

doi:10.3969/j.issn.1005-152X.2021.11.018

# 重大公共卫生事件下基于区块链技术的 冷链物流模式研究

徐秀珍, 吴国林, 陈思祁

(重庆邮电大学 经济管理学院, 重庆 400065)

**[摘要]**重大公共卫生事件的发生对冷链物流企业内外环境产生了显著影响, 现有冷链物流模式暴露出冷链产品难溯源、物流过程难监管、企业信息难共享等一系列问题。区块链与物联网、大数据等技术相结合, 可较为契合地解决冷链物流面临的问题。结合区块链技术信息难篡改、可追溯、可执行智能合约等特点, 从冷链供应链运作的不同层次, 提出基于区块链技术的冷链物流模式, 包括基于区块链技术的相同冷链供应链溯源模式、基于智能合约的相同冷链供应链监管模式、基于共识机制的不同冷链供应链数据共享激励模式等三种应用场景。

**[关键词]**重大公共卫生事件; 区块链技术; 冷链物流模式; 溯源

**[中图分类号]**F252

**[文献标识码]**A

**[文章编号]**1005-152X(2021)11-0102-05

## Research on Cold Chain Logistics Model based on Blockchain Technology in Event of Major Public Health Events

XU Xiuzhen, WU Guolin, CHEN Siqi

(School of Economics &amp; Management, Chongqing University of Posts &amp; Telecommunications, Chongqing 400065, China)

**Abstract:** In this paper, relying on the immutability, traceability and enforceable smart contract of the block chain technology, and from the different levels of cold chain supply chain operation, we proposed a cold chain logistics model based on block chain technology, which included three scenarios of application, namely same cold chain tracing mode based on block chain technology, same cold chain supply chain supervision mode based on smart contracting, and inter-chain data sharing incentive mode based on the consensus mechanism.

**Keywords:** major public health event; blockchain technology; cold chain logistics; traceability

## 0 引言

我国冷链物流行业在突发公共卫生事件时担负着各种生鲜援助物资、医药物资的储存、运输、配送等工作。重大公共卫生事件突发时, 冷链物流行业在保障受灾群众基本生活、支援受灾一线发挥着重要作用。但是, 现有冷链物流模式暴露出产品难溯

源、过程难监管、信息难共享等一系列问题。冷链物流行业的市场状况、社会需求、行业格局等在重大公共卫生事件影响下危与机并存。

近些年来我国冷链物流发展迅速, 冷链物流企业与冷链物流运行过程中信息化水平也在不断提高。王晓丹, 等<sup>[1]</sup>探讨了大数据在水果冷链供应链中的应用。张晏魁, 等<sup>[2]</sup>提出了基于无线射频识别技术

**[收稿日期]**2021-06-22

**[基金项目]**重庆市社会科学规划博士项目(2019BS064); 重庆市教委人文社会科学类规划项目(20SKGH069)

**[作者简介]**徐秀珍(1981-), 女, 河北人, 博士研究生, 重庆邮电大学讲师, 研究方向: 物流网络优化及可靠性分析等; 吴国林(1997-), 男, 重庆邮电大学硕士研究生, 研究方向: 物流管理等; 陈思祁(1981-), 女, 重庆人, 博士, 重庆邮电大学副教授, 研究方向: 网络安全与监管、电子商务等。

的冷链物流智能分拣系统,达到了更好的分拣效果。周强<sup>[3]</sup>构建了基于物联网、云计算技术的智能化综合防控体系等。梅宝林<sup>[4]</sup>从区块链技术的发展情况出发,以农村冷链物流建设为研究对象,探讨了区块链技术带给农村冷链物流的提升。王少然<sup>[5]</sup>将“GS1+区块链”与生鲜产品冷链物流相结合,以期实现生鲜产品溯源防伪。王东<sup>[6]</sup>探讨了区块链技术在冷链物流管理方面的应用。张森,等<sup>[7]</sup>提出了一种面向冷链物流行业的区块链技术去中心化解决方案。综上所述,学者对于高新技术在冷链物流方面的应用型研究获得了一些重要的成果,但是学者对于区块链与冷链物流模式改进方面相结合的研究较少。

