

区块链技术在我国食品安全领域的应用研究：进展、挑战、展望

谢维光

(义乌工商职业技术学院 人文旅游学院 中国浙江 义乌 322000)

摘要：区块链技术凭借其去中心化、不可篡改、可追溯等核心特性，正深刻变革食品产业的溯源、信任与治理模式。本研究基于近年的研究成果，系统梳理了区块链技术在食品领域的理论根基、多场景应用、技术实现与挑战。研究指出，区块链通过构建可信数据链条，已在农产品、畜产品、水产品及冷链食品等溯源场景中取得显著成效，并通过提升信息透明度有效增强了消费者信任与政府监管效能。然而，其广泛应用仍面临技术性能、经济成本、制度协同与社会认知等多重挑战。未来，通过推进“区块链+”与物联网、人工智能等技术的深度融合，构建激励相容的治理生态，并制定统一标准与法规，区块链技术有望成为支撑全球食品安全治理的关键基础设施。

关键词：区块链；食品溯源；供应链管理；可信共享；食品安全治理

中图分类号： TS207

文献标识码： A

一、引言

全球化背景下的食品供应链日益复杂冗长，信息不对称、数据孤岛与信任缺失成为食品安全的核心痛点。传统的中心化溯源系统存在数据易被篡改、信息透明度低、跨系统交互困难、追责成本高等固有缺陷，难以应对日益严峻的食品安全挑战（张欣成等，2024）^[1]。消费者对现有食品溯源体系的信任程度普遍不高，这倒逼产业与监管层寻求技术破局之道。

区块链作为一种分布式账本技术，其去中心化、不可篡改、可全程追溯及可编程的智能合约等特性，与食品溯源对信息真实性、过程透明与责任明确的内在要求高度契合（汪普庆等，2019）^[2]。自2016年左右起步，区块链在食品领域的研究与实践已从概念验证走向规模化探索与实证研究。

二、区块链赋能食品领域的核心应用场景

区块链技术并非孤立的解决方案，其价值在于与食品产业庞大而复杂的生态系统深度融合，针对长期存在的痛点提供系统性、变革性的解决方案。从农田的初始生产到消费者的最终餐桌，区块链的赋能作用贯穿于全链条，具体体现在以下几个核心维度。

（一）全链条食品溯源与质量保障

食品溯源是区块链技术最基础、最直观，也是目前应用最广泛的核心场景。其根本目标是解决信息的真实性与可信度问题，通过将供应链各环节的关键数据上链，形成一份伴随产品终身的、不可篡改的“数字基因”或“数字履历”。

1. 在初级农产品领域的深度应用方面

对于蔬菜、水果、茶叶、粮食等初级农产品，区块链溯源的核心价值在于将抽象的“原产地”和“绿色/有机”概念转化为可验证的、具象的数据。例如，胡雯等（2024）系统梳理的砀山酥梨、潍坊韭菜、西湖龙井三个案例，揭示了区块链如何将种植地的土壤墒情、农药化肥使用记录、采摘时间、农残检测报告等关键信息上链^[3]。这不仅在出现质量问题时能够实现精准召回与责任界定，更重要的是，它为区域公用品牌提供了强大的信任背书，创造了显著的产品溢价，实现了优质优价的市场机制。在畜牧产品领域，李玉伟等（2023）指出，区块链技术能够记录从畜禽出生、饲料投喂、疫病防治、兽药使用到检疫检验、屠宰分

割的全过程信息^[4]。这种全程透明化有效遏制了在养殖环节滥用抗生素、在流通环节“以陈顶新”、“以次充好”等行业乱象，为保障肉、蛋、奶的质量安全提供了技术利器。李先东等（2025）基于新疆消费者的微观调研数据，利用结构方程模型进一步证实，消费者对区块链的认知水平及其感知到的系统有用性，均在1%的显著水平上正向影响其对可追溯生态畜产品的购买意愿。该研究还发现，生产商信任和监管信任在感知有用性对购买意愿的影响中发挥了正向调节作用^[5]，这凸显了区块链技术通过增强信息可信度来重建市场信任的心理机制。

