

基于区块链技术的大连水产品溯源体系构建与实践路径

李绵雪, 魏昕昱, 王启月, 刘佳文, 鞠由秀

大连海洋大学经济管理学院, 辽宁 大连

收稿日期: 2026年1月13日; 录用日期: 2026年2月20日; 发布日期: 2026年2月28日

摘要

大连作为我国北方重要的海洋渔业基地, 水产品产业的产业链规模宏大, 其中大连海参等地理标志产品品牌价值达148.5亿元, 带动全产业链超过15万人就业。但当前市场仍存在以次充好、原产地造假等乱象, 传统溯源系统数据易篡改、信息不透明等问题制约产业高质量发展。本文结合大连水产品产业发展现状, 基于区块链弱中心化、数据具有极高的防篡改特性、可追溯的技术特性, 构建覆盖“育苗-养殖-加工-流通-消费”全链条的溯源体系框架, 明确各环节数据上链标准与操作流程, 提出政策引导、技术创新、主体协同的三维实践路径, 为提升大连水产品品牌公信力、保障食品安全提供理论支撑与实践参考。

关键词

区块链, 水产品, 溯源体系, 大连

Construction and Practice Path of Dalian Aquatic Products Traceability System Based on Blockchain Technology

Mianxue Li, Xinyu Wei, Qiyue Wang, Jiawen Liu, Youxiu Ju

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

Received: January 13, 2026; accepted: February 20, 2026; published: February 28, 2026

Abstract

As a pivotal marine fishery base in northern China, Dalian boasts an extensive aquatic product industry chain. Its geographical indication products, including Dalian sea cucumber, generate a brand

文章引用: 李绵雪, 魏昕昱, 王启月, 刘佳文, 鞠由秀. 基于区块链技术的大连水产品溯源体系构建与实践路径[J]. 可持续发展, 2026, 16(2): 372-377. DOI: 10.12677/sd.2026.162088

value of 14.85 billion yuan and employ over 150,000 people across the entire supply chain. However, persistent market issues such as counterfeit products and origin fraud, coupled with vulnerabilities in traditional traceability systems (e.g., data tampering and lack of transparency), hinder the industry's high-quality development. This study examines Dalian's aquatic product industry landscape and proposes a blockchain-based traceability framework. Leveraging blockchain's decentralized architecture, tamper-proof data integrity, and full-chain traceability capabilities, the framework establishes standardized data protocols and operational procedures for each stage (from seedling cultivation to consumption). It outlines a three-pronged approach—policy guidance, technological innovation, and stakeholder collaboration—to enhance brand credibility and ensure food safety, providing both theoretical and practical references for the industry.

Keywords

Blockchain, Aquatic Products, Traceability System, Dalian

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. 研究背景与意义

1.1. 研究背景

水产品作为大连农业支柱产业，2024 年海参养殖面积达 218 万亩，产量 8.24 万吨，占全国总产量的 1/4，海参加工产品涵盖四大类数十种，产业总产值约 300 亿元。近年来，大连市积极推进农产品质量安全追溯体系建设，截至 2025 年，全市 738 家农产品生产经营主体纳入国家追溯平台管理[1]。但传统溯源模式存在明显短板，区块链技术的出现为破解上述难题提供了新路径。其通过分布式账本、加密算法、智能合约等核心技术，实现数据全程可追溯、数据具有极高的防篡改特性和公开透明，已在农产品溯源领域展现出广阔应用前景[2]。

1.2. 研究意义

理论意义，当前区块链在农产品溯源领域的研究多集中于单一产品或局部环节，针对海洋水产品全产业链的系统性研究较少。本文结合大连水产品产业特色，构建适配海洋渔业生产特点的区块链溯源框架，细化海水养殖、冷链物流等特殊环节的数据上链要求，为同类沿海地区溯源体系建设提供理论参考。

实践意义，构建区块链溯源体系可有效遏制大连水产品市场的造假乱象，通过严格的原产地核查机制，将不符合标准的企业挡在门外，申请企业核定通过率不足 70%。同时，该体系能强化生产经营主体责任意识，提升产品溢价空间，促进产业从规模扩张向质量效益转型，为大连海洋经济高质量发展注入新动能。

2. 大连水产品溯源体系发展现状

政策支持体系逐步完善，大连市高度重视水产品溯源体系建设，将其作为提升品牌保护水平的关键举措。在大连市海洋发展局指导下，市海洋渔业协会初步建立了大连海参追溯系统，发布了“地理标志证明商标 大连海参”团体标准，并于 2025 年 5 月推出“一图一库一系统”2.0 版，进一步完善溯源功能。

