

基于区块链技术的教育公益联盟链的构建研究

杨淇¹ 黄丽娟²

1. 云南师范大学信息学院 云南 昆明 650000

2. 中南财经政法大学经济学院 湖北 武汉 430000

摘要: 教育公平是我国教育事业的核心追求之一,我国当前乡村教育在资源分配中面临过程不透明、结果不均衡等挑战。因此,本研究提出基于区块链技术的乡村教育资源分配方案,旨在通过技术赋能提升资源配置的透明度与效率。设计了分层体系结构:区块链底层通过分布式账本与智能合约实现全流程存证与自动化调度,业务逻辑层整合资源配置、监管、捐赠管理模块,多端应用层支持多端交互并对接政务及第三方平台,并且进一步提出了每个层级的技术栈选型。尽管当前研究尚处于理论设计阶段,技术细节待验证,但随着区块链与人工智能的深度融合,未来有望实现资源配置的智能化升级,推动教育治理从“数据透明”向“智能决策”转型,为促进乡村教育公平提供更进阶的技术路径。

关键词: 教育公益; 区块链技术; 人工智能

DOI: 10.63887/tfet.2025.1.3.23

1 研究背景

教育公平是现代教育的重要议题,也是我国教育事业的战略重点和核心价值追求,其内涵涵盖起点公平、过程公平与结果公平三个层面。我国通过政策组合落实教育公平,在起点公平上,全面落实义务教育法,建立控辍保学动态监测机制,2023年九年义务教育巩固率达95.7%^[1];在过程公平上,持续推进城乡教育资源均衡配置,“十三五”时期中央财政累计安排补助经费达7495亿元,年均增长5.97%,其中用于农村地区的资金占比一直保持在90%左右;在结果公平上,着力深化考试招生制度改革,实施“国家专项计划”为农村和贫困地区学生提供更多重点高校升学名额^[2],同时加强职业教育类型定位,建立“职教高考”制度拓宽技术技能人才成长通道^[3]。

然而,当前教育公平仍面临挑战,尤以过程公平方面最为突出:城乡教育质量差距尚未根本扭转,乡村教师本科率较城区低约17个百分点^[4],且老龄化问题严峻,55岁以上教师

占比为8.8%,高出城区5.5个百分点;数字化教育“应用鸿沟”凸显,部分农村地区优质教育资源供给不足,数字化资源使用率有待提升^[5]。

近年来,我国对教育领域的投入逐年增加,为教育事业发展提供了坚实支撑。但在财政转移支付过程中,资源分配结果不均衡、分配过程不透明、资源利用率较低等问题依然存在^[6]。

2 区块链技术在教育领域应用的研究述评

自2016年我国明确将区块链列为战略性前沿技术以来,国内学者围绕区块链在教育领域的应用展开广泛研究,成果丰硕。本研究基于中国国情,以中国知网数据库为数据来源,采用“区块链”+“教育”组合进行主题检索,共检索到1311篇文献。区块链于教育领域的应用多集中于高等教育和职业教育,培养专业人才。同时,区块链与“大数据”

“人工智能”等新兴技术关联紧密，通过与前沿技术融合探索教育创新。然而，区块链诞生之初便承载着优化资源配置等目标，但在现有教育领域研究与应用中，针对资源配置问题的探索却明显不足。

鉴于此，本研究尝试提出区块链赋能乡村教育资源分配的方案，力求提高资源配置透明度，鼓励更多社会力量投身振兴乡村教育的公益事业。

3 需求分析

3.1 用户需求

该区块链平台的用户可分为三类：政府用户、学校用户、社会用户。根据乡村教育资源配置中存在的问题，政府用户的需求是，对教育资源分配全流程进行透明化监管，确保财政转移支付资金合规使用，避免挪用、分配不均等问题，同时满足统计规范与资金追溯；学校用户的需求是，公平地获取教育资源，资源供给不足等问题，提升教学质量与学习效果；社会用户的需求是，清晰了解捐赠资源的使用路径与效果，同时可以便捷地对乡村教育进行捐赠。

