

医疗废物全过程信息化管理研究

杨盛凯, 王斯冉

(长沙汇洋环保技术股份有限公司, 湖南 长沙 410015)

[摘要] 本文介绍了医疗废物的全生命周期以及我国医疗废物管理在相关人员意识、信息化投入和监管体系等方面存在的问题, 阐述医疗废物全过程信息化管理的重要性, 并介绍了条形码、二维码、RFID 等技术的原理和优缺点及其在医疗废物管理中的应用。信息化技术的应用可实现医疗废物全过程信息化、实时化和自动化, 提高可溯源监管水平。

[关键词] 医疗废物; 全生命周期; 信息化; 溯源技术; 条形码; 二维码; RFID

[中图分类号] X799.5 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1003-8884(2021)02-0031-04

DOI:10.19611/j.cnki.cn11-2919/tg.2021.02.008

0 前言

我国《医疗废物管理条例》第二条规定: 医疗废物是指各类医疗卫生机构在医院、预防、保健、教学、科研以及其相关活动中产生的具有直接或间接感染性、毒性以及其他危害性的废物。我国的《国家危险废物名录》将其列为头号危险废物。

医疗废物的毒性(浸出性毒性、急性毒性和其他毒性)以及腐蚀性、可燃性、反应性等其他危害特性都会对自然环境造成直接负面的影响。医疗废物中的有毒物质在土壤、水体、大气等自然环境中迁移、滞留、转化, 污染土壤、水体、大气等人类赖以生存的生态环境, 具有全空间污染、急性传染和潜伏性传染等特征^[1]。

本文针对我国医疗废物管理和处理过程中存在的问题, 阐明医疗废物全过程信息化管理的重要性, 并介绍了条形码、二维码、RFID 等信息化技术的优缺点及其应用。

1 医疗废物处理存在的问题

1.1 医疗废物全生命周期

我国《医疗废物管理条例》指出, 医疗废物处理, 是指有关人员处置医疗机构产生的对人或动物

及环境具有物理、化学或生物感染性伤害的医用废弃物品和垃圾的流程。医疗废物处置流程如图 1 所示。

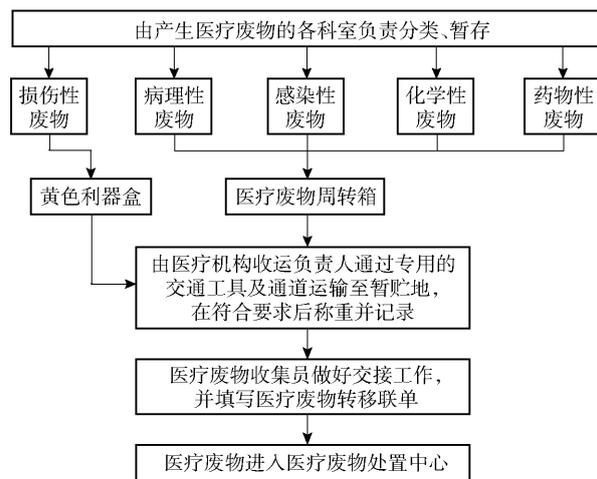


图 1 医疗废物全生命周期

首先, 各级医疗机构产生的医疗废物由各科室指派专业人员进行初步分类和暂存, 科室需设置单独的医疗废物处置间, 损伤性废物需单独放置在黄色利器盒之内, 其他废物需包装好分类放置在医疗废物专用周转箱(桶)内, 疫情期间特殊废物需单独标记; 然后由医疗机构内部垃圾清运人员(多为后勤外包物业人员)负责收集, 并运送至医疗机构暂存间统一存放; 而后装满医疗废物的周转箱(桶)由暂存间工作人员交给医疗废物专业运输车队人员, 再由车队统一运输至本市医疗废物处置中心, 规定要求在 48 h 内必须完成一次医疗废物清运; 最后, 医疗废物进行集中无害化处

