

# 农业大数据分析的应用实践、理论逻辑与优化路径研究

李祥

甘肃农业大学理学院, 甘肃 兰州

收稿日期: 2026年5月30日; 录用日期: 2026年6月21日; 发布日期: 2026年6月30日

## 摘要

在数字乡村建设与农业现代化转型的双重战略背景下, 大数据作为核心数字生产要素, 已成为破解传统农业发展痛点、提升农业全产业链运行效率的核心支撑。本文以信息不对称理论、全面风险管理理论、规模经济理论与数字经济理论为核心, 构建农业大数据应用的理论分析框架, 系统梳理农业大数据在生产管控、流通匹配、风险管理、公共管理四大核心场景的应用逻辑, 基于2021~2025年行业统计数据与1855份农业经营主体调研样本, 通过量化模型实证分析农业大数据的应用成效, 深入剖析当前应用过程中存在的数据壁垒突出、场景适配不足、基层应用能力薄弱、安全体系不健全等现实问题, 并结合核心理论提出针对性优化路径。研究旨在为农业大数据的深度落地应用提供理论参考与实践指引, 助力农业高质量发展与乡村振兴战略全面实施。

## 关键词

农业大数据, 风险管理, 数字农业, 应用实践, 理论逻辑

# Research on Practical Applications, Theoretical Logic and Optimization Strategies for Agricultural Big Data Analysis

Xiang Li

College of Science, Gansu Agricultural University, Lanzhou Gansu

Received: May 30, 2026; accepted: June 21, 2026; published: June 30, 2026

## Abstract

Against the dual strategic backdrop of digital rural development and agricultural modernization, big

data—as a core digital production factor—has become pivotal in addressing challenges in traditional agriculture and enhancing operational efficiency across the entire agricultural value chain. This study establishes a theoretical analytical framework for agricultural big data applications, grounded in information asymmetry theory, comprehensive risk management theory, economies of scale theory, and digital economy theory. It systematically examines the application logic of agricultural big data across four key scenarios: production management, supply chain coordination, risk mitigation, and public administration. Leveraging industry statistics from 2021~2025 and a survey sample of 1,855 agricultural operators, the study employs quantitative models to empirically evaluate the effectiveness of big data applications. It identifies pressing challenges—including prominent data barriers, inadequate scenario adaptation, limited grassroots implementation capabilities, and incomplete security systems—and proposes targeted optimization strategies based on core theories. The research aims to provide theoretical insights and practical guidance for the comprehensive deployment of agricultural big data, thereby supporting high-quality agricultural development and the full implementation of the rural revitalization strategy.

## Keywords

Agricultural Big Data, Risk Management, Digital Agriculture, Application Practice, Theoretical Logic

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

农业是国民经济的基础性产业，同时兼具弱质性、分散性与高风险性特征[1]。传统农业发展模式中，普遍存在生产与市场信息脱节、自然与市场风险管控能力不足、生产要素配置效率偏低等核心痛点，严重制约了农业现代化进程。随着数字中国战略的全面推进，大数据技术与农业产业的深度融合，为破解传统农业发展困境提供了全新的技术路径与解决方案[2]。

农业大数据是融合农业生产、流通、消费、管理、服务全产业链的各类数据资源，通过采集、存储、分析与挖掘实现数据价值转化的技术与应用体系[3]。近年来，我国相继出台多项政策文件，明确提出要推动农业大数据采集、分析与深度应用，全面提升农业生产经营数字化水平[4]。当前国内学界关于农业大数据的研究多集中于技术应用与实践案例层面，针对应用背后的理论逻辑挖掘不足，且缺乏基于大样本数据的量化效果分析，难以形成理论与实践的双向赋能[5]。基于此，本文构建农业大数据应用的理论分析框架，结合实证数据量化分析其应用效果与差异化特征，剖析现存问题并提出优化路径，以期为农业大数据的规模化、规范化应用提供学术参考与实践支撑[6]。

