

长三角区域高技术产业科技创新效率评价研究

——基于共享投入的三阶段网络 DEA 模型

王海花 王莹 李雅洁 李烨¹

(上海大学 管理学院, 上海 200444)

【摘要】: 文章以长三角区域高技术产业为研究对象, 基于共享投入的三阶段网络数据包络分析 (DEA) 模型, 将高技术产业的科技创新过程分为技术研发、技术转化和价值创造三个阶段, 测算 2007—2020 年长三角区域高技术产业的科技创新效率, 并与京津冀、珠三角等典型科创区域进行对比分析。研究结果表明: 长三角区域高技术产业科技创新的整体效率呈现平稳上升态势; 长三角区域三省一市的科技创新水平存在发展不平衡的问题; 与京津冀、珠三角相比, 长三角在技术研发、技术转化和价值创造三个阶段的创新效率偏低, 仍有较大上升空间。据此, 为长三角区域提升科技创新效率、打造成为世界级科技创新中心提出对策建议。

【关键词】: 长三角区域 高技术产业 科技创新效率 三阶段网络 DEA

【中图分类号】: F276.44 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1007-5097 (2022) 08-0026-08

一、引言

我国“十四五”规划和二〇三五年远景目标建议明确提出要“坚持创新在我国现代化建设全局中的核心地位”, 并强调将“科技自立自强作为国家发展的战略支撑”。高技术产业是实现科技自立自强的核心产业^[1], 在促进科技创新体系建设、强化战略科技力量方面具有重要作用。近年来, 我国高技术产业发展迅速, 产业投入力度不断增加, 2020 年高技术产业投资相比 2019 年增长 10.6%^[2], 但是仍面临技术创新能力不强、创新资源配置不合理、创新效率低下等问题^[3,4]。同时, 我国科技创新资源有限, 科技资源的合理配置也是影响科技创新效率的一个重要因素。因此, 本文从效率角度评价高技术产业的科技创新水平, 有助于识别影响高技术产业科技创新的主要因素, 提升资源利用效率, 助力我国高技术产业可持续发展和科技强国建设。

既有关于高技术产业科技创新效率的研究大多从省际层面和行业层面展开^[5,6,7,8], 鲜有研究聚焦区域层面。2016 年“十三五”国家科技创新规划明确指出要“打造区域创新高地”, 2021 年“十四五”规划和 2035 年远景目标纲要进一步指出, “支持北京、上海、粤港澳大湾区形成国际科技创新中心”, 辐射京津冀、长三角、珠三角等区域来推进协同创新, 形成国家区域科技创新新格局。其中, 长三角区域具有独特的区位优势、开放的经济环境、集聚的产业集群和丰富的创新资源, 该区域的高技术产业具备较高的创新动能。因此, 本文通过研究长三角区域及其三省一市的科技创新效率, 对比分析其与京津冀、珠三角两大典型科创区域的效率差异, 为长三角乃至全国各区域整合科技资源、激发区域科技创新活力提供理论依据。

作者简介: 王海花 (1983—), 女, 山东聊城人, 副教授, 博士, 研究方向: 创新与知识管理; 王莹 (1999—), 女, 山西平遥人, 硕士研究生, 研究方向: 创新与知识管理; 李雅洁 (2000—), 女, 安徽淮北人, 硕士研究生, 研究方向: 创新与知识管理; 李烨 (1998—), 女, 江苏无锡人, 硕士研究生, 研究方向: 创新与知识管理。

基金项目: 国家社会科学基金重大项目“聚焦关键核心技术突破的国家创新体系研究” (21&ZD130); 上海市“科技创新行动计划”软科学重点项目“长三角科技创新券通用通兑的主要模式、典型案例与政策建议” (21692111100)

科技创新效率评价常用的方法为数据包络分析法 (DEA)^[9], 因其能够处理多投入、多产出的效率评价问题, 且无需建立具体函数的特点而应用广泛。传统的 DEA 模型将决策单元视为“黑箱”, 未解构其内部特质而导致效率评价结果偏倚, 因此 Fukuyama 和 Weber(2010)^[10]、Kao(2014)^[11]、Fare 等 (2000)^[12]、Despotis 等 (2016)^[13] 基于决策单元的内部结构, 构建了通用型网络 DEA 模型。在此基础上, 网络 DEA 模型从最初的链式两阶段网络 DEA 模型^[14] 发展为考虑嵌套并联结构的两阶段网络 DEA 模型^[15], 并进一步拓展出三阶段网络 DEA 模型^[16, 17]。此外, 也有学者针对科技创新效率进行评价时关注到创新过程的中间额外投入、中间自由产出以及共享投入等动态效应^[18, 19, 20]。本文认为科技创新处于一个连续的、多阶段的过程, 其中技术研发活动处于科技创新的上游阶段, 其产出的专利技术和新产品需要通过中间的试验阶段以及产业化阶段的检验, 才能最终形成收益性产出^[16]。因此, 本文从投入产出的视角, 将高技术产业的科技创新过程分为技术研发、技术转化和价值创造三个阶段, 同时考虑在实际科技创新的多个子阶段中, 人力、物力、财力的投入往往存在共享行为, 构建基于共享投入的三阶段网络 DEA 模型, 用以评价长三角区域高技术产业的科技创新效率。