以2020年发生的新冠肺炎疫情为例,为加强常态化疫情防控下冷链物流的安全水平,消除传播风险隐患,中央与各地政府相继出台相关政策措施。2020年10月22日国务院应对新型冠状病毒肺炎疫情联防联控机制综合组发布《冷链食品生产经营新冠病毒防控技术指南》《冷链食品生产经营过程新冠病毒防控消毒技术指南》等政策<sup>[8]</sup>。政策指出,传统冷链模式较难进行实时信息共享、溯源监管、风险调整与预警。冷链物流行业迫切需要区块链、人工智能、物联网等高新技术的应用,提高冷链物流的可视、可控、可溯水平;提高流通效率和服务水平,发展线上交易,减少中间环节,推动冷链物流行业智能化、标准化、专业化转型。

## 1 冷链物流现状分析

冷链物流一般指某些商品(生鲜、疫苗等)经过生产、运输、贮藏,最终到消费者手中的各个环节始终处于规定的温度控制下,以保证质量的一项系统工程。在突发公共卫生事件下,冷链物流可以定义为将各种生鲜援助物资、医药物资经过储存、运输、配送等工作,最终到达受灾群众手中的一项系统工程。经过初期制冷技术的发展,现代冷链物流正朝着智能化、科学化、精细化的方向发展。全球定位系统、射频识别技术、物联网技术相继在冷链物流系统

中得到应用。但在重大公共卫生事件发生时,我国冷链物流行业仍然存在以下问题。

### 1.1 冷链生鲜产品难溯源

重大公共卫生事件的突发对冷链产品数据采集的准确性、真实性、完整性以及数据传输效率要求很高<sup>[9]</sup>。但是现有冷链溯源数据主要以人工采集、口头询问为主。一方面由于受信息提供人生理、心理等因素的影响,难免会出现信息的漏报、误报、错报,而流行病学调查主要根据这些采集信息来确定历史路径和密切接触场地和人员,溯源信息的准确性得不到保障;另一方面冷链物流溯源过程的先后顺序一般为先出现溯源请求,后收集溯源信息,并且信息要经过询问、记录、整理等活动,难免增加整个数据采集过程中的时间成本、人工成本。生鲜产品准确、及时溯源难度较大,特别是对于疫情防控的特殊时期,时间决定防控质量,及时准确的溯源具有重要意义。

### 1.2 冷链物流过程难监管

为了保证冷链产品安全,需要对生鲜产品的产地、运输信息、货物批次类型、进口海关等信息进行有效监管。但是,我国目前冷链物流监管方式不完善,监管能力较为欠缺,冷链物流中的很多环节难以获得有效记录,可靠可控程度差。对于企业来说,在冷链物流的实际运输过程中,缺少冷链安全风险预测预警机制防范可能发生的断温、断链风险<sup>[10]</sup>。对国家来说,由于各个冷链物流企业分别进行中心化运作,缺少冷链企业的信息统筹平台,无法使冷链物流网络与通信网、互联网、交通网、公安网相融合,促进冷链物流网络与其他网络协同发展。

### 1.3 冷链物流企业信息难共享

传统冷链物流模式通过特定的中心结构实现层级信息传递,冷链物流环节的生鲜数据主要集中于冷链物流企业的内部,企业之间“信息孤岛”问题严重,信息沟通路径闭塞,缺少信息沟通的动力,冷链信息在供应链传递过程中也容易产生需求放大的“牛鞭效应”现象。冷链企业信息不透明、难共享、信息可靠性差等问题严重,信息透明度的降低容易导

致信任危机的出现,这也正是部分消费者在重大公共卫生事件发生时过度担心生鲜产品安全的原因之一<sup>[11]</sup>。

## 2 区块链技术在冷链物流行业应用的可行性分析

区块链是由共享的、容错的、公认的分分布式数据库和多节点网络组成的去中心化的计算机技术。由“块”和“链”组成,每个“块”通过Merkle树,加密算法等技术将交易数据记录在区块体中,每个“块”区块头包括下一个“块”区块体,使各个区块按照区块生成的顺序形成数据不可篡改的“链”<sup>[12]</sup>。区块链是多种信息技术的组合体,P2P技术保证区块链各节点之间的数据传输,Merkle树形成区块链存储的数据结构,密码学技术保证各节点之间的隐私及数据的不可篡改,共识算法保证去中心化的共识达成等<sup>[13]</sup>。区块链框架如图1所示。

