

专精特新“小巨人”企业创新效率提升路径研究

——基于 DEA-malmquist 与 fsQCA 方法

赵峰 王俏

安徽工业大学 管理科学与工程学院

DOI:10.32629/ej.v9i2.3370

[摘要] 以276家专精特新“小巨人”上市企业为研究对象,使用DEA-Malmquist模型测度了专精特新“小巨人”上市企业的创新效率,并运用fsQCA探讨了“小巨人”企业实现高创新效率的组态路径。研究发现:专精特新“小巨人”企业创新效率不高且存在显著差异,其全要素生产率呈下滑态势,技术前沿面的衰退是主因。共存在“技术驱动型创新”、“市场环境协同性创新”、“治理与资源整合型创新”、“治理强化补偿型创新”四类提升路径。

[关键词] 专精特新“小巨人”; 创新效率; DEA-Malmquist; fsQCA

中图分类号: F273.1 **文献标识码:** A

Research on the Innovation Efficiency Improvement Path of Specialized, Sophisticated, Unique and New "Little Giant" Enterprises — Based on DEA-Malmquist and fsQCA Methods

Feng Zhao Qiao Wang

School of Management Science and Engineering, Anhui University of Technology

[Abstract] Taking 276 listed enterprises recognized as specialized, refined, and innovative “Little Giants” as the research sample, this study employs the DEA-Malmquist model to measure their innovation efficiency and applies fuzzy-set Qualitative Comparative Analysis (fsQCA) to explore the configuration paths for achieving high innovation efficiency. The findings reveal that the innovation efficiency of these “Little Giant” enterprises is generally not high and varies significantly, with a declining trend in total factor productivity mainly due to the regression of the technological frontier. Four distinct enhancement paths are identified: “technology-driven innovation,” “market environment synergistic innovation,” “governance and resource integration innovation,” and “governance reinforcement compensatory innovation.”

[Key words] Specialized, Refined, and Innovative “Little Giant” Enterprises; Innovation Efficiency; DEA-Malmquist; fsQCA

引言

专业化、精细化、特色化、新颖化是众多中小企业的发展目标。“专精特新”历经十余年发展,目前全国累计培育专精特新中小企业12.4万家,这些企业已成为新质生产力的重要支撑。中国企业面临核心技术“卡脖子”问题,而“小巨人”作为专精特新企业中的卓越领先者,是解决“卡脖子”问题的中坚力量。“小巨人”在高速发展的过程中,创新效率的高低以及如何提升都是关注重点。

已有从不同的角度对“专精特新”创新效率水平以及提升路径进行了研究。王海化等^[1]采用三阶段DEA模型测度了我国国家级“小巨人”企业的科技创新效率,并将其分成五大城市

群进行对比。张司飞等^[2]将回归分析与QCA方法结合,并用NCA补充分析单个条件的必要性,对“专精特新”中小企业创新绩效的主要影响因素及组态效应进行了探究,并提炼出不同的提升路径。雷佑新等^[3]基于二元视角,使用DEA-Malmquist法对“小巨人”企业的创新效率进行测度,并使用fsQCA探究提升效率的有效路径。

本文通过DEA-Malmquist模型对创新效率进行测度,后采用fsQCA方法分析技术、组织及环境三个层面6个前因条件对创新效率的协同效应,识别提升创新效率的条件组态,以期对“小巨人”企业实现高创新效率发展提供理论与实践参考建议。

1 研究设计

1.1 效率测度模型构建

1.1.1 DEA-Malmquist模型

考虑到现实中多数决策单元的生产规模难以完全达到最优状态, 规模报酬可能随投入产出调整而变化, 因此本文选择产出导向的BCC模型, 重点衡量在给定投入要素不变的前提下, 决策单元通过优化生产流程、提升技术水平以最大化产出的效率潜力。

1.1.2 指标选取

选取研发人员数量、研发费用、无形资产、固定资产净额为投入指标, 选取营业总收入、净利润和专利申请数量为产出指标。鉴于三类专利的技术含量不同, 对发明、实用新型和外观设计专利分别赋予0.5、0.3和0.2的权重以形成综合产出指标。此外, 考虑创新成果存在滞后性, 将产出指标设定为滞后1年处理。数据预处理: 先对负值指标做正向平移处理, 再统一进行改进max-min标准化处理。

1.2 组态分析模型构建

1.2.1 fsQCA法

QCA方法把研究对象视作条件变量不同组合方式的组态, 有助于分析多因并发、因果非对称性和等效性等因果复杂性问题^[4]。本文使用fsQCA方法分析企业环境因素和创新效率之间的必要性与充分性关系, 探索什么样的企业环境生态可以产生高创新效率。

