

智能制造企业创新效率及其影响因素研究

——基于创新价值链视角

刘丽丽

山东城市服务职业学院

DOI: 10.12238/ems.v6i8.8821

[摘要] 随着全球科技竞争的加剧和制造业转型升级的迫切需求,智能制造已成为推动制造业高质量发展的重要引擎,在这一背景下,智能制造企业的创新效率及其影响因素研究显得尤为重要。本文将从创新价值链的视角,深入探讨基于两阶段链式DEA的智能制造企业创新效率测度、智能制造企业创新效率影响因素实证检验,并提出相应的对策建议。

[关键词] 智能制造;创新效率;创新价值链

Research on Innovation Efficiency and Influencing Factors of Intelligent Manufacturing Enterprises: Based on the Perspective of Innovation Value Chain

Liu Lili

Shandong Urban Service Vocational College

[Abstract] With the intensification of global technological competition and the urgent need for manufacturing transformation and upgrading, intelligent manufacturing has become an important engine for promoting high-quality development of the manufacturing industry. In this context, research on the innovation efficiency and influencing factors of intelligent manufacturing enterprises is particularly important. This article will explore in depth the measurement of innovation efficiency of intelligent manufacturing enterprises based on two-stage chain DEA from the perspective of innovation value chain, empirical testing of factors affecting innovation efficiency of intelligent manufacturing enterprises, and propose corresponding countermeasures and suggestions.

[Keywords] intelligent manufacturing; Innovation efficiency; Innovation value chain

引言:

当前,我国智能制造企业通过引进先进技术、开展自主研发、加强产学研合作等方式不断提升技术创新水平,推动产品升级和产业升级,尽管我国在智能制造技术创新方面取得了一定成果,但专利技术的转化率和市场化率相对较低,创新成果难以有效转化为企业经济效益。对此,需要通过智能制造企业创新效率影响因素实证检验,在此基础上提出有效建议,以保证智能制造企业创新效率的整体提升。

1理论基础与模型构建

1.1 智能制造升级路径相关理论

智能制造升级的理论基础主要建立在信息技术、人工智能、大数据等前沿技术的融合应用之上,这些技术为企业提供了实现生产自动化、智能化和精细化的可能,进而提升企业的生产效率、降低成本并增强市场竞争力。智能制造升级路径包括以下几个方面:(1)市场型智能升级路径。市场型智能升级路径以市场需求为导向,通过深入了解客户需求和市场变化,调整企业发展战略和产品策略。企业可以利用大

数据分析和人工智能技术,精准把握市场动态和消费者行为,实现个性化定制和精准营销,同时加强与供应链上下游企业的合作与协同,实现资源的优化配置和共享,提高整个产业链的竞争力。(2)垂直链型智能升级路径。垂直链型智能升级路径强调企业在产业链中的纵向整合和协同,通过加强与供应商、分销商等合作伙伴的紧密合作,实现信息共享、资源共享和风险共担。企业可以利用物联网和云计算技术构建数字化的供应链管理平台,实现生产、物流、销售等各个环节的智能化管理和优化。(3)网络云型智能升级路径。网络云型智能升级路径注重企业利用云计算、大数据等信息技术构建开放、共享、协同的智能制造生态系统,通过搭建云服务平台,实现企业内部和外部资源的连接和整合,为企业提供更加灵活、高效和创新的业务模式,同时借助云计算的弹性伸缩和按需服务的特性,降低企业的信息化建设成本和运维压力。

1.2 创新效率评价相关理论

1.2.1 创新效率评价的投入产出理论

投入产出理论起源于 20 世纪 30 年代的美国, 由经济学家瓦西里·里昂惕夫首次提出, 该理论主要关注经济系统中各部门之间的投入与产出关系, 通过构建投入产出表来揭示经济活动的内在联系。投入产出理论的核心思想是, 任何一个部门的生产活动都需要其他部门的投入, 同时其产出也会成为其他部门的投入, 从而形成一个相互依存、相互制约的经济系统。在智能制造企业创新效率评价中, 投入产出理论的应用主要体现在对创新活动的资源投入与创新成果产出之间的关系进行分析, 通过将创新活动视为一个经济系统, 可以利用投入产出理论来评估创新资源的配置效率和创新成果的产出效益。

