

长三角城市群创新效率测度¹

徐林心

(1. 石河子大学经济与管理学院, 新疆石河子 832003;

2. 常州工程职业技术学院经济管理学院, 江苏常州 213164)

【摘要】文章基于投入产出视角, 构建长三角城市群创新投入与产出评价指标体系, 运用数据包络分析法(DEA) 测度长三角城市群的创新效率。结果发现, 长三角城市群的创新效率与这些城市 R&D 经费投入呈正相关性。长三角城市群应加大创新资金投入, 建立与之配套的经费使用管理机制, 促进创新科技成果的有效转化, 拉动城市群整体创新效率提升, 推动社会经济的转型升级。

【关键词】投入产出; 长三角城市群; 创新效率

【中图分类号】F127 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1002-6487(2021)02-0084-04

引言

创新是引领国民经济发展的第一动力, 持续的高创新投入是创新活动的保障, 是高创新产出的重要前提。十九大报告中明确规划了区域经济协调发展的目标, 着力推动区域各层面战略性联动和全局性发展。促进区域经济协调发展, 以长三角城市群创新效率的增长驱动周边区域乃至全国经济的快速发展, 实现创新型国家总体建设目标, 是现实发展的需要。

区域经济协调发展的研究取得了不少成果。如李邃和万秉烛(2017)^[1]以长江沿岸区域为研究对象, 利用 DEA 数据模型, 探究创新活动投入产出效率关联性。张新民和张婷婷(2017)^[2]从区域文化发展研究视角, 分析在区域协调发展过程中, 文化因素对创新效率的影响。冯南平和魏芬芬(2017)^[3]针对 31 个省份的面板数据展开研究, 导入时间等虚拟变量, 测算影响创新活动的各种因素, 分析各个区域的创新活动是否存在时间维度差异。李永周和袁波(2018)^[4]利用 DEA 数据模型, 选取我国 31 个省份的创新投入与产出信息, 从创新投入与效益产出两个阶段进行具体评估测算, 从创新有效性、经济有效性及综合有效性维度实施评价。杜爽等(2018)^[5]认为区域发展的创新能力受多方面因素的影响, 其创新研究视角, 对比分析了京津冀、长三角两个重要经济区域的创新能力, 结果发现区域制造业企业的集聚和创新环境的营造对于区域创新能力的影响十分大。庞庆华等(2019)^[6]选取 2007—2017 年长江经济带数据, 采用区位熵和熵权法, 科学测量区域金融生态圈集聚效益, 构建耦合协调模型, 引入空间权重评价指标, 精准测算长江经济带的金融创新活动和生态圈集聚效应。危怀安和平霞(2019)^[7]在研究中以武汉城市圈为例, 采用 DEA 模型对 2007—2016 年武汉城市圈的科技创新和经济产出的阶段效率进行测算, 发现武汉城市圈的科技创新效率时空差异明显, 其中的成员城市和中心城市间效率差距先缩小后扩大, 严重制约了城市圈整体效率提升。

现有文献较少从投入产出角度对长三角城市群的创新效率展开研究。因此, 本文基于投入产出视角, 以长三角城市群为例, 对城市群创新效率进行研究。

基金项目: 国家社会科学基金资助项目(15XJL020); 常州工程职业技术学院“大数据商务智能研究院”项目(11130900120001)

作者简介: 徐林(1981—), 男, 安徽马鞍山人, 博士研究生, 讲师, 研究方向: 产业经济。

1 研究设计

1.1 模型构建

超效率 DEA 模型能够对效率值超过 1 的 DMU 效率进行测量,从而能够满足有效单元的效率评估。在模型构建过程中,为了测量的便利,将研究对象都视作独立的决策单元,简称 DMU。根据各个 DMU 的创新投入和产出变量,得到相对有效的生产边界值,比较分析各个 DMU 与有效的生产边界值的差异,从而确定各个 DMU 的效率。

