

区块链技术 in 物流供应链发展中的应用研究

吴玫林

南京林业大学, 经济管理学院, 江苏 南京

收稿日期: 2024年2月28日; 录用日期: 2024年3月11日; 发布日期: 2024年5月7日

摘要

在区块链高速发展的今天, 物流供应链也飞速繁荣发展, 快捷的物流服务有效促进了电商行业发展。区块链通过提供去中心化的公开透明账本和智能合约, 能够打破信息不对称, 帮助物流企业提高运输效率和安全性, 从而为物流行业提供强有力的技术支撑。本文通过阐述区块链技术概念及特点, 同时结合其在物流供应链的具体影响路径, 然后从冷链物流、危化品物流、外贸物流信息处理和反向物流等方面对区块链技术在物流行业的影响进行分析, 以期丰富相关研究, 助力物流企业高质量发展。

关键词

区块链, 物流, 供应链

Research on the Application of Blockchain Technology in the Development of Logistics Supply Chain

Meilin Wu

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

Received: Feb. 28th, 2024; accepted: Mar. 11th, 2024; published: May 7th, 2024

Abstract

In today's high-speed development of blockchain, the logistics supply chain is also soaring and booming, and fast logistics services promote the development of the e-commerce industry. Blockchain provides decentralized open and transparent ledger and smart contract, which can break the information asymmetry and help logistics enterprises to improve the transportation efficiency and safety, thus providing strong technical support for the logistics industry. This paper analyzes

the impact of blockchain technology in the logistics industry by elaborating the concept and characteristics of blockchain technology while combining its specific impact path in the logistics supply chain, and then analyzes the impact of blockchain technology in the logistics industry from the aspects of cold-chain logistics, hazardous chemicals logistics, foreign trade logistics information processing, and reverse logistics, with a view to enriching the related research.

Keywords

Blockchain, Logistics, Supply Chain

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

随着互联网经济在我国快速发展，作为新技术的区块链技术也得到了众多学者的关注。自 2013 年以来，电商行业蓬勃发展，我国物流市场飞速壮大，我国成为世界上最具影响力的物流大国。区块链技术因其去中心化的特点，减少了物流业交易过程中的信息不对称问题，有效实现物流行业降本增效，提高物流企业经营质量，促进物流行业深度融合和健康发展。纵观国内外对区块链的研究，大多集中在其对银行业、数字加密货币和智能合约上的研究，忽视了其对物流业供应链的影响，本文以区块链技术为着眼点，研究其在物流供应链的应用与前景。

2. 区块链技术

2.1. 区块链概念

区块链技术最早产生于 2008 年，经历过三次发展，从刚开始以比特币为中心的电子现金系统成为现在商业化使用的区块链技术 3.0。其中第一阶段区块链作为数字货币交易平台系统，主要可以实现数字货币快速交易并去除第三方监督；第二阶段则是增加智能合约功能，减少合同签订壁垒；第三阶段则是区块链技术去中心化的数字系统渗透人机交互的方方面面，从而建构全球性的网络[1]。目前我国正处于第一阶段，正向第二阶段发展。

作为一种计算机应用模式，区块链的本质是一种公开透明的、去中心化的数据库，其中包含一连串密钥和与之关联的数据块。每个数据块中都包含网络交易的信息代码[2]。公开透明指的是数据库内所有账本数据皆有全部用户参与监督。去中心化指的是没有第三方参与监督，其中数据皆为真实可靠的，每一次交易内容记录都可以由参与者访问和更新。

区块链主要包括了非对称加密算法、共识机制、分布式账本和智能合约等内容。区块链的非对称加密指的是其使用加密密钥对每个使用者的地址和交易过程进行独特的监督，节点与地点的不同共同构成完整的交易账目的记账方式。共识机制指在加密过程后在数据块节点上对交易信息进行广播时，所有记账节点根据共识机制记录交易信息，确保所有通过共识验证的交易记录真实有效并不能被篡改。分布式账本指两个方面，分别是交易数据的分布式存储和记录，多个节点在不同地址完成对交易账目记录的存储过程。物流企业使用分布账本进行交易数据存储的流程如图 1 所示。智能合约同时对上述三种机制进行保证，实质是对数据真实性进行检验后的合法规则与条款。