2.在高风险水产品与冷链食品中的关键作用方面

水产品 and 冷链食品对储运环境的温湿度、卫生条件极为敏感，其安全风险更高，溯源需求更为迫切。魏立斐等（2020）的研究将区块链技术与国际通行的 HACCP 管理体系相结合，设计了一套智能化的水产品质量安全溯源系统^[6]。该系统将 HACCP 中的关键控制点数据（如加工环境温度、微生物检测结果）自动采集并上链，利用智能合约进行实时判断，一旦数据超出阈值即可自动预警，实现了从“事后追溯”到“事中控制”的跨越。在新冠疫情的催化下，针对进口冷链食品的溯源需求爆发式增长。潘慧萍等（2021）为湖南省市场监督管理局开发的“湘冷链”系统，采用读写分离的存储架构，在保证数据可信的同时提升了系统性能，实现了对疑似问题冷链食品的精准定位和快速上报^[7]。同样，王启飞等（2021）对“鄂冷链”平台的案例分析表明，区块链技术通过结构赋能（塑造多中心监管结构）、资源赋能（提供完整数据与智能工具）和心理赋能（提升制度信任），全面提升了食药安全监管的现代化水平^[8]。这些实践证明了区块链在应对突发公共安全事件、保障关键领域食品安全中的不可替代价值。

3.在复杂加工食品（如预制菜）中的创新实践方面

随着预制菜市场的爆炸式增长，其原料来源复杂、加工环节多、保质期管理严格等特点，对溯源系统提出了更高要求。陈春晖等（2024）针对预制菜行业存在的问题，提出了一种基于以太坊智能合约的溯源模型^[9]。该模型的创新之处在于，规定每个环节的负责人均需对自身负责的项目进行数字签名，从而在出现问题时能够无争议地进行责任划分。同时，为应对以太坊存储开销大的问题，模型设计了基于 IPFS 和默克尔树的存储机制，在保证可追溯性的前提下显著降低了成本。葛艳等（2021）则以生食牡蛎这一高风险加工食品为例，构建了基于 HACCP 的区块链质量溯源模型^[10]。该研究将 HACCP 规范中的关键控制点作为溯源系统的监控数据点，并设计智能合约对质量进行自动判断，充分验证了区块链技术在复杂加工食品质量管控中的业务可行性和高效性。

（二）供应链协同与可信数据共享

现代食品供应链是一个由众多参与主体构成的复杂网络，传统模式下各主体间信息系统互不相通，形成了大量的“信息孤岛”，导致协同效率低下、交易成本高昂。区块链作为一个分布式的、各方共同维护的“信任机器”，为这一问题提供了全新的解决思路。

1.赋能网络化追溯与供应链透明

传统的线性追溯模式难以适应现代食品产业多源头、多链条、网络化的供应格局。何静等（2021）提出的“区块链赋能食品供需网创新追溯模式”，正是对此的深刻回应^[11]。该研究指出，食品供需网由跨产业、跨地区、跨供应链的各种成员节点构成，关系错综复杂。区块链技术的去中心化、可追溯特性与食品供需网的网络结构具有天然的协同性。通过构建一个各方共同维护的分布式账本，该模式实现了在复杂网络环境下，追溯信息的完整、可信与透明，极大地解决了传统系统存在的集中化控制、信息不完整、可信度低等问题。

2.实现跨域监管数据的安全共享

食品安全监管涉及市场监管、农业、海关等多个部门，由于技术和管理原因，各部门间的监管数据分散，难以共享，形成监管盲区。孙传恒等（2025）的研究直面这一挑战，提出了一种面向食品供应链的跨信任域监管数据共享方法^[12]。该方法的核心技术突破在于两点：一是通过引入 Schnorr 签名算法实现高效且安全的跨域身份认证，确保参与方身份的合法性；二是在基于属性的访问控制基础上加入属性映射机制，实现了对追溯监管数据的动态细粒度访问控制。这意味着，不同监管机构可以根据自身权限，安全地访问链上与其职责相关的数据，既实现了数据共享，又保障了数据安全和隐私。该研究基于 Hyperledger Fabric 开发的原型系统性能测试表明，其策略写入和决策的时延与吞吐量均表现良好，为监管实践提供了可靠的技术工具。

