

基于区块链技术的电子商务财务审计与风险管理研究

华陈怡

南京林业大学经济管理学院, 江苏 南京

收稿日期: 2024年9月6日; 录用日期: 2024年11月22日; 发布日期: 2024年11月29日

摘要

区块链技术以其独特的不变性、透明性和分布式特性, 为提高审计的准确性和效率提供了新的可能性。本文探讨了区块链的基本工作原理和类型, 分析了电子商务环境下传统财务审计面临的挑战, 包括数据安全、审计效率和成本问题。讨论了区块链技术如何通过自动化和实时数据处理来提高审计质量, 并从风险识别、评估和控制策略优化等方面探讨了区块链在风险管理中的作用。尽管区块链技术在实施过程中存在一定的技术和操作挑战, 但其在电子商务财务审计和风险管理领域的应用潜力巨大。

关键词

区块链技术, 财务审计, 风险管理, 电子商务

Research on Financial Audit and Risk Management of E-Commerce Based on Blockchain Technology

Chenyi Hua

School of Economics and Management, Nanjing Forestry University, Nanjing Jiangsu

Received: Sep. 6th, 2024; accepted: Nov. 22nd, 2024; published: Nov. 29th, 2024

Abstract

Blockchain technology, with its unique immutability, transparency and distributed characteristics, provides new possibilities for improving the accuracy and efficiency of auditing. This article explores the basic working principles and types of blockchain, and analyzes the challenges faced by traditional

financial auditing in the e-commerce environment, including data security, audit efficiency, and cost issues. It discusses how blockchain technology can improve audit quality through automation and real-time data processing, and explores the role of blockchain in risk management in terms of risk identification, assessment, and optimization of control strategies. Although there are certain technical and operational challenges in the implementation of blockchain technology, its application potential in the field of e-commerce financial audit and risk management is huge.

Keywords

Blockchain Technology, Financial Audit, Risk Management, Electronic Commerce

Copyright © 2024 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. 引言

随着互联网和信息技术的快速发展，电子商务已成为现代经济的重要组成部分。根据《中国电子商务报告》数据，2022 年中国电子商务交易总额达到 45.3 万亿元，显示出强劲的增长势头。电商行业的蓬勃发展，不仅改变了传统的商业模式和消费方式，还带动了整个经济体系的创新与变革。

在电商迅速发展的背景下，对电商企业的财务报表进行审计面临着全新的课题。传统审计手段在应对电商的多元业务模式和海量数据处理时显得力不从心，问题集中体现在审计流程的复杂性提升、数据精确性的要求、审计效率低下以及成本高昂等多重压力下。因此，对于电商企业来说，高质量的财务报表审计显得尤为关键，如何确保信息的真实透明，已经成为审计领域亟待解决的关键议题。

2. 区块链技术概述

2.1. 区块链的工作原理

区块链的工作原理是基于分布式账本技术，通过加密算法保证数据的安全性和完整性。每个区块包含一定数量的交易记录，并通过哈希函数与前一个区块链接，形成链式结构。哈希函数是一种单向加密技术，可以将任意长度的输入转换为固定长度的输出，即哈希值。当一个块被创建时，它包含前一个块的哈希值、当前块的时间戳、交易数据和随机数(称为 nonce)，整个块的内容由哈希函数计算得到新的哈希值。这个过程称为挖矿，其核心是调整 nonce 值，使新生成的哈希值满足网络预设的难度目标，即哈希值必须小于某一值[1]。这种机制保证区块链的不变性，一旦将区块数据输入链中，任何修改现有区块的尝试都需要重新计算该区块和所有后续区块的哈希值，这在计算上是不切实际的，从而保证区块链的数据安全性。

每个区块在区块链中被表示为 B_i ，其中 i 是区块的位置序号。一个区块 B_i 包含前一个区块的哈希值 H_{i-1} ，一组交易记录 T_i ，时间戳 τ_i ，以及随机数(nonce) n_i 。

区块的哈希值 H_i 是通过哈希函数 H 计算得到的，其输入包括 B_i 的内容：

$$H_i = H(H_{i-1}, T_i, \tau_i, n_i)$$

为在区块链网络中添加一个新的区块，需要满足一定的条件，即 H_i 必须小于网络定义的目标值 D 。这个过程称为挖矿，表达为：

$$H(H_{i-1}, T_i, \tau_i, n_i) < D$$

挖矿过程实际上是一个寻找合适的 n_i 的过程,使得上述不等式成立。这一过程需要大量的计算资源,因为 n_i 是随机选取的,而且哈希函数的设计确保输出的随机性和不可预测性。