[收稿日期] 2020-11-12

[作者简介] 杨盛凯(1987-), 男, 湖南益阳人, 工程师, 主要从事固体废物资源化利用、无害化处置及其环境影响工作。

置,完成全生命周期。

1.2 医疗废物管理存在的问题

在相关法律法规方面,许多国家和地区对医疗废物的减量化、分类收集、储存、运输和处置等各个方面、各个环节都有严格明确的规定。在技术研究方面,也投入大量人力、物力、财力对医疗废物的处置方法进行深入研究。目前医疗废物处置方法主要有焚烧、高压灭菌、化学处理、微波辐射、高温分解、等离子体和电弧炉等^[2]。与国外相比,中国在相关人员意识、信息化投入和监管体系方面还存在以下问题:

(1) 医疗废物交接时,医疗机构与处置公司的重量数据并不统一,存在监管漏洞,因此在一定层面上,医疗废物存在流失的可能性。

(2) 在收集人员交接时,交接数量靠人工计数,容易出现数错记错的情况,数据有出入,需要进行人工核对,无形中增加了工作人员的工作量。

(3) 不能实时掌控数据。例如,每家医疗机构目前产生的医疗废物量、应该安排的车次和运输车辆的空闲容量等问题都无从知晓。

(4) 医疗废物周转箱装车之后,无法判断是哪一家医疗机构产生的医疗废物,无法精确查询每一箱医疗废物的流向,也无法给监管部门提供溯源管理数据^[3]。

(5) 目前国内医疗废物监管主要由国家卫生健康委、生态环境部、环卫三个部门来共同完成,部门之间在各流程节点的分工仍不太明确,这间接导致我国医疗废物管理的发展较为缓慢。

2 医疗废物全过程信息化管理的现状

2020 年 2 月 24 日,国家发展改革委、卫生健康委、生态环境部等十部门发布《医疗机构废弃物综合治理工作方案》,要求“通过规范分类和清晰流程,各医疗机构内形成分类投放、分类收集、分类贮存、分类交接、分类转运的废弃物管理系统。充分利用电子标签、二维码等信息化技术手段,对药品和医用耗材购入、使用和处置等环节进行精细化全程跟踪管理,鼓励医疗机构使用具有追溯功能的医疗用品、具有计数功能的可复用容器,确保医疗机构废弃物应分尽分和可追溯”^[4]。

2020 年 4 月 30 日,国家发展改革委、卫生健康委、生态环境部研究制定了《医疗废物集中处置设

施能力建设实施方案》,明确提出在 2021 年底前,建立全国医疗废物信息化管理平台,覆盖医疗机构、医疗废物集中贮存点和医疗废物集中处置单位,实现信息互通共享,及时掌握医疗废物产生量、集中处置量、集中处置设施工作负荷以及应急处置需求等信息,提高医疗废物处置现代化管理水平。

目前,国家鼓励采用三种信息化技术手段跟踪药品和医疗废物,它们分别为条形码、二维码、RFID,在技术方面各有优劣。

2.1 条形码方案

条形码是将多个黑白相间、宽度不等的格子,按照既定编码规则排列,用来表示信息的图形标识符。条码可以表示物品的诸多数字信息,因而在各行各业及许多领域都得到广泛的使用^[5]。其优缺点如下:

(1) 条形码符号制作容易,扫描操作简单易行,但安全度过低。

(2) 条形码扫描录入信息的速度是普通计算机键盘录入的 20 倍,但可容纳的信息量较小。

(3) 条形码扫描录入方式,误码率为百万分之一,首读率为 98%,但玷污后可读性极差。

(4) 识别装置与条形码标签相对位置自由,但只在单一方向表达信息(一般为水平方向)。

(5) 条码符号识别设备的结构简单易操作,操作人员无须专门训练。与其他自动化技术相比,推广应用条码技术所需费用较低。

我国杭州的医废处置公司自 2012 年开始使用条形码技术,现今杭州的智能医疗废物回收系统已趋近成熟,成为许多城市学习的对象。但在杭州的医疗废物处置工厂内堆放的周转箱中,大部分箱体出现条形码掉落、损坏等情况。目前普通条形码可容纳 10 万个编码,可维系杭州医疗废物处置公司每三年进行一次医疗废物周转箱条码更新。

