

doi: 10.3969/j.issn.1000-7695.2015.16.012

超效率视角下的我国创新型城市效率评价

——以长三角地区为例

周晶晶, 吴思慧, 沈 能

(苏州大学东吴商学院, 江苏苏州 215021)

摘要: 创新型城市建设是我国转变经济发展方式、实现可持续发展的一个重要途径, 因此对创新型城市建设效率的评价具有重要意义。鉴于传统的 BCC 模型不能对相对有效的决策单元进行进一步分析, 引入超效率 DEA 方法对我国长三角地区 12 个样本城市进行深入分析。分析结果表明: 南京、湖州、绍兴、宁波和苏州的效率尽管是相对有效的, 但这几个城市仍处于规模报酬递增状态, 可以进一步通过增大投入来提高创新型城市建设成果; 而另外几个城市则位于规模报酬递减状态, 需要进一步优化资源配置结构, 而不是通过增加投入要素来提高产出。

关键词: 超效率 DEA; 创新型城市; 效率评价; 长三角地区

中图分类号: F291

文献标志码: A

文章编号: 1000-7695 (2015) 16-0068-05

Efficiency Evaluation of Innovative Cities under the Perspective of Super - efficiency

—A Case Study of the Yangtze River Delta Region

ZHOU Jingjing, WU Sihui, SHEN Neng

(School of Business, Soochow University, Suzhou 215021, China)

Abstract: Innovative city construction is an important way to change the mode of economic development and realize sustainable development, so it's meaningful to evaluate the construction of the innovative city of China. For the reason that conventional BCC model cannot make further comparison among the efficient ones in evaluating the relative efficiency of DMUs, this paper introduces the Super - DEA for the further analysis of the 12 sample cities. The results indicate that: Nanjing, Huzhou, Shaoxing, Ningbo and Suzhou are relatively effective, but they are all in the increasing return to scale. For these cities, higher achievements can be achieved by improving inputs. The other cities which are also relatively effective are located in the decreasing return to scale. For these cities, adjusting resource allocation structure is needed to enhance the efficiency except use more inputs.

Key words: super - efficiency DEA; innovative City; efficiency evaluation; Yangtze River Delta Region

自 2008 年深圳成为首个国家级创新型试点城市之后, 国家发改委不断扩大创新型城市试点范围。至 2013 年 11 月份, 全国创新型城市试点已达 57 个, 其中长三角地区就占到了 12 个。长三角经济圈作为我国最大的经济圈, 其经济总量约占全国 GDP 的 20%, 所以长三角地区创新型城市的效率评价对于进一步提高长三角地区在我国经济中的重要作用意义重大。

1 文献综述

创新型城市建设作为区域创新的重要组成部分, 是实现区域创新的重要环节。陈昭锋^[1]通过对深圳创新型城市建设研究发现区域创新体系的建立与完善是创新型城市建设的基本路径。国内学者对于区域创新的研究更多的是从评价指标体系的构建方面着手, 利用各项指标来对各地区的区域创新能力进行研究, 如侯风华等^[2]在对我国 10 个省市的区域创新能力进行评价比较时构建了一个两段式综合评价

收稿日期: 2014-07-02, 修回日期: 2014-10-15

基金项目: 国家自然科学基金项目“区域低碳创新网络共生机理与路径仿真: 以苏南自主创新示范区为例”(71373169); 江苏省社科基金项目“创新型城市评价研究: 以苏州为例”(12EYC009); 中国博士后基金项目“城市群生命体特征及演化机制研究”(2012M511434); 江苏省研究生科研创新项目“中国高新技术产业创新效率问题研究——以通信设备业为例”(KYLX_1279)

指标体系; 刘顺忠等^[3]运用 DEA 方法建立了投入和产出的指标, 并对我国区域创新绩效进行了评价; 任胜刚等^[4]在构建了一套区域创新能力评价指标体系的基础上运用因子分析法对中国 31 个省级地区进行了分析。但也有少数学者是对影响区域创新的某个要素的分析来探究区域创新能力, 如刘凤朝等^[5]从专利结构视角对中国区域创新能力进行了研究; 詹湘东^[6]从知识管理的角度对区域创新能力进行了评价研究。

