

江苏高新技术产业效率评价与驱动因素分析

——基于 Malmquist-CLAD 的实证检验

沈晓梅¹ 李芝辰² 王磊³¹

(1. 盐城工学院 经济管理学院, 江苏 盐城 224051;

2. 河海大学 商学院, 江苏 常州 213022;

3. 哈尔滨工业大学 管理学院, 黑龙江 哈尔滨 150001)

【摘要】: 文章基于江苏省高新技术产业 2000–2017 年数据, 利用 DEA-BC² 模型、Malmquist 指数和 CLAD 模型在行业异质性视阈下分析行业综合效率与动态演变趋势及其影响因素的驱动效应。结果表明: 江苏高新技术产业综合运营水平较高, 总体呈增长趋势, 但行业间运营效率差异明显; 技术进步是推动江苏省高新技术产业全要素生产率增长的主要因素, 而规模效率对其变化的驱动程度较小; 影响江苏高新技术产业全要素生产率如研发人员数等因素的驱动效应差异显著。针对研究结果, 从提升自主创新能力、优化行业人力资源配置、合理规划行业规模等方面为江苏高新技术产业可持续发展提供政策建议。

【关键词】: 江苏高新技术产业 行业异质性 全要素生产率 Malmquist-CLAD 模型

【中图分类号】: F127.53; F276.44 **【文献标志码】:** A **【文章编号】:** 1007-5097 (2020) 07-0036-08

一、引言

习近平总书记在 2015 年考察江苏时指出, 希望江苏省紧紧围绕率先全面建成小康社会、率先基本实现现代化的光荣使命, 努力建设经济强、百姓富、环境美、社会文明程度高的新江苏^[1]。现阶段如何推进“江苏智造”新实践、建成“两聚一高”新江苏已成为社会各界探讨的焦点^[2]。而高新技术产业作为国民经济发展中的先导性、战略性产业, 其全面协调发展对于推动江苏产业转型升级、构建新型“江苏智造”产业体系具有举足轻重的推进作用^[3-4]。2018 年江苏高新技术产业实现产值 5.63 万亿元, 占全省规上工业企业总产值比重的 43.77%, 对江苏经济增长做出了突出贡献。但现阶段江苏省高新技术产业仍然面临拥有自主知识产权的高新技术产品较少、产品技术层次和附加值不高等问题, 不利于其可持续发展。与此同时, 江苏高新技术产业综合发展效率虽在全国范围处于较高水平^[5], 但不同行业的发展水平参差不齐, 发展效率较低的短板行业抑制了全省高新技术产业综

作者简介: 沈晓梅 (1972), 女, 江苏如东人, 教授, 硕士, 研究方向: 宏观经济管理, 可持续发展; 李芝辰 (1998), 男, 山东东营人, 河海大学商学院学生, 研究方向: 应用经济学; 王磊 (1996), 男, 四川眉山人, 硕士研究生, 研究方向: 企业管理, 技术经济。

基金项目: 国家社会科学基金项目“中等收入陷阱问题与中国经济发展道路探索” (16CZX001); 江苏省社会科学基金项目“河长制下江苏农村水污染协同防治的制度困境与长效机制研究” (19GLB023); 国家级创新训练项目“异质性视阈下长江经济带水环境治理投入优化路径探讨” (201910294101Z)。

合效率的提升,制约了江苏高新技术产业转型升级的进程。因此,在行业发展异质性角度下分析江苏高新技术产业综合效率并探讨其解决路径,对推动“江苏智造”高效发展、助力“两聚一高”新江苏的建设具有重要意义。

目前,学术界对高新技术产业发展的研究多以定性分析与效率测度为主。在定性分析方面,屠文娟和蔡莉利用指标体系评价的方法对江苏高新技术产业的发展现状进行了评价测度,指出江苏省目前面临“高端产业,低端制造”的问题,高技术、高附加值等产业特征不明显,应通过产业高端化发展的方式加以解决^[6];黄健元和黄佐邢利用产值、人员数量等统计指标对江苏高新技术产业的发展状况展开讨论,并利用灰色关联度模型对江苏高新技术产业总产值进行了预测^[7];彭灿等认为产出能力在评价突破性创新能力时是非常重要的测量维度,指出高新技术行业未来应重点以产出为导向,吸引高水平创新型人才,最终真正实现行业综合绩效的提高^[8]。随着相关理论的不断成熟和拓展,数据包络分析、随机前沿分析等方法逐渐被学者应用于高新技术产业效率的评估中。王丽等利用数据包络分析法对国家高新技术产业开发区的运营效率进行了测度分析,指出规模效率与纯技术效率是影响高新技术产业运营效率提高的核心因素^[9];易明等利用 DEA-Malmquist 方法测度了中国高新技术产业技术创新效率,并从优化投入与产出配比等方面提出了改进建议^[10]。在影响产业效率内外部因素的驱动效应讨论中,由于产业效率值属于截尾数据,大多数学者采用归并回归方法对各因素的影响程度进行分析。唐睿等利用该方法分析了安徽省高新技术产业研发效率的影响因素,指出了产业集聚对产业研发效率的提高具有正向促进作用^[11];王聪等基于此对京津冀科技资源配置效率的影响因素进行了测度,得出产业结构和对外开放程度是影响该效率的关键因素^[12];Alberca and Parte 则通过两阶段 DEA-Tobit 模型分析了餐饮服务行业运营效率现状与影响运营效率的关键点,并从投资与成本的角度给出了相应的政策建议^[13]。