1.2.2 创新效率实现的关键环节

创新效率的实现不仅依赖于企业的创新资源投入, 更取决于企业的创新技术研发能力和创新成果转化能力, 创新技术研发能力是指企业在技术研发方面的投入和产出能力, 创新成果转化能力是指企业将创新技术成果转化为实际产品或服务的能力。本研究运用统计分析方法和计量经济学模型, 对创新效率进行量化评估, 并探究创新技术研发能力和创新成果转化能力对创新效率的影响。本研究发现, 智能制造企业的创新效率受到多种因素的影响, 其中创新技术研发能力和创新成果转化能力是实现创新效率的关键环节。具体而言, 创新技术研发能力较强的企业能够在技术研发方面取得更多的突破和创新成果, 从而为企业带来更高的创新产出, 同时, 创新成果转化能力较强的企业能够更好地将创新技术成果转化为实际产品或服务, 实现技术创新的市场化和商业化。进一步分析发现, 创新技术研发能力和创新成果转化能力之间存在相互促进的关系, 一方面, 创新技术研发能力的提升可以为企业创造更多的创新机会和市场需求, 从而推动创新成果转化能力的提升; 另一方面, 创新成果转化能力的提升可以为企业带来更多的经济效益和市场竞争能力, 进而促进创新技术研发能力的进一步提升。

1.3 智能制造企业创新过程理论机制

智能制造作为新时代工业革命的核心驱动力, 其理论基础涵盖了多个学科领域, 值得一提的是, TRIZ 理论在智能制造企业的创新过程中发挥着至关重要的作用。TRIZ 理论, 源于苏联发明家 Genrich S. Altshuller 的研究, 旨在通过系统分析和解决矛盾, 推动技术创新和产品优化。此外, 智能制造的理论基础还包括制造业与互联网融合发展的理念, 即以互联网为代表的新一代信息技术在制造各环节的深度应用, 形成深度感知、远程可控、智慧决策、自动执行的先进生产模式。本研究运用 TRIZ 理论对智能制造企业的创新过程进行分析, 识别创新过程中的矛盾和问题, 同时结合制造业与互联网融合发展的理念, 探讨智能制造企业的新型生产模式, 旨在深入探究智能制造企业创新过程理论机制。经过深入研究和分析发现, 通过运用 TRIZ 理论, 企业能够系统地识别和解决创新过程中的矛盾和问题, TRIZ 理论还能够帮助企业实现生产流程的优化和产品性能的提升; 智能制造企业将互联网+与传统制造相融合, 形成了一种新型生产模式, 这种生产模式以互联网为平台, 通过大数据、云计算、物联网等技术的应用实现了生产过程的智能化、自动化和高效化。

1.4 实证模型构建

在智能制造企业创新过程中, 通常包括研发阶段和市场

应用阶段, 两个阶段相互衔接, 共同影响着企业的创新效率。因此, 构建两阶段链式 DEA 模型能够更准确地反映智能制造企业创新过程的实际情况, 揭示影响创新效率的关键因素。在构建两阶段链式 DEA 模型时, 假设第一阶段(研发阶段)的输入为 X_1 , 输出为 Z ; 第二阶段(市场应用阶段)的输入为 Z , 输出为 Y 。设第一阶段和第二阶段的效率分别为 θ_1 和 θ_2 , 则整个创新过程的总效率 θ 可表示为 $\theta = \theta_1 * \theta_2$ 。通过求解以下线性规划问题, 可以得到各阶段的效率值:

第一阶段: $\max(\theta_1)$

s. t. $\sum \lambda_j X_{1j} \leq \theta_1 X_{1i}$

$\sum \lambda_j Z_j \geq Z_i$

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

第二阶段: $\max(\theta_2)$

s. t. $\sum \lambda_j Z_j \leq Z_i$

$\sum \lambda_j Y_j \geq \theta_2 Y_i$

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

其中, λ_j 为权重系数, n 为样本企业数量。通过求解上述线性规划问题, 可以得到各企业在两个阶段以及整个创新过程的效率值。

通过对样本企业的数据进行分析和处理, 得到了各企业在两个阶段以及整个创新过程的效率值, 结果显示, 不同企业在创新效率方面存在显著差异, 部分企业在研发阶段效率较高, 但在市场应用阶段效率较低, 反之亦然, 这表明智能制造企业在创新过程中需要注重两个阶段之间的协调和优化。进一步分析影响创新效率的因素, 发现企业规模、研发投入、人才结构等因素对创新效率有显著影响, 大型企业由于资金雄厚、技术储备丰富, 通常具有较高的创新效率, 研发投入的增加可以提升企业的技术水平和创新能力, 进而提高创新效率, 同时优化人才结构, 提升员工的技能水平和创新能力, 也是提升创新效率的重要途径。

