

江苏省高新技术产业园区科创效率及影响因素

张家峰, 陶 吉, 杜 芸, 杨 青

(南京工业大学 经济与管理学院, 南京 211816)

摘要:基于2016—2020年江苏省国家高新区面板数据,运用数据包络分析(DEA)和Malmquist指数对江苏省国家高新区的静态和动态效率进行测算,并采用面板Tobit模型,探索影响江苏省国家高新区科创效率的原因。结果表明:江苏省国家高新区整体科创效率水平不高,规模效率低于纯技术效率,技术因素起到主要作用;全要素生产率总体稳定,大多高新区的技术进步指数提升但规模效率下降;地区开放程度对江苏省高新区科创效率有显著的正向影响;研发经费投入力度和经济发展水平有显著的负向影响。据此,可以从提升创新资源利用效率、提高对外开放水平、优化资源配置等方面完善,从而有效提高江苏省国家高新区科创效率。

关键词:高新开发区;创新效率;DEA-Malmquist指数;Tobit模型;资源配置

中图分类号:F127.9 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2023)19-0020-07

2022年中央经济工作会议强调,要全面落实党的二十大精神,扎实推进中国现代化,着力推动高质量发展。科技创新发展是我国经济高质量发展的第一动力,也是创新型国家建设的必然要求。国家高新区是在国家科技与经济实力的帮助下,运用国内外的技术、资金、管理等,将科技创新成果转变为实际生产力而建立起来的一个智力集中区域,是科技创新的主阵地,也是经济高质量发展的先行区^[1]。长期以来,我国高度重视科技创新对国家发展的推动作用,大力支持高新区的发展建设,从1988年国家科委的“火炬计划”实施以来,国家高新区持续扩容,从最早的52家国家高新区的开发,到2022年已到达173家。在国家创新驱动发展战略的推动下,高新区企业对科技创新的重视程度与创新能力都在不断提高,科技活动中各种要素的投入规模也随之不断提升。根据《中国火炬统计年鉴》数据,“十三五”期间,国家高新区科技活动人员从338.6万人增长到514.4万人,年均增长达到10%;科技活动经费内部支出从0.85万亿元增长到1.73万亿元,5年间翻了一番。在此丰富的资源投入下,国家高新区取得了快速的发展,经济地位不断提高,GDP和上缴税费占全国比重也在持续上

升,2020年GDP占比达到12.3%,上缴税费占比12.1%。然而,高新区如此快速的发展也带来了科技创新效率不高、协调性不足等问题^[2]。在企业科技创新主体地位的战略下,高新区科技投入的提升能否高效地转化为科技成果,能否更好地优化科技创新配置效率,仍是一个值得研究的问题。

目前已有诸多学者对国内外的科技园区创新效率问题展开了深入分析,主要围绕影响因素分析、指标体系建构、评价方法运用等方面展开研究。Amonpat等^[3]从城市化、产业结构、区域文化、研究机构、政府财政等区域环境因素方面,对泰国科技园区绩效进行比较分析,发现不同的环境因素导致科技园区绩效的差异。Liberati等^[4]建立指标体系,从4个角度综合评价了意大利科技园区的主要特征以及对主办企业的影响。Li和Zhao^[5]运用熵值法对我国高新区的综合效率进行测算,并研究了高技术产业发展的主要驱动力。王京雷等^[6]采用数据包络分析(data envelopment analysis, DEA)和Malmquist指数测算国家高新区的静态与动态创新效率,用逐步回归方法研究了影响创新效率的城市环境因素。孙涛和周思思^[7]基于三阶段DEA,从空间分布及时间动态角度对黄河流域的国家高新区

收稿日期:2023-07-25

基金项目:国家重点研发计划场地土壤污染成因与治理技术专项(2020YFC1807500)。

作者简介:张家峰(1970—),男,安徽金寨人,南京工业大学经济与管理学院,副教授,博士,研究方向为资源与环境经济、应用计量经济学;陶吉(1998—),男,江苏昆山,南京工业大学经济与管理学院,硕士研究生,研究方向为区域经济与环境经济;杜芸(1977—),女,江苏常州人,南京工业大学经济与管理学院,副教授,博士,研究方向为企业经济、环境经济;杨青(1973—),女,江苏扬州人,南京工业大学经济与管理学院,副教授,博士,研究方向为区域经济与产业经济发展。

