG1	3.671*** (10.55)	3.281*** (8.66)						
InnovG2			2.728*** (2.91)	2.192** (2.39)				
InnovK1					1.418*** (3.26)	1.671** (2.28)		
InnovK2							1.136*** (2.73)	1.713** (2.60)
Age	2.544** (2.20)	2.745** (2.49)	2.172 (1.36)	2.451 (1.66)	0.868*** (3.36)	0.658 (1.59)	0.144 (0.64)	-0.284 (-0.85)
Size	-1.325 (-0.89)	-0.446 (-0.34)	-1.403 (-0.84)	-0.474 (-0.29)	-3.664*** (-4.04)	-2.625* (-1.68)	-3.246*** (-3.05)	-2.108 (-1.18)
Lev	6.549** (2.06)	3.745 (1.40)	2.244 (0.53)	0.343 (0.09)	3.755* (1.77)	1.500 (0.42)	3.935 (1.40)	1.010 (0.26)
TBQ	0.474 (0.67)	0.468 (0.73)	0.712 (0.95)	0.662 (0.97)	0.289 (1.44)	0.207 (0.69)	0.040 (0.16)	-0.056 (-0.19)
Top1	0.069 (0.41)	0.083 (0.58)	0.062 (0.34)	0.063 (0.39)	-0.001 (-0.04)	0.072 (1.33)	0.004 (0.10)	0.082 (1.30)
Roa	12.610 (1.16)	11.063 (1.09)	15.494 (1.38)	14.278 (1.29)	1.887 (0.51)	2.378 (0.36)	-2.302 (-0.53)	-4.949 (-0.89)
Cashflow	-3.648 (-0.95)	-4.845 (-1.25)	-4.310 (-0.93)	-5.326 (-1.16)	2.322** (2.24)	3.382** (2.19)	1.183 (1.31)	2.395 (1.50)
Constant	1.471 (0.04)	-18.795 (-0.50)	8.103 (0.18)	-13.763 (-0.32)	68.288*** (3.99)	46.701 (1.60)	68.545*** (3.30)	47.392 (1.36)
Firm FE	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
Year FE	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
Cluster(firm)	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
WithinR <sup>2</sup>	0.643	0.652	0.540	0.541	0.815	0.654	0.787	0.656
N	105	105	105	105	160	160	160	160

注:\*\*\*、\*\*、\* 分别表示 1%、5%和 10%的显著性水平;括号内为公司层面经过 cluster 调整后的 t 值。下同。

3.2.2 倾向得分匹配方法的估计结果

前文意在评估供应链的创新溢出效应,即供应商与客户创新水平与企业创新水平之间是否存在实际因果关系,然而选择性偏差可能会给估计结果带来较大干扰,即企业创新水平较高的企业可能恰好选择了创新水平也较高的供应商与客户。为降低自选择问题可能带来的影响,应用 Heckman 等提出的倾向得分匹配法(PSM)<sup>[14]</sup>,通过构建一个与供应商创新水平较高企业(处理组)主要特征尽可

能相同的创新水平较低的企业(对照组),并将处理组中企业与对照组中企业匹配,然后以此仅供应链创新水平不同而其他方面十分相似的数据组合进行回归,比较确定供应链创新水平与企业创新水平之间的实际因果关系。采取核匹配方法,并以控制变量为匹配变量重新进行了回归,回归结果列示于表 6。

表 6 中,(1)列~(4)列为供应商创新水平(InnovG1与 InnovG2)与企业创新水平(lnPT1 与

lnPT2)的 PSM 核匹配回归结果,可见基于专利申请量的供应商创新水平(InnovG1)对基于专利申请与授权量的企业创新水平(lnPT1 与 lnPT2)影响的系数均在 1%水平下显著为正,而基于专利授权量的供应商创新水平(InnovG2)对基于专利申请量企业创新水平(lnPT1)影响的系数在 5%水平下显著为正,且其对基于授权申请量企业创新水平(lnPT2)影响的系数均在 10%水平下显著为正,上述结果与基本回归结果一致,说明在控制样本自选择问题后,供应商对企业创新仍具有溢出效应。

(5)列~(8)列为客户创新水平(InnovK1 与

InnovK2)与企业创新水平(lnPT1 与 lnPT2)的 PSM 核匹配回归结果,可见基于专利申请量的客户创新水平(InnovG1)对基于专利申请与授权量的企业创新水平(lnPT1 与 lnPT2)影响的系数均在 1%水平下显著为正,而基于专利授权量的客户创新水平(InnovG2)对基于专利申请量企业创新水平(lnPT1)影响的系数在 1%水平下显著为正,且其对基于授权申请量企业创新水平(lnPT2)影响的系数均在 5%水平下显著为正,上述结果同样与基本回归结果一致,说明在控制自选择问题后,客户对企业创新仍具有溢出效应。

表 6 供应链创新效率对企业创新效率影响的核匹配 PSM 估计结果

变量	Panel A: 供应商				Panel B: 客户			
	lnPT1	lnPT2	lnPT1	lnPT2	lnPT1	lnPT2	lnPT1	lnPT2
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
InnovG1	4.083*** (4.14)	3.375*** (4.01)						
InnovG2			3.493** (2.27)	2.564* (1.77)				
InnovK1					1.408*** (2.68)	2.521*** (2.80)		
InnovK1							1.170*** (2.73)	1.747** (2.60)
Age	2.019*** (3.30)	1.972*** (2.93)	0.184 (0.20)	0.128 (0.15)	0.634** (2.06)	0.514 (1.39)	0.038 (0.11)	-0.392 (-0.79)
Size	-1.529 (-0.92)	-0.565 (-0.39)	4.238* (1.77)	5.010** (2.20)	-3.566*** (-3.73)	-1.156 (-0.73)	-3.239*** (-3.07)	-2.101 (-1.18)
Lev	7.310** (2.24)	4.232 (1.54)	7.837 (1.56)	6.438* (1.74)	4.806* (1.86)	-4.103 (-0.83)	3.878 (1.35)	0.952 (0.25)
TBQ	0.381 (0.46)	0.425 (0.58)	-0.418 (-1.03)	-0.436 (-1.21)	0.327 (1.64)	0.081 (0.26)	0.049 (0.20)	-0.046 (-0.16)
Top1	0.108 (0.49)	0.090 (0.48)	0.392* (1.81)	0.345** (2.00)	0.013 (0.43)	0.030 (0.57)	0.005 (0.13)	0.083 (1.34)
Roa	3.270 (0.14)	8.284 (0.40)	63.543*** (3.02)	66.163*** (3.90)	-1.722 (-0.35)	9.962 (1.20)	-2.682 (-0.58)	-5.335 (-0.89)
Cashflow	-4.860 (-1.50)	-5.241* (-1.71)	0.476 (0.14)	0.036 (0.01)	1.556 (1.17)	6.229** (2.61)	1.410 (1.21)	2.625 (1.44)
Constant	11.003 (0.30)	-7.996 (-0.25)	-112.123** (-2.22)	-126.031*** (-2.69)	68.256*** (3.76)	18.761 (0.59)	69.808*** (3.41)	48.442 (1.41)
Firm FE	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
Year FE	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
Cluster(firm)	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
Within R <sup>2</sup>	0.648	0.649	0.670	0.693	0.829	0.710	0.788	0.656
N	92	92	99	99	152	152	152	152

4 结论与启示

从创新溢出视角出发,利用国泰安(CSMAR)数据库提供的 2008—2019 年 A 股市场非金融类上

市公司样本,实证考察供应链的创新水平差异对企业创新的影响。研究发现当企业所拥有供应商与客户的创新水平越高时,其自身创新水平也显著更

高。上述结论在进行倾向得分匹配(PSM)控制样本自选择问题后依然成立。

在上述结论基础上,提出进一步推动供应链创新与应用,强化供应链创新溢出的 6 点建议:①紧抓国家“供应链创新与应用”战略机遇与政策红利,以更大魄力、更积极行动融入产业与城市供应链建设体系;②创新供应链管理体制,积极谋求建立供应链上各企业在分工、资源共享、争议解决等方面的统筹协调机制与平台;③以创新项目联合攻关等为抓手和突破点,开展供应链创新管理专项行动,强化供应链上各方协同参与;④必要时首先探索与重点供应商、客户等进行供应链创新管理试点与示范;⑤开展供应链协同创新管理人才“外引内育”行动,引进专业的供应链管理人才,培养兼顾供应链管理知识与企业经营实践的复合型人才;⑥建立针对供应链创新管理专项行动的成效评价与反馈机制和涉及薪酬、奖金、职位晋升等的多维激励机制。

参考文献

[1] RASHED C A A,AZEEM A,HALIM Z. Effect of information and knowledge sharing on supply chain performance:A survey based approach[J]. Journal of Operations and Supply Chain Management,2010,3 (2):61—77.

[2] 徐可,何桢,王瑞. 供应链关系质量与企业创新价值链——知识螺旋和供应链整合的作用[J]. 南开管理评论,2015,18 (1):108—117.

[3] 陈伟,张旭梅. 供应链伙伴特性、知识交易与创新绩效关系的实证研究[J]. 科研管理,2011,32(11):7—17.

[4] 杨文瀚,刘思峰. 供应链企业间互动与技术创新的关系研究[J]. 科学学研究,2006(5):798—803.

[5] 孟庆玺,白俊,施文. 客户集中度与企业技术创新:助力抑或阻碍——基于客户个体特征的研究[J]. 南开管理评论,2018,21(4):62—73.

[6] 黄千员,宋远方. 供应链集中度对企业研发投入强度影响的实证研究——产权性质的调节作用[J]. 研究与发展管理,2019,31(3):13—26.

[7] 李桂华,赵珊,王亚. 供应网络位置、吸收能力与企业创新绩效[J]. 软科学,2020,34(12):1—7.

[8] 凌润泽,潘爱玲,李彬. 供应链金融能否提升企业创新水平[J]. 财经研究,2021,47(2):64—78.

[9] 林岩. 供应链下游企业是技术创“新”的知识源吗? [J]. 科学学研究,2017,35(3):471—479.

[10] ISAKSSON O H D,SIMETH M,SEIFERT R W. Knowledge spillovers in the supply chain:Evidence from the high tech sectors[J]. Research Policy,2016,45(3):699—706.

[11] BASOLE R C,BELLAMY M A,PARK H. Visualization of Innovation in Global Supply Chain Networks[J]. Decision Sciences,2017,48 (2):288—306.

[12] ANTONELLI C,FASSIO C. The role of external knowledge(s) in the introduction of product and process innovations[J]. R&D Management,2015:1—13.

[13] 于茂荐. 供应链创新、研发组织结构与企业创新绩效[J]. 科学学研究,2021,39(2):375—384.

[14] HECKMAN J J,ICHIMURA H,PETRA T. Matching as an econometric evaluation estimator[J]. The Review of Economic Studies,1998,65(2):261—294.

Research on the Innovation Spillover Effect of Supply Chain:  
Empirical evidence from A-share market

SUN Lei-hua<sup>1</sup>, HE Hai-yan<sup>1</sup>, ZHENG Hua-feng<sup>1,2</sup>

(1. School of Management and Economics,Beijing Institute of Technology,Beijing 100081,China;  
2. Agricultural Development Bank of China,Beijing 100045,China)

**Abstract:** From the perspective of innovation spillover, taking the non-financial listed companies in the A-share market from 2008 to 2019 as samples, the two-way fixed effect model was used to empirically study the impact of innovation level differences in the supply chain on enterprise innovation. The results show that there is a significant positive correlation between the innovation level of supply chain and enterprise innovation, indicating that the higher the innovation level of suppliers and customers, the higher the innovation level of enterprise itself. The above conclusion is still valid after the control of endogenous problems by propensity score matching (PSM). Based on this, puts forward some strategic suggestions to further promote the innovation and application of supply chain and strengthen the innovation spillover of supply chain.

**Key words:** supply chain; enterprise innovation; spillover effect; propensity score matching(PSM); A-share listed companies

# 基于超效率 SBM 模型的珠三角区域物流效率及影响因素分析

钱芝网<sup>1,2</sup>, 孙 林<sup>1</sup>

(1. 上海理工大学 管理学院, 上海 200093; 2. 上海健康医学院 规划处, 上海 201318)

**摘要:**物流效率是反映物流绩效水平的重要指标。以珠三角城市群 9 个地市(不含香港特别行政区和澳门特别行政区)为研究对象,基于珠三角 9 个地市 2010—2019 年的面板数据,采用超效率 SBM 模型和 GML 指数,测算珠三角城市群各地市的物流效率值及变动趋势。研究表明:技术进步是珠三角区域物流效率提升的主要因素,综合管理水平有待提高;珠三角区域的物流效率总体处于中等偏上效率水平且变化不大,深圳市物流效率水平提升较快且效率最高,东莞市物流效率最低,珠海市效率值起伏最为明显,整个测算期间呈“W”形走势。为进一步探讨外部因素对珠三角区域物流效率的影响程度,选取 Tobit 模型进行回归分析,发现区位优势对珠三角地区物流效率的提升起到了重要的作用。

**关键词:**珠三角;物流效率;超效率 SBM;GML 指数;Tobit 模型

**中图分类号:**F259 **文献标志码:**A **文章编号:**1671—1807(2021)10—0008—06

随着中国经济发展速度逐渐放缓以及市场竞争的日益激烈,国内市场已渐入“薄利”时代,而被认为是利润的第三增长点的物流愈来愈受到大家的密切关注。国家对物流业的发展也非常重视,近年来多次发布促进物流业发展文件,2014 年,国务院印发《物流业发展中长期规划》明确提出,要提高国内物流业的竞争优势;2016 年 8 月交通运输部发布《关于推进供给侧结构性改革促进物流业“降本增效”的若干意见》以促进物流业“降本增效”为导向,以提升运输链综合效率为着力点,实现交通运输与物流深度融合,为经济转型升级和高效运行注入新活力。可见,物流产业将是国内未来经济崛起的重要组成部分,物流业的发展已不单与某个企业或地方密切相关,而且与国家的经济发展密不可分。

物流业是经济发展的“第三利润来源”和“助推器”,因而物流效率的改善对于物流产业的降本增效、社会流通效率的提升以及区域经济和国民经济质量和效率的提高都十分重要。近年来国内各地区物流业蓬勃发展,尤其是珠三角地区,利用其特

殊的地理位置,投入大量资源,把其打造成为中国与世界连接的纽带,但也面临着效率低、区域协调性差以及成本高等诸多问题。所以,深入研究珠三角区域物流效率问题具有十分重要的意义,不仅可以优化珠三角各地域物流产业的每项投入,避免资源浪费,得到有效的产出,还可以提升优化各地区之间资源合理配置,促进整个珠三角区域平衡发展,达到总体提高物流产业效率水平的目的。

## 1 文献综述

物流业作为“第三利润来源”,在提高效益、降低成本方面发挥着极其重要的作用。物流效率是反映物流各项投入与期望产出的一种方式,研究分析物流效率对实现区域物流业高质量发展具有重要的意义。

### 1.1 主要研究方法

物流效率研究方法有很多。王健采用多级模糊评价方法对钢铁企业物流绩效进行综合评价<sup>[1]</sup>。倪程程建立了多层次的港口物流竞争力评价指标体系,采用德尔菲法确定各级指标的权重,并利用模糊综合评价法对多个口岸城市的物流效率进行

收稿日期:2021-05-16

基金项目:国家社科基金后期资助项目(19FTQ011)。

**作者简介:**钱芝网(1964—),男,江苏扬州人,上海理工大学管理学院,教授,博士,硕士研究生导师,上海健康医学院规划处,主任,研究方向为物流工程、区域经济;孙林(1992—),男,河南驻马店人,上海理工大学管理学院,硕士研究生,研究方向为物流工程、区域经济。

综合评价<sup>[2]</sup>。车文等基于区间熵物元模型对烟草工业的物流作业效率进行综合评价。但是众多学者大多采用非参数法的数据包络分析法,一是非参数法在测算效率时只需要确定投入产出变量,二是非参数法不需要通过假设函数形式来估计效率前沿,可以避免由于函数形式导致的效率计算误差<sup>[3]</sup>。如廖志高等、倪明等、李雷、霍宏敏利用传统 DEA 模型分别对北部湾区域、江西、兰州、山东的物流效率进行了分析评价<sup>[4-7]</sup>。匡海波借助超效率 CCR-DEA 思想,对有效(效率值 1)的港口上市公司进一步评价,解决了以往在港口上市公司成本效率的评价研究中无法对 DEA 有效单元进一步排序的弊端<sup>[8]</sup>。俞佳立等利用 DEA-Malmquist 模型分析了长江经济带各省市物流产业技术效率和全要素生产率指数的时空变化<sup>[9]</sup>。张馨月基于 DEA-Malmquist 指数模型对京津冀区域物流效率进行了静态与动态分析<sup>[10]</sup>。涂建等基于绿色发展理念,运用非期望产出的超效率 SBM 模型和 Malmquist 指数对中国绿色物流效率进行静态和动态分析与研究<sup>[11]</sup>。

## 1.2 测算物流效率的指标选取

从选取指标看,大多学者多从劳动力、物力、资本等几个方面考虑。刘莉等选取物流业固定资产投资、物流业营业里程和物流业就业人员数为投入,物流业增加值、货物周转量为产出,对国内中部地带物流产业效率进行了测度研究<sup>[12]</sup>。秦雯选取物流业固定资产投资、物流业从业人员以及公路密度作为投入测算珠海市现代物流效率<sup>[13]</sup>。韩笑等选取物流固定资产投资、物流就业人数、等级公路里程、载货汽车数量邮政网点个数等 5 个投入指标,物流业增加值和货运周转量两个产出指标测算了安徽省 16 个地市的物流效率<sup>[14]</sup>。

## 1.3 文献评述

梳理物流效率研究的文献发现:①国内物流业虽然发展迅速,但面临着诸多问题,比如效率低下、成本高、资源利用率低等问题,而且地区差异较大;②众多学者多采用传统的数据包络分析法对物流效率进行测算,研究物流业的各项投入对物流产出的影响,但传统模型只能对无效单元和有效单元进行分析,不能进一步对各有效单元进行比较研究;③超效率 SBM 模型和 GML 模型结合研究物流效率的文献并不多。因此,在借鉴相关专家学者对于物流效率投入、产出指标选择研究基础上,选取超效率 SBM 模型和 GML 模型对珠三角地区 2010—

2019 年物流业效率进行比较分析,探讨技术效率、技术进步和综合效率的变化趋势,并利用 Tobit 模型对其外部影响因素进行回归分析。

## 2 研究方法及指标选取

### 2.1 研究方法

#### 2.1.1 超效率 SBM 模型

传统的 DEA 模型不能测算松弛变量对于环境效率的影响,因而决策单元的效率值可能会被高估,而且经常会出现多个 DEA 有效情况,不能进一步对 DEA 有效单元进行比较分析。因此,在传统 DEA 模型的基础上,Tone<sup>[15]</sup>提出了超效率 SBM 模型,不仅能规避由于选择径向和角度所产生的偏差,还可以进一步对有效单元进行评价。超效率 SBM 模型表示为

$$\left\{ \begin{array}{l} \min \rho_{SE} = \frac{1 + \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m s_i^- / x_{ik}}{1 - \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s s_r^+ / y_{rk}} \\ \text{s. t.} \\ \sum_{j=1, j \neq k}^n x_{ij} \gamma_j - s_i^- \leq x_{ik} \\ \sum_{j=1, j \neq k}^n y_{rj} \gamma_j + s_r^+ \geq y_{rk} \\ \gamma, s^-, s^+ \geq 0 \\ i = 1, 2, \dots, q; j = 1, 2, \dots, n (j \neq k) \end{array} \right. \quad (1)$$

式中: $\rho_{SE}$  为物流效率值; $x$  和  $y$  分别代表投入和产出的要素; $m$  和  $s$  分别代表投入指标和产出指标的个数; $k$  代表生产时期; $i$  和  $r$  分别代表投入和产出的决策单元; $s^+$  和  $s^-$  分别代表投入和产出的松弛量; $\gamma$  为权重向量。 $\rho_{SE} \geq 1$  时,代表决策单元相对有效; $\rho_{SE} \leq 1$  时,代表决策单元相对无效,即存在效率损失,可以通过优化投入量、期望产出以及非期望产出量改善绿色经济效率。

#### 2.1.2 GML 指数模型

Malmquist 生产率指数用于生产率变化研究,在面板数据效率分析中有广泛应用。Malmquist-Luenberger(ML)指数将包含非期望产出的方向性距离函数引入 Malmquist 指数,以支持对非期望产出的分析。为克服无可行解的问题,Oh<sup>[16]</sup>将生产单元包含在全局参考集内,构建了 Global-Malmquist Luenberger(GML)指数。GML 指数可以分解为技术效率的变化(EC)和技术进步的变化(TC),分别反映技术效率改进和技术进步对环境效率变化的贡献。其模型为

$$\begin{aligned} &GML(x^{t+1},y^{t+1},b^{t+1},x^t,y^t,b^t)= \\ &\frac{E(x^{t+1},y^{t+1},b^{t+1})}{E(x^t,y^t,b^t)}=\frac{E^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1},b^{t+1})}{E^t(x^t,y^t,b^t)}\times \\ &\left[\frac{E(x^{t+1},y^{t+1},b^{t+1})}{E^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1},b^{t+1})}\frac{E^t(x^t,y^t,b^t)}{E(x^t,y^t,b^t)}\right]=EC\times TC \end{aligned}$$

(2)

式中:GML、EC、TC 分别为决策单元的投入产出效率、技术效率变化和技术进步。GML、EC、TC 大于(小于)1 分别代表投入产出效率水平提高(降低)、技术效率提升(下降)、技术进步(倒退)。通过分析 GML 指数及其分解项,可以观测珠三角城市群物流效率变化趋势以及影响因素变动情况,从而为不同地区的物流业发展提供改善方案。

2.2 指标的选取及数据来源

2.2.1 投入与产出指标的选取

基于评价指标的系统性、全面性、科学性、可获得性等选取原则,以及对文献的研究分析,选取的指标见表 1。

表 1 珠三角区域物流效率评价指标

指标类型	指标	定义
投入指标	物流从业人员(人)	全社会年末物流业从业人员总数
	物流业投入(亿元)	每年物流业的固定资产投资额
	等级公路里程(km)	年末通车公路里程数
	载货汽车数量(辆)	年末拥有的各类型载货汽车数量
产出指标	物流业生产总值(亿元)	年末物流业生产总值(物流业 GDP)
	货运量(万 t)	全年货物运输总量
	货物周转量(亿 t·km)	全年货物周转量

2.2.2 数据来源

数据的来源关乎测算结果的准确性,充分考虑超效率 SBM 模型评价的原则以及指标科学性、全面性及数据可得性。数据均源自《中国统计年鉴》《广东省统计年鉴》、珠三角城市群各城市的统计年鉴,具有权威性。由于物流业 85% 的产值来自于交通运输、仓储和邮政业,因此选取交通运输、仓储和邮政业的统计数据替代物流业具有一定可靠性。

3 珠三角城市群物流效率实证分析

3.1 珠三角物流效率测算结果

采用超效率 SBM 模型,通过 MaxDEA8Ultra 软件对珠三角 9 个地市 2010—2019 年物流效率值进行测算。各地市及区域的物流效率值见表 2。

表 2 报告了 2010—2019 年珠三角区域物流效率水平。①从整体看,2010—2019 年,珠三角整个区域物流效率呈小波动上升趋势,其物流效率平均值为 0.750 5,处于中等偏上水平。②分地区来看,广州、深圳、惠州、肇庆 4 个地区的物流效率值在测算期间大于 1,表明这些地区物流发展水平较高且投入产出合理;此外其余地区均存在不同程度的波动,说明这些地区的物流业发展不够稳定且有较大的提升余地。2010—2019 年珠三角区域物流效率平均值如图 1 所示,其中广州和深圳的平均效率值最高,分别为 1.583 和 1.570;东莞市的平均效率值最低,仅 0.529。虽然近些年珠三角物流业发展迅速,取得了较大成绩,但其整体物流效率水平仍然不够高,与前沿面尚存在一定的改进空间,整个珠三角区域物流效率仍有较大提升潜力。考虑到 DEA 测算结果属于“相对效率”,测算结果仅衡量珠三角各地市物流效率水平的相对高低,如果样本中纳入国内其他地市,效率测算结果也许会有所不同。

表 2 2010—2019 年珠三角区域物流效率测算结果

地市	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	平均
广州	1.468	1.549	1.421	1.571	1.684	1.704	1.692	1.626	1.553	1.564	1.583
深圳	1.442	1.461	1.417	1.412	1.350	1.345	1.429	1.461	2.135	2.244	1.570
佛山	0.773	1.033	1.048	1.118	1.007	1.030	0.753	1.011	1.073	1.013	0.986
东莞	0.392	0.451	0.447	0.477	0.451	0.452	0.486	1.061	0.584	0.490	0.529
惠州	1.220	1.077	1.088	1.115	1.115	1.170	1.189	1.134	1.129	1.256	1.149
中山	1.019	1.100	1.178	1.144	1.328	1.215	1.268	1.265	1.028	0.278	1.082
珠海	1.082	0.409	0.301	1.044	1.039	1.047	1.005	1.024	0.440	1.000	0.839
江门	1.071	1.173	1.060	1.067	1.070	1.096	1.075	1.113	1.132	0.504	1.036
肇庆	1.081	1.104	1.105	0.385	1.004	1.070	1.043	1.157	1.195	1.056	1.020
珠三角	0.736	0.763	0.694	0.733	0.696	0.688	0.716	0.795	0.813	0.871	0.7505



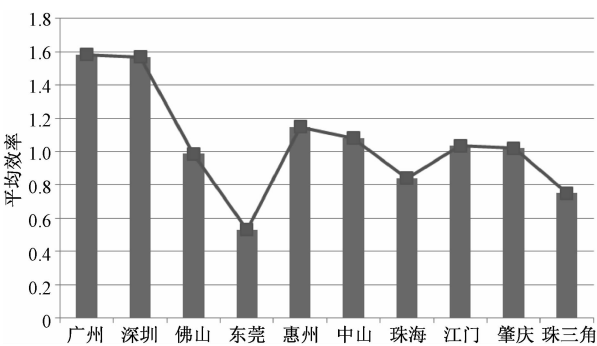


图 1 2010—2019 年珠三角地区物流平均效率值

2010—2019 年珠三角主要几个城市的物流效率年际变化如图 2 所示。①从整个区域看，珠三角区域的物流效率呈缓慢波动上升趋势，2019 年的效率值相比 2010 年的效率值 0.763 有所上升。②从各个城市看，深圳市物流业前几年发展较为稳定，2018 年时物流效率开始快速上升，在 2019 年其物流效率达到 2.224，远超其他各地区，排名第一；广州和惠州两个地区的物流效率值波动幅度较小，且均为效率有效，排名第二和第三；佛山市物流效率呈现出先上升后下降再上升趋势且波动幅度较小，排名第四；东莞市物流效率在 2010—2016 年呈缓慢上升趋势，2017 年效率值最高，随后又迅速下降，平均效率值仅为 0.529，排名第九；珠海市物流效率波动最为明显，在 2010—2019 年，从 1.082 迅速降低到 0.301，然后又迅速回升到 1.044 并保持一段稳定，后又迅速降低至 0.440，最后又回到 1.000，整个测算期间呈“W”形。

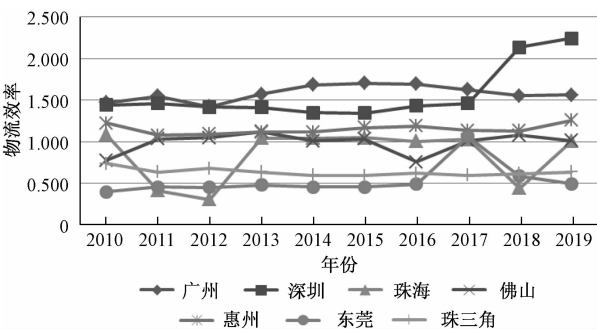


图 2 2010—2019 年珠三角主要城市物流效率年际变化

3.2 珠三角区域物流效率 GML 指数分解

为进一步分析珠三角区域物流效率的动态变化及驱动因素，利用 Max DEA 软件求得各地区各年的 GML 指数及其分解项，通过几何平均值和累积变化值来反映各地区物流效率和影响因素，以及

总体变动情况和平均变动程度。结果见表 3。

表 3 2010—2019 年珠三角年均 GML 指数及其分解

地市	累计变化值			几何平均值		
	GML 指数	EC	TC	GML 指数	EC	TC
广州	1.155	1.044	1.111	1.128	1.042	1.082
深圳	1.108	1.034	1.098	1.074	1.025	1.048
佛山	1.1	1.65	1.889	1.058	1.109	0.954
东莞	1.293	1.333	1.187	1.119	0.975	1.147
惠州	1.35	1.003	1.33	1.191	1.002	1.188
中山	1.209	0.899	1.868	0.949	0.735	1.292
珠海	1.329	1.716	1.506	0.99	0.992	0.998
江门	1.256	0.906	1.934	0.984	0.792	1.242
肇庆	1.671	1.485	1.853	1.132	0.997	1.135
珠三角	1.099	0.963	1.145	1.09	0.961	1.134

珠三角区域各年份平均 GML 指数及其分解如图 3 所示。从整个珠三角区域看，2010—2019 年，珠三角 GML 指数经历了先上升后下降再上升再下降的过程，在研究期间累计提升 9.9%，几何平均值为 1.090，即年均提升 9%。由 GML 指数分解结果看，技术效率变化小于 1，技术进步累计上升了 14.5%，说明物流效率的提升主要源于技术进步的变化，即技术进步是珠三角物流效率提升的主要因素。从各城市看，肇庆、惠州和珠海三地区的 GML 指数在研究期间均有较大幅度的提升，分别累计上升了 67.1%、35%和 32.9%，从 GML 分解结果看，3 个地区的技术效率和技术进步均大于 1，即技术进步和管理改进均对物流效率提升均做出了贡献；中山市和江门市的技术效率值小于 1，管理水平阻碍了两地区的物流业发展。但总体来说各城市均有不同程度的增幅，说明珠三角地区近十年物流业的发展取得了一定的成绩。

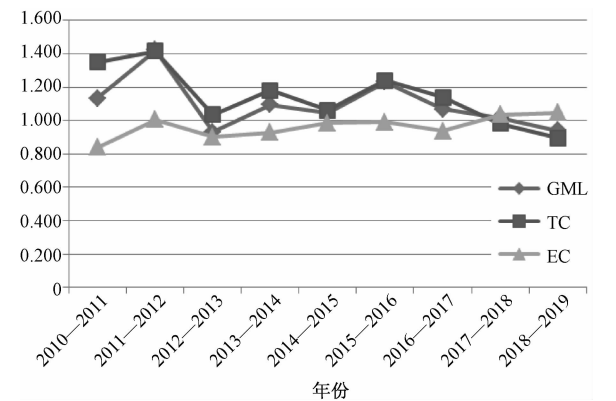


图 3 珠三角区域各年份平均 GML 指数及其分解

4 珠三角区域物流效率影响因素分析

4.1 Tobit 回归模型

Tobit 模型由 Tobin 于 1985 年提出,是受限因变量模型,适用于因变量受限或阶段的情况。Tobit 模型采用最大似然法,基本思想是从全部模型中随机抽取  $n$  组样本观测值,观测  $n$  组样本的最大概率的估计量,就是想要计算出的最合理的参数估计量<sup>[17]</sup>。标准模型为

$$Y_i = \begin{cases} Y_i^* = X_i\alpha + \mu & \text{若 } Y_i^* > 0 \\ 0 & \text{若 } Y_i^* \leq 0 \end{cases} \quad (3)$$

4.2 变量的选取及数据来源

基于已有的物流效率影响因素研究成果以及对珠三角区域情况的综合考虑,选取经济发展水平、信息化水平、物流专业人才、物流产业结构、政府支持、区位优势作为影响物流效率的因素,见表 4。数据均来自《中国统计年鉴》《广东省统计年鉴》、珠三角城市群各城市的统计年鉴。

表 4 Tobit 模型各变量指标

影响因素	变量定义
经济发展水平	城市生产总值 $X_1$ (亿元)
信息化水平	城市群邮电业务总量 $X_2$ (亿元)
物流专业人才	物流业从业人数 $X_3$ (人)
物流产业结构	第三产业生产总值/城市生产总值 $X_4$
政府支持	政府对物流业的投资 $X_5$ (亿元)
区位优势	地区物流 GDP 与地区 GDP 的比值/全国 GDP 与全国物流业 GDP 的比值 $X_6$

4.3 Tobit 回归模型模型的建立

测算出泛珠三角省域绿色物流效率为大于 0 又相对聚集的离散数值,故使用 Tobit 模型进一步分析珠三角物流效率的影响因素和影响程度,将运用考虑超效率-SBM-DEA 模型测算出的珠三角区域物流效率值作为因变量,影响因素作为自变量,建立 Tobit 回归模型。回归方程为

$$\rho = c + \alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_2 + \alpha_3 X_3 + \alpha_4 X_4 + \alpha_5 X_5 + \alpha_6 X_6 + \mu \quad (4)$$

式中: $\rho$  代表物流效率值; $c$  代表常数项; $\mu$  代表误差项; $\alpha_1 \sim \alpha_6$  表示回归方程的各影响因素系数; $X_1 \sim X_6$  表示各影响因素,分别为经济发展水平、信息化水平、物流专业人才、物流产业结构、政府支持、区位优势。

4.4 Tobit 回归结果分析

运用 Stata16 分析影响因素对珠三角物流效率的影响程度,实证结果见表 5。

表 5 Tobit 回归分析结果

变量	系数	标准差	$z$ 统计量	$P$ 值
$X_1$	$2.39 \times 10^{-6}$	0.000 001 42	1.68	0.092 *
$X_2$	0.000 076 5	0.000 070 3	1.09	0.277
$X_3$	0.239 878	0.409 947 2	0.59	0.006 6**
$X_4$	$-9.57 \times 10^{-72}$	$5.20 \times 10^{-7}$	-1.84	0.558
$X_5$	0.000 237 2	0.000 376 4	0.63	0.529
$X_6$	0.479 935 8	0.160 953 6	2.98	0.003**
$c$	0.644 049 1	0.218 113 8	2.95	0.003**

注: \*、\*\*、\*\*\* 分别表示 10%、5%、1% 的显著水平。

从 Tobit 模型回归结果可以得出:①珠三角地区经济发展水平统计结果显著,与物流效率呈正相关,但其相关系数仅为 0.000 002 39,影响系数较小,说明地区经济发展水平对物流效率的影响有限,另一方面也反映了珠三角地区近些年经济发展速度较为缓慢;②地区信息化水平系数为 0.000 076 5,与物流效率正相关,但统计结果不显著,说明其基本无影响;③物流专业人才与珠三角区域物流效率呈显著的正相关,系数为 0.239 878,物流专业人才的增加会促进物流效率的提升;④物流产业结构的系数为负值,但其统计结果不显著,表明珠三角地区第三产业的发展并不能积极推进物流业的进步;⑤政府支持与物流效率呈不显著的正相关,且系数较小,说明了政府对物流业的投资对物流效率的提高仅起到一定的作用;⑥珠三角地区区位优势与物流效率呈显著的正相关,且系数高为 0.479 935 8,说明区位优势成为珠三角地区物流效率的重要影响因素,珠三角特殊的地理位置,良好的基础建设等对物流效率的提升起到了重要贡献作用。

5 结论

基于珠三角区域 9 个地市 2010—2019 年的面板数据,采用超效率 SBM 和 GML 指数测算珠三角城市群 2010—2019 年的物流效率值及变动趋势,并利用 Tobit 模型对珠三角地区物流效率的影响因素进行分析,研究表明:①在整个测算期间,珠三角整个区域的物流效率总体处于中等偏上效率水平且变化不大;深圳市物流效率在 2019 年达到 2.224,远超其他各地区,排名第一,广州、佛山、东莞、惠州四地区的物流效率略有上升,其他几个城市波动较大,特别是珠海市起伏最为明显,整个测算期间呈“W”形走势;②技术进步是珠三角区域物流效率提升的主要因素,综合管理水平有待提高;③经济发展水平、物流专业人才以及区位优势与物流效率显著相关,区位优势对物流效率的提升起到重要贡献作用。

参考文献

[1] 王健. 钢铁企业物流绩效评价研究[J]. 物流工程与管理, 2010, 32(12): 48—50.

[2] 倪程程. 基于模糊综合评价法的上海国际航运中心物流效率分析[J]. 中国储运, 2012(7): 113—115.

[3] 车文, 刀荣贵, 杨立言. 基于区间熵物元模型的烟草工业立主体仓库物流效率评价研究[J]. 中国烟草学报, 2018, 24(3): 113—119.

[4] 廖志高, 许明辉, 徐玖平. 基于 DEA 和 GM(1, 1) 的北部湾区域物流效率研究[J]. 物流技术, 2014, 33(13): 102—106.

[5] 倪明, 何超, 杨善林. 区域物流效率评价及其影响因素实证研究[J]. 华东交通大学学报, 2015, 32(4): 65—72.

[6] 李雷. 兰州市物流效率的测度、评价与路径提升研究——基于 DEA 模型和 Tobit 回归模型的分析[J]. 物流技术, 2019, 38(9): 47—51, 118.

[7] 霍宏敏. 基于 DEA 模型的山东省物流效率研究[J]. 当代经济, 2020(7): 78—81.

[8] 匡海波. 基于超效率 CCR-DEA 的中国港口上市公司成本效率评价研究[J]. 中国管理科学, 2007(3): 142—148.

[9] 俞佳立, 钱芝网. 长江经济带物流产业效率的时空演化及其影响因素[J]. 经济地理, 2018, 38(8): 108—115.

[10] 张馨月. 基于 DEA-Malmquist 指数模型的京津冀区域物流效率评价研究[J]. 现代商业, 2019(24): 16—17.

[11] 涂建, 梅艺华. 基于非期望产出超效率 SBM-Malmquist 模型的我国绿色物流效率研究[J]. 无锡商业职业技术学院学报, 2021, 21(1): 16—20, 86.

[12] 刘莉, 孟庆浩. 中国东部地区物流产业效率评价及其影响因素研究——基于 2008—2017 年面板数据[J]. 湖南工业大学学报, 2020, 34(2): 66—72.

[13] 秦雯. 粤港澳大湾区建设背景下珠海市现代物流效率评价及影响因素分析[J]. 中国经贸导刊(中), 2021(1): 66—68.

[14] 韩笑, 顾东悦, 董亚军. 基于 DEA-Malmquist 模型的安徽省物流效率分析[J]. 铁路采购与物流, 2021, 16(1): 59—62.

[15] TONE K. A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis[J]. European Journal of Operational Research, 2001, 130(3): 498—509.

[16] OH D. A global Malmquist-Luenberger productivity index[J]. Journal of Productivity Analysis, 2010, 34(3): 183—197.

[17] TOBIN J. Estimation of relationships for limited dependent variables[J]. Econometrica, 1958, 26(1): 24—36.

Analysis of Logistics Efficiency and Influencing Factors in the Pearl River Delta Region  
Based on the Super-efficiency SBM Model

QIAN Zhi-wang<sup>1,2</sup>, SUN Lin<sup>1</sup>

(1. Business School, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China;  
2. Shanghai University of Medicine & Health Sciences, Shanghai 201318, China)

**Abstract:** Logistics efficiency is an important indicator reflecting the level of logistics performance. Taking 9 cities in the Pearl River Delta urban agglomeration (excluding Hong Kong Special Administrative Region and Macau Special Administrative Region) as the research object, based on the panel data of the 9 cities in the Pearl River Delta from 2010 to 2019, using the super-efficient SBM model and GML index, the logistics efficiency value and change trend of the cities in the Pearl River Delta urban agglomeration was measured. The research shows that: Technological progress is the main factor in the improvement of logistics efficiency in the Pearl River Delta region, and the comprehensive management level needs to be improved. The logistics efficiency in the Pearl River Delta region is generally at an upper-middle efficiency level and has little change. Shenzhen's logistics efficiency the level has improved rapidly and the efficiency is the highest. Dongguan has the lowest logistics efficiency, and Zhuhai has the most obvious fluctuations in its efficiency value. The whole calculation period shows a "W"-shaped trend. In order to further explore the degree of influence of external factors on the logistics efficiency of the Pearl River Delta, the Tobit model is selected for regression analysis, and it is found that location advantages have played an important role in improving the logistics efficiency of the Pearl River Delta.

**Key words:** Pearl River Delta; logistics efficiency; super-efficiency SBM; GML index; Tobit model

# 中国人力资本文献计量研究

## ——基于 CSSCI 文献的知识图谱可视化分析

杨润高, 尹 昊, 况秋华

(云南财经大学 城市与环境学院, 昆明 650221)

**摘要:**有关人力资本的研究范围广泛且研究成果颇多。依据科学计量原理,以中文社会科学引文索引(CSSCI)数据库中 2000—2020 年刊载的 3 841 条人力资本相关文献为研究对象,运用 CiteSpace 软件绘制知识图谱进行可视化分析,进而对人力资本的研究热点及研究趋势进行梳理,按照时间线索进行归纳,以此为依据对该领域目前的研究现状进行总结,并提出未来研究展望。

**关键词:**人力资本;文献计量分析;CiteSpace;可视化图谱

**中图分类号:**F240 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2021)10-0014-09

人力资本具有资本的属性,是一种体现在劳动者身上的资本。亚当·斯密在 200 多年前首次提出了人力资本的思想。1912 年由全美制造商协会工业教育委员会正式提出了“人力资本”一词。直到 20 世纪后半期,人力资本的概念才真正获得关注。越来越多的经济学家把人的知识、技能及健康等质量因素视为一种资本。舒尔茨在 1960 年以美国经济学会会长的身份在第 73 届经济学会年会上发表了《人力资本投资》<sup>[1]</sup>的演讲,并对人力资本的观点作了一系列系统的阐述。1961 年在他发表的《教育与经济增长》<sup>[2]</sup>等论著中,舒尔茨提出人力资本投资促成了当前多数国家的快速发展。随后,Romer<sup>[3]</sup>将经济增长的因素内生,并提出人力资本的内生增长是经济持续增长的不竭动力;Lucas<sup>[4]</sup>将人力资本作为生产要素纳入经济增长模型,形成了卢卡斯扩展模型,创新性地解释了经济增长。目前人口红利逐渐消失殆尽,寻求更高层次的人口质量红利是目前发展的主要方向。同时,众多学者针对人力资本文献研究已经取得了一定的研究成果。基于房宏军<sup>[5]</sup>,郭宏福等<sup>[6]</sup>在人力资本可视化研究中的成果,利用 2000—2020 年 CSSCI 数据库中的文献对目前的研

究热点与研究趋势进行总结,并对人力资本的未来研究提供一定的参考。

### 1 研究方法 with 数据来源

#### 1.1 研究方法 with 工具

利用 CiteSpace5.7.R5 软件对研究数据进行分析。CiteSpace 工具是由陈超美教授团队开发出来的,其理论基础十分强大,作用是将信息可视化,用清晰明了的图形将表示出某领域的研究现状及其研究成果<sup>[7]</sup>。在科学计量的背景下,依靠 CiteSpace 软件对文献进行分析,构建关键词共现知识图谱,关键词聚类知识图谱和时间线聚类分析图谱,对 2000—2020 年有关人力资本研究的文献进行梳理,并通过制作可视化知识图谱来探究目前学术界人力资本的研究现状及热点趋势。

#### 1.2 数据来源及处理

采用中文社会科学引文索引(CSSCI)数据库。该数据库是中国人文社会科学领域的高水平引文数据库,其所收录的期刊文献在学术界的地位较高,且价值较大,具有代表性和先进性。本研究利用该数据库刊源进行分析,在 CSSCI 搜索页面中采用高级检索模式,设定篇名(词)为“人力资本”,发文年代限定在 2000—2020 年,文献下载时间为

**收稿日期:**2021-06-02

**基金项目:**云南省教育厅项目(2021Y558);2020 年度云南省研究生优质课程《人口经济学》项目;2021 年度云南财经大学研究生创新基金项目(2021YUFYEC018)。

**作者简介:**杨润高(1971—),男,云南大理人,云南财经大学城市与环境学院,教授,经济学博士,研究方向为人口经济学;尹昊(1996—),女,河北保定人,云南财经大学城市与环境学院,硕士研究生,研究方向为人口经济学;况秋华(1995—),男,江西九江人,云南财经大学城市与环境学院,硕士研究生,研究方向为资源经济学。

2021年3月19日。经过对数据的初步筛选,未剔除明显偏离主题词的文章,共得到3841条数据,以此为样本进行可视化分析。

2 人力资本研究现状分析

2.1 文献年度分布

2011—2020年CSSCI收录人力资源研究文献发文量年份统计如图1所示。

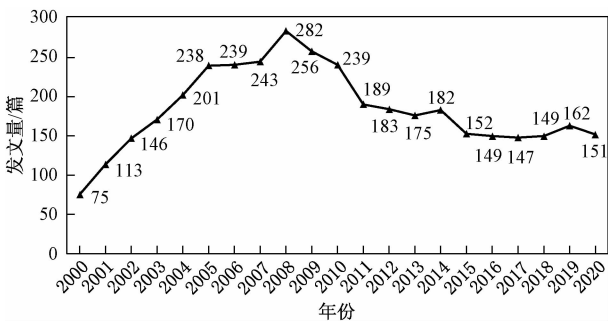


图1 2011—2020年CSSCI收录人力资本研究文献发文量年份统计

人力资本相关文献的发文量表示该话题的研究热度以及趋势走向。从近20年的统计数据来看,与人力资本相关的文献数量波动幅度较大,发文数量的极差为207篇,发文量最高为282篇,年均发文量约为183篇,发文量在平均水平以上的年份集中在2004—2011年这8年。从发文趋势上看,可以将近20年的数据分为3个阶段进行分析。

1)第1阶段:2000—2008年。这一阶段是该话题的快速成长期,发文量增多,相关话题不断拓展丰富,不断受到各领域学者的关注,并在2008年达到发文量最高点,且有5年发文量达到了200篇以上。

2)第2阶段:2009—2014年。这一阶段发文数量逐年下跌,其中略有波动,但整体处于下降趋势,且速度很快。为证明是全部相关文献数量降低,还是优质文献数量降低,即发文质量降低,采用CNKI数据库进行二次检索,利用高级检索,条件设定篇名为“人力资本”进行检索,文献检索时间为2021年3月22日,结果显示,2000—2010年这10年的中文期刊总发文量为10866篇,2011—2020年中文期刊总发文量为7981篇,相反外文期刊的发文量从前10年的1888篇上升为4682篇,但是前10年与后10年的发文总量变化较小。去除人为因素及社会环境变化等因素,粗略来看,国内期刊与人力资本相关的发文量逐渐减少,外刊发文量

增长迅速。这个现象说明了以下两个问题:①人力资本相关的某些话题已经逐渐失去了热度,且在人力资本研究领域缺少新的研究热点,新的题材,致使具有前瞻性和洞察力的学者将研究方向转向了更为新兴的领域,减少了对人力资本的关注;②人力资本领域具有社会影响的文献也在逐步减少,现存的人力资本领域的研究问题不足以引起更多有权威性学者的重视,这样一来减少了国内学者对人力资本的研究热情与重视程度。

3)第3阶段:2015—2020年。这个阶段是研究的平稳期,研究话题与研究学者趋于稳定,研究成果的发布较为平均,其中在2019年发文量出现短暂的回暖,数量与2018年相比增加了13篇,基本研究状态基本稳定。未来的研究有望突破现有研究话题与研究方向,打破目前的研究界限,对人力资本相关的研究宽度进行再次探索。

2.2 发文作者情况

2.2.1 作者发文分析

作者的发文情况能够表示出该领域具有权威和影响力的学者。利用CiteSpace软件对作者进行分析,得到结果见表1,表中的统计篇数为该作者为第一作者时的发文量。根据普莱斯定律计算核心作者的阈值,公式为 $M_u = 0.749 \times \sqrt{N_{\max}}$ ,其中, $N_{\max}$ 为发文最高产者的发文量。段兴民是在人力资本研究领域发文数量最多的学者,发文量达到了18篇,经计算,核心作者的阈值为3.178,所以发文量 $\geq 4$ 的即为核心作者,据统计,核心作者有88位,部分学者的研究已经形成规模,且研究状况较为稳定。为进一步探究高影响力作者的研究方向与研究内容,表1按关键词出现的先后顺序列出了部分该作者所引用的关键词,发文量第一位的段兴民所研究的领域主要集中在管理学,以微观视角看企业人力资源管理。同时焦斌龙的研究也涉及了管理学的领域,前期关注管理学,后期方向为经济学领域,呈现出一个从微观研究到宏观分析的视角。表中剩余7位学者的研究均为经济学研究范围,盛乐、黄乾集中研究人力资本产权,李静主要研究范围为人力资本错配,逯进主要研究人力资本与经济增长的关系,方超研究教育问题,尤其关注研究生教育,同时刘文,王金营的研究不局限于人力资本的某一个角度,研究范围较为宽泛。以上作者的研究成果集中发表在2000—2010年,且在经济学领域的研究偏向于针对人力资本本质的研究。

表 1 发文量 10 篇及以上作者情况统计

作者	发文量/篇	主要相关关键词
段兴民	18	人力资本、人力资本存量、人力资本测度、人力资本投资、人力资本投资收益、人力资本管理、人力资本定价、人力资本绩效、企业家人力资本、人力资源审计
焦斌龙	14	企业家、人力资本、物质资本、企业收益分配、居民收入差距、专用性人力资本、资本结构
李静	13	人力资本投资、人力资本错配、人力资本、社会资本、人力资本匹配、人力资本侵蚀
刘文	13	人力资本、人力资本投资、人力资本利用、人力资本制度、人力资本外部性、异质性人力资本、人力资本代际投资
盛乐	13	人力资本、经济增长、人力资本产权、经济效率、社会资本
黄乾	12	人力资本产权、经济体制改革、劳动力产权、人力资本投资
逯进	11	人力资本、经济增长、溢出效应、空间溢出
王金营	10	人力资本、教育投资、企业人力资本投资、经济增长、人力资本积聚、人力资本配置结构
方超	10	人力资本、教育扩展、收入差距、教育人力资本

2.2.2 作者合作分析

利用软件得出研究作者的合作共现图，如图 2 所示，节点代表作者，节点的大小代表发文量的多少，节点之间的连线表示作者之间合作发文，且合作发文量越多连线越粗。从图中看出，目前有关人力资本研究的团队较少，大部分都是独立作者，图中网状的合作网络为以段兴民、罗润东和赵领娣为中心的 3 个小的研究团体，其中段兴民的研究团队较大，涉及的作者较多。较为稳定的研究团队是罗润东、杨新铭、刘文这一组合。由此看出，人力资本研究团队合作规模较小，研究较为分散，并未形成一定的传承和体系，不具备较为强大的研究团体，研究不具有一定的连续性和传承性。这可能也是人力资本研究领域迅速兴起，又快速冷却的一大原因。

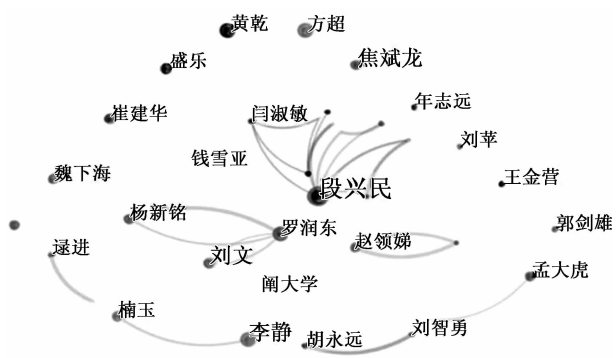


图 2 人力资本研究作者合作共现图

2.3 研究机构情况

由于发文作者较为分散且并未形成具有规模的研究团队，因此预想有关人力资本研究的发文机构也会是分散的，且缺乏合作。利用软件对发文机构进行可视化分析，得到的结果与预想一致（在此不展示），发文机构的可视化图形所展示出的节点

更加分散，同时由于软件设定的原因，机构之间合作的连线几乎看不到。由于 CSSCI 数据库导入文献数据与识别的问题，将研究机构细化到学院的统计结果混乱，因此以学校为机构单位进行分析。通过统计数据可知，发文量在 100 篇及以上的机构有 7 个，发文量最高的机构是南开大学，数量为 140 篇，同时在发文量百篇以上的机构中，财经类院校有 1 个，为中南政法财经大学，发文量为 108 篇，其余均为综合类院校，且均为“985 工程”“211 工程”院校。高水平院校均对人力资本相关问题进行研究，在学校范围内形成了一定的研究规模，但是缺少学校之间的合作交流，究其原因，人力资本从提出到发展经历了一个较为漫长的过程，有关概念初始诞生时的百家争鸣已经不复存在，目前有关人力资本的理论 and 概念框架已经较为成熟，但是缺少相关问题的扩展研究，不同院校根据其地理位置、研究传统以及已形成的研究团队的不同，进行了不同方向的研究拓展。同时由于与人力资本相关的研究往往不需要进行实验以及数据收集，所以形成的研究团队较少，学者之间的沟通与成果分享较多。

3 人力资本研究热点分析

利用关键词共现图分析 2000—2020 年人力资本研究的热点情况，将时间切片设定为 1 年，“Node Types”选择关键词，并设置“Selection Criteria”，突出主要关键词及其关系，将“Top N”设置为“Select top 15 levels”，阈值(Thresholds)分别设置为(2,3,20;3,4,20;3,4,20)。同时为了明确人力资本研究领域相关关键词，将主题词“人力资本”隐去，对得到结果进行调整，得到的关键词共现图如图 3 所示。同时根据普拉斯定律计算高频关键词，根据统计除“人力资本”这一关键词出现次数最高为 2 255 次外，“经济增长”的出现频次为 379 次，可利用该数值

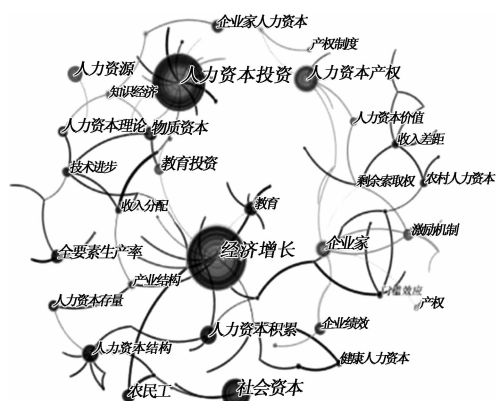


图3 人力资本领域文献关键词共现分析

进行计算,得出频次大于等于 15 次为高频关键词。同时剔除中介中心性小于 0.01 的关键词,共得到 30 个符合以上条件的关键词,见表 2。

根据学者陈超美的定义,关键词聚类指的是将该领域复杂网络中领域特征明显的词语作为聚类对象,在复杂数据挖掘中提出算法进行词语的聚合和分类<sup>[8]</sup>。聚类模块值(Q值)用来评价图谱绘制效果,通常情况下,当 $Q>0.3$ 代表划分出的社团结构是显著且合理的,当 $S>0.5$ ,聚类一般认为是合理的。在关键词共现的基础上,进行关键词的聚类分析,以关键词作为分类标准,最终得到11个类别,聚类结果如图4所示,该聚类图谱呈现218个节点,319条连线,且模块值 $Q=0.8195$ , $S=0.9517$ ,表示聚类合理。模块的大小代表聚类的大小,序号的顺序代表关键词的排序。结合关键词共现与聚类的可视化结果,对近20年人力资本领域相关热点进行分析总结如下。

表2 人力资本研究关键词高频列表

中心性	频次	关键词	年份	中心性	频次	关键词	年份
0.61	379	经济增长	2000	0.63	37	企业家人力资本	2003
0.49	291	人力资本投资	2000	0.11	34	激励机制	2000
0.09	122	社会资本	2003	0.40	32	人力资本存量	2002
0.65	102	人力资本产权	2000	0.49	29	技术进步	2008
0.36	66	人力资本积累	2000	0.26	28	农村人力资本	2007
0.42	60	人力资本结构	2004	0.08	27	人力资本价值	2003
0.06	55	人力资源	2000	0.31	0.31	收入差距	2006
0.68	51	企业家	2000	0.66	21	知识经济	2000
0.17	50	农民工	2009	0.42	19	收入分配	2006
0.25	45	教育	2002	0.03	19	产权制度	2000
0.09	44	全要素生产率	2006	0.19	19	门槛效应	2016
0.18	43	物质资本	2000	0.03	17	健康人力资本	2010
0.18	42	人力资本理论	2003	0.40	17	产权	2000
0.28	41	教育投资	2000	0.04	16	剩余索取权	2002
0.03	39	企业绩效	2001	0.63	16	产业结构	2010



图4 人力资本领域文献关键词聚类分析

### 3.1 人力资本的性质研究

有关人力资本性质的研究聚类为聚类#0 人力资本产权,聚类#1 人力资本,聚类#5 人力资本理论。其他相关关键词为“人力资本结构”“人力资本存量”“人力资本价值”等。

### 3.1.1 人力资本产权相关研究

人力资本产权是一组权利束,包括人力资本所有权、支配权、处置权、使用权和收益权等<sup>[9]</sup>。关于人力资本产权的方面,黄乾<sup>[9]</sup>对此做了较为系统的研究,研究方向较为专一,且形成了一系列的研究成果。赵黎明等<sup>[10]</sup>、包迪鸿等<sup>[11]</sup>,冯涛等<sup>[12]</sup>在2001年左右便开始对人力资本产权与企业的关系进行讨论。从研究进程上看,除了针对人力资本产权本身概念的拓展与辨析,其他研究成果多为企业

管理类。近些年随着概念的进一步演化,利用此概念分析社会问题的研究成果增多,如许延威<sup>[13]</sup>、王茜等<sup>[14]</sup>均讨论了运动员的人力资本产权问题,夏茂林<sup>[15]</sup>从人力资本产权的视角看义务教师的流动问题等。总结以上,对人力资本产权的研究分为两类,分别为理论研究与企业管理学研究。

### 3.1.2 人力资本存量与价值相关研究

根据研究方向与研究侧重点的不同,部分学者将单一类型的人力资本作为研究对象,以基础教育资本最多,利用不同的核算方法表示基础教育程度。王德劲<sup>[16]</sup>、王金营<sup>[17]</sup>采用平均受教育年限,利用不同级别的教育折算系数区分教育质量的差异;钱雪亚<sup>[18]</sup>、杨小勇<sup>[19]</sup>利用戈登史密斯在1951年提出的永续盘存法计算人力资本存量;吴小立等<sup>[20]</sup>用R&D的支出表示人力资本存量;边雅静等<sup>[21]</sup>构造了人力资本指数,主要指标为劳动者的质量系数;李海峥等<sup>[22]</sup>采用未来收入折现法计算;张爱芹等<sup>[23]</sup>利用人力资本密度核算,即年末从业人员中拥有大专及以上学历人数的占比。另有部分学者采用综合指标进行研究,例如常志有等<sup>[24]</sup>将人力资本存量从3个方面划分为20个子目进行核算;阎淑敏<sup>[25]</sup>利用人力资本丰裕系数核算,考虑教育、研究与开发和健康的影响;常志有等<sup>[24]</sup>采用人力资本总指数,将基础教育、医疗卫生和职业教育的因素考虑其中;周德禄<sup>[26]</sup>采用群体人力资本(HP)进行综合核算;边雅静<sup>[27]</sup>采用宏观和微观两个视角,宏观上综合5个方面衡量人力资本存量,微观上考察企业、家庭和个人因素进行衡量。衡量人力资本存量的单一指标虽然在数据处理过程中简单易行,但是在实际应用和解释过程中忽略了很多影响因素,局限性较大;综合指标能全面衡量人力资本存量,但是人力资本各类型之间的占比不容易确定,且没有统一的标准。

### 3.2 人力资本的形成研究

与人力资本形成相关的聚类为聚类#2人力资本投资,聚类#6人力资本积累。与此相关的关键词为“教育”“教育投资”“知识经济”等。人力资本投资主要有4个主体,即个人、家庭、企业和政府。各大主体在投资中发挥的作用不同,所形成的人力资本数量和质量也是不同的,由初始投资转化为人力资本的级别和效率也是不同的。高远东等<sup>[28]</sup>将人力资本投资分为健康投资、教育投资、培训投资,以及对制度适应能力的投资。人力资本形成的基础是健康投资,即医疗卫生投入,人力资本形成的

动力是基础教育投入。目前大部分学者研究人力资本形成都是从研究教育投入开始的,并以此来衡量人力资本形成的效率。李忠民<sup>[29]</sup>提出衡量人力资本的个人投资收益率;伏绍宏<sup>[30]</sup>考虑到人力资本积累的问题,并将其转化成多元函数,以资本、劳动和自然资源作为自变量,衡量人力资本积累的效率;匡远凤<sup>[31]</sup>提出将各省份生产总值与人力资本投入总量的比率表示为人力资本利用效率;晏月平等<sup>[32]</sup>、柳劲松等<sup>[33]</sup>提出研究公共教育投入的产出效率,以此间接表示出人力资本积累的效率。

### 3.3 人力资本与经济发展关系的研究

人力资本与经济发展有关的聚类为聚类#4经济增长,聚类#7门槛效应,聚类#10全要素生产率。其他相关关键词为“物质资本”“技术进步”“收入分配”等。

#### 3.3.1 人力资本与经济增长关系研究

人力资本与经济增长存在正相关关系,很多学者采用计量模型去验证这一结论。大部分学者采用柯布道格拉斯生产函数,利用计量方法进行回归分析。从新古典经济学家开始,有关经济增长的理论逐渐演化成一个较为完整的理论体系,其中具有代表性的就是哈罗德-多马经济增长模型。随后Solow<sup>[34]</sup>提出了包含技术进步的经济增长模型,但没有强调人力资本的作用。峻峰<sup>[35]</sup>通过C-D模型考察劳动力数量对经济增长的贡献,将外生性技术进步纳入模型。吴小立等<sup>[20]</sup>用R表示研究开发支出测算出技术进步的产出贡献。到20世纪80年代,以Romer<sup>[3]</sup>和Lucas<sup>[4]</sup>提出了以内生技术进步为特征的观点,被称内生经济增长理论。随后在1988年,西奥多·W·舒尔茨<sup>[36]</sup>、Becker等<sup>[37]</sup>相继提出人力资本思路,Lucas<sup>[4]</sup>以此基础建立了一个以人力资本外在性为核心的内生经济增长模型。将人力资本作为一个独立要素纳入经济增长模型。王金营<sup>[17]</sup>、张荐华等<sup>[38]</sup>、晁伟鹏等<sup>[39]</sup>利用有效劳动模型进行分析经济增长;王金营<sup>[17]</sup>、张荐华等<sup>[38]</sup>采用人力资本外部性增长模型进行分析;逯进<sup>[40]</sup>、王雪萍等<sup>[41]</sup>、匡远凤<sup>[31]</sup>利用变形后的模型进行回归分析。

#### 3.3.2 人力资本门槛效应研究

由于人力资本作用的发挥并非简单的线性过程,其过程受各种复杂因素的影响。若所研究的对象具有非线性特征,线性模型将难以刻画变量间的非线性关系<sup>[42]</sup>。同时当地区经济发展相对滞后时,人力资本对经济增长的作用就十分有限,当人力资



本积累到一定程度,跨越某一个门槛之后,人力资本的效应会更加显著<sup>[43]</sup>,即人力资本与经济增长之间呈现出倒“L”的非线性关系<sup>[44]</sup>。人力资本在经济增长中所发挥作用的大小,与当地的经济状况相关,经济越发达的地区,科技技术水平越高,获取信息的成本越低,同时对于人才的吸纳程度越高,对外贸易交流越频繁,因此便会形成新一轮的经济增长。据此特点,近些年对于人力资本的门槛效应的关注度逐步提升,从对外贸易到创新研发能力,从金融到互联网,均涉及人力资本的门槛效应问题。该话题的热度在不断提升,研究角度在不断创新,研究范围也在不断拓展。

### 3.4 微观人力资本研究

微观人力资本为人力资本的某一种类型,例如与此相关的聚类有聚类#8农村人力资本、聚类#11教育人力资本。与之相关的关键词为“企业家”“农民工”“企业绩效”“企业家人力资本”“健康人力资本”等。由人力资本的定义可知,人所具备的各方面的能力并非是单一的,因此人力资本并非单一变量,而是代表的是综合变量,目前普遍得到认可的类型有教育资本、技术与知识资本、健康资本、迁移与流动资本<sup>[20]</sup>;高远东等将人力资本划分为4种类型,并与投资来源相对应,分别是基础人力资本、知识人力资本、技能人力资本、制度人力资本<sup>[45]</sup>。杨润高<sup>[46]</sup>提出民族地区社会经济发展阶段不同,传统民族文化知识存在差异,因此人力资本的形式也应该有所不同。部分学者将语言能力视为人力资本的一部分。黄少安等<sup>[47]</sup>提出基本的语言能力是最通用的人力资本;马静等<sup>[48]</sup>提出普通话的推广与民族地区劳动者收入具有显著的相关关系等。微观人力资本研究的另一重要分支——企业管理学中应用广泛,主要涉及企业发展、企业绩效、企业价值与企业家人力资本的关系等一系列管理学问题。

### 3.5 人力资本类似概念研究

与人力资本类似概念,是指的通常和人力资本概念一些辨析、一起讨论、在某些角度具有相似和相关性的概念,如聚类#3社会资本,聚类#9人力资源。

#### 3.5.1 人力资本与社会资本

社会资本通常与人力资本放在同一背景下研究。社会资本与人力资本是资本分类的两个不同的角度。美国学者科尔曼和普特南先后提出了社会资本理论,并将社会资本理论作为人力资本基础

上的理论发展加以阐述<sup>[49]</sup>。根据世界银行社会资本的界定,广义的社会资本是指政府和市民社会为了一个组织的相互利益而采取的集体行动。社会资本更加注重人的地位和作用,是人力资本理论的修正和提升。从研究成果上看,大部分学者将人力资本与社会资本放在一起分析实际问题,同时还有学者将这两者与其他资本放在一起进行分析,如廖小平<sup>[50]</sup>分析了道德资本与这两种资本的关系、张红芳等<sup>[51]</sup>将心理资本纳入分析框架中、贺寨平<sup>[52]</sup>还分析了政治资本与两者的关系、刘林等<sup>[53]</sup>分析了物质资本与两者的协同作用等。

#### 3.5.2 人力资本与人力资源

部分学者对“人力资本”与“人力资源”等相似概念进行了区分和界定。杨林<sup>[54]</sup>将“人力资本”与“人力资源”进行对比分析,李宝元<sup>[55]</sup>讨论了“人力资产”“人力资本”“人力资源”的关系,王德劲<sup>[16]</sup>将“人力资本”“人力资源”“人口资源”放在一起分析。杨林<sup>[54]</sup>认为人力资源是自然性和资本性的总和。沈鸿等<sup>[56]</sup>把人力资源开发评价指标体系划分为教育、医疗、经济、民族文化、法律法规、自然地理、人口六大类,而通常人力资本的组成部分可分为教育、研究与开发、健康等<sup>[25]</sup>。从定义上看人力资源的概念大于人力资本的概念,两者之间存在交集。人力资源更加注重主体人与外界的互动交流,人力资本更加注重的是个体人自身能力的培养与显现,是物质资本在人身上的凝结。

## 4 人力资本研究的演进路径分析

进行关键词共现的操作之后,点击 Control Panel 中的选项卡 Layout,选择 Timezone View,形成关键词按照时间分布图,如图5所示。节点大小表示出现频次,节点越大表示出现频次越多,除中心词“人力资本”外,出现频次较多的关键词为“经济增长”“人力资本投资”“人力资本积累”“人力资本产权”等。节点所在的位置为首次出现的时间,与关键词下一次出现的时间点形成连线。从关键词的时间分布上可以把近20年的研究分为3个阶段进行分析。

第1阶段:2000—2008年。人力资本研究蓬勃发展,对人力资本相关概念与研究范围不断拓展。其中“人力资本投资”“人力资本积累”“人力资本产权”等是在这个阶段十分重要的关键词,均在探讨人力资本的本质问题,对人力资本的传统概念不断与时俱进,发展创新。同时不断有新的观念和相关研究方向提出,研究成果十分丰富。

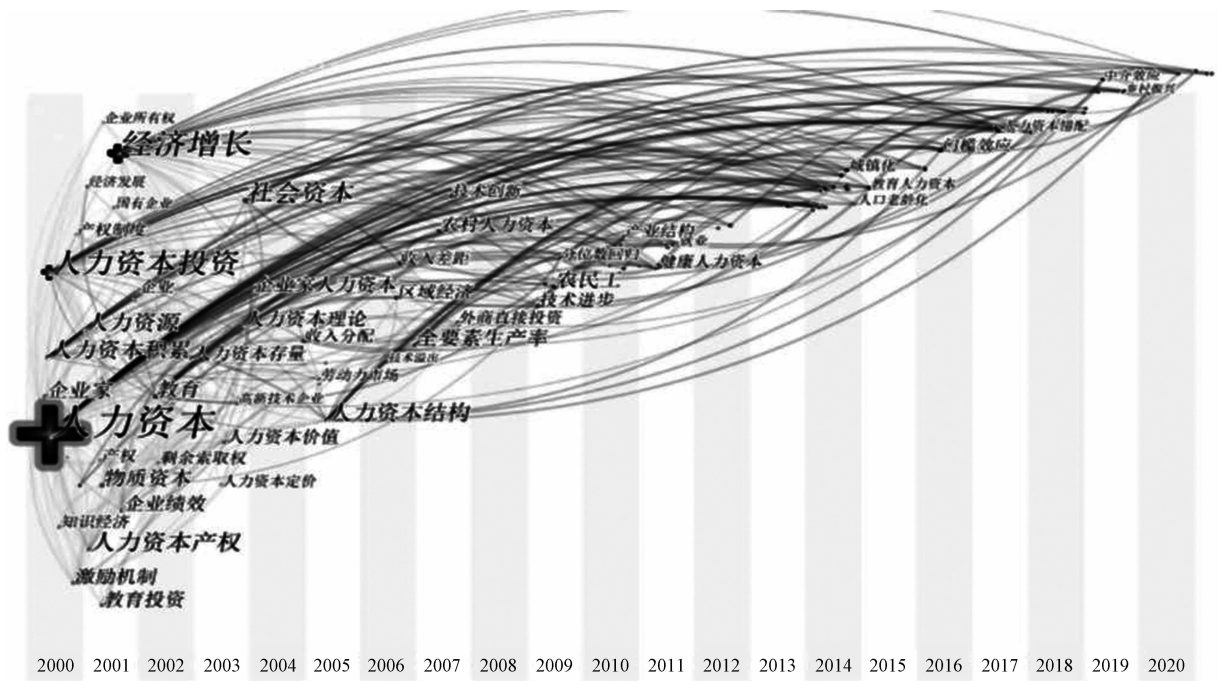


图 5 人力资本领域文献关键词时区图谱

第 2 阶段:2009—2014 年。人力资本研究成果较少,新的研究方向较少。其中有代表性的为“农民工”“技术进步”“健康人力资本”。这个阶段开始逐渐突破人力资本的传统概念,强调人力资本的类型,与人力资本形成有关的上游因素,例如技术、产业等。但是总体来说人力资本研究的热度已经逐渐下降,整体研究不成体系与规模。

第 3 阶段:2015—2020 年。这一阶段人力资本的研究趋于稳定。2015 年是一个回暖的标志,“城镇化”“教育人力资本”“人口老龄化”等关键词逐渐被提出。这个阶段的人力资本研究以时事政策和国家动态为导向。同时在随后的几年里,均提出了人力资本研究的新方向。研究成果稳定输出,但是创新动力不足。

5 结论与展望

5.1 研究结论

以上针对 2000—2020 年近 20 年的 3 841 条文献进行可视化分析,描述了目前人力资本研究领域的现状,研究成果以及热点问题。首先从研究的外部情况来看,目前的研究处于平稳阶段,研究缺乏一定的动力,研究成果的产出较为平稳,学者之间的合作较为分散,且并未形成较为庞大且有影响力的研究集团,独立作者偏多,机构之间的合作较少,研究力量分散。其次从研究内容来看,人力资本研究在近 5 年内出现小规模的回暖现象,但是仍然缺

乏创新性和前瞻性,通过对引用频次、中心性等对比,得出在学术界最有影响力的五大热点词是经济增长、人力资本投资、社会资本、人力资本产权、人力资本积累,研究的五大话题是人力资本性质、人力资本形成、人力资本与经济增长的关系、微观人力资本、人力资本相似概念辨析。再次,不管从发文量角度还是关键词时区图谱中,存在一致的趋势,因此将近 20 年的研究分为 3 个阶段。第 1 阶段:2000—2008 年。人力资本研究蓬勃发展;第 2 阶段:2009—2014 年。人力资本研究迅速降温;第 3 阶段:2015—2020 年。人力资本的研究趋于稳定。这表明了人力资本研究的不同发展阶段,发文量与新方向的提出具有很强的正相关性,但是往往新生研究方向的寿命都不长,未形成持续性热度。

5.2 研究展望

人力资本思想从提出到发展经历了一段较长的时间,缺乏新角度、研究缺乏动力是一种较为正常的现象,目前人力资本理论已经成型,基本概念已经界定明确,应用范围较为广泛,包含经济类、管理学、教育学等。随着人口红利消失殆尽,简单依靠人口数量,简单劳动力已经不足以支撑起经济的高速发展,当前,经济发展需要效率、需要人才,而非仅仅是人。因此结合以上分析结果,提出了未来人力资本领域的研究方向。

1)政策导向型研究。目前人力资本研究与时事政策的结合并不密切。人口政策、教育政策会引起人力资本发生变动,经济发展政策、地区限制政策同样会对某地区的人力资本产生影响。跟紧政策变动可以提前把握发展规律,构建发展脉络,预测人力资本的变化情况,从国家的经济发展、地区的政策变化看人力资本在外力推动与内部形成过程中的成长情况,并为下一步的政策制定提供方向。

2)助贫导向型研究。截止到2020年,所有的国家级贫困县均已脱贫摘帽。物质资本的输入、教育的扶持使得贫困地区逐渐站了起来。但是从目前来看,各地区的经济发展仍存在巨大差距,从根本上改变这个局面应该以人力资本的再开发作为起点,注重人力资本投资,不仅仅是基础教育,更涉及职业教育、学历教育。因此有必要探究目前贫困地区人力资本投资状况,转化以及产出效率情况、门槛效应等。目前这个方面的研究较少,未成规模。

3)地区导向型研究。不同地区的经济发展机制与资源禀赋情况存在差异,进而造成了经济发展水平的差距,依靠物质资本发展经济是存在局限性的,且并非长久之计,盘活人力资本,调动人才的力量搞发展能够促成经济的长期增长,且会形成源源不断的生长动力。根据不同地区的发展特点,调动不同类型人才的积极性投入生产发展,需要因地制宜,因时制宜,人力资本的范围并非传统意义上的4种类型,可以拓展到更宽的范围。

## 参考文献

- [1] SCHULTZ T W. Investment in human capital[J]. American Economic Review, 1961, 51(1): 1—17.
- [2] 西奥多·W·舒尔茨. 人力资本投资—教育和研究的作用[M]. 蒋斌,译. 北京:商务印书馆,1990.
- [3] ROMER P M. Increasing return and long-run growth[J]. Journal of Political Economy, 1986, 94: 1002—1037.
- [4] LUCAS R E. On the mechanics of economic development[J]. Journal of Monetary Economics, 1988, 22(1): 3—42.
- [5] 房宏君. 基于科学知识图谱的国内人力资本研究可视化分析[J]. 科技管理研究, 2014, 34(3): 136—140, 145.
- [6] 郭宏福,唐林,赵燕. 人力资本研究的基本格局、主题和热点——基于 CiteSpace 的文献大数据可视化分析[J]. 武汉理工大学学报(社会科学版), 2019, 32(4): 75—85.
- [7] 夏仕亮. 长江经济带研究文献计量可视化分析[J]. 技术经济, 2020, 39(12): 137—146.
- [8] 陈悦,陈超美,胡志刚,等. 引文空间分析原理与应用[M]. 北京:科学出版社,2014.
- [9] 黄乾. 人力资本产权的概念、结构与特征[J]. 经济学家, 2000(5): 38—45.
- [10] 赵黎明,钱伟荣,杨蕾. 国企产权改革中的人力资本产权[J]. 南开管理评论, 2001(6): 53—57.
- [11] 包迪鸿,盛乐. 试论企业家人力资本产权及其特性[J]. 生产力研究, 2001(6): 133—135.
- [12] 冯涛,李青俊. 高技术企业人力资本产权化对企业产权结构和绩效的影响分析[J]. 当代经济科学, 2001(4): 38—44.
- [13] 许延威. 我国专业运动员人力资本产权交易制度研究[J]. 北京体育大学学报, 2014, 37(12): 27—33.
- [14] 王茜,王家宏. “计划型”和“融合型”运动员人力资本产权配置的法学探析[J]. 体育学刊, 2019, 26(2): 57—65.
- [15] 夏茂林. 人力资本产权视角下义务教育教师流动问题思考[J]. 教育与经济, 2014(3): 37—43.
- [16] 王德劲. 我国人力资本测算及其应用研究[M]. 成都:西南财经大学出版社, 2009.
- [17] 王金营. 人力资本与经济增长理论与实证[M]. 北京:中国财政经济出版社, 2001.
- [18] 钱雪亚. 人力资本水平方法与实证[M]. 北京:商务印书馆, 2011.
- [19] 杨小勇. 西部地区人力资本投资与经济增长关系实证分析[D]. 重庆:重庆师范大学, 2013.
- [20] 吴小立,周婷. 产业结构、人力资本与民族地区经济增长研究——以广东连南瑶族自治县为例[J]. 商业经济, 2020(9): 138—140, 170.
- [21] 边雅静,沈利生. 人力资本对我国东西部经济增长影响的实证分析[J]. 数量经济技术经济研究, 2004(12): 19—24.
- [22] 李海峥,梁赞玲, FRAUMENI B, 等. 中国人力资本测度与指数构建[J]. 经济研究, 2010, 45(8): 42—54.
- [23] 张爱芹,高春雷. 教育扩展、人力资本对民族地区经济增长的影响[J]. 民族研究, 2019(3): 61—72.
- [24] 常志有,李恒,陈长瑶,等. 边疆少数民族地区人力资本形成机制分析[J]. 云南师范大学学报(哲学社会科学版), 2011, 43(1): 145—150.
- [25] 阎淑敏. 中国西部人力资本比较研究[M]. 上海:上海教育出版社, 2006.
- [26] 周德禄. 基于人口指标的群体人力资本核算理论与实证[J]. 中国人口科学, 2005(3): 56—62.
- [27] 边雅静. 我国人力资本调查体系的构建[J]. 统计与决策, 2010(17): 36—39.
- [28] 高远东,张娜. 中国城镇化进程中城乡收入差距缩小的人力资本门槛效应分析[J]. 经济问题探索, 2018(9): 42—51.
- [29] 李忠民. 人力资本——一个理论框架及其对中国一些问题的解释[M]. 北京:经济科学出版社, 1999.
- [30] 伏绍宏. 欠发达地区人力资本开发积累的理论与实践[M]. 成都:西南财经大学出版社, 2009.
- [31] 匡远凤. 中国人力资本区域分布不均等的实证研究及经济学分析[M]. 北京:经济科学出版社, 2014.
- [32] 晏月平,吕昭河. 民族人口通论[M]. 北京:中国社会科学出版社, 2015.
- [33] 柳劲松,苏美玲. 民族地区基本公共教育投入的人力资本积累效率——基于民族八省区面板数据的 DEA 分析[J]. 中

- 南民族大学学报(人文社会科学版),2019,39(5):57—61.
- [34] SOLOW R M. A contribution to the theory of economic growth[J]. Quarterly Journal of Economy, 1956, 70: 65—94.
- [35] 峻峰. 西部地区人力资源开发与经济增长[D]. 北京:中央民族大学,2005.
- [36] 西奥多·W·舒尔茨. 人力资本投资—教育和研究的作用[M]. 商务印书馆(蒋斌等译),1990.
- [37] BECKER G S, MURPHY K M, TAMURA R. Human capital, fertility, and economic growth[J]. Journal of Political Economy, 1990, 98: 2.
- [38] 张荐华, 薛勇军. 人力资本对经济增长贡献的计量分析——以云南省为例[J]. 思想战线, 2009, 35(6): 112—115.
- [39] 晁伟鹏, 朱哲. 新疆少数民族人力资本投资对经济增长贡献的实证分析[J]. 塔里木大学学报, 2014, 26(2): 74—77.
- [40] 逯进. 中国西部人力资本与经济增长关系的演进[M]. 北京:经济科学出版社,2009.
- [41] 王雪萍, 沈蕾. 人力资本对新疆经济增长的影响分析及对策[J]. 经济数学, 2015, 32(4): 70—74.
- [42] 贺胜兵, 杨文虎. FDI对我国进出口贸易的非线性效应研究——基于面板平滑转换模型[J]. 数量经济技术经济研究, 2008, 25(10): 44—55.
- [43] 魏下海, 张建武. 人力资本对全要素生产率增长的门槛效应研究[J]. 中国人口科学, 2010(5): 48—57, 111.
- [44] 刘璟. 开放视角下人力资本对经济增长影响的“门槛效应”分析[D]. 深圳:深圳大学,2018.
- [45] 高远东, 花拥军. 异质型人力资本对经济增长作用的空间计量实证分析[J]. 经济科学, 2012(1): 39—50.
- [46] 杨润高. 发展中少数民族地区人力资本形式探讨——以云南省怒江州为例[J]. 中国劳动力市场:前景、问题 and 对策, 2010.
- [47] 黄少安, 王麓淙. 民族地区语言扶贫的经济理论基础和实证分析[J]. 语言文字应用, 2020(4): 26—36.
- [48] 马静, 刘金林. 少数民族地区推普助力脱贫攻坚的内在机理及实证分析:基于人力资本视角——语言与国家治理系列研究之一[J]. 民族教育研究, 2020, 31(5): 57—69.
- [49] 方竹兰. 从人力资本到社会资本[J]. 学术月刊, 2003(2): 80—86.
- [50] 廖小平. 论人力资本、社会资本和道德资本[J]. 道德与文明, 2009(5): 6—10.
- [51] 张红芳, 吴威. 心理资本、人力资本与社会资本的协同作用[J]. 经济管理, 2009, 31(7): 155—161.
- [52] 贺寨平. 人力资本、政治资本、社会资本对中国城市居民收入不平等的影响[J]. 河海大学学报(哲学社会科学版), 2015, 17(4): 42—47.
- [53] 刘林, 李光浩, 王力. 少数民族农户收入差距的经验证据:物质资本、人力资本抑或社会资本[J]. 农业技术经济, 2016(5): 70—79.
- [54] 杨林. 边疆少数民族地区人力资源开发及其可持续发展研究[M]. 北京:人民出版社,2008.
- [55] 李宝元. 人力资本论——基于中国实践问题的理论阐释[M]. 北京:北京师范大学出版社,2009.
- [56] 沈鸿, 赵永乐. 西南少数民族地区农村人力资源开发影响因素研究——基于西南四省少数民族农村地区963份调查数据[J]. 经济问题探索, 2011(9): 60—65.

## Bibliometric Research on Human Capital in China:

Visualized analysis of knowledge graph based on CSSCI database

YANG Run-gao, YIN Hao, KUANG Qiu-hua

(School of Urban and Environmental, Yunnan University of Finance and Economics, Kunming 650221, China)

**Abstract:** The research on human capital has a wide range and fruitful achievements. Based on the principles of scientific measurement, taking 3841 human capital-related documents published in the Chinese Social Science Citation Index (CSSCI) database from 2000 to 2020 as the research object, using CiteSpace to draw a knowledge map for visual analysis, and then researching on human capital in China, the hotspots and research trends are sorted out, and summarized according to time clues. Based on this, the current research status in this field is summarized, experience is concluded, and future research ideas are proposed.

**Key words:** human capital; bibliometric analysis; CiteSpace; visualization atlas

# 山西省旅游业新旧动能转换测度及其影响研究

朱美峰<sup>1</sup>, 杨聪鸿<sup>2</sup>

(1. 中北大学 经济与管理学院, 太原 030051; 2. 陕西师范大学 国际商学院, 西安 710100)

**摘要:**旅游业新旧动能转换是山西省实现经济高质量发展的重要举措。以山西省旅游业为研究对象,构建传统动能和新动能测量的指标体系,并测算新旧动能转换指数,对山西省旅游业的新旧动能转换特征和规律予以分析。结果表明:山西省旅游业的发展长期依赖传统动能,2008—2018 年,传统动能的发展程度显著高于新动能,新旧动能转换指数较低,长期位于 $[0.78, 1.04]$ 区间;岭回归实证分析结果显示,新动能对旅游业的发展影响程度大于传统动能,其中最突出的是恩格尔效应和技术进步,影响系数分别为 0.201 和 0.190。为实现山西省旅游业高质量发展,应重视旅游业的恩格尔效应,提升技术进步投入,加强人力资本培育机制的建设,推进旅游业新动能的发展速度和深度。

**关键词:**旅游业;新旧动能转换;熵权法;岭回归

**中图分类号:**F224   **文献标志码:**A   **文章编号:**1671—1807(2021)10—0023—06

2016 年政府工作报告中首次提出“发展新经济,培育新动能”,并对新动能在促进就业和经济发展方面的积极作用进行阐释。自此,发展和培育新动能成为各级政府促进经济高质量发展的着力点。特别在疫情的影响下世界经济发展受到严峻挑战。2020 年政府工作报告中明确提出“依靠改革激发市场主体活力,增强发展新动能”,可见,新动能的培育已经成为后疫情时代经济发展的重点。山西省是典型的资源型省份,随着产业结构不断升级,传统的能源产业对山西经济发展的贡献开始下降。据山西省统计年鉴数据测算,2015 年至今,第二产业产值在 GDP 中占比稳定在 41%左右,第三产业产值占比稳定在 53%左右,第三产业已经成为拉动山西经济发展的支柱产业。2018 年山西省第三产业产值为 8 988 亿元,旅游业总产值为 6 729 亿元,在第三产业中占比约 75%。因此,旅游业已经成为山西省第三产业发展的核心行业。

因此,探寻山西省旅游业新旧动能转换过程中存在的问题,研究其新旧动能转换状态,对山西省经济高质量发展具有积极意义。从理论和实践的角度,目前需要解决的问题是:山西省旅游业的新旧动能对该行业的发展影响程度如何,呈现怎样的规律?未来山西省旅游业新动能培育的方向在哪

里?这就需要建立合理、有效的方法对山西省旅游业的新旧动能进行测度和评价。

目前关于新旧动能转换测算指标体系的研究主要是围绕新旧动能内涵研究进行设置。从新旧动能功能内涵出发,指标体系构建的文献主要有下面 4 类:①从新技术、新产业、新模式、新业态、经济活力、创新能力、经济效率以及拓展空间等角度构建新旧动能转换评价指标体系<sup>[1-2]</sup>;②将资本和劳动力等生产要素作为传统动能评价指标,将全要素生产率作为新旧动能转换的评价指标<sup>[3-5]</sup>;③从需求侧和供给侧的角度分析新旧动能要素,对新旧动能发展状态进行测评。从该角度细分出的研究体系较多,包括:①从需求侧动能、供给侧动能、结构转换动能的角度构建新动能测量指标体系;②将资本供给作为主要的传统动能评价指标,创新供给、制度供给、结构供给作为新动能评价指标<sup>[6]</sup>;③从供给侧维度将新旧动能转换分为要素层、科技层、产业层、制度层分别测算<sup>[7-12]</sup>;④从资源配置、创新驱动、经济结构、生态文明、稳定发展的角度测量新旧动能转换程度<sup>[13-14]</sup>。

由文献分析可知,目前国内关于新旧动能的测算的文献主要是通过界定新旧动能转换内涵,在此基础上设置综合指标测算新旧动能转换程度。从

**收稿日期:**2021-05-25

**基金项目:**山西省软科学项目(2019041012-4);山西省社科联项目(SSKLZDKT2020079)。

**作者简介:**朱美峰(1979—),女,山西忻州人,中北大学经济与管理学院,副教授,博士,硕士研究生导师,研究方向为能源经济、产业经济;杨聪鸿(1997—),女,山西临汾人,陕西师范大学国际商学院,硕士研究生,研究方向为金融发展。

新旧动能角度对旅游业经济发展进行研究的文献较少,因此,本文在新旧动能转换测算方法相关研究文献基础上,以山西省旅游业为研究对象,构建指标体系对旅游业的新动能和旧动能分别予以测算,并测算出新旧动能转换指数以揭示山西省旅游业新旧动能发展状况和规律,通过分析新动能和旧动能对山西省旅游业经济发展的影响程度,探讨山西旅游业未来发展路径。

## 1 研究方法

借鉴柯布-道格拉斯生产函数研究旅游业经济增长的动力来源,将旅游业产出的经济模型设定为

$$Y = AK^{\alpha}L^{\beta} \quad (1)$$

式中: $Y$ 、 $K$ 、 $L$  依次表示总产出、资本和劳动力投入; $A$  表示除资本劳动投入外其他因素的影响; $\alpha$  和  $\beta$  分别代表资本和劳动投入对产出的贡献。

对式(1)两边求对数得

$$\ln Y = \ln A + \alpha \ln K + \beta \ln L \quad (2)$$

则经济增长定义为

$$g_Y = \frac{Y(t + \Delta t) - Y(t)}{\Delta t Y(t)} = \frac{dY(t)}{dt} \times \frac{1}{Y(t)} = \frac{d \ln Y(t)}{dt} \quad (3)$$

结合式(2)、式(3)可得经济增长可以分为以下 3 个部分:

$$g_Y = g_A + g_K + g_L \quad (4)$$

式中: $g_A$  表示全要素生产率; $g_K$  表示资本增长率; $g_L$  表示劳动力增长率。旅游经济增长来自全要素生产率、资本以及劳动力的推动。本文对全要素生产率做进一步扩展,并以此来衡量促进山西旅游业经济增长的新动能。

## 2 指标体系的设置与数据来源

### 2.1 传统动能指标的选取

旅游业传统动能主要是资本和劳动力投入<sup>[15]</sup>。指标体系构建中,采用旅游业从业人员数衡量旅游业劳动力的投入。而在衡量旅游业的资本投入是时选择数据是住宿餐饮业的资本投入,这主要是因为:①山西省自 2011 年细分行业以来,并未将旅游业直接划分为一个行业,未单独核算旅游业资本投入量;②旅游业的与住宿餐饮业的发展相辅相成,旅游业的发展为住宿餐饮业提供了市场需求,住宿餐饮业的资本投资规模也间接反映了旅游业的资本劳动力投资规模,因此可以使用住宿餐饮业的物质资本投入作为衡量旅游业资本投入的替代指标。

### 2.2 新动能指标的选取

在旅游业新旧动能转换指标体系设置中选择全要素劳动生产率的诸影响因素包括技术进步、人力资本培育、恩格尔效应、市场化效率为新动能测量指标。

1)技术进步直接影响着旅游业发展的广度和深度。技术进步通常正向影响旅游经济<sup>[15-16]</sup>。由于山西省成果转化的市场机制并不完备,大部分技术进步成果一般并不在市场上交易。因此,指标体系中使用山西地方公共财政支出的科学技术支出来衡量技术资本投入。

2)人力资本培育。人力资本不同于普通劳动力投入,专业技术人员更注重劳动力的专业才能技艺,能够促进旅游行业的高质量发展<sup>[17]</sup>。指标体系中用旅游院校学生人数来测算人力资本培育。

3)恩格尔效应是指居民生活的富裕程度对商品需求量的影响。通常使用恩格尔效应系数来衡量恩格尔效应。近年来山西省恩格尔效应指数呈现下降趋势,在旅游方面的消费支出逐步提升,恩格尔效应对旅游经济增长会起到促进作用<sup>[4]</sup>,本文认为其是促进旅游经济增长的新动能。

4)市场化效率衡量地区市场化发展水平和程度<sup>[6,18]</sup>,影响旅游业结构的变化,是从满足简单的游览需求向专业、多样化需求的纵向延伸,能够引起旅游业总量和结构上发生变化。自 2015 年,山西致力于转型发展,推动市场化进程,市场化程度逐步提升,成为旅游经济增长的新动能。指标体系中选取市场化进程得分来衡量市场化效率。

在柯布-道格拉斯生产函数的基础上,结合新动能测量指标,对全要素生产率进行扩展,具体表示为

$$A = Ae^{a \ln T + b \ln H + cEC + dMI + \epsilon} \quad (5)$$

式中: $T$  表示技术资本投入; $H$  表示人力资本投入; $EC$  表示恩格尔效应; $MI$  表示市场化效率。

将式(5)代入式(1)并使用对数化处理后结果为

$$\ln Y = \ln A + \alpha \ln K + \beta \ln L + a \ln T + b \ln H + cEC + dMI + \epsilon \quad (6)$$

从式(6)可知,旅游经济发展受到传统动能旅游业资本投入、旅游业劳动力投入的影响,同时受到新动能旅游业技术资本投入、人力资本投入、恩格尔效应以及市场化效率的影响。

### 2.3 数据来源及处理

选取山西省 1999—2018 年相关数据分析旅游行业的新旧动能转换,见表 1、表 2,数据来源于《山西省统计年鉴》。

表 1 山西省旅游业新旧动能转换指标体系

分类	评价内容	具体指标
传统动能	资本投入	住宿餐饮业的资本投入(亿元)
	劳动力投入	旅游业从业人员数(人)
新动能	技术进步	山西地方公共财政支出科学技术支出(万元)
	人力资本培育	旅游院校学生人数(人)
	恩格尔效应	恩格尔系数
	市场化效率	市场化进程得分

表 2 变量描述性统计

变量	均值	标准差	最小值	最大值
旅游业总收入	1 639.21	1 945.42	66.40	6 728.70
资本投入	33.65	27.36	5.04	82.22
劳动力投入	81 232.70	29 300.14	29 306.00	108 719.00
技术进步	221 061.25	214 997.41	10 423.00	620 613.00
人力资本培育	17 985.40	16 952.45	2 518.00	56 989.00
恩格尔效应	0.31	0.05	0.24	0.43
市场化效率	4.80	0.85	3.32	6.23

3 山西省旅游业新旧动能转换分析

3.1 熵权法权重设置模型

熵权法是一种根据指标变异程度的熵权进行客观赋权的方法。采用熵权法进行指标体系权重设置,能够有效地避免主观赋权重带来的局限性。假定研究的系统可能处于任意种状态,处于每一种状态的概率假定为  $p_i(i = 1,2,\cdots,n)$ ,则该系统的熵可以表示为

$$e = - \sum_{i=1}^m p_i \ln p_i \tag{7}$$

当  $p_i = 1/n(i = 1,2,\cdots,n)$  时,各种状态出现的概率相等,此时熵取得最大值,即

$$e_{\max} = \ln n \tag{8}$$

若待评的对象有  $m$  个,评级指标有  $n$  个,原始评价矩阵为  $\boldsymbol{R} = (r_{ij})_{m \times n}$ 。对于评价指标  $r_j$ ,其信息熵为

$$e_j = - \frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln p_{ij}, p_{ij} = r_{ij} / \sum_{i=1}^m r_{ij} \tag{9}$$

某个指标的熵值越小,则该指标的变异程度越大,指标体系中其权重就越大。反之,熵值越大,其权重越小。

第  $j$  个指标的熵权为

$$w_j = (1 - e_j) / \sum_{j=1}^n (1 - e_j) \tag{10}$$

3.2 山西省旅游业新旧动能发展指数的规律及特征

新旧动能转换指数通过测算新动能和传统动能指标来计算,计算公式为

$$CH = NEW / TR \tag{11}$$

式中:CH 表示新旧动能转换水平;NEW 表示新动能发展程度;TR 表示传统动能发展程度。CH 指标越高表示相比于传统动能,新动能发展程度较好,即新旧动能转换程度较高。1999—2018 年山西省旅游业新旧动能指数见表 3。

表 3 1999—2018 年山西省旅游业新旧动能指数

年份	新动能指数	旧动能指数	新旧动能转换指数
1999	1.00	1.05	0.95
2000	1.05	1.00	1.05
2001	1.05	1.10	0.96
2002	1.12	1.12	1.00
2003	1.20	1.14	1.05
2004	1.21	1.20	1.01
2005	1.26	1.17	1.08
2006	1.35	1.24	1.09
2007	1.42	1.28	1.11
2008	1.34	1.56	0.86
2009	1.34	1.72	0.78
2010	1.58	1.67	0.95
2011	1.61	1.77	0.91
2012	1.68	1.83	0.92
2013	1.69	1.99	0.85
2014	1.64	1.80	0.91
2015	1.57	1.97	0.80
2016	1.56	1.94	0.81
2017	1.66	1.59	1.04
2018	1.70	1.77	0.96

数据结果显示,山西省旅游业新旧动能均呈现上升趋势,但自 2008 年以后,传统动能的发展程度一直高于新动能。这主要是由于山西省属于典型的资源型省份,2008 年经济危机对国内外经济环境的影响对山西造成了直接和深刻的影响,从而影响了山西省旅游业的新旧动能发展的规模和程度。近年来,中国大力推进产业结构调整,经济高质量发展水平逐步提升,但受到历史条件以及经济基础的约束,山西省产业结构合理化水平低于全国平均水平<sup>[19]</sup>,这对山西各行业的发展均产生了不容忽视的影响。从数据可以看到,2010 年以来,山西省旅游业传统动能的发展整体上高于新动能的发展,这导致了山西省旅游业新旧动能转换程度长期处于

较低水平,不利于旅游业高质量发展的推进。

4 山西省新旧动能对旅游业发展影响的实证分析

4.1 共线性诊断

多维数据建模时共线性问题容易导致回归模型估计值失真。回归建模之前,首先对选取的变量进行多元共线性诊断(即容差分析),诊断结果见表 4。

表 4 容差分析

变量	容差	VIF
ln K	0.076	13.074
ln L	0.104	9.654
ln T	0.062	16.174
ln H	0.286	3.497
EC	0.119	8.433
MI	0.43	2.326

一般地,容差小于 0.1,VIF 小于 5 即可认为数据不存在多重共线性。从表 4 可以看到各变量 VIF 值大多大于 5,存在严重共线性。此时建立一般的线性模型会使得参数估计不准确或者不平稳。因此选择岭回归建模以消除共线性带来的一系列估计失真问题。

4.2 岭回归建模

岭回归是一种改良的最小二乘估计方法,本质上属于有偏估计回归方法,以损失部分信息为代价,能够获得更为可靠的回归结果,具有较高的实用价值。在对数据进行标准化处理后,自变量用  $X$  表示,则参数的岭回归估计式为

$$\hat{\beta}(k) = (X'X + kI)^{-1} X'y \tag{12}$$

式中: $\hat{\beta}$  为  $\beta$  的岭回归估计; $k$  为岭参数。岭回归参数估计比最小二乘估计稳定, $k$  为 0 时上式即为普通最小二乘估计。

4.2.1 岭回归最佳岭参数的选择

在岭回归分析之前,需要确认最佳岭参数(即最佳  $k$  值)再进行建模。当所有自变量回归系数趋向于稳定时的最小  $k$  值就是最佳  $k$  值。采用岭迹图来判断最佳  $k$  值。

从岭迹图(图 1)可知,当  $k$  值大于 0.25 时各变量回归系数趋于稳定,说明  $k$  大于 0.25 时参数就已经稳定了,这时候回归系数可以准确表示自变量对因变量的影响程度。因此,最佳的  $k$  值选择 0.25。

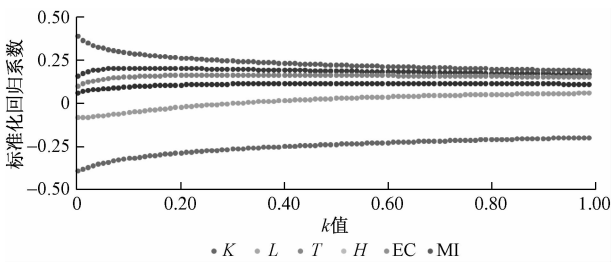


图 1 岭迹图

4.2.2 岭回归建模

构建的岭回归模型如式(13)所示,岭回归结果见表 5。

$$\ln Y_i = \beta_1 \ln K_i + \beta_2 \ln L_i + \beta_3 \ln T_i + \beta_4 \ln H_i + \beta_5 \ln EC_i + \beta_6 \ln MI_i + \epsilon_i \tag{13}$$

表 5 岭回归结果

变量	非标准化系数	标准化系数	t	P	调整 R <sup>2</sup>	F
常数	8.502	—	8.971	0.000**	0.882	F=24.770, P=0.000
ln K	0.239	0.168	7.176	0.000**		
ln L	0.544	0.153	6.276	0.000**		
ln T	0.18	0.19	8.457	0.000**		
ln H	0.096	0.058	1.726	0.108		
EC	-6.218	-0.201	-7.745	0.000**		
MI	0.196	0.111	3.016	0.010**		

从变量  $t$  统计量  $P$  值可以看到,大部分变量的  $P$  值均接近于 0,即均对山西省旅游业产生显著影响,只有人力资本培育( $H$ )的影响不显著。模型整体的调整后拟合优度为 0.882, $F$  统计量为 24.770,即模型整体显著,能够较好地拟合山西省旅游业经济发展状况。则模型(13)的具体形式为

$$\ln Y_i = 0.168 \ln K_i + 0.153 \ln L_i + 0.190 \ln T_i + 0.058 \ln H_i - 0.201 \ln EC_i + 0.111 \ln MI_i \tag{14}$$

4.2.3 新旧动能对山西省旅游业发展影响的实证结果分析

实证分析结果显示,新动能和传统动能均能够对山西省旅游业产生显著的正向影响。整体来看,



新动能对旅游业的发展影响程度最大,最为突出的是恩格尔效应和技术进步产生的影响,影响系数分别为 0.201 和 0.190。即山西省旅游业存在显著的恩格尔效应,即随着收入水平对旅游业发展存在显著的正向影响。技术进步从整体上会影响山西省旅游业的发展。人力资本培育对旅游业的影响不显著,这说明在研究期间,山西省在旅游行业专业人员培育方面尤为欠缺,不能很好地适应旅游业发展的实际需求。

传统动能中资本投入、劳动投入也均能够对旅游总收入产生显著的正向影响,影响的弹性系数分别为 0.168 和 0.153,即传统动能目前依然是山西省旅游业经济发展的重要驱动要素。受到经济发展产业布局等因素的约束,山西省旅游业的传统动能发展和支持力度显著高于新动能对其支撑力度,即目前山西省旅游业仍以传统动能支撑为主。

目前,山西省旅游业发展主要是由传统动能推进,但实证分析认为,新动能总体对旅游业的推动力更大。

## 5 结论与建议

从资本投入和劳动力投入等传统要素供给的角度构建传统动能测量指标体系,从技术进步、人力资源培育、恩格尔效应和市场化效率 4 个方面构建新动能测量指标体系,运用熵权法对 1999—2018 年山西省旅游业新旧动能转换指数进行测算;并选取岭回归计量分析方法研究了新旧动能对山西省旅游业的影响。结果发现:①山西省旅游业的发展主要依赖传统动能,新动能的发展自 2008 年以来一直滞后于传统动能;②传统动能和新动能对山西省旅游业的促进作用存在差异,总体来说新动能的促进作用更为明显,尤其是恩格尔效应和技术进步对山西省旅游业的促进作用最为显著。

基于上述结论,为提升山西省旅游业新旧动能转换程度,促进旅游业高质量发展,提出如下建议:

1)增强山西省旅游业新动能发展规模。新动能培育并不仅仅指经济发展的新业态、新业态,以传统动能为基础,融合新技术与发展新模式形成的混合动能对促进新旧动能转换构成了有力的支撑。山西省旅游业混合动能的培育可以作为新旧动能转换的主战场,如在传统要素投入方面,劳动力投入可以部分转化为人力资源培育,而资本投入可以以技术升级为导向。

2)加强新动能对山西省旅游业的干预和促进

作用。从行政的角度促进旅游业的技术进步,能够弥补旅游业自身技术进步动力不足产生的弊端;山西省旅游业中恩格尔效应显著,可以从减税或者补贴的角度出台相应政策,提升人均可支配收入,刺激山西省旅游业的发展。

3)不断完善山西省旅游业新旧动能转换的评价指标体系。根据经济发展环境、产业布局、制度环境等不断调整和完善指标体系,提升指标体系的适用性和科学性,以进一步指导和提升山西省旅游业的新旧动能转换水平。

## 参考文献

- [1] 方大春,裴梦迪.我国新旧动能转换测度及影响因素研究[J].当代经济管理,2021(1):26—32.
- [2] 吴净.新时代经济发展新旧动能转换评价——以青岛市为例[J].地域研究与开发,2019(5):41—44,62.
- [3] 白洁.湖北新旧动能转换的定量测度与对策研究[J].湖北社会科学,2018(7):53—58.
- [4] 吕雁琴,赵斌.旅游经济增长新旧动能转换评价研究——基于对西北五省区旅游业数据的分析[J].价格理论与实践,2019(5):130—133.
- [5] 杨晨,原小能.中国生产性服务业增长的动力源泉——基于动能解构视角的研究[J].财贸经济,2019(5):127—142.
- [6] 李丽,徐佳.中国文旅产业融合发展水平测度及其驱动因素分析[J].统计与决策,2020(20):49—52.
- [7] 刘戈非,任保平.地方经济高质量发展新动能培育的路径选择[J].财经科学,2020(5):52—64.
- [8] 刘宏宣,张济建,张茜.中国钢铁产业新旧动能转换定量测度与进展评估[J].统计与决策,2020(15):110—113.
- [9] 张立新,王菲,王雅萍.山东省新旧动能转换的突破点及路径——基于 2002—2016 年市级面板数据的实证分析[J].经济与管理评论,2018(5):27—41.
- [10] 张文,张念明.供给侧结构性改革导向下我国新旧动能转换的路径选择[J].东岳论丛,2017(12):93—101.
- [11] 郑江淮,宋建,张玉昌,等.中国经济增长新旧动能转换的进展评估[J].中国工业经济,2018(6):24—42.
- [12] 周荣荣,李佳.全要素生产率提升与中国经济增长新动能成长[J].现代经济探讨,2019(9):17—24.
- [13] 庞美燕,桑金琰,张峰.新旧动能转换背景下的制造业产业升级评价研究——基于山东省制造业的研究[J].技术经济,2020(1):106—111.
- [14] 张志元,齐天成,马永凡.政府干预、金融发展与新旧动能转换[J].经济问题,2020(5):34—41.
- [15] 曹妍雪,李树民.中国旅游经营效率的空间差异及其驱动因素[J].统计与决策,2018(3):99—103.
- [16] 刘佳,安珂珂.山东省旅游产业结构优化的部门贡献与动能分析[J].地理与地理信息科学,2019(3):105—111.
- [17] 谢爱良,陆相林.旅游创新竞争力评价指标体系的构建与影响因素分析[J].统计与决策,2020(18):65—68.
- [18] 刘安乐,杨承明,明庆忠,等.中国文化产业与旅游产业协

调态势及其驱动力[J]. 经济地理, 2020(6): 203—213.

[19] 朱美峰, 吴青龙, 张华明. 等. 山西省产业结构合理化对空

气质量的门限效应研究(英文)[J]. Journal of Resources and Ecology, 2020(2): 206—212.

Study on Measurement of Replacement of Old Economic Drivers in Shanxi  
Tourism and Its Influence

ZHU Mei-feng<sup>1</sup>, YANG Cong-hong<sup>2</sup>

(1. School of Economics and Management, North University of China, Taiyuan 030051, China;  
2. School of International Business, Shaanxi Normal University, Xi'an 710100, China)

**Abstract:** The replacement of old economic driver is the key to achieve high-quality economic development in Shanxi Province. The index system is constructed to measure the replacement index of old economic driver, and the characteristics and rules of the index in Shanxi tourism is analyzed. The results show that the development of Shanxi tourism has relied on old economic driver chronically. Since 2008, the development of old economic driver has been significantly higher than the new ones. The replacement index of old economic driver has been at low level, which ranges from 0.78 to 1.04 for a long time. The empirical analysis results of ridge regression show that the new economic driver has a greater influence on tourism development than the old one, and the most prominent factors are Engel effect and technological progress, with the influence coefficient of 0.201 and 0.190 respectively. For the high-quality development of Shanxi tourism, we should more pay attention to the Engel effect of tourism, increase investment in technological progress, strengthen the construction of human capital cultivation mechanism, and promote the development speed and depth of new driving forces of tourism.

**Key words:** tourism; the replacement of old economic driver; entropy weight method; ridge regression

# 金融科技对金融机构的风险溢出效应

——基于 GARCH-EVT-Copula-CoVaR 模型的研究

熊 彬, 赵 春

(昆明理工大学 管理与经济学院, 昆明 650093)

**摘要:**金融科技规模不断扩张,其风险溢出问题影响着中国金融稳定。基于中国金融科技自身特点,筛选最优 Copula 函数,运用 GARCH-EVT-Copula-CoVaR 模型测度金融科技对不同类型金融机构的风险溢出值。结果发现:金融科技和金融机构间存在双向风险溢出;金融科技对不同类型金融机构的风险溢出不尽相同,金融机构中银行业所承担的风险溢出最高,其次是基金业和证券业,保险业最小;相比之下,金融机构对金融科技的风险溢出更为明显。

**关键词:**金融科技;金融机构;风险溢出;GARCH-EVT-Copula-CoVaR

**中图分类号:**F832.5   **文献标志码:**A   **文章编号:**1671-1807(2021)10-0029-09

金融科技(financial technology, FinTech)于 2011 年作为全新概念被正式提出,指以前沿信息技术(区块链、大数据、云计算、人工智能等)为核心技术驱动的金融业态创新,通过新技术运用和金融产品对金融机构造成显著影响<sup>[1]</sup>。近年来,金融科技公司支持的智能决策、风险控制和客户服务极大优化了金融机构的业务流程和客户评估模型<sup>[2]</sup>,降低企业融资总成本,提高了金融服务的经济效率<sup>[3]</sup>,成为金融服务实体经济的新途径,导致对金融科技应用的需求日益增长,得到了社会各界的广泛关注和政策支持。2019 年与 2020 年前三季度中国共发生金融科技投融资 1 482 笔,位列全球第一,金融科技公司与金融机构的合作越来越密切。同时,以金融科技赋能“双循环”格局构建又是未来几年中国金融发展的着力点<sup>[4]</sup>。可以说,金融科技已是中国金融供给侧改革的主要方向以及金融业发展新的制高点。

金融科技快速发展下,整个金融市场可能会出现更大的波动以及不稳定。金融科技的本质是技术驱动的金融创新。利用新技术进行创新本身具有不确定因素,这种无法确定的因素使得金融科技在金融业呈现出新的风险特征。首先,依赖于数据准确性和数据分析能力的金融科技让金融机构潜在的科技风险和操作风险更加突出<sup>[5]</sup>;其次,金融科

技也强化了金融业固有的风险<sup>[6]</sup>。在金融科技“长尾效应”“网络效应”等效应作用下,金融业的行业边界无形中被扩大,行业间的联系也被加强,一旦风险爆发,业务网络规模的扩大以及网络密度的增大会进一步加剧新旧风险在金融体系的传染以及放大金融顺周期性和波动性,破坏金融稳定并引致更大的系统性风险<sup>[7]</sup>。在监管相对滞后情况下,金融科技机构和金融机构合作不断地深入,金融科技对金融机构的风险溢出已呈现出不断堆积之势,影响着金融稳定。因此,衡量中国金融科技的风险溢出水平是实现金融稳定的关键一步。那么,金融机构所受金融科技风险溢出效应到底有多大?哪些机构承担此风险溢出最高?金融机构对金融科技行业的风险溢出又如何?对上述问题的探讨对推动金融科技健康发展,减小系统性风险扩散带来的负面效应,具有重要的实践意义。同时为监管金融科技行业系统性风险溢出,提高中国金融机构抗风险能力提供实证依据。

## 1 文献综述

金融的发展离不开前沿信息科学技术的支撑。在金融生态中,金融科技行业和金融机构有着复杂的内在联系,这种联系的外在表现为金融科技行业和金融机构之间业务的合作与竞争关系。

**收稿日期:**2021-06-15

**基金项目:**国家自然科学基金(71662020);云南省省院省校教育合作人文社科项目(SYSX201905)。

**作者简介:**熊彬(1975—),女,重庆江北人,昆明理工大学管理与经济学院,东盟研究中心主任,教授,硕士,研究方向为国际贸易、国际金融等;赵春(1997—),男,云南保山人,昆明理工大学管理与经济学院,硕士研究生,研究方向为金融科技。

作为新的参与者,金融科技在业务模式、客户获取甚至是产品等层面与金融机构存在着竞争关系<sup>[8-9]</sup>。竞争的形会商业给商业银行等金融机构在客户获取和业务拓展等方面带来一定市场份额挤出,加剧参与者间的价格竞争,改变商业银行资产端的结构,使银行面临更大风险<sup>[10]</sup>。原因在于,金融科技行业的产品创新让商业银行在传统的存款市场获得资金的难度增加,负债端成本升高导致银行在资产端会选择风险更高的项目进行投资<sup>[11]</sup>,增加银行业整体系统性风险以及商业银行的破产风险<sup>[12]</sup>。如在余额宝收益是商业银行活期存款收益数倍的情况下,客户的存款将会流入收益更高的余额宝中,抬高商业银行使用资金的成本,降低净息差,破产风险随之增加<sup>[13]</sup>。随着利率市场化改革持续推进,金融科技行业会继续通过“市场挤出”渠道对金融机构发挥风险溢出效应。

合作是金融科技行业与传统金融机构的另一种主要关系。2019 年中国金融机构技术资金总投入达 1 770.8 亿元,并呈逐年递增之势。金融科技行业对金融机构的“技术溢出”促使金融机构与金融科技行业合作越来越深入<sup>[14]</sup>。然而,金融机构与金融科技的合作催生了金融与技术新的叠加风险。同时,在金融科技的“长尾效应”作用下,整个金融市场网络规模更大、密度更高,传染途径越发多元化,提高了风险溢出速度以及扩大了金融风险的波及范围<sup>[15]</sup>。除此之外,金融科技通过“技术溢出”对商业银行等金融机构发挥着“鲑鱼效应”<sup>[10]</sup>,增加了商业银行的风险承担<sup>[16]</sup>。随着资产证券化等新型业务的不断兴起,金融科技行业会继续通过“技术溢出”渠道对金融机构发挥风险溢出效应。

因此,金融科技通过合作渠道和竞争渠道与传统金融机构发生多重的内在联系,导致金融科技的风险会溢出到金融机构,同时放大金融机构固有的风险,引发系统性风险<sup>[17]</sup>。因此,研究金融科技风险溢出效应,识别系统性金融机构,对中国的金融稳定意义重大。

关于风险扩散一直是金融学术界关注的焦点,尤其是 2008 年金融危机以来,宏观审慎政策的实施又将风险扩散与传染的研究推上了新的高点。从理论分析的角度看,研究机构间风险溢出效应主要体现为数理方面分析机构间风险的关联性。方法论上,主要有多元极值法<sup>[18]</sup>、网络分析法<sup>[19]</sup>、未定权益分析法<sup>[20]</sup>、边际期望损失法<sup>[21]</sup>和条件在险价值法<sup>[22]</sup>。随后,一些比较符合实际情况的风险溢出

的测度方法基本是以上述方法为基础。如马君潞等<sup>[23]</sup>通过矩阵法构造我国银行间双边网络,测度并模拟了银行间的风险传染。随后,苟文均等<sup>[24]</sup>以 CCA 模型为基础实证分析了财务杠杆对中国系统性风险的传染机制。

上述研究方法为本文的研究提供了重要的参考,但均不能很好地测度相互关联下风险溢出效应,而条件在险价值法 CoVaR 既不依赖于繁杂的衍生品定价公式也不依赖于金融机构违约破产的概率,且此方法能够比较好地刻画溢出效应双方的联系,因此在测度金融科技溢出风险方面更贴近现实情况。此外,相比于资产负债表的信息,金融市场数据的使用让测量的结果更具及时、精确且更具有前瞻性。鉴于此,国内部分学者开始运用此方法来测度风险的风险溢出效应,并取得一系列的成果。刘晓星等<sup>[25]</sup>针对 CoVaR 计算的不足引入了 Copula 函数,随后不少学者根据金融数据自身的时序性引入 GARCH 类模型<sup>[26-27]</sup>,提高了 CoVaR 计算精度。

但已有研究尚存在以下不足:一是对于金融科技的风险溢出,基本停留在定性描述,少有研究进行定量分析;二是在研究金融科技公司与提供类似产品或服务的特定类别的金融机构之间的关系时,绝大多数都侧重于银行业,而忽略了其他重要的金融机构,可能导致对风险溢出的理解有偏差;三是 CoVaR 测度方法下,多数学者虽已注意到 GARCH 新息序列对测度结果的影响,但多数研究在估计参数之前就事先确定其分布(如正太分布或偏  $t$  分布),而目前中国金融市场完全有效的特征并不明显,所以提前确定 GARCH 新息序列分布的模型存在着参数估计问题。

基于此,本文采用 GARCH-EVT-Copula-CoVaR 模型探讨金融科技对金融机构的风险溢出效应,识别系统性金融机构。主要贡献:一是首先将 CoVaR 应用于中国的金融科技行业,研究了金融科技行业与几种主要类型的金融机构之间的风险溢出效应,包括银行、保险、证券、基金,比较全面地了解金融科技对金融机构的风险溢出效应;二是通过引入 EVT 极值分布和描述性更强的 Copula 相依结构函数,构建了 GARCH-EVT-Copula-CoVaR 模型,使得测度结果更科学。

## 2 模型构建

本节主要分为以下两个部分:首先是对 CoVaR 的定义及风险溢出值的计算原理进行相关阐明;其次介绍如何利用 GARCH-EVT-Copula 模型计算

CoVaR。

## 2.1 CoVaR 计算原理

鉴于金融时间序列存在明显的“厚尾效应”以及非线性性,运用传统的 VaR 并不能很好地测量分位点以下的风险,同时并不满足风险的次可加性,造成“黑天鹅”事件发生的概率往往被低估。而 CoVaR 很好地弥补了上述 VaR 的两大缺陷,能够很好地测度变量关联下的尾部风险。根据 Adrian & Brunnermeier 基于风险溢出提出的 CoVaR 的表达式为

$$Pr(X_t^i \leq \text{CoVaR}_{i,j}^{ij} | X_t^j \leq \text{VaR}_{i,\alpha}^j) = \beta \quad (1)$$

式中:  $X$  代表的是风险损益水平;  $\beta$  代表显著性水平;  $i$  和  $j$  代表不同的机构;  $\text{CoVaR}_{i,j}^{ij}$  表示机构  $j$  在  $t$  时刻遭受到损失时,机构  $i$  会遭受的最大损失,即机构  $i$  关于机构  $j$  的条件在险价值;  $\text{VaR}_{i,\alpha}^j$  代表机构  $j$  在  $t$  时刻  $\alpha$  显著性水平下会遭受的最大损失,即

$$Pr(X_t^j \leq \text{VaR}_{i,\alpha}^j) = \alpha \quad (2)$$

所以,计算  $\text{CoVaR}_{i,j}^{ij}$  在数值上表现为:首先,确定条件分布中以  $\text{CoVaR}_{i,j}^{ij}$  为分位点的分位数  $\beta$ 。进一步,引入机构  $i$  和机构  $j$  的联合概率密度函数,则可得

$$\int_{-\infty}^{\text{CoVaR}_{i,j}^{ij}} \int_{-\infty}^{\text{VaR}_{i,\alpha}^j} f(X_t^i, X_t^j) dX_t^i dX_t^j = \alpha\beta \quad (3)$$

不难看出,式(3)是关于  $\text{CoVaR}_{i,j}^{ij}$  的变上限积分函数,在得知机构  $i$  和机构  $j$  的联合概率密度函数和分位数乘积  $\alpha\beta$  的基础上,便可以解方程求出  $\text{CoVaR}_{i,j}^{ij}$ 。

至此,得知如何计算出  $\text{CoVaR}_{i,j}^{ij}$  的大致流程。进一步地,为了得出机构  $j$  对机构  $i$  的风险溢出值,将  $\text{CoVaR}_{i,j}^{ij}$  拆为两个部分:机构  $i$  自身的无条件风险价值以及机构  $j$  对机构  $i$  的风险溢出。其中,机构  $j$  对机构  $i$  的风险溢出效应可以用  $\text{CoVaR}_{i,j}^{ij}$  和  $\text{CoVaR}_{i,\alpha}^i$  之间的数值关系进行描述,基于此,本研究定义风险溢出值为  $\Delta\text{CoVaR}_{i,q}^{ij} = \text{CoVaR}_{i,j}^{ij} - \text{VaR}_{i,\beta}^i$ 。

为了方便后续不同金融机构之间的相互比较,考虑将  $\Delta\text{CoVaR}_{i,q}^{ij}$  去量纲化。得  $\% \text{CoVaR}_{i,q}^{ij} = \frac{\Delta\text{CoVaR}_{i,q}^{ij}}{\text{VaR}_{i,\beta}^i} \times 100\%$ , 结合 VaR, 去量纲化后的  $\% \text{CoVaR}_{i,q}^{ij}$  能够更真实合理地反映机构间的风险溢出程度。

从上述推导得知 CoVaR 和  $\% \text{CoVaR}$  的计算原理。不难发现,在给定显著性水平  $\beta$  和  $\alpha$  的基础上,计算 CoVaR 和  $\% \text{CoVaR}$  的关键在于能否找到合适

的边缘分布对时间序列进行拟合进而求出机构间序列的联合概率密度函数。

## 2.2 基于 GARCH-EVT-Copula 模型的 CoVaR 计算

### 2.2.1 数据过滤

FHS 方法放松对时间序列平稳性的假设,将历史收益率进行标准化,将日收益率的残差序列除以日波动估计:  $z_t = \epsilon_t / \sigma_t$ , Adesi 等<sup>[29]</sup>证明了 FHS 在风险管理领域应用的有效性。在上述处理的基础上,计算出的新息序列符合 POT 模型要求。鉴于 GARCH(1,1) 在中国金融市场的广泛适用性,所以本文在此基础上运用以下模型来进行数据的处理:

$$\begin{cases} X_{i,t} = u_{i,t} + \epsilon_{i,t} \\ \epsilon_{i,t} = z_{i,t} \sigma_{i,t} \\ \sigma_{i,t}^2 = \alpha_0^i + \alpha_1^i \epsilon_{i,t-1}^2 + \beta^i \sigma_{i,t-1}^2 \\ \alpha_0^i > 0, \alpha_1^i \geq 0, \beta^i \geq 0, \alpha_1^i + \beta^i < 1 \end{cases} \quad (4)$$

式中:  $X_{i,t}$  表示机构  $i$  的收益序列;  $u_{i,t}$  为期望收益率;  $z_{i,t}$  代表的是新息序列或残差序列。

### 2.2.2 基于 EVT 对边缘分布建模

实践证明,金融市场中资产收益序列往往呈现“厚尾效应”,而时间序列尾部数据是本研究的重点,采用正态分布等分布来拟合尾部数据的边缘分布存在偏差。极值理论有着很好的描述尾部极端的特性,涉及分块样本极大值模型(BMM)和超越门限值模型(POT)。POT 模型是对样本数据中超阈值外的数据进行拟合,一定程度上缓解了尾部数据有限性的问题,更适合对尾部数据进行建模。Viviana 对极值理论(EVT)进行了如下的数学表述:

鉴于本文主要关注的是左尾风险,所以接下来的数理表述主要以左尾为主。假定随机序列  $X_1, X_2, \dots, X_n$  独立同分布,服从分布  $F(X)$ , 用  $u^L$  表示某一充分小的阈值。此时,假定小于  $u^L$  的样本数一共有  $N_{u^L}$ , 令  $y = u^L - X$  为超限额,此时超限额分布函数为

$$F_{u^L}(y) = \frac{Pr(u^L - X \leq y | X < u^L) = F(u^L) - F(u^L - X)}{F(u^L)}, y > 0 \quad (5)$$

依据 Pickands 定理可知,超限额分布函数  $F_{u^L}(y)$  收敛于广义帕累托分布(GPD):

$$F_{u^L}(y) \approx G_{\xi,\beta}(y) \begin{cases} 1 - \left(1 + \xi \cdot \frac{y}{\beta}\right)^{-\frac{1}{\xi}}, & \xi \neq 0 \\ 1 - e^{-\frac{y}{\beta}}, & \xi = 0 \end{cases} \quad (6)$$

式中:  $\xi$  代表的是形状参数;  $\beta$  代表的是尺度参数。当  $\beta > 0, \xi > 0$  时,  $G_{\xi, \beta}(y)$  是厚尾型分布;  $\xi = 0$  时,  $G_{\xi, \beta}(y)$  是指数分布;  $\xi < 0$  时,  $G_{\xi, \beta}(y)$  是薄尾型分布。

将式(11)代入式(10), 并且结合式(8)得出的新息序列  $z$ , 可得新息序列的尾部边缘分布为

$$F(z) = \begin{cases} \frac{N_{u^L}}{N} (1 + \xi^L \cdot \frac{u^L - z}{\beta^L}), & z < u^L \\ \phi(z), & u^L < z < u^R \\ 1 - \frac{N_{u^R}}{N} (1 + \xi^R \cdot \frac{z - u^R}{\beta^R}), & z > u^R \end{cases} \quad (7)$$

式中:  $\phi(z)$  为新息序列在  $u^L < z < u^R$  区间上的经验分布;  $\xi^L, \xi^R$  分别表示新息序列左、右尾的形状参数;  $\beta^L, \beta^R$  则分别表示左、右尾的尺度参数;  $u^L, u^R$  分别表示新息序列左、右尾阈值;  $N_{u^L}$  表示的是序列中超过左尾阈值的样本数,  $N_{u^R}$  则表示序列中超过右尾阈值的样本数;  $N$  代表的是新息序列总的样本数。阈值  $u$  的确定是正确估计参数  $\beta, \xi$  的前提。实操中, 可通过超限均值函数、Hill 图等对其进行估计。阈值  $u$  的估计学界并无一致的方法, 本文采用 Mouchel 所提供的 10% 原则, 即选择新息数列中 10% 分位数作为左尾阈值。

### 2.2.3 VaR 计算

要计算某一机构的 CoVaR, 计算该机构 VaR 是关键一环。从 VaR 的本质来看, VaR 在数值上表现为损益率, 所以不同时间段的 VaR 本质上也是时间序列, 借鉴时间序列的描述, 也可以用 GARCH(1,1) 模型来反映 VaR 的动态性。因此某一机构在  $t$  时刻, 置信水平为  $(1 - \alpha) \times 100\%$  的情况下的 VaR 为

$$\text{VaR}_{t, \alpha} = u + \sigma_{t+1} \text{VaR}(z)_{t, \alpha} \quad (8)$$

式中:  $u$  表示指数期望收益率;  $\sigma_{t+1}$  指波动率;  $\text{VaR}(z)_{t, \alpha}$  指的是新息序列  $\{z_t\}$  在置信水平为  $(1 - \alpha) \times 100\%$  时的在险价值。

因此机构 VaR 的大小取决于新息序列 VaR 的大小, 而新息序列 VaR 的计算又依赖于其分布函数, 所以, 结合式(12)  $z < u^L$  区间内的分布函数可得

$$\begin{cases} F[\text{VaR}(z)_{t, \alpha}] = \alpha \\ F[\text{VaR}(z)_{t, \alpha}] = \frac{N_{u^L}}{N} \left( 1 + \xi^L \cdot \frac{u^L - \text{VaR}_{t, \alpha}}{\beta^L} \right), \\ z < \text{VaR}_{t, \alpha} \end{cases} \quad (9)$$

所以得出金融机构的  $\text{VaR}_{t, \alpha}$  为

$$\text{VaR}_{t, \alpha} = u + \sigma_{t+1} \cdot \left\{ u^L - \frac{\beta^L}{\xi^L} \left[ \left( \alpha \cdot \frac{N}{N_{u^L}} \right)^{-\xi^L} - 1 \right] \right\} \quad (10)$$

### 2.2.4 风险溢出值 $\Delta\text{CoVaR}_{i, \beta}^{i, j}$ 的计算

计算  $\Delta\text{CoVaR}_{i, \beta}^{i, j}$ , 确定机构  $i$  和机构  $j$  的联合概率密度函数是关键。本文在机构间联合概率密度的求解上采用 Copula 函数。原因如下: 首先 Copula 函数可以将不同的边缘分布函数连接为多元联合分布函数。其次, 合适的 Copula 函数能够很好地对联合金融变量左尾分布进行拟合, 快速捕捉到联合分布左尾的相关性变化。

利用 Copula 函数, 并结合  $\text{CoVaR}_{i, \beta}^{i, j}$  和  $\text{VaR}_{i, \alpha}^j$  的分布函数:  $F_{X_i^i}(\text{CoVaR}_{i, \beta}^{i, j})$  和  $F_{X_i^j}(\text{VaR}_{i, \alpha}^j)$  可得方程:

$$C[F_{X_i^i}(\text{CoVaR}_{i, \beta}^{i, j}), F_{X_i^j}(\text{VaR}_{i, \alpha}^j)] = \alpha \beta \quad (11)$$

在给定显著性水平  $\alpha$  和  $\beta$ 、 $\text{VaR}_{i, \alpha}^j$  基础上, 对式(11)进行解方程即可得到  $\text{CoVaR}_{i, \beta}^{i, j}$ , 进而在  $\text{CoVaR}_{i, \beta}^{i, j}$  已知的条件下, 求出  $\Delta\text{CoVaR}$  以及  $\% \text{CoVaR}$ 。

据此, 第 3 节将运用 GARCH-EVT-Copula-CoVaR 模型测度金融科技行业对金融机构的风险溢出值  $\% \text{CoVaR}$ 。

## 3 样本选取及数据说明

当前中国金融科技公司主要以技术方案的提供者以及独立业务的开展者的身份影响金融机构, 而中证指数有限公司所编制的金融科技指数涵盖了不同类型的金融科技公司, 能够比较灵敏地反映中国金融科技行业的整体表现。本文采用金融科技指数测度中国金融科技行业的风险水平。而在金融机构的选择上, 鉴于中国金融科技公司业务的合作方与竞争方主要涉及银行、保险、证券以及基金。同时考虑到指数编制方案的一致性和市场有效性, 本文采用中证指数有限公司编制的中证银行指数、保险主题指数、证券公司指数以及基金指数来衡量与之对应行业的风险水平。

样本数据时间跨度为 2017 年 6 月 22 日至 2021 年 4 月 30 日, 涵盖了中国互联网金融快速发展阶段、专项整治阶段、风险集中释放阶段以及整治收官阶段。同时也包括了利率市场化改革、联合贷款、蛋壳公寓爆雷、蚂蚁集团上市风波等对中国金融科技行业有重大影响的事件。基本数据来自上述指数每一个交易日的收盘价, 同时对收盘价做

一阶对数差分得到日对数收益率。同时,考虑到减小误差,将日对数收益率扩大 100 倍。

4 实证结果与分析

4.1 样本数据

表 1 给出了样本中各序列的基本统计性描述。可以看出各金融机构指数序列的偏度系数均不等于 0 且为负,峰度系数远大于 3,指数序列分布都呈

现出明显的“非对称性厚尾效应”。J-B 检验也显示各指数序列明显不服从正态分布。ARCH 效应检验显示,滞后 10 阶情况下,各金融机构指数序列都呈现出明显的条件异方差性。ADF 平稳性检验显示,样本中所有序列都是平稳的。所以,可使用 GARCH(1,1)-EVT 模型对指数序列的边缘分布进行建模。

表 1 基本描述性统计

序列	均值	标准差	偏度	峰度	J-B 检验	ARCH	ADF
金融科技	0.036 2	2.057 0	-0.300 9	5.049 2	159.46 (0.00)	15.77 (0.10)	-28.99 (0.00)
银行业	0.014 8	23.168 5	-0.023 2	417.143 7	$5.99 \times 10^6$ (0.00)	376.32 (0.00)	-49.93 (0.00)
保险业	0.018 3	4.341 2	-1.146 8	311.729 2	$3.33 \times 10^6$ (0.00)	361.04 (0.00)	-45.55 (0.00)
基金业	0.026 7	0.790 0	-0.724 4	13.206 1	3 714.77 (0.00)	34.07 (0.00)	-28.14 (0.00)
证券业	0.020 4	2.054 8	0.222 0	7.815 9	817.67 (0.00)	45.63 (0.00)	-28.47 (0.00)

注:括号内数值为 P 值。

4.2 边缘分布拟合

表 1 显示样本中的序列呈现出波动集聚状态,存在着明显的 ARCH 效应。所以,传统 GARCH (1,1)假定其新息序列满足正态分布与实际不符,并不能有效地拟合收益数据的“非对称性厚尾”分布。所以本文运用 EVT 对收益数据的边缘分布进行模拟。

表 2 显示了样本中各机构新息序列的边缘拟合的参数估计。拟合结果显示,除银行机构之外的金融机构的新息序列都呈现出“厚尾分布”(β<sup>L</sup> > 0, ξ<sup>L</sup> > 0)。

表 2 新息序列阈值和参数估计

新息序列 {z}	金融科技	银行业	保险业	基金业	证券业
阈值 u <sup>L</sup>	-1.102 8	-0.868 1	-1.022 9	-1.080 6	-0.832 8
ξ <sup>L</sup>	0.174 3	-0.117 1	0.429 9	0.248 7	0.227 3
β <sup>L</sup>	0.559 7	0.665 2	0.425 5	0.592 7	0.481 7

4.3 Copula 模型参数估计

计算风险溢出值 ΔCoVaR<sub>t,β</sub><sup>ij</sup>需要选择合适的 Copula 函数对机构收益率的联合概率密度进行拟合。本研究在对各机构收益序列的边缘分布拟合之后,对标准化后的新息序列所对应的概率积分序

列进行 Copula 模型估计。鉴于本研究仅涉及两机构间序列的二元概率分布,所以本文估计了 5 种不同的二元 Copula 函数,根据平方欧氏距离 d<sup>2</sup>、AD 检验统计量、KS 检验统计量、AIC 最小的原则,确定选取何种函数。由表 3 可知,对于金融科技和银行业的联合分布用 Clayton-Copula 函数最为合适;而对于保险业、基金业和证券业则采用 t-Copula 进行拟合效果最好。

至此,依据金融科技与不同类型金融机构联合指数收益分布,同时结合不同类型 Copula 函数的特点,为每个联合分布选择了最优 Copula 函数。基于此,表 4 显示了的最优 Copula 函数的参数估计值、Kendallτ 相关系数及上下尾相关系数。并且可以根据 Kendallτ 相关系数以及上下尾相关系数(主要关注的是下尾相关系数)定性分析金融科技对不同类型金融机构的风险溢出情况:首先,从风险溢出的方向上看,金融科技和不同类型金融机构联合分布的下尾相关系数都为正,这意味着金融科技对各金融机构有正向风险溢出效应,即当金融科技的收益处于风险水平时,各金融机构收益率发生潜在损失的概率将会增大。其次,从风险溢出的强度上来看,银行业受金融科技风险溢出影响最强,保险业受到的影响最弱。

表 3 Copula 函数拟合效果

序列	Copula	$d^2$	AD	KS	AIC
银行	二元 Gauss	8.434 29	0.570 73	0.285 31	-2.351 2
	二元 $t$	8.502 87	0.571 04	0.285 38	-7.897 64
	Clayton	8.150 18	0.570 34	0.285 02	-18.905 62
	Gumbel	8.382 37	0.570 91	0.285 23	-0.006 32
	Frank	8.785 89	0.571 65	0.285 69	-57.332 71
保险	二元 Gauss	0.159 11	5.143 82	0.038 75	-2.593 12
	二元 $t$	0.155 11	1.672 57	0.038 30	-14.898 64
	Clayton	0.157 30	3.653 05	0.039 42	-0.001 27
	Gumbel	0.157 30	3.653 17	0.039 42	-0.005 88
	Frank	0.163 47	3.958 30	0.038 85	-131.631 91
基金	二元 Gauss	0.072 61	0.088 96	0.027 83	-4 632.50
	二元 $t$	0.059 93	0.065 03	0.023 97	-5 606.11
	Clayton	0.559 55	0.144 74	0.068 08	-1 057.99
	Gumbel	0.049 92	0.165 38	0.023 47	-3 675.67
	Frank	0.141 18	0.630 34	0.032 41	-2 988.82
证券	二元 Gauss	0.065 37	0.127 79	0.025 53	-4 537.87
	二元 $t$	0.055 89	0.084 33	0.024 60	-5 876.65
	Clayton	0.432 18	0.124 15	0.059 47	-1 054.77
	Gumbel	0.061 67	0.231 57	0.021 57	-5 375.86
	Frank	0.154 82	0.596 56	0.034 38	-2 816.38

表 4 金融科技与各金融机构收益序列相依结构拟合效果

序列	最优 Copula	参数估计值	Kendall $\tau$	上尾相关系数	下尾相关系数
银行	Clayton-copula	$\alpha=0.340\ 8$	0.145 6	0	0.130 8
保险	$t$ -Copula	$\rho=0.061\ 1$	0.038 9	0.036 2	0.036 2
		$\nu=19.524$			
基金	$t$ -Copula	$\rho=0.105\ 8$	0.067 4	0.051 9	0.051 9
		$\nu=12.110$			
证券	$t$ -Copula	$\rho=0.113\ 4$	0.072 3	0.057 7	0.057 7
		$\nu=10.607$			

注: $\rho$ 为  $t$ -Copula 函数的相关系数; $\nu$ 为自由度。

4.4 风险溢出效应计算

至此,已求出金融科技收益序列和各金融机构收益序列的边缘分布及相对应的 Copula 函数。将表 4 中的参数估计值分别代入式(12)和式(13)得到 Clayton-Copula 和  $t$ -Copula 函数的具体形式。同时结合上述式(11)即可解方程算出风险溢出值。

$$C[F_{X_t^i}(\text{CoVaR}_{t,\beta}^{ij}),F_{X_t^j}(\text{VaR}_{t,a}^j);\alpha]=$$
$$\{[F_{X_t^i}(\text{CoVaR}_{t,\beta}^{ij})]^{-\alpha}+[F_{X_t^j}(\text{VaR}_{t,a}^j)]^{-\alpha}\}^{-\frac{1}{\alpha}}\quad(12)$$

$$C[F_{X_t^i}(\text{CoVaR}_{t,\beta}^{ij}),F_{X_t^j}(\text{VaR}_{t,a}^j);\rho,\nu]=$$
$$\int_{-\infty}^{t_{\nu}^{-1}[F_{X_t^i}(\text{CoVaR}_{t,\beta}^{ij})]}\int_{-\infty}^{t_{\nu}^{-1}[F_{X_t^j}(\text{VaR}_{t,a}^j)]}\frac{1}{2\pi\sqrt{1-\rho^2}}\left[1+\frac{s^2-2\rho st+t^2}{\nu(1-\rho^2)}\right]^{-\frac{(\nu+2)}{2}}\text{d}s\text{d}t\quad(13)$$

在上述推导的基础上,从以下两个方面测度金

融科技与金融机构之间的风险溢出,首先,测度分析金融科技对不同金融机构的风险溢出效应;其次,分别测算各金融机构对金融科技行业的风险溢出。

根据计算结果可以得出如下结论。

1)金融科技对金融机构有显著的风险溢出效应,但不同类型金融机构承担的风险溢出存在差异。

表 5 给出了在置信水平为 95%的情况下金融科技对不同类型金融机构风险溢出值的测算结果。可知,在 5%显著性水平下,不同类型金融机构指数收益序列条件风险价值(CoVaR)均小于对应的无条件风险价值(VaR),即金融科技对各金融机构存在正向风险溢出。但以金融科技风险溢出值为依据时,不同类型金融机构所承担的风险溢出不尽相



同,其中承担金融科技风险溢出程度最大的是银行业(21.63%),其次分别是基金业(15.73%)和证券业(9.91%),承担风险溢出最小的是保险业(9.20%)。说明当金融科技处于风险条件时,银行

业将遭受最大的损失,其次是证券业、基金业,最小是保险业。但是,各类金融机构所承担的金融科技的风险溢出的程度并不是很高,说明整体上目前中国金融科技的系统性风险尚处于可控的状态。

表 5 不同类型金融机构承担风险溢出值

序列	VaR	CoVaR	$\Delta CoVaR$	%CoVaR→金融机构	金融机构→%CoVaR
银行	-2.019 6	-2.456 7	-0.437 1	21.639 7	35.428 5
保险	-2.489 8	-2.718 8	-0.229 0	9.196 9	9.406 3
基金	-2.274 4	-2.632 2	-0.357 8	15.734 1	17.525 8
证券	-3.043 4	-3.378 3	-0.334 9	9.913 8	20.694 6

出现上述情况原因如下:

对银行业来说,金融科技对其风险溢出最大。主要原因是金融科技和银行机构二者合作关系早,合作途径呈多元化,合作业务呈复杂化,联系最为密切。2019 年度,中国金融机构在金融科技上的投入达 1 770.8 亿元,其中银行业投入占比 68.8%。因此,金融科技作为数据以及服务的供应者与银行形成了以金融科技产业链为基础的复杂网络,复杂网络的形成提高了金融科技对银行风险传染速度以及扩大传染规模,风险外溢变得更加容易。

对于证券业与基金业来说,所承担金融科技风险溢出度较小,尤其是证券行业。绝大部分原因在于:相比于银行保险业,金融科技在中国证券业与基金业的运用较少。2019 年度,中国证券业与基金业在与金融科技行业合作的投入仅占整个金融体系投入的 13.3%,且资金投入呈现明显的头部企业集聚,外加目前中国证券行业在金融创新方面受更多的管制。因此,不管是在受监管方面还是在合作资金投入方面,都使得中国证券业、基金业对金融科技行业风险外溢的敏感度有所降低。

值得关注的是,保险业与金融科技企业二者有着较早的合作关系,合作途径较多,且在 2019 年,保险业在与金融科技合作方面投入的资金占整个金融机构投入的 18.0%。但保险业所承担的风险溢出值是最小的,原因主要在于中国的股票市场对险资的进入有着较多的限制,包括在金额、投资标的和账户运营上都拥有着相对严格的规定,因此,监管的介入降低了金融科技行业对保险业的溢出效应。

2)金融机构指数收益序列的波动对金融科技行业有显著溢出效应,金融科技所承受的风险溢出值的大小取决于金融机构的类型。

表 5 最后一列代表各金融机构对金融科技行业

的风险溢出值。具体来看,4 类金融机构对金融科技风险溢出效应最大的是银行业,达到 35.43%,其次是证券业(20.69%)、基金业(17.53%),溢出效应最小的是保险业。这说明金融科技行业发展受金融机构的显著影响,金融机构出现危机可能会引起金融科技行业的巨大波动。

产生上述情况的原因为:首先,过去 5 年中国的金融科技行业发展迅猛,行业融资额由 119.5 亿元增长至 1 514.6 亿元,年复合增长率达 88.7%,金融科技几乎渗透到了金融业的各角落,混业式发展更加普遍,业务间交叉融合呈常态,风险交织堆积且难以识别。针对风险势能增加,为了维持金融业态稳定,国家近年来先后出台一系列宏观鼓励及监管措施,而措施的交互使用,无形中加大了金融科技行业的波动,进一步集聚了风险生成和传导的势能。疫情下,在中国经济增速持续下降的同时,商业银行的不良贷款率持续上升,当商业银行成为系统性风险的集聚所后,商业银行通过上述的复杂业务网络,对金融科技行业的风险溢出自然增大。

4.5 模型回测检验

为了进一步检验模型计算结果的准确性,对表 5 的结果进行显著性水平  $q=5\%$  的回测检验。依据上文对  $CoVaR_q^{i|j}$  的定义,  $CoVaR_q^{i|j}$  是机构  $j$  损益率  $X^j = VaR_q^j$  的条件下机构  $i$  的在险价值。记  $X^j$  为金融科技指数的收益序列,  $X^i$  为任一其他机构指数收益序列,  $VaR_q^j$  如上文所述可以通过求金融科技指数收益序列边缘分布  $q$  分位数得到。然而,样本收益序列中正好满足  $X^j = VaR_q^j$  的数据非常少,难以用实际的收益序列数据对计算结果进行检验。本文采用如下的近似方法:根据最优 Copula 函数和边缘分布函数随机抽取 10 万组  $(X^i, X^j)$ ,从模拟得到的  $X^j$  中选取最接近  $VaR_q^j$  的 200 个数据作为  $VaR_q^j$  的近似,依据 Copula 函数,同时得到与  $X^j$  的

200个数据对应的 $X^i$ 数据,记作 $X$ ;最后算出 $X$ 中小于 $\text{CoVaR}_q^{i,j}$ 的数据个数占 $X$ 数据个数的比例,此比例即为回测结果;最后将回测结果与设定的显著性水平进行对比,越接近表示模型拟合效果越好。回测结果分别为银行业4.50%、保险业5.00%、基金业4.00%、证券业3.50%。回测检验结果表明,在显著性水平 $q=5\%$ 情况下,GARCH-EVT-Copula-CoVaR模型很好的拟合了银行业和保险业的收益序列,而对基金业和证券业的拟合效果相对较差,即表5中基金业和证券业的CoVaR值存在着被高估的可能。

## 5 结论及建议

以科技赋能金融,以金融助力实体。“双循环”背景下,金融科技迎来快速发展,金融机构与金融科技行业的系统关联性逐渐增强,系统关联性增强使得金融科技行业的局部性风险能迅速扩散到与之关联的金融机构,影响着金融机构的稳定性,致使中国金融系统的脆弱性上升。运用GARCH-EVT-Copula-CoVaR模型测度了金融科技行业对不同类型金融机构的非线性风险溢出%CoVaR,得出如下的结论和建议:

1)金融科技行业对不同类型金融机构存在不同程度的风险溢出。目前,金融科技对银行业的风险溢出最大,基金、证券业次之,保险业承担的风险溢出最小。金融科技行业与金融机构合作多基于是“提供方-应用方”的模式。该模式下,金融科技企业往往会提供一套业务方案和开展业务的平台,业务参与者(包括金融科技企业、金融机构以及金融消费者等)在金融科技企业所提供的业务平台上协同作业。因此,要防止金融科技行业风险向金融机构溢出,必须对关联业务所涉及的“链条”有清晰认知,尤其是其中承担风险的业务环节。

2)金融机构作为诸多风险的“蓄水池”,在金融科技“长尾效应”和“网络效应”作用下,“蓄水池”中的风险对金融科技行业有着更为显著的风险溢出。这表明,金融科技行业 and 金融机构之间存在着双向风险溢出效应,并且相比于金融科技行业的风险溢出,更应该关注金融机构的风险溢出。因此金融机构在选择金融科技机构进行合作时,应进行尽职调查,甄选资质好的机构进行合作。同时明确关联业务双方权责边界,做好信息披露以及风险揭示,继续推行沙盒机制监管。

基于上述研究结论,本文的政策建议是:严防金融科技行业对的金融机构系统性风险,建立风险

隔离机制;不仅要识别系统重要性金融科技企业,同时不能低估那些小型去中心化金融科技企业所诱发的系统性风险程度,构建金融科技行业系统性风险应急反应机制;监管者要准确有效地界定关联业务,提高关联业务链条的透明度,完善市场交易数据的统计制度和相关信息披露制度;强化对金融科技行业与金融机构合作业务的资本与杠杆率监管,对关联业务进行并表处理,并计提风险资本;加强金融科技行业与金融机构宏观审慎框架与政策协调机制建设,避免局部风险溢出引发系统性危机。

## 参考文献

- [1] Financial Stability Board. Fintech: Describing the landscape and a framework for analysis[R]. Basel: Financial Stability Board, 2016.
- [2] ASLAN A, SENSOY A. Intraday efficiency-frequency nexus in the cryptocurrency markets[J]. Finance Research Letters, 2020, 35: 1–6.
- [3] ELIE B B L, ROUBAUD D. The volatility surprise of leading cryptocurrencies: transitory and permanent linkages[J]. Finance Research Letters, 2020, 3(33): 101188.
- [4] 陈雨露. “双循环”新发展格局与金融改革发展[J]. 中国金融, 2020(S1): 19–21
- [5] 朱太辉, 陈璐. Fintech 的潜在风险与监管应对研究[J]. 金融监管研究, 2016(7): 18–32.
- [6] 赵鸽. Fintech 的特征、兴起、功能及风险研究[J]. 金融监管研究, 2016(9): 57–70.
- [7] FUNG D W H, LEE W Y, YEH J J H, et al. Friend or foe: The divergent effects of FinTech on financial stability[J]. Emerging Markets Review, 2020, 9(23): 100727.
- [8] DORFLEITNER G, HORNUF L, SCHMITT M, et al. FinTech in Germany[M]. 2017: 978–1001.
- [9] MEIFANG Y, HE D, XIANRONG Z, et al. Impact of payment technology innovations on the traditional financial industry: A focus on China[J]. Technological Forecasting and Social Change, 2018, 135: 199–207.
- [10] 孟娜娜, 栗勤, 雷海波. 金融科技如何影响银行业竞争[J]. 财贸经济, 2020(3): 66–79.
- [11] 邱晗, 黄益平, 纪洋. 金融科技对传统银行行为的影响——基于互联网理财的视角[J]. 金融研究, 2018(11): 17–29.
- [12] 戴国强, 方鹏飞. 利率市场化与银行风险——基于影子银行与互联网金融视角的研究[J]. 金融论坛, 2014(8): 13–19.
- [13] 董梅生, 杨德才. “余额宝”交易成本, 有限理性及其相机治理[J]. 改革, 2014(4): 141–150.
- [14] LEE I, SHIN Y J. Fintech: Ecosystem, business models, investment decisions, and challenges[J]. Business Horizons, 2018, 61(1): 35–46.
- [15] 许多奇. 金融科技的“破坏性创新”本质与监管科技新思路[J]. 东方法学, 2018(2): 4–13.
- [16] 郭品, 沈悦. 互联网金融对商业银行风险承担的影响: 理论

解读与实证检验[J]. 财贸经济, 2015(10):104—118.

[17] LECKOW R B, HAKSAR V, GRIFFOLI T M, et al. Fin-tech and financial services: Initial considerations[J]. IMF Staff Discussion Notes, 2017.

[18] MCNEIL A J, ZENTRUM E. Estimating the tails of loss severity distributions using extreme value theory[J]. Astin Bulletin, 1997, 27(1):46—57.

[19] ALLEN F, GALE D. Bubbles and crises the economic journal[J]. Center for Financial Institutions Working Papers, 1998, 110:236—255.

[20] LEHAR A. Measuring systemic risk: A risk management approach[J]. Journal of Banking & Finance, 2005, 29(10):2577—2603.

[21] ACHARYA V V, PEDERSEN L H, PHILIPPON T, et al. Measuring systemic risk[J]. CEPR Discussion Papers, 2017, 29:85—119.

[22] ADRIAN T, BRUNNERMEIER M K. CoVaR[J]. Staff Reports, 2014, 106(7):1705—1741.

[23] 马君璐, 范小云, 曹元涛. 中国银行间市场双边传染的风险估测及其系统性特征分析[J]. 经济研究, 2007(1):68—78, 142.

[24] 苟文均, 袁鹰, 漆鑫. 债务杠杆与系统性风险传染机制——基于 CCA 模型的分析[J]. 金融研究, 2016(3):74—91.

[25] 刘晓星, 段斌, 谢福座. 股票市场风险溢出效应研究: 基于 EVT-Copula-CoVaR 模型的分析[J]. 世界经济, 2011(11):145—159.

[26] 沈悦, 戴士伟, 罗希. 中国金融业系统性风险溢出效应测度——基于 GARCH-Copula-CoVaR 模型的研究[J]. 当代经济科学, 2014(6):36—44.

[27] 陈暮紫, 魏纯, 谢豪, 等. 基于 GARCH-CoVaR 方法的中国 A 股行业关联网络风险溢出动态研究[J]. 金融经济学研究, 2019(4):134—146.

The Risk Spillover Effect of FinTech on Chinese Financial Institutions:  
Based on GARCH-EVT-Copula-CoVaR model

XIONG Bin, ZHAO Chun

(School of Management and Economics, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China)

**Abstract:** The scale of FinTech industry is constantly expanding, and its risk spillover problem affects China's financial stability. Based on the characteristics of China's financial technology, selecting the optimal copula function, the GARCH-EVT-Copula-CoVaR model was used to measure the Risk Spillover value of FinTech industry to different types of financial institutions. The results show that: there are two-way risk spillovers between FinTech industry and financial institutions; the risk Spillovers of FinTech industry to different types of financial institutions are not the same, the risk Spillovers of banking industry in financial institutions are the highest, followed by fund industry and securities industry, and insurance industry is the smallest; In contrast, the Risk Spillover of financial institutions to FinTech industry is more obvious.

**Key words:** FinTech; financial institutions; risk spillover; GARCH-EVT-Copula-CoVaR

# 高职院校专业群核心竞争力:理论、模型与实践

郝珍珍

(北京财贸职业学院 旅游与艺术学院, 北京 101101; 首都师范大学 资源环境与旅游学院, 北京 100048)

**摘要:**高水平专业群建设是职业院校实现高质量内涵式发展的突破口和关键。职业院校通过人才链匹配产业链、人才培养匹配工作岗位,探索专业组群的理论逻辑和行动逻辑,形成了各具特色的专业群,一定程度上推动了高职院校内涵式发展。而培育专业群核心竞争力,形成竞争优势,是当前职业院校专业群建设和发展面临的重要问题。基于“资源-行为-能力”的高职院校专业群核心竞争力分析框架的探索与实践,可为高职院校专业群核心竞争力的培育和全国高职院校核心竞争力的评价提供参考。

**关键词:**高职院校;专业群;核心竞争力

**中图分类号:**G710 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2021)10-0038-05

职业教育是中国现代教育体系的重要组成部分,是特色鲜明的类型教育,是培养能力的实践教育、面向市场的就业教育<sup>[1]</sup>,党的十八大以来,尤其自《国家职业教育改革实施方案》发布以来,职业教育迎来改革大发展阶段,跨入了提质培优、增值赋能的快车道。围绕办好新时代职业教育的新要求,2019年,教育部、财政部联合发布的《关于实施中国特色高水平高职学校和专业建设计划的意见》中提出,要集中力量建设150个左右高水平专业群,专业群是实现高职院校高质量发展的基石和关键<sup>[2-3]</sup>。2019年,教育部、财政部启动了第一轮“双高计划”建设,支持56个高水平学校建设单位和141个高水平专业群建设单位。高水平专业群的建设推进了高职院校的多层次、多维度的新一轮竞争。

伴随高水平学校和高水平专业群的建设,高职院校发展处于更加激烈的市场竞争中<sup>[4]</sup>。如何发展、怎样发展和发展什么成为各高职院校不得不思索的问题。在这种背景下,职业院校的核心竞争力的构建成为高职院校在新时代高质量发展的重要问题。

## 1 核心竞争力的内涵

资源的稀缺性是经济学研究的基本假设。有限且稀缺的资源导致了市场中的利益相关方为生存或者更好地发展而展开利益争夺,也就形成了竞

争<sup>[5]</sup>。从这个角度看,高职院校专业群为发展所需的资金、高技能人才、高质量的生源都存在稀缺性。为谋求专业群的高质量建设,必须获得市场上更大规模、更加优质的资源,努力形成其他学校所没有的独特能力,从教学模式创新、校企合作、社会服务开拓方面培育超越竞争对手的能力,也就是核心能力。

核心能力是企业关键性技术、核心技术的组合,是企业市场上保持长期竞争优势的内在能力资源,是竞争对手在短时间内难以模仿的能力。从这个角度看,企业的核心能力具有稀缺性、不易模仿性、价值性、整体性以及延展性等特征<sup>[6-7]</sup>。高职院校各专业群的建设同样具有如上特征:首先,核心能力的稀缺性,表现在高职院校专业群建设往往根植于学校已有办学专业、区域特色,同时能在服务于区域发展发挥一定作用,高职院校专业群建设的教学、校企合作、社会服务是少数学校专业群所具备的,其他学校往往没有的这些资源和能力;第二,核心能力的不可模仿性,高职院校专业群建设是学校优势力量的集合,体现了学校办学水平和办学特色,这些能力是其他高职院校无法在短时间内获得的能力,比如校园文化、专业建设资源、社会声誉等软性的资源,这些资源能力其他职业院校往往不能在短时间内通过人才引进、自身积累、借鉴学

收稿日期:2021-04-12

基金项目:北京市教育科学“十三五”规划青年专项课题(CCDA17127);北京财贸职业学院校级课题(CZYC202020);北京国际商贸中心研究基地课题(ZS202007)。

作者简介:郝珍珍(1983—),女,山东潍坊人,北京财贸职业学院旅游与艺术学院,现代商旅服务专业群协调办公室主任,首都师范大学资源环境与旅游学院,副研究员,技术经济及管理博士,研究方向为职业教育、旅游产业经济。

习等途径获得;第三,核心能力的价值性,高职院校校企合作、双元育人的办学思路,使得学校办学能够给学生、合作企业、用人单位等带去价值,并且能够通过价值构造,回馈学校自身的发展,为学校专业群发展带来发展所需的资金、高技能人才、高质量的生源,逐渐积累形成长期的竞争优势;第四,核心能力的整体性,高职院校专业群的建设在于人才链匹配产业链,人才培养匹配工作岗位能力要求,专业群是打破原有专业,形成跨专业、资源整合的适应社会发展的专业群组集合,专业群的核心能力的整体性,表现在由实训基地、合作企业、学校基础建设有形的资源和学校文化、社会声誉等无形资源的有机结合,而非单一资源;第五,核心能力的延展性,高职院校专业群核心竞争力的可以往外拓展到其他方面,使其他方面也形成具有领先竞争对手的优势,如学校声誉能够延伸到合作企业、实训基地建设、教学能力等方面。

核心竞争力来源于核心能力,但并不等同于核心能力,是核心能力在更高层级的表现。核心竞争力的理论最早由美国战略学家普拉哈拉德(C. K. Prahalad)和哈默(Gary Hamel)于1990年提出,目前已发展为企业发展战略的重要理论之一。普拉哈拉德和哈默的研究认为,企业的核心竞争力有助于企业进入不同市场进行扩大经营的基础能力,注重实现顾客最为关注的、最核心的、根本的利益,是企业能够长期获得竞争优势的能力,同时是企业所特有的、经得住时间考验、竞争对手难以模仿的技术或者能力。目前已有的高职教育核心竞争力的研究,往往将学校的核心能力和核心竞争力混为一谈<sup>[8-10]</sup>。需要说明的是,企业的核心竞争力反映了企业整体的竞争能力,来源并依存于核心能力,同时高于核心能力<sup>[11]</sup>。核心能力是可以量化的方法来描述,而核心竞争力是一种战略能力,往往是不能用定量的方法来描述的。如教育部于2016年3月发布了《高等职业院校适应社会需求能力评估暂行办法》,并委托研究机构,从办学基础能力、“双师”队伍建设、专业人才培养、社会发展、社会服务能力等5个方面对全国职业院校的适应社会需求能力评估,目前已经发布了两期评估报告。这项评估评估的是学校的核心能力,可以用定量的指标测算,并可以实现职业院校间的横纵向比较和分析。基于该能力评估,可以辅助高职院校总结提炼其核心竞争力。

综上,在双高校建设背景下,学校办学资金、优

秀生源、实训基地、教师队伍、合作大型企业等资源的稀缺性,引致了高职院校专业群的日趋激烈的竞争;同时,各高职院校在办学基础、领导策略、校园文化、社会声誉、学科资源、实训基地等方面的不同,导致了教学、实训基地、校企合作、社会服务能力存在差异,从而在学校的竞争能力上产生差异,甚至是“有”和“无”的差别。

## 2 “资源-行为-能力”专业群核心竞争力模型

专业群核心竞争力深植于学校各种资源,是通过学校教学、实训、社会服务等活动所形成的自身独有的、对学校整体有效运作产生广泛影响的整体竞争能力<sup>[11]</sup>。高职院校是社会技能、技能人才培养的摇篮,其运行所必需的资源包括教师资源、学科资源、教学资源、财力资源、战略文化、社会声誉等6个方面。高职院校要发挥其教学、实训、社会服务的职能,必须要以教师资源、学科资源为依托,以教学资源(基础设施、实训基地、合作企业等)、财力资源为基础,以校园文化和社会声誉为动力实现学校有效运转,其中,师资队伍、学科资源、教学资源是显性的资源(或有形资源),校园文化、社会声誉是隐性资源(或称无形资源)。高职院校资源条件、行为活动、核心能力的关系以及核心竞争力的形成如图1所示。

资源、行为、能力是逐级上升的层次。需要说明的是,专业群具备了资源层的要素,得不到有效行动的整合,不一定就能形成核心能力,甚至是核心竞争力。专业群作为高职院校新的组织能力单元,跨专业甚至跨学院组成,其核心竞争力的形成必然是这个新的组织中人力资源对资源的整合,通过教学、实训、社会服务等行为活动而形成的整体的竞争能力。这种整体竞争能力的形成,与人资源的价值观念、决策能力、行为方式、管理创新能力、资源整合能力等息息相关。

## 3 文旅专业群核心能力提升探索实践

中华人民共和国文化和旅游部的组建标志着中国文化和旅游业进入了文旅融合发展的新时代。高职院校人才培养要紧跟产业发展形势,为社会提供匹配产业链、就业岗位的人才。北京某职业院校下设的旅游方向二级学院积极行动,面向区域文化产业和旅游产业深度融合、产业升级需求,遵循“链条整合、产专对接、专业集聚”的原则,依照“产业深度融合、岗位组群设置、专业资源重组”的逻辑关系,组建由旅游管理、视觉传播、影视多媒体技术、酒店管理、会展等专业组成的文化旅游专业群。专

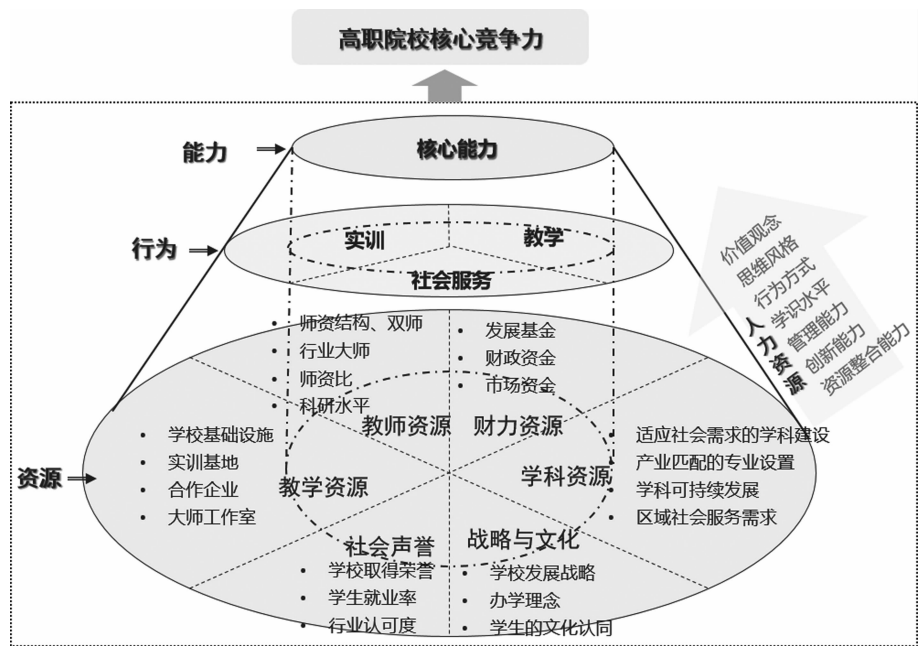


图 1 高职院校“资源-行为-能力”核心竞争力结构模型

业群建设致力于文化旅游产业人才培养结构升级，人才培养质量和专业群契合度大幅提升，实现“国际接轨、服务首都、深化职教、引领特高”的建设目标。该专业群于 2019 年获批为北京市第二批特色高水平专业群建设单位。专业群建设与发展已经步入正轨，在原有竞争能力的基础上，整合资源，逐渐培育出核心竞争力。

### 3.1 资源层面

1) 教学资源。建有完善的“一区、二园、三基地”校内实践教学环境，成立非遗传承、会展等领域知名专家为核心的多个大师工作室；先后与首旅集团、故宫博物院、北京环球度假区等企业共建校外实训基地 50 余家，逐步打造以“两高端（两会高端会议服务，中国高端赛事服务）、两文化（故宫，八大名人故居）”为引领的校外实训基地品牌项目，校企紧密合作，真正实现双主体育人，学生在校所学就是未来企业所需，实现校企职业素养培育和技术技能培养无缝对接。此外，根据专业群等的建设需求，修订了新版的人才培养方案，重新设置课程体系，创新性提出了职业平台课、专业群方向课、扬长补短进阶模块课程等体现专业精进发展和专业群课程共享的课程体系架构。

2) 社会声誉。学校层面看，2019 年学校先后入选全国“双高校”和北京市“特高校”建设单位；专业群层面看，以旅游为核心的专业群均为“双高校”和“特高校”建设重点打造的专业群；骨干专业层面看，旅游管理专业作为专业群核心骨干专业，多年

承办北京市高职院校导游职业技能大赛，近年来，获得国赛和行业赛的赛项成绩全国领先，具有较强的社会影响力。

3) 战略与文化。“双高校”“特高校”建设是当前学校建设的首要任务，对标首都“四个中心”功能建设，用文化和技术赋能转型升级，着力开展学校骨干专业群建设，依托专业群建设，打造传承京商文脉、引领新商科职教改革的新标杆，凸显了专业群在学校建设中的重要地位和作用。

4) 学科资源。学科建设瞄准城市副中心功能定位，创新发展“文化+技术”专业发展路径，聚焦文旅产教深度融合、文旅岗位集群发展、文旅数字化人才培养三大任务，设置环球影城订单班、主题公园班、凤凰影视订单班等；酒店管理专业响应国家号召，落实高职百万扩招，服务行业人才素质提升需求，设置北京饭店高职扩招项目；专业群组中的专业设置注重产业发展而进行动态调整，匹配产业发展最新需求，服务区域和社会发展。

5) 财力资源。学校将双高校、特高校建设列为“一把手工程”，成立由校领导组成的建设领导小组，学校建设资金和发展资金，优先支持有利于专业群发展的项目。

6) 教师资源。在专业群师资队伍建设上，坚持以党建为引领，以“四有”好老师为标准，突出专业群的文化特色，培养“双带头”人，建设高素质师资队伍。专业群教学团队成员中以青年教师为主，95%以上具有研究生以上学历，专任教师双师型教

师占比达高达 93%。团队教师具有国务院特殊津贴教师 1 名,近五年来,专业群教师团队获得省部级以上荣誉近 30 项,多次获得北京市教师教学能力比赛一等奖及国家级奖项,处于同类职业院校专业群领先地位。

### 3.2 行为层面

1)实训。学生培养注重通过实训提升学生综合素养和综合技能。专业群建设立足产业需求和学校发展实际,校外联合企业建设校外实训基地,校内统筹规划建设校内实训教学基地。近年来专业群与北京市从事文旅服务的多家知名企事业单位深度合作,根据企业需求共同编制人才培养方案,共同开发课程,共同进行课程实施。建立“北财·尚游汇”商学院、“北财·探路者”商学院,会 E 人产业学院,校企深度融合,企业全程深度参与人才培养;开展企业课堂改革,企业配备有多年实操经验丰富的业界骨干,把培养专业核心能力的实践类课程放到企业进行,学生在真实工作环境中检验职业能力学习效果,用专家眼光、行业标准进行评价,增强职业教育的实战性与针对性,突出体现“职业化”特色,形成“校内课堂,商学院课堂,企业课堂”三课堂、双主体、递进式的育人模式。

与此同时,深入研究“以赛促学,以赛促教”的教学模式,将大赛课程化,进行以赛代考的考核方式改革。实现每个专业有竞赛,学生人人参与不同级别多种类型的职业技能大赛,让职业能力训练融入学生的日常课堂教学。

2)教学。针对行业融合发展新职业,新技能需求,在教师队伍建设中,以模块化课程为单元跨专业组建创新团队,培养了多位能够引领课程改革的优秀课群带头人,并根据发展需求,引入了行业领军人才引领专业群快速发展。与校外企业联合,建立双主体办学模式,组建由“企业教师+学院教师+行业专家”的师资队伍。与企业共建产业学院,企业教师团队入驻校内实践教学基地,校企教师共同进行课程研发,组建联合教研室,将企业课堂与学校课堂深度融合。与企业签订订单班人才培养合作协议,由企业与企业共同研究相关师资队伍配备和管理办法,专业课程由有多年行业经验的企业教师承担。与旅游培训网合作,开展师资互聘、互学。通过多年建设,已经形成“双元互动、互兼互聘”的校企创新型教学模式。

3)社会服务。以首都特色项目为依托深化产教融合改革,与国家重点建设工程项目合作,开设

专项人才储备班项目,建立战略紧密合作型校外实训基地;连续多年传承践行两会服务项目,打造首都特色高端政务服务品牌项目;与北京名人故居共建校外学生素养教育基地,开展志愿者讲解服务项目。以国家重点项目为契机打造首都旅游智库团队,专业群教师将提升服务经济社会发展能力作为开展团队内涵建设的重要内容,以冬奥会服务技能培训、乡村振兴与引智扶贫、国家非物质文化遗产数字化保护、旅游助力美丽乡村等国家战略重点任务为抓手,开展技术技能培训、礼仪接待流程标准化培训、美丽乡村文化环境建设等项目,承担了高职院校在区域地方经济发展中的社会职责。

通过上述 6 资源加 3 行动的配合,学校文旅专业群挖掘了独具特色的核心能力。首先,注重审视专业群自身资源,契合产业发展和区域发展需求,整合专业力量,打造新型专业群,逐步提升教学、师资、文化、学科、声誉、财力等资源质量。其次,依托高质量的显性和隐性资源,加强其在实训、教学、社会服务行为活动中的应用,鼓励出成果、出人才、出效益,提升专业群发展的高质量和适应性,形成专业群持续发展的核心能力,在此基础上,培育出引领产业群发展的内在持续能力。第三,重视人力资源的作用,一个学校重点建设、技能大师云集、大型企业广泛合作、历史文化遗产悠久的高职院校专业群,其独特的价值观念、办学思维方式、创新型的行为方式,往往会内化整合到专业群的每一位教师,并影响其思想和行为,形成教师的高度价值认同感、积极参与创新的行为方式,这样的专业群往往会形成领先其他同类专业群发展的核心竞争能力。

### 参考文献

- [1] 陈子季. 以大改革促进大发展推动职业教育全面振兴[J]. 中国职业技术教育, 2020(1): 5-11.
- [2] 聂强. 专业群引领下的“双高计划”学校建设策略[J]. 教育与职业, 2019(13): 16-20.
- [3] 郭福春. 高水平专业群在高水平高职院校建设中的现实意义分析[J]. 中国职业技术教育, 2019(5): 20-23.
- [4] 方勇. 职业教育竞争力的评价与国际比较[J]. 职教论坛, 2015(31): 77-84.
- [5] 张象成, 王红彬. 高等职业院校内涵建设与核心竞争力的构建[J]. 中国成人教育, 2015(2): 84-86.
- [6] 郑雁. 高等职业院校核心竞争力要素构建研究[J]. 浙江交通职业技术学院学报, 2018(3): 84-88.
- [7] 张金昌. 国际竞争力评价的理论和方法[M]. 北京: 经济科学出版社, 2002.
- [8] 宿莉, 丛连钢, 蒋小东. 高职院校科研竞争力评价内容和分

析方法探析——以重庆城市管理职业学院为例[J]. 职教论坛,2018(2):151—156.

[9] 周习祥. 核心竞争力视角下高职院校专业建设思路研究[J]. 时代农机,2018,45(4):136—137.

[10] 文峥嵘,熊沂. 基于核心竞争力理论的高职院校产学研路

径研究[J]. 经贸实践,2019(1):237—238.

[11] 陆俊杰. 职业教育发展新阶段的理性思考——兼评《职业教育国际竞争力报告》[J]. 职教论坛,2017(9):10—15.

[12] 刘斌. “双高计划”多维度提升高职教育发展质量[J]. 现代教育管理,2019(6):96—100.

The Core Competence of Major Cluster Construction in Higher Vocational Institutions:  
Theory, Model and Practice

HAO Zhen-zhen

(School of Tourism and Art, Beijing College of Finance and Commerce, Beijing 101101, China;  
College of Resource Environment and Tourism, Capital Normal University, Beijing 100048, China)

**Abstract:** The construction of high-level Major Cluster is the breakthrough and key component to the realization of high-quality connotative development of higher vocational institutions. Higher vocational institutions have explored the theoretical logic and action logic of professional groups through the talent chain matching the industrial chain, talent training and job positions, and formed distinctive Major Cluster, which to a certain extent promoted the connotative development of higher vocational institutions. Cultivating the core competence of the professional group and forming a competitive advantage is important for facing the construction and development of the professional group of vocational institutions. The exploration and practice of the core competence analysis framework of the major cluster of higher vocational institutions based on "Resources-Behavior-Ability" can provide for the cultivation of the core competence of the major cluster of higher vocational institutions and the evaluation of the core competence of the national higher vocational institutions reference.

**Key words:** higher vocational institutions; specialized group; core competitiveness



# 中国水资源研究热点及演化的可视化分析

吴 丹<sup>1</sup>, 向筱茜<sup>1</sup>, 冀晨辉<sup>2</sup>

(1. 北方工业大学 经济管理学院, 北京 100144; 2. 伦敦帝国理工学院 数学系, 伦敦 SW7 2AZ)

**摘要:**以“水资源”为关键词,从 CNKI 数据库筛选出 2010—2020 年的 3 070 篇 CSSCI 检索文献,基于文献计量 CiteSpace 可视化分析软件,从文献的数量、作者合作、机构合作和关键词等方面,开展近 10 年中国水资源研究现状与热点分析。研究表明:近 10 年,水资源研究一直是中国政府管理部门和学术界关注的研究热点;水资源承载力、水资源管理、水资源利用、水资源配置等作为高频关键词,成为学者们最为集中的研究热点;从发文机构分布来看,主要集中在河海大学、中国科学院大学、武汉大学、郑州大学 4 所高校和中国水利水电科学研究院、中国科学院地理科学与资源研究所 2 家科研院所,且发文机构之间保持了较为密切的交流合作;从水资源研究的发展趋势看,水资源调控与经济社会发展的适应性、水资源与产业结构的耦合协调成为未来的研究重点。

**关键词:**CiteSpace;水资源;知识图谱;关键词;热点分析

**中图分类号:**F127 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2021)10-0043-06

据联合国预测,2030 年世界将会有 40% 的人口面临缺水风险<sup>[1]</sup>。立足中国的基本国情与水情,党的十九届五中全会明确提出了“加快实施国家节水行动方案,建立水资源刚性约束制度;加强水利基础设施建设,提升水资源优化配置和水旱灾害防御能力”。以加快经济发展方式绿色转型为契机,深入开展水资源研究,促进人水和谐共生,提高水资源利用与经济社会发展的适应性,成为中国政府管理部门和学术界的研究热点。为此,根据学者们从不同时空维度和研究视角开展中国水资源研究所形成的研究成果,采用陈超美教授开发的 CiteSpace 软件<sup>[2]</sup>,对近 10 年内 CNKI 数据库中收录的水资源文献进行科学计量分析,深度剖析中国近 10 年来水资源的研究现状和最新发展趋势。

## 1 中国水资源研究时空知识图谱分析

数据样本取自 CNKI 数据库,根据主题搜索 CSSCI 期刊文献,检索词为水资源,检索时间为 2010—2020 年。通过剔除会议访谈、会议综述、会议报告等不利于数据分析的文献,共得到 3 070 篇文献。

### 1.1 时间分布图谱

年度发文数量是衡量中国水资源研究热度与

发展趋势的重要指标。通过 CiteSpace 软件分析,2010—2020 年,中国水资源研究 CNKI 的 CSSCI 期刊发文量主要经历了 3 个阶段:①2010—2015 年,发文量呈现平稳状态,年均发文量达到 400 篇以上,其中 2012 年的发文量达到峰值,共 555 篇;②2016—2018 年,发文量开始趋于下降,其中 2018 年的发文量达到最低值,仅 177 篇;③2019—2020 年,发文量有所回升,保持年均 300 篇以上(图 1)。

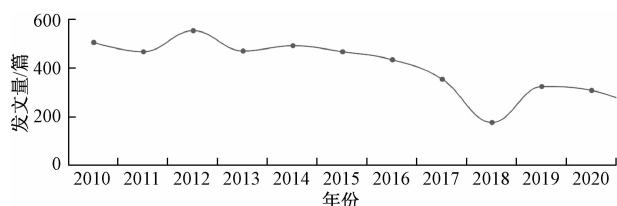


图 1 中国水资源研究 CNKI 的 CSSCI 期刊发文量

根据图 1 可知,近 10 年来,水资源研究一直是中国政府管理部门和学者们关注的学术热点。与 2010—2016 年相比,近两年国内水资源研究的发文量呈下降态势,说明中国水资源研究进入沉淀期,如何破解水资源利用与经济社会发展适应性的难题,作为中国水资源研究文献新的增长点,现已成为中国政府部门和学者们高度关注的热点问题。

收稿日期:2021-04-13

基金项目:教育部人文社会科学研究青年基金项目(21YJCZH176);北京市自然科学基金面上项目(9202005);北方工业大学毓优人才项目(107051360021XN083/055);2021 年北京城市治理研究基地开放课题。

作者简介:吴丹(1986—),男,江西抚州人,北方工业大学经济管理学院,副教授,博士后,研究方向为战略规划与资源环境管理。

## 1.2 空间分布图谱

### 1.2.1 发文作者合作分析

应用 CiteSpace 软件,把 Node types 设定为

Author,时间跨度为 2010—2020,时间切片为 1 年,分析得到中国水资源研究的作者合作知识图谱(图 2)。

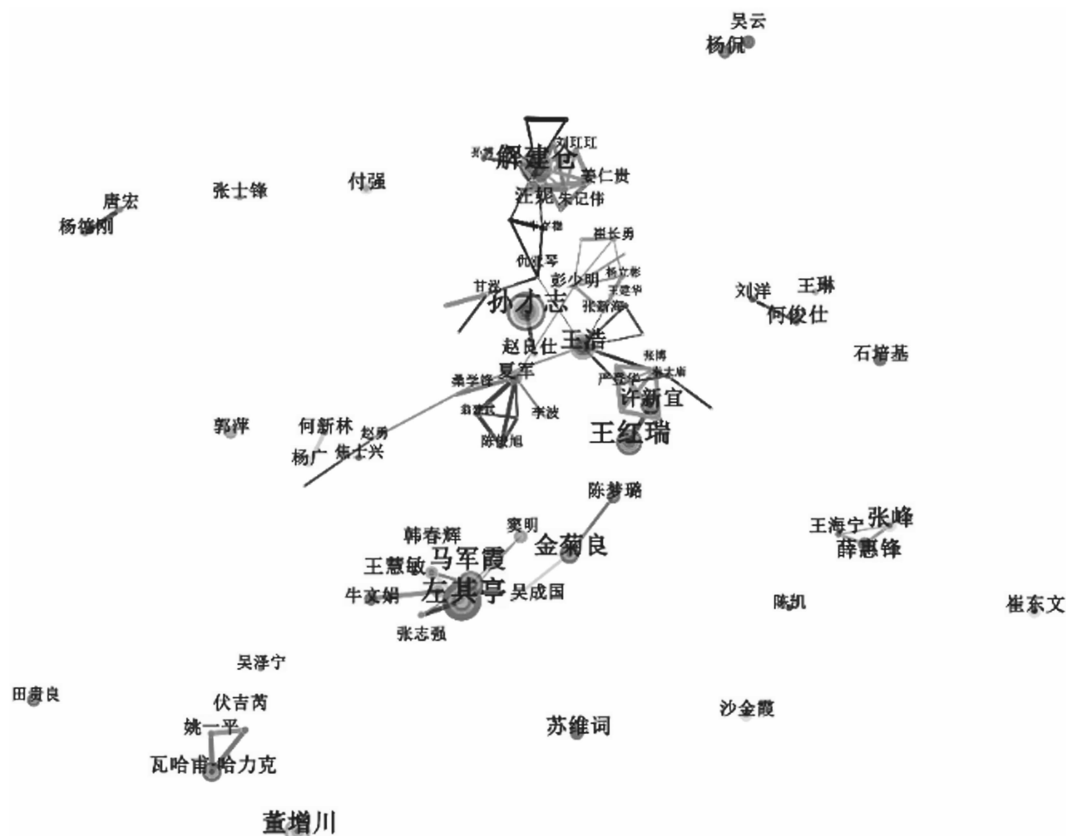


图 2 中国水资源研究的作者合作知识图谱

图 2 中,节点越大,说明该作者水资源研究的发文量越多;连线越粗,说明作者间的合作越频繁;密度越大,说明作者间的合作程度越高。同时,多个节点间可以形成子网络,表示这一群体作者之间的交流较多。通过 CiteSpace 软件分析,中国水资源研究的作者合作知识图谱显示:节点数  $N=563$ ,连接条数  $E=624$ ,网络密度  $Density=0.0039$ ,说明国内水资源研究的作者之间合作程度不高。其中,郑州大学的左其亭教授为发文量最多的作者。

### 1.2.2 发文机构合作分析

应用 CiteSpace 软件,可进一步得到 2010—2020 年中国水资源研究机构合作知识图谱(图 3)。图 3 中,图谱中共有 445 个节点,409 条连接,网络密度为 0.004 1。总体来看,中国水资源研究的机构众多,各机构分布较为集中,并且连线较多,说明各机构之间有一定的合作交流关系。

发文量一定程度上反映了该机构在水资源研

究领域的实力<sup>[3]</sup>。根据图 3,对中国水资源研究发文量前 10 的机构进行统计分析(表 1),共计 489 篇。

表 1 中国水资源研究发文量前 10 位机构

排序	机构名称	发文量/篇
1	河海大学水文水资源学院	73
2	河海大学商学院	73
3	中国水利水电科学研究院	54
4	中国科学院地理科学与资源研究所	51
5	中国科学院大学	47
6	武汉大学水资源与水电工程科学国家重点实验室	43
7	中国水利水电科学研究院水资源研究所	42
8	中国水利水电科学研究院流域水循环模拟与调控国家重点实验室	38
9	郑州大学水利与环境学院	35
10	河海大学水文水资源与水利工程科学国家重点实验室	33

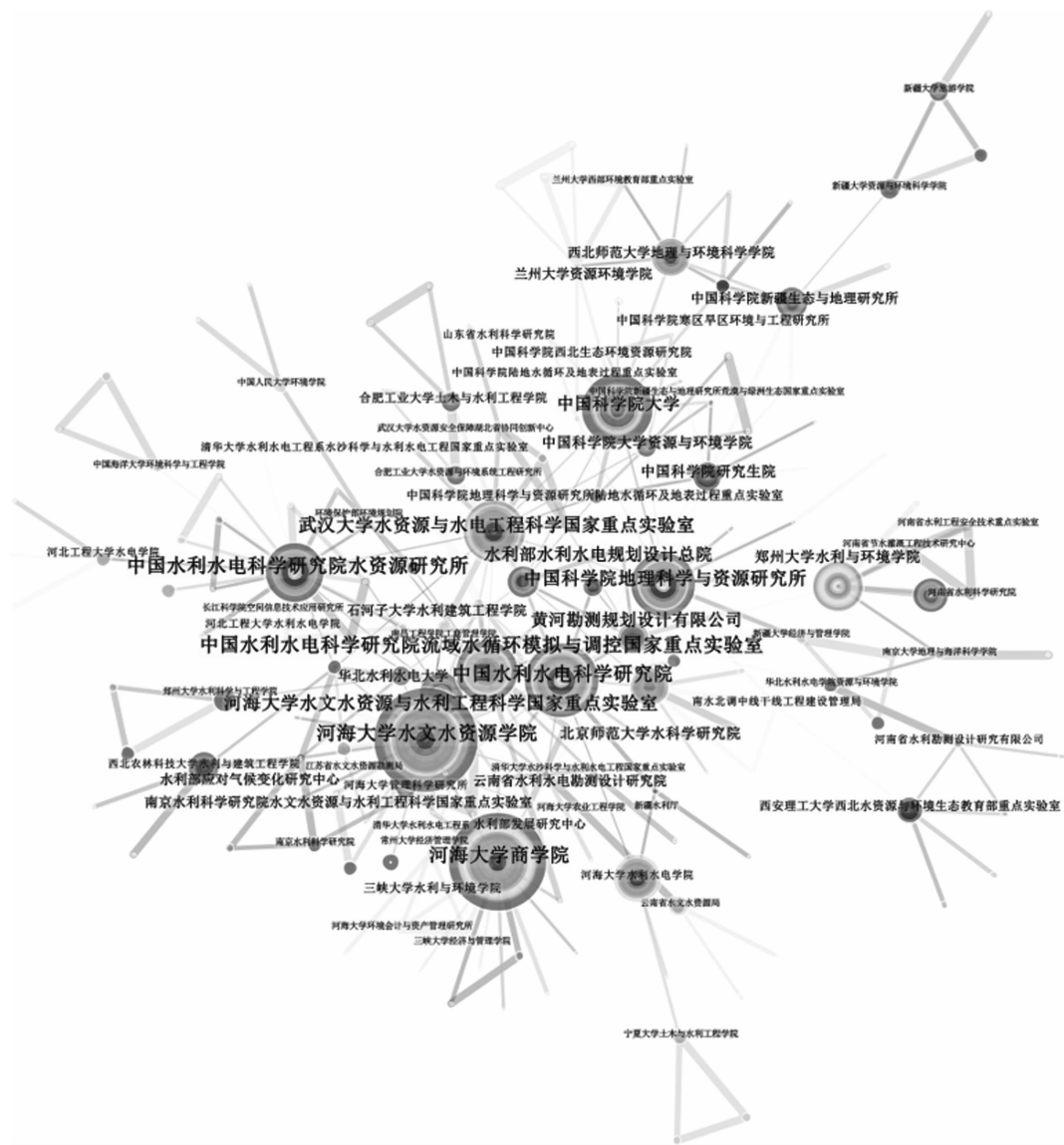


图3 中国水资源研究机构合作知识图谱

根据表 1 可知,国内水资源研究实力较强的机构以高校和科研中心为主。从发文量占比来看,河海大学更具竞争力,占比高达 36.6%。其次为中国水利水电科学研究院,占比为 27.4%。

2 中国水资源研究热点的关键词分析

2.1 关键词共现分析

关键词是一篇文章的精髓,出现次数最多的关键词常被用来确定某个研究领域的热点主题<sup>[4]</sup>。为此,应用 CiteSpace 5.7.R3 中的关键词共现,探索中国水资源研究热点的关键词,得到中国水资源研究热点的关键词共现网络图谱(图 4)。

图 4 中,包含节点 567 个,连线数量 3 267 条,网络密度为 0.020 4。圆圈越大,表示关键词出现的频次越大<sup>[5]</sup>。根据图 4 可知,水资源承载力、水资源

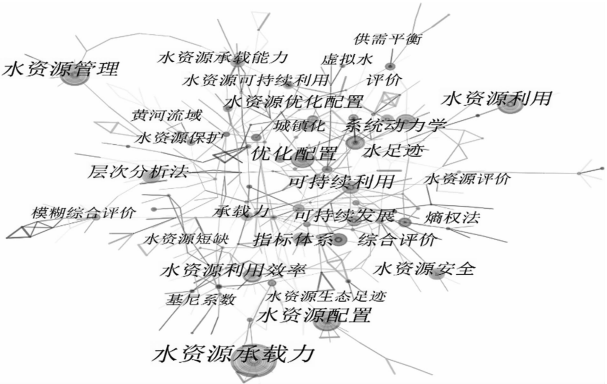


图4 中国水资源研究热点的关键词共现网络图谱

管理、水资源利用、水资源配置出现的频次明显高于其他关键词。同时,水资源安全、指标体系、水资源保护、城镇化等关键词出现的频次也相对较高。

### 2.1.1 水资源承载力研究

20 世纪 80 年代,国内学者将承载力的概念引入到水资源领域。学者施雅风首次提出水资源承载力的概念,即在一定的社会历史和科学技术发展阶段,在不破坏社会和生态系统的条件下,某一区域的水资源能够承载工业、农业、城市规模和人口的最大能力<sup>[6]</sup>。此后,姚治君等<sup>[7]</sup>、段青春等<sup>[8]</sup>学者从不同的角度阐述和丰富了水资源承载力的概念。同时,水资源承载力评价指标设计从静态的单一指标发展到多指标动态综合分析,水资源承载力评价方法主要包括综合评价方法<sup>[9]</sup>、主成分分析法<sup>[10]</sup>、BP 神经网络法<sup>[11]</sup>、生态足迹法<sup>[12]</sup>等方法。

### 2.1.2 水资源管理研究

水资源管理是一门涉及生态学、社会学、管理学的综合性交叉学科,不仅包括对水资源的数量和质量进行管理,还包括对与水资源相关的各要素及关系进行管理<sup>[13]</sup>,如水环境、水生态、水安全方面的管理。中国自 20 世纪 90 年代开始出现水资源管理的研究文献,学者们从不同时空视角对水资源管理开展研究。国内水资源时空分布不均,而经济社会发展对水资源利用的需求较为凸显,导致水资源与经济发展社会发展的适应性仍面临较大的挑战。目前,中国仍处于水资源管理强化阶段,亟须以水利高质量发展支撑经济社会高质量发展。水资源管理的主要工作包括创新水资源管理理念与思路、加强水利基础设施建设、强化用水总量和强度双控行动、建立健全水资源管理体制机制、完善水资源监管与投资保障机制<sup>[14-15]</sup>。

### 2.1.3 水资源利用研究

水资源利用包含了水资源禀赋情况以及经济社会发展对水资源的使用情况,主要是通过一些措施和手段,实现对中国流域和区域生活、生产、生态等水资源的综合利用。目前,国内水资源利用的研究文献主要集中在水资源利用效率评价、水资源利用与经济发展脱钩评价等方面,包括评价体系设计、评价方法构建等内容,如层次分析法、模糊综合评价法、主成分分析法、数据包络分析法、聚类分析方法等<sup>[16-20]</sup>。研究表明,探索普适性的水资源利用评价指标和评价方法仍是中国水资源利用评价的重点。

### 2.1.4 水资源配置研究

水资源配置是按照中国水资源的时空分布以及经济社会发展与对水资源需求的差异情况,对水资源进行初始分配和再分配的过程。水资源配置

重在解决生活用水保障、农业灌溉、工业生产和生态安全保障,协调上下游、城镇与乡村、流域与区域等经济社会环境问题<sup>[21]</sup>。中国自 20 世纪 60 年代开始水资源配置研究,最初是以水库的优化调度为研究对象。近年来,中国水资源配置研究的核心转变为优化水资源配置模式、协调不同行业用水冲突、解决经济社会发展和生态环境建设的不平衡性。目前,中国水资源配置主要涉及水资源配置模式、水资源优化配置模型、水资源配置方案评价的研究<sup>[22]</sup>。

### 2.2 关键词聚类分析

CiteSpace 在聚类标签的提取上提供了 4 种标签提取算法:LSI(潜语义索引)、TF\*IDF 加权算法(系统默认的自动标签词提取算法)、LLR(对数似然比检验)、MI(互信息算法)<sup>[23]</sup>。综合来看,使用 LLR 算法进行的聚类所提取的标签更加符合实际情况且重复情况少。为此,使用 LLR 算法对中国水资源研究热点的关键词进行聚类分析,得到中国水资源研究热点的关键词聚类知识图谱(图 5)。

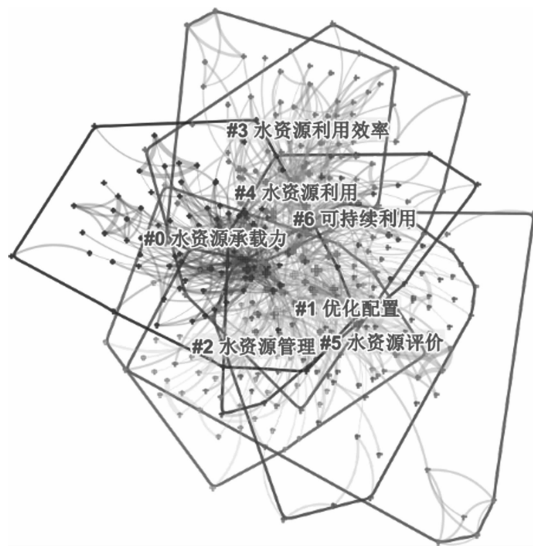


图 5 中国水资源研究热点的关键词聚类知识图谱

针对中国水资源研究热点的关键词聚类分析,Silhouette(轮廓度量)是在解释聚类性质时,用来估计聚类所涉及的不确定性。聚类的轮廓值在-1 到 1,表示解释聚类的性质时需要考虑不确定性通常, $S>0.5$ ,说明聚类合理; $S>0.7$ ,意味聚类是令人信服的。如果某一聚类的轮廓度量为 1,表示它与其他聚类完美分离<sup>[24]</sup>。此次聚类运行结果中,Weighted Mean Silhouette=0.732 4。根据图 5 可知,中国水资源研究热点的关键词共分为 7 个

聚类,主要包括“#0 水资源承载力”“#1 水资源优化配置”“#2 水资源管理”“#3 水资源利用效率”“#4 水资源利用”“#5 水资源评价”“#6 水资源可持续利用”。其中,数字越小,说明聚类中包含的关键词越多。研究表明,水资源承载力、水资源优化配置、水资源管理仍是中国水资源研究的热点问题。

### 3 中国水资源研究热点的关键词突变分布

突变词主要是以关键词为基础,在某个时间跨度所发表的文献中专业术语的突显,反映出不同时段的研究热点,主要表现在突变词的年代分布和突变强度两个方面<sup>[25]</sup>。应用 CiteSpace 软件,得到国内水资源研究文献中前 20 个关键词的突变分布情况(表 2)。

表 2 2010—2020 年中国水资源研究热点的前 20 个关键词突变分布

关键词	年份	强度	起始年	结束年	2010—2020 年
石羊河流域	2010	5.89	2010	2013	■■■■■■■■■■■■■■■
可持续利用	2010	4.22	2010	2011	■■■■■■■■■■■■■■■
长江流域	2010	3.43	2010	2011	■■■■■■■■■■■■■■■
评价指标	2010	3.14	2010	2011	■■■■■■■■■■■■■■■
合理配置	2010	2.68	2010	2012	■■■■■■■■■■■■■■■
海河流域	2010	3.72	2011	2013	■■■■■■■■■■■■■■■
最严格水资源管理制度	2010	5.35	2014	2016	■■■■■■■■■■■■■■■
利用效率	2010	4.29	2014	2017	■■■■■■■■■■■■■■■
水资源环境	2010	2.61	2014	2018	■■■■■■■■■■■■■■■
城市发展	2010	2.53	2014	2015	■■■■■■■■■■■■■■■
水资源压力	2010	3.81	2015	2020	■■■■■■■■■■■■■■■
水资源消耗	2010	3.26	2015	2018	■■■■■■■■■■■■■■■
经济增长	2010	3.43	2016	2017	■■■■■■■■■■■■■■■
基尼系数	2010	3.18	2016	2020	■■■■■■■■■■■■■■■
城镇化	2010	4.33	2017	2020	■■■■■■■■■■■■■■■
耦合协调度	2010	2.89	2017	2020	■■■■■■■■■■■■■■■
水资源承载力	2010	3.9	2018	2020	■■■■■■■■■■■■■■■
水资源调控	2010	3.16	2018	2020	■■■■■■■■■■■■■■■
水资源资产	2010	2.63	2018	2020	■■■■■■■■■■■■■■■

根据表 2 可知,2010—2013 年,可持续利用、评价指标、合理配置等成为中国水资源研究的主要突现词,石羊河流域、长江流域和海河流域成为该时期的重点关注流域。2014—2016 年,最严格水资源管理制度、利用效率、水资源环境、水资源消耗等成为中国水资源研究的主要突现词,水资源与城市发展、经济增长的关系成为该时期的研究热点。2017—2020 年,基尼系数、城镇化、耦合协调度水资源承载力、水资源调控、水资源资产等成为中国水资源研究的主要突现词,水资源与城镇化的关系、水资源调控与经济社会发展的适应性、水资源与产业结构的耦合协调成为该时期的研究热点。

## 4 结论

以 2010—2020 年 CNKI 数据库中的 CSSCI 为数据来源,使用 CiteSpace 绘制科学知识图谱,开展中国水资源研究时空知识图谱分析、关键词共现分析与聚类分析、关键词突变分布的可视化分析。研

究表明,水资源研究一直是中国政府管理部门和学术界关注的热点,近 10 年来年发文量基本保持在 300 篇以上。中国水资源研究主要集中在水资源承载力、水资源管理、水资源利用、水资源配置等方面,学者们多采用指标体系、熵权法、主成分分析法、模糊综合评价等方法,开展水资源配置与评价研究。未来,水资源承载力、水资源管理、水资源利用、水资源优化配置仍是中国水资源研究的热点问题。

## 参考文献

[1] 顾冬冬. 基于 CiteSpace 的农业水资源利用研究进展[J]. 新疆农垦经济, 2020(4): 84—92.

[2] CHEN C M. Searching for intellectual turning points: Progressive knowledge domain visualization[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2004, 101: 5303—5310.

[3] 伍新木, 任俊霖, 孙博文, 等. 基于文献分析工具的国内水资

- 源管理研究论文的可视化综述[J]. 长江流域资源与环境, 2015, 24(3): 489—497.
- [4] 孙新宇, 姜华. 国内外高等教育研究主题之比较分析[J]. 教育学术月刊, 2014(1): 19—24.
- [5] 陈思源, 陆丹丹, 程海梅. 基于科技文本挖掘的我国水资源研究知识图谱分析[J]. 水文, 2019, 39(2): 61—66.
- [6] 施雅风, 曲耀光. 乌鲁木齐河流域水资源承载力及其合理利用[M]. 北京: 科学出版社, 1992: 48—63.
- [7] 姚治君, 王建华, 江东, 等. 区域水资源承载力的研究进展及其理论探析[J]. 水科学进展, 2002(1): 111—115.
- [8] 段春青, 刘昌明, 陈晓楠, 等. 区域水资源承载力概念及研究方法的探讨[J]. 地理学报, 2010, 65(1): 82—90.
- [9] 席丹墀, 许新宜, 韩冬梅, 等. 京津冀地区水资源承载力评价[J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 2017, 53(5): 575—581.
- [10] 曹丽娟, 张小平. 基于主成分分析的甘肃省水资源承载力评价[J]. 干旱区地理, 2017, 40(4): 906—912.
- [11] 杨琳琳, 李波, 付奇. 基于 BP 神经网络模型的新疆水资源承载力情景分析[J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 2016, 52(2): 216—222.
- [12] 赵静, 王颖, 赵春子, 等. 延边州水资源生态足迹与承载力动态研究[J]. 中国农业大学学报, 2017, 22(12): 74—82.
- [13] 伍新木, 任俊霖, 孙博文, 等. 基于文献分析工具的国内水资源管理研究论文的可视化综述[J]. 长江流域资源与环境, 2015, 24(3): 489—497.
- [14] 王亚华. 以高质量发展为主题编制好“十四五”水利规划[J]. 中国水利, 2021(2): 3, 9.
- [15] 李蓉琳. 中国水资源管理创新研究[J]. 经济研究导刊, 2020(25): 152—153.
- [16] 魏素娟, 张钰. 基于 AHP 法对甘肃内陆河流域水资源可持续利用的评价[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(1): 483—485.
- [17] 祝慧娜, 袁兴中, 梁婕, 等. 河流水环境污染风险模糊综合评价模型[J]. 中国环境科学, 2011(3): 166—171.
- [18] 孟令爽, 唐德善, 史毅超. 基于主成分分析法的用水效率评价[J]. 人民长江, 2018, 49(5): 36—40.
- [19] 赵晨, 王远, 谷学明, 等. 基于数据包络分析的江苏省水资源利用效率[J]. 生态学报, 2013(5): 1636—1644.
- [20] 吴琼, 常浩娟, 刘昭. 基于聚类的我国各地区水资源利用效率分析[J]. 人民长江, 2018, 49(14): 55—60.
- [21] 卢文峰, 胡蝶. 水资源配置研究概述[J]. 人民长江, 2014, 45(S2): 1—5.
- [22] 聂春霞, 李韧. 基于水安全的区域水资源配置方案评价及优选——以天山北坡城市群为例[J]. 生态经济, 2020, 36(7): 154—163.
- [23] CHEN C M, IBEKWE-SANJUAN F, HOU J H. The structure and dynamics of cocitation clusters: A multiple-perspective cocitation analysis[J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2010, 61(7): 1386—1409.
- [24] CHEN C M, SONG M. Visualizing a field of research: A methodology of systematic scientometric reviews[J]. Plos One, 2019, 14(10): e0223994.
- [25] 陈绍辉, 王岩. 中国社会思潮研究的科学知识图谱分析——基于 CiteSpace 和 Vosviewer 的综合应用[J]. 上海交通大学学报(哲学社会科学版), 2018, 26(6): 22—30.

## Visual Analysis on the Research Focus and Evolution of Water Resources in China

WU Dan<sup>1</sup>, XIANG Xiao-qian<sup>1</sup>, JI Chen-hui<sup>2</sup>

(1. School of Economic & Management, North China University of Technology, Beijing 100144, China;

2. Math Department, Imperial College London, London SW7 2AZ)

**Abstract:** With "water resources" as the key word, 3070 CSSCI retrieval literatures from 2010 to 2020 were selected from CNKI database. Based on the bibliometric CiteSpace visualization analysis software, the research status and hot spots of water resources in China in recent 10 years were analyzed from the aspects of literature quantity, author cooperation, institutional cooperation and keywords. The research shows that: in recent 10 years, water resources research has been a hot research topic of the government and academia. As high-frequency keywords, water resources carrying capacity, water resources management, water resources utilization and water resources allocation have become the most concentrated research focus of scholars. According to the distribution of the publishing institutions of scholars, the publishing institutions are mainly concentrated in four universities, including Hohai University, University of Chinese Academy of Sciences, Wuhan University and Zhengzhou University, and two scientific research institutes includes China Institute of Water Resources and Hydropower Research and Institute of Geographical Sciences and resources of Chinese Academy of Sciences. In addition, close exchanges and cooperation have been maintained between the publishing institutions. From the perspective of the development trend of water resources research, the adaptability of water resources regulation and economic and social development, the coupling and coordination of water resources and industrial structure will become the focus of future research.