## 2. 农业大数据应用的核心理论基础

### (一) 信息不对称理论

信息不对称理论由阿克洛夫、斯彭斯等学者提出，其核心内涵是市场交易中不同主体掌握的信息存在量级与质量的差异，信息劣势方将面临决策失误、利益受损的风险，进而导致整体市场效率损失[7]。传统农业产业中，信息不对称问题贯穿全产业链：分散的小农户难以掌握全面的市场供需与价格走势信息，极易陷入“增产不增收”的困境；消费者无法全面获取农产品质量安全信息，制约了农产品品牌溢

价与消费信任构建；农业金融机构难以掌握农户经营的真实数据，导致信贷投放中的“惜贷”“慎贷”问题。而大数据技术的核心价值，正是通过全产业链数据的整合与分析，打破不同主体间的信息壁垒，缓解信息不对称问题，提升农业市场整体运行效率。

#### (二) 全面风险管理理论

全面风险管理理论强调，风险管理应覆盖主体经营的全流程、全环节，通过风险识别、评估、预警、应对的闭环管理，实现对各类风险的系统性管控，最大限度降低风险损失。农业产业面临着自然风险、市场风险、政策风险、信用风险等多重风险叠加的挑战，传统风险管理模式存在预警滞后、应对被动、覆盖范围有限等短板，难以应对复杂多变的风险环境。大数据技术凭借海量数据整合、实时分析与精准预测能力，能够实现对各类农业风险的提前识别、精准预警与主动应对，完全契合全面风险管理理论的核心要求，是农业领域实现全链条风险管理的核心技术工具[8]。

#### (三) 规模经济与范围经济理论

规模经济理论指出，随着生产经营规模的扩大，产品的边际成本将持续降低，进而实现经营效率的提升；范围经济理论则强调，通过多元化经营、产业链延伸，能够实现生产要素的共享复用，降低综合成本，提升综合收益。我国农业经营以小农户分散经营为主，户均经营规模不足 10 亩，难以发挥规模经济效应，同时产业链条短、产品附加值偏低，范围经济优势无法体现。大数据技术的应用需要一定的规模基础作为支撑，规模化经营主体能够更好地分摊大数据应用的固定成本，实现数据资源的最大化利用，同时通过大数据分析拓展产业链应用场景，实现范围经济收益，这也是不同农业经营主体大数据应用效果存在显著差异的核心理论解释。

#### (四) 数字经济理论

数字经济理论将数据定义为新型生产要素，强调数据与劳动力、土地、资本等传统生产要素的深度融合，能够重构产业生产模式、提升全要素生产效率，推动产业转型升级。农业大数据作为农业领域的核心数字要素，通过与农业生产、经营、管理、服务各环节的深度融合，能够重构农业全产业链的运行模式，推动农业从经验驱动向数据驱动转型，从传统农业向智慧农业升级，是数字经济理论在农业领域的具体实践与应用，也是农业现代化转型的核心方向。

### 3. 农业大数据分析的核心应用场景与实证效果分析

#### (一) 农业大数据的核心应用场景

基于四大核心理论，农业大数据已形成四大稳定应用场景，实现了对农业全产业链的全覆盖：

**生产环节的精准管控应用：**基于规模经济理论与数字经济理论，通过数据驱动实现生产要素的精准配置。种植领域通过采集土壤墒情、气象变化、作物生长周期等数据构建精准种植模型，实现灌溉、施肥、施药的智能化管控；养殖领域通过采集畜禽体征、环境、疫病数据构建智慧养殖模型，实现精准饲喂与疫病提前预警，最终实现降本增效。

**流通环节的供需匹配应用：**基于信息不对称理论，打破生产端与消费端的信息壁垒。通过整合批发市场、电商平台、商超终端的交易与消费数据，构建市场供需与价格预测模型，精准预判供需缺口与价格走势，为农户种植结构调整、订单农业发展提供数据支撑，缓解“价贱伤农、价贵伤民”的产销矛盾。

