

# 我国公共卫生安全应急情报区块链共享体系研究

陈晓红<sup>1</sup>, 徐雪松<sup>1</sup>, 邵红燕<sup>1</sup>, 胡东滨<sup>2</sup>, 粟芸<sup>1</sup>, 毛星亮<sup>1</sup>, 唐湘博<sup>1</sup>

(1. 湖南工商大学前沿交叉学院, 长沙 410205; 2. 中南大学商学院, 长沙 410205)

**摘要:** 新型冠状病毒肺炎疫情(以下简称“新冠肺炎疫情”)已经造成严重的人员伤亡和经济损失, 加强突发性公共卫生安全应急情报协同机制研究, 构建更加高效可信的情报共享体系, 已经成为完善和优化我国公共卫生安全情报管理的核心问题。本文分析了新冠肺炎疫情下公共卫生安全应急情报的结构特征和内涵, 提出了我国突发疫情应急情报组织管理的新架构。结合区块链分布式信任机制, 构建了分层级的应急部门情报共享区块链模型, 深入阐述了应急情报联盟区块链、区块结构以及侧链交互机制的实现方式, 给出了应急情报的上传、共享、下载与回溯流程。以南京市疫情发展为实证, 通过情景模拟来验证本模型的有效性, 并提出应对疫情的政策建议。为我国构建一个满足重大疫情防控需求且有力支撑平战结合、平疫结合应急管理新型公共卫生情报体系提供决策参考及可行路径。

**关键词:** 新冠疫情; 公共卫生安全; 应急情报; 共享; 联盟链

**中图分类号:** G250.7 **文献标识码:** A

## Blockchain-Based Emergency Information Sharing System for Public Health Security

Chen Xiaohong<sup>1</sup>, Xu Xuesong<sup>1</sup>, Shao Hongyan<sup>1</sup>, Hu Dongbin<sup>2</sup>, Su Yun<sup>1</sup>,  
Mao Xingliang<sup>1</sup>, Tang Xiangbo<sup>1</sup>

(1. School of Frontier Crossover Studies, Hunan University of Technology and Business, Changsha 410205, China;

2. Business School of Central South University, Changsha 410205, China)

**Abstract:** The coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic has caused severe human casualties and economic losses. Strengthening research on the coordination of public health security emergency information and building a more efficient and credible emergency information sharing system have become the core issues to optimize the public health security information management in China. This study analyzes the structure and connotations of public health security emergency information and proposes a new structure for emergency information management of sudden epidemics in China. We create a hierarchical blockchain model for information sharing among emergency response departments based on the blockchain distributed trust mechanism and elaborate the emergency information consortium blockchain, block structure, and implementation of the side chain interaction mechanism. Moreover, the uploading, sharing, downloading, and backtracking processes of emergency information are presented. Using the

**收稿日期:** 2021-08-31; **修回日期:** 2021-09-20

**通讯作者:** 徐雪松, 湖南工商大学前沿交叉学院教授, 研究方向为韧性城市及应急管理; E-mail: xuxs@hutb.edu.cn

**资助项目:** 中国工程院咨询项目“面向新型智慧城市的市域治理体系和治理能力现代化战略研究”(2019-ZD-38); 国家自然科学基金项目(91846301, 72091515, 71790615); 湖南省研究生科研创新项目“基于区块链的公共卫生安全应急情报管理研究”(CX20201099)

**本刊网址:** www.engineering.org.cn/ch/journal/sscae

COVID-19 epidemic control in Nanjing as an example, we verify the validity of this model through scenario simulation and propose policy recommendations for responding to the epidemic. This study is expected to provide a decision-making reference and feasible path for building a new public health information system in China that meets the needs of prevention and control of major epidemics.

**Keywords:** COVID-19 pandemic; public health security; emergency information; sharing; consortium blockchain

### 一、前言

2020 年全球暴发新型冠状病毒肺炎（以下简称“新冠肺炎”）疫情，给各国造成了严重的人员伤亡和经济冲击，此次新冠肺炎疫情已经上升为全球性的公共卫生安全事件。新冠肺炎公共卫生事件具有成因多样、快速传播、差异化分布、危害难以预测等复杂性特点 [1]，且在危机发生时往往存在信息沟通不及时、真实性难以保障，各级部门之间协调联动机制不完善，物资供应难以保障，危机应对不及时，责任主体不明确等多重困难，目前尚未形成成熟的应急情报协同机制 [2]。因此加强突发性公共卫生安全应急情报共享机制的研究，构建更加高效、安全可信的应急情报共享模型，已经成为完善我国公共卫生安全应急情报管理的核心问题 [3,4]。

应急情报管理的研究始于 20 世纪 60 年代，主要研究如何通过信息技术的应用以提升应急信息管理水平 [4]。美国各地方政府通过国家突发事件管理系统（NIMS）发布和处置各类突发事件 [5]，采用信息化手段提升应急管理能力。加拿大公共安全与应急部于 2008 年制定了政府应急管理框架 [6]，来提升城市应急管理水平。进入 21 世纪，各类突发公共卫生安全事件发生的频率急剧增加，尤其是国际关注的重大传染性疾病，如严重急性呼吸综合征（SARS）、甲型 H1N1 流感、埃博拉疫情、新冠肺炎疫情等。Ali 分析了全球化进程对 SARS 病毒传播的影响以及防控响应，并特别强调重大传染病疫情对政治、经济和社会的影响 [7]；Marcus 等人研究表明，SARS 疫情对国民生产总值以及国内投资都会带来显著的抑制作用 [8]。公共卫生安全事件给卫生环境、经济、社会的发展带来了巨大的压力。因此学术界开始关注公共卫生安全相关的研究议题，构建跨区域、跨部门的应急处置机制，共建更加安全、高效的公共卫生应急情报共享体系显得尤为重要 [9]。公共卫生安全事件应急决策的失误和延迟往往是由信息不对称所引起的，应急情报的协同共享在事件的应对和处理过程中发挥着重要的作

用 [10~13]。情报是疫情管控工作展开的有力支撑，通过对疫情三个阶段应急情报的管理，能够实现公共卫生安全事件的智能管控，应急情报对突发事件的快速响应和应急决策十分重要 [14]，应急情报的搜集、加工和传递对突发事件的影响力超过 50% [15]。由此可见，应急情报的共享在公共卫生安全事件的管理中起到了至关重要的作用。而在实际操作过程中，由于各个部门之间条块化分割、程序约束以及时序约束没有行之有效的共享协作机制，难以应对形势复杂多变的公共卫生事件 [16,17]。