2.2. 区块链的类型

区块链技术可分为三种类型:公有链、私有链和联盟链。

(1) 公链是完全去中心化的区块链,允许任何人参与节点的操作和验证过程。公链中的共识机制通常基于工作量证明或权益证明,在工作量证明机制中,节点需要解决复杂的数学问题来竞争创建新区块[2]。

权益证明机制则依赖于节点持有的货币量或年龄,计算公式涉及到的参数包括持币量 s 和持币时间 t ,表达式如下:

$$f(s, t, H_{i-1}, T_i, \tau_i, n_i) < D$$

(2) 私有链是受控制的区块链,只有被授权的节点可以参与。这种链通常不需要复杂的共识算法,因为信任级别高,参与节点数量少。其共识过程简化为基于多数投票的方法:

$$\frac{\sum_{j=1}^n v_j}{n} > 0.5$$

其中, v_j 是第 j 个节点的投票结果, n 是总节点数。

(3) 联盟链介于公有链和私有链之间,由多个组织共同管理。联盟链通常采用实用拜占庭容错等算法来实现共识,算法确保即使在节点存在恶意行为或故障的情况下也能正常运作。PBFT 的共识条件可表示为:

$$\left| \{v_j : v_j = \text{true}, j = 1, \dots, n\} \right| \geq \frac{2n}{3} + 1$$

2.3. 区块链在安全性、透明性和效率方面的优势

通过哈希函数 H 计算的哈希值 H_i 链接每个区块,如 $H_i = H(H_{i-1}, T_i, \tau_i, n_i)$ 。

在安全性方面,区块链技术通过其分布式和加密的特性提供了高度的数据安全保护。采用加密哈希函数和非对称加密技术来保证交易记录的完整性和不变性。哈希函数 H 计算的哈希值 H_i 链接每个区块,如 $H_i = H(H_{i-1}, T_i, \tau_i, n_i)$,一旦在块中记录了数据,修改该信息需要重新计算该块和所有后续块的哈希值,这在实践中是不切实际的,因为计算成本很高。

在透明度方面,区块链的公共性质使得所有交易数据对任何参与者都是可见的。这种透明机制增加了操作的可追溯性,并允许所有参与者验证事务的有效性。所有的交易记录都是永久记录的,可以公开查阅,从而减少了信息不对称,增加了业务运营的透明度[3]。

在效率方面,区块链通过自动化和去中心化减少了交易和操作中的中间环节。例如,智能合约使用自动执行合约条款,减少了人工处理的需要和相关的时间消耗。区块链技术可以直接进行跨境交易,而不需要在传统金融系统中进行多层次的验证和处理,从而大大提高了交易效率[4]。

3. 电子商务中的财务审计现状

3.1. 传统财务审计的方法与挑战

传统的财务审计方法主要依靠抽样技术和人工检查财务记录。通过选择具有代表性的交易样本进行

深入分析，评估整体财务报告的准确性。虽然这种方法行之有效，但也面临着一些挑战。抽样方法导致重要的异常被忽略，因为不审查每个事务，并且存在遗漏重大错误的风险。人工审计过程耗时长，受审计人员主观判断的影响，影响审计质量和公正性[5]。传统的审计方法很难有效地处理大规模的数据集，对这些数据的处理和分析需求超过了传统方法的处理能力。因此，传统的财务审计方法在处理现代复杂的经济环境时显示出其局限性。

3.2. 电子商务环境下的风险因素

由于电子商务平台涉及大量个人和金融数据的电子传输，数据安全和隐私泄露的风险显著增加。未经授权的数据访问或数据泄露会导致严重的声誉损害和法律责任。

由于电子商务的虚拟性和无国界性，交易欺诈风险更加突出，包括信用卡欺诈、虚假交易和恶意退货。电子商务公司还面临着技术依赖的风险，任何技术故障或系统中断都会导致运营中断、收入损失和客户满意度下降[6]。

合规风险也是电子商务公司必须考虑的一个重要因素，随着全球电子商务法规的快速变化，保持合规变得更加复杂和具有挑战性。这些特殊的风险因素要求电子商务企业采取更先进、更全面的风险管理策略，以保证企业的健康经营。

