

关于生活垃圾焚烧装置应急处理医疗废物的探讨

冯楠, 赵发敏, 刘杰

(中国恩菲工程技术有限公司, 北京 100038)

[摘要] 随着新冠疫情的爆发, 疫情不可避免会导致医疗废物突然激增, 超过当地现有医疗废物处理能力, 盲目新建大量医疗废物处理装置并不可行, 会造成极大的浪费, 但是涉疫废物又必须及时得到妥善处置, 避免形成二次感染, 因此在满足安全、环保的前提下, 利用生活垃圾焚烧装置在特定阶段应急处理医疗废物, 不失为一种有效手段。

[关键词] 医疗废物; 生活垃圾焚烧; 协同处置

[中图分类号] X799.3

[文献标志码] B

[文章编号] 1003-8884(2022)04-0072-05

DOI: 10.19611/j.cnki.cn11-2919/tg.2022.04.016

0 前言

2020 年初, 新冠肺炎疫情爆发, 并在全球蔓延。新冠疫情患者会产生大量具有感染性的医疗废物, 除了输液管、口罩、针头等常规医疗废物外, 使用过的床单、纸巾、快餐盒、尿不湿等都纳入了医疗废物处置范畴, 上述医疗废物从产生、分类、收集、转运、贮存到处置, 任何一个环节处置不当都会造成危害人体健康和环境安全的双重风险^[1-2]。根据《医疗废物管理条例》规定, 严禁医疗废物混入生活垃圾进行处理, 必须进行集中处理处置, 以达到杀灭病原体, 防止疾病传播和医疗废物减量化、无害化的目的^[3]。

1 医疗废物处置现状

一般医疗废物和涉疫废物的叠加, 给各地医疗废物处置单位造成了极大的压力, 多地出现医疗废物处置缺口。据《2019 年全国大、中城市固体废物污染环境防治年报》显示^[4], 2019 年 196 个大、中城市医疗废物产生量为 8.43×10^5 t, 产生的医疗废物

都得到了及时妥善处置。但在新冠肺炎疫情爆发后, 医疗废物的产生量快速增加, 常规医疗废物集中处置设施能力无法满足处置需求^[5]。如疫情初期武汉等地医疗废物每日产生量一度增长到疫情发生之前的 4~6 倍, 原有处置能力远不能满足疫情期间医疗废物处置需求^[6]。

通过本次疫情中医疗废物处理情况可以看出, 各地区医疗废物处理能力, 基本满足正常情况下当地的医疗废物处置需求。但是当面临类似新冠肺炎疫情等重大突发事件时, 医疗系统短时间接受大量病患, 医疗废物产生量将急剧增加, 对医疗废物处置系统产生巨大冲击, 难以完全处置, 可能堆存大量医疗废物, 具有极大地卫生隐患。

但是重大传染病疫情作为突发事件, 无法预知, 也无法预测疫情发生后医疗废物产生的数量, 因此盲目新建大量医疗废物处置装置并不可行, 并且会造成设备闲置, 形成极大浪费。

2 政策可行性

由于生活垃圾焚烧炉处理规模大, 工艺同医疗废物处理类似, 并配套完整的环保装置。因此, 部分地市尝试利用现有生活垃圾焚烧装置进行一定程度改造使其具有处理医疗废物的能力, 在疫情特殊时期取得了良好的效果。平时装置进行正常生产运营, 当出现重大突发事件, 本地区现有医疗废物处理能力已无法满足时, 可兼顾处理医疗废物。

根据《新型冠状病毒感染的肺炎诊疗方案(试

[收稿日期] 2022-03-02

[作者简介] 冯楠(1988—), 男, 黑龙江大兴安岭人, 工程师, 硕士, 主要从事固体废物、危险废物处置工艺设计、开发工作。

[引用格式] 冯楠, 赵发敏, 刘杰. 关于生活垃圾焚烧装置应急处理医疗废物的探讨[J]. 有色设备, 2022, 36(4): 72-76.