现阶段关于江苏高新技术产业运营效率评价的研究视角多处于产业宏观层面,虽有少部分学者从江苏行业差异的视角进行分析,但大多基于产值、增长率等初级统计指标,对现实的指导作用存在一定局限。因此,从行业异质性的视角出发,利用科学计量模型进行江苏产业综合效率测评与优化路径探讨仍有较大的研究空间。与此同时,现阶段关于影响行业运营与发展效率因素影响程度的分析大多是基于 Tobit 回归模型,但是 Tobit 方法要求模型数据服从正态分布且不存在异方差,对分布的依赖性强、不够稳健。在使用该模型时需要数据对数据进行异方差检验以判断该模型是否可行,否则模型的估计结果将会与实际情况相差较大,但多数研究忽视了这一点。因此,本文将采用在非正态与异方差下也可得到一致性估计的 CLAD 模型(Censored Least Absolute Deviations)对江苏高新技术产业效率影响因素进行分析,所得结果将会更加贴合实际。综上所述,本文将尝试在行业异质性视阈下进行研究,基于 2000-2017 年江苏省高新技术产业细分行业的投入产出数据,利用 DEA-BC² 模型、Malmquist-CLAD 模型测度行业综合效率及其动态演变趋势,并分析其具体驱动因素,最终从行业异质性角度为江苏高新技术产业实现高效率全面发展提供切实可行的政策建议。

二、研究方法与数据来源

(一) DEA-BC² 模型构建

数据包络分析方法(Data Envelopment Analysis, DEA)是一种基于多指标输入、多指标输出的分析方法,即多要素投入与产出之间的相对效率评价的系统分析方法^[14-15]。数据包络分析方法的基本思想是:首先确定每一时期各决策单元的最佳生产前沿,再用每一决策单元的实际生产同最佳生产前沿进行比较,最终可以测算出所有 DMU(决策单元)的综合效率。DEA 模型测算运营效率可以基于投入或基于产出两种不同的角度,由于江苏 2000 年以来市场规则持续健全、投资环境不断改善,使各行业获取发展所需的投入资源难度逐渐下降,因此各行业的发展效率差异主要来源于自身的产出效率。本文采用以行业产出为测度导向的 DEA-BC² 模型来评测江苏高新技术产业发展的综合运营效率。本文建立的分析模型如下:

假设有 N 个不同的行业,每个行业有 n 种类型的产出和 m 种类型的投入, Y_i 和 X_i 分别表示 i 行业的产出和投入指标, DMU_i 表示第 i 个行业。则:

$$Y_i = (y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{in})^T \quad (1)$$

其中, $y_{ai} > 0$, 表示行业产出 ($a=1, 2, \dots, n; i=1, 2, \dots, N$)。

$$X_i = (x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{mi})^T \quad (2)$$

其中, $x_{bi} > 0$, 表示行业投入 ($b=1, 2, \dots, m; i=1, 2, \dots, N$)。

评价第 i 个行业效率的模型为:

$$\begin{cases} \min \theta = E \\ \sum_{i=1}^N \lambda_i Y_i - s^+ = Y_0 \\ \sum_{i=1}^N \lambda_i Y_i + s^- = \theta X_0 \\ \sum_{i=1}^N \lambda_i = 1 \\ s^- \geq 0, s^+ \geq 0, \lambda_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, N \end{cases} \quad (3)$$

其中, λ_i 为第 i 个行业的决策变量系数; θ 表示决策单元 DMU 的相对有效值; E 、 Y_0 、 X_0 均为常数项; θ 为行业相对效率的评判标准, $\theta = 1$ 且 $s^- = 0, s^+ = 0$ 时行业达到了效率前沿面, 当 $\theta < 1$ 时行业的效率为相对无效。