**风险管理环节的全链条防控应用：**基于全面风险管理理论，覆盖自然、市场、信用三大核心风险领域。通过气象、病虫害监测数据实现灾害提前预警，通过价格数据分析预判市场波动，通过经营主体多维度数据构建信用评价模型，实现农业风险的闭环管控。

**公共管理环节的数字化治理应用：**基于数字经济理论，为政府农业农村管理提供全新工具。通过整合农业生产、土地利用、产业发展等全域数据，构建农业产业监测分析体系，为农业政策制定、产业规

划布局、耕地保护、乡村振兴项目落地提供科学的数据支撑，推动农业治理从“经验治理”向“数字治理”转型。

### (二) 农业大数据产业发展规模与渗透率分析

2021~2025年，我国农业大数据产业保持高速增长态势，应用渗透率持续提升，具体数据如表1所示。

**Table 1.** Market size and penetration rate of core agricultural big data application fields in China (2021~2025)

**表 1.** 2021~2025 年我国农业大数据核心应用领域市场规模及渗透率

统计年份	市场规模(亿元)	农业生产环节渗透率(%)	流通环节渗透率(%)	风险管理环节渗透率(%)	同比增速(%)
2021 年	428.6	12.3	18.5	9.7	28.6
2022 年	557.2	15.8	22.4	13.2	30.0
2023 年	746.9	19.7	26.8	17.6	34.0
2024 年	962.5	24.2	31.5	22.8	28.9
2025 年	1218.3	29.6	36.2	28.4	26.6

数据来源：农业农村部信息化监测数据。

为量化产业增长特征，本文采用年均复合增长率(CAGR)模型进行测算，公式如下：

$$CAGR = \left( \frac{\text{期末值}}{\text{期初值}} \right)^{\frac{1}{n}} - 1$$

其中，期末值为2025年市场规模1218.3亿元，期初值为2021年市场规模428.6亿元， $n$ 为年份跨度4年。经测算，2021~2025年我国农业大数据市场规模年均复合增长率达到29.8%，五年间市场规模增长近2倍，展现出极强的增长活力。

从应用渗透率来看，流通环节渗透率始终处于领先水平，印证了信息不对称理论下，大数据在破解产销脱节问题上的市场需求最为迫切；风险管理环节渗透率增速最快，五年间提升了18.7个百分点，反映出农业经营主体对风险管控的需求持续提升，大数据在风险管理领域的应用潜力持续释放。

### (三) 不同经营主体大数据应用效果的对比分析

为进一步分析大数据在不同经营主体中的应用差异，本文对1855个农业经营样本开展调研，样本涵盖小农户、家庭农场、农民专业合作社、农业产业化龙头企业四大类型，通过对比应用大数据前后的生产经营指标变化，量化其应用效果，具体数据如表2所示。

**Table 2.** Comparison of operational performance among different agricultural entities after implementing big data applications

**表 2.** 不同农业经营主体应用大数据后的生产经营效果对比

经营主体类型	有效样本数量	亩均生产成本降低幅度(%)	亩均产量提升幅度(%)	农产品溢价率(%)	自然风险损失降低率(%)
小农户	1200 户	8.2	5.8	3.5	10.5
家庭农场	350 个	15.6	12.3	8.7	22.4
农民专业合作社	220 个	21.3	18.5	14.2	31.8
农业产业化龙头企业	85 家	28.7	24.2	22.6	42.3