行第五版)》(国卫办医函[2020]103号),新型冠状病毒对热敏感,56℃的温度30 min可有效灭活病毒。垃圾焚烧装置多采用机械炉排垃圾焚烧炉,生活垃圾焚烧炉炉膛内温度 ≥ 850 ℃,生活垃圾在炉内的停留时间1~1.5 h,在该焚烧条件下,新冠肺炎病毒完全能被灭活。因此利用生活垃圾焚烧设施协同处置医疗废物具有较好的灭活效果。

根据生态环境部印发《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)》(下称《指南》)。《指南》提出“以设区的市为单位,统筹应急处置设施资源,建立肺炎疫情医疗废物应急处置资源清单…”,并明确“将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、工业炉窑等纳入肺炎疫情医疗废物应急处置资源清单”^[7]。

因此,采用生活垃圾焚烧炉协同处置医疗废物,在政策上有据可循,既能提升本地区处理医疗废物的能力,在特殊时期可以作为一种应急手段,又可有效利用现有装置,不会造成资源闲置浪费。

当未来出现类似新冠肺炎疫情等重大突发事件造成医疗废物短期内激增的情况,本地区现有医疗废物处置装置必将超负荷运转,而一旦装置出现运转故障,可能造成医疗废物无处可去,导致大量堆存,生活垃圾焚烧装置可以用来作为有效补充,有需要时可以迅速用于处置医疗废物,减少医疗废物堆存,有效降低二次感染的可能性。

3 工艺可行性

根据《新型冠状病毒感染的肺炎诊疗方案(试行第五版)》(国卫办医函[2020]103号),新型冠状病毒对热敏感,56℃的温度30 min可有效灭活病毒。根据《生活垃圾焚烧污染控制标准》、《医疗废

物集中焚烧处置工程建设技术规范》和《医疗废物集中处置技术规范(试行)》,生活垃圾焚烧炉和医疗废物焚烧炉的主要技术要求相同,工况要求接近。生活垃圾焚烧炉炉膛内温度 ≥ 850 ℃,生活垃圾在炉内的停留时间一般在1~1.5 h(炉排炉),在该焚烧条件下,新型冠状病毒完全能被灭活。在控制掺烧比例且做好卫生防护工作的前提下,利用生活垃圾焚烧设施处置医疗废物是可行的。

根据生态环境部固体废物与化学品司《生活垃圾焚烧设施应急处置肺炎疫情医疗废物工作相关问题及解答》中的答复:“…优化工艺流程,强化管理、卫生防疫要求和人员培训,使用生活垃圾焚烧设施(炉排型)应急处置医疗废物具有较好的可行性,在国内外均有实际应用的成功案例。各地可以因地制宜,在妥善采取卫生防疫措施和确保处置效果前提下,选择生活垃圾焚烧设施应急处置医疗废物。”“炉排式生活垃圾焚烧炉可以用于应急处置肺炎疫情医疗废物,不宜采用流化床式焚烧炉。”

根据《医疗废物焚烧炉技术要求(试行)》GB1918—2003中的规定:“炉膛中心温度不低于750℃。炉膛尺寸的选择应保证医疗废物在炉膛内足够的停留时间”,垃圾焚烧炉采用先进的机械炉排炉,炉膛内温度 ≥ 850 ℃,远高于病毒灭活温度,可以起到有效杀灭病菌的作用,停留时间长达1~1.5 h,可以保证废物充分燃尽。焚烧过程中产生粉尘、飞灰、烟气等可利用生活垃圾焚烧烟气净化装置,有效去除烟气中的粉尘、HCl、SO₂等酸性气体以及二噁英、重金属、NO_x、CO等有害气体,确保烟气严格按照要求达标排放。满足《医疗废物焚烧炉技术要求》中要求的“焚烧炉应具有完整的烟气净化装置。烟气净化装置应包括酸性气体去除装置、除尘装置以及二噁英控制装置…”。

表1 焚烧炉性能指标表

| 参照标准 | 医疗废物焚烧炉技术性能指标 | 生活垃圾焚烧炉技术性能指标 |
|-------------|------------------------------------|---------------------------------|
| | 《医疗废物焚烧炉技术要求(试行)》 GB 19218—2003 | 《生活垃圾焚烧污染控制标准》 GB 18485—2014 |
| 焚烧炉温度/℃ | ≥ 850 | ≥ 850 |
| 烟气停留时间/s | ≥ 2 | ≥ 2 |
| 焚烧残渣的热灼减率/% | ≤ 5 | ≤ 5 |