(二) Malmquist 指数模型构建

Malmquist 指数最早由瑞典经济学家和统计学家 Sten Malmquist 在 1953 年研究消费的过程中首次提出, 后来被命名为 Malmquist 指数^[16]。Malmquist 指数模型有以下优点: 首先是模型不需要确定投入量和产出量的相对权重, 从而降低了数据汇总与处理的难度; 其次可以将行业全要素生产率 (TFP) 分解为技术效率变化和技术进步变化两个指标, 而模型中技术效率变化又可以进一步细分为纯技术效率与规模效率。所以利用 Malmquist 指数模型可以从更细致的角度评测行业的生产效率, 较其他生产率评价指数有着不可比拟的优势。

模型构建如下所示:

$$\begin{aligned} \text{TFP} &= (M_0^t M_0^{t+1})^{0.5} = \\ &= \left[\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{0.5} = \\ &= \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \times \\ &= \left[\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \frac{D_0^t(x^t, y^t)}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{0.5} = \\ &= \text{EC}(x^{t+1}, y^{t+1}; x^t, y^t) \text{TC}(x^{t+1}, y^{t+1}; x^t, y^t) \end{aligned} \quad (4)$$

其中，全要素生产率 TFP 被分解为 EC 与 TC 两个部分，EC 表示技术效率变化指数，TC 表示技术进步变化指数，如果 TC 大于 1 表示行业的技术效率改善和技术进步，反之则表示技术效率恶化和技术退步。与之类似，若 TEP 大于 1 表示生产效率提高，小于 1 表示生产效率下降，等于 1 则表示生产效率不变。

（三）CLAD 模型构建

CLAD 要求模型的扰动项仅为独立同分布，该模型可以在截尾数据非正态分布与异方差的条件下可以得到一致估计，并且在一定正则条件下，模型估计量也服从渐进正态分布。模型构建如下：

$$y_i = \max (0, x'_i \beta + \varepsilon_i) \tag{5}$$

$$\min \beta \sum_{i=1}^n |y_i - \max (0, x'_i \beta + \varepsilon_i)| \tag{6}$$

最终选择使得模型离差绝对值最小的 β ，可以得到 CLAD 估计量 β'_{CLAD} 。 β'_{CLAD} 的协方差矩阵可以通过自举法计算得出。

（四）指标选取与数据来源

由于 DEA-BC² 模型要求产出指标数据与投入指标数据具有较强的相关性，因此基于国内外关于产业效率测度的研究成果并遵循系统性、可获取性等原则，本文选取新产品销售收入（Y₁）、利润总额（Y₂）、专利申请数（Y₃）作为高新技术行业的产出指标，选取研发机构数（X₁）、R&D 人员数（X₂）、R&D 经费内部支出（X₃）、新产品开发经费（X₄）、政府资金支持（X₅）、技术引进与消化经费支出（X₆）作为高新技术行业的投入指标。投入产出相关指标的 Pearson 相关性分析结果见表 1 所列。

表 1 Pearson 相关性分析结果

变量	X1	X2	X3	X4	X5	X6
Y1	0.774**	0.774**	0.824**	0.871**	0.632**	0.310**
Y2	0.942**	0.946**	0.985**	0.978**	0.860**	0.442**
Y3	0.969**	0.898**	0.946**	0.932**	0.866**	0.392**

注：*p<0.05、**p<0.01、***p<0.001，下同。

由表 1 可知，所有产出指标数据均与投入指标数据成显著正相关（**p<0.01），且相关系数总体较大，因此，可以利用 DEA-BC² 模型进行江苏高新技术产业运营效率的测度。

本文选取 2000-2017 年江苏省 5 大高新技术产业作为初始研究样本，计算所需数据主要来源于《中国高技术产业统计年鉴》《中国科技统计年鉴》以及《江苏统计年鉴》。由于年鉴部分统计资料缺失，采用临近年指数平滑法进行补充和预测，以消除原始数据中 0 值所造成的模型运行失效。本文对江苏高新技术行业的划分主要依据《中国高技术产业统计年鉴》对高新技术行业的划分。

三、实证结果及分析

（一）基于 DEA-BC² 模型的行业运营效率分析

利用 Deap2.1 软件对江苏省 5 个高新技术产业 2000-2017 年 18 组截面数据进行分析, 测算得出江苏省总体运营效率以及各行业历年发展运营效率。

