

我国新冠肺炎疫情期间医疗废物收集管理现状分析及对策研究

罗兰^{1,2}, 张俊丰², 王红梅^{1*}, 李宇婷³

1. 中国环境科学研究院, 北京 100012

2. 湘潭大学, 湖南 湘潭 411105

3. 北京交通大学, 北京 100044

摘要: 对全国抗击新型冠状病毒肺炎(COVID-19)疫情期间的医疗废物收集与管理现状进行分析, 总结其存在的问题主要包括收集设施缺乏环境生物安全控制标准、基层人员对医疗废物管理不规范、医疗废物应急管理体系不完善等问题。为补齐防范重大公共事件中环境生物风险控制的短板, 在现有收集技术、管理趋势的基础上进行分析, 提出以下建议: ①鼓励研究多种可广泛应用于一般生活垃圾、一般医疗垃圾以及高传染医疗废物, 并对人类和生态环境无害的分类收集设施, 可将生物安全控制技术融合至废物分类设施。②医疗废物合理规范管理是城市、乡村环境管理中的重点, 但对于民用防疫废物的收集和处置方面仍有漏洞, 应尽快制订新型冠状病毒类传染病重大公共事件的民用医疗废物管理应急标准。③为了对医废管理流程进行实时监管, 可参考“工业互联网”“智慧环保”和“互联网+”, 与“5G”技术结合构建“数据闭环-及时监管”数据库来提升收集与管理效率。

关键词: 新型冠状病毒肺炎; 医疗废物; 应急管理; 管理对策

中图分类号: X799.5

文章编号: 1001-6929(2020)07-1691-07

文献标志码: A

DOI: 10.13198/j.issn.1001-6929.2020.05.39

Analysis and Countermeasures of Medical Waste Collection and Management of COVID-19 in China

LUO Lan^{1,2}, ZHANG Junfeng², WANG Hongmei^{1*}, LI Yuting³

1. Chinese Research Academy of Environmental Sciences, Beijing 100012, China

2. Xiangtan University, Xiangtan 411105, China

3. Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China

Abstract: This paper analyzes the current situation collection and management situation of medical waste of COVID-19 in China, and summarized some shortcomings, including the inadequacy of environmental biological safety control standards for collection devices, the lack of a correct understanding of medical waste management, and the lack of medical waste emergency management system. In order to complement the shortcomings of the environmental biological risk control system, this study analyzes the current collection technology and management trends, recommends that: (1) Encourage research on a wide range of classification and collection facilities that can be widely used for general household waste, general medical waste and highly contagious medical waste, as well as for human and ecologically sound collection facilities, which can integrate biosafety control technologies into waste-classification facilities. (2) Reasonable and standardized management of medical waste is the focus of urban and rural environmental management, but there are still some loopholes in the collection and disposal of civilian epidemic prevention waste, and emergency standards for civilian medical waste management of major public events of infectious diseases with COVID-19 should be developed as soon as possible. (3) In order to supervise the medical waste management process in real time, we can use 'industrial internet', 'smart environmental protection' and 'Internet plus' in combination of '5G' technology to build a 'data closed loop-timely supervision' database to improve the efficiency of collection and management.

Keywords: COVID-19; medical waste; emergency management; management strategy

收稿日期: 2020-03-25 修订日期: 2020-04-27

作者简介: 罗兰(1997-), 女, 湖南长沙人, Roland_hn@163.com.

* 责任作者, 王红梅(1971-), 女, 北京人, 研究员, 博士, 博导, 主要从事环境污染与健康风险评估研究, wanghmxj@163.com

基金项目: 中央级院所公益项目(No.2020-JY-001)

Supported by Central Public Welfare Project, China (No.2020-JY-001)

