

我国东部地区创新资源配置效率评价研究

吴继英, 韩亚琼, 顾君颖

(江苏大学 财经学院, 江苏 镇江 212013)

摘要:使用 DEA 模型对我国东部 11 个省市创新资源配置效率进行研究, 研究表明: 我国东部地区虽然有 6 个省市创新资源配置效率较高, 但仍有 5 个省市效率不高, 存在不同程度的创新投入冗余或产出不足。基于此提出各省市应该充分发挥资源和地理位置的优势, 不断优化创新资源配置效率的对策建议, 使其能够在经济转型期间以创新驱动发展并带动中西部地区创新发展。

关键词:新常态; 东部地区; 创新资源配置效率; 数据包络分析

中图分类号:F224 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2016)05-0036-05

创新是人类社会文明发展的主要动力之一, 高效配置创新资源, 利用好自身优势将极大提高地区经济活力。自国家主席习近平于 2014 年 5 月考察河南省时提出: “中国发展仍处于重要战略机遇期, 我们要增强信心, 从当前中国经济发展的阶段性特征出发, 适应新常态, 保持战略上的平常心”^[1]的重要讲话以来, 创新引起了国内各行各业高度重视, 创新驱动发展成为各地区关注的重点。如果要继续发展, 就要放弃以廉价劳动力和高能耗、高污染为代价的经济发展模式, 而应适应新常态要求, 鼓励各地区积极创新, 转变发展方式, 提高生产质量和效益。因此, 创新资源配置效率的高低在新常态下地区发展中起到了至关重要的作用, 而创新效率的测度主要建立在创新投入产出效率理论之上, 故认识各个区域创新资源投入产出状况将有效提高我国区域创新资源配置效率。

国内学者对我国区域创新效率做了大量的研究, 史修松等运用随机前沿函数分析方法, 测算并分析了我国区域创新效率及其空间差异, 发现我国区域创新效率总体水平不高, 区域差异较为显著, 且东部地区效率要高于中西部地区^[2]。白俊红等运用 DEA 分析方法测评了我国区域创新系统创新效率, 研究结果表明我国区域创新效率普遍较低^[3]。樊华, 周德群运用规模报酬可变的 DEA 模型测度了我国各省科技创新效率, 发现东部各省创新效率高于中西部各省^[4]。综合各学者研究可以看出, 我国创新效率普遍

较低且区域间发展具有不平衡性, 地区间创新资源状况存在较大的差距, 因此对创新资源配置状况不能一概而论。我国东部地区创新资源丰富, 地理位置优越, 经济发展迅速, “先富带动后富”理论在中国已得到验证, 以东部地区创新发展带动中西部地区创新发展进而带动全国创新发展是可行的。虽然东部地区区域创新效率相对高于中西部地区, 但在我国东部这一范畴下, 各省市的创新资源配置是否都比较合理, 配置效率是否都达到较高的水平, 会影响整个东部地区创新发展。因此有必要对我国东部地区 11 个省市创新资源配置状况进行评价, 以揭示创新资源配置效率的不平衡问题, 促使我国整个东部地区创新方面进一步迈开脚步、更好地自我发展并发挥带动作用。

对区域创新资源配置效率研究方法主要有两种: 一是参数的方法, 如随机前沿法等; 二是非参数的方法, 如数据包络分析的方法 (DEA) 等^[5]。对我国东部地区创新资源配置效率进行评价单一指标无法做出全面评价, 加权求和的方法存在指标口径很难统一、权重受主观因素的影响, 从而考虑使用非参数的办法, 可以避免计量单位与选取模型主观因素等影响, 不需要确定指标的权重, 具有独特的优势, 且 DEA 的方法可以有效地揭示技术创新效率的内涵。综合众多学者的研究成果发现鲜有专门探讨东部地区创新资源配置状况, 此外经济新常态下, 创新资源配置也会呈现新特点。鉴于此, 本文运用 DEA 分析