**Key words:** CiteSpace; water resources; knowledge map; keywords; hotspot analysis

# 粤西区域科技协同创新研究

李嘉文, 居占杰

(广东海洋大学 经济学院, 广东 湛江 524088)

**摘要:**伴随着新一轮科技革命和产业革命的到来,科技创新已逐渐成为一个国家和地区发展的主要驱动力。立足科技协同创新视角,基于粤西地区 2010—2017 年相关科技创新数据,采用复合系统协同度模型对粤西区域科技协同创新水平进行实证研究。结果发现:粤西各城市在区域层面整体的科技创新协同性较弱,且存在明显的不稳定性;同时,粤西各城市内部科技创新子系统的协同水平较低,茂名市甚至处于非协同状态,各科技创新主体协同能力较弱。为此,提出相关对策建议,旨在提升粤西区域科技协同创新能力,从而推动粤西区域经济的高质量发展。

**关键词:**科技协同创新;创新复合系统;协同度

**中图分类号:**F124.3   **文献标志码:**A   **文章编号:**1671-1807(2021)10-0049-06

进入知识经济时代,科技创新力成为各国经济发展的重要驱动力量,也是推动社会经济高质量的重要支撑。世界各国的竞争也从单纯的经济竞争、产业竞争转向科技创新方面的竞争。各经济主体也逐渐意识到谁拥有更强的科技创新能力,谁就更可能在世界经济发展中抢占先机。科技协同创新是加快提高科技创新能力的重要途径之一,为此,促进区域科技协同创新已经成为各地区推动科技进步和创新发展的任务。目前,对于区域科技协同创新的定义不一,鄢波等认为区域科技协同创新是指区域内政府、企业、高校、等创新主体,通过资源共享、交流合作等形成的创新网络,从而实现区域经济水平提升<sup>[1]</sup>。岑晓腾等给出了相似的解释<sup>[2]</sup>。Guan 基于复杂网络视角分析区域协同创新发展演化,并且阐明了区域协同创新系统中高校、研究所、企业、中介组织、金融机构、政府等要素的运作过程<sup>[3]</sup>。总的来说,区域科技协同创新离不开合作、共享与交流等关键词。

早期关于区域科技协同创新研究中定性分析的文献较多,随着区域科技协同创新研究的深入,区域科技协同创新在实证方面的文献不断丰富。在定性研究方面主要集中在区域科技协同创新发展路径、机制、体系方面,如郭斌基于日韩都市圈科技协同创新的经验借鉴,提出构建京津冀都市圈科技协同创新相关对策建议<sup>[4]</sup>;郑文江等从驱

动因素、合作层次以及创新模式 3 个方面分析了珠三角与香港区域科技协同创新体系<sup>[5]</sup>。在实证方面的研究主要集中在区域科技协同水平评价、区域科技协同创新绩效评价、影响因素以及科技创新与金融等方面协同研究。李刚运用数据包络分析(DEA)法测算了晋陕豫冀蒙地区间科技协同创新绩效水平<sup>[6]</sup>。崔志新利用 2005—2016 年京津冀和长三角区域面板数据,从区域内和跨区域两个层面对区域技术创新协同影响因素进行实证分析<sup>[7]</sup>。郝金磊等基于 2009—2015 年省级面板数据,研究了中国科技协同创新与经济增长的时空差异<sup>[8]</sup>。

目前,在区域科技协同创新能力方面的测度评价研究主要集中在两大方面:一是区域内部各科技创新主体间的协同创新。李海超等利用创新复合协同度模型对 2009—2015 年中国 31 省市区科技创新子系统的协同度进行了实证研究,发现科技创新内部子系统的不足容易导致整个科技创新系统的不协同<sup>[9]</sup>;岑晓腾等从创新环境、效果、投入和协同能力 4 个维度构建区域科技创新协同系统,基于耦合协调模型,对沪嘉杭三地间的科技协同创新情况进行了评价<sup>[2]</sup>。二是打破行政区域界线的省市区间的跨区域科技主体的协同创新。孙丽文等对京津冀地区的整体创新协同度进行了实证研究,发现京津两地的创新协同度高于京津冀<sup>[10]</sup>。蹇令香等利

**收稿日期:**2021-04-22

**作者简介:**李嘉文(1996—),女,广东云浮人,广东海洋大学经济学院,硕士研究生,研究方向为应用经济学;通信作者居占杰(1962—),男,河南信阳人,广东海洋大学经济学院,教授,研究方向为产业经济学。

用复合系统协同度模型对粤港澳大湾区 2008—2017 年的整体科技协同度进行研究<sup>[11]</sup>。关于科技创新协同度的测度,比较常用的方法主要是创新复合系统协同度模型。

综上所述,虽然科技协同创新方面的研究成果在不断丰富,但是关于区域科技协同问题的研究主要集中在京津冀、长三角等发达区域的研究,较少对经济欠发达地区进行分析。粤西是指广东西部的湛江、茂名、阳江,是广东区域发展过程中的重要一翼。本文立足协同创新理论,对粤西城市整体的科技创新协同度和各城市内部科技创新子系统协同度进行研究,提出关于促进粤西区域科技协同创新力提升的相关对策建议,对粤西区域科技创新竞争力提高、推动经济的高质量发展具有重要意义。

1 模型建立及科技创新系统构建

1.1 复合系统协同度模型建立

复合系统协同度模型构建过程如下:

区域科技创新协同系统  $S = \{S_1, S_2, \dots, S_n\}$ ,  $S_k$  是系统  $S$  的第  $k$  个科技创新子系统,  $k = 1, 2, \dots, n$ , 每个子系统有多个序参量组成。 $S$  代表粤西地区科技创新复合系统,  $S_k$  则表示粤西区域科技创新子系统。子系统的序参量为  $Z_k = (z_{k1}, z_{k2}, \dots, z_{kj})$ , 其中,  $j \in [1, n], n \geq 1$ 。 $\alpha_{ki}, \beta_{ki}$  分别为子系统序参量分量的上、下限,且  $\alpha_{ki} \leq z_{ki} \leq \beta_{ki}$ 。序参量分量  $z_{ki}$  的有序度  $y_{ki}$  公式如下,其中式(1)用于正向指标,式(2)用于负向指标。

$$y_{ki} = \frac{z_{ki} - \alpha_{ki}}{\beta_{ki} - \alpha_{ki}} \tag{1}$$

$$y_{ki} = \frac{\beta_{ki} - z_{ki}}{\beta_{ki} - \alpha_{ki}} \tag{2}$$

通过熵值法赋予子系统序参量权重 $\gamma_i$ ,通过线

性加权法测算某子系统的有序度  $g_k$ , 表达式如式(3)所示,其中  $\gamma_i \geq 0$  且  $\sum_{j=1}^n \gamma_i = 1$ 。

$$g_k = \sum_{j=1}^n \gamma_i y_{ki} \tag{3}$$

以  $t_0$  作为初始时刻,子系统  $S_k$  的有序度为  $y_k^0$ , 协同演化至  $t_1$  时刻,子系统  $S_k$  的有序度为  $y_k^1$ ,构建区域科技创新复合系统协同度  $C$  模型为

$$C = \theta \sum_{j=1}^n \omega |y_k^1 - y_k^0| \tag{4}$$

式中:  $\omega_k \geq 0$  且  $\sum_{j=1}^n \omega_k = 1$ ;  $\theta = \begin{cases} 1, & y_k^1 - y_k^0 > 0 \\ -1, & y_k^1 - y_k^0 < 0 \end{cases}$ , 参

数  $\theta$  的主要作用是用于判断复合系统是否有正的协同度,只有在  $y_k^1 - y_k^0 > 0$  成立时,复合系统的协同度才能为正。协同度模型  $C$  的取值范围是  $[-1, 1]$ ,当协同度  $C$  为正时,说明科技复合创新系统处于协同发展状态,反之,当协同度为负数时,则科技创新系统是不协同、无序的。一般来说,当  $-1 \leq C \leq 0$  时,复合系统处于非协同的状态,当  $0 \leq C \leq 0.3$  时,则说明复合系统处于低度协同的状态,当  $0.3 \leq C \leq 0.7$  时,复合系统处于一般协同的状态,而当  $0.7 \leq C \leq 0.1$ ,复合系统则属于高度协同状态。

1.2 区域科技创新系统构建

在区域科技创新系统构建方面,目前的研究文献不断在丰富,不同的学者根据各自研究的视角以及区域的不同,科技创新系统的构建有一定的差异。参考已有文献的研究成果,坚持科学性、可操作性原则,从粤西科技创新的实际以及研究数据的可得性,从研究与开发机构、高校、企业以及支持环境四大子系统构建粤西区域科技创新系统,共包含了 18 项序参量,见表 1。

表 1 粤西区域科技创新系统

子系统	序参量	属性
研究与开发机构子系统	机构数 $X_{11}$ (家)	正
	科研机构基本建设完成额 $X_{12}$ (万元)	正
	科技机构从业人数 $X_{13}$ (人)	正
	R&D 折合全时工作量 $X_{14}$ (人年)	正
	R&D 经费内部支出 $X_{15}$ (千元)	正
	R&D 课题数 $X_{16}$ (项)	正
	发表科技论文数 $X_{17}$ (篇)	正
	专利申请授权数 $X_{18}$ (项)	正
高校子系统	高校数 $X_{21}$ (所)	正
	本专科在校生人数 $X_{22}$ (人)	正
	教育财政支出占财政公共预算的比重 $X_{23}$ (%)	正



续表 1

子系统	序参量	属性
企业子系统	规模以上工业企业 R&D 活动人员 $X_{31}$ (人)	正
	规模以上工业企业内部经费支出 $X_{32}$ (亿元)	正
	规模以上工业企业新产品产值 $X_{33}$ (万元)	正
	规模以上工业企业新产品销售收入 $X_{34}$ (万元)	正
支持环境子系统	区域 R&D 经费内部支出中政府资金 $X_{41}$ (千元)	正
	区域 R&D 经费内部支出中境外资金 $X_{42}$ (千元)	正
	区域 R&D 经费内部支出中其他资金 $X_{43}$ (千元)	正

2 实证分析

2.1 数据来源及处理

数据主要来源于 2011—2018 年《广东科技统计年鉴》《广东统计年鉴》以及各地级市统计年鉴,由于 2009 年开始《广东科技统计年鉴》部分指标的统计口径的变化以及年鉴只更新到 2018 年,此次实证研究的数据时间跨度为 2010—2017 年。在数据收集的过程中有少数个别指标的年份数据缺失,采取平均法进行插值。另外,为了避免不同指标单位的差异影响实证的进行,对数据进行了无量纲化处理。

2.2 序参量权重确定

关于此次粤西区域科技创新协同系统序参量权重,主要采用熵值法,熵值法最初起源于热力学,后被引入解决人文社科问题,在指标赋权方面的应用比较广泛,这一方法比较具有客观性。使用 MATLAB 软件对数据进行标准化处理并计算出粤西区域科技协同创新系统中序参量的权重,见表 2。

表 2 粤西区域科技创新子系统序参量权重

子系统	序参量	权重
研究与开发机构子系统	机构数	0.056 4
	科研机构基本建设完成额	0.195 7
	科技机构从业人数	0.106 2
	R&D 折合全时工作量	0.089 1
	R&D 经费内部支出	0.078 5
	R&D 课题数	0.167 5
	发表科技论文数	0.121 7
	专利申请授权数	0.185 0
高校子系统	高校数	0.462 9
	本专科在校生人数	0.342 0
	教育财政支出占财政公共预算的比重	0.195 1
企业子系统	规模以上工业企业 R&D 活动人员	0.165 1
	规模以上工业企业内部经费支出	0.138 5
	规模以上工业企业新产品产值	0.198 2
	规模以上工业企业新产品销售收入	0.498 2
支持环境子系统	区域 R&D 经费内部支出中政府资金	0.101 8
	区域 R&D 经费内部支出中境外资金	0.630 0
	区域 R&D 经费内部支出中其他资金	0.268 2

2.3 粤西区域科技创新系统序参量有序度

通过把 2010—2017 年粤西各市科技创新系统中序参量的数据代入有序度公式中运算得出各子系统的有序度以及粤西区域各地级市科技创新系统的整体有序度,有序度的结果见表 3。

1) 湛江市科技创新系统有序度。2010—2017 年呈现一个波动上升的态势,2017 年科技创新系统的有序度更是达到了 0.091 1,有序度较低的是 2010 年 0.048 2。从各科技创新子系统对湛江市科技创新系统的贡献率来看,总的来说,研究与开发机构子系统和高校子系统对湛江市科技协同创新有序度的贡献度是较大的,企业子系统以及支持环境子系统的贡献度是相对较低的,说明湛江市科技创新系统发展的过程中,企业科技创新力以及支持环境体系方面的建设较弱。

2) 茂名市科技创新系统有序度。茂名市 2010—2017 年科技创新系统有序度是呈现一个波动下降的态势,从 2010 年的 0.091 1 下降到 2017 年的 0.029 9。从各子系统对茂名市科技创新系统有序度的贡献情况来看,企业子系统对茂名市科技创新系统有序度的贡献较大,且随着时间的推移,贡献度呈现一个波动下降再上升的趋势,基本上与茂名市科技创新系统的整体有序度保持着同向变动,反映了企业子系统在茂名市科技创新过程中扮演着重要的角色;另外,研究与开发机构子系统、支持环境子系统对茂名市科技创新系统有序度的贡献呈现波动下降趋势,且在茂名市近几年科技协同创新发展过程中表现出明显的不稳定性,而高校子系统在茂名市科技创新系统中的贡献度表现出小幅度波动上升趋势。

3) 阳江市科技创新系统有序度。从阳江市 2010—2017 年科技创新系统有序度来看,2015 年科技创新协同系统有序度达到最高值 0.019 4,最低值是 2010 年的 0.001 6,科技创新系统的整体有序度整体处于波动上升态势,但有序度的波动较大,其中对阳江市科技创新协同系统有序度贡献比较大的主要

是企业子系统,研究与开发机构子系统、高校子系统、支持环境子系统贡献相对较小,且具有不稳定性。

表 3 粤西区域科技创新系统序参量有序度

城市	年份	研究与开发机构子系统	高校子系统	企业子系统	支持环境子系统	有序度
湛江	2010	0.087 5	0.080 3	0.012 1	0.000 0	0.048 2
	2011	0.103 9	0.121 2	0.014 9	0.021 8	0.063 4
	2012	0.082 8	0.071 1	0.022 5	0.041 4	0.052 3
	2013	0.085 1	0.072 6	0.024 6	0.016 3	0.048 8
	2014	0.109 3	0.072 7	0.035 5	0.039 2	0.060 3
	2015	0.088 3	0.082 6	0.038 8	0.077 5	0.067 3
	2016	0.084 1	0.093 4	0.039 1	0.042 3	0.059 7
	2017	0.144 3	0.109 8	0.091 6	0.081 4	0.091 1
茂名	2010	0.024 5	0.020 1	0.199 0	0.078 6	0.079 2
	2011	0.021 6	0.085 5	0.044 9	0.069 7	0.054 8
	2012	0.027 8	0.022 1	0.051 4	0.148 0	0.073 4
	2013	0.018 5	0.024 3	0.047 0	0.027 7	0.027 3
	2014	0.017 6	0.024 4	0.057 3	0.019 2	0.028 3
	2015	0.015 7	0.025 6	0.058 3	0.001 1	0.026 4
	2016	0.015 8	0.027 3	0.053 8	0.008 4	0.025 9
	2017	0.019 4	0.028 2	0.062 9	0.012 2	0.029 9
阳江	2010	0.003 3	0.002 0	0.000 0	0.003 3	0.001 6
	2011	0.005 3	0.018 3	0.008 8	0.001 3	0.008 8
	2012	0.011 4	0.003 6	0.010 7	0.012 8	0.008 7
	2013	0.005 1	0.003 1	0.015 7	0.005 7	0.007 3
	2014	0.004 7	0.003 2	0.018 4	0.005 7	0.008 2
	2015	0.011 6	0.002 6	0.044 6	0.010 8	0.019 4
	2016	0.008 9	0.002 8	0.020 3	0.273 2	0.098 0
	2017	0.003 7	0.003 2	0.027 9	0.002 6	0.011 6

2.4 粤西区域科技创新协同度

2.4.1 粤西区域科技创新协同度权重

基于粤西区域各城市科技创新系统有序度,为了进一步分析粤西区域科技创新的整体协同情况,此处区域整体科技创新复合协同度模型的权重参考了鲁继通<sup>[12]</sup>、孙丽文等<sup>[10]</sup>对京津冀协同创新研究中复合系统协同度模型中权重的取值法,即

$$\omega_k = \frac{GDP_i}{\sum_{i=1}^n GDP_i}.$$

(5)

2.4.2 粤西区域科技创新协同度分析

通过测算 2010—2017 年粤西三市在区域科技创新发展过程中的协同度情况,反映粤西区域在科技创新过程中整体的协同发展水平。2011—2017 年粤西区域科技创新复合协同度见表 4。

从 2011—2017 年粤西区域整体科技创新复合协同度来看,2011 年、2013—2015 年以及 2017 年粤西三市间的科技创新复合协同度都是负值,说明此时粤西三市间科技创新发展处于非协同的状态,2012、2016 年粤西三市间科技创新复合协同度值为

正,但均小于 0.3,反映科技创新发展处于低度协同状态。总的来看,2011—2017 年粤西区域科技创新水平整体多处于不协同的状态,且粤西区域的科技协同创新发展具有明显的不稳定性。

从粤西区域内部两城市间的科技创新协同度来看,2011—2017 年湛江与茂名两市的科技创新协同度以及茂名与阳江两市的科技创新协同度都为负值,说明湛江与茂名、茂名与阳江在科技创新方面是不协同的;而湛江与阳江两市间的科技创新协同度为正值,且整体处于一个波动上升的趋势,说明湛江、茂名在科技创新方面的协同程度在不断改善,这也反映了城市内部科技创新子系统的不协同会影响区域间的科技创新协同度。

从粤西各城市内部创新子系统的协同情况来看,2011—2017 年湛江内部各创新子系统的协同度都为正值,但均小于 0.3,说明 2011—2017 年湛江市内部科技创新系统整体处于低度协同的状态,总体来看协同性具有波动上升的趋势,但湛江科技创新系统内部的协同性波动较大。茂名 2011—2017 年除了 2012 年科技创新子系统的协同度为正

值外,其余年间均为负值,说明茂名市内部各科技创新子系统整体处于不协同状态。阳江市 2011—2017 年内部科技创新复合协同度为正值,反映了阳

江市内部各创新子系统具有一定的协同性,但是由于阳江市内部科技创新系统协同都小于 0.3,也显示了阳江市内部科技创新系统的协同程度较低。

表 4 2011—2017 年粤西区域科技创新复合协同度

城市	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
湛江	0.021 6	0.013 8	0.005 8	0.021 9	0.033 7	0.022 1	0.063 6
茂名	-0.015 1	0.002 1	-0.044 6	-0.046 2	-0.052 9	-0.050 6	-0.046 5
阳江	0.004 8	0.007 6	0.004 2	0.004 5	0.012 3	0.104 0	0.004 7
湛茂	-0.004 7	-0.000 9	-0.026 4	-0.020 2	-0.017 6	-0.021 5	-0.004 0
湛江	0.012 7	0.005 1	0.002 3	0.010 2	0.018 7	0.039 5	0.032 4
茂阳	-0.014 8	-0.001 7	-0.033 4	-0.032 0	-0.029 2	-0.005 2	-0.030 9
粤西	-0.002 5	0.000 6	-0.020 1	-0.014 8	-0.010 4	0.001 4	-0.001 4

2.5 实证结论

通过科技创新复合系统协同度模型对粤西区域科技创新协同度水平进行测度,实证结论如下:

1)2011—2017 年粤西三市间整体科技创新复合协同度处于非协同或低度协同状态,科技创新发展的协同水平波动较大,存在较大的不稳定性,说明粤西三市在科技协同创新方面存在协同的可能性,但是科技创新协同水平还比较低,科技创新协同发展还有很大的提升空间。粤西三市间科技创新协同水平低,甚至出现不协同状态,一方面由于各城市间内部科技创新主体协同创新合作不足,导致内部科技创新子系统协同度低,城市内部各科技创新主体协同性差,不稳定性较大;另一方面,基于三城市在区域层面上作为创新主体,各城市科技创新能力差异较大,在科技创新交流合作不足,协同能力较弱。要实现湛江、茂名、阳江三市在科技创新方面的协同,首先粤西城市间应加强科技创新的深度交流与合作。

2)科技创新子系统的协同情况在一定程度上影响一个地方的科技创新水平,也会影响区域内部城市间的科技创新协同水平。从粤西科技协同创新四个子系统内部协同状态来看,湛江和阳江处于低度协调阶段,而茂名处于不协同状态,总的来说,三市内部科技创新子系统的协同度由高到低是湛江市>阳江市>茂名市;从粤西区域内部城市间的科技创新协同度来看,湛江大于湛茂和茂阳城市间科技创新协同度,其中湛茂和茂阳城市间科技创新处于非协同状态,反映出区域内部城市科技创新系统的不协同是造成区域整体科技创新协同水平不高,甚至出现非协同状态的重要原因。

3)从粤西区域科技创新系统的有序度来看,其中有序度反映的是“贡献率”的大小,可以反映粤西各城市科技创新各序参量的贡献情况,从而为粤西

城市的跨行政边界进行科技协同创新提供参考依据。粤西各城市有序度结果显示,研究与开发机构子系统对湛江市科技协同创新有序度的贡献度是最大的,但支持环境子系统的贡献度是相对较低的,支持环境体系方面的建设较弱;企业子系统对茂名市科技创新系统有序度的贡献最大,且贡献度呈现一个波动上升的趋势,企业子系统在茂名市科技创新过程中扮演着重要的角色;另外,研究与开发机构子系统、支持环境子系统对茂名市科技创新系统有序度的贡献呈现波动下降趋势,且表现出明显的不稳定性;阳江市科技创新协同系统有序度贡献比较大的主要是企业子系统,研究与开发机构子系统、高校子系统、支持环境子系统贡献相对较小,且具有不稳定性;在粤西区域科技协同创新的过程中,粤西各城市应发挥各自优势,进行科技创新合作,弥补短板,提高区域整体的科技创新能力。

3 粤西区域科技协同创新对策建议

3.1 发挥政府在区域科技协同创新的支持作用

区域科技创新的协同发展离不开政府的支持与引导。首先,科研创新人才是区域科技创新的生力军,粤西各城市的政府部门协同制定人才引进计划,完善科技人才引进及管理及分配调用机制,制定科技人才引进专项基金,为粤西城市科技创新的协同发展以及科技创新能力的提高提供人才基础。其次,政府应牵头定期举办三地区科技协同创新论坛,为科研机构、高校、企业等科研主体提供近距离沟通交流的平台,定期发布地区科技创新近况,引导各科研主体加强科技创新活动关注和投入。同时,政府应紧抓粤西城市间具有共性的高新技术产业,以共性高技术产业发展作为区域的科技创新协同发展的切入点之一,加强区域科技创新产业合作。其三,政府应协同建立健全区域科技创新激励

政策,对于区域内在科技创新方面做出突出成就的科研机构单位或企业给予一定物质和非物质激励,提高区域内各创新主体协同创新的积极性。

### 3.2 加快区域科技协同创新资源共享机制建设

粤西地区的 3 个城市科技创新发展过程中,由于各城市经济发展水平不一,在创新投入、创新产出、科研机构以及支持体系方面存在较大的差异,所以粤西各城市在科技创新方面也难以协同,科技创新能力难以提高。要加强粤西地区的科技协同创新能力,就要加快区域科技资源的协同共享<sup>[13]</sup>。其一,湛江市在高校和科研机构数量上占据一定的优势,湛江市要加强与茂名市、阳江市在高校与科研机构方面的合作与资源共享,共享实验室资源,分享科技创新项目的开展经验,促进产学研的跨地区合作,联合开发科研项目和攻坚科研难题。其二,协同打造科技创新资源库和共享交流平台,一方面可以加强 3 个城市间科技创新信息的互联互通,另一方面可以降低各城市在科技创新基础设施建设方面的成本,提高科技平台资源的利用效率。

### 3.3 健全区域科技协同创新服务机制

健全区域科技协同创新服务机制,其一,粤西区域内的金融机构要加强对科技创新企业以及科技创新机构的金融服务支持,提供更便捷、更高效的科技金融服务以及更加丰富、更加多元化的科技金融产品,为高新技术企业提供更宽松的贷款环境以及提供资金支持。其二,加强知识产权保护服务,加快对相关知识产权法的宣传和普及,为区域内的高新技术企业和科研机构提供知识产权保护的深入解读服务,提供更便捷的知识产权申报服务路径。其三,联合打造区域协同创新服务平台,为进行科技协同创新的主体牵线搭桥,提供科技协同创新的中介服。

## 参考文献

- [1] 鄢波,杜军,潘虹.珠三角区域科技协同创新的现状、问题及对策[J].科技管理研究,2019,39(1):87-96.
- [2] 岑晓腾,苏竣,黄萃.基于耦合协调模型的区域科技协同创新评价研究——以沪嘉杭 G60 科技创新走廊为例[J].浙江社会科学,2019(8):26-33,155-156.
- [3] GUAN H L. An evolution model for regional collaborative innovation under the perspective of complex network[J]. Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, 2016, 31(3): 1319-1328.
- [4] 郭斌.京津冀都市圈科技协同创新的机制设计——基于日韩经验的借鉴[J].科学学与科学技术管理,2016,37(9):37-48.
- [5] 郑文江,俞佳敏,黄璐,等.区域科技协同创新体系分析框架研究——以珠江三角洲地区与香港的区域合作为例[J].科技管理研究,2019,39(24):47-53.
- [6] 李刚,梁凤艳,牛冲槐.煤炭资源聚集区省际科技协同创新绩效研究——基于中心-腹地模式[J].科技管理研究,2019,39(9):90-95.
- [7] 崔志新,陈耀.区域技术创新协同的影响因素研究——基于京津冀和长三角区域面板数据的实证分析[J].经济与管理,2019,33(3):1-8.
- [8] 郝金磊,尹萌.时空差异视角下我国科技协同创新与经济增长[J].经济与管理评论,2019,35(6):146-158.
- [9] 李海超,盛亦隆.区域科技创新复合系统的协同度研究[J].科技管理研究,2018,38(21):29-34.
- [10] 孙丽文,张蝶,李少帅.京津冀协同创新能力测度及评价[J].经济与管理,2018,32(3):12-16.
- [11] 蹇令香,李辰曦,曹卓久.粤港澳大湾区科技创新协同发展研究[J].管理现代化,2020,40(1):16-20.
- [12] 鲁继通.京津冀区域协同创新能力测度与评价——基于复合系统协同度模型[J].科技管理研究,2015,35(24):165-170,176.
- [13] 孙彦明,赵树宽,王泷,等.协同创新视阈下科技资源共享机制研究[J].科技管理研究,2017,37(13):1-8.

## Research on Collaborative Innovation of Science and Technology in Western Guangdong

LI Jia-wen, JU Zhan-jie

(School of Economics, Guangdong Ocean University, Zhanjiang Guangdong 524088, China)

**Abstract:** With the advent of a new round of technological and industrial revolutions, technological innovation has gradually become the main driving force for the development of a country and region. Based on the perspective of scientific and technological collaborative innovation and the relevant scientific and technological innovation data in western Guangdong from 2010 to 2017, using a composite system synergy model to conduct an empirical study on the level of scientific and technological collaborative innovation in western Guangdong. The results found that the overall technological innovation synergy of the cities in western Guangdong is weak at the regional level, and there is obvious instability; at the same time, the synergy level of the internal technological innovation subsystems of the cities in western Guangdong is low, and Maoming is even in a non-cooperative state. The synergy of various scientific and technological innovation entities is weak. Therefore, the paper puts forward countermeasures and suggestions so as to enhance the ability of scientific and technological collaborative innovation, thereby promoting high-quality development of the regional economy in western Guangdong.

**Key words:** technological collaborative innovation; innovative composite system; synergy

# 筹资者社会责任对奖励型众筹融资绩效的影响

王文利, 丰娇弟, 甄 烨

(太原科技大学 经济与管理学院, 太原 030024)

**摘要:**筹资者在研发生产产品的过程中,如果履行社会责任,可能会加大资金投入,造成资金约束的问题。众筹融资模式以其低成本、低门槛等特点,成为筹资者青睐的融资方式。以京东众筹科技类产品为研究对象,通过建立结构方程模型,研究具有资金约束的筹资者履行社会责任对众筹融资绩效的影响及影响路径。结果表明:履行社会责任的筹资者与未履行社会责任的筹资者相比,会获得更高的融资绩效;筹资者履行社会责任可以作为企业质量信号;产品创新在筹资者社会责任对融资绩效的影响关系中起着中介作用;创业激情会正向调节筹资者社会责任和产品创新之间的正相关关系。

**关键词:**社会责任;众筹;创新;创业激情

**中图分类号:**F270.7   **文献标志码:**A   **文章编号:**1671-1807(2021)10-0055-09

随着中国经济从高速发展向高质量发展转变,企业在履行社会责任方面扮演着越来越重要的角色。同时消费者的社会责任意识也逐渐提高,在购买产品时,会倾向于选择履行社会责任的企业生产的产品。企业社会责任是指企业出于自身的道德观或为了保护社会环境、维护和遵守法律制度、促进企业经济发展和营造良好的企业文化氛围而自愿履行的社会责任<sup>[1]</sup>。企业的社会责任要求企业在生产过程中加强对人的价值的关注,以及对环境、消费者和社会的贡献。如杭州老板电器股份有限公司,为了减少环境污染,在研发老板电器的过程中进行了技术创新,推出了绿色电器产品,其销售量增加<sup>[2]</sup>。紫金矿业因遵守相关法律制度,大大减少污染事故的发生,被大众称为“诚信企业”<sup>[3]</sup>。通过履行企业社会责任,两个企业都获得了消费者的关注与认可。但是企业履行社会责任,必然要进行产品研发与创新,与资金较雄厚的杭州老板电器股份有限公司相比,紫金矿业因研发创新投入成本太高,存在较大的资金约束。

随着互联网的快速发展,众筹作为一种互联网金融融资模式,逐渐进入大众的视线。众筹是指个人或企业将自己的创意想法通过众筹平台进行展示,感兴趣的投资者通过平台进行投资,帮助创意

者将想法落地的一种融资模式。目前众筹融资模式主要有股权众筹模式、奖励众筹模式、债权众筹模式以及公益众筹。相比于传统融资需要以固定资产等进行抵押才能获得融资的模式,众筹以其成本低、门槛低等特点,成为具有资金约束的中小企业青睐的融资模式。但据调查显示,众筹融资的成功率不是很高,如京东众筹平台自 2014 年上线至 2020 年,共有 21 050 个项目参与融资,但融资成功的项目只有 139 个,融资成功率不足 0.67%。因此,提高众筹平台的融资绩效成为学术界研究的重点。

对于众筹融资绩效的研究,学者们主要集中于项目描述信息、项目类型、筹资者拥有的社会资本和投资者的风险偏好及投资动机对众筹融资绩效的影响<sup>[4-5]</sup>。而在企业社会责任与众筹融资绩效关系的研究中,学者们主要集中于研究大企业履行社会责任情况与融资绩效的关系,鲜有文献关注中小企业履行社会责任情况与融资绩效的关系。且对企业社会责任的研究主要包括经济、企业文化、法律、道德和社会环境 5 个方面的内容<sup>[1]</sup>,很少关注企业在研发生产产品上履行的社会责任,如企业为了保护环境,减少环境污染,进行研发或引进绿色技术,生产绿色产品。学者们的成果主要集中在以下

**收稿日期:**2021-04-23

**基金项目:**山西省高校人文社科重点研究基地项目(201801030);山西省软科学项目(2017041012-1);山西省规划办社科项目(W20191016);山西省软科学项目(2018041052-3)。

**作者简介:**王文利(1982—),男,山西太原人,太原科技大学经济与管理学院,教授,博士,研究方向为供应链管理;丰娇弟(1994—),女,山西朔州人,太原科技大学经济与管理学院,硕士研究生,研究方向为互联网金融。

3个方面。①从价值共创角度对众筹项目研究,发现投资者感知的项目社会责任感会促进融资绩效<sup>[6]</sup>;②从投资者角度,使用利他主义理论,研究发现众筹平台的投资者可能出自社会责任参与投资<sup>[7]</sup>;③以股权众筹平台为研究对象,认为应提高众筹平台进入门槛,以及平台应履行相关的社会责任,如加强监管制度、维护投资者利益或设置激励机制、激励筹资者参与众筹等<sup>[8]</sup>。但鲜有文献探讨筹资者的社会责任与奖励型众筹筹资绩效的关系。

因此,本文研究履行社会责任的中小企业与未履行社会责任的中小企业在奖励型众筹平台上所获融资绩效的差异,以及中小企业履行社会责任对融资绩效的影响机制。

基于奖励型众筹平台,通过构建结构方程模型,研究履行社会责任的筹资者和未履行社会责任的筹资者融资绩效的差异及筹资者社会责任对融资绩效的影响机制。所得出的研究结论不仅有助于丰富股权众筹的相关研究,并为拓宽中小企业的融资渠道提供了新的思路。

通过收集京东众筹平台中筹资者在研发生产产品的过程中履行社会责任和未履行社会责任的项目,并借助 stata 和 spss 软件,研究筹资者社会责任对融资绩效的影响及影响路径。在实证模型中认为,履行社会责任的筹资者与未履行社会责任的筹资者相比,更会提供高创新产品,且更容易吸引投资者投资。

## 1 研究假设

### 1.1 筹资者社会责任作为产品质量信号

筹资者社会责任像社会资本属性一样,可以作为产品质量的信号<sup>[9]</sup>。初创小企业自愿履行社会责任说明了筹资者拥有正确价值观和责任心,对产品的研发和生产有高标准、高要求;与不履行社会责任的筹资者相比,自愿履行社会责任的筹资者会提供更高质量、更多功能的产品,以增加企业竞争优势<sup>[10]</sup>。这类筹资者更有可能融资成功。因为筹资者研发产品的动机不只是来自经济动机,更多的是来自“我们大于我”的自身价值观,在研发生产的过程中会不断地尝试改善以提高产品的质量。利益相关理论认为企业自愿履行社会责任,会维护消费者权益,提高消费者对企业的信赖,促进消费者消费<sup>[11]</sup>。信号理论认为,具有社会责任的筹资者所发布的项目,可以减弱不对称性所带来的融资风险,促进投资者融资<sup>[12]</sup>。基于上述分析,提出以下基本假设。

假设 H<sub>1</sub>:筹资者社会责任可以作为产品质量信号,从而有利于融资绩效的提高。

### 1.2 筹资者社会责任与产品创新

参与众筹的初创小企业履行的社会责任主要体现在产品的类型和作用上,其具体表现在环境、弱势群体和公共健康3个方面<sup>[13]</sup>,如筹资者为了保护环境,可能在现有产品的基础上不断改进、创新。为了减弱不可降解的塑料袋对土地的污染,从而引进绿色技术研发可降解的塑料袋。儿童、孕妇等弱势群体对使用的产品的功能有特殊要求,因此,筹资者为了获得消费市场,针对儿童、孕妇等弱势群体研发生产产品时,会不断引入新技术,增加功能,实现创新,满足消费者需求<sup>[14]</sup>。随着经济的快速发展,人们认识到公共健康的重要性,对公共健康产品的市场需求逐渐增加。为保护社会群体的公共健康,企业会研发生产不同于市场的健康产品。总之,与不履行社会责任的初创小企业相比,履行社会责任的初创小企业更能生产出创新产品<sup>[15]</sup>。基于上述分析,提出以下假设。

假设 H<sub>2</sub>:筹资者履行社会责任有利于提高产品创新。

### 1.3 产品创新与融资绩效

投资者通常会通过评判企业创新能力的高低来决定是否参与投资<sup>[16]</sup>。在风险投资中,投资者会通过判断筹资者是否具有强大的创新能力来克服障碍,将创新想法变成产品,并无误地将生产出来的产品交给客户来决定是否投资。众筹平台是为了支持具备创新创意想法但缺乏资金的筹资者而产生的<sup>[17]</sup>。众筹平台的投资者与传统投资者一样也倾向选择高创新产品进行投资。他们认为投资低创新项目会承担损失,且低创新产品与高创新产品相比,融资成功率较低。在众筹平台中,投资者投资的是创新创意而不是已完成生产的产品,因此,技术创新在投入生产过程中具有复杂性、不稳定性和产品不能正常运作的风险<sup>[18]</sup>。但是与传统投资者相比,众筹平台的投资者承担的风险较小,因为奖励型众筹平台的运行机制是“All or nothing”,如果融资成功,投资者会得到回报产品;相反,众筹平台会把投资金额返还给投资者<sup>[19]</sup>。

此外,即使筹资者在众筹的过程中,没有设置奖励回报,一些投资者仍会支持创新创意。因为投资者会因发现新想法而兴奋,或从创新创意中得到启发,想要帮助筹资者把想法生产成产品<sup>[20]</sup>。因此,产品创新会吸引投资者投资。基于上述分析,

提出以下假设。

假设 H<sub>3</sub>: 产品创新与融资绩效呈现正相关关系。

1.4 产品创新的中介作用

一般而言,投资者会通过筹资项目的创新度衡量筹资企业盈利能力,从而判断是否参与投资。而消费者也倾向于选择高创新产品并愿意为高创新产品承担投资风险<sup>[21]</sup>。Lee 等<sup>[16]</sup>研究发现,筹资项目创新越高,投资人数越多,融资绩效越高。在众筹平台中,筹资者需要筹集足够的资金完成项目的研发生产。尤其是参与众筹的筹资项目一般是半成品或创新想法,且由于存在信息不对称性,众筹平台所展示的信息不能满足投资者对外部信号的需求<sup>[22]</sup>,投资者更容易被具有创新创意的产品吸引,从而参与投资。相较于未履行社会责任的筹资者,履行社会责任的筹资者为了达到保护环境,儿童、孕妇等弱势群体或研发公共健康产品的目标,会引进新技术或不断地改进原产品,增加产品功能,提高产品创新。且履行社会责任的筹资者会为了保护和消费者,研发生产高创新产品,从而吸引更多的潜在投资者,获得更多的资金支持。因此,履行社会责任的筹资者与未履行社会责任的筹资者相比,更能生产出高创新产品,项目也更能吸引投资者的注意。基于以上描述,提出以下假设。

假设 H<sub>4</sub>: 产品创新在筹资者社会责任对融资绩效的影响中起中介作用。

1.5 创业激情的调节作用

筹资者是否履行社会责任是反映产品质量的一个信号。从社会认同理论视角出发,认为筹资者社会认同感较强,会自愿做一些履行社会责任的事情。如筹资者会通过提高产品创新,进而提高产品质量来履行社会责任,而在这一过程中,筹资者社会责任对产品创新的影响程度会受到创业激情的影响。创业激情是对筹资者工作状态的描述,主要是指筹资者在研发和生产产品的过程中所产生的积极情绪。创业激情高的筹资者更加热爱解决产品在研发和生产中遇到的问题,并且会为之付出更多的资金和精力。相反,低创业激情的筹资者会认为以企业现在的技术成熟度或资金现状,该难题难以解决,甚至觉得没必要改进或没必要浪费精力和金钱,从而阻碍产品创新。基于上述描述,提出以下假设。

假设 H<sub>5</sub>: 创业激情会正向调节筹资者是否履行社会责任与产品创新之间的关系。即筹资者创业激情较高时,筹资者是否履行社会责任对产品创新

的正向影响会加强,反之,会减弱。

结合假设 4 和假设 5 所描述的关系,则表现为存在有调节的中介作用。具体而言,产品创新中介了筹资者是否履行社会责任对融资绩效的影响,但是该中介作用的大小会受到筹资者创业激情的调节。基于上述描述,进一步假设存在有调节的中介作用。

假设 6: 筹资者的创业激情正向调节,筹资者是否履行社会责任与融资绩效之间通过产品创新的间接关系。具体而言,这一间接关系在筹资者创业激情较高时,相对较强;而当筹资者创业激情较低时,相对较弱。具体影响路径如图 1 所示。

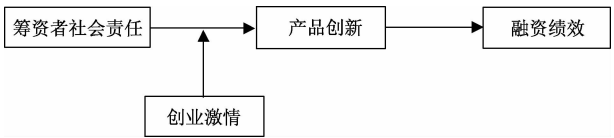


图 1 影响路径

2 研究设计

2.1 数据来源

Carroll 和 Archie 提出社会责任金字塔,认为企业履行的社会责任主要包括经济、企业文化、法律、道德和社会环境 5 个方面<sup>[1]</sup>,而众筹平台规定了筹资项目介绍的内容板块,因而无法从这 5 个方面体现筹资者履行社会责任的情况,但经过对每个项目的分析,认为可以从筹资项目的类型和作用来体现筹资者履行社会责任的情况,如筹资项目是关于保护环境、儿童和孕妇等弱势群体以及关于公共健康等方面的产品<sup>[13]</sup>。基于此,为了验证筹资者社会责任与融资绩效之间的关系及影响机制,收集了京东众筹平台上 2015 年 12 月 20 日到 2020 年 7 月 7 日期间发布的奖励型众筹项目作为研究对象。

为了消除不同的奖励对融资绩效的影响<sup>[23]</sup>,只收集产品或服务奖励的筹资项目。本文研究的是筹资者履行社会责任与未履行社会责任之间的融资绩效差异,不是随机发生率。因此使用比例设计的方法选取样本,使履行社会责任的筹资者发布的项目数与没有履行社会责任的筹资者发布的项目数大致相同<sup>[24]</sup>。即绿色产品、针对儿童和孕妇等特殊群体发起的项目和与公共健康相关的项目 135 个,来反映筹资者履行社会责任的情况;其他项目 148 个用来反映筹资者未履行社会责任。

2.2 变量说明

2.2.1 因变量

研究的是筹资者社会责任通过产品创新对融

资绩效的影响,因此,选取两个变量对融资绩效进行量化。第一个变量是实际完成额,指在筹资期间筹资者获得的总投资额。在项目筹资结束时,实际完成额大于目标金额,则筹资成功;否则筹资失败。第二个变量是支持者人数,指投资项目的总人数。拥有大量的投资者是筹资成功的关键。对实际完成额和支持者人数取对数,以减少其偏度对实验结果的影响。

2.2.2 自变量

筹资者社会责任是一个二分变量,因此,将筹资者履行社会责任记为 1,未履行社会责任记为 0。为了判断筹资者是否履行社会责任,通过其筹资项目类型和作用来体现。若筹资者发布的项目有利于保护环境、儿童和孕妇等弱势群体或与公共健康相关的,则认为该筹资者履行社会责任,否则认为筹资者未履行社会责任。

2.2.3 中介变量

京东众筹平台没有提供产品创新的数据,为了满足研究需求,使用已有文献开发的 4 项量表来量化产品创新性<sup>[26]</sup>,包括:①创造力/创新/创意;②发明(专利);③新(想法/问题/产品/技术/服务);④解决方案。通过整理每个筹资项目,并根据上述 4 类关键词,对产品创新进行打分。项目介绍中包

含几类关键词,该项目就得几分,如一个项目介绍中有创意和专利两类关键词,则这个项目的创新分数就为 2 分;项目介绍中只有创新、创意一类关键词,则该项目的创新分数为 1 分。

2.2.4 调节变量

同样,众筹平台没有提供关于筹资者创业激情的数据,为了满足研究问题的需要,选取已有文献开发的 4 项列表量化筹资者创业激情<sup>[26]</sup>,具体包括:①幸福/喜悦/享受;②想让产品或企业变得更好;③是企业重要组成部分;④发现新机会很兴奋。通过整理筹资者发布在众筹平台上的项目及团队介绍,寻找关键词,对筹资者创业激情进行打分,打分规则和产品创新打分规则相同。

2.2.5 控制变量

将筹资目标、投资者对筹资项目的评价数、筹资者与投资者的互动数、筹资者的社会资本、筹资者设立的奖励档位数、筹资者发布的项目是否有视频介绍作为控制变量。其中筹资者的社会资本,具体指筹资者在众筹平台发起的项目数和支持的项目数;筹资者发布的项目是否有视频介绍,用虚拟变量刻画,有视频介绍记为 1,否则记为 0。

对各变量的定义见表 1。

表 1 变量描述

变量类型	变量名称	变量含义
因变量	支持者人数(Backers)	筹资者在项目结束时,投资者人数
	实际完成额(Amount)	筹资者在项目结束时,实际筹资到的金额(元)
自变量	筹资者社会责任(CSR)	筹资者是否对环境、儿童和孕妇等弱势群体和群众公共健康履行社会责任
中介变量	产品创新(Innovation)	筹资者发布项目的创新度
调节变量	筹资者激情(passion)	筹资者在研发生产项目过程中所产生的积极情绪
控制变量	目标金额(Goal)	筹资者预期筹到的金额
	项目评价数(Evaluate)	投资者对项目评价的总数量
	筹资者发起的项目数(Financing)	筹资者在众筹平台上发起项目的总数量
	筹资者支持的项目数(SP)	筹资者在众筹平台上支持项目的总数量
	回报档位>Returns)	筹资者设定的回报档位的数量
	是否有视频宣传(Video)	项目呈现的信息中是否有视频宣传

2.3 模型设计

为了研究筹资者社会责任对融资绩效的影响及影响机制,借助 stata 软件,用最小二乘法对数据进行分层回归实证检验。具体模型如下:

Amount = ∂<sub>1</sub> + β<sub>1</sub>ln(CSR + 1) + β<sub>2</sub>b + u<sub>1</sub> (1)

Amount = ∂<sub>2</sub> + β<sub>3</sub>Innovation + β<sub>4</sub>b + u<sub>2</sub> (2)

Amount = ∂<sub>3</sub> + β<sub>5</sub>ln(CSR + 1) + β<sub>6</sub>Innovation ×

ln(passion + 1) + β<sub>7</sub>b + u<sub>3</sub> (3)

式中: ∂ 为截距项; β 为变量系数; b 为控制变量; u 为随机扰动项。

3 实证结果与分析

3.1 变量的描述性统计

样本数据的描述性统计见表 2。

从表 2 可以看出,筹资者社会责任的均值是



0.49,即筹资者履行社会责任的样本数量与未履行社会责任的样本数量大致相同。产品创新的均值是1.21,筹资项目的创新得分整体不高。支持者人数和实际筹资额的标准误差很大,说明投资者对不同的项目投资决策是不同的。

3.2 变量的相关性分析

对变量间的相关性进行检验,见表3。

从表3可以看出,自变量、中介变量和控制变量间的相关系数较小(小于0.3),说明变量之间高度不相关。

表 2 描述性统计

变量类型	变量名称	均值	标准差	最小值	最大值
因变量	支持者人数(Backers)	800.23	2 036.26	8	17 788
	实际筹资额(Amount)	173 192.4	629 236.4	5 254	10 073 060
自变量	筹资者社会责任(CSR)	0.49	0.5	0	1
中介变量	产品创新(Innovation)	1.21	1.11	0	4
调节变量	筹资者激情(Passion)	1.03	0.86	0	3
控制变量	目标金额(Goal)	78 446.96	87 477.87	5 000	1 161 549
	项目评价数(Evaluate)	73	79.30	5	871
	筹资者发起的项目数(Financing)	3	5.57	1	47
	筹资者支持的项目数(SP)	3	18.12	0	254
	回报档位>Returns)	5.48	3.1	0	40
	是否有视频宣传(Video)	0.62	0.66	0	1

表 3 变量相关性

变量	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1Backers	1.00										
2Amount	0.13	1.00									
3Goal	0.15	0.44	1.00								
4Evaluate	0.23	0.06	0.06	1.00							
5Financing	0.14	0.04	-0.04	-0.03	1.00						
6SP	0.01	0.06	0.06	-0.01	-0.01	1.00					
7Returns	0.38	0.17	0.07	0.19	0.19	-0.004	1.00				
8Video	-0.03	0.07	0.11	0.10	0.10	-0.10	-0.14	1.00			
9CSR	0.02	0.12	0.20	-0.09	-0.09	-0.02	-0.004	0.01	1.00		
10Innovation	0.01	0.14	0.15	-0.04	-0.04	-0.04	0.009	0.03	0.14	1.00	
11Passion	0.02	0.09	0.14	-0.02	-0.01	-0.02	0.01	0.03	0.3	0.3	1.00

3.3 共线性分析

对变量进行多重共线性检验,见表4。

表 4 变量多重共线性检验

变量	VIF	1/VIF
Goal	1.08	0.927 961
Evaluate	1.06	0.941 707
Financing	1.07	0.932 656
SP	1.09	0.918 879
Returns	1.05	0.955 512
Video	1.07	0.932 656
CSR	1.48	0.674 215
Innovation	1.49	0.672 590
Passion	1.22	0.817 890
Mean VIF	1.18	

从表4可以看出,所有变量的VIF值接近于1,且所有变量的Mean VIF的值仅为1.18,远远低于临界值10。所以,各变量间不存在严重的多重共线性问题。

3.4 回归分析

由表2可知,筹资者社会责任、目标金额、项目评价数、筹资者支持的项目数、回报档位、支持者人数和实际筹资额的离散程度较高,为了减少这些变量在数量级和量纲上的差异和使实证结果的精确度和准确度较高,对这些变量的原始数据做对数化处理。运用分层回归的方法对样本数据进行验证,结果见表5。

表 5 中介效应回归结果

因变量	实际筹资额 (Amount)				产品创新 (Innovation)
	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4	模型 5
ln(CSR+1)		0.23** (1.91)		0.11 (0.41)	1.75*** (10.58)
Innovation			0.08** (1.98)	0.06* (1.98)	
ln(Goal)	0.86*** (14.95)	0.84*** (14.69)	0.86*** (14.38)	0.85*** (14.38)	-0.14* (-1.65)
ln(Evaluate)	0.17*** (4.34)	0.19*** (5.86)	0.18*** (5.58)	0.19*** (5.58)	0.08 (1.33)
Financing	0.02 (1.5)	0.02 (1.32)	0.02 (1.37)	0.02 (1.37)	-0.01 (-0.94)
ln(SP+1)	0.001 (0.01)	0.004 (0.88)	0.004 (0.79)	0.001 (0.79)	0.03 (0.51)
ln>Returns)	0.23** (2.09)	0.22** (1.99)	0.22** (1.95)	0.22** (1.95)	0.07 (0.49)
Video	0.008 (0.13)	0.002 (0.32)	0.17 (0.01)	0.02 (0.01)	0.27** (2.27)
C	0.86 (1.28)	0.93 (1.98)	0.76 (1.72)	1.82 (1.72)	1.54 (1.64)
R²	0.66	0.67	0.67	0.67	0.30

注：N=273；P<0.1；\* P<0.05；\*\* P<0.01；\*\*\* P<0.001。下同。

表 5 为分层回归的实证结果。模型 1 对控制变量进行了回归；模型 2 在模型 1 的基础上加入了变量筹资者社会责任，筹资者社会责任正向影响实际筹资额( $\beta=0.23, P<0.01$ )， $H_1$ 得到了验证。模型 5 的结果表明了筹资者社会责任与产品创新呈正相关( $\beta=1.75, P<0.001$ )，验证了  $H_2$ 。模型 3 在模型 1 的基础上加入了变量产品创新，其显著正向影响实际筹资额( $\beta=0.08, P<0.01$ )， $H_3$ 成立。在模型 2 中，筹资者社会责任显著正向影响实际筹资额。模型 4 在模型 2 的基础上加入了变量产品创新，筹资者社会责任对实际筹资额的影响不显著( $\beta=0.11, P<0.1$ )，产品创新在筹资者社会责任对融资绩效的影响中起着完全中介作用， $H_4$ 成立。

表 6 为筹资者创业激情调节效应的分层回归结果。模型 6 对控制变量进行了回归。模型 7 在模型 6 的基础上加入了变量筹资者社会责任、创业激情和筹资者社会责任与创业激情的交互项，交互项对实际筹资额的影响系数是 0.05，且不显著，说明创业激情对筹资者社会责任与实际筹资额的直接作用不具有显著的调节效应。模型 8 在模型 6 的基础上加入了变量创业激情，产品创新及创业激情与产品创新的交互项，交互项对实际筹资额的影响系数是 0.04，且不显著，说明创业激情对产品创新与实际筹资额的作用不具有调节效应。模型 9 在模型 6 的基础上加入了变量筹资者社会责任、创业激情和

表 6 筹资者创业激情的调节效应回归结果

因变量	实际筹资额 (Amount)			产品创新 (Innovation)
	模型 6	模型 7	模型 8	模型 9
ln(CSR+1)		1.59 (0.96)		1.07*** (3.72)
ln(passion+1)		0.07 (0.78)	-0.01 (-0.06)	0.31** (2.06)
Innovation			0.02 (0.42)	
ln(CSR+1)× ln(passion+1)		0.05 (0.21)		0.70* (1.89)
Innovation× Passion			0.04 (0.98)	
ln(Goal)	0.86*** (14.95)	0.84*** (14.53)	0.85*** (14.38)	-0.18** (-2.3)
ln(Evaluate)	0.17*** (4.34)	0.19*** (4.83)	0.18*** (4.57)	0.07 (1.25)
Financing	0.02 (1.5)	0.02 (1.51)	0.02 (1.58)	-0.01 (-1.28)
ln(SP+1)	0.001 (0.01)	0.007 (0.15)	0.002 (-0.04)	0.04 (0.76)
ln>Returns)	0.23** (2.09)	0.23** (2.06)	0.23** (2.09)	0.09 (0.73)
Video	0.008 (0.13)	0.001 (-0.01)	0.01 (-0.22)	0.26 (2.27)
C	0.86 (1.28)	0.97 (1.45)	0.84 (1.22)	1.8 (2.12)
R²	0.66	0.67	0.53	0.35

筹资者社会责任与创业激情的交互项,交互项对产品创新显著正向影响,影响系数为 0.7,说明创业激情显著正向调节筹资者社会责任对产品创新的影响, H<sub>5</sub>成立。通过在创业激情均值的基础上加减一个标准差,把样本分为高低两组,做调节效应图(图 2),能够直观地反映调节效应。对创业激情较高的筹资者而言,筹资者社会责任与产品创新之间呈现出较强的正向关系;当筹资者创业激情较低时,筹资者社会责任对产品创新的影响作用减弱,斜率变小。

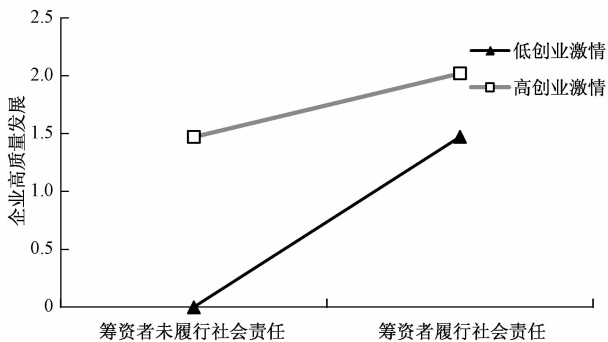


图 2 调节效应图

3.5 稳健性检验

选取支持者人数作为因变量对上述实证结果

进行检验。在模型 7 中筹资者社会责任显著正向影响支持者人数( $\beta=0.36, P<0.05$ )。在模型 8 中产品创新与支持者人数呈正相关( $\beta=0.11, P<0.05$ )。模型 9 在模型 8 的基础上加入变量筹资者社会责任,筹资者社会责任不显著影响支持者人数( $\beta=0.23, P<0.1$ )。得到的结论与上述结论一致,该实验通过了稳健性检验,见表 7。

选取支持者人数作为因变量对筹资者创业激情的调节效应结果进行稳健性检验。在模型 16 中筹资者社会责任与创业激情的交互项对支持者人数的影响系数为-0.53,且不显著。在模型 17 中产品创新与创业激情的交互项对支持者的影响系数是-0.01,且不显著。得到的结论与上述结论一致,该实验通过了稳健性检验,见表 8。

4 结论与启示

4.1 结论

收集“京东众筹”平台的科技型筹资项目数据,以筹资者融资绩效为研究对象,通过建立结构方程模型,探讨筹资者社会责任对众筹融资绩效的影响作用及影响路径。研究结论如下:

表 7 中介效应的稳健性检验

因变量	支持者人数(Backers)				产品创新(Innovation)
ln(CSR+1)		0.36* (1.66)		0.23 (0.99)	1.75*** (10.58)
Innovation			0.11* (1.68)	0.07 (0.98)	
ln(Goal)	-0.12 (-0.85)	-0.15 (-1.1)	-0.11 (-0.86)	-0.14 (-1.00)	-0.14* (-1.65)
ln(Evaluate)	0.55*** (6.74)	0.58*** (7.04)	0.56*** (6.86)	0.57*** (6.91)	0.08 (1.33)
Financing	0.03** (2.29)	0.03** (2.31)	0.04** (2.32)	0.04** (22.32)	-0.01 (-0.94)
ln(SP+1)	0.03 (0.44)	0.04 (0.52)	0.03 (0.43)	0.04 (0.48)	0.03 (0.51)
ln>Returns)	0.72*** (3.43)	0.71*** (3.4)	0.71*** (3.66)	0.71*** (3.67)	0.07 (0.49)
Video	0.11 (0.71)	0.10 (0.63)	0.07 (0.46)	0.08 (0.49)	0.27** (2.27)
C	3.45** (2.2)	3.51** (2.35)	3.29** (2.13)	3.39** (2.2)	1.54 (1.64)
R <sup>2</sup>	0.23	0.23	0.23	0.23	0.30

表 8 筹资者创业激情调节效应的稳健检验

因变量	支持者人数(Backers)			产品创新(Innovation)
	模型 15	模型 16	模型 17	模型 18
ln(CSR+1)		0.60* (1.66)		1.07*** (3.72)
ln(passion+1)		0.39* (1.85)	0.23 (1.08)	0.31** (2.06)
Innovation			0.10 (0.74)	
ln(CSR+1)×ln(passion+1)		-0.53 (-1.11)		0.70* (1.89)
Innovation×ln(passion+1)			-0.01 (-0.14)	
ln(Goal)	-0.12 (-0.85)	-0.16 (-1.12)	-0.14 (-0.99)	-0.18** (-2.3)
ln(Evaluate)	0.55*** (6.74)	0.57*** (6.96)	0.56*** (6.95)	0.07 (1.25)
Financing	0.03** (2.29)	0.04** (2.25)	0.03** (2.24)	-0.01 (-1.28)
ln(SP+1)	0.03 (0.44)	0.05 (0.71)	0.04 (0.56)	0.04 (0.76)
ln>Returns)	0.72*** (3.43)	0.68*** (3.56)	0.71*** (3.63)	0.09 (0.73)
Video	0.11 (0.71)	0.11 (0.69)	0.08 (0.51)	0.26 (2.27)
C	3.45** (2.2)	3.49** (2.23)	3.41** (2.15)	1.8 (2.12)
R <sup>2</sup>	0.23	0.23	0.23	0.35

1)在奖励型众筹平台中,筹资者社会责任可以作为项目质量信号。通过收集京东众筹平台科技型筹资项目数据,实证分析表明,筹资者发布的项目起到履行社会责任的作用会促进投资者参与投资。且投资者会通过筹资者责任作为产品质量的衡量指标。

2)筹资者社会责任对产品创新有显著的正向影响。

3)产品创新对融资绩效有显著的正向影响。众筹就是支持创新创意的平台,投资者倾向选择高创新的产品。

4)产品创新在筹资者社会责任对融资绩效的影响关系中起着中介作用。

5)创业激情会正向调节筹资者社会责任与产品创新之间的关系。

4.2 管理启示

根据结论,为初创小企业提出以下几点建议:  
①针对研究结果,认为研发生产绿色产品、针对儿童孕妇等特殊群体的产品或与公共健康相关的产

品的企业面对融资约束,可以选择参与众筹活动解决融资难的问题;②虽然筹资者履行社会责任可以作为企业的质量信号,但是该信号是潜在的、不可观察的,所以筹资者在项目介绍的部分应突出企业或团队创新能力以吸引投资者;③筹资者在研发生产产品的过程中应保有激情,这样会有利于克服产品在创新过程中遇到的困难,最终完成创新产品。

参考文献

[1] MCKENNY A F, ALLISON T H, KETCHEN D J, et al. How should crowdfunding research evolve? A survey of the entrepreneurship theory and practice editorial board[J]. Entrepreneurship Theory & Practice, 2017, 41(2): 291—304.

[2] 曾江洪,施凡. 内部社会资本对连续众筹项目融资绩效的影响——有调节的中介[J]. 软科学, 2019, 33(3): 61—64.

[3] 叶芳,杜朝运. 众筹参与者的行为决策机制:一个两阶段理论模型分析[J]. 金融经济研究, 2015, 30(4): 96—107.

[4] 刘志迎,彭宝安,马朝良. 奖励型众筹中的描述性信息会影响融资绩效吗? [J]. 外国经济与管理, 2018, 40(9): 84—95.

- [5] 李国鑫,王正沛.科技类奖励众筹支持者参与动机及参与意愿影响因素研究[J].管理学报,2016,13(4):580—587.
- [6] 郑海超,杨婷婷,陈冬宇,等.创新项目大众筹资:资助人公民行为的价值[J].科研管理,2015,36(11):37—46.
- [7] 刘征驰,马滔,周莎,等.极客经济、社群生态与互联网众筹产品定价[J].中国管理科学,2017,25(9):107—115.
- [8] 马永保.股权众筹市场准入条件的多视角分析[J].现代经济探讨,2015(10):50—54.
- [9] 陈承,王宗军,叶云.信号理论视角下企业社会责任信息披露对财务绩效的影响研究[J].管理学报,2019,16(3):408—417.
- [10] 权小锋,吴世农,尹洪英.企业社会责任与股价崩盘风险:“价值利器”或“自利工具”?[J].经济研究,2015,50(11):49—64.
- [11] POLLACK J M, BARR S, HANSON S. New venture creation as establishing stakeholder relationships: A trust-based perspective[J]. Journal of Business Venturing Insights, 2017, 7, 15—20.
- [12] DAVID J S A, BLAKLEY C D B, JUSTIN W C, et al. Signals' flexibility and interaction with visual cues: insights from crowdfunding science direct[J]. Journal of Business Venturing, 2018, 33(6): 720—741.
- [13] CARROLL A B. A Three-dimensional conceptual model of corporate performance[J]. Academy of Management Review, 1979, 4(4): 497—505.
- [14] 林洁珍,黄元山.从企业社会责任到社会创新:发展和伦理问题[J].伦理学研究,2018(6):92—97.
- [15] LIU B, SUN P Y, ZENG Y. Employee-related corporate social responsibilities and corporate innovation: evidence from China[J]. International Review of Economics & Finance, 2020, 70: 357—372.
- [16] LEE S U, PARK G, KANG J. The double-edged effects of the corporate venture capital unit's structural autonomy on corporate investors' explorative and exploitative innovation [J]. Journal of Business Research, 2018, 88: 141—149.
- [17] KUPPUSWAMY V, BAYUS B L. Crowdfunding creative ideas: The dynamics of project backers[M]. SSRN Electronic Journal, 2013.
- [18] SHORT J C, KETCHEN D J, MCKENENY A F, et al. Research on crowdfunding: reviewing the (very recent) past and celebrating the present [J]. Entrepreneurship Theory & Practice, 2017, 41(2): 149—160.
- [19] DAVIS K. Can business afford to ignore social responsibilities? [J]. California Management Review, 1960(2): 70—76.
- [20] SULLIVAN M K, MILLER A. Segmenting the informal venture capital market: Economic, hedonistic, and altruistic investors[J]. Journal of Business Research, 1996, 36(1): 25—35.
- [21] DAI R, LIANG H, NG L K. Socially responsible corporate customers[J]. Ssrn Electronic Journal, 2018.
- [22] ULLAH B. Signaling value of quality certification: financing under asymmetric information[J]. Journal of Multinational Financial Management, 2020, 55.
- [23] ALLISON T H, DAVIS B C, WEBB J W, et al. Persuasion in crowdfunding: An elaboration likelihood model of crowdfunding performance[J]. Journal of Business Venturing, 2017, 32(6): 707—725.
- [24] Oo P P, ALLISON T H, SAHAYM A, et al. User entrepreneurs' multiple identities and crowdfunding performance: effects through product innovativeness, perceived passion, and need similarity[J]. Journal of Business Venturing, 2019, 34(5).
- [25] CALIC G, SHEVCHENKO A. How signal intensity of behavioral orientations affects crowdfunding performance: The role of entrepreneurial orientation in crowdfunding business ventures[J]. Journal of Business Research, 2020, 115: 204—220.
- [26] FREEMAN R E, PHILLIPS R A. Stakeholder theory[J]. Business Ethics Quarterly, 2009, 8(3): 97—107.

## The Impact of Fundraisers' Social Responsibility on Crowdfunding Performance

WANG Wen-li, FENG Jiao-di, ZHEN Ye

(School of Economics and Management, Taiyuan University of Science and Technology, Taiyuan 030024, China)

**Abstract:** If fundraisers fulfill their social responsibilities in the process of developing and producing products, they will increase capital investment, which may cause capital constraints. With the rapid development of the Internet, crowdfunding has become a financing method favored by fundraisers. Studies the financing of crowdfunding by fundraisers with financial constraints, and explores the influence of fundraisers' social responsibility on the performance of crowdfunding and the path of influence. Taking Jingdong crowdfunding technology products as the research object, using the method of empirical analysis, the structural equation model is established to study the relationship between fundraisers' social responsibility and financing performance. The following conclusions are drawn: fundraisers who perform social responsibilities will obtain higher financing performance than fundraisers who have not fulfilled social responsibilities; fundraisers fulfilling social responsibilities can be used as a corporate quality signal; product innovation depends on fundraisers' social responsibility for financing. The influence of performance plays an intermediary role. Entrepreneurship passion positively regulate the positive correlation between fundraiser's social responsibility and product innovation.

**Key words:** social responsibility; crowdfunding; innovation; entrepreneurship passion

# 上海市养老机构入住率与服务质量差异分析

宋婉婷<sup>1</sup>, 钱芝网<sup>1,2</sup>, 孙 林<sup>1</sup>

(1. 上海理工大学 管理学院, 上海 200093; 2. 上海健康医学院 规划处, 上海 201318)

**摘要:**以上海市 493 家养老机构的实地普查数据为样本,对上海市养老机构入住率进行统计分析。以养老机构入住率为因变量,以养老机构区位条件、硬件设施等 12 个变量为自变量进行多元线性回归、空间自回归分析。结果表明,养老机构所在区位、服务水平等 7 项指标均对养老机构入住率有显著影响。研究发现,上海市养老机构入住率区域差异明显,存在着集聚效应、机构规模分布不均衡等问题,据此提出了政策建议。

**关键词:**入住率;服务质量;影响因素;多元线性回归分析;区域差异

**中图分类号:**R197.7 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2021)10-0064-09

早在 1990 年,上海市 60 岁及以上老年人就已经达到户籍人口的 10%,成为中国最先步入老龄化的城市。截至 2019 年底,上海户籍 60 岁及以上老年人口 518.12 万人,占户籍人口的 35.2%,是全国老年化程度最深的城市。据统计,截至 2018 年底,全市共有养老机构 712 家,养老床位总数达到 14.42 万张,平均每百名老人拥有 3 张床位,这一比例已接近上海市“9073”养老服务格局中 3% 机构养老的目标,初步缓解了“一床难求”的现象。虽然近年来上海市养老资源的供给量与服务水平不断提升,但是,入住率并不高,只有 80% 左右,仍有不少床位无人问津。那么,究竟哪些因素影响养老机构的入住率与服务质量?

Iovita 通过研究影响老年人生活质量的因素,发现养老机构服务水平的提升可以增强入住老年人的幸福感<sup>[1]</sup>。国内学者对于养老机构的研究多数是从需求与供给层面入手。基于需求角度,左冬梅等探究了老年人居住意愿的主客观影响因素<sup>[2]</sup>;赵瑞芳等对不同老人对养老服务需求的选择性偏好进行研究<sup>[3]</sup>。基于供给角度,很多学者研究养老机构的可达性情况、养老机构的服务水平及满意度情况、养老设施的空间分布特征等。唐健雄等对长株潭城市群养老设施空间分异特征及影响因素进行了聚类分析,得出了老年人口分布、经济发展、交

通通达性、医疗配套设施是养老设施空间分异的主要影响因素的结论<sup>[4]</sup>。

从现有的研究来看,在实证分析方面,针对个体因素探究养老意愿与选择性差异的研究颇多,缺少对养老机构内部服务质量提升的研究;在空间区域分析方面,分析养老设施空间可达性、空间分布特征的研究颇多,缺少对影响养老机构入住率及空间分布因素探讨。因此,本文从供给的角度出发,以上海市 493 家养老机构为样本,运用多元线性回归模型探究上海市各区养老机构入住率差异情况,分析探讨影响养老机构入住率与服务质量的影响因素,从而优化上海市养老资源配置,提升养老机构服务质量。

## 1 研究设计

### 1.1 数据来源

数据来自 2018 年上海健康医学院研究团队对上海市养老机构开展的实地调查研究。调查覆盖上海市 16 个区,总计调研 703 家上海市养老机构,最终获得有效样本 493 个,涵盖了上海市 70.1% 的养老机构。首先根据有效样本数据统计结果显示:从养老机构性质来看,公办机构占 35.9%,民办机构占 46.5%;从养老机构的类别来看,敬老院占比 42.4%,养老院占比 41.8%;从养老机构类别来看,非营利性占比 93%,营利性占比 7%。考虑到养老

收稿日期:2021-04-23

基金项目:上海市智库研究项目(2ZKNH096);国家社科基金后期资助项目(19FTQ011)。

**作者简介:**宋婉婷(1995—),女,宁夏石嘴山人,上海理工大学管理学院,硕士研究生,研究方向为健康养老、产业经济;钱芝网(1964—),男,江苏扬州人,上海理工大学管理学院,教授,博士,硕士研究生导师,上海健康医学院规划处,主任,研究方向为健康养老、产业经济;孙林(1992—),男,河南驻马店人,上海理工大学管理学院,硕士研究生,研究方向为健康养老、物流工程。

机构的运营时长也会对入住率及服务质量产生影响,本文特以 10 年为划分标准。其次,本次养老机构的调查通过结构化问卷获得调研数据并设计指标体系,该评价指标体系分为 3 个层次,由养老机构的硬件设施、环境感受、人员配备、内部管理、服务水平、感受与满意度 6 项一级指标、28 项二级指标、104 项三级指标构成。

1.2 变量设置

1)因变量:因变量指标选取养老机构的入住率。入住率通常用登记在册的床位使用数量与总床位数量占比来表示。从总体上看,因变量有效样本为 493,入住率均值约为 79%,最大和最小值分别为 1 和 0。通过筛选发现,入住率为 1 的养老机构共有 99 家,入住率为 0 的养老机构 2 家,其中有 269 家的入住率高于均值。

2)自变量:徐俊等根据马斯洛需求层次理论出发,认为养老需求也呈现日益多样化的趋势<sup>[5]</sup>。一些有入住需求的老年人不仅关注养老机构的硬件设施,更注重其精神照护关怀、服务质量水平等。由于不同养老院软硬件设施的差异,也造成了一些养老机构门庭若市,而另一些养老机构却无人问津。基于此,根据调查情况选取了养老机构硬件设施情况、环境感受情况、人员配备情况、内部管理、服务水平、感受与满意度、所在区位、机构性质、机构类别、运营时长等 10 项指标作为自变量。具体包

括:硬件设施情况,由房屋配置、配套设施、公共活动用房功能、管理服务用房功能、综合硬件配套设施综合评分构成;环境感受情况,由室外(花园面积占总面积比重等)、室内两项评分构成;人员配备情况,分别由管理人员水平(学历)、医护人员水平(学历、职称)、护工情况(学历、高龄比)等评分指标构成;内部管理,由培训频率、管理制度、是否购买保险 3 项指标构成;服务水平,由服务项目完备情况、老年护理情况、心理支持服务、文化娱乐服务等指标构成;感受与满意度通过定性化分析得出;所在区位(中心城区=1、近郊区=2、远郊区=3);机构性质(公办=1、民办=2、公建民营=3、其他=4);机构类别(敬老院、养老院、福利院);运营时长(<10 年=1、10~20 年=2、≥20=3)。

首先通过对数据的描述性统计发现,环境感受、内部管理两项指标评分最高,说明上海市养老机构在这两方面重视度较高;而人员配备情况较不理想,这也从侧面说明养老事业专业人才的匮乏已成为普遍问题。其次,通过对养老机构特征进行分析发现,超过九成的养老机构均属于非营利性机构,这些机构多位于中心城区且民办居多。最后,对拟纳入的 12 个自变量和因变量进行 Pearson 相关检验,发现人员配备、感受与满意度、养老机构类别、养老机构性质、养老机构类型均与自变量无显著相关(表 1)。

表 1 自变量描述性统计

变量	类别	数值	变量	类别	数值
硬件设施*** (n=493)	均值	0.589 0	养老机构类型 (n=486)	营利性	93
	标准差	0.626 9		非营利性	7
人员配备 (n=493)	均值	0.534 2	养老机构所在位置(%)*** (n=492)	中心城区	41.3
	标准差	0.591 3		近郊区	36.8
内部管理** (n=493)	均值	0.729 6		远郊区	21.9
	标准差	0.783 2	养老机构性质(%) (n=492)	公办	51.4
服务水平*** (n=493)	均值	0.615 5		民办	46.3
	标准差	0.710 7		其他	2.3
环境感受** (n=493)	均值	0.793 6	养老机构类别(%) (n=492)	敬老院	42.4
	标准差	0.793 6		养老院	41.8
感受与满意度 (n=493)	均值	0.708 4		其他	15.8
	标准差	0.713 4	机构运营时长(%)* (n=481)	≥20(年)	29.3
				10~20(年)	43
				<10(年)	27.7
			养老机构等级(%) (n=479)	一级	29
				二级	23.6
				其他	47.4

注:\*\*\*表示  $P<0.01$ ; \*\*表示  $P<0.05$ ; \*表示  $P<0.1$ 。下同。

参考陈洁等对于上海市养老机构空间分布的探究,将静安区、杨浦区、虹口区、普陀区、长宁区、黄浦区和徐汇区为划定为中心城区,将宝山区、嘉定区、浦东新区和闵行区为近郊区,崇明区、奉贤区、金山区、松江区和青浦区为远郊区<sup>[6]</sup>。

1.3 研究方法

1.3.1 研究思路

首先对所调研的上海市 493 家养老机构的入住率情况进行总体性描述,并将上海市区养老机构按照 3 种不同类别进行统计分析:对不同区域的养老机构入住率进行对比分析;对不同类别养老机构的入住率进行差异分析;对不同性质养老机构的入住率进行统计分析,从而得出目前上海市养老机构入住率的差异情况。为了探讨影响养老机构入住率的不同因素,根据变量特征采用多元线性回归模型。考虑到上海不同区养老机构入住率会有集聚、分散等特征,采用空间自相关分析,探讨上海市养老机构是否存在空间上的依赖性。

1.3.2 回归模型

$$Occu_i = \partial_0 + \sum_{j=2}^3 \alpha_j Bas_i + \sum_{k=4}^5 \alpha_k Ser_i + \sum_{g=6}^7 \alpha_g Satis_g + X_i + \epsilon_i \tag{1}$$

式中:Occu<sub>i</sub> 代表养老机构入住率;Bas<sub>i</sub> 代表养老机构基础建设情况(包括硬件设施、人员配备);Ser<sub>i</sub> 代表养老机构服务情况(包括服务质量、内部管理);Satis<sub>i</sub> 代表定性指标(环境感受、满意度);X<sub>i</sub> 表示养老机构的特征变量(包括养老机构位置、性质、运营时长等);ε<sub>i</sub> 为残差项。考虑到硬件设施对入住率的影响不单是简单的线性相关关系,因此这里将硬件设施取二次项。

1.3.3 空间自相关分析

空间自相关是衡量某位置上的数据与其他位置上数据的相互依赖程度,也是检验某一要素属性值与相邻要素属性是否相关联的重要指标。若高值与高值聚集在一起,低值与低值聚集在一起,则为“正空间自相关”,代表了存在集聚效应;负相关则反之<sup>[7]</sup>。全局空间自相关分析可描述上海市养老机构的整体分布状况,判断这些养老机构的分布在空间上是否有集聚特性,最常用的衡量指标是莫兰指数 I(Moran’s I)。考虑到莫兰指数无法分别“热点”(高值与高值聚集)与“冷点”(低值与低值聚集)区域,还采用下“Getis-Ord 指数 G”。

2 实证结果与分析

2.1 上海市不同特征养老机构入住率差异情况

从总体上看,上海市养老机构中老人居住用房面积占机构建筑面积的 65.8%,平均每家养老机构的居住用房为 65.4 间,每床平均居住面积为 13.84 m<sup>2</sup>/床。养老机构入住率高达 79%,平均每家养老机构的床位数量为 172.2 张。虽然看似入住率很高,养老资源十分充足,但养老机构发展不平衡现象十分严重。

从养老机构所在区域看,上海市养老机构大多数分布于中心城区及近郊区,远郊区的机构仅占比 21.95%。总体来看,机构数量及入住率呈现由中心城区到远郊区递减的现象,中心城区的入住率最高,达到 84%。其中,隶属于中心城区的徐汇区入住率更是高达 88%;隶属于远郊区的松江区入住率最低,为 62%。不同于入住率差异,在上海市养老机构的服务水平总评分中,近郊区得分最高。其中,隶属于近郊区的嘉定区得分最高,为 0.76;隶属于远郊区的青浦区得分最低,为 0.66,见表 2。

表 2 不同区域养老机构入住率、服务水平差异情况

所在区域	机构个数	占比/%	入住率	失能老人入住比例	服务水平总评分
中心城区	203	41.26	0.84	0.45	0.70
近郊区	181	36.79	0.8	0.39	0.73
远郊区	108	21.95	0.67	0.29	0.69
合计	492	100	0.79	0.39	0.71

从上海市养老机构区域分布可以看出,养老机构数量排名前三的区分别是浦东新区 93 家,闵行区 38 家,杨浦区 38 家,中心城区养老机构分布数量较多(图 1)。将上海市养老机构区域分布图与上海市各区老年人口数量图叠加,可以看出,上海市老龄人口呈现出由中心城区向近郊区递增,再由近郊区向远郊区递减的现象。在 16 个区当中,浦东新区、静安区、杨浦区的老年人数量最多,分别为 91.48 万人、37.6 万人、34.21 万人,如图 2 所示。

从养老机构性质来看,民办及公办民营养老机构数量占据了一半以上。总体上看,公办民营与民办养老机构入住率较高,公办养老机构入住率最低。与入住率的比较分析相一致,几种性质的养老机构虽然在服务水平总评分方面差异不大,公办民营与民办养老机构的总评分高于公办,这也从侧面说明公办养老机构从硬件设施、服务质量、满意度等方面与民办养老机构仍有一定的差距(表 3)。因



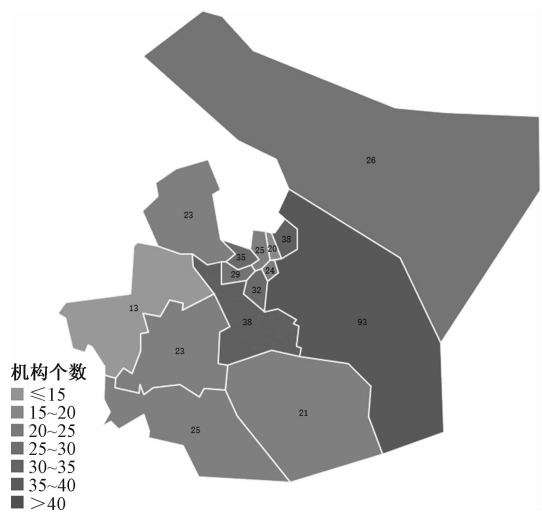


图 1 上海市养老机构区域分布

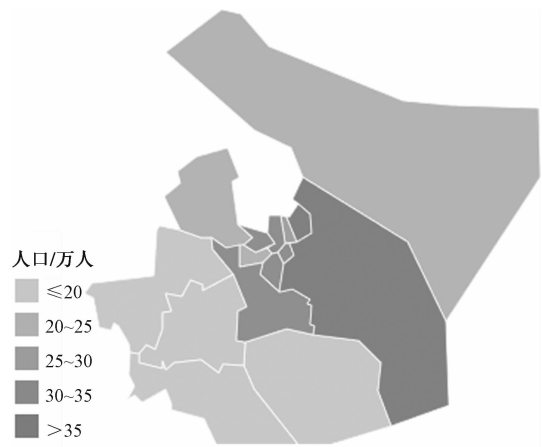


图 2 上海市各区老年人口数量  
数据来源：上海市统计局

此,应多鼓励养老机构的社会化合作,弥补公办养老机构在运营中的不足。

表 3 不同机构性质的养老机构入住率、服务水平差异情况

机构性质	机构个数	占比/%	入住率	失能老人入住比例	服务水平总评分
公办	177	36	0.76	0.39	0.70
民办	228	46.3	0.80	0.40	0.71
公办民营	76	15.4	0.83	0.37	0.72
其他	11	2.3	0.79	0.27	0.69
合计	492	100	0.79	0.39	0.71

参考朱凤梅对民办养老机构入住率低的原因分析,运营时间的长短与入住率之间存在一定的相关性<sup>[8]</sup>。据本文的调研结果显示,运营时间在 10~20 年的养老机构入住率最高,同时服务水平总评分

也最高;运营时间小于 10 年的养老机构入住率最低;运营时间大于 20 年的养老机构服务水平总评分最低。这说明人们对于运营时间较长的养老机构信任度较高,加之其拥有丰富的经验,使入住率提升。而运营时间大于 20 年的养老机构,因为硬件设施较老、管理体制较为僵化,这也成为了服务水平总评分较低的原因(表 4)。

表 4 不同运营时长的养老机构入住率、服务水平差异情况

运营时长/年	机构个数	占比/%	入住率	失能老人入住比例	服务水平总评分
≥20	141	29.3	0.80	0.38	0.69
10~20	207	43	0.82	0.42	0.73
<10	133	27.7	0.75	0.35	0.71
合计	481	100	0.79	0.39	0.71

为了探究各区之间养老机构规模差异情况,选取上海市养老机构各区每床平均居住面积,每床平均居住面积越高,意味着养老机构占地面积越大,规模越大。从图 3 可以看出,中心城区的平均居住面积最小,为 12.89 m<sup>2</sup>;近郊区次之,为 13.64 m<sup>2</sup>;远郊区最大为 14.79 m<sup>2</sup>。其中,青浦区老年人平均居住面积最大;静安、黄浦区平均每床居住面积最小。与上海市各区老年人口数量图相比较可以发现,上海市养老机构的规模与老年人口密度呈现出不相符的情况:老年人口密度大的地区,养老机构规模较小;老年人口密度小的地区,养老机构规模较大。这也从侧面说明,上海市养老机构供需存在着严重的失衡,在中心城区,老年人口密度较大与养老机构规模不相匹配,出现供不应求、一床难求的现象;而在远郊区,老年人口密度小,但养老机构规模却很大,供大于求,浪费资源的现象严重。

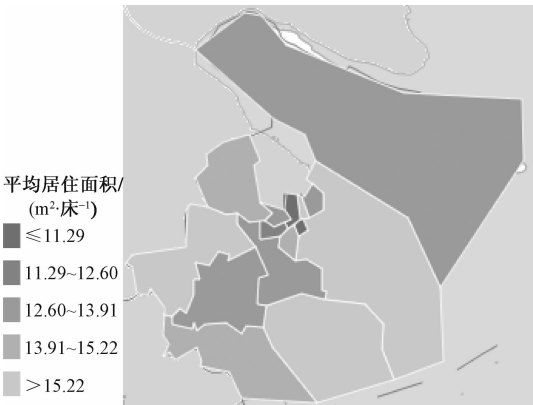


图 3 上海市养老机构各区老人平均居住面积

2.2 影响养老机构入住率的多元线性回归分析

将表 1 中的 12 个变量全部选中,按照 Pearson 相关检验的结果,采用逐步回归的方法,按照显著性程度,通过 5 步回归,分别将变量纳入模型当中(表 5)。结果显示,在显著性水平小于 0.1 的情况下,硬件设施、服务水平、内部管理、环境感受、养老机构所在区位、运营时长、机构性质均被纳入最终模型(见模型 4)。模型总体上显著( $P=0.000\ 0$ );

模型总体拟合优度良好,具有一定的解释能力( $R^2=0.449$ );方程整体线性关系显著( $F=11.23$ )。从表中可以看出,影响养老机构入住率的因素包括养老机构硬件设施、服务水平、内部管理、环境感受、地区差别、运营时长、机构性质。其中,服务水平、内部管理与养老机构入住率成正相关关系;硬件设施、环境感受与养老机构入住率成反向关系。

表 5 养老机构入住率影响因素的多元线性回归模型

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	y	y	y	y	y
硬件设施	-0.449*** (0.112)	-0.396*** (0.111)	-0.366*** (0.113)	-0.369*** (0.115)	-0.353*** (0.117)
硬件设施平方项	-0.044 5* (0.069 7)	-0.068 2* (0.068 0)	-0.064 3* (0.068 4)	-0.070 2* (0.068 5)	-0.623* (0.671)
服务水平	0.302*** (0.094 4)	0.188** (0.093 0)	0.177* (0.093 3)	0.176* (0.094 2)	0.183* (0.094 6)
内部管理	0.171** (0.066 9)	0.150** (0.064 8)	0.147** (0.064 9)	0.137** (0.065 3)	0.137** (0.065 4)
环境感受	-0.242*** (0.091 9)	-0.215** (0.088 9)	-0.203** (0.089 4)	-0.194** (0.090 4)	-0.190** (0.090 5)
地区(中心城区)					
近郊区		-0.020 2 (0.022 2)	-0.024 6 (0.022 6)	-0.022 4 (0.022 7)	-0.020 3 (0.022 8)
远郊区		-0.150*** (0.025 6)	-0.152*** (0.026 5)	-0.147*** (0.026 8)	-0.150*** (0.026 9)
运营时长<10 年 10~20 年			0.030 0* (0.021 4)	0.033 4* (0.021 6)	0.032 2* (0.021 7)
≥20 年			0.020 8 (0.031 7)	0.036 0 (0.034 2)	0.036 0 (0.034 2)
类型(非营利性) 营利性				0.015 9 (0.038 7)	0.012 0 (0.038 9)
性质(公办) 民办				0.025 5 (0.023 3)	0.024 5 (0.023 3)
公办民营				0.053 2* (0.030 1)	0.050 1* (0.030 2)
其他				0.010 2 (0.068 8)	0.007 83 (0.068 9)
人员配备					-0.053 2 (0.084 1)
感受与满意度					1.104 (1.064)
Constant	0.905*** (0.078 3)	0.962*** (0.076 3)	0.929*** (0.080 0)	0.888*** (0.090 9)	0.472 (0.43 1)
Observations	493	493	493	493	493
R <sup>2</sup>	0.374	0.439	0.443	0.449	0.452

注:括号内数值为标准误。

上海市养老机构入住率影响因素多元线性回归结果显示：

1)从地区差异来看,近郊区与中心城区的差异不显著,远郊区与中心城区的差异非常大。回归模型显示,远郊区的入住率比中心城区低 14.7%。如若按内环、中环、外环划分的话,内环线以内的养老机构入住率均值为 90.84%,内环线以外、中环线以内的养老机构入住率均值为 93.38%,中环线以外、外环线以内的养老机构入住率均值为 82.08%,外环线以外养老机构的入住率均值为 75.64%。这就造成了养老机构特别是中心城区公共养老机构“一床难求”,要排队等候几年才能入住,甚至遥遥无期;而地处郊区的尤其是远郊的养老机构床位空置率较高,有些民办养老院甚至门可罗雀。

2)养老机构的服务水平与养老机构入住率呈正相关关系。从模型估计结果来看,服务水平每增加一个单位,养老机构入住率将增加 0.176 个单位。这说明,服务水平的高低对于养老机构入住率有较大的影响。相比于其他因素,老人们更看重于养老机构的服务项目的完备性,比如除了日常的膳食、清洁服务外,是否提供精神支持、文化娱乐、健康管理、情绪疏导等服务。

3)养老机构的内部管理水平与养老机构的入住率呈正比。内部管理水平每增加一个单位,养老机构入住率增加 0.137 个单位。这说明,老人越来越重视养老机构自身的建设,一个安全、后勤、膳食、医疗制度完善的养老机构更吸引老人的入住。

4)养老机构硬件设施对于入住率的影响呈倒“U”形关系。由模型 4 可以判断出,硬件设施的一次项系数为负,二次项系数为负,因此硬件设施(包括医疗设备、保健设备、护理设备、智能化设备等)与养老机构入住率的关系呈现出先递增后递减的现象。对于大部分人来说,养老机构硬件设施的配备越好,意味着养老机构的设施配套种类越齐全,人们更倾向于入住,因此随着养老机构硬件设施得分的增大,入住率也会越高;但当养老机构的硬件设施配备已基本能满足老年群体需求时,提供更加高端化、智能化的养老设备,会使养老机构价格上升,只有高端群体会选择这类养老机构,从而导致入住率下降。

5)环境感受评分与养老机构入住率呈反向相关关系。环境感受每增加一个单位,入住率减少 0.194 个单位。这表明,老人入住养老机构不太在意外部环境,而更重视内部服务管理水平。其次,

养老机构室内、室外环境越好,意味着养老机构的收费越高,所以入住率越低。

6)从养老机构的运营时长来看,运营时长小于 10 年的机构与运营时长在 10~20 年的机构差异较大,运营时长在 10~20 年的机构入住率比 10 年以下的机构高 3.34%。

7)从养老机构的性质来看,公办民营的养老机构在入住率比公办养老机构高 5.32%,这说明,比起单一性质的养老机构,养老机构的社会化合作更能推动养老机构的发展。赵静华认为,民间资本参与养老服务建设,在制度和税收、人才和创新、资金量和灵活度方面都具有强大的优势<sup>[9]</sup>。因此,多元主体参与养老有利于优势互补,促进养老产业的强劲发展。

2.3 空间自相关分析

为了考察上海市养老机构入住率的空间依赖性,采用 Moran’s *I* 和 Getis-Ord 指数来进行空间自相关性程度的计算。从表 6 可以看出,上海市养老机构入住率的 Moran’s *I* 指数为 0.473,介于  $[-1,1]$ ,且大于 0,表明上海市养老机构入住率存在着正的空间自相关性。养老机构入住率集聚性较强:入住率较高的区与入住率较高的区相邻;入住率较低的区与入住率较低的区相邻。

表 6 上海市养老机构入住率的全局 Moran’s *I* 指数

变量	<i>I</i>	<i>E(I)</i>	<i>Sd(I)</i>	<i>z</i>	<i>P</i> 值
入住率	0.473	-0.067	0.141	3.831	0.000

由于 Moran’s *I* 无法区分“热点”“冷点区域”,即无法区分养老机构入住率的集聚类型(高值与高值集聚或低值与低值集聚)。这里用 Getis-Ord 指数 *G* 来判断。由表 7 可知,在无空间自相关的原假设下  $E(G)=0.283$ ,且 *G* 值大于此期望值,表示存在热点区域,说明上海市养老机构各区入住率存在着高值与高值集聚的现象,入住率较高的养老机构多集中在徐汇、静安、黄埔等相邻区域。

表 7 上海市养老机构入住率的 Getis-Ord 指数

变量	<i>I</i>	<i>E(G)</i>	<i>Sd(G)</i>	<i>z</i>	<i>P</i> 值
入住率	0.294	0.283	0.005	1.940	0.052

为了考察具体某一区域的空间集聚情况,用局部莫兰指数 *I* 来判断。由表 8 可知,区域 1(静安区)、区域 6(黄浦区)、区域 7(徐汇)、区域 13(奉贤)等区都存在着较强的集聚效应,其中静安、黄埔、徐

汇是入住率高的集聚地,奉贤区周边则是入住率低的集聚地。

表 8 上海市养老机构入住率的局部 Moran's I 指数

区域	$I_i$	$E(I_i)$	$Sd(I_i)$	$z$	$P$ 值*
1	0.784	-0.067.	0.430	1.979	0.024
2	0.386	-0.067	0.516	0.876	0.190
3	0.346	-0.067	0.430	0.959	0.169
4	0.162	-0.067	0.430	0.531	0.298
5	0.319	-0.067	0.369	1.048	0.147
6	1.003	-0.067	0.430	2.488	0.006
7	0.904	-0.067	0.369	2.634	0.004
8	0.101	-0.067	0.369	0.455	0.324
9	-0.094	-0.067	0.369	-0.075	0.470
10	0.264	-0.067	0.282	1.171	0.121
11	0.005	-0.067	0.282	0.254	0.400
12	0.000	0.000	0.000	—	—
13	0.813	-0.067	0.430	2.046	0.020
14	1.393	-0.067	0.516	2.826	0.002
15	0.226	-0.067	0.430	0.681	0.248
16	1.358	-0.067	0.430	3.313	0.000

3 稳健性检验和相关说明

为了探究所做模型的稳健性,进行以下稳健性检验:

1)由于几个自变量有一定的相关性,为了判断模型是否存在多重共线性,进行了自变量的方差膨胀因子计算(表 9)。可以看出,自变量的 VIF 值均小于 10,说明自变量之间不存在较为严重的多重共线性。

表 9 自变量的方差膨胀因子计算结果

变量	VIF	1/VIF
hardware	1.66	0.602 099
serve	1.56	0.640 295
management	1.12	0.891 751
environment	1.51	0.661 654
District		
2	1.35	0.741 682
3	1.39	0.721 160
Time		
2	1.32	0.759 711
3	1.57	0.636 994
type	1.09	0.920 848
Nature		
2	1.52	0.656 530
3	1.34	0.748 755
4	1.06	0.940 471
Hardware2	1.29	0.777 010
Mean VIF	1.37	

2)从变量出发,将硬件设施得分、服务水平得分、内部管理得分、环境感受得分,分别替换成配套设施数量、对员工培训频率、每月提供服务项目数量、花园占地面积,替换后发现,检验结果依然显著,因此模型稳健性较强。

3)考虑到遗漏变量的问题,未将养老机构的收费标准纳入模型。一般来说,养老机构收费越高,入住率越低,但是多名学者经过验证,发现养老机构收费与入住率并不是简单的线性关系<sup>[10-11]</sup>。因此参考多名学者的研究结论,并没有将养老机构收费纳入模型中。

4 结论与政策建议

4.1 结论

从空间角度看,上海养老机构仍存在着资源分配不均衡的现象。上海市养老机构规模呈现出远郊区大、中心城区小的现象,这与老年人口密度十分不匹配,也出现了在中心城区养老资源供不应求、在远郊区养老资源过剩的现象。其中一个重要原因是郊区拿地成本较低,从而致使许多民营资本投资建设大型养老机构;相反,市中心位置(中环内)土地资源稀缺,拿地成本高,机构规模小,导致床位资源配置不均。从空间集聚的角度来看,上海市养老机构入住率也呈现出“热点”区域,即入住率高的区与入住率高的区集聚在一起,而较为偏僻区的养老院则无人问津。

从养老机构的性质来看,公办民营的养老机构更受欢迎。一方面,公办养老机构“体制化”现象严重,对于养老产品、服务内容的开发都有所欠缺,虽然受到政府的大力扶持,但运营模式却是一个很大的问题;另一方面,政府若不加强对民办养老机构的管制,会导致其向资本逐利模式发展。因此,政府和社会资本的结合,既减轻了民办养老机构的财务负担,同时增强了养老机构的服务质量和水平。

从老年需求角度来看,老年人更关注于养老机构能提供的服务项目的种类。马斯洛提出人有五大需求理论,但目前养老机构仅仅满足了老年人的基本生理需求,对于老年人的社交需求、被尊重需求以及自我实现自我满足需求,都没有实现,关注也较少。

“价格机制”是竞争的有力工具,价格的高低,会影响供求,引导生产与消费。但是在本文的研究模型中可以发现,养老机构价格被剔除在自变量以外,说明养老机构的价格对于入住率的影响并非线

性,而是存在着复杂的关系。对于公办养老院来说,政府财政补贴力度较大,相较于民办养老机构,公办养老机构的价格更便宜。但是,民办养老机构为了增强自身的竞争力,会在服务质量与水平上远远高于公办养老院,且本人在调研中发现,随着政府监管职能的增强,民办养老机构“乱收费”现象少之又少,这更加增强了老人们对于民办养老机构的信任度。因此,“价格决定需求理论”,在养老服务产品上并不适用。

“声誉模型”对养老机构入住率起到关键性作用。通过本文的研究模型显示,养老机构的运营时长对养老机构的入住率有十分显著的影响。一方面,运营时间在10~20年的养老机构,在设施设备、人员服务、危机应对等方面具有十分丰富的经验;另一方面,长期以来良好的口碑建设也让老年人更加信任经营时间在10~20年的养老院。

## 4.2 政策建议

由于上海市老龄化问题相当突出,针对本文的研究结果,给出以下建议:

1)平衡各区养老资源,优化配置,改善养老供给不均衡现象。一方面政府要在机构养老发展规模上有所规划和把控,建议控制外环外区域养老院的建设规模,也要考虑所在区域的辐射人口和交通条件的便利性,从而吸引护工人才。另一方面外环外养老机构不盲目追求规模和硬环境上优势,也要加强内涵软环境建设,提升客户服务满意度。同时,政府也要采取措施做好内环内区域养老机构床位资源配置,在土地成本高昂和空间有限的条件下,可以考虑把政府、企事业单位闲置房屋资源进行改造和修建,扩大养老院床位数量,提高总体养老资源的使用效率。

2)提升养老机构养老服务质量水平。首先,要及时解决老人就医问题,养老机构可以与社区医院及附近三甲医院进行定点合作,由医院派医生定期到机构坐诊,同时,养老机构要完善老人健康档案信息。其次,养老机构应该专业定制满足老人个性化的娱乐需求,为老人们提供符合自身需求的娱乐服务<sup>[12]</sup>。最后,要经常性地关怀老人的内心世界,引进一些心理专业的专门人才,或者和专业的心理咨询公司合作,向老人提供专业化的心理与精神慰藉服务。

3)加强养老机构标准化建设。目前,国内已经有了不同层面的养老机构服务助理标准,一些机构还引进了发达国家的标准。建议上海市对这些标

准借鉴学习,养老机构也要根据自身情况,制定符合自身实际的管理服务标准和规范。同时,尽快建立起定期监管与动态监管联动机制,使得监管制度化、常态化和长效化,促进养老机构持续提升服务质量<sup>[13]</sup>。

4)对公办养老机构进行改制,实行公建民营。目前公办养老机构存在人员少、工资低、经费缺乏等问题。建议对上海的公办养老机构进行改制,实行公建民营,让专业的人做专业的事,既可以发挥民办养老机构的专业能力,又可以为入住的老年人提供更优质的养老服务。

5)改进政策补贴方式,加大财政补贴力度,促进养老机构提高入住率。鉴于当前上海市尚有30%左右的养老床位数闲置,为了避免大量的资源浪费,不宜再通过补贴新建床位数的方式来增加养老床位数,而应当通过评估将补贴直接补贴给困难老人,提高困难老人入住养老院的经济能力,或者根据养老机构收养的老人数量及护理等级发放补贴,也能提高养老机构入住率。实现从“补床头”到“补人头”的转变。

6)制定科学、合理的人才激励与管理政策,提高养老机构护理人员、医疗技术人员的素质和水平。不仅要为老年照护基础性岗位提供职业发展规划,不断提高养老服务从业人员的工资福利待遇。同时要严格规定并执行“医养结合”医护人员持证上岗制度,逐步形成科学合理的“医养结合”医护人员职业资格认证和职业培训体系。

## 参考文献

- [1] IOVITA C D. Ways of increasing degree of the quality of life in the institutions for elderly people[J]. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2012, 46(4): 3999—4003.
- [2] 左冬梅,李树苗,宋璐. 中国农村老年人养老院居注意愿的影响因素研究[J]. 人口学刊, 2011(1): 24—31.
- [3] 赵瑞芳,林明鲜. 不同养老模式下老年人养老服务需求比较[J]. 中国老年学杂志, 2017(23): 5937—5939.
- [4] 唐健雄,马梦瑶,陈宁,等. 长株潭城市群养老设施空间分异特征及影响因素[J]. 经济地理, 2019, 39(1): 113—121.
- [5] 徐俊,朱宝生. 养老机构床位使用率及其影响因素研究——以北京市为例[J]. 人口与经济, 2019(3): 115—126.
- [6] 陈洁,姚申君,吴健平,等. 上海市养老机构空间分布研究[J]. 华东师范大学学报(自然科学版), 2018(3): 157—169.
- [7] 陈强. 高级计量经济学及 Stata 应用[M]. 2 版. 北京: 高等教育出版社, 2014.
- [8] 朱凤梅. 民办养老机构“低入住率”的原因分析: 来自市、县两级的证据[J]. 人口学刊, 2019, 41(1): 89—100.
- [9] 赵静华. 民间资本参与养老服务的优势与劣势[J]. 人民论

坛,2019(1):90—91.

[10] 朱宝生,乔晓春.北京市养老机构入住率的影响因素研究—基于北京市养老服务设施摸底普查数据[J].调研世界,2018(9):14—18.

[11] 常金兰,董燕艳,梁少英.宁波市养老机构入住率及其影响因素的研究[J].护理学报,2016,23(19):34—38.

[12] 王立剑,凤言,王程.养老机构服务质量评价研究[J].人口与发展,2017(6):98—104.

[13] 吴玉韶.政府养老院社会协同发力 全面提高养老院服务质量[N].中国社会报,2017-04-07(001).

Analysis of the Difference between the Occupancy Rate and Service Quality of the Elderly Care Institutions in Shanghai

SONG Wan-ting<sup>1</sup>, QIAN Zhi-wang<sup>1,2</sup>, SUN Lin<sup>1</sup>

(1. Business School, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China;  
2. Shanghai University of Medicine & Health Sciences, Shanghai 201318, China)

**Abstract:** Based on the data of 493 elderly care institutions in Shanghai, the occupancy rate of elderly care institutions in Shanghai was analyzed. Taking the occupancy rate of the elderly care institutions as the dependent variable and the location conditions and hardware facilities of the elderly care institutions as the independent variables, the multiple linear regression and spatial autoregressive analysis were carried out. The results show that the location and service level of the elderly care institutions have significant impact on the occupancy rate of the elderly care institutions. It is found that there are obvious regional differences in the occupancy rate of elderly care institutions in Shanghai, and there are some problems such as agglomeration effect and unbalanced distribution of the size of institutions.

**Key words:** occupancy rate; the quality of service; influencing factors; multiple linear regression analysis; regional differences

# 基于平准化电力成本模型的屋顶式并网光伏 经济性实证研究

闫庆友, 魏琪峰, 秦光宇

(华北电力大学 经济与管理学院, 北京 102206)

**摘要:**基于平准化电力成本(LCOE)计量模型,以屋顶式并网光伏为研究对象,综合考虑光伏发电的经济成本、环境成本,并定量评估了污染物减排的环境成本以及预期可实现的碳排放收益,将其引入 LCOE 计量模型。通过优化后的 LCOE 计量模型进行实证研究,得到了在考虑环境因素、碳交易市场条件下的光伏 LCOE。进而进行光伏和火电 LCOE 的对比分析和影响光伏 LCOE 的敏感性分析,发现在考虑环境因素、碳交易等因素时光伏发电相比火电具有明显优势,且系统单位造价及太阳辐射量对光伏 LCOE 的影响程度较大。最后提出了降低光伏发电投资成本、利用数字化技术赋能光伏产业和完善碳排放交易市场的政策建议,实现有效提高光伏发电经济性的目的并为在碳中和背景下发展屋顶式光伏提供参考。

**关键词:**光伏发电;能源经济;技术经济;平准化电力成本(LCOE);敏感性分析

**中图分类号:**TM-9      **文献标志码:**A      **文章编号:**1671-1807(2021)10-0073-07

在推进建设清洁低碳、安全高效的能源体系背景下,中国新能源装机数量稳步提升,装机布局持续优化,并且可再生能源消费的增加促进碳排放强度降低<sup>[1-2]</sup>。仅 2019 年,光伏发电量就达到 1 950 亿 kW·h,同比增长 25%,2020 年电网将满足 28 万个分布式新能源发电项目并网需要<sup>[3]</sup>。根据最新发布的光伏项目国家补贴竞价结果,2020 年单个项目最低电价为 0.242 7 元/(kW·h),相比 2019 年降低 0.036 8 元/(kW·h)。可见,并网项目投资若希望在光伏补贴竞价新机制中保持竞争力,减少对补贴政策的依赖,乃至收回投资成本实现光伏项目的盈利,都必须关注光伏项目的经济性问题,但长期以来这一问题的研究还不够深入和全面。单位发电成本是上网电价的主要影响因素,因此分析并网光伏发电成本的经济性具有实际意义。

目前,很多学者在经济和环境效益等维度对光伏发电项目进行了研究。在经济效益研究方面,文献[4]以微电网分布式机组协调运行的角度研究了光伏系统的发电成本,研究发现微网供电成本高于传统电网购电,但环境效益明显;文献[5]通过对比分析负荷曲线和机组出力来测算光伏系统年发电

上网率,并对光伏系统进行了全寿命经济性评价;文献[6]基于光伏电站的理论、技术和经济可开发量模型得到了青海不同地区光伏电站的发电成本测算边界条件;文献[7]分类评估了广西不同太阳辐射量地区的光伏项目单位投资成本和内部收益率边界条件,估算得到广西地区光伏项目单位投资成本在 2.88~3.74 元/W;文献[8]综合考虑上网电价和政策补贴等因素构建了光伏系统发电成本净现值评估模型,研究发现其案例中光伏项目的长期经济效益存在不确定性,补贴下降会加剧这种不确定性;文献[9]分析了全部自用、自发自用余电上网和全部上网 3 种不同运营模式下家庭光伏电站的发电成本,研究发现储能成本和单位装机成本的下降会促进家用光伏发电成本下降,在国家补贴支持下,家庭用户有望实现免费用电;文献[10]对包括钙钛矿、多晶硅等多种光伏电池组件进行了对比经济性分析,发现钙钛矿电池具有较强的经济竞争力;文献[11]对尼日利亚一个商业离网混合能源系统包括光伏系统和柴油发电机进行经济可行性分析,发现该系统比当地电网供电更可靠,成本也更低;文献[12-13]主要研究了相关政策包括上网补

**收稿日期:**2021-04-25

**基金项目:**国家社科基金重大项目(19ZDA081);教育部哲学社会科学重大课题攻关项目(18JZD032)。

**作者简介:**闫庆友(1963—),男,山东茌平人,华北电力大学经济与管理学院,教授,博士,博士研究生导师,研究方向为运筹优化、经济计量分析。

贴、税收减免、固定电价、研发经费等对光伏发电经济效益的影响。文献[14]根据 LCOE 进行设备选型,从组件、逆变器、支架类型等方面研究如何控制光伏的度电成本,服务整个项目的经济效益。文献[15]基于平准化度电成本模型,结合湖北省实例样本数据,构建 2016—2019 年湖北省光伏发电的成本结构框架,分析影响建设及度电成本的主要因素即核心部件成本下降及能源利用效率提升。文献[16]考虑决策者的风险偏好、指标属性的不确定性以及权重属性的综合性,构建了光伏-压缩空气储能综合能源投资决策模型,并运用算例验证该模型的可行性与有效性。文献[17]提出了考虑经济与福利均衡的风光火电源优化配置方案,并构建了相应的优化模型,进行算例分析,验证了优化模型的实践性和有效性。文献[18]基于太阳能电池电流电压特性方程建立了数学模型,得到了光伏组件串联数最大值的优化算法,应用于实际算例可降低光伏电站的投资成本。文献[19]综合多因素对光伏项目的影响,得到用户侧的光伏成本-效益分析模型,结合年均利润率指标对不同因素变动的敏感性,得出影响光伏项目经济效益的主要因素。

从光伏发电项目的环境效益方面来看,文献[20]通过计算分布式电源接入前后的系统污染物净排放量来评估环境效益,研究得合理设计分布式发电接入电网的方式能够有效降低市场出清价格和环保支出;文献[21]将可交易的碳排放权视为光伏系统环境收益引入了光伏发电成本计算模型,计算得到考虑环境效益情况下光伏电站净现值提高 28%;文献[22]基于能量回收期等指标定量计算出了光伏系统发电的环境成本和环境效益,与常规能源发电对比分析得到光伏发电环境效益显著。

综上,目前的研究虽然已对光伏发电项目的经济性有了较为深入的分析,但却对其环境成本及价值研究不够,还忽略了光伏电池板在生产过程中引起的环境成本,这使得对光伏发电项目的环境效益分析存在很大偏差。同时,在计算光伏发电成本和效益时也缺乏对大气污染物环境价值和碳排放交易机会的综合考量,造成所得到的光伏发电成本较为模糊。除此之外,仍缺乏对特定场景的光伏资源利用进行经济性研究,特别是屋顶式光伏。鉴于此,本文以嘉兴市某工厂内实际屋顶式光伏项目为例,结合光伏发电系统的经济成本、环境成本,对减排污染物的环境成本以及预期可实现的碳排放收益进行定量计算,从而改进 LCOE 计量模型。利用

改进后的 LCOE 计量模型进行实证研究,得到计及环境因素、碳交易因素下的光伏 LCOE。并进行光伏和火电 LCOE 的对比分析和影响光伏 LCOE 的敏感性分析。最后提出针对性建议,为有效提高光伏发电经济性和在碳中和背景下高质量发展屋顶式光伏提供借鉴,为中国能源行业和光伏产业绿色发展贡献思路。

## 1 LCOE 模型介绍

平准化电力成本/度电成本 (levelized cost of energy/levelized cost of electricity, LCOE) 可用于分析各种发电技术的成本,表示利用某种或多种发电技术的发电实体的生命周期内电力的单位成本(每千瓦小时),多用来衡量比较不同技术的综合竞争力,特别是新能源发电技术<sup>[23]</sup>。综合美国国家可再生能源实验室(NREL)和德国弗劳恩霍夫太阳能系统研究所(Fraunhofer-ISE)对 LCOE 的定义来看,LCOE 是指光伏发电项目在整个寿命周期内生产电能的单位成本,即当光伏项目收入的净现值等于成本的净现值时有<sup>[24-28]</sup>

$$\sum_{n=0}^N C_n (1+i)^{-n} = \sum_{n=0}^N (T_n + E_n P) (1+i)^{-n} \quad (1)$$

式中:  $C_n$  为光伏项目寿命期内年总成本;  $T_n$  为光伏项目可能存在的补贴等收入;  $E_n$  为光伏项目年发电量;  $i$  为折现率;  $N$  为光伏项目寿命年数;  $P$  为单位平均发电成本,即

$$\text{LCOE} = P = \sum_{n=0}^N \frac{C_n - T_n}{E_n} (1+i)^{-n} \quad (2)$$

## 2 光伏 LCOE 模型

并网光伏电站在寿命周期的总成本  $C$  包括电站初始投资值  $I$ 、运行维护成本  $R$ 、输配电成本  $U$ 、并网附加成本  $G$ 、环境成本  $S$  和环境效益  $F$ ; 另光伏电站的净残值  $V$ 。并网光伏电站在寿命周期的总成本可以表示为

$$C = I + R + U + G + S - F - V \quad (3)$$

### 2.1 分布式光伏电站的初期投资成本

分布式光伏电站的初期投资成本主要是光伏系统设备购置和其他投资。其中,系统设备购置是指发电、输电、变电及用电等各个阶段所使用的全部设备。其他投资包括光伏电站建设安装调试成本、土建工程、工程保险、监控系统等。基于以上各项成本,初始投资成本现值为<sup>[28]</sup>

$$I = \sum_{n=0}^N [(C_a + C_b) (1+i)^{-n}] \quad (4)$$



式中:  $C_a$  为光伏电站设备购置费用;  $C_b$  为其他成本费用。

## 2.2 分布式光伏电站的运维成本

分布式光伏电站的运行维护成本包括光伏系统的运行和维修费用,部分组件如逆变器的检修更换费用、人员工资和福利费用。基于以上折算的运维成本现值为

$$R = \sum_{n=1}^N C_d (1+i)^{-n} \quad (5)$$

式中:  $C_d$  为第  $n$  年的运行维护成本;  $n$  为分布式光伏电站的寿命。

## 2.3 输变电成本

电力系统总成本中包括输变电成本,而分布式发电的本地供电可以更接近需求并最大限度地减少输配电网络的使用,可以大大减少输配电损失。当输电距离较近时,可将输变电成本归于电力系统本身,当超过一定距离时,就会产生额外的输变电成本,年输变电成本为<sup>[29]</sup>

$$U_n = \begin{cases} 0, & s \leq s_0 \\ C_e, & s > s_0 \end{cases} \quad (6)$$

式中:  $s$  表示输电距离;  $s_0$  表示是否产生额外输电成本的输电距离临界值。

输变电成本现值为

$$U = \sum_{n=1}^N U_n (1+i)^{-n} \quad (7)$$

式中:  $U_n$  为第  $n$  年的输变电成本。

## 2.4 并网附加成本

当分布式光伏系统电源接入时,需要从分布式电源的稳定消纳和经济消纳两方面考虑,对配电网设备的适应能力进行改造。针对线路所带负荷和并网光伏电源发电量的差值重新选取线路径,在并网点上游保护进行灵敏度校验。同时也需要火电发电机组调整运行策略配合分布式并网。在源、网侧改造必然要产生成本费用<sup>[30]</sup>。

光伏系统接入电力系统处母线电压波动幅度计算公式为

$$U = \frac{\Delta U}{U_N} \times 100\% \quad (8)$$

式中:  $\Delta U$  为电压实际偏移;  $U_N$  为电网额定电压。

1) 火电机组增加的启停成本<sup>[28]</sup>:

$$C_f = fD \quad (9)$$

式中:  $f$  为火电机组单次启停成本;  $D$  为火电机组配合并网光伏年增加的启停次数。

2) 火电机组压负荷成本<sup>[28]</sup>:

$$C_g = P_A \sum_{n=1}^N W_s (Q_s - Q_0) h (1+i)^{-n} \quad (10)$$

式中:  $W_s$  为光伏并网时的火电机组出力;  $P_A$  煤炭价格;  $Q_s$  为光伏并网时火电机组对应煤耗;  $Q_0$  为无光伏并网时火电机组对应煤耗;  $h$  为年光伏并网出力时间。

可得分布式光伏并网附加成本为

$$G = C_f + C_g \quad (11)$$

## 2.5 环境成本

在生产电池的多个环节中都会产生废气,废气主要包括  $CO_2$ 、 $NO_x$  及其他废气<sup>[31-33]</sup>。光伏发电的环境成本主要包括两方面:一是污染废气的环境价值折价,二是缴纳的排污费用<sup>[34]</sup>。光伏发电的环境污染主要是在光伏电池板的制造过程。光伏发电的环境成本为<sup>[35]</sup>

$$S = \sum_{k=1}^K (M_k V_k + C_{out}) \quad (12)$$

式中:  $k$  为污染物种类;  $M_k$  是第  $k$  种污染物的排放量;  $V_k$  为第  $k$  种污染物的环境价值;  $C_{out}$  为排放第  $k$  种污染物的罚款。

## 2.6 环境效益

光伏发电的环境效益主要体现在减少消耗常规能源,不排放温室气体、有害气体及尘渣排放,同时剩余的碳排放权可以被用来交易获取收益。基于美国环境价值标准和中国排污总量收费标准可得出中国电力行业各种气体污染物是环境价值标准<sup>[36-37]</sup>。气体污染物环境价值为<sup>[35]</sup>

$$F_1 = \sum_{n=1}^N \sum_{k=1}^K Q_k V_k (1+i)^{-n} \quad (13)$$

式中:  $Q_k$  为第  $k$  种污染物的年减排量。碳排放权交易收益为<sup>[21]</sup>

$$F_2 = \sum_{n=1}^N Q_{CO_2} \bar{P}_{CO_2} (1+i)^{-n} \quad (14)$$

式中:  $Q_{CO_2}$  为光伏发电年减排的  $CO_2$ ;  $\bar{P}_{CO_2}$  为碳排放交易年平均价格。

光伏发电的环境效益为

$$F = F_1 + F_2 \quad (15)$$

## 2.7 残值

分布式光伏电站固定资产净残值是指固定资产在寿命期末残余的价值扣去清理固定资产的费用之后的价值。

$$V = V_n (1+i)^{-n} \quad (16)$$

式中:  $V_n$  为第  $n$  年后光伏电站固定资产的净残值。

## 2.8 发电量

并网光伏电站发电量可用以下公式进行估计:

$$E = \sum_{n=1}^N T_{\text{sun}} W_{\text{ins}} \eta (1+i)^{-n} \tag{17}$$

式中： $T_{\text{sun}}$  为太阳能总辐照量； $W_{\text{ins}}$  为光伏电站装机容量； $\eta$  为光伏电站综合效率，其计算时应考虑光伏阵列的效率  $\eta_1$ 、交流并网效率  $\eta_2$  和逆变器效率  $\eta_3$ ，有

$$\eta = \eta_1 \eta_2 \eta_3 \tag{18}$$

综上，可以得到并网光伏的 LCOE 模型为

$$\text{LCOE} = \frac{I + R + U + G + S - F - V}{E} \tag{19}$$

3 实证分析

3.1 案例简介

以浙江省嘉兴市某厂厂房的屋顶分布式并网光伏项目为研究对象。该项目建在面积约 1 280 m<sup>2</sup> 的屋顶上，安装组件面积为 1 000 m<sup>2</sup>，安装组件容量为 78.75 kW<sub>p</sub>，光伏组件采用自发自用，余电上网的运营模式，项目运营期为 25 年<sup>[38]</sup>。项目基本情况见表 1、表 2。

表 1 光伏项目基本投资情况

产品名称	估价/元
组件	354 375
逆变器	55 000
交流配电柜	8 000
支架线缆	108 675
监控系统	3 000
设备合计	530 050
可研、设计等费用	68 894
其他费用	31 059
合计	630 000

表 2 光伏系统损耗估算

效率名称	损失量/%
导线损耗	2
积灰遮挡损失系数	2
逆变器隔离变压器损耗耗	2
早晚不可利用辐射损失	2
交流电缆损耗	1
其他损耗	2

3.2 光伏 LCOE 计算

项目总投资 63 万元，折合装机成本为 8 元/W。按照嘉兴当地水平面上年辐照量 4 050 MJ/m<sup>2</sup> 计算，加上考虑系统的损耗得到系统的总效率为 89%，由式(17)计算得该项目年平均发电量为 73 963 kW·h。考虑该光伏电站年维护管理费用为投资额的 1%，则年运行维护费用为 6 300 元。光伏电站按全部形

成固定资产考虑，残值率一般取 5%，由式(16)计算得光伏电站的残值为 26 502.5 元。由于该项目为自发自用，余电上网的模式，且为低压接入就近消纳，因此不考虑输变电成本。

在并网附加成本方面，由于光伏系统的不稳定性，如天气变化、昼夜交替及系统故障等原因，都会引起系统有功和无功的变化，从而影响电压波动<sup>[28]</sup>。由于该项目光伏容量较小，对电压波动基本不会造成影响(影响幅度仅为 0.03%)。

在环境成本和效益方面，依据文献[37]从两个角度确定污染物排放的征收标准，分别按照效益收入和治理投资来定排放罚款的数量级，从而给出了 SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO<sub>2</sub> 及 CO 等主要污染气体的排放征收标准分别为 1.0、2.0、0.01、0.16 元/kg。表 3 给出了火力发电和光伏发电的污染排放数据<sup>[35]</sup>。由此可以计算出考虑环境效益后计算得环境成本现值为 1 365.98 元，环境效益现值为 138 579.45 元。在考虑政策补贴[国家：0.42 元/(kW·h)，浙江省：0.1 元/(kW·h)，嘉兴市：0.3 元/(kW·h)]的情况下计算得该光伏项目 LCOE 不足 0.1 元/(kW·h)，但补贴政策不具有持续性，参考价值有限。因此在不考虑补贴的情况下，综合以上计算得该屋顶式光伏项目的 LCOE 为 0.45 元/(kW·h)。

表 3 火电和光伏污染排放数据

单位：g·(kW·h)<sup>-1</sup>

发电方式	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO <sub>2</sub>	CO
火力发电	6.48	2.88	623	0.11
光伏发电	0	0	0	0

3.3 LCOE 结果对比分析

以某使用寿命 30 年的一台 1 000 MW 的火电机组为例，机组年均利用小时数 5 500 h，年均煤耗 250 万 t，投资约 38 亿元，年运行费用 2 500 万元<sup>[28]</sup>。不考虑环境成本时，火电 LCOE 为 0.28 元/(kW·h)，在考虑环境成本 0.21 元/(kW·h)后<sup>[22]</sup>，计算得火电 LCOE 为 0.49 元/(kW·h)。

对比分布式光伏和火电的发电成本，可以清楚看到在当前条件下，考虑环境因素后分布式光伏成本与火电相比经济竞争力会增加。这个结果和实际情况接近。分布式光伏系统成本方面优势不仅在于无须排污费和燃料费，而且自发自用、余量上网运营模式的光伏系统，在电压波动、线路载流量和谐波及直流分量方面对电网影响有限，因而其输配电成本也可不计。特别是对于一些工商业用户，

可依据自身用电负荷和发展情况,因地制宜地发展低压分布式光伏发电系统,不但能有效提高太阳能资源的使用效率,减轻电网调峰压力,而且用户除了用电免费,还能获得一定的售电收益。

同时,在生态环境方面,项目建成后,估计每年可以节约标煤 26 300 kg,减少 CO<sub>2</sub> 排放 63 000 kg,同时减少 PM 排放<sup>[38]</sup>。

3.4 影响 LCOE 因素的敏感性分析

影响 LCOE 的不确定性因素可以分为两类,一类是外部因素,如以年均辐照量、年利率等;一类是内部因素,如系统单位造价、年均运营成本等。以上述 4 个影响因素为对象,将其在 20% 的范围内变化,对光伏项目 LCOE 进行敏感性分析。

3.4.1 太阳辐照量

假定其他条件不变,只改变太阳辐照量,变动的太阳辐照量与项目 LCOE 对应关系如图 1 所示。可以看出太阳辐照量与光伏 LCOE 是负相关关系,丰富的太阳辐射量有利于光伏系统发出更多的电量,选择太阳辐照量丰富的地区建设光伏系统是非常有利于降成本,这与中国西部、中部、东部建设的光伏电站成本实际情况比较贴近。但是在太阳辐照量增加到一定强度时,光伏 LCOE 下降趋缓,此时只简单追求太阳辐照量的增加对光伏 LCOE 的影响变得很有限。

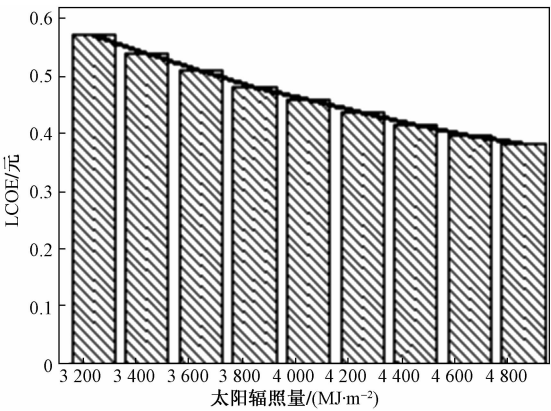


图 1 太阳辐照量变动对 LCOE 的影响

3.4.2 系统单位造价

假定其他条件不变,只改变系统单位造价,与光伏 LCOE 的对应关系如图 2 所示。可以发现系统单位造价与光伏 LCOE 大致呈线性变动关系。考虑到中国光伏装机快速增加而带来的规模效应和光伏产业链的日趋完善,光伏系统单位造价将保持下降的态势,因而正面促进光伏发电成本持续下行。通过技术攻关来降低系统单位造价是降低光

伏 LCOE 的有效措施,也是持续健康发展光伏产业的路径。

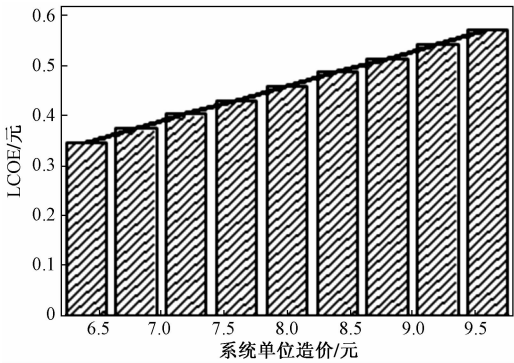


图 2 系统单位造价变动对 LCOE 的影响

3.4.3 年均运营成本

由表 4 可以发现,随着年均运营成本的变动,光伏 LCOE 变化并不明显,这可能是该例中分布式光伏系统规模较小导致,但这也正是分布式光伏系统的成本优势的一方面。随着能源行业的数字化转型升级,光伏电站的运营也可依托数字化技术实现数字运维、智能电站监测等。利用数字技术降低运营成本会是光伏电站实现降本增效的直接途径。

表 4 年运营成本变动对 LCOE 的影响

变化幅度/%	年运营成本/元	LCOE/元
-20	5 040	0.441
-15	5 355	0.445
-10	5 670	0.449
-5	5 985	0.454
0	6 300	0.458
+5	6 615	0.462
+10	6 930	0.466
+15	7 245	0.471
+20	7 560	0.475

3.4.4 利率

表 5 显示光伏 LCOE 和利率呈正相关变化关系,这是由于在计算光伏 LCOE 时考虑了资金的时间价值。如果投资方全部采用自有资金建设光伏电站,那么宏观经济利率较小时对他是有利的,如果投资方采用贷款的方式建设光伏电站,那么贷款利率的高低将直接决定他能否收回建设和运维成本。因此不少地方政府专门为光伏建设投资贷款利率做出了优惠政策规定。

综上分析,在以上 4 个变量中,如图 3 所示,太阳辐照量与光伏 LCOE 呈负相关关系;其余 3 个变量则与光伏 LCOE 呈正相关,在这 3 个变量中系统

单位造价对光伏 LCOE 影响最大,其次是利率,最后是年运营成本。

表 5 利率变动对 LCOE 的影响

变化幅度/%	利率/%	LCOE/元
-20	2.40	0.432
-15	2.55	0.439
-10	2.70	0.445
-5	2.85	0.451
0	3.00	0.458
+5	3.15	0.465
+10	3.30	0.471
+15	3.45	0.477
+20	3.60	0.484

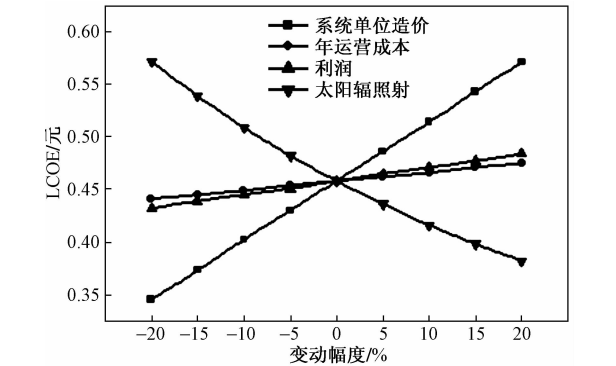


图 3 各因素变动对 LCOE 影响比较

4 结论及建议

4.1 结论

分布式光伏系统经济性问题是一个需要综合考量和长远规划的问题。本文引入环境价值因素,综合经济成本和环境成本效益,构建了一个比较全面的分布式光伏系统 LCOE 模型,以期更加全面地比较评估分布式光伏的经济性和适用性。

通过对分布式光伏与火电的算例结果对比分析以及敏感性分析得到以下结论:

1) 目前光伏 LCOE 相对于传统火电成本来说经济竞争力仍较为薄弱,但分布式光伏由于具备可就近消纳的特性使得其在并网成本方面具有优势,也非常适合一些工商业用户基于自身情况建设,既可以大幅度降低电费支出,还可以获得一笔光伏发电上网收益。

2) 从社会利益的角度,在考虑环境成本和效益后,光伏 LCOE 出现了低于火电成本的情况,这符合发展绿色能源的现实路径,特别是在碳达峰碳中和的背景下,因地制宜地发展分布式光伏系统前景广阔。

4.2 建议

1) 政府应加大对光伏产业的精准支持力度,以政策为导向,着力培育高效能的光伏全产业链,提高光伏发电效率,降低光伏电站建设投资成本。

2) 光伏电站投资方应积极拥抱先进数字技术,将光伏发展与数字化相融合。

3) 加快淘汰低效落后、污染严重的小火电。同时出台政策鼓励有条件的工商业用户按需建设分布式光伏电站,自发自用。

4) 积极完善碳排放交易市场,激励包括光伏发电、风力发电等绿色能源发展。

参考文献

[1] 陈奥,黄琨.我国可再生能源消费与碳排放强度时间序列分析[J].科技和产业,2016,16(2):139-145.

[2] 王闽茜,赵振宇.新能源及可再生能源对能源效率及节能减排效果的影响研究[J].科技和产业,2016,16(12):88-93.

[3] 国家电网发布《服务新能源发展报告 2020》[J].大众用电,2020,35(5):18-19

[4] 白峪豪,张承海,高振兴.分布式发电机组经济效益评估模型[J].能源工程,2011(6):7-12.

[5] 王敬敏,张丽丽,张杰.基于年发电上网率的光伏发电项目并网经济性研究[J].电力与能源,2017,38(3):298-303.

[6] 谢国辉,李娜娜,汪晓露,等.光伏电站基地技术和经济可开发量评估的方法和模型[J].电器与能效管理技术,2019(6):42-47.

[7] 韦超,田君杨,梁斯媛,等.平价上网条件下广西光伏发电项目投资边界分析[J].广西电力,2020,43(4):41-45.

[8] 昌敦虎,田川,张泽阳,等.基于 LCOE 模型的光伏发电经济效益分析:以宜昌农村地区光伏扶贫电站项目为例[J].环境科学研究,2020,33(10):2412-2420.

[9] 黄亚峰,毕大伟,李苑红.基于 LCOE 原理家庭式光伏度电成本分析[J].东北电力大学学报,2019,39(3):1-7.

[10] LI Z Q,ZHAO Y Z,WANG X,et al. Cost analysis of perovskite tandem photovoltaics[J]. Joule,2018,2(8):1559-1572.

[11] ADESANYA A A,PEARCE J M. Economic viability of captive off-grid solar photovoltaic and diesel hybrid energy systems for the Nigerian private sector[J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews,2019,114:109348.

[12] ZHANG Y,SONG J,HAMORI S. Impact of subsidy policies on diffusion of photovoltaic power generation[J]. Energy Policy,2011,39(4):1958-1964.

[13] DUSONCHET L,TELARETTI E. Comparative economic analysis of support policies for solar PV in the most representative EU countries[J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews,2015,42:986-998.

[14] 宋新. 风电及光伏项目度电成本影响因素及控制措施[J]. 科技经济导刊,2021,29(12):243-244.

[15] 冯赫,龙妍,周铭. 湖北省光伏发电项目经济性预测研究

- [J]. 能源与节能, 2021(4):10—13, 26.
- [16] 伊力奇, 李涛, 张婷, 等. 海上风电-海浪能与光伏-压缩空气储能综合能源投资决策模型[J/OL]. 数学的实践与认识: 1-13 [2021-05-27]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2018.01.20210520.1807.007.html>.
- [17] 陶叶炜, 叶琪, 吴昊, 等. 不确定因素下考虑经济与福利均衡的电源结构优化[J/OL]. 现代电力: 1-10 [2021-05-27]. <https://doi.org/10.19725/j.cnki.1007-2322.2020.0209>.
- [18] 季光兴, 赵杰. 基于太阳能电池 I—V 特性的光伏组件最大串联数的计算方法研究[J]. 太阳能, 2021(5):67—71.
- [19] 鲁正, 孙炜, 陈芸菲. 基于用户侧的光伏项目成本-效益分析[J]. 太阳能学报, 2021, 42(4):209—214.
- [20] 曾鸣, 田廓, 李娜, 等. 分布式发电经济效益分析及其评估模型[J] 电网技术, 2010, 34(8):129—133.
- [21] 杨茂, 王少帅, 李大勇, 等. 全寿命周期下考虑环境效益的集中式光伏发电成本-效益分析[J]. 东北电力大学学报, 2018, 38(6):21—28.
- [22] 孙艳伟, 王润, 肖黎娜, 等. 中国并网光伏发电系统的经济性与环境效益[J]. 中国人口·资源与环境, 2011, 21(4):88—94.
- [23] 陈荣荣, 孙韵琳, 陈思铭, 等. 并网光伏发电项目的 LCOE 分析[J]. 可再生能源, 2015, 33(5):731—735.
- [24] REN21. Renewables 2010 global status report[R]. Paris: REN21 Secretariat and Washington, Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21), 2010.
- [25] YANG C J. Reconsidering solar grid parity[J]. Energy Policy, 2010, 38:3270—3273.
- [26] BLACK, VEATCH CORPORATION. Renewable energy transmission initiative phase 2B: draft report[R]. Sacramento: RETI Stakeholder Steering Committee, 2010.
- [27] LUQUE A, HEGEDUS S. Handbook of Photovoltaic Science and Engineering [M]. Chichester: John Wiley and Sons Ltd., 2011.
- [28] 闫庆友, 朱明亮. 基于 LCOE 法的风电并网经济性实证研究[J]. 技术经济与管理研究, 2017(11):21—25.
- [29] 刘吉成, 王素花. 风能并网发电经济性研究[J]. 中国电力, 2011(6):63—66.
- [30] 李文汗, 赵冬梅, 王心, 等. 考虑分布式电源并网的配电网适应性评价方法[J]. 电网与清洁能源, 2017, 33(2):117—123.
- [31] BATTISTI R, CORRADO A. Evaluation of technical improvements of photovoltaic systems through life cycle assessment methodology[J]. Energy, 2005, 30(7):952—957.
- [32] ITO M, KATO K, SUGIHARA H, et al. A preliminary study on potential for very large-scale photovoltaic power generation (VLS-PV) system in the Gobi desert from economic and environmental viewpoints[J]. Solar Energy Materials and Solar Cells, 2003, 75(3):507—517.
- [33] PACCE S, SIVARAMAN D, KEOLEIAN G A. Parameters affecting the life cycle performance of PV technologies and systems[J]. Energy Policy, 2007, 35(6):3316—3326.
- [34] 唐玉萍. 太阳能电池生产项目污染产生与处理措施[J]. 广东化工, 2010, 37(10):102—104.
- [35] 崔弘, 郭熠灼, 夏成军. 考虑环境效益的分布式电源优化配置研究[J]. 华东电力, 2010, 38(12):1968—1971.
- [36] 俞海森, 周海珠, 裴晓梅. 风力发电的环境价值与经济性分析[J]. 同济大学学报, 2009, 37(5):704—708.
- [37] 张娜, 蔡睿贤. SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub> 与 CO<sub>2</sub> 排气罚款的应有数量级[J]. 中国电机工程学报, 1997, 17(4):286—288.
- [38] 国网嘉兴供电公司. 分布式光伏项目并网实例分析[M]. 北京: 中国电力出版社, 2017:82.

## Empirical Research on Economy of Roof-mounted PV Power Grid Connected Based on LCOE Model

YAN Qing-you, WEI Qi-feng, QIN Guang-yu

(School of Economics and Management, North China Electric Power University, Beijing 102206, China)

**Abstract:** Based on the levelized cost of electricity (LCOE) measurement model, taking rooftop grid-connected photovoltaic as the research object, the economic cost and environmental cost of photovoltaic power generation are comprehensively considered, and the environmental cost of pollutant emission reduction and the expected achievable carbon emission benefits are quantitatively evaluated, which are introduced into the lcoe measurement model. Through the empirical study of the optimized LCOE measurement model, the photovoltaic LCOE under the conditions of considering environmental factors and carbon trading market is obtained. Furthermore, the comparative analysis of photovoltaic and thermal power LCOE and the sensitivity analysis of influencing photovoltaic LCOE show that photovoltaic power generation has obvious advantages over thermal power when considering environmental factors, carbon trading and other factors, and the unit cost of the system and the amount of solar radiation have a greater impact on photovoltaic LCOE. Finally, some policy suggestions are put forward to reduce the investment cost of photovoltaic power generation, empower the photovoltaic industry by using digital technology and improve the carbon emission trading market, so as to achieve the purpose of effectively improving the economy of photovoltaic power generation and provide reference for the development of rooftop photovoltaic in the context of carbon neutrality.

**Key words:** photovoltaic power generation; energy economics; technical economics; levelized cost of electricity (LCOE); sensitivity analysis

# 嘉祥县肉羊交易市场的发展现状、影响因素与对策

王燕鸽<sup>1</sup>, 李夫荣<sup>2</sup>, 赵瑞莹<sup>1</sup>

(1. 山东农业大学 经济管理学院, 山东 泰安 271018; 2. 嘉祥县实验小学教育集团 东关校区, 山东 嘉祥 272400)

**摘要:**肉羊交易市场的稳定发展对肉羊产业发展具有很大的促进作用。通过问卷调查分析嘉祥县肉羊交易市场发展现状,利用层次分析法从肉羊交易市场、市场交易双方和政府支持 3 个层次进一步研究探讨了肉羊交易市场发展的影响因素,并提出相应的对策建议。

**关键词:**肉羊交易市场;影响因素;层次分析法;嘉祥县

**中图分类号:**F326.3      **文献标志码:**A      **文章编号:**1671-1807(2021)10-0080-06

近年来,作为农区养殖大省山东省的肉羊养殖业有了健康稳定的发展。嘉祥县是鲁西南畜牧生产养殖大县,其中的肉羊养殖在畜牧业当中占据非常重要的地位,肉羊养殖规模大、品种多,其中嘉祥小尾寒羊和济宁青山羊都是国家地理标志保护农产品品牌,在当地甚至全国都享有盛誉,目前该县具有两个大型的活羊(畜)交易市场和多个零散活羊(畜)交易市场。嘉祥县肉羊交易市场的发展得益于嘉祥县肉羊产业的带动与支持,正是肉羊产业的高速发展,促进了活羊交易市场的形成和发展。本文通过调查问卷的方式,对当地的肉羊交易市场进行实地调研,旨在研究探讨肉羊交易市场发展过程中的主要影响因素,并提出相应的对策建议。

## 1 肉羊交易市场调研分析

对 146 位嘉祥县肉羊交易市场交易者、4 位肉羊交易市场管理者进行问卷调查,其中有效问卷 145 份。在调研期间,与该肉羊交易市场的管理者、市场负责人进行了多方面的访谈交流,并经由该市场负责人介绍的抖音、快手、微信公众号等视频账号,深入了解并收集了该肉羊交易市场的发展现状和一系列的数据资料。

调研结果显示,本次调查受访者多数为男性,占比为 80%,年龄在 35~45 岁的占比达到 75%,文化程度较低,初中及初中以下的受访者占比达到 83%。由表 1 可知,嘉祥县肉羊交易市场中的生产

者和贩运商比例参半。就肉羊供给来源来说,本地供给所占比重较高,达到了 64%,外地供给能达到 36%,可见该地区肉羊交易市场的吸引力之大,同时也表明肉羊交易市场仍有很大的发展和进步空间。对于肉羊交易市场发展状况来说,交易量和交易规模的大小是一个重要的衡量指标,根据调查数据显示,每次的肉羊交易数量在 50 只以下的比例达到了 77%,可见小规模交易的高频性,500 只左右的大规模交易所占比重能达到 10%以上,这对扩大肉羊交易市场的规模和促进肉羊交易市场的进一步发展尤为重要。

表 1 肉羊供给方基本情况

项目	分组	频数	比重/%
自身定位	生产者	69	48
	贩运商	75	52
供给来源	本地供给	93	64
	外地供给	51	35
每次交易数量	10 只以下	50	35
	10~50 只	60	42
	50~500 只	18	13
	500 只以上	16	11

对于肉羊交易市场中的买卖双方来说,79%的交易者对价格问题较为关注,其次是疫病防治关注度达到了 61%,交易的环境和卫生状况关注度达到了 53%,见表 2。

**收稿日期:**2021-04-26

**基金项目:**山东省现代农业产业技术体系羊创新团队项目(SDAIT-10-11)。

**作者简介:**王燕鸽(1993—),男,山东金乡人,山东农业大学经济管理学院,硕士研究生,研究方向为农业产业组织与管理;通信作者赵瑞莹(1963—),女,山东蓬莱人,山东农业大学经济管理学院,教授,博士研究生导师,研究方向为农业产业组织与管理。

表 2 肉羊交易基本情况

项目	分组	频数	比重/%
交易过程关注问题 (可多选)	价格问题	112	79
	交易市场卫生与环境	75	53
	疫病防治	86	61
	其他问题	31	22

由表 3 可知,影响肉羊交易价格的因素当中,影响程度很大的比重除了运输成本的 3%之外,其余各项因素的很大比重皆为 0;影响程度较大比重中最高为运输成本,达到了 24%;影响程度较小和很小的比重中,相较而言运输成本所占比重最高,达到了 26%。这说明对离交易市场距离较远的外地肉羊销售者来说运输成本对肉羊交易价格的影响很大,但对当地的肉羊销售者来说,运输成本影响不大。除了运输成本,影响肉羊价格的主要因素为肉羊品种和肉羊产地,而场地交易成本、养殖成本的影响最小。

表 3 交易价格影响因素基本情况

项目	分组	频数	比重/%
运输成本	很小	6	4
	较小	31	22
	一般	67	47
	较大	34	24
	很大	4	3
场地交易成本	很小	14	10
	较小	15	11
	一般	104	73
	较大	9	6
	很大	0	0
养殖成本	很小	1	7
	较小	14	10
	一般	103	73
	较大	24	17
	很大	0	0
肉羊品种	很小	1	7
	较小	7	5
	一般	120	85
	较大	14	10
	很大	0	0
肉羊产地	很小	1	7
	较小	20	14
	一般	105	74
	较大	16	11
	很大	0	0

由表 4 可知,在受访者的满意度调查中,90%以上的受访者对交易市场的各个方面是满意的,其中

表示非常满意的受访者占比均达到 20%以上,表示比较满意的受访者占比也在 20%左右。

表 4 市场满意度调查基本情况 %

项目	非常不 满意	比较不 满意	基本 满意	比较 满意	非常 满意
肉羊交易市场整体	2	2	49	21	26
市场管理人员服务	2	2	56	15	25
市场车辆安排	2	4	55	14	25
活羊临时圈养方式	2	4	47	23	25
市场硬件设施	2	7	44	16	32
场地费用	2	6	48	18	27
交易市场环境	2	6	52	19	21
市场卫生条件	2	3	53	20	23
市场管理水平	2	4	50	19	26

无论是买卖双方还是市场管理者都希望政府能够出台一些切实有效的、可促进肉羊交易市场发展的扶持政策。调查结果表明,76%的交易者希望政府能够出台有关肉羊交易的贷款优惠政策,69%的交易者希望政府能够给予运输补贴,50%以上的交易者希望能够得到成交量补贴和品种补贴,见表 5。

表 5 政府支持基本情况

项目	频数	比重/%
运输补贴	92	69
成交量补贴	73	55
品种补贴	71	53
贷款优惠政策	101	76
疫病防治	56	42

2 嘉祥县肉羊交易市场发展的影响因素分析

从嘉祥县肉羊交易市场的发展现状可以看出,虽在稳步发展,但仍存在一定的风险,肉羊交易市场的发展是多方面、多影响因素共同作用的结果,要对该市场进行更深层次的研究,就要明确这些影响因素及其对交易市场发展的影响程度。

2.1 嘉祥县肉羊交易市场发展影响因素指标体系构建

经过理论分析和市场调研,嘉祥县肉羊交易市场的发展主要受政府、市场管理、交易者这 3 个方面因素的影响<sup>[1]</sup>。

政府方面:由于嘉祥县肉羊交易市场在发展过程中得到政府的支持和帮助,为更好地了解政府对肉羊交易市场的影响作用,政府方面主要从政策支持、卫生检疫、宣传扶植 3 个方面进行分析。

市场管理方面:对于嘉祥县肉羊交易市场的发展来说,市场管理起到的影响才是最为关键之处,对肉羊交易市场管理方面的影响因素研究,主要从基础设施、服务满意度、管理策略、发展方向这 4 个方面进行分析<sup>[2]</sup>。

交易者方面:肉羊成交量的多少直接影响着肉羊交易市场的发展,而交易双方的文化素养决定着肉羊交易的层次和规模,扩展交易者数量对于嘉祥县肉羊交易市场的发展起到一定的推动作用。对交易者方面的分析,还需从成交价格、交易成本(运输成本、养殖成本、场地成本等)、肉羊价值(肉羊产地、肉羊品种)这 3 个基本影响因素展开数据研究。

嘉祥县肉羊交易市场在政府、市场管理、交易者这 3 个方面的影响因素,既相互独立,又形成了一个统一的影响关系网,根据这个关系网可得嘉祥县肉羊交易市场发展影响因素指标体系<sup>[3]</sup>,如图 1 所示。

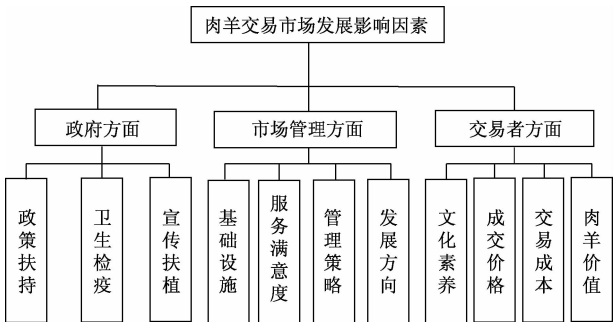


图 1 嘉祥县肉羊交易市场发展影响因素指标体系

2.2 模型选择

应用层次分析法,根据专家打分,进一步分析上述各因素对肉羊市场影响程度。由图 1 可知,影响嘉祥县肉羊交易市场发展主要有政府、市场管理、交易者 3 层面共 11 个因素。根据层次分析法当中的二级权重指标和三级权重指标的有关研究,通过系统分类,肉羊交易市场发展影响因素的指标体系相关说明见表 6。

2.3 嘉祥县肉羊交易市场影响因素实证分析

2.3.1 构造两两判断矩阵

利用成对比较法和 1-9 比较尺度,对提炼出的嘉祥县肉羊交易市场发展制约因素构造两两判断矩阵:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1j} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2j} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ x_{i1} & x_{i2} & \cdots & x_{ij} \end{bmatrix}$$

(1)

矩阵当中的第  $i$  个指标与第  $j$  个指标两者重要程度的比较取值见表 7。

表 6 嘉祥县肉羊交易市场发展影响因素指标体系说明

二级权重指标	三级权重指标
政府因素 $B_1$	政策扶持 $C_1$
	卫生检疫 $C_2$
	宣传扶植 $C_3$
市场管理因素 $B_2$	基础设施 $C_4$
	服务满意度 $C_5$
	管理策略 $C_6$
	发展方向 $C_7$
交易双方因素 $B_3$	文化素养 $C_8$
	成交价格 $C_9$
	交易成本 $C_{10}$
	肉羊价值 $C_{11}$

表 7 比较尺度说明

指标重要程度	说明
1	两个指标相比,前者与后者同等重要
3	两个指标相比,前者比后者有点重要
5	两个指标相比,前者比后者明显重要
7	两个指标相比,前者比后者强烈重要
9	两个指标相比,前者比后者极端重要
2,4,6,8	上述相邻判断的中值

2.3.2 结果分析

根据各层次各因素间的关系,通过专家打分法,建立各级判断矩阵,计算各因素权重,然后对各判断矩阵进行一致性检验,最终形成嘉祥县肉羊交易市场发展影响因素各级综合权重,结果见表 8。

表 8 肉羊市场发展影响因素综合权重

$B_1 C_1$	0.194	—	—
$B_1 C_2$	0.093	—	—
$B_1 C_3$	0.033	—	—
$B_2 C_4$	—	0.169	—
$B_2 C_5$	—	0.289	—
$B_2 C_6$	—	0.082	—
$B_2 C_7$	—	0.030	—
$B_3 C_8$	—	—	0.006
$B_3 C_9$	—	—	0.057
$B_3 C_{10}$	—	—	0.031
$B_3 C_{11}$	—	—	0.016

1)权重分析结果大于 0.1 为影响非常显著,根据权重数据显示,交易市场服务满意度、政府扶持和交易市场基础设施这 3 个因素对嘉祥县肉羊交易



市场发展的影响最为显著。

交易市场的服务满意度权重为 0.289,在显著影响因素中权重最高。由此可知,提高交易市场的服务满意度,对推动嘉祥县肉羊交易市场的发展起着极为重要的作用,交易双方是市场的服务对象,提高交易双方的服务满意度,才能吸引更多的交易者前来交易,增加人流量,扩大交易规模,从而推动嘉祥县肉羊交易市场的快速发展,因此服务满意度影响非常显著。政策扶持的权重为 0.194。根据调查数据显示,以往嘉祥县肉羊交易市场也申请过政府的支持和帮助,但收效甚微,包括临近交易市场也希望政府能给予一定的帮助和政策扶持,但至今未落实,政策扶持力度小,嘉祥县肉羊交易市场发展着较为缓慢,今后相信在政策扶持的帮助下,该地交易市场或能获得更大的发展与完善,可见政府扶持对嘉祥县肉羊交易市场的影响之大,因此政策扶持的影响非常显著。交易市场基础设施的权重为 0.169。市场存在竞争性,而嘉祥县肉羊交易市场又与黄垓牛羊交易市场邻近,竞争力较大,只有不断地完善基础设施和提升基础设施档次,才能吸引更多的交易者选择来嘉祥县肉羊交易市场进行交易,因此基础设施影响非常显著<sup>[4]</sup>。

2)权重分析结果小于等于 0.1,大于 0.05 为影响较为显著,根据权重数据显示,市场卫生检疫、市场管理策略和肉羊成交价格这 3 个因数对嘉祥县肉羊交易市场发展的影响较为显著。

市场卫生检疫的权重为 0.093。嘉祥县肉羊交易市场的卫生环境必须定期得到修整和维护,检疫方面也需根据政府相关要求按时完成,不能有任何疏忽大意,因此卫生检疫影响较为显著。市场管理策略的权重为 0.082。市场的经营离不开管理策略,及时有效的管理策略不仅能够避免风险,而且能够促进双赢局面,这是政府、市场、交易者三方都希望看到的局面,因此市场管理策略影响较为显著。成交价格的权重为 0.057。对于以盈利为主的交易者来说,在交易市场进行交易最主要的目的就是希望能够获得一个好价位进行交易,然后从中获得更大的利益,这一点对于交易本身尤为重要,因此交易价格的影响较为显著。

3)权重分析结果小于等于 0.05 的影响不太显著,根据权重数据显示,政府的宣传扶植、交易成本、交易市场发展方向、肉羊价值和交易者文化素养等 5 个因素对嘉祥县肉羊交易市场发展的影响不太显著。

政府的宣传扶植权重为 0.033。一个市场形象的确立是时间和口碑的长期沉淀形成的,对于建成仅有几年的嘉祥县肉羊交易市场来说,在网络宣传还是平台建设方面,尽管宣传力度较大,但收效甚微,而政府对嘉祥县肉羊交易市场的关注力度较小,因此,宣传扶植影响不太显著<sup>[5]</sup>。交易成本的权重为 0.031。成本是交易双方都必须考虑的一个重要因素,无论是交易成本、运输成本,还是养殖成本、场地交易成本,都在不同程度上影响了肉羊交易的总收益,充分利用信息系统,降低因信息不对称而引起的成本消耗则尤为重要,保证较高价格的同时降低成本,才能真正提高肉羊交易的实际收益,真正受惠于交易双方。但对于肉羊交易市场来说,肉羊的交易成本在一定时间内基本上能稳定在一定范围内,因此交易成本的影响不太显著。交易市场发展方向的权重为 0.030。发展方向决定的是一个交易市场的未来规模,对于底蕴较小的嘉祥县肉羊交易市场来说,能够稳定发展,不出现太大的纰漏,在稳定中逐渐扩大规模即为最好的发展方向,因此,发展方向影响不太显著。肉羊价值的权重为 0.016。对于一定区域的养殖肉羊,价值普遍稳定在某个价位,品种相差度小的肉羊价值相差也不会太大,因此肉羊价值影响不太显著。交易者文化素养的权重为 0.006。交易双方才是肉羊交易的真正实践者,他们更明白肉羊的品种、优劣、价值,文化素养较高的交易者看的比较远,不光能看到现阶段的收益,还能看到长期的收益之道和交易路线<sup>[6]</sup>。根据调查显示,交易市场的交易者大多数文化程度为初中及以下学历,文化程度较低,只看重眼前利润,现阶段对肉羊交易市场的发展推动作用较小,因此文化素养影响不太显著。

### 3 嘉祥县肉羊交易市场的发展对策建议

#### 3.1 完善肉羊交易市场的供需渠道

对于嘉祥县肉羊交易市场的现阶段,完善交易双方供需渠道对实现现有基础上供需平衡的进一步发展有重要的意义。

1)供给方稳定来源渠道。根据调查问卷数据显示,嘉祥县肉羊交易市场 70%左右的供给方来源于本地及周边县市,交易规模受养殖规模的限制较大,出于供给方的交易市场选择性,嘉祥县肉羊交易市场的供给方来源仍存在潜在风险。为此,根据供给方基本情况,应采取以下措施。①在多次、大规模交易的基础上提供一定的福利政策以达成长期合作的目的;②在服务过程中实行精准服务,通

过与供给方的交流和数据整理,归纳出供给方的真实想法和交易需求,提供供给方所需信息和交易路径选择方案,做到节约时间、精准定位,真正意义上的降低交易过程成本,提高肉羊交易效率;③适当提高供给方增值服务,用心提升服务质量,增加供给方黏性,提高供给方对嘉祥县肉羊交易市场的认可度。

2)拓展需求方成交渠道。实现肉羊交易市场健康稳定的发展,一方面要稳定现有需求方,另一方面要不断拓展需求方的成交渠道。为此,应采取具体建议如下:①建立相应的交易价格信息平台,根据需求方实际需求,在不影响市场供需平衡的条件下,提供相应的交易价格参考数据,推动交易的进行;②诚信经营,树立良好的市场形象,吸引更多的外地贩羊商来此地观摩、尝试;③加大宣传力度,吸引外省肉羊需求量较大省份的贩运商来市场交易,对该部分交易者可实施优惠政策,适当降低运输成本,提高需求方的市场满意度。

### 3.2 加强肉羊交易市场的基础设施建设,提高交易市场服务满意度

根据层次分析法的权重分析所得结论显示,基础设施建设对嘉祥县肉羊交易市场的发展起着非常显著的影响作用,加强嘉祥县肉羊交易市场的基础设施建设可以从以下3个方面入手:①硬件设施方面,对市场管理过程中划分好的特定区域,根据肉羊的不同品种和产地,布置适合该品种肉羊的生长环境,根据供需双方的要求,适当的对场地环境进行定期完善与改进;②流动服务设施方面,除提供常规交易基础设施外,保证交易场所的稳定与私密性尤为必要,场地足够的情况下,可以划分单位房间,以方便多场肉羊交易同时进行;③网络配套设施方面,根据调查问卷数据显示,绝大多数供需双方希望能够借助网络的信息传递作用,来提高交易效率,既有利于数据性资料的统计与归纳,对以后的信息反馈也起到一定的促进作用。除以上3个方面,该肉羊交易市场还可根据地方特色、习俗提供相应的服务设施,树立交易市场特有形象,推动肉羊交易市场的基础设施新发展。

### 3.3 建立健全肉羊交易市场的信息系统

嘉祥县肉羊交易市场作为连接供给方和需求方的重要桥梁,信息系统在其中的作用不仅仅是搜集、整理、分析各类供需关系价格等实时性信息,更

重要的是为市场管理者、供需双方提供行之有效的市场信息,向社会、政府发布相应的市场行情信息及市场状况预测,以便应对突发状况做出最准确的决策,为肉羊交易市场内外各方面的发展提供具有指导性的建议和方案。①根据当前的肉羊交易市场发展现状,建立统一的信息指标体系,将相关的信息指标录入肉羊交易市场设立的公众号当中,以便供买卖双方自行查阅和了解实际交易价格、市场情况;②在政府的帮助下,将各个交易流程的数据有效地集中传递,建立现代化信息网络系统,避免信息分散和传递过程中的失真情况,既有助于政府了解实施情况并提供相应的解决方案,又有助于肉羊交易市场的管理调节、反馈调节;③适当引进互联网软硬件系统,对肉羊交易市场各个环节设定相应的信息反馈系统,方便信息收集、录入、处理、发布及整个信息系统的管理,实现肉羊交易市场各个环节安全、快捷的信息交流和共享,构建高度集约化的肉羊交易市场信息系统,确保信息传递的可重构性、时效性和准确性。

### 3.4 加大政府的支持力度

上述对肉羊交易市场交易双方、肉羊交易市场管理者调查结果以及肉羊交易市场发展影响因素的实证分析结果可知,肉羊交易市场的稳定健康的发展离不开当地政府的大力支持,为此,当地政府可从以下几个方面提供支持和帮助:①为批量购买肉羊种羊的养殖户提供贷款优惠政策,以支持其扩大肉羊养殖规模;②给离交易市场距离较远的,特别是来自肉羊生产优势产区的新疆和内蒙古等外省的肉羊供给方提供一定的运输成本补贴;③对购买优良品种种羊的肉羊养殖户提供品种补贴;④支持和帮助肉羊交易市场管理者做好疫情防控方面的各项工作。

### 参考文献

- [1] 李军,金海. 2018年肉羊产业市场发展概况、未来趋势及对策建议[J]. 中国畜牧杂志, 2019(3): 138-145.
- [2] 张作军. 浅析市场经济条件下的公路运输市场管理[J]. 全国商情(理论研究), 2013(5): 27.
- [3] 刘健贝. 河北省肉羊养殖业成本收益分析[D]. 保定: 河北农业大学, 2019.
- [4] 龚铭, 罗治华. 贵州肉羊产业发展现状与对策[J]. 黑龙江动物繁殖, 2014(4): 59-61.
- [5] 张海峰. 山东省肉羊规模化生产发展战略研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2015.
- [6] 王士权. 中国肉羊产业市场绩效研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2017.

# The Development Status, Influencing Factors and Countermeasures of Mutton Sheep Trading Market in Jiaxiang County

WANG Yan-ge<sup>1</sup>, LI Fu-rong<sup>2</sup>, ZHAO Rui-ying<sup>1</sup>

(1. College of Economics and Management, Shandong Agricultural University, Taian Shandong 271018, China;

2. Dongguan School, Jiaxiang Experimental Primary Education Group, Jiaxiang Shandong 272400, China)

**Abstract:** The stable development of the mutton sheep trading market has a great role in promoting the development of mutton sheep industry. The current situation of mutton sheep trading market development in Jiaxiang County is analyzed through questionnaire survey, and the influencing factors of mutton sheep trading market development from the three levels of mutton sheep trading market, market trading parties and government support is studied by AHP, and corresponding countermeasures and suggestions are put forward.

**Key words:** mutton sheep trading market; influencing factors; analytic hierarchy process(AHP); Jiaxiang County

# 基于《中国区域科技创新评价报告》的宁夏科技创新能力短板分析

李玉凤

(宁夏科技发展战略和信息研究所, 银川 750001)

**摘要:**科技创新能力是一个地区科技水平发展的直接体现。以《中国区域科技创新评价报告》数据为基础,对宁夏 2015—2018 年创新能力综合水平在科技创新环境、科技活动投入、科技活动产出、高新技术产业化、科技促进经济社会发展 5 个方面进行短板指标分析,提出增强社会科技创新意识、加大科技创新物质投入强度、提升科技创新产出水平等 7 个方面的方向性对策建议,为宁夏科技创新能力提升方向提供一定的决策参考。

**关键词:**科技创新能力;科技指标;短板;评价

**中图分类号:**G316      **文献标志码:**A      **文章编号:**1671—1807(2021)10—0086—05

近年来,《中国区域科技创新评价报告》对全国区域科技创新能力连续监测比较,为区域科技创新政策制定、区域科技创新路径选择、科技创新环境改善等提供了一定的决策参考。对标全国水平对宁夏指标进行解析,分析查找宁夏在科技创新能力方面的差距,找准优化攻关方向。

## 1 《中国区域科技创新评价报告》的基本情况

《中国区域科技创新评价报告》(以下简称《评价报告》)为国家创新调查制度系列报告之一,报告中的数据大部分来源于公开出版的统计年鉴,部分是根据公开数据进行的测算值。《评价报告》指标体系包括科技创新环境、科技活动投入、科技活动产出、高新技

术产业化和科技促进经济社会发展 5 个方面,12 个二级指标和 39 个三级指标,侧重于对区域科技创新能力的评价。需要说明的是,由于统计年鉴数据滞后 2 年,评价报告发布当年数据为前 2 年数据,评价报告反映的是前 2 年区域科技创新能力情况<sup>[1-5]</sup>。

## 2 《评价报告》中宁夏科技创新能力短板指标分析

2015—2018 年,宁夏综合科技创新水平指数值处于增长状态,指数值从 46.24% 增长到了 56.11%,增长了 10.13 个百分点,排名从全国第 22 位上升到了第 18 位。虽然宁夏综合科技创新水平有所提升,但是与全国综合科技创新水平相比还有一定差距(表 1)。

表 1 2015—2018 年宁夏综合科技创新水平指数排名情况

指标名称	2015		2016		2017		2018	
	评价值	位次	评价值	位次	评价值	位次	评价值	位次
全国综合科技创新水平指数/%	67.57	—	69.63	—	70.71	—	72.19	—
宁夏综合科技创新水平指数/%	46.24	22	46.68	24	51.75	22	56.11	18

### 2.1 科技创新环境

从科技创新环境指数看(表 2),2015—2018 年宁夏科技创新环境指数与全国水平平均相差 14.24 个百分点。具体有以下几个弱项指标(表 3):①科技

人力资源方面。10 万人博士毕业生数(2018 年:宁夏 0.79 人,北京 93.55 人)和万人高等学校在校生数(2018 年:宁夏 237.9 人,北京 526.8 人)偏低,两项指标与全国位次排名第一的省份差距较大,可

收稿日期:2021-05-07  
基金项目:宁夏科技托举人才工程专项(TJGC2018045)。  
作者简介:李玉凤(1983—),女,甘肃白银人,宁夏科技发展战略和信息研究所,副研究员,硕士,研究方向为科技管理政策。

以看出宁夏科技人力资源规模小,高水平科技人力资源不够充裕,后备科研主力军补给能力欠缺,创新人力资源吸引力不强。②科研物质条件方面。科学研究和技术服务业新增固定资产占比相对较低(2018年:宁夏 0.63%,天津 3.29%),科研固定资产投资是提高创新水平重要手段之一,应该成为科技创新工作关注的重点之一;10万人累计孵化企业数较少,2018年宁夏科技企业孵化数 18 个(江苏 695 个),科技企业孵化器在孵企业数 629 个(江苏

15 709 个),科技企业孵化器累计毕业企业数277 个(江苏 15 709 个),在孵企业数和累计毕业企业数比值为 2.3:1。可以看出宁夏科技企业孵化器孵化数量少,且孵化质量不高。③科技意识方面。科学研究和技术服务业平均工资比较系数排名靠后,2018年宁夏科学研究和技术服务业就业人员人均工资 9.16 万元(上海 19.1 万元),反映了政府及社会对从事科学研究和技术服务工作劳动者劳动的认可程度有待加强,全社会科技意识有待提升。

表 2 2015—2018 年宁夏科技创新环境指数排名情况

指标名称	2015		2016		2017		2018	
	评价值	位次	评价值	位次	评价值	位次	评价值	位次
全国科技创新环境指数/%	63.53	—	65.84	—	67.82	—	70.76	—
宁夏科技创新环境指数/%	49.48	22	50.80	20	54.82	17	55.88	17

表 3 2015—2018 年宁夏科技创新环境中弱项指标(全国位次≤18 位)具体排名情况

指标类别	指标名称	2015		2016		2017		2018	
		评价值	位次	评价值	位次	评价值	位次	评价值	位次
科技人力资源	10 万人博士毕业生数	—	—	0.54	24	0.68	23	0.79	22
	万人高等学校在校学生数	224.44	21	222.50	23	227.80	22	237.90	20
科研物质条件	科学研究和技术服务业新增固定资产占比	0.57	26	0.83	18	0.61	24	0.63	24
	10 万人累计孵化企业数	2.02	22	3.02	20	3.29	24	4.38	24
科技意识	科学研究和技术服务业平均工资比较系数	91.72	19	88.90	21	77.90	26	83.05	26

2.2 科技活动投入

从科技活动投入指数看(表 4),2015—2018 年宁夏科技活动投入指数与全国相差平均 16.06 个百分点。具体有以下几个弱项指标(表 5):①科技活动人力投入方面。万人 R&D 研究人员数较少(2018 年:宁夏 7.77 人年,北京 85.28 人年),宁夏 R&D 人员数 1.11 万人年,广东 76.27 万人年,相差 68 倍多,宁夏 R&D 人员投入力度需要不断加大。

②科研物质条件方面。R&D 经费支出与 GDP 比值(2018:宁夏 1.23%,北京 6.17%)还需要不断提升,全国 R&D 经费支出与 GDP 比值为 2.18%,宁夏 R&D 经费支出与 GDP 比值需要保持年均 6.52%增长速度,才能达到 2.0%的规划目标;企业 R&D 经费支出占主营业务收入比重年均增幅 3.08%,后期要保持或者超越这个增幅,需要继续引导企业加大科研投入力度。

表 4 2015—2018 年宁夏科技活动投入指数排名情况

指标名称	2015		2016		2017		2018	
	评价值	位次	评价值	位次	评价值	位次	评价值	位次
全国科技活动投入指数/%	65.63	—	66.83	—	67.91	—	70.27	—
宁夏科技活动投入指数/%	50.32	16	48.15	18	52.00	17	55.94	18

表 5 2015—2018 年宁夏科技活动投入中弱项指标(全国位次≤18 位)具体排名情况

指标类别	指标名称	2015		2016		2017		2018	
		评价值	位次	评价值	位次	评价值	位次	评价值	位次
科技活动人力投入	万人 R&D 研究人员数	6.57	21	6.96	20	7.23	19	7.77	18
科研物质条件	R&D 经费支出与 GDP 比值	0.88	23	0.95	22	1.13	20	1.23	19
	企业 R&D 经费支出占主营业务收入比重	0.58	22	0.66	18	0.72	20	0.86	17

2.3 科技活动产出

从科技活动产出指数看(表 6),2015—2018 年宁夏科技活动产出指数与全国平均相差 45.16 个百分点。具体有以下几个弱项指标(表 7):①科技活动产出方面。万人科技论文数偏低(2018 年:宁夏 2.15 篇,北京 35.09 篇),说明宁夏科技投入知识产出水平较低;宁夏获国家级科技成果奖系数值一直较低,排位全国较低,该指标从重大科技成果角度反映各地区科技活动直接产出的数量与质量,说明宁夏急需提升科技成果产出质量水平;万人发明专利拥有量也是地区科技成果产出的重要

标志,2018 年宁夏万人发明专利拥有量为 4.46 件,全国平均水平为 11.9 件,与全国平均水平相比还有较大差距。②技术成果市场化方面。万人输出技术成交额较低(2018 年:宁夏 174.09 万元,北京 20 564.51 万元),说明宁夏技术市场发展和技术成果交易不够繁荣,对外技术输出能力不强;万元生产总值技术国际收入排名靠后(2018 年:宁夏 0.06 美元,上海 56.03 美元),反映出宁夏向国外地区转让专利代理、商标等知识产权、提供 R&D 服务和其他技术服务能力较弱,获得的技术收入较少。

表 6 2015—2018 年宁夏科技活动产出指数排名情况

指标名称	2015		2016		2017		2018	
	评价值	位次	评价值	位次	评价值	位次	评价值	位次
全国科技活动产出指数/%	72.88	—	76.22	—	75.59	—	75.58	—
宁夏科技活动产出指数/%	20.12	27	23.20	30	30.54	27	45.75	20

表 7 2015—2018 年宁夏科技活动产出中弱项指标(全国位次≤18 位)具体排名情况

指标类别	指标名称	2015		2016		2017		2018	
		评价值	位次	评价值	位次	评价值	位次	评价值	位次
科技活动产出水平	万人科技论文数	2.31	18	2.34	18	2.20	18	2.15	20
	获国家级科技成果奖系数	0.46	30	0.00	31	0.12	30	1.52	28
	万人发明专利拥有量	1.81	22	2.65	21	3.50	19	4.46	19
技术成果市场化	万人输出技术成交额	51.66	26	59.08	26	96.42	26	174.09	24
	万元生产总值技术国际收入	0.20	26	0.04	30	0.03	30	0.06	29

2.4 高新技术产业化

从高新技术产业化指数看(表 8),2015—2018 年宁夏高新技术产业化指数排位靠后,综合指数值与全国相差平均 19.43 个百分点。具体有以下几个弱项指标(表 9):①高新技术产业化水平方面。高技术产业营业收入占工业营业收入比重较低(2018 年:宁夏 4.19%,广东 33.87%);高技术产品

出口额占商品出口额比重较小(2018 年:宁夏 5.31%、陕西 82.71%),而且排名下降明显,从 2017 年的 9.91%下降到了 2018 年的 5.51%,说明宁夏搞技术产业还不发达,高技术产品需要提升国际认可度。②高新技术产业化效益方面。主要体现在高技术产业利润率不高,而且利润率呈现逐年下降的趋势,说明宁夏高技术产业经济效益有待提高。

表 8 2015—2018 年宁夏高新技术产业化指数排名情况

指标名称	2015		2016		2017		2018	
	评价值	位次	评价值	位次	评价值	位次	评价值	位次
全国高新技术产业化指数/%	58.36	—	64.09	—	66.63	—	68.61	—
宁夏高新技术产业化指数/%	31.39	31	40.84	30	54.20	26	53.53	26

表 9 2015—2018 年宁夏高新技术产业化中弱项指标(全国位次≤18 位)具体排名情况

指标类别	指标名称	2015		2016		2017		2018	
		评价值	位次	评价值	位次	评价值	位次	评价值	位次
高新技术产业化水平	高技术产业营业收入占工业营业收入比重	—	—	—	—	4.56	27	4.19	26
	高技术产品出口额占商品出口额比重	9.91	22	6.33	24	6.26	24	5.31	27
高新技术产业化效益	高技术产业利润率	—	—	7.06	17	6.84	19	5.52	25

2.5 科技促进经济社会发展

从科技促进经济社会发展指数看(表 10),2015—2018 年宁夏科技促进经济社会发展指数呈现负增长。具体有以下几个弱项指标(表 11):①经济发展方式转变方面。资本生产率较低,反映出宁夏资本投入多,经济产出少,科技促进经济发展效果不理想;综合能耗产出率低(2018 年:宁夏 4.58%,北京 30.74%),科技在能源使用效率提升上发挥作用不

够;装备制造业区位熵排位从 2017 年第 26 位下降到了 2018 年第 29 位,反映出宁夏制造业相对竞争优势不明显,制造业技术水平不高。②环境改善方面。宁夏环境质量指数需要持续关注,主要涉及废水中化学需氧量排放量、空气达到二级以上天数,需要在这些方面进行大力改善。③社会生活信息方面。电子商务销售额与 GDP 比值不高(2018 年,宁夏 0.07%,北京 0.6%),说明宁夏电子商务发展缓慢。

表 10 2015—2018 年宁夏科技促进经济社会发展指数排名情况

指标名称	2015		2016		2017		2018	
	评价值	位次	评价值	位次	评价值	位次	评价值	位次
全国科技促进经济社会发展指数/%	73.2	—	72.77	—	73.8	—	74.39	—
宁夏科技促进经济社会发展指数/%	70.01	13	65.01	16	65.17	20	66.24	17

表 11 2015—2018 年宁夏科技促进经济社会发展中弱项指标(全国位次≤18 位)具体排名情况

指标类别	指标名称	2015		2016		2017		2018	
		评价值	位次	评价值	位次	评价值	位次	评价值	位次
经济发展方式转变	资本生产率	0.15	30	0.14	30	0.13	30	0.12	30
	综合能耗产出率	4.85	30	5.07	30	4.71	30	4.58	30
	装备制造业区位熵	16.59	28	18.57	27	12.93	29	13.42	29
环境改善	环境质量指数	44.7	18	45.34	17	44.87	20	46.19	20
社会生活信息化	电子商务销售额与 GDP 比值	—	—	—	—	0.07	21	0.07	24

3 提升宁夏科技创新能力的几点方向性建议

基于《评价报告》分析发现,宁夏在科技创新环境、科技活动投入产出、高新技术产业化、科技促进经济社会发展方面均有不同程度的短板,为补齐短板可以从以下几方面着手:

3.1 加大科技人力资源投入力度

《评价报告》显示,宁夏 R&D 人员规模小,后备科研人员较少,高层次科研人员储备少,整体科技人力资源规模小,影响了科技创新产出能力指数的提升。因此,在现有高等院校和科研院所培养人才的基础上,应积极培育各类新型研发机构,吸引全

国知名高校在宁夏设立分校、驻宁机构;鼓励支持高等院校申报争取硕博培养资质、科研院所与区内外大学设立研究生等高层次人才联合培养基地;继续大力引进各类高层次人才,同时注重大专以上技能型人才的引进与培育,为企业输入技能型人才。

3.2 增强全社会科技创新意识

《评价报告》显示,宁夏科学研究和技术服务业平均工资比较系数较低,影响了科技创新环境指数的提升。因此,应适时开展区内外科研和技术服务工作者基本收入状况调研工作,加强政府及社会对从事科学研究和技术服务工作劳动者劳动的认可程度,提升全社会对科技工作的认可。

### 3.3 加大科技创新物质投入强度

《评价报告》显示,宁夏科研固定资产投资相比较低、R&D 投入强度增幅较小、影响了科技创新投入指数的提升。因此,应重视科研固定资产投资,查找科研固定资产投资的不足和薄弱环节,力争科研固定资产投资稳定增长;继续提升 R&D 投入强度,保持 R&D 经费支出与 GDP 比值年均 6.52% 增长速度,实现 2020 年 2.0% 的规划目标;继续引导企业加大科研投入力度,保持企业 R&D 经费投入稳定增长。

### 3.4 提升科技创新产出水平

《评价报告》显示,宁夏科技论文、发明专利、重大科技成果等产出水平较低,影响了科技创新产出指数的提升。因此应推进我区科研产出数量与质量并行,加强高质量科研创新成果产出的奖励力度,鼓励支持科研创新主体开展重大课题研究,支持创新团队开展重大科研课题攻关,突破行业领域核心关键技术,产出一批重大科技成果。

### 3.5 提升科技成果转化能力

《评价报告》显示,宁夏万人输出技术成交额、万元生产总值技术国际收、十万人累计孵化企业数等指标排名靠后,影响了科技成果方面指数的提升。因此,应在现有基础上,继续大力发展宁夏技术市场,支持我区企业、高校和科研院所向国际国内输出优势技术和引进国内外适用科技成果,提升宁夏创新主体科技成果转化和技术输出能力;进一步鼓励创业创新,大力开展科技企业孵化器认定工作,加大科技企业孵化器税收优惠减免,引导提升

科技企业孵化器孵化企业水平。

### 3.6 提升高技术产业化水平

《评价报告》显示,宁夏高技术产业存在高技术产品国际认可度不高、高新技术产业化效益不高等短板,影响了高技术产业化水平指数的提升。因此,宁夏应加大高技术产业发展支持力度,支持高技术产业相关企业提升产品质量,支持企业开拓海外市场,提升高技术产品经济效益。

### 3.7 提升科技促进经济社会发展能力

《评价报告》显示,宁夏资本生产率、综合能耗产出率、环境质量指数等较低,影响了科技促进经济社会发展指数的提升。因此,宁夏应注重高质量发展,大力提升科技在经济社会各方面的支撑力度,特别是提升科技在能源使用和环境质量改善方面作用;支持企业开展信息化建设,大力发展电子商务业务,推动科技支撑经济社会发展的全面转型。

### 参考文献

- [1] 《中国区域科技创新评价报告 2020》发布[J]. 中关村, 2020(11):14.
- [2] 武汉大学开放式创新研究课题组. 开放式创新体系中的引进消化吸收再创新研究[J]. 经济纵横, 2019(6):55-61.
- [3] 高原. 河北省创新能力排位情况分析——基于《中国区域科技创新评价报告 2018》分析[J]. 知识经济, 2019(18):6-7.
- [4] 李浩. 多层次、各具特色的区域创新格局日渐形成——《中国区域科技创新评价报告 2018》发布[J]. 科技中国, 2018(12):37-40.
- [5] 王艳, 彭良玉. 安徽创新环境建设分析——基于《中国区域创新能力评价报告 2019》[J]. 安徽科技, 2021(3):14-17.

## Analysis of Short Board of Ningxia Science and Technology Innovation Ability: Based on the *Regional Science and Technology Innovation Evaluation Report of China*

LI Yu-feng

(Ningxia Institute of Science & Technology Development and Information, Yinchuan 750001, China)

**Abstract:** The ability of science and technology innovation is the direct embodiment of the development of science and technology level in a region. Based on the data of *Regional Science and Technology Innovation Evaluation Report of China*, the shortcomings of Ningxia from 2015 to 2018 in five aspects which include comprehensive level of innovation ability, environment for science and technology innovation, input of science and technology activities, output of science and technology activities, industrialization of high and new technology, and promotion of economic and social development by science and technology is analyzed. Putting forward seven countermeasures and suggestions to enhance the consciousness of social science and technology innovation, increase the intensity of scientific and technological innovation material input, and improve the level of scientific and technological innovation output, to provide a certain reference for the direction of Ningxia scientific and technological innovation ability improvement.

**Key words:** scientific and technological innovation ability; scientific and technological indicators; short plate; evaluation



# 基于三阶段 DEA 的河北省财政科技投入 绩效评价文献综述

马蕴菲, 郭丽华

(河北农业大学 经济管理学院, 河北 保定 071000)

**摘要:**近年来,财政科技投入在促进国家科研创新、引导社会资本流动和加快经济高质量发展等方面承担了关键角色,因此,对财政科技投入绩效进行相关评价具有重要意义。从财政科技投入与经济增长与企业研发投入的关系、财政科技投入绩效评价的方法、DEA 模型下的投入产出指标的选取,以及河北省财政科技投入绩效评价现状 4 个方面系统梳理科技投入绩效评价的相关文献。指出了未来研究需进一步关注的焦点。

**关键词:**河北省;科技投入;绩效评价;数据包络分析(DEA)

**中图分类号:**F223 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2021)10-0091-05

从世界科技发展整体趋势来看,在新科技革命的带动下,全球的经济结构与创新版图再次重建。科学技术在拉动经济增长、提高地区竞争力等方面起到的作用日益突出。对于河北省而言,科技创新自《河北省科技创新三年行动计划》实施以来,已被摆在经济社会发展全局的核心地位。河北正在着力加快全面创新建设。过去几年里,河北省创新能力大幅提升,创新成效显著。河北省科技投入由 2013 年的 29.76 亿元增长到 2019 年的 90.7 亿元,增长率达到 205%,R&D 活动人员数也从 2013 年的 6.5 万人年增加到 2019 年的 7.6 万人年,2019 年发明专利授权量较 2013 年更是增长了 155%,取得的科技成果令人瞩目。在新形势的背景下,河北省的科技创新取得了令人瞩目的成就,但河北省的总体科技实力仍然处于中下游水平,和其他省份存在较大的差距。因此,对河北地区财政科技投入绩效评价具有必要性。

本文以财政科技投入绩效评价为主线,以“Performance evaluation of financial investment in science and technology”为关键词搜索英文文献;以“科技投入”“三阶段 DEA”“绩效评价”等为关键词搜索中文文献。对搜索到文献的脉络和逻辑进行系统分析,从多角度综述相关研究成果,探讨进一步研究的方向。本文的研究意义在于:在理论层

面,此次研究利于日后续效指标选取更加科学有效,利于评价体系更加合理和规范,从而达到投入效率最大化的目标;在现实层面,开展省级财政科技投入产出的研究,有助于分析和梳理其科技发展中财政资金投入及运行过程中存在的不足,调整科技投入的资金投向与细化分配,使其绩效达到最优化水平。研究河北省科技投入绩效评价对于推动河北区域科技事业的发展也有现实意义。

## 1 财政科技投入的理论研究

### 1.1 财政科技投入理论基础

20 世纪初,经济学家柯布与道格拉斯(G. W. Cobb & P. H. Douglas)基于投入与产出的关系得到 C-D 型生产函数,并借此计算出某一时点下的技术水平,发现了技术进步与新增产值和新增劳动生产率的关系。经济学家 Solow 为了能更好地探究技术进步和经济增长的关系,引入“技术”这一全要素生产率,率先提出科学技术是资本和劳动力之外影响经济增长的决定性内生因素<sup>[1]</sup>。内生增长理论也随着理论进步而慢慢形成,对财政科技投入的研究也开始丰富。

国内学者孙晓峰指出公共物品正是科技创新活动的成果,其特点是在使用上存在着非竞争性和消费上拥有的非排他性,并含有完全或部分的外部

收稿日期:2021-05-07

基金项目:河北省创新能力提升计划项目软科学研究专项(205576174D)。

作者简介:马蕴菲(1996—),女,河北保定人,河北农业大学经济管理学院,硕士研究生,研究方向为绩效评价;郭丽华(1971—),女,河北保定人,河北农业大学经济管理学院,教授,硕士研究生导师,研究方向为成本管理、绩效评价。

性,所以,针对以上存在的特点,必须要加强政府的干预<sup>[2]</sup>;陈少晖同样指出由于科技活动具有容易造成市场失灵的特征,私人部门不愿承担风险,因此政府财政要给予支持<sup>[3]</sup>。

综上所述,国外学者主要从科学技术和生产力的关系出发,通过构建数学模型来解释科技活动对于社会生产力的促进作用,这就为科技投入可以推进社会生产力发展提供理论基础;而国内学者主要从公共物品的角度出发,认为科技活动含有公共物品的属性,同时也有外部性和高风险性等特征,因此需要政府介入干预。

对财政科技投入的研究,总体上国内外学者是从财政科技投入对经济的增长和企业 R&D 投入的影响两层面开展。

### 1.2 财政科技投入与经济增长

在探究与经济增长关系方面,国外学者 Romer、Grossman 等、Aghion 等研究发现,财政科技投入的增加会进一步激励企业把更多的资源转移到科技产业,进而推进经济的快速发展<sup>[4-6]</sup>。而 Jones、Segerstorm、Young 认为相对于经济的长期增长,财政科技投入对经济短期增长更加显著<sup>[7-9]</sup>。

国内学者王德娟等在研究二者关系理论过程中发现:二者关系为相互促进、相辅相成。除此之外,针对河北省存在的二者之间相关的问题,提出了构建财政投资机制、丰富投资渠道和建立投资评价标准等可行性解决方法<sup>[10]</sup>。

由此可知,科技投入与经济增长相互促进。即区域科技投入比重的提升会拉动经济增长;区域经济增长速度的加快同样也会使科技投入资金的比重得到提升。这是保证社会稳定发展的前提,对国内生产总值的稳定增长、增加知识产权技术的数量具有一定程度上的现实意义。

### 1.3 财政科技投入与企业 R&D 投入

从经济学角度来看,财政科技投入本质上是一种扩张性的财政货币政策,存在挤出效应和互补效应。国外学者 Wallsten 在对小型企业的财政科技投入研究过程中得出结论:对小型企业的财政科技投入容易导致企业本身资助的技术投资被完全挤出市场<sup>[11]</sup>;Lach 更进一步提出:在投资环境一定的条件下,只有当政府投入力度适中,激励效应最大<sup>[12]</sup>。相反,Czarnitzki 等认为政府科技补贴对于解决市场失灵问题起着重要作用,此外,通过降低企业创新成本,实现创新项目利润最大化<sup>[13]</sup>。所以政府科技资助在对创新水平提高和推动企业加大

研发支出存在激励作用。

在研究这二者关系的层面上,国内学者取得了突出贡献。在对政府的直接补贴、直接和间接税收的研究中,苏娜在分析财政补贴对企业 R&D 投入在即期和远期影响趋势时发现:二者表现出互补效应,且前者对后者的影响更加显著<sup>[14]</sup>。

综上所述,由于国情、国内外研究现状的不同,国外学者对于其二者关系的观点各有不同。即财政科技投入对企业研发投入会产生挤出效应,二者呈负相关,但有的学者在实证研究的基础上提出相反观点。而国内学者关于其二者之间的关系有着接近一致的看法,即政府科技补贴能促进企业科技投入。

## 2 财政科技投入绩效评价方法

传统的效率投资评价是对投入与产出对比关系的一种衡量,虽然能较好地反映出投入利用情况,但有时并不能科学反映出评价结果。比如,利用生产函数法对效率进行评价时,该模型仅适用于对不同条件下在各自的决策单元进行分析,这就存在不可比性。梳理现有文献,目前广泛采用数据包络分析法(DEA)和随机前沿分析法(SFA)来对财政科技投入绩效进行综合评价。

运筹学家 Charnes、Cooper 及 Rhodes 最早提出数据包络分析法可运用于测算相同部门间的相对有效性<sup>[15]</sup>。Fried 等指出,因传统的 DEA 并未剔除环境和随机误差等干扰因素的影响,所以在随机前沿分析理论的基础上,构建了三阶段 DEA 模型<sup>[16]</sup>。当前,中国使用三阶段 DEA 分析对投入效率的评价已广泛运用。方燕等最早运用三阶段 DEA 分析了中国商业银行投入产出的效率<sup>[17]</sup>;贾帅等剔除环境随机干扰项的影响发现,地区间的工业企业科技创新效率之间的差距不断扩大<sup>[18]</sup>;创新驱动背景下,王谦等借助三阶段超效率模型,从规模效率、综合效率和纯技术效率角度研究发现,国家或地区的财科技投入并未达到最优结构,地区间的投入效率也存在着显著差距<sup>[19]</sup>。

而对于随机前沿分析的运用,最早是 Aigner 等提出可以运用该方法来计算技术效率<sup>[6]</sup>。康斯等对中国民族八省区研发产出效率的研究,采用 SFA 方法进行测度,并且与国内综合科技创新能力进行比较<sup>[20]</sup>。

国内外关于技术方法的研究为本文奠定了理论基础,但多数研究是基于单阶 DEA 或 SFA 方法来测度的。由于环境具有差异性,若直接运用 DEA

模型对不同地区投入产出效率进行评价,那么得出的结论是不客观的。此外,虽然 SFA 方法剔除了外部影响因素,但其要求的假设前提过于苛刻,现实研究中很难实现。所以近年来,三阶段 DEA 被广泛运用于有关财政科技投入绩效评价的相关研究。

3 DEA 模型下的投入产出

建立一套科学实用的效率评价指标体系是研究科技投入效率的前提,在进行科技投入绩效评价时,国内外对指标选取的观点颇有不同。Nixon 的观点是根据所研究的侧重点进行绩效评价,选取要体现相关者的利益为目标,同时需要考虑财务与非财务的平衡<sup>[21]</sup>。

国内大部分学者对于绩效指标的选择都是依据“投入-产出-成果”这一评价模式进行的,其效率评价应该聚焦于某一具体项目,运用合理的评价指标和方法。

3.1 科技投入指标的选取

财政科技投入主要是对科技人力资源和财政科技资金的投入。黄科舫等运用 DEA 模型,选取财政科技投入和财政科技拨款占湖北省财政总投入的比例作为投入指标<sup>[22]</sup>;赵喜洋和刘雅琴对湖北省高新技术企业科技创新绩效进行测度时,基于 DEA 模型选取 3 年内 R&D 投入总额占总销售收入比重和研发人员数作为投入指标<sup>[23]</sup>。

3.2 科技产出指标的选取

学者们划分科技产出的维度名称不尽相同,但都可归为直接维度产出和间接维度产出。对于直接维度科技产出,学者们观点比较一致,具体指标见表 1。对财政科技投入效率进行评价的重点是科学合理的选择科技的间接产出。徐合帆等将科技产出分为科技成果、社会效益和经济效益 3 部分<sup>[24]</sup>。曾胜和张明龙选择技术市场成交额、高新技术产业总产值和新产品销售收入为间接产出指标,来充分反映科技成果的市场化以及相关的社会发展贡献<sup>[25]</sup>。

表 1 直接维度科技产出

指标名称	备注
R&D 经费(亿元)	反映研发经费投入情况
R&D 人员全时当量(万人年)	反映研发人力投入情况
GDP(亿元)	反映地区经济产出成果
专利发明授权量(件)	反映科技活动直接产出
论文发表数(篇)	反映科技活动直接产出

总之,虽然不同的学者选取的具体指标各有不

同,但产出指标一般包含直接产出、成果转化、经济转化。科技成果直接产出主要表现为专利、论文和科学研究获奖 3 个方面的基本状况。技术交易与交易规模成为科技成果转化与推广的重要环节。科技创新活动经过投入、产出和成果转化 3 个过程,最终将以科技成果的产业化和商业化来拉动地区经济发展。

3.3 环境变量的选取

为了更为准确地测算科技投入产出绩效评价,应考虑环境因素的影响。冯海波和葛小南通过借鉴国内外的相关研究文献,选择的环境变量主要包含地区经济发展水平、产业结构、科技资源禀赋水平、对外开放与交流程度以及城市化水平,并指出:富裕地区会更多地投入 R&D 经费,人均 GDP 的增长对于推动财政科技投入的发展具有积极作用,所以通过地区人均 GDP 表示;产业结构对科技创新的影响程度日益显现,各地区产业结构主要调整的重点是第三产业,所以选择第三产业的产值占比来衡量更加合理;选取各地区从事研发事业人员数量来表示科技资源禀赋水平;由于区域开放与交流程度的提升利于加深企业与研发机构更进一步的交流和促进学习先进技术和管理经验,所以选取地区进出口贸易总额占国内生产总值的比例来衡量;城市化水平,通常选择城镇人口占比来衡量,一般城市化水平越高,创新人才的聚集度就越高<sup>[26]</sup>。

总体来看,环境变量指的是不受决策单元的主观影响的同时,改变原始投入结果的影响因素。主要包括各地区的经济因素、教育投入因素和企业科研因素等。为了能够客观且真实地评价管理因素影响下的财政科技投入绩效水平,通常学者们基于三阶段 DEA 模型,剔除环境因素、随机误差以及内部管理因素的干扰。

4 河北省财政科技投入绩效评价的研究

现有的学术研究文献分析的样本很少涉及到河北省各个地区,对河北区域科技投入相关研究基本可以分为以下几类。

4.1 财政资金与企业 R&D 投入

在对河北区域二者动态关系层面分析时,唐欣等选取 1995—2014 年时间序列数据。先是基于 ADF 检验,判断数据的平稳性,通过 Granger 检验发现,变量之间存在着均衡和因果关系<sup>[27]</sup>;李红英等基于 VAR 模型和状态空间分析法,得出结论:河北省财政科技投入、新产品销售收入和高等院校科技投入与企业研发投入存在长期均衡的状态,并且

政府对企业、高等院校的科技补贴的增长均会对企业度科技的投入资金产生挤出效应;从总体上看,企业销售收入、对研究机构科技投入能够更加积极引导企业研发投入<sup>[28]</sup>。

#### 4.2 地方财政科技投入效率评价

梳理现有文献发现,灰色关联分析法和数据包络分析法被广泛应用于河北省财政科技投入效率评价。

王立岩运用灰色关联分析方法,针对河北省 11 个城市的投入产出效率进行评价,并分析投入与产出指标二者之间的关联性<sup>[29]</sup>。

尚颖等运用 DEA 静态和 Malmquist 动态分析方法测算河北 11 个地市的财政科技投入效率,发现规模效率低下是河北省综合技术效率偏低的关键原因<sup>[30]</sup>。件凤清等运用 DEA 和因子分析法对河北省财政科技资金的整体、技术和规模 3 个方面的有效性进行分析,并得出河北省财政科技资金无效的原因主要是科技产出不足<sup>[31]</sup>。

梳理现有文献,学者们提出的可行性建议对后续的研究有一定的现实意义:第一,在加大投入力度的同时,需要重点加强间接产出的投入,尤其关注科技成果转化环节,强化科技对经济的促进作用;第二,需进一步加强财政投入;第三,完善经费管理机制、创新资金投入方式。

#### 5 总结与展望

国内外学术界的专家学者从理论和实践两个层面对财政科技投入绩效评价开展了深入的研究,并取得有益成果。选取的指标较为丰富,建立了更加科学有效的评价体系;评价方法也在逐渐丰富化、科学化。然而,对当前研究仍需要审慎看待:从评价指标上来看,由于学者选取的指标不尽相同,尚未形成统一的指标体系;从研究对象上来看,国内学者大多对全国以及部分省域进行研究,对某特定省份及具体地市绩效水平进行的研究相对较少;从研究方法上来看,大多数学者仍是选择单一的评价方法来研究绩效问题,尽管部分学者尝试将多种方法结合以避免使用单一方法带来的测算误差,但相关研究仍旧较少。

河北省提升财政科技投入绩效既是促进科技创新的需要,也是急需解决的理论与实践课题。基于此,对河北省财政科技投入产出效率水平进行测度,运用三阶段 DEA 静态和 Malmquist 动态分析方法,在指标选取过程中,为了更为准确地测算科技投入产出,不仅要选取投入产出指标,还要充分

考虑从经济发展、教育投入和企业科研水平等方面设置环境变量,从而梳理出存在的问题及原因分析,指出未来改革的重点和难点。

#### 参考文献

- [1] SOLOW R M. A contribution to the theory of economic growth[J]. The Quarterly Journal of Economics, 1956, 70(1): 65—94.
- [2] 孙晓峰. 自主创新财政支持的理论基础与政策选择[J]. 财经问题研究, 2008(6): 78—84.
- [3] 陈少晖. 科技投入的财政定位: 理论阐释与实证分析[J]. 当代经济研究, 2010(7): 62—67.
- [4] ROMER P M. Endogenous technological change[J]. Journal of Political Economy, 1990, 98(5): S71—S102.
- [5] GROSSMAN G M, HELPMAN E. Quality ladders in the theory of growth[J]. The Review of Economic Studies, 1991, 58(1): 43—61.
- [6] AIGNER D, LOVELL C A K, SCHMIDT P. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models[J]. Journal of Econometrics, 1977, 6(1): 21—37.
- [7] JONES C I R & D-based models of economic growth[J]. Journal of Political Economy, 1995, 103(4): 759—784.
- [8] SEGERSTROM P S. Endogenous growth without scale effects[J]. The American Economic Review, 1998, 88(5): 1290—1310.
- [9] YOUNG A. Growth without scale effects[J]. Journal of Political Economy, 1998, 106(1): 41—63.
- [10] 王德娟, 贾建宇. 财政科技投入与经济增长的分析研究[J]. 科学管理研究, 2017, 35(2): 96—99.
- [11] WALLSTEN S J. The effects of government-industry R&D programs on private R&D: The case of the small business innovation research program[J]. RAND Journal of Economics, 2000, 31, 82—100.
- [12] LACH S. Do R&D subsidies stimulate or displace private R&D? Evidence from Israel[J]. National Bureau of Economic Research, 2002, 50(4): 369—390.
- [13] CZARNITZKI D, EBERSBERGER B, FIER A. The relationship between R&D collaboration, subsidies and R&D performance: Empirical evidence from Finland and Germany[J]. Journal of Applied Econometrics, 2007, 22(7): 1347—1366.
- [14] 苏娜. 财政科技专项补贴对企业 R&D 投入的影响比较分析[J]. 统计与决策, 2019, 35(3): 182—185.
- [15] CHARNES A, COOPER W W, RHODES E. Measuring the efficiency of decision making units[J]. European Journal of Operational Research, 1978(6): 429—444.
- [16] FRIED H O, LOVELL C A K, YAISAWARNG S S S. Accounting for environmental effects and statistical noise in data envelopment analysis[J]. Journal of Productivity Analysis, 2002, 17(1—2): 157—174.
- [17] 方燕, 白先华. 中国商业银行经营效率分析——三阶段

DEA 之应用[J]. 中央财经大学学报, 2008(6): 41—46.

[18] 贾帅帅, 王孟欣. 基于三阶段 DEA 的工业企业科技创新效率研究[J]. 科技管理研究, 2017, 37(16): 197—202.

[19] 王谦, 董玥, 董艳玲. 创新驱动发展战略下中国财政科技支出效率评价——基于三阶段超效率 SBM-DEA 模型[J]. 科技管理研究, 2020, 40(5): 23—33.

[20] 康斯, 潘泽江. 民族八省区 R&D 投入效率的实证分析[J]. 统计与决策, 2017(15): 149—152.

[21] NIXON B. Research and development performance measurement: a case study[J]. Management Accounting Research, 1998, 9(3): 329—355.

[22] 黄科舫, 向秦, 何施. 基于 DEA 模型的湖北省财政科技投入产出效率研究[J]. 科技进步与对策, 2014, 31(6): 123—129.

[23] 赵喜洋, 刘雅琴. 湖北省高新技术企业科技创新绩效评价研究[J]. 科技进步与对策, 2017, 34(22): 133—140.

[24] 徐合帆, 郑军, 余家凤. 长江经济带财政科技投入绩效及影响因素分析[J]. 科技管理研究, 2020, 40(11): 15—22.

[25] 曾胜, 张明龙. 基于三阶段 DEA 模型的我国金融支持科技创新效率评价[J]. 西部论坛, 2016, 26(4): 101—108.

[26] 冯海波, 葛小南. 中国地方政府 R&D 投入效率及影响因素分析——基于三阶段 DEA-Malmquist 指数法[J]. 系统工程, 2019, 37(1): 1—13.

[27] 唐欣, 王震, 张立华. 财政资金对企业科技研发投入的政策效应研究——基于河北省 1995—2014 年的时间序列数据分析[J]. 企业经济, 2017, 36(2): 174—179.

[28] 李红英, 杜宝苍. 财政科技投入对企业 R&D 投入的动态影响——以河北省为例[J]. 财会月刊, 2016(6): 37—41.

[29] 王立岩. 基于灰关联分析方法的地方政府财政科技投入绩效评价——以河北省为例[J]. 科技管理研究, 2010, 30(12): 41—43.

[30] 尚颖, 贾士彬. 财政科技投入效率评价及比较——基于河北省 11 个地区的 DEA 分析[J]. 财会月刊, 2016(35): 61—65.

[31] 作风清, 唐朝生, 赵占军. 河北省财政科技资金绩效评价[J]. 科技进步与对策, 2010(15): 146—150.

Literature Review of Hebei Province’s Financial Science and Technology Investment  
Performance Evaluation Based on Three-stage DEA

MA Yun-fei, GUO Li-hua

(School of Economics and Management, Hebei Agricultural University, Baoding Hebei 071000, China)

**Abstract:** In recent years, financial investment in science and technology plays a key role in promoting national scientific research innovation, guiding social capital flows and accelerating high-quality economic development. Therefore, it is of great significance to evaluate the performance of financial investment in science and technology. Systematically comb the relevant literature on the performance evaluation of science and technology investment from four aspects: the relationship between financial science and technology investment and economic growth, and enterprise R&D investment; the method of financial science and technology investment performance evaluation; the selection of input-output indicators under the DEA model; and Hebei The status quo of the performance evaluation of provincial financial science and technology investment. In addition, and also points out the focus of future research that needs further attention.

**Key words:** Hebei Province; science and technology investment; performance evaluation; data envelopment analysis(DEA)

# 江苏省科技进步监测评价指标体系的迭代研究

田 晶, 马永浩

(江苏省科学技术情报研究所, 南京 210042)

**摘要:**深入分析江苏省科技进步统计监测评价指标体系存在的问题,以国内四大权威指标体系为基础构建核心指标库,通过重点借鉴核心指标库及《江苏高质量发展监测评价指标体系》,对原指标体系进行迭代研究。确定了指标计算方法及指标权重计算方法。

**关键词:**科技进步;监测;指标;迭代研究

**中图分类号:**F22      **文献标志码:**A      **文章编号:**1671-1807(2021)10-0096-04

1994 年,江苏在全国率先建立了科技进步统计监测评价指标体系<sup>[1]</sup>。该指标体系建立至今已有 20 余年,其间,于 2004 年前后进行过大规模修订,最大的变化是将指标体系的逻辑结构由线性调整为封闭循环的形态<sup>[2]</sup>,其后又经历了数次微调。该指标体系对定期监测全省科技进步情况、宏观管理全省科技创新工作、促进全社会经济发展起了重要作用。

随着全球新一轮科技革命和产业变革的加速推进,科技进步环境日新月异,原有的评价指标体系已经不能完全顺应时代的发展,因此,迭代研究十分必要。

## 1 原指标体系存在的问题

1) 指标数量相对不足。由于部分指标不再适应当前发展形势,或相关部门无法继续提供等原因,监测指标体系的三级指标数量已由初建时的 33 个下降到了 21 个,指标数量不足是监测工作面临的较大问题。

2) 指标重复。2018 年指标体系中三级指标“高新技术产业出口交货值占工业总产值比重”,由三级指标“高新技术产业出口交货值占高新技术产业产值比重”和“高新技术产业产值占工业总产值比重”计算得到,存在指标重复计算的问题,新指标体系建议删除该指标。

3) 缺少反映全省高质量发展的指标。原指标体系中只有 3 个反映高质量发展的指标,分别是全社会 R&D 支出占 GDP 的比例、人均 GDP、劳动生产率,而全省高质量发展绩效评价考核指标体系

中,有些“好”指标,可以考虑加入,如每万家企业法人中高新技术企业数、单位地区生产总值能耗等。

4) 缺少反映全省科技创新平台、载体建设的指标。科技创新平台和科技创业载体在科技进步中起重要作用,也是每年全省科技局长会重点关注的指标,是各地科技创新的重要抓手,而目前的指标体系缺少以上两类指标。

5) 个别指标名称不够准确。原指标体系中三级指标“全社会 R&D 支出占 GDP 的比例”,“比例”的表述不够准确,从 2016 年开始,国家将研发支出纳入 GDP 核算,“比例”应改为“比重”。三级指标“政府科技拨款占财政支出比重”表述不够规范,“政府科技拨款”在国家层面使用“地方财政科技支出”的表述,因此,该指标应改为“地方财政科技支出占地方财政支出比重”。此外,二级指标“科技创新”名称略显笼统,也应进行调整。

## 2 可借鉴的指标监测体系

国外可借鉴的评价指标体系有《世界竞争力报告》《全球竞争力报告》《全球创新指数报告》《欧洲创新记分牌》《硅谷指数》等。

国内可借鉴的评价指标体系有《中国区域科技创新评价报告》<sup>[3]</sup>《中国区域创新能力评价报告》<sup>[4]</sup>《国家创新指数报告》<sup>[5]</sup>和《中国创新指数研究》<sup>[6]</sup>等。国内的评价指标体系是在充分借鉴了国外评价指标体系的基础上,结合中国国情所建立的,因此,本次借鉴的重点集中在国内四大评价指标体系上。

**收稿日期:**2021-05-10

**基金项目:**江苏省科学技术情报研究所、江苏省科学技术发展战略研究院自立科研项目(ZL2020004)。

**作者简介:**田晶(1987—),女,山东平度人,江苏省科学技术情报研究所,助理研究员,硕士,研究方向为科技统计分析、科技指标研究。

四大评价指标体系既有区别,也有联系。从指标设置看,四大评价指标体系的一级指标数量均4~5个,一级指标设置呈现“两两相似”的特点,其中,《中国区域创新能力评价报告》和《国家创新指数报告》相似,5个一级指标中有4个相同;《中国区域科技创新评价报告》和《中国创新指数研究》相似,有3个一级指标相同。

从评价方法看,四大指标体系采用的评价方法不尽相同,《中国区域科技创新评价报告》采用指数法,指数法中的评价标准由课题组经测算确定,《中国区域创新能力评价报告》采用加权综合评价法,《国家创新指数报告》采用标杆分析法,《中国创新指数研究》采用综合指数法。

此外,本次研究还参考借鉴了《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)》《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》《世界科技强国评价指标体系》《长三角一体化指标体系》《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》《江苏高质量发展监测评价指标体系》、江苏省“十三五”“十四五”及中长期科技发展规划指标体系等,其中,重点借鉴了《江苏高质量发展监测评价指标体系》。

3 科技进步监测评价指标体系的迭代研究

立足江苏现有的科技进步监测评价指标体系,充分借鉴国内外权威的相关评价指标体系,结合江苏高质量发展考核对科技创新的要求,以对标国

家、体现省情为指导思路,对江苏省科技进步监测评价指标体系进行迭代研究。

3.1 基础指标库

对江苏省科技进步监测评价指标体系进行迭代研究,要充分考虑与国家科技进步监测评价指标体系的对标,原“国家科技进步监测评价”已更名为“中国区域科技创新评价”,上文已有提及。本文希望在中国区域科技创新评价指标体系框架下,尽可能把中国具有较大影响力的、权威的四大指标体系(中国区域科技创新评价、中国区域创新能力评价、国家创新指数、中国创新指数)囊括其中,构建一个丰富的科技进步监测评价基础指标库,为迭代研究提供充足的备选指标。

通过详细梳理,确定了科技进步监测评价基础指标库,基础指标库的5个一级指标采用中国区域科技创新评价指标体系的一级指标,15个二级指标是在中国区域科技创新评价指标体系的二级指标基础上,适当地补充了其他指标体系中出现频率较高的二级指标,203个三级指标几乎囊括了四大指标体系的所有指标。由于篇幅所限,基础指标库具体指标不在此赘述。

3.2 核心指标库

基于“优中选优,集中反映”原则,在基础指标库中选择被两个以上指标体系选用的指标(或近似指标),通过筛选,共有16个指标符合条件,构成核心指标库(表1)。

表 1 核心指标库

序号	指标名称	隶属指标体系
1	万人研究与发展(R&D)人员全时当量(人年)	中国区域科技创新评价、中国区域创新能力评价、国家创新指数、中国创新指数
2	万人大专以上学历人数(人)	中国区域科技创新评价、中国创新指数
3	人均 GDP(元/人)	中国区域创新能力评价、中国创新指数
4	企业 R&D 研究人员占比重(%)	中国区域科技创新评价、国家创新指数
5	R&D 经费支出占 GDP 比重(%)	中国区域科技创新评价、中国区域创新能力评价、国家创新指数、中国创新指数
6	地方财政科技支出占地方财政支出比重(%)	中国区域科技创新评价、中国创新指数
7	企业 R&D 经费支出占主营业务收入比重(%)	中国区域科技创新评价、中国创新指数
8	万人科技论文数(篇)	中国区域科技创新评价、中国区域创新能力评价、国家创新指数、中国创新指数
9	万名研究人员的发明专利授权数(件/万人)	中国区域创新能力评价、国家创新指数
10	万人输出技术成交额(万元)	中国区域科技创新评价、中国创新指数
11	知识密集型服务业增加值占生产总值比重(%)	中国区域科技创新评价、国家创新指数
12	高技术产品出口额占商品出口额比重(%)	中国区域科技创新评价、国家创新指数、中国创新指数
13	新产品销售收入占主营业务收入比重(%)	中国区域科技创新评价、中国创新指数
14	劳动生产率(万元/人)	中国区域科技创新评价、国家创新指数、中国创新指数
15	单位 GDP 能耗(吨标准煤/万元)	中国区域创新能力评价、中国创新指数
16	万人移动互联网用户数(户)	中国区域科技创新评价、中国区域创新能力评价

## 4 新监测指标体系概述

以科学性、可比性、可操作性、系统性和稳定过渡为原则,以核心指标库及《江苏高质量发展监测评价指标体系》为重要借鉴基础,对原监测指标体系进行迭代,具体内容如下。

### 4.1 新增指标

与原指标体系相比,迭代后的指标体系新加入了4个指标,其中,2个指标“每万家企业法人中高新技术企业数”和“单位地区生产总值能耗降低率”是全省高质量发展考核指标(或相近指标),体现了“经济发展高质量”和“生态环境高质量”。指标“单位地区生产总值能耗”是核心指标库指标,被《中国区域创新能力评价报告》《中国创新指数》所采用,由于该指标未能获取,故以“单位地区生产总值能耗降低率”替代。

另外2个指标“科技创新平台建设”和“科技创业载体建设”是每年科技局长会重点关注的指标,也是各地科技创新的重要抓手,在科技进步中起重要作用,故加入新指标体系中。需要特别说明,以上两个指标都是通过多项指标无量纲化处理后复合而成。

### 4.2 删除指标

如前文所述,2018年指标体系中指标“高新技术产业出口交货值占工业总产值比重”由计算得到,存在指标重复的问题,新指标体系删除了该指标。

### 4.3 指标名称调整

1)二级指标“科技创新”。原指标体系中的二级指标“科技创新”略显笼统,其包含2个三级指标,分别是“每十万人人口专利授权数”“万人发明专利拥有量”,参考《中国区域创新能力评价报告》和《国家创新指数报告》,发现“专利授权数”和“发明专利拥有量”都隶属于“知识创造”,故将二级指标“科技创新”改为“知识创造”更贴切,也更能集中反映专利产出情况。

2)三级指标“全社会 R&D 支出占 GDP 的比例”。如前文所述,从2016年开始,国家将研发支出纳入 GDP 核算,因此,三级指标“全社会 R&D 支出占 GDP 的比例”改为“全社会 R&D 支出占 GDP 比重”。

3)三级指标“政府科技拨款占财政支出比重”。“政府科技拨款”的规范表述是“地方财政科技支出”,因此,将“政府科技拨款占财政支出比重”改为“地方财政科技支出占地方财政支出比重”。

### 4.4 拟增而未增指标

1)大专及以上学历人数。“大专及以上学历人数”是核心指标库中的指标,被《中国区域科技创新评价报告》和《中国创新指数》采用,“大专及以上学历人数(抽样数)”在《中国区域创新能力评价报告》中也被采用,该指标是反映国民受教育程度、科技人力资源基础很好的指标,但由于无法获取分市数据,故未能加入。

2)获省级以上科学技术奖励数。《中国区域科技创新评价报告》指标体系中有类似指标,本课题组对该指标有一定的研究基础,曾在《苏南国家自主创新示范区创新指数研究报告》中使用过,该指标包括国家最高科学技术奖、国家自然科学奖、国家技术发明奖、国家科学技术进步奖、省科技进步奖等几类科技奖励数,能较好反映创新绩效情况。由于该指标搜集和整理耗时较长,而本次研究时间紧、任务重,故暂未选用。

## 5 监测指标计算方法及指标权重

国家科技进步监测采用指数法进行计算,该方法计算简单,但指标的衡量标准选取难度很大,且衡量标准随社会发展不断变化,需要动态调整,此外,指数法只体现相对指标,无法通过绝对指标来反映规模和发展水平<sup>[7]</sup>。对比指数法,功效系数法也存在缺陷<sup>[8]</sup>,但与该项监测的评价要求更相适应,因此,计算方法继续沿用功效系数法。

指标权重,将根据现阶段经济发展要求,通过国际普遍采用的专家打分法重新分配。

## 6 展望

对江苏科技进步监测评价指标体系进行了迭代研究,下一步将进行历史数据验证,用新的指标体系和权重试算2017、2018、2019年的指标得分并进行排名,观察各市排名变动情况,检验新指标体系能否与原指标体系有序衔接、平稳过渡,并对验证结果进行下一步探究。

### 参考文献

- [1] 张松平. 江苏实施科技进步统计监督与评价考核制度[J]. 科学与管理, 1994(1): 57.
- [2] 李虎, 刘春林, 施建军. 江苏省科技进步监测指标体系与评价方法的修订[J]. 科研管理, 2007, 28(7): 170-176.
- [3] 中国科学技术发展战略研究院. 中国区域科技创新评价报告 2020[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 2020.
- [4] 中国科技发展战略研究小组, 中国科学院大学中国创新创业管理研究中心. 中国区域创新能力评价报告 2020[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 2020.



[5] 中国科学技术发展战略研究院. 国家创新指数报告 2013 [M]. 北京:科学技术文献出版社,2014.

[6] 国家统计局社科文司“中国创新指数(CII)研究”课题组. 中国创新指数研究[J]. 统计研究,2014,31(11):24—28.

[7] 李虎,刘春林,施建军. 关于修订和完善江苏省科技进步统计监测体系的建议[J]. 中国科技论坛,2005(2):120—124.

[8] 刘树梅. 关于进一步完善全国科技进步统计监测体系的建议[J]. 统计研究,2004(1):23—26.

Iterative Research on Monitoring and Evaluation Index System of Science and Technology Progress in Jiangsu Province

TIAN Jing, MA Yong-hao

(Jiangsu Information Institute of Science and Technology,Nanjing 210042,China)

**Abstract:** The problems existing in the monitoring and evaluation index system of science and technology progress in Jiangsu province is analysed, and a core indicator library is built based on the four authoritative index systems. By drawing on the core indicator library and *Jiangsu High-quality Development Monitoring and Evaluation Index System* emphatically, the original index system has been researched iteratively. Determined the index calculation method and index weight calculation method.