基于此, 本文选取长三角区域高技术产业为研究对象, 运用基于共享投入的三阶段网络 DEA 模型测算其科技创新效率, 并与京津冀和珠三角两大典型科创区域进行对比, 分析影响长三角区域高技术产业科技创新效率的主要因素, 针对性地提出对策建议, 以期提升长三角高技术产业的科技创新水平。

二、研究设计

(一) 共享投入三阶段网络 DEA 模型构建

本文借鉴刘树林等 (2015)^[16]、阳杨等 (2020)^[1] 的研究, 将高技术产业科技创新过程分为技术研发、技术转化和价值创造三个阶段, 构建的模型如图 1 所示。

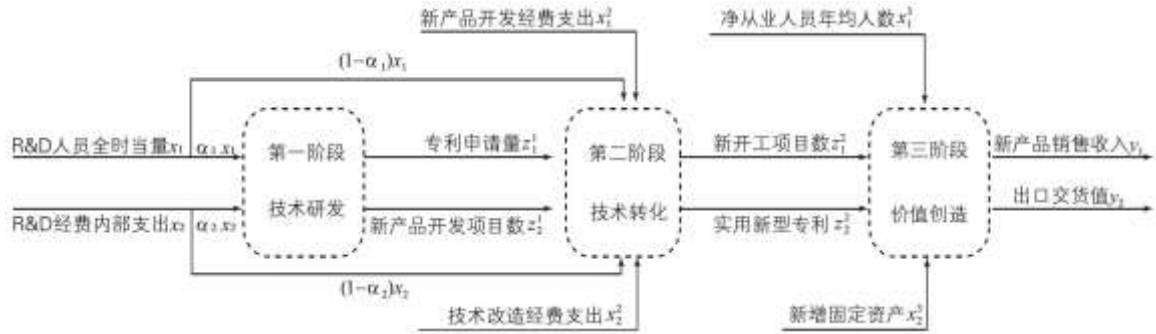


图 1 基于共享投入的三阶段网络 DEA 模型

图 1 中, 假设有 n 个决策单元, 每个决策单元 $DMU_j (j=1, 2, \dots, n)$ 在第一阶段有 m 项初始投入 $x_{ij} (i=1, 2, \dots, m)$ 和 D 项中间产出 $z_{dj}^1 (d=1, 2, \dots, D)$ 。其中, 初始投入 x_{ij} 作为 S_1 和 S_2 两个子阶段的共享投入, 且分配到 S_1 阶段的比例为 α_{ij} , 分配到 S_2 阶段的比例为 $(1-\alpha_{ij})$ 。另外, D 项中间产出既是 S_1 阶段的产出又作为 S_2 阶段的部分投入。第二阶段除共享投入和第一阶段的中间产出外, 还有额外 G 项投入 $x_{gj}^2 (g=1, 2, \dots, G)$, H 项中间产出 $z_{hj}^2 (h=1, 2, \dots, H)$ 。同样, H 项中间产出转化为 S_3 阶段的部分投入。此外, 第三阶段还有额外 K 项投入 $x_{kj}^3 (k=1, 2, \dots, K)$, S 项产出 $y_{rj} (r=1, 2, \dots, S)$ 。

参考刘树林 (2015)^[16]、郑素丽和胡一鸣 (2019)^[21] 等的思想, 基于规模报酬可变的假设, 技术研发阶段的效率 θ_o^{1*} 测度模型为公式 (1); 技术转化阶段的效率 θ_o^{2*} 测度模型为公式 (2); 价值创造阶段的效率 θ_o^{3*} 测度模型为公式 (3); 整体效率 θ_o^{**} 则用公式 (4) 来测度。