随着创新型城市建设的展开, 国内外学者关于创新型城市评价指标体系的研究越来越多, 如 Landry^[7]认为创新型城市是一个有机整体, 需要从不同的角度加以评价, 因此提出经济、社会、环境和文化 4 个方面共 9 个指标来评价创新型城市; Florida^[8]提出了创新型城市的 3T 指标: 技术 (Technology)、人才 (Talent) 和宽容 (Tolerance)。在国外众多的研究中, 最具代表性的是欧洲创新平衡计分牌 (EIS, European Innovation Scoreboard), 经过修订后的 EIS 总指标数增加到 29 个, 涉及 7 大领域 3 大板块。另外, 还有一些比较有名的指标体系, 如 4C 创意指数、知识竞争力指数、硅谷指数。

国内对于创新型城市的研究起步比较晚, 对于创新型城市评价指标体系的研究还处于一个初级阶段^[9]。杜辉^[10]提出了创新能力的 6 项综合指标, 包括: 区域技术对外依存度、技术进步对经济增长的贡献率、发明专利占全社会专利申请量的比重、高新技术产业产值占工业总产值的比重、研发投入经费占 GDP 的比重以及企业研发投入占销售的比重。杜英等^[11]通过综合国内外的一些指标体系, 并结合甘肃省自身的发展现状, 提出了由 10 大类 24 个指标组成的指标体系, 从创新基础、创新投入、创新产出、企业创新和创新环境 5 个方面评价城市创新。

尽管国内外学者对区域创新和创新型城市有了大量的研究, 但是研究方法还存在着不足之处: 首先在评价指标体系的建立上没有一个统一的标准, 而指标体系的选择对于评价结果有很大的影响; 其次国内外学者更多的是从创新能力、创新绩效的角度进行分析, 而很少有从创新效率的角度进行研究; 第三在研究不同区域的创新绩效时没有考虑到各区域的差异性, 而是直接将原有的研究国家创新的指标移植到创新型城市的研究中。有些城市诸如上海市, 其创新资源投入量和产出量都要远远高于其它城市, 但是这能否说明其创新型城市成果优异? 而那些相比于上海市各项指标都较低的城市, 是否就意味着其创新型城市成果较差呢? 通过对创新型城市的效率评价, 可以很好地对这两类城市进行科学、合理的评价。

鉴于创新型城市的效率评价问题越来越受到国内学者的重视, 本文运用 DEA (数据包络分析) 方

法对长三角地区的创新型城市进行评价, 并利用超效率模型对效率值大于 1 的城市进行进一步分析, 同时将长三角地区的 12 个国家创新型城市分为几个发展模式, 对各个模式下的创新型城市发展提出了一些建议。

2 研究模型方法与指标数据

通过不断发展和完善, DEA 已经拥有很多具体的模型, 最基本的模型为 CCR 模型和 BCC 模型。CCR 模型只能测算出不考虑规模收益情况下的技术效率 (Technical Efficiency, 简称 TE); 而 BCC 模型突破了 CCR 模型固定规模报酬的假设, 将决策单元规模因素纳入到效率分析中来, 不但能够测算决策单元的技术效率 (综合效率), 还可以测算出技术效率包括的两个方面即纯技术效率 (Pure Technical Efficiency, 简称 PTE) 和规模效率 (Scale Efficiency, 简称 SE)。但是基于传统的 BCC - DEA 模型下计算得到的有效单元即效率评价值为 1 的决策单元通常有多个, 并且传统的 DEA 方法不能对这些有效单元继续进行评价。为了弥补这一缺点, Andersen 和 Petersen 于 1993 年提出了超效率 DEA 模型。该模型主要考虑被评价决策单元相对于其他单元的效率。和传统 DEA 模型相比, 该模型构造的参考集不包括被评价决策单元本身, 因此该模型可以对 DEA 有效决策单元给出进一步分析。基于投入导向的 SE - DEA 模型为^[12]:

$$\left\{ \begin{array}{l} \min \theta \\ \text{s.t.} \quad \sum_{j=1, j \neq j_0}^n x_j \lambda_j + s^+ = \theta x_0 \\ \quad \quad \sum_{j=1, j \neq j_0}^n y_j \lambda_j - s^- = y \\ \quad \quad \delta_1 \left(\sum_{j=1, j \neq j_0}^n \lambda_j + \delta_2 (-1)^{\delta_3} \lambda_{n+1} \right) = \delta_1 \\ \quad \quad s^- \geq 0, s^+ \geq 0 \\ \quad \quad \lambda_j \geq 0, j=1, 2, \dots, n, n+1^{\text{①}} \end{array} \right.$$