创新效率进行测算,并总结各高新区的比较优势和面临的突出问题。张路娜等^[8]采用超越对数生产函数的随机前沿模型、K-R(全要素生产率区域差距成因)方差分解、面板数据固定效应模型实证考察了国家高新区的科技创新效率增长的空间差异,提出了促进创新效率协同提升和均衡发展的对策。胡先杰等^[9]分析了“一园多区”的发展模式对于国家高新区科创效率的潜在影响,以南京市为例进行实证分析,发现对分园区的优化重组可以显著影响实现“一园多区”发展模式的高新区创新效率。方大春和曾志彪^[10]运用三阶段 DEA 模型对长三角城市群国家高新区创新效率进行分析,并研究了经济发展水平、市场开放程度、劳动者素质、科技创新潜力等 4 个影响国家高新区创新效率的因素。

以往学者对科技园区创新效率的研究已经取得了丰富的成果。而对于我国高新技术企业园区而言,近些年的研究大多集中在整个国家或大区域层面高新区的发展,结合地方发展的研究相对薄弱。而江苏作为经济大省,积极响应国家大力发展科技创新的号召,出台诸多政策措施助力支持科技企业的发展,是全国创新资源十分密集、各种创新活动较为活跃与创新成果丰硕的地区,其拥有的 18 家国家级高新区数量居于全国第一。因此,评价和分析江苏省国家高新区的创新效率,具有一定的研究价值和现实意义。现将 2016—2020 年江苏省国家高新区科技创新体系作为研究对象,在前人研究成果的基础之上,选取 2 项科技创新投入指标和 4 项科技创新产出指标,并选取 6 项影响因素,应用 DEA-Malmquist 指数与 Tobit 模型,对江苏省国家高新区的科技创新效率进行分析,并研究影响效率的内在原因。

1 研究方法 & 指标体系

1.1 研究方法介绍

数据包络分析(DEA)是一种评价投入产出效率的方法,其表达式为

$$\min [\theta - \epsilon (\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^n s_r^+)]$$

$$\text{s. t.} \begin{cases} \sum_{j=1}^I x_{ij} \lambda_j + s_i^- = \theta x_{ik} \\ \sum_{j=1}^I y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = y_{rk} \\ \sum_{j=1}^I \lambda_j = 1 \\ \lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \end{cases} \quad (1)$$

式中: I 为决策单元的数量; m 为输入指标的数量; n 为输出指标的数量; θ 为决策单元有效值; λ 为权重系数; ϵ 为非阿基米德无穷小; s^+ 、 s^- 为松弛变量; x 、 y 分别为投入要素和产出要素。若 θ 、 s^+ 、 s^- 同时为 0,则决策单元为 DEA 有效;若 θ 小于 1,决策单元为 DEA 无效;若 θ 为 1,且 s^+ 不为 0 或 s^- 不为 0,决策单元为弱 DEA 有效。效率相对有效为 1,相对无效则小于 1。

Malmquist 指数可测算不同时间段的效率变化,其表达式为

$$M(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \left[\frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} \times \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

$$\text{Effch} = \frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} \quad (3)$$

$$\text{Tech} = \left[\frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{D^t(x^t, y^t)}{D^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

$$\text{Tfpch} = \text{Effch} \times \text{Tech} = (\text{Pech} \times \text{Sech}) \times \text{Tech} \quad (5)$$

式中: x^t 、 y^t 分别为 t 时期的投入和产出变量; D 为距离函数; t 为时期; Tfpch 为全要素生产率指数; Effch 为技术效率; Tech 为技术进步; Pech 为纯技术效率; Sech 为规模效率。若 M 大于 1 表示效率上升, M 小于 1 则表示效率下降。

1.2 指标体系与数据来源

选取合适的评价指标是高新区创新效率评价的关键。借鉴现有研究高新区科技创新效率的相关文献,参考夏慧良^[11]、郑旭辉等^[12]、杨捷和秦远建^[13]的指标构建方法,同时考虑数据的可获得性等情况,建立高新区创新效率投入产出评价指标体系(表 1)。

