

基于耦合协调模型的科普与科技创新协同发展研究

谭 涛

(重庆医科大学 科研处, 重庆 400016)

摘要:为探讨科普与科技创新之间的关系,在构建科普和科技创新水平评价指标的基础上,以全国 31 个省区市为研究对象,采用因子分析法分别测算 2015—2019 年各省科普和科技创新水平,并基于耦合协调模型计算两系统的耦合协调度。结果表明:全国科普和科技创新水平稳步提升,但区域间失衡问题依然突出;科普与科技创新的耦合协调度逐年上升,但仍有超 1/3 的省份处于失调阶段,科普与科技创新的良性循环尚未形成。

关键词:科普;科技创新;因子分析;耦合协调度

中图分类号:G311 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2023)05-0080-07

2016 年的全国科技创新大会上,习近平总书记指出“科技创新、科学普及是实现创新发展的两翼,要把科学普及放在与科技创新同等重要的位置”,阐明了科普与科技创新的辩证关系。科技创新产生新知识新思想,是科普的基础和灵魂,科普则是将新知识新思想转变为能够被广泛接受和理解的大众知识、大众文化,是提升公民科学素质的重要途径,有利于建立起宏大的高素质创新大军,两者相互促进、协调发展,共同助推了全国创新实力的整体提升。深入探究科普与科技创新的关系,明晰科普与科技创新的驱动力量,对于推动科普与科技创新的协同高效发展、加快科技强国建设进程、实现高水平科技自立自强具有重要意义。

目前学术界关于科普和科技创新的研究主要集中在以下 3 个方面:①科普或科技创新能力的评价研究。尹景瑞^[1]从科普人员、科普经费、科普场地、科普传媒、科普活动 5 个维度评价了河北省重大突发事件应急科普能力,并从增加科普宣传的手段和途径等角度提出了对策建议。苏森森等^[2]采用信息熵法与灰色关联度分析法对西藏科普资源进行了评价,发现 2009—2019 年西藏科普资源整体发展水平稳中有升。曹佳蕾等^[3]从科技创新投入、产出、扩散和环境 4 个维度对安徽省 16 个地市的科技创新能力进行了实证评价,发现安徽省科技创新整体呈现上升趋势,但 16 个地市子系统地域分布不均衡。蔡晓琳等^[4]使用 TOPSIS 法和 TOPDIS 法对

珠三角城市科技创新能力进行评价,并从科技创新资源共享、科技投入保障和差异化科技创新能力提升机制构建等方面提出建议。②科普或科技创新能力提升策略研究。娜日莎^[5]分析了内蒙古科普场馆科普能力建设现状和瓶颈成因,提出了加强政策保障落实、加大建设经费投入、建立健全资源共享机制等建议。苏国民等^[6]分析了应急科普工作的主要成效及问题,提出了激发多元主体参与、协同开展应急科普的建议。于扬等^[7]通过熵权法对江苏省 2011—2015 年的科技创新能力进行了评价,提出应加强企业技术中心能力建设、健全体制机制政策措施、完善技术创新成果转化体系建设等方面的建议。郑健蓉等^[8]系统总结了各省市提升科技创新能力的典型做法,并从加快突破关键核心技术、加大创新主体培育力度、充分发挥创新载体作用、大力促进科技金融结合、优化整合科技创新政策体系等方面提出了加强科技创新的建议。③科技创新与经济、产业、金融等其他系统的耦合协调研究。李琳等^[9]以全国 2007—2016 年省级面板数据为依据,综合运用投影寻踪法、耦合协调度模型、面板固定效应模型等方法,对科技创新与经济发展耦合协调的空间异质性进行了研究,发现中国科技创新滞后于经济发展。韩文艳等^[10]采用耦合协调度模型和空间自相关分析,探究了 2002—2016 年全国 30 个省区市的科技创新与产业结构优化耦合协调发展水平,发现科技创新与产业结构优化的耦合协调度

收稿日期:2022-10-12

基金项目:2022 年重庆市渝中区科技局技术预见与制度创新项目(20220111)。

作者简介:谭涛(1987—),男,四川广安人,重庆医科大学科研处,科长,助理研究员,理学硕士,研究方向为科研项目管理、科技成果转化、战略研究、学科评估等。

逐年上升,总体呈现“东中西”依次递减的空间演变格局。朱佳慧等^[11]运用 VIF-变异系数法对全国科技创新与金融发展进行了耦合协同测度及评价,发现科技创新与金融发展两系统耦合度较低,耦合协同度由高度不协同发展逐渐转变为低度协同发展。

