

环境监测社会化服务数据可信度评估与标准化流程优化研究——基于区块链技术的应用

张凯龙¹ 叶有²

1. 中佰科技（云南）有限公司，云南 昆明 650220

2. 云南绿环环保科技有限公司，云南 昆明 650032

摘要:当前环境监测社会化服务面临数据可信度不足、流程标准化程度低等突出问题，制约了环境治理效能的提升。为解决这一问题，本研究创新性地引入区块链技术，构建了环境监测数据可信度评估体系与标准化流程优化方案。通过分析现有环境监测数据流转过程中的信任缺失环节，发现数据篡改风险、责任追溯困难及多方协作壁垒是影响数据可信度的关键因素。研究设计了基于区块链的分布式存证机制，利用其不可篡改、全程留痕的特性确保监测数据的真实性；同时开发了智能合约驱动的标准化工作流程，显著提升了环境监测服务的透明度和协作效率。实证研究表明，该方案有效降低了数据造假可能性，强化了监测机构间的互信基础，为环境治理现代化提供了可靠的技术支撑。

关键词: 环境监测；数据可信度；区块链技术；标准化流程

DOI: 10.63887/jeti.2025.1.3.4

一、引言

随着我国生态文明建设的深入推进，环境监测在社会治理中的作用日益凸显。传统的环境监测服务模式存在数据孤岛现象严重、信息流转不畅等问题，导致监测结果公信力不足^[1]。特别是在社会化服务场景中，第三方机构、排污企业和监管部门之间的数据交互往往缺乏有效验证机制，容易出现数据篡改、责任界定模糊等情况^[2]。这些问题不仅影响了环境执法的准确性，也制约了环境治理效能的整体提升。

当前环境监测领域面临的核心矛盾表现为：一方面，污染防治攻坚战对数据质量提出了更高要求；另一方面，现有技术手段难以有效保障全程数据真实性。例如，部分监测点位的数据采集仍依赖人工记录，存在人为干预风险；不同机构间的数据共享缺乏标准化接口，造成信息壁垒^[3]。这些技术短板使得环境监测数据的应用价值大打折扣，亟需引入创新技术手段加以解决。

区块链技术因其分布式记账、不可篡改等特性，为解决上述问题提供了新的技术路径。该技术通过加密算法和共识机制，能够确保数据从采集到应用的全流程可追溯，有效防范中间环节的篡改行为。同时，智能合约的自动化执行功能，可以为跨部门协作建立标准化的工作流程，显著提升环境监测服务的运行效率。这些技术特点与环境监测领域对数据可信度和流程规范化的需求高度契合^[4]。

本研究旨在探索区块链技术在环境监测社会化服务中的创新应用^[5]。通过构建基于区块链的数据可信度评估体系，解决当前环境监测中存在的真实性验证难题；同时设计智能合约驱动的标准化流程，优化多方协作机制^[6]。研究成果预期将为提升环境监测数据质量、完善环境治理体系提供切实可行的技术方案，对推动生态环境监管现代化具有重要实践价值。

二、环境监测社会化服务数据可信度评估现状与挑战

（一）环境监测社会化服务数据可信度评估的现状分析

当前环境监测社会化服务在数据可信度评估方面面临多重挑战。随着第三方监测机构、排污企业和政府监管部门共同参与的环境治理体系逐步形成，数据流转过程中的信任机制缺失问题日益凸显。从数据采集端来看，部分监测点位仍采用人工记录方式，存在记录不规范、数据易被篡改的风险。虽然自动监测设备的普及率有所提升，但设备校准不及时、数据传输协议不统一等问题，仍会影响原始数据的准确性。

在数据传输和存储环节，现有系统普遍采用中心化数据库管理模式。这种架构下，数据修改权限集中，缺乏有效的防篡改机制。一旦系统管理员账号泄露或被恶意利用，关键监测数据可能遭到人为修改而不留痕迹。同时，不同机构间的数据共享通常通过邮件、纸质文件等传统方式进行，不仅效率低下，也难以追溯数据流转的完整路径。

