

# 智慧农业技术应用的现实困境与优化路径

王荣赫, 尚文周, 王启月

大连海洋大学经济管理学院, 辽宁 大连

收稿日期: 2025年4月14日; 录用日期: 2025年5月29日; 发布日期: 2025年6月5日

---

## 摘要

智慧农业作为新一代信息技术与农业深度融合的产物, 已成为推动农业现代化与乡村振兴的重要引擎。然而, 当前我国智慧农业在技术应用过程中仍面临核心技术受制于人、数据要素流动受阻、人才储备不足、基础设施薄弱以及商业模式创新不足等现实困境。本文基于政策导向与实践需求, 系统梳理智慧农业技术应用的现状, 并剖析其核心问题, 提出强化核心技术、构建数据治理体系、完善人才培养机制、推进基础设施均衡化升级及突破商业模式瓶颈等对策, 可有效化解智慧农业发展的制约因素, 为农业高质量发展提供新动能。

---

## 关键词

智慧农业, 技术应用, 现实困境, 优化路径

---

# The Practical Challenges and Optimization Paths of Smart Agriculture Technology Application

Ronghe Wang, Wenzhou Shang, Qiyue Wang

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

Received: Apr. 14<sup>th</sup>, 2025; accepted: May 29<sup>th</sup>, 2025; published: Jun. 5<sup>th</sup>, 2025

---

## Abstract

Smart agriculture, as a product of the deep integration of new-generation information technology and agriculture, has become an important engine for promoting agricultural modernization and rural revitalization. However, currently, China's smart agriculture still faces practical challenges in the process of technological application, such as core technologies being controlled by people, data element flow being hindered, insufficient talent reserves, weak infrastructure, and insufficient business model

**innovation. Based on policy guidance and practical needs, this article systematically reviews the current status of the application of smart agriculture technology, analyzes its core issues, and proposes countermeasures such as strengthening core technologies, building a data governance system, improving talent training mechanisms, promoting balanced upgrading of infrastructure, and breaking through the bottleneck of business models. These measures can effectively resolve the constraints on the development of smart agriculture and provide new impetus for high-quality agricultural development.**

## Keywords

**Smart Agriculture, Technology Application, Practical Challenges, Optimization Path**

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

随着全球新一轮科技革命与农业现代化进程的深度融合，智慧农业技术已成为推动农业新质生产力发展的核心引擎。2024年农业农村部发布的《关于大力发展战略性新兴产业的指导意见》明确提出，要加快构建以数据要素为核心、智能装备为支撑的现代农业体系，通过5G、人工智能与农业全产业链的深度融合，实现农业生产效率与资源利用率的双重跃升[1]。这一政策导向不仅呼应了中央经济工作会议关于“科技赋能粮食安全”的战略部署，更标志着我国农业正从传统要素驱动向数字技术驱动的历史性跨越。智慧农业的战略价值体现在三个关键层面：首先，借助智能监测与决策系统实现生产要素动态优化，有效平衡耕地资源利用与生态保护需求；其次，通过农业机器人、区块链等技术创新推动产业形态变革，促进农业生产向智能集约、生态友好、三产融合方向演进；另外，建立“县域统筹-乡镇衔接-合作社落地”的协同机制，加速技术成果转化应用，为乡村振兴提供持续驱动力。面对全球气候变化与粮食安全双重挑战，智慧农业已成为保障粮食安全、助力“双碳”目标的核心支撑，其发展进程直接影响农业现代化建设的质量与效率。然而，当前技术应用仍存在多个制约因素，这些障碍的交织叠加阻碍了技术红利在农业农村领域的充分释放，亟需构建系统性解决方案。

## 2. 智慧农业技术应用的现状

### 2.1. 政策体系与技术应用的双向驱动

我国智慧农业的发展已形成“顶层设计牵引、地方实践创新”的协同格局。中央层面通过《数字农业农村发展规划(2023-2025年)》等纲领性文件，明确将智慧农业定位为农业现代化的核心引擎，重点推动农业生产、经营与服务的全链条数字化转型。地方政府结合区域特色探索差异化路径，例如浙江省以“未来农场”为模板构建数字农业综合体，黑龙江省依托黑土地推进大田智能作业系统规模化应用。在技术渗透层面，物联网、人工智能与区块链等新一代信息技术加速与农业场景融合。大田种植中，智能导航与精准变量作业技术逐步替代传统耕作模式；设施农业领域，数字孪生技术实现对光温水肥的动态调控；养殖业则通过智能饲喂与疫病监测系统显著提升管理效率。