3.3. 审计过程中的数据处理与分析方法

在审计过程中，数据处理和分析方法是重要环节，通过有效的技术手段保证数据的准确性和完整性。数据清理是处理数据的第一步，它包括删除重复项、纠正错误和填充缺失值的过程[7]。缺失值可以通过插值处理，使用线性插值：

$$x_{\text{missing}} = x_a + \frac{x_b - x_a}{b - a} \times (m - a)$$

其中 x_{missing} 是缺失值， x_a 和 x_b 是缺失值前后的已知值， a ， b 和 m 分别是它们对应的索引。

数据分析常采用统计方法和机器学习技术来识别数据中的模式和异常。集群分析可以用来识别数据中相似的交易集合，使用 K-means 聚类算法的表达式如下：

$$\arg \min_S \sum_{i=1}^k \sum_{x \in S_i} \|x - \mu_i\|^2$$

其中 k 是聚类的数目， S_i 是第 i 个聚类中的点集， μ_i 是 S_i 的中心点。

异常检测技术如基于 Z-score 的方法用于识别出那些偏离正常模式的交易。其计算公式为：

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

其中， X 是观察值， μ 和 σ 分别是数据集的平均值和标准差。当 Z 值超出预定的阈值时，该交易被视为异常。

4. 区块链技术在财务审计中的应用

4.1. 区块链技术在增强审计的准确性和透明性的应用

区块链技术在提高审计准确性和透明度方面的应用，体现在它为审计提供了一个不可变的、实时可验证的交易记录系统。通过区块链技术，每笔交易一旦被验证并添加到区块中，就无法被篡改，这大大降低了数据操纵的性质，提高了审计的准确性[8]。由于区块链的分散性，所有相关方都可以实时访问交

易数据，增加了操作的透明度。

Table 1. Application of blockchain technology in enhancing audit accuracy and transparency

表 1. 区块链技术应用用于增强审计的准确性和透明度

指标	传统方法	区块链方法	改进点
数据完整性	依赖单一来源验证	所有交易记录多个节点验证	减少数据篡改的风险
实时访问	访问数据存在延迟	交易记录即时更新和访问	提高审计效率
数据透明度	限定的透明度，受授权访问	完全透明，任何人可访问	增加利益相关者的信任
审计追踪	手动追踪出错	自动记录每笔交易的信息	提高记录的准确性
安全性	容易受到单点故障影响	分布式存储增加安全性	降低整体系统的风险

如表 1 所示，区块链技术通过其固有的特性，能够有效地提升财务审计中的准确性和透明度，从而改善传统审计方法中存在的各种挑战。

4.2. 区块链技术在解决传统审计问题的应用

传统审计面临的数据篡改、时间延迟、成本高、审计欺诈等问题，通过区块链的应用得到有效解决。区块链提供了一个不可变的数据记录环境，它的分布式特性降低了中心化的风险，同时自动化流程减少了人力成本和错误[9]。

Table 2. Application of blockchain technology in solving traditional audit problems

表 2. 区块链技术在解决传统审计问题的应用

问题类别	传统审计问题	区块链解决方案	改进效果
数据安全	数据易受篡改	数据不可更改	极大增强数据的安全性
审计速度	审计过程耗时长	实时记录和验证交易	显著提高审计效率
成本问题	高昂的人工和运营成本	自动化处理减少人力需求	降低审计成本
透明度	透明度受限	全节点透明，任何人可访问	提高财务报告的透明度
错误率	人工处理易出错	自动化和智能化减少人为错误	减少错误率和欺诈行为
可追溯性	追踪交易历史困难	有清晰且不可篡改的交易记录	增强数据的追踪能力

如表 2 所示，区块链技术可以提高审计的效率和准确性，降低操作成本和增加系统的透明度，从根本上改善审计的质量和可靠性。

5. 风险管理与区块链的结合

5.1. 风险识别与评估在区块链框架下的实现

在区块链框架下，风险识别与评估的实现采用定量和定性的方法来确保系统的整体安全性和效率。区块链的不可变性和透明性特征为风险管理提供一个坚实的基础。

通过运用概率论和统计分析，可以定量评估系统中的风险概率。使用贝叶斯网络或决策树来预测和量化潜在的风险事件。贝叶斯网络中的风险评估模型可以表示为：

$$P(R|E) = \frac{P(E|R) \times P(R)}{P(E)}$$

其中 $P(R|E)$ 是在给定特定事件 E 发生时风险 R 发生的条件概率, $P(E|R)$ 是在风险发生时该事件发生的概率, $P(R)$ 是风险发生的先验概率, $P(E)$ 是事件发生的边缘概率。

