

区块链技术驱动下的农村电商革新

肖淑丹

贵州大学经济学院, 贵州 贵阳

收稿日期: 2025年6月4日; 录用日期: 2025年6月19日; 发布日期: 2025年7月24日

摘要

在数字经济与乡村振兴深度融合的背景下, 农村电商成为农业现代化的重要引擎, 但仍面临供应链不透明、信息不对称、信任缺失等挑战。区块链技术凭借其去中心化、不可篡改、可追溯等特性, 为农村电商革新提供了创新解决方案。本文系统探讨区块链技术在农村电商中的应用潜力, 聚焦农产品供应链管理优化, 结合理论与实践, 分析其在农产品溯源、物流管理、支付结算等环节的实践路径。研究表明, 区块链技术建立的可信数据基础架构, 能有效增强农业供应链的透明度、运行效率及风险管理水平。然而, 技术成本高、农民认知不足、数据隐私风险及政策滞后等问题仍制约其规模化应用。为此, 本文提出政策与技术协同推进策略, 包括制定标准化技术框架、提供财政支持、加强技术培训与适农化研发, 以推动区块链技术与农村电商深度融合。本研究为农村电商的可持续发展提供了理论依据与实践参考, 助力农业供应链数字化转型升级与乡村振兴战略的深化实施。

关键词

区块链技术, 农村电商, 农产品供应链, 溯源系统, 智能合约, 政策支持

Blockchain-Driven Transformation of Rural E-Commerce

Shudan Xiao

School of Economics of Guizhou University, Guiyang Guizhou

Received: Jun. 4th, 2025; accepted: Jun. 19th, 2025; published: Jul. 24th, 2025

Abstract

In the context of the deep integration of the digital economy and rural revitalization, rural e-commerce has emerged as a critical engine for agricultural modernization. However, challenges such as opaque supply chains, information asymmetry, and trust deficits persist. Blockchain technology, with its decentralized, immutable, and traceable features, offers innovative solutions to revolutionize

文章引用: 肖淑丹. 区块链技术驱动下的农村电商革新[J]. 电子商务评论, 2025, 14(7): 2119-2125.

DOI: 10.12677/ecl.2025.1472414

rural e-commerce. This study systematically explores the application potential of blockchain technology in rural e-commerce, focusing on optimizing agricultural supply chain management. By integrating theoretical analysis with practical cases, it examines implementation pathways in key areas such as agricultural product traceability, logistics management, and payment settlement. The research indicates that blockchain technology can significantly enhance supply chain transparency and efficiency, reduce trust costs, strengthen consumer confidence in product quality, and provide on-chain financing support for smallholder farmers. Nonetheless, challenges including high technical costs, limited farmer awareness, data privacy risks, and policy lags hinder its widespread adoption. To address these issues, this paper proposes a coordinated policy-technical strategy, encompassing standardized technical frameworks, financial incentives, technical training, and agriculture-adapted R&D, to foster deeper integration of blockchain technology into rural e-commerce. This study provides theoretical foundations and practical insights for the sustainable development of rural e-commerce, supporting the digital transformation of agricultural supply chains and advancing rural revitalization strategies.

Keywords

Blockchain Technology, Rural E-Commerce, Agricultural Supply Chain, Traceability System, Smart Contracts, Policy Support

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

随着数字经济的快速发展，农村电商逐渐成为乡村振兴和农业现代化的重要引擎。然而，农村电商的发展仍面临诸多挑战，如农产品供应链的不透明、假冒伪劣产品、信息不对称等。这些问题既削弱了消费者的购买意愿，也限制了农村电商的可持续发展。区块链技术作为一种创新性的分布式账本技术，凭借其去中心化、不可篡改与透明性等特性，为农村电商的革新开启了新路径[1]。本研究旨在探讨区块链技术在农村电商中的应用潜力，特别是如何通过区块链优化农产品供应链管理，提升农产品的质量和市场竞争力。

本文旨在探讨区块链技术在农村电商中的应用潜力及其驱动作用，分析其在农产品供应链中的适用性，梳理农村电商发展现状及痛点，结合区块链技术的特点，提出其在农产品溯源、物流管理、支付结算等环节的具体应用场景，并进一步分析其优势与挑战，最后提出政策与技术支持建议，以期为农村电商的可持续发展提供理论支持与实践参考。