前人的研究多集中在科技创新领域,科普相关研究较少,对科普与科技创新之间的关系研究更少。因此,在借鉴以往研究的基础上尝试构建了科普和科技创新水平的评价指标,采用因子分析法分别测算 2015—2019 年全国 31 个省区市的科普和科技创新水平,并借助耦合协调度模型计算了各省区市科普与科技创新系统之间的耦合协调关系,以期 为各省区市制定科普和科技创新相关政策提供实证依据和决策参考。

1 数据与方法

1.1 数据来源

科普与科技创新的评价指标主要参考了国内学者已有评价体系^[12-14],并结合数据系统性、可靠性、可及性等因素进行整理。科普评价体系由科普人员、科普场地、科普经费、科普传播及活动等 4 个一级指标,科普专职人员、科普兼职人员、科技馆数等 11 个二级指标构成(表 1)。科技创新评价体系根据科技创新活动的主体(企业、研究与开发机构、高等学校)设定了一级指标,然后再基于科技创新投入与产出框架,结合各创新活动主体的特征设定细化的二、三级指标(表 2)。

表 1 科普评价指标体系	
一级指标	二级指标
科普人员	科普专职人员数量/人
	科普兼职人员数量/人
科普场地	科技馆数量/个
	科技馆建筑面积/m ²
	科技馆展厅面积/万 m ²
科普经费	科普经费筹集额/万元
科普传播及活动	科普图书出版数量/种
	科普图书出版总量/万册
	科技馆参观人数/万人次
	科普专题活动次数/次
	科普活动参加人数/万人次

数据来源于 2016—2020 年的《中国科技统计年鉴》(2021 年部分指标统计口径变化,无法获得各地区指标数据),选取了 2015—2019 年全国 31 省区市的科普和科技创新相关指标数据进行整理,并用 SPSS 22.0 进行统计分析。各省区市所在区域划分以国家统计局公布的经济区域划分标准进行划分,

其中东部包括北京、天津、河北、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东和海南,中部包括山西、安徽、江西、河南、湖北和湖南,西部包括内蒙古、广西、重庆、四川、贵州、云南、西藏、陕西、甘肃、青海、宁夏和新疆,东北包括辽宁、吉林和黑龙江。

表 2 科技创新评价指标体系		
一级指标	二级指标	三级指标
规上工业企业	投入	有 R&D 活动的企业数量/个
		R&D 人员折合全时当量/人年
		R&D 经费内部支出/万元
	产出	新产品开发项目数量/项
		新产品销售收入/万元
		专利申请数量/件
研究与开发机构	投入	有效发明专利数量/件
		R&D 机构数/个
		R&D 人员折合全时当量/人年
	产出	R&D 经费内部支出/万元
		发表科技论文数量/篇
		出版科技著作数量/种
		专利申请数量/件
		有效发明专利数量/件
		专利转让及许可收入/万元
		国家或行业标准数量/项
高等学校	投入	高等学校数量/所
		R&D 人员折合全时当量/人年
		R&D 经费内部支出/万元
	产出	发表科技论文数量/篇
		出版科技著作数量/种
		专利申请数量/件
		有效发明专利数量/件
		专利转让及许可收入/万元
		国家或行业标准数量/项

1.2 研究方法

研究分为两步:首先,基于因子分析法分别计算出 2015—2019 年全国 31 个省区市科普水平及科技创新水平的综合得分;然后,通过耦合协调度模型计算出全国 31 个省区市科普与科技创新系统的耦合协调度,并对耦合协调度进行统计分析。

1.2.1 因子分析法

因子分析法是一种多元统计分析方法,由研究原始变量相关矩阵内部的依赖关系出发,通过引入一个模型,把一些错综复杂关系的变量归结为少数几个综合因子,从而实现降维的目的^[15],该方法既能避免对评价指标主观赋值可能存在的随意性,也能避免评价指标所蕴含的信息相关或重叠带来的统计分析失真问题。因子分析的步骤主要包括:①数据标准化处理;②适合度检验;③求解初始公共因子及载荷矩阵;④因子旋转;⑤计算因子得分;⑥计算综合得分。

1.2.2 耦合协调度

1)无量纲标准化处理。为消除计算指标的量纲差异,运用极差法对科普及科技创新水平综合得分进行无量纲标准化处理,使各项指标都介于 0~1。此外,为避免出现 0,对极差法后的值进行了微调:

$$U = \left(\frac{U_i - \min U_i}{\max U_i - \min U_i} \right) \times 0.99 + 0.01 \quad (1)$$