3.探索数据要素的可信流通与价值挖掘

在数据成为关键生产要素的今天，如何在不泄露商业机密的前提下，促进供应链数据的可信流通与价值挖掘，是产业数字化升级的前沿课题。张新等（2024）的研究迈出了关键一步，他们提出了一种基于区块链和联邦学习的食品全程全息风险信息可信共享模式^[13]。该模型的精妙之处在于，它将联邦学习融入分层区块链架构，使得各参与方（企业、监管机构）可以在不输出本地原始数据的前提下，共同建模并共享风险信息特征与知识。同时，针对不同敏感度的数据，模型利用同态加密算法和零知识证明思想，实现了数据的“分级加密”与“定向可信共享”。这不仅充分保障了企业的数据主权，更实现了对风险信息数据的安全、高效利用，为食品安全风险的早期预警和智能决策提供了前所未有的数据支撑。

（三）重塑消费者信任与市场秩序

食品安全领域的根本危机是信任危机。区块链技术通过其独特的技术特性，正在从根本上改变消费者与食品企业、与食品安全信息之间的关系，重塑市场信任机制。

在信息不对称的市场中，企业需要向消费者传递其产品高质量的可靠信号。李平等（2024）基于信号理论，通过严谨的情景模拟实验发现，相较于企业自建的食品可追溯体系，区块链食品可追溯体系作为一种更强的可信信号，更能提升消费者的购买意愿，并且感知信息可信度在这一过程中扮演了完全中介的角色^[14]。研究还揭示了两个重要的边界条件：企业声誉越高，区块链带来的提升作用越弱，这意味着区块链对中小企业和新品牌尤为有利；消费者专业知识水平越高，区块链的提升作用越强，说明其价值更易被理性、专业的消费者所认可。余鲲鹏等（2023）则从技术接受视角出发，构建了拓展的技术接受模型^[15]。他们的实证研究发现，除了传统的“感知有用性”和“感知易用性”外，“感知安全与隐私”和“技术信任”是影响消费者对区块链溯源系统使用态度最为重要的两个新增变量。

区块链溯源将消费者从被动接收信息的终端，转变为可以主动查询、验证甚至监督的积极参与者。Bianca ROTH（2024）的研究深刻指出了这一点，并提出“消费者参与区块链技术赋能”可能引发提升食品安全性与消费者信任的“潘多拉效应”^[16]。企业部署基于区块链的去中心化食品追踪系统，旨在通过激发消费者的主动参与来增强其信任。这种参与感本身，连同其带来的透明度提升，共同构成了一个强化信任的正向循环。当每一位消费者都可以通过扫码轻松验证产品来源时，他们就成为了遍布整个市场的、无处不在的监督者，这极大地增加了企业违规的成本，从而形成了一种强大的、基于市场机制的社会共治力量。

