传染病多点多渠道监测预警体系建设探索——以湖北省为例*

刘红慧[1,2] 官旭华[1] 童叶青[1] 郑立国[1] 黄淑琼[1] 邢学森[3]

([1]湖北省疾病预防控制中心 武汉 430079 [2]华中科技大学同济医学院 武汉 430030
[3]湖北省疾病预防控制局 武汉 430079)

〔摘要〕 **目的/意义** 探讨多点多渠道监测预警体系的构建路径，为全国传染病监测预警体系数智化升级提供实践参考。**方法/过程** 基于湖北省实践，综合运用文献分析、案例研究与系统开发方法，整合医疗机构、学校等多源数据，构建数据采集体系；依托人工智能与大模型技术，开发传染病监测预警与应急指挥信息平台；构建“监测－预警－处置－评估”全流程信息闭环和业务闭环。**结果/结论** 数智化监测预警体系可有效提升监测广度与预警精度，但需突破部门数据壁垒、强化复合型人才培养、优化模型可解释性。未来应加强政策协同与平台迭代，并建立医学信息学交叉人才培养机制，以加速智慧疾控新生态构建。

〔关键词〕 传染病；监测分析；预警管理；风险评估；数智化
〔中图分类号〕R－058 〔文献标识码〕A 〔DOI〕10.3969/j.issn.1673－6036.2025.05.004

Exploration of the Construction of a Multi－point and Multi－channel Monitoring and Early Warning System for Infectious Diseases: A Case Study of Hubei Province

LIU Honghui[1,2], GUAN Xuhua[1], TONG Yeqing[1], ZHENG Liguo[1], HUANG Shuqiong[1], XING Xuesen[3]
[1]Hubei Provincial Center for Disease Control and Prevention, Wuhan 430079, China; [2]Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China; [3]Hubei Provincial Bureau of Disease Prevention and Control, Wuhan 430079, China

〔**Abstract**〕 **Purpose/Significance** To discuss the construction path of the multi－point and multi－channel monitoring and early warning system, so as to provide practical references for the digital intelligence upgrade of the national infectious disease monitoring and early warning system. **Method/Process** Based on the practice in Hubei province, by comprehensively applying methods such as literature analysis, case study and system development, and integrating multi－source data from medical institutions, schools, etc., a data collection system is constructed. Relying on artificial intelligence (AI) and large model technology, an information platform for infectious disease monitoring, early warning and emergency command is developed. A full－process information and business closed loop of “monitoring－early warning－handling－assessment” is built. **Result/Conclusion** The digital intelligent monitoring and early warning system can effectively enhance the coverage of monitoring and the accuracy of early warning, but it is necessary to break through the data barriers of departments, strengthen the cultivation of compound talents, and optimize the interpretability of the models. In the future, policy coordination and platform iteration should be strengthened, and a cross－disciplinary talent cultivation mechanism for medical informatics should be established to accelerate the construction of a new ecosystem for intelligent disease control.

〔**Keywords**〕 infectious disease; monitoring analysis; early warning management; risk assessment; digital intelligence

〔修回日期〕 2025－01－03

〔作者简介〕 刘红慧，副主任医师，发表论文 15 篇；通信作者：邢学森，主任医师。

〔基金项目〕 湖北省卫生健康委科研项目（项目编号：WJ2023D005）；中国疾控中心卫生健康标准化前期研究项目（项目编号：BZ2024－Q012）；中国疾控中心卫生健康标准化前期研究项目（项目编号：BZ2024－Q002）。

1 引言

自 20 世纪 50 年代以来，我国法定传染病报告方式历经了从手工处理到电子化、信息化、智能化的发展过程[1-2]。随着症状监测等非传统监测不断涌现，预警数据源极大丰富，人工智能和大模型技术在传染病传播路径识别、病原体追踪等方面作用突显。全球公共卫生情报网络 GPHIN、传染病监测平台 Healthmap、全球共享流感病毒数据库 GISAIO、全球疫情预测平台 GLEAM、基因组变异追踪与预测平台 Nextstrain[3-7]等被广泛应用于传染病监测预警。2021 年后，湖北省积极探索多渠道监测、多点触发预警技术及其应用[8]，初步形成涵盖核心监测圈、重点联动圈、外延联动圈的多点多渠道监测预警网络。2023 年国家疾病预防控制局开始在全国开展医疗机构传染病智能前置软件部署和数据采集工作，以期打破医防信息壁垒，实现医疗机构数据的主动采集，并基于此开展传染病监测预警平台建设。本文基于湖北省实践，探讨当前数智化发展背景下传染病多点多渠道监测预警体系建设的关键问题、面临的挑战及优化路径，为体系建设提供理论依据与实践参考。