1. 动态发展分析

2000-2005 年, 江苏省平均高新技术产业综合运营效率波动较大, 2002 年效率减至最低点 0.833, 于 2004 年达到最优效率点, 随后效率值呈现出小幅下降。而 2005-2017 年综合运营效率则呈现出平稳的发展趋势, 虽有下降压力, 但总体仍然保持在 0.9 以上的较高水平。这说明江苏省在 21 世纪初期受中国加入 WTO 影响较大, 对外进一步开放使外资高新技术产业对江苏省本土行业造成了较大的冲击。与此同时, 江苏省政府相关市场规则和法规制度在此时期尚不健全, 也一定程度上制约了江苏本土高新技术产业的发展。但 2005 年以来, 由于江苏政府相关规则制度逐渐与 WTO 规则接轨^[17-18], 引资引技政策不断规范化、科学化, 市场规则与投资环境改善, 为江苏高新技术产业的发展创造了一个良好的外部环境, 有力促进了其高质量高效率运营发展。

2. 效率分解分析

2000-2017 年, 江苏省高新技术产业平均综合运营效率与平均规模效率均在 0.95 左右, 而平均纯技术效率为 0.99, 规模效率低于纯技术效率, 对综合运营效率产生了较大影响, 成为影响产业综合运营效率的最关键因素。江苏高新技术产业平均纯技术效率在历年发展中除 2009 年外均高于平均规模效率且始终保持在最优效率水平, 说明政府的政策引导与倾斜对江苏高新技术产业发展过程中技术引进与吸收、基础科学研究等方面产生了良好的推动作用。但江苏在高新技术产业园基地规划建设上仍存在不足之处, 虽然产业园数量众多, 但多数产业基地存在规模设计不合理、产业结构雷同等问题^[19], 造成了巨大的资源浪费, 在一定程度上制约了高新技术产业运营效率的提高。未来江苏高新技术产业的改革应以改善产业规模为核心, 加强产业规模设计的科学性, 合理规划生产能力, 实现产业规模经济效益的高效可持续增长^[20]。

3. 行业异质性分析

江苏省医药制造业、电子计算机及办公设备制造业以及医疗设备及仪器仪表制造业的运营效率水平较高, 虽有小幅波动但均已达到效率前沿面, 明显领先于其他两个行业。相比之下, 航空航天器制造业与电子及通信设备制造业的规模效率较低使其运营效率水平处于较低状态, 效率值分别在 0.8 和 0.9 上下波动, 甚至有些年份的效率值低于 0.6, 同时在近期的发展中面临着效率下行的压力。航空航天制造业与电子及通信设备制造业是我国在国际高技术竞争中的重点领域, 也是西方发达国家对我国实行贸易制裁的重点对象。因此, 未来江苏相关政策重心应该向这两个行业倾斜, 合理扩大航空航天制造业的规模, 同时适当缩减电子及通信设备制造业的规模, 着力优化改善两个行业的规模规划, 实现最优规模报酬, 提高其总体运营效率。

(二) 基于 Malmquist 指数模型的行业 TFP 分析

本文利用 Malmquist 指数模型进一步测算 2000-2017 年江苏省高新技术产业全要素生产率及其变化趋势。

1. 动态发展分析

从 2000-2017 年的时序动态发展分析, 江苏高新技术产业全要素生产率整体呈下降趋势, 其主要源于产业技术进步增长率整体下降, 虽然高新技术产业技术效率增长在某些阶段呈上升趋势, 但其增长率远远小于技术进步的下降率, 并没有改变全要素生产率的整体下降态势。

2000-2008 年, 全要素生产率呈现波动上升的趋势, 该波动原因主要来自产业整体技术进步增长率的波动。值得注意的是, 2003-2005 年江苏高新技术全要素生产率下降了 76.4%, 主要原因是其技术效率与技术进步的共同下降, 但技术进步指数增长率

降低了 69%，是其关键因素所在。与之类似，自全要素生产率变化趋于平稳以来，由 2009 年的 1.911 下降至 2017 年的 0.944，下降幅度达到 50.6%，全要素生产率呈现较大幅度的下降，主要原因同样源于产业技术进步增长率近 50% 的下降（见表 2 所列）。由上述分析可知，技术利用效率与规模效率对产业全要素生产率的作用效应有限，技术进步是影响江苏高新技术产业全要素生产率的关键因素，产业总体技术进步增长速率的下降会引起不同程度的行业全要素生产率的降低，而全要素生产率整体下降也在一定程度上体现了江苏高新技术产业并没有完全实现高效可持续发展。因此，江苏高新技术产业在未来整体上应重点加强自主创新能力的培养，加快产业相关核心技术的国产化，减少对外国核心部件的依赖，不断促进自身技术进步，实现产业的高效率、可持续发展。