收稿日期:2016-01-15

基金项目:江苏高校哲学社会科学研究项目(2015SJB840); 江苏大学高级人才启动基金项目(13JDG125)。

作者简介:吴继英(1979—), 女, 江苏六合人, 江苏大学, 副教授、博士, 研究方向: 科技统计、区域经济。

方法对新常态下我国东部 11 省市东部地区区域创新资源配置状况展开评价。

1 创新资源配置效率评价模型和评价指标

1.1 DEA 模型简介

数据包络分析 (Data Envelopment Analysis, 简称 DEA) 是美国著名运筹学家 Charnes 等提出的一种效率评价方法, 根据此模型可以把单输入、单输出的工程效率概念推广到多输入、多输出同类决策单元的有效性评价中。运用线性规划模型确定同类型决策单元的相对效率, 可以对区域科技创新资源配置效率情况进行系统评价, 并对投入和产出每个指标进行详细分析^[6]。可以用 C^2R 模型对东部地区创新资源配置效率有效性进行评价, 在评价决策单元是否为 DEA 有效时, 如果利用 $P_{C^2R}^I$ 规划, 需要判断此模型是否存在最优解 ω^0, μ^0 使得 $\omega^0 > 0, \mu^0 > 0, V_{C^2R}^I = \mu^T, Y_0 = 1$ 。

$$\begin{cases} \max \mu^T Y_0 = V_{C^2R}^I, \\ \omega^T X_j - \mu^T Y_j \geq 0, j = 1, \dots, n, \\ \omega^T X_0 = 1 \\ \omega \geq 0, \mu \geq 0 \end{cases} \quad (1)$$

其对偶规划 ($\bar{D}_{C^2R}^I$) 可以写成下面形式:

$$\begin{cases} \min \theta, \\ \sum_{j=1}^n X_j \lambda_j + S^- = \theta X_0, \\ \sum_{j=1}^n Y_j \lambda_j - S^+ = Y_0, \\ \lambda_j \geq 0, j = 1, \dots, n, \\ S^- \geq 0, S^+ \geq 0 \end{cases} \quad (2)$$

需要根据线性规划对偶理论中的“松紧定理”, 判断出 ($\bar{D}_{C^2R}^I$) 所有的最有解 $\lambda^0, S^{-0}, S^{+0}, \theta^0$ 是否都满足 $\theta^0 = 1, S^{-0} = 0, S^{+0} = 0$ 。

无论是利用上面的线性规划 ($P_{C^2R}^I$) 还是利用线性规划 ($\bar{D}_{C^2R}^I$) 来判断决策单元的 DEA 有效性都存在难点, 因此可以引入非阿基米德无穷小的概念来构造判断 DEA 有效性的数学模型。令 $\epsilon > 0$ 是一个非

阿基米德无穷小量, ϵ 是一个小于任何正整数且大于 0 的数, 具有非阿基米德无穷小量 ϵ 的 C^2R 模型 D_ϵ^I 如公式 (3) 所示:

$$\begin{cases} \min [\theta - \epsilon(\dot{e}^T S^- + e^T S^+)], \\ \sum_{j=1}^n X_j \lambda_j + S^- = \theta X_0, \\ \sum_{j=1}^n Y_j \lambda_j - S^+ = Y_0, \\ \lambda_j \geq 0, j = 1, \dots, n, \\ S^- \geq 0, S^+ \geq 0 \end{cases} \quad (3)$$

设 $\lambda^0, S^{-0}, S^{+0}, \theta^0$ 为 D_ϵ^I 的最优解。其中:

$$a = \theta^0, b = \dot{e}^T S^{-0} + e^T S^{+0} \quad (4)$$

数 a 表示 DMU_{j_0} 的效率; 数 b 表示输入过剩 $\dot{e}^T S^{-0}$ 与输出不足 $e^T S^{+0}$ 之和, 判断 DEA 的有效性可以研究 θ^0 和 S^{+0}, S^{-0} 。

1.2 创新投入产出指标体系构建和数据来源

1.2.1 构建投入产出指标体系

区域创新资源的总和是国家创新资源, 提高区域创新资源配置效率将优化国家创新资源的配置。所谓区域创新资源是经济因素、制度因素和社会因素的创新其配置效率主要体现在投入和产出效率上。^[7]考虑到指标选取应遵循科学性、可行性、可比性和代表性原则, 并且需要避免指标间的重复选择, 本文构建了表 1 所示的指标体系。

从投入角度看, 创新资源有多种形式, 多被分为人力、物力和财力三大类, 其中, 本文选取公有经济企事业单位专业技术人员 and R&D 人员全时当量衡量各地区创新资源的人力投入; 选取 R&D 经费内部支出和新产品开发经费支出衡量财力投入; 选取研究机构数衡量物力投入。

创新资源的输出是基于现有资源创造一个新的资源, 可以将其分为经济产出和非经济产出, 其也被视为创新成果资源。本文选取专利申请数和 R&D 项目 (课题) 数衡量非经济指标; 选取新产品销售收入和技术市场成交额衡量经济指标。