2 传染病多点多渠道监测预警体系构建

2.1 多点多渠道传染病监测预警哨点

传统传染病监测体系主要依托两类哨点网络。一是以医疗机构、病原实验室为基础的临床监测网络，涵盖呼吸道多病原监测、肠道传染病综合监测、发热门诊就诊量监测、门诊流感样病例（influenza-like illness，ILI）和住院严重急性呼吸道感染（severe acute respiratory infection，SARI）监测等[9-10]。二是以行业监测点为主的风险因素监测网络，包括动物疫病、病媒生物、环境污水病原体监测等[6,11]。建设多点多渠道监测预警体系的关键在于构建突破单一行业局限的哨点体系，整合多部门资源，实现从专业机构单一触发到社会多元联动的范式转变，形成以医疗机构为核心阵地，学校托幼机构为重点前哨，交通枢纽和公共场所为流动节点，社区为网格化抓手，海关构筑境外输入屏障的立体监测预警哨点体系。

2.2 多点多渠道监测预警数据采集体系

数据采集体系是数智化监测预警的基础。数据来源包括医疗卫生机构网和社会面网。医疗卫生机构网数据主要包括来自医疗机构的健康医疗大数据，如医院信息系统、检验信息系统、影像存储与传输系统、电子病历中的基本信息、用药记录、检验检测结果、标准化临床路径等数据，以及来自疾控机构的公共卫生监测数据，如传染病报告、传染病哨点监测、病原学监测、病媒生物监测、预防接种、应急资源（药品、物资等）、接诉即办、12320 热线等数据[12-13]。数据采集方式方面，可要求医疗卫生机构根据数据集和接口标准，将数据主动推送至前置机或省、市平台端，或者通过镜像库将全量数据复制到前置机或云端，由数据采集方进行解析和入库。社会面网数据指来自公安、民政、市场监管、气象、林草等外部门的数据，按照监测预警关联强度分为重点联动圈、外延联动圈数据。共享数据主要包括基础数据和监测数据两类，基础数据主要包括人员户籍信息、学籍信息、重点行业重点场所从业人员及工作单位信息等，一般定期共享；监测信息包括学校因病缺勤、药品销量、气象监测、环境质量监测、动物疫病、林草部门野鸟监测、网信部门舆情监测等信息，视情况及时共享，见图 1。

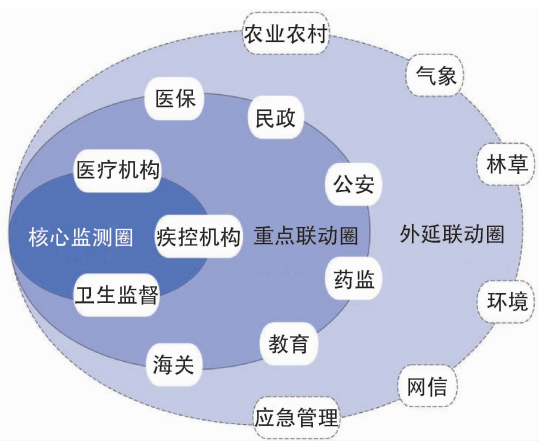

图 1 传染病多点多渠道监测预警数据采集体系

2.3 传染病多点多渠道监测预警信息平台

2021 年湖北省探讨信息化赋能，构建基于医疗机构网和社会面网“两网”的自动化数据采集体系，开发“医学知识库”和“防控知识库”智能支撑工具包，在全省 376 家二级及以上公立医疗机构、部分民营医疗机构、1.4 万家基层医疗机构、1.5 万所中小学校和托幼机构、1 100 万重点人群等多渠道哨点基础上，重点推进应急指挥类、业务应用类及辅助类等 19 个子系统建设，开发了集多渠道监测、多点触发预警、智慧指挥调度等功能于一体的传染病监测预警与应急指挥信息系统[14]。2023 年 8 月该系统在省、市、县全面部署应用，实现疫情监测、预警、响应、调查、防控、评估全链条管理。

