

《生活垃圾焚烧飞灰处理产物填埋污染控制技术规范》编制组 二〇二一年七月

目 录

一、项目背景······1
二、项目立项目的与意义······1
三、工作过程······3
四、国内外标准法规现状5
五、生活垃圾焚烧飞灰处理处置现状8
六、文件内容结构 ······19
七、主要条文说明······19
参考文献24
附表 1 广东省生活垃圾焚烧发电厂飞灰处理产物去向表(2020年上
半年)

一、项目背景

随着我国经济、社会不断发展,人民生活水平显著提高,生活垃圾产生总量也不断增长,生活垃圾的处理处置已成为制约社会发展的因素之一。目前,我国主要的生活垃圾处理处置方式包括填埋、焚烧和堆肥,焚烧因具有高减量、高减容、破坏有毒有害物质等优势,而被各国广泛采用。然而,生活垃圾焚烧过程中产生了大量富集重金属、可溶性氯盐、二噁英等持久性有机污染物的焚烧飞灰。目前,我国尚无生活垃圾焚烧稳定化飞灰填埋处置过程污染控制的专用标准,稳定化飞灰填埋处置过程中的污染控制缺乏针对性的技术指导。

为降低生活垃圾焚烧飞灰填埋过程的环境风险,广东省环境科学学会(下简称省学会)在组织专家评立项论证与立项公示无异议后,2021年2月25日同意由东莞市新东粤环保实业有限公司(下简称新东粤)与生态环境部华南环境科学研究所(下简称华南所)牵头编制《生活垃圾焚烧飞灰填埋污染控制技术规范》(下简称规范),参与编制工作还有广州环投环境服务有限公司,中山市威曼环保科技有限公司,广东省建筑设计研究院有限公司,粤丰科维环保投资(广东)有限公司,广州绿邦环境技术有限公司等多家单位。

二、项目立项目的与意义

自 1874 年英国建成世界上第一座规模化生活垃圾焚烧厂以来,采用焚烧技术处理城市生活垃圾已经有近 150 年的历史。相较于卫生填埋,焚烧具有垃圾减量和能源回收等优势,因而在人口密度较高、土地资源紧缺的国家或地区得到越来越多的关注。1988 年,我国在深圳建成第一座现代化生活垃圾焚烧厂。虽然起步较晚,但近年来焚烧技术在我国发展迅速。据《中国城乡建设统计年鉴——2019》数据,2018 年我国生活垃圾总焚烧处理能力超过 1 亿吨,远超欧盟和日本等国家或地区,跃居世界第一。生活垃圾焚烧已成为我国垃圾处理处置的主要方法之一。

1. 飞灰处置是生活垃圾焚烧污染控制和风险管理中最薄弱环节

生活垃圾焚烧处理技术为生活垃圾处理提供出路的同时,也带来了一系列的环保困境。其中,焚烧飞灰的处理是焚烧技术快速发展带来的突出问题之一。据统计,我国每焚烧处理一吨生活垃圾,飞灰产生量为30~200 kg,其中炉排炉较

小为 30~50 kg; 流化床较高,为 150~200 kg,国外一般为 15~40 kg飞灰[1]。据 E20 研究院统计,2016 年垃圾焚烧量为 6811 万吨,飞灰产生量已高达 395 万吨,而且随着城市化进程的快速发展,我国城市生活垃圾产生量预计仍会以每年 8%~10%的速度增长。由于富集重金属、可溶盐和二噁英等污染物[2],因此飞灰被我国列为危险废物(HW18)。百万吨危险废物如果得不到妥善处置,无疑会带来灾难性的后果[3]。然而,我国垃圾焚烧产生的飞灰处理量与产生量严重不符,目前至少有 50%的飞灰未得到妥善处理[4]。飞灰安全处置已经成为生活垃圾焚烧全过程污染控制和风险管理中最为薄弱的环节。

