

基于区块链技术的电力市场交易与数据安全机制研究

王恒刚

北京移动系统集成有限公司 北京

【摘要】随着区块链技术的快速发展，电力市场的交易和数据安全面临着新的挑战 and 机遇。基于区块链的电力市场交易系统能够在提高交易透明度、减少中介成本和增强数据安全性方面发挥重要作用。本文研究了区块链技术在电力市场中的应用，探讨了其在交易流程中的优化作用及其对数据安全的影响。通过对比传统电力市场交易模式和区块链技术应用后的模式，本文揭示了区块链在电力市场中为提高效率和保障安全性所带来的优势，并提出了实现这一目标的关键技术与挑战。本文讨论了区块链技术在电力市场应用中的前景与发展方向。

【关键词】区块链技术；电力市场；交易系统；数据安全；智能合约

【收稿日期】2025 年 4 月 13 日

【出刊日期】2025 年 5 月 23 日

【DOI】10.12208/j.jer.20250219

Research on the transaction and data security mechanism of the electricity market based on blockchain technology

Henggang Wang

Beijing Mobile System Integration Co., Ltd., Beijing

【Abstract】 With the rapid development of blockchain technology, the transactions and data security in the electricity market are facing new challenges and opportunities. The electricity market transaction system based on blockchain can play an important role in improving transaction transparency, reducing intermediary costs, and enhancing data security. This paper studies the application of blockchain technology in the electricity market, explores its optimization effect in the transaction process and its impact on data security. By comparing the traditional electricity market transaction mode with the mode after the application of blockchain technology, this paper reveals the advantages brought by blockchain in improving efficiency and ensuring security in the electricity market, and proposes the key technologies and challenges for achieving this goal. This paper also discusses the prospects and development directions of the application of blockchain technology in the electricity market.

【Keywords】 Blockchain technology; Electricity market; Transaction system; Data security; Smart contract

引言

随着全球能源结构的转型和智能电网的普及，传统的电力市场面临着越来越复杂的交易需求和数据安全隐患。传统电力市场在交易过程中存在信息不对称、透明度低和数据泄露的风险，亟需一种新型的技术手段来提升市场效率并确保数据安全。区块链技术由于其去中心化、不可篡改和透明的特性，为电力市场的创新应用提供了新的解决方案。本文将探讨如何利用区块链技术改善电力市场交易流程，并加强交易数据的安全保障，分析这一技术在解决电力市场痛点方面的潜力，进一步为电力市场的可持续发展提供有力支持。

1 区块链技术在电力市场交易中的应用

区块链技术在电力市场交易中的应用主要体现在

提升交易的透明度、降低中介成本和提高交易的安全性等方面。传统电力市场交易存在信息不对称的问题，导致买卖双方的信任问题严重。通过区块链技术，所有交易记录都可以被实时、公开地验证与追踪，每个交易节点的信息会被记录在区块链中，形成不可篡改的账本。这种去中心化的特点极大地增强了市场的透明度，确保了所有参与者在同等条件下进行交易，有效避免了由于信息不对称而引起的不公平现象。区块链上的每一笔交易都经过多方验证，使得交易的真实性得到保证，从而提升了市场参与者的信任感。

区块链技术能够显著降低电力市场交易中的中介成本。在传统交易中，电力交易通常需要依赖第三方中介机构，如电力交易平台、结算中心等来完成信息的交

换和资金的清算。中介机构的存在不仅增加了交易成本,还可能成为潜在的信任风险源^[1]。而通过区块链技术,交易可以直接在市场参与者之间进行,不再需要第三方中介的介入。智能合约的应用可以自动化交易过程中的结算和清算步骤,确保交易的顺利执行,并减少人为干预带来的不确定性,从而有效降低交易成本。

区块链技术能够加强电力市场的交易安全性,尤其是在数据保护方面。电力市场交易涉及大量敏感数据,包括电力消费信息、交易金额、供电和需求预测等。这些数据如果被篡改或泄露,将严重影响市场的正常运作和参与者的利益。区块链通过加密技术保证了数据的安全性,每一笔交易信息都会经过加密处理并分布在多个节点上,确保数据的完整性和安全性。区块链的去中心化特点避免了单点故障的发生,提升了系统的抗攻击能力。