2019年12月底,我国发现不明原因的病毒性肺炎病例。随后,将不明原因的病毒性肺炎更名为新型冠状病毒肺炎(COVID-19,简称“新冠肺炎”)^[1]。新型冠状病毒通过个体呼吸道产生的飞沫传播^[2]。至2020年5月23日,国家卫生健康委员会统计全国31个省(自治区、直辖市)及新疆生产建设兵团新冠肺炎确诊病例82 974例,面对感染病例的增长,与其相关的医疗废弃物的生产量也会相应增加。因此,合理处置医疗废物是疫情防控的重要环节之一。2003年SARS(严重急性呼吸综合征)暴发,充分暴露出我国医疗废物处置能力不足的情况。此后,国务院发布《医疗垃圾管理条例》,为我国医疗垃圾管理和处置提供了法律依据。2003年10月10日,原国家环境保护总局推出《医疗垃圾管理条例》,规定了医疗垃圾的具体分类^[3],接着又颁布了《医疗卫生机构医疗垃圾管理办法》,进一步规定了医疗垃圾管理办法^[3]。这标志着我国医疗废物管理规范化进入了新阶段,各地医疗废物行业建设快速发展,但仍存在管理、收集和处置等方面的漏洞。因此,该研究针对医疗废物收集管理现状进行分析,总结其存在的问题,以期为我国医疗废物管理体系提供参考思路。

1 全国抗击新冠肺炎疫情期间医疗废物收集与管理现状分析

为应对新冠肺炎疫情,2020年1月21日生态环境部发布《关于做好新型冠状病毒感染的肺炎疫情医疗废物环境管理工作的通知》;随后,又发布《新型冠状病毒感染的肺炎疫情医疗废物应急处置管理技术指南(试行)》(简称“《指南》”),引导各地及时、有序、高效、无害化地管理新冠肺炎医疗废物,规范其医疗废物应急管理和处置技术标准,为各地医疗废物管理指明正确方向。《指南》规范了新冠肺炎疫情医疗废物应急处置条例。在我国政府的领导下,各地各部门与环境部门协同作战,完善医疗废物管理体系,明确新冠肺炎疫情期间医疗废物应急处置规范,防止疾病和环境成为二次污染传播途径。《指南》提出了新冠肺炎医疗废物应急处置技术,在保证一定的处置效率前提下,有可移动式医疗废物处置设施、危险废物焚烧设施、生活垃圾焚烧设施、工业炉窑设施等供参考使用,实行因地制宜、定点管理。按照跨区域应急处置协同机制,将医疗废物转移至附近地区进行处置,还强调应将感染性医疗废物与其他民用防疫废物分类分流管理。

2020年3月3日,生态环境部发布《关于统筹做好疫情防控和经济社会发展生态环保工作的指导意见》,

要求严格执行医疗废物全收集和全处置,着眼于湖北省,重点关注武汉市,着重于危险废物收集转运和处理处置设施等问题的优化,做好各管理环节协同进行。推动疫情源头产生的废物分类收集,督促相关单位对疫情产生的废物优先收集、转运和处置,确保集中处理设施的稳定运行^[4]。

1.1 新冠肺炎传染高风险地区

面对新冠肺炎传染高风险地区,我国多个省份迅速部署落实防控方案,要求对新冠肺炎疫情产生的医疗废物进行合理化、无害化处置。该研究将2020年2月底仍处于疫情防控响应二级及二级以上的省份作为新冠肺炎传染高风险地区,其颁布的具体措施如表1所示。

湖北省生态环境厅发布《关于切实做好新型冠状病毒感染的肺炎疫情应对 加强医疗废物环境管理工作的紧急通知》^[5],提出防止疫情二次扩散的重要环节是加强对医疗废物的管理。要求对定点医院、转运环节及集中处置单位加强安全防护并协调好各环节的工作。2020年1月26日,湖北省发布《关于加强新型冠状病毒感染的肺炎疫情医疗废物安全处置的工作方案》,尽全力做好医疗废物管理和处置工作。武汉市生态环境局提出,加大对处置单位的监督检查,每天报告医疗废物收集、转运和处置事务;同时,对全市医疗废物处理能力进行预测,对如何建设移动式焚烧处置设备的问题进行研讨,灵活应对积存医疗废物的储存、转移问题,实现“全覆盖、全收集、全处理”。宜昌市生态环境局印发《宜昌市生态环境局关于切实做好新型冠状病毒感染的肺炎疫情应对 加强医疗废物环境管理工作的紧急通知》,疫情防控期间对医疗废物环境管理工作进行安排和部署,对全市2家处置单位及70家重点医疗卫生机构医疗废物的收集、转运、暂存、处置进行了全覆盖检查,要求定点医疗机构和处置企业对所有医疗废物要做到日报、日清、日清。十堰市生态环境局制定下发了《关于切实做好新型冠状病毒感染的肺炎疫情应对,加强医疗废物环境管理工作的紧急通知》^[6],加强相关机构医疗废物的分类收集、储存,确保疫情产生的医废全都无害化处置。鄂州市生态环境局第一时间转发《关于做好新型冠状病毒感染的肺炎疫情医疗废物环境管理工作的通知》,并对5家定点医院医疗废物贮存、转移情况的规范化提出要求。荆州市生态环境局及时安排企业接收医疗废物,并全部进行安全、无害处置,做到全部收置、消除存量、加大监管力度。湖北省其他市(自治州)也积极应对疫情,开展医疗废物管理