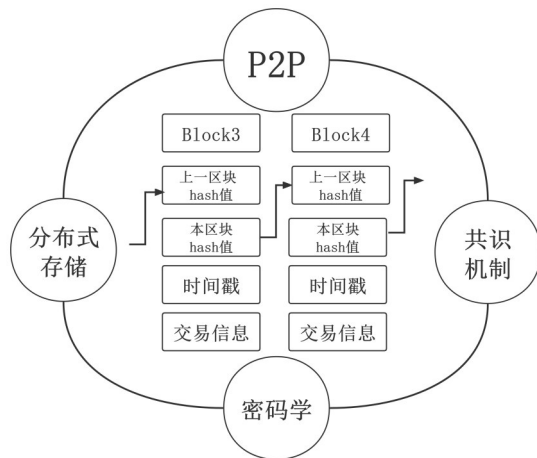


图1 区块链框架

### 2.1 区块链技术用于冷链产品溯源的优势

重大公共卫生事件突发时冷链物流信息的溯源至关重要。基于区块链技术的溯源模式,可以避免传统人工数据采集带来的弊端,实时收集冷链物流数据信息。通过利用时间戳、数据加密等技术保证数据信息的不可篡改和溯源方数据的准确可信。一方面颠覆了传统溯源方式的先后顺序,在溯源需求产生时,迅速提供溯源数据支持,节省时间成本;另一方面冷链生鲜信息进行数字化、分布式存储,形成

带有时间戳的冷链数据库,保证了溯源数据的真实可靠<sup>[14]</sup>。

### 2.2 区块链技术用于冷链过程监管的优势

企业监管部门可以将冷链产品管理条例等写入支持智能合约的区块链网络中,可以对运输过程中的温度进行实时监控,可以有效防止冷链物流运输过程中的“断链”现象,提高运输质量<sup>[15]</sup>。通过将国家冷链疫情防控政策写入智能合约,并借助区块链数据分布式共享以及不可篡改的特点进行冷链信息的实时监控,建立冷链物流企业的统筹平台,对各项数据进行汇总、整合及分析,进一步完善冷链监管制度,在突发事件下提前做好事先预防预警工作。

### 2.3 区块链技术用于冷链数据共享的优势

相关数据的有效共享,可以增强冷链物流的透明度、可追责性和公信力,避免信息传递扭曲失真等现象导致的信任危机,区块链保障记录于链上的每一批生鲜的流向信息都真实可信、不可篡改,有效地降低信任成本和交易成本。引入去信任化的交易范式能够解决“信息孤岛”问题,提高冷链企业之间优质资源的共享,促进冷链物流行业的信息整合,提高应对重大公共卫生事件突发时的信息质量。

## 3 基于区块链技术的冷链物流模式

我国冷链物流是一个涉及众多节点、环节的复杂系统,网络关系复杂,产生数据较多,将各大小冷链机构加入同一种区块链网络较难做到,所以对于我国冷链物流模式应当优先考虑两种类型区块链结构<sup>[16]</sup>:一是基于相同供应链上下游建立的区块链网络,二是基于不同供应链体系的区块链网络。不同区块链之间可通过跨链技术实现数据信息的共享,如图2所示。为应对重大公共卫生事件突发时的特殊时期,对于溯源与监管模式来说,本文主要考虑基于相同供应链的冷链节点溯源模式;对于信息共享的激励模式来说,本文考虑不同供应链的冷链物流数据共享激励模式。



