

doi: 10.19868/j.cnki.gylgl.2022.05.006

# 重大疫情下的医疗物资供应管理完善 与区块链应用研究<sup>\*</sup>

王芳<sup>1</sup> 李旭东<sup>1</sup> 李强<sup>2</sup>

(1. 广东交通职业技术学院运输与经济管理学院, 广东 广州 510650;  
2. 中国民航大学交通科学与工程学院, 天津 300300)

**摘 要:** 医疗物资供应是重大疫情防控的重要支撑, 为增强重大疫情应对能力, 须构建更完善、更高效、更灵活的医疗物资供应管理体系。文章首先分析了新冠疫情下医疗物资供应管理的主要问题环节和难点, 然后提出了完善重大疫情下医疗物资供应管理体系的思路和一系列举措; 新的供应管理体系由六大支柱构成: 一是优化医疗物资供应管理体系的组织结构、建立指挥调度中心; 二是提前制定应急管理预案; 三是广泛建立公-公及公-私战略合作伙伴关系; 四是储备安全库存和产能; 五是健全基础设施与物流体系; 六是构建基于区块链应用的医疗物资供应管理信息系统。在此基础上, 剖析了重大疫情下区块链技术与医疗物资供应信息管理需求的耦合机理, 提出了区块链在医疗物资供应信息管理中的应用模式。

**关键词:** 重大疫情; 医疗物资; 供应管理; 区块链应用

中图分类号: F252.24 文献标识码: A 文章编号: 2096-7934 (2022) 05-0085-12

## 一、引言

应对重大疫情是一项复杂工程, 其中防疫医疗物资的供应关乎人民群众生命安全和社会安定, 并为重大疫情防控提供强有力的支撑。2019年暴发的新型冠状病毒肺炎疫情(简称“新冠肺炎疫

<sup>\*</sup>基金项目: 2021年度广东省普通高校重点科研平台项目“重大疫情下基于区块链应用的应急物流与医疗物资供应体系研究”(2021ZDZX3026); 2021年度中国物流学会研究课题“区块链在‘一带一路’区域国际物流领域的应用模式构建研究”(2021CSLKT3123); 2022年度中国物流学会研究课题“疫情应急管理下区块链技术在物流与供应链信息系统中的应用研究”(2022CSLKT3-343); 2022年度中国物流学会研究课题“突发公共卫生事件下的医疗物资供应链优化研究”(2022CSLKT3-409)

作者简介: 王芳(1977—), 女, 河南焦作人, 广东交通职业技术学院运输与经济管理学院副教授, 研究方向: 交通运输管理、物流与供应链管理;

李旭东(1975—), 男, 广东梅州人, 广东交通职业技术学院运输与经济管理学院副教授, 研究方向: 物流管理与工程、跨境物流;

李强(1972—), 男, 新疆石河子人, 中国民航大学交通科学与工程学院副教授, 研究方向: 物流与供应链管理。

情”，下同）是一起典型的重大疫情，不管是疫情前期对医用口罩、酒精、消毒剂、防护服、工作帽、护目镜等紧缺医疗物资的需求，还是后期对疫苗等关键医疗物资的需求，皆需要强有力的供应管理保障。本研究从整个体系的视角，研究如何全方位、多维度地完善医疗物资供应管理体系；同时，探索应用区块链设计理念及其技术改进医疗物资供应的信息管理，进一步提升医疗物资供应运行效率，旨在更有力应对重大疫情、增强应急处置能力，具有重要的学术价值和现实意义。

## 二、文献回顾

新冠肺炎疫情是全球性的重大突发公共卫生事件，疫情暴发以来，国内外研究如何完善重大疫情下医疗物资供应管理的文献日益显现。在国内，朱晔（2020）提出了重大突发疫情下应急物资运输保障能力提升的对策，从应急物流网络结构、节点设置、运行机制和协同运作等方面研究了依托既有资源快速构建应急物流网络的方法。<sup>[1]</sup>相峰等（2020）从管理体系建设、预案体系建设、生产储备体系建设、应急物流体系建设、信息体系建设等方面给出了我国应急供应链体系建设的建议。<sup>[2]</sup>赵建有等（2020）将需求紧迫度作为配送影响因素，提出了医疗物资需求点与需求紧迫度评价指标体系，优化了医疗物资的配送路径，利用层次分析法与遗传算法，求解考虑与不考虑需求紧迫度的医疗物资配送路径优化模型。<sup>[3]</sup>杜丽敬等（2020）提出了政府主导的多元化医疗物资供给模式，并提出了医疗物资需求预测、转扩产政策和捐赠物资供需匹配等方面的研究前沿，给出了相应的对策与建议。<sup>[4]</sup>傅正堂等（2021）探讨了防疫物资供应和疫情防控措施的作用关系，分疫情传播和物资保障两个子系统，运用系统动力学理论建立疫情防控和物资保障的动态协同模型。<sup>[5]</sup>李清和苏强（2021）针对新冠肺炎疫情演化过程，在假设患病感染者传染概率保持不变的前提下，建立医疗物资时变需求模型；在患病感染者传染概率不断更新的基础上，采用贝叶斯序贯决策模型制定物资配置决策。<sup>[6]</sup>陈雨珊等（2021）结合防疫医用物资需求特征，研究医用防护物资需求紧迫度，量化各项指标，提出医用防护物资需求紧迫度模型。<sup>[7]</sup>张怡等（2021）结合新冠肺炎疫情的防控实践，对国内重大疫情控制与物资保障体系进行了评估，并为完善传染病防治法提供了针对性的建议。<sup>[8]</sup>