表 1 全国新冠肺炎传染高风险地区的医疗废物管理首发措施

Table 1 Starting measures for clinical waste management with COVID-19 in high-risk areas of China

地区	具体措施
湖北省	发布《关于切实做好新型冠状病毒感染的肺炎疫情应对 加强医疗废物环境管理工作的紧急通知》《关于加强新型冠状病毒感染的肺炎疫情医疗废物安全处置的工作方案》
北京市	转发《关于切实做好新型冠状病毒感染的肺炎疫情应对 加强医疗废物环境管理工作的紧急通知》《关于加强新型冠状病毒感染的肺炎疫情医疗废物安全处置的工作方案》
上海市	转发《关于做好新型冠状病毒感染的肺炎疫情防控中医疗机构辐射安全监管服务保障工作的通知》
广东省	发布《关于加强废弃口罩管理做好新型冠状病毒感染的肺炎防范有关工作的紧急通知》
浙江省	发布《浙江省规范疫情医疗废物环境管理》《关于明确新型冠状病毒感染的肺炎疫情医疗废物环境管理各环节工作要求的通知》
江苏省	发布《新型冠状病毒感染相关医疗废物收集贮存运输处置技术指南》
河南省	发布《河南省医疗机构医疗废物综合管理 100 问》
山东省	发布《关于进一步做好新型冠状病毒感染的肺炎疫情影响应对和防控工作的紧急通知》《关于做好疫情期间废弃口罩等特殊有害垃圾的收集、运输、处置工作的通知》
湖南省	发布《关于切实加强新型冠状病毒感染的肺炎疫情医疗废物废水及特殊垃圾管理的紧急通知》
江西省	转发《新型冠状病毒感染的肺炎疫情医疗废物应急处置管理与技术指南(试行)》
四川省	发布《新型冠状病毒感染的肺炎疫情医疗废物应急处置污染防治技术指南(试行)》《关于加强新型冠状病毒肺炎医疗废物应急处置工作的紧急通知》
安徽省	发布《关于加强新型冠状病毒肺炎疫情防控期间医疗废物收集转运处置工作的若干措施》

工作,组织协调有一定处置能力的单位做好医疗废物的应急接收和处置任务。

北京市转发《关于切实做好新型冠状病毒感染的肺炎疫情应对加强医疗废物环境管理工作的紧急通知》《关于加强新型冠状病毒感染的肺炎疫情医疗废物安全处置的工作方案》,加强对生活垃圾临时堆放点、垃圾堆积点和卫生死角的监管力度,增加民用防疫垃圾收集频次,同时加强一般生活垃圾、粪便处

理设施监察次数。高传染率场所产生的医疗垃圾直接投入专用垃圾桶,所有涉疫废物会严格按照医疗废弃物来处理,由专业机构按照医废管理流程,集中收集、转运、统一处理,严禁与普通生活垃圾混合。

上海市制定新冠肺炎医疗废物收集处置管理方案,转发《关于做好新型冠状病毒感染的肺炎疫情防控中医疗机构辐射安全监管服务保障工作的通知》,并即时启动,确保定点医院和有发热门诊的医疗机构产生的医疗废物做到即产、即收集、即处理。对于居家隔离的民众使用过的防疫品直接与正常产生的生活垃圾一起消毒装袋,并由专人收集,即时焚烧处理。日常民众使用过的口罩,用密封塑料袋装好后投放干垃圾垃圾桶内,作为干垃圾来处置。

