

医疗废物处理处置技术与源头分类对策

Medical waste disposal technique and the source classification strategies

陈 扬(CHEN Yang)¹, 吴安华(WU An-hua)², 冯钦忠(FENG Qin-zhong)¹, 刘俐媛(LIU Li-yuan)¹, 阿热依古丽(Areyiguli)¹

(1 中国科学院高能物理研究所, 北京 100049; 2 中南大学湘雅医院, 湖南 长沙 410008)

(1 Institute of High Energy Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 2 Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410008, China)

[关键词] 医疗废物; 垃圾处理; 垃圾分类; 源头分类; 环境卫生

[中图分类号] R124.3 [文献标识码] A [文章编号] 1671-9638(2012)06-0401-04

医疗废物是指医疗卫生机构在医疗、预防、保健以及其他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, 是病原微生物的潜在宿主^[1]。针对医疗废物的处理处置, 各类技术呈现出异彩纷呈的总体发展态势, 但医疗废物的处置往往不是单一的, 在处理处置医疗废物的同时, 还要考虑技术的适用性, 实施切实可行的源头分类, 以便规避风险, 减少二次污染, 实现医疗废物无害化安全

管理和处置。

1 医疗废物的成分及特性分析

中国医疗卫生机构产生的医疗废物数量较大。据估算, 2010 年全国医疗废物产生量达到 68 万吨, 平均日产生量约 1 870 吨^[2]。我国将医疗废物分为五大类^[3], 见表 1。

表 1 我国对医疗废物的分类

类别	特征	常见组分或者废物名称
感染性废物	携带病原微生物, 具有引发感染性疾病传播危险的医疗废物	1. 被患者血液、体液、排泄物污染的物品, 包括: 棉球、棉签、引流棉条、纱布及其他各种敷料; 一次性使用卫生用品、一次性使用医疗用品及一次性医疗器械; 废弃的被服; 其他被患者血液、体液、排泄物污染的物品。 2. 医疗机构收治的隔离传染病患者或疑似传染病患者产生的生活垃圾。 3. 病原体的培养基、标本和菌种、毒种保存液。 4. 各种废弃的医学标本。 5. 废弃的血液、血清。 6. 使用后的一次性使用医疗用品及一次性医疗器械, 视为感染性废物。
病理性废物	诊疗过程中产生的人体废弃物和医学实验动物尸体等	1. 手术及其他诊疗过程中产生的废弃人体组织、器官、肢体等。 2. 医学实验动物的组织、尸体。 3. 病理切片后废弃的人体组织等。
损伤性废物	能够刺伤或者割伤人体的废弃医用锐器	1. 医用针头、缝合针。 2. 各类医用锐器, 包括: 解剖刀、手术刀、备皮刀、手术锯等。 3. 载玻片、玻璃试管、玻璃安瓿等。
药物性废物	过期、淘汰、变质或者被污染的废弃药品	1. 废弃的一般性药品, 如: 抗生素、非处方类药品等。 2. 废弃的细胞毒性药物和遗传毒性药物, 包括: 致癌性药物, 如硫唑嘌呤、苯丁酸氮芥、萘氮芥、环孢霉素、环磷酰胺、苯丙氨酸氮芥、司莫司汀、三苯氧氨、硫替派等; 可疑致癌性药物, 如: 顺铂、丝裂霉素、阿霉素、苯巴比妥等; 免疫抑制剂。 3. 废弃的疫苗、血液制品等。
化学性废物	具有毒性、腐蚀性、易燃易爆性的废弃化学物品	1. 医学影像室、实验室废弃的化学试剂。 2. 废弃的过氧乙酸、戊二醛等化学消毒剂。 3. 废弃的汞血压计、汞温度计。

[收稿日期] 2012-05-22

[基金项目] 区域性危险废物集中处置设施最佳管理模式和环境风险控制技术研究(2011467039)