### 2.2. 产业生态的多元化演进

当前智慧农业发展已呈现出“政府主导、企业主体、多元协同”的生态格局。在硬件基础设施构建

层面，智能农机装备与农业传感设备制造商通过持续技术革新构建竞争优势，领军企业逐步形成“研发设计-生产制造-运维服务”的全产业链条布局。在数字服务应用维度，涉农科技企业着力开发基于云计算架构的农业智能决策支持系统，通过深度数据挖掘为不同经营主体提供定制化解决方案。尤为值得注意的是，产业协同模式的创新正在重塑农业价值网络：农业合作组织依托技术共享云平台实现中小型生产者的技术普惠，规模化家庭农场经营主体借助社会化服务网络达成生产全流程精准管控，而政府主导建设的农业数据中枢平台则为全产业链提供基础数据支撑。在此过程中形成的“技术突破-场景融合-价值创造”正向循环机制，不仅推动了智慧农业从局部创新向系统化协同演进，更为现代农业数字化转型提供了持续发展的内生动力。

### 3. 智慧农业技术应用的现实困境

#### 3.1. 基础设施薄弱制约技术渗透

智慧农业的底层支撑依赖于泛在化、高可靠的信息基础设施，然而我国农村地区网络覆盖质量与城市存在显著差异[2]。尽管行政村宽带接入率已大幅提升，但田间地头、养殖场等生产场景的网络稳定性仍面临挑战。部分偏远地区受限于地形复杂性与经济成本，光纤铺设进度滞后，4G信号尚未实现全域覆盖，5G基站建设更集中于城镇区域。这种基础设施的“城乡二元分化”导致智能装备在农业现场应用中频繁遭遇数据传输延迟、设备联动失效等问题。例如，基于物联网的环境监测系统常因网络波动无法实时回传数据，精准灌溉设备在弱信号环境下难以执行远程指令。此外，农业“新基建”投入结构失衡，重硬件轻软件的现象普遍存在。多数智慧农业示范项目集中于可视化大屏搭建，而面向生产环节的智能传感器、边缘计算节点等关键设施部署不足，导致技术应用停留于表层监控，难以深入耕作、施肥等核心作业流程。基础设施的碎片化与低效能，已成为阻碍技术向农业生产毛细血管渗透的首要瓶颈。

#### 3.2. 关键技术受制于人影响自主性

智慧农业的核心竞争力体现在高精度传感器、智能算法模型与高端装备的自主可控能力上，但我国在该领域的核心技术链仍存在明显短板[3]。农业专用传感器的灵敏度与耐久性不足，作物生长模型多依赖国外机构开源代码修改，智能农关键部件如液压控制系统、高精度导航模块仍需进口。以设施农业为例，温室环境调控系统的核心算法多源自荷兰瓦赫宁根大学的作物生理模型，国内虽已开展本土化适配，但在极端气候模拟、多变量耦合分析等场景中仍显粗糙。大田作业中广泛应用的无人农机，其自动驾驶系统底层协议受限于美国 Trimble 等企业的技术标准，存在“卡脖子”风险。这种技术依附性导致三大后果：其一，国产设备性能不稳定，故障率较高，农户对技术可靠性存疑；其二，技术迭代受制于外部供应链，企业创新成本攀升；其三，数据主权隐性流失，跨国企业通过云平台掌控农业数据资源。若不突破关键技术的自主化壁垒，智慧农业将长期陷于“跟跑式创新”的被动局面。

#### 3.3. 数据孤岛与共享机制缺失

农业数据的碎片化与低效流动，严重制约智慧农业系统的协同效能。当前，气象、土壤、植保、市场等数据分属不同管理部门，采集标准与格式各异，形成“信息烟囱”。地方政府建设的农业大数据平台多局限于行政边界，跨区域数据互通缺乏制度保障[4]。例如，某省植保数据与邻省气象数据因坐标系差异无法融合，导致病虫害预测模型精度下降。数据权属不清加剧了共享困境：涉农企业担忧商业机密泄露，小农户对数据采集存在抵触情绪，科研机构成果转化面临知识产权壁垒。这种数据割据状态使得算法训练样本不足，智能决策系统难以适应区域多样性需求。以区块链追溯体系为例，因生产、加工、流通环节数据录入标准不统一，部分溯源信息存在断层，消费者信任度难以提升。更深远的影响在于，数

