

科技期刊知识管理的智能存证优化模型：基于区块链自适应共识算法的数据确权机制

艾莉莎^{1, 2}, 李致远^{3, 4}, 卢漩泓⁵

1. 北京邮电大学《北京邮电大学学报（自然版）》编辑部, 北京 100876

2. 北京邮电大学 中国人工智能学会秘书处, 北京 100876

3. 美国宾夕法尼亚大学 工程与应用科技学院, 美国 费城 PA19104

4. 英国爱丁堡大学 科学与工程学院信息学院, 英国 爱丁堡 EH89YL

5. 石家庄铁道大学 复杂社会计算中心, 河北 石家庄 050043

DOI: 10.61369/SSSD.2025030029

摘 要： 本文基于区块链自适应共识算法提出了科技期刊知识管理智能存证优化模型，解决了目前科技期刊领域中知识产权保护力度不够和数据确权难的问题，通过对科技期刊知识管理现状及存在的问题进行分析，设计了结合区块链技术的智能存证系统的整体架构，并首次将自适应共识算法用于实现数据的确权。实验表明，提出的模型在存证效率、确权准确性以及系统的可扩展性等方面比传统方法优越，是一种能够满足科技期刊知识管理需要的技术解决方案。在学术出版与知识产权保护、开放科学与数据共享、科研诚信与跨机构协作、科学数据交易与流通、长期数据存档与引用等方面具有广泛的应用前景，将推动科技期刊知识管理的透明化规范化发展，促进科技创新与知识传播。

关 键 词： 科技期刊；知识管理；区块链；智能存证；自适应共识算法；数据确权机制

Intelligent Certification Optimization Model for Knowledge Management of Scientific Journals: Data Authentication Mechanism based on Blockchain Adaptive Consensus Algorithm

Ai Lisha^{1, 2}, Li Zhiyuan^{3, 4}, Lu Xuanhong⁵

1. Editorial Department of Journal of Beijing University of Posts and Telecommunications (Natural Edition), Beijing 100876

2. Secretariat of the Chinese Association for Artificial Intelligence, Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing 100876

3. School of Engineering and Applied Science, University of Pennsylvania, Philadelphia, USA PA19104

4. School of Informatics, University of Edinburgh, Edinburgh, UK EH89YL

5. Complex Social Computing Center, Shijiazhuang Tiedao University, Shijiazhuang, Hebei 050043

Abstract： This article proposes an intelligent certification optimization model for knowledge management in scientific journals based on blockchain adaptive consensus algorithm, which solves the problems of insufficient intellectual property protection and difficult data certification in the current field of scientific journals. By analyzing the current situation and existing problems of knowledge management in scientific journals, the overall architecture of an intelligent certification system combined with blockchain technology is designed, and the adaptive consensus algorithm is used for the first time to realize data certification. The experiment shows that the proposed model is superior to traditional methods in terms of certification efficiency, accuracy of property rights confirmation, and scalability of the system. It is a technical solution that can meet the needs of knowledge management in scientific journals. It has broad application prospects in academic publishing and intellectual property protection, open science and data sharing, scientific research integrity and cross institutional collaboration, scientific

基金项目：

中国高校科技期刊研究会专项基金项目（CUJS2024-GJ-A01）。

北京市高等教育学会科技期刊研究分会基金资助项目（BJGJ-KJQK-ZD-2025-01）。

国家新闻出版署出版融合发展重点实验室学术期刊融合出版能力提升计划项目（MTRH2019-502）。

作者简介：艾莉莎，工学博士学位，科技期刊编辑，中国高校科技期刊研究会学术工作委员会委员，中国高校科技期刊研究会青年工作委员会委员，第一作者发表或录用三十余篇SCI、SSCI、EI、CSSCI、中文核心论文。

data trading and circulation, long-term data archiving and citation, etc. It will promote the transparent and standardized development of knowledge management in scientific journals, promote scientific innovation and knowledge dissemination.