（四）创新食品安全治理模式

区块链技术正在推动食品安全治理范式发生根本性转变，即从政府单一主体的、自上而下的、以事后处罚为主的传统监管模式，转向由政府、企业、行业协会、消费者等多方协同

的、基于全流程可信数据的、智能精准的现代治理模式。

许继平等（2023）在构建粮油质量安全可信溯源模型时，便设计并实现了管理供应链信息的智能合约^[17]。这些合约可以自动执行预设规则，例如，当一批产品的检验检疫证书过期，或物联网传感器传回的温湿度数据连续超标时，智能合约可以自动锁定该批次产品，并向监管方和企业同时发送警报，甚至阻止其进入下一流通环节，从而实现从“人治”到“技治”的跨越。杜锐等（2024）从宏观框架角度指出，区块链能够通过实现食品链可溯源性、体现各环节真实价值、均衡食品安全治理成本收益，来摆脱当前治理困境，最终走向社会共治^[18]。何静等（2025）则通过构建食品供需网中企业间的演化博弈模型，从微观机制上深入探讨了这一问题^[19]。他们的研究发现，企业的初始收益、额外收益、对区块链的使用程度、企业间的协同度等因素，对企业充分利用区块链积极共享信息有正相关影响。据此，他们提出实施必要的正反激励机制（如政府补贴和对“搭便车”行为的惩罚），能够有效引导企业行为，促进追溯信息的积极共享。黄婧雯等（2023）的演化博弈分析进一步强调，区块链技术的采用并不一定能直接提高监管有效性，需要综合考虑食品生产企业和监管机构的利益动机，对问责力度等进行合理设计，才能避免监管策略失效^[20]。这些研究共同表明，区块链的成功治理，是技术与制度、代码与法律结合的产物。

三、区块链系统的技术实现与架构演进

区块链在食品领域的应用从概念验证走向规模化部署，离不开底层技术架构的持续创新与优化。食品溯源场景具有参与方众多、数据异构性强、性能要求高、隐私关切突出等特点，这对区块链平台的技术选型、共识机制、存储方案与智能合约设计提出了特定要求，并催生了多样化的、针对性的技术解决方案。

（一）联盟链成为主流技术选型与共识机制的持续优化

在食品溯源这一涉及多信任主体的场景中，完全公开透明的公有链存在商业隐私泄露和性能瓶颈问题，而完全封闭的私有链又难以建立跨组织的信任。因此，联盟链（Consortium Blockchain）因其允许授权节点加入网络、在效率与可控性之间取得最佳平衡，而成为绝大多数食品溯源系统的首选架构。主流的联盟链平台包括 Hyperledger Fabric、FISCO BCOS 和 Enterprise Ethereum 等。孙传恒等（2025）在实现跨域监管数据共享方法时，便基于 Hyperledger Fabric 开发了原型系统，利用其可插拔的共识机制和灵活的成员服务管理，实现了跨信任域的安全交互^[22]。洪坤明等（2019）在设计水产养殖品质量追溯系统时，同样采用 Fabric 框架，利用其链码（智能合约）实现业务逻辑，并通过证书机制管理多层次用户权限^[21]。

共识算法是区块链的灵魂，决定了数据一致性的达成方式、系统的安全性与效率。针对食品供应链节点数量适中、但对交易确认速度和最终性有较高要求的特点，研究者对经典共识算法进行了多种改进。任守纲等（2020）针对农作物全产业链溯源场景，提出了基于信誉监督机制的 CSBFT（credit-supervisor byzantine fault tolerance）共识算法^[22]。该算法在传统的实用拜占庭容错（PBFT）基础上，引入了信誉积分体系和监督节点，通过量化节点的历史行为表现来选举参与共识的节点，从而提高了联盟链场景下的安全性和共识效率，减小了信息上链时延。高圣乔等（2020）在其双链存储模型中，采用了改进的委托权益证明（DPoS）与拜占庭容错（BFT）相结合的共识机制^[23]。该模型引入信誉积分机制来选举记账节点，有效防止了女巫攻击（单个实体伪装成多个节点），同时通过代理投票机制减少了直接参与共识的节点数量，从而显著降低了交易确认和区块验证时间，提升了系统吞吐量。

（二）数据存储与隐私保护方案的创新与突破

食品溯源涉及海量的结构化与非结构化数据（如图片、视频检测报告），直接全部上链将导致严重的存储膨胀，进而影响系统性能与成本。同时，供应链各方的商业敏感信息（如采购价格、工艺流程）需要得到严格保护。