2 基于两阶段链式DEA的智能制造企业创新效率测度

两阶段链式 DEA 模型是在传统 DEA 模型的基础上, 根据企业的实际运营过程, 将创新活动划分为技术研发和成果转化两个阶段, 从而更准确地反映企业创新的内在机制和效率水平。本研究选取了 134 家智能制造试点企业作为研究对象, 构建了两阶段链式 DEA 模型, 具体而言, 首先确定了技术研发阶段和成果转化阶段的输入输出指标, 然后利用 MaxDEA 软件对模型进行求解, 得到各企业在两个阶段的效率值。在指标选择方面, 充分考虑了智能制造企业的特点和创新活动的实际需求。在技术研发阶段, 选取了研发人员数量、研发经费投入等作为输入指标, 以专利申请数、新产品开发数等作为输出指标; 在成果转化阶段, 将技术研发阶段的输出作为输入指标, 以销售收入、利润等作为输出指标。这样的指标设置既体现了创新活动的连续性, 又能够反映企业在不同阶段的创新能力。

通过运用两阶段链式 DEA 模型和 MaxDEA 软件对 134 家智能制造试点企业的技术创新效率进行测度, 结果显示, 在整体效率方面, 部分企业的效率值较高, 表明这些企业在技术创新方面具有较强的综合实力, 而部分企业的效率值相对较低, 需要进一步加强创新能力的提升; 在技术研发阶段效率方面, 发现一些企业在技术研发方面投入较多, 但产出并不理想, 可能存在资源浪费或技术瓶颈等问题, 而另一些企业

能够在有限的投入下取得较好的研发成果, 显示出较高的研发效率; 在成果转化阶段效率方面, 部分企业在将研发成果转化为实际生产力方面表现出色, 能够迅速实现经济效益, 但也有些企业在成果转化方面存在困难, 需要加强市场推广和商业模式创新等方面的努力。

3 智能制造企业创新效率影响因素实证检验

3.1 变量设定

内在因素: 资产结构: 反映企业资源配置的合理性, 以固定资产占比等指标来衡量; 获利能力: 体现企业盈利水平和经济效益, 以净利润率、总资产收益率等指标来量化; 运营能力: 衡量企业运营效率和资源利用能力, 以存货周转率、应收账款周转率等指标来反映; 股权集中度: 体现企业股权结构的合理性, 以第一大股东持股比例等指标来衡量。外在因素: 税收负担: 反映企业面临的税收压力, 以税负率等指标来衡量; 政府补贴: 体现政府对企业的支持力度, 以补贴收入占营业收入的比例等指标来量化。

3.2 模型构建

基于以上变量设定, 本研究将构建 Tobit 回归模型, Tobit 模型适用于因变量在正值上大致连续分布, 但包含一部分以正概率取值为 0 的观察值的情况。在智能制造企业创新效率的实证检验中, 由于创新效率可能受到多种因素的影响, 且存在部分企业的创新效率为 0 的情况, 因此采用 Tobit 模型是合适的。

具体模型构建如下: $IE = \beta_0 + \beta_1 AS + \beta_2 PC + \beta_3 OC + \beta_4 ES + \beta_5 TB + \beta_6 GS + \varepsilon$, 其中, IE 表示智能制造企业的创新效率; AS 表示资产结构; PC 表示获利能力; OC 表示运营能力; ES 表示股权集中度; TB 表示税收负担; GS 表示政府补贴; β_0 为截距项; β_1 至 β_6 为各变量的回归系数; ε 为误差项。通过 Tobit 回归模型的估计和实证检验发现, 智能制造试点企业的资本结构与创新效率无明显相关关系; 智能制造试点企业获利能力与企业创新效率呈显著正相关关系; 智能制造试点企业的运营能力与创新效率不显著相关; 股权集中度与智能制造试点企业创新效率成 U 型相关关系; 智能制造试点企业税收负担与企业创新效率成负相关关系; 政府补贴与智能制造试点企业创新效率成正相关关系。