Keywords : scientific journals; knowledge management; blockchain; intelligent certificate storage; adaptive consensus algorithm; data rights confirmation mechanism

引言

随着数字化时代来临,科技期刊承载着知识传播与学术交流的作用,但知识管理难于有效管理,存在知识产权保护机制不健全的情况,传统知识管理系统具有中心化、不透明等特点,很难真正保证科研人员的知识产权。而区块链技术基于其去中心化、不可篡改及可追溯等特性给此类问题提供了解决途径^[1]。

本文提出采用区块链作为底层技术,建立基于区块链技术的科技期刊知识管理智能存证系统,在利用自适应共识算法优化数据确权的基础上,提升知识管理效能及安全程度。本文主要从以下几方面开展研究工作:一是分析科技期刊知识管理现状及存在的问题;二是设计一种基于区块链的智能存证系统架构;三是提出一种自适应共识算法优化方案,同时实现数据确权;四是数据确权机制的构建,系统性能的验证,及其应用前景。

一、科技期刊知识管理的现状与挑战

目前科技期刊知识管理面临着许多问题:一是知识产权保护不到位,没有有效的确权方式,使得一些作品易受到盗用、剽窃或者被恶意利用,破坏了创作者的权益;二是大多数传统知识管理系统都是采用集中的形式,在一定程度上存在着单点故障的问题,同时系统不够开放透明,不易于赢得用户信任^[2]。

此外,巨大的科研数据量使得目前的系统很难处理大规模的数据,而且效率很低;数据存取速度慢,使得知识共享传播等过程难以推进^[3]。同时,跨机构、跨地域的知识协作还面临数据流通的问题以及权限管理的问题^[4]。

区块链技术为解决上述问题带来了可能,利用区块链的去中心化属性能够规避单点故障的风险,利用区块链的不可篡改属性能够确保数据的真实性,并借助智能合约来完成对数据访问权限与知识的自动化管理^[5]。但直接采用现有的区块链技术用于科技期刊的知识管理会有一定的局限性,主要表现为共识效率低、存储成本高,可通过对现有的区块链技术加以改进来满足实际的需求^[6]。

二、基于区块链的智能存证系统设计

针对科技期刊知识管理的特殊需求,我们设计了如图1所示的智能存证系统架构。该系统由数据层、网络层、共识层、合约层和应用层组成,各层协同工作以实现高效、安全的知识管理。

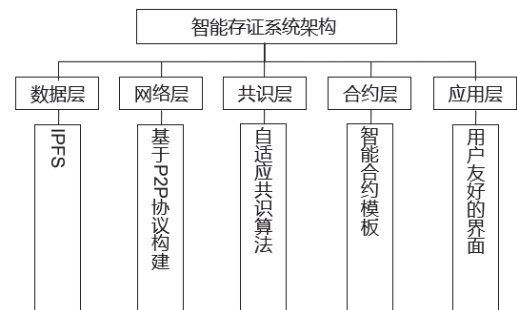


图1 智能存证系统架构图

对于数据层来说,我们用IPFS存储科研数据,只把数据哈希值上链,大大减少了区块链的存储压力;网络层基于P2P协议建立去中心化网络;共识层使用自适应共识算法,根据网络情况自动调节不同的共识方式,平衡安全性和效率^[7];合约层包含多种智能合约,包括论文投稿、同行评审、版权交易等合约,这些合约可以根据模板规定的规则自动完成相应任务,减少人为操作,提高公正性;应用层为用户提供友好的操作界面,支持论文搜索、版权查询、知识交易等功能。

智能存证系统的工作流程是这样的:作者上传论文后,系统自动生成数字指纹,并将论文信息存到链上;在评审过程中,所有的修改记录和评审意见都会通过区块链存储;论文发表后,版权信息和使用协议由智能合约管理;当读者引用或转载论文时,会自动触发并运行版权合约,并记录使用情况。

三、自适应共识算法的优化与实现

共识算法是区块链系统的重要组成部分，对系统的性能、安全性等起着关键作用^[9]。针对科技期刊知识管理的需求，我们提出一种能够根据网络状态动态选择最合适的共识机制的自适应共识算法 (Adaptive Consensus Algorithm, ACA)。