[作者简介] 陈扬(1971-), 男(汉族), 辽宁省辽阳市人, 副研究员, 主要从事危险废物和医疗废物管理与处置领域的技术研发、污染控制相关标准制定研究。

[通讯作者] 陈扬 E-mail: yangchen@ihep.ac.cn

表 1 显示,医疗废物具有多种危险废物特性,来源及组分复杂。就医疗废物而言,最主要的危险废物特性是感染性,其次根据医疗废物的类别还可能具有毒性、腐蚀性、易燃易爆性等。而医疗废物的处置是一个系统工程,考虑医疗废物疾病控制,最大限度地消除其感染风险的同时要兼顾两方面因素:(1)不同医疗废物的组分及特性会影响到相应的处置技术、工艺或设备的选择;(2)医疗废物源头分类的模式和方法一定要与后续的医疗废物处理技术以及地方相关基础设施相匹配,同时医疗废物源头分类的模式和方法又会影响到后续医疗废物处理处置的实际效果。

2 医疗废物处理处置技术的特点及适用性要求

目前医疗废物常用的处理处置技术可分为焚烧

法和非焚烧法。每一大类可再细分出多种类型。其中焚烧法主要包括回转窑焚烧、热解焚烧;非焚烧法主要包括高温蒸汽、微波和化学消毒(干法)等。在某些国家,政策允许的情况下,医疗废物经以上非焚烧法处置后还可进一步对其中的塑料等物质进行回收利用。此外,等离子、干热处置等技术也用于医疗废物处置领域。填埋作为绝大多数废物处置的最终途径,也是医疗废物处置方法的最终环节。

针对常用的医疗废物处理处置技术的应用,环境保护部于 2012 年 1 月发布了《医疗废物处理处置污染防治最佳可行技术指南(试行)》。现针对目前有实际应用的几种技术的关键工艺控制参数、技术适用性及二次污染控制措施进行提炼^[4],见表 2。

表 2 常用医疗废物处置技术工艺参数、技术适用性及二次污染控制措施

技术名称	关键工艺控制参数	技术适用性及特点	二次污染控制措施分析
热解及回转窑焚烧技术	<ul style="list-style-type: none"> ● 二燃室温度不低于 850℃(对于化学性和药物性医疗废物,二燃室温度不低于 1 100℃),烟气停留时间不少于 2 s。 ● 对高温烟气应采取急冷措施,使烟气温度在 1 s 内降到 200℃以下,减少烟气在 200℃~500℃温度区的停留时间。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 使用范围广,原则上可以处置各种类型的医疗废物。 ● 会产生二恶英/呋喃以及重金属等污染物。 ● 建设及运营成本相对非焚烧处置设施要高。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 为控制二恶英/呋喃和重金属等污染物的排放,应采取切实有效的措施减少高含氯和高含汞医疗废物的焚烧处置量。 ● 针对不同的医疗废物类型,焚烧处置温度有差异,即对于化学性和药物性医疗废物,二燃室温度不低于 1 100℃。 ● 飞灰、烟气脱酸副产物等吸附二恶英和重金属的固体废物按危险废物进行处置,焚烧残渣可按生活垃圾进行处置,要求地方配套相应的基础设施。 ● 产生的废水经处理后排放或回用。
高温蒸汽处理技术	<ul style="list-style-type: none"> ● 杀菌室内处理温度不低于 134℃,压力不小于 220 kPa(表压),处理时间不少于 45 min。 ● 废气净化装置过滤器的过滤尺寸不超过 0.2 μm,耐热温度不低于 140℃,过滤效率应>99.999%。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 不能处理所有的医疗废物。 ● 处理过程会产生恶臭、挥发性有机污染物(VOCs)等污染物,其产生较微波和化学消毒技术要高。 ● 运营成本相对微波和化学消毒技术要高。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 仅适用于处理医疗废物分类目录中的感染性废物、一部分病理性废物及利器;对于不能处理的医疗废物,需要地方统筹考虑。 ● 处理后的医疗废物应达到相应的微生物灭活要求。医疗废物处理后产生的固体残渣可按照生活垃圾进行处置(焚烧、填埋、其他),要求地方配套相应的基础设施。
微波处理技术	<ul style="list-style-type: none"> ● 微波发生源频率,采用(915±25)MHz或(2 450±50)MHz。微波处理的温度不低于 95℃,作用时间不少于 45 min。 ● 在蒸汽和微波的共同作用下,温度不低于 135℃时,作用时间不少于 5 min。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 不能处理所有的医疗废物,对金属类医疗废物一般不适合。 ● 医疗废物处置过程要考虑辐射安全防护措施。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 处理过程会产生恶臭、VOCs和粉尘,需要配套相应的尾气净化措施。 ● 产生的废水经处理后排放或回用。
化学处理技术	<p>化学消毒宜优先选用石灰粉作为消毒剂,纯度为 88%~95%,反应接触时间>120 min,石灰粉投加量>0.075 kg/kg,pH 值控制在 11.0~12.5。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 要确保化学消毒剂与医疗废物的充分接触时间,保证消毒效果。 ● 处理效果的快速检测方法尚不具备。 	

