

中国工业企业研发创新效率评价与比较分析

宋慧勇

(南京中医药大学 卫生经济管理学院, 南京 210023)

摘要:采用 2011—2015 年间中国规模以上工业企业研发创新投入产出数据,在构建科学合理的研发创新效率评价体系的基础上,运用数据包络分析法对工业企业的研发创新水平从综合效率、技术效率和规模效率三个方面进行横向和纵向对比,并从优化效率的视角出发进一步展开投入产出指标的冗余值分析。研究表明,目前国内工业企业研发创新效率总体处于中等水平,有较大提升空间;企业研发创新存在明显的地域差异,地区发展不平衡现象突出。基于研究结论给出针对性建议。

关键词:数据包络分析;工业企业;技术创新;研发效率

中图分类号:F272.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2018)10-0065-07

自 2011 年起,国家统计局将规模以上工业企业定义为年主营业务收入 2 000 万元以上的工业企业和全部个体经营工业单位。工业企业是保证一个国家生产能力快速提升和国民经济健康发展的根基和支柱,而独立自主的研发创新能力则是保障其快速健康发展的基础和根本。工业企业只有不断提高自身的研发创新能力才能在市场竞争力中立于不败之地。据国家统计局最新数据显示:2017 年全国规模以上工业企业实现利润总额 75 187.1 亿元,比 2016 年增长 21%,增速较上一年提升 12.5 个百分点。随着供给侧结构性改革在工业领域的深入推进及去产能、降成本等措施的有效落实,工业企业转型升级步伐逐步加快,研发创新环境明显改善。目前我国工业企业广泛存在着前期研发投入不足、新产品少、创新能力弱等不可忽视的问题,因此系统科学地对我国工业企业研发创新效率进行评价分析具有重要的现实指导意义。

国内外关于企业研发创新效率评价方面的文献比较丰富,研究主要集中在:一关于 R&D 效率评价方法的选择。目前国际上常用的 R&D 效率测度方法分为参数法和非参数法。参数方法以 Aigner 等和 Meeusen、Broeck 于 1977 年分别独立提出的随机前沿分析法(Stochastic Frontier Approach, SFA)为代表。随机前沿分析法本身建立在对数据的随机性假设上,它考虑了随机因素对生产率和效率的影响,体

现了样本的统计特性和样本计算的真实性。因此, SFA 等参数方法相对于非参数方法,在测量误差和统计干扰处理方面更占优势,但其函数形式设定和分布假设过于严格,应用范围比非参数方法更受限制。非参数法以数据包络分析法(Data Envelopment Analysis, DEA)为代表,该方法由 Charnes、Cooper 等学者于 1978 年提出。DEA 法采用线性规划的方法,根据多项投入指标和多项产出指标,对具有可比性的决策单元评价相对有效性。与参数法相比,DEA 等非参数法既无需估计生产函数,也不需对数据做无量纲化处理,因此非参数评价方法相较参数方法更具有稳健性,DEA 法作为非参数方法的代表更被广泛应用于各领域的评价问题上。二关于研发效率测度及影响因素的分析,如冯根福等采用参数方法对我国 35 个工业部门研发效率和影响因素进行实证分析^[1];项本武以 1996 至 2007 年间 31 个行业的面板数据对我国工业企业创新效率进行了测算和分析^[2];王文寅和刘砚馨以我国各地区工业企业为对象,在原始 DEA 方法基础上,基于研发活动的阶段性特征,将研发活动分为前期投入和新产品产出两个阶段,采用两阶段 DEA 方法对其收集的指标数据进行测度^[3]。

综合国内外相关文献发现,大多数学者都比较注重对影响技术创新、产业绩效等关键因素的研究,忽略了对改进效率的投入产出指标冗余值的进一步分

收稿日期:2018-07-26

基金项目:国家自然科学基金青年项目(71603133);教育部社科基金项目(15YJA630031)。

作者简介:宋慧勇(1980—),女,山西长治人,南京中医药大学卫生经济管理学院,讲师,管理学博士,研究方向:技术创新及效率评价。

析;同时关于以区域为单位进行工业企业研发效率的横向对比及数年间纵向动态演变趋势的研究较为有限^[3-10]。本文以我国31个地区规模以上工业企业为研究对象,首先对我国规模以上工业企业的研发创新投入与产出现状进行初步分析。在选取工业企业研发创新效率投入和产出指标基础上,运用数据包络分析法,分别从综合效率、技术效率和规模效率对各地规模以上工业企业研发创新效率进行横向、纵向评价及冗余值分析。最后在实证分析的基础上,分析提升国内规模以上工业企业研发创新效率的因素并给出针对性政策建议。

