

农机技术创新影响因素研究综述

——基于供给 - 需求 - 政策 - 市场 - 环境框架

王 托^{1*}, 单梦娇²

¹重庆师范大学经济与管理学院, 重庆

²天津农学院经济与管理学院, 天津

收稿日期: 2026年7月6日; 录用日期: 2026年8月3日; 发布日期: 2026年8月11日

摘 要

农机技术创新是农业机械化高质量发展的核心驱动力, 系统梳理其影响因素对推进农业现代化建设具有重要的学术价值。本文从概念内涵与测度方式出发, 构建供给 - 需求 - 政策 - 市场 - 环境五维分析框架, 对农机技术创新影响因素的理论机制与实证证据进行了系统综述。研究发现: (1) 研发投入、人力资本和产学研合作构成技术供给端的核心驱动力, 其中人力资本的边际贡献高于研发经费; (2) 农业劳动力成本上升与规模化经营通过诱致性技术创新机制显著拉动农机创新需求, 但该效应受地形条件约束; (3) 农机购置补贴具有市场扩大与逆向选择的双重效应, 知识产权保护薄弱则导致企业倾向于低质量微创新; (4) 市场竞争与创新呈倒U型关系, 适度的行业集中有利于提升创新动力; (5) 金融发展、数字技术渗透和农田宜机化条件等外部环境因素的作用日益凸显。在方法层面, 现有研究以面板回归和空间计量为主, 因果推断方法应用尚处于起步阶段。未来研究应着力于构建整合性理论框架、推进微观层面实证、强化因果识别设计, 并重点关注数字技术推动和绿色农机等新兴议题。本文为后续实证研究提供了结构化的文献坐标与方向指引。

关键词

农机技术创新, 影响因素, 诱致性技术创新, 农业机械化

A Review of Factors Influencing Agricultural Machinery Technology Innovation

—Based on the Supply-Demand-Policy-Market-Environment Framework

Tuo Wang^{1*}, Mengjiao Dan²

¹School of Economics and Management, Chongqing Normal University, Chongqing

²School of Economics and Management, Tianjin Agricultural University, Tianjin

*通讯作者。

文章引用: 王托, 单梦娇. 农机技术创新影响因素研究综述[J]. 可持续发展, 2026, 16(8): 90-99.

DOI: 10.12677/sd.2026.168272

Received: July 6, 2026; accepted: August 3, 2026; published: August 11, 2026

Abstract

Agricultural machinery technology innovation is the core driving force for the high-quality development of agricultural mechanization. Systematically sorting out its influencing factors has important academic value for promoting the construction of modern agriculture. Starting from the conceptual connotation and measurement methods, this paper constructs a five-dimensional analysis framework of supply-demand-policy-market-environment, and provides a systematic review of the theoretical mechanisms and empirical evidence of the influencing factors of agricultural machinery technology innovation. The study finds that: (1) R&D investment, human capital, and industry-university-research cooperation constitute the core driving forces on the technology supply side, with the marginal contribution of human capital exceeding that of R&D funding; (2) Rising agricultural labor costs and large-scale operations significantly drive the demand for agricultural machinery innovation through inducement-based technological innovation mechanisms, but this effect is constrained by terrain conditions; (3) Agricultural machinery purchase subsidies have dual effects of market expansion and adverse selection, while weak intellectual property protection leads enterprises to lean toward low-quality incremental innovation; (4) The relationship between market competition and innovation follows an inverted U-shape, and moderate industry concentration is conducive to enhancing innovation motivation; (5) The role of external environmental factors such as financial development, digital technology penetration, and farmland suitability for mechanization is increasingly prominent. Methodologically, existing studies mainly rely on panel regression and spatial econometrics, and the application of causal inference methods is still in its initial stages. Future research should focus on constructing integrated theoretical frameworks, advancing micro-level empirical studies, strengthening causal identification designs, and paying special attention to emerging topics such as digital technology promotion and green agricultural machinery. This paper provides a structured literature map and directional guidance for subsequent empirical research.