**Key words:** science and technology progress;monitoring;index;iterative research

# 川渝智慧旅游建设与游客满意度研究

余 杨, 游 静

(重庆科技学院 工商管理学院, 重庆 401331)

**摘要:** 将具有代表性的智慧旅游评价指标转换成游客满意度问卷问题, 提取出影响川渝智慧旅游游客满意度的 4 个主要因子, 按其影响程度大小排序为智慧旅游信息因子、智慧公共管理因子、智慧服务营销因子、智慧基础设施因子。结果表明, 川渝游客的总体满意度评价为一般至满意之间, 其中重庆的相对满意度较低, 而公共管理是影响重庆智慧旅游相对满意度最重要的因子。以因子分析为基础提出川渝智慧旅游的改进建议, 对加强川渝在文旅智能化建设方面学习互鉴、交流合作, 及促进区域旅游发展具有一定参考意义。

**关键词:** 智慧旅游; 游客满意度; 川渝旅游; 因子分析

**中图分类号:** F592.7    **文献标志码:** A    **文章编号:** 1671-1807(2021)10-0100-05

自成渝地区双城经济圈提出以来, 两地文旅发展间的合作交流进一步加深, 实现了优势互补和资源共享。智慧旅游作为旅游业的未来发展趋势, 深刻影响着旅游者的体验, 是旅游业转型升级的重要途径, 无疑也将成为川渝区域旅游协作发展的重要驱动。本研究立足于川渝地区智慧旅游业态现状, 探讨川渝智慧旅游建设与游客满意度的影响。运用因子分析探讨川渝地区智慧旅游建设与游客满意度的横向对比, 分析影响游客满意度的智慧因子, 提出相应建议。

## 1 国内外相关研究进展

科技创新与旅游业的融合造就了智慧旅游, 带来管理、服务、营销等层面的变革, 增强了游客的旅游体验。有关智慧旅游的概念很多, 但未形成标准, 从旅游的利益相关者来看, 主要基于 3 个研究视角。基于政府等相关管理方视角认为智慧旅游带来旅游业系统化、集约化的管理变革<sup>[1]</sup>, 能够全面提升旅游业的管理水平<sup>[2]</sup>; 基于旅游企业等产业方认为智慧旅游是全面提升旅游行业的发展力、创新力和服务力<sup>[3]</sup>, 是让旅游过程更具智慧价值的旅游综合服务体系<sup>[4]</sup>; 基于游客角度认为智慧旅游是旅游者个体在旅游活动过程中所接受的泛在化的旅游信息服务<sup>[5]</sup>, 能够满足游客不断变化的个性化需求<sup>[6]</sup>。综上所述, 将“智慧旅游”的概念定义为: 运用大数据、云计算、物联网等新型技术, 全面提升旅游

信息服务的管理水平 and 应用水平, 使得旅游服务能满足游客不断变化的个性化需求, 创造更优质的旅游体验。

随着智慧旅游的不断发展和实践, 及时分析游客对其的感知显得尤为重要。基于此, 许多学者针对智慧旅游游客满意度进行了相关研究。汪侠等以南京夫子庙为例, 针对游客满意度以模糊评价法提出智慧旅游评价指标体系<sup>[7]</sup>。在此基础上左晶晶等以上海迪士尼乐园为例研究智慧旅游建设对游客满意度的影响<sup>[8]</sup>。从研究对象上, 关于智慧旅游建设游客满意度的实证研究普遍集中于特色景区<sup>[9]</sup>, 较为深入系统地研究了景区的智慧旅游建设对游客满意度的影响。研究理论模型主要是基于美国 ACSI 满意度模型<sup>[10-11]</sup>, 探讨游客感知价值对智慧旅游满意度的影响和对旅游 App 使用意向<sup>[12]</sup>。高志方等以云南省智慧旅游服务研究为例, 提出对智慧旅游服务需求差异性划分的犹豫模糊 Dematel-Kano 方法, 甄别出关键的游客服务需求, 为提高游客满意度及高质量的用户体验提供理论依据<sup>[13]</sup>。目前关于宏观的智慧旅游游客满意度的研究相对缺乏, 研究对象需进一步拓展。鉴于此, 选取川渝游客作为研究对象, 利用智慧旅游满意度调研, 探究智慧旅游建设与满意度之间的关系, 并将两地进行横向对比, 为完善智慧旅游研究做出一点贡献。

**收稿日期:** 2021-05-11

**基金项目:** 重庆科技学院研究生创新计划项目(YKJCX2020903); 重庆市教委人文社科项目(19SKGH199)。

**作者简介:** 余杨(1996—), 女, 四川达州人, 重庆科技学院工商管理学院, 旅游管理硕士研究生, 研究方向为旅游规划; 游静(1977—), 女, 重庆长寿人, 重庆科技学院工商管理学院, 教授, 管理学博士, 研究方向为技术创新、协同创新。

2 问卷设计与数据统计

2.1 问卷设计

基于刘利宁<sup>[14]</sup>对智慧旅游综合应用系统评价体系的构建和对智慧旅游的理解,拟从智慧旅游基础设施、智慧管理、智慧服务、智慧营销 4 个方面衡量其对游客满意度的影响,选取其中 18 个定性指标,在此基础上设计了“四川智慧旅游建设问卷”“重庆智慧旅游建设问卷”(表 1)。问卷内容分为 3 个部分:①游客人口学特征。包括年龄、性别、受教育程度、收入、职业、游客客源地等方面。②川渝智慧旅游满意度。采用李科特五级量表设计了 18 个项目,每个指标设 5 个等级,分别为“很不满意”“不满意”“一般”“满意”“很满意”,其对应得分为 1~5 分。③绝对满意度和相对满意度。考察游客对智慧旅游所包含的基本要素如旅游信息化程度、服务、管理、营销方面的绝对满意度,以及对四川和重庆智慧旅游的总体满意度和相对满意度。

表 1 川渝智慧旅游建设满意度评价指标体系

评价维度		评价因子
智慧旅游建设	智慧旅游基础设施	通信网络
		公共交通
		智慧酒店
		智慧停车
		门户网站
	智慧管理系统	信息发布
		人流控制
		智慧医疗
		投诉受理
		安全应急
	智慧服务系统	电子导游
		实况查询
		虚拟互动体验
		电子门禁
	智慧营销系统	推广营销
		电子商务
		电子支付
		旅游客户端
智慧旅游满意度	绝对满意度	旅游信息化程度满意度
		旅游管理满意度
		旅游服务满意度
		旅游营销满意度
		总体满意度
	相对满意度	相比较于其他城市,对该地区智慧旅游建设的满意度,是否达到心理预期

2.2 数据来源

分别选取四川和重庆两地居民和近期游客,采取线上线下结合的方式,在四川和重庆各投放 300 份,且在一定程度内控制两地问卷作答者的所在区域和年龄分布大致相当,以便客观公平地了解川渝地区智慧旅游建设满意度情况和两地现存差距。回收有效问卷四川 272 份、重庆 287 份,合计 559 份,有效率 93%。在问卷调查之前对部分游客进行了深度访谈,以检查问卷是否表述不清,能否反映自己对智慧旅游的感知。进行数据分析前,四川、重庆的问卷分别进行 Cronbach 信度分析,信度系数( $\alpha$  系数)依次为 0.960 和 0.929,均高于皮德森建议的 0.6 的最低标准,因此认为本问卷具备可信度。

本问卷的游客人口学特征:在性别比例上,男性游客占 49%,女性游客占 51%;在年龄结构上,18~24 岁占 17%,25~35 岁占 41%,36~50 岁占 27%,50 岁以上的占 15%;在职业构成上,主要为政府机关及事业单位、企业人员、私营个体及自由职业者,分别占 15%、26%、23%;在调查游客的受教育程度方面,大专及本科占 41%、硕士及以上占 13%、高中与中专占 37%、初中及以下占 9%;月收入上,4 000~8 000 元的占 45%、8 000 元以上的占 21%、2 000 元以下占 19%、2 000~4 000 元占 15%。调查对象的人口学特征比较齐全,覆盖范围广泛,具有代表性。

3 数据分析与结果

3.1 因子分析适宜性检验

在对智慧旅游满意度评价因子进行分析前,进行效度分析来检验问卷的有效性。本问卷的 KMO 值为 0.863,大于 0.8,且显著性为 0(表 2),说明智慧旅游建设及游客满意度各题项之间存在着显著相关性,变量之间并不相互独立。因此,该智慧旅游建设满意度量表适合进行因子分析。

表 2 KMO 和巴特利检验

检验	项目	结果
KMO 检验	KMO 值	0.863
	近似卡方	1 635.261
巴特利球形度检验	自由度	276
	显著性	0.000

3.2 游客满意度单项指标分析

本研究所涉及的智慧旅游建设满意度量表共涉及 18 个题项,采用因子分析对变量进行降维处

理。考虑到社会科学研究的特性,经方差最大化因子旋转,共提取出 4 个因子,其方差贡献率分别为 16.281%、16.231%、15.423%、13.404%,合计能够解释 61.239%的变量信息,即原始指标的大部分信息能被 4 个公因子解释,因此把 18 个评价指标归纳为 4 类进行研究(表 3)。

第 1 公因子与游客在旅游中可获取的旅游信

息、景区信息、导览信息等智慧旅游信息相关,将其称为“智慧旅游信息”;第 2 公因子与政府等旅游相关部门能提供的交通、医疗、安全管理等公共服务相关,将其称为“智慧公共管理”;第 3 公因子与信息化旅游体验、电子支付、互动营销等智慧服务营销相关,将其称为“智慧服务营销”;第 4 公因子解释的是通信设施、住宿设施和停车设施等智慧基础设施。

表 3 因子分析结果

因子	评价指标	因子载荷	方差贡献率/%	公因子均值	四川		重庆	
					均值	排序	均值	排序
智慧旅游信息 $F_1$	旅游客户端	0.689	16.281	3.545	3.676	14	3.484	1
	信息发布	0.635			3.805	1	3.418	3
	电子门禁	0.553			3.683	12	3.390	6
	人流控制	0.530			3.680	13	3.261	14
	电子导游	0.529			3.709	8	3.345	8
智慧公共管理 $F_2$	公共交通	0.661	16.231	3.523	3.798	2	3.386	7
	投诉受理	0.656			3.676	14	3.268	12
	安全应急	0.564			3.779	4	3.404	5
	智慧医疗	0.526			3.724	6	3.307	9
	门户网站	0.515			3.783	3	3.097	18
智慧服务营销 $F_3$	实况查询	0.741	15.423	3.521	3.643	16	3.418	3
	电子金融	0.648			3.772	5	3.480	2
	虚拟互动	0.487			3.713	7	3.222	15
	电子商务	0.467			3.599	18	3.303	11
	推广营销	0.441			3.699	11	3.220	16
智慧基础设施 $F_4$	智慧停车	0.685	13.404	3.467	3.702	10	3.306	10
	通信网络	0.636			3.709	8	3.268	12
	智慧酒店	0.559			3.640	17	3.181	17

根据贡献率将 4 个因子排序为智慧旅游信息、智慧公共管理、智慧服务营销、智慧基础设施,且评分介于一般和满意之间,整体来看,说明游客对川渝智慧旅游建设的感知较好,但仍存在进步空间。

3.3 游客满意度结果分析

从满意度得分分析整体来看(表 4),川渝地区

智慧旅游建设满意度评分为一般至满意之间,说明游客满意度较好,且两地在旅游信息化、旅游营销、旅游管理、旅游服务服务满意度和总体满意度上满意程度相当。但游客相对满意度,即相比于其他城市,游客对当地智慧旅游建设是否达到心理预期方面,重庆的评分为不满意至一般之间,比较于四川省口碑差距较明显,影响因素需进一步分析。

表 4 总体满意度与分类满意度

地区	信息化程度 满意度	旅游营销 满意度	旅游管理 满意度	旅游服务 满意度	相对满意度	总体满意度
四川	3.680	3.540	3.768	3.787	3.647	3.695
重庆	3.366	3.470	3.314	3.429	2.934	3.276

表 5 为总体满意度和相对满意度与旅游信息化程度、旅游交通、餐饮住宿、服务满意度的斯皮尔曼(Spearman)相关系数。可见,总体满意度与旅游信息化、管理、服务、营销满意度显著相关,其中与

服务满意度的相关程度最高;相对满意度与管理满意度的相关程度最高,最低的是营销满意度。

从总体满意度与分类满意度的比较来看,与单项指标因子分析比较的结果基本一致。即旅游信

息化、营销、服务和管理都对智慧旅游总体满意度和相对满意度造成较大影响,其中服务和信息化程度对总体满意度影响相对最大,管理对相对满意度的影响程度相对最大,旅游营销对相对满意度的影响程度相对较小。

表 5 总体满意度与分类满意度皮尔逊相关分析

内容		总体满意度	相对满意度
信息化程度满意度	相关系数	0.476**	0.326**
	显著性	0.000	0.000
旅游管理满意度	相关系数	0.441**	0.401**
	显著性	0.000	0.000
旅游服务满意度	相关系数	0.489**	0.309**
	显著性	0.000	0.000
旅游营销满意度	相关系数	0.453**	0.257**
	显著性	0.000	0.000

注:\*\*表示在 0.01 水平上相关性显著(双尾);\*表示在 0.05 水平上相关性显著(双尾)。

4 结论与建议

4.1 结论

4.1.1 因子及评价指标对游客满意度影响程度的排序

根据因子分析法的数学意义以及因子载荷分析结果,将提取的 4 个公因子对游客满意度影响程度从大到小排序为智慧旅游信息因子、智慧公共管理因子、智慧服务营销因子和智慧基础设施因子。旅游信息因子中游客更关注食旅游客户端和信息发布,公共管理因子中游客更关注公共交通和投诉受理,服务营销因子中游客更关注实况查询和电子金融支付,基础设施因子中游客更关注智慧停车和通信网络质量。

4.1.2 智慧旅游信息和智慧公共管理是最重要的影响因子

根据因子分析的排序结果,智慧旅游信息、智慧公共管理是影响川渝智慧旅游游客满意度最重要的因素。旅游设施是智慧旅游的核心吸引因素,但比较而言,游客更在意的是智慧旅游信息和智慧公共管理带来的旅游便利和个性化体验。近年来,四川省高度重视旅游信息化工作,投入建设了看得见、摸得着的旅游信息化实体项目;重庆以大数据智能化为引领,形成了“一中心、两平台、三矩阵”的智慧旅游支撑体系,为重庆旅游业注入了科技感。由此可见,川渝两地建设了完善的智慧旅游基础设施和保障体系,为信息共享和公共管理奠定了良好基础。

4.1.3 川渝智慧旅游建设已初见成效

根据游客满意度单项指标、总体满意度和分类满意度的分析结果可以看出,游客单项指标满意度、总体满意度和分类满意度在一般至满意之间,说明游客感知良好但存在一定进步空间。2019 年国家网信办发布《数字中国建设发展进程报告(2019 年)》的评价结果中显示,重庆和四川信息化发展水平从信息服务应用、信息技术产业、产业数字化、信息基础设施、信息安全、发展环境等方面来看位于第一方阵。这也进一步印证了川渝地区信息化发展成效。

4.1.4 重庆较四川智慧旅游相对满意度差距明显

根据满意度因子分析得分结果显示,两地在旅游信息化程度、旅游营销、旅游管理、旅游服务满意度和总体满意度上程度相当,但游客对重庆智慧旅游建设的相对满意度,即和其他城市相比,是否达到心理预期方面的评分为不满意至一般之间,比较于四川的一般至满意差距较明显。由总体满意度与分类满意度皮尔逊相关分析可知,相对满意度与旅游管理满意度的相关程度最高,在智慧公共管理因子中,门户网站和投诉受理是重庆因子评分最低的两个因子,其中门户网站也是川渝两地评分差距相对较大的因子。截至 2020 年,四川高新技术企业超过 6 000 家,同比增长 41.8%,重庆 3 141 家,同比增长 25%,可见两地在技术创新应用方面存在较大差距,也进一步说明游客对重庆智慧旅游门户网站质量及投诉受理情况的满意度过低是导致相对满意度一般的直接原因。

4.2 建议

4.2.1 政企合作,加强精准旅游信息服务

加快建立川渝两地旅游信息共享库,建立数据采集、存储、分析、展示和大应用的健全旅游资源数据库、旅游企业数据库、游客分析数据库,实现两地旅游信息全方位、精确化、共享化采集。集合川渝两地旅游部门、涉旅企业合作建设配套的旅游客户端、官方旅游信息发布系统,建设川渝地区“全覆盖、全过程、一体化、一站式”的旅游信息服务平台,在两地旅游集散中心、景区景点、交通枢纽、宾馆饭店等重点场所部署旅游信息互动终端或者提升已有终端的覆盖范围。为推进旅游智慧营销、智慧管理和智慧服务提供强大的信息分析基础。完善节假日旅游预报制度和旅游警示信息发布,为游客提供更加精准的旅游资讯、票务信息、行程规划、旅游攻略等信息服务,提升两地旅游信息服务便捷性。

#### 4.2.2 资源融合,提升旅游公共管理水平

目前川渝两地联手打造“巴蜀文化走廊”,推动实现川渝两地“一码通”,以两地智慧旅游展示系统为载体,加强两地旅游信息资源共享与高新技术的应用。可见解决游客“一站式”旅游公共服务需求,提升川渝地区旅游公共服务品质是智慧旅游的重要作用。通过政府合作推动,以旅游资源为素材来源,整合数据开发和内容制作、展示交易、旅游体验、衍生品开发等川渝智慧旅游产业链。搭建包括金融服务平台、公共技术服务平台、人才服务平台及知识产权平台,整合川渝两地旅游咨询及管理投诉系统,建设资源共享、平台互通的游客公共服务系统。加强旅游公共服务门户网站建设,探索建立统一的区域旅游投诉受理机制、旅游安全管理机制等,为政府和旅游企业监管整治提供了强大的数据分析基础,同时满足游客旅游投诉、旅游安全应急、医疗服务等便利化需求。

#### 4.2.3 面向行业,打造川渝旅游形象品牌

川渝地区自古以来地缘相近、文化相亲。因此,要破除各自为政的限制。整合旅游相关管理部门和重点旅游企业的力量,以市场化为导向,打造共同的旅游形象。除了制造智慧旅游资产,川渝旅游还可以面向 2B 市场,打造跨区域旅游服务营销平台,依托“成渝经济圈”交通通道优势,共同开发特色互补的精品旅游线路,联动开展旅游市场营销和品牌打造,合力发展旅游交通、景区导流等实况查询、电子商务等服务。同时在全国范围内招引集团化旅游公司,对跨区域旅游产品中的食宿用品、旅游消费场景等进行标准化用具品牌设计,以互动体验等方式拓宽形象展示渠道,吸引旅游者延长旅游线路,达到旅游经济带优势互补、资源互享,带动

川渝社会经济全面发展。

#### 参考文献

- [1] 张凌云. 智慧旅游:个性化定制和智能化公共服务时代的来临[J]. 旅游学刊, 2012, 27(2): 3—5.
- [2] 姜娜, 宋智超. 国内智慧景区发展研究综述[J]. 中国经贸导刊(理论版), 2017(17): 69—72.
- [3] LI Y P, HU C, HUANG C, et al. The concept of smart tourism in the context of tourism information services[J]. Tourism Management, 2017, 58: 293—300.
- [4] 刘军林, 范云峰. 智慧旅游的构成价值与发展趋势[J]. 重庆社会科学, 2011(10): 121—124.
- [5] 李云鹏, 胡中州, 黄超, 等. 旅游信息服务视阈下的智慧旅游概念探讨[J]. 旅游学刊, 2014, 29(5): 106—115.
- [6] 涂远芬. 旅游信息服务视阈下的智慧旅游概念探讨[J]. 传播力研究, 2017(12): 221.
- [7] 汪侠, 甄峰, 吴小根. 基于游客视角的智慧景区评价体系及实证分析——以南京夫子庙秦淮风光带为例[J]. 地理科学进展, 2015, 34(4): 448—456.
- [8] 左晶晶, 唐惠沁. 智慧旅游建设对游客满意度的影响——基于上海迪士尼乐园的研究[J]. 消费经济, 2020, 36(5): 81—91.
- [9] 孙子惠, 史灵歌. 基于 IPA 分析法的智慧景区服务质量评价——以龙门石窟旅游景区为例[J]. 内江师范学院学报, 2019, 34(4): 92—98.
- [10] 蔡蓉蓉, 张维亚. 基于结构方程的智慧旅游满意度实证研究[J]. 资源开发与市场, 2015, 31(3): 378—384.
- [11] 田璐, 林宪生, 邓薇, 等. 基于 SEM 的智慧旅游满意度研究——以山西皇城相府为例[J]. 国土与自然资源研究, 2014(4): 83—86.
- [12] 潘澜, 林壁属, 方敏, 等. 智慧旅游背景下旅游 APP 的持续性使用意愿研究[J]. 旅游学刊, 2016, 31(11): 65—73.
- [13] 高志方, 杨惠, 彭定洪. 基于犹豫模糊 Dematel-Kano 方法的云南省智慧旅游 服务需求分类研究[J]. 生态经济, 2021, 37(1): 116—123.
- [14] 刘利宁. 智慧旅游评价指标体系研究[J]. 科技管理研究, 2013, 33(6): 67—71.

## Research on Smart Tourism Construction and Tourist Satisfaction in Sichuan and Chongqing

YU Yang, YOU Jing

(School of Business Administration, Chongqing University of Science and Technology, Chongqing 401331, China)

**Abstract:** The representative evaluation index of smart tourism is transformed into a questionnaire question of tourist satisfaction, and four main factors that affect the satisfaction of smart tourism in Sichuan and Chongqing are extracted, which are classified as smart tourism information factor, smart public management factor, smart service marketing factor and smart infrastructure factor according to their influence degree. The results show that the overall satisfaction of tourists in Sichuan and Chongqing is between average and satisfactory, and the relative satisfaction of Chongqing is low. The public management is the most important factor affecting the relative satisfaction of smart tourism in Chongqing. Based on the factor analysis, puts forward the improvement suggestions of Sichuan and Chongqing smart tourism, which has a certain reference significance for strengthening the mutual learning, exchange and cooperation of Sichuan and Chongqing in the intelligent cultural and tourism construction, and promoting the development of regional tourism.

**Key words:** smart tourism; tourist satisfaction; Sichuan and Chongqing tourism; factor analysis

# 开放式创新社区领先用户识别研究

伍耀规<sup>1</sup>, 任 红<sup>2</sup>

(1. 广西教育学院 商学院, 南宁 530023; 2. 广西科技情报研究所, 南宁 530023)

**摘要:**开放式创新社区是企业与用户互动的网络平台,为了从海量的社区用户中精准识别出领先用户,利用爬虫软件爬取用户在社区的留言及评论信息,通过自然语言分析技术把它与已发生的技术发展趋势进行比对,根据其准确度和前瞻度得出用户的“领先系数”,从而识别出领先用户。最后,通过实例验证了该方法的有效性。

**关键词:**自然语言处理技术;开放式创新社区;领先用户;识别方法

**中图分类号:**F270.5      **文献标志码:**A      **文章编号:**1671-1807(2021)10-0105-04

创新是引领发展的第一动力,是建设现代化经济体系的战略支撑。现代创新链条已经由封闭式创新发展到开放式创新的新阶段,“政产学研用”五位一体协同创新正逐渐成为创新主导模式,越来越多企业已意识到用户尤其是领先用户是技术创新的一个重要源泉。

美国麻省理工学院埃里克·冯·希普尔教授(Eric von Hippel)自 1986 年首次提出“领先用户”这一概念后,以领先用户为中心的创新方式逐渐成为国内外学术界的研究热点,并且受到企业界的广泛关注。Von Hippel<sup>[1]</sup>将具有以下两个特征的个人或厂商定义为“领先用户”:①领先用户面临市场上将普及的新产品或服务需求,但是他们在市场上大部分人遇到这种需求几个月或几年之前就已遇到了;②领先用户通过自主动手解决他们的超前需求而从中受益匪浅。因为他们不能或不愿等待新产品或服务缓慢出现在市场,然后从市场获取来满足需求,所以他们经常凭借自身掌握的技术提前改良或开发新产品或服务。这样,若一个产品或服务将会在未来的市场上流行,而部分用户现在就对其有强烈需求并能从中获益,这种用户就是这个产品或服务的领先用户;他们一般具备相关产品领域的极强的理论、知识、使用体验和技术技能,能通过自己动手来实现创新设想;他们面临的需求在现有的市场中还找不到,还停留在理念、概念和设想阶段,他们要么通过自己动手研发,要么与企业研发人员一起参与产品的早期研发,提供各式各样的创新思

想、概念源泉以及各种的解决方案。因此,领先用户一般具有超前需求、强烈创新动机、丰富的产品知识和使用体验、超强的技术创新能力、较高的创新收益期望等特征。

目前,领先用户参与企业创新在中国还处于起步阶段,普遍存在领先用户创新参与度低以及创新绩效不高的问题。领先用户的超前需求及行为动态是反映未来需求和技术发展趋势的重要指标,是企业最真实、最贴近市场的技术创新源泉,对于制造商而言,第一步也是最关键要做的事情就是要从众多的用户当中精准识别出谁是领先用户,再对其进行适当培养,然后引导激励其参与创新,从而提高企业创新绩效,降低创新成本和创新风险。因此,领先用户的精准识别对拓宽领先用户创新理论的普遍适应性、提升企业技术创新效率、推动“万众创新”和创新型国家的建设都具有重要的理论意义、现实意义和广阔的应用前景。

### 1 文献回顾

国内外现有研究对领先用户识别基本是针对不同产品不同行业特性以及用户数量与性质不同而采用不同的方法。针对工业产品领先用户的事后识别,Von Hippel<sup>[1]</sup>提出了基于问卷调查的领先用户识别过程,将具有某产品领域专业知识的用户分为 3 个层次,构建了专业知识金字塔,再通过电话网络法识别领先用户。该方法需要对目标用户中的每一个人进行筛选调查,而后根据调查结果判断谁是领先用户,因此,调查效率非常低下,成本极

收稿日期:2021-05-12

基金项目:2020 年度广西高校中青年教师科研基础能力提升项目(2020KY80001)。

作者简介:伍耀规(1975—),男,广西贵港人,广西教育学院商学院,高级经济师,硕士,研究方向为创新经济;任红(1964—),男,广西南宁人,广西科技情报研究所,高级经济师,研究方向为创新经济与创新管理。

高,而且不能识别出全部领先用户,一般适合于用户群体较少的行业。Morrison 等<sup>[2]</sup>提出了基于领先用户网络的网络搜索法,先选取少量用户进行调查与访谈,考察其相关特征是否与领先用户相吻合,然后请他们提供他们心目中的领先用户的名字,再对其提供的领先用户进行同样的访谈,不断重复,扩展受访群体,直到最后的受访者没有提出新的领先用户,越靠后的被访谈者越有可能是领先用户。该方法适用于存在名声显赫的领袖用户的行业,但是,大多数行业用户之间的联系是相对松散的,用户之间相互了解不深,这种由用户推荐领先用户的识别方法很难奏效。Chesbrough<sup>[3]</sup>创造性地提出了虚拟股票市场法进行领先用户的事前识别,企业建立一个虚拟股票市场(VSM),然后把新研发的产品推向 VSM,用户可以进行虚拟交易,企业观察用户的交易表现并赋分,得分高的用户认定为领先用户。该方法最大的特点是成本低,但前提是企业要建立 VSM 市场,不具有普遍适用性。因此,一般适用于大公司。国内学者杨波和刘伟<sup>[4]</sup>认为基于应用扩展和网络论坛条件下,领先用户在产品开发论坛中相对集中,问卷法识别领先用户的效率能够得到保证,从而用统计学与概率学的方法从市场或技术趋势、客户收益、信息复杂性 3 个维度建立了领先用户的识别模型。赵晓煜等<sup>[5]</sup>针对用户留存在协同创新社区中的海量内容信息和互动信息,采用朴素贝叶斯分类等数据挖掘方法进行分析,然后根据评价指标对各用户的“领先性”进行打分,依据得分情况甄选出具有突出创新能力和强烈创新意愿的领先用户。原欣伟等<sup>[6]</sup>、曾庆丰等<sup>[7]</sup>以小米社区的 MIUI 论坛为例,采用领先用户理论与社会网络关系理论概括出领先用户的基本特征,对论坛中的用户数据从内容信息和客观行为数据两个创新性维度构建领先用户识别指标体系,分别采用随机森林分类方法和聚类算法来识别出开放式创新社区中的领先用户。邱中天等<sup>[8]</sup>采用攀梯术的深度访谈方式调查领先用户的关键因素,用 Q 分类术摘取主要因素,确定领先用户的特征要素,并通过对网络论坛的内容进行分析来验证特征要素能否识别领先用户。李楠等<sup>[9]</sup>针对软件行业,采用偏好顺序结构评估法对虚拟社区领先用户进行事前识别。何国正等<sup>[10]</sup>针对消费品行业,以顾客能力为衡量指标,从创新能力、沟通能力、合作能力和知识能力 4 个维度来构建领先用户识别计算模型。

通过文献梳理不难发现,现有研究的领先用户

识别方法主要存在以下 4 个问题:①调查成本高,效率低;②大多以事后识别为主,即创新后的识别;③主观性强,对被访谈者的自我评价依赖性大,识别精准度不高;④方法复杂,过程繁杂,普遍适用性不强。因此,本研究采用相对较成熟的自然语言处理技术,利用用户特征信息来高效、精准识别开放式创新社区中的领先用户。

## 2 基于自然语言处理技术的领先用户识别方法

### 2.1 领先用户识别的基本思路

爬取开放式创新社区中各用户留置的评论信息,通过自然语言分析技术把它与已发生的技术发展趋势进行比对,从技术相似度来判断其准确度,从发生的时间节点评定其前瞻度,根据用户对技术信息的准确度和前瞻度得到用户的“领先系数”;根据行业特性设置领先系数阈值,凡是领先系数得分超过该阈值的用户认定为领先用户。

### 2.2 领先用户识别的基本步骤

#### 2.2.1 爬取、检索信息

1) 利用爬虫软件在开放式创新社区爬取用户的留言及评论信息,得出用户特征信息。

2) 选取企业所在行业技术的关键词,在互联网上以关键词对技术发展趋势进行检索,对检索结果整理形成检索文本;对检索文本按时间节点和技术(或产品)特征两个维度进行字段抽取,然后按时间字段对技术(或产品)字段进行升序排序整理,从而得到技术发展趋势信息。

#### 2.2.2 处理信息

1) 分词。采用分词算法分别对用户特征信息和技术趋势信息进行分词,得到用户特征信息词集和技术趋势信息词集。

2) 统计词频与逆文档频率。根据各词集中的词组在各自信息中出现的频率统计出词频;各词组出现频率的倒数为逆文档频率<sup>[11]</sup>。

3) 计算权重。词组的权重代表其在各自信息集中的重要程度,等于词频乘以逆文档频率,从而得出用户特征信息向量 A 和技术趋势信息向量 B。

4) 相似度比对。采用自然语言处理技术对用户特征信息和技术趋势信息进行文本相似度比对,分析用户在评论中对技术的预测与真实技术发展的吻合性,从而得出技术准确度;同时,把用户评论的时间节点与技术发展各阶段的时间节点进行比对,如果用户评论时间在技术发展时间节点之前,说明用户对技术的预测具有前瞻性,而且两个时间



节点相距越远,其前瞻度越高。

2.2.3 计算领先系数并识别领先用户

根据用户的准确度和前瞻度可计算出用户的领先系数;根据企业所处的行业特性以及企业在行业中的技术水平设置领先系数阈值,凡是领先系数得分超过该阈值的用户认定为领先用户。

3 方法的有效性检验

为检验本研究领先用户识别方法的有效性,选择广西某汽车配件公司创建的以“汽车配件设计”为主题的开放式创新社区来验证。该社区创建于2015年,活跃用户数有2 000多人。通过对公司的深度调研与访谈得知,目前公司已识别出领先用户5人并不同程度参与公司的研发创新,按他们参与公司创新的广度和深度及创新贡献率综合降序排名分别为A、B、C、D、E。验证的基本思路是用本研究的方法识别出10名领先用户,比对这10名领先用户与公司现有的5名领先用户的契合状况。

按本研究提出的领先用户识别方法计算出活跃用户的领先系数,按得分由高到低排列,选取前10名与公司现有领先用户进行比对,比对结果见表1。

表1 本研究的识别方法与公司现有领先用户比对结果

用户序号	本研究方法的领先系数	公司现有领先用户
L1	0.932 1	
L2	0.910 5	A
L3	0.886 3	
L4	0.871 3	
L5	0.870 2	C
L6	0.865 7	
L7	0.842 2	B
L8	0.841 3	
L9	0.839 8	E
L10	0.838 1	

从比对结果发现,用本研究方法识别出来领先系数得分最高的10名领先用户中,有4人是公司现有的领先用户,两者有80%的重合度;而且,从领先贡献程度来看,除了用户序号L5与L7所代表的C与B两位领先用户的排序不同,其他领先用户的排序都相吻合。进一步查找发现,公司现有领先用户D按本研究方法计算的领先系数为

0.537 6,序号为L127(即排名127位)。通过访谈得知,D的领先用户特征不典型,在社区的活跃度不高,发帖量和评论信息虽不多但精,精华帖占比较高,在合作创新中表现出的技术水平和创新能力都较强,是其他领先用户于2019年向公司推荐而成为领先用户的。检验证明,本研究提出的基于自然语言处理技术的领先用户识别方法具有较高的精准性和有效性。

4 结论

领先用户处于市场的最前沿,代表着用户未来的需求趋势,是企业重要的创新源。领先用户精准识别直接关系到企业的创新绩效和创新风险,是企业创新管理中重要的一环。本研究提出一种基于自然语言处理技术的领先用户识别方法,可以帮助企业从开放创新社区的海量用户中准确高效地寻找出领先用户,为企业深入挖掘外部创新力量、大力推进协同创新提供一种新的有效的路径。

参考文献

[1] VON HIPPEL E. The source of innovation[M]. London: Oxford University Press, 1988:25—33.

[2] MORRISON P D, ROBERTS J H, MIDGLEY D F. The nature of lead users and measurement of leadingedge status[J]. Research Policy, 2004, 33:351—362.

[3] CHESBROUGH H W. Open innovation: The new imperative for creating and profi ting from technology[M]. New York: Harvard Business School Press, 2006:136—142.

[4] 杨波,刘伟. 基于应用扩展和网络论坛的领先用户识别方法研究[J]. 管理学报, 2011, 8(9):1353—1358, 1371.

[5] 赵晓煜,孙福权. 协同创新社区中领先用户的自动识别方法[J]. 武汉理工大学学报(信息与管理工程版), 2014, 36(4): 537—540, 545.

[6] 原欣伟,杨少华,王超超,等. 基于用户特征抽取和随机森林分类的用户创新社区领先用户识别研究[J]. 数据分析与知识发现, 2017(11):62—74.

[7] 曾庆丰,郭倩,张岚岚,等. 基于聚类算法的开放式创新社区领先用户识别方法[J]. 计算机集成制造系统, 2019(11): 2943—2951.

[8] 邱中天,吕皓. 领先用户识别方法研究[J]. 中国市场, 2013(33):64—65.

[9] 李楠,田丹. 面向软件产品创新的领先用户法——基于虚拟社区的识别方法研究[C]//第七届中国科技政策与管理学术年会论文集, 2011:388—397.

[10] 何国正,陈荣秋. 消费品行业领先用户识别方法研究[J]. 统计与决策, 2009(4):15—17.

[11] 郑范瑛,顾复,吴晓波,等. 领先用户识别、预测方法以及技术趋势预测方法, 201911325392. 8[P]. 2020-04-10.

## Research on Leading User Identification of Open Innovation Community

WU Yao-gui<sup>1</sup>, REN Hong<sup>2</sup>

(1. School of Law and Business, Guangxi University of Education, Nanning 530023, China;

2. Guangxi Institute of Science and Technology Information, Nanning 530023, China)

**Abstract:** Open innovation community is a network platform for enterprises to interact with users. In order to accurately identify the leading users from a large number of community users, crawler software is used to crawl the users' messages and comments in the community, and natural language analysis technology is used to compare it with the existing technology development trend. According to its accuracy and foresight, the "leading coefficient" of users is obtained, so as to identify the leading users. Finally, the effectiveness of the method is verified by an example.

**Key words:** natural language processing technology; open innovation community; leading users; recognition methods

# 基于 CiteSpace 的行为人风险态度研究 热点与前沿分析

李 睿, 张云华

(昆明理工大学 建筑工程学院, 昆明 650500)

**摘要:**利用 CiteSpace 软件对 1998—2020 年 CSSCI 数据库主题为“风险态度”的 618 篇文献绘制可视化知识图谱。研究表明:行为人风险偏好研究经历了波动上升的 3 个阶段,目前处于稳定发展阶段;研究机构较多,但是相互间协作较少;形成了以代建生、刘永芳等学者构成的核心研究作者,国内共被引期刊主要是《经济研究》;研究热点为风险态度分类研究、信息不对称、决策偏好等。未来一段时间的研究趋势在于农业生产、互联网金融、模型分析等方面。

**关键词:**风险态度;CSSCI;CiteSpace;知识图谱

**中图分类号:**F019.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2021)10-0109-06

前景理论指出,行为人风险态度有风险偏好、风险中性、风险规避<sup>[1]</sup>。面临风险时,异质性风险态度的行为人会采取差别的决策行为。为理性控制自己的行为,需要了解行为人的风险态度,针对不同风险态度采取不同应对措施。因此,风险态度的研究就极为重要。

现有关于行为人风险态度的研究大多从风险态度分类、风险态度视角的相关研究、风险规避措施等方面进行分析,较少有关于梳理行为人风险态度研究热点及研究趋势的分析。本文采用 CiteSpace 软件,分析 1998—2020 年行为人风险态度研究领域 CSSCI 数据库的发文数量特征、核心机构、核心作者、文献共被引特征及关键词分析,从整体上梳理该范畴研究的进程及趋势。

## 1 研究方法 with 数据来源

### 1.1 研究方法

采用 CiteSpace 作为载体,以 CSSCI 作为数据来源。CiteSpace 是一款文献计量软件,能鲜明地展示可视化知识图谱,对于了解发文特征、掌握发展趋势具有较强的分析作用<sup>[2]</sup>。

### 1.2 数据来源

采用 CiteSpace 文献计量软件对 CSSCI 关于行为人风险态度的文献进行可视化分析。在数据选择方面,在 CSSCI 数据库搜索“篇(名)”为“风险态

度”“风险偏好”“风险中性”“风险规避”。在时间选择方面,选择 1998—2020 年,以更好地梳理清楚行为人风险态度研究的整体脉络并得到研究趋势及热点。通过文献检索,在剔除研究综述、评论等无关文献后,共获得行为人风险态度研究论文 618 篇。

## 2 行为人风险偏好研究文献特征分析

### 2.1 发文量分析

根据发文量图可以分析得到研究进展。整理 1998—2020 年行为人风险态度研究年度发文量,如图 1 所示。可以看出,行为人风险态度研究发文量从 1998 年到 2020 年呈现波动上升趋势,可以分为 3 个阶段。第 1 阶段,1998—2003 年,萌芽探索阶段。研究发展平缓,年发文量都在 10 篇之下。第 2 阶段,2003—2013 年,快速发展阶段。显现为加速发展趋势,年发文量为 10~40 篇。第 3 阶段,2013—2020 年,成熟发展阶段,研究呈现成熟,相关研究论文数目维持在较高水平,2016 年最多为 61 篇。

### 2.2 研究机构分析

对研究机构分析可以找到关于该研究领域的权威研究机构以及机构之间的合作水平。通过分析,核心机构图谱如图 2 所示。由图 2 可以看出,华中科技大学(4 篇)、中国科学院农业政策研究中心(4 篇)、北京大学(3 篇)、南开大学(3 篇)等是发文

收稿日期:2021-05-14

**作者简介:**李睿(1996—),女,云南保山人,昆明理工大学建筑工程学院,硕士研究生,研究方向为行为人风险态度;通信作者张云华(1983—),女,云南大理人,昆明理工大学建筑工程学院,讲师,博士,研究方向为项目治理。

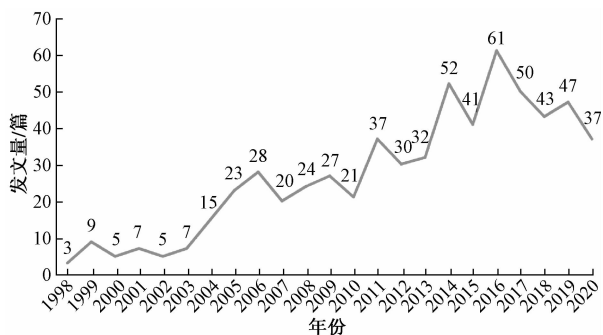


图 1 年度发文量

量较多的机构。华中科技大学集中在管理学院和经济学院,侧重角度为风险规避决策研究。中国科学院农业政策研究中心主要集中于农户风险态度与农用肥、农作物种植之间的关系。同时,各机构间的研究都相对独立,交流不多。

### 2.3 发文作者分析

发文量较多则可被认为该作者是相关研究的核心作者<sup>[3]</sup>。对 CSSCI 行为人风险态度研究作者进行可视化分析,如图 3 所示,发文频次前 3 的作者信息见表 1。

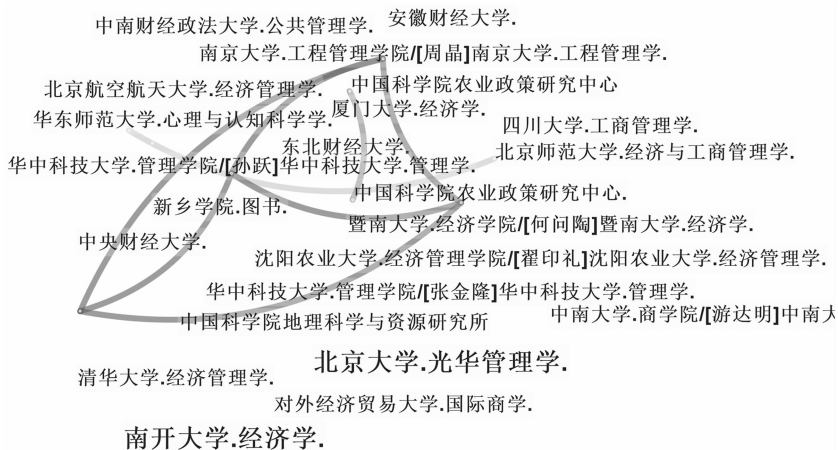


图 2 研究机构可视化图谱



图 3 作者可视化图谱

表 1 发文作者信息

序号	作者	发文量/篇	机构
1	代建生	8	昆明理工大学
2	刘永芳	5	华东师范大学
3	仇焕广	4	中国人民大学

由图3及表1可以看出,在行为人风险态度研究领域,发文量较多的是代建生。代建生团队主要关注“供应商”“供应链协调”“收益共享契约”等方面。研究指出在一次或允许紧急订货两种模式下,零售商的最优订购量和促销努力均与其风险厌恶

程度呈负相关。为供应链协调提供了理论支撑,对于促进供应链上行为人的行为选择具有重大意义。发文量仅次于代建生的学者是刘永芳。刘永芳团队主要关注“决策者角色”“任务框架”“交互作用”等方面。采用问卷调查与实验法相结合,指出在损失和收益情景下不同权力感行为表现出不同风险偏好<sup>[4]</sup>,为行为人不问得失框架下作出决策及决策控制提供理论支持。同时,发文量较多的还有仇焕广、齐二石、刘健、刘艳萍、包兴等学者。仇焕广主要关注的是“活期存款”“农村金融风险”等方面的研究。其在2014年基于四省调查数据以及通过计量模型分析,指出农民的风险规避层次越高,其使用更多化肥的可能性越大<sup>[5]</sup>。

## 2.4 作者共被引分析

对行为人风险态度研究领域的高被引作者分析,如图 4 所示。

作者共被引按被引用量排序为 KAHNEMAN D(34 次)、叶飞(25 次)、LI(15 次)。Tverskya 认为人们在获得框架下是风险规避的<sup>[1]</sup>。叶飞等讨论了风险规避系数对决策的作用<sup>[6]</sup>。LI 等利用可拓理



图 4 作者高被引可视化图谱

论探讨了著作权风险<sup>[7]</sup>。作者共被引频次较高的还有 CHEN(14 次)、李涛(13 次)、黄季焜(13 次)、CACHON GP(13 次)、张维迎(13 次)等。在行为  
人风险态度研究作者共被引中,国外学者数量高于  
国内学者。国内学者在取得较大研究进步的同时,

仍有较大进步空间。同时,对比图 3 和图 4 可以看  
出,作者发文量和作者共被引之间没有特定关联。  
一方面作者研究成果在领域内的认可程度不一致;  
另一方面,经典研究是后来研究的基础,具有基础  
性支撑作用。

2.5 文献共被引分析

为了能找到对行为人风险态度研究领域影响  
较深的研究文献,作者进行了文献共被引分析排  
名前 3 的相关信息,见表 2。林强等提出供应链的  
最优库存因子受到不同风险规避度的作用<sup>[8]</sup>。叶  
飞等指出采取收益共享契约来约束供应链<sup>[6]</sup>。高  
杨等通过调研以及采用实验经济学的方法研究指  
出样本菜农为风险规避型,且其风险规避程度越  
高其绿色防控技术采纳行为越低<sup>[9]</sup>。结合作者  
共被引及文献共被引分析,可以看出高作者共被  
引与高文献共被引作者不一致,存在不完全对  
应的情形。表明学者们的研究得到了学术界不  
同的认可程度且学者的发文量存在差异。

表 2 文献共被引排名前 3 篇

排名	篇名	作者	期刊	发表年份
1	随机弹性需求条件下基于 CVaR 与收益共享契约的供应链决策模型	林强,叶飞,陈晓明	系统工程理论与实践	2011
2	风险规避型供应链的收益共享机制研究	叶飞,林强	管理工程学报	2012
3	风险厌恶、信息获取能力与农户绿色防控技术采纳行为分析	高杨,牛子恒	中国农村经济	2019

2.6 期刊共被引分析

利用期刊共被引分析可以得到行为人风险偏  
好研究领域的核心刊物。通过分析,得到共被引  
排名前 3 的期刊见表 3。

表 3 期刊共被引排名前 3

排序	期刊	频次	影响因子
1	American Economic Review	113	5.558
2	经济研究	105	15.063
3	Management Science	104	3.931

从表 3 可以看出,行为人风险偏好期刊共被引  
频次最高的是《American Economic Review》,其  
是经济学领域最有学术声望的重要期刊之一。《  
经济研究》主要关注经济理论、财政与税务、  
企业与发展等问题,是经济学领域的重要期刊。

3 行为人风险偏好的发展趋势与研究前沿

3.1 关键词分析

关键词是对论文的极度凝练,通过对关键词分

析,可以了解行为人风险偏好领域研究热点及  
未来研究趋势,如图 5 所示,并导出排名前 5  
的关键词,见表 4。

表 4 关键词频次前 5 排序

序号	关键词	频次	发表年份
1	风险偏好	154	1998
2	风险规避	146	1998
3	风险厌恶	52	2006
4	风险态度	48	2000
5	供应链协调	22	2011

3.2 研究趋势

CiteSpace 绘制的时间线图可以清晰地展示  
发展进程以及组成聚类。对关键词绘制时间  
线图,如图 6 所示。共得到 41 个聚类。#0  
风险规避、#1 风险偏好、#2 风险态度、#3  
供应链、#4 风险厌恶、#5 证券投资、#6  
信息不对称、#7 定价决策、#8 企业兼并、  
#9 决策、#10 中小企业、#11 动态风险  
厌恶、#12 乡村振兴、#16 优势不平

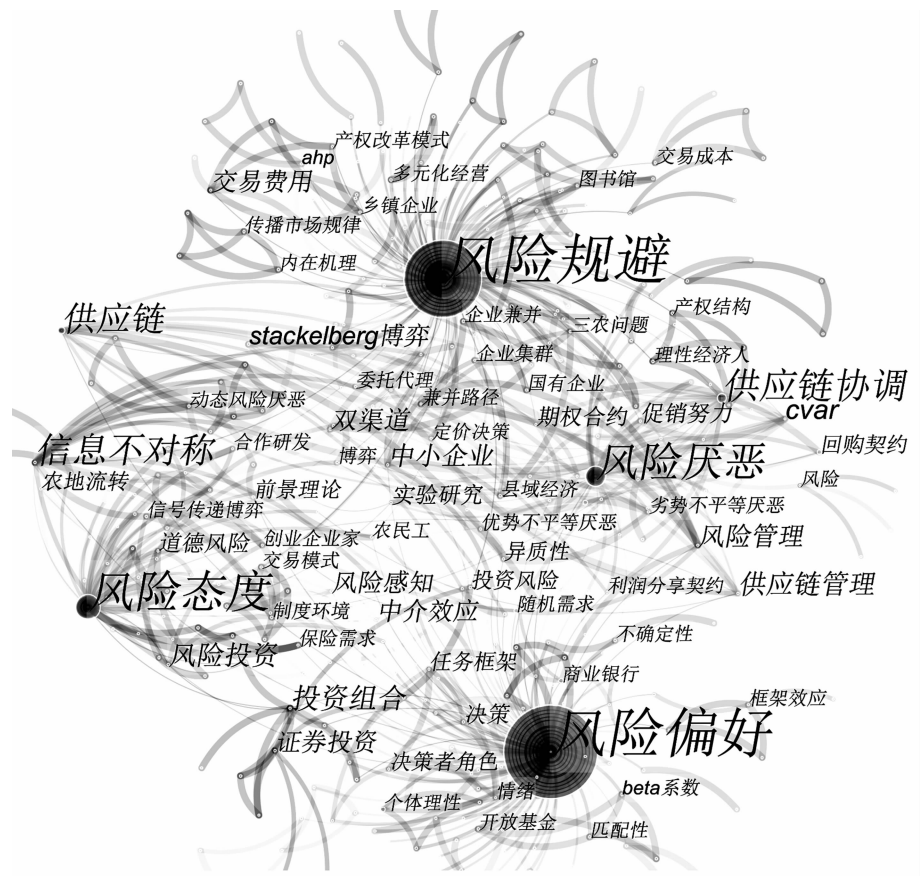


图 5 关键词可视化图谱

等厌恶、# 22“一带一路”倡议、# 31 竞争情报。最大的聚类# 0 风险规避,覆盖证券公司、出版社、价值实现、制度约束、双渠道定价、体育赛事、学历误配、农药施用、产学研合作、供应协调、农地制度、农业生产外包等方面的关键词。该聚类关键词从 1998 年至 2020 年,每年都在涌现不同关键词,表明风险态度研究经历了较长时间的发展,至今仍然受到广泛关注,关注点更加深刻,应用更加广泛。聚类# 3 供应链,从 2005 年开始出现覆盖的关键词,至 2018 年结束。该聚类覆盖的关键词包括信息获取、决策风险偏好、应急采购、供应链成员、影响因素、资产配置等方面的关键词。同时,在做关键词突现分析时,只出现了一个关键词“供应链协调”,突现时间从 2012 年至 2020 年,位于聚类# 3 内。从纵向时间线上看,近几年涌现了农业生产外包、利益博弈、劳动力禀赋、互联网金融、乡村振兴、促销广告、保护性耕作技术等关键词,反映着近年来的研究热点。

同时,从图 6 可以看出,行为人风险态度研究经历了 3 个阶段。

1998—2003 年,首要关注投资组合、股份合作

制。平新乔等的研究指出,在现存的国有企业体制下,由代办人风险规避所导致的代理支出占到了总代理支出的 1/3,这对国内国有企业的成长供给了重要理论指导<sup>[10]</sup>。秦学志等在设置行为人风险态度具有随机性、模糊性的条件下,构建了有关的证券投资基金组合筛选方法<sup>[11]</sup>,为证券投资基金组合研究开辟了新路径。

2003—2013 年,主要关注决策风险偏好、公司治理、供应链等。这一阶段“供应链”作为一个较新的概念受到大家的普遍注意。敬志勇等通过实证分析指出,商业银行风险厌恶倾向越高,净资本回报率越高<sup>[12]</sup>。2012 年,胡本勇等分析指出考虑努力水平、风险偏好的异质性时,期权销售合同不能调整供应链<sup>[13]</sup>。周业安等通过实验证明了大部分成员是风险厌恶的并且个人风险厌恶仍有差异,家庭总收入和是否具有决策经验会对风险厌恶产生影响<sup>[14]</sup>。

2013—2020 年,主要关注劳动力禀赋、互联网金融、双渠道供应链、“一带一路”倡议等。吕杰等的最新研究指出,农户风险规避程度对农业选择全程托管服务有抑制效果,并提出农业生产托管服务

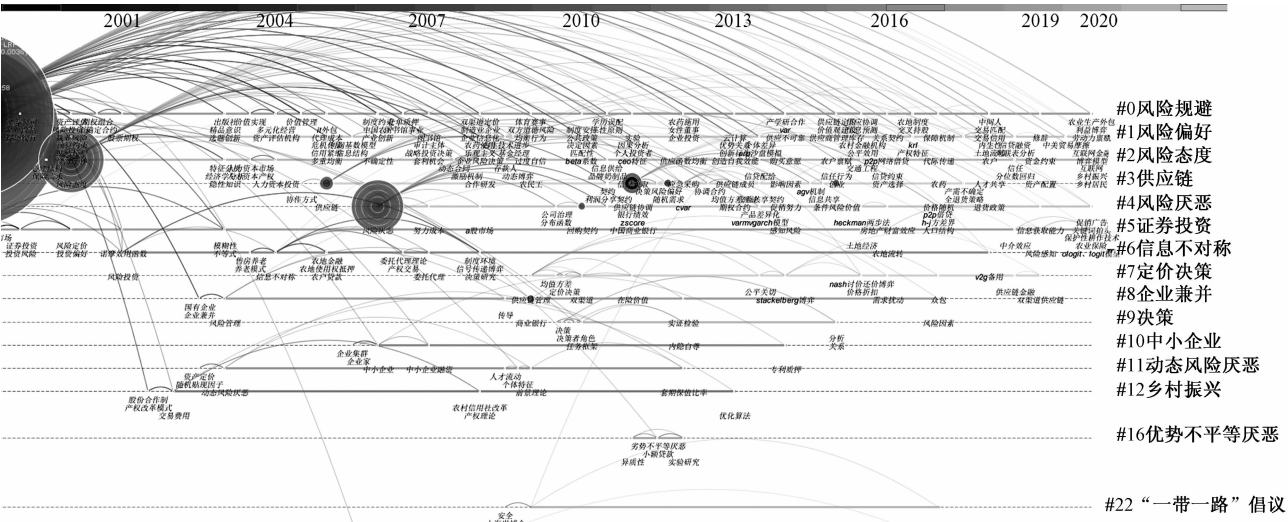


图 6 关键词时间线图

可以采取购买保险、构建熟人农业生产托管服务市场等措施完善市场<sup>[15]</sup>。李成龙等的研究指出农户技术采纳意愿及实际采纳行为与其风险规避程度呈负相关,这对推进农业防治提供决策参考<sup>[16]</sup>。陈晓红等基于风险认知和风险偏好理论,实证分析了访问深度与注资风险偏好之间的关联以及他们在异质性组织中的差异<sup>[17]</sup>。

4 结论

整体上了解行为人风险态度研究整体脉络及把握未来研究趋势。通过对 1998—2020 年 CSSCI 主题为“风险态度”的 618 篇论文计量分析,整体展现了行为人风险偏好研究领域的发展进程、研究脉络及研究趋势,得到如下结论:

1)该领域研究自 1998—2020 年以来经历了 3 个阶段,在理论和实践上均取得了较多研究成果,对于指导行为人的行为具有较大意义。目前处于成熟发展阶段,该领域的研究还有较大探索空间,仍然吸引着众多学者的关注。

2)研究领域的研究机构较多,但是机构间的交互合作较少,各机构仅从擅长的研究角度进行探索,研究角度受限。未来可加强机构间联系,弥补探索空白。

3)研究主要集中在金融、工商管理、数量经济等科目。通过关键词分析,目前该领域的研究热点主要是风险规避、风险偏好、经济主体、风险厌恶、信息不对称、信息获取等方面。农业生产外包、利益博弈、互联网金融、乡村振兴、供应链金融、“一带一路”倡议等成为今后的研究趋势。

参考文献

[1] TVERSKAYA K. Prospect theory: An analysis of decision under risk[J]. *Econometrica*, 1979, 47(2): 263—291.

[2] 李杰,陈超美. CiteSpace 科技文本挖掘及可视化[M]. 北京: 首都经济贸易大学出版社, 2017.

[3] 普赖斯 D. 小科学, 大科学[M]. 戴振飞, 宋剑耕, 译. 北京: 世界科学社, 1982.

[4] 何琪,孙倩,刘永芳. 损益情境下权力感对风险偏好的影响: 权力动机的调节作用[J]. *应用心理学*, 2020, 26(4): 340—347.

[5] 仇焕广,栾昊,李瑾,等. 风险规避对农户化肥过量施用行为的影响[J]. *中国农村经济*, 2014(3): 85—96.

[6] 叶飞,林强. 风险规避型供应链的收益共享机制研究[J]. *管理工程学报*, 2012, 26(1): 113—118.

[7] LI C, ZHANG W, LAN Y. Early warning of risks of copyright infringement in digital library based on extension theory[J]. *Electronic Library*, 2016, 34(2): 250—264.

[8] 林强,叶飞,陈晓明. 随机弹性需求条件下基于 CVaR 与收益共享契约的供应链决策模型[J]. *系统工程理论与实践*, 2011, 31(12): 2296—2307.

[9] 高杨,牛子恒. 风险厌恶、信息获取能力与农户绿色防控技术采纳行为分析[J]. *中国农村经济*, 2019(8): 109—127.

[10] 平新乔,范瑛,郝朝艳. 中国国有企业代理成本的实证分析[J]. *经济研究*, 2003(11): 42—53, 92.

[11] 秦学志,吴冲峰. 模糊随机风险偏好下的证券投资组合选择方法[J]. *管理科学学报*, 2003, 6(4): 73—76.

[12] 敬志勇,孔东民,厉吉斌. 风险厌恶测定与我国银行治理效率的实证研究[J]. *当代经济科学*, 2010, 32(6): 51—55.

[13] 胡本勇,陈旭. 考虑努力水平和决策风险偏好的供应链期权销量担保模型[J]. *管理工程学报*, 2012, 26(3): 184—190.

[14] 周业安,左聪颖,陈叶烽,等. 具有社会偏好个体的风险厌恶的实验研究[J]. *管理世界*, 2012(6): 86—95.

[15] 吕杰,薛莹,韩晓燕. 风险规避、关系网络与农业生产托管

服务选择偏向——基于有限理性假设的分析[J]. 农村经济, 2020(3): 118—126.

[16] 李成龙,周宏. 劳动力禀赋、风险规避与病虫害统防统治技术采纳[J]. 长江流域资源与环境, 2020, 29(6): 1454—1461.

[17] 陈晓红,赖俊彬,赵翠翠,等. 基于访问深度的互联网金融产品投资风险偏好研究[J]. 中国软科学, 2020(5): 130—148.

Research Hotspots and Frontier Analysis of Actors Risk Attitudes Based on CiteSpace

LI Rui, ZHANG Yun-hua

(Faculty of Civil Engineering and Mechanics, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650500, China)

**Abstract:** CiteSpace software was used to draw visual knowledge maps of 618 articles with the theme of “risk attitude” in the CSSCI database from 1998 to 2020. The research results show that the research on the risk preference of actors has gone through three stages of rising volatility, and is currently in a stable development stage; there are many research institutions, but there is little collaboration between them, at present, the core research authors are composed of scholars such as Dai Jiansheng and Liu Yongfang, the domestic co-cited journal is mainly "Economic Research", the research hotspots are the research on risk attitude classification, information asymmetry, decision-making preference, and so on. The research trend for a period of time in the future lies in agricultural production, internet finance, model analysis and so on.

**Key words:** risk attitude; CSSCI; CiteSpace; knowledge graph



# 体面劳动会引发员工的拖延行为吗?

谷 超, 刘生敏

(上海理工大学 管理学院, 上海 200093)

**摘要:**基于自我决定和交互决定论,研究探讨体面劳动与员工拖延行为的关系。采用 289 名公司员工及其直接领导的问卷调查进行分析。结果表明:体面劳动对员工拖延行为存在正向影响;工作自主性在体面劳动与员工拖延行为之间起到中介作用;福利满意度负向调节了工作自主性的中介效应。该研究有助于管理者在人力资源管理实践中,根据员工的差异来设置不同的福利和工作目标,发挥工作本身和工作环境对员工的激励作用,抑制体面劳动和工作自主性的滥用。

**关键词:**体面劳动;工作自主性;员工拖延行为;福利满意度

**中图分类号:**C93-6      **文献标志码:**A      **文章编号:**1671-1807(2021)10-0115-06

“体面劳动”由国际劳工组织在 20 世纪末提出,是指“在公平、自由、安全和具有尊严的条件下,不分性别,让所有人有更多的机会能够获得体面的、生产性的工作”,并主张对劳动者基本权益保护,来促进公平就业、加强社会保障<sup>[1]</sup>。当前有关体面劳动的研究主要集中在体面劳动者的个人价值提升上<sup>[2]</sup>,如在宏观层面的国家体面劳动评价标准和微观层面个体的测量指标<sup>[3]</sup>。虽然这些研究取得了一些突破,但仍然存在不足:已有文献对微观主体的研究有待充实,如体面劳动对微观主体的消极效应实证研究匮乏<sup>[4]</sup>;相对于普通劳动,体面劳动者在工作中选择工作方法、决定工作进程的自由度高;但是过度强调体面劳动,也能带来诸如拖延等负面效应。体面劳动营造的舒适的工作环境和自主性可能促进了员工应对不满而拖延<sup>[5]</sup>,也帮助他们为了更高的工作质量而投入更多的时间成本。当员工的内在需求不能得到满足,体面劳动所营造的自主工作环境为工作拖延带来便利<sup>[6]</sup>。如果不对此类问题进行研究,将不清楚体面劳动对员工工作效能的不利影响,无法限制体面劳动的破坏边界。工作拖延行为产生的前因较为复杂,员工的工作动机会影响工作自主性;但是,当员工自主性较高时,员工有能力进行拖延或者提前完成工作任务。这种内在的工作动机能否转化成积极的工作行为,要取决于员工对工作环境认知和工作结果的要求。

工作自主性和工作拖延行为之间的关系是建立在自主选择的基础上的。当员工工作自主性提高时,内部工作动机增强,为了获得比较完美的工作结果,从而会出现积极拖延行为。同时,当外在的工作环境使员工满意度低时,在工作自主性的作用下,会产生消极拖延行为。员工对环境满意度低时,在自主性的作用下,会拖延工作进度;当员工为了获得更好的工作结果,在延迟满足感的驱使下,会增加工作时间提升完成质量,进而出现工作拖延行为。从结果上来看都是选择这种工作拖延行为,但是,产生的条件却不相同。如果解决了这样一个问题,就可以分清楚体面劳动,工作自主性对员工拖延行为的影响。

因此,本文从微观角度探索体面劳动的负面效应。基于自我决定与交互决定论,主要探讨以下问题:①体面劳动是否会对员工拖延行为产生影响?②工作自主性在体面劳动与员工拖延行为之间是否具有中介作用?③福利满意度是否调节了工作自主性在体面劳动与工拖延行为之间的中介效应?

## 1 理论基础与研究假设

### 1.1 自我决定理论

自我决定理论认为人的行为受到内在工作动机的影响,人的动机是从外在调节到内在动机的动态过程,外在动机内部化的条件是满足人的基本心理需求<sup>[7]</sup>。本研究认为,体面劳动给员工更多的基

**收稿日期:**2021-05-17

**基金项目:**国家自然科学基金(71432005)。

**作者简介:**谷超(1992—),男,安徽阜阳人,上海理工大学管理学院,硕士研究生,研究方向为旅游人力资源管理;刘生敏(1980—),男,湖北武汉人,上海理工大学管理学院,副教授,硕士研究生导师,研究方向为正念领导力。

本权益和自主决定的机会,但这种机会受到福利等综合条件的限制,也受到自身调控能力的影响。这种影响可以从“交互决定论”中得到启示,Bandur认为行为、人的因素、环境是作为彼此连接、相互决定的因素在共同发生着作用<sup>[8]</sup>。员工对福利的认知和调控能力会影响体面劳动给员工带来的自主决定效果,比如,对福利较为满意的员工愿意积极把握自己的工作节奏,为组织牟利;而福利满意度低的员工会利用体面劳动带来的自主决定空间,使用拖延的方式间接报复组织。

## 1.2 研究假设

### 1.2.1 体面劳动与员工拖延行为

体面劳动强调在保障人的基本权利的前提下,让员工在舒适的工作环境中工作,提高员工的自我认知和满意感。从中国本土实践出发,卿涛等把体面劳动界定为员工结合社会历史、文化等因素的影响和自身需求,对自己工作的综合认知<sup>[4]</sup>。有关员工拖延行为的研究始于1973年由Knaus和William共同撰写的《克服拖延》。Steel理解为“自愿推迟起止期,虽然这样做将承受潜在的风险”;将拖延延伸至职场,即工作拖延行为,指个体在工作活动中对应该完成的工作进行非理性延迟。

体面劳动与员工拖延行为之间存在何种关系?体面劳动营造的工作环境会增强员工对外部激励的感知,会对员工创造性空间和工作自主性产生影响<sup>[9]</sup>。自我决定理论认为,自我调节是将内部标准和外界标准进行对比,通过减少它们之间的差距,进而影响个体对外在环境的动机。在微观层面,体面劳动者可以对工作方式和方法进行自由选择,感受到自身的工作价值,在劳动中感受到工作带来的快乐<sup>[10]</sup>。同时,Bandura和Lock的研究结果表明,自我效能感高的员工在工作中表现出更大的自信,愿意投入更多的精力在工作中<sup>[11]</sup>。自我效能高的个体相信自己能够完美地完成工作任务,满足组织严苛的工作要求,他们愿意不惜时间代价反复斟酌、重测预案,容易造成工作拖延。当自我效能感较低时,这种缺乏自信的状态对员工的工作认知和情感认知有负面影响,他们不敢尝试各种方案,进而出现拖延行为<sup>[12]</sup>。

员工拖延行为的影响因素较为复杂,基于交互决定论,员工的认知因素、人格因素和对工作环境的认知,会干扰其工作态度,影响其工作行为。体面劳动给员工带来更多权益保障,员工在自主动机的驱使下会以更完美的工作成绩来回馈组织,所以

他们会消耗更多的时间去完成组织任务。此外,体面劳动的保障也意味着雇佣方希望得到更优质的绩效回馈和产出结果。当员工投入了大量时间和精力依然无法满足工作要求时,容易产生心理压力并表现出消极的情绪,可能出现工作拖延行为。因此,提出以下假设。

H1:员工的体面劳动水平正向影响员工拖延行为。

### 1.2.2 工作自主性的中介作用

综上所述,体面劳动能够造成拖延行为的前提是员工有自主决定空间。那么,工作自主性是体面劳动与员工拖延行为的中介变量吗?工作自主性体现为员工能够自由决定或选择自己方法的水平,体现为工作方法、工作资源调配和工作标准方面的自由<sup>[13]</sup>。工作自主性体现在员工通过改变对工作的态度,进而影响其在工作中的行为,如Sapleton等研究结果表明工作自主性对员工工作满意度有积极影响<sup>[14]</sup>。

体面劳动者的基本权利和自身价值能够得到认可,有利于员工形成良好的工作态度,提高自身的工作积极性。员工以优越的工作环境为线索来评判组织给予的信任与支持水平,其自主性范围会随之扩大。因此,本研究认为体面劳动能够提高员工工作自主性。

高度自主性为员工拖延行为提供了便利。工作自主性能够让员工在工作过程中不按既定的方法,工作的约束性和受控性自然会降低,工作过程中难免会出现消极逃避现象<sup>[15]</sup>。舒适的工作环境让个体过分满足于当下状态之中,当个体的内在工作动机下降时,他们会厌恶工作并逃避任务<sup>[16]</sup>。同时,员工在工作过程中可以自由地处置工作进度,使其工作紧迫感、受控性降低,进而在工作中出现工作倦怠并产生拖延行为。综上,提出以下假设。

H2:工作自主性在体面劳动与员工拖延行为的关系之间起中介作用。

### 1.2.3 福利满意度的调节作用

体面劳动对员工的影响机理主要体现在内部动机上,当员工意识到体面劳动是对自己工作的尊重时,他们会受到鼓舞,从而积极投入到劳动之中。然而,这种尊重是建立在对组织的综合评价之上的,比如福利条件。对于福利的概念,在《社会工作词典》一书中把“社会福利”的定义为:“一种国家的项目、待遇和服务制度,它能够帮助人们满足社会、经济、教育和医疗的需要,起到维持社会稳定发展

的重要作用”<sup>[17]</sup>。福利满意度是指员工对组织福利措施和福利制度的一种感受,是组织的福利制度被员工认可的程度。

福利满意度作为组织中的成员对福利制度与措施的情感意向衡量标准,满意度高表示员工对组织福利制度一种认可和积极的情感反应<sup>[18]</sup>。福利满意度高意味着员工对组织的福利措施感到满意,他们执行工作任务的态度会更加积极<sup>[19]</sup>。福利满意度也影响工作自主性与员工拖延行为的关系。根据自我调节理论,福利满意度高的员工,对工作任务会积极应对,做出有利于组织绩效的行为<sup>[20]</sup>。在员工福利满意度低的情况下,员工的心理资源会有所损耗,这种损耗会造成消极的回避态度,给拖延行为提供辅助条件<sup>[21]</sup>。高福利满意度的员工,在工作中可以自由决定处置、选择工作方法以及决定工作进度,其本身具有更高的工作意愿。因此,对于内在的工作激励,在自主空间较高时他们会提前完成预定计划,工作拖延行为不会显著提升。当员工在工作中执行某一任务时,福利满意度低的员工,此时个体内在动机低,工作意愿较弱,进而减少对组织绩效有利的工作行为;在工作中可以自由决定处置和选择工作方法时,他们由于工作意愿不高而可能采取拖延行为。因此,福利满意度低的员工工作自主性造成的工作拖延行为会更加明显。据此,提出以下假设。

H3:福利满意度负向调节工作自主性与员工拖延行为间的关系。

体面劳动者在工作中有自我决定的空间,工作动机是激发员工工作绩效的重要内在动力,是对工作行为的形式和持续时间起到决定作用的内外力量<sup>[22]</sup>;但是工作动机受到能力、自主和关系三大心理需求在内的基本心理需求的影响。福利的满意度高的员工,企业的归属感会增强,在此种情况下会弱化体面劳动对拖延行为的影响。由上述推理,提出以下假设。

H4:福利满意度通过抑制工作自主性对员工拖延行为的关系进而弱化了其间接效应。

理论模型如图 1 所示。

2 研究设计

2.1 数据采集与样本描述

采用问卷调查的方法对 5 家公司的员工进行数据收集,涉及范围主要包括制造、服务等行业,样本有一线员工和部门主管等。调查数据主要来自安徽、上海等省份。此次调查,面向毕业工作 5 年内的



图 1 理论模型

就业群体,两个阶段问卷调查发放总数为 320 份,无效的调查问卷 31 份,有效的调查问卷 289 份。描述性统计分析如下:女性占 52.4%,男性占 47.6%,年龄以 25~30 岁为主,受教育程度为专科、本科、研究生等,收入状况主要集中在 4 000~7 000 元,工作年限主要分布于 1~3 年。

2.2 研究工具

2.2.1 测量量表

体面劳动测量量表采用黄维德和岳林洋<sup>[23]</sup>开发的共计 17 个题项知识型员工体面劳动量表,如“我在工作中能够充分发挥自身的才能和特长”。福利满意度量表是在 Herbert G. Heneman 开发的薪酬满意度量表的基础上进行修改,包含 12 个题项,如“您对企业福利的计划和制度是否感到满意?”。工作自主性量表源于 Kirmeyer 和 Shirom 编制的量表,包含 19 个题项,如“我没有把工作表现与我自己制定的目标计划相比较的习惯”。拖延行为量表是在 Piers Steel 开发的拖延行为量表进行元分析和因素分析得到的,共计 12 个题项,如“这件事情短时间就能够做完,我也不愿意现在去做”。本文所采用的测量量表题项均用李克特 5 点计分法,1 表示“非常不同意”,5 表示“非常同意”。

2.2.2 控制变量

模型控制了受试者的性别、年龄等人口统计学变量,因为这些变量可能影响员工拖延行为的水平。

2.3 数据共同方法偏差检验

利用 SPSS25.0 软件,用多元性方差、相关性以及回归性分析对样本数据进行分析。同时,运用程序控制和统计控制的方法限制模型的共同方法偏差。程序控制体现在被试分阶段的问卷填写,体面劳动测量量表和人口统计变量量表在第一阶段完成,而其他变量在第二阶段完成。同时,增加反向陈述题型,限制被试的默认偏差。在统计控制上,研究使用单因子检测法对关键变量进行探索性因素分析,第一成分的方差解释率为 24.13%,不存在明显的共同方法偏差。

3 数据分析与结果

3.1 信度和效度分析

信效度分析结果见表 1,量表的 Cronbach's

Alpha 数值大于 0.70,表明量表的内在一致性和可靠性较好。量表的 KMO 值均在 0.7 以上,从 Bartlett 球形检验数值可以看出,结果均显著,方差累计解释在 60%以上,说明各量表测量效度良好。

表 1 各量表的信效度分析结果(N=289)

变量	Cronbach's Alpha 系数	KMO 值	累计解释方差/%	AVE 值平方根	CR
体面劳动	0.853	0.820	71.257	0.571	0.842
工作自主性	0.758	0.783	67.416	0.613	0.862
员工拖延行为	0.897	0.905	78.733	0.563	0.747
福利满意度	0.817	0.840	72.253	0.532	0.713

3.2 描述性统计与相关分析

数据统计分析见表 2,表中显示了各变量的均值、标准偏差以及变量间相关系数。体面劳动与工作自主性( $r=0.334,P<0.01$ )是显著正相关,体面劳动与员工拖延行为( $r=0.304,P<0.01$ )是显著正相关;工作自主性以及员工拖延行为之间( $r=0.262,P<0.01$ )也是显著正相关。此外,福利满意度与工作自主性显著正相关,福利满意度和员工拖延行为是显著正相关。这些相关性与理论预期关系相同,为后续的假设检验提供了支持。

表 2 变量描述性统计

变量	均值	标准偏差	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. 性别	1.629	0.484									
2. 年龄	26.101	0.716	-0.021								
3. 婚姻	1.844	0.363	0.046	-0.173**							
4. 学历	3.121	0.663	-0.141*	0.226**	0.237**						
5. 工龄	2.457	0.912	-0.040	0.500**	-0.151**	0.207**					
6. 体面劳动	3.347	0.368	-0.120*	0.098	0.059	0.030	0.043				
7. 工作自主性	3.250	0.340	-0.082	0.285**	0.031	0.042	0.172**	0.334**			
8. 员工拖延行为	3.369	0.477	-0.093	0.055	0.056	0.054	0.008	0.304**	0.262**		
9. 福利满意度	3.336	0.369	-0.007	0.112	0.057	0.152**	-0.008	0.036	0.047	0.237**	

注:\*为  $P<0.05$ ; \*\*为  $P<0.01$ ; \*\*\*为  $P<0.001$ ; 样本数  $N=289$ ; 对角线上的数据表示该变量的标准误差平均值。

3.3 假设检验

3.3.1 主效应和调节效应检验

运用层次回归分析对假设 H1、H2、H3 和 H4 进行检验,检验结果见表 3,体面劳动对员工拖延行为有显著的正向影响( $M2:\beta=0.291;P<0.01$ ),H1 得到验证。运用层次回归分析对调节效应进行检验,由表 3 可知,工作自主性和福利满意度的交互项和员工拖延行为之间有显著的负相关关系( $M7:\beta=-0.155,P<0.05$ )。工作自主性与员工拖延行为的关系,高的福利满意度具有显著的负向调节效应,H3 假设得到验证;同理,高福利水平对工作自主性与员工拖延行为之间具有显著的负向调节效应,H4 得到验证。由图 2 可知,无论福利满意度高低,工作自主性与员工拖延行为之间的负向作用受到抑制。

由图 2 可知,无论福利满意度高低,工作自主性与员工拖延行为之间的负向作用受到抑制。

3.3.2 工作自主性的中介作用检验

研究使用层次回归分析和拔靴法对中介效应进行检验。由回归分析结果可以得到,工作自主性部分中介体面劳动和员工拖延行为之间的关系

( $M3:\beta=0.186,P<0.05$ )。研究继而采用拔靴法重抽 20 000 次,95% 置信区间为 [0.016 7, 0.118 5],证明工作自主性的间接效应显著,假设 H2 得到验证。

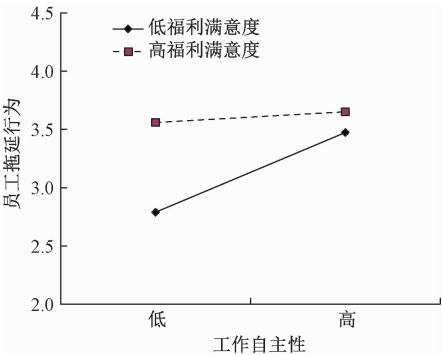


图 2 福利满意度的调节作用

3.3.3 有调节的中介效应检验

在对被调节的中介效应模型进行显著性检验时,是根据 Preacher 等<sup>[24]</sup>提出的方法,来检验假设

H4。由表 4 结果可以看出,福利满意度低组和高组的间接效应以及差异值,在福利满意度高的个体中(高于均值的一个标准差),间接效应不显著。福利

满意度低时(低于均值的一个标准差),体面劳动通过工作自主性对员工拖延行为的间接效应显著为正,同时高低两组的差异也达到了显著。

表 3 主效应及调节效应回归分析结果

变量	员工拖延行为			工作自主性		员工拖延行为	
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
性别	−0.094	−0.057	−0.047	−0.052	−0.069	−0.071	−0.086
年龄	0.075	0.040	−0.007	0.255	0.272	−0.001	−0.029
教育程度	0.013	0.024	0.036	−0.063	−0.065	0.033	−0.015
婚姻	0.066	0.039	0.023	0.083	0.061	0.037	0.015
工作年限	−0.026	−0.026	−0.037	0.056	0.045	−0.041	−0.018
体面劳动		0.291**	0.236**	0.297**	0.281**		
工作自主性			0.186*			0.261**	0.196*
福利满意度					−0.009		0.241**
工作自主性×福利满意度							−0.155*
R <sup>2</sup>	0.017	0.099	0.127	0.186	0.207	0.079	0.147
ΔR <sup>2</sup>	0.017	0.082	0.028	0.059	0.021	0.128	0.068
F	0.988	5.181**	5.859**	10.705**	9.159**	4.005**	6.034**

注：\* 为  $P<0.05$ ；\*\* 为  $P<0.01$ ；\*\*\* 为  $P<0.001$ ；样本数  $N=289$ 。

表 4 有调节的中介效应分析结果

调节变量	间接效应重抽样分布区间
高福利满意度	[−0.026 32, 0.047 38]
低福利满意度	[0.071 04, 0.243 40]
福利满意度差异	[−0.210 5, −0.082 29]

注：N=289；CI=95%；Bootstrap samples=20 000。

4 结论与研究展望

4.1 结论

本文的理论基础是自我决定论,在此基础上对体面劳动与员工拖延行为的关系进行探讨,得出如下结论:通过实证对体面劳动与员工拖延行为之间的正向关系进行了验证,结果表明在一定的情形下体面劳动对员工拖延行为有促进作用,这与以往环境因素改善提升员工积极性和创造性的观点不同。体面劳动可以通过工作自主性对员工拖延行为产生影响,这是在自我决定理论的基础上对工作动机理论新发展。但是,过度强调体面劳动,可能使员工习惯于舒适、安逸工作环境中,员工的工作节奏难以有效提高。

体面劳动通过工作自主性对员工拖延行为的影响受到福利满意度的调节作用。当组织为员工创设舒适的工作环境和高水平的福利待遇时,福利满意度负向调节工作自主性与员工拖延行为之间的关系。高福利体系和福利实施上的均等化,往往导致员工的内在工作动机减弱,出现怠工现象,从

而违背了社会保障制度的初衷。如何使员工在高福利水平下,提高工作自主性以及减少员工拖延行为成为本研究关注的焦点。

4.2 理论贡献与展望

随着学者们对体面劳动研究越来越重视,国内学者已经对体面劳动与工会以及公民权利的相关关系进行探讨<sup>[25]</sup>,但是对微观层面的个体体面劳动感知研究较少。理论贡献如下:首先,拓展了体面劳动的效应范围,探讨了体面劳动对工作自主性与员工拖延行为的影响。其次,丰富了员工拖延行为研究的理论文献;通过工作自主性把体面劳动和员工拖延行为联结,为解释员工拖延行为提供一种新的思路。最后,进一步整合了组织视角上的体面劳动和个人动机上的满意度和满足感,减缓组织期望与员工满意的差异<sup>[26]</sup>,改善拖延行为发生概率。

研究不足与展望:首先,在研究结论的外部效度方面,本文的研究是通过企业内部知识性员工对体面劳动感知进行测量,该研究结论在一般企业和员工是否具有适用性需要进一步的验证。其次,本文在讨论体面劳动与员工拖延行为的作用机理时,是以福利满意度这一变量作为调节变量。然而,员工满意度可能与组织环境因素联合调节体面劳动与员工拖延行为的关系,这需要进一步地探索。最后,本文采用两次横截面设计的数据收集方式,未来可采用经验抽样方法针对同一样本群体进行持

续研究,可能会得到更细致的研究结论。

### 参考文献

- [1] ILO. Report of the director-general: Decent work[R]. International Labor Conference, 87th Session, Geneva: ILO, 1999.
- [2] RICHARD I A, LGOR C, PHILIPPE E. Measuring decent work with statistical indicators[J]. International Labour Review, 2003, 142(2): 147—178.
- [3] 丁越兰, 郭靖, 周莉. 国外体面劳动研究进展及趋势[J]. 中国劳动关系学院学报, 2013, 27(2): 87—90.
- [4] 卿涛, 章璐璐, 王婷. 体面劳动测量及有效性检验[J]. 经济体制改革, 2015, 33(4): 195—200.
- [5] 刘瑞政, 袁淑玉. 职业高原与组织承诺、工作满意度、离职倾向关系研——基于 1826 份新疆科技工作者的问卷调查[J]. 领导科学, 2016, 35(17): 35—38.
- [6] 冯超阳, 杨东进. 保健因素主导、激励因素缺失: 现象、成因及启示——基于“80 后”员工组织激励的实证研究[J]. 管理工程学报, 2016, 30(2): 20—27.
- [7] DECI E L, RYAN R M. The “what” and “why” of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior[J]. Psychological Inquiry, 2000, 11(4): 227—268.
- [8] BANDURA A. Social cognitive theory of self-regulation[J]. Organizational Behavior and Human Decision Processes, 1991, 50(2): 248—287.
- [9] AMABILE T M, CONTI R. Changes in the work environment for creativity during downsizing[J]. Academy of Management Journal, 1999, 42(6): 630—640.
- [10] 卿涛, 刘爽, 王婷. 体面劳动与敬业度的关系研究: 内在动机、心理需求的作用[J]. 四川大学学报, 2016(5): 134—143.
- [11] BANDURA A, LOCK E A. Negative self-efficacy and goal effects revisited[J]. Journal of Applied Psychology, 2003, 88: 87—99.
- [12] SHI X, WANG S. Are procrastinators psychologically healthy? association between psychological problems and procrastination among college students in Shanghai, China: syn-approach[J]. Psychology of Health & Medicine, 2019, 24(5): 570—577.
- [13] BREAUUGE J A. Measurement of work autonomy[J]. Human Relations, 1985, 38(6): 551—570.
- [14] SAPPLETON N, LOUREN F. Work satisfaction of the self-employed: The roles of work autonomy, working hours, gender and sector of self-employment[J]. International Journal of Entrepreneurship and Innovation, 2016, 17(2): 89—99.
- [15] 杜鹏程, 房莹, 姚瑶. 工作自主性、差错学习与创新行为—心理所有权的调节作用[J]. 科技管理研究, 2018, 25(15): 183—188.
- [16] PIERS STEEL. The nature of procrastinational meta-analytic and theoretical review of quintessential self-regulatory failure[J]. Psychological Bulletin, 2007, 133, 65—94.
- [17] BARBER, ROBERT L. The Social Work Dictionary[M]. NASW Press, 1999: 454.
- [18] 毛任, 袁凌. 福利满意度对工作态度的影响机理分析[J]. 企业技术开发, 2006, 25(11): 72—74.
- [19] HOWARD L W. Validity evidence for measures of procedural justice and pay satisfaction[J]. Journal of Business and Psychology, 1999, 14(1): 135—145.
- [20] 傅飞强, 邢璐, 王震. 高满意带来高绩效, 还是高绩效导致高满意? 一项持续 4 年的领导下属配对研究[J]. 心理科学, 2018, 41(4): 897—903.
- [21] 陈波, 潘亮, 杨东涛. 基于核心自我评价视角的团队关系冲突与员工拖延行为研究[J]. 管理学报, 2020, 17(2): 216—224.
- [22] PINDER C. Work motivation in organizational behavior[J]. New York Psychology Press, 2008, 12(23): 65—78.
- [23] 黄维德, 岳林洋. 知识员工体面劳动结构与测量研究——基于个体层面的视角[J]. 华东理工大学学报, 2014, 47(2): 47—57.
- [24] PREACHER K J, RUCKER D, HAYES A F. Assessing moderated of mediation hypotheses: Theory, methods, and prescriptions[J]. Multivariate Behavioral Research, 2007, 42(1): 185—227.
- [25] 田宁宁, 章守明, 杨志成, 等. 体面劳动文献综述[J]. 经营与管理, 2017, 33(1): 106—109.
- [26] 黄灿炜, 李育辉, 王桢, 等. 辱虐管理对员工心理痛苦和工作绩效的影响: 一个被调节的中介模型[J]. 管理评论, 2016, 28(2): 127—137.

## Can Decent Work Lead to Employee Procrastinate?

GU Chao, LIU Sheng-min

(Business School, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

**Abstract:** Based on self-determination theory and reciprocal determinism, the research discussed the relationship between decent work and employee procrastination. 289 employees and their direct leaders were asked with report in order to test this moderated mediating model. Results indicated: Decent work has a positive effect on employee procrastination. The relationship between decent work and employee procrastination is mediated by work autonomy. Welfare satisfaction significantly moderates the mediating effect of job autonomy on the relationship between decent work and employee procrastination. In the practice of human resource management, managers should design different objects and welfare compensation according to different types and different levels of employees, pay attention on the activations of work value and environment on employees, rather than to encourage employees to delay their work for high decent work and work autonomy.

**Key words:** decent work; work autonomy; employee procrastination; welfare satisfaction

# 上海自贸区经济绩效实证分析

邹 兵, 来 岚

(浙江越秀外国语学院 国际金融与贸易学院, 浙江 绍兴 312000)

**摘要:**上海自由贸易区通过先行先试已成为长三角区域经济一体化的重要增长极。根据双重差分法等方法,进行上海自贸区经济绩效测评研究。研究表明:上海自贸区建设显著促进了上海市 GDP、企业数量、进出口的增长,且这一结论在多项稳健性检验后依然成立;自贸区建设具有稳健性经济增长效应,并在统计上显著体现。上海自贸区的设立可以成为在全国范围内可复制、可推广的新制度,从而推动经济结构调整升级、发展方式根本转变,实现经济可持续增长。

**关键词:**上海自贸区;经济绩效;实证分析

**中图分类号:**F741.2    **文献标志码:**A    **文章编号:**1671-1807(2021)10-0121-06

中国上海自由贸易区于 2013 年 9 月成立,并不断扩区。上海自贸区是中国贸易自由化和金融创新的一次大胆尝试,是现行贸易、投资、金融和行政制度深度改革的试验场。为国内其他地区的建设和发展提供重大的参考价值,最终实现中国经济的转型、升级。对上海自由贸易区几年来的经济绩效进行研究具有现实意义。

## 1 文献综述

### 1.1 自贸区行政审批的新变化推进经济发展

自贸区行政审批改为备案制和“负面清单”的管理模式,强化事中事后监管,政府职能得以转变、金融及海关等制度得以创新、市场机制得以强化、市场活力得以激发、资源配置效率得以提升,改革活力大幅推进了上海自贸区的发展<sup>[1-3]</sup>。

### 1.2 自贸区金融改革影响经济发展

发达的金融业可以高效地配置市场资源。上海正在进行国际金融中心建设,金融业开放一方面可以进一步扩大对内置和外置开设金融机构和开展金融业务的范围,另一方面稳步推进利率市场化改革,发挥金融对实体经济的促进作用<sup>[4]</sup>。

研究发现,上海自贸区实施的浮动汇率与资本自由化政策显著降低了资本管控程度,有效促进了中国资本市场的自由化<sup>[5]</sup>。上海自贸区对外汇管理体制和制度进行改革,重点进行了利率市场化改

革,从而提高资金配置效率。这一对接国际惯例的做法,很好地适应了外国企业和个人投资需求。从而使得上海自贸区在金融制度创新、金融政策复制、金融主体多样、金融服务高效、金融资金便捷、金融风险可控等方面取得了可喜成果<sup>[6-8]</sup>。

### 1.3 自贸区海关制度创新拉动经济发展

上海自贸区建立以来,上海海关共推出 31 项创新制度支持自贸区建设,初步建立起国际自由贸易区通行的“一线放开、二线管住、区内自由”的新模式<sup>[9-10]</sup>。自贸区的设立使企业在上海从事进出口贸易的体验进一步改善和提升。上海海关的创新制度对自贸区优化营商环境起到了积极作用<sup>[11]</sup>。同时,自贸区对一国税收和福利有着显著的正向影响<sup>[12]</sup>。

当然,上海自贸区的海关监管制度方面的改革不是原有制度的简单升级,而是中国在国际大背景下的探索,需要在对外管理、日常监管、部门合作及立法上进行更高水平与层次的持续性改革探索与推进<sup>[13-15]</sup>。

对于上海自贸区的发展路径和绩效研究,学者们进行了大量的理论探讨,认为上海自贸区的发展路径主要是行政审批的新变化、金融领域的改革和海关制度的创新。但对于发展路径对绩效的相关影响的实证研究较少。

**收稿日期:**2021-05-17

**基金项目:**浙江越秀外国语学院现代经济管理研究院课题(202004)。

**作者简介:**邹兵(1974—),男,山东日照人,浙江越秀外国语学院国际金融与贸易学院,副教授,管理学硕士,研究方向为企业数字化转型、区域数字经济;来岚(1999—),女,浙江杭州人,浙江越秀外国语学院国际金融与贸易学院,学生,研究方向为国际经济与贸易。

2 研究设计

2.1 数据来源与变量设定

自贸区建设是在上海实施的一项政策试验。在上海设立自贸区试验区后很多地区也相继设立了自贸区,上海自贸试验区的建设路径也会影响或作用于其他城市自贸区的发展方式和路径。

数据选取 2006—2018 年中国各个省市(港澳台除外)的 GDP、进出口贸易额、企业数量等经济数据(来源于中国国家统计局)。2018 年前设立自贸区的省市属于干预组,2018 年前没有设立自贸区的其他省市地区属于控制组。第一部分使用双重差分法对比设立自贸区后的地区的经济绩效与未设立自贸区省市地区的经济绩效,两者的差距就反映了自贸区建设对经济绩效的影响,证明建设自贸区是对经济效益有积极影响的;第二部分再通过对比上海和北京的经济数据,先整体再局部证明建设自贸区对上海经济绩效的影响。

研究选用的 GDP、企业数量、进出口贸易额 3 个经济指标分别对应着自贸区不同的制度创新:

- 1)GDP 是衡量地区经济发展水平的综合指标。
- 2)投资管理制度创新以负面清单为核心,降低了外资准入门槛,使总部经济和外商投资进一步向上海集聚,检验自贸区设立是否促进了企业数量增长。
- 3)贸易监管制度创新以提升通关便利化程度为重点,有利于增加贸易规模,检验自贸区设立是否促进了进出口贸易。

2.2 模型设定

利用 Excel 整理面板数据,利用 STATA 15 软件进行数据分析。一般来说,基准的 DID 模型设置为

$$Y_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 du + \alpha_2 dt + \alpha_3 du \cdot dt + \varepsilon_{it} \tag{1}$$

式中:du 为分组虚拟变量,若个体  $i$  受政策实施的影响,则个体  $i$  属于处理组,对应的 du 取值为 1,若个体  $i$  不受政策实施的影响,则个体  $i$  属于对照组,对应的 du 取值为 0;dt 为政策实施虚拟变量,政策实施之前 dt 取值为 0,政策实施之后 dt 取值为 1;du·dt 为分组虚拟变量与政策实施虚拟变量的交互项,其系数  $\alpha_3$  就反映了政策实施的净效应。可以通过表 1 来体现。

表 1 DID 模型说明

分组	政策实施前	政策实施后	Difference
处理组	$\alpha_0 + \alpha_1$	$\alpha_0 + \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3$	$\Delta Y_t = \alpha_2 + \alpha_3$
对照组	$\alpha_0$	$\alpha_0 + \alpha_2$	$\Delta Y_c = \alpha_2$
Difference	$\alpha_1$	$\alpha_1 + \alpha_3$	$\Delta \Delta Y = \alpha_3$

3 实证研究

3.1 描述性统计

为了验证自贸区的设立对于引进外资、增加进出口贸易,以及该地区的地区生产总值是有利的,选取了表 2 所示变量来进行研究。一般观点认为,自贸区只是给外贸带来收益,所以在这里将外贸作为控制变量。经济发展的主体为企业,也加入了企业数量这一变量作为控制变量。表 2 中相关的变量都进行了对数化处理,来消除量纲和单位的影响。

表 2 变量及含义解释

变量	变量解释
lnGDP	地区生产总值(亿元)取对数
lnamont	进出口总额(万美元)取对数
lncompany	企业数(户)取对数
treat	=1,代表该省份开设了自贸区(虚拟变量)
time	=1,代表在 2018 年前有开设自贸区(虚拟变量)
did	time 与 treat 的交互项

收集了 403 个样本,为 31 个省区市,从 2006 年到 2018 年跨度 13 年的数据,对变量进行描述性分析,结果见表 3,lnGDP 的均值为 9.36,中位数为 9.55;lnamont 的均值为 14.93,中位数为 14.79;lncompany的均值为 8.65,中位数为 8.59。

表 3 描述性分析

变量	样本量	均值	中位数	标准差	最小值	最大值
lnGDP	403	9.36	9.55	1.08	5.67	11.49
lnamont	403	14.93	14.79	1.72	10.40	18.51
lncompany	403	8.65	8.59	1.45	4.74	12.05

3.2 散点图

为了了解因变量 GDP 随着时间的变化趋势,绘制了各省市的 GDP 的时间趋势图。图 1 为对照组省市的 GDP 时间趋势图,包括云南、内蒙古、北京、吉林、宁夏、安徽、山东、山西、广西、新疆、江苏、江西、河北、湖南、甘肃、西藏、贵州、青海和黑龙江等 19 个省区市。其中,江苏和山东省的 GDP 增长较为明显,趋势线较为陡峭。

图 2 为干预组的省市的 GDP 时间趋势图,包括上海、四川、天津、广东、河南、浙江、海南、湖北、福建、辽宁、重庆、陕西等 12 个省市。其中,广东省的 GDP 增长较为明显,趋势线较为陡峭。

3.3 相关性分析

为了详细了解各个变量在干预组和对照组的差异,采取 T 检验的方法对现有数据进行分析,结



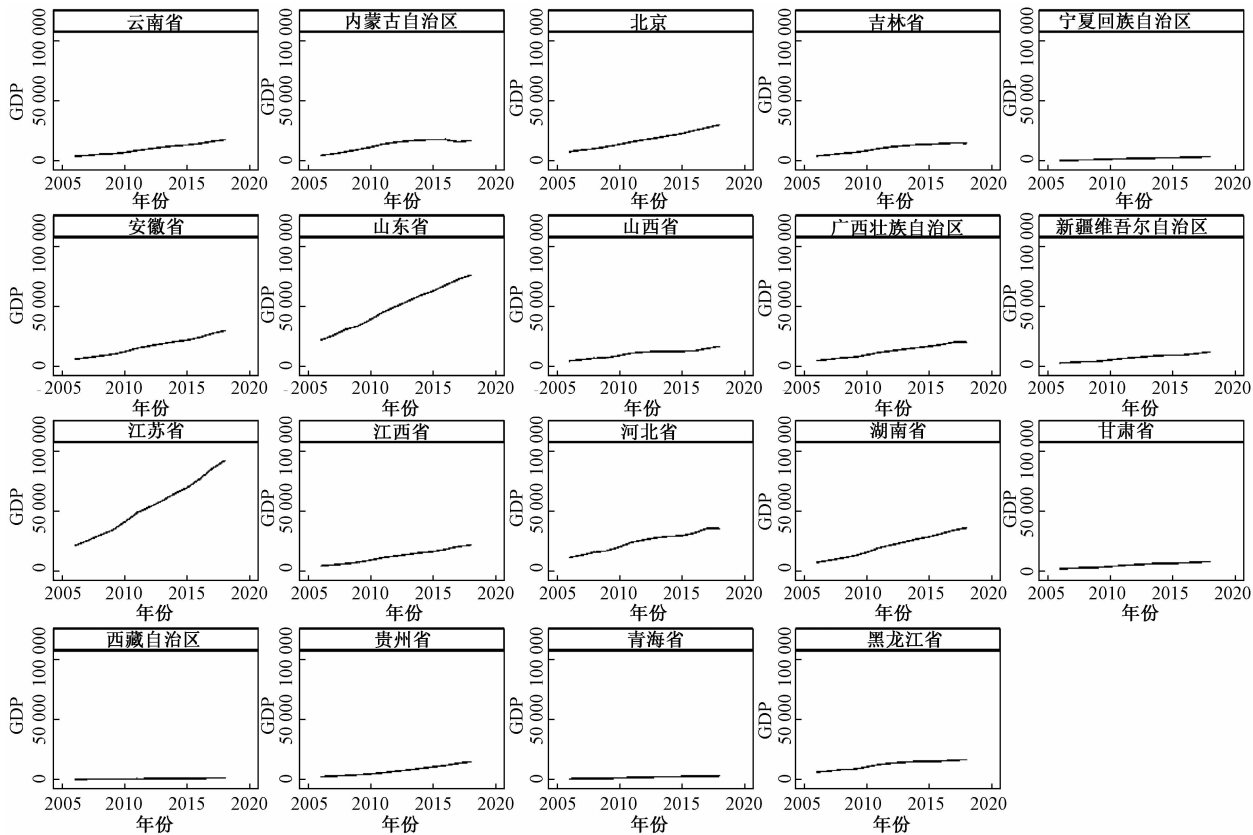


图 1 对照组省市的 GDP 时间趋势图

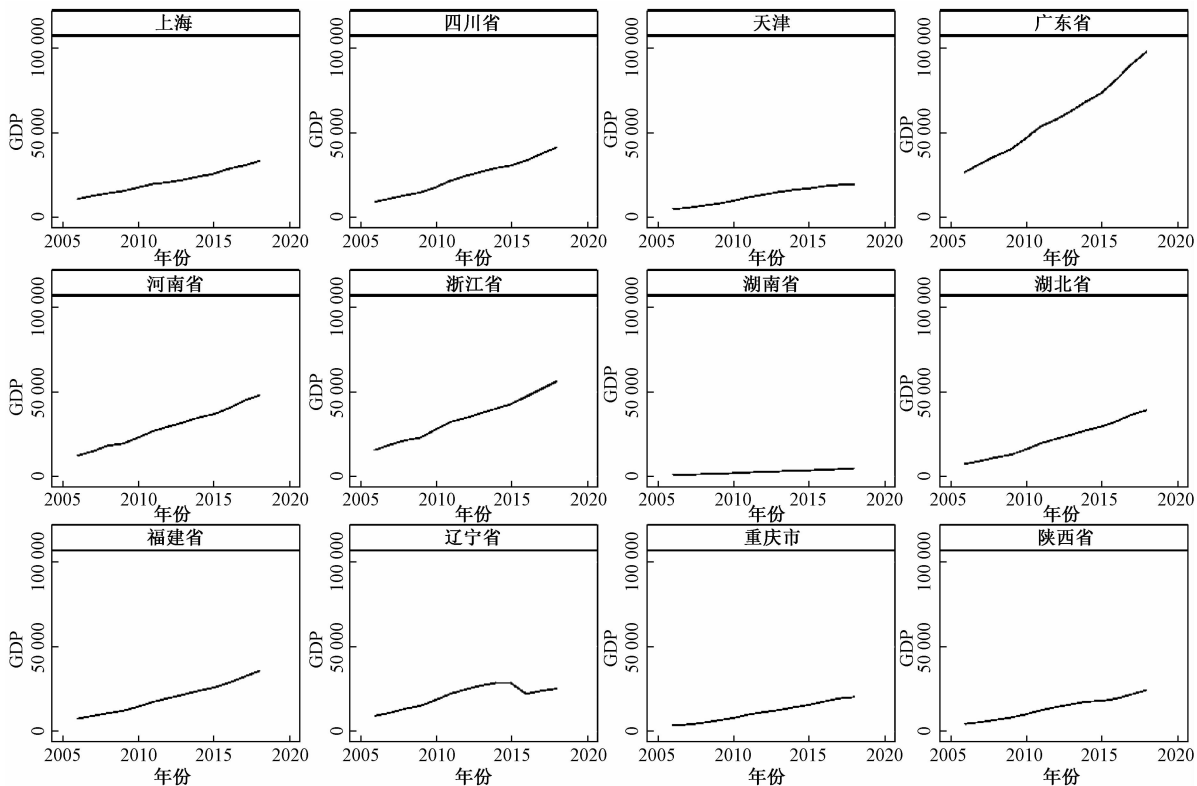


图 2 干预组省份的 GDP 时间趋势图

果见表 4。由表 4 可知,3 个变量在干预组和对照组的均值差异具有显著性, $P$  都小于 0.001。其中,干预组的  $\ln\text{GDP}$  均值为 9.72,对照组的  $\ln\text{GDP}$  均值为 9.13,干预组比对照组显著高 0.59;干预组的  $\ln\text{amont}$  均值为 15.77,对照组的  $\ln\text{amont}$  均值为 14.40,干预组比对照组显著高 1.38;干预组的

$\ln\text{company}$  均值为 9.51,对照组的  $\ln\text{company}$  均值为 8.12,干预组比对照组显著高 0.08。由此可知,相对于对照组,干预组的各个变量都有显著性变大。故可以证明设立自贸区对于各个干预组的省市带来的积极效益影响较大,各项经济指标都相对较高。

表 4 对照组与干预组的变量  $T$  检验

变量	treat=0		treat=1		差值	$t$ 值	$P$ 值
	均值	标准差	均值	标准差			
$\ln\text{GDP}$	9.13	0.07	9.72	0.07	0.59	-5.57	0.000
$\ln\text{amont}$	14.40	0.11	15.77	0.11	1.38	-8.46	0.000
$\ln\text{company}$	8.12	0.09	9.51	0.08	1.39	-10.61	0.000

为了详细了解各个变量在设立自贸区前后差异,采取  $T$  检验的方法对现有数据进行分析,结果见表 5。由表 5 可知,3 个变量设立自贸区前后的均值差异具有显著性, $P$  都小于 0.001。其中,设置自贸区后的  $\ln\text{GDP}$  均值为 10.43,设置自贸区前的  $\ln\text{GDP}$  均值为 9.30,设置自贸区后比设置自贸区前显著高 1.13;设置自贸区后的  $\ln\text{amont}$  均值为 16.90,设置自贸区前的  $\ln\text{amont}$  均值为 14.82,设置自贸区后比设置自贸区前显著高 2.08;设置自贸区后的  $\ln\text{company}$  均值为 10.33,设置自贸区前的

$\ln\text{company}$  均值为 8.56,设置自贸区后比设置自贸区前显著高 1.77。由此可知,设置自贸区后,各个变量都有显著性增长。

为了研究因变量与控制变量之间的关系,对变量进行相关性分析,结果见表 6。由表 6 可知,所有的变量之间的相关性在 5% 的显著水平下都是显著的。 $\ln\text{GDP}$  与  $\ln\text{amont}$  的相关系数为 0.858 ( $P<0.001$ ); $\ln\text{GDP}$  与  $\ln\text{company}$  的相关系数为 0.844 ( $P<0.001$ ); $\ln\text{company}$  与  $\ln\text{amont}$  的相关系数为 0.944 ( $P<0.001$ )。

表 5 设置自贸区前后的变量  $T$  检验

变量	time=0		time=1		差值	$t$ 值	$P$ 值
	均值	标准差	均值	标准差			
$\ln\text{GDP}$	9.30	0.05	10.43	0.11	1.13	-4.81	0.000
$\ln\text{amont}$	14.82	0.09	16.90	0.21	2.08	-5.58	0.000
$\ln\text{company}$	8.56	0.07	10.33	0.23	1.77	-5.66	0.000

表 6 相关性分析

变量	$\ln\text{GDP}$	$\ln\text{amont}$	$\ln\text{company}$
$\ln\text{GDP}$	1.000		
$\ln\text{amont}$	0.858 (0.000)	1.000	
$\ln\text{company}$	0.844 (0.000)	0.944 (0.000)	1.000

3.4 回归分析与 DID 模型

为了详细考察变量对因变量的影响,先用控制变量来拟合模型,采取混合回归(ols)、随机效应(re)和固定效应(fe)3 个模型。采取 LM 检验来比较混合回归和随机效应的优劣,若显著,那就选用随机效应;采取豪森曼检验来比较随机效应和固定

效应,若显著就选用固定效应。LM 检验结果为: $\text{chibar2}(01) = 1\,169.82(P<0.001)$ ,具有显著性,也就是随机效应更优于混合回归;豪森曼检验结果为: $\text{chi2}(2) = (b-B)'[(V_b-V_B)^{-1}](b-B) = 71.20(P<0.001)$ ,具有显著性,也就是固定效应优于随机效应。综上,最终选取的是固定效应模型。并用固定效应模型来拟合 DID 模型,加入了 time 和 treat 的交互项,结果 3 个变量对因变量都有显著性影响。表 7 显示, $\ln\text{amont}$  每增加一个单位,因变量  $\ln\text{GDP}$  增加 0.624 个单位; $\ln\text{company}$  每增加一个单位,因变量  $\ln\text{GDP}$  增加 0.366 个单位; $\text{did}$  每增加一个单位,因变量  $\ln\text{GDP}$  增加 0.233 个单位。也就是相较于未受政策影响的区域,政策影响的区域的 GDP 要比预期值高 23.3%。

表 7 回归分析与 DID 模型

变量	(1) ols lnGDP	(2) re lnGDP	(3) fe lnGDP	(4) did lnGDP
did				0.233*** (3.908)
lnamont	0.349*** (7.324)	0.603*** (20.43)	0.636*** (22.55)	0.624*** (22.36)
lncompany	0.236*** (4.169)	0.273*** (6.334)	0.383*** (8.700)	0.366*** (8.411)
Constant	2.109*** (7.085)	-2.014*** (-5.435)	-3.461*** (-8.790)	-3.127*** (-7.900)
Observations	403	403	403	403
R <sup>2</sup>	0.747	—	0.746	0.756
F	589.0	—	543.1	381.2
Number of id		31	31	31

注：括号内为 t 值；\*\*\* 为  $P<0.01$ ；\*\* 为  $P<0.05$ ；\*  $P<0.1$ 。

为了研究 DID 模型的稳健性，采取了平行趋势检验，来查看这一影响是否稳健，结果如图 3 所示，在 dit3(也就是年份为 2015 的虚拟变量与 treat 的交互项)之前，所有的年份虚拟变量与 treat 的交互项不显著，在 2015 年之后，都变得显著。也就是这个显著性的趋势是存在的，而且在 2016—2018 年都是显著的状态。也就是说，该 DID 模型是稳健的。

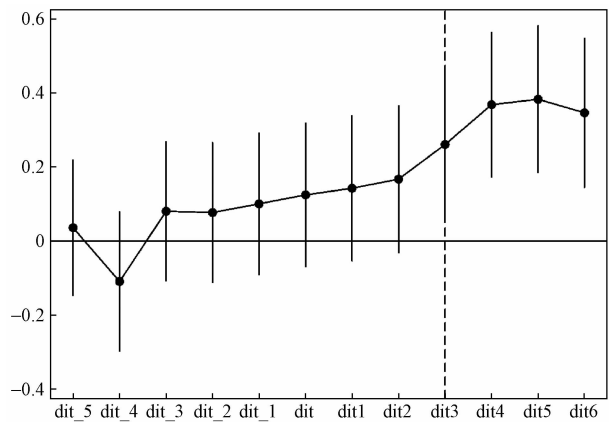


图 3 平行趋势检验

3.5 结果分析

研究结果表明，建设自贸区对于地区经济有非常显著的积极影响，上海自贸试验区的建设路径对于各地区建设自贸区起到指导性作用，对自身也产生了较大的经济效益，吸引了外商在区内的投资、贸易等。各项数据表明建设自贸区显著促进了上海市 GDP、企业数量、进出口的增长，且这一结论在多项稳健性检验后依然成立。自贸区建设具有稳健性经济增长效应，并在统计上显著体现。

4 结论与对策建议

4.1 结论

根据双重差分法等方法进行了上海自贸区经济绩效测评研究。研究结果表明：上海自贸区建设显著促进了上海市 GDP、企业数量、进出口的增长，且这一结论在多项稳健性检验后依然成立。自贸区建设具有稳健性经济增长效应，并在统计上显著体现。作为改革开放的深化，上海自贸区设立的目的在于以制度创新为核心，形成在全国范围内可复制、可推广的新制度，加快经济结构调整升级，推动发展方式根本转变，实现经济可持续增长。上海自贸区建设不仅取得了显著的经济增长效应，而且在各个制度创新领域也取得了显著的经济成效。

4.2 对策建议

如今，中国已经成立了 21 个自贸区，已然复制推广创新上海自贸区取得的这些成功经验，可继续在全国范围内推进。易操作的制度创新可率先在全国范围内复制推广，例如，贸易监管制度中增加通关便利化程度的措施：先进区后报关、区内自行运输等具体措施；而一些涉及法律法规、金融安全等层面的制度创新需要在条件成熟时复制推广，例如，投资管理制度中“负面清单”以外领域的外商投资企业的设立及变更审批。

此外，复制推广应结合各地的发展战略推行。具体而言，东北地区应与振兴东北老工业基地战略相结合，中部地区应与长江经济带战略相结合，西部地区应与西部大开发战略相结合。

以上研究从宏观层面对上海自贸区建设进行了综合的定量评估，未来的研究方向可分为两个方面：

1) 从企业层面考察影响各个宏观经济指标的传导机制，建立宏观和微观的连接，考虑各个企业提出的意见和建议，以人民发展为福祉，为更好地理解上海自贸区建设提供新的视角。

2) 中国已有 21 个省市设立了自由贸易试验区，对这些自贸区的建设需要进行深入考察，研究其异质性、互补性、竞合性，对于接下来继续开设自贸区打下基础，可为中国自贸区的建设、完善和复制推广提供更多的政策建议。

参考文献

[1] 陈琪,刘卫.中国(上海)自由贸易试验区的制度经济学与集聚经济学分析[J].浙江金融,2014(5):35—38,76.  
[2] 王媛媛.上海自贸区设立背景及发展现状分析[J].物流科

技,2018,41(8):124—125.

[3] 高中理,刘丽伟,邓业建. 上海自贸区的发展路径[J]. 经济研究参考,2014(6):32.

[4] 胡加祥. 上海自贸区三周年绩效梳理与展望[J]. 东方法学, 2017(1):141—152.

[5] YAO D, WHALLEY J. The Yuan and Shanghai Pilot Free Trade Zone[J]. Tournal of Economies Integration,2015,30 (4):591—615.

[6] 周弘,胡卉,杨子成,等. 上海自贸区金融创新的问题与对策 [J]. 金陵科技学院学报(社会科学版),2018,32(4):29—33

[7] 李振,荆莹莹. 上海自贸区金融创新模式对河南自贸区发展的启示[J]. 广西质量监督导报,2019(3):71,65.

[8] 项后军,何康,于洋. 自贸区设立、贸易发展与资本流动—— 基于上海自贸区的研究[J]. 金融研究,2016(10):48—63.

[9] 朱慧. 论中国(上海)自贸区海关监管制度的创新[J]. 知识 经济,2015(2):5,7.

[10] 黄小凌,肖本华. 中国(上海)自由贸易试验区制度创新研 究:2013—2018[J]. 上海立信会计金融学院学报,2019 (2):30—36.

[11] 尹晨,周思力,王祎馨. 论制度型开放视野下的上海自贸区 制度创新[J]. 复旦学报(社会科学版),2019,61(5):175 —180.

[12] BOND E W, RIESMAN R G, SPYROPOULOS C. A strategic and welfare theoretic analysis of free trade areas [J]. Journal of International Economies,2005(1):1—27.

[13] 李航. 沈阳自贸区的国际化、贸易便利化发展路径探究 [J]. 对外经贸实务,2020(3):21—25.

[14] 吴欣怡. 海南自由贸易试验区建设路径探索——与上海自 贸试验区的对比分析[J]. 对外经贸,2020(1):41—43.

[15] 马佳铮. 政府绩效第三方评估模式的实践探索与优化路 径——以中国(上海)自贸区为例[J]. 上海行政学院学报, 2016,17(4):17—25.

## An Empirical Analysis of the Economic Performance of Shanghai Free Trade Zone

ZOU Bing, LAI Lan

(School of International Finance And Trade,Zhejiang Yuexiu University,Shaoxing Zhejiang 312000,China)

**Abstract:** The Shanghai Free Trade Zone has become an important growth pole for regional economic integration in the Yangtze River Delta. Based on the double difference method and other methods,the research on the economic performance evaluation of the Shanghai Free Trade Zone is conducted. The research results show that the construction of the Shanghai Free Trade Zone has significantly promoted the growth of Shang-hai’s GDP, the number of enterprises, and imports and exports, and this conclusion is still valid after a number of robustness tests. The construction of the free trade zone has a sound economic growth effect, and it is statistically significant. The establishment of the Shanghai Free Trade Zone would become a new system that can be replicated and promoted nationwide, thereby promoting economic restructuring and upgrading, fundamental changes in development methods, and achieving sustainable economic growth.

**Key words:**Shanghai Free Trade Zone;economic performance;empirical analysis

# 科技型企业创新管理实践探讨

——以国机智能为例

高 燕, 张 波, 邓 娟, 黄 飞, 霍一博, 张红烨

(广州机械科学研究院有限公司, 广州 510530)

**摘要:**科技创新是提高社会生产力和综合国力的战略支撑,是关乎企业未来发展的原动力,是支撑企业战略规划落地的核心手段。以国机智能的科技创新机制为例,从科技经费投入、专项体系设计、科研项目管理、创新激励机制等方面进行研究,探讨科技型企业创新管理机制和路径,推动企业的高质量发展。

**关键词:**科技创新;机制;高质量发展

**中图分类号:**C931.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2021)10-0127-04

科技创新是关乎企业未来发展的原动力,是支撑企业战略规划落地的核心手段。党的十九届四中全会指出,“要建立以企业为主体、市场为导向、产学研深度融合的技术创新体系。”、“完善科技人才发现、培养、激励机制,健全符合科研规律的科技管理体制和政策体系”<sup>[1]</sup>。

基于创新驱动的综合模型,企业科技创新活动包括市场需求识别、研发活动组织、研发成果应用转化后的生产制造、产品应用与市场推广等多个环节<sup>[2]</sup>。因此企业科技创新管理也多基于技术创新驱动过程的视角开展研究,即重点研究包含科技经费投入、科技人才投入的科技创新投入、科技专项基金及科研项目实施等科技创新活动开展,以及技术创新产出等要素<sup>[3]</sup>。

目前中国工业企业的创新基本存在以下共性的问题:缺少有效的顶层设计,创新体系不完善;创新的导向性不强,为了创新而创新以至于难以落地;应用型、工匠型创新人才断层、匮乏;创新激励制度不健全,创新生态环境待完善;所以对科技创新管理模式的探讨成为企业的共同话题<sup>[4]</sup>。

国机智能是以科研立身立命的科技型企业。作为科技创新的“国家队”,既要围绕“锻造自身所长、服务国家所需”贡献使命担当,又要为“提速成果转化、支撑产业发展”提供发展动力。因此营造

一个“严谨、科学、创新、务实”的创新文化和创新生态,形成科技支撑产业,产业反哺科研的良性循环至关重要。本文以国机智能科技创新机制研究为例,从科技经费投入、科技发展基金体系设计、科研项目管理、创新激励机制以及创新绩效等方面进行研究,探索和完善科技型企业的创新机制,营造创新氛围,助推企业高质量发展。

## 1 创新管理模式探讨

### 1.1 形成多元化资金来源的科技经费投入体系

科技经费是企业科研活动的支撑条件,长期稳定的科技经费投入是企业开展科技创新的重要保障<sup>[5]</sup>,经费来源有政府资助资金、企业自筹资金、社会横向委托资金等多种途径,对于多元化经营的集团公司,企业自筹资金又分为集团总部和子公司两个层面。不同类型的集团公司,集团总部和子公司的投入强度和效果略有不同,如业务相对聚集的集团公司,会选择在总部设置研究院开展研发活动,其科技经费投入方式多以集团总部为主,子公司主要负责成果的转化、应用和推广。业务相对多元化的集团公司,其总部多以经营管理为主,研发活动及经费投入以子公司的市场需求为主导,自主开展科技投入。

国有控股的科技型企业鉴于国有资产保值增值的需求对其子公司多以利润作为主要考核维度。

**收稿日期:**2021-05-18

**基金项目:**广东省科技计划项目(2018B030323027);工业摩擦润滑技术国家地方联合工程研究中心项目;广州市院士专家工作站项目。

**作者简介:**高燕(1982—),女,河南洛阳人,广州机械科学研究院有限公司,广东省中高端工业机器人技术企业重点实验室主任,高级工程师,硕士,研究方向为研发管理、智能制造。

由于企业当期科技投入会拉低其当年利润,进而影响公司的工资总额及负责人收入;且科技创新存在一定程度的失败概率,导致大多子公司对加大科技投入、培育未来能力的积极性不高。反之,若集团总部筹资创新,在成果转化时依托子公司开展,则容易出现科研、产业两张皮的现象。

国机智能属于业务相对多元化的科技型集团公司,依托公司的科技发展基金体系,设立集团总部、子公司两种类型的科技发展基金资金池,形成了以总部投入为引导、子公司投入为主体的科技经费投入体系,即在总部层面,设置固定额度的资金投入,用于投入开展未来储备性战略性技术研究、科技人才培养以及平台建设;同时根据子公司的规模,所属行业采用因地制宜、因企施策的策略分档设置科技经费投入要求,引导子公司开展当下及未来产业发展所需的新产品开发、重点产品提质增效等活动,通过多元化资金来源的科技经费投入体系设计,实现集团总部、子公司两级联动,既能解决子公司科技投入影响当期利润问题,又能解决科研、产业两张皮的问题。

1.2 建立以人才梯队培养为主线的科技发展基金体系

人才是企业最核心的资源,现代企业的竞争归根结底是人才的竞争,科技人才队伍的培养对于提升企业核心竞争力至关重要<sup>[6]</sup>,科技创新是落地企业战略的重要手段,高端科技人才又称为落地科技创新的重要因素。

作为转制科研院所,国机智能延续了市场导向,创新驱动的科技型企业运行模式,为了落地公司科技发展战略,支持、引导多元化产业走创新发展道路,公司设立了科技发展基金来帮助各子公司推进科技创新活动和工作。前期公司科技发展基金在体系设计方面侧重于以市场为导向的技术及产品研发,虽在专项中设置了青年创新基金以支持青年科技人员开展技术研究,但对各类型科技人员的培养不够系统,没有形成全周期的培养通道,导致科技人员储备不足。

根据企业发展状况及竞争形势,国机智能开展基于人才培养体系建设的科技发展基金体系优化工作,建立以科技人才梯队培养为主线的专项体系(图 1),形成从青年人才、研发能手、领军人才、首席专家的科技人员培养通道,对优秀的科技人员给予科研项目立项支持,授予“科技新星”“研发能手”“科技领军人才”“首席专家”等荣誉,并给予相应的物质奖励,建立一

个人才、项目、技术、产品四位一体的多专项联动、多主体投入的科技发展基金体系,以期通过 3~5 年时间,培养一批首席专家、学科带头人,打造一支以中青年为中坚力量、老中青相结合的科技人才队伍,为企业的高质量发展提供人才支撑。

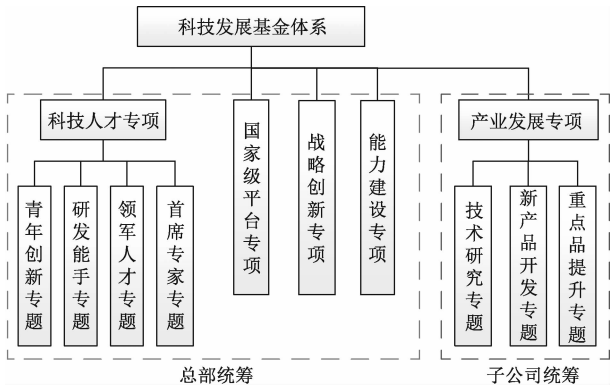


图 1 国机智能科技发展基金专项体系

1.3 探索绩效导向、权限下放的科研项目管理模式

科技项目管理是对以项目为形式进行的科学研究活动的全过程管理,是一种典型的高层次知识管理实践活动,是推动项目按计划实施的重要措施,项目管理一般要经过项目可行性研究与评估(立项)、项目计划与控制、项目验收及绩效评价等阶段<sup>[7-8]</sup>。

为高效地推动公司科技发展基金项目实施,确保项目达到预期目标,前期公司的科研项目管理以总部为主导,从项目立项、过程实施、结题验收到绩效评价等全过程均由总部组织,导致子公司管理权限较弱、创新参与度不高,不利于子公司及时掌握科研项目和关键技术的掌握进度。

按照问题导向、结果导向原则,国机智能建立了集团总部与子公司双重管理的两级管理模式,对符合公司战略发展方向、需整合公司资源且对企业未来技术或成果有战略支撑作用的项目,由集团总部统筹管控;对促进子公司当前技术或产品高质量发展的项目,总部下放立项及管理权限,由子公司自行组织立项、管理及验收。实施过程中发现,该管理模式大大调动了子公司及科技人员的积极性,激发其创新活力,对培育子公司的科研管理能力,保障科技项目优质优量地开展科研项目的执行起到重要的助推作用。

1.4 健全激励及考核机制,打造创新型科技人才队伍

激励机制作为人力资源管理的重要组成部分,

是激发员工积极性的一种手段;绩效考核是现代企业进行员工管理的最有效的方法,是建立激励与约束机制的前提和基础,调节好激励体系与考核机制的关系才能充分地发挥作用。

国机智能在前期的科研激励方面主要针对子公司和科技人员两个层面开展。子公司层面,一般在科研项目验收后纳入考核收入,激励形式单一、兑现周期长、激励时效性差等,同时对子公司主要采用经济责任制考核,未设置科技创新考核维度及指标。对承担科研项目、从事科技创新的科技人员设有一定额度的项目奖励,未考虑成果转化收益、股权激励等其他物质激励,未将科研任务与科技人员的职业发展挂钩,如员工个人能力的发展、重要任务的参与度、职位的提升以及公开的精神奖励等。因此需要深入开展了员工激励与考核机制研究,构建科学、合理的评价体系,引导科技人员及子公司关注科技创新及成果转化带来的应用效益。

改革后的激励与考核机制逐渐补充了科技人员的中长期激励机制,建立了与成果转化收益挂钩的科技人员薪酬体系;对子公司建立了可量化的多维度的科技创新考核体系<sup>[9]</sup>,将知识产权、人才引进、成果转化、行业贡献等纳入考核指标,并将科技创新考核与子公司负责人薪酬、工资总额核算等进行挂钩。同时加大科研项目激励力度,形成了从立项到结题验收全周期的激励方式;创新了科研项目激励机制,调整发放额度及方式,根据经费额度分档确定奖励比例及额度,在科研项目奖励立项时一次性核定,提升项目奖励的及时性。

此外,公司在丰富创新物质激励的基础上,不断强化精神激励,重视文化环境的激励作用,组织科技大会、科技论坛、专家讲坛、论文大赛、优秀专利等创新活动,搭建科技宣传栏、成果墙、微信公众号、优秀论文集等宣传媒介,注重科技人才的情感、荣誉以及职业发展<sup>[10-12]</sup>,为科技人才营造“严谨、科学、创新、务实”的创新氛围,加大对优质成果、优秀科技人员的宣传力度,提高科技人员的曝光度及荣誉感。

## 2 国机智能创新管理实施效果

“十三五”期间,国机智能通过对公司科技经费投入、科技发展基金体系、科研项目管理、创新激励机制以及创新绩效等方面的摸索、研究和实践,大大提升了公司科技创新能力和核心竞争力。“十三五”期间年均研发投入费用由 0.59 亿元增长到 1.64 亿元,在科技创新平台建设、重点科技项目攻

关、高质创新成果产出、高端科技人才培养等各方面取得了丰硕的成果,全面完成了各项科研考核任务。公司掌握的关键核心技术、转化的高质量产品大大推进了公司行业地位与品牌价值的塑造,扎实的科技创新工作推动了公司产业规模稳步扩大(公司资产总额由 9.5 亿元增长到 21.2 亿元;净资产由 3.6 亿元增长到 11.8 亿元)和行业影响力的大幅提升。

在科技创新平台建设方面,推动“广东省工业摩擦学重点实验室”建设成为国家级研发平台“工业摩擦润滑技术国家地方联合工程研究中心”;推动公司省级企业技术中心建成为“国家企业技术中心”;高水平、高质量完成了国家橡塑密封工程技术研究中心、国家机器人检测与评定中心、国家自动化装备质量监督检验中心的建设任务,为科研及产业发展提供了高质量的科研基础条件。

在服务国家所需方面,国机智能作为中央科技企业,一直以“锻造自身所长,服务国家所需”为创新的目的和宗旨,积极参与国家重大工程、重点项目的建设,其中国家级项目 50 余项、省部级项目 30 余项,突破了多项制约行业发展的“卡脖子”技术和短板技术问题,为中国制造业的高质量发展做出了突出贡献,同时项目的研发成果与转化极大地支撑了公司产业发展。

在科技成果获奖方面,公司不断加大科技创新力度,推动科技成果转化,“十三五”期间共有 24 项科技成果获得了省部级以上奖励。其中,“高端装备大型橡塑密封设计制造关键技术及工业化应用”荣获广东省科技进步一等奖、“精密、高效、数控电火花加工技术与应用”成果荣获中国机械工业集团科学技术一等奖、“基于油液在线监测的机械装备智能润滑诊断维护系统”获得中央企业熠星创新创意大赛一等奖等。

## 3 对科技型企业创新管理机制的借鉴经验

科技型企业要坚定不移地实施创新驱动发展战略,坚持全方位谋划、一体化规划、系统性推进公司的科技创新工作;打好关键核心技术攻坚战,加速科技成果向现实生产力转化,提升企业创新自立自强能力,做强做优核心优势产业,实现全产业的高质量发展,为国内主循环、国际国内双循环赋予发展新动能。根据国机智能的创新实践经验,提出如下建议:

1) 建立合理的研发投入体系,保证科研资金的投入。科技型创新企业需要坚持创新才能生存,而

创新离不开科技人员和科研资金的投入,故应探索适用于自身企业发展的经费投入体系,以更快的速度响应市场对技术及产品的需求。

2)构建市场导向、人才第一的引导性科技发展基金。科技型企业应根据目标导向、问题导向,围绕创新链条的核心环节和短板要素,统筹规划、整体布局,结合公司特点建立一个多专项联动、多主体投入的科技专项基金体系。

3)重视科技人才,加强人才梯队建设。科研队伍是科技型企业发展的必备条件,在企业经营过程中,应树立“人才第一、人才至上”的用人理念,加大高端创新人才的引进,重视创新人才的培养及激励,逐步完善以中青年为主、老中青相结合的勇于开拓、敢于创新的梯次人才队伍建设,支撑企业高质量发展。

4)营造创新生态,激发创新动能。为了更好发挥人才在企业的作用,必须建立具有企业特色的文化体系,创新激励机制、弘扬创新精神、形成有利于创新久久为功、十年磨一剑的创新生态,为科技人员施展才华、展现价值提供广阔的舞台,激发科技人员内心深处的创新原动力。

4 结论

以国机智能的科技创新机制的研究为例,围绕科技经费投入、科技发展基金体系、科研项目管理、创新激励机制等各项内容进行研究,总结了科技创新管理机制的实践经验,探索了科技型企业通过创

新驱动实现高质量发展的路径,即建立合理的研发投入体系、构建适合的科技发展基金体系、建强科技人才梯队、营造鼓励创新的生态环境等。

参考文献

[1] 习近平. 中国共产党第十九届中央委员会第四次全体会议《决定》[R/OL]. <http://www. wenming. cn/specials/19jszqh/>.

[2] 蒋福佑. 基于技术创新动力机制模型的电网企业管理体制机制创新研究[J]. 企业创新管理, 2019(4):86—91.

[3] 毛诗棋. 广州工业企业科技创新能力评估与发展对策研究[J]. 科技管理研究, 2020, 40(11):52—58.

[4] 胡大立. 我国企业关键核心技术创新动力机制研究[J]. 经营管理, 2019(30)37—38.

[5] 周彦春. 浅谈转制科研院所科技经费管理中的问题及对策[J]. 财会学习, 2017(5):185—185.

[6] 訾凌. 完善创新机制以科技创新战略助推企业跨越发展[J]. 科技资讯, 2015, 12(31):198, 200.

[7] 杨静. 浅谈转制科研院所项目管理体会[J]. 湖北农机化, 2019(11):8—9.

[8] 郑晓娟. 论企业科技项目管理存在的问题与对策[J]. 科技创新导报, 2020, 17(6):151, 153.

[9] 王延明. 科技人员参与科技成果转化收益分配的激励机制研究[J]. 产业发展, 2019(1):50—52.

[10] 李洪祥, 孟璐, 冯洁, 等. 国家科技重大专项科研人员激励机制分析和建议[J]. 科技管理研究, 2020, 40(9):120—125.

[11] 杨光洁. 科技创新人才激励现状及其对策探讨[J]. 企业改革与管理, 2020(10):77—78.

[12] 刘雅婷. 华为员工激励对优化国有企业员工激励体制的启示[J]. 现代商业, 2019(3):104—105.

Discussion on Innovation Management Practice of Science and Technology Enterprises:

Through the scientific and technological innovation mechanism of  
SINOMACH Intelligence Technology Co., Ltd..

GAO Yan, ZHANG Bo, DENG Juan, HUANG Fei, HUO Yi-bo, ZHANG Hong-ye  
(Guangzhou Mechanical Engineering Research Institute Co., Ltd., Guangzhou 510530, China)

**Abstract:** Technological innovation is the strategic support for improving social productivity and comprehensive national strength. It is also the source of power for the future development of enterprises, and the core means to support the implementation of corporate strategic planning. Conducts research from the aspects of scientific research funding investment, special system design, scientific research project management, innovation incentive mechanism, etc. to explores the path to promote high-quality development of enterprises through the scientific and technological innovation mechanism of SINOMACH Intelligence Technology Co., Ltd..

**Key words:** technological innovation; mechanism; high-quality development



# 科研后勤保障研究综述

宋邱惠

(中国科学院 科技战略咨询研究院, 北京 100190; 中国科学院大学 公共政策与管理学院, 北京 100049)

**摘要:**科研后勤保障是确保科研人员顺利开展科研活动的基础。通过文献梳理发现,科研后勤研究主要集中在后勤人力资源、后勤财务和后勤“物”的管理和服务保障上,多主体参与、网络技术促进了后勤管理和服务的优化。后勤发展趋势整体上呈现市场化特点。但在后勤支撑类管理和服务保障上呈现逆市场化特点。未来可进一步朝后勤支撑类方向开展研究。

**关键词:**科研后勤保障;科研单位;人才

**中图分类号:**G647     **文献标志码:**A     **文章编号:**1671-1807(2021)10-0131-05

华为是中国 5G 技术的领头羊,着重于科技领域的研发和投入。也正因为其技术的前沿性成为西方忌惮的对象,遭到断供芯片等技术封锁。现实说明唯有自主创新才能不受制于人。人才是科技创新的主体,是提升中国科技实力的关键。后勤是科研单位保障科研人员的科研活动顺利开展所进行的服务保障性工作。后勤保障的好坏不仅能影响科研单位管理效率,甚至对科研人员成果产出和科研单位的可持续发展产生重要影响。

后勤概念最早源于军队。19 世纪 30 年代,拿破仑的政史官 A·H. 若米尼在对俄国的军事战败时提到后勤,指为保障军事胜利而提供的后备支持<sup>[1]</sup>。之后,后勤一词被广泛应用到不同行业中。在中国根据工作单位的性质和后勤职能的不同,出现“高校后勤”“科研行政后勤”用语。科研单位后勤指利用各种管理方式,积极组织和协调保障力量,以提供高效率、高质量的后勤服务工作<sup>[2]</sup>。通过文献回顾,已有研究关注了后勤发展趋势研究和后勤具体主题研究。关于后勤发展趋势研究中,林时进和沈佩琼采用 CiteSpace 方法对 2010—2019 年文献数据进行分析,发现后勤研究较少,未来数字化和信息化技术应用和大后勤建设等是未来重要发展方向<sup>[3]</sup>。宋丹和米欣采用 CiteSpace 方法对 1983—2018 年文献数据分析的发现后勤体系框架性研究较少<sup>[4]</sup>。关于后勤具体问题的研究都是后勤管理和

勤档案、物业管理、食堂管理等方面。于靖分析了民族高校财务风险防控对民族稳定的重要性,分析了防控风险存在的问题,包括各防控板块关联性缺乏、对防控系统建设缺乏重视度等,并基于预算管理业务角度提出重视基础环境建设、把控业务流程的风险点和防控点等方面进行加强<sup>[5]</sup>。邓月对转制后的中国科学院的后勤人力资源进行分析,并针对业务单位组织机构混乱、薪酬管理、激励和培养 and 劳动关系等问题,设计相应改革完善措施<sup>[6]</sup>。吕维霞等关注食堂的公益性评价,并锁定安全性、稳定、感知价值、舒适性和资源独占性作为评价指标,据此设计了由供应机制、内部机制与外部机制协同的保持食堂公益性的维护机制<sup>[7]</sup>。以往研究阐述了具体后勤工作的主要内容和进展,但较为零散,对于这些内容在整个后勤管理和

服务系统中是什么情况,如何管理和优化,缺乏在统一框架中进行分析。本文对后勤管理和

## 1 后勤类型

后勤由很多管理和服务内容组成。阮飞等指出科研单位后勤包括财产物资管理、基本建设管理、水暖电气管理、伙食管理、汽车运输管理、接待服务管理、生活服务管理、教学楼服务管理、房产管理及维修、幼儿园管理、医疗卫生管理,以及后勤服务经营实体管理等<sup>[8]</sup>。吴建国指出科研行政管理包括管理、服务和支撑。管理包括行政管理、资产管

收稿日期:2021-05-19

基金项目:中国科学院行政管理局委托项目(局合同[2018]JB003 号)。

作者简介:宋邱惠(1987—),女,河北滦州人,中国科学院科技战略咨询研究院,博士研究生,研究方向为科技人才、科技管理。

理、基本建设管理、物资设备管理。服务包括物业服务、膳食服务、生活服务、交通运输服务、办公服务。支撑包括健康与医疗、居住与安居、子女教育和水电气暖供应<sup>[2]</sup>。本研究借鉴吴建国对科研后勤的分类,并根据后勤组成部分对后勤运行机制的重要性,将科研后勤管理分为后勤人力资源管理、后勤财务管理和后勤“物”管理。其中后勤“物”的研究主要包括后勤办公室和档案管理、食堂服务和物业服务,以及公房等后勤支撑类。由于多主体参与会对管理和服务优化产生重要作用,因此本文结合后勤参与主体开展对科研后勤的文献梳理工作(图1)。

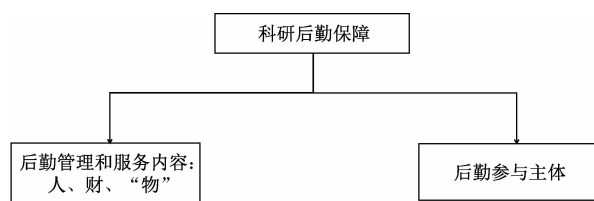


图1 科研后勤保障

## 2 后勤保障参与主体

建国初期,中国后勤是统包统揽的管理模式。随着市场经济的发展,师生、社会服务企业和政府等外部服务力量的加入,科研后勤保障服务效能逐步提升。王金刚等提出高校的后勤服务实体要积极参与到市场服务中提供后勤服务<sup>[9]</sup>。郑立宇指出让师生参与,并在相应岗位担任职务,能优化后勤服务保障质量<sup>[10]</sup>。彭说龙指出对校内食堂、宿舍、商业环境和环境卫生进行服务外包,能分担学校部分压力,更有利于实现资源优化配置<sup>[11]</sup>。黄炳辉等指出后勤社会化需要政府主导、相关部门组织实施、科研单位参加、社会参与、市场引导,以及必要时政府购买服务<sup>[12]</sup>。

## 3 后勤保障内容

随着互联网、大数据等信息技术的发展,后勤组织运营的各项管理和服务内容也在不断发展优化,具体涉及后勤人力资源、后勤财务和后勤“物”的支撑作用。其中本文从管理和服务角度将后勤“物”的研究分为以后勤办公室和后勤档案为主的后勤管理类、食堂服务和物业服务类,以及以公房为主的后勤支撑类。

1)后勤人力资源。市场竞争环境下,后勤人力资源的目标是将传统的冗杂、年龄大、素质低等人员结构替换为高质量人员队伍。从已有文献来看,主要包括人员的筛选、考核晋升和子女教育等福利

待遇。在人员筛选方面,通过归并部门和岗位、留、转、退以及招聘、引进、调动和辞退方式筛选服务和管理人员,建立绩效考评机制,注重人员的培训和思想教育<sup>[13]</sup>。并且专业化的社会服务机构也可以参与到后勤服务队伍中,能有效降低成本<sup>[14]</sup>。在人力资源管理平台建设方面结合新时代的信息技术,将人事、薪酬、社保、培训、绩效等各模块统一纳入系统中<sup>[15]</sup>。在福利保障方面,注重文化激励和产权激励,在加班费、子女上学、社会保险等方面给予职工保障<sup>[16]</sup>。

2)后勤财务。自社会化改革后,后勤实体被剥离,经过清查后的学校非经营资产投资到后勤实体后,除了学校派会计监管外,后勤实体也不断自纠自查,不断完善管理。主要体现在服务价格规范上、财务内部管理控制和优化上。刘建群提出要实现服务价格的标准化,通过对服务范围、项目、质量和收费的标准化,实现财务结算机制的科学化<sup>[17]</sup>。特格希提出建立会计核算制度,重大财务管理制度等,使后勤财务管理制度规范化<sup>[18]</sup>。李萌提出建设内部控制体系,涉及会计制度、财务审批、财务预算、财务岗位等的控制<sup>[19]</sup>。宋霞等提出使用信息技术能有效地管理财务收支数据,更加透明、安全、及时和有效,以获得较高收益<sup>[20]</sup>。另外,后勤财务管理还引入了多主体参与,以达到共同监管的目的。蔡志宏提出要将监事会、职工代表大会、学生维权委员会、产品市场、金融资本市场、人力资本市场和高校与政府监管部门等参与到财务约束机制的管理中<sup>[21]</sup>。胡晓霞提出要将内部审计管理和外部审计相结合,加强对企业各项财务环境的跟踪和监控,及时纠正出现的问题<sup>[22]</sup>。

3)后勤“物”——后勤办公室和后勤档案。后勤“物”主要聚焦后勤办公室管理和后勤档案管理类研究。其一,后勤办公室。后勤办公室是负责在科研单位各职能部门与后勤实体及其下属部门,以及后勤各项管理和服务之间建立联系,处理相关事宜的综合机构。其工作效率和服务效能的高低,直接关系到后勤能否高效运转。后勤社会化的大背景下,后勤办公室基于其工作的事务性和复杂性特点,已有研究主要注重职工素质和能力培养、管理设备和制度改进等方面。比如对办公室人员廉政建设、服务意识和综合办事能力等方面的培训和教育,建立规章制度,落实责任制<sup>[23]</sup>,积极融入到其他单位参观学习促进办事办公精细化管理<sup>[24]</sup>。另外,充分利用大数据、互联网、App等信息技术,

实现设备、技能和服务方式的创新,提高管理效率<sup>[25]</sup>。其二,后勤档案是各项事业各项发展环节的记录,对后续检修、维护、改造等有很大价值,包括工程档案、基建档案、维修档案等。已有研究主要是自身从各角度适应社会化发展优化,主要从档案材料收集、人员管理和培训、档案存储模式方面加强。高强提出规范收集内容和范围,建立规章制度和数据补充机制,落实责任人<sup>[26]</sup>。唐星敏提出加强档案宣传工作和培训,提升职工素质<sup>[27]</sup>。狄丹提出充分利用网络信息技术,注重信息化档案管理和培训,将纸质版和电子档案相结合<sup>[28]</sup>。

4)后勤“物”——食堂服务和物业服务。后勤“物”主要聚焦食堂服务和物业服务类研究。其一,在食堂服务上,一方面不断优化自身管理,另一方面注重满足个体需求。自身管理优化主要包括标准化食堂建立、管理规章制度、信息技术使用等。杨辉明等提出建立标准化食堂,对操作间和餐具消毒设施等合理布局和配备<sup>[29]</sup>。张永华提出要定期巡查和抽检,进行监督管理,完善膳食质检程序,实施责任人制和奖惩制度、成本控制等<sup>[30]</sup>。另外采用信息化技术,对不同饮食原材料进行不同的采购程序,包括集中采购、招标采购、联合采购、合作投资,建立食材生产基地等方式确保食材源头安全,不断优化原材料供应链,在确保运输高效及时下,同时实现成本和质量兼得<sup>[31]</sup>。在此过程中注重引入外资,吴海燕提出可采用BOT融资模式,引入私人资本投入食堂基础设施建设中<sup>[32]</sup>。李慧锋提出后勤食堂管理可以采用自主经营的饮食服务中心模式,还可以采用社会力量承包经营模式<sup>[33]</sup>。而个体需求满足主要是注重对饭菜品质和餐饮成本等。其二,在物业服务方面。后勤实体也在市场经济的影响下逐步实现社会化。通过科研单位拨款、项目收费等方式,向科研单位提供传统的诸如保洁、保卫、设施维护等服务,并且也积极对外开拓市场,实行自主经营和独立核算。比如引入物业服务的主要体现在图书馆领域、公寓物业管理和车辆管理,需对员工资质、职责、服务、规章制度等进行把控。其中图书馆物业服务涉及消防管理、卫生绿化管理、安全防范工作、水电设施等具体服务<sup>[34]</sup>。并且还可通过服务购买方式购买社会专业物业机构开展物业服务工作。王洪强提出引入物业人员管理,可减少学校雇用临时工带来的风险,节省资金,弥补后勤人员专业性和配置不足等问题,保障后勤正常运行<sup>[35]</sup>。

5)后勤“物”——公房管理。后勤“物”还聚焦以公房为主的后勤支撑类。已有住房研究主要是探讨市场化后如何管理公房。王军提出要考虑成本利益和服务观念,有偿使用动态管理的策略<sup>[36]</sup>。易国顺等提出实行定额核算、有偿使用制度等进行公房管理机制创新<sup>[37]</sup>。张科等提出需要采用信息化技术,更能优化粗线条管理、教学办公室配置等矛盾<sup>[38]</sup>。而在后勤领域研究职工住房、子女教育和健康医疗的研究很少。实际上,市场失灵下,政府的扶持对促进职工住房、子女教育和健康医疗等后勤保障上起着重要作用。其一,在高房价下,政府的适当干预在一定程度上缓解了矛盾突出性。在高房价下,《国务院办公厅关于切实稳定住房价格的通知》(国办发[2005]8号)、《关于试点城市发展共有产权性质政策性商品住房的指导意见》(建保[2014]174号)、《经济适用住房管理办法》的通知(建住房[2007]258号)、《关于加快发展公共租赁住房的指导意见》(建保[2010]87号)、《关于试点城市发展共有产权性质政策性商品住房的指导意见》(建保[2014]174号)等文件的出台,为部分无房者提供住房保障,科研人员是受益群体之一。其二,自从就近入学政策出现后,学籍基本上要与房产挂钩,无房者则只能遵循市场经济发展规律在具有支付能力的学校上学,教育资源可能较弱。例如北京地区,本地无房或外地无户口的很多家庭不得不让孩子去学费较贵的私立学校上学。考虑到教育资源不公平可能引发的社会问题,政府适时地干预减弱了矛盾的严重性。2019年4月颁布的《关于学前教育深化改革规范发展的若干意见》文件提出,2020年,普惠性幼儿园覆盖率要达到80%。政府积极推动公办园建设或普惠性民办园建设,不断提升子女入园入学保障性教育,科研单位科研人员也是主要受益者。其三,在健康医疗方面,国内各地出现新冠疫情时,政府主张充分利用大数据等信息化技术对个体行程进行追踪和管理,快速切断传染源,各科研单位按照防疫规定保护本单位职工生命安全。

#### 4 研究结论与展望

科研单位后勤主要侧重管理和服务优化,体现在后勤人力资源、后勤财务、后勤办公室和档案管理、食堂和物业服务以及公房等方面的保障。通过应用先进的互联网、大数据等信息技术,以及文化建设、制度改革等方式提高管理效率。多主体参与在促进科研后勤保障优化上发挥了重要作用

(图 2)。总体上看科研后勤管理和服呈现市场化趋势,但在市场失灵的状况下,政府实施的有计划性的干预和管控,又呈现出逆市场化发展的规律。未来可在以住房、教育、医疗为主的后勤支撑类研究上进行深入探索。

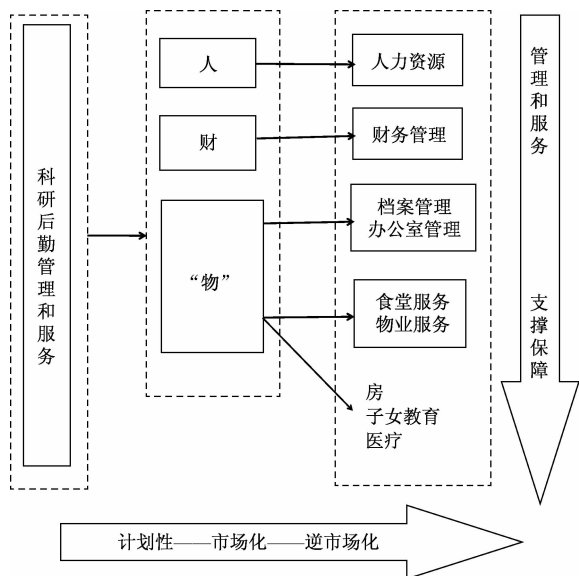


图 2 科研后勤研究概念图

## 参考文献

- [1] 陈根宝,姜群瑛. 试论高校后勤保障的内涵、特征及其功能[J]. 中国高教研究,2009(5):59—60.
- [2] 吴建国. 后勤保障:科研活动的重要组成部分——中国科学院科研行政后勤改革发展的回顾与思考[J]. 中国科学院院刊,2011,26(5):536—542.
- [3] 林时进,沈佩琼. 新时期我国高校后勤研究:合作、演进、热点及展望——基于 CiteSpace 可视化科学知识图谱分析(2010—2019 年)[J]. 黑龙江高教研究,2019,37(8):89—93.
- [4] 宋丹,米欣. 高校后勤改革研究的现状、热点与前沿趋势——基于 CNKI 1983—2018 年文献的知识图谱分析[J]. 高校后勤研究,2019(8):21—27.
- [5] 于靖. 民族高校后勤财务风险防控系统建设探析[J]. 山西财经大学学报,2017,39(S1):42—44.
- [6] 邓月. 企业化转制中科院院所后勤系统人力资源管理对策研究——以中科院机关为例[J]. 中国人力资源开发,2010(6):95—99.
- [7] 吕维霞,王天逸,朱第. 社会化改革中高校食堂公益性评价及保持机制[J]. 教育与经济,2016(5):66—72.
- [8] 阮飞,梁睿,王德卿. 国立科研机构后勤服务需求分析[J]. 科技促进发展,2018,14(12):1193—1200.
- [9] 王金刚,秦义,张德高. 高校后勤社会化改革的路径选择与保障措施[J]. 商业经济研究,2015(3):102—103.
- [10] 郑立宇. 高校师生员工参与型后勤管理模式初探[J]. 中国高等教育,2005(6):42—45.

- [11] 彭说龙. 服务外包与大学后勤服务满意度——广州大学城的实证研究[J]. 高教探索,2007(3):133—135.
- [12] 黄炳辉,朱芸,钱明俊. 校企合作是高校后勤社会化改革的有效载体[J]. 江苏高教,2020(8):81—85.
- [13] 钟荣华,胡建雄,刘有源,等. 优化人力资源配置、管理与开发 推进高校后勤社会化改革[J]. 高等农业教育,2002(9):87—89.
- [14] 吴国锋. 高校后勤社会化改革中的人力资源外包的困难及对策研究[J]. 中外企业家,2011(20):122—123.
- [15] 廖智灵. 基于心理契约的高校后勤员工激励研究[J]. 漳州职业技术学院学报,2013,15(2):92—95.
- [16] 宋希博. 基于成本管理需要的高校后勤人力资源管理途径和方法初探[J]. 高校后勤研究,2010(6):37—39.
- [17] 刘建群. 关于高校后勤社会化财务管理的再思考[J]. 求实,2006(S2):175—176.
- [18] 特格希. 浅析高校后勤社会化进程中的财务管理问题[J]. 内蒙古科技与经济,2014(21):39,42.
- [19] 李萌. 高校后勤财务内部控制体系构建探讨[J]. 财会通讯,2012(4):17—20.
- [20] 宋霞,张丽娟,赵恩平,等. 高校后勤财务信息化规范化建设的实践与思考——以北京化工大学后勤服务集团为例[J]. 高校后勤研究,2018(10):43—46.
- [21] 蔡志宏. 多元产权背景下高校后勤财务治理研究——基于财务约束机制视角[J]. 财会通讯,2013(29):48—49.
- [22] 胡晓霞. 高校后勤财务管理存在的问题及对策探讨[J]. 财会通讯,2011(32):74—75.
- [23] 王洁,汤顺琦. 服务·创新·发展:新时期高校后勤办公室工作研究与探索[J]. 当代教育实践与教学研究,2018(8):124—125.
- [24] 孙晓兰. 如何提高后勤集团办公室工作质量[J]. 高校后勤研究,2015(4):50—52.
- [25] 陈丽. 提升高校后勤办公室业务水平的路径和思考——以浙江农林大学后勤集团办公室为例[J]. 高校后勤研究,2019(11):18—19.
- [26] 高强. 高校后勤档案管理的若干问题与思考[J]. 浙江树人大学学报(自然科学版),2015,15(1):54—57.
- [27] 唐星敏. 社会化网络环境下高校后勤档案的知识管理实施策略[J]. 图书馆理论与实践,2018(11):79—81.
- [28] 狄丹. 新时代高校后勤档案管理工作信息化研究[J]. 办公室业务,2020(3):133,137.
- [29] 杨辉明,陆惠珍. 高校后勤社会化改革应注重标准化食堂建设[J]. 中国学校卫生,2005(9):781—782.
- [30] 张永华. 高校后勤社会化背景下的食堂管理[J]. 教育与职业,2011(10):72—73.
- [31] 白兰琼. 高校后勤饮食原材料采购供应管理优化研究[J]. 劳动保障世界,2016(33):63—64,67.
- [32] 吴海燕. BOT 模式应用于高校后勤基础设施建设的可行性研究——以某高校学生食堂 BOT 项目为例[J]. 福建广播电视大学学报,2014(6):40—44.
- [33] 李慧锋. 高校食堂社会化管理体制变革——广东纺院后勤餐饮部经营管理的情况分析[J]. 中国西部科技,2006(22):84—86.

[34] 潘启灵. 物业管理——高校图书馆后勤管理的新理念[J]. 长春师范学院学报, 2005(12):156—158.

[35] 王洪强. 高校后勤物业托管项目研究[J]. 黑龙江教育(理论与实践), 2016(S1):99—100.

[36] 王军. 公用公房应走多元化和专业化发展相结合的路子[J]. 中国房地产, 2011(9):53—54.

[37] 易国顺, 赵邦枝, 周承早, 等. 高校公用房产资源优化配置的研究与实践[J]. 实验技术与管理, 2009, 26(10):167—170.

[38] 张科, 李文敏, 江敏杰. 信息化建设对提升高校公房资源管理与服务的作用研究[J]. 实验技术与管理, 2018, 35(2):279—281.

The Review of Logistics Support about Scientific Research

SONG Qiu-hui

(China Institute of Science and Development, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China;  
School of Public Policy and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

**Abstract:** The logistics support is the basis to ensure the smooth development of scientific research activities for researchers. By summarizing and sorting out the literature, the logistics support about research are divided into logistics human resources, logistics finance and logistics“object”. Multi-agent participation and network technology promote the optimization about logistics management and services. The development trend of logistics support presents market-oriented characteristics on the whole. However, the logistics support management and service support show the characteristics of anti-market. Research on logistics support can be carried out in the future.

**Key words:** logistics support; scientific research units; talent

# 负责任的科研管理及绩效评价体系的探讨与实践

张 艳, 焦 艳, 唐 安

(贵阳学院 科技处, 贵阳 550005)

**摘要:**针对常规科研管理中科研项目、科研成果、科研人员、科研平台存在的问题,对科研管理模式与绩效评价体系的关系进行反思,提出建立负责任的科研管理及绩效评价体系需要明确的关键问题。通过优化科研项目/成果、科研人员、科研平台的评价指标,提出以信任为基础、以约束为保障的动态科研管理模式,建立以实绩为导向、以贡献为标准的科研绩效评价体系。结合贵阳学院实际,利用学校科研专项资金进行负责任的科研管理及评价体系的改革试点,历时 5 年的改革实践和动态调整。结果表明,围绕高校的目标定位,创新科研管理模式、优化科研绩效评价是激发科研活力和提升科研水平的有效手段。

**关键词:**科研管理模式;绩效评价;负责任;改革实践

**中图分类号:**G311 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2021)10-0136-06

2015 年,中共中央办公厅、国务院办公厅印发的《深化科技体制改革实施方案》<sup>[1]</sup>,明确指出完善科技管理体制机制,优化创新资源配置,建立适应创新驱动发展战略要求,符合社会主义市场经济规律和科技创新发展规律的中国特色国家创新体系。近年来又陆续出台了一系列文件<sup>[2-3]</sup>,指出了科技评价改革的重要性,明确了科技评价改革的方向。围绕科技体制和科技评价改革,国内很多学者针对科研管理模式<sup>[4-10]</sup>和科技评价体系<sup>[11-18]</sup>进行了理论研究和探讨,但很少有文献对科研管理模式和科研绩效评价体系进行综合性的理论研究以及相互协同的探索实践。

本文立足于科研管理实践,对现存的科研管理及绩效评价问题进行剖析,综合考虑了科研管理模式和科研绩效评价体系的协同关系,以历时 5 年来的改革试点为基础,建立了负责任的科研管理及绩效评价体系,并进行了改革实践的探讨。

## 1 科研管理及评价存在的问题

科研项目、科研成果、科研人员、科研平台(这里的科研平台也包含研究基地、科研团队)是科研管理的主要抓手,也是科研绩效评价主要内容。无论是科研管理模式优化还是科研评价改革,都应该首先理清相关内容之间的相互关系及现存问题。

### 1.1 科研项目/成果的管理及评价

在现有的项目制管理模式,下,科研项目和科研

成果是科学研究过程中的两端,紧密相连、相辅相成的,在科研管理及评价中具有一些相互关联的特征。

科研项目管理重形式轻内容。项目指标由项目负责人自由设定,项目验收流于形式,主要针对任务指标进行验收,缺少对内容实质和价值的认定。

成果与科研项目相关性不高。往往一项成果挂了若干资助号;挂了资助号的成果与项目相关性不高;造成科研成果统计水分虚高,科研绩效评价难以准确实施,难以有效地引导资源优化配置。

自由科研项目申报零散,难以形成核心竞争力;承担重大科研项目的能力不强;对产业的支撑能力不强;高层次成果少、成果转化少;科研平台对科研工作 and 学科建设的支撑作用没有得到有效发挥。

### 1.2 科研人员的管理及评价

对科研人员的管理评价,无论在职务晋升和职称评审时的考核评价,还是渗透到科研活动的过程中,存在“五唯问题”,导致科研人员对照标准追求成果数量;在申请竞争性项目和争取科研经费时,一些科研人员不再坚持自己领域最有价值或原创性的研究,而是追逐热点、迎合评审专家的兴趣,堆砌科研工作量。考核评价异化为争项目、拿经费。

除了现在普遍提及的“破五唯”的问题,还需要注意评价标准的同质化问题,科研人员评价往往简

收稿日期:2021-05-23

**基金项目:**贵州省教育厅基金项目(黔教合 KY 字[2019]1 号);贵州省科技合作计划(黔科合 LH[2015]7314 号);贵阳学院科研专项资金资助(GYU-KY-[2021])。

**作者简介:**张艳(1977—),女,贵州遵义人,贵阳学院科技处,处长,教授,博士,研究方向为科研管理、光电信息处理。

单地采用统一的标准,很少考虑科研人员的学科差异以及对平台、学科中的贡献度,进行客观的科学评价。

### 1.3 科研平台的管理及评价

科研平台建设缺乏系统性,各级职能部门对相同性质的科研平台重复设置、多头管理、名目繁多、建设任务相似性极高,往往一项目标任务获得了多级财政经费重复支持、重复投资,造成大量资源浪费。

科研平台管理归属不同,难以实现资源共享利用,限制了科研平台之间的协作和学科交叉融合。

科研平台缺乏持续运行保障。各级政府职能部门对科研平台的建设往往是一次性投入,验收后就不再给予资金持续建设。科研平台的正常运行是需要持续有效经费支持的,如果再无外来科研项目资金,科研平台难以维持日常运行,处于极其艰难的境况之中,很快就会处于名存实亡的状态。

## 2 对科研管理模式与科研绩效评价关系的反思

科学研究的目的是实现人类对自然和社会的认识,并通过认识改造自然和社会,推动经济社会发展,实现人类进步和人类与自然的和谐共处。

科研管理就是围绕科研目标对科研活动进行组织实施的过程,科研管理模式只是实现科学研究目标的手段。能够提高效率、有效达成目标的管理模式才是好的模式,科研管理模式是科学也是艺术,不仅需要遵循科研活动的客观规律,也需要与时俱进、开拓创新。一方面,科研管理水平促进了科学研究水平的提升;另一方面,科学研究水平又引领了科研管理水平的发展。优化科研管理模式和运行机制、激发科研活力、提升科研管理水平和服务质量、促进科研工作持续发展,这是需要进一步思考的,也是科研管理的方向。

科技评价体系是基于现有科研管理模式和认知水平而制定的衡量科研水平的参照指标。科研绩效评价是科技评价体系的重要内容,也是发挥科技评价指挥棒作用的关键要素。制定科研绩效评价体系的目的是有两个:①对于科研人员来讲,科研绩效评价体系是指挥棒,是引导科研人员努力的方向,保障科研活动的有效实施完成;②对于科研管理来讲,既是评价投入产出、衡量科研活力的参考,又是优化资源配置的依据。科研绩效评价体系主要包含过程性评价指标和结果性评价指标。

科研管理模式和科研绩效评价体系分别是

实施和评价两个维度服务于科研目标的手段。手段是否科学有效取决于是否有效地达成目标。科研管理模式是围绕科研目标从实施层面进行的顶层设计,更为系统、内涵更广;科研绩效评价体系通常只是科研管理模式的一个环节,通常是一般性的指标,相对更为具体,它通常需要与相应的科研管理模式配合,现实中才能有效达成科研目标。科研绩效评价体系的科学性、有效性和实用性只能在具体的科研管理中进行验证和评估。严格来讲,科研管理模式与科研绩效评价体系是相互依存、交织渗透的。科研绩效评价体系是科研管理模式的一部分,需要针对相应的科研管理模式进行相应评价体系的研究;同时,科研绩效评价体系也应包含对科研管理模式的评价。不能脱离科研管理模式,孤立地对科研绩效评价体系进行评估和优化;也不能脱离评价体系,孤立地评价科研管理模式的优劣。

现在国家推行科技评价改革,是利用评价手段来引导科研发展方向。这也需要厘清科研管理模式和科研绩效评价体系的关系,从系统的角度全面优化和改革管理模式和评价体系,全面提升科技创新能力。为了保证科研目标的整体达成,还需要有效利用实施手段,通过优化管理模式、提升管理水平和服务质量,激发科研活力,促进科研活动的科学实施和科研目标的有效达成。不同类型不同区域的学校还应该根据自身的目标定位,采取适合自身特点的科研管理模式,进行科研管理模式的改革和探索,让科研管理模式和科研绩效评价体系协同生效,促进中国科技创新能力的提升。

## 3 负责任的科研管理及绩效评价体系的探讨

建立负责任的科研管理及评价体系,需要明确以下几个关键问题:

1)明确“负责任的科研管理及绩效评价”的根本目的。高校的目标定位统领了管理模式与评价体系,这是改革需要明确的首要问题。不同类型的高校具有不同的目标定位,即使同种类型的高校处于不同的发展时期,其阶段性目标也不尽相同,应该根据高校的办学定位和发展目标,采取相应的科研管理模式和评价体系。让管理模式和评价体系服务于学校的目标定位,有效达成高校的目标定位,这是对“负责任”科研管理及绩效评价体系的基本要求。

2)实施“负责任的科研管理及绩效评价”的前提条件。管理模式与评价体系是达成学校目标定

位的两种手段,厘清科研管理模式和绩效评价体系之间的关系,才能有效实施负责任的管理及评价。从科研活动全过程来看,创新科研管理模式是贯穿始终的正向管理过程,优化绩效评价体系是以终为始的逆向管理过程,两者都是激发科研活力、提升科研水平的手段,相辅相成,不可孤立看待,也不可剥离实施。

3)建立“负责任的科研管理及绩效评价”的网络体系。厘清科研生态系统中不同岗位的职责和任务,在职责明确的条件下,建立以信任为前提、以约束为保障的动态科研管理模式及绩效评价体系。信任是制定科研管理制度的前提,约束是通过制度来规范科研活动中的行为。对于科研人员,强调对科研工作的敬畏,注重职业素养和岗位职责的培养,对自己的科研行为和学术生命“负责任”。对管理人员,强调遵循科研活动和人才成长规律,制定科学合理、现实可行的政策制度,营造健康的科研生态,对管理行为和岗位职责“负责任”。科研管理等职能部门要创新科研管理模式、优化绩效评价体系,为学校的办学定位和发展目标“负责任”。建成科研人员、管理人员、职能部门等“负责任”的多维网络体系,协同生效、达成目标。

4)达成“负责任的科研管理及绩效评价”的价值体现。单一的科研管理模式难以适应不同类型的学校在不同发展阶段的需求,需要结合学校发展定位,创新科研管理模式,系统实施负责任的科研管理模式及绩效评价体系。通过科研引领提升高等学校人才培养的质量和水平,切实发挥高等院校在人才培养、科学研究、服务社会及文化传承中的功能,有力促进学校发展目标的达成。将国家和区域发展需求与学校发展的目标定位有机结合,有效支撑国家科技创新发展战略,是实行“负责任”科研管理及绩效评价体系的最终价值体现。

## 4 负责任的科研管理及评价体系的实践

### 4.1 以研究为先导以实践为基础的改革试点

自2015年以来,贵阳学院科研管理部门以研究促进改革、以理论指导实践,通过申报科研项目把科研管理中存在的科研经费、科研评价指标体系等相关问题进行系统研究,为实施推进科研绩效评价改革奠定了理论基础,明确了改革路径。

以科研经费制度研究为突破口,修订完善了学校的科研经费管理办法、科研项目绩效支出管理办法、科研积分计算办法、预防与处理学术不端行为的实施办法、科研绩效评价及激励办法等系列科研

管理制度文件,为实施科研绩效评价的改革试点提供了学校层面的制度保障。立足于科研活动全过程,从项目申请、合同立项、运行实况、结题验收等环节中分析实际存在的科研评价问题,建立新建本科院校科技评价体系,为贵阳学院推行科研绩效评价改革提供了实践基础。

### 4.2 以信任为前提、以约束为保障的科研管理模式

自2016年以来,贵阳学院持续利用科研专项经费进行科研管理模式及科研绩效评价的系列改革和尝试,探索了以信任为前提、以约束为保障的动态科研管理模式。首先明确了改革试点的范围,主要针对贵阳学院科研平台以及重点学科、硕士点所属学院进行试点实施;然后,根据改革试点工作推进实施,不断针对情况动态调整方案,扩大试点范围。

1)以信任为前提实行任务认领。围绕科技研发、科技服务、人才启动、平台运行、科研仪器、科研实验室安全管理及维护等相关科研工作设置,通过管理模式创新,不受科研人员的身份、学历、职称、年龄等条件限制,一视同仁,通过签署科研诚信承诺书及目标任务书来认领科研任务,极大地激发广大科研人员积极性,在全校营造了良好的科研氛围。

2)以约束为保障推行多方监督。为了加强对科研专项资金的管理风险和绩效评价的把控,学校科技处加强过程检查、实施内控,并由科技处、计财处、审计处、纪委等相关职能部门对科研专项资金的使用及建设内容进行全程监督。

3)打破传统项目管理模式瓶颈。近年来国家级科研项目都实行限项申报,资助率显著下降,通过创新管理模式,打破了科研人员只有“申请并获批科研项目才有经费从事科研”的传统项目管理模式的瓶颈,营造了公平公正的科研氛围,激活了科研活力,以科研任务和科研成果为导向,切实提升科研效率,又潜移默化地为申请高级别的科研项目奠定了前期研究基础,与常规的项目管理体制形成了良好互补。通过创新科研管理模式,将国家和区域发展需求与学校发展定位有机结合,实现对国家科技创新发展战略的有效支撑。

4)实行动态调整激活科研生态。5年来,遵循科研人才成长规律和科研活动规律,动态调整科研管理模式,由最初的统一基准来激活科研活力,通过动态跟踪分类施策,逐渐过渡到激励先进、提质增效,营造健康的科研生态。



### 4.3 以实绩为导向以贡献为标准的绩效评价机制

#### 4.3.1 优化分类评价的指标

##### 4.3.1.1 优化科研项目/成果的评价指标

针对科研项目和科研成果存在的问题,从科研管理角度优化了科研项目和科研成果的绩效评价指标,明确了以下原则。

**成果与项目的相关原则:**通过第三方评审,除了对任务指标的完成情况进行审核,还强调对研究内容和质量等实质性审核把关,有效提高了科研项目和资金的管理水平。

**成果与任务的归属原则:**利用科研专项资金进行试点的成果只能挂单一校内资助号,避免成果统计虚高,促进科研绩效评价的开展,有效引导科研资源优化分配。

**成果与平台的支撑原则:**通过任务认领,凝练科研平台的研究方向,增加科研平台协同攻关能力,促进科研平台对学科建设的支撑作用。

##### 4.3.1.2 优化科研人员的评价指标

根据目前对科研人员评价存在的问题,与时俱进地从底线评价、素养评价、能力评价、贡献评价等几个维度优化了科研人员评价指标。

**底线评价:**科研诚信与学术规范、师德师风等底线约束,一票否决。

**素养评价:**科学研究的本质是探索创新,科学精神、素质情怀是激励科研人员勇于探索、开拓创新的精神底蕴和长久的内在动力,也是科研绩效评价中需要关注的无形要素。

**能力评价:**遵循科研人员的成长规律,从能力维度对科研人员进行分类评价,激发科研人员活力,引导科研人员发挥特长。

**贡献评价:**除了对科研人员进行按学科分类评价,还把对科研平台、学科建设的贡献度进行科研人员绩效评价,既相对客观地评估了科研人员在科研平台和学科建设中的作用,也增加了科研平台的凝聚力,支撑了学科建设的发展。

##### 4.3.1.3 优化科研平台的评价指标

针对科研平台缺乏凝聚力、科研人员研究方向分散的状况,学校充分利用科研专项资金进行引导,向科研平台持续投入运行建设经费、签署建设目标任务。由科研平台负责人认领科研任务指标,根据平台建设需要,围绕平台建设的科研方向和建设内容向科研人员下达指令科研任务,从而使科研平台焕发了新的活力,产生了一大批与平台学科相关的科研成果,同时也为学科建设提供了有力的科

研保障。

科研平台评价指标分为硬性指标和软性指标。硬性指标主要由可量化的科技指标构成,面向科研人员进行任务认领签署,以具体成果任务的认领和科研平台有效的运行管理进行定额经费分配的,经费主要用于科研活动;软性指标主要是指科研平台对学科建设和服务社会的综合性功能指标,将团队建设、学科建设、人才培养、成果转化、服务社会、经济效益等综合性指标面向平台进行任务认领。对科研平台的方向凝练、协同攻关、学科支撑、服务社会的实绩进行综合评价,资金投入主要用于条件保障。

通过优化项目/成果、科研人员、科研平台的评价指标,形成了科研绩效评价的复合指标体系,通过创新科研管理模式处理好以下关系:科研平台建设 with 团队人才队伍建设;科研平台建设 with 学科建设的 关系;科研平台建设 with 人才培养的关系;科研平台建设 with 服务社会的关系。综合考虑组织结构、管理模式、功能定位、资源共享等因素,建立了科研平台的综合评价指标体系,促使科研平台发展,管理规范有序。

#### 4.3.2 建立绩效评价的原则

建立以科研实绩为导向、以实际贡献为评价标准的科研绩效评价及激励机制,将科研项目、服务社会、成果产出、成果转化等各类科研业绩进行统一折算,综合考虑过程性绩效和成果性绩效进行绩效统计;综合考虑个人对平台和学科的贡献度,对科研人员的科研工作业绩进行综合考核和绩效评价,科学有效地实行科研人员绩效分配制度,如图 1 所示。

将科研专项资金的建设工作纳入学校对教学学院的年度目标考核。由科技处对各教学学院、科研平台等签署的目标责任书中的目标任务进行检查评价,报学校目标办实施对各教学学院和科研单位的年度目标考核。将各教学学院和科研平台科技专项资金的任务完成情况作为拨付各教学学院和科研单位下一年度的科研专项资金的参考依据,择优评价。

#### 4.3.3 建立基于科研诚信的管理约束条件

建立健全以科研诚信承诺、科研过程诚信、科研成果诚信和诚信审核机制的全过程的科研诚信管理制度,如图 2 所示。在科研合同、科研诚信承诺、科研诚信审核、学术成果诚信等环节已实现科研承诺管理。

受科研专项资金资助所获得的成果必须备注

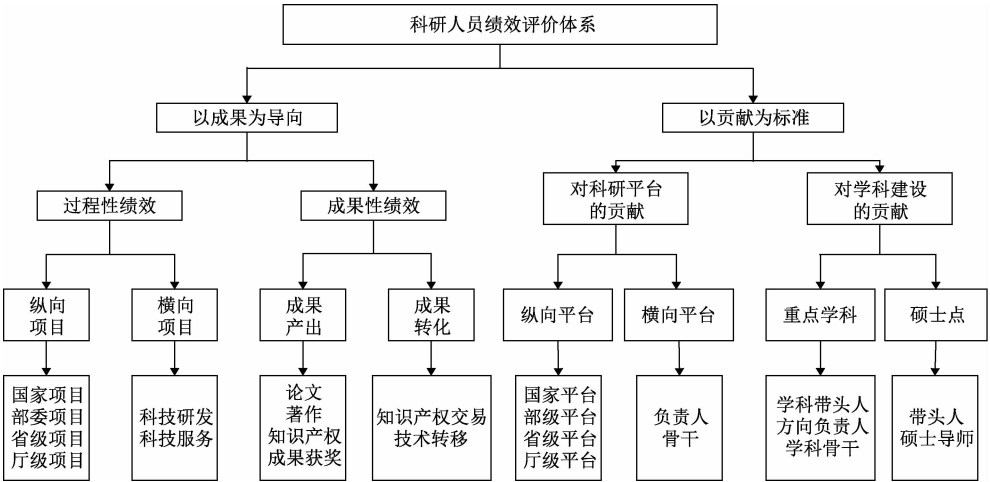


图 1 科研人员绩效评价体系

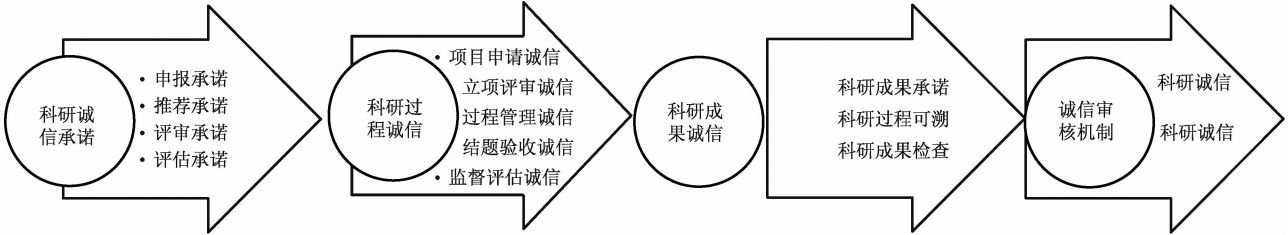


图 2 基于全过程的科研诚信管理制度

本专项资金的资助号，并且同一成果，只能挂本校的一个资助号。避免了通常出现一篇论文、一项成果挂了若干资助号，利用一项成果多头交差的情况，规避了成果统计的水分虚高，这也是从科研管理模式和评价机制上对科研诚信和学术规范的贯彻落实。

只针对科研业绩进行单一来源统计，对于多人完成的科研业绩由负责人根据成员的实际业绩和贡献度进行成员间的绩效分配，避免了以往按照人员排序进行工作量划分的简单操作，切实发挥了负责人的主导作用，科学合理地建立了以科研实绩为导向、以贡献度为评价标准的科研绩效评价及激励机制。

4.4 实践效果

自从 2015 年贵阳学院进行科研管理及评价体系改革实践以来，对近年来的成果统计数据跟踪分析。表 1 给出了典型科研成果较上一年度的年增长率，高级别论文、著作和知识产权均相比上一年度显著增长。

通过改革试点，除了常规的科研成果统计数据显著增长，在科研项目、校企合作、社会经济效益、产品设计与研发、标准与规程、科技服务、业务培

训、人才引进、职称晋升、学术会议等复合评价指标均逐年向高质量方向稳定增长，持续支撑了贵阳学院科研平台和科研团队的建设，也有效支撑学校学科建设和硕士授权单位的审核评估，进一步提升了贵阳学院作为应用型大学服务区域经济社会发展的能力。

表 1 试点的典型科研成果较上一年度的增长率统计 %

年份	高级别论文	著作	知识产权
2015	—	—	—
2016	—7.24	83.33	—6.25
2017	27.66	54.55	113.33
2018	10.56	70.59	137.50
2019	47.24	17.24	147.37

5 结语

首先分析了常规科研管理中科研项目、科研成果、科研人员、科研平台存在的问题，对常规的科研管理模式与科研绩效评价关系进行反思，进而提出建立负责任的科研管理及评价体系需要明确的关键问题。结合贵阳学院实际，以研究为先导、以实践为基础进行负责任的科研管理及绩效评价体系

的改革试点,通过分类优化科研项目/成果、科研人员、科研平台的评价指标,建立以信任为基础、以约束为保障的动态科研管理模式,建立以实绩为导向、以贡献为标准的科研绩效评价机制。利用科研专项资金连续进行历时 5 年的改革实践,结果表明,围绕应用型大学的目标定位,通过创新科研管理模式、优化科研绩效评价,双管齐下、协同生效,极大地激发科研活力,显著提升科研水平。通过创新科研管理模式,将国家和区域发展需求与学校发展的目标定位有机结合,有效支撑国家发展战略。

### 参考文献

[1] 中共中央办公厅,国务院办公厅. 深化科技体制改革实施方案[R/OL]. 中国政府网 <http://www.gov.cn/guowuyuan/2015-09/24/content-2938314.htm>,2015-09-24.

[2] 中共中央办公厅,国务院办公厅. 关于深化项目评审、人才评价、机构评估改革的意见[R/OL]. 中国政府网 <http://www.gov.cn/zhengce/2018-07/03/content-5303251.htm>, 2018-07-03.

[3] 中共中央办公厅,国务院办公厅. 关于进一步弘扬科学家精神加强作风和学风建设的意见[R/OL]. [2019-06-11]. 中国政府网 <http://www.gov.cn/zhengce/2019-06/11/content-5399239.htm>.

[4] 陈颖. 高校二级学院科研管理模式研究[J]. 科技创新导报, 2017,14(8):147-148,150.

[5] 蒋文昭. 高校科研管理模式的变革路径与策略——以 H 省高校为例[J]. 改革与开放,2019(21):121-124.

[6] 饶莉,廖奕. 国家科技奖励导向下的高校科研管理模式探索[J]. 中国高校科技,2020(S1):24-29.

[7] 程孝良,蒋欣坤. 以科研管理模式改革推动协同创新[J]. 中国高校科技,2019(7):23-26.

[8] 孙东东,史丽云. 美国哈佛大学科研管理模式探析及其启示[J]. 南京中医药大学学报(社会科学版),2018,19(4):248-252.

[9] 杨登才,石照耀,韩宇,等. 协同创新机制下高校科研管理模式探析[J]. 中国高校科技,2015(10):31-33.

[10] 李绍锋. 基于流程再造的高校科研管理模式优化[J]. 中国成人教育,2020(11):24-27.

[11] 李锋. 高校科技成果转化绩效评价探究[J]. 老字号品牌营销,2020(9):79-80.

[12] 郭国峰,高一帆,张颖颖. 基于纵横向拉开档次法的区域经济发展能力综合评价研究——以我国中部六省科技创新能力为例[J]. 征信,2020,38(8):18-22,83.

[13] 沈艳波,王崑声,马雪梅,等. 科技强国评价指标体系构建及初步分析[J]. 中国科学院院刊,2020,35(5):593-601.

[14] 冯登国. 完善科技评价体系,引领科技创新发展,向着世界科技强国奋勇前进[J]. 科技导报,2020,38(10):34-37.

[15] 马银琦,姚昊. 新时代高校科技评价主体生态位的偏离及其治理[J]. 中国高校科技,2020(7):33-36.

[16] 刘垠. 破除科技评价中“唯论文”导向——科技部相关司局负责人解读若干措施[J]. 中国科技奖励,2020(3):18-19.

[17] 刘云. 破“四唯”能解决中国科技评价的问题症结吗[J]. 科学学与科学技术管理,2020,41(8):3-6.

[18] 俞立平. 指标标准化方法对科技评价的影响机制研究——以学术期刊评价为例[J]. 情报理论与实践,2020,43(12):54-62.

## Discussion and Practice of Responsible Scientific Research Management and Evaluation System

ZHANG Yan, JIAO Yan, TANG An

(The Science and Technology Department of Guiyang University,Guiyang 550005,China)

**Abstract:** In view of the problems existing in scientific research projects, scientific research achievements, scientific research personnel and scientific research platform of conventional scientific research management, the relationship between management mode and performance evaluation in the course of scientific research management is rethought, and the key problems that need to be clear in establishing responsible scientific research management and evaluation system are put forward. By reconstructing the evaluation index of scientific research project and achievement, scientific research personnel and scientific research platform, the dynamic scientific research management mode is put forward based on trust as the guarantee, and establishes the evaluation and incentive mechanism of scientific research performance based on performance-oriented and contribution-based. Based on the reality of Guiyang University, the reform of responsible scientific research management and evaluation system is carried out by using the special fund of scientific research which lasted for 5 years of reform practice in Guiyang University. The results show that innovation of scientific research management mode and optimization of scientific research performance evaluation are effective means to stimulate scientific research vitality and improve scientific research level.

**Key words:** scientific and technological management model; performance evaluation; responsible; reform and practice

# 基于改进 BBV 模型的原料药产业互联 供需网演化机制研究

沙倩如, 何建佳

(上海理工大学 管理学院, 上海 200093)

**摘要:**原料药产业互联供需网是数字经济时代背景下互联网技术与原料药产业深度融合的新模式。针对 BBV 模型真实刻画原料药产业互联供需网演化过程所存在的局限性,在分析网络结构及演化规律的基础上,取节点强度、资源匹配度和技术创新性作为择优连接指标,构建基于改进 BBV 模型的原料药产业互联供需网演化模型。通过模拟网络动态演化过程,得出如下结论:原料药产业互联供需网的度分布近似符合幂律分布,具有小世界特征,模型相关参数对度分布有一定影响。该研究作为原料药上下游企业真实构建产业互联供需网提供了理论依据,对现实中保护关键企业节点、稳定供需关系、防范突发失效风险、探测风险传播路径有一定的参考价值。

**关键词:**产业互联;供需网;BBV 模型;演化机制;原料药

**中图分类号:**F406.9;TP391.9 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2021)10-0142-06

近年来,“埃博拉疫情”(Ebola virus)、“非典”(SARS)、“新冠肺炎”(COVID-19)等公共卫生突发事件频繁发生,原料药作为应急物资中的重要原材料,在受到供需不均、交通运输不畅和交易关系中斷等不确定风险扰动时,其传统链状原料药产业结构韧性不足、抗毁性差等劣势凸显。

原料药是指药物制剂中的原料成分,进一步加工后可供患者使用。中国是最大的原料药生产国和出口国,据中国医药保健品进出口商会数据统计,2019 年中国累计出口 1 011.85 万 t 原料药。《巴伦周刊》曾指出,中国供应着全球 60% 的原料药,其中大宗药品如皮脂类激素药物、解热镇痛类药物、抗生素、维生素等在国际市场中占比在 50% 以上<sup>[1]</sup>。

然而,国内原料药市场份额占比虽大,但主要集中于附加值相对较低的大宗原料药领域,目前正处于专利原料药与特色原料药创新研发的转型关键期;行业内同质化严重,盲目扩张、低价竞争、产能过剩等问题亟待解决;环保税法、关联审评、带量采购和一致性评价等政策的提出,对企业成本控制能力提出更高、更多的要求。因此,中国原料药行业转型升级成为必然趋势。

随着数字经济发展的不断深入,互联网、大数据、云计算等新兴技术已逐步延伸到全产业链条<sup>[2]</sup>。原料药上下游产业开始频繁跨界,通过跨产业的深度合作进行跨产品的溢出,并进行产业间的资源整合与价值创造<sup>[3]</sup>。供需网则是刻画企业跨界互联的有效结构体系,它是在供应链的基础上,针对企业之间多种“供需流”交互驱动下提出的多功能开放式的供需一体化动态网络结构<sup>[4]</sup>。

近年来,国内外学者在供需网及网络演化方面进行了大量研究。在供需网方面,苏含秋等<sup>[5]</sup>结合耗散结构理论,将熵理论与企业管理系统相联系,阐述了传统企业转变为供需网企业的必然性。何建佳等<sup>[6]</sup>基于元胞自动机模型分析了供需网企业合作行为在不同驱动作用下的演化趋势。Li 等<sup>[7]</sup>从网络拓扑的视角出发,发现供需网中节点企业合作时,其网络拓扑结构与协作水平密切相关。在网络演化方面,Barrat 等<sup>[8]</sup>提出了 BBV 加权网络模型,通过引入节点间连接权值来剖析每一个节点对网络的影响水平,使网络具有更强的现实意义。从此,BBV 网络被学者广泛引用,Meng 等<sup>[9]</sup>分析了加权城市轨道交通网络的拓扑结构特性,并验证其统计特征。He 等<sup>[10]</sup>将全球三座城市的地震信息作为

**收稿日期:**2021-05-23

**基金项目:**国家自然科学基金面上项目(71871144);上海理工大学科技发展项目(2020KJFZ046)。

**作者简介:**沙倩如(1996—),女,辽宁辽阳人,上海理工大学管理学院,硕士研究生,研究方向为产业风险管理;何建佳(1981—),男,湖南道县人,上海理工大学管理学院,副教授,博士,硕士研究生导师,研究方向为产业互联、供应链管理等。

加权地震网络的样本数据,验证了点强度分布、边权分布近似符合幂律分布。Upton 等<sup>[11]</sup>根据已有研究,以生物学的标准将权重加入 SNP 系统,验证基因变异与复杂疾病的关系。

综上,当前学者对供需网的研究主要集中于传统企业的合作关系方面,尚缺乏对于借助供需网来描述企业跨界互联的网络演化模型。同时,原料药产业互联供需网具有特殊性,在真实的网络中,节点之间的择优连接不仅取决于节点的交易规模(即节点强度),更与企业的资源匹配性、技术创新性有关;两节点间的新边权重受交易量、信息、技术等多重供需流交互的影响;中小原料药节点企业可能因技术创新性差、资源匮乏等因素解除合作关系,甚至退出该网络。由此,采用 BBV 模型描述原料药产业互联供需网虽具有重要价值,但对真实刻画该网络演化机制具有局限性。

本文结合原料药产业互联供需网的实际特性,将资源匹配度、技术创新性引入网络演化模型中,随机生成新边权重,考虑节点退出的实际特性,将度分布、点强度分布、边权分布、加权平均路径和加权聚类系数等概念推广到产业互联供需网中,其研究结果为原料药产业互联供需网的实际运行、关键节点与边的识别及风险控制提供帮助。

1 原料药产业互联供需网构建及其演化规律

1.1 原料药产业互联供需网的构建

原料药产业互联供需网是基于互联网技术,原料药上下游产业中的节点企业以全球资源获取、全球生产加工、全球销售为目标,跨产业、跨领域、跨组织边界相互渗透,从而形成跨界互联的多功能开放式原料药供需动态网络。原料药产业互联供需网区别于传统供应链,其节点企业不仅可以是单个节点企业,还可以是供应链或企业联盟。通过将新一代信息技术与原料药上下游产业的深度融合,各个主体之间建立数据连接、实现信息共享、快速响应动态多变的市场需求,最终达到提高网络韧性的目的。

如图 1 所示,该网络的构建可以切实监测原料药上下游产业的储备及供需关系情况,识别当前市场存在的潜在风险,提升网络韧性;推动建立常用原料药监测、储备、预警、应急机制,以削弱不确定事件下的供需流中断风险;提升网络透明度,实现原料药全流程可视化。作为全球最大的原料药生产国和出口国,立足于当前国内国际双循环相互促

进的新发展格局,原料药产业互联供需网可以帮助节点企业监测各个环节的潜在风险、多渠道打通堵点,加深外循环建设;同时,利用国内疫情率先稳中向好的优势,进一步加大全球人才、技术引进力度,推动原料药节点企业逐步朝着基于产业互联的“原料药+制剂”“中间体+原料药”一体化方向发展,对稳固内循环建设具有重要现实意义。

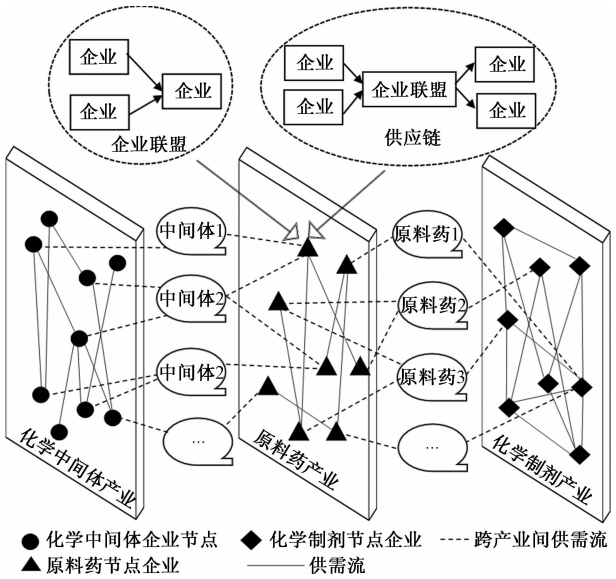


图 1 原料药产业互联供需网结构模型

本文将原料药企业、传统供应链和企业联盟抽象为网络的节点,各节点间的物流、信息流、资金流、技术流、知识流等多种供需流的交互作用抽象为边,并在 BBV 模型的基础上,构建基于改进 BBV 的原料药产业互联供需网演化模型。

1.2 原料药产业互联供需网的演化规律

从现实世界来看,由于受到外界因素和内部变化的共同扰动,原料药产业互联供需网中各节点企业间的关系随着时间的变化不断演变,其演变规律有如下几个比较特殊的性质:

1)网络增长性。新冠肺炎疫情严重冲击全球原料药供给格局,在此背景下,各国对原料药安全供应问题的关注度不断提升。因此,为顺应内外部环境的变化,原料药产业互联供需网将不断有新的节点加入其中。

2)资源匹配性。原料药产业互联供需网为各节点企业提供了资源集聚的平台,帮助企业获取生产所需的化学中间体、原料药等,并吸引新的节点不断加入网络。因此,资源匹配度高的节点合作的壁垒较小,且有更大概率建立交易关系,从而影响原料药产业互联供需网的演化。

3) 技术创新性。目前,中国原料药产业市场主要集中在附加值相对较低的大宗原料药领域,话语权较弱。随着国际竞争的日益激烈,以全球化视角强化、提升原料药产业的影响力和创新研发能力已成大势所趋。技术创新能力较强的节点拥有更成熟、优质的工艺研发能力,能吸引更多的企业与其进行技术创新合作。因此,出于对技术创新能力的偏好依附,新加入节点会优先选择创新性强的节点进行连接,技术创新性呈现幂律分布可以有效地体现现实生活中少数节点企业创新能力强、大多数节点企业的创新能力不足的特征。

4) 动态演化性。当一个新节点加入网络时,其产能的释放可能对上下游产业重节点企业造成辐射作用。因此,节点间各连边权值会发生实时变化,从而形成一个随时间动态演化的原料药产业互联供需网模型。

5) 节点退出性。近年来,随着环保税法的实施以及污染防治标准提高,使得原料药、中间体和化学制剂企业成本增加。同时,带量采购倒逼原料药产品进一步压缩利润。因此,部分中小节点企业可能会在多重压力下退出网络。

## 2 原料药产业互联供需演化模型构建

### 2.1 BBV 模型的不足

结合原料药产业互联供需网实际发展状态及其演化趋势,利用 BBV 网络模型模拟其网络演化过程中存在以下 3 个问题:

1) BBV 模型中各连边权重为固定值  $W_0$ ,而实际原料药产业互联供需网中边权值受到节点间交易量及信息、技术交互水平等多重因素的影响。

2) BBV 模型中节点连接机制为单一的强度择优连接机制,而在原料产业互联供需网中节点选择标准并非节点强度一个维度,还需要结合资源匹配度、技术创新性等因素进行综合判断。

3) BBV 模型中未设置节点退出机制,默认网络节点只进不出,而原料药产业互联供需网在市场机制影响作用下存在优胜劣汰<sup>[12]</sup>。

### 2.2 改进的加权 BBV 模型

为了弥补 BBV 模型的不足,本文对其进行如下改进:

1) 随机生成边权重。当新节点与网络中已有节点建立连边时,设定其边权值为  $[0,1]$  之间的随机数。

2) 完善择优连接机制。在 BBV 模型强度择优连接机制基础上,结合资源匹配度、技术创新性等

因素对网络中节点连接进行综合择优判断。

3) 增加节点淘汰机制。当原料药产业互联供需网达到极限规模时,强度相对较弱的节点将被淘汰。

### 2.3 基于改进 BBV 模型的原料药产业互联供需网演化算法

在改进 BBV 模型的基础上,通过分析原料药产业互联供需网的演化动因,提出了以下几种演化规则:

1) 初始化。构建一个初始随机网络,其中初始节点数为  $n_0$ 。随机生成初始边权重值  $w_{ij} \in [0,1]$ ,则每个节点强度  $S_i$  的公式为  $S_i = \sum_j w_{ij}$ 。随机生成每个初始节点的技术创新度  $\beta_i$ ,且  $\beta_i$  值整体符合幂律分布,设定网络演化总节点数为  $N$ 。

2) 增长。在  $t$  时刻,将新引入到网络中的节点  $n_t$  与网络中现有的  $m (m \leq n_0)$  个节点相连接,并随机生成一个新引入节点的技术创新度  $\beta_i$ ,且  $\beta_i$  值为整体符合幂律分布的随机数。

3) 择优连接。新节点  $n_t$  与网络中老节点  $v_i$  的连接概率  $\pi_i$  不仅取决于节点强度  $S_i$ ,还取决于资源匹配度即度值  $k_i$  和技术创新度  $\beta_i$ ,即

$$\pi_i = a \frac{S_i}{\sum_j S_j} + b \frac{\beta_i k_i}{\sum_j \beta_j k_j} \quad (1)$$

式中:  $a, b$  为优先连接概率因子,  $a + b = 1$ ;  $S_i$  为节点  $i$  的强度,  $S_i = \sum_j w_{ij}$ ;  $k_i$  为节点  $i$  的资源匹配度即度值;  $\beta_i$  为节点  $i$  的技术创新性,整体服从幂律分布。其中,拥有相同节点强度和资源匹配度的原料药上下游企业,技术创新性越强,越能够吸引更多节点企业与之合作。

4) 权重更新。随机生成新节点与老节点间的新边权重  $w_{ij} \in [0,1]$ ,由于新边的加入使得与之相连的节点及其邻居节点之间连边权重发生实时更新,其中  $\lambda$  代表初始权重为  $w_{ij}$  的新边与节点  $i$  连接后发生的流量变化。具体调整如下:

$$w_{ij} = w_{ij} + \Delta w_{ij} \quad (2)$$

$$\Delta w_{ij} = \lambda \frac{w_{ij}}{S_i} \quad (3)$$

5) 节点退出。原料药产业互联供需网中的节点企业合作与竞争并存。因此,网络演化结束后,规定强度排名靠后的节点可能退出网络。

### 3 原料药产业互联供需网仿真分析

针对上述模型,设定原料药产业互联供需网中初始企业的节点数  $m_0 = 10$ ,每个时间步新增一个

新节点,与网络中  $m = 2$  个老节点进行连边。在 MATLAB2020b 的环境下进行仿真,分析度、点强度及边权分布情况,相关参数对度分布产生的影响,反映网络集团化程度的加权聚集系数和反映网络连通性的加权平均距离<sup>[13]</sup>。

3.1 度分布、点强度分布及边权分布

度、点强度及边权分布与其拓扑结构紧密相关,假设网络总节点数  $N = 1\,000$ , 模型参数  $a = b = 0.5$  (均衡取值), 节点强度排名后 10% 的节点退出网络。经过仿真得到度分布、点强度分布、边权分布和度-点强度之间关系的 4 个结果,如图 2 所示。

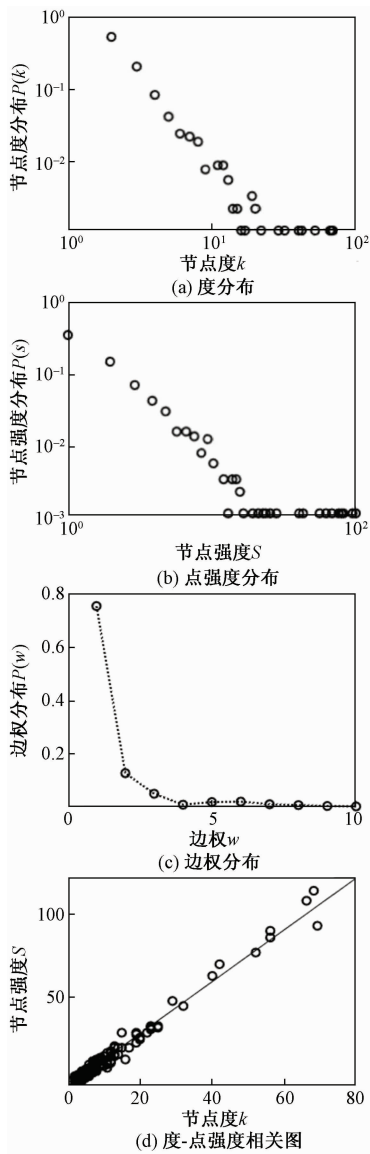


图 2 原料药产业互联供需网演化模型仿真结果

由图 2(a)、图 2(b)、图 2(c)可以看出,本模型中度分布、节点强度分布和边权分布均近似符合幂律分布,能保持原料药产业互联供需网中绝大多数

节点的度较低而少数节点的度较高,即原料药产业互联供需网具有无标度性,且该演化模型是 BBV 模型的一种扩展。图 2(d)表示模型中节点度与节点强度之间的关系图,二者近似服从线性正相关的关系,可见本文在改进的 BBV 网络模型中引入资源接近性、技术创新性因子并没有破坏网络中的无标度特性。

3.2 度分布与模型参数的关系

图 3 显示的是度分布与优先连接概率因子  $a$  和  $b$  的关系。 $a$  代表节点强度在择优连接中所占比例, $b$  代表技术创新性与资源匹配度的乘积在择优连接中所占比例。由图 3 可以看出, $a$  取值越大,原料药产业互联供需网度分布的幂律特征越明显,即大部分节点连接数较少,只有少量核心节点拥有较多的连接数。因此,原料药产业互联供需网的整体运行状态会直接受核心节点企业的影响。随着  $a$  取值的不断减小,网络的无标度性虽有所减弱,但仍近似服从幂律分布,这与上文提到的将节点资源匹配度和技术创新性同时作为择优连接参数趋于一致。

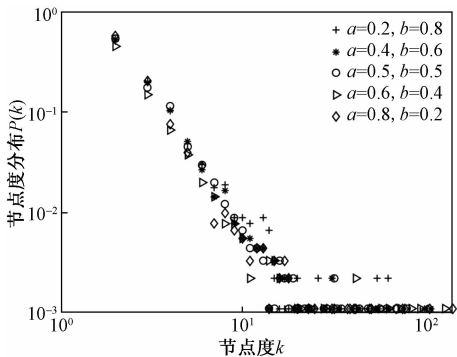


图 3 优先连接概率因子  $a$ 、 $b$  与节点度分布的关系

图 4 显示的是度分布与节点退出比例的关系。可以看出,网络中节点退出比例  $T$  的增加,使得度值较高的节点存在的概率随之提升。由此可以说明:度越小的企业在原料药产业互联供需网中存活概率也越低,节点退出比例增加后,网络中节点企业跨界互联、相互渗透的趋势愈加显著,这与上文提到的原料药市场加速法规化倒逼中小企业退出网络的演化规律趋于一致。

图 5 显示的是度分布与网络规模  $N$  的关系。总体来说,网络规模  $N$  值越大,原料药产业互联供需网的无标度性越显著,资源匹配度高、技术创新能力强的主体在网络中呈现出“富者更富”的马太效应。这说明少数核心节点在网络中占据着相当重要的作用,而在全球原料药产业跨界互联及全球



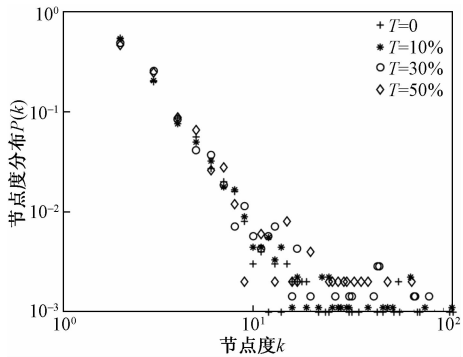


图 4 度分布与节点退出比例的关系

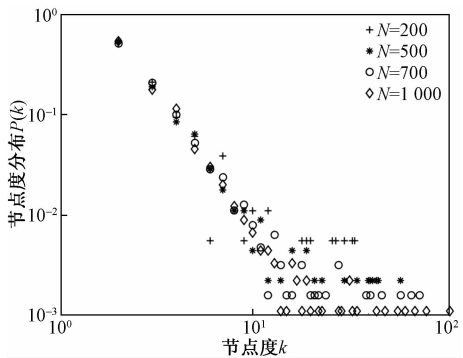


图 5 度分布函数与网络规模 N 的关系

分工的背景下,若其遭受政治、经济、公共卫生安全等不确定性风险的扰动,会对整个网络拓扑结构的稳定性造成影响。

因此,为了增强原料药产业互联供需网的健壮性,需要对关键节点和重点边进行保护,具体的方法有:遵循原料药上下游产业发展规律,注重高效能工艺、高附加值的特色原料药开发,向“原料药+制剂”产业互联一体化方向发展等等。

3.3 加权平均路径及加权聚类系数

加权平均路径和加权集聚系数分别反映了原料药产业互联供需网中节点企业的连通性和聚集程度。为避免由于试验偶然性而造成的数据误差,对每一个实验进行 10 次仿真,将平均值记录作为最终结果。

表 1 给出了不同的节点退出比例条件下两种模型(本文模型和经典 BBV 模型)的加权聚类系数与网络规模 N 的关系。总体来说,本文模型的加权聚类系数优于同等情况下 BBV 演化模型的加权聚类系数。相同网络规模下,随着节点退出比例的增加(从 10% 增加到 20%),网络的加权聚类系数有所降低。加权聚类系数虽随着网络节点总数 N 的增加有所波动,但是仍然高于经典 BBV 模型。这说明基

于改进 BBV 模型构建的原料药产业互联供需网集团化水平更高,网络更健壮。

表 1 加权聚类系数与网络规模 N 的关系

节点数	加权聚类系数(T=10%)		加权聚类系数(T=20%)	
	本文模型	BBV 模型	本文模型	BBV 模型
200	0.962 0	0.821 6	0.634 2	0.532 7
500	0.608 4	0.563 0	0.491 1	0.426 1
700	0.408 2	0.376 2	0.403 2	0.354 2
1000	0.312 0	0.271 2	0.298 4	0.253 4
1500	0.284 5	0.231 2	0.239 4	0.192 3

表 2 给出了不同的节点退出比例条件下两种模型(本文模型和经典 BBV 模型)的加权平均距离与网络规模 N 的关系。可以看出,随着网络规模 N 的不断增大,其加权平均距离虽然有所增加,但依然保持比较小的水平,这说明原料药产业互联供需网在动态增长的过程中网络连通性较高,有利于供需质在节点间的充分流动。且本文模型的加权平均距离小于同等条件下 BBV 模型的加权平均距离,这说明改进后的 BBV 演化模型具有更好的小世界性,更加贴合原料药产业互联供需网的实际情况。

表 2 加权平均路径与网络规模 N 的关系

节点数	加权平均距离(T=10%)		加权平均距离(T=20%)	
	本文模型	BBV 模型	本文模型	BBV 模型
200	2.06	3.32	2.59	3.42
500	2.26	3.95	3.04	3.63
700	2.61	4.12	3.59	4.24
1 000	2.76	4.25	4.34	4.36
1 500	3.34	4.56	4.49	4.89

4 结论

针对经典 BBV 模型在原料药产业互联供需网演化过程中的不足,首先分析了原料药产业互联供需网的演化规律。其次,考虑节点强度、资源匹配度和技术创新性 3 个择优测度,随机生成两节点间的新边权重,根据原料药产业贸易的实际情况引入节点退出机制。最后,提出基于改进 BBV 模型的原料药产业互联供需网演化模型,并通过 MATLAB 仿真得出以下结论:

- 1)在原料药产业互联供需网演化模型中,节点度分布、边权分布和点强度分布均近似幂律分布,其中节点度与节点强度之间在一定程度上满足线性关系。
- 2)模型中相关参数下的度分布近似服从幂律分布,具有一定的无标度性。随着网络规模 N 的不



断扩大,资源匹配度高、技术创新能力强的主体在网络中呈现出“富者更富”的马太效应。随着节点退出比例  $T$  的增加,度值高的节点存在的概率不断提升,网络中节点企业跨界互联、相互渗透的趋势愈加显著。

3)与经典 BBV 模型相比,原料药产业互联供需网演化模型具有更优的加权平均路径和加权聚类系数,这说明网络有着较高的连通性和集团性。因此,节点企业应利用其路径优势,推动信息、技术和数据等资源在网络中的相互渗透、不断融合。

上述结论不难发现,产业互联供需网的构建推动了原料药节点企业间关联方式的转变。其模型演化结果有助于网络受益者识别重要节点和关键边,并加以合理保护;对稳定供需关系、防范突发失效风险、探测风险传播路径具有较大帮助。

下一步工作将结合攻击策略和经典病毒模型研究原料药产业互联供需网在动态变化过程中的鲁棒性、风险控制问题,使之发挥更强的现实指导意义。

参考文献

[1] ANSON L M, TAYLOR K. Weak links: Instabilities and areas for improvement in the drug supply chain[J]. Journal of the American Pharmacists Association, 2020, 60(5): 24–28.

[2] HAO R, CHENG Y, ZHANG Y, et al. Manufacturing service supply-demand optimization with dual diversities for industrial internet platforms[J]. Computers & Industrial Engineering, 2021, 156(5): 107237.

[3] HE J J, WU X M, LI J X, et al. Multi-energy conversion based on game theory in the industrial interconnection[J].

Plos One, 2021, 16(1): e0245622.

[4] 徐福缘, 何静, 林凤, 等. 多功能开放型企业供需网及其支持系统研究——国家自然科学基金项目(70072020)回溯[J]. 管理学报, 2007(4): 379–383.

[5] 苏含秋, 徐福缘. 传统企业向供需网(SDN)企业转变的熵理探析[J]. 科技管理研究, 2009(9): 414–416.

[6] 何建佳, 刘举胜, 刘洋. 基于元胞自动机的供需网企业合作驱动建模与仿真[J]. 运筹与管理, 2020, 29(8): 186–191, 201.

[7] LI G, GU Y G, SONG Z H. Evolution of cooperation on heterogeneous supply networks[J]. International Journal of Production Research, 2013, 51(13): 3894–3902.

[8] BARRAT A, BARTHÉLEMY M, VESPIGNANI A. Modeling the evolution of weighted networks[J]. Physical Review E Statistical Nonlinear & Soft Matter Physics, 2004, 70(2): 066149.

[9] MENG Y, TIAN X L, LI Z, et al. Exploring node importance evolution of weighted complex networks in urban rail transit[J]. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 2020, 558: 124925.

[10] HE X, WANG L Y, ZHU H B, et al. Statistical analysis of complex weighted network for seismicity[J]. Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications, 2020, 563(3): 125468.

[11] UPTON A, BLANCA M, CORNEJO-GARCA J A, et al. Weighted epistatic analysis of NSAIDs hypersensitivity data[J]. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 2017, 62: 312–319.

[12] 李玥, 周燕, 王宏起, 等. 基于改进 BBV 模型的区域战略性新兴产业创新服务网络演化研究[J]. 预测, 2020, 39(5): 89–96.

[13] 赵志刚, 周根贵, 潘瑞芳. 基于位置吸引力的加权复杂供应链网络局域世界演化模型研究[J]. 计算机科学, 2018, 45(12): 78–83.

Research on the Evolution Mechanism of Supply and Demand Network of API Industry Interconnection Based on Improved BBV Model

SHA Qian-ru, HE Jian-jia

(Business School, University of Shanghai for Science of Technology, Shanghai 200093, China)

**Abstract:** API industry interconnection supply and demand network is a new model of deep integration of Internet technology and API industry under the background of digital economy era. In view of the limitations of BBV model in describing the evolution process of supply and demand network of API industrial interconnection, an evolution model of supply and demand network of API industrial interconnection based on the improved BBV model was constructed by taking node strength, resource matching degree and technological innovation as the preferred connection indexes on the basis of analyzing the network structure and evolution law. Through the simulation of the dynamic evolution process of the network, the following conclusions were drawn: the degree distribution of the supply and demand network of API industry interconnection approximately conforms to the power law distribution and has the small-world characteristics, and the relevant parameters of the model have certain influence on the degree distribution. The research provides a theoretical basis for API upstream and downstream enterprises to construct industrial interconnection supply and demand network in real life, and has certain reference value for protecting key enterprise nodes, stabilizing supply and demand relationship, preventing sudden failure risk and detecting risk propagation path in reality.