在国外，与重大疫情下医疗物资供应管理相关的研究成果逐渐增加。Reilly M（2011）提出重大疫情下防疫物资需求快速评估方案，确定医疗物资类型及数量供应的物流策略。<sup>[9]</sup>HE and LIU（2015）提出了一种新型的突发重大疫情事件应急医疗物流模型，建立了医疗救援需求的时变预测和救援分配两种递归机制。<sup>[10]</sup>Rachaniotis et al.（2017）面向当前新冠肺炎疫情和未来可能发生的重大疫情，考虑了当存在多个疫区时，研究如何解决并行使用多个相同或不相同种类的医疗物资的分配和调度问题，并提出了一种启发式算法作为解决方法。<sup>[11]</sup>Ordu et al.（2019）等针对重大疫情，为识别医疗机构和公众在提供或接受医疗卫生服务时对物资的需求，系统研究了医疗物资需求预测，以识别住院或门诊需求为目标，采用移动平均、线性回归等方法预测医疗机构日常的床位、医护人员、血液等医疗资源的需求。<sup>[12]</sup>Mei（2020）回顾了新冠肺炎疫情期间医疗物资供应过程，指出物资供给方式主要有储备、转扩产、市场采购以及社会捐赠等，实际上是政府主导的多元化医疗物资供给模式，并认为该模式在中国新冠肺炎疫情防控中取得了明显的成效。<sup>[13]</sup>Abid et al.（2021）探讨了质量 4.0 技术如何在重大疫情中保持医疗保健的质量及应对相关挑战，讨论了新冠肺炎疫情期间质量 4.0 技术在医疗保健领域的主要应用及其在治疗过程中为保持中医药质量提供的独特优势。<sup>[14]</sup>

上述研究成果具有重要价值,但也存在一定的不足。首先,从整个体系的视域全方位研究如何完善重大疫情下医疗物资供应管理的成果较少;其次,鲜有文献针对重大疫情下的医疗物资供应管理完善提出可操作性强的、详尽的实施举措;最后,信息系统是整个医疗物资供应管理体系的“神经中枢”,然而与重大疫情医疗物资供应管理信息系统的相关研究较少,应用区块链完善医疗物资供应信息管理的成果则更少。本研究从整个体系的全方位视角,提出系统地完善重大疫情下的医疗物资供应,构建六大支柱组成的管理体系,并探索应用区块链技术改进医疗物资供应信息管理,旨在为更有力应对重大疫情提供有益的参考与借鉴。

### 三、重大疫情下医疗物资供应管理的主要问题环节及难点

在新冠肺炎疫情防控过程中,相关部门、组织机构、企业和各种社会力量一直为及时、准确地供应所需的医疗物资而不懈努力。尽管如此,医疗物资供应管理体系的运行依然显现了较为突出的问题及难点,主要集中在五个环节,如图1所示。

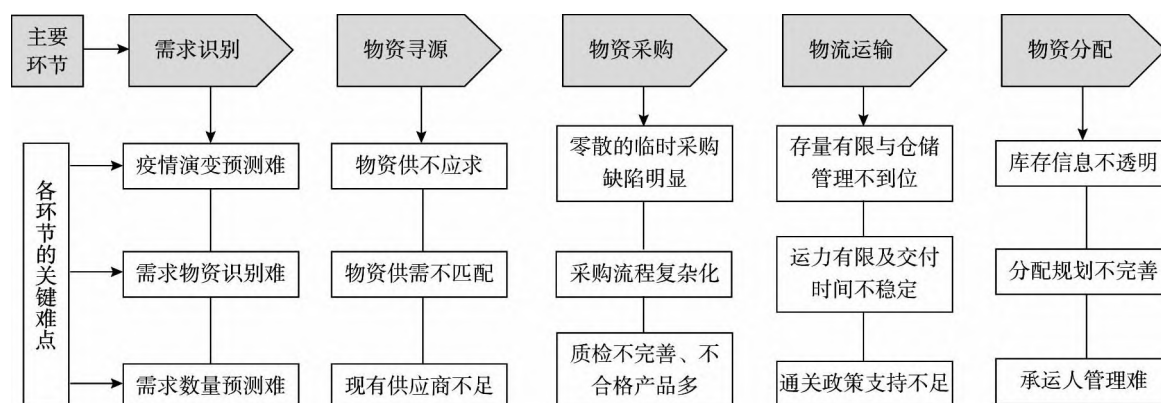


图1 重大疫情下医疗物资供应管理的主要问题环节及难点

#### (一) 需求识别

一方面,由于新冠肺炎疫情存在显著的特殊性,疫情暴发前,普遍缺乏此类重大疫情的演变预测模型与专门的沟通机制,且数据分析能力较弱,导致防疫医疗物资需求的识别和预测存在明显的短板。另一方面,疫情暴发时适用的医疗物资库存较少,且信息透明度较低,相关部门与专业组织对防疫医疗物资的调配存在较大困难,对应急能力与反应速度产生显著影响。因此,重大疫情应急管理预案、统一指挥调度中心、高效沟通机制不可或缺。

#### (二) 物资寻源

新冠肺炎疫情暴发后,不管是口罩、消毒剂、医用酒精等一般医疗物资,还是疫苗、检测用品等关键医疗物资,相对于持续变化的需求而言,供不应求、供需不匹配问题突出,导致物资寻源遇到较大挑战。因此,有必要对医疗物资生产供应商、应急物流服务供应商等企业预先进行严格的遴选,并与之密切协作,构建战略合作供应商网络。

#### (三) 物资采购

由于防疫医疗物资供应商网络尚未健全,使防疫机构与本土零散的供应商难以临时达成物资采购协议,并容易产生对境外供应商的依赖;同时,疫情防控任务的紧迫性、物资供应数量与品种的有限性和监管审批的严格性,导致物资采购流程复杂化与延误并发。显而易见,在提前构建

