

基于DEA-BCC模型的四川省高技术产业技术创新效率评价研究

廖青青, 肖钦文

西南石油大学经济管理学院, 四川省 成都市

发布日期: 2025年6月10日

摘要

本文选取四川省的18个地级市和3个自治州微观数据作为研究样本, 构建产出投入指标体系, 运用DEA-BCC模型对四川省高技术产业技术创新效率进行实证研究, 解析四川省高技术产业技术创新效率的变化情况。

关键词

高技术产业; 技术创新效率; DEA-BCC模型

Research on the Evaluation of Technological Innovation Efficiency of High - tech Industries in Sichuan Province Based on DEA - BCC Model

Qingqing Liao, Qinwen Xiao

School of Economics and Management, Southwest Petroleum University, Chengdu 610500, China

Abstract

This study selected micro-level data from 18 prefecture-level cities and 3 autonomous prefectures in Sichuan Province as the research sample. An input-output indicator system was constructed, and the DEA-BCC model was employed to conduct an empirical study on the technological innovation efficiency of Sichuan's high-tech industry. The analysis explores the dynamics of technological innovation efficiency within this sector.

Keywords

文章引用: 廖青青, & 肖钦文. (2025). 基于 DEA - BCC 模型的四川省高技术产业技术创新效率评价研究. 经济学年鉴, 1(1), 76 - 80. ISSN Print: 3079-5427; ISSN Online: 3079-5435.
DOI: 10.63313/Economics.8004

High-Tech Industry; Technological Innovation Efficiency; Dea-Bcc Model

Copyright © 2025 by author(s) and Erytis Publishing Limited.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



引言

技术创新是国家战略核心驱动力, 科技创新与高技术产业双向驱动、深度融合。自上世纪 80 年代起, 国家推出多项扶持政策助力高技术产业发展。2024 年, 党的二十届三中全会对高技术产业发展作出重要部署, 同年, 多部门也发布相关意见和修订资金管理办法推动产业发展。在众多政策推动下, 2024 年我国高新技术产业规模实现跨越式增长, 178 家国家高新区园区生产总值占全国经济总量的 14.3%。四川将发展高技术产业作为“工业强省”的重要战略任务, 历经“单核”驱动、“双核”培育阶段, 目前正进行“多极协同”的空间重构。不同阶段分别出台相应规划, 推动产业从侧重规模扩张向创新驱动转变, 锚定未来产业, 强化企业主体地位与成果转化机制。当前四川省高技术产业发展存在“核心区域高度聚集, 外围区域支撑不足”的困境, 制约其向更高质量发展转型。因此, 探索高技术产业技术创新效率提升途径, 实现区域创新能力平衡发展至关重要。本文运用 DEA-BCC 模型对四川省高技术产业技术创新效率进行测度和评价, 分析提升高技术产业技术创新效率的路径。

1. 文献综述

常见的高技术产业技术创新效率评价测度方法有参数估计法和非参数法。参数估计法通过预设的模型评估数据, 其中不少学者采用随机前沿分析 (Stochastic Frontier Analysis, SFA) 对高技术产业的创新效率进行评价。如 Goss 和 Vozikis (1994) 在创造价值的背景下, 研究了行业平均规模、企业规模和市场规模的关系, 为国家高技术产业发展战略提供了新的考察维度[1]。朱有为和徐康宁 (2006) 应用随机前沿生产函数测算中国高技术产业研发产出效率[2]。Song 和 Stavros (2022) 聚焦于中国高技术产业的发展态势, 对创新效率进行了量化评估, 揭示了创新过程中的问题和潜在发展空间[3]。与参数估计法相比, 非参数估计法不需要预设数学模型, 不受维度的约束, 灵活性强, 因此被广泛用于评估高技术企业的技术创新效率。数据包络分析 (DEA) 是常用的非参数估计方法之一。Fare 和 Grosskop (1997) 在研究亚太经济合作组织成员国 1975 年至 1990 年的技术效率时采用了 DEA 方法[4]。

研究高技术产业技术创新效率并对其进行评价, 测度高技术产业技术创新效率的水平, 分析其影响因素, 找出关键影响因素, 对高技术产业技术创新效率进行探索, 有利于提高四川省高技术产业的技术创新能力, 提升创新资源的利用率和实现高技术产业可持续发展。

2. 研究方法 with 指标选取

2.1 研究方法

本文采用的是 DEA-BCC 研究模型, 数据包络分析 (DEA) 是一种基于相对效果概念的效果评价方法, 由美国运筹学家 Charnes 和 Cooper 等人在 20 世纪 70 年代末至 80 年代初发展起来。它通过比较不同决策单元 (DMU) 的投入和产出, 评估它们的相对效率。