表 2 2000-2017 年江苏省高新技术产业全要素生产率及分解

时期	技术效率	技术进步	纯技术效率	规模效率	全要素生产率
2001-2002 年	1.025	1.058	1.000	1.025	1.084
2002-2003 年	0.868	0.930	1.000	0.868	0.807
2003-2004 年	1.201	2.089	1.000	1.201	2.509
2004-2005 年	1.033	0.670	1.000	1.033	0.693
2005-2006 年	0.919	0.644	1.000	0.919	0.592
2006-2007 年	1.047	1.652	1.000	1.047	1.729
2007-2008 年	1.010	0.995	1.000	1.010	1.005
2008-2009 年	1.011	1.155	1.000	1.011	1.167
2009-2010 年	1.013	1.886	0.996	1.017	1.911
2010-2011 年	1.004	1.088	1.004	1.000	1.093
2011-2012 年	0.978	1.051	1.000	0.978	1.027
2012-2013 年	0.997	0.820	1.000	0.997	0.818
2013-2014 年	0.990	0.967	1.000	0.990	0.957
2014-2015 年	0.989	0.934	1.000	0.989	0.924
2015-2016 年	0.985	1.145	1.000	0.985	1.128
2016-2017 年	0.972	1.140	1.000	0.972	1.108
2017-2018 年	0.998	0.945	1.000	0.998	0.944
均值	1.000	1.073	1.000	1.000	1.073

2. 分解效率分析

2000-2017 年，江苏省高新技术产业全要素生产率水平的平均变化值为 1.073，表明江苏高新技术产业整体效率呈现较高的增长速度。产业平均技术效率变动指数为 1.000，整体上与全要素生产率相比较低，表明江苏各高新技术产业的纯技术效率与规模效率的增长对整个产业全要素生产率提高的贡献十分有限，两者仍有较大的提升空间。反观产业平均技术进步指数为 1.073，反映出江苏高新技术产业整体综合效率水平的提高主要源于各行业的技术进步，技术进步是影响江苏高新技术产业全要素生产率增长的最主要因素。

3. 行业异质性分析

2000-2017 年，除医疗设备及仪器仪表制造业，其他行业全要素生产率均大于 1，其中以医药制造业以及电子计算机及办公

设备制造业发展最为显著，其全要素增长率分别为 13.9%、13.2%，为江苏高新技术产业全要素生产率的提高做出了突出贡献（表 3）。而各行业的技术效率值均在 1.000 左右，说明其全要素生产率的增长主要源自行业内部的技术进步。医药制造业与电子计算机及办公设备制造业的技术水平提高明显，未来应该将发展重心向提高技术效率与规模效率倾斜，以实现自身综合效率的进一步提高；航空航天器制造业与电子及通信设备制造业技术进步较前两者相比较低，保持在 6%左右的增长幅度，今后应该加大自主创新能力的培养，减少对引进技术的依赖，同时也应合理设计自身的发展规模，避免规模过小或过大而造成行业规模效益的缺失；医疗设备及仪器仪表制造业由于自身技术水平有限而造成行业全要素生产率仅为 0.975，呈现明显的衰退迹象，未来应加大行业创新资源的投入力度，提高行业自身整体的技术水平。

表 3 2000-2017 年江苏省各高新技术行业平均全要素生产率及分解

行业	技术效率	技术进步	纯技术效率	规模效率	全要素生产率
医药制造业	1.000	1.139	1.000	1.000	1.139
航空航天器制造业	1.003	1.068	1.000	1.003	1.071
电子及通信设备制造业	0.999	1.061	1.000	0.999	1.060
电子计算机及办公设备制造业	1.000	1.132	1.000	1.000	1.132
医疗设备及仪器仪表制造业	1.000	0.975	1.000	1.000	0.975
均值	1.000	1.073	1.000	1.000	1.073

（三）基于 CLAD 模型的江苏高新技术产业 TFP 影响因素研究

本文选取前文投入产出数据中的研发机构数、R&D 人员数等 6 项投入作为回归模型的解释变量，将江苏高新技术产业细分行业全要素生产率指数（TFP）作为模型的被解释变量，并借助 Stata15.1 软件进行 CLAD 模型的运算。同时采用对数化方法以减少解释变量中多重共线性与量纲对模型估计值的影响。由于 2017 年原始数据存在较多空缺，为保证模型结果的稳健性，仅采用 2000-2016 年数据进行 CLAD 检验。模型具体构建如下：

$$TFP_j = \alpha + \beta_1 \ln X_{1j} + \beta_2 \ln X_{2j} + \beta_3 \ln X_{3j} + \beta_4 \ln X_{4j} + \beta_5 \ln X_{5j} + \beta_6 \ln X_{6j} + \mu \tag{7}$$

