·专题报道——公共卫生信息化建设与人工智能·

智慧化公共卫生应急管理平台的构建

高星，陈庆锟，秦盼盼，王岩，胡红濮

中国医学科学院医学信息研究所，北京 100020
通信作者：胡红濮，E-mail：hu.hongpu@imicams.ac.cn

【摘　要】公共卫生应急管理直接关系着公众健康、国家安全和社会稳定。当前我国公共卫生应急管理中存在跨部门协同模式不够完善、突发公共卫生事件早期识别能力普遍不足、信息化支撑作用尚未有效显现等问题。本文围绕着国家公共卫生应急管理需求，从风险管理、突发事件管理、危机管理 3 个层面，并将信息技术与早期识别、预警预测、风险评估、应急处置、决策管理等关键环节有机结合，构建我国智慧化公共卫生应急管理平台，为实现公共卫生应急管理多点监测、全面预警、决策管理，以及多部门多机构的业务协同、数据共享提供信息化支撑。

【关键词】公共卫生应急管理；平台；早期识别；预警；决策

Construction for a smart public health emergency management platform

GAO Xing, CHEN Qingkun, QIN Panpan, WANG Yan, HU Hongpu (*Institute of Medical Information*, *Chinese Academy of Medical Sciences*, *Beijing* 100020, *China*)
Corresponding author: HU Hongpu, E-mail: hu.hongpu@imicams.ac.cn

【Abstract】 Public health emergency management is directly related to public health, social stability, and national security. Currently, public health emergency management in China faces challenges such as imperfect cross-departmental collaboration models, generally insufficient early identification capabilities for public health emergencies, and the ineffective role of information technology support. This article focuses on the needs of national public health emergency management, from the three perspectives of risk management, emergency management, and crisis management, and organically integrates information technology with key aspects such as early identification, early warning and prediction, risk assessment, emergency response, and decision-making management, to construct a smart public health emergency management platform for China. This platform aims to provide information technology support for multi-point monitoring, comprehensive early warning, decision-making management, as well as business collaboration and data sharing across multiple departments and agencies in public health emergency management.

【Keywords】 public health emergency management; platform; early identification; early warning; decision-making

公共卫生应急管理直接关系着公众健康、国家安全和社会稳定[1]。2002—2003 年的严重急性呼吸-综合征（severe acute respiratory syndromes，SARS）疫情严重影响了国家经济社会发展、人民生命安全。SARS 之后，党和国家政府加大了公共卫生应急反应体系的建设工作，出台了“一案三制”的综合应急管理体系[2]，建立了以“国家–省–市–县”四级疾病预防控制中心（简称“疾控中心”）为基础的疾病预防控制体系[3]和统一的公共卫生监测、预警与报告网络体系[4]，在疾病防控方面取得了长足的进展[5]。但随着旧的传染病的复燃和新的传染病的频发，现有的疾病防控体系已经无法满足当前的疾病防控需求[6–7]。2019 年底新型冠状病毒感染疫情（简称“新冠疫情”）的肆虐，暴露出我国当前公共卫生应急管理中跨部门协同模式不够完善[8]、突发公共卫生事件早期识别能力普遍不足[9]、信息化支撑作用尚未有效显现等问题[10]。为此，2020 年 6 月 2 日，习近平总书记在主持召开的专家学者座谈会上的重要讲话中强调，要建立智慧化预警多点触发机制，健全多渠道监测预警机制，提高实时分析、集中研判的能力[11]。在党和国家政府的政策支持下，一些省市开始建设公共卫生应急管理决策支撑系统，加强疫情监测中信息化支撑作用，并在新冠疫情防控中发挥了积极的作用[12–14]。但我国当前应急管理还多是以事发后的应急处置为主，事前主动防范、全过程管理的理念尚未充分体现，新一代信息技术推动作用没有充分发挥[7, 15]，基于此，本文围绕国家公共卫生应急管理需求，从风险管理、突发事件管理、危机管理 3 个层面，通过将信息技术与早期

开放获取：CC BY-NC-ND 4.0　DOI：10.11847/zgggws1144422
基金项目：社会科学基金重点项目国家智慧公共卫生应急管理体系研究（22AZD089）；社会科学基金重大项目新时代国家智慧公共卫生应急管理模式及实施路径研究（22&ZD141）
第一作者：高星（1986—），副研究员，研究方向：卫生信息化、卫生政策。
收稿日期：2024-03-14　修回日期：2024-10-28　录用日期：2024-11-08
利益冲突：不存在　伦理审查：不需要　出版授权：全体作者已与编辑部签署作者贡献声明及版权转让协议