当前，我国公共卫生应急情报管理的核心要求是安全、高效、实时的信息共享与情报交流 [18]。大数据技术的应用和普及为灾害事件的应急管理提供了新的思路 [19]，通过数字化、智能化技术可以提升应急情报的协作共享能力。区块链具有去中心化、智能合约、信息共享和点对点传输等基本特征 [20]，与应急情报管理具有良好协同性作用。其共识机制不仅可以构建出一条安全可靠的信息共享通道，还能凭借不可篡改的特性确保信息的真实性 [21]。此外，区块链中的跨链技术可以实现分层级的公共卫生安全管理，能提高公共卫生安全管理的韧性。通过构建联盟链可以解决组织内部间的共享障碍和数据缺失 [22]，实现数据交互共享。

综上，建立跨组织部门的情报共享体系可以很好地解决情报信息沟通困难、效率低下等问题，构建以应急情报管理为主的信息管理系统，完善应急情报的协同共享机制，是应急情报工作研究的一个重点。但目前文献中，缺少对突发性疫情在常态和应急态不同时期的情报内容、边界及危害等级进行系统分类研究，现有的公共卫生应急机制并不能完全适应应急情报的高速流通和快速响应，也不能适应重大疫情防控中层出不穷的突发事件。同时，公共卫生安全应急情报体系的建设采用分层级的管理形式，虽然可通过区块链跨域信息共享技术来解决不同层级之间的纽带，建立跨主体、全过程的信息联动共享机制，提高应急情报的管理能力。但跨部门、跨区域的协作如何有效应对和处置复杂环境下

的情报信息真实性确权、信息冗余及效率低等问题也是情报管理体系面临的现实难题。

本文首先分析了新冠疫情下我国公共卫生安全应急情报的结构、特点、组织管理模式及痛点问题；然后提出基于联盟链的分层应急情报共享模型，采用分层侧链技术解决联盟链主链信息存储量过大的问题；利用区块链防篡改特性实现信息溯源和事件的追责，在降低联盟链数据冗余、保障共享情报数据安全的同时，提高公共卫生安全管理系统的韧性；最后给出应急情报的共享流程，以南京市疫情为例，通过情景模拟来验证本模型的有效性，并提出应对疫情的对策建议，为我国公共卫生应急情报共享体系建设提供决策参考。

## 二、我国公共卫生安全应急情报的结构及特点

### （一）我国现有公共卫生安全应急情报的管理模式

现阶段，我国公共卫生安全应急情报的组织结构呈现扁平化的特点，分为国家、省、市、县、乡五个层面，公共卫生安全的应急管理呈现“自上而下、纵向树形”结构。纵向来看，消息的传递仅限于同一部门之间；横向来看，部门之间协调困难，不利于公共卫生安全事件的预警与协调。从信息传递流程及模式来看，主要是县（区）级机构—市级机构—省级机构—国家机构垂直单向的信息传递模式。公共卫生应急情报共享体系是一个复杂的工程，需要涉及多个部门，但信息往往在同一部门内部传递，应急情报传递时间长，传递渠道单一，不同地区、部门之间的机构缺乏信息交流，很难保证应急情报信息的实时性和一致性，信息孤岛现象严重。应急情报信息的沟通不畅是导致应急决策失误或者受阻的主要原因，公共卫生安全事件发生时，各个部门之间往往很难实现信息互通，从而可能导致事件的影响范围进一步扩大。此外，公共卫生安全事件从发生到上报需要多级人工审批，上报数据的完整性和准确性有非常高的要求，审批成功与否受人为因素干扰较大。上报时需要逐级审核汇总，缺乏透明性，应对公共卫生安全事件缺乏横向的信息共享，手段单一。

总的来说，我国现阶段纵向树状的应急处理模式很难应对突发公共卫生安全事件，不能满足事件的快速响应，也很难实现不同部门之间应急情报的

共享。因此需要改变传统的公共卫生应急情报传递模式，构建更加高效、安全可信的应急情报协同共享体系，实现跨部门、跨层级的应急情报交流与协作，消除部门之间的信息壁垒。

### （二）新冠疫情下公共卫生安全应急情报结构

新冠肺炎疫情公共卫生安全事件具有不可预测，传染性强，难以判断疫情对下一次大流行产生的影响等特点，也难以保障应急情报的真实性和安全性。同时，该类情报信息是一种多领域和多部门的相关信息集合体，主要包含疫情、医情、政情、民情以及舆情五个信息维度。疫情发展是此次突发公共卫生事件的核心，有关新型冠状病毒的传染和蔓延情况是疫情的关键；针对疫情发生和发展，医疗机构的临床救治和疾控机构的公共卫生干预是及时有效遏制疫情蔓延的两大重要举措；面对此次突发公共卫生安全事件，政府作为公共服务的提供者、公共政策的制定者、公共事务的管理者和公共权力的行使者，是此次疫情危机的核心；主体民众对疫情的感知和应对是疫情防控 and 化解危机的社会基础；同时，作为信息传递的桥梁和风险沟通的平台，媒体也在此次疫情的防控中发挥着不可替代的作用。综合来看，公共卫生安全事件中的应急情报来源于不同领域、不同部门与不同载体形式，需要针对性地加强多领域多部门之间的应急情报协同共享。图 1 定义了新冠肺炎疫情下公共卫生安全应急情报的结构及内涵。

疫情应急情报作为公共卫生安全事件应对和处置过程中的一种非常规情报，不同于常规情报且更需要得到重视。应急情报的一致性、准确性、充分性对于公共卫生安全事件的决策和行动至关重要。有效的应急情报信息应该准确、简单、清晰和权威，官方的应急情报应该由较权威的机构统一传递和发布。

如图 2 所示，在新冠肺炎暴发期间，由国家卫生健康委员会牵头成立了包含 32 个单位部门的联防联控组织架构。在此架构下，疫情防控、医疗救治、科研攻关、物资保障等工作职责明确，形成了应对疫情的有效支撑。新冠肺炎防控的组织架构打破了传统行政体系的约束，转向以事件为导向的高效运作，一方面可以提高应急情报的准确度和公信度，另一方面也可以遏制防疫工作信息的瞒报、漏