其中，每个解释变量均表示行业 i 在第 j 年的值，μ 为模型随机干扰项。

模型回归结果见表 4 所列。

表 4 CLAD 模型回归结果

变量	医药制造业	航空航天器制造业	电子及通信设备制造业	电子计算机及办公设备制造业	医疗设备及仪器仪表制造业	全省总体
研发机构数	-2.467***	-5.381***	-0.244***	1.005***	0.495***	-0.980***
R&D 人员数	8.469***	3.499***	0.772***	-18.010***	-1.234***	2.645***
R&D 经费内部支出	-0.708***	-1.126***	1.479***	13.960***	0.227***	-2.090***
新产品开发经费	-5.341***	3.992***	-1.704***	-0.640***	-0.187***	1.637***

政府资金支持	4.388***	-1.854***	0.191***	-3.456***	-0.170***	0.015***
技术引进与消化支出	-1.105***	-1.357***	-0.221***	3.480***	0.229***	-0.928***

从总体水平来看,研发机构数、R&D 经费内部支出以及技术引进与消化经费支出的增长对江苏高新技术产业的全要素生产率存在一定的阻碍作用,其中以 R&D 经费内部支出的阻碍作用最为显著。与之相对,R&D 人员数、新产品开发经费、政府资金扶持对江苏高新技术产业的全要素生产率起到了正向推动作用,其中以 R&D 人员和新产品开发投入的作用效应最强。江苏高新技术产业虽然自身内部开展 R&D 活动如基础研究、应用研究、试验发展等项目的经费投入不断上升,但其利用效率较低,大量的资金投入造成了资源冗余;同时也由于高新技术产业基础研究等领域的技术开发难度较大、研发到实际应用周期长等原因,在一定程度上制约了成本投入的回收,最终没有达到促进产业技术进步的目的。而新产品开发经费投入相较于基础研究等而言投入周期短、风险低、资金需要量相对较少,可以在较短时间内促进行业的科技创新。R&D 人员作为高技术产业科技创新的主要贡献源,其数量和质量是影响技术进步的重要因素^[21]。江苏作为教育大省,各高校为其高新技术产业的发展提供了大量高水平人才,有力地推动了江苏高新技术产业整体的技术进步。需要指出的是,目前江苏高新技术产业园数量较多,但由于其结构规划相似、同质化竞争明显,导致江苏研究机构数量虽在逐渐增长,却未能有效促进产业技术进步。

从细分行业来看,由于所涉及的细分行业较多,文章篇幅有限,本文以行业全要素生产率较低的医疗设备及仪器仪表制造业为例进行分析。医疗设备及仪器仪表制造业中,R&D 人员数、新产品开发经费、政府资金扶持这三项指标的回归系数为负值,其投入量的增加对该行业的技术进步起到了一定的阻碍作用。该行业 R&D 人员数量虽在逐渐增长,但相关人员质量相对较低,没有完全发挥相关人员的研究潜力;由于行业的规模较小且企业数量较多,单个企业的自主创新能力较差,产品的开发以仿制为主^[22],导致其新产品开发经费与政府扶持资金的投入虽然逐年增多,但未能从根本上促进该行业的技术进步。而医疗设备及仪器仪表制造业的研发机构数、R&D 经费内部支出以及技术引进与消化经费支出这三项指标的回归系数为正,其数量上的增长有效促进了行业的技术进步,说明该行业的技术进步主要来源于相关研究机构以及对外来技术的学习,通过对基础研究的投入来促进行业的技术创新。因此,未来医疗设备及仪器仪表制造业应合理控制研究人员规模,吸引核心关键技术人才,营造良好研究氛围,避免单纯追求人员数量增长而造成的创新效率低下,同时减少对仿制等低效创新开发的投入,将研发的重点放在基础领域,加强对国外先进技术学习,实现本行业的技术进步。

四、结论与政策建议

(一) 主要结论

(1) 江苏各高新技术行业运营水平普遍较高,总体呈现增长趋势,但各行业间差距较为明显。高新技术行业中医药制造业、电子计算机及办公设备制造业、医疗设备及仪器仪表制造业平均运营效率均已达到或接近最优效率前沿面,但航空航天器制造业与电子及通信设备制造业由于受到自身规模效率较低等因素的影响,使其自身的综合运营效率较低,运营水平距最优效率前沿仍有较大的提升空间。