2.4 传染病多点多渠道监测预警制度与机制

2023 年 6 月湖北省卫生健康委员会印发了《关于在全省疾控中心设立传染病监测预警中心的通知》，明确全省传染病监测预警组织架构、人员配置、场所和硬件设施设备配备要求等。近两年省级传染病监测预警体系建设一方面明确了 3 大类 14 项制度。一是组织管理类制度，包括《传染病监测预警中心组织架构》《传染病监测预警中心工作机制》《省级传染病监测预警中心值班值守制度》《湖北省传染病监测预警与应急指挥信息平台用户与权限管理规范》。二是业务运行类制度，包括《省级传染病监测预警中心会商工作制度》《多部门专家会商工作制度》《传染病风险发布工作制度》《医疗机构就诊情况及数据采集监测工作制度》《国际国内疫情信息监测工作制度》。三是系统应用类工作制度，包括《医疗机构症候群监测工作制度》《传染病智能排查工作制度》《传染病聚集性疫情预警工作制度》《医疗机构发热门诊视频监测工作制度》《学校因病缺课监测工作制度》。另一方面明确了业务运行机制。制定监测预警中心内部规范化运行机制，包括监测分析－预警管理－风险评估业务联动机制、内部岗位设置与规范、内部“研－交－办－督－结”业务流程和工作路径等；明确监测预警中心与本单位其他所处室、外单位联动运行机制，包括数据共享机制、功能优化机制、规则优化机制、信息流转机制、评估督办机制；纵向梳理业务流程，涵盖传染病监测预警信息报告和流转、预警评估、风险评估、预警管理等流程，以及“发起－处置－评估－结束”执行流程，构建省、市、县 3 级规范化运行考核评估指标体系。通过不断完善工作制度和流程，实现疫情监测、风险识别、预警发布、管控实施、总结评估业务全流程覆盖和“研－交－办－督－结”全闭环管理。

3 传染病多点多渠道监测预警体系建设效果

湖北省逐步形成以卫生健康行政部门和疾控部门为主导、医疗机构为主网、疾控机构传染病监测预警中心为核心、疾控监督员协同、多部门联动的传染病预警体系。省、市、县 3 级监测预警中心聚焦“监测分析、风险评估、预警管理”核心业务，以多渠道哨点为网络，以监测预警信息平台和多领域专家会商分析为手段，形成“研－交－办－督－结”业务闭环，见图 2。

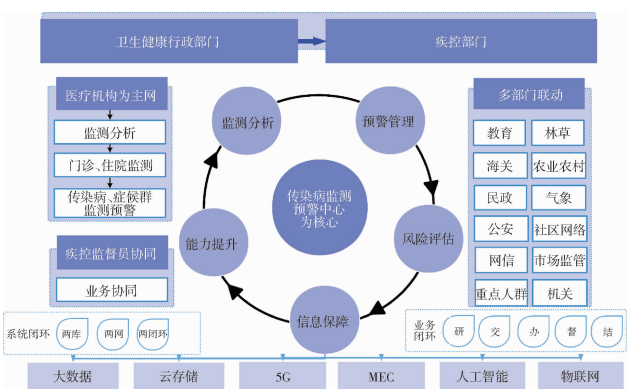

图 2 多点多渠道监测预警体系架构

3.1 医疗机构和学校等重点场所的症候群和症状监测分析

该系统自 2023 年 8 月运行以来，在 17 个市州 376 家医疗机构门诊日均监测超 30 万人次，实现对 41 种法定传染病、重点非法定传染病、12 种重点关注疾病、3 类肺炎主题、5 大症候群、发热、ILI、

SARI 等的监测与趋势分析。监测全省中小学及托幼机构学生因病缺课记录 228 万条，晨检、午检、晚检记录共 262 万条，发热人次记录 24 931 条。

3.2 基于医学知识库的智能辅助诊断、排查与报告

通过实时抓取分析医疗机构诊断、检查、检验、用药等信息，利用医学知识库对“应诊未诊”和“应报未报”传染病病例进行提醒、核查和报告。2023 年 8 月以来，累计产生法定传染病排查任务 247 778 条，处置率 99.5%，支撑法定传染病报告卡补报率 14%。