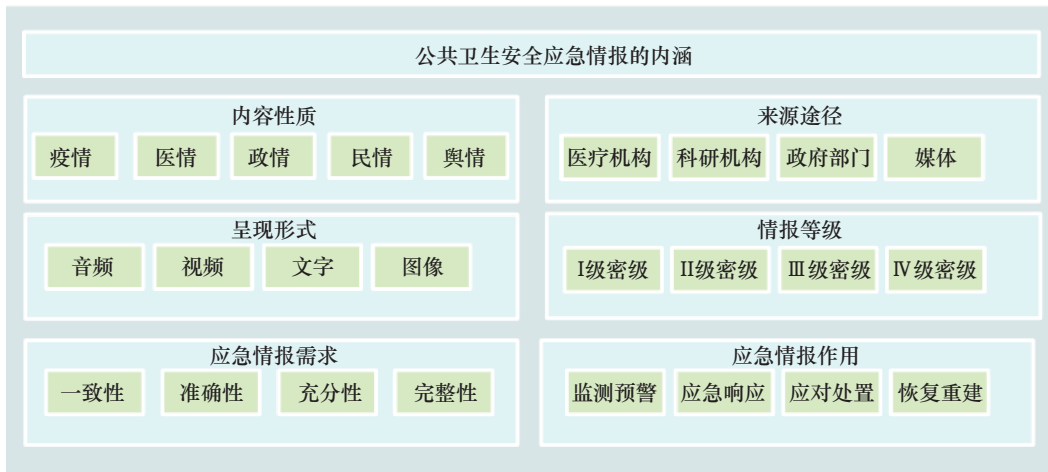


图1 公共卫生安全应急情报的结构及内涵

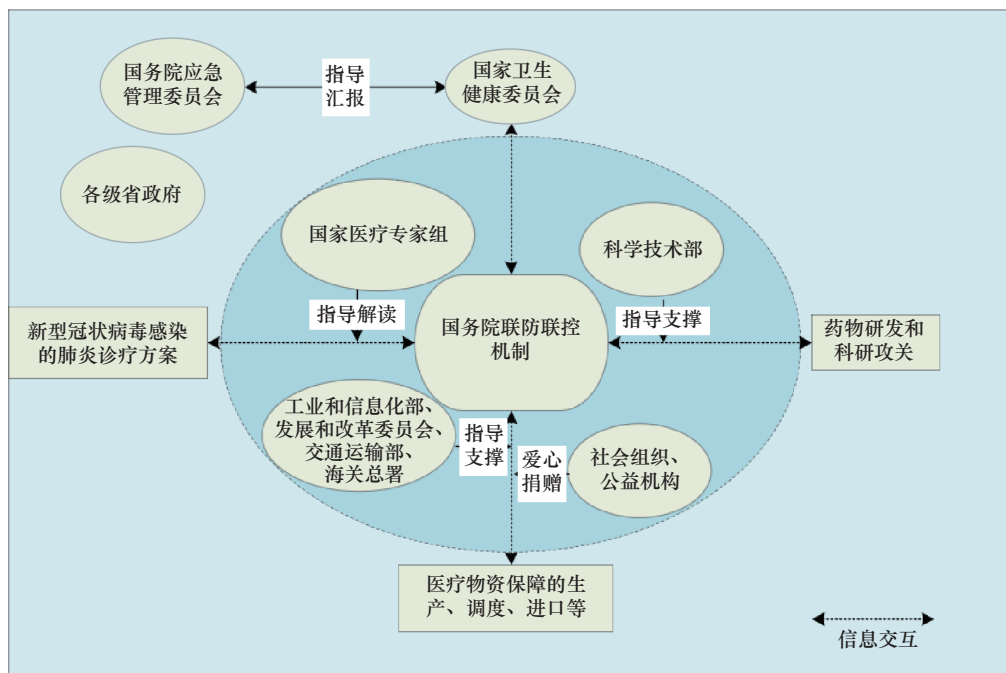


图2 新冠肺炎时期公共卫生安全应急情报的组织架构

报、缓报。横向沟通不再通过行政上级，确保了应急情报信息传递的效率。

### 三、公共卫生安全应急情报区块链共享模型

针对现阶段公共卫生安全应急情报管理中不同区域部门之间共享困难、效率低下的问题，本文设计基于联盟链的公共卫生安全应急情报协同共享模型。如图3所示，通过建立分层级的侧链共享模型，降低主链的数据传输量，提高应急情报共享效率。

对突发事件而言，应急情报的数据规模、范围和时效是公共卫生安全应急管理的核心，因此本文考虑将主要的情报流存储在事件发生的省市侧链上，而跨省市的情报流传递以事件摘要为主要情报流进行传递。

各个省市的侧链根据自身的应急情报机构进行节点设置，如A省P市的侧链由市卫生健康委员会、公益机构、交通部门、社会组织等组成。通过每一层级的数据交换，完成应急情报从各个机构至主联盟链的上传。在各个省市侧链上，可以查询

到实时的情报数据以及各项风险数据，所有数据都会在初次上传的侧链上进行复核，在层层上传经过主链确认后，就会向全网广播，成为链上的离线情报数据。

在市级侧链中，设置有普通节点(N<sub>3</sub>)和管理节点(N<sub>2</sub>)。普通节点如交通、海关等部门可以提供最新的人员流动信息，负责应急情报的搜集、上传和共享。安全部、卫生健康委员会等部门作为管理节点，负责对市级侧链中上传的信息进行验证与背书，并兼容普通节点的功能。市级节点上传的应急情报信息在市级侧链中储存，仅向省级侧链上传摘要信息。

在省级侧链中，设置有普通节点(N<sub>3</sub>)和管理节点(N<sub>2</sub>)。省内不同县市上传的应急情报信息都汇集到省级侧链中。省级侧链中的管理节点可以搜索查阅省内的应急情报信息，同时通过省级数据交换节点，申请查验其他省市的相关应急情报信息。

在国家级主链中，设置有管理节点(N<sub>2</sub>)和主管理节点(N<sub>1</sub>)。不同省市的应急情报信息摘要通过侧链数据交换节点上传至主链。主链中主管理节点负责对侧链中管理节点的身份进行验证、审核和授权，通过智能合约设定各个侧链中节点的应急管