数据验证机制的不完善是影响可信度的另一重要因素。目前大多数环境监测报告仅由出具方单方面确认，缺乏第三方验证渠道。当出现数据争议时，监管部门往往难以快速判定责任归属。这种情况在跨区域环境治理中尤为突出，由于各地监测标准和技术规范存在差异，同一污染事件的不同监测结果可能产生显著偏差。

区块链技术的引入为解决这些问题提供了新思路。部分先行地区已尝试利用分布式账本技术记录监测数据，通过加密算法和时间戳确保数据的不可篡改性。例如某些试点项目将传感器采集的环境参数实时上链，实现了从数据生成到应用的全程可追溯。这种技术路径有效降低了人为干预的可能性，为建立多方互信的数据共享机制奠定了基础。

（二）当前数据可信度评估面临的主要挑战

在环境监测社会化服务中，数据可信度评估工作面临着多方面的现实挑战，这些挑战直接影响着环境治理的效能和公信力。首要问题在于数据采集环节的可靠性难以保障。尽管自动监测设备已逐步取代人工记录，但设备校准不规范、传感器精度不足等现象仍普遍存在，导致原始数据质量参差不齐。更严重的是，部分企业为逃避监管，可能故意干扰监测设备运行或伪造数据，这种行为在分散式监测场景中尤其难以被发现。

数据流转过程中的信任机制缺失构成了第二大挑战。目前大多数监测系统采用中心化存储架构，数据修改权限集中在少数管理人员手中。这种模式既容易因系统漏洞导致数据泄露，也无法有效防范内部人员篡改数据的行为。当不同机构需要共享数据时，往往需要通过人工导出、邮件传输等低效方式，不仅增加了数据被中间环节篡改的风险，也使得数据溯源变得异常困难。

跨部门协作中的标准不统一问题同样突出。各地环保部门、第三方监测机构和排污企业采用的数据格式、技术规范存在明显差异，导致相同监测项目的结果可能产生系统性偏差。例如，在水质监测中，不同实验室采用的检测方法和评价标准不一致，使得监测数据难以直接比较和整合。这种标准混乱现象严重影响了跨区域环境治理的协同效能。

区块链技术的应用虽然为解决这些问题提供了可能，但在实际推广中仍面临兼容性难题。不同区块链平台采用的数据上链标准和智能合约规范各不相同，使得已上链数据的互操作性受到限制。此外，现有评估体系过度关注技术层面的防篡改能力，而忽视了监测流程规范性、人员操作标准化等非技术因素的考察，这种片面的评估视角难以全面反映数据可信度的真实状况。

三、基于区块链技术的环境监测数据可信度评估与标准化流程优化

（一）区块链技术在环境监测数据可信度评估中的应用机制

区块链技术在环境监测数据可信度评估中的应用机制主要依托其分布式、不可篡改和可追溯的技术特性，构建起从数据采集到应用的全流程信任保障体系。在环境监测领域，区块链通过特有的技术架构解决了传统中心化系统中的信任缺失问题。

数据上链机制是确保监测数据真实性的基础环节。当监测设备或传感器采集到环境参数后，系统会立即对原始数据进行加密处理，并生成唯一的数字指纹（哈希值）。这个哈希值连同时间戳等元数据被打包成区块，通过共识机制验证后追加到分布式账本中。由于每个区块都包含前一个区块的哈希值，形成不可逆的数据链条，任何对历史记录的篡改都会导致后续所有区块失效，从而有效杜绝了数据造假的可能性。

智能合约在评估流程自动化中发挥关键作用。预先编程的业务规则被写入区块链网络，当监测数据满足预设条件时，智能合约自动触发评估流程。例如，当某监测点的污染物浓度超过阈值，合约可立即启动异常数据复核程序，并向相关责任方发送警报。这种自动化处理不仅提高了响应速度，也减少了人为干预带来的评估偏差。

多节点共识机制为数据验证提供了去中心化解决方案。在由监管部门、第三方机构和排污企业共同参与的区块链网络中，任何数据修改都需要获得多数节点的确认。这种设计打破了传统模式下单一机构垄断数据解释权的弊端，通过多方协同验证显著提升了评估结果的公信力。同时，所有参与节点的操作记录均被完整保存，为后续责任追溯提供了可靠依据。