1) 科技创新投入有人力和财力两方面的投入,本文的投入指标为科技活动人员数和 R&D 经费内部支出,以衡量人才与资金要素的投入。

2) 科技成果的产出以工业总产值、技术收入、净利润与上缴税费为指标,以评估科技成果的转化水平和经济发展的影响力。

表 1 高新区创新效率投入产出评价指标体系

指标类型	指标
投入指标	科技活动人员数
	R&D 经费内部支出
产出指标	工业总产值
	技术收入
	净利润
	上缴税费

截至2020年底,江苏省共有18家国家级高新区,其中淮安、宿迁两个高新区于2017年成立,苏州工业园区于2018年纳入国家高新区。考虑到苏州工业园区于2006年就开始参加国家高新区创新活动,其各项数据齐全,而不同阶段成立的高新区技术创新力不同^[14],故选取除淮安、宿迁在内的16个江苏省国家级高新区进行研究。而同一个城市的高新区所处环境、政策相同,相互联系密切,高新区的环境变量也在很大程度上受到所在城市的直接影响,因此参考方大春和曾志彪^[10]、杨婕和秦远建^[13]的方法,如一个城市有两个及以上高新区,就将它们的各项指标合并成为一个高新区进行研究。最终确定研究对象为江苏省11家国家级高新区,测算这11家高新区2016—2020年共5年内的科技创新效率。数据来源于2017—2021年的《中国火炬统计年鉴》。

2 创新效率实证研究

2.1 DEA分析

将高新区投入与产出数据代入BCC(Banker-Charness-Cooper)模型,使用DEAP2.1软件,采用投入导向(Input-Oriented)可变规模报酬,测算11家高新区的综合技术效率、纯技术效率和规模效率。按照2016—2020年综合技术效率的均值降序排列,整理结果见表2。其中,综合技术效率表示科技创新的投入产出率,表明了高新区的资源配置情况。纯技术效率是假定规模不变的情况下,高新区通过提升自身的管理水平来影响科创效率。规模效率则是指高新区企业的规模发展对科创效率所产生的影响。2016—2020年均处于效率前沿面上的高新区为常州、南通、泰州,其综合技术效率、纯技术效率、规模效率值均达到了1,能在一定程度上说明这些地区对创新投入的转化能力较强,其技术管理与资源配置相对有效,综合效率较低的高新区主要集中在除常州外的苏南区域。在11个国家级高新区中,无锡、苏州、镇江、扬州的规模效率较低,可能是由于地区经济发达,创新资源较多,容易形成创新资源的冗余。此外,盐城、无锡、苏州的纯技术效率处于前沿面上,说明这3家高新区的技术管理相对有效。整体来看,江苏省高新区的纯技术效率较高,可能与江苏省的地区产业结构有关,技术含量较高;而规模效率整体较低,说明规模效率是制约江苏省高新区企业科创效率的关键因素,江苏省高新区需要进一步提升规模效率。

由表2可知,5年间江苏省11家高新区综合技

术效率的均值为0.73,纯技术效率的均值为0.93,规模效率的均值为0.78。纯技术效率大于规模效率,说明其对综合技术效率的作用稍强,技术因素起主要作用,技术因素对于江苏省高新区创新效率的作用强于规模因素。11家高新区的综合技术效率均值为0.73,有6家的综合技术效率低于0.7,2家的综合技术效率处于0.7~0.8,仅有3家的综合技术效率值大于0.8。从规模效率均值来看,规模效率低于0.8的高新区数量为7家,占比为63%;从纯技术效率均值来看,有6家高新区的纯技术效率为1,10家高于0.8;从效率均值来看,11家高新区的科创效率处于中等水平。

表2 2016—2020年江苏省国家高新区科创效率平均值

高新区	综合效率	规模效率	纯技术效率
常州	1.000	1.000	1.000
南通	1.000	1.000	1.000
泰州	1.000	1.000	1.000
徐州	0.789	0.938	0.828
盐城	0.758	0.758	1.000
南京	0.662	0.674	0.976
连云港	0.659	0.879	0.751
镇江	0.603	0.689	0.876
无锡	0.551	0.551	1.000
苏州	0.511	0.511	1.000
扬州	0.492	0.586	0.802
均值	0.730	0.780	0.930

