

农业机械化对粮食单产的影响研究

宋欣洋*, 盛佳, 尹燕, 胥佳琪, 张晶晶

大连海洋大学经济管理学院, 辽宁 大连

收稿日期: 2026年6月2日; 录用日期: 2026年7月2日; 发布日期: 2026年7月9日

摘要

在农业劳动力持续转移、人工成本不断攀升的背景下, 农业机械化对粮食单产的影响成为保障国家粮食安全的关键议题。本文在系统梳理相关文献的基础上, 结合诱致性技术变迁理论、分工理论与农户行为理论, 构建了农业机械化影响粮食单产的理论分析框架。研究发现: 农业机械化通过劳动力替代效应、技术引入效应和要素配置优化三条路径提升粮食单产, 但其效果受地形条件、经营规模、农机装备结构及社会化服务水平的显著调节, 且存在边际效应递减的门槛特征。农机社会化服务作为分工深化的体现, 在降低小农户使用门槛、推广标准化技术方面具有独特优势。基于理论分析, 本文提出优化农机装备结构、推进服务规模经营、实施差异化区域政策等建议, 以期提升粮食单产提供理论参考。

关键词

农业机械化, 粮食单产, 要素替代, 农机社会化服务, 门槛效应

The Impact of Agricultural Mechanization on Grain Yield per Unit Area

Xinyang Song*, Jia Sheng, Yan Yin, Jiaqi Xu, Jingjing Zhang

School of Economics and Management, Dalian Ocean University, Dalian Liaoning

Received: June 2, 2026; accepted: July 2, 2026; published: July 9, 2026

Abstract

Against the backdrop of the continuous transfer of agricultural labor and rising labor costs, the impact of agricultural mechanization on grain yield per unit area has become a key issue in ensuring national food security. Based on a systematic review of relevant literature and integrating inducement

*第一作者。

文章引用: 宋欣洋, 盛佳, 尹燕, 胥佳琪, 张晶晶. 农业机械化对粮食单产的影响研究[J]. 农业科学, 2026, 16(7): 992-996. DOI: 10.12677/hjas.2026.167120

technology change theory, division of labor theory, and farmer behavior theory, this paper constructs a theoretical analysis framework for the impact of agricultural mechanization on grain yield per unit area. The study finds that agricultural mechanization increases grain yield through three pathways: labor substitution effect, technology introduction effect, and factor allocation optimization. However, its effect is significantly moderated by terrain conditions, operational scale, structure of agricultural machinery, and the level of socialized services, and it exhibits a threshold characteristic of diminishing marginal effects. Socialized agricultural machinery services, as a manifestation of deepened division of labor, have unique advantages in lowering the usage threshold for small farmers and promoting standardized technologies. Based on theoretical analysis, the paper proposes recommendations such as optimizing the structure of agricultural machinery, promoting scaled service operations, and implementing differentiated regional policies, aiming to provide theoretical reference for improving grain yield per unit area.

Keywords

Agricultural Mechanization, Grain Yield per Unit Area, Factor Substitution, Socialized Agricultural Machinery Services, Threshold Effect

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

粮食安全是国家安全的重要基石。当前,我国农业劳动力持续向非农产业转移,农村人口老龄化、女性化趋势明显,农业用工成本不断攀升,传统依赖人力的生产方式难以为继。在耕地资源约束趋紧的背景下,依靠科技进步提升粮食单产成为保障粮食供给的关键路径。农业机械化作为现代农业的核心要素,通过替代劳动力、集成先进农艺、提高作业效率等方式,对粮食生产产生深远影响。然而,农机总动力的快速增长是否有效转化为粮食单产的持续提升,其作用机制和边界条件仍有待深入探讨。本文旨在系统构建农业机械化影响粮食单产的理论分析框架,阐明其作用机制、调节因素与门槛特征,为后续实证研究及政策制定提供理论依据。

2. 文献综述与理论分析

2.1. 农业机械化对粮食生产的直接影响

已有研究表明,农业机械化通过改善劳动生产率和土地产出率直接提升粮食产量[1]-[3]。在翻耕、播种、灌溉和收割等关键环节,机械化作业能够提高土壤质量、节约种子和水资源、减少收获损失,从而综合提升单产水平。同时,农业机械化对粮食产量的影响存在空间溢出效应,农机跨区作业使得一个地区的机械化水平提升能够惠及邻近地区[1]。

2.2. 农业机械化服务与粮食生产效率

农机社会化服务是农户通过购买作业服务而非自购农机实现机械化的主要途径。研究发现,农机服务通过“要素重配效应”和“技术引入效应”提升粮食生产效率[4][5]。基于农户调研数据的实证分析表明,农机服务对粮食生产效率具有显著提升作用,且对小规模农户的促进作用更为突出,其作用路径包括减少劳动投入、增加粮食产量和促进规模化经营[5][6]。