Keywords

Agricultural Machinery Technology Innovation, Influencing Factors, Inducement-Based Technological Innovation, Agricultural Mechanization

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

1. 引言

农业机械化是农业现代化的重要标志和物质基础。改革开放以来,中国农业机械化水平持续快速提升,全国农作物耕种收综合机械化率持续快速提升,迈入以机械化为主导的农业生产新阶段。然而,在机械化率快速攀升的同时,我国农机工业大而不强的结构性矛盾日益凸显:高端装备依赖进口,关键零部件受制于人,产品同质化竞争激烈而原创性技术供给不足。在此背景下,农机技术创新对保障国家粮食安全和推进农业现代化的重要支撑作用日益凸显。

从学术研究来看,农机技术创新的影响因素是跨学科交叉议题,涉及创新经济学、农业经济学、产业组织理论等多个领域。自 Schumpeter (1934) [1] 提出创新理论以来,技术创新驱动因素的研究已形成丰

富积累,但具体到农机行业这一兼具制造业属性和农业服务功能的细分领域,系统性的影响因素梳理尚显薄弱。现有研究主要沿三条脉络展开:一是从技术供给视角,探讨研发投入、人力资本、知识存量等要素对创新产出的推动作用;二是从市场需求视角,基于 Hayami 和 Ruttan (1970) [2]的诱致性技术创新理论,分析农业规模化经营、劳动力成本上升等因素如何引致农机技术进步;三是从政策制度视角,评估农机购置补贴、研发税收优惠、知识产权保护等政策工具的创新激励效果。三条脉络各有所侧重,但尚未形成统一的整合性分析框架。

从方法层面审视,该领域经历了从定性描述到定量测度、从相关性分析到因果识别的演进。早期研究多采用描述性统计和案例分析。随着面板数据可得性改善,固定效应模型和动态面板方法(如系统 GMM)成为主流,用以控制遗漏变量导致的内生性偏误。近年来,双重差分法(DID)、断点回归(RDD)、工具变量(IV)等准实验方法开始被引入,用于识别特定政策冲击对企业创新行为的净因果效应。空间计量模型的广泛应用使研究者得以捕捉省际间技术创新的空间溢出特征。然而,该领域的实证策略总体上仍以相关性识别为主,因果识别的证据积累相对薄弱,制约了研究结论的政策参考价值。

鉴于上述研究现状,本文旨在对农机技术创新影响因素进行系统梳理与评述。学术贡献体现在三个方面:第一,从供给-需求-政策-市场-环境五个维度构建整合性文献梳理框架,厘清各因素的理论机制与作用路径;第二,对被解释变量的测度方式和计量方法进行比较评述,揭示不同研究设计对结论稳健性的影响;第三,识别研究缺口与薄弱环节,提出具有前沿性的未来研究方向。

本文结构安排如下:第二部分界定农机技术创新的概念内涵与测度方式;第三部分按照五个维度的系统梳理影响因素的理论机制与实证证据;第四部分对研究方法进行比较评述;第五部分归纳研究不足并展望未来方向;最后为结语。

2. 农机技术创新的概念内涵与测度

2.1. 概念界定与辨析

农机技术创新是一个兼具技术属性与产业特征的多维概念。在国际文献中,农业机械技术创新通常被纳入农业技术创新或制造业技术创新的交叉范畴加以讨论。从经典定义出发, Schumpeter (1934) [1]将创新界定为生产要素和生产条件的新组合。OECD《奥斯陆手册》(Oslo Manual, 2018) [3]将技术创新区分为产品创新和工艺创新,并强调创新活动不仅包括原创性创新,也涵盖适应性改进和扩散推广。

结合农机行业特点,本研究将其界定为:以提高农业生产效率、降低劳动强度、改善作业质量为目标,在农机装备的设计原理、制造工艺、功能集成、智能化水平等方面实现的新颖性、改进性技术变革。从创新层次看,可区分为三个层次:一是原创性创新,如新型农机作业原理的发明;二是改进性创新,如在现有机型基础上优化结构、提升可靠性;三是适应性创新,如针对不同作物和地形条件进行本地化适配。适应性创新在发展中国家具有尤为重要的现实意义(Läpple 等, 2015) [4]。