理权限。验证通过的节点可以在主链搜索、下载以及分析相关公共卫生安全应急情报信息。除管理节点具有的功能以外，主链中的管理节点还要负责整个联盟主链的日常维护。

(一) 公共卫生安全应急情报协同共享联盟链

本文设计的公共卫生安全应急情报共享联盟链架构如图3所示，由应急情报联盟链共享平台、应急情报共享侧链 $\alpha_i$ 和应急情报主链 $\beta$ 三个部分构成。数据层汇集各级公共卫生应急情报机构的业务平台和其他政府部门基础数据平台中心共享的应急情报数据。各个业务数据平台通过应用程序接口(API)对接的方式向公共卫生安全应急情报协同共享平台提供共享所需的应急情报原始数据。各个地区的信息通过应急情报共享平台上传至侧链 $\alpha_i$ ，每个地区单独的侧链 $\alpha_i$ 上传的信息共同构成数据共享平台，这些地区的侧链信息摘要打包后上传至联盟链主链 $\beta$ ， $\beta=(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots)$ 。

交易节点在数据共享平台上发起交易后，由对应地区的节点向侧链网络发起请求，经过背书节点背书、排序节点排序后生成对应的区块进行记账，公共卫生安全应急情报共享侧链结构如图4所示。

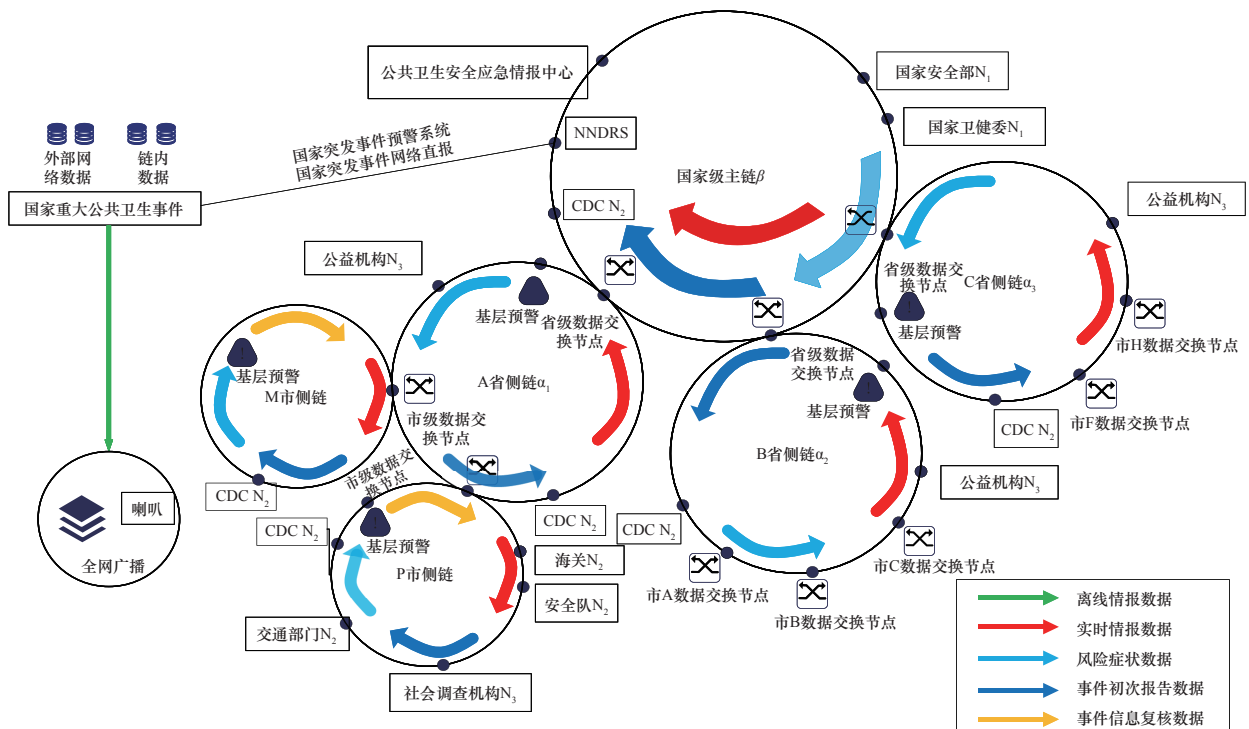


图3 基于联盟链的公共卫生安全应急情报共享模型  
注：NNDRS为国家传染病网络直报系统；CDC为疾病预防控制中心。

应急情报共享平台的信息上传至侧链之后，由交易节点提交交易请求，背书节点在获取交易节点的交易请求之后，验证请求信息，包括验证请求的格式、交易签名是否有效、请求的提交者是否写入权限、是否重复提交等。验证通过后，背书节点执行交易中提交的智能合约生成读写集，并对生成的读写集进行签名，将执行的结果返回交易节点。交易节点在请求发出后会一直处于等待状态，在获得背书节点的背书响应后，交易节点会对背书消息进行签名验证，验证通过后生成正式交易，广播给排序节点进行排序，随后生成相应的区块，并向主节点进行广播。账本节点在得到背书节点发送来的应急情报消息之后，对区块的有效性进行验证，并提交到本地账本，完成存储功能，每条侧链又将主要信息上传至联盟链主链，完成应急情报信息的共享过程。

(二) 公共卫生安全应急情报区块链结构

应急联盟区块链的区块主要由两部分构成：区块头和区块体。一条区块链由一个个区块构成，每个区块记录着上一个区块的身份标识号 (ID)，每个区块体又包含了若干应急情报信息，这些区块是实际存储区块链数据的载体。公共卫生安全应急情报联盟区块链结构包括事件信息 (a)、舆情信息 (i)、信息时效 (t)、信息密级 (s)、信息应急响应等级 (c) 等不同属性的信息。消息体  $\delta = \{a, i, t, s,$

$c\}$ 。其中，事件信息主要用于记录公共卫生安全事件发生时一些具体的事件信息，包括事件发生的时间、地点、涉及的人群、事件传播范围、主要信息等；舆情信息主要用于记录公共卫生安全事件发生后，社会公众所在意和讨论的关于事件的热点信息，公众以及受害人群的情感倾向和情感强度；信息的时效对于发生与传播迅速的公共卫生安全事件的应急响应是极为重要的，一般应急情报信息选取事件的最新信息；主管理节点拥有最高的应急管理权限；根据具体的事件态势，即公共卫生安全事件的影响力和影响范围设置不同的信息应急响应等级。此外，消息体中的全部信息都会上传至侧链保存，其中事件信息的时间、地点等主要信息会上传至联盟链主链，在保留主要信息的同时减轻主链存储压力。

