

DOI: 10.16369/j.oher.issn.1007-1326.2023.06.019

• 监管与实践 •

上海院前急救体系现代化发展的数字化转型

The digital transformation of the modernization of Shanghai's pre-hospital emergency care system

郑小坚, 张志锋, 张瑜, 董钧

ZHENG Xiaojian, ZHANG Zhifeng, ZHANG Yu, DONG Jun

上海市医疗急救中心, 上海 200233

摘要:通过分析上海市院前急救体系的发展历程、现状,以及上海市院前急救体系数字化转型面临的挑战,详细介绍了上海院前急救体系在数字化过程中的探索与实践,指出上海市医疗急救中心在调度流程再造、平台智慧赋能、分类救护、疫情防控应用等方面取得了一系列显著成效:特大型城市院前急救一体化调度指挥系统得以确立,院前急救云调度、院前院内协同救治和医保实时结算等功能得以实现,市、区急救中心与医疗机构、健康网间的信息能够互联互通。上海市院前急救体系数字化转型实践可为进一步推进“智慧急救”提供借鉴和启示。

关键词:院前急救;数字化转型;上海;智慧赋能;数字平台

中图分类号: R197.32 **文献标志码:** A **文章编号:** 1007-1326(2023)06-0751-06

引用:郑小坚, 张志锋, 张瑜, 等. 上海院前急救体系现代化发展的数字化转型[J]. 职业卫生与应急救援, 2023, 41(6): 751-756.

院前急救体系承担着群众日常急救、突发公共事件救援、重大活动保障和急救知识的普及培训等职责,直接关系到民生福祉与城市安全,是现代城市医疗卫生体系和公共安全应急保障体系中至关重要的一环。

院前急救的数字化转型,是指利用 5 G 移动通信技术、音视频通话技术、网络定位技术等现代数字化技术为基础,对现有院前急救资源进行整合升级,并对急救、呼救等市民需求相关业务进行融合赋能。开展院前急救的工作流程智能化再造,不仅能实现院前急救数字化技术下效率的线性提升,还可以打造出高效、具有针对性的院前急救新体系。从 21 世纪初至今,上海经过 20 多年的探索,形成了聚焦一体化布局、数字化转型和智慧化管理的三大环节与四大平台的院前急救体系。本研究拟通过文献研究、平台实践与数据分析等方法,对上海构建基于数字化发展模式与配套的急救新模式进行回顾,以期上海地区乃至全国的院前急救体系现代化发展提供参考,为进一步推进“智慧急救”提供

借鉴和启示。

1 上海院前急救发展历史及现况

1.1 上海院前急救体系的发展历程

上海的院前急救体系是伴随着新中国的急救发展历史一路成长而来。我国的院前急救体系,与发达国家相比,起步相对较晚,但追赶迅速,大致可以分为四个阶段。

新中国成立后至改革开放之前,从参照苏联模式起步,我国在一些大中城市相继建立了“急救站”,在全国有限的医疗资源背景下,少许救护车和简陋的急救站成为仅有的配置,救护车仅承担转运功能。1951 年 1 月 1 日“上海市人民政府卫生局巡回医疗队”成立,上海院前急救事业的发展也随之拉开序幕。

1980—1986 年期间,原卫生部颁发了《关于加强城市急救工作的意见》^[1],使得我国各个地区的急救事业和体系得以发展与构建,各个城市的急救体系开始走向系统建设。原“上海市人民政府卫生局巡回医疗队”在经历了“上海市人民政府卫生局救护总站”“上海市医疗救护大队”等屡次更名后,于 1983 年再度更名为“上海市医疗救护中心站”,该中心站 1985 年开始与医院合作,开展医生参与的救

基金项目:国家重点研发计划主动健康和老龄化科技应对专项课题(2020YFC2008704)

作者简介:郑小坚(1977—),男,硕士,副主任医师

通信作者:张志锋,研究员, E-mail: Zhangzf608@163.com

护模式。

1986 年—20 世纪末,我国院前急救体系逐步与院内急诊分离,发展为较为独立的学科,“120”作为全国统一的急救呼救报警电话得以确立。一线城市不断探索适合自身情况的院前急救机构和管理体系,积极向发达国家学习,形成了多种发展模式^[2]。上海市医疗救护中心站从 1987 年起开始培养专职随车急救医生,1993 年被世界卫生组织任命为西太平洋地区唯一的院前急救研究和培训合作中心,同年更名为“上海市医疗救护中心”。