溯源覆盖范围持续扩大，截至 2025 年 6 月，大连海参已有 40 家企业获得原产地认定，75 万枚溯源码覆盖 265 万斤终端产品。全市纳入国家农产品质量安全追溯管理信息平台的生产经营主体达 738 家，

36 个地理标志农产品的 146 家用标单位全部纳入平台追溯管理。

3. 大连水产品溯源体系存在主要问题

技术应用存在短板，一是数据采集标准化程度不高，二是不同企业采用的溯源系统技术标准不一，三是冷链物流环节的温度、湿度等数据上链不及时，四是技术应用成本较高，中小养殖主体难以承担物联网设备购置、系统接入等费用，导致溯源覆盖范围受限。

主体协同机制不健全，养殖、加工、物流、销售等环节的企业缺乏统一的溯源协同机制，监管部门之间的数据共享平台尚未完全建成，农业农村、市场监管、海洋发展等部门的监管数据未能有效整合，行业协会的协调作用有待加强，尚未建立有效的利益联结机制，消费者参与度不足，部分消费者对溯源码的认知度和使用意愿较低。

标准规范与监管体系不完善，虽然大连市发布了大连海参团体标准，但针对全市各类水产品的溯源数据标准、操作规范尚未统一，缺乏专门的区块链溯源管理办法，对数据采集、上链、查询等环节的责任划分不明确，监管技术手段相对滞后，对数据造假、恶意篡改等行为的识别和惩处机制不够健全。

品牌赋能与市场认可不足，部分企业对区块链溯源的品牌价值认知不足，将其简单视为合规要求，消费者对区块链溯源技术的了解有限，溯源信息的呈现形式较为单一，未能有效转化为市场竞争力。

4. 基于区块链的大连水产品溯源体系构建

4.1. 构建原则

实用性原则，立足大连水产品产业实际，优先解决当前溯源工作中的突出问题，系统功能设计兼顾企业操作便利性与消费者查询便捷性[3]。针对海参、扇贝、海胆等主导产品的生产特点，制定差异化的数据采集方案，避免技术方案脱离实际生产需求。

标准化原则，严格遵循国际标准和《基于区块链的冷链食品追溯平台应用》国家指导性技术文件要求，统一数据元定义、数据格式、编码规则和接口标准，实现与国家农产品质量安全追溯平台、电商平台等的数据互通共享。

安全性原则，构建多层次安全防护体系，采用非对称加密、数字签名等技术保障数据传输与存储安全；建立身份认证机制，明确不同主体的访问权限，防止数据泄露；制定应急处置预案，应对节点故障、网络攻击等安全风险，确保系统稳定运行。

包容性原则，兼顾龙头企业与中小养殖主体的发展需求，开发不同层级的技术应用方案，降低中小企业的接入门槛。通过政府补贴、协会统筹、企业共建等方式，解决中小主体在设备购置、技术培训等方面的困难，实现溯源体系全覆盖。

4.2. 体系架构设计

基础设施层，作为体系运行的硬件支撑，包括区块链节点服务器、物联网感知设备、冷链监控设备和数据存储设备等[4]。在养殖环节部署传感器，实时采集养殖环境数据；在加工环节安装生产流水线监控设备、产品检测数据自动上传终端；在物流环节全程监控。依托大连海洋实验室、高校科研平台建立区块链节点集群，保障数据存储安全与系统运行效率。

数据采集层，负责溯源全链条数据的收集与预处理，明确各环节数据采集责任主体与采集标准。育苗环节需采集信息，由育苗企业负责上传；养殖环节采集海域使用权证信息、投入品使用记录、环境监测数据、疫病防治记录等，由养殖主体实时上传；加工环节采集原料验收记录、加工工艺参数、产品检测报告、包装信息等，由加工企业同步上链；流通环节采集物流企业资质、运输路线、温控数据、出入库

记录等, 由物流企业动态更新; 销售环节采集交易信息、终端销售渠道等, 由销售商补充完善。所有数据需经过校验审核后再上链, 确保数据真实有效。

核心技术层, 是溯源体系的核心支撑, 涵盖区块链底层技术、数据加密技术、智能合约技术和跨链交互技术。采用联盟链架构构建大连水产品溯源区块链网络, 由政府监管部门、行业协会、核心企业等共同担任节点, 采用跨链技术实现与国家追溯平台、电商平台、金融机构系统的数据互通, 形成合力。

