

辽宁省智慧农业发展水平对农业经济增长的影响

张嘉丽, 吴 妮

大连海洋大学经济管理学院, 辽宁 大连

收稿日期: 2025年3月2日; 录用日期: 2025年3月27日; 发布日期: 2025年4月7日

摘 要

农业是国家根基, 2023年习近平总书记强调东北乡村振兴及农业经济发展的重要性。在科技融合趋势下, 智慧农业为农业发展带来新契机。辽宁省积极响应国家政策, 颁布相关规划推进智慧农业建设。本研究涵盖智慧农业背景辽宁现状分析、评价指标构建与实证研究、针对性策略等内容, 对推动辽宁农业农村现代化及东北乡村振兴具有实践价值, 填补了相关理论空白。

关键词

智慧农业, 农业经济增长, 辽宁省

The Impact of the Development Level of Smart Agriculture in Liaoning Province on Agricultural Economic Growth

Jiali Zhang, Ni Wu

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

Received: Mar. 2nd, 2025; accepted: Mar. 27th, 2025; published: Apr. 7th, 2025

Abstract

Under the trend of science and technology integration, intelligent agriculture brings new opportunities for agricultural development. Liaoning Province actively responds to national policies and

promulgates relevant plans to promote the construction of smart agriculture. This study covers the current situation analysis, evaluation index construction and empirical research, and targeted strategies of Liaoning with the background of smart agriculture. It has practical value for promoting the modernization of agriculture and rural areas in Liaoning and the revitalization of rural areas in Northeast China, and fills in the relevant theoretical gaps.

Keywords

Smart Agriculture, Agricultural Economic Growth, Liaoning Province

Copyright © 2025 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

我国是农业大国, 农业是国民经济基础。习近平总书记强调东北要稳固粮食供应, 发展现代大农业。智慧农业融入现代信息技术, 是农业现代化的关键。自 2018 年起, 中央一号文件多次强调智慧农业, 出台系列政策推动其发展。辽宁省地处东北, 是重要农业大省, 耕地面积广阔, 粮食作物播种面积稳定。全省积极响应国家战略, 将现代化大农业作为发展核心, 致力于提升农业科技创新能力, 保障粮食安全。本研究深入探讨辽宁智慧农业实际情况, 提出针对性对策, 助力其进一步发展。

2. 基础理论依据

(一) 经济增长理论

1. 新古典经济增长理论

20 世纪 50 年代, 罗伯特·索洛以柯布 - 道格拉斯函数为基础, 建立了新古典经济增长模型($Y = A \cdot F(K, L)$), 视资本与劳动力为经济增长的内生变量, 可调配以促进增长。但该理论在探讨经济增长深层原因上有所局限, 未能充分解释增长真正动因。

2. 新经济增长理论概述

20 世纪 80 年代中期, 保罗·罗默与卢卡斯提出新经济增长理论, 视技术为“内生”要素, 卢卡斯还细分资本为物质与人力资本。当前, 科技对经济增长贡献巨大, 面临重视科技投入的挑战。该理论生产函数为 $Y = F(K, L, H, t)$, 涵盖总产出、物质资本、劳动力、人力资本和技术水平。

(二) 可持续发展理论

可持续发展的核心理念涵盖公平性、持续性和共同性。农业可持续发展理论倡导遵循自然规律, 运用科学经营模式, 并结合现代信息技术, 形成农业生产良性循环, 提升农药、化肥使用效率, 推动农业绿色转型。此理论不仅关注生态可持续性, 还涉及社会经济可持续性, 包括产业结构优化与产业融合创新, 为经济社会持续进步提供支撑。当前, 智慧农业通过合理利用自然资源、保护生态环境, 已成为实现农业现代化与生态可持续发展的重要途径。

3. 辽宁省智慧农业发展现状

(一) 农业智能机械使用率提高

农业智能机械装备对智慧农业发展至关重要, 其普及程度可直观反映地区智慧农业发展水平。辽宁

省农机装备总量呈增长趋势 2021 年达到 2552.6 万千瓦，较 2010 年增长 144 万千瓦，增长率约 5.9% [1]。大中小农用拖拉机数量也稳定增长，2021 年达 59 万台，比 2010 年增加 17.5 万台，增长率约 42.5%。联合收割机、拖拉机及其配套机具保有量分别为 3.64 万台、59 万台和 81.48 万台 [2]。在农机作业水平提升方面，2021 年末，全省农作物耕种与收获综合机械化率达 82%。玉米、水稻、花生、大豆及马铃薯耕种收机械化率分别为 91%、97%、87.7%、79.8% 和 72.1%，主要农作物生产基本实现机械化。