式中: U 为无量纲标准化后的值; U_i 为各项指标的原始值; $\max U_i$ 为相应指标中的最大值; $\min U_i$ 为相应指标中的最小值。

2)耦合协调度模型。借鉴物理学的容量耦合模型推导出科普-科技创新两大系统的耦合度公式:

$$C = 2 \times \sqrt{\frac{U_1 U_2}{(U_1 + U_2)^2}} \quad (2)$$

式中: C 为科普与科技创新的系统耦合度; U_1 、 U_2 分别表示科普和科技创新综合得分无量纲标准化后的值。

系统耦合度只能阐明两个系统相互作用的强弱,不能揭示两个系统之间协调发展水平,而耦合协调度能够体现两个系统之间的协调好坏程度。

$$D = \sqrt{CT}, T = \alpha U_1 + \beta U_2 \quad (3)$$

式中: D 为耦合协调度,反映科普与科技创新两大系统间的耦合协调水平, $D \in [0 \ 1]$, D 越小,说明两个系统的耦合协调发展水平越低, D 越大,则两个系统的耦合协调发展水平越高。参考已有的系统耦合协调度研究^[16-18],将耦合协调度划分为失调类、过渡类、协调类等 3 大类,其中失调类细分为严重失调、中度失调、轻度失调等 3 个级别,过渡类细分为濒临失调、初级协调等 2 个级别,协调类细分为中级协调、良好协调、优秀协调等 3 个级别(表 3)。 T 为两系统的综合协调指数,反映整体发展水平对耦合协调度的贡献, α 、 β 为系数,表示科普和科技创新系统各自的贡献系数,考虑到科普与科技创新同等重要,故设定 $\alpha = \beta = 0.50$ 。

表 3 耦合协调度等级划分标准

D 的范围	级别	等级
0~0.19	严重失调	失调类
0.20~0.29	中度失调	
0.30~0.39	轻度失调	
0.40~0.49	濒临失调	过渡类
0.50~0.59	初级协调	
0.60~0.69	中级协调	协调类
0.70~0.79	良好协调	
0.80~1.00	优秀协调	

2 研究结果

2.1 适合度检验

因子分析前需对科普指标数据和科技创新指标数据进行 KMO(Kaiser-Meyer-Olkin)和 Bartlett 球形检验,以判断是否适合进行因子分析。结果表明,科普和科技创新指标数据的 KMO 值分别为 0.817、0.892,Bartlett 球形检验概率值均为 0.000(表 4),适合进行因子分析。

表 4 适合度检验结果

系统类别	KMO 测量取样适应性	Bartlett 球形检验概率值
科普	0.817	0.000
科技创新	0.892	0.000

2.2 公共因子提取

使用主成分法提取科普和科技创新评价指标的公共因子,并采用方差最大正交旋转法对公共因子进行旋转,得到了科普与科技创新两大系统的特征值和方差贡献率(表 5)。按照特征根大于 1 的原则,科普系统提取前 3 个公共因子,累计方差贡献率达到 85.418%。科技创新系统提取前 2 个公共因子,累计方差贡献率达到 84.522%。两大系统的累计方差贡献率均大于 83%,表明覆盖了原始变量的足够信息,因子分析效果较好。

表 5 特征值及其方差贡献率(仅显示前 4)

系统类别	成分	起始特征值			提取平方和载入			旋转平方和载入		
		合计	方差/%	累计/%	合计	方差/%	累计/%	合计	方差/%	累计/%
科普	1	5.722	52.015	52.015	5.722	52.015	52.015	3.617	32.878	32.878
	2	2.276	20.689	72.703	2.276	20.689	72.703	3.489	31.716	64.594
	3	1.399	12.714	85.418	1.399	12.714	85.418	2.291	20.824	85.418
	4	0.532	4.837	90.254						
科技创新	1	14.690	58.760	58.760	14.690	58.760	58.760	11.873	47.492	47.492
	2	6.440	25.762	84.522	6.440	25.762	84.522	9.257	37.029	84.522
	3	0.975	3.899	88.421						
	4	0.683	2.734	91.154						