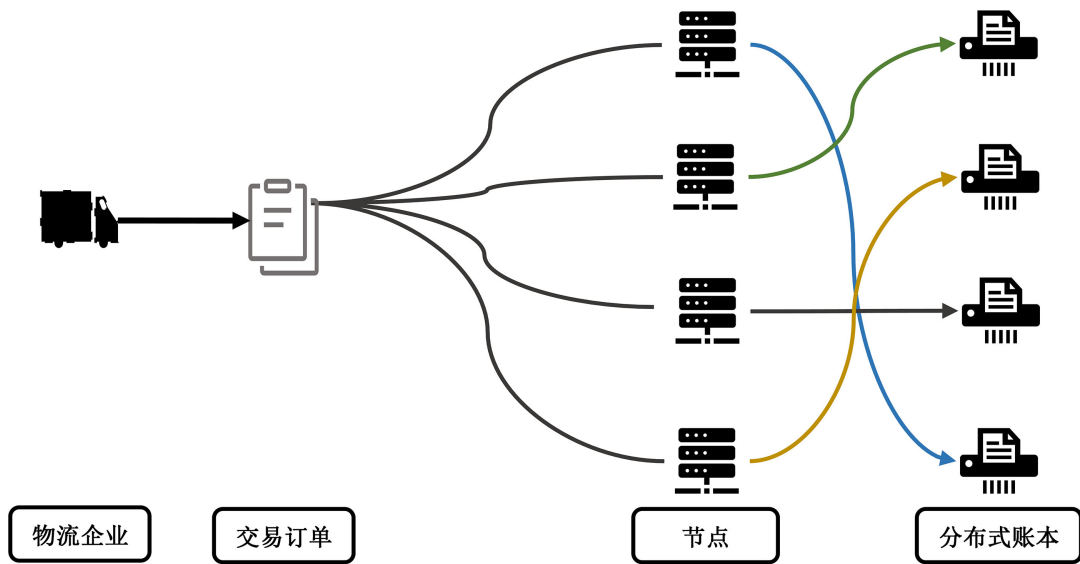


Figure 1. Logistics enterprise transaction data storage process
图 1. 物流企业交易数据储存流程

2.2. 区块链技术在物流业的应用

当前许多物流业的参与者都无法实现直接信息交流，而如果引入区块链交易模式，仓储物流行业参与者共同维护一个去中心化的公开透明账本，能帮助物流业减少成本浪费。物流业的区块链技术使用模式如图 2 所示。

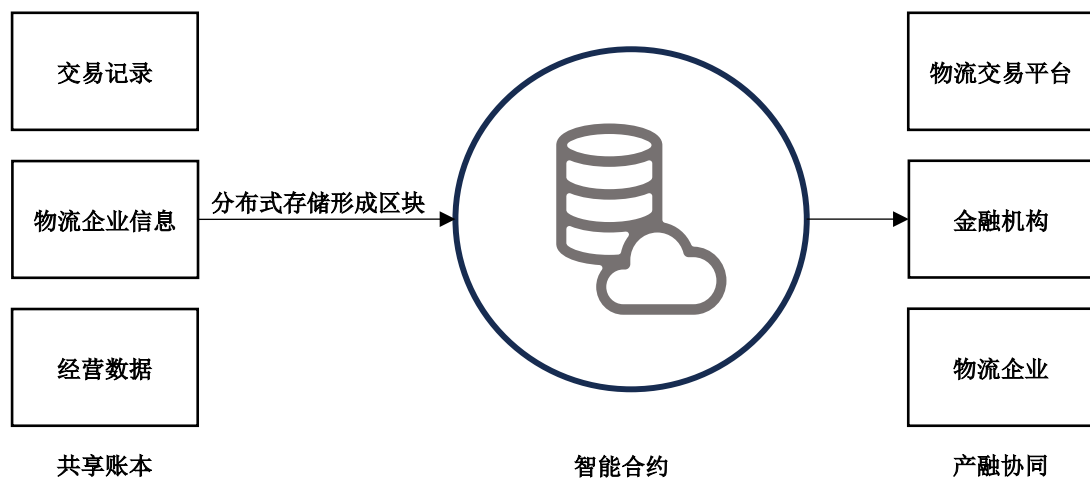


Figure 2. Blockchain technology in the logistics industry
图 2. 区块链技术在物流业的应用

非对称加密算法与时间戳共同作用，确保区块链中交易对象的地址隐蔽和交易具体信息的安全性。在物流行业中，既可以保护交易者的隐私安全，也可以保证物流商品的真实和可溯源性，在固定时间戳的限制下，物流产品的具体信息无法随意更改，能帮助物流业避免产品质量问题和信息不对称引起的不正当竞争问题。

