

# 区块链技术在供应链管理中的应用探讨

辛悦新

中车青岛四方机车车辆股份有限公司 山东 青岛 266111

**摘要：**区块链技术与供应链管理高度适配，其去中心化、不可篡改、透明可追溯及智能合约等特性，可解决传统供应链信息不对称、数据不安全等问题。在产品溯源、供应链协同、供应链金融等场景应用广泛，能提升供应链透明度与信任度、运营效率，增强安全性与风险管理能力。然而，其应用也面临技术瓶颈、标准不统一、成本与隐私保护等挑战。可通过采用联盟链、制定统一标准、借助云计算及隐私计算技术等策略应对，以推动其在供应链管理中的广泛应用。

**关键词：**区块链；供应链管理；供应链金融；技术应用

引言：在全球化与数字化深度融合的当下，供应链管理面临着信息不透明、协同效率低、安全风险大等诸多挑战，传统管理模式已难以满足日益复杂的业务需求。区块链技术凭借去中心化、不可篡改、透明可追溯以及智能合约等核心特性，为供应链管理带来了全新的变革契机。它不仅能实现供应链信息的实时共享与精准追溯，提升各参与方之间的信任度，还能通过自动化流程提高运营效率，增强供应链的抗风险能力。然而，区块链技术在供应链管理中的应用并非一帆风顺，仍面临技术瓶颈、标准不统一、成本与隐私保护等诸多问题。深入探讨其适配性、应用场景、优势及挑战，对推动供应链管理的创新发展具有重要意义。

## 1 区块链技术与供应链管理的适配性分析

区块链技术所具备的一系列核心特性，使其与供应链管理的复杂需求实现了高度契合，为供应链管理带来了全新的变革思路与解决方案。（1）去中心化特性是区块链技术与供应链管理适配的关键基础。在传统供应链模式中，高度依赖中心化机构来进行信息的传递与管理，这不仅增加了信息传递的环节与成本，还导致信息在流转过程中容易失真。同时，中心化机构一旦出现问题，整个供应链的信息系统就可能面临瘫痪风险。而区块链技术的去中心化特性，让供应链中的各参与方，包括供应商、制造商、分销商、零售商等，都作为平等的节点共同维护账本。通过这种方式，实现了信息的分布式存储和共享，各参与方能够实时、准确地获取所需信息，大大减少了信息不对称问题。而且，由于不存在单一的中心节点，单点故障风险得到有效降低，供应链的稳定性和可靠性得到显著提升。（2）不可篡改性为供应链数据的真实性和完整性提供了坚实保障。区块链采用先进的密码学算法和严格的共识机制，确保数据一旦被

写入区块链，就如同被“锁”在了一个安全的容器中，无法被恶意篡改。在供应链管理过程中，数据的真实性和完整性至关重要，它关系到交易的安全性、产品质量追溯的准确性以及责任认定的公正性。区块链的不可篡改性使得供应链上的每一笔交易记录、物流信息等都真实可靠，为后续的交易溯源和责任认定提供了可靠的依据。（3）透明可追溯性是区块链技术赋能供应链管理的又一重要优势。供应链上的每一笔交易和物流信息都会被详细记录在区块链上，并且授权节点可以随时进行查询。这使得产品从原材料采购、生产加工、运输配送，一直到最终销售给消费者的全流程都能够实现清晰追溯。一旦产品出现问题，企业可以迅速定位问题环节，及时采取措施，降低损失。（4）区块链的智能合约功能能够根据预设条件自动执行合同条款，如自动结算货款、自动触发库存预警等。这极大地减少了人工干预和操作失误，提高了供应链协作效率，降低了运营成本<sup>[1]</sup>。

## 2 区块链技术在供应链管理中的具体应用场景

### 2.1 产品溯源与防伪

在产品溯源与防伪领域，区块链技术展现出强大的优势，可实现对产品全生命周期的精准无误记录与高效追踪。（1）以食品行业为典型案例，在农产品种植初始阶段，借助物联网设备，将种植基地的温度、湿度、土壤成分等环境数据，以及农药使用记录、采摘时间等关键信息，实时采集并写入区块链。进入加工环节，详细记录加工企业的资质信息、采用的加工工艺、权威的质量检测报告等数据。物流运输过程中，通过定位系统和传感器，实时上传运输车辆的位置、车厢内的温湿度、运输时长等信息。至销售环节，记录零售商的具体信息和销售时间。（2）消费者只需扫描产品上的二维码，便能便捷查询区块链上存储的完整溯源信息，轻松验证产