广东省相关部门发布《关于加强废弃口罩管理做好新型冠状病毒感染的肺炎防范有关工作的紧急通知》,对于确诊和疑似患有新冠肺炎的人员,要求将其已使用的防疫品作为高传染性医疗废物进行收集和处置。关于未感染新冠肺炎的群众使用的防疫品,应依照生活垃圾分类管理标准,投入“其余垃圾”桶,并严令禁止分拣及回收。

浙江省发布《浙江省规范疫情医疗废物环境管理》,浙江省生态环境厅发布《关于明确新型冠状病毒感染的肺炎疫情医疗废物环境管理各环节工作要求的通知》。新冠肺炎疫情期间,《关于明确新型冠状病毒感染的肺炎疫情医疗废物环境管理各环节工作要求的通知》对社会环境中医废管理的各项任务进行细化和规范化,保证医疗垃圾得到及时、有序、高效、无害化处置,避免疫病二次传播。在收集与贮存环节,医疗废物应该单独消毒存放,存放区域也应该设置特殊标识,贮存时间不能超过 24 h,要保证多收集、勤转运、全处置。

为保护生态环境,保障人民群众健康安全,江苏省多个部门联合发布《新型冠状病毒感染相关医疗废物收集贮存运输处置技术指南》,从疫情期间的医疗垃圾定义、收集、贮存、转运方法、处置技术和高风险人群的自我防护技术等几方面做出规范的要求,保证日产相关医疗垃圾做到应收尽收、即收即处、高效无害。《新型冠状病毒感染相关医疗废物收集贮存运输处置技术指南》规定处置机构需指派专业人员按时定点收集产生的医疗垃圾。

河南省卫生健康委员会发布《河南省医疗机构医疗废物综合管理 100 问》,包括如何建立完整医疗废物管理体系、明确责方、完善规章制度、细化工作流程、增强对源头废物的管理,规范应急管理和处置标

准、高危职业安全防护等内容。从医疗废物的产生、专车转运到专业企业进行处置,要求进行全过程管控。《河南省医疗机构医疗废物综合管理 100 问》为一线医护人员提供了如何自我防护及防止二次传染等专业知识的指导;为医疗废物管理单位在日常管理、处置和疫情应急管理方面提供科学意见;为省内各市行政部门高效安排部署联防联控机制,为有效监管各单位规范操作提供参考。

湖南省三部门联合发布《关于切实加强新型冠状病毒感染的肺炎疫情医疗废物废水及特殊垃圾管理的紧急通知》,坚决防范次生、衍生疫情再发事件,各处置单位要依照《医疗废物管理条例》《医疗卫生机构医疗废物管理办法》的规定,做好医废相关工作。《关于切实加强新型冠状病毒感染的肺炎疫情医疗废物废水及特殊垃圾管理的紧急通知》定义了感染性医疗废物,并严格要求对其管理和处置的规范化。对高危人员产生的医疗废物采取“五个单独”(单独收集、单独转运、单独高温蒸煮、残渣单独出炉、残渣单独转运填埋)的环境防护措施。

四川省疫情应急指挥部发布《新型冠状病毒感染的肺炎疫情医疗废物应急处置污染防治技术指南(试行)》《关于加强新型冠状病毒肺炎医疗废物应急处置工作的紧急通知》^[7]。《新型冠状病毒感染的肺炎疫情医疗废物应急处置污染防治技术指南(试行)》从医疗垃圾的预处理、收集和转运、临时存储、统一处置、卫生防护和实时环境监测等六方面提出要求,以保障人民群众的生活环境安全。

1.2 新冠肺炎传染低风险地区

新冠肺炎传染低风险地区同样也对医疗垃圾的收集和管理做出了部署和决策。该研究将 2020 年 2 月底疫情防控响应降至二级以下的省份作为新冠肺炎传染低风险地区,其颁布的具体措施如表 2 所示。