2. 区块链技术的基本原理与特点

区块链(blockchain technology, BCT)是一个分布式的共享账本和数据库，具有去中心化、不可篡改、全程留痕、可以追溯、集体维护、公开透明等特点[1]。基于区块链的可追溯系统为消费者提供了检验农产品真实品质的可靠途径，为解决信任问题提供了有效的解决方案。区块链是一种基于密码学的分布式账本技术，其核心技术包括分布式账本技术，即所有参与节点共同维护同一份数据副本，消除单一中心化数据库的脆弱性[1]。这一技术可以解决供应链中信息孤岛问题，农户、物流、加工企业等角色可实时共享数据。加密算法与哈希链，即通过非对称加密如 RSA 确保数据访问权限，哈希函数将交易按时间戳串联成链，由此，可防止农产品溯源数据被篡改，例如农药使用记录、运输温度等关键信息可永久留痕。

共识机制,通过算法确保节点间数据一致性,如工作量证明或更适合企业的实用拜占庭容错,在农业多方参与的供应链中可以快速验证交易真实性,降低对第三方审计的依赖。同时,智能合约技术支持自动执行预设规则的代码程序,例如触发支付或物流指令,实现“条件触发式”操作,如检测到农产品质检合格后自动释放货款。

在传统的农业供应链中存在信息不透明与溯源困难的问题,消费者无法验证有机认证、原产地等声明,企业难以定位问题批次,如农药残留[2]。植入区块链技术后,农产品全生命周期数据均可上链,从种植环节的土壤数据、加工中的卫生记录、运输过程中的温湿度传感器到零售的扫码查询,所有环节信息不可篡改[3]。实践中已有许多相关的应用案例,IBM Food Trust 联合沃尔玛追踪芒果供应链,将溯源时间从 7 天缩短至 2 秒[4]。线上零售商(如阿里巴巴和京东)也通过采用区块链为各种产品(从食品到药品)开发防伪解决方案[4][5]。此外仍存在信任成本高与融资难的痛点,传统的中小农户缺乏信用记录,难以获得贷款,且供应链金融依赖纸质单据,效率低下。区块链技术将农产品资产(如仓储库存)通证化(Tokenization),作为抵押物实现链上融资。智能合约自动结算,减少账期纠纷,例如中国农业银行试点“区块链 + 生猪抵押贷款”。

区块链技术通过构建可信数据基础设施,能够显著提升农业供应链的透明度、效率和抗风险能力。其核心价值在于将物理世界的农产品流转变化为数字世界的可信资产,从而优化资源配置并释放金融活力。未来,随着“区块链 + 物联网 + 卫星遥感”技术融合,农业供应链有望实现从田间到餐桌的全程自动化可信管理。

3. 区块链技术在农产品供应链中的应用场景

区块链技术在农产品供应链的核心应用场景包括溯源管理、物流优化及智能支付结算。依托其分布式架构、数据不可篡改与全程透明可追溯等特性,该技术有效破解了传统供应链的信息孤岛与信任缺失难题,显著提升了整体效率与可信度。其中,溯源系统作为最具代表性的应用,将农产品全生命周期的生产、加工、物流及销售数据永久记录于链上,形成唯一的可信数字档案。消费者得以查询产品的完整来源信息、生产流程及运输轨迹,从而建立起坚实的溯源信任机制[6]。在农产品生产过程中,通过物联网设备采集生产环境数据如温度、湿度、光照等和产品信息如种植时间、施肥记录等,并将这些数据加密后上传至区块链。每件农产品均可配置唯一数字标识(如二维码/RFID 标签),该标识与链上数据形成精准绑定。消费者扫码即可访问产品的全周期溯源信息,涵盖种植、加工、物流及销售等核心环节。区块链的分布式特性确保所有参与方可验证数据真实性,实现从源头到终端的透明化监管,同时,区块链的透明性使消费者能够全面了解农产品的生产过程,减少信息不对称[7]。通过区块链记录的不可篡改性,消费者可以确信农产品信息的真实性,从而提升消费者信任。与此同时,区块链的溯源功能能够有效遏制假冒伪劣产品的流通,显著增强消费者信任。但在农产品生产过程中需要大量数据的采集与录入,这可能增加企业的人力和设备成本,此外,部分农民和消费者对区块链技术缺乏了解,可能影响溯源系统的推广和应用。