品真伪与质量。这种全流程溯源机制，不仅能有力打击假冒伪劣产品，在食品安全事件突发时，还可快速定位问题源头，大幅降低召回成本和品牌声誉损失。如沃尔玛与IBM合作，运用区块链技术对芒果和猪肉溯源，将溯源时间从数天锐减至几秒。

## 2.2 供应链协同与智能合约

区块链技术为供应链各参与方提供了一个可信的协同平台，通过共享区块链上的实时数据，实现高效协作。在采购环节，供应商、制造商和采购商可以在区块链上实时查看订单状态、库存信息和物流进度，避免信息滞后导致的库存积压或短缺。智能合约的应用进一步提升了协同效率，当满足预设条件时，智能合约自动执行相应操作。例如，当制造商确认收到供应商的原材料并验收合格后，智能合约自动触发付款流程，将货款从制造商账户转移到供应商账户，减少了传统结算方式中的人工审核和转账延迟。在物流配送中，智能合约可以根据货物的送达时间和完好状态自动向物流公司支付运费，同时当货物出现延迟或损坏时，自动触发赔偿机制。这种自动化的协同模式降低了沟通成本和信任成本，提高了供应链的响应速度<sup>[2]</sup>。

## 2.3 供应链金融与信用管理

区块链技术为供应链金融领域带来了创新，有效解决了中小企业融资难的问题。传统供应链金融中，由于信息不对称，核心企业的信用难以传递到上下游中小企业，导致中小企业融资渠道狭窄、成本高。区块链技术通过将供应链上的交易数据、物流信息、合同等记录在链上，形成不可篡改的信用凭证。金融机构可以基于区块链上的真实交易数据，评估中小企业的信用状况，为其提供更便捷的融资服务，如应收账款融资、存货质押融资等。例如，中小企业将与核心企业的应收账款信息上传至区块链，形成数字债权凭证，该凭证可以在区块链上拆分、转让，金融机构根据凭证为中小企业提供贷款，核心企业则承担最终付款责任。这种模式不仅提高了融资效率，还降低了金融机构的风险。同时，区块链技术还能对供应链上的企业信用进行动态管理，根据企业的交易行为和履约情况调整信用评级，促进供应链生态的健康发展。

## 3 区块链技术在供应链管理中应用的优势

### 3.1 提升供应链透明度与信任度

区块链技术凭借其独特的分布式账本与数据不可篡改特性，为提升供应链透明度与信任度开辟了全新路径。在传统供应链模式下，各参与方往往因信息壁垒和信息不对称问题，难以获取全面、真实的信息，进而影响合作效率与质量。（1）而区块链的分布式账本实现

了信息的实时共享，每个节点都能平等地查看链上的数据。同时，数据一旦上链便无法被恶意篡改，且其修改需经过多数节点的严格共识，这从技术层面确保了数据的真实性与可信度。这种高度的透明性，让供应链各参与方能够清晰了解彼此的业务流程与状态，有效消除了猜忌与不信任。（2）以跨境供应链为例，买卖双方、物流商、海关等多方借助区块链共享单据信息，从根本上避免了单据伪造和信息不一致的情况，大幅提高了跨境贸易的效率，增强了各方之间的信任，为构建更紧密、高效的供应链合作关系奠定了坚实基础。

### 3.2 提高供应链运营效率

区块链技术借助自动化与智能化手段，为供应链运营效率的提升带来了质的飞跃。其中，智能合约的应用堪称关键创新。它能够依据预设条件自动执行合同条款，将以往繁琐的人工处理单据、审核流程等工作实现自动化操作。这不仅大幅削减了时间和人力成本，还显著降低了操作失误率。以传统跨境物流结算为例，多方审核单据的流程极为繁琐，耗时数天之久，而基于区块链的智能合约可在货物抵达后自动完成结算，结算时间瞬间缩短至几分钟。此外，区块链所具备的实时数据共享特性，让供应链各环节得以紧密协同。各方能基于实时信息精准把握需求动态，有效减少库存积压与缺货状况的发生。通过科学精准的需求预测以及高效有序的物流调度，供应链的整体响应速度大幅提升，资源也能得到更合理的配置与利用，进而推动供应链运营效率迈向新的高度。