区块链技术可以通过智能合约自动执行风险评估模型, 这些模型在发现异常或风险指标时自动触发预警。一个智能合约可以编写如下:

if $P(R|E) > \theta$ then trigger alert

其中, θ 是预定的风险接受阈值, 当风险概率超过这个阈值时, 系统会自动发出警报。

5.2. 风险控制策略与区块链的集成

在区块链框架下, 风控策略的整合涉及将区块链技术与传统风险管理方法相结合, 实现更高效、透明的风控。通过利用区块链的自动化和不可变特性, 可以有效地执行风险缓解措施和策略[10]。例如, 使用智能合约自动化风险控制策略, 可以对智能合约进行编程, 以实施具体的风险缓解措施, 如下面的数学模型所示:

if $L(x) > L_{\max}$ then execute $C(x)$

在此模型中, $L(x)$ 表示资产或交易的风险水平, $L_{\max}$ 是预先确定的风险承受阈值。如果风险级别超过此阈值, 智能合约 $C(x)$ 将自动触发适当的控制, 例如限制交易, 添加额外的安全验证或通知相关管理人员。

区块链可以为监控风险控制措施的实施和有效性提供透明和不可变的审计跟踪。这种监测可以用以下公式进行量化:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n w_i \cdot v_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

式中, S 为整体风险控制策略的效果评分, w_i 为第 i 项控制措施的权重, v_i 为控制措施的效果评价, 从而为整体风险管理策略的评价和优化提供了一种方法。

5.3. 预防和应对策略的优化

在区块链框架下, 优化防范和应对策略, 利用区块链技术的分布式架构、加密保护、智能合约等核心特性, 提升整个风险管理流程。有了分布式账本, 所有参与者都可以实时访问和验证信息, 不仅降低了中心化的风险, 还提高了数据的完整性和透明度[11]。这种透明度是预防风险的关键, 因为它可以快速识别和应对潜在威胁。

智能合约在没有人干预的情况下自动执行特定的预防措施, 从而导致更快的反应和更少的错误。如果系统检测到异常活动, 相关交易将被自动限制, 直到进一步审查。这种自动监控和响应机制大大增强了系统的预防能力, 减少了人为的延误和错误。

区块链提供的审计跟踪也增强了后续的应对策略。所有交易和操作记录在区块链上都是不可变的, 并且易于验证, 从而可以在发生安全事件时快速跟踪和定位问题[12]。这种跟踪能力可确保快速准确地实施响应, 优化整个风险管理框架的效率和有效性。

6. 区块链技术在电子商务财务审计中的应用

6.1. 数据可靠性与透明度提升

电子商务领域的财务审计正逐渐拥抱区块链技术, 以革新其在数据管理和透明度提升方面的效能。

传统的审计模式在保障数据准确性和完整性方面面临着严峻挑战，易受篡改和伪造的困扰。然而，区块链技术凭借其创新的分布式账本系统，成功地重塑了这一局面。在实际应用中，区块链技术如影随形地记录每项金融交易的详尽细节，包括交易发生的精确时刻、参与的交易方以及交易金额等。这些信息一旦录入，其不可篡改的特性为审计工作提供了坚实的基石，消除了对数据真实性的疑虑[13]。更进一步，区块链技术的透明度属性使得所有交易记录一目了然，审计人员能够即时且准确地核查财务信息，确保审计结论的公正性。这种全面的透明度不仅提升了审计的效率，还在很大程度上降低了欺诈和违规行为的可能性，从而增强了电子商务行业的信誉和公众信任度。