2.3 计算综合得分

根据 SPSS 软件的回归分析得到公共因子得分

系数矩阵以及各个公共因子得分。以各公共因子的方差贡献率占提取的公共因子累计方差贡献率

的比重作为权重进行加权汇总,计算获得全国 31 个省区市的科普水平以及科技创新水平综合得分。

表 6 反映了 2015—2019 年全国 31 个省区市的科普水平,5 年全国综合得分均值为 0.00,各年度综合得分均值依次为-0.06、-0.05、-0.01、0.03、0.10,保持逐年递增的趋势。从区域来看,东部地区 5 年的综合得分均值为 0.45,中部地区-0.03,东北地区-0.26,西部为-0.29,可以看出全国的科普水平整体呈现出东部>中部>东北>西部。随后对 5 年综合得分进行系统聚类分析,可以将 31 个省区市进一步分为科普超强省、科普强省、科普大省、科普弱省 4 大类,其中北京综合得分达到 2.09,远超其他省区市,属于科普超强省。上海、广东等 6 省市综合得分为 0.39~0.86,属于科普强省。福建、四川等 17 省综合得分为-0.40~0.24,属于科普大省。天津、海南等 7 省市综合得分为-0.82~-0.50,属于科普弱省(表 7)。

表 6 2015—2019 年全国 31 个省区市科普水平综合得分

省区市	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	均值	均值排名
北京	2.04	1.82	1.86	2.17	2.55	2.09	1
上海	0.82	0.94	0.78	0.85	0.93	0.86	2
广东	0.57	0.72	0.81	0.83	0.86	0.76	3
浙江	0.51	0.89	0.66	0.68	0.82	0.71	4
湖北	0.57	0.37	0.55	0.43	0.81	0.55	5
江苏	0.48	0.54	0.57	0.57	0.51	0.53	6
山东	0.45	0.05	0.36	0.52	0.58	0.39	7
福建	0.33	0.22	0.08	0.23	0.35	0.24	8
四川	0.21	-0.08	0.16	0.18	0.29	0.15	9
河南	-0.10	0.11	0.12	0.08	0.31	0.10	10
辽宁	0.12	0.18	0.06	0.04	0.05	0.09	11
湖南	-0.19	-0.03	0.01	0.32	-0.01	0.02	12
云南	-0.06	-0.07	-0.01	-0.05	0.12	-0.01	13
陕西	-0.06	-0.03	0	0	0	-0.02	14
安徽	-0.07	-0.16	-0.05	0.03	0.12	-0.03	15
河北	-0.30	-0.22	-0.09	0.08	0.10	-0.09	16
新疆	-0.17	-0.33	-0.15	-0.17	-0.04	-0.17	17
重庆	-0.22	-0.22	-0.19	-0.17	-0.08	-0.18	18
内蒙古	-0.21	-0.22	-0.23	-0.18	-0.17	-0.20	19
广西	-0.29	-0.26	-0.14	-0.20	-0.26	-0.23	20
江西	-0.35	-0.31	-0.24	-0.26	-0.20	-0.27	21
黑龙江	-0.42	-0.33	-0.28	-0.29	-0.30	-0.32	22
甘肃	-0.41	-0.41	-0.33	-0.31	-0.22	-0.34	23
贵州	-0.47	-0.46	-0.42	-0.37	-0.30	-0.40	24
天津	-0.46	-0.43	-0.57	-0.54	-0.48	-0.50	25
海南	-0.69	-0.53	-0.46	-0.50	-0.46	-0.53	26
吉林	-0.72	-0.74	-0.62	-0.40	-0.27	-0.55	27
山西	-0.62	-0.57	-0.57	-0.57	-0.46	-0.56	28
宁夏	-0.61	-0.63	-0.59	-0.59	-0.60	-0.60	29
青海	-0.66	-0.70	-0.69	-0.71	-0.68	-0.69	30
西藏	-0.84	-0.75	-0.80	-0.85	-0.85	-0.82	31

表 7 全国 31 个省区市科普水平聚类分析结果

类别	省区市数量	省区市
科普超强省	1	北京
科普强省	6	上海、广东、浙江、湖北、江苏、山东
科普大省	17	福建、四川、河南、辽宁、湖南、云南、陕西、安徽、河北、新疆、重庆、内蒙古、广西、江西、黑龙江、甘肃、贵州
科普弱省	7	天津、海南、吉林、山西、宁夏、青海、西藏

表 8 反映了 2015—2019 年全国 31 个省区市的科技创新水平,5 年全国综合得分均值为 0.00,各年度综合得分均值依次为-0.12、-0.06、-0.01、0.05、0.13,保持逐年递增趋势。从区域来看,东部地区的 5 年综合得分均值为 0.58,中部地区-0.07,东北地区-0.16,西部地区-0.40,可以看出全国科技创新水平整体呈现为东部>中部>东北>西部,与科普水平的区域特征一致。随后,对 5 年综合得分进行系统聚类分析,可以将 31 个省区市进一步分为科技创新超强省、科技创新强省、科技创新大省、科技创新弱省 4 大类,其中北京综合得分达到 2.46,属于科技创新超强省。江苏、广东综合得分在 1~2 之间,属于科技创新强省。浙江、上海等 10 个省综合得分在-0.01~0.61 之间,属于科技创新大省。吉林、江西等 18 个省综合得分在-0.18~-0.74,属于科技创新弱省(表 9)。