1 综合评价模型及指标体系构建

1.1 综合评价方法

数据包络分析(Data Envelopment Analysis, DEA)在我国最早由中国人民大学魏权龄教授在1987年正式提出并应用于评价相对有效性的非参数法。它使用数学规划建立评价模型,根据各单元的投入产出数据判断其是否为DEA有效,本质上是判断各决策单元是否位于生产可能集的“生产前沿面”上。DEA效率衡量可以从投入和产出两个角度考虑,分为投入导向型(Input-Oriented)和产出导向型(Output-Oriented)。投入导向即在不改变产出量的情况下,如何减少投入;而产出导向即在投入不变的前提下,如何尽可能增加产出以求产出最大化。假设在规模报酬不变的约束下,两者的技术效率值是相同的;但若在规模报酬可变的情况下,两者的技术效率值则不同^[11-13]。这里采用投入导向模型,使用Coelli等开发的Deap2.1软件进行测算。该方法两个基本模型为CCR模型和BCC模型,近年来在各行各业的多个部门效率评价中得到广泛应用。CCR和BCC模型的公式如下式(1),(2)所示: $X_j = (X_{1j}, X_{2j}, \dots, X_{mj})^T$, $Y_j = (Y_{1j}, Y_{2j}, \dots, Y_{sj})^T$ 分别表示各个单元的投入向量和产出向量; $\lambda_j (j = 1, 2, \dots, n)$ 表示n个单元之间的某种组合权重系数, $S^- = (S_1^-, S_2^-, \dots, S_m^-)^T$, $S^+ = (S_1^+, S_2^+, \dots, S_s^+)^T$ 。 X_{j_0} , Y_{j_0} 分别表示第 j_0 个决策单元的投入、产出向量; $S_i^-, S_r^+ (i = 1, 2, \dots, m; r = 1, 2, \dots, s)$ 代表产出不足或投入冗余的松弛变量。 $\hat{E} = (1, \dots, 1)_{1 \times m}^T$ 和 $E = (1, \dots, 1)_{1 \times s}^T$ 分别表示元素都取1的m维和s维向量; ϵ 表示非阿基米德无穷小即一个小于任何正数但大于0的数。当 $\theta = 1$ 且所有松弛变量=0,则表示该DMU为DEA有效;若 $\theta = 1$,但松弛变量不全为0,该说明该DMU为弱DEA有效;若 $\theta < 1$,则表示该单元为非DEA有效。

$$(D_\epsilon) \begin{cases} \min[\theta - \epsilon(\hat{E}^T S^- + E^T S^+)] \\ s. t. \sum_{j=1}^n \lambda_j X_j + S^- = \theta X_{j_0} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j Y_j - S^+ = Y_{j_0} \\ \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \\ S^+ \geq 0, S^- \geq 0 \end{cases} \quad (1)$$

$$(D_\epsilon) \begin{cases} \min[\theta - \epsilon(\hat{E}^T S^- + E^T S^+)] \\ s. t. \sum_{j=1}^n \lambda_j X_j + S^- = \theta X_{j_0} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j Y_j - S^+ = Y_{j_0} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \\ S^+ \geq 0, S^- \geq 0 \end{cases} \quad (2)$$

运用DEAP软件进行效率测算的步骤如下:第一步,设置参数,变量及选定所用模型,NUMBER OF FIRMS即总体样本个数;NUMBER OF TIME PERIODS为面板数据中的年限,如果做横截面数据,就写1,面板数据则写选取的时序个数(如年数);NUMBER OF OUTPUTS和NUMBER OF INPUTS分别为产出指标、投入指标个数。在编辑EG1.DTA文件时,产出指标放前面;0表示选取的是投入主导型模型,1表示产出主导型,二者区别不大,关键结合问题选取,一般选投入主导型;crs表示不考虑规模收益的模型即C²R模型,vrs表示考虑规模收益模型即BCC模型;最后是内部算法,一般选0就可以。第二步,结果解释:效率分析四列firm、crste、vrste、scale分别表示样本次序、综合效率、技术效率、规模效率,irs,一,drs,分别表示规模收益递增、不变、递减;SUMMARY OF OUTPUT SLACKS、SUMMARY OF INPUT SLACKS分别表示产出和投入指标的松弛变量取值,即原模型中的s值。第三步,针对各结果,进行分析,如效率分析、投入冗余产出不足分析、投影分析等。