进入 21 世纪后,随着我国经济发展、医疗水平和技术突破,院前急救体系的现代化建设有了新突破。国务院制定的《国家突发公共事件总体应急预案》^[3]成为院前急救立法的开端,国家各部门相继出台了《国家突发公共卫生事件应急预案》^[4]、《中华人民共和国突发公共卫生事件应急条例》^[5]等一系列法律法规、标准和意见,特别是 2013 年出台的《院前医疗急救管理办法》^[6],进一步推动了各个省市院前急救的规范建设。2002 年“上海市医疗救护中心”正式更名为“上海市医疗急救中心”,并一直沿用至今。区别于北京院前院内一体的急诊模式和重庆的院内急救延展的模式,上海的院前急救模式更突出医疗急救中心的独立性,急救中心不设床位,不承担院内急救的职能,专注院前急救为核心任务。

上海独立型的院前急救体系最初由市急救中心与 9 家区(县)急救中心(站)共同组成,分别隶属于市、区(县)二级卫生行政管理部门领导,中心城区和各个区县分别承担辖区内的院前急救工作。这一模式早期主要依靠电话等通信设备提升调度效率,依托于独立型院前急救服务模式,急救业务量和反应时间等指标在全国均处于最前列。但在 21 世纪初的发展过程中,固有的院前急救体系已经跟不上时代的发展,面临各种挑战和局限性。一方面,受理市民呼救和调度的急救资源存在着很强的区域限制;另一方面,当时聚焦于将救护车数量、急救分站数量、呼救反应时间等作为主要的体系建设考核指标,管理模式相对较为单一,缺乏相应的制度层面和机制层面的指导与规划,因此无法实现对于急救潜力的有效挖掘与急救体系的统一整合。

1.2 上海院前急救体系现代化转型历程

在互联网技术普及和现代通信技术的今天,上海院前急救体系更需要进行现代化转型。而 5G 传输、物联网与人工智能技术的普及,也为我国和上海的院前急救体系的升级提供了重要的技术保障,围绕其进行升级转型成了院前急救面向未来的重

要目标^[7]。

2016 年起,上海将院前急救作为公共安全应急体系的重要部分进行改革,推进院前急救体系的改革与发展。上海市政府于当年印发了《关于深化上海市院前急救体系改革与发展的指导意见》^[8],相关委办局相继出台《关于完善上海市院前急救体系分类救护的实施意见》^[9]等 5 个配套文件,对院前急救体系的一体化管理、网络布点、硬件设施和信息化建设、分类救护、人员队伍建设以及院前院内衔接等工作做了顶层设计,明确了急救网络的发展与布局要求,建立科学测算模型,市和各区上下协同建设急救分站,消除盲点、筑牢网底。同时,与市公安局紧密合作,建立起陆上、水面和空中立体化急救网络。

《上海市急救医疗服务条例》^[10]的颁布,进一步强化了上海市“院前、院内、社会”三位一体的急救医疗服务体系建设。上海市院前急救系统在市中心和郊区都构建了严密的医疗急救网络,突出从呼救到上门到转运的时间控制。从市区急救半径 3.5 km、平均反应时间 10 min,到郊区 12 min 上门,形成了快速反应的独立型院前急救的特色模式。

2021 年以来,上海市按照“顶层设计、试点建设、快速复制”原则,制定了“智慧急救”的工作蓝图、应用场景和进度安排,全市统一部署实施,建立、健全了院前急救体系网络。一是依托上海政务云、政务网等城市新型基础设施,在全国率先实现特大型城市院前急救一体化调度指挥,在提升安全性的同时,大幅提升调度的智慧化水平;二是重点推进三大“智慧急救”功能建设,包括院前急救云调度、院前院内协同救治和医保实时结算等三大模块;三是通过生命体征实时采集传输与三方视频通话系统,实现市、区急救中心与医疗机构、健康网间的信息互联互通,实行分类救护^[11]。从此,上海市院前急救系统的数字化建设迈入了一个全新的阶段。