为应对存储挑战，“哈希上链，原数据离线存储”已成为业界普遍采用的解决方案。链上仅存储关键事务的哈希值（数字指纹）和元数据，确保数据的不可篡改性；原始大文件则存储在链下系统中。同时，星际文件系统（IPFS）作为一种分布式的链下存储方案被广泛采用。王可可等（2019）提出将农产品溯源数据首先进行 Hash 转变后存入 IPFS 网络，仅将唯一的 IPFS 哈希地址存入区块链^[24]。这种方式不仅极大地减小区块链的存储压力，而且由于 IPFS 内容寻址的特性，任何对原始数据的篡改都会导致哈希值变化，从而被区块链系统立刻发现，保证了数据的完整性。陈春晖等（2024）在预制菜溯源模型中也采用了类似的 IPFS 存储机制，以有效降低在以太坊上的存储开销^[9]。为进一步优化存储与性能，更复杂的多链架构被提出。高圣乔等（2020）设计了食品供应链数据双链存储优化模型^[23]。该模型构建了主链和摘要链，主链存储关键业务流程和交易信息，保证核心逻辑的不可篡改，摘要链则周期性地产出区块数据的默克尔根哈希，用于快速验证和数据定位。用户可以根据实际需求选择不同的数据存储和验证粒度，从而在保证安全性的同时，灵活应对存储膨胀问题。确保商业数据在共享与流通过程中的隐私是企业采纳区块链的关键前提。为此，一系列先进的密码学技术被引入。张新等（2024）提出的基于区块链和联邦学习的可信共享模式，在面对企业间、企业与监管机构间共享敏感风险信息的需求时，创造性地利用了同态加密算法和零知识证明思想^[13]。同态加密允许在密文状态下直接对数据进行计算，而零知识证明则能实现在不泄露任何具体信息的前提下，向他人证明某个陈述是真实的。这使得该模型能够实现对不同敏感度风险信息的分级加密与定向可信共享，即“数据可用不可见”，在促进数据价值挖掘的同时筑牢了隐私防线。面对未来量子计算可能对现有非对称加密算法构成的威胁，何静等（2022）前瞻性地探索了将量子区块链应用于食品冷链追溯系统^[25]。在该系统中，区块中的记录被编码成一系列彼此缠绕的量子，运用量子密钥分发（QKD）技术进行安全传输，并以量子签名进行身份验证。量子态不可克隆的原理使得任何窃听行为都会破坏量子态，从而被立即察觉，从物理定律的层面确保了数据传输的绝对安全性和防篡改性，为下一代食品安全追溯系统提供了理论和技术蓝图。

（三）智能合约的功能深化与自动化执行

智能合约作为存储在区块链上的可执行代码，是区块链赋能业务流程自动化的核心。在食品溯源系统中，它已从简单的数据读写工具，演进为承担复杂业务逻辑、自动执行监管与商业规则的“数字法官”和“自动执行者”。智能合约将线下繁琐、依赖人工信任的流程编码为自动执行的数字协议。董云峰等（2020）在构建粮油食品全供应链可信追溯模型时，设计并实现了管理供应链信息的智能合约，这些合约自动响应各个环节上传的数据，驱动溯源信息在链上的流转与确认^[26]。葛艳等（2021）在生食牡蛎的 HACCP 溯源模型中，将关键控制点的监控逻辑写入智能合约^[10]。当传感器采集的数据（如加工环境温度）上传后，智能合约能自动判断该数据是否在安全阈值范围内，并据此更新产品的质量状态，实现了质量控制的实时化与自动化。智能合约的确定性执行特性，使其成为实现精准监管和激励的理想工具。如前所述，王启飞等（2021）分析的“鄂冷链”平台，其背后的智能合约可以编码进口冷链食品的检疫政策，自动对不符合要求的商品进行锁定或预警^[8]。何静等（2025）在研究食品供需网企业追溯行为时，其演化博弈模型所推导出的最优激励机制，最终需要依赖智能合约来落地实现^[19]。例如，合约可以自动根据企业上传溯源信息的频率、质量和真