(2) 技术进步是推动江苏省高新技术产业全要素生产率增长的关键因素,而规模效率对其变化的驱动程度较小。2000-2017 年,江苏高新技术产业全要素生产率平均增长 7.3%,其中技术进步增长贡献率超过 90%,行业技术创新是其生产效率提升的核心动力。但需指出的是,行业技术水平若产生较大的波动甚至出现停滞的情况,也会对总体全要素生产率产生不容忽视的负面影响。如江苏医疗设备及仪器仪表制造业虽运营效率较高,但由于其技术进步受阻而最终导致其全要素生产率仅为 0.975,使行业生产发展面临一定的下行压力。同时,江苏省高新产业技术效率水平较低,对全要素生产率提高的贡献较小,江苏 2000-2017 年技术效率平均为 1.000。技术效率的变化主要来源于产业规模的变化,而纯技术效率变动的贡献十分有限,反映江苏省高新技术产业劳动力、资金、经费等投入结构组成尚未达到最优配比,在一定程度上制约了江苏高新技术产业全要素生产率的提高。

(3) 江苏高新技术产业全要素生产率影响因素的驱动效应差异显著,同时各行业技术进步的各影响因素作用程度差异较大,同一影响因素在不同行业中的作用效果差别较为明显。产业研发机构数、R&D 经费内部支出以及技术引进与消化经费支出的增长对江苏高新技术产业总体全要素生产率存在一定的阻碍作用,其中以 R&D 经费内部支出的阻碍作用最为显著;而 R&D 人员数、新产品开发经费、政府资金扶持则对其起到了正向推动作用,其中以 R&D 人员和新产品开发投入的作用效应最强。江苏省高新技术产业 18 年间产业的总体技术进步主要来源于各行业高水平人才引进与培养、经费等投入的持续增长,但由于政府科研经费的投入主要面向各大科研院所、高等学校等,加上现阶段高校、科研院所与企业的“产学研”创新模式尚未完全形成,导致政府科研经费的支持对整个高新技术产业全要素生产率提高的作用较为有限。

(二) 政策建议

针对研究结论,本文从行业异质性角度为江苏省高新技术产业未来高质量可持续发展、构建新型“江苏智造”产业体系提出相关政策建议。

(1) 合理规划行业规模,实现最优规模报酬。江苏省 5 大高新技术产业行业中,医药制造业、电子计算机及办公设备制造业以及医疗设备及仪器仪表制造业的规模效率已达最优效率前沿面,其未来发展的重心应聚焦于自身技术的改进与技术利用效率的提高;航空航天器制造业与电子及通信设备制造业的规模效率较低,有较大提升空间,其未来发展应将重心偏向于行业规模的优化。航空航天器制造业作为一种投资回报周期长、技术壁垒较高的行业,市场准入门槛较高,较少有新企业进驻该行业,导致其行业发展规模较小。因此政府可以调整现有高新技术产业园区基地的产业结构,通过优惠政策、资金扶持等方式吸引国内外优秀的航空航天器制造企业进驻江苏,同时也进一步加强对现有企业的支持力度,最终扩大该行业发展规模至最优水平。而电子及通信设备制造业由于市场进驻难度较小,满足行业要求的人员基数较多,使得该行业发展规模相对过剩,因此政府可以通过相关制度适当抬高该行业的准入门槛,合理控制行业新进驻企业数量,促使电子及通信设备制造业发展规模逐渐下降至最适规模,实现行业的最优规模报酬。

(2) 针对行业异质性特点,落实差异化改进策略。在行业人员数量方面,医药制造业、航空航天器制造业与电子及通信设备制造业应进一步扩大高质量人才的引进规模,吸引高水平创新型人才,通过完善人力资源管理机制、加强人力资本的投资与管理^[23-24],使行业实际生产能力水平达到最优;电子计算机及办公设备制造业与医疗设备及仪器仪表制造业则应适当控制行业用人规模,促进行业人力资源合理配置,提高运营效率。在经费投入方面,医药制造业与航空航天器制造业应削减经费的投入,提高经费投入的利用效率,降低无效资金冗余率;电子及通信设备制造业、电子计算机及办公设备制造业和医疗设备及仪器仪表制造业则应适当削减新产品开发的经费投入,增加基础研究、试验开发等方面的投入,立足于自主研究,加强对引进技术的消化吸收,不断提高自身技术创新能力。在政府扶持方面,政府应进一步加强对医药制造业与电子及通信设备制造业的资金扶持力度,适当缩减对航空航天器制造业、电子计算机及办公设备制造业和医疗设备及仪器仪表制造业的干预;同时应制定相关政策切实推动江苏“产学研”创新平台建设与发展,促进技术创新中所需的各种生产要素有机融合,充分利用市场导向推动科研成果向商业化、民用化发展,促进科研成果的潜在生产力向实际生产力转变。

