

“一带一路”沿线省市区域创新效率的比较研究

厉伟 蒋飞

(河海大学商学院, 江苏南京 210000)

摘要: 区域创新对“一带一路”战略的实施起着至关重要的作用。运用DEA模型(数据包络分析方法)对“一带一路”沿线省、自治区、直辖市投入产出的创新效率进行了评价和比较分析, 指出这些省区投入产出和经济发展存在的问题, 提出相应的推动区域创新的政策建议。

关键词: 一带一路; DEA分析方法; 比较研究; 投入产出; 创新效率评价

中图分类号: F12

文献标识码: A

DOI: 10.3772/j.issn.1674-1544.2016.05.001

Comparative Study of Provinces-Regions-Municipalities Innovation Efficiency along “The Belt and Road”

LI Wei, JIANG Fei

(Business School of Hohai University, Nanjing 210000)

Abstract: In this paper, DEA (Data Envelopment Analysis) is used to evaluate and compare the input-output efficiency of provinces, autonomous regions and municipalities along the “The Belt and Road”. The problems of input-output and economic development are also pointed out and the corresponding policy recommendations are proposed.

Keywords: The Belt and Road, DEA analysis method, compare research, input-output, innovation efficiency evaluation

1 引言

“一带一路”是“丝绸之路经济带”和“21世纪海上丝绸之路”的简称。“丝绸之路经济带”沿线包括新疆、重庆、陕西、甘肃、宁夏、青海、内蒙古、黑龙江、吉林、辽宁、广西、云南、西藏13省(直辖市);“21世纪海上丝绸之路”沿线包括:上海、福建、广州、浙江、海南5省(直辖市), 共计18个省、自治区、直辖市。

“一带一路”战略是促进我国创新驱动发展的重要战略^[1], 这一战略全方位地影响着中国经济的发展, 同时也为促进自身的发展提供了难得的机遇。从区域创新的角度分析, “一带一路”战略为沿线区域的创新建设提供了强大的政策和资源支持, 区域的发展需要借力“一带一路”, 抓住“一带一路”的机遇。同时, 区域创新对“一带一路”战略的实施起着至关重要的作用。

区域创新效率是以区域空间作为地理基础,

作者简介: 厉伟(1976—), 男, 河海大学商学院教授, 博士, 研究方向: 企业管理; 蒋飞*(1991—), 女, 河海大学商学院在读硕士研究生, 研究方向: 企业管理。

基金项目: 国家社会科学基金项目“苏南—苏北产业转移中的环境污染转移机制、测度与矫正制度设计研究”(15BJY061)。

收稿时间: 2016年6月29日。

通过对创新要素科学有效的配置进行创新生产,实现创新效率的提升,所表现出来的效果就是生产效率和经济效益的提高。而测量区域创新效率要素运行的效果跟区域的政治法规、经济基础以及文化氛围等都有着密切的关系。

关于区域创新效率,国内外学者的研究重点主要在创新效率指标体系的构建以及测量创新效率的方法上。Hugo Pinto等^[2]通过对175个地区的创新系统概况进行比较,应用因子分析归纳区域创新指标为技术创新、人力资本、经济结构和劳动力市场状况。Fritsch^[3]运用知识生产函数方法测量和比较了11个欧洲区域创新的质量,发现区域间研发活动生产力是存在差异的。由于经济活动中的成本和收益的数据很难精确计算,Coulso等开始用定性的分析方法,进行政治上而非经济上的评价^[4]。刘顺忠、官建成^[5]运用DEA的分析方法比较分析各地区创新系统的特点,并对各地区的创新绩效进行评价。尹凡等^[6]从区域创新效率与效果两方面建立基于熵权法和协调度的区域创新效率复合评价模型,运用该模型对河北省2008年度各区域的创新绩效进行实证分析。张丽琨、刘晓丽^[7]运用灰色关联分析方法,从科技创新资源投入、科技创新主体、科技创新支持环境三方面分析科技因素对区域创新绩效的影响程度。刘贵文、张恽蓝^[8]在总结以往研究的基础上采用主成分分析方法,结合SAS分析工具对北京、上海、深圳等中心区域的创新能力进行评价。