应用服务层, 面向不同主体提供个性化服务功能, 企业管理端支持数据上传、台账管理、订单跟踪、资质展示等功能, 帮助企业实现数字化管理, 监管执法端具备数据查询、统计分析、异常预警、违规核查等功能, 便于监管部门开展精准监管, 消费者查询端通过微信小程序、App、二维码等多种方式, 为消费者提供便捷的溯源信息查询服务, 展示产品全生命周期信息, 支持评价反馈功能[5]。

监管层, 由政府监管部门、行业协会、第三方检测机构组成, 负责溯源体系的运行监督与管理。政府部门制定溯源管理办法, 行业协会建立自律机制, 组织企业开展技术培训, 第三方检测机构负责为溯源信息提供权威佐证。

4.3. 关键流程设计

数字身份生成, 为每一批水产品分配唯一的溯源码(二维码 + NFC 芯片), 作为产品的“数字身份证”, 溯源码与产品包装一一对应, 确保不可复制[6]。溯源码包含产品基础信息和区块链地址信息, 消费者扫码即可跳转至溯源查询页面, 企业通过溯源码关联全链条数据。水产品捕捞/养殖出水后, 在分拣、包装环节为单个最小销售单元嵌入带 NFC 芯片的二维码标签。标签印制采用 UV 隐形油墨、微纳纹理等防复制技术, NFC 芯片内置唯一序列号, 与二维码中的哈希值、区块链地址形成一一对应关系, 同时通过热熔胶封装 + 防撕毁齿状设计, 确保标签破损即失效, 从物理层面杜绝转移复用。

数据上链流程, 数据上传采用“实时采集 + 定期汇总”相结合的方式, 环境监测、冷链温控等动态数据通过物联网设备实时采集并自动上链, 静态数据由相关主体定期汇总上传。

信息查询流程, 消费者通过扫码或输入溯源码编号, 即可查询产品全生命周期信息, 同时展示各环节上传主体信息与审核记录。监管部门凭借授权账号可查询更详细的后台数据, 包括企业资质、全部交易记录、历史监测数据等, 支持数据导出与统计分析。

异常处理流程, 当系统检测到数据异常时, 智能合约自动触发预警机制, 向相关主体发送预警通知。监管部门接到预警后及时核查处理, 违规行为一经核实, 相关信息将在区块链上永久记录, 并向社会公示, 同时依法采取处罚措施。

5. 大连水产品区块链溯源体系实践路径

5.1. 强化政策引导, 完善制度保障

健全法律法规与标准体系, 加快制定《大连市水产品区块链溯源管理办法》, 明确溯源体系建设的各方责任、数据要求、操作规范和处罚标准, 将区块链溯源纳入法治化轨道。

加大政策扶持力度, 设立区块链溯源体系建设专项基金, 对采用区块链溯源技术的企业给予设备购置补贴、技术服务补贴和运营补贴, 重点支持中小养殖主体接入系统。

加强监管能力建设, 组建专业的区块链溯源监管队伍, 开展技术培训和业务指导, 提升监管人员的数字化监管能力[7]。

5.2. 推动技术创新, 提升支撑能力

优化区块链技术应用方案, 针对大连水产品产业特点, 优化联盟链架构设计, 提升系统并发处理能

力和数据存储效率，满足大规模数据实时上链需求。

促进多技术融合应用，推动区块链与物联网、大数据、人工智能等技术深度融合，构建智能化溯源体系[8]。利用物联网技术实现养殖环境、冷链物流等数据的自动采集与上传，减少人工干预；通过大数据分析挖掘溯源数据价值，为产业发展提供决策参考；运用人工智能技术实现异常数据识别、产品质量预测等功能，提升溯源体系的智能化水平。借鉴獐子岛集团“区块链 + 物联网”模式，实现养殖环境数据实时监测与上链。

构建技术服务支撑体系，建立“科研机构 + 技术服务商 + 企业”的技术服务模式，由科研机构提供核心技术支持，技术服务商提供系统开发、运维服务，企业负责具体应用。

5.3. 深化主体协同，形成发展合力

发挥龙头企业引领作用，鼓励辽参集团、獐子岛、棒棰岛等龙头企业加大投入，完善自身溯源体系建设，率先实现全链条区块链溯源。

提升中小主体参与能力，针对中小养殖主体规模小、资金有限、技术水平偏低的特点，开发低成本、易操作的溯源解决方案，降低接入门槛。由行业协会统筹协调，集中采购物联网设备和技术服务，降低单个主体的投入成本。