(二) 农用生产资料利用效率提升

辽宁省重视农业生态环境保护，以农业可持续发展为目标，智慧农业为提高农用生产资料利用效率提供途径。在化肥使用量上，2021 年辽宁省化肥使用量为 135.0 万吨/年，较 2010 年的 140.1 万吨/年减少约 5 万吨/年，自 2016 年起化肥需求持续下降，化肥使用强度降低，向精准施肥、高效利用方向发展 [3]。在农业碳排放方面，辽宁省响应国家低碳发展号召，控制农业碳排放量，2010~2021 年，农业碳排放量从 308.6 万吨/年降至 280.3 万吨/年，降低了农业生产碳污染。在农业用水方面，水利建设不断完善，节水灌溉面积从 2010 年的 541.7 千公顷增加至 2021 年的 973.9 千公顷，增加了 432.2 千公顷。可见，辽宁省通过智慧农业高效集约生产模式，在提高农用生产资料使用效率方面成果显著。

(三) 农业信息化建设日渐完善

农业信息化建设是智慧农业发展的核心。2021~2024 年，农村互联网用户大幅增长，网络基础设施完善，光纤覆盖所有行政村，4G 网络全覆盖，5G 网络覆盖 30% 行政村，为智慧农业提供网络支撑。辽宁省智慧农业信息服务平台建设成果显著，依托益农信息社提供电子商务服务，覆盖 83% 行政村，为农民提供丰富信息和便捷服务。智慧农业大数据平台建设也有重要进展，已构建全省智慧农业“一张图”，为智慧农业发展奠定基础，未来发展前景广阔。

4. 辽宁省智慧农业发展存在的主要问题

(一) 基础设施建设缺少规划

辽宁省智慧农业发展中，农业机械化水平地域不平衡，示范区及大型经营主体智能装备应用广泛，但乡村地区基础设施落后，接触大规模农业机械和智能技术困难，影响整体生产效率和农业现代化进程，需加大乡村机械化投入与技术培训 [4]。同时，农业信息化基础设施建设缺乏系统规划和协同，数据质量不一，信息标准不统一，制约生产效率，应加强规划布局，促进协作与数据共享，加快信息技术研发应用，统一更新信息标准。

(二) 农村物流难以满足需求

辽宁省农村电商发展迅速，但物流模式落后于南方。物流体系不完善，环节不紧密，效率低，投递线路不稳定，跟不上电商需求。政府监管缺失，农产品质量、售后及销售流程无规范，影响消费者信任 [5]。“最后一公里”问题突出，村级服务站少，取件不便，且物流单向性问题待解决。

(三) 配套资金支持力度不足

辽宁省智慧农业发展面临资金不足和供给缺乏问题。智慧农业起步资金需求大，受传统农业观念制约，资金筹措困难。辽宁省财政支农规模虽扩大，但增速慢且波动大，农业支持比例低于 10% 且逐年下滑，与农业强省相比财政支持水平低，农林水事务财政支出占比也逐年下降，反映对农业重视不够，加剧资金困境。

5. 辽宁省智慧农业发展对农业经济增长的影响分析

在评估辽宁省智慧农业发展水平时，为确保各项评价指标权重的客观准确性，本研究采用熵权法进行赋权评价，以“Z”作为辽宁省智慧农业发展水平的综合指数，如表 1 所示。

Table 1. Evaluation system for the development level of smart agriculture in Liaoning province
表 1. 辽宁省智慧农业发展水平评价体系