到目前为止,对于在“一带一路”沿线区域创新效率的研究还很少见。本文将采用DEA模型(数据包络分析方法),对沿线省区的创新效率进行比较分析,并为促进区域经济更好、更快发展提出了政策建议。

2 研究方法 with 模型

CCR模型和BCC模型是DEA分析方法的经典模型,在经济学中常用来判定决策对象是否技术有效和规模有效。CCR模型又称为规模报酬不变模型,假设所有决策单元都在最优规模上进行

运作。但是决策单元很可能不在最优规模上进行运作,因此将CCR模型进行拓展就是规模报酬可变的BCC模型,此模型的适用性更强。

具体模型如下:假设有 n 个评价对象,每个评价对象就是一个决策单元DUM,分别有投入指标 m 种和产出指标 n 种,则第 j 个DUM的投入、产出量表示为:

$$x_j = (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj})^T > 0, (j=1, 2, \dots, n)$$

$$y_j = (y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{nj})^T > 0, (j=1, 2, \dots, n)$$

则生产可能集为:

$$T_{BCC} = \left\{ (x, y) \left| \begin{array}{l} \sum_{j=1}^n x_j \lambda_j \leq x, \sum_{j=1}^n y_j \lambda_j \geq y \geq 0 \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, \lambda_j \geq 0, j=1, 2, \dots, n \end{array} \right. \right\}$$

由生产可能集 T_{BCC} ,可以得到DEA模型BCC即:

$$\begin{cases} \min \theta \\ \sum_{j=1}^n x_j \lambda_j \leq \theta x_0 \\ \sum_{j=1}^n y_j \lambda_j \geq y_0 \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ \lambda_j \geq 0, j=1, 2, \dots, n, \theta \text{ 无限制} \end{cases}$$

对偶规划为:

$$\begin{cases} \max(\mu^T y_0 - \mu_0) \\ \omega^T x_j - \mu^T y_j + \mu_0 \geq 0, j=1, 2, \dots, n \\ \omega^T x_0 = 1 \\ \omega \geq 0, \mu \geq 0, \mu_0 \text{ 无限制} \end{cases}$$

若存在最优解,使目标函数最优值满足:

$$\mu^{0T} y_0 - \mu_0^0 = 1$$

则称DMU在DEA模型下为弱DEA有效;若同时满足 $\omega^0 > 0, \mu^0 > 0$,则称DUM在DEA模型下为DEA有效。

当引进非阿基米德无穷小 ε ,松弛变量 s^+ 和剩余变量 s^- ,则得到DEA模型为:

$$\left\{ \begin{array}{l} \min \left[\theta - \varepsilon(e^T s^- + \hat{e}^T s^+) \right] \\ \sum_{j=1}^n x_j \lambda_j + s^- = \theta x_0 \\ \sum_{j=1}^n y_j \lambda_j - s^+ = y \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \\ s^+ \geq 0, s^- \geq 0, \theta \text{ 无限制} \end{array} \right.$$

决策单元的技术效率也叫综合效率（STE），可以分解为纯技术效率（TE）和规模效率（SE），即 $STE = TE \times SE$ 。纯技术有效指相对最优生产效率水平的投入要素浪费情况，通常受到管理、技术等因素的影响；规模有效即按照最优生产效率水平所能获得的最大产出情况；区域规模是影响规模有效的重要因素。因此，综合效率就是对决策单元管理、资源配置能力和使用效率、区域规模等多方面的综合评价。如果TE和SE均为1，意味着决策单元DEA有效；TE和SE两者只有一个为1，说明决策单元弱DEA有效；TE和SE两者均不为1，则决策单元为非DEA有效^[9]。

3 指标选取与数据来源

区域创新系统是一个典型的投入产出的过程。本着系统性、科学性、适用性、相关性、可操作性的原则是正确评价创新效率的前提和基础^[10]。

根据以上构建指标体系的原则，结合现有指标体系的研究以及创新区域建设的特点，笔者将从创新投入和产出两个方面进行指标构建。

从创新投入的角度上来说，投入包括两部分，分别是研究和试验发展（R&D）人力资源投入和经费支出。人才是区域创新的根本和动力，考虑到R&D人员应当是全时人员数和非全时人员数的总和，本文选择R&D人员全时当量而不是简单的从事科技活动的人数。这样能更加精准地描述创新活动的人力资源投入。R&D经费内部支出指单位用于内部开展R&D活动的费用，包