**Key words:** industrial interconnection; the supply and demand network; BBV model; evolutionary mechanism; active pharmaceutical ingredients

# 法国民宿发展的关键成功因素及其对中国的启示

冯 程<sup>1</sup>, 夏 凡<sup>2</sup>, 邓吉祥<sup>3</sup>

(1. 法国蒙彼利埃第三大学 人文科学与环境科学学院, 蒙彼利埃 34090; 2. 湖南师范大学 旅游学院, 长沙 410006;  
3. 长沙学院 经济与管理学院, 长沙 410022)

**摘要:**基于法国 12 家民宿的 841 条评论,采用扎根理论法、深度访谈法等,剖析法国民宿业发展的关键成功因素及其面临的问题。结果表明,法国民宿业的关键成功因素包括民宿环境、民宿氛围等 7 个主范畴及其对应的 24 个范畴,面临的威胁有 Airbnb 影响传统住宿业的发展、部分民宿未经许可经营等。基于此,针对中国民宿业的发展提出完善政府行政保障机制、优化市场需求推动机制、构建民宿业协同共生机制等相关建议,为国内民宿业高质量发展提供经验参考。

**关键词:**法国;民宿业;扎根理论;关键成功因素

**中图分类号:**F591.9   **文献标志码:**A   **文章编号:**1671-1807(2021)10-0148-08

民宿最早起源于英国,最初的形式是提供早餐和住宿,之后传入美国和法国<sup>[1]</sup>。在法国,民宿通常用“chambre d’hôte”或者“B&B”称呼,其诞生依托法国乡村旅游的兴起,至今发展已有 70 多年的历史,正处于行业发展的成熟阶段。2020 年法国约有 21 500 名民宿从业者,在全国范围内经营 60 000 间客房。一家拥有 3 间客房、年平均入住率为 30% 的民宿,年营业额约为 3 万欧元。随着旅游消费不断升级,民宿业对区域经济社会发展的带动作用愈加明显<sup>[2]</sup>,引起了国内外学者的广泛关注,国外较早对民宿的定义、理论、模式等进行了深入研究。Clarke 认为民宿必须让游客体验到旅游环境<sup>[3]</sup>;Timothy 指出民宿除了为游客提供住宿和餐饮等基本服务外,还要帮助游客深入地了解当地文化环境<sup>[4]</sup>;Stephanie 和 Daniel 提出的图式理论和期望违背理论<sup>[5]</sup>;Scarinci 和 Richinsr 提出的激励理论等<sup>[6]</sup>。实证研究上:Tsang 用聚类分析法解决了顾客满意度的问题;Ewen Gallic 等用空间统计法分析了 Airbnb 对巴黎酒店业的影响。在国内,随着脱贫攻坚的不断深入,民宿作为重要的乡村旅游资源和服务设施,已经成为乡村旅游产业发展的新增长点和实现乡村振兴的重要抓手<sup>[7]</sup>,正处于快速发展阶段,但也暴露出民宿文化内涵缺失、服务和实力较差等

问题,民宿业整体竞争力和可持续发展能力亟待提升<sup>[8-9]</sup>。基于此,本文在深入剖析法国民宿业发展的关键因素基础上,结合中国实际,提炼出适合中国民宿业发展的重要经验,为国内民宿业高质量、可持续发展提供决策参考。

## 1 研究方法与数据来源

### 1.1 研究区概况

选取巴黎、波尔多、里昂和马赛民宿进行顾客评论收集,它们分别代表城镇型民宿、乡村酒庄型民宿、山区型民宿和海滨型民宿。法国的民宿不需要划分等级,但是民宿可以加入相关协会进行质量标签评定。以加入法国乡村民宿联合会(Gîte de France)的民宿为例,民宿质量等级由低到高为 1~5 颗麦穗,对此,研究选取每个案例地民宿质量等级和综合得分最高的前 3 家民宿作为研究对象,共收集到 12 家民宿的顾客评论数。

### 1.2 研究理论与方法

研究采用扎根理论法、深度访谈法和文献分析法探索法国民宿业的关键成功因素和存在的问题,其后采用层次分析法和变异系数法计算各指标权重。研究的技术路线如图 1 所示。

#### 1.2.1 扎根理论

扎根理论研究方法是由 Strauss 和 Glaser 两

收稿日期:2021-05-24

**基金项目:**教育部国家一流本科专业(旅游管理)建设点项目(教高厅函[2019]46 号-国 85);湖南省哲学社会科学基金(18JD03);湖南省哲学社会科学基金(19YBA215);湖南省教育厅项目(17C0129)。

**作者简介:**冯程(1998—),女,湖南常德人,法国蒙彼利埃大学人文科学与环境科学学院,硕士研究生,研究方向为旅游和土地的可持续发展;夏凡(1999—),女,湖南怀化人,湖南师范大学旅游学院,硕士研究生,研究方向为旅游地理学;邓吉祥(1984—),男,湖南岳阳人,长沙学院经济与管理学院,讲师,博士,研究方向为经济增长与模拟。

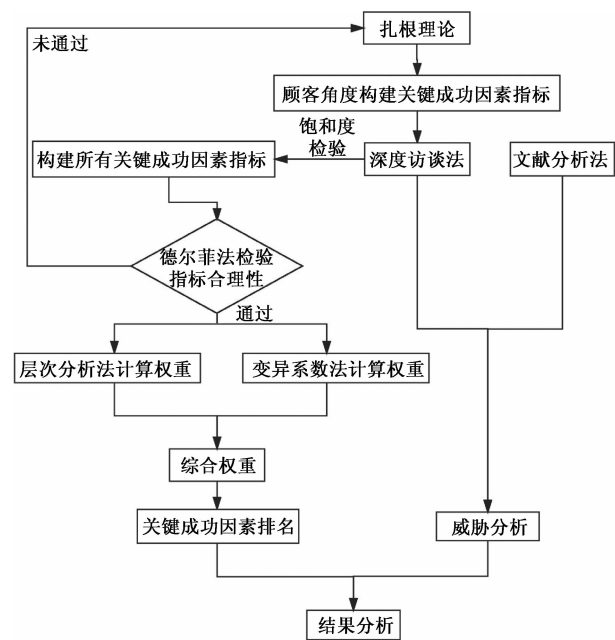


图1 研究的技术路线

位学者共同发展出来的一种研究方法,是通过对照

始材料进行归纳总结,经过三级编码及饱和度检验后进而形成科学的理论。目前,扎根理论在民宿领域的研究涉及关键成功因素<sup>[10]</sup>、差异化战略研究<sup>[11]</sup>、经营者工作生活平衡<sup>[12]</sup>、顾客满意度<sup>[13]</sup>、民宿软实力及吸引力<sup>[14-15]</sup>等。运用扎根理论方法探索民宿发展的关键成功因素以及面临的问题,其分析步骤如下:

第1步,开放式编码:进行概念化和范畴化。编码中利用 NVivo 11 软件对顾客评论进行分析、归类和重组,逐步实现概念化和范畴化。首先对原始评论进行分析,如将“早餐太棒了,有奶酪和高品质的火腿”初步概念化为“提供早餐”,并采取“a + 数字”的形式进行编码;其次整合提供早餐的相关初步概念,将其概念化为“早餐服务”,并采用“A + 数字”的方式进行编码;最后整合“早餐服务”“行李寄存服务”“家庭餐桌服务”等与提供服务相关的概念进一步范畴化为“服务内容”,用“B+ 数字”的形式对其编码。通过开放式编码获得 62 个概念和 19 个范畴。具体编码步骤见表 1。

表 1 开放式编码示例

顾客评论	初始概念化	概念化	范畴化
评论 1:在这里,您就感觉像在家里一样。(a1)房间大(a2)且干净(a3),配有好的镶木地板,天花板造型优美,家具非常精美。(a4)很棒的早餐,在早上 8 点到 10 点进行供应。(a5)主人的接待非常热情、专业、细心(a6),我强烈推荐这家民宿。(a7)	a1:能感受到家的氛围 a2:房间很大 a3:房间很干净 a4:非常好的房屋设计 a5:提供早餐 a6:专业、周到、热情的接待 a7:民宿值得推荐	A1:家的氛围(a1) A2:房间的大小(a2,a18) A3:打扫房间(a3,a9) A4:房间的设计(a4,a45,a67) A5:早餐服务(a5) A6:周到、热情的服务(a6,a13,a24) A7:口碑宣传(a7,a43) A8:民宿离景点近(a8,a20,a41,a56) A9:零食服务(a10,a49,a88) A10:主人能说不同的语言(a33,a67,a84) ...	B1:文化氛围(A1,A15,A24) B2:卫生管理(A3,A32) B3:房屋设计(A2,A4,A23,A27) B4:服务内容(A5,A9,A11,A18,A25,A35,A37,A44) B5:服务态度(A6,A17) B6:营销管理(A7,A45) B7:地理位置(A8,A19,A28) ... (共 19 个范畴)
评论 2:非常理想的地理位置,靠近埃菲尔铁塔。(a8) 房间宽敞并且带有很棒的浴室。(a9) 客厅随时可供使用,并且提供免费的零食。(a10)	a8:离景点近 a9:有很好的浴室 a10:提供零食		
评论 3:我喜欢这家民宿的一切:客房和公共区域(a11)都非常的舒适(a12)。在这里度过的时光非常美好。在我们的居住期间,主人提供了无微不至的照顾(a13),而且主人还给我们推荐了好的旅游路线和旅游景点(a14)。	a11:提供公共区域 a12:所有的房间都很舒适 a13:周到、细致地服务 a14:提供旅游建议		
...	...	(共 69 个概念)	

第 2 步,主轴编码:提取主范畴。通过开编码式编码过程获得了顾客认为民宿经营成功的 19 个范畴。主轴编码将根据这 19 个范畴之间的内在逻辑关系和差异,进行进一步的分类,获得主范畴概念,如将卫生管理、营销管理、安全管理、设施设备管理、管理制度等 5 个范畴归类为民宿管理这一主

范畴。通过主轴编码过程获得 5 个主范畴,分别为民宿环境、文化氛围、服务质量、民宿管理和主人本身。

第 3 步,选择性编码:提取核心范畴。该核心范畴应该囊括全部已发现的概念和主范畴的含义,同时是对主范畴和概念之间的关系进行整合,并将其

理论化所产生的结果。对比乡村旅游关键成功因素的构成要素包括资源环境、旅游环境、组织参与、经营管理等内容,从顾客的评论中提取出的 5 个主范畴为民宿环境、文化氛围、服务质量、民宿管理和主人本身,这 5 个要素属于资源、环境、组织、管理等内容。因此可以将核心范畴定义为民宿关键成功因素。

第 4 步,理论饱和度检验。采用深度访谈法进行理论饱和度检验,验证得到的 5 个主范畴是否反映了民宿经营的全部关键成功因素。访谈对象为 3 位民宿经营者和 2 位协会工作人员,访谈时间为

2021 年 2 月 20 日到 2021 年 3 月 7 日,访谈时长约为 40~70 min,根据研究目的设计访谈大纲,大纲的内容主要是为了检验是否还存在其他的关键成功因素。在访谈过程依据具体情境,酌情增删问题,并避免引导性或暗示性的问题。同样采用扎根理论方法,对访谈资料进行概念化与范畴化。通过总结,产生了新的概念和范畴,因此理论饱和度检验没有通过,说明民宿关键成功因素除了已经得到的 5 个主范畴以外,还有政府、合作新增的 2 个主范畴,所有范畴见表 2。

表 2 法国民宿关键成功因素指标体系

核心指标	一级指标	二级指标	指标来源
关键成功因素	民宿管理 A <sub>1</sub>	卫生管理 B <sub>1</sub>	顾客评论、访谈大纲
		营销管理 B <sub>2</sub>	顾客评论、访谈大纲
		安全管理 B <sub>3</sub>	顾客评论、访谈大纲
		设施设备管理 B <sub>4</sub>	顾客评论、访谈大纲
		管理机制 B <sub>5</sub>	顾客评论、访谈大纲
	服务质量 A <sub>2</sub>	服务能力 B <sub>6</sub>	顾客评论、访谈大纲
		服务内容 B <sub>7</sub>	顾客评论、访谈大纲
		个性化服务 B <sub>8</sub>	顾客评论、访谈大纲
	文化氛围 A <sub>3</sub>	家的氛围 B <sub>9</sub>	顾客评论、访谈大纲
		当地的氛围 B <sub>10</sub>	顾客评论、访谈大纲
		安静的氛围 B <sub>11</sub>	顾客评论、访谈大纲
	民宿环境 A <sub>4</sub>	地理位置 B <sub>12</sub>	顾客评论、访谈大纲
		房屋装饰 B <sub>13</sub>	顾客评论、访谈大纲
		房屋设计 B <sub>14</sub>	顾客评论、访谈大纲
		周边活动 B <sub>15</sub>	顾客评论、访谈大纲
	主人本身 A <sub>5</sub>	服务态度 B <sub>16</sub>	顾客评论、访谈大纲
		主人的性格 B <sub>17</sub>	顾客评论、访谈大纲
		主人熟悉当地的风土人情 B <sub>18</sub>	顾客评论、访谈大纲
		主人的特长 B <sub>19</sub>	顾客评论、访谈大纲
	政府 A <sub>6</sub>	制定法律法规规范民宿的发展 B <sub>20</sub>	访谈大纲
		使用不同的方法帮助民宿的发展 B <sub>21</sub>	访谈大纲
	合作 A <sub>7</sub>	与协会、组织等合作 B <sub>22</sub>	访谈大纲
		与当地居民合作 B <sub>23</sub>	访谈大纲
		与同行合作 B <sub>24</sub>	访谈大纲

第 5 步,合理性检验,共分为两部分:①研究设计。为了检验得到的 7 个范畴及其 24 个对应范畴是否具备合理性,采用德尔菲法进行专家问卷调查。专家组由 16 位成员构成。调查时间为 2021 年 3 月 10 日到 2021 年 4 月 10 日,通过发送邮件的方式进行调查。第 1 轮调查问卷共发送了 16 份,回收了 14 份,回收率为 87.5%。第 2 轮调查问卷共发送 14 份,回收了 14 份,回收率为 100%。二次问卷调查的回收率较高,说明专家组认可的民宿经营的关键成功因素。鉴于第 2 次问卷调查 14 位专家

对民宿经营的关键成功因素设定意见一致,因此不再进行第 3 次调查问卷。②信度分析与一致性检验。为了检验民宿经营的关键成功因素量表是否具有可靠性,运用 SPSS 24.0 软件对问卷进行可信度分析,得到的克隆巴哈值为 0.758,说明该量表具有较高的可信度,能用于咨询专家意见。肯德尔和谐系数(Kendall's W)能够对量表评分的一致性进行检验。通过 SPSS 24.0 软件计算可得肯德尔和谐系数值为 0.096(接近 0,远小于 1),显著性水平为 0.000,小于给定的显著性水平 0.05。由计算结

果可知,专家对民宿经营的关键成功因素量表评分具有显著的一致性,测量结果真实可信。

1.2.2 权重分析

采用层次分析法(analytic hierarchy process, AHP)和变异系数法综合赋权的方法对量表进行权重分析,综合权重数值越大,表示因素越重要,最终得到所有关键成功因素的排名。计算多因素指标系统中指标权重的方法主要有主观赋权法和客观赋权法两大类。前者主观性较强,权重易受专家经验等的影响,后者客观性较强,易受数据影响。因此,研究采用综合赋权的方式,充分利用两种赋权方法的优势,弥补单一方法计算权重的不足。

1.2.2.1 层次分析法计算主观权重

7个主范畴以及24个对应范畴的主观权重系数采用层次分析法确定。建立好AHP模型后,由专家进行评分,进而构建判断矩阵。研究选取第2次专家评分的结果,通过计算,得到的各个指标主观权重系数 $A_i$ 。

1.2.2.2 变异系数法计算客观权重

由变异系数法计算得到的指标权重反映的是指标中各观测值的差异程度,若差异程度越大,则表明此指标越重要,对应的指标权重也就越大。

计算变异系数:

$$V_i = \frac{S_i}{\overline{X_i}}$$
 (1)

计算权重:

$$W_i = \frac{V_i}{\sum_{i=1}^n V_i}$$
 (2)

式中: $V_i$ 为变异系数; $S_i$ 为标准差; $\overline{X_i}$ 为平均值; $W_i$ 为权重。变异系数法确定的指标权重 $W_i$ 见表3。

1.2.2.3 综合权重计算

综合上述层次分析法和变异系数法分别计算各个成功因素的主观和客观权重系数,建立基于AHP—变异系数法结合的综合赋权模型,综合赋权权重计算公式为

$$Q_i = \lambda A_i + (1 - \lambda)W_i$$
 (3)

式中: $\lambda$ 为偏好系数,由于两种赋权方式得到的权重系数差异较小,可以取 $\lambda = 0.5$ ,计算所得的综合权重见表3。

1.3 数据来源

根据缤客网站、法国乡村民宿联合会网站等网络预订平台,以2018年到2020年为时间界限,获取不

同ID的游客评价,在删除重复和无实际价值的评论后,按照“我非常满意”(Je suis très satisfait.)“我强烈推荐”(Je le recommande vivement.)“我愿意给12分”(Je lui donnerais un 12.)等内容,将其收集整理为Word文档,共计841条评价,开展综合评价。

2 结果分析

2.1 法国民宿业发展关键成功因素分析

通过德尔菲法确定了法国民宿业发展的关键成功因素,共有7个维度和24个因素,再利用综合赋权的方法得到各级指标的权重及其排名,根据表3,从以下几个维度分析。

2.1.1 法国民宿业发展的主维度分析

根据排序结果,政府维度位列第一,说明政府在法国民宿业的发展中扮演重要角色。访谈内容也可以佐证此观点。法国政府制定详细的法律法规规范以促进民宿业的发展,如政府严格定义民宿、加强对民宿的监管、为民宿提供补贴、完善基础设施、开设不同类型的旅游活动、鼓励创办相关协会等。民宿环境权重系数紧随其后,其主要包括地理位置、民宿设计、民宿装修和周边活动4个对应范畴。“地理位置(emplacment)”“装饰(décoration)”“设计(désign)”“活动(activité)”这些单词编码过程中频繁出现,揭示民宿环境极其重要。排名第三的是合作,主要包括与当地居民、协会、组织以及同行的合作。根据访谈内容,民宿业主与其他相关利益者之间达成合作关系,能有效避免恶性竞争,实现双赢乃至多赢的局面。

2.1.2 法国民宿业发展的影响因子分析

由表3的数据可知,排名前五的因素由高到低依次为周边活动、与同行合作、地理位置、服务能力以及营销管理。

1)周边活动。在休闲旅游和深度体验旅游的时代背景下,人们更加追求在旅游中的活动体验。因而民宿仅靠“房子”是不能长久留住顾客的,还需要依托外界条件,如周边丰富的娱乐活动。在法国,各个大区会根据自身条件,与国家签署大区休闲娱乐业发展规划和徒步活动发展规划,这种因地制宜的政策极大地丰富了当地的旅游活动,也间接帮助当地民宿留住顾客。目前法国已经建立的主要有徒步路线、骑马道、供游客行驶的航道、水上休闲中心、独木舟皮划艇基地、马术中心、攀爬场地等。

2)与同行合作。法国政府通过控制民宿数量及价格,间接促进同行之间的合作。其次,民宿协会扮演着重要角色。协会为经营者之间提供交流、

沟通的平台,经营者能够分享经营理念和心得,形成团结互助的意识。最后,主人本身有合作共赢的意识,与同行之间会相互帮助。

3)地理位置。主要涉及周边交通、离景点的远近、停车是否方便等。交通便利、靠近景区的民宿更具有竞争力,更能获得顾客的青睐。法国作为高度发达的资本主义国家,即便是在人烟稀少的乡村,也有畅通的柏油路,这为民宿的发展提供了最基本的交通保障。

4)服务能力。主要包括能否及时满足顾客的需求、与顾客沟通的能力、处理投诉的能力等。根据资料内容分析,很多顾客都提到主人会及时满足自己的需求,如在法国封城期间,餐厅无法营业,主人邀请顾客共进晚餐;顾客提出浴室缺少穿衣镜时,主人也及时装上镜子。此外,主人良好的沟通

能力能展现主人的魅力,让顾客产生亲近感与信任感。

5)营销管理。不同参与者都认为口碑营销是极为重要的宣传方式。其次是通过网络营销,主要是通过协会、组织(通常是旅游办公室)等的网站进行宣传。经营者加入前者,需要缴纳会费,加入后者一般不需要缴费,因为后者通过由当地政府进行财政拨款,而经营者已向当地政府缴纳了税费。民宿业主一般只需提供民宿的基本信息,协会或组织就会帮助其进行宣传,由于法国的协会、旅游办公室具有很强的影响力,网络宣传能吸引很多顾客。最后是通过传统媒体营销,如旅游手册(brochure)。旅游手册在法国颇受欢迎,协会、组织等会及时更新旅游手册上的旅游线路、景点、餐饮及住宿信息等,然后发放给游客。

表 3 不同赋权方法确定的指标权重

主范畴	权重/%			排序	对应范畴	权重/%			排序
	层次分析法	变异系数法	组合法			层次分析法	变异系数法	组合法	
民宿管理 A <sub>1</sub>	14.99	10.86	12.93	7	卫生管理 B <sub>1</sub>	4.58	3.02	3.80	21
					营销管理 B <sub>2</sub>	4.11	4.66	4.39	5
					安全管理 B <sub>3</sub>	4.44	3.14	3.79	22
					设施设备管理 B <sub>4</sub>	4.26	3.78	4.02	17
					管理机制 B <sub>5</sub>	4.52	3.09	3.80	20
服务质量 A <sub>2</sub>	14.69	13.33	14.01	4	服务能力 B <sub>6</sub>	4.23	4.59	4.41	4
					服务内容 B <sub>7</sub>	4.41	3.38	3.90	19
					个性化服务 B <sub>8</sub>	4.35	3.83	4.09	15
文化氛围 A <sub>3</sub>	14.00	12.60	13.30	5	家的氛围 B <sub>9</sub>	4.41	2.87	3.64	23
					当地的氛围 B <sub>10</sub>	4.17	4.54	4.36	6
					安静的氛围 B <sub>11</sub>	3.82	4.74	4.28	8
民宿环境 A <sub>4</sub>	14.30	16.00	15.15	2	地理位置 B <sub>12</sub>	4.00	4.85	4.42	3
					房屋装饰 B <sub>13</sub>	4.26	4.21	4.24	11
					房屋设计 B <sub>14</sub>	4.20	4.16	4.18	13
					周边活动 B <sub>15</sub>	3.97	6.06	5.01	1
主人本身 A <sub>5</sub>	14.40	11.95	13.17	6	服务态度 B <sub>16</sub>	4.32	3.82	4.07	16
					主人的性格 B <sub>17</sub>	4.14	4.08	4.11	14
					主人熟悉当地的风土人情 B <sub>18</sub>	4.29	3.58	3.93	18
					主人的特长 B <sub>19</sub>	3.79	4.84	4.32	7
政府 A <sub>6</sub>	14.99	17.63	16.31	1	制定法律法规规范民宿的发展 B <sub>20</sub>	3.97	4.56	4.27	10
					使用不同的方式帮助民宿的发展 B <sub>21</sub>	4.23	4.19	4.21	12
合作 A <sub>7</sub>	12.62	17.64	15.13	3	与协会、组织等合作 B <sub>22</sub>	4.08	3.96	4.02	17
					与当地居民合作 B <sub>23</sub>	3.73	4.81	4.27	9
					与同行合作 B <sub>24</sub>	3.73	5.26	4.49	2

2.2 法国民宿面临的问题

法国民宿业虽然处于成熟阶段,但是在进一步的发展过程中也面临着新的挑战,这些教训亦值得中国吸取。

2.2.1 Airbnb 导致的不公平竞争

如图 2 所示,法国民宿数量及其提供的床位数量呈逐年下降趋势,这与 Airbnb 在法国的迅速扩张有一定的联系。2008 年 Airbnb(中文名为爱彼迎)诞生在美国,随着共享经济的风靡,作为共享短租平台鼻祖的 Airbnb 在几年光景内便在全球范围内实现了扩张。后于 2010 年入驻法国,目前,法国已经成为继美国之后全球第二大市场,其中巴黎是 Airbnb 在全球拥有房源最多的城市<sup>[16]</sup>。通过研究近年来的文献发现,Airbnb 主要是对传统住宿业、房地产业产生了负面影响,尤其是在巴黎、巴塞罗那、伦敦、米兰等大型旅游城市,造成当地房源紧张、房屋租金上涨等问题<sup>[17-19]</sup>。Airbnb 在法国的租房经营活动相关税款在其欧洲总部爱尔兰缴纳,其税率为 12.5%,而法国的税率为 30%,因而法国未入驻 Airbnb 的房源需要缴纳更多的税费,且 Airbnb 的市场渗透率高,能有效地吸引顾客,越来越多的房东选择加入 Airbnb。根据欧洲时报和法国世界报(LE MONDE)的报道,有很多房东通过加入 Airbnb 逃税,产生不公平竞争的现象,威胁着民宿在内的法国传统住宿业的发展。

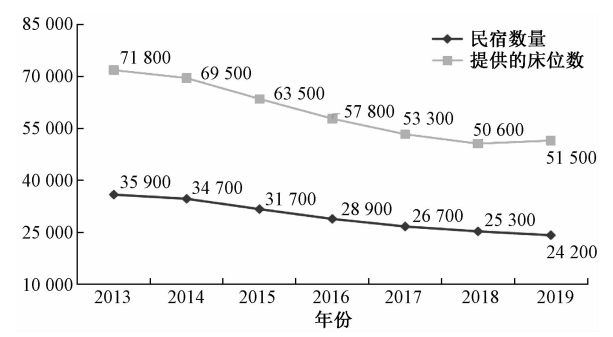


图 2 法国民宿数量与提供的床位数量

2.2.2 部分民宿未经许可进行营业

根据法国《旅游法》规定,经营者在经营民宿之前,必须向当地政府进行报备,政府指派专人对民宿进行审查,且审查通过后方能得到许可经营。通过与经营者访谈发现,部分乡村民宿经营者在未向政府进行申报的情况下,私自招揽客人,并且利用口碑传播的方式吸引新的顾客。而出于对邻里关系的考虑,几乎不会有人举报这种违法行为。

且由于监管人员缺失,民宿分布广泛,这种现象难以被察觉。一旦被检查出来,民宿经营者将面临高额罚款。

2.2.3 新能源设施建设影响民宿营业额

为了秉持可持续发展战略,法国对可再生能源设施的投入不断增加。新能源设施的建设在保护环境的同时对经济造成了一定的影响。例如,在风能资源丰富的地区进行风能设施的建设,会对周边民宿产生负面效应,影响民宿的营业额。研究表明对于距离高压线不到 1 km、质量等级为 3 颗麦穗的民宿而言,造成的损失约为每周 31.8 欧元;相同距离,在风力涡轮机附近的民宿,每周损失则达到 39.5 欧元<sup>[20-21]</sup>。针对造成的负面影响,政府及其相关部分虽然采取了补偿措施,但是补偿机制还不够完善、公平。

3 结论及启示

3.1 结论

基于以上分析,法国民宿的发展经验可以分为成功经验和不成功经验。①通过扎根理论法和深度访谈法,得出成功经验的 7 个主维度及其 24 个影响因子。利用综合赋权的方式,得到排名前三的主维度分别是政府、民宿环境和合作。在 24 个影响因子中,排名前五的因子是周边活动、与同行合作、地理位置、服务能力、营销管理。②结合深度访谈法和文献分析法,得出不成功经验主要包括 Airbnb 导致的不公平竞争、部分民宿未经许可进行营业以及新能源设施建设影响民宿营业额等。

3.2 对中国民宿的启示

结合中国民宿的实际情况,借鉴法国民宿的发展经验,可以从以下几点来提升中国民宿的竞争力。

1)完善政府行政保障机制。政府需要继续完善民宿业相关的法律法规,首先是对民宿进行严格的划分,可以借鉴法国《旅游法》对民宿的定义,一是主人需要亲自接待;二是房间数量不超过 5 间,接待人数不超过 15 人,如果民宿主人想要增加家庭餐桌,需要向当地政府申请;三是每间客房都可以使用卫生间,且要符合卫生、安全等方面的规定;四是必须提供床上用品和早餐。此外,加强对民宿业的监管,严厉打击违法民宿。同时要加快基础设施建设,如交通条件、供水系统、供电系统等。当地政府结合实际情况,开发不同类型的

旅游体验活动,吸引游客,留住游客。政府可以制定相应的政策,预防 Airbnb 等外来产品对传统酒店业造成威胁。在进行新能源设施的建设前,要制定对当地民宿的补偿机制。

2)优化市场需求推动机制。民宿业主要明确市场定位,基于营销条件背景,确定营销方式。在中国,由于协会影响力较弱且不存在旅游办公室这类组织,故而应该考虑其他的营销方式。在“互联网+”时代,互联网平台营销可以作为首选。此外,经营者通过与游客进行有效的交流互动,开展情感营销;提供周到的服务,进行服务营销;根据游客的喜好,进行差异化以及个性化营销等。

3)构建民宿业协同共生机制。通过对主维度进行分析,得出合作这一维度尤其重要。基于相关利益者理论和共生理论,民宿业相关利益者之间可以形成协作共生机制来推动民宿业的发展。如民宿业主与同行之间建立合作关系,同行之间通过经验分享、互相推荐客源形成互助意识;民宿业主与协会形成合作关系,民宿业主加入协会,协会能够扩大自身规模,协会为民宿业主提供交流平台、培训机会,经营者也能提高服务能力。

### 参考文献

- [1] 王璐,李好,杜虹景. 乡村旅游民宿的发展困境与对策研究[J]. 农业经济,2017(3):141—142.
- [2] 吴忠军,宁永丽,侯玉霞. 民宿旅游国外研究趋势与展望[J]. 旅游论坛,2019,12(6):75—86.
- [3] CLARKE J. Farm accommodation and the communication mix[J]. Tourism Management,1996,17(8):611—616.
- [4] TIMOTHY D J, NYAUPANE G P. Cultural heritage and tourism in the developing world: a regional perspective[J]. Tourism Management,2011,32(5):1236—1237.
- [5] STEPHANIE R R, DANIEL C R. How 'Family' is your host family?: An examination of student - host relationships during study abroad[J]. International Journal of Intercultural Relations,2014,39:164—174.
- [6] SCARINCI J, RICHINSR H. Specialist lodging in the USA: Motivation of bed and breakfast accommodation guests[J]. Tourism Interdisciplinary Journal,2008,56(3): 271—282.
- [7] 龙飞,刘家明,朱鹤,等. 长三角地区民宿的空间分布及影响因素[J]. 地理研究,2019,38(4):950—960.

- [8] 胡敏. 乡村民宿经营管理核心资源分析[J]. 旅游学刊,2007,22(9):64—69.
- [9] 李燕琴,于文浩,柏雨帆. 基于 Airbnb 网站评价信息的京台民宿对比研究[J]. 管理学报,2017,14(1):122—122.
- [10] WANG S, HUNG K. Customer perceptions of critical success factors for guest houses[J]. International Journal of Hospitality Management,2015,48:92—101.
- [11] KUO C M M, TSENG C Y, CHEN L C. Choosing between exiting or innovative solutions for bed and breakfasts[J]. International Journal of Hospitality Management,2018,73:12—19.
- [12] LI Y, MIAO L, ZHAO X, et al. When family rooms become guest lounges: Work - family balance of B&B innkeepers[J]. International Journal of Hospitality Management,2013,34:138—149.
- [13] 尹子晨,田伟健. 线上旅游民宿的顾客满意度实证分析[J]. 市场研究,2019(3):17—18.
- [14] 严羽爽,赖启福,傅庆隆. 顾客感知视角下民宿软实力构成要素研究[J]. 四川旅游学院学报,2020(6):87—91.
- [15] 陶基磊,成海,王钦安,等. 基于游客感知的大理民宿吸引力分析[J]. 西南林业大学学报(社会科学),2020,4(6):28—34.
- [16] AYOUBA K, BREUILLE M L, GRIVAUULT C, et al. Does Airbnb disrupt the private rental market? An empirical analysis for French cities[J]. International Regional Science Review,2020,43(1—2):76—104.
- [17] ZERVAS G, PROSERPIO D, BYERS J W. The rise of the sharing economy: Estimating the impact of Airbnb on the hotel industry[J]. Journal of marketing research,2017,54(5):687—705.
- [18] GUTIERREZ J, GARCIA-PALOMARES J C, ROMANILLOS G, et al. The eruption of Airbnb in tourist cities: Comparing spatial patterns of hotels and peer-to-peer accommodation in Barcelona [J]. Tourism Management,2017,62:278—291.
- [19] ROMA P, PANNIELLO U, NIGRO G L. Sharing economy and incumbents' pricing strategy: The impact of Airbnb on the hospitality industry[J]. International Journal of Production Economics,2019,214:17—29.
- [20] MOLLARD A, RAMBONILAZA M, VOLLET D. Aménités environnementales et rente territoriale sur un marché de services différenciés: le cas du marché des gîtes ruraux labellisés en France[J]. Revue d'économie politique,2006,116(2):251—275.
- [21] JOALLAND O, RAMBONILAZA T. Valeur touristique des aménités environnementales et nuisances associées aux infrastructures d' énergie renouvelable: une approche hédonique spatiale[J]. Region et Développement,2017,46:93—115.



## The Key Success Factors of the Development of B&B in France and the Implications for China

FENG Cheng<sup>1</sup>, XIA Fan<sup>2</sup>, DENG Ji-xiang<sup>3</sup>

(1. School of Humanities and Environmental Sciences, School of Humanities and Environmental Sciences, University of Montpellier 3, Montpellier 34090, France; 2. College of Tourism, Hunan Normal University, Changsha 410006, China;

3. School of Economics and Management, Changsha College, Changsha 410022, China)

**Abstract:** Based on 841 reviews of 12 B&B in France, the key success factors and problems facing the development of the French B&B industry are analysed using the grounded theory method and in-depth interviews. The results show that the key success factors of the French B&B industry include 7 main categories such as B&B environment and B&B atmosphere and their corresponding 24 categories, while the threats faced include Airbnb's influence on the development of the traditional accommodation industry and the unauthorised operation of some B&Bs. Based on this, relevant suggestions are made for the development of the B&B industry in China, such as improving the government's administrative guarantee mechanism, optimising the market demand promotion mechanism, and building a synergistic and symbiotic mechanism for the B&B industry, in order to provide an empirical reference for the high-quality development of the domestic B&B industry.

**Key words:** France; the B&B industry; grounded theory; key success factors

# 财政支持大学生创业的相关政策研究

徐争艳

(上海理工大学 管理学院, 上海 200093)

**摘要:**在国家大众创业,万众创新的号召下,大学生创业有了长足的发展,占比越来越高。在对大学生创业进行研究的基础上,分析财政支持大学生创业政策中存在的问题。研究发现,国家对财政支持政策的宣传不足、对大学生的创业教育不足、财政支持资金有限以及缺乏完善的创业服务体系等。因此,为了更好地帮助大学生创业,需不断完善大学生创业的支持政策,提高创业教育水平、改善创业服务体系等。同时,大学生也要提高自身的综合素质,使得创业成功率稳步上升。

**关键词:**财政支持;大学生;创业

**中图分类号:**F812.2   **文献标志码:**A   **文章编号:**1671-1807(2021)10-0156-05

20 世纪 90 年代末,中国大学开始扩招大学生,由此造成了大学生供给远远大于需求,大学生就业率一年不如一年,大学生就业形势不容乐观。一方面,大学生由于自身的原因。部分大学生的择业观存在偏差,不愿意去基层,就业期望远远高于社会需求;另一方面,由于社会原因,就业的社会供给是有限的,不能满足当前毕业生的需要<sup>[1]</sup>。

面对社会岗位供给数量的不足,大学生应该改变长久以来的就业观念,发扬创新精神,走创业之路。然而,创业并不容易,适者生存是市场机制的规律。在创业的过程中,大学生必须寻找商机,不断提高个人能力和素质以及团队精神<sup>[2]</sup>。

为鼓励大学生创业,国家在税收、贷款、行政费用、培训补贴等方面给予优惠<sup>[3]</sup>。这给具有浓厚的创业兴趣,但是没有真正创业的大学生以强大动力。对于处于敢想却不敢做的大学生,即使他们最终还是选择创业,成功率还是很低,一方面由于自身能力以及资金有限,另一方面还是由于支持大学生创业的相关政策不够完善<sup>[4]</sup>。

为进一步深化改革,打造创新型国家,在国家的号召下,各省市不断出台政策,支持大学生创业。在各地的努力下,政策效果也都存在着差异,有的效果显著,有的才刚刚有点成效。因此,应该分析其中缘由,互相借鉴,取其精华,去其糟粕。让更多的大学生勇于创业,传承创新精神,做一个有理想、有技能、有责任的年轻人。

## 1 关于大学生创业支持的相关政策

2018 年,中央银行、财政部、人力资源和社会保障部发布了《关于进一步完善小额担保贷款管理和促进创业的通知》。同时,国务院办公厅核准了人力资源和社会保障部 10 月份公布的“增进创业和增进就业指导”。这些政策旨在减轻就业压力,勉励大学生创业。

北京是政治和文化中心,在经济方面处于全国领先地位。从就业创业方面来说,大学生在北京创业的机会比较大。它拥有完善的基础设施,市场开放程度大,为创业提供了良好的环境。

上海地处长三角前缘,具有明显的区位优势。在创业方面,上海具有很强的教育优势,高等院校以及科技园数量众多。此外,上海也是中国的金融中心,为创业提供了良好的资金来源。

“六朝古都”南京是长三角城市群中唯一的特大城市,经济实力雄厚。南京在城市创新创业环境排名也居于前列,拥有雄厚的大学生资源,具有强大的创新科研潜力。

研究这 3 个具有代表性的城市对大学生创业方面的财政支持政策,具有示范意义。以下为中央、北京、上海和南京市支持大学生创业的相关政策。

### 1.1 国家财政支持大学生创业的相关政策

#### 1.1.1 财政资金支持

1)若高校毕业生的创业项目涉及咨询、信息、技术服务等高新技术行业,经过税务部门的相关审

**收稿日期:**2021-05-25

**作者简介:**徐争艳(1997—),女,江苏常州人,上海理工大学管理学院,硕士研究生,研究方向为国民经济。

批,两年内不予征收企业所得税;对于交通运输和邮电通信行业,经过税务部门的相关审批,一年内不予征收企业所得税,第二年征收的企业所得税减半;其他的经过审批的创业项目,如餐饮旅游、物流物资、文化教育等行业,一年内免收企业所得税。

2)国家对离校但未能就业的大学生采取灵活机动的就业政策,进行实名登记,缴纳社会保险费并将数额一定的社会保险补贴在两年时间内予以发还。

3)延长招用大学毕业生的小型企业享有社会保险补贴政策的优惠;以科技型为主的小微企业在招入的高校毕业生达到一定的比例时,可申请不超过200万上限的小额国家贷款,并且享有政府财政的贴息优惠。

4)自毕业后两年内,高校毕业生进行自主创业活动,在创办项目所在地区办理相关的营业执照,工商部门经过审核,注册的资本在50万以下的,可以批准分期付款。

### 1.1.2 提供创业服务

1)人才中介服务机构免费为创业毕业生保管人事档案2年,免费提供劳务供求信息,免费招聘广告等服务,提供培训和评估服务。

2)申报自主创业的大学毕业生可以在人事以及劳动保障等社会部门得到免费的指导服务,各公共组织需要做好社会保险的续接工作。

3)隶属于政府的人事或者行政部门的人才服务的中介机构,两年内免费帮助高校的自主创业大学生管理人事相关档案,对劳动力人才市场信息提供免费咨询服务,一定限度地减少招聘活动的收费,并对毕业生创办的企业员工进行优惠的培训项目以及评测服务。

中央财政对大学生创业支持政策涉及的范围比较广泛,但是政策的内容大多有诸多限制,不论是创办的规模还是创业项目的规定都不易达到标准和要求,使诸多优惠政策难以切实落地。

## 1.2 北京市财政支持大学生创业的相关政策

### 1.2.1 财政资金支持

1)对持有失业登记证的高校毕业生从事个体经营的个体劳动者按每户每一年8000元的定额在3年内,顺次减少其应缴纳的城市维护建设税、教育费和个人所得税。

2)在经营中按照规定申请办理担保贷款,贷款金额为10万元。鼓励金融机构参照基准贷款利率合理设定贷款利率,贷款利率在3%以内,由财政支付利息。

3)毕业后2年内从事个体经营的大学生,自第一次在工商部门登记之日起3年内,免收管理、注册、认证类和其他有关行政费用。

4)对于在毕业年度加入创业培训的大学生,按照其创业培训或创业资格给予培训补贴。

5)设立“北京市留学人员创业奖励”和“归国留学人员创业专项资金”,奖励在首都经济建设中做出突出贡献的留学人员。

### 1.2.2 提供创业服务

有创业意愿的大学生可以获得由众多就业机构提供的免费创业指导服务,包括政策咨询、信息服务、融资服务等。

北京是中国经济和政治文化的中心,为大学生创业提供了良好的创业环境。并且,北京注重留学人员的创业,引进和保留人才,为北京的经济建设贡献出力量。

## 1.3 上海市财政支持大学生创业的相关政策

### 1.3.1 财政资金支持

1)持有身份证和大学毕业证书。两年以上从上海毕业的大学生,可以到上海市区县申请注册,建立“零首付”的企业。

2)对持有失业登记证的高校毕业生从事个体经营的个体劳动者按每户每一年8000元的定额在3年内顺次减少其应缴纳的城市维护建设税、教育费和个人所得税。

3)大学生在创业期间的18个月里可以获得租金补助、社会保险补助、贷款担保。大学毕业生从事农业业务的给予特殊补贴。大学毕业生从事个体经营的豁免登记、管理和认证类各种行政费用。

4)建立本科生科技创业基金。该基金已在10所高校设有子基金。有创业想法的上海大学生可以申请基金,申请成功后可以获得5万~30万元不等的资金。

5)大学生创业者不仅可以在一个相对较低的地租园区内开业,还可以根据本市失业人口的吸收情况,享受的年租金最高不超过2000元/人来补贴期限最长不超过3年的园区,独立创业者租赁符合固定经营场所条件开展经营活动的可享受最高不超过2000元的优惠。

6)小额担保贷款的支持范围扩大。最高保证金额为100万元,其中10万元以下的贷款可以免予个人担保。

### 1.3.2 提供创业服务

设立创业教育培训中心,其支出是由政府提供

的,目的是帮助学生更好地把握市场机遇。

上海财政支持大学生创业政策中最具特色的就是设立了天使基金,它的优点就是,如果企业创办成功,走上正轨了,把钱还上即可,万一要是企业发生亏损,基金也不会要求收回投资。这给创业者减轻了极大的资金压力。

#### 1.4 南京市财政支持大学生创业的相关政策

##### 1.4.1 财政资金支持

1)针对贡献较大的年轻创业者,政府将给予最高30万元的奖励。针对大学生创业实体吸收持有“就业和创业证书”的本市失业者,并签订劳动合同,且为就业者支付社会保险费一年的,政府给予1500元的奖励。

2)对于符合条件的创业项目,3年内免收房租或给予场租补助。对于在风险承担商之外租用营业场所,在3年内获得每月不超过800元的租金补贴。如果使用自己的房地产开办企业,将获得每月300元的基本补贴,用于水电费用、网络和场地等基本业务。如果已经稳定运营6个月以上,并且提交了正常的纳税申报表,将获得4000元的一次性创业补贴。

3)对于在南京的非南京毕业生,商业银行给予贷款。自雇贷款金额一般为3万~5万元,最高不超过10万元。对于微利项目的自营创业贷款,在支付本金和利息并在城市财务审查和确认后,将给予全额折扣。

4)对持有失业登记证的高校毕业生从事个体经营的个体劳动者按每户每年8000元的定额在3年内顺次减少其应缴纳的城市维护建设税、教育费和个人所得税。

5)大学毕业生从事自营职业,自注册之日起3年内免交管理类等行政事业性收费。

##### 1.4.2 提供创业服务

1)持《创业证》的大学生可参加相关组织开展的创业培训。

2)符合条件并持《创业证》的南京户籍大学毕业生,每人可享受一次政府补贴的创业实训。

## 2 财政支持大学生创业政策存在的问题

国家拟定了一系列支持大学生创业的政策。但是其中一些政策在落地层面也存在一些问题。

### 2.1 财政专项资金有限,政策激励程度小,难以解决创业的根本问题

目前,国家层面尚未设立专项基金支持大学生创业。只有上海等城市设立了专项基金,并建立了

天使基金。由于各地政府的资金用途广泛,用于扶持大学生创业的资金相对有限。有些地区政府财政将补助大学生50%的资助额,比重已经很大但并不是所有申请补助资金的大学生都有资格获取。发达地区大学生创业专项资金申请要求也很高。此外,尽管大学生创业可以减免税收,但是享受减免的税种种类太少,减免金额也较为有限。例如,在创业初期,企业的利润并不会很高,对于减免企业所得税实际上效果并不显著。

### 2.2 申请资助流程复杂、程序繁琐

大学生在申请资助的过程中,面临着效率低、流程多等问题。申请到财政资金的支持需要经过层层审核,资金申请到位所需的时间很长。而且很多情况下资金不能及时到位甚至不能到位,使得创业者在进行一个项目时耽误的时间过久,无论是对创业项目本身或是创业者自身来说都存在不可避免的影响。财政针对大学生自主创业政策缺乏系统科学的研究体系,缺乏对财政资金的监管,使得原本有限的资金支持变得更加微薄,难以保证高校毕业生的创业需求。

### 2.3 创业服务体系不完善,提供的创业服务单一

目前,国家缺少体系健全的创业服务机构和咨询机构,不能提供系统、全面的创业服务。刚刚进入社会的大学生正面临着创业,每个人都是满怀激情,但当创业遇到困难时,难以找到专业的创业咨询机构和创业服务机构,困难无法得到解决,影响创业进展甚至被迫放弃创业。此外,社会还没有形成良好的创业氛围,缺乏优质的创业教育。有些高校没有积极的引导学生去创新创业,只是让即将毕业的学生外出找工作。对于大学生自身来说,大部分学生更希望去企业找一份稳定的工作,创业缺少冲劲和热情,尤其是在创业的迷茫期,大部分还是会选择放弃创业,去企业找一份工作就业。

### 2.4 大学生本身创业能力不强

国家重视并支持大学生创业,由此制定了支持大学生的各项政策。但是,仍然存在大学生中只有少数选择创业,而且成功率低、创业水平低的现象。这其中最根本的还是大学生自身的原因。

首先,大学生缺乏创新和创业产品的简单化<sup>[6]</sup>。创新精神是决定企业成功的重要因素。大学生创业产品水平低,技术含量低,大学生的管理能力和创新能力不高。理性的创业心理是大学生自主创业成功的基石。部分大学生贸然创业,依靠短暂的冲动推动创业行为,或者是由于看到其他人创业成

功就做出创业决定,然而并没有看到成功企业家在创业前所做的准备和创业过程中的艰辛。所以大学生创业前应该对自己有一个理性而全面的认识,并且有一个成熟的创业项目、长远的创业规划和高效的创业团队。

其次,大学生缺乏高效的团队管理能力。由于大学毕业生可能是第一次创业,再加上刚刚步入社会,大学生还不能很快适应作为一个管理者的身份,对于如何打造一个高效的团队缺少经验,团队缺乏明确的分工和定位,从而使得各自的特长无法充分发挥。尤其是对于从来都没有接触过管理课程学习的学生来说,对于管理者这个身份还十分陌生,管理一个团队存在诸多困难。

再次,公司缺乏合理的竞争战略,缺少核心竞争力。对于在高新技术产业创业的大学生而言,一方面,一味地模仿先前产品,缺少技术创新,很难吸引新的消费者;另一方面,不能制定合理的市场竞争策略和营销方案也是大学生创业的一大瓶颈。

最后,大学生缺乏创业资金。融资困难是民营企业特别是小微企业面临的重大问题。许多中小企业融资受限,还有一些中小企业在刚刚起步阶段由于没有资金周转而面临倒闭。

### 3 针对大学生创业扶持的政策建议

#### 3.1 增加专项财政资金规模,扩大税收优惠的范围以增加政策激励程度

资金筹集是大学生创业面临的最主要问题。为了缓解大学生创业的资金压力,政府建立了专项资金。为了扩大资金来源,可借助社会的力量。政府要引导社会大众和成功企业家加入进来,筹集资金,设立大学生创业基金。政府可设立专项基金以资助大学生创业时所需的资金支持,将资金聚集到一起,合理的规划安排,制定相对应的配套措施,并设立有效的监督管理机制,将财政支持创业者的资金真正用到实处,解决大学生创业初期的融资难题。

将社会上的流动资金最大限度地引向大学生所创办的项目企业。同时,财政政策需要一款长期有效的运行机制,以解决大学生创业初期的资金缺少的困难。开拓多样化的融资路径,解决融资渠道单一化的问题。以财政资金为导向为大学生自主创业寻找更多的投资机构,无论是时兴的银行融资还是发展前景巨大的风险投资,政府都应该积极引导以发挥民间资本的最大效用。

目前,国家财政支持大学生创业政策中涉及的税种范围狭窄,税收优惠程度相对有限。未来,国

家可扩大税收优惠和税收范围。一方面,可以实行低税率,对于刚刚成立的公司免征企业所得税。适当地提高所得税的起征点,完善针对大学生创业的税收豁免和延期纳税等相关政策<sup>[6]</sup>。这样,可从多个方面减少大学生创业的压力。另一方面,营造良好竞争的创业环境,更好地激励大学生创业。

#### 3.2 简化资助申请流程,完善申请机制

大学生创办的企业要获得资助需经历多个部门的审核,程序之繁琐影响了创业效率。而对于初出社会的大学生而言,追赶时间的同时才能把握机遇。政府应该明确各部门的权力范围,将权力与责任化分清晰,解决干扰高效办公的不利因素,提高办事效率。同时制定相应的监管机制,以监督工作人员是否在其位谋其事,充分发挥其能动性和积极性。

同时,扩大优惠政策的受众人群,降低市场准入门槛。在初步创办企业时,按照各行各业的特点,适当地放宽资金和人员的准入限制。

#### 3.3 改善创业服务体系,提供优质的创业教育

鼓励建立创业服务机构。政府可对建立的创业服务机构给予一定的奖励和资助。创业服务机构根据大学生创业的具体内容和创业计划书分析其创业项目的风险程度和预测该创业项目的成功概率,对创业方案不合理的地方给予一些可行性的建议<sup>[7]</sup>。同时,严格审理大学生创业的资格,若符合政策优惠条件,提醒大学生前去办理。创业大学生可能并不是在自己本科范围里面要求大学生具备管理知识,具有很强的综合能力和综合素质。这些在学校的创业课程中可以进行一些模拟测试或者社会实践,来提升大学生的综合素质,因此高校里的创业服务体系也不能忽视<sup>[8]</sup>。

在提供创业教育方面,可以开设创新创业班,有创业想法的大学生可获得更为系统的培训,因为大学生创业过程中最缺乏的就是创业经验<sup>[9]</sup>。一方面,让成功的企业家教授他们创业的心得。另一方面,让学生到市场上做调研,了解市场行情,做好迎接挑战的心理准备和提高心理素质。

当今,互联网发展迅速,数字时代已到来,网络是大学生接触最多的媒介。因此,媒体、网络等都是宣传创业优惠政策的重要渠道。政府可以在官网、公众号推送政策和详细解读,让大学生关注这些公众号,每天打卡学习。

### 4 总结

随着教育质量的提高,部分大学生不选择就

业,而是选择创业。但是与其他发达国家相比,中国无论是创业率还是创业的成功率都稍显薄弱。第一,社会缺少对大学生创业的正确引导。大学生正处在一个繁荣而充满激情的时代,很容易随波逐流并且盲目自信。政府和学校要积极引导大学生建立理性的心态。大学生的创业心理比较成熟,方能取得创业的成功。第二,把创业书面化,社会并未提供真正的创业环境。目前,许多的创业计划大赛正如火如荼地展开。然而,创业计划书只是纸上谈兵,应要求大学生根据自己的商业计划书执行自己的商业计划,方能知道计划书的可行性,这样创造的创业环境才能真正激发大学生的创业激情。即使失败也能吸取教训,找到失败的根源。

为了提高大学生创业的成功率,国家出台了許多支持大学生创业的财政政策。地方政府也出台了财政政策来支持大学生的创业。但是,各地的优惠政策存在差异,其取得的效果各有不同。

创业虽然困难,但仍有许多创业成功的案例。大学生需树立信心。一方面,政府努力为大学生自主创业营造良好的外部环境,解决政策上分散性和非系统性的突出问题,积极引导各个部门为高校大学生提供优质便捷的服务渠道,加强各方合作为创业者创造更多的外部支持。引导高校创新教育内容,将创业教育列入重点教学内容中,培养符合社

会发展的新型创业人才。另一方面,大学生要不断提高自身的综合素质,端正自己的创业就业态度,不断充实自己的创业知识储备,积极参与一些创业培训和创业教育,坚定创业的决心,寻找合适的创业项目。利用国家搭建的创业平台,再加上自身过硬的综合能力,创办企业的成功率必定会大大提高。

### 参考文献

- [1] 张玉领.我国现阶段大学生就业困难的原因及对策分析[J].河南机电高等专科学校学报,2011,19(3):71-73.
- [2] 刘雪,路遥,仲伟伟.大学生就业现状及对策研究[J].学理论,2013(4):111-112.
- [3] 刘甲朋,郑玲.大学生创业财税扶持政策研究述要[J].中国大学生就业,2014(14):29-34.
- [4] 梁冬.新形势下大学生创业现状与对策分析[J].广东农工商职业技术学院学报,2013(2):27-29.
- [5] 赵志军.关于推进创业教育的若干思考[J].教育研究,2006(4):71-75.
- [6] 袁先海.大学生创业政策探析[J].科技创业月刊,2006(2):50-51.
- [7] 叶映华.大学生创业政策的困境及其转型[J].教育发展研究,2011(1):40-44.
- [8] 马艳波,于丹.大学生创业支持政策体系完善[J].人民论坛,2015(36):45-47.
- [9] 张秀娥,张坤.创业教育对创业意愿作用机制研究回顾与展望[J].外国经济与管理,2016(4):105-114.

## Study on Related Policies of Financial Support for College Students to Start Their Own Businesses

XU Zheng-yan

(Business School, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

**Abstract:** Under the national call of mass entrepreneurship and innovation, college students have made great progress in entrepreneurship and accounted for a higher and higher proportion. On the basis of the research on entrepreneurship of college students, this paper analyzes the existing problems in the policy of financial support for university students' entrepreneurship. It is found that the state has insufficient publicity of financial support policies, insufficient entrepreneurship education for college students, limited financial support funds and a lack of perfect entrepreneurship service system. Therefore, in order to better help college students start their own businesses, government should improve the support policies for college students to start their own businesses, improve the level of entrepreneurship education, improve the entrepreneurship service system, etc. At the same time, college students should improve their own comprehensive quality, so that the success rate of entrepreneurship increases steadily.

**Key words:** financial support; college students; entrepreneurship

# 游客视角下婺源县乡村旅游数字化发展满意度研究

任以胜<sup>1,2</sup>, 查志敏<sup>1</sup>, 程玥涵<sup>1</sup>, 丁 颖<sup>1</sup>, 董羽婷<sup>3</sup>, 陈文捷<sup>4</sup>

(1. 安徽师范大学 经济管理学院, 安徽 芜湖 241002; 2. 安徽师范大学 乡村振兴研究院, 安徽 芜湖 241002;  
3. 安徽师范大学 数学与统计学院, 安徽 芜湖 241002; 4. 安徽师范大学 计算机与信息学院, 安徽 芜湖 241002)

**摘要:**基于游客感知视角,以婺源县 14 个乡村旅游景区为研究对象,采用层次分析法(AHP)构建评价指标体系,运用模糊评价法和 IPA 分析法开展研究。结果表明:婺源县乡村旅游数字化建设的整体感知绩效值为 5.01 分,介于“较满意”和“满意”之间;婺源县乡村旅游消费支付方式感知绩效评分最高,为 5.042 分,环境安全监测的感知绩效评分最低,为 4.821 分;游客对婺源县乡村旅游设施和旅游管理保持着较高的关注度;游客对婺源县乡村旅游数字化发展的不满意主要集中在交通设施、安全监测、管控秩序、环境卫生、产品价格等方面。

**关键词:**乡村旅游;数字化;层次分析法(AHP);模糊综合评价;IPA 分析

**中图分类号:**F59      **文献标志码:**A      **文章编号:**1671-1807(2021)10-0161-08

随着国家整体经济日益提振,旅游产业结构愈加完善,旅游产业规模日渐扩大。在国家政策方针的指引与广阔消费市场的推动下,旅游业逐渐成为推动区域经济发展、服务理念革新、居民生活观念转变的新动能。2015 年全域旅游发展战略的实施,致使国内旅游产品与服务品质明显提升,消费者逐渐转变消费观念,在一定程度上拓宽了旅游消费市场。2019 年,中国境内旅游首次突破 60 亿人次的大关,同比增长 8.4%,全年旅游最终总收入同比增长 11.1%,达到 6.63 万亿元。2020 年,由于新冠疫情暴发,国内旅游人次同比减少 52.06%,旅游总收入减少至 1.8 万亿元。随着后续疫情的严峻形势不断缓和,出行管制逐步放开,城乡居民被压抑的旅游需求日益强烈,旅游产业经济逐渐恢复。疫情对旅游产业的冲击在客观上也迫使其进行发展模式的调整变革,以缓解疫情影响带来的经济下行压力。

乡村旅游在现代旅游体系中占据着重要席位,对乡村农业现有的生产结构进行增补改良,有助于“三农”问题的解决。乡村旅游的发展能够改善农民生活,为农村就业提供机会,为乡村振兴、其他相关产业发展增添动力。学术界在乡村旅游的概念界定<sup>[1-2]</sup>、影响因素<sup>[3]</sup>、目的地的开发与管理<sup>[4]</sup>、旅游

规划<sup>[5]</sup>、动力机制<sup>[6]</sup>、可持续发展<sup>[7]</sup>等方面已经开展了大量的研究。大数据、云计算、人工智能的广泛应用,为乡村旅游数字化建设奠定了坚实的基础。在乡村旅游发展的新形势下,众多新模式也应运而生。个性化定制、预约打卡、视频营销、特色产品线上采购等开始成为乡村旅游产业转型发展的新路径,“乡村旅游+数字化”就此成为乡村旅游新阶段发展的重要趋势。

目前,数字化与乡村旅游的深度融合为推动乡村旅游地区经济发展提供强劲动力。现代化数字技术在推动乡村旅游产业结构转型升级的过程中发挥着重要作用,有助于促进乡村旅游产业化发展,扩大乡村旅游市场规模。数字化信息技术是乡村旅游地数字化建设的技术保障,支撑着乡村旅游朝现代化方向稳步发展。利用数字信息平台最大限度地整合分散的乡村旅游资源,有利于充分发挥乡村旅游目的地优势。以互联网为媒介进行乡村旅游信息数据分析并对其品牌进行推广宣传,在提升乡村旅游的影响力与知名度的同时,也能够刺激消费者的旅游需求以扩大乡村旅游消费市场。“乡村旅游+数字化”的发展模式已经取得了丰硕的成果,乡村旅游的信息服务体系也日臻完善。乡村旅

**收稿日期:**2021-05-26

**基金项目:**安徽省教育厅人文社科研究重点项目(SK2020A0092);2020 年国家级大学生创新创业训练计划项目(202010370030)。

**作者简介:**任以胜(1988—),男,安徽肥西人,安徽师范大学经济管理学院,讲师,博士,研究方向为城市地理与城市经济;查志敏(2000—),女,安徽铜陵人,安徽师范大学经济管理学院,学生,研究方向为乡村旅游;程玥涵(2000—),男,河北张家口人,安徽师范大学经济管理学院,学生,研究方向为乡村旅游;丁颖(2001—),女,安徽怀宁人,安徽师范大学经济管理学院,学生,研究方向为乡村旅游;董羽婷(2000—),女,江西上饶人,安徽师范大学数学与统计学院,学生,研究方向为乡村旅游;陈文捷(2001—),男,安徽舒城人,安徽师范大学计算机与信息学院,学生,研究方向为乡村旅游。

游数字化技术的成熟有助于乡村旅游产业的新业态革新、乡村旅游资源的开发整合、乡村历史文化的保护传承等,乡村旅游数字化的发展正逐步走上正轨。因此,研究乡村旅游数字化发展具有现实意义。

乡村旅游数字化发展建设的相关问题已成为学术界和政府部门关注的热点话题之一。学术界提出以“数字化”作为乡村旅游的全新发展方向,从智慧化<sup>[8]</sup>、信息化<sup>[9]</sup>、数字化<sup>[10]</sup>等视角出发,对乡村旅游数字化发展和建设开展了大量研究。研究内容主要集中在概念探讨<sup>[11-12]</sup>、理论分析<sup>[13]</sup>、模式构建<sup>[14]</sup>、市场影响<sup>[15]</sup>、特征理解<sup>[16]</sup>、指标测量<sup>[17]</sup>、发展路径<sup>[18]</sup>和开发方向<sup>[19]</sup>等方面。通过构建硬件支撑体系、信息应用系统和感知价值评价指标<sup>[20-21]</sup>,描摹出乡村旅游数字化发展评价和开发路径的研究面貌,揭示出乡村旅游数字化与现代科学技术相结合的时代发展方向是智慧化和信息化的转型发展。同时,乡村旅游数字化的发展也会对游客的旅游需求产生影响,游客作为乡村旅游参与的主体之一,游客的感知体验也是评定乡村旅游数字化发展情况的重要方面。目前乡村旅游数字化发展仍处于探索阶段,国内外学者大多仅针对游客满意度<sup>[22]</sup>、目的地形象<sup>[23]</sup>等方面研究游客的旅游意愿对传统乡村旅游发展的影响,内容主要集中在乡村旅游公共服务改善<sup>[24]</sup>、基础设施建设<sup>[25]</sup>、乡村旅游产业升级<sup>[26]</sup>等方面。

综上所述,尽管目前学界对乡村旅游数字化的研究已经取得了丰硕的成果,但现有的研究对乡村旅游数字化发展的服务质量、效果评价、游客感知等方面关注较少。此外,研究主要从政府和企业的视角进行构想,缺少从游客角度进行乡村旅游数字化发展相关的研究,在一定程度上忽视了主体差异和关联效应。因此,从游客感知视角出发,对乡村旅游数字化发展进行研究具有明显的迫切性。本文以婺源县 14 个典型乡村旅游景区为研究对象,通过层次分析法(AHP)构建婺源县乡村旅游数字化发展的评价指标体系,运用模糊评价法和 IPA 分析法,从游客感知角度研究当地乡村旅游数字化发展的满意度,以期为推动数字融合背景下乡村旅游新业态发展提供参考。

## 1 研究区域、研究方法及数据来源

### 1.1 研究区域

婺源县隶属于江西省上饶市,与赣、皖、浙三省交界。婺源县凭借着优秀的资源环境、悠久的历史

文化、独特的民俗传统,已经形成了以“中国最美乡村”为名片的特色旅游产业链。为加快推进当地乡村旅游产业变革创新,全县以数字化赋能为转型发展的驱动力,实现乡村旅游产品和服务高质量发展。婺源县将信息化、智慧化、数字化等现代技术与乡村旅游相结合,有效提高了当地乡村旅游现代化发展水平。随着全域旅游发展战略的稳步实施,“乡村旅游+”等产业融合的新业态发展迅速,婺源县先后获得中国旅游强县、首批国家全域旅游示范区等国家级荣誉称号 30 余项。

婺源县全县乡村旅游景点数量众多并且特色各异,但各旅游景区大部分都是以独特的乡村民俗文化为主要特点。在“互联网+”跳跃式发展时代,婺源县以“全域旅游”发展为重点,旅游经济总量继续快速增长,旅游消费步伐加快,乡村旅游、徽文化、民宿等相关产业发展迅速。2019 年婺源县旅游综合收入 244.3 亿元,同比增长 11.0%;接待游客 2 463 万人次,同比增长 3.78%,实现年接待游客人次连续 13 年全省第一。2020 年上半年婺源县接待游客人次和旅游综合收入大幅下降。2020 年下半年,婺源县在稳步实施全域旅游发展战略的同时,以乡村旅游数字化发展为推动力,致力于推进当地经济复苏发展,实现乡村旅游业收入显著增长。

### 1.2 研究方法

通过网络渠道发放调查问卷,收集有关数据并进行分析。结合德尔菲法构建评价指标体系,采用层次分析法(AHP)衡量各级指标权重。根据模糊综合评价法构建游客满意度的判断矩阵,并计算各级指标的游客满意度评分。依据评分构建 IPA 象限图,比较游客对婺源县乡村旅游景区数字化建设的期望和景区的实际表现,以此分析婺源县乡村旅游景区数字化发展的优势与不足。研究方法如下:

#### 1.2.1 层次分析法

层次分析法(AHP)是将决策问题的有关因素分解为多个决策层,通过定性指标计算出各层次权数和总权重,以此将主观判断量化。详细的分析步骤可以归纳如下:

第 1 步,梳理各个因素间的相互关系,建立层次结构模型。针对具体的问题,分析影响决策目标的评价指标,确定各因素间严密合理的关系,并根据各因素间的关系构建目标层、准则层、指标层,得出层次结构模型。

第 2 步,构建判断矩阵。构造完成层次结构模型后,针对某一准则层,比较第  $i$  个元素与第  $j$  个元



素相对于上一层某个因素的重要性程度， $a_{ij}$  表示元素  $i$  相对于元素  $j$  的重要性。以此类推，假设共有  $n$  个元素进行比较，判断矩阵可表示为

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \tag{1}$$

第 3 步，一致性检验并层次排序。待各层次指标矩阵构建完毕，依次进行一致性检验，并基于判断矩阵计算同一层级上各因素的权重，并对权重进行排序，形成统一的评价指标体系。

1.2.2 模糊综合评价法

模糊综合评价法是指在面临抽象的、难以准确表述的问题时，采用模糊数学的方法从总体上评价受制于多种因素的对象，把定性评价转化为定量评价的一种综合评价的方法。具体的评价步骤如下：

第 1 步，构建评价的指标集。

$U = \{U_1, U_2, \dots, U_m\}$ ,  $m$  为评价指标数量。 (2)

第 2 步，建立评价的评价集。

$V = \{V_1, V_2, \dots, V_n\}$ ,  $n$  为评价等级数量。 (3)

第 3 步，进行单因素模糊评价，获得模糊矩阵。

$R_i = (r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{in})$ ,  $i = 1, 2, \dots, m$ ,

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix} \tag{4}$$

第 4 步，构建各指标权重。

$W = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_m)$ ,  $\sum_{i=1}^m \omega_i = 1$  (5)

第 5 步，计算整体评价集。

$B = W \times R = (b_1, b_2, \dots, b_n)$  (6)

第 6 步，对评价集  $B$  去模糊计算，即各指标评价价值  $E=B \times G$ ,  $G$  为评价集  $V$  各等级对应分值。

1.3 数据来源

为配合疫情防控工作的要求，本次研究在与婺源县政府相关人员、多个旅行社的工作人员、当地居民咨询沟通的前提下，选取了 3 个不同线路的 14 个典型乡村旅游景区作为样本，即月亮湾、李坑、汪口、江湾、晓起、篁岭、五龙源、江岭、彩虹桥、延村、李坑、灵岩洞、文公山、鸳鸯湖。主要以网络发放问卷的形式为主，样本调查时间为 2020 年 5 月至 2021 年 2 月，共计发放问卷 700 份，收回有效问卷 669 份，有效率为 95.57%。

2 结果分析

2.1 被调查者基本情况

根据游客特征调查情况可知(表 1)，男性游客 374 人，女性游客 295 人，男性人数偏多；年龄上，26~40 岁的人群占比最高为 44.1%；就学历而言，本科学历的游客占比最高为 44.69%；在职业构成中，被调查游客中企业/公司职员最多，占比 22.57%，其次学生占比 18.98%；游客有 18%来自江西省内，14%的游客来自江苏省，有超过 80%的游客来自江西省外；家庭人均月收入中占比最高的区间在 3 000~5 999 元，可见选择去婺源县乡村旅游的游客整体收入水平相对较高。

表 1 被调查者基本情况

项目	内容	频数/个	占比/%
性别	男	374	55.90
	女	295	44.10
年龄	小于 18 岁	17	2.54
	18~25 岁	193	28.85
	26~40 岁	295	44.10
	41~55 岁	115	17.19
	大于 55 岁	49	7.32
学历	高中及以下	118	17.64
	专科	147	21.97
	本科	299	44.69
	研究生及以上	105	15.70
职业	学生	127	18.98
	政府机关/事业单位职工	126	18.83
	企业/公司职员	151	22.57
	农民或工人	44	6.58
	个体经营者	117	17.49
	离退休人员	26	3.89
	自由职业者	76	11.36
	其他	2	0.30
人均月收入	3 000 元以下	163	24.36
	3 000~5 999 元	233	34.83
	6 000~8 999 元	182	27.20
	9 000 元及以上	91	13.60

此外，从获取婺源县旅游信息的渠道分析来看，绝大多数游客选择通过网络媒体/App 进行旅游信息搜集，占比达到 71.5%；超过 70%的游客在前往婺源县旅游前查询的信息主要包括交通、住宿、餐饮、门票、旅游产品购买、旅游景区相关介绍和其他游客的评价或交流反馈信息(如旅游攻略)等信息；83.26%的游客选择使用手机 App(微信、淘宝、携程、美团、飞猪等)购买婺源县旅游产品、服务等；在产品信息关注上，超过 50%的游客通常需

要了解产品的价格、种类、售卖地点、口碑评价等信息。

2.2 满意度分析

2.2.1 指标体系构建

通过查阅文献,整理得出乡村旅游数字化满意度评价的 4 个一级指标。以国内外专家学者对游客满意度的评述为依据,分析中国现阶段数字经济以及乡村旅游业发展状况。提取了餐饮、交通、娱乐、购物、价格感知、基础设施、安全保障等 27 项乡村旅游游客满意度评价指标。采用德尔菲法,邀请专家对 27 项评价指标进行评估和完善。在此基础上,结合婺源县乡村旅游数字化发展建设实际情况,最终确立了 4 个准则层, 14 个指标层。

2.2.2 指标层次分析

采用七分量表的评判法对婺源县乡村旅游数字化发展满意度评价的 14 个具体指标进行打分,满意度选项分为“非常满意”“满意”“较满意”“一般”“不太满意”“不满意”“非常不满意”7 项,分别赋予 7、6、5、4、3、2、1 共 7 个分值。

邀请相关专家设计各指标的关系权重,结合游客满意度调查问卷,计算各项指标所对应的选项得分均值。依据专家打分以及各指标选项的平均分,利用层次分析法(AHP)的思想构建判断矩阵,并进行一致性检验,获得游客对每项指标满意度的权重值。根据所建立的婺源县乡村旅游数字化游客满意度指标体系,综合分析游客评价,计算各指标权重以及相对应的组合权重(表 2)。

表 2 满意度评价准则层和指标层指标

准则层	权重	指标层	权重	指标来源
旅游设施 $B_1$	0.313	交通设施 $C_{11}$	0.247	[30-31]
		智能导游设施 $C_{12}$	0.254	[8]、[30]
		通信网络设施 $C_{13}$	0.249	[9]、[30-31]
		生态保护设施 $C_{14}$	0.250	[32-33]
旅游管理 $B_2$	0.456	安全监测 $C_{21}$	0.244	[28]、[33-34]
		管控秩序 $C_{22}$	0.251	[28-29]
		环境卫生 $C_{23}$	0.251	[28-29]、[34]
		投诉反馈 $C_{24}$	0.255	[28]、[33]
旅游产品 $B_3$	0.146	产品价格 $C_{31}$	0.330	[29]、[33-34]
		娱乐项目 $C_{32}$	0.338	[28]、[35]
		支付方式 $C_{33}$	0.363	[32]
旅游服务与形象 $B_4$	0.094	景区员工的服务态度 $C_{41}$	0.339	[28-29]
		景区志愿者的服务态度 $C_{42}$	0.351	[28]、[36]
		咨询服务质量 $C_{43}$	0.340	[35]

2.2.3 满意度评价

依据模糊综合评价法,首先确定游客满意度评价指标集  $B = (B_i)$ , ( $i=1,2,3,4$ ,分别代表 4 个准则层),下一级指标由  $B_{ij}$  构成,评价集  $V=\{\text{非常满意,满意,较满意,一般,不太满意,不满意,非常不满意}\}$ ,模糊关系矩阵  $R_i = (r_{ij})$ 。根据问卷数据可以得出每个指标  $B_{ij}$  隶属于评价集  $V$  的评价次数占总评价次数的比例  $r_{ij}$ ,对准则层的评价集和最终评价集去模糊化,分别得到准则层各指标的评价值及游客满意度的综合评价值。

使用 SPSS15.0 统计软件对 669 份问卷进行统计分析,得到总体感知绩效及各级指标感知绩效评价结果。在游客感知绩效满分为 7 分的情况下,被调查游客对婺源县乡村旅游数字化建设的整体感知绩效分值是 5.010 分,位于较满意和满意之间。

根据满意度评价结果,可以得出:

1)游客感知绩效评分在 5 分以上的为旅游设施(5.065)、旅游产品(5.106)、旅游服务与形象(5.039),且均超过总体整体感知绩效得分;旅游管理(4.951)的游客感知绩效分值在 5 分以下。说明婺源县乡村旅游数字化建设的成效得到了游客的普遍认可,但细化到各个具体指标上,满意度评价得分差距仍存在较大差异。这也反映出婺源乡村旅游数字化建设进程中比较注重硬件设施建设和改善,但在数字化管理体系等“软实力”建设上面稍有欠缺,导致游客对旅游的满意度未达到预期标准。从整体上看,游客对婺源县乡村旅游数字化建设的实际感知体验不是很理想,未达到“满意”的水平,还有待改善与提高。

2)支付方式的感知绩效得分最高为 5.042 分。

这说明婺源县乡村旅游数字化建设的最突出表现在旅游产品和服务的购买支付方面。信息技术的迅速发展,互联网环境的不断优化,以及网络安全建设的深入推进,支付宝、微信、网上银行等移动支付方式迅速普及,人们越来越倾向于通过数字化手段进行网络购买和移动支付。在中国乡村旅游向智慧化持续发展的稳定态势下,婺源县绝大部分乡村旅游目的地均充分利用移动互联网、物联网、手机 App 等新一代信息技术和工具,将数字化技术运用到景区基础设施建设和服务管理中。其中移动支付凭借自身的用户和场景多元化的优势,已经成为未来婺源县景区支付环境建设的主要方向,很大程度上满足了游客的游玩预期。

3)游客对婺源县乡村旅游的安全监测的感知绩效评分最低为 4.821 分,未达到“满意”的评价标准。这说明婺源县乡村旅游的数字化管理水平仍有待提升,主要是由于婺源县乡村旅游现有的数字化服务平台功能不够完善。物联网、云计算、大数据、智能终端等技术的迅速发展与广泛应用为婺源县乡村旅游数字化建设带来发展机遇的同时,也给安全管理、环境保护带来了一定的挑战。婺源县各乡村旅游地目前缺乏统一的信息共享渠道,未能实现及时有效的互联互通,导致游客无法快捷准确地获取相关旅游信息,游客满意度较低。同时,景区内部安全监测设施建设滞后,缺乏对各类旅游资源的实时监测和保护,游客管理存在安全隐患,环境管控也存在一定难度,从而降低了游客满意度。

4)智能导游设施(5.152)和景区志愿者的服务态度(5.146)游客感知绩效得分较高,均超过 5.14 分。游客对婺源县乡村旅游智能导游设施建设满意度较高,说明婺源县智慧乡村旅游基础设施建设取得较大的成效。游客可以在大数据等数字化技术的支持下,通过智能终端自行浏览景区地图,进行精准旅游线路规划,有效提高了游览效率并满足了游玩预期。婺源乡村旅游的服务指标得到了“满意”的评价,说明数字化技术的运用在一定程度上提升了婺源县乡村旅游的服务质量。婺源县正逐渐打破传统乡村旅游区域管理服务理念,借助于先进的信息技术手段实现景区服务和管理之间的便捷信息沟通,拓宽了信息共享、资源互通的渠道。为游客提供优质、高效率的旅游服务,从而提高了游客满意度。

2.3 满意度 IPA 分析

IPA 分析法,即重要性-表现程度分析法,其主

要原理是根据评价指标的重要性以及满意程度的水平的高低建立四象限矩阵,比较不同维度的重要度和表现,为决策者的决策提供支持。

从游客感知视角出发,将婺源县乡村旅游数字化发展各指标组合权重的总平均值 0.07、游客满意度的总平均值 5.01,分别作为横轴(重要性)和纵轴(满意度)的分割点,将 14 个指标分为 4 个象限,构建 IPA 象限分析图,进行重要性和满意度测评(图 1)。针对游客视角得到的 IPA 象限分析图,以第 I 象限(高重要,高满意)为“优势区”,明确婺源县乡村旅游数字化发展的优势及其方向;以第 II 象限(低重要,高满意)为“维持区”,总结婺源县乡村旅游数字化发展的次要优势及经验;以第 III 象限(低重要,低满意)为“机会区”,归纳婺源县乡村旅游数字化发展中可逐步改进的方面及其提升要求;以第 IV 象限(高重要,低满意)为“改进区”,分析婺源县乡村旅游数字化发展重点改善要素及其改进方向。

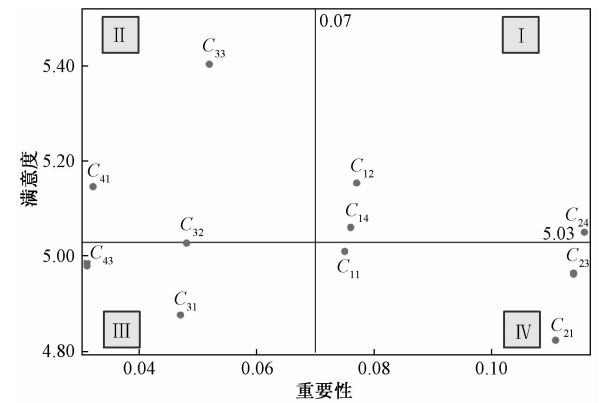


图 1 重要性-满意度 IPA 象限图

在第 I 象限“优势区”中,游客普遍对于智能导游设施 C<sub>12</sub>、通信网络设施 C<sub>13</sub>、生态保护设施 C<sub>14</sub>、投诉反馈 C<sub>24</sub> 的满意度和重视程度都很高,相较而言游客对智能导游设施 C<sub>12</sub> 更加重视且最满意。婺源县乡村旅游基础设施建设尤其是交通智能导游设施建设的数字化水平较高,满足了游客景区游玩自主导航和个性化导航的需求。游客对婺源县乡村旅游相关服务配套设施和信息通信及反馈机制持较满意的态度。婺源县乡村旅游的信息反馈机制建设数字化水平较高,游客利用智慧化信息平台进行投诉反馈,满意度较高。婺源县不断加强数字化基础设施建设,给游客的出行、游玩、信息查询等提供了便利,提高了游客对婺源县乡村旅游数字化发展的整体满意度。

在第Ⅱ象限“维持区”内,游客对于娱乐项目  $C_{32}$ 、支付方式  $C_{33}$ 、景区员工的服务态度  $C_{41}$  的满意度较高但重要性程度感觉较低。乡村旅游娱乐项目、支付方式与相关人员服务态度在一定程度上体现了旅游产品和服务的情况,旅游产品的质量和景区服务的优劣是影响乡村旅游发展质量的关键因素。婺源县各乡村旅游景区运用数字化技术提高了旅游产品和服务的质量,虽然游客在游玩期间,对于这些产品和服务的期望值不高,但对其满意度较高,在旅游过程中的实际体验高出了其原有预期。因此,旅游产品和服务是婺源县乡村旅游数字化建设的次要优势,仍需持续维持和发展。

在第Ⅲ象限“机会区”中,游客对产品价格  $C_{31}$ 、景区志愿者的服务态度  $C_{42}$ 、咨询服务质量  $C_{43}$  的重要性程度及满意度评价整体较低,其中游客对产品价格  $C_{31}$  满意度最低。游客对婺源县乡村旅游地的旅游产品价格不满意主要表现在部分景区门票价格过高等方面,且对景区咨询投诉相关渠道不完善、景区志愿者服务态度较差等表示较低的满意度。婺源县乡村旅游在相关配套服务和产品定价方面存在的问题,信息化技术投入不足,数字化建设滞后,游客对景区信息咨询、个人服务的需求不能被充分满足。这些都是婺源县乡村旅游数字化后续建设亟须改进和完善的重要方面。

在第Ⅳ象限“改进区”内,游客非常重视交通设施  $C_{11}$ 、安全监测  $C_{21}$ 、管控秩序  $C_{22}$ 、环境卫生  $C_{23}$ ,但是对现状的满意度评价相对较低。现代信息技术和手段的迅速发展与广泛应用为婺源县乡村旅游数字化建设带来发展机遇的同时,也增加了乡村旅游安全监测、管控秩序与环境治理的管理难度。婺源县乡村旅游没有足够重视景区数字化智慧平台的建设,未能充分地将数字化技术运用到乡村旅游景区的安全检测和环境治理中去,从而降低了游客的满意度,与预期的期望值有较大差距。加大对“改进区”的信息技术的投入和使用力度,是婺源县乡村旅游数字化发展的关键。因此,参考各评价指标的 IPA 发现,婺源县乡村旅游需重点改进的内容应包括旅游设施  $B_1$  和旅游管理  $B_2$  两个方面。

### 3 结论与讨论

#### 3.1 结论

1)游客对婺源县乡村旅游数字化建设的整体感知绩效分值是 5.01 分,介于“较满意”和“满意”之间。婺源县乡村旅游的旅游设施、旅游产品、旅游服务与形象的玩家感知绩效评分均在 5 分以上,且

超过总体整体感知绩效得分;旅游管理的游客感知绩效分值在 5 分以下,存在一定的改进和提升的空间。婺源县乡村旅游数字化建设进程中比较注重硬件设施建设和改善,但忽视了对乡村旅游数字化“软实力”等方面的建设,从而导致游客预期与实际体验存在较大差距。综合目前婺源县各乡村旅游景区的数字化建设和发展的实际情况来看,需要扩大数字化技术在景区旅游资源管理上的运用范围,搭建乡村旅游信息资源数据库,建立科学的乡村旅游环境评价体系和管理机制,提高景区管理数字化水平是婺源县发展数字化乡村旅游的现实需求。

2)游客对婺源县乡村旅游的消费支付方式感知绩效评分最高为 5.042 分,对环境安全监测的感知绩效评分最低为 4.821 分,尚未达到“满意”的程度。婺源县乡村旅游的智能导游设施和各景区内部分志愿者服务态度的游客感知绩效评分较高,均超过 5.14 分。随着婺源县乡村旅游数字化的持续发展,各地景区内部消费支付体系逐步完善,大部分游客对景区的娱乐休闲项目、旅游产品(包括门票、特产等)的价格、消费支付方式满意度都较高。婺源县乡村旅游的基础设施建设尤其是交通智能导游建设的数字化水平较高,能够基本满足游客出行游玩导航需求,游客对景区相关服务人员的服务态度和质量表示一定的认可。婺源县部分景区内部监测设施建设滞后,缺乏对各类旅游资源的实时监测和保护,游客管理存在安全隐患。因此,完善景区数字化服务平台功能,加强内部安全监测防范设施建设是实现婺源县乡村旅游数字化高质量发展的重要路径。

3)游客对婺源县乡村旅游数字化发展的旅游设施和旅游管理保持着较高的关注度。其中,游客对旅游设施的的关注点主要集中在景区的智能导游设施、通信网络设施、生态保护设施等方面,对旅游管理的关注点主要集中在景区的安全监测、管控秩序,环境卫生、投诉反馈等方面。婺源县乡村旅游数字化建设在交通设施方面已取得了较大的成效,依托于智慧化旅游基础设施建设为玩家提供了便利,在一定程度上提升了游客对婺源县乡村旅游数字化发展的整体评价。婺源县部分旅游景区旅游管理数字化发展程度仍有待提高,景区智能安全监管设施建设不到位,管理服务人员的素质参差不齐,无法满足婺源县乡村旅游地景区管理数字化建设的需求。运用数字化技术搭建乡村旅游信息资源数据库,完善智能乡村旅游信息管理分析系统,

是实现婺源县乡村旅游数字化发展的关键。

4) 游客对婺源县乡村旅游数字化发展的不满意主要集中在交通设施、安全监测、管控秩序、环境卫生、产品价格等方面。移动互联网、大数据、云计算、物联网、区块链、智能终端等技术的迅速发展与应用,为婺源县乡村旅游数字化建设带来发展机遇的同时,也加大了景区建设、环境保护、安全管理与服务等方面的管理难度。婺源县乡村旅游数字化建设在智能交通导游设施、安全预警监测、内部管控秩序、环境卫生、旅游产品价格设置等方面存在一定的缺陷。

### 3.2 讨论

面对疫情带来的挑战,如何以疫情防控为契机,加快数字化转型升级,是当今旅游业发展战略调整的重点。2020年,婺源县开始以数字化赋能为转型发展的驱动力,逐步推进线上旅游营销策略以及预约旅游等方案,促进了乡村旅游新业态、新模式的发展,有效缓解了经济下行和疫情冲击的双重压力。婺源县“乡村旅游+”融合的新兴发展模式不断涌现,为其他地区进行乡村旅游地数字化建设提供了发展经验。现如今中国大部分乡村旅游地都采用了一定的现代化信息技术手段,在环境保护、文物修护、安全管理、旅游营销等方面都促进了当地旅游的可持续健康发展。在移动互联网、大数据、智能终端等技术的广泛应用以及新冠疫情影响的背景下,乡村旅游与数字化、信息化技术相结合是未来旅游业发展的重要趋势。

目前学术界对乡村旅游数字化发展的研究尚处初步阶段,研究内容较重复单一,未来乡村旅游数字化发展在不同游客群体行为特征、乡村旅游数字化运营、协同效应等方面值得进一步探讨和深入研究。此外,本文仅采取线上发放问卷的形式收集游客信息,调查群体分布相对不均,且游客来源地分布区域也存在一定的偏差。同时,本文仅从游客感知视角分析来评价乡村旅游数字化的发展情况,研究视角比较单一,且选取的研究数据较窄,仅仅是关注婺源县部分乡村旅游数字化发展的游客满意度分析,在一定程度上不具有普适性,是未来需要改进之处。

### 参考文献

- [1] 何景明,李立华. 关于“乡村旅游”概念的探讨[J]. 西南大学学报(社会科学版),2002,28(5):125-128.
- [2] WALL G. Peripheral area tourism[J]. Annals of Tourism Research,1998,25(2):522-523.

- [3] 马斌斌,陈兴鹏,马凯凯,等. 中国乡村旅游重点村空间分布、类型结构及影响因素[J]. 经济地理,2020,40(7):190-199.
- [4] 陈佳,张丽琼,杨新军,等. 乡村旅游开发对农户生计和社区旅游效应的影响——旅游开发模式视角的案例实证[J]. 地理研究,2017,36(9):1709-1724.
- [5] WANG L E, CHENG S K, ZHONG L S, et al. Rural tourism development in China: Principles, models and the future[J]. Journal of Mountain Science,2013,10(1):116-129.
- [6] 苏飞,王中华. 乡村振兴视域下的中国乡村旅游——发展模式、动力机制与国际经验借鉴[J]. 世界农业,2020(2):115-119,127.
- [7] 陆林,任以胜,朱道才,等. 乡村旅游引导乡村振兴的研究框架与展望[J]. 地理研究,2019,38(1):102-118.
- [8] 左晶晶,唐惠沁. 智慧旅游建设对游客满意度的影响——基于上海迪士尼乐园的研究[J]. 消费经济,2020,36(5):79-89.
- [9] 向征,丁于思,黎颀. 信息技术与旅游:从数字化到信息加速时代[J]. 旅游学刊,2020,35(1):11-12.
- [10] 王朝辉,汤陈松,乔浩浩,等. 基于数字足迹的乡村旅游流空间结构特征——以浙江省湖州市为例[J]. 经济地理,2020,40(3):225-233,240.
- [11] 张凌云,黎颀,刘敏. 智慧旅游的基本概念与理论体系[J]. 旅游学刊,2012,27(5):66-73.
- [12] LI Y, HU C, HUANG C, et al. The concept of smart tourism in the context of tourism information services[J]. Tourism Management,2017,58(2):293-300.
- [13] BRONSON K. Smart farming: Including rights holders for responsible agricultural innovation[J]. Technology Innovation Management Review,2018,8(2):7-14.
- [14] 彭丽,谭艳,周继霞. 基于智慧旅游背景下的乡村旅游发展模式研究——以重庆合川区为例[J]. 农业经济,2014(12):49-50.
- [15] 荣慧芳,陶卓民,李涛,等. 基于网络数据的苏南乡村旅游客源市场时空特征及影响因素分析[J]. 地理与地理信息科学,2020,36(6):71-77.
- [16] 袁宇阳. 信息化背景下智慧乡村的特征、类型及其实践路径[J]. 现代经济探讨,2021(4):126-132.
- [17] 杨艳,丁正山,葛军莲,等. 江苏省乡村旅游信息化与区域旅游经济耦合协调关系[J]. 经济地理,2018,38(11):220-225.
- [18] 屈学书,矫丽会. 乡村振兴背景下乡村旅游产业升级路径研究[J]. 经济问题,2020(12):108-113.
- [19] ZHANG L. Intelligent tourism route recommendation method based on big data[J]. International Journal of Autonomous and Adaptive Communications Systems,2020,13(4):1.
- [20] 韩学伟. 基于智慧旅游的新一代农家乐建设初探[J]. 中国农业资源与区划,2017,38(3):202-207.
- [21] 文仆. 桂林市乡村旅游产业智慧化发展评价及指数研究[J]. 中国农业资源与区划,2018,39(10):246-250.

- [22] MALEKI F, GHOLAMIAN A. Antecedents and consequences of ethnic tourist satisfaction: the moderating role of ethnic identity[J]. *Journal of Heritage Tourism*, 2020 (1): 1—15.
- [23] 宋章海. 从旅游者角度对旅游目的地形象的探讨[J]. *旅游学刊*, 2000, 15(1): 63—67.
- [24] 高楠, 张新成, 王琳艳. 中国乡村旅游公共服务水平时空格局与形成机理[J]. *地理科学*, 2021, 41(2): 252—260.
- [25] 何成军, 李晓琴, 曾诚. 乡村振兴战略下美丽乡村建设与乡村旅游耦合发展机制研究[J]. *四川师范大学学报(社会科学版)*, 2019, 46(2): 101—109.
- [26] 孙婧雯, 马远军, 王振波, 等. 基于锁定效应的乡村旅游产业振兴路径[J]. *地理科学进展*, 2020, 39(6): 1037—1046.
- [27] KHAN M, KHAN A, HASHIM H. Tourist satisfaction index for tourism destination, integrating social media engagement into the european customer satisfaction index: A conceptual paper[J]. *International Journal of Research in Business and Social Science*, 2020, 10(9): 72—90.
- [28] 董观志, 杨凤影. 旅游景区游客满意度测评体系研究[J]. *旅游学刊*, 2005, 20(1): 27—30.
- [29] 周杨, 何军红, 荣浩. 我国乡村旅游中的游客满意度评估及影响因素分析[J]. *经济管理*, 2016, 38(7): 156—166.
- [30] 黄晶, 刘红旭, 王文鸽. 基于游客满意度的天津市旅游公共服务设施属性分类研究[J]. *现代城市研究*, 2020(12): 64—71.
- [31] 生延超, 吴昕. 游客满意度的网络关注度演变及空间差异[J]. *经济地理*, 2019, 39(2): 232—240.
- [32] 王蓉, 黄朋涛, 胡静, 等. 基于网络游记的婺源乡村旅游体验研究[J]. *资源科学*, 2019, 41(2): 372—380.
- [33] 朱莉华, 侯一蕾, 温亚利. 基于 DEA-模糊综合评价的游客满意度研究——以秦岭地区生态旅游景区为例[J]. *宁夏社会科学*, 2018(3): 236—242.
- [34] 孙枫, 汪德根, 牛玉. 生态文明视角下旅游厕所建设影响因素与创新机制——基于游客满意度感知分析[J]. *地理科学进展*, 2016, 35(6): 702—713.
- [35] 李瑛. 旅游目的地游客满意度及影响因子分析——以西安地区国内市场为例[J]. *旅游学刊*, 2008, 23(4): 43—48.
- [36] 陈永昶, 徐虹, 郭净. 导游与游客交互质量对游客感知的影响——以游客感知风险作为中介变量的模型[J]. *旅游学刊*, 2011, 26(8): 37—44.

## Tourist Satisfaction Research on the Rural Tourism Digital Development in Wuyuan

REN Yi-sheng<sup>1,2</sup>, ZHA Zhi-min<sup>1</sup>, CHENG Yue-han<sup>1</sup>, DING Ying<sup>1</sup>,  
DONG Yu-ting<sup>3</sup>, CHEN Wen-jie<sup>4</sup>

(1. School of Economics and Management, Anhui Normal University, Wuhu Anhui 241002, China;

2. Institute of Rural Revitalization, Anhui Normal University, Wuhu Anhui 241002, China;

3. School of Mathematics and Statistics, Anhui Normal University, Wuhu Anhui 241002, China;

4. School of Computer and Information, Anhui Normal University, Wuhu Anhui 241002, China)

**Abstract:** Based on the perspective of tourists' perception, the 14 rural tourist attractions were taken in Wuyuan County as research objects. The evaluation index system was constructed by AHP. Fuzzy comprehensive evaluation method and IPA analysis method are comprehensively adopted to carry out the further research. The results indicate that: The overall perceived performance value of tourists to the digital construction of rural tourism in Wuyuan County is 5.01 points, which is between "satisfactory" and "satisfactory". The highest score of tourists' perceived performance on the payment method of rural tourism consumption in Wuyuan County is 5.042 points, and the lowest on environmental safety monitoring is 4.821 points. Tourists keep a high-profile attention on the tourism facilities and management of the digital development of rural tourism in Wuyuan County. There are widespread complaints about the digital development of rural tourism in Wuyuan County, mainly focusing on transportation facilities, safety monitoring, control order, environmental sanitation, product price and so on.

**Key words:** rural tourism; digitization; analytic hierarchy process (AHP); fuzzy comprehensive evaluation; importance-performance analysis (IPA)

# 基于多层路径规划的自动布线优化研究

王永忠, 徐天羿, 李佳骏, 千月欣, 王楷文

(中国民用航空飞行学院 空中交通管理学院, 四川 广汉 618307)

**摘要:**为实现大规模集成电路中的“自动布线问题”,首先针对单层平面内通道自动布线问题使用 A\* 算法,发现上下引脚连接线路发生路径冲突时,单通道自动布线问题无解。对多层数电路通道自动布线使用 Floyd 算法建模,分别对每层线路进行优化。构建基于遗传算法的 A\* 目标函数最优化自动布线模型,来解决三维空间结构优化、系统整体布线距离优化以及金属线与通孔寄生电阻最小化问题。之后使用样本测例对建立的模型进行验证,提出新的解决路线。

**关键词:**集成电路;A\* 算法;Floyd 算法;遗传算法;路径规划

**中图分类号:**TN47      **文献标志码:**A      **文章编号:**1671-1807(2021)10-0169-06

大规模集成电路是利用半导体技术把大量电子元件集成在特定的极小空间或平面内,具有特定功能。由于集成电路内部元器件数目巨大,需要借助电子设计自动化工具(EDA)来完成电路设计与实现<sup>[1]</sup>。在集成电路设计的多个阶段中,“物理设计”作为其中的重要阶段,需要把器件摆放在合适的位置,然后用金属线连接器件实现连接关系。建立连接关系是 EDA 工具需要解决的重要问题,简单来说就是“自动布线问题”。在自动布线过程中,因为要考虑金属线的寄生电阻对整条线路性能的影响,所以需要使自动布线长度最小化。

本文的主要目的是在一个横向的自动布线区域内,使用最短最优的路径规划模型,将顶部和底部用金属线经过特定方格进行连接。众所周知,多层电路板上的金属线只能被允许沿着直线或直角(方格)放置,连接特定的方格(引脚)以至于不引起短路或者断路情况的发生<sup>[2]</sup>,只有当空间相邻电路板层间采用通孔连接的时候,共用方格才不会导致短路或断路,否则不能同时占用一个方格。连接过程中,要求整体连接路径最短,互不交叉,用金属线将相应的引脚连通起来。假设“上引脚坐标”和“下引脚坐标”的第  $i$  个数分别为  $a_i$  和  $b_i$ ,它们表示需要连接第 1 行的第  $a_i$  个格点与第  $n$  行的第  $b_i$  个格点。

## 1 自动布线建模

### 1.1 自动布线模型理论介绍

Dijkstra 算法<sup>[2]</sup>最早于 1959 年提出,用于找到指定的两个节点相互之间的最短路径,也可用于从指定点到剩下各点的最短距离,此算法目前为止被认为是求解无权网络最短路径问题的最佳方案。标号法是它在计算中使用的典型方法,思想是从物体所在位置为起点遍历图中所有的节点,迭代检查所有待检查的节点,并把与其相邻的未检查的节点加入待检查节点行列,不断向外扩展,直到到达目标节点。需要注意的是,Dijkstra 算法默认各个路径可以相互交叉,共用同一节点<sup>[3]</sup>。

A\* 算法<sup>[4]</sup>是在 1968 年首次由 Peter Hart、Nils Nilsson 及 Bertram Raphael 教授提出,该算法实际上是针对 Dijkstra 最短路径算法的进一步补充改进。与 Dijkstra 算法相比,A\* 算法具有启发式搜索方式。当前常见的启发式搜索方式是当我们在当前被搜索的某个节点往后继续选择临近的另一个节点时,采用一个函数进行选择(该函数又被称为启发函数),其目的在于找到代价最小的节点来作为下一步的起始搜索节点<sup>[5]</sup>。具体运作步骤如下:

1)把起始位置加入到一个已经排序的“path”列表。

2)当“path”列表不为空时,找出离目标点代价最低的点作为当前点。

**收稿日期:**2021-05-28

**作者简介:**王永忠(1968—),男,四川成都人,中国民用航空飞行学院空中交通管理学院,教授,硕士,研究方向为飞行环境研究;通信作者徐天羿(1997—),男,江苏南京人,中国民用航空飞行学院空中交通管理学院,硕士研究生,研究方向为空中交通运行环境。

- 3)将当前点放入一个“close list”列表中。
- 4)对周围各点进行处理,若此点可以通过并且不在“close list”列表中,再次处理。
- 5)当该点是目标点时,则设当前点为父节点,退出循环,设置已经找到路径标记。
- 6)当该点不在“path”列表时,计算此节点到目标节点的代价,把当前点作为父节点,并添加到“path”中。
- 7)若该点位于“path”中,就可以比较该点与当前点通往目标点的代价,假如当前点的代价较小,那就可以把当前点作为该点的父节点,再重新计算得到通往目标点的代价,并将之前的“path”进行再次排序。
- 8)完成以上一系列循环后,若已经找到最优路径,就从目标点开始,倒着查找各节点的父节点,直到开始点,这样就可以形成一条路径。

A\* 算法流程如图 1 所示。

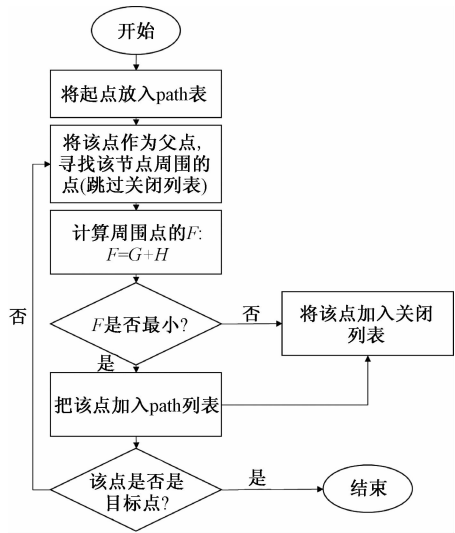


图 1 A\* 算法流程

在地图上,当规定了各个节点之间的垂直、水平以及对角线代价后,在计算沿特定路径从起点到某一格节点的值时,可以依照路径的方向增加代价和求解。从起点到某一格节点的值估算在网格地图中常见的有曼哈顿距离 (Manhattan distance)、对角线距离 (diagonal distance) 以及欧几里得距离 (Euclidean distance)。

曼哈顿距离为两节点之间南北方向的距离加上东西方向上的距离,函数表示为

$$D(i,j) = |X_i - X_j| + |Y_i - Y_j| \tag{1}$$

式中,  $D(i,j)$  代表曼哈顿距离。

在对角线距离中,不仅可以计算正方向上的距

离,而且允许作对角运动。欧几里得距离也可称为直线距离,它计算出来的是物体可沿任意方向运动的距离。

为使问题简单化,便于分析,做出以下假设:

- 1)假设金属线与引脚连接处为直接对接,不存在金属线缠绕废料问题。
- 2)假设单位金属线引入的寄生电阻大小相等。
- 3)假设每单位长度的通孔引入的计生电阻大小相等。
- 4)假设在多层金属布道中,电路端口只位于最顶层上。

1.2 单层电路通道自动布线建模

“自动布线”问题,其实就是找平面内各线路之间不交叉、路径最短线路<sup>[6]</sup>。显然 Dijkstra 算法不能满足其线路不交叉要求。另外,实际设计中,金属线只允许沿着直线或直角(方格)放置的限制决定了在使用最短路径算法时距离值为曼哈顿距离。所以构建一个 A\* 算法模型来解决布线问题。

在此模型中,前半部分各起点与终点先进行连接,在确定一部分最优路径后,把已有的路径作为障碍物,确保在剩下的路径规划中不重复使用同一方格。A\* 算法的启发式搜索方式正好可以自动排除已占方格<sup>[7]</sup>,从剩下的闲置方格中选择最短路径。分别选取测例 1、测例 2 以及测例 3 中的数据进行分析。

表 1 所示的测例 1,在 4×7 的网格上连接上 3 下 1、上 5 下 4、上 6 下 7。在 Dijkstra 最短路径和 A\* 算法模型输入原始数据,经过计算得到图 2 所示的自动布线图,各自动布线无交叉,各起点与终点之间路径距离最短。

表 1 测例 1 数据

自动布线空间	宽	4		
	长	7		
引脚信息	引脚对数目	3		
	上引脚坐标	3	5	6
	下引脚坐标	1	4	7

同理,截取测例 2(表 2)和测例 3(待连接上下坐标错综复杂)中的数据进行模拟操作<sup>[8]</sup>,发现系统得不出合适的路径规划图,说明按测例 2 和测例 3 中的要求,没有符合规定的最优平面自动布线图。由此,得到的规律是:在平面自动布线图中,当连接的上引脚坐标和下引脚坐标标号大小出现乱序时,金属通道自动布线问题无解。只有连接的上下引



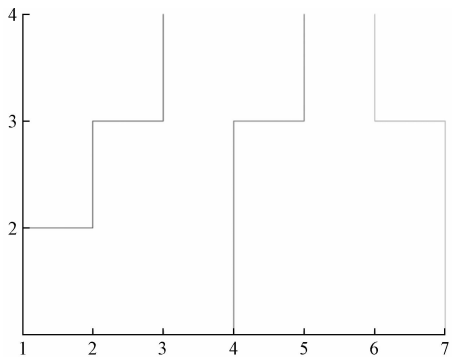


图2 测例1自动布线图

脚坐标分别按序排列,大坐标对应大坐标,小坐标对应小坐标时才有最优的通道自动布线方案。

表2 测例2数据

布线空间	宽	6				
	长	12				
引脚信息	引脚对数目	5				
	上引脚坐标	1	5	6	8	12
	下引脚坐标	3	10	2	4	9

1.3 多层电路通道自动布线建模

相较于 Dijkstra 算法依次改变起点的办法计算最优路径,Floyd 算法<sup>[9]</sup>更加简便,可较为直接地求出网络中任意两点间的最短距离。这种算法是用动态规划类算法来求得加权图(本文中为多层电路通道图)中多源点之间的最短路径。

为计算方便,常令网络的权矩阵为  $\mathbf{D} = (d_{ij})_{n \times n}$ ,  $l_{ij}$  为  $v_i$  到  $v_j$  的距离。其中

$$d_{ij} = \begin{cases} l_{ij}, & (v_i, v_j) \in E \\ \infty, & \text{其他} \end{cases} \tag{2}$$

算法的基本步骤如下:

- 1)输入权矩阵  $\mathbf{D}^{(0)} = \mathbf{D}$ 。
- 2)计算  $\mathbf{D}^{(k)} = (d_{ij}^{(k)})_{n \times n} (k = 1, 2, 3, \cdots, n)$ , 其中  $d_{ij}^{(k)} = \min[d_{ij}^{(k-1)}, d_{ik}^{(k-1)} + d_{kj}^{(k-1)}]$ 。
- 3)  $\mathbf{D}^{(n)} = (d_{ij}^{(n)})_{n \times n}$  中元素  $d_{ij}^{(n)}$  就是  $v_i$  到  $v_j$  的最短路长。

多层电路布线问题其实就是寻找空间最短路径问题,为使问题简单化,先只考虑最多包含 3 层的“通道自动布线”。已知不同金属层可以共用一个方格,但是需要付出相应电阻增大的代价,为使整个系统电路性能达到最优,不得不在自动布线最短的基础上考虑共用方格数最少,即使用通孔数量最少。设计尽量使各个路线分布在 3 个单独的平面上,最后在各层端口安装通孔实现连接。

以测例 2,表 2 所示的数据为基础,构建初始输入权矩阵,经过计算得到图 3 所示的空间三层通道自动布线方案。

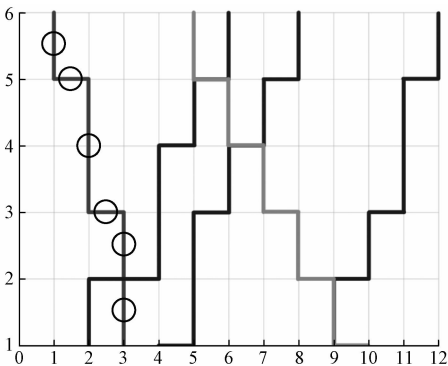


图3 测例2空间三层自动布线图

在图 3 中<sup>[10]</sup>,圆圈线路位于最底层,普通灰色线路分布于中间层,普通黑色实线线路在最上层。以分自动布线路最多的第三层为基础层,从其他层分别连接垂直通孔即可使使用通孔数降到最低,同时实现点对点的对接。此时,整个测例 2 系统中使用通孔数为 6 个。另外,各路线的长度从图中一目了然,达到最短要求。

2 多层电路通道自动布线模型优化

遗传算法是基于达尔文的“物竞天择”生物进化论原理引入计算机仿真中优化参数,形成相应编码的随机化搜索的优化算法<sup>[11]</sup>。它于 1975 年首次被 J. Holland 教授提出,主要特点是对结构对象进行直接操作,排除了函数连续性和求导的限制;具有更好的全局寻优能力;可以自动获取、指导优化的搜索空间,不需要确定的规则;系统自适应地调整搜索方向,可用来解决复杂的非结构性问题<sup>[12]</sup>。其计算的基本流程如下:

- 1)定义适应度函数,记种群规模为  $N$ ,交叉率为  $P_c$ ,变异率  $P_m$ 。
- 2)生成初始种群  $S_0$ 。
- 3)计算适应度  $f$ 。
- 4)条件满足,退出,否则继续。
- 5)选择,生成种群  $S_1$ 。
- 6)交叉,随机选取若干个染色体,组成种群  $S_2$ 。
- 7)变异,变异的次数为  $m = P_m Nl$ ,组成种群  $S_3$ ,再次循环,直至条件满足。

在模型优化中,根据实际情况,增加了通孔制造工艺带来的任意两个通孔间距必须大于等于 2 个格点的约束。选择遗传算法对 A\* 算法进行优化<sup>[13]</sup>,把遗传算法的全局寻优能力和自适应能力与

A\* 的启发式搜索方式相结合,从单层优化拓展到三维复杂空间。其模型流程具体如图 4 所示。

以测例 3 中的数据为源,在计算机中实现操作后可得到图 5 所示的通道自动布线图。

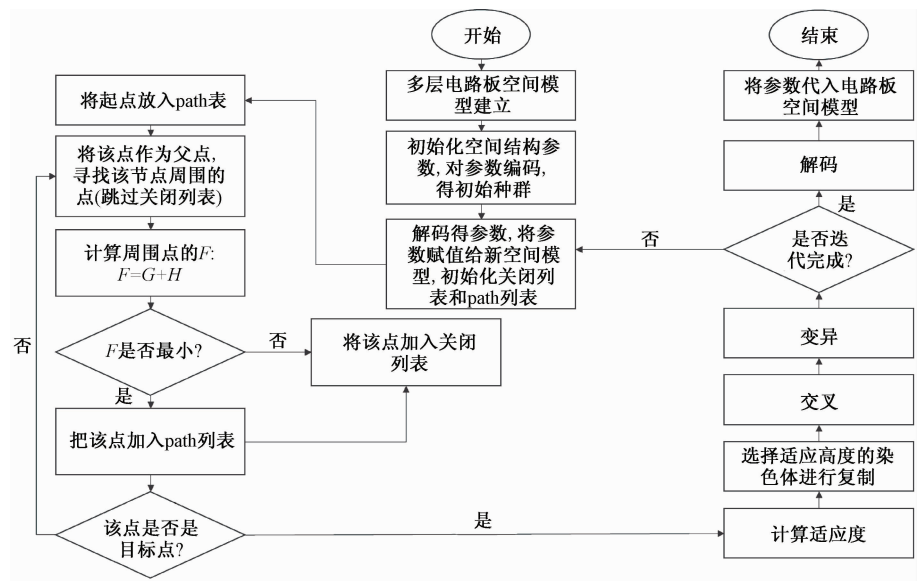


图 4 基于遗传算法的 A\* 目标函数最优化模型流程

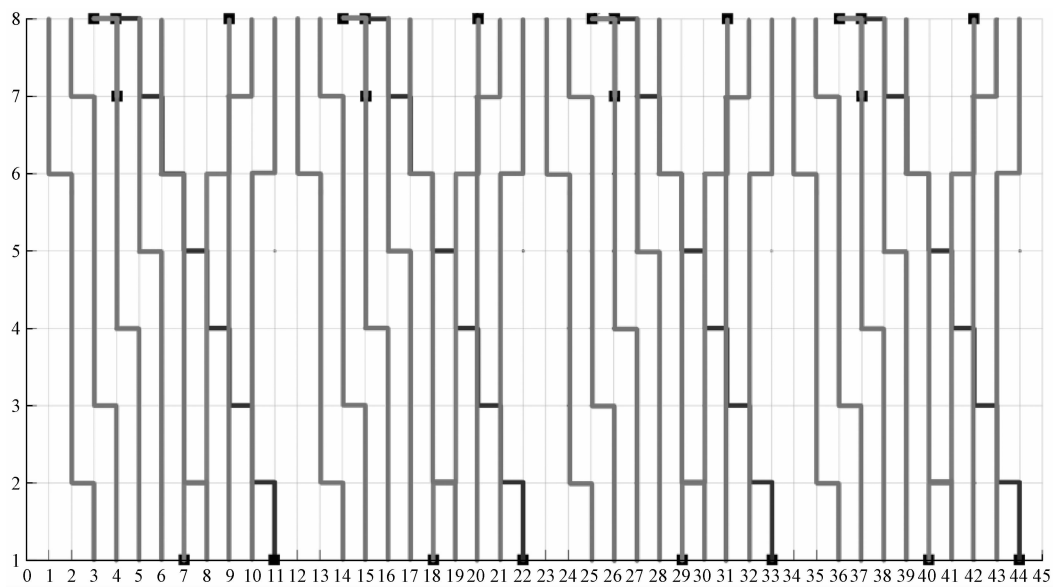


图 5 测例 3 通道自动布线图

单从测例 3 的数据来看,包含信息量大,若不使用特殊方法,很难理清数据内容,保证系统整体最优。各层面内,各线路分布状况通过图表方式被表达得淋漓尽致。正如图 5 所示,使尽可能多的不交叉线路分布在一个平面上,同时在这个平面上设置接点(根据实际,设置接口面位于最上层)。其余无法优化的路线在其临近的分层上继续选择最多的不交叉线路进行自动布线,按照此方法循环,直至所有需要的布线全部分布在 3 个层面<sup>[14]</sup>。最后再

用通孔实现起点和终点的连通,连接方式可从图 6 测例 3 通道自动布线三维结构图中得以体现,任意两个通孔间距满足大于等于 2 个格点的要求。在图 5 中,最深的黑色线路位于最底层,最浅的黑色线路位于中间,其余实线分布于最上层,在图 6 中,各层之间的黑色线是甬道。在使用基于遗传算法的 A\* 目标函数最优化模型后,进化迭代图如图 7 所示,得到最终迭代 77 次优化后的测例 3 总单位电阻长度达到最优。

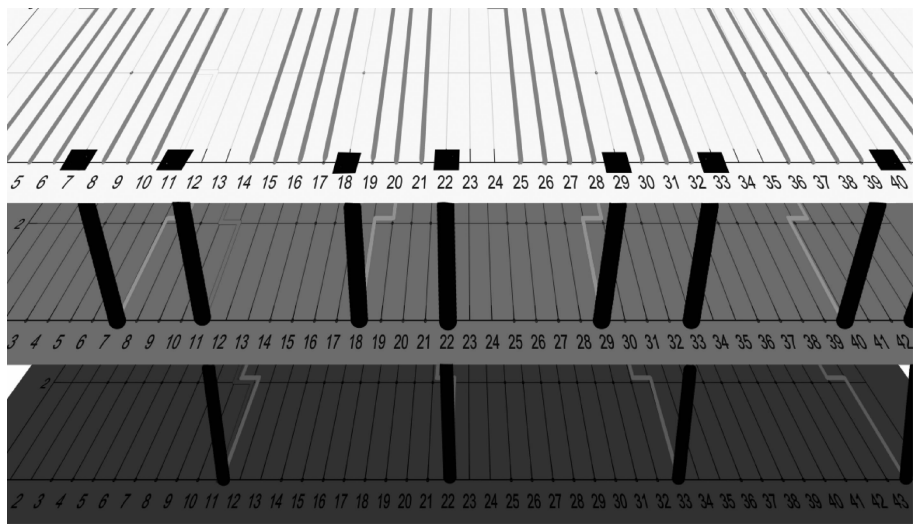


图6 测例3通道自动布线三维结构图

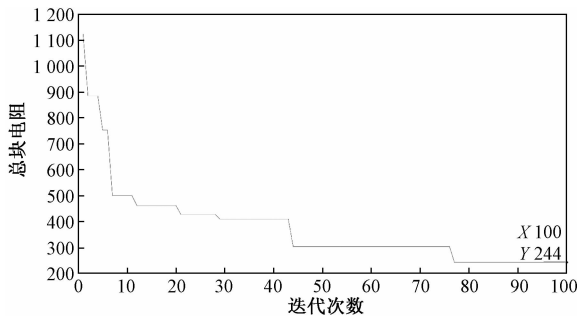


图7 测例3通道自动布线进化迭代图

3 总结

针对大规模集成电路中的“布线问题”做出合理的解决方案。在建模过程中，一方面要考虑路径最短，另一方面要确保整个系统寄生电阻最小。

在单层电路通道自动布线问题中，考虑到同一方格只能单独使用，各电路之间不存在交叉的局限，排除 Dijkstra 算法，使用可以自动避开交点的 A\* 算法。通过建模得到测例 1 的最优通道布线方案。以测例 2 和测例 3 的数据为基础进行验证，发现由于上下引脚对应连接编号大小方向不一致，使得平面内没有最优布线方法。由此得到在平面布线图中，当连接的上引脚坐标和下引脚坐标标号大小出现乱序时，单通道布线问题无解。

在多层电路通道自动布线问题上，由于平面层的增加，使线路连接方案大大增多。此时不仅要考虑系统线路最短无交叉问题，还不得不在乎因通孔的引入致使电路寄生电阻成倍增大的问题。使用典型的最短路径模型——Floyd 算法，优先在同一平面上进行最短路规划，不能满足条件的线路跨层

分布，逐层筛选，直到所有点完成连接。

基于遗传算法的多层电路通道自动布线优化模型存在通孔距离约束。在模型上使用基于遗传算法的 A\* 目标函数最优化模型，在多层电路通道自动布线问题基础上，用 A\* 算法使尽可能多的电路分布在最顶层，保证同一平面内的路径最短。再依靠遗传算法，按离基准层最近原则（离基准层越近的层，层内电路条数越多）进行保持各通孔间距大于等于 2 个方格的布线。最后使用测例 3 中的数据进行验证，得到最优的布线图，可见模型具有较好的可行性。

关于大规模集成电路中的“自动布线问题”的数学模型，利用 3 种算法建立自动布线模型，并利用现有的样本测例对 3 种模型做了验证，基于遗传算法的 A\* 目标函数得到最优化自动布线模型，为大规模集成电路中的“布线问题”提供参考。

参考文献

[1] 侯旺超,梁华国,宋钦,等.联合 mRMR 算法和 BP 神经网络的集成电路测试方法[J/OL]. 微电子学:1-7[2021-06-29].  
https://doi.org/10.13911/j.cnki.1004-3365.200606.

[2] 潘丽娅,王懿霖,李柏彦,等.半导体集成电路的崭芯未来  
半导体集成电路人才创新创业联盟在天津市西青区成立[J]. 求贤,2021(2):18.

[3] 刘明艳.集成电路设计方法及 IP 设计技术的研究[J]. 电子测试,2021(4):12-14.

[4] 储泽楠,赵凯,宋倍倍.平滑改进 A\* 算法在无人机航迹规划中的应用[J]. 计算机时代,2020(2):54-57,66

[5] 鲁力.基于 A\* 路径算法的单发失效应急航线设计研究[J]. 科技创新与应用,2021(11):47-49.

[6] 张志文,张鹏,毛虎平,等.改进 A\* 算法的机器人路径规划

研究[J]. 电光与控制, 2021, 28(4): 21—25.

[7] 邱晓鹏, 王丽君. 基于 Floyd 算法的最短路径优化研究[J]. 太原师范学院学报(自然科学版), 2019, 18(2): 53—56, 67.

[8] 卢立果, 刘立越, 鲁铁定, 等. 一种改进的 Floyd 算法[J]. 东华理工大学学报(自然科学版), 2019, 42(1): 78—81.

[9] 吴海峰. 最短路径算法——Dijkstra 及 Floyd 算法[J]. 中国新通信, 2019, 21(2): 32—33.

[10] 杜文丽, 原亮. 遗传算法的特点及应用领域研究[J]. 科技信息(科学教研), 2008(10): 31, 54.

[11] 李嘉铭, 陈恒, 吴涛. 基于离散粒子群及遗传算法的配网转供电寻优方案研究[J]. 科技创新与应用, 2021(11): 118—120.

[12] 李岩, 袁弘宇, 于佳乔, 等. 遗传算法在优化问题中的应用综述[J]. 山东工业技术, 2019(12): 242—243, 180.

[13] 郑翔. 无线可充电传感网络的节点监控与充电路径规划研究[D]. 淮南: 安徽理工大学, 2020.

[14] 王文焕, 郭鹏, 詹荣荣, 等. 基于最短路径算法的继电保护数据模型结构及搜索优化[J]. 电机与控制学报, 2021, 25(1): 68—78.

## Research on the Optimization of Integrated Circuit Automatic Routing Based on Multi-layer Path Planning

WANG Yong-zhong, XU Tian-yi, LI Jia-jun, QIAN Yue-xin, WANG Kai-wen

(Air Traffic Management College, Civil Aviation Flight University of China, Guanghan Sichuan 618307, China)

**Abstract:** In order to realize the “automatic wiring problem” in large-scale integrated circuits for the problem of automatic routing of channels in a single-layer plane, the A\* algorithm is used to find that there is a path conflict between the upper and lower pin connection lines, and the single-channel automatic routing problem has no solution. Floyd algorithm is used to model the automatic routing of multi-layer circuit channels, and each layer of the circuit is optimized. A genetic algorithm-based A\* objective functions optimization automatic wiring model is constructed to solve the problems of three-dimensional spatial structure optimization, overall system wiring distance optimization, and metal wire and via-hole parasitic resistance minimization. After that, sample tests cases are used to verify the established model, and a new solution is proposed.

**Key words:** integrated circuit; A\* algorithm; Floyd algorithm; genetic algorithm; path planning

# 职业成长与工作满意度:研究述评与展望

陈永伟<sup>1</sup>, 李文蓉<sup>1</sup>, 庄佳强<sup>2</sup>

(1. 浙江工商大学 经济学院, 杭州 310018; 2. 中南财经政法大学 财政税务学院, 武汉 430073)

**摘要:**工作满意度因其蕴含的福利意义以及能够反映从业人员的主观工作态度而受到学术研究和政策制定者的广泛关注。系统梳理了有关工作满意度研究的概念内涵及测度方法演进,并在此基础上根据中国劳动市场特征,有针对性地从业成长角度,特别是从业成长所包含的收入报酬、职位晋升、职业能力发展与职业目标进展 4 个方面重点归纳并评述职业成长影响工作满意度的理论研究进展、机制作用路径与主要实证结果。总结了现有研究的不足及针对中国研究可拓展的方向。

**关键词:**工作满意度;职业成长;收入;晋升

**中图分类号:**F272.92   **文献标志码:**A   **文章编号:**1671-1807(2021)10-0175-11

伴随中国经济由高速增长向高质量发展转变,产业结构调整以及当前宏观经济面临的不确定性冲击都对就业形势产生了较大压力。因此,稳定就业也成为现阶段政府工作的一项主要任务。但是,从劳动者个体的微观调查来看,在岗员工对其自身工作的满意度水平却并不太高。根据智联招聘公布的调查结果<sup>①</sup>,2020 年中国白领工作者的满意度得分仅为 2.36(满分为 5)。考虑到近年来劳动者的工资收入呈现持续增长趋势,由此值得思考的问题是,在收入增长以及外部就业压力突显的双重背景下,为什么就业工作者对自身工作的满意度评价却仍然在低位波动?为理解这一问题,本文对现有工作满意度的研究文献进行梳理,并从中探寻影响工作满意度评价的理论机制。特别地,考虑到中国劳动市场出现的一个典型变化是,新生代员工逐渐成为劳动市场的工作主力,并且,这些员工主要出生市场化改革的转型时期(20 世纪 80—90 年代),独特个性的形成以及多样化的价值观念也引导了这些员工在就业市场中的职业发展取向<sup>[1]</sup>。鉴于此,本文将从这一角度着重梳理职业成长对工作满意度的影响,从而为当前中国劳动市场中的工作满意度评价提供有针对性的启示。

根据 Liu 等<sup>[2]</sup>给出的定义,职业成长是指个人不断提高能力,承担更多的责任并丰富相关工作经验,进而实现职业目标的过程,反映了当前所从事的工作对于实现未来个人职业目标的促进作用。学术界多数研究也将职业成长划分为收入增长、职位晋升、职业能力发展与职业目标进展 4 类<sup>[3-4]</sup>。基于此,本文在梳理职业成长对工作满意度的影响时也将从上述 4 个方面展开。需要说明的是,工作收入是劳动者进行就业选择与工作评价时重点参考的因素,现有文献对这一方向给予了更充分的关注,也积累了更丰硕的成果,因此,本文在梳理职业成长与工作满意度关系时对工作收入部分将进行单独梳理。

本文工作的意义主要体现在两个方面:①对职业成长与工作满意度关系的深入考察,可以为理解并刻画中国劳动市场中新生代员工的满意度评价机制提供建模方向。同时也认为,在现有理论的基础上引入中国劳动市场中特定的制度性因素,这也将进一步丰富和扩展理论研究的前沿边界。②从研究应用的角度看,中国目前正在经历人口老龄化与人口红利效应的逐渐消退,准确理解影响劳动者工作满意度的内在机理,有助于进一步完善劳动市

**收稿日期:**2021-05-28

**基金项目:**国家自然科学基金(71773144);教育部人文社会科学研究规划基金(17YJC790014)。

**作者简介:**陈永伟(1981—),男,浙江金华人,浙江工商大学经济学院,教授,博士,研究方向为微观计量经济、产业经济与劳动经济;李文蓉(1997—),女,甘肃靖远人,浙江工商大学经济学院,硕士研究生,研究方向为产业经济学;庄佳强(1980—),男,浙江宁波人,中南财经政法大学财政税务学院,教授,博士,研究方向为地方政府税收、财政政策与货币政策协调配合。

**注:**① 根据该调查,劳动者的工作满意度评价持续在低位波动。其中,2017 年满意度调查得分为 2.64,2018 年为 2.97,2019 年为 2.38,2020 年为 2.36。

场政策,提高劳动者对工作的认同感和获得感,激发其创新精神与工作效率,从而为经济的高质量发展与转型提供微观动力。

本文简要回顾工作满意度的内涵及其测度方法,重点论述收入报酬在工作满意度评价中的激励效应,分析职业成长对工作满意度的影响,着重从职位晋升、职业能力发展和职业目标进展3个方面进行系统梳理,总结性评述与针对中国实践的研究展望。

## 1 工作满意度的内涵及测度

学术界对工作满意度的内涵存在多种不同的理解,这些理解既加深了对工作满意度含义的系统认识,同时也构建了后续有关工作满意度研究多个发展方向的理论基础。总体来看,现有文献对工作满意度的内涵界定主要分为整体性定义和因素性定义两种类型。

整体性定义侧重于从单一层面阐述工作满意度。例如,Hoppock<sup>[5]</sup>认为,工作满意度是就业者对于工作环境的主观感受以及在生理和心理上获得的满足程度。Freeman<sup>[6]</sup>则认为,工作满意度主要是指个人对工作状况给出的积极评价程度。Locke<sup>[7]</sup>从价值观的角度来定义工作满意度,他指出,工作满意度是一种愉悦或积极的情绪状态,这种状态产生于个人从工作中体验到的自我价值的实现程度,因此,从长期来看,工作满意度的高低主要依赖于工作所能提供的价值与个人价值观之间的差异程度。

因素性定义则从多个层面对工作满意度的内涵进行阐述,这种观点通常认为,工作满意度是就业者对其工作的多方面评价和情感反应。比较典型的是,Clark和Oswald<sup>[8]</sup>将工作满意度设定为工资收入、工作时间、工作特征和个人特征的效用函数。此外,Kosteas<sup>[9]</sup>也认为,工作满意度是个人从工作各个方面获得的效用水平加总。

基于上述对工作满意度内涵的两种不同理解,现有文献也提出了单一整体法和综合评分法两种思路来测度工作满意度。其中,单一整体法主要是通过调查受访者“你对目前工作的满意程度如何?”来获得工作的整体性评价<sup>[10-11]</sup>。通常,这种方法用序数值来表示整体满意度水平,序数值越大表示满意度的评价越高,因此,度量方法具有简便性。但是,这种方法的前提是,假设个人能够综合权衡工作的不同特征,进而对满意度水平给出全面评估<sup>[12]</sup>。另外,由于满意度指标是一种主观心理评

价,会受到过去一段时间工作经历的影响,并且,离调查时间越近的经历会对受访者的影响越大,甚至受访者当时所处的环境以及心理状态都有可能影响评价结果。因此,如果使用单一指标来度量满意度水平会承受更多的噪声扰动,这也使得部分文献对这种度量方法的可靠性产生了怀疑<sup>[13]</sup>。

综合评分法是通过问卷设计,从工作收入、人际关系以及价值实现等多个方面来综合反映工作满意的程度。在这一指导思想下,目前使用较多的测度方法包括工作满意度量表(minnesota satisfaction questionnaire)、工作满意度调查表(job satisfaction survey)和工作满意度指数(job satisfaction index)等。部分文献也根据实际研究需要,对工作满意度的测量方法进行改进。例如,Gaziloglu和Tansel<sup>[14]</sup>将工作满意度的测量简化为工作影响力、薪酬、成就感和从工作中获得的尊重感4个方面。为了研究相对收入对工作满意度的影响,Card等<sup>[15]</sup>在满意度指数的构建中引入了收入公平性因素。

综合评分法的优势是,可以从多个维度来综合判断个人的工作满意程度,从而也为研究者深入分析影响工作满意度的理论机制及潜在因素提供了多种可能的视角。但是,这种方法也具有一定的局限性。具体来看,综合评分法赋予各项反映工作满意度的指标以固定权重,这种设定方式难以体现不同个体对评价指标的异质性感受,因此,度量结果并不一定能够客观反映个体对工作满意度的真实评价。并且,不同的综合评分方法对指标维度的划分方式也不尽相同,如Bryson等<sup>[16]</sup>将工作满意度的测度从薪酬和非薪酬两个层面来划分,Seara等<sup>[17]</sup>则从基本需求、社会和心理需求以及自我实现3个层面来设置指标维度,这也使得不同测度结果在横向间缺乏可比性。

由此可见,有关工作满意度的测度仍然存在可拓展的空间。部分学者也尝试将上述两种方法进行混合使用。例如,Clark<sup>[18]</sup>首先从收入、职位晋升、同事关系与工作自主权等方面对工作满意度进行深入调查,然后再使用单一指标综合考虑各方面因素,“您对您目前工作的总体满意度如何?”来进行测度,由此不仅可以获得个人对工作的总体评价,同时也可以对影响工作满意度的各类因素进行细致分析,产生更具针对性的研究结论。Gambacorta和Iannario<sup>[19]</sup>首先通过调查方式得到就业人员对工作满意度的整体性评价,继而关注工作收入、工作

特征以及个体因素与工作满意度的关系,在此基础上再对整体性的评价结果进行修正,从而降低工作满意度的测量误差。

## 2 收入与工作满意度

工作收入是包含于职业成长范围内的一项重要内容,也是劳动者在做出就业选择和工作评价时的重要参考依据。因此,现有研究对于工作收入与工作满意度之间的关系也进行了较为深入并且是系统的讨论,归纳来看,这些研究主要从绝对收入和相对收入两个方面展开。

### 2.1 绝对收入与工作满意度

从理论上讲,收入通常与居民的消费、生活质量以及社会地位相联系,因此,较高的收入通常也被认为能够带来较高的工作满意度<sup>[18]</sup>。部分学者对两者之间的关系进行检验,发现收入增长确实提高了工作满意度水平<sup>[20-21]</sup>。但是,也有文献指出,收入对工作满意度的影响在长期内会不显著,导致这一现象的原因在于,个体存在对收入的适应性特征,即收入增长在短期内可以提高就业者的工作满意度,但是,随着个体对新收入水平的适应,工作满意度也会逐渐回归到原有状态<sup>[22]</sup>。Diriwachter 和 Shvartsman<sup>[23]</sup>使用德国经济社会的长期面板数据研究发现,收入增长对工作满意度的促进作用确实是短暂的,并且,这种作用效果取决于个体对收入增长的适应程度以及适应的调整时间。具体来看,劳动者的工作满意度水平在收入增长的前一年就会出现上升,并在实际收入增长的后一年内达到最大值,随后逐渐下降,在 4 年后恢复至原有水平。Judge 等<sup>[24]</sup>使用元分析方法对收入与工作满意度之间的长期关系进行估计,结果表明,收入水平与工作满意度之间的相关系数为 0.15,与收入满意度之间的相关系数为 0.23,两者均仅呈现微弱的相关性。

在发现收入增长并不能使就业者长期保持较高的工作满意度水平后,部分学者尝试分析收入的小幅持续增长对工作满意度的激励效应,但是研究却发现,收入持续增长与工作满意度之间存在非线性激励关系。比较有代表性的是,Grund 和 Sliwka<sup>[25]</sup>发现,收入-工作满意度的关系曲线具有先上升后下降的倒“U”形。随着收入增长,工作满意度会相应提高,但是在收入进一步增长并超过某一阈值后,收入再增长所带来的边际效用会下降,甚至可能会出现负效用。这主要是因为随着收入增长,工作中面临的压力和挑战也会上升,劳动者为获得

收入增长所需付出的努力和牺牲也会越多,由此产生的焦虑感会降低劳动者的工作满意度。此外,王红芳等<sup>[26]</sup>认为,除了物质需求外,劳动者还有心理需求,而收入增加无法满足他们的自主性和归属感等心理需求,还会对他们的工作-家庭平衡、身体健康等产生负面影响,因此,工资收入增长并不能无限地提高劳动者的工作满意度,即两者之间存在非线性关系。

也有文献指出,收入增长对工作满意度的影响依赖于收入增长的原因、方式以及收入现状。如果提高收入是为了补偿加班或者工作量增加带给员工的负面影响,那么,收入增加并不能显著提高员工的工作满意度<sup>[27]</sup>。Shikdar 和 Das<sup>[28]</sup>调查了渔业重复任务中的工作满意度状况,他们发现,收入增加可以提高员工的工作绩效,但是对员工的工作满意度并没有影响,因为收入增加只是消除了员工对高强度工作的不满。Bryson 等<sup>[20]</sup>发现,如果选择以绩效奖金、利润分红以及股份分配的方式提高员工的收入,不但可以缓解员工因工作条件不利而产生的不满情绪,还可以提高他们的工作满意度以及组织忠诚感。于潇等<sup>[29]</sup>发现,收入增加对工作满意度的促进作用还与就业者的收入现状相关,对于城镇人口,收入增长需要达到一定程度才能显著提高他们的工作满意度,而农村人口对收入的小幅增长就会表现出较高的敏感性,其中的区别在于城镇人口的平均收入水平要高于当地农村人口。

### 2.2 相对收入与工作满意度

除了绝对收入,相对收入也是影响工作满意度的重要因素,这主要来源于社会中普遍存在的攀比心理。Card 等<sup>[15]</sup>对此做了实验,他们在加州 3 个大学中随机选取一部分员工,并告知员工可以查询到其他职员工作信息的电子网站,结果发现,在被告知的员工中,有 87% 的人查询了自己同部门同事的收入信息,54% 的人查询了自己同一单位、不同部门同事的收入状况,大约 25% 的人查询了其他单位员工的收入水平。由此认为,就业者存在普遍关心自身相对收入的行为,并且这种行为会对工作满意度产生显著影响。也有研究者发现,相比绝对收入,相对收入对工作满意度的影响会更显著。例如,Montero 和 Vázquez<sup>[30]</sup>对比分析了绝对收入和相对收入对工作满意度的影响,结果表明,他人(参照组)收入增长 10%,需要员工自身的绝对收入增长 24.9% 作为补偿,才能保持原来的工作满意度不变。

从理论上,相对收入与工作满意度的关系会因收入所带来的信号效应和地位效应而产生差异。信号效应理论表明,他人收入增加会向员工自身传递一个积极的信号:即未来自己也可以通过努力获得这样的收入,此时,他们会增加对自身工作的认可并增强对未来的信心,工作满意度水平也会随之提高。地位效应理论则恰好相反,这种理论认为,他人收入增加会使个人产生嫉妒心理,尤其是当收入差距不断扩大且他人收入增加比自身更加容易时,这种感受会更强烈,员工对自身的工作满意度水平也会更低<sup>[31]</sup>。例如,Godechot 和 Senik<sup>[32]</sup>对相对收入与工作满意度之间的关系进行研究发现,在公司内部,因工资上涨所引起的信号效应和地位效应会同时作用于工作满意度。其中,如果是公司员工收入分布中位数水平的上升,这会向全体职员发出积极的信号效应,使大家认识到并逐步增强对公司及个人发展前景的信心,因此,满意度水平也会更高。并且,这一效应对35岁以下年轻员工的影响会更加显著。但是,如果仅是公司前1%员工的收入增长则会引发地位效应,这会显著降低其他职员的工作满意度。

也有学者试图探索信号效应与地位效应对工作满意度影响的作用大小。Gao 和 Smyth<sup>[33]</sup>研究发现,中国改革开放使得人们的收入水平和生活水平出现显著提高,但是同时,收入差距也在进一步增大,因此,他们认为由收入增长产生的信号效应会难以抵消由差距扩大带来的地位效应,因此,劳动者的整体工作满意度呈现下降现象。Card 等<sup>[15]</sup>认为,相对收入对工作满意度的影响依赖于员工自身所处的收入水平,即这种效应会存在典型的非对称性。具体来看,公司内前1%高收入员工的工资上升会降低中位数以下员工,尤其是处于四分之一分位数以下低收入员工的工作满意度,但是这种上升对收入中位数以上员工的工作满意度没有显著影响。Clark 等<sup>[34]</sup>研究发现,相对收入增长所产生的信号效应对于75%~90%收入分位数员工的正向影响显著,而且,这种效应在男性员工中的作用表现会更大,但是,信号效应对于10%收入分位数以下的员工几乎没有影响。

此外,选择不同的参照对象,并由此计算的相对收入对工作满意度的影响也会产生差异。例如,Kifle<sup>[21]</sup>采用两种方法来设定参照对象,一种是根据年龄、性别和教育等个体特征匹配得到“相似群体”,并计算该群体的平均收入作为相对收入,另一

种是使用身边同事作为“相近群体”并计算该群体的平均收入作为相对收入,研究发现,由前一种方法得到的相对收入对工作满意度的影响不显著,但是,由后一种方法得到的相对收入会显著影响劳动者的工作满意度水平,特别是,当员工自身收入相对同事出现大幅增长时,他们的满意度水平会显著提高。不同的是,Diriwachter 和 Shvartsman<sup>[23]</sup>发现,虽然与同事相比,个人收入上升会产生额外的正效用,但是这种效用是短暂的,他们也使用适应性理论来解释这一现象,认为随着员工对相对收入上升的适应,工作满意度会逐渐降低,并通过实证发现在两年后恢复到原来的水平。Godechot 和 Senik<sup>[32]</sup>还发现,当劳动者与组织外同行业的其他职员收入进行比较时,地位效应对工作满意度的影响更显著。

### 3 职业成长与工作满意度

职业成长是劳动者进行职业生涯管理的核心内容,也是企业可以对员工实现职业激励的重要手段。在宏观上,职业成长可以分为组织内职业成长和组织间职业成长,其中,组织内职业成长包括收入薪酬、职位晋升、职业能力发展与职业目标进展4个方面,而组织间职业成长是指员工通过职业流动所获得的成长,其目的也是为了获取更好的组织内职业成长机会<sup>[4,35]</sup>。另外,如果员工可以在原有单位获得较快的职业成长,那么,组织间的职业流动性也会显著下降。因此,本文着重梳理了组织内职业成长与工作满意度之间的关系。由于之前已经对收入与工作满意度的关系进行了详细梳理,以下部分将从职位晋升、职业能力发展和职业目标进展3个方面综述职业成长对工作满意度的影响。

#### 3.1 职位晋升与工作满意度

职位晋升可以被视为是员工追求职业成长的外在目标,也是管理层对员工努力工作的肯定和回报,而且,职位晋升通常伴随着收入增多和地位提高,因此,部分学者认为,职位晋升可以提高就业者的工作满意度<sup>[36]</sup>。Kosteas<sup>[9]</sup>对这种机制效应进行了实证检验,研究发现,即使在控制了收入和相对收入等变量后,职位晋升也会显著提高劳动者的工作满意度,且晋升对于工作满意度的提高效果相当于工资提高69%。除了客观上的职位晋升之外,员工自我感知到的晋升可能性或晋升预期也会对工作满意度产生显著影响,有时甚至会发挥决定性作用。如果员工预期自己晋升无望,或者认为自己未来发展的可能性较低,工作的积极性就会下降,甚



至产生离职倾向,进而寻求更好的晋升机会<sup>[37]</sup>。对于立业阶段的员工,他们希望通过努力可以在自己的工作领域稳定下来,寻找晋升机会,但是,当他们发现难以从工作中获得进一步提高时,他们也会产生挫败感,由此对工作满意度的评价也会下降<sup>[38]</sup>。

不同的是,也有文献指出,虽然职位晋升可以带来更高的收入及地位,但是同时也伴随着更多的责任、压力以及更长的工作时间,因此,从长期来看,工作满意度水平未必上升。他们提出,适应性理论同样可以解释晋升对工作满意度影响的长期效应。例如,Kosteas<sup>[9]</sup>研究发现,尽管职位晋升相比收入提高对工作满意度的影响会更持久,但是职位晋升的影响力也在减弱,当人们逐渐适应自己所处的新的工作环境和工作条件时,由职位晋升产生的工作满意度增量会逐渐消失。Johnston 和 Lee<sup>[39]</sup>也发现,在获得职位晋升的前两年,虽然劳动者面临的工作压力可能更大,工作时间也可能更长,但是总体来看,晋升所带来的收入增加、工作自主权提高以及工作安全感的上升都会让劳动者感到更满意,尤其是在获得晋升后的一年内,工作满意度水平最高,但是随着时间推移,由晋升带来的工作满意度的提高效应会减弱,在3年之后,劳动者的工作满意度水平会回归到原来的状态,并且,由于劳动者的工作压力和工作时间都明显高于晋升之前,因此,他们的工作满意度甚至有可能低于职位晋升之前。此外,也有文献发现,职位晋升与工作满意度之间的这种适应性现象会存在性别差异。职位晋升可以显著提高男性员工的工作满意度,但是对于女性员工来看,在一年之内可以提高他们的工作满意度,但是在一年之后工作满意度会下降,因为女性员工的工作满意度更容易受到工作-家庭冲突的影响,且工作压力的增大和工作任务的增多会使女性员工产生职业倦怠,从而降低工作满意度<sup>[40]</sup>。

3.2 职业能力发展与工作满意度

竞争性的职业环境与扁平化的现代组织结构都要求企业员工能够掌握多种技能来应对各项复杂的工作任务,承担更多的工作责任,这也迫使职员在工作中更加注重自我能力提高以及潜在的职业能力成长机会。现有研究认为,员工职业能力发展可以从企业提供的培训 and 实践机会、工作自主权以及员工对自身技能的使用中得到提升,这也在一定程度上影响了他们对工作的评价及满意度水平<sup>[41]</sup>。具体表现如下。

3.2.1 培训和实践机会

企业对员工进行培训,可以使员工获得与岗位更加匹配的职业技能,提高工作绩效,同时,员工也可以从这种培训中获得能力提升与工作安全感。Jones 等<sup>[42]</sup>对英国的职企关系进行研究发现,培训可以使员工在更短时间内掌握所需技能,更好地完成工作,而且在经过培训之后,员工的工作安全感和工作满意度也会更高。

但是也有文献认为,培训并不总是给工作满意度带来正效用。从理论上讲,企业提供的培训在一定程度上会限制员工的外部职业流动,尤其是专业技能的培训在员工离职后会面临技能回报的损失。因此,这类培训对工作满意度的影响可能不显著。White 和 Knight<sup>[43]</sup>研究发现,企业培训在中短期内会提高雇员的工作收入与工作满意度,但是对于有职业流动倾向的员工而言,由于这些员工通常会把职业流动赋予更高的价值权重,而企业提供的专业技能培训限制了这部分员工的职业流动机会,进而也损害了他们的工作满意度。Jones 等<sup>[42]</sup>也从攀比的角度对员工培训的效应进行了实证分析,他们指出,若员工认为他们接受培训的次数或时间要少于自己的同事,那么,他们从培训中获得的工作满意度会更低甚至是负值。

实践学习机会是员工积累经验、获得能力提高的重要途径。谢宝国和周文霞<sup>[38]</sup>对立业阶段的员工调查发现,面对知识经济的发展以及职业生涯的无边界特征,处于这一阶段的员工会更加重视实践技能的学习以及经验积累,同时,中国当前具有竞争性流动特征的社会结构,也促使这些员工不断通过实践学习来提高自身能力和竞争力。Todorova 等<sup>[44]</sup>研究发现,跨职能的实践工作任务会给予员工更高层次的跨领域学习机会,这会增加员工的工作投入和工作积极性,并主动为之付出努力,从而可以从工作中获得成就感,工作满意度也会更高。Judge 等<sup>[45]</sup>认为工作积极性和挑战性是一个良性循环,因为员工的积极表现会给组织一个正向信号,而组织也会分配给他们更具挑战性的工作,给予他们更多的锻炼机会和平台。此外,刘小娟等<sup>[46]</sup>还发现,跨领域的实践学习可以激发员工获取知识的兴趣,产生创新性的想法,这对自我创新要求较高的员工具有正面效应。

3.2.2 工作自主权

随着组织结构的扁平化发展,企业员工会被赋予更大的工作自主权,并要求承担更多的责任,同

时,员工对自主性的认知也会不断增强<sup>[41]</sup>。目前多数文献认为,给予员工较高的自主权可以使员工在安排工作时间和实施工作程序时,发挥自己的主观能动性,激发创新活力<sup>[47]</sup>;也可以给予员工提高和塑造自己的机会,尤其是锻炼自己在面临复杂工作任务时进行紧急决策的能力<sup>[48]</sup>。因此,工作自主权也被认为是职业能力发展的重要资源。

Deery 等<sup>[49]</sup>认为工作自主权可以使员工体会到独特的自治感,也可以感受到组织对他们的信任和尊重,这会显著提高员工的自信心与工作获得感。相反,缺乏自主权则很容易使员工感到职业倦怠和压力。例如,教师会有自己的教育信仰和价值观,也需要对学生进行因材施教,充分的自主权可以使教师产生更多的创新型教学方式 and 教学理念,教学能力也会提高。但是,当缺乏自主权时,教师很可能要使用与自己理念相悖的教学方式,进而产生对工作的无力感,工作满意度也会明显下降<sup>[50]</sup>。

工作自主权还可以使员工感到更强的参与感和影响力,尤其是在一些团队任务中,能够自主选择一些更重要的任务或者在安排工作上拥有更大的发言权,会显著提高员工的工作积极性。García 等<sup>[51]</sup>调查发现,给予员工自主权不仅可以表现为员工能够安排自己的工作任务,同时也可以表现为在团队任务中,员工有更大的组织或参与权利,而这种权利可以使员工感受到自己在组织中的重要性及话语权,因此,他们的工作满意度也会更高。Pelit 等<sup>[52]</sup>还发现,那些没有被授予自主权的员工会感到自己被剥夺了承担更重要工作的权利,更容易产生职业倦怠和工作不满。

### 3.2.3 技能使用

技能使用为员工个人成长提供了机会,使员工具有承担挑战性任务的能力和拥有更多锻炼的机会,有助于员工有效完成工作任务,减轻工作压力,而且较高的技能使用率也可以增强员工的工作安全感,并提高他们的工作满意度<sup>[53]</sup>。另外,技能的充分利用还可以提高员工的创造力和专业技能的应用范围,增强员工对工作的控制感和积极性,从而拥有更高的工作效率和工作满意度<sup>[54]</sup>。Romero 和 Salinasjimenez<sup>[55]</sup>也指出,较高的技能利用率体现了员工的工作价值,使员工对自己的工作能力以及工作前景充满信心,而当员工的技能无法充分使用时,不匹配的工作难度水平会限制员工的工作绩效,使员工难以从工作中找到与自身能力相匹配的成就感,尤其是当员工重视自我能力发展时,

技能使用率对工作满意度的影响会更大。

较低的技能利用率可以被认为是技能不匹配。Peng 和 Mao<sup>[56]</sup>认为,技能不匹配会使员工产生一定的工作压力,而当这种压力超过一定的临界值时,会对员工的工作满意度产生负面影响。但是,也有文献指出,职场中的技能不匹配是不可避免的,随着组织和员工的不断成长,员工的技能使用也会出现改变,即技能使用率与工作之间是一个动态平衡过程,因此,并不是所有的技能不匹配都会带来负面影响<sup>[57]</sup>。Liu 和 White<sup>[27]</sup>认为,员工从事挑战度更高的工作会激发他们的工作积极性和创造性,提高工作效率,也有助于提高他们的工作满意度。Allen 和 Van Der Velden<sup>[58]</sup>也发现,使员工从事高于自身能力的工作不但可以充分利用员工的技能,还可以激发员工的工作潜能,增强他们的工作效率和工作满意度。

### 3.3 职业目标进展与工作满意度

职业目标进展主要表现为员工所从事的工作是否与自己的职业目标相关,若相关性较大,则表明职业目标进展的速度较快,反之则较慢。其中,职业目标通常是指个人行动的目标或者自己所期望达到的状态,可以分为外在职业目标和内在职业目标两类。外在职业目标通常与薪酬和晋升相关,而内在职业目标是由工作价值观所驱动的个人价值实现的程度<sup>[59]</sup>。本文前述已经对工作满意度相关的外在职业目标进行了系统分析,因此,余下部分将主要从内在职业目标发展的角度进行梳理。

#### 3.3.1 职业目标的设定动机

工作价值观是影响员工树立职业目标的潜在因素,而员工所感受到的职业召唤与工作意义则是工作价值观的具体表现。因此,通过考察职业召唤、工作意义两个方面可以揭示员工职业目标设定的动机及其对工作满意度的影响。

职业召唤(career calling)通常反映了劳动者对于工作的责任感和使命感,现有文献对于职业召唤的理解更加关注劳动者对自我职业的认同和个人目标的实现。职业召唤也可以认为是劳动者对待工作态度的内在追求。Neubert 和 Halbesleben<sup>[60]</sup>发现,即使组织的表现并不一定符合员工的内在期望,但是,拥有自我职业召唤的员工会对工作赋予更大的价值感,并且,只要工作被认为是有价值的,那么,员工对工作的付出都会被认为是值得的。Hirschi<sup>[61]</sup>也发现,能够感受到职业召唤的员工,他们基于对自我的探索,其职业目标也更明确,而且

还会促使自身更积极地参与到职业发展进程,努力实现自己的职业目标。在关于职业召唤与工作满意度的关系中,Duffy 和 Dik<sup>[62]</sup>认为,将工作视为使命的员工要比将工作视为生存途径的员工更容易满足,他们对组织的承诺和对工作的投入也会更高。Neubert 和 Halbesleben<sup>[60]</sup>研究发现,拥有工作使命感的员工将会积极地面对各种工作环境,即使是在较为恶劣的环境下,也可以努力实现对自己的职业召唤或者是保持一个较高的工作满意度。

工作意义(meaning of work)也被认为是工作的重要性,是员工树立职业目标的重要动机。Lavy 和 Bocker<sup>[63]</sup>认为工作意义是主观的,员工希望通过与工作相关的活动进行自我表达,并在工作中体验到意义感,进而实现自我价值。Wegman 等<sup>[41]</sup>研究表明,现代工作环境更倾向于社会互动和相互依赖,例如,在服务业或以知识为基础的行业,员工会更加强烈体会到自身工作对于他人的直接或间接影响,因此,他们对工作意义的体验也更加直观。Slemp 和 Vellabrodrick<sup>[64]</sup>指出,员工并不只是工作的接受者,非物质层面的工作动机(如对工作意义的追寻),可以促使员工寻找符合自我兴趣和价值观的工作,努力实现对自我的职业追求。

尽管职业召唤和工作意义会促使员工寻求与自己职业目标相近的工作,也会对员工的工作满意度产生正面影响,但是并不意味着,组织就可以忽视这些员工的外在职业目标。事实上,员工长时间得不到外在激励也会降低职业召唤和工作意义对工作满意度的促进作用。例如,教师和护士被认为是工作意义感较强的职业,其职业目标也较为明确,但是,目前教师资源的流失以及护理行业的离职现象都表明,尽管有助于自我价值实现的工作可以给员工带来较高的满意度,但是,长期处于低收入和高压力的工作环境仍然会降低职员的工作积极性并产生挫败感<sup>[50]</sup>。

### 3.3.2 目标实现速率与工作满意度

员工所报告的个人-工作匹配程度与目标发展密切相关,因为匹配程度直接促进或阻碍了员工以目标为导向的努力程度。同时,员工与工作的匹配程度也反映了职业目标进展的速率。Kim 等<sup>[57]</sup>认为,在职业发展早期,人们更加注重寻找与自身职业目标相匹配的工作,个人与工作匹配程度越高,说明员工所从事的工作对实现职业目标的速率越快。Lee 和 Eissenstat<sup>[63]</sup>也发现,当员工从事的工作与职业发展目标相一致时,员工的工作满意度也会

越高。基于上述,从匹配所内含的教育匹配和能力匹配两个方面评述目标实现速率与工作满意度的关系。

劳动力市场上,员工的受教育程度有时会高于岗位实际要求的学历水平,这种现象被称为过度教育。Allen 和 Van Der Velden<sup>[58]</sup>指出,过度教育会同时挫伤组织和员工的工作效率,当员工从事低于自身水平的工作时,这会限制员工自身的能力与发展,从而也限制了工作效率的提高。Romero 和 Salinasjimenez<sup>[55]</sup>发现,教育程度不匹配会通过员工的自我期望来影响工作满意度。一般来看,受教育程度较高的员工会对自己有较高的期望,因此,当自身所从事的工作与教育程度不匹配,进而不能达到自我期望时,这会导致员工不能从工作中获得成就感,也会产生较低的满意度水平。Cheng 等<sup>[65]</sup>发现,新生代农民工更加崇尚个人主义和消费主义,因此,相比出生于 1980 年代以前的第一代农民工,虽然他们的收入增长率更高,但是工作满意度却在下降,主要原因是新生代农民工相比第一代农民工拥有更高的教育程度和自我期望,当他们所从事的工作无法满足自身期望时,由此带来了较高的离职率与较低的工作满意度。

能力匹配也被认为是资质匹配,如果员工的自身能力高于岗位要求,或与资质低于自己的同事从事同一份工作,这也会使员工产生资质过剩感<sup>[66]</sup>。资质过剩会导致消极的工作态度和较高的离职倾向。通常,有资质过剩感的员工受教育程度较高,对自己的职业生涯有较明确的期望,当目前的工作与自身期望不符或与自己的职业目标相差较大时,就会对现状产生不满进而离职<sup>[67]</sup>。但是,也有文献对由资质过剩产生的影响提出了不同看法。Russell 等<sup>[68]</sup>指出,虽然企业应该关注资质过剩员工可能产生的消极工作态度,但是,这些员工也可以看成是还存在没有被充分利用、并具有潜在价值的资源,例如,资质过剩的员工可以为企业带来额外的知识、技能和经验,如果给予他们更高的自主权,并且允许他们承担更多的职责和任务,不但可以使员工的能力得到充分利用,而且还可以为企业创造更多的效益。

### 3.3.3 职业目标与工作满意度的动态关系

有学者研究了职业目标与工作满意度的动态关系,Abele 和 Spurk<sup>[59]</sup>通过对 734 名受过高等教育的企业员工进行调查发现,刚进入职场时的职业目标对员工 3 年后的工资收入以及职位晋升会产生

正向影响,但是对入职7年后的工作满意度会有负向影响。他们使用期望理论来解释这一现象,认为当员工对自身具有较高期望时,他们在初入职场后的努力程度也会较高,因此也更容易获得收入增长和职位晋升。但是,由于员工设定的期望较高,这也意味着他们需要耗费更长的时间以及付出更多的努力才能实现这一目标,因此随着时间推移,由此产生的职业倦怠感也会降低他们的工作满意度。在后续的研究中,Spurk和Abele<sup>[69]</sup>进一步发现,经过职业经历的成长,企业员工设定的职业目标具有动态调整和可塑性,员工会将长期目标分解多个阶段性子目标,而随着这些子目标的逐步实现,他们对工作的满意度也会逐渐提高。

#### 4 总结及展望

工作满意度作为衡量企业职员从其工作中获得的潜在效用,以及反映其对工作所持有的主观能动态度而受到学术研究和政策制定者的广泛关注。现有关于工作满意度的研究文献已经广泛分布于经济学、管理学和社会学等多学科领域,来自这些不同领域的研究文献当然也为我们深入理解工作满意度提供了丰富视角和深刻洞见。基于此,首先总结梳理了工作满意度的概念内涵,从整体性和因素性两个方面归纳了现有文献关于工作满意度的定义。与这两种定义方法相对应,有关工作满意度的经验测度则分别采用了单一整体法和综合评分法。其中,单一整体法的突出优势是其简便易操作,但不足是容易产生度量噪声。综合评分法虽然可以降低噪声的影响,但是却较难反映个体对工作满意度评价的异质性效应。因此,如何准确测度工作满意度,在经验上仍然是一个开放性领域。

在系统归纳工作满意度的概念内涵及测度方法的基础上,重点梳理了职业成长对工作满意度的影响,选择这一方向梳理文献的主要动机是,通过文献梳理,希望可以为理解中国劳动市场上工作满意度评价的现实提供理论建模参考。从现有研究内容看,职业成长包含了收入报酬、职位晋升、职业能力发展和职业目标进展4个方面,并且在每一方面其对工作满意度影响的具体理论机制和实证检验结果也在不断被揭示出来。总体上来看,由于收入报酬和职位晋升对工作满意度的影响存在适应性特征和短期效应,因此,现有文献开始转向深入分析职业能力发展和职业目标进展对工作满意度的影响,这一方向也正在成为该领域研究的前沿。但是,在这一方向下,企业应当如何服务于员工的

职业能力发展以及如何将员工的职业目标进展与企业利益目标协调一致,还需要更进一步的讨论。

相比国际研究,学界对中国工作满意度问题的研究还只是获得了初步进展。例如,部分文献只是对教师、医生等具有明确职业召唤特征行业的工作满意度境况进行了深入分析,但却较少扩展到一般性行业问题<sup>[70]</sup>。我们认为,中国近年来正在经历的劳动力市场变革,如人口红利消退显现出的劳动力供给相对短缺、教育扩张和深化所带来的劳动力素质结构升级、新生代员工成为劳动市场的供给主力,这些因素都将对工作满意度评价形成冲击,也会为研究工作满意度问题提供丰富素材。特别地,在对中国的工作满意度理论建模时,考虑国内企业所特有的制度性因素(如企业的所有制性质以及与此相关联的岗位编制、户籍等隐性福利),这既有可能是在理论上可以做出的边际突破,也是在研究中国问题时需要予以关注的重要议题。

#### 参考文献

- [1] 赵宜萱,徐云飞. 新生代员工与非新生代员工的幸福感差异研究——基于工作特征与员工幸福感模型的比较[J]. 管理世界,2016(6):178—179.
- [2] LIUY,LIU J,WU L. Are you willing and able? Roles of motivation,power,and politics in career growth[J]. Journal of Management,2010,36(6):1432—1460.
- [3] LEE Y,EISSENSTAT S H J. An application of work engagement in the job demands-resources model to career development: Assessing gender differences[J]. Human Resource Development Quarterly,2018,29(2):143—161.
- [4] 翁清雄,席西民. 企业员工职业成长研究:量表编制和效度检验[J]. 管理评论,2011,23(10):132—143.
- [5] HOPPOCK R. Job satisfaction[M]. Oxford, England: Harper,1935.
- [6] FREEMAN R B. Job satisfaction as an economic variable [J]. American Economic Review,1978,68(2):135—141.
- [7] LOCKE E A. Job satisfaction and job performance: A theoretical analysis [J]. Organizational Behavior & Human Performance,1970,5(5):484—500.
- [8] CLARK A E,OSWALDA J. Satisfaction and comparison income[J]. Journal of Public Economics,1993,61(3):359—381.
- [9] KOSTEAS V D. Job satisfaction and promotions[J]. Industrial Relations: A Journal of Economy and Society, 2011,50(1):174—194.
- [10] PERUGINI C,VLADISAVLJEVIC M. Gender inequality and the gender-job satisfaction paradox in europe[J]. Labour Economics,2019,60:129—147.
- [11] 才国伟,刘剑雄. 归因、自主权与工作满意度[J]. 管理世界,2013(1):133—142,167.

- [12] NIELSEN I, SMYTH R. Job satisfaction and response to incentives among china's urban workforce[J]. *Journal of Socio-Economics*, 2008, 37(5): 1921—1936.
- [13] BROWN A, CHARLWOOD A, SPENCER D A. Not all that it might seem: Why job satisfaction is worth studying despite it being a poor summary measure of job quality [J]. *Work, Employment & Society*, 2012, 26(6): 1007—1018.
- [14] GAZIOGLU S, TANSELA. Job satisfaction in britain: individual and job related factors[J]. *Applied Economics*, 2006, 38(10): 1163—1171.
- [15] CARD D, MASA, MORETTI E, et al. Inequality at work: the effect of peer salaries on job satisfaction [J]. *The American Economic Review*, 2012, 102(6): 2981—3003.
- [16] BRYSON A, BARTH E, DALEOLSEN H. Do higher wages come at a price? [J]. *Journal of Economic Psychology*, 2012, 33(1): 251—263.
- [17] SEAR T, POLLNAC RB, POGGIE J J. Changes in job satisfaction through time in two major new england fishing ports[J]. *Journal of Happiness Studies*, 2017, 18(6): 1625—1640.
- [18] CLARKA E. Are wages habit-forming? Evidence from micro data[J]. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 1999, 39(2): 179—200.
- [19] GAMBACORTAR, IANNARIO M. Measuring job satisfaction with cub models[J]. *Labour*, 2013, 27(2): 198—224.
- [20] BRYSON A, CLARK A E, FREEMAN R B, et al. Share capitalism and worker wellbeing[J]. *Labour Economics*, 2016, 42: 151—158.
- [21] KIFLE T. Do comparison wages play a major role in determining overall job satisfaction? Evidence from australia [J]. *Journal of Happiness Studies*, 2014, 15(3): 613—638.
- [22] GROOT W, VAN DEN BRINK H M. Job satisfaction and preference drift[J]. *Economics Letters*, 1999, 63(3): 363—367.
- [23] DIRIWAECHTER P, SHVARTSMAN E. The anticipation and adaptation effects of intra-and interpersonal wage changes on job satisfaction[J]. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 2018, 146: 116—140.
- [24] JUDGE T A, PICCOLO RF, PODSAKOFF R P, et al. The relationship between pay and job satisfaction: a meta-analysis of the literature[J]. *Journal of Vocational Behavior*, 2010, 77(2): 157—167.
- [25] GRUND C, SLIWKA D. Reference-dependent preferences and the impact of wage increases on job satisfaction: theory and evidence[J]. *Journal of Institutional and Theoretical Economics*, 2007, 163(2): 313—335.
- [26] 王红芳, 杨俊青, 李野. 薪酬水平与工作满意度的曲线机制研究[J]. *经济管理*, 2019, 41(7): 105—120.
- [27] LIU C S, WHITE L. Key determinants of hospital pharmacy staffs job satisfaction[J]. *Research in Social & Administrative Pharmacy*, 2011, 7(1): 51—63.
- [28] SHIKDAR A A, DAS B. The relationship between worker satisfaction and productivity in a repetitive industrial task [J]. *Applied Ergonomics*, 2003, 34(6): 603—610.
- [29] 于潇, 陈世坤. 提高收入还是提高公平感? ——对中国城乡劳动力工作满意度的考察[J]. *人口与经济*, 2019(2): 78—91.
- [30] MONTERO R, VÁSQUEZ D. Job satisfaction and reference wages: evidence for a developing country[J]. *Journal of Happiness Studies*, 2015, 16(6): 1493—1507.
- [31] DRAKOPOULOS S A. Pay level comparisons in job satisfaction research and mainstream economic methodology [J]. *Journal of Happiness Studies*, 2020, 21(3): 825—842.
- [32] GODECHOT O, SENIK C. Wage comparisons in and out of the firm. Evidence from a matched employer - employee french database[J]. *Journal of Economic Behavior and Organization*, 2015, 117: 395—410.
- [33] GAO W, SMYTH R. Job satisfaction and relative income in economic transition: status or signal? The case of urban china [J]. *China Economic Review*, 2010, 21(3): 422—455.
- [34] CLARK A E, NICOLAI K, WESTERGRD-NIELSEN N. Job satisfaction and co-worker wages: status or signal? [J] *The Economic Journal*, 2009, 119: 430—447.
- [35] NOURI H, PARKER R J. Career growth opportunities and employee turnover intentions in public accounting firms[J]. *British Accounting Review*, 2013, 45(2): 138—148.
- [36] SHAH N, IRANI Z, SHARIF A M. Big data in an hr context: Exploring organizational change readiness, employee attitudes and behaviors[J]. *Journal of Business Research*, 2017, 70: 366—378.
- [37] 赵君, 肖素芳, 赵书松. 职业生涯高原研究述评[J]. *管理学报*, 2018, 15(10): 1098—1106.
- [38] 谢宝国, 周文霞. 层级高原和内容高原对立业阶段员工工作满意度、离职倾向的影响——总效应、效应差异及调节因素[J]. *经济管理*, 2014, 36(7): 61—68.
- [39] JOHNSTON D W, LEE W. Extra status and extra stress: are promotions good for us? [J]. *Industrial and Labor Relations Review*, 2013, 66(1): 32—54.
- [40] WHEATLEY D. Autonomy in paid work and employee subjective well-being[J]. *Work And Occupations*, 2017, 42(3): 296—328.
- [41] WEGMAN L A, HOFFMAN B J, CARTER N T, et al. Placing job characteristics in context: cross-temporal meta-analysis of changes in job characteristics since 1975[J]. *Journal of Management*, 2018, 44(1): 352—386.
- [42] JONES M K, JONES R, LATREILLE P L, et al. training, job satisfaction, and workplace performance in britain: Evidence from wers 2004[J]. *Labour*, 2009, 23: 139—175.
- [43] WHITE M, KNIGHT G. Training, job mobility and em-

- ployeesatisfaction[J]. *Journal of Education and Work*, 2018,31(5-6):447-460.
- [44] TODOROVA G,BEAR J,WEINGART L R. Can conflict be energizing? A study of task conflict, positive emotions, and job satisfaction[J]. *Journal of Applied Psychology*, 2014,99(3):451-467.
- [45] JUDGE T A,BONO J E,LOCKE E A. Personality and job satisfaction: The mediating role of job characteristics [J]. *Journal of Applied Psychology*, 2000, 85 (2): 237 - 249.
- [46] 刘小娟,邓春平,王国锋,等. 基于角色重载与知识获取的 IT 员工跨边界活动对工作满意度的影响[J]. *管理学报*, 2015,12(9):1402-1412.
- [47] FERNANDEZ S,MOLDOGAZIEV T T. Employee empowerment and job satisfaction in the u. s. Federal bureaucracy: A self-determination theory perspective [J]. *The American Review of Public Administration*, 2015,45 (4):375-401.
- [48] CHOI S L,GOH C F,ADAM M B,et al. Transformational leadership, empowerment, and job satisfaction: The mediating role of employee empowerment[J]. *Human Resources for Health*, 2016,14(1):73-73.
- [49] DEERY S,KOLAR D,WALSH J. Can dirty work be satisfying? A mixed method study of workers doing dirty jobs [J]. *Work, Employment & Society*, 2019, 33 (4): 631 - 647.
- [50] SKAALVIK E M, SKAALVIK S. Still motivated to teach? A study of school context variables, stress and job satisfaction among teachers in senior high school[J]. *Social Psychology of Education*, 2017,20(1):15-37.
- [51] GARCÍA G A,GONZALES MIRANDA D R,GALLO O, et al. Employee involvement and job satisfaction: A tale of the millennial generation [J]. *Employee Relations*, 2019,41(3):374-388.
- [52] PELIT E,OZTURK Y,ARSLANTURK Y. The effects of employee empowerment on employee job satisfaction: A study on hotels in Turkey [J]. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 2011, 23 (6): 784 - 802.
- [53] TIAN A W,WANG Y,CHIA T. Put my skills to use? Understanding the joint effect of job security and skill utilization on job satisfaction between skilled migrants and Australian born workers in Australia[J]. *Social Indicators Research*, 2018,139(1):259-275.
- [54] WANG K L,JOHNSON A,NGUYEN H,et al. The changing value of skill utilisation: interactions with job demands on job satisfaction and absenteeism [J]. *Applied Psychology*, 2020,69(1):30-58.
- [55] ROMERO L M,SALINASJIMENEZ M D. Skills use in the workplace and its effects on wages and on job satisfaction[J]. *Personnel Review*, 2018,47(2):494-516.
- [56] PENG Y,MAO C. The impact of person-job fit on job satisfaction: the mediator role of self efficacy[J]. *Social Indicator Research*, 2015,121(3):805-813.
- [57] KIM T,SCHUH S C,CAI Y. Person or job? Change in person-job fit and its impact on employee work attitudes over time [J]. *Journal of Management Studies*, 2020, 57 (2):287-313.
- [58] ALLEN J,VAN DER VELDEN R. Educational mismatches versus skill mismatches: effects on wages, job satisfaction, and on-the-job search[J]. *Oxford Economic Papers*, 2001,53(3):434-452.
- [59] ABELEA E,SPURK D. The longitudinal impact of self-efficacy and career goals on objective and subjective career success[J]. *Journal of Vocational Behavior*, 2009,74(1): 53-62.
- [60] NEUBERT M J,HALBESLEBEN K L. Called to commitment: An examination of relationships between spiritual calling, job satisfaction, and organizational commitment [J]. *Journal of Business Ethics*, 2015,132(4):859-872.
- [61] HIRSCHI A. Callings in career: a typological approach to essential and optional components[J]. *Journal of Vocational Behavior*, 2011,79(1):60-73.
- [62] DUFFY R D,DIK B J. Research on calling: what have we learned and where are we going[J]. *Journal of Vocational Behavior*, 2013,83(3):428-436.
- [63] LAVY S,BOCKER S. A path to teacher happiness? A sense of meaning affects teacher-student relationships, which affect job satisfaction [J]. *Journal of Happiness Studies*, 2018,19(5):1485-1503.
- [64] SLEMP G R,VELLABRODRICK D A. Optimising employee mental health: the relationship between intrinsic need satisfaction, job crafting, and employee well-being [J]. *Journal of Happiness Studies*, 2014, 15 (4): 957 - 977.
- [65] CHENG Z, WANG H, SMYTH R. Happiness and job satisfaction in urban china: A comparative study of two generations of migrants and urban locals[J]. *Urban Studies*, 2014,51(10):2160-2184.
- [66] JOHNSON G J,JOHNSON W R. Perceived over qualification and dimensions of job satisfaction: A longitudinal analysis[J]. *The Journal of Psychology*, 2000,134(5):537-555.
- [67] ALFES K,SHANTZ A,VAN BAALEN S. Reducing perceptions of over qualification and its impact on job satisfaction: the dual roles of interpersonal relationships at work [J]. *Human Resource Management Journal*, 2016,26(1): 84-101.
- [68] RUSSELL Z A,FERRIS G R,THOMPSON K W,et al. Overqualified human resources, career development experiences, and work outcomes: Leveraging an underutilized resource with political skill[J]. *Human Resource Management Review*, 2016,26(2):125-135.
- [69] SPURK D,ABELE A E. Synchronous and time-lagged def-

fects between occupational self-efficacy and objective and subjective career success: Findings from a four-wave and 9-year longitudinal study[J]. Journal of Vocational Behav-

ior, 2014, 84(2): 119-132.  
[70] 武向荣. 义务教育教师工作满意度影响因素的实证研究[J]. 教育研究, 2019, 40(1): 66-75.

Career Growth and Job Satisfaction: A Literature Review and Prospects

CHEN Yong-wei<sup>1</sup>, LI Wen-rong<sup>1</sup>, ZHUANG Jia-qiang<sup>2</sup>

(1. School of Economics, Zhejiang Gongshang University, Hangzhou 310018, China;

2. School of Public Finance and Taxation, Zhongnan University of Economics and Law, Wuhan 430073, China)

**Abstract:** Job satisfaction has been attracting wide attention because of its welfare implications and its ability to reflect the subjective attitudes of employees by scholars and policy makers. According to the characters of China's labor market, summarizes the concept and measurement methods development of job satisfaction which we have comprehensively reviewed to present how does career growth affect job satisfaction. The progress of theoretical research, mechanism path and main empirical results was discussed from four aspects: income, promotion, professional ability development and career goals progress. In the conclusion section, we draw the defects from the existing literature and put forward the future research direction in China.

**Key words:** job satisfaction; career growth; income; promotion

# 浙江省不同性质企业科技创新效率的动态变化与比较研究

陈 帆<sup>1,2</sup>, 姚卫新<sup>2</sup>

(1. 浙江科技学院 经济与管理学院, 杭州 310023; 2. 东华大学 旭日工商管理学院, 上海 200051)

**摘要:**基于企业的技术异质性,利用 DEA 和全局前沿 Malmquist 指数方法对 2006—2018 年浙江省不同性质企业的科技创新效率和动态变化进行了比较研究。结果表明:①2006—2018 年,浙江省不同性质企业的科技创新效率均值较低,差距显著,总体呈波动上升的趋势。2013 年以前外商投资企业的科技创新效率处于领先地位,2015 年以后内资企业开始长期处于领先地位。考察期间内资企业一直呈追赶势头,特别是国有企业,追赶势头最为显著。②不同性质企业近 13 年科技创新效率的平均增幅基本一致,大部分年份均处于增长态势。内资企业体现出较强的增长效应,且增长势头比其他两种类型企业平稳。③内资企业全要素生产率上升主要源于组内技术进步。港澳台商投资企业和外商投资企业全要素生产率的变化源于技术效率变化和组内技术变化。3 种类型企业的技术领先变化程度均较小。

**关键词:**科技创新效率;数据包络分析;全局前沿 Malmquist 指数;技术领先变化

**中图分类号:**F276 **文献标志码:**A **文章编号:**1671—1807(2021)10—0186—07

改革开放以来,浙江省经济迅猛发展,不同类型的企业齐头并进,勇于创新,不断增加研发投入,新产品销售收入逐年增加。截至 2018 年,浙江省规模以上工业企业的新产品销售收入达到了中国规模以上工业企业新产品销售收入的 11.82%,科技创新取得了非常显著的成绩。然而,浙江不同性质企业的科技创新发展不平衡、创新能力不强、资源配置不合理等问题仍然是制约浙江科技、经济和社会发展的主要因素。那么,伴随着经济的发展和政策的变化,浙江省内资企业、港澳台商投资企业和外商投资的科技创新效率的相对差距和发展趋势究竟怎样?造成这一动态变化的根源是什么?这些问题的深入研究均有利于企业和政府制定改进策略,更好地推动浙江经济的高质量发展。

## 1 文献综述

### 1.1 浙江省企业科技创新效率研究

学者们很早就开始关注浙江省企业科技创新效率的发展情况。为了准确测度和掌握浙江省的科技创新效率,蔡之兵等<sup>[1]</sup>对 1994—2010 年广东

省、山东省、江苏省、浙江省、上海市的技术创新效率进行比较研究,发现浙江省创新效率的增长速度与其他三省一市相比处于第三位。随后,杜鹤丽等<sup>[2]</sup>研究了浙江省高技术产业的创新效率,发现浙江省高技术产业创新效率较低,智瑞芝等<sup>[3]</sup>研究结果与之相似,并深入分析了 2006—2013 年浙江省高技术产业不同行业的创新效率差异。马述忠等<sup>[4]</sup>考察了浙江省高技术产业创新效率的静态现状和动态趋势,发现 2012 年浙江省医疗设备及仪器仪表制造业效率低下,其余产业发展良好,2008—2012 年全要素生产率发生了轻微的下降。周冉冉<sup>[5]</sup>研究发现技术进步推动了浙江省高新技术企业创新效率的增长,但技术效率不高。张雪玲等<sup>[6]</sup>和郑素丽等<sup>[7]</sup>基于两阶段 DEA 角度对浙江省高技术产业创新效率做了进一步的研究,发现浙江省经济转化阶段的平均效率低于科技产出阶段。然而,邵青等<sup>[8]</sup>研究了浙江省不同规模 and 不同区域的高技术产业,发现知识创新阶段的综合效率高于科技成果转化阶段。王晓军

收稿日期:2021-05-30

基金项目:浙江省软科学研究计划(2019C35048)。

**作者简介:**陈帆(1979—),女,江西萍乡人,东华大学旭日工商管理学院,博士研究生,浙江科技学院经济与管理学院,讲师,研究方向为产业效率与区域经济发展;姚卫新(1967—),男,江苏宜兴人,东华大学旭日工商管理学院,教授,博士,博士生导师,研究方向为区域经济发展和电子商务。



等<sup>[9]</sup>、智瑞芝<sup>[10]</sup>、吕海萍等<sup>[11]</sup>分别对浙江省医药制造业、中低技术制造业、战略新兴产业的技术创新效率进行评价。上述研究丰富了浙江省企业科技创新效率这一研究领域,主要集中于创新需求迫切的高技术产业,研究过程考虑了浙江省不同市区和高技术产业中的不同产业的异质性。但是已有研究很少关注产权差异所带来的技术异质性的企业科技创新效果的影响。

## 1.2 基于共同前沿和 Malmquist 指数视角下科技创新效率的研究

为了体现技术和环境的异质性,学者们引入 Hayami 等<sup>[12]</sup>、Portela 等<sup>[13]</sup>建立的共同边界和群组边界的研究方法,从不同的群组视角研究不同技术前沿面下的企业科技创新效率评价问题。如黄奇等<sup>[14]</sup>基于区域异质性,从共同前沿和群组前沿两个边界研究中国不同区域的工业企业创新效率及技术差距。肖仁桥等<sup>[15]</sup>根据企业的登记注册类型差异,从静态视角研究中国不同性质企业的技术创新效率以及效率损失根源。钱丽等<sup>[16]</sup>进一步将内资企业划分为国有和民营企业,从两阶段价值链的视角探索 4 个不同群组下的技术效率差异。基于上述群组,陈帆等<sup>[17]</sup>对浙江省企业科技创新效率现状及效率损失根源进行了深入分析。上述研究虽然能够利用技术落差分析企业的技术领先程度,但是无法衡量企业间技术追赶的快慢以及技术提升的速率。基于此,鲁涛等<sup>[18]</sup>将技术异质性和 Malmquist 指数结合起来,将 Malmquist 生产力指数分解为追赶效应、创新效应和技术领先效应 3 个方面。运用该方法,陈元志等<sup>[19]</sup>根据企业的登记注册类型差异,对中国不同性质企业的技术创新效率的动态变化进行了比较分析。

通过上述文献回顾可以发现,国内外学者对企业科技创新效率的研究已从过往的同质性技术假设过渡到异质性技术假设下,并分别从中国企业区域差异、产权差异等角度开展了相关实证研究。但是将共同前沿理论和 Malmquist 指数结合起来研究浙江省不同性质企业科技创新效率的总体变化差异及其技术追赶速率的研究几乎没有。因此,本文首先将浙江省企业类型划分为内资企业、港澳台商投资企业和外商投资企业,利用 DEA 理论和共同前沿 Malmquist 指数方法研究浙江省不同性质企业的科技创新效率的动态变化趋势、追赶效应、技术进步和技术领先变化程度,为浙江省企业提升其科技创新效率提供决策依据。

## 2 研究方法与数据说明

### 2.1 产出导向的径向 DEA 模型

DEA(数据包络分析)模型是相对效率的主要测度方法,根据 Banker 等<sup>[20]</sup>的研究,假设有  $n$  个决策单元 DMU,每个决策单元  $j$  利用  $m$  个投入  $x_{ij}$  ( $i=1,2,\dots,m$ ) 生产出  $s$  个产出  $y_{rj}$  ( $r=1,2,\dots,s$ )。不同决策单元的技术效率均可利用产出导向的 DEA 模型计算,具体模型可表示如下:

$$\begin{cases} \max \theta = \text{TE}(x, y) \\ \text{s. t.} \\ \sum_{j=1}^n \eta_j x_{ij} \leq x_{i0}, i = 1, 2, \dots, m, \\ \sum_{j=1}^n \eta_j y_{rj} \geq \theta y_{r0}, r = 1, 2, \dots, s, \\ \eta_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n. \end{cases} \quad (1)$$

式中:  $\eta_j$  为权重乘数;  $\theta$  为综合技术效率值。

### 2.2 全局前沿 Malmquist 指数模型

#### 2.2.1 Malmquist 指数含义

Malmquist<sup>[21]</sup>指数主要用于测度生产效率的变化。对于第  $t$  个时期,所有决策单元的生产技术集合为  $S^t = \{(x^t, y^t); x^t \text{ 能产出 } y^t\}$ ,对于每个给定的投入变量  $x^t$ ,产出集合可定义为  $P^t(x^t) = \{y^t: (x^t, y^t) \in S^t\}$ ,根据距离函数的定义,可定义任意一个决策单元的产出距离函数为

$$D^t(x^t, y^t) = \min\{\delta > 0: (x^t, y^t/\delta) \in P^t(x^t)\}, \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (2)$$

如果  $(x^t, y^t)$  和  $(x^{t+1}, y^{t+1})$  分别表示  $t$  时期和  $t+1$  时期的投入和产出向量,那么以  $t$  时期的技术条件为参照,基于产出导向的 Malmquist 指数可表达为

$$M^t(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \frac{D^t(x^t, y^t)}{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})} \quad (3)$$

由于技术效率是距离函数的倒数,令  $\text{TE}^t(x^t, y^t)$  和  $\text{TE}^t(x^{t+1}, y^{t+1})$  分别代表以  $t$  时期为参照时  $t$  时期和  $t+1$  时期的技术效率,则基于产出导向的 Malmquist 指数为

$$M^t(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \frac{\text{TE}^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{\text{TE}^t(x^t, y^t)} \quad (4)$$

同理,可定义以  $t+1$  时期为参照时的基于产出导向的 Malmquist 指数,具体为

$$M^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \frac{\text{TE}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{\text{TE}^{t+1}(x^t, y^t)} \quad (5)$$

#### 2.2.2 全局 Malmquist 指数及其分解

基于 Malmquist 指数的定义, Pastor 和 Lovell<sup>[22]</sup>提出了全局参比 Malmquist 指数模型,它以所

有决策单元各期的共同前沿面作为参考集,研究  $t$  时期和  $t+1$  时期的技术效率变化。

假设所有决策单元可分为  $K$  个不同的群组,分别使用不同的生产技术,那么每个群组的技术可能集可定义为  $S^k(k=1,2,\cdots,K)$ 。由于共同前沿是群组前沿的包络曲线,那么所有决策单元各期的共同前沿面可定义为  $S^G=S^1\cup S^2\cup\cdots\cup S^K$ 。

根据上述定义,可建立全局参比 Malmquist 指数,具体定义为

$$M^G(x^{t+1},y^{t+1},x^t,y^t)=\frac{TE^G(x^{t+1},y^{t+1})}{TE^G(x^t,y^t)}\quad (6)$$

进一步地,可将全局参比 Malmquist 指数分解为

$$\begin{aligned} M^G(x^{t+1},y^{t+1},x^t,y^t) &= \frac{TE^G(x^{t+1},y^{t+1})}{TE^G(x^t,y^t)} = \\ &\frac{TE^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1})}{TE^t(x^t,y^t)} \cdot \frac{TE^G(x^{t+1},y^{t+1})}{TE^G(x^t,y^t)} \cdot \\ &\frac{TE^t(x^t,y^t)}{TE^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1})} = \frac{TE^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1})}{TE^t(x^t,y^t)} \cdot \\ &\frac{TE^G(x^{t+1},y^{t+1})}{TE^G(x^t,y^t)} \cdot \frac{TE^t(x^t,y^t)}{TE^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1})} \cdot \frac{TE^K(x^{t+1},y^{t+1})}{TE^K(x^t,y^t)} \cdot \\ &\frac{TE^K(x^t,y^t)}{TE^K(x^{t+1},y^{t+1})} = \frac{TE^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1})}{TE^t(x^t,y^t)} \cdot \\ &\frac{TE^K(x^{t+1},y^{t+1})}{TE^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1})} \cdot \frac{TE^G(x^{t+1},y^{t+1})}{TE^K(x^{t+1},y^{t+1})} = \frac{TE_{\text{组内}^{t+1}}}{TE_{\text{组内}^t}} \cdot \\ &\frac{BPG_{\text{组内}^{t+1}}}{BPG_{\text{组内}^t}} \cdot \frac{TGR^{t+1}}{TGR^t} = EC_{\text{组内}} \cdot BPC_{\text{组内}} \cdot TGC \quad (7) \end{aligned}$$

式中:  $TE_{\text{组内}^t}$  是以组内每一个决策单元基于时期  $t$  所建立的同期标杆技术集所做的效率测量;  $EC_{\text{组内}}$  反映了组内技术效率的变化;  $TE^K(x^t,y^t)$  以组内每一个决策单元基于所有时期所建立的跨期标杆技术集所做的效率测量;  $BPG_{\text{组内}^t}$  描述了同期标杆技术集下的效率接近跨期标杆技术的程度,用于测量组内技术变化;  $BPC_{\text{组内}}$  测量了第  $t$  期到第  $t+1$  期的  $BPG$  的变化,  $BPC_{\text{组内}}>1$  表明同期标杆技术在时期  $t+1$  比时期  $t$  的区域更接近于跨期标杆技术,意味着组内的技术进步,反之亦然;  $TGR^t$  代表了决策单元的技术缺口比率,它测量第  $j$  个群组的技术水平相对于全体标杆技术集的最优技术水平的技术缺口,  $TGR^t<1$ , 意味着第  $j$  个群组的技术与全局潜在最优生产技术相差较大,  $TGR^t=1$ , 意味着群组所依托的生产技术处于全局最优生产前沿面上。因此,  $TGR^t$  可测量技术领先程度,而  $TGC$  测量了第  $t$  期到第  $t+1$  期技术领先变化的程度。上述不同前沿

面下的技术效率值均可根据上述的 DEA 模型测度。

2.3 研究指标的选取及数据处理

选取浙江省 13 种不同性质的大中型工业企业作为研究对象,选取 2006—2018 年共计 169 组数据作为研究样本,所有数据均来源于 2007—2019 年《浙江科技统计年鉴》。借鉴已有的关于科技创新效率的研究成果,考虑到数据的可得性,最终选取以下指标作为衡量科技创新效率的投入和产出指标。具体指标见表 1。

表 1 企业科技创新投入产出指标

指标分类	指标
投入	R&D 人员数(人)
	R&D 经费支出(万元)
	新产品开发经费支出(万元)
产出	新产品销售收入(万元)
	专利申请数(件)

上述投入要素中,考虑到研发经费支出具有滞后效应,因此,采取永续盘存法<sup>[14,23]</sup>计算 R&D 资本存量,计算公式为

$$K_{it}=(1-\beta)K_{i(t-1)}+R_{it}\quad (8)$$

式中:  $K_{it}$ 、 $K_{i(t-1)}$  分别代表浙江省第  $i$  种性质企业第  $t$  和第  $t-1$  年的 R&D 资本存量;  $\beta$  为资本折旧率,参照通用做法,取为 15%;  $R_{it}$  代表浙江省第  $i$  种性质企业第  $t$  年 R&D 经费支出或新产品开发经费支出,初始资本存量用 2006 年 R&D 经费支出或新产品开发经费支出除以 10% 来处理。另外,为了消除物价的影响,在计算 R&D 资本存量之前,运用浙江省 R&D 支出价格指数<sup>[14]</sup>,以 2005 年作为基期进行平减。相应地,以 2005 年为基期,采用浙江省工业生产者出厂价格指数对新产品销售收入进行平减。

3 浙江省不同性质企业科技创新效率的比较分析和动态变化

3.1 不同性质企业科技创新效率的比较分析

运用上述的 DEA 效率评价模型,基于共同前沿面,利用 DEAP2.1 软件对上述的数据进行处理,可计算出共同前沿面下浙江省不同性质企业 2006—2008 年的科技创新效率。具体数据见表 2。

从表 2 可以看到,浙江省不同性质企业的科技创新效率均值较低,仅为 0.52,整体来看呈波动上升的趋势。2006 年内资企业中,国有企业的科技创新效率最低,为 0.32,经历了 2008 年和 2009 年的效率低点后,开始波动上升,2017 和 2018 年达到最

表 2 共同前沿面下浙江省不同性质企业 2006—2018 年的科技创新效率

决策单元	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
国有企业	0.32	0.68	0.16	0.21	0.53	0.65	0.48	0.68	0.72	0.76	0.87	1.00	1.00
股份合作企业	0.49	0.93	0.28	0.16	0.19	0.17	0.22	0.78	0.34	0.38	0.26	0.45	0.35
有限责任公司	0.50	0.53	0.51	0.38	0.45	0.44	0.48	0.22	0.60	0.75	0.90	0.95	0.88
股份有限公司	0.44	0.51	0.41	0.36	0.38	0.46	0.52	0.29	0.49	0.52	0.57	0.53	0.58
私营企业	0.45	0.51	0.55	0.55	0.54	0.54	0.53	0.44	0.65	0.66	0.71	0.55	0.50
合资经营企业	0.59	0.68	0.66	0.71	0.67	0.58	0.60	0.43	0.70	0.75	0.81	0.88	0.69
合作经营企业	0.76	0.42	0.58	0.72	0.46	0.44	0.13	1.00	1.00	0.59	0.66	0.91	0.88
港澳台商独资经营企业	0.17	0.29	0.34	0.44	0.40	0.48	0.47	0.34	0.52	0.50	0.51	0.46	0.52
港澳台商投资股份有限公司	0.72	0.48	0.12	0.19	0.24	0.26	0.42	0.33	0.34	0.27	0.29	0.32	0.28
中外合资经营企业	0.68	0.67	0.65	0.61	0.60	0.63	0.53	0.74	0.74	0.73	0.92	0.72	0.69
中外合作经营企业	0.41	1.00	0.33	0.26	0.50	0.53	0.33	0.13	0.26	0.06	0.32	0.19	0.29
外资企业	0.28	0.46	0.61	0.48	0.55	0.43	0.44	0.62	0.69	0.79	0.75	0.68	0.64
外商投资股份有限公司	0.28	0.27	0.65	0.56	0.51	0.61	0.39	0.77	0.41	0.30	0.65	0.64	0.70

优效率 1.00,呈现较为显著的追赶势头。股份合作企业、股份有限公司和私营企业的技术效率始终处于较低位置,变动幅度不大,特别是股份合作企业,其 2018 年的科技创新效率较 2006 年反而下降了 28.57%。有限责任公司的科技创新效率在 2014 年以前也处于较低水平,2014 年以后迅速上升。港澳台商企业中合资经营企业和合作经营企业的科技创新效率较高,但是合资经营企业的波动幅度较小。外资企业中中外合资经营企业的科技创新效率均值最高,且波动变化较小。而中外合作经营企业在 2007 年达到最优效率之后,反而呈现波动下降的变化。总体来看,3 种类型企业的科技创新效率均值基本相同,考察期内外资企业的科技创新效率

长期在 0.4~0.6 波动,只有 2016 年科技创新效率均值达到了 0.66,2013 年以前外资企业的科技创新效率长期处于相对最优位置。港澳台商投资企业的科技创新效率呈现波动上升的趋势,2014 年以后开始超越外资企业。内资企业经历了 2008—2009 年的显著下降后,随后一路追赶,并于 2015 年连续 4 年处于领先地位。

3.2 不同性质企业科技创新效率的共同前沿面 Malmquist 生产力指数

根据上述的全局 Malmquist 指数方法,可以计算出不同性质企业 2006—2018 年科技创新效率的共同前沿面 Malmquist 生产力指数。具体数据见表 3 和图 1。

表 3 浙江省不同性质企业 2006—2018 年科技创新效率的共同前沿面 Malmquist 生产力指数

决策单元	2006— 2007	2007— 2008	2008— 2009	2009— 2010	2010— 2011	2011— 2012	2012— 2013	2013— 2014	2014— 2015	2015— 2016	2016— 2017	2017— 2018
国有企业	2.12	0.24	1.26	2.55	1.25	0.73	1.41	1.06	1.06	1.14	1.15	1.00
股份合作企业	1.90	0.30	0.56	1.19	0.88	1.32	3.55	0.43	1.14	0.68	1.73	0.78
有限责任公司	1.07	0.96	0.75	1.17	0.98	1.09	0.46	2.74	1.25	1.20	1.05	0.93
股份有限公司	1.16	0.82	0.87	1.05	1.20	1.15	0.56	1.68	1.06	1.09	0.92	1.10
私营企业	1.14	1.08	0.99	0.98	1.00	0.98	0.84	1.46	1.01	1.08	0.78	0.91
合资经营企业	1.15	0.97	1.09	0.94	0.86	1.03	0.73	1.62	1.07	1.08	1.08	0.78
合作经营企业	0.54	1.41	1.23	0.64	0.95	0.30	7.69	1.00	0.59	1.12	1.38	0.96
港澳台商独资 经营企业	1.70	1.16	1.30	0.90	1.22	0.96	0.74	1.52	0.95	1.02	0.91	1.13
港澳台商投资 股份有限公司	0.67	0.24	1.67	1.27	1.06	1.61	0.78	1.02	0.81	1.07	1.09	0.89
中外合资经营企业	0.99	0.96	0.94	0.99	1.06	0.84	1.40	1.00	0.99	1.26	0.78	0.95
中外合作经营企业	2.46	0.33	0.77	1.95	1.08	0.63	0.38	2.05	0.22	5.75	0.59	1.50
外资企业	1.62	1.34	0.79	1.14	0.79	1.03	1.40	1.10	1.15	0.95	0.90	0.94
外商投资股份 有限公司	0.95	2.42	0.85	0.92	1.18	0.64	1.98	0.53	0.72	2.19	0.99	1.09
全部均值	1.34	0.94	1.01	1.21	1.04	0.95	1.69	1.32	0.93	1.51	1.03	1.00

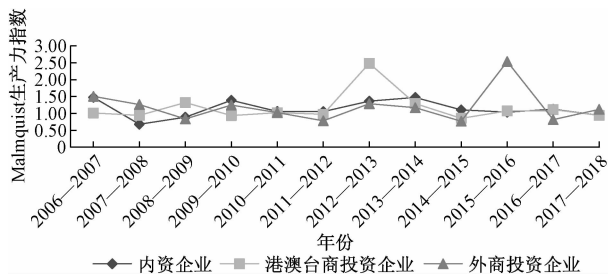


图1 3种类型企业的共同前沿面 Malmquist 生产力指数变化趋势

由表3可知,2006—2018年浙江省不同性质企业科技创新效率的共同前沿面 Malmquist 生产力指数均值都超过了1.00,说明上述企业近13年的平均科技创新效率呈现增长势头,但是每年的变动幅度具有显著差异。内资企业中国有企业的增长势头最为显著,平均为1.25,13年间仅有2007—2008年与2011—2012年呈现效率下降的特点。私营企业虽然显现科技创新效率增长和下降交错的状态,但是总体波动最小,相比其他4种性质的企业,其共同前沿面 Malmquist 生产力指数最为均衡,尤其值得注意的是,2007—2008年间,内资企业中只有私营企业的科技创新效率仍然保持正增长。港澳台商企业中合作经营企业的科技创新效率动态变化的波动幅度最大,2012—2013年其科技创新效率的增幅达到了7.69。外商投资企业中中外合作经营企业的科技创新效率动态变化的波动幅度最大,2015—2016年其科技创新效率的增幅达到了5.75。

总体来看,3种类型企业科技创新效率的共同前沿面 Malmquist 生产力指数均值差异不大,均呈现效率增长和效率下降的交错态势。内资企业、港澳台商投资企业和外商投资企业的指数均值分别为1.13、1.16和1.20。但是从图2可以看到,内资企业科技创新的共同前沿面 Malmquist 生产力指数波动较小,13年间有11年都保持着科技创新效率上升的势头,有6年的科技创新效率增幅超越了港澳台商和外商投资企业。而港澳台商投资企业和外商投资企业的波动较大,由于其分别在2012—2013年和2015—2016年科技创新效率有了一次显著的提升,才拉动了这两种类型企业科技创新效率的共同前沿面 Malmquist 生产力指数。上述结果表明,浙江内资企业保持科技创新效率增长势头的趋势比其他两种类型企业的增长势头更加平稳。

### 3.3 浙江省不同性质企业科技创新效率动态变化的根源分析

为了分析浙江省不同性质企业科技创新效率动态变化的根源,可利用式(7)将科技创新效率的共同前沿面 Malmquist 生产力指数分解为效率变化、组内技术变化和技术领先变化3个指标。图2、图3、图4分别反映了浙江省3种类型企业科技创新效率的共同前沿面 Malmquist 生产力指数的主要构成及变化趋势。其中,内资企业的效率变化、组内技术变化和技术领先变化的均值分别1.05、1.07和1.00。结合图2的变化趋势可以发现,其组内技术变化对共同前沿面 Malmquist 生产力指数的影响最大,尤其是2006—2009年内资企业的组内技术变化和共同前沿面 Malmquist 生产力指数的变化趋势基本重合,表明这一区间内资企业全要素生产率的变动主要源于组内技术的变动,这一期间技术效率和技术领先变化都略微下降。2009—2010年,技术效率变化和组内技术变化是推动内资企业全要素生产率上升的根源。2012—2013年,内资企业的技术领先变化是推动全要素生产率上升的根源,但是技术效率下降反而阻碍了全要素生产率的上升。2013—2014年,技术效率显著上升,进一步推动了全要素生产率的上升,但是其依托的生产技术较之前年反而有明显的落后。2014—2018年,内资企业的技术效率先下降后上升,但是波动幅度不大,组内技术变化略微上升,但是技术领先变化反而略微下降,这意味着近年无论是技术效率还是企业所依托的生产技术环境都没有显著的进步或衰退。考察期内内资企业的技术缺口比率均值为0.82,说明与全省最优技术相比,内资企业所依托的群组技术平均还有18%的提升空间。

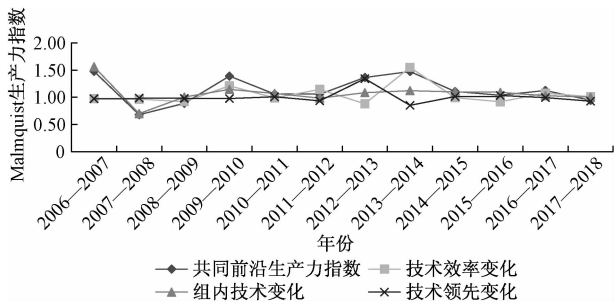


图2 内资企业科技创新效率共同前沿面 Malmquist 生产力指数的主要构成

港澳台商投资企业的技术效率变化、组内技术变化和技术领先变化均值分别为1.08、1.05和1.03。图3表明,技术效率变化和组内技术变化的

波动最大,二者对共同前沿面 Malmquist 生产力指数的影响最大。2007—2011 年,组内技术变化是引起共同前沿面 Malmquist 生产力指数波动的根源。2012 年以后,技术效率变化和组内技术变化共同影响共同前沿面 Malmquist 生产力指数的波动。总体来看,其技术领先波动程度较小,围绕着 1.00 上下波动,意味着考察期内该类型企业所依托的技术环境与全省最优技术环境的差距变动幅度不大。13 年间其技术缺口比率均值为 0.88,说明其依托的群组技术环境处于相对较优的位置。

图 4 表明,外资企业的组内技术变化与共同前沿面 Malmquist 生产力指数的变化最为接近,说明外企企业的全要素效率波动主要来源于其组内技术的变化,即技术进步。但是 2007—2008 年、2013—2014 年和 2015—2016 年,外企企业的技术效率上升很快,成为推动全要素生产率上升的主要动力。考察期内其技术领先变化波动较小,说明其技术环境与全省最优潜在技术的差距变化不大。考察期内其技术缺口比率呈现“U”形变化,2006 年的技术环境达到了全省最优技术环境的 95%,2018 年反而降为全省最优技术环境的 88%,13 年的均值为 0.85,介于内资企业和港澳台商企业之间。

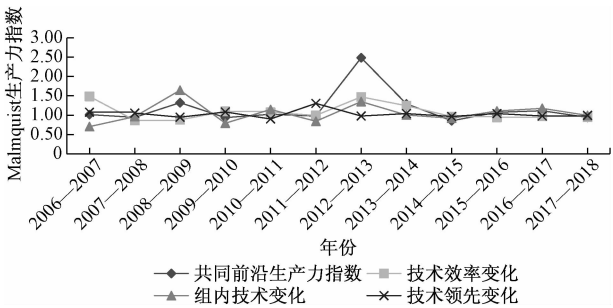


图 3 港澳台商投资企业科技创新效率共同前沿面 Malmquist 生产力指数的主要构成

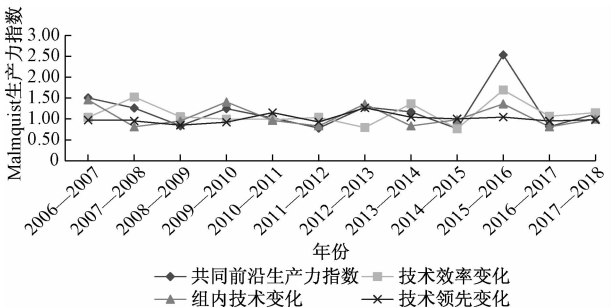


图 4 外商投资企业科技创新效率共同前沿面 Malmquist 生产力指数的主要构成

4 结论

以浙江省大中型工业企业为研究对象,选取 2006—2018 年企业科技创新的相关数据作为研究样本,比较分析了浙江省不同性质企业科技创新效率的差异和动态变化趋势,从技术效率变化、技术变化和技术领先变化 3 个角度分析了浙江省不同性质企业科技创新效率动态变化的根源。通过实证研究,可以得到以下结论:

1)2006—2018 年,浙江省不同性质企业的科技创新效率均值较低。考察期内呈波动上升的趋势,但差距显著,均值较高的企业分别为中外合资经营企业、港澳台商合资经营企业、港澳台商合作经营企业和国有企业。2013 年以前外商投资企业的科技创新效率处于领先地位,2014 其科技创新效率明显低于港澳台商企业和内资企业,特别是 2015 年以后内资企业开始长期处于领先地位。考察期间内资企业一直呈现追赶势头,特别是国有企业,追赶势头最为显著。

2)考察期内上述企业近 13 年科技创新效率的平均增幅基本一致,大部分年份均呈现增长势头,但是每年的变动幅度具有显著差异。内资企业体现出较强的增长效应,且增长势头比其他两种类型企业的增长势头平稳。其中国有企业的增长势头最为显著,私营企业的增长程度最为平缓。港澳台商合作经营企业和中外合作经营企业的科技创新效率增幅波动较大。

3)内资企业全要素生产率上升的根源主要源于组内技术进步。技术效率变化和组内技术变化共同推动了港澳台商投资企业和外商投资企业全要素生产率的变化。3 种类型企业的技术领先变化程度均较小,意味着其与最优技术的差距变化较小。港澳台商企业与全省最优生产技术最为接近。

参考文献

[1] 蔡之兵,周俭初.江浙沪鲁粤四省一市技术创新效率比较研究[J].首都经济贸易大学学报,2012(5):90-96.  
[2] 杜鹤丽,李海萍.浙江省高技术产业创新:效率评价与差异分析——基于 DEA 方法[J].经济研究参考,2015(57):83-91.  
[3] 智瑞芝,林永然.基于 DEA-AHP 的浙江省高技术产业创新效率评价及影响因素研究[J].浙江理工大学学报(社会科学版),2015,34(6):474-482.  
[4] 马述忠,柴宇曦.科技创新、资源配置与技术效率:以浙江省高技术产业为例[J].中共浙江省委党校学报,2016(1):60-66.  
[5] 周冉冉.企业 R&D 投入、政府支持及创新效率关系研究

[J]. 商业会计, 2018, 3(6): 49—52.

[6] 张雪玲, 黄雅娟. 浙江省高新技术产业创新绩效研究: 基于两阶段视角的定量分析[J]. 生产力研究, 2018(2): 69—72.

[7] 郑素丽, 胡一鸣. 浙江省高新技术产业创新效率评价与优化路径: 基于双阶段 DEA 方法的实证研究[J]. 科技管理研究, 2019, 39(5): 89—96.

[8] 邵青, 周鸿勇. 基于网络 DEA 模型的高新技术产业科技创新效率评价研究—以浙江省为例[J]. 绍兴文理学院学报(人文社会科学), 2020(5): 73—81.

[9] 王晓军, 王虎羽. 浙江省医药制造业技术创新效率的评价研究[J]. 统计科学与实践, 2015(8): 18—21.

[10] 智瑞芝. 浙江省中低技术制造业创新效率评价: 兼与高技术制造业的比较[J]. 统计科学与实践, 2016(7): 8—12.

[11] 吕海萍, 池仁勇. 基于产业波及效应视角的浙江省战略性新兴产业技术创新效率研究[J]. 科技管理研究, 2016, 36(21): 91—97, 122.

[12] HAYAMI, YUJIRO. Sources of agricultural productivity gap among selected countries[J]. American Journal of Agricultural Economics, 1969, 51(3): 564—575.

[13] PORTELA M C A S, THANASSOULTS E. Comparative efficiency analysis of Portuguese bank branches[J]. European Journal of Operational Research, 2007, 177(2): 1275—1288.

[14] 黄奇, 苗建军, 张菁菁, 等. 基于区域异质性的中国工业企业创新效率[J]. 系统工程, 2014, 32(7): 20—26.

[15] 肖仁桥, 王宗军, 钱丽. 技术差距视角下我国不同性质企业创新效率研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2015(10): 38—55.

[16] 钱丽, 王文平, 肖仁桥. 产权性质、技术差距与高新技术企业创新效率[J]. 科技进步与对策, 2019(12): 105—114.

[17] 陈帆, 姚卫新. 基于异质性技术的浙江省不同性质企业科技创新效率研究[J]. 科技管理研究, 2021(1): 77—85.

[18] 鲁涛, 陆邦祥. 基于不同生产可能集假定的 Malmquist 生产力指数共同前沿面方法[J]. 统计与决策, 2013(1): 31—34.

[19] 陈元志, 陈劲, 吉超. 中国不同类型企业技术创新效率的趋势与比较[J]. 科研管理, 2018, 39(5): 1—10.

[20] BANKER R D, CHARNES A, COOPER W W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis[J]. Management Science, 1984, 30(9): 1078—1092.

[21] CAVES D W, CHRISTENSEN L R, DIEWERT W E. The economic theory of index numbers and the measurement of input, output and productivity[J]. Econometrica: Journal of econometric society, 1982, 50(6): 1393—1414.

[22] PASTOR J T, LOVELL C. A global Malmquist productivity index[J]. Economics Letters, 2005, 88(2): 266—271.

[23] 吴延兵. 用 DEA 方法评测知识生产中的技术效率与技术进步[J]. 数量经济技术经济研究, 2008(7): 67—79.

## The Dynamic Change and Comparative Research on the Efficiency of Scientific and Technological Innovation of Enterprises of Different Nature in Zhejiang Province

CHEN Fan<sup>1,2</sup>, YAO Wei-xin<sup>2</sup>

(1. School of Economics and Management, Zhejiang University of Science and Technology, Hangzhou 310023, China;  
2. The Glorious Sun School of Business and Management, Donghua University, Shanghai 200051, China)

**Abstract:** Based on the technological heterogeneity of enterprises, the DEA and the meta-frontier Malmquist index method were used to compare the scientific and technological innovation efficiency and dynamic changes of enterprises of different nature in Zhejiang Province from 2006 to 2018. The result shows: ① From 2006 to 2018, the average value of Scientific and technological innovation efficiency of enterprises of different nature in Zhejiang Province was relatively low, the gap is significant, the overall trend is rising volatility. Before 2013, foreign-invested enterprises were in a leading position in the efficiency of technological innovation, and after 2015, domestic enterprises began to be in a leading position for a long time. During the inspection period, domestic enterprises have been showing a momentum of catching up, especially state-owned enterprises, where the catching-up momentum is the most obvious. ② The average increase in technological innovation efficiency of enterprises of different natures in the past 13 years is basically the same. Most years are in a growth trend. Domestic enterprises have demonstrated a strong growth effect, and their growth momentum has been more stable than that of the other two types of enterprises. ③ The increase in total factor productivity of domestic enterprises is mainly due to technological progress within the group. The changes in total factor productivity of Hong Kong, Macao and Taiwan-invested enterprises and foreign-invested enterprises originate from changes in technical efficiency and changes in technology within the group. The degree of change in technology leadership of the three types of enterprises is relatively small.