1.2 指标体系构建

研发创新投入指标通常包括人力资本投入和研发经费投入,如R&D人员、R&D人员折合全时当量、研发机构人员、R&D经费内部支出、R&D经费外部支出、新产品开发经费支出、研发机构经费支出等。研发产出主要有新产品开发项目数、新产品销售收入、专利申请数、有效发明专利数、技术市场成交合同数等。工业企业研发投入指标大致分成人力投入

和研发经费投入。研发创新产出主要体现在新产品开发及知识产权两方面。考虑到每年《中国科技统计年鉴》中的有效发明专利数数据都是累计到当年的数据,当年的有效发明专利数难以获得,因此为保证指标数据的客观可靠性,本文根据上面的评价指标选取的基本原则,本文选取 R&D 人员折合全时当量指标来衡量人力资本投入,R&D 经费内部支出作为衡量研发财力投入的指标,选取新产品的销售收入和专利申请数作为工业企业研发的产出指标。如表 1 所示。

表 1 研发投入产出指标

研发投入指标	研发产出指标
R&D 人员折合全时当量 X_1	新产品的销售收入 Y_1
R&D 经费内部支出 X_2	专利申请数 Y_2

2 我国工业企业研发创新效率评价与比较分析

本文以 2011—2015 年中国 31 个地区(不包括港澳台)的研发投入产出指标数据为创新效率分析的评价决策单元,指标数据主要来源于 2012—2016 年《中国科技统计年鉴》。

2.1 研发创新现状

官方统计数据显示:2015 年全国开展 R&D 活动的企业共 7.4 万个,占全部规模以上工业企业的 19.2%,较上一年提高 2.3 个百分点;拥有研发机构的企业共 5.3 万个,占全部企业的 13.8%,较上年提高 1.2 个百分点。规模以上工业企业有 R&D 人员 364.6 万人,R&D 人员全时当量为 263.8 万人年,与

上年基本持平;企业 R&D 经费支出达 1.001 39 万亿元,较上年提高 8.2%;申请发明专利 24.6 万件,发明专利拥有量为 57.4 万件,比上年增长 27.2%。

从地区来看,企业 R&D 经费和发明专利拥有量均集中在东部地区,东、中、西部地区企业 R&D 经费分别为 7 303.5、1 699.2 和 1 011.3 亿元,东部地区占比达 70%以上;东、中、西部地区的企业发明专利拥有量分别为 43.7、8.5、5.1 万件,东部地区占比高达 76.3%。

从省市分布看,江苏、广东和山东的企业 R&D 经费超过了 1 000 亿元,这三地 R&D 经费总额的占比为 43.1%,而广东和江苏的企业发明专利拥有量在全国也是最多的,分别占 30.9%和 14.9%。

“十二五”期间,我国企业在引进国外技术方面的经费支出呈现小幅波动状态。2011 年企业技术引进经费 449 亿元,随后两年均保持在 394 亿元,到 2014 年降到 387.5 亿元,2015 年又重回 400 亿之上,达到 414.1 亿元。但由于企业 R&D 经费投入保持稳定增长,因此技术引进经费与 R&D 经费之比持续下降,2015 年为 4.1%。技术引进在企业技术获取中所占的比例不断降低,表明我国企业对国外技术的依赖性正在持续减弱。