1.2.2 组态分析框架构建

运用TOE框架分析创新效率的复杂因果关系已得到充分验证。基于此, 本文通过归纳法提取关键前因条件, 结合DEA-Malmquist法构建组态分析框架。

技术条件: 选取数字化程度和技术管理能力。高数字化水平帮助企业实现智能化和持续性发展, 推进技术创新水平的全面转变^[5]。技术管理能力是指企业在应对外部环境快速变化时, 对内外部资源进行整合、构建与重组的能力^[6]。**组织条件:** 包括融资约束和股权结构。“小巨人”作为中小企业所面临融资约束严峻, 投入创新的资金有限从而抑制创新^[7]。融资约束也可能产生“倒逼”效应或“筛选”效应从而提升创新效率^[8]。在公司治理结构中, 第一大股东的持股较高时, 大股东更愿意监督管理层开展长期性投入(如创新活动); 若股权过于集中可能限制管理层自主决策, 进而对技术创新的投入产生抑制作用^[9]。**环境条件:** 包括政府补贴强度和行业竞争压力。政府补贴能缓解企业自身资金压力, 但也可能出现“政治寻租”“策略性创新”现象, 起到了“反向”作用^[10]。市场竞争和企业创新之间普遍存在倒U型关系^[11]。

1.2.3 变量测量

数字化程度(Dig): 企业数字化关键词的总词频除以年报MD&A语段长度^[12]; 技术管理能力(Tec): 将研发支出占比、本科及以上学历员工占比、总资产周转率三个数值进行标准化处理后并求和; 融资约束(SA): SA指数, 取绝对值^[13]; 股权结构(Sh1): 第一大股东持股比例^[9]; 政府补贴强度(Gov): 政府补

贴与营业总收入的比值^[14]; 行业竞争压力(LI): 勒纳指数, 负向处理(1-勒纳指数)^[15,16]。

1.2.4 数据校准

本文直接采用直接校准法, 设定0.95、0.5和0.05为各变量的判定锚点^[17]。表1展示了校准结果。

表1 校准结果

条件与结果变量	校准		
	完全不隶属	交叉隶属	完全隶属
数字化程度	0.545	0.691	0.865
技术管理能力	3.657	4.304	4.985
融资约束	0.194	0.241	0.313
股权结构	3.778	3.891	4.009
政府补贴强度	20.258	28.715	37.580
行业竞争压力	0.005	0.008	0.0144
创新效率	0.819	0.845	0.872

1.3 样本选择与数据来源

选取工信部发布的专精特新“小巨人”企业名单中的A股上市企业为研究对象, 研究时间为2017-2022年, 剔除数据缺失和经营异常企业, 最终得到276家企业的平衡面板数据。在fsQCA分析中, 部分企业的前因条件数据缺失, 最终252家企业为研究案例。数据来源于CSMAR、WIND、CNRDS及企业年报。

2 结果与分析

2.1 效率测度分析

2.1.1 基于BCC模型的静态分析

2017-2022年, 276家专精特新小巨人上市企业综合效率值在0.586~0.664之间波动, 并呈现出上升趋势, “小巨人”企业的创新投入产出比有改善趋势。但综合效率均小于0.7, 这表明“小巨人”企业虽然专精, 但整体创新水平较低。均值为0.623, 表明与有效前沿面相比至少存在37.7%的不足, 仍有很大的改进空间。纯技术效率在研究期内几乎持续下降, 最初高达0.885, 降至0.724, 即使“小巨人”企业增加投入, 创新和技术转化能力也不能同步提升。规模效率呈现波动上升的状态, 2022年升至0.89(峰值), 这说明企业通过扩大有效投入提升规模匹配度。

2.1.2 基于Malmquist模型的动态分析

从5个变化期的均值来看, “小巨人”企业全要素生产率整体呈下降趋势, 平均下降约6.1%。技术效率变化平均下降2.1%, 表示企业追赶效率前沿的能力减弱。纯技术效率下降1.2%和规模效率下降0.8%, 管理和技术水平以及规模调整均有小幅退化, 这属于“轻效率损失”。PECH和SECH非常接近1, 表明“小巨人”企业内部管理能力较为优秀。技术进步平均下降4.2%, 波动大且无任何跨期实现增长, 表明行业技术前沿整体后移, 是TFP增长的最大瓶颈。

表2 Malmquist指数及分解

year	TC		PTEC		SEC		MI	
	effch	techch	pech	sech	tfpch			
2	1.031	0.908	0.977	1.056	0.937			
3	0.916	1.039	0.97	0.945	0.952			
4	0.972	0.991	0.966	1.005	0.963			
5	0.981	0.926	1.019	0.963	0.908			
6	1	0.934	1.008	0.992	0.934			
mean	0.979	0.958	0.988	0.992	0.939			