数据来源：2025年粮食主产区农业数字化应用实地调研数据。

本文采用亩均产量提升幅度模型对应用效果进行量化，公式如下：

$$\eta = \frac{Y_1 - Y_0}{Y_0} \times 100$$

其中， $\eta$  为亩均产量提升幅度， $Y_1$  为应用大数据后的亩均产量， $Y_0$  为应用前的亩均产量。

从测算结果与表 2 数据可以清晰看出，农业大数据的应用能够实现全类型经营主体的降本增效与风险防控，但其应用效果与经营主体的规模化程度、数字化能力呈显著正相关。其中，农业产业化龙头企业应用大数据后，亩均生产成本降低幅度达到 28.7%，亩均产量提升 24.2%，风险损失降低 42.3%，各项指标均显著领先于其他主体，充分印证了规模经济理论的核心逻辑——规模化经营主体能够更好地发挥大数据的技术优势，实现生产要素的优化配置，获得更高的应用收益。而小农户群体虽然也通过大数据应用实现了成本降低与产量提升，但效果远低于规模化经营主体，核心原因在于小农户分散经营的模式难以发挥大数据的规模效应，同时数字化知识储备不足、应用能力薄弱，制约了大数据技术价值的充分释放。

#### (四) 风险管理领域的应用成效量化分析

风险管理是农业大数据的核心应用场景，本文基于农业农村部与涉农金融机构的统计数据，对 2025 年农业大数据在四大核心风险领域的应用效果进行量化分析，具体数据如表 3 所示。

**Table 3.** Statistical analysis of the application effectiveness of agricultural big data in risk management (2025)

**表 3.** 农业大数据在风险管理领域的应用效果统计(2025 年)

风险类型	风险预警模型准确率(%)	风险损失平均降低幅度(%)	覆盖农业经营主体数量(万户)
气象灾害风险	89.2	37.6	2860
农作物病虫害风险	92.5	42.3	2140
农产品市场价格风险	85.7	29.8	1680
农业信贷信用风险	93.1	62.4	890

数据来源：农业农村部灾害监测数据、国内主要涉农金融机构信贷风控数据。

本文采用混淆矩阵模型对风险预警准确率进行测算，公式如下：

$$ACC = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \times 100$$

其中， $ACC$  为预警模型准确率， $TP$  为真正例(正确预警风险发生)， $TN$  为真负例(正确预警风险不发生)， $FP$  为假正例(误报风险)， $FN$  为假负例(漏报风险)。

从测算结果与表 3 数据可以看出，农业大数据在各类农业风险管控中均展现出极强的应用价值，四大风险领域的预警模型准确率均超过 85%，其中农业信贷信用风险与病虫害风险的预警准确率超过 90%，充分印证了大数据在风险识别与预警中的精准性。从风险防控效果来看，大数据应用实现了各类风险损失的显著降低，其中农业信贷信用风险的不良率降低幅度达到 62.4%，有效破解了农业金融风控的核心难题，推动普惠金融下沉；病虫害与气象灾害的损失降低幅度均超过 35%，为粮食安全与农业稳产增收提供了坚实保障。

## 4. 当前农业大数据分析应用中存在的突出问题

### (一) 全域数据共享机制尚未形成，数据壁垒问题突出

信息不对称理论的核心是实现数据的自由流动与共享，但当前农业数据资源呈现显著的“碎片化”

分布特征，“数据孤岛”问题十分突出。一方面，农业农村、气象、水利、市场监管等政府部门之间的数据共享渠道不畅，跨部门、跨区域的数据开放共享存在制度性障碍；另一方面，农业生产、加工、流通、金融等产业链环节的企业数据相互封闭，难以实现全产业链数据的整合应用。同时，我国农业数据采集标准尚未统一，不同主体采集的数据格式、指标体系差异较大，数据兼容性不足，严重制约了数据的整合分析与价值挖掘，导致大数据技术难以发挥全域分析的核心优势。

#### (二) 小农户数字化门槛较高，数字鸿沟问题显著

从实证分析结果可以看出，小农户的大数据应用效果远低于规模化经营主体，核心原因在于基层应用能力不足，数字化门槛较高。我国小农户占农业经营主体的比重超过 98%，多数农户年龄偏大、文化水平偏低，缺乏大数据相关的知识储备与操作能力，对大数据技术的认知不足、接受度不高。同时，当前多数农业大数据产品与服务的设计偏向规模化经营主体，操作复杂、购置与使用成本较高，难以适配小农户分散经营的实际需求，导致小农户难以享受大数据技术带来的红利，城乡数字鸿沟在农业领域持续凸显。