从以上上海院前急救体系现代化转型历程中可以看出,数字化转型是急救体系现代化的重要途径。但自从上海市在 2016 年开始推进院前急救体系的改革与发展,提出现代化转型的思路以来,其主要途径——院前急救体系的数字化同时也面临着严峻的挑战。

2 上海院前急救体系数字化转型面临的挑战

上海院前急救的现代化发展,需要进一步实现制度建设和技术革新,而以明确的政府规划下的数字化赋能升级成了最佳的路径选择。如何实现急救

一体化的调度指挥,实现三大“智慧急救”功能建设落地,实现院前急救中心与院内机构、社会网络的信息互联,最终都需要向数字化建设寻求解决方案。但相应的转型也必须正视现有的问题与挑战,才能确保相应的转型可以做到有的放矢。

2.1 急救一体化需要体系改革

上海院前急救原有的二级行政管理模式和相对独立的区域调度,显然无法满足急救一体化调度指挥的现代需求。因此,上海院前急救亟须对该行政管理模式和区域调度进行调整,为数字化升级提供切实的制度保障。当前上海地区院前急救质量和效率的要求持续提高,无论是应对市民的日常急救,还是处置全市的突发应急,以及直接参与疫情的防控与保障,都面临着千头万绪的复杂要求与临时性变故。这就使得传统的组织架构经历着更为严峻的考验^[12]。因此,如何进行有效的制度调整和流程再造成为转型的首要难题。其中,一个关键问题是各家急救中心接壤区域的急救站点之间的资源整合与调度能否有效打破区域隔阂,实现就近的车辆、人员的协同调度。

2.2 “智慧急救”功能落地的技术难点

随着上海常住人口的增长、社会经济交流的扩大,院前急救需求随之激增,场景趋于复杂化,院前急救技术应用和应对模式也面临着新的挑战。尤其是在突发公共卫生事件期间,社会管控压力和全市层面紧急调度需求都大幅增加,对人员、车辆、资源与管理的数字化系统提出了更高的要求。“智慧急救”的规划如何落到实处,成为了一个关键问题。各个模块的应用普及需要有明确的阶段规划和现实推进,同时要兼顾疫情期间、后疫情时代院前急救技术的推动和原有的规划执行。因此,实现现有的智慧急救功能落地和大规模普及是必须面对的第二大挑战。

2.3 亟须打破信息互联互通的壁垒

信息互联互通的壁垒是制约上海院前急救体系数字化发展的一个重要因素。在数字化转型之前,院前急救与院内急诊之间存在着隔离与限制,导致数据共享和协同效率低下,无法实现城市整体应急体系的整合与建设^[13]。此外,各个区域和机构之间的信息沟通和资源调配也不够顺畅,影响了急救服务的质量和效率。上海需要根据自身的特点和需求,探索适合自己的数字化院前急救体系。这不仅是应对急救需求增长和场景复杂化的必要举措,也是利用我国在 5G 和物联网技术领域的领先优势,创新应对模式和体系建设的重要机遇。在这个

过程中,需要分析和解决资源供给、组织协调、制度保障等多方面的问题,并在实践中不断总结经验教训,克服现有难关^[14]。

3 上海院前急救体系数字化的探索与实践

21 世纪以来,上海市院前急救需求出现井喷式快速增长,市民群众对于院前医疗急救服务的质量要求也与日俱增。上海院前急救在报警受理、资源调度、医疗急救、院内衔接等业务开展,以及综合管理等方面均面临着严峻挑战。亟须对现有体系进行有效改革和调整,提供新时期发展路径。因此,围绕一体化调度指挥、智慧急救功能建设与信息互通互联三个方面,上海院前急救体系进行了数字化转型的探索实践。

3.1 一体化调度指挥提升急救体系新效能

上海市医疗急救中心以全面数字化转型为契机,加强调研、细化设计,积极推动院前急救服务体系流程再造、规则重构、功能塑造、生态新建^[15]。在数字化转型的过程中,全市急救系统始终坚持全流程、全地域、融合性以及可复制等原则,按照三步走的原则稳步推进。第一步关注院前急救的前半段,即从患者发出呼救到急救人员抵达现场这个过程,目标是“呼叫即救治”;第二步关注院前急救的后半段,即紧急救治和院前院内衔接这一部分,目标是“上车即入院”;第三步是利用数据充分挖掘价值,构建数字孪生院前急救体系。通过数字化转型,改变了原有的市、区两级急救中心独立开展受理与调度的模式,实现了全市急救系统“一级受理、二级调度”,在遭遇重大突发事件时,由市急救中心统一调度指挥全市急救资源,同时也进一步打通院前急救与院内急救的一体化调度。