需要辨析的是农机技术创新与邻近概念的关系。其一,有别于农业技术进步——后者外延更广,涵盖生物化学技术、耕作栽培技术和机械技术等,农机技术创新仅关注机械技术维度。其二,也不同于农业机械化——后者侧重技术的应用普及程度,而农机技术创新关注技术本身的新颖性和先进性,属于技术前沿而非技术扩散范畴。然而两者并非割裂:农机技术创新是农业机械化向更高水平跃升的源头驱动,而机械化的需求规模则为技术创新提供市场激励。

2.2. 主要测度方法

由于概念的多维性,学术界对农机技术创新的量化测度尚未形成统一标准。综合现有文献,主要测度路径可归纳为四类:

第一, 创新投入指标。从资源投入端衡量, 常见指标包括 R&D 经费内部支出、R&D 投入强度、R&D 人员全时当量等。周应恒等(2017) [5]使用规模以上农机工业企业 R&D 经费支出作为创新投入的代理变量。投入指标数据来源稳定, 但仅反映创新努力的规模, 无法表征效率和技术产出质量。

第二, 创新产出指标。从结果端衡量, 主要包括专利申请量和新产品销售收入。专利数据因其客观性和跨行业可比性而应用最广(王维薇等, 2018) [6], 部分研究进一步区分发明专利、实用新型和外观设计的质量梯度。新产品销售收入侧重于商业化转化效果, 但数据可得性较差。产出指标的共同不足是存在时滞性——从研发到专利再到产品上市, 各环节之间存在长短不一的滞后期。

第三, 技术效率指标。基于生产前沿面理论, 常用方法包括 DEA-Malmquist 指数和随机前沿分析(SFA)。张宗毅等(2019) [7]运用 DEA-Malmquist 指数法测度了 30 个省(区市)农机工业的全要素生产率。效率指标的优势在于能反映多投入多产出的综合绩效, 但局限在于对投入产出变量选择敏感。

第四, 综合指数法。采用熵权法、主成分分析或层次分析法将多个子指标合成为综合指数。例如, 有研究从创新环境、投入、产出和成效四个维度构建了省级农业装备技术创新能力评价指数。综合指数信息涵盖面广, 但面临权重客观性受质疑、研究间不可比等问题。

综合来看, 四类测度方法各有利弊, 不存在绝对最优的度量方式。当前测度实践存在三个突出问题: 一是多数研究仅采用单一指标, 缺乏多维交叉验证; 二是专利数据数量膨胀——低质量专利干扰了创新水平的真实信号; 三是适应性创新和工艺创新的测度长期被忽视, 指标体系存在向产品创新和专利化创新的系统性偏倚。未来研究应构建涵盖产品创新、工艺创新和适应性创新的多维测度框架, 并探索运用文本挖掘、专利引文分析等大数据方法丰富创新质量的表征维度。

3. 影响农机技术创新的因素

农机技术创新的影响因素具有多层次性和跨系统性。综合既有文献, 本文从技术供给端、市场需求端、政策制度端、市场结构端和外部环境端五个维度进行系统梳理。

3.1. 技术供给端因素

1. 研发投入

研发投入是技术创新最直接的要素投入, 其与创新产出的正向关系在创新经济学中被广泛证实(Griliches, 1979) [8]。在农机行业, 研发投入通过两条路径影响创新: 一是直接路径, 研发资金和人员投入直接转化为知识产出; 二是间接路径, 研发活动通过增强企业的吸收能力, 提升对外部技术的识别、消化和再创新能力(Cohen & Levinthal, 1990) [9]。周应恒等(2017) [5]基于农机工业企业面板数据, 发现 R&D 投入强度对新产品销售收入的弹性约为 0.23, 且该弹性在企业规模间存在显著差异。然而, 研发投入并非简单的线性驱动关系——部分研究发现其边际效应递减, 甚至存在研发陷阱现象, 可能与研发资源配置效率低下有关(周应恒等, 2016) [10]。

2. 人力资本

人力资本是技术知识的载体。在理论层面, 人力资本不仅直接影响创新产出, 还通过调节研发投入的转化效率发挥作用(Lucas, 1988) [11]。在农机领域, 研发人员的学历结构、技能类型和行业经验积累均影响创新绩效。王维薇等(2018) [6]利用省级面板数据发现, R&D 人员全时当量对专利产出的弹性系数约为 0.35, 高于 R&D 经费的弹性(约 0.20), 提示人力资本可能是更关键的创新约束。近年来人才短板问题受到关注: 农机企业研发人员占比普遍低于装备制造业平均水平, 且面临农业院校毕业生跨行业流失的挑战(白人朴, 2011) [12]。