战略合作供应商网络的基础上,预先议定医疗物资采购的价格及相关条件,有利于重大疫情产生时提升物资供应的可靠性和经济性。

#### (四) 物流运输

重大疫情下,确保医疗物资供应物流活动的顺利开展至关重要,特别是新冠肺炎疫情传播的广泛性决定了物资交付势必涉及跨境物流运输活动,且开展跨境物流的难度比境内物流明显提高。事实证明,在境内外构建战略物流合作伙伴关系势在必行,包括政府与政府之间的公-公伙伴关系和政府与企业之间的公-私伙伴关系。这不但有利于克服医疗物资跨境物流的难点,而且可有效防止物资供应链的断裂,为应对重大疫情增强医疗物资供应保障。

#### (五) 物资分配

即使医疗物资的采购与物流活动得以改进,物资在使用终端的分配也遇到不少困难,库存和需求水平的透明度有限,物资分配的规划和配送承运人的管理存在突出的问题,在大型地区这类问题尤为突出,在实行多层级管理的大省或自治区物资分配面临更大的挑战。因此,在相关部门与组织之间,有效的物资协调分发模式、分配机制不可或缺。

### 四、重大疫情下的医疗物资供应管理完善

随着疫情防控进入常态化,相关部门及组织正关注长期目标,全面提升更有力应对重大疫情的能力,这就需要建立一个更高效、更灵活、更完善的医疗物资供应管理体系,改进防疫物资保障机制。重大疫情来临时,医疗物资供应管理体系运行顺畅与否取决于科学的体系结构、高效指挥与调度物资的核心组织、周全的应急预案、紧密合作的伙伴、充足的库存储备、健全的基础设施和物流体系、完善的信息系统。基于此,本研究力图构建更为完善的医疗物资供应管理体系,由以下六大支柱构成:一是优化医疗物资供应管理体系的组织结构,建立指挥调度中心,旨在高效协调分配资源、确保后面五个部分协同运行;二是提前制定应急管理预案,并进行大范围推广;三是广泛建立公-公及公-私战略合作伙伴关系;四是充分储备安全库存和产能;五是健全基础设施与物流体系;六是应用完善医疗物资供应管理信息系统。重大疫情下的医疗物资供应管理完善如图 2 所示。

#### (一) 指挥调度中心

建立指挥调度中心,制定有效的工作沟通机制。当重大疫情产生时,从作出明确、迅速及透明的决策,到确定医疗物资需求、规划行动方案、制定与实施系列举措,对医疗物资供应的整体活动实行统一指挥和集中调度。统一和集中的优势是多方面的,包括医疗物资的供应流程更高效、供应链透明度更高,对于新冠肺炎疫情这类大范围暴发的公共卫生事件而言,物资寻源与采购具有显著的规模化优势,与传统采购相比,可在最大程度上减少碎片化、显著降低采购成本。

为提升指挥调度中心及其沟通机制的有效度,该中心应具备三个方面的特性:一是权威性,从而保证该中心拥有充分的权力、高效推动各部门快速响应,该中心可设置在高层政府组织,以便实现高效的决策和指挥。二是公信力,该中心得到各级政府、各公共部门、社会各界的广泛认可,声誉良好、公信力强,中心成员有名望与影响力,能有效协调相关各方共同参与。三是灵活性,中心的运作不能局限在固定不变的行政流程上,应结合实际情况与形势的发展灵活应变,审时度势地作出独立决策、快速响应并及时调整方案。

#### (二) 应急管理预案

尽管每次发生的公共卫生事件可能都不相同,但某些方面的举措却始终适用。在重大疫情产

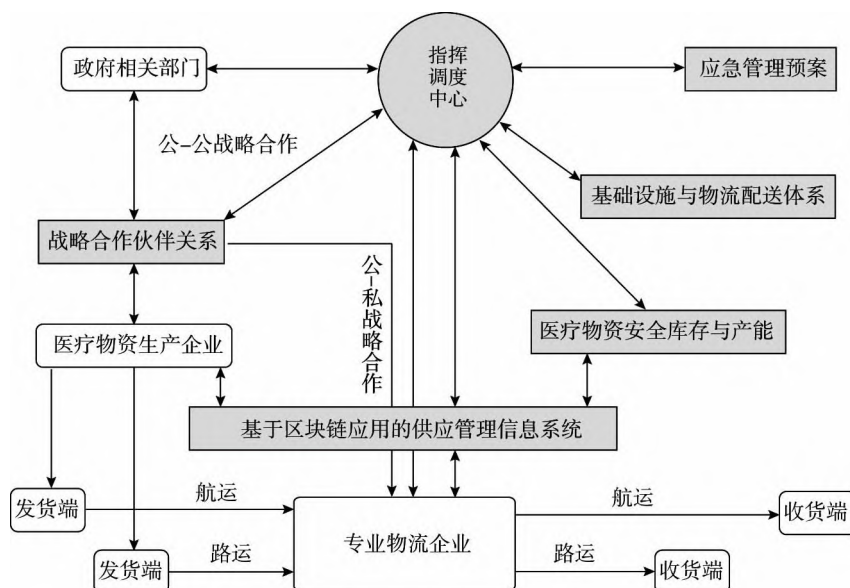


图2 重大疫情下的医疗物资供应管理完善

## 1. 需求识别及预测

## 2. 物资寻源

### 3. 物资储备与采购

#### 4. 物流运输

## 5. 医疗物资分配

这种情况下，可提前在各级相关部门之间建立医疗物资分配协调模式或分发原则。

无论如何设计应急管理预案，实施时都有可能在不同程度上出现偏差，都将对应急方案的有效性产生影响。因此从方案规划、设计、演练到实施的各个环节，都必须持续提升应急预案的科学性、周密性、可靠性和高效性。