福建省生态环境厅对 94 家定点医疗机构、229 个集中隔离观察点以及 9 家医疗废物集中处置单位等高传染地点进行重点监察^[8]。将医疗废物、废水和一般垃圾作为管控重点,注重废物的消毒、分类、处置。福建省生态环境厅迅速出台一系列环境管理指导性文件、指南、规范,派专人指导和督促高传染目标按照“四个定”(定点、定岗、定人、定规矩)的要求规范管理,并制定医疗废物应急处置预案和运营管理标准等技术规范。黑龙江省生态环境厅发布《关于做好新冠肺炎疫情集中隔离场所废弃物收集处置的紧急通知》,要求各地方相关部门按照要求做好因新冠肺炎产生的废弃物的进行集中隔离和无害化处置。根据

表 2 全国新冠肺炎低发地区的医疗废物管理首发措施
Table 2 Starting measures for clinical waste management with COVID-19 in low-risk areas of China

地区	具体措施
福建省	发布《新冠肺炎疫情医疗废物应急处置企业运行管理规程》《关于做好新冠肺炎疫情期间废弃口罩等环境监管的紧急通知》
黑龙江省	发布《关于做好新冠肺炎疫情集中隔离场所废弃物收集处置的紧急通知》
海南省	发布《新冠肺炎疫情期间医疗废物管理工作方案》
山西省	发布《山西省生态环境厅关于做好新型冠状病毒感染的肺炎疫情医疗废物环境管理工作的通知》
陕西省	发布《关于做好新型冠状病毒感染的肺炎疫情医疗废物环境管理工作的通知》
新疆生产建设兵团	转发《关于做好新型冠状病毒肺炎疫情医疗废物环境管理工作的通知》

《医疗废物管理条例》《国家突发公共卫生事件应急预案》等条例,应结合黑龙江省的实际疫情发展情况,对医疗垃圾的分类、收集和处置做到及时、安全、无害。山西省各地区环境部门对新冠肺炎相关医疗废物处置和管理高度重视,立即发布紧急应对疫情医疗废物管理、应急处置和环境监测的预案^[9]。预案中提到各部门要协同合作防止疫情出现次生传染源,着重落实和监督医疗废物收集、转运、临时贮存、处置工作中产生的环境污染。陕西省生态环境厅发布《关于做好新型冠状病毒感染的肺炎疫情医疗废物环境管理工作的通知》。按照《医疗废物管理条例》,重点落实疫情期间医疗废物的收集、转运、储存、处置活动中的监督工作。2020 年 1 月 26 日,海南省生态环境厅发布《新冠肺炎疫情期间医疗废物管理工作方案》,全力做好新冠肺炎疫情中医疗废物的监管工作,要求医疗废物处置单位应收尽收、优先高效处置,确保医疗废物得到及时、安全、高效、无害化的管理和处置。新疆生产建设兵团生态环境局第一时间转发《关于做好新型冠状病毒肺炎疫情医疗废物环境管理工作的通知》,对监管医疗废物处置任务建立工作组,对收集和处置的数据实行日报告制。

1.3 我国医疗废物收集和管理问题分析

为了有效阻击新冠肺炎通过医疗垃圾收集、转运阶段的风险,避免由新冠肺炎疫情引起的次生灾害以及医疗垃圾造成的二次污染,保证医疗废物全部规范收集并集中统一处理,地方各级生态环境部门参照有关疫情医疗废物管理方案,妥善处置医疗废物,多地

政府分别出台医疗废物相关管理方案,但以上措施仅应用于突发性公共卫生事件,对长效性医废管理仍不适用.从生态环境部获悉,截至2020年3月18日,全国31个省(自治区、直辖市)及新疆生产建设兵团共有定点医院2 716家,接收定点医院污水的城镇污水处理厂有2 114座,集中隔离场所6 093个,全国31个省(自治区、直辖市)358个地级及以上城市医疗废物处置设施运行平稳,医疗废物基本实现日产日清^[10].此次疫情的突然出现,病患数量的飙升,导致医疗废物的产量激增(见图1).在如何应对医疗废物的管理与处理问题,各地医疗机构面临重大挑战,暴露出我国医疗废物管理体系存在以下问题:

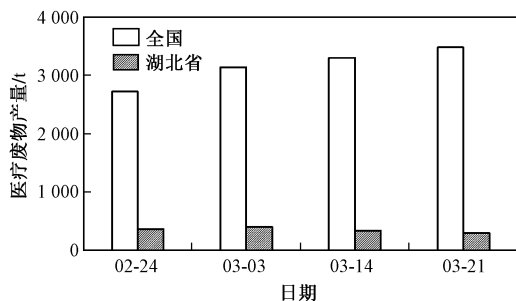


图1 截至2020年3月21日湖北省及全国医疗废物产量

Fig.1 Output of medical waste in Hubei Province and in China up to 21st March, 2020

a) 收集设施缺乏环境生物安全控制标准.自2003年SARS后,我国重点关注医疗废物处置技术方面,颁布的法律法规多与医疗废物处置技术相关,但对医疗废物的回收技术和装置未出台相关政策以及设置统一标准.选择合适的医疗废物分类收集设施将有效降低环境风险,提高收集效率.但目前尚无医疗废物专用回收设施的统一标准.据调研,疫情期间收集设施均存在一些问题,如收集设施尺寸不合理、收集设施构造不合理、收集设施标志不明确、摆放位置设置不合理等.

b) 基层人员对医疗废物管理知识的认知不足.全国除少数一线城市外,其他省份暂未开展垃圾分类的基础教育,导致人民群众对垃圾(包括医疗废物)的分类管理体系存在知识盲区.专职人员的防护工作不到位,回收人员文化水平相对较低,自我防护意识与消毒隔离意识不佳,在工作过程中不遵守相关规章制度,无法达到预防感染的目的,工作质量较低.抗疫期间使用过的医用防护用品没有明确分类标准,相关医疗机构的基层人员对医疗废物的管理知识和重视程度参差不齐,对医疗废物存在的传染性、感

性、危害性了解仅停留在表面,对国家出台的医疗废物相关政策制度认识不清,甚至存在误区.

c) 医疗废物应急管理体系不完善.在应对疫情暴发后的医疗废物收集和管理中处于被动状态,从多地实施的措施来分析,85%的地区是对现有生活垃圾处理设备改造后,再用于医疗垃圾的处理,少数发达地区拥有专门医疗废物处置设施,医疗废物的管理也只能依附大规模的行政手段.对于突发性公共卫生事件,这种应急管理技术是可行的,全国31个省(自治区、直辖市)358个地级及以上城市医疗废物处置设施运行平稳,医疗废物基本实现了日产日清^[10].但对于医疗废物的长期管理和处置,现有医疗废物管理缺少长效管理体系和统一的处置标准,仍然是不完善的医疗废物管理体系.

2 针对我国医疗废物管理现状的对策研究

2.1 将生物安全控制技术融合至废物分类设施

医疗废物的合理分类,并将生物安全控制技术融合至废物分类设施是源头遏制医废感染、防止疫情扩散的有效方法之一.医疗废物的分类收集需按传染病类医疗废物进行操作,严禁与一般生活垃圾和其他医疗废物混合堆放,严格根据《医疗废物专用包装袋、容器和警示标志标准》规定,合理规范使用双层黄色医疗废物收集袋封装后,再放置于指定转运桶(箱)或一次性专用包装容器中;同时,包装表面应有“感染性废物”标识.目前,市场上的回收装置有敞口式、揭盖式、踩踏开盖和感应式(红外线)等类型.对于疫情严重,确诊或疑似病例人数较大的地方,推荐生物安全级别高的回收装置作为专用医疗垃圾收集设施.考虑到一些地方经济较为落后,推荐采用含脚踏式密封盖的收集设施,避免收集过程中的生物接触风险.对于非疫区但参照疫区管理的,可采用整体封闭设计的设施.国外的回收体系也可借鉴,如日本的五段式外部回收处理系统^[11];德国把医疗废物分成五类,不同类别的医疗废物用不同的处置方式^[12].我国学者也开发出一种防控有机废弃物滋生、扩散病菌的垃圾收集系统,实现垃圾箱无异味、无有害气体和污水外逸,保洁人员打包、换袋和清运时与垃圾零接触^[13].某集团设计出一种新型的注射器针头回收盒,实时有效回收针头,记录针头使用时间^[14].这些方法均值得参考并扩大应用范围,防止次生感染.