表 8 2015—2019 年全国 31 个省区市科技创新水平综合得分

省区市	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	均值	均值排名
北京	2.14	2.36	2.38	2.61	2.81	2.46	1
江苏	1.09	1.27	1.44	1.62	1.86	1.46	2
广东	0.70	0.97	1.29	1.66	2.08	1.34	3
浙江	0.37	0.49	0.60	0.68	0.93	0.61	4
上海	0.41	0.48	0.54	0.75	0.89	0.61	5
山东	0.33	0.37	0.71	0.63	0.70	0.55	6
湖北	0.08	0.16	0.24	0.31	0.58	0.27	7
四川	0.10	0.13	0.23	0.30	0.43	0.24	8
陕西	-0.05	0.03	0.08	0.18	0.32	0.11	9
辽宁	0	0.05	0.11	0.07	0.09	0.06	10
湖南	-0.12	-0.09	0.01	0.12	0.21	0.03	11
河南	-0.11	-0.07	0.03	0.05	0.14	0.01	12
安徽	-0.10	-0.05	-0.02	0.03	0.11	-0.01	13
福建	-0.30	-0.22	-0.18	-0.15	-0.07	-0.18	14
河北	-0.31	-0.24	-0.21	-0.20	-0.12	-0.22	15
天津	-0.22	-0.23	-0.22	-0.22	-0.20	-0.22	16
黑龙江	-0.23	-0.23	-0.24	-0.23	-0.20	-0.23	17
重庆	-0.39	-0.32	-0.28	-0.24	-0.17	-0.28	18
吉林	-0.36	-0.35	-0.34	-0.33	-0.24	-0.32	19
江西	-0.41	-0.37	-0.33	-0.28	-0.23	-0.32	20
广西	-0.42	-0.40	-0.39	-0.37	-0.34	-0.38	21

续表 8

省区市	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	均值	均值排名
云南	-0.43	-0.41	-0.39	-0.36	-0.34	-0.39	22
山西	-0.44	-0.41	-0.39	-0.36	-0.36	-0.39	23
甘肃	-0.48	-0.47	-0.48	-0.46	-0.46	-0.47	24
贵州	-0.55	-0.52	-0.49	-0.48	-0.46	-0.50	25
内蒙古	-0.54	-0.52	-0.53	-0.53	-0.52	-0.53	26
新疆	-0.55	-0.54	-0.56	-0.56	-0.55	-0.55	27
海南	-0.68	-0.67	-0.67	-0.67	-0.66	-0.67	28
青海	-0.72	-0.70	-0.70	-0.56	-0.71	-0.68	29
宁夏	-0.70	-0.69	-0.68	-0.68	-0.68	-0.69	30
西藏	-0.74	-0.74	-0.74	-0.74	-0.74	-0.74	31

表 9 全国 31 个省区市科技创新水平聚类分析结果

类别	省区市数量	省区市
科技创新超强省	1	北京
科技创新强省	2	江苏、广东
科技创新大省	10	浙江、上海、山东、湖北、四川、陕西、辽宁、湖南、河南、安徽
科技创新弱省	18	福建、河北、天津、黑龙江、重庆、吉林、江西、广西、云南、山西、甘肃、贵州、内蒙古、新疆、海南、青海、宁夏、西藏

2.4 计算耦合协调度

基于科普与科技创新水平综合得分,按照耦合协调度计算公式获得了 2015—2019 年全国 31 个省区市的科普与科技创新系统的耦合协调度。根据表 10 可知,2015—2019 年全国 31 个省区市的科普与科技创新系统的耦合协调度均值为 0.45,各年度耦合协调度均值依次为 0.42、0.43、0.45、0.46、0.48,呈现逐年递增的趋势。从区域来看,东部地区两大系统五年的耦合协调度均值为 0.58,中部地区 0.46,东北地区 0.41,西部地区 0.34,可以看出全国的科普与科技创新系统耦合协调水平整体呈现为东部>中部>东北>西部,与科普或科技创新水平的区域特征一致。从耦合协调度等级来看,北京、广东、江苏、上海、浙江、山东 6 省的 5 年耦合协调度均值为 0.61~0.94,处于协调等级,占比 19.35%,湖北、四川、辽宁等 12 省处于过渡等级,占比 38.71%,江西、广西、天津等 13 省处于失调等级,占比 41.94%。