2.2 Malmquist 指数分析

前文采用DEA-BCC模型对江苏省11家高新区的科创效率进行了静态分析。为了从动态的角度了解2016—2020年江苏省高新区的科创效率变化及其原因,采用DEA模型的Malmquist指数,使用DEAP2.1软件对江苏省11个国家级高新区数据进行分析,结果见表3。

全要素生产率表示高新区企业技术、管理和生产力水平的变化情况,若其值大于1,说明高新区处于进步状态,反之则为退步状态。从表3来看,江苏

表3 2016—2020年江苏省国家高新区科创效率变动值

时间	综合技术效率	技术进步	纯技术效率	规模效率	全要素生产率
2016—2017年	0.949	1.014	0.981	0.968	0.963
2017—2018年	0.782	1.344	0.950	0.823	1.050
2018—2019年	0.898	0.976	0.967	0.928	0.876
2019—2020年	1.240	0.908	1.027	1.208	1.126
均值	0.953	1.048	0.981	0.972	1.000

省 11 个国家级高新区在 2016—2020 年技术效率变化前 4 年相较于上一年呈现下降趋势,2019—2020 年出现增长,且幅度较大;全要素生产率的 5 年间的动态变化平均值为 1,表示 2020 年较 2016 年城市全要素生产率不变。江苏省高新区全要素生产率在 2016—2017 年、2018—2019 年均低于 1,呈现出下降趋势,其主要原因是 2016—2017 年综合技术效率下滑的影响大于技术进步的促进影响。2018—2019 年相比上个年度技术进步指数有很大的下滑,引起全要素生产效率的下降。从全要素生产率均值结果的分解来看,技术变化对全要素生产率的变动起到了促进作用,在 5 年间动态变化平均值为 1.048,提升了 4.8%;效率变化动态平均值降低了 4.7%,分解来看,纯技术效率变化动态平均值降低 1.9%,规模效率动态平均约降低 2.8%,说明江苏省高新区全要素生产率总体的稳定主要原因是技术的改进。

江苏省各国家级高新区科技创新效率的 Malmquist 指数及其分解具体见表 4。

从表 4 可以看出,2016—2020 年江苏省 11 家国家级高新区的平均变化指数为 1,总体呈稳定趋势。技术进步指数均值为 1.048,说明技术进步能够促进全要素生产率指数的提高。综合技术效率、纯技术效率指数和规模效率指数的均值都未达到 1,均对全要素生产率产生下降影响,但从幅度上来看,其影响力小于技术进步指数对全要素生产率指数的影响。综合技术效率变动均值为 0.953,显然未落于科技创新的生产前沿面,纯技术效率变化指数与规模效率变化指数分别为 0.981 与 0.972,表明纯技术效率与规模效率都对于综合技术效率有抑

制作用,并且规模效率变动对于综合技术效率的变化影响更大。综上可以得出,江苏省国家高新区 5 年间科技创新全要素生产率主要受到技术进步的影响。

从具体数值来看,南京、苏州等 5 家高新区全要素生产率高于均值,其中南通的科技创新生产率提升最多,5 年间增幅达到 11.4%,无锡、徐州等 5 家高新区全要素生产率低于均值,说明其综合技术效率和规模效率仍有改善的空间。从 Malmquist 指数的角度分解,可以将 11 个高新区分成以下几类:①南通、泰州的技术效率均为 1,说明技术效率对创新效率不起作用,技术进步是科技创新生产率提升的原因;②镇江的综合技术效率下降小于技术进步的上升的幅度,表明镇江的全要素生产率的上升原因是技术进步的促进作用大于技术效率的抑制作用;③常州的技术效率为 1,技术进步的下降导致了全要素生产率的下降;④徐州、连云港的技术进步均有提升,但其纯技术效率与规模效率的下降导致了全要素生产效率的下降,纯技术效率的下降的抑制作用大于规模效率;⑤南京、苏州的全要素生产效率提升的原因是技术效率与技术进步起到了促进作用,其中规模效率起到主要作用;⑥无锡、盐城、扬州的情况则相反,尽管技术进步指数上涨,但规模效率的下降抑制了全要素生产效率的提升。

综上,江苏省国家高新区科技创新效率的变化幅度和变化原因存在差异,受到技术进步和规模效率影响较多,大部分高新区的技术进步指数提升,但规模效率下降。江苏省高新区需要从优化资源配置、提升管理效率等层面提高科技创新效率。