### （三）战略合作伙伴关系

前述医疗物资生产商和专业物流企业是战略合作供应商的一部分，提前构建完整的战略合作伙伴关系，将有利于防止医疗物资供应链出现断裂，帮助相关部门减少物资供应与物流配送的痛点，为有力应对重大疫情带来的各种问题提供保障。战略合作伙伴关系应包括公－公伙伴关系和公－私伙伴关系。

#### 1. 公－私伙伴关系

应对类似新冠肺炎疫情这样的重大疫情，分别与政府组织、私营企业建立伙伴关系显得尤为重要。政府相关部门可提前与医疗物资生产商（甚至是非本行业内但有相关生产能力的公司）、专业物流企业签订战略合作协议。在新冠肺炎疫情期间，有些国家建立了“呼吸机行动联盟”，政府组织与大量私营企业紧密合作，包括知名的汽车制造公司在内的众多企业紧急调整生产线，供应了大量的呼吸机装备；还有很多私营企业临时生产了大量的“社区口罩”，帮助许多国家缓解了个人防护装备的供应压力，为采取佩戴口罩的关键措施提供了充分保障。

#### 2. 公－公伙伴关系

广泛分布是重大疫情的主要特性。当前，境内各级政府之间、跨境各国政府之间携手致力于疫情防控合作，因此建立纵向的公－公伙伴关系（在各级政府之间）、横向的公－公伙伴关系（在各国政府之间）同样非常重要。尽管未来可能发生的疫情也许会面临新的挑战，但提前构建公－公战略合作伙伴关系，对于及时高效地应对未来疫情、作出快速反应仍然是至关重要的。

### （四）安全库存与产能

应对重大疫情的另一个核心环节是医疗物资的安全库存与生产能力。突发疫情的防控活动将在极短时间内对医疗物资的需求突然激增，如果供应体系内未持有足够的安全库存，需求无法得到满足，将影响疫情防控进程。新冠肺炎疫情暴发之后，在 2020 年第一、二季度中，个人防护装备交货期明显过长，产生的影响充分说明了安全库存的重要性。医疗物资安全库存产生的综合成本通常被视为化解更大疫情风险的保险费，充足的安全库存可有效预防医疗物资供应链可能出现的断裂，化解医疗物资缺货的潜在风险。

#### 1. 安全库存

在安全库存决策过程中应重点考虑两个方面，一是库存采购和持有成本，二是受产品保质期限制、库存过期产生的损失，因此有必要对安全库存进行可持续管理，从而确保有限的资金发挥更大的效用，为此本研究提出构建医疗物资安全库存的三层储备体系。首先，该体系的主体框架由中央卫生部门、地方卫生部门、专业医疗机构等三个层级构成，在重大疫情发生之前，各层级预先确定医疗物资库存的品类及数量，然后根据地区范围大小、人口分布密度和可用的仓储设施，确定安全库存的最优位置，预先做好库存储备的物流网络规划。其次，为避免产品过期、确保库存的可用性，每个层级定期用等量的、优质的新物资替换老旧库存。最后，政府与战略合作伙伴共同制定库存管理与循环更替的解决方案，并由双方协同推进方案实施和持续完善，在最大程度上降低安全库存储备、替换处理及损耗产生的综合成本。

#### 2. 生产能力

新冠肺炎疫情一度凸显了防疫物资的产能危机和跨境供应链的断裂风险。提高境内和本地医

疗物资的生产能力,在最大程度上用境内供应链替代跨境供应链、显著缩短供应链长度,从而降低医疗物资供应风险、缩短供应周期、提高运输效率、节省物流费用。因此,提高境内和本地的产能为医疗物资保障提供了另一种思路,是安全库存储备的重要补充。此外,事实还证明充分利用跨行业的交叉产能具有显著成效,例如新冠肺炎疫情期间汽车等行业的众多企业积极参与呼吸机、口罩等个人防护装备的生产和供应,有效缓解了紧急医疗物资的产能瓶颈。

#### (五) 基础设施与物流体系

疫情期间,不仅需要医疗物资库存和后续产能支持,还需要较完善的基础设施与健全的物流体系的强力支撑。首先,在重大疫情到来之前,面向完善医疗物资供应管理体系的需要,针对疫情防控的不同场景对物流资源的多样化需求,着力加强物流基础设施建设,持续改进物流软硬件装备。其次,提前构建覆盖从发货端到收货端的医疗物资供应链,建立链上数据共享平台,应用人工智能、区块链、大数据、云计算、物联网等新一代信息科技,全方位提升端到端物流信息的透明度。最后,预定应急物流策略与运作模式,预选物流领域的战略合作伙伴,预备充足的运力资源,预先规划运输与配送路线,为重大疫情下医疗物资供应提前构建健全高效的物流体系。

#### (六) 基于区块链应用的医疗物资供应管理信息系统

当前,与重大疫情医疗物资供应管理信息系统的相关研究较少,应用区块链完善医疗物资供应管理信息系统的研究成果则更为罕见。本研究选取新一代信息技术中的区块链技术,探索基于区块链应用的医疗物资供应管理信息系统,提出区块链在医疗物资供应信息管理中的典型应用模式,力图提升医疗物资供应管理的信息可见度与数据透明度,提高医疗物资信息管理水平,为应对重大疫情提供更有力的支撑。由于信息系统是整个医疗物资供应管理体系的“神经中枢”,下面作为单独的一部分进行专门研究。

### 五、区块链在医疗物资供应信息管理中的应用模式

本部分先简述区块链的核心技术及其主要优势,然后剖析重大疫情下区块链技术与医疗物资供应信息管理需求的耦合机理,在此基础上提出区块链在医疗物资供应信息管理中的典型应用模式。

