

基于数据包络分析的环高校知识经济圈创新绩效评价

蔡三发, 张国强, 汪 万

(同济大学 经济与管理学院, 上海 200092)

摘要: 结合数据包络分析(DEA)方法,提出了一种用于评价环高校知识经济圈创新绩效的指标体系模型。分析了环同济知识经济圈(下文称“环同济”)的创新发展情况和演化特征,结合“环同济”的特点构建了创新绩效投入产出框架。以“环同济”的历史数据为实证对象,对其创新绩效情况进行评价,发现“环同济”整体资源配置较为合理,规模效益逐年扩大;政策支持和高校创新要素得到有效的利用,对创新系统规模的扩张有明显的推动作用;同时“环同济”的创新成果转化效益有待提高。据此提出了提升环高校知识经济圈创新绩效和推动协同创新发展的建议。

关键词: 环高校知识经济圈;创新绩效评价;数据包络分析
中图分类号: C93 **文献标志码:** A

Data Envelopment Analysis-based Innovation Performance Evaluation of Knowledge Economy Circle Around Universities

CAI Sanfa, ZHANG Guoqiang, WANG Wan
(School of Economics and Management, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract: Based on the data envelopment analysis (DEA) method, an index system model is proposed to evaluate the innovation performance of the knowledge economy circle around universities. This paper analyzes the innovation development situation and evolution characteristics of the Knowledge Economy Circle Around Tongji University (Hereinafter referred to as "Around Tongji") to construct the innovation performance input-output framework. Taking the historical data of "Around Tongji" as the empirical object, this paper evaluates its innovation performance, and finds that the overall resource allocation of "Around Tongji" is relatively reasonable, and the scale benefit is expanding year by year; The effective use of policy support and university

innovation elements has obviously promoted the expansion of innovation system scale; The transformation benefits of the innovative achievements of the "Around Tongji" need improving. Therefore, suggestions are put forward to improve the innovation performance and promote collaborative innovation in the knowledge economy circle around universities.

Key words: knowledge economy circle around university; innovation performance evaluation; data envelopment analysis (DEA)

随着全球进入知识经济时代,创新成为科技发展和经济多元化竞争的决定性因素,打造创新共同体成为提升城市乃至国家核心竞争力的重要途径。此背景下,环高校知识经济圈成为城市创新与产业一体发展的驱动引擎,主要依托高校,整合政府、高校、企业等优势资源,打造集知识创新、产业制造为一体的知识综合性聚集地。而“环同济”正是其中的佼佼者。

经过多年发展,目前“环同济”成为国内最具影响力的设计产业基地,年产值达到数百亿元。然而,在外部冲击扰动和内部发展放缓的后疫情时期,如何有效评估环高校知识经济圈的创新发展水平,已成为保持城市可持续创新发展的突出现实问题。因此,在环高校知识经济圈规划发展过程中,需要科学且客观地评价环高校知识经济圈的创新发展水平,即对环高校知识经济圈创新绩效评价,可以反映创新系统内部资源配置的平衡度和效率性,对环高校知识经济圈的创新发展具有重要的现实意义。

回顾以往研究发现,国内学者普遍认为,环高校知识经济圈是高校及区域范围的企业、科研机构、服务机构等为了实现资源共享和规模经济,在政府的引导策动下,相互联合并共同致力于科学研究、成果

收稿日期: 2023-02-28

第一作者: 蔡三发(1973—),男,研究员,博士生导师,主要研究方向为高等教育管理、创新与技术管理。

E-mail: csf@tongji.edu.cn

通信作者: 张国强(1999—),男,硕士生,主要研究方向为创新与技术管理。E-mail: iverry.zhang@qq.com



论文
拓展
介绍

转化、产业发展而形成的区域经济合作体。例如,陈强^[1]和袁胜军^[2]两位学者重点强调了政府行为在“环同济”知识经济圈形成过程中的策动作用。数据包络分析(DEA)方法在创新绩效评价领域已被广泛采用^[3-7]。DEA广泛应用于多投入与多产出的场景中,是一种实用且经典的非参数数据分析方法。