一级指标(A)	二级指标(B)	三级指标(C)	单位
智慧生产水平 A1	智能装备使用率 B1	智能装备使用面积占比 C1	%
		劳均农业机械总动力 C2	万瓦/人
		有效灌溉面积 C3	千公顷
	农用生产资料使用效率 B2	农用化肥折纯量 C4	千吨
		农业碳排放量 C5	万吨
		节水灌溉面积 C6	千公顷
	农业综合生产能力 B3	劳均农作物总播种面积 C7	万吨
		单位面积粮食产量 C8	万吨
		农业生产效率 C9	千公顷
智慧管理水平 A2	信息化水平 B4	农村互联网接入用户 C10	万户
		每百户农村计算机拥有量 C11	台
		每百户农村移动电话 C12	部
智慧经营水平 A3	电商水平 B5	有电子商务交易的企业比重 C13	%
		电子商务销售额 C14	亿元
	农村物流水平 B6	人均农村投递线路 C15	公里/万人
		邮电业务总量 C16	万元
智慧科技水平 A4	农业科技创新水平 B7	农户受教育程度 C17	年
		农业科技专利数量 C18	个

因数据单位存在较大差异，需要对上述的指标评价数据进行规范化处理，本研究采用极值处理法。公式中， X_{ij} 为第 i 个年份第 j 项评价指标的数值； $\min(X_j)$ 为选取所有年份中评价指标的最小值； $\max(X_j)$ 为选取所有年份中评价指标的最大值； m 为评价年数，即 2010 年~2021 年，本研究 m 为 12； n 为评价个数，本研究 n 为 18。

对于正向指标，采用公式(1)进行转换，确保数值在合理范围内：

$$X_{ij} = \frac{X_{ij} - \min(X_j)}{\max(X_j) - \min(X_j)} (i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m) \tag{1}$$

对于负向指标，则采用公式(2)进行转换，以反映其对整体评价的负面影响：

$$X_{ij} = \frac{\max(X_j) - X_{ij}}{\max(X_j) - \min(X_j)} (i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m) \tag{2}$$

在公式中， X_{ij} 代表第 i 个年份第 j 项评价指标的具体数值； $\min(X_j)$ 指的是在所有评价年份中，第 j 项评价指标所达到的最小值；而 $\max(X_j)$ 则表示在所有评价年份中，第 j 项评价指标所达到的最大值。此外， m 代表评价所涉及的总年数，具体到本研究中，是从 2010 年至 2021 年，因此 m 等于 12； n 则代表评价指标的总数量，本研究中共包含 18 项评价指标，所以 n 等于 18。

第 i 年份第 j 项指标所占比重 P_{ij} ，如公式(3)：

$$P_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sum_{i=1}^m X_{ij}} \tag{3}$$

第 j 项指标的信息熵 e_j , 如公式(4):

$$e_j = -k \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln p_{ij}, \tag{4}$$

其中, $0 \leq e_{ij} \leq 1$, $k = \frac{1}{\ln m}$

第 j 项指标的信息熵冗余度 d_j , 如公式(5):

$$d_j = 1 - e_j \tag{5}$$

第 j 项指标的权重 W_j , 如公式(6):

$$W_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j} \tag{6}$$

由此可得, 辽宁省智慧农业发展水平指数评价体系各项指标的权重, 如表 2 辽宁省智慧农业发展水平各指标体系权重所示。

Table 2. The weight of each indicator system for the development level of smart agriculture in Liaoning province
表 2. 辽宁省智慧农业发展水平各指标体系权重

一级指标	权重	二级指标	权重	三级指标	权重
智慧生产水平 A1	0.5885	智能装备使用率 B1	0.1774	智能装备使用面积占比 C1	0.0804
				劳均农业机械总动力 C2	0.723
				有效灌溉面积 C3	0.0247
		农用生产资料使用效率 B2	0.2204	农用化肥折纯量 C4	0.0617
				农业碳排放量 C5	0.0905
				节水灌溉面积 C6	0.0682
		农业综合生产能力 B3	0.1908	劳均农作物总播种面积 C7	0.0543
				单位面积粮食产量 C8	0.0684
				农业生产效率 C9	0.0681
智慧管理水平 A2	0.1420	信息化水平 B4	0.1420	农村互联网接入用户 C10	0.0804
				每百户农村计算机拥有量 C11	0.0306
				每百户农村移动电话 C12	0.0310
智慧经营水平 A3	0.2205	农村电商水平 B5	0.1208	有电子商务交易的企业比重 C13	0.0404
				电子商务销售额 C14	0.0343
		农村物流水平 B6	0.0997	人均农村投递线路 C15	0.0461
				邮电业务总量 C16	0.0536
智慧科技水平 A4	0.0950	农业科技创新水平 B7	0.0950	农户受教育程度 C17	0.0404
				农业科技专利数量 C18	0.0546