2.2 研发创新效率的横向对比分析

本文采用 BCC 投入视角模型并通过 DEAP 2.1 软件对 2015 年我国 31 个地区规模以上工业企业研发综合效率进行测度,如表 2 所示。

表 2 规模以上工业企业研发创新效率值

省份	综合效率	技术效率	规模效率	规模报酬	省份	综合效率	技术效率	规模效率	规模报酬
北京	0.859	0.859	1	不变	湖北	0.62	0.701	0.885	递减
天津	0.715	0.744	0.961	递减	湖南	0.92	1	0.918	递减
河北	0.535	0.535	1	不变	广东	0.67	0.975	0.683	递减
山西	0.364	0.364	1	不变	广西	0.94	0.935	1	不变
内蒙古	0.247	0.247	1	不变	海南	0.52	0.525	0.998	递增
辽宁	0.618	0.676	0.914	递减	重庆	1	1	1	不变
吉林	0.931	0.932	1	不变	四川	0.82	0.82	1	不变
黑龙江	0.316	0.316	0.999	不变	贵州	0.58	0.587	0.995	递增
上海	0.707	0.941	0.752	递减	云南	0.49	0.488	1	不变
江苏	0.738	1	0.738	递减	西藏	1	1	1	不变
浙江	0.972	1	0.972	递减	陕西	0.356	0.356	1	不变
安徽	1	1	1	不变	甘肃	0.52	0.52	1	不变
福建	0.537	0.537	1	不变	青海	0.5	0.509	0.989	递增
江西	0.622	0.654	0.951	递减	宁夏	0.65	0.65	0.997	递增
山东	0.516	0.964	0.536	递减	新疆	0.72	0.722	0.999	不变
河南	0.691	0.697	0.992	递减	—	—	—	—	—
平均值	0.667	0.718	0.944	—	—	—	—	—	—

首先从综合效率来看,2015 年我国规模以上工业企业综合效率的平均值为 0.667,处于中等水平,这主要是由于技术效率(均值为 0.718)偏低导致的。各地区工业企业研发综合效率的差距显著,其中综合效率为 1 的决策单元有 3 个,分别是安徽、重庆和西藏,其研发创新资源配置达到最优。综合效率处于相对较高水平(>0.8)的地区有 6 个,它们是北京、吉林、浙江、湖南、广西、四川。而其余地区工业企业综合效率值相对较低,其中山西、内蒙古、黑龙江、陕西四省的综合效率值均在 0.4 以下,表示其资源配置水平亟待提升。

其次,从技术效率来看,技术效率为 1 的决策单元有 6 个,安徽、重庆、西藏及江苏、浙江和湖南,这 6 个地区的工业企业在研发创新中的资源投入得到有效利用,已经实现产出最大化。而山西、内蒙古、黑龙

江、陕西等地区的工业企业纯技术效率值还很低,说明这几个地区在资源利用方面有程度较高的浪费情况^[9]。

最后,从规模效率来看,规模效率均值达 0.944,处于较高水平。规模效率为 1 的省份有 14 个,规模效率 >0.9 的地区有 12 个,可见,我国大部分地区工业企业的规模效率处于较高水平,导致综合效率偏低的根本原因是技术效率低下所致。

2.3 研发创新效率的纵向对比分析

对 2011—2015 年各地区规模以上工业企业研发综合效率进行测算比较以探究发展趋势(由于 2014 年西藏地区的新产品销售收入数据为空,因此本文中 2014 年不对西藏进行分析)。结果如表 3 所示:我国规模以上工业企业研发的综合效率均值为进步性变化,但发展趋势比较平稳,没有较大起伏。

表 3 2011—2015 年全国各地区规模以上工业企业研发效率比较

年份	2011		2012		2013		2014		2015	
地区	综合效率	排名	综合效率	排名	综合效率	排名	综合效率	排名	综合效率	排名
北京	0.797	7	1	1	0.949	8	0.99	6	0.859	8
天津	0.681	13	0.82	8	0.979	6	0.85	9	0.715	12
河北	0.399	26	0.54	25	0.591	24	0.59	23	0.535	22
山西	0.335	28	0.404	28	0.435	26	0.37	27	0.364	28
内蒙古	0.24	30	0.304	30	0.301	31	0.26	30	0.247	31
辽宁	0.522	20	0.683	17	0.83	11	0.71	16	0.618	19
吉林	1	1	1	1	0.468	25	0.97	8	0.931	6
黑龙江	0.301	29	0.332	29	0.342	30	0.32	29	0.316	30
上海	0.807	6	1	1	1	1	1	1	0.707	13
江苏	0.737	9	0.795	9	0.774	13	0.83	10	0.738	10
浙江	0.966	5	0.976	6	1	1	1	1	0.972	4
安徽	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
福建	0.589	15	0.606	22	0.599	23	0.56	24	0.537	21
江西	0.369	27	0.603	23	0.727	19	0.74	12	0.622	17
山东	0.507	21	0.704	13	0.753	16	0.7	18	0.516	25
河南	0.465	24	0.471	26	0.746	17	0.71	17	0.691	14
湖北	0.503	22	0.613	20	0.719	20	0.69	20	0.62	18
湖南	0.734	10	0.892	7	1	1	0.97	7	0.918	7
广东	0.723	11	0.703	14	0.714	21	0.74	13	0.666	15
广西	0.528	19	0.694	16	0.959	7	0.73	14	0.935	5
海南	0.767	8	0.777	10	0.84	10	0.64	21	0.524	23
重庆	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
四川	0.643	14	0.776	11	0.771	14	0.76	11	0.82	9
贵州	0.686	12	0.695	15	0.757	15	0.7	19	0.584	20
云南	0.537	18	0.589	24	0.644	22	0.62	22	0.488	27
西藏	1	1	0.612	21	0.366	29	—	—	1	1
陕西	0.424	25	0.411	27	0.419	28	0.37	28	0.356	29
甘肃	0.54	17	0.68	18	0.728	18	0.71	15	0.52	24
青海	0.168	31	0.282	31	0.428	27	0.44	26	0.504	26
宁夏	0.478	23	0.656	19	0.814	12	0.52	25	0.648	16
新疆	0.565	16	0.759	12	0.919	9	1	1	0.721	11
平均值	0.613	—	0.689	—	0.728	—	0.72	—	0.667	—