表2 焚烧炉尾气排放指标表

| 污染物 | 医疗废物焚烧炉大气污染物 | 生活垃圾焚烧炉排放烟气污染物 |
|----------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| | 排放限值(mg/m ³) | 限值(mg/m ³) |
| 执行标准 | 《医疗废物焚烧炉技术要求(试行)》 GB19218—2003 | 《生活垃圾焚烧污染控制标准》 GB18485—2014 |
| 烟气黑度 | 林格曼1级 | — |
| 烟尘 | 65 | 30(1h),20(24h) |
| 一氧化碳 | 80 | 100(1h),80(24h) |
| 二氧化硫 | 200 | 100(1h),80(24h) |
| 氟化氢 | 5.0 | — |
| 氯化氢 | 60 | 60(1h),50(24h) |
| 氮氧化物 | 500 | 300(1h),250(24h) |
| 汞及其化合物 | 0.1 | 0.05 |
| 镉及其化合物 | 0.1 | 0.1 |
| 砷、镍及其化合物 | 1.0 | 1.0 |
| 铅及化合物 | 1.0 | 1.0 |
| 铬、锡、锑、铜、锰及其化合物 | 4.0 | 1.0 |
| 二噁英类 | 0.5TEQng/m ³ | 0.1TEQng/m ³ |

通过表1可以看出,生活垃圾焚烧炉满足医疗废物焚烧炉性能要求。通过表2可以看出,生活垃圾焚烧炉烟气排放标准不低于医疗废物焚烧炉的尾气排放要求。

在2014年初,为应对医疗废物焚烧设施检修停运、突发公共卫生事件等应急状态,在上海市生态环境局、市卫生健康委、市绿化市容局的支持下,上海市利用生活垃圾焚烧设施第一次医疗废物应急处置工作于2014年2月在上海老港再生能源利用中心启动。2014年至2019年,上海老港再生能源利用中心利用生活垃圾焚烧设施协同处置医疗废物量分别为0.085万t、0.193万t、0.463万t、0.756万t、0.931万t、1.449万t。

因此,对于生活垃圾焚烧发电厂常态化协同处置医疗废物,上海市已有6年实践经验。这些实践经验表明生活垃圾焚烧设施经过适当技术改造、加强卫生防疫防护管理,用于医疗废物处理,技术可行、环境风险可控。

使用生活垃圾焚烧设施协同处置医疗废物在国外也有诸多应用案例,如美国、欧洲、日本等。日本2009年H1N1新型流感病毒疫情期间发布《新流感

废物管理措施指南》指出:“如果担心感染性废物数量超过处置能力时,可与市政当局等讨论市政垃圾焚烧设施接收的可能性”。美国医疗机构产生的医疗废物一般在医疗机构进行消毒处理后,运至危险废物焚烧设施或者生活垃圾焚烧设施焚烧处置。挪威奥斯陆市克拉梅特斯鲁(Klemetsrud)生活垃圾焚烧厂也曾利用机械炉排式焚烧炉处置感染性医疗废物。

而在本次疫情期间我国多个地市也曾利用生活垃圾焚烧厂处理激增的医疗废物:

(1)广东省汕尾市自2020年1月27日以来,利用陆丰市(东南)生活垃圾焚烧发电厂应急处置汕尾市产生的新冠肺炎疫情医疗废物。陆丰市(东南)生活垃圾焚烧发电厂生活垃圾处置能力为1200t/d,按1%比例混合焚烧医疗废物,应急处置医疗废物的能力为12t/d。1月27日至2月7日,累计使用生活垃圾焚烧设施应急处置医疗废物42.75t。

(2)山东省东营市自2020年1月29日以来,利用东营华源新能源有限公司应急处置东营市产生的医疗废物。东营华源新能源有限公司生活垃圾处置能力为400t/d,按5%比例混合焚烧医疗废物,应急

处置医疗废物的能力为 20 t/d。1 月 29 至 2 月 7 日,累计使用生活垃圾焚烧设施应急处置医疗废物 0.87 t。

(3)福建省莆田市自 2020 年 1 月 20 日以来,利用莆田市圣元环保电力有限公司应急处置莆田市疫情期间涉及疫情的生活垃圾,包括全市 5 家定点医院、第一批 8 个隔离观察点产生的生活垃圾,以及增设的隔离观察点由医务人员、确诊病人、被隔离人员产生的生活垃圾。莆田市圣元环保电力有限公司生活垃圾焚烧能力为 2 850 t/d,按 5% 比例混合焚烧医疗废物,应急处置医疗废物的能力为 142.5 t/d。1 月 20 至 2 月 7 日,累计使用生活垃圾焚烧设施应急处置医疗废物 28.23 t。