$$\begin{aligned}
\theta_0^{1*} &= \max \sum_{d=1}^D w_d z_{d0}^1 + \mu_1 & (1) \\
\theta_0^{2*} &= \max \sum_{h=1}^H u_h z_{h0}^2 + \mu_1 + \mu_2 & (2) \\
\theta_0^{3*} &= \max \sum_{r=1}^S f_r y_{r0} + \mu_1 + \mu_2 + \mu_3 & (3)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&\left\{ \begin{aligned}
&\sum_{d=1}^D w_d z_{dj}^1 - \sum_{i=1}^m v_i \alpha_{ij} x_{ij} + \mu_1 \leq 0 \\
&\sum_{h=1}^H u_h z_{hj}^2 - \sum_{i=1}^m v_i (1 - \alpha_{ij}) x_{ij} - \sum_{d=1}^D w_d z_{dj}^1 - \\
&\quad \sum_{g=1}^G Q_g x_{g0}^2 + \mu_2 \leq 0 \\
&\sum_{r=1}^S f_r y_{rj} - \sum_{h=1}^H u_h z_{hj}^2 - \sum_{k=1}^K e_k x_{kj}^3 + \mu_3 \leq 0 \\
&\text{s.t.} \begin{cases} \sum_{i=1}^m v_i \alpha_{i0} x_{i0} = 1 \\
\sum_{i=1}^m v_i (1 - \alpha_{i0}) x_{i0} + \sum_{d=1}^D w_d z_{d0}^1 + \sum_{g=1}^G Q_g x_{g0}^2 = 1 \\
\sum_{h=1}^H u_h z_{h0}^2 + \sum_{k=1}^K e_k x_{k0}^3 = 1 \\
\theta_0^{1*}, \theta_0^{2*}, v_i, w_d, Q_g, u_h, f_r, e_k \geq 0; \quad \mu_1, \mu_2, \mu_3 \in R; \\
L_{ij} \leq \alpha_{ij} \leq U_{ij}; \quad j = 1, 2, \dots, n; \\
i = 1, 2, \dots, m; \quad d = 1, 2, \dots, D; \quad g = 1, 2, \dots, G; \\
h = 1, 2, \dots, H; \quad k = 1, 2, \dots, K; \quad r = 1, 2, \dots, S
\end{cases} \\
&\theta_0^* = (\theta_0^{1*} \quad \theta_0^{2*} \quad \theta_0^{3*})^{1/3} & (4)
\end{aligned}
\right.$$

其中： $\alpha_{1j} = \alpha_{2j} = 0.5$ ，表示两个初始投入指标在技术研发和技术转化两阶段的分配比例各为 50%； μ_1 、 μ_2 、 μ_3 为三个不受约束的实变量，以此反映 DMU_j 的规模报酬状态。本文构建的三阶段网络 DEA 模型有 8 个决策变量（8 个省份）：第一阶段有 2 个共享投入变量、2 个中间产出变量；第二阶段有 2 个额外投入变量、2 个中间产出变量；第三阶段有 2 个额外投入变量、2 个最终产出变量。因此， $n=8, m=2, D=2, G=2, H=2, K=2, S=2$ 。

应用 DEAP2.1 对上述模型求解，得到第 0 个决策单元第一阶段、第二阶段、第三阶段的效率值分别为 θ_0^{1*} 、 θ_0^{2*} 、 θ_0^{3*} ，并根据三个阶段的效率值几何平均求出整体效率 θ_0^* 。

（二）指标选取

1. 技术研发阶段

该阶段主要将投入的人员和资金转化为专利、论文等成果。借鉴马大来和叶红（2020）^[22]的研究，本文选取 R&D 人员全时当量、R&D 经费内部支出 2 个指标作为技术研发阶段和转化阶段的共享投入指标。选取专利申请量和新产品开发项目数作为研发阶段的产出评价指标，该阶段的产出作为整个创新过程的中间产出。

2. 技术转化阶段

该阶段主要将共享投入和研发阶段的中间产出作为本阶段的投入，进而转化为新产品、新工艺、新技术等科技成果。借鉴李牧南和黄芬（2016）^[23]的研究，本文选取新产品开发经费支出和技术改造经费支出作为额外投入，并用新开工项目数和实用新型专利来衡量产出。

3. 价值创造阶段

该阶段主要将包含新产品、新工艺等在内的科技成果进行商业化，进而实现经济价值、社会价值和生态价值的创造。参考刘树林（2015）^[16]、杨佳伟（2017）^[5]等的观点，该阶段的额外投入包含以从业人员年均人数衡量的人员投入和以新增固定资产衡量的资金投入，最终产出用体现经济价值的新产品销售收入和出口交货值来测度。