#### (一) 区块链技术及其主要优势

狭义来讲,区块链是一种按照时序将数据区块以顺序相连的方式形成的数据库,并采取密码学方式确保不可伪造、不可篡改的分布式账本。广义上,区块链技术是利用块链式数据结构来验证和存储数据、利用分布式节点共识算法来生成和更新数据、利用密码学的方式保证数据传输和访问的安全性、利用由自动化脚本代码组成的智能合约来编程和操作数据的一种全新的分布式基础架构与计算范式。<sup>[15]</sup>更广义上的区块链不仅是一种技术,而且是一种新设计理念、一种新应用模式、一种新组织形式。区块链技术主要包括分布式账本/P2P网络、共识机制、非对称加密/数字签名、哈希运算、时间戳、智能合约等,具有去中心化、信息透明可信、防伪防篡改、永久记录可追溯、系统高可靠、自动化履约等特性及优势。<sup>[16]</sup>

#### (二) 重大疫情下区块链技术与医疗物资供应信息管理需求的耦合机理

重大疫情下的医疗物资供应活动具有显著特性,主要包括突发性或非正常性、时间约束的紧迫性、对医疗物资需求的随机性、对医疗物资需求的事后选择性、对医疗物资需求量的不均衡性、医疗物资供应的社会公益性等特点。重大疫情防控对医疗物资供应活动的主要要求为高效快速、供需匹配、溯源精准、信息透明、响应实时等。基于重大疫情防控对医疗物资供应活动的要



求及特性,可应用区块链技术、发挥其技术优势构建区块链在保障医疗物资高效供应、助力医疗物资捐赠、促进医疗物资供应物流智能化等领域的典型应用模式,从而提升医疗物资供应链运行效率,促进医疗物资高效配置与利用,为有效应对重大疫情提供更强有力的支撑。重大疫情下区块链技术与医疗物资供应信息管理需求之间存在密切的耦合机理,以图3中“应用区块链助力医疗物资捐赠”的应用领域为例:首先分析区块链分布式账本、共识机制、非对称加密、哈希运算、时间戳等技术特性,利用它们去中心化、信息透明可信、防伪防篡改、永久记录、可追溯等技术优势,结合重大疫情防控对医疗物资捐赠提出的捐受匹配、数据公开等要求,可借助区块链技术全面完善捐赠物资管理,实现物资捐赠与受助需求高度契合、捐赠物资信息透明公开、捐赠物资去向信息真实等目标。重大疫情下区块链技术与医疗物资供应信息管理需求的耦合机理如图3所示。

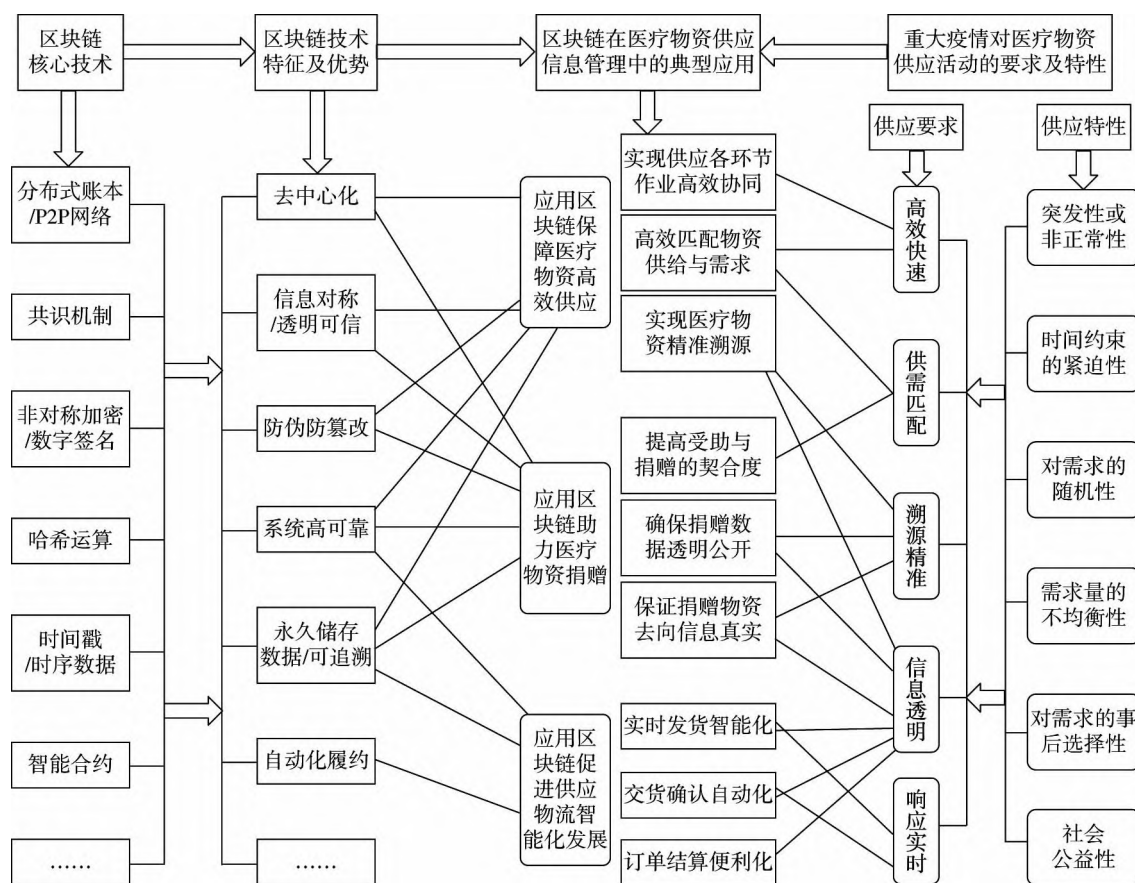


图3 区块链技术与医疗物资供应信息管理需求的耦合机理

### (三) 区块链在医疗物资供应信息管理中的典型应用模式

以上剖析了重大疫情下区块链技术与医疗物资供应信息管理需求的耦合机理,在此基础上本研究提出构建基于区块链应用的医疗物资供应管理信息系统,从高效供应、助力捐赠、智能化发展三个维度入手,探索区块链技术在医疗物资供应信息管理中的三种典型应用模式,力图提升重大疫情下医疗物资供应效率,为有力有序应对重大疫情提供更强支撑。基于区块链应用的医疗物资供应管理信息系统如图4所示。