#### (三) 理论与实践结合不够深入，场景适配性严重不足

当前农业大数据应用存在“重技术、轻场景，重硬件、轻算法”的突出问题，大数据分析模型与农业实际场景的适配性严重不足。一方面，多数大数据模型照搬通用互联网算法，没有结合农业生产的地域性、季节性、周期性特征进行本土化优化，导致模型分析结果与实际生产情况存在显著偏差，难以有效指导农业生产经营；另一方面，现有研究与应用多聚焦于技术层面，对背后的理论逻辑挖掘不足，未能基于信息不对称、全面风险管理等核心理论构建适配农业场景的分析体系，导致理论与实践脱节，大数据的应用深度与价值释放程度不足。

#### (四) 数据安全体系不健全，制度保障有待完善

我国农业数字化基础设施建设存在显著的区域不均衡问题，东部沿海地区与粮食主产区的基础设施建设较为完善，而西部偏远地区、山区的农村网络覆盖率、数据采集终端布设密度偏低，难以满足大数据采集与应用的基础需求。同时，农业数据安全与隐私保护体系尚不健全，农业经营主体的生产经营数据、个人信息存在泄露风险，数据产权界定不清晰，数据交易与共享缺乏规范的制度约束，严重影响了经营主体参与数据共享与应用的积极性，制约了农业大数据产业的规范化发展。

## 5. 基于理论逻辑的农业大数据应用优化路径

#### (一) 基于信息不对称理论，构建全域数据共享体系

以缓解信息不对称、提升市场效率为核心，构建“政府主导、多方参与、标准统一”的农业大数据共享体系。一是由农业农村部门牵头，建立跨部门、跨区域的数据共享协调机制，打通农业农村、气象、水利、市场监管等部门的数据通道，推动政务数据的有序开放共享；二是制定全国统一的农业数据采集标准与指标体系，规范数据采集、存储、传输的全流程管理，提升数据的兼容性与可用性；三是鼓励行业协会、龙头企业牵头，整合产业链上下游企业数据资源，构建行业级数据共享平台，实现生产、流通、消费全产业链数据的整合与共享，最大限度打破信息壁垒。

#### (二) 基于规模经济理论，培育数字化新型经营主体

以发挥规模经济效应、缩小数字鸿沟为核心，强化对农业经营主体的数字化赋能。一是大力培育家庭农场、农民专业合作社、龙头企业等新型规模化经营主体，发挥其规模优势，打造农业大数据应用的标杆主体，形成示范带动效应；二是针对小农户群体，构建“合作社 + 农户”“龙头企业 + 农户”的带动模式，通过规模化整合实现“虚拟规模经营”，由合作社与龙头企业统一提供大数据技术服务与操作指导，降低小农户的数字化应用门槛；三是开展分层分类的数字化技能培训，针对小农户开展基础操

作培训, 针对规模化主体开展高级应用与模型分析培训, 全面提升农业经营主体的大数据应用能力。

### (三) 基于全面风险管理理论, 构建全链条场景化分析模型

以贴合农业实际场景、实现全链条价值释放为核心, 推动大数据分析模型的本土化、场景化优化。一是结合农业生产的地域性、季节性特征, 针对不同作物、不同养殖品类、不同区域的实际需求, 优化大数据分析算法, 构建适配不同场景的专业化分析模型, 提升模型分析结果的精准性与实用性; 二是以全面风险管理理论为指导, 整合自然风险、市场风险、信用风险等多维度数据, 构建覆盖农业全产业链、全周期的风险管理模型, 实现风险的闭环管控, 充分发挥大数据在农业风险管理中的核心优势; 三是推动理论研究与实践应用的深度融合, 鼓励科研机构与企业、基层经营主体开展合作, 基于农业实践需求开展理论研究与技术创新, 实现理论与实践的双向赋能。