3. 产学研合作与知识溢出

产学研合作是连接基础研究、应用研究和产业化的桥梁。高校和科研院所主要从事基础性、前沿性技术研发, 企业则专注于技术集成、产品化开发和市场推广。Etzkowitz 和 Leydesdorff(2000) [13]的三重螺旋模型为理解大学-产业-政府之间的创新互动提供了经典框架。国内研究表明, 产学研合作对农机企业创新绩效有显著正向影响, 但合作深度和广度仍显不足——以联合专利申请量衡量的合作产出, 在农机领域的比重低于装备制造行业平均水平。可能的障碍包括: 高校成果工程化程度低、需求与研究方向错配、知识产权归属和利益分配机制不健全等。

3.2. 市场需求端因素

1. 诱致性技术创新理论

市场需求端因素是农机技术创新区别于一般制造业创新的关键分析视角, 其理论基石是 Hayami 和 Ruttan (1970) [2]提出的诱致性技术创新理论。该理论认为, 技术创新的方向和速率由要素禀赋的相对稀缺性所诱导——当某种要素变得相对稀缺时, 就会引发节约该要素的技术创新。劳动力相对于土地和资本的稀缺性变化, 是诱发农业机械技术创新的核心市场信号(速水佑次郎、拉坦, 2000) [14]。这一理论在美国、日本等国的农业机械化进程中得到了充分实证支持。

2. 农业劳动力转移与成本上升

对于当代中国, 诱致性技术创新的重要支撑之一是农村劳动力的大规模转移。随着城镇化推进和人口结构变化, 农业劳动力从无限供给转向有限剩余, 实际工资持续上升。劳动力成本上升改变了农业生产要素的相对价格, 通过需求引致创新机制拉动农机企业研发。郑旭媛等(2016) [15]基于省级面板数据发现, 农业劳动力成本每上升 10%, 农机专利申请量约增加 4%~6%, 且这一效应在平原地区显著强于丘陵山区, 提示劳动力稀缺的信号传导存在地形约束。

3. 农业规模化经营

土地流转和规模经营为农机技术创新提供了两个层面的需求支撑。其一, 规模经营主体对农机作业效率和可靠性有更高要求, 推动企业向高技术含量、高附加值方向创新。其二, 规模经营降低了农机使用的单位面积成本, 扩大了有效市场规模, 使企业 R&D 投资的预期回报率上升。钟甫宁等(2009) [16]基于微观农户数据证实了经营规模与农机采用的正向关系。土地流转率较高的省份往往也是农机技术创新较为活跃的区域。但也需注意, 规模经营对创新的拉动效应并非无限递增——当经营规模超过某个阈值后, 需要的是技术范式的跃升而非改良(张琛等, 2019) [17]。

4. 作物结构与农艺制度

不同作物和农艺制度对机械化作业的适配性差异, 决定了农机技术创新的细分方向。我国三大主粮作物已基本实现机械化, 创新重点转向精准作业、变量施肥、减损收获等精细化方向。而棉花、甘蔗、油菜、马铃薯等经济作物机械化率偏低, 尤其是机收环节长期存在无机可用的困境, 这提供了明确的需求信号和创新空间。保护性耕作、再生稻、稻渔综合种养等新型农艺制度的推广, 也驱动了农艺-农机融合型技术创新(梁法双, 2023) [18]。

3.3. 政策制度因素

1. 农机购置补贴

农机购置补贴是一项重要的强农惠农富农政策。2004 年政策出台以来, 支持强度逐渐加大, 惠及范围不断扩大, 政策效果持续显现¹。补贴对技术创新的影响具有两面性: 正向机制方面, 补贴降低了购机