2.2 尽快制订新型冠状病毒类传染病重大公共事件的民用医疗废物管理应急标准

首先,明确城市、乡村环境管理的医疗废物处置系统的重要性,并进一步完善医疗废物管理系统,环

保、城管、防疫、市场监管等部门联防联控协同管理,旨在补充长期存在于源头医疗废物处置的短板,杜绝医疗废物处置资源的长期疲软;其次,市民应积极配合政府,提高健康意识,遵照传染病防治管理法合理分类易传染废物;再次,确保法律、法规、医疗废物处理措施和标准的高速、优质发展,管理责任体系的完善,及时设立医疗废物的临时贮存点,合理规划长期堆集点,实现垃圾收集和处理一体化,实现城市和农村地区的废物分类知识全覆盖,并控制非法医疗废物的流出。但现有政策和标准少有将民用防疫废物纳入医疗废物范围中,为完善医废管理体系,防止民用防疫废物成为传播病毒的主要次生途径,应尽快制订新型冠状病毒类重大公共事件的民用医疗废物管理应急标准。

2.3 利用构建“数据闭环-及时监管”数据库提升收集与管理效率

可以借鉴“工业互联网”“智慧环保”“互联网+”等互联网信息技术在环境管理上的运用经验,以及物联网、大数据等技术将回收自动计量与远程管理融合渗透,带动现代治理能力的提升,推动环境管理的定量化、准确化。在医疗废物的监管模式上结合“5G”技术,建立“数据闭环-及时监管”数据库,医疗废物实现从医疗机构各部门产生、内部转移、合理分类收集转运到末端统一处置的数据可视化的流程循环。达到实现及时监测、可追溯的管理体系。江苏省苏州市引入“互联网+”医疗废物规范化管理项目,医疗垃圾有各自的二维码标签,医疗垃圾产生后的院内存放、院外转运、后端处置等各环节都要二维码核对,任何一个环节发生异常系统都会自动报警^[15]。Finocchiaro^[16]提出将核检测技术运用到放射性医疗废物处理和在线监测。南京医科大学附属苏州科技城医院的学者提出,借助 ibeacon 蓝牙精准定位技术,建立院内医疗废物闭环管理,由信息化管理方式取代传统医疗废物管理模式,建立医疗废物管理数据平台^[17]。上海市、江苏省、浙江省等地区正在探索并推广实施“互联网+医疗废物监管”模式,并鼓励用手机 APP 推送宣传相关垃圾分类回收的消息。医疗废物管理与新技术的结合应用,不仅提升了医疗废物收集与管理效率,还促进了医疗垃圾治理能力的现代化进程。

3 结论

a) 针对医疗废物分类收集设施存在的不合理问题,鼓励研究多种可广泛应用于一般生活垃圾、一般医疗垃圾以及高传染医疗废物,并对人类和生态环境无害的分类收集设施,可将生物安全控制技术融合至

废物分类设施。

b) 对于民用防疫废物收集、处置和管理体系中存在的漏洞,应尽快制订针对新型冠状病毒类传染病重大公共事件的民用医疗废物管理应急标准。

c) 为了对医废管理流程进行实时监管,可参考“工业互联网”“智慧环保”“互联网+”,与“5G”技术结合构建“数据闭环-及时监管”数据库来提升收集与管理效率。

参考文献 (References):