**Key words:** scientific and technological innovation efficiency; data envelopment analysis; meta-frontier Malmquist index; technology leadership changes

# 基于因子分析算法的长三角科创能力分析

王 利, 周志平

(同济大学 电子与信息工程学院, 上海 201804)

**摘要:**长三角地区是重要的经济区,随着区域协同创新的框架不断完善,对长三角科技创新能力的评估需求愈发明显。通过选取一系列客观、可查的统计数据,并从中抽取部分指标,构建长三角科技创新能力的量化评价体系。并应用因子分析计算模型,分析长三角“三省一市”综合创新能力排名,以及不同影响因子的具体得分情况,为长三角经济中心科技创新发展提供相应量化后的数据。通过对长三角科技创新能力的综合评价和对比分析,促进未来长三角区域的科技创新以及技术研究成果的转化,推动科技服务业快速发展。

**关键词:**区域协同创新;长三角;因子分析法;科技成果转化;科技服务平台

**中图分类号:**F124.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2021)10-0193-04

科技创新是当今世界区域可持续发展的重要动力之源,同时也是区域竞争中取得优势的核心要素,其正在成为人类未来发展的主要力量。长三角地区城市需释放科技优势、激发创新能力<sup>[1]</sup>,在新的科技创新体制下,把握机会、面临挑战,加强科技创新平台建设,不断促进科技成果转化,深化改革、积极创新。本文通过对长三角科技创新能力进行综合评价,并对比分析各地区的科技创新能力,发现其存在的优势与不足,从而推动长三角经济中心科技创新发展。

## 1 长三角科技服务现状

长三角区域作为重要的经济区域,“三市一省”之间的合作面临从基于要素的合作向基于制度合作的转变<sup>[2]</sup>。基于政策的支持,现有的成熟创新机制体制为长三角科技服务的发展提供了肥沃的土壤,而科技服务是区域协同科技创新发展壮大的重要落地措施,构建完善的科技服务平台则是不同地区一起协同、合作发展的重要基础<sup>[3-5]</sup>。区域协同科技创新需参考国内外协同创新区域平台建设的成功经验,并据此形成完善的区域协同创新框架。但是长三角所在区域整体上存在资源配置不平衡的问题<sup>[6]</sup>,其中科技服务平台仍然存在着资源集中程度低、信息冗余程度高、区域信息互通困难等问题,科技服务平台建设的不足一定程度上阻碍了科技创新发展的步伐,突出的问题包括:不同城市之间、

城市不同区域之间的发展不平衡;质量较低的一体化协同发展;跨区域的创新技术落地转化效率低<sup>[3]</sup>。本文通过对长三角科技创新发展能力进行综合评价与分析,通过数字进行量化分析,并提出相应的改善方法。

## 2 科技创新发展评价指标分析及选取

本研究选取长三角地区作为研究对象,包括上海市、江苏省、浙江省、安徽省,简称“三省一市”。通过对长三角经济区科技创新发展能力进行综合评价,旨在揭示不同区域发展中存在的地区差异以及某些方面的不足。

### 2.1 构建指标体系

在相应的科技创新能力量化模型构建时,选取的指标应具有完整性、有效性以及可操作性等关键因素。因此,尽量选取相互独立且具有代表性的指标,指标间最好有内在的逻辑相关联;在利用构建好的评价指标体系进行分析时,需要对应的数据作为分析判断的依据。本文在研究前人文献的基础上<sup>[4]</sup>,选取了以下三大科技创新发展评价指标:科技资源与载体、科技人力与财力投入、科技产出成果及效益。

科技资源是区域科技创新发展过程中不断积累的宝贵财富,也体现了该地区的科技创新发展的“硬实力”。科技资源具体包括:①科技创新人才资源,如高校在校人数、R&D企业数;②科技技术

收稿日期:2021-05-31

基金项目:国家重点研发计划(2017YFB1401600)。

**作者简介:**王利(1969—),女,安徽宿县人,同济大学电子与信息工程学院,讲师,博士,研究方向为智能CAD和自然语言处理;周志平(1961—),男,上海人,同济大学电子与信息工程学院,讲师,研究方向为计算机应用。

资源,如金融服务业占比、高科技产业服务业生产  
总值占比等。

科技创新不同于其他产业,需要高水平科技人  
力与财力的大量投入。同时每年科技人力与财力  
的投入也反映了当地政府对于科技创新发展的重  
视程度,体现着该地区科技创新发展的潜力。科技  
人力与财力投入具体包括企业研究人员数、科技相  
关经济投入占比、各高校及科研机构筹得用于支持  
科技创新的资金数等。

科技产出、成果及相关经济效益是科技创新能  
够得以发展下去并形成以科技服务为基础的产业  
的重要外在表现。科技产出成果及效益具体包括  
专利申请数、发明申请数、科技成果登记数量、技  
术市场中的交易金额以及交易量、科技新产品产值等。

综合以上分析,本文所选取的评价指标具体内  
容见表 1。

表 1 评价指标内容

指标	评价指标的内容
$x_1$	地区高校学生人数
$x_2$	企事业单位科研人员数
$x_3$	R&D 企业占地区企业比例
$x_4$	金融服务业占地区服务业比例
$x_5$	科技服务业占地区生产总值比重
$x_6$	企业 R&D 研究人员占总员工比例
$x_7$	企业 R&D 研究人员总人数
$x_8$	R&D 经费投入
$x_9$	该地区政府科技投入占 GDP 比重
$x_{10}$	该地区高校数量
$x_{11}$	该地区科研机构数量
$x_{12}$	规模以上工业企业专利申请数
$x_{13}$	规模以上工业企业有效发明专利数
$x_{14}$	科研院所活动筹集资金
$x_{15}$	高校科技创新资金
$x_{16}$	科技成果登记数量
$x_{17}$	技术市场中交易的合同数量额
$x_{18}$	交易金额量
$x_{19}$	科技新产品产值与科技人员比
$x_{20}$	该地区人均收入

2.2 因子分析法

应用因子分析法,将数量较多的原始评价指标  
提取出数量较少的且互相没有相关性的指标,在保  
留原始指标绝大部分信息的同时起到指标降维的  
目的。因子分析法的主要步骤如下。

第 1 步:变量标准化。对原始数据进行标准化  
处理,目的为统一不同变量的量纲以及数量级,以

便后续分析。

第 2 步:求各个变量的相关系数矩阵,然后得出  
矩阵特征根累计贡献率,依据贡献率确定适合的公  
因子并命名,公因子的选取目标是以尽量少的公因  
子数代表原有评价指标的绝大部分信息,尽可能地  
减少信息损失。

$$x_i = \mu_i + a_{i1}F_1 + a_{i2}F_2 + \cdots + a_{ik}F_k = a_{ik}F_k + \mu_i, k \leq i, i = 1, 2, \cdots, 20$$

(1)

式中:  $x_i$  表示选择评价指标的内容;  $a_{ik} (k \leq i)$  表示  
各个指标的公共因子,也称为因子载荷;  $\mu_i$  表示各  
个指标独有的因子。

第 3 步:对因子载荷矩阵做方差最大的正交旋  
转,然后根据求得的值与实际意义相对照,从而确  
定每个公因子的具体含义,便于后续的分析。在计  
算过程中,设正交矩阵  $Q$  为

$$Q = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix}$$

(2)

因此,  $x_i$  可以表示为

$$x_i = a_{ik}F_k + \mu_i = a_{ik}(QQ^T)F_k + \mu_i = (a_{ik}Q)Q^TF_k$$

(3)

令  $B = (a_{ik}Q)$ , 其被称为旋转因子载荷矩阵,  
然后通过旋转,将变量分为由不同因子组成的两个  
部分  $b_1、b_2$ , 规定要求两列数据分别求的方差达到  
最大值。

第 4 步:设置公因子权重。由于专家打分的方式  
具有主观性等缺点,因此本文采用因子方差贡献  
率占比作为该公因子权重。

第 5 步:将公因子权重与公因子得分相乘后求  
和,从而得到最终的综合评价得分。

3 长三角科技创新中心发展能力评价

表 2 中罗列了  $x_1 \sim x_{20}$  共 20 个因子的方差贡献  
率。其中前 4 个因子的贡献率较高,而剩余的第 5~  
20 因子对方差的贡献率较低。可见前 4 个因子对  
数据的解释性较强,且在旋转之后对方差的贡献率  
仍然较高。因此选择前 4 个因子作为分析长三角地  
区创新发展能力的指标因子。

从表 3 旋转后因子得分系数矩阵可以分别对不  
同的公因子进行命名分析:

1)命名公因子 1 为科技资源投入公因子  $F_1$ :其  
在  $x_1 \sim x_7$  指标上比重较高, $x_1 \sim x_7$  多为该地区科技  
人才资源和当地科技企业占比情况。

2)命名公因子 2 为科技载体公因子  $F_2$ :其在  
 $x_8 \sim x_{11}$  指标上比重较高, $x_8 \sim x_{11}$  多为该地区科技  
载体等硬件条件。



表 2 总方差解释

因子	总数	方差百分比/%	累计贡献率/%
1	9.575	40.012	40.012
2	3.145	22.398	62.425
3	1.251	18.622	81.043
4	1.062	5.734	86.987
5	0.924	2.234	89.382
6	0.852	1.915	90.922
7	0.739	1.678	92.184
8	0.680	1.252	93.271
9	0.619	1.172	94.758
10	0.527	1.132	95.281
11	0.492	0.956	96.543
12	0.459	0.823	97.092
13	0.322	0.757	97.899
14	0.231	0.652	98.321
15	0.156	0.573	99.081
16	0.121	0.328	99.284
17	0.023	0.298	99.384
18	0.018	0.187	99.887
19	0.005	0.056	99.976
20	0.001	0.078	100.00

3)命名公因子 3 为科技创新外在表现公因子  $F_3$ :其在  $x_{12} \sim x_{15}$  指标上比重较高, $x_{12} \sim x_{15}$  多为当地发明专利等成果或筹措资金情况等科技创新外在表现。

4)命名公因子 4 为科技创新效益公因子  $F_4$ :其在  $x_{16} \sim x_{20}$  指标上比重较高, $x_{16} \sim x_{20}$  多为科技成果、产出及经济效益相关。

表 3 旋转后因子得分系数矩阵

指标	公因子 1	公因子 2	公因子 3	公因子 4
$x_1$	0.942	0.028	-0.024	0.071
$x_2$	0.884	0.133	-0.076	0.119
$x_3$	0.825	0.178	0.181	0.019
$x_4$	0.802	0.244	0.106	0.061
$x_5$	0.794	0.365	0.277	0.106
$x_6$	0.775	0.253	0.040	-0.012
$x_7$	0.709	0.065	0.171	-0.184
$x_8$	0.063	0.922	-0.004	0.156
$x_9$	0.256	0.907	0.041	0.097
$x_{10}$	0.326	0.832	0.103	0.253
$x_{11}$	-0.231	0.734	-0.091	0.505
$x_{12}$	-0.131	0.462	0.937	-0.543
$x_{13}$	0.178	0.315	0.831	-0.437
$x_{14}$	0.158	0.509	0.730	0.164
$x_{15}$	0.087	0.598	0.626	0.108
$x_{16}$	0.231	0.115	-0.184	0.913
$x_{17}$	0.117	0.323	-0.011	0.909
$x_{18}$	-0.010	-0.145	-0.093	0.824
$x_{19}$	0.127	-0.021	-0.119	0.785
$x_{20}$	0.033	-0.077	0.136	0.765

在分别计算得到长三角各地区 4 个公因子 ( $F_1, F_2, F_3, F_4$ ) 的分值后,计算得到各地区的科技创新发展能力综合得分  $F$ ,并进行排名统计。表 4、图 1 展示了长三角三省一市科技创新发展能力综合得分、排名与各公因子具体得分。

表 4 长三角三省一市科技创新发展能力综合得分、排名与各公因子具体得分

地区	$F_1$	$F_2$	$F_3$	$F_4$	总得分 $F$	排名
江苏省	3.867 4	3.174 0	0.284 6	0.817 2	9.576 1	1
浙江省	2.484 0	2.321 5	0.273 4	0.661 5	6.556 2	2
上海市	2.173 6	1.862 9	0.142 6	0.532 5	5.479 7	3
安徽省	1.907 8	0.897 1	0.017 6	0.021 5	3.803 8	4

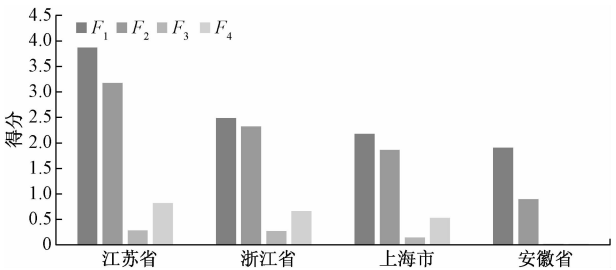


图 1 长三角各地区科技创新中心发展能力公因子得分

根据表 4 及图 1 所示的得分情况分析可得,长三角经济区“三省一市”中,江苏省的科技创新综合能力最高,浙江省其次,上海市第三,安徽省第四,说明江苏省在长三角地区科技创新建设规模程度较为突出。上海市由于地域面积的限制,在长三角地区科创能力并不十分突出。具体观察“三省一市”各公因子得分,可以发现普遍在科技资源投入和科技载体建设方面得分较高,相比之下,科技外在表现与创新活动所获得的效益方面得分较低,一定程度上说明了政府和企业 在科创活动上的人力、财力投入和当地高校、科研院所的建设情况并不是限制长三角科技创新发展的因素。长三角科创产出与效益的低下不仅限制了长三角区域协同创新的发展,同时作为科创产业的结果也体现着长三角科技创新能力的短板,侧面说明了长三角地区暂时性对科技创新发展的投入大于产出。

4 长三角科技创新中心发展的不足及对策

通过对长三角科创能力的量化分析可以得知,其具有较强的发展能力与发展潜力,但是也存在一些问题,本文从以下几个关键点提出改进对策。

1)整合现在相对独立的“三省一市”科技服务平台,建设区域协同科技服务平台。以科技服务为

主导,建立集成仪器、场地等硬件共享服务、科技“软”资源共享服务、技术转移信息服务、技术成果转化服务、金融服务等五位一体的科技服务协作平台,整合后提供一站式服务,满足科技创新企业、科研院所、高校、科技专家及高水平科技人才的需求。要点在于克服现有的“三省一市”各自为政,不同区域的独自建立科技服务平台,在软硬件资源层面上存在较大的冗余和利用率低的问题。需在“三省一市”中选择某一地区作为代表,领导区域协同科技服务平台建设。

2)在资源及信息等数据层面,需落实信息互通、资源共享等协议,为区域协同科技服务平台提供必要的技术支持。

3)需要构建统一的科技成果转化模式,为科技成果转化经济效益破除流程上的障碍,促进长三角区域科技成果的高效利用、充分利用,同时为区域协同科技服务平台提供流程上的支持。

通过各项措施齐头并进,着力发展“三省一市”的协同科技服务平台,逐步实现各种科技软、硬件资源的共享、企业和研究单位的供需信息共享,促进知识产权、发明、科技成果在实际应用中的转换。

5 结语

长三角区域协同创新体制机制已基本成熟,且通过采用因子分析法对长三角科技创新能力的综合

评价和对比分析,得知以上海市为首的长三角地区科技创新潜力较强,但由于科技服务平台建设不足、科技资源集中程度低、管理信息冗余、信息互通困难、知识产权等科技成果难以转化等问题,为长三角经济中心科技创新发展提出相应对策,需抓紧完善科技战略、制度、转移与研发等相互结合、促进的四位一体的长三角科技服务平台,制定统一现代科技资源服务规范,构建科技资源共享机制,对科技成果形成有效的集成和共享机制,以促进未来长三角“三省一市”区域科技的协同、健康发展。

参考文献

[1] 李瑞昌. 上海在推进长三角区域一体化进程中发挥中心城市作用研究[J]. 科学发展, 2018(2): 42—49.

[2] 沈开艳. 建设资源共享平台推进长三角区域科技创新[J]. 江南论坛, 2018(7): 8—10.

[3] 姚鹏, 王民, 鞠晓颖. 长江三角洲区域一体化评价及高质量发展路径[J]. 宏观经济研究, 2020(4): 117—125.

[4] 张涛, 宣昌勇. 建设全球性产业科技创新中心的模式与路径选择——基于江苏省产业科创中心的科研活动[J]. 现代经济探讨, 2017(1): 73—77

[5] 李万, 周小玲, 胡曙虹, 等. 新城市群: 长三角一体化与上海科创中心的共同抉择[J]. 智库理论与实践, 2018, 3(4): 94—100.

[6] 郑明, 谢文娴, 刘淑颖, 等. 基于科技创新资源配置系统理论的区域科技创新资源评价——以长三角地区为实例[J]. 情报工程, 2021, 7(2): 33—45.

Analysis of Yangtze River Delta’s Scientific and Technological Innovation Ability Based on Factor Analysis Algorithm

WANG Li, ZHOU Zhi-ping

(Collage of Electronic and Information Engineering, Tongji University, Shanghai 201804, China)

**Abstract:** The Yangtze River Delta region is a critical economic zone. With the continuous improvement of the regional collaborative innovation framework, the evaluation of the Yangtze River Delta’s scientific and technological innovation capabilities has become more and more prominent. Selects a series of objective and checkable statistical data and extracts some indicators from the statistical data to construct a quantitative evaluation system for the scientific and technological innovation capability of the Yangtze River Delta. Moreover, apply factor analysis calculation model to analyze the comprehensive innovation ability ranking of the “three provinces and one city” in the Yangtze River Delta, and the scores of different regional impact factors, and put forward corresponding quantitative data for the development of scientific and technological innovation in the economic center of the Yangtze River Delta. Comprehensive evaluation and comparative analysis of capabilities will promote future technological innovation in the Yangtze River Delta region and the transformation of technological research results and promote the rapid and healthy development of the technical service industry.

**Key words:** regional collaborative innovation; Yangtze river delta economic zone; factor analytic techniques; transformation of scientific and technological achievements; technology service platform

# 上市公司财务舞弊手段及其审计研究

黄月菡, 陈庆杰

(上海理工大学 管理学院, 上海 200093)

**摘要:**越来越多的上市公司选择利用财务舞弊手段来谋求利润。研究发现,常见的上市公司财务舞弊手段主要有虚增资产、隐瞒负债、虚增收入、利用关联方交易舞弊 4 种,而目前中国的审查制度还不够完善,对于复杂的舞弊手段往往不能监察到位。为了经济市场的稳定运行,结合超华科技的具体案例进行分析,从公司内部、政府机关和中介机构 3 个角度总结出针对中国上市公司财务舞弊手段的防范对策。

**关键词:**上市公司;财务舞弊手段;审计问题

**中图分类号:**F275;F832.51 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2021)10-0197-06

在当今世界经济发展中,时常出现一些风险和不确定因素影响着社会的和谐发展,而上市公司的财务舞弊事件则是当今世界面临的严峻问题。上市公司财务舞弊事件在国际上常有发生,美国曾发生了安然事件,随后又出现了时代华纳、阳光电器、南方保健等公司的财务舞弊,对股市造成了极大的波动,也引发了全球资本市场的巨大震动。

而在国内,上市公司财务舞弊事件自 20 世纪 90 年代深交所和上交所成立以来接连发生。从著名的绿大地、银广夏、华源制药事件到山东巨力、吉林敖东、四川长虹的会计造假,众多财务舞弊恶性事件的爆发,损害了企业和投资者的利益,给中国的资本市场带来了诸多不利影响。各类审计的失败案例也在一定程度上给注册会计师的诚信度和信誉带来了负面的影响,并让投资者对资本主义市场失去了信心。

为了减少舞弊事件的发生,国家制定多项法律法规力图通过法律的手段对违法行为进行制裁。但是贯彻执行法规和制度的情况却不尽人意,一些上市公司明知道舞弊行为是犯法的,还依旧采取这种手段,影响了经济社会的整体稳定。为了防范上市公司财务舞弊行为频繁发生,本文研究了上市公司的财务舞弊手段与审计方法,通过具体案例及以往重要案例的分析,对每个存在的问题提出了防范建议。

本文力图实现的研究贡献有以下两点:①在理论分析的基础上辅以数据论述。在分析超华科技

财务舞弊的具体案例时,对发生财务舞弊的上市公司的类型及所处地域情况进行了统计与概括,增加了论述的可信度。②在相关的防范对策方面,不仅针对上市公司本身,还对政府机关和中介机构提出了相应的合理化建议。

## 1 文献综述

国外学者通过对舞弊案例的深入研究,包括起因、手段、方式方法等,总结出大量的经验教训以及解决之法,为以后关于财务舞弊的研究奠定了基础。

Loebbecke 等通过大量的研究调查得出,如果公司存在众多不易审计的关联方交易,内控制度有效性差,这种企业的财务报告比其他的企业具有较高的舞弊可能性<sup>[1]</sup>。Ashbaugh-Skaife 等通过大量数据对公司结构、治理机制和内部控制之间的互相联系作用进行了研究,认为董事会与内部审计的效果对企业内部控制质量的影响重大<sup>[2]</sup>。

现阶段大量的上市公司财务舞弊事件爆发,扰乱了市场秩序。如何有效防范上市公司财务舞弊事件的发生,已经成为中国学者关注的问题。章静婷通过对南京纺织品进出口股份有限公司案例的研究,从压力、机会、合理化 3 个角度总结观点,认为企业财务舞弊的主要原因在于企业内部控制缺失以及外部监管的缺失<sup>[3]</sup>。贾滨以华锐风电科技股份有限公司的财务舞弊为例,通过对不同时间节点的舞弊手段分析,认为目前中国上市公司财务舞弊的手段主要有虚增营业收入和成本以及频繁更换会计师事务所来粉饰报表<sup>[4]</sup>。王礼东提出财务舞弊手

收稿日期:2021-05-31

作者简介:黄月菡(1996—),女(满族),吉林吉林人,上海理工大学管理学院,硕士研究生,研究方向为财务与管理会计。

段中常用的是关联交易,关联方为了达成增加利润的目的,私下达成共识,企图共同合作来虚增收入,减少费用在报表上的体现<sup>[5]</sup>。翟英敏认为上市公司财务舞弊常采用虚增收入的手法,要想使企业的利润可以达到管理者想要达到的最大值,最常见的方法就是提前确认产品销售和其他资产的转让收入以隐蔽的手法操作而从中谋取利益,而此时产品或资产的风险或报酬还未完全转移<sup>[6]</sup>。王超在对财务舞弊的审计对策中提到要加强审计的独立性,要防止负责上市公司的审计人员长时间不变,避免公司与审计人员因经常合作而产生利益上的关联,在审计工作中影响了工作人员客观的判断,进而导致舞弊事件<sup>[7]</sup>。黄进敏认为要应对财务报表舞弊,应该使审计人员对于上市公司账务进行反复核查,不能有遗漏审查的行为发生,杜绝那些违法乱纪的行为在审计过程中发生<sup>[8]</sup>。

## 2 财务舞弊相关概念及理论基础

### 2.1 财务舞弊的相关概念

#### 2.1.1 财务舞弊的定义

从一般意义来定义舞弊,是指“欺骗者旨在获取财务利益的犯罪性欺诈”,通常进行欺诈的原因是为了从中获取某种利益或者达到某种期待的意愿。而财务舞弊是指有动机、有提前计划、有针对性的虚拟会计数据的行为,从而导致会计数据严重失真,不符合上市公司的真实经济情况。财务舞弊的主要落脚点在于最终目的是进行财务报表的造假<sup>[9]</sup>。

#### 2.1.2 财务舞弊的分类

财务舞弊主要有两种类型:第一种是直接对财务报告舞弊,表现为对财务报表上的基本内容做直接的修改,而所更改的内容是虚假的,并没有合理的依据可以作为证明。第二种是间接对财务报告舞弊,间接舞弊并不是直接对报告的基本内容做简单的修改,而是采用更加复杂隐蔽的手法进行暗箱操作,有些会利用会计政策上的漏洞,有些会利用关联方之间的依存关系,还有些是对会计的操作程序做异常处理。这些方法都不会被企业放在表面上,通常经过很多迂回曲折才达到最终的效果,其结果不是很容易被发现。对于审计部门来说,这种间接的财务报告舞弊审计起来难度最大,往往不会轻易察觉。

### 2.2 财务舞弊的特征

财务舞弊的主要特征如下:

1)上市公司管理层是舞弊的主要操控者。在

一家上市公司中,每一个层面以及经营环节都会出现舞弊行为,但其主要操纵者还是公司的管理层。管理层采取各种可能的手段,为了利益暗箱操作,让注册会计师的审核变得极为不易。

2)会计数据是舞弊的主要对象。上市公司的舞弊操作点可以落实到很多方面,但其主要针对的是会计数据。企业会制造虚假的、不具有真实性的会计凭证,或者不遵守会计政策,用不易被察觉的方法处理财务报告上的会计数据。

3)上市公司的利润并不会因为舞弊的发生而有真实的改变。财务舞弊为了隐瞒企业某种真实的经营状况而采取特殊的手段,但是这种隐瞒并不能让企业真正产生虚构的利润。

4)会计师审计不严。遵守职业道德是每个注册会计师的基本守则,对职责的疏忽而纵容舞弊行为的发生,需要承担相应的法律责任。

### 2.3 舞弊动因理论

中国在研究上市公司财务舞弊时,常常引用国外的相关理论,而国外学者在研究会计舞弊动因时,通常是以舞弊动因理论为基础,以此为中心点不断地向外延伸,在同种领域中寻求相似的概念,并在此基础上研究总结出舞弊冰山理论、舞弊三角论、GONE理论、舞弊风险因子理论这4个对学术界研究意义重大的代表性理论。

#### 2.3.1 舞弊冰山理论

舞弊冰山理论认为舞弊是位于海平面之下的冰山,所有的危机并没有全部显现出来,露出来的只是其中很小的一部分,会导致重大灾难性的漏洞藏在海平面以下。舞弊冰山理论有时也被叫作二因素理论。对于舞弊的研究可以从结构和行为两个角度着手。结构通常在海平面之上,而对应的行为则位于海平面之下。舞弊的内容大部分源自组织内部管理,这些并不是凭空捏造的,而是原本就存在。而舞弊行为的内容则并不具有标准化,反而是主观的,具有自己独特的特点,这些不会轻易地暴露出来,通常都会被很好地隐藏。

#### 2.3.2 舞弊三角论

舞弊三角理论又称三因素论。该理论认为,企业舞弊的产生是由压力、机会和自我合理化三要素结合起来产生的。压力要素是舞弊者产生舞弊行为的意愿来源,刺激个人为其自身利益而进行企业舞弊的压力大体上可分经济、恶癖、与工作相关的压力和其他压力4类。机会要素是指可进行企业舞弊而又能采取手段加以掩饰,从而不被发现或能躲

开处罚的时机。借口要素,即自我合理化,是指不管舞弊者的借口解释是否真实合理,他都会用这个理由进行解释,其目的就是为了使企业的舞弊行为能够合乎本人思想观念和行为标准。

2.3.3 GONE 理论

GONE 理论又称四因素论。该理论认为:企业会计舞弊由 G、O、N、E 4 个因子组成,它们之间联系紧密,无法准确地辨别出 4 个因子里面占据首要位置的是哪一个。它们对企业舞弊风险的作用程度是相同的。其中 G 为 Greed,指贪婪;O 为 Opportunity,指机会;N 为 Need,指需要;E 为 Exposure,指暴露。每种因子表明舞弊的不同条件,即舞弊者想要为自己谋取利益,比如钱财、自尊时,如果此时他发现合适的机会,并认为进行舞弊后不会被揭露,他就必然会选择舞弊。

需要因子有时被称为动机因子。动机对会计行为产生有着至关重要的作用,有危害的行为动机在某种条件的作用下会造成会计舞弊这种违反法律规定的错误的会计行为。机会因子取决于企业中那些有舞弊意向的人拥有的对企业控制能力的大小。如果管理当局的行为没有得到监督和制约,就有可能运用不正当的手法手段进行舞弊。暴露因子主要有两个,一是舞弊行为被查出的概率,二是对违法人员的处罚力度。贪婪因子表现为一种个体价值判断,如果个体认为发生这种行为是自身价值所认可的,他就会采取行动来促使这种行为发生。

2.3.4 舞弊风险因子理论

舞弊风险因子有两种:个别风险因子和一般风险因子。个别风险因子是指对于不同的人会有不同的效果,并且不在组织控制领域内的因素;一般风险因子是指由组织或实体进行控制处理的因素。当舞弊者面对一般风险因子和个别风险因子时,他会对两者结合后的效果采取预先判断,如果他认为结果是有利的,就会采取手段进行相应的舞弊行为。

3 上市公司财务舞弊手段分析

3.1 财务舞弊上市公司的特征

3.1.1 财务舞弊上市公司行业分布

上市公司发生财务舞弊所涉及的企业类型多种多样。对近两年证监会所处罚的 53 家发生财务舞弊的上市公司进行分类总结,分析这些企业的行业特征,有助于启示注册会计师在审计过程中针对不同的行业进行具体的审计分析。

如图 1 所示,统计的 53 家上市公司中,舞弊行为最严重的是制造业,占有所有公司的 21%;紧随其

后的是管理投资业和医疗制药业,占比分别为 15% 和 9%;建材业和房地产业都只有 2 家,仅占比 4%。通过对大量案例文献的研究总结可知,制造业近年来一直是注册会计师审计的盲点,未来注册会计师应该更加注重对制造业的监督与审查。

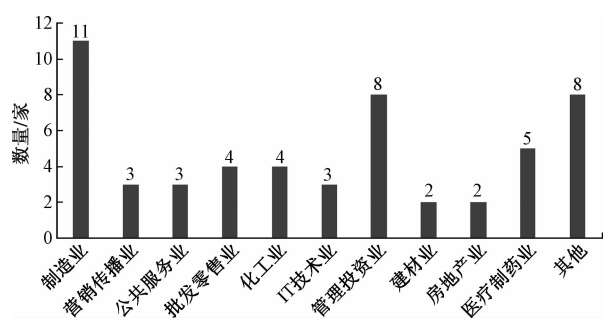


图 1 财务舞弊上市公司行业分布  
数据来源:根据证监会的处罚公告整理而成

在众多类型的公司中,制造业涉及的子公司数量最多,其舞弊手段多种多样,对于注册会计师而言,审计起来更加复杂。除制造业以外,管理投资业的舞弊情况也比较严重,而且近年来有持续上涨的趋势。这可能是因为管理投资业大部分与金融产业有关,对于具体的舞弊方法接触较多,操作起来更为容易。

3.1.2 财务舞弊上市公司地域分布

如图 2 所示,在中国南方发达地区,如上海、江苏以及广东等地,经济发展水平处于全国前列,上市公司的数量也居多。而在东北老工业基地,除了知名的国有企业之外,新兴的上市公司数量很少。熟悉上市公司的地域分布,有助于注册会计师针对不同地区的经济特征采用不同的审计方式,更加有效地避免上市公司财务舞弊事件。

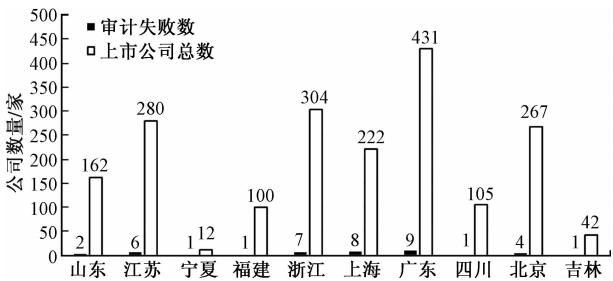


图 2 财务舞弊公司地域分布  
数据来源:根据证监会的处罚公告和网络数据整理而成

3.2 上市公司财务舞弊常用手段

3.2.1 虚增资产

虚增资产是对企业拥有或者控制的资产,不以市场的平均水平购入,而是采取较高的水平,以此

提高折旧额度,并在税前扣除,从而达到避税目的。莱得艾德公司就曾在 1999 年采用虚增资产的手段进行财务舞弊。莱得艾德公司在决定不建设新药店后,并未将之前已经资本化的“死交易”如法律服务费、建筑设计费等冲销掉,而是继续将其列为资产。

### 3.2.2 隐瞒负债

隐瞒负债是各种舞弊手段中最为简单易行的一种。企业只需要将一些不是很明显的负债不在报表上披露,不被监管部门有所察觉,就达到了舞弊的目的。隐瞒负债这一手段最早是出现在美国安然公司的财务舞弊案例中。安然公司没有将 3 个本应纳入合并财务报表的 SPE 编制进去,从而导致 3 年内对数十亿美元的负债及将近 1 亿美元的利润产生了估计错误,对公司造成了巨大损失。

### 3.2.3 虚增收入

企业会使用虚构业务这一手段。虚构业务是指企业增加诸多本不存在的业务,将之与真实存在的业务放在一起,共同进行销售与经营,包括对各种会计数据的造假操作。雅百特公司就曾对海外的业务进行虚构,虚增了业务收入 5.8 亿元。雅百特的业务大多数都不在本地,所以审查机构在审查时很难直接去到业务所在地,大大增加了审查的难度。比较常见的手段还有提前确认收入。提前确认收入是指收入的确认在业务销售之前。2015 年证监会在抽查中发现,迪马股份存在确认收入时点的问题,但它的金额并没有集中在一起,运营起来过程复杂,无法立刻被审查出来<sup>[10]</sup>。

### 3.2.4 利用关联交易舞弊

关联方交易舞弊是指管理者利用关联方交易对企业利益的损耗进行遮掩,不让其暴露在审查的表面,从而操纵出虚拟的利润,或采取其他隐蔽的舞弊手段,让关联方变成非关联方。一般情况下,上市公司会采用 4 种关联交易方式:①受托经营舞弊。上市公司把资产进行重新归类,然后把存在问题的资产让关联方进行业务贸易。上市公司与关联方之间会签订合同,并从中切割相应所得。这种舞弊操作所得来的利润分属于企业与关联方的报表上,并没有新的现金进来,不是企业的真实利润。②资金往来舞弊。上市公司间互相拆借资金是被明令禁止的,但仍有些企业为了自身的利益继续拆借资金,选择这种违法的操作来虚增自己的利润<sup>[11]</sup>。③关联购销舞弊。是指企业和关联方之间通过双方的经济业务往来进行虚假操作。中国会

计准则规定上市公司和子公司之间发生购销业务时,合并报表中可以予以抵消,而当与母公司发生业务时,则不能抵消。④分担费用舞弊。上市公司共同操纵自己和关联方应该分摊的管理费用和销售费用<sup>[12]</sup>。百时美施贵宝就曾借购并进行财务舞弊,在百时美施贵宝收购杜邦制药时,将 20.09 亿美元的未完工研发支出一次性注销。

## 4 财务舞弊及其审计案例分析——以超华科技为例

### 4.1 超华科技概况

#### 4.1.1 公司简介

广东梅州超华科技股份有限公司是一家主要经营制造单面线路板、自产板材覆铜板的企业、公司所经营出售的产品为 CCL、PCB 和电解铜箔,是 PCB 领域里面为数不多的选取一体化作为经营理念的上市公司。CCL、PCB 和电解铜箔,专用木浆纸这些企业生产内容不仅在国内有很好的销售成绩,一线城市的大型企业也会选择超华科技的产品。

#### 4.1.2 企业经营情况

2018 年,公司围绕新能源、智能终端等国家战略新兴产业转型升级带来的下游快速增长需求,聚焦铜箔、覆铜板等新材料的质量提升,实现收入和效益双提升。在一个会计年度里,公司实现营业收入 71 083.93 万元;而另一方面,就上市公司股东的净利润来说,超华科技达到了 3 594.14 万元,同比增长 15.48%,铜箔销售收入翻番。

### 4.2 超华科技财务舞弊事件

据《行政处罚决定书》,超华科技的全资子公司惠州合正虚假确认 2014 年对常州鑫之达废料销售收入 277.05 万元,造成超华科技 2014 年年度利润总额、合并净利润均相应虚增。其中,虚增利润总额占超华科技当期利润总额的 28.01%、虚增净利润占超华科技当期合并净利润的 23.71%。

### 4.3 超华科技财务舞弊手段

1) 利用信息标注不明的出货单和过磅单。惠州合正向常州鑫之达销售废料的出货单上客户签章处仅签署“周”字,无法确认签收人与常州鑫之达的关系。所有过磅单没有客户名称、过磅员、序号、时间、车号等信息,无人签名。出货单和磅单的日期相差很大,两者并没有处于同一天,而是有着时间上的先后顺序。

2) 记录虚假的成本及销售价格。在相同的时间点,惠州合正对不同的客户销售废料的价格有着很大的不同,向常州鑫之达的销售单价为 18 元,向

惠州大亚湾亿利环保科技有限公司的销售单价为10.8元。

3)私自修改购销合同与出货单。惠州合正与常州鑫之达签订的条约上注明的PP边角料单价为18元、出货单数量337,634 kg,合计金额应为6 077 412元,但立信所得到的核对表上所得到的数据却存在出入。

## 5 上市公司财务舞弊审计方法及对策

### 5.1 财务舞弊审计方法

#### 5.1.1 关于虚增资产的审计方法

审核机关应该注重对企业购入产品的核实,看其是否通过溢价进行内部循环交易,是否是利用市场价购入的企业内部的产品。其次,注册会计师还应审查企业的外购固定资产成本,购买产品所涉及的各种相关税费、安装费、运输费、包装费,防止上市公司进行费用资本化调高,从而虚增资产。

#### 5.1.2 关于隐瞒负债的审计方法

审计机构应该及时确认上市公司的应付及预收款项有无存在虚假的操作,是否按照企业的相关真实票据进行登记。对于来往的经济业务,注册会计师要注意上市公司是否与交易方签订了购销合同。除此之外,对于长期借款审计方面,注册会计师应验证企业的长期借款手续是否齐全,是否遵守相关法律要求并按照文件规定使用借款。

#### 5.1.3 关于虚增收入的审计方法

在上市公司中,现金流可以体现在多个项目数据中。对于那些在经营过程中存在着大量现金交易行为的企业,审查机构应密切注意该企业的相应收款制度,检测其中是否存在容易引发财务舞弊的步骤。有些上市公司在经营过程中应收账款突然猛增,但是却缺乏款项骤增的凭证依据,审计部门需检测企业是否利用应收账款进行大量赊销,从而达到虚增收入的目的。

#### 5.1.4 关于利用关联方交易舞弊的审计方法

上市公司利用关联方做虚假记录、财务造假等舞弊行为时,由于方式方法十分复杂隐蔽,涉及的会计数据众多,往往很难被审计出来。注册会计师在审计过程中需清楚识别相应的关联方交易,把重点放在仔细审核企业与关联方之间的财务往来是否符合相应的规定,其中是否存在某些为了虚拟利润而进行的违法行为<sup>[13]</sup>。有些上市公司会选择隐瞒自己的关联方,注册会计师应该采取专门的方法程序,仔细识别关联方交易。审查机构还应该对关联方与上市公司之间的活动支出,业务往来进行反

复核查,检验其相关的凭证是否齐全,交易价格是否规范合理<sup>[14]</sup>。

### 5.2 财务舞弊的审计对策

#### 5.2.1 公司内部审计对策

1)上市公司要完善内部控制制度,增强内部审计的力度。企业的内控体系应当存在于企业经营活动的制定、操作和审查的每一个流程和步骤中,要做到所有的经营业务都可以被有效控制,才能有效地利用内部控制制度,做到真正的强化内部审计。

2)上市公司应充分尊重注册会计师的独立性。可选择第三方介入,起到托管和监督的作用,防止董事会和会计师事务所进行联合财务舞弊,让审计工作不在其他客观因素的影响下进行。

#### 5.2.2 政府机关审计对策

1)推行CPA持续教育制度。一些工作人员虽然通过了注册会计师的考试,但是缺乏实际工作经验,遇到一些隐蔽复杂的舞弊手段无法准确识别,造成工作的失误。政府相关部门需对已经通过CPA考试的人进行持续教育,帮助他们增进工作能力,增加工作经验,对注册会计师进行定期的能力测评,并帮助其补充最新的知识,更新相关的观念。

2)增强对财务舞弊的惩罚强度。相比于恶劣的财务舞弊事件,证监局的小额罚款难以起到威慑作用。要加大惩罚力度,完善相关法律法规,使得将来的处罚可以有法律做坚实的后盾,有据可查。

#### 5.2.3 中介机构审计对策

1)中介机构应该注重注册会计师的职业道德监督和建设。引导、监督注册会计师严守职业道德,严格审查自己负责公司的财务报告和财务状况,一经发现存在虚假报告和舞弊行为,及时提出;同时在审计过程中要加强职业怀疑,严格遵循审计程序,进行更加精密细致的审查。除此之外,还要加强监督把控,防止注册会计师和其审计的上市公司进行联合舞弊行为。

2)中介机构应该注重注册会计师的专业技能培养。随着上市公司的财务舞弊手段越来越多,复杂程度越来越强,有些手段即使是有着多年从业经验的注册会计师也很难发现。而且舞弊行为不仅涉及财务人员,有时还会有其他部门人员的参与<sup>[15]</sup>。这就要求注册会计师要不断提升技能,对于各种复杂的舞弊手段能够及时识别。注意一些常见的预警信号,比如异常的销售趋势、超常规的大额预付款、向供应商支付的异常款项、非常规并购等。

6 结论

对上市公司财务舞弊案例分析研究,总结出了虚增资产、隐瞒负债、虚增收入、利用关联方交易舞弊等常用的财务舞弊手段,包括其产生原因以及具体的操作过程,并根据前文的理论对超华科技的财务舞弊案例进行了分析。最后总结了上市公司财务舞弊面对虚增资产、隐瞒负债、虚增收入、利用关联方交易这 4 种不同情况的具体审计方法。并根据存在的问题提出相关对策。

参考文献

[1] LOEBBECKE J K,EINING M M,WILLINGHAM J J. Auditors' experience with material irregularities: frequency, nature, and detect ability[J]. Auditing,1989(8):1—28.

[2] ASHBAUGH-SKAIFE H,COLINS D W,KINNEY J W. The discovery and reporting of internal control deficiencies prior to SOX-mandated audits[J]. Journal of Accounting and Economics,2007,44:166—192.

[3] 章静婷. 我国上市公司财务舞弊的动因及手段分析[J]. 中国乡镇企业会计,2016(8):102—103.

[4] 贾滨. 上市公司财务舞弊问题研究——以“华锐风电”为例

[J]. 现代经济信息,2016(22):156—158,172.

[5] 王礼东. 企业财务舞弊手段与治理研究[J]. 经济研究导刊,2013(9):125—126.

[6] 翟英敏. 上市公司财务舞弊手段剖析[J]. 商场现代化杂志,2006(24):290—291.

[7] 王超. 上市公司财务舞弊及审计对策[J]. 西部财会,2016(2):75—77.

[8] 黄进敏. 浅谈企业财务报表舞弊及审计对策[J]. 会计师,2017(11):53—54.

[9] 刘琳琳,许延明,李川,等. 浅析我国上市公司财务舞弊类型及舞弊审计对策[J]. 商场现代化,2018(15):147—148.

[10] 张艳. 上市公司财务舞弊手段及其治理研究——以\*ST博元为例[J]. 经济研究导刊,2018(5):116—118.

[11] 向晖. 企业财务舞弊常见手段及审计要点[J]. 中国国际财经(中英文),2018(8):110.

[12] 何立军. 企业财务舞弊特征及相关审计方法[J]. 中国市场,2017(15):348—349.

[13] 张娟,徐传鑫. 财务报表舞弊手段及其审计防范——基于广义销售业务舞弊手段[J]. 山东纺织经济,2018(6):34—37.

[14] 刘银玲. 上市公司关联方交易审计问题研究[J]. 榆林学院学报,2019,29(1):47—50.

[15] 林鹤芹. 浅谈企业财务舞弊识别及审计对策[J]. 财经界(学术版),2017(15):118—119.

Research on Financial Fraud Means and Audit of Listed Companies

HUANG Yue-han, CHEN Qing-jie

(Business School,University of Shanghai for Science and Technology,Shanghai 200093,China)

**Abstract:** More and more listed companies choose to use financial fraud to seek profits. The study found that common financial fraud measures of listed companies mainly include inflated assets, concealed liabilities, inflated income, and fraudulent use of related party transactions. However, the current review system in China is not perfect, and it is often impossible to monitor complex fraud methods. For the stable operation of the economic market, the article analyzes the specific cases of Chaohua Technology, and summarizes the preventive countermeasures against the financial fraud measures of listed companies in China from the three perspectives of the company, government agencies and intermediary agencies.

**Key words:** listed company; financial fraud method; audit question



# 需求波动下众包物流平台动态定价策略

黄静静, 陈 荔

(上海理工大学 管理学院, 上海 200093)

**摘要:**以平台利润最大化为目标,构建在不同供需条件下的众包物流平台动态定价模型,求得最优动态价格解以及激励系数和惩罚系数对于市场需求和最优价格等的影响。研究表明:众包物流平台的最优价格会发生动态变化,它主要受时间和市场需求波动的影响,也受激励系数和惩罚系数的影响;尤其是配送高峰期时,最优动态价格 and 市场需求也显著受到配送人员激励系数和惩罚系数的影响。

**关键词:**众包物流;需求波动;动态定价

**中图分类号:**F224   **文献标志码:**A   **文章编号:**1671-1807(2021)10-0203-05

随着“共享经济”理念的逐步推广,众包物流平台的运作模式应运而生。众包是指公司或机构把以前让员工需要做的工作任务,外包给非特定的大众群体<sup>[1]</sup>。近年来,京东、达达和人人物流等众包物流平台正迅速颠覆传统的物流配送方式,每天完成数百万次的物流配送订单。大量消费者使用众包物流配送服务满足自身需求,这将为众包物流平台企业带来巨大的经济效益。众包物流平台起到连接顾客物流配送需求和社会闲置人员之间接单的作用。因为众包物流平台的需求会随机变化,所以导致市场供需会波动变化,而且受服务地区、天气、时间等因素的影响会产生巨大的供需不平衡问题。

目前对于众包物流平台的研究主要是动态定价和众包物流平台影响因素两方面。关于动态定价方面,如赵天等建立了双周期动态定价的模型,最终获得在不同销售模式下的均衡价格及收益<sup>[2]</sup>;Lin 对于动态定价和质量投资的易腐产品,建立动态优化模型来研究其单位时间内总利润最大化,利用庞特利亚金极大值算法求解出最优的联合动态定价、质量投资和补货策略<sup>[3]</sup>;那琪等从消费者策略行为视角下考虑企业的动态定价<sup>[4]</sup>;杨华龙等在考虑顾客策略行为时对于仓储企业两阶段动态定价进行了 Stackelberg 博弈关系<sup>[5]</sup>;Hsieh 等在多阶段动态市场环境下考虑产品价格随着市场供求的变化而变化,从而建立动态整合模型<sup>[6]</sup>;Cuong 等运用动态定价解决库存控制问题和零售商最优利润问题<sup>[7]</sup>。在服务动态定价研究上,如王文杰等引入动

态定价机制,在众包物流市场需求的不稳定性,对于配送订单供给与需求平衡时众包物流平台最优价格变化<sup>[8]</sup>;姜良松、吴斌通过构建双边市场定价模型,研究众包物流的双边市场特征以及众包物流平台定价的关系及最优定价策略<sup>[9]</sup>。

关于众包物流平台影响因素方面的研究,如 Chen 等分析了关于大众参与众包物流行为的影响因素并建立相关模型<sup>[10]</sup>;梁晓蓓构建了众包物流接包方持续参与意愿的影响因素模型,主要分析参与动机、主观规、感知行为控制等持续参与意愿的关系<sup>[11]</sup>。郭捷、王嘉伟在 UTAUT 的背景下,创建了关于在众包物流中大众参与行为的影响因素模型,最后发现便利条件、参与意愿等对大众参与众包物流的行为会产生较大的影响<sup>[12]</sup>。

这些文献研究了众包物流平台在高峰需求时的定价策略,但较少学者研究订单需求波动导致供需不平衡下的平台最优动态定价问题。本文针对市场配送需求衰减时、市场配送需求激增以及市场配送需求稳定时 3 种情形,考虑供需不平衡时将对配送人员的激励系数和惩罚系数对最优配送价格、利润、需求的影响以及时间  $t$  对价格的影响,考虑这些因素来建立平台动态定价模型,目的是求得最优动态价格解以及看惩罚系数和激励系数对最优配送价格、最大利润、需求的影响,实现平台利润最大化。

## 1 模型假设

众包物流平台的市场需求是处于波动状态的,

收稿日期:2021-06-01

**作者简介:**黄静静(1996—),女,江苏南通人,上海理工大学管理学院,硕士研究生,研究方向为众包物流定价;陈荔(1967—),女,辽宁大连人,上海理工大学管理学院,副教授,研究方向为物流工程。

最优配送价格也是波动的,所以众包物流平台会出现供需不平衡,同时社会配送人员与众包物流平台没有雇佣关系导致配送人员难以管理等问题。为了众包物流平台能够获得最优收益,也为了众包物流平台能够调节供需平衡,本文探讨众包物流平台在市场需求波动下,价格如何调节供需平衡以及观察不同市场需求波动下各因素的关系。基于以上问题,设置模型变量和参数说明如下:

1) 假设只有一个众包物流平台。

2) 假设众包物流平台的市场需求函数为  $D = \alpha e^{-at} - \beta P + \gamma q$ , 其中  $\alpha$  表示初始订单需求,  $P$  表示众包平台的配送价格,  $\beta$  表示价格敏感系数,  $\gamma$  表示顾客对等待时间的敏感系数,  $q$  表示众包平台的服务质量<sup>[17]</sup>,  $a$  表示市场订单需求变化系数<sup>[18]</sup>。

$$\pi = \begin{cases} \max \int_0^T \{P(t)D(p,t) - WSn - g[D(p,t) - Sn]\} dt \leq 0 \\ \max \int_0^T [P(t)D(p,t) - D(p,t)W(t)] dt > 0 \end{cases} \quad (1)$$

## 2 模型求解

### 2.1 众包物流平台市场需求衰减( $a > 0$ )时

在众包平台配送时间  $[0, T]$  内, 当市场需求衰减时即  $a > 0$ , 配送人员的数量大于市场订单需求的数量, 也就是配送人员过剩。众包物流平台的利润为

$$\pi = \max \int_0^T P(t)D(p,t) - D(p,t)W(t) dt \quad (2)$$

**定理 1** 当市场需求衰减时, 众包物流平台最优价格和激励系数无关, 并且市场需求量是随着时间动态变化的。

**证明 1** 另  $F_1 = P(t)D(p,t) - D(p,t)W(t)$ , 对  $F_1$  求二阶导小于零, 此时众包物流平台的最优价格为

$$P(t) = \frac{\alpha e^{-at} + rq}{2\beta} \quad (3)$$

因为  $0 < \epsilon_1 < 1, 0 < k < 1$ , 所以  $1 - \epsilon_1 k > 0$ ,  $\frac{\partial \pi^2(t)}{\partial P^2} < 0$ , 平台期望收益是关于平台价格  $P(t)$  的凹函数, 所以平台的收益达到最大化时的最优价格是  $\frac{\alpha e^{-at} + rq}{2\beta}$ 。从中可以看到此时最优价格和激励系数是无关的, 当市场需求衰减时, 配送人员能够提高的配送能力高于市场需求量, 配送人员是剩余的, 众包物流平台不需要利用激励系数促进配送人员的加入。把最优价格代入市场需求量中, 此时市场需求量为

$$D(p,t) = \frac{\alpha e^{-at} + rq}{2} \quad (4)$$

从式(3)中可以看到, 此时的市场需求量是随

3) 假设众包物流平台给配送人员支付的工资为  $W, W = \epsilon_1 kP - \epsilon_2 g$ , 其中  $k$  表示众包物流配送人员的报酬率, 且  $0 < k < 1, \epsilon_1$  代表的是对众包配送人员的激励系数, 且  $0 < \epsilon_1 < 1; \epsilon_2$  代表的是对众包配送人员的惩罚系数, 且  $0 < \epsilon_2 < 1, g$  为众包物流平台因配送能力不足而损失的成本, 且  $0 < g < 1$ 。

4) 假设社会配送人员的配送能力为  $S, S = \eta_1 W$ , 其中  $\eta_1$  为社会配送人员对报酬变化的敏感程度<sup>[19]</sup>。

5) 假设众包物流平台配送订单所需能力为  $\frac{D}{n}$ ,  $n$  为一位配送人员可以同时配送临近地点的订单数。

基于以上假设, 可得众包平台的利润为

着时间动态变化的, 并且跟服务水平息息相关。说明在实际市场衰减时, 提高众包物流平台的服务水平, 才能刺激市场需求量, 提高市场需求。

**定理 2** 当市场需求衰减时, 随着众包物流配送送达时间越长, 众包物流平台价格越高。

**证明 2** 在众包平台配送时间  $t \in [0, T]$ , 众包物流平台的最优价格的函数对时间  $t$  的导数分别为

$$\begin{aligned} \frac{dp(t)}{dt} &= \frac{-\alpha a e^{-at}}{2\beta} \\ \frac{dp^2(t)}{dt^2} &= \frac{a^2 \alpha e^{-at}}{2\beta} \end{aligned} \quad (5)$$

当市场需求衰减( $a > 0$ )时, 社会上的社会配送人员的供给大于顾客订单需求量。又因为  $\beta > 0, r > 0, \eta_2 > 0, \epsilon_1 > 0, k > 0$ , 所以可以得出  $\frac{dp(t)}{dt} < 0, \frac{dp^2(t)}{dt^2} > 0$ , 因此平台最优价格是时间  $t$  单调递

减的凸函数。所以价格是根据配送人员送达时间越长, 众包物流平台价格越低。也就是说当市场衰减时, 众包物流平台市场的最优价格的动态变化是跟顾客所要求的配送时间有关。

**定理 3** 市场需求衰减, 众包物流平台利润和对配送人员的激励系数呈单调递减的关系。

**证明 3** 众包物流平台的最优价格为  $\frac{\alpha e^{-at} + rq}{2\beta}$ , 把它代入众包物流平台收益函数

$$\pi(p,t) = (1 - \epsilon_1 k) \frac{(\alpha e^{-at} + rq)^2}{4\beta} \quad (6)$$

众包物流平台利润对激励系数的一阶导数为

$$\frac{d\pi(p, t)}{d\epsilon_1} = -k \frac{(\alpha e^{-at} + rq)^2}{4\beta} \quad (7)$$

由于此一阶倒数恒小于0,所以最优众包物流平台利润和对配送人员激励系数呈现递减的关系,也就是对配送人员的激励系数越高,众包物流平台最优利润会越低。也就是说在市场衰减时,配送人员原本就存在剩余的情况,此时对配送人员的激励系数设置不用过高,不需要再激励配送人员加入,否则会导致众包物流平台最大利润下降。

## 2.2 众包物流平台市场需求激增时( $a < 0$ )

当市场需求激增( $a < 0$ )时,在平台配送时间 $[0, T]$ 内,由于市场订单需求激增,配送人员的数量无法满足市场订单需求,所以在 $t$ 时刻所配送的订单需求量为 $S(p, t)n$ ,就会产生未能及时配送的订单,每单损失为 $g$ ,此时众包物流服务商的利润为

$$\max \int_0^T \{P(t)D(p, t) - WSn - g[D(p, t) - Sn]\} dt \quad (8)$$

**定理4** 当市场需求激增,众包物流平台利润

最大时,最优价格为 $\frac{\alpha e^{-at} + rq + n\eta_1 \epsilon_2 g}{n\eta_1 \epsilon_1 k + \beta}$ 。

**证明4** 另 $F_2(p, t) = (P - W)Sn - g(D - Sn)$ ,对 $F_2$ 求二阶导大于零,这表明众包物流平台的期望收益函数是关于价格 $P(t)$ 的凸函数,所以此时不存在一个极大值可以使网约车平台的利润实现最大化。此时将不能使用最优控制法去求解模型,否则将会得到一个众包物流平台利润最小化的解。为了求出在众包平台配送时间 $[0, T]$ 内平台达到最大化时的最优动态价格,假设会有无限量的社会非雇佣人员可以加入众包物流平台,则市场配送能力 $S(p, t)n$ 趋于无穷大。

此时在平台服务时间 $[0, T]$ 内,配送供给能力低于市场需求能力,令 $D(p, t) \geq S(p, t)n$ 可得,所以 $p(t) > \frac{\alpha e^{-at} + rq + n\eta_1 \epsilon_2 g}{n\eta_1 \epsilon_1 k + \beta}$ ,由于平台期望收益是关于订单价格的凸函数,因此 $P(t) = p^{\max} = \frac{\alpha e^{-at} + rq + n\eta_1 \epsilon_2 g}{n\eta_1 \epsilon_1 k + \beta}$ 。

**定理5** 当市场需求激增时( $a < 0$ ),所要求的送达时间越长,众包物流平台价格越高。

**证明5** 在服务时间 $t \in [0, T]$ ,众包物流平台的最优价格函数对时间 $t$ 的导数为

$$\begin{cases} \frac{dp(t)}{dt} = \frac{-a\alpha e^{-at}}{n\eta_1 \epsilon_1 k + \beta} \\ \frac{dp^2(t)}{dt^2} = \frac{\alpha^2 \alpha e^{-at}}{n\eta_1 \epsilon_1 k + \beta} \end{cases} \quad (9)$$

当市场需求衰减( $a < 0$ )的情况下,社会上的配送人员的供给低于顾客订单需求量。又因为 $\beta > 0$ ,  $r > 0$ ,  $\eta_1 > 0$ ,  $\epsilon_1 > 0$ ,  $k > 0$ ,所以 $2\beta - 2r\eta_2 \epsilon_1 k > 0$ 。

由式(9)可以得出 $\frac{dp(t)}{dt} > 0$ ,  $\frac{dp^2(t)}{dt^2} > 0$ 。所以价格

对于时间的一阶导数是单调递增,二阶导数又是凹函数,所以众包物流平台的最优动态价格随着时间 $t$ 的变化是逐渐增长的,所以利用足够高的配送价格来吸引更多的社会非雇佣配送人员,提高众包平台配送能力,满足增长的众包平台顾客需求,从而最大化利润。

**定理6** 众包物流价格和对配送人员的激励系数的关系是单调递增函数,但和对配送人员的惩罚系数的关系是单调递减。

**证明6** 在配送时间 $t \in [0, T]$ ,众包物流平台的最优价格函数对激励系数和惩罚系数的一阶导数分别为

$$\begin{cases} \frac{dp(t)}{d\epsilon_1} = \frac{n\eta_1 k(\alpha e^{-at} + rq + n\eta_1 \epsilon_2 g)}{(n\eta_1 \epsilon_1 k + \beta)^2} \\ \frac{dp(t)}{d\epsilon_2} = \frac{n\eta_1 g}{n\eta_1 \epsilon_1 k + \beta} \end{cases} \quad (10)$$

因为 $\beta > 0$ ,  $r > 0$ ,  $\eta_1 > 0$ ,  $\epsilon_1 > 0$ ,  $k > 0$ ,所以 $\frac{dp(t)}{d\epsilon_1} < 0$ ,  $\frac{dp(t)}{d\epsilon_2} > 0$ 。最优价格是随着激励系数单调递减,但随着惩罚系数是单调递增。当对配送人员的激励系数越高,众包配送人员的工资越高,能够提供的配送能力和服务能力也会越高,相应的会激励配送人员的加入,为了在配送高峰期吸引更多的配送人员加入,解决配送供给跟不上需求的问题。但同时配送人员的大量加入,需要设定更低的众包物流平台服务价格刺激更高的需求,使需求和供给达到平衡。当对配送人员的惩罚系数越高,众包物流平台的最优价格也越高,因为当对配送人员的惩罚系数变高,配送人员会提高自己的配送能力和服务水平。

## 2.3 众包物流平台市场需求趋于稳定( $a = 0$ )时

市场趋于稳定时,也就是 $a = 0$ ,众包物流服务商此时的利润为

$$\pi = \max \int_0^T [P(t)D(p, t) - D(p, t)W(t)] dt \quad (11)$$

**定理 7** 在市场趋于稳定时, 最优价格为  $\frac{\alpha + r q}{2 \beta}$ , 此时最优价格为常数。

**证明 7** 另  $F_3 = P(t) D(p, t) - D(p, t) W(t)$ , 对  $F_3$  求二阶导小于零, 此时众包物流平台的最优价格为

$$P(t) = \frac{\alpha + r q}{2 \beta} \tag{12}$$

由于市场需求趋于稳定即  $a=0$  的情况下, 市场需求  $e^{-at}$  固定不变, 因此众包物流平台的最优价格  $p(t)$  为常数, 相应的众包物流配送价格也不随时间动态变化。把价格分别代入市场需求率  $D(p)$  和配送能力  $S(p)$  中, 得

$$\begin{cases} D(t) = \frac{\alpha + r q}{2} \\ S(p) = \frac{(\alpha + r q) \eta_1 \epsilon_1 k}{2 \beta} \end{cases} \tag{13}$$

市场需求  $D(p)$  为常数, 众包物流平台的最优价格为常数, 平台此时只需要维持一定数量的社会非雇性人员就能达到与市场配送需求订单的平衡, 平台就能持续稳定地运营。

3 数值分析

采用 MATLAB 对模型进行仿真, 分析市场需求敏感系数  $a$  和众包物流平台动态定价的影响以及在不同市场需求下激励系数和惩罚系数对最优价格和需求的影响, 部分参数设置参考孙中苗关于网约车平台动态定价研究。主要参数设定如下:  $\alpha = 10^5, r = 0.6, q = 100, g = 0.1, n = 7, \beta = 600$ 。用  $a = (0.08, -0.03, 0)$  分别表示市场订单需求衰减、市场订单需求激增和市场订单需求不变的情况。

在市场订单需求衰减即  $a > 0$  的情况下, 众包平台的最优价格随时间的变化如图 1 所示, 时间  $t$  越长, 最优价格  $P(t)$  是逐渐减少, 在市场订单需求激增时即  $a < 0$  的情况下, 平台最优价格随时间的变化如图 2 所示, 时间  $t$  越长, 最优价格  $P(t)$  是逐渐增加。这说明在市场订单需求  $a$  不同情况下, 最优价格会受时间  $t$  的影响产生动态变化。在市场需求衰减时, 社会上的众包物流配送人员的供给大于众包物流订单需求量, 此时配送时间要求越长, 价格越低; 而当市场需求激增时, 需要吸引配送人员的加入, 所以众包物流服务随着时间的增长而增高。

在市场需求激增时( $a < 0$ ), 激励系数和惩罚系数对最优价格的影响, 因为在  $a < 0$  和  $a = 0$  时, 激励系数和惩罚系数对最优价格没有影响。从图 3 看到激励系数和价格是单调递减的, 从图 4 可以看到惩

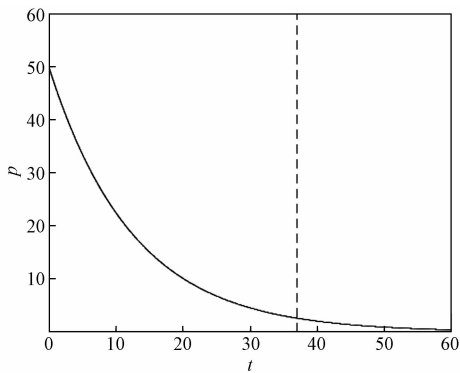


图 1  $a > 0$  时间和最优价格关系

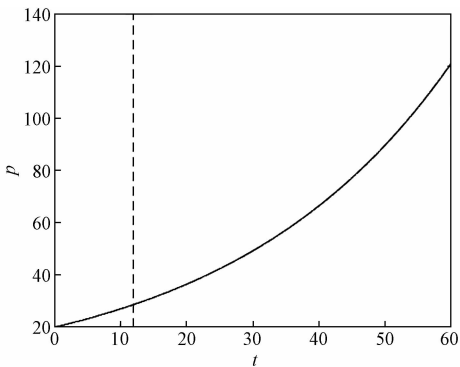


图 2  $a < 0$  时间和最优价格关系

罚系数和最优价格是单调递增, 这也与定理 6 一致, 与实际生活中一致。为了配送高峰期吸引更多的配送人员加入, 解决配送供给跟不上需求的问题, 需要增加激励系数以及提高价格, 来吸引更多的配送人员, 使需求和供给达到平衡。

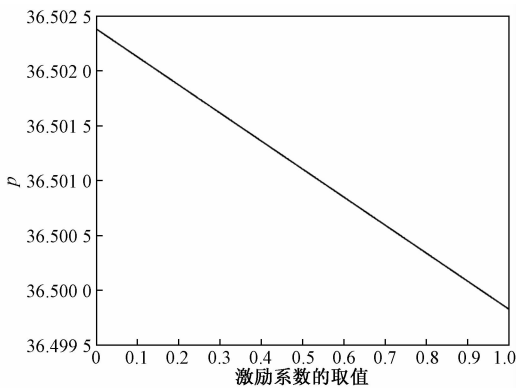


图 3 激励系数和价格的关系

4 结论

针对众包物流平台在不稳定的市场需求中, 考虑供需平衡与不平衡时, 研究众包物流平台定价问题, 建立众包物流平台动态定价模型求解出众包物流平台利润最大化时的最优动态价格以及激励系数和惩罚系数对于市场需求和最大利润的影响, 得

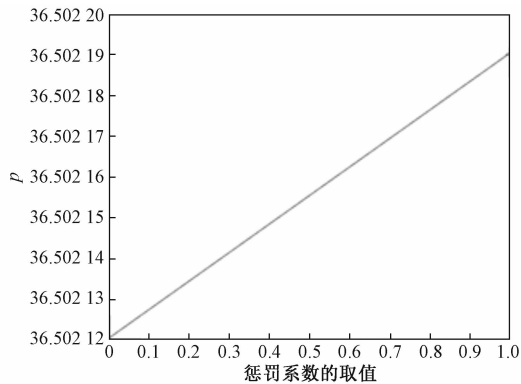


图4 惩罚系数和价格的关系

到以下结论:

1) 众包平台在市场供需不平衡下,最优动态价格随着时间的变化而变化。如:市场配送需求衰减时,众包平台最优价格随着时间推移逐渐递减;市场配送需求激增时,在考虑市场配送供给能力无限时,平台最优价格为时间的增函数,在考虑市场配送供给能力有限时,平台最优价格随着时间推移先增大后不变。市场配送需求不变时,众包物流平台最优价格为常数。

2) 配送人员的激励系数和惩罚系数对市场需求有很大影响,在市场需求激增时,激励系数和惩罚系数提高都对市场需求有所提高。

3) 激励系数和惩罚系数对于最优价格也有一定的影响,它会随着市场需求的不同,与最优价格产生递增或递减的关系。

本文假设市场上只有一个众包物流平台,而实际存在多个众包物流平台,必然相互竞争,未来可以考虑同时有多个众包物流平台相互竞争的情况,并且在实际中还存在很多订单临时取消、订单损坏等情况,后续可以进一步研究如何减少以及避免这些情况。

## 参考文献

- [1] QU T M, HE J H, YANG C C. Analysis of crowdsourcing logistics pricing status under O2O model[J]. Scientific Journal of Economics and Management Research, 2019, 1(4): 256—261.
- [2] 赵天,胡敏,胡玉生. 基于 Hotelling 模型的可替代产品动态定价研究[J]. 北京信息科技大学学报(自然科学版), 2020(4): 38—45.
- [3] LIN F. Dynamic pricing, quality investment, and replenishment model for perishable items[J]. International Transactions in Operational Research, 2019, 26: 1558—1575.
- [4] 那琪,马永红,刘昂,等. 考虑消费者策略行为的企业动态定价与 R&D 投入决策 [J]. 系统管理学报, 2021, 30(1): 133—141.
- [5] 杨华龙,王欣丽,辛禹臣. 考虑客户策略行为的仓储货位两阶段动态定价研究[J/OL]. 工业工程与管理. <https://kns.cnki.net/kcms/detail/31.1738.T.20201103.1431.004.html>.
- [6] HSIEH T P, DYE C Y. Optimal dynamic pricing for deteriorating items with reference price effects when inventories stimulate demand[J]. European Journal of Operational Research, 2017, 262(1): 136—150.
- [7] CUONG T D, NGUYEN H T, DUSIT N, et al. Dynamics of service selection and provider pricing game in heterogeneous cloud market[J]. Journal of Network & Computer Applications, 2016, 69(9): 152—165.
- [8] 王文杰,孙中苗,徐琪,等. 随机需求下考虑服务商竞争的众包物流动态定价策略[J]. 工业工程与管理, 2018, 23(2): 114—121.
- [9] 姜良松,吴斌. 众包物流平台最优定价策略研究[J]. 价格理论与实践, 2019(6): 152—155.
- [10] CHEN J D, DONG M R, YING Y, et al. Dynamic pricing for deteriorating products with menu cost [J]. Omega, 2018, 75(3): 13—26.
- [11] 梁晓蓓,黄立霞,江江. 众包物流接包方持续参与意愿影响因素研究[J]. 商业经济与管理, 2017(7): 5—15.
- [12] 郭捷,王嘉伟. 基于 UTAUT 视角的众包物流大众参与行为影响因素研究[J]. 运筹与管理, 2017, 26(11): 1—6.

## Dynamic Pricing Strategy of Crowdsourcing Logistics Platform under Demand Fluctuation

HUANG Jing-jing, CHEN Li

(Business School, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

**Abstract:** Aiming at maximizing the profit of the platform, builds a dynamic pricing model of crowdsourcing logistics platform under different supply and demand conditions, and obtains the optimal dynamic price solution as well as the influence of incentive coefficient and penalty coefficient on the market demand and the optimal price. The research shows that: the optimal price of crowdsourcing logistics platform will change dynamically, which is mainly affected by time and market demand fluctuations, as well as by incentive coefficient and penalty coefficient. Especially in the peak distribution period, the optimal dynamic price and market demand are also significantly affected by the incentive coefficient and penalty coefficient of deliverers.

**Key words:** crowdsourcing logistics; demand fluctuation; dynamic pricing

# 碳中和背景下碳中和概念股的投资机会与投资策略

史 蓉

(广州南洋理工职业学院, 广州 510980)

**摘要:**近年来,碳中和概念股成为 A 股市场上的投资热点。虽然中国碳减排面临的形势严峻,但碳中和概念股的投资却面临前所未有的政策机遇,清洁能源、绿色生产和消费、园林板块和碳捕集利用与封存(CCUS)以及碳交易等板块的投资机会值得关注。回避伪碳中和概念股、长期投资和借道基金轻松理财是应有的投资策略。

**关键词:**碳中和概念股;碳达峰;碳中和;碳减排

**中图分类号:**F832      **文献标志码:**A      **文章编号:**1671-1807(2021)10-0208-04

## 1 碳中和与中国碳减排的形势

### 1.1 碳中和与碳达峰

碳中和的概念最早由英国未来森林公司于 1997 年提出,主要从能源技术角度关注交通旅游、家庭生活和个人行为等领域实现碳中和的路径,通过购买经认证的碳信用来抵消碳排放。现在一般指在给定时间内,企业、团体或个人通过植树造林、节能减排或通过碳交易购买一定的碳信用等形式,来抵消生产和消费过程中产生的二氧化碳,实现二氧化碳零排放。对于证券市场上的投资者而言,碳中和是一个陌生概念。2020 年 9 月 22 日,中国在第 75 届联合国大会上明确表示,中国的二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值,争取在 2060 年前实现碳中和。自此之后,碳中和从一个冷僻的专业术语变成了一个大众化的热门词汇。2015 年 12 月,巴黎气候变化大会正式通过的《巴黎协定》明确提出:只有全球尽快实现温室气体排放达到峰值,21 世纪下半叶实现温室气体(主要是二氧化碳)净零排放,才能降低气候变化给地球带来的生态风险以及给人类带来的生存危机。

碳达峰是指给定区域内的企业、团体或个人的二氧化碳排放总量达到历史峰值。从各国碳排放来看,发达国家已陆续实现碳达峰:英国在 20 世纪 70 年代初就达到历史峰值;法国和德国在 70 年代末达到峰值;美国和日本则分别在 2007 年和 2013 年先后达到峰值。在中国,由于特殊的高碳能源结构以及经济的快速增长,碳排放还在不断上升,实现碳达峰仍面临较大压力。

### 1.2 中国碳减排的严峻形势

全球气候变暖是人类社会面临的一个严重问题。在全球气候治理困局中,碳减排是世界各国的共同使命,各个国家为此进行了不懈的努力。《巴黎协定》签署之后,越来越多的国家将《巴黎协定》的目标转化为国家战略,积极制定计划,以减少本国碳排放,实现碳中和的目标。中国作为全球第二大经济体和第一人口大国,正为全球气候治理贡献“中国智慧”和“中国力量”。不仅如此,碳达峰和碳中和目标对促进中国社会绿色低碳转型和推动经济高质量发展也有着重大意义。但要如期实现碳达峰、碳中和目标,也面临很大的挑战。

首先是碳排放总量大、碳减排时间短。2019 年中国碳排放总量达到 98.26 亿吨,占全球碳排放总量的 29%,接近同期美国碳排放量的两倍,位居全球首位,人均碳排放量比世界平均水平高 46%,减排压力巨大。中国不仅碳排放总量大,而且碳减排时间短,要在不到 10 年的时间内实现碳达峰,时间非常之短。从碳达峰到碳中和的时间也只有 30 年,只有发达国家的一半左右,任务十分艰巨。

其次是碳减排与保增长的矛盾。预计“十四五”“十五五”期间,GDP 年均增速在 5%以上。伴随着经济的增长,能源需求也将持续增长,预计到 2030 年中国一次性能源需求将增长至 60 亿吨标准煤,年均增速 2%。不仅如此,在中国的经济结构中,第二产业增加值占 GDP 的比重依然较高(2019 年为 39%),“三高一低”(高投入、高能耗、高污染、低效益)的特征仍然比较明显。

**收稿日期:**2021-06-02

**作者简介:**史蓉(1972—),女,山西太原人,广州南洋理工职业学院,讲师,硕士,研究方向为财务与金融。

再次是高碳化的能源结构带来的挑战。从中国的能源结构来看,产生碳排放的化石能源占能源消耗总量的 84%。其中,煤炭占能源消费的 58%,产生的碳排放占全国的 80%;煤电装机占全国电力总装机容量的比例为 51.95%,占全球煤电总装机的 50%,能源消费的碳排放比世界平均水平高出 30%以上,“一煤独大”严重制约碳减排。

## 2 碳中和概念股的投资机会

### 2.1 碳中和概念股的政策机遇

为了实现碳达峰和碳中和目标,2020 年的中央经济工作会议把碳达峰和碳中和列为 2021 年八项重点任务之一。北京、上海、天津、山西、山东、海南、重庆等地均提出了明确的碳达峰目标。2021 年的政府工作报告也提出要扎实做好碳达峰和碳中和工作,发展新能源以及碳交易,这是碳中和被首次写入政府工作报告。中央财经委员会第九次会议提出,实现碳达峰、碳中和是一场广泛而深刻的经济社会系统性变革,要把碳达峰、碳中和纳入生态文明建设整体布局,拿出抓铁有痕的劲头,如期实现 2030 年前碳达峰、2060 年前碳中和的目标。各级政府围绕碳达峰、碳中和相继颁布了各项政策,将实现碳达峰、碳中和列为未来的重点工作,并进行了相应部署。生态环境部、能源部、工信部、央行等多部委多领域均为实现碳达峰、碳中和目标加紧制定行动方案。可以看出,碳达峰和碳中和被提到了前所未有的高度。而且,在政策的背后还有大量的投资。中国人民银行行长易纲指出,预计 2030 年前,中国碳减排每年需投入 2.2 万亿元;2030 年到 2060 年,每年需投入 3.9 万亿元。

### 2.2 受益板块

政策支持与大量的资金投入为碳中和概念股提供了前所未有的机遇,但因为碳中和涉及的范围很广、行业领域众多,各个板块的机会差异也很大。根据碳排放的情况,结合碳中和的实现路径,清洁能源、绿色生产与消费、园林和碳捕集利用与封存(CCUS)、碳交易等板块将会是受益最大的板块。

1)清洁能源板块。从源头看,能源行业是最大的碳排放部门。2019 年中国化石能源产生的碳排放占全社会碳排放的 87%。推动能源革命,促进能源结构转型,减少化石能源使用,大幅增加清洁低碳能源消费,是中国实现碳中和的重要路径。“十四五”规划纲要明确提出,推进能源革命,建设清洁低碳、安全高效的能源体系,提高能源供给保障能力。预计 2020 年到 2030 年中国清洁能源消费年

均增速保持在 8%以上,清洁能源占一次能源的比例 2030 年达到 31%,2060 年超过 90%。未来的新能源发电行业即将进入一个规模迅速扩张的阶段,包括水电、风电、太阳能、核电、氢能、生物质能、地热、海洋能等在内的清洁能源将有巨大的成长空间。在这些领域中,水电、核电、生物质发电等开发潜力都相对有限。因此提升清洁低碳能源占比将主要依赖风电与光伏。风电板块和光伏板块相对于其他板块更值得关注。

在中国,由于大型清洁能源基地主要分布在西部和北部,而用电中心则在东中部,电力需求和资源禀赋的逆向分布决定了“西电东送”和“北电南供”电力流格局将长期保持不变。跨区跨省电力流规模将继续扩大,预计 2030 年和 2060 年将分别达到 4.6 亿千瓦和 8.3 亿千瓦<sup>[1]</sup>。清洁能源在全国范围内大规模开发、输送和使用有赖于能源互联网,而加快发展特高压电网是构建中国能源互联网、实现清洁能源在全国范围内高效优化配置的关键,所以特高压与智能电网板块也会随着清洁能源板块的崛起而得到长足的发展。

2)绿色生产与消费板块。减少碳排放的关键是要实施重点行业领域减污降碳行动,工业领域要推进绿色制造,建筑领域要提升节能标准,交通领域要加快形成绿色低碳运输方式。

工业领域碳排放包括化石能源碳排放和工业过程碳排放两部分。工业化石能源碳排放在全国化石能源碳排放总量中占比达 69.4%,在工业领域碳排放总量中的占比达到 86%,工业过程碳排放占工业碳排放总量的 14%左右,约 10 亿吨,工业碳排放总量约 75 亿吨,而其中,钢铁、水泥、化工是全球工业领域中二氧化碳排放最高的 3 个行业<sup>[2]</sup>。在碳中和背景下,高耗能、高碳排放的企业将退出市场,行业集中度会不断提升,低能耗、低排放的龙头企业竞争优势进一步突出。

交通行业是排碳大户,占全国终端碳排放的 15%。在所有的交通运输方式中,道路运输带来的碳排放额最高,约占整个交通行业的 75%。碳达峰、碳中和目标的提出,将进一步加速汽车产业电动化转型,新能源汽车产业已成为助力碳中和目标达成的重要力量。新能源汽车产业的扩张将进一步拉动上游电池、设备以及电子元件的需求,同时对充电桩等配套设施的建设也将形成巨大推力,新能源汽车产业链的投资机会是巨大的。

建筑业的高碳排放一方面源于水泥、钢筋等高

耗能建材,另一方面也源于其建造模式和效率的相对低效。碳达峰和碳中和的目标也给建筑业带来巨大市场机遇,一方面是低碳环保建筑材料的市场占有率将不断提升,另一方面装配式建筑通过建造方式上的革新,能够大幅减少建筑原材料与能源消耗、降低施工污染、提升施工效率,将成为未来建筑行业发展的必然趋势。

此外,垃圾焚烧、固废处理、资源再生等在节能减排方面也发挥着很大作用。碳中和战略将推动环保理念继续深化,垃圾焚烧发电、节能设备、环保设备、资源再生等细分环保领域的投资机会值得关注。

3) 园林板块和碳捕集利用与封存(CCUS)板块。要实现碳中和的目标,除了通过清洁能源的发展和产业优化升级减少二氧化碳排放之外,加强碳吸收、移除同样重要。碳吸收和移除的途径有两个方面:森林碳汇和碳捕集利用与封存。森林碳汇生态对碳中和的作用不可小觑。2010—2016 年中国陆地生态系统年均吸收约  $11.1 \pm 3.8$  亿吨碳,相当于同时期国内每年人为碳排放量的 45%,大力发展园林绿化及生态修复工程有助于碳中和目标的加速实现。自 2016 年生态文明建设上升为国家战略以来,国家一直重视生态修复、生态建设工程实施,园林行业符合国家生态建设与绿色发展要求,生态文明建设叠加碳中和概念,园林板块未来发展空间巨大。

碳捕集利用与封存技术被认为是最具潜力的前沿减排技术之一,科技部组织编写的《中国碳捕集利用与封存技术发展路线图(2019 版)》提出,在 2050 年以前,通过碳捕集利用与封存技术的广泛部署和产业集群建设,实现二氧化碳利用封存量超过 9.7 亿吨/年,产值超过 5 700 亿元,而截至 2019 年中国碳捕集量才 300 万吨,远不能满足碳中和的目标需求碳捕集利用与封存技术蕴含巨大潜力和机会,相关公司有望受益。

4) 碳交易板块。碳交易是一种碳排放权的交易,碳交易为实现碳中和提供了市场化机制,是实现碳中和的重要手段。2021 年 1 月,生态环境部公布了《碳排放权交易管理办法(试行)》,并印发配套的配额分配方案和重点排放单位名单,这表明碳交易将在全国范围内全面铺开,活跃的交易市场既有利于具备领先节能减碳技术的企业通过出售碳信用获利,又可以对企业碳排放形成约束,倒逼企业加速转型。全国碳交易系统建设,将有越来越多

的多行业被纳入碳交易市场,碳市场的交易量和交易活跃度也将大幅提升。碳市场的活跃将为碳交易所带来可观的收益预期,对持股碳交易所的上市公司构成长期利好。碳交易的开展也为相关企业带来广泛的碳金融服务需求,碳排放核查与认证、碳资产管理与咨询等相关的上市公司都会直接受益。

### 3 投资策略

#### 3.1 碳中和是一个长期的赛道,不只是短期热点

针对碳中和的短期投机特征非常明显,多只概念股都在短时间内实现股价翻倍。许多个股估值不仅大幅高于行业平均水平,而且股价也明显脱离基本面。这种行为不仅反映了 A 股市场的投机性,而且反映了投资者对碳中和概念股的长期投资价值缺乏足够的认知。碳达峰和碳中和目标的提出,体现了中国长远的发展规划,碳中和板块在今后相当长的一段时间之内依然值得关注。对于上市公司而言,项目的投入、业绩的释放是一个逐步的过程,不会立竿见影,适合长期布局。

#### 3.2 去伪存真,回避伪碳中和概念股

在碳中和概念炒作过程中,各种股票鱼龙混杂。有真正的碳中和概念股,也有蹭热点的伪碳中和概念股,一时间,似乎无股不碳。经过一段时间的热炒后,碳中和板块分化明显加大,一些伪碳中和概念板块纷纷退潮。投资者需仔细甄别,挑选真正受益碳中和、有业绩支撑的股票作为投资标的,避免盲目跟风。

#### 3.3 借道基金,轻松理财

由于碳中和概念涉及板块众多,包括清洁能源、新能源汽车、环保等。各个板块中的个股数量庞大,这给投资者选择合适的投资标的带来很大的困难。对于数量众多的中小投资来说,投资跟踪碳中和指数的指数基金是一个比较好的办法。虽然中证指数有限公司编制了 10 个与碳中和相关的指数,但是目前还没有专门的碳中和指数,而且跟踪这些指数的基金也很少,希望中证指数有限公司能编制涵盖碳中和各个板块的碳中和指数,各家基金管理公司能推出更多的碳中和主题基金供投资者选择。

### 参考文献

- [1] 刘振亚. 实现碳达峰碳中和的根本途径[N]. 学习时报, 2021-03-15(8).
- [2] 项目综合报告编写组.《中国长期低碳发展战略与转型路径



**Investment Opportunities and Strategies of Carbon Neutrality  
Stocks under the Background of Carbon Neutrality**

SHI Rong

(Guangzhou Nanyang Polytechnic College, Guangzhou 510980, China)

**Abstract:** In recent years, the carbon neutrality stocks have become the investment hot spot in the A share market. Although the situation of carbon emission reduction in China is grim, the investment of carbon neutral stocks is facing unprecedented policy opportunities. The investment opportunities of clean energy, green production and consumption, landscape plate, carbon capture, utilization and storage (CCUs) and carbon trading plate are worthy of attention. Avoiding pseudo carbon neutrality stocks, long-term investment and through funds are the proper investment strategies.

**Key words:** carbon neutrality stocks; carbon emission peak; carbon neutrality; carbon emission reduction

# 疫情初期应急医疗物资公平配送研究

唐东海, 叶春明

(上海理工大学 管理学院, 上海 200093)

**摘要:**考虑在疫情初期,将疫区周边暂未发生疫情的城市作为配送中心,将其库存的医疗物资在各个需求点之间进行公平分配并及时运输。从需求点医疗物资使用人数和剩余物资估计可使用时间两个角度出发,构建需求点医疗物资紧急度指标,以紧急度作为权重的加权需求满足率最大化为主要目标,以医疗物资装卸和运输的总时间最小化为次要目标,构建考虑多配送中心、多需求点、多物资、多目标的应急医疗物资公平配送模型。结果表明,所构建的模型可以在一定程度上兼顾医疗物资分配的公平和效率,在疫情初期医疗物资短时间供给不足的情况下,各需求点也可以分配到一定比例的医疗物资,可以一定程度上缓解主要疫区短期所需的医疗物资不足的压力,为后方医疗物资调度争取时间。

**关键词:**疫情;医疗物资;紧急度;公平;多目标优化

**中图分类号:**F251 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2021)10-0212-07

近年来,国内外突发公共卫生事件不断发生。2019 年底爆发的新型冠状病毒肺炎是近百年来人类遭遇的影响范围最广的全球性大流行病,对全世界是一次严重危机和严峻考验<sup>[1]</sup>。这对中国应对突发公共卫生事件的应急管理能力提出了更高的要求。传染病类公共卫生事件对医疗物资消耗巨大,同时医疗物资是阻止疫情扩散和保障患者病情恢复的关键。在突发疫情的背景下如何将稀缺的应急医疗物资用在最需要的地方显得尤为重要。

目前,国内外关于应急物资的分配已经有大量的研究,在模型和决策目标方面有所不同。Jiang 等<sup>[2]</sup>把时间、路径可行性加入模型中,提出一种带有车辆调度的应急物资模型来解决物资调度问题,实现更高的救援效率。Gutjahr 等<sup>[3]</sup>从剥夺成本和公平的角度出发,强调舒缓负面情绪的同时更需重视公平有效地缓解灾民心理创伤。宋英华等<sup>[4]</sup>考虑决策者后悔和灾民失望心理,建立以调度时间、应急成本、救援效应等为目标函数的超网络模型,研究不同人员心理共同作用下差异化应急主体间不同属性网络协调调度的问题。朱建明等<sup>[5]</sup>提出民众对于应急物资到达时间的风险感知度量模型和应急物资数量的公平满意度度量模型,构建了基于灾民心理感知的应急物资多阶段调度模型。朱莉等<sup>[6]</sup>以

最短化调配时长、最小化绝对和相对剥夺成本作为决策目标,研究了公平缓解灾民创伤的应急物资动态优化调配问题。王妍妍等<sup>[7]</sup>引入指数效用函数,以物资短缺的延迟损失最小化与物资分配的总成本最小化为目标,构建多集散点、多配送中心和多受灾点的三级配送网络的应急物资动态多阶段分配模型。陈刚等<sup>[8]</sup>以总物流成本最小和受灾点的总加权嫉妒值最小为目标,构建了灾后救援初期首批应急物资分配模型。王旭坪等<sup>[9]</sup>考虑灾民对应急物资数量和到达时间的非理性攀比心理,建立地震灾害中应急物资分配模型。曲冲冲等<sup>[10]</sup>在两级配送网络中以应急物资保障时效性与分配公平性为目标,建立了应急物资配送中心选址与运输配送路径优化的多目标规划模型。薛星群等<sup>[11]</sup>以受灾点平均等待时间最短以及工具调度总成本最小作为主要目标,分析了陆空联合运输的调度问题。刘长石等<sup>[12]</sup>综合考虑了受灾群众的非理性攀比心理、灾区受灾指数、需求点易损性等因素,构建了震后应急物资分配运输的协同决策双层优化模型。吕伟等<sup>[13]</sup>针对灾后初期多受灾点应急物资紧缺的情况,同时考虑软、硬时间窗的约束,以时间满意度和需求满意度为目标建立模型。

上述文献在应急物资分配的过程中已经注意

**收稿日期:**2021-06-02

**基金项目:**上海市科委“科技创新行动计划”软科学重点项目(20692104300)。

**作者简介:**唐东海(1995—),男,安徽滁州人,上海理工大学管理学院,硕士研究生,研究方向为应急物流;叶春明(1964—),男,安徽宣城人,上海理工大学管理学院,副院长,教授,博士研究生导师,研究方向为应急管理、生产调度。

到公平的重要性,但大多是基于地震灾害的应急物资配送问题,突发公共卫生事件下应急医疗物资配送问题的相关研究较少,且很少考虑多种类物资配送和车辆运力的限制。因此,研究疫情背景下的应急医疗物资公平配送问题有十分重要的意义。

# 1 应急医疗物资配送优化模型

## 1.1 问题描述

疫情初期疫区面临医疗物资不足的情况,以及医疗物资对疫情环境下的应急救援有着至关重要的作用。因此,本文研究的问题为突发疫情初期应急医疗物资配送问题,将疫区周边城市作为配送中心,在多配送中心多需求点多种类医疗物资需求的条件下,如何制定合理的分配方案,使所有需求点医疗物资的加权需求满足率最大,同时运送时间尽可能短。考虑到各个需求点对医疗物资需求程度的不同,为更好实现医疗物资公平分配,引入需求点医疗物资的需求紧急度指标,建立医疗物资需求满足率函数。考虑到医疗物资装卸和运输时间,为实现医疗物资快速运输,建立医疗物资运输总时间函数。最后,构建基于多需求点、多配送中心、多物资、多目标的应急医疗物资公平配送模型。

## 1.2 问题假设

地震类自然灾害和疫情类突发公共卫生事件主要存在以下 3 点差别:①从时间的维度来看,地震类自然灾害往往持续时间较短,破坏力强,物资需要在极短的时间内送达;疫情类突发公共卫生事件持续周期长,往往长达数月,根据疫情发展的状况,物资需要源源不断地送达疫区。②从空间的范围来看,地震类自然灾害造成的影响范围有限;病毒具有隐匿传播的特性,疫情影响的范围更广,且更容易对人们心理造成冲击,公平分配也就更加重要。③地震类自然灾害会对道路通信等基础设施造成严重的破坏,使得物资分配运送存在较强的不确定性;疫情类公共卫生事件对道路通信等基础设施不会造成影响,且根据流行病学研究,疫情传播有迹可循,因此疫情背景下的信息较为透明,不确定性较弱。

基于以上事实的描述和现实情况对研究的问题作出如下假设。

假设 1:考虑的是疫情初期的应急医疗物资分配问题,暂不考虑后方的应急医疗物资,因此研究的是单一周期的医疗物资配送问题。

假设 2:相对于地震灾害,疫情背景下的信息较为明确,因此,假设各个需求点的需求量、库存量和

使用人数是已知的。

假设 3:每个配送中心的医疗物资库存量已知,且不能满足所有需求点的需求量。

假设 4:每个配送中心到需求点的距离已知,且道路通勤状况良好。

假设 5:每个配送中心运输车辆数量有限,有容量限制。

假设 6:按照不同标准单位对各种医疗物资进行包装,不同种类的医疗物资可以混合运输。

## 1.3 符号说明

关于构建模型所采用的相关数学符号说明如下:

$I$  表示医疗物资配送中心集合,  $I = \{i \mid i = 1, 2, \dots, i\}, i \in I$ ;

$J$  表示医疗物资需求点集合,  $J = \{j \mid j = 1, 2, \dots, j\}, j \in J$ ;

$N$  表示医疗物资种类集合,  $N = \{n \mid n = 1, 2, \dots, n\}, n \in N$ ;

$Q_{in}$  表示配送中心  $i$  的医疗物资  $n$  的库存量;

$Q_{jn}$  表示需求点  $j$  的医疗物资  $n$  的库存量;

$p_{jn}$  表示需求点  $j$  的医疗物资  $n$  的使用人数,为了消除量纲的影响,对其标准化处理;

$\alpha_{jn}$  表示参数  $p_{jn}$  标准化,  $\alpha_{jn} = \frac{p_{jn}}{\max_{j \in J} p_{jn}} \quad \forall j \in J, n \in N$ ;

$s_n$  表示医疗物资  $n$  的消耗速率;

$t_{jn}$  表示需求点  $j$  库存医疗物资  $n$  的预计可使用时间,  $t_{jn} = \frac{Q_{jn}}{s_n p_{jn}} \quad \forall j \in J, n \in N$ ;

$\beta_{jn}$  表示参数  $t_{jn}$  的标准化,  $\beta_{jn} = \frac{t_{jn}}{\sum_{j \in J} t_{jn}} \quad \forall j \in J, n \in N$ ;

$\omega_{jn}$  表示需求点  $j$  对医疗物资  $n$  的需求紧急度,物资使用人数越多,剩余物资预计可使用时间越短,其需求紧急度越高,构造紧急度的表达式  $\omega_{jn} = \alpha_{jn}(1 - \beta_{jn}) \quad \forall j \in J, n \in N$ ;

$D_{jn}$  表示需求点  $j$  对医疗物资  $n$  的名义需求量,  $D_{jn} - Q_{jn}$  表示实际需求量;

$r_{jn}$  表示需求点  $j$  的医疗物资  $n$  的需求满足率,  $r_{jn} = \frac{\sum_{i \in I} x_{ijn}}{D_{jn} - Q_{jn}} \quad \forall j \in J, n \in N$ ;

$r_{jn}^0$  表示需求点  $j$  的医疗物资  $n$  的最低需求满足率,  $0 < r^0 < 1$ ;

$h_i$  表示配送中心  $i$  可供调用的运输车辆的

数目;

$c$  表示运输车辆的容量;

$w$  表示运输车辆的载重量;

$c_n$  表示医疗物资  $n$  的单位体积;

$w_n$  表示医疗物资  $n$  的单位重量;

$L_{ij}$  表示配送中心  $i$  到需求点  $j$  的距离;

$v$  表示运输车辆的平均行驶速度;

$T_n$  表示医疗物资  $n$  的单位装卸时间;

$x_{ijn}$  表示从配送中心  $i$  分配医疗物资  $n$  给需求点  $j$  的数量;

$y_{ij}$  为 0-1 变量, 如果从配送中心  $i$  往需求点  $j$  运送医疗物资, 则为 1, 否则为 0。

## 2 模型建立

### 2.1 目标函数分析

在研究应急物资分配问题时, 有 3 个常见的目标: ①将需求满足率最大化作为目标, 追求物资分配的公平性; ②将运输时间最短作为目标, 追求分配的效率性; ③将成本最小化作为目标, 追求分配的经济性。传染病类突发公共卫生事件发生时, 社会经济的损失远大于应急医疗物资运输费用, 考虑运输成本的意义不大。因此, 本文在各个需求点获得最低医疗物资需求满足率的前提下, 以加权需求满足率最大化和运输时间最小化为目标。

需求满足率是指需求点获得的物资与其实际需求量的比值, 是刻画应急物资分配公平性的关键指标。王飞跃等<sup>[14]</sup>以所有需求点获得物资量总和与需求量总和的比值最大化建立模型, 在此模型中将一定数量的物资全部分配给需求点 A 或者需求点 B, 对目标函数没有影响, 但对各个需求点而言, 会造成分配的极不公平; 曲冲冲等<sup>[10]</sup>以所有需求点满足率最小值最大化建立模型, 以此为目标导致计算的复杂程度增加; 詹沙磊等<sup>[15]</sup>以所有需求点满足率之和最大化建立模型, 此模型会导致需求量较小的需求点反而能够得到优先满足。

为了最大限度地发挥医疗物资的效用, 在各个需求点之间尽可能做到公平分配, 考虑每个需求点的需求满足率做法是合理的。因此本文在所有需求点满足率之和最大化的基础上设置一个物资紧急度权重, 将物资紧急度加权的需求满足率最大化作为优化目标。其中, 物资需求紧急度从物资的使用人数和需求点剩余物资的可使用时间两个方面来衡量。

考虑到疫情的紧迫性、传染性, 应急医疗物资分配应当具有及时性, 因此将应急时间最小化作为

优化目标。应急时间包括医疗物资的装卸时间和运输时间, 前者与所需运输医疗物资的数量成正比, 后者与配送中心到需求点的距离成正比, 与行驶速度成反比。

### 2.2 约束条件分析

#### 2.2.1 配送中心物资库存量约束

在疫情发生之后, 需求点对医疗物资的需求量急剧增加, 进而出现医疗物资供不应求的情况。因此, 所有配送中心的某种医疗物资的库存量总和不能满足所有需求点对该种物资的实际需求。

另外, 从现实情况来看, 配送中心的医疗物资有限, 从配送中心运出的医疗物资数量不能超过该配送中心物资的库存量。

#### 2.2.2 需求量约束

为了保证医疗物资发挥其效用, 要根据需求点的实际情况进行分配, 不应出现对部分需求点供大于求的情况, 即任意需求点所分配到的医疗物资不能超过该点的实际需求。

#### 2.2.3 最低需求满足率约束

为了体现医疗物资分配的公平性, 对需求点的需求满足率作出最低限制, 即需求点分配到的某种物资必须满足该点的最低需求。

#### 2.2.4 运输车辆约束

每个配送中心可供调用的运输车辆是有限的, 车辆的运力也是有限的。因此, 每个配送中心发出的总物资量不能超过该点的运输车辆的容量。车辆的载重量也是有限的, 每个配送中心发出的总物资量不能超过该点的运输车辆的载重量限制。

#### 2.2.5 变量约束

变量  $x_{ijn}$  与  $y_{ij}$  之间有关系约束和各自的取值约束。

### 2.3 建立模型

目标函数:

$$\max f_1(x) = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{n \in N} \frac{x_{ijn}}{D_{jn} - Q_{jn}} w_{jn} \quad (1)$$

$$\min f_2(x) = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{n \in N} x_{ijn} T_n + \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \frac{y_{ij} L_{ij}}{v} \quad (2)$$

约束条件:

$$\sum_{i \in I} Q_{in} \leq \sum_{j \in J} (D_{jn} - Q_{jn}) \quad \forall n \in N \quad (3)$$

$$\sum_{j \in J} x_{ijn} \leq Q_{in} \quad \forall i \in I, n \in N \quad (4)$$

$$\sum_{i \in I} x_{ijn} \leq \max\{D_{jn} - Q_{jn}, 0\} \quad \forall j \in J, n \in N \quad (5)$$

$$r_{jn}^0 \leq r_{jn} = \frac{\sum_{i \in I} x_{ijn}}{D_{jn} - Q_{jn}} \quad \forall j \in J, n \in N \quad (6)$$

$$\sum_{j \in J} \sum_{n \in N} x_{ijn} c_n \leq h_i c \quad \forall i \in I \quad (7)$$

$$\sum_{j \in J} \sum_{n \in N} x_{ijn} w_n \leq h_i w \quad \forall i \in I \quad (8)$$

$$x_{ijn} (1 - y_{ij}) = 0 \quad \forall i \in I, j \in J, n \in N \quad (9)$$

$$y_{ij} \in \{0, 1\} \quad \forall i \in I, j \in J \quad (10)$$

$$x_{ijn} \geq 0 \quad \forall i \in I, j \in J, n \in N \quad (11)$$

式(1)为医疗物资紧急度加权的满足率最大化;式(2)为运输总时间最小化;式(3)和式(4)为配送中心的物资库存量约束;式(5)为需求点的医疗物资需求量约束;式(6)最低需求满足率约束;式(7)和式(8)分别为运输车辆容量和载重量约束;式(9)为变量之间的关系约束,即从配送中心往需求点运送物资的数量  $x_{ijn}$  不为 0,则对应的  $y_{ij}$  等于 1;式(10)和式(11)为变量的取值约束。

3 模型求解

上述所构建的模型是多目标模型,对于多目标模型求解的关键是将多目标规划函数转换为单目标规划函数,本文采用线性赋权法进行转换。首先分别对子目标进行标准化处理,得到  $f_1^*(x)$  与  $f_2^*(x)$ ,以消除多目标规划问题中不同目标函数的不同量纲单位带来的影响;然后根据决策者所要实现的目的,对子目标分别设置权重系数,将多目标问题转化为单目标问题进行求解。

对于效益型指标函数  $f_1(x)$  有  $f_1^*(x) = \frac{f_{1,\max} - f_1(x)}{f_{1,\max} - f_{1,\min}}$ ,  $f_{1,\max}$  为给定约束条件下  $f_1(x)$  的最大值,  $f_{1,\min}$  为给定约束条件下  $f_1(x)$  的最小值;对于成本型指标函数  $f_2(x)$  有  $f_2^*(x) = \frac{f_2(x) - f_{2,\min}}{f_{2,\max} - f_{2,\min}}$ ,  $f_{2,\max}$  为给定约束条件下  $f_2(x)$  的最大值,  $f_{2,\min}$  为给定约束条件下  $f_2(x)$  的最小值。于是  $F(x) = \lambda_1 \frac{f_{1,\max} - f_1(x)}{f_{1,\max} - f_{1,\min}} + \lambda_2 \frac{f_2(x) - f_{2,\min}}{f_{2,\max} - f_{2,\min}}$ 。

多目标函数转化为单目标函数之后,采用 MATLAB 编程实现模型,调用 Gurobi 求解器求解。

4 算例分析

用一个简单的示例进行数值实验。假设某地突发疫情,将周边 3 个城市作为配送中心向 10 个需求点调拨 4 种应急医疗物资,其中各种物资均为标准化包装。将配送中心编号为 A,需求点编号为 B,物资编号为 C。

表 1~表 8 是相关数据,包括各配送中心不同医疗物资的库存量和车辆信息、各需求点不同物资的库存量和名义需求量、物资的使用人数、配送中心到需求点的距离、不同物资的单位装卸时间以及单位体积和质量、各种物资最低需求满足率和消耗速率等数据信息。

表 1 各配送中心不同物资的储备量

物资	A1	A2	A3
C1	900	800	600
C2	700	600	500
C3	600	500	400
C4	500	400	400

表 2 各配送中心运输车辆的数量、容量和载重量

车辆信息	A1	A2	A3
数量/辆	15	13	10
容量/m <sup>3</sup>	30	30	30
载重量/t	5	5	5

表 3 各需求点的不同物资库存量

物资	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10
C1	21	17	26	20	31	14	37	56	18	35
C2	34	28	15	25	19	23	18	40	16	33
C3	22	31	37	24	27	26	21	34	30	19
C4	26	34	15	25	34	38	24	31	37	29

表 4 各需求点不同物资的名义需求量

物资	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10
C1	357	418	380	333	290	265	110	170	214	194
C2	374	372	338	297	252	211	176	134	94	59
C3	196	335	292	256	213	156	111	76	85	92
C4	232	264	210	197	182	153	139	128	99	72

表 5 各需求点的不同物资的使用人数

物资	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10
C1	179	209	190	167	145	132	55	85	107	46
C2	187	186	169	149	126	105	88	67	47	30
C3	131	223	195	170	142	104	74	51	57	62
C4	157	176	140	120	131	101	93	85	66	48

表 6 配送中心到需求点距离

单位:km

配送中心	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10
A1	39	96	49	120	126	132	145	64	38	98
A2	100	129	140	122	117	68	125	76	69	116
A3	57	82	143	128	96	88	131	150	105	92

表 7 单位物资装卸时间、体积和重量

物资	C1	C2	C3	C4
装卸能力/(h/件 <sup>-1</sup> )	0.003	0.002	0.004	0.003
单位体积/m <sup>3</sup>	0.170	0.088	0.032	0.030
单位重量/t	0.042	0.012	0.029	0.022

表 8 各种物资的最低满足率和消耗速率

物资	C1	C2	C3	C4
最低满足率	0.6	0.6	0.6	0.6
消耗速率	0.8	0.8	0.3	0.3

将以上数据代入模型，得到  $F(x) =$

表 9 各需求点的物资分配数量和满足率

需求点	由配送中心 <i>i</i> 配送	物资 C1 的数量	物资 C1 的满足率	物资 C2 的数量	物资 C2 的满足率	物资 C3 的数量	物资 C3 的满足率	物资 C4 的数量	物资 C4 的满足率
B1	A1	140	1	308	1	174	1	151	1
	A3	196		32		0		55	
B2	A3	297	0.740 6	310	0.901 2	304	1	230	1
B3	A1	354	1	194	0.600 6	255	1	147	0.753 8
B4	A2	313	1	272	1	184	0.793 1	137	0.796 5
B5	A2	259	1	140	0.600 9	186	1	148	1
B6	A2	228	0.908 4	188	1	130	1	115	1
B7	A3	73	1	158	1	90	1	115	1
B8	A1	114	1	94	1	42	1	97	1
B9	A1	196	1	78	1	55	1	62	1
B10	A1	96	0.6038	26	1	73	1	43	1

表 10 各需求点所需物资的紧急度

需求点	C1	C2	C3	C4
B1	0.771 67	0.790 93	0.552 964	0.666 396
B2	0.912 108	0.794 852	0.951 415	0.740 017
B3	0.813 612	0.736 832	0.816 451	0.606 088
B4	0.719 336	0.633 136	0.724 717	0.501 925
B5	0.604 432	0.538 403	0.594 455	0.538 223
B6	0.571 248	0.438 628	0.425 619	0.397 903
B7	0.191 982	0.369 4	0.298 926	0.382 296
B8	0.298 445	0.244 407	0.175 413	0.336 288
B9	0.453 232	0.188 346	0.208 587	0.242 4
B10	0.154 577	0.088 295	0.248 249	0.173 264

从以上图表可以看出,需求点 B1、B7、B8、B9 所需的 4 种物资全部获得满足,满足率为 1,需求点 B5、B6、B10 有 3 种物资获得满足,需求点 B2、B3、B4 有两种物资获得满足,对于部分需求点未获得完全满足的物资,其满足率也达到了最低满足率 0.6 以上。总体上看,本文所提出的模型能够尽可能地提高需求点的物资需求满足率,分配方案是有效率的。另外,可以看到需求点 B1 的物资由 A1 和 A3 两个配送中心负责配送,而其他需求点只需要 1 个

$\lambda_1 \frac{18.573\ 1 - f_1(x)}{18.573\ 1 - 11.978\ 0} + \lambda_2 \frac{f_2(x) - 26.002\ 3}{70.967\ 3 - 26.002\ 3}$ ,  
取  $\lambda_1 = 0.8, \lambda_2 = 0.2$ , 根据模型计算结果  $f_1(x) = 18.556\ 3, f_2(x) = 34.686\ 7$ , 作为主要目标函数  $f_1(x)$ , 其取值与最优值  $f_{1,\max} = 18.573\ 1$  非常接近;次要目标函数  $f_2(x)$ , 其取值与最优值  $f_{2,\min} = 26.002\ 3$  较为接近,说明模型对多目标优化的有效性。各个需求点的物资分配情况见表 9,图 1 更直观表现各需求点满足率情况,表 10 为各需求点对不同医疗物资的紧急度。

配送中心进行配送,原因在于需求点 B1 的物资需求相对较大,不同配送中心之间相互配合,总体上提高了分配效率。在需求点 B1 需求量较大的情况下,由于需求点 B1 的需求紧急度较高,其所需的 4 种物资仍然全部得到满足,同时虽然需求点 B10 对物资 C1 需求量不多,但是由于其紧急度较低,仍然只获得了部分满足,所提模型对以往分配模型中需求量较少的需求点优先满足的情形进行了修正,兼顾了医疗物资需求紧急度较高的需求点优先分配的原则,说明了模型分配的公平性。对比需求点 B1 和 B2,可以发现需求点 B2 的需求紧急度比需求点 B1 更高,但是需求点 B2 并未获得完全满足,这是因为需求紧急度并不是唯一考虑的因素,在兼顾公平分配的同时,模型还考虑了运输时间和车辆规模等因素,满足就近运输原则,更加符合现实情况。

5 结论和展望

对比了地震类灾害和疫情类公共卫生事件的不同特点,研究了在疫情初期,将疫区周边城市作为配送中心的单周期多需求点多种类医疗物资配送问题,以物资紧急度加权的需求满足率最大化为

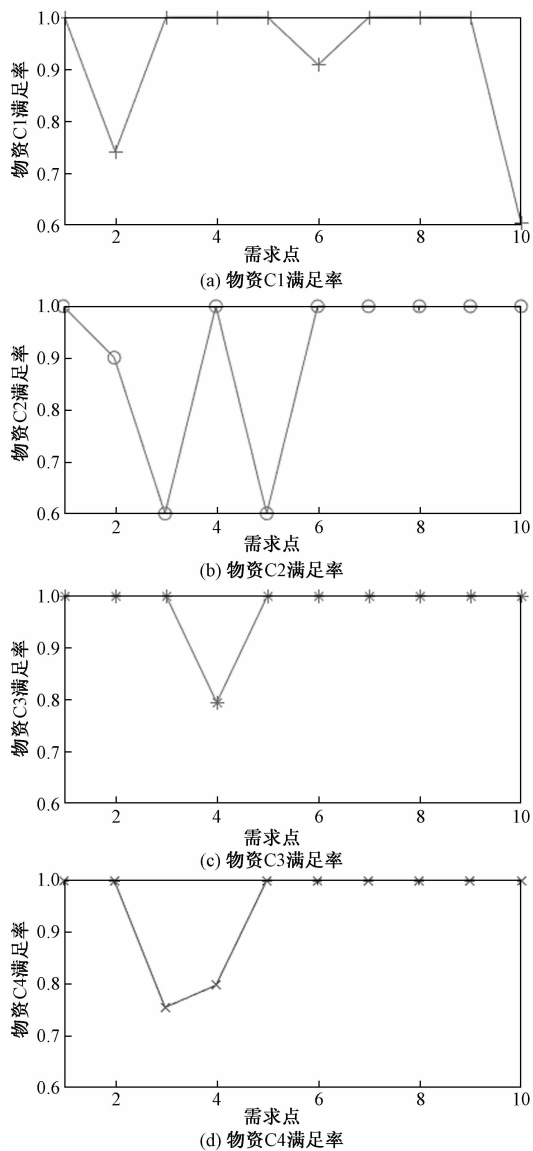


图1 各需求点的物资满足率

主要目标,运输总时间最小化为次要目标,构建了疫情背景下应急医疗物资公平分配模型。从结果上看,所提出的模型符合应急医疗物资分配的要求,可以在一定程度上兼顾医疗物资分配的公平和效率。考虑物资紧急度,可以避免需求量较少的需求点优先满足;考虑最低满足率,可以避免个别需求点出现较大的需求缺口。基本上实现供需匹配,为后方医疗物资调度争取了时间,优化了应急医疗物资配送体系。

在三级应急医疗物资分配网络中,配送中心是应急医疗物资供应链的关键。将疫区周边城市作为确定的配送中心,而临时配送中心可根据疫情的发展情况和供需之间的变化作出相应的调整,因此未来可以考虑临时配送中心选址问题的应急医疗

物资公平配模型。本文研究的是疫情初期单周期的医疗物资分配问题,而后方医疗物资往往是结合疫情的发展状况分批次分配运输的,因此未来可以考虑研究多周期应急医疗物资的动态配送问题。由于难以找到全面详细的真实案例数据,本文在合理算例的基础上进行分析,在当前新冠疫情的大背景下,未来可以结合大数据获取更真实准确的需求数据。

参考文献

[1] 中华人民共和国国务院办公厅. 政府白皮书: 抗击新冠肺炎疫情的中国行动[R/OL]. (2020-06-07)[2021-01-15]. <http://www.scio.gov.cn/zfbps/ndhf/42312/Document/1682143/1682143.htm>.

[2] JIANG J C, LI Q Q, WU L X, et al. Multi-objective emergency material vehicle dispatching and routing under dynamic constraints in an earthquake disaster environment [J]. ISPRS International Journal of Geo-Information, 2017, 6(5): 142-142.

[3] GUTJAHN W J, FISCHER S. Equity and deprivation costs in humanitarian logistics[J]. European Journal of Operational Research, 2018, 270(1): 185-197.

[4] 宋英华, 白明轩, 马亚萍, 等. 考虑多主体心理效应的应急资源调度超网络模型[J]. 中国安全科学学报, 2021, 31(2): 158-166.

[5] 朱建明, 王瑞. 灾害救援中基于民众心理感知的应急物资多阶段分配问题研究[J]. 中国安全生产科学技术, 2020, 16(2): 5-10.

[6] 朱莉, 曹杰, 顾珏, 等. 公平缓解灾民创伤下的应急物资动态调配研究[J]. 系统工程理论与实践, 2020, 40(9): 2427-2437.

[7] 王妍妍, 孙佰清. 多受灾点应急物资动态多阶段分配模型研究[J]. 中国管理科学, 2019, 27(10): 138-147.

[8] 陈刚, 付江月. 兼顾公平与效率的多目标应急物资分配问题研究[J]. 管理学报, 2018, 15(3): 459-466.

[9] 王旭坪, 张娜娜, 詹红鑫. 考虑灾民非理性攀比心理的应急物资分配研究[J]. 管理学报, 2016, 13(7): 1075-1080.

[10] 曲冲冲, 王晶, 黄钧, 等. 考虑时效与公平性的震后应急物资动态配送优化研究[J]. 中国管理科学, 2018, 26(6): 178-187.

[11] 薛星群, 王旭坪, 韩涛, 等. 考虑通行约束和运力限制的灾后应急物资联合调度优化研究[J]. 中国管理科学, 2020, 28(3): 21-30.

[12] 刘长石, 罗亮, 周鲜成, 等. 震后初期应急物资分配-运输的协同决策: 公平与效率兼顾[J]. 控制与决策, 2018, 33(11): 2057-2063.

[13] 吕伟, 李志红, 冯满满, 等. 考虑资源和时间窗约束的应急物资调配模型[J]. 中国安全科学学报, 2019, 29(12): 137-143.

[14] 王飞跃, 郭换换, 裴甲坤, 等. 不确定条件下应急资源分配区间规划模型研究[J]. 中国安全生产科学技术, 2019, 15

(10):107—113.

随机规划模型[J]. 系统工程理论与实践, 2013, 33(1): 159—166.

[15] 詹沙磊, 刘南. 基于灾情信息更新的应急物资配送多目标

Study on Fair Distribution of Emergency Medical Supplies in the Early Stage of Epidemic

TANG Dong-hai, YE Chun-ming

(Business School, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

**Abstract:** In the early stage of the epidemic, the cities around the epidemic area that have not been affected by the epidemic are considered as the distribution centers, and the medical materials in stock are distributed fairly among the demand points and transported in time. From the two perspectives of the number of users of medical supplies at the demand point and the estimated usable time of the remaining supplies, the urgency index of medical supplies at the demand point was constructed. The main objective is to maximize the weighted demand satisfaction rate with the urgency as the weight, and the secondary objective is to minimize the total time of loading, unloading and transportation of medical materials. And the model considers multiple distribution centers, multiple demand points, multiple materials, and multiple goals will be built. The results show that: the model can give consideration to the fairness and efficiency of medical material distribution to a certain extent. In the case of short-term shortage of medical materials in the early stage of the epidemic, each demand point can also be allocated a certain proportion of medical materials, which can alleviate the pressure of short-term shortage of medical materials in the main epidemic areas to a certain extent and buy time for the rear medical material scheduling.

**Key words:** epidemic situation; medical supplies; urgency; fairness; multi-objective optimization



# 中国药品研发专利激励制度研究

——基于《专利法》第四次修订

杨 令，田浩国，程 远

(南京中医药大学 翰林学院，江苏 泰州 225300)

**摘要:**通过分析 2020 年专利法第四次修订内容,发现此次修订在专利制度上作出大幅度调整。其中有关药品专利激励制度新增了专利链接制度、药品专利期补偿制度,这对于激励新药研发具有重要的意义。但现有制度若想实现制度效率最大化,仍要解决配套制度问题,以及对于制度本身所涉概念内涵需要明晰。在制度效率理论指导下,从专利链接配套制度完善、专利信息登记平台搭建、三部门链接等角度为制度落实与效率提升问题提出对策建议。

**关键词:**药品专利;激励制度;专利链接制度;专利期补偿

**中图分类号:**D923.42   **文献标志码:**A   **文章编号:**1671-1807(2021)10-0219-04

美国著名经济学家曼斯菲尔德研究发现,60%的新药若没专利制度的激励可能不能被研发出来。目前对于专利制度在药品研发中所起到的激励作用也得到了学界普遍认同。专利制度的立法宗旨就在于激励创新同时还要促进社会福利。当然,每个国家在不同发展时期,专利制度要与其生产力发展水平相适应。以药品专利保护与新药研发为例,过度的保护反而会阻碍新药研发,而且也会影响药品可及性,损害公众福利。因此专利制度的设计在既定激励目标下需要兼顾多方利益,既要保护巨大研发资金投入的专利拥有者,也要从社会利益考虑药品可及性及持续激励创新药物研发。药品专利的设计必须立足于本国国情,综合考虑本国的研发能力、仿制药发展水平、医保支付能力等,谋求利益相关者的利益均衡与总体效益最大化,实现制度激励相容。在 2020 年 10 月通过的《专利法》修正案四中,有关药品专利的保护激励制度作出了重大调整。对于这些制度设计必要性、制度可实施性及其有效性是非常值得研究的问题。

## 1 专利法中有关药品专利修订的内容

### 1.1 修订背景

对专利法进行第四次修订,主要目的是为了提升专利质量,促进专利转化,提升专利在经济运行

中的作用。2015 年 12 月,国发办发布了《专利法修订草案(送审稿)》,公开征求意见。2016 年国务院发布《国家创新驱动发展战略纲要》,在战略任务中对医药健康领域提出要求,鼓励医药领域创新发展。2017 年有关医药领域产业政策密集发布,对于医药领域创新激励机制也做了一系列有益的探索。2020 年 1 月 15 日,中美签署了经贸协议,协议中明确了几方面内容,包括建立针对药品的数据保护制度;在药品专利审查、复审、司法程序中建立数据补充制度,以增强药品可专利性认定;建立专利纠纷早期解决的有效机制、专利期补偿等机制。

2020 年,国家知识产权局发布了有关强化知识产权保护意见的推进计划。计划中详细列举了知识产权保护举措,从知识产权立法修订、执法司法环节加强保护,从关键环节着手,完善保护机制建设,搭建资源平台,推进文化宣传建设等方面着手,为全面加强知识产权保护保驾护航。有关药品专利保护,明确指出通过修订专利法,确立专利期延长以及加大侵权赔偿制度改革,引入惩罚性赔偿制度,加大对药品专利的保护等。

### 1.2 有关药品专利修订内容

#### 1.2.1 确立专利链接制度

专利法修正案四正式在法律层面确立了药品专利链接制度。新修订专利法中第 67 条规定,药监

收稿日期:2021-06-02

基金项目:江苏高校哲学社会科学研究项目(2019SJA2208,2019SJA2204)。

作者简介:杨令(1988—),女,江苏徐州人,南京中医药大学翰林学院,讲师,硕士,研究方向为医药卫生法规、知识产权法;通信作者程远(1988—),女,江苏泰兴人,南京中医药大学翰林学院,讲师,硕士,研究方向为药事管理。

部门依药品专利确权诉讼的法院判决决定是否批准所涉药物的上市申请,作为实现专利挑战的法律基础。具体而言,若新药在申请上市审批期间存在专利纠纷,即认为该新药技术方案落入了他人专利的保护范围时,当事人可以向法院提起确认侵权或不侵权之诉,若在一定期限内获得生效判决,则药监部门有权根据该法院生效判决决定是否暂停批准有关药品上市;当事人还可以请求行政裁决来解决纠纷,但专利法中未明确行政裁决是否可以作为暂停批准药品上市的依据。在药品上市申请、审批阶段发生的专利权纠纷解决的具体衔接办法,由药监部门会同专利行政部门制定。

### 1.2.2 建立专利期补偿制度

此次修订确立了专利期限补偿制度。《专利法》第 42 条第二款明确了发明专利专利权人在申请日起满 4 年且自实质审查之日起满 3 年的才授予专利的,专利权人可以就专利行政机关的不合理迟延请求专利权补偿。第三款规定了新药上市审批专利期限补偿制度,但具体补偿期限有一个原则性的限定即补偿期限不超过 5 年,新药上市后总有效专利期不超过 14 年。具体制度设计,还需要有关配套规定细化,并根据实践情况适时调整<sup>[1]</sup>。

## 2 有关药品专利激励制度的审视

此次修正案中新增的药品专利保护期限补偿制度和药品专利链接制度无疑是药品专利激励制度建设中取得的重大突破。从药品专利链接制度的价值属性来看,其兼具有激发原研药厂商和仿制药厂商的研发积极性的双重属性,而专利期补偿制度能够进一步激发研发主体的研发创新热情。

### 2.1 专利链接制度

#### 2.1.1 价值:兼具有激励创新药与仿制药的功能

专利链接制度既可以激励保护原研药的专利权人也鼓励仿制药进行专利挑战。专利链接制度整体制度设计中包括专利登记、专利权属状态声明、挑战告知、侵权诉讼期、审评等待期构成<sup>[2]</sup>。从我国已发布的政策与法规来看,相关药品专利制度具有不同的规则,如“专利公示规则”“声明规则”“通知规则”“药监局、法院部门链接规则”“Bolar 例外规则”“补充实验数据规则”。但从 2005 年立法确立专利链接制度到药品管理法 2007 年修订、2019 年修订情况来看,专利链接制度在弱化。在专利链接制度的立法进程中,关于如何进行专利链接制度的立法设计,专利链接制度的移植是否符合国情,学界争议颇多。有学者分析认为现阶段

直接进行专利链接制度移植会引发制度冲突。比如:其会对传统药品管理部门的职责产生冲击;与我国现行专利法确定的 Bolar 例外存在制度冲突;还对药品可及性存造成影响<sup>[3]</sup>。所以,不能直接进行制度移植。

#### 2.1.2 困境:配套制度衔接未落实

专利链接制度的确立需要进行部门法之间的制度协调。目前《专利法》确立了专利链接制度,但相关制度规定还不明确。比如,对于行政裁决是否可以作为暂停上市的依据;程序上没有确立“药监局、国知局、司法机关三部门程序性链接规则”。另外,相关配套制度的设置是保障专利链接制度实施的基础,比如美国规定的橘皮书制度、仿制药上市申请时的专利声明、遏制期设置等,而本次专利法修改中的原则性规定还不足以完全解决这些空白。从我国现有政策制度来看,有关配套制度的建立已经着手推进。在国家药监局综合司 2020 年 9 月发布的《药品专利纠纷早期解决机制实施办法(试行)(征求意见稿)》(以下称《办法》)就提出了在药品上市审批期间解决专利纠纷的若干试行措施,这里面就包括建立中国上市药品专利信息登记平台(“橘皮书”)、药品专利登记管理制度、专利声明、分类审批、等待期(“遏制期”,9 个月)、首仿药市场独占期、生物药、化学药和中药的处理方式、救济途径等。笔者认为办法中 9 个月的遏制期有待考量,美国有关遏制期的规定是 30 个月。按照目前我国司法实践来看,9 个月的时间过短,在 9 个月时间内作出生效裁判对于人民法院的挑战较大。此前确立的药品专利公示主要是通过建立《中国上市药品目录集》数据库来实现,但是数据库的建设也存在如何保障数据库实时性和真实性的问题,公示的原研药厂商的专利信息一般比较繁杂,特别是涵盖专利申请信息、晶型专利、中间体专利等,即使是存在错误也未得到国家知识产权局核实确定。而且,现有制度中也没有规定专利信息存在错误的更正程序。因此建立在“专利公示规则”上的“声明规则”也会存在可操作性不强的尴尬<sup>[4]</sup>。所以,后续建立专利信息登记平台时也要考虑以上问题。另外,在建立专利链接制度中还需注意,适用专利链接还可能出现原研药商通过策略性地申请“长青专利”(evergreening patent),阻碍学名药上市,侵蚀专利链接制度的正当性的问题<sup>[3]</sup>。所以,在立法中需要完善相应的配套制度,做好制度衔接,这样才能保证制度实施的有效性。

## 2.2 专利期补偿制度

### 2.2.1 价值:有利于激发新药研发积极性

自2016年发布《创新意见》以来,我国就已尝试建立专利期补偿制度、数据保护制度等组合配套制度。专利期的延长无疑意味着药品市场效益期的延长,可以提升药品持有人收益回报率,加之建立数据的保护制度,对药品研发来说都是一种很好的激励。

对于专利制度的设计是倾向于激励新药研发还是更侧重于激励仿制药的生产,这需要结合本国的国情来进行综合考虑。从目前我国医药创新情况来看,2020年全年,通过国际产权组织提交的国际PCT专利申请量上涨至27.59万件,增长4%。其中,中国提交的国际PCT专利申请大增16.1%,总量攀升至68720件,约为全球总量的25%,稳居世界第一位。美国的国际PCT专利申请量约为59230件,全球排第二位;日本继续排第三位。2020年,从专利技术领域来看,医药类专利申请增长排在了前六位,实现10%的增长量<sup>[5]</sup>。由此可见,中国医药创新研究竞争力居世界前列。对于鼓励和保护中国医药研发企业的利益,加强新药专利保护势在必行。而专利期的补偿制度无疑是正向激励专利权人的有效制度,通过延长既得利益主体的垄断期,形成对专利权主体的利益有效保护。

### 2.2.2 问题:概念与制度细则未明确

对于新药专利期补偿制度的建立,在审议过程中,针对新药的界定、是否要求境内外同步上市的问题都存在疑问。此外,专利法中对可以申请专利期补偿的前提是专利授权中存在“不合理延误”。但何为“不合理延误”?并未有明确规定。此外,也没有明确规定“不合理延误”和补偿时长的决定标准。对于药品上市审批阶段,予以保护的是在中国获得上市许可的新药,对上市审评审批占用的时间补偿最长5年,且使得新药上市后总有效专利权期限不超过14年,但同样地也未明确具体补偿时长的决定标准。这些都有待作出补充性规定。此外,药品相关发明专利范围很广,专利授权阶段的补偿对象是发明专利,药品相关的发明专利可能包括化合物、组合物、仪器、制造方法、使用方法、用途及其改进方案等。药品上市审批阶段的补偿对象是“新药发明专利”,但是尚未明确是否限于新药本身的产品发明专利,或是也可适用于药品的使用方法和制造方法专利,也未明确给予补偿的专利数量是否存在限制。

## 3 提升药品专利制度效率的建议

新制度经济学主张,制度安排的静态效率主要取决于制度安排本身及该制度安排与其他制度安排的关系两个方面<sup>[6]</sup>。要想实现制度安排效率帕累托最优,就要使制度实现普适性、信息效率和激励相容,保证制度能够得到有效实施,并与其他制度完善配合。

### 3.1 完善药品专利链接配套制度

#### 3.1.1 尽快落实相关配套制度

公共政策要兼顾激励创新与保护公共利益,保证药品可及性。因此有必要建立专利链接制度。但是对于美国的专利链接制度中国不能照搬照抄,要建立符合中国国情的制度。从协调专利权保护与公共健康之间的关系出发,专利法中只做了原则性规定,具体制度在实施过程中还面临着机制衔接不畅的问题。要落实专利链接制度,需要在上市药品专利信息管理方面保障信息的畅通有效可查,定期更新目录;同时也要建立仿制药上市申请审查信息披露制度,让专利权人有途径及时了解仿制药信息,及时在审批阶段发现侵权,将纠纷解决提前到审批阶段,避免造成仿制药上市后因侵权纠纷带来的各方面的实质损害的发生。建立异议机制、仿制药申请人确权诉讼制度、仿制药申请人反诉制度,遏制原研药企业滥用诉权;确立首仿药的市场独占期,鼓励仿制药企业提出专利挑战以突破原研药的专利“封锁”尽快上市。建立专利申明机制、对批准等待期的触发次数设置上限、赋予首仿药一定市场独占期、延长诉讼时间等<sup>[7]</sup>。

#### 3.1.2 对桔皮书制度的完善

2017年发布的《中国上市药品目录集》可视为初步建立了桔皮书制度。目录集收录了基于完整规范的安全性和有效性的研究数据获得批准的创新药、改良型新药及进口原研药品信息及其专利信息<sup>[8]</sup>。目前,国家药监局在着手搭建中国上市药品专利信息登记平台。为避免登记专利信息的错误,或是专利权人滥用专利链接制度,对于上市药品专利信息登记制度目前应细化相应规则,要求专利权人对其中专利信息的真实性和准确性负责。在立法中建立相应的奖惩制度,明确专利权人对专利信息申报登记不实的不利后果,鼓励仿制药厂对不实或是无关信息的监督纠正。针对专利权人故意申报缺乏客观性或对应性的专利信息(或称“不实信息”)并登载的,视为滥用专利链接制度,阻碍仿制药上市,可予以惩罚。可以直接针对专利权人的,

一段时间内不受理该原研药厂其他药品的上市申请;或是奖励市场独占期给发现不实信息并提出更正、异议请求的仿制药厂;或是对化合物和制药用途专利如果未声明则削减其根据拟制侵权规则发起的救济途径<sup>[4]</sup>。

3.1.3 完善专利诉讼机制设立三部门链接机制

确立部门间专利链接的程序性规则。专利链接制度的有效实施需要多部门联合行动。从提高行政效率角度出发,药监局与知识产权局及司法机关应当通力合作,顺畅对接机制,建立“联网办公”。药监局依据生物等效性实验数据对仿制药申请进行审批,对申请人专利声明信息进行形式审查;国家知识产权局对已经登记的专利信息法律状态进行核实,根据仿制药厂商的专利无效宣告请求进行审查并及时反馈药监局;司法机关根据专利权人提出的专利侵权诉讼或者根据仿制药厂商提出的确认不侵权之诉进行审判,并将生效裁判结果反馈给药监局,药监局进而依据国家知识产权局相关专利效力信息、司法机关相关专利侵权与否的生效判决决定是否给与仿制药厂商颁发行政许可<sup>[4]</sup>。另外,明确行政裁决能否作为暂停上市的依据。

3.2 明确专利期补偿相关规则与概念

对新药的概念界定不清,针对新药审批专利期补偿制度具体针对的对象亦模糊不清。按照现行最新版《药品注册管理办法》,新药类型有创新药、改良型新药。若按药品类别划分又分为化学药、生

物药、中药等。哪种新药可以申请专利期补偿需要明确药品上市审批阶段的补偿对象是“新药发明专利”,而发明包括药品产品发明也包括药品方法发明。所以,应该通过制定具体的细则规定,明确这里可以申请药品发明专利期限补偿的对象类型;在新药的在专利期补偿制度方面,提出量化的专利期补偿方案,比如设置具体补偿时间标准或是明确补偿期计算方法等。

参考文献

[1] 陈扬跃,马正平. 专利法第四次修改的主要内容与价值取向[J]. 知识产权,2020(12):6—19.

[2] 杨悦. 我国应建立怎样的专利链接制度及配套制度[J]. 中国食品药品监管,2018(3):35—40.

[3] 梁志文. 药品专利链接制度的移植与创制[J]. 政治与法律,2017(8):104—114.

[4] 李洪江. 药品专利链接制度在中国如何落地[EB/OL]. [2020-07-02]. [http://blog.sina.com.cn/s/blog\\_542ce8570102yln6.html](http://blog.sina.com.cn/s/blog_542ce8570102yln6.html).

[5] 李晨. 2020 年中国 PCT 国际专利申请量增[EB/OL]. [2021-04-20]. <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2021/3/453783.shtm>.

[6] 袁庆明. 新制度经济学教程[M]. 北京:中国发展出版社,2014:305—310.

[7] 徐非. 解码药品专利链接制度认真对待药品专利链接制度(下)[N]. 中国医药报,2020-08-14(003).

[8] 邵蓉,董心月,蒋蓉. 从药品审评审批制度改革论新药创制与仿制药产业的共同发展[J]. 药学与临床研究,2018,26(3):161—165.

Research on Incentive System of Drug R&D Patent in China:

Based on the fourth revision of the *Patent Law*

YANG Ling, TIAN Hao-guo, CHENG Yuan

(Nanjing University of Chinese Medicine Hanlin College, Taizhou Jiangsu 225300, China)

**Abstract:** Through analyzing the content of the fourth revision of the patent law in 2020, We found that the revision has made substantial adjustment in the patent system. In the incentive system of drug patent, the system of patent linking and the compensation system of drug patent period are added, which are of great significance to stimulate the research and development of new drugs. However, if the existing system wants to maximize the efficiency of the system, it still needs to solve the problems of supporting system, and the related Concepts. According to the system efficiency theory, Suggestions are put forward to improve the system efficiency, such as improving the supporting system of patent link, building the patent information registration platform, and cooperation among the three department.

**Key words:** drug patent; incentive system; patent linking system; patent period compensation

# 四川省高新区管理体制机制改革研究

赵 源，王琼瑶，朱艳婷

(四川省自然资源科学研究院，四川省生产力促进中心，成都 610015)

**摘要:**四川省高新区在支撑科技创新、推动区域经济社会发展上发挥了重要作用。随着市场经济的发展,高新区肩负新的使命,在推动高新区高质量发展的过程中,管理体制机制问题逐步显露,成了四川省高新区普遍面临和亟须解决的突出问题。通过分析新形势下四川省高新区管理体制机制现状,探讨其存在的问题和原因,包括社会事务多、审批权限少、管理制度传统、创新性不突出等,提出做好顶层设计、推进权力下放、改革人事制度、运用现代信息技术提升管理能力和效率等管理体制机制改革的建议。

**关键词:**高新区;管理体制机制;改革建议

**中图分类号:**F127;F207      **文献标志码:**A      **文章编号:**1671—1807(2021)10—0223—06

中国高新区是改革开放之后出现的新事物,是在政府主导下发展起来的,作为落实科技创新政策、发展高新技术产业的重要载体<sup>[1]</sup>,经过 30 多年的快速发展,取得了令人瞩目的成就,为国家经济建设、科技进步和社会发展做出了突出贡献。随着改革开放进程的不断加快,高新区形成了以企业为主体的创新模式,将科技与经济紧密结合,成为世界经济的重要载体也是重要创新深化经济、科技和行政管理体制改革的示范区<sup>[2-3]</sup>。高新区本身是改革开放的产物,目标就是通过体制机制改革与开放创新环境建设构筑适宜创新发展的试验空间和局域场景,最终以点带面带动全国层面的创新发展<sup>[4]</sup>。国家高新区一直进行着体制机制与政策的创新和“先行先试”,通过管理体制、考评机制、政策创新等措施和手段,提升创新治理水平和综合服务效能,构建创新创业和产业发展的良好制度环境,促进区域创新发展<sup>[5-6]</sup>。近年来,高新区在管理体制探索方面也取得了重要的进展,尤其是为市区各部门处理政府与市场的关系提供了先行先试的经验,高新技术产业的发展和新经济的兴起加快推进了政府转型<sup>[7]</sup>,以多部门协作、公私部门联合及利益相关者广泛参与的新兴的分散化和网络化政府治理机制正日益形成和发展<sup>[8-10]</sup>。

学者们对中国高新区管理体制机制进行了深入的研究。康江峰<sup>[11]</sup>将国内高新区管理体制分为准政府的管委会模式、高新区与地方行政区“合二为一”的管理模式和以公司为主体的管理模式;郭小碚等<sup>[12]</sup>将管理模式分为政府主导型、企业运作型和政企合一型;张志胜<sup>[13]</sup>的分法为准政府的管委会体制、政区型管理模式、企业型管理模式;周海<sup>[14]</sup>分法为一级政府管理型、总公司开发管理型和园区管理型;而周家新等<sup>[15]</sup>分法为三位一体的管理体制、开发区与行政区合一的管理体制和以企业为主体的开发体制。还有学者根据高新区管理者授权内容和服务方式不同,将其管理模式分为 4 种类型:没有行政授权、部分授权、完全授权、政区合一等管理模式。不同的管理模式各有优缺点,准政府治理模式有利于集中管理,但活力不足;企业治理较为灵活,但治理少于合作,园区的一些综合性问题难以解决<sup>[16]</sup>。而高新区与行政区“两区合一”管理模式也存在行政区政府和管委会之间的关系难以理清、容易导致权责不清、外部管理层次多、管理机构缺乏权威性,地方政府与高新区的关系难以理顺等问题<sup>[17]</sup>。胡萍与赵剑波<sup>[18]</sup>提出中国高新区所普遍存在如政治体制不顺、法律的“缺位”、管理权限、风险投资体制有缺陷等一系列问题。因此,如何将政府

**收稿日期:**2021-06-03

**基金项目:**四川省科技计划项目(2021JDR0011);2021 年四川省基本科研业务费项目。

**作者简介:**赵源(1981—),男,山西榆社人,四川省自然资源科学研究院,四川省生产力促进中心创新创业服务中心,主任,副研究员,博士,研究方向为区域发展和科技服务;通信作者王琼瑶(1986—),女,四川雅安人,四川省自然资源科学研究院,四川省生产力促进中心,副研究员,硕士,研究方向为区域发展和科技服务;朱艳婷(1984—),女,山东德州人,四川省自然资源科学研究院,四川省生产力促进中心,高级经济师,硕士,研究方向为区域发展和科技服务。

和企业治理结合起来,理顺管理体制、合理下放管理权限等综合考虑高新区体制机制改革才是现实的选择。康江峰<sup>[11]</sup>总结了中国高新区行政管理体制存在管理体制不顺、职能配置不到位、机构设置不合理等问题,提出了建议中央立法用法律的手段明确高新区管委会的性质、职能、权利和义务,减少对管委会定位上的法律模糊性,确保其职权不被侵蚀等改革的建议。刘向阳等<sup>[19]</sup>提出从政府治理向企业治理转变、行政管理向科技转变、集中管理向协调管理转变、权利型管理体制向服务型管理体制转变等思路。《南京高新区体制机制改革机构设置实施意见》提出重新设置园区机构,统筹整合各类资源和要素,优化内部运行机制,实现“管理扁平化”“办事规范化”“服务专业化”<sup>[20]</sup>。泰安高新区提出坚持应放尽放,实现行政权力下放到位、承接到位;优化机构设置,理顺条块关系,实现管理体制精干高效;优化编制管理,改进考核体制,实现运行体制规范有序等系列体制机制改革意见<sup>[21]</sup>。重庆高新区提出了推行“小政府、大服务”的精简组织架构,充分授予市、区两级经济管理权限,促进资金、土地、人力、能源等要素资源进一步优化配置,推行告知承诺制、“互联网+政务服务”、监管执法一体化等园区管理体制机制的改革目标<sup>[22]</sup>。

近年来,四川省高新区坚持“发展高科技、实现产业化”的使命,深入实施创新驱动发展战略,成为四川省培育高新技术产业和建设现代化经济体系的核心载体。因成立时间、背景和区位条件等因素的不同,四川国、省级高新区之间的发展差异较大,发展阶段也各不相同。在管理体制上,四川省高新区均成立了园区管理委员会,属于政府委托管理的派出机构。高新区管委会负责管理高新区的园区规划、基础设施建设、招商引资和政策的出台等事务,具有行政管理和服务供给的双重身份,但管委会法律地位不明确,只是一种准政府机构,仅具有部分审批权限,属于部分授权型管理模式。随着四川省高新区发展快速,各国、省级高新区管理体制机制问题逐步显露,如何在新时代下进一步完善高新区管理体制机制,从而推进四川省高新区高质量发展,更好地发挥对区域经济发展的支撑、引领和示范作用,事关创新驱动发展战略的实施效果。本文对四川省内26家国、省级高新区管委会相关情况开展了调研和统计,分析了行政级别、内设机构、人员编制、独立财政等设置情况,总结在管理体制机制方面存在的问题,分析了面临的形势,并为四川

省高新区体制机制改革提出对策和建议。

## 1 四川省高新区发展现状

### 1.1 数量情况

截至2020年12月底,四川共有高新区26家,其中国家高新区8家,包括成都高新区、绵阳高新区、自贡高新区、乐山高新区、泸州高新区、德阳高新区、攀枝花钒钛高新区、内江高新区;省级高新区18家,包括成都金牛高新区、德阳旌阳高新区、中江高新区、资阳高新区、新都高新区、绵竹高新区、游仙高新区、江油高新区、眉山高新区、遂宁船山高新区、沿滩高新区、南充高新区、宜宾高新区、广安高新区、遂宁高新区、达州高新区、攀枝花东区高新区、成都温江高新区。“十三五”期间,高新区数量增长一倍多,其中新增国家高新区1家,省级高新区15家。

### 1.2 分布情况

从四川省五大经济区分布情况看,成都平原经济区拥有16家高新区,占全省高新区总数的61.54%,其中国家高新区4家,省级高新区12家;川南经济区有5家高新区,占全省高新区总数的19.23%,其中国家高新区3家,省级高新区2家;川东北经济区有3家高新区,占全省高新区总数的11.54%,全部为省级高新区;攀西经济区拥有2家高新区,占全省高新区总数的7.69%,其中1家为国家高新区,1家省级高新区;川西北生态经济区暂无高新区。从市(州)分布情况看,全省拥有高新区的市(州)数量达到15个,占全省市(州)总数的71.43%;在全省7个创建全省经济副中心城市均有高新区分布,其中有4个城市建有国家高新区,5个城市建有省级高新区。

### 1.3 行政级别情况

四川26家高新区在管理体制上均属于政府委托管理(派出机构),其行政级别主要包括厅级、处级和科级三大类。国、省级高新区的管委会行政级别差别较大,国家高新区的行政级别普遍较高,其中成都高新区为正厅级,绵阳高新区为副厅级,其他国家高新区均为正处级;省级高新区的行政级别较为多样,其中正处级12个、副处级1个、科级4个,正处级以下行政级别的高新区占全省高新区总数的19.23%。

### 1.4 内设机构情况

根据所承担的工作职能,四川省各国、省级高新区都设置了为数不等的内设机构,国家高新区平均内设机构12个,其中成都高新区内设机构最多,有18个部门;省级高新区平均设置内设机构7个,

其中德阳旌阳和达州高新区的内设机构最多,都设置了 13 个部门。全省仅有一半的高新区管委会内设有科技局,且大多是科技与经济、人才、工信或发改等合并的机构,仅有 2 家高新区设有创新创业服务中心。在财政管理方面,国家高新区均设立了独立财政,省级高新区仅有资阳、新都、眉山等 6 家高新区设立了独立财政,大部分省级高新区无经济管理权限。

1.5 编制人员情况

2020 年 12 月统计,四川省高新区编制人员数

共计 1 877 人,其中国家高新区编制人员数 884 人,省级高新区编制人员数 993 人,分别占全省高新区编制人员总数的 47.10%和 52.90%。高新区平均编制人员数 75 人,其中国家高新区平均编制人员数 110 人,省级高新区平均编制人员数 58 人。国家高新区编制人员数最多的是成都高新区,有 263 人;自贡高新区编制人员数最少,仅有 47 人。省级高新区编制人员数最多的是德阳旌阳高新区,有 104 人;南充和攀枝花东区高新区编制人员数最少,仅有 17 人。四川省高新区管委会基本情况见表 1。

表 1 四川省高新区管委会基本情况

类型	序号	园区名称	行政级别	内设机构/个	编制人员数/人	是否设立独立财政
国家高新区	1	成都高新区	正厅级	18	263	是
	2	绵阳高新区	副厅级	13	86	是
	3	自贡高新区	正处级	12	47	是
	4	乐山高新区	正处级	12	132	是
	5	泸州高新区	正处级	12	96	是
	6	德阳高新区	正处级	10	75	是
	7	攀枝花钒钛高新区	正处级	11	85	是
	8	内江高新区	正处级	7	100	是
省级高新区	1	成都金牛高新区	正处级	5	30	否
	2	德阳旌阳高新区	科级	13	104	否
	3	中江高新区	副处级	5	53	否
	4	资阳高新区	正处级	10	100	是
	5	新都高新区	正处级	5	60	是
	6	绵竹高新区	正处级	9	52	否
	7	游仙高新区	正处级	8	43	否
	8	江油高新区	正处级	5	57	否
	9	眉山高新区	正处级	9	43	是
	10	沿滩高新区	科级	5	21	否
	11	南充高新区	科级	3	17	否
	12	宜宾高新区	正处级	8	100	否
	13	广安高新区	科级	6	77	否
	14	遂宁高新区*	正处级	9	77	是
	15	遂宁船山高新区*				
	16	达州高新区	正处级	13	88	是
	17	攀枝花东区高新区	正处级	3	17	否
	18	成都温江高新区	正处级	4	54	是

注:\*为遂宁船山高新区和遂宁高新区合并报数据。

2 四川省高新区管理体制存在的问题

2.1 社会事务多,聚焦创新发展支撑不足

据 2019 年统计数据显示,四川省高新区建成面积达到 541.71 km²,全省高新区以占 0.11%的土地面积创造了全省 13.40%的 GDP,成为支撑区域经济发展的重要引擎。随着社会经济发展逐年剧增,高新区内的人口规模和企业数量在逐年增加,而作

为政府派出机构,高新区管委会基本承担了传统行政区几乎所有的行政职能,高新区已经逐渐演变为一个“准行政区”,教育、社会保障、医疗卫生等民生支出持续增长,污染防治、安全生产、城市建设等社会治理投入巨大,高新区的人力、物力、财力在满足基本民生和社会治理的刚性需求之后,很难有更多的精力去支撑产业发展和科技创新,发展新经济、

培育新动能等更是难上加难。加上高新区管委会编制人员数少,而聘用人员流动性大,在这种“小马拉大车”的情况下,造成了心有余而力不足、重点工作推不动、创新能力较难提高的问题。

## 2.2 审批权限少,授权与职责之间有脱节

由于高新区在国家法律层面上没有明确的法律地位,体制机制缺乏稳定性和规范性,授权与职责之间存在脱节现象。四川省大多数高新区只具有经济和社会管理的部分权限,在行政审批、项目立项、规划报建、土地审批、环境评估、综合执法等职能上有缺失,还有部分省级高新区连经济权限都不具有,导致无法从区域创新生态体系构建的高度对高新区进行全面规划设计。此外,上述审批事项需到上级不同的行政部门分别报批办理,周期长、环节多、程序繁杂,时间成本较高,在当下各地人才、项目、企业资源高度竞争的背景下,审批权限缺失严重影响了高新区的创新发展。

## 2.3 管理体制传统,缺乏科学的激励和考核机制

部分高新区特别是省级高新区的领导班子来自乡镇基层,属于行政型干部,在专业知识储备方面有一定欠缺,缺乏对科技创新政策、信息的敏锐性,仍然按照传统思路在建设和发展园区;管委会领导班子年龄结构老化现象比较突出,部门之间沟通不畅,工作效率低下,干部流动性较差,上下交流互动少,干部交流晋升渠道不够通畅。受限于园区编制数量与薪酬待遇,年轻专业人才很难得到及时有效的补充;大多数高新区在考核机制上仍以传统的招商引资和经济增长为重点,在一定程度上影响了工作人员创业干事的积极性,同时也造成引进不进和留不住优秀人才,不够完善的考核机制一定程度上还导致了园区发展方向不明确。

## 2.4 内设机构常规化,无法凸显科技创新导向

四川省高新区管委会的组织机构设置与一般行政区类似,并没有凸显创新导向。全省仅有一半的高新区管委会内设有科技局,且大多是科技与经济、人才、工信或发改等合并的机构,仅有2家高新区设有创新创业服务中心,科技和创新部门的缺失造成高新区在抓科技创新工作上不同程度地存在无专人负责、无专人落实以及无法持续推进的问题。还有部分省级高新区管委会行政级别较低,仅为副处级或科级,与经济社会发展地位不相适应,不利于高新区在更大范围、更高层级上推动产业发展。

# 3 四川省高新区发展面临的形势

## 3.1 成渝地区双城经济圈建设

目前,成渝地区双城经济圈是在国家高质量发展战略要求下和区域协同发展趋势下的重大战略,作为创新驱动的主阵地和主引擎,高新区必须坚持制度创新和科技创新双轮驱动,通过深化管理体制机制改革,加强创新政策先行先试,为产业发展和经济增长提供有力支撑<sup>[23]</sup>。作为科技创新的重要载体,四川省高新区必然要通过体制机制改革创新,构建创新创业和产业发展的良好制度环境,促进区域创新发展,最终以点带面实现成渝经济圈经济社会的快速发展。

## 3.2 高新区高质量发展阶段

关于高质量发展,党的十九大报告已明确提出,中国经济已由高速增长阶段转向高质量发展阶段,正处在转变发展方式、优化经济结构、转换增长动力的攻关期,建设现代化经济体系是跨越关口的迫切要求和国家发展的战略目标。高新区经历了聚集生产要素、快速形成产业基础和经济规模的工业园区建设阶段,聚集科技要素、促进产业的价值链升级和以技术创新为本的科技工业园区建设阶段,当下由“全面创新”的阶段逐步向“创新经济生态”的高质量发展方式转变,成了承载新产业、新人口、新消费的新城市形态区。高新区原有体制机制的缺点正在逐渐显现,部分高新区已经出现发展后劲不足、速度减慢等问题,亟须改变传统思路,转变为更加注重能力提升、注重服务提升、注重科技创新的全新发展思路。

## 3.3 新时代发展要求

新时代,在高新区产城融合发展的大背景下,如何在增强社会治理能力的同时,不损害原有的科技和产业治理能力,是高新区体制机制改革中迫切需要解决的大问题。同时,随着大众创业万众创新浪潮的兴起,对创新创业的促进,要求政府承受更多、更大的不确定性,对高新区政府体制提出的相应要求更高。随着全球经济变化以及5G、人工智能、大数据、云计算等信息技术的快速发展,高新区的发展思路、理念、目标也将随之发生重大变化,为了加快高新技术产业发展,必须对现有体制机制进行及时调整,构建契合新形势下的发展机制,减少外界不确定因素的影响,为新产业、新经济发展提供动力和支撑,避免旧制度成为制约园区创新发展的束缚。

## 3.4 全球经济格局变化

当前全球经济格局正在发生重大变化,加之新



新冠肺炎疫情,世界经济全面下行,不确定因素陡增,国内经济社会发展受到影响。全球经济格局变化对高新区内的高科技企业和产业造成直接打击,更对高新区的管理体制提出严峻挑战。高新区管理部门必须扮演启动者和谋划者的角色,对产业政策进行及时优化调整,才能应对外界不确定因素的影响。

## 4 改革思路与建议

### 4.1 突出科技创新,构建职能配置新体系

四川省高新区现有内设机构和隶属单位设置不能满足园区发展和服务企业的需求,首先应做好以创新为导向的顶层设计,根据高质量发展要求对园区内设机构进行优化,优先满足高新技术产业和科技创新发展的需要;同时兼顾公共服务和社会事务管理职能,实现产业区与行政区的融合发展<sup>[24]</sup>。高新区管委会应有以科技创新为导向的组织设计,如设置科学技术局、创新创业服务中心等专门的部门或机构,能持续有效推进各项科技创新工作和落实任务,能够保障创新发展的速度和效率,避免管委会内部人员消耗,逐渐形成能够契合产业融合发展、产城融合发展的科技创新管理体制和政策环境。重新设置高新区管委会内设机构,进一步优化编制结构,并适当引入企业化管理或外包服务等,承接公共服务和社会事务管理职能,减轻高新区管委会社会管理事务量,转移管理和服务的重心,突出科技创新的组织架构。

### 4.2 推进行政权力下放,促进高新区管理重心下移

高新区所在的地方政府应积极探索行政权力下放的先行先试,给予高新区管委会充分的管理权限,让其拥有构建区域创新体系,并促进创新与地方经济融合发展的匹配权限。要逐步建立健全国家高新区与省级有关部门“直通车”制度,建立授权事项清单制度,通过省政府放权或所在地政府授权,依法依规赋予高新区相应的省级和市级经济管理权限。省级高新区可参照国家高新区,有序建立与市级有关部门直通制度,减少办事程序,提供办事效率。发挥改革创新优势,进一步厘清高新区所承担的政府职能职责和市场行为的关系,在内部管理上,积极引入企业化管理理念,以市场化竞争机制提高行政效率,降低行政成本;在治理方式上,鼓励通过购买服务的形式,让更多社会力量参与到公共服务中来,保持高新区精简高效的优势,形成以政府引导、各种社会主体共同参与高新区治理的格局。高新区管委会所在地方政府应根据实际情况,

适当提高管委会的行政级别,探索行政权力下放,充分赋予高新区自主管理权限,保障高新区在更大范围、更高层级上具有与经济社会发展地位相适应的身份和位置。

### 4.3 推进人事和薪酬制度改革,激发人才活力

高新区应持续推进人事制度改革,首先要着力打破编制内外身份界限,推行全员聘任制,打破干部终身制,建立全员聘任、能上能下、能进能出的干部人事制度。在编在岗人员,实行编内任职与岗位聘职相分离、档案工资与实际薪酬相分离、干部人事档案管理与合同聘用管理相分离的管理模式。聘用人员由人才服务公司统一负责招聘、薪酬和劳动关系管理,人才派遣至园区工作,接受统一绩效考核。所有人员一律按岗位实施无差别的人力资源管理<sup>[25]</sup>。其次要建立科学的人才评价制度,建立专业技术岗位和综合管理岗位的分类,实行分类评价、人职匹配。再次是要制定有效的人才激励制度,在薪酬设计上,定岗、定人、定目标、定责任,突出能力和绩效导向,形成有效激励,减少人才流失风险。最后要建立公平的人才晋升制度,提供多样化的晋升通道,推动“能岗匹配”,实现量才为用,拓宽人才上升渠道,激发人才敢创敢试的积极性。

### 4.4 运用现代技术,提升管理能力

高新区应重视对现代信息技术的运用,通过开展智慧园区建设,不断提升新时代高新区治理体系和治理能力的现代化水平。进一步完善政务服务体系,建立市场化企业综合服务平台,推进“最多跑一次”“一次不跑”“全程网办”。破除地区和部门的数据壁垒,推动跨区域营商环境共建、智慧网络共享、审批结果互认、服务领域交互,确保“一站式”办理。要积极拓展数字技术在园区建设、产业发展、科技创新等方面的应用,实现园区内部、企业内部、园企之间的互联互通,推动跨部门、跨层级、跨区域数据共享、资源配置和业务协同,实现管理精细化、服务专业化和发展智能化,同时依托大数据运营进一步完善产业发展生态,有效促进产业高质量发展。

## 参考文献

- [1] 周新军,刘向阳.国家高新区管理制度创新研究[J].华北电力大学学报(社会科学版),2019(6):59-69.
- [2] 吕拉昌,许诺,黄茹.高新区业主自治模式的治理绩效——以中关村软件园为例[J].地域研究与开发,2017,36(6):1-5.
- [3] 刘斌,王红兵.创新驱动发展背景下国家高新区的功能定位分析[J].科学管理研究,2017(3):1-5.
- [4] 高媛.西安高新技术产业开发区政府治理模式研究[D].西

安:延安大学,2014.

[5] 张清明. 天河科技园管理体制现状及改革对策研究[D]. 广州:华南理工大学,2019.

[6] 崔晓露. 高新区形成机制与管理体制的国际比较研究[J]. 上海市经济管理干部学院学报,2017(5):32-40.

[7] 程郁,郭雯. 联合治理视角下的高新区管理体制创新[J]. 科学学与科学技术管理,2014,35(2):86-95.

[8] 张斌. 我国高新区管理体制创新问题研究[D]. 成都:西南交通大学,2011.

[9] 陈文丰,张越. 国家高新区管理体制创新——记第十期“创新双月谈”[J]. 中关村,2018(5):39-45.

[10] 付青松. 关于合肥高新区社会治理模式创新的调查研究——以文明创建工作为例[D]. 合肥:安徽大学,2016.

[11] 康江峰. 我国高新区行政管理体制创新研究[J]. 科技管理研究,2005(8):23-24.

[12] 郭小倍,张伯旭. 对开发区管理体制的思考和建议——国家级经济技术开发区调研报告[J]. 宏观经济研究,2007(10):9-14.

[13] 张志胜. 国内开发区管理体制:困顿及创新[J]. 经济问题探索,2009(4):123-126.

[14] 周海. 谈高新区管理体制的改革与创新[J]. 中国高新区,2002(12):41-42.

[15] 周家新,郭卫民,刘为民. 我国开发区管理体制改革的探讨[J]. 中国行政管理,2010(5):10-13.

[16] 耿海清. 我国开发区建设存在的问题及对策[J]. 地域研究与开发,2013,32(1):1-4.

[17] 程尧. 广州高新技术产业开发区行政管理体制改革研究[D]. 广州:华南理工大学,2012.

[18] 胡萍,赵剑波. 我国国家级高新区发展现状与问题[J]. 北方经贸,2009(2):10-12.

[19] 刘向阳,周新军. 高新区管理体制的改革与完善研究[J]. 科技创业,2019(12):44-47.

[20] 周飞. 深化体制改革释放创新动能——南京高新区创新体制机制纪实[J]. 中国高新区,2017(8):8-12.

[21] 泰安市委编办. 泰安市创新推进开发区体制机制改革[J]. 机构与行政,2020(4):7-8.

[22] 熊雪. 重庆市人民政府关于重庆高新区体制机制改革情况的报告——2019年9月23日在市五届人大常委会第十二次会议上[J]. 重庆市人民代表大会常务委员会公报,2019(5):37-41.

[23] 魏颖,张军,曹方,等. 成渝地区双城经济圈国家高新区高质量发展研究[J]. 科技管理研究,2021(4):75-82.

[24] 王育宝,胡芳肖. 科技园区持续发展的机制探讨[J]. 中国科技论坛,2016(5):91-96.

[25] 吴闫. 开发区人事和薪酬制度改革进展与前景展望[J]. 中国人事科学,2019(5):9-15.

Research on the Reform of Management System and Mechanism of Sichuan High-tech Zones

ZHAO Yuan, WANG Qiong-yao, ZHU Yan-ting

(Sichuan Province Natural Resources Science Academy,Sichuan Productivity Promoting Centre,Chengdu 610015,China)

**Abstract:** Sichuan high-tech zones play an important role in supporting science and technology innovation, and promoting the development of regional economy and society. With the development of market economy and the new era, high-tech zones shouldered new missions. In the process of promoting the high-quality development of Sichuan high-tech zones, the problems of management system and mechanism were gradually revealed, which had become a prominent problem that high-tech zones faced and needed to solve urgently. Based on analyzing the present situation of the management system and mechanism of Sichuan high-tech zones under the new situation, discussed its existing problems and reasons, including many social affairs, less examination and approval authority, traditional management system and lack of innovation, etc., and put forward some suggestions on the reform of management system and mechanism, such as making a science top-level design, promoting administrative decentralization, reforming the personnel system, and using modern information technology to enhance the ability and efficiency of management.

**Key words:** high-tech zones;management system and mechanism;reform proposal

# 中药产业协同创新组织合作伙伴选择的演化博弈分析

华 东<sup>1,2</sup>, 史安娜<sup>1</sup>

(1. 河海大学 商学院, 南京 210098; 2. 南京中医药大学 卫生经济管理学院, 南京 210023)

**摘要:**探讨中药产业协同创新组织合作伙伴选择的影响因素,为组织的完善及中药产业技术创新能力的提高提供参考。根据伙伴选择的影响因素提出假设,得到演化博弈收益矩阵,以此构建伙伴选择博弈的复制者动态系统。运用Friedman的局部稳定性分析判断5个均衡点的稳定性,并分析伙伴选择的动态演化过程。通过演化分析可知:博弈双方投入成本的变化对双方是否合作影响很小;资源投入收益率的增加可以促使双方展开合作;博弈双方资源互补性越大及双方综合实力对比越接近,则双方展开合作的可能性越高。理想的合作伙伴可以使协同创新活动稳定且持续,提高技术创新活动的效率和创新成果产出率。

**关键词:**中药产业;协同创新组织;伙伴选择;演化博弈

**中图分类号:**R288 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2021)10-0229-05

“十三五”期间,中药产业已被国家列为战略性新兴产业予以扶持。相对于化学制药及生物制药产业而言,中国中药产业具有原创科技优势,但现阶段仍有许多难题需要解决:技术创新能力较差、中药企业规模不足、生产工艺粗放、科研成果市场转化率低、高层次人才缺乏等<sup>[1]</sup>,其中制约中药产业发展的瓶颈是整体创新能力低下<sup>[2]</sup>。当今的医药市场对企业技术创新能力提出了更高的要求,因此企业独立创新的风险越来越高。中国中药产业集中度偏低,中药企业规模普遍较小,因此开展协同创新能够有效降低企业创新风险。中药产业协同创新组织(以下简称“组织”)是由各创新主体以提升产业技术创新能力为目标、以契约为保障形成的联合开发、优势互补、利益共享、风险共担的合作组织<sup>[3]</sup>。组织核心为中药企业,其余成员包括高校和科研院所、中介组织以及金融机构等。在协同创新过程中,理想的合作伙伴不但可以为合作提供互补性的创新资源,也通过及时沟通、相互信任从而有效减少合作中不必要的资源浪费,提升创新的效率和收益。本文通过探讨组织合作伙伴选择的影响因素,并对伙伴选择行为进行演化博弈分析,以期组织的完善及中药产业技术创新能力的提升提供一些参考。

## 1 中药产业协同创新组织合作伙伴选择的主要影响因素

### 1.1 异质资源的互补性

协同创新的基础是各创新主体拥有互补性的异质资源。各主体由于拥有的资源禀赋不同,想独自拥有竞争所需的全部资源非常困难。若无法通过组织内部培育或市场交易获得,则协同创新就成为一种必然。协同创新的资源主要包括资金、市场、技术和人才。

#### 1.1.1 资金和市场

资金是最重要的创新资源,技术创新活动离不开巨量的资金支持。2018年,中国市值百亿的中药企业中,排名前十位的企业在年研发资金投入上平均达到3亿元,研发投入比为2.12%。2019年,销售额排名前十位的跨国制药公司年平均研发资金投入为74.65亿美元,研发投入比为18.99%<sup>[4]</sup>。中药产业协同创新组织资金的主要来源为中药企业和各类金融机构。

市场资源是合作伙伴选择的重要参考因素,起到创新成果推广和转化的作用。创新成果的市场转化主要通过中药企业和各类中介组织来实现,高校和科研院所等学研方并非市场资源的主要提供者。

**收稿日期:**2021-06-07

**基金项目:**教育部人文社科规划项目(16YJA820022);江苏省科协2021年度调研项目(JSKXKT2021023)。

**作者简介:**华东(1976—),男,江苏南京人,河海大学商学院,博士研究生,研究方向为医药技术创新、医药产业政策。

### 1.1.2 技术和人才

高校和科研院所是创新技术和人才资源的主要供给者。技术资源是资金资源之外最重要的创新资源,创新技术不能存在明显短板,既应有突出优势,也应该整体均衡,否则会降低创新效率以及减少创新产出。学研方在提供创新技术的同时,通过合作培养了高层次的创新人才,这些人才既可以为协同创新提供源源不断的智力支持,同时也增加了整个中药产业的人才储备。

### 1.2 交易成本的高低

协同创新的交易成本是指各创新主体签约及履行合同的资源支出,主要包括签约前的搜寻谈判成本和创新过程中的各方监督履约成本<sup>[5]</sup>。

#### 1.2.1 搜寻成本

搜寻成本是各创新主体为了了解对方的实际情况所耗费的时间、精力及必要的费用支出。对中药企业而言,需要对创新技术有一个充分的认知,但对技术主要提供者即学研方缺乏详尽了解,需要花费成本去寻找符合创新要求的学研方作为合作伙伴;对学研方而言,同样也需了解中药企业的资金实力、信誉、运营能力等综合情况,如此才能对合作与否做出准确判断;对中介组织和金融机构而言,也要支出必要的成本去了解和掌握中药企业及学研方等主要创新主体的真实情况,以便能更好地发挥中介服务和监督作用,从而有效控制投资风险。

#### 1.2.2 谈判成本

相对于单次市场交易的谈判成本而言,协同创新的谈判成本要超出许多。协同创新所需的资源具有较强的专用属性,甚至可能是某主体的独有资源,这种特性使得相关主体可以保持在竞争中的优势。若与其他主体实现资源共享则会削弱自身独有的优势,因此谈判成本较高。此外,协同创新是一种长期的合作关系,为了减少草率合作导致的创新风险,有必要进行多次谈判协商,如此也会产生谈判成本。

#### 1.2.3 监督及履约成本

中药产业协同创新组织是一种松散型的创新网络,组建之初就必须设计好有效的监督机制,以约束成员遵守契约以及各项规章制度,因此会产生必要的监督成本。

履约风险是各主体在协同创新活动中必须面对的一种风险。对中药企业而言,面临着学研方无法及时履行与技术相关的约定或创新成果无法达成预期目标的风险。此外,中药企业还需要识别中

介组织所提供信息的真实性和准确性,面临着信息风险;对学研方而言,其主要风险是中药企业能否按时以及足额提供创新资金和必要的硬件支持;对中介组织而言,面临着信息服务能否被其他成员信任 and 有效采纳的风险;金融机构面临着有效回收资金及盈利与否的风险。因此,各主体需要支付一定的成本以保证其他成员能够及时以及完全履约,从而减少或避免相关风险的产生。

### 1.3 创新主体综合实力的对比

创新主体综合实力的高低是影响合作伙伴选择的重要因素。综合实力主要包括在各自领域内的影响力、市场地位、竞争力、知名度等。当各主体综合实力平衡时,则影响对方决策的能力相当或差距有限。不论是谈判活动还是创新行为,各主体可以相对独立地做出决策,对外界的抗干扰能力较强。若各主体综合实力对比失衡,会提升弱者“搭便车”这类机会主义行为的发生率<sup>[6]</sup>,强者也期望对弱者施加更大的影响和控制,以便在交易中获取更多的利益。

## 2 合作伙伴选择演化博弈模型的构建

### 2.1 基本假设

组织的伙伴选择行为是一个双向互动的过程,中药企业和学研方承担了主要的创新活动,中介组织和金融机构等构成了组织的外围部分,提供相应的辅助创新功能。伙伴选择行为以是否加入组织为判断依据,选择“加入”表明合作,选择“不加入”表明不合作。结合上文的影响因素,假设如下。

假设1:参与博弈的创新主体仅为两方,分别是中药企业与学研方。双方博弈地位对等。

假设2:博弈双方都是有限理性。有限理性表明伙伴选择行为并非一蹴而就,而是受到自身认知能力、外界环境等诸多因素影响,但博弈的最终目的均为自身利益最大化。

假设3:博弈为非零和博弈。创新所得收益与自身规模大小无关,但与自身及合作伙伴投入的资源有关。设中药企业与学研方资源投入的收益率分别为 $\alpha$ 和 $\beta$  ( $0 < \alpha < 1, 0 < \beta < 1$ )。 $\alpha, \beta$ 主要受创新技术复杂程度和市场的不确定性影响,技术越复杂以及市场不确定性越高, $\alpha, \beta$ 越小;反之, $\alpha, \beta$ 越大。

假设4:双方策略集合均为{加入,不加入}。其中 $s$ 为“加入”策略, $r$ 为“不加入”策略。设中药企业选择 $s$ 的概率为 $x$  ( $0 \leq x \leq 1$ ),选择 $r$ 的概率为 $1-x$ ;学研方选择 $s$ 的概率为 $y$  ( $0 \leq y \leq 1$ ),选择 $r$

的概率为  $1-y$ 。

假设 5:  $C_1$ 、 $C_2$  分别为博弈双方所投入的全部成本,包括资源投入成本及各种交易成本等。 $\lambda$ 、 $\theta$  分别为博弈双方资源互补系数及综合实力对比参数 ( $0 < \lambda < 1, 0 < \theta < 1$ )。 $\lambda$  数值越低,越接近 0,表明双方资源互补程度越低,此时双方合作的协同成本很高,即使合作,因对方的资源投入所带来的自身收益也较低。设中药企业与学研方因资源互补所获取的收益分别是  $\lambda C_2$  和  $\lambda C_1$ 。 $\theta$  数值越低,越接近 0,表明双方综合实力对比悬殊, $\theta$  越接近 1,表明双方实力越接近,实力对比越均衡,中药企业与学研方因实力对比因素所获取的收益分别是  $\theta C_2$  和  $\theta C_1$ 。

假设 6: 中药企业与学研方均选择“不加入”策略的收益即双方没有协同创新时的正常收益分别为  $u_1$  和  $u_2$ 。

由上述假设,可以得到博弈双方的收益矩阵,见表 1。

表 1 博弈双方收益矩阵

策略		学研方	
		加入 $y$	不加入 $1-y$
中药企业	加入 $x$	$u_1 + \alpha C_1 + \lambda \theta C_2 - C_1$ $u_2 + \beta C_2 + \lambda \theta C_1 - C_2$	$u_1 + \alpha C_1 - C_1$ $u_2$
	不加入 $1-x$	$u_1$ $u_2 + \beta C_2 - C_2$	$u_1$ $u_2$

2.2 演化博弈模型的建立

若中药企业选择“加入”和“不加入”策略的期望收益分别为  $u_1^s$  和  $u_1^i$ , 平均期望收益为  $\bar{u}_1$ , 根据表 1 可得

$$u_1^s = y(u_1 + \alpha C_1 + \lambda \theta C_2 - C_1) + (1-y)(u_1 + \alpha C_1 - C_1) = u_1 + (\alpha - 1)C_1 + y\lambda \theta C_2 \tag{1}$$

$$J = \begin{bmatrix} \frac{\partial F(x)}{\partial x} & \frac{\partial F(x)}{\partial y} \\ \frac{\partial F(y)}{\partial x} & \frac{\partial F(y)}{\partial y} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (1-2x)[(\alpha-1)C_1 + y\lambda \theta C_2] & x(1-x)\lambda \theta C_2 \\ y(1-y)\lambda \theta C_1 & (1-2y)[(\beta-1)C_2 + x\lambda \theta C_1] \end{bmatrix}.$$

根据 Friedman<sup>[8]</sup> 提出的局部稳定性分析法,将 5 个均衡点分别代入雅克比矩阵,得到行列式和迹,

$$u_1^r = y u_1 + (1-y) u_1 = u_1 \tag{2}$$

$$\bar{u}_1 = x u_1^s + (1-x) u_1^i = x[(\alpha-1)C_1 + y\lambda \theta C_2] + u_1 \tag{3}$$

则中药企业加入协同创新组织的复制者动态方程为

$$F(x) = \frac{dx}{dt} = x(u_1^s - \bar{u}_1) = x(1-x)[(\alpha-1)C_1 + y\lambda \theta C_2] \tag{4}$$

令  $F(x) = 0$ , 可以得到 3 个稳定点, 分别为  $x_1^* = 0, x_2^* = 1, y^* = \frac{(1-\alpha)C_1}{\lambda \theta C_2}$ 。

若学研方选择“加入”和“不加入”策略的期望收益分别为  $u_2^s$  和  $u_2^i$ , 平均期望收益为  $\bar{u}_2$ , 同理可得学研方加入协同创新组织的复制者动态方程为

$$F(y) = \frac{dy}{dt} = y(u_2^s - \bar{u}_2) = y(1-y)[(\beta-1)C_2 + x\lambda \theta C_1] \tag{5}$$

令  $F(y) = 0$ , 可以得到 3 个稳定点, 分别为  $y_1^* = 0, y_2^* = 1, x^* = \frac{(1-\beta)C_2}{\lambda \theta C_1}$ 。

根据计算,在平面  $S = \{(x, y) | 0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1\}$  上可以得到演化博弈 5 个均衡点, 分别是 (0, 0)、(0, 1)、(1, 0)、(1, 1) 和  $(x^*, y^*)$ 。其中前 4 个均衡点为纯策略均衡点,  $(x^*, y^*)$  为鞍点即混合策略均衡点。

微分方程 (4) 和 (5) 构成了伙伴选择博弈的复制者动态系统, 其均衡点构成了演化博弈均衡<sup>[7]</sup>。

3 协同创新组织伙伴选择的动态演化分析

3.1 稳定性分析

对微分方程 (4) 和 (5) 依次求  $x$ 、 $y$  偏导数, 可以得到该动态系统的雅克比矩阵:

见表 2。

表 2 各均衡点的局部稳定性

均衡点	det J	符号	tr J	符号	局部稳定性
0, 0	$(1-\alpha)(1-\beta)C_1C_2$	+	$(\alpha-1)C_1 + (\beta-1)C_2$	-	ESS
0, 1	$(1-\beta)C_2[(\alpha-1)C_1 + \lambda \theta C_2]$	+	$(1-\beta)C_2 + [(\alpha-1)C_1 + \lambda \theta C_2]$	+	不稳定
1, 0	$(1-\alpha)C_1[(\beta-1)C_2 + \lambda \theta C_1]$	+	$(1-\alpha)C_1 + [(\beta-1)C_2 + \lambda \theta C_1]$	+	不稳定
1, 1	$[(\alpha-1)C_1 + \lambda \theta C_2][(\beta-1)C_2 + \lambda \theta C_1]$	+	$(1-\alpha)C_1 + (1-\beta)C_2 - (C_1 + C_2)\lambda \theta$	-	ESS
$x^*, y^*$	$-\frac{(1-\alpha)(1-\beta)[(\beta-1)C_2 + \lambda \theta C_1][(\alpha-1)C_1 + \lambda \theta C_2]}{\lambda^2 \theta^2}$	-	0	0	鞍点

### 3.2 伙伴选择博弈模型的动态演化

伙伴选择博弈有两个演化稳定策略,分别是(不加入,不加入)、(加入,加入)。均衡点(0,1)和(1,0)是不稳定的,对应的策略为(不加入,加入)、(加入,不加入)。伙伴选择博弈动态演化关系如图1所示。

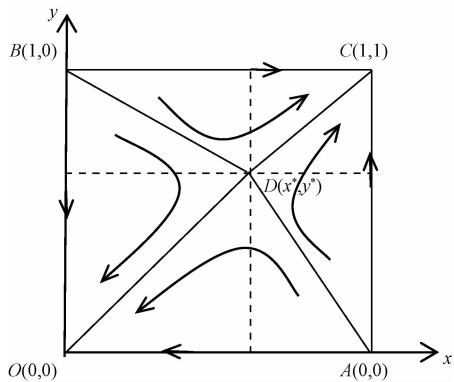


图1 协同创新组织伙伴选择动态演化关系

由图1可以看出,博弈双方的策略选择受到双方各自收益大小及初始状态的影响<sup>[9]</sup>。收益大小与上文假设的参数密切相关,而初始状态取决于以下两点:

1)鞍点  $D(x^*, y^*)$  所处的位置。鞍点位置不同,使得折线  $ADB$  分割图形的面积不同。当鞍点  $D$  横、纵坐标均增加时,区域  $ADBO$  的面积增加,则演化博弈收敛于稳定策略(不加入,不加入);反之,当鞍点  $D$  横、纵坐标均减少时,区域  $ADBC$  的面积增加,则演化博弈收敛于稳定策略(加入,加入)。

2)初始状态  $(x_0, y_0)$  的位置。当系统的初始状态  $(x_0, y_0)$  在鞍点附近时,状态的改变将会影响系统的演化路径和最终的均衡结果。若初始状态距离鞍点越近,其对系统的影响越显著。初始状态越靠近某种稳定策略,均衡状态最终收敛于该策略的可能性就越大。

假设双方博弈的初始状态随机且均匀地分布在区域  $S=[0,1] \times [0,1]$  中,则区域  $ADBC$  的面积

$$S_{ADBC} = 1 - \frac{1}{2}(x^* + y^*) = 1 - \frac{1}{2} \left[ \frac{(1-\beta)C_2}{\lambda\theta C_1} + \frac{(1-\alpha)C_1}{\lambda\theta C_2} \right] = 1 - \frac{(1-\beta)C_2^2 + (1-\alpha)C_1^2}{2\lambda\theta C_1 C_2} \quad (6)$$

当  $0 < x^* + y^* < 1$ , 即  $0 < \frac{(1-\beta)C_2^2 + (1-\alpha)C_1^2}{\lambda\theta C_1 C_2} < 1$  时,有  $S_{ADBC} > S_{ADBO}$ , 则此时演化稳定策略趋于(加入,加入);当

$x^* + y^* = 1$ , 即  $\frac{(1-\beta)C_2^2 + (1-\alpha)C_1^2}{\lambda\theta C_1 C_2} = 1$  时,

有  $S_{ADBC} = S_{ADBO}$ , 则此时演化稳定策略趋于(加入,加入)和(不加入,不加入)的概率相等;当  $1 < x^* + y^* < 2$ , 即  $1 < \frac{(1-\beta)C_2^2 + (1-\alpha)C_1^2}{\lambda\theta C_1 C_2} < 2$  时,有

$S_{ADBC} < S_{ADBO}$ , 则此时演化稳定策略趋于(不加入,不加入)。

根据上述分析,结论如下:

1)博弈双方投入成本的变化对双方是否合作影响很小。根据式(6)可知,双方投入成本  $C_1, C_2$  无论如何变化,对  $S_{ADBC}$  的影响很小,即对博弈双方合作行为演化路径的影响很小。鞍点  $D$  总是沿着折线  $ADB$  运动,该折线为演化博弈系统收敛于不同稳定策略的分界线,双方投入成本的变化对博弈收敛结果的影响较小。

2)资源投入收益率的增加可以促使双方展开合作。从式(6)可知,无论  $\alpha, \beta$  分别增加或同时增加都会引起  $S_{ADBC}$  的增大,即资源投入收益率的增加会促进合作的形成。表明投入的成本若能带来更高的收益,则协同创新意愿会更积极主动,博弈系统演化为(加入,加入)策略的概率会更大。

3)博弈双方资源互补性越大,则双方展开合作的可能性越高。资源互补系数  $\lambda$  越大,表明双方资源互补程度越高,由式(6)可知  $S_{ADBC}$  就会越大,则博弈系统演化为(加入,加入)策略的概率就会更大。

4)博弈双方综合实力对比越接近,则双方展开合作的可能性越高。综合实力对比系数  $\theta$  越接近1,表明双方实力越相近,  $S_{ADBC}$  越大,则博弈系统演化策略趋于(加入,加入)的概率就会更大,双方能够更平等地展开合作,弱者搭便车及强者攫取超额利益的机会将会降低。

## 4 总结

理想的合作伙伴可以使协同创新活动稳定且高效,从而提高技术创新成果的产出和收益。中药协同创新组织选择理想合作伙伴可以从各主体资源投入收益率、资源互补的程度以及综合实力对比的角度来考虑。创新主体往往由于自身条件和资源所限,对合作伙伴的准确信息所知有限,掌握的信息可能经过对方的修饰和美化,如此要想找到资源互补程度高、综合实力相当的合作伙伴将会有较大的难度,找寻过程中也会耗费较高的成本。因此,伙伴选择过程中可以考虑引入第三方力量如政府、行业协会等<sup>[10]</sup>,以此来为创新主体提供准确可

靠的信息支持,从而降低伙伴选择的盲目性。

参考文献

[1] 戈振凯,赵永恒,蒙静雯,等. 中药产业集群发展现状及对人才培养的需求[J]. 广西医学,2020,42(2):241-243.

[2] 王春丽,高月红,黄瑶庆,等. 中国中药行业格局及未来展望[J]. 中国新药杂志,2020,29(16):1845-1850.

[3] 解学梅,王宏伟. 产业技术创新战略联盟稳定性影响机制研究——一个合作机制视角的多案例探索性分析[J]. 科技进步与对策,2020,37(3):62-71.

[4] 宋欣阳,杨弘光,杨洁如. 我国中药产业国际竞争力提升策略研究[J]. 国际经济合作,2020(2):44-50.

[5] 陈昕. 企业制度与市场组织:交易费用经济学文选[M]. 上海:格致出版社,2017:56-60.

[6] 王发明,刘丹. 产业技术创新联盟中焦点企业合作共生伙伴选择研究[J]. 科学学研究,2016,34(2):246-252.

[7] FRIEDMAN D,FUNG K C. International trade and the internal organization of firms: An evolutionary approach[J]. Journal of International Economics,1996,41(1-2):113-137.

[8] FRIEDMAN D. On economic applications of evolutionary gametheory[J]. Journal of Evolutionary Economics,1998,8(1):15-43.

[9] 韩国元,武红玉,孔令凯,等. 科技中介参与下军民技术融合行为的演化博弈研究[J]. 运筹与管理,2020,29(11):1-10.

[10] 常乐,刘长玉,于涛,等. 社会共治下的食品企业失信经营问题三方演化博弈研究[J]. 中国管理科学,2020,28(9):221-230.

Evolutionary Game Analysis on Partner Selection of Collaborative Innovation Organization in TCM Industry

HUA Dong<sup>1,2</sup>, SHI An-na<sup>1</sup>

(1. Business School,Hohai University,Nanjing 210098,China;  
2. School of Health Economic and Management,Nanjing University of Chinese Medicine,Nanjing 210023,China)

**Abstract:** The purpose of it is to explore the influencing factors of partner selection in collaborative innovation organization of TCM, and provide reference for the improvement of organization and technological innovation ability of TCM industry. According to the influencing factors of partner selection, the hypothesis is put forward, and the evolutionary game profit matrix is obtained, so as to construct the replicator dynamic system of partner selection game. Friedman's local stability analysis method is used to judge the stability of the five equilibrium points, and the dynamic evolution process of partner selection is analyzed. Through the analysis, the change of input cost has little effect on whether the two sides cooperate or not; The increase of the return rate of resource input can promote the cooperation between the two sides; The greater the complementarity of resources and the closer the comparison of comprehensive strength, the higher the possibility of cooperation. The ideal partner can make collaborative innovation activities stable and sustainable, improve the efficiency of technological innovation activities and the output rate of innovation results.

**Key words:** TCM industry;collaborative innovation organization;partner selection;evolutionary game

# 基于 SIRS 模型的高校科研团队内部 隐性知识传播模型

王 超,倪 静

(上海理工大学 管理学院,上海 200093)

**摘要:**在高校科研团队内隐性知识传播在研究生的培养过程中扮演着重要的角色,因此研究隐性知识在高校科研团队内部的传播机制和影响因素尤为重要。针对以往隐性知识传播考虑因素不全面以及遗忘率设置为常数的问题,首先阐述团队录取率、流出率、再学习率和 Ebbinghaus 遗忘函数对隐性知识传播的影响,接着构建包含隐性知识未持有者、隐性知识持有者以及隐性知识免疫者在内的 SIRS 传播模型,列出隐性知识传播的微分动力学方程;最后,利用 MATLAB 对模型进行仿真研究。结果表明:低录取率和高流出率不利于团队内部隐性知识持有者人数的稳定,而过高的录取率会使团队内的隐性知识持有者的人数达到最大值;随时间变化的 Ebbinghaus 遗忘函数会影响隐性知识持有者的人数,一般在 4~5 d 后隐性知识持有者遗忘知识;再学习率的改变对隐性知识免疫者的影响最明显。

**关键词:**高校科研团队;隐性知识传播;Ebbinghaus 遗忘曲线;SIRS 模型

**中图分类号:**F204;N949 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2021)10-0234-05

随着信息技术的飞速发展,知识更迭日益加快。人们可以通过书籍、报纸、社交平台等直接获取知识,这些知识是显性知识,而有些知识是不可用言语描述的,这些知识被称为隐性知识。Polanyi<sup>[1]</sup>首先提出了隐性知识的概念:“人类有两种类型的知识。通常称作知识的是以书面文字、图表和数学公式加以表达的知识,只是其中的一种类型。没有被表达的知识是另一种知识,比如我们在做某件事的行动中所掌握的知识”。所以,隐性知识<sup>[2]</sup>是指更深层次的、个人拥有的知识,是无形且不易被形式化的、很难与他人共享、交流和理解的知识,它是个人长期创造和积累的结果,包括了信念、洞察力、经验等。隐性知识是显性知识的基础,比显性知识更宝贵、价值更高。

在高校科研团队内部,导师和团队成员是隐性知识共享的主要角色,包括研究领域热点、论文写作方法、期刊选择、投稿经验等。作为组织内的核心战略资源<sup>[3]</sup>,隐性知识通过面对面这种接触性传播的效率是最高的。

目前关于隐性知识传播的研究一般聚焦于两

个场景:高校科研团队和企业内部。在高校科研团队中,赵修文和李一鸣<sup>[4]</sup>建立了高校导师制隐性知识传播的微分动力学模型,分析了影响高校导师制隐性知识传播的主要参数,并提出了提高隐性知识传播效率的制度安排。郭培荣和许勇<sup>[5]</sup>将科研团队内的人群分为 3 类:学习者、拥有者、遗弃者、考虑调入率、调出率、接触率、遗弃率对拥有者数目的影响。在企业这种大型复杂组织中,张生太等<sup>[6]</sup>对个体和企业之间的知识转移过程进行了定量研究。曹建东等<sup>[7]</sup>考察平均传授能力系数,平均传授愿意度系数,平均实践环节健全度系数等 8 个因素对组织内隐性知识传播效率的影响。李纲<sup>[8]</sup>在隐性知识传播模型中加入人才引进和人才流失因素,通过对模型平衡点的求解以及对影响参数分析,阐释了人才引进和人才流失对组织内隐性知识传播具有明显的直接作用,为组织内的知识管理提供了对策和启示。耿凯平等<sup>[9]</sup>研究复杂组织内不同传播能力的人群和组织的成员不断流动时的隐性知识传播的传播规律。王秀红等<sup>[10]</sup>比较了隐性知识传播过程和传染病传播过程的相似性,证明了用传染病模型

**收稿日期:**2021-06-08

**基金项目:**教育部人文社科基金(19YJAZH064)。

**作者简介:**王超(1996—),男,江苏淮安人,上海理工大学管理学院,硕士研究生,研究方向为知识管理与知识传播;倪静(1972—),女,上海人,上海理工大学管理学院,副教授,博士,研究方向为管理信息系统、电子商务、复杂网络。



研究隐性知识传播机制的可行性，并建立了在员工之间隐性知识传播的传染病模型。

对于遗忘机制的研究，Nekovve 等<sup>[11]</sup>将遗忘机制引入到 SIR 模型中，通过建立平均场方程来分析谣言传播在不同网络中的阈值存在情况。Zhao 等<sup>[12]</sup>从遗忘率的视角对谣言传播进行研究，证明了在社交网络上遗忘机制在谣言传播过程中起到重要的作用，并根据遗忘和记忆的规律提出了一种新的 SIHR 谣言传播模型。王筱莉等<sup>[13]</sup>在无标度网络中研究了遗忘率随时间变化的谣言传播模型，证明了与遗忘率为常数的谣言传播模型相比，谣言在随时间变化的遗忘率模型中传播规模相对较小。杨湘浩等<sup>[14]</sup>的研究阐释了在网络结构确定的情况下，遗忘率越大，企业内部隐性知识的传播越缓慢，甚至逐渐消失。根据 Ebbinghaus 等的“遗忘曲线”理论<sup>[15]</sup>，人的记忆是随着时间推移呈指数下降的，因此遗忘率也应该随着时间的推移逐渐增大。王彦本等<sup>[16]</sup>根据 Ebbinghaus 遗忘规律，建立了以遗忘率为指数函数形式的谣言传播模型，并通过模拟仿真证明了相对于遗忘率为常数的情形，遗忘率为指数函数形式时更符合谣言传播的实际情况。段哲哲等<sup>[17]</sup>以“S”形曲线作为变化遗忘率函数，构建遗忘率随时间变化的企业内部隐性知识传播模型，研究结果显示：初始遗忘率越大，企业隐性知识传播的最终规模也越小，遗忘速度越快，隐性知识传播范围越小；相比于将遗忘率设置为常数的模型，考虑变化遗忘率的隐性知识传播规模要更大。

基于以上的分析，目前的传播模型在描述隐性知识的传播规律时存在局限性。①隐性知识的传播是一个涉及多因素的复杂系统，仅仅考虑单一因素对隐性知识的传播的影响是不全面的；②在隐性知识传播的过程中，涉及的人员众多，因此对人群的合理分类则非常重要，有的模型在人员分类上过于简单；③在考虑遗忘机制时，没有结合人类大脑对知识遗忘的实际情况，通常将遗忘率设定为常数是不合理的。

因此本文将应用场景设置在高校的科研团队内，探讨科研团队内部隐性知识的传播模型，利用经典传染病 SIRS 模型将人群分为 3 类，即隐性知识未持有者、隐性知识持有者、隐性知识免疫者；考虑录取率、流出率、遗忘率和再学习率对科研团队内部隐性知识传播的综合影响，其中遗忘率的设置是根据 Ebbinghaus 遗忘规律设置的动态值。

1 高校科研团队内部隐性知识传播模型的微分动力学方程

1.1 模型假设

1) 设科研团队的总人数为  $N, N > 0$ ，将团队内的人群分为 3 类： $S$  类，表示隐性知识的未持有者，一般指刚入学的新生； $I$  类，表示隐性知识的持有者，包括高年级学生和导师； $R$  类，表示隐性知识的免疫者，一般指毕业生。

2)  $S, I, R$  分别表示在  $t$  时刻 3 类人群的数量， $S + I + R = N$ 。

3)  $\mu (0 < \mu < 1)$  为录取率，指被成功录取进入团队的概率，录取的学生均假设他们为隐性知识未持有者。

4)  $\beta (0 < \beta < 1)$  为学习率，指隐性知识未持有者经过一段时间学习后转变为隐性知识持有者的概率。

5)  $\gamma (0 < \gamma < 1)$  为自然免疫率，指当隐性知识持有者之间进行交流时，会产生新的隐性知识，从而旧的隐性知识对他们来说并不是很有用处，因此隐性知识持有者以概率  $\gamma$  转变为隐性知识免疫者。

6)  $\eta (0 < \eta < 1)$  为遗忘率，指隐性知识持有者因为遗忘知识以概率  $\eta$  转变为隐性知识免疫者。

7)  $\alpha (0 < \alpha < 1)$  为再学习率，指隐性知识免疫者由于某些原因需要重新学习隐性知识，因此以概率  $\alpha$  转变为隐性知识未持有者，进行重新学习。

8)  $\nu (0 < \nu < 1)$  为流出率，指团队的成员以概率  $\nu$  离开团队。

1.2 模型的建立

根据上述的描述，高校内科研团队的隐性知识传播的过程如图 1 所示。

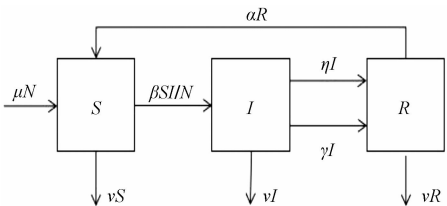


图 1 高校科研团队内部隐性知识传播的 SIRS 模型

根据图 1 可建立以下微分方程组：

$$\begin{cases} \frac{dS}{dt} = \mu N - \frac{\beta SI}{N} - \nu S + \alpha R \\ \frac{dI}{dt} = \frac{\beta SI}{N} - \nu I - \gamma I - \eta I \\ \frac{dR}{dt} = \gamma I - \nu R - \alpha R + \eta I \end{cases} \quad (1)$$

1.3 关于遗忘率  $\eta$  的数值取值

人类对知识的遗忘不是随时间固定的,心理学家 Ebbinghaus 用 3 个无意义的字母组成例如 nhx, dgu 等单词进行关于记忆遗忘的实验,他在不同的时段进行了一系列的测试,然后根据这些测试结果的数据绘制出了一条曲线——Ebbinghaus 遗忘曲线<sup>[18]</sup>,在图 2 中竖轴表示记忆的保持程度,横轴表示时间。

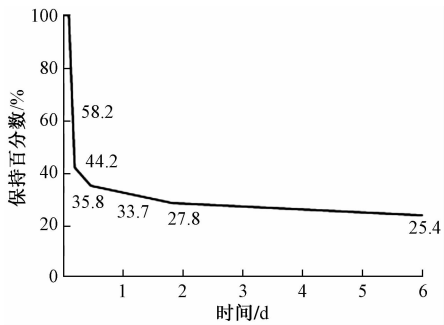


图 2 Ebbinghaus 遗忘曲线

由图 2 可得出遗忘函数:

$$J(t) = \frac{20e^b}{(t+t_0)^c}, c>0, b>0, t_0>0 \tag{2}$$

式中:  $t$  为自变量;  $b$ 、 $c$  为待定常数。经推算,  $b=0.42$ ,  $c=0.022\ 5$ ,  $t_0=0.002\ 55$  比较符合人的遗忘规律。

经过曲线拟合<sup>[19]</sup>,取

$$\eta = 31.8 \times t^{-0.125}, t>0 \tag{3}$$

式中,  $t$  为时间,  $d$ 。

2 模型仿真及数值分析

利用 MATLAB 对微分方程组求解,分析录取率  $\mu$ 、流出率  $\nu$ 、遗忘率  $\eta$  和再学习率  $\alpha$  对隐性知识传播的影响。根据实际情况,取  $N=10$ ,  $\beta=0.8$ ,  $\gamma=0.5$ ,  $\eta=0.3$ ,  $\alpha=0.3$ ,  $\mu=0.2$ ,  $\nu=0.5$ ;  $S(0)=$

9,  $I(0)=1$ ,  $R(0)=0$ 。

2.1 实验环境

实验是在 Intel Core I5-5200U, 2.7 GHz 主频, 4 GB 内存, Windows 10 的操作系统下,使用 MATLAB 7.0.0 19920(R14)对模型进行仿真模拟。

2.2 录取率  $\mu$  和流出率  $\nu$  对隐性知识传播的影响

2.2.1 当  $\mu=\nu$  时

分别取值 0.2、0.5、0.8,分析录取率和流出率对隐性知识持有者的影响,由图 3 可知,随着录取率和流出率的同步增大,隐性知识持有者人数减少速度越来越快的,最终都降低为 0。这与实际情况相符合,当一个团队内的人员进出过于频繁,不利于隐性知识持有者数量保持平稳。

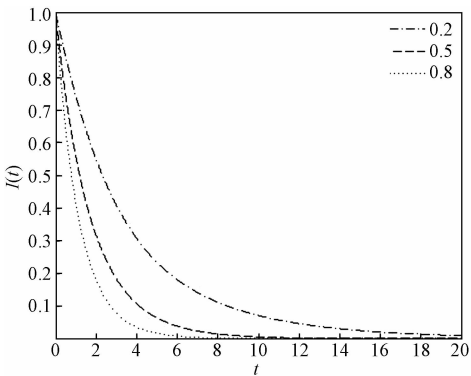


图 3  $\mu=\nu$  时不同值对  $I$  类人群的影响

2.2.2 当  $\mu>\nu$  时

取不同的  $\mu$  和  $\nu$  值,数值模拟结果如图 4 所示。当  $\mu=0.8$ ,  $\nu=0.5$  时,隐性知识未持有者  $S$  数量先上升后趋于平稳。但当流出率取值固定为 0.2 时,在  $\mu=0.8$  和  $\mu=0.5$  的情况下,隐性知识未持有者  $S$  的数量出现了极大值,随后下降趋于平稳,并且录取率越大,隐性知识未持有者的峰值也更高,达到峰值的时间也更短。同时,隐性知识持有者  $I$  和隐

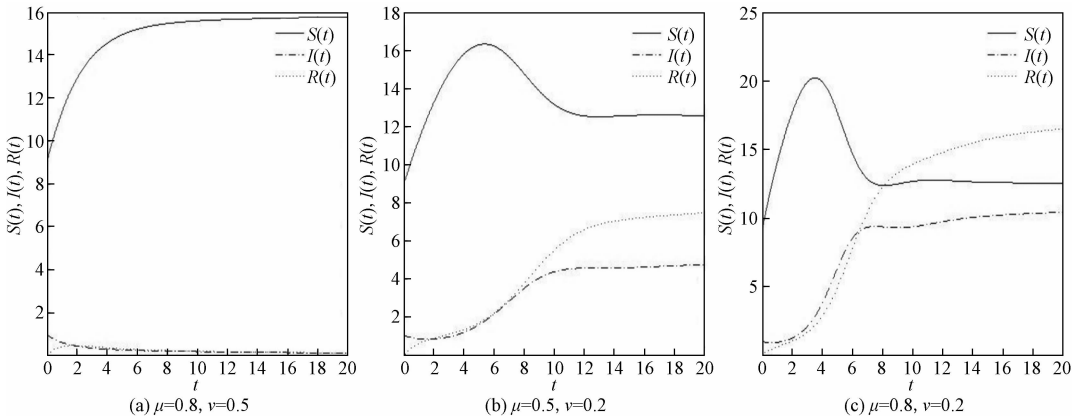


图 4 当  $\mu>\nu$  时不同人群的数量变化

性知识免疫者  $R$  在隐性知识未持有者  $S$  达到峰值后,  $I$  类人群也随之达到一个固定值并保持平稳, 但  $R$  类人群在达到一个固定值之后仍会缓慢增加。

2.2.3 当  $\mu < \nu$  时

取不同的  $\mu$  和  $\nu$  值, 通过图 5 比较发现, 隐性知

识未持有者  $S$  的人数变化是最明显的, 当  $\mu < \nu$  时,  $S$  类人数首先呈下降趋势, 最后趋于平稳。  $\mu$  值和  $\nu$  值相差越大,  $S$  类人数变化程度越大。 当  $\mu$  值和  $\nu$  值差值相同时,  $\mu$  值越大,  $S$  最终趋于平稳的人数也相对较多, 与实际情况相符合。

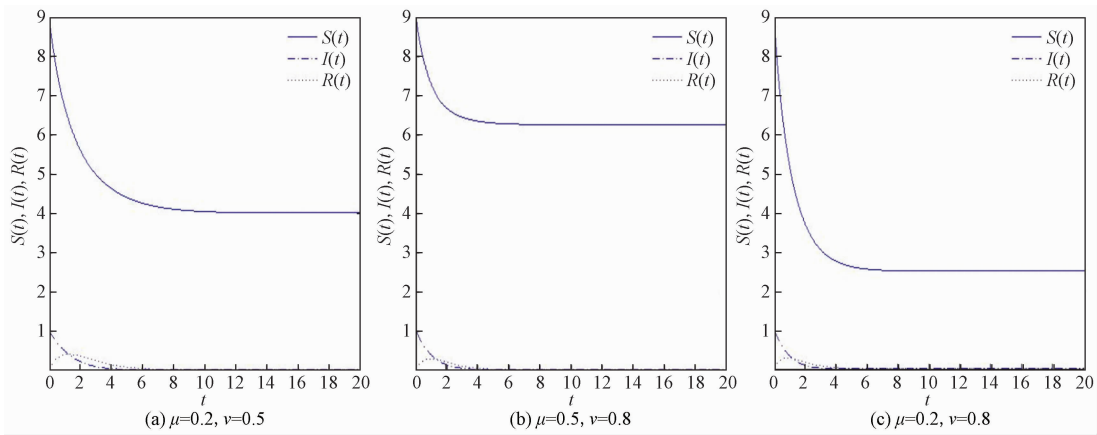


图 5 当  $\mu < \nu$  时不同人群的数量变化

2.3 遗忘率  $\eta$  对隐性知识传播的影响

在其他参数保持不变的情况下, 研究遗忘率  $\eta$  对隐性知识持有者的影响。 取  $t=0、5、10、15$  四个时刻, 绘制隐性知识持有者  $S$  的曲线, 由图 6 可知, 随着时间的推移, 对隐性知识的遗忘是逐渐加快的, 在 4~5 d 时, 隐性知识已经遗忘殆尽, 接近于 0。

2.4 再学习率  $\alpha$  对隐性知识传播的影响

保持其他参数不变,  $\alpha$  分别取值为 0.2、0.5、0.8, 观察各人群数量变化。 由图 7 可知,  $\alpha$  的变化对隐性知识未持有者  $S$  和隐性知识持有者  $I$  的影响不大, 但对隐性知识免疫者  $R$  会产生较大影响,  $\alpha$  值越大, 隐性知识免疫者的峰值越小。

3 结论

随着时代的快速进步, 信息技术的飞速发展, 获取和传播隐性知识的重要性日益凸显, 但隐性知

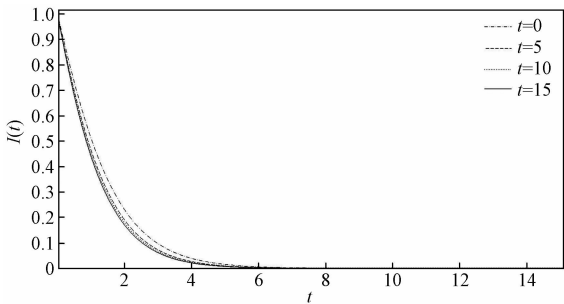


图 6 不同遗忘率对  $S$  类人群的影响, 曲线自上而下的  $t$  值依次为 0、5、10、15

识难以书面化, 没有固定形式的特点使其难以大范围的传播, 如何有效传播隐性知识是本研究探讨的主题。 本文研究了隐性知识在高校科研团队内部的传播模型, 对传染病模型 SIRS 进行改进, 利用 MATLAB 进行数值模拟, 得出以下结论:

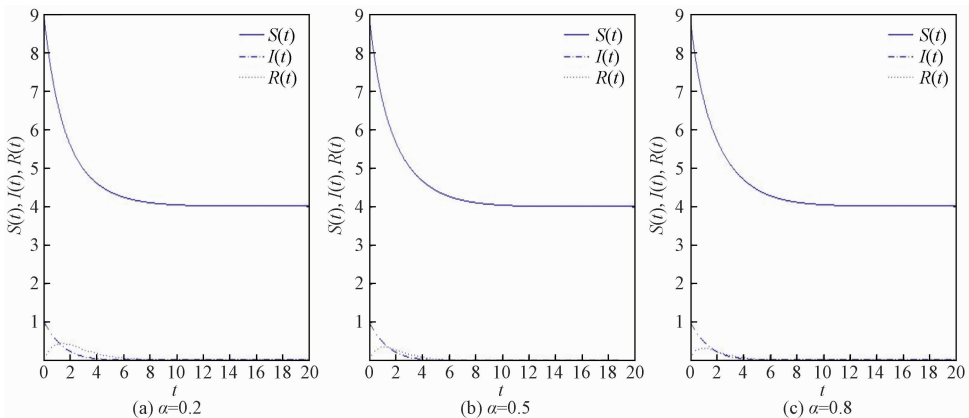


图 7 再学习率  $\alpha$  对不同人群的影响

1)低录取率、高流出率不利于团队内部隐性知识的传播。导师在录取学生时,可以适当增加录取学生人数,增加隐性知识未持有者的数量。但当录取率过分高于流出率,会使团队内部隐性知识持有者达到最大值,团队内人员过多,因此导师在下一年录取新生时,应尽量减少新生的录取,同时加大团队内部的合作交流,使隐性知识未持有者在交流学习的接触中成为隐性知识持有者,减轻导师的教学压力。

2)人类的遗忘机制是符合 Ebbinghaus 遗忘曲线的,即人的记忆随着时间的推移呈指数下降,在团队内部进行学习交流后的 4~5 d,团队成员就遗忘了隐性知识,这需要导师每 4~5 d 安排一次内部成员学习交流的机会,现实中建议安排每周开一次研讨会,促进团队内部隐性知识的流通。

3)再学习率会对隐性知识免疫者的人数产生影响,再学习率越低,隐性知识免疫者的人数越多,因此团队内部成员要增加接触机会,使隐性知识处于一个不断更新的状态,而不是花费时间精力从隐性知识未持有的状态重新学习。

### 参考文献

- [1] POLANYI M. Personal knowledge: Towards a post-critical philosophy [M]. Chicago: The University of Chicago Press, 1961.
- [2] HAMELG. Competition for competence and interpartner learning within international strategic alliances[J]. Strategic Management Journal, 1991(12): 83-103.
- [3] 闻曙明,施琴芬. 高校科研人员隐性知识的识别与管理评判[J]. 研究与发展管理, 2007(4): 124-128.
- [4] 赵修文,李一鸣. 高校导师制隐性知识传播的微分动力学模型研究[J]. 科学学研究, 2010, 28(11): 1700-1704.
- [5] 郭培荣,许勇. 基于微分动力学模型的高校科研创新团队内部隐性知识传播研究[J]. 系统科学学报, 2019, 27(3):

119-122.

- [6] 张生太,李涛,段兴民. 组织内部隐性知识传播模型研究[J]. 科研管理, 2004, 25(4): 28-32.
- [7] 曹建东,潘杰义,司公奇. 组织内隐性知识传播的影响因素及其量化研究[J]. 情报杂志, 2007(8): 69-72.
- [8] 李纲. 基于人才引进和流失的组织内隐性知识传播模型[J]. 情报杂志, 2011, 30(7): 130-134.
- [9] 耿凯平,徐渝. 复杂组织内存在成员流动的隐性知识传播研究[J]. 情报杂志, 2009, 28(5): 115-117, 125.
- [10] 王秀红,韩琼,韩光平. 员工隐性知识传播的系统动力学模型研究[J]. 情报杂志, 2008, 27(3): 57-60.
- [11] NEKOVEE M, MORENO Y, BIANCONI G, et al. Theory of rumour spreading in complex social networks[J]. Physica A, 2007, 374: 457-470.
- [12] ZHAO L J, WANG Q, CHENG J J, et al. Rumor spreading model with consideration of forgetting mechanism: A case of online blogging Live Journal[J]. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 2011, 390(13): 2619-2625.
- [13] 王筱莉,赵来军,谢婉林. 无标度网络中遗忘率变化的谣言传播模型研究[J]. 系统工程理论与实践, 2015, 35(2): 458-465.
- [14] 杨湘浩,段哲哲,王筱莉. 考虑遗忘机制的企业隐性知识传播 SIR 模型研究[J]. 中国管理科学, 2019, 27(7): 195-202.
- [15] EBBINGHAUS H, RUGER H A, BUSSENIUS C E. Memory: A contribution to experimental psychology. [J]. Annals of Neurosciences, 2013, 20(4): 155.
- [16] 王彦本,蔡皖东. 社交网络中考虑遗忘机制的谣言传播[J]. 西北工业大学学报, 2016, 34(2): 349-355.
- [17] 段哲哲,杨湘浩,胡滨,等. 基于“S”型变化遗忘率与个案网络结构的企业隐性知识传播[J]. 系统工程, 2021, 39(1): 58-65.
- [18] 张磊. 基于遗忘曲线的推荐算法研究[D]. 淮南: 安徽理工大学, 2014.
- [19] 于洪,李转运. 基于遗忘曲线的协同过滤推荐算法[J]. 南京大学学报(自然科学版), 2010, 46(5): 520-527.

## Tacit Knowledge Dissemination Model within University Research Team Based on SIRS Model

WANG Chao, NI Jing

(Business School, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

**Abstract:** Tacit knowledge plays an important role in scientific research teams in colleges and universities. Therefore, it is particularly important to study the dissemination mechanism and influencing factors of tacit knowledge within scientific research teams. Firstly, the SIRS model of three spreading subjects including tacit knowledge non-holder, tacit knowledge holder and tacit knowledge immuner is constructed, and the differential dynamics equation of tacit knowledge dissemination is constructed. Then, the effects of team acceptance rate, turnover rate, relearning rate and Ebbinghaus forgetting function on tacit knowledge transmission are considered respectively. Finally, MATLAB is used to simulate the parameters of the model. The numerical results show that low acceptance rate and high turnover rate are not conducive to the stability of the number of tacit knowledge holders within the team, while high acceptance rate will reach a maximum number of tacit knowledge holders within the team. The Ebbinghaus forgetting function changes with time will affect the number of tacit knowledge holders, and tacit knowledge holders generally forget knowledge after 4~5 days. The change of relearning rate has the most obvious influence on tacit knowledge immuner.