表 10 2015—2019 年全国 31 个省区市科普与科技创新系统耦合协调度

省区市	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	均值	均值排名
北京	0.91	0.91	0.92	0.96	1.00	0.94	1
广东	0.65	0.69	0.73	0.76	0.80	0.73	2
江苏	0.67	0.70	0.72	0.73	0.74	0.71	3
上海	0.64	0.66	0.65	0.68	0.70	0.67	4
浙江	0.60	0.65	0.64	0.66	0.70	0.65	5

续表 10

省区市	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	均值	均值排名
山东	0.59	0.54	0.62	0.63	0.65	0.61	6
湖北	0.56	0.56	0.59	0.58	0.66	0.59	7
四川	0.53	0.49	0.54	0.55	0.58	0.54	8
辽宁	0.50	0.52	0.51	0.50	0.51	0.51	9
河南	0.45	0.49	0.51	0.50	0.55	0.50	10
陕西	0.47	0.49	0.50	0.51	0.53	0.50	11
湖南	0.44	0.47	0.49	0.54	0.51	0.49	12
福建	0.47	0.47	0.46	0.49	0.52	0.48	13
安徽	0.46	0.45	0.48	0.49	0.52	0.48	14
河北	0.39	0.41	0.44	0.46	0.48	0.43	15
重庆	0.38	0.40	0.41	0.42	0.45	0.41	16
云南	0.39	0.39	0.41	0.41	0.43	0.41	17
黑龙江	0.38	0.40	0.40	0.40	0.41	0.40	18
江西	0.35	0.37	0.39	0.40	0.42	0.39	19
广西	0.36	0.37	0.39	0.39	0.39	0.38	20
天津	0.37	0.38	0.35	0.35	0.37	0.36	21
内蒙古	0.34	0.34	0.34	0.34	0.35	0.34	22
甘肃	0.33	0.33	0.34	0.35	0.36	0.34	23
新疆	0.34	0.32	0.34	0.33	0.35	0.34	24
吉林	0.27	0.27	0.31	0.36	0.40	0.32	25
贵州	0.30	0.31	0.32	0.33	0.35	0.32	26
山西	0.29	0.31	0.32	0.32	0.35	0.32	27
海南	0.20	0.23	0.25	0.24	0.25	0.23	28
宁夏	0.20	0.21	0.22	0.22	0.22	0.21	29
青海	0.18	0.18	0.19	0.24	0.18	0.19	30
西藏	0.11	0.14	0.13	0.10	0.10	0.11	31

3 结论

选取 2015—2019 年全国 31 个省区市的科普和科技创新指标数据,运用因子分析法、耦合协调模型,计算了全国 31 个省区市的科普和科技创新水平,以及两系统间的耦合协调度,可以得出以下结论:

3.1 全国科普及科技创新整体水平逐年提升,但区域间不平衡问题依然突出

根据表 6 和表 8 可知,2015—2019 年全国科普、科技创新整体水平逐年升高,其中 2019 年比 2015 年分别提升了 266.67%、208.33%,增长势头强劲。从区域来看,东部地区的科普和科技创新水平 5 年综合得分都为正数,而其他区域的综合得分均为负数,特别是科技创新方面,东部与其他区域的差距逐年拉大,可以看出科普和科技创新的区域发展不平衡问题十分突出。

3.2 全国科普与科技创新系统的耦合协调度逐年递增,但仍有超 1/3 的省份处于失调阶段

根据表 10 可知,2015—2019 年全国科普与科技创新系统的耦合协调度逐年递增,其中 2019 年比 2015 年增长了 14.29%,但两系统的耦合协调度均值为 0.42~0.48,仍处于过渡阶段,科普与科技创

新协同发展的良性循环尚未形成。从时间维度看,2015—2019年处于失调阶段的省份逐年减少,其中2019年比2015年减少6个,但截至2019年全国仍有35.48%的省份处于失调阶段,科普与科技创新相互促进效果未能充分发挥。