表 1 东部地区创新资源投入产出指标体系

投入指标		产出指标	
人力资源	公有经济企事业单位专业技术人员 (人)	非经济指标	专利申请数 (件)
	R&D 人员全时当量 (人年)		R&D 项目 (课题) 数 (项)
财力资源	R&D 经费内部支出 (万元)	经济指标	新产品销售收入 (万元)
	新产品开发经费支出 (万元)		技术市场成交额 (万元)
物力资源	研究机构数 (个)		

其中 R&D (research and development)分为基础研究、应用研究和实验发展三类,其活动规模和活动是国际上衡量一国的科技实力和核心竞争力通常采用的指标。R&D 人员全时当量指全时人员数加非全时人员按工作量折算为全时人员数的总和,国际上用其比较科技人力投入。R&D 指标代表在科学技术领域,为了弥补其表示的不足,在人力资源、财力资源和非经济指标中分别增加了公有经济企事业单位专业技术人员指标、新产品开发经费支出指标和专

利申请数指标。国际上衡量一个国家或地区技术创新产出水平的公认指标还包括专利申请数,其反映了一国或地区拥有知识产权的成果总量。从公有经济企事业单位专业技术人员可以看出公有制经济对科技的重视。机构数指制度综合统计范围内的独立或非独立的、从事科学研究和技术开发活动的机构数。

1.2.2 创新资源投入产出数据

本文数据主要取自《中国统计年鉴》和《中国科技统计年鉴》,原始数据如表 2 和表 3。

表 2 创新资源投入指标数据

地区	公有经济企事业单位 专业技术人员(人)	R&D 人员全时 当量(人年)	新产品开发 经费支出(万元)	R&D 经费 内部支出(万元)	研究机构数 (个)
北京市	491 320	242 174.6	2 931 908	11 850 469	380
天津市	320 820	100 218.5	2 459 585	4 280 921.2	58
河北省	118 2031	89 545.8	2 025 041	2 818 550.9	76
辽宁省	784 581	94 885.2	3 360 539	4 459 321.9	164
上海市	650 331	165 754.9	5 282 586	7 767 846.8	136
江苏省	1 171 131	466 158.5	16 693 195	14 874 465.5	143
浙江省	941 912	311 041.7	8 216 556	8 172 674.5	101
福建省	648 832	122 544	2 656 091	3 140 589.4	93
山东省	1 805 096	279 331.2	10 206 343	11 758 026.6	224
广东省	1 455 605	501 717.7	14 065 712	14 434 527.4	186
海南省	147 345	6 961.7	114 915.5	148 357.4	31

表 3 创新资源产出指标数据

地区	专利申请 数(件)	R&D 项目 (课题)数(项)	技术市场成 交额(万元)	新产品销售 收入(万元)
北京市	19 210	118 710	28 517 239	36 727 656.1
天津市	16 302	34 983	315 580.8	55 696 885.7
河北省	9 171	26 232	5 316 804	29 160 256.2
辽宁省	11 628	37 221	814 958.2	40 931 774.3
上海市	25 738	69 432	1 793 981	76 883 834.9
江苏省	93 518	107 080	38 692.89	197 142 112.3
浙江省	77 067	92 729	5 293 936	148 820 993.2
福建省	18 896	33 860	446 885.3	34 400 996.6
山东省	40 030	69 937	5 275 020	142 841 782.1
广东省	96 646	101 450	1 733 775	180 137 410.4
海南省	748	4 400	2 761 575	1 601 201.8

从表 2 和表 3 看出,各地区创新资源的投入产出数据相差较大,海南省的创新投入和产出量基本上低于平均水平,浙江省和山东省的投入产出却相对较多。总体而言各个省市创新资源总量存在一定差距,投入产出比也存在不同,对其数据分析不能一概而论,接下来运用 DEA 模型进行分析。

2 地区创新资源配置的 DEA 分析

2.1 DEA 有效性分析

应用 Deap2.1 软件,对表 2 和表 3 所示的创新投入产出数据进行 DEA 分析,得到我国东部地区各省市的综合效率、纯技术效率和规模效率(见表 4)。输出结果中技术效率、纯技术效率和规模效率都是最优表明决策单元处于生产前沿,也是 DEA 有效的。其中技术效率也叫综合技术效率,是纯技术效率和规模效率的乘积,是对决策单元资源能力、资源使用效率等多方面能力的综合衡量与评价。纯技术效率反映的是在目前的技术水平上,其投入资源的使用是否有效。规模效率反映的是实际规模与最优生产规模的差距。^[8]