第 i 年第 j 项指标的综合评价指数为 S_{ij} , 如公式(7):

$$S_i = \sum_{j=1}^n (W_j \times X_{ij}) (i=1, 2, \dots, m) \quad (7)$$

由此可得, 辽宁省各年份智慧农业发展的一级指标指数、二级指标指数以及综合总指数, 这些指数数据为评估智慧农业的发展状况提供了有力的参考依据。

6. 实证结果分析

柯布-道格拉斯生产函数(C-D 生产函数)是分析投入与产出关系的经济学模型, 因其清晰、简便、精确而受推崇。基本形式中, Y 为产出量, A 为技术水平, K 为资本投入, L 为劳动力投入, α 和 β 为产出弹性系数。此外, 保罗·罗默的新经济增长理论将技术作为内生变量, 强调技术进步对经济增长的推动作用, 在关注劳动力和资本要素投入的同时, 必须重视科技进步。

$$Y = AK^\alpha L^\beta \quad (8)$$

综上所述, 智慧农业作为农业技术进步的重要体现, 本研究将其发展水平视为科技进步投入的替代指标。因此对 C-D 生产函数进行了相应的修正, 如公式(9)所示, 以更好地反映智慧农业在经济增长中的贡献。

$$Y = AK_t^\alpha L_t^\beta Z_t^\gamma \quad (9)$$

在公式(9)中, Y 代表农业生产总值, A 作为常数项, 用于概括除已知变量外的其他影响因素; K 代表农业资本投入, 具体以辽宁省农林水事务支出为衡量标准; L 代表农业劳动力投入, 采用辽宁省第一产业从业人数作为指标; 而 Z 则代表智慧农业发展指数, 反映了辽宁省智慧农业的发展状况。

针对辽宁省的农业实际情况, 本研究选取了农林牧渔生产总值作为 Y 的具体指标, 辽宁省农林水事务支出作为 K 的衡量依据, 辽宁省智慧农业发展指数直接作为 Z 的指标, 以及辽宁省第一产业从业人数作为 L 的数据来源。此外, α 、 β 、 γ 分别代表资本投入、劳动力投入以及智慧农业发展指数的产出弹性系数, 而 t 则代表时间因素。

为了进行线性回归分析, 将公式(9)两边同时取自然对数, 从而得到了如公式(10)所示的线性回归模型。

$$\ln Y_t = \ln A + \alpha \ln K_t + \beta \ln L_t + \gamma \ln Z_t \quad (10)$$

经过显著性检验、多重共线性检验以及异方差性检验的严格筛选, 本模型展现出了高度的可靠性。回归结果显示, 所有解释变量均对被解释变量产生了显著的影响。将这些系数值代入回归模型后, 得到了最终的回归方程, 具体如公式(11)所示。该方程准确地反映了各变量间的关系, 为后续的分析 and 预测提供了坚实的基础。

$$\ln Y = 11.46 + 0.29 \ln K - 0.74 \ln L + 0.13 \ln Z \quad (11)$$

即 $\alpha = 0.29$, $\beta = -0.74$, $\gamma = 0.13$, 由此得出公式(12)。

$$Y_t = e^{11.46} K_t^{0.29} L_t^{-0.74} Z_t^{0.13} \quad (12)$$

回归分析结果揭示了各变量对辽宁省农业经济增长的具体影响程度。辽宁省农村劳动力增加对农业经济增长具有抑制作用。智慧农业兴起, 智能设备和现代化技术取代人力劳动, 使农业从业人员减少成为未来趋势。青壮年劳动力多投身二、三产业, 农村人口外出务工, 促进耕地流转, 利于规模化生产; 辽宁省农业资本投入的增长对农业经济增长具有正面推动作用。2010~2021 年间, 该支出总体增长, 与农业经济增长趋势一致。政府部门加大资金投入, 整合社会资源, 支持智慧农业项目, 推动农业持续发展;