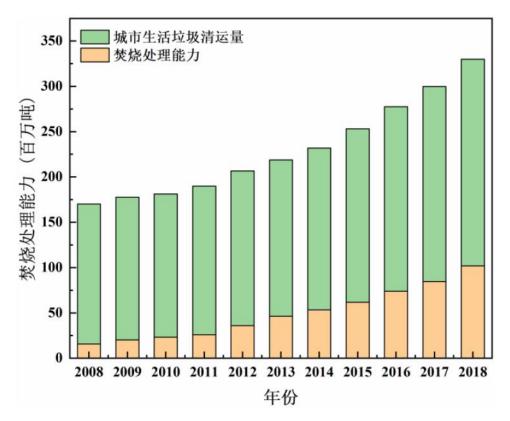


图 1 我国城市生活垃圾焚烧处理能力统计

2. 针对性飞灰填埋技术指导缺乏,行业问题频发

我国在 2008 年发布了《生活垃圾填埋场污染控制标准》(GB 16889-2008)。标准明确了经处理后满足含水率、二噁英含量与浸出液污染物质量浓度限值的生活垃圾焚烧飞灰可在生活垃圾填埋场中单独分区填埋。该标准给处理后的生活垃圾焚烧飞灰处置指明了方向。但具体如何分区填埋,填埋过程中的污染如何控制,并没有相关指导文件。2020 年生态环境部发布《生活垃圾焚烧飞灰污染控制技术规范》(HJ 1134-2020)。但标准中对飞灰填埋处置过程中的描述也仅限于引

用 GB 16889 标准,要求进入填埋区的飞灰密封包装或成型化、明确飞灰中重金属与二噁英的监测频率等,但对具体填埋过程无进一步细化要求。

由于现行标准对飞灰填埋库区建设标准和飞灰单独填埋库区建设标准未有明确要求,很多城市生活垃圾填埋场建设之初未预设单独的飞灰填埋区和独立的导排系统^[5],导致生活垃圾渗滤液进入飞灰填埋区,加速重金属的浸出,增加渗滤液处理难度和地下水污染风险^[6];对进场飞灰如何检验、现场如何填埋等都未作明确要求,导致实际操作中出现飞灰散装运输、预处理质量检验缺失、填埋作业不规范、库区裸露、飞灰散落在库区、飞灰被雨水浸泡,块状飞灰固化体填埋过程中被压散加速雨水淋溶;由于稳定化飞灰特性与生活垃圾存在显著不同、固化/稳定化工艺多样,导致入场飞灰特性差异大^[7]、飞灰质量检测耗时长并难以实现环保追溯等问题。

3. 团体标准的发布能弥补现行标准的缺位, 引导飞灰安全处置

我国近年来也对飞灰填埋技术进行了大量和广泛的研究,国家重点研发、省部级、市级科研基金资助了大量的垃圾焚烧飞灰相关技术研究^[8,9]。在垃圾焚烧飞灰相关研究逐渐深入、垃圾焚烧处理规模不断扩大的同时,也涌现出一批负责任、技术强的企业,不断为飞灰的安全处置提供创新的解决途径。生活垃圾填埋场标准发布的12年以来,我国飞灰填埋技术有长足的进步,亟需凝练当前的科研、技术、管理成果以更好服务社会。因此,需要在对国内外填埋技术现状和发展进行深入分析并充分吸收现有研究成果的基础上,调动科研单位、头部企业蕴藏的技术革新,对现行标准进行评价和补充,编制形式更灵活的团体标准。团体标准的编制,将有利于引导我省垃圾焚烧飞灰填埋相关行业的良性发展,降低垃圾焚烧处理手段经济、环境成本,从源头上遏制飞灰的违法处理。

三、工作过程

1. 标准开题及前期准备

2021年1月22日,广东省环境科学学会发布《关于征集2021年度第一批广东省环境科学学会标准项目的通知》(粤环学〔2021〕1号)征集团体标准制修订项目。当月新东粤与华南所共同完成了《生活垃圾焚烧飞灰填埋污染控制技术规范》(下简称《规范》)团体标准立项申报工作。

2021年2月4日,广东省环境科学学会组织专家对《规范》进行立项论证,专家一致同意《规范》立项。

2021年2月25日,广东省环境科学学会发布《关于<生活垃圾焚烧飞灰填埋污染控制技术规范>团体标准项目立项通知》(粤环学〔2021〕2号〕,同意规范编制项目立项,并由新东粤与华南所牵头组建标准编制队伍。