物流管理是农产品供应链中的关键环节,区块链技术可以通过优化物流流程、减少人为干预、提高物流效率等方式,为农村电商的物流管理带来革新[8]。区块链结合物联网技术,可以实时监控农产品的运输状态(如位置、温度、湿度等),并将这些信息记录在区块链上。基于智能合约的物流管理系统可执行自动化控制,典型应用场景如:货物抵达预设地理坐标时,合约自动激活结算程序,消除人工介入需求。区块链可以整合供应链中的多方数据(如供应商、物流公司、经销商等),确保所有参与者能够实时共享物流信息,减少信息孤岛[9]。在这一过程中,区块链的自动化管理能够减少人为操作,提高物流流程的效率。区块链的不可篡改性能够减少物流信息记录中的错误,提升数据的准确性,其透明性使消费者能够

实时查看农产品的物流状态，增强物流过程的可视化。

支付结算是农村电商中的重要环节，区块链技术可以通过去中心化支付、智能合约等方式，优化支付流程，提升支付效率。区块链支持去中心化的支付方式，消费者可以直接向供应商支付，无需通过第三方支付平台，减少支付成本。通过智能合约，支付流程可以与物流状态绑定。例如，当消费者确认收到货物时，智能合约自动触发支付流程，确保交易的顺利完成。

透明可追溯，区块链的透明性使支付流程对所有参与者公开，消费者可以实时查看支付状态，减少支付纠纷。其优势在于去中心化支付可以减少传统支付方式中的中介费用，降低交易成本，智能合约的自动执行能够减少人工干预，提高支付流程的效率，同时其透明性使支付流程更加可信，减少消费者对支付安全的担忧[10]。

4. 区块链技术驱动农村电商革新的优势与面临挑战

区块链技术凭借其独特的技术特性，在解决农村电商固有痛点、驱动其革新方面展现出显著优势，但同时也面临一系列亟待克服的挑战。

4.1. 核心优势

第一，构建可信溯源，提升供应链透明度。区块链技术能够实现农产品从生产到消费的全流程透明化。通过区块链记录农产品的生产、加工、运输、销售等环节的信息，消费者可以实时查询产品的来源和流向，减少信息不对称。这种透明化不仅增强了消费者对农产品的信任，还帮助监管部门更高效地追踪问题产品。

第二，降低信任成本，重塑市场关系。在传统供应链中，由于信息不对称和缺乏信任机制，供需双方往往需要投入大量资源来建立信任关系，例如通过中介、担保或复杂的合同管理。区块链技术通过不可篡改的记录和透明的交易流程，降低了供需双方的信任成本，减少了传统供应链中因信任缺失带来的额外成本。

第三，自动化流程，优化资源配置与提高效率。区块链技术能够通过智能合约实现供应链的自动化管理。例如，在物流管理中，智能合约可以根据货物的状态自动触发支付或调度流程，减少人为干预，提高供应链的运行效率。此外，区块链的去中心化特性还能够减少传统供应链中的层级结构，优化资源分配。

第四，增强品牌信任，释放农产品价值。消费者对农产品的信任是农村电商发展的核心动力之一。区块链技术通过提供可追溯的产品信息，帮助消费者验证农产品的真实性和安全性，从而增强消费信任。这种信任的建立不仅有助于提升消费者满意度，还能帮助农产品品牌建立更高的市场价值。

第五，赋能链上金融，破解中小农户融资难。依托农产品资产(如仓储库存、预期收益)的链上凭证化技术，结合分布式账本的可信数据，中小农户可突破传统抵押物与信用记录缺失的融资约束，获取链式抵押融资及供应链金融等创新服务。智能合约将强制执行还款条款，显著压缩融资风险溢价。