2.3. 农业机械替代劳动力的要素替代机制

在农村劳动力非农转移的背景下，机械替代劳动力成为粮食生产中的核心要素替代关系。实证研究发现，机械替代劳动力对粮食产量和效率均具有显著正向影响[7]。值得注意的是，替代效应存在显著的异质性：对优势农户的促进效应明显，而对弱势农户仅表现为辅助生产功能。土地规模化经营是提高机械化利用价值的重要前提[8]。

2.4. 农业机械化影响的非线性特征与门槛效应

农业机械化对粮食生产的影响并非简单的线性关系。门槛回归模型的分析表明，农业机械化对粮食产量和粮食单产均存在显著的门槛效应[2]。在机械化发展的不同阶段，应当采取差异化的策略——初期可依赖动力扩张，中后期则需转向装备结构优化。不同区域、不同农机类型的效应差异也提示，农业机械化发展仍存在不平衡、不协调的问题[9]。

2.5. 文献评述

综上所述，现有文献已从多个维度证实了农业机械化对粮食生产的正向作用，揭示了劳动力替代、技术引入、要素配置优化等机制路径，并关注到农机社会化服务的独特价值以及门槛效应的存在。然而，多数研究侧重于粮食总产量或全要素生产率，对粮食单产的专门机制分析仍有待深化。本文将在文献基础上，进一步构建理论分析框架，聚焦于粮食单产这一核心指标。

3. 研究设计

3.1. 基础理论

本文以三个经典理论作为分析基础。诱致性技术变迁理论认为，要素相对价格的变化会诱致生产者选择节约稀缺要素的技术。随着农村劳动力大规模非农转移，农业劳动力成本上升，机械技术作为劳动节约型技术被广泛应用，推动农业机械化水平提升。分工理论指出，农业机械化服务的本质是农业分工的深化，农户将耕、种、收等环节外包给专业化的农机服务组织，实现了从家庭自然分工向社会分工的转变，专业化服务能够提高作业质量、降低生产成本。农户行为理论强调，农户作为理性经济人，以家庭利润最大化或效用最大化为目标进行生产决策，其资源禀赋会影响对机械化的需求与采纳程度。

3.2. 农业机械化影响粮食单产的机制路径

基于理论推演和文献归纳，本文提出三条核心机制。

第一，劳动力替代机制。机械替代稀缺且昂贵的劳动力，缓解了劳动力数量不足和质量下降对粮食生产的制约。机械化作业提高了单位劳动力的耕作面积和作业精度，减少了播种环节的漏播和收获环节的损失，直接提升了单位面积的有效产出。这一机制在劳动力短缺越严重的地区，其边际效果越显著。

第二，技术引入机制。机械化是先进农艺技术的重要载体。精量播种、深松整地、节水灌溉、精准施肥等技术的推广应用，依赖于机械装备。这些技术改善了土壤的物理结构和肥力条件，提高了水肥利用效率，减少了病虫害损失，从而综合提升粮食单产。农机社会化服务组织在跨区作业过程中，将先进技术传播到不同区域，放大了技术溢出效应。

第三，要素配置优化机制。在劳动力成本持续上升的背景下，机械作业的相对成本优势促使农户增加机械投入、减少人工投入，同时通过精准作业减少种子、化肥、农药的浪费，降低了单位产出的生产成本。这种要素结构的优化，不仅节约了成本，也通过减少过量施肥施药对土壤的负面影响，间接促进了单产的可持续提升。以上三条机制相互强化、共同作用：劳动力替代为技术引入提供操作平台，技术

引入提升替代效率，要素配置优化从成本角度保障机制的可持续性。

3.3. 调节因素与门槛特征

农业机械化对粮食单产的促进作用受多种因素调节。地形条件是首要的约束因素，坡耕地会显著削弱农业机械化的增产效应。平原地区地势平坦、地块连片，适宜大型机械规模化作业；而丘陵山区地块细碎、坡度较大，机械作业难度和成本高，单产提升效果受限。经营规模是重要的调节变量，大规模农户更倾向于采用机械化作业，且机械替代劳动力的效应更强；小规模农户受资金和地块双重约束，机械化程度较低，单产提升潜力未能充分释放，这提示土地流转和适度规模经营是释放机械化红利的重要前提。农机装备结构直接影响增产效果，大中型农机与小型农机的技术进步程度不同，跨过一定门槛后，大中型农机的增产作用反而增强，而小型农机作用减弱甚至不显著，这表明在机械化发展的中后期，装备升级是持续提升单产的关键方向。农机社会化服务水平同样发挥调节作用，完善的农机服务市场降低了农户使用机械的门槛，提高了农机利用效率，服务供给水平高的地区，农户更容易以较低成本获得高质量的机械化作业，单产提升更为明显。此外，农业机械化对粮食单产可能存在边际效应递减的门槛特征，当机械化水平超过一定阈值后，继续增加农机总动力可能无法带来单产的同步提升，需要转向优化装备结构、提高作业质量、发展精准农业。