3 创新效率影响因素分析

通过前文的分析可知,江苏省各国家高新区之间的科技创新效率表现出一定差异。高新区的科技创新效率是多种因素共同作用的结果,其发展既离不开高新区企业自身对于资金、人才等各种要素的配置,也离不开所在城市各方面条件的支持和保障。在 DEA 模型测算的基础上构建面板 Tobit 模型,以 DEA 测算的综合效率为因变量,影响因素为自变量,进一步分析影响江苏省国家高新区科技创新效率差异的因素。

3.1 解释变量的选取

在以往学者研究的基础上^[15-17],将江苏省高新区科技创新效率的影响因素分为高新区企业内部与外部环境两个角度。企业内部方面,影响因素分为劳动者素质、研发经费投入规模和企业规模;外

表 4 2016—2020 江苏省 11 家高新区创新效率的 Malmquist 指数及分解

高新区	综合技术效率	技术进步	纯技术效率	规模效率	全要素生产效率
南京	1.074	1.022	1.000	1.074	1.097
无锡	0.931	1.024	1.000	0.931	0.953
徐州	0.862	1.073	0.884	0.975	0.925
常州	1.000	0.933	1.000	1.000	0.933
苏州	1.114	0.994	1.000	1.114	1.108
南通	1.000	1.114	1.000	1.000	1.114
连云港	0.942	1.007	0.965	0.976	0.949
盐城	0.916	1.092	1.000	0.916	1.000
扬州	0.793	1.072	0.908	0.874	0.850
镇江	0.900	1.152	1.044	0.862	1.037
泰州	1.000	1.069	1.000	1.000	1.069
均值	0.953	1.048	0.981	0.972	1.000

部环境角度,影响因素分为经济发展水平、地区开放程度和政府支持力度。

1)劳动者素质。高新区的各种科技活动需要大批水平层次较高的人才,人才的数量和质量决定着企业的科技水平高低。一般来说企业中劳动者素质越高,其掌握的知识和技能就越丰富,从而对高新区企业的创新效率产生影响。因此企业中高素质人才的比例较高,对于高新科技创新活动的发展是有利的。因此采用各高新区年末从业人数中大专以上学历人员的比例来反映劳动者素质。

2)研发经费投入规模。高新区企业需要进行不断的研发才能寻求企业的发展,不断通过研发改进生产工艺,向市场投入更多新产品,扩展市场份额,形成竞争优势。一般来说,企业投入的研发经费规模越大,其获得实质性改进技术和产品的机会也越多。因此采用 R&D 经费内部支出与工业总产值的比重来反映研发经费投入规模。

3)企业规模。高新技术的创新活动开展需要依赖企业自身的发展,随着企业业务的扩大,企业经营的产品、渠道、利润点增多,企业规模的大小在一定程度上会为科技创新带来影响。因此采用各高新区工业总产值与入统企业数量的比值来反映企业规模。

4)经济发展水平。通常来说经济较为发达的地区具有更好的发展机会,吸引更多的人口前来就业,从业者素质水平高,劳动力充足,同时经济发达地区交通便利,更容易吸引高端人才聚集和各类企业投资聚集,使得城市的高新技术企业更为发达。因此采用地区人均 GDP 反映城市经济发展水平。

5)地区开放程度。地区的开放程度代表了该地区与外部经济联系的密切程度。高新区可依靠城市对外开放来吸引外资、国际人才等各种高端创新资源,增强外资利用能力,从而提高自身的创新效率。因此采用地区人均实际使用外资反映地区开放程度。

6)政府支持力度。政府可以通过出台政策和资金支持来为高新区的科技创新提供各种便利。政府对科技投入的重视可以形成地区良好的科技创新氛围,提高高新区企业的创新积极性。因此采用政府科技支出占地区财政总支出的比重来反映政府支持力度。

江苏省高新区科创效率变量定义见表 5,相关数据来源于《中国火炬统计年鉴》和江苏各市统计年鉴。

表 5 变量定义

变量名称	变量符号	变量定义
劳动者素质	X_1	年末从业人员中大专以上学历人员数比例
研发经费投入规模	X_2	R&D 经费内部支出/工业总产值
企业规模	X_3	工业总产值/入统企业数
经济发展水平	X_4	地区人均 GDP
地区开放程度	X_5	地区人均实际使用外资
政府支持力度	X_6	政府财政支出中科技支出的比例