四、公共卫生安全应急情报共享流程

本文基于联盟链的应急情报协同共享过程主要有三类参与者，主管理节点  $N_1$ ，管理节点  $N_2$  和普通节点  $N_3$ ，每个地区的共享侧链中包含管理节点和普通节点这两类节点。图 5 为联盟链在整个应急情报流通过程中的作用，为实现不同时期、不同应急状态下情报的自主协同共享，将情报信息共享分为应急准备、应急响应及应急恢复三个阶段。

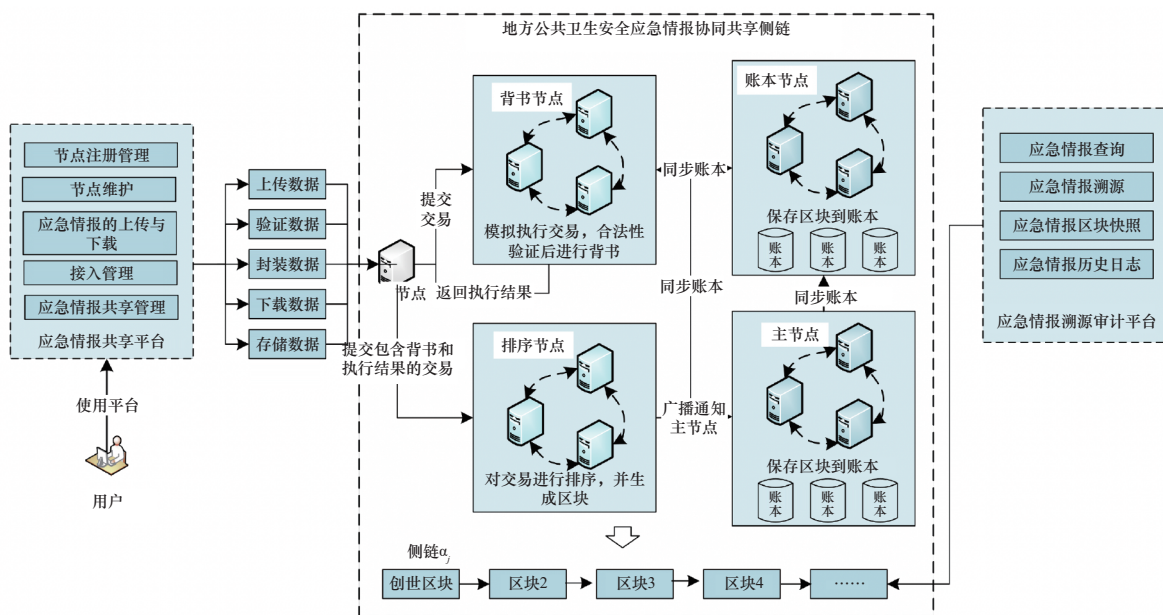


图 4 公共卫生安全应急情报共享侧链

在应急准备阶段,主要为疫情潜伏期和初发期。依靠政府部门、网络平台、卫生部门等监测可能引发疫情的各项风险,包括个人行为数据、媒体舆论、数据库等各种各样的情报源,每一个情报源都可以作为一个联盟链节点。应急准备阶段可以根据各类上传至联盟链的信息,各类节点各司其职,实时监测、搜集、分析疫情情报,从而高效预测疫情发生的概率并有效控制影响范围。

在应急响应阶段,疫情迅速暴发,此时的防控由预警预测向全方位防控转变。联盟链上的各个参与节点共同服务疫情防控,通过平台系统的链接,可以进行大规模、多方位的协同合作,为医疗救助、疫苗研发、物资调配、舆情引导提供有效支撑。

在应急恢复阶段,疫情的影响范围得到了较好的控制,在这一阶段可以根据联盟链上实时共享的应急情报数据,分析疫情的扩散原因、途径及有效的防范措施,总结提炼出社会治理层面的信息,为今后的疫情防控工作提供有效支撑。

为此,应急情报联盟链在情报共享中的主要作用包括以下几方面。

(1) 应急情报信息上传和验证。任意交易节点  $N_e$  是侧链应急情报信息的源头,通过应急情报共享平台,将情报事件的环境、时间等信息采集并上传至侧链  $\alpha_i$ ,对应地区的管理节点  $N_2$  对消息的真实性和有效性进行验证与背书,已验证的信息上传至侧链,主要事件信息上传至联盟链主链。

(2) 应急情报的共享。主链存储上传后的主要事件信息,并划分情报信息的获取权限后,再向有权限的节点进行广播,有权限的任意节点可以查询到事件的摘要信息。

(3) 应急情报信息权限管理与下载。上传至侧

链的应急情报信息根据权限等级向对应节点公开并提供查询功能。 $N_j$  为任意想要查询和下载详细信息的节点,如 A 省节点想要查询 B 省侧链上的应急情报信息,则  $N_j$  要先向主链发出请求,权限验证通过后,则可调用并下载 B 省侧链  $\alpha_j$  的信息。

(4) 应急情报信息溯源。各个节点上传至侧链的应急情报信息与默克尔树(Merkle Tree)绑定,同步到系统主联盟链后,即可作为该项信息的溯源验证码,用于验证应急情报信息是否被篡改,同时在出现问题之后也可以对应急情报信息的来源追责。

## 五、以南京市疫情为例的情景模拟

以南京市 2021 年 7 月 20 日至 2021 年 8 月 21 日的疫情发展全过程为基础,分析疫情发展期内的“五情”走势,采用本文模型进行应急情报管理的情景模拟并验证模型效率。

7 月 20 日,在禄口国际机场工作人员定期核酸检测中发现 9 例阳性样本。在上传阶段,普通节点禄口国际机场防疫专班立即将信息上传至南京市侧链,南京市卫生健康委员会作为市级管理节点组织专家对疫情情报(包括确诊人数、地点、时间、行程轨迹等)进行验证与背书,储存信息的同时将摘要信息上传至江苏省侧链,江苏省卫生健康委员会作为管理节点确认后上传至主链,国家卫生健康委员会对上传疫情情报的管理节点(南京市卫生健康委员会)验证后全网广播该情报。此时,所有地市卫生健康委员会均得知该消息,通过储存并查询国家卫生健康委员会全网广播的情报,实时得知疫情扩散地域、时间等信息,在禄口国际机场的工作人