2. 标准调研

2021年3月10日,在广东省环境科学学会的支持下,编制组赴东莞市对广东省第一家也是唯一一家飞灰专用填埋场——东莞市东南部卫生填埋场进行调研,对填埋飞灰处理产物的性状及污染物特征、填埋流程与污染控制规范进行了考察。

2021年3月22日,编制组赴珠海市对在生活垃圾填埋场上加建稳定化飞灰填埋专区的西坑尾垃圾卫生填埋场进行了实地调研,对填埋飞灰的来源、加建过程导排导气的影响、渗滤液混合处理的效果等问题进行了调研。

2021年4月15日,编制组赴中山市对生活垃圾、炉渣与磷系无机药剂+水泥稳定化飞灰分区填埋的中山市垃圾焚烧飞灰稳定化处理中心及中山市中心组团垃圾综合处理基地卫生填埋场工程进行调研,了解了水泥稳定化飞灰浇筑填埋全流程管理、并对不同螯合固化方式对填埋流程的影响进行了深入探讨。

2021年6月15日,编制组赴广州市对生活垃圾、螯合稳定化飞灰分区填埋的兴丰填埋场进行调研,对螯合稳定化飞灰吊装填埋的污染控制流程有了基本掌握,并对螯合稳定飞灰对渗滤液及填埋气的产生、场地的规划建设影响进行了讨论。

3. 标准文本编制

2021年4月,编制组对广东省上百家垃圾焚烧厂及生活填埋场的环境影响评价书/表进行了整理,统计了全省生活垃圾焚烧处理量,生活垃圾焚烧飞灰产生量,飞灰处理处置手段及流向等信息;对调研过程中收集到的3家填埋场的渗滤液与淋溶液的产生情况,飞灰处理产物进场的监测数据,渗滤液与淋溶液处理前后的污染物浓度监测数据进行了整理与统计分析。

同时编制组开展了大量的文献调研工作。在政策法规方面,编制组对国家及我省生活垃圾焚烧飞灰处理产物填埋场管理及污染整治的相关环保政策开展了

研究,分析了新形势下生活垃圾焚烧飞灰处理产物填埋过程的环境管理需求;在 污染物特征方面,开展了生活垃圾焚烧飞灰处理产物填埋过程污染物排放特征、 控制技术的文献调研;在行业发展方面,收集到产业政策和行业发展概况。

在多次实地考察、多渠道的数据整理与文献调研后,编制组草拟形成规范的征求意见讨论稿及其编制说明。

2021年6月29日,省环境科学学会在广州市以网络视频形式组织召开团体标准《生活垃圾焚烧飞灰填埋污染控制技术规范》(征求意见讨论稿)专家咨询会。专家组建议将标准名称修改为《生活垃圾焚烧飞灰处理产物填埋污染控制技术规范》,并统一讨论稿修改完善后向社会公众征求意见。

2021年7月,编制组依据专家意见修改形成《生活垃圾焚烧飞灰处理产物 填埋控制技术规范》(征求意见稿)。

四、国内外标准法规现状

1. 我国相关政策

(1) 作为危险废物管理阶段

2001年原国家环保总局等部委联合颁布实施了《危险废物污染防治技术政策》(环发〔2001〕199号〕,针对生活垃圾焚烧飞灰,明确要求"生活垃圾焚烧产生的飞灰必须单独收集,不得与生活垃圾、焚烧残渣等其它废物混合,也不得与其它危险废物混合""生活垃圾焚烧飞灰不得在产生地长期贮存,不得进行简易处置,不得排放,生活垃圾焚烧飞灰在产生地必须进行必要的固化和稳定化处理之后方可运输,运输需使用专用运输工具,运输工具必须密闭""生活垃圾焚烧飞灰须进行安全填埋处置"。该技术政策的出台为我国生活垃圾焚烧飞灰管理工作的开展提供了重要技术支撑。