3.2 Tobit 模型构建

Tobit 回归模型可用于因变量受某种条件约束时的模型回归,其表达式为

$$\begin{cases} Y_i^* = \alpha + \beta X_i + \mu \\ Y_i = Y_i^*, Y_i^* > 0 \\ Y_i = 0, Y_i^* \leq 0 \end{cases} \quad (6)$$

式中: Y_i^* 为潜变量; Y_i 为因变量; X_i 为解释变量; α 为常数项; β 为解释变量的估计系数; μ 为随机误差。

从 DEA 测算结果来看,高新区综合效率为 0~1,因而选择最大似然法的 Tobit 模型估计回归系数,更能提高估计精准度。构建 Tobit 回归模型为

$$\text{Eff}_{it} = \alpha_0 + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \beta_3 X_{3it} + \beta_4 X_{4it} + \beta_5 X_{5it} + \beta_6 X_{6it} + \mu_{it} \quad (7)$$

式中: Eff_{it} 为第 i 市 t 期的综合效率; α_0 为常数项; $X_1 \sim X_6$ 为解释变量,表示影响创新效率的各影响因素; $\beta_1 \sim \beta_6$ 为各解释变量的估计系数; μ 为随机误差。

3.3 测算结果分析

运用 Stata17 软件计算得出以上影响因素的回归结果,见表 6。

通过表 6 分析可知:

1)劳动者素质与综合效率呈不显著的正相关。内生增长理论认为高水平的劳动者素质可对科技创新水平产生显著影响,高新区的各种科技活动需要大批人才,而劳动者的素质水平越高,其学习新知识和新技术的能力就越强,从而适应高新企业的

表 6 江苏省高新区创新效率影响因素回归结果

解释变量	回归系数
劳动者素质 X_1	0.032(0.135)
研发经费投入力度 X_2	-6.477**(-2.971)
企业规模 X_3	0.010(0.390)
经济发展水平 X_4	-0.072***(-3.898)
地区开放程度 X_5	13.437*** (3.911)
政府支持力度 X_6	0.887(0.412)

注:**、***分别表示在 5%、1%水平下显著;括号内为标准误。

各种创新活动,有利于高新区的科技创新效率提升。劳动者素质不显著的原因可能在于江苏省高新区整体对人才的有效应用不足。

2)研发经费投入力度与综合效率呈负相关,且在5%的水平上通过了显著性检验。说明单纯地加大研发经费投入力度可能会造成投入要素的冗余或是产出不足的问题,高新区企业科技创新投入规模较大,存在资源浪费的情况,从而抑制了高新区科技企业创新效率的改善,江苏省高新区需要从优化资源配置方面提升科创效率。

3)企业规模与综合效率呈不显著的正相关。可能的原因是随着高新区企业的规模扩大,其对人才、技术等要素的吸引力也随之上升,与其他企业的交流和合作机会也越来越多,更有利于企业的经营与发展,带来科创效率的改善。不显著的原因可能是规模较大的企业对于人员和资金缺乏有效的管理。

4)经济发展水平与综合效率在1%的水平上显著且负相关。可能近年来随着我国大力推进经济的发展,过程中可能盲目追求速度而牺牲质量,从而造成资源浪费的情况。经济发展水平对科技创新效率提高有利的部分的影响小于不利部分的影响,并没有对高新区的创新效率起到促进作用。这与杨图南等^[18]的研究成果一致,经济发展水平抑制了创新效率的提升。

5)地区开放程度对综合效率在1%的水平上显著且产生正向影响。高新区创新效率受到城市对外开放水平的影响较大,可能是城市更加开放的环境更能够吸引外来投资,从而引进外来技术和经验,聚集的高端要素能够提高企业自身的研究开发水平,带来创新效率的改善。这与王京雷等^[6]的研究结论一致,地区开放程度对高新区科技创新效率有积极的正向作用。

6)政府支持力度与综合效率呈不显著的正相关。政府的财政支持也是高新区创新经费的重要资金来源,政府的支持力度也是提升创新效率的一个重要因素。不显著的原因可能在于政府科技投入没有得到有效利用,政府对于高新区企业的导向作用没有得到充分的发挥。