4.2. 面临挑战

尽管区块链技术在农村电商中具有诸多优势，但在实际应用中仍面临诸多挑战。这些挑战主要体现在技术、经济、社会和政策等方面，需要多方共同努力才能克服。(1) 技术实施成本高，区块链系统的开发、部署，如硬件节点、物联网设备集成、维护及升级需要较高的资金和技术投入。高昂的初始成本对于资源有限的农村地区、中小型农业企业和合作社构成显著障碍。长期运维成本如能源消耗、技术服务亦不容忽视。(2) 技术与认知门槛，区块链技术的复杂性包括密钥管理、智能合约逻辑对农民、中小商户甚至部分基层管理者构成理解和操作上的障碍。普遍存在的技术认知不足，直接影响其应用意愿和效果，

阻碍技术的推广普及。(3) 数据隐私与安全的平衡困境,区块链的透明性与不可篡改性是其优势,但也带来数据隐私保护难题。供应链中涉及的企业商业秘密如精确成本、特定生产工艺、敏感个人信息如农户身份、联系方式,如何在保证溯源验证有效性的前提下得到充分保护?需要结合隐私计算技术(如零知识证明、选择性披露)和精细的权限管理策略,这对系统设计提出了更高要求。(4) 政策法规滞后与监管不确定性,区块链技术在农业领域的应用属于前沿探索,现有法律法规在智能合约的法律效力、通证化资产的属性界定与监管、数据权属、跨境数据流动等方面存在空白或滞后,监管框架的不确定性增加了企业合规风险和投资顾虑。(5) 系统互操作性与标准缺失,不同平台、不同链之间的数据难以互通,容易形成新的“区块链孤岛”。缺乏统一的农产品数据上链标准(如数据格式、采集规范、接口协议)阻碍了信息的广泛共享和价值的最大化。

综上,区块链技术在农村电商中具有显著的优势,能够通过提升供应链透明度、优化资源配置、增强消费者信任等方式,推动农业供应链的革新。然而,其在实际应用中 also 面临技术成本高、农民认知度低、数据隐私与安全问题、政策监管滞后等挑战。为了更好地推动区块链技术在农村电商中的应用,需要政府、企业、科研机构 and 农民等多方共同努力,从政策支持、技术开发、教育培训等方面入手,为区块链技术的落地提供支持 with 保障。

5. 促进区块链技术在农村电商落地的政策与技术支持建议

为有效应对上述挑战,充分发挥区块链技术驱动农村电商革新的潜力,亟需政策引导与技术支持双轮驱动,构建良好的发展生态。

5.1. 政策支持体系

5.1.1. 强化顶层设计与标准规范

制定国家/行业级应用指南,出台针对农业农村领域的区块链技术应用指导意见 and 发展规划,明确发展路径、重点领域 and 保障措施。推动标准体系建设,优先制定农产品供应链区块链应用的数据标准(数据元、编码规则)、技术标准(安全、隐私保护、性能要求) and 互操作规范,促进不同平台间数据的可信交换与共享。鼓励发展开放、可控的联盟链生态。建立安全认证与评估机制,对应用于农村电商的区块链平台 and 服务提供商进行安全认证 and 风险评估,保障系统稳定可靠。

5.1.2. 加大财政金融支持力度

设立专项扶持基金,针对关键技术研发(如轻量级区块链、隐私保护技术、适农化智能合约)、重大示范工程建设和基础设施(如物联网、村级节点)部署提供专项资金支持。实施精准补贴与税收优惠,对率先应用区块链技术进行农产品溯源、供应链管理优化的涉农企业、合作社、平台给予设备购置、系统上云、认证费用等方面的补贴。对区块链相关研发投入给予税收抵免 or 减免。创新金融支持工具,推动构建创新型农业金融工具,引导金融机构依托区块链存证的可信涉农数据,涵盖生产台账、电子合约、物流轨迹等,开发普惠型数字金融解决方案。通过智能合约与数据资产化技术,为农业经营主体创建高效信贷通道。同步探索区块链在农业保险领域的深度整合,重构精算模型与理赔流程。