首先,综合效率总体平稳。2011 效率平均值(0.613)在 5 年当中最低,之后在 2012—2013 稳步上升达到峰值(0.728),而在随后 2 年又有所回落。总体来说,2015 年综合效率均值较 2011 年有所上升,整体变动不大,我国工业企业研发资源配置仍有较大提升空间。除少数地区排名浮动较大,其他省市所处地位均较平稳。

其次,从各地区的排名情况来看,西藏地区虽然在 2011 年和 2015 年综合效率为 1,但在另外 2 年排名波动较大。因此,可以认为该地区研发情况不稳定,不利于该地区工业企业的进一步发展。除西藏等地区外,其余大多数地区在 5 年期间的波动变化不大。

其三,我国各地工业企业研发综合效率呈现出明显的区域差异。其中安徽、浙江、重庆、上海和北京等

东中部地区在这 5 年间研发创新效率一直保持领先地位,而效率相对保持靠后的地区有内蒙古、黑龙江、河北、山西、青海等。可见,我国西部和北部地区工业企业研发创新效率水平较低,而效率较高的地区基本位于我国的东部及中部地区,国内工业企业研发创新效率呈现出较为明显的区域差异^[12]。

2.4 研发创新效率的冗余值分析

DEA 数据分析结果会分别给出投入、产出的冗余量,其中产出冗余数值表示产出少了多少,而投入冗余是表示投入多了多少。经 DEAP 2.1 软件处理后的我国 31 个地区工业企业研发创新投入、产出指标的冗余量如表 4 所示,依据冗余改进值对各地区研发投入产出量进行适当调整,便可实现各决策单元的 DEA 有效、资源配置的优化。

表 4 2015 年我国各地区规模以上工业企业研发非 DEA 有效单元的冗余改进值

省份	投入冗余		产出不足		省份	投入冗余		产出不足	
	S_1^+	S_2^+	S_1^-	S_2^-		S_1^+	S_2^+	S_1^-	S_2^-
北京	7 162	737 195	0	0	湖北	25 988	1 455 930	0	2 087
天津	21 560	902 066	0	3 783	广东	10 104	2 254 268	0	1 129
河北	44 863	1 327 588	0	5 116	广西	2 755	50 013	0	2 671
山西	20 645	641 968	0	143	海南	2 013	53 132	0	145
内蒙古	22 585	893 459	0	375	四川	10 253	670 435	0	0
辽宁	15 890	949 486	0	5 702	贵州	6 882	188 826	965 612	0
吉林	5 072	58 994	0	6 158	云南	8 383	345 599	0	0
黑龙江	23 468	602 106	0	0	陕西	29 005	1 173 323	0	0
上海	5 643	1 214 466	0	0	甘肃	6 877	233 223	0	325
福建	45 939	1 617 695	0	0	青海	631	42 089	199 484	0
江西	10 843	568 592	0	622	宁夏	2 323	70 167	0	0
山东	8 641	6 187 697	0	15 757	新疆	2 001	143 811	0	0
河南	62 111	1 118 239	0	9 006	均值	12 956	758 076	37 584	1 710