表 2 显示,无论焚烧技术还是非焚烧技术都不是万能的,都有一定的适用范围和污染控制要求。就焚烧处置技术而言,在处置医疗废物的过程中,尤其是医疗废物中存在含氯和重金属物质时,会产生二恶英/呋喃以及重金属等污染物。非焚烧处理技术以其间歇式的运行方式和工艺而具有操作灵活、运行简单、处理成本低等特点,更适合产生量较小、小规模医疗废物的处理。与焚烧技术相比,非焚烧处理过程的温度最多不超过 200℃,医疗废物中塑料等含氯高分子化合物的物质不会分解,因而不会

产生二恶英/呋喃等致癌物质,可以实现二恶英/呋喃的“零排放”。但非焚烧技术的局限性在于它不是一种广谱的处置技术,中国医疗废物分类目录中规定的化学性废物、药物性废物以及一部分病理性废物就不能采用此类方法进行处理。因此,无论是焚烧技术还是非焚烧技术,除了要求在医疗废物处置过程中要满足相应的控制参数,实施相应的二次污染防治措施外,还需要在医疗废物产生源头实施科学分类,以便解决不同处置技术的适用性问题。

3 我国医疗废物处置模式及医疗废物源头分类原则

经综合分析我国现行危险废物和医疗废物规划及相关管理规定,医疗废物处置和管理模式体现出如下特点。

3.1 在规划建设方面实施集中处置、合理布局的总体思路^[2,5] 我国推行医疗废物集中处置,实施以设区市为规划单元的建设思路,建设医疗废物集中处置设施,在合理运输半径内接纳处置辖区内所有县城的医疗废物,一般情况下不提倡、不允许医院分散处置;另外,医疗废物集中处置设施在以地级城市为单位进行建设的基础上,鼓励交通发达、城镇密集地区的城市联合建设、共用医疗废物集中处置设施;同时,危险废物和医疗废物处置设施应统筹建设,危险废物集中处置设施要一并处理所在城市产生的医疗废物。

3.2 在风险控制方面体现风险管理的基本理念 医疗废物具有感染性、细胞毒性危害等多种特点。医疗废物从产生源到最终处置应在全封闭的状态下进行,并实施对人和环境的隔离;实施医疗废物从产生、分类收集、警示标记、密闭包装与运输、储存、无害化处置的整个流程,即从“摇篮”到“坟墓”的各个环节实行全过程严格管理和控制。

3.3 医疗卫生机构内部医疗废物管理问题至关重要 医疗卫生机构内部医疗废物管理,一方面关系到能否切实消除医疗废物的感染性,减少对人和环境的危害;另一方面,不同的医疗废物处置技术需要医疗机构内部实施相应的科学分类。医疗废物的源头分类应坚持如下原则。

3.3.1 坚持风险控制的原则 医疗废物具有多种危险废物特性,实施科学的分类,有利于更好地杜绝或切断致病微生物及病菌的来源,不能将医疗废物混入生活垃圾,以切断疾病传播途径,减少因病菌扩散所带来的健康及环境风险。可以说,医疗废物管理和处置的核心任务就是:一方面要在医疗废物产生源头实施有效的感染控制并减少废物的生成;另一方面要兼顾后续处置技术的适用性,为从源头减少需要处置的有毒、有害物质的产生提供条件。

3.3.2 坚持与医疗废物处置技术相衔接的原则 不同的医疗废物处置技术具有不同的适用范围。因此,医疗废物的源头分类应切实考虑后续医疗废物处置技术的优点和缺陷,确保源头分类后的医疗废物是后续处置技术所能适应的。如果医疗废物采用焚烧方式进行处置,绝大部分的医疗废物分类都是