本文将环高校知识经济圈的创新活动看作一个整体的投入产出过程,以“环同济”为实证研究对象,结合DEA方法,提出一种适用于环高校知识经济圈创新绩效评价的方法。

1 “环同济”发展现状

“环同济”从二十一世纪80年代初起步,经历萌芽起步期、快速成长期和创新发展期3个阶段。多年来,“环同济”背靠同济大学,丰富的人才储备和技术资源促进了建筑与环境设计产业快速崛起,成为杨浦区乃至上海市标志性设计产业集聚区,创造了“市场驱动、学科支撑、企业主体、政府引导”的产业发展新模式。通过充分发挥同济大学优势学科和同济科学园对产业的引领和支撑作用,形成了以建筑与环境设计、产品设计为主导的产业集群。其发展模式具有区校共同推进、知识驱动创新、产城融合共生、集聚特征明显等特征,总产出从最初的10亿元增至“十三五”期末的495亿元。

2 评价模型构建

2.1 DEA方法简介

数据包络分析(DEA),是一种基于相对效率的评价方法,对具有多项投入和产出的决策单元(DMU)进行效率评价,评估其是否处于投入产出均衡的状态,同时还可以评价效率的相对有效性^[8]。

本文构建以产出为导向的DEA-BCC模型,对“环同济”知识经济圈创新系统的创新综合效率(TE)进行测度。其中综合效率可以分解为纯技术效率(PTE)和规模效率(SE),且综合效率=纯技术效率×规模效率。具体模型计算如下:

$$\begin{cases} \text{Min } \theta = \theta^* \\ \text{s.t. } \begin{cases} \sum_{j=1}^n \lambda_j x_j + s^+ = \theta x_{j0} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_j - s^- = y_{j0} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ \lambda_j, s^+, s^- \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \end{cases} \end{cases}$$

2.2 建立指标体系

“环同济”知识经济圈各主体的创新活动涉及的投入和产出要素较为复杂,且无法通过单一的评价模式进行衡量。因此,本文从“环同济”知识经济圈的整体发展水平的角度出发,选取“环同济”相关经济指标,以及科技产出指标等作为创新产出。在创新投入指标的选取上,本文侧重政府的拉动作用,以及高校知识的影响。

根据对“环同济”发展特征的分析,结合国内外学者在区域创新绩效评价方面的研究^[9-17],梳理文献中的相关指标,以构建“环同济”知识经济圈的创新绩效评价指标体系,如表1所示。

表1 “环同济”知识经济圈的创新绩效评价指标体系
Tab.1 Innovation performance evaluation indexes

评价维度	一级指标	二级指标
投入维度	政府政策支持	科学技术财政支出/万元
		创新资金项目数量/项
投入维度	高校创新要素	科研人员数量/人
		科研经费内部支出/千元 专利申请量/件
产出维度	区域创新规模	知识密集型服务业增加值/亿元
		高新技术产业产值/亿元
	区域创新效益	科技产业化项目数/项 技术交易合同金额/亿元

2.3 计算指标权重

在选取了投入和产出指标后,为了避免对指标权重的主观性判断,运用熵值法计算相应的指标权重,其能够根据指标包含的信息量客观地确定指标权重,以达到对数据进行信息量的提取和降维的效果,从而满足DEA方法对数据的要求,如表2所示。

3 实证分析

3.1 数据来源与模型应用

本文以2011—2020年“环同济”知识经济圈的创新活动指标为样本进行研究,相关数据分别来自于杨浦区统计局、《杨浦统计年鉴》、《中国科技统计年鉴》、《高等学校科技统计资料汇编》等官方统计资料,其中个别缺失数据在考虑实际情况后采用线性插值法进行补全。

在模型应用过程,首先将数据进行标准化,根据

表 2 指标权重结果

Tab.2 Index weighting results

评价维度	一级指标	二级指标	权重
投入维度	政府政策支持	科学技术财政支出/万元	0.534
		创新资金项目数量/项	0.466
	高校创新要素	科研人员数量/人	0.260
		科研经费内部支出/千元	0.411
产出维度	区域创新规模	专利申请量/件	0.329
		知识密集型服务业增加值/亿元	0.621
	区域创新效益	高新技术产业产值/亿元	0.379
		科技产业化项目数/项	0.284
		技术交易合同金额/亿元	0.716