4 优化对策

4.1 国家层面加大对中西部地区科普与科技创新工作支持,努力破解区域不平衡问题

造成科普与科技创新工作区域发展不平衡的因素是多方面的,但经济发展是一个关键因素,东部地区经济体量大,创新、市场等各类资源充足,为科普和科技创新工作提供了良好的发展环境。中西部地区受制于地理位置、经济环境,科普及科技创新投入严重不足,科普及科技创新发展速度相对滞后。考虑到中西部地区地方财政资源有限,建议国家层面进一步加大对中西部地区的倾斜支持,不断缩小中西部地区与东部地区的差距。一是加大中央财政对地方转移支付力度,进一步保障中西部地区的科普和科技创新工作经费投入持续增长。二是要围绕中西部地区的科普与科技创新工作的薄弱环节,出台一些特殊优惠政策或开通绿色通道,包括在国家级科普活动承办、国家级科技奖励评审、国家级科研平台创建、高层次人才称号评审、国家级重大重点项目攻关等方面给予倾斜支持或单列指标。三是要建立科普和科技创新工作对口帮扶机制,在东部地区遴选一批科普或科技创新工作基础好、成效显著的市区、高校、院所、企业,与中西部地区的省市、高校、院所、企业建立“一对一”的对口支援帮扶,将东部地区好的经验和做法,以及优势资源,输送到中西部地区,帮助中西部地区进一步改善科普与科技创新工作局面。

4.2 地方层面进一步优化科普与科技创新环境,充分调动社会各方参与的积极性

科普与科技创新环境直接影响着科普或科技创新工作的成效,是造成中西部地区科普与科技创新水平与东部地区差距较大的重要因素。破解科普或科技创新区域不平衡问题除了需要国家层面加大对中西部地区的经费和政策支持外,还需要地方政府进一步完善自身的体制机制,大力破除束缚科普或科技创新工作的体制机制障碍,进一步优化科普或科技创新的大环境,充分调动社会各方参与科普、参与科技创新的积极性。在科普环境方面,一是强化组织领导,建立地方政府主要领导为组长,相关部门负责人为成员的科普工作领导小组,

定期召开专题会议研究科普工作,协调解决科普工作难题。二是加强制度建设,及时制定或完善地方科普条例和细则,明确各类创新主体的具体责任和义务,从法律层面保障科普工作的顺利进行。三是要进一步畅通多元化的资金投入渠道,发挥政府资金的引导作用,通过众筹、共建、捐赠、政府购买服务等方式,鼓励和吸引社会资金投入科普事业。四是强化表彰激励,要加强对先进科普集体、先进科普个人的表彰奖励,在全社会营造重视科普的良好氛围。在科技创新环境方面,一是持续深化科研领域的放管服改革。要持续精简或下放科技创新相关的审批程序,探索建立备案制、“一站式”审批制、“云端”审批制,让各类创新主体享受到便利服务。要进一步改革科研经费管理制度,充分赋予依托单位和项目负责人更大的自主权。二是加强科技人才队伍建设。人才是第一资源,谁拥有一流的创新人才,谁就拥有了科技创新的优势和主导权,建议相关省市要将人才资源开发放到科技创新最优先的位置,在全社会营造尊重人才、爱护人才的氛围,加快制定完善事关人才引育留用全生命周期的政策,积极面向全国乃至全球引进高层次人才,不断优化人才队伍建设,扩大人才队伍规模。三是加大对科技型企业的税收优惠支持力度,进一步扩大研发费用加计扣除比例,充分调动企业开展科技创新的积极性。四是加强科技成果转移转化,制定促进科技成果转移转化的优惠政策,调动高校、院所科研人员实施科技成果转移转化的积极性,搭建科技成果对接平台或技术交易大市场,加强专业化成果转移转化机构建设,扩大成果转移转化服务人员队伍。

4.3 加强对科普工作的考核引导,努力扭转重创新、轻科普的不良局面

科普与科技创新两大系统处于失调阶段的省份往往存在一个共性问题,就是对科普与科技创新的深层次关系缺乏正确的认识,科普与科技创新工作同等重要只是停留在口号层面,重科技创新、轻科普工作不良现象十分普遍,严重阻碍了科普工作的高质量发展,也间接影响了科技创新水平的提升,建议进一步提高对科普工作的重视程度,加强对科普工作的考核引导,切实将同等重要落到实处。一是加大科学技术普及执法检查,提高执法检查的频率,确保一定周期内检查省份全覆盖,以进一步督促各省市贯彻落实科学技术普及法,完善科普工作组织体系,建立科普经费投入保障机制,扩大科普人才队伍建设。二是将科普工作成效作