括基础研究、应用研究、试验发展的直接费用和间接费用。

从创新产出的角度，区域创新的成功主要反映在以下两个方面：一是创新主体素质的提高；二是经济运行的质量和效益的提高。因此，选择人均GDP、发明专利申请授权数以及SCI、EI和CPCI-S国外3个系统收录科技论文数量和高新技术产值占工业总产值比重作为创新产出的具体指标。区域创新效率指标评价体系见表1。

表1 创新效率指标评价体系

指标层次	具体指标
创新投入	研究与开发（R&D）人员全时当量
	研究与开发（R&D）经费内部支出
创新产出	人均GDP
	发明专利申请授权数
	SCI、EI和CPCI-S收录科技论文数量
	高新技术产值占工业总产值比重

本文选用“一带一路”沿线省区2013年的研究与开发（R&D）人员全时当量和经费内部支出作为投入，2014年的人均GDP、发明专利申请授权数及以SCI、EI和CPCI-S国外3个系统收录科技论文数量和高新技术产值占工业总产值比作为产出指标。本文所使用的数据来源于《中国科技统计年鉴》（2014—2015年）和《中国工业统计年鉴》（2015年）。由于西藏部分数据存在缺失，因此，本次实证研究的对象为除西藏外的17个“一带一路”沿线省区。表2是“一带一路”沿线17省区的创新效率评价的指标数据。

4 计算与分析

本文使用Deap 2.1对17个省区的指标数据进行运算分析，得到表3DEA有效性的分析结果。综合效率是在固定投入量的情况下，产品的实际产出与最大产出之间的比率，不考虑规模收益。纯技术效率与规模效率则考虑规模收益。现对表3DEA模型效率值的结果进行分析。

第一，从各省区综合效率的均值来看，年均值为0.724（表明在既定产出不变的前提可以节约27.6%的投入），离效率前沿面具有一定的距

表2 各省区创新效率评价的指标数据

省份	R&D人员 全时当量/人年	R&D经费 内部支出/万元	人均GDP/元	发明专利 申请授权量/件	SCI、EI和CPCI-S 收录科技论文数量/篇	高新技术产值占工业 总产值比重
新疆	15822	454598	40896.77	605	1471	0.29
重庆	52612	1764911	52549.71	2321	8089	18.37
陕西	93494	3427454	48135.85	4885	21948	8.45
甘肃	25047	669194	26209.56	812	5697	1.75
宁夏	8234	209042	44015.03	243	350	1.06
青海	4767	137541	41428.99	110	214	2.55
内蒙古	37280	1171877	71992.93	458	1358	1.81
黑龙江	62660	1647838	39352.2	2454	13162	4.72
吉林	48008	1196882	51824.24	1434	10917	7.15
辽宁	94885	4459322	65453.84	3975	17256	4.82
广西	40664	1076790	35345.23	1933	2805	7.37
云南	28483	798371	29100.91	1423	3946	3.01
上海	165755	7767847	102919.55	11614	34191	19.89
福建	122544	3140589	68260.17	3426	7003	9.78
广东	501718	14434527	67896.82	22276	19338	26.27
浙江	311042	8172675	77861.29	13372	20051	7.44
海南	6962	148357	40983.75	380	570	7.50

表3 DEA有效性分析结果

省份	综合效率 (STE)	纯技术效率 (TE)	规模效率 (SE)
新疆	0.679	0.893	0.761
重庆	0.808	1.000	0.808
陕西	1.000	1.000	1.000
甘肃	0.997	1.000	0.997
宁夏	0.543	1.000	0.543
青海	0.499	1.000	0.499
内蒙古	0.237	1.000	0.237
黑龙江	1.000	1.000	1.000
吉林	1.000	1.000	1.000
辽宁	0.790	0.880	0.898
广西	0.824	1.000	0.824
云南	0.932	1.000	0.932
上海	1.000	1.000	1.000
福建	0.503	0.901	0.558
广东	0.751	1.000	0.751
浙江	0.746	1.000	0.746
海南	1.000	1.000	1.000
平均值	0.724	0.922	0.738