**Key words:** university research teams; tacit knowledge dissemination; Ebbinghaus forgetting curve; SIRS model

# 高等教育规模对不同地区收入差距的影响

——基于 2010—2018 年省级面板数据的实证研究

曹雅妮, 王慧莹

(首都师范大学 教育学院, 北京 100048)

**摘要:**高等教育是教育系统中互相关联的重要组成部分之一。从区域性和时间性的发展趋势看,某种程度上,高等教育规模的差异造成了地区收入的差异。研究选取 2010—2018 年 31 省级行政区的数据建立面板数据,通过计量统计分析,研究作为解释变量的高等教育规模与被解释变量地区收入差距泰尔指数之间的关系,并对东、中和西部地区的高等教育规模和地区收入差异进行概述。

**关键词:**面板数据;高等教育规模;地区收入差距

**中图分类号:**G40-054 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2021)10-0239-07

教育是公共服务的重要内容,不仅是人才培养的主要途径,也担负着未来收入差距缩小的职能,与未来收入分配的公平问题休戚相关。教育信号功能理论认为教育能够有效反映人的内在能力,受过高等教育的劳动者比未受过高等教育的劳动者更具有生产效率;而人力资本理论认为,教育投资是人力资本的核心,它是使隐藏在人体内部的能力得以增长的一种生产性投资,通过教育可以提高人的知识和技能,提高生产的能力,从而增加个人收入。人力资本理论和筛选假设理论都从不同的角度探讨教育与经济的关系,探究教育对经济发展和经济增长的巨大作用和突出贡献<sup>[1]</sup>。显然,无论是教育信号功能理论还是人力资本理论均从不同的视角解释了受教育程度和收入之间存在着密不可分的联系。因此,受教育程度不仅是决定个人发展的一个主要因素,对一个国家或一个地区的经济增长来说,也是一个重要的影响因素。

由于宏观教育资源的不平衡,导致教育的投入在地区之间形成了一定程度上的差距,高等教育规模在不同地区的占比上具有显著差异性。教育作为典型的公共产品,对社会的人才流动和经济发展具有重要意义。虽然教育资源投入在地区间失衡存在一定的现实合理性,如果地区之间的教育资源分配差距过大、教育质量差距过大,不利于社会的

稳定和发展。

另外,高等学校的数量、专任教师的数量、公共教育经费的投入、公共教育资源的使用率等差异会产生教育效应的差异,并从个人收入的层面产生收入的差异,因此教育资源的合理配置尤为重要。因此,本文探讨高等教育规模在地区上的差异,以及在研究高等教育规模差异性与地区生产总值差异性之间关系的基础上,合理估计教育投入的不同经济效应,进而研究高等教育规模结构的合理性。

通过选取 2010—2018 年的地区收入差距的泰尔指数作为被解释变量,以高等学校数、本科毕业生数、高等学校专任教师数、高等教育一般公共预算教育经费为解释变量,借用实证分析法,采用统计计量方法定量分析面板数据。

## 1 模型设计

### 1.1 基本模型设计

面板数据是将时间序列数据和截面数据有效结合起来的二维数据,更有效地反映出变量在截面和时间二维空间上变化的规律和特征。为了研究高等教育规模对地区收入差距的影响,特选取高等学校数、本科毕业生数、高等学校专任教师数以及高等教育一般公共预算教育经费为解释变量,以城市化水平和人均 GDP 为控制变量,用于研究与地区收入差距的关系,设立面板数据的总函数为

**收稿日期:**2021-06-10

**基金项目:**首都师范大学实验室基金项目(018-2155170)。

**作者简介:**曹雅妮(1996—),女,甘肃庆阳人,首都师范大学教育学院,教育经济与管理硕士研究生,研究方向为教育管理;王慧莹(1997—),女,北京人,首都师范大学教育学院,教育学原理硕士研究生,研究方向为教育政策与法律。

$$\text{Theil}_i = \alpha + \beta_1 \ln[\text{Average}(\text{NCU}_i)] + \beta_2 \ln[\text{Average}(\text{NUS}_i)] + \beta_3 \ln[\text{Average}(\text{NFTH}_i)] + \beta_4 \ln[\text{Average}(\text{GPBE}_i)] + \beta_5 \ln[\text{Average}(\text{UB}_i)] + \beta_6 \ln[\text{Average}(\text{RJGDP}_i)] + \varepsilon_i \quad (1)$$
式中： $i$  表示所选取的 31 个省级行政区； $t$  表示时间维度(2010—2018 年)； $\varepsilon_i$  表示随机误差项。

1.2 变量选择与数据来源

对模型进行实证研究,探究不同地区的高等教育规模对东中西部地区生产总值差异的影响。按照国家发改委的划分,东部是指最早实行沿海开放政策并且经济发展水平较高的省市,包括北京、天津、河北、辽宁、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东和海南 11 个省级行政区;中部是指经济次发达地区,包括山西、吉林、黑龙江、安徽、江西、河南、湖北和湖南

8 个省级行政区;西部是指经济欠发达的西部地区,包含四川、重庆、贵州、云南、西藏、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆、广西和内蒙古 12 个省级行政区。

选取 2010—2018 年的相关数据为样本值,其中被解释变量用地区生产总值的泰尔指数来表示地区收入的差距,记为 THEIL。高等教育规模作为解释变量包含 4 个层面,分别是高等学校数(NCU),本科毕业生数(NUS),高等学校专任教师数(NFTH)以及高等教育一般公共预算教育经费(GPBE)。为了缓解内生性偏差,加入城市化水平(UB)和人均 GDP(RJGDP)为控制变量。变量定义见表 1。

原始数据取自 2011—2019 年《中国统计年鉴》《中国教育统计数据》,并经过计算整理而得。通过 Eviews10.0 统计软件进行数据分析。

表 1 变量定义

变量类型	变量名称	符号	变量含义
被解释变量	地区收入差异	Theil	地区生产总值泰尔指数
解释变量	高等学校数	NCU	高等院校的数量(所)
	本科毕业生数	NUS	本科毕业生学生人数(人)
	高等学校专任教师数	NFTH	高等院校内具有教师资格、专门从事教学工作的人员(人)
	高等教育一般公共预算教育经费	GPBE	政府投入高等教育事业的费用(万元)
控制变量	城市化水平	UB	区域内城市人口占总人口的比例
	人均 GDP	RJGDP	人均国内生产总值(元)

借助泰尔指数衡量东、中、西部地区的收入差距。泰尔指数是用以衡量个人之间或者地区之间收入差距的指标。取值位于 0~1,泰尔指数越趋近于 1,则表明不平等程度越高,泰尔指数越趋近于 0,则表明个人或地区之间越均衡。

$$\text{Theil} = T_b + T_w$$

泰尔指数由组间和组内合成。 $T_b$  表示区域间泰尔指数,  $T_w$  表示区域内泰尔指数,具体公式为

$$\left\{ \begin{aligned} T_b &= \sum_{i=1}^3 \left[ \frac{Y_i}{Y} \times \ln \frac{\frac{Y_i}{Y}}{\frac{N_i}{N}} \right] \\ T_w &= \sum_{i=1}^3 \left[ \frac{Y_i}{Y} \left[ \sum_{j=1}^{n_i} \frac{y_j}{Y_i} \ln \frac{\frac{y_j}{Y_i}}{\frac{n_j}{N_i}} \right] \right] \end{aligned} \right. \quad (2)$$

式中： $y_i$  表示  $i$  省的地区生产总值； $Y_i$  表示  $i$  区域的生产总值； $n_i$  表示  $i$  省的人口总量； $N_i$  表示  $i$  区域的人口总量； $Y$  和  $N$  分别表示国内生产总值和全国的总人口。 $i = 1, 2, 3$  分别代表东部地区、中部地区和西部地区。具体数据值见表 2。

由表 2 所反映出的数值变化分析,2010—2018 年东、中、西部地区生产总值的泰尔指数总体呈现较平稳状态,无明显的变化趋势,区域间的泰尔指数显然大于区域内的泰尔指数,从地区层面分析,中部地区和西部地区的泰尔指数差距不大,而东部地区的泰尔指数显然高于中西部地区。

2 高等教育规模的描述统计

2.1 高等学校数

由三大地区高等学校数统计图(图 1)分析,东部地区的高等院校数量更多,从 2010—2018 年均保持在 1 000 所以上,截至 2018 年东部地区的高等院校已达到 1 130 所,其各个省份的平均数量已经达到了每个省 103 所,而西部地区较为落后,总数量约为东部地区的 60%,截至 2018 年西部地区各省的平均数量约为 58 所,中部地区居于东部地区和西部地区之间,但从平均量来看,2018 年中部地区的高等院校平均数量与东部地区不相上下。

2.2 高等学校专任教师数

由三大地区高等学校专任教师数统计图(图 2)分析,数量从高到低排序依次是:东部地区、中部地

区、西部地区,通过对比三大地区教师增长的斜率,显然东部地区的增长速度更快,虽然西部地区的专任教师数量与东部地区差距较大,但增长速率较为可观,年均增长率约 3.82%,中部地区的增长速度较慢,年均增长率约为 2.52%。从总体趋势来看,三大地区的高等学校专任教师数量呈逐年递增的趋势。

表 2 2010—2018 年东、中、西部地区生产总值的泰尔指数值

年份	总泰尔值	区域间泰尔值	区域内泰尔值	中部地区(区域间)	西部地区(区域间)	东部地区(区域间)
2010	0.154 1	0.140 8	0.013 3	0.028 8	0.030 2	0.081 8
2011	0.143 6	0.131 0	0.012 6	0.027 2	0.028 4	0.075 4
2012	0.136 7	0.124 6	0.012 1	0.026 5	0.026 9	0.071 2
2013	0.133 4	0.122 9	0.010 5	0.026 7	0.026 1	0.070 1
2014	0.132 2	0.121 3	0.010 9	0.026 6	0.025 6	0.069 1
2015	0.135 3	0.123 5	0.011 8	0.026 9	0.026 2	0.070 4
2016	0.135 7	0.121 8	0.013 9	0.026 3	0.026 1	0.069 4
2017	0.137 9	0.123 5	0.014 4	0.026 0	0.027 0	0.070 5
2018	0.134 3	0.120 6	0.013 7	0.025 8	0.026 2	0.068 6

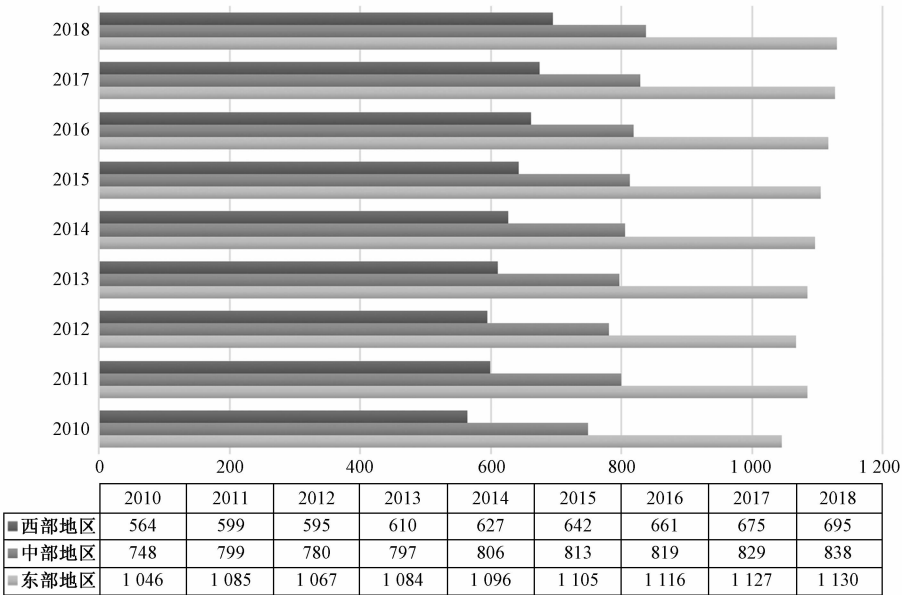


图 1 2010—2018 年三大地区的高等学校数

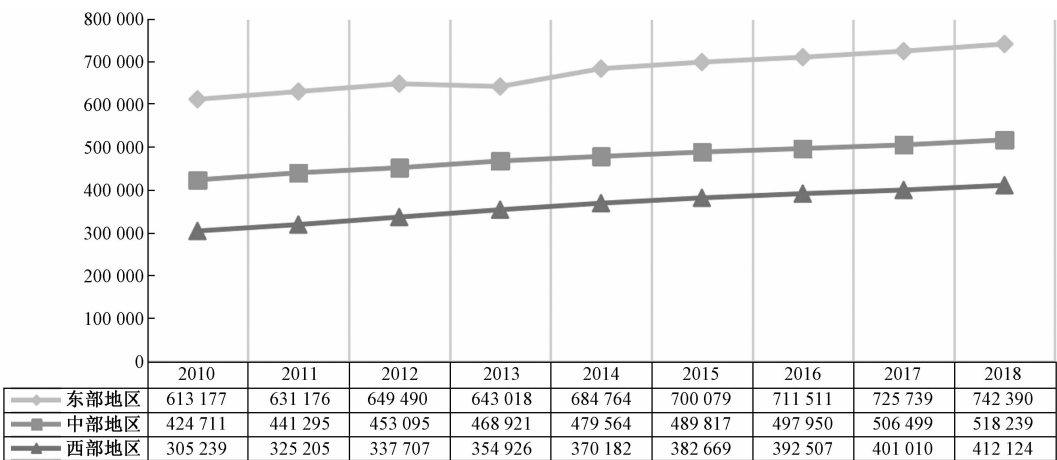


图 2 2010—2018 年三大地区的高等学校专任教师数

2.3 本科毕业生数

从三大地区本科毕业生数统计图(图 3)可以看出,东、中和西部地区的本科毕业生数呈现逐年递增的趋势。2018 年,东部地区的本科毕业生数已达到了 160 多万,占总本科毕业生数约 43%,可见人才依然多集中在东部地区,但 2010—2018 年,中部地区和西部地区的本科毕业生数分别增加了约 45 万和 47 万,表明中西部地区对“人才发展战略”的贯彻与落实。本科毕业生数的增加表示接受高等教育的人数增加,这对国民素质的提升和经济的发展都有所助益。

2.4 高等教育一般公共预算教育经费

公共预算教育经费的投入是教育质量的又一影响因素。由三大地区一般公共预算教育经费投入统计图(图 4)分析,东部地区的公共预算教育经费投入明显高于中部地区,东部地区略高于西部地区,但两者之间差距不大。2010—2018 年,东部地区的一般公共预算教育经费投入增长了 16 亿元,年均增长率达到了 10.3%。据 2018 年数据,东部地区的一般公共预算教育经费占总教育经费约 42%,表明的教育经费投入依然有向东部地区倾斜的势头;得益于“西部大开发战略”“中部崛起战略”,中、西部地区的一般公共预算教育经费投入也以一种可观的势头不断增长。

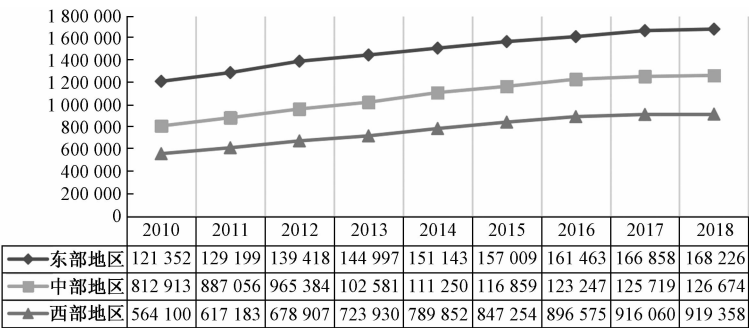


图 3 2010—2018 年三大地区的本科毕业生数

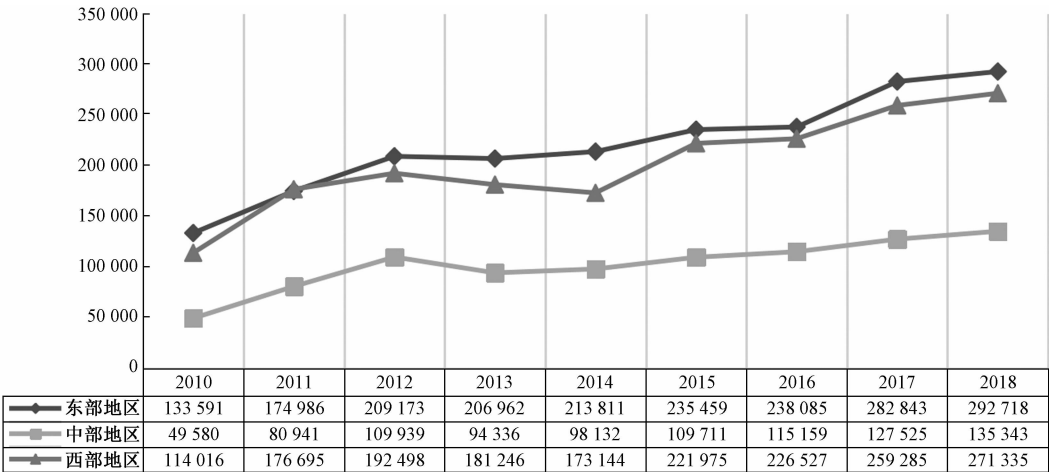


图 4 2010—2018 年三大地区的一般公共预算教育经费投入

3 实证模型检验

3.1 面板数据平稳性检验

由于面板数据反映的是时间和截面的二维信息,所以,不排除存在单位根的情况。为了避免后续回归分析中出现虚假回归或伪回归的情况,故进行平稳性检验,旨在保证结果的有效性。采用 LLC 检验法,通过查看时序图判断检验模式后进行单位根检验,检验结果见表 3、表 4。

由表 3、表 4 可知,在水平值的背景下,利用 LLC 和 PP 两种检验方法进行单位根检验,经检验,上述变量均拒绝了原假设,即变量之间不存在单位根,序列平稳,可以进行下一步协整检验。

3.2 面板数据协整关系检验

非平稳序列很可能出现伪回归,协整的意义就是检验它们的回归方程所描述的因果关系是否是伪回归,即检验变量之间是否存在稳定的关系。由



单位根检验结果可知,面板数据 0 阶单整,故可以进行协整检验。采取 Kao 检验方法,检验结果见表 5。

表 3 面板数据单位根检验结果

变量	检验阶	水平值	
	检验方法	LLC 检验	PP 检验
THEIL	t-Statistic	-4.609 95	17.287 7
	Prob.	0.000 0***	0.008 3***
NCU	t-Statistic	-4.246 09	41.496 6
	Prob.	0.000 0***	0.000 0***
NFTH	t-Statistic	-9.703 68	14.888 5
	Prob.	0.000 6***	0.021 1**
GPBE	t-Statistic	-8.387 08	34.153 5
	Prob.	0.000 0***	0.000 0***
UB	t-Statistic	-5.180 78	25.062 2
	Prob.	0.000 0***	0.000 3***
RJGDP	t-Statistic	-14.256 9	55.262 0
	Prob.	0.000 0***	0.000 0***

注:检验模式为既含有趋势项又含有截距项;\*\*\*和\*\*表示在 1%和 5%的显著性水平下拒绝原假设。

表 4 面板数据单位根再检验结果

变量	检验阶	水平值	
	检验方法	LLC 检验	PP 检验
NUS	t-Statistic	-8.326 4	40.996
	Prob.	0.000 0***	0.000 0***

注:检验模式为仅有截距项;\*\*\*表示在 1%的显著性水平下拒绝原假设。

表 5 面板数据协整检验结果

检验方法	统计量名称	t-Statistic	Prob.
Kao 检验	ADF	-2.468 812	0.006 4***

注:\*\*\*表示在 1%的显著性水平下拒绝原假设。

表 5 显示,在 1%的显著性水平下拒绝了原假设,即各个变量之间存在长期协整关系,因此,可以进一步构建回归模型。

3.3 似然比检验

由面板数据似然比检验结果(表 6)可知,P 值小于 0.05,拒绝原假设,故而拒绝混合随机模型,又由于解释变量的个数大于截面维度的个数,所以截面维度选择固定效应。

表 6 面板数据似然比检验结果

Effects Test	Statistic	d. f.	Prob.
Cross-section F	875.228 497	(2,24)	0.000 0***

注:\*\*\*表示在 1%的显著性水平下拒绝原假设。

3.4 面板模型的估计

根据对个体数据和时序不同的假定面板数据

模型主要包括混合估计模型、变截距模型和变系数模型。

原假设:  $H_1: \beta_1 = \beta_2 = \cdots = \beta_N$ ;  $H_2:$

$$\begin{cases} \alpha_1 = \alpha_2 = \cdots = \alpha_N \\ \beta_1 = \beta_2 = \cdots = \beta_N \end{cases} \quad (3)$$

按照面板模型的 3 种形式进行检验,由检验结果可知,  $S_1 = 0.000\ 010\ 4$ ,  $S_2 = 0.000\ 049\ 8$ ,  $S_3 = 0.000\ 246$  分别是变系数模型、变截距模型和混合模型的残差平方和。利用 F 检验对模型进行检验,进而对面板模型进行选定。

F 统计的统计量公式为

$$\begin{cases} F_1 = \frac{(S_1 - S_2)/[(N-1)K]}{S_1/[NT - N(K+1)]} \sim F[(N-1)K, N(T-K-1)] \\ F_2 = \frac{(S_3 - S_1)/[(N-1)(K+1)]}{S_1/[NT - N(K+1)]} \sim F[(N-1)(K+1), N(T-K-1)] \end{cases} \quad (4)$$

式中:  $S$  为残差平方和;  $K$  为解释变量的个数;  $N$  为截面个体数量;  $\alpha$  为常数项;  $\beta$  为系数向量。经统计,  $K=6$ ,  $N=3$ ,  $T=9$ , 通过计算 F 统计量,得到的两个 F 统计量分别为

$$\begin{cases} F_1 = \frac{(S_2 - S_1)/12}{S_1/6} = 1.894\ 2 \\ F_2 = \frac{(S_3 - S_1)/14}{S_1/6} = 9.708\ 8 \end{cases} \quad (5)$$

再利用函数 @QFDIST( $d, k_1, k_2$ ) 得到 F 分布的临界值,其中  $d$  是临界点,  $k_1, k_2$  是自由度。在给定 10%的显著性水平下( $d=0.90$ ),得到相应的临界值为

$$\begin{cases} F_{\alpha 1}(12, 6) = 2.904\ 7 \\ F_{\alpha 2}(14, 6) = 2.881\ 0 \end{cases} \quad (6)$$

由于  $F_2 > F_{\alpha 2}$ , 所以拒绝  $H_2$ ; 而  $F_1 < F_{\alpha 1}$ , 接受  $H_1$ , 因此,该面板数据的模型应该采用变截距模型。

3.5 模型的回归分析

为了消除异方差和序列相关性所产生的影响,在进行回归分析之前,对面板数据采取了截面加权的方法。由变截距回归检验结果发现,部分解释变量存在接受原假设的情况,不符合显著性水平要求。经检验,发现变量 NCU 和 NUS 存在严格的共线性关系,故剔除解释变量 NCU 和 NUS;又由于控制变量 RJGDP 与被解释变量 Theil 存在线性关系,故剔除控制变量 RJGDP,最终得到的面板变截距回归模型。

其模型函数为

$$\text{Theil} = 0.273\ 663 - 0.070\ 973\ \text{NFTH}_i - 0.006\ 77\text{GPBE}_i + 0.074\ 084\ \text{UB}_i + \varepsilon_i \quad (7)$$

式中:  $R^2 = 0.993\ 449$ ;  $\bar{R}^2 = 0.991\ 890$ ;  $F = 636.961\ 9$ 。

### 3.5.1 拟合优度

由变截距回归检验结果得出,可决系数为0.99,修正的可决系数为0.99,残差平方和所占的比重为1.53%,表明样本点拟合的程度较好。

### 3.5.2 模型的F检验

模型检验结果显示F值为636.9619,显著性概率为0.00000,表示通过了置信度为1%的检验,说明所选取的变量整体解释水平比较高。

### 3.5.3 回归结果分析

从解释变量的回归结果来看,高等学校专任教师数(NFTH)和高等教育一般公共预算教育经费(GPBE)均在5%的水平下显著; $\ln[\text{Average}(\text{NFTH})]$ 和 $\ln[\text{Average}(\text{GPBE})]$ 的系数均为负数,分别为-0.070973和-0.00677,故表明高等教育规模与地区收入差距泰尔指数成负相关关系。其经济学含义解释为:在假定其他变量不变的情况下,每增加一个高等学校专任教师,地区收入差距泰尔指数降低0.070973;在假定其他变量不变的情况下,每增加1万元的高等教育一般公共预算教育经费投入,地区收入差距泰尔指数降低0.00677。从控制变量的回归结果来看,城市化水平(UB)在10%的水平下显著,其系数为0.0741,和地区收入差距呈正相关关系,其经济学含义解释为:在其他变量不改变的情况下,城市化水平每提高一个单位,地区收入差距扩大0.0741个单位。

## 4 结论与启示

### 4.1 结论

从高等教育规模对地区收入差距泰尔指数的实证回归结果分析,高等学校专任教师数和高等学校一般公共预算教育经费的增加确实有利于缩小地区收入差距泰尔指数。从各个地区来看,中部、西部和东部地区的系数分别为-0.007531、-0.024062、0.031593,显然,中、西和东部地区的高等教育规模存在地区性的差异。中部和西部地区的为负,表明在中部和西部地区增加高等教育专任教师数和高等教育一般公共预算教育经费可以降低地区收入差距的泰尔指数,且西部地区的效益大于中部地区。

### 4.2 启示

高等教育是教育系统中互相关联的重要组成部分之一。高等教育作为培养高级专门人才为主要活动的教育,它不仅是人才进入市场的“跳板”,也是文化传承的重要载体。而高等教育的社会价值是通过培养一定数量、一定规格的人来实现。高等教育供给规模与经济增长存在较高的相关性,从经济学的角度出发,经济增长和经济结构的变化,劳动力市场对大学毕业生的需求增加,需求增加进而推动市场供给增加,政府在市场需求的推动下不断增加高等教育资源投入,作为一种扶持性政策,个体对高等教育的需求也会相应增加,因此,从总体趋势来讲,高等教育的供给规模随着经济发展水平的提高而不断扩大已经是必然趋势。

从社会公平性的角度,政府的公共教育支出具有促进公平的作用;教育的投入是关乎国家整体利益的外部性事宜,政府的公共教育支出是国家应担之责;教育不能成为完全竞争市场的“产品”,从投资到产出都需要公共部门的合理干预。政府公共教育支出的价值不言而喻,政府要利用有限的财政资金,使其得到更有效的、更科学的运用,在努力做大蛋糕的同时,更好地分配蛋糕。东、中、西部地区高等教育规模的差异很显然,为此,政府要通过再分配手段实现教育资源分配的科学性,逐步增加在中部和西部地区的高等教育资源投入,优化高等教育规模结构,尽力实现高等教育资源均衡,推进东、中和西部地区均衡。另外,高等教育专任教师数量对地区的收入差距存在显著的影响,建立高等教育专任教师去中、西部地区任教的激励机制也是十分必要的,提高中西部高等教育教师的津贴,努力平衡三大地区高等教育教师供给。

受地区政策、薪酬水平、个性发展机会等多重因素的影响,高等教育人才存在一定程度的流动性,这是对高等教育规模与地区收入差距研究的一项干扰因素;同时,教育对于收入存在一定的滞后性,这也是本模型难以控制的变量之一。

### 参考文献

- [1] 洪柳. 教育与经济:从人力资本理论到筛选假设理论[J]. 教育评论, 2012(6):144-146.
- [2] 黄腾飞,詹宇波. 教育质量与地区收入差距——基于30省面板数据的实证研究[J]. 中国劳动, 2016(8):28-33.
- [3] 冯云,王维国. 教育投入差距与地区居民收入差距关系研究[J]. 教育科学, 2011, 27(3):11-16.

[4] 刘方斌,刘社建.教育消费水平与收入分配[J].消费经济,2001(5):3—5.

[5] 王筱欣,刘军跃.教育投资与东西部收入分配差距[J].经济问题探索,2001(5):37—40.

The Influence of Higher Education Scale on Income Gap in Different Regions:

Empirical study based on provincial panel data from 2010 to 2018

CAO Ya-ni, WANG Hui-ying

(College of Education,Capital Normal University,Beijing 100048,China)

**Abstract:** Higher education is one of the important interrelated components of the education system. From the development trend of the regional and timeliness, to some extent, the difference of higher education scale caused regional differences in income, the research selected from 2010 to 2018 data to establish a panel data of 31 provincial level administrative region, through the statistical analysis of measurement, research as explanatory variables of higher education scale and be explained variables, the relationship between the regional income gap, index of it also summarizes the scale of higher education and the regional income difference in the eastern, middle and western regions.

**Key words:** panel data;scale of higher education;regional income gap

# 美国构建可信供应链体系对中国的影响研究

华松逸, 季鹏飞, 张煜晨, 王 薇

(中国电子科技集团公司 第五十八研究所, 江苏 无锡 214072)

**摘要:**知识产权保护是维护国家自主创新技术的重要途径之一,也是国家安全的重要屏障。当前,美国无视国际知识产权标准,借构建可信供应链体系之名对华实施技术霸权之举。在此,回顾近 20 年来美国国家层面实施的可信供应链体系战略部署,分析特朗普时期“变向”的主要原因。基于美国构建可信供应链体系的实施措施和未来走向,评估对中国全球化产业和高新技术发展带来的负面影响。最后从国家和企业两个层面提出应对措施。

**关键词:**知识产权保护;中美技术争端;可信供应链体系

**中图分类号:**D923;F75;E10 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2021)10-0246-06

知识产权保护不仅是美国国内的经济政策,更是其巩固技术霸权地位的重要工具。加之美国是不少核心技术、核心产业的发源地,所以,将其国内知识产权保护相关政策、标准上升为国际标准,并在核心技术上进行垄断和限制是美国一直实施的国家发展战略之一。

2020 年 3 月波士顿咨询公司发布的《限制对华贸易将如何终结美国在半导体领域的领导地位》<sup>[1]</sup>中提到:随着贸易全球化的不断发展,近年来美国在全球经济中的竞争力呈现下降趋势。目前,中国已成为全球第二大经济体。而随着全球电子化产业第三次迁移,中国将逐渐发展成为全球最大的通信市场,尤其在新一代 5G 通信技术上,有望实现弯道超车。为此,特朗普政府对华知识产权保护政策进一步强化,甚至不惜以构建可信供应链网络体系(主要针对信息通信技术行业)为由,对中国高新技术企业实施打压,这对双边关系乃至世界经济和全球产业链深度融合产生了很大的负面影响。

## 1 美国政府对构建可信供应链网络体系高度重视

目前,美国已从国家政策制定、供应链安全评估、供应链风险管理及协调机制到外商投资安全审查制度等层面,逐步形成了针对可信供应链的深层次安全管理体系。

### 1.1 布什时期:开始重视供应链安全问题

2002 年,布什政府在起草国家信息安全战略中

提出要重视供应链与信息安全风险的关系。随后,在 2006 年美国国家科技委员会发布的《联邦网络安全和信息保障研发计划》中,明确将信息通信硬件和软件的供应链攻击列为一种攻击趋势,并认为这种安全问题仅靠检测手段无法完全解决<sup>[2]</sup>。2008 年,布什政府发布《国家网络安全综合计划(CNCI)》,强调建立全方位措施进行全球供应链风险管理,将供应链安全问题上升到了国家威胁和国家对抗层面,并且首次提出采用能够涵盖产品、系统和服务的完整生命周期的战略性、综合性方法进行供应链风险管理<sup>[3]</sup>。

### 1.2 奥巴马时期:将供应链安全问题提升到国家战略高度

奥巴马时期正值全球信息通信技术发展“拐点”,通信行业依次经历了第三代数字通信技术(3G)和第四代数字通信技术(4G)的变革,云计算、移动终端相关应用场景大量出现。在此环境下,2009 年,奥巴马政府发布了《美国网络空间安全政策评估报告》,首次将信息通信供应链安全纳入国家安全的范畴;之后,2011 年美国又发布了《联邦风险及授权管理计划》,重点强化云计算服务商的供应链安全管理<sup>[4]</sup>;2012 年,美国国土安全部发布《全球供应链安全国家战略》,提出安全和高效两大目标,正式将全球供应链提升为国家安全战略,至此美国将信息通信供应链安全对网络安全的影响提高到了空前的高度;随后几年里,美国国家标准和技术研究所(NIST)制定了几项关于信息系统

收稿日期:2021-06-09

基金项目:国家自然科学基金(61704161);江苏省科技厅软科学项目(BR2019007)。

作者简介:华松逸(1992—),男,江苏无锡人,中国电子科技集团公司第五十八研究所,工程师,硕士,研究方向为微电子。

风险管理指南的行业标准,用于指导联邦政府采取相应措施减少信息通信供应链风险。

1.3 特朗普时期:全面推行“去中国化”

随着贸易全球化的不断发展,美国在全球经济中的竞争力出现下降趋势,尤其在全球 5G 通信技术变革中,并没有出现像过去一样美国一方制霸的局面。反观中国,不少国内通信企业通过前期的提前布局和技术沉淀,在此次 5G 浪潮中表现出极高的竞争力。中国的产业复兴撬动了美霸权主义的根本利益,于是其将矛头转向中国,对中国实施打压。特朗普上任后,甚至不惜发动贸易战来限制中国企业发展,并提出“去中国化”。2018 年,美国白宫公布《2018 年联邦信息技术供应链风险管理改进法案》,该法案建议设立两个机构——联邦 IT 收购安全委员会和关键 IT 供应链风险评估委员会,旨在为使用技术产品的政府机构提供有关如何降低供应链安全风险的指导和建议<sup>[5]</sup>。2019 年美国国会参众两院通过的《国防授权法》中提出要进一步加强美国各方面国防实力,以应对来自俄罗斯和中国的竞争和挑战为由头,并有专节要求反制中国,限制美中交往。此外,《授权法》中明令禁止任何美国政府机构使用由华为和中兴生产的具风险技术;禁止任何实体通过使用华为或中兴的技术与美国政府做生意;禁止在安全性中使用其他几家中国公司所生产设备的相关功能。

在美国政府的主导下,可信供应链网络体系不断在立法和执行两个层面得到发展,这与当前全球化发展趋势及不同发展水平国家的知识产权利益目标相悖<sup>[6]</sup>。

2 美国政府构建可信供应链网络体系的主要举措分析

2.1 对外:全面切断在华供应链

2.1.1 加大涉华军用出口管制力度

2020 年 5 月,美国商务部产业安全局(BIS)再次对《出口管理条例》中多项条款进行了大规模修订,此次修订重点针对涉华军用出口活动继续加大管制力度<sup>[7]</sup>。首先,在此前对涉华军事最终用途的出口和再出口等活动进行管制的基础上,现将军事最终用户也纳入管制范围。这里的军事最终用户不仅仅指陆军、空军、海军、海岸警卫队以及国民警卫队和警察、政府情报或侦察机构等,任何个人或实体有意图参与或支持“最终军事用途”相关活动均会被视为军事最终用户。其次,对军事最终用途和军事最终用户许可证要求的物项范围做进一步

拓宽,新增材料加工、电子、电信、信息安全、传感器和激光以及驱动装置等物项,并对此类物项的许可证审核政策进行了调整,从原先的个案审批规则调整为推定拒绝,其实质上断绝了最终用户获取管控清单内物项的可能。其三,对电子出口申报信息增加了额外要求,具体要求所有列入商品贸易管控清单内的物项在向中国出口时都需要进行电子信息备案,除非交易适用许可例外:政府和国际组织。此外,即使去往中国的出口活动没有许可证要求,在进行电子申报时也需强制申报 ECCN 编码。可以预见,未来中国军事最终用户或涉及军事最终用途的交易,想要取得 BIS 签发的出口许可证,可能会面临更大的阻挠。

2.1.2 扩大出口管制实体清单

出口管制实体清单是美国为维护其国家安全利益而设立的,实则是一份“黑名单”,意在剥夺相关企业在美的贸易机会。据统计,自 2018 年 8 月起,在 2 年内美国对华发起了 10 轮制裁,共计 300 多家企业或子公司被列入“实体清单”,涉及国防工业、通信、微电子、IT、核电、安防、人工智能、纺织、服饰、医学、建筑、船舶等 10 多个行业领域,重点瞄准国内一批国防科技企业、以华为为代表的国内高新技术企业以及公安、科研院所、高校等实施打压,详情如图 1 所示。

2.2 对内:清洗“不受信任”设备/应用

2.2.1 军用领域:DARPA 启动“OPS-5G”计划

2020 年 2 月 5 日,DARPA 启动了一项名为“开放可编程安全 5G(OPS-5G)”计划(图 2),该计划旨在创建开放源代码软件和系统,以保障 5G 和 6G 等后续移动网络的安全。计划目标是将探索为 5G 移动网络开发一个可移植的、符合标准的网络栈,该网络栈是开源的,并且设计上是安全的,力争实现对各种网络软硬件组件的“即插即用”方法,减少对不可信技术来源的依赖,长期目标是为美国构建友好的网络生态系统。

OPS-5G 计划预计为期 4 年,分为 3 个阶段实施:第 1 和第 2 阶段分别为期 18 个月,第 3 阶段为期 12 个月。研究主要集中在图 3 所示的几个技术领域。

2.2.2 民用领域:美国防部积极开展“净网”计划

“净网”计划是特朗普政府于 2020 年 4 月 29 日推行实施的,计划要求禁用一切被认为“不可信”的 IT 供应商(包括中兴和华为)通过包括传输、控制、计算或存储设备在内的方式接入任何国家和运营

时间	制裁内容	涉及领域
2018-08	以国家安全和外交礼仪为由, 将44家中国企业 (8个实体和36附属机构)列入出口管制实体清单	国防工业
2019-05	以“国家安全方面的担忧”为由, 将华为及其68家非美国关联企业列入其“实体清单”	通信技术、元器件
2019-06	参与了旨在违背美国国家安全和外交政策利益的活动, 将5家中国实体列入出口管制“实体名单”	微电子、计算
2019-08	将中广核集团及其关联公司共4家公司加入“实体清单”	核电
2019-08	华为购买美国产品的临时通用许可证(TGL)再次延长90天, 同时新增46家与华为有关联的企业, 列入“实体清单”	通信技术
2019-10	以参与或有能力对美国政府的海外政策利益相左为由, 将28家中国机构和公司列入美国出口管制“实体名单”	安防、公安、人工、智能
2020-05	将33家中国科技公司及机构列入出口管制名单, 是对2019年1月宣布的28家实体名单的补充	通信、人工智能、高校/研究所
2020-07	以新疆人权问题, 将11家中国企业列入到“实体清单”	纺织、服饰、医学
2020-08	升级对华为及其在“实体清单”上的非美国分支机构使用美国技术和软件在国内外生产的产品限制, 并将华为在全球21个国家/地区的38家华为分支机构加入“实体清单”	通信
2020-08	以帮助中国军方在南海修建人工岛为由, 将24家中国企业列入制裁名单, 限制其获取美国技术	建筑、通信、船舶

图 1 2018—2020 年“实体清单”新增情况

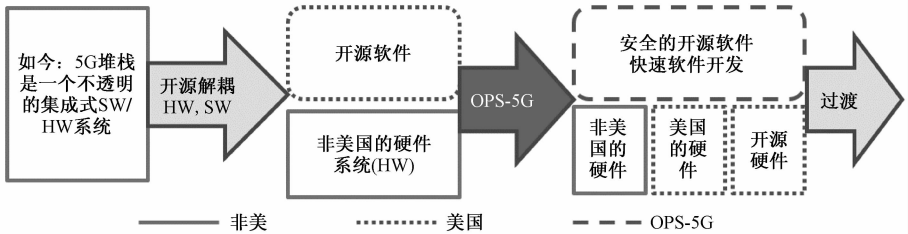


图 2 OPS-5G 发展愿景路线

商的 5G 网络。该计划明为保护国内资产, 包括公民隐私和公司最敏感的信息, 免受国外等恶性行为的侵扰, 实则想通过抵制中国供应商企业来进一步遏制中国技术进步, 维护自身霸权。目前, 包括英国、捷克、波兰、瑞典、爱沙尼亚、罗马尼亚、丹麦和拉脱维亚 8 个国家已选择只允许可信的供应商参与 5G 网络建设, 另外, 希腊也已同意使用爱立信而不是华为的技术开发 5G 基础设施。随后, 2020 年 8 月 5 日, 美国国务卿蓬佩奥宣布继续扩大“净网”计划, 同时新增以下 5 条具体措施:

1) 清理运营商。确保中华人民共和国( PRC )运营商不与美国电信网络连接。此类公司对美国国

家安全构成威胁, 不应提供往返美国的国际电信服务。换言之, 中国手机用户在美国境内可能面临无法获取国际漫游服务的困境。

2) 清理应用商店。美国政府要求从美国移动应用商店中删除不受信任的应用程序。美方声称中国的应用程序威胁到美国的隐私, 并存在扩散病毒、传播宣传和虚假信息的隐患。美国人最敏感的个人和商业信息必须在手机上得到保护, 以免被中国利用和窃取。

3) 清理应用 App。为防止“不受信任的中国智能手机制造商”在其应用商店中预装或以其他方式提供下载“受信任的应用程序”, 美国政府考虑将从

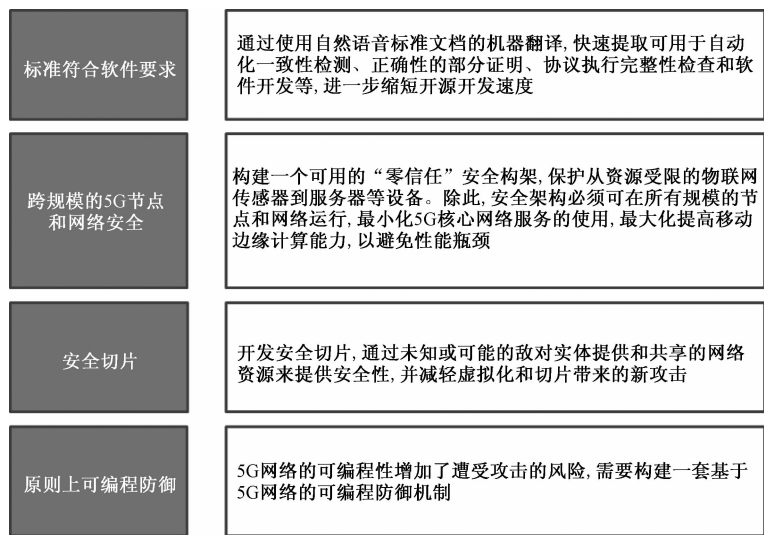


图 3 “OPS-5G 计划”主要技术领域

华为等智能手机的应用商店中下架一些美国 App,如 Google、Facebook 等。禁止这些 App 的影响不仅仅是无法使用此类应用,甚至会涉及更大的系统级服务(Google Mobile Services,GMS)。目前华为已被禁止拥有 GMS,此次下令如果牵涉其他中国手机品牌,如小米、vivo 等,那么中国手机的海外市场将会受到更大影响。

4)清理云服务。为防止美国公民最敏感的个人信息和企业最宝贵的知识产权,包括 COVID-19 疫苗研究被存储和处理在基于云的系统上,这些系统可以通过阿里巴巴、百度、中国移动、中国电信和腾讯等公司被访问。此次美国国务院指示主要是呼吁美国互联网公司不要使用中国的云服务商来存储美国本土用户的数据,其目的是想进一步打压中国企业走向国际化。

5)清理电缆。美国政府希望通过外国伙伴开展合作,以确保世界各地的海底电缆不会被中国大规模破坏,以收集情报。

从上述特朗普政府采取的措施来看,表面上是出于对国家信息安全的政策保护,实际则是以高新产业为核心的技术遏制措施,尤其针对中国企业而言。特朗普政府多次在公开发言和发文中大肆渲染中国企业的技术“窃取”行为并列举一些不实信息,实则是想以“不可信供应商”之名对华实施技术制裁寻找借口。

3 美国构建可信供应链体系对中国产生的负面影响

中美摩擦问题,归根结底是围绕双边在知识产权方面存在的竞争和冲突,这种竞争和冲突关系注

定中美双方会在未来很长一段时间内持续保持“强竞争弱合作”状态,而这种状态带来的负面效果却会在短时间内不断显现,具体体现在以下几个方面:

3.1 中国全球化产业发展空间严重受限

一直以来,中国在全球化产业发展过程中都呈现高参与度和低附加值状态。以“反向设计”带动产业发展是很多中国企业采取的发展模式,而产业涉及核心技术知识产权始终掌握在国外企业手里,尤其美国占据绝对优势。这种局势下,美国对华实施技术封锁很容易导致中国面临技术“卡脖子”困局,进而压缩中国全球化产业发展空间。以华为智能手机市场为例,华为芯片自研能力相对较强,但也仅能实现手机中 50%芯片自研,还有 50%芯片需依靠进口,而 50%自研芯片也需要依靠其他代工厂商代工。过去几年,虽然华为在智能手机市场实现弯道超车,一度在全球手机市场上超越苹果,登上第二,甚至有超越三星之势。但自 2018 年美国对其实施制裁以来,华为智能手机在欧洲市场的出货量随即受到影响。据 Canalys 机构发布的数据显示,2020 年 1 季度,华为手机在欧洲市场的出货量同比暴跌 35%,在前五大手机企业当中跌幅最高。随后,美方又针对华为实施强制断供举措,台积电、美光、三星、海力士等企业纷纷被迫宣布断供华为。中芯国际也受制于美国,无法为华为提供芯片代工,直接造成华为高端芯片系列停产,致使华为一系列核心业务,如 5G 基站、路由、服务器、手机等受到致命打击。

3.2 引发其他国家“去中国化”协同效应

除了实施单边制裁外,美国还不断给其他国家

施压、鼓吹,引发其他国家“去中国化”协同效应。一直以来,在 5G 商业化合同方面华为都占据明显优势,远超爱立信、三星、诺基亚等竞争对手。近两年来,迫于美国压力,新西兰、澳大利亚、日本、英国、印度等国家先后以国家安全风险为由,宣布禁止国内相关电信运营商使用华为 5G 技术设备。根据 2020 年 2 季度华为发布的数据显示,最新的 5G 订单数一直未更新,仍停留在 91 个,而另外一家企业爱立信在 2020 年迎来了订单大爆发,反超华为,成为目前全球 5G 订单数最多的企业。此外,一些国际大企业也在实现“去中国化”,目前三星、富士康工厂搬往印度,苹果、耐克搬往越南,高通甚至将研发中心建在了越南。当然,这些企业这么做还有其他原因:一方面是中国人口红利的逐渐消失以及越南、印度劳动力的廉价;另一方面是中国低端制造业发展成本的日益提升。当然,这些企业的“去中国化”也并非完全不利,相反可以进一步刺激中国制造业加速转型升级,而在这之前,我们需要做好充分准备以应对。

### 3.3 阻碍“中国制造 2025 计划”实现

中国制造 2025 是中国为顺应全球新一轮工业革命趋势,实现制造强国战略的第一个十年行动纲领。根据规划,若干科技将实现本土化,并在 10 个主要工业领域建立科技领先地位,其中包括新一代信息技术、5G 通信、高端武器、人工智能以及新能源等。届时全球更多高附加值的产业将被吸附到中国大陆,这是很多西方国家不愿意看到的。为此,美国摆出了全面遏制中国科技技术进步的姿态,不断对华加强知识产权保护,实施一系列技术封锁、出口管制措施,甚至不惜动用国家力量,要挟全球其他国家一起限制中国制造 2025。

## 4 应对措施

鉴于上述美国采取的技术限制政策对中国产业发展的影响,中国应因势利导,考虑从以下几个方面着手,积极应对国际形势的突变情况,最大程度缓解“去中国化”给国内经济和技术发展带来的不利影响。

### 4.1 国家层面

1) 建立健全符合中国国情的供应链保护制度。中国在供应链安全保护机制上同发达国家存在较大差距,这种情况不仅会使国内供应链体系存在安全隐患,更会给中国供应商进入海外市场带来不利,损害中国供应商在全球供应链体系中的形象。因此,中国应该考虑从政策、法律层面出发,统筹健

全供应链保护制度。一方面,持续推进供应链安全审查机制改革,提升国内供应链安全等级,重点针对通信技术、微电子、物联网、人工智能、大数据等新技术新应用领域,采取测评认证、供应商安全评估、安全审查等多种手段强化供应链审查安全;另一方面,结合中国 ICT 供应链安全评价的实际工作,建立有效的供应链保护体系,在基础设施、信息管理、物料管理等不同层面实现协同防护,通过有效的安全保密管控策略,规范的供应链安全评价标准,形成覆盖供应链全环节、各要素、全方位、多层次的整体安全防护体系。

2) 积极参与国际供应链管理规则的制定,争取国际话语权。在遵循统一国际供应链体系管理规则的基础上,中国应根据当下市场发展需求构建公平公正、互利共赢的供应链管理机制。为此,需要尽快从被动适应走向主动参与,在人员流动、资格互认、标准互通、认可认证、知识产权等方面加强与主要贸易国家和“一带一路”沿线国家的磋商与合作,推动建立有利于完善供应链利益联结机制的全球经贸新规则。从当前形势来看,围绕电子通信领域展开的如 5G、物联网、人工智能、高端芯片等将是美国当下乃至未来很长一段时间内重点打击的技术领域。基于此,需未雨绸缪,积极参与国际有关电子通信供应链管理体系的制定,并以此逐步扩展至其他行业。

3) 打造高层次供应链人才队伍。人才储备是科技进步的核心要素。不仅是科技人才,供应链管理人才的积累也是必不可少的。一方面,政府应积极鼓励企业对供应链管理相关人才的引进工作,制定供应链管理人才奖励、引进、福利及便利服务等政策;另一方面,专注培养相关领域的复合人才,支持高校院所合作办学、试点课程、建立供应链相关专业,支持大学和研究院、产业联盟和骨干企业合作建设供应链人才培养实训基地,形成供应链普及、教育和培训体系。

### 4.2 企业层面

1) 加强关键技术自主创新,打造非美供应链生态。美国对华采取的一系列技术限制政策不会在短期内对中国的经济发展造成根本性冲击,但随着中美摩擦的持续发酵,不利影响会持续不断加大。国内企业需要紧抓关键“窗口期”。一方面,转变长期技术依赖的态势,重视关键技术的自主创新,尤其针对“卡脖子”技术,要积极发挥“集中力量办大事”的制度优势,联合国内高校、科研院突破技术



“瓶颈”，全面保障核心关键技术的自主可控；另一方面，仍要保持全球化合作态度，在现有基础上，积极寻找可替代方案，打造非美供应链生态体系，以期摆脱美国技术控制局面。

2)推进国际专利战略布局，构建自主知识产权保障体系。美国之所以能从各个方面对华进行制裁，主要原因是其常年来对前沿技术持续不断的研发投入以及在专利方面进行全产业链和全球范围内的战略布局。专利应更多注重于质量而非数量，高质量专利对企业发展意义重大，能够提升企业在国际市场竞争环境中的话语权。华为给国内企业做出了很好的表率，正是凭借专利其在美国实施制裁过程中进行了有力反击。中国企业想要在国际市场中站稳脚跟，需要加强国际专利的布局。一方面，企业需要结合自身发展定位、技术方向、市场选择等因素，制定科学、合理的布局规划，重点围绕核心技术深挖高质量专利，使专利布局的作用得到最大化发挥；另一方面，在国际市场竞争中，企业间需

要建立专利联盟、专利池，在此过程中，行业协会也要积极发挥指导作用，促进各企业形成知识产权合力。

参考文献

[1] The Boston Consulting Group. How Restricting Trade with China Could End US Semiconductor Leadership[R]. 2020.  
[2] 张伟丽. 美国《联邦信息系统供应链风险管理指南》研究[J]. 中国信息安全, 2016, 77(5): 89-93.  
[3] 杨月圆. 我国电子政务 ICT 供应链安全保障问题研究[D]. 北京: 中国人民大学, 2011.  
[4] 王金强. 知识产权保护与美国的技术霸权[J]. 国际展望, 2019(4): 115-134.  
[5] 美国高度重视信息和通信技术供应链安全[J/OL]. 网络安全新视野, 2019-05-22. <https://www.secrss.com/articles/10832>.  
[6] 陶丽雯, 赵改侠, 谢宗晓. ICT 供应链安全风险政策标准综述及分析[J]. 网络空间安全, 2019, 10(4): 1-8.  
[7] 高婧杰, 丰诗朵, 李明强. 从美国供应链安全立法进程看我国供应链安全监管[J]. 信息技术, 2019(6): 23-27.

Research on the Impact of Building a Trusted Supply Chain System in the United States on China

HUA Song-yi, JI Peng-fei, ZHANG Yu-chen, WANG Wei

(The 58th Research Institute of China Electronics Technology Group Corporation, Wuxi Jiangsu 214072, China)

**Abstract:** Intellectual property protection is one of the important ways to maintain the country’s independent innovation technology, and it is also an important barrier to national security. At present, the United States ignored international intellectual property standards and implemented technological hegemony against China in the name of building a trusted supply chain system. Here, reviewed the strategic deployment of trusted supply chain systems implemented at the national level in the United States over the past 20 years, and analyzes the main reasons for the “change” in the Trump era. Based on the implementation measures and future direction of the U. S. Trusted Supply Chain System, the negative impact on China’s globalized industry and high-tech development was evaluated. Finally, some responses were proposed from the national and enterprise levels.

**Key words:** intellectual property protection; Sino-US technology dispute; trusted supply chain system

# 黑龙江旅游网络关注度时空演变特征研究

吕 波, 王 辉, 何 悦, 周仲鸿

(渤海大学 管理学院, 辽宁 锦州 121013)

**摘要:**探究黑龙江旅游网络关注度时空演变特征对黑龙江旅游业良性发展具有重要意义。利用百度指数获取 2011—2018 年全国和分地区黑龙江旅游网络关注度逐日搜索指数数据。从时间分布、空间分布、时空集聚 3 个方面研究其演变特征。研究表明:2011—2018 年全国黑龙江旅游网络关注度年际变化总体呈现上升趋势,月际变化呈“W”形;2011—2018 年 31 个省区市黑龙江旅游网络关注度空间差异较大、季节性影响显著;东部地区黑龙江旅游网络关注度偏高,西部地区黑龙江旅游网络关注度的季节差异最明显;东部地区内的黑龙江旅游网络关注度差异性最小,西部地区内差异性最大;黑龙江旅游网络关注度具有正空间自相关,部分东部、中部地区表现为高高集聚,多数西部地区表现为低低集聚。

**关键词:**黑龙江旅游;网络关注度;时空演变

**中图分类号:**F590 **文献标志码:**A **文章编号:**1671—1807(2021)10—0252—08

旅游产业蓬勃发展不仅提高了人们的生活质量,更是拉动了经济增长。同时基于即时性、开放性、交互性的特点,互联网逐渐成为信息生产和传播的主渠道。互联网的普及改变了人们的生活方式,在生活中发挥着不可替代的作用。在“互联网+”时代,互联网的规模优势和应用优势推动旅游与互联网融合发展的广度和深度。游客借助互联网了解旅游目的地相关信息已经屡见不鲜。一些统计数据分享平台如百度指数也更容易获取网民的关键词搜索趋势、洞察兴趣和需求、监测舆情动向等相关信息。通过对相关数据进行综合性分析,对旅游企业了解旅游流变化特征以及科学制定营销策略具有重要意义。

旅游网络关注度在某种程度上直接反映网民对某一事物或者现象的关心程度,与公众的现实社会行为存在密切的关联,逐渐被应用于旅游地理、区域经济、城市规划等领域<sup>[1]</sup>。国内学者对其研究主要集中在以下 3 个方面:一是网络关注度时空分布特征研究。何小芊等基于百度指数,运用变异系数、基尼系数、相关系数等统计分析指标,研究中国温泉旅游网络关注度的时空特征<sup>[2]</sup>。马丽君等收集 2014 年湖南省 3A 级及以上旅游景区网络关注度等

有关数据,利用季节强度指数、旅游需求偏好指数,揭示湖南省居民旅游需求的时空变化特征<sup>[3]</sup>。陈哲等基于百度指数,获取中国内地 31 个省区市的户外旅游网络关注度相关数据,采用季节强度指数、地理集中度等指标测度户外旅游网络关注度的时空特征<sup>[4]</sup>。二是网络关注度影响因素研究。孙瑾瑾等选取 2011—2015 年中国 31 个省区市的面板数据作为样本,分析了中国旅游安全网络关注度的影响因素,并以实证研究各因素对旅游安全网络关注度的影响方向及程度<sup>[5]</sup>。安文等聚焦 2015—2017 年 5 部热播电视剧,分析了电视剧播出前后关联旅游景区网络关注度的影响<sup>[6]</sup>。郑昭彦以 2015—2017 年杭州西湖风景区和西溪国家湿地公园的百度搜索指数作为研究数据,探究了 G20 峰会对举办地中国杭州的景区网络关注度的影响<sup>[7]</sup>。三是网络关注度与相关要素研究。主要探讨网络关注度与客流量的关系,方叶林等利用百度指数构建国家重点风景名胜区分关注度网络,揭示网络结构特征,进一步分析网络关注度与现实游客量之间“错位”特征<sup>[8]</sup>。王硕等以庐山、华山、八达岭长城风景名胜区分 2012 年十一黄金周客流量及游客网络关注度数据为研究对象,分析客流量与网络关注度的变化特

**收稿日期:**2021-06-09

**基金项目:**辽宁省教育厅项目(WW2017001);文化和旅游部 2019 年大学生团队实践扶持培养项目(WLRCD2019-020, WLRCD2019-021);渤海大学研究生创新基金(YJC2020-019)。

**作者简介:**吕波(1995—),男,黑龙江鸡西人,渤海大学管理学院,硕士研究生,研究方向为旅游地理与旅游经济;通信作者王辉(1974—),男,辽宁锦州人,渤海大学管理学院,副教授,人文地理博士,硕士研究生导师,研究方向为旅游产业发展。

征<sup>[9]</sup>。此外,孙烨等<sup>[10]</sup>、马莉等<sup>[11]</sup>、汪秋菊等<sup>[12]</sup>学者也进行了相应研究。

通过对现阶段文献梳理来看,国内对网络关注度的研究还存在局限性,有待进一步提高。在研究内容上,国内学者集中于旅游景区网络关注度研究或者某一指标下如温泉旅游、户外旅游等网络关注度研究,而地区如黑龙江旅游网络关注度研究相对较少。在时间跨度上,多以某年或者3~5年作为研究时段居多,其研究跨度相对较窄,有时并不能真正反映研究对象的发展演变过程,还需扩大研究时段长度来说明动态演化规律。在研究方法上,定量研究能大大推进理论的抽象化、概括性,对现象之间的因果关系进行精确化分析,相关文献中季节强度指数、变异系数等方法使用较为合理,但引入科学的计量方法确保研究结论的真实性和可靠性仍需加强。就黑龙江而言,地区旅游发展潜力巨大,关键是掌握游客或潜在游客对本省旅游信息关注度变化特征,才能进行有针对性的营销宣传活动,但关于这方面的文献研究尚不多见,亟须结合大数据进行相关探讨。随着新媒体技术的发展,线上营销宣传活动占据越来越重要地位,其传播范围广、速度快、效率高等优势明显。做好地区旅游宣传,保证旅游企业与游客之间信息的对称。因此,本研究选取2011—2018年截面数据,以黑龙江地区为研究对象,运用百度指数获取黑龙江旅游网络关注度搜索指数数据,并结合地理数学方法揭示其时空分布特征以及时空集聚特征,为黑龙江旅游企业营销战略的制定提供参考。

1 数据来源与研究方法

1.1 数据来源

百度指数是以网民在百度的搜索量为数据基础,根据数据来源的不同科学分析并计算出各个关键词在百度网页搜索中搜索频次的加权。通过站长工具和爱站网的关键词挖掘选取“黑龙江旅游”为关键词,并在百度指数中获取2011年1月1日至2018年12月31日全国和分地区的黑龙江旅游网络关注度逐日搜索指数,以此作为研究基础数据。

1.2 研究方法

1.2.1 季节集中度

季节集中度  $R$  用于研究黑龙江旅游网络关注的时间分布状况,其公式为

$$R = \sqrt{\sum_{i=1}^{12} (S_i - 8.33)^2 / 12} \tag{1}$$

式中, $S_i$  表示各月黑龙江旅游网络关注度占总数的比

重。 $R$  值越大,说明黑龙江旅游网络关注度分布随时间变化的差异性越大; $R$  值越小,时间差异性越小。

1.2.2 变异系数

变异系数  $CV$  用于探究黑龙江旅游网络关注度在地理空间上的差异性,其公式为

$$CV = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 / n / \bar{x}} \tag{2}$$

式中: $x_i$  为各地区的黑龙江旅游网络关注度; $\bar{x}$  为平均数。 $CV$  越大,空间差异性越明显;反之,越均衡。

1.2.3 赫芬达尔指数

赫芬达尔指数  $H$  反映各地区的黑龙江旅游网络关注度集聚程度,其公式为

$$H = \sum_{i=1}^n X_i^2 \tag{3}$$

式中, $X_i$  表示地区的黑龙江旅游网络关注度占总数的比值。 $H$  接近于0,说明黑龙江旅游网络关注度集中程度低; $H$  接近于1,说明黑龙江旅游网络关注度集中程度高。

1.2.4 首位度

首位度  $N$  是衡量第一大城市与第二大城市的经济总量比值,它用来反映地区规模结构,其公式为

$$N = N_1 / N_2 \tag{4}$$

式中, $N_1, N_2$  分别表示地区的黑龙江旅游网络关注度首位、次位。 $N < 2$ ,表明黑龙江旅游网络关注度适当集中,空间结构正常; $N > 2$ ,表明黑龙江旅游网络关注度过度集中,空间结构失衡。

1.2.5 地理集中度

地理集中度  $G$  衡量黑龙江旅游网络关注度集中程度的指标,其公式<sup>[13]</sup>为

$$G = 100 \times \sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i / X)^2} \tag{5}$$

式中, $X_i$  为地区的黑龙江旅游网络关注度, $X$  为总数。 $G$  值越大,表明黑龙江旅游网络关注度越集中。

1.2.6 莫兰指数(Moran's I)

全局和局部莫兰指数分别用于测量黑龙江旅游网络关注度指标在一定空间范围内的总体集聚程度和空间范围内地区间的集聚程度。

$$\left\{ \begin{aligned} I &= \frac{\sum_i \sum_j w_{ij} (X_i - \bar{X})(X_j - \bar{X}) / \sum_i \sum_j w_{ij}}{\sum_i (X_i - \bar{X})^2 / n} \\ I_i &= \frac{(X_i - \bar{X}) \sum_j w_{ij} (X_j - \bar{X}) / \sum_i \sum_j w_{ij}}{\sum_j (X_j - \bar{X})^2 / n^2} \end{aligned} \right. \tag{6}$$

式中： $I$ 、 $I_i$ 分别表示全局莫兰指数和局部莫兰指数； $X_i$ 、 $X_j$ 分别表示黑龙江旅游网络关注度在空间地域单元*i*和*j*的观测值； $W_{ij}$ 为权重矩阵。当指数大于0且通过显著性检验( $|Z| \geq 1.96$ 、 $P \leq 0.05$ )时,存在正空间自相关,即表现为空间集聚;当指数小于0且通过显著性检验时,存在负空间自相关,即表现为空间分散。

2 黑龙江旅游网络关注度时空分布特征

2.1 时间分布特征

由表 1 可知,2011—2018 年全国黑龙江旅游网络关注度存在波动态势,但总体呈现上升趋势。从月份来看,2011—2018 年全国各月黑龙江旅游网络关

注度各不相同,但整体变化趋势呈“W”形,具体来看,全国黑龙江旅游网络关注度在 1—2 月呈现下降趋势,2—7 月呈现上升趋势,7—12 月呈现“先降后升”的态势。2 月和 7 月分别为黑龙江旅游网络关注度谷值和峰值。8 年间 6—9 月全国黑龙江旅游网络关注度均高于同年其他月份,其主要原因,一是 6—9 月大部分城市白天平均气温为 20℃以上,温度适宜方便出游;二是 7—8 月是全国学校的暑假时间,学生群体的旅游需求较强。同时,“十一”黄金周假期也刺激了中短途的旅游市场,游客提前了解旅游目的地的相关信息,促进了黑龙江旅游网络关注度的提高,说明黑龙江旅游网络关注度具有明显的“旬前兆”效应。

表 1 2011—2018 年全国黑龙江旅游网络关注度

月份	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	4 915	6 383	6 757	7 398	8 889	7 292	7 101	9 418
2	4 224	5 948	5 605	6 080	5 966	5 957	6 197	5 963
3	5 383	7 205	7 532	6 947	7 041	6 836	7 581	7 368
4	6 901	7 952	8 558	8 669	8 646	7 943	8 179	8 182
5	7 087	8 552	8 275	9 099	8 115	8 393	9 421	8 314
6	8 166	10 824	10 501	10 203	10 484	10 477	10 871	11 698
7	12 182	14 972	14 125	15 135	15 478	14 760	19 642	17 921
8	10 766	12 416	11 839	12 561	13 536	12 007	18 430	14 432
9	9 115	12 010	10 990	11 743	10 661	10 851	14 886	12 923
10	6 822	8 373	8 268	8 777	7 987	8 215	11 953	10 325
11	6 590	7 100	6 602	8 060	7 512	7 195	8 643	7 367
12	6 881	9 099	8 373	9 303	8 088	8 077	9 606	8 186
全年	89 032	110 834	107 425	113 975	112 403	1080 03	132 510	122 097

通过季节集中度公式计算可得(表 2),2011—2018 年全国黑龙江旅游网络关注度季节集中度分别为 2.504 4、2.383 6、2.193 4、2.160 6、2.352 7、2.250 6、3.185 4、2.731 6,表明每年黑龙江旅游网络关注度各月季节差异性显著。从各月季节集中度中发现,尽管季节集中度不同,但整体变化趋势

相近,8 年间 4 月、8—10 月季节集中度较大,说明这 4 个时段黑龙江旅游网络关注度每日变化最明显,10 月季节集中度达到最大值。其他月份除极少数时段数值偏大之外,整体来看数值较小,且变化范围稳定,表明每日差异性不显著。可见,全国黑龙江旅游网络关注每日变化差异性存在集中现象。

表 2 2011—2018 年全国黑龙江旅游网络关注度的季节集中度

月份	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	0.774 7	0.322 9	0.259 6	0.393 2	0.283 4	0.373 0	0.347 0	0.685 2
2	0.952 8	0.320 6	0.417 1	0.452 1	0.406 8	0.474 2	0.374 0	0.411 2
3	0.649 6	0.387 2	0.449 6	0.474 3	0.244 7	0.486 9	0.410 3	0.422 3
4	0.513 7	0.472 2	0.465 5	0.652 5	0.696 6	0.705 5	0.656 4	0.678 9
5	0.390 4	0.378 1	0.326 2	0.485 2	0.381 5	0.307 2	0.506 2	0.460 8
6	0.436 4	0.451 4	0.477 8	0.362 2	0.385 8	0.339 8	0.317 3	0.682 1
7	0.537 5	0.434 3	0.340 7	0.397 2	0.411 0	0.369 7	0.896 6	0.559 3
8	0.728 6	0.657 7	0.686 9	0.627 7	0.651 1	0.644 4	0.749 7	1.039 9

续表 2

月份	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
9	0.637 1	0.565 3	0.734 6	0.634 7	0.602 9	0.779 9	0.647 3	1.414 5
10	0.552 4	0.809 8	1.016 1	0.806 2	0.827 4	1.055 3	1.243 1	1.488 4
11	0.317 8	0.343 1	0.303 9	0.401 3	0.327 8	0.335 7	0.267 8	0.280 6
12	0.250 0	0.651 9	0.384 5	0.277 4	0.290 0	0.252 6	0.278 1	0.288 5
全年	2.504 4	2.383 6	2.193 4	2.160 6	2.352 7	2.250 6	3.185 4	2.731 6

2.2 空间分布特征

2.2.1 地区空间分布特征

根据 2011—2018 年全国 31 个省区市黑龙江旅游网络关注度序位表比较发现(表 3),8 年间黑龙江、北京、辽宁序位无明显变化;天津序位变化跨度较大,达到 7 个单位,湖南最大相差 5 个单位;其他省区市黑龙江旅游网络关注度变化幅度较小,其波动范围在 1~4 个单位。因此,各地区黑龙江旅游网络关注度相对稳定。8 年间黑龙江、北京、辽宁、吉林、广东、浙江、江苏、山东、河北、上海排在前列;新疆、海南、甘肃、宁夏、青海、西藏位置相对靠后。上述现象符合距离衰减规律,即距离越近感知度越高;反之,越低。从区域划分来看(图 1),2011—2018 年东部、中部、西部三大地区的黑龙江旅游网络关注均有显著提高,比较发现,东部地区除了海南以外,其他省区市对黑龙江旅游网络关注度较高;中部地区仅吉林、辽宁、河南尤

为突出;西部地区最低,且波动态势稳定,整体呈现东部、中部、西部依次递减的趋势,说明东部地区的游客或潜在游客对黑龙江旅游网络关注度偏高。

运用季节集中度对 2011—2018 年全国 31 个省区市的黑龙江旅游网络关注度进行测算发现(图 2),8 年间全国各地黑龙江旅游网络关注度的季节集中度变化不稳定,除 2014 年北京的季节集中度小于 1 外,其他地区数值均大于 1,表明各省区市的黑龙江旅游网络关注度受季节性影响显著。从三大区域来看,东部地区内大部分省市季节集中度小于 4,且数值变化相对稳定;中部地区居中;西部地区内多数省区市季节集中度大于 4,其中,新疆、甘肃、宁夏、青海、西藏等地区的季节集中度在三大地区中位置靠前。因此,整体上呈现东部、中部、西部依次递增的趋势,表明西部地区黑龙江旅游网络关注度的季节差异最明显。

表 3 2011—2018 年全国 31 个省区市黑龙江旅游网络关注度

省区市	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
浙江	16 992(4)	18 574(5)	23 249(6)	28 669(6)	28 144(6)	27 678(6)	32 973(7)	31 945(7)
云南	5 453(24)	4 086(24)	4 670(24)	4 308(24)	4 036(24)	49 22(24)	9 462(24)	9 897(24)
新疆	3 049(26)	3 701(26)	2 808(27)	2 589(27)	1 957(27)	2 864(27)	4 200(27)	8 910(25)
西藏	458(31)	287(31)	228(31)	399(31)	230(31)	228(31)	627(31)	516(31)
四川	10 352(14)	12 449(12)	13 482(14)	16 209(13)	18 820(11)	22 678(10)	25 888(11)	23 527(12)
陕西	10 209(15)	11 226(15)	15 350(13)	15 672(14)	13 809(14)	12 990(16)	18 860(15)	17 457(16)
山西	8 397(18)	10 729(16)	12 522(17)	13 547(17)	11 502(18)	9 347(19)	15 913(19)	14 271(20)
山东	15 696(7)	16 711(7)	21 225(8)	26 727(8)	25 387(8)	24 580(8)	30 392(9)	29 016(9)
青海	745(30)	692(30)	975(30)	927(30)	687(30)	570(30)	1 375(30)	1 604(30)
宁夏	1 553(29)	1 384(29)	1 887(28)	1 718(29)	1 539(29)	1 147(29)	2 638(29)	1 670(29)
内蒙古	6 397(21)	8 515(19)	8 435(20)	10 626(19)	10 546(19)	11 152(18)	16 907(18)	15 888(18)
辽宁	19 996(3)	21 620(3)	29 462(3)	38 030(3)	36 950(3)	35 306(3)	42 326(3)	42 169(3)
江西	5 600(23)	6 429(23)	7 505(23)	6 234(23)	6 221(23)	6 024(23)	12 199(23)	12 310(23)
吉林	16 839(5)	19 387(4)	25 222(5)	34 217(4)	32 817(4)	30 681(5)	37 119(5)	36 080(5)
湖南	8 940(17)	10 555(17)	11 505(18)	13 527(18)	12 617(16)	11 937(17)	20 483(13)	18 644(14)
湖北	10 759(13)	11 467(14)	12 759(16)	13 584(16)	12 771(15)	13 371(15)	19 257(14)	19 123(13)
黑龙江	36 851(1)	37 029(1)	46 539(1)	61 647(1)	60 984(1)	57 716(1)	64 768(1)	62 808(1)
河南	12 524(11)	13 967(11)	17 863(11)	18 101(12)	18 699(12)	18 730(11)	24 758(12)	25 088(11)
北京	22 634(2)	23 553(2)	32 792(2)	43 488(2)	39 716(2)	39 068(2)	43 840(2)	43 300(2)
天津	13 931(10)	12 012(13)	16 336(12)	21 169(11)	16 054(13)	14 413(13)	17 624(17)	16 423(17)



相对较小,平均在 22.57 左右波动,表明各地区对黑龙江旅游网络关注度集聚适中,空间结构正常。

通过 2011—2018 年东部、中部、西部对黑龙江旅游网络关注度比较研究发现,8 年间三大区域的黑龙江旅游网络关注度存在空间差异,变异系数维持在 0.41 左右,2014 年地区间差异性最大。赫芬达尔指数均值为 0.39,表明三大地区对黑龙江旅游网络关注度呈集中分布。首位度均大于 2,表明各

地区的黑龙江旅游网络关注度过度集中,空间结构不均衡。地理集中度维持在 62.50 左右,且 8 年间波动幅度较小,充分说明存在某个或某些地区的黑龙江旅游网络关注集中程度高。

2.2.3 区域内分布特征

运用变异系数、赫芬达尔指数、首位度、地理集中度进一步测算三大地区内各省区市对黑龙江旅游网络关注度差异特征(表 5)。

表 4 2011—2018 年全国黑龙江旅游网络关注度省域间和三大区域间差异

年份	省域间				三大区域间			
	CV	H	N	G	CV	H	N	G
2011	0.716 4	0.048 8	1.628 1	22.093 9	0.381 5	0.381 9	2.757 2	61.794 7
2012	0.683 7	0.047 3	1.572 2	21.757 5	0.363 7	0.377 4	2.608 8	61.434 4
2013	0.743 4	0.050 1	1.419 2	22.379 8	0.422 6	0.392 9	3.098 9	62.677 9
2014	0.834 5	0.054 7	1.417 6	23.392 3	0.472 3	0.407 7	3.639 3	63.851 7
2015	0.858 4	0.056 0	1.535 5	23.670 6	0.463 6	0.405 0	3.584 9	63.638 2
2016	0.844 6	0.055 3	1.477 3	23.509 2	0.448 0	0.400 2	3.305 2	63.264 4
2017	0.694 3	0.047 8	1.477 4	21.864 7	0.372 8	0.379 7	2.627 0	61.617 2
2018	0.696 4	0.047 9	1.450 5	21.887 0	0.378 7	0.381 1	2.657 8	61.736 2

表 5 2011—2018 年三大区域内黑龙江旅游网络关注度差异

年份	东部地区				中部地区				西部地区			
	CV	H	N	G	CV	H	U	G	CV	H	N	G
2011	0.349 7	0.102 0	1.131 9	31.941 5	0.693 0	0.185 0	2.188 4	43.015 2	0.673 6	0.121 1	1.014 0	34.806 0
2012	0.354 8	0.102 4	1.089 4	31.992 4	0.622 1	0.173 4	1.910 0	41.637 9	0.711 7	0.125 5	1.108 9	35.431 4
2013	0.395 3	0.105 1	1.113 0	32.421 0	0.667 0	0.180 6	1.845 2	42.499 3	0.767 5	0.132 4	1.138 6	36.390 2
2014	0.424 1	0.107 3	1.143 5	32.750 4	0.806 8	0.206 4	1.801 6	45.426 5	0.812 4	0.138 3	1.034 3	37.192 6
2015	0.441 5	0.108 6	1.074 9	32.959 5	0.832 6	0.211 6	1.858 3	46.005 3	0.900 0	0.150 8	1.362 9	38.837 6
2016	0.444 8	0.108 9	1.106 6	32.999 1	0.830 8	0.211 3	1.881 2	45.965 8	0.963 2	0.160 7	1.745 8	40.081 3
2017	0.397 4	0.105 3	1.035 8	32.444 5	0.618 2	0.172 8	1.744 9	41.565 1	0.737 3	0.128 6	1.372 6	35.865 0
2018	0.409 5	0.106 2	1.026 8	32.581 6	0.622 1	0.173 4	1.740 8	41.638 7	0.687 2	0.122 7	1.347 7	35.026 7

2011—2018 年东部、中部、西部地区内的黑龙江旅游网络关注度空间差异显著,变异系数呈现东部、中部、西部依次递增,表明东部地区内的黑龙江旅游网络关注度差异性最小,中部地区内居中,西部地区内差异性最大。2011—2018 年三大地区内的黑龙江旅游网络关注度赫芬达尔指数均趋近于 0,三大区域内的地理集中度波动范围在 31~47,且各地区内的变化幅度小,说明地区内的黑龙江旅游网络关注度集中程度低。除了 2011 年中部地区内的首位度略大于 2,其他地区内均小于 2,说明三大地区内的黑龙江旅游网络关注度集中适当,空间结构正常。

2.3 时空集聚特征

全局莫兰指数测算结果显示(表 6),2011—

2018 年全国黑龙江旅游网络关注度的全局 Moran's *I* 值均大于 0,且 *Z* 值小于 0.05 置信水平临界值 1.96(检验效果显著),说明黑龙江旅游网络关注度具有正空间自相关,即黑龙江旅游网络关注度高和低的省份分别在地理空间上集聚。

运用局部莫兰指数测算 2011—2018 年 8 个时段黑龙江旅游网络关注度,进一步揭示每个地区与周边地区集聚特征。将变量 *Z* 和空间滞后向量 *W<sub>Z</sub>* 之间的相互关系在散点图中加以描述。为了更加直观具体将散点图绘制成如图 3 所示,得到 4 种空间差异类型分别为高值聚类区、低值聚类区、高低聚类区、低高聚类区。2011—2018 年 4 种聚类区中各省区市数量变化比较稳定,其范围在 1~2,高值聚类区和低值聚类区的省市在 20 个以上,占总数

64.52,说明多数地区的黑龙江旅游网络关注度具有较强集聚性和相似特征。具体来看,高值集聚区为山东、辽宁、北京、上海、江苏、河北等东部地区以及吉林、河南、黑龙江等中部地区,即与周边地区表现为高高集聚;低值聚类区中云南、新疆、西藏、青海等西部地区占多数,即为低低集聚。

表 6 2011—2018 年全国黑龙江旅游网络关注全局自相关

年份	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Moran's I 值	0.361 4	0.381 2	0.382 2	0.389 8	0.373 7	0.334 8	0.359 1	0.342 5
P 值	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001
Z 值	5.632 4	5.442 9	5.508 2	5.485 9	5.404 2	4.761 4	5.386 3	5.084 2

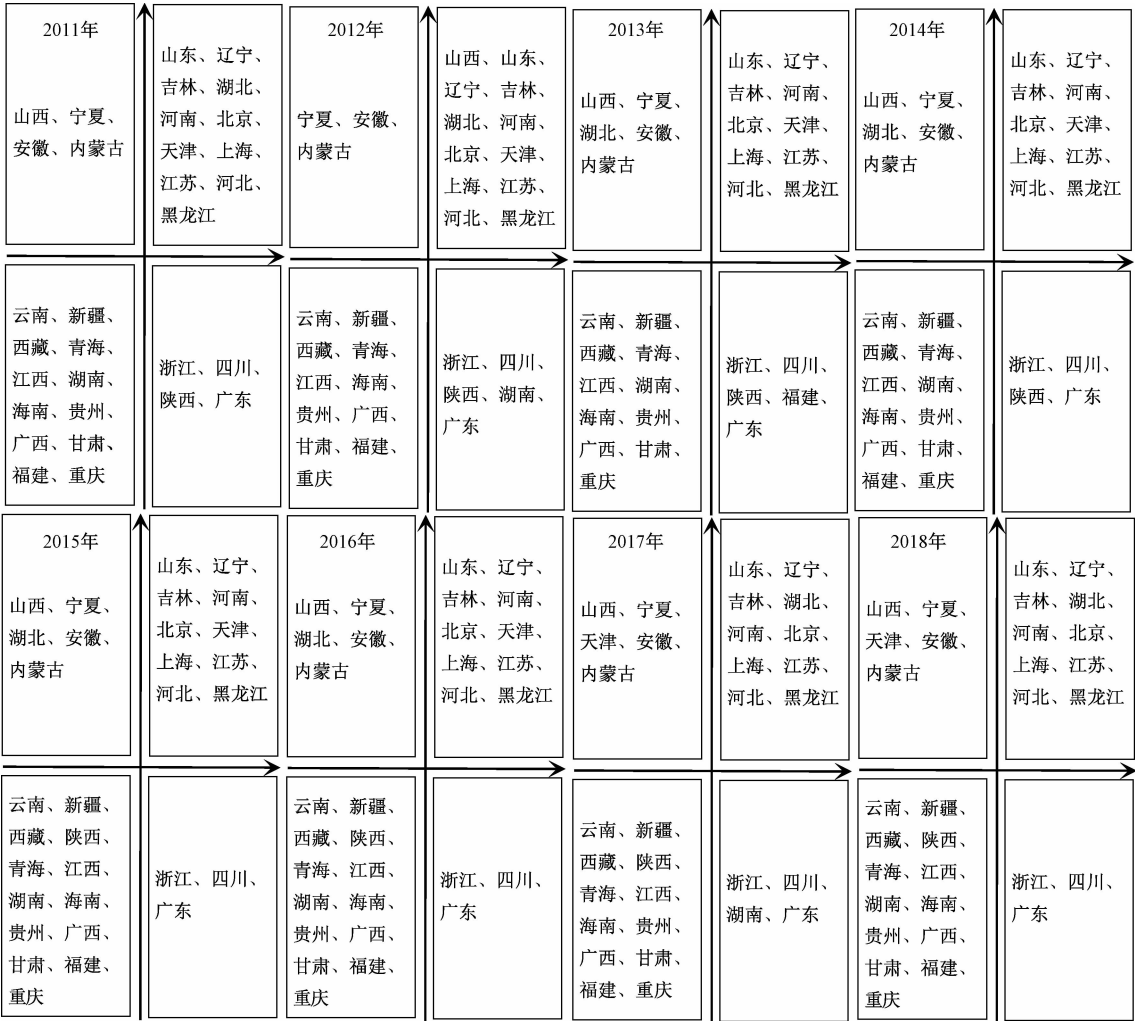


图 3 2011—2018 年全国 31 个省区市黑龙江旅游网络关注度局部自相关散点图

3 结论与讨论

1)2011—2018 年全国黑龙江旅游网络关注度年际变化总体呈现上升趋势。8 年间月际变化呈“W”形,其中,2 月、7 月分别为全国黑龙江旅游网络关注度谷值、峰值;6—9 月全国黑龙江旅游网络关注度均高于同年其他月份。8 年间 4 月、8—10 月全国黑龙江旅游网络关注度每日变化最明显。

2)2011—2018 年 31 个省区市黑龙江旅游网络

关注度空间差异较大、季节性影响显著。8 年间黑龙江旅游网络关注度集聚适中,空间结构正常。各地区黑龙江旅游网络关注度相对稳定,黑龙江、北京、辽宁、吉林等省市位置靠前。

3)2011—2018 年东部、中部、西部三大地区黑龙江旅游网络关注度过度集中且呈现依次递减的趋势,即东部地区的游客或潜在游客对黑龙江旅游网络关注度偏高。8 年间三大地区季节集中度



整体上呈现东部、中部、西部依次递增的趋势,说明西部地区黑龙江旅游网络关注度的季节差异最明显。

4)2011—2018 年东部、中部、西部地区内的黑龙江旅游网络关注度空间差异显著,东部地区内的黑龙江旅游网络关注度差异性最小,中部地区内居中,西部地区内差异性最大。8 年间三大地区内的黑龙江旅游网络关注度集中适当,空间结构正常。

5)2011—2018 年黑龙江旅游网络关注度具有正空间自相关,即黑龙江旅游网络关注度高和低的省份分别在地理空间上集聚。具体而言,部分东部、中部地区表现为高高集聚;多数西部地区表现为低低集聚。

本研究探讨了黑龙江旅游网络关注度的时空分布特征、时空集聚特征,对掌握游客出游时间动态变化、各地区对黑龙江旅游网络关注程度,从而制定科学的营销策略具有重要作用。但研究还有一些不足之处:其一,尚未探究经济发展水平、网络发达程度、空间距离等因素对黑龙江旅游网络关注度的影响。故还需运用新技术方法如 ArcGIS、SPSS 等软件进行相关研究。其二,以“黑龙江旅游”为关键词,具有一定合理性,但能否涵盖大部分旅游者对黑龙江旅游网络关注度有待考证。

参考文献

[1] 许艳,陆林,赵海溶. 乌镇景区网络关注度动态演变与空间差异分析[J]. 经济地理,2020,40(7):200—210.  
[2] 何小芊,刘宇,吴发明. 基于百度指数的温泉旅游网络关注

度时空特征研究[J]. 地域研究与开发,2017,36(1):103—108,124.  
[3] 马丽君,龙云. 基于网络关注度的湖南省居民旅游需求时空特征[J]. 经济地理,2017,37(2):201—208.  
[4] 陈哲,龙茂兴. 户外旅游网络关注度时空特征研究[J]. 地理与地理信息科学,2020,36(5):80—85,94.  
[5] 孙瑾瑾,李勇泉. 中国旅游安全网络关注度的影响因素分析——基于中国省际面板数据的实证检验[J]. 资源开发与市场,2018,34(5):693—697.  
[6] 安文,彭建,徐飞雄,等. 热播电视剧对关联旅游景区网络关注度的影响[J]. 地域研究与开发,2019,38(5):105—110,124.  
[7] 郑昭彦. 重大事件对举办地景区网络关注度的影响——以杭州 G20 峰会为例[J]. 地域研究与开发,2019,38(5):111—114.  
[8] 方叶林,程雪兰,黄震方,等. 国家重点风景名胜区网络关注度与游客量的错位特征及机理[J]. 经济地理,2020,40(4):204—213.  
[9] 王硕,曾克峰,童洁,等. 黄金周风景名胜区旅游客流量与网络关注度相关性分析——以庐山、华山、八达岭长城风景名胜区为例[J]. 经济地理,2013,33(11):182—186.  
[10] 孙烨,张宏磊,刘培学,等. 基于旅游者网络关注度的旅游景区日游客量预测研究——以不同客户端百度指数为例[J]. 人文地理,2017,32(3):152—160.  
[11] 马莉,刘培学,张建新,等. 景区旅游流与网络关注度的区域时空分异研究[J]. 地理与地理信息科学,2018,34(2):87—93.  
[12] 汪秋菊,黄明,刘宇. 城市旅游客流量——网络关注度空间分布特征与耦合分析[J]. 地理与地理信息科学,2015,31(5):102—106,127.  
[13] 石峰,兰洪超. 基于百度指数的山东省滨海旅游网络关注度研究[J]. 科技和产业,2020,20(8):17—23.

Research on the Temporal and Spatial Evolution Characteristics of Tourism Network Attention in Heilongjiang Province

LÜ Bo, WANG Hui, HE Yue, ZHOU Zhong-hong

(School of Management, Bohai University, Jinzhou Liaoning 121013, China)

**Abstract:** Exploring the temporal and spatial evolution characteristics of Heilongjiang’s tourism network attention is of great significance to the sound development of Heilongjiang’s tourism industry. Use Baidu Index to obtain the daily search index data of Heilongjiang tourism network attention in the whole country and by region from 2011 to 2018. Study its evolution characteristics from three aspects: time distribution, space distribution, and time-space agglomeration. Research shows that: The inter-annual change of the national Heilongjiang tourism network attention from 2011 to 2018 showed an overall upward trend. The inter-month change showed a “W” shape. From 2011 to 2018, 31 provinces (cities, districts) in Heilongjiang have large differences in their tourism network attention span and seasonal effects. Heilongjiang tourism network in the eastern region has a high degree of attention. The seasonal difference in the degree of attention of Heilongjiang’s tourism network in the western region is the most obvious. Heilongjiang tourism network in the eastern region has the least difference in attention degree, and the western region has the largest difference. Heilongjiang tourism network attention has a positive spatial autocorrelation. Some eastern and central regions show high-high agglomeration, and most western regions show low-low agglomeration.

**Key words:** Heilongjiang tourism; network attention; space-time evolution

# 工业互联网平台在中国汽车行业的应用现状、 制约因素及对策建议

邵明堃, 雷晓斌, 马冬妍, 全胡洋

(国家工业信息安全发展研究中心, 北京 100040)

**摘要:**汽车行业是建设制造强国的重要支撑,在经济建设和社会发展中发挥着重要的作用。当前,中国汽车行业正处于“由大到强”转型变革的关键时期,依然面临发展质量低、综合竞争力弱以及产业结构失衡等问题。对汽车产业发展现状和汽车产业工业互联网平台的应用现状进行阐述,从中分析汽车行业工业互联网平台面临的问题,提出推进工业互联网平台在汽车产业应用的对策,扩大了工业互联网的应用范围,有利于汽车产业的转型升级,对汽车行业实现高质量发展具有参考价值。

**关键词:**汽车产业;工业互联网平台;产业转型升级

**中图分类号:**F403;TP399 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2021)10-0260-05

## 1 中国汽车行业发展现状、制约因素及发展趋势

### 1.1 发展现状

1)中国汽车行业整体规模持续稳固,但大而不强的问题依旧明显<sup>[1]</sup>。一方面,中国汽车产业发展规模持续稳固。2020 年,中国汽车产销量分别为 2 522.5 万辆和 2 531.1 万辆,连续 12 年蝉联全球第一;同时,产业发展速度有所放缓,2020 年,中国汽车行业面临较大压力,行业主要经济效益指标增速趋缓,汽车产销量比上年同期分别下降 2% 和 1.9%;另一方面,中国汽车产业集中度依旧相对较低,虽然主要的整车生产企业多达几十家,行业集中度相对较低,CR3 不足 60%,而欧美、日本等发达工业强国 CR3 基本均达到 90% 以上。

2)汽车行业已发展形成“整车厂商引领,零部件厂商配套”的产业链格局<sup>[2]</sup>。当前,中国汽车行业已经形成门类齐全、配套相对完整的生态体系,整车厂通过供应商的分级策略,减少了产业链对接的零部件企业数量,有效降低了成本,提升了效率。制造业服务化转型背景下,“服务”正在贯穿汽车设

计研发、采购物流、生产制造、售后服务等各个环节,包括设计端的软硬分离、众筹众包,制造端的分散式制造、模块化分工,服务端的用户画像、精准营销等。

3)汽车行业整体发展态势稳定,核心竞争力不强的问题明显。在过去的 10 年中,中国的汽车产销量稳居世界第一,发展态势稳定<sup>[3]</sup>。在新能源汽车领域取得了很好的成绩。但是传统的汽油车或混合动力车技术方面依然落后于西方发达国家,如电控技术、发动机开发、变速器研发和底盘调教等。中国汽车产业在传统汽车行业中缺少核心竞争力。

### 1.2 制约因素

1)零部件发展明显滞后于整车影响了行业综合竞争力提升<sup>[4]</sup>。据统计,中国汽车行业整车厂约为 430 余家,零部件厂商保守估计在 10 万家以上,整车厂数量行业占比不足 1%,汽车零部件企业的主体地位十分明显。同时,中国零部件厂商大都处于低端、低附加值和管理粗放的低质量发展阶段,与博世、德尔福、三菱等国际巨头相比,在综合竞争力方面处于全面劣势,面向整车厂几乎没有任何议

收稿日期:2021-06-08

基金项目:2018 年工业互联网创新发展工程,工业互联网平台应用能力与绩效评价标准制定与推广项目。

作者简介:邵明堃(1986—),男,辽宁营口人,国家工业信息安全发展研究中心,信息化所技术研发部副主任,工程师,硕士,研究方向为工业互联网、两化融合;通信作者雷晓斌(1978—),男,贵州湄潭人,国家工业信息安全发展研究中心,信息化所所长,高级工程师,研究方向为信息化、工业互联网、数字化转型;马冬妍(1985—),女,辽宁本溪人,国家工业信息安全发展研究中心,信息化所副所长,高级工程师,研究方向为两化融合、工业互联网、数字化转型;全胡洋(1996—),女,北京人,国家工业信息安全发展研究中心,硕士,研究方向为两化融合、数字化转型。

价能力,产业不平衡问题十分突出。

2)以整车厂商为核心的产业链协同能力不足制约了汽车行业整体能效发挥<sup>[5]</sup>。随着智能化、网联化、绿色化等趋势的快速发展,传统汽车行业的边界正在逐渐被打破,围绕整车这一复杂终端与零部件、ICT、大数据、电子、材料、能源等上下游各种主体的社会化协同已经成为现实,同时也是汽车产业创新发展的必然要求。全国两化融合企业评估数据显示,2019年,中国汽车厂商中实现产业链协同的企业比例仅为7.4%,集中反映了中国整车厂商与零部件厂商的产业链协同能力不足的问题。

3)规模化、定制化能力普遍不足减缓了企业转型升级步伐。汽车消费市场多元化、个性化需求快速迭代<sup>[6]</sup>,整车、汽车零部件、汽车电子相关厂商如何精准、快速响应复杂多变的市场需求成为车企生存和发展的关键,而智能制造能力已经成为广大汽车企业最为关键的能力。2019年,中国汽车企业中开展个性化定制的企业比例仅为6.7%,智能制造就绪率仅为9.7%。

4)面向产业链关键环节服务能力不足抑制了企业价值效益的发挥。随着制造业服务化转型,汽车行业正在向“制造+服务”变革,“服务”贯穿汽车设计、采购物流、生产制造、销售及售后产业链各环节<sup>[7]</sup>。2018年,中国汽车行业实现服务型制造的企业比例为27.7%,仍具有较大提升空间,尤其是售后服务阶段,由于技术、法律、市场等原因,大部分整车厂商尚不具备对智能网联汽车的应用服务能力。

### 1.3 发展趋势

“网联化”“智能化”“电动化”“共享化”是汽车行业转型升级的主要方向<sup>[8]</sup>。在网联化方面,车联网以车内网、车际网和车载移动互联网以及边缘计算等新一代信息技术为基础,在车、路、人及云之间的数据互联互通和应用,进而使分散的资源能够得到集成应用,增强人、车、路之间的沟通感,使人们可以更灵活便捷地控制汽车。在智能化方面,智能化是在网联化的基础上应用人工智能技术(AI)实现的。智能驾驶通过车联网持续收集车、行人、路等环境信息,实现对不同场景的感知、判断、预测以及无人驾驶等操作。通过汽车行业智能化和网联化的发展,实现汽车与外界环境的充分链接,构建智能网联的汽车产业体系。在电动化方面,以电池为动力源的新能源汽车已经成为未来发展的必然趋势。2019年,中国新能源汽车销量全球占比超过

50%。与此同时,传统机动车节能减排仍然是主攻方向,对于汽车企业研发提出了更高的要求。目前,美国硅谷已经布满了汽车产业相关的研究院和实验室,如微软、谷歌和苹果等互联网公司都迈入了汽车相关技术和新能源领域,促使汽车行业向着网联化、智能化和电动化的方向发展<sup>[10]</sup>。在共享化方面,汽车产业服务体系中共享交通占有重要的地位,在汽车行业网联化和智能化的前提下,推动汽车行业全天候共享化的应用,可提高单台汽车的使用效率,提高交通行业的效率,可在有限的资源约束下,满足人们更高的出行要求。

## 2 工业互联网平台在中国汽车行业的应用现状

随着新一代信息技术的快速发展,工业互联网平台在加速网络化协同、服务型制造、个性化定制等新模式应用落地的作用逐步显现。当前,工业互联网平台在汽车行业的应用尚属起步阶段,在行业智能化、网络化以及绿色化发展需求的驱动下,产生了若干典型的应用模式和案例,为汽车行业转型升级提供了重要参考<sup>[9]</sup>。

### 2.1 基于平台实现供应链高效协同

当前,中国汽车行业“上游零部件供应商+整车厂商+下游经销商”的产业链竞争格局发展已经相对成熟,围绕整车制造的社会化分工协作已经成为汽车产业发展的必然要求,已经成为整车制造企业转型的重要战略方向。2018年,一汽集团发布了中国第一个汽车行业工业互联网平台,一汽启明星云工业互联网平台,拉开了汽车行业平台应用的序幕。目前平台已服务3 000家上游零部件及原材料供应商、1万家下游经销商和服务商、200万人网车辆、700万车主,实现了一汽解放等产品的协同研发、协同制造、精准营销。在协同研发方面,一汽解放基于平台完成新一代解放重卡J7智能网联版的协同研发;在协同制造方面,一汽长春本部以及解放青岛分公司基于平台实现了近百家供应商生产制造协同,准时化供货,生产效率提升8%;在精准营销方面,利用云平台内部客户数据以及互联网数据对潜客实现规模画像,为一汽解放提供精准营销支持,实现用户需求精准定位。

### 2.2 基于平台提升整车精益化生产能力

无论是汽车零部件制造还是整车装配,精益化生产都是汽车制造企业提升综合竞争力的永恒话题,尤其在智能化、网联化、绿色化发展趋势下。汽车企业基于平台“连接+数据+应用”的核心能力

可以实现生产设备的预测性维护、工厂能耗优化、多车型、定制化生产、关键产品质量全局优化、订单准时生产以及库存优化等精益化生产制造能力。上汽集团围绕整车制造建设工业互联网平台,通过自主研发的一体机实现边缘层计算能力。基于自主研发的数据湖产品,向下对接海量工业装备、机器、产品,向上支撑工业智能化应用的快速开发和部署。建立了工业微服务组件和人工智能算法库,通过合理的编排和调用即可构建个性化业务场景的应用。平台建设运营后,全面打通汽车产业链、价值链数据和业务,降低了时间、人力、物力和资金在生产、流通、服务环节上的浪费。消除了企业内外部、供应链上下游信息不对称,企业供应链库存下降 40%,制造成本损失减少 5%,生产效率升高 3%。

### 2.3 车联网助力汽车制造企业服务化转型

智能网联汽车是具有感知、自主决策以及数据传输等能力的边缘智能终端,通过网络实现与云平台的数据交互,全方位解决车与车、车与路、车与人之间的关系,达到降低事故率、改善交通、提升汽车安全保障性等服务体验。当前,车联网已经成为汽车制造厂商开展服务化转型的重要载体。北汽集团以电商平台为入口,将用户需求与汽车生产端对接,实现高端车型的个性化定制,同时搭建车联网平台,对全国 41.8 万辆北汽自有品牌新能源汽车实时联网,车主实现了车辆状态了解、车辆保养的自动提醒、驾驶行为的自动分析、远程控制和程序升级等服务,大大缩短了服务时间,提高了服务质量。

## 3 汽车行业工业互联网平台面临的问题

### 3.1 平台产业链前瞻布局能力亟待提升

当前,中国汽车产业工业互联网平台的主要参与者依然是以整车厂为核心、以上游零部件厂商和下游的经销商为主体的架构。随着智能网联汽车的快速发展,传统汽车产业格局正在被跨界交融的新型产业生态圈打破,整车厂的合作对象除了传统的上下游供应商和经销商,至少还应包括智能硬件、通信设备制造及运营、互联网及 IT 公司以及政府、科研院所和高校等多种主体。未来围绕智能网联车的产业链协同将不再是整合与被整合,而是充分的竞争与合作关系。以一汽启明星云平台为例,由其整合的传统汽车产业上下游厂商虽然较多,但平台中围绕智能网联汽车关键技术研制所涉及的政产学研用各方合作伙伴数量确明显不足,面向日益复杂的汽车产品的产业链前瞻布局能力亟待提升。

### 3.2 平台应用基础依然薄弱

当前,整车厂在中国汽车行业数量总体占比不足 1%,上游汽车零部件企业和下游经销商是平台应用的主体,其大多处于“低、散、弱”的发展阶段,平台应用基础依然薄弱。在研发设计数字化方面,行业研发设计普及率虽然已经达到 85.9%,但主流工业软件(包括 CAD、CAE、CAM、PLM、PDM 等)几乎被法国达索、德国西门子等国外厂商垄断;在生产制造数字化方面,中国汽车行业企业生产设备数字化率和关键工序数控化率虽然分别达到 47.0%和 46.8%,但高端机器人、数控加工中心以及 PLC 等核心装备均被 ABB、FANUC、西门子等国外厂商垄断,设备数据接口封闭现象普遍存在,数据采集成本普遍较高;在生产制造网络化方面,由于制造装备对外依存度较高,种类多、数量大,通信协议难以统一导致的设备联网困难的问题普遍存在;在信息系统集成方面,中国汽车行业仅有不到 30%的企业达到了集成提升发展阶段,各系统间“信息孤岛”问题依然较为普遍。

### 3.3 部件厂商专业化平台发展相对滞后

零部件厂商是中国汽车行业的绝对主体,其大都处于低质量发展阶段。据统计,中国汽车行业整车厂约为 430 余家(包括在建),零部件厂商保守估计在 10 万家以上,整车厂数量行业占比不足 1%。相较于博世、德尔福等国际巨头,中国零部件厂商综合竞争力普遍不高,面对整车厂的话语权却极其微弱。当前,中国汽车行业专业化工业互联网平台大多是由整车厂主导构建,其重点在于资源整合与产业链协同,无法有效满足汽车行业复杂细分领域的众多差异化需求,汽车零部件平台无论数量还是专业程度都是发展相对滞后的,严重制约了整个行业的发展。

### 3.4 汽车厂商自我保护的封闭固有属性制约平台的应用推广

开放、共享是工业互联网平台能够充分发挥价值效益的基本要求,而封闭、差异化却是工业领域本身的固有属性,对于发展成熟、细分领域众多、经验可复制的汽车产业尤为明显。当前,沉淀在平台上的现象级工业 App 十分稀少,其中固然包括开发技术等原因,但源自工业领域固有属性的问题不容忽视。汽车厂商为了确保自身在行业细分领域的可持续竞争优势,对于影响其生存、发展的核心技术、知识、经验保护是客观存在的,尤其在知识产权保护、商业合作模式尚未明确的条件下,外加对平

台应用带来的安全担忧,以应用服务为价值输出的平台推广模式面临很大的困境。

### 3.5 平台运营缺乏清晰、完善的商业模式

工业互联网平台围绕智能网联汽车业整合多方社会化资源共同面对复杂多变的市场需求是必然趋势,整车厂商、车载智能终端厂商、通信设备运营商、零部件制造商等相关主体的合作的商业模式、协同机制等尚没有一个完整、清晰和可供参考的方法和路径,平台应用的需求强烈,但大部分仍都在观望。

### 3.6 平台行业落地的价值效益不明导致的决策困难

当前,工业互联网产业落地虽然已经初见成效,但汽车行业体系化应用平台正处于起步阶段,汽车行业不同规模、不同领域、不同企业面临的问题复杂多变,平台应用个性化需求强烈,项目实施成本较高。应用平台后产生的价值效益能否覆盖成本、产线改造导致的产能损失谁来承担等,这一系列问题对于汽车企业的决策层都是不小的考验。

工业互联网平台在汽车行业应用依然面临诸多决策难题。整车厂方面,工业互联网平台项目实施是需要较大的前期投入的,是新建产线还是在原有基础上改造,对于产线改造导致的产能损失及技术风险如何评估,这一系列问题对于汽车企业的决策层都是不小的考验。零部件供应商方面,不同领域、不同规模、不同企业面临的问题复杂多变,平台应用个性化需求强烈,目前具有参考价值平台应用案例十分有限,对于生存艰难的汽车零部件企业无论是建平台还是用平台都面临较大决策难题。

## 4 推进工业互联网平台助力汽车产业转型升级

### 4.1 引导汽车厂商以平台为抓手推动汽车行业转型

汽车厂商在行业经验、工业机理以及专业技术等方面具有得天独厚的优势,应以其为主体推动平台建设与应用。整车厂商应加快构建覆盖全产业链各价值环节的平台建设,围绕汽车产品不断整合软件、硬件、通信设备、新能源、零部件制造等专业、领域优质资源,探索平台运营新模式,合作组织运行新机制,推动汽车行业变革发展;零部件厂商应聚焦产业细分领域,打造“专、精、特”类平台,“化零为整”合力攻克关键技术,提升中国汽车零部件的发展质量。

### 4.2 引导汽车行业平台探索商业化运营新模式

引导平台采用商业化运营模式,资金来源主要包括股东入股、会员缴纳会费以及业务收入等方式。“产学研政用”各方会员根据自身条件与意愿加入,聚焦行业、领域面临的问题,通过具体项目共同推动平台的发展。按照股本、技术以及影响力等确定不同的合作层级,承担相应的义务,包括缴纳会费、参与技术开发与成果转化的合作、提供科研资源等,并享受相应的权利,包括董事会席位、技术和知识产权获取、研发设施使用等。

### 4.3 推动新一代信息技术与平台的融合发展

聚焦车联网、无人驾驶、智能制造等新领域,引导汽车制造龙头厂商与IT、CT企业协同开展创新。推动5G、大数据、人工智能等技术在智能网联车、汽车智能制造领域的融合应用;推动区块链、大数据等技术在平台应用安全领域的融合发展;推动开源技术与工业App培育融合发展。针对成熟技术及解决方案,基于平台加快产业化应用推广,推动汽车行业跨越式变革发展。

## 5 结论

当今,汽车产业正处于历史上前所未有的技术革命和产业变革之中。中国经济进入新时代,中国汽车产业也随之进入新时代,新时代下中国汽车行业也面临着新的挑战与问题。面对中国汽车行业发展所面临的大而不强,综合竞争力差等问题,汽车行业转型升级显得尤为重要。汽车产业转型升级推动中国汽车产业高质量发展,而将工业互联网在汽车行业的应用是促进汽车行业高质量健康发展的重要抓手,工业互联网平台在推动行业转型升级、企业新模式应用落地方面价值效益凸显,对于汽车行业实现高质量发展具有重要指导意义。

## 参考文献

- [1] 李显君.关于中国汽车产业大而不强的思考[J].汽车工业研究,2012(1):8-15.
- [2] 郑雪芹,师建华.汽车零部件严重落后于整车,建议将零部件发展上升为国家战略[J].汽车纵横,2018(10):46-49.
- [3] 高继欢.试析中国汽车的发展现状及前景[J].时代汽车,2019(1):25-26.
- [4] 陈琼.汽车产业变革加剧 零部件业如何谋发展[J].汽车纵横,2016(11):106-112.
- [5] 李菲菲,崔金栋,王胜文,等.复杂系统视角下我国汽车产业技术创新网络演进研究[J].科技管理研究,2019,39(21):154-159.
- [6] 陈光祖,郑雪芹,陈光祖.中国汽车产业高质量发展必须要

关注哪些重要问题? [J]. 汽车纵横, 2019(7):17—19.

[7] 王蕊. 汽车零部件行业环境及发展趋势分析[J]. 重型汽车, 2016(5):38—40.

[8] 李斌勇, 孙林夫, 王淑营, 等. 面向汽车产业链的云服务平台

信息支撑体系[J]. 计算机集成制造系统, 2015, 21(10): 2787—2797.

[9] 赵甲, 于英杰, 赵涛. 基于工业互联网的汽车行业智能制造信息化业务体系构建[J]. 汽车电器, 2019(1):1—4.

The Application Status of Industrial Internet Platform in China’s Automobile Industry,  
Restrictive Factors and Countermeasures and Suggestions

SHAO Ming-kun, LEI Xiao-bin, MA Dong-yan, QUAN Hu-yang  
(China Industrial Control Systems Cyber Emergency Response Team, Beijing 100040, China)

**Abstract:** The automobile industry is an important support for building a manufacturing power and plays an important role in economic construction and social development. At present, China’s automobile industry is in a critical period of transformation from big to strong, and still faces problems such as low development quality, weak comprehensive competitiveness and unbalanced industrial structure. The development status of the automobile industry and the application status of the industrial Internet platform of the automobile industry are expounded, the problems faced by the industrial internet platform of the automobile industry are analyzed, and the countermeasures to promote the application of the industrial internet platform in the automobile industry are put forward. The proposal expands the application scope of industrial internet. It is conducive to the transformation and upgrading of the automobile industry, and has reference value for the realization of high-quality development of the automobile industry.

**Key words:** automobile industry; industrial internet platform; industrial transformation and upgrading

# 既有建筑绿色改造市场培育机制与优化实施机理

杜鹏晖, 郭汉丁, 杜 壮, 王凤晖, 刘 谦

(天津城建大学 经济与管理学院, 天津 300384)

**摘要:**市场能力缺失是制约既有建筑绿色改造市场发展的关键因素,既有建筑绿色改造市场培育是增强市场能力的有效手段。通过对既有建筑绿色改造市场培育功能和理念分析,建立既有建筑绿色改造市场培育体系;从市场培育运行规则、运行制度和培育平台剖析既有建筑绿色改造市场培育运行机制,在解析市场培育机制优化内涵和优化准则的基础上,构建市场培育机制优化实施路径。

**关键词:**既有建筑;绿色改造;市场培育体系;机制优化

**中图分类号:**F407.9 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2021)10-0265-06

当前,中国既有建筑绿色改造刚刚起步,主要以政府为主导制定一系列的改造目标,却忽视了市场能力的自发形成,造成市场能力的缺失。从宏观层面看,存在体制机制问题;从中观层面看,缺乏市场要素和市场关系的完善;从微观层面看,存在主体意识和价值观念不足。对既有建筑市场培育机制优化原理的认识是实施既有建筑绿色改造市场培育机制优化路径的前提基础。既有建筑绿色改造市场培育运行机制优化是对市场要素、市场关系和市场机制进行优化和调整的过程,进而达到增强市场能力的目的,最终推动既有建筑绿色改造市场健康发展。

## 1 既有建筑绿色改造市场培育体系设计

### 1.1 市场培育功能分析

#### 1.1.1 提升社会效益

资源基础理论认为企业是各种资源的集合体,企业间的竞争是围绕资源的利用与争夺展开的,企业拥有资源的数量、质量以及利用资源的效率决定了企业的市场地位<sup>[1]</sup>。资源的合理分配是企业合理利用资源的关键,其应按照企业实际情况遵循统一性和集中性原则,确保企业制定的每一项计划都对绿色服务公司开展改造做出一定贡献,而业主作为市场的重要资源,存在流失的风险,业主可能会因为绿色服务公司的技术水平、服务质量和改造效果等因素而选择不同的绿色服务公司,造成绿色服务

公司客户资源减少,失去市场竞争力。

既有建筑绿色改造作为一种绿色产业,市场培育促进绿色产业链优化升级,绿色服务公司参与市场培育,加快公司技术水平发展、服务质量提升,促使更多相关科研人员、运营人员和服务人员等参与到绿色改造事业中,无形中提供更多就业岗位,同时,以往落后的改造技术被淘汰,提高绿色改造就业质量。绿色改造是集成多种现代化手段的改造方式,如对互联网技术和大数据等的应用<sup>[2]</sup>,打破了以往传统的就业方式和模式,知识密集型和技术密集型就业开始显现。无论是企业资源的合理利用还是提高就业质量,在产业结构、职业结构和知识结构都进行了深度调整<sup>[3]</sup>,提升了社会效益。

#### 1.1.2 提高市场活力

既有建筑绿色改造市场活力是一个抽象概念,不是直观的数值,而是通过市场上各方面的变化来体现市场活力大小的程度,主要是指业主愿意改造的人数、改造意愿的大小、绿色服务公司承揽改造业务的数量、改造后环境变化的程度以及改造后所取得环境效益的大小。由上述分析可知,市场培育具有提高业主改造积极性的作用,得益于业主意识的提高,政府监管层面简政放权,市场自发改造趋势形成。既有建筑绿色改造市场作为市场要素和市场关系产生的场所,其按照市场发展的一般规律,通过市场机制调节市场关系,对市场要素的流

收稿日期:2021-06-10

基金项目:国家自然科学基金(71872122);教育部人文社会科学后期资助项目(20JHQ095)。

**作者简介:**杜鹏晖(1996—),男,江苏南京人,天津城建大学经济与管理学院,硕士研究生,研究方向为既有建筑绿色改造管理;通信作者郭汉丁(1962—),男,山西河津人,天津城建大学经济与管理学院,教授,博士(后),高级工程师,生态宜居城市与可持续建设管理研究中心主任,研究方向为既有建筑节能改造管理、生态宜居城市与可持续建设管理。

动进行一定的指导和规范作用,增加了要素和关系的生成,起到提高市场活力的作用。

1.2 市场培育理念分析

1.2.1 参与式理念

Arnold 在 20 世纪 60 年代提出,促使市场发展的关键是赋权给参与者,这是其理念的最终目标<sup>[4]</sup>。市场培育的核心在于激发改造市场各参与主体的主动性,赋予参与者决策的权力,由参与者决定自身的行为而不受政府过多的约束,与参与式理念具有一致性。参与式理念下市场结构呈现扁平化特征。管理学认为,扁平化的组织结构的纵向层级较少,因此,管理的约束就减少,越容易激发参与者的积极性和灵感<sup>[5]</sup>。在参与式理念指导下,政府、业主和绿色服务公司处于同一权力层级,各主体在市场中都是核心地位,被赋予相应的权力,由其结合自身实际情况决定自己的改造行为,打破了传统交易模式中条条框框的约束,使各主体的潜力被充分激发。

1.2.2 协同理念

协同治理理念由德国科学家 Hermann Haken 提出,认为某一系统将其内部要素与外界进行能量和物质交换时并非内部要素的单一相加,而是存在与系统内部的各要素进行内聚耦合,相互协调,形成一种有序结构进而产生协同效应<sup>[6]</sup>。政府、绿色服务公司和业主作为市场培育过程中的主要参与主体,政府通过制定相关法律法规约束绿色服务公司行为,减少其资质造假、偷工减料等投机行为,规范业主改造行为;绿色服务公司根据市场的需求,对改造技术进行创新,提供适销对路的改造产品,合理运营企业;业主根据相关法律法规要求,主动加强社会责任意识,加强自身法律意识,对政府和绿色服务公司进行监督,三方协同如图 1 所示。

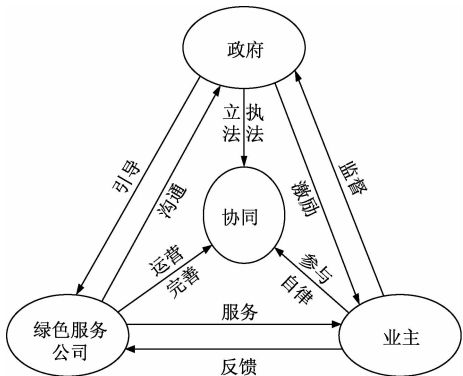


图 1 既有建筑绿色改造市场三方协同

1.3 市场培育体系构建

市场培育体系构建关键在于分析市场中存在的要素、关系和机制的具体构成内容。首先,既有建筑绿色改造是利用新能源、建筑智能控制技术和自然通风采光等先进技术,其必然要使用更先进的技术和更庞大的资金;由于既有建筑绿色改造呈现区域性,带来各主体间更广泛的信息交流,绿色改造任务繁杂,要求各主体主动作为,各主体积极性的提高涉及主体动力,因此,既有建筑绿色改造市场要素主要有技术要素、资金要素、信息要素和动力要素。其次,既有建筑绿色改造的实施要求各主体及时的沟通与协调,牵扯更复杂的主体利益,各主体所担负的社会责任不一,因此,既有建筑绿色改造市场关系主要有主体利益关系、契约关系、责任关系、网络关系和沟通与协调关系。再次,既有建筑绿色改造的顺利实施离不开市场各平台的有效运行和协作,因此,既有建筑绿色改造市场机制主要涉及市场的信息平台、管理平台和融资平台。既有建筑绿色改造市场培育体系如图 2 所示。

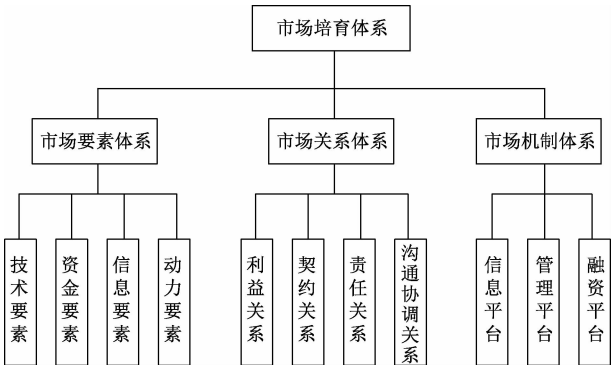


图 2 既有建筑绿色改造市场培育体系

2 既有建筑绿色改造市场培育运行机制

2.1 市场培育运行规则

设置市场培育运行规则在于通过市场手段的利用,使得既有建筑绿色改造市场交易体系得以完整建立,从而形成市场化的开发经营模式,进而引入竞争,降低各主体改造的成本,达到合理配置改造资源,使政府、绿色服务公司和业主均能受益。市场将实现价格的公平合理、公开透明、改造资源要素的自由流动以及业主对改造的自由选择作为核心理念,实现这一理念必然要求市场本身具有调节作用,还要依靠其他手段对市场培育的运行情况进行监督和管理,进而确保市场发展不偏离既定轨道,保障既有建筑绿色改造市场各核心主体利益和社会效益。因此,在市场的不同发展阶段、不同阶



段的改造目标都要有其配套不同的市场培育运行规则。市场培育运行规则是既有建筑绿色改造市场建设、管理、培育和运行的规范和准则,市场培育运行规则描述了市场培育内容的构成框架、市场培育管理和市场运行规则等内容。

市场培育运行规则是关于规范市场中每个行为主体的各种行为以及保证该市场正常运行的所有规则总和。它可以在保证市场培育有效运行的前提下,通过制定各方的权利、责任、利益之间的关系,引导市场中各主体展开有序竞争,规范市场秩序,保证市场交易的公开、公平、公正进行,优化资源配置,促进市场的健康发展,其重要作用主要在于明确市场各主体的权利、义务以及职责,保障市场培育的顺利进行,实现既有建筑绿色改造市场培育的安全、有序运行。

## 2.2 市场培育运行制度

市场培育运行制度主要有用人制度、分配制度、价格管理制度、管理制度、契约制度和信息披露制度等,各制度发挥其特有的职能,共同保障既有建筑绿色改造市场培育有序运行。其中用人制度规定了绿色服务公司对采用改造相关人才的条件和具体薪资情况,确保改造人才资源的培育;分配制度规定了改造收益分配的具体细则,确保收益分配公平合理;价格管理制度主要规定了市场交易价格,交易价格由很多因素组成,如绿色建材的价格、绿色服务公司运营成本和绿色服务公司规模等因素,由于绿色服务公司之间规模存在差异,规模较大、技术水平较好、服务质量较优的绿色服务公司在定价上具有一定优势和决定权,价格管理制度确保了绿色服务公司不会利用其自身优势进行虚高报价;管理制度明确了市场培育过程中的相关管理措施,包括对绿色服务公司的管理、业主的责任意识管理等;契约制度主要规定了绿色服务公司与业主各自应履行的责任和应尽的义务,确保市场培育有序进行;信息披露制度主要起到减轻绿色服务公司与业主间信息不对称所造成的逆向选择和道德风险问题。各制度具有针对性、强制性、稳定性和系统性的特征<sup>[7]</sup>。

## 2.3 市场培育平台

市场培育的有效开展离不开市场各平台的协同。市场平台主要有信息平台、管理平台和融资平台。信息平台主要起到公布绿色服务公司资质,改造技术水平、服务质量、提供改造的价格、政府发布的需要改造的区域、改造相关政策等涵盖与改造相

关的所有信息;管理平台主要起监督管理作用,在改造实施过程中监督业主和绿色服务公司各自是否履行自己的义务与职责,监督绿色服务公司是否采用合格的绿色建材等,在运营阶段,监督业主是否按照规定使用节能产品,是否达到节能量;融资平台是改善项目融资环境和效率的平台,其作用在于增强绿色服务公司的融资能力,包括了注册和管理功能、交易操作功能,提供了完整的交易数据<sup>[8]</sup>。

## 3 既有建筑绿色改造市场培育机制优化原理

### 3.1 既有建筑绿色改造市场培育机制优化内涵

解析既有建筑绿色改造市场培育机制优化的内涵是对市场培育机制优化实施的关键。既有建筑绿色改造市场培育机制优化是对市场培育的过程、市场培育的规则、市场培育的制度和市场培育的平台进行优化,以达到改善市场要素、理顺市场关系和完善市场机制的作用,进而增强既有建筑绿色改造市场能力。通过对市场要素、市场关系和市场机制的改进与完善,使得既有建筑绿色改造市场培育机制趋于成熟。

### 3.2 既有建筑绿色改造市场培育机制优化准则

#### 3.2.1 要素和关系协同

既有建筑绿色改造市场作为一个复杂系统,其市场要素和市场关系作为既有建筑绿色改造市场核心而整体存在,一种市场要素或市场关系发挥作用依赖与其他市场要素或市场关系相互间的协同及共同作用,而其中任何一种市场要素或者市场关系不足或缺失都使既有建筑绿色改造市场整体功能无法有效实现。因此,既有建筑绿色改造市场要素和市场关系既有各类要素的独立特征又有协同共存的系统特征。

在市场要素方面,政策要素作为既有建筑绿色改造市场发展的保障要素,包括政府对绿色改造技术投入、税收优惠、金融支持、政策采购等许多含金量高的创新政策<sup>[9]</sup>;人才要素是从事绿色改造和为绿色改造提供直接服务的人员,是绿色服务公司发展的关键要素,是企业的战略资源<sup>[10]</sup>;资金要素也叫作财力要素,是绿色服务公司从事绿色改造活动所需的经费,是绿色服务公司发展的基本条件;技术要素是绿色服务公司市场创新发展的核心要素,是其竞争力的重要组成部分。

在市场关系方面,利益关系是业主和绿色服务公司能否顺利开展改造项目的关键,包括节能量产生收益的分配、双方如何用最小的成本实现各自利

益的最大化;契约关系是维系业主和绿色服务公司合作关系的基础,包括绿色服务公司对业主改造周期的承诺,绿色服务公司对业主改造后节能量的保证,业主对绿色服务公司积极配合参与改造的意愿等,契约关系是一种双向关系;责任关系是绿色服务公司和业主在绿色改造过程中应承担的责任和履行相应的义务,包括社会责任、环境保护责任等促进社会环境发展的相关责任。

市场要素和市场关系并非独立存在,政策要素的完善能促使各主体利益关系的协调,利益关系和责任关系又能对政策要素产生作用;资金作为绿色服务公司实施改造的基础,作为业主愿意进行绿色改造的前提条件,其与业主和绿色服务公司之间的利益关系密不可分。而市场培育作为市场要素和市场关系协同的媒介,其优化的有效性准则之一就是市场要素和市场关系协同,共同推动既有建筑绿色改造市场发展。

### 3.2.2 市场能力增强

吉登斯认为市场能力是个人具有参与市场交换的实际本领,或者个人能够提供的参与市场交换的稀缺资源的价值量<sup>[1]</sup>,也可以理解为市场各参与主体希望运用自己的个人能力获得更多的利润,个人“市场能力”的高低决定个人从市场中获得“回报”的多少。从市场整体角度看,政府、绿色服务公司和业主作为市场的整体,个体市场能力的提升带动了市场整体能力的增强。通过市场培育,政府制定政策得到优化,执政能力得到提升,政府在业主和绿色服务公司中的威望得到升华,因此政府制定的相关推动绿色改造实施政策更容易被业主和绿色服务公司所接受,由政府推动变为主动改造,更多的改造项目带来更多的社会效益和环境效益。

绿色服务公司的经营管理能力是绿色服务公司分析预测市场、收集信息、资源整合能力的集中体现。企业受限于自身诸多因素的影响,对市场信息获取不及时、不充分,此时企业需对内部组织结构进行调整,优化企业内部各部门组织,丰富企业组织结构,绿色服务公司可以通过多渠道收集改造需求信息,以市场需求导向制定公司改造策略,从而以更低的成本获取更高的利润。

在业主的市场议价能力方面,一般而言,业主由于对绿色改造过程不了解,对绿色建材市场价格不熟悉,对绿色服务公司所需运营和改造成本不明晰,双方交易过程中的信息不完全造成业主在交易过程中处于劣势地位,而绿色服务公司作为改造市

场优势方,集成改造技术、改造信息、改造资金等市场要素于一体,其对改造定价具有绝对的主导权,往往在交易过程中,业主个体意识和能力的不足使其不具备议价能力。通过市场培育,市场信息平台得到完善,有利于业主了解更多关于改造的信息,在绿色服务公司利用信息不对称优势下具有一定的议价能力。

## 4 既有建筑绿色改造市场培育机制优化实施路径

### 4.1 既有建筑绿色改造市场培育机制优化实施条件

既有建筑绿色改造市场培育机制优化实施是一项复杂的系统工程,包括了宏观层面的体制机制、中观层面的市场要素和关系以及微观层面的主体意识和价值观。目前,政府作为市场培育的核心主体,在其相关政策和有效的监督管理的刺激下,市场培育进展缓慢,市场自发性尚未形成。在既有建筑绿色改造市场培育机制优化实施过程中,系统性理念应贯穿其中,理论作为实践开展的支撑,实践又是理论结果的验证,其优化实施需要考虑到实际的实践效果,因此,单一性的优化手段不足以支撑多层面的市场培育机制优化,多路径优化方法是需要被考虑的,使得市场要素改善,市场关系优化和市场机制健全,最终才能让市场培育机制优化起到预期效果。

既有建筑绿色改造市场培育机制优化必须达到增强市场能力、保障市场有序运行的目的。就目前而言,既有建筑绿色改造市场培育存在着很多问题,主要包括业主的不积极行为和市场培育运行机制不健全。因此在既有建筑绿色改造市场培育机制优化过程中需要对现存问题进行相应的解决,以促进市场培育机制有效运行。既有建筑绿色改造市场培育机制优化传导路径如图3所示。

### 4.2 既有建筑绿色改造市场培育机制优化实施原则

#### 4.2.1 系统性原则

完善的既有建筑绿色改造市场培育机制应具备相应的配套政策,完善的体制机制、丰富的市场平台和市场要素、优良的市场关系,这些要素表面看上去是独立运行的个体,但实际是相互联系紧密,不可分割的有机整体,共同构成了既有建筑绿色改造市场培育体系。所以既有建筑绿色改造市场培育机制优化应讲究系统性原则,将各部分要素看作一个整体,进而完成优化目标。

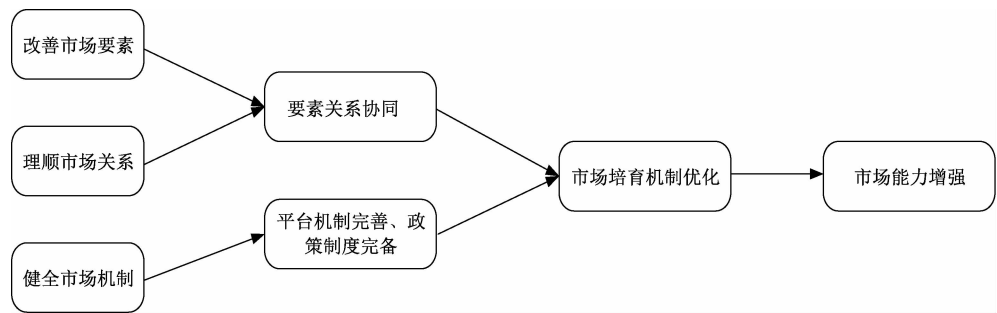


图 3 既有建筑绿色改造市场培育机制优化传导路径

4.2.2 动态性原则

任何事物的发展并不是一成不变的,而是动态变化的过程,因此要用发展的眼光看待问题<sup>[12]</sup>。既有建筑绿色改造市场培育也是如此,随着市场发展的不同阶段,市场培育的相关政策体系、手段方法也要随之变化。要素和关系的形成过程也不是一个静态的过程,而是动态的过程,在市场发展过程中以及市场培育进程中,市场要素和市场关系都会不断丰富和完善。因此市场培育也应遵循市场发展的一般规律,考虑到动态性原则,不断适应市场环境,确保优化实施的有效性。

4.2.3 合理性原则

既有建筑绿色改造市场培育机制优化从宏观层面上来看,是要对其体制机制进行优化,从中观层面来看,是要对其市场要素和市场关系进行优化,从微观层面来看,是要对主体意识和价值观进行优化。宏观、中观和微观 3 个不同层面进行优化要讲究合理性,3 个层面具有不同的发展特征,优化方法和优化手段不能单一,应该运用多种手段,选择科学合理的实施方法对市场培育机制进行优化,并且方法要符合不同层面的市场发展规律,做到合理性。

4.3 既有建筑绿色改造市场培育机制优化实施过程

4.3.1 基于人才选聘机制的市场培育机制优化实施过程

人才要素是执行和落实既有建筑落实改造市场培育机制优化的核心因素,因此人才的选择至关重要。针对当前部分绿色服务公司人才选聘制度不完善,人才的选聘有一定的随意性并且缺乏规范性,因此,应该建立人才选聘机制。首先,调整人才的人员组成结构,优先选择技术能力强、综合素质高的技术人才,加强技术人员的交流学习和培训力度,组织技术人员定期召开会议或培训。同时,可以聘请企业外专家、相关政府人员担任技术顾问,实现人才队伍的高素质化。其次,建立人才信息公

开机制,要将技术人员的教育经历、研究方向等相关信息向社会公开,以使用人单位选择。再次,采取“双向选择”模式,通过技术人员与用人单位的沟通,让双方进一步了解。最后,建立淘汰机制,通过定期考核,保证技术人员能上能下,促使技术人员终生学习,不断进步。

4.3.2 基于评价监督机制的市场培育机制优化实施过程

完备的既有建筑绿色改造市场培育评价监督机制对于市场培育进展具有重要作用。针对既有建筑绿色改造市场培育的相关法律法规和政府政策较少,加之政府的处罚力度也相对较小,造成企业投机取巧,市场逆向选择问题不断发生,而市场培育机制的实施可以通过强化市场的评价监督机制弱化这些现象的发生。一方面,业主在进行改造的过程中对相关政策制定的效果起到反馈作用,消极的反馈结果会促进政府进一步完善相关政策和措施,使政策制定更有针对性,进而完善市场培育运行机制;另一方面,业主在参与改造的过程中也担任着监督者的角色,对绿色服务公司的投机行为进行及时举报,此时政府加大对绿色服务公司的处罚力度,促使绿色服务公司革新,同时,监督机制对业主后期用能行为进行监督,确保不规范用能行为的发生。另外,业主可以对绿色服务公司的改造效果进行评价,形成业主和绿色服务公司双向监督,最终形成政府与市场共同推进的评价监管模式。

4.3.3 基于关系调节机制的市场培育机制优化实施过程

既有建筑绿色改造市场发展过程是市场关系逐渐走向复杂的过程,关系调节机制是维系市场培育进程的重要环节。关系协调机制通过组织机构和运作机制处理政府、绿色服务公司和业主涉及既有建筑绿色改造关系的问题,包含主体利益关系、主体间契约关系和沟通协调关系等一系列错综复杂的市场关系。通过关系调节,各主体之间的矛盾

得到有效解决,政府制定的相关政策执行力度增强,业主与绿色服务公司的合作关系得到深化。推动既有建筑绿色改造市场高效发展。

5 结语

既有建筑绿色改造市场的健康有序发展离不开完善的市场培育机制,对市场培育机制进行优化是确保市场培育进展的重要保障。本文在设计既有建筑绿色改造市场培育体系和市场运行机制的基础上解析市场培育机制优化原理,进而架构了既有建筑绿色改造市场培育机制优化实施路径,以期通过完备的市场机制、完善的市场要素和市场关系以及主体改造意识和价值观念的提升推动既有建筑绿色改造市场发展。既有建筑绿色改造市场培育机制优化不仅需要理论支撑更需要实践基础,随着对既有建筑绿色改造认识的不断提高,既有建筑绿色改造市场培育机制优化理论与实践对策相结合的研究应进一步深化。

参考文献

[1] 汤志伟,罗意.资源基础视角下省级政府数据开放绩效生成逻辑及模式——基于 16 省数据的模糊集定性比较分析[J].情报杂志,2021,40(1):157—164.

[2] 林遵文.“互联网+”背景下的建筑工程施工安全管理探索[J].福建建材,2020(2):104—106.  
[3] 吕茵.以人工智能促进就业发展[N].中国社会科学报,2020-10-22(001).  
[4] 杜薇.参与式治理理念下社会工作介入城市社区环境治理研究[D].武汉:华中师范大学,2020.  
[5] 王晓玲,陈艳,杨波.互联网时代组织结构的选择:扁平化与分权化——基于动态能力的分析视角[J].中国软科学,2020(S1):41—49.  
[6] 李任斯茹.协同理论视角下突发公共事件政府信息公开共建共享研究[J].现代商贸工业,2021,42(18):43—44.  
[7] 张宏亮,王法锦,王靖宇.审计质量对股票非系统性风险的抑制效应研究[J].审计研究,2018(3):104—111.  
[8] 郭汉丁,张印贤,郑悦红,等.既有建筑节能改造融资平台运行优化机理与实施路径[J/OL].资源开发与市场:1-10 [2021-06-02].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/51.1448.N.20210506.1552.010.html>.  
[9] 吴杨.大数据政策文本与现实的偏差及完善路径研究[J].公共管理学报,2020,17(1):31—46,169—170.  
[10] 朱山岭,刘强.浅谈企业文化与核心竞争力[J].商场现代化,2016(4):106—107.  
[11] 高飞.少数民族地区连片开发扶贫模式的实践与反思——以帕森斯 AGIL 功能分析模型为工具[J].云南民族大学学报(哲学社会科学版),2013,30(2):73—80.  
[12] 蒋美英,张鹤达.基于博弈论的中国区域经济合作的可行性研究[J].经济问题探索,2011(7):9—12.

Market Cultivation Mechanism and Optimization Implementation  
Mechanism of Green Renovation of Existing Buildings

DU Peng-hui, GUO Han-ding, DU Zhuang, WANG Feng-hui, LIU Qian  
(School of Economics and Management, Tianjin Chengjian University, Tianjin 300384, China)

**Abstract:** The lack of market capacity is the key factor that restricts the development of the existing building green renovation market, and the cultivation of the existing building green renovation market is an effective means to enhance the market capacity. Through the analysis of the cultivation function and concept of the existing building green renovation market, the cultivation system of the existing building green renovation market is established. The operation mechanism of existing building green renovation market is analyzed from market cultivation operation rules, operation system and cultivation platform, and constructs the optimization implementation path of market cultivation mechanism on the basis of analyzing the optimization connotation and optimization criteria of market cultivation mechanism.

**Key words:** existing buildings; green renovation; market cultivation system; mechanism optimization

# 员工持股计划与高新技术企业创新效率关系研究

李博雅, 陶 杰

(上海理工大学 管理学院, 上海 200093)

**摘要:**以 2016—2019 年连续 4 年被认定为高新技术企业的上市企业作为样本,研究高新技术企业员工持股计划对企业创新效率的影响。研究发现,实施员工持股计划可以对高新技术企业创新效率的提升有促进作用。进一步基于企业员工视角研究发现,由于高新技术企业中存在严重的员工搭便车问题,所以员工持股计划的促进作用主要来源于高管持股。

**关键词:**高新技术企业;数据包络分析法;员工持股计划

**中图分类号:**F272.92;F273.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2021)10-0271-09

中国于 1984 年开始实行员工投资入股计划,但是员工持股计划滋生的腐败问题导致中国证监会于 1998 年停止了员工持股计划。在经历了十余年的停滞,中国证监会于 2014 年再次推广员工持股计划,这意味着员工持股计划又一次成为上市公司的激励政策之一。

目前,中国经济已进入高质量发展阶段,并且坚持以创新发展为动力。高新技术企业的创新效率与企业员工息息相关。员工持股计划可以让员工持有股票,激励了员工的创新能力,以达到提升创新效率的目的<sup>[1]</sup>。员工持股计划设置的条款重塑了企业的创新环境,从而对企业创新效率产生影响。现有文献已研究发现员工持股计划中的持股比例、资金来源等都会影响企业的创新能力<sup>[2]</sup>。因此,高新技术企业要想提升创新效率,员工持股计划是不可忽视的一个重要方法。

以国务院在 2015 年提出支持高新技术企业实施员工持股计划为背景,利用中国 2016—2019 年连续被认定为高新技术企业的沪深 A 股上市公司的数据,研究员工持股计划与企业创新效率的关系,结果表明实施员工持股计划可以提升企业创新效率。基于企业员工视角研究发现,员工持股计划的促进作用主要来源于高管持股。最后,用多种稳健性检验方法进行测试,结果与得出结论一致。另外,基于员工的特征检验发现,员工持股计划在员工努力程度高的企业中对企业创新效率有更明显的促进作用。

本文的贡献有:①从员工持股计划的视角丰富了企业创新效率的研究。由于中国实施员工持股计划的时间较晚,所以基于员工持股计划特征讨论企业创新效率的研究较少。②从员工特征的角度丰富了员工持股对企业创新效率的研究。员工持股创新对企业创新的影响渠道研究是近年来学者们开始探讨的问题,研究发现融资约束、代理成本等的中介作用。这些研究主要是从企业的角度出发,而从员工特征角度出发的研究文献较为少见。③从计算创新效率的方法上丰富了员工持股对企业创新效率的研究。现有国内外文献中大多以专利数量作为企业创新能力的解释变量。但是,企业专利申请的数量并不能完全反映出企业创新能力。因此,将运用数据包络分析法测算出的高新技术企业创新效率衡量高新技术企业创新能力。

## 1 文献综述

### 1.1 员工持股计划

Kimberl 在对于员工持股计划的书评中提出,路易斯·凯尔索认为如果经济发展的好处将主要集中于少数人,那么经济分配将会存在严重的不公平问题,从而使整个社会受到影响。所以,希望能建立起使人们都有可能获得劳动收入和资本收入的新机制<sup>[3]</sup>。

现有关于员工持股计划的国内外研究大多集中于其对企业治理和绩效的影响。与国外研究不同,国内学者根据中国国情分析了员工持股计划对

收稿日期:2021-06-11

**作者简介:**李博雅(1997—),女,北京人,上海理工大学管理学院,硕士研究生,研究方向为管理会计;陶杰(1985—),男,安徽芜湖人,上海理工大学管理学院,副教授,博士,研究方向为技术创新和管理会计。

中国企业的影响。彭睿等在分析国有企业混合所有制改革时,明确强调了国有企业应该积极实施员工持股计划,以调动企业员工积极性<sup>[5]</sup>。张永冀等通过分析员工持股计划对公司员工的薪酬-业绩敏感性的影响,得出员工持股计划可以促进员工的股东身份认同感,增强了员工在薪酬谈判中的议价能力,有助于改善公司治理的结论<sup>[6]</sup>。李明、黄霞的研究对象为 2006—2012 年中国实施员工持股的上市企业,分析了员工持股的效应以及外部变量对该效应的影响,并得出了员工持股计划可以促进企业绩效增长的结论<sup>[7]</sup>。

关于员工持股计划对企业创新能力的影响研究中,学者们通常将专利数量作为企业创新能力的体现。John 通过考察企业管理层利用员工持股计划(ESOPs)促进管理决策控制的能力,得出员工持股实施后,研发力度随着员工持股集中度的增加而降低以及高员工持股集中度的企业在实施员工持股后,其管理层在创新承诺方面的风险厌恶程度有所上升的结论<sup>[8]</sup>。

## 1.2 企业创新效率评价

企业创新效率评价方法最早由国外学者研究,到目前为止已经形成一套完整的评价体系。

国外学者首先提出了投资-现金流敏感性模型(FHP 模型),将企业的固定资产分解为投资机会与自由现金流的函数。Vogt 在研究美国制造业企业的现金流与投资机会的关系时将 FHP 模型进行了修正,建立了自由现金流和投资机会的交叉项<sup>[9]</sup>。

在现有国内外文献中,学者在研究企业创新效率最常用的方法是数据包络分析法(data envelopment analysis, DEA)和随机前沿分析法(stochastic frontier analysis, SFA)。例如, Sueyoshi 等采用非径向模型测算美国石油工业的效率<sup>[10]</sup>;熊婵等利用改进竞争型 DEA 交叉效率模型对中国高技术创业企业综合运营效率进行评价<sup>[11]</sup>。

由于高新技术企业为中国独有的企业类型且由于高新技术企业于 2008 年正式提出,所以研究高新技术企业的创新效率的文献相对较少。兰飞、田琳选用研发人员、研发经费支出和新产品开发经费作为创新投入,申请专利数、有效发明专利与新产品产值作为创新产出,运用数据包络分析法中的 BCC 模型,从产权异质角度对高新技术企业的创新效率进行评价<sup>[12]</sup>。

## 1.3 文献述评

以上学者的研究发现为本文提供了参考,但也

有相应的局限性。首先,员工持股计划对高新技术企业创新效率影响的针对性研究较少。研究员员工持股计划的中国学者大多都将专利申请数作为企业创新能力的体现。但是,中国作为专利申请量第一大国,创新能力却不如很多国家,由此说明企业专利申请的数量并不能完全反映出企业创新能力。因此,为了解决衡量企业创新能力指标不足的问题,利用企业创新产出和创新投入指标数据,运用数据包络分析法测算高新技术企业创新效率,并将此创新效率作为企业创新能力的衡量指标。

其次,自从 2016 年中国颁布新的《高新技术企业认定管理办法》后,研究高新技术企业创新效率的学者大多集中于单独研究或者研究国家政策对于企业创新效率的影响,鲜有学者研究员工持股计划对高新技术企业创新效率的影响,本文填补了此类研究的空白。

最后,企业创新活动的主要参与者是企业员工,员工努力程度必然会对企业创新效率产生影响,但目前对员工努力程度的研究文献较少。本文以员工努力程度作为调节变量,研究其对员工持股与企业创新效率的影响。

## 2 高新技术企业创新效率评价

中国于 2008 年正式提出高新技术企业认定规则,并于 2016 年 1 月进一步扩大高新技术企业认定范围。利用数据包络分析法,将从静态效率和动态效率两个角度对 2016—2019 年均被认定为高新技术企业的创新效率进行评价,并且为员工持股计划对高新技术企业创新效率的影响研究奠定基础。

### 2.1 指标体系和评价模型的构建

#### 2.1.1 指标体系的建立

在利用 DEA 模型计算企业创新效率的时候,国内外不同学者在具体指标选择中存在差别。张玉兰等在分析京津冀制造业上市公司投资效率时,将技术创新和生产活动均纳入指标体系中<sup>[13]</sup>。Sungmin 在利用 DEA 模型对国家技术创新研发计划中的中小企业的创新效率进行评价时,特别强调了研发费用的重要性<sup>[14]</sup>。

综合国内外学者对指标体系的研究,结合高新技术企业发展实际情况,遵循科学性、关键性和可操作性原则,从创新投入和创新产出两个方面对指标进行选择。

创新投入指标应系统反映企业投入的创新资源情况。从人力角度出发,将研发人员投入作为投入指标,其原因是企业技术人员是企业创新活动的

主要实施者,在一定程度上研发人员的数量能体现企业对创新活动的投入情况。从财力角度出发,将研发费用投入作为投入指标,其原因是研发活动离不开资金投入。但是,由于周期较长的研发活动会导致当年的研发费用不能准确反映出当期的实际投入情况,所以应选择研发费用的存量指标而不是对外披露出的流量指标。依据屈国俊等对中国上市公司技术创新效率的研究,采用永续盘存法,将研发费用的流量指标转化为存量指标,具体公式<sup>[15]</sup>为

$$RDE_{i,t} = (1 - \delta)RDE_{i,t-1} + E_{i,t-1} \tag{1}$$

式中: $RDE_{i,t}$ 、 $RDE_{i,t-1}$  分别代表第  $i$  个企业在第  $t$  年和第  $t-1$  年的研发费用存量; $E_{i,t-1}$  代表第  $i$  个企业在第  $t-1$  年的研发费用流量; $\delta$  代表上一年研发费用存量的折旧率,假定为 15%。

基期研发费用需要根据研发费用流量指标的平均增长率计算得出,具体公式为

$$g_{i,t} = (E_{i,t} - E_{i,t-1}) / E_{i,t-1} \tag{2}$$

$$RDE_{i,0} = E_{i,0} / (g_i + \delta) \tag{3}$$

式中: $RDE_{i,0}$  代表第  $i$  个企业基期研发费用存量; $g_i$  代表第  $i$  个企业研发费用的平均增长率。

创新产出指标应聚焦于研发创新成果和市场效益两个方面。企业发明专利授权数是相对最能体现企业的研发创新能力的指标,所以选择其作为研发创新成果指标。其次,高新技术企业创新的根本目的是为企业带来更高的收益,所以将营业收入作为创新产出指标之一。

根据以上分析,构建了针对高新技术企业创新效率评价的具体指标体系。其中:创新投入指标包括人力资本投入和资本投入,人力资本投入用企业当期研发人数(RDP)衡量,资本投入用企业当期研发费用存量(RDE)衡量;创新产出指标主要包括创新成果和市场效益,创新成果用企业当期发明专利授权数(IP)衡量,市场效益用企业当期营业收入(OD)衡量。

2.1.2 评价模型构建

CCR 模型是 DEA 方法中第一个被提出的静态效率模型,该模型的假设是规模报酬不变,因此利用该模型计算出的效率往往与实际不符。BCC 模型解决了 CCR 模型的部分局限性,该模型的前提是规模报酬可变更更加符合实际情况。因此,选择 BCC 模型测算高新技术企业的创新效率。

在近几年对于企业创新效率的研究中,大多数学者选择利用动态评价创新效率。如 Si 和 Qiao 利

用 DEA 模型对 2010—2014 年的装备制造业企业的创新效率进行动态评价<sup>[16]</sup>。Malmquist 指数模型与普通的 BCC 模型的差别在于指数模型以年为间隔把评价周期划分成不同的窗口区间。

2.2 样本选择与数据来源

高新技术企业实施员工持股计划于 2015 年被国务院特别提出,结合动态效率模型要求连续期间内企业相同的原则,选取 2016—2019 年中连续 4 年被认定为高新技术企业的沪深两市企业作为研究样本,并对样本进行如下处理:①以 2015 年为基期计算 2016—2019 年研发费用存量,剔除 2015 年以后上市的公司;②剔除 ST 和 \* ST 的上市公司;③剔除数据缺失的上市公司。经过筛选,最终得到 2 728 个有效样本数据。数据来源于 CSMAR 数据库。

2.3 高新技术企业创新效率评价

基于投入指标和产出指标的数据,运用 deap2.1 软件,对 2016—2019 年高新技术企业的创新效率分别进行静态和动态分析。

2.3.1 基于 DEA-BCC 模型的静态创新效率评价

根据表 1 所示,2016—2019 年高新技术企业综合效率变化较小,2016—2018 年呈上升趋势,2018—2019 年略有下降。纯技术效率变化趋势与综合效率变化趋势基本相同,规模效率总体呈下降趋势。

表 1 2016—2019 年高新技术企业静态创新效率分解

变量	年度	均值	最小值	最大值	标准差
综合效率 (crste)	2016	0.075	0.004	1	0.126
	2017	0.097	0.005	1	0.138
	2018	0.116	0.007	1	0.148
	2019	0.095	0.007	1	0.136
纯技术效率 (vrste)	2016	0.136	0.006	1	0.196
	2017	0.225	0.013	1	0.195
	2018	0.240	0.012	1	0.192
	2019	0.239	0.012	1	0.193
规模效率 (scale)	2016	0.593	0.101	1	0.227
	2017	0.422	0.102	1	0.238
	2018	0.468	0.167	1	0.233
	2019	0.395	0.131	1	0.236

综合效率是指在规模报酬不变的前提下企业的相对效率。一般来说,当综合效率为 1 时,其投资是相对有效的。从表 1 中可以看出,连续 4 年被认定为高新技术企业的上市企业综合效率较低,4 年内综合效率高于 0.2 的仅有 264 个样本,占全样本

的 9.6%。其中,综合效率表现最好的是上海钢联(300226),连续 4 年的综合效率为 1。近 4 年的标准差呈上升趋势,2018—2019 年有所回落,这说明高新技术企业的投资效率差距在不断增加。

纯技术效率是指在规模报酬可变的前提下企业的相对效率。一般来说,当纯技术效率为 1 时,企业能够有效利用资源,使其创新产出达到相对最优水平。根据表 1 所示,连续 4 年被认定为高新技术企业的上市企业纯技术效率水平较低,其中,新华制药(000756)、歌尔声学(002241)、恒基达鑫(002492)、上海钢联(300226)、江西铜业(600362)、紫金矿业(601899)的纯技术效率在 4 年间均为 1,说明这 6 家企业能够有效利用资源。但是除上海钢联(300226)外,其余 5 家企业的综合效率均未连续为 1,这说明综合效率较低的公司可以通过激励员工等措施提升其纯技术效率。近 4 年的标准差均大于综合效率,这说明高新技术企业在有效利用资源方面存在差距。

规模效率为综合效率和纯技术效率的比值,当规模效率为 1 时,说明该企业在现有的生产规模下产出可以达到最大化。由表 1 可看出,近 4 年的高新技术企业规模效率均处于较低水平并且呈下降趋势,这说明 2016—2019 年连续 4 年被认定为高新技术企业的上市公司还有充足的空间使产出最大化。

2.3.2 基于 DEA-Malmquist 指数法的动态创新效率评价

运用 Malmquist 指数法对 2016—2019 年连续 4 年被认定为高新技术企业的上市公司进行动态创新效率分析,可得出全要素生产率变化指数(tfpch)、技术效率变化指数(effch)和技术进步指数(techch),其中技术效率变化指数可被分解为纯技术效率变化指数(pech)和规模效率变化指数(sech)。具体结果见表 2。

表 2 2016—2019 年高新技术企业动态创新效率分解					
年份	effch	techch	pech	sech	tfpch
2016—2017	1.418	0.72	2.141	0.662	1.021
2017—2018	1.267	0.673	1.101	1.151	0.853
2018—2019	0.716	1.092	1.081	0.663	0.782
平均值	1.134	0.828	1.441	0.825	0.885

通常,全要素生产率变化指数(tfpch)大于 1 说明该企业全要素生产率(tfp)得到提升。从表 3 中可看出,全要素生产率变化指数呈下降趋势,且只

有 2016—2017 年的变化指数大于 1,说明连续 4 年被认定为高新技术企业的上市公司整体投资效率在下降,平均降幅为 11.5%,其中 2017—2018 年降幅为 14.7%,2018—2019 年降幅为 21.8%。

为进一步研究全要素生产率下降的原因,将全要素生产率变化指数分解为技术效率变化指数和技术进步指数分别进行分析。技术效率变化指数虽然平均值大于 1,但是呈下降趋势,且 2018—2019 年的变化指数小于 1,这说明全要素生产率变化指数的下降主要是由技术效率变化指数引起的。其次,技术进步指数虽然在 2016—2018 年两年内小于 1,但是 2018—2019 年的变化指数大于 1 且涨幅明显,这不仅解释了 2017—2018 年的全要素生产率下降的原因,更说明了高新技术企业在这 4 年内一直努力探索在相同的投入下如何让创新产出最优化的方法,并得到了较好的验证。

3 员工持股对企业创新效率影响的实证研究

3.1 理论分析与研究假设

高新技术企业的核心在于创新活动,企业创新活动是一个长期并且复杂的过程,在这一过程中,企业需要所有员工的共同参与。因此,如何提高员工创新积极性是高新技术企业亟须解决的问题。

员工持股计划是一项针对全体员工(包括非高管核心员工和管理层)的长期激励措施,它能让非高管核心员工和高管员工同时得到一定数量的资本,从而提高开展创新活动的积极性,提高高新技术企业创新效率。对于理性的员工而言,被企业授予的股权意味着自身利益将与企业经营业绩挂钩,从而会更努力开展创新活动,提高创新产出。Himanshu 利用二元逻辑进行回归分析后认为就公司的研究成果而言,实施员工持股计划是主要的决定因素之一<sup>[17]</sup>。欧理平、赵瑜以 2014—2017 年公告员工持股计划草案的上市公司为样本,同样得出了员工持股计划可以促进企业创新产出的结论<sup>[18]</sup>。基于此,提出假设 1。

H1:在其他条件不变的情况下,实施员工持股计划可以提升高新技术企业的创新效率。

员工持股计划赋予了员工为自己的利益工作的权利,提升了员工开展创新活动的积极性,从而使企业创新效率得以提升。并且,更大的实施员工持股计划的力度意味着企业员工不再聚焦于短期利益,会像股东一样把眼光放长远。周冬华等以 2014—2017 年 A 股上市公司为研究样本,对上市公司实施员工持股计划与企业创新之间的关系进行



了探讨,进一步研究发现员工持股计划资金规模越大能增加企业发明专利和实用新型专利申请数量,提升创新能力<sup>[19]</sup>。基于此,提出假设 2。

H2:在其他条件不变的情况下,实施员工持股计划的实际资金规模与高新技术企业的创新效率存在正向关系。

3.2 研究设计

3.2.1 研究样本与数据来源

以第 2 节确定的 2016—2019 年连续 4 年被认定为高新技术企业的上市公司作为研究样本,并对样本进行如下处理:①剔除停止实施员工持股计划的样本;②剔除同年度发布多期员工持股计划的样本,仅保留第一期员工持股计划的样本;③将员工持股计划存续期内的样本作为实施员工持股计划的样本。经过筛选,最终得到 482 个实施员工持股计划的样本,2 246 个未实施员工持股计划的样本。

此外,将控制变量作为协变量,采取“一对一匹配,无放回”的最近邻匹配法,对样本进行匹配,目的是缓解实施员工持股计划的样本(实验组)和未实施员工持股计划的样本(对照组)的控制变量对被解释变量的影响。PSM 匹配回归后得到 964 个公司-年度样本。并且对所有连续变量进行上下 1%的 winsorize 处理。

高新技术企业员工持股计划数据来源于 Wind 数据库及巨潮资讯,其余数据均来源于 CSMAR 数据库。

3.2.2 模型设计与变量定义

为进一步探索员工持股计划对高新技术企业创新效率的影响,利用 DEA-BCC 模型测算出的纯技术效率作为被解释变量,选取员工持股计划中有代表性的变量作为解释变量建立回归模型。由于 BCC 模型测算的效率值在 0~1,具有数据截断的特点,所以选择采用 Tobit 模型进行分析,以减少偏差。基本模型如式(4)所示,其目的是将小于等于 0 的因变量数据在 0 处截尾。

$$\begin{cases} Y_i = Y_i^* & \text{if } Y_i^* \geq 0 \\ Y_i = 0 & \text{if } Y_i^* < 0 \\ Y_i^* = \beta x_i + \epsilon_i \end{cases} \quad (4)$$

根据假设 1,具体模型构建如下:

$$\text{eff}_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 \text{ESOP1}_{i,t} + \sum \text{Controls}_{i,t} + \sum \text{ind}_{i,t,i,t} + \sum \text{years}_{i,t} + \epsilon_{i,t} \quad (5)$$

根据假设 2,具体模型构建如下:

$$\text{eff}_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 \text{realscale}_{i,t} + \sum \text{Controls}_{i,t} +$$

$$\sum \text{ind}_{i,t,i,t} + \sum \text{years}_{i,t} + \epsilon_{i,t} \quad (6)$$

为了更加合理地表明高新技术企业创新效率,以基于 BCC 模型得出的高新技术企业纯技术效率值为被解释变量。

解释变量主要为衡量员工持股计划状况的指标。选取了是否实施员工持股计划(ESOP1)、企业实际资金规模(realscale)、高管员工认购比例(ESR)和非高管员工认购比例(CSSR)作为衡量指标。ESOP1 为虚拟变量,若实施,取值为 1,若未实施,取值为 0;realscale、ESR、CSSR 为连续变量,其中,realscale 为实际资金规模加 1 后的对数。

控制变量如下。企业规模(size):总资产的自然对数;企业年龄(age):成立年限的自然对数;资产负债率(leverage):总负债/总资产;资产收益率(ROA):净利润/总资产;企业价值(Tobin's Q):市值/总资产;现金水平(cash):货币资金/总资产;固定资产比率(PPE):固定资产/总资产。

3.3 实证结果分析

3.3.1 匹配结果

对匹配后的实验组与对照组进行特征差异检验,所有特征变量的差异性检验结果均不显著,且标准化偏差绝对值均小于 10%,说明配对后的两组企业的特征变量较为接近,符合共同支撑假设。因此,此次倾向匹配过程较好地缓解了自选择偏差问题,应用此次匹配后的结果作为研究样本较为合理。

3.3.2 描述性统计

主要变量描述性统计见表 3。

表 3 主要变量描述性统计

变量	均值	中位数	标准差	最大值	最小值
eff	0.209	0.143	0.206	1	0.013
ESOP1	0.500	0.500	0.500	1	0
realscale	4.506	2.931	4.572	11.047	0
cash	0.123	0.106	0.078	0.396	0.012
leverage	0.375	0.369	0.174	0.776	0.062
age	2.831	2.890	0.282	3.332	2.079
ROA	0.043	0.042	0.057	0.184	-0.238
size	8.271	8.192	0.930	11.399	6.370
Tobin's Q	2.125	1.788	1.154	7.331	0.905
PPE	0.189	0.169	0.121	0.521	0.012

注:配对样本数 N=964。

从表 3 中可以看出,配对样本的创新效率平均值为 0.209,中位数为 0.143,表明中国高新技术企业总体创新效率不高。员工持股实际资金规模的标准差为 4.572,说明不同企业间制定的员工持股

计划资金规模差异较大。

3.3.3 实证回归结果

基于异质性视角,利用倾向匹配得分法后的匹配数据,运用 Tobit 模型实证检验员工持股计划对高新技术企业创新效率的影响。在控制了行业和年份变量后,具体实证结果见表 4。

表 4 上市公司员工持股对高新技术企业创新效率的影响

变量	(1)	(2)
	eff	eff
ESOP1	0.025** (2.07)	
realscale		0.002* (1.77)
age	-0.015(-0.69)	-0.015(-0.68)
size	-0.090***(-10.74)	-0.090***(-10.79)
leverage	0.182*** (3.95)	0.182*** (3.95)
ROA	0.149(1.31)	0.149(1.31)
cash	0.133(1.60)	0.134(1.61)
PPE	0.106* (1.89)	0.107* (1.91)
Tobin's Q	-0.006(-0.90)	-0.006(-0.91)
Constant	0.708*** (5.24)	0.712*** (5.27)
N	964	964
ind	yes	yes
Year	yes	yes
Log likelihood	228.465	227.889
Prob > chi2	0.000	0.000

注:\*、\*\*、\*\*\*分别代表在 10%、5%和 1%的水平上显著;括号内的值为 t 值。下同。

从第(1)列回归结果可得出,实施员工持股计划对高新技术企业创新效率的影响系数为 0.025,在 5%的水平上显著,说明实施员工持股计划可以促进高新技术企业提升其创新效率,验证 H1 成立。

第(2)列的回归结果表明了员工持股实际资金规模对高新技术企业创新效率的影响系数为 0.002,在 10%的水平上显著,说明了员工持股实际资金规模越大,越可以促进高新技术企业创新,验证 H2 成立。

3.3.4 进一步分析

对于员工持股实际资金规模进行进一步分析,将员工持股规模分解为高级管理人员认购比例和非高管员工认购比例分别进行回归,进一步探究员工持股计划对于高新技术企业创新效率的影响因素。回归结果见表 5 列(1)和列(2),其中 CSSR 代表非高管员工认购比例,ESR 代表高级管理人员认购比例。

从表 5 中第(1)列可知,高级管理人员持股对高

新技术企业创新效率提升有十分显著的促进作用。研究结果表明高级管理人员持股比例越大,企业越可以提升创新效率。这主要是因为高管持股比例越大,越会对企业长期的发展出谋划策,如积极开展企业创新活动等。

表 5 不同类型员工持股对创新效率的影响

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	eff	eff	eff	eff
CSSR		0.000 (0.72)	0.001** (2.13)	-0.000 (-0.59)
ESR	0.001*** (3.31)			
age	-0.015 (-0.70)	-0.015 (-0.69)	-0.028 (-0.90)	0.005 (0.15)
size	-0.087*** (-10.44)	-0.090*** (-10.76)	-0.093*** (-7.64)	-0.078*** (-6.92)
leverage	0.170*** (3.68)	0.183*** (3.96)	0.299*** (4.41)	0.050 (0.83)
ROA	0.137 (1.21)	0.150 (1.31)	0.346* (1.95)	-0.006 (-0.04)
cash	0.140* (1.68)	0.132 (1.58)	0.304*** (2.60)	-0.003 (-0.02)
PPE	0.110** (1.98)	0.105* (1.87)	0.217*** (2.73)	-0.064 (-0.84)
Tobin's Q	-0.006 (-0.96)	-0.005 (-0.84)	-0.006 (-0.76)	-0.007 (-0.78)
Constant	0.704*** (5.23)	0.714*** (5.28)	0.620*** (2.98)	0.705*** (4.08)
N	964	964	478	486
Ind	yes	yes	yes	yes
Year	yes	yes	yes	yes
Log likelihood	231.788	226.584	128.846	143.153
Prob > chi2	0.000	0.000	0.000	0.0000

从第(2)列可看出,非高管员工认购比例虽然对高新技术企业创新效率的影响系数为正,但是其结果不显著。研究结果表明 2016—2019 年被认定为高新技术企业的上市企业在实施员工持股计划时,核心员工认购比例与创新效率不存在明显关系。这一结果与欧理平等<sup>[18]</sup>研究得出的非高管员工参与度与企业创新效率成显著的正向关系不符,可能的原因有以下两点:①样本对象不同。欧理平等选取的是 2014—2017 年剔除缺失值后所有对外公告了员工持股计划草案的公司,而本文选取的是

2016—2019 年经过 PSM 匹配后的连续 4 年被认定为高新技术企业的上市公司。②被解释变量选择不同。欧理平等以专利申请总数衡量企业创新水平,而本文用创新效率代表企业创新水平。

为进一步探究非高管员工认购比例对高新技术企业创新效率的影响,按照非高管员工人的认购比例中位数(75.38%)对实验组进行分组(其中,小于中位数的实验组为 239 个样本,大于或等于中位数的实验组为 243 个样本)并且按照一对一匹配原则将控制样本手工匹配到各自的实验样本,共计获得 478 个小于中位数的样本,486 个大于或等于中位数的样本。回归结果见表 5 列(3)和列(4)。结果表明,当非高管员工认购比例小于中位数时,其对企业创新效率有显著的促进作用;当大于或等于中位数时,其与企业创新效率无明显关系。当非高管员工认购比例过大时,非高管员工可能会因为“人人都持股”的平均主义,出现

搭便车的行为。Chang 等<sup>[20]</sup>研究发现当非高管员工搭便车现象较弱时,创新的积极效应更为显著。也就是说,当非高管员工出现搭便车行为时,这部分员工的持股规模不会对企业创新产生太大影响。所以,过高的非高管员工认购比例对高新技术企业的创新效率无明显作用可能是由员工搭便车现象导致。

### 3.4 稳健性检验

为了确保结果的稳健性,采用 3 种方法进行验证。首先,对 PSM 匹配后的样本采用解释变量滞后一期的方法,处理内生性问题。其次,黄庆华等认为 CEO 两职合一会提高企业技术创新能力<sup>[21]</sup>。为了排除 CEO 两职合一对企业技术创新的影响,在控制变量中增加两职合一的虚拟变量。最后,选择将综合效率(crste)替代纯技术效率(vrste)作为被解释变量,重新进行 PSM 匹配及回归。回归结果见表 6、表 7、表 8,结果与前文保持一致。

表 6 解释变量滞后一期稳健性检验

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	eff	eff	eff	eff	eff	eff
L. ESOP1	0.031** (2.55)					
L. realscale		0.002* (1.77)				
L. CSSR			0.000(0.72)		0.001** (2.28)	−0.000(−0.33)
L. ESR				0.001*** (3.31)		
Control	yes	yes	yes	yes	yes	yes
N	964	964	964	964	478	486
ind	yes	yes	yes	yes	yes	yes
Year	yes	yes	yes	yes	yes	yes
Log likelihood	229.576	227.889	226.584	231.788	129.172	143.036
Prob > chi2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

表 7 增加控制变量后稳健性检验

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	eff	eff	eff	eff	eff	eff
ESOP1	0.025** (2.06)					
realscale		0.002* (1.74)				
ESR				0.000*** (3.21)		
CSSR			0.000(0.73)		0.001* (2.18)	−0.000(−0.66)
Control	yes	yes	yes	yes	yes	yes
N	957	957	957	957	476	481
ind	yes	yes	yes	yes	yes	yes
Year	yes	yes	yes	yes	yes	yes
Log likelihood	225.380	224.784	223.537	228.408	128.607	139.851
Prob > chi2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

表 8 更换被解释变量后稳健型检验

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	crste	crste	crste	crste	crste	crste
ESOP1	0.020** (2.04)					
realscale		0.002* (1.66)				
ESR				0.001** (2.32)		
CSSR			0.000(1.19)		0.000* (1.69)	0.000(0.00)
Control	yes	yes	yes	yes	yes	yes
N	964	964	964	964	478	486
ind	yes	yes	yes	yes	yes	yes
Year	yes	yes	yes	yes	yes	yes
Log likelihood	440.734	440.027	437.290	439.257	207.490	259.378
Prob > chi2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

4 结论与启示

用 2016—2019 年连续被认定为高新技术企业的上市公司的面板数据,评价了 4 年内的创新效率,并研究了员工持股计划对高新技术企业创新效率的影响,得到以下两点结论:

1)创新效率评价结果表明,目前高新技术企业的创新效率还有待提升。影响高新技术企业的创新效率的主要因素是技术效率和技术进步变化,这也要求高新技术企业的管理层应该更加重视如何充分利用创新资源的问题。从技术进步指数来看,2018—2019 年增幅明显,这也说明高新技术企业的创新水平在不断进步,还有很大的提升空间。

2)实证研究结果表明,实施员工持股计划对高新技术企业创新效率有促进作用。从员工持股计划异质性角度而言,实际资金规模越大越能促进企业创新。进一步分析得出,高管认购比例对高新技术企业创新效率有十分显著的正向作用,但是核心员工对高新技术企业创新效率的提升无明显的促进作用。在基于员工特征的研究中,发现员工持股计划在员工努力程度较高的企业里更能提高企业创新效率。

研究结论启示意义在于:①高新技术企业创新活动虽然要重视创新产出,但是不能忽视创新资源的分配,在创新投入有限的情况下努力让创新产出最大化应该是高新技术企业所追求的目标;②员工持股计划对高新技术企业创新效率的影响不能一刀切地认为是显著的正向作用,应当结合企业的员工特征进行针对性的调整。

参考文献

[1] 孙宝. 员工持股计划与公司业绩:一个研究综述[J]. 财会通讯,2020(16):16—21.

[2] 黄萍萍,焦跃华,张东旭. 员工持股计划与企业创新[J]. 华东经济管理,2019,33(5):141—149.

[3] KIMBERLY J. Book review: Human resources, personnel, and organizational behavior: Democracy and economic power: Extending the ESOP revolution[J]. Industrial & Labor Relations Review,1986,41(1).

[4] KRAMER B. Employee ownership and participation effects on outcomes in firms majority employee-owned through employee stock ownership plans in the US[J]. Economic and Industrial Democracy,2010,31(4).

[5] 彭睿,朱炜,程晓月. 国有企业混合所有制改革实施策略探析[J]. 财务与会计,2019(16):30—33.

[6] 张永冀,吕彤彤,苏治. 员工持股计划与薪酬粘性差距[J]. 会计研究,2019(8):55—63.

[7] 李明,黄霞. 员工持股激励效应的实证研究——来自中国 A 股上市企业的经验证据[J]. 财会通讯,2017(6):101—104.

[8] JOHN E G. Management commitment to innovation and esop stock concentration[J]. Journal of Business Venturing,2000,15(5—6):433—447.

[9] VOGT S C. The cash flow/investment relationship: Evidence from U. S. manufacturing firms[J]. Financial Management,1994,23(2).

[10] SUEYOSHI T,WANG D. DEA environmental assessment on US petroleum industry: Non-radial approach with translation invariance in time horizon[J]. Energy Economics,2018,72:276—289.

[11] 熊婵,买忆媛,何晓斌,等. 基于 DEA 方法的中国高科技创业企业运营效率研究[J]. 管理科学,2014,27(2):26—37.

[12] 兰飞,田琳. 产权异质视角下高新技术企业创新效率评价[J]. 会计之友,2014(11):46—48.

[13] 张玉兰,景思婷,牛爽,等. 京津冀制造业上市公司投资效率评价研究——基于技术创新视角[J]. 会计之友,2020(18):14—19.

[14] SUNGMIN P. Analyzing the efficiency of small and medium-sized enterprises of a national technology innovation research and development program [J]. SpringerPlus, 2014,3(1):403.

[15] 屈国俊,宋林,郭玉晶. 中国上市公司技术创新效率研

究——基于三阶段 DEA 方法[J]. 宏观经济研究, 2018 (6):97—106.

[16] SI L B, QIAO H Y. Evaluation of technological innovation efficiency in equipment manufacturing industry based on input orientation-Panel data analysis based on data envelopment model[J]. Journal of Discrete Mathematical Sciences and Cryptography, 2017, 20(6—7):1381—1386.

[17] HIMANSHU J. Option trading, information asymmetry and firm innovativeness: Evidence from stock options trading firms from India[J]. Theoretical Economics Letters, 2018, 8(11):2169—2181.

[18] 欧理平, 赵瑜. 员工持股计划能促进企业创新吗[J]. 会计之友, 2020(9):59—65.

[19] 周冬华, 黄佳, 赵玉洁. 员工持股计划与企业创新[J]. 会计研究, 2019(3):63—70.

[20] CHANG S, MAYERS D. Managerial vote ownership and shareholder wealth: Evidence from employee stock ownership plans[J]. North-Holland, 1992, 32(1):103—131.

[21] 黄庆华, 陈习定, 张芳芳, 等. CEO 两职合一对企业技术创新的影响研究[J]. 科研管理, 2017, 38(3):69—76.

Research on the Relationship between ESOP and Innovation Efficiency of High-tech Enterprises

LI Bo-ya, TAO Jie

(Business School, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

**Abstract:** The impact of ESOP on the innovation efficiency of high-tech enterprises was studied by taking the listed enterprises identified as high-tech enterprises for four consecutive years from 2016 to 2019 as samples. The results show that, the implementation of ESOP can promote the innovation efficiency of high-tech enterprises. Furthermore, based on the perspective of employees, it is found that the promotion of ESOP mainly comes from the executive ownership, because there is a serious problem of free riding in high-tech enterprises.

**Key words:** high-tech enterprises; data envelopment analysis; employee stock ownership plan

# 经营杠杆、企业创新投入和高管持股

星 宇, 葛玉辉

(上海理工大学 管理学院, 上海 200093)

**摘要:**针对现有经营杠杆对于企业创新行为的研究存在的空缺,以 2016—2019 年中国 A 股共 1 350 家上市制造业公司为研究样本,实证检验经营杠杆对企业创新投入的影响以及高管持股的调节作用。结果表明,经营杠杆对企业创新投入正相关,高管持股在经营杠杆与企业创新投入关系中起正向调节作用。研究结果补充了企业创新投入的影响因素,并实证检验了高管持股可以有效解决由委托代理关系而造成的风险偏好较低的问题。

**关键词:**经营杠杆;创新投入;高管持股

**中图分类号:**F272.3   **文献标识码:**A   **文章编号:**1671-1807(2021)10-0280-06

“创新”一直是中国民营企业积极推动的热点,也是众多学者积极研究的焦点。而在“高速增长”过程中,企业的杠杆风险愈演愈烈<sup>[1]</sup>,许多企业因杠杆过高导致风险承担能力下降而最终破产。为实现“高质量发展”,国家积极推进企业财务杠杆的“去杠杆”进程<sup>[2]</sup>,希望以此助推经济转型升级。学者们针对杠杆与创新之间的关系作出了大量研究。

对于杠杆率对创新活动的影响,学者们对其看法仍然不一致。一方面,有学者认为企业杠杆率越高,越不利于企业的创新投入。而另一方面,有学者认为适当的杠杆率会有利于资本支持效应,对创新活动有保障作用<sup>[3]</sup>。而过高的杠杆会导致企业的风险骤增,从而抑制企业创新动机。经过实证检验得出结果表明企业财务杠杆与企业创新投入存在倒“U”形关系。即认为适度的杠杆可以促进企业创新。此外还有一部分学者根据创新的不同性质做出研究,认为探索式创新投资显著地受到财务杠杆过高的约束,而常规式创新投资却对财务杠杆不敏感<sup>[4]</sup>。

除了财务杠杆造成企业的杠杆风险外,经营杠杆也是其中非常重要的因素<sup>[5]</sup>。经营杠杆的内涵即是固定成本比例,尤其在新冠疫情影响下全球经济下行,面临外部环境不确定性的上升,经营杠杆会扩大企业销售额变动幅度,其对企业营收绩效影响

也越来越显著。在面对未来更为复杂的外部环境下,明确经营杠杆对企业创新的影响机制,对中国民营企业做出应对提供指导意义。

但有关经营杠杆与企业创新之间的影响机制研究较少,部分研究认为经营杠杆会抑制企业创新<sup>[2]</sup>。但其研究样本仅为 2016 年以前,在新政策新战略的影响下,结果是否会发生转变?一方面,研究发现经营杠杆的提高意味着企业缺乏灵活的调整资金<sup>[6]</sup>,相当于变相地增加了企业的环境不确定性。有研究认为经营杠杆的提高增加内源现金流的波动性<sup>[7]</sup>。而企业创新活动往往需要平稳的内源现金流<sup>[8]</sup>。另一方面,学者们认为经营杠杆越大<sup>[9]</sup>,代表着企业承受越大的风险。而企业选择较大的风险承担代表着企业愿意付出较大的代价来获取较大的利润,会促进企业进行创新活动<sup>[10]</sup>。因此,如今经营杠杆究竟对企业创新有着何种影响仍是一个有待实证的问题。

高管团队作为企业战略决策以及经营活动的主要制定者和执行者,对企业的创新投入决策也有着重要的影响<sup>[11]</sup>。由于现代企业的经营权和所有权分割,企业所有者和经营者的目标不一致,导致因信息不对称而产生的道德风险等委托代理问题。这个问题会导致管理者的风险偏好过低。而股权激励机制是解决这一问题的有力手段。有研

**收稿日期:**2021-06-13

**基金项目:**教育部人文社会科学研究规划基金(17YJA630020);上海市一流学科建设项目(S1201YLXK);沪江基金资助项目(A14006)。

**作者简介:**星宇(1996—),男,内蒙古巴彦淖尔人,上海理工大学管理学院,硕士研究生,研究方向为人力资源管理、劳动经济学;葛玉辉(1964—),男,安徽砀山人,上海理工大学管理学院,教授,管理学博士,博士研究生导师,研究方向为人力资源管理、劳动经济学。

究发现股权激励能够有效地激励公司经营决策者进行更高的风险承担<sup>[12]</sup>。而企业创新投入与风险承担水平有着密切的关系<sup>[13]</sup>，并且企业的风险大小其中的关键因素就是经营杠杆的大小<sup>[5]</sup>。因此，本文认为高管团队的持股比例在经营杠杆与企业创新之间有着调节作用。故本文探讨公司经营杠杆与创新投入之间的关系，并研究了高管持股的调节作用。

## 1 理论分析与假设提出

### 1.1 经营杠杆与企业创新投入

#### 1.1.1 经营杠杆对企业创新投入的抑制作用

经营杠杆是指由于固定成本的存在使得利润变动率大于销售收入变动率的现象<sup>[14]</sup>。经营杠杆可以放大企业在销售收入增长时的企业受益。同样的，经营杠杆在销售收入下降时，也会放大企业的损失。创新投入是创新产出的保障，故本文以创新投入衡量企业创新意愿。

有学者认为在经营杠杆较高的企业销售收入上升时，企业的盈利水平会大大提高，虽然增加了企业的内源现金流，但是经理人基于理性人的角度，会考虑到当销售收入下降时，由于高的经营杠杆会使得内源现金流波动较大<sup>[2]</sup>。如果在此期间进行创新活动，会使得创新投入的强度无法维持，存在前功尽弃的可能。从而会削弱开展高风险创新活动的动机。

有研究认为经营杠杆的提高意味着企业有着更高的固定成本比例，可变成本相对较低，这会导致企业面对外界环境变化时难以做出及时的反应，相当于变相地增加了企业的环境不确定性<sup>[6]</sup>。基于实物期权理论，将企业创新投资看作是一项期权，期权的价值与不确定性程度呈正相关<sup>[15-16]</sup>。环境不确定性的提高会增加企业的边际投资成本，这种情况下企业倾向于选择规避风险。因此，基于风险角度的考虑，环境不确定性会降低企业的投资意愿。并且，企业在进行创新活动时需要较高的调整成本<sup>[17]</sup>，在创新活动中，短暂的失败或者调整需要大量的资金支持，而固定成本比例过高会导致企业缺乏资金的灵活性，难以稳定提供资金的支持，从而会减弱企业的创新投入意愿。

上述分析总结而言，就是经营杠杆的上升会增加企业的盈利波动，并且由于固定成本比例的上升，增加企业的环境不确定性和实施创新活动时所承担的风险，从而降低了企业的创新意愿与风险偏好。

#### 1.1.2 经营杠杆对企业创新投入的促进作用

然而实际情况中经营杠杆在国内上市制造业企业中普遍较低，有研究发现上市企业的经营杠杆普遍较低<sup>[18]</sup>。从本文的描述性统计(下文)中也可以看出，经营杠杆的平均值仅有1.183。而在经营杠杆普遍较低的情况下，相对样本内其他企业，即使有企业有着较高的经营杠杆，但其实际值并不会太高，也就不会显著引起上文所述的盈利波动上升、环境不确定性上升、面对创新所承担的风险上升等。从而经营杠杆对企业创新的削弱作用并不显著。

反观经营杠杆越大，虽然企业承担的风险不会显著增加，但是却代表着企业愿意承受较大的风险<sup>[9]</sup>。而企业选择较大的风险承担代表着企业愿意付出较大的代价来获取较大的利润<sup>[10]</sup>，在这种企业战略下，企业会加大创新投入，并想要通过创新活动获取在市场中的竞争优势。另外，现代高科技企业往往需要更多的固定资产(如厂房、设备、研发人员)来支撑其创新活动，故而需要更多的固定成本。也就是说高经营杠杆的企业有着更好的创新条件，导致其有更高的创新意愿，从而有着更高的创新投入。

由于经理人往往存在过度自信，而这种过度自信通常能够增加企业的风险偏好<sup>[19-20]</sup>。并且过度自信的经理人如果采取了高风险的经营策略，获益后往往容易高估项目成功的收益，从而增加了自身的风险偏好，反而更愿意开展高风险的创新活动<sup>[21]</sup>。而往往风险承担水平越高的企业，其创新意愿越强<sup>[13]</sup>。所以当企业采取较高的经营杠杆，并取得收益后，管理人员因为过度自信会增加企业的风险偏好，故而企业会增加创新意愿以获取更大收益。

基于以上分析，提出以下研究假设。

H1：经营杠杆对企业创新投入有促进作用。

### 1.2 高管持股的调节作用

由于现代企业的经营权和所有权分割，企业所有者和经营者的目标不一致，导致因信息不对称而产生的道德风险等委托代理问题。股权激励机制是解决这一问题的有力手段。企业通过这一机制将高管等企业经营者的利益与企业利益捆绑起来，从而促使高管团队能够有效、合理地进行企业战略决策和战略推动、执行等，实现企业良性的可持续发展。

有研究发现合理的股权激励机制能够使企业加大风险承担的能力<sup>[12]</sup>。管理者的薪酬对于股价的敏感度越高，他们会更趋向于选择风险性项目<sup>[22]</sup>，而在股权激励机制下的薪酬体系中，管理者的获利程度与股价有显著的相关程度。故当赋予

了管理层对公司的剩余索取权,一旦企业的风险项目获得成功,该企业的市场表现以及股价会上升。而获得股权激励的管理层会获得更大的收益,从而股权激励会改变管理层的风险偏好,使管理层敢于承担更大的风险<sup>[23]</sup>。

展望理论(prospect theory)认为人在进行决策时,面临获利的情况下是风险规避的,面临损失的情况下是风险喜好。基于展望理论的风险偏好的组合理论(portfolio theory)认为人在进行决策时,其风险偏好的影响会优先于期望效用的影响。即面对创新活动这一风险较高的项目,管理者在进行决策时,其风险偏好占主导作用,且有研究通过实证证明管理层风险偏好与企业创新水平呈正相关<sup>[24]</sup>。故本文认为在经营杠杆高,风险大的企业中,高管持股越高,经营杠杆对企业创新投入的抑制作用越小,促进作用越大。

基于以上分析,提出以下研究假设。

H2:高管持股比例越大,经营杠杆对企业创新投入的抑制作用越小,促进作用越大。

理论模型如图 1 所示。

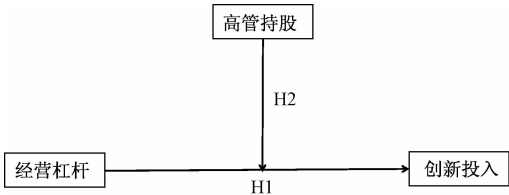


图 1 理论模型

2 研究设计

2.1 样本选择与数据来源

以 2016—2019 年中国 A 股制造业(证监会 2012 版行业分类)上市公司为研究样本。在样本选择过程中进行了如下筛选:①剔除 ST、\* ST 企业;②剔除变量数据不全的企业数据。根据上述标准最终得到 3 131 个观测值(公司一年)。本文所有数据均来自 CSMAR 数据库。为减少变量异常值对研究结论的影响,在 1% 和 99% 的水平上进行 Winsorize 处理。

2.2 变量定义与模型设置

1)被解释变量:企业创新投入(RD)。选取下一年度的研发投入占营业收入比例来衡量创新投入。

2)解释变量:经营杠杆(OL)。选取当年度该公司(净利润+所得税费用+财务费用+固定资产折旧、油气资产折耗、生产性生物资产折旧+无形资产摊销+长期待摊费用摊销)/(净利润+所得税费

用+财务费用)。

3)调节变量:高管持股(MSH)。借鉴多数学者的做法,选取高管团队成员持股数量/总股数。

4)控制变量。根据以往研究结论,选取公司规模(Size)、资产负债率(Lev)、企业成长能力(Q)、股权集中度(Con)、公司年龄(AGE)等作为控制变量。此外,控制了年度(Year)固定效应。相关变量定义见表 1。

表 1 相关变量定义

变量类型	变量名称	变量代码	变量定义和计算方法
被解释变量	创新投入	RD	研发投入占营业收入比例
解释变量	经营杠杆	OL	具体解释见上文
调节变量	高管持股	MSH	高管团队成员持股数量/总股数
控制变量	公司规模	Size	公司总资产的自然对数
	资产负债率	Lev	负债总额/资产总额
	企业成长能力	Q	托宾 Q 值
	股权集中度	Con	第一大股东持股比例
	公司年龄	AGE	公司上市年限的自然对数
	年度	Year	虚拟变量

5)模型设置。根据本文的研究假设,为了检验经营杠杆对企业创新投入的影响与企业创新行为的调节作用,分别设定如下待检验的模型:模型(1)用来检验假设 H1,模型(2)用来检验假设 H2。

$$RD = \beta_0 + \beta_1 OL + \beta_2 MSH + CONTROL + \epsilon$$

(1)

$$RD = \beta_0 + \beta_1 OL + \beta_2 MSH + \beta_3 MSH \times OL + CONTROL + \epsilon$$

(2)

3 实证结果与分析

3.1 描述性统计

表 2 为主要变量的描述性统计结果。数据显示,创新投入(RD)标准差为 3. 352。说明企业之间创新投入差距较大。经营杠杆(OL)的均值为 1. 183, 表明中国上市制造业企业的经营杠杆的平均水平并不高,也说明各企业的固定成本比例不高,绝大多数为变动成本。这与之前的学者研究结



论保持一致<sup>[18]</sup>。高管持股比例(MSH)最小值仅有0,表明仍有许多企业并没有实施股权激励机制。

表 2 描述性统计

变量	样本数	均值	标准差	最小值	最大值
RD	3 131	4.894	3.352	0.110	19.267
OL	3 131	1.183	0.334	1.000	3.608
MSH	3 131	0.139	0.171	0	0.661
Size	3 131	21.880	0.957	20.10	24.597
Lev	3 131	0.352	0.168	0.058	0.772
Tobin Q	3 131	2.304	1.643	0.367	9.078
AGE	3 131	1.774	0.595	0.693	3.258
Con	3 131	32.150	13.051	9.050	69.000

表 3 相关性系数

变量	RD	OL	MSH	Size	Lev	Tobin Q	AGE
RD	1						
OL	0.038**	1					
MSH	0.150***	-0.068***	1				
Size	-0.209***	-0.084***	-0.288***	1			
Lev	-0.200***	0.037**	-0.144***	0.512***	1		
Tobin Q	0.254***	-0.028 0	0.173***	-0.475***	-0.435***	1	
AGE	-0.107***	0.091***	-0.308***	0.457***	0.234***	-0.259***	1
Con	-0.037**	-0.059***	0.106***	-0.036**	-0.075***	0.144***	-0.221***
	Con						
Con	1						

注:\*\*\*表示  $P<0.01$ ; \*\*表示  $P<0.05$ ; \*表示  $P<0.1$ 。下同。

3.3 回归分析

由于本文采用面板数据,故选择利用固定效应模型进行回归分析,表 4 列示了模型(1)与模型(2)的回归结果。模型(1)的回归结果中,创新投入(RD)与经营杠杆(OL)在 5%的水平上显著正相关。表明经营杠杆越高,制造业企业的创新投入越高,即经营杠杆对企业创新投入有着促进作用。因而假设 H1 得到支持。模型(2)的回归结果中,高管持股比例(MSH)与经营杠杆(OL)的交互项的系数为正,且在 1%的水平上显著,与经营杠杆(OL)的回归系数方向一致,可以推断出,高管持股越大,经营杠杆对企业创新投入的正向影响越大,假设 H2 得到支持。

表 4 固定效应模型

变量	模型(1) RD	模型(2) RD
OL	0.251** (2.362)	0.024 (0.201)
MSH	-1.038** (-2.184)	-3.532*** (-4.321)
OL * MSH		1.989*** (3.74)

3.2 相关性分析

各变量之间的相关性系数见表 3。从相关性检验结果可以看出,创新投入(RD)与经营杠杆(OL)在 5%的水平上显著正相关。初步证明假设 H1 成立。创新投入(RD)与高管持股比例(MSH)在 1%的水平上显著正相关。创新投入(RD)与各控制变量之间均在 1%的水平上显著相关。说明控制变量的选取合理。具体结果需进一步进行回归分析检验。为保证模型估计的有效性,避免多重共线性的影响,本文对模型的各变量进行了方差膨胀因子(VIF)检验,结果显示各变量的 VIF 均小于 2。表明不存在多重共线性的影响。

续表 4

变量	模型(1) RD	模型(2) RD
Size	0.046(0.276)	0.057(0.348)
Lev	-1.385*** (-2.810)	-1.383*** (-2.821)
Tobin Q	-0.082** (-2.143)	-0.080** (-2.101)
AGE	-0.029 (-0.264)	0.001 (0.014)
Con	0.019 (1.601)	0.021* (1.810)
Constant	3.813 (1.010)	3.724 (0.992)
Observations	3 131	3 131
R-squared	0.034	0.041
Number of symbol	1,350	1,350
Company FE	yes	yes
Year FE	yes	yes
F test	0	0
r2_a	-0.708	-0.695
F	6.182	6.935

注:括号中为  $t$  统计量。下同。

3.4 稳健性检验

为保证实证结果的可靠性做了如下稳健性检验:将经营杠杆设置为虚拟变量 OLhigh,即根据中位数分为高经营杠杆(取值为 1)和低经营杠杆(取值为 0),此外为避免内生性问题,将解释变量与调节变量进行滞后一期的处理,重新回归后见表 5。高经营杠杆与创新投入显著正相关,且高管持股仍具有正向调节的作用,与之前的结果基本一致。

表 5 稳定性检验

变量	模型(1) RD	模型(2) RD
OLhigh	0.120* (1.878)	-0.012 (-0.167)
MSH	-1.073** (-2.261)	-1.961*** (-3.602)
OLhigh * MSH		1.048*** (3.291)
Size	0.043 (0.252)	0.057 (0.343)
Lev	-1.379*** (-2.801)	-1.391*** (-2.830)
Tobin Q	-0.084** (-2.206)	-0.084** (-2.201)
AGE	-0.028 (-0.258)	-0.004 (-0.047)
Con	0.020* (1.667)	0.021* (1.757)
Constant	4.060 (1.071)	3.791 (1.018)
Observations	3 131	3 131
R-squared	0.033	0.038
Number of symbol	1 350	1 350
Company FE	yes	yes
Year FE	yes	yes
F test	0	0
r2_a	-0.710	-0.700
F	5.966	6.441

4 研究结论与启示

选取 2016—2019 年中国 A 股制造业(证监会 2012 版行业分类)上市公司为研究样本,实证分析了经营杠杆对企业创新投入的影响,以及高管持股对两者关系的调节作用。研究经营杠杆对企业创新投入正相关,高管持股在经营杠杆与企业创新投入关系中起正向调节作用。

面临中国经济转型升级,对科技创新有强烈需求的情况下,国家在进行去杠杆过程中,在重视企

业财务杠杆的情况下,也应当注意企业的经营杠杆,激活民营企业的创新意愿。合适的经营杠杆有益于企业的创新投入。并且民营企业应当积极实施股权激励制度,有效避免由委托代理问题而导致的管理层风险偏好过低。

参考文献

[1] 王红建,杨笋,阮刚铭,等. 放松利率管制、过度负债与债务期限结构[J]. 金融研究,2018(2):100—117.

[2] 朱琳,江轩宇,伊志宏,等. 经营杠杆影响企业创新吗? 材料[J/OL]. 南开管理评论. 1-29 [2021-04-16]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/12.1288.f.20210408.1613.011.html>.

[3] 王玉泽,罗能生,刘文彬. 什么样的杠杆率有利于企业创新[J]. 中国工业经济,2019(3):138—155.

[4] 肖海莲,唐清泉,周美华. 负债对企业创新投资模式的影响——基于 R&D 异质性的实证研究[J]. 科研管理,2014,35(10):77—85.

[5] BOWMAN R G. The theoretical relationship between systematic risk and financial (accounting) variables: reply[J]. The Journal of Finance,1981,36(3):749.

[6] KALLAPUR S, ELDENBURG L. Uncertainty, real options, and cost behavior: evidence from washington state hospitals[J]. Journal of Accounting Research,2005,43(5):735—752.

[7] SHUST E, WEISS D. Discussion of asymmetric cost behavior-sticky costs: Expenses versus cash flows[J]. Journal of Management Accounting Research,2014,26(2):81—90.

[8] BROWN J R, PETERSEN B C. Cash holdings and R&D smoothing[J]. Journal of Corporate Finance, 2011,17(3):694—709.

[9] BARUCH, LEV. On the association between operating leverage and risk[J]. Journal of Financial and Quantitative Analysis,1974,9(4):627—641.

[10] LUMPKIN G T, DESS G G. Clarifying the entrepreneurial orientation construct and linking it to performance[J]. Academy of Management Review, 1996, 21(1):135—172.

[11] 夏宁,王嘉茵. 高管团队断层线对企业创新投入的影响研究[J]. 会计之友,2020(7):63—69.

[12] 李梦元. 股权激励会影响管理层承担风险吗——基于我国 A 股上市企业的 PSM 研究[J]. 新会计,2018(11):19—25.

[13] 李健,崔雪,陈传明. 家族企业并购商誉、风险承担水平与创新投入——基于信号传递理论的研究[J/OL]. 南开管理评论. 1-25 [2021-04-16]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/12.1288.f.20210331.1731.013.html>.

[14] 陈四清. 经营杠杆与经营风险控制[J]. 商业时代,2006(12):37—38.

[15] 陈德球,金雅玲,董志勇. 政策不确定性、政治关联与企业创新效率[J]. 南开管理评论,2016,19(4):27—35.

[16] 佟家栋,李胜旗. 贸易政策不确定性对出口企业产品创新的影响研究[J]. 国际贸易问题,2015(6):25—32.

[17] HALL B H. Working paper No. E01-311 the financing of research and development[J]. Oxford Review of Economic Policy,2002,18(1):35—51.

[18] ABOODY D,LEVI S,WEISS D. Managerial incentives, options, and cost-structure choices[J]. Review of Accounting Studies,2018,23(2):422—451.

[19] 余明桂,李文贵,潘红波. 管理者过度自信与企业风险承担[J]. 金融研究,2013(1):149—163.

[20] 陈红宇. 管理者过度自信对企业 R&D 投资强度的影响研究[D]. 成都:西南财经大学,2014.

[21] 易靖韬,张修平,王化成. 企业异质性、高管过度自信与企业创新绩效[J]. 南开管理评论,2015,18(6):101—112.

[22] GENUS A,COLES A M. Firm strategies for risk management in innovation[J]. International Journal of Innovation Management,2006,10(2):113—126.

[23] 孟亚楠. 股权激励、股权集中度与风险承担的关系研究[J]. 商业会计,2018(23):36—39.

[24] 毕茜,向桂芳,刘志玉,等. 股权激励对创新行为的风险偏好异质性研究[J]. 广西师范大学学报(哲学社会科学版),2020,56(6):114—128.

Operating Leverage, Investment in Innovation and Executive Shareholding

XING Yu, GE Yu-hui

(Business School, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

**Abstract:** In view of the lack of existing research on the effect of operating leverage on enterprise innovation behavior, taking a total of 1 350 listed Chinese A-share manufacturing companies from 2016 to 2019 as research samples to empirically test the impact of operating leverage on enterprise innovation input and the moderating effect of executive ownership. The results show that operating leverage is positively correlated with firm innovation input, and executive ownership plays a positive moderating role in the relationship between operating leverage and firm innovation input. The results of this study complement the influencing factors of firm innovation input and empirically test that executive ownership can effectively solve the problem of low risk appetite caused by principal-agent relationship.

**Key words:** operating leverage; investment in innovation; executive shareholding

# 北京生态沟域建设模式研究

王茂安<sup>1</sup>, 夏胜银<sup>2</sup>, 何忠伟<sup>1</sup>

(1. 北京农学院 经济管理学院, 北京新农村建设研究基地, 北京 102206; 2. 北京市农业农村局, 北京 100029)

**摘要:**通过深入北京 7 个山区和顺义区生态沟域进行调研,系统了解山区生态沟域建设现状、主要成效,通过案例分析的方式,总结出北京生态沟域建设的 6 个模式与成功经验,为北京生态沟域的发展提供借鉴。6 个模式分别为传承民俗遗产之乡村主题博物馆、现代商务休闲之企业庄园度假村、游览郊野意境之山水梦幻体验园、发扬红色记忆之革命历史展示地、培育特色经济之产业发展示范区,以及游览名胜古迹之民宿酒店观景带。

**关键词:**生态沟域;案例;模式;经验

**中图分类号:**F327 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2021)10-0286-05

北京地形以山地为主,全市总面积的 62% 为山地,共 10.04 km<sup>2</sup>,涉及 7 个山区和一个浅山区、45 个乡镇、398 个行政村,近 150 万农民<sup>[1]</sup>。虽然拥有丰富的自然与人文资源,但受政策、交通等因素的制约,优势难以发挥,是北京经济发展最为缓慢的地区<sup>[2]</sup>。为实现北京山区的“绿色崛起”,2009 年,作为生态沟域建设的雏形,沟域经济被确定为北京山区重要发展举措<sup>[3]</sup>。随着山区生态建设力度的不断增大,2015 年,生态沟域建设成为北京山区生态建设的主要载体<sup>[4]</sup>。随着北京城市功能的优化调整,各区逐渐加大环境治理力度,生态沟域建设进入发展新阶段。为促进生态沟域优化提升,对生态沟域建设进行阶段性的总结极为必要。因此,本文结合 21 世纪初至今北京生态沟域的建设成果,通过案例分析,系统总结北京生态沟域建设成就、模式及经验,为新时代北京生态沟域的进一步建设提供借鉴。

## 1 北京生态沟域建设概况及成就

### 1.1 生态沟域建设概况

生态沟域建设源于沟域经济,是北京山区农民群众的实践探索。通过实施生态建设工程,整体改造提升沟域内山、水、林、田、路、村的生态环境,推动生态沟域绿色发展。实施环境整治工程,整治村边、河边、路边环境,改善人居环境与村落面貌,提升沟域整体形象。实施基础设施建设工程特色产

业工程,满足城市居民的旅游休闲需求。实施特色产业工程,发展都市型现代农业,实现沟域内产业兴旺。实施新民居工程,调整乡村布局,提高土地利用效率。历经 10 年的规划发展。建设了四季花海、酒香之路、白桦谷、妙峰玫瑰谷、绿海红歌、九里山桃花谷、舞彩浅山等 38 条各具特色的沟域,

### 1.2 生态沟域建设成就

#### 1.2.1 生态环境明显改善

昌平区沙河湿地生态环境持续改善,区域内水环境质量进一步提升,连山石河道综合治理工程成效显现;房山区农村人居环境整治检查得分 90 分以上,各乡镇(街道)共计出动 1.8 万余人次,清理垃圾 6 125.8 t、沟渠 444 条、乱堆乱放 677 处、小广告 2 390 余处,拆除侵街占道私搭乱建 253 处。门头沟区田庄沟域芹峪口环境面貌焕然一新。密云区形成“干净、整洁、路物、村美”的新农村生态环境。平谷区在金海湖镇、大华山镇、熊儿寨乡累计投入 1 600 余万元进行人居环境整治,熊儿寨乡四座楼农场环境美化提升投入 300 余万元。顺义区逐步实现“河畅、水清、岸绿、景美”。延庆区整治各类环境问题 75 751 处,拆除私搭乱建 8 727 处,约 24.87 万 m<sup>2</sup>,清理垃圾渣土 66.21 万 m<sup>3</sup>。怀柔区推出了一系列指导方针和标准,将环境整治作为美丽乡村建设的基础工作,并取得了初步成效。

#### 1.2.2 基础设施显著提升

门头沟区累计投入 967 万元,实施基础设施改

收稿日期:2021-06-15

基金项目:国家自然科学基金(71873018);2021 年北京市农业农村局课题。

作者简介:王茂安(1997—),男,河南三门峡人,北京农学院经济管理学院,硕士研究生,研究方向为都市型现代农业;通信作者何忠伟(1969—),男,湖南郴州人,北京农学院经济管理学院,教授,博士,研究方向为都市型现代农业、农业技术经济。

造,其中包括京西山区中共第一党支部纪念馆改造项目、京西山区中共第一党支部纪念馆展陈工程、雁翅镇田庄村文化活动中心。平谷区积极建设世界休闲大会主会场——金海湖国际会展中心,总投资 9.8 亿元,总建筑面积约 6.5 万  $\text{m}^2$ ;大华山镇加强桃文化园基础设施建设,征收集体土地 28.063 5 亩,占地补偿 560 万元。新村民居投资 5 000 余万元,完成搬迁 199 户。顺义区完成 10 个村庄 20 户农宅抗震节能建设工程和 18 个村 62 户农村 4 类重点对象和低收入群众危房改造;建成浴室 124 座、改造 595 盏节能灯;在木林镇和龙湾屯镇步道沿线设置森林防火监控系统、安装探头、语音提示杆和公厕增设。

### 1.2.3 绿色产业迅速发展

各地积极挖掘特色种养产品,引入大量生产友好型产业,成功打造密云酒乡之路的葡萄、延庆四季花海的花卉、门头沟田庄村的香椿等一系列产业。依托生态发展乡村休闲旅游,以山区众多景观资源为依托,打造郊野山水公园,提升产业发展质量。通过创新发展模式文化创意繁荣发展,田庄沟域多次举办国际自行车赛事,吸引世界目光。利用浅山区良好的生态环境、基础设施及文化内涵,顺义区多次举办旅游登山文化节、樱桃采摘旅游文化节、舞彩浅山越野挑战赛、灶王文化节等活动,积极宣传推介顺义名优特、农副产品、文创产品,不断加强一二三产业深度融合,推进区域经济结构优化转型,为本地区带来良好的经济和社会效益。

### 1.2.4 农民收入全面增加

2018 年以来,北京市级生态沟域内相对低收入户、村,人均可支配收入年平均增幅突破 20%。怀柔区以生态沟域建设为契机,带动低收入农户增收。以黄花甸村为例,原有低收入户 20 多户,48 人,由政府安排其参与种花,打扫卫生等公益性岗位,人均月收入增加 2 000 元,全村低收入人口顺利脱低。门头沟区田庄沟域香椿种植和核桃产业解决当地 1 000 人就业,人均增收 2 000 元以上;田庄红色旅游,安置当地劳动力 50 余人,2019 年带动集体经济收入 100 万元。顺义区浅山区五镇现有农业休闲观光采摘园区 42 个,2019 年共接待 90 万余人次,收入达 1 个多亿,带动地区农户增收 9%。其中,浅山区五镇低收入农户 762 户,1 420 人,已全部脱低,人均可支配收入 16 018 元,同比增长 17%。

## 2 北京生态沟域建设模式

### 2.1 传承民俗遗产之乡村主题博物馆

利用沟域内保存较为完好的传统民居、历史古迹、宗教寺庙等历史建筑,深度挖掘、精细包装民族、宗教及民俗文化,吸引市民前来体验,从而开发出独具特色的民俗体验旅游。这类沟域的特点主要是:沟域内传统文化、民俗文化等底蕴厚实,且相关历史建筑保留相对完好;基础设施较为完善,闲置空房较多,民俗经营条件和基础条件较好,以发展民俗体验为主,辅以景观鉴赏、休闲观光等活动。如延庆区文脉永宁沟域。

延庆区文脉永宁沟域在民俗风情培育方面,重点打造上磨村为五星级民俗村,村内民俗氛围浓厚,村中有明代文物古迹黄龙古庙,九曲黄河灯、乡情村史陈列室等;具备丰富的独特饮食文化业,延庆独特的民间喜宴“八大席”中的永宁豆腐,便由上磨村的龙潭水磨制而成。在民俗经营方面,2017 年以来,上磨村按照市级民俗户标准,改造各民俗户庭院、餐厅、厨房、客房等设施,深入开展“靓庭院,净居室”活动,提高民俗经营管理能力。并对民俗户进行专业培训,开展餐饮、礼仪培训,以此提升村民整体素质,打造文明旅游形象。截至 2020 年 10 月,共评定 13 个星级民俗户,年平均收入超 240 万元。在文化古迹开发方面,重点围绕黄龙庙,升级九曲黄河灯阵,推出“转九曲年年通顺,游灯会万事如意”民俗体验活动。灯阵内设有科普画廊,向游客及村民展示 24 孝、永宁八景、中国梦等题材的图文资料,以吸引游客参观。

### 2.2 现代商务休闲之企业庄园度假村

以承办大型赛事、展览活动举办地等为契机,基于当地优渥的自然景观和社会经济条件,建设具备观光、休闲、度假、功能等功能的商务办公会议综合综合体。供企业进行商务洽谈、员工度假团建等活动。这类沟域的特点是:沟域内曾举办或将要举办大型赛事活动,在国际范围内具备较高知名度;现代商业设施完善、现代化程度高,交通便利。以承接企业商业活动为主,辅以农事体验、团建游玩等活动。如平谷金海湖生态文明沟域。

平谷金海湖生态文明沟域位于平谷区金海湖镇,内有 4A 级旅游景区——金海湖风景区,2015 年被选为第十六届世界休闲大会举办地,借此机会,金海湖镇相关部门于 2020 年 10 月 17 日举办金海湖房车自驾露营嘉年华的盛大活动,吸引 30 多个家庭、200 多名市民参与活动。成功打造“山水平谷、

森林城市、花果田园、人文胜地”金名片,有力地带动了生态沟域的发展。同时伴随2022年北京冬奥会的热潮,举办“超级奶爸冰雪嘉年华”活动,有效对接市民冬季出行游玩的需求,合理开发金海湖的生态旅游资源,把市民的需求同金海湖的生态资源相对接,催生出强大的生态沟域发展动力,助推金海湖镇冬季冰雪旅游产业的发展。

### 2.3 游览郊野意境之山水梦幻体验园

在已有自然景区的基础上,利用区域内生态资源,以山川、水系、景点、田园为基础,重点提升景区内景观与基础设施,建设具备观景、休闲、健身等功能的郊野大公园。利用北京市四季鲜明的气候特点,在不同时节,打造风景名片,建设知名旅游项目。这类沟域的特点是:沟域内自然景观知名度高,景致独特;沟域内基础设施完善,尤其是旅游设施,可为游客提供及时到位的服务。如顺义舞彩浅山生态沟域。

顺义舞彩浅山生态沟域位于顺义区东北部,包括北石槽、木林、龙湾屯、张镇和大孙各庄5个镇。在景观提升方面,顺义区集成发改委、文旅局、园林绿化局、水务局等部门政策资金,共计131 766.84万元。其中产业性项目1 466万元,生态建设类71 464万元,基础设施提升类7 418.84万元,环境治理类51 418万元。浅山区绿化面积5万余亩,种植油松、侧柏、黄栌、元宝枫30余万株,形成了春季赏花、秋季观叶的山区美景。同时,浅山区水系资源丰富,包括京密引水渠、金鸡河、箭杆河、小中河、中干渠、唐指山水库、龙湾屯水库等河道和水利设施,河道总计94.6 km,通过实施唐指山、龙湾屯水库专项治理工程,全面推进“清河行动”,加大小微水体生态治理力度,逐步实现“河畅、水清、岸绿、景美”,为地区建设发展提供良好的生态支撑。在基础设施改造方面,全方位抓好旅游配套设施建设,在主要登山口、停车场等场所增设厕所17个,设防护栏、置防护网;推进步道防火监控体系建设项目。在木林镇和龙湾屯镇步道沿线设置森林防火监控系统、安装探头、语音提示杆等旅游基础设施的建设,为全域旅游发展营造良好环境。

### 2.4 发扬红色记忆之革命历史展示地

以红色氛围为原点,依托红色革命历史,对红色革命建筑进行整体结构改造,完善红色文化服务配套设施,提升周边环境,完善党建服务设施等基础设施的建设,建设党性教育基地,形成党性教育与实践经验相结合的“红色矩阵”。这类沟域的特

点是:具备具有较高历史价值的红色革命文化与历史遗迹;党性教育基地建设体系完善,基础良好,且参观者众多,无长时间处于空闲状态。如门头沟田庄沟域。

门头沟田庄沟域位于门头沟区雁翅镇。沟域内有“田庄村京西第一党支部”,在此基础上,实施京西山区中共第一党支部纪念馆改造项目、京西山区中共第一党支部纪念馆展陈工程和雁翅镇田庄村文化活动中心改造项目,对原有建筑需改造部分面积1 940 m<sup>2</sup>,新建配套楼建筑面积110 m<sup>2</sup>,基本建成京西红色党性教育基地。2019年门头沟区与西城区对接,将项目建成后的基础设施命名京西红色党性教育基地并揭牌。京西红色党性教育基地承接镇村两级各类培训50余次,接待各区各级领导调研10余次,均获得领导的认可。此外田庄红色旅游,安置当地劳动力50余人,2019年带动集体经济收入100余万元。

### 2.5 培育特色经济之产业发展示范区

充分发挥区域气候、环境等自然条件优势,立足区域内现有产业,积极引进与地方自然环境相匹配产品,丰富地区产品种类。延伸产业链条,将科技、绿色、休闲等注入现有产业,提高产品附加值。这类沟域的主要特点是:沟域内有特色鲜明、市场认可度高的的区域性代表产品;产业融合程度高,产业链条长,产品附加值高;产业从业人员多以当地居民为主,对农民就地就业有促进作用。如怀柔区银河谷生态沟域。

怀柔区银河谷生态沟域位于怀柔区汤河口镇北,气候条件优良,适合黄花、大榛子、娃娃鱼、金银花等农产品的生长繁育。基于此,银河谷大力发展特色产业。在传统农业方面,银河谷以黄花种植为主,辅助种植大榛子、油葵、油菜花等富含观赏价值的经济作物,培育具有景观及经济价值的特色农业产业。在特色养殖方面,升级改造已有养殖矿洞,扩大养殖规模,增加娃娃鱼科普馆等寓教于乐项目,发展科教体验农业。在药材种植方面,以金银花和五味子等品种为主的千亩药材种植基地为基础,投资建设药材种植基地,开办加工厂,进行就地加工;并积极探索林下药材种植,增加土地附加值,将苍术、黄芩等药材种子提供给农户,扩大药材种植规模,成功建设“千亩特色药材种植基地”,获得“京北药材种植大镇”称号。

### 2.6 游览名胜古迹之民宿酒店观景带

充分挖掘区域内现有知名景点潜力,积极吸引

外部力量,引入现代化管理模式,建设学习历史、现代休闲和健康养生相结合的度假区。提升景区旅游承载力。合理规划,提早布局,辐射带动景区周边村庄和农户。这类沟域的主要特点是:沟域内有国家认定、运营成熟、知名度高、辐射力大的景区为龙头;引进大型企业,对景区周边民宿进行现代化整合提升。如司马台·雾灵山国际休闲度假区沟域。

司马台·雾灵山国际休闲度假区沟域位于密云区古北口镇东部,司马台长城脚下。2010年,由中青旅有限公司牵头,IDG国际投资公司和浙江乌镇旅游开发在充分吸收乌镇成功经验的基础上,结合当地独特文化习俗与消费习惯,建设以历史人文、民俗展示为主,商业购物、食宿体验为辅的古北水镇,满足适合北京乃至华北市场散客、家庭等不同消费群体的需求。通过古北水镇项目,不仅成功将古北水镇发展为北京市民休闲旅游的高品位度假区,同时也通过古北酒店与周边民俗户的无缝对接,实现周边农民的增收致富。

### 3 北京生态沟域建设经验

#### 3.1 坚持生态优先,严格落实环境保护

生态沟域的核心功能是生态保护和生态涵养,以生态为基础,实现生产生活文化和健康等多功能融合发展,是生态建设的基本经验。在生态沟域建设过程中,始终坚持把守护好绿水青山作为头等大事,服务于生态涵养区功能定位,服务于生态环境保护和改善,促进山区水土资源的可持续循环、生态环境的可持续维护和经济社会的可持续发展。以生态为生命特征、以山水林田路为基本要素,坚守生态红线、土地底线,不越生态保护红线,不触及基础设施建设土地底线<sup>[5]</sup>。坚决禁止打着“生态沟域”建设旗号搞房地产开发建设,严格控制基础设施和公共服务设施建设规模,严格执行新增产业和限制目录,坚决禁止不符合区域功能定位的各类开发项目,确保沟域生态空间拓展、生态质量提升,生态保障安全。

#### 3.2 坚持科学规划,合理拓展生态空间

规划是方向,是生态沟域发展蓝图。生态沟域多位于北京生态涵养区,地位特殊、保障全局,既是山区农民的生活区,更是北京城区的生态涵养区。北京新版城市规划,明确山区功能定位为首都生态安全屏障,服务北京全局,这就更加凸显了规划的重要性。生态沟域在建设过程中,始终坚持规划先行,科学规划,坚持一张蓝图绘到底。自始至终,坚决维护规划的严肃性和权威性,沿着生态优先、绿

色发展的科学规划之路,成功把生态涵养区建成展现北京美丽自然山水和历史文化的典范区、生态文明建设的引领区、宜居宜业宜游的绿色发展示范区,充分彰显“首都风范、古都风韵、时代风貌”的北京山区特色。

#### 3.3 坚持双向互动,积极搭建交流平台

随着经济社会的快速发展,休闲度假从过去少数人的奢侈消费变成今天城乡居民的必须消费<sup>[6]</sup>;生活在山区的农民群众既要养山护林,又要增收致富,对建设美丽家园十分渴望;二者结合,诞生了生态沟域。可以说,没有城乡互动,便没有生态沟域。因此,搭建城乡交流平台,畅通双方居民交流道路,始终是生态沟域建设的重要途径。供需双方积极交流,取长补短,以需求带动服务,以服务带动就业,最终建成了有看、有玩、有吃、有住、交通便利的城市居民度假休闲与山区居民增收致富地。

#### 3.4 坚持部门联动,充分调动多方力量

2015年,北京市农委将沟域经济调整为生态沟域建设,在丰富生态沟域建设内容,提升区域经济发展水平的同时,也使山区缺资金、人才、技术的劣势显露无遗。补齐这些短板,仅靠山区党委政府、山区乡镇是远远不够的。为解决上述问题,生态沟域建设联席会议制度应运而生,实行“部门联动、政策集成、资金集聚、资源整合”的工作机制,共同研究解决生态沟域发展中的突出难题和政策衔接问题。整合部门项目资金,统筹实施美丽乡村建设、小流域治理、植树造林、高标准农田建设、“十百千万”畅游行动等政策,集中支持年度重点建设沟域,集中力量、集中资源,形成合力。

#### 3.5 坚持因沟制宜,深入挖掘区域特色

特色是生态沟域建设的精神,在建设过程中,始终坚持“因地制宜、一沟一品”的理念。在生态沟域建设前期,相关部门便多次邀请各领域专家,充分考量沟域区位、构造、资源、文化、产业等条件。分析沟域已有优势与短板,针对不同沟域,分类施策,杜绝千篇一律、生搬硬套,坚决遏制同构性、同质化发展。努力发挥各沟域自然地理和传统文化资源优势,成功打造一批文化创意项目孵化基地和产业基地。

### 参考文献

- [1] 刘沛林,刘春腊.北京山区沟域经济典型模式及其对山区古村落保护的启示[J].经济地理,2010,30(12):1944—1949.
- [2] 郝利,王苗苗,钟春艳.北京沟域经济发展模式与政策建议[J].农业现代化研究,2010,31(5):549—552.