- [1] CHEN N, ZHOU M, DONG X, *et al.* Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China; a descriptive study [J]. *The Lancet*, 2020, 395 (10223):507-513.
- [2] ZHOU P, YANG X L, WANG X G, *et al.* A pneumonia outbreak associated with a new coronavirus of probable bat origin [J]. *Nature*, 2020, 579 (7798):270-273.
- [3] 杨波.上海市医疗垃圾处理现状及经济对策研究[J].*环境科学与管理*, 2018, 43(9):66-70.
YANG Bo. Status and economic countermeasures of medical waste treatment in Shanghai [J]. *Environmental Science and Management*, 2018, 43(9):66-70.
- [4] 生态环境部.关于统筹做好疫情防控和经济社会发展生态环保工作的指导意见[EB/OL].北京:生态环境部, 2020-03-03 [2020-03-20]. http://www.mee.gov.cn/xxgk/2018/xxgk/xxgk03/202003/t20200304_767281.html.
- [5] 湖北省生态环境厅.省生态环境厅关于切实做好新型冠状病毒感染的肺炎疫情应对 加强医疗废物环境管理工作的紧急通知[EB/OL].武汉:湖北省生态环境厅, 2020-01-22 [2020-03-20]. http://www.hubei.gov.cn/zhuanti/2020/xgfyqfkzszyq/fwzq/zclxx/kjyq/202003/t20200305_2173422.shtml.
- [6] 叶相成.十堰市生态环境局强化措施做好疫情应对环境管理工作[EB/OL].十堰:十堰政府网, 2020-02-01 [2020-03-20]. http://www.shiyan.gov.cn/2020ztzl/zczckysqsyhbzxd/hbzxd/202002/t20200201_2005132.shtml?from=singlemessage.
- [7] 毛亚伟.四川出台省级新冠疫情医疗废物应急处置污染防治技术指南[EB/OL].北京:央视新闻, 2020-01-29 [2020-03-20]. <http://m.news.cctv.com/2020/01/29/ARTIVmudYUY2EdurJqsFtSu200129.shtml>.
- [8] 潘园园.疫情期间我省医疗废物实现 100% 无害化处理[N/OL].福州:福建日报, 2020-03-18 [2020-03-20]. http://search.fjdaily.com/fjrb/html/2020-03/18/content_1247861.htm?div=-1.
- [9] 程国媛.[众志成城 迎战疫情]省生态环境厅紧急部署新型冠状病毒疫情医疗废物环境管理工作[N/OL].太原:山西日报, 2020-01-25 [2020-03-20]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=>

- 1656671172123387962&wfr=spider&for=pc.
- [10] 郗建荣. 疫期全国医疗废物产生量激增生态环境部综合发力积极应对医疗废物处置设施建设全面提速 [N/OL]. 北京: 法制日报, 2020-03-18 [2020-03-20]. <http://epaper.legaldaily.com.cn/fzrb/content/20200318/Article04002GN.htm>.
- [11] 李前喜, 岡本真一. 日本的医疗垃圾处理系统 [J]. 上海环境科学, 2003, 22(7): 508-511.
- LI Qianxi, SHINNCHI O. Medical waste disposal system in Japan [J]. Shanghai Environmental Sciences, 2003, 22(7): 508-511.
- [12] 刘沙. 周期性回收策略下的医疗废物回收网络优化问题研究 [D]. 成都: 西南交通大学, 2016.
- [13] 蓝曦瑶. 小小垃圾箱如何杜绝病菌传播? 南昌大学研发“医废处置”新装备, 实现人与垃圾接触零风 [N/OL]. 北京: 中国环境报, 2020-03-19 [2020-03-20]. http://epaper.cenews.com.cn/html/2020-03/19/content_92452.htm.
- [14] LAN T T, WU S D, TSAI P W, *et al.* Research on the design of recycling medical needle safety bayonet-lock box [J]. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, 774 (1): 21-46.
- [15] 刘秀凤. 医废处置设施建设的堵点在哪? [N/OL]. 北京: 中国环境报, 2020-02-24 [2020-03-20]. http://epaper.cenews.com.cn/html/2020-02/24/content_91988.htm.
- [16] FINOCCHIARO P. From nuclear physics to applications; detectors for beam handling, medical diagnostics and radioactive waste monitoring [J]. The European Physical Journal Plus, 2020, 135 (4): 113-40.
- [17] 张瑶琴, 卢建林, 沈洁, 等. 基于 ibeacon 蓝牙精准定位技术的院内医疗废物闭环管理模式 [J]. 中国医疗设备, 2020, 35(1): 145-147.
- ZHANG Yaoqin, LU Jianlin, SHEN Jie, *et al.* Closed-loop management of hospital medicalwastes based on ibeacon bluetooth precise positioning technology [J]. China Medical Devices, 2020, 35 (1): 145-147.

(责任编辑: 刘 方)