在该模型中, X 和 Y 表示第 j 个决策单元的输入和输出可能集; θ 表示决策单元的效率指数, $\theta \geq 1$ 说明决策单元为 DEA 有效, $\theta < 1$ 说明决策单元不是 DEA 有效。

通过 SE - DEA 模型来对创新型城市效率评价时, 首先要确定投入和产出指标体系, 遵循科学性、代表性原则。本文选取的投入指标有 3 个, 分别是: 全社会研发经费支出占 GDP 的比重 (X_1) /%, 反映的是各城市 R&D 活动与经济活动的相对规模; 教育支出占 GDP 的比重 (X_2) /%, 反映了各城市教育活动与经济活动的相对规模; R&D 人员全时当量 (X_3) /人年, 侧重从进行研发创新方面反映各城市的研发创新情况。产出指标也为 3 个: 高新技术产业产值占规模以上工业总产值的比重 (Y_1) /%, 直接

反映了创新型城市建设取得的经济效益; 人均地区生产总值(Y_2)/元, 作为一种常用的反映地区宏观经济的指标, 本文用来描述各城市的经济发展水平; 发明专利占全社会专利授权量的比重(Y_3)/%, 用来反映创新型城市建设的科技创新能力。见表 1 所示。

本文选用的数据来自《中国城市统计年鉴 2012》、《中国高技术产业统计年鉴 2012》以及各城市统计年鉴和统计公报。

表 1 创新型城市效率评价指标体系

指标类型	评价指标	松弛变量
投入指标 (X)	全社会研发经费占 GDP 的比重/ X_1	S_1^-
	教育支出占 GDP 比重/ X_2	S_2^-
	R&D 人员全时当量/ X_3	S_3^-
产出指标 (Y)	高技术产业产值占规模以上工业总产值比重/ Y_1	S_1^+
	人均地区生产总值/ Y_2	S_2^+
	发明专利占全社会专利授权量的比重/ Y_3	S_3^+

3 实证分析

本文通过选取我国长三角地区 12 个国家级创新型城市 2011 年的相关数据作为决策单元样本, 并将相应的投入和产出数据代入到基于投入导向的 CCR 模型, 得到了基于传统 DEA 方法的各城市的创新效率值, 结果如表 2 所示。

表 2 长三角地区国家级创新型城市效率值

城市	综合效率	纯技术效率	规模效率	规模报酬
杭州	0.902 328	0.906 547	0.995 346	递减
湖州	1	1	1	不变
嘉兴	0.776 885	0.855 829	0.907 757	递增
南京	1	1	1	不变
南通	0.845 751	0.909 89	0.929 51	递增
宁波	1	1	1	不变
上海	0.873 155	0.891 181	0.979 773	递减
绍兴	1	1	1	不变
苏州	1	1	1	不变
泰州	0.922 109	1	0.922 109	递增
无锡	1	1	1	不变
扬州	1	1	1	不变
均值	0.943 352	0.963 620 6	0.977 875	

3.1 综合分析

从 BCC 模型计算得到的结果来看, 2011 年长三角地区国家级创新型城市效率的平均值为 0.943 3, 仍然有提升的空间。在 12 个样本城市中, 综合效率值为 1 的一共有 7 个城市, 分别是湖州市、南京市、宁波市、绍兴市、苏州市、无锡市和扬州市, 占整个样本城市数量的 58.33%; 泰州市、杭州市、上海市、南通市和嘉兴市分别位于第 8~12 位, 其中嘉兴市的综合效率值最低, 仅为 0.776 885, 这在一定程度上反映了这些城市在资源配置和政策制定等方面还存在着很大的改善空间。另外, 对于各项资源相对丰富的上海市来说, 尽管其创新城市建设成果要明显于其他城市, 但与其巨大的投入相比效率并不高, 需要进一步优化资源配置, 调节投入与产出

之间的关系。

DEA 方法中, 综合效率又称为规模技术效率, 实质上是技术效率和规模效率的乘积。通过对 DEA 无效的城市的纯技术效率和规模效率的分析可以发现, 创新型城市技术无效的主要原因在于技术效率非 DEA 有效, 并且技术效率平均水平要低于规模效率平均水平。

3.2 技术效率与规模报酬收益分析

通过对长三角地区的国家级创新型城市利用 DEA 方法进行创新型城市效率的评价, 在 12 个样本城市中, 泰州市的纯技术效率为 1, 表明其资源搭配合理, 资源利用效率较高, 达到了纯技术有效; 其综合效率无效的主要原因受规模效率的影响。从规模收益角度看, 泰州市处于规模报酬递增阶段, 表明同比例投入增加带来的产出要高于投入增加的比例, 因此, 泰州市可以适当扩大在相关领域的投入规模从而提高创新城市效率。