#### 1. 保障医疗物资高效供应

(1) 保障医疗物资供应活动各环节的高效协同。首先围绕医疗物资供应物流枢纽,构建基于



区块链应用的供应管理信息系统,为物流枢纽运行提供信息管理与数据分析支持;将区块链与大数据、人工智能等新技术进行深度融合应用,实时完成数据挖掘与信息处理,自动规划优化运输路线,有机统筹人员、设施、装备等资源配置,充分保障医疗物资供应物流网络高效协同运作。

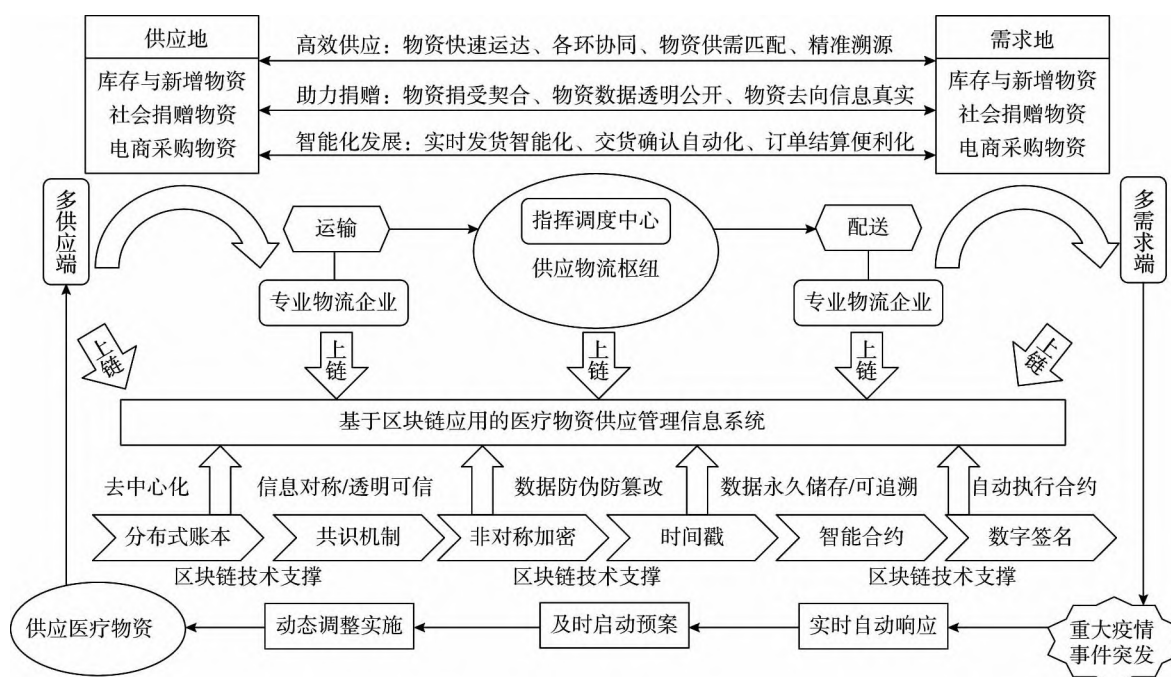


图4 基于区块链应用的医疗物资供应管理信息系统

(2) 实现医疗物资供需高效匹配。传统供应管理系统依赖指挥中心,信息传递层级较多且对系统故障的抗风险能力弱。区块链分布式账本技术具有去中心化功能,借助该技术可实现医疗物资供应链上各个参与者的点对点直接沟通,大大减少信息的传递层级、提高沟通效率,实现供应链上下游信息畅通、物资供需方的精准对接。

(3) 实现医疗物资精准溯源。一旦暴发重大疫情,医疗物资的需求量迅猛增长,高端医疗物资产能的需求量也将相应显著上升,此时质量保障至关重要。可采用区块链的分布式账本、共识机制、时间戳等相关技术完善医疗物资的质量监控,将医疗物资的详细数据注册到区块链中,一旦该步骤完成,数据无法被篡改或删除,企图修改或删除的行为也可以被区块链的分布式账本永久记录,同时对质量有问题的医疗物资可进行密切跟踪、精准溯源、及时追责,从而全方位增强对医疗物资质量的严格监控。

本研究提出区块链在医疗物资溯源与质量监控中的应用模式,为保障医疗物资高效供应提供有力支撑。以区块链技术为主、融合应用相关技术,构建医疗物资质量监控系统,由信息采集、管理数据、智能合约、业务运作等四层子系统构成:第一,在信息采集层,融合应用RFID、GPS、条码、传感器等信息技术,实现所采集的医疗物资信息贯穿生产与质量检查、库存控制与销售、物流与配送等供应链核心环节。第二,在管理数据层,将分布式账本为主与哈希运算、共识算法、时间戳等区块链技术进行融合应用,由医疗物资供应链的各参与方(区块链上的认证群体)对产品、库存、购销、物流等数据进行共同记账,分布式地储存在区块链系统之中,数据无法篡改且不可删除,一旦医疗物资出现质量问题,可在全链条范围内进行精准溯源并及时追责。第