分布式账本帮助实现物流行业的“去中心化”。在物流业中的应用能将行业中的内部数据分散于多

个节点，仓储与物流的线路都独自运营，同时对共同账本参与程度公平合理，维护物流系统的安全性的同时完美的共享了备份好的物流数据。

共识机制在物流业的应用场景主要在电商行业中，网购买家在进行购买商品的操作后，共识机制的点对点信息传输即时性能帮助物流信息实时更新在区块中，帮助消费者实时掌握物流信息。智能合约是没有第三方监督和操控的情况下，凭借交易代码实时生成的交易合约。物流业参与者在区块上的交易则更加方便快捷，提高了交易的安全稳定性，减少了物流企业的成本，有效促进整个行业发展。

3. 我国物流业发展现状及主要问题

3.1. 发展现状

近年来，我国物流业繁荣发展。截至 2013 年，中国物流市场规模已经超越美国，成为全球最大的物流市场。据中国物流统计年鉴数据，全国社会物流总额在 2013 年的 197.8 万亿元基础上，于 2023 年达到 352.4 万亿元，实现了年均复合增长率 10% 的显著突破。全国社会物流总费用在同期从 2013 年的 10.2 万亿元增至 2023 年的 18.2 万亿元，年复合增长率达 7.91%，充分体现了我国物流行业强大的需求能力和潜在的巨大发展潜力。在 2013 年至 2023 年的时段内，我国物流效率稳步提升，其中我国物流总费用与国内生产总值(GDP)的占比从 18% 下降至 14.9%，物流成本得到一定程度的降低[3]。尽管我国物流效率总体上有所提升，与发达国家相比仍存在一定差距，因此我们应积极寻找造成这一差距的原因，并找到缩小差距的途径，推动我国从物流大国向物流强国的转变。

3.2. 主要问题

截至 2023 年，我国已在铁路货物发送量、铁路货物周转量、公路货运量、港口吞吐量、集装箱吞吐量、以及快递流量等六个方面取得全球领先地位，而民航货运量亦位列世界第二。尽管我国已然成为物流业的超级大国，但仍未达到世界级物流强国的水平，其物流绩效尚显不尽理想，且在物流业发展过程中仍存有多方面问题[4]。

首先，我国面临着物流成本居高不下、运输效率低、集约化水平不足、产业支持力不够的问题，而在诚信、标准、人才、安全、环保等“软实力”方面存在差距，这些问题构成了我国与现代化物流强国之间的差异。其次，我国物流整体市场环境风险较高，众多小型物流企业相互竞争压力巨大，导致各物流企业利润较低，经营时间较短，无法适应时代的步伐。最后，我国普遍存在地方性保护、诚信体系缺失等不当的竞争行为，同时资金和人才相对匮乏，创新驱动的内生机制不健全，以及物流业的监督管理实施不全面，这些因素均成为阻碍我国物流业的发展的问题。

4. 区块链结合供应链在物流业的多方合作应用

4.1. 供应链概述

供应链与物流业密切相关，构成了现代商业运作的重要组成部分。供应链管理的目标是协调和整合从原材料生产到最终产品交付的各个环节，以满足客户需求并提高整体效率。与此同时，物流负责实际物品的运输和仓储环节，是供应链中的关键活动之一。

供应链是一个广泛的概念，覆盖了产品或服务从初始阶段到最终用户之间的所有流程和活动。这包括原材料采购、生产制造、物流配送、库存管理、销售和售后服务等环节。供应链管理的目标是优化这些环节，以实现资源的高效利用、成本的降低以及服务水平的提升。

物流是供应链的一个重要组成部分，牵涉到产品在供应链中的流动和储存。从原材料采购到最终产品交付，物流负责在不同节点之间进行运输、仓储、包装和配送等活动。物流的高效运作对于供应链的

整体表现至关重要，因为它直接影响产品的可及性、交付时间和成本。

供应链与物流密切合作，通过共享信息和协同决策来实现更高水平的效率和灵活性。供应链中的各个环节都需要及时、准确地传递信息，以确保整个系统的协同运作。物流的及时配送和准确的库存管理直接影响供应链的客户服务水平和整体竞争力[5]。