### 3.3 增强供应链安全性与风险管理能力

区块链技术凭借先进的加密算法与严谨的共识机制，为供应链数据安全构筑了坚固防线。其加密处理确保每个节点的数据都处于严密保护之下，仅授权用户能够访问，有效防止了企业商业机密的泄露以及数据被恶意篡改，为供应链稳定运行提供了基础保障。（1）在风险管理领域，区块链的全流程追溯能力优势尽显。一旦某批原材料出现质量问题，企业可借助区块链迅速追溯到该批次原材料的供应商、采购时间、使用情况等关键信息，及时采取隔离措施，将问题影响控制在最小范围，避免问题扩散引发更大损失。（2）区块链技术还能用于供应链网络的风险预警。通过实时监测链上数据，当出现物流延迟、库存骤减等异常情况时，系统可自动发出预警信息，使企业提前做好应对准备，从而有效提升供应链的抗风险能力，保障供应链的稳健发展。

## 4 区块链技术在供应链管理应用中面临的挑战与解决策略

### 4.1 技术瓶颈与性能问题

当下，区块链技术在供应链管理应用中遭遇了若干技术瓶颈，突出表现为吞吐量受限、交易确认迟缓以及能耗居高不下。在公有链场景中，这一问题尤为显著，像比特币网络每秒仅能处理约7笔交易，以太坊网络每秒处理量也不过15-30笔交易。如此低效的交易处理能力，根本无法契合大规模供应链对高频交易的迫切需求。为突破这一困境，可采取针对性举措。采用联盟链或私有链架构，通过减少节点数量，提升交易处理速度。积极研发并应用区块链分层技术，如Layer2解决方案，把部分交易处理转移至链下，从而减轻主链的承载压力。此外，对共识机制进行优化，选用实用拜占庭容错（PBFT）等高效共识算法，有效缩短交易确认时间，降低能源消耗，为区块链技术在供应链管理中的广泛应用扫除障碍。

#### 4.2 标准不统一与系统对接困难

供应链生态复杂，横跨多个行业，众多企业参与其中。由于各企业发展历程、业务模式不同，其信息系统架构和数据格式存在显著差异。与此同时，当前区块链技术在供应链领域尚未形成统一的行业标准，这就像在不同语言体系下交流，使得不同区块链平台之间难以实现顺畅的互联互通。企业在尝试系统对接时，不得不投入大量的人力、物力和时间进行定制化开发，导致对接成本居高不下。为破解这一难题，行业协会和企业应携手共进。共同制定统一的区块链供应链应用标准，涵盖数据格式、接口规范、安全协议等关键方面，为行业发展提供清晰的指引。积极推动跨行业、跨企业的区块链联盟建设，促进不同平台间的互操作性。此外，加大技术研发投入，开发标准化的区块链中间件和接口工具，降低企业系统对接的难度与成本，实现供应链数据的无缝流转<sup>[3]</sup>。

#### 4.3 成本问题与隐私保护平衡

区块链技术在供应链领域的应用面临着成本与隐私保护的两难局面。在成本方面，其部署、维护及升级涵

盖硬件设备购置、软件开发定制、人员专业培训等多个环节，对于资金实力相对薄弱的中小企业而言，无疑是一笔沉重的负担。为缓解这一状况，可借助云计算模式，利用云服务商提供的区块链即服务（BaaS）平台，企业无需大规模购置硬件，从而减少前期投入。此外，政府和行业组织也应发挥积极作用，出台针对性扶持政策，给予中小企业资金补贴和技术指导。而在隐私保护上，要在数据透明度与隐私保护间寻求平衡。可运用隐私计算技术，如零知识证明、同态加密等，在确保不泄露具体数据的前提下，实现数据的验证与共享。同时，合理规划区块链的访问权限，严格限定企业敏感信息的查看范围，仅授权方能够访问，以此全方位保护企业的商业隐私。

#### 结束语

区块链技术与供应链管理的深度融合，展现出巨大的适配性与应用潜力。从产品溯源、协同合作到金融创新，它为供应链带来了透明度、效率与安全性的显著提升。然而，实际应用中仍面临技术瓶颈、标准不统一、成本与隐私保护等挑战。但通过采用联盟链、制定统一标准、借助云计算及隐私计算技术等策略，这些难题正逐步得到解决。展望未来，随着技术的持续创新与完善，区块链有望进一步打破供应链各环节的信息壁垒，优化资源配置，推动供应链管理向更加智能化、高效化、安全化的方向发展，为全球供应链的稳定与升级注入强大动力。

#### 参考文献

- [1] 丁锦城,吴清烈.食品供应链基于区块链的溯源体系研究评述与展望[J].食品与机械,2021,37(2):72-77.
- [2] 任立肖,宋宣,张丽,等.区块链视角下食品供应链多方演化博弈模型[J].食品与机械,2021,37(11):232-239.
- [3] 谢泗薪,胡伟.基于区块链技术的供应链融资服务平台构建研究[J].金融与经济,2020(01):85-90.