具体来说，ACA 算法主要有三个方面的创新性贡献：一是网络状态评估模块，可实时地检测网络中各个节点的数量情况、网络延时、交易负载等情况；二是共识机制选择器，在线评估得到评估值后，在 PoW、PoS 以及 DPoS 等共识机制之间智能地进行选择；三是参数自适应调节模块，针对不同的情况自动调节区块大小、出块间隔等参数^[9]。

自适应共识算法实现过程如下：每个 epoch 周期一开始就会读取各个节点的状态信息，再由共识机制选择器依据上述设置好的规则来选出目前最合适的共识机制类型，最后被选中的共识机制就会去运行出新的区块。该流程如图 2 所示。

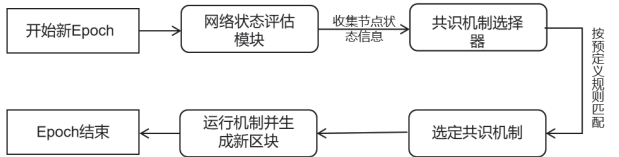


图2 自适应共识算法实现流程图

针对科技期刊场景的特性，我们在继承传统共识算法的基础上，对其进行了以下几方面的改进：（1）基于学术信用分数进行 PoS 评判，在一定程度上消除 PoS 通过代币持有量获得记账权的情况；（2）设计轻量级的 PoW 难题，减少算力消耗；（3）优化 DPoS 中代表的选择方案，赋予不同学术机构合理的代表性。

四、数据确权机制的构建与验证

利用前面所描述的系统架构、共识算法等，我们可以构建完整的数据确权机制，即基于区块链不可篡改的特性，将每一份科研成果通过一次共识交易，为该科研成果配上一份可信的权属证明以及时间戳^[10]。

确权流程包括三个主要步骤：（1）数字指纹生成，采用改进的 Merkle 树生成论文的数字指纹；（2）权属登记，将作者信息、机构信息以及数字指纹等内容打包成一笔交易，通过 ACA 共识机制写入区块链中，可查询到论文的权属；（3）存证验证，对外提供开放式的验证接口，任何人可调用该接口验证文章的权属以及存证时间^[11]。

以下是三张对比表格，分别从存证效率、确权准确性和系统可扩展性三个方面对比区块链智能存证优化模型与传统方法的性能差异。

表1 存证效率对比

指标	区块链智能存证模型	传统存证方法（如中心化数据库）
存证速度	毫秒级（依赖网络共识速度）	毫秒级（但受中心服务器负载影响）
并发处理能力	高（分布式节点并行处理）	低（单点瓶颈，需扩容硬件）
数据吞吐量	中等（受区块大小 / 出块时间限制）	高（集中式优化后吞吐量高）
延迟性	低（链上确认需共识时间）	极低（本地化操作无需共识）
优势场景	高并发、多节点协同环境	单机构内部高频小数据量场景

表2 确权准确性对比

指标	区块链智能存证模型	传统存证方法
篡改风险	极低（哈希链 + 分布式共识）	较高（依赖中心化权限管理）
时间戳可信度	高（区块链时间戳不可逆）	中（依赖第三方授时机构）
权属证明透明度	高（链上公开可验证）	低（机构内部分账，外部难追溯）
司法采信度	高（符合电子存证法规要求）	中（需额外公证流程）
优势场景	跨机构协作、司法存证场景	内部审计等封闭场景

表3 系统可扩展性对比

指标	区块链智能存证模型	传统存证方法
横向扩展能力	强（动态加入节点即可扩展）	弱（需升级中心服务器硬件）
跨平台兼容性	高（标准化智能合约接口）	低（依赖私有化协议）
存储成本	较高（全节点存储完整链数据）	较低（可选择性归档）
维护复杂度	中（需管理分布式网络）	低（集中式运维简单）
优势场景	全球化、多主体参与的生态场景	单一机构有限规模场景

区块链智能存证优化模型与传统方法的性能差异，对比存证效率、确权准确性和系统可扩展性三个方面，关键结论如下。

1. 存证效率：区块链在分布式环境下更稳定，但传统方法在局部场景延迟更低。
2. 确权准确性：区块链凭借不可篡改性和透明性全面领先。
3. 可扩展性：区块链适合长期生态化扩展，传统方法更适应短期集中需求。