基于此，本文构建的长三角区域高技术产业科技创新三阶段效率评价指标体系所列。其中，R&D 经费支出是一项流量指标，难以反映对后续创新活动的影响^[24, 25]，因此，在测算高技术产业创新活动效率时要对相关指标进行平减、存量转换。除 R&D 人员全时当量、专利申请量、新产品开发项目数、新开工项目数、实用新型专利、从业人员年均人数等指标无需处理外，对 R&D 经费内部支出、新产品开发经费支出、技术改造经费支出和新增固定资产等数据，参考 Griliches(1990)^[26]、吴延兵（2008）^[27]的做法，用永续盘存法以 2007 年为基期进行存量转换。计算公式如下：

$$K_{it}^R = E_{it}^R + (1 - \delta)K_{it-1}^R \quad (5)$$

其中：K_{it}^R 表示 i 省份在 t 年的 R&D 经费存量；E_{it}^R 表示 i 省份在 t 年经价格调整后以 2007 年价格表示的 R&D 经费支出；δ 为折旧率。

关于 R&D 经费存量的计算，分为 R&D 经费支出的平减和基期存量的计算两个方面。在构建 R&D 价格指数对名义 R&D 经费支出进行平减时，本文借鉴李向东（2011）^[25]等的构造方法，确定“R&D 价格指数=固定资产投资价格指数×0.46+居民消费价格指数×0.54”。关于基期 R&D 经费存量 K₁₀^R 的计算，本文以 2007 年为基期，参考已有文献，构建计算公式如下：

$$K_{10}^R = E_{10}^R / (g + \delta) \quad (6)$$

其中：E₁₀^R 为基期 R&D 经费支出；g 为考察期内不变价 R&D 经费支出的年均增长率，本文采用文献中常用的 5%^[28]；而 R&D 存量的折旧率，本文参考 Griliches(1990)^[26]的做法，取 δ=15%。

另外，为消除通货膨胀时价格因素对新产品销售收入和出口交货值的影响，本文以 2007 年为基期对其进行不变价平减处理，并采用工业品出厂价格指数进行平减。

（三）数据来源与处理

本文选取京津冀、长三角、珠三角 3 个区域的 8 个省市作为测算对象，选择 2007—2020 年 8 个省市 14 年的投入产出数据为样本进行实证分析。同时，考虑科技创新过程中“技术研发→技术转化→价值创造”三个阶段投入产出间的滞后性，参考杨佳伟等（2017）^[5]、刘凤朝等（2020）^[7]、郑素丽和胡一鸣（2019）^[21]的研究，设定各阶段投入产出的滞后期为 1 年，即初始投入为第 t 年数据，技术研发和技术转化阶段的中间产出分别为第 t+1 年、t+2 年数据，最终产出为第 t+3 年数据。因此，将 2007—2020 年样本数据分为 11 个考察期，第一个考察期（T1）为 2007—2010 年，第二个考察期（T2）为 2008—2011 年，其余考察期以此类推。其中，投入产出数据主要来源于《中国科技统计年鉴》和《中国高技术产业统计年鉴》，相应的价格指数数据来源于《中

国统计年鉴》，部分数据缺失值运用预测函数 Trend 来处理，并借助 DEAP2.1 软件进行效率值测算。

三、实证分析

（一）长三角区域科技创新效率分析

DEA 方法的效率取值范围为 0~1，若决策单元效率值为 1，则认为该决策单元是有效的；反之，则认为该决策单元是无效的，且数值越接近 0，无效程度越大。

2007—2020 年长三角区域高技术产业科技创新效率测算结果见可知，2007—2020 年长三角区域高技术产业科技创新整体效率均值为 0.735，未达到 DEA 有效。此外，技术研发、技术转化、价值创造各阶段的科技创新效率均值分别为 0.746、0.876、0.608，三个阶段中技术转化阶段效率最高，表明长三角区域研发的专利技术质量较高，能够较好地开发转化为新项目、新产品和新工艺。技术研发和价值创造阶段的效率值相对较低，表明长三角区域未能充分利用投入的研发资源并将其转化为专利等技术产出，并且区域内开发的新产品也难以高效转化为经济收益，创造商业价值，区域研发能力有待进一步提高。综上，长三角区域的高技术产业更多注重科技成果的转化，而初始阶段的技术研发和最终的经济收益效率尚未实现最大化，未来长三角区域应当在注重收益的同时加强长期的技术积累。

图 2 为 11 个考察期内长三角区域高技术产业科技创新各阶段效率变动趋势。由图 2 可知，T1—T2 考察期的技术研发效率率增，而技术转化和价值创造效率骤降。可能的原因是：2007 年长三角区域被纳入《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020 年）》重点关注对象，强调高技术产业的发展，因此，长三角区域大量增加科技资源投入，促使技术研发效率迅速提升。然而，长三角区域的基础设施和资源配置一时难以满足科技创新的需求，导致新技术的转化和商业化效率降低。此外，2008 年全球性金融危机很大程度上影响了我国高技术产业的科技创新投入，造成 T2—T3 考察期内技术研发效率大幅度下降。直到 T3 考察期开始，长三角区域科技创新各阶段效率值开始回升，并且在后续的考察期效率值呈现波动上升的状态。总体来看，11 个考察期内长三角区域高技术产业的科技创新效率明显提高，从 T1 时期的 0.681 提升至 T11 时期的 0.820，发展态势良好。