离。陕西、黑龙江、吉林、上海和海南6个省区综合效率值为1；新疆、宁夏、青海、内蒙古、辽宁、福建和广东综合效率没有达到均值，其中青海和内蒙古不足0.5，综合效率较差。

第二，从纯技术效率和规模效率的对比来看，除了辽宁省以外，其他16省区的纯技术效率都高于规模效率。从总体情况来看，纯技术效

率和规模效率平均值分别为0.922和0.738，纯技术效率均值高于规模效率均值。从表3中可以看出，大部分省区综合效率的无效都是由规模效率偏低引起的。

第三，从各个省区的角度出发，各个区域的创新效率差距仍然比较大，陕西、黑龙江、吉林、上海和海南5省区同时达到了技术有效和规

模有效,说明资源得到了合理配置。重庆、甘肃、宁夏、青海、内蒙古、广西、云南、广东和浙江 9 个省区不是 DEA 有效单元,但是,纯技术效率为 1,规模效率没有达到 1。新疆、辽宁、福建 3 个省的 DEA 无效,纯技术效率均未达到 1,说明这 3 个省份存在投入不合理的现象,资源使用率不高,没有达到资源的有效利用。

第四,从各省区规模报酬情况(表 4)来看,除了陕西、黑龙江、吉林、上海和海南 5 个省份的规模报酬不变以及甘肃的规模报酬递增之外,其他 11 个省份的规模报酬都是递减。规模报酬递减的态势显示出投入相对过剩而产出不足的情况,因此,规模报酬递减的省区应该适当调节投入,加强资源的利用效率。

5 结论与政策建议

通过对“一带一路”沿线区域投入产出活动的 DEA 模型进行分析,得出以下结论。

第一,陕西、黑龙江、吉林、上海、海南 5 个省区的综合效率都为 1。但除了上海,其余 4 个省的创新效率在这 17 个省份中并不是领先的。对于这 5 个区域创新发展,应该维持现有高效的投入产出水平,进一步加大对 R&D 投入,在引进高科技人才、提高创新力度等方面进一步加强创新水平。

第二,大多数省区投入得比较多,但产出却没有达到最优的规模,存在资源利用效率不高的现象,因而有必要提高管理水平和资源利用效

率,加大科技创新投入,合理配置投入资源,调整投入产出的规模,充分利用投入资源,减少资源浪费。

第三,“一带一路”中的“丝绸之路经济带”集中了很多的中西部省区,第三产业发展缓慢,创新企业较少,创新创业能力不强,因此这部分地区应该加大科技投入力度,注重产业升级,因地制宜运用地区的优势创新元素,提高地区的创新活力。

第四,“一带一路”沿线经过的 18 个省、自治区、直辖市贯穿了我国东部、中部和西部地域,可以充分利用东部省份的上海、浙江、广州对长三角、珠三角等区域的辐射作用,西北地区可以依靠陕西、甘肃、新疆,内陆依靠黑龙江、吉林、重庆等省份,加大区域间的合作交流,从而推动全国创新效率的提高和经济的发展。

参考文献

- [1] 龙海雯,施本植.“一带一路”视角下我国区域创新系统的演化与策略研究[J].科学管理研究,2016,34(1):67-70.
- [2] HUGO Pinto, JOAO Guerreiro. Innovation regional planning and latent dimensions: the case of the Algarve region[J]. The Annals of Regional Science, 2010, 44(2): 315-329.
- [3] FRITSCH M. Measuring the quality of regional innovation systems: a knowledge production function approach[J]. International Regional Science Review, 2002(25):86-101.