2.2 二维码方案

二维码是用既定的几何图形在二维平面上,以黑白相间方式分布、记录数据符号信息的图形;在代码编制上利用构成计算机内部逻辑基础的比特流概念,运用多个与二进制相对应的几何方块来表示文字数值信息,通过专用设备自动识读以实现信息的自动化处理^[6]。其优缺点如下:

(1) 二维码采用了高密度编码,可以容纳普通条形码信息容量的几十倍。

(2) 二维码可以对图片、声音、文字、签字、指纹等数字化信息进行编码。

(3) 二维码的译码误码率为千万分之一, 遭遇穿孔、弯折、玷污后, 可读性适中。

(4) 和条形码相比, 二维码可引入加密措施, 更好地保护译码内容不被他人获得。

在医疗废物处置方面, 二维码是使用较多且成本较低的一种信息化手段。目前, 贵阳、深圳、武汉等许多地方已经使用二维码技术完成医疗废物的收集运输。与条形码技术相比, 二维码技术同样离不开人工扫码与录入。

2.3 RFID 方案

RFID 即无线射频识别技术, 是自动识别技术的一种, 运用无线射频方式进行非接触性的双向数据通信, 以无线射频方式对记录媒体进行读写, 从而达到识别目标和数据交换的目的, 被认为是 21 世纪最具发展潜力的信息技术之一^[7]。其优缺点如下:

(1) 快捷性。RFID 可以实现医疗废物周转箱(桶)的自动识别和分配, 相较二维码和条形码等方案, 可以省去大量人工扫描识别环节, 更加智能化; 同时数据可实现电子化管理, 实时上传至系统云平台, 可随时追踪医疗废物处理动态, 便于监管医疗废物的去向。

(2) 适用性和安全性。RFID 电子标签的适用性较高, 随着物流行业的发展, RFID 电子标签发展迅速, 现市面上有适用于各行各业的 RFID 电子标签, 且可根据不同的使用场景进行个性化定制; 此外, 设备故障率较低, 识别响应时间快, 可确保医疗废物收运环节的安全性和稳定性; 同时可配置高性能的服务器, 确保数据传输的及时性和数据安全性^[8]。

(3) 管理提升。信息化是医疗废物管理工作质的提升, RFID 技术又将医疗废物信息化升级, 可实时监管医疗废物的产生、转运和处置, 监控不合理及非法行为, 可对应急事件进行及时调度和处理。

(4) 功能扩展。基于 RFID 技术的医疗废物管理系统平台可提供丰富的数据接口, 可根据政府部门的要求, 将实时数据上传至省市(区、县)一级的监管平台。

自 RFID 技术在中国发展至今, 已有多个行业陆续开展 RFID 技术研究及产品开发。目前, 国内已具有了自主开发高频、低频、微波 RFID 的技术能

力及系统集成能力。较为典型的是, 中国铁路的车号自动识别系统建设推出了拥有完全自主知识产权的远距离自动识别系统。

3 信息化管理的思考

信息化管理是为了服务医疗废物收集运输, 而医疗废物收运的过程会衍生其他的业务需求, 如医废处置、医废监管、医废溯源、数据分析等, 这些都建立在收运流程形成严格闭环的基础上^[9]。

目前, 国家鼓励采用三种信息化技术手段, 即条形码、二维码、RFID。相较于 RFID, 条形码贮存数据小、保密性低, 且损坏后可读性较差; 二维码具有信息量大的特点, 但保密性较低, 且二维码读取设备较单一, 目前的解码设备包括手持式和固定式的扫描枪, 以及带摄像头的智能手机。

在传统医疗废物管理中, 医院发生医疗废物丢失及偷窃事件时, 无法及时发现, 无法对丢失环节进行追溯, 可控范围有限。信息化管理通过制定操作模式监管收运流程, 有效防控医疗废物丢失。信息化管理实施后, 可以通过医疗废物信息化管理平台远程查看, 实时监控医疗废物产生、收集、入库、出库等过程, 实现全过程监管追溯。医疗废物收集信息实现线上统计汇总并可导出, 并基于汇总数据自动生成各项统计分析。当医疗废物异常流失时, 即可通过信息化系统追溯相关信息和责任人^[10]。

