# 利用区块链技术实现冷链食品运输全程追溯与安全控制的应用研究

赵晓峰
大财源（沈阳）餐饮管理有限公司　辽宁沈阳　110000

**摘　要：**随着全球化与电子商务的迅猛发展，冷链食品运输受到了越来越大的考验，特别是食品安全、运输温控以及信息透明度等问题。传统冷链运输管理模式具有数据不透明，信息篡改，安全监管落后等特点，直接影响到食品的品质以及消费者对食品的信任度。区块链技术由于具有去中心化，数据不可篡改及高度透明等特性而成为了解决上述问题的一种可能技术。本研究旨在探索区块链技术在冷链食品运输中的全程追溯与安全控制应用。通过对区块链在冷链运输中的具体应用方式，温控数据监测，数据安全保障及风险预警机制等方面进行分析，该研究揭示区块链技术对提高冷链物流效率，确保食品安全等方面所发挥的作用。研究结果表明：区块链技术可以有效地实现冷链运输全过程追溯，增强了运输过程数据的安全性与透明度，并具有明显的风险预警与应急响应能力。

**关键词：**区块链技术；冷链食品运输；数据追溯；安全控制

## 引言

区块链通过将数据分布存储于多个节点，并通过加密技术确保数据的不可篡改，为冷链食品运输提供了全新的解决方案。特别是在运输过程中，区块链可以实现温控数据的实时记录和追溯，使得每一环节的数据都能够在保障隐私的前提下公开透明，从而提升运输过程的可控性和监管效率。本研究旨在研究区块链技术在冷链食品运输中的应用，探索其如何实现全程追溯与安全控制，分析其面临的挑战及发展前景。

## 一、理论基础

区块链技术通过实时记录运输过程中的每一环节，确保食品在运输过程中的温度控制和运输条件始终可追溯，极大提升了冷链物流的安全性和效率。

本研究基于区块链技术的核心原理，结合冷链食品运输的特殊需求，构建了分析框架。后续分析将聚焦于三个维度，区块链如何在冷链运输中实现全过程的透明追溯。温控数据监控与区块链技术的结合，保障食品运输过程中温度的稳定性。基于区块链技术的安全控制机制，预防风险并提供及时响应。通过这些维度的分析，可以全面评估区块链技术在冷链食品运输中的应用潜力及其面临的挑战。该框架不仅具有较强的理论依据，也具备很高的实践意义。

## 二、区块链技术在冷链食品运输中的应用

### （一）在供应链管理中的应用模式

在全球经济一体化和供应链管理日趋复杂的背景下，传统供应链模式正面临透明度不高，效率低下和数据不对称的困境。区块链技术应运而生，给供应链带来新的解决思路。基于区块链供应链管理模式采用去中心化特征，连接供应链各环节节点，实时共享和透明化信息。该模型中各参与方可通过智能合约实现自动化交易以保证数据不可篡改性和真实性[1]。特别是冷链食品运输中，区块链技术可以对货物运输中的温度，湿度等关键数据进行实时记录，并且保证全部信息不被篡改，提高运输过程安全性和追溯能力。通过区块链技术和物联网（IoT）相结合，可以进一步提高供应链对信息流通和控制的能力，保障食品的质量和安全。

### （二）基于区块链的冷链运输追溯机制

冷链运输流程的核心要求之一是对食品进行全程追溯。引入区块链技术可实现食品全程流转信息实时记录和溯源。具体地说，当每批食品进入冷链运输系统后，利用物联网设备和区块链相结合的方式，实时向区块链系统上传温度，湿度和运输时间。这些数据会由去中心化网络节点来保存，一旦被记录下来就不能进行篡改。不管运输过程中出现了什么状况，所有的参与方，无论

**作者简介：**赵晓峰（1983.08—），女，汉族，辽宁省沈阳市人，研究方向：食品冷链物流。

是供应商、运输公司、分销商还是最终的消费者，都可以通过区块链平台来查询相关的数据，这样可以确保信息的准确性和透明度。该追溯机制既能增强消费者食品安全信任度，又能为政府监管部门实时有效监管提供手段，降低食品安全事故发生率。