2. 2组态结果分析

2. 2. 1必要条件分析

单个条件对高/非高创新效率的必要性一致性普遍小于0. 9, 即不存在高/非高创新效率的必要条件。

表3 必要条件分析

高创新效率		非高创新效率	
一致性	覆盖度	一致性	覆盖度
Dig	0. 658	0. 669	0. 641
~Dig	0. 627	0. 647	0. 658
Tec	0. 631	0. 695	0. 573
~Tec	0. 638	0. 611	0. 710
SA	0. 576	0. 608	0. 677
~SA	0. 696	0. 694	0. 610
Sh1	0. 642	0. 695	0. 582
~Sh1	0. 630	0. 613	0. 704
Gov	0. 567	0. 637	0. 614
~Gov	0. 694	0. 654	0. 660
LI	0. 599	0. 637	0. 649
~LI	0. 677	0. 670	0. 641

2. 2. 2组态分析

在进行组态充分性分析时, 将案例频数阈值、原始一致性阈值和PRI一致性阈值分别设置为3、0. 8和0. 65。假设单个条件出现与否均可产生高创新效率, 并通过中间解与简约解的对比, 识别出每个解的核心和边缘条件^[18]。

四种组态的一致性和总体一致性均高于预设阈值0. 8, 表明四条组态具有较强的解释力。总体覆盖度为0. 447, 这说明这四条路径覆盖了44. 7%的高创新效率案例。

技术驱动型创新(S1)。这条路径描述了一种内生技术驱动

型的创新模式, 是最重要的一条路径。它表明, 当企业数字化水平达到较高程度且技术管理能力表现突出时, 即使融资约束较高且政府补贴不足, 也能实现高创新效率。它揭示了对于某些“小巨人”企业而言, 技术创新要素与数字化基础共同构成了核心驱动力, 外部融资环境宽松与否、政府扶持力度大小并非决定性因素。

表4 高创新效率的组态分析

	S1	S2	S3	S4
Dig		●	●	
Tec		●	●	●
SA				
Sh1	●		●	●
Gov				●
LI		●	●	
一致性	0. 892	0. 891	0. 900	0. 912
原始覆盖度	0. 308	0. 263	0. 249	0. 212
唯一覆盖度	0. 087	0. 048	0. 034	0. 057
总体一致性			0. 868	
总体覆盖度			0. 447	

注: ●和●代表前因条件存在, ⊗和⊗代表前因条件不存在。大圈和小圈分别代表核心条件和边缘条件。

市场环境协同型创新(S2)。引入了利基市场要素, 拥有较强技术储备与数字化水平的企业主体, 能利用低同侪竞争带来的宽松市场环境获得发展空间, 从而加速创新。这条路径更突出外部环境友好度对技术创新活动的协同促进作用。“小巨人”企业中遥遥领先的这些企业往往在细分市场建立了主导地位, 竞争压力小, 允许企业更专注、更高效地进行创新。

治理与资源整合型创新(S3)。这条路径引入了第一大股东持股比例作为核心条件, 揭示了一种内部治理与外部资源相结合的创新模式。高持股比例的第一大股东可能意味着较强的控制力和较高的决策效率, 在数字化水平提升所创造的市场环境以及同行业竞争压力较小的情况下, 快速抓住创新机会。凭借清晰的治理结构和有利的市场地位, 企业也能通过数字化工具有效提升创新效率。

治理强化补偿型创新(S4)。它呈现了多重不利性外部要素与内部制约因素共同施压情境下, 企业主体如何依托其核心能力及治理架构特质实现突破。当前阶段宏观经济态势与产业政策导向背景下, 虽然数字化转型浪潮席卷多数制造业企业, 但仍有特定传统制造业实体凭借其固有的能力和优势, 在数字化进程相对滞后的情况下持续保持创新产出活跃度。

2.3 稳健性检验

本文共使用三种方法进行稳健性检验^[19]: 提高案例频数阈值由3至4; 将PRI一致性由0.64提高至0.66; 将校准锚点调整为0.75、0.5、0.25。上述三种方法得到的组态均与原组态基本一致或被原组态包括, 得到的组态与原组态基本一致, 证明本文结果比较稳健。

3 研究结论与启示

3.1 研究结论

通过DEA-Malmquist模型对276家专精特新“小巨人”上市企业2017-2022年的创新效率进行了测算, 并基于组态视角采用fsQCA方法探析提升企业创新效率的组态路径, 据此得出研究结论: 专精特新“小巨人”企业的创新效率整体水平不高且波动明显, 企业之间的效率差距较大; “小巨人”企业全要素生产率整体呈下降趋势; 共存在技术驱动型创新、市场环境协同性创新、治理与资源整合型创新、治理强化补偿型创新4类提升路径。

3.2 管理启示

(1) 精准性赋能。对“小巨人”而言, 更需要的是“精准性赋能”而非“普适性补贴”。比如为采用S1、S2路径的企业提供技术对接平台和数字化改造服务; 为符合S4路径的企业提供研发补贴和融资担保。