不必要的,只需分开锐器,并与生活垃圾分开即可,这样做还可节约大量的包装用品。反之,当地有焚烧、非焚烧、填埋等多种方式的废物处理手段,分类就显得十分重要。如来自化学治疗过程产生的废物、汞、挥发性和半挥发性物质、放射性物质以及其他危险性化学物质,不能采用非焚烧技术处置。只有经过良好分类的医疗废物,在采用与之相应的处理技术作无害化处理后,方可达到效果好、省费用、环境友好的目的。

3.3.3 坚持医疗废物源头减量化原则 应正确区分医疗废物与生活垃圾,不能将本属于生活垃圾的废物混入医疗废物,也不应将医疗废物混入生活垃圾中。根据世界卫生组织的研究成果^[6],医疗机构产生的废物中只有 10%~25% 是医疗废物,而实际上可能存在的问题是往往将医疗卫生机构产生的所有废物理解为医疗废物,这样直接造成的结果是使需要处理处置的医疗废物量大大增加,不仅增加后续医疗废物处理处置的负担,也为二次污染,尤其是焚烧处置过程中更多二恶英/呋喃等污染物的产生和排放提供了更多的来源。

4 医疗废物源头分类及管理对策与措施

目前我国医疗机构医疗废物的源头分类问题远远未引起足够的重视,分类比较粗放,且多考虑的是管理方便,对医疗废物的源头分类缺乏综合性考虑。基于上述现状,结合中国医疗废物管理领域的政策、法规和标准,借鉴国外经验,总结我国医疗废物管理的主要途径和方法,如图 1 所示。

基于中国现行的医疗废物处置设施建设规划模式,应因地制宜,针对医疗废物源头分类实施一地一策。而就一个城市而言,应从硬件设施建设以及地方能力提升角度出发做到 3 个衔接:(1)焚烧与非焚烧技术相衔接,推进不同处置技术的优势互补,包括城市内部焚烧与非焚烧处置技术,也包括邻近城市之间的技术应用过程优势互补;(2)医疗废物产生单位与医疗废物处置单位相衔接,确保处置技术应用的规范性和安全性;(3)推进环境保护行政主管部门与卫生行政主管部门在针对医疗废物监督管理方面的衔接,确保医疗废物管理的连贯性和统一性^[7]。

医疗废物分类成功管理的经验表明,国家只对医疗废物分类提出原则性的要求,每个省、市、自治区都应建立起一个和本地区医疗废物管理及处理处置水平相适应的医疗废物分类目录方案,供辖区内



图 1 医院废物源头管理流程

的医疗机构指导参考。另外,在一次性使用医疗用品的使用方面,应加强对其的规范化管理。推进医疗废物的综合利用是必然趋势,在有效的技术和管理思路下实施资源综合利用,既可最大限度地回收利用资源,又可彻底消除因填埋、焚烧而带来的各种环保弊端。因此,可积极推进统一回收、集中存放、统一处置、闭路循环的模式,防止使用后通过非正常途径流入社会,造成病原性疾病的传播,确保医疗安全和患者健康。

[参考文献]

[1] 孙淑梅,葛伟莲,孙燕,等. 基层医院医疗废物管理流程与措施[J]. 中华医院感染学杂志,2009,19(16):720.

[2] 中华人民共和国环境保护部. 关于印发《全国危险废物和医疗废物处置设施建设规划》的通知(环发[2004]16号)[S]. 北京,2004.

[3] 中华人民共和国卫生部. 关于印发《医疗废物分类目录》的通知(卫医发[2003]287号)[S]. 北京,2003.

[4] 中华人民共和国环境保护部. 医疗废物处理处置污染防治最佳可行技术指南(试行) HJ-BAT-8 [S]. 北京,2011.

[5] 中华人民共和国国务院. 医疗废物管理条例[S]. 北京,2003.

[6] WHO. 2005. Safe healthcare waste management-Policy paper by the World Health Organization[S]. Editorial / Waste Management, 2005 (25): 567-574.

[7] 陈扬,丁琼,姜晨,等. 履约背景下医疗废物处置最佳可行技术和最佳环境实践思路探讨[J]. 中国护理管理,2010,10(4):75-79.