2 基于区块链的电力市场数据安全机制

区块链技术的去中心化特性为电力市场中的数据的安全提供了一种全新的解决方案。在传统的电力市场中,数据通常存储在集中式的服务器上,这种集中存储方式使得数据容易受到黑客攻击或内部人员的篡改,造成严重的安全隐患。而区块链技术通过分布式账本的方式,将数据存储多个节点上,确保了数据的冗余备份。每个节点都有一份完整的账本副本,任何一笔交易的变动都需要得到多个节点的验证,极大地提高了数据的安全性。即使某些节点遭到攻击,其他节点的数据仍然可以保证完整性,避免了数据丢失或被篡改的风险。

在电力市场中,数据安全机制不仅仅是对交易数据的保护,还涉及到电力交易过程中生成的所有相关信息的保密性与完整性。电力生产商、消费者以及中介机构的敏感数据,包括合同内容、支付信息、消耗量和预测数据等,都需要得到有效保护。区块链技术通过其强大的加密算法,如公私钥加密机制,确保了交易数据在传输过程中的安全性^[2-4]。每一笔交易在上链之前都会进行加密,只有拥有对应私钥的参与者才能解锁数据,保证数据只有授权人员能够访问,这样不仅避免了数据泄露,还能有效防止数据篡改和伪造。

智能合约作为区块链技术的重要组成部分,也在电力市场数据安全机制中扮演了关键角色。智能合约通过代码自动执行交易条款,确保所有参与者在预定规则下进行交易,减少了人为干预的风险。智能合约一旦部署在区块链网络上,无法被单方修改,这种不可篡改性确保了合同执行过程中的透明度和公平性。在电

力市场中,智能合约可以自动触发支付、结算等操作,并在达成约定条件时自我执行,有效防止了由于人为操作失误或恶意行为导致的纠纷和安全隐患。

3 区块链技术对电力市场交易效率的提升作用

区块链技术对电力市场交易效率的提升作用体现在多个方面,其中最为关键的是它能够通过去中心化的交易方式,减少中介环节,缩短交易时间。传统的电力市场交易往往依赖于中心化的平台或中介机构,交易双方需通过这些中介完成信息传递和资金结算,往往需要较长的处理周期和多次交互验证^[5-7]。这种多环节的流程不仅增加了交易时间,还带来了操作上的复杂性与成本。通过区块链技术,电力交易过程可以实现去中心化,交易双方可以直接通过智能合约进行自动化交易执行,无需依赖第三方,极大地缩短了交易的时间,提高了整体的市场运行效率。

在电力市场中,数据的准确性与实时性至关重要,任何延迟或错误都可能影响交易结果的公正性。区块链技术能够提供实时数据同步的功能,每一笔交易的确认都在各个节点之间迅速传播和验证,使得所有市场参与者都能够同时获得交易信息。传统的交易系统中,数据传输通常存在延时问题,且容易受到单点故障的影响。而基于区块链的系统能够确保在全球范围内同步更新交易记录,保证信息的一致性和即时性,从而有效提升了交易的效率与可靠性。通过这种即时更新的机制,市场参与者能够实时了解市场动态,做出更加迅速的决策。

区块链技术还通过智能合约的自动执行功能,提高了电力市场交易的自动化水平。在传统的电力市场交易中,合同的履行通常需要依赖人工操作或中介平台的介入,这不仅增加了人为错误的风险,还延长了交易的处理时间。智能合约的出现能够将合同条款转化为自动化的程序,合同一旦符合条件,相关操作便会自动执行,无需人工干预。这种自动化程度的提升,使得电力市场交易更加高效、准确,并减少了人为操作所带来的时间成本和管理成本。智能合约的使用还可以减少纠纷的发生,因为所有交易条款都是预先编程好的,执行过程中的透明性和可追溯性使得交易双方能够在明确的规则下进行合作。