各二级指标的权重,计算出对应一级指标的得分,应用DEA-BCC模型,计算得出“环同济”知识经济圈的创新绩效,并加以分析评价。

3.2 DEA效率分解

采用DEA方法对“环同济”知识经济圈 2011—2020年的创新绩效进行测度,具体包括综合技术效率、纯技术效率、规模效率,相关结果见表 3 所示。根据表 3 的结果可知:

(1) “环同济”创新绩效的综合效率值均在 0.75 以上,且平均水平为 0.915,这表明“环同济”的总体创新绩效较为优秀,各项创新资源配置都能得到有效均衡的利用,政府和高校的科研创新活动能得到及时的转化和直接的经济效益。

(2) “环同济”整体的纯技术效率值均处于较高水平,代表系统的创新投入要素得到了有效利用。但在 2014—2019 年间,“环同济”创新的纯技术效率大幅下降后又逐渐恢复到有效状态,说明创新系统有主动的调控和适应能力,在发生内部或外部环境变化时能够有效调整。

(3) 三个效率指标中规模效率的水平最高,这表明了“环同济”的创新资源投入规模一直保持着接近最优的状态,因此,政府与高校应积极推动系统转型升级以获得更大的规模效益^[18]。

3.3 规模报酬分析

规模报酬分析的是创新系统的活动是否属于最优的开展规模,由模型计算得到“环同济”2011—2020年的规模报酬系数见表 4 所示。2011—2020 年间,“环同济”的规模效益大多处于规模报酬递增的状态,这说明应该继续加大“环同济”创新要素的投入力度和创新活动的开展规模,以获取更大的创新效益,拓宽“环同济”的发展路径和辐射范围。一方面,这是由于“环同济”的规模扩张与地区高质量发展同频共振,使得创新系统的资源投入能够始终获得相应的规模效益^[19]。另一方面,政府和高校对于

表 3 “环同济”创新绩效状况

Tab.3 Innovation performance of "Around Tongji"

年份	综合效率	纯技术效率	规模效率
2011	1.000	1.000	1.000
2012	0.930	0.961	0.968
2013	0.937	1.000	0.937
2014	1.000	1.000	1.000
2015	0.800	0.877	0.913
2016	0.872	0.912	0.957
2017	0.751	0.752	0.999
2018	0.887	0.891	0.996
2019	1.000	1.000	1.000
2020	0.971	0.972	0.998
均值	0.915	0.937	0.977

“环同济”的主动规划和策动,为创新系统演化提供了稳定可靠的环境,使得创新资源的投入都能得到有效的利用,从而不断扩大规模效益。

3.4 投入冗余和产出不足分析

通过投入冗余和产出不足情况,分析影响“环同济”知识经济圈创新绩效的主要因素,找出推动“环同济”发展的主要动力和关键发力点。计算结果见表 5 所示。

“环同济”的投入冗余情况主要由政策支持因素导致,其平均投入冗余率是 7.2%。这是由于对“环同济”知识经济圈来说,政府政策支持的投入和影响是长远且难以量化的。从“环同济”创新效率的分析中也可以看出,每当系统的创新效率达到瓶颈时,政策发力是促使“环同济”资源配置和规模扩张的有效手段。虽然充分的政府投入会导致短期冗余率的上升,但对于整个系统的发展来说,政府的策动作用是必不可少的。相对于短期效益,政府应当更加关注政策和资金投入带来的长期增长。

“环同济”的产出不足情况主要发生在创新效益上,其平均产出不足率为 22.1%。由于地区经济发

表4 规模报酬分析

Tab.4 Return to scale analysis

年份	规模报酬系数	规模报酬状态
2011	1.000	规模报酬固定
2012	0.788	规模报酬递增
2013	0.177	规模报酬递增
2014	1.000	规模报酬固定
2015	0.317	规模报酬递增
2016	0.303	规模报酬递增
2017	0.983	规模报酬递增
2018	0.876	规模报酬递增
2019	1.000	规模报酬固定
2020	0.948	规模报酬递增