4 结论和建议

4.1 研究结论

以江苏省11个国家级高新区2016—2020年的科技创新投入产出为指标,运用DEA与Malmquist指数衡量创新效率,并基于面板Tobit模型,对影响

科创效率的因素进行了实证分析,结论如下:

1)对创新效率进行测度发现,江苏省11家高新区整体科创效率水平不高,处于效率前沿面的高新区不多,江苏省高新区整体规模效率较低,技术因素的影响强于规模因素;2016—2020年江苏省11家国家级高新区的平均变化指数为1,总体呈稳定趋势,高新区科技创新效率的变化幅度和原因存在一些差异,受到技术进步和规模效率影响较多,大部分高新区的技术进步指数提升但规模效率下降,其科技投入产出资源配置水平有待提高。

2)科技要素的投入和创新效率并不是呈正相关变动,即便在投入资源充足的情况下,也会存在投入冗余或者产出不足的问题,存在资源浪费的情况,这一问题在经济较为发达的城市表现更为严重。从经济发达程度上来说,南京、苏州、无锡等地区处于江苏省前列,但科技创新效率反而较低,同时Tobit回归结果也表明,经济发展水平并没有对江苏省的高新区创新效率起到促进作用。

3)在影响因素中,劳动者素质、企业规模、地区开放程度、政府支持力度对江苏省高新区科技创新效率具有正向影响,研发经费投入力度、经济发展水平对创新效率有负向影响。其中地区开放程度、研发经费投入力度、经济发展水平的影响较为显著,劳动者素质、企业规模、政府支持力度的影响不显著。

4.2 政策建议

基于上述结论,提出以下建议:

1)根据自身发展情况提升创新资源利用效率。影响江苏省高新区科创效率不高的首要原因是规模效率较低,其次为纯技术效率较低。所以江苏省各高新区应结合自身实际情况制定相应发展战略。对于规模效率高的高新区则应该继续优化产业结构,促进产业集聚,保持企业的良好发展;对规模效率不高的高新区而言,要根据自己的规模收益的状态,扩大或减少生产,进而提高规模效率。对纯技术效率不高的高新区,应增加研发投入,发挥各自的优势,吸引各类高新技术企业的入驻,以提高全要素生产率水平。

2)进一步提高对外开放水平。对外开放水平对于高新区科创效率有显著的正向影响,提高对外开放水平将给高新区企业提供更多的交流与进步机会。企业可以扩大引进国外高水平技术和管理人才的渠道,促进高科技创新企业的成长。城市可采取更为放开的措施,助力高新区创新资源聚集。同时也要完善高新区基础设施建设,提高园区的服

务功能。政府可为高新区提供引入资源的平台,增进国际技术交流和合作,促进创新要素流通。增强高新区企业在全中国范围竞争力,鼓励高新区企业走向世界,加入全球高科技企业的合作与竞争,增强国际影响力。

3)优化江苏省国家高新区资源配置。研发经费投入规模对于科创效率有显著的负面影响,高新区企业不应盲目扩大要素投入规模,可基于其资源和环境条件,合理分配各类创新资源,增强创新实力。政府可以制定地方特色产业发展战略引导国家高新区有关企业调整完善,进一步优化科技创新的生态和要素保障,加速高科技产品的迭代更新,突破核心技术;同时发现自身短板,不要盲目求快、求量,避免资源投入过多导致的浪费,发挥企业科技创新主体地位,提高创新资源利用效率,增强决策管理能力,增强自身竞争力。