3.1.1 以智能调度推进“呼叫即救治”

利用 5G 技术实现院前急救资源的动态调配。根据呼救信息、城市道路交通运行状态,基于大数据深度学习的人工智能(AI)调度辅助分析,预先部署院前急救资源,确保急救服务可及性,减少急救资源浪费。通过“一键呼救”的设计,实现从呼救视频通话、引导患者自救、就近调配车辆等资源、引导院前急救转运、最终实现院内接诊的全过程。

调度指挥系统利用救护车任务路径规划和道路交通运行状态,测算救护车任务运行时长,预判区域内急救资源运行动态及可能出现的急救资源空白期限,如预测到某区域内将出现较长时间的可利用急救资源断档期,则给出报警提示,通过智能算法辅助调度人员调配其他待命或备用车辆。利用

地理信息系统技术将救护车经纬度转换为地理图形显示,然后对显示结果进行浏览、操作和分析。

通过与“上海健康大数据中心”对接,加大对急救资源动态分布、院内急诊救治能力、居民健康状况等数据分析和应用。院前急救人员可掌握区域内各家医院院内急诊与卒中、胸痛、创伤、危重孕产妇、危重新生儿等五大中心救治力量分布情况,结合急救现场患者病情的严重程度,迅速确定专科相匹配、能最快到达且能马上处理的医院,保证患者能得到最可靠、最迅速的救治,实现智慧调度、精准送院^[16]。通过数字化系统实现院前院内的调度整合,市医疗急救中心与全市 80 家医疗机构建立信息对接,覆盖全部市属医院及部分区属医院,大部分医院对院前传输的信息进行了深度加工利用,如上海市第一人民医院实施了“智慧急救+院内急诊总协调人制度”,进一步优化服务流程,“D2B 时间”(door to balloon time,即患者入院至球囊扩张的时间)大幅缩短^[17]。

3.1.2 以信息化、智能化实现“上车即入院”

具体来说,主要包括以下四个方面:

一是 AI 辅助决策系统,人工智能辅助心电图(AI-ECG)利用人工智能深度学习算法,分析心电图数据以及可穿戴心电设备的数据,诊断心脏异常,如心律失常、心肌梗死、房室肥大和心肌缺血等。通过 5G 网络连接 AI-ECG 调用心电专家知识系统,为急救人员提供患者病情的准确判断^[18]。

二是患者病情智慧分级,根据车载诊疗设备自动采集的生命体征数据,按照病情分级标准,为急救人员提供危重程度分级依据。同时通过健康档案调阅权限,读取患者健康档案的基本信息和就诊记录,全面了解患者的基础性疾病、用药史、过敏史等,减少救治措施偏差^[11]。

三是院前医生上下级协同,通过平台间信息互联互通、借助 5G 音视频双向传输系统等,实现上级急救医师对一线急救医师的远程实时指导,打破急救医师“单兵作战”困局,提升危急重症的现场处置能力^[18]。

四是院前院内会诊,利用 5G 低延时、高带宽技术,在心电监护数据、视频会议、移动蓝牙听诊器、移动 B 超、生命体征监护仪信息以及急救业务数据[采集院前急救患者基本信息、即时检测(POCT)数据、患者病史、院前格拉斯哥昏迷评分(GCS)、创伤指数(TI)、病情分级等]等信息基础上,快速传输至医院以获得院内专家支持^[2]。必要时与院内专家进行多学科会诊(MDT),救治关口前移,确保救治流