3.4. 研究假说

基于上述理论分析，本文提出以下待检验的研究假说：

- (1) 农业机械化水平提升对粮食单产具有正向促进作用。
- (2) 农业机械化通过劳动力替代、技术引入和要素配置优化三条路径影响粮食单产。
- (3) 农业机械化对粮食单产的影响受地形、经营规模、农机装备结构和社会化服务水平的调节，存在异质性。
- (4) 农业机械化对粮食单产存在门槛效应，超过一定水平后边际效应递减。

4. 结论与政策启示

4.1. 研究结论

本文基于理论分析，系统探讨了农业机械化对粮食单产的影响机制，得出以下结论。第一，农业机械化通过劳动力替代、技术引入和要素配置优化三条路径提升粮食单产，三条路径相互强化，共同构成机械化增产的微观基础。第二，农机社会化服务是农户实现机械化的重要途径，尤其对小规模农户具有显著的促进作用，通过降低购机门槛、推广标准化技术和提高农机利用效率，能够有效提升粮食单产和效率。第三，农业机械化的增产效应存在非线性门槛特征，在机械化水平较低阶段增产效应显著，跨过门槛后边际效应递减，此时优化装备结构比继续增加动力投入更为重要，大中型农机的增产作用在跨过门槛后增强，而小型农机作用减弱。第四，地形、经营规模、农机装备结构和社会化服务水平显著调节机械化效应的发挥，弱势农户从机械化中主要获得辅助生产功能，效率提升有限，需要针对性政策支持。

4.2. 政策建议

基于上述结论，本文提出以下政策建议。

- (1) 优化农机装备结构，推动大中型与智能农机发展。针对小型农机边际效应递减、大中型农机跨门槛后作用增强的特征，应将农机购置补贴向大中型、智能化、复合型农机倾斜。同时，丘陵山区适配小型、轻便农机，避免“一刀切”。在粮食主产区，重点支持大型农机合作社与全程机械化。

(2) 大力发展农机社会化服务,构建服务规模经营。农机社会化服务是衔接小农户与现代农业的纽带。应积极培育农机专业合作社、农机大户等服务主体,推广“全程机械化+综合农事”服务模式,通过托管、代耕等方式降低小农户使用成本。对于弱势农户,可提供作业补贴或技术培训,帮助其跨越机械化采纳门槛。

(3) 推进土地适度规模经营与宜机化改造。经营规模扩大有利于发挥机械化的规模效应。应完善土地流转市场,引导土地向种粮大户、家庭农场集中;同时推进高标准农田建设,改善机耕道条件,在丘陵山区实施宜机化改造,为机械化作业创造空间。

(4) 实施差异化区域与农户分类政策。粮食主产区应重点支持全程机械化和社会化服务体系建设;丘陵山区应加强适宜农机研发和补贴,推广小型、轻便农机;生态脆弱区应发展保护性耕作机械。对优势农户支持装备升级,对弱势农户提供作业补贴和技术帮扶,避免机械化红利被人力资本差距所抵消。

(5) 加强农机农艺融合与数字技术应用。推广精量播种、变量施肥、无人机植保等精准农业技术,提高机械化作业质量。加强农机手培训,提升操作技能和服务水平,减少作业损失。利用物联网、北斗导航等数字技术发展智慧农机,实现精准作业,充分释放机械化对粮食单产的提升潜力。

4.3. 研究局限与展望

本文为定性理论分析,未使用实际数据进行计量检验,因此无法精确量化农业机械化对粮食单产的具体效应大小及门槛阈值。未来研究可在以下方向深化:利用真实的省级或县级面板数据,采用门槛回归模型实证检验农业机械化对粮食单产的非线性影响,并计算不同区域、不同作物的最优机械化水平;区分不同粮食品种和不同生产环节的异质性效应;深入剖析农机社会化服务的中介机制;结合农户微观调查数据,考察人力资本异质性对机械替代效果的影响,为精准政策制定提供依据。

参考文献

- [1] 谢冬梅. 农业机械化发展对中国粮食生产的影响研究[M]. 成都: 西南财经大学出版社, 2022.
- [2] 杨遥遥. 农业机械化的粮食增产效应及其门槛效应研究[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京财经大学, 2021.
- [3] 牛新民. 农业机械化对粮食生产的影响探究[J]. 南方农业, 2021, 15(3): 197-198.
- [4] 潘经韬. 农业机械化服务对粮食生产的影响研究[D]: [博士学位论文]. 武汉: 中南财经政法大学, 2019.
- [5] 康姣姣. 农业机械化服务对北疆农户粮食生产效率的影响研究[D]: [硕士学位论文]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2025.
- [6] 蔡永春. 农业机械化对粮食生产效率的影响研究[J]. 农机市场, 2026(1): 100-102.
- [7] 祁悦. 农业机械替代劳动力对农户粮食生产能力的影响研究: 以黑龙江省宝清县为例[D]: [硕士学位论文]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2025.
- [8] 何哲峰. 浅析中国农业机械化服务对粮食生产的影响[J]. 种子科技, 2019, 37(8): 164.
- [9] 刘玥. 粮食主产区农业机械化对农业全要素生产率的影响研究[D]: [硕士学位论文]. 长春: 吉林农业大学, 2024.