5.1.3. 深化能力建设与生态培育

构建多层次培训体系,政府牵头,联合高校、企业、平台,开展面向基层干部、农技人员、新型农业经营主体、电商从业者的分级分类培训,内容涵盖区块链基础知识、操作技能、应用场景与价值认知。制作通俗易懂的科普材料。推动产学研用深度融合,鼓励高校、科研院所与龙头企业、电商平台、地方政府合作,共建联合实验室 or 创新中心,聚焦解决区块链在农业应用中的关键技术瓶颈 and 落地难题。支持培育本土化的、懂农业的区块链解决方案供应商。打造示范标杆与推广经验,在特色农产品优势区、

国家现代农业产业园、重点电商县等，遴选和支持一批“区块链 + 农村电商”融合应用的标杆项目，总结成功模式和经验，通过现场会、案例集等形式进行全国推广。

5.1.4. 完善法规环境与探索监管沙盒

前瞻性研究立法，研究明确智能合约在涉农交易中的法律地位和效力，探索农产品数字资产(通证)的权属认定、交易规则与监管框架，制定适应区块链特性的数据安全和隐私保护细则。探索监管沙盒机制，在风险可控的前提下，设立区域性“监管沙盒”，允许符合条件的创新项目在特定范围内测试基于区块链的新型商业模式(如链上融资、去中心化交易市场)，为制定更完善的法规积累经验。

5.2. 技术支撑方案

为了推动区块链技术在农村电商中的应用，需要从技术层面提供解决方案，解决技术落地中的实际问题。

5.2.1. 开发适农化、易用性强的解决方案

轻量化与低成本，研发和推广适合农村网络环境和硬件条件的轻量级区块链节点技术、侧链或 Layer2 解决方案，降低部署和运行门槛。探索 SaaS (软件即服务)模式，减少用户初始投入。用户体验优先，设计直观、易操作的用户界面，尤其是移动端，简化密钥管理流程如结合生物识别、硬件钱包，将复杂的区块链操作封装在后台。强化与现有农民常用工具如微信小程序、特定 App 的集成。融合成熟技术降低门槛，优先集成应用成熟、成本可控的物联网设备如低成本温湿度传感器、通用型摄像头以及便捷的数据采集方式如手机扫码、语音输入，确保关键数据能有效上链。

5.2.2. 推动技术融合创新

深化“区块链 + 物联网”融合，强化物联网在源头数据自动化、实时化采集的核心作用，确保上链数据的真实性和时效性。开发标准化的设备接入区块链的中间件或平台。同时，探索“区块链 + 人工智能(AI)/大数据”，利用 AI 分析链上海量数据，进行农产品质量预测、市场趋势分析、供应链风险预警，提供更智能的决策支持。利用大数据技术优化区块链存储和查询效率。集成隐私保护增强技术，在需要保护敏感信息的场景(如精确位置、个体农户信息)，积极应用零知识证明、安全多方计算(MPC)、同态加密或基于属性的访问控制(ABAC)等隐私计算技术，实现“数据可用不可见”或“选择性披露”。

5.2.3. 构建开放共享与持续支撑的技术生态

建设技术服务平台中心，在省、市或县域层面，建立或依托现有信息化服务机构，设立区块链技术服务支撑中心，为本地农村电商主体提供技术咨询、方案选型、系统部署、运维保障和故障排除等一站式服务。促进开源社区与工具共享，鼓励基于开源框架开发农业区块链应用，共享核心模块和开发工具包，降低开发成本，促进生态繁荣。建立农业区块链应用案例库和最佳实践库。确保系统安全与韧性，持续加强区块链底层平台和应用系统的安全防护，包括节点安全、共识机制安全、智能合约审计、密钥安全管理等。在系统架构中构建规范化的应急响应体系，并实施分布式数据备份与灾难恢复规程，确保业务连续性保障能力。

总之，区块链技术在农村电商中的应用具有广阔前景，但其推广和落地需要政策与技术的双重支持。政府需要通过制定技术标准、提供财政补贴、完善法律法规等方式，为区块链技术的应用提供政策保障。同时，技术开发者需要结合农村电商的特点，开发适农化的区块链解决方案，并加强区块链技术的普及与教育，提升农民和企业的应用能力。通过政策与技术的协同推进，区块链技术有望在农村电商中发挥更大的作用，推动农业供应链的革新与乡村振兴。