辽宁省智慧农业的推进对农业经济增长具有积极推动作用。宁省智慧农业发展水平每提升 1%，农业经济就会相应增长 0.13%。从 2010 年至 2021 年，辽宁省的智慧农业发展水平持续攀升，这一趋势与农业经济的增长态势相吻合。

7. 对策建议

(一) 完善智慧农业基础设施建设

为了进一步提升农业基础设施，我们应积极推动智能生产装备的应用。智能农机设备作为农业生产模式转型的关键驱动力，具备替代传统人力作业的能力，显著增强农业生产效能[6]。通过物联网技术与智能农机装置的深度融合，我们致力于实现农业机械化、自主化及全自动化操作的目标。

(二) 打造农业数据化平台

辽宁各市农业农村局牵头，联合大数据局等部门及农业信息化企业等，创立农业大数据共享平台，签署数据共享协议[7]。该平台整合农业信息化资源，规划省、市、县三级数据中心，促进技术交流合作，消除信息交流障碍，支撑智慧农业应用。

(三) 大力发展农村电商物流

首要任务是加速辽宁省特色农产品电商发展，依托地域等优势转化为产业优势，政府主导开发，构建高效供应链，强化品牌意识，打造“辽”字品牌矩阵，利用知名品牌带动发展，采用直播带货促进销售[8]。制定严格标准确保食品安全，推动农村电商健康有序发展。

(四) 促进农业科技创新与成果转化

智慧科技虽权重低但增长迅猛，需加速智慧农业技术创新与成果转化，助力农业经济增长。构建政企学研合作平台，对接辽宁农业需求，强化基础研究提效。提升转化能力，完善应用系统[9]。建智慧农业应用基地，展示成果，吸引多方关注，促进技术广深应用。

(五) 推动智慧农业人才队伍建设

政府应引高素质人才，定政吸智农，建信息技术、农业基础、创新操作兼备的人才队，加速智农普及。地方政府领，联高校企农强农教，企供实习，高校建实训基地[10]。同时，针对短缺区，政府智引借专才，带技术促学提专，为智农可持发奠基。

参考文献

- [1] 程俊杰, 潘志齐, 崔维新. 数字技术赋能低碳智慧农业的调查研究[J]. 智慧农业导刊, 2025, 5(5): 18-21.
- [2] 曾志庆, 何邦路, 陈灿平. 新质生产力赋能农业数字化: 理论逻辑、国际经验与推进路径[J]. 山西农业大学学报(社会科学版), 2025, 1-12.
- [3] 孙学涛, 张丽娟. 高标准农田建设对智慧农业的影响研究[J]. 现代经济探讨, 2025(3): 111-122, 132.
- [4] 张宇, 成海燕. 我国智慧农业高质量发展的困境及对策[J]. 智慧农业导刊, 2025, 5(4): 6-9.
- [5] 杜国明, 姚鑫, 臧雷振. 东北黑土区耕作制度演变及其影响因素[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2025, 1-12.
- [6] 李振, 张瑜. 辽宁省数字乡村发展就绪度评价研究[J]. 当代农村财经, 2022(2): 7-13.
- [7] 张丽群. 农业信息化水平对农业经济增长影响的研究[D]: [硕士学位论文]. 淄博: 山东理工大学, 2020.
- [8] Goel, R.K., Yadav, C.S., Vishnoi, S. and Rastogi, R. (2021) Smart Agriculture—Urgent Need of the Day in Developing Countries. *Sustainable Computing: Informatics and Systems*, **30**, Article ID: 100512. <https://doi.org/10.1016/j.suscom.2021.100512>
- [9] Said Mohamed, E., Belal, A., Kotb Abd-Elmabod, S., El-Shirbeny, M.A., Gad, A. and Zahran, M.B. (2021) Smart Farming for Improving Agricultural Management. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, **24**, 971-981. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2021.08.007>
- [10] Junaid, M., Shaikh, A., Hassan, M.U., Alghamdi, A., Rajab, K., Al Reshan, M.S., et al. (2021) Smart Agriculture Cloud Using AI Based Techniques. *Energies*, **14**, Article 5129. <https://doi.org/10.3390/en14165129>