### (四) 基于数字经济理论, 完善数据合规管理与安全保障机制

以保障数据安全、激发应用活力为核心, 构建全流程的农业数据安全保障体系。一是完善农业数据相关法律法规, 明确农业数据的产权界定、交易规则、共享规范, 为数据共享与应用提供完善的制度保障; 二是建立农业数据分级分类管理体系, 针对涉密数据、经营主体隐私数据、公共数据制定差异化的管理与保护措施, 严防数据泄露与滥用; 三是强化农村数字化基础设施建设, 向西部偏远地区、山区倾斜资源, 补齐网络与数据采集终端建设短板; 四是加强数据安全技术研发与应用, 通过加密技术、区块链技术、隐私计算技术等, 实现数据“可用不可见”, 在保障数据安全的前提下, 推动数据的共享与价值挖掘。

## 6. 结论

农业大数据与农业产业的深度融合, 是数字经济时代农业现代化转型的必然趋势。本文研究发现, 信息不对称理论、全面风险管理理论、规模经济理论与数字经济理论, 是农业大数据应用的核心理论支撑, 四大理论共同构建了农业大数据应用的底层逻辑框架。大数据技术通过与农业全产业链的深度融合, 在生产降本增效、流通供需匹配、风险全链条管控、治理能力提升等方面展现出极强的应用价值。实证数据表明, 2021~2025 年我国农业大数据市场规模年均复合增长率达到 29.8%, 大数据应用能够显著降低农业生产成本、提升生产效率、减少风险损失, 且应用效果与经营主体的规模化程度呈显著正相关。

当前我国农业大数据应用仍面临数据壁垒突出、小农户应用门槛高、场景适配不足、安全体系不健全等问题, 未来需以核心理论为指引, 加快构建全域数据共享体系, 强化农业经营主体数字化赋能, 推动场景化分析模型优化, 完善数据安全保障机制, 全面释放农业大数据的技术价值, 为农业高质量发展与乡村振兴战略实施提供坚实的数字技术支撑。

## 参考文献

- [1] 施琪峰, 朱海雨. 长江经济带城乡水资源供需大数据分析及其空间规划响应[J]. 中国城市规划知识仓库, 2025, 23(2): 31-34.
- [2] 杨丽. 数字技术对农业碳排放影响研究[J]. 合作经济与科技, 2026(9): 3-7.
- [3] 李爱萍, 李颖杰, 郭晨楠. 大数据驱动的水资源管理优化实践[J]. 水资源开发与管理, 2026, 12(4): 73-79.
- [4] 陈晨, 张帅. “技术-组织-环境”框架下我国农业会展数字化转型的现实困境与实践路径探析[J/OL]. 中国农业文摘-农业工程, 1-6. <https://doi.org/10.19518/j.cnki.cn11-2531/s.20260421.002>, 2026-06-16.
- [5] 周贻军. 智慧农业对农业经济发展的促进作用[J]. 农业科技创新, 2026(8): 30-32.
- [6] Patwal, A., Wazid, M., Singh, J., Singh, D.P. and Das, A.K. (2025) An Authenticated Key Agreement Method for Secure Big Data Analytics in Next-Generation Wireless Networks-Enabled Smart Farming. *Journal of Systems Architecture*, 168, Article ID: 103552. <https://doi.org/10.1016/j.sysarc.2025.103552>
- [7] Tang, X.L., He, Y.Z., Chen, B., et al. (2025) Profit Growth and Innovation: Application of Big Data Analysis Technology

in Agricultural Economic Management. *Asian Agricultural Research*, **17**, 1-5, 10.

- [8] Ha, D.H. (2025) Analysis of the Current Status of Information Technology Application in High-Tech Agriculture in Vietnam: Practical Solutions and Futuristic Application. *Asian Journal of Advances in Agricultural Research*, **25**, 66-74. <https://doi.org/10.9734/ajaar/2025/v25i6632>