程更顺畅、救治效率更快捷^[17]。

3.1.3 以信息技术构建数字孪生院前急救体系

数字孪生院前急救体系的基本设计是借助 5G、大数据、人工智能、物联网、云平台等最前沿科技成果,推动院前急救体系数字化重构、工作流程智能化再造,着力提升院前急救在人民生命健康和社会安全方面的保障能级。通过高性能计算技术完成快速的数据分析和处理,实现对患者的生理参数的实时监测和分析;通过智能算法,系统能够识别危险信号,为急救人员提供快速的预警和决策支持。同时,数字孪生可以打造基于真实数据驱动的全要素、全动态孪生体,可以通过接入实时数据对模型的动态行为进行模拟仿真。

通过这些措施,上海实现了院前急救的信息化、智能化管理和服务,提高了救治流程的顺畅性和效率。

3.2 5G 专网平台实现“智慧急救”赋能

上海的院前急救数字化体系以 5G 虚拟专网为核心基础,以 5G 智慧救护车为重要抓手,实现智慧急救功能。智慧急救功能主要包括院前急救云调度、院前院内协同救治和医保实时结算以及院前急救大数据中心。

为了实现院前急救云调度功能,首先是构建网络基座,即从最近的 5G 基站切片出虚拟网,迅速组建一个 5G 院前急救虚拟化专用网络,提高移动状态下数据传输速度。再以 5G 虚拟专用网络为基础,利用 5G 技术对救护车进行升级改造。最后通过政务云,将调度中心数据与公安部门、交通管理部门的数据进行信息交汇与互动,实现了急救资源的分配与预警,保障了院前急救调度的科学合理。截至 2022 年 3 月,上海市医疗急救中心已完成所有一线急救车辆的 5G 适应性改造,全市有 279 辆“5G 负压救护车”运行在急救一线。在新冠疫情防控期间,调度指挥中心利用“云调度”系统,快速建立了调度备份中心,调度席位与主中心按 1:1 配比,并实现同步运行,总席位达到 108 个,是日常受理调度席位数的 4.2 倍,保证了“120”电话接听与中转畅通。

在院前院内协同救治方面,建立了院前院内信息共享平台,目前该平台已覆盖市区设有急诊的全部医疗机构,截至 2023 年 6 月,通过院前院内信息共享平台共传送信息 648 769 次,完成了院前院内电子交接 83 458 次,发起视频会诊 727 次,远程指导 12 594 次,有效提升了服务能级。尤其是在新冠疫情期间,急救中心充分利用院前院内信息共享平台开展患者病情与流调预报,减少了急救人员与医

院急诊、患者家属的交接时间,有效提高了救护车周转效率。

针对院前急救费用医保报销手续繁杂的问题,对急救业务操作系统、收费对账系统、库房管理系统进行了全面升级,开发了急救费用医保实时结算系统,通过车载医保结算终端,与市医保中心实时结算系统对接,实现了急救患者院前急救医疗费用“零跑动、移动付”,大大提升了患者就医的便捷体验感。截至 2023 年 2 月,“120”急救车医保直接结算共 30.86 万人次,涉及医保结算费用 4 718.26 万元。

院前急救大数据中心主要是对现有智慧功能各个平台的信息进行收集与分析,以深度学习提供辅助支持,继而实现深度学习成果的可显化与决策建议的有效性。这是一个需要中长期投入与建设的领域。

3.3 优先分级调度系统实施分类救护

上海市急救系统明确界定急救业务范围,引入优先分级调度系统,优先确保危及生命的急救服务。对病情轻重缓急进行评估,依据分类救护的需求,设置急救车、转院车和出院车,在人员上分别配置急救医生、转院护士和急救员;在院前急救机构内部,设立非急救业务独立的服务号码“962120”及专门的管理运营部门,同步探索非急救业务社会化运行,逐步实现急救业务分层救护和非急救业务剥离,分流非急救病人,提高资源配置和利用效率^[19]。在分类救护的过程中,需要通过生命体征实时采集传输,实现市、区急救中心与医疗机构、健康网间的信息互联互通,凭借统一调度与智慧平台进行数据的交换与分析,以 AI 实现分类判断与人工判断相结合,实现分类救护的质量和有效性。

通过这些功能建设,上海市医疗急救中心实现了呼叫接听率与服务满足率“双一百”,“急救平均反应时间”达到了 10 min 以内的较好水平。特别是在 2022 年 3 月的本市新冠疫情防控中,上海市医疗急救中心成立防控专家组,利用智慧急救与 5G 视音频系统,对急救一线的救治处置与防护洗消进行远程监控督导与在线实时指导^[20],采用医保实时结算系统也大大降低了疫情传播风险^[21]。这些数字化转型建设成果的充分利用,为取得抗疫的阶段性胜利提供了技术支撑与措施保障。