¹https://www.ndrc.gov.cn/fggz/jyysr/jysrsbxf/202106/t20210630_1285130.html

成本, 扩大了市场规模, 为企业提供了更大的创新收益预期(市场扩大效应); 负向机制方面, 补贴可能诱发企业将资源集中于补贴目录产品的模仿和微调, 形成补贴依赖和低端锁定(逆向选择效应)。章淑颖等(2018) [19]发现, 购置补贴的创新促进效应在政策实施初期较明显, 此后逐步递减; 在大型、复式农机领域仍有正向激励, 但在小型、低端产品市场已引发过度竞争和创新惰性。核心争议在于: 补贴究竟是将企业锁定在拼价格、争补贴的恶性循环, 还是为企业积累了向拼技术、争创新转型的能力? 目前尚未形成定论。

2. 知识产权保护

知识产权保护通过赋予创新者排他性收益权, 解决知识产品的市场失灵问题(吴超鹏和唐葑, 2016) [20]。但保护强度与创新之间存在倒 U 型关系——过弱导致模仿泛滥, 过强则阻碍知识溢出(Aghion 等, 2005) [21]。中国农机行业长期面临知识产权保护薄弱的困扰: 产品模仿成本低、维权成本高、侵权惩罚力度弱, 抑制了原创性研发的积极性(白人朴, 2011) [12]。农机领域实用新型专利占比畸高(超过 70%)而发明专利占比偏低(约 20%), 这一结构性失衡可能反映了企业在弱保护环境下倾向于短平快微创新的策略选择。

3. 研发税收优惠与政府科技项目

除需求端补贴外, 政府还通过研发费用加计扣除、高新技术企业税收优惠、国家重点研发计划项目等供给端工具支持农机技术创新。其理论依据在于降低企业创新的边际成本。张宗毅等(2019) [7]发现, 获得政府科技项目支持的农机企业, 后续专利申请量比未获支持企业高约 15%~20%。但需注意挤出效应的可能存在——若政府资金替代而非补充了企业自有研发支出, 净激励效应将打折扣。目前该领域直接证据仍较有限。

3.4. 市场结构与产业组织因素

1. 市场竞争与创新的倒 U 型关系

市场竞争如何影响企业创新是产业组织经济学的经典议题。Schumpeter (1942) [22]认为具有垄断势力的大企业更有能力和动机创新。Aghion 等(2005) [21]将两种观点整合为倒 U 型框架: 适度竞争最有利于创新——竞争过弱缺乏紧迫感(熊彼特效应), 竞争过强则创新租金被快速侵蚀(逃离竞争效应不足)。中国农机行业市场结构具有分层特征: 大型复式农机市场集中度较高, 小型农机市场高度分散。周应恒等(2016) [10]发现市场集中度与新产品产出呈倒 U 型关系, 拐点约在 40%~50%区间, 其政策含义是: 过度市场分割和低水平竞争不利于创新, 适度行业整合可能提升创新动力。

2. 外资进入与技术溢出

外资企业(如约翰迪尔、凯斯纽荷兰、久保田等)在农机行业中具有双重效应: 一方面通过示范效应、人才流动和供应链关联产生正向技术溢出; 另一方面凭借技术和品牌优势占据高端市场, 可能对本土企业形成市场挤出。净影响方向取决于本土企业的吸收能力和竞争策略。王维薇等(2018) [6]发现, FDI 的技术溢出效应在中低技术层级上较为显著, 而对高端核心技术的溢出有限——印证了核心技术是买不来的判断。

3. 产业集群与地理集聚

农机产业集聚区(如山东潍坊、河南洛阳、江苏常州等)通过地理邻近降低了信息交流成本, 促进专业化分工和知识溢出。Marshall (1890) [23]的外部经济理论提供了经典解释。张琛等(2019) [17]发现, 产业集聚度每提高 1 个标准差, 区域内农机专利产出增加约 3%~5%, 其中专业化集聚的创新效应强于多样化集聚。但过度集聚也可能导致恶性竞争和搭便车行为。

3.5. 外部环境因素

1. 金融发展水平

农机技术创新具有高投入、长周期和高风险特征,对金融支持有较强依赖。发达的金融市场通过缓解信贷约束、提供多元化融资工具,降低企业研发融资成本。中小型农机企业普遍面临融资难、融资贵问题。实证研究表明,地区金融发展水平与农机创新产出正相关,且这一作用在非国有企业和中小规模企业中更为凸显(王维薇等,2018) [6]。农机融资租赁、供应链金融等新型工具的兴起,为缓解融资约束提供了新渠道。