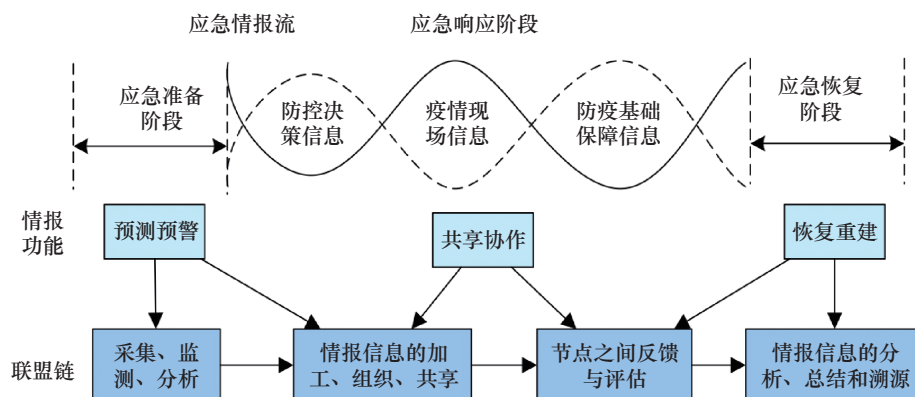


图5 应急情报在联盟链的流转过程

员活动轨迹扩大之前,及时采取措施控制人口流动、对相关区域进行隔离管控、核酸检测、医疗救治、环境消毒等,各地市民自觉采取对应举措,群防群控,情景模拟过程显示极大降低了疫情的传播范围。图6为此次疫情应急情报在本文模型的情景模拟流程图。

图7为研究时段内“五情”(通过文本挖掘研究时段内“五情”的关键词在微博、微信、豆瓣中的出现比例表示)随疫情发展的走势。由于政府部门(政情)、卫生部门(医情)、网络平台(民情和舆情)在疫情初期和暴发期极度关注疫情情况,疫情在应急恢复阶段得到较好控制,民众及媒体的关注相应减少,因此“五情”呈现出“阶段性增长,迅速消退”的趋势。

为了验证本文模型的效率,对本文联盟链系统进行了吞吐量和信息延迟测试。如图8a所示,设计时长0~500s区间内确认信息的数量,根据信息确认数量算出每秒的交易量(TPS)。根据实验测试,该模型的吞吐量可以稳定在200TPS以上,能够高效地传输公共卫生应急情报共享,符合公共卫生安全应急情报协同共享的要求。本模型处理一笔交易合约需要30ms,处理一笔从普通节点发送到主链的信息,除去在网络带宽良好的情况下平均延迟为

232ms,分布式网络中各个节点之间的连通性以及连接的稳定性亦会影响到信息的延迟,在区块链中,代交易权重(Gas price)通常被表述为手续费,而在本文的模型之中,则是某条情报信息的紧急性权重,Gas price越高,其紧急程度越强,被确认时间更短。但Gas price并不是越高越好。本模型的代交易(Gas)对确认时间实验图如图8b所示,当其到达顶点后,确认时间非但不会缩短,还会变长。

### 六、结论及建议

以新冠疫情为例的突发性公共卫生应急情报存在信息多元、动态变化、快速传播、差异化分布、危害难以预测等复杂性特点,情报的真实性、有效性及实时性是支撑应急决策体系建设的关键因素。因此,我国公共卫生应急情报管理的核心要求是安全、高效、实时的信息共享与情报交流,构建满足重大疫情防控应急管理新型公共卫生应急情报体系。本文分析了新冠疫情下公共卫生安全应急情报结构特征,结合区块链技术优化了传统的公共卫生应急情报传递模式,提出了基于联盟链的分级应急情报协同共享模型。打破应急情报共享机制中的条块分割壁垒,利用侧链降低主联盟链的数据吞吐量,