4 小结

上海院前急救的数字化转型,聚焦一体化布局、数字化转型和智慧化管理,在调度、救治、服务等环节再造流程,构建了“120”云调度平台、院前院

内信息共享平台、医保实时结算平台以及院前急救大数据中心等四大平台,全面提升了院前急救服务能级,实现了资源调配合理化、信息传输实时化、患者信息同步化、协同诊治精细化、急救衔接无缝化,有效提升了院前急救资源的利用率与服务实效性。

数字化转型在院前急救领域的重要性在于它能够实现实时数据分析以做出更好的决策,提高急救效率,优化成本,节约资源分配。目前上海院前急救系统不仅实现了中心城区 10 ~ 12 min 急救反应时间、郊区 12 ~ 15 min 急救反应时间的传统指标,还努力向有效诊治、院内无缝对接等标准进行探索和实践。在这个过程中,需要面对具体的急救需求和转型要求,利用我国在 5G 通信网络和数字化建设上的技术优势和应用优势,确保相应的模式体系得以普及和标准化,真正实现转型的价值与意义;也必须依托现有的智慧平台,不断尝试 AI 与物联网的探索,寻找科学、先进的发展道路。

作者声明 本文无实际或潜在的利益冲突

参考文献

- [1] 中华人民共和国卫生部. 卫生部关于加强城市急救工作的意见[A]. 1980-10-30.
- [2] 李晓洁,张亚男,何萍. 基于医疗大数据的市级医院急诊急救一体化平台建设研究[J]. 中国数字医学,2022,17(9):41-44.
- [3] 中华人民共和国国务院. 国家突发公共事件总体应急预案[A]. 2005-01-26.
- [4] 中华人民共和国国务院. 国家突发公共卫生事件应急预案[A]. 2006-02-26.
- [5] 中华人民共和国国务院. 中华人民共和国突发公共卫生事件应急条例[A]. 2011-01-08.
- [6] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 院前医疗急救管理办法[A]. 2013-11-29.
- [7] 廖凯. 我国院前急救体系现状与发展综述[J]. 中华灾害救援医学,2022,10(5):258-262.
- [8] 上海市人民政府. 市政府印发《关于深化本市院前急救体系改革与发展的指导意见》的通知:沪府〔2016〕12号[A]. 2016-02-01.
- [9] 上海市卫生和计划生育委员会,上海市发展和改革委员会,上海市交通委员会. 关于印发《关于完善本市院前急救体系分类救护的实施意见》的通知:沪卫计医政〔2016〕017号[A]. 2016-01-28.
- [10] 上海市人民代表大会常务委员会. 上海市急救医疗服务条例[A]. 2020-05-14.
- [11] 金珊,王国强,罗曼,等. 基于协同治理理念的院前急救医疗救治能力评价指标的构建[J]. 职业卫生与应急救援,2023,41(4):483-488.
- [12] 祁超. 上海打造“5G+医疗健康”应用标杆[J]. 上海信息化,2021(11):13-16.

- [13] WANG M,JI H,JIA M,et al. Method and application of information sharing throughout the emergency rescue process based on 5G and AR wearable devices [J]. Sci Rep,2023,13(1):6353.
- [14] 金珊,何淑通. 不同国家院前急救医疗服务发展概况及启示[J]. 职业卫生与应急救援,2022,40(4):506-510.
- [15] 郑小坚,张志锋,张瑜,等. 2016—2021 年上海市中心城区院外心脏骤停患者伤情特征分析[J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志,2023,18(5):613-616.
- [16] 张晓波,冯瑞,葛小玲,等. 基于 5G + 区块链的危重新生儿转运信息平台构建策略与效果评估[J]. 中国卫生资源,2022,25(5):581-587.
- [17] 张子旋,张青芝,赵鹏,等. 基于 5G 技术的院前急救协同平台设计及应用[J]. 中国医院建筑与装备,2023,24(1):60-62.
- [18] XIANG T,ZHANG P Y,ZHUO G Y,et al. Contribution of the 5 G smart first -aid care platform to achieving high -quality prehospital care[J]. J Med Internet Res,2023,25:e43374.
- [19] 田建广,朱勤忠. 上海市非急救转运业务运行情况分析[J]. 中国卫生资源,2020,23(3):304-306.
- [20] SHEN Y T,CHEN L,YUE W W,et al. Digital technology -based telemedicine for the COVID-19 pandemic [J]. Front Med (Lausanne),2021,8:646506.
- [21] LI G,ZHANG X,ZHANG G. How the 5 G enabled the COVID-19 pandemic prevention and control:materiality,affordance,and (De-)spatialization[J]. Int J Environ Res Public Health,2022,19(15):8965.