**（三）数据安全与透明性保障机制**

数据安全与透明性是冷链食品运输中极为重要的要素。传统的冷链运输系统往往依赖集中式的数据存储和管理，容易受到系统攻击、数据篡改等问题的影响，导致食品安全无法得到有效保障。而区块链技术通过其去中心化的特性，有效避免了单一节点故障或恶意篡改的风险。在冷链食品运输中，所有的温控数据、运输路径、运输人员信息等都会被实时记录在区块链中。由于区块链的不可篡改性，任何数据一旦写入后，即不可修改或删除，这为冷链运输提供了强有力的数据保障[2]。区块链的透明性使得供应链中的每个环节都能实现信息公开，消费者和监管机构可以随时查询运输过程中各项指标是否符合标准，从而增强了对食品安全的信任。通过智能合约，运输环节的各方不仅可以实现信息共享，还能够自动执行相关的约定条款，进一步提高了数据交换的效率与安全性。

## 三、冷链食品运输中的安全控制机制

**（一）温控数据监测与区块链技术的结合**

冷链食品运输过程中，温度是影响食品质量和安全的关键因素。传统的冷链运输监测方法通常依赖人工记录和集中式数据管理，数据存在延迟和被篡改的风险，难以实现实时温控监测和响应。区块链技术的引入为温控数据监测提供了创新的解决方案。通过物联网（IoT）设备实时监测温度数据，并将这些数据通过区块链进行加密存储，确保了数据的真实性和不可篡改性。每个环节的温度数据都会被加密并写入区块链，这使得数据的所有者无法进行篡改或伪造。这种全程可追溯的温控管理方式不仅提高了食品运输过程中的温度控制精度，也提升了供应链的透明度与信任度。基于区块链的温控数据监测能够实时发现温度异常，并通过区块链网络迅速向相关方发出警报，确保食品能够在最短时间内得到处置，从而最大程度地保障食品安全[3]。

**（二）区块链技术保障运输过程中数据的不可篡改性**

冷链食品运输过程中数据不可篡改是确保食品安全的关键因素之一。传统冷链运输系统数据存储及传输一般都依赖于中心化服务器，易受黑客攻击，系统故障或者人为篡改等因素影响而造成食品安全信息不精确和失真。区块链技术以其去中心化和分布式账本等特点保证数据高度安全。区块链把温度、湿度、运输时间和运输路径这些关键数据以加密方式存储到若干个节点上，只要有篡改这些数据的企图，就能立即被检测出来并且记录下来。所有参与方只能读取区块链上记录的数据，无法进行修改或删除。所以基于区块链构建冷链运输系统可以有效地规避数据篡改和伪造风险并保证数据真实完整。保障食品安全的前提下，区块链技术也为监管机构的监管提供可靠基础，使食品运输的各个环节可追溯并进行审核，促进行业监管效率和透明度。

**（三）风险预警与应急响应机制**

冷链食品运输中的安全控制不仅依赖于温控数据的实时监测和数据的不可篡改性，还需要有效的风险预警与应急响应机制来应对突发状况。区块链技术结合物联网（IoT）设备可以实现实时数据采集与分析，自动监控冷链运输过程中的风险因素，如温度波动、运输延误、设备故障等。当这些因素出现异常时，系统通过区块链技术的智能合约功能可以自动触发应急预警，通知相关方及时采取行动。若温度超出了安全范围，系统会立即向运输公司、仓储方和监管机构发送警报，并提供实时的位置信息与具体情况。区块链的不可篡改性确保了所有的预警数据都被真实记录，无法篡改或删除，形成完整的事故追溯链。通过这一预警与响应机制，能够有效降低食品安全事故的发生率，并提高整个冷链运输过程的应急反应效率。这不仅提升了食品安全管理水平，也增强了消费者对冷链运输体系的信任[4]。

## 四、区块链技术在冷链运输中的挑战与前景

**（一）技术实现的挑战与解决方案**

尽管区块链技术为冷链运输带来了诸多优势，但其在实际应用中仍面临一定的技术挑战。区块链技术的高延迟和低吞吐量是制约其广泛应用的关键问题。特别是在冷链运输中，涉及大量实时数据的采集和传输，区块链的交易处理速度可能无法满足高频次数据流的需求。区块链的能源消耗也是一个不容忽视的问题，尤其是在使用公有链时，其计算资源的消耗较大，可能导致系统的运行成本增加。为了解决这些问题，采用私有链或联盟链作为冷链运输中的区块链技术平台，能够在保证数据安全和隐私的前提下提高交易效率。区块链与物联网技术的融合也是一个重要方向，通过边缘计算和分布式计算技术，可以减少区块链系统的负担，提升整体性