实性，向其发放代币奖励；反之，对检测出问题的企业或被发现“搭便车”的行为，自动执行预定义的罚款或信誉降级操作。这种“代码即法律”的模式，极大地增强了规则的公信力与执行效率。

（四）系统架构的扩展性与互操作性探索

随着应用深入，单一区块链系统在性能和功能上的局限性开始显现，推动了对系统可扩展性和互操作性技术的研究。为应对绿色食品供应链网络化带来的海量溯源信息，何静等（2023）构建了“可信主侧多链绿色食品追溯平台”^[27]。该架构引入侧链技术，将不同品类或不同区域的追溯数据分散到多条侧链上进行处理，主链则负责记录全局交易摘要和侧链状态锚点。这相当于为系统增加了多条“平行车道”，极大地扩充了单条链的存储与处理能力，同时通过改进的 B+树结构优化了溯源查询效率。现实中，可能存在多个由不同主体建设的区块链溯源系统。为了实现更大范围的数据可信交换，跨链技术至关重要。许继平等（2023）在构建粮油质量安全可信溯源模型时，提出了“链网连接器”的概念及具体架构方案^[17]。这种连接器作为一种中间件，能够实现不同区块链网络（可能是基于不同底层技术）之间的信息交互，保证了跨链信息交互的安全与全流程可追溯性，是打破“链级数据孤岛”的关键尝试。

综上所述，区块链在食品溯源领域的技术实现，经历了一个从直接套用通用平台到深度定制化、从单一链式存储到多层次协同架构、从基础存证到复杂智能逻辑处理的演进过程。这一演进过程始终围绕着食品产业的真实需求——在确保安全、可信与隐私的前提下，不断提升系统的性能、效率和可用性，为其大规模商业化应用奠定了坚实的技术基石。

四、面临的挑战与未来发展趋势

尽管前景广阔，区块链在食品领域的全面推广仍面临诸多挑战，而这些挑战也指明了未来的发展方向。

（一）当前面临的核心挑战

食品溯源当前仍面临数据安全、存储扩展、监管困难和实际应用等方面的挑战^[28]。此外，量子计算兴起对现有加密算法也构成了潜在威胁。系统开发、部署、运维以及数据上链的成本较高，对中小微企业构成巨大压力。“区块链投入产出低”是区块链落地食品追溯产业的首要障碍，其次分别是“信源真实”性存疑和“链上企业配合意愿”低^[29]。区块链数据的法律效力尚未完全明确，跨区域、跨国家的标准体系尚未统一，利益分配机制不健全^[3]，导致系统难以互联互通。消费者对区块链技术的认知有限，而企业对数据主权和商业机密泄露的担忧，也延缓了其采纳进程^[30]。

（二）未来发展方向与展望

未来将是区块链与物联网（IoT）、人工智能（AI）、大数据及边缘计算深度融合的时代。物联网与区块链框架的融合能带来安全、可靠、透明等好处^[31]。AI 负责风险预测与智能分析，区块链负责可信存证与共享，从而构建起“感-知-信-控”一体化的智能食品安全体系。对量子区块链的探索，更是指向了下一代安全技术的前沿^[25]。

未来的研究与实践需更侧重于设计精巧的经济模型与治理机制。从信息生态系统视角提出，需从优化信息内容质量、促进信息主体协同、推动技术融合等方面入手，实现各参与主体目标和利益的一致性^[32]。需要综合考虑食品生产企业和监管机构的利益动机，对问责力度等进行合理设计^[20]。

面对区块链技术应用的复杂性，亟需政府与行业组织牵头，制定数据、编码、接口与安全等方面的统一标准^[33]。同时，出台支持性政策，通过补贴、采购倾斜等方式，降低企业