加强多方协同合作，政府部门加强与科研机构、企业的合作，共同推进溯源体系建设；行业协会发挥桥梁纽带作用，协调解决主体间的利益冲突，推动建立行业自律机制[9]；企业之间加强合作，共享溯源数据和市场资源，形成产业集群效应；电商平台与生产企业合作，将区块链溯源作为产品上架的重要条件，驱动企业规范生产经营。

5.4. 强化品牌赋能，提升市场价值

加大品牌宣传推广，将区块链溯源作为大连水产品品牌建设的重要抓手，通过媒体宣传、展会推广、直播带货等多种方式，宣传区块链溯源的优势，提升消费者认知度和信任度。

推动溯源价值转化，引导企业将溯源体系与品牌建设、产品营销相结合，通过展示溯源信息突出产品品质优势，提升产品溢价空间。

健全消费者反馈机制，在溯源查询平台设置评价反馈功能，方便消费者对产品质量和溯源信息真实性进行评价监督。

6. 结论与展望

6.1. 研究结论

本文针对大连水产品产业溯源现状与存在的问题，基于区块链技术构建了覆盖“育苗 - 养殖 - 加工 - 流通 - 消费”全链条的溯源体系，明确了“五层架构 + 全链条覆盖”的体系框架和关键操作流程，提出了政策引导、技术创新、主体协同、品牌赋能的四维实践路径。该体系通过区块链技术实现数据具有极高的防篡改特性、全程可追溯，能够有效解决传统溯源模式的信息不透明、数据易篡改等问题；通过标准化的数据采集与共享机制，打破了“信息孤岛”，提升了监管效率[10]；通过多元主体协同合作，降低了技术应用门槛，实现了溯源体系全覆盖。

构建基于区块链技术的大连水产品溯源体系，是提升产品质量安全水平、增强品牌竞争力的有效途径，能够推动大连水产品产业从规模扩张向质量效益转型，为海洋经济高质量发展提供有力支撑。但体系建设是一项系统工程，需要政府、企业、协会、科研机构等多方协同发力，在政策支持、技术创新、机制完善等方面持续推进。

6.2. 未来展望

未来, 大连水产品区块链溯源体系建设应重点关注三个方向: 一是技术创新方面, 持续推进区块链与物联网、人工智能等新技术的深度融合, 开发更加智能、高效、低成本的溯源解决方案, 提升体系运行效率和用户体验; 二是应用拓展方面, 将溯源体系与金融服务、保险保障、碳交易等相结合, 拓展溯源数据的应用场景, 实现“溯源+”多元化发展; 三是产业协同方面, 推动大连溯源体系与国内其他沿海地区溯源平台的互联互通, 构建全国性的水产品溯源网络, 提升大连水产品在全国市场的竞争力。随着技术的不断进步和机制的逐步完善, 区块链溯源体系将为大连水产品产业高质量发展注入更强动力, 为我国海洋渔业溯源体系建设提供可复制、可推广的经验。

参考文献

- [1] 丁关睿. 大连市农产品智慧供应链体系发展对策研究[J]. 食品安全导刊, 2025(19): 124-127.
- [2] 杨现民, 李新, 吴焕庆, 等. 区块链技术在教育领域的应用模式与现实挑战[J]. 现代远程教育研究, 2017(2): 34-45.
- [3] 刘艳朋. 基于二维码的农产品溯源安全管理平台的实现[D]: [硕士学位论文]. 北京: 首都师范大学, 2013.
- [4] 陈子杰, 沈翔宇, 陈思捷, 等. 基于区块链的分布式能源交易物理-信息仿真平台[J]. 电力系统自动化, 2022, 46(10): 87-96.
- [5] 郑璐. 挖掘数据管控潜力 提高安全生产能力[J]. 企业管理, 2017(S2): 316-317.
- [6] 张永江, 邹勇. 江苏省水产品“互联网 + 可追溯”体系建设情况[J]. 科学养鱼, 2016(1): 3-5.
- [7] 洪海慧. 浙江省食品安全数字化监管研究——以“浙食链”系统为例[D]: [硕士学位论文]. 福州: 福建农林大学, 2023.
- [8] 王延海. 基于区块链与物联网标签技术的电网物资追踪溯源体系构建研究[J]. 供应链管理, 2022, 3(7): 26-36.
- [9] 梁娥. 县域农产品电子商务发展的政企协作研究——基于扎根理论的多案例分析[D]: [硕士学位论文]. 北京: 中国农业科学院, 2022.
- [10] 李璐. 基于区块链技术的高校业财融合优化思考[J]. 财会学习, 2024(25): 17-19.