(4)广东省珠海市自 2020 年 2 月 1 日以来,利用珠海市环保生物质热电厂应急处置珠海市产生的医疗废物。该项目建设规模为处理生活垃圾 1 200 t/d,配置 2×600 t/d 焚烧炉,按 5% 比例混合焚烧医疗废物,应急处置医疗废物的设计能力为 30 t/d,最终实际处理量为 5 t/d。

(5)湖北省仙桃市 2020 年 2 月 7 日,利用仙桃市绿色东方环保发电有限公司(生活垃圾焚烧处置单位)完成利用生活垃圾焚烧设施处置肺炎疫情医疗废物试烧工作,成功试烧处置医疗废物 2.96 t。仙桃绿色东方环保发电有限公司现有 2 台生活垃圾焚烧炉,总焚烧能力为 1 200 t/d,选用其中 1 台实际能力 500 t/d 的焚烧炉作为仙桃市医疗废物应急处置设施,于 2 月 8 日正式投入疫情肺炎医疗废物应急处置工作,当日实际应急处置医疗废物 3.04 t。

生活垃圾焚烧炉和医疗废物焚烧炉的主要技术要求相同,工况要求接近,满足相关工艺要求以及环保要求。并且,国内外均有大量成功案例,并取得了良好的效果,因此利用生活垃圾焚烧炉处置医疗废物技术上可行。

目前,生态环境部已将焚烧发电厂常态化协同处置医疗废物作为优先推荐的技术路线。

4 对焚烧系统的影响

(1)医疗废物尤其是疫情期间的医疗废物,多为使用后的一次性医疗器械(口罩、防护服、手套、注射器等),相对热值较高。混合焚烧医疗废物使得可燃物的整体热值有了明显提高,发电量可能会有一定程度提升。但是,发电量的多少除了和可燃

物的热值、成分、特性有关外,还和运行稳定性、燃烧效果等多种因素有关。

(2)生活垃圾焚烧炉的设计热负荷相对较低。协同处置医疗废物不当,可能引起炉膛热负荷过高或燃烧炉渣热灼减率偏高。同时医疗废物中有时因为含有酒精而容易引燃,可能造成料斗回火,因此医疗废物在生活垃圾中的掺烧比例应限制在 5% 以下,降低对系统的冲击。

(3)系统负荷增加,医疗废物收集运送到焚烧厂时间多在 8:00—13:00,由于医疗废物不宜长时间储存,因此医疗废物在进厂后就必须马上焚烧,这就直接导致热值在短时间内突然大幅度提高,可能会使炉内组件受到影响,并且可能导致锅炉瞬间超载。为了减少这种超载现象,但又要确保符合防疫的规定和要求,应做好配伍,以尽量使热值均匀而不突变^[8]。

(4)随着可燃物热值的提高,燃烬率也同时提高,降低了炉渣产生量。

(5)焚烧医疗废物后,由于医疗废物中含有大量的塑料类制品,经焚烧后卤族元素含量增多,会对设备材质造成影响,并增加了烟气处理的负荷。为了使排放烟气达标,在实际运行中会增加石灰的用量以吸收废气中酸性气体,同时可能需要增加活性炭使用量,提高尾气处理能力。

(6)随着燃烬率的提高、炉渣产量的降低、石灰和活性炭的过量投入,会使飞灰的产生量相应增加。

(7)由于医疗垃圾热值高于常规的生活垃圾,在实际焚烧过程中可能使得炉膛的温度造成炉内耐火砖的实际膨胀超出设计的膨胀余量,并进而使砖与砖之间产生强大的挤压应力,最终导致耐火砖脱落。部分高温腐蚀烟气进入耐火砖和炉墙钢结构的间隙,可能导致炉内耐火砖脱落。