3.3 基于防控知识库的智能预警多点触发与处置联动闭环

实时自动触发重点关注传染病和重症单病例预警、小颗粒聚集性预警、社会面拓展热点聚集预警、时空聚集预警、暴发聚集疫情及流行预警。2023 年 8 月以来，全省红、橙、黄 3 色预警信号处置率达 99.91%，经排查纳入处置的单病例和聚集性疫情 4 163 起；其中基于中小学及托幼机构触发水痘、手足口病、流感等单病例和聚集性疫情 3 419 起（82.13%）。全省实现一般及以上级别突发公共卫生事件年发生数两连降的效果。

3.4 融合信息技术的应急处置与风险评估应用

省、市、县 3 级疾控局、疾控中心、医疗机构基于省统筹平台，常态化开展跨区域重点传染病风险日分析、周监测、月评估、季度评估实时研判会商会。通过信息系统赋能，实现对重点人群、重点场所、风险点位及其周边资源的精准研判和识别，有效实现传染病疫情和突发公共卫生事件应急处置的多点多渠道数源支撑。

3.5 基于大模型态势分析的智能辅助决策应用

通过自然语言处理和大模型应用场景构建，在传统疫情概况模板电子化的基础上，基于深度训练的“人工智能 +”传染病报告生成大模型，实现疫情研判日报、周报、月报、专题研判报告等自动生成，助力智能辅助决策。

3.6 “一键达基层”指挥调度应用

湖北省应急指挥调度子系统覆盖省、市、县卫生健康行政部门、疾控局、疾控中心、医疗机构。此外，省级突发公共卫生事件应急指挥调度场所实现对全省范围内饮用水监测点、餐饮具消毒企业、医疗废弃物监测点、医疗机构门急诊、儿科门诊等近 3 000 个点位，以及高铁站、地铁站、汽车客运站、飞机场等社会面关键点位视频监控系统实时监控。省统筹平台对传染病相关“人、物、地”传播风险实现 24 小时实时在线监测预警、调度指令“一键达基层”。

4 主要挑战及对策

4.1 部门数据壁垒依然存在

各地应基于实际情况，采取多种数据采集方式，完善“两网”数据采集体系。一是通过接口对接或库表交换方式，利用省域政务共享平台共享多部门数据。二是国家垂管系统数据回流，包括中国疾病预防控制信息系统、部分重点传染病垂管系统、致病菌识别网等相关数据回流，有条件的地区可争取动物疫控部门垂管系统、海关垂管系统数据回流。三是自建数据采集通路，根据实际情况，由省统筹平台承建单位或其他部门自建系统，采集重点联动圈的学校、药店、重点行业重点场所从业人员相关信息，开发社会面突发公共卫生事件风险线索上报 App 或小程序以获取社会面风险信息。四是通过专线接入、账号部署、线下共享等方式采集外部门已建系统数据。如通过政法专线接入，实现对“雪亮工程”中重点场所、重点点位的视频实时监控；通过水利、气象等部门监测系统账号部署，为洪涝灾害应对提供技术支撑；通过与动物疫控、海关、林草等部门建立定期会商机制，实现线下定期数据共享。五是利用公共数据平台或数据采购与合作项目开展数据利用[14-15]。

4.2 交叉复合型人才需求缺口大

一方面多学科交叉背景的高层次专业骨干储

备不足，另一方面基层医疗卫生机构监测预警专业技术人才数量有限。随着前置软件部署应用，省统筹区域传染病监测预警信息平台建设逐步推进，各地急需建立公共卫生、数学、计算机、人工智能等相关专业交叉复合型人才培养机制，形成多层次、多类型、与行业发展需求相适应的专业人才库[16-18]。同时，各省可探索建立疾控机构、高校、科研院所、企业多方联动的监测预警技术联合研究平台。依托联合研究平台，加强相关人才引进，结合监测预警信息系统和业务需求，深入开展基于传统数学模型、机器学习、深度学习等技术的理论与实际应用转化。针对基层医疗卫生机构监测预警专业技术人才不足问题，各地应加强政策保障，从机构设置、编制倾斜、继续教育、培训和进修等方面，加强队伍扩充和人才培养支持力度。