2004年环保总局印发了《全国危险废物和医疗废物处置设施建设规划》的通知,以解决危险废物集中处理处置设施数量有限,处理能力滞后的问题,确定以省为单位建设 31 座省级和 24 座区域性危险废物集中处置设施。着重指出"对能焚烧的危险废物,焚烧后的飞灰、残渣以及达到填埋标准的危险废物应建设危险废物填埋场进行处置,不得混入生活垃圾填埋场。"

(2) 在生活垃圾填埋场分区填埋阶段

2008年,《生活垃圾填埋场污染控制标准》规定生活垃圾焚烧飞灰如满足

相关要求,可进入生活垃圾填埋场分区填埋后,各项政策的发布使符合要求飞灰填埋处置得到技术与法理上的支持。

2013年,环保部通过了《2013年国家先进污染防治示范技术名录》,支持"生活垃圾焚烧飞灰药剂稳定卫生填埋技术",该技术较传统的飞灰处置技术节约 1/3 的填埋库容,拓展了生活垃圾焚烧飞灰的安全处置途径。

2016年6月,《国家危险废物名录》发布,在附录《危险废物豁免管理清单》指出,生活垃圾焚烧飞灰如满足《生活垃圾填埋场污染控制标准》(GB16889-2008)中6.3条要求,可进入生活垃圾填埋场填埋(填埋场不需要危险废物经营许可证),填埋过程不按危险废物管理;满足《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》(GB 30485-2013),进入水泥窑协同处置的可不按危险废物管理。2020年11月,《国家危险废物名录(2021版)》发布,进一步豁免经处理后满足《生活垃圾填埋场污染控制标准》(GB16889)要求,且运输工具满足防雨、防渗漏、防遗撒要求的可不按危险废物进行运输。

随着飞灰处理处置方法的渐趋成熟,政策上,我国的法律法规对飞灰处理的指导也从仅限安全填埋,到有条件的生活垃圾填埋场分区填埋,灵活的法律制度,逐渐增强了企业处理生活垃圾焚烧飞灰的积极性,有助于减少生活垃圾焚烧飞灰环境管理风险,提高环境管理效率。

2. 国内外相关标准

(1) 国内相关标准

我国在 2008 年发布了《生活垃圾填埋场污染控制标准》(GB 16889-2008), 其中明确了经处理后满足含水率、二噁英含量与浸出液污染物质量浓度限值的生活垃圾焚烧飞灰可在生活垃圾填埋场中单独分区填埋。

2012~2013 年国家先后发布了水泥窑协同处置污泥工程设计规范(GB 50757)、水泥窑协同处置固体废物污染控制标准(GB 30485)与水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范啊(HJ 662)从建设、污染控制、到环保技术上为飞灰的水泥窑协同处置提供了技术出路。

2013年以来,各地零星发布了各类垃圾焚烧飞灰新型处理手段的技术规范。如 2015年9月,重庆市环保局印发了《采用二次物料复合技术处理生活垃圾焚烧飞灰工程技术规范(试行)的通知》(渝环发〔2015〕56号),对二次物料

复合处理生活垃圾焚烧飞灰进行规范。

2018年3月16日,天津市发布了《高温烧结处置生活垃圾焚烧飞灰制陶粒技术规范》(DB12/T779-2018),规定了高温烧结处置生活垃圾焚烧飞灰制陶粒的处置设施技术、回转窑运行操作技术、污染物排放控制以及人员和制度方面的要求,对回转窑高温烧结处理处置生活垃圾焚烧飞灰过程进行了规范。

2019年2月28日,江苏省发布了《生活垃圾焚烧飞灰熔融处理技术规范》(DB 32/T3558-2019),适用于飞灰熔融处理设施的系统、运营管理、熔融固化体的环境安全和工程品质要求以及污染物排放控制。同年3月27日,住房和城乡建设部门发布了行业标准《生活垃圾焚烧飞灰稳定化处理设备技术要求》(CJ/T 538-2019),规定了生活垃圾焚烧飞灰稳定化处理设备的系统设备组成,分类与型号,要求,试验方法,检验规则,标志,包装,运输和贮存等内容。但无论是国家还是地方标准均主要对飞灰的处理技术进行规范,对处理后的飞灰处置,特别是填埋处置过程均未进行相关的管理和控制。