初期投入成本,引导产业健康发展。积极发展侧链、状态通道、分片等技术以提升系统性能,注重可扩展性与易用性。

五、 结论

区块链技术为构建透明、可信、高效的现代食品体系提供了极具潜力的解决方案。它通过重构数据记录与共享方式,不仅从技术上解决了溯源信息真实性的根本问题,更深远地影响了消费者信任机制、供应链协同模式与食品安全治理范式。实证研究表明,区块链能显著提升消费者的购买意愿与信任度,并在冷链监管、跨境追溯等复杂场景中展现出卓越效能。

然而,区块链的全面落地仍是一场涉及技术、经济、法律与社会的系统性工程。当前,技术性能与成本、标准缺失以及企业采纳意愿仍是主要障碍。未来,需要产学研用各方协同努力,突破“区块链+”融合的技术瓶颈,设计激励相容的治理规则,并营造良好的政策与标准环境。唯有如此,区块链方能真正从一项“可信技术”成长为支撑食品产业高质量发展的“信任基础设施”,为全球食品安全与可持续发展提供坚实支撑。

参考文献

- [1]张欣成,李姚矿,梁睿昕.基于区块链的食品溯源机理与路径探索[J].西北农林科技大学学报(社会科学版),2024,24(01):90-98.
- [2]汪普庆,瞿翔,熊航,等.区块链技术在食品安全管理中的应用研究[J].农业技术经济,2019(09):82-90.
- [3]胡雯,黄季焜,陈富桥,等.基于区块链技术的农产品质量安全追溯体系:实践、挑战与建议[J].农业经济问题,2024(05):33-47.
- [4]李玉伟,张京京,张航,等.区块链技术在畜牧产品溯源中的研究进展[J].家畜生态学报,2023,44(06):86-91.
- [5]李先东,陈玉洁,赵兰兰,等.区块链技术与可追溯生态畜产品购买意愿研究——基于新疆消费者的调查实证[J].中国农机化学报,2025,46(09):326-335.
- [6]魏立斐,朱嘉英,衡旭日,等.基于区块链技术和 HACCP 管理的智能化水产品质量安全溯源系统的设计与实现[J].渔业现代化,2020,47(04):89-96.
- [7]潘慧萍,李宝安,吕学强,等.湘冷链——基于区块链的冷链溯源系统[J].食品与机械,2021,37(09):145-152.
- [8]王启飞,程梦丽,张毅.区块链技术赋能食药安全监管机制研究——基于“鄂冷链”的案例分析[J].电子政务,2021(11):92-102.
- [9]陈春晖,檀钟盛,陈学斌,等.区块链环境下的预制菜溯源研究[J].重庆理工大学学报(自然科学),2024,38(06):180-185.
- [10]葛艳,黄朝良,陈明,等.基于区块链的 HACCP 质量溯源模型与系统实现[J].农业机械学报,2021,52(06):369-375.
- [11]何静,胡鑫月.区块链赋能食品供需网创新追溯模式[J].中国农业大学学报,2021,26(09):257-265.
- [12]孙传恒,孙甄真,罗娜,等.基于区块链的食品供应链跨域追溯监管数据共享方法研究[J].农业机械学报,2025,56(06):33-46.
- [13]张新,谭学泽,王小艺,等.基于区块链和联邦学习的食品全程全息风险信息可信共享模式[J].食品科学,2024,45(15):1-12.
- [14]李平,谢陈涓漪,辜康,等.区块链食品可追溯体系对消费者购买意愿的影响研究[J].财经理论与实践,2024,45(06):139-146.
- [15]余鲲鹏,李伟.基于技术接受模型的食品区块链溯源系统消费者使用意愿研究[J].中国软科学,2023(08):62-72.
- [16]BiancaROTH.消费者参与区块链技术赋能:食品安全性与消费者信任提升的新兴潘多拉效应?[J].粮油

食品科技,2024,32(04):24-32+12+253.

[17] 许继平, 韩佳琪, 张新, 等. 基于可信区块链和可信标识的粮油质量安全溯源研究[J]. 食品科学, 2023, 44(03): 48-59.