4.3 预警预测技术的理论研究与实际应用存在差距

一方面，数据准确性、完整性、及时性等问题会限制监测预警系统的整体效能；另一方面，人工智能、大数据等监测预警技术虽然在提高效率和准确性方面具有优势，但当前行业普遍存在模型黑箱问题，其决策过程往往较为复杂，缺乏可解释性，影响对预警结果的信任度和接受度。同时，在系统设计和开发阶段，预留性能缓冲空间和可扩展性接口不足、模型参数可视化不足，系统验收后，厂商算法团队不稳定等，制约了系统的优化和功能拓展。针对这些问题，一是要加强需求管理，在项目初期，明确需求文档中对模型可解释性的要求，并确保其贯穿整个开发过程。例如，要求在界面上展示关键特征贡献度、预测置信度等指标。二是在系统建设过程中，要求厂商提供详细的模型文档和代码注释，解释模型结构、参数选择和预测逻辑，以便后续优化和调整。

此外，尽管国家层面已出台多项政策推动传染病监测预警体系建设，但在地方落实过程中，仍存在政策支持不足、保障不足等问题。数据量非线性增长背景下，网络攻击、数据泄漏、病毒攻击等系列问题，也导致信息安全面临更大挑战。

5 结语

随着数智化技术的快速发展，传染病监测预警领域需要更深层次的理念协同、制度协同和平台协同，以推进多点多渠道传染病监测预警数据采集体系构建，发挥区域传染病监测预警信息平台作用，健全传染病监测预警管理组织体系，升级传染病监测预警数智化管理能力，最终实现传染病防控领域社会治理需求和治理供给的精准匹配。本文基于湖北省传染病监测预警体系建设实践，探讨多点多渠道监测预警体系的构建路径，具有一定参考意义。但各省在省统筹平台构建、多部门协同、体系建设等方面可能各有侧重，需结合各地实际予以推动。

作者贡献：刘红慧负责数据分析、论文撰写；官旭华负责论文审核；童叶青、郑立国、黄淑琼负责文献调研；邢学森负责论文审核与修订。

利益声明：所有作者均声明不存在利益冲突。

参考文献

1 周李承，文哲，罗伟权，等. 基于多源数据的传染病智能预警模型研究［J］. 中国公共卫生，2021，37（8）：1157-1161.

2 于青松，戴映雪，龙露，等. 传染病监测体系和预警方式的研究进展［J］. 预防医学情报杂志，2023，39（8）：1013-1018.

3 MYKHALOVSKIY E，WEIR L. The global public health intelligence network and early warning outbreak detection：a Canadian contribution to global public health［J］. Canadian journal of public health，2006，97（1）：42-44.

4 BROWNSTEIN J S，FREIFELD C C. HealthMap：the development of automated real-time internet surveillance for epidemic intelligence［EB/OL］.［2024-11-09］. https：//www.eurosurveillance.org/content/10.2807/esm.12.11.00711-en.

5 SHU Y，MCCAULEY J. GISAID：global initiative on sharing all influenza data - from vision to reality［J］. Eurosurveillance，2017，22（13）：30494.

6 TIAN P，LI S G，ZHOU Y W，et al. Cooperative sentinel surveillance of malaria in Laiza and nearby areas of Myanmar and importation threat monitoring - China，2019—2023［J］. China CDC weekly，2024，6（17）：378-382.

（下转第 28 页）

享应用，形成了支撑传染病监测预警、重大传染病管控与慢性病动态监测的数字化底座，成为推动公共卫生数字化转型和加快疾控现代化建设的重要基础设施。后续研究将重点围绕以下方向：一是深化数据治理与标准化体系建设，提升数据质量与管理效能；二是完善跨部门、跨区域数据共享与协作机制，构建省域高效联动的公共卫生数据服务生态[11]；三是引入大模型驱动的智能分析算法，增强传染病预测预警模型的精度；四是制订公共卫生数据分类分级标准，健全信息安全隐私保护机制。

作者贡献：江涛负责论文撰写与修订；单超群、孙梦莎负责文献检索与分析；谢诚明、叶旭辉负责平台应用成效分析；蔡俨薇负责论文修订；蒋震负责研究设计、论文审核。

利益声明：所有作者均声明不存在利益冲突。

参考文献

1 MORGAN O W, ABDELMALIK P, PEREZ - GUTIERREZ E, et al. How better pandemic and epidemic intelligence will prepare the world for future threats [J]. Nature medicine, 2022, 28 (8): 1523 - 1526.