直至 2020 年 8 月 27 日,生态环境部正式发布国家环境保护标准《生活垃圾焚烧飞灰污染控制技术规范(试行)》(HJ 1134-2020)。这是我国首次发布生活垃圾焚烧飞灰污染控制的指导性标准,规定了生活垃圾焚烧飞灰收集、贮存、运输、处理和处置过程的污染控制技术要求。尽管该技术规范规定了进入生活垃圾填埋场专区填埋的飞灰处理产物需要满足 GB 16889 中的重金属、二噁英及含水率的相关要求,并对相关环境监测和管理提出了一些规定,但是却仍然不涉及分区填埋飞灰的生活垃圾填埋场的选址、设计和建设、运行和封场后的维护与管理过程的污染控制和监督管理等内容,实际上分区填埋飞灰处理产物的生活垃圾填埋场从选址、设计到施工、运行和封场仍处于无"法"可依的状态。

(2) 国外相关标准

而国际上,目前现行的国际、国家或国际团体的飞灰及飞灰处理产物相关标准虽然有一百个以上,标准涉及农业、矿业、能源等行业,但环保相关标准不到10个,而且主要集中在锅炉飞灰、燃煤飞灰、混凝土飞灰的处理处置等。如1982年印度发布的《使用和处理飞灰的指导原则》(IS 10153-1982)、2015年俄罗斯发布的《资源节约.废物处理.预期作二次利用的煤灰和飞灰特征的技术要求》(GOST R 56618-2015)等,暂时没有发现有针对生活垃圾焚烧飞灰处理产物在

生活垃圾填埋场分区填埋的污染控制技术规范。

五、生活垃圾焚烧飞灰处理处置现状

(一) 生活垃圾飞灰处理处置手段

飞灰的终端处置一般分为填埋场安全填埋和资源化利用两大方向,无害化处理技术一般可分为分离萃取技术、固化/稳定化技术以及热处理技术这三大类,其中分离萃取技术主要是淋洗法、生物浸取、电化学技术、热分离技术等;固化/稳定化技术主要为水泥固化、化学药剂稳定化等;传统的热处理技术主要包括玻璃化、熔融化、烧结等。国内外依据自身的国情不同,生活垃圾飞灰处理处置的技术段有一定差异。

1. 国外飞灰处理处置手段

国内外处置垃圾焚烧飞灰的方法不尽相同,发达国家如美国、加拿大和欧盟国家(除德国)焚烧飞灰主要采用"稳定化/固化+填埋"的方式处置,瑞士将飞灰重金属分离提取后再进行填埋。德国的焚烧飞灰通过废弃岩盐矿储存。日本主要通过高温熔融、水泥窑协同处置飞灰生产生态水泥或普通水泥,但由于熔融方式能耗成本过高,日本不再新建熔融飞灰处置设施。在飞灰建材生产的综合利用中,要求对飞灰进行繁琐的前处理,其设备投资和运行成本显著高于传统的"稳定化固化+填埋"处置方式。

表 1 国外垃圾焚烧飞灰处理处置情况

国家	主要处置策略	资源化利用途径
美国	飞灰与底灰混合后送至单一填埋场填埋	填埋场日覆盖与终场覆
	1. 次 马 成 外 化 百	盖、混凝土骨料等
加拿大	飞灰处理后送至危险废物填埋场填埋	-
荷兰	储存于能控填埋场的专用袋中,不考虑飞灰的资源	路基、路堤填充材料,混
	利用,废物在循环利用仍在研究中	凝土与沥青骨料
丹麦	飞灰进行出口活用专用袋存放。正在发展安全填埋	停车场、道路路基材料
	处置技术	
德国	储存在地下矿井如岩盐矿	路基和声障等
法国	利用水硬性粘结料固化后,存放于特定填埋场的空	市政工程
	洞里	
瑞士	底渣和飞灰经过金属分离提取后填埋,部分经过水	金属回收
	泥固化后填埋或外输德国储存	
瑞典	卫太从理与兴 玄克人镇拥抚镇拥	限定范围内用于道路铺
	飞灰处理后送至安全填埋场填埋	面,资源利用十分有限
葡萄牙	利用水硬性粘结料固化后, 存放与特定填埋场	