识别、监测预警、风险评估、综合决策、危机管理等关键环节有机结合的路径和方法，构建我国智慧化公共卫生应急管理平台。

1 对智慧化公共卫生应急管理平台的需求

1.1 用户需求　公共卫生应急管理是政府现代化治理的重要组成部分，需要各机构各部门的协同合作[16]，涉及应急指挥部门、卫生健康委、疾控中心、医院、急救中心、社区卫生服务中心、公众及社会团体等[17]，其中，应急指挥部门是公共卫生应急管理决策的中枢，涉及卫生健康委、农业农村部 、交通运输部、发展和改革委员会、教育部、中宣部等部委；卫生健康委负责突发公共卫生事件的监督、管理以及业务指导；疾控中心负责疫情的监测、预警、分析和评估；医院、急救中心和社区卫生服务机构属于具体执行层面，负责病例报告、预防控制、诊断治疗、应急救援、病患运转、隔离防控、康复指导等；公众和社会团体需要及时获取疫情最新进展，配合卫生部门，做好自我防控和监督。因此，智慧化公共卫生应急管理平台的设计应满足这些主要用户的需求。

1.2 业务需求　现代应急管理应是对突发公共卫生事件进行预警、控制和处理的全面综合的系统管理[18]，而这次新冠疫情暴露出我国在公共卫生应急管理中存在着业务协同不足、预警滞后、信息报送不及时等问题。因此，国家智慧公共卫生应急管理平台的业务需求涉及：(1)应急管理职能整合。通过信息化手段横向消融部门间壁垒，形成以政府为主导，相关部门、社会组织系统联动的多部门多主体参与的格局[16]。(2)建立全流程管理的应急管理模式，实现应急管理从事前被动反应向事前主动防范的战略转变[17]。(3)发挥信息技术支撑作用。在动态监测、风险评估、预警预测、决策指挥、应急处置等关键业务环节引入智慧化工具，实时提供丰富有效的数据参考，为决策者做出科学合理的应急决策提供数据支撑[8, 19–20]。

1.3 数据需求　多点监测、全面预警是实现国家公共卫生应急管理的必要条件，而现有的监测数据来源渠道单一、监测内容相对滞后[21–22]。因此，为提升监测的及时性和准确性，应满足：(1)多渠道监测数据的整合。公共卫生监测的数据来源应从医疗机构扩展至药店、农业、海关、环境等相关部门，通过跨部门多源异构数据的有效整合[23]，提升突发公共卫生事件早期监测预警能力。(2)扩大监测数据内容。当前我国传染病与突发公共卫生事件网络直报系统的数据主要是临床确诊病例，预警也是基于国家法定报告管理的传染病出现的聚集性“苗头”[22]，因此，应扩大对突发公共卫生事件危险因素、异常因素等信息的监测，提高新发和突发传染病监测预警能力。

2 智慧化公共卫生应急管理平台构建思路

2.1 总体思路　根据突发公共卫生事件的生命周期，以国家公共卫生应急管理需求为导向，从风险管理、突发事件管理、危机管理 3 个层面[24]，按照事前–事中–事后的流程化管理，构建智慧化公共卫生应急管理平台，面向应急指挥部门、卫生行政机构、疾控中心、医院、急救中心、社区卫生服务中心、公众、社会团体等提供公共卫生监测、风险评估、预警管理、信息上报、综合评估、现场调查、应急处置、信息发布、舆论管理和效果评价等全流程一体化公共卫生应急管理(图 1)，为实现公共卫生应急管理多点监测、全面预警、业务协同、数据共享等提供信息化支撑。



图 1　智慧化公共卫生应急管理平台构建总体思路

Fig. 1　Overall idea on the construction for smart public health emergency management platform

2.2　功能设计　智慧化国家公共卫生应急管理平台应以事前风险管理、事中应急管理、事后善后管理的一体化流程化管理为目标，在关键业务环节引入知识库、模型库等智慧化工具，以信息技术赋能公共卫生应急管理。平台应包括数据层、模型层、功能层、展示层和用户层等 5 个部分（图 2）。