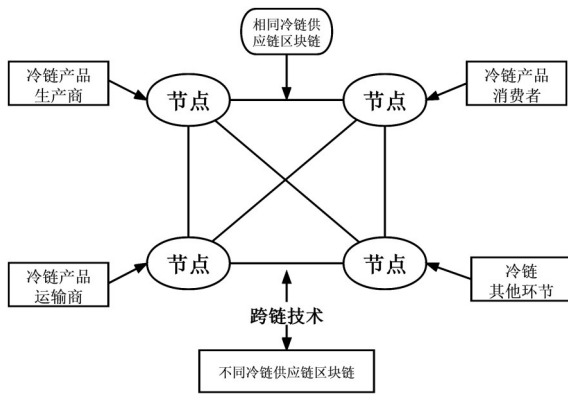


图2 基于区块链的冷链物流模式

### 3.1 基于区块链技术的相同冷链供应链溯源模式

基于相同供应链的冷链节点溯源模式借助于物联网、射频识别等技术的传感器探头进行自动化数据采集<sup>[7]</sup>,然后通过一套共识机制使交易信息得到各节点的普遍认可,在冷链参与节点普遍达成共识的条件下,将冷链产品的生产、检测、运输过程、销售、交易等信息通过时间戳技术上链保存。其次,通过区块链基于P2P网络的分布式存储技术,将数据分散存储在区块链网络的节点上,每个冷链物流节点都拥有一份相同的分布式账本,新加入的节点可以下载账本并验证账本的有效性,解决溯源数据真实性问题,确保溯源过程及时准确。对于卫生防控来说,有利于在溯源工作中及时确定产品批次、生产场地、生产日期、运输途径等信息,做到精准溯源,快速封闭涉事冷库,对相关接触人员进行集中隔离、医院观察,从而节约时间成本,减少其他人员的感染风险。基于区块链技术的冷链物流溯源模式如图3所示。

### 3.2 基于智能合约的相同冷链供应链监管模式

智能合约可以认为是能够自动执行合约条款的计算机程序,在数据无法篡改的条件下,预先将合约条例以代码形式写在区块链上,

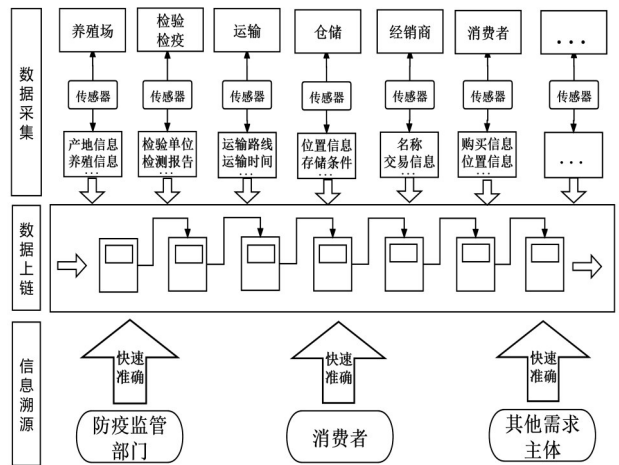


图3 基于区块链技术的相同冷链供应链溯源模式

冷链信息满足预先设定的条件后,立即自动执行该协议条款。物联网技术的发展保证了生鲜数据采集的主动化、智能化,区块链保证数据的真实不可篡改。基于智能合约的相同冷链供应链监管模式如图4所示,从冷链物流的最初环节开始,利用物联网技术实时采集冷链运输过程中的企业信息、运输信息、检疫信息等,采集到的信息经智能合约自动匹配,匹配验证成功,冷链信息在各在线区块链节点达成共识的情况下上链<sup>[18]</sup>。结合区块链数据分布式存储不可篡改的特点,企业监管部门对上链数据进行监管,可有效杜绝生鲜运输过程中“断链”“断温”等现象。例如当货车司机因节省成本在运输过程中将制冷设备关闭时,温度的升高被物联网采集设备实时记录,进而触发智能合约,向监管部门发