3.1.1 监管功能

通过区块链分布式账本技术，对财政资金、教学设备等资源的申请-审批-拨付-使用-验收全环节进行上链存证，确保操作节点可追溯、不可篡改，并结合大数据算法分析资源配置与使用风险，实现“事前预防-事中监控-事后追溯”的全周期监管。

3.1.2 资源配置

通过智能合约预设资源分配规则，结合乡村学校学生人数、硬件缺口、教师结构等实际需求自动匹配资源，减少人为干预导致的分配偏差；同时通过区块链记录资源使用数据，分析资源利用率，对使用率较低的资源启动调剂流程，优化资源配置策略。

3.1.3 捐赠管理与反馈

提供极简捐赠入口，支持微信、支付宝等

多渠道支付，通过区块链技术实现捐赠资金“从捐赠者到受赠学校”的全链路追踪，允许捐赠者自行选择受赠学校或由系统智能匹配，实时生成区块链捐赠凭证；定期向捐赠者推送包含资金使用进度、受益师生反馈的图文视频成效报告，强化社会参与感。

3.1.4 数据隐私保护

平台需要在保证交易透明的同时保障个人隐私与数据安全，平台用户需实名制参与，所有交易记录公开可查，但社会捐赠者、师生个人信息加密存储。

3.1.5 多终端应用

平台需支持网页版、PC 应用版、安卓版、iOS 版、微信小程序、支付宝小程序等多端应用，界面简洁直观、操作便捷，并提供无障碍支持；同时预留与政府管理系统、第三方支付平台、公益平台、物流服务等相关平台的接口，整合多元教育资源与社会力量。

3.2 可行性分析

在完成需求分析后，已明确区块链平台需要实现的核心功能，这些需求的落地仍需进一步验证其可行性，本节将从技术、经济维度进行可行性分析，旨在评估方案在实际环境中的可实施性，为后续系统设计与开发提供保障。

3.2.1 技术可行性

区块链领域的联盟链技术已成熟应用于政务、金融等领域，其分布式账本与智能合约特性，可满足教育资源全流程存证与自动化分配需求；多端开发技术能实现不同用户界面适配；数据安全方面，零知识证明与加密存储技术可保障隐私；现有技术栈足以支撑平台功能实现，仅需在性能优化（如链上数据吞吐量）上做针对性设计。

3.2.2 经济可行性

平台开发与运维成本可通过教育经费预算、社会捐赠及政策补贴分摊。以 2023 年全国教育经费超 6.4 万亿元为基数，若平台提升 1% 资源利用率即可挽回超 600 亿元损

失：2023 年中国教育捐赠 375 亿元仅占 GDP0.03%，而美国教育捐赠占比 0.23%，我国教育公益捐赠增长空间显著，本研究平台上线会吸引更多社会力量参与乡村教育事业的建设。每年减少的资源浪费叠加社会捐赠增长带来的资源增量，长期经济效益显著。

综上，该设想在技术可实现性、经济合理性上均通过验证，可进行进一步的系统设计。

4 平台设计与功能实现

4.1 体系结构设计

体系结构设计是理解一个软件系统应当如何组织、设计该系统的整体结构。目前业界使用较为广泛的体系结构模式包括：将系统功能组织为多个层次，每个层次只依赖于相邻层次的分层体系结构；构件之间不直接交互，仅通过知识库进行交互的知识库体系结构；将系统拆分为多个服务，每个服务单独部署的客户-服务器体系结构；将数据处理过程拆分到不同的构件中，每个构件执行一种数据变换的管道和过滤器体系结构。

基于用户需求涵盖多角色差异化交互与技术底层解耦，分层结构层次依赖清晰，便于扩展与功能迭代，因此本研究将采用分层体系结构。

4.1.1 区块链底层

本层级基于 Hyperledger Fabric 联盟链构建分布式基础设施，政府及学校作为共识节点，通过 PBFT 共识机制保障数据一致性。利用分布式账本技术实现资源申请、审批、使用全流程上链存证，形成不可篡改的电子化台账；智能合约预设跨部门联审流程，审批记录实时同步存证，缩短资源分配周期。