2. 信息化与数字技术

物联网、大数据、人工智能、北斗导航等新一代信息技术正向传统农机制造业渗透融合,重塑技术创新的技术轨道。智能农机装备(如无人驾驶拖拉机、无人机植保、精准变量施肥机等)已成为行业创新的主攻方向。这一趋势不仅改变了技术内容——从纯机械创新转向机电液一体化和智能控制,也改变了创新组织模式——互联网平台和数字孪生技术使跨地域协同研发成为可能。《“十四五”全国农业机械化发展规划》强调加快推动农业机械化智能化绿色化²。目前该领域实证文献尚少,但学者已开始呼吁关注数字推动对创新路径的改造性影响。

3. 农田基础设施条件

农田宜机化条件是影响技术需求转化为创新激励的重要瓶颈因素。在丘陵山区,田块细碎、坡度大、机耕道缺乏等问题严重限制了中大型农机作业。郑旭媛等(2016) [15]发现,坡度每提高1个标准差,劳动力成本上升对农机创新的引致效应下降约40%。农田宜机化改造(土地平整、田块归并、机耕道建设)因此成为释放潜在需求、拓展创新空间的重要前置条件。政策含义是:农机技术创新政策与农田基本建设政策需要协同推进。

4. 资源环境规制

在碳达峰碳中和目标下,绿色农机和节能减排要求为技术创新提供了新的驱动力。非道路移动机械排放标准日益严格,推动柴油发动机技术升级和新能源农机研发。资源环境规制对创新的影响遵循波特假说——适度严格的环境规制可激发创新补偿效应,使企业在降低排放的同时提升竞争力(Porter & van der Linde, 1995) [24]。该假说在农机领域是否成立,目前实证证据仍相当有限,构成重要研究缺口。

4. 研究方法评述

农机技术创新领域的实证方法经历了从简单到复杂、从静态到动态的演进历程。本部分对主要计量方法进行归类评述。

4.1. 面板数据回归方法

面板固定效应模型是该领域应用最广泛的基础方法,通过组内差分消除不随时间变化的个体异质性,部分缓解遗漏变量导致的内生性问题。然而该方法无法处理随时间变化的遗漏变量和反向因果。动态面板模型(如差分GMM和系统GMM)通过引入被解释变量滞后项刻画创新的惯性特征,同时利用内部工具变量缓解内生性偏误(Arellano & Bond, 1991; Blundell & Bond, 1998) [25] [26]。周应恒等(2016, 2017) [5] [10]均采用系统GMM方法,发现滞后一期的创新产出对当期具有显著正向影响,验证了技术创新活动存在路径依赖性。但GMM方法对工具变量有效性高度敏感,弱工具变量和过度识别问题在小样本中时常出现。

²https://njhs.moa.gov.cn/gzdt/202201/t20220105_6386354.htm

4.2. 空间计量方法

空间计量方法近年来在该领域应用快速增长, 核心贡献在于捕捉省际间技术创新的空间关联。常用模型包括空间自回归模型(SAR)、空间误差模型(SEM)和空间杜宾模型(SDM)。张宗毅等(2019) [7]运用SDM发现中国省际农机技术创新存在显著正向空间自相关, 邻近省份研发投入对本省创新产出具有正向溢出效应。空间计量的主要局限在于: 空间权重矩阵的设定(邻接、距离、经济距离矩阵等)对结果影响实质性, 但矩阵选择往往缺乏严格理论指引。

4.3. 因果推断方法

以准实验设计为核心的因果推断方法是该领域最具前沿性的发展方向。双重差分法(DID)利用政策冲击的外生变异识别因果效应, 已用于评估农机购置补贴等政策影响, 但其平行趋势假设常因样本量限制而难以严格检验。断点回归(RDD)利用政策规则断点构造局部随机实验, 但在宏观省级数据中应用受限。工具变量法(IV)通过寻找外生工具变量克服内生性, 目前使用的工具变量主要包括历史农机存量、地形坡度、农业院校数量等, 但工具变量的排他性约束常受质疑, 弱工具变量问题并不鲜见。总体而言, 因果推断方法在农机创新领域的应用尚处于起步阶段, 对市场结构、需求因素等内生性较强的变量尚缺乏令人信服的因果识别策略。