4.2. 冷链物流

冷链物流与普通物流不同，其运输的产品多对运输条件有严苛的限制，物流要求更高的时效性，这对物流各方之间的信息交互效率和运输环境提出了高要求。在运输环境的温度与湿度识别方面，区块链技术可以透过智能传感器和物联网设备实时监测冷链物流中的关键环境参数，如温度和湿度。这些数据会作为无法篡改且透明的历史记录被记录在区块链上，确保了冷链物流过程中的环境被合理控制，同时为监管部门和相关利益方提供可信的数据。在供应链各方信息交互方面，区块链建立了一个去中心化的、可共享的数据平台，参与方能够实时共享温度数据、货物状态和位置等信息[6]。这种实时信息共享有助于及时发现潜在问题，例如货物滞留、温度异常等，很大程度上减少了信息不对称问题，从而能够采取迅速的措施以确保货物质量，也减少了对人工干预的依赖，降低了错误和延误的风险。

此外，区块链技术为冷链运输产品提供了全程可追溯性，记录了产品从生产源头到最终用户手中的每一个关键节点。这意味着所有的资金交易和产品物流信息都被公开记录在不可篡改的账本中，消费者能够准确追溯食品或药品的来源、生产日期、运输历史等信息[7]。这也有助于防范假冒伪劣品，确保冷链物流中运输的产品的真实性和安全性。在库存管理过程中，区块链技术可以实现实时库存追踪和管理，确保冷链物流中的库存水平得到有效控制。通过智能合约，库存水平低于某个设定的阈值时，系统可以自动触发重新订购流程，确保库存的及时补充，从而避免了货物过期或供不应求的情况。

通过以上方式，区块链技术通过供应链为冷链物流提供了更高效、更安全、更可追溯的解决方案，有利于解决物流行业纸质运单运输效率低、发票与支付管理不便等问题，有望提高冷链物流的整体运作效率和质量管理水平。

4.3. 区块链技术在外贸物流信息处理上的应用

外贸物流信息处理是指在国际贸易中，对涉及到商品的运输、仓储、清关、结算等一系列流程中相关信息的采集、传递、存储和处理[8]。其中包括货物的实时位置、状态、质量信息、支付信息、关税报关等。外贸物流信息处理的效率和准确性直接影响到货物的流通、支付、合规性等方面。对比一般的国内物流，外贸物流涉及的参与方较多。在一次交易中，至少包括货物供应商、外贸公司、国税局、海关、货运代理公司、货物运输公司等多个主体节点。外贸交易涉及跨境货物流通，常具有固定流程，各个主体节点使用各自独立的数据中心，运输过程中经常有频繁的信息沟通和处理。冗杂的信息交换流程不仅会浪费大量资源，还会带来较高的传递和处理成本。区块链技术可以很好的弥补外贸物流的薄弱环节，其具有共享账本，可以将外贸过程中生成的所有信息上传至公共数据库，各节点之间可以实现点对点的自由信息传输[9]。一旦信息发生变更，变更信息也将实时上传到公共数据库，有效避免了重复的信息传递和信息处理，从而避免了外贸物流信息处理成本过高的问题。

4.4. 危险化学品物流

当前，我国危险化学品运输主要有区域广、线路多和监管难的问题，危化品的运输涉及了我国各个省份，经过区域数量众多，同时运输公路交通主体多为社会车辆，情况复杂，这也导致了危化品运输的监管常常为事后监管，未能在事前有效规避风险。而区块链技术中的智能合约能够实时监控危化品运输的状态、位置和参与者信息，自动更新、查询和支付，以确保合规性和减少人为错误的发生。

同时，区块链技术为危化品提供了全程可追溯性，记录了产品从制造到运输的每一个关键节点。消费者和监管机构能够通过区块链追溯系统准确获取危化品的来源、运输历史和相关证书。区块链技术提供了安全、去中心化的存储方式，确保危化品物流中的危化品运输证书和卫生许可证不易被篡改。区块链技术的溯源特性能够帮助迅速定位事故发生的地点和原因。在发生危化品泄漏或事故时，可以通过区块链系统精确记录事发地点、时间，有助于及时采取应急措施。

4.5. 反向物流和售后服务

区块链技术在反向物流和售后服务领域提供了一系列优势，主要涉及到信息透明性、自动化执行、可追溯性等方面。在售后服务中，区块链通过建立可追溯的商品流通链条，记录商品从生产到售后的整个过程，企业可以更容易地追踪和处理退货、维修或替换商品，同时消费者也能够清晰地了解商品的处理过程。区块链中的智能合约可以规定退货、退款、维修等售后服务的条件。一旦满足了设定的条件，智能合约将自动执行相应的操作，如释放退款、触发维修流程等。区块链的不可篡改性确保了售后服务的透明和公正。所有的售后服务记录都被记录在不可篡改的区块链上，任何人都无法擅自修改。通过智能合约，系统能够自动识别退货、废品、维修件等商品，在发生质量问题时，区块链的可追溯性帮助企业快速定位问题根源。企业可以通过区块链系统检查受影响的产品和相关批次，从而更加迅速、准确地进行召回或替换。