在非 DEA 有效的城市中, 嘉兴市和南通市的纯技术效率都低于规模效率, 说明其综合效率无效, 主要原因在于技术效率低下造成的; 并且这两个城市都处于规模报酬递增的阶段, 因此不仅需要注意优化资源配置, 更要注重在相关要素上的投入规模, 实现规模效益。杭州市和上海市的技术效率也低于规模效率, 但与嘉兴市和南通市不同的是, 这两个城市处于规模报酬递减阶段, 因此杭州市和上海市在注重优化资源配置的同时还要减少在某些方面的投入, 从而使得整体效率提高。

3.3 投影分析

对于效率值为 1 的决策单元, 其松弛变量 S 的最优解都为 0, 表明各项资源配置都已经达到了最优, 不需要再进行调节。对于非 DEA 有效的城市, 其资源配置或者相关要素规模至少有一项没有达到最优, 可以通过对投入要素和产出要素之间的配置进行调节, 从而使其资源配置和规模达到最优, 提高创新型城市效率。

过剩量 S^- 是现有产出不变下投入量需要减少的数量, 不足量 S^+ 是现有投入量不变的情况下产出需要增加的量。在 5 个非 DEA 有效的城市中, 全社会研发经费占 GDP 的比重松弛变量都为 0, 即这一指标在样本城市中都已达到最优, 不需要进行调整; 另外, 教育支出占 GDP 的比重在 5 个非 DEA 有效的城市中有 4 个城市存在过剩现象, 而发明专利占全社会专利授权量的比重有 3 个城市存在不足现象。对于这些非 DEA 有效的城市而言, 其创新城市建设的投入要素并未得到充分利用, 从而导致了整体效率低下。以嘉兴市为例, 要想使创新城市建设达到有效的状态, 必须在保持产出不变的情况下减少教育支出占 DGP 的比重 0.221%, 或者在保持创新投入不变的情况下增加发明专利占全社会专利授

权量的比重 1.323%。其余非 DEA 有效的城市要想达到创新有效,也需要根据表 3 的数据进行调整。

表 3 无效决策单元投入冗余量与产出不足量结果

城市	效率值	投入冗余			产出不足		
		s_1^-	s_2^-	s_3^-	s_1^+	s_2^+	s_3^+
泰州	0.922 1	0	-0.000 44	0	0	0	0.001 56
杭州	0.902 3	0	0	0	0.043 22	0	0
上海	0.873 2	0	-0.006 74	-67 431.52	0.150 52	0	0
南通	0.845 8	0	-0.002 11	-2 339.586	0	0	0.030 81
嘉兴	0.776 9	0	-0.002 21	0	0	0	0.013 23

通过上数据的比较可以看出,12 个样本城市的创新型城市效率存在着显著的差异,并且基于投入导向的 BCC 模型下效率为 1 的城市数量要大于效率值小于 1 的城市数量。鉴于传统的 BCC 模型无法实现对效率值为 1 的决策单元进行进一步分析,而超效率模型能够对效率值为 1 的决策单元的效率做进一步分析,因此运用超效率模型对创新型城市的效率进行评价更能够区分出各个城市之间的差异性。

3.4 超效率模型计算结果

鉴于 DEA 的 CCR 模型和 BCC 模型容易出现多个评价单元同时有效的情况,从而难以实现有效决策单元彼此之间的区分,而超效率模型不仅可以实现众多有效单元之间的评价排序,而且不影响无效率决策单元的排序^[13],因此通过超效率模型不仅可以对效率值为 1 的决策单元进行分析比较,还可以对 DEA 无效的决策单元进行分析,通过对投入和产出的调节使其达到相对有效状态。运用超效率 DEA 模型计算得到的创新型城市效率值如表 4 所示。

表 4 超效率模型下的创新型城市评价结果

城市	SE-DEA θ	排名	$\Sigma \lambda$	城市	SE-DEA θ	排名	$\Sigma \lambda$
南京	2.189 2	1	0.824 3	苏州	1.094	7	0.924 4
扬州	1.235 3	2	1.003 9	泰州	0.922 1	8	0.955 9
湖州	1.162 4	3	0.785 5	杭州	0.902 3	9	1.126 6
绍兴	1.148 5	4	0.974 7	上海	0.873 2	10	1.217 9
宁波	1.119 6	5	0.683 4	南通	0.845 8	11	1.072 5
无锡	1.118 2	6	1.010 4	嘉兴	0.776 9	12	1.048 3