6.2. 自动化审计流程

智能合约在区块链技术的框架下，创新性地构建了一套自动化审计机制。它允许审计员预先设定精密的操作规程和触发条件，一旦这些条件达成，智能合约便会自动启动审计程序，避免了人工操作中的疏漏和干扰，显著提升了审计的精度和信度。区块链的分布式账本特性赋予了审计过程强大的自动化支持。所有的交易信息被即时且无缝地录入并保留在区块链网络中，审计人员能够利用高效的数据检索工具，实时、精确地查阅和验证数据，省去了繁琐的手动核查步骤[14]。此外，区块链技术进一步革新了审计结果的生成与保存方式。审计结束后，系统会根据预设的标准生成详尽的审计报告，并利用区块链的特性，将其加密存储，确保报告的完整性和完整性不受任何修改，增强了审计结果的可信度。

6.3. 实时审计与监控

传统电子商务的财务审计模式正面临着一场由区块链技术引领的重大变革。过去的审计方法往往依赖于被审计方提交的滞后财务报表或繁琐的手动数据挖掘，效率低下且数据可靠性存疑。区块链技术的革新性在于其构建的分布式账本系统，它将每笔交易的实时更新和精确记录无缝整合，所有参与者都能透明访问[15]。这种新型审计环境赋予了审计员前所未有的实时监控能力，他们不再受限于周期性的报告或繁琐的数据检索，可以直接获取并分析关键的财务动态。借助区块链平台，审计员能够即时查阅交易记录、资金流转、订单处理等重要信息，确保财务活动的公正和精确。一旦发现潜在问题或违规行为，审计员能迅速反应，即时发出警告，甚至深入调查，有效地预防和减小财务风险的发生，实现了财务审计效率和精准度的显著提升。

7. 小结

区块链技术在电子商务财务审计和风险管理中的应用具有潜在和现实的效益。区块链的核心特征——分布式账本、不可变记录和智能合约——为提高审计的准确性、透明度和效率提供了有效的技术手段。在提高数据安全性、减少审计过程中的人为错误、提高操作透明度等方面，区块链技术显示出其独特的优势。通过实施区块链技术，可以优化风险识别、评估和控制策略，从而增强电子商务环境中的风险管理能力。尽管存在技术上的挑战和实施上的困难，但区块链技术在电子商务财务审计和风险管理领域仍显示出显著的应用前景，值得进一步探索和发展。

参考文献

- [1] 符文聪. 基于区块链技术优化企业财务审计的研究[J]. 中国农业会计, 2023, 33(19): 58-61.
- [2] 季娅婕. 区块链技术在上市公司财务审计中的应用[J]. 中小企业管理与科技, 2021(27): 75-77.
- [3] 孙雪茹. 基于区块链技术的电子商务企业供应链成本控制研究——以京东商城为例[J]. 商业经济, 2020(4): 99-101.
- [4] 陈懿文. 区块链技术在企业财务管理与审计中的应用研究[J]. 商业故事, 2020(21): 55-56.

- [5] 檀礼连. 区块链技术对会计及审计领域的影响研究[J]. 山西财政税务专科学校学报, 2020, 22(2): 46-48.
- [6] 侯新, 王丹妮. 基于区块链技术的会计信息失真原因及对策探讨[J]. 对外经贸, 2020(8): 82-84.
- [7] 王芙蓉. 区块链技术对注册会计师审计的影响及其风险防范[J]. 中国市场, 2021(33): 168-169.
- [8] 陈丽娜. 基于“一带一路”视角下的区块链技术在会计领域的应用研究[J]. 审计与理财, 2020(11): 44-45.
- [9] 刘智慧. 基于区块链技术的电商企业内部审计风险及控制[J]. 广西经济, 2023, 41(3): 90-95.
- [10] 曹翠珍, 郭宏峰. 基于区块链技术的审计行业发展研究[J]. 商业会计, 2019(10): 90-92.
- [11] 吴焯. 基于审计证据的区块链持续审计与传统审计的对比研究[J]. 会计师, 2020(11): 58-59.
- [12] 丁淑芹, 李姿含. 财务共享模式的内部审计研究——信息技术风险识别与应用视角[J]. 会计之友, 2020(20): 15-20.
- [13] 赵建辉. 区块链技术对我国财务管理及审计领域影响的研究[J]. 中国注册会计师, 2019(11): 95-100.
- [14] 梅叶. 基于智慧港口物流的财务审计业态特质与区块链技术治理[J]. 交通财会, 2023(1): 72-78.
- [15] 吴花平, 刘自豪. 基于区块链技术的碳排放审计模型构建与研究[J]. 财务与会计, 2022(15): 60-63.