表 4 各省区规模报酬情况

省份	规模报酬	省份	规模报酬
新疆	drs	辽宁	drs
重庆	drs	广西	drs
陕西	—	云南	drs
甘肃	irs	上海	—
宁夏	drs	福建	drs
青海	drs	广东	drs
内蒙古	drs	浙江	drs
黑龙江	—	海南	—
吉林	—		

注:“irs”表示规模报酬递增,“drs”表示规模报酬递减,“—”表示规模报酬不变。

(下转第 18 页)

这些城市既有“皖江带”的城市,也有“皖北”“皖西”的城市,各因子和综合得分基本都处于全省较为落后的水平,且3个公因子的排名和总排名差异性不大,发展基本处于较为均衡的状态,亟待打破整体僵局。

4 结语与建议

本文选取了与R&D投入产出有关的14个指标,通过主成分分析法对全省16个地市的创新综合能力进行测算和评价,并对因子分析的结果进行聚类分析,就R&D投入产出水平把安徽省16个地市分为五大类。可以得出,“合芜蚌”三市的R&D投入产出水平领先全省水平,“皖江带”城市两极分化现象严重,“皖北”有崛起的现象。安徽省作为一个中部省份,近年来R&D投入产出均处于全国中等偏上的水平。各地市应该把握现有的创新机遇,继续推进科技改革攻坚,努力把有限的R&D资源利用最大化。根据研究结论,本文提出以下几点建议。

第一,各地继续保持原有的发展优势。16个地市中拥有绝对优势因子的地区均有不同程度薄弱的地方,比如R&D投入产出规模较大的地区,其结构会出现不够优化的情况;而结构比较科学的地区,其投入产出规模或者强度又稍显落后。因此各地市应该扬长避短,重点突破,使得R&D投入产出各方面均衡发展,全面提高地区R&D投入产出水平。

第二,以重点区域为中心,辐射带动全省科技发展。“合芜蚌”试验区要充分发挥核心载体

功能和龙头带动作用,打造安徽省创新发展的试验区、先导区和引领区;“皖江带”城市的优势已经在逐渐消失,部分皖江带城市R&D投入产出水平处于均衡的状态,总体排名也有点靠后,要打破这种僵局,需要多管齐下;“皖北”地区亟待形成以蚌埠为中心科技发展战略高地,努力崛起,从而提高整体的R&D投入产出水平。

参考文献

- [1] 王俊.R & D补贴对企业R & D投入及创新产出影响的实证研究[J].科学性研究,2010(9):1368-1373.
- [2] 李芹芹,刘志迎.中国各省市技术创新指数研究[J].科技进步与对策,2012(10):47-50.
- [3] 赵喜仓,陈海波.我国R & D状况的区域比较分析[J].统计研究,2003(3):38-42.
- [4] 陈海波,刘洁.我国工业企业R & D状况的区域比较分析[J].中国软科学,2008(1):88-94.
- [5] 刘新同.基于因子分析的我国区域R & D产出水平差异比较[J].科技管理研究,2009(5):193-195.
- [6] 郭际,叶卫美,吴先华,等.基于投入产出法的R&D经费投入的综合经济效益评估研究[J].科学与科学技术管理,2014(1):9-15.
- [7] 何国民.应用统计学案例教程[M].武汉:华中科技大学出版社,2013:264-266.
- [8] 何晓群.应用回归分析[M].3版.北京:中国人民大学出版社,2011:188-189.
- [9] 卢纹岱.SPSS统计分析[M].4版.北京:电子工业出版社,2003:472-473.
- [10] 唐中赋,任学锋,顾培亮.高新技术产业发展水平的综合评价与实证分析[J].中国地质大学学报,2004(1):11-15.
- [7] 张丽琨,刘晓丽.城市创新绩效影响因素的灰色关联分析[J].科技管理研究,2014(1):230-233.
- [8] 刘贵文,张悻蓝.基于主成分分析法的城市创新能力评价[J].科技管理研究,2009(10):115-117,123.
- [9] 魏权龄.评价相对有效性的数据包络分析模型:DEA和网络DEA[M].北京:中国人民大学出版社,2015.
- [10] 卢珂,吴价宝.基于动态视角的创新型城市创新绩效指数研究[J].科技管理研究,2014(11):21-25.

(上接第5页)

- [4] 李细文.区域创新系统综述[J].科技管理研究,2003(6):7-9.
- [5] 刘顺忠,官建成.区域创新系统创新绩效的评价[J].中国管理科学,2002,10(1):75-78.
- [6] 尹凡,单莹洁,苏传华,等.河北省区域创新绩效评价模型的构建[J].决策参考,2011(14):77-79.