假设 DMU 数量有 n 个,记为 $j=1, 2, 3, \dots, n$, 各个 DMU 的创新投入为 p , 记为 $X_p=(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj})$, s 种产出, 记为 $Y_j=(y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{sj})$, 由此确定其超效率表达式为:

$$\begin{aligned} \min \theta - \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right) \\ s.t. \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j - s_i^- = \theta x_{ij} \\ \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = y_{rj} \\ \lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \end{aligned}$$

其中, θ 为 DMU 的超效率值, ε 为非阿基米德无穷小量, 而 s^+ 、 s^- 成为输入输出的松弛变量, x_{ij} 为第 j 个 DMU 的第 i 种创新投入总量, y_{rj} 为第 j 个 DMU 的第 r 种类型创新产出总量, $x_{ij} > 0, y_{rj} > 0, \lambda_j$ 为投入产出指标权重系数。

同时,为了充分考虑创新投入和产出的松弛状况,本文在目标函数中假设长三角城市群的创新投入和产出指标为无量纲数据,并不考虑投入产出指标对于创新项目效率的度量影响。另外,DMU 的创新投入与产出效率规律呈现单调递减趋势,符合实际的创新生产活动规律,从而从深层次揭露效率本质。其测量模型如下:

$$\begin{aligned} p^* = \min \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_i^-}{i_0}}{1 + \frac{1}{s_1 + s_2} \left(\sum_{r=1}^{s_1} \frac{s_r^g}{y_{r_0}^g} + \sum_{r=1}^{s_2} \frac{s_r^b}{y_{r_0}^b} \right)} \\ s.t. \ x_0 = \lambda X + s^- \\ y_0^g = \lambda Y^g + s^+ \\ y_0^b = \lambda Y^b + s^b \\ s^-, s^g, s^b, \lambda \geq 0 \end{aligned}$$

其中, λ 为指标权重向量, s^+ 、 s^- 为输入输出的松弛变量, s^g 为产出可增加量, s^b 为产出可减少量。 p^* 为目标函数, 会随着数值的增大而单调递减, 其取值范围为 $0 \leq p^* \leq 1$ 。当函数值 $p^*=1$ 时, $s^-=0, s^g=0, s^b=0$, 表明具有效率; 当 $p^*<1$ 时, 表示是无效状态, 必须从投入产出的各个具体要素着手, 进行效率改进提升。

1.2 评价指标设计

结合已有研究[8—11], 本文在测度长三角城市群投入产出创新效率时, 根据创新发展实际, 选取投入与产出评价指标体系, 如表 1 所示。

表 1 长三角城市群创新投入与产出评价指标体系

一级指标	二级指标	指标描述
创新投入	R&D 人力投入	R&D 人员数量 (人)
	R&D 经费投入	R&D 经费金额 (亿元)
创新产出	经济效益产出 知识成果产出	高技术产品产值 (亿元) 专利授权数量 (件)

表 1 中, 创新投入的关键性指标主要是 R&D 相关的指标内容, 本文选取 R&D 人员数量、R&D 经费金额作为衡量指标。关于创新产出指标主要是科技成果转化, 主要采用高技术产值、专利授权数量来衡量城市群创新产出水平。

2 结果分析

2.1 数据来源

本文参照 2018 年福布斯中国“创新力最强的 30 个城市”榜单, 选取苏州、上海、杭州、南京、昆山、宁波、无锡、绍兴、镇江、太仓、合肥、湖州、常州、芜湖、慈溪、宜兴、南通和嘉兴 18 个长三角城市群区域城市作为样本, 数据来自《中国统计年鉴》。由于创新投入对产出效率的作用需要一定的反应时间, 具有明显的滞后性, 因此以第 t 年为创新产出数据时间 $t-1$ 年为创新投入数据, 以充分保障研究的科学性和有效性:

2.2 数据处理

超效率 DEA 模型实证研究中, 选取的是长三角城市群的 18 个城市作为研究对象, 由此可知模型中的 DMU 数量为 18。借助 MaxDEA 软件进行数据处理, 在得出的创新投入和产出效率数据基础上, 借助 SPSS23.0 软件处理研究数据。