注 1. S_1^+ , S_2^+ 分别代表 R&D 人员折合全时当量(人年),R&D 经费内部支出(万元)的投入指标冗余, S_1^- , S_2^- 分别代表新产品销售收入(万元)和专利申请数(件)的产出不足;2. 其中江苏、浙江、安徽、湖南、重庆、西藏 6 个地区为 DEA 有效,冗余值为 0,故未在表中列出。

依据表 4 投入产出冗余情况进一步进行分类,可得表 5。其中:

1)I 类:江苏、浙江、安徽、湖南、重庆、西藏 6 个省份为 DEA 有效单元,资源配置达到最佳,投入产出冗余值均为 0,投入产出结构合理。

2)II 类:北京、黑龙江等 9 省工业企业的研发创新仅在研发投入上存在冗余。如 2015 年北京市 R&D 人员折合全时当量为 50 773 人,由表 4 数据可知北京地区应减少 7 162 人,即 R&D 人员折合全时当量为 43 611 人时最佳;R&D 经费内部支出冗余 737 195 万元,应调整为 1 703 680 万元,此时该地区

工业企业的研发创新投入产出结构才能达到最佳。

3)III 类:贵州、青海 2 省在 R&D 人员折合全时当量、R&D 经费内部支出这两项投入和新产品销售收入这项产出上均存在不同程度的冗余,而专利申请数达标。贵州省当年实际 R&D 人员折合全时当量冗余 6 882 人;R&D 经费内部支出 457 303 万元,浪费 188 826 万元;新产品的销售收入存在 965 612 万元的不足。青海地区 R&D 人员折合全时当量和经费内部支出应分别减少 631 人和 42 089 万元,新产品销售收入应增加 199 484 万元才不会造成工业企业研发投入的浪费。

4)IV 类:天津、海南和甘肃等 14 个地区在两项投入上都存在浪费,在专利申请数这一项产出指标存在不足,另一项产出新产品销售收入没有冗余。如天津市 2015 年 R&D 人员折合全时当量、R&D 经费内部支出、专利申请数分别冗余 21 560 人、902 066 万元和 3 783 件,这三项为 62 731 人、2 624 599 万元和

20 504 件时天津市研发投入产出结构达到匹配状态。山西省实际 R&D 人员折合全时当量 28 927 人,R&D 经费内部支出 1 008 950 万元,专利申请数为 3 569 件,前两项投入应分别减少 20 645 人和 641 968 万元,专利申请这一产出增加 143 件,才能使山西省规模以上工业企业研发活动的投入产出相匹配。

表 5 各地区冗余值情况分类表

DMU 分类	省份	单元个数	冗余值	
			投入冗余 S^+	产出不足 S^-
I 类:无冗余	江苏、浙江、安徽、湖南、重庆、西藏	6	0	0
II 类:仅投入冗余	北京、黑龙江、福建、上海、四川、云南、陕西、宁夏、新疆	9	>0	0
III 类:产出指标 1 冗余	贵州、青海	2	>0	$S_1^- > 0, S_2^- = 0$
IV 类:产出指标 2 冗余	天津、河北、山西、内蒙古、辽宁、吉林、江西、山东、河南、湖北、广东、广西、海南、甘肃	14	>0	$S_1^- = 0, S_2^- > 0$

3 研究结论及建议

研究表明:①我国规模以上工业企业研发创新水平总体呈缓慢上升态势,但上升幅度不明显,整体研发创新效率处于中等水平,仍有较大提升空间。②导致我国各地区工业企业研发创新效率不高的关键因素是人员及经费投入上的大量冗余。③工业企业研发创新效率呈现出明显的区域差异性,地区间发展极不均衡。尽管多数地区综合效率已达到较高水平,但北部和西部地区工业企业的研发效率水平仍维持在较低的水平。总的来看,东部和中部地区工业企业的研发创新水平普遍高于北部和西部地区。据此,本文给出如下针对性的建议:

第一,优化资源投入结构,提升研发创新投入资源配置水平。国内各省市规模以上工业企业研发创新效率一般,还拥有很大上升空间,人力、经费投入等均存在不同程度地大量冗余,因此各地区的工业企业应不断优化提升自身的研发资源配置能力,在优化投入资源结构、合理利用人才投入和资本投入的基础上,不断提高企业自身的研发创新能力,从而尽快使其研发创新活动的投入产出达到最佳配置状态。