通过将泰州、杭州等 5 个城市在超效率模型下得到的效率值与 BCC 模型下计算得到的效率值进行比较可以发现,对于非 DEA 有效的决策单元而言,其在超效率 DEA 模型和 BCC 模型下计算得到的效率值是相等的。在超效率模型下得到的超效率值中,南京市和扬州市的效率值要远远高于其余几座城市,而湖州市、绍兴市、宁波市、无锡市和苏州市的超效率值相差不是太大,表明这几个城市之间的创新型城市建设的差异性不显著。从 $\Sigma \lambda = 1.003 9 > 1$ 来看,扬州市处于规模收益递减阶段,这说明增加要素的投入不会得到更大比例的产出增长,即扬州市的创新型城市建设过程中的资源投入要素配置不科学,存在相对过剩的情况;而其余 $\theta > 1$ 的几个城

市的 $\Sigma \lambda < 1$,说明它们都处于规模收益递增阶段,可以继续通过增加投入获得更高的产出。

4 创新型城市建设模式和对策分析

通过我国对长三角地区的 12 个国家创新型城市进行超效率 DEA 分析,各城市尽管在创新效率和规模收益趋势上存在一定的差异,但可以将其分为 4 类: θ 大于 1 且处于规模报酬递增阶段; θ 大于 1 且处于规模报酬递减阶段; θ 小于 1 且处于规模报酬递增阶段; θ 小于 1 且处于规模报酬递减阶段。下面对这 4 种创新型城市模式进行分析,并提出相应的对策以进一步提高创新型城市建设效率。

(1) θ 大于 1 且处于规模报酬递增阶段的城市有 5 个,分别是南京市、湖州市、绍兴市、宁波市和苏州市。处于这一模式的城市共同特征是效率都是相对有效的,即各项资源配置合理,实现了有效的利用;但其规模报酬都处于递增阶段,这表明对于这些城市而言,可以进一步通过加大各项资源的投入来进一步提高创新型城市建设取得的成果,进而提升整体综合竞争力。

(2) θ 大于 1 且处于规模报酬递减阶段的城市是扬州市和无锡市。尽管这两个城市的综合效率处于相对有效的状态,但呈现规模报酬递减的趋势,即资源要素配置不科学,存在资源相对过剩的情况。这两个城市应该把注意力放在现有基础之上,充分借鉴南京市和苏州市的经验,优化自身产业结构,充分利用现有的能源资源,而不是进一步加大要素投入。

(3) θ 小于 1 且处于规模报酬递增阶段的城市只有泰州市。处于这一模式的城市一方面要注重优化产业结构,科学配置各要素的投入比例,促使创新型城市建设的投入产出效率提升;另一方面,还要加大对创新资源的投入力度,通过各项要素投入的进一步扩大,以期获得更大数量的创新回报。

(4) θ 小于 1 且处于规模报酬递减阶段的城市有杭州市、上海市、南通市和嘉兴市。这些城市的资源利用率低、各项投入要素的组合不佳、产出不足,而且处于规模报酬递减阶段,即通过增加投入并不能带来产出的增加。因此,这一模式下的城市在注重优化资源配置的同时还要减少相关要素的投入,适当减小规模,通过优化产业结构促使创新型城市效率提升,尤其是上海、杭州这两个城市要充分利用其优势,通过加快转变经济发展方式促进产业结构升级,推进高新技术产业和现代服务业的发展,提高创新空间。

5 结论

本文首先运用传统的 BCC-DEA 模型对我国长(下转第 82 页)