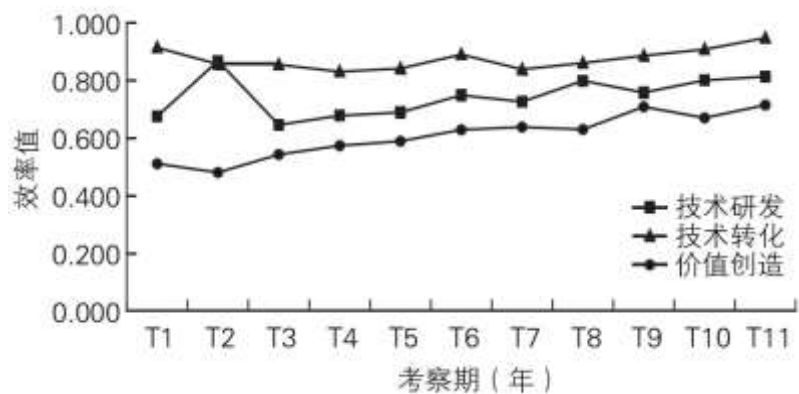


图 2 2007—2020 年长三角区域高技术产业科技创新效率变动趋势

进一步地，具体测算长三角区域三省一市高技术产业科技创新效率。通过对比发现，上海价值创造阶段的效率均值为 1，达到 DEA 有效，而技术研发和技术转化阶段的效率值相对较低，分别是 0.669 和 0.559，表明上海高技术产业投入了大量的研发人员和资金，而专利申请量、新产品开发项目数和新开工项目数等产出却未能与投入相匹配。在最终的价值创造阶段，前两个阶段产出的科技成果却能够高效地转化为经济收益。因此，上海的高技术产业在技术研发和技术转化阶段的资源没有得到有效配置，但是其研发的新技术、新产品等科技成果质量较强，能够较好地实现商业化。安徽则与上海相反，技术研发和技术转化阶段投入

产出有效，价值创造阶段效率值仅为 0.324，表明安徽的前两个阶段投入产出配比较高，但仍存在科技成果多、经济转化难的问题。江苏和浙江在科技创新的中间阶段效率较高，表明这两个省将新技术转化为新产品的能力较强，但是研发资源的利用能力和科技成果的经济转化能力较为欠缺。总体来看，长三角区域高技术产业科技创新效率存在省际差异，表明区域内三省一市间科技创新活动存在发展不平衡问题。

（二）长三角区域与其他典型区域对比分析

1. 技术研发阶段效率分析

京津冀、长三角和珠三角三个区域的高技术产业技术研发效率计算结果可以发现，2007—2018 年京津冀、长三角和珠三角三个区域的高技术产业技术研发效率均值分别为 0.826、0.746 和 0.766，均未达到 DEA 有效，表明三个区域的高技术产业研发活动存在高投入、低产出的问题。结合图 3 所示各区域研发效率变动趋势可以发现，2009—2010 年以后长三角区域研发效率处于平稳上升的状态。京津冀地区研发效率基本呈现“M”型变动趋势，效率值波动较大；珠三角区域的研发效率则呈“U”型变化特征，整体呈现先下降后上升的趋势。对比三个区域的研究效率值，京津冀地区的高技术产业研发效率均值为 0.826，在三个区域中排名最高，珠三角区域次之，长三角区域最低。