区块链技术能够通过跨平台的兼容性提升电力市场的整合效率。电力市场往往涉及多个区域和不同的交易平台,传统的系统通常需要复杂的接口和协议转换,才能确保不同平台之间的数据交换和兼容。而基于区块链的电力市场系统,由于其标准化的技术架构,能

够更容易地实现不同平台间的数据互通与协作。通过跨链技术,区块链不仅能连接不同的市场,还能为不同的电力交易平台提供一个统一的交易环境,进一步提升了市场的流动性和资源的优化配置,从而实现更高效的电力资源交易和利用。

4 区块链技术在电力市场中的实施挑战与对策

尽管区块链技术在电力市场中展现了巨大的潜力,但其实施过程中仍然面临诸多挑战。一个主要的挑战是技术标准和协议的统一性问题。电力市场涉及多个利益相关方,包括发电企业、消费者、第三方平台和监管机构等,而每个参与者在信息交换和数据处理上都有不同的需求和技术标准^[8]。目前,区块链技术还缺乏统一的行业标准,不同平台之间的兼容性问题可能导致信息的孤岛效应,进而影响到整个电力市场的高效运作。制定统一的技术标准和协议,确保不同区块链平台之间的数据互通和共享,是实现区块链技术全面应用的一个重要课题。

另一个重要的挑战是区块链系统的扩展性和性能问题。电力市场中的交易量通常非常庞大,尤其是在高频交易和实时结算的情况下,区块链系统的性能要求极为苛刻。当前许多区块链系统在面对大规模数据处理时,往往存在较大的延迟和吞吐量瓶颈,尤其是在公共链上,区块链的处理能力和交易确认时间可能无法满足电力市场对实时性和高效性的要求。为了解决这一问题,许多研究正在致力于区块链的扩展性提升,如采用分片技术、跨链技术等,以增强区块链系统的交易处理能力,并确保系统在高并发情况下的稳定性和可靠性。

区块链在电力市场中的实施还面临着法律和监管方面的挑战。电力市场作为一个高度监管的行业,涉及到大量的法律和政策要求。在引入区块链技术时,需要对现有的法律框架进行评估和调整,确保新技术的应用不会与现行的法规产生冲突。尤其是在数据隐私保护、跨境交易和智能合约的法律效力等方面,如何确保区块链技术的合法性和合规性是一个亟待解决的问题。解决这一问题需要政府、监管机构和行业专家共同合作,制定适应区块链应用的新型法律体系和监管政策,为电力市场的数字化转型提供法律保障。

5 结语

区块链技术在电力市场中的应用具有重要意义,不仅能提升交易效率,增强数据安全,还能推动市场的透明化与去中心化。技术标准、系统扩展性及法律监管等方面的挑战仍需克服。通过制定统一的技术规范、提升区块链性能以及完善相关法律政策,区块链有望为电力市场带来更加高效、安全和可持续发展。未来,随着技术的不断成熟与政策的完善,区块链将成为电力市场改革的重要驱动力。

参考文献

- [1] 彭峥垚,曾沁盈.基于区块链技术的新能源电力市场交易机制分析[J].电工技术,2025,(04):66-68.
- [2] 吴冰洲,柴璐.基于区块链技术的电力市场绿电交易系统的设计[J].电气技术与经济,2024,(08):401-403.
- [3] 房永浩.微电网中基于区块链的电力交易关键技术研究[D].中原工学院,2024.
- [4] 陆宏智.基于区块链的可信社区电力市场机制设计与共识协议研究[D].华中科技大学,2024.
- [5] 张硕,肖阳明,李英姿,等.新型电力系统电-碳-绿证市场协同运行的区块链关键技术[J].电力建设,2023,44(11):1-12.
- [6] 昌力,曹荣章,吉斌,等.电力现货市场交易运营的未来重大需求与关键技术[J].电力系统自动化,2024,48(04):34-48.
- [7] 于蒙.基于能源区块链的可时移农业负荷商业化运行模式研究[D].内蒙古科技大学,2023.
- [8] 建威.基于区块链的智慧社区电力交易决策与方法研究[D].苏州科技大学,2023.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