BCC 模型的线性规划形式为:

$$\min \theta$$

(1)

$$st.\sum_{j=1}^n X_j \lambda_j \leq \theta X_0$$

(2)

$$\sum_{j=1}^n Y_j \lambda_j \geq Y_0$$

(3)

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

(4)

$$\lambda_j \geq 0, j = 1, 2, L, n$$

(5)

在 BCC 型中加入约束条件 $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ ，它确保了规模报酬可变的假设。

2.1 指标选取和数据来源

根据指标构建的系统性、科学性和可比性等原则，同时在借鉴现有的研究成果的基础上[5-10]，结合高技术产业技术创新过程，构建了高技术产业技术创新效率指标体系。如表 1。

表 1. 四川省高技术产业技术创新效率指标体系

阶段	指标	类别	变量
技术研发阶段	投入指标	人力投入	R&D 人员折合全时当量（人年）
		资金投入	R&D 经费内部支出（万元）
	产出指标	知识产出	新产品开发项目数（项） 专利申请数（件）
技术成果转化阶段	投入指标	技术投入	有效发明专利（件）
		资金投入	技术改造经费支出（万元）
	产出指标	经济效应	主营业务收入（亿元） 新产品销售收入（万元）

本文参考了国内多数相关研究的做法，这些研究在分析研发活动的创新产出滞后期时，通常将滞后期设定为 1 年。因此，本文将滞后期设置为 1 年，即 2017 年的投入数据对应 2018 年的产出数据，2018 年的投入数据对应 2019 年的产出数据并以此类推。本文选择四川省的 18 个地级市和 3 个自治州为研究对象，但是由于攀枝花市和甘孜藏族自治州的数据缺失严重，因此在测算过程中排除了。通过查阅 2018~2024 年的《四川省科技统计年鉴》、《四川统计年鉴》和四川省统计局官网、四川科学技术厅官网等，收集了 2017~2023 年能衡量四川省高技术产业技术创新效率的投入产出指标数据，该指标数据覆盖面较宽。

表 2 展示了技术研发与技术成果转化阶段各关键指标的数据描述性统计。技术研发阶段涉及 R&D 人员折合全时当量、R&D 经费内部支出等 4 项指标，样本量均为 114，各项指标平均值、标准差、最小值和最大值差异显著，如 R&D 人员折合全时当量平均值为 1888.35 人年，最大值达 24047.00 人年。技术成果转化阶段涵盖有效发明专利、技术改造经费支出、主营业务收入等 4 项指标，样本量 114，各指标数据波动也较大，像新产品销售收入平均值 1007718.00 万元。

表 2. 数据描述性统计

阶段	变量	单位	样本量	平均值	标准差	最小值	最大值
----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----

技术研发阶段	R&D 人员折合全时当量	人年	114	1888.35	4571.22	1.00	24047.00
	R&D 经费内部支出	万元	114	94929.85	244623.50	22.00	1247724.00
	新产品开发项目数	项	114	437.49	1271.64	2.00	7802.00
	专利申请数	件	114	663.96	1877.09	1.00	9666.00
技术成果转化阶段	有效发明专利	件	114	988.91	3001.85	1.00	16122.00
	技术改造经费支出	万元	114	18067.03	52098.50	7.50	281526.00
	主营业务收入	亿元	114	507.89	1300.92	2.60	6970.20
	新产品销售收入	万元	114	1007718.00	2738116.00	17.00	15282906.00

3. 实证分析

3.1 技术研发阶段技术创新效率

如图 1，在技术研发阶段四川省高技术产业的综合效率在 2018 年至 2023 年间呈现剧烈波动趋势：2018 年初始值为 0.49，2019 年下降至 0.44，降幅 10.2%，首次出现负增长；2020 年强势回升至 0.70，涨幅 59.1%；但 2021 年回落至 0.45，降幅 35.7%，2022 年再度跃升至 0.75，涨幅 66.7%，达到历史最高值；然而 2023 年骤降至 0.28，降幅 62.7%，创 6 年最低值，全年波动幅度达 0.47，呈现“过山车”式剧烈震荡。整体来看，尽管存在短期反弹，但长期稳定性不足，极端波动突出，尤其是 2022-2023 年效率值从历史高点暴跌至谷底，反映出系统抗风险能力较弱，需警惕外部冲击对效率的持续性影响。