(8)飞灰产生量增加可能会使得锅炉过热器积灰严重。

(9)由于医疗废物燃烧产物的腐蚀性强,可能会造成输灰设备外壳腐蚀,主要有布袋除尘器的灰斗、输灰链等。

5 对运行成本分析的影响

(1)为了保证焚烧医疗废物时烟气排放达标,可能会增加石灰、活性炭的消耗,增加日常烟气处理费用。

(2)为了处置医疗废物会导致增加相关防疫措施及物资。

(3)可能会导致焚烧系统损耗及维修次数增加。

(4)可能导致系统工况变化、调整造成处置成本增加。

(5)需增设配套的辅助消毒设施。

6 结论及建议

此次疫情致使医疗废物产生量增长过快,一时间医疗废物处置总体能力不足,暴露了现有医疗废物处理装置在面对突发事件导致医疗废物大量增加时可能会出现无力处置的局面。而生活垃圾焚烧炉处理能力较大,可有效消解各医疗机构产生的医疗废物,技术上完全能够满足各项指标和要求,具有良好的环境效益和社会效益,因此利用生活垃圾焚烧装置协同处置医疗废物方案可行,潜力巨大。

生活垃圾焚烧炉可以作为医疗废物处置的应急措施之一,但协同处置可能会对系统造成一定程度的影响,增加设备运行和管理的难度,因此应提前做好规划及焚烧前准备工作,并对工况进行适当调整以应对焚烧医疗废物对系统造成的影响。

医疗废物和生活垃圾在焚烧处置技术上是类似的,但二者还是存在一定的差别,最主要的是医疗废物可能存在感染性等卫生隐患,因此在协同处置医疗废物过程中为了避免发生二次感染的情况,保证装置平稳安全运行,应采取以下措施:

(1)感染性废物宜优先利用医疗废物集中处置设施处理,在医疗废物处置系统负荷满足的情况下,尽量不将感染性医疗废物直接送往生活垃圾焚烧设施处置。

(2)对送往生活垃圾焚烧设施应急处置的医疗废物,在包装、转运、处置的相关环节加强消毒处理,降低感染性风险。

(3)对送往生活垃圾焚烧设施应急处置的医疗废物应加强包装(如双重塑料袋包装后再用一次性纸箱包装、胶带缠封),降低卸料、上料过程的破损

概率,减少飘散。

(4)有效利用自控系统监控系统运行状况,控制投料速率,医疗废物进厂后在满足运行安全性前提下尽快处置,缩短医疗废物的储存时间,保证日产日清,及时处置。

(5)加强操作人员的卫生防护措施和培训,有条件时可以选择有医疗废物处置经验的专业人员参与处置。

(6)操作人员必须穿戴防护服、护目镜、手套、口罩等防疫装备,及时消毒,定期测量体温,发现异常立即向疾控部门报告。

(7)应急处置医疗废物期间,医疗废物进场道路、运输车辆、卸料区域和接触医疗废物的设备设施,应每日定期用消毒剂进行消毒处理。

(8)处置单位应同医疗机构提前做好沟通,在医疗废物进厂前应明确医疗废物的类别、数量、运送时间,使得处置企业能提前做好计划,调整系统运行情况,避免瞬间接收、处置大量医疗废物造成系统超负荷运转。

[参考文献]

- [1] 王蕾,赵娜,王滨松,等. 医疗废物管理对环境影响的初探[J]. 环境科学与管理,2017,42(8):10-13.
- [2] 刘剑平. 医疗废物可持续环境管理在临床医疗废物安全管理中的应用效果研究[J]. 世界临床医学,2017,11(7):5-6.
- [3] 彭小龙. 医疗废物高温蒸煮及其与生活垃圾焚烧协同处理中的应用效果研究[J]. 环境工程与卫生,2020,28(2):51-54.
- [4] 中华人民共和国生态环境部. 2020年全国大、中城市固体废物污染环境防治年报[R].
- [5] 程翠云,董战峰,李雅婷,等. 新型冠状病毒肺炎疫情下的环境经济形势分析与对策研究[J]. 环境污染与防治,2020,42(5):624-627+633.
- [6] 程亮,张笋,陶亚,等. 我国医疗废物应急处置管理讨论与建议[J]. 环境保护科学,2021,47(3):13-16.
- [7] 王伟岚. 生活垃圾焚烧炉混烧医疗废物的利与弊[J]. 环境卫生工程,2013,21(1):18-24.

(下转第86页)