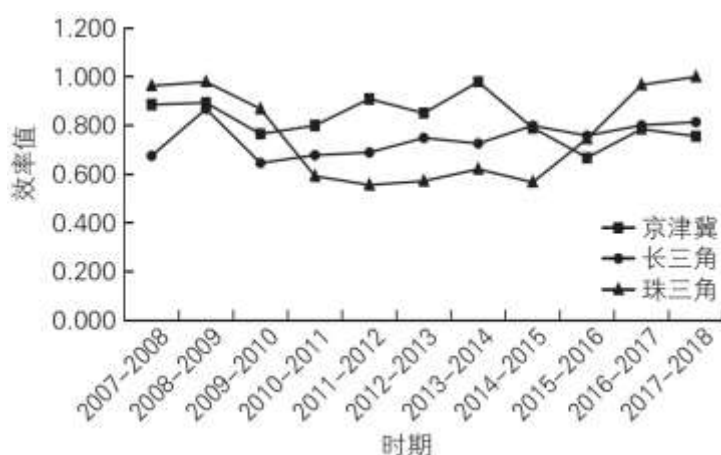


图 3 2007—2018 年各区域高技术产业技术研发效率趋势

2. 技术转化阶段效率分析

京津冀、长三角和珠三角三个区域的高技术产业技术转化效率计算结果可知，2008—2019 年，京津冀、长三角和珠三角三个区域中，长三角区域的技术转化效率均值最低，但三个区域的技术转化效率均值都大于 0.85，效率值接近于 1，处于边缘 DEA 有效。表明该阶段各区域的科技成果转化能力较强，只需在技术转化活动中稍加优化资源的配置，投入的人员、资金和技术就能有效转化为新开工项目和实用新型专利，实现产出最大化。

结合图 4 发现，总体而言三个区域技术转化效率值波动不明显，除 2010—2011 年珠三角区域出现拐点外，其他区域的技术转化效率值均较高，珠三角区域的技术转化效率值甚至达到 1，实现 DEA 有效。可能原因是：2008 年全球性金融危机对各行业影响较大，高技术产业也不例外，而本文考虑到技术创新活动存在一定的滞后期，因而出现 2009—2010 年效率值才下降的情况。而长三角区域的技术转化效率值波动不明显，表明该区域高技术产业活力较强，可以灵活应对外界经济环境的变化及其风险。

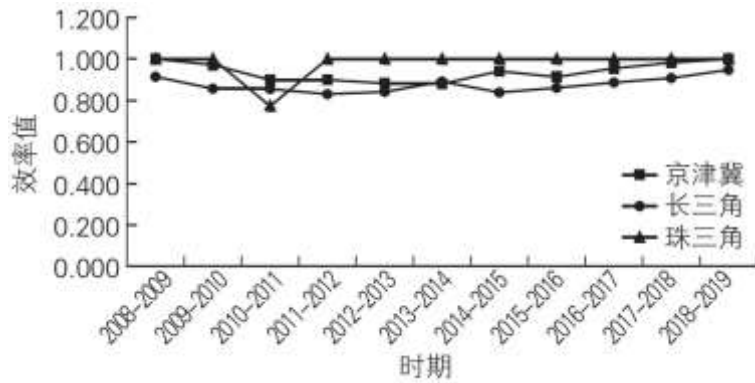


图 4 2008—2019 年各区域高技术产业技术转化效率趋势

3. 价值创造阶段效率分析

京津冀、长三角和珠三角三个区域的高技术产业价值创造效率计算结果所列。

在高技术产业价值创造阶段，2009—2020 年三个区域的效率值分别为 0.794、0.608 和 0.926。其中长三角区域的价值创造效率值在三个区域中最低，表明长三角区域开发的新产品、新工艺未能有效实现商业化。而珠三角区域自 2012—2013 年开始价值创造效率值均为 1，表明该区域研究开发的新技术、新产品以及新工艺质量较高，能够较好地转化为经济效益。结合图 5 发现，三个区域价值创造效率整体呈现上升的趋势，表明其高技术产业的经济转化能力不断提升。

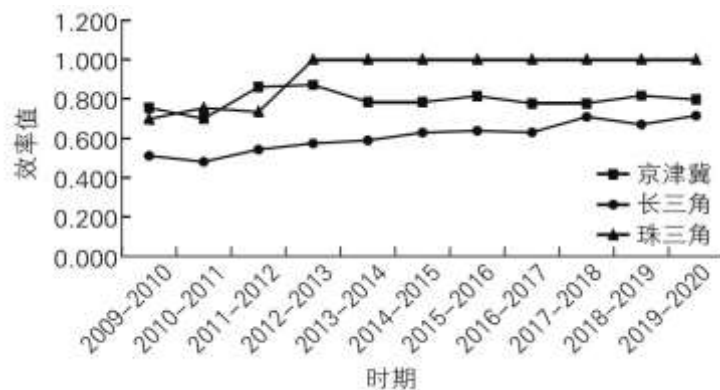


图 5 2009—2020 年各区域高技术产业价值创造效率趋势

四、研究结论与对策建议

(一) 研究结论

本文以长三角高技术产业为研究对象，将科技创新过程分为技术研发、技术转化和价值创造三个阶段，基于共享投入构建了三阶段网络 DEA 模型，评价 2007—2020 年长三角区域高技术产业科技创新效率，并与京津冀、珠三角两大典型科创区域对比，测量长三角区域高技术产业科技创新水平并挖掘影响高技术产业创新的主要因素，进而针对性地提出对策和建议。本文得到的研究结论如下：