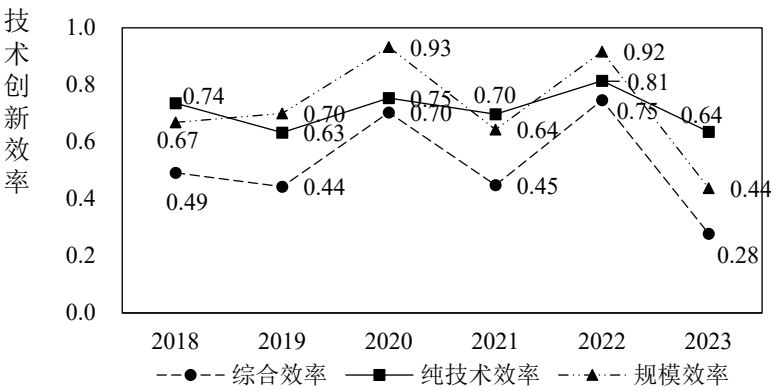


图 1. 四川省高技术产业技术研发阶段技术创新效率分析

3.2 技术成果转化阶段技术创新效率

由图 2 可知，综合效率在 2018 年至 2023 年间整体呈现“先升后降、再冲高回落”的震荡趋势：2018 年初始值为 0.49，2019 年大幅升至 0.62，涨幅 26.5%，首次突破近 6 年高点；但 2020 年回落至 0.56，降幅 10.3%，2021 年微降至 0.55，降幅 1.8%，进入低位调整期；2022 年强劲反弹至 0.74，涨幅 34.5%，创近 6 年峰值；然而 2023 年骤降至 0.52，降幅 29.7%，跌至近 6 年次低点，全年波动幅度达 0.22。在技术成果转化阶段，相较于技术研发阶段波动幅度有所缩小，但震荡依然存在，稳定性较差。技术成果转化阶段的技术创新效率与技术研发阶段一样存在波动，相对于研发阶段波动幅度较小，更加稳定。

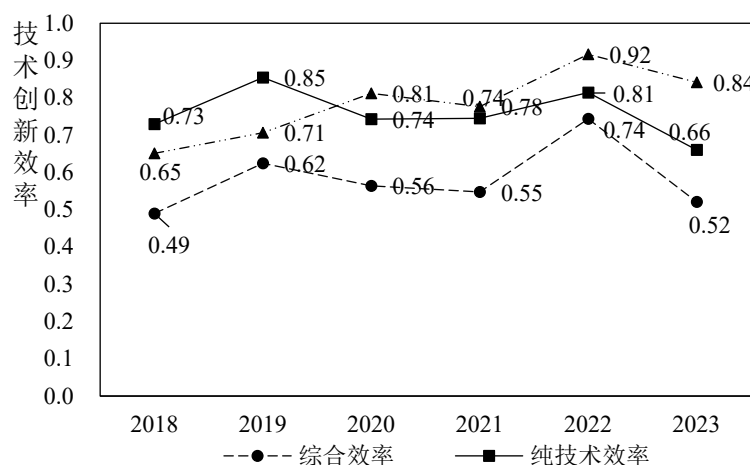


图 2. 四川省高技术产业成果转化阶段技术创新效率

4 研究结论

本文通过 DEA-BCC 模型, 分技术研发和技术成果转化两个阶段, 对四川省高技术产业技术创新效率进行了测度。结果显示, 四川省 19 个市州高技术产业技术创新效率较低。整体阶段技术创新综合效率在波动中下降, 这主要是由技术研发阶段和技术成果转化阶段技术创新综合效率共同下降所引起的。

参考文献

- [1] Goss E, Vozikis G S. High-Tech Manufacturing - Firm Size, Industry And Population-Density[J]. Small Business Economics, 1994, 16(2): 291-312.
- [2] 朱有为, 徐康宁. 中国高技术产业研发效率的实证研究[J]. 中国工业经济, 2006, 2006(11): 38-45.
- [3] Song Y, Yang L, Sindakis S. Analyzing the Role of High-Tech Industrial aggregation in Green Transformation and Upgrading of Manufacturing Industry: the Case of China[J]. original of the Knowledge Economy, 2022, 15(2): 156-176.
- [4] fare R, Grosskop S. efficiency and productivity in rich and poor countries[J]. Ann Arbor:University of michgan press, 1997, 34(5): 243-263.
- [5] 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.
- [6] 官建成, 陈凯华. 我国高技术产业技术创新效率的测度[J]. 数量经济技术经济研究, 2009, 26(10): 19-32.
- [7] 王郁蓉. 中国区域高技术产业创新效率的空间差异研究[D]. 西北大学, 2018.
- [8] 肖利平, 蒋忱璐. 高技术产业技术创新效率的阶段性特征及其动态演变[J]. 商业研究, 2017(10): 153-161.
- [9] 范德成, 李盛楠. 区域高技术产业技术创新效率测度与提升路径研究——基于共享投入关联型两阶段 DEA 模型[J]. 运筹与管理, 2019, 28(5): 156-165.
- [10] 李作志, 苏敬勤, 刘小燕. 中国高技术产业技术创新效率研究[J]. 科研管理, 2019, 40(12): 31-40.