4.4. 方法评述小结

该领域研究方法的主要不足体现在三个层面: 其一, 内生性处理不够充分, 面板固定效应仍是主流, 但仅能处理不随时间变化的遗漏变量; 其二, 中介机制检验薄弱, 多数研究停留在直接效应估计层面, 对传导路径缺乏深入探索; 其三, 异质性分析不足, 多数研究汇报的是平均处理效应, 对区域、企业类型和创新类型间的异质性缺乏系统考察。未来研究应在上述三个维度上深化方法创新。

5. 研究不足与未来展望

5.1. 现有研究的主要不足

基于上述系统梳理, 本文归纳出五个主要研究缺口: 第一, 理论整合不足。现有研究分散在创新经济学、农业经济学、产业组织理论等多个体系中, 各维度因素间的交互关系和协同机制缺乏整合性框架。政策激励与市场结构如何共同塑造企业创新策略? 需求拉动与供给推动是互补还是替代? 这些问题尚未得到充分讨论。第二, 微观证据薄弱。现有文献高度集中于省级宏观面板分析, 加总数据掩盖了企业层面的异质性——不同规模、所有制和技术基础的农机企业, 创新的驱动因素和约束条件可能截然不同。第三, 因果识别匮乏。现有研究以相关性分析为主, 政策评估之外的因果证据积累严重不足, 尤其在市场需求因素对创新的因果效应识别上, 可靠的准实验设计仍然稀缺。第四, 动态演化视角缺失。多数研究采用静态或比较静态框架, 未能刻画影响因素的阶段性变迁——在不同机械化发展阶段, 影响因素的相对重要性可能发生系统性变化。第五, 新兴因素关注不足。数字经济、人工智能、碳减排约束等时代变量的影响已开始显现, 但相关前沿文献极为稀少。

5.2. 未来研究方向

针对上述不足, 本文提出以下展望: 第一, 构建多维整合分析框架。将供给端、需求端、政策端和市场端因素纳入统一理论模型, 明确交互效应和调节机制, 发展适用于农机行业特征的中层理论。第二, 推进微观层面实证研究。借助上市企业年报、工业企业数据库、高新技术企业认定数据库及企业问卷调查, 从企业异质性视角揭示差异化驱动机制。第三, 强化因果识别设计。充分利用政策试点和准自然实

验(如农机购置补贴分批推广、国家现代农业示范区设立等)的外生变异, 构建更为可信的因果识别策略。第四, 引入动态和空间双重视角。运用动态空间面板模型揭示农机技术创新的时空演化规律, 关注创新活动的收敛与发散趋势。第五, 拓展新兴议题。重点关注数字技术推动农机创新的机制与效应、双碳目标约束下绿色农机技术创新的驱动与障碍因素、中国农机技术国际竞争力提升的路径与策略, 为该领域注入时代关切和前沿活力。

6. 结语

农机技术创新是农业现代化建设的核心引擎。本文从概念内涵与测度方式入手, 沿着供给 - 需求 - 政策 - 市场 - 环境多维框架, 系统梳理了农机技术创新影响因素的理论机制与实证证据, 评述了主要研究方法的适用性与局限性, 识别了研究缺口和未来方向。本文的核心判断是: 农机技术创新是一个受多维度因素协同驱动的复杂系统, 单一维度的分析难以揭示其完整图景, 未来研究应在理论整合、微观基础、因果识别和前沿拓展四个方向上协同发力。期待本综述能为后续研究提供结构化的文献坐标, 为农机技术创新政策的科学制定提供学术参考。