区块链中的智能合约还可以根据售后服务的具体条件自动计算费用，如维修费用、退货费用等。这提高了费用计算的透明度，减少了争议和纠纷。支付也可以通过智能合约自动完成，提高了支付的效率和准确性；区块链技术可以追踪和管理废弃物的处理过程。通过记录废弃物的来源、分类和处理方式，可以更好地实现环保的废弃物管理。这对企业履行社会责任和满足环保法规要求具有重要意义。

5. 总结

区块链技术作为当下最热门的新兴技术之一，为物流业的发展带来了新的契机。纵观国内外学者对区块链的研究，大都集中在加密货币和银行行业的研究，忽视了对物流行业及其各个领域的具体应用场景进行分析。本文基于区块链技术分布式存储的技术特点和物流行业的发展现状，介绍了非对称加密算法、共识机制、分布式账本和智能合约在物流供应链中的具体应用路径，并通过分析其在多种物流行业领域的应用场景阐述了区块链技术的适用性。研究发现：区块链技术结合供应链解决了信息不对称、信息篡改和信息延时等问题，搭建的物流信息平台可以实时监控特殊类型物流产品状态，同时完善了企业的库存管理和销售售后服务等活动环节，极大的降低了企业运营成本，形成了全新的商业生态模式，为物流供应链数字化智能化转型赋能。

然而，不可否认的是，我国区块链技术结合物流业的发展时间短、经验不足，并且区块链技术存在面对大批量数据处理反应慢、信息保护与数据共享不协调等在场景应用方面的缺陷。

据此，本文提出如下建议：未来物流企业还需不断加强区块链信息平台建设，挖掘区块链技术与物流供应链融合潜力，破除现有发展阻碍，驱动物流供应链的创新发展。外贸物流信息管理方面，搭建并完善区块链去中心化平台，将所有运输节点参与者纳入其中，确保系统协同运作；在冷链物流和危化品物流方面，加大事前监管的力度，同时优化运输线路，提倡专车专线，提高运输效率，实现线上线下融合和协同管理；在售后服务和反向物流领域，科学设定智能合约执行条件，优化库存和废弃品管理。

综合来看，我国物流业的繁荣发展为区块链的应用提供了基础条件，区块链结合供应链在物流行业为实现更高效、更透明、更可信赖的供应链管理提供了创新的解决方案。这些优势有望推动物流行业的数字化转型，提高整个物流运输行业生态系统的运作效率。相信未来在众多专家学者的努力下，能够填

补区块链的行业标准空白，优化区块链技术的应用路径，帮助物流行业实现质的飞跃。

参考文献

- [1] 郑磊. 去中心化金融和数字金融的创新与监管[J]. 财经问题研究, 2022(4): 65-74.
- [2] 李小莉, 陈国丽, 张帆顺. 系统视角下基于“区块链 + 物联网”的农业供应链金融体系构建[J]. 系统科学学报, 2023, 31(1): 78-82+88.
- [3] 中国物流与采购联合会. 中国物流年鉴(2023) [M]. 北京: 中国财富出版社, 2023: 102-112.
- [4] 刘浩华, 陈秀玲. 环境规制、创新与物流业发展水平[J]. 当代财经, 2022(6): 100-110.
- [5] 楼永, 常宇星, 郝凤霞. 区块链技术对供应链金融的影响——基于三方博弈、动态演化博弈的视角[J]. 中国管理科学, 2022, 30(12): 352-360.
- [6] 倪卫红, 陈太. 基于区块链的生鲜农产品冷链物流集成化服务平台研究[J]. 江苏农业科学, 2021, 49(23): 207-212.
- [7] 刘祥希. 区块链技术视角下生鲜食品冷链物流的发展模式及其策略研究[J]. 物流工程与管理, 2021, 43(5): 27-29.
- [8] 李向红, 陆岷峰. 基于跨境电商场景下供应链金融中区块链技术应用研究[J]. 金融理论与实践, 2023(6): 51-59.
- [9] 肖程琳, 李姝萱, 胡敏思, 等. 区块链技术在食品信息溯源中的应用研究[J]. 物流工程与管理, 2018, 40(8): 77-79.