关于长三角城市群创新效率的测算, 应充分意识到创新投入对产出效率的作用需要一定的反应时间, 具有明显的滞后性。故应选取 t 年的创新产出指标, 创新投入指标则选取 $t-1$ 年统计数据。为了进一步保障研究的科学性和有效性, 留出一定的测量时间长度, 即 2017 年的创新投入和 2018 年创新产出数据。为了确定相关数据能够满足研究需要, 对数据进行处理, 如表 2 所示。

表 2 Pearson 相关系数检验分析

变量	R&D 人员数量	R&D 经费金额	高技术 产品产值	专利 授权数量
R&D 人员数量	1	0.524	0.887**	0.704**
R&D 经费金额	0.537*	1	0.649*	0.987**
高技术产品产值	0.957**	0.698*	1	0.741**
专利授权数量	0.764**	0.894**	0.778**	1

注: *表示在 0.05 水平上显著相关; **表示在 0.01 水平上显著相关

由表 2 可知, 长三角城市群创新投入和产出的各个衡量指标之间呈现显著的相关性, 能够用于下文的长三角城市群创新效率评估工作。

2.3 原始 DEA 输出结果

利用 MaxDEA 软件得到原始的 DEA 输出结果, 具体如下页表 3 所示。其中, 技术效率反映的是决策单元在一定规模的创新投入要素基础上的创新生产效率状况, 当其效率值为 1 时, 则表明该决策单元的投入产出是有效的; 纯技术效率指的是投入一定的管理、技术等要素的创新生产效率状况, 当效率值为 1 时, 则表明该决策单元的投入资源利用是有效的; 规模技术效率则是指区域内规模效率产生的创新生产效率状况。

由表 3 可知, 苏州、上海、杭州、南京等城市效率值都达到了 1, 表明这些处于长三角城市群的城市具有强 DEA 有效, 而其他的长三角城市 DEA 有效情况差异较大。但从总体上看, 长三角城市群各个城市的技术效率均值为 0.747, 具有较大的创新发展空间。

就纯技术效率而言, 长三角城市群的纯技术效率均值为 0.914, 同时强 DEA 有效城市有宁波、南京、杭州、上海、苏州、无锡、昆山等, 其纯技术效率值为 1, 其他城市的纯技术效率值均小于 1, 处于无效水平。由此可知, 虽然这些城市的创新资源在一定程度上得到了有效的利用, 但由于其规模无效导致了最终结果的无效, 因此这些城市创新发展改革的重点应放在开发规模效益上。

从规模技术效率角度分析, 长三角城市群的规模技术效率均值为 0.821, 在此水平之上的城市主要有苏州、上海、杭州、南京、昆山、无锡、合肥、常州、宜兴、南通等, 具有规模效率有效, 而其他长三角城市则处于规模无效。

表 3 2017 年的创新投入和 2018 年创新产出原始 DEA 输出结果

城市	技术效率	纯技术效率	规模技术效率
苏州	1.000	1.000	1.000
上海	1.000	1.000	1.000
杭州	1.000	1.000	1.000
南京	1.000	1.000	1.000
昆山	0.847	1.000	0.864
宁波	0.758	1.000	0.768
无锡	0.841	1.000	0.854
绍兴	0.568	0.657	0.598
镇江	0.574	0.674	0.574
太仓	0.498	0.541	0.624
合肥	0.687	0.748	0.847
湖州	0.547	0.684	0.621
常州	0.747	0.874	0.903
芜湖	0.654	0.789	0.748
慈溪	0.541	0.651	0.514
宜兴	0.754	0.798	0.904
南通	0.801	0.867	0.987
嘉兴	0.724	0.804	0.784
长三角城市群	0.747	0.914	0.821

2.4 回归结果分析

长三角城市群创新效率受随机因素的影响，且受金融发展因素的影响较大，另外过分的政府干预很容易导致长三角城市群创新投入资源的浪费，无法真正实现创新资源的优化配置。因此，在此基础上，为了降低 DEA 效率测量的偏差，应科学调整创新投入变量，构建 SFA 回归模型，设置自变量受教育人口数量 X_1 、城市经济发展水平 (GDP) X_2 、区域科技经费筹集中金融机构支持情况 X_3 、区域科技经费筹集中政府支持情况 X_4 、基础设施状况 X_5 。