表5 投入冗余和产出不足分析

Tab.5 Analysis of input redundancy and output insufficiency

评价维度	一级指标	投入冗余率 (产出不足率)
投入维度	政策支持	0.072
	创新要素	0
产出维度	创新规模	0
	创新效益	0.221

展水平较高,政府的政策投入和高校的知识溢出可以顺利地获取规模经济收益,使得规模产出可以达到相应水平。而创新成果转化效益受多方面的影响会有一定的时滞性,因此,政府和高校应当积极引导“环同济”创新系统升级转型,加快新旧动能转化,拓展科技成果转化新场景。

4 结论与启示

“环同济”是发展潜力十足的创新生态系统,也是国内较为成熟的环高校知识经济圈发展案例。本文结合熵值法和DEA等方法,提出一种用于评价“环同济”知识经济圈创新绩效的指标体系框架,通过对“环同济”知识经济圈创新绩效的实证分析发现:

(1)“环同济”整体创新效率水平为0.915,资源配置较为合理,规模效益逐年扩大;

(2)政策支持和引导较为深入,高校创新要素得

到有效的利用,对创新系统规模的扩张有明显的推动作用;

(3)对“环同济”知识经济圈的创新成果方面,其成果转化效益明显欠缺,亟待进一步加快系统升级转型,促进知识吸收和科技成果产业化。

根据“环同济”发展现状和创新绩效评价结果,围绕“环同济”创新绩效水平和资源配置率方面,提出以下4个方面的建议:

(1)优化顶层设计,做好产业规划研究,拓展科技成果转化、科技企业孵化、科技人才培养等功能。

(2)提升产业能级,坚持现代创意设计产业的主导地位为基础,积极推动产业升级。

(3)加强平台运营与管理,优化创新资源配置,推动产业梯度转移、结构优化和竞争力提升。

(4)完善科技成果转化机制,通过市场手段和产学研合作,为“环同济”科研创新的健康发展提供持续动力。

此外,本文还存在不足之处:选取的创新要素仍不足以全面覆盖到创新系统的所有因素,后续研究将量化考虑企业的研发创新投入与产出;由于数据的统计限制,实证研究的年份相对较少,未来研究需要进一步收集整理数据,更加真实反映“环同济”知识经济圈的创新发展水平。

作者贡献声明:

蔡三发:论文选题,设计论文框架,写作指导;

张国强:整理文献,开展调研,论文撰写及修改;

汪万:选题优化,方法设计,思路指导。

参考文献:

- [1] 陈强,赵程程.环同济知识经济圈发展中的政府策动演化路径研究[J].同济大学学报(社会科学版),2013,24(1):109.
CHEN Qiang, ZHAO Chengcheng. The historical evolution of government-launched cluster initiative on knowledge economy circle around Tongji University. [J]. Journal of Tongji University(Social Science Edition), 2013, 24(1): 109.
- [2] 袁胜军,赵相忠.政府在环大学产业圈形成过程中的角色研究——基于同济现象的分析[J].科技进步与对策,2011,28(19):57.
YUAN Shengjun, ZHAO Xiangzhong. A study on government role in the formation process of industrial belt around university——based on the analysis of "Tongji phenomenon" [J]. Science & Technology Progress and Policy, 2011, 28(19): 57.
- [3] 许敏,王慧敏,钱一奇.高校科技创新绩效评价及协同创新机制研究——以长三角区域82所高校样本比较分析为例[J].中国高校科技,2021(10):44.
XU Min, WANG Huimin, QIAN Yiqi. Research on the performance evaluation and collaborative innovation mechanism