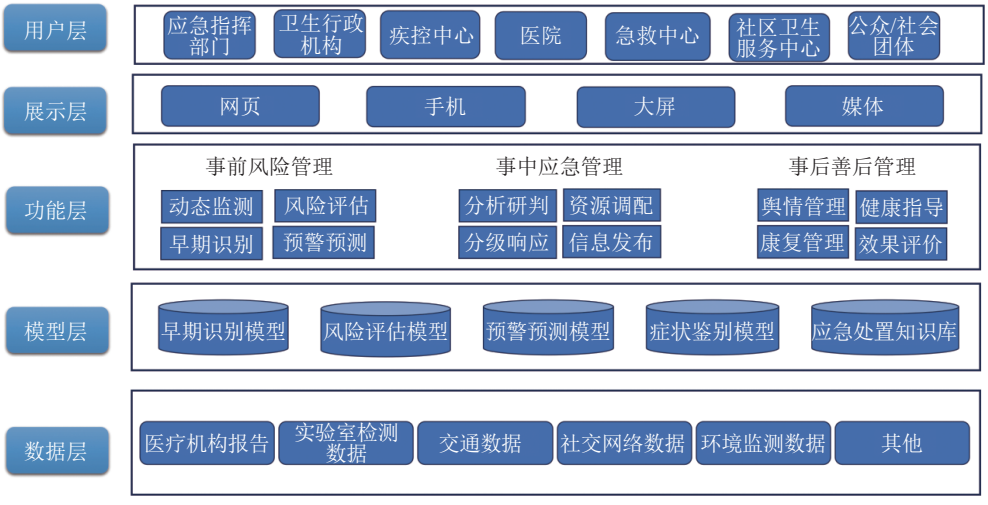


图 2　智慧化公共卫生应急管理平台构建架构

Fig. 2　Construction framework of the smart public health emergency management platform

2.2.1　数据层　要实现多点监测和多点预警的目标，需要整合多渠道的数据来源。综合分析这些数据可以更全面、准确地监测突发公共卫生事件的发生和传染病传播情况，具体的数据来源可根据不同的突发公共卫生事件和监测需求而有所差异。数据来源主要为：(1)医疗机构报告。由医疗机构在疾病诊疗过程中发现疑似病例并上报至疾病预防控制机构（简称“疾控机构”），属于常规的监测方式。(2)实验室检测数据。通过实验室检测结果，了解病毒或细菌的类型、特点、传播方式和毒力强度，为后续传染病的防控提供有效的科学证据。(3)交通数据。基于航空、铁路、公路等交通数据，了解人员的聚集情况和流动轨迹，评估疾病传播的风险。(4)社交网络数据。监测社交网络数据，基于不同类别问诊搜索频次、居民情绪等数据，识别并提取舆情热词，提高症状早期监测的敏感性。(5)环境监测数据。环境因素是传染病发生发展的影响因素，监测水质、空气质量、气候等异常环境数据，有助于传染病的早期识别和预警。

2.2.2　模型层　主要包括早期识别、风险评估、预警预测、症状鉴别模型及应急处置知识库。

2.2.2.1　早期识别模型　通过对异常情况、群体行为和危险因素的监测，早期识别出公共卫生事件暴发的隐患。其中，异常情况监测基于历史数据或基线模型，检测当前公共卫生事件数据的异常情况，如异常的感染率、发病率或病毒变异情况，以发现潜在的疾病风险和暴发；群体行为监测是结合社交媒体数据、搜索引擎查询数据等，分析人群行为和关注度的变化，识别与疾病相关的话题和担忧程度，从而预测潜在的疾病风险；危险因素监测是监测传染病等公共卫生事件的危险因素变化趋势，如气象数据、空气质量指数等，用于评估环境对季节性流感暴发等公共卫生事件的影响。

2.2.2.2　风险评估模型　用于确定潜在突发公共卫生事件风险的严重程度。面对不同突发公共卫生事件的风险场景，采用层次分析法和模糊综合评价法[25–26]，从传染病危害性、传播速度、人群易感性、医疗服务可及性等方面进行评估，为风险区域的分级分类提供科学参考。

2.2.2.3　预警预测模型　属于公共卫生应急管理的核心部分，其中，预警分析是根据公共卫生事件的特征，选择关键指标并设定相应的阈值，当超过一定阈值时及时预警；预测分析是基于时间序列分析、机器学习、神经网络等方法，对历史数据和外部数据进行分析，不断迭代优化参数，提高预测的准确性。同时，要做好数据的实时采集和模型参数的优化，确保公共卫生事件应对的效率和准确性。

2.2.2.4　症状鉴别模型　通过构建症状鉴别多因素综合评估框架，识别特异症状，协助医生精准判别疑似病患，涉及数据采集、特征提取、深度学习、症状鉴别等。此模型在实际应用中需要不断优化更新，以保证模型对新出现医疗数据的适应性，从而协助医生准确地判断患者的感染情况，提高医疗服务质量和响应速度。