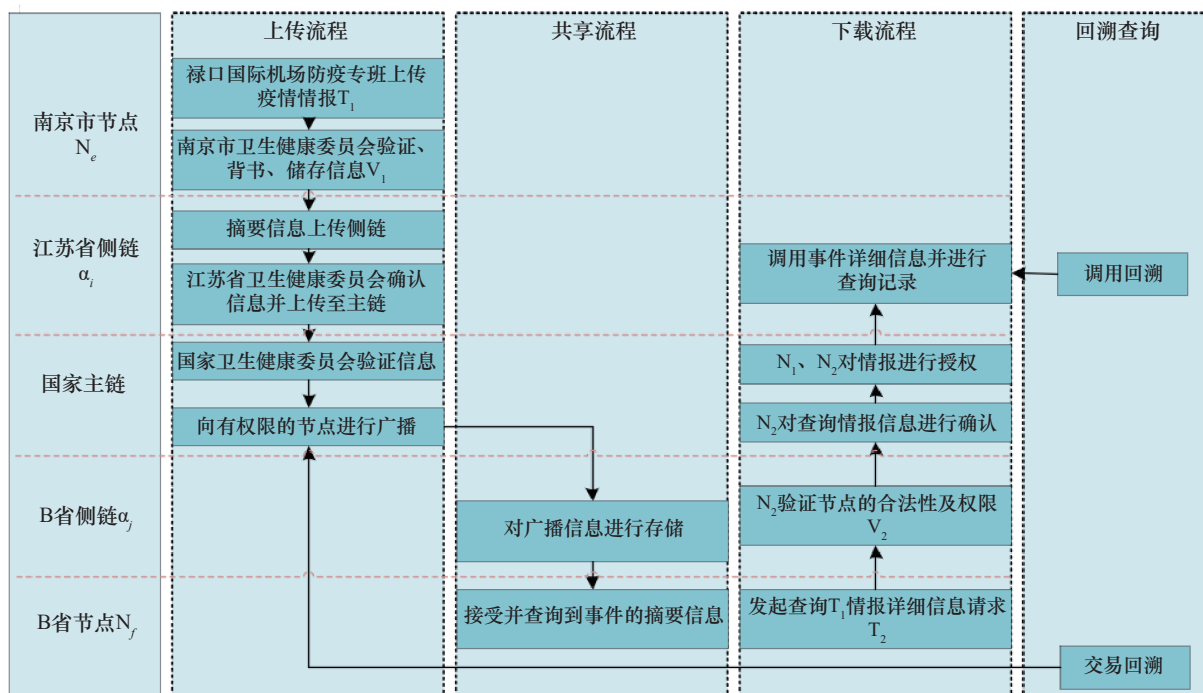


图6 南京疫情应急情报共享流程



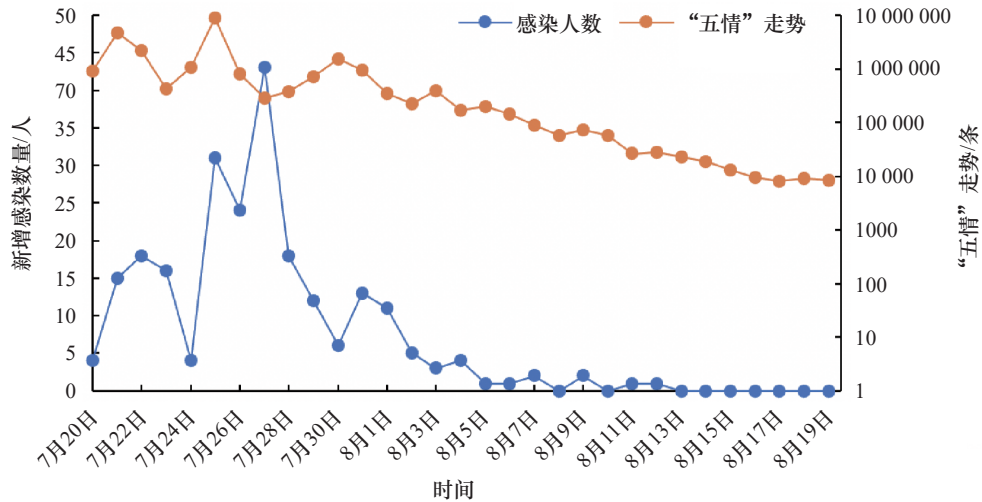


图 7 疫情发展期内“五情”数据分析

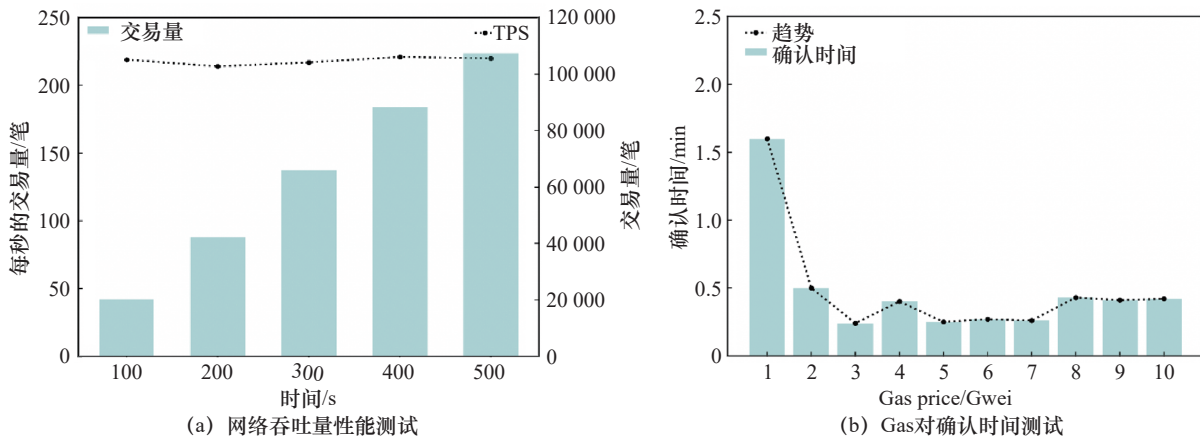


图 8 应急情报共享模型性能测试

保证主联盟链的高效性；设计应急情报的上传、共享、下载与回溯流程，通过节点权限控制实现信息的溯源和追责。为进一步完善我国公共卫生安全应急情报共享体系，提出如下措施建议。

第一，优化应急情报体系“去中心”“扁平化”“网格化”结构。构建情报体系的精准度辨识、可靠生存证、真伪性溯源的技术机制，提升情报响应及信息协同速度，真正形成情报与决策响应协同体。

第二，打造涵盖风险预测、实时监控与信息整合功能的公共卫生风险防范机制，实现常态化监测与预测。如通过国务院大数据行程卡或各省市的健康码等数据实时监控；机场、火车站、医院等易感染区域采取定期核酸检测、环境消毒等措施。使潜在感染人群信息能够及时上链，保证

应急情报的实时性。

第三，针对新冠疫情等早期不明原因的传染病建立应急管理情报共享模型，健全政府部门之间、层级之间、区域之间的数据开放共享机制，强化跨部门、跨领域、跨区域的统筹协调，建立“自下而上”的响应机制。呼吁市民及时上链境外旅居、14天内途径中高风险区域等疫情相关信息，做到疫情情报可溯源，使市民通过应急情报共享模型即可看到相关信息，自觉采取相关防范措施。

第四，将情报体系融入公共卫生突发事件的应急响应全程，构建以疫情、医情、政情、民情和舆情等为主的“多情”情报分析框架，通过区块链技术整合各部门的应急风险信息，打造信息共享平台，达到以数据为驱动，全面提升新冠肺炎疫情等重大传染病的公共安全风险监测预警水平。