从表 4 看出,北京、天津、上海、江苏、浙江和海南处于生产前沿,其技术效率与规模效率达到最优,表明其创新资源配置效率是 DEA 有效的。而河北、辽宁、福建、山东和广东的技术效率、纯技术效率和规模效率没有全部达到最优,表明其规模和投入、产出不相匹配,需调整规模。从上述看来,东部地区创新资源配置效率并不理想,还有一定的提高空间。

表 4 东部各地区创新资源配置效率评价表

省市	技术效率	纯技术效率	规模效率	规模报酬
北京市	1.000	1.000	1.000	规模报酬不变
天津市	1.000	1.000	1.000	规模报酬不变
河北省	0.905	0.942	0.961	规模报酬递减
辽宁省	0.922	0.932	0.989	规模报酬递减
上海市	1.000	1.000	1.000	规模报酬不变
江苏省	1.000	1.000	1.000	规模报酬不变
浙江省	1.000	1.000	1.000	规模报酬不变
福建省	0.873	0.920	0.949	规模报酬递减
山东省	0.944	1.000	0.944	规模报酬递减
广东省	0.811	1.000	0.811	规模报酬递减
海南省	1.000	1.000	1.000	规模报酬不变
Mean	0.950	0.981	0.969	

在综合技术效率无效的省市中,山东省和广东省创新资源配置纯技术效率有效,表示在目前技术水平下,山东省和广东省的创新资源投入使用是有效的,因其规模无效导致没有达到综合技术有效,更好地发挥规模效益能够使得山东省和广东省提高资源配置效率。综合技术无效的省市也是规模效率无效的,说明河北省、辽宁省、福建省、山东省和广东省的实际规

模和最优生产规模有一定的差距。从表 4 中也可以看出,规模无效的省市也是纯技术无效的,应该着重扩大生产规模,也应适当提高纯技术效率。

从规模报酬列看出,东部地区 11 个省市中,北京、天津、上海、江苏、浙江、海南 6 个省市规模报酬不变,表明 50%以上的省市达到规模有效,处于最佳规模收益点,创新资源配置效率较高。其他 5 个省市的规模报酬是递减的,继续投入创新资源只会使得增加的产出小于增加的资源投入,增加创新资源投入无法提高创新资源的配置效率,还会造成资源浪费。其中,河北省、辽宁省和福建省技术效率和纯技术效率都不是有效的,其规模报酬呈现递减状态,山东省和广东省规模收益递减主要来自于纯技术效率无效。因此,这些省市应该聚焦创新资源配置和管理方面,提高创新资源的利用率。

2.2 投入产出冗余分析

规模报酬递减的省市存在着投入冗余或者产出不足的情况,根据统计软件 DEAP 2.1 输出结果得到表 5,如果地区创新产出要素出现不足,可增加相应的不足量。

表 5 规模报酬递减省市的投入产出冗余情况表

指标	河北省		辽宁省		福建省	
公有经济企事业单位专业技术人员(人)	-68 432.19	-804 738.18	-53 366.28	-334 526.02	-51 997.43	-217 840.15
R&D 人员全时当量(人年)	-5 184.14	-7 017.76	-6 453.98	0.00	-9 820.68	-12 060.49
新产品开发经费支出(万元)	-117 237.18	-203 144.74	-228 579.87	-415 087.76	-212 859.24	0.00
R&D 经费内部支出(万元)	-163 176.43	-195 014.36	-303 317.83	-122 900.52	-251 687.01	0.00
研究机构数(个)	-4.40	0.00	-11.16	-70.45	-7.45	-18.60
专利申请数(件)	0.00	5 884.55	0.00	2 003.97	0.00	3 391.55
R&D 项目(课题)数(项)	0.00	2 417.69	0.00	0.00	0.00	0.00
技术市场成交额(万元)	0.00	0.00	0.00	1 315 960.37	0.00	4 255 098.21
新产品销售收入(万元)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8 726 387.16

从表 5 看出,在专利申请数方面,河北省、辽宁省和福建省均存在产出不足,河北省专利申请数应该比现在增加 5 884.55 件,辽宁省应该比现在增加 2 003.97 件,福建省应该比现在增加 3 391.55 件;在 R&D 项目(课题)数方面河北省存在产出不足,应该比现在增加 2 417.69 项;在技术市场成交额方面,辽宁省和福建省存在产出不足,辽宁省应该比现在增加 1 315 960.37 万元,福建省应该比现在增加 4 255 098.21 万元;在新产品销售收入方面,福建省