能。通过技术优化和创新，区块链在冷链运输中的应用将逐步克服这些挑战，实现更加高效和可持续的运作模式。

**表1　区块链技术在冷链运输中的挑战与解决方案**

| 挑战 | 描述 | 解决方案 |
|---|---|---|
| 高延迟与低吞吐量 | 区块链交易处理速度无法满足高频次数据流需求 | 采用私有链或联盟链，提高交易效率，减少延迟 |
| 能源消耗 | 公有链计算资源消耗较大，增加系统运行成本 | 选择低能源消耗的区块链平台，优化计算资源消耗 |
| 技术融合问题 | 区块链与物联网结合面临的性能瓶颈 | 融合物联网技术，利用边缘计算和分布式计算提升性能 |

**（二）区块链技术的标准化问题**

区块链技术广泛应用于冷链食品运输过程中，除存在技术挑战之外，标准化等问题也亟待解决。当前世界上区块链技术框架尚未健全，特别是冷链食品运输方面，国家食品安全标准，冷链物流规定等、隐私保护法律等等方面的巨大分歧对区块链技术跨境应用造成阻碍。如各国对于冷链运输温控数据存储及利用需求不一，造成区块链跨境运输信息共享合规性困难。为推动区块链技术得到广泛推广和有效运用，迫切需要建立一个统一的国际标准框架来保障各国、各区域间信息无缝衔接、互操作性强[5]。区块链在使用过程中需要结合食品安全管理和质量控制的相关规定，以保证数据合规性和透明度。随着政府及国际组织对于区块链技术重视程度的不断提高，以及相关标准的不断完善，将会为区块链应用于冷链食品运输奠定更坚实的基础。

**（三）区块链技术在冷链食品运输中的发展趋势**

伴随着科技不断进步与市场需求变化，区块链技术应用于冷链食品运输前景看好。区块链技术与物联网（IoT）的深度整合有望成为冷链物流未来的主要发展方向。通过智能传感器与区块链相结合，在冷链运输过程中温控数据，湿度数据以及其他信息会得到更准确的采集和实时传递，物联网技术能够有效地降低区块链数据处理与存储的负担并提高系统效率。随着人工智能（AI）和大数据技术的应用，区块链不仅能够记录数据，还能通过数据分析与预测优化冷链运输的各个环节。比如通过分析历史数据，智能合约能够自动地调整运输路线或者温控方案以促进物流效率和成本的降低。今后区块链技术应用于冷链运输有利于提高食品安全管理水平和全球冷链食品物流体系智能化、现代化[6]。

## 结论

本研究重点探讨了区块链技术在冷链食品运输中实现全程追溯与安全控制的可行性。随着全球食品供应链的复杂化和消费者对食品安全要求的提高，传统的冷链运输模式已经无法满足现代化需求。区块链技术凭借其去中心化、数据不可篡改和透明性强的特点，为解决冷链运输中数据不透明、温控难以监管和信息不对称等问题提供了有效的解决方案。通过区块链技术，温控数据可以实现实时监控与记录，确保运输过程中温湿度等关键指标符合食品安全规范。同时，区块链的不可篡改性保障了数据的真实性，确保了全程可追溯，增强了消费者和监管部门的信任。

## 参考文献

[1] 王雨洁.食品安全检测中的数据质量控制问题与对策[J].食品安全导刊，2025，(18)：43-45.

[2] 孙传恒，刘庆博，陈枫，等.基于内容提取签名的果蔬区块链追溯数据保护与共享方法[J].农业机械学报，2025，56(06)：47-55+77.

[3] 孙传恒，孙甄真，罗娜，等.基于区块链的食品供应链跨域追溯监管数据共享方法研究[J].农业机械学报，2025，56(06)：33-46.

[4] 宋喆.区块链赋能小微企业食品安全韧性治理：从溯源到信任重构[J].张家口职业技术学院学报，2025，38(02)：61-63.

[5] Pranitha G, Lakshmi V P. A novel approach for ensuring drug safety in the pharmaceutical supply Chain by using IoT devices and blockchain technology[J]. Peer-to-Peer Networking and Applications,2025,18(4):202-202.

[6] 薛冰，张兴隆.区块链技术在跨境物流中的应用与经济效益分析[J].中国储运，2025，(06)：125-126.