2 邹晓辉，朱闻斐，杨磊，等. 谷歌流感预测——大数据在公共卫生领域的尝试 [J]. 中华预防医学杂志，2015，49 (6)：581 - 584.

3 王玉琢，马红霞，靳光付，等. 大数据时代的流行病学研究：机遇、挑战与展望 [J]. 中华流行病学杂志，2021，42 (1)：10 - 14.

4 赵嘉，苏雪梅，赵自雄，等. 新形势下疾病预防控制信息化需求及应用场景分析 [J]. 医学信息学杂志，2024，45 (2)：65 - 70.

5 查文中，兰希，比确子拉. 医院信息系统中的跨平台数据集成技术研究 [J]. 信息与电脑 (理论版)，2024，36 (18)：66 - 68.

6 姚成，胡伊玢. 数据挖掘技术在医学信息中的应用 [J]. 国际医药卫生导报，2008，14 (7)：122 - 124.

7 张晨，计虹，金昌晓，医疗数据质量分析与治理对策探讨 [J]. 中华医院管理杂志，2020，36 (9)：747 - 750.

8 刘阳，李亚子，郭珉江，等. 基于“惠民保”的医保数据共享模式研究 [J]. 中华医院管理杂志，2022，38 (12)：901 - 905.

9 马宇航，殷一，王凯，等. 传染病多阶段、多场景监测预警多样化方法体系的研究与思考 [J]. 中华预防医学杂志，2023，57 (10)：1529 - 1535.

10 赖圣杰，冯录召，冷志伟，等. 传染病暴发早期预警模型和预警系统概述与展望 [J]. 中华流行病学杂志，2021，42 (8)：1330 - 1335.

11 徐艳晴，姚洪. 供需视角下重大突发公共卫生事件数字治理研究 [J]. 中国行政管理，2023，39 (10)：131 - 139.

(上接第 23 页)

7 KOCH R T, ERAZO D, FOLLY A J, et al. Genomic epidemiology of West Nile virus in Europe [EB/OL]. [2024 - 11 - 09]. https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2023.100664.

8 周李承，文哲，罗伟权，等. 建立全球传染病疫情监测、预警及应对的 3M - SPR 体系 防范和应对国门生物安全风险研究 [J]. 口岸卫生控制，2021，26 (5)：27 - 30.

9 YUE Z J, SHI X Y, ZHANG H L, et al. The viral trends and genotype diversity of norovirus in the wastewater of Shenzhen, China [EB/OL]. [2024 - 11 - 09]. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.174884.

10 焦敏，高倩倩，刘金妹，等. 新发 (重大) 传染病“全哨点”概念界定 [J]. 中国公共卫生，2021，37 (10)：1459 - 1462.

11 JIANG Y Y, YUAN Z Y, WANG Y X, et al. Wastewater - based intestinal protozoa monitoring in Shanghai, China [J]. Microbiology spectrum, 2024, 12 (11): e0403223.

12 詹启敏，张路霞，韩鸿宾，等. 健康数据科学导论 [M]. 北京：北京大学医学出版社，2022.

13 柳东如. 湖北省统筹区域传染病监测预警体系建设实践与思考 [J]. 公共卫生与预防医学，2023，34 (6)：1 - 4.

14 王宇. 新发传染病风险的智能化监测与评估 [J]. 中国数字医学，2023，18 (10)：6 - 10.

15 袁广林. 人工智能时代高等教育变革 [J]. 国家教育行政学院学报，2019 (8)：11 - 17.

16 张诚，夏天，毛丹，等. 基于医疗健康大数据的重大传染病监测预警标准体系构建设想 [J]. 预防医学情报杂志，2024，40 (4)：430 - 434.

17 杜明梅，刘运喜. 我国传染病监测预警系统的发展与应用 [J]. 中华医院感染学杂志，2022，32 (6)：801 - 804.

18 程潇，黄利群，陈丹，等. 我国口岸城市呼吸道传染病多源数据预警综合指标体系建立 [J]. 中国公共卫生，2022，38 (9)：1160 - 1163.