[3] 何忠伟,李昀,王有年. 北京沟域经济发展的内涵与模式分析[J]. 农业经济问题,2010,31(9):105—109.

[4] 夏胜银,何忠伟. 新形势下北京生态沟域发展布局及建设构想[J]. 科技和产业,2019,19(12):75—80,166.

[5] 刘春腊,刘沛林. 北京山区沟域经济建设背景下的古村落保护与开发研究[J]. 经济地理,2011,31(11):1923—1929.

[6] 黄亚平,林小如. 欠发达山区县域新型城镇化路径模式探讨——以湖北省为例[J]. 城市规划,2013,37(7):17—22.

Study on the Construction Mode of Ecological Gully Area in Beijing

WANG Mao-an<sup>1</sup>, XIA Sheng-yin<sup>2</sup>, HE Zhong-wei<sup>1</sup>

(1. Beijing New Rural Construction Research Base, Economics and Management College, Beijing University of Agriculture, Beijing 102206, China; 2. Beijing Municipal Bureau of Agriculture and Rural Affairs, Beijing 100029, China)

**Abstract:** Based on the investigation of ecological gully areas in 7 mountainous areas and Shunyi District of Beijing, this study summarized 6 models and successful experiences of ecological gully areas construction in Beijing through case analysis on the basis of systematic understanding of the current situation and main achievements of ecological gully areas construction in mountainous areas, and provided reference for the development of ecological gully areas in Beijing. The six models include the rural theme museum for inheriting the folk heritage, the enterprise manor and resort for modern business and leisure, the landscape dream experience park for touring the countryside, the revolutionary history display area for developing the red memory, the industrial development demonstration area for cultivating the characteristic economy, and the B&B hotel viewing belt for touring the scenic spots and historic sites.

**Key words:** ecological gully area; case; mode; experience



# 长三角地区网络普及率对绿色全要素生产率的影响

——基于面板门槛模型的实证研究

陈 雪, 陈 帅

(上海理工大学 管理学院, 上海 200093)

**摘要:**基于长三角地区 26 个城市 2004—2019 年的面板数据,运用数据包络分析模型,结合 Malmquist-Luenberger 指数,测算绿色全要素生产率(GTFP),在此基础上检验网络普及率与 GTFP 增长之间的非线性关系。结果表明:2004—2019 年长三角地区 GTFP 整体呈下降趋势,且受绿色技术进步的影响强于绿色效率改进;根据门槛模型估计的结果,网络普及率对 GTFP 的增长具有显著的促进作用,这种促进作用在超过一定门限时有所减弱,为促进经济高质量发展,必须重视互联网对绿色发展效率的作用。

**关键词:**绿色全要素生产率;M-L 指数;互联网;门槛效应

**中图分类号:**F224 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2021)10-0291-06

构建绿色发展体系是中国经济实现由原本粗放发展模式向高质量发展转变的关键步骤。长三角地区作为全国经济活力最强、技术发展最完善的区域之一,对于带动长江流域城市、连接“一带一路”沿线地区、对接国内外市场、促进产业升级、推动先进技术转移、提升国际竞争力具有重要的战略地位。同时,互联网具备实现社会资源整合、融合传统产业的功能,例如云计算、大数据等快速崛起的新兴技术,其本质都是互联网与传统产业的创新融合。随着政府提出“中国制造 2025”和“互联网+”行动计划,互联网促进产业融合创新、推动产业转型升级进入新阶段。在此过程中,研究互联网的普及能否在促进传统全要素生产率增长的同时减少环境污染、推动经济绿色发展具有重要的现实意义。

绿色全要素生产率(green total factor productivity, GTFP)是在全要素生产率(total factor productivity, TFP)核算基础上,将资源消耗和环境污染分别作为投入和非期望产出,用以评价经济绿色增长效率的指标。该指标克服了传统 TFP 核算框架的局限,即只考虑劳动、资本等生产要素的投入,忽略了能源的消耗;只注重经济效益,忽略了生产过程带来的“环境破坏”。现有的测算方法大致分两类,参数的索洛余值法或随机前沿法需要确定污

染物的价格,因此很难实现;非参数的数据包络分析法(DEA)无须设置生产函数,无须量化处理投入产出数据,还可有效分解 GTFP,因而收到研究者的青睐。Fare 等将 DEA 模型与 Caves 等的 Malmquist 指数方法相结合,得到了核算 TFP 的 DEA-Malmquist 指数核算法<sup>[1-2]</sup>。Chung 等提出了方向性距离函数(DDF)与 Malmquist-Luenberger 指数结合,解决了 Malmquist 指数无法科学表示非期望产出的缺陷,而且解决了径向的 DF 函数不支持期望产出上升和非期望产出降低同时发生的问题<sup>[3]</sup>。Tone 提出了非角度 SBM 模型,拟合所有观测值,可避免投入产出不足的问题,但该模型约束条件的增加可能使得测算结果无可行解<sup>[4]</sup>。

目前,国内外极少数文献注意到互联网的普及在促进 GTFP 进步中的重要作用,已有研究大多证明互联网能够促进经济增长。从互联网与产业融合的过程来看,第 1 阶段属于互联网和传统产业融合的初期,网络主要通过降低企业信息成本、交易成本以提高技术效率<sup>[5]</sup>;第 2 阶段互联网融合传统产业,可以促进生产方式的改进,催生新兴业态,从而带来技术进步<sup>[6]</sup>。整体而言,互联网在与传统产业融合的过程中,由推动效率改进逐步转向促进技术进步,最终促进 GTFP 的增长。

此外,由于互联网具备网络效应,即当网络普

收稿日期:2021-06-16

**作者简介:**陈雪(1997—),女,山东日照人,上海理工大学管理学院,硕士研究生,研究方向为国民经济学;陈帅(1986—),男,安徽阜阳人,上海理工大学管理学院,讲师,硕士研究生导师,研究方向为资源与环境科学。

及率达到一定临界水平,伴随互联网用户数目增加到一定水平,互联网的价值也会改变<sup>[7]</sup>,即互联网对 GTFP 的影响可能会存在非线性的门槛效应。郭家堂等研究发现,当网民人口比例达到网络效应发挥的临界值时,互联网对生产率的促进作用会突然增强<sup>[8]</sup>。而卢福财等将资源环境因素纳入生产率的计算后,发现网民人口比例对于工业 GTFP 的作用效果存在减弱趋势,当跨过一定门限后,互联网对于 GTFP 的提高作用不再明显<sup>[9]</sup>。

综上,现有研究缺少直接探究网络与 GTFP 关系的研究,因此本文运用包含非期望产出的 DEA 模型结合 ML 指数,测算长三角地区 26 个城市 2004—2019 年的 GTFP,并建立面板门槛模型,以分析网络普及率对 GTFP 的非线性影响,为促进绿色发展提供新视角。

## 1 研究方法与模型选择

### 1.1 方向性距离函数

首先,构造决策单元最佳生产前沿面。假定在  $t = 1, 2, \dots, T$  时期,有  $k = 1, 2, \dots, K$  个体,投入  $M$  种生产要素  $X$ , 产出  $N$  种期望产出  $Y$  和  $R$  种非期望产出  $B$ 。

$$P^t(x^t) = \{(y^t, b^t) : \sum_{k=1}^K z_k^t y_{kn}^t \geq y_{kn}^t, n = 1, 2, \dots, N; \sum_{k=1}^K z_k^t b_{kr}^t = b_{kr}^t, r = 1, 2, \dots, R; \sum_{k=1}^K z_k^t x_{km}^t \leq x_{km}^t, m = 1, 2, \dots, M; z_k^t \geq 0, k = 1, 2, \dots, K\}.$$

其次,构造方向性距离函数(DDF)。其中, $\beta$  为既定投入下,期望产出成比例增加和非期望产出成比例减少的最大可能量。

$$D_0^t(x^t, y^t, b^t; g^y, g^b) = \max \{\beta : (y^t, b^t) + \beta g \in P^t(x^t)\} \quad (1)$$

式中: $x$ 、 $y$ 、 $b$ 、 $g$  分别表示投入、期望产出、非期望产出、方向向量。

最后, $t$  时期个体  $k$  的 DDF 函数需满足以下线性规划:

$$\begin{cases} D_0^t(x_k^t, y_k^t, b_k^t; g) = \max \rho \\ \text{s. t.} & \sum_{k=1}^K z_k^t y_{kn}^t \geq (1 + \beta) y_{kn}^t, n = 1, 2, \dots, N \\ & \sum_{k=1}^K z_k^t b_{kr}^t = (1 - \beta) b_{kr}^t, r = 1, 2, \dots, R \\ & \sum_{k=1}^K z_k^t x_{km}^t \leq (1 - \beta) x_{km}^t, m = 1, 2, \dots, M \\ & z_k^t \geq 0, k = 1, 2, \dots, K \end{cases} \quad (2)$$

### 1.2 Malmquist-Luenberger 指数模型

将包含非期望产出的 DDF 函数应用于 Malmquist 模型而得到 ML 指数模型,公式为

$$TFP_i^{t+1} = ML = \left[ \frac{1 + D_0^t(x^t, y^t, b^t; g^t)}{1 + D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; g^{t+1})} \times \frac{1 + D_0^{t+1}(x^t, y^t, b^t; g^t)}{1 + D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; g^{t+1})} \right]^{1/2} = EC \times TC \quad (3)$$

式中: $TFP_i^{t+1}$  (ML 值)为个体  $i$  从  $t$  期到  $t+1$  期的 TFP 变动指数;EC 和 TC 分别为绿色效率进步指数和绿色技术进步指数。

### 1.3 门槛模型

为检验非线性影响,利用 Hansen 门槛回归模型<sup>[10]</sup>,以单一门槛为例,方程为

$$y_{it} = \alpha x_{it} + \beta_1 q_{it} I(q_{it} \leq \gamma) + \beta_2 q_{it} I(q_{it} > \gamma) + u_i + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

式中: $y_{it}$  为被解释变量; $x_{it}$  为解释变量; $q_{it}$  为门槛变量; $\gamma$  为门限值; $u_i$  为个体固定效应; $\varepsilon_{it}$  为随机误差项。

## 2 长三角城市群 GTFP 测量与分析

### 2.1 指标选择与数据来源

结合现有研究,选取 26 个城市(上海、南京、无锡、苏州、常州、南通、盐城、扬州、镇江、泰州、杭州、宁波、绍兴、金华、嘉兴、舟山、湖州、台州、合肥、芜湖、马鞍山、铜陵、安庆、滁州、池州、宣城)的数据来测算城市 GTFP,数据来源于 2004—2019 年中国城市统计年鉴、各城市统计年鉴及各城市所在省份统计年鉴、为保证数据的完整性,个别城市污染排放量的数据缺失值采用插值法补充。GTFP 测算指标见表 1。

### 2.2 计算结果及分析

运用 Matlabr2018b 软件对 2004—2019 年长三角 26 个城市的 GML 指数及其分解指数,如表 2 所示。GML、GEC、GTC 指数的平均增长率分别为  $-0.3\%$ 、 $2.3\%$  和  $-2.5\%$ ,即 GML 整体下滑;GTEC 有所改进;GTC 除 2007—2008、2015—2018 年大于 1,其余年份均小于 1。从指标分布上看,GML 和 GTC 分布大体一致,即长三角城市 GTFP 增长主要源自绿色技术进步,受绿色效率改进的影响较小。

进一步,观察样本期内长三角地区 GTFP 的变化趋势,如图 1 所示。2004—2008 年,GTFP 大致呈上升状态;2008 年受金融危机影响,期望产出的下跌导致 GTFP 出现下降;2008—2013 年 GTFP 的变动率基本处于 1 以下,这一时期长三角地区处于工业加速发展时期,产出增长带来高能耗、高排放

表 1 GTFP 测算指标

分类	要素	指标含义
投入指标	劳动	全市年末从业人员数
	能源	全市全年用电量
	资本	资本投入采用永续存盘法计算固定资本存量 $K$ 来代替,公式 $K_{it} = (1 - \beta) K_{i,t-1} + I_{it}$ 。其中 $i$ 和 $t$ 分别表示城市和年份; $I$ 表示社会固定资产投资,以 2004 年为基期,使用城市所在省份固定资产投资价格指数对城市全社会固定资产投资总额进行平减; $\beta$ 表示固定资产折旧率,依据单豪杰的做法设定为 10.96% <sup>[11]</sup> 。基期资本存量参考 Hall 和 Jones 的做法,公式为 $K_0 = \frac{I_0}{g_i + \beta}$ , $g_i$ 为一段时间内实际投资的几何平均增长率 <sup>[12]</sup>
产出指标	期望产出	以 2004 年为基期,用城市对应省份的历年 GDP 指数对城市名义 GDP 进行平减,得到实际 GDP
	非期望产出	城市工业 SO <sub>2</sub> 排放量、工业烟尘排放量、工业废水排放量

表 2 2004—2019 年长三角地区 GML 指数及其分解项

年份	GEC(绿色效率 变化指数)	GTC(绿色技术 进步指数)	GML(GTFP 指数)
2004—2005	0.980	0.969	0.950
2005—2006	1.048	0.972	1.016 9
2006—2007	1.166	0.823	0.959
2007—2008	0.913	1.138	1.038
2008—2009	1.240	0.772	0.953
2009—2010	1.044	0.929	0.970
2010—2011	1.007	0.964	0.964
2011—2012	1.011	0.967	0.978
2012—2013	0.996	0.945	0.916
2013—2014	1.019	0.931	0.948
2014—2015	1.005	0.995	1.000
2015—2016	1.020	1.133	1.133
2016—2017	0.954	1.158	1.105
2017—2018	0.969	1.042	1.010
2018—2019	1.070	0.966	1.034
均值	1.023	0.975	0.997

的代价,导致 GTFP 下滑明显。2014 年起 GTFP 增长率开始上升,2015 年后保持正向增长,这一时期产业结构升级、经济向高质量发展转变的政策拉动了绿色技术的进步,从而带动了 GTFP 的增长。

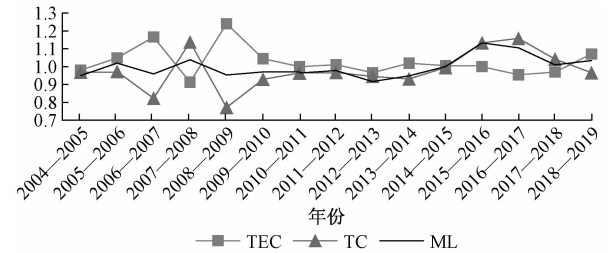


图 1 2004—2019 年长三角地区 GML 指数及其分解指数变化趋势

最后,考察不同城市 GTFP 的变化及差异,如表 3 所示,按照各城市在 2004—2019 年 GTFP 变

动的平均值由大到小排序。长三角 26 个城市中,16 个城市在样本期间的 GML 指数大于 1,即大多数城市的 GTFP 是增长的。GML 指数最大的城市是上海,其次是杭州、南通、绍兴,且这 4 个城市的 GTFP 进步来源于绿色技术进步和绿色效率改进两方面。合肥、嘉兴、池州、南京、盐城、泰州、宁波、宣

表 3 长三角地区分城市 GML 指数及其分解项

排名	城市	GEC	GTC	GML
1	上海	1.023	1.051	1.069
2	杭州	1.026	1.029	1.056
3	南通	1.025	1.008	1.033
4	绍兴	1.023	1.007	1.031
5	合肥	1.036	0.994	1.030
6	嘉兴	1.034	0.989	1.022
7	池州	1.038	0.981	1.018
8	南京	1.035	0.976	1.011
9	盐城	1.035	0.974	1.008
10	泰州	1.026	0.982	1.007
11	宁波	1.029	0.978	1.006
12	宣城	1.017	0.990	1.006
13	常州	1.039	0.965	1.003
14	扬州	1.030	0.972	1.001
15	台州	1.017	0.984	1.001
16	镇江	1.037	0.964	1.000
17	苏州	1.025	0.966	0.996
18	舟山	1.027	0.969	0.995
19	芜湖	1.030	0.964	0.993
20	无锡	1.037	0.951	0.986
21	滁州	1.024	0.961	0.984
22	安庆	1.020	0.957	0.977
23	金华	0.992	0.961	0.954
24	铜陵	0.968	0.895	0.866
25	湖州	0.986	0.908	0.895
26	马鞍山	0.972	0.924	0.898
均值		1.023	0.975	0.997

城、常州、扬州、台州、镇江 12 市的 GML 指数也大于 1,以上城市的 GTFP 进步主要来自绿色技术效率的改进。苏州、舟山、芜湖、无锡、滁州、安庆 6 市绿色技术进步的下降直接拉低了 GTFP。金华、铜陵湖州、马鞍山 4 市的绿色技术和技术效率的恶化同时导致了 GTFP 下滑。

3 实证分析

3.1 模型设定及变量解释

门槛效应的分析步骤如下,第一步需要检验是否存在门槛以及确定门槛个数,第二步得到门槛值并进行检验,第三步根据门槛值划分门槛变量的区间,再进行后续的分析。首先设置基本单一门槛模型为

$$\ln GTFP_{it} = \alpha X_{it} + \beta_1 net_{it} \cdot I(net_{it} \leq \gamma) + \beta_2 net_{it} \cdot I(net_{it} > \gamma) + u_i + \epsilon_{it} \tag{5}$$

被解释变量为 GTFP。依据第 2 节的测度结果,GML 指数为 GTFP 的变动指数,其实际值参考原毅军的做法,设 2004 年值为 1,后续历年的 GTFP

通过累乘 GML 指数所得<sup>[21]</sup>。

解释变量为网络普及率(net),考虑到城市层面的数据可得性和准确性,采用各市互联网宽带接入户数/地区总户数来衡量。

控制变量  $X_{it}$  具体包括:①外资依存度(fdi)采用直接利用外商投资额占地区 GDP 的比重,利用美元当年兑人民币的平均汇率将原始数据换算成人民币价格;②环境规制(evo)采用各城市污水处理率作为单一指标;③禀赋结构(str)采用资本存量与年末从业人数的比值表示;④产业结构(ind)采用第二产业增加值占地区 GDP 的比重表示;⑤人力资本水平(edu)采用在校大学生数占总人口的比重表示。

数据来源于 2004—2019 年中国城市统计年鉴、中国环境统计年鉴,并根据各城市所在省份的统计年鉴补充部分缺失值。

3.2 门限效应检验

运用格栅搜索法,设置网格数为 300,bootstrap 抽样 300 次,检验是否存在门限效应,结果见表 4。

表 4 门限模型检验结果

门限检验	门限值	F 值	P 值	1%临界值	5%临界值	10%临界值
单门限	0.231 0	39.8**	0.033 3	53.957 2	37.454 9	30.039 4
双门限	1.209 2	8.51	0.693 3	65.142 6	33.504 4	26.228 2
三门限	1.247 0	9.08	0.516 7	39.167 1	24.515 7	18.594 8

注:\*\*\*、\*\*、\* 分别表示在 1%、5%、10% 的临界水平上显著。

模型的双重门限和三重门限 P 值大于 0.1,无法通过 F 检验;单门限模型可以通过 F 检验,P 值为 0.033 3,在 5% 的临界水平显著。因此采用单一门限模型更为科学,对应的门限值为 0.231。进一步,为判断门限值是否真实以及确定置信区间的分布,做出以网络普及率为门限变量的似然比(LR)趋势图,如图 2 所示。

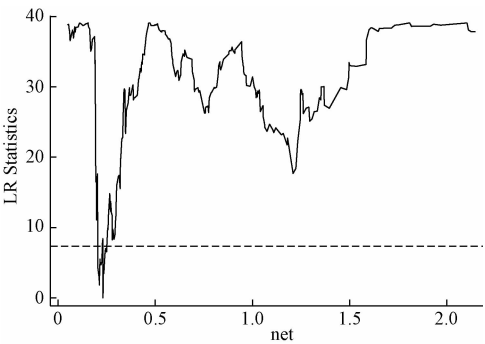


图 2 网络普及率门槛值估计图

3.3 门限模型回归结果分析

单一门限模型回归的结果见表 5,在网络普及率

指数低于门限值 0.231. 时,net 的系数为 1.279 8,在互联网普及率指数高于 0.231. 时,net 的系数为 0.098 4,都在 1% 的水平上显著。说明网络的普及对 GTFP 的增长发挥显著的促进作用,在突破门限值之前,互联网作为新兴技术,在绿色经济增长方面发挥重要作用。随着网络普及率的提升和网络信息技术的推广,互联网对 GTFP 增长的作用有所减弱,呈现出边际效应递减的非线性特征。

对于控制变量的回归结果,环境规制对 GTFP 的影响系数显著为负,即长三角地区的环境规制无法促进经济的绿色增长,可能的解释是企业抑制污染排放、改善生态环境的“遵循成本”的升高,会大量占用企业资源、降低企业的市场竞争力,不利于进行绿色技术创新,从而抑制了 GTFP 的进步。外资依存度的影响系数显著为正,说明外商投资带来的先进人力资本和技术外溢效应有利于长三角地区 GTFP 的增长。禀赋结构的影响系数显著为负,可能的解释是当前资本深化程度不符合地区的实际发展,资源分配不合理导致绿色效率下降,同时

资本占比的提升挤压了劳动收入的份额,有效需求不足会抑制企业研发积极性,阻碍绿色技术进步,从而抑制 GTFP 的增长。产业结构的影响系数显著为正,即长三角地区产业结构的优化能够提高资源向绿色、清洁产业配置,从而提高 GTFP。人力资本水平的影响系数为正,但不显著,说明教育水平的提升对于 GTFP 的作用有限。

表 5 单一门限模型回归结果

变量	Coef.	t 值	P 值	置信区间
evo	-0.331 7	-3.71	0.000	(-0.507 4, -0.155 9)
fdi	0.091 3	5.05	0.000	(0.055 7, 0.126 8)
str	-0.039 2	-2.25	0.025	(-0.073 6, -0.004 9)
ind	0.500 6	1.60	0.109	(-0.112 8, -1.113 9)
edu	1.452 5	0.63	0.530	(-3.090 9, 5.995 9)
net≤0.231	1.279 8	6.53	0.000	(0.894 5, 1.665 2)
net>0.231	0.098 4	2.47	0.014	(0.020 2, 0.176 6)

4 研究结论与政策建议

运用 DEA—ML 指数法测得长三角地区 26 个城市 2004—2019 年的绿色全要素生产率,并运用单一门槛回归模型,实证分析了互联网对绿色经济增长效率的非线性影响。结果表明:首先,长三角地区 2004—2019 年绿色全要素生产率整体趋于退步,绿色技术进步的停滞是其主要原因。其次,互联网对绿色经济增长具有重要的影响,虽然超过一定临界值后,影响会减弱,但其对绿色经济增长一直存在显著的促进作用。此外,对引进外资的依赖度、产业结构、教育水平促进了 GTFP 的增长;但目前长三角地区整体的环境规制水平和禀赋结构的安排不利于 GTFP 增长。

基于以上结论,本文提出如下建议:

- 1)需要重视互联网发展在促进绿色全要素生产率增长中的作用,积极推进互联网基础建设,推进“互联网+”的应用。长三角地区作为先进技术与产业融合的先行区域,更应充分利用互联网技术的渗透作用。
- 2)引导互联网与低能耗、低污染、高附加值的产业融合,加强自主创新能力建设,培育互联网新

兴产业,从而实现互联网由促进绿色效率改进向促进绿色技术进步转变。

3)互联网发展战略应该因地制宜,对于互联网普及程度不高、普及率低于门限值的城市,应当注重完善互联网基础设施建设;对于互联网普及程度高的城市,更应注重互联网的创新应用、培养科技创新人才,推动绿色科技创新发展。

4)长三角应充分利用对外开放水平上的优势,引进优质外资,提高外资利用效率;各地政府应依据地区情况制定环境规制规则;提升地区教育水平,发挥高素质人才对经济增长方式转变的关键促进作用。

参考文献

[1] FARE R,GROSSKOPF S,NORRIS M,et al. Productivity growth,technical progress and efficiency change in industrialized countries[J]. The American Economist,1994,84:66—83.

[2] CAVES D W,CHRISTENSEN L R,DIEWERT W E. The economic theory of index numbers and the measurement of input,output and productivity[J]. Econometrica,1982,50(6):1393—1414.

[3] CHUNG Y H,FARE R,GROSSKOPF S. Productivity and undesirable outputs:a directional distance function approach [J]. Journal of Environmental Management,1997,51(3):229—240.

[4] TONE K. UA slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis[J]. European Journal of Operational Research,2001,130:498—509.

[5] KAHN J A,MCCONNELL M,PEREZ-QUIROS G. On the causes of the increased stability of the US economy[J]. Economic Policy Review,2002,8(1):183—202.

[6] ANDROUTSOS A. Access link bandwidth externalities and endogenous Internet growth[J]. International Journal of Network Management,2011,21(1):21—24.

[7] 谢莉娟,陈锦然,王诗村. ICT 投资、互联网普及和全要素生产率[J]. 统计研究,2020,37(9):56—67.

[8] 郭家堂,骆品亮. 互联网对中国全要素生产率有促进作用吗? [J]. 管理世界,2016(10):34—49.

[9] 卢福财,刘林英,徐远彬. 互联网发展对工业绿色全要素生产率的影响研究[J]. 江西社会科学,2021(1):39—49.

[10] HANSEN B E. Threshold effects in non-Dynamic panels: estimation,testing, and inference[J]. Journal of Econometrics,1999,93(2):345—368.

[11] 单豪杰. 中国资本存量 K 的再估算:1952—2006 年[J]. 数量经济技术经济研究,2008(10):17—31.

[12] HALL R E,JONES C I. Why do some countries produce so much more output per worker than others? [J]. The Quarterly Journal of Economics,1999,114(1):83—116.

# The Impact of Internet Development on Green Total Factor Productivity in the Yangtze River Delta:

Research based on panel threshold model

CHEN Xue, CHEN Shuai

(Business School, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

**Abstract:** Based on the panel data of 26 cities in the Yangtze River Delta from 2004 to 2019, using the data envelopment analysis model, combined with the Malmquist-Luenberger index, the green total factor productivity (GTFP) is measured. On this basis, the non-linear relationship between network development rate and GTFP growth is tested. The results show that the overall GTFP trend to go down in the Yangtze River Delta from 2004 to 2019, and it is affected by the progress of green technology more than the improvement of green efficiency. According to the results estimated by the threshold model, the network development plays a significant role in promoting the growth of GTFP. This kind of promotion will weaken when it exceeds a certain threshold. In order to promote high-quality economic development, officials could pay more attention to the role of the Internet in the efficiency of green development.

**Key words:** green total factor productivity; M-L index; Internet; threshold effect

# 云南绿色铝产业发展现状及对策研究

黄 洁, 邓思杨

(云南省科学技术情报研究院, 昆明 650051)

**摘要:**铝是世界上产量和用量仅次于钢铁的有色金属,应用范围广泛。中国是全球最大的铝生产国、铝消费国以及铝加工产品制造国。云南铝产业已形成从矿山采选到氧化铝、铝冶炼、铝加工相对完整的产业链,电解铝产能达到全国 1/5;形成了相对完整的“产学研”创新体系。应用科技情报分析方法,对云南省铝产业及科技创新发展现状进行深入分析,并提出云南绿色铝产业高质量发展的对策建议,助力云南打造产业强省。

**关键词:**铝产业;科技创新;云南;对策建议

**中图分类号:**TF821      **文献标志码:**A      **文章编号:**1671-1807(2021)10-0297-05

## 1 中国铝产业发展现状

铝是产量最大的有色金属,与国民经济各行业的相关度达 95%,广泛应用于建筑与结构、电力电子、耐用消费品、包装容器、机械设备、交通运输等行业<sup>[1]</sup>。自本世纪以来,中国已相继成为全球最大的铝生产国、铝消费国以及铝加工产品制造国,铝产业在中国国民经济中具有举足轻重的地位<sup>[2-3]</sup>。

### 1.1 中国铝土矿储量及产量

近年来,中国铝土矿探明储量总体上呈缓慢上升态势。2019 年,全国探明储量 545 000 万 t,同比增长 5.41%,如图 1 所示。

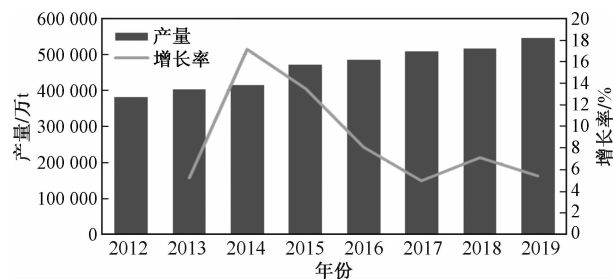


图 1 2012—2019 年中国铝土矿探明储量统计

数据来源:自然资源部

2012—2019 年,中国铝土矿产量呈小幅波动趋势。2019 年,产量为 7 500 万 t,相比 2018 年减少约 400 万 t,如图 2 所示。

### 1.2 中国电解铝产量与需求

2012—2018 年,中国电解铝的产量平稳上升。

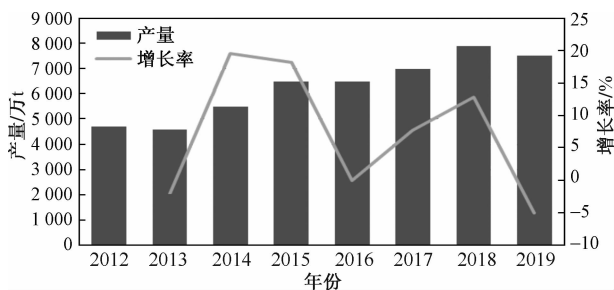


图 2 2012—2019 年中国铝土矿产量及增长率

数据来源:USGS

2018 年产量达到 3 580.19 万 t,同比增长 7.55%。随着产能利用率的下降,2019 年产量也随之下滑,为 3 504.4 万 t,同比下降 2.12%,如图 3 所示。

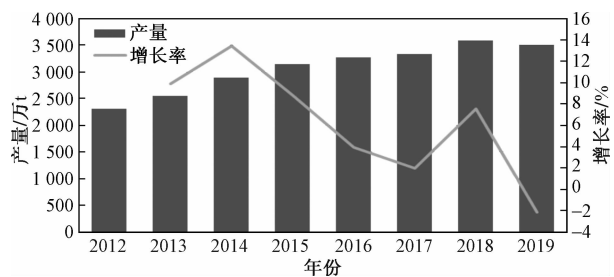


图 3 2012—2019 年中国电解铝产量及增长率

数据来源:国家统计局

中国电解铝行业长期存在产能过剩的问题,自 2012 年以来,电解铝产能利用率长期处于 70%左右低位徘徊<sup>[4]</sup>。销量方面,2019 年表观消费量为

收稿日期:2021-06-17

**作者简介:**黄洁(1986—),女(哈尼族),云南昆明人,云南省科学技术情报研究院,副研究员,硕士,研究方向为科技情报与产业分析、决策咨询;邓思杨(1987—),男(拉祜族),云南普洱人,云南省科学技术情报研究院,助理研究员,硕士,研究方向为科技情报与产业分析、决策咨询。

3 672 万 t,同比增长 2.37%,如图 4 所示。

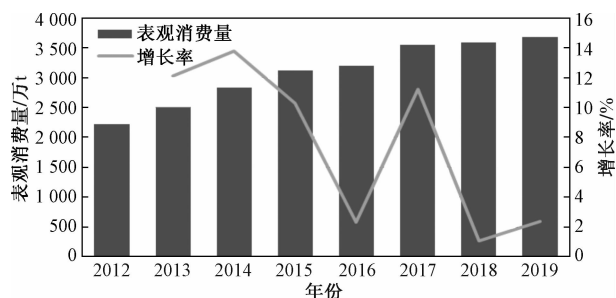


图 4 2012—2019 年中国电解铝表观消费量及增长率  
数据来源：国家统计局

### 1.3 中国铝材行业产量与需求

近几年,随着中国建筑、汽车、电子、交通运输等行业的飞快发展,对于铝材的需求也持续加大,但近年来增长速度逐渐放缓。2019 年,铝材产量为 5 252 万 t,较上年增加 76 万 t,同比增长 15.31%,如图 5 所示。

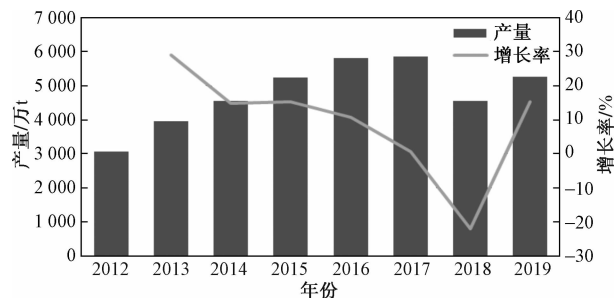


图 5 2012—2019 年中国铝材产量及增长率  
数据来源：国家统计局

新工艺、新产品、新用途的铝材不断出现,有效推动了技术创新与行业可持续发展。2019 年中国铝材表观消费量 4 772 万 t,同比增长 0.62%,如图 6 所示。

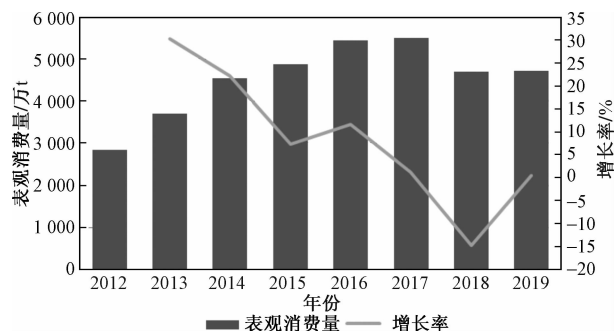


图 6 2012—2019 年中国铝材表观消费量及增长率  
数据来源：国家统计局

## 2 云南铝产业发展现状

云南铝产业经过 40 多年的发展,已形成从矿山

采选到氧化铝、铝冶炼、铝加工相对完整的产业链条,并具备一定生产能力,其中,已具备铝土矿开采 400 万 t、水电铝 315 万 t、氧化铝生产 140 万 t、铝合金及铝加工 110 万 t、炭素制品 80 万 t 的生产能力。

### 2.1 产业发展基础较好

1)铝土矿资源丰富。云南铝土矿储量居全国第 6 位,截至 2019 年底,全省探明铝土矿资源储量 1 亿 t,文山和大理两个地区预计可供开发的铝土矿远景储量达 4 亿 t 以上。同时可以充分依靠周边贵州、广西及越南、缅甸等丰富的铝土矿资源进一步加大一体化产业发展。

2)绿色低碳水电保障充足。截至 2019 年底,云南全省全口径发电装机(含向家坝)9 500 万 kW,其中水电装机 6 779 万 kW,占比高达 71.4%<sup>[5]</sup>。澜沧江、金沙江、怒江、南盘江等国家规划的大型水电基地,地处矿产资源富集区,有良好的矿电结合优势,具备发展绿色载能产业特别是铝产业最重要的基础条件。

3)区域优势明显。云南省发展绿色铝产业向北辐射川渝,向东可辐射长三角、珠三角,向南可达南亚和东南亚,有利于云南省统筹利用国际国内两个市场两种资源,也有利于积极吸引东部等地区铝精深加工产业转移。

### 2.2 产业集群成效初显

为发挥资源优势,就地消纳富余水电,提高工业增加值,云南省通过“绿色能源牌”打造,加快“绿色铝+精深加工”集群化布局,初步形成原料-电力-绿色铝(电解铝)-铝材精深加工-综合利用-全产业链发展格局,产业集群成效初显。

随着全国电解铝“北铝南移、东铝西移”进程加快,云南主动承接产能转移,先后引进了中铝集团、山东魏桥、四川其亚、河南神火等一批国内铝工业龙头企业;在文山、曲靖、大理等地建设多个水电铝加工一体化重点产业园区;开展了如 250 kt/a 航空及交通用高强、高韧、耐蚀铝合金新材料产业化,3.5 万 t/a 新能源动力电池用铝箔,10 万 t/a 大截面铝合金铸锭产业化关键技术研究,2 万 t/a 特种铝合金电缆制备产业化关键技术研究等一批铝材精深加工配套项目。截至 2020 年 12 月,随着云南神火 90 万 t 绿色水电铝材一体化项目、云铝文山年产 50 万 t 水电铝项目、云南宏泰新型材料有限公司 203 万 t 绿色铝等的项目正式投产,云南已建成电解铝产能 337 万 t,待全部项目建成后,产能将达 800 万 t,接近全国电解铝产能的 1/5。



### 3 云南铝产业科技创新发展现状

#### 3.1 产业创新链和产学研体系不断构建完善

云南铝产业紧跟国内外技术前沿和发展趋势,依托自主开发、产学研合作开发等模式,以科技项目为载体,不断推进产业技术创新及转型升级,基本构建集铝土矿开采-氧化铝提炼-炭素制品制备-电解铝生产-铝材加工为一体的完整产业创新链。同时,产业已形成了相对完整、实力较强的“产学研”体系,培育了云铝股份及其下属企业等一批行业标杆企业,拥有昆明理工大学、昆明有色冶金设计研究院股份公司等一批国内具有较高技术水平的科研院所。

#### 3.2 高水平技术创新平台及人才队伍不断涌现

云南铝产业先后组建了“高效节能铝电解技术创新战略联盟”“国家铝镁电解装备工程技术研究中心”“云南省铝工业工程研究中心”“张新明院士工作站”“周克崧院士工作站”“云南省铝电解节能减排工程技术研究中心”“云南省铝合金材料及应用工程技术研究中心”“云南省铝电解创新团队”“云南省铝加工创新团队”“铝合金铸造及轧制新技术研究省创新团队”“铝工业废弃物资源化利用新技术省创新团队”等一批高水平、专业化创新平台,并建立起了一支结构合理、专业齐全、层次较高的技术人才队伍<sup>[6]</sup>。目前,全省铝产业拥有技术创新人才 20 余人,为云南建设一流铝工业提供了专业人才支撑。

#### 3.3 产业关键技术优势明显

云南省铝产业围绕“依靠科技进步,定位世界一流”的发展目标,突破关键核心技术、开发重大新产品,取得了一批在国内外具有领先水平的技术创新成果。在节能减排方面,云铝在 2019 年实现全流程生产使用绿色低碳可再生水电能源。在电解铝制备技术方面,云铝加权平均吨铝直流电耗为 12 817 kW·h,铝电解系列平均电流效率指标达到 94% 以上,居行业领先水平。在铝精深加工方面,云铝 A356 铸造铝合金生产技术和市场占有率保持了行业领先地位;成功自主开发了短流程、高效率的合金扁锭连铸生产技术;研发了  $\phi 533$  mm 大截面合金棒,合金产品正式进入轨道交通、船舶领域;采用电解铝液铸轧坯料生产 0.004 5、0.005 mm 超薄铝箔技术处于全球领先地位。在炭素阳极制备方面,云铝阳极炭块质量指标逐步提升,阳极焙烧能耗指标达到行业先进水平。

#### 3.4 铝产业数字化、智能化路径探索不断深入

目前,云南铝产业重点企业正积极探索迈向工

厂数字化、信息化和智能化的发展路径。2019 年 6 月,云铝“电解铝智能制造技术开发应用及智慧工厂建设”项目入选 2019 年云南省智能制造试点示范项目,构建“一系统、两中心、两体系”的智能工厂系统架构,实现生产和管理过程智能化,同时对采集到云平台的数据加以利用来优化整个生产过程<sup>[7]</sup>。2020 年 6 月,云南神火铝业有限公司与中兴通讯股份有限公司、中国移动云南公司文山分公司签署 5G+ 智能工厂建设战略合作协议,基于有线网络、无线网络、物联网、5G、大数据、人工智能、边缘云计算等技术,建设云南首个 5G+ 智能工厂,助推园区集中管理实现智能化,打造全国一流的绿色水电铝智能化工厂<sup>[8]</sup>。目前已完成 7 个 5G 通信基站、调度中心、5G 机房、智能工厂机房等第一阶段基础设施建设。

### 4 云南绿色铝产业发展存在的问题

云南铝产业发展虽然收获一定成效,但仍然存在科学统筹发展和打造全产业链上力度不足,各项生产要素投入配备不足,绿色铝循环产业链仍未建立完善,实现产业的绿色高质量发展仍有较大差距。

#### 4.1 传统铝产业结构性矛盾突出

云南铝产业现仍处于原材料生产阶段,铝材转化率较低,铝产业存在大而不强的现象。铝加工产品仍处于较低层次,精深加工水平不高,高端铝合金产业发展滞后,产品附加值低。其中,在铝材生产方面,目前云南铝加工产品发展速度与电解冶炼相比,明显滞后;在铝加工产品方面,云南的铝加工产品由于自身科技含量较低,无法满足当前对高档铝制品的加工需求,生产的产品中拥有自主知识产权或能列入国家高新技术、高精度的产品相对较少。整个产业出现了较为明显的结构性矛盾,所生产的产品附加值较低。

#### 4.2 满足绿色铝生产配套基础设施存在不足

铝生产加工离不开大量的用电用气需求,随着云南绿色铝产能的不断投产,用电量也出现水涨船高的情况。随着未来的发展,极有可能成为云南省最大的电力负荷中心,这就给电力需求保障、输配电等方面提出了更大的挑战。考虑到当前全省天然气管网建设尚不完善,尤其是文山天然气管网建设相对滞后,当地铝材深加工无法得到充足的天然气保障,加之受困于国际及国内天然气价格波动,用气成本的提升加剧了铝产业的总体成本,对于产业链的拓展、延伸极为不利。而物流运输配套滞后则是制约绿色铝产业发展的另一瓶颈。结合全省的

交通基建情况,公路运输仍是云南省货运的首选,铁路、水路运输的相对缺乏,造成区域内运输方式单一,物流成本长期居高不下,加之云南绿色铝创新产业园、富宁绿色铝材产业示范园区配套的交通基础设施、物流枢纽建设滞后,导致云南绿色铝产业发展造受到交通基础设施的较大影响。

#### 4.3 铝产业专业技术人才和资金紧缺

绿色铝产业发展离不开专业技术人才的培养及稳定的资金支持。目前云南省铝产业人才培养方面,主要以外包培训、简单自主培养方式为主,短期来看,可基本满足初加工阶段的人才需求,但长期来看,产业延至精深加工阶段、实现产业的高质量发展需要大量的创新型高科技人才、冶金专业技术人才以及具备必要技能的产业工人,这类人才在当前云南省的人才培养方面存在较大缺口。加之科研平台与企业联系不够紧密,“产学研用”体系合力未能充分发挥,造成产业高水平技术人才培养乏力。在资金方面,铝深加工在用电扶持、园区筹建、用地报批等方面都有较大资金需求,尽管当前省级、各州市积极拓宽现有融资渠道,以科技金融试点大胆探索新的融资模式,但产业发展资金缺口仍然较大。科技投融资体系不全,资金来源渠道单一等系列问题,在很大程度上制约了云南省铝产业的高质量发展。

### 5 推进云南绿色铝产业高质量可持续发展的建议

#### 5.1 高位布局谋划,完善绿色铝产业发展顶层统筹设计

一是立足云南铝土矿、绿色水电资源优势,把握市场需求,按照“精深化、绿色化、智慧化”发展导向,联合相关职能部门,加快制定云南省绿色铝产业高质量发展规划编制,从而推动绿色铝全产业链资源联动整合,实现全省统筹发展。二是依托昆明国家高新技术产业开发区、昆明经济技术开发区、滇中新区等依据自身发展优势,发挥国家自由贸易试验区云南片区的先行先试作用,促进绿色铝创新集群发展。三是以文山州、红河州、昭通市、大理州为重点,开展“绿色铝”创新中心、科学中心、科学城等创建。

#### 5.2 强化科技赋能,汇聚国际一流的铝产业创新资源

一是加强创新体系建设,构建更加良好的创新生态环境,针对性解决创新资源在具体引进、留住中存在难点及问题;二是加快产业创新的国际化进

程,依托离岸研发、引进研发中心、建设海外研发分支机构等模式,增强与国际知名铝工业企业的深度合作;三是利用铝产业创新云南省实验室建设契机,通过创新机制与模式,充分发挥实验室资源汇聚功能,实现与国内外一流铝产业企业、研发机构的联合,吸引更多的国内外一流创新资源为云南省铝产业发展提供研发支撑;四是围绕铝产业(铝合金、铝材应用领域),引进一批国内领先企业和具有较好发展潜力的创新型企业,推进云南省铝工业产业链的延伸;五是围绕云南省铝工业发展研发创新的需要,引进一批海外人才、领军人才、杰青、长江学者等高层次人才。同时,创新人才培养与引进的机制,利用“一人一策”的方式引进一批世界知名的铝工业领域科学家落户云南。

#### 5.3 找准产业堵点,推进重点关键技术领域取得突破

针对云南省铝产业发展中“堵点”“卡脖子”问题,着力部署实施一批重大项目,精准发力,推进云南省铝产业重点关键技术领域取得突破。一是围绕铝基材料领域的微观结构与力学性能,铝合金的抗腐蚀,高端铝合金,尤其是航空和交通用7系和2系铝合金制备的基础理论问题,加大重大基础研究和应用基础研究项目的部署,联合国内具有较强实力的高校和科研机构共同实施,实施制约云南省铝产业发展在基础理论方面的突破;二是围绕氧化铝、电解铝生产制造中的节能降耗的绿色化技术,铝基材料领域的表面处理、涂层材料、热挤压加工技术,铝合金领域的高性能铝合金,如轮毂用铝合金、发动机用铝合金、航空用铝合金、大型交通用铝合金、铝空气电池等重点技术领域,部署一批重大专项和重点研发项目,通过“揭榜制”等形式充分利用国内外研发资源,以技术创新的突破引领云南省铝产业不断向产业链高端发展;三是加强铝工业发展中的环境保护和资源的综合利用,重点在氧化铝和电解铝制备中的节能减排关键技术、再生铝关键技术等重大技术的研究上取得突破,不断提升云南省铝工业发展的绿色化、资源化水平。在推进重点关键技术领域取得突破的基础上,鼓励高校、科研机构和企业积极申请国际专利授权,加大国际影响力与国际保护力度。

#### 5.4 加强“政产学研”,建设一批高水平多层次研发平台

依托云南省的高校、科研院所、铝产业领军与龙头企业,充分发挥“政产学研”体系作用,建设一

批具备高水平、多层次的研发创新平台。一是培育铝产业创新平台。立足云南绿色铝产业高质量发展目标,加快铝产业创新云南实验室推进步伐,在文山等地布局建设一批具有国内外一流研发实力的实验室。通过整合优势科研资源,使得云南省高校和科研院所在铝产业基础前沿、行业共性关键技术研发方面有所突破。二是构建铝产业创新联合体,通过培育发展与铝材料研究及应用产品开发相关的科技创新平台,积极跟踪全球铝产业科技创新发展进展,逐步完善铝行业节能与绿色标准体系。三是发挥企业创新的主体地位。给予竞争力强、经济效益好、示范带动作用明显的绿色铝高端发展龙头企业予政策支持,重点扶持高新技术企业为主的创新主体群,培育壮大科技型中小企业,依托“双创”建设,逐步在云南省打造大中小铝企业相互协同配合、共同发展的发展新格局。

参考文献

[1] 邓运来,张新明. 铝及铝合金材料进展[J]. 中国有色金属学

报,2019,29(9):2115—2141.  
[2] 余欣未,蒋显全,谭小东,等. 中国铝产业的发展现状及展望[J]. 中国有色金属学报,2020,30(4):709—718.  
[3] 许国栋,敖宏,余元冠. 可持续发展背景下世界铝工业发展现状、趋势及我国的对策[J]. 中国有色金属学报,2012,22(7):2040—2051.  
[4] 杜纪福,杨翠红. 中国电解铝行业产能过剩现状、成因及化解对策研究[J]. 科技促进发展,2018,14(5):331—337.  
[5] 国盛证券. 有色金属行业深度:铝途曙光已现 看好电解铝利润长期改善[EB/OL]. [2020-03-09]. [https://pdf.dfcfw.com/pdf/H3\\_AP202003101376056909\\_1.pdf?1583832175000.pdf](https://pdf.dfcfw.com/pdf/H3_AP202003101376056909_1.pdf?1583832175000.pdf).  
[6] 世铝网. 云南省水电铝材一体化发展的潜力、空间和主要推动举措[EB/OL]. [2018-12-03]. <https://news.cnal.com/2018/12-03/1543797726527873.shtml>.  
[7] 中国铝业. 云铝润鑫智能制造项目取得新成果.[EB/OL]. [2019-06-12]. <https://www.cnmn.com.cn/ShowNews1.aspx?id=410966&page=2>.  
[8] 云南网. 中国移动携手云南神火铝业、中兴通讯打造云南首个 5G + MEC 智能工厂[EB/OL]. [2020-06-03]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1668467802531436664&wfr=spider&for=pc>.

Research on the Development Status and Countermeasures of Green Aluminum Industry in Yunnan Province

HUANG Jie, DENG Si-yang

(Yunnan Academy of Scientific & Technical Information, Kunming 650051, China)

**Abstract:** Aluminum is a nonferrous metal which ranks second to steel in output and consumption in the world and is widely used. China is the world's largest aluminum producer, aluminum consumer and aluminum processing products manufacturing country. Yunnan's aluminum industry has formed a relatively complete industrial chain from mining and selection to alumina, aluminum smelting and aluminum processing, and the production capacity of electrolytic aluminum has reached one-fifth of the country. A relatively complete “industry-university-research” innovation system has been formed. With the application of scientific and technological information analysis method, an in-depth analysis of the current situation of the aluminum industry and scientific and technological innovation development in Yunnan Province is made, and some countermeasures and suggestions for the high-quality development of Yunnan's green aluminum industry are put forward, so as to assist Yunnan to build a strong industrial province.

**Key words:** aluminum industry; technological innovation; Yunnan; suggestions

# 基于 NBC 模型的电力变压器故障诊断

许 瑾<sup>1</sup>, 刘炫均<sup>2</sup>, 冯冠钦<sup>1</sup>

(1. 西南石油大学 电气信息学院, 成都 610500; 2. 四川长园工程勘察设计与有限公司, 成都 610063)

**摘要:**随着电力变压器朝着大容量、高电压、高负荷的方向发展,其结构也越发复杂,故障逐渐增加。当前广泛使用的改良三比值法在对电力变压器进行故障诊断的过程中,容易出现准确率低和漏判率高等问题。鉴于此,提出一种 NBC 模型,该模型将朴素贝叶斯网络和改良三比值法的优势结合,在对电力变压器当前状态数据和历史样本数据充分学习的基础上,利用朴素贝叶斯分类器对当前电力变压器故障的编码组合进行故障预测分类,将预测所得到的诊断结果进行排序整理输出,实现了对电力变压器各类故障的有效分类。仿真结果表明,该 NBC 模型能较好地适应电力变压器各类故障的诊断,故障综合诊断正确率为 95%,相较于改良三比值法,诊断准确率提升了 50%,具有较强的工程实用性。

**关键词:**变压器;改良三比值法;朴素贝叶斯网络;故障诊断;NBC 模型

**中图分类号:**TM407;TP18 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2021)10-0302-07

变压器作为电力系统中的核心设备,一旦发生故障,不仅会对电网正常供电造成严重影响,甚至会导致灾难性的后果。对电力变压器故障展开研究是电力系统安全可靠运行的前提。经过多年的发展,按照诊断方式可将变压器故障诊断方法分为传统诊断方法和智能诊断方法两大类<sup>[1]</sup>。

变压器故障诊断技术经过多年的发展,以油中溶解气体(dissolved gas analysis, DGA)技术<sup>[2]</sup>为基础的传统诊断方法得到了大面积的应用。文献[3]基于改良三比值法,对变压器故障状态进行评估;文献[4]以大卫三角形为理论基础,采用有限元法中三节点三角形插值方法构造分配函数,优化诊断结果;此外,国内外还有许多以 DGA 技术为基础的离线诊断法也得到了广泛使用,如 LCIE 判断法、气体图形法、道奈堡判断法、大卫斯三角元素法、杜威三角形法、坐标法(简化杜威法)、德国四比值法、电协研法(日)、溶解气体解释表、气体比值的图示法、Lagorejer 判断法、CE 两比值法等<sup>[5]</sup>。虽然单一的传统诊断方法凭借其简单的诊断原理和适应性得到了大范围应用,但诊断结果却易受到自身过于绝对化的诊断模式和多种客观因素的影响,导致其对某些故障的诊断分类存在较大问题。例如,文献[6]对 1 750 台变压器的 DGA 数据使用改良三比值法进行诊断诊断后发现,改良三比值法虽然对过热故障有着较为理想的诊断效果,但对放电

故障漏判率高达 62.41%,对联合故障的漏判率及错判率都较高。

随着计算机技术的发展,在传统诊断方法的基础上,针对变压器故障诊断的智能诊断方法应运而生。文献[7-8]对专家系统的数据库进行优化,用于变压器故障的智能诊断;文献[9]对萤火虫算法进行改进并结合小波神经算法,改变了变压器故障诊断效率低的问题;文献[10]基于思维进化算法对模糊神经网络进行全局优化,用于变压器故障的诊断评估;文献[11-12]将贝叶斯网络(Bayesian network, BN)引入到变压器状态评估中,为变压器的状态检修提供有效的决策支持;除此之外,还有一些以 DGA 技术为基础的智能诊断模型得到了一定范围的应用,如支持向量机、人工免疫、灰色理论等<sup>[1,13]</sup>。虽然这些智能诊断方法在一定程度上促进了变压器故障诊断的发展,但是这些诊断方法自身也存在一定的局限性,对故障信息完整度要求高、诊断时间长、学习能力差、适应性不高、节点复杂导致使用门槛高等缺陷都限制了这些智能方法的大范围应用<sup>[14]</sup>。

为了快速有效地对变压器常见故障进行诊断,并兼顾其适应性和使用门槛,现将朴素贝叶斯网络(Naive Bayesian network, NBN)引入到变压器故障诊断中,与当前应用最为广泛的改良三比值法相结合,提出了一种适用于变压器故障诊断的朴素贝

**收稿日期:**2021-03-08

**基金项目:**南充市科技战略合作项目(18SXHZ0011)。

**作者简介:**许瑾(1980—),女,陕西商洛人,西南石油大学电气信息学院,副教授,硕士,研究方向为电能质量分析与控制。

叶斯网络分类器 (Naive Bayesian classifier, NBC)<sup>[15]</sup>模型。该 NBC 诊断模型可有效避免“编码对应故障”的绝对化诊断模式、偶然的外部客观因素和人为主观因素的影响,并在提高变压器故障诊断的准确率和效率的同时还能防止漏判情况的出现。除此之外,该模型还保留了 NBN 在诊断结构、学习能力、分类效率、数据处理等方面的优势。最后,通过 MATLAB 平台对该模型进行仿真,验证该模型在变压器故障诊断方面的优势。

1 NBN 在故障诊断中的理论基础

BN 是目前不确定性知识的表达与推理领域中最有效的理论模型之一<sup>[16]</sup>。NBN 作为贝叶斯网络分类模型中最为简洁高效的一种<sup>[17]</sup>,可较好地适应变压器复杂多变的故障诊断情况。NBN 示意图如图 1 所示。

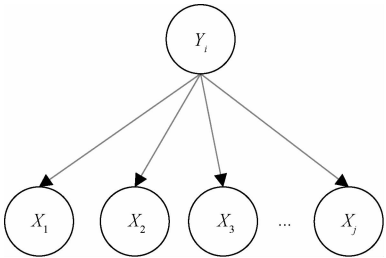


图 1 NBN 示意图

由图 1 可知,NBN 网络由 3 部分组成,分别为父节点、子节点与有向箭头。父节点为故障类型,其取值集合为  $Y=\{Y_1,Y_2,Y_3,\cdots,Y_i\}$ ;子节点为故障属性,其取值集合为  $X=\{X_1,X_2,X_3,\cdots,X_j\}$ ;有向箭头表示父节点与子节点间的从属关系。 $X$ 、 $Y$  集合中的变量均是离散化随机变量,变量间的取值相互独立,且个数为有限值。

NBN 的目标求解函数为

$$P(Y_i | X) = \frac{P(X | Y_i)P(Y_i)}{\sum_{i=1}^n P(Y_i)P(X | Y_i)} \tag{1}$$

式中: $X$  表示故障表象集合中不同属性  $X_j$  的取值; $Y_i$  表示某种故障类型。

NBN 结构简单灵活,可随时根据故障类型与表象间的联系变化而改变当前的网络结构,以保证预测的准确性。

2 基于 NBC 模型的变压器故障诊断

2.1 故障编码

电力变压器发生故障时,都会引起变压器绝缘油的裂解,产生氢气( $H_2$ )、甲烷( $CH_4$ )、乙烷( $C_2H_6$ )、乙

烯( $C_2H_4$ )和乙炔( $C_2H_2$ )等 5 种特征气体<sup>[18]</sup>,按照一定的编码规则,对不同的气体比值区间采用不同的编码取值,即可将每一种故障与不同的编码组合对应起来,这便是改良三比值法的诊断原理。改良三比值法虽然具有一定缺陷,但是其适应性、广泛性和简便性是其他诊断方法难以替代的,并且在中国现行的《变压器油中溶解气体分析和判断导则》(DL/T 722—2014)<sup>[19]</sup>中也是推荐使用改良三比值法对变压器故障进行判断,可见其在工程应用中的科学性。鉴于此,采用的故障属性编码规则见表 1。

表 1 编码规则

气体比值 $d$	比值范围编码		
	$C_2H_2/C_2H_4$ ( $X_1$ )	$CH_4/H_2$ ( $X_2$ )	$C_2H_4/C_2H_6$ ( $X_3$ )
$d < 0.1$	0	1	0
$0.1 \leq d < 1$	1	0	0
$1 \leq d < 3$	1	2	1
$3 \leq d$	2	2	2

由表 1 可知,NBC 模型的编码规则沿用了改良三比值法的编码方式,3 组特征气体比值分别对应 3 种不同的故障属性,不同故障属性取值由气体比值的大小决定。

故障类型集合及其编码见表 2。

表 2 故障类型

故障编码	对应故障
$Y_1$	热故障 $t < 300\text{ }^{\circ}\text{C}$
$Y_2$	热故障 $300\text{ }^{\circ}\text{C} < t < 700\text{ }^{\circ}\text{C}$
$Y_3$	热故障 $t > 700\text{ }^{\circ}\text{C}$
$Y_4$	低能放电
$Y_5$	电弧放电
$Y_6$	局部放电
$Y_7$	低能放电兼过热
$Y_8$	电弧放电兼过热

由表 2 可知,故障类型共有 8 组,与改良三比值法中编码组合所对应的故障一致。

2.2 NBC 模型

NBC 模型的诊断(学习)方式如图 2 所示<sup>[1]</sup>。由图 2 可知,NBC 模型的诊断步骤可分为两步:第 1 步,将先验 NBC 模型数据与当前故障信息相结合,得到当前故障编码组合可能的故障类型,在经过故障确认后,得到后验 NBC 数据;第 2 步,将第 1 步得到的后验 NBC 数据作为修正数据加入第 1 步的先验 NBC 模型数据中,得到新的先验 NBC 模型(模型

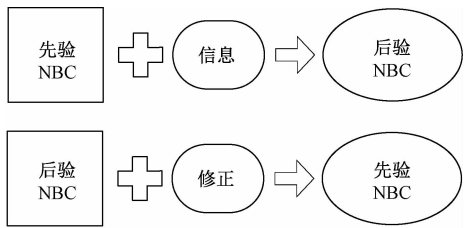


图 2 诊断方式

结构或数据库变化,又或是二者同时变化)。这种诊断方式既体现了 NBC 模型诊断的灵活性又在 NBN 的基础上加强了自我学习能力,使其拥有更强的适应性,具备应对更为复杂多变的诊断情况的能力。

根据表 1 与表 2 建立的 NBC 模型如图 3 所示。

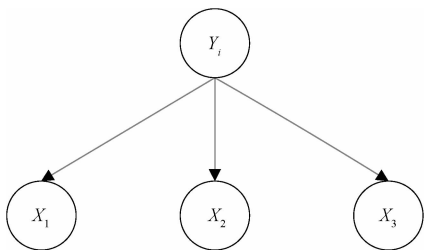


图 3 NBC 模型

根据图 3,可将式(1)变化为

$$P(Y_i | X_1, X_2, X_3) = \frac{P(X_1, X_2, X_3 | Y_i) P(Y_i)}{P(X_1, X_2, X_3)} \tag{2}$$

由于故障表象间属性独立,又可将式(2)变化为

$$P(Y_i | X_1, X_2, X_3) = \frac{\prod_{j=1}^3 P(X_j | Y_i) P(Y_i)}{P(X_1, X_2, X_3)} \tag{3}$$

又由于  $P(X_1, X_2, X_3)$  在诊断排序的过程中可被约减掉,因此式(3)又可简化为

$$P(Y_i | X_1, X_2, X_3) = \prod_{j=1}^m P(X_j | Y_i) P(Y_i) \tag{4}$$

式(4)所示的后验概率就是 NBC 模型求解的目标函数,即为该模型最终的故障诊断概率。

根据式(4)可得 NBC 模型的故障诊断步骤如下:

1) 先验概率。

$$P(Y_i) = \frac{N_i}{N} \tag{5}$$

式中:  $N$  表示训练样本总数;  $N_i$  表示故障类型为  $Y = Y_i$  的样本数量。

2) 条件概率。

$$P(X_j | Y_i) = \frac{N_i^j}{N_i} \tag{6}$$

式中,  $N_i^j$  表示训练样本中符合故障表象  $X_j = a(a = 0/1/2)$  和故障类型  $Y = Y_i$  时的样本数量。

针对  $N_i^j$  样本数量为 0 的情况,可用式(7)所示的概率计算公式,对条件概率进行计算。

$$P(X_j | Y_i) = \frac{\frac{1}{N}}{N_i + \frac{N_j}{N}} \tag{7}$$

式中,  $N_j$  表示故障表象为  $X_j = a(a = 0/1/2)$  的样本总数。

3) 后验概率。根据式(5)、式(6)和式(7)即可计算出式(4)所示的后验概率,即预测得到当前故障编码组合所对应的故障概率。

在模型的诊断过程中,充分运用了当前数据和故障信息,这样既避免了外部因素对故障诊断起到决定性的影响,也使得预测结果更为客观准确。

### 2.3 诊断流程

NBC 模型的诊断流程可分为数据编码读取、变量替换、错误检测、样本学习、结果推理、结果输出等 5 个主要步骤,诊断流程如图 4 所示。具体步骤如下:

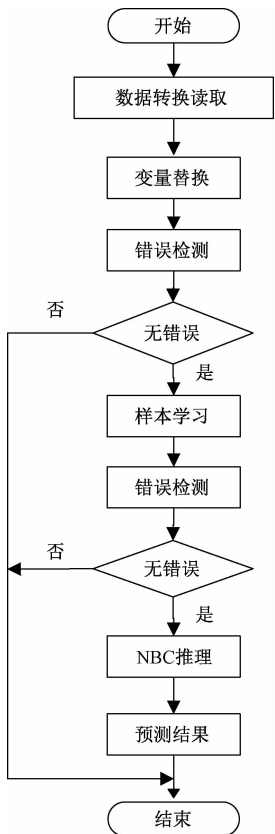


图 4 诊断流程

1)数据编码读取:利用表 1 与表 2 将原始的 DGA 数据集合按照标准格式编码排列[本文采用的是文本文档(.txt)格式],指明路径读取。

2)变量替换:将故障类型变量替换为计算机识别码,以保证故障类型的正确读取统计。

3)错误检测:对训练样本和测试样本中的错误进行检测提示,避免因样本错误造成最终的预测结果错误。

4)样本学习:对样本进行学习,统计  $N$ 、 $N_i$ 、 $N_j$ 、 $N_i^j$  等各项数据。

5)故障推理:将 4)中的各项统计数据代入 NBC 模型,按照故障诊断步骤对预测结果进行推理。

6)故障分析:对 NBC 模型的预测概率进行对照分析,得到电力变压器当前状态的最可能故障。

7)结果输出:对各个故障编码组合的故障预测结果按照 NBC 模型预测概率大小进行排序输出。

3 仿真及结果分析

3.1 仿真准备

仿真在 Windows10 操作系统, MATLAB R2018a 平台上进行。

仿真中采用的数据通过网络数据统计、电网公司检修案例以及公开发表的期刊论文中收集而来,共 406 组故障结论明确的变压器油中溶解气体的数据<sup>[2,20-22]</sup>,随机选取其中 40 组数据作为测试样本进行故障诊断,剩余 366 组数据作为训练样本。部分训练样本数据见表 3。

表 3 部分样本数据

序号	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>
1	321	189	210	132	165
2	219	179	152	105	131
3	61	80	18	25	8.1
4	62	292	154	375	9.2
5	103	685	209	453	25
6	110	691	211	462	35
7	13.9	13.8	10.3	2.6	1.11
8	47.8	11.8	0.25	3.7	14.3
9	174	24	9.3	29.3	64.4
10	152.6	22.9	4.91	5.09	76.56
11	63.03	11.3	2.2	2.04	6.56
12	82.29	14.1	3.14	2.87	16.78
13	106.42	82.24	28.33	42.74	14.92
14	118.81	78.28	30.47	43.43	15.97
15	32.08	106	15.49	38.6	8.62

训练样本中各类故障的数据分布见表 4。

表 4 训练样本数据分布

故障类型	样本数	故障类型	样本数
Y <sub>1</sub>	38	Y <sub>5</sub>	106
Y <sub>2</sub>	43	Y <sub>6</sub>	28
Y <sub>3</sub>	68	Y <sub>7</sub>	10
Y <sub>4</sub>	62	Y <sub>8</sub>	11

测试样本和训练样本数据的分布如图 5 和图 6 所示。

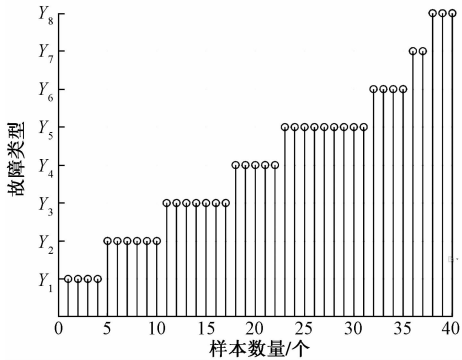


图 5 测试数据分布

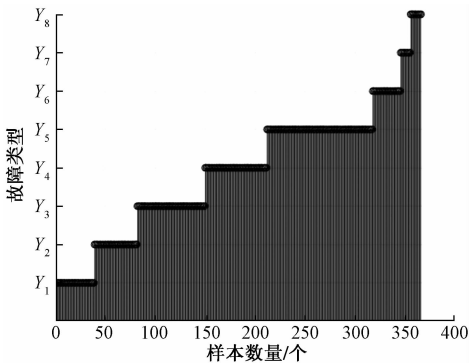


图 6 训练数据分布

由图 5 和图 6 可知,无论是测试数据还是训练数据都不是按照某一特定规则来分布的,造成这种现象的主要原因是实验数据来源的多样性。虽然仿真实验数据来源的多样性在一定程度上加大了变压器故障诊断的难度,但却更贴近变压器复杂多变的故障情况,这也让本实验比数据来源单一的变压器故障诊断实验更加具有代表性。

3.2 结果分析

3.2.1 改良三比值法

将上述 406 组故障结论明确的电力变压器油中溶解气体数据按照表 2 所示的编码规则进行编码组合后,使用改良三比值法对此数据集合进行诊断,详细的诊断结果见表 5。

表 5 诊断结果

类型	正确	错误	漏判	正确率/%	合计
$Y_1$	19	17	6	45.2	42
$Y_2$	23	19	7	46.9	49
$Y_3$	41	33	1	54.7	75
$Y_4$	12	43	12	17.9	67
$Y_5$	86	29	0	74.8	115
$Y_6$	1	31	0	3.1	32
$Y_7$	0	12	0	0	12
$Y_8$	1	13	0	7.1	14
综合	183	197	26	45.1	406

由表 5 可知,在对 406 组故障编码组合进行诊断时,改良三比值法的综合正确率仅有 45.1%。在对 3 种过热故障的诊断中,其综合正判率为 48.9%,且出现了不同程度的漏判;在对 3 种放电故障的诊断中,相较之下,对电弧放电故障表现出了较高的识别率,为 74.8%,对低能放电和局部放电故障的诊断准确率分别为 17.9%和 3.1%;在对两种联合故障的诊断中,对电弧放电兼过热的诊断正确率仅为 7.1%,而对低能放电兼过热的正判率更是只有 0%。由此可见,单一的改良三比值法在实际应用中的诊断效果并不理想。

3.2.2 NBC 模型

将上述的 366 组训练样本数据和 40 组测试样本数据导入到 NBC 模型的诊断程序,运行程序得到了表 6 所示的仿真结果和图 7 所示的诊断结果数据分布。

表 6 仿真结果

故障类型	测试样本数	正确数		正确率/%	
		NBC 模型	改良三比值法	NBC 模型	改良三比值法
$Y_1$	4	4	3	100.0	75.0
$Y_2$	6	6	3	100.0	50.0
$Y_3$	7	6	5	85.7	71.4
$Y_4$	5	5	1	100.0	20.0
$Y_5$	9	9	6	100.0	66.7
$Y_6$	4	4	0	100.0	0
$Y_7$	2	2	0	100.0	0
$Y_8$	3	2	0	66.7	0
合计	40	38	18	95.0	45.0

由表 6 和图 7 可知,在测试样本中,改良三比值法诊断的综合准确率为 45%,与表 5 中改良三比值法所示的诊断结果基本一致,可见本测试样本是具有一定代表性的。在对此测试样本进行的故障诊断中,NBC 模型取得了较好的分类效果。

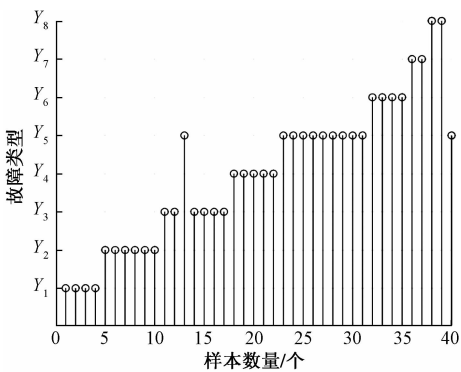


图 7 诊断结果数据分布

NBC 模型与改良三比值法相比:在对 3 种过热故障的诊断中,诊断准确率分别提高 25%、50%和 14.3%;在对 3 种放电故障的诊断中,诊断准确率分别提高了 80%、33.3%和 100%;在对两种联合故障的诊断中,诊断准确率分别提高了 100%和 66.7%。由此可见,本文所提出的 NBC 模型相较于当前使用广泛的改良三比值法在电力变压器故障诊断准确度方面具有更好的性能。除此之外,该 NBC 模型在数据格式统计正确的前提下,其仿真时间几乎可以忽略不计,相较于传统诊断方法的单一数据判断,该模型不仅可处理大量数据,而且在诊断时间上也具有较大的优势。

为进一步了解 NBC 模型的诊断效果,对分类中出现错误的故障编码信息进行了统计,具体见表 7。

表 7 错误统计

诊断方法	错判	漏判	合计
改良三比值法	17	5	22
NBC 模型	2	0	2

由表 7 可知,改良三比值法出现了严重的故障间误判,以及一定程度的漏判。NBC 模型虽然取得了较为理想的分类效果,但也出现了小范围的故障间误判。为弄清楚出现这种误判的原因,需要对各个编码组合的相对概率进行统计。由于在从式(3)到式(4)的变换过程中进行了简化处理,从而导致 NBN 最后的计算概率值偏小。因此,NBC 模型最后的预测概率值并不具备较强的参考价值,相对概率大小才是影响最终预测结果的决定性因素。鉴于此,将测试样本中每种编码组合的预测概率最大值作为统计的“基准值”。针对某个编码组合,处于“基准值”的故障类型,默认其故障发生概率为“1”,而将该编码组合以外的剩余各故障类型的预测概率值除以“基准值”,以表示相对概率大小。基于上



述理解,对仿真结果进行了相对概率的统计,结果如图 8 所示(横坐标的初始值为 1)。

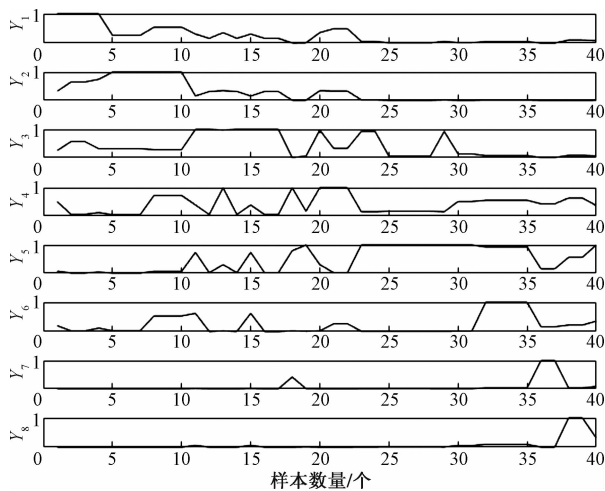


图 8 相对概率统计

对图 8 所示的统计结果进行横向对比可知,在同一故障类型下,对应着多种可能的编码组合;再对图 8 所示的统计结果进行横向对比可知,在同一编码组合下,同样也对应着多种可能的故障类型。因此,虽然改良三比值法将电力变压器故障划分为了 8 种类型,但其实故障类型间的物理区分并不明显<sup>[18]</sup>。当变压器发生 8 种故障类型中的任意一种时,在客观环境因素或人为主观因素等外界因素的影响下,均有可能使得变压器产生不同体积浓度的特征气体或是故障编码组合,对故障诊断产生严重干扰。在这种故障诊断背景下,若是采用单一数据或是单一诊断方法对变压器故障进行判断,缺乏必要的灵活性和自我学习的能力,极易出现故障间误判,难以适应变压器复杂多变的故障诊断情况。该 NBC 模型将 NBN 和计算机技术应用于变压器诊断,在数据处理、灵活性、自我学习和适应性等方面均具有较为理想的性能,为变压器故障状态的评估和检修提供了一种可靠、高效的诊断方法。

#### 4 结论

1)NBC 模型能够较好地适应电力变压器各类故障的诊断,故障的综合诊断正确率为 95%,相较于使用广泛的改良三比值法,诊断准确率提升了 50%,具有较为理想的诊断效果。

2)NBC 模型将 NBN 与改良三比值法的优势结合,既保证了模型的分类效率、学习能力、灵活性、稳定性和准确率,又确保了其在工程实际中的适应性。

3)NBC 模型在数据来源具有较大不确定性的

情况下,依旧取得了较好的诊断效果,可见该模型的泛化性能及其较高的实用价值。

4)NBC 模型不仅可用于油浸式电力变压器故障的预测诊断中,对其他油浸式设备的故障预测结果也具有一定的参考价值。

5)将 NBC 模型与 DGA 在线监测系统相结合,可进一步提高模型诊断的效率。油中溶解气体的检测精度仍然是制约模型诊断精度的重要因素,若与高精度检测方法<sup>[23]</sup>,如拉曼光谱检测<sup>[24]</sup>油中溶解气体技术结合使用,将会使得诊断精确度、准确度得到进一步提升。

#### 参考文献

- [1] 董冰. 基于贝叶斯网络的电力变压器故障诊断[D]. 抚顺: 辽宁石油化工大学,2019.
- [2] 明菊兰,钱洲亥,余璐静,等. 绝缘油中溶解气体在线监测装置自动校验评估及校准系统的研制[J/OL]. 电测与仪表, [2020-08-10]; 1-8. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/23.1202.TH.20200810.1622.006.html>.
- [3] 蔡昆. 基于改良三比值法的变压器油色谱在线监测应用研究[D]. 广州:华南理工大学,2018.
- [4] 苑津莎,秦英,何亚军. 变压器大卫三角形法故障诊断结果的基本信任分配函数研究[J]. 电测与仪表,2015,52(1): 13-18.
- [5] 操敦奎. 变压器油中气体分析诊断与故障检查[M]. 北京: 中国电力出版社,2005.
- [6] 蒲丽娟,刘念,刘航宇,等. 基于油浸变压器故障数据的 IEC 三比值统计分析[J]. 陕西电力,2015,43(5):41-44.
- [7] 索红军. 基于关系数据库的变压器故障诊断专家系统[J]. 科学技术与工程,2010,10(18):4503-4505,4520.
- [8] 李锋,夏立. 基于规则库的变压器故障监测专家系统[J]. 计算机科学,2016,43(S2):564-567.
- [9] 郝玲玲,朱永利. 改进萤火虫算法与小波神经网络相结合的变压器故障诊断[J]. 科学技术与工程,2019,19(31): 156-161.
- [10] 高金兰,陶国彬,赵玉峰. 思维进化优化模糊神经网络的变压器故障诊断[J]. 科学技术与工程,2011,11(13): 2957-2961.
- [11] 赵文清,朱永利,姜波,等. 基于贝叶斯网络的电力变压器状态评估[J]. 高电压技术,2008(5):1032-1039.
- [12] 熊卫红,谢志成,李兴东,等. 基于贝叶斯网络的变压器潜在故障概率评估[J]. 电气应用,2013(S2):706-710.
- [13] 郑蕊蕊,赵继印,赵婷婷,等. 基于遗传支持向量机和灰色人工免疫算法的电力变压器故障诊断[J]. 中国电机工程学报,2011,31(7):56-63.
- [14] 代杰杰,宋辉,杨祎,等. 基于油中气体分析的变压器故障诊断 ReLU-DBN 方法[J]. 电网技术,2018,42(2): 658-664.
- [15] 蒋良孝. 朴素贝叶斯分类器及其改进算法研究[D]. 北京:中国地质大学,2009.

[16] 苑津莎,何亚军,秦英. 一种基于改进贝叶斯分类器的基本信任分配构造方法[J]. 电测与仪表,2014,51(18): 34—38.

[17] 黄辉先,肖桂枝,阳敏. RST 和 NBN 用于电力变压器故障诊断[J]. 高电压技术,2009,35(7):1589—1594.

[18] 刘仲民,翟玉晓,张鑫,等. 基于 DBN-IFCM 的变压器故障诊断方法 [J/OL]. 高电压技术: 1-8 [2020-05-24]. <https://kns.cnki.net/KCMS/detail/42.1239.TM.20200311.1303.007.html>.

[19] 国家能源局. 变压器油中溶解气体分析和判断导则:DL/T 722—2014[S]. 北京:中国电力出版社,2014.

[20] 乔俊玲. 人工神经网络在变压器油中溶解气体分析中的应用研究[D]. 北京:北京交通大学,2008.

[21] 赵洋. 智能诊断方法在电力变压器故障识别中的应用研究[D]. 西安:西安工程大学,2018.

[22] DUVAL M, DEPABLOA. Interpretation of gas-in-oil analysis using new IEC publication 60599 and IEC TC 10databases [J]. IEEE Electrical Insulation Magazine, 2001,17(2):31—41.

[23] 魏云冰,王东晖,邵秋华,等. 一种电力变压器油中溶解气体的标定新方法[J]. 电测与仪表,2016,53(1):122—128.

[24] 李光茂,乔胜亚,朱晨,等. 表面增强拉曼光谱法检测油中甲醇[C]//中国物理学会光散射专业委员会. 第二十届全国光散射学术会议(CNCLS 20)论文摘要集. 北京:中国物理学会光散射专业委员会,中国物理学会光散射专业委员会,2019:274.

Power Transformer Fault Diagnosis Based on NBC Model

XU Jin<sup>1</sup>, LIU Xuan-jun<sup>2</sup>, FENG Guan-qing<sup>1</sup>

(1. School of Electrical Engineering and Information, Southwest Petroleum University, Chengdu 610500, China;  
2. Sichuan Changyuan Engineering Survey and Design Co., Ltd., Chengdu 610063, China)

**Abstract:** With the development of power transformer towards the direction of large capacity, high voltage and high load, its structure becomes more and more complicated, and its faults increase gradually. In the process of fault diagnosis of power transformer, the improved three-ratio method, which is widely used at present, is prone to the problems of low accuracy and high miss rate. Base on the current situation, an NBC model is proposed, which combines the advantages of Naive Bayesian network and the improved three-ratio method, not only retaining the advantages of naive Naive Bayesian network in diagnostic structure, learning ability, classification efficiency, data processing and other aspects, but also ensuring the adaptability of the model in practical engineering. The NBC model in the current state of power transformer sample data and historical data, on the basis of fully study, using the Naive Bayesian classifier for the current of power transformer fault prediction classification code combination, will predict the diagnosis of outcomes to sort the output, implements the effective classification of all kinds of power transformer fault. The simulation results show that the NBC model has great advantages in power transformer fault diagnosis compared with the improved three-ratio method. The comprehensive accuracy of fault prediction and diagnosis is 95%, which is 50% higher than the simple improved three-ratio method in power transformer fault diagnosis. The NBC model can diagnose all kinds of power transformer faults effectively and has strong engineering practicability.

**Key words:** transformer; improved three ratio method; Naive Bayesian network; fault diagnosis; NBC model

# 致密油藏长水平井衰竭式开发产量影响因素 及效果评价方法

——以玛 18/玛 131 区块为例

田 辉<sup>1</sup>, 张旭阳<sup>1</sup>, 易星宇<sup>1</sup>, 赵丹丹<sup>1</sup>, 刘志强<sup>1</sup>, 汪 洋<sup>2</sup>, 程时清<sup>2</sup>

(1. 中国石油 新疆油田分公司, 新疆 克拉玛依 834000;

2. 中国石油大学(北京) 油气资源与探测国家重点实验室, 北京 102249)

**摘要:**针对致密油藏开发特点,选取地质和工程共 7 个要素,采用相关性分析和灰色关联方法,明确了水平井稳定生产 3 个月和 2 年后的产量影响程度。引入有效长度比、单位压降累积采油量、年产量综合递减率等指标,确定了能表征水平井天然能量开发效果的 7 个评价指标。采用层次分析和现代模糊综合评判法,初步明确开发分类评判标准,确定评价指标之间的权重关系,据此构建水平井衰竭式开发综合评价体系。矿场实践结果表明新评价体系结果合理。

**关键词:**致密油藏;水平井;衰竭式开发;产量影响因素;开发指标;效果评价

**中图分类号:**TE348 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2021)10-0309-05

以鄂尔多斯盆地为代表的特低渗/致密油藏天然能量不足,需要采用注水/气补充能量的方式开采<sup>[1-4]</sup>。而以玛 18/玛 131 油田为代表的致密储层压力系数高,目前主要采用“长水平井多段压裂+衰竭式开发”方式投产<sup>[5]</sup>。但由于缺乏完备的评价指标体系,常规油藏开发效果评价指标和方法针对性不强、适用性不高,难以准确衡量该类油藏开发效果的好坏,极大制约了油藏的高效开发。

目前关于水平井开发效果评价方法的研究多数围绕注水开发展开<sup>[6-9]</sup>,针对长水平井衰竭式开发的研究较少。本文根据玛湖致密砾岩油藏长水平井开发动态特征,在压力变化规律、产量递减规律分析基础之上,综合考虑地质因素和工程因素,开展水平井产量影响因素分析,明确长水平井衰竭式开发产能主控因素。通过引入有效长度比、单位压降累积采油量、年产量综合递减率等指标,采用层次分析和现代综合模糊判断法,提出致密油藏长水平井衰竭式开发评价方法。

## 1 水平井产量影响因素

玛湖致密砾岩油藏在采用大规模体积压裂开发过程中,水平井产油量差异大,产能主控因素不

明<sup>[10]</sup>。因此,需要研究其体积压裂后水平井产量影响因素,明确各因素对玛湖致密油产量的影响权重,保障玛湖致密砾岩油藏得到经济有效地开发。水平井产量主要受到地质因素和工程因素影响<sup>[11]</sup>,表现为渗透率、压力系数、储层流体性质等地质参数的影响,水平段长度、油层钻遇率、井距等钻井参数的影响,以及加砂强度、加液强度、压裂液性能等压裂参数的影响。

在玛湖致密砾岩油藏生产规律分析基础之上,选取地层系数、孔隙度与含油饱和度乘积、一类油层长度、水平段钻遇油层长度、压裂段数、压裂液返排率及总加砂量 7 个要素,对比分析水平井稳定生产前 3 个月、2 年后平均日产量的影响程度。

绘制选取的 7 项影响因素和水平井不同生产时间内日产量的关系曲线,可以直观地展现相关性大小,定性分析水平井产能影响因素。以地层系数为例(图 1),可以看出水平井生产前期和后期产量均与地层系数有较强的相关性。为了更进一步地明确不同生产阶段的主控因素,采用灰色关联法,分析不同影响因素对不同生产阶段水平井日产油量的影响程度。

收稿日期:2021-04-30

基金项目:国家科技重大专项(2017ZX05013001)。

作者简介:田辉(1990—),男(回族),新疆伊犁人,中国石油新疆油田分公司,工程师,研究方向为油气田开发。

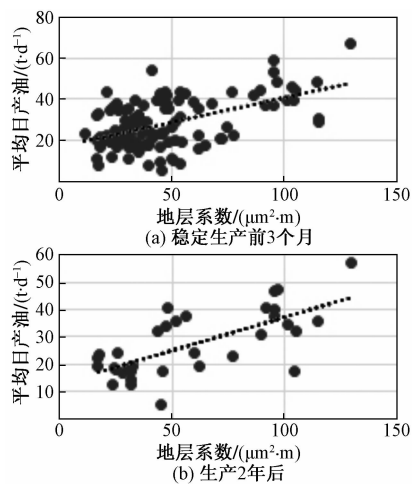


图 1 地层系数和水平井日产量间相关性曲线

表 1 各影响因素与水平井不同生产阶段平均日产量关联度及权重值

时间	影响因素	地层系数/ ( $10^{-3}\mu\text{m}^2\cdot\text{m}$ )	孔隙度*含 油饱和度/%	一类油 层长度/m	水平段钻遇 油层长度/m	压裂段数	压裂液返 排率/%	总加砂量/ $\text{m}^3$
稳定生 产 90 d	关联度	0.663	0.616	0.690	0.636	0.750	0.724	0.792
	权重	0.136	0.127	0.142	0.130	0.154	0.149	0.163
	排序	5	7	4	6	2	3	1
生产 2 年后	关联度	0.777	0.583	0.784	0.723	0.698	0.704	0.543
	权重	0.161	0.121	0.163	0.150	0.145	0.146	0.113
	排序	2	6	1	3	5	4	7

和地层压力下降较快。玛 18 井区位于玛西斜坡,油藏物性好、油层分布集中、地层能量充足;玛 131 井区位于玛北斜坡,油藏非均质性强、油层特征分布差异较大、地层能量充足。玛 131 井区动用难度相对更大。

考虑储层条件和渗流特征,开发评价指标可分为 8 个方面。根据《油田开发水平分级行业标准》(SY/T 6219—1996)以及各油田单位的相关行业、企业标准或规定,筛选了有代表性的油田开发效果评价指标,见表 2。

结合玛湖致密砾岩油藏实际矿场分析统计,对已有行业标准中的指标进行适应性分析,保留现有常规油藏水平井生产效果评价指标体系中的基础通用指标,对于不适应的指标,从同类型其他指标中筛选出适合的指标进行替换。针对性引入表征致密砾岩油藏长水平井衰竭式开发特点的新指标,建立评价体系,确定评价等级。

从储层物性、投产工艺和产量、压力变化 3 个方面,筛选出地层系数、有效长度比、压裂级数、压裂液返排率、年产量综合递减率、单位压降累积采油量和采油速度 7 个开发效果评价指标。这里重点探

选取玛 18/玛 131 井区部分水平井的数据,经过原始序列确定、数据无量纲化、关联系数计算、关联度计算 4 个步骤,得到各项因素影响权重,并根据权重大小对影响因素进行排序(表 1)。

灰色关联分析结果显示,水平井生产初期产油量主要受工程因素影响大,包括总加砂量、压裂段数和压裂液返排率等。而生产 2 年后,储层自身的地质因素对产油量影响更大,一类油层长度、地层系数、水平段钻遇油层长度关联度排序均在前列。

2 水平井衰竭式开发效果评价

玛 18/玛 131 井区所在的二叠系百口泉组致密油藏是玛湖致密砾岩油藏开发的重点,油藏埋深都超过了 3 000 m。在依靠天然能量开发过程中,产量

讨有效长度比、年产量综合递减率和单位压降累积采油量 3 个指标。

表 2 油田开发效果评价指标

指标分类	指标内容
注采井网完善 状况指标	水驱储量控制程度、水驱储量动用程度、注采对应率、注采井数比、井网密度等
注水状况评价 指标	注采比、注水量、存水率、水驱指数、耗水比、地层压力保持水平等、启动压力梯度
含水变化状况 指标	含水率、含水上升率、含水上升速度等
产量变化指标	采油速度、自然递减、综合递减、采油指数等
储采状况指标	储采平衡系数、储采比、剩余可采储量采油速度等
开采程度指标	地质储量采出程度、可采储量采出程度等
经济指标	经济增加值、产出成本、吨油操作成本等
能量指标	能量保持水平及能量利用程度综合

2.1 有效长度比

矿场实践表明水平井筒段并非都能产油或产液,这主要受地质和工程因素的制约<sup>[12-13]</sup>。沿井筒方向储层物性及含油的非均质性,使整个水平段产

油不均匀,甚至部分井段不产油;同时,钻完井对储层的污染、选择性完井(如选择性分段射孔完井、套管外分段封隔完井)等也会导致水平井产液不均匀。引入有效长度比这一指标,其表达式为

$$H_e = \frac{L_e}{L} \times 100\% \tag{1}$$

式中: $H_e$ 为有效长度比,%; $L_e$ 为有效贡献水平段长度,m; $L$ 为水平段射开长度,m。

有效水平段贡献长度可以采用水平井产液剖面测试的方法确定,然而由于井况、测试费用等问题,常常无法直接测得产液剖面。这时可以利用不稳定产量/压力数据,反演有效出液段的长度。

2.2 年产量综合递减率

年综合递减率反映了油田在某一阶段的地下油水运动状态及其对生产动态特征的影响,其大小是受日常生产调控措施人为因素和油藏开发阶段双重控制。年产油量综合递减率较大,说明原油产量是靠新井产量接替,但老井的开发效果没有得到改善,或是前期开发调整对老井没有影响;如果年产油量综合递减率较小,说明前期的油藏生产调控措施效果好,开发生产局面好转。年产量综合递减率可根据当年核实产油量扣除当年新井产油量后,除以上年底标定日产水平折算的当年产油量,其表达式为

$$a = - \frac{q_{o1} - (q_{o2} - q_{o3})}{q_{o1}} \times 100\% \tag{2}$$

式中: $q_{o1}$ 为上年底标定日产水平折算的当年产油量, $10^4$  t; $q_{o2}$ 为当年核实产油量, $10^4$  t; $q_{o3}$ 为当年新井产油量, $10^4$  t。

2.3 单位压降累积采油量

对于水平井衰竭式开发,由于无能量供给作用,天然能量的高低是决定开发效果重要的指标,现有的天然能量评价方法较多,然而天然能量大小最直接的反映即是压力和产量的变化,并且易于获得。引入单位压降累积采油量这一指标,其定义为地层压力每下降 1 MPa 累计采出的原油量,其表达式为

$$q = \frac{\Delta Q_o}{\Delta p} \tag{3}$$

式中: $q$ 为单位压降累积采油量, $10^4$  t/MPa; $\Delta Q_o$ 为油藏年采油量, $10^4$  t; $\Delta p$ 为油藏年地层压力变化值,MPa。

参照行业标准并参考相关油田开发实例及经验做法,结合油藏的实际地质特点及开发特征,制

定区块指标的评价取值范围,将开发指标评价取值范围的级别分为三级:I类、II类、III类(表 3)。

表 3 玛 18/玛 131 井区开发效果评价指标取值范围

评价指标	分类取值范围		
	I 类	II 类	III 类
地层系数/( $10^{-3} \mu\text{m}^2 \cdot \text{m}$ )	$\geq 7$	[3,7)	$< 3$
有效长度比/%	$\geq 25$	[20,25)	$< 20$
压裂级数	$\geq 22$	[17,22)	$< 17$
压裂液返排率/%	$< 20$	[20,35)	$\geq 35$
年产量综合递减率/%	$< 10$	[10,25)	$\geq 25$
单位压降累积采油量/( $10^4 \text{ t} \cdot \text{MPa}^{-1}$ )	$\geq 0.2$	[0.15,0.2)	$< 0.15$
采油速度/%	$\geq 1.4$	[0.7,1.4)	$< 0.7$

3 实例应用

玛 18 井区构造背景为南东倾单斜,倾角  $3^\circ \sim 4^\circ$ ,被两组逆断层切割,分成 5 个断块,断距 10~40 m,具备封闭性。玛 131 井区地层整体为一宽缓鼻状构造,目标区发育两组不同方向断裂,一组北东向,另一组为北西向,两组断裂在工区呈互相切割状形成 3 个断块。2015—2017 年在玛 131 井区开展了水平井+体积压裂开发试验,探索不同水平段长度、井距、压裂规模对产能的影响,形成了小井距示范区。各断块评价指标统计结果见表 4。

利用层次分析法建立玛 18/玛 131 区块的判断矩阵,并得到权重集。通过实际油田矿场资料统计,行业标准分析以及参考相关文献,对地层系数、有效长度比、压裂级数、压裂液返排率、年产量综合递减率、单位压降累积采油量、采油速度 7 项评价指标重要性进行了两两对比分析,建立了评价指标的比较矩阵(表 5)。

根据表 4,利用现代模糊综合评判法,构建玛 18/玛 131 井区模糊关系矩阵。将各开发动态指标的指标值  $F_i$  与其权值  $\omega_i$  乘积的累加值记作  $F$ ,叫作开发效果的判度。当  $F < 0.4$  时,开发效果差; $0.4 \leq F \leq 0.6$  时,开发效果中等; $0.6 \leq F \leq 1$  时,开发效果好。计算区块开发判度,评价结果见表 6。

$$F = \sum_{i=1}^n F_i \omega_i \tag{4}$$

评价结果显示,玛 18 井区开发效果整体好于玛 131 井区。玛 131 井区中,小井距示范区开发效果评价等级为中等,其开发效果判度值明显高于同区其他断块。可注重分析玛 18 井区的生产模式,以便在同区大范围推广生产,提高区块采收率。

表 4 玛 18/玛 131 井区各断块评价指标统计结果

区块	断块	地层系数/ (10 <sup>-3</sup> μm <sup>2</sup> ·m)	有效长度 比/%	压裂级数	压裂液返 排率/%	年产量综合 递减率/%	单位压降 累积采油量/ (10 <sup>4</sup> t·MPa <sup>-1</sup> )	采油速 度/%
玛 18	玛 18	8.87	31.79	16.92	33.07	23.30	0.17	1.25
	玛 6	6.50	—	10.50	14.45	0.18	0.08	0.48
	玛 604	12.31	24.64	16.33	33.26	5.56	0.16	0.59
	艾湖 013	7.32	25.71	18.71	24.39	17.32	0.12	1.59
	艾湖 1	6.66	25.03	17.18	18.77	11.62	0.18	1.46
玛 131	玛 133	1.90	23.16	21.31	49.00	28.03	0.13	1.43
	玛 131	1.68	21.95	22.70	30.79	30.46	0.11	0.76
	夏 72	1.10	—	22.10	47.86	26.39	0.26	0.13
	小井距示范区	3.01	11.20	27.58	7.01	—	0.21	—

表 5 玛 18/玛 131 井区开发效果评价指标判断矩阵及其权重

指标	地层系数	有效长 度比	压裂级数	压裂液 返排率	年产量综合 递减率	单位压降 累计采油量	采油速度	权重值
地层系数	1.00	2.00	3.00	3.00	0.50	0.50	3.00	0.16
有效长度比	0.50	1.00	3.00	2.00	0.67	0.67	3.00	0.14
压裂级数	0.67	0.67	1.00	1.00	0.67	0.67	2.00	0.10
压裂液返排率	0.67	0.50	1.00	1.00	0.50	0.50	2.00	0.09
年产量综合递减率	2.00	3.00	3.00	2.00	1.00	1.00	3.00	0.22
单位压降累计采油量	2.00	3.00	3.00	2.00	1.00	1.00	3.00	0.22
采油速度	0.67	0.67	0.50	0.50	0.67	0.67	1.00	0.07

表 6 区块开发效果判度及评价结果

项目	玛 18 井区					玛 131 井区			
断块名称	玛 18	玛 6	玛 604	艾湖 013	艾湖 1	玛 133	玛 131	夏 72	小井距示范区
F	0.60	0.63	0.54	0.61	0.56	0.33	0.34	0.32	0.45
评价结果	好	好	中等	好	中等	差	差	差	中等

4 结论

1)水平井产量主要受到地质因素和工程因素影响。工程因素对生产前期水平井产量影响更大,总加砂量、压裂段数和压裂液返排率影响程度相对更高。地质因素在水平井生产后期发挥更大的作用,一类油层长度、地层系数、水平段钻遇油层长度对产量影响较大。

2)考虑致密油藏长水平井衰竭式开发生产动态规律的特殊性,引入有效长度比、单位压降累积采油量、年产量综合递减率等指标,确定了能表征长水平井天然能量开发效果的 7 个评价指标,完善了致密油藏长水平井衰竭式开发效果评价方法。

3)使用层次分析法、现代模糊综合评判法构建水平井衰竭式开发综合评价体系,确定评价指标之间的权重关系。矿场实践结果表明新评价体系结果合理。

参考文献

[1] 赵向原,吕文雅,王策,等. 低渗透砂岩油藏注水诱导裂缝发育的主控因素——以鄂尔多斯盆地安塞油田 W 区 6 油藏为例[J]. 石油与天然气地质,2020,41(3):586—595.

[2] 李忠兴,屈雪峰,刘万涛,等. 鄂尔多斯盆地长 7 段致密油合理开发方式探讨[J]. 石油勘探与开发,2015,42(2):217—221.

[3] 程时清,汪洋,郎慧慧,等. 致密油藏多级压裂水平井同井缝间注采可行性[J]. 石油学报,2017,38(12):1411—1419.

[4] 樊建明,王冲,屈雪峰,等. 鄂尔多斯盆地致密油水平井注水吞吐开发实践——以延长组长 7 油层组为例[J]. 石油学报,2019,40(6):706—715.

[5] 李国欣,覃建华,鲜成刚,等. 致密砾岩油田高效开发理论认识、关键技术与实践——以准噶尔盆地玛湖油田为例[J]. 石油勘探与开发,2020,47(6):1185—1197.

[6] 李芳玉,程时清,雷启鸿,等. 特低渗透油藏水平井开发效果评价指标和分类评价方法[J]. 大庆石油地质与开发,2017,36(1):55—60.

[7] 朱卫红,周代余,冯积累,等. 塔里木油田典型油气藏水平井开发效果评价[J]. 石油勘探与开发,2010,37(6): 716—725.

[8] 曾保全,程林松,李春兰,等. 特低渗透油藏压裂水平井开发效果评价[J]. 石油学报,2010,31(5):791—796.

[9] 饶良玉,吴向红,李贤兵,等. 苏丹层状边水油藏水平井开发效果评价与对策研究[J]. 岩性油气藏,2011,23(5): 106—110.

[10] 许江文,李建民,邬元月,等. 玛湖致密砾岩油藏水平井体积压裂技术探索与实践[J]. 中国石油勘探,2019,24(2): 241—249.

[11] 罗天雨. 玛北致密砂砾岩油藏水平井压裂产能影响因素研究[J]. 中外能源,2016(21):39—45.

[12] HE Y W,QIN J Z,CHENG S Q,et al. Estimation of fracture production and water breakthrough locations of multi-stage fractured horizontal wells combining pressure-transient analysis and electrical resistance tomography[J]. Journal of Petroleum Science and Engineering, 2020, 194:107479.

[13] 秦佳正,程时清,何佑伟,等. 压裂水平井裂缝和水平井筒不规则产油试井分析[J]. 大庆石油地质与开发,2018,37(2):88—95.

Production Rate Influencing Factors and Evaluating Methods of Depleted Horizontal Wells in Tight Oil Reservoir:

Taking Ma 18/Ma 131 as examples

TIAN Hui<sup>1</sup>, ZHANG Xu-yang<sup>1</sup>, YI Xing-yu<sup>1</sup>, ZHAO Dan-dan<sup>1</sup>, LIU Zhi-qiang<sup>1</sup>,  
WANG Yang<sup>2</sup>, CHENG Shi-qing<sup>2</sup>

(1. PetroChina Xinjiang Oilfield Company,Karamay Xinjiang 834000,China;  
2. State Key Laboratory of Petroleum Resources and Prospecting, China University of Petroleum (Beijing),Beijing 102249,China)

**Abstract:** According to the characteristics of tight oil reservoirs, 7 factors that include geological and engineering aspects are selected, and the influence degree of production rate after 3 months and 2 years are determined by correlation analysis and grey correlation method. The effective length ratio, cumulative oil production per unit pressure drop and comprehensive decline rate of annual production are introduced to determine 7 evaluation indexes that can characterize the depleted development effect of horizontal wells. Analytic hierarchy process and modern fuzzy comprehensive evaluation methods are applied to preliminarily define the classification and evaluation criteria of depleted development of horizontal wells. The weight relationship between evaluation indexes is determined, and a comprehensive evaluation system for depletion development of horizontal wells is constructed. Field practices show that the results of the new evaluation system are reasonable.

**Key words:** tight reservoir; horizontal well; depleted development; influencing factors of production rate; development index; effect evaluation

# 基于振动控制的摩托车车架结构优化

雷 鹏, 黄国鹏, 贾志超, 刘进伟, 谭礼斌

(隆鑫通用动力股份有限公司, 重庆 400052)

**摘要:**主、副脚蹬的振动情况是评判摩托车振动舒适性优劣的重要参考。采用测试分析和计算机辅助工程相结合的方法,分析了引起某弯梁摩托车主、副脚蹬振动舒适性较差的根本原因,并依据相关的分析结果设计了控制该车振动的结构优化方案,利用振动测试试验对改进方案的科学性进行了验证。结果表明,结构优化后的车架与原车架相比,主脚蹬在高转速的共振特征被消除,副脚蹬在高速段的振幅急剧放大现象被明显减弱,优化方案有效,整车的振动水平得到较大提升。研究结果可为摩托车车架的结构优化提供参考。

**关键词:**摩托车车架;振动测试;模态分析;结构优化

**中图分类号:**U483 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2021)10-0314-06

驾乘人员主要依据人体能够直接接触位置,如主、副脚蹬,坐垫,手把等的振动,评价摩托车整车的振动舒适性优劣。对车架结构进行改进与优化,避免车架发生共振,保障整车的振动舒适性和行车安全性,是摩托车振动控制的重要课题。国内摩托车企业对于车架振动问题的结构优化主要还是按照传统的“试错”思路,根据工程师的经验积累对车架进行反复地修改和调整,这种方法的缺陷在于:改进方向不明确,可能带来优化的盲目性和结构改进的不合理性<sup>[1]</sup>;同时采取上述方式周期较长,时间成本高,效率低。在摩托车的生产应用阶段,用测试分析和计算机辅助工程相结合的方法,对车架进行振动分析与结构优化,可以在一定程度上克服传统设计的局限,找到车架结构改进设计的最佳方案,实现摩托车车架的振动最优设计,改善整车的振动舒适性,进而提高了企业的工程效率和市场竞争力,为企业摩托车车架的结构优化提供理论指导和工程经验积累。

随着摩托车用户的年轻化和个性化,国内外企业纷纷布局大排量、高性能的摩托车,这就对摩托车的振动舒适性和行驶安全性也提出更高的标准和要求。因此,开展摩托车的振动特性分析很有必要。车架振动分析最重要的是明确摩托车振动舒适性的评价标准。徐中明等<sup>[2]</sup>、龚康等<sup>[3]</sup>对摩托车的振动评价方法进行总结,提出了包含评价指标、评价方法及试验条件等在内的较为成熟的流程规

范。行业习惯于借助谐响应分析,了解车架的振动响应情况。张怡等<sup>[4]</sup>、陈亚娟等<sup>[5]</sup>分别以模态分析和频率响应分析为基础,研究了车架的结构特性与动态响应特性情况。雷刚等<sup>[6]</sup>探讨了以响应面法为基础建立的摩托车车架多学科多目标优化方案,为摩托车车架的结构优化提供了思路。上述文献的研究基本都仅局限于有限元分析手段,在实际生产应用中可能出现即使满足仿真设计要求也发生失效的现象,这并没有真正意义上实现工程化,无法进行进一步的验证分析与生产应用。

针对摩托车主、副脚蹬振动舒适性问题,本文以某款弯梁摩托车车架为研究对象,采用测试分析和计算机辅助工程相结合的技术手段,探讨摩托车车架的振动特性。具体的技术路线是:对原车进行客观的振动摸底测试,获得车架的共振点和发动机相应的转速;对车架进行振动特性研究,得到车架的模态频率及对应的振型;综合实车测试结果和模态振型结果,诊断整车振动较差的原因,有针对性地改进车架结构,并对改进前、后整车的振动情况进行对比分析,验证改进车架的振动控制效果。研究结果具有较强的工程化意义,可直接用于摩托车车架的结构优化。

## 1 原车振动原因分析与诊断

### 1.1 原车摸底测试

选择 LMS Test. Lab 数据采集与分析系统,对原车进行客观摸底测试,将测试结果用数据量化,

收稿日期:2021-05-31

**作者简介:**雷鹏(1991—),男,四川泸州人,隆鑫通用动力股份有限公司,技术中心 NVH 工程师,工程硕士,研究方向为车辆 NVH 控制。



以便于能够清楚地了解原车的振动异常情况。主要试验测点为主、副脚蹬,坐垫、手把。摩托车的坐标系设定为整车前进方向(X轴正向)、整车前进方向的左侧(Y轴正向)、整车竖直向上方向(Z轴正向),其中测试的是整车三轴向的振幅,主要关心的是竖直方向(Z轴向)的振幅。为分析由发动机单独提供激励时摩托车关键位置的动态响应情况,测试工况设置为摩托车原地静置、空档、发动机转速2 000~8 000 r/min的匀加速过程<sup>[7]</sup>。

由于本文所研究的摩托车振动舒适性问题主要集中在主、副脚蹬位置,故在测试及原因诊断时,重点分析主、副脚蹬的振动测试情况。图1为原车主脚蹬位置的振幅曲线。从图1(a)中可以看出,左主脚蹬位置,在中、低2 000~6 500 r/min转速区间振动控制较好,振幅曲线比较平滑,其线性度较好,但到6 500 r/min附近,左主脚蹬与车架发生共振,振幅急剧放大,振幅由2g急剧增大到4.5g,对应的一阶频率为108 Hz。从图1(b)中可以看出,右主脚蹬位置,由于摩托车右侧安装有消声器,受到消声器振动的影响,整体振幅均比左副脚蹬要大,在中、低速2 000~6 500 r/min转速段,其振幅曲线同样较为平稳,到6 500 r/min左右,有较强的共振现象出现,振幅快速放大,最大共振峰值接近10g,对应的一阶频率为108 Hz。

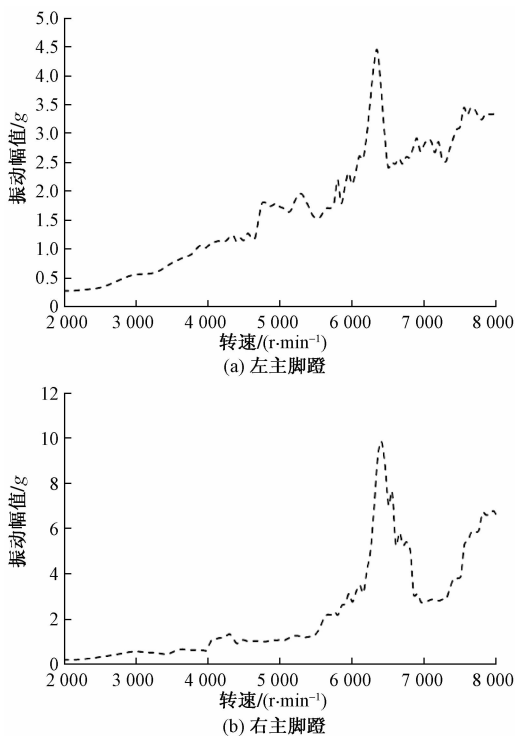


图1 原车主脚蹬振幅曲线

图2为原车副脚蹬位置的振幅曲线。从图2中可以看出,左、右副脚蹬位置,在中、低速2 000~6 500 r/min转速段,其振幅曲线比较平滑,振动控制平稳,振幅基本维持在3~4g左右,其中左副脚蹬,在高速段7 500 r/min附近,共振明显,振幅急剧放大,幅值由4g急剧增大到16g,对应的二阶频率为250 Hz;右副脚蹬在高速段7 000 r/min,存在共振特征,对应的二阶频率为233 Hz。

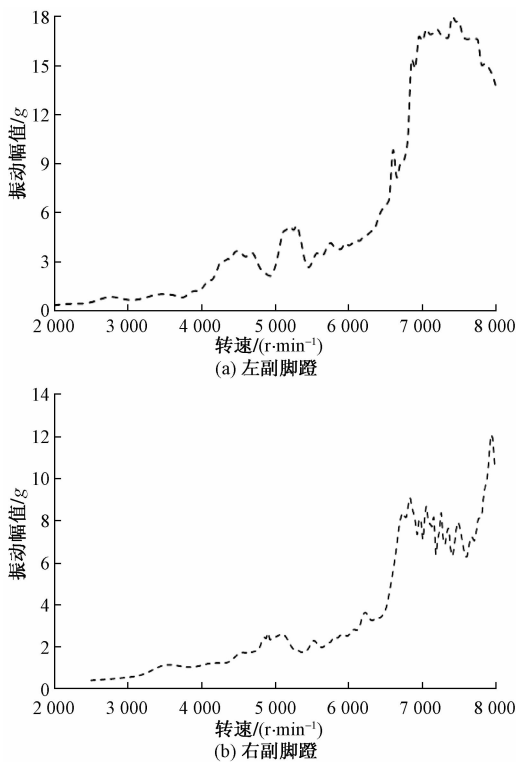


图2 原车副脚蹬振幅曲线

1.2 模态分析理论基础

对于车架而言,模态分析的本质上是车架结构简化为一多自由度模型。对某一线性系统,其动力学微分方程<sup>[8-10]</sup>可表示为

$$M\ddot{x} + C\dot{x} + Kx = f(t) \tag{1}$$

式中: $M$ 、 $C$ 、 $K$ 分别表示系统的质量矩阵、阻尼矩阵、刚度矩阵; $\ddot{x}$ 、 $\dot{x}$ 、 $x$ 分别表示系统各点的加速度响应向量、速度响应向量、位移响应向量; $f(t)$ 表示激励力向量。模态分析就是根据系统的特征方程组,求解出系统各阶的模态频率和振型<sup>[11]</sup>。对于无阻尼系统,令 $C=0$ , $f(t)=0$ ,则式(1)变化为

$$M\ddot{x} + Kx = 0 \tag{2}$$

特征方程为

$$|K^2 - \omega^2 M| = 0 \tag{3}$$

求解式(3)可得  $n$  个不相等的特征方程根: $\omega_1^2, \omega_2^2, \dots, \omega_n^2$ ,其算术平方根即为系统的固有频率  $\omega_{ni}$

值,求解式(2)每个特征根对应的特征向量 $\{X\}$ 为主振型。

1.3 有限元建模和模态分析

图 3 为某款弯梁摩托车的车架几何模型。该车架主要由转向立管、主弯梁、左右上支撑梁、左右上支撑梁、后叉等管材焊接而成。采用有限元软件 Hyper Mesh 对车架进行有限元建模,为提高仿真分析的效率,缩短求解周期和成本,在保证能够准确反映车架实际动态特性的条件下,对车架几何模型进行合理地简化,突出分析需要重点关心的车身部件<sup>[12-14]</sup>。简化后的车架主体大部分是规则的等壁厚管件,忽略车架上油箱悬挂支承、加强板等边缘处的冲压,对等壁厚构件抽取中面,并采用 Shell 单元模拟;对非规则的构件如转向立管、主脚蹬等构件,采用 Solid 单元模拟;把发动机考虑为一个质点,采用与质心位置一致的质量点 Mass 模拟;忽略焊接的影响,各构件之间采用 Rbe2 单元刚性连接,并赋予单元相关的属性参数。表 1 为车架单元材料的属性参数<sup>[15]</sup>。

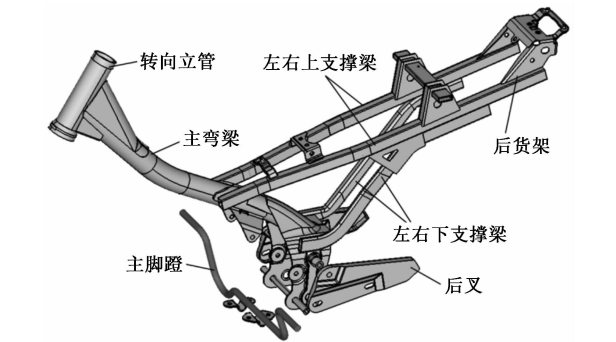


图 3 原车车架几何模型

表 1 材料基本属性参数

参数	材料	弹性模量 E/MPa	密度 $\rho$ / ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ )	泊松比 $\mu$
选取	Q235 优质钢	$2.05\times10^5$	$7.85\times10^3$	0.3

采用兰索士法(Lanczos)求解系统的特征值和特征向量<sup>[16]</sup>。仿真分析时,边界条件设置为自由模态分析,对车架不施加任何的约束和外部载荷。对于小排量摩托车,选取感兴趣的 0~260 Hz 作为其计算的频段范围,提取车架的前 12 阶非刚体模态固有频率,计算结果见表 2。

表 2 原车车架前 12 阶固有频率

阶数	1	2	3	4	5	6	7
频率/Hz	96	110	111	115	121	135	139
阶数	8	9	10	11	12		
频率/Hz	156	205	222	232	252		

1.4 振动原因诊断

为分析主脚蹬振动问题的原因,在模态计算时重点关注主脚蹬的模态振型,综合考虑主脚蹬的实际安装情况,将其约束简化在发动机质心位置。模态分析结果为车架的第 2 阶(110 Hz)、第 3 阶(111 Hz)、第 3 阶(113 Hz),均是主脚蹬的局部模态。图 4 为主脚蹬第 2 阶振型示意图,振型主要表现为脚蹬的竖直上下剧烈摆动,该方向也是驾驶员舒适性最敏感的方向。根据图 1 的测试数据分析可知,主脚蹬位置在 6 500 r/min 存在明显共振特征,振幅急剧放大,对应的一阶频率为 108 Hz,忽略建模简化部分车架构件误差的影响,可推断:摩托车主脚蹬在 110 Hz 附近存在 3 阶固有频率,均与车架弯曲模态频率比较接近,在发动机激励下与车架发生共振,导致主脚蹬在发动机高转速工况下 6 500 r/min 的剧烈振动。

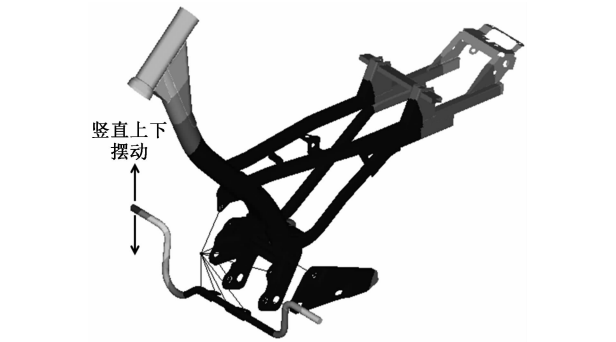


图 4 主脚蹬第 2 阶振型(110 Hz)

同理,根据图 2 的测试数据分析可知,左副脚蹬位置在 7 500 r/min 存在明显共振特征,振动突然放大,对应的二阶频率为 250 Hz,右副脚蹬在 7 000 r/min 发生共振,对应的二阶频率为 233 Hz。图 5 为车架第 12 阶振型示意图。车架在第 12 阶固有频率(252 Hz)、11 阶固有频率(233 Hz),振型均表现为车架尾部整体弯曲,左右上支撑梁内外张紧运动,最大位移变化发生在左右上支撑梁与副脚蹬连接位置。副脚蹬通过螺栓与车架的左右上支撑梁刚性连接,与车架发生共振,将随车架左右上支撑梁的内外张紧运动而抖动,进而引起副脚蹬的振动舒适性问题。

用户的骑行感受、模态分析结果和原车的测试结果,三者的吻合度较好,所建立的有限元模型能够很好地反映车架的振动特性,有限元模型简化合理,计算结果可靠,可利用它进行车架结构优化方面的理论计算。

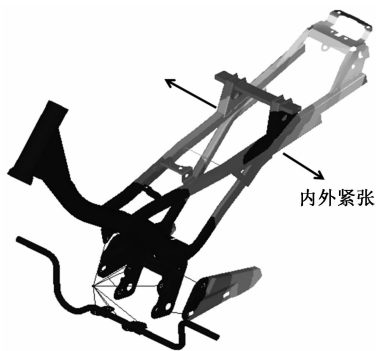


图5 车架第12阶振型(252 Hz)

## 2 车架结构改进设计

### 2.1 主脚蹬振动改进设计

对主脚蹬振动进行改进设计,应设法避开或减弱共振,常用的方法有<sup>[17]</sup>:①改变主脚蹬的模态频率,避开发动机的激励;②合理优化传动系参数,降低发动机转速。对比以上两种方法,方法②需要调整激励源发动机的内部结构,生产和时间成本太高,不利于优化方案的实施,故本文选择方法①。要提高主脚蹬的抗振水平、减弱主脚蹬对外界激励的响应,主要是提高结构刚度或增加主脚蹬自身质量。增加重量与车架的轻量化设计相悖,故采取的优化方案如图6所示,具体为:沿着主脚蹬支管周围焊接一层0.5 mm厚的金属蒙皮,增强主脚蹬的刚度,改善主脚蹬的模态特征值。

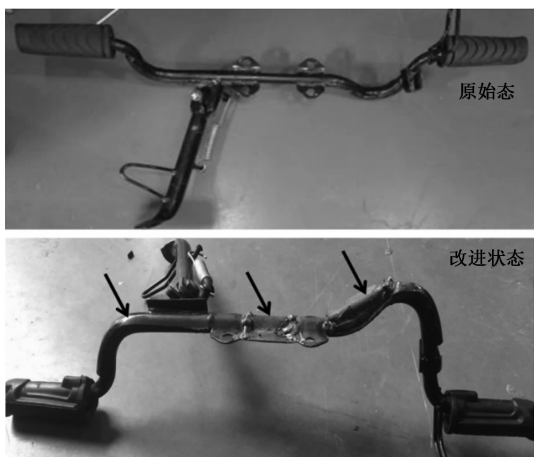


图6 主脚蹬结构优化

从模态频率和振型看,改进之后,主脚蹬的刚度加强,模态频率密度和响应量均降低,其第1阶模态频率提高到126 Hz左右,避免与车架的固有频率相耦合,主脚蹬在110 Hz上下摆动的局部模态基本消失,结构改进设计明显改善主脚蹬的固有动态特性。

### 2.2 副脚蹬振动改进设计

副脚蹬的振动问题是:副脚蹬与车架的左右上支撑梁刚性连接,将伴随着左右上支撑梁的内外张紧运动而振动。为了避免或者减弱左右上支撑梁的振型运动,选择的优化方案如图7所示,具体为:在车架的左右上支撑梁靠近副脚蹬安装位置的中间,焊接一根 $\phi 20 \times 2$ 优质碳素钢材料的“方形管”横梁,以增强车架左右上支撑梁之间的连接刚度。



$\phi 20 \times 2$ 方形管横梁

图7 副脚蹬位置的车架结构优化

从模态频率和振型看,改进前、后车架在该阶的固有频率变化不大,均为252 Hz左右,但左右上支撑梁之间内外张紧运动的位移变化量明显减小,这样就针对性的抑制了左右上支撑梁之间内外张紧的运动趋势,进而减弱了副脚蹬的剧烈振动。

## 3 试验验证

为了验证整车的振动改善效果,对改进优化后的整车再次进行振动测试,并对改进前、后的测试结果进行对比分析。

图8为原车与改型车各测点的振动对比的振幅曲线图。从图8(a)、(b)中可以看出,改进设计后,左、右主脚蹬在6 500 r/min共振特征被消除,改型车在常用转速段振动线性度控制较好,无明显共振特征出现,振幅变化平稳,振动改善效果明显。

从图8(c)、(d)中可以看出,改进设计对副脚蹬的异常振动抑制效果非常显著,左副脚蹬在高速段7 500 r/min附近的共振急剧放大现象被明显减弱,最大共振振幅由18g下降到10g,降幅为45%,其余转速段振动控制良好,振幅曲线平滑上升。右副脚蹬在7 000 r/min的共振峰值也得到显著衰减,由9g下降到5g。

从图8(e)、(f)中可以看出,车架结构经过优化设计后,手把、坐垫等位置的振动趋势与原车相似,

振幅变化较为平缓,并维持在较低的振动水平,同时改型车在整体上振幅比原车也有不同程度的降

低,振动情况有所改善。驾驶员的骑行感受是改型车的振动减轻,振动舒适性优于原车。

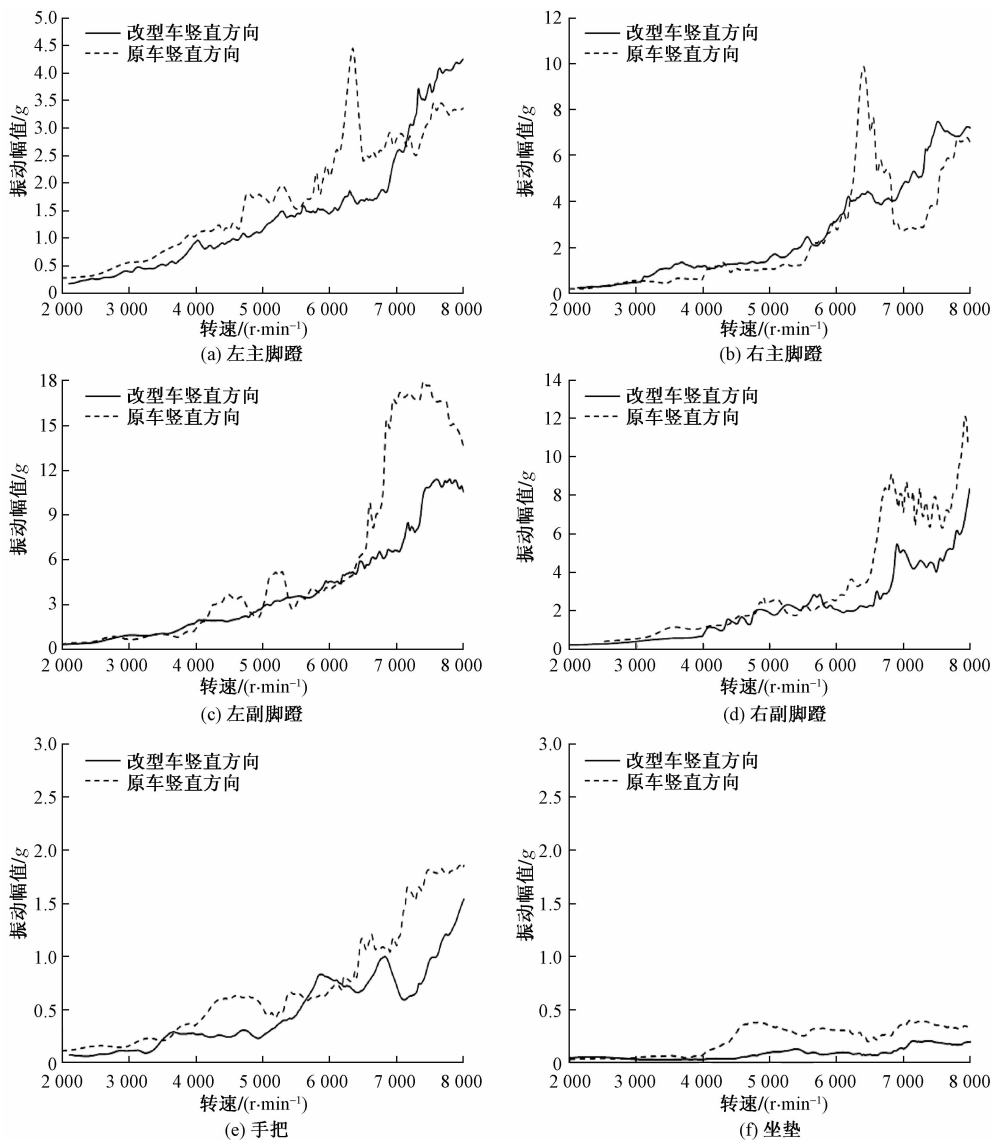


图8 原车与改型车各测点振幅曲线

## 4 结论

1)针对某弯梁车主、副脚蹬的振动舒适性问题,采取沿着主脚蹬支管周围焊接一层0.5 mm厚金属蒙皮的方式,提高主脚蹬的固有频率,避免与车架发生共振;在车架左右上支撑靠近梁副脚蹬安装位置中间焊接一根 $\phi 20 \times 2$ 的“方管型”横梁,以增强车架左右上支撑相互之间的刚度,抑制副脚蹬的振动。

2)同原车架相比,改进车架主脚蹬在高转速的共振特征被消除,副脚蹬在高速段的共振急剧放大现象被明显减弱,整车的振动舒适性得到较大改善。车架改进方案经济、合理,振动优化效果显著。

3)采用有限元分析和测试分析相结合的技术

手段,逻辑清晰、技术路线完整,可为企业解决类似的工程问题提供理论参考。

## 参考文献

- [1] 陈亚娟,贾志超.摩托车车架轻量化优化设计[J].机械强度,2014,36(3):479—482.
- [2] 徐中明,张志飞,黄泽好,等.摩托车平顺性评价研究[J].汽车工程,2007,29(2):160—164.
- [3] 龚康,廖云,贾志超.摩托车振动舒适性测试与评价[J].小型内燃机与摩托车,2013,42(5):36—40.
- [4] 张怡,饶建强.摩托车车架振动和模态分析及改进设计[J].现代制造工程,2015(3):51—54.
- [5] 陈亚娟,孙玉臻,何先华.基于频率响应分析的发动机主倾角优化计算[J].摩托车技术,2016(1):34—38.

[6] 雷刚,赵鹏,刘圣坤. 基于振动特性的多学科多目标摩托车优化[J]. 机械设计,2012,29(10):63—66.

[7] 黄国鹏,贾志超,雷鹏,等. 摩托车车架振动控制与优化[J]. 装备制造技术,2019(10):219—221.

[8] 王凯,张仕民. 压裂车车架动态特性分析[J]. 科学技术与工程,2017,17(11):346—351.

[9] 弓可,余陵,汪杰. 基于 Pro/E 和 ANSYS 的某航空发动机转子模态分析[J]. 科学技术与工程,2012,12(31):8313—8316.

[10] 姜磊,李美求,华剑,等. 压裂泵高压排出管汇的振动特性分析及测试[J]. 科学技术与工程,2019,19(22):143—148.

[11] 杜洋,刘昕辉,王志明. 基于 Hyper Works 的齿轮泵泵体模态分析[J]. 北华大学学报,2011,12(6):716—719.

[12] 陈亚娟,孙敏,高旭. 摩托车车架的模态与刚度灵敏度分析[J]. 摩托车技术,2013(4):34—37.

[13] 陈娜娜. 大型矿用自卸车车架结构有限元建模研究[J]. 科学技术与工程,2015,15(1):309—314.

[14] 杨玉栋,李立顺,张成林,等. 基于 UG 的折叠式叉车车架有限元静态分析[J]. 科学技术与工程,2009,9(8):2175—2178.

[15] 陈涛,韩致信. 6470 型 SUV 车架的静态分析与模态分析[J]. 科学技术与工程,2010,10(2):565—568.

[16] 徐中明,张志飞,汪先国,等. 摩托车车架模态特性分析[J]. 小型内燃机与摩托车,2006(6):29—31.

[17] 张志飞,徐中明,贺岩松,等. 摩托车振动分析与改进[J]. 重庆大学学报,2008,31(4):355—359.

Structure Optimization of Motorcycle Frame Based on Vibration Control

LEI Peng, HUANG Guo-peng, JIA Zhi-chao, LIU Jin-wei, TAN Li-bin  
(LONCIN Motor Co. ,Ltd. ,Chongqing 400052,China)

**Abstract:** The vibration of main and auxiliary pedals is an important reference to judge the vibration comfort of motorcycle. With the help of test analysis and computer aided engineering, the reasons for the poor vibration comfort of the main and auxiliary pedals of a curved beam motorcycle are diagnosed, and in order to control vibration, the corresponding structural improvement scheme are put forward and tested, and the scientific of the improved design scheme is verified by vibration test analysis. The results show that, comparing with the original frame, the resonance characteristics of the main pedal at high speed is eliminated, and the sharp amplification phenomenon of the secondary pedal at high speed is obviously weakened. The improved optimization scheme is effective, and the vibration level of the whole vehicle has been greatly improved. The research results can provide reference for the structure optimization of motorcycle frame.

**Key words:** motorcycle frame;vibration experiment;modal analysis;structural optimization

# 企业绿色技术创新内涵及影响机理评述

赖小东, 詹伟灵

(华南师范大学 经济与管理学院, 广州 510006)

**摘要:**梳理从技术创新到绿色技术创新的逻辑关系,从创新论、责任论、过程论与系统论等“四论”视角系统分析绿色技术创新的内涵,并在此基础上构建绿色技术创新影响因素的理论分析框架。基于国内有关文献检索梳理出绿色技术创新的研究脉络,对高频关键词分类提炼研究主题,对绿色技术创新研究的总体概况和趋势作出整体判断。对现有“影响因素”研究主题的成果进行分析总结,以揭示绿色技术创新影响因素及机理。

**关键词:**绿色技术创新;“四论”视角;影响因素;综述

**中图分类号:**F124   **文献标志码:**A   **文章编号:**1671-1807(2021)10-0320-08

生态环境在人类文明演变的过程扮演了至关重要的角色。随着生产力水平的提高、生活方式的变化,同时伴随着环境问题的升级,以及人与自然关系的思想演变,人类正由工业文明向新的环境文明阶段过渡<sup>[1]</sup>。迫使人类改变的生态环境问题咄咄逼人。在谋求发展还是走向毁灭的选择下,世界各国和地区都在寻求可持续发展之路。中国提出要深度参与全球环境治理,增强在全球环境治理体系中的话语权和影响力<sup>[2]</sup>。除了制度性和道义性话语权,科学话语权也是中国构建全球气候治理话语权的重要部分,提供科学数据支撑和技术支持的能力至关重要<sup>[3]</sup>。本文从技术创新的视角研究生态环境问题。

技术进步是经济持续增长的动力源泉,是提高经济发展质量的重要途径。创新是推动技术进步的内生动力,是经济发展的第一动力,也是一个国家在国际竞争中实现跨越式追赶和提升国际竞争力的重要途径。但技术是一把“双刃剑”<sup>[4]</sup>,所谓“成也技术,败也技术”,它是环境污染、气候变化和生态破坏等环境问题的“嫌疑犯”,也是解决环境和可持续发展问题的重要工具和手段<sup>[5-6]</sup>。集环境保护与技术创新于一身的绿色技术创新,被誉为“21 世纪最大经济机遇”和“资本加速器”,是联系经济发展与生态建设的桥梁,是实现产业变革和打破环境困局的关键技术之一,是未来解决“经济-环境”平衡

问题的关键<sup>[7-10]</sup>。

由世界经济论坛发布的《全球竞争力报告 2019》显示,中国总体排名第 28 位。其中创新能力排名第 24 位,虽有所提升,但仍受限于没有更激烈的竞争和更好的资源分配,未能打造一个更有效、更开放和更公平的国内市场。相较西方部分国家,中国在整体技术、关键技术创新和绿色技术创新水平仍有一定差距。主要表现在:①在节能减排方面,中国仍主要依赖于削减生产规模的“自然减排”,能源替代与技术进步对环境绩效的贡献不足<sup>[11]</sup>。在重大技术的获取、研发与推广上,中国还受到以美国为首的发达国家的科技围堵<sup>[12]</sup>。②在全球绿色专利分布中,欧美国家较早开始并完成了绿色专利的布局,中国的绿色专利数量在 2006 年后实现了跨越式增长,但在专利引用等质量指标上的表面还有待提高,且专利权人主体以高校和研究机构为主,不利于体现企业的需求以及成果转化<sup>[8]</sup>。

企业是低碳技术创新的重要参与主体,也是将低碳技术转化为生产应用的重要载体。企业的绿色技术创新行为是一个地区或国家绿色技术创新表现的基础,它的创新意愿与行动受到学者的广泛关注。在绿色经济的背景之下,面对政策高压与伦理约束,将环保与可持续理念融入企业发展战略是企业未来的必然选择<sup>[13]</sup>。正如 Esty 和 Winston 所

**收稿日期:**2021-06-18

**基金项目:**2020 年度广东省哲学社会科学规划“建设粤港澳大湾区”和“支持深圳建设中国特色社会主义先行示范区”专项课题(GD20SQ40)。

**作者简介:**赖小东(1974—),男,江西瑞金人,华南师范大学经济与管理学院,副教授,管理科学与工程博士,研究方向为环境经济、数量经济、技术经济和可持续建设项目管理,中国技术经济学会会员登记号为 I030001292M;詹伟灵(1994—),女,广西玉林人,华南师范大学经济与管理学院,硕士研究生,研究方向为绿色技术创新、数量经济。

说:“当今世界,没有哪个企业承担得起忽视环境问题的后果,无论是大企业还是小企业、本土企业还是跨国企业、制造业企业还是服务业企业”<sup>[14]</sup>。但由于低碳技术创新具有突破性、全球公益性和显著的外部性,且技术创新具有高风险的特性,企业缺乏低碳技术创新的内生动力。由此,理清企业绿色技术创新的影响因素,对推动绿色技术创新,进而推动国家生态环境目标的实现与可持续发展具有深刻的意义。

过去几年间,有关绿色技术创新的研究成果数量显著增长。但相比于环境研究和创新研究,该领域仍处于边缘地位<sup>[13]</sup>。许多综述文章对这个领域的研究成果进行了总结,包括综合性的综述<sup>[4,13,15-22]</sup>和针对某个主题如绿色技术创新驱动因素<sup>[23-24]</sup>、环境规制<sup>[7,25-27]</sup>等的综述。大部分综述所关注的成果主要是英文文献,如此也更能全面把握本领域的前沿。但中国对绿色技术创新实践有独特的探索,众多学者基于中国绿色发展和技术创新实践,积极探索了适合于中国国情的创新理论。本文对他们的研究成果进行梳理和总结,以期更好地激发绿色技术创新研究的理论创新与应用创新。

本文在技术创新绿色化分析的基础上,构建“四论”视角的绿色技术创新内涵全景图,在此基础上结合影响因素与被影响因素构建了绿色技术创新影响因素的分析框架。介绍文献的获取、简要分析早期研究的主要脉络以及采用文献计量的方法对绿色技术创新研究主题进行总结。从被影响因素的角度,将绿色技术创新活动分为“投入”“产出”和“效率”,来对文献进行分类评述。

## 1 绿色技术创新内涵分析

### 1.1 内涵:绿色+技术创新

现有文献对绿色技术创新的内涵有不同解释。为明确研究对象的逻辑和范围,本文将绿色技术创新解构为“绿色+技术创新”,沿着技术创新到绿色技术创新的逻辑顺序,对绿色技术创新内涵进行剖析。

早期创新思想主要指技术上的创新,关注生产技术和市场<sup>[28]</sup>。熊彼特<sup>[29]</sup>开创性提出创新概念,将技术创新区别于发明创造,认为技术创新是发明创造的商业化与产业化,是以企业为主体的、基于技术的、与经济结合的创造性活动。因此,获取经济效益是技术创新的根本目的,也是技术创新的出发点和归宿点。

随着社会发展和环境问题的出现,人们对技术

创新提出了除生产与市场以外的更高要求,即承担社会责任特别是环保责任。吴贵生和王毅<sup>[30]</sup>将技术创新定义为“由技术的新构想,经过研究开发或技术组合,到获得实际应用,并产生经济、社会效益的商业化全过程的活动”,其中的社会效益即体现了社会责任。绿色技术创新、低碳技术创新、环境技术创新和生态技术创新等概念,均体现了技术创新的环保责任,是技术创新对环境污染、能源消耗、全球变暖和生态破坏等问题的反思,是技术创新在经济效益与环境责任间的平衡。这些概念在文献中的使用各有侧重,其中“绿色技术创新”一词在国内的使用范围最广<sup>[31]</sup>,频率最高,故本文选取该词来概括广泛意义上的绿色技术创新。

### 1.2 绿色技术创新“四论”视角理论逻辑

以上分析仅强调了绿色技术创新的环保责任这一单个视角,若要对其内涵有更为全面的把握,还需要综合更多视角。李丹和杨建君<sup>[18]</sup>将对绿色技术创新的理解分为3个视角:目的论、过程论、系统论,为理解绿色技术创新内涵提供了一个可参考的同时可延伸的框架。为更好理解技术创新中的“新”,本文加入创新论视角;为突出绿色技术创新的外部性及其驱动力,本文将目的论拓展为目标与责任的二元结合论,简称责任论。故本文在“三论”视角的基础上引出“四论”视角,即创新论、责任论、过程论和系统论,进一步探索绿色技术创新的内涵。

#### 1.2.1 创新论

绿色技术创新具有创造性、新颖性。但对于新颖程度和范围,目前尚有争议。争议点主要在于新颖范围是在技术的首次改进或变革,还是在经济效益的首次实现,甚至是扩散后在其他经济主体中的应用。弗里曼等<sup>[32]</sup>和陈劲等<sup>[33]</sup>均强调了技术创新的首次商业化,而学者们也有关注技术创新源与扩散<sup>[34-36]</sup>。值得注意的是,熊彼特的创新决定经济周期的理论正是由技术扩散来解释的,而不是由新技术的首次局部应用解释的<sup>[37]</sup>。从企业层面来说,技术创新终止于首次商业化。而对于一个国家来说,技术扩散使得技术得以大范围应用,经济得以不断增长。如此来看,在宏观层面上,绿色技术创新的扩散也属于绿色技术创新的范围和过程。

技术扩散源于技术存量,技术存量源于技术流量,即狭义技术创新。对狭义技术创新与涵盖技术扩散的广义技术创新的区分尤为必要。技术流量来源于“研发”、“干中学”和“用中学”等学习模式。在技术引进到自主技术创新过程中,存在着不同学

习模式的动态转移,最终目标应是由研发学习模式主导的自主技术创新<sup>[38]</sup>。

1.2.2 责任论

目的论视角强调技术实施的目标,包括经济目标与环境目标<sup>[18]</sup>。如马媛等<sup>[31]</sup>将追求经济效益和环境效益相协调的技术创新活动,定义为绿色技术创新。但也有学者认为要看结果能否产生环境绩效来界定绿色技术创新<sup>[39]</sup>,如吴晓波等<sup>[35]</sup>将绿色技术创新定义为“能减少环境污染、原材料、自然资源和能源使用的技术、工艺或产品的总称”。更重要的是,用目的论来理解绿色技术创新,不能体现其外部性,即企业缺乏环保的内生动力。因此本文首先提出绿色技术创新责任论,再基于技术的经济利益追求事实,认为绿色技术创新是经济目标与环境责任的二元结合,以责任为目的是出发点,实现环境绩效是归宿点,都是绿色技术创新的有机组成部分。这体现了绿色技术创新既是利益驱动,也要责任驱动。只有在两者的共同驱动下,环境效益才会进入企业技术创新的目标。

1.2.3 过程论

过程论视角认为绿色技术创新是一个由各个阶段相互衔接而成的过程。不同的创新环节有不同的投入与产出,上一环节的产出是下一个环节的投入。陈劲等<sup>[33]</sup>从企业管理的角度,认为技术创新是“一个从新思想的产生,到研究、发展、试制、生产制造再到首次商业化的过程”。过程论所表达的含义是技术发明不是目的,经济效益和环境效益才是目的。

1.2.4 系统论

系统论认为绿色技术创新是一个系统。绿色技术创新内容不仅是对生产过程和产品或服务为主要创新对象的技术变动,也包括对组织架构、管理方式、商业模式以及营销手段的非技术创新<sup>[40]</sup>。宏观层面的绿色技术创新内容扩展到了社会经济制度和思想文化领域。创新主体也不仅有企业,还有政府、科研机构、金融机构和公众。可见绿色创新涉及多领域、多个主体,是一个开放复杂系统。小到企业创新系统,中到区域创新系统和产业创新系统,大到国家创新系统,它们在地理空间、创新对象、行为特征、要素特征等方面表现各有不同<sup>[41]</sup>。在系统的范围内,绿色技术创新的内涵不免被泛滥地扩张,甚至有些已经脱离了其本身的含义,但逻辑都是围绕着新技术与商业化运用的本质。

1.3 “四论”视角下的绿色技术创新影响因素及机理

创新论、责任论、过程论与系统论的四大视角

是相互支持、相互统一的,如图 1 所示。“四论”视角强调了创新论和责任论,它们体现了绿色技术创新的内涵与使命,是绿色技术创新过程的源头与终点。过程论与系统论都是围绕着创新论、责任论展开的,是为了达成经济目标与完成环境责任而必要的过程,以及各领域、各主体的协调配合。

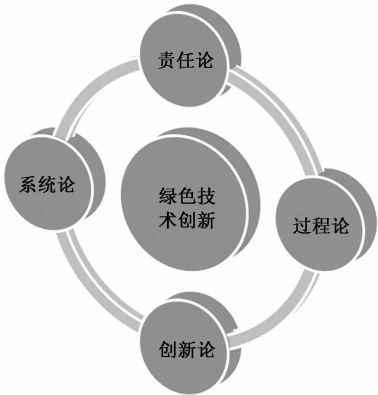


图 1 绿色技术创新内涵的“四论”视角

绿色技术创新的“四论”视角描绘了其影响因素研究的全景。本文从系统论与过程论来理解绿色技术创新影响因素,从创新论、责任论与过程论来理解被影响因素,结合影响因素与被影响因素来总结绿色技术创新影响因素的机理。

根据系统论,如图 2 所示,一个系统的绿色技术创新活动除了受本身意愿与能力的影响,也会受到更大层次因素的影响,如企业的创新活动受到产业环境、国内宏观环境和国际环境的影响。同时在系统内外,技术创新具有溢出性,表现为在科研机构与企业间、企业与企业间存在的溢出效应、地区与地区间存在的空间效应。根据过程论,后端环节的产出受其前端环节的投入和中间产出的影响,如图 3 所示。其中,结合前述创新论,有必要区分自主创新链与技术引进链,两者的技术路径不同但对新产品与经济环境效益等产出绩效的影响是重叠难分的。

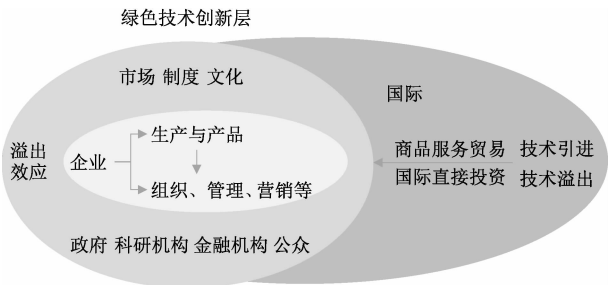


图 2 基于系统论视角的绿色技术创新系统层



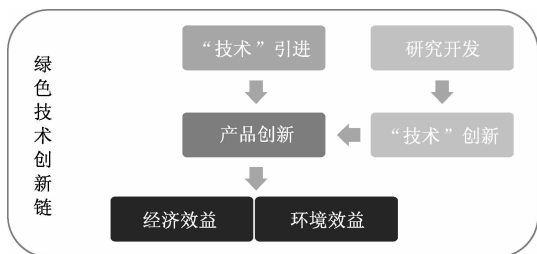


图3 基于创新论、责任论与过程论视角的  
绿色技术创新过程链

绿色技术创新影响因素研究的基础与前提是明确被影响因素,即采用什么指标来评价绿色技术创新活动或水平。如图3所示,创新过程链上任何一个环节的投入与产出,或跨环节的效率,都是对创新活动或水平的评价。其中,研究开发与“技术”引进等投入反映了“干不干”的问题,“技术”创新与产品创新等中间产出、经济与环境效益等最终产出反映的是“干得多少”的问题,投入产出效率反映的是“效率怎样”的问题。本文从被影响因素的角度,将绿色技术创新活动分为“投入”、“产出”和“效率”,来对文献进行分类评述。

## 2 研究对象及数据获取

本文从 CNKI 中国学术期刊网络出版总库中收

集文献数据。选择经济与管理科学文献分类,将检索的期刊范围限于《中文核心期刊总览》来源期刊和中文社会科学引文索引来源期刊(含扩展版),以“技术创新”作为主题词进行初次检索,再以“绿色”或“环境”或“生态”或“低碳”作为主题词进行精炼检索,如此本文在研究对象上区别于将文献范围限于狭义的“绿色技术创新”主题的综述文章,得到共 3 735 条绿色技术创新文献。

通过文献分析可以看到国内绿色技术创新早期研究的主要脉络。在绿色技术创新概念被提出之前,许庆瑞和王伟强<sup>[42]</sup>就研究了“技术-经济-环境”间关系,认为中国在产业技术发展中,应该融入环境意识以减少污染。而后吕燕和王伟强<sup>[43]</sup>在国内首次使用了绿色技术创新概念,分析了企业绿色技术创新的动因、过程模式。吴晓波和杨发明<sup>[35]</sup>从实证的角度出发分析了阻碍绿色技术的创新与扩散的主要因素。陈劲<sup>[44]</sup>提出了国家绿色技术创新系统的分析框架。上述学者率先开展的绿色技术创新相关研究,为中国在该领域研究打下了坚实基础。

关键词是文献主题的凝练,为概览绿色技术创新研究主题,利用 Sati 软件<sup>[45]</sup>对检索结果的关键词进行统计,得到关键词知识图谱如图 4 所示。

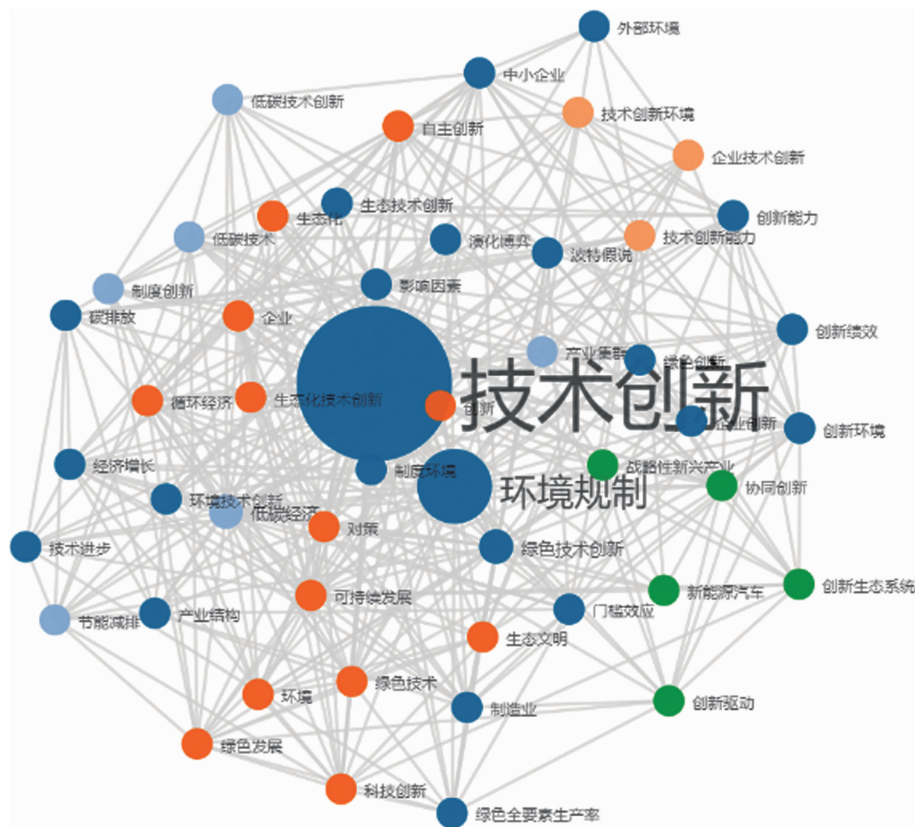


图 4 关键词知识图谱

对高频关键词分类,可将国内绿色技术创新研究主题归纳为表 1 所示分类。

表 1 基于高频关键词的绿色技术创新研究主题分类

序号	研究主题	高频关键词	累计频次/%
1	主题关键词	“绿色技术创新”“绿色技术”“技术创新”	10
2	影响因素研究	“环境规制”“影响因素”“创新环境”	6
3	绿色技术创新与宏观经济关系	“循环经济”“可持续发展”“低碳经济”	5
4	创新主体对象	“企业”“制造业”“战略性新兴产业”	2
5	创新系统研究	“创新生态系统”“协同创新”	0.5

在上述检索结果的基础上,再在“篇关摘”中以与影响因素研究相关联的词语,如“影响”“因素”“驱动”“机制”“机理”和“促进”等,进行精炼检索,得到 2 432 条结果。影响因素关键词频次高、研究成果多体现了它被关注度高。影响因素研究是揭示绿色技术创新规律、寻找绿色技术创新路径的基础研究。国内关于绿色技术创新影响因素研究的综述<sup>[19, 46-47]</sup>多从影响因素的角度来分类,较少考虑绿色技术创新本身,以及其内涵与其影响因素的联系。由此,本文将结合前述“四论”视角,重点探讨绿色技术创新影响因素理论,进一步对上述所收集到的文献进行归纳和总结。

3 绿色技术创新影响因素

3.1 绿色技术创新投入影响因素

市场的绿色化需求和环境政策对企业创新意愿与行动的作用尤为重要。规制、激励和需求会改变企业面临的机会成本与利润函数,从而影响企业决策。市场是绿色技术创新实现经济效益的场所,借助市场机制可以驱动企业加入绿色技术创新投入、优化绿色技术创新要素的配置效率。绿色化需求对绿色技术创新具有重要的拉动作用。然而相较于政策因素,国内现有文献对市场因素研究偏少,对绿色产品交易、环境权益交易、绿色技术交易等市场的作用机制缺乏深入的探讨。

研究开发是自主“技术”创新环节的开端,其投入具有相对独立性,较能反映绿色技术创新意愿与能力<sup>[48]</sup>。理论上,可根据目的从研发投入中划分出绿色技术创新研发投入,但实证研究中,难以收集到相应的数据。故关于绿色技术创新研发投入的影响因

素的实证研究成果稀少。企业的研发活动通常是以需求为导向,以提高市场竞争力、获得创新收益为目的<sup>[49]</sup>。何小钢<sup>[50]</sup>的研究发现研发政策与环境规制能诱发绿色技术创新研发及其市场化应用。

企业外部压力和激励是促使企业进行绿色技术创新的重要影响因素,但企业不只是被动地选择,而是走出了一条“被动治理到主动管理”的道路<sup>[51]</sup>。许庆瑞等<sup>[52]</sup>认为“自主创新能力演化不单纯是企业主动选择、或被动适应环境的行为,而是一种主动选择与被动适应相互作用的结果”。陈劲等<sup>[53]</sup>首次提出有意义的创新,体现了科技与人性相统一的哲学思考,它使企业挣脱出短期利益追逐,主动聚焦中长期收益和外部社会福利。

技术引进研究主要集中在国与国之间的国际技术转移。改革开放之初,就有学者提出在坚持自力更生的同时,也要学习国外的先进技术<sup>[54]</sup>。丁元煦<sup>[55]</sup>吸取日本工业发展的经验,提出技术引进要与技术创新相结合。该文献<sup>[55]</sup>被认为是“国内管理学期刊上第一篇技术创新主题研究的论文”<sup>[28]</sup>。技术引进包括技术贸易、进口和利用国际直接投资三条途径<sup>[54]</sup>。国际直接投资被认为是先进技术转移最显著的途径<sup>[56-57]</sup>,也是绿色技术创新研究中最关注的技术溢出途径。随着技术进步路径向自主创新的转移,近年来国内关于技术引进的经验研究较少,对技术引进的驱动力也缺少系统研究。技术差距论等技术转移理论把技术转移的动因建立在纯技术因素之上,而石峰<sup>[58]</sup>则认为技术转移是一种经济行为,其动机是对物质利益的追逐。

3.2 绿色技术创新产出影响因素

根据经济目标与环境责任的二元结合论,绿色技术创新最终的基础评价标准是经济与环境效益。此外,社会效益也是学者关注的维度。荣诚<sup>[59]</sup>提出生态技术创新是经济、社会和生态效益三者的统一,此“三元”综合效率的分析框架得到许多学者的认可与继承,毕克新等<sup>[60]</sup>依此三方面构建了评价指标体系来评价中国省级绿色工艺创新绩效,进一步的影响因素实证研究表明环境管制强度和技术购买强度具有显著的正向影响,市场竞争激烈程度和内部市场需求具有显著的负向影响。

研究开发阶段的“技术”产出是受到广泛关注的中间产出。研发投入无法细分到绿色技术领域,而专利可按其技术领域归类,具有天然的优势<sup>[61]</sup>。专利产出和研发投入之间存在很强的关联<sup>[62]</sup>,此外专利产出还受到其他因素的影响。贾军和张伟<sup>[63]</sup>

实证分析了绿色和非绿色技术知识存量对绿色和非绿色技术专利产出的影响,结果表明技术路径依赖特征均较明显。叶琴等<sup>[64]</sup>研究了命令型和市场型两类不同环境规制工具对节能减排技术专利产出的影响。杨国忠和席雨婷<sup>[65]</sup>的研究表明企业绿色技术创新活动受到融资约束的影响。齐绍洲等<sup>[66-67]</sup>的研究表明,风险投资对新能源企业的专利产出具有显著的正向影响,排污权交易试点政策提升了企业的绿色专利申请占比。王班班和赵程<sup>[61]</sup>检验了经济、科技、制度、对外开放、政策、区域六大方面的因素指标对绿色专利申请量与占比的影响,结果表明重要促进因素是经济增长、研发投入和政策引导。

溢出性是技术创新的一个重要特征,是导致报酬递增从而使经济获得持续增长的根本原因<sup>[68-69]</sup>。关于溢出效应对技术创新产出的影响,肖仁桥等<sup>[70]</sup>的研究表明中国工业企业绿色科技研发和成果转化两个阶段产出均具有溢出性,表现在研发投入对邻近地区绿色专利产出有正向影响,产学研合作会提升本地区新产品项目产出,绿色专利申请量对相邻地区新产品销售收入、绿色 GDP 存在正向溢出效应。毕克新等<sup>[71]</sup>采用结构方程模型检验了 FDI 流入对国内制造业绿色技术创新产出的影响。

3.3 绿色技术创新效率影响因素

技术创新效率测度的核心是确定技术创新投入与产出的变量指标,特别要注意的是投入产出效率的阶段跨度,不同阶段跨度的效率的含义及其影响因素也会有所不同,然现有文献对分阶段效率的研究较少。不同于技术创新,绿色技术创新效率评价一般将能源消费和工业废水、固体废物排放量作为投入或非期望产出。从创新主体上看,企业微观层次的效率研究较少,多为行业或区域层次的效率评价和影响因素研究。华振<sup>[72]</sup>测量了从研发投入到技术市场交易的省级绿色技术创新效率。韩晶<sup>[73]</sup>测量了从研发投入到专利实际授权的区域效率,在此基础上研究外资投资、产业结构、环境规制和技术市场发展对创新效率的影响。

从绿色技术创新过程链来看,绿色技术研发投入水平对研发的投入产出效率具有规模效应。王惠等<sup>[74]</sup>分析了研发投入强度对高技术产业绿色创新效率的双重门槛效应。从绿色技术创新系统层来看,行业或区域的创新效率受到国家宏观层面制度和政府调控行为等的影响,也受到国际贸易与投资的影响。景维民和张璐<sup>[75]</sup>考察了环境管制及对

外开放对绿色全要素生产率的影响。陈超凡<sup>[76]</sup>的研究表明较高的技术水平、合理的产权结构能显著提高绿色全要素生产率。梁圣蓉和罗良文<sup>[77]</sup>检验了国际研发投入、跨国技术转移、FDI、OFDI 和进口贸易等 5 条渠道的研发资本技术溢出与绿色技术创新效率的关系。陈晓等<sup>[78]</sup>以能源消费总量与新产品产值的比值衡量绿色技术创新,研究了环境规制和政府补助对它的分别作用与共同作用,分别作用表现为环境规制存在“U”形效应,政府补助的直接效应为负,共同作用表现为政府补助正向调节了环境规制对绿色技术创新的影响,两个因素对绿色技术创新产生积极效应。

4 结论

基于创新论、责任论、过程论和系统论等 4 个视角,从分析绿色技术创新内涵出发,构建影响因素研究框架,对绿色技术创新影响因素展开了系统分析。研究发现“四论”视角是理解绿色技术创新内涵及其影响因素的可行框架。绿色技术创新是复杂的、全方位的、高层次的和多角度的系统工程。中国在产业结构转型升级的背景下,需要加强从“四论”视角开展更多的理论与实践应用的研究,以进一步为推进绿色技术创新的发展寻找发力点,为实体经济的高质量发展提供理论依据。

参考文献

[1] 叶文虎. 论人类文明的演变与演替[J]. 中国人口·资源与环境, 2010, 20(4): 106—109.

[2] 习近平. 推动我国生态文明建设迈上新台阶[J]. 求是, 2019(3): 4—19.

[3] 李强. “后巴黎时代”中国的全球气候治理话语权构建: 内涵、挑战与路径选择[J]. 国际论坛, 2019, 21(6): 3—14, 155.

[4] 杨发明, 吴光汉. 绿色技术创新研究述评[J]. 科研管理, 1998(4): 3—5.

[5] FORAY D, GRÜBLER A. Technology and the environment: An overview[J]. Technological Forecasting and Social Change, 1996, 53(1): 3—13.

[6] 包庆德, 邱滢霞. 绿色科技: 生态时代的规范与学界研究的进展[J]. 科学学研究, 2006(S2): 448—453.

[7] 郭英远, 张胜, 张丹萍. 环境规制、政府研发资助与绿色技术创新: 抑制或促进? ——一个研究综述[J]. 华东经济管理, 2018, 32(7): 40—47.

[8] 华连连, 张涛嘉, 王建国, 等. 全球绿色技术专利创新演化及布局特征分析[J]. 科学管理研究, 2020, 38(6): 149—158.

[9] IPCC. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change; Contribution of Work-

- ing Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [M]. Cambridge and New York: Cambridge University Press, 2007: 19–21.
- [10] FISCHER D. Challenges of low carbon technology diffusion: Insights from shifts in China's photovoltaic industry development[J]. *Innovation and Development*, 2012, 2(1): 131–46.
- [11] 李涛. 资源约束下中国碳减排与经济增长的双赢绩效研究——基于非径向 DEA 方法 RAM 模型的测度[J]. *经济学(季刊)*, 2013, 12(2): 667–692.
- [12] 池志培. 美国对华科技遏制战略的实施与制约[J]. *太平洋学报*, 2020, 28(6): 27–42.
- [13] ODURO S, MACCARIO G, NISCO A D. Green innovation: a multidomain systematic review[J]. *European Journal of Innovation Management*, 2021.
- [14] ESTY D C, WINSTON A S. Green to gold: How smart companies use environmental strategy to innovate, create value, and build competitive advantage[M]. New Haven: Yale University Press, 2006: 18.
- [15] OZUSAGLAM S. Environmental innovation: a concise review of the literature[J]. *Vie & Sciences De l'entreprise*, 2012, 191–192(2): 15–38.
- [16] SHI Q, LAI X. Identifying the underpin of green and low carbon technology innovation research: A literature review from 1994 to 2010[J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2013, 80(5): 839–864.
- [17] 张静, 周巍. 绿色创新研究进展综述[J]. *科技管理研究*, 2015, 35(8): 232–237.
- [18] 李丹, 杨建君. 国内绿色技术创新文献特色及前沿探究[J]. *科研管理*, 2015, 36(6): 109–118.
- [19] 吴德军. 绿色创新国内外研究动态[J]. *会计之友*, 2019(16): 2–7.
- [20] 姚娟, 李华晶, 商迪. 绿色技术创新研究评述与实践启示[J]. *生态经济*, 2020, 36(8): 49–56, 113.
- [21] 高红贵, 朱于珂. 绿色技术创新研究热点的动态演变规律与趋势[J]. *经济问题探索*, 2021(1): 52–69.
- [22] TAKALO S K, TOORANLOO H S, PARIZI Z S. Green innovation: A systematic literature review[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2021, 279: 122474.
- [23] ZUBELTZU-JAKA E, ERAUSKIN-TOLOSA A, HERAS-SAIZARBITORIA I. Shedding light on the determinants of eco-innovation: A meta-analytic study[J]. *Business Strategy and the Environment*, 2018, 27(7): 1093–103.
- [24] BOSSLE M B, DUTRA DE BARCELLOS M, VIEIRA L M, et al. The drivers for adoption of eco-innovation[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2016, 113: 861–72.
- [25] AL-SALEH Y, MAHROUM S. A critical review of the interplay between policy instruments and business models: greening the built environment a case in point[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2015, 109: 260–70.
- [26] 王班班. 环境政策与技术创新研究述评[J]. *经济评论*, 2017(4): 131–148.
- [27] LIMA SILVA BORSATTO J M, BAZANI C L. Green innovation and environmental regulations: A systematic review of international academic works[J]. *Environmental Science and Pollution Research*, 2020.
- [28] 尹西明, 李楠, 陈万思, 等. 新中国 70 年技术创新研究知识图谱分析与展望[J]. *科学学与科学技术管理*, 2019, 40(12): 19–34.
- [29] 约瑟夫·熊彼特. 经济发展理论——对于利润、资本、信贷、利息和经济周期的考察[M]. 北京: 商务印书馆, 2017: 75–76, 101.
- [30] 吴贵生, 王毅. 技术创新管理[M]. 北京: 清华大学出版社, 2009: 2–5.
- [31] 马媛, 侯贵生, 尹华. 技术创新的演变: 从传统到绿色[J]. *科技管理研究*, 2014, 34(19): 11–5.
- [32] 克利斯·弗里曼, 罗克·苏特. 工业创新经济学[M]. 北京: 北京大学出版社, 2004: 7.
- [33] 陈劲, 陈钰芬. 企业技术创新绩效评价指标体系研究[J]. *科学学与科学技术管理*, 2006(3): 86–91.
- [34] 许庆瑞, 王伟强, 吕燕. 中国企业环境技术创新研究[J]. *中国软科学*, 1995(5): 16–20.
- [35] 吴晓波, 杨发明. 绿色技术的创新与扩散[J]. *科研管理*, 1996(1): 38–41.
- [36] 杨发明, 许庆瑞, 吕燕. 绿色技术创新功能源研究[J]. *科研管理*, 1997(3): 57–62.
- [37] 傅家骥. 技术创新学[M]. 北京: 清华大学出版社, 1998: 15.
- [38] 陈劲. 从技术引进到自主创新的学习模式[J]. *科研管理*, 1994(2): 32–41.
- [39] DRIESSEN P H, HILLEBRAND B. Adoption and diffusion of green innovations[J]. *Marketing for Sustainability: Towards Transactional Policy-making*, 2002: 343–355.
- [40] KEMP R, PEARSON P. Final report of the MEI Project Measuring Eco-innovation[R]. Maastricht: UNU-MERIT, 2007.
- [41] 甄志勇, 毕克新, BI K. 制造业绿色创新系统中地方政府行为研究综述[J]. *科技与管理*, 2011, 13(3): 31–35.
- [42] 许庆瑞, 王伟强. 技术创新、环境与发展[J]. *科学管理研究*, 1993(1): 64–66.
- [43] 吕燕, 王伟强. 企业绿色技术创新研究[J]. *科学管理研究*, 1994(4): 46–48.
- [44] 陈劲. 国家绿色技术创新系统的构建与分析[J]. *科学学*, 1999(3): 37–41.
- [45] 刘启元, 叶鹰. 文献题录信息挖掘技术方法及其软件 SATI 的实现——以中外图书情报学为例[J]. *信息资源管理学报*, 2012, 2(1): 50–58.
- [46] 杨东, 柴慧敏. 企业绿色技术创新的驱动因素及其绩效影响研究综述[J]. *中国人口·资源与环境*, 2015, 25(S2): 132–136.
- [47] 肖仁桥, 丁娟, 钱丽. 绿色创新绩效评价研究述评[J]. *贵州财经大学学报*, 2017(2): 100–110.

[48] 王郁蓉. 我国各区域企业绿色技术创新绩效比较研究[J]. 技术经济,2012,31(10):52—59.

[49] 殷秀清,任仕佳,张峰. 政府研发资助、企业研发投入与技术创新效率——来自中国装备制造业的实证研究[J]. 哈尔滨商业大学学报(社会科学版),2020(3):74—84.

[50] 何小钢. 绿色技术创新的最优规制结构研究——基于研发支持与环境规制的双重互动效应[J]. 经济管理,2014,36(11):144—153.

[51] 田虹,潘楚林. 企业环境伦理对绿色创新绩效的影响研究[J]. 西安交通大学学报(社会科学版),2015(3):32—39.

[52] 许庆瑞,吴志岩,陈力田. 转型经济中企业自主创新能力演化路径及驱动因素分析——海尔集团 1984—2013 年的纵向案例研究[J]. 管理世界,2013(4):121—134,188.

[53] 陈劲,曲冠楠. 有意义的创新:引领新时代哲学与人文精神复兴的创新范式[J]. 技术经济,2018,37(7):1—9.

[54] 唐允斌. 应当研究技术引进中的经济问题[J]. 世界经济,1978(1):69—71.

[55] 丁元照. 从日本工业发展看技术引进必须与科研相结合[J]. 科研管理,1980(1):61—69.

[56] WANG J Y,BLOMSTRÖM M. Foreign investment and technology transfer: A simple model[J]. European Economic Review,1992,36(1):137—155.

[57] 唐未兵,傅元海,王展祥. 技术创新、技术引进与经济增长方式转变[J]. 经济研究,2014,49(7):31—43.

[58] 石峰. 技术转移的动因分析[J]. 学习与实践,2019(12):37—45.

[59] 荣诚. 生态技术创新研究初探[J]. 中国软科学,2004(5):159—160.

[60] 毕克新,杨朝均,黄平. 中国绿色工艺创新绩效的地区差异及影响因素研究[J]. 中国工业经济,2013(10):57—69.

[61] 王班班,赵程. 中国的绿色技术创新——专利统计和影响因素[J]. 工业技术经济,2019,38(7):53—66.

[62] 逢淑媛,陈德智. 专利与研发经费的相关性研究——基于全球研发顶尖公司 10 年面板数据的研究[J]. 科学学研究,2009,27(10):1500—1505.

[63] 贾军,张伟. 绿色技术创新中路径依赖及环境规制影响分析[J]. 科学学与科学技术管理,2014,35(5):44—52.

[64] 叶琴,曾刚,戴勃勃,等. 不同环境规制工具对中国节能减排技术创新的影响——基于 285 个地级市面板数据[J]. 中国人口·资源与环境,2018,28(2):115—122.

[65] 杨国忠,席雨婷. 企业绿色技术创新活动的融资约束实证研究[J]. 工业技术经济,2019,38(11):70—76.

[66] 齐绍洲,张倩,王班班. 新能源企业创新的市场化激励——基于风险投资和企业专利数据的研究[J]. 中国工业经济,2017(12):95—112.

[67] 齐绍洲,林岫,崔静波,等. 环境权益交易市场能否诱发绿色创新? ——基于我国上市公司绿色专利数据的证据[J]. 经济研究,2018,53(12):129—143.

[68] 余泳泽,刘大勇. 我国区域创新效率的空间外溢效应与价值链外溢效应——创新价值链视角下的多维空间面板模型研究[J]. 管理世界,2013(7):6—20,70,187.

[69] ROMER P M. New goods, old theory, and the welfare costs of trade restrictions[J]. Journal of Development Economics,1994,43(1):5—38.

[70] 肖仁桥,宋莹,钱丽,等. 企业绿色创新产出及其空间溢出效应研究——基于两阶段价值链视角[J]. 财贸研究,2019,30(4):71—83.

[71] 毕克新,王禹涵,杨朝均,等. 创新资源投入对绿色创新系统绿色创新能力的影响——基于制造业 FDI 流入视角的实证研究[J]. 中国软科学,2014(3):153—166.

[72] 华振. 我国绿色创新能力评价及其影响因素的实证分析——基于 DEA—Malmquist 生产率指数分析法[J]. 技术经济,2011,30(9):36—41,69.

[73] 韩晶. 中国区域绿色创新效率研究[J]. 财经问题研究,2012(11):130—137.

[74] 王惠,王树乔,苗壮,等. 研发投入对绿色创新效率的异质门槛效应——基于中国高技术产业的经验研究[J]. 科研管理,2016,37(2):63—71.

[75] 景维民,张璐. 环境管制、对外开放与中国工业的绿色技术进步[J]. 经济研究,2014,49(9):34—47.

[76] 陈超凡. 中国工业绿色全要素生产率及其影响因素——基于 ML 生产率指数及动态面板模型的实证研究[J]. 统计研究,2016,33(3):53—62.

[77] 梁圣蓉,罗良文. 国际研发资本技术溢出对绿色技术创新效率的动态效应[J]. 科研管理,2019,40(3):21—29.

[78] 陈晓,李美玲,张壮壮,等. 环境规制、政府补助与绿色技术创新——基于中介效应模型的实证研究[J]. 工业技术经济,2019,38(9):18—25.

# The Connotation and Influencing Factors of Green Technology Innovation

LAI Xiao-dong, ZHAN Wei-ling

(School of Economics and Management,South China Normal University,Guangzhou 510006,China)

**Abstract:** The internal logical connotation of green technology innovation and traditional technology innovation was analyzed and a four perspectives was proposed which are innovation theory, responsibility theory, process theory and system theory to understand the concept of green technology innovation. An framework was constructed to analyse influence factors of green technological innovation. Using the relevant literature published in China, sort out the context of early research on green technology innovation and abstracted research topics from high-frequency keywords to make an overall understand on the research status of green technology innovation. Based on the framework, summarized the research literature of influencing factor topics to reveal the influencing mechanisms and factors of green technology innovation.

**Key words:** green technology innovation;the four perspectives;influence factors;review

# 城镇化质量与环境规制强度的关系

——以江苏省 13 个地级市为例

付光辉, 潘婷婷

(南京工业大学 经济与管理学院, 南京 211816)

**摘要:**依据 2005—2019 年江苏省各地级市面板数据,使用象限图分类识别方法和耦合协调度模型,探究 2005—2019 年各地级市环境规制强度和城镇化质量之间的协调性。结果表明:2005—2019 年,江苏省不同地级市的环境规制强度和城镇化质量均不一致,总体水平较低;同时协调类型空间分异显著,从整体状况来看,呈现了由南向北递减的格局,南部城市整体水平更高,二者的协调发展还有待更进一步研究。

**关键词:**环境规制强度;城镇化质量;协调关系;耦合度;地级市

**中图分类号:**F127 **文献标志码:**A **文章编号:**1671—1807(2021)10—0328—08

近年来,中国经济快速发展,江苏省一直走在经济发展的前列,经济水平国内领先,城镇化效率和水平居于前列。然而,在快速经济发展的背后,环境问题也日益加重。逐渐恶化的生态环境对城市的不良影响也日益凸显,进而影响到了城镇化发展的质量与趋势。因此,如何在实现高城镇化和绿色发展的同时提高环境的质量,是当前城市发展必须面对的问题。

耦合度是系统或运动形式之间的协同作用的度量<sup>[1]</sup>。而城镇化与生态环境之间关系复杂,两者相互影响,相辅相成。城镇化进程以环境作为推动者和辅助者,促进和加强了环境的发展,而环境作为发展的承载,也对城镇化产生相应的制约作用。

国内外学者对两者之间的关系也做出了大量的研究。近年来国外学者重点关注了城镇化对生态系统及其内部各要素的影响。城镇化进程对全球生态环境造成越来越大的压力<sup>[2]</sup>,Shahbaz 等<sup>[3]</sup>以阿联酋为例,探讨城镇化与温室气体排放之间的关系。Güneralp 等<sup>[4]</sup>研究了非洲的城镇化对生态系统和生物多样性的挑战。Simon 等<sup>[5]</sup>发现了维也纳城镇化过程中,城市植物灰尘中含有的微量元素高于农村地区,对评价城镇化造成的环境污染有重要意义。

国内学者的研究主要涉及以下几个方面:①耦合关系研究。马艳<sup>[6]</sup>运用耦合协调模型和交互胁迫

模型,探讨了城镇化与生态环境的动态关系。任宇飞等<sup>[7]</sup>针对城镇化与生态环境近远程耦合关系,梳理了国际研究,对研究前沿与进展进行评述。刘耀彬等<sup>[8]</sup>以江西省为例,建立响应度和综合响应度模型,对比分析了城镇化进程的生态环境响应时序特征和整体响应强度。②相互作用研究。刘世梁等<sup>[9]</sup>修正了城市生态足迹模型,探讨城镇化对生态足迹的影响。刘凯等<sup>[10]</sup>建立“城镇化与环境承载力关系”概念模型,运用响应指数和响应度公式,得出影响山东省资源环境承载力响应关系的演变因素,李玉红等<sup>[11]</sup>采用综合指数模型与耦合协调度模型,分析城镇化与大气环境协调发展规律。曹祺文等<sup>[12]</sup>构建基于水资源约束的 SD 模型,对城镇化发展过程中的水资源约束现实提出政策性建议。③研究的定性分析从法律层面、文献综述等视角展开。都雪<sup>[13]</sup>从法律的角度分析了城镇化发展中的问题,提出了保护环境的具体措施。王云等<sup>[14]</sup>运用文献计量方法,以现有文献总结了国内外城镇化研究的总体特征。定量分析多采用耦合度模型、解耦模型、SBM-DDF 模型等。刘耀彬等<sup>[15]</sup>利用协同论的观点,建立了城镇化与生态环境耦合度及其预测模型。郭莎莎等<sup>[16]</sup>借鉴解耦模型研究了北京市城镇化与资源环境压力的耦合关系。蔡宁等<sup>[17]</sup>运用 SBM-DDF 模型构建了基于绿色发展的新型城镇化模式。

**收稿日期:**2021-04-20

**基金项目:**国家社会科学基金(17BMZ083)。

**作者简介:**付光辉(1979—),男,江苏南京人,南京工业大学经济与管理学院,副教授,博士,研究方向为土地利用与管理。

总之,目前的研究主要集中在城镇化与生态环境的关系方面,而对城镇化与环境规制的研究较少。环境规制作为人类调控环境的一种行为,对城镇化发展起着重要的调节作用。为此,本文对江苏省各地级市 2005—2019 年环境建设与城镇化发展的数据进行评估分析,运用耦合度模型和象限图分类识别方法相结合来衡量两者之间的协调关系,探索其未来发展趋势,从而为城市发展提供重要的依据。

1 研究方法

1.1 研究区概况

江苏省地处中国东部沿海区域,是长江三角洲城市群的重要部分。区域内地势低,以平原为主,面积超过 10 万 km<sup>2</sup>,并且水上交通发达,港口众多。截至 2019 年总人口超过 8 000 万,经济实力也处于领先地位。随着城市发展进程的加快,

地区 GDP 接近 10 万亿元,城镇化率上升到 70.6%。然而,在城镇化率如此高的情况下,环境污染问题却越来越严重,各种污染事件频发,影响了城镇化的质量。江苏省的发展进程快,但区域差异很大。苏南的城镇化率和环境规制强度是最高的,其次是苏中和苏北,都在不同程度上面临环境问题。

1.2 数据来源和处理

本文的时间序列为 2005—2019 年,以江苏省 13 个地级市为评价单元,研究数据来源于《中国统计年鉴》和《江苏统计年鉴》,采用熵值法进行权重的计算。

1.3 指标体系的构建

参照学术界已有的研究成果<sup>[18]</sup>,分别构建环境规制强度指标体系(表 1)和城镇化质量评价指标体系(表 2)。

表 1 环境规制强度指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	指标方向	指标权重
环境规制强度 X	成本投入规模 X <sub>1</sub> (0.333 3)	公共厕所座数 X <sub>11</sub> (座)	+	0.098 9
		每万人拥有交通车辆 X <sub>12</sub> (标台)	+	0.054 5
		环卫机械数量 X <sub>13</sub> (辆)	+	0.179 9
	污染控制效率 X <sub>2</sub> (0.333 3)	垃圾粪便年处理量 X <sub>21</sub> (万 t)	+	0.066 7
		污水处理率 X <sub>22</sub> (%)	+	0.133 3
		垃圾处理率 X <sub>23</sub> (%)	+	0.133 3
	生态环境质量 X <sub>3</sub> (0.333 4)	单位产值污水排放量 X <sub>31</sub> (万 t/亿元)	-	0.166 7
		建成区绿化覆盖率 X <sub>32</sub> (%)	+	0.166 7

表 2 城镇化质量指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	指标方向	指标权重
城镇化质量 Y	城镇化水平 Y <sub>1</sub>	常住人口城镇化率 Y <sub>11</sub> (%)	+	0.094 4
		建成区面积 Y <sub>12</sub> (km <sup>2</sup> )	+	0.047 2
		第二产业比重 Y <sub>13</sub> (%)	+	0.079 4
		第三产业比重 Y <sub>14</sub> (%)	+	0.112 3
	城镇化效率 Y <sub>2</sub>	经济外向度 Y <sub>21</sub> (%)	+	0.064 2
		工业总产值 Y <sub>22</sub> (亿元)	+	0.103 6
		地区生产总值 Y <sub>23</sub> (亿元)	+	0.076 7
		人均国内生产总值 Y <sub>24</sub> (万元/人)	+	0.070 2
		第二产业从业人员比重 Y <sub>25</sub> (%)	+	0.035 6
		第三产业从业人员比重 Y <sub>26</sub> (%)	+	0.039 0
		每万人在校大学生数 Y <sub>27</sub> (人/万人)	+	0.090 3
		每万人拥有医师数 Y <sub>28</sub> (人/万人)	+	0.038 0
		人均公园绿地面积 Y <sub>29</sub> (m <sup>2</sup> /人)	+	0.032 3
		城市人均道路面积 Y <sub>210</sub> (m <sup>2</sup> /人)	+	0.076 4
		城乡居民收入比 Y <sub>211</sub>	-	0.040 4

1.4 耦合协调度模型构建

由于耦合度仅能反映城镇化质量与生态环境

间的作用程度,而无法反映两者协调发展的水平,故建立如下耦合协调度模型来研究两者的耦合协



调发展水平,即

$$C = \frac{2}{Q_1 + Q_2} \sqrt{Q_1 Q_2}$$

(1)

$$D = \sqrt{CT}, T = \alpha Q_1 + \beta Q_2$$

(2)

式中:  $Q_i (i=1,2)$  分别表示城镇化系统和生态环境系统的综合水平;  $C$  为耦合度,  $C$  值越大, 说明两者之间关联性越强;  $D$  为耦合协调度;  $T$  为协调指数;  $\alpha, \beta$  为待定系数, 此处取  $\alpha = \beta = 0.5$ 。在实际应用中, 一般使  $T \in (0, 1)$ , 以确保  $D \in (0, 1)^{[21]}$ 。

为了能够直接观察环境规制强度与城镇化质量之间的耦合关系, 本文关于耦合协调度的等级划分标准借鉴了卢杰等<sup>[22]</sup> 学者的研究, 见表 3。

1.5 象限图分类识别方法

参照已有的研究成果<sup>[18,23]</sup>, 采用象限图分类识别方法来判定城镇化质量和环境规制强度协调发

展的关系, 用  $Z_E, Z_U$  分别表示标准化后的环境规制强度和城镇化质量。同时将环境规制强度和城镇化质量协调关系划分为 21 种(表 4)。

表 3 两系统耦合协调度的等级划分标准

序号	耦合协调度 $D$	协调等级	阶段划分
1	0.00~0.19	极度失调	失调阶段
2	0.10~0.19	严重失调	
3	0.20~0.29	中度失调	
4	0.30~0.39	轻度失调	
5	0.40~0.49	濒临失调	中间阶段
6	0.50~0.59	勉强协调	
7	0.60~0.69	初级协调	协调阶段
8	0.70~0.79	中级协调	
9	0.80~0.89	良好协调	
10	0.90~1.00	优质协调	

表 4 环境规制强度和城镇化质量协调关系

整体水平	$Z_E$ 和 $Z_U$ 关系	$Z_E$ 和 $Z_U$ 偏离程度	协调关系
高水平(I) $0.5Z_E+0.5Z_U>1.5$	$Z_E$ 超前型(A) $Z_E>Z_U$	严重偏离(a) $ Z_E-Z_U >1$	高水平 $Z_E$ 严重超前(I Aa)
		中度偏离(b) $0.5< Z_E-Z_U \leq 1$	高水平 $Z_E$ 中度超前(I Ab)
		轻度偏离(c) $0.1< Z_E-Z_U \leq 0.5$	高水平 $Z_E$ 轻度超前(I Ac)
	$Z_E$ 滞后型(C) $Z_E<Z_U$	严重偏离(a) $ Z_E-Z_U >1$	高水平 $Z_E$ 严重滞后(I Ca)
		中度偏离(b) $0.5< Z_E-Z_U \leq 1$	高水平 $Z_E$ 中度滞后(I Cb)
		轻度偏离(c) $0.1< Z_E-Z_U \leq 0.5$	高水平 $Z_E$ 轻度滞后(I Cc)
高水平基本协调(I B) $0< Z_E-Z_U \leq 0.1$			
中等水平(II) $0.8<0.5Z_E+0.5Z_U\leq 1.5$	$Z_E$ 超前型(A) $Z_E>Z_U$	严重偏离(a) $ Z_E-Z_U >1$	中等水平 $Z_E$ 严重超前(II Aa)
		中度偏离(b) $0.5< Z_E-Z_U \leq 1$	中等水平 $Z_E$ 中度超前(II Ab)
		轻度偏离(c) $0.1< Z_E-Z_U \leq 0.5$	中等水平 $Z_E$ 轻度超前(II Ac)
	$Z_E$ 滞后型(C) $Z_E<Z_U$	严重偏离(a) $ Z_E-Z_U >1$	中等水平 $Z_E$ 严重滞后(II Ca)
		中度偏离(b) $0.5< Z_E-Z_U \leq 1$	中等水平 $Z_E$ 中度滞后(II Cb)
		轻度偏离(c) $0.1< Z_E-Z_U \leq 0.5$	中等水平 $Z_E$ 轻度滞后(II Cc)
中等水平基本协调(II B) $0< Z_E-Z_U \leq 0.1$			
低水平(III) $0.5Z_E+0.5Z_U\leq 0.8$	$Z_E$ 超前型(A) $Z_E>Z_U$	严重偏离(a) $ Z_E-Z_U >1$	低水平 $Z_E$ 严重超前(III Aa)
		中度偏离(b) $0.5< Z_E-Z_U \leq 1$	低水平 $Z_E$ 中度超前(III Ab)
		轻度偏离(c) $0.1< Z_E-Z_U \leq 0.5$	低水平 $Z_E$ 轻度超前(III Ac)
	$Z_E$ 滞后型(C) $Z_E<Z_U$	严重偏离(a) $ Z_E-Z_U >1$	低水平 $Z_E$ 严重滞后(III Ca)
		中度偏离(b) $0.5< Z_E-Z_U \leq 1$	低水平 $Z_E$ 中度滞后(III Cb)
		轻度偏离(c) $0.1< Z_E-Z_U \leq 0.5$	低水平 $Z_E$ 轻度滞后(III Cc)
低水平基本协调(III B) $0< Z_E-Z_U \leq 0.1$			

2 江苏省环境规制强度和城镇化质量时空变化过程

2.1 环境规制强度

基于时间序列分析, 江苏省各地级市环境规制强度明显提高。如表 5 和图 1 所示, 平均数值从 2005 年的 0.538 5 上升到 2016 年的 0.584 8, 这表明环境规制已取得显著成效。各城市环境规制强

度变化与总体情况基本一致, 并在稳步改善。但是各个城市在 2010 年、2012 年强度均有所下降, 个别城市在 2018 年和 2019 年也有所下降。其中, 宿迁市下降幅度最大, 下降了 15.59%, 宿迁市初期环境规制强度在各地级市中最小。经过十多年的发展, 环境规制强度总体上有了大幅度的提高, 但中间波动不大。主要原因是发展起步晚, 与先进城市之间



差距大,后期通过加大投入,推进环境法制建设,开展环境整治,以此使得环境规制强度得到了很大的提高。而泰州市下降幅度最小,下降了 5.34%,泰州市地理位置优越,经济发展迅速,近年来一方面

不断加大对环境保护的投入,持续提高生态建设的力度,另一方面产业的转型也都极大的改变了泰州市的生态环境质量,与此同时,经济发展问题制约了环境的发展,但总体环境仍在改善。

表 5 2005—2019 年江苏省各地级市环境规制强度综合得分

城市	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
南京	0.826 4	0.856 4	0.846 6	0.862 4	0.826 3	0.820 6	0.794 8	0.793 5	0.799 2	0.844 8	0.863 7	0.892 6	0.850 0	0.780 6	0.770 7
无锡	0.734 9	0.669 7	0.669 9	0.713 7	0.692 0	0.665 6	0.666 6	0.699 0	0.634 9	0.640 5	0.642 4	0.703 4	0.626 7	0.638 3	0.627 4
徐州	0.483 2	0.515 9	0.538 6	0.573 5	0.618 5	0.542 1	0.539 0	0.531 6	0.518 7	0.520 0	0.537 5	0.586 9	0.550 3	0.525 3	0.533 8
常州	0.609 6	0.555 8	0.585 8	0.605 8	0.615 5	0.600 5	0.578 5	0.608 8	0.601 2	0.599 1	0.639 9	0.643 9	0.582 8	0.581 9	0.581 3
苏州	0.659 7	0.722 9	0.735 2	0.761 7	0.776 1	0.728 8	0.796 6	0.804 2	0.736 1	0.766 9	0.772 1	0.860 5	0.877 7	0.876 2	0.887 0
南通	0.452 7	0.558 8	0.513 9	0.534 3	0.473 7	0.426 8	0.461 0	0.459 6	0.480 1	0.434 6	0.446 7	0.504 6	0.509 6	0.478 8	0.476 3
连云港	0.431 3	0.436 3	0.480 8	0.563 5	0.498 1	0.522 9	0.548 7	0.559 3	0.507 5	0.509 1	0.502 2	0.538 8	0.542 1	0.537 1	0.486 6
淮安	0.627 6	0.551 1	0.553 3	0.588 2	0.540 9	0.511 1	0.513 8	0.468 7	0.501 1	0.524 0	0.517 0	0.545 0	0.495 7	0.519 3	0.647 7
盐城	0.389 7	0.372 8	0.460 2	0.390 4	0.461 9	0.327 3	0.451 7	0.490 2	0.418 7	0.462 4	0.506 1	0.543 5	0.458 4	0.484 8	0.436 0
扬州	0.459 4	0.482 9	0.486 8	0.483 6	0.498 2	0.443 7	0.511 4	0.527 8	0.514 1	0.517 8	0.522 8	0.543 5	0.581 5	0.552 9	0.581 5
镇江	0.485 8	0.479 6	0.477 8	0.487 4	0.499 1	0.464 6	0.546 6	0.535 2	0.491 9	0.522 3	0.506 7	0.528 8	0.502 8	0.523 4	0.536 1
泰州	0.433 1	0.451 5	0.421 3	0.436 5	0.422 0	0.400 1	0.441 5	0.453 5	0.506 1	0.486 3	0.484 7	0.512 6	0.493 5	0.480 8	0.482 2
宿迁	0.406 4	0.410 5	0.438 7	0.510 3	0.476 7	0.402 4	0.565 1	0.577 7	0.507 9	0.501 3	0.506 0	0.617 3	0.555 3	0.556 2	0.555 7
标准差	0.138 7	0.136 0	0.125 9	0.133 2	0.127 6	0.142 7	0.116 3	0.118 8	0.108 7	0.120 6	0.123 0	0.128 4	0.131 1	0.120 3	0.126 4
均值	0.538 5	0.543 4	0.554 5	0.577 8	0.569 2	0.527 4	0.570 4	0.577 6	0.555 3	0.563 8	0.572 4	0.617 0	0.586 6	0.579 7	0.584 8

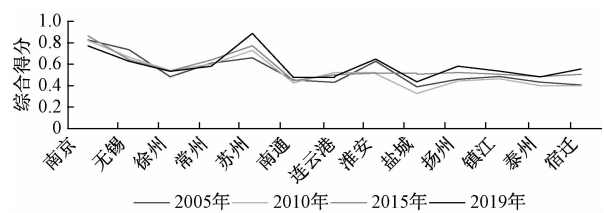


图 1 江苏省各地级市环境规制强度综合得分

从空间序列上分析,不同城市的环境规制强度之间存在巨大差距,但标准差从 2005 年的 0.138 7 下降到 2019 年的 0.126 4,这表明总体差距正在缩小。此外,排序最前和最后的城市的相对倍数从 2005 年的 2.0 下降到 2019 年的 1.8,绝对差值从 2005 年的 0.420 降至 2016 年的 0.335。由于实施了可持续发展战略,每个城市都加强了环境治理,逐步缩小了城市之间在环境监管方面的差距。南京作为省会城市,经济发展持续稳步推进,为促进经济和环境的三重发展,投入了大量资金来建设理想的基础设施。因此,其环境调控水平高于江苏省其他城市。南通市、盐城市环境规制强度比较低,整体水平不及江苏省的其他地级市。南通市初期生态环境质量处于上升态势,发展至 2010 年出现环境规制强度最低的拐点,出现了经济发展与环境规制不协调的局面。后期通过加大资金投入和有效

的政策管理,南通市的环境规制强度又得到了稳步的提升。盐城市在江苏省内地理位置不够优越,基础设施建设比较落后,因而环境规制强度低。近年来,盐城市通过建立国家可持续发展试验区,大力倡导提升生态环境质量,对环境管控力度大,以此来实现绿色发展。整体来看,环境规制强度以南京市和苏州市为最高点,中部城市最低。

2.2 城镇化质量

随着环境规制强度的变化,江苏省的城镇化质量 2005—2016 年也呈现出持续上升的趋势,但 2016—2019 年出现了下降的趋势。如表 6 和图 2 所示,平均值从 2005 年的 0.548 7 上升到 2019 年的 0.590 9,这表明,随着城镇化水平和效率的提高,相应的城镇化质量显著提高了。其中,南通市和淮安市的提升幅度最大,南通市达到 13%,淮安市达到 11.2%,而无锡市的增幅最小,仅达到 3%,各个城市的城镇化质量总体上均在稳步提升。南通市的经济发展与环境发展密切相关,环境的改善在一定程度上促进了经济的发展,也改善了城镇化水平。与此同时,由于初期的发展水平较低,未来发展空间大。无锡市由于经济疲软,环境问题突出,环境规制强度虽中间略有波动,但总体处于下降水平,因此无锡市城镇化质量提升幅度低。

表 6 2005—2019 年江苏省各地级市城镇化质量综合得分

城市	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
南京	0.821 9	0.810 3	0.800 5	0.802 6	0.813 0	0.749 6	0.825 8	0.816 3	0.769 8	0.771 2	0.769 3	0.838 9	0.761 0	0.760 2	0.764 8
无锡	0.691 1	0.674 3	0.678 7	0.676 0	0.684 9	0.666 8	0.694 2	0.682 8	0.677 6	0.670 9	0.674 7	0.673 6	0.670 2	0.669 0	0.671 2
徐州	0.496 5	0.471 0	0.480 2	0.489 9	0.495 3	0.510 7	0.547 7	0.560 5	0.559 4	0.563 0	0.566 1	0.564 0	0.538 4	0.561 8	0.547 2
常州	0.613 6	0.604 8	0.613 0	0.629 0	0.646 4	0.607 8	0.659 7	0.660 9	0.634 5	0.632 5	0.638 0	0.686 0	0.684 8	0.665 1	0.669 3
苏州	0.741 2	0.756 2	0.755 8	0.766 8	0.782 8	0.791 3	0.781 6	0.808 0	0.805 4	0.796 8	0.798 0	0.795 2	0.718 4	0.710 2	0.703 1
南通	0.491 0	0.490 8	0.502 2	0.513 0	0.539 1	0.546 4	0.577 9	0.570 7	0.596 9	0.608 2	0.618 5	0.608 0	0.599 1	0.598 1	0.598 3
连云港	0.456 5	0.463 0	0.472 0	0.482 6	0.491 7	0.510 7	0.522 6	0.520 0	0.524 6	0.515 7	0.526 9	0.541 3	0.518 8	0.513 2	0.516 6
淮安	0.425 3	0.426 4	0.438 1	0.445 2	0.461 7	0.478 9	0.501 7	0.522 5	0.523 1	0.525 6	0.530 7	0.538 2	0.527 0	0.520 0	0.520 0
盐城	0.415 2	0.414 5	0.431 7	0.439 1	0.449 0	0.468 9	0.484 4	0.500 3	0.508 8	0.506 9	0.522 0	0.524 4	0.512 3	0.514 4	0.507 2
扬州	0.524 3	0.525 5	0.531 6	0.540 1	0.558 3	0.566 8	0.595 8	0.593 4	0.494 4	0.576 8	0.583 3	0.589 1	0.547 3	0.549 1	0.553 7
镇江	0.575 7	0.567 0	0.572 8	0.574 7	0.588 4	0.595 0	0.614 9	0.624 7	0.629 4	0.625 6	0.631 2	0.611 9	0.587 3	0.586 6	0.585 4
泰州	0.497 3	0.486 2	0.490 4	0.501 4	0.518 0	0.537 9	0.552 7	0.562 1	0.558 9	0.557 0	0.572 7	0.571 5	0.554 9	0.554 7	0.559 4
宿迁	0.410 3	0.405 0	0.414 8	0.433 9	0.449 0	0.468 9	0.478 6	0.484 0	0.493 3	0.489 8	0.497 7	0.488 8	0.485 8	0.483 0	0.486 2
标准差	0.132 0	0.131 0	0.125 0	0.123 0	0.122 0	0.104 0	0.110 0	0.108 0	0.102 0	0.097 0	0.093 0	0.105 0	0.087 9	0.085 2	0.085 8
均值	0.548 7	0.545 8	0.552 5	0.561 1	0.575 2	0.576 9	0.602 9	0.608 2	0.598 2	0.603 1	0.609 9	0.617 8	0.592 7	0.591 2	0.590 9

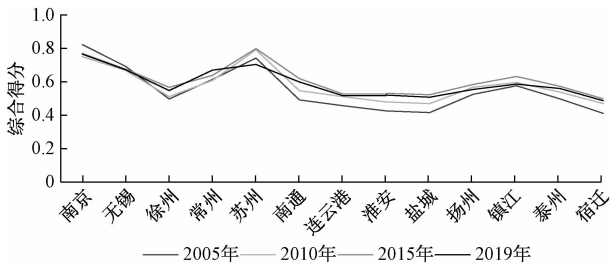


图 2 江苏省各地级市城镇化质量综合得分

另外,江苏省各地级市的城镇化质量也呈现了空间分异的状态,标准差基本徘徊在 0.090 和 0.132 之间,总体差异较大。排序最前和最后的城市的相对倍数从 2005 年的 2.0 降至 2019 年的 1.6,绝对差值从 2005 年的 0.412 降至 2016 年的 0.279,表明城市之间的差距仍然显著。城镇化质量最好的城市是南京市和苏州市。依靠优越的自然条件,助推经济的快速发展,在城镇化建设初期,城镇化水平和效率居全省前列。无锡市、常州市、镇江市的城镇化质量相对较高,仅次于南京市和苏州市。宿迁市城镇化质量处于最底部位置,发展起步晚,虽然提升幅度大,但与其他城市无法相比。由此可知,城镇化质量整体以南京市和苏州市为最高点,往北部逐渐递减。

3 江苏省各地级市环境规制强度和城镇化质量耦合协调性分析

3.1 环境规制强度与城镇化质量耦合度的时序变动

从表 7 可以看出,江苏省的环境规制强度与城

镇化质量呈逐步上升的趋势,两者之间的协调程度都在提高。但是整体水平持续偏低,低水平的城市样本数量占据样本总数达到 78.97%,同时,两者保持协调的数量仅为 21 个,不协调的样本数量占比 89.23%,可见江苏省各地级市环境规制强度与城镇化质量的发展水平亟待加强,两者的协调关系处于不和谐状态。

利用象限图分类识别方法以及耦合度公式(图 3、表 7)可以看出:

1)江苏省各地级市环境规制强度和城镇化质量之间的协调性日益增强,但城镇化速度远高于环境规制强度发展速度,表明两者之间协调性不足,尚处于初步协调阶段。2005 年初期,环境规制强度超前的城市有无锡市、徐州市等 7 个城市,苏州市、南通市等 6 个城市属于城镇化质量超前,只有盐城市的环境规制强度与城镇化质量基本协调。由此可见,江苏省早期经济发展的同时还注重对环境的管理,环境规制强度超前型的城市略多于环境规制强度滞后型的城市。南京市、无锡市等城市较早开始发展经济,在高速发展经济的同时注重生态环境建设,生态环境的建设甚至高于城镇化建设,但有部分城市的环境规制强度超前,水平较低。苏州市、南通市等城市的经济水平相对落后,以经济建设为重点,疏于对生态环境的管控,故而对于环境的规制便相对滞后。总体而言,环境规制强度超前于城镇化质量是早期阶段的主要特征。此种特征一直持续至 2009 年,江苏省环境规制强度超前于城

镇化质量,但环境规制强度水平偏低。

2015—2019 年,江苏省逐渐转变为以环境规制轻度滞后型为主,共有 11 个城市处于环境规制中度滞后的状态,南京、苏州等发达城市也步入环境规制强度超前于城镇化质量的行列,南京市经济环境稳步发展,经济进程稳步推进,在科学发展观的指

导下,环境质量保持平稳,环境发展甚至略微超前于城镇化质量。连云港市在环境规制强度超前型与基本协调型之间变化,但环境规制强度超前型占主导地位。连云港市水域发达,生态环境状况良好,物种丰富,相比于经济发展,自然环境条件则更为优越,因而环境的发展更为超前。

表 7 2005—2019 年江苏省各地级市环境规制强度和城镇化质量协调关系

城市	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
南京	I B	I Ac	I Ac	I Ac	I Ac	I Ab	I Cc	I Cc	I Ac	I Ab	I Ab	I Ac	I Ac	I Ac	I B
无锡	II Ac	II B	II B	II Ac	II Ac	III B	II Cc	II Ac	III Cc	III Cc	III Cc	II Ac	III Cb	III Cc	III Cc
徐州	III Ac	III Ab	III Ab	III Ab	III Aa	III Ab	III Ac	III Cc	III Cc	III Cc	III Cc	III Ac	III Ac	III Cc	III B
常州	III B	III Cc	III Cc	III B	III Cc	III B	III Cb	III Cc	III Cc	III Cc	III B	III Cc	III Aa	III Cb	III Cb
苏州	II Cb	II Cc	II Cc	I Cc	I Cc	I Cb	I Ac	I Cc	I Cb	I Cc	I Cc	I Ac	I Ab	I Aa	I Aa
南通	II Cc	III Ab	III Ac	III Ac	III Cc	III Cb	III Cb	III Cb	III Cb	III Cc	III Cc	III Cb	III Cb	III Cb	III Cb
连云港	III B	III B	III Ac	III Ab	III Ac	III Ac	III Ac	III Ab	III B	III Ac	III B	III Ac	III Ab	III Ac	III B
淮安	III Aa	III Ab	III Ab	III Ab	III Ab	III Ab	III Ac	III Cc	III B	III Ac	III B	III Ac	III B	III Ac	III Aa
盐城	III B	III Cc	III Ab	III Cc	III Ac	III Cb	III Cc	III Ac	III Cb	III Cc	III B	III Ac	I B	III B	II Cc
扬州	III Cc	III Cc	III Cc	III Cc	III Cc	III Cb	III Cb	III Cc	III Ac	III Cc	III Cc	III Cc	III Ab	III Ac	III Ac
镇江	III Cb	III Cb	III Cb	III Cb	III Cb	III Cb	III Cc	III Cb	III Cb	III Cb	III Cb	III Cb	III Cb	III Cc	III Cc
泰州	III Cc	III Cc	III Cc	III Cc	III Cb	III Cb	III Cb	III Cb	III Cc	III Cc	III Cb	III Cc	III Cc	III Cc	III Cc
宿迁	III Ac	III Ac	III Ab	III Ab	III Ab	III Cc	III Ab	III Ab	III Ac	III Ac	III Ac	III Aa	III Aa	III Ab	III Ab

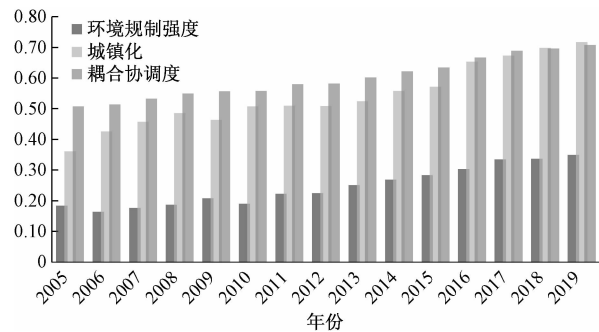


图 3 2005—2019 年江苏省各地级市环境规制强度和城镇化质量耦合协调度评价

2) 江苏省地级市环境规制强度和城镇化质量总体水平较低,且协调性不足。2005—2007 年,只有南京市达到了高水平。南京市是江苏省的省会城市,南京市的领先水平也体现了其在江苏省的核心地位,其他城市为中低水平,以低水平城市为主。到了 2008 年,苏州市也由中等水平发展成为高水平。苏州市地理位置优越,建立工业园,吸引大量跨国公司投资建厂,经济一直保持较高增长率。由于三大产业比重分布不合理,重工业发展速度快,对生态环境造成了破坏,因而苏州市虽然发展水平高,但一直是环境规制强度滞后型。经济的发展使

得苏州市也开始重视环境污染问题的防治,积极采取相关措施,全面改善生态环境的质量。无锡市则一直在中等水平与低水平之间波动,无锡市早期经济发达,产业发展迅速,对外经济贸易往来多,后来由于爆发大规模的生态环境危机,导致了经济的疲软,也影响了无锡市多年的发展。然而,其他城市一直维持在低水平状态,江苏省内存在较大差异。这些城市经济发展缓慢,基础设施建设落后,另外环境问题突出,也制约了城镇化的发展。简言之,江苏省环境规制强度和城镇化质量水平普遍较低,除了南京市和苏州市,其他城市都需要加大对环境和城镇化的建设力度,增强两者的协调性,来提升整体水平。

3.2 环境规制强度与城镇化耦合度的空间分异

如图 4 所示,各地级市的环境规制强度和城镇化质量协调关系具有空间差异,从总体情况来看,呈现了由南向北递减的格局。南京市和苏州市是苏南乃至全省整体水平最高的城市。南京市属于高水平的环境规制强度轻度超前型。南京市作为一线城市,经济繁荣,对环境的治理投入力度大,但城镇化发展达到了相对饱和的状态,也因此城镇化质量略微滞后。苏州市城镇化质量相对超前,发展

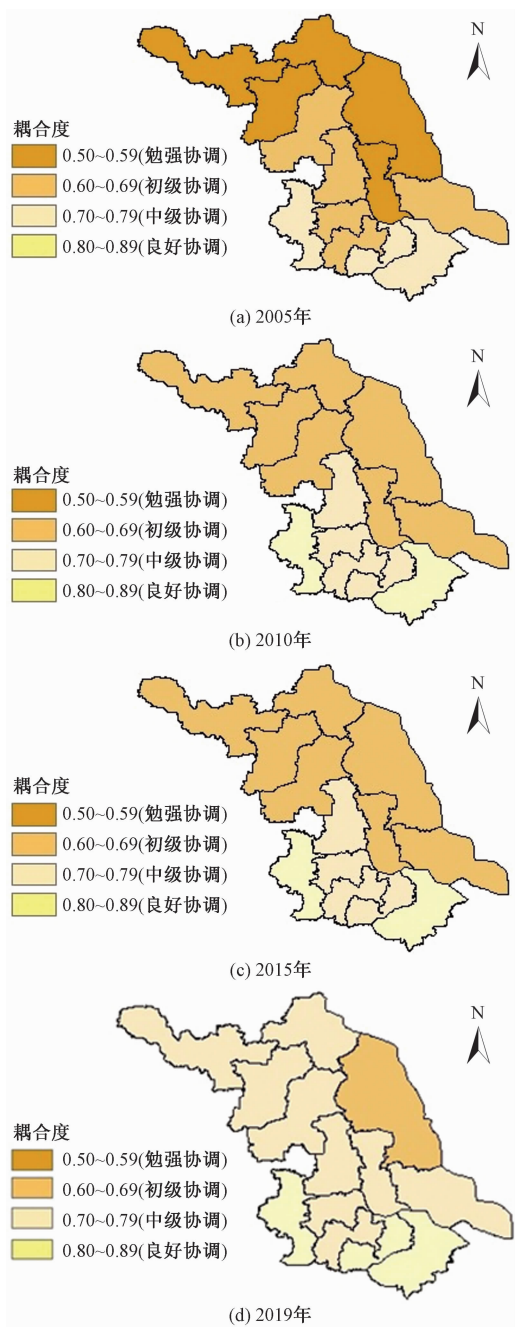


图 4 江苏省各地级市环境规制强度和城镇化质量耦合协调度

水平高,重工业比重大,对于环境的污染更为严重,环境治理任务艰巨。无锡市、常州市、镇江市总体实力比南京市和苏州市稍差,但也属于苏南的范围。扬州市、泰州市、南通市属于苏中区域,经济比较发达,但也属于低水平。这些城市发展起步晚,但具有明显的地理优势。随着城镇化的发展,会带动环境质量的提高。苏北地区的淮安市、宿迁市属于低水平的环境规制强度超前,这些城市受限于相对较差的地理位置,经济发展动力不足,生态环境没有受到严重的破坏,城镇化建设滞后于环境的发

展。但是城市发展潜力大,环境规制强度与城镇化建设存在很大的协调空间。徐州市、盐城市在环境规制强度超前型与滞后型之间波动,整体水平低。徐州市重工业发达,自然资源丰富,矿产资源储量大,自然资源助推经济迅速发展的同时对环境也造成了更加严重的破坏,产业结构面临调整。因此,江苏省环境规制强度与城镇化质量协调类型是以南部城市为核心,向北递减。制定两者协调发展战略,根据不同地区的实际情况制定更加科学的发展战略。应针对不同地区的实际情况来谋划两者之间协调的策略,制定更加科学的发展战略。

环境规制强度与城镇化质量相辅相成,密切相连。城镇化的早期发展会以牺牲环境为代价,但是当经济基础发展到一定的程度也会致力于环境的改善。目前,江苏省的环境与城镇化之间的协调程度仍较低,整体水平偏低,区域发展极不平衡。

### 4 结论与讨论

通过建立指标体系,对江苏省地级市的环境规制强度和城镇化质量进行综合评价,并将象限图分类识别法与耦合度相结合,判断二者之间的协调程度。具体结论如下:

1)耦合协调度层次较低。江苏省各地级市环境规制强度与城镇化质量的协调率仅为 10.26%,所占比重过小,城镇化仍然会带来更多的环境问题,需要加强治理的力度,环境的改善对于城镇化的发展质量也会具有相应的贡献。目前,两者仍处于初步协调的阶段,

2)整体水平偏低,但发展前景向好。江苏省各地级市中高水平的城市只有南京市和苏州市,但是,通过区域城市的协调发展,两者的总体水平都呈现出明显的提高趋势,低水平城市也在努力向中等水平发展。

3)空间格局为由南向北递减。江苏省省内南部地区总体为高水平,北部地区整体水平基本较低,但环境规制强度较高,而中部地区则介于环境规制强度超前型与滞后型之间。虽然中部与北部地区处于低水平的阶段,但随着城镇化进程的加快,整体水平具有很大的提升空间。

基于江苏省 13 个地级市环境规制强度和城镇化质量量化指标体系,初步揭示了两者的协调性,研究结果呈现出一定的时空演变规律。然而本文仍存在以下不足之处:①研究区域为江苏省的各个地级市,部分城市数据不全面,收集获取受到限制,且研究时限为 2005—2019 年,研究时段较短。

②本文仅基于所获取的数据对各个地级市进行环境与城镇化的协调类型进行简单划分,而未深入剖析两者的相互作用机制,这值得后期进一步研究。此外,针对本文的研究结果,提出相关的建议:从城市规划的角度出发加快城镇化建设,完善城镇化发展空间布局,提高环境治理能力;逐步调整产业结构,加强技术创新,严厉整改污染严重企业;提高全民环保意识,为环保做出贡献。

参考文献

[1] FANG C L, YANG Y M. Basic laws of the interactive coupling system of urbanization and ecological environment[J]. Arid Land Geography, 2006, 29(1): 1-8.