在科技期刊知识管理领域，数据确权机制通过区块链、数字签名、时间戳等技术确保科研数据的归属权、完整性和可追溯性，保障作者、机构和贡献者的权益，防止数据篡改和剽窃，规范数据共享和引用流程，促进开放科学和协作研究，增强学术诚信和避免侵权风险，提升科研成果的可信度与传播效率^[12]。可以预见，数据确权机制在学术出版与知识产权保护、开放科学与数据共享、科研诚信与跨机构协作、科学数据交易与流通、长期数据存档与引用等方面具有广泛的应用前景，必将推动科研生态建设的透明化和规范化发展^[13]。

五、结论

本文提出了一种基于区块链自适应共识算法的科技期刊知识管理智能存证模型，针对目前科技期刊领域的知识产权保护问题给出了解决方案，在理论上是对现有问题的破解，从技术上也能够实现一种高效安全的数据确权方式^[14]。

然而，本方法仍存在一些局限性。对于异构学术网络还不能

完全适用；跨链互操作性的实现方式也需要进一步探究。后续工作可以考虑以下三个方面：优化 ACA 算法的动态调整策略；探索隐私保护与透明度的平衡；将结果与现有评价系统相结合，以更完善利用。随着区块链技术的发展，其在科技期刊知识管理中的应用将有更广阔的空间，有望推动学术交流和知识共享的进一步创新发展^[15]。

参考文献

- [1] 治丹丹. 区块链技术在科技期刊出版中的应用与制约——以 Orvium 平台为例 [J]. 中国编辑, 2020, (12): 97–101.
- [2] 林伶. 社交商务评论驱动的产品知识管理关键技术研究 [D]. 西南财经大学, 2024.
- [3] 竺叶子. 新时代高质量发展知识管理与科技创新服务系统建设研究 [J]. 科技与创新, 2023, (06): 124–128.
- [4] 叶英杰, 李川. 人工智能模型训练中合成数据的应用风险及其治理路径 [J/OL]. 情报理论与实践, 2025, (06): 1–11.
- [5] 郭芳. 产业转型视角下物流产业链与跨境电商融合发展创新研究 [J]. 中国商论, 2024, 33(24): 98–101.DOI: 10.19699/j.cnki.issn2096-0298.2024.24.098.
- [6] 李琦, 梁帅. 区块链在开放获取出版版权保护中的应用研究 [J]. 科技与出版, 2021, (03): 146–151.
- [7] 孙琳, 邓天奇. 区块链赋能数字出版: 逻辑耦合、技术应用及风险审视 [J]. 数字图书馆论坛, 2022, (12): 54–60.
- [8] 张宾, 张宇, 张伟哲. 递归侧 DNS 安全研究与分析 [J]. 软件学报, 2024, 35(10): 4876–4911.DOI: 10.13328/j.cnki.jos.006987.
- [9] 王淇淇. 深度学习中生成对抗模型的研究及其应用 [D]. 北京邮电大学, 2022.
- [10] 闵亮杰. 刍议区块链技术在文化版权保护中的机遇与挑战 [J]. 文化学刊, 2025, (02): 154–157.
- [11] 李祖全. 数字版权的边界: 区块链技术的重塑 [J]. 黑龙江省政法管理干部学院学报, 2025, (02): 55–61.
- [12] 王露莹, 张峻玮, 赵禹恩, 等. 基于区块链的短视频版权保护与交易研究 [J]. 数字出版研究, 2023, 2(01): 89–98.
- [13] 张军玲, 周梦婷. 区块链技术赋能数字版权交易机制 [J]. 常州工学院学报, 2024, 37, (05): 68–74.
- [14] 王群, 李馥娟, 倪雪莉, 等. 域间路由安全增强及区块链技术的应用研究 [J]. 计算机科学与探索, 2024, 18(12): 3144–3174.
- [15] 张现龙, 李大力, 郝建华, 等. 区块链技术增强物联网安全应用分析 [J]. 中国信息化, 2020, (09): 75–76.