参考文献

- [1] 黄晓燕, 陈颖, 何智纯. 城市突发公共卫生事件应急处置核心能力快速评估方法的研究和应用 [J]. 中国卫生资源, 2019, 22(3): 236-241.  
Huang X Y, Chen Y, He Z C. Study and application on the rapid assessment method of city's core capacity for public health emergency response [J]. Chinese Health Resources, 2019, 22(3): 236-241.
- [2] 胡卿汉, 何娟, 董青. 区块链架构下医用防疫紧急物资供应信息管理研究——以我国新型冠状病毒肺炎防疫物资定向捐赠为例 [J]. 卫生经济研究, 2020, 37(4): 10-14.  
Hu Q H, He J, Dong Q. Research on emergency materials supply information management of medical epidemic prevention under blockchain architecture: Targeted donation of COVID-19 prevention materials as an example [J]. Health Economics Research, 2020, 37(4): 10-14.
- [3] 张伟东, 高智杰, 王超贤. 应急管理体系数字化转型的技术框架和政策路径 [J]. 中国工程科学, 2021, 23(4): 107-116.  
Zhang W D, Gao Z J, Wang C X. Digital transformation of emergency management system: Technical framework and policy path [J]. Strategic Study of CAE, 2021, 23(4): 107-116.
- [4] 曾子明, 黄城莺. 面向疫情管控的公共卫生突发事件情报体系研究 [J]. 情报杂志, 2017, 36(10): 79-84.  
Zeng Z M, Huang C Y. Research on the intelligence system of public health emergencies with an epidemic control orientation [J]. Journal of Intelligence, 2017, 36(10): 79-84.
- [5] 游志斌. 美国第三代全国突发事件管理系统的变革重点: 统一行动 [J]. 中国行政管理, 2019 (2): 135-139.  
You Z B. The focus of third generation of the US national incident management system: Unity of effort [J]. Chinese Public Administration, 2019 (2): 135-139.
- [6] 朱正威, 刘泽照, 张小明. 国际风险治理: 理论、模态与趋势 [J]. 中国行政管理, 2014 (4): 95-101.  
Zhu Z W, Liu Z Z, Zhang X M. Government risk management: Theory, model trend [J]. Chinese Public Administration, 2014 (4): 95-101.
- [7] Ali S H. Global cities and the spread of infectious disease: The case of severe acute respiratory syndrome(SARS) in Toronto, Canada [J]. Urban Studies, 2006, 43(3): 491-509.
- [8] Marcus R K, Richard D S. The economic impact of sars, how does the reality match the predictions [J]. Health Policy, 2008, 88(1): 110-120.
- [9] 李秋霞. 城市突发公共卫生事件经济影响与应急处置机制研究 [D]. 北京: 中国社会科学院研究生院(博士学位论文), 2021.  
Li Q X. Study on economic impact and emergency disposal mechanism of urban public health emergencies [D]. Beijing: Graduate School of Chinese Academy of Social Sciences (Doctoral dissertation), 2021.
- [10] 刘奕, 张宇栋, 张辉, 等. 面向2035年的灾害事故智慧应急科技发展战略研究 [J]. 中国工程科学, 2021, 23(4): 117-125.  
Liu Y, Zhang Y D, Zhang H, et al. Development strategy of smart emergency response technology for disasters and accidents by 2035 [J]. Strategic Study of CAE, 2021, 23(4): 117-125.
- [11] Tang Z H, Peng S R, Zhou X Y. Research on the construction of smart city emergency management system under digital twin technology: Taking the practice of new coronary pneumonia joint prevention and control as an example [J]. Social Sciences, Education and Humanities Research, 2020, 446: 146-151.
- [12] Chartrand R L. Information technology for emergency management: Report [R]. Washington: U.S.G.P.O., 1984.
- [13] 姚乐野, 胡康林. 2000—2016年国外突发事件的应急信息管理研究进展 [J]. 图书情报工作, 2016, 60(23): 6-15.  
Yao L Y, Hu K L. A review on information management study of emergencies in foreign countries(2000—2016) [J]. Library And Information Service, 2016, 60(23): 6-15.
- [14] 徐绪堪, 蒋勋, 苏新宁. 突发事件驱动的应急情报分析框架构建 [J]. 情报学报, 2017, 36(10): 981-988.  
Xu X Z, Jiang X, Su X N. Method driven by unexpected events for constructing an emergency information analysis framework [J]. Journal of The China Society for Scientific and Technical Information, 2017, 36(10): 981-988.
- [15] 郭勇, 张海涛. 新冠疫情与情报智慧: 突发公共卫生事件疾控应急工作情报能力评价 [J]. 情报科学, 2020, 38(3): 129-136.  
Guo Y, Zhang H T. Novel coronavirus pneumonia (COVID-19) and intelligence wisdom: Evaluation and governance on intelligence ability of disease control emergency work in public health emergencies [J]. Information Science, 2020, 38(3): 129-136.
- [16] 樊博, 刘若玄. 应急情报联动的协同管理理论研究 [J]. 信息资源管理学报, 2019, 9(4): 10-17.  
Fan B, Liu R X. Collaborative management theory on emergency information exchanging systems [J]. Journal of Information Resources Management, 2019, 9(4): 10-17.
- [17] Cao Z X, Chu W J, Guo C X. Construction of a theoretical framework for an emergency information security system for the prevention and control of major epidemics ——Taking COVID-19 epidemic prevention and control as an example [J]. Library and Information Service, 2020, 64(15): 72-81.
- [18] 李旭光, 朱学坤, 刘子杰. 多方参与的高效快速应急开放获取机制构建研究 [J]. 图书情报工作, 2020, 64(15): 40-48.  
Li X G, Zhu X K, Liu Z J. Construction of efficient and rapid emergency open access mechanism involving multiple parties [J]. Library And Information Service, 2020, 64(15): 40-48.
- [19] 吕欣. 大数据技术在应急救援领域的应用及展望 [J]. 中国计算机学会通讯, 2018, 14(9): 56-62.  
Lyu X. Application and prospect of big data technology in the field of emergency rescue [J]. Communications of the CCF, 2018, 14(9): 56-62.
- [20] 何蒲, 于戈, 张岩峰, 等. 区块链技术与应用前瞻综述 [J]. 计算机科学, 2017, 44(4): 1-7, 15.  
He P, Yu Y, Zhang Y F, et al. Survey on blockchain technology and its application prospec [J]. Computer Science, 2017, 44(4): 1-7, 15.
- [21] 袁勇, 王飞跃. 区块链技术发展现状与展望 [J]. 自动化学报, 2016, 42(4): 481-494.  
Yuan Y, Wang F Y. Blockchain: The state of the art and future trends [J]. Acta Automatica Sinica, 2016, 42(4): 481-494.
- [22] 郝世博, 徐文哲, 唐正韵. 科学数据共享区块链模型及实现机理研究 [J]. 情报理论与实践, 2018, 41(11): 57-62.  
Hao S B, Xu W Z, Tang Z Y. Block chain model of scientific data sharing and its realization mechanism [J]. Information Studies: Theory & Application, 2018, 41(11): 57-62.