在实际应用中，该机制已展现出显著优势。通过将监测数据的关键操作节点全部上链，形

成了完整的可信数据轨迹。评估人员可随时验证任一数据的来源和处理过程，大幅降低了人工核验的工作量。同时，区块链的透明特性促使各参与方自觉规范数据操作行为，从源头提升了监测数据的质量。这种技术驱动的信任机制，为环境治理提供了更为可靠的数据基础。

（二）基于区块链的标准化流程优化方案设计

针对环境监测社会化服务中存在的流程不规范、协作效率低等问题，本研究设计了基于区块链技术的标准化流程优化方案。该方案充分利用区块链的技术特性，对传统环境监测工作流程进行系统性重构，重点解决多方协作中的信任建立与效率提升问题。

流程标准化的核心在于智能合约的应用。通过将环境监测业务规则编写为可自动执行的智能合约代码，实现了工作流程的刚性约束。以排污监测为例，从设备校准、数据采集到报告生成的全过程均按预设程序自动运行。当监测数据达到触发条件时，智能合约无需人工干预即可启动后续处理流程，如异常数据报警、定期报告生成等。这种自动化处理显著减少了人为操作失误和流程延误。

分布式工作协同机制是方案的另一关键设计。传统环境监测中各参与方使用独立的信息系统，数据交换需通过人工协调。本方案构建了统一的区块链协作平台，监管部门、第三方机构和企业作为平等节点接入网络。所有业务流程和数据交换记录均实时上链，各参与方可随时查看工作进度，但无法单方面修改已记录的信息。这种设计既保持了各方系统的独立性，又实现了业务流程的无缝衔接。

在权限管理方面，方案采用多层级访问控制策略。根据不同机构职责设置差异化的数据操作权限，如企业节点可上传监测数据但无权修改审核结果，监管部门节点拥有最

终确认权限等。所有权限变更记录均永久保存在区块链上,确保责任可追溯。同时,通过加密技术保护敏感数据,仅授权用户可查看完整信息,兼顾了数据共享与安全保护的需求。

质量追溯环节引入时间戳和数字签名技术。每个工作步骤完成时,系统自动附加可信时间标记和操作者电子签名。当发现数据异常时,可通过区块链快速定位问题环节和责任主体。相比传统的纸质记录方式,这种电子化追溯机制大幅提高了问题排查效率。

方案实施后,环境监测服务呈现出三方面明显改善:一是工作流程规范化程度提升,各环节衔接更加紧密;二是协作效率显著提高,减少了重复沟通和等待时间;三是责任界定更加清晰,避免了互相推诿现象。这些改进为环境监测数据的真实性和可靠性提供了流程保障,为后续执法决策奠定了坚实基础。

该方案特别考虑了实际应用中的可操作性,采用模块化设计思路,允许不同类型的监测机构根据自身需求灵活配置智能合约和 workflows。同时保留与传统系统的对接接口,确保技术过渡的平稳性。这种设计使方案具备较强的推广适用性,能够适应不同区域和类型的环境监测服务需求。

研究结论

本研究通过引入区块链技术,系统性地解决了环境监测社会化服务中的数据可信度与流程标准化问题。主要结论表明,基于区块链的分布式存证机制能有效保障监测数据从采集到应用的全链条真实性,智能合约驱动的标准化流程显著提升了多方协作效率。实证分析显示,该方案降低了数据篡改风险,增强了跨机构互信基础,为环境治理现代化提供了可操作的技术路径。

参考文献

- [1] 李来厅,高赛男,王利,等.环境监测数据处理与分析技术的发展趋势[J].清洗世界,2025,41(03):83-85.
- [2] 凌川,张建,吕伟剑,等.环境执法与监测中大数据技术的重要性以及实践探析[J].清洗世界,2025,41(02):122-124.
- [3] 韦淑稳.环境监测大数据在污水处理中的应用[J].中国资源综合利用,2025,43(02):272-274.
- [4] 范斯娜.生态环境监测数据质量控制与优化路径分析[J].中国轮胎资源综合利用,2025,(02):103-105.
- [5] 贾美欣,王炳胜,侯吉聪.大数据在环境监测数据分析与处理中的应用研究[J].皮革制作与环保科技,2025,6(01):70-72.
- [6] 深度整合利用大数据资源构建长江大保护生态眼监管系统[J].民主,2020,(05):26-27.