- [J]. 科学管理研究, 2013, 33 (2): 23-26
- [19] 李玲, 陶厚永. 纵容之手, 引导之手与企业自主创新——基于股权性质分组的经验证据 [J]. 南开管理评论, 2013, 16 (3): 69-79
- [20] 吴丰祥, 蔡青蓉. 中国台湾, 日本与南韩的区域创新系统之比较研究 [J]. 管理评论, 2007, 19 (8): 17-24
- [21] 刘春香. 美国硅谷高科技产业集群及其对中国的启示 [J]. 工业技术经济, 2006, 24 (7): 35-36
- [22] 顾骅珊, 虞锡君. 韩国建设创新型国家的经验及对嘉兴的启示 [J]. 科技管理研究, 2008, 28 (11): 20-22
- [23] 李晓钟, 张小蒂. 外商直接投资对我国长三角地区工业经济技术溢出效应分析 [J]. 财贸经济, 2004 (12): 75-80
- [24] 樊纲, 王小鲁, 张立文, 等. 中国各地区市场化相对进程报告 [J]. 经济研究, 2003 (3): 9-18
- [25] ARCHIBUGI D, COCO A. Measuring technological capabilities at the country level: A survey and a menu for choice [J]. Research Policy, 2005, 34 (2): 175-194
- [26] FÄRE R, GROSSKOPF S, LOVELL C A K. Production frontiers [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1994
- [27] CAVES D W, CHRISTENSEN L R, DIEWERT W E. Multilateral comparisons of output, input, and productivity using superlative index numbers [J]. The Economic Journal, 1982 (86): 73-86
- [28] TIM C. A guide to DEAP version 2. 1: A data envelopment analysis program [J]. CEPA Working Paper, 1996 (8): 1-46

作者简介: 黄金波 (1983—), 男, 河南光山人, 讲师, 博士, 主要研究方向为金融工程与风险管理。李仲飞 (1963—), 男, 内蒙古鄂尔多斯人, 管理学院执行院长, 长江学者特聘教授, 主要研究方向为金融工程与风险管理。

(上接第71页)

三角地区的12个国家级创新型城市的建设情况进行了相对效率分析, 发现多数城市是DEA有效的; 而对于少数非DEA有效的城市而言, 其无效的主要原因在于技术效率无效, 在今后的创新型城市建设过程中需要更加注重资源的科学合理配置, 提高资源在各方面的利用效率, 从而改善创新型城市建设效率。

由于传统的BCC-DEA模型无法对相对有效的决策单元进行有效评价, 而超效率DEA模型不但能够对所有决策单元进行评价和排序, 而且不影响无效决策单元的排序。在对12个样本城市利用超效率DEA模型进行分析后还将样本城市的发展模式归纳为4类, 并对处于每一发展模式下的城市提出其今后创新型城市建设的重点。

注:

① $S_i = 0$ 表示每个分量 s_i 都小于或等于0。

参考文献:

- [1] 陈昭锋. 深圳创新型城市建设的区域创新体系竞争优势 [J]. 科技与经济, 2006, 19 (4): 3-8
- [2] 侯风华, 赵国杰. 我国东部省市的区域创新能力评价研究 [J]. 科学管理研究, 2008, 26 (2): 21-23
- [3] 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
- [4] 任胜钢, 彭建华. 基于因子分析法的中国区域创新能力的评价 [J]. 系统工程, 2007, 25 (2): 87-92
- [5] 刘凤朝, 沈能. 基于专利结构视角的中国区域创新能力差异研究 [J]. 管理评论, 2006, 18 (11): 43-47
- [6] 詹湘东. 基于知识管理的区域创新能力评价研究 [J]. 科技进步与对策, 2008, 25 (4): 117-121
- [7] CHARLES LANDRY. The creative city: A toolkit for urban innovators [M]. London: Earthscan Publications Ltd., 2000
- [8] FLORIDA RICHARD. The rise of the creative class [M]. New York: Basic, 2002
- [9] 李琬, 张玉利, 胡望斌. 创新型城市第四代创新评价指标体系构建与实证研究 [J]. 科学管理研究, 2010 (1): 54-57
- [10] 杜辉. “创新型城市”的内涵与特征 [J]. 大连干部学刊, 2006, 22 (2): 10-12
- [11] 杜英, 王士军, 张爱宁, 等. 甘肃省创新型城市评价研究 [J]. 中国科技论坛, 2012 (3): 98-103
- [12] 吴文江. 用超效率综合DEA模型来研究DEA有效性 [J]. 数学的实践与认识, 2012, 42 (4): 158-165
- [13] 李恒吉, 陈兴鹏, 许新宇, 等. 基于超效率DEA的甘肃省城市效率演变特征 [J]. 兰州大学学报: 自然科学版, 2012, 48 (5): 35-40

作者简介: 周晶晶 (1990—), 男, 江苏泰兴人, 博士研究生, 主要研究方向为技术管理。吴思慧 (1991—), 女, 江苏宿迁人, 硕士研究生, 主要研究方向为创新管理。沈能 (1976—), 男, 浙江平湖人, 博士, 副教授, 主要研究方向为创新管理。