(1) 2007—2020 年长三角区域高技术产业整体及各子阶段科技创新效率都有不同程度的提高, 呈现持续上升态势, 但不论是科技创新的整体过程还是各子阶段, 效率值都有较大提升空间。尤其是技术研发和价值创造阶段效率偏低, 表明长三角区域充分利用研发资源以及实现创新产品商业化的能力仍有欠缺, 未来应当在注重经济收益的同时加强长期的技术积累。

(2) 长三角区域三省一市间科技创新各阶段效率存在较大差异, 如安徽的技术研发效率明显高于其他省市; 上海的技术转化效率远低于其他三省, 而价值创造效率则明显高于其他三省。表明长三角区域高技术产业科技创新发展不平衡, 省际间的资源配置和协同创新水平有待进一步加强。

(3) 将长三角区域的高技术产业科技创新效率值与京津冀、珠三角对比发现, 长三角区域技术研发、技术转化和价值创造三个阶段的效率值偏低。表明长三角区域科技创新效率有较大上升空间, 未来长三角应借鉴京津冀、珠三角等区域的成功经验, 继续优化创新资源投入产出配比, 并努力依托其政策扶持、区位优势及区域特点进一步提升区域高技术产业科技创新能力。

(二) 对策建议

(1) 优化创新资源投入结构, 实现资源高效配置。一是因科技创新资源投入不足而导致科技创新效率低下的区域及省市(例如处于技术研发阶段的浙江、处于技术转化阶段的江苏和浙江、处于价值创造阶段的江苏等), 应当积极与具有较高创新能力的省市开展合作, 同时积极引进高端人才, 加大创新资金的投入和政府的政策扶持力度, 确保科技创新资源的充足与稳定, 努力提升科技创新水平; 二是创新资源投入已达到一定强度, 但科技创新效率仍不高的区域及省市(如处于技术研发阶段的上海和江苏、处于技术转化阶段的上海、处于价值创造阶段的浙江和安徽等), 应当完善高技术产业基础设施建设, 优化创新资源配置结构, 注重科技成果的转化, 做好科技与经济的高质量衔接; 三是目前科技创新效率较高的区域及省市(例如处于技术研发和技术转化阶段的安徽、处于价值创造阶段的上海等), 应当继续保持自身的科技创新活力, 依托自身的区位优势和科技创新能力, 继续实现高技术产业的健康发展。不同区域及省市只有结合自身实际情况针对性地制定提升策略, 才能实现其高技术产业的可持续发展。

(2) 推进长三角区域协同, 打造科技创新高地。目前, 长三角区域三省一市间科技创新效率存在资源投入力度不统一、科技创新发展不平衡现象, 虽然长三角区域提出并实行一体化发展战略, 但区域内各省市间合作质量有较大提升空间。长三角区域需要继续加强区域内各省市高技术产业科技创新资源的整合, 鼓励各省市加强人才、机制、技术、管理等方面的交流, 完善长三角区域高技术产业科技创新一体化发展平台, 以期有效推动各省市的优势互补与分工协作, 打破行政区划带来的体制约束, 促进整个区域科技创新的协调发展, 进而全面提升长三角区域高技术产业科技创新协同水平。

(3) 加强与其他区域的合作, 提升高技术产业科技协同创新能力。相比京津冀、珠三角区域, 长三角的高技术产业科技创新整体效率不高, 未来长三角区域应积极向京津冀和珠三角区域学习, 通过优化创新资源配置、完善产业结构体系, 尽力缩小其科技创新效率差距。另外, 长三角需加强与其他创新区域的互动与合作, 与其他区域共同搭建跨区域的科技创新平台, 以实现科技创新资源在各区域间的合理流动和最优配置, 进而构建全国范围的区域科技创新走廊, 形成区域空间关联新格局^[29], 努力实现我国高技术产业“技术研发→技术转化→价值创造”全过程的高质量发展。

参考文献:

[1] 阳杨, 田逸飘, 尹天宝. 创新价值链视角下重庆高技术产业创新效率研究——基于三阶段链式网络 DEA 模型[J]. 科技与经济, 2020, 33(6): 36-40.

[2] 国家统计局. 中华人民共和国 2020 年国民经济和社会发展统计公报[J]. 中国统计, 2021(3): 8-22.