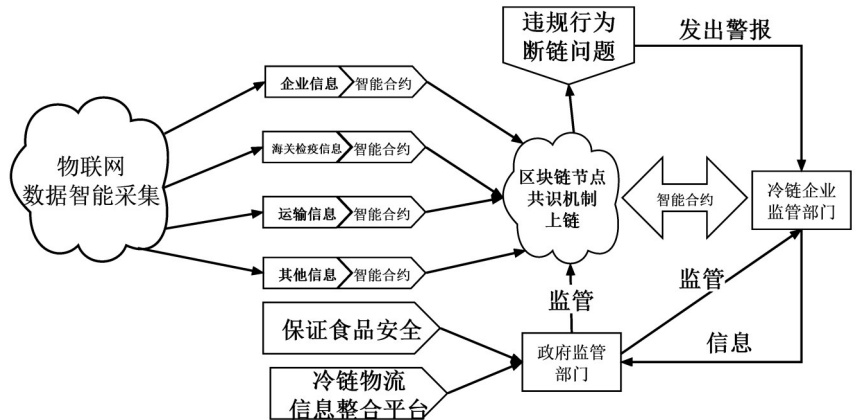


图4 基于智能合约的相同冷链供应链监管模式

出警报。政府监管部门可实现冷链信息的有效整合,促进冷链物流信息采集的完整性、及时性;实现跨企业监管、跨区域监管,建立统一的冷链物流监管服务平台。

### 3.3 基于共识机制的不同冷链供应链数据共享激励模式

共识算法是区块链技术发挥关键作用的一部分,它解决了在分布式网络中如何保持一致性的问题,可以理解为所有参与者就某一事项所达成的且一致遵守的统一意见。

由于冷链数据主要集中于企业自身,应鼓励冷链节点向区块链网络分享自己的冷链物流数据。基于共识机制的不同冷链供应链数据共享激励模式如图5所示,在不同节点间建立区块链网络时可以使用与比特币类似的共识算法,对愿意共享信息的冷链企业提供代币奖励,企业也可通过所提供信息的使用频率获得一部分代币奖励,代币可以用来兑换其他企业的信息及优质生鲜冷链订单等服务,以期形成企业间共享信息的良性循环。通过对于不同冷链企业相关信息的有效整合,有助于加强生鲜产品的信息透明度,打通冷链物流企业之间的信息壁垒,促进企业冷链信息共享意愿,缓解消费者的信任危机,有助于相关部门在公共卫生事件环境不断变化下的快速响应。

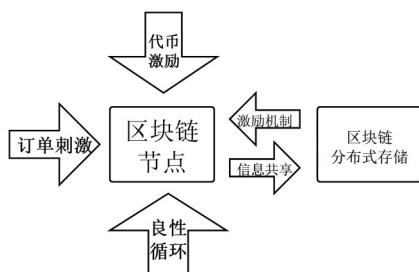


图5 基于共识机制的不同冷链供应链数据共享激励模式

## 4 结语

区块链技术在冷链物流行业的应用还在探索中,本文分析了重大公共卫生事件突发时冷链物流

行业目前存在的问题,提出了基于区块链的冷链物流模式,但对于具体平台的搭建、算法的改进还需要进一步研究与探索。因此,冷链物流行业应当抓住当前机遇,与区块链等高新技术相融合,促进区块链行业向智能化、精细化、可控化、可信赖化发展。

### [参考文献]

- [1] 王晓丹,沈思强.大数据在水果冷链供应链中的应用[J].中国果树,2021(1):100-103.
- [2] 张晏魁.基于无线射频识别技术的冷链物流智能分拣系统设计[J].现代电子技术,2020,43(20):53-56.
- [3] 周强,傅少川.智能化冷链物流综合防控技术体系研究[J].科技管理研究,2020,40(13):196-201.
- [4] 梅宝林.区块链技术下我国农产品冷链物流模式与发展对策[J].商业经济研究,2020(5):97-100.
- [5] 王少然,杨宝双,张艳芝.“GS1+区块链”实现生鲜产品冷链物流防伪溯源[J].保鲜与加工,2021,21(2):128-132.
- [6] 王东.区块链技术在农产品冷链物流管理中的运用[J].食品工业,2020,41(9):423.
- [7] 张森,叶剑,李国刚.面向冷链物流的区块链技术方案研究与实现[J].计算机工程与应用,2020,56(3):19-27.
- [8] 交通运输部.关于进一步加强冷链物流渠道新冠肺炎疫情防控工作的通知[J].中国食品,2020(18):142-143.
- [9] 万玉龙.后疫情时代生鲜产品冷链物流的区间结构和信息体系构建[J].商业经济研究,2020(24):86-90.
- [10] 徐睿,孙霞,郭业民,等.基于区块链技术的食品安全溯源体系应用与研究进展[J].食品安全质量检测学报,2020,11(20):7 610-7 616.
- [11] 毋庆刚.我国冷链物流发展现状与对策研究[J].中国流通经济,2011,25(2):24-28.
- [12] 刘亮,张玉茜.基于区块链技术的供应链溯源模式创新[J].科技与经济,2020,33(5):46-50.
- [13] 李晓,刘正刚.基于区块链技术的供应链智能治理机制[J].中国流通经济,2017,31(11):34-44.
- [14] 王红.基于区块链的物流服务供应链应用模式研究[J].商业经济研究,2019(7):84-86.
- [15] 李旭东,王耀球,王芳.突发公共卫生事件下基于区块链应用的应急物流完善研究[J].当代经济管理,2020,42(4):57-63.
- [16] 马仁杰,沙洲.基于联盟区块链的档案信息资源共享模式研究:以长三角地区为例[J].档案学研究,2019(1):61-68.
- [17] 陈飞,叶春明,陈涛.基于区块链的食品溯源系统设计[J].计算机工程与应用,2021,57(2):60-69.
- [18] 艾学瑛.基于区块链和5G物联网的溯源及异常数据预警系统[J].电子设计工程,2020,28(10):108-112.