参考文献

- [1] Schumpeter, J.A. (1934) *The Theory of Economic Development*. Harvard University Press.
- [2] Hayami, Y. and Ruttan, V.W. (1970) Factor Prices and Technical Change in Agricultural Development: The United States and Japan, 1880-1960. *Journal of Political Economy*, **78**, 1115-1141. <https://doi.org/10.1086/259694>
- [3] OECD (2018) *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation*. 4th Edition, OECD Publishing.
- [4] Läpple, D., Renwick, A. and Thorne, F. (2015) Measuring and Understanding the Drivers of Agricultural Innovation: Evidence from Ireland. *Food Policy*, **51**, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2014.11.003>
- [5] 周应恒, 蒋奇, 胡凌啸. 我国农机产业存在产能过剩吗?——基于中国农机产业数据的实证分析[J]. 农业现代化研究, 2017, 38(5): 801-808.
- [6] 王维薇, 李平, 张俊飏. 我国农业机械化系统机构创新效率的时空演变及比较分析[J]. 科技管理研究, 2018, 38(15): 77-84.
- [7] 张宗毅, 王许沁, 葛继红. 中国农机化效率: 区域差异及购置补贴影响效应——基于省域视角和 DEA-Tobit 模型的分析[J]. 湖南农业大学学报(社会科学版), 2019, 20(3): 1-8.
- [8] Griliches, Z. (1979) Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth. *The Bell Journal of Economics*, **10**, 92-116. <https://doi.org/10.2307/3003321>
- [9] Cohen, W.M. and Levinthal, D.A. (1990) Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*, **35**, 128-152. <https://doi.org/10.2307/2393553>
- [10] 周应恒, 张蓬, 严斌剑. 农机购置补贴政策促进了农机行业的技术创新吗? [J]. 农林经济管理学报, 2016, 15(5): 489-499.
- [11] Lucas, R.E. (1988) On the Mechanics of Economic Development. *Journal of Monetary Economics*, **22**, 3-42. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(88\)90168-7](https://doi.org/10.1016/0304-3932(88)90168-7)
- [12] 白人朴. 关于水稻生产机械化技术路线选择的几个问题[J]. 中国农机化, 2011(1): 3-7.
- [13] Etzkowitz, H. and Leydesdorff, L. (2000) The Dynamics of Innovation: From National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of University-Industry-Government Relations. *Research Policy*, **29**, 109-123. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4)
- [14] 速水佑次郎, 弗农·拉坦. 农业发展的国际分析[M]. 修订扩充版. 郭熙保, 张进铭, 等, 译. 北京: 中国社会科学出版社, 2000.
- [15] 郑旭媛, 徐志刚. 资源禀赋约束、要素替代与诱致性技术变迁——以中国粮食生产的机械化为例[J]. 经济学(季刊), 2016, 16(1): 45-66.
- [16] 钟甫宁, 纪月清. 土地产权、非农就业机会与农户农业生产投资[J]. 经济研究, 2009, 44(12): 43-51.
- [17] 张琛, 彭超, 孔祥智. 农户分化的演化逻辑、历史演变与未来展望[J]. 改革, 2019(2): 5-16.

-
- [18] 梁法双. 农业保护性耕作机械特征及农机农艺融合发展探索[J]. 农机使用与维修, 2023(12): 110-112.
- [19] 章淑颖, 王玉霞, 张宗毅. 农机购置补贴政策增强了农机企业盈利能力吗?——基于中国工业企业数据的实证分析[J]. 农业现代化研究, 2018, 39(5): 817-827.
- [20] 吴超鹏, 唐葑. 知识产权保护执法力度、技术创新与企业绩效——来自中国上市公司的证据[J]. 经济研究, 2016, 51(11): 125-139.
- [21] Aghion, P., Bloom, N., Blundell, R., Griffith, R. and Howitt, P. (2005) Competition and Innovation: An Inverted-U Relationship. *Quarterly Journal of Economics*, **120**, 701-728. <https://doi.org/10.1162/0033553053970214>
- [22] Schumpeter, J.A. (1942) Capitalism, Socialism and Democracy. Harper & Brothers.
- [23] Marshall, A. (1890) Principles of Economics. Macmillan.
- [24] Porter, M.E. and van der Linde, C. (1995) Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship. *Journal of Economic Perspectives*, **9**, 97-118. <https://doi.org/10.1257/jep.9.4.97>
- [25] Arellano, M. and Bond, S. (1991) Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations. *The Review of Economic Studies*, **58**, 277-297. <https://doi.org/10.2307/2297968>
- [26] Blundell, R. and Bond, S. (1998) Initial Conditions and Moment Restrictions in Dynamic Panel Data Models. *Journal of Econometrics*, **87**, 115-143. [https://doi.org/10.1016/s0304-4076\(98\)00009-8](https://doi.org/10.1016/s0304-4076(98)00009-8)