4.1.2 业务逻辑层

本层级整合三大核心业务模块。

资源配置模块：集成智能资源配置引擎，基于链上可信数据构建需求模型，通过机器学习算法自动生成配置方案，智能合约触发资源调度流程，执行结果实时上链；通过物联网获

取设备使用率等硬件数据。

监管模块：结合大数据算法分析资金滞留、用途异常等风险，通过智能合约自动触发报警流程。

捐赠管理模块：实现捐赠记录一键上链，生成唯一凭证，自动采集受赠学校资源使用数据用于自动化分析，支持捐赠用户查询。

4.1.3 多端应用层

本层级以技术集成与交互体验为核心，构建“数据互通-权限保障-多端交互”的完整链路。

服务集成：通过标准化 API 无缝对接财政、教育等政务系统及微信支付、顺丰物流等第三方平台，实现捐赠资金实时到账、物资物流状态上链等业务自动化操作，为用户交互提供数据与业务支撑。

交互中枢：针对三类用户的差异化需求，平台支持 PC、移动端、小程序等多终端访问，并设计专属交互界面。操作便捷性，又满足专业数据分析需求，实现技术集成与用户体验的深度融合。

4.2 运行机制设计

多端应用层借助 Vue、微信 / 支付宝小程序框架以及 Flutter 实现多端交互，用户在不同终端发起的请求，均通过 Axios 库调用统一的 API 接口与后端进行交互。

业务逻辑层以 Spring Boot 为核心，借助 gRPC 实现与区块链底层的高效通信；MyBatis Plus 则用于管理链下的 MySQL 数据库。

区块链底层基于 Hyperledger Fabric 构建联盟链，使用 Node.js 编写智能合约以定义资源分配的规则和流程。

在数据存储方面，采用了多层次的存储方案。关键交易信息被记录在区块链的分布式账本上，利用区块链的不可篡改特性，确保数据的真实性和完整性。MySQL 数据库则用于管理用户信息、学校基础数据等结构化数据。

外部交互方面，通过集成支付平台、物流平台等第三方的 API，确保捐赠和资金拨付的顺利进行，同时支持对物流运输的实时追踪，有效避免数据的重复录入，同时保障了数据的一致性与可靠性。

5 结论

本研究针对乡村教育资源分配中分配结果不均衡、分配过程不透明、资源利用率较低等问题，提出区块链赋能乡村教育的方案，设计了包含区块链底层、业务逻辑层、多端应用

层的教育公益联盟链平台，并探讨了各层级技术组件选型与运作方式，力求提升教育资源配置的透明度与效率，以促进乡村教育事业良性发展。

受限于篇幅，本研究仍存在待深化之处。

一：文献综述仅聚焦国内研究，缺乏对国外教育资源配置方案的借鉴；二：本研究提出的方案尚未进入实际开发与应用阶段，技术细节仅停留在理论设计阶段，实际开发过程中可能会面临更多未知问题，仍需进一步细化。

参考文献

- [1] 国务院妇女儿童工作委员会 2023 年我国九年义务教育巩固率达 95.7% [EB/OL]. 北京：国务院妇女儿童工作委员会，2024-03-04 [2024-04-30].
- [2] 中华人民共和国财政部 中央财政下达城乡义务教育补助经费 1695.9 亿元 [EB/OL]. 北京：中华人民共和国财政部，2020-06-18 [2024-04-30].
- [3] 教育部，国家发展改革委，财政部，等。关于实施面向贫困地区定向招生专项计划的通知 [EB/OL]. 北京：教育部，2012-03-19 [2024-04-30].
- [4] 中共中央办公厅，国务院办公厅 关于推动现代职业教育高质量发展的意见 [EB/OL]. 北京：国务院，2021-10-30 [2024-04-30].
- [5] 教育部. 2023 年小学、初中教育专任教师分课程、分学历情况 [EB/OL]. 北京：教育部，2023 [2024-04-30].
- [6] 东北师范大学《中国农村教育发展报告 2020—2022》长春：东北师范大学，2022.

作者简介：杨淇（1999.11-），女，汉族，山东省即墨市人，硕士研究生，研究方向：教育游戏
黄丽娟（1993.5-），女，汉族，广东省佛山市人，本科学士，专业：经济学