存在产出不足,应该比现在增加 8 726 387.16 万元。

投入要素若有冗余意味着地区可减少冗余量,从表 5 看出,河北省、辽宁省和福建省在公有经济企事业单位专业技术人员方面均存在投入冗余情况,可分别减少公有经济企事业单位专业技术人员 873 170 人、387 892 人、269 838 人;在 R&D 人员全时当量方面可分别减少 1 2201.9 人/年、6 453.98 人/年和 21 881.2 人/年;在新产品开发经费支出方面可分别减少 320 382 万元、415 088 万元和 212 859 万元;在

R&D 经费内部支出方面可分别减少 358 191 万元、426 218 万元和 251 687 万元;在研究机构数方面可分别减少 4.4 个、81.61 个和 26.05 个。但技术人员和机构数是多多益善,在对待这两个要素的投入冗余时,河北省、辽宁省和福建省应该在不减少人员和机构数的前提下,加强管理,做好规划,提高资源的有效利用率。

3 结论与建议

从我国东部地区创新资源配置效率 DEA 有效性分析中可以看出,一些地区的创新资源配置效率不高,资源的投入存在一定冗余,产出也存在不足。然而创新资源是创新活动的物质基础,创新资源的整合和配置对区域创新能力具有很重要的影响。优化创新资源配置,充分利用有限的创新资源,促使其与其他资源实现完美结合以产生最大的社会效益是地区发展、提高竞争力的重要手段。

基于 DEA 模型对我国东部地区创新资源配置状况的分析与评价结果,针对东部地区 11 个省市的现状提出以下建议:

1)对东部地区所有省市而言,应该充分发挥资源和地理位置的优势,不断优化创新资源配置效率。①东部地区高等院校、科研院所和科技人才高度集聚,创新资源具有明显的优势,各省市应该充分利用资源,提高创新资源配置效率;②东部地区沿海具有地理位置的优越性,各地区应该充分利用外资,学习先进的技术并积极推进现代化建设与创新的国际化。

2)对个别省市而言,应准确把握自身优劣,有针

对性的优化创新资源配置效率。①创新资源配置效率达到最优的省市如北京、天津、上海、江苏、浙江和海南可以利用创新带动一些传统高能耗高污染产业的发展,优化环境。在创新资源配置效率最优的省市中,海南省的创新资源投入和产出量相对较少,规模报酬不变,应该发挥规模效益、增加创新资源的投入量;②规模递减的省市,如河北、辽宁、福建、山东和广东,应该加强管理,做好规划,合理配置科技活动人员,鼓励创新,不断提高科技活动人员的创新和研发效率。

参考文献

[1] 新华社. 习近平总书记在河南考察[N]. 人民日报,2014-05-12(A01).

[2] 史修松,赵曙东,吴福象. 中国区域创新效率及其空间差异研究[J]. 数量经济技术经济研究,2009(3):45-55.

[3] 白俊红,江可申,李婧. 应用随机前沿模型评测中国区域研发创新效率[J]. 管理世界,2009(10):51-61.

[4] 樊华,周德群. 中国省域科技创新效率演化及其影响因素研究[J]. 科研管理,2012(1):10-18.

[5] 白俊红,江可申,李婧. 中国区域创新系统创新效率综合评价及分析[J]. 管理评论,2009(9):3-9.

[6] 郭仁康. 基于 DEA 的科技成果转化效率评价研究[J]. 新经济,2014(Z1):34-35.

[7] 杨继明. 省级区域创新体系构建与资源配置优化研究[D]. 南京:南京理工大学,2010.

[8] 樊华. 基于 DEA 的高校实验室效率评价[J]. 实验室研究与探索,2011(3):154-157.

Research on the Evaluation of Innovation Resources Allocation Efficiency in the Eastern Region of China

WU Ji-ying, HAN Ya-qiong, GU Jun-ying

(School of Finance and Economics, Jiangsu University, Zhenjiang Jiangsu 212013, China)

Abstract: This paper uses the DEA model to study the allocation efficiency of the eastern region innovation resources, the results of the study show that the eastern region has 6 provinces and innovation resource allocation efficiency is higher, but there are still 5 provinces and the efficiency is not high, there are different degrees of innovation input redundant or insufficient output. This put forward that various provinces and cities should make the most of the advantages of location and resources based on the continuous optimization of innovation resources allocation efficiency; individual provinces and cities should accurately grasp the advantages and disadvantages to optimize the allocation of innovation resources efficiency, so that the innovation of the eastern region can drive development of itself and lead to the development of the central and western regions in the economic transformation period.

Key words: New normal; Eastern region; innovation resource allocation efficiency; Data Envelopment Analysis (DEA)