4 政策建议

4.1 对制造企业的建议

基于智能制造企业创新效率影响因素实证检验, 进一步研究和发现, 制造企业智能基础设施建设对创新效率具有显著影响, 智能基础设施的完善程度直接关系到企业智能制造技术的应用水平, 进而影响其创新效率; 智能制造技术应用转化环节对创新效率具有关键作用, 技术应用转化是企业将智能制造技术转化为实际生产力的过程, 其效率直接影响到企业的创新效果; 企业的组织结构、文化氛围、市场定位等关键影响因素的改善能够有效提升智能制造企业的创新效率。基于以上研究结果, 建议制造企业应通过加大投入、引进先进技术等方式提升企业的智能制造水平, 为创新效率的提升奠定坚实基础; 企业应加强与科研机构、高校等创新主体的合作, 推动技术研发与市场推广的深度融合, 提高技术应用的成功率和效果; 企业应针对自身情况, 识别并改善影响创新效率的关键因素, 从而有效提升创新效率。

4.2 对政府的建议

本研究发现, 技术创新水平是影响智能制造企业创新效率的关键因素, 企业拥有先进的技术和设备, 能够更快地响应市场需求, 提高生产效率, 进而提升创新效率; 金融资本的支持对智能制造企业技术创新具有显著影响, 资金是企业技术创新的基础, 缺乏资金支持将严重制约企业的创新活动, 因此, 政府应鼓励金融机构加大对智能制造企业的支持力度, 提供优惠的贷款政策和融资服务。政府普惠制补贴资金能够为企业技术创新提供稳定的资金支持, 降低企业的创新风险, 本研究建议政府加大对智能制造企业的补贴力度, 完善补贴政策, 确保资金使用的公平性和有效性。

基于此, 对政府的建议包括以下几个方面: 一是鼓励金融资本支持智能制造技术创新, 政府应出台相关政策, 鼓励金融机构与智能制造企业建立紧密的合作关系, 提供针对性的金融产品和服务, 同时, 政府可以设立专项基金, 引导社会资本投向智能制造领域, 形成多元化的投资格局; 二是推动政府普惠制补贴资金保障, 政府应建立健全智能制造企业补贴机制, 确保补贴资金能够真正惠及有需求的企业, 政府还应加强对补贴资金使用情况的监管, 确保资金使用的合规性和有效性; 三是加强顶层设计, 科学评估绩效, 政府应加强智能制造领域的顶层设计, 制定科学的发展规划和政策体系, 同时建立完善的绩效评估机制, 对智能制造企业的创新活动进行定期评估和反馈, 为企业提供有针对性的指导和支持; 四是组合型政策因企施策, 针对不同类型的智能制造企业, 政府应采取组合型政策, 因企施策, 对于技术领先、创新能力强的企业, 政府应提供更为优惠的政策支持, 对于技术基础薄弱、创新能力不足的企业, 政府应加大培训和指导力度, 帮助其提升技术创新水平。

总结:

综上所述, 智能制造企业的创新效率及其影响因素研究对于提升我国制造业的整体竞争力和可持续发展具有重要意义, 通过理论基础与模型构建、基于两阶段链式 DEA 的智能制造企业创新效率测度, 再到智能制造企业创新效率影响因素实证检验, 明确影响因素, 并采取相应的对策措施, 可以有效推动智能制造企业创新效率的提升, 为制造业的高质量发展注入新的动力。

[参考文献]

- [1] 张浩, 毛家辉, 汪天宇. 我国智能制造企业技术创新效率提升的主要影响因素——基于三阶段 DEA-Tobit 模型的分析[J]. 科技管理研究, 2023, 43 (22): 95-101.
- [2] 毛家辉. 智能制造企业技术创新效率及其影响因素研究[D]. 江苏科技大学, 2023.
- [3] 张梦娜. 智能制造示范试点企业创新效率及其影响因素研究[D]. 南京信息工程大学, 2022.
- [4] 顾成豪. 我国智能制造企业技术创新效率及其影响因素研究[D]. 南京财经大学, 2020.
- [12] 李声鋈, “互联网+制造业”融合创新关键技术应用与示范. 青海省, 青海省生产力促进中心有限公司, 2019-11-13.
- [5] 单衍菲. 智能制造试点企业创新效率及其影响因素研究[D]. 大连理工大学, 2019.

作者简介: 刘丽丽, 1984. 10, 辽宁省凌源市人, 女, 汉, 研究生硕士, 讲师, 研究方向: 智能化升级改造、机电一体化。