[2] ZHAO Y, WANG S, GE Y, et al. The spatial differentiation of the coupling relationship between urbanization and the eco-environment in countries globally: A comprehensive assessment[J]. Ecological Modelling, 2017, 360: 313-327.

[3] SHAHBAZ M, SBIA R, HAMDI H, et al. Economic growth, electricity consumption, urbanization and environmental degradation relationship in United Arab Emirates [J]. Ecological Indicators, 2014, 45: 622-631.

[4] GÜNERALP B, LWASA S, MASUNDIRE H, et al. Urbanization in Africa: Challenges and opportunities for conservation[J]. Environmental Research Letters, 2017, 13(1): 015002.

[5] SIMON E, BRAUN M, VIDIC A, et al. Air pollution assessment based on elemental concentration of leaves tissue and foliage dust along an urbanization gradient in Vienna [J]. Environmental Pollution, 2011, 159(5): 1229-1233.

[6] 马艳. 长江经济带城镇化与生态环境耦合协调效应测度与交互胁迫关系验证[J]. 长江流域资源与环境, 2020, 29(2): 275-286.

[7] 任宇飞, 方创琳, 孙思奥, 等. 城镇化与生态环境近远程耦合关系研究进展[J]. 地理学报, 2020, 75(3): 589-606.

[8] 刘耀彬, 陈斐, 周杰文. 城镇化进程中的生态环境响应度模

型及其应用[J]. 干旱区地理, 2008(1): 122-128.

[9] 刘世梁, 朱家骅, 许经纬, 等. 城镇化对区域生态足迹的影响及其耦合关系[J]. 生态学报, 2018, 38(24): 8888-8900.

[10] 刘凯, 任建兰, 张理娟, 等. 人地关系视角下城镇化的资源环境承载力响应——以山东省为例[J]. 经济地理, 2016, 36(9): 77-84.

[11] 李玉红, 李旭东, 蔡振饶. 六盘水市城镇化与大气环境耦合关系研究[J]. 湖南师范大学自然科学学报, 2018, 41(6): 9-15.

[12] 曹祺文, 鲍超, 顾朝林, 等. 基于水资源约束的中国城镇化SD模型与模拟[J]. 地理研究, 2019, 38(1): 167-180.

[13] 都雪. 新型城镇化建设中生态环境的法律保护探究[J]. 智库时代, 2019(4): 289-290.

[14] 王云, 马丽, 刘毅. 城镇化研究进展与趋势——基于CiteSpace和HistCite的图谱量化分析[J]. 地理科学进展, 2018, 37(2): 239-254.

[15] 刘耀彬, 宋学锋. 城镇化与生态环境的耦合度及其预测模型研究[J]. 中国矿业大学学报, 2005(1): 94-99.

[16] 郭莎莎, 陈明星, 刘慧. 城镇化与资源环境的耦合过程与解耦分析——以北京为例[J]. 地理研究, 2018, 37(8): 1599-1608.

[17] 蔡宁, 丛雅静, 吴婧文. 中国绿色发展与新型城镇化——基于SBM-DDF模型的双维度研究[J]. 北京师范大学学报(社会科学版), 2014(5): 130-139.

[18] 崔学刚, 方创琳, 张蔷. 京津冀城市群环境规制强度与城镇化质量的协调性分析[J]. 自然资源学报, 2018, 33(4): 563-575.

[19] 徐成龙, 任建兰, 程钰. 山东省环境规制效率时空格局演变及影响因素[J]. 经济地理, 2014, 34(12): 35-40.

[20] 张引, 杨庆媛, 闵捷. 重庆市新型城镇化质量与生态环境承载力耦合分析[J]. 地理学报, 2016, 71(5): 817-828.

[21] 杨士弘. 城市生态环境学[M]. 北京: 科学出版社, 2003.

[22] 卢杰, 闫利娜. 乡村文化旅游综合体与新型城镇化耦合度评价模型构建——以江西省为例[J]. 企业经济, 2017, 36(7): 118-124.

[23] 张春梅, 张小林, 吴启焰, 等. 城镇化质量与城镇化规模的协调性研究——以江苏省为例[J]. 地理科学, 2013, 33(1): 16-22.

Relationship between Environmental Regulation Intensity and Urbanization Quality:

A study based on thirteen prefecture-level cities in Jiangsu Province

FU Guang-hui, PAN Ting-ting

(School of Economics and Management, Nanjing Tech University, Nanjing 211816, China)

**Abstract:** Based on the panel data of each city in Jiangsu Province from 2005 to 2019, using the quadrant diagram classification and identification method and the coupling coordination degree model, the coordination between the intensity of environmental regulations and the quality of urbanization in each city from 2005 to 2019 was explored. The results show that: From 2005 to 2019, the intensity of environmental regulations and the quality of urbanization in different prefecture-level cities in Jiangsu Province were inconsistent, and the overall level was low. At the same time, the coordination type has significant spatial differentiation. From the overall situation, it shows a pattern of decreasing from south to north. The overall level of southern cities is higher. The coordinated development of the two needs to be further studied.

**Key words:** environmental regulation intensity; quality of urbanization; coordination relationship; the coupling; prefecture-level city

# 北京寺庙文化旅游游客满意度研究

张 庆, 曹 暕

(北京农学院, 北京 102206)

**摘要:**寺庙文化旅游作为文化旅游的一种,有其自身独特的优势。文化旅游作为旅游的重要形式,提升游客对文化旅游的满意度对于旅游业发展十分重要,能够很好地带动当地经济发展。采用问卷调查的方法收集数据,同时运用 SPSS 软件对已有的数据进行分析,了解游客对寺庙文化旅游满意度的基本情况。从模型结果可以看出,影响游客寺庙文化旅游的因子包括产品因素因子、基础设施因子和相关服务因子,其影响程度是产品因素因子>基础设施因子>相关服务因子。最后,针对景区目前存在的一些不足,提出寺庙文化旅游改进的相关建议,对寺庙文化旅游的发展起到借鉴作用。

**关键词:**寺庙文化旅游;游客;满意度;因子分析

**中图分类号:**F590 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2021)10-0336-06

近年来,文化旅游呈现出较好的发展趋势<sup>[1]</sup>,寺庙文化为旅游的发展带来新的契机。当前为了满足更多游客的不同旅游需求,旅游产业的发展不仅需要具备观赏性,还要拥有其独特的文化内涵<sup>[2-4]</sup>。把满足不同游客对旅游的需要作为出发点,为游客提供更为优质的服务<sup>[5]</sup>,促进了旅游业的发展。寺庙作为中国传统文化的一种,有其独特的文化内涵和魅力,很好地展示了中国文化的传承。近年来,随着文化旅游所带来的持续不断的热度,中国兴起了文化旅游的热潮。以寺庙文化为背景的旅游进入大众的视野,得到了很多游客的喜爱。以前由于种种原因遭到破坏或者消失的宗庙建筑,随着旅游业发展的需要,很多经营者开始在寺庙原址的基础上进行重建或维护<sup>[6]</sup>。雍和宫、红螺寺这些让人熟知的寺庙随着时代的发展,历久弥新。目前,学术界主要针对寺庙本身进行相关研究,如寺庙文化资源的保护与利用、寺庙园林景观规划设计、寺庙园林建筑研究、寺庙的历史沿革、旅游及开发等<sup>[7]</sup>。部分学者也对寺庙文化旅游满意度进行了研究。董洁芳、裴亚璐以关帝庙景区为例对游客进行满意度调研,发现游客较为满意以下 3 方面:景观文化、导游服务、安全保卫,而购物特色和娱乐设施等景观设施需要进一步改进<sup>[8]</sup>。时台华等对台北市寺庙游客参访动机与满意度进行研究,艋舺山寺满意度最

高的两个因素是旅游胜地、交通便利,地方特色、点灯祈福满意度最低<sup>[9]</sup>。王琳将呼和浩特大昭寺作为主要研究对象,通过调查问卷的方法,对收集的 224 份有效问卷进行分析,并得出 3 个因素是影响召庙文化消费的主要因素,分别是景观、文化氛围和周边设施<sup>[10]</sup>。寺庙文化旅游随着自身的发展也存在一些问题:在开发过程中更加注重经济效益,商业化现象严重<sup>[11]</sup>;文创产品缺乏创新,相似程度较高,不能很好地满足游客个性化、多样化的需求。满意度通俗来说就是游客对某个景区或者旅游地参观游玩之后是否满意,是否满足其参观游玩前的期待<sup>[12-14]</sup>。研究表明,旅游景区想要提高游客忠诚度与重游率,提高游客的满意度是必然之路<sup>[15]</sup>。很多学者对满意度进行了研究,但将寺庙文化旅游游客满意度作为研究对象的文献资料相对匮乏,并且研究方法较为单一,实用性可能会受到质疑。同时中国地域辽阔,不同地域情况不同,游客对不同类型的旅游地满意度还缺少相关的系统研究<sup>[16-17]</sup>,对北京寺庙文化旅游游客满意度进行调研具有重要的理论和实际意义。因此,本文对北京市某寺庙公园进行调研,采用因子分析的方法,对前往寺庙文化旅游的游客满意度进行研究,了解影响游客对寺庙文化旅游满意度的因素有哪些,基于此提出对策建议。

**收稿日期:**2021-04-30

**基金项目:**北京市农业农村局 2020 年乡村产业监测项目。

**作者简介:**张庆(1998—),女,四川广安人,北京农学院,硕士研究生,研究方向为都市型现代农业;通信作者曹暕(1977—),女,辽宁沈阳人,北京农学院,教授,博士,研究方向为都市型现代农业。



1 数据基本情况

某寺庙公园具有以下两点优势:其一,地理位置较好,交通便捷;其二,历史较为悠久,节假日游客较多,目前发展较好,具有一定的代表性。因此本文对该寺庙公园进行调研。

调研于2021年3月5—9日采用问卷调查的方法进行实地调研。调研时间包括工作日及非工作日,共历时5 d。本次调研共发放152份问卷,其中有效问卷137份,有效问卷占全部问卷的90.13%。

问卷主要包括两部分内容:第一部分是游客的人口统计学特征,包括游客的一些基本信息(性别、年龄、职业),以及游客行为信息(来公园的频率);第二部分采用李克特五级量表对某公园满意度进行评价,将5个等级分别进行赋值<sup>[18]</sup>,从数字1到数字5,分别表示为非常不满意、不满意、一般、满意、非常满意。

从调查中发现,男性占43.8%,女性占56.2%,参与调研的女性略高于男性;年龄方面,26~45岁的游客占比较多,约有55.47%,其二占比较多的是46~55岁,约占21.17%,25岁及以下的游客约有17.52%,56岁以上占5.84%;在受教育方面,前来游玩的游客大多是本科及专科,占62.77%,学历是高中高职及以下的游客人数占24.82%,硕士及以上约占12.41%;在职业方面,公职人员的占比最多,占41.61%,其他占比较少,农民占10.22%、学生占21.9%、离退休人员10.95%、其他占15.33%;在月平均收入方面,收入在3 500及以下的占35.77%,收入为3 501~5 500元的游客占37.96%,收入在5 501~6 500元占11.68%,收入在6 501元及以上的占14.6%;前来寺庙公园游玩的游客有71.53%的人来自京内,仅有28.47%的游客来自京外,附近居民占79.56%,非附近居民只有20.44%,公园服务对象主要是京内游客,尤其是公园附近居民,见表1。

表 1 游客基本信息统计

问题	选项	频数	百分比/%
您的性别	男	60	43.8
	女	77	56.2
您的年龄	25 及以下	24	17.52
	26~45 岁	76	55.47
	46~55 岁	29	21.17
	56 岁以上	8	5.84
您受教育的程度是	高中及以下	34	24.82
	本科及专科	86	62.77
	硕士及以上	17	12.41

续表 1

问题	选项	频数	百分比/%
您的职业	学生	30	21.9
	公职人员	57	41.61
	农民	14	10.22
	离退休人员	15	10.95
	其他	21	15.33
您的月平均收入	3 500 元及以下	49	35.77
	3 501~5 500 元	52	37.96
	5 501~6 500 元	16	11.68
	6 501 元及以上	20	14.6
您是否关注文化旅游	是	95	69.34
	否	42	30.66
来自哪里	京内	98	71.53
	京外	39	28.47
是否是附近的居民	是	109	79.56
	否	28	20.44
合计		155	100

2 寺庙旅游游客行为信息概况

2.1 前往公园的目的

从图1中可以看出,不同游客前往公园的目的不同。旅游游玩的游客占大多数,约有52.55%,晨练遛弯和学习佛教文化的游客也比较多,分别占14.6%、18.25%,选择烧香拜佛和其他项目的游客分别占13.14%、1.46%。

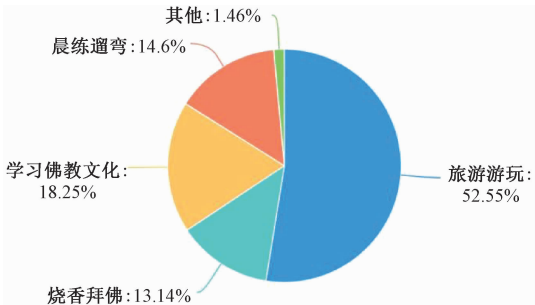


图 1 游客前往公园的目的

2.2 前往公园的频率

从图2中可以看出,游客前往公园的频率方面,每月去公园一次以下的游客占50.36%,每月去1~3次的游客占16.06%,每周去1~2次和3~5次分别占14.6%、13.14%,每周去5次以上的游客占5.84%。每月前往公园的频率越高,游客越少。一方面是游客喜新厌旧,另一方面说明公园没有很大的吸引力能够吸引游客重复游玩。

2.3 前往公园的时间段

从图3中可以看出,选择周末出行游玩的游客占66.42%,周末和工作日的占24.09%,工作日前

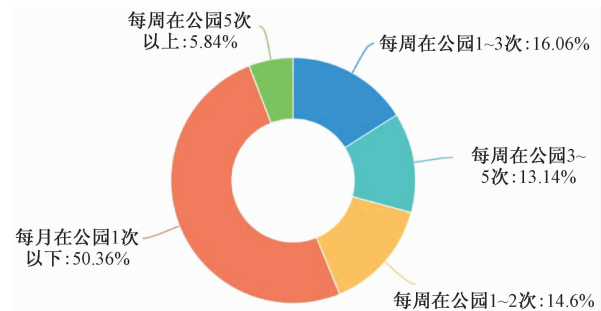


图 2 游客前往公园的频率

来游玩的游客占 9.49%；选择在工作日游玩的游客,8:01—12:00 的游客最多,占 46.15%；周末假期游客大多在 8:01—12:00 来公园,占 43.96；工作日和周末这一时期,选择 6:00—8:00、8:01—12:00 这两个时间段的游客都很多,均为 42.42%。

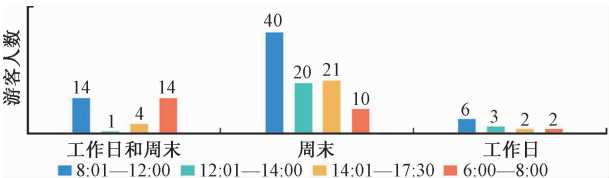


图 3 前往公园的时间段

3 寺庙文化旅游满意度分析

3.1 游客满意度描述性分析

从表 2 中可以看出,在 14 项有关寺庙公园游客满意度的变量中,各项指标的平均分较高,均大于 3.5。游客选择非常不满意和不满意这两个选项的较少,这说明寺庙文化旅游在很大程度上能够满足游客的需要。其中游客对景区中的休息设施、环境卫生、各种活动、知名度、公共厕所分布这几项没有非常不满意的感知,这可能由于公园内一些基础设施较为完善、景区内环境良好给游客留下了较好的印象。加之游客更加关注文化旅游,通过参加举办的活动,能够满足游客参与性的需求。在平均值中,门票价格、文化内涵、各种活动、服务态度、知名度这几项的平均分较低,需要对这几项进行改善,提升游客的满意度。

3.2 游客寺庙文化旅游的影响因素分析

采用因子分析法对寺庙文化旅游满意度进行分析。因子分析是一种较为常用的分析方法<sup>[19]</sup>,通过对 14 项要素进行因子分析,找出对游客满意度影响较大的变量。

表 2 游客满意度描述性统计分析

变量	非常不满意		不满意		一般		满意		非常满意		平均值	标准偏差
	频数	频率%	频数	频率%	频数	频率%	频数	频率%	频数	频率%		
休息设施	0	0	0	0	32	23.4	67	48.9	38	27.7	4.04	0.716
当地居民热情	3	2.2	2	1.5	35	25.5	59	43.1	38	27.7	3.93	0.888
垃圾桶分布	1	0.7	5	3.6	23	16.8	71	51.8	37	27.0	4.01	0.809
环境卫生	0	0	6	4.4	21	15.3	74	54.0	36	26.3	4.02	0.771
服务态度	2	1.5	15	10.9	27	19.7	63	46.0	30	21.9	3.76	0.967
门票价格	5	3.6	17	12.4	32	23.4	50	36.5	33	24.1	3.65	1.089
各种活动	0	0	20	14.6	27	19.7	59	43.1	31	22.6	3.74	0.972
文化内涵	2	1.5	18	13.1	26	19.0	62	45.3	29	21.2	3.72	0.992
古殿丰富	1	0.7	5	3.6	39	28.5	62	45.3	30	21.9	3.84	0.833
交通便利	2	1.5	12	8.8	28	20.4	60	43.8	35	25.5	3.83	0.959
有知名度	0	0	10	7.3	37	27.0	58	42.3	32	23.4	3.82	0.876
公共厕所	0	0	11	8.0	26	19.0	65	47.4	35	25.5	3.91	0.873
停车状况	1	0.7	8	5.8	30	21.9	65	47.4	33	24.1	3.88	0.867
指示牌清晰易懂	1	0.7	7	5.1	27	19.7	69	50.4	33	24.1	3.92	0.841

3.2.1 影响游客满意度的因子

为了了解游客对北京寺庙文化旅游的满意度,将影响游客对寺庙文化旅游满意度的 14 个因子进行分析。14 个因子包括休息设施( $X_1$ )、当地居民热情程度( $X_2$ )、垃圾桶分布( $X_3$ )、环境卫生状况( $X_4$ )、工作者服务态度( $X_5$ )、门票价格是否令人满意( $X_6$ )、各种活动丰富程度( $X_7$ )、公园景

观是否有文化内涵( $X_8$ )、古殿类型状况( $X_9$ )、交通是否便捷( $X_{10}$ )、景区知名度状况( $X_{11}$ )、公共厕所分布( $X_{12}$ )、停车状况( $X_{13}$ )、指示牌清晰易懂( $X_{14}$ )。

3.2.2 问卷信效度检验

KMO 和巴特利特检验是一种常用的检验问卷可靠性的方法,为了了解问卷是否适合做因子分



析,对 14 项影响游客对寺庙文化旅游满意度的因素进行信度与效度检验。从表 3 中可以看到,KMO 值 0.944,近似卡方 1 437.422,自由度 91,显著性 0.000。KMO 值大于 0.07,显著性小于 0.05,说明信效度较好,能够进一步进行因子分析。

表 3 KMO 和巴特利特检验

KMO 值		0.944
巴特利特球形度检验	近似卡方	1 437.422
	自由度	91
	显著性	0

3.2.3 因子分析

从表 4 中可以看出,对寺庙文化旅游游客满意

度因素进行因子分析,采用做大方差法,按主成分得到的结果,因子 1 方差贡献率为 30.43%;因子 2 方差贡献率为 24.64%,累计贡献率为 55.07%;因子 3 方差贡献率为 18.36%,3 个公因子能够解释 73.43%的原始变量。

通过对影响游客寺庙文化旅游满意度的 14 项因子按照主成分的方法进行因子分析,发现 14 项因子可以分为以下 3 大类:第 1 类为门票价格、各种活动、有知名度、文化内涵、交通便利、古殿丰富;第 2 类包括垃圾桶分布、环境卫生状况、停车状况、公共厕所方便程度、指示牌清晰易懂;第 3 类包括当地居民热情程度、休息设施、服务态度。旋转后的方程矩阵见表 5。

表 4 解释的方差总分析

成分	初始特征值			提取载荷平方和			旋转载荷平方和		
	总计	方差百分比	累积/%	总计	方差百分比	累积/%	总计	方差百分比	累积/%
1	8.584	61.317	61.317	8.584	61.317	61.317	4.26	30.431	30.431
2	0.95	6.788	68.106	0.95	6.788	68.106	3.449	24.639	55.07
3	0.745	5.324	73.429	0.745	5.324	73.429	2.57	18.359	73.429

表 5 旋转后的方程矩阵

条目	成分		
	1	2	3
门票价格	0.826	0.141	0.336
各种活动	0.739	0.51	0.114
有知名度	0.695	0.333	0.389
文化内涵	0.678	0.421	0.352
交通便利	0.668	0.171	0.451
古殿丰富	0.506	0.422	0.401
垃圾桶分布	0.286	0.832	0.147
环境卫生状况	0.077	0.751	0.443
停车状况	0.549	0.655	0.153
公共厕所方便程度	0.568	0.599	0.195
指示牌清晰易懂	0.488	0.541	0.295
当地居民热情	0.306	0.136	0.819
休息设施	0.272	0.46	0.633
工作人员服务态度	0.52	0.328	0.605

价格是影响消费者是否进行参观游玩的重要因素,虽然不同的消费者对于相同价格的敏感程度不同,但价格是消费者在进公园参观游玩之前首先感受到的因素。同时消费者选择景区时也会考虑景区的知名度和交通的便捷性,以便游客方便前往。景区内各种活动是否能对游客有吸引力、古殿类型是否丰富、能否让游客感受到其文化

内涵,这些因素决定了景区游玩能否满足游客的期望,因此可以将因子 1 总结成产品因素。因子 2 中的垃圾桶分布、环境卫生状况、停车状况、公共厕所方便程度、指示牌清晰易懂这 5 个要素,是为了满足消费者最基本的需求所提供的基础设施,因此可以将因子 2 归纳为基础设施。因子 3 包含了当地居民热情程度、休息设施和工作人员服务态度这 3 项,与对游客提供的服务有关,因此将因子 3 归纳为相关服务。

4 结论与对策建议

4.1 结论

从分析中可以看出,游客对园区各项指标满意度整体较高,均值为 3.86,表明游客对寺庙文化旅游留下了较好的印象。景区内游客以中青年女性为主,因此要针对女性群体进行各项活动设计。影响游客寺庙文化旅游的因子是产品因素因子、基础设施因子和相关服务因子,其影响程度是产品因素因子>基础设施因子>相关服务因子。

4.2 对策建议

针对寺庙文化公园目前存在的一些不足提出以下几点建议,以期对寺庙文化旅游的发展起到启示作用。

4.2.1 提升基础设施状况

公园内人流较多的路口及景点应设立足够的

垃圾桶。前往景区的游客经常会选择爬山锻炼身体或烧香礼佛,在不能保障山上厕所一定开放时,应提前在上山入口处写明情况,说明厕所开放时间,让游客提前做好心理准备。

#### 4.2.2 地理位置的可达性

对于游客来说,如果有两个功能相似的旅游景区,游客会对交通便利性进行比较,从而选择地理位置可达性较高的景区。因此,地理位置的可达性是游客考虑的因素之一。公园如果位于城区,交通便利、地理位置优越,能够为公园吸引更多忠实游客。

#### 4.2.3 合理制定门票价格

门票价格在游客消费过程中所占比重较大,大部分游客会考虑门票价格的合理性再决定是否进行参观游玩。由于不同的消费者对价格的敏感程度不同,而门票的价格又是公园收入的重要来源。对游客进行细分,有针对性地制定门票价格。同时进一步挖掘公园的文化内涵,通过提高游客的游玩体验和满意度,让游客肯定门票价格。

#### 4.2.4 增加活动多样性

目前很多景区寺庙旅游产品、景区内举办的各种活动正面临着同质化严重的问题,缺乏自己的特色,无法很好地满足游客的需求。因此提出以下两方面的建议:①文化产品设计时要将寺庙文化、寺庙建筑与时代潮流相结合,形成自己特色;②增加捏面人、皮影、踩高跷等这些传统艺术活动的举办,让游客积极参与,增强游客体验感,从而获得游客肯定。

#### 4.2.5 改善工作人员服务态度

通过调查发现,景区工作人员的工作热情在一定程度上会影响游客的满意度。工作人员有较高的工作热情与积极的服务态度,会给游客留下较好的印象,满意度将会提高。反之,糟糕的服务态度会拉低景区的形象,让游客感到不满。通过组织参观其他工作人员服务过程,引导员工为游客提供更为优质、有针对性的服务。

#### 4.2.6 提升景区知名度

从调查中可以看出,前往景区参观游玩的游客大多以京内附近居民为主,景区目前知名度并不高。景区的宣传方式要与时俱进,跟上时代潮流,

吸引游客。利用互联网的优势,借助抖音、快手这些App对寺庙文化旅游进行宣传。

### 参考文献

- [1] 严梦娇. 扬州佛教旅游景区的游客动机研究[D]. 扬州:扬州大学,2018.
- [2] 张文祥,周培义. 经济全球化下发展中国家旅游规划的文化选择[J]. 桂林旅游高等专科学校学报,2002(1):29—38.
- [3] 何波. 文化体验旅游对民族地区传承与发展传统文化的重要作用[J]. 旅游纵览(下半月),2018(14):20.
- [4] 张欢欢. 基于因子分析法的茶文化旅游线路游客满意度研究——以信阳市为例[J]. 西北师范大学学报(自然科学版),2015,51(5):114—118.
- [5] 任艾娟,王莉丽,李汉友,等. 基于因子分析法的兰陵国家农业公园游客满意度研究[J]. 林业与生态科学,2020,35(4):444—448.
- [6] 宋旭日. 以寺庙为核心的旅游景区的开发现状与开发趋势研究[J]. 旅游纵览(行业版),2011(24):51—52.
- [7] 薛倩瑞. 陕西佛教祖庭发展现状研究[D]. 西安:西北大学,2017.
- [8] 董洁芳,裴亚潞. 运用菲利普·科特勒测评模式对解州关帝庙游客满意度测评研究[J]. 江苏商论,2014(4):36—38,57.
- [9] 时台华,吴盈萱,邓序彤. 台北市寺庙之游客参访动机与满意度之研究——以万华(艋舺)龙山寺及财团法人行天宫为例[J]. 商业现代化学刊,2015,8(1):179—193.
- [10] 王琳. 呼和浩特居民召庙文化消费影响因素分析及对策研究[D]. 呼和浩特:内蒙古财经大学,2017.
- [11] 干鸣丰. 寺庙旅游地“商业化”表象及动因[J]. 知识经济,2015(20):77—78,80.
- [12] PIZAM A. Dimensions of tourist satisfaction with a destination area[J]. Annals of Tourism Research,1978(5):314—322.
- [13] 潘先红. 盐城市城市公园休闲满意度提升研究[D]. 开封:河南大学,2018.
- [14] 周从新. 湖南省国家森林公园网络点评热度与满意度空间特征研究[D]. 长沙:中南林业科技大学,2019.
- [15] 李方方,卞丽蓉. 八里河景区游客满意度调查[J]. 合作经济与科技,2019(4):104—106.
- [16] 温煜华. 甘肃省温泉旅游资源评价及旅游者体验研究[D]. 兰州:兰州大学,2011.
- [17] 王玉乾. 乡村旅游游客满意度影响因素研究[D]. 济南:山东大学,2018.
- [18] 张美娇. 甘肃景泰黄河石林景区游客满意度提升策略研究[D]. 兰州:西北师范大学,2020.
- [19] 吴玮怡. 基于因子分析的南昌市社区卫生服务满意度研究[J]. 营销界,2020(47):113—114.

## Study on Tourist Satisfaction of Beijing Temple Culture Tourism

ZHANG Qing, CAO Jian

(Beijing University of Agriculture, Beijing 102206, China)

**Abstract:** Temple cultural tourism, as a kind of cultural tourism, has its own unique advantages. Cultural tourism is an important form of tourism. Improving tourists' satisfaction with cultural tourism is very important for the development of the tourism industry, and can well drive local economic development. Using the questionnaire survey method to collect data, and at the same time conducts a factor analysis of the existing data to understand the basic situation of tourists' satisfaction with temple cultural tourism. It can be seen from the model results that the factors that affect tourists' temple cultural tourism are product factor factors, infrastructure factors and related service factors, and the degree of influence is product factor factor>infrastructure factor>related service factor. In the end in view of some of the current deficiencies in the scenic area, relevant suggestions for the improvement of temple cultural tourism are put forward in order to serve as a reference for the development of temple cultural tourism.

**Key words:** temple culture tourism; tourists; satisfaction; factor analysis

# 泉州市电磁辐射水平跟踪研究

陆智新<sup>1</sup>, 梁美霞<sup>2</sup>, 卞心彤<sup>3</sup>, 黄菁华<sup>3</sup>

(1. 福建省辐射环境监督站 泉州分站, 福建 泉州 362000; 2. 泉州师范学院 资源与环境科学学院, 福建 泉州 362000; 3. 福建省辐射环境监督站, 福州 350011)

**摘要:**电磁辐射水平是生态环境质量评价的一个重要指标。为全面评估泉州市电磁辐射水平,在泉州市刺桐公园设置了电磁辐射环境对照点,在居住区、商业区设置了典型移动通信基站和中波台电磁辐射观测点位,进行了 5 年跟踪监测。在此基础上,利用 Spearman 秩相关系数法分析 5 年来电磁辐射变化趋势,并运用数学模型量化评估其电磁环境容量。研究表明,环境对照点、中波台和移动通信基站最大电场强度和功率密度分别为 GB 8702—2014 中公众暴露限制的 12.1%、99%、3.52%。经过评估,按照目前电磁辐射增长速度,在 52.5 年后电磁辐射水平将超过 GB 8702—2014 规定的公众暴露控制限值。为确保泉州市电磁辐射环境处于较低水平,降低电磁辐射污染对人们健康的影响,从生态环境保护角度提出电磁辐射环境污染管理建议。

**关键词:**生态环境质量;电磁辐射;监测;暴露;泉州市

**中图分类号:**X837 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2021)10-0342-06

随着电子科技的进步,电磁辐射设施(设备)广泛应用于社会生产和生活的各个方面,使环境空间电磁辐射越来越强,公众暴露于电磁辐射的强度、时间和复杂性也与日俱增。据统计,全世界环境空间电磁辐射能量平均每年增长 7%~14%,每 10 年环境空间电磁辐射能量可能将增加 3.7 倍<sup>[1]</sup>。大量的实验和调查结果表明,较强的电磁辐射对人体健康有很大的影响,还可能诱发癌症,对电子设备的正常工作造成严重干扰<sup>[1]</sup>。电磁辐射污染已经成为继大气污染、水污染、噪声污染之后的第四大环境污染。开展城市电磁辐射水平调查,进行电磁辐射环境质量跟踪监测分析,可以全面、准确、及时地反映某个特定区域内电磁辐射环境质量变化趋势,为环境管理和环境规划等提供科学依据。

截至 2019 年泉州市移动电话用户 1 032.98 万,全社会用电量 5 152 525 万 kW·h,广播电视台 9 座,电气化铁路里程 203.9 km(其中高铁 86.97 km)(数据来源泉州 2020 年统计年鉴)。电磁辐射具有双重属性,既是资源,又是污染物。作为资源,人们可以利用电磁辐射传递信息;作为污染源,电磁辐射是一种能量流污染,难以感知,具有

一定的隐蔽性,增加了环境监管难度<sup>[2-4]</sup>。因此,选取泉州市区为监测研究区域,在泉州市刺桐公园设置了电磁辐射环境对照点,在居住区、商业区设置了典型移动通信基站和中波台电磁辐射观测点位,进行了 5 年跟踪监测,并分析近 5 年电磁辐射变化趋势,量化评估电磁环境容量,旨在积累泉州电磁辐射环境水平大数据,探寻电磁辐射时空分布变化规律,以便让城市规划更趋于科学合理,让电磁辐射源合理布局,并为生态环境主管部门监督管理提供科学、准确、有效的依据。

## 1 电磁辐射水平监测方法

### 1.1 监测仪器

射频综合场强监测仪器:NBM-550 型综合场强仪,配备 EF-0391 型探头,响应频率为 100 kHz~3 GHz,量程为 0.3~300 V/m,最低检测限为 0.3 V/m。

### 1.2 监测条件及评价依据

监测环境条件为无雪、无雨、无雾、无冰雹,天气晴朗,温度在 4℃以上,相对湿度小于 80%,风力小于 3 级;监测指标为电场强度、功率密度;监测时应注明环境条件和经纬度,每个监测点位应进行连续 5 次电场强度的测定,每次测定时间不少于 15 s,

**收稿日期:**2021-06-02

**基金项目:**福建省科技厅自然科学基金(面上)项目(2020J01780);泉州市科技计划项目(2018Z025)。

**作者简介:**陆智新(1983—),男,江苏如皋人,福建省辐射环境监督站泉州分站,副站长,高级工程师,研究方向为辐射环境监管与监测;通信作者梁美霞(1981—),女,福建南安人,泉州师范学院资源与环境科学学院,副教授,研究方向为水土保持和生态恢复。

并读取稳定状态下的最大值。

评价依据为《环境监测管理办法》《辐射环境保护管理导则—电磁辐射监测仪器和方法》(HJ/T 10.2—1996)、《交流输变电工程电磁环境监测方法(试行)》(HJ 681—2013)、《高压交流架空送电线、变电站工频电场和磁场测量方法》(DL/T 988—2005)、《电磁环境控制限值》(GB 8702—2014)。

2 泉州市各类型电磁辐射水平

城市环境中的电磁辐射源主要为广播电视信号发射塔和移动通信基站,因此根据泉州市中心城区社会经济发展水平及人口分布密度的现状,选取环境对照点和典型电磁辐射设施设备作为研究对象<sup>[5-6]</sup>。

2.1 环境对照点电磁辐射水平

在泉州市丰泽区刺桐公园设置一个环境电磁辐射水平监测点位,监测点位于公园中央草坪上,距离周边建筑物大于 50 m,每次监测时间为 8:00—20:00,监测时间段基本上涵盖了城市电磁辐射体发射电磁波高峰,监测仪器设置每 15 s 自动计数一次,测量结束后通过 Narda 公司 NBM-TS 软件将测量数据导入电脑进行数据处理。监测结果见表 1。

表 1 2016—2020 年对照点电磁辐射水平监测结果

监测年份	数据类型	综合场强/(V·m <sup>-1</sup> )
2016	测值范围	0.35~1.29
	平均值	0.38
2017	测值范围	0.44~0.92
	平均值	0.61
2018	测值范围	0.81~1.29
	平均值	1.04
2019	测值范围	0.92~1.42
	平均值	1.35
2020	测值范围	0.45~0.72
	平均值	0.49

根据《电磁环境控制限值》(GB 8702—2014)规定,频率范围在 0.1~3 MHz、3~30 MHz、30~3 000 MHz 时所对应的电场强度公众曝露限值为 40 V/m、67/f<sup>1/2</sup> V/m、12 V/m,取电场强度最小公众曝露限值 12 V/m、功率密度公众曝露限值 40 μW/cm<sup>2</sup> 作为分析标准。根据表 1 的监测结果,研究时间段 2016—2021 年电场强度值为 0.35~1.45 V/m,最小值出现在 2016 年为 0.35 V/m,约占公众曝露限值的 3.17%;监测最

大值出现在 2020 年为 1.45 V/m,约占公众曝露限值的 12.1%。以上数据表明,研究区域刺桐公园连续 4 年环境电磁辐射水平呈上升趋势(图 1),未出现电磁辐射超标的情况。对 2020 年监测数值急剧下降的原因进行研究分析,2020 年监测时间为 4 月 15 日,刺桐公园地处中心市区,因新冠肺炎疫情防控,该时间段刺桐公园仍处于闭园状态,公园内除保安人员外,无其他人员,研究点监测工况较往年相比,移动通信设备使用量呈断崖式下降,导致研究点位电磁辐射平均水平比 2019 年下降 63.7%。

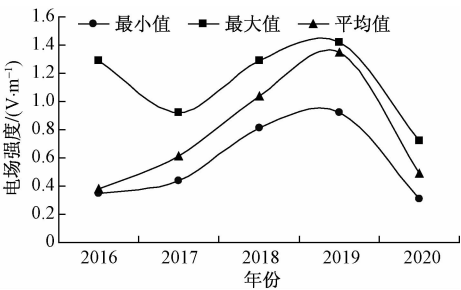


图 1 2016—2020 年对照点电磁辐射年际变化

2.2 移动通信电磁辐射水平

研究区为泉州农业大厦楼顶移动通信基站。该基站属于 GSM、TD-SCDMA、LTE 共址基站,紧邻金山小区、农业局宿舍、华福大厦、环境监测大楼等环境敏感目标区,基站发射天线为屋面抱杆类型,共计 14 根天线,且经过美化处理。研究时段均为通话业务高峰时段。在环境监测大楼 6 楼楼顶和华福大厦五楼楼顶设置观测点位,距离天线分别为 35、21 m,连续 5 年高峰时段电磁辐射跟踪监测,监测结果见表 3。

研究对象为 4G 及以下通信基站,该点位暂未建设 5G 基站,根据《电磁环境控制限值》(GB 8702—2014)规定,选取频率范围在 30~3 000 MHz 的电磁辐射源等效平面波功率密度公众曝露限值为 40 μW/cm<sup>2</sup> 为评价标准。对监测的数据进行处理,取得移动通信基站功率密度测量值平均值。由表 2 可知,基站连续 5 年功率密度测值范围为 0.47~1.41 μW/cm<sup>2</sup>,最大值 1.41 μW/cm<sup>2</sup> 为公众曝露限值的 3.52%。由图 2 可知,研究对象功率密度逐年呈上升趋势,具体分析如下:研究区域内移动端无线设备增多和电信资费降费,该观测点在高峰时段通信业务量整体呈上升趋势;同时为了满足通信信号覆盖,该观测点通信基站数量也逐年增多。

表 2 移动通信基站周围电磁环境监测结果

监测年份	数据类型	功率密度/( $\mu\text{W}\cdot\text{cm}^{-2}$ )
2016	测值范围	0.47~0.84
	平均值	0.53
2017	测值范围	0.52~0.76
	平均值	0.64
2018	测值范围	0.41~1.18
	平均值	0.76
2019	测值范围	0.95~1.11
	平均值	1.03
2020	测值范围	0.75~1.41
	平均值	1.08

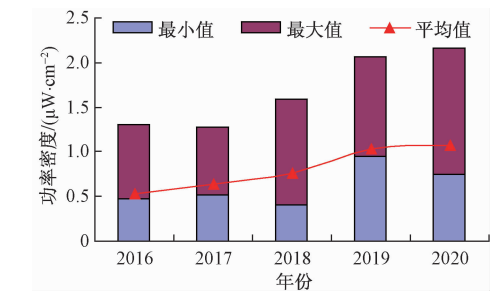


图 2 2016—2020 年移动通信电磁辐射年际变化

2.3 中波台电磁辐射水平

研究区域为泉州市 401 中波台站。泉州市 401 中波台地处市区，发射天线为四边形自立塔式中波广播天线，共有 8 个中波广播发射频率，4 部 10 kW 发射机（一用一备）和 12 部 3 kW 发射机天线（一用一备），四周为滞洪区，附近有灯星公寓、奔达明珠小区、恒祥大厦等环境保护敏感目标，上述点位分别距离 401 台天线为 132、324、925 m，在这 3 个环境保护敏感目标处设置观测点位，开展连续 5 年跟踪监测，监测结果见表 3。

表 3 中波台周围电磁环境监测结果

监测年份	数据类型	电场强度/( $\text{V}\cdot\text{m}^{-1}$ )
2016	测值范围	1.00~39.6
	平均值	22.59
2017	测值范围	0.45~29.05
	平均值	10.32
2018	测值范围	1.34~24.6
	平均值	9.38
2019	测值范围	1.45~24.1
	平均值	9.32
2020	测值范围	1.67~21.11
	平均值	8.57

根据《电磁环境控制限值》(GB 8702—2014)规定，频率范围在 0.1~3 MHz 的电磁辐射源电场强

度公众曝露限值为 40 V/m。由表 3 的监测结果得出，观测点位电场强度测值范围为 0.46~39.6 V/m，最大值为出现在 2016 年，约占 GB 8702—2014 中有关公众曝露限值的 99%，由图 3 可知，泉州市 401 中波台电场强度呈逐年下降趋势，监测数据表明由于该中波台地处市区，随着周边居住小区、办公场所增多，在满足信号覆盖需求的前提下，尽可能地降低了发射机发射功率，减少对周边居住、办公区的电磁辐射影响，该观测点电磁辐射水平 2016 年最大，监测最大值接近控制限值，2017—2020 年最大监测值呈逐年下降趋势。

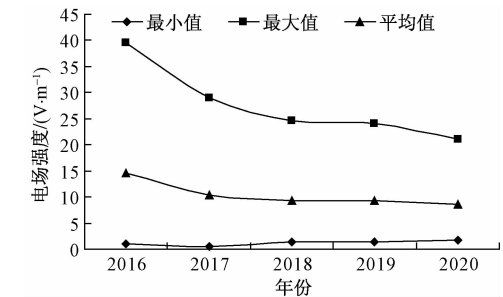


图 3 2016—2020 年中波台电磁辐射年际变化

2.4 研究区域电磁辐射整体变化趋势

2.4.1 电磁辐射整体变化趋势算法

在统计学中，Spearman 秩相关系数是度量两个连续型变量之间单调关系强弱的相关系数。在没有重复数据的情况下，若一个变量是另外一个变量的严格单调函数，则 Spearman 秩相关系数就为 +1 或 -1。若 Y 随 X 的增加而增加，Spearman 秩相关系数是正；反之，若 Y 随着 X 的增加而减小，Spearman 秩相关系数为负；若 Spearman 秩相关系数为 0，表示随着 X 的增加，Y 没有增大或减小的趋势。本研究采用 Spearman 秩相关系数法研究泉州市电磁辐射整体变化趋势。

2.4.2 电磁辐射整体变化趋势评价结果

为研究 3 个观测点电磁辐射整体变化趋势，引入 Spearman 秩相关系数法对电磁辐射环境多时段变化趋势和变化程度进行分析。计算公式为

$$r_s = 1 - [6 \sum_{i=1}^n d_i^2] / [N^3 - N] \tag{1}$$

式中： $d_i$  为变量  $X_i$  和变量  $Y_i$  的差值， $d_i = X_i - Y_i$ ； $X_i$  为周期 1 到周期  $N$  按测值从小到大排列的序号； $Y_i$  为按时间顺序排列的序号。

由于本研究连续开展了 5 年跟踪监测， $N$  值取 5。由表 4 可知，当  $N=5$  时，显著性水平  $W_{P, 0.05} = 0.900$ 。根据式(1)，计算出刺桐公园、移动通信、中

波发射台电磁辐射水平秩相关系  $r_s = 0.300$ 、 $0.700$ 、 $-1.000$ ，见表 5。可得出刺桐公园、移动通信基站两个观测点秩相关系数  $0 < r_s < 0.900$ ，表明这两个观测点电磁辐射水平呈不显著上升趋势；中波台监测点位电磁辐射秩相关系数  $r_s < 0$ ，并且  $|r_s| > 0.900$ ，表明中波台观测点电磁辐射水平呈明显下降趋势。

表 4 秩相关系数  $r_s$  的临界值  $W_p$

N	显著性水平 $W_p$	
	0.05	0.1
4	1.000	—
5	0.900	1.000
6	0.829	0.943

表 5 各电磁辐射点位监测数值秩相关系数  $r_s$

年份	对照点辐射水平	移动通信基站辐射水平	中波台辐射水平
2016	0.38	0.53	14.13
2017	0.61	0.64	10.32
2018	1.64	1.69	9.38
2019	1.35	1.03	9.32
2020	0.49	1.08	8.57
秩相关系数 $r_s$	0.300	0.700	-1.000

根据秩相关系数  $r_s$ ，可以得出 2016—2020 年环境对照点刺桐公园、典型移动通信基站电磁辐射水平趋于平稳状态，中波台电磁辐射水平呈下降趋势。综上所述，泉州市电磁辐射环境整体向好。

2.5 电磁辐射生态环境容量

根据文献[7-9]，运用数学模型计算泉州市电磁环境容量发展年限，计算公式为

$$M_L = N_s (1 + p)^x \tag{2}$$

$$x = \frac{\lg(M_L/N_s)}{\lg(1 + p)} \tag{3}$$

式中： $M_L$  为电磁辐射环境某项指标公众曝露控制限值； $N_s$  为电磁辐射环境现状水平； $p$  为该指标年平均增长率； $x$  为对应发展年限。

由于中波发射台产生电磁辐射水平呈逐年下降趋势，为保守计算环境容量，不考虑其对电磁辐射环境增长的贡献。2016—2020 年对照点刺桐公园电场强度年平均增长率  $p = 5.8\%$ ，GB 8702—2014 中规定电场强度限值  $M_L = 12 \text{ V/m}$ ， $N_s = 0.49 \text{ V/m}$ ，将数值代入式(3)计算可知， $x$  的年限为 56.6 年；2016—2020 年移动通信基站功率密度年

平均增长率  $p = 7.12\%$ ，GB 8702—2014 中规定功率密度限值  $M_L = 40 \text{ } \mu\text{W/cm}^2$ ， $N_s = 1.08 \text{ } \mu\text{W/cm}^2$ ，将数值代入式(3)计算可知，电磁辐射达到 GB 8702—2014 中规定限值时， $x$  的年限为 52.5 年。按最少年限进行保守计算，按照目前电磁辐射环境增长速度，电磁辐射环境容量发展年限为在 52.5 年。

与国内其他城市相比(表 6)，泉州市电磁环境容量仍处于全国较好水平。

表 6 国内不同城市电磁辐射环境容量比较

城市	电磁辐射容量 发展时间/a	资料来源
延吉市	16	文献[6]
四平市	18	文献[6]
长春市	19	文献[6]
哈尔滨	23	文献[8]
苏州工业园区	40	文献[10]
南昌市	57.07	文献[9]
泉州市	52.5	本研究

3 讨论

3.1 近 5 年电磁辐射时空分布

环境对照点地处公园(图 4)，2016—2019 年电磁辐射水平随着跟人们活动和周边基站增多而增加，2020 年由于受疫情影响，监测时段处于公园闭园状态，园内除保安外无其他人员，所监测电磁辐射水平较往年有所降低。典型移动通信基站所处环境为人员密集区域(图 5)，为满足周边小区、办公区域日益增长无线通信需求，基站天线数量也逐年增多，电磁辐射水平也呈逐年上升趋势，尤其是 16:30—20:00 晚高峰时段，无线网络使用频繁，电磁辐射水平明显上升。中波台位于浦西滞洪区(图 6)，一面临晋江，一面临刺桐路，其余两面均有建筑物围绕，天线为定向天线，在满足广播电视信号覆盖的同时，不断优化发射功率，电场强度最大值从 2016 年 39.6 V/m(接近限值 40 V/m)到 2020 年 21.11 V/m，逐年呈下降趋势。综上所述，电磁辐射时空分布跟不同功能区、人的活动强度和电磁辐射源的分布有密切关系。

3.2 近 5 年电磁辐射环境污染分析

研究点位电场强度为出现超标的情况，高频度使用移动通信网络，增加了环境电磁辐射强度。通过比对 2016—2020 年环境对照点和典型移动通信基站周边敏感区域电磁辐射水平呈上升趋势，表明





图 4 对照点泉州市刺桐公园现状



图 5 移动通信基站现状



图 6 401 中波台发射天线现状

城市空间充斥的电磁辐射污染也呈逐年上升趋势。有学者认为,过度暴露于高剂量电磁辐射中,可能会增加成人白血病、男性和女性乳腺癌和脑癌的患病风险和概率<sup>[10]</sup>。

#### 4 建议

通过对泉州市环境对照点、典型移动通信基站和中波台发射天线进行 5 年跟踪监测,首次对连续 5 年泉州市电磁辐射水平、时空分布、环境容量等进行相关分析评价。根据跟踪监测结果,泉州市电磁辐射水平处于较低环境水平,未出现电磁辐射超标情况,但也呈逐年上升趋势。按照目前电磁辐射环境增长速度,保守估计 52.5 年后,电磁辐射水平将超过规定限值。因此,需进一步提升电磁辐射环境

管理水平,确保电磁辐射环境处于较低环境水平。

##### 4.1 完善监控网络

应建立全市电磁辐射环境监测工作体系,增加中心城区电磁辐射监测点位密度、在全市主要城镇设置电磁辐射监测点位,完善监测网格;在鲤城区、丰泽区、洛江区建立城市电磁辐射环境自动监测站,通过自动站动态实时监测,捕获电磁辐射日、周、月、年变化情况,分析电磁辐射时空分布变化规律。

##### 4.2 科学规划电磁辐射设施建设

完善城市建设规划,落实规划环评,建立规划环评和项目建设联动机制,统筹协调电力、通信、铁塔等部门,充分考虑现有环境状况和环境容量;电磁辐射设施使用单位应定期对电磁辐射设施开展巡查,禁止在划定的防护区内和防护距离内建设环境敏感目标<sup>[11-12]</sup>。

##### 4.3 定期开展电磁辐射设施(设备)监测

移动通信基站、广播发射台等发射设备长时间运行,存在设备老化等问题,使用单位应加强自我检查和维护工作,制定电磁辐射监测计划,对所属电磁辐射设备定期开展电磁辐射环境监测,对监测中发现超标点位,应及时查找原因,及时消除超标电磁辐射影响。

##### 4.4 加强电磁辐射环境监测能力建设

随着环保监察监测机构垂改完成,可整合中心城区生态环境监测队伍,抽调有环境监测经验技术人员组建辐射环境监测队伍,配齐辐射环境监测仪器设备,开展辐射环境监测能力认证,形成生态环境执法与监测相结合的双管联动机制,打造高素质专业化生态环境保护铁军。

##### 4.5 强化电磁辐射环境事中事后监管

生态环境保护综合执法支队应与移动通信三大运营商和铁塔公司、国网电力公司、通信管理办公室等部门建立联合会商制度,定期通报电磁辐射设施建设、投入使用情况和自行监测开展情况。同时执法支队应对辖区电磁辐射设备(设施)开展网格化测管联动执法检查,及时将执法检查情况通报电磁辐射设备(设施)使用单位、通信管理办公室和国网电力公司;对群众关心的电磁辐射投诉件要开展回头看;主动向社会公众公开检查情况和监测结果,加大公众参与力度,主动接受公众监督,做到件件有回音,事事有落实<sup>[11,13]</sup>,同时应依法依规处理电磁辐射环境“邻避效应”问题,确保电磁辐射热点问题得到及时妥善处理。



4.6 加强电磁辐射环境安全的宣传教育工作

为了进一步提高公众对电磁辐射的科学认知水平,有效预防和减少电磁辐射有关问题,通过主流媒体宣传电磁辐射相关知识,并结合“五·五”法制日、“六·五”世界环境日等活动,全方位、多层次地开展电磁辐射安全防护宣传活动<sup>[14]</sup>,印发资料宣传,开展公众咨询等活动,使公众了解电磁辐射的基本知识和特性,科学地防护电磁辐射污染<sup>[15]</sup>。开展电磁辐射知识宣传进学校活动,开展电磁辐射知识讲座,引导更多的人参与到电磁辐射知识的传播中来。

参考文献

[1] 邹澎. 电磁辐射环境影响预测与测量——理论、技术和方法[M]. 北京: 科学出版社, 2013.

[2] 刘宝华, 杨旭富, 魏广宁, 等. 基站电磁辐射防护与环境监管对策研究[J]. 通信科技, 2013, 46(2): 89—91.

[3] 王毅, 麻桂荣, 郭幼英. 移动通信网基站电磁辐射调研及居民环境超标原因分析[J]. 中国环境监测, 2002, 18(3): 43—46.

[4] 陈威. 城市电磁污染评价的数学模型与应用研究[D]. 长春: 吉林大学, 2011.

[5] 高彦伟, 王含笑, 张静. 吉林省三所城市电磁辐射环境监测统计分析与评价[J]. 世界地质, 2011, 30(3): 435—438.

[6] 陆智新. 泉州市移动通信基站电磁辐射环境影响分析[J]. 环境监测管理和技术, 2014, 26(5): 56—60.

[7] 尚玲琦, 滕世长. 哈尔滨市电磁辐射环境容量及分析对策[J]. 环境科学导刊, 2008, 27(3): 26—27.

[8] 王晓云, 齐华月, 陈志平. 南昌市电磁辐射环境现状与评价[J]. 环境污染与防治, 2017, 39(7): 802—806.

[9] 徐佳. 苏州工业园区电磁辐射分布情况调查及评估[D]. 苏州: 苏州科技大学, 2017.

[10] 唐超, 章路, 林亚杰, 等. 厦门市地下综合管廊电磁环境监测与分析[J]. 辐射研究与辐射工艺学报, 2021, 39(2): 68—77.

[11] 王东, 黄恒. 深圳市电磁辐射环境现状及对策研究[J]. 环境科学与管理, 2012, 37(6): 33—36.

[12] 徐秀华, 徐秀梅. 哈尔滨市电磁辐射环境管理战略对策分析[J]. 黑龙江环境通报, 2008, 32(3): 52—53.

[13] 欧分粮. 江苏省核与辐射安全监管工作现状及对策[J]. 污染防治技术, 2009, 22(4): 25—28.

[14] 武攀峰, 蔡佳辰, 於香湘, 等. 电磁辐射环境信访分析与应对措施探讨[J]. 环境监测管理和技术, 2014, 26(3): 5—6.

[15] 陆智新, 梁美霞. 基于生态安全的泉州市移动通讯基站电磁辐射污染管理现状与对策[J]. 科技和产业, 2014, 14(4): 154—155.

Tracking Research on Electromagnetic Radiation Level in Quanzhou City

LU Zhi-xin<sup>1</sup>, LIANG Mei-xia<sup>2</sup>, BIAN Xin-tong<sup>3</sup>, HUANG Jing-hua<sup>3</sup>

(1. Quanzhou Branch of Fujian Radiation Environment Supervision Station, Quanzhou Fujian 362000, China;  
2. School of Resources & Environmental Science, Quanzhou Normal University, Quanzhou Fujian 362000, China;  
3. Fujian Radiation Environment Supervision Station, Fuzhou 350011, China)

**Abstract:** Electromagnetic radiation level is an important index of ecological environment quality evaluation. In order to comprehensively and dynamically grasp the electromagnetic radiation level of Quanzhou, the electromagnetic radiation environmental control points were set up in the Ci-tong Park, and the typical mobile communication base station and medium wave station electromagnetic radiation observation points were set up in the residential and commercial areas, where five years of follow-up monitoring were carried out. The rank correlation coefficient method was used to analyze the change trend of electromagnetic radiation of environmental control points and typical electromagnetic radiators in recent five years. The mathematical model was used to evaluate the capacity of electromagnetic environment quantitatively. The results showed that the maximum electric field intensity and power density of the environment control point, medium wave station and mobile communication base station were 12.1%, 99% and 3.52% of the public exposure limit in GB 8702—2014, respectively. After evaluation, according to the current growth rate of electromagnetic radiation, the electromagnetic radiation level will exceed the public exposure control limit in 52.5 years. In order to ensure that the environment of electromagnetic radiation in Quanzhou is at a low level and reduce the impact of electromagnetic radiation pollution on people's health, some suggestions on the management of electromagnetic radiation environmental pollution are put forward from the perspective of ecological environment protection.

**Key words:** ecological environment quality; electromagnetic radiation; monitor; exposure; Quanzhou City

# 北京市旅游资源空间结构与吸引力特征分析

梁怀忠

(西华大学 文学与新闻传播学院, 成都 610039)

**摘要:**以北京市为研究区域,通过文献资料分析、定性分析与定量分析、ArcGIS 等方法,基于建立的旅游资源吸引力指标,分析北京市旅游资源空间结构的特点及吸引力特征。结合这些特点特征和不同区域吸引力强弱和范围的差异,为今后北京市改善旅游资源空间结构分布提供建议。分析显示:西城区-东城区呈现出双核心格局,西北旅游资源密度稀,东南旅游资源密度大,旅游资源核心城市大聚集-小分散,郊县小聚集-大分散;旅游资源吸引力呈现出内环强而外环弱的特点;在地域上看,旅游资源吸引力西北极弱,东南极强,旅游资源吸引力与路网和人口密度成正相关关系。

**关键词:**北京市;旅游资源;旅游;路网;区域内

**中图分类号:**F592.3   **文献标志码:**A   **文章编号:**1671-1807(2021)10-0348-06

一个区域的旅游资源空间结构特征能反映出这个区域旅游资源的吸引力强弱和范围。北京市作为政治、文化、国际交往和科技创新中心,拥有文物古迹 7 300 多项,景点 200 多处,发展潜力巨大。但是北京市旅游资源聚集性很强,在地域上郊县旅游资源与核心城市旅游资源界限分明,这对其区域内、区域与区域间旅游发展产生了阻碍。分析北京市旅游资源空间结构的特点及吸引力特征,能为今后北京市旅游资源规划和发展提供参考。

目前对于旅游资源空间结构的研究结果还不多。卞显红基于旅游资源区位、市场、交通等因素,根据城市旅游点轴机制,对长江三角洲空间结构进行了分析<sup>[1]</sup>。马朋朋利用统计分析、空间分析等方法从城市旅游空间发展的角度分析了其特征<sup>[2]</sup>。唐晓灵等利用 GIS 缓冲区分析、核密度估计法对人文旅游资源点线面数据进行了空间结构分析,总结出了三簇两带的空间格局<sup>[3]</sup>。其中大多数研究都是以某一类,如自然景观<sup>[4]</sup>、旅游景观<sup>[5]</sup>、人文资源<sup>[6]</sup>等方面对旅游资源空间结构进行探讨。这些研究优点在于数据量少易于分析、能对某一类旅游资源空间结构特点进行总结,但是对于将来区域旅游资源整合缺乏足够的分析,具有一定的局限性。

旅游资源吸引力在一定程度上受旅游资源空间结构影响。Gunn 认为如果没有旅游吸引物,其他旅游服务就没有必要存在<sup>[7]</sup>。段圣奎认为,随着

时代的进步和发展,景点、线路和城市竞争在旅游行业的竞争中在慢慢被淘汰,转而是是在区域旅游资源中进行竞争<sup>[8]</sup>。而旅游资源吸引力的重要部分在于旅游资源的含义。Lew 认为旅游资源吸引力是旅游者前往目的地的直接原因<sup>[9]</sup>。本文研究区域为北京市 16 个区,涵盖的旅游资源数据太广,因此将旅游资源吸引力界定为各个区旅游资源富集度与人口密度和路网密度的关系。国内学者谢彦君等对于旅游资源吸引力的研究多在其竞争方面<sup>[10]</sup>,段圣奎总结前人研究成果,将区域旅游资源研究分作基本概念、原则、驱动机制等 6 部分进行分析,尝试在三峡区实例的基础上建成区域旅游资源整合指标<sup>[8]</sup>。国外学者对于旅游资源评价体系也做了很多工作,费拉里昂(Ferrario F. Ferrario)提出了南非旅游资源评价实用系统<sup>[11]</sup>;美国学者 Gunn 将伊利诺伊州自然和人文资源的开发潜力结果叠加,划分出了旅游资源开发潜力等级<sup>[12]</sup>;澳大利亚学者 Priskin 从旅游设施、吸引力、环境质量、可进入性等方面,评价澳大利亚西部海滨地区旅游开发潜力<sup>[13]</sup>。这些研究对旅游资源进行评价时,大都冲旅游资源本身的质量、空间结构和开发条件,来说明开发潜力和吸引力<sup>[14]</sup>。

本文以北京市 16 个区为研究区域,通过 ArcGIS 建立了旅游资源吸引力评价指标,基于文献资料分析法、定性分析与定量探究北京市旅游资源

收稿日期:2021-06-09

作者简介:梁怀忠(1997—),男,四川广元人,西华大学文学与新闻传播学院,学生,研究方向为文化产业管理。

空间结构和吸引力特点,为北京市区域旅游资源整合提供参考。

1 研究区域及概况

北京市地势西北高、东南低、北部和东北部三面环山,东南部是一片缓缓向渤海倾斜的平原。境内气候为半湿润半干旱季风气候,夏季高温多雨,冬季寒冷干燥,春季和秋季时间较短。

北京市历史底蕴深厚,旅游资源丰厚,拥有世界遗产 7 处,拥有对外开放的景点达 200 多处,如有明清两代皇家宫殿紫禁城、祭祀皇天、祈五谷的天坛,北海公园、颐和园和圆明园都曾是帝王之苑。

因此以北京市 16 个区为研究对象,全市总面积 16 410.54 km<sup>2</sup><sup>[15]</sup>,其中城区有东城区和西城区,近郊区有朝阳区、丰台区、石景山区、海淀区和门头沟区,近郊区有昌平区、顺义区、通州区、大兴区、房山区、平谷区、怀柔区、密云区和延庆区<sup>[16]</sup>(图 1)。

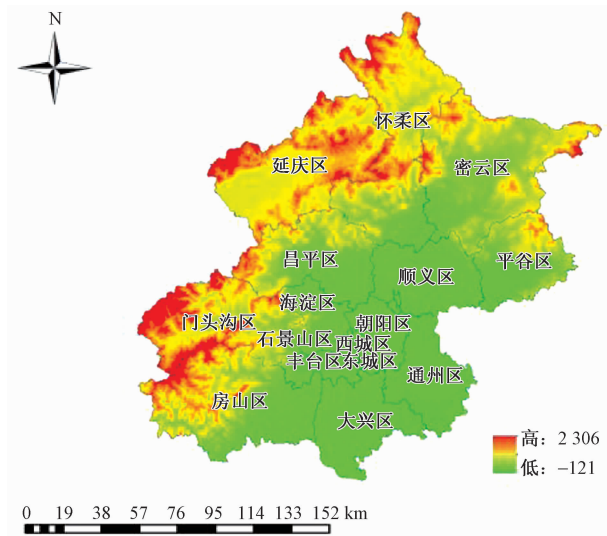


图 1 研究区域

1.1 数据源

本文研究数据主要有:①各区旅游景点数、北京行政区划数据;②北京市地理空间数据、2017 全国乡镇/街道行政界面数据;③中国路网数据、北京市第七次全国人口普查公报(第二号)等。

1.2 研究方法

将旅游资源数据、路网数据、人口数据导入 Arcgis 中,经过坐标投影之后,计算其每平方公里像素点之比为 7:8:5,将旅游资源密度、路网密度、人口密度按照自然间断点法分为 5 类,分别为极密、较密、均匀、较稀、极稀。评价方式为了计算方便快捷,设置为计分制,分别为 5 分、4 分、3 分、2 分、1 分,最终分析权重按照每平方公里像素点百分比

计算,分别为旅游资源 35%、人口 25%、路网 40%(表 1、图 2)。

表 1 旅游资源、人口、路网像素点

参数	旅游资源 像素点	人口像 素点	路网像 素点	面积/ km <sup>2</sup>
数值	1 862.7	1 330.5	2 128.8	16 410.54
权重/%	35	25	40	

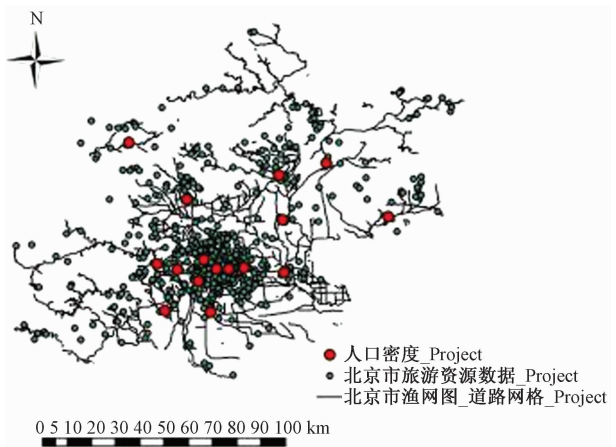


图 2 旅游资源-路网-人口点线图

1.3 数据有效性

为了保证人口数据、旅游资源数据和路网数据的有效性。人口数据采用了北京市第七次全国人口普查公报(第二号),路网数据和旅游资源数据在 Arcgis 属性表中删除了面积为 0 的空白项和重复项,为北京市旅游资源吸引力指标提供了数据支撑。

2 北京市旅游资源的特征分析

2.1 旅游资源核密度分析

从空间结构上来看,旅游资源多集中在海淀区、朝阳区、西城区和东城区,密度程度多为极密和较密,其他区域如延庆区、怀柔区、密云区的旅游资源密度多处于较稀和极稀之间。在地理方位上看,一方面旅游资源密度从北到南,由极稀-均匀-极密-极稀过度,另一方面旅游资源多集中在东南以东西城区为首的核心城市,北方则是广大的旅游资源稀疏地带(图 3)。结合建立的旅游资源吸引力评价体系在区级尺度上可以发现海淀区、朝阳区、西城区和东城区的得分较高,说明大中型旅游资源富集度较高,旅游资源在空间结构上呈现大聚集小分散的特点;其他区域的得分较低,旅游资源富集度不高,旅游资源在空间结构上呈现小聚集大分散的特点。一方面,北京市研究区域来看,北京地势平坦,旅游资源多集中在城区,少部分分散在郊县,呈现出旅

游资源由中心城市向四周扩散的特点;另一方面,由于城市化进程的不断加速,旅游资源也随着人群不断富集,城市扎堆的地方旅游资源就越多,相反,郊县这些发展不快的地方,旅游资源富集度明显不多,多为自然旅游资源。

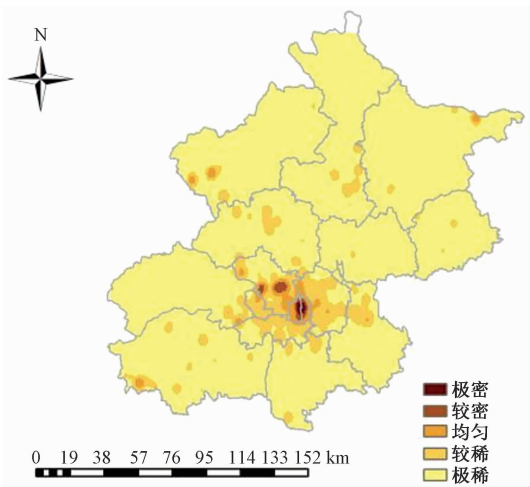


图 3 旅游资源核密度图

2.2 人口核密度分析

从空间结构上来看,北京市人口大多集中在西城区、东城区、朝阳区、丰台区、石景山区和海淀区,这 6 个区人口密度均为极密和较密;顺义、通州、平谷、密云 4 个区的人口密度均匀;门头沟区和昌平区,房山区和大兴区人口密度在较稀和极稀之间徘徊。从地理方位上看,一方面北京市地势西北高、东南低、北部和东北部三面环山,人口多集中在东南,西北和东北呈现广大的人口“均匀-较稀”地带,另一方面人口密度呈辐射状由东西城区向四周扩散,密集程度由极密向极稀过渡(图 4)。结合建立的旅游资源吸引力评价体系,在区级尺度上可以发现:东西城区、朝阳区、丰台区、石景山区和海淀区得分较高,说明这 6 个区域的人口密度较高,人们多愿意在此长期居住生活;延庆区、昌平区和门头沟区得分较低,说明这 3 个区域的人口密度较低,大多数人不愿在此长期居住生活。

2.3 路网核密度分析

从空间结构上来看,北京市路网主要集中分布在东西城区、朝阳区、丰台区、石景山区和海淀区,路网在这 6 个区中由极密向均匀过渡,房山区、昌平区和顺义区等区路网密度稀疏。从地理方位上看,一方面北部和东北部三面环山,不利于路网架设,东南地势平缓,路网架设方便;另一方面,人口密度高的区域路网密度也高,人口密度低的区域路网密

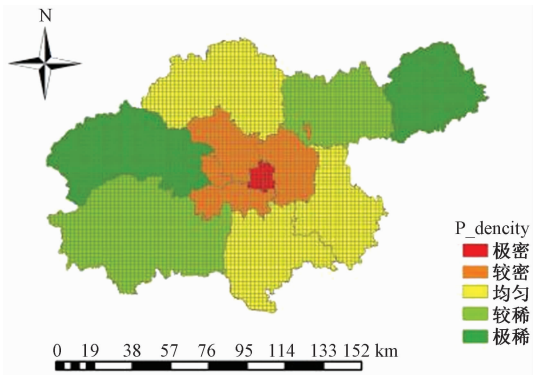


图 4 人口核密度图

度也低,说明路网密度与人口密度的勾连性很强(图 5)。结合建立的旅游资源吸引力评价体系在区级尺度上可以发现,一方面东西城区得分较高,说明这几个区域的路网勾连度较高,能为人群提供便捷的出行方式,另一方面,房山区、顺义区和昌平等区的得分较低,说明这几个区域的路网勾连度较低,大多数人群不愿来此。

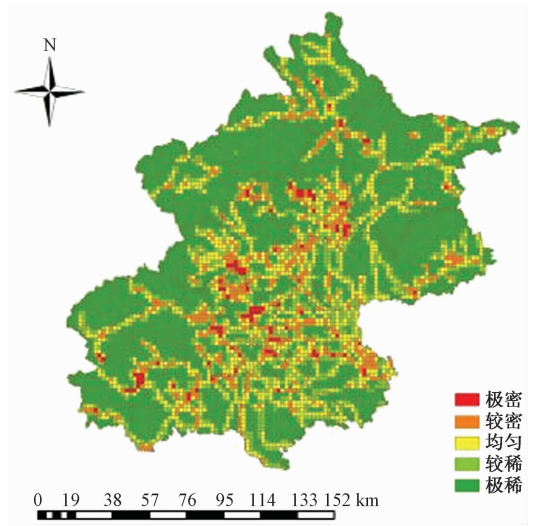


图 5 路网核密度图

3 结果分析

从图 6 可以看出,每个区域的旅游资源指数都不尽相同,指数达到并超过平均值的有朝阳区、东城区和西城区。低于平均值的有 13 个,大部分位于地势高的西北方;人口密度指数超过平均值的有 10 个,最大值为 1.25,低于平均值的有 6 个,最小值为 0.25;路网密度指数超过平均值的有 6 个,最大值为 0.4,低于平均值的有 10 个,最小值为 0.4。折线图反映出旅游资源密度、人口密度、路网密度同增同减,旅游资源密度、路网密度、人口密度最大值分别为 3.15、4.8 和 1.25。由此可以总结出:



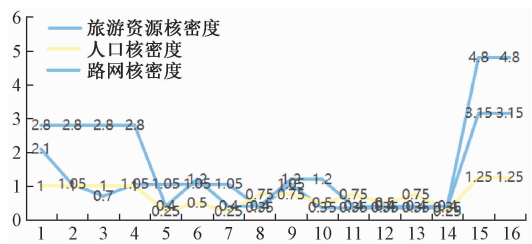


图6 评价表折线图

3.1 空间结构特点

评价表中路网密度指数大体上可以代指空间结构指数,平均路网指数为 1.7,最高的地区是西城区和东城区,均为 4.8,最低的地区是延庆区等郊县,而平均旅游资源密度指数为 1.09,最高的地区是西城区和东城区,均为 3.15,最低的地区是大兴区等郊县。可以看出,一方面随着空间结构指数的增大,旅游资源指数也在增加,另一方面,出行的方便使得一部分人愿意到郊县旅游地旅游参观。

从总体上看,北京市旅游资源大多集中在西城区和东城区,对人群的吸引力大多也来自这两部分,形成了双核心区域的格局,从区域上看北京市旅游资源格局体现为中心城市大聚集小分散,郊县小聚集大分散的特点。中心城市的旅游资源富集度和吸引力要远大于郊县的旅游资源富集度和吸引力。弗里德曼指出任何一个国家都是由核心区域和边缘区域构成,核心区域是城镇水平高,基础设施完善的地区<sup>[10]</sup>。路网密度指数显示旅游资源大都集中在核心区域,少部分分散在边缘区域,因此北京市旅游资源呈现出核心区域大集中,边缘区域大分散的特点。但是位于核心区域与边缘区域的交界处的旅游资源密度不是恒定的,因为这一部分会随着人口密度和旅游资源密度的变化而变化,有可能变多,也有可能变少。并且在旅游资源密度指数和路网密度指数上呈现出一定的极限,可能受限于有限的空间,旅游资源密度指数最大只有 3.15,从这一点可以看出,旅游资源的未来发展方向和目标。特点:①西城区-东城区呈现出双核心格局;②西北旅游资源密度稀,东南旅游资源密度大;③旅游资源核心城市大聚集-小分散,郊县小聚集-大分散。

3.2 吸引力特点

旅游资源吸引力有高有低。吸引力最高的 5 个区域是西城区、东城区、朝阳区、海淀区、丰台区。吸引力最低的 5 个区域是延庆区、密云区、通州区、大兴区、昌平区。北京市大部分区域旅游资源吸引

力高于平均值(表 2)。

一方面旅游资源指数的富集程度决定了对人群的吸引力程度,旅游资源越多,人口越多,反之,人口越少,旅游资源越少。另一方面,路网越多,人们越能到更远的旅游地进行游览,因此路网密度越富集,人口密度和旅游资源密度越富集。因此每一个区域的形成都基于该区域的自然特征,正是基于地区的自然风貌特点而建立起生产与生活方式,逐渐形成并发展出该城市的人文理念以及城市空间结构<sup>[3]</sup>。这种发展趋势以及发展结果是不可逆转的,同时具有难以复制性。正是这一独特的区域性特点,成为城市旅游资源的首要特征,旅游资源的唯一性是其价值的重要体现。特点:①旅游资源吸引力呈现出内环强-外环弱的特点;②在地理方位上,旅游资源吸引力西北极弱,东南极强;③旅游资源吸引力与路网、人口密度成正相关。

表 2 评价结果

区县	旅游资源 35%	人口 25%	路网 40%	总计
朝阳区	2.1	1	2.8	5.9
丰台区	1.05	1	2.8	4.85
石景山区	0.7	1	2.8	4.5
海淀区	1.05	1	2.8	4.85
门头沟区	1.05	0.25	0.4	1.7
房山区	1.05	0.5	1.2	2.75
昌平区	1.05	0.25	0.4	1.7
顺义区	0.35	0.75	0.4	1.5
通州区	1.05	0.75	1.2	3
大兴区	0.35	0.5	1.2	2.05
平谷区	0.35	0.75	0.4	1.5
怀柔区	0.35	0.5	0.4	1.25
密云区	0.35	0.75	0.4	1.5
延庆区	0.35	0.25	0.4	1
西城区	3.15	1.25	4.8	9.2
东城区	3.15	1.25	4.8	9.2

4 北京市旅游资源开发现状、不足和建议

北京市具有独特的旅游资源开发理念,其地形西北高险而东南低平,山地与平原之比约为 7:3,这也为北京市旅游资源多样性提供了更多可能。从地域上来看,大部分都是以人文古迹为主,多集中在西城区和东城区。比如东城区的故宫、天安门、劳动人民文化宫、雍和宫等,西城区的北海、景山、人民大会堂、德胜门箭楼等,这些旅游资源占北京市旅游资源近一半,因此北京市对旅游资源的开发中心主要放在西城区和东城区上,相比较其他区域

开发力度较小。从地缘上看,北京市依托渤海经济圈,在长江和珠江之间形成枢纽,将渤海经济区和长江经济区发展为旅游客源地,为北京市旅游资源增加市场竞争力。从开发程度上来看,北京市各区旅游资源基本都得到了深入开发,但民俗等旅游资源缺乏开发。从开发层次上开,北京市着重开发的是人文古迹,布局集中,自然资源多处于城市边缘,以便满足城市生活的休闲需求,其布局分散在各个城市边缘或城市中。从开发形式上开,一方面是以商业化为主的旅游资源开发,另一方面是以公益为主的旅游资源开发。

#### 4.1 北京市旅游资源开发不足

##### 4.1.1 整体上旅游资源空间结构不稳定

从图3中可以看出,北京市大部分旅游资源集中在以西城区和东城区为核心的内环形区域,少部分集中在以大兴区、怀柔区、平谷区等为主的外环形区域,形成内环密-外环稀的旅游资源空间格局。从表2中也可以看出,北京市各区域旅游资源密度得分最高为西城区、东城区,最低是大兴区、平谷区、怀柔区为主的外环区域,这也进一步印证了上面的结论。从地理方位上看,图1和图3显示,东南旅游资源富集,而西北是一片广袤的旅游资源稀缺地带,这反映出东南旅游业发达,而西北旅游业发展迟滞。总而言之,北京市旅游资源空间结构形成大环套小环的格局,中间密集而四周稀疏,空间结构极不稳定。东南旅游业发达而西北旅游业迟滞,也反映出各个区域的发展不平衡。不论是空间结构不稳定还是发展不平衡,对于各个区域的旅游业发展都会有不利影响。

##### 4.1.2 连通度、可达性存在显著差异

连通度是指区域内、区域与区域之间交通的路网连接程度,连通度的高低直接影响着各区域各行各业的发展状况。可达性是指人群通过路网到达某地的方便程度,一定程度上反映了某地对人群的吸引力。从图4、表2和图5、可以看出,西城区-东城区为核心的区域路网密集,人口密度高,区域内、区域间连通度高,人群可达性高,核密度分析得分最高。而其他区域得分普遍较低,说明这些区域的连通度和可达性较低。受可达性和连通度的影响,侧面反映出各区域受可达性和连通度的影响,旅游资源呈现出分布不均,发展不协调的情况。

#### 4.2 北京市区域旅游资源整合建议

##### 4.2.1 区域内同层次旅游资源整合

北京市区域内有许多同一层次的旅游资源,比

如原有的八达岭长城区,景点有八达岭长城、大型中国长城博物馆、长城全国影院等。现在北京市把这些同一层次的旅游资源整合在一起,形成了现在的八达岭风景区。将这些同一层次的旅游资源整合在一起,不仅能使旧的旅游资源形成一个新的旅游资源,大的旅游景区,而且扩大了旧的旅游资源的规模,提高了旅游资源的档次。

##### 4.2.2 区域内上下游旅游资源整合

将北京市区域内具有上下游关系或者利益关系的旅游资源整合到一起,比如多个景点门票价格的整合,制作成一张门票游览多个景点。这既扩大了区域内旅游资源的吸引力,也使区域内多个旅游资源特色融合在了一起,形成了一大新的特色。

##### 4.2.3 区域内同形象旅游资源整合

北京市区域内有许多文物古迹,这些文物古迹大多都有相同的旅游资源形象,比如圆明园、颐和园。又比如广济寺、云居寺等,将这些相同主题、相同形象的旅游资源整合在一起,统一旅游发展方向,树立这些旅游资源在这个区域内的鲜活形象,形成更具有市场价值和市场竞争力的旅游资源形象,将旅游资源吸引力提升一个台阶。

##### 4.2.4 区域间旅游产品整合

北京市作为文化、国际交流的中心,每天都有许多成熟或不成熟的旅游产品诞生,如果能将针对某一区域内景点的旅游产品整合在一起,形成一种新的独特的旅游产品理念,势必能改善其市场定位,发挥其市场潜力。

##### 4.2.5 区域间路网整合

改善旅游网络空间的通达度和连结度:推进交通基础设施建设,延伸干线公路,升级低等级公路,改善支线交通线路况,提升网络通达度<sup>[17]</sup>。从图2可以看出,北京西北有一些具有挖掘潜力的旅游资源,应该在这个区域内扩大路网,制定专门的旅游路线,除了能带动本区域的旅游行业发展,也能给予其他区域帮助。

##### 4.2.6 区域间特色旅游资源整合

各个区都有其特色旅游资源。比如西城区有白塔寺、白云观,东城区有故宫、雍和宫,朝阳有日坛公园、中华民族园等。将这些区域内旅游资源两两组合或三三组合,一方面强强联手,在原有基础上借鉴别的旅游资源的特色,补充自己的不足,另一方面借助其他旅游资源的发展途径,扩大自身旅游市场占比,提升自身形象和品位。

参考文献

- [1] 卞显红. 城市旅游空间结构形成机制分析[D]. 南京: 南京师范大学, 2007.
- [2] 马朋朋. 北京市中心城区文化旅游景区空间结构比较研究[D]. 北京: 首都师范大学, 2013.
- [3] 唐晓灵, 陈艺琳, 王英杰. 基于 GIS 的县级尺度人文旅游资源空间结构特征研究——以周至县为例[J]. 河南理工大学学报(自然科学版), 2021, 40(2): 76—88.
- [4] 陈大为. 北京西山地区森林公园旅游资源因子评价[D]. 北京: 北京林业大学, 2007.
- [5] 高文智, 杨艳丽. 农村生态旅游资源跨越式开发潜力评价——以北京市延庆区大庄科乡为例[J]. 中国农业资源与区划, 2016, 37(9): 191—195.
- [6] 朱鹤, 刘家明, 陶慧, 等. 基于网络信息的北京市旅游资源吸引力评价及空间分析[J]. 自然资源学报, 2015, 30(12): 2081—2094.
- [7] GUNN C A. Book review: Vacationscape: Designing tourist regions[J]. Journal of Travel Research, 1973, 11(3).
- [8] 段圣奎. 区域旅游资源整合研究——以三峡库区为例[D]. 重庆: 重庆师范大学, 2007.
- [9] LEW A A. A framework of tourist attraction research[J]. Annals of Tourism Research, 1987, 14(4): 553—575.
- [10] 谢彦君. 基础旅游学[M]. 2 版. 北京: 中国旅游出版社, 2008.
- [11] GUNN C A, MEMILLEN J B. Tourism development: Assessment of potential in Texas [J]. MP-1416. College Station: Texas Agricultural Experiment Station, Texas A&M University, 1979.
- [12] GUNN C A, LARSEN T R. Illinois Zones of tourism potential[M]. For A. T. Kearney, Inc. and Illinois Bureau of Tourism. College Station, TX: Self-Published, 1993.
- [13] PRISKIN J. Assessment of natural resources for nature-based tourism: The case of the Central Coast Region of Western Australian [J]. Tourism Management, 2001, 22(6): 637—646.
- [14] 尹得举, 叶苹. 洛阳历史文化名城旅游开发探析[J]. 科技信息(学术研究), 2008(14): 263—264.
- [15] 国家统计局. 第七次全国人口普查公报(第三号)[EB/OL]. (2021-05-11) [2021-6-4]. [http://www. stats. gov. cn/tjsj. /zxfb/202105/t20210510\\_1817179. html](http://www.stats.gov.cn/tjsj./zxfb/202105/t20210510_1817179.html).
- [16] 王放. 从第六次人口普查看北京市郊区化的发展[J]. 人口与发展, 2015, 21(6): 30—37.
- [17] 胡涛, 乔旭宁, 顾羊羊, 等. 区域旅游景区空间结构分析与优化研究——以河南省新县为例[J]. 资源开发与市场, 2014, 30(3): 366—370.

Analysis on the Spatial Structure and Attraction Characteristics of Tourism Resources in Beijing

LIANG Huai-zhong

(School of Literature, Journalism & Communication, Xihua University, Chengdu 610039, China)

**Abstract:** Taking Beijing as the research area, through literature analysis, qualitative and quantitative analysis, ArcGIS and other methods, based on the established tourism resources attraction index, analyzes the characteristics of Beijing tourism resources spatial structure and attraction characteristics. Combined with these characteristics and the differences of attraction and scope in different regions, provides suggestions for improving the spatial structure of tourism resources in Beijing in the future. The results show that: There is a dual core pattern in Xicheng District and Dongcheng District, the density of tourism resources in northwest is sparse, while that in southeast is high, the concentration of tourism resources in core cities is small scattered, and that in suburbs is small scattered. The attraction of tourism resources is strong in the inner ring and weak in the outer ring, geographically, the attraction of tourism resources is extremely weak in the northwest and strong in the southeast, the attraction of tourism resources is positively correlated with the road network and population density.

**Key words:** Beijing; tourism resources; tourism; road network; intra-region

# 基于编码调制光源的多光谱重建系统研究

李桂海, 唐海亮, 田加科, 马 振, 芦 海, 陈福彬

(北京瑞太智联技术有限公司, 北京 100102)

**摘要:**随着传感器技术的进步以及计算机视觉应用的广泛普及,多光谱成像技术逐渐成为近年来研究的重点。与彩色图像相比,使用多光谱成像可以更好地实现辐射谱之间的辨别。但是多光谱成像高度依赖于光源照明的变化,于是提出一种基于调制光源的快照式多光谱成像系统,在激光光源成像和主成分分析算法的基础上,对光源进行余弦编码调制,并通过仿真计算对光谱重建效果进行分析。研究发现采用编码成像可以减少测量次数,实现以快照的形式获取场景的多光谱数据,此算法的光谱重建精度高但空间分辨率还有待提高,该快照方式适合动态物体的检测。

**关键词:**多光谱成像;光谱反射率重建;主成分分析;编码成像

**中图分类号:**TP751      **文献标志码:**A      **文章编号:**1671-1807(2021)10-0354-06

随着传感器技术的进步以及计算机视觉应用的广泛普及,多光谱成像技术逐渐成为近年来研究的重点。多光谱图像同时包含场景的空间信息与光谱信息,在诸多领域的应用前景广阔。

Murakami 等<sup>[1]</sup>提出了一种基于聚类分析类的频谱估计方法,研究高分辨率 RGB 图像和低分辨率光谱数据,发现即使在低分辨率数据中被观察到混合光谱,也可以精确地重建光谱。孔玲君<sup>[2]</sup>采用多项式回归模型预测光源 CIE XYZ 值,欧氏距离法选择训练样本,伪逆法重构反射率。发现光源的个数越多,重构的精度越高,但是重构效率降低,选出的最优光源组合比基于穷举法的多光源和基于伪逆法的单一光源重建精度和效率均提高。Mansouri 等<sup>[3]</sup>提出了小波基函数的光谱反射率重建的算法,研究发现所有实验中均具有良好且稳定的性能。

光谱图像除了呈现出被测场景的实际形态外,还呈现出被测场景的多通道光谱数据。从光谱的学角度,可以将图片分成灰度图片、RGB 图片、多光谱图片以及高光谱图片 4 个等级,4 种图像的成像波段数量、色彩信息、光谱分辨率和分辨物体的能力依次增大<sup>[4-8]</sup>。

多光谱成像的目的在于得到自然场景光谱的细节信息。它在科学研究和工程应用中都发挥着

重要作用,如军事安全<sup>[9-10]</sup>、环境监测<sup>[11]</sup>、生物科学<sup>[12-13]</sup>、医学诊断<sup>[14-15]</sup>、科学观测<sup>[16-17]</sup>等许多领域。进入 21 世纪以后,随着科学技术的不断深入发展,多光谱成像的技术水平得到了很大的提高,相关技术手段在许多领域中起着至关重要的作用。

在这之中,一些行业的应用是多光谱成像技术得到发展的最初目的和原动力,这些行业可以被称作传统应用领域<sup>[18]</sup>。与此同时,伴随着传感器技术和计算机科学等其他科技手段日新月异的进步,多光谱成像技术也与之结合共同发展,逐步应用于一些交叉学科,在新兴领域得到了更广泛地应用。

多光谱成像系统可以得到物体的空间和光谱信息,通常需要借助空间或波段的扫描来实现。比如采用分光光谱仪对空间点进行扫描得到多光谱图像、采用滤光片轮对各个波段进行扫描测量等。扫描测量方式常有移动部件,结构较复杂且测量时间长。随着计算能力的发展,计算光谱技术发展迅速,计算多光谱成像技术可以仅通过少数几次测量的数据,计算重建多光谱图像<sup>[19-22]</sup>。

按照照明方式划分,多光谱成像系统主要分为主动照明和被动照明两种方式。本文主要研究主动照明方式,主动照明的多光谱成像系统主要包括两个方面,一是对光谱成像系统结构的改进,目标是使系统更加简易、成像效率更高、通用性更强,二是

**收稿日期:**2021-06-14

**基金项目:**部中央财政资金支持重点项目(0714-EMTC02-5377/2)。

**作者简介:**李桂海(1976—),男,北京人,北京瑞太智联技术有限公司,高级副总经理,高级工程师,钢铁冶金博士,研究方向为工业互联网平台、智能制造、大数据分析。



对光谱重建算法的完善,不断追求更高的重建精度和更快的计算速度。

在计算成像方案下,为减少测量次数,实现快照形式重建光谱,通过正弦变化来调制光源光谱,然后将这些调制后的图像映射到傅立叶域中的不同区域。由单色探测器收集在频谱和空间上都得到压缩的编码图像。相应地,重建实质上是具有低计算负荷的傅立叶域提取和频谱维反投影。傅立叶光谱多路复用简化了编码和解码过程,并以低成本方式获得了图像的多光谱数据。为进一步减少测量次数,实现以快照的形式计算获取场景的多光

谱数据,在主成分分析算法的基础上基于傅立叶函数增加对光源的调制编码成像过程,实现从场景颜色到多光谱数据的重建复现。

1 光源调制成像系统

基于编码调制光源的多光谱重建是一种快照式的成像方法,属于间接变换的一种。图 1 所示为调制光源编码成像的流程。图 1 显示,光源调制是编码成像过程的第一步,然后通过光谱滤波并投影到检测图像,采集得到一组观测值,接着对数据进行逆变换解调,最后通过主成分分析或样本学习算法得到多光谱图像数据。

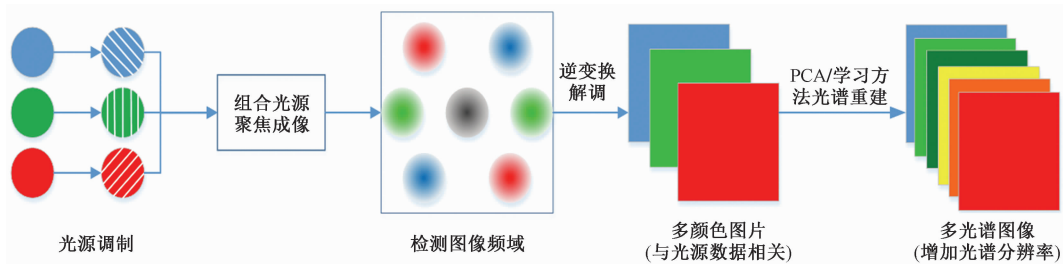


图 1 编码成像的流程

由图 1 可知,编码成像主要有 3 个步骤:光源调制、逆变换解调以及线性系统重建。

在编码过程中,经过一系列宽带频谱滤波器后,将 3D 高光谱数据立方体依次投影到低维空间。由于自然场景的光谱具有较低的固有维数,因此高光谱数据立方体可以表示为一些光谱基础的线性求和<sup>[23]</sup>。由于光谱重建选用线性方法,故解调后的图片数量等于光源个数,后再经 PCA 算法计算得到多光谱图像。

3 个光源的线性重建可得到较为满意的数据,选用红、绿、蓝三色光源进行正弦调制。在数学上,正弦调制表示为逐点乘积,并且会将每个投影的傅立叶谱移到傅立叶域中的特定区域。设计正弦波模式以确保图像频域的傅立叶分布之间几乎没有重叠。最后,快速编码的图像由灰度相机以累加的方式记录下来。

对应于编码过程,解码是直接进行逆变换得到的。首先将获取到的图像变换到傅立叶域;然后根据相应正弦调制的移位效应提取每个投影的傅立叶谱;接着,将分离的傅立叶光谱变回空间域;最后通过求解线性系统的方法,将三维数据投影到高维数据立方体。

如图 2 所示,自然场景的傅立叶系数主要集中在低频区域<sup>[24]</sup>,从一小部分中心系数的重建可以高

质量地重建图像。因此,选择在傅立叶域中将多个光谱投影编码为单个图像。相应地,傅立叶频谱解复用包括两个过程:傅立叶频谱裁剪和零填充到原始分辨率。

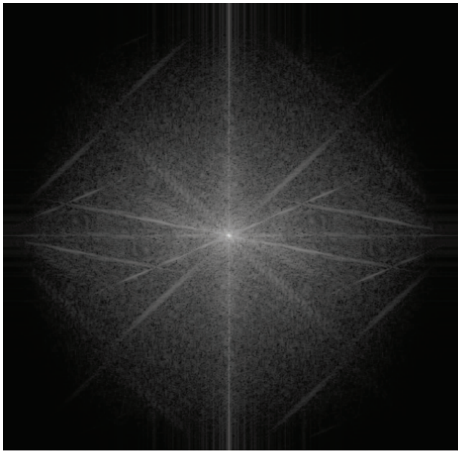


图 2 傅立叶频谱图

2 傅立叶域多光谱重建方法

通过第  $i$  个频谱滤波器,目标场景的频谱将通过相应的频谱传输进行过滤,可以表示为

$$x_i = \int_{\lambda} I_i(\lambda)r(\lambda)d\lambda \tag{1}$$

式中,  $I_i(\lambda)$  为第  $i$  个光谱滤波器的光谱透射率,而  $r(\lambda)$  表示光谱反射率/透射率。在这里,省略了简

洁性的 2D 空间坐标。从统计上讲,天然材料的光谱表示为线性求和特征光谱基础,即

$$r(\lambda) = \sum_{j=1}^J \alpha_j b_j(\lambda) \tag{2}$$

式中,  $b_j$  为第  $j$  个频谱的基向量,而  $\alpha_j$  为相应的系数。将式(2)代入式(1),可以得到

$$x_i = \sum_{j=1}^J \alpha_j \int_{\lambda} I_i(\lambda) b_j(\lambda) d\lambda \tag{3}$$

式中,  $I_i(\lambda)$  已预先校准,  $b_j(\lambda)$  由高光谱数据库训练得出。因此,表面的高光谱可以由  $\alpha_j$  表示。

傅立叶域中图像应尽可能少的重叠,因而通常情况下,正弦模式可以写成

$$s_i = 1 + \cos(p\omega_i) \tag{4}$$

式中:  $p$  为 2D 空间坐标;  $\omega_i (i = 1, 2, \dots, j)$  表示空间频率。在将这种正弦调制应用于目标场景之后,其空间谱被复制为分别以  $\omega = -\omega_i, 0, \omega_i$  为中心的 3 个副本。自然图像统计领域的研究表明,自然图像的傅立叶域是稀疏的,可以对自然图像进行有效的编码和采样<sup>[25]</sup>。

利用该先验信息,如果适当地设置了偏移距离  $\|\omega_i\|$ , 则可以将这 3 个副本分开,以有效地消除重叠。为了统计地设置正弦模式,首先分析自然场景的傅立叶谱,然后据此估计适当的移位距离和相应的裁剪大小。

编码后的图像由灰阶相机记录为

$$y = \sum_{j=1}^J x_i \otimes s_i \tag{5}$$

在重建方面,首先将捕获的图像  $y$  变换到傅立叶域,并根据每个正弦模式进行傅立叶光谱裁剪和填充,对每幅图像进行多路分解。在逆傅立叶变换到空间域之后,获得  $J$  光谱滤波图像  $\{\hat{x}_i\}$  的估计。最后选用 MATLAB 中的二次编程求解器,基于拉格朗日乘子法进行求解。

3 仿真过程

首先在 MATLAB 软件中光源进行调制,选取第 4 章中使用到的红、绿、蓝三色窄带光源,通过正弦变换将 3 个单色光编码为一个宽带复合光源,并加入条纹进行调制。调制后的光源如图 3 所示。

3 个单色光经编码后一起照射物体,在仿真分析相当于 3 幅单色图像编码后汇总。待测图像来自网络数据库,其多光谱数据已知。选取图像对应于原始窄带光源的波段数据,即 450、550、650 nm 3 个波段处的图像,如图 4 所示,对 3 组数据进行相应编码调制。

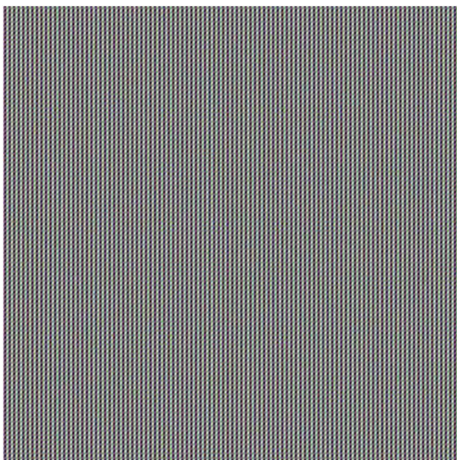


图 3 编码调制光源

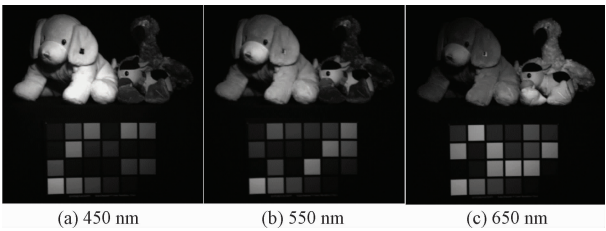


图 4 3 个波段处编码前的原始图像

编码调制后得到类似于一副检测图片的一组数据,对这副“图片”进行傅立叶变换。通过优化处理,使得傅立叶系数的集中分布,即在频谱图的中心包含绝大部分数据。设置适当的剪裁大小,裁剪区域应在傅立叶域中占据尽可能多的面积,以避免在最终重建过程中丢失很多细节。模拟数据表明,当裁切尺寸设置为图像宽度的 0.25 时,可获得最佳效果。剪裁得到的傅立叶频谱图如图 5 所示。

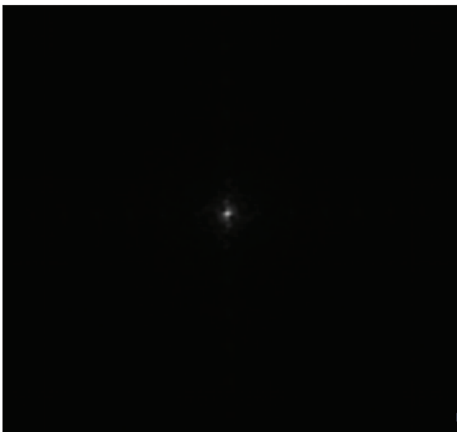


图 5 仿真傅立叶频谱图

对编码后的傅立叶数据进行直接逆变换,得到所需的 3 组数据,只取数据的实部部分,可得到 3 幅

图像,如图 6 所示。

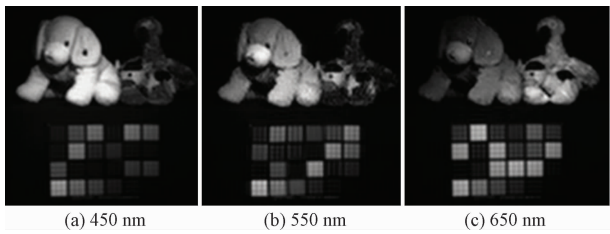


图 6 3 个波段处编码调制后的图像

以此 3 幅图像作为低维数据,采用与前文类似的线性方法进行多光谱重建,即可得到 31 个波段的多光谱图像。

4 仿真结果分析

基于 PCA 与优化算法扩展波段,将编码调制后的图像扩展重建至 31 波段。在 400~700 nm 下的 31 幅图片如图 7 所示。



图 7 编码调制方法的重建结果

在原始图片中取 5 个点作为测试点,为观察更加直观,选择在色彩较为均匀的区域进行采样,且测试点光谱曲线应分布较为分散。如图 8 所示,选取 A、B、C、D、E 5 点进行分析。

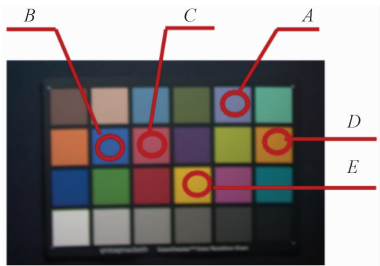


图 8 选取测试点

在重建得到的 31 幅图像和原始多光谱数据的 31 幅图像中,分别提取图 8 所示 5 个测试点位置的光谱数值,连成光谱曲线。5 个测试点得到 5 组光谱曲线,如图 9 所示。

由图 9 可知,除 400 nm 起点处受线性算法限制存在一定误差外,可见光范围内的光谱重建均达到令人满意的效果。计算光谱的变化趋势与原始光谱一致,两条曲线中的波峰和波谷位置基本重合。因此可以认为,基于傅立叶变换的编码算法光谱重建质量较好、光谱分辨率较高。

由重建的多光谱图片可以直观看出,图像中存在 RGB 马赛克分布的情况。为定量分析图片质量,进一步比较重建图像原始图像的峰值信噪比 (PSNR)。PSNR 数值分布情况如图 10 所示。

由图 10 可知,400 nm 波段处的 PSNR 值最低,即重建图像与原始图像差距最大,这与光谱曲线显示的结果相一致。可见光范围内整体 PSNR 值在 15~20 dB,并未达到较高数值,因此说明此算法的空间分辨率较低,重建图像与原始图片存在像素差异,仍需对算法的傅立叶编码部分进行进一步优化。

5 结论

为进一步减少测量次数,实现以快照的形式计算获取场景的多光谱数据,在主成分分析算法的基础上基于傅立叶函数增加对光源的调制编码成像过程,实现从场景颜色到多光谱数据的重建复现。对于窄带单色光源进行正弦灰度编码得到傅立叶谱,由于自然界物体信息大多分布于傅立叶变换域的低频区域,通过采集部分低频傅立叶系数下的数据即可重建光谱图像。

对仿真重建的结果进行了分析,得到以下结论:这种方法只需进行一次快照,操作简便,光谱曲线恢复较好;重建图像空间质量较差,仍需对傅立叶算法进行优化,如何提高后续还有待进行实验验证。



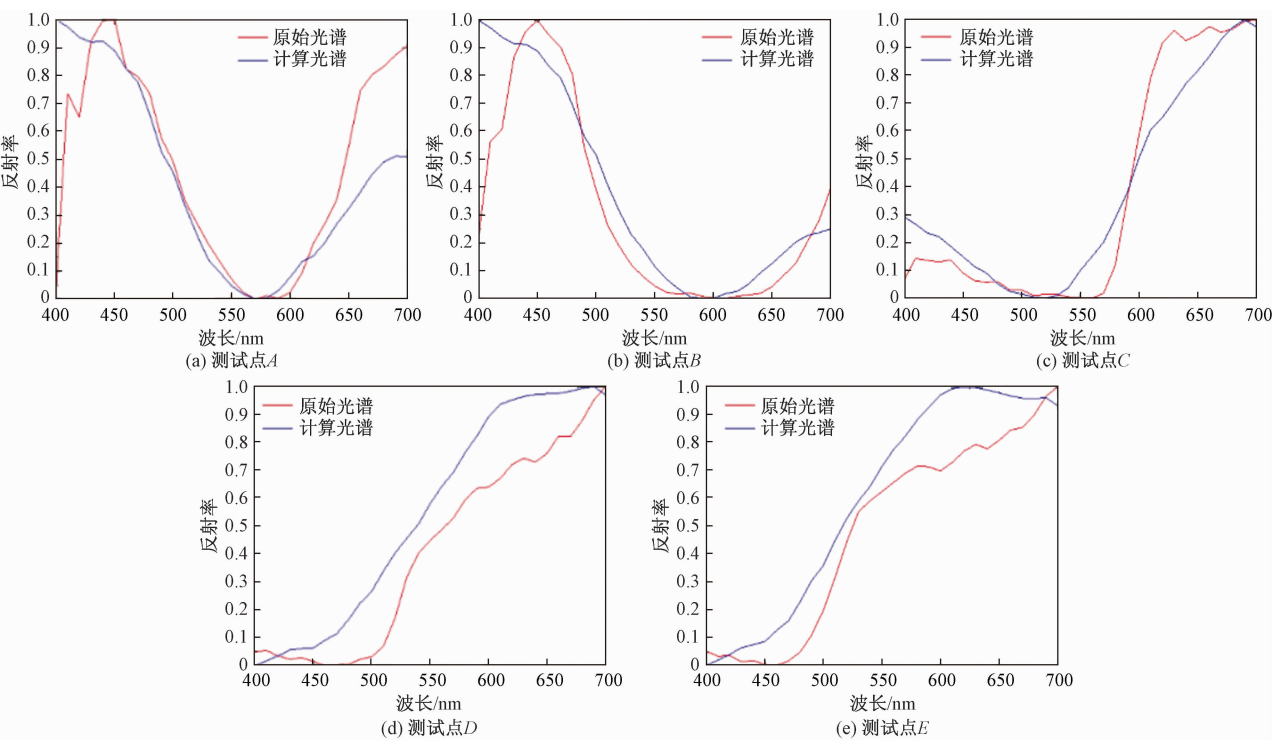


图 9 测试点 A、B、C、D、E 光谱曲线对比

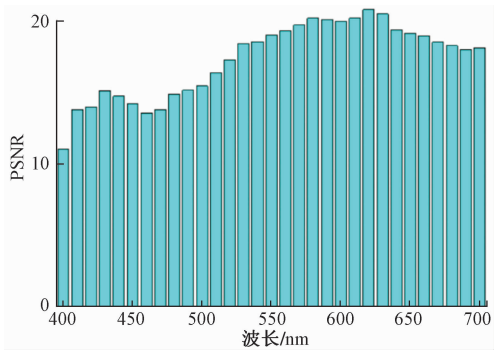


图 10 峰值信噪比分布

参考文献

[1] MURAKAMI Y,YAMAGUCHI M,OHYAMA N. Class-based spectral reconstruction based on unmixing of low-resolution spectral information[J]. Optical Society of America,2011,28(7):1470-1481.

[2] 孔玲君. 基于遗传算法选择多光源下的光谱反射率重构研究[J]. 光谱学与光谱分析,2019,39(4):1162-1168.

[3] MANSOURI A,SLIWA T,HARDEBERG J Y,et al. Spectral reflectance estimation using wavelet basis decomposition[J]. The 9th International Symposium on Multispectral Color Science and Application,2007,39(5):136-142.

[4] 王建宇,舒嵘,刘银年,等. 成像光谱技术导论[M]. 北京:科学出版社,2011.

[5] SHAW G A,BURKE H H K. Spectral imaging for remote-

sensing[J]. Lincoln Laboratory Journal,2003,14(1):3-28.

[6] 郑兰芬,王晋年. 成像光谱遥感技术及其图像光谱信息提取的分析研究[J]. 环境遥感,1992,7(1):49-59.

[7] VALERO E M,NIEVES J L,NASCIMENTO S M C,et al. Recovering spectral data from natural scenes with an RGB digital camera[J]. Color Research and Application,2007,32(5):352-360.

[8] 徐楠. 基于 KM 理论光谱重算法的研究[D]. 昆明:云南师范大学,2009.

[9] EISMANN M T,SCHWARTZ C R. Comparison of infrared imaging hyperspectral sensors for solitary target detection applications[J]. Proc. SPIE,1996,2819:91-102.

[10] ARDOUIN J P,LÉVESQUE J,REA T A. A demonstration of hyperspectral image exploitation for military applications[J]. IEEE,2007:1-8.

[11] DELALIEUX S,AUWERKERKEN A,VERTRAETEN W W,etal. Hyperspectral reflectance and fluorescence imaging to detect scab induced stress in apple leaves[J]. Remote Sensing,2009,1:858-874.

[12] BACKMAN V,WALLACE M B,PERELMAN L T,et al. Detection of preinvasive cancer cells[J]. Nature,2000,406:35-36.

[13] ZAVATTINI G,VECCHI S,MITCHELL G,et al. A hyperspectral fluorescence system for 3d in vivo optical imaging[J]. Physics in Medicine & Biology,2006,51(8):2029-2043.

[14] KESTER R T,BEDARD N,GAO L,et al. Real-time

snapshot hyperspectral imaging endoscope[J]. Biomed, 2011,16:056005.

[15] VO-DINH T. A hyperspectral imaging system for in vivo optical diagnostics[J]. IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine Tuan, 2004,23:40—49.

[16] BARNESLEY M J, SETTLE J J, CUTTER M A, et al. The Proba/Chris mission: A low-cost smallsat for hyperspectral multiangle observations of the earth surface and atmosphere[J]. IEEE Transactions on Geoscience & Remote Sensing, 2004,42:1512—1520.

[17] BIBRING J P, LANGEVIN Y, GENDRIN A, et al. Mars surface diversity as revealed by the Omega/Mars express observations[J]. Science, 2005,307:1576—1581.

[18] 杨卫平, 徐楠, 段剑金, 等. 多光谱成像技术在颜色复制方面的应用及发展[J]. 云南民族大学学报(自然科学版), 2009,18(3):191—197.

[19] 石洗凡. 大幅面古画高保真数字获取关键技术研究[D]. 杭州:浙江大学, 2010.

[20] 王海文, 李杰, 万晓霞, 等. 基于光谱的印刷颜色复制技术研究[J]. 包装工程, 2008,29(4):40—42.

[21] SHEN H L, XIN J H. Spectral characterization of a color scanner by adaptive estimation[J]. JOSA A, 2004,21(7):1125—1130.

[22] SHEN H L, MOU T S, XIN J H. Colorimetric characterization of scanner by measures of perceptual colorerror[J]. Journal of Electronic Imaging, 2006,15(4):1204—1205.

[23] WAGADARIKAR A A, JOHN R, WILLETT R, et al. Single disperser design for coded aperture snapshot spectral imaging[J]. Applied Optics, 2008,47(10):44—51.

[24] WAGADARIKAR A A, PITSIANIS N P, SUN X B, et al. Video rate spectral imaging using a coded aperture snapshot spectral imager[J]. Optics Express, 2009,17(8):6368—6388.

[25] JIN S L, HUI W W, WANG Y L, et al. Hyperspectral imaging using the single-pixel fourier transform technique[J]. Scientific Reports, 2017,7:45209.

## Research on Multi-spectral Reconstruction System Based on Code Modulated Light Source

LI Gui-hai, TANG Hai-liang, TIAN Jia-ke, MA Zhen, LU Hai, CHEN Fu-bin

(Beijing Ruitai Zhilian Technology Co., Ltd., Beijing 100102, China)

**Abstract:** With the advancement of sensor technology and the widespread popularity of computer vision applications, multispectral imaging technology has gradually become the focus of research in recent years. Compared with color images, the use of multi-spectral imaging can achieve better discrimination between radiation spectra, but multi-spectral imaging is highly dependent on the change of light source illumination, so a snapshot multi-spectral imaging system based on modulated light source is proposed. On the basis of laser light source imaging and principal component analysis algorithm, the light source is modulated by cosine coding, and the spectrum reconstruction effect is analyzed through simulation calculation. Research has found that the use of coded imaging can reduce the number of measurements and realize the acquisition of multispectral data of the scene in the form of snapshots. The spectral reconstruction accuracy of this algorithm is high but the spatial resolution needs to be improved. This snapshot method is suitable for the detection of dynamic objects.

**Key words:** multispectral imaging; spectral reflectance reconstruction; principal component analysis; coding imaging

# 斜拉-刚构组合体系桥零号块空间应力分析

范史文

(湖北省交通规划设计院股份有限公司, 武汉 430051)

**摘要:**以河谷汉江公路大桥斜拉桥主桥部分作为依托工程,针对其零号块空间受力问题,采用有限元软件 midas FEA 建立零号块有限元模型并进行相应分析。以施工过程中成桥运营阶段最大弯矩工况、最大剪力工况以及施工阶段最大双悬臂工况为控制计算工况,分析 3 种工况下零号块最不利内力情况。研究表明,在现有的设计条件下,结构受力可满足规范要求,相应的设计细节可为类似的工程提供借鉴。

**关键词:**斜拉刚构组合体系;零号块;空间应力;midas FEA

**中图分类号:**U443.35   **文献标志码:**A   **文章编号:**1671-1807(2021)10-0360-07

作为刚构桥或斜拉-刚构组合体系桥等桥型设计中的关键部位,零号块的受力性能直接影响着这一类型桥梁的安全施工与正常运营<sup>[1-4]</sup>。在受力构造方面,零号块通常具有梁高设置较高、顶底板与腹板以及横隔板的构造措施比较复杂、预应力钢筋密集等特点,这就导致零号块的空间受力较为复杂<sup>[5-10]</sup>。同时该部位作为悬臂施工的起点,往往影响着后续施工的正常进行,因此对该部位进行受力分析显得尤为必要<sup>[11-14]</sup>。

考虑到零号块在刚构桥施工过程中的关键作用,国内外对于零号块空间受力性能的研究很多<sup>[1-7]</sup>。文献[3]基于 ANSYS 分析了临河黄河特大桥超长联连续梁桥零号块在 3 种工况下的受力性能,研究表明其设计满足规范要求。文献[4]与文献[5]以连续刚构桥零号块为研究对象,前者分析了零号块在施工过程与成桥运营阶段等 3 种工况下的受力状态,后者则针对零号块进行承载能力极限状态与正常使用极限状态两种状态下的空间应力分析。

综上所述,关于零号块的空间受力问题在刚构体系桥梁受力研究中比较普遍。随着施工技术以及工程材料性能的发展,组合体系桥梁逐渐在工程中得到了普遍应用,但是关于组合桥梁体系中零号块的空间受力问题的研究相对较少,因此开展对组合体系桥梁零号块空间受力的研究至关重要。

为此,本文以河谷汉江主体大桥工程为背景,针对其主桥中所采用的斜拉连续刚构体系的零号块空间受力问题进行了分析研究。研究旨在斜拉连续刚

构这一组合体系中零号块空间受力问题,补充以往研究中的不足。研究主要分为 3 个部分。首先,对河谷汉江主体大桥的主桥部分(110 m+200 m+110 m 的双塔三跨单索面预应力混凝土斜拉刚构组合体系)进行详细介绍,说明研究对象在纵向布置、横截面特征以及配筋方面的独有特点。然后,采用有限元软件 Midas FEA 建立其有限元模型,重点说明建模过程中所采用的单元类型以及边界条件等细部处理。最后依据相应规范,分析了结构成桥阶段正截面抗裂、成桥阶段斜截面抗裂以及施工阶段最大双悬臂工况 3 种共工况下的受力状态,并根据分析结果提出适当的可行建议。研究中详细介绍了河谷汉江大桥这一斜拉连续刚构组合体系的设计细节以及具体的有限元建模处理细节问题,研究结果可为类似工程零号块空间受力问题的分析提供相应的借鉴意义。

## 1 工程概况

河谷汉江主体大桥主桥部分长 420 m,结构为大跨斜拉-刚构组合体系,桥跨布置为 110 m+200 m+110 m,为双塔三跨单索面预应力混凝土斜拉刚构组合体系。结构体系为塔墩梁固结体系。桥梁立面如图 1 所示。其中红色虚线部分为零号块部分。

主梁采用单箱三室大悬臂变截面 PC 连续箱梁,其中箱梁在跨中高度为 3.3 m,根部高度为 6.5 m,且从双薄壁墩起 58 m 范围内箱梁高度按 1.6 次抛物线变化。箱梁横断面尺寸如图 2 所示,由图可见,箱梁上部宽度 34.0 m,底部宽 20.0 m,悬臂部分板长为 7 m。此次设计中箱梁外腹板和中间腹板均为直腹板

收稿日期:2021-06-04

作者简介:范史文(1978—),男,湖北武汉人,湖北省交通规划设计院股份有限公司,高级工程师,研究方向为桥梁设计。

且厚度为 50~110 cm,边室顶板厚度为 30~70 cm,中室顶板厚度为 60~100 cm,底板厚度为 28~105.6 cm。边室净宽 7.25~8.15 m,中室净宽 1.1~1.7 m。主梁除双薄壁墩处,端部支点设横隔板外,每

隔 3.4 m 在纵向设置隔板一处,有索区边室横隔板厚度为 35 cm,中室横隔板厚度为 45 cm,无索区边、中室横隔板厚度均为 35 cm。主梁零号块节段长 14 m。主梁横断面尺寸如图 2 所示。

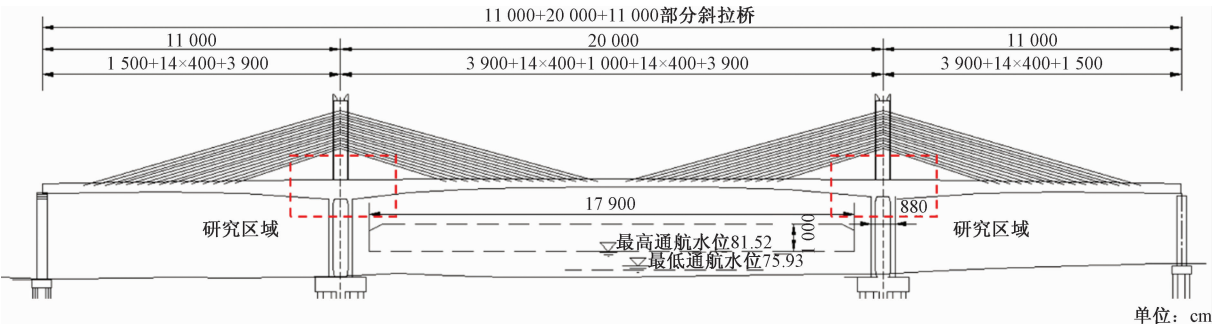


图 1 主桥立面

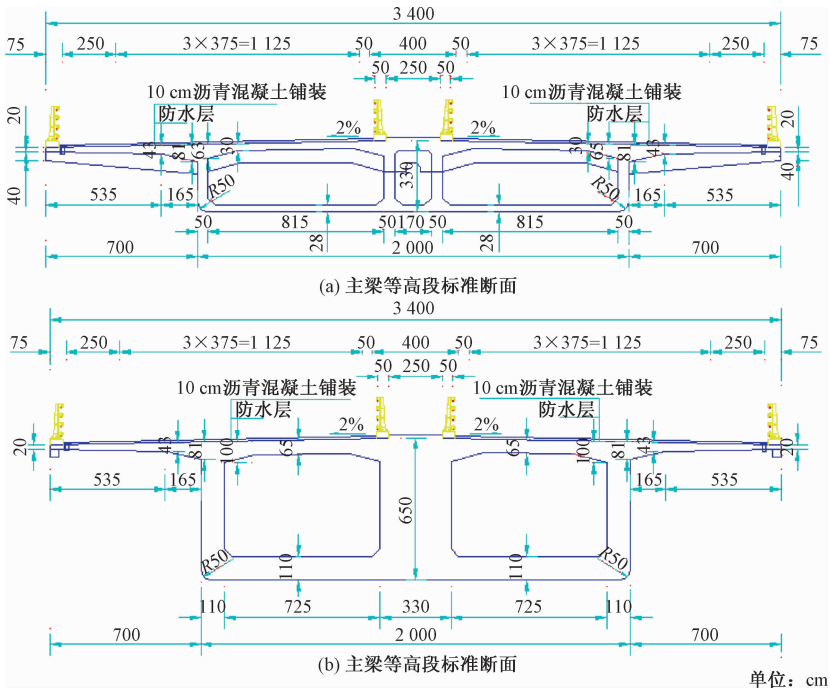


图 2 主梁横断面图

2 有限元模型

2.1 计算模型

以上述工程背景中的斜拉-组合刚构体系为依据,采用空间有限元程序 Midas Fea3.7,具体分析研究斜拉-刚构组合体系中零号块空间受力情况。选研究中选取大桥塔-梁-墩处进行计算,桥塔选取桥面以上 5.32 m,桥墩选取箱梁底面以下 9.5 m 主梁选取 38 m,几何模型如图 3 所示。

本次仿真分析中,混凝土采用实体单元模拟。预应力钢束采用钢筋单元模拟。需要说明的是,此次设计中,主梁采用三向预应力结构,纵向预应力采用 15-7、15-16、15-19、15-22 钢绞线,横向预应力采用 GB/T 5224—2014 标准 270 级 15-5 钢

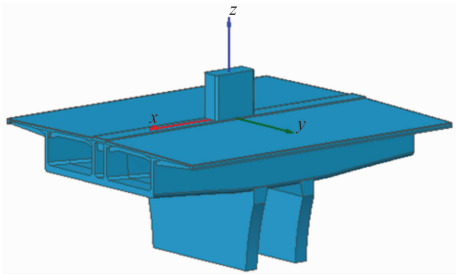


图 3 零号块几何模型

绞线,分别布置在顶板和横隔板内,竖向预应力采用直径 32 mm 高强精轧螺纹粗钢筋,布置在腹板内。桥墩底部采用固定约束,主梁两端和桥塔端部采用静力等效的方式加载,结构有限元模型如图 4 所示。

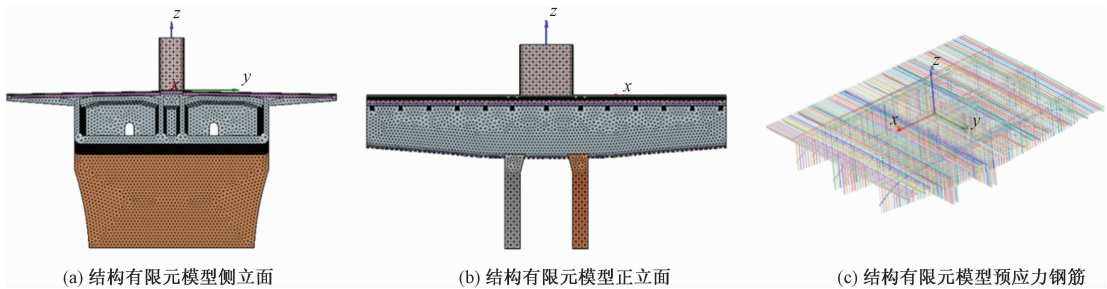


图 4 零号块有限元模型

2.2 工况设置

考虑到零号块在施工阶段以及成桥运营阶段的空间受力状态的差异,此次分析中共设置有 3 种工况对其进行受力分析:①成桥阶段正截面抗裂验算;②成桥阶段斜截面抗裂验算;③施工阶段最大双悬臂工况验算。

此次分析中涉及的荷载有混凝土自重、桥面

铺装、预应力、整体温度、梯度温度、收缩、徐变和车辆荷载。

3 计算结果及分析

3.1 短期效应下正截面抗裂验算

经过计算,短期效应下正截面抗裂应力云图如图 5(a)所示。考虑到边界附近容易失真,故将边界附近去掉的图也给出,如图 5(b)、图 5(c)所示。

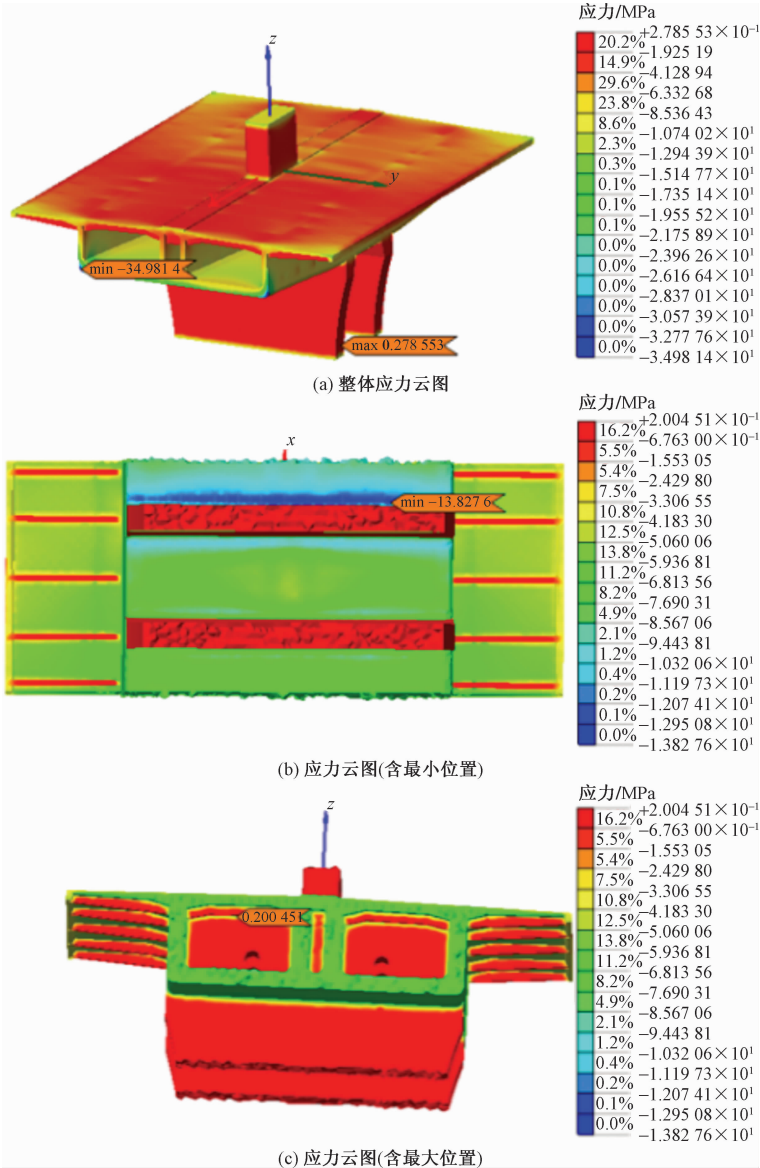


图 5 短期效应下零号块正截面抗裂分析



图 5 中的应力图为短期效应下的正截面抗裂验算结果。由图可知,在该工况下:①桥面板和底板均未出现拉应力;②最大拉应力为 0.2 MPa,出现在横隔板下缘附近;③最大压应力为 13.83 MPa,出现在主梁与桥墩相交的位置。

3.2 短期效应下斜截面抗裂验算

经过计算,短期效应下斜截面抗裂应力云图

如图 6(a)所示。考虑到边界附近容易失真,故将边界附近去掉的图也给出,如图 6(b)~图 6(d)所示。图 6 中的应力图为零号块在短期效应下的斜截面抗裂验算结果,由图可知,在该工况下:①桥面板基本未出现拉应力;②最大拉应力为 4.25 MPa,出现在人孔处,由应力集中引起;③零号节段中间箱室、底板区域和横隔板附件有较大

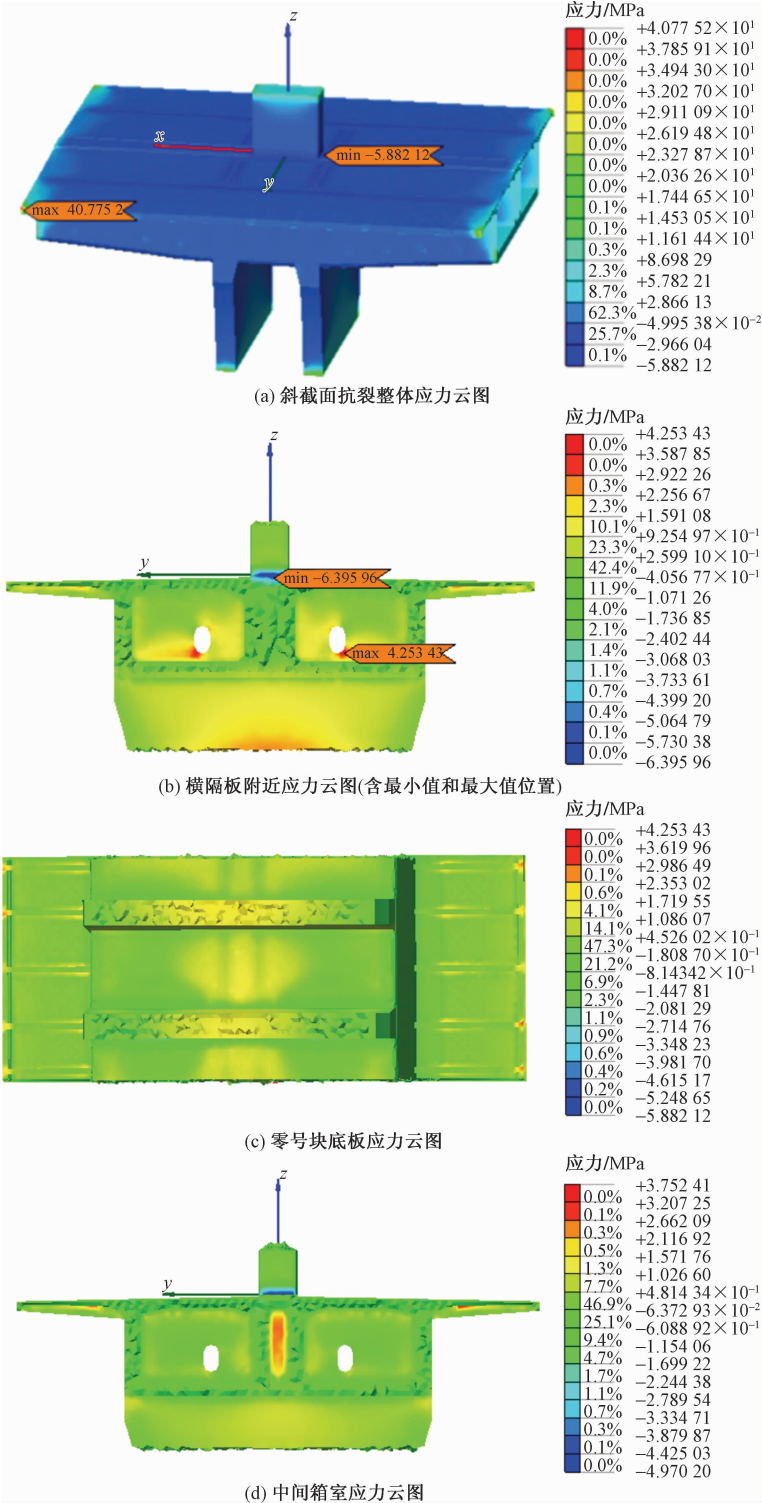


图 6 短期效应下斜截面抗裂分析

面积的拉应力,最大拉应力为 1.54 MPa,数值不大,加强配筋即可,悬臂梁有小范围的拉应力,这是应力集中引起的。综上,建议对横隔板部分进行优化,从而避免大面积的拉应力。

3.3 施工阶段最大双悬臂验算

经过计算,施工阶段最大双悬臂法向应力云图如图 7(a)所示。考虑到边界附近容易失真,故将边界附近去掉的图也给出,如图 7(b)、图 7(c)所示。

图 7 为施工阶段最大双悬臂工况下的应力验算结果,由图可知,在该工况下:①施工阶段最大双悬臂法向压应力,最大压应力为 22.77 MPa,出现在塔梁结合处的后浇带上,该区域非常小,建议采取构造上的措施;②桥面压应力在 10 MPa 左右,在规范允许范围内,底板压应力较小且无拉应力出现;③施工阶段最大双悬臂法向拉应力,最大拉应力为 0.30 MPa,出现在横隔板上,经计算纵向配筋率满足要求。

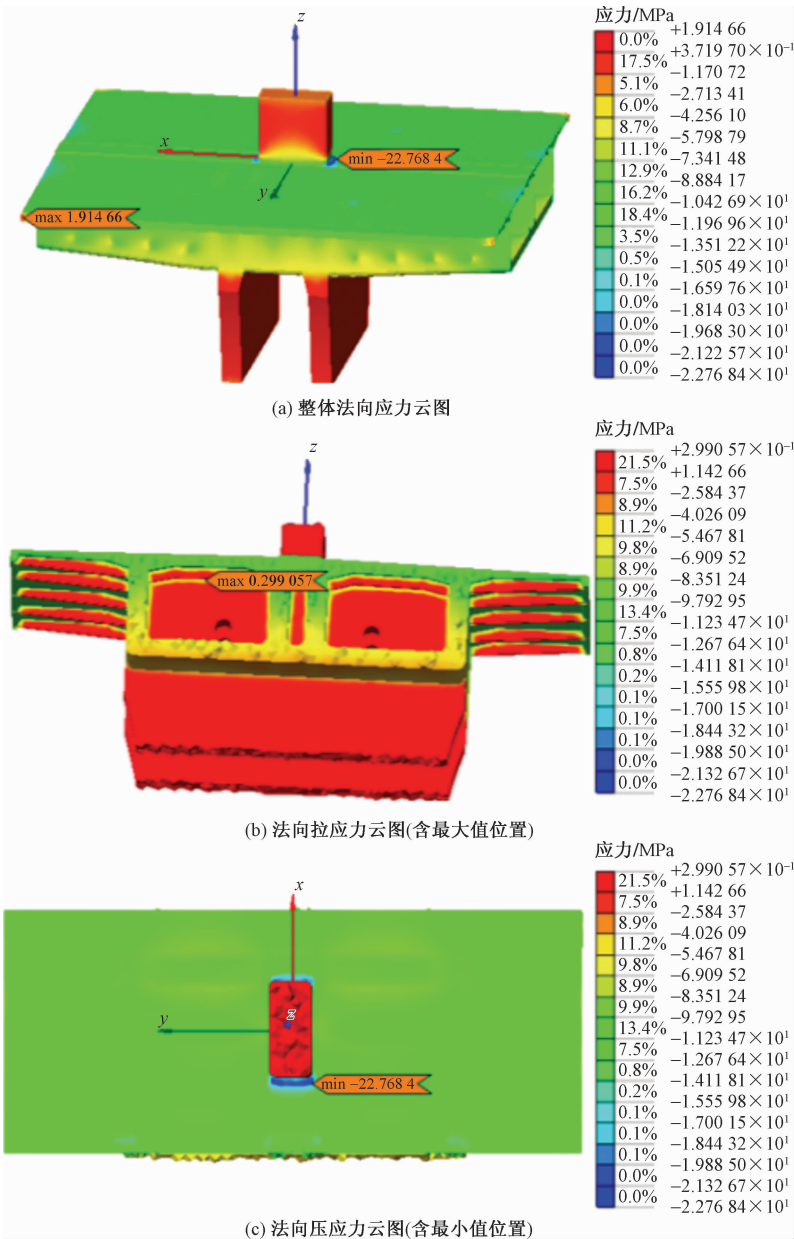


图 7 最大双悬臂情况下零号块应力分析

3.4 小结

在上述的应力分析中,以某斜拉-刚构组合体系

桥梁的零号块为研究对象,采用有限元分析的方式对其在成桥阶段正截面抗裂、成桥阶段斜截面抗裂

以及施工阶段最大双悬臂工况下的空间应力进行了研究,具体研究结果整理见表1。

表1 应力分析结果

工况	应力分析情况
成桥阶段正截面抗裂验算	桥面板和底板均未出现拉应力;最大拉应力为0.2 MPa,出现在横隔板下缘附近;最大压应力为13.83 MPa,出现在主梁与桥墩相交的位置
成桥阶段斜截面抗裂验算	桥面板基本未出现拉应力,最大拉应力4.25 MPa,出现在人孔处,这是由应力集中引起的,零号节段中间箱室、底板区域和横隔板附近有较大面积的拉应力,最大拉应力为1.54 MPa,数值不大,加强配筋即可,悬臂梁有小范围的拉应力,这是应力集中引起的,综上,建议对横隔板部分进行优化,从而避免大面积的拉应力
施工阶段最大双悬臂空间应力验算	施工阶段最大双悬臂法向压应力,最大压应力为22.77 MPa,出现在塔梁结合处的后浇带上,该区域非常小,建议采取构造上的措施,桥面压应力在10 MPa左右,在规范允许范围内,底板压应力较小且无拉应力出现。施工阶段最大双悬臂法向拉应力,最大拉应力为0.30 MPa,出现在横隔板上

4 结论及建议

传统的零号块空间应力研究多是针对刚构体系桥梁,而对于斜拉-刚构组合体系下零号块的空间应力研究较少。本文以某三跨单索面斜拉-刚构组合体系桥梁为依托,对其零号块空间受力状态进行了分析,重点研究了零号块在使用阶段最不利弯矩组合、使用阶段最不利剪力组合以及施工阶段最大双悬臂3种工况下的空间受力状态,得出如下结论:

- 1)成桥阶段短期效应组合下正截面抗裂,桥面板和底板未出现拉应力,最大拉应力为0.20 MPa,出现在横隔板下缘,最大压应力为13.83 MPa,出现在主梁与桥墩相交处;
- 2)成桥阶段短期效应组合下斜截面抗裂,桥面板基本未出现拉应力,最大拉应力为4.25 MPa,出现在人孔处,这是由应力集中引起的,零号节段中间箱室、底板区域和横隔板附近有较大面积的拉应力,最大拉应力为1.54 MPa,数值不大,加强配筋即可,悬臂梁有小范围的拉应力,这是应力集中引起

的,综上,建议对横隔板进行优化,从而避免大面积的拉应力。

- 3)施工阶段最大双悬臂法向压应力,最大压应力为22.77 MPa,,出现在塔梁结合处的后浇带上,该区域非常小,建议采取构造上的措施,桥面压应力在10 MPa左右,在规范允许范围内,底板压应力较小且无拉应力出现;
- 4)施工阶段最大双悬臂法向拉应力,最大拉应力为0.30 MPa,出现在横隔板上,经计算纵向配筋率满足要求。
- 5)现有的设计条件下,结构可满足相应的规范要求,设计细节可为类似的工程提供良好的借鉴。

参考文献

[1] 项海帆. 高等桥梁结构理论[M]. 北京:人民交通出版社,2001.

[2] 王会利,谢常领,秦泗凤,等. 中国连续刚构桥的调查与分析[J]. 中外公路,2019,39(2):129—134.

[3] 原学明,黄泰鑫,韩卫娜. 超长联连续梁零号块实体分析[J]. 公路工程,2015,40(4):185—188.

[4] 吕成林,黄波. 大跨径连续刚构桥零号块空间应力分析[J]. 盐城工学院学报(自然科学版),2018,31(2):48—54.

[5] 刘耀东,曹红焱,余天庆. 钢筋混凝土连续刚构桥零号块力学特性研究[J]. 湖北工业大学学报,2017,32(4):111—114.

[6] 李艳芳,徐为华,曾瑞祥,等. 高墩连续刚构桥0~#块无牛腿托架设计与施工[J]. 中外公路,2020,40(3):134—136.

[7] 王波. 含有冷却水管的连续刚构桥零号块温度场分析[J]. 筑路机械与施工机械化,2020,37(S1):77—81,86.

[8] 梁栋,陈瀚森,董婉. 零号箱梁水化热温度应变场分析[J]. 北京交通大学学报,2018,42(4):51—56.

[9] 任更锋,常仕东,张锦凯. 连续刚构桥零号块高强混凝土水化热效应分析[J]. 广西大学学报(自然科学版),2017,42(1):309—319.

[10] 李可欣,宁晓骏. 连续刚构桥零号块温度应力模拟分析[J]. 低温建筑技术,2016,38(7):46—49.

[11] 陈志清,刘荣桂,蔡东升,等. 青弋江某特大桥箱梁零号块水化热温度场分析[J]. 混凝土,2015(9):142—145,150.

[12] 鲍仕杰,钱德玲,戴启权,等. 悬臂浇筑连续梁桥零号块的空间应力分析[J]. 合肥工业大学学报(自然科学版),2019,42(4):530—535.

[13] 张莹波. 大港特大桥施工控制及零号块受力分析[D]. 石家庄:石家庄铁道大学,2019.

[14] 李仲阳. 大跨度连续梁桥应力监控和零号块空间应力分析[D]. 沈阳:沈阳建筑大学,2012.

[15] 赵晓锋. 连续梁桥施工应力监控及零号块应力分析[D]. 武汉:武汉理工大学,2016.

[16] 张庆发. 悬臂浇筑施工PC连续箱梁零号块空间应力分析[D]. 兰州:兰州交通大学,2016.

## Spatial Stress Analysis of Zero Block of Cable-stayed-rigid-frame Composite Bridge

FAN Shi-wen

(Hubei Transport Planning and Design Institute Co., Ltd., Wuhan 430051, China)

**Abstract:** Taking a large-span cable-stayed rigid frame composite system bridge as the supporting project, aiming at the space stress problem of the zero block, the finite element software midas FEA is used to establish the zero block finite element model and carry out corresponding analysis. In the construction process, the maximum bending moment condition, the maximum shear force condition and the maximum double cantilever condition in the construction stage during the construction of the bridge are used as the control calculation conditions, and the most unfavorable internal forces of the zero block under the three conditions are analyzed. The research shows that under the existing design conditions, the structural force can meet the requirements of the specification, and the corresponding design details can provide reference for similar projects.

**Key words:** cable-stayed rigid frame composite system; segment No. 0; spatial; midas FEA

# 城市地下空间建设引发的地质灾害问题 及对应防治对策

——以上海某电力隧道和管线工程为例

童康益, 付 栋

(上海市地矿工程勘察(集团)有限公司, 上海 200072)

**摘要:**上海地处长江三角洲前缘,是典型的冲积平原,地表以下 70 m 区间普遍为第四纪软弱黏性土沉积。而在这一深度范围,城市地下空间规划建设又相对集中,工程建设施工容易引发地质灾害,从而开展地质灾害危险性评价非常必要。结合上海城区某电力隧道和管线工程项目特点,分析拟建工程和地质环境的相互作用和相互影响,对拟建工程范围地质灾害危险性进行评估,分析工程建设可能引发的边坡失稳、地基变形、水土突涌、地面沉降、砂土液化等地质灾害问题,并进行危险性评价分析,提出地质灾害防灾减灾措施,以减少、避免本建设项目和地质环境之间的相互影响,保护人民生命和财产安全,保护城市生态地质环境,为类似工程提供参考和建议。

**关键词:**城市建设;地质灾害;危险性评价;灾害防治;隧道和管线工程

**中图分类号:**P694 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2021)10-0367-08

随着上海的城市建设飞快发展,地下空间的开发不断增加,城市地下隧道工程建设随之增多,因工程施工引发的城市地质灾害问题也备受关注<sup>[1-4]</sup>。近年来,国内外因城市地下工程施工引发的安全事故屡见不鲜,但目前国内外就因施工引发的城市地质灾害研究相对较少,传统地质灾害研究主要以滑坡、崩塌、泥石流等为主<sup>[5-9]</sup>,但近些年来城市建设引发的地质灾害常有发生<sup>[10-13]</sup>,且整体数量呈现上升趋势,从而对于地下工程建设项目开展地质灾害危险性评价非常必要。

本研究基于上海某电力隧道和管线工程项目,对城市软土地区地下工程建设中引发的地质灾害问题进行分析,并提出相应灾害的防治对策措施,以促进城市地下空间合理、安全、可持续的开发利用<sup>[14-15]</sup>。

## 1 工程概况

自 2001 年上海市颁布《上海市城市道路架空管线管理办法》后,中心城区不允许新建架空电缆线路,已建的电力电缆架空线入地建设也随之被提上了议事日程。上海市区某 220 kV 高压线现状穿越规划外事用地、租赁住房用地和公益用地。为配合

周边用地的建设和区域地块的开发,减小 220 kV 高压电力线路对周边区域的影响,开展该项目 220 kV 架空线入地的研究工作。拟建工程位于上海市区靠东北位置,如图 1 所示。

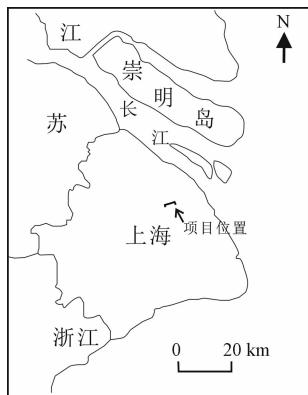


图 1 隧道和管线工程位置示意图

入地高压线隧道工程总长度约 2.6 km,隧道管径 3.5 m,埋深 15~27 m,设 6 座工作井,分 5 段施工,采用盾构和顶管相结合的施工工艺。工作井最小挖深 17.15 m,最大挖深 31.52 m,结合纵断面布置。施工过程中,本工程盾构施工隧道下穿运营期的轨道

**收稿日期:**2021-08-24

**作者简介:**童康益(1992—),男,江西玉山人,上海市地矿工程勘察(集团)有限公司,助理工程师,硕士,研究方向为地质灾害。

交通某号线隧道,净距约 3.9 m,顶管施工隧道上穿建设期的轨道交通某号线隧道,净距约3.6 m,除此之外沿线还下穿多条河道、多层居民住宅、多处电力铁塔、地铁站台等,垂向净距在 6~12 m。

由此可见,拟建工程沿线周边地质环境复杂多样。本文对工程建设可能引发的地质灾害问题进行分析与评价,并有针对性地提出防治对策。

**2 地质环境及地质灾害分析**

本拟建工程沿线主要地质环境条件是:属于上海市地貌沉积单元中的滨海平原,地基土中软土较

为发育;地表水系河流发育(下穿多条河道),潜水(③<sub>T</sub>)发育且埋藏浅,微承压含水层(⑤<sub>1T</sub>)局部发育;工作井揭遇的土层主要为地表以下的填土层、粉性土和软黏性土层,隧道工程主要在软黏性中推进,局部区域穿过⑤<sub>1T</sub>黏质粉土层。沿线地层分布及主要物理力学特征性质见表 1,工程地质剖面如图 2 所示。项目位于闹市区,下穿运营中的某地铁盾构区间,上穿在建轨道交通盾构区间,沿线还有多层居民住宅、多处电力铁塔、地铁站台等被保护对象。

表 1 地层分布及主要物理力学特征性质

层号	地层名称	平均厚度/m	重度 G	渗透系数		固结快剪	
				温度 20 ℃ $K_v/(\text{cm} \cdot \text{s}^{-1})$	温度 20 ℃ $K_h/(\text{cm} \cdot \text{s}^{-1})$	黏聚力 $c/\text{kPa}$	内摩擦角 $\varphi/(^{\circ})$
②	粉质黏土	1.4	18.9	$8.89 \times 10^{-8}$	$1.16 \times 10^{-7}$	19.8	17.8
③	淤泥质粉质黏土	5.6	17.3	$1.11 \times 10^{-7}$	$1.801 \times 10^{-7}$	11.6	13.9
③ <sub>T</sub>	砂质粉土	2.55	18.8	$2.27 \times 10^{-4}$	$5.80 \times 10^{-5}$	3.4	29.9
④	淤泥质黏土	5.4	16.7	$1.44 \times 10^{-7}$	$1.98 \times 10^{-7}$	10.6	11.1
⑤ <sub>1</sub>	黏土	7.65	17.8	$7.64 \times 10^{-8}$	$1.39 \times 10^{-7}$	15.1	15.9
⑤ <sub>1T</sub>	黏质粉土	2.0	18.6	$1.57 \times 10^{-4}$	$1.43 \times 10^{-4}$	4.0	30.2
⑤ <sub>3</sub>	粉质黏土	10.3	17.8	$2.25 \times 10^{-7}$	$1.02 \times 10^{-6}$	15.7	15.0
⑥	粉质黏土	3.3	19.9	$6.03 \times 10^{-8}$	$7.52 \times 10^{-8}$	47.7	15.9
⑦ <sub>1</sub>	砂质粉土	3.95	18.7	$1.73 \times 10^{-4}$	$2.25 \times 10^{-4}$	3.6	29.8
⑦ <sub>2</sub>	粉砂	26.75	18.9	$4.73 \times 10^{-4}$	$5.17 \times 10^{-4}$	2.1	32.7
⑧	粉质黏土与粉砂互层	未揭穿	18.5	—	—	19.05	25.5

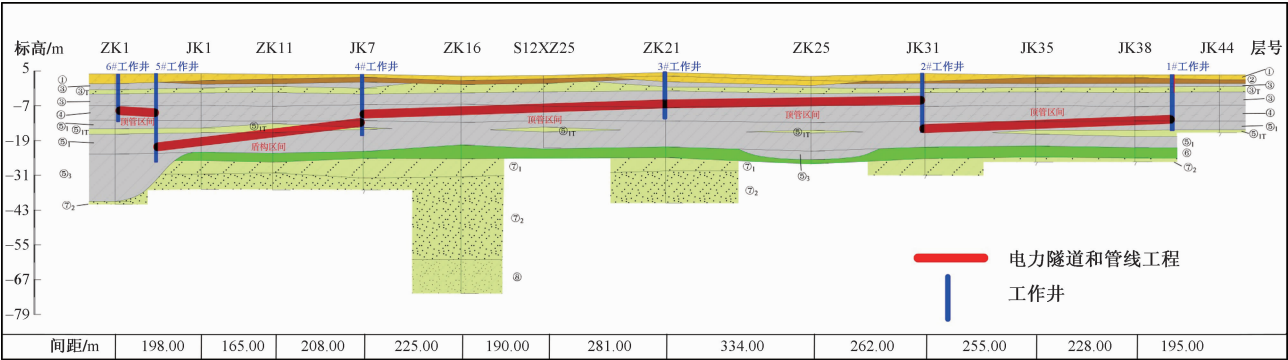


图 2 工程地质剖面

拟建工程范围内第Ⅰ和Ⅱ<sub>上</sub>、第Ⅱ<sub>下</sub>和Ⅲ层承压含水层相互沟通。第Ⅰ和Ⅱ<sub>上</sub>层含水层顶界埋深 29.4~30.0 m,厚度 27.1~32.5 m。第Ⅱ<sub>下</sub>和Ⅲ层含水层顶界埋深 59.0~78.7 m,厚度 64.4~83.8 m,含水层岩性以粉砂为主。

据 3#工作井附近⑦层第Ⅰ承压水观测孔,测得该层含水层水位埋深为 5.89 m,水位标高为 -0.59 m,如图 3 所示。

根据本工程沿线的水文地质、工程地质特征,参考上海地区工程类似工程建设经验,本工程建设工程中可能引发的地质灾害有边坡失稳、地基变形、水土突涌、地面沉降及砂土液化。本文将对上述地质灾害发生的可能性及其危险性进行分析评估。

**2.1 边坡失稳**

在上海地区,边坡一般包括河岸边坡、高路堤



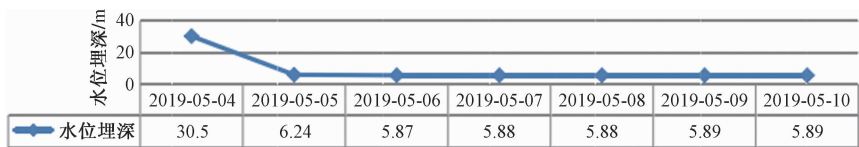


图 3 ZK22 承压水观测成果(⑦层)

数据来源:上海某电力隧道和管线工程项目岩土工程勘察报告,  
上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司,2019 年

边坡、基坑边坡等多种形式。本工程所涉及的主要为基坑边坡失稳和河岸边坡失稳问题。

拟建 1#~6# 工作井,对应基坑开挖深度分别为 20.24、23.24、15.02、21.80、31.52、17.15 m。施工过程中深基坑开挖涉及第①<sub>1</sub>层杂填土结构松散含有机质,土质不均、地基强度较低、开挖易坍塌;第③层、④层、⑤<sub>1</sub>层黏性土,土质较软,地基强度较低,对围护结构的安全、稳定性影响比较大;⑤<sub>3</sub>层粉质软黏土,软塑,中压缩性,土质一般,开挖卸荷时会产生回弹,对基坑支护稳定有一定的影响;⑤<sub>1T</sub>层粉土,土质较好,对基坑围护结构较为有利,但渗透性较好,是拟建工程范围的微承压水含水层,基坑开挖深度较大时可能会引起坑底突涌,影响基坑稳定<sup>[16-19]</sup>。

工作井基坑施工过程中若采取的措施不当,或施工质量得不到保证,则施工过程中有可能引发工作井基坑边坡失稳,并造成基坑本身及工作井周边建(构)筑物破坏,如果严重将有威胁到人员安全的可能性。

综上,确定本工程边坡失稳的危险性级别为中等。

2.2 地基变形

地基变形包括基坑开挖卸荷引发的地基回弹及边侧土体变形等。

2.2.1 基坑施工

本工程拟建 1#~6# 工作井,基坑工程开挖深度大,坑底位于④、⑤<sub>1</sub>、⑤<sub>3</sub>层软黏性土,施工期土体应力释放将会引起土体侧向变形和坑底回弹隆起,易导致基坑外一定范围内的地基变形,位移过大的地基变形将可能造成基坑边坡失稳,对邻近建(构)筑物、市政道路和管线产生危害,危险性级别为中等。

2.2.2 顶管、盾构隧道施工

本工程顶管施工主要在③层、④层、⑤<sub>1</sub>层软土中推进,软土强度低、渗透性差、含水量高、灵敏度高、压缩性高,具有触变性和流变性等土性特点,施工易受扰动,容易导致开挖面失稳,曲线顶进时易

偏离设计轴线。盾构工程局部在推进过程中会遇及⑤<sub>1T</sub>层粉性土层,其在一定动水压力作用下易产生流沙现象,导致地基变形的发生。目前上海地区盾构施工技术成熟,引发的地基变形一般可控。隧道建成运营后,在路面汽车动荷载、振动和冲击的长期作用下,将引发或加剧邻近既有建(构)筑物地基变形的可能性,区间隧道工程引发或加剧地基变形的危险性级别为中等。

工程运营期间,区间隧道埋深变化大,不同地段所处工程地质条件差异明显,在车辆动荷载、振动、冲击等长期作用下,隧道将产生一定的沉降和差异变形,并可能在车站与隧道交接处出现差异沉降<sup>[20-22]</sup>,工程建设本身遭受地基变形的危险性级别为中等。

综上,确定本工程地基变形的危险性级别是中等。

2.3 水土突涌

水土突涌是基坑开挖、隧道掘进过程中,土体卸荷,受承压含水层较高的地下水压力的影响,使基坑、隧道的底部或周边土层失去应力平衡,而引发的含水层向基坑或隧道内涌水、涌砂的现象。

拟建 1#~6# 工作井开挖过程中,由于土体的卸荷作用,受上海地区承压含水层中较高的地下水压力影响,迫使工作井基坑底部及四周土层失去原有的应力平衡,从而引起承压含水层向工作井基坑内部涌水、涌砂的现象。对本次基坑工程有直接影响的承压水赋存于第⑤<sub>1T</sub>层黏质粉土和⑦层粉性土、砂性土中,若未充分考虑承压含水层的承压性或减压降水不利,本工程基坑开挖有引发水土突涌的可能性。通过分析赋存在⑤<sub>1T</sub>层、⑦层中承压含水层对本工程基坑影响评价,结果如下:

拟建 1# 工作井当基坑开挖深度分别为 11.0、14.6 m 时,按最不利水头计算会造成⑤<sub>1T</sub>层和⑦层承压水突涌;拟建 2# 工作井当基坑开挖深度为 13.8 m 时,按最不利水头计算⑦层承压水有发生突涌的可能;拟建 3# 工作井当基坑开挖深度为 14.0 m 时,按最不利水头计算⑦层承压水有发生突

涌的可能;拟建4#工作井当基坑开挖深度分别为9.4、13.6 m时,按最不利水头计算⑤<sub>1T</sub>层和⑦层承压水有发生突涌的可能;拟建5#工作井当基坑开挖深度分别为10.4、20.7 m时,按最不利水头计算会造成⑤<sub>1T</sub>、⑦层承压水突涌;拟建6#工作井当基坑开挖深度分别为10.1 m时,按最不利水头计算会造成⑤<sub>1T</sub>层承压水突涌。本工程建设引发水土突涌的危险性级别为中等。

若发生基坑水土突涌的事故,则会对邻近道路及地下管线、地铁及邻近建(构)筑物、周边道路及地下管线等周围环境造成不良后果,工程建设本身遭受水土突涌的危险性级别为中等。

综上,确定本工程水土突涌的危险性级别为中等。

## 2.4 地面沉降

在上海地区,地质灾害的主要表现形式为地面沉降,天然的冲积平原区域内沉积了大量松散第四系沉积物。20世纪以来上海城市的大力开发建设、地下水资源的普遍开采利用引起第四系松散地层的固结收缩。但由于地面沉降地质灾害具有潜伏期,又有缓变性、累积性等特点,开始往往不容易被人们觉察,但是经长期的积累其危害将是不可逆的<sup>[7,23-26]</sup>。

根据“两局两委”(上海市规划和国土资源管理局、上海市水务局、上海市住房和城乡建设管理委员会和上海市交通委员会)联合发布的《上海市地面沉降控制区范围划定方案》(沪规土资矿〔2018〕155号),本市划分为“三区一带”(图4),即地面沉降重点控制Ⅰ区(含Ⅰ<sub>1</sub>区、Ⅰ<sub>2</sub>区)、地面沉降次重点控制区(Ⅱ区)、地面沉降一般控制区(Ⅲ区)以及地面沉降重点控制带(B)。本工程位于地面沉降重点防治管理区(Ⅰ<sub>1</sub>区)。

另外,工程建设已成为近些年来引发地面沉降的另一重要因素。本工程建设涉及基坑施工,开挖深度17.15~31.52 m。根据《上海市地面沉降防治管理条例》及沪规土资矿规〔2018〕2号《上海市地质灾害危险性评估管理规定》:采用降排水法施工的深基坑(基坑深度大于15 m)在进行地质灾害危险性评估时,应将地面沉降作为主要评估内容。由此本工程建设应当将地面沉降列为灾种之一。

据上海市地质调查研究院地面沉降水准点监测资料:1980—1995年,拟建工程区域累计地面沉降量为75~100 mm,年均沉降量为5.0~6.7 mm;

1996—2001年,拟建工程区域累计地面沉降量为100~150 mm,年均沉降量为16.7~25.0 mm,可看出拟建工程区域地面沉降量较1980—1995年大,地面沉降速率有较大增加,分析可能与近几年拟建工程区域内的大规模工程建设活动有关;2002—2006年,评估区累计地面沉降量为50~100 mm,年均沉降量为10~20 mm,沉降速率较1996—2001年已有所减缓,这主要是上海地区这几年来压缩地下水开采量并加大地下水回灌量的结果;2007—2011年,拟建工程西侧部分地面沉降基本平稳;东侧部分累计地面沉降量为0~25 mm,年均沉降量为0~5 mm;2012—2016年,累计地面沉降量为0~25 mm,年均沉降量为0~5 mm。

此外,根据上海市规划和自然资源局发布的《上海市地质环境公报》,2017—2018年全市平均地面沉降量约为5.2 mm。

本工程建设过程中,基坑开挖存在减压降水等加剧地面沉降的因素,抽取第⑤<sub>1T</sub>层和⑦层承压含水层可能会加剧区域地面沉降灾害,会对周边市政道路及管线、电力铁塔、地铁沿线及地铁站台等造成一定影响,若隔断降水目的含水层较困难,则对其造成的影响较中等,工程建设引发地面沉降地质灾害的危险性级别为中等。

另外,拟建工程沿线两侧有多处待建工程,未来地下工程基坑降水将对本工程的建设造成一定影响,若同样采取隔断降水目的含水层较困难的情况下,本工程建设遭受地面沉降的危险性级别为中等。

综上,确定本工程地面沉降的危险性级别为中等。

## 2.5 砂土液化

砂土液化包括饱和砂质粉土、砂土在震动作用下发生的震动液化和基坑等地下工程引发的砂土渗流液化。

上海地区地下水位较高,拟建场地内20.00 m以浅范围内有③<sub>T</sub>层砂质粉土和⑤<sub>1T</sub>层黏质粉土存在,潜水、微承压含水层发育,具备产生砂土渗流液化的条件。根据《岩土工程勘察规范》(DGJ 08—37—2012)8.3.1条初步判定⑤<sub>1T</sub>层黏质粉土为不液化土层,③<sub>T</sub>层砂质粉土为液化土层,拟建场地为轻微液化场地。同时,在工作井基坑开挖时,该层土渗透性较大,在基坑开挖的水头差作用下易产生流沙、管涌等不良地质作用。



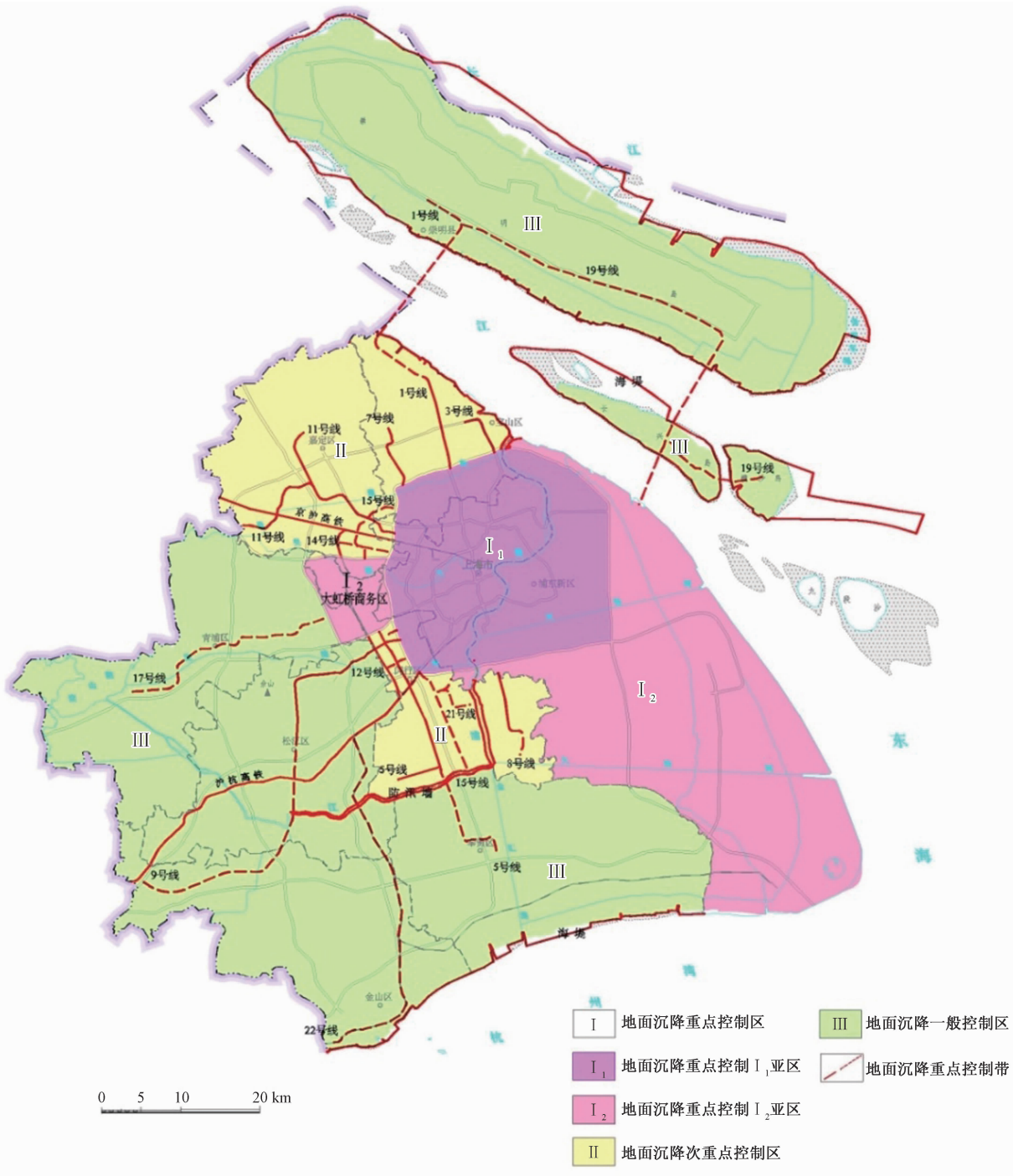


图 4 上海市地面沉降防治管理分区图

砂土液化一般是在基坑内,揭穿粉性土层时,易应发的灾害之一,其破坏性较强,可导致基坑局部地面塌方、塌陷等。本工程沿线周边地质环境复杂多样,有引发周边地铁线路、工作井周边道路及地下管线的正常运行的可能性。

工程建设和建成运营期间,若区间隧道工程发生漏水、渗水,则在水头差作用下,可能造成土体流失并形成空洞,产生渗流液化。本工程建设引发砂

土液化的危险性级别为中等。

若发生砂土液化事故,则会对邻近道路及地下管线、地铁及邻近建(构)筑物、周边道路及地下管线等周围环境造成不良后果,工程建设本身遭受砂土液化的危险性级别为中等。

综合确定砂土液化的危险性级别为中等。

**3 地质灾害防治对策**

针对本工程建设可能引发的地质灾害问题,笔

者认为应该针对6个工作井,选择合理的基坑围护设计方案、有效的施工方案、准确的降水方案、完善的施工监测方案;对于盾构(顶管)隧道工程,应做好顶进的事前预测、施工过程中的土体的扰动观测、顶进后的持续监测。结合本工程项目的特点,本文对边坡失稳、地基变形、水土突涌、地面沉降及砂土液化地质灾害提出如下的防治对策措施。

### 3.1 边坡失稳防治

1)保持周围环境的设计设定工况一致,一旦周围环境发生变化,如场地内堆载、堆物等,必须由围护设计单位进行复验,不能确保围护结构安全时,必须采取加固或补救措施。

2)基坑开挖施工时,必须开展基坑及其周围环境的监测工作,通过信息化监测工作指导基坑开挖施工,并及时发现发生灾害预兆或隐患,及时预警,确保安全施工。

3)本工程基坑可考虑采用增加结构自重和覆土进行抗浮设计,具体可根据基坑开挖深度和抗浮验算后确定。地下结构抗浮稳定性验算时,抗浮水位埋深建议取整平室外地面下0.5 m。

### 3.2 地基变形防治

1)根据变形控制要求确定合理的施工参数,如土压仓压力、刀盘扭矩、推进力、注浆量、注浆压力、出土量、盾尾间隙等,防止开挖面失稳。

2)基坑工程应选择合适的围护体系和降水方案,防止基坑漏水、渗水,减少坑壁土体侧向位移和坑外地下水下降引起的地表变形。

3)严格控制隧道上方地面堆载,防止因超载引起隧道的不均匀变形和沉降。在盾构施工过程中,由于地基土强度、性质差异、上部覆土厚度、掘进部位不同,盾构施工将引起差异变形和沉降,工程设计时应根据地质条件及周边环境确定合理的变形控制要求,确定合理的施工方法和施工工艺;并加强监测工作,做到信息化施工。

4)邻近工程施工时,应提高相应区段的监测精度与监测频率,发现因邻近工程施工引起的隧道过大沉降时应采取相应控制措施。

### 3.3 水土突涌防治

1)基坑设计时应按相关规范进行相应的坑内地基土抗承压水头稳定性验算,以确保基坑施工的安全。

2)本工程1#工作井开挖时⑦层安全水位埋深为13.8 m,2#工作井开挖时⑦层安全水位埋深为19.2 m,3#工作井开挖时⑦层安全水位埋深为

4.7 m,4#工作井开挖时⑤<sub>IT</sub>层安全水位埋深为17.0 m,5#工作井开挖时⑦层安全水位埋深为23.3 m,6#工作井开挖时⑤<sub>IT</sub>层安全水位埋深为23.3 m,施工时应实时测量⑦层承压含水层的水压、水头,施工时应根据实时的水头监测数据和实际基坑开挖深度,实施“按需降水”,始终将水头控制在安全水头以下。另外,基坑围护结构应阻断第⑤<sub>IT</sub>层降水目的含水层,尽量减小抽降承压水过程中对周边环境的影响。

3)在基坑内布置的勘探孔,勘探结束后应用黏土球严格封孔,以免形成水土突涌通道。

### 3.4 地面沉降防治

1)应根据区域地面沉降防治要求以及基坑安全施工要求,合理制定减压降水方案。

2)应遵循按需降水原则,控制在安全水头以下,并注意降水幅度,防止过度降水,以减少抽降引起的地面沉降。

3)拟建工程位于上海市地面沉降重点控制区(I<sub>1</sub>区),场地内承压含水层较厚,又考虑到拟建基坑周边存在已建轨道交通、成片浅基础的住宅小区,建议基坑止水帷幕隔断降水目的含水层⑤<sub>IT</sub>层,若降水目的含水层不能被隔断,建议采用坑内按需降水,坑外3倍基坑开挖深度范围采取,降水目的含水层水位降深控制在1.0 m以内,必要时可采取回灌措施。重点保证基坑围护施工质量,尤其是围护墙止水效果。

4)工程的各项设计中应充分考虑地面沉降因素,预留一定地面沉降量,对地面沉降引起的标高损失采取相应措施。

### 3.5 砂土液化防治

1)基坑开挖和暴露期间,应保证采取的降水及隔水、止水措施有效,尤其是③<sub>T</sub>层和⑤<sub>IT</sub>层中围护体系止水和隔水效果,以防止局部粉性土过厚导致渗流液化现象发生。

2)在基坑开挖施工过程中,加强坑内外水位监测,若发现基坑围护体系有渗漏情况时,须及时采取堵漏措施。

## 4 结论与建议

根据拟建工程范围地质环境条件特征,结合建设项目的工程特点,对上海某电力隧道和管线工程进行了地质灾害危险性评估分析,可得出如下结论与建议:

1)拟建工程属于重要建设项目,地质环境条件复杂,综合确定本项目地质灾害危险性评估等级为一级。

2)结合拟建工程范围地质环境条件及工程建设特征,经对其建设易发生的地质灾害进行分析评估,综合确定本工程建设可能引发的地质灾害有边坡失稳、地基变形、水土突涌、地面沉降和砂土液化,且危险性级别均为中等。

3)对于本项目基坑工程,由于开挖深度深,周边存在在建轨道交通某号线,工程设计、施工时应和轨道交通相关管理部门沟通,以确定合适的基坑围护方案、监测方法和标准等,确保安全运营。

4)设计时宜采取合理的围护措施及施工顺序,有效的止水、降排水措施,并注意厚填土、粉土及明浜和暗浜等对基坑边坡稳定性的不利影响。

5)本工程建设时应注意拟建工作井和顶管、盾构隧道区间结构连接处产生的差异变形,在设计时应对其差异变形问题予以重视,采取必要的防治措施。

## 5 结语

城市地下空间开发建设是近些年国内外关注的焦点,各大中城市的地下工程建设正处于上升期,如何在城市区中合理开发建设地下公共空间,又如何尽最大可能降低因工程建设引发的地质灾害问题,将会是城市未来地下空间开发面临的重大难题<sup>[27-31]</sup>。本文研究认为:只有开展必要的城市地质条件调查,充分了解城市地层结构,加强工程建设可能引发的地质灾害评价与分析,才能使城市地下空间的开发持续、健康地发展。

## 参考文献

- [1] 国土资源部. 全国地质灾害防治“十三五”规划[J]. 国土资源通讯, 2017(5): 9—17.
- [2] 王念秦, 申辉辉, 鲁兴生. 边坡变形监测技术发展现状及问题对策[J]. 科学技术与工程, 2021, 21(19): 7845—7855.
- [3] 牛全福, 陆铭, 马亚娜, 等. PS-InSAR 技术在兰州市地面形变中的监测应用[J]. 科学技术与工程, 2021, 21(19): 7909—7915.
- [4] YIN Y P, ZHENG W M, LIU Y P, et al. Integration of GPS with In-SAR to monitoring of the Jiayu landslide in Sichuan, China[J]. Landslides, 2010, 7(3): 359—365.
- [5] 王堃宇, 王奇智, 高龙山, 等. 基于三维激光扫描技术的边坡表面变形监测[J]. 科学技术与工程, 2017, 17(20): 11—16.
- [6] 姜洪涛. 苏锡常地区地面沉降及其若干问题探讨[J]. 第四纪研究, 2005(1): 29—33.
- [7] 程和琴, 陈祖军, 阮仁良, 等. 海平面变化与城市安全——以上海市为例[J]. 第四纪研究, 2015, 35(2): 363—373.
- [8] 严学新, 方正, 曾正强, 等. 上海地下空间开发环境地质问题分析[J]. 上海地质, 2004, 25(1): 1—5.
- [9] International Gas Union. Triennial Work Program 2003—2006[Z]. 2003. 10.
- [10] MATHESON M, FISCHER F, GONZALES F. New API standard to promote integrity for liquid pipe lines[J]. Pipeline & Gas Industry, 2001, 8: 47—54.
- [11] HOVEY D J, FARMER E J. Pipeline accident, failure probability determined from historical data[J]. Oil & Gas Journal, 1993, 91(28): 104—107.
- [12] ASME B. Supplement on management system of gas pipeline[Z]. ASME, 2001, B31: 8.
- [13] JONES D, DAWSON J. Risk assessment to pipeline life management[J]. Pipes and Pipeline International, 1998, 43(1): 5—18.
- [14] LAI Q, CHEN J, HU L, et al. Investigation of tail pipe breakdown incident for 110 kV cable termination and proposal of fault prevention[J]. Engineering Failure Analysis, 2019, 10: 43—53.
- [15] 彭珂珊. 主要地质灾害对我国城市发展的危害及整治对策[J]. 菏泽师范专科学校学报, 2003, 11(4): 40—45.
- [16] 李龙起, 王滔, 赵瑞志, 等. 基于颗粒流的土质边坡失稳机理[J]. 科学技术与工程, 2021, 21(16): 6619—6625.
- [17] 宋浩燃, 巨能攀, 霍羽祥, 等. 基于三维离散元的弃渣边坡变形过程模拟[J]. 科学技术与工程, 2020, 20(24): 9796—9803.
- [18] 吕爱钟, 贾晓阳. 边坡危险滑动面及稳定安全系数的力学解析方法[J/OL]. 工程地质学报: 1-7 [2021-09-01]. <https://doi.org/10.13544/j.cnki.jeg.2020-568>.
- [19] 杨婷婷, 杨永森, 邱流潮. 基于物质点法的土体流动大变形过程数值模拟[J]. 工程地质学报, 2018, 26(6): 1463—1472.
- [20] 奚家米, 尉阳. 软土地区深基坑施工监测与变形特性的时空效应分析[J]. 科学技术与工程, 2020, 20(4): 1587—1592.
- [21] 倪茜, 车拿单, 郁万荣, 等. 基于开挖方法对深基坑变形的分析与施工优化[J]. 科学技术与工程, 2021, 21(16): 6838—6847.
- [22] 秦羽, 李雄威, 刘正明, 等. 承压水基坑变形稳定性影响因素分析[J]. 科学技术与工程, 2020, 20(31): 12974—12979.
- [23] 杨天亮, 严学新, 王寒梅, 等. 基坑施工引发的工程性地面沉降研究[J]. 上海地质, 2009, 30(2): 15—21.
- [24] 张阿根, 魏子新. 上海地区地面沉降研究的过去、现在与未来. 上海地面沉降研究, 2002, 29(5): 72—75.
- [25] 薛禹群, 张云, 叶淑君, 等. 中国地面沉降及其需要解决的几个问题[J]. 第四纪研究, 2003(6): 585—593.
- [26] 梁钰, 顾凯, 施斌, 等. 基于精细化监测的地面沉降潜力预测模型应用研究[J/OL]. 工程地质学报: 1-7 [2021-09-01]. <https://doi.org/10.13544/j.cnki.jeg.2021-0029>.
- [27] 郑凯, 于松晖, 张青锁. 地面沉降地质灾害的成因及防治方法分析[J]. 地矿测绘, 2019(6): 154—155.
- [28] 龚士良. 上海地区地质灾害危险性评估关键技术问题研究[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2007, 18(3): 92—96.
- [29] 龚士良, 吴继红. 上海长江隧桥工程地质灾害危险性评价与防治对策[J]. 长江科学院院报, 2008, 25(6): 62—66.

[30] 张文龙. 对上海市地质灾害灾种和致灾因素的探讨[J]. 上海地质, 2007, 28(4): 60—63.

[31] 施亚霖. 上海深基坑工程环境地质问题及防治对策[J]. 上海国土资源, 2011, 32(2): 92—94, 98.

## Geological Disasters Caused by Urban Underground Space Construction and Corresponding Prevention Countermeasures:

Taking a power tunnel and pipeline project in Shanghai as an example

TONG Kang-yi, FU Dong

(Shanghai Geological Engineering Exploration (Group) Co., Ltd., Shanghai 200072, China)

**Abstract:** Shanghai is located in the front of the Yangtze River Delta. It is a typical alluvial plain. The area 70 m below the surface is generally deposited by Quaternary soft cohesive soil. In this depth range, the planning and construction of urban underground space is relatively concentrated, and the engineering construction is easy to cause geological disasters, so it is very necessary to carry out geological disaster risk assessment. Combined with the characteristics of a power tunnel and pipeline project in Shanghai, this paper analyzes the interaction and interaction between the proposed project and the geological environment, evaluates the risk of geological disasters within the scope of the proposed project, and analyzes the geological disasters that may be caused by the project construction, such as slope instability, foundation deformation, water and soil inrush, land settlement, sand liquefaction and so on. The risk assessment and analysis are carried out, and the geological disaster prevention and reduction measures are put forward to reduce and avoid the interaction between the construction project and the geological environment, protect people's life and property safety, protect the urban ecological geological environment, and provide reference and suggestions in a way for similar projects.

**Key words:** urban construction; geological hazard; risk assessment; prevention of hazard; tunnel and pipeline project

# 大型石油库场区沉降分析

毛舟龙<sup>1</sup>, 刘佳跃<sup>2</sup>

(1. 舟山国家石油储备基地有限责任公司, 浙江 舟山 316021; 2. 中化(舟山)兴海建设有限公司, 浙江 舟山 316000)

**摘要:**某于沿海深厚软土地基上项目, 对项目投用后出现的不均匀沉降引起的问题进行分析, 提出整改措施。同时通过对其投用后不同区域、不同地基处理工艺进行沉降观察, 揭示深厚软土地基的沉降固结趋势, 为后续工程建设提供借鉴经验。

**关键词:**深厚软基; 工后沉降测量; 沉降趋势分析; 整改措施

**中图分类号:** TU478 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2021)10-0375-06

在沿海软土地基上建设大型石油库, 必须对区域软土地基进行工程处理, 往往成为缩短建设工期、降低工程造价和确保工程质量的的关键的因素之一。沿海深厚软土地基具有复杂性和不可预见性等特点, 主要建构筑物与场区之间出现不均匀沉降而影响使用要求的问题会经常出现, 尤其是大型石油库在沿海软土地基上的建造, 罐基等主要建构筑物的地基处理方案往往与场区场地的地基处理方案不同, 从而产生不同处理方案间的沉降不均衡性, 导致构建筑物沉降过大或不均匀沉降等问题, 也对构建筑产生了不同程度的危害<sup>[1]</sup>。对此, 笔者结合工程实践, 通过对某大型石油库建设期和投用后 3 年的沉降观察, 对沉降观测数据整理、分析, 揭示深厚软土地基的沉降固结趋势, 对类似项目场地处理提出细部处理建议, 为同类工程项目建设提供借鉴经验。同时, 为后续的同类石油库检维修、技改作业提出了预防性的措施与对策。

某大型石油库建造于沿海深厚软土地基上, 场区地质条件极为复杂, 海积平原地带软土层较厚且物理力学指标极差, 下部为最深达 20~30 m 的淤泥质粉质黏土等软弱土层, 该部分土层具有土层厚度相差大且变化剧烈、强度低、土层含水量大、压缩性高、渗透性差、在荷载作用下固结速率极为缓慢等不利特点<sup>[2]</sup>。根据项目建构筑物的功能要求和荷载特点, 对储罐、泵房、变配电间等重要的构建筑物基础采用了嵌岩灌注桩、预应力管桩等地基处理方案, 而对道路、防火堤、罐区、排水沟等其他需进行

大面积场区回填的区域采用了地基排水固结的处理方案。且由于上部荷载不一, 处理方案不同, 避免出现不均匀沉降, 此类不均匀沉降对本项目的储罐运营生产带了一定的影响。投用后出现主要建构筑物采用桩基等处理方案沉降量相对较小, 与总图大面积场地采用大面积排水固结等处理方案沉降量相对较大, 而出现建构筑物与场地交接处出现不均匀沉降, 投产使用 1~2 年内场地普遍发生不均匀沉降, 道路、场地、散水等均在使用过程中进行修复或修补等质量问题也是其他类似项目的共性问题。

## 1 场地地基处理设计

### 1.1 地质条件

本大型石油库地质条件为常见的沿海软弱地基, 工程地质层划分见表 1, 各土层物理力学性质见表 2, 代表性地质条件如下:

①<sub>2</sub>层: 素填土(mI<sub>Q</sub>): 灰黄、灰褐色, 主要由黏性土组成, 含少量碎石及植物根系, 结构较松散, 土质不均一。该层由人工堆填而成, 主要分布在池塘埂一带及早地表部, 性质变化较大。

②<sub>1</sub>层: 粉质黏土(mQ<sub>4</sub><sup>3</sup>): 灰黄~灰褐色, 软塑~软可塑, 厚层状, 无摇震反应, 稍有光泽, 干强度中等, 韧性中等, 含少量铁锰质氧化斑团块。在农田表部一般有 30 cm 左右耕植土。

②<sub>2</sub>层: 淤泥质粉质黏土(mQ<sub>4</sub><sup>3</sup>): 灰色, 流塑, 厚层状, 稍有光泽, 无摇震反应, 干强度中等, 韧性中等, 偶见有机质团块。该层高压缩性, 性质差, 全场分布。

**收稿日期:** 2021-07-27

**作者简介:** 毛舟龙(1988—), 男, 浙江舟山人, 舟山国家石油储备基地有限责任公司, 助理工程师, 研究方向为工程技术与项目管理; 刘佳跃(1988—), 男, 浙江舟山人, 中化(舟山)兴海建设有限公司, 工程师, 研究方向为工程技术与项目管理。

③<sub>1</sub>层:淤泥质粉质黏土(mQ<sub>4</sub><sup>2</sup>):灰色,流塑,厚层状,有光泽,无摇震反应,干强度中等,韧性中等,偶见有机质团块。该层高压缩性,性质差,局部为淤泥,全场分布。

③<sub>2</sub>层:淤泥质粉质黏土(mQ<sub>4</sub><sup>2</sup>):灰色,流塑,鳞片状,稍有光泽,无摇震反应,干强度中等,韧性中等,夹少量粉土,局部见腐殖物团块及贝壳碎片。该层高压缩性,性质差,全场分布。

③<sub>3</sub>层:黏土(mQ<sub>4</sub><sup>1</sup>):灰色,软塑,局部流塑,厚层状,局部鳞片状,有光泽,无摇震反应,干强度高,韧性强,土质不均一,局部夹少量粉土、粉砂及腐殖物团块,见少量贝壳碎片。该层全场大部分布,局部缺失。

④<sub>1</sub>层:含黏性土粗砂(alQ<sub>4</sub><sup>1</sup>):黄褐色,局部浅灰

色,稍~中密,饱和,厚层状,土质不均一,砂粒径一般为 0.5~2 mm,多为亚圆形,成分多为石英及长石质,局部含少量黏性土,该层性质变化较大。

⑤<sub>1</sub>层:粉质黏土(al-lQ<sub>3</sub><sup>2-2</sup>):灰黄~黄褐色,上部局部为灰绿、灰蓝色,可~硬塑,厚层状,有光泽,无摇震反应,干强度中等,韧性中等,土质不均一,见较多 Fe、Mn 质斑团块。

⑥层:黏土(mQ<sub>3</sub><sup>2-2</sup>):灰色,软塑~软可塑,厚层状,有光泽,无摇震反应,干剪强度高,韧性强,局部见较多腐殖物团块。该层高压缩性,性质较差,全场大部分布,局部缺失。

⑥层以下的土层物理及力学性质较好,在填土及一般荷载作用下不会产生大的沉降及稳定破坏,不再赘述。

表 1 工程地质层划分

层号	土层名称	成因时代	顶板标高/m	层厚/m
① <sub>2</sub>	素填土	mlQ	3.49~5.80	0.50~4.50
② <sub>1</sub>	粉质黏土	mQ <sub>4</sub> <sup>3</sup>	2.55~4.88	0.80~3.50
② <sub>2</sub>	淤泥质粉质黏土	mQ <sub>4</sub> <sup>3</sup>	-0.13~3.26	0.70~4.30
③ <sub>1</sub>	淤泥质粉质黏土	mQ <sub>4</sub> <sup>2</sup>	-2.93~0.62	5.10~9.10
③ <sub>2</sub>	淤泥质粉质黏土	mQ <sub>4</sub> <sup>2</sup>	-10.63~-5.69	8.80~14.90
③ <sub>3</sub>	黏土	mQ <sub>4</sub> <sup>1</sup>	-22.53~-16.30	2.30~21.30
④ <sub>1</sub>	含黏性土粗砂	alQ <sub>4</sub> <sup>1</sup>	-38.95~-26.30	0.50~8.50
⑤ <sub>1</sub>	粉质黏土	al-lQ <sub>3</sub> <sup>2-2</sup>	-39.98~-18.07	2.20~14.00
⑥	黏土	mQ <sub>3</sub> <sup>2-2</sup>	-43.86~-19.20	1.30~20.50

表 2 各土层物理力学性质指标统计成果

层号	土层名称	土工试验指标												静探指标	
		含水量 $\omega$ / %	天然重度 $\gamma$ / (kN·m <sup>-3</sup> )	饱和度 $S_r$ / %	孔隙比 $e$	液限 $\omega_L$ / %	塑限 $\omega_p$ / %	塑性指数 $I_p$ / %	液性指数 $I_L$	压缩系数 $a_{1-2}$ / MPa <sup>-1</sup>	压缩模量 $E_s$ / MPa	直剪固快 (峰值)		锥尖阻力 $q_c$ / MPa	侧壁摩阻力 $f_s$ / kPa
												内聚力 $c$ / kPa	内摩擦角 $\varphi$ / (°)		
② <sub>1</sub>	粉质黏土	32.9	19.0	97.7	0.915	35.9	20.6	15.2	0.80	0.54	3.49	27.3	15.5	0.36	21.86
② <sub>2</sub>	淤泥质粉质黏土	43.5	17.8	98.4	1.206	37.0	21.0	16.0	1.40	0.78	2.819	17.2	10.1	0.18	5.01
③ <sub>1</sub>	淤泥质粉质黏土	42.8	17.8	98.6	1.219	38.2	21.8	16.4	1.39	0.89	2.50	17.0	9.6	0.23	4.88
③ <sub>2</sub>	淤泥质粉质黏土	39.2	18.1	97.1	1.100	35.1	20.4	14.9	1.28	0.81	2.64	18.5	10.2	0.41	7.49
③ <sub>3</sub>	黏土	42.6	17.7	95.7	1.217	45.3	25.2	20.1	0.89	0.79	2.80	24.5	11.1	0.72	22.26
④ <sub>1</sub>	含黏性土粗砂	20.5	20.3	91.6	0.599	25.3	13.9	11.4	0.60	0.24	7.12	27.6	24.0	3.13	62.56
⑤ <sub>1</sub>	粉质黏土	26.2	19.8	96.7	0.738	36.4	21.5	15.3	0.35	0.29	5.93	39.6	19.5	2.34	90.58
⑤ <sub>2</sub>	粉质黏土	32.7	19.0	97.4	0.923	40.4	22.3	16.9	0.58	0.29	6.21	42.0	17.7	1.97	102.96

1.2 地基处理设计简述

根据上部结构的功能性、重要性不同,对不同区域的地基处理设计做了区分。针对地面有储罐结构的区域采用了嵌岩灌注桩、预应力管桩等地基

处理方案;针对地面建筑物(包括综合办公楼、宿舍楼、消防综合楼、总变电所、泵棚)区域采用了预应  
力管桩地基处理方案。  
除上述地基处理外的其他区域采用排水固结

的地基处理工艺,在场区大面积回填前,挖除地表耕土,在主要软弱土层内打入塑料排水板,考虑建(构)筑物位置、软弱土层厚度、沉降固结时间长短等因素,采用塑料排水板排水固结处理方案,以增加土层的竖向排水通道,缩短排水距离,在较短时间内消除地基的大部分沉降。地表则设置一定间距的纵横排水盲沟以及一定厚度的中粗砂排水垫层后,场区进行了大面积回填,利用场区回填土的自重进行排水压载固结,努力减少固结时间。

1.3 堆载预压试验

为了检验排水固结法的作用,掌握加固过程,明确加固效果,控制加载速率,确保地基稳定安全并指导施工,给随后场区大面积的回填提供技术依据,在场区选择典型地段进行了堆载预压试验<sup>[11]</sup>。堆载预压试验区面积为 121.7×69.7 m<sup>2</sup>,塑料排水板间距为 1 m,正三角形布置,打入土体深度为 20 m。堆土采用分级加载、自然放坡的方式,共 6 级,堆载高度共 6 m。

堆载时间为 5 个月,根据现场实际堆载结果测得累计沉降最大量为 1 440 mm,推算最终沉降量为 1 591 mm,最大沉降速率为 29 mm/d(第 3 级加荷第 1 天),178 d 的固结度在 80% 以上。当加载时间持续 350 d 以上时,土体固结度达到 96% 以上,地基固结过程全部完成。在堆载 3.7 m 结束后,共计 80 d 的累积沉降量为 580 mm,本级加载从开始到结束的 28 d 里,沉降量为 270 mm,推测最终沉降约 800~1 000 mm。而此时的填土荷载与场区大面积

的填土荷载相当,对大面积填土区域施工具有指导意义。

2 工后(投用后)沉降观察

就软土地基的沉降量方面来看,在经过时间较长的沉降发生<sup>[3]</sup>,尤其是在建筑物处于沿海地区的地质下,软土其自有厚度的问题也会直接阻碍其凝固的速度,从而导致地基沉降时会发生不均匀的状态,继而发生地基上部结构与荷载的差异化,随着地基发生不均匀的沉降,受到沉降差异大问题的影响<sup>[4]</sup>,道路、散水、支墩等则会逐渐发生开裂、破坏。为此本项目投用后,对具有代表性的不同区域、不同地基处理工况下设立沉降观测点,并进行 36 个月沉降测量。

2.1 沉降观测设置

沉降观测的观测点布置及观测方法严格按照规范《建筑变形测量规范》(JGJ 8—2016)执行。工后沉降观测时间为 36 个月,沉降观测频率为每 3 个月测量一次,沉降观测高程控制测量精度为三等水准,采用库区控制点三等水准闭合环,个别水准点因观测条件困难,采用 GPS 高程拟合获取正常高的方式执行。

2.2 工后(投用后)的沉降数据分析

场区沉降主要由两部分组成,一是基础在对地基土影响深度范围内的地基土压缩变形,二是场区填土层、淤泥层的自重固结产生的场区整体(不均匀)沉降<sup>[5]</sup>。根据项目建设期 9 个月场区沉降量和投用后 36 个月沉降量进行分析(图 1)。

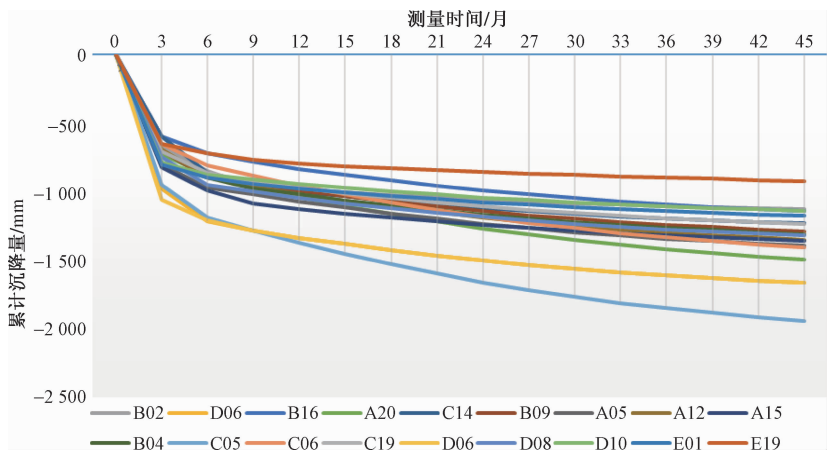


图 1 累计沉降曲线

实际沉降观测数据与理论沉降量计算进行对比(表 3),具体数据如下:

从图 1 累计沉降曲线、表 3 理论计算与实际观测汇总数据分析,软土层厚的区域,固结沉降时间

长,软土层薄的区域,固结沉降时间少。

1)位于开山区的宕渣层在回填后的几年内,由于级配不良、碾压不到位等原因,存在一定的沉降量,沉降速率约 0.08 mm/d,大于 0.01~0.04 mm/d,



现沉降还未完成。

2) 软土地基沉降速率约 0.22 mm/d, 大于规范要求的沉降速度 0.01~0.04 mm/d, 沉降还未稳定。

3) 个别观测点, 沉降量较小, 沉降速率约 0.044 mm/d, 约大于 0.01~0.04 mm/d, 现沉降还未完成。但已趋于基本稳定。

表 3 理论计算与实际观测汇总

区域	点名	设计高程/m	理论计算 沉降量 /mm	建设期(9个月)观测累计 沉降量/mm	45个月 累计总 沉降量/mm
A 区	A05	6.5	2 145.4	1 115	1 395
	A12	6.5	2 002.6	966	1 352
	A15	6.5	1 840.2	1 090	1 359
	A20	6.5	1 970.7	1 322	1 494
B 区	B02	6.5	2 002.6	966	1 127
	B04	6.5	1 496.2	977	1 309
	B09	6.67	1 706.0	1 019	1 290
	B16	7	1 697.0	783	1 143
C 区	C05	7	1 742.0	1 283	1 943
	C06	7.1	1 314.1	886	1 666
	C14	7.5	1 877.1	945	1 233
	C19	7.2	1 861.2	931	1 236
D 区	D06	7	1 742.0	1 283	1 666
	D08	7	1 000.3	977	1 320
	D10	7	1 139.1	914	1 141
E 区	E01	7.5	1 262.8	945	1 177
	E19	8	856.5	768	923

3 工后(投用后)存在的问题、原因分析及整改措施

3.1 储罐罐周砼散水镂空

储罐基础的散水多数为后期施工, 由于地基基础沉降不均匀, 导致散水底部被掏空(图 2), 部分散水出现倾斜、外侧下沉、环梁与散水之间缝隙被拉宽、灌缝沥青被拉裂等情况; 情况特别严重的区域, 已对储罐散水功能设计带来了一定的影响。



图 2 罐周散水底部被掏空

原因分析: 主要场地后期沉降, 部分出现了散水缝隙被拉宽、灌缝沥青被拉裂。

整改措施: 对散水底部被掏空部位、沉降过大影响使用及安全的部位应进行拆除, 清除粒径较大的石块, 重新填土并按规定压实后重新施工散水; 对破坏轻微、不影响使用的散水部分重新用沥青灌缝。

3.2 工艺管线与管墩脱开

原因分析: 工艺管墩基础由于产生了不均匀沉降, 导致工艺管线与管墩脱开(图 3、图 4), 造成管线荷载无法传递到基础上。

建议措施: 将管墩周围土体挖开, 检查桩基础是否存在问题; 对管墩进行长期沉降监测, 判断管墩变形趋势。当管墩自身沉降已结束、不再存在变形时, 应采用铁楔将管托垫起, 并将铁楔可靠固定在管墩预埋件上, 每个管托下铁楔应不少于 4 处。



图 3 管墩下沉与管托脱开



图 4 管托与管墩脱开

3.3 泡沫液管线上罐前与管架脱开

原因分析: 由于地基发生了固结沉降及不均匀沉降, 导致架顶产生了水平与竖向位移。

整改措施: 虽然管线与管架脱开, 但由于管线荷载较小, 管架较密, 对安全运行不会造成影响。目前对管架基础进行长期沉降监测, 判断基础变形趋势。当基础自身沉降已结束时, 应采用铁楔将管托弧钢板垫起, 并将铁楔可靠固定在管架上, 每个



管托下铁楔应不少于 1 处,然后再进行表面处理。

3.4 隔堤与工艺管线相交处二者脱开

原因分析:由于防火堤及隔堤坐落在压实的填土地基上,下部的软弱土层在填土荷载作用下尚没有全部完成固结沉降;而工艺管线管墩基础为桩基础,防火堤及隔堤产生沉降而工艺管线相对不沉,造成隔堤与工艺管线相交处二者脱开(图 5、图 6)。



图 5 穿越隔堤的管线与隔堤拉

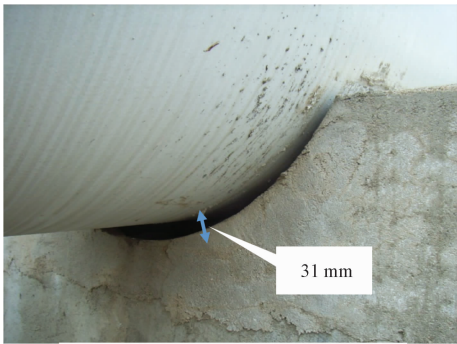


图 6 在隔堤堤顶处管线悬空

建议措施:对防火堤应首先清除工艺管线与套管之间的填充物,释放变形,然后再进行套管密封;对套管下部及防火堤侧壁的缝隙采用水泥砂浆进行封堵修补,最后进行美观处理。建议在后续项目建设中,可将其变形缝预留在距管道穿越防火堤处一定距离,以缩小不均匀沉降对防火堤带来的影响范围。对隔堤与工艺管线相交处的脱开处,采用沥青麻丝等密封材料进行填充即可。

3.5 电缆钢套管被拉变形

原因分析:由于场区地基的沉降,使埋地电缆同时下沉,电缆预留量不足,导致埋地电缆从地上进入罐壁处被拉得很紧或仪表电缆钢套管被拉变形。

建议措施:凿除散水,挖出一定长度的埋地电缆,改变埋地电缆的坡度,挖出长度以留够预留量为准,重新埋设挖出的电缆并重修散水;仪表电缆

钢套管穿散水处,散水应留孔,使套管能适度变形。

3.6 储罐盘梯与地面踏步面脱开

原因分析:场区填土沉降或地基固结沉降引起踏步(图 7)、电缆沟等下沉,钢平台基础非整体砌筑,遇不均匀沉降时产生开裂。

建议措施:采用水泥砂浆或水泥浆填缝,重新用水泥砂浆抹面。



图 7 储罐盘梯与台阶脱开

3.7 排水沟贴邻管墩侧开裂

原因分析:受工艺管墩桩基础没有沉降的影响,产生沉降的排水沟贴邻管墩一侧沟壁产生开裂,另一侧沟壁相当完好(图 8)。其主要原因是:紧靠工艺管墩桩基础排水沟的侧壁,在桩基础处的地基不发生沉降,桩基础之间的地基固结沉降,导致沟壁整体沉降不均,产生拉裂。



图 8 支墩与汇处排水沟拉裂

建议措施:观察排水沟沉降完成情况,沉降很小时可以采用水泥砂浆封堵裂缝,裂缝细小时改用水泥浆进行填充。

4 减少工后差异沉降经验总结

4.1 不同地基处理类型的协调性考虑

合理采用主要建构筑物地基处理方案,应充分考虑其他地面附物和场区地基处理方案<sup>[6]</sup>,以地基所具备的实际变形情况作为基础依据,基础形式的各不相同、埋深调节的不尽相同<sup>[7]</sup>,都会相应地使地

基沉降量做出调整,来确保基础建筑物能够得到均匀的沉降。确保基础形式、埋深的一致性,可有效规避地基沉降、不均匀沉降问题<sup>[8]</sup>

4.2 建立长期沉降观测

项目投用后,建立场区沉降观测网,进行长期观测,进一步总结场区沉降规律,为后续工程的长期安全运营提供基础保障。

4.3 细部设计考虑

1)穿防火堤的工艺管线底部易靠近套管底部,留出更大的沉降空间;同时管线与套管之间的填塞时间尽量靠后,尽量使地基充分沉降,避免工艺管线损坏防火堤。

2)考虑场区地基固结沉降耗时较长,上罐的电线电缆应多留出一些余量,可在罐边砖砌一小的线井,预留电缆设在其中,保证地面沉降不再影响电缆的安全。

3)排水沟等坐落在填土地基上的构筑物应离不产生沉降的构筑物(如打了桩的工艺管墩)一定距离,避免相互影响,同时加强构筑物下填土的压实质量控制。必须与不产生沉降的构筑物邻近时应预留沉降缝。

4)储罐盘梯下的踏步应与储罐盘梯完全脱开,防止踏步变形时碰到盘梯,造成踏步损坏。

4.4 次要部位的质量控制

1)加强挡墙类背后填土质量以及压实质量的控制,注意排水构造,避免土压力的增大而破坏

挡墙。

2)加强场区回填土压实质量的控制与检测<sup>[5]</sup>,特别是储罐周围、坐落在填土地基上的构筑物回填土,直接关系到设备基础、散水等构筑物的稳定,更应引起足够的重视。

参考文献

[1] 陶景新. 软土地基常用处理方法[J]. 科学与财富 2018 (12):2-4.

[2] 于春芳. 软土地基的特点及处理方法[J]. 交通标准化 2013 (14):2-3.

[3] 朱华龙. 浅析软土地基上基础的处理措施[J]. 中国科技投资,2016,35(16):107-109.

[4] 袁海兴. 浅析软土地基上基础的处理措施[J]. 建筑科学, 2017(6):127

[5] 刘强. 软土地基上基础的处理措施分析[J]. 科技展望, 2015,25(14):57.

[6] 黄振华. 软弱地基对基础的不均匀沉降的影响[J]. 神州(上旬刊),2019(26):246.

[7] 康国云. 房屋建筑施工中的软土地基处理技术[J]. 中国新技术新产品,2018(16):82-83.

[8] 张少强. 土建工程软土地基处理技术管理对策的思考[J]. 绿色环保建材,2018(7):169-170.

[9] 朱敬锋. 试析房屋建筑地基工程中软土地基的技术处理[J]. 建材与装饰,2018(30):47-50.

[10] 连俊伟. 沿海软土地区桩基施工技术的运用研究[J]. 建材与装饰,2018(7):12-13.

[11] 刘明良. 堆载预压在填海机场软土地基处理应用效果评价[J]. 科技创新与应用,2018(8):72-74.

Settlement Analysis of Large Oil Storage Site

MAO Zhuo-long<sup>1</sup>, LIU Jia-yue<sup>2</sup>

(1. Zhoushan National Petroleum Reserve Base Co.,Ltd., Zhoushan Zhejiang 316021,China;  
2. Sinochem (Zhoushan) Xinghai Construction Co.,Ltd, Zhoushan Zhejiang 316000,China)

**Abstract:** Base on a project on a coastal deep soft soil foundation, the problems caused by uneven settlement after the project put into use was analyzed, and proposes corrective measures was put forward. At the same time, by observing the settlement of different areas and different foundation treatment processes after its commissioning, it reveals the settlement and consolidation trend of deep soft soil foundations, and provides reference for subsequent project construction.

**Key words:**the deep soft soil foundation;settlement measurement after construction;settlement trend analysis;corrective actions