2.2.2.5　应急处置知识库　主要用于公共卫生应急管理过程中卫生资源的科学合理分配，其内设置多层级多类别的应急处置方案，可根据疫情发

生的地理分布、人群特征、当地卫生资源分布以及传播的严重程度，自动提供卫生资源应急处置方案，确保在突发公共卫生事件中资源的快速优化调配，提高公共卫生应急响应效率和效果。

2.2.3 功能层 主要包括风险管理、应急决策管理、危机善后管理模块。

2.2.3.1 风险管理模块 该模块以关口前移为目标，借助早期识别模型、风险评估模型、预警预测模型，把疫情风险控制在萌芽阶段，主要涉及动态监测、早期识别、风险评估和预警预测，其中，动态监测是利用大数据技术，整合传统监测数据、社交媒体数据及环境数据、交通数据等，为后续智能化的数据分析处理提供数据支持；早期识别是通过早期识别模型，自动识别传染病关键指标的异常波动、相关危险因素的警戒值以及舆情热点，从而提前发现疾病传播的可能性，在早期加以控制；风险评估是运用风险评估模型，对疾病风险进行量化评估和等级划分，从而为决策者了解潜在风险严重程度，采取针对性应对措施提供支持；预警预测是根据现有数据和预警预测模型，自动提示预警信息，预测疾病未来的发展态势。

2.2.3.2 应急决策管理模块 该模块借助应急处置知识库，辅助决策者在突发公共卫生事件暴发时及时研判发展态势，科学合理地进行应急响应和资源分配，主要包括分析研判、分级响应、资源调配和信息发布，其中，分析研判主要是利用可视化技术展示突发公共卫生事件的暴露人群分布、时空分布以及发展趋势，生成智能化的应急指导方案，以提高应急响应效率；分级响应主要是基于公共卫生应急管理相关政策文件，确定应急响应的级别，针对不同的应急响应级别，生成相应的行动方案；资源调配主要是根据疾病严重程度和卫生资源分布情况，优化资源调配方案，确保卫生资源得到高效利用；信息发布主要是用于准确及时地向媒体和公众发布权威的疫情发展信息以及相应的个人防护指导。

2.2.3.3 危机善后管理模块 该模块用于公共卫生事件结束后的善后管理，包括舆情管理、康复管理、康复指导和效果评价，涉及居民的心理安抚、病患的康复管理以及应急管理效果的反馈改进等。其中，舆情管理主要是通过网络舆情监测，了解疫情后居民的心理健康状况，在线上平台和线下社区营造心理关怀和压力疏导的有利条件，帮助居民缓解疫情带来的负面情绪，减轻心理压力；康复管理主要是基于诊疗数据和人口学特征，评估患者康复状况，提供个性化的康复管理方案，做好康复病患的定期随访；康复指导是指通过公共卫生应急管理平台和社区及时向居民科普疾病防护信息，增强居民防护意识；效果评价是通过采用卫生经济学和政策学评估方法，评估应急管理效果并提出改进建议，通过改善应急管理水平，提高应急响应能力。

2.2.4 展示层 以网页、手机 APP、大屏、媒体等方式及时向疾控相关机构、社会公众等发布最新的突发公共卫生事件发展态势和个人防护措施，确保管理者及时掌握有效信息，科学制定合理的应急处置方案，保障公众的健康安全。

2.2.5 用户层 面向应急指挥部门、卫生行政机构、疾控中心、医院、社区卫生服务中心、社会团体、公众等用户，提供相应的信息和决策支持服务，满足不同类别用户在突发公共卫生事件中的信息需求。

3 结 语

本文根据突发公共卫生事件的生命周期，以国家公共卫生应急管理需求为导向，按照事前风险管理–事中应急管理–事后善后管理的一体化流程化管理思路，构建智慧化公共卫生应急管理平台。平台中包括数据层、模型层、功能层、展示层和用户层 5 个部分，并在早期识别、预警预测、风险评估、症状鉴别、应急处置等关键业务环节引入了早期识别模型、预警预测模型、风险评估模型、症状鉴别模型及应急处置知识库等，为实现国家公共卫生应急管理多点监测、全面预警、决策管理，以及多部门多机构的业务协同、数据共享提供智慧化解决方案。未来，智慧化公共卫生应急管理平台的功能将进一步细化，将根据不同突发公共卫生事件的构成要素和特点，增加相应的系统功能以及模型库、知识库，探讨覆盖传染病、慢性病以及其他主要突发公共卫生事件的应急管理综合系统，为国家现代化治理提供有力支撑。

参考文献

[1] Jia P, Liu S Y, Yang S J. Innovations in public health surveillance for emerging infections[J]. Annual Review of Public Health, 2023, 44: 55-74.