参考文献

- [1] 吕鹏,石林. 国家高新区设立对城市居民收入的影响[J]. 企业经济, 2022, 41(8): 47-58.
- [2] 张鹏,李林欣,曾永泉. 基于 DEA-Malmquist 指数的粤港澳大湾区科技创新效率评价研究[J]. 工业技术经济, 2021, 40(2): 12-17.
- [3] AMONPAT P, NYGAARD T A, DANNEMAND A P. How regional factors influence the performance of science and technology parks: a comparative analysis of regional science parks in Thailand[J]. Asian Journal of Technology Innovation, 2022, 30(2): 364-386.
- [4] LIBERATI D, MARINUCCI M, TANZI G M. Science and technology parks in Italy: main features and analysis of their effects on the firms hosted[J]. The Journal of Technology Transfer, 2016, 41(4): 694-729.
- [5] LI J, ZHAO M. The innovation efficiency of high-tech zones of China by entropy method[J]. Chemical Engineering Transactions, 2019, 75: 595-600.
- [6] 王京雷,赵静,陈升. 国家高新区创新效率及其城市环境因素影响分析[J]. 企业经济, 2022, 41(3): 100-111.
- [7] 孙涛,周思思. 黄河流域国家高新区创新效率测算与比较研究: 基于三阶段数据包络分析模型[J]. 济南大学学报(社会科学版), 2022, 32(3): 89-101.
- [8] 张路娜,孙红军,胡贝贝. 中国国家高新区创新效率增长的空间差异及影响因素研究[J]. 技术经济, 2021, 40(6): 1-8.
- [9] 胡先杰,姜琴,陆红姝,等. “一区多园”发展能否提升国家高新区的创新效率: 以南京高新区为例的实证分析[J]. 统计理论与实践, 2023(4): 66-72.
- [10] 方大春,曾志彪. 长三角城市群国家高新区创新效率比较分析: 基于三阶段 DEA 模型[J]. 华中师范大学学报(自然科学版), 2021, 55(5): 780-790, 816.
- [11] 夏慧良. 安徽省国家级高新区科技创新效率研究[D]. 合肥: 安徽大学, 2021.
- [12] 郑旭辉,李雪芬,汤惠娥. 福建省国家高新区创新效率研究: 基于共享投入关联两阶段 DEA 和 Meta-frontier 的分析[J]. 科技管理研究, 2020, 40(15): 1-8.
- [13] 杨捷,秦远建. 国家级高新区创新效率综合分析: 基于 DEA 模型研究[J]. 技术经济与管理研究, 2020(5): 3-8.
- [14] 王飞航,李友顺. 基于三阶段数据包络分析模型的我国西部地区国家级高新区创新效率评价[J]. 科技管理研究, 2019, 39(1): 55-60.
- [15] 冯燕妮. 山西省高新技术产业园区发展绩效研究: 基于三阶段 DEA 模型的分析[J]. 技术经济与管理研究, 2021(10): 20-25.
- [16] 曾武佳,李清华,蔡承岗. 我国高新技术产业开发区创新效率及其影响因素研究[J]. 软科学, 2020, 34(5): 6-11.
- [17] 陈升,王京雷,谭亮. 基于三阶段 DEA 的我国创新型产业集群投入产出效率研究[J]. 经济问题探索, 2019(9): 148-157.
- [18] 杨图南,沈志刚,杨青生. 东部三大城市群国家高新区创新效率评价: 基于三阶段 DEA 模型[J]. 科技与经济, 2022, 35(5): 31-35.

The Efficiency and Influencing Factors of Science and Technology Innovation in Jiangsu National High-tech Zone

ZHANG Jiafeng, TAO Ji, DU Yun, YANG Qing

(College of Economics and Management, Nanjing Tech University, Nanjing 211816, China)

Abstract: Based on the panel data of Jiangsu National High-tech Zones from 2016 to 2020, the static and dynamic efficiency of Jiangsu National High-tech Zones was measured by data envelopment analysis(DEA) and Malmquist index, and the panel Tobit model was adopted to explore the reasons affecting the science and innovation efficiency of Jiangsu National High-tech Zones. The results show that the overall innovation efficiency of Jiangsu National High-tech Zones is not high, the scale efficiency is lower than the pure technical efficiency, and the technical factors play a major role. The total factor productivity is generally stable, and the technological progress index of most high-tech zones increases but the scale efficiency decreases. The degree of regional opening has a significant positive impact on the innovation efficiency of Jiangsu high-tech zones, and a significant negative impact on the intensity of R&D funds and the level of economic development. Therefore, it can be improved from the aspects of improving the utilization efficiency of innovative resources, improving the level of opening up to the outside world, optimizing the allocation of resources, etc., so as to effectively improve the science and innovation efficiency of Jiangsu National High-tech Zone.

Keywords: National High-tech Zones; technological innovation efficiency; DEA-Malmquist index; Tobit model; resource allocation