表 4 SFA 回归模型投入变量松弛值

城市	X_1 松弛值	X_2 松弛值
苏州	12147521.10	0.000
上海	0.000	0.000
杭州	1.000	0.000
南京	0.000	0.000
昆山	0.000	101.14
宁波	0.000	80.24
无锡	0.000	0.000
绍兴	0.000	0.000
镇江	0.000	0.000
太仓	214755.35	0.000
合肥	0.000	3451.14
湖州	0.000	0.000
常州	0.000	0.000
芜湖	0.000	52.14
慈溪	0.000	531.01
宜兴	0.000	0.000
南通	41234.74	0.000
嘉兴	0.000	0.000
Γ 值	0.832141	0.210475

由表 4 和表 5 可知，各个自变量对于因变量的影响明显，有正向影响，也有负向影响，综合分析得出以下结论：

(1) 长三角城市群创新投入与产出系统中，随机因素对于其创新效率影响较大， X_1 和 X_2 的投入松弛变量模型的 Γ 值均介于 0.1-0.9, 经显著性检验，模型成立。

表 5 SFA 回归模型

	X_1 投入变量 SFA	X_2 投入变量 SFA
常数	-32426346.00	-9543.32
X_1	324212.3	104.387
X_2	322.089	-0.029
X_3	-2434192	-873.489

X_4	283192	72.032
X_5	1982334	179.342

(2)数据表明长三角城市群创新投入与产出变量,对于各个松弛变量影响明显,其中数值为正表明具有正向作用,数值为负表明具有负向作用。由上海、南京、苏州、杭州是强 DEA 有效城市可知,加大创新投入,营造积极和谐的科技创新环境,强化城市科技资源管理,对于提升城市的创新产出至关重要。

(3)从长三角城市群创新投入与产出效率分析发现,提高研究员的综合素质,需要投入更多的资金和资源,虽然在一定时间内可能会增加资金投入,但从长远看有利于避免研究员的冗余。

(4)政府过度干预可能导致创新投入浪费,不利于资源有效配置。结合南通的创新效率变化分析,可知南通的实际 R&D 经费投入产出过程中,存在严重的资源浪费问题,是导致南通创新产出产值下降的主要原因。

2.5 调整后的 DEA 结果

为了降低 DEA 效率测量的偏差,结合上文分析结果,对创新投入变量进行调整。在此基础上,再次进行 DEA 结果测算,结果如表 6 所示。

表 6 调整后的 DEA 输出结果

城市	技术效率	纯技术效率	规模技术效率	变化趋势
苏州	1.000	1.000	1.000	不变
上海	1.000	1.000	1.000	不变
杭州	1.000	1.000	1.000	不变
南京	1.000	1.000	1.000	不变
昆山	0.854	1.000	0.884	提高
宁波	0.768	1.000	0.799	提高
无锡	0.837	1.000	0.868	提高
绍兴	0.517	0.621	0.568	降低
镇江	0.534	0.637	0.551	降低
太仓	0.458	0.509	0.600	降低
合肥	0.643	0.715	0.814	降低
湖州	0.501	0.663	0.601	降低
常州	0.717	0.850	0.890	降低
芜湖	0.621	0.762	0.704	降低
慈溪	0.504	0.634	0.501	降低
宜兴	0.708	0.741	0.891	降低
南通	0.686	0.634	0.423	降低
嘉兴	0.710	0.798	0.747	降低
长三角城市群	0.706	0.901	0.813	降低