三,在智能合约层,预置质量监控响应条件与规则、基于各类脚本与算法、融合物联网技术,系统在供应链各核心环节自动核对医疗物资质量状况,检查物资是否符合合约规定的温度、湿度、时效等质量条件,符合合约规定则自动确认并继续运行至完成终端交货。第四,在业务运作层,基于区块链技术的医疗物资供应链可实现全流程的动态透明监管,破除供应商、生产商、物流商、医疗与卫健机构、零售商等参与主体间的信息障碍,提升全链条的协调度与参与主体的信用度,降低医疗物资供应链断裂的风险。区块链在医疗物资溯源与质量监控中的应用模式如图 5 所示。

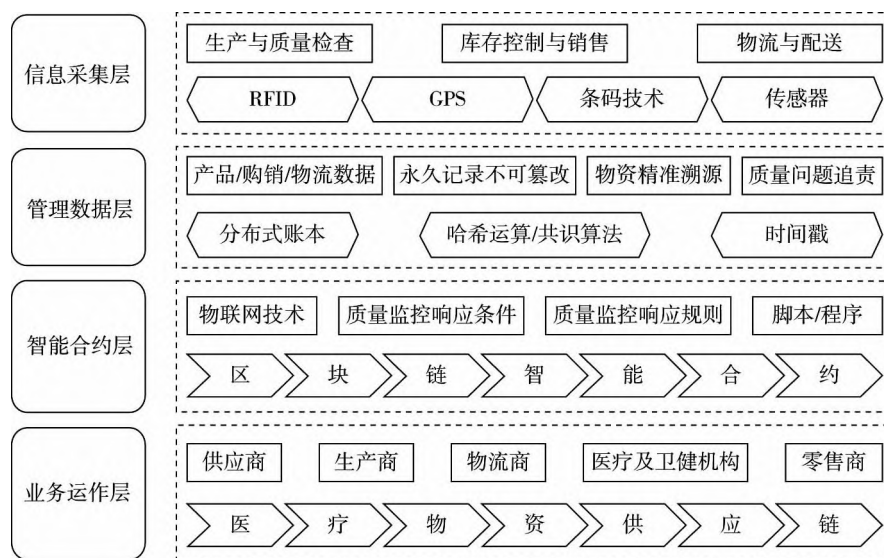


图 5 区块链在医疗物资溯源与质量监控中的应用模式

## 2. 应用区块链助力医疗物资捐赠

(1) 提高受助与捐赠的契合度。重大疫情产生时,社会各界热心捐赠各种医疗物资,在此过程中容易出现受助需求与捐赠供给不匹配、契合度不高、管理混乱、分配效率低等问题,甚至产生物资冒领、滥发等现象,这与传统技术手段难以充分实现跨部门跨地域的信息开放与实时共享的缺陷密切相关。为此,可应用区块链技术在供应链管理信息系统中建立子系统——物资捐赠平台,实现跨界、跨部门、跨地域物资捐赠数据的实时共享和信息匹配,提高受助需求与捐赠供给的契合度。

(2) 实现捐赠数据透明公开。疫情防控部门、社会救助团体等组织在接收与分配捐赠物资时,必须及时公开物资数据并及时更新、保持机构公信力,避免引起公众不满或质疑。基于区块链应用的物资捐赠平台,可发挥去中心化、人人记账、实时更新、永久记录等技术优势,实现捐赠物资数据透明与信息公开。

(3) 保证捐赠物资去向信息真实。由于公众高度关注捐赠物资的去向以及去向信息的真实性,医疗物资捐赠平台借助区块链的共识机制、分布式账本等相关技术,可严防捐赠物资数据被篡改、捐赠记录被删除,替代原物资接收机构或指定管理机构自行维护发布物资去向信息的做法,从而充分保证物资去向信息的真实性。

## 3. 应用区块链促进医疗物资供应物流智能化发展

重大疫情下除了医疗点与救助点对医疗物资保持高需求,居民个体对口罩、消毒剂、体温计、医用酒精等医疗物资也存在数量大而紧迫的需求,同时由于防控期间出门采购不便,居民在 B2C 电商平台或网店采购上述医疗物资的交易量将显著增长,在此情况下确保履行交易订单的供应物流高效运行

至关重要,此时应用区块链可促进医疗物资供应物流智能化、从三个方面提升医疗物资电商物流效率。

(1) 订单生成后的实时发货智能化。借助区块链的智能合约技术,将电商订单的生成条件转化为预置触发条件,将发货确认等协议动作转化为预置响应条件,然后预设响应规则,自动启动“发货—交货—结算”的智能供应物流活动,在后续交货和结算环节,一旦智能合约中协定的订单条款被执行、提前设定的交货条件被满足,系统可自动完成交货确认和费用结算。

(2) 交货确认自动化。将物联网技术与区块链相结合,以订单为单位将货物纳入物联网,交货时系统自动核对交货实况,检查货物是否按照合约规定的预置条件完成交货,若符合合约规定系统则自动确认交货成功,从而有效提高订单合约的执行效率、降低双方的违约风险。

(3) 订单结算便利化。在结算环节,收货人预先兑换类似区块链比特币的物流币作为支付手段,待订单履行完毕、一旦系统确认交货成功,系统采用物流币完成自动结算。

## 六、结论

应急物资保障是国家公共卫生应急管理体系的关键支撑,医疗物资供应是应急物资保障的核心领域。本研究面向重大疫情,分析新冠肺炎疫情下医疗物资供应的主要问题环节和难点,构建更完善的医疗物资供应管理体系,并探索应用区块链技术改进供应管理信息系统,提升医疗物资供应效率,旨在为重大疫情防控提供更有力的支撑。随着疫情防控进入常态化阶段,相关部门及机构正致力于持续提升应对重大疫情的综合能力,进一步提升医疗物资供应管理体系的韧性、灵活度和适应力。该目标能否实现,取决于能否合理优化医疗物资供应管理体系结构,取决于能否妥善制定应急管理预案、广泛建立战略合作伙伴关系、充分储备安全库存和产能、健全基础设施与物流体系、完善医疗物资供应管理信息系统。