参考文献:

- [1]罗志军.把“迈上新台阶、建设新江苏”鲜明地写在江苏发展的旗帜上[N].人民日报,2015-01-21(12)。
- [2]沈晓梅,姜明栋.基于熵值法的江苏省“强富美高”评价体系研究[J].华东经济管理,2018,32(6):12-18.
- [3]李中.改革开放 40 年我国高新技术产业发展实践与反思[J].经济体制改革,2019(1):103-109.
- [4]贺广华.江苏挺进智造时代[N].人民日报,2016-12-10(001)。

-
- [5]杨清可,段学军.基于 DEA-Malmquist 模型的高新技术产业发展效率的时空测度与省际差异研究[J].经济地理,2014,34(7):103-110.
- [6]屠文娟,蔡莉.高新技术产业高端化影响因素分析及路径对策探讨—以江苏省为例[J].经济师,2018(1):156-157.
- [7]黄健元,黄佐邢.江苏省高新技术产业发展状况分析[J].科技管理研究,2005(7):149-153.
- [8]彭灿,徐瑞泽,奚雷,等.江苏高新技术企业突破性创新能力现状调研与分析[J].中国科技论坛,2016(3):106-112.
- [9]王丽,樊杰,郭锐,等.基于 DEA 方法的国家高新技术产业开发区运行效率评价[J].工业技术经济,2019,38(9):50-57.
- [10]易明,彭甲超,俞艳霞.我国高新技术产业技术创新效率评价及提升对策研究[J].宏观经济研究,2017(11):60-68.
- [11]唐睿,李晨阳,冯学钢.高新技术产业空间特征对研发效率的影响—基于安徽省 16 个地级市静(动)态集聚指数和 DEA 面板 Tobit 的实证[J].华东经济管理,2018,32(2):22-29.
- [12]王聪,朱先奇,刘玎琳,等.京津冀协同发展中科技资源配置效率研究—基于超效率 DEA-面板 Tobit 两阶段法[J].科技进步与对策,2017,34(19):47-52.
- [13]ALBERCA P,PARTE L.Operational Efficiency Evaluation of Restaurant Firms[J].International Journal of Contemporary Hospitality Management,2018,30(3):1959-1977.
- [14]EMROUZNEJAD A,ANOUE A L,THANASSOULIS E.A Semi-oriented Radial Measure for Measuring the Efficiency of Decision Making Units with Negative Data,Using DEA[J].European Journal of Operational Research,2010,200(1):297-304.
- [15]陈燕丽,王磊,姜明栋,等.东北三省制造业上市公司企业绩效及影响因素研究—基于 DEA-Malmquist-Tobit 模型[J].工业技术经济,2018,37(11):51-57.
- [16]吴延兵.用 DEA 方法评测知识生产中的技术效率与技术进步[J].数量经济技术经济研究,2008(7):67-79.
- [17]张锋.江苏科技应对加入 WTO 的对策研究[J].现代经济探讨,2002(2):28-31.
- [18]HUI L L,CHIA C T,CHI H Y.Bank Reforms,Competition and Efficiency in China's Banking System:Are Small City Bank Entrants More Efficient?[J].China&World Economy,2009,17(5):69-87.
- [19]李丹丹.江苏省高新技术产业结构演化与发展策略研究[D].南京:南京航空航天大学,2016.
- [20]张瑾,郭彩琴.从数字城管到综合行政执法信息化:苏州工业园区的实践[J].中国行政管理,2018(10):153-154.
- [21]梁莱歆,曹钦润.研发人员及其变动与企业 R&D 支出—基于我国上市公司的经验证据[J].研究与发展管理,2010,22(1):98-105.
- [22]郭爱英,张立峰,董晓宏.中国医疗设备及仪器仪表制造业创新效率及影响因素研究—基于 SFA 方法的实证分析[J].石

家庄经济学院学报, 2015, 38(5):99-104.

[23]李杰义, 周丹丹, 闫静波. 战略人力资源管理的匹配模型及影响效应—环境不确定性的调节作用[J]. 南开管理评论, 2018, 21(6):171-184.

[24]GUEST D E. Human Resource Management and Employee Well-being:Towards a New Analytic Framework[J]. Human Resource Management Journal, 2017, 27(1):22-38.