- of scientific and technological innovation in colleges and universities [J]. Chinese University Science & Technology, 2021(10):44.
- [4] 张家峰, 李佳楠, 陈红喜, 等. 长三角高校科研创新绩效评价及影响因素研究——基于DEA-Malmquist-Tobit模型[J]. 科技管理研究, 2020, 40(9):80.
ZHANG Jiafeng, LI Jianan, CHEN Hongxi, *et al.* Research on the performance evaluation and influencing factors of scientific research innovation in universities across the yangtze river delta: based on DEA-Malmquist-Tobit model[J]. Science and Technology Management Research, 2020, 40(9):80.
- [5] 王彩明, 李健. 中国区域绿色创新绩效评价及其时空差异分析——基于2005-2015年的省际工业企业面板数据[J]. 科研管理, 2019, 40(6):29.
WANG Caiming, LI Jian. An evaluation of regional green innovation performance in China and its spatial-temporal differences based on the panel data of inter-provincial industrial enterprises from 2005 to 2015 [J]. Science Research Management, 2019, 40(6):29.
- [6] 赵喜洋, 刘雅琴. 湖北省高新技术企业科技创新绩效评价研究[J]. 科技进步与对策, 2017, 34(22):133.
ZHAO Xiyang, LIU Yaqin. Study on the innovation level of science and technology of high-tech industries in Hubei province [J]. Science & Technology Progress and Policy, 2017, 34(22):133.
- [7] 柴玮, 申万, 毛亚林. 基于DEA的我国资源型企业科技创新绩效评价研究[J]. 科研管理, 2015, 36(10):28.
CHAI Wei, SHEN Wan, MAO Yalin. Innovation performance evaluation of China's resource enterprise based on DEA[J]. Science Research Management, 2015, 36(10):28.
- [8] 郭京福, 杨德礼. 数据包络分析方法综述[J]. 大连理工大学学报, 1998(2):116.
GUO Jingfu, YANG Deli. A survey of data envelopment analysis[J]. Journal of Dalian University of Technology, 1998(2):116.
- [9] 袁胜军, 赵相忠. 基于三螺旋模型的环大学产业圈建设路径选择[J]. 科技进步与对策, 2013, 30(10):55.
YUAN Shengjun, ZHAO Xiangzhong. The construction path choice of university industrial circle based on triple helix model [J]. Science & Technology Progress and Policy, 2013, 30(10):55.
- [10] YASUYUKI Motoyama. Long-term collaboration between university and industry: a case study of nanotechnology development in Japan [J]. Technology in Society, 2014, 36(2):39.
- [11] COOKE. Regional innovation systems: the role of governances in a globalized world[M]. London: UCL Press, 1998.
- [12] 张展辉. 知识密集型服务业对中国高校科技成果转化影响研究[D]. 广州: 暨南大学, 2020.
ZHANG Zhanhui. Research on the influence of KIBS on the technology transfer in Chinese universities [D]. Guangzhou: Ji'nan University, 2020.
- [13] 张浩, 霍国庆, 汪明月, 等. 科技成果转化的战略绩效评价——基于国家科学技术进步奖成果的实证研究[J]. 科学学与科学技术管理, 2020, 41(8):7.
ZHANG Hao, HUO Guoqing, WANG Mingyue, *et al.* Strategic performance evaluation of transformation of scientific and technology achievements: an empirical study based on national progress prize in scientific [J]. Science of Science and Management of Science & Technology, 2020, 41(8):7.
- [14] BURG E V, BERENDS H, RAAIJEM Y. Framing and interorganizational knowledge transfer: a process study of collaborative innovation in the aircraft industry [J]. Journal of Management Studies, 2014, 51(3):349.
- [15] TENG T W, CHEN J Y. The performance space measurement of regional innovation system based on neuropsychology [J]. Cognitive Systems Research, 2019, 56:159.
- [16] CHENG H, ZHANG Z, HUANG Q, *et al.* The effect of university-industry collaboration policy on universities' knowledge innovation and achievements transformation: based on innovation chain[J]. Journal of Technology Transfer, 2020, 45(2):522.
- [17] A L B, S B. Science, technology and innovation policy [M]. New York: Oxford University Press, 2005.
- [18] LEE Jeongdong, PARK Chansoo. Research and development linkages in a national innovation system: factors affecting success and failure in Korea [J]. Technovation, 2006, 26(9):1045.
- [19] 孙丽文, 李跃. 京津冀区域创新生态系统生态位适宜度评价[J]. 科技进步与对策, 2017, 34(4):47.
SUN Liwen, LI Yue. Evaluation on niche suitability of the innovation ecosystem of Beijing-Tianjin-Hebei [J]. Science & Technology Progress and Policy, 2017, 34(4):47.