尽管提出了完善医疗物资供应管理体系的具体思路和一系列举措,但本文仍侧重理论探讨,与重大疫情下医疗物资供应管理领域密切相关的成功实践案例研究和实证分析是后续可取的研究方向;同时应认识到,仅靠医疗物资供应管理体系的完善,不能完全替代突发公共卫生事件应急管理体系的深层次改革,如何将医疗物资供应管理与疫情防控机制紧密结合并有机融入公共卫生应急管理体系的健全当中,有待深入研究。当前,防疫医疗物资供应研究和实践创新日益活跃,疫情防控对医疗物资供应的需求趋向多样化及复杂化,各阶段各地区的疫情特征也在演变中,后续研究可密切关注变化趋势,继续开展相应的前沿探析。

### 参考文献:

- [1] 朱晔. 突发公共卫生事件下应急物资运输保障对策 [J]. 城市交通, 2020, 18 (5): 102-109.
- [2] 相峰, 丁桂花, 焦玥. 突发公共卫生事件下我国应急供应链体系建设——以新冠肺炎疫情为例 [J]. 上海商学院学报, 2020, 21 (3): 51-63.
- [3] 赵建有, 韩万里, 郑文捷, 等. 重大突发公共卫生事件下城市应急医疗物资配送 [J]. 交通运输工程学报, 2020, 20 (3): 168-177.
- [4] 杜丽敬, 夏翔, 应焕钦, 等. 重大突发公共卫生事件下的医疗物资供应问题及对策 [J]. 中国科学基金, 2020, 34 (6): 683-692.
- [5] 傅正堂, 董沛武, 李周秩, 等. 突发公共卫生事件下疫情防控与医疗物资协同保障研究 [J]. 工业工程与管理, 2021, 26 (3): 8-17.
- [6] 李清, 苏强. 新冠肺炎疫情演化情境下应急物资需求预测研究 [J]. 华中师范大学学报 (自然科学版), 2021, 55 (4): 661-670.

- [7] 陈雨珊, 吕伟, 刘毅, 等. 重大疫情下医用防护物资需求紧迫度模型研究 [J]. 武汉理工大学学报 (信息与管理工程版), 2021, 43 (2): 112–116.
- [8] 张怡, 王晨光, 金成华, 等. 我国重大疫情控制与物资保障体系的检视与完善: 以新冠肺炎疫情应对为例 [J]. 中国医院, 2021, 25 (1): 21–23.
- [9] REILLY M. Disaster assessment and gathering medical intelligence following a major public health or complex humanitarian emergency [J]. Prehospital and Disaster Medicine, 2011, 26 (1): 81–88.
- [10] HE Y X, LIU N. Methodology of emergency medical logistics for public health emergencies [J]. Transportation Research Part E, 2015, 79: 178–200.
- [11] RACHANIOTIS N, DASAKLIS T K, PAPPIS C. Controlling infectious disease outbreaks: a deterministic allocation – scheduling model with multiple discrete resources [J]. Journal of Systems Science and Systems Engineering, 2017, 26 (2): 219–239.
- [12] ORDU M, DEMIR E, TOFALLIS C. A comprehensive modelling framework to forecast the demand for all hospital services [J]. The International Journal of Health Planning and Management, 2019, 34 (2): 1257–1271.
- [13] MEI C. Policy Style, Consistency and the effectiveness of the policy mix in China's fight against COVID – 19 [J]. Policy and Society, 2020, 39 (3): 309–325.
- [14] ABID H, MOHD J, RAVI P S, et al. Quality 4.0 technologies to enhance traditional Chinese medicine for overcoming healthcare challenges during COVID – 19 [J]. Digital Chinese Medicine, 2021, 4 (2): 71–80.
- [15] 华为区块链技术开发团队. 区块链技术及应用 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2019.
- [16] 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.

## Research on the Improvement of Medical Material Supply Management and Application of Blockchain under Pandemic – hit

WANG Fang<sup>1</sup>, LI Xu – dong<sup>1</sup>, LI Qiang<sup>2</sup>

(1. School of Transportation & Economic Management, Guangdong Communication Polytechnic, Guangzhou, Guangdong 510650; 2. Institute of Traffic Science and Engineering, Civil Aviation University of China, Tianjin, 300300)

**Abstract:** It is inevitable to build a more perfect, efficient and flexible medical supplies supply management system because that medical material supply is an important support for pandemic – hit prevention and control. In order to enhance the response ability to pandemic – hit, this study first analyzes the main problems and difficulties in the operation of medical supplies under the COVID – 19 outbreak, and then proposes ideas and a series of measures to improve a medical supplies supply management system under the pandemic – hit. The new supply management system consists of six pillars: first, optimize the organizational structure of the medical material supply management system, and establish the command and dispatching center; Second, formulate emergency management plan in advance and promote it on a large scale; Third, widely establish public – public and public – private strategic partnerships; Fourth, reserve safety stock and production capacity; Fifth, improve infrastructure and logistics system; Sixth, build a information system of medical material supply management based on blockchain application. On this basis, the coupling mechanism between blockchain technology and medical material supply information management demand under pandemic – hit is analyzed, and application modes of blockchain in medical material supply information management are put forward.

**Keywords:** pandemic – hit; medical material; supply management; application of blockchain