(2) 因地制宜地选择提升路径。如在资金保障水平较低并且没有足够的政府资源帮扶的情况下, 选择专注于核心技术、致力于数字化转型; 对于既没有充足的资金保障, 又没有数字化成功转型的能力, 还面临激烈的行业竞争, 可以通过有效的技术管理和内部治理来打破内外短板, 实现“逆境求生”。

(3) 积极推进数字化转型。企业数字化转型是大势所趋, 国家领导人也多次在会议或活动上强调“数字化”, 所以企业不仅要选择合适的提升路径, 同时也要积极推进数字化转型和产业升级, 实现科技赋能。

[基金项目]

国家自然科学基金资助项目, 编号: 72274001; 安徽省高校科学研究自然科学基金重大项目, 编号: 2024AH040027。

[参考文献]

[1] 王海花, 李树杰, 王莹, 等. 我国国家级专精特新“小巨人”企业科技创新效率评价及其分五大城市群的创新效率对比[J]. 科技管理研究, 2023, 43(20): 65-74.

[2] 张司飞, 陈勇岐. “专精特新”中小企业创新绩效提升路径研究[J]. 科学学研究, 2024, 42(4): 873-884, 896.

[3] 雷佑新, 朱虹屿, 陈文卓. 二元创新视角下“专精特新”中小企业创新效率提升路径研究——基于DEA-Malmquist和fsQCA的实证分析[J]. 当代经济, 2024, 41(6): 74-82.

[4] 薛龙飞, 徐贤浩. 解析物流产业效率的驱动因素: 基于三阶段DEA和fsQCA的研究[J]. 管理评论, 2025, 37(6): 200-211.

[5] 徐向龙. 数字化转型与制造企业技术创新[J]. 工业技术经济, 2022, 41(6): 18-25.

[6] 苏汝劼, 常宇豪. 经济新常态下多元化与企业绩效——基于动态能力的视角[J]. 宏观经济研究, 2019(7): 136-147.

[7] 李真, 李茂林, 黄正阳. 研发融资约束、融资结构偏向性与制造业企业创新[J]. 中国经济问题, 2020(6): 121-134.

[8] 蒋薇. 债务融资何以影响企业创新表现? [J]. 技术经济与管理研究, 2025(4): 96-103.

[9] 郭玉晶, 朱雅玲, 张映芹. 股权结构与上市公司技术创新效率研究——基于三阶段DEA与Tobit模型[J]. 技术经济, 2020, 39(7): 128-139.

[10] 冉茂盛, 余肖林. 机构投资和政府补贴影响中国制造业创新研究[J]. 重庆大学学报(社会科学版), 2024, 30(2): 33-50.

[11] Cincera M, Ince E, Santos A. Revisiting the innovation-competition nexus: evidence from worldwide manufacturing and service industries[J]. Structural Change and Economic Dynamics, 2024, 69: 586-603.

[12] 肖土盛, 孙瑞琦, 袁淳, 等. 企业数字化转型、人力资本结构调整与劳动收入份额[J]. 管理世界, 2022, 38(12): 220-237.

[13] 余明桂, 钟慧洁, 范蕊. 民营化、融资约束与企业创新——来自中国工业企业的证据[J]. 金融研究, 2019(4): 75-91.

[14] 侯鹏波, 马占新. 中国生物医药企业创新效率测度及提升路径研究——基于改进的超效率DEA与fsQCA方法[J]. 软科学, 2025, 39(9): 111-119.

[15] 王彦超, 郭小敏, 余应敏. 反垄断与债务市场竞争中性[J]. 会计研究, 2020(7): 144-166.

[16] 韩忠雪, 高心仪. 跨国经营、市场环境与企业创新效率[J]. 科研管理, 2023, 44(6): 173-182.

[17] 张明, 杜运周. 组织与管理研究中QCA方法的应用: 定位、策略和方向[J]. 管理学报, 2019, 16(9): 1312-1323.

[18] 盛明泉, 李志杰, 鲍群. 营商环境生态与区域创新绩效提升——基于QCA和NCA的联动效应分析[J]. 云南财经大学学报, 2023, 39(8): 22-37.

[19] 张明, 陈伟宏, 蓝海林. 中国企业“凭什么”完全并购境外高新技术企业——基于94个案例的模糊集定性比较分析(fsQCA)[J]. 中国工业经济, 2019(4): 117-135.

作者简介:

赵峰(1977—), 男, 汉族, 安徽马鞍山人, 硕士, 单位: 安徽工业大学管理科学与工程学院, 职称: 副教授, 研究方向: 企业资源计划、数据挖掘、电子商务。

王倩(1999—), 女, 汉族, 江苏徐州人, 硕士研究生, 单位: 安徽工业大学管理科学与工程学院, 研究方向: 创新管理与政策。