为单独的考核指标纳入各级政府的政绩考核体系，同时将科普工作考核权重提升到与科技创新同等重要的水平，充分调动各级政府大力推动科普工作的积极性。三是深化科研评价改革，将科普工作量和工作效率纳入职称评审、人才选拔、奖励申报、绩效分配等工作，与科研项目、科研论文同等对待，进一步激励科研人员发挥专业优势，投身科普工作。四是制定专门的科普工作成效考核办法，每年对财政设立的高校、科研院所等进行考核评估，并将科普工作考核评估结果作为高校、科研院所研究经费和工作经费拨付额度的依据之一，充分调动高校、科研院所参与科普事业的积极性。五是将企业的科普工作经费支出等同于研发经费投入，纳入研发费用加计扣除政策范围，调动企业履行科普义务的内在动力。

参考文献

[1] 尹景瑞. 河北省重大突发事件应急科普能力评价及对策研究[J]. 华北理工大学学报(社会科学版), 2021, 21(5): 140-146.

[2] 苏森森, 林可, 陈莎莎. 基于熵权灰色关联度的西藏科普资源统计评价研究[J]. 西藏科技, 2021(6): 10-14.

[3] 曹佳蕾, 李停. 基于熵权 GC-TOPSIS 的区域科技创新能力评价与实证[J]. 统计与决策, 2020, 36(15): 171-174.

[4] 蔡晓琳, 刘阳, 黄灏然. 珠三角城市科技创新能力评价[J]. 科技管理研究, 2021, 41(4): 68-74.

[5] 娜日莎. 全区科普场馆建设和科普能力提升研究[J]. 内蒙古科技与经济, 2015(21): 30-32.

[6] 苏国民, 王慧, 谭超, 等. 社会治理共同体视角下应急科普能力提升路径[J]. 今日科苑, 2021(4): 83-88.

[7] 于扬, 卢载贵. 江苏省区域科技创新能力评价及提升路径[J]. 中国内部审计, 2017(7): 92-96.

[8] 郑健蓉, 董建忠. 山西省科技创新能力提升对策研究[J]. 山西科技, 2020, 35(6): 8-10.

[9] 李琳, 曾伟平. 中国科技创新与经济发展耦合协调的空间异质性研究[J]. 华东经济管理, 2019, 33(10): 12-19.

[10] 韩文艳, 熊永兰, 李振涛. 中国区域科技创新与产业结构优化的耦合协调研究[J]. 科技促进发展, 2021, 17(1): 15-24.

[11] 朱佳慧, 于丽英. 我国科技创新与金融发展的耦合协同测度: 基于 VIF-变异系数的筛选[J]. 上海大学学报(自然科学版), 2021, 27(4): 785-794.

[12] 蒋兴华. 区域科技创新能力评价体系构建及综合评价实证研究[J]. 科技管理研究, 2012, 32(14): 64-68.

[13] 侯晨阳, 杨传喜. 科普投入与国家创新能力关联性研究[J]. 中国科技资源导刊, 2016(2): 99-104.

[14] 张爱华. 区域创新评价指标体系构建[J]. 统计与决策, 2017, 33(24): 51-54.

[15] 何晓群. 多元统计分析[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2015.

[16] 吴新静, 李文欣. 高等教育、创新能力与经济增长耦合协调发展: 以中部六省为例[J]. 合肥师范学院学报, 2019, 37(5): 38-42.

[17] 徐宁, 谢凡. 高校科技成果转化与区域科技创新测度研究: 基于因子分析法和耦合协调度模型[J]. 北京邮电大学学报(社会科学版), 2021, 23(2): 88-96.

[18] 蔡文伯, 陈念念. 成渝地区双城经济圈高等教育投入与经济增长耦合协调的实证研究[J]. 黑龙江高教研究, 2022, 40(2): 46-53.

Research on the Coordinated Development of Science Popularization and Scientific and Technological Innovation Based on Coupling Coordination Model

TAN Tao

(Office of Academic Research, Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China)

Abstract: In order to explore the relationship between science popularization and scientific and technological innovation, evaluation indicators are constructed for the level of science popularization and scientific and technological innovation, taking 31 provinces, autonomous regions and municipalities across the country as the research objects, and factor analysis is used to calculate the level of popular science and scientific and technological innovation in each province from 2015 to 2019, and the coupling coordination degree of the two systems is calculated based on the coupling coordination model. The results show that the national science popularization and scientific and technological innovation have steadily improved, but the problem of imbalance between regions is still prominent. The coupling coordination degree of science popularization and scientific and technological innovation has increased year by year, but more than one third of the provinces are still in the stage of imbalance, and a virtuous circle of science popularization and scientific and technological innovation has not yet formed.

Keywords: science popularization; scientific and technological innovation; factor analysis; coupling coordination degree