6. 结语

区块链技术作为数字经济时代的关键基础设施之一，为破解长期困扰农村电商发展的信息不对称、信任缺失、融资难等核心痛点提供了创新性的技术路径和解决方案。通过构建覆盖农产品全生命周期的可信数据链，区块链技术能够显著提升供应链透明度与效率，有效降低信任建立与维护的成本，增强消费者对农产品质量安全的信心，并为中小农户开辟基于链上可信资产的融资新渠道，从而驱动农村电商向更高质量、更可持续的方向革新。

本研究系统探讨了区块链技术在农村电商，特别是农产品供应链管理中的关键应用场景(溯源、物流、支付、金融)，深入分析了其带来的核心价值与在落地过程中面临的技术成本、认知门槛、隐私平衡、政策适配等现实挑战。研究表明，区块链技术在农村电商中的成功应用与规模化推广，绝非单纯的技术问题，而是一个需要政策、技术、产业、人才等多维度协同推进的系统工程。

未来，推动区块链技术深度赋能农村电商，亟需在以下方面持续发力：在政策层面，加强顶层设计与标准引领，提供有力的财政金融支持，深化能力建设与生态培育，并前瞻性地完善法律法规环境；在技术层面，坚定不移地推进适农化、低成本、易用性解决方案的开发，深化区块链与物联网、人工智能等技术的融合创新，并构建坚实可靠的技术支撑服务体系。唯有通过政策与技术的双轮驱动、协同并进，才能有效克服当前障碍，充分释放区块链技术的革新潜力。

展望未来，随着技术的不断成熟、成本的持续下降、认知的广泛提升以及政策环境的日益完善，“区块链+”与“物联网+”、“人工智能+”等技术在农业领域的深度融合，将有望实现从田间地头到消费者餐桌的全程数字化、智能化、可信化管理。这不仅将重塑农村电商的生态格局，提升农业产业链供应链的韧性和现代化水平，更将为农民持续增收、农业高质量发展和乡村全面振兴注入强大的“数智”动能。区块链技术驱动下的农村电商革新，前景广阔，任重道远，需要社会各界凝聚共识，携手共进。

参考文献

- [1] 袁勇, 王飞跃. 区块链技术发展现状与展望[J]. 自动化学报, 2016, 42(4): 481-494.
- [2] 马亚萍, 彭红军, 冯鑫, 等. 考虑假冒行为的双渠道农产品供应链区块链采用策略研究[J/OL]. 管理工程学报: 1-14. <https://doi.org/10.13587/j.cnki.jieem.2025.06.013>, 2025-05-26.
- [3] 谭砚文, 李丛希, 宋清. 区块链技术在农产品供应链中的应用——理论机理、发展实践与政策启示[J]. 农业经济问题, 2023(1): 76-87.
- [4] Niccolò, P. and Mauro, M. (2020) Blockchain Technology and Traceability in the Agrifood Industry. *Journal of Food Science*, 85, 3670-3678. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15477>
- [5] Xiao, E. (2017) Alibaba, JD Tackle China's Fake Goods Problem with Blockchain. *Tech in Asia*, 17.
- [6] 张夏恒. 基于区块链的供应链管理优化[J]. 中国流通经济, 2018, 32(8): 42-50.
- [7] 于丽娜, 张国锋, 贾敬敦, 等. 基于区块链技术的现代农产品供应链[J]. 农业机械学报, 2017, 48(S1): 387-393.
- [8] 李剑, 易兰, 肖瑶. 信息不对称下基于区块链驱动的供应链减排信息共享机制研究[J]. 中国管理科学, 2021, 29(10): 131-139.
- [9] 孙传恒, 于华竟, 徐大明, 等. 农产品供应链区块链追溯技术研究进展与展望[J]. 农业机械学报, 2021, 52(1): 1-13.
- [10] 李勇建, 陈婷. 区块链赋能供应链: 挑战、实施路径与展望[J]. 南开管理评论, 2021, 24(5): 192-203, 212.