第二,落实政府扶持政策、开展地区间帮扶,缩小地区差异。各地区工业企业研发创新发展不平衡,政府应制定因地制宜的扶持政策,对相对落后的省份加大研发创新投入的力度,同时在发达地区与落后地区之间建立信息技术共享网络,互相学习,以强带弱,逐步缩小地区间差异,实现区域平衡发展。比如我国东部沿海地区企业研发创新水平、开放程度较高,因此技术创新能力强于一般地区,该地区就可以通过技术

共享网络平台来带动经济相对落后、创新能力相对较低的西北部地区发展。

第三,提高研发投入要素的生产效率。企业可以通过提升经营管理水平和开展持续的技术创新,在优化自身投入资源结构的基础上不断提升研发创新效率。

参考文献

[1] 冯根福,刘军虎,徐志霖.中国工业部门研发效率及其影响因素实证分析[J].中国工业经济,2006(11):46—51.

[2] 项本武.中国工业企业技术创新效率研究[J].科研管理,2011,32(1):10—14.

[3] 王文寅,刘砚馨.我国规模以上工业企业研发效率评价研究[J].会计之友,2017(8):100—103.

[4] 苏杨,罗万有.工业企业自主创新能力评价研究[J].江苏科技信息,2017(2):23—26.

[5] 张曦,赵国浩.我国大中型煤炭企业技术创新效率实证研究[J].工业技术经济,2012(12):26—32.

[6] 王新红,郝海蕾.我国“十一五”工业企业研发效率评价[J].经济管理,2013(4):51—60.

[7] 张旭辉.江苏省大中型工业企业技术创新效率评价研究[D].南京:南京航空航天大学,2011.

[8] 蒋世辉,黄士国.河南省大中型工业企业自主创新能力综合评价[J].企业经济,2012(5):51—54.

[9] 韩雅清,许佳贤,苏时鹏.我国工业企业研发机构科技创新效率评价[J].科技和产业,2014,14(12):122—125.

[10] 潘雄锋,杨越.剔除环境因素影响的我国工业企业技术创新效率评价研究[J].运筹与管理,2014(6):244—251.

[11] 李鹏.广东省大中型工业企业技术创新效率及影响因素研究[D].广州:华南理工大学,2013.

[12] 傅东平,钟成林,巢文.我国大中型工业企业研发效率及其收敛性分析[J].工业工程,2014,17(1):151—157.

(下转第 101 页)

Study on the Influence of Rural Finance Development on the Income Gap between Urban and Rural Residents in Shanxi Province

FAN Xiao-xia

(Department of Economic and Management, Yuncheng University, Yuncheng Shanxi 044000, China)

Abstract: This paper measure the level of rural financial development in Shanxi Province through a series of indicators, such as rural financial gffi-
ciency, financial correlation rate, savings and investment conversion rate. Based on the test, Granger causality test and impulse response analysis, this
paper studies the relationship between rural finance and the income gap between ruban and rural residents in Shanxi Province. The results show
that: rural financial gffiency, financial correlation rate, savings and investment conversion rate will have varying degrees of impact on the income
gap between ruban and rural residents.

Key words: rural financial development; income gap between urban and rural residents; Granger causality

(上接第 70 页)

[13] 谢玲玲,许敏. 区域大中型工业企业技术创新效率研究[J]. 率演进[J]. 重庆大学学报:社会科学版,2013,19(6):42
科技管理研究,2013,33(6):9-11. -49.

[14] 姜凌舟,梁芹. 中国天然气工业上市公司的三阶段 DEA 效

Efficiency Evaluation and Comparison of R&D and Innovation of Industrial Enterprises

SONG Hui-yong

(School of Health and Economy, Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210023, China)

Abstract: Taking the data from 2011 to 2015, the article builds innovative input-output index system and uses DEA method to analyze R&D level
of industrial enterprises by overall efficiency, technical efficiency and scale efficiency to evaluation and comparison from the angle of horizontal and
vertical, and the redundancy value analysis to optimize overall efficiency. The research shows that the R&D efficiency of Chinese industrial enter-
prise is in the middle level and there is still a big space to improve. There are obvious regional differences in the research and innovation activities
of industrial enterprises and some regions are unbalanced. Based on these results, the paper puts forward some recommendations.

Key words: data envelopment analysis; industrial enterprises; technical innovation; R&D efficiency