据要素的“沉睡”导致农业产业链无法实现全局优化，资源配置效率在低水平徘徊。

### 3.4. 专业人才短缺阻碍技术推广

智慧农业的跨学科属性要求从业者兼具农学知识、信息技术素养与工程实践能力，但现有人才供给体系存在结构性矛盾。高校农业工程专业课程设置滞后，物联网、人工智能等前沿技术教学比重偏低，毕业生难以满足产业需求。涉农企业面临“引才难、留才难”的双重压力：一线城市虹吸效应导致农村技术岗位吸引力不足，基层农技推广队伍年龄结构老化，数字化技能培训覆盖率不足[5]。在比较偏远的地区，仅少数的农技人员能熟练操作智能农机管理平台，多数仍依赖传统经验指导生产。这种人才断层引发连锁反应：其一，技术应用“最后一公里”梗阻，智能设备因操作不当频发故障；其二，创新反馈机制缺失，农户需求无法有效传导至研发端；其三，区域技术扩散效率低下，示范项目成果难以规模化复制[4]。人才生态的失衡，使得智慧农业陷入“有技术无应用、有设备无效能”的怪圈。

## 4. 智慧农业技术应用的优化路径

### 4.1. 完善基础设施与新型要素投入

智慧农业的规模化发展需以新型基础设施为根基，构建“连接-计算-应用”三位一体的支撑体系。首先应推进网络覆盖向生产场景纵深延伸，优先在粮食主产区、现代农业产业园部署 5G 专网与低功耗广域物联网(LPWAN)，通过基站共建共享降低建设成本[6]。针对丘陵山区等特殊地形，可探索高空平台通信(HAPS)技术，形成“天基-空基-地基”互补的立体化网络架构。其次需优化基础设施功能导向，从“重展示”转向“重实效”，加大智能传感器、边缘计算网关等生产性设施的投入比例。例如，在设施大棚中设置多光谱成像仪与二氧化碳浓度传感器，实时监控作物生长状态；在大型养殖场中安装声纹识别装置，通过监测动物的行为预警疫病风险。另外，要创新要素投入机制，建立由政府引导、市场主导、社会参与的多元投入模式。中央财政可以通过专项债支持农业新基建项目，地方政府以土地、数据等要素吸引社会资本，探索“建设-运营-移交”(BOT)模式在智慧农业领域的应用。最后，需完善对相关智能农机购置的补贴，将农业机器人、无人巡检设备等新兴装备纳入补贴范围，并试点作业补贴替代购置补贴，激发农户对技术采纳的积极性。

### 4.2. 突破核心技术壁垒与产业协同

实现农业关键领域技术突破需构建从研发端到转化端再到产业端的全链条创新体系。在技术研发维度，应着力突破农业智能装备核心部件、强适应性算法模型与自主产权软件系统三大战略领域[7]，建议科技部设立农业智能系统重大科技专项。重点攻关方向包括：研制耐高温高湿工况的多参数土壤信息感知芯片，突破多模态农业数据融合分析技术，搭建基于国产框架的作物生长数字模拟平台等。在成果转化层面，需构建产学研用协同创新机制，支持产业链头部企业牵头组建创新联合体。可参考欧盟农业技术转化体系，由政府投资建设区域性技术验证中心，科研院所承担核心技术模块开发，产业联盟主导产品定型与商业化应用。例如，在东北黑土区建立智能农机测试基地，针对玉米、大豆等作物要求完成无人播种机导航精度验证。在产业融合维度，需加速技术要素与产业要素的耦合重构：引导传统农企向智能服务供应商转型，发展以订阅制为基础的农机设备全生命周期管理云平台；培育农业知识图谱服务商、智能决策系统开发商等新兴市场主体，构建“智能终端-服务平台-数据资产”三位一体的产业矩阵。同时深化国际技术合作，参与 ISO 智慧农业标准制定，推动国内自主可控的技术方案进入国际市场。特别需要建立技术安全评估体系，对智能农业装备核心控制器、作物基因数据库等战略领域实施进口替代计划，确保关键环节技术自主率不低于 85%。