收稿日期:2023-09-20

(上接第 739 页)

- [6] 中华人民共和国卫生部. 工作场所物理因素测量 第 8 部分:噪声:GBZ/T 189.8—2007[S]. 北京:中国标准出版社,2007.
- [7] 中华人民共和国卫生部. 工作场所物理因素测量 第 4 部分:激光辐射:GBZ/T 189.4—2007[S]. 北京:中国标准出版社,2007.
- [8] 中华人民共和国卫生部. 工作场所空气有毒物质测定:GBZ/T 160—2004[S]. 北京:中国标准出版社,2004.
- [9] 中华人民共和国卫生部. 工作场所空气有毒物质测定:GBZ/T 300—2017[S]. 北京:中国标准出版社,2017.
- [10] 中华人民共和国卫生部. 工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分:化学有害因素:GBZ 2.1—2019[S]. 北京:人民卫生出版社,2019.
- [11] 中华人民共和国卫生部. 工作场所有害因素职业接触限值 第 2 部分:物理有害因素:GBZ 2.2—2007[S]. 北京:人民卫生出版社,2007.
- [12] 中华人民共和国卫生部. 工作场所职业病危害作业分级 第 1 部分:生产性粉尘:GBZ/T 229.1—2010[S]. 北京:人民卫生出版社,2010.
- [13] 中华人民共和国卫生部. 工作场所职业病危害作业分级 第 2 部分:化学物:GBZ/T 229.2—2010[S]. 北京:人民卫生出版社,2010.
- [14] 中华人民共和国卫生部. 工作场所职业病危害作业分级 第 4 部分:噪声:GBZ/T 229.4—2010[S]. 北京:人民卫生出版社,2010.
- [15] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 工作场所职业卫生管理规定[J]. 中华人民共和国国家卫生健康委员会公报,2020(12):8-16.
- [16] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 职业健康监护技术规范:GBZ 188—2014[S]. 北京:中国标准出版社,2014.
- [17] 中华人民共和国国家市场监督管理总局. 国民经济行业分类:GB/T 4754—2017[S]. 北京:中国标准出版社,2017.
- [18] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 国家卫生健康委办公厅关于公布建设项目职业病危害风险分类管理目录的通知[J]. 中华人民共和国国家卫生健康委员会公报,2021(3):6-17.
- [19] 卿文静,钟学飘,蒙钟琪. 某街道锂电池企业职业卫生风险分析研究[J]. 中外健康文摘,2013,10(28):32-33.
- [20] 徐丹丹,王伟,王冰,等. 锂电池压制生产线职业病危害调查[J]. 中国卫生工程学,2019,18(3):324-326.
- [21] 中华人民共和国卫生部. 工作场所防止职业中毒卫生工程防护措施规范:GBZ/T 194—2007[S]. 北京:人民卫生出版社,2007.
- [22] 中华人民共和国卫生部. 工作场所有毒气体检测报警装置设置规范:GBZ/T 223—2009[S]. 北京:人民卫生出版社,2009.
- [23] 余善法. 我国职业性噪声听力损失防治研究与实践[J]. 中华劳动卫生职业病杂志,2020,38(2):81-83.
- [24] 刘静,李梅莉,杨雪莹,等. 天津市 2016 年职业性噪声聋监测情况分析[J]. 现代预防医学,2017,44(23):4252-4255.
- [25] 中华人民共和国国家安全生产监督管理总局. 用人单位职业健康监护监督管理办法 [J]. 中华人民共和国国务院公报,2012(24):59-62.

收稿日期:2023-08-10