[2] 钟开斌. "一案三制": 中国应急管理体系建设的基本框架 [J]. 南京社会科学, 2009(11): 77-83.

[3] 迟福林. 以人民健康至上理念 推进我国公共卫生体系变革 [J]. 社会治理, 2020(4): 5-13.

[4] 孙洁. 疫情报告响应机制应尽快评估 [J]. 中国卫生, 2020(3): 60.

[5] 单珊. 党的十八大以来我国突发公共卫生事件应急管理体系建设的重大成就和重要经验 [J]. 管理世界, 2022, 38(10): 70-77.

[6] 张建慧. 突发公共卫生事件应急管理问题研究 [J]. 大陆桥视野, 2023(8): 96-98.

[7] 张连峰, 张鑫蕊, 张海涛. 突发公共卫生事件信息协同研究现状与展望 [J]. 现代情报, 2022, 42(7): 156-166.

[8] 赵默沫. 公共卫生突发事件协同治理机制优化研究 [D]. 南宁: 广西民族大学, 2021.

[9] 王志锋. 2020 年中国突发公共卫生事件应急管理发展报告 [M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2021.

[10] 刘颖杰, 孙磊, 郑江平. 预警发布在突发公共卫生事件应急管理中的作用及对策 [J]. 北方工业大学学报, 2021, 32(5): 1-5, 14.

[11] 习近平. 构建起强大的公共卫生体系为维护人民健康提供有力保障 [J]. 实践 (思想理论版), 2020(10): 4-8.

[12] 刘鹏, 钟晓. 智慧监管赋能流行病疫情风险治理——以新冠肺炎疫情防控为例 [J]. 四川大学学报 (哲学社会科学版), 2022(4): 172-183.

[13] 田丰, 生龙, 赵继军, 等. 大数据应用背景下的公共卫生应急响应体系建设——以邯郸市为例 [J]. 传染病信息, 2021, 34(4): 373-377.

[14] 郑立国, 邢学森, 朱建如, 等. 湖北省公共卫生应急准备中心建设与管理实践 [J]. 中国公共卫生管理, 2021, 37(5): 692-694.

[15] 吴宁, 秦雅楠. 突发公共卫生事件的应急管理机制探析——以 COVID-2019 疫情为例 [J]. 武汉理工大学学报 (社会科学版), 2020, 33(2): 8-14.

[16] 王晓玉, 唐敏, 杨雪洁, 等. 重大公共卫生事件应急决策主体协同关系及演变特性 [J]. 情报科学, 2023, 41(5): 17-25.

[17] 蔡昉, 王灵桂. 健全国家公共卫生应急管理体系研究 [M]. 北京: 中国社会科学出版社, 2021.

[18] 朱新妍. 敏捷治理视角下突发公共卫生事件中地方政府应急能力影响因素探究 [D]. 杭州: 浙江大学, 2023.

[19] 孙浩. 突发公共卫生事件的时空特征挖掘与协同治理研究 [D]. 长春: 吉林大学, 2023.

[20] 刘奕, 张宇栋, 张辉, 等. 公共卫生应急精准防控与一体化管理 [J]. 中国工程科学, 2021, 23(5): 24-33.

[21] 杨津, 冯录召, 赖圣杰, 等. 急性呼吸道传染病症状监测及预警技术的现状与展望 [J]. 中华流行病学杂志, 2023, 44(1): 60-66.

[22] 杨维中, 兰亚佳, 吕炜, 等. 建立我国传染病智慧化预警多点触发机制和多渠道监测预警机制 [J]. 中华流行病学杂志, 2020, 41(11): 1753-1757.

[23] 周芳检. 大数据时代城市公共危机跨部门协同治理研究 [D]. 湘潭: 湘潭大学, 2018.

[24] 朱凤才, 沈孝兵. 公共卫生应急——理论与实践 [M]. 南京: 东南大学出版社, 2017.

[25] 郭金玉, 张忠彬, 孙庆云. 层次分析法的研究与应用 [J]. 中国安全科学学报, 2008, 18(5): 148-153.

[26] 韩利, 梅强, 陆玉梅, 等. AHP–模糊综合评价方法的分析与研究 [J]. 中国安全科学学报, 2004, 14(7): 86-89.