### 4.3. 健全数据治理与共享生态

农业数据要素的价值转化需构建覆盖采集、传输、应用的全流程管理体系。首要任务在于建立标准化的农业数据管理框架，建议由国家农业农村大数据中心统一制定包含农田地理编码规范、作物生长监测元数据标准、智能设备互联协议等在内的基础性技术规范[8]。此举可有效破除部门间存在的数据孤岛现象，如统一制定包含采集周期、数据格式、精度等级等要素的病虫害监测技术规程，即可显著提升植保信息系统与气象监测平台的协同效能。在确权机制方面，可探索建立基于区块链的数据信托平台，允许农户将生产数据经脱敏处理后托管至授权机构，科研院所与涉农企业通过数据交易市场获取合规信息资源用于算法优化，同时由监管部门构建包含数据安全、收益分配调节等环节的监管闭环。江苏省常熟市开展的试点工程显示，采用该模式的草莓种植户已经通过数据共享获得了额外的收益。技术应用层面，建议采用分布式机器学习技术实现跨域数据价值挖掘，在确保原始数据不出域的前提下完成联合建模；同时构建覆盖全产业链的区块链溯源体系，对生产日志、质量检测、冷链物流等关键节点信息进行分布式存证，通过增强信息透明度提升市场信任度。需特别关注数据垄断风险防控，建议修订《数据安全法》相关条款，建立农业数据资源分级分类管理制度，对于涉及粮食安全的关键数据实施出境安全评估，确保核心农业数据主权。

### 4.4. 强化人才培养与数字素养提升

智慧农业的人力资源建设需要在教育、培训和实践方面实施三维赋能策略。在教育层面，推动涉农高校学科体系重构，建议实施农工交叉学科改革计划[9]，开设农业人工智能、农业机器人学等前沿课程。中国农业大学已试点双导师制，由农学教授与计算机专家联合指导研究生，培养复合型技术骨干。在培训层面，构建多层次技能提升体系：面向新型经营主体开设“智慧农场运营”研修班，重点讲授设备维护与数据分析技能；针对小农户开发“短视频 + 虚拟仿真”培训模块，通过场景化教学降低学习门槛。浙江省推出的“数字农匠”认证制度，通过实操考核与线上学习累计学分，有效提升了农户技术应用能力。在实践层面，需完善人才激励机制，地方政府可设立智慧农业专项人才引进计划，对下乡科技人员给予职称评审绿色通道；企业推行技术入股制度，将科研成果转化收益与研发团队共享。此外，应加强基层农技推广队伍数字化改造，通过“师带徒”、“田间课堂”等形式，将智能技术融入传统农艺传承。

## 5. 结语

智慧农业技术应用的深化既是机遇亦是挑战。未来需以政策创新为引领，以技术自主化为核心，以数据驱动为主线，以生态构建为保障，破解当前发展瓶颈。通过政产学研用多方协同，推动智慧农业从“单点突破”迈向“系统革新”，最终实现农业生产效率、资源利用率与农民获得感的全面提升，为全球农业数字化转型贡献中国方案。

## 参考文献

- [1] 农业农村部. 农业农村部关于大力发展战略性智慧农业的指导意见[EB/OL]. (2024-10-23) [https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202410/content\\_6983051.htm](https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202410/content_6983051.htm), 2025-02-23.
- [2] 张玉成, 吴威, 代峰, 等. 关于科技助力南方乡村振兴智慧农业发展模式的思考[J]. 中国科学院院刊, 2024, 39(3): 563-571.
- [3] 殷浩栋, 霍鹏, 肖荣美, 等. 智慧农业发展的底层逻辑、现实约束与突破路径[J]. 改革, 2021(11): 95-103.
- [4] 崔宁波. 智慧农业赋能乡村振兴的意义、挑战与实现路径[J]. 人民论坛, 2022(5): 26-28.
- [5] 曹冰雪, 李瑾, 冯献, 等. 我国智慧农业的发展现状、路径与对策建议[J]. 农业现代化研究, 2021, 42(5): 785-794.
- [6] 赵春江, 李瑾, 冯献. 面向 2035 年智慧农业发展战略研究[J]. 中国工程科学, 2021, 23(4): 1-9.

- [7] 吴宗钒, 易春龙, 吴争光, 等. 我国智慧农业的发展现状、路径与对策建议[J]. 智慧农业导刊, 2024, 4(10): 1-4.
- [8] 刘长全. 关于智慧农业的理论思考: 发展模式、潜在问题与推进策略[J]. 经济纵横, 2023(8): 63-70.
- [9] 刘旭, 李文华, 赵春江, 等. 面向 2050 年我国现代智慧生态农业发展战略研究[J]. 中国工程科学, 2022, 24(1): 38-45.