由表 6 可知,长三角城市群的创新效率有所变化,但一些城市的创新效率的变化较小,尤其是上海、南京、苏州、杭州这

些城市的变化几乎是可以忽略不计的,处于效率前沿面;昆山、宁波、无锡三个城市的创新效率有所提高;剩下的 12 个长三角城市的创新效率有一定程度的降低:其中,南通的创新效率变化程度较大,技术效率由调整前的 0.808 下降为调整后的 0.423。由此可知,南通市在实际的创新投入与产出活动过程中,可能会存在极为严重的资源浪费现象,这可能是导致南通市创新产出产值下降的主要原因。另外,苏州、上海、杭州、南京的创新效率一直处于较高水平,表明其创新投入转化为具体的创新产出效率具有强 DEA 有效,这很大程度上与这些城市 R&D 经费投入逐年提升,且一直在完善经费使用管理机制,提升经费的利用率,并高度重视创新科技成果转化工作有关。

3 结束语

本文实证结果显示,长三角城市群的创新效率很大程度上与这些城市 R&D 经费投入关联密切,呈正相关关系。然而长三角城市群内的 18 个城市的创新效率差异明显,其中苏州、上海、杭州、南京是强 DEA 效率城市,表明这些城市的创新成果转化效率较高。

首先,要想带动长三角城市群整体创新效率的提升,应充分发挥强 DEA 效率优势,培育城市创新集聚动力,积极推动并带动长三角城市群创新研发平台,构建完善的生态创新系统,建立联合的城市群创新网络系统,进一步提高长三角城市群创新投入产出比^[12]。其次,长三角城市群发展过程中,应充分加强创新投入的使用管理工作,注重尊重和保护知识产权价值,以激活城市的有效创新因子,引导城市的创新投入与产出活动,从而促进城市创新驱动力的释放。同时,长三角城市群创新发展过程中应注重强化市场导向的科技成果转化制度,除加大创新投入之外,借助信息化建设成果,构建创新资源共享平台也十分必要,有利于共建长三角城市群创新孕育高地^[13]。最后,长三角城市群内的科技人才流动机制的构建涉及多个方面的内容,包括户籍制度、薪酬制度、养老机制及子女教育问题等,必须充分考虑这些因素,打破城市群内科技人才的流动壁垒,调动科技人才的工作积极性和主动性,建设完善有效的城市群科技人才流动机制。

参考文献:

- [1]李邃,万秉烛.长江经济带区域创新系统投入与产出效率研究[J].统计与决策,2017,(23).
- [2]张新民,张婷婷.文化对企业创新效率的影响——基于区域文化的视角[J].学术交流,2017,(5).
- [3]冯南平,魏芬芬.创新要素区域流动的影响因素及其时间差异分析[J].中国科技论坛,2017,(2).
- [4]李永周,袁波.基于投入产出分析的区域创新驱动效率测度[J].统计与决策,2018,(8).
- [5]杜爽,冯晶,杜传忠.产业集聚、市场集中对区域创新能力的作用——基于京津冀、长三角两大经济圈制造业的比较[J].经济与管理研究,2018,39(7).
- [6]庞庆华,李铭珍,李涵.长江经济带金融集聚、区域创新与生态效率的空间耦合协调发展研究[J].工业技术经济,2019,38(2).
- [7]危怀安,平霞.区域协同视角下城市群科技创新与经济产出效率时空分异研究——以武汉城市圈为例[J].科技进步与对策,2019,5(9).
- [8]董洁,张体委.长三角地区高技术产业 R&D 资源配置效率优化研究[J].科技进步与对策,2012,29(21).

[9]Park K M, Shin J S, Park Y T. A Study on the Aggregation and Structuring of Technological Knowledge Indicators [J]. Technology Innovation Research, 2003, (11).

[10]Belderbos R, Carree M, Lokshin B. Cooperative R&D and Firm Performance [J]. Research Policy, 2004, 33(10).

[11]赵建吉, 曾刚. 创新的空间测度:数据与指标[J]. 经济地理, 2009, (8).

[12]周韬. 空间与产业双重维度下的城市群经济增长机理及空间外部性测度——以长三角城市群为例[J]. 城市发展研究, 2018, 25(6).

[13]黄丽, 王晓燕, 熊瑶. 长三角城市群创新产出差异的时空演变及影响因素[J]. 科技管理研究, 2018, 38(19).