[18] 杜锐, 冯军, 田明, 等. 区块链技术赋能食品安全治理的框架设计与应用研究[J]. 价格理论与实践, 2024(07): 84-88+142.

[19] 何静, 蔡咏琪, 胡鑫月. 激励机制下食品供需网企业区块链追溯决策分析[J]. 工业工程与管理, 2025, 30(03): 56-64.

[20] 黄婧雯, 李健, 董雪璠, 等. 基于区块链技术的食品安全监管演化博弈分析[J]. 系统科学与数学, 2023, 43(11): 2885-2900.

[21] 洪坤明, 刘新亮, 高圣乔. 基于联盟区块链的水产养殖品质量追溯系统的设计与实现[J]. 科学技术与工程, 2019, 19(35): 79-86.

[22] 任守纲, 何自明, 周正己, 等. 基于 CSBFT 区块链的农作物全产业链信息溯源平台设计[J]. 农业工程学报, 2020, 36(03): 279-286.

[23] 高圣乔, 刘新亮, 高彦平. 基于区块链的食品供应链数据双链存储优化模型[J]. 食品与机械, 2020, 36(11): 63-70.

[24] 王可可, 陈志德, 徐健. 基于联盟区块链的农产品质量安全高效追溯体系[J]. 计算机应用, 2019, 39(08): 2438-2443.

[25] 何静, 胡鑫月. 基于量子区块链的食品冷链追溯系统构建[J]. 食品科学, 2022, 43(15): 294-301.

[26] 董云峰, 张新, 许继平, 等. 基于区块链的粮油食品全供应链可信追溯模型[J]. 食品科学, 2020, 41(09): 30-36.

[27] 何静, 陈晓娜. 基于区块链的可信主侧多链绿色食品追溯平台构建研究[J]. 食品工业科技, 2023, 44(14): 411-418.

[28] 杨信廷, 李瑞, 李金辉, 等. 基于区块链技术的农业食品溯源研究进展[J]. 食品科学, 2024, 45(20): 20299-20310.

[29] 洪岚, 吕佳谕, 高海伟. 区块链落地食品追溯产业的制约因素分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2021, 12(20): 8258-8264.

[30] 余鲲鹏, 李伟, 雷鑫. 食品供应链领域企业区块链技术采纳行为整合模型构建研究[J]. 食品工业科技, 2023, 44(21): 61-70.

[31] 李天明, 严翔, 张增年, 等. 区块链+物联网在农产品溯源中的应用研究[J]. 计算机工程与应用, 2021, 57(23): 50-60.

[32] 何德华, 于洋. 信息生态系统视角下区块链赋能食品安全数字化治理研究[J]. 科技管理研究, 2025, 45(05): 161-168.

[33] 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(01): 76-87.

Research on the application of blockchain technology in China's food industry: progress, challenges, and prospects

XIE Weiguang

(School of Humanities and Tourism, Yiwu Industrial & Commercial College, Yiwu 322000, Zhejiang, China)

Abstract: Blockchain technology, with its core characteristics of decentralization, immutability, and traceability, is profoundly transforming the traceability, trust, and governance models of the food industry. Based on recent research findings, this study systematically reviews the theoretical foundation, multi-scenario applications, technical implementations, and challenges of blockchain technology in the food sector. The research points out that blockchain has achieved remarkable results in traceability scenarios such as agricultural products, livestock products, aquatic products, and cold chain food by constructing a trusted data chain. It has also effectively enhanced consumer trust and government regulatory efficiency by improving information transparency. However, its widespread application still faces multiple challenges such as technical performance, economic costs, institutional coordination, and social cognition. In the future, by promoting the deep integration of "blockchain+" with technologies such as the Internet of Things and artificial intelligence, building an incentive-compatible governance ecosystem, and formulating unified standards and regulations, blockchain technology is expected to become a key infrastructure supporting global food safety governance.

Keywords: blockchain; food traceability; supply chain management; trusted sharing; food safety governance

作者简介: 谢维光（1978—），男，硕士，教授，研究方向为美食文化研究