但在信息化系统方面也容易出现各种问题。四川省各个医疗机构内部医疗废物信息化系统就出现了参差不齐的现象, 导致四川省监管部门难以对各类系统做到统一监管, 无法建立省市一级的监管平台。

因此, 建议医疗废物信息化系统建设以省市一级为单位, 标准先行, 避免出现各种系统参差不齐、相关单位难以统一监管的情况发生。

4 结束语

传统医疗废物收集运输及暂存处置等操作以人员手动操作为主, 以纸质交接单为依据, 医疗废物的收运程序无法及时监管到位, 对不合规的操作难以进行溯源管理, 并且需要人为统计数据, 过程较繁杂且容易产生误差。相较于传统医疗废物管理, 医疗废物管理信息化的升级在于增强医疗废物管理水平, 使传统业务操作更加规范化、简易化, 提高防控

疾病传播的力度,保障城市安全,实现数据信息化、电子化,取代传统纸质单据。

疫情以来,国家越来越重视医疗废物信息化管理工作^[11]。信息化及溯源技术从诞生发展到现在已经日趋成熟,电子设备的唯一性和安全性等特点使其在各行业应用广泛。自动化、信息化和实时化革新的医疗废物全过程,能提高医疗废物的监管力度及水平,做到预防、防控相结合,预防医疗废物扩散、泄露、流失及其他事故的发生,提高事故应变能力,控制医疗废物及突发事件对生物及环境造成危害,建立健全的“预防-应急-追踪-评价”等系列制度方案。

[参考文献]

[1] 张楠,路瑞. 医疗废物处理处置过程中若干环境风险问题的研究[J]. 当代化工研究, 2020(13):112-113.
 [2] 徐定一,扈中武,孟宪冬,等. 医疗废物管理存在的不足及解决措施探讨[J]. 中国医院建筑与装备, 2020, 21(7):101-102.

[3] 温波. 医院医疗废物分类管理现状分析[J]. 中国卫生产业, 2017, 14(8):143-144.
 [4] 聂丽. 美国医疗废弃物管理对我国的启示[J]. 中国卫生事业管理, 2014(3):196-198.
 [5] 刘宁钟, 杨静宇. 基于傅立叶变换的二维条码识别[J]. 中国图象图形学报 A 辑, 2003, 8(8):877-882.
 [6] 王杨. 二维码传播信息的应用及分析[D]. 山西:山西大学, 2013.
 [7] 罗春彬, 彭龔, 易彬. RFID 技术发展与应用综述[J]. 通信技术, 2009, 42(12):112-114.
 [8] 严伟群. 基于 RFID 的医疗废物物流监管系统与技术研究[D]. 上海:上海交通大学, 2012.
 [9] 佚名. RFID 技术:今后的发展趋势将是什么? [J]. 金卡工程, 2011(11):47-49.
 [10] 洪建, 邵华钢, 李志. 物联网在医院垃圾管理中的应用[J]. 中国数字医学, 2010(10):95-97.
 [11] 姚建明, 陈德喜, 范正锐. 我国医疗废物的处置现状及对疫情下医疗废物应急处置的思考[J]. 有色冶金节能, 2020, 36(1):6-8, 30.

Study on the Whole Process Information Management of Medical Waste

YANG Sheng-kai, WANG Si-ran

Abstract: This paper introduced the whole life process of medical waste and the problems existing in the relevant personnel consciousness, information investment and supervision system of medical waste management in China, expounded the importance of the whole process information management of medical waste, and introduced the principles, advantages and disadvantages of bar code, two-dimensional code and RFID technology and their application in medical waste management. The application of information technology can realize the informatization, real-time and automation of the whole process of medical waste, and improve the level of traceability supervision.

Key words: medical waste; whole life process; informatization; traceability technology; bar code; two-dimensional code; RFID