-
- [3]李培哲, 菅利荣. 区域高技术产业创新过程效率研究[J]. 科学学研究, 2022, 40(4):713-722, 733.
- [4]韩晶. 中国高技术产业创新效率研究——基于 SFA 方法的实证分析[J]. 科学学研究, 2010, 28(3):467-472.
- [5]杨佳伟, 王美强, 李丹. 基于共享投入两阶段 DEA 模型的中国省际高技术产业研发创新效率评价[J]. 科技管理研究, 2017, 37(3):84-90.
- [6]杨玉桢, 杨铭. 两阶段高技术产业创新效率及其影响因素研究——基于随机前沿模型的实证分析[J]. 管理现代化, 2019, 39(5):37-41.
- [7]刘凤朝, 张娜, 赵良仕. 东北三省高技术制造产业创新效率评价研究——基于两阶段网络 DEA 模型的分析[J]. 管理评论, 2020, 32(4):90-103.
- [8]CHEN H, LIN H, ZOU W. Research on the Regional Differences and Influencing Factors of the Innovation Efficiency of China's High-Tech Industries:Based on a Shared Inputs Two-Stage Network DEA[J/OL]. Sustainability, 2020, 12(8):3284. [2020-06-09]. <http://doi.org/10.3390/su/2083284>.
- [9]CHARNES A, COOPER W W, RHODES E. Measuring the Efficiency of Decision Making Units[J]. European Journal of Operational Research, 1978, 2(6):429-444.
- [10]FUKUYAMA H, WEBER W L. A Slacks-based Inefficiency Measure for a Two-stage System with Bad Outputs[J]. Omega-International Journal of Management Science, 2010, 38(5):398-409.
- [11]KAO C. Network Data Envelopment Analysis:A Review[J]. European Journal of Operational Research, 2014, 239(1):1-16.
- [12]FARE R, GROSSKOPF S. Network DEA[J]. SocioEconomic Planning Sciences, 2000, 34(1):35-49.
- [13]DESPOTIS D K, SOTIROS D, KORONAKOS G. A Network DEA Approach for Series Multi-stage Processes[J]. Omega-International Journal of Management Science, 2016, 61:35-48.
- [14]肖仁桥, 王宗军, 钱丽. 我国不同性质企业技术创新效率及其影响因素研究: 基于两阶段价值链的视角[J]. 管理工程学报, 2015, 29(2):190-201.
- [15]熊曦, 关忠诚, 杨国梁, 等. 嵌套并联结构两阶段 DEA 下科技创新效率测度与分解[J]. 中国管理科学, 2019, 27(3):206-216.
- [16]刘树林, 姜新蓬, 余谦. 中国高技术产业技术创新三阶段特征及其演变[J]. 数量经济技术经济研究, 2015, 32(7):104-116.
- [17]AN Q X, MENG F Y, XIONG B B. Interval Cross Efficiency for Fully Ranking Decision Making Units Using DEA/AHP Approach[J]. Annals of Operations Research, 2018, 271(2):297-317.

-
- [18]陈莹文,王美强,陈银银,等.基于改进两阶段DEA的中国高技术产业研发创新效率研究[J].软科学,2018,32(9):14-18.
- [19]YU Y,SHI Q.Two-stage DEA Model with Additional Input in the Second Stage and Part of Intermediate Products as Final Output[J].Expert Systems Applications,2014,41(15):6570-6574.
- [20]田庆锋,苗朵朵,张硕,等.军民融合型高校的科技成果转化效率及路径[J].科技管理研究,2020,40(8):91-101.
- [21]郑素丽,胡一鸣.浙江省高技术产业创新效率评价与优化路径:基于双阶段DEA方法的实证研究[J].科技管理研究,2019,39(5):89-96.
- [22]马大来,叶红.供给侧结构性改革视角下中国科技成果转化绩效研究——基于空间面板数据模型的实证分析[J].重庆大学学报(社会科学版),2020,26(1):45-60.
- [23]李牧南,黄芬.我国中型高技术企业创新效率的区域比较研究——创新价值链视角[J].工业技术经济,2016,35(12):137-142.
- [24]尹洁,刘玥含,李锋.创新生态系统视角下我国高新技术产业创新效率评价研究[J].软科学,2021,35(9):53-60.
- [25]李向东,李南,白俊红,等.高技术产业研发创新效率分析[J].中国软科学,2011(2):52-61.
- [26]GRILICHES Z.Patent Statistics as Economic Indicators:A Survey[J].Journal of Economic Literature,1990,28(4):1661-1707.
- [27]吴延兵.中国地区工业知识生产效率测算[J].财经研究,2008(10):4-14.
- [28]肖泽磊,盛宇华,张国华.中国高技术产业发展绩效变动的空间收敛分析[J].管理工程学报,2015,29(4):87-94.
- [29]杨力,魏奇锋.基于超效率DEA与Malmquist指数的区域研发效率评价——四大国家级城市群比较研究[J].科技进步与对策,2022,39(10):41-51.