国家	主要处置策略	资源化利用途径
英国	固化后,存放于特定填埋场。	-
日本	处理前需固化稳定(熔融、水泥、化学药剂、分离	填料、路堤填充料、混凝
	萃取等),熔渣作为修路材料水泥固化剂稳定后送	土
	至填埋场	

2. 国内飞灰处理处置手段

(1) 全国

由于我国的《国家危险废物名录》中《危险废物豁免管理清单》规定,满足GB 16889—2008 生活垃圾填埋场污染控制标准中 6.3 条要求,进入生活垃圾填埋场分区填埋的焚烧飞灰,运输及填埋过程不按危险废物管理。因此,目前我国生活垃圾焚烧飞灰主要通过稳定化/固化+生活垃圾填埋场填埋的方式处理。在焚烧飞灰综合利用方面,有关企业开发了"飞灰水洗+水泥窑协同处置技术"和"飞灰烧结生产轻质骨料处置技术",均可实现万吨飞灰年处理能力。上述飞灰综合利用技术均能有效实现飞灰的无害化和资源化,并且缓解对填埋场的需求,但在设备投资和运行成本方面都不同程度地高于"稳定化/固化+填埋"处置方式。并且由于缺乏有效激励政策,飞灰的综合利用处置技术推广应用进展缓慢,因此现阶段我国垃圾焚烧飞灰依然以"稳定化/固化+生活垃圾填埋场填埋"的方式处理为主。

水泥固化是指是在垃圾焚烧飞灰中混入一定比例的水泥基质和适量的水,经过一系列的物理化学作用,通过固化包容手段,使得飞灰中的重金属以氢氧化物或络合物的形式被包裹在经水化反应后生成的水化硅酸盐中,因其具有比表面积小、渗透性低和稳定性较好的特点,能有效降低飞灰中重金属的浸出毒性。但由于水泥固化增容较大,增加了后续的处置成本,部分金属稳定化效果较差等原因,限值了该方法的应用。而化学药剂稳定法是利用化学药剂通过化学反应将重金属离子变成不溶于水的高分子络合物或者无机矿物质,可以在不增容或少增容的情况下,实现对垃圾焚烧飞灰的无害化处置。然而,由于城市生活垃圾焚烧飞灰的组分及重金属形态复杂多变,在当前条件下,很难找到一种具有普遍适用性的化学稳定化药剂,因此各焚烧厂所使用的稳定化药剂也不尽相同。由于来源复杂、处理工艺多变,垃圾填埋场收纳的飞灰处理产物特性差异大,为分区填埋带来了难处。水泥-药剂联合稳定化方法兼具水泥固化和药剂稳定化的长处,但由于整体成本较高,在我国使用还不普遍。

(2) 广东省

根据《2019年城乡建设统计年鉴》,2019年广东全省生活垃圾焚烧厂共计48座,主要集中于深圳、广州、东莞、中山。2019年广东全省生活垃圾焚烧处置规模达7.4万t/d(约2700万t/a),处置能力同样主要集中于深圳、广州、东莞、佛山、中山、汕头等。2019年全年广东省生活垃圾焚烧处理量达1762万吨,深圳、东莞、广州、中山的焚烧处理量最大。

根据《关于公布有关垃圾焚烧发电企业 2019 年至 2020 年上半年垃圾处理量及相关电量的通知》(粤发改价格函〔2021〕72 号),2019 年全年广东省共 45家垃圾焚烧发电企业发电入网,共处理约 1833 万吨生活垃圾,垃圾处理量折算的上网电量共计 565912 万千瓦时。按照 3%的飞灰产生率折算,2019 年全省飞灰产生量约 60.6 万吨,主要集中在广州(20.61%)、东莞(19.34%)、佛山(12.99%)和深圳(9.00%)。2020 年上半年(1月1日至6月30日)全省共49家垃圾焚烧发电企业发电入网,约1226 万吨生活垃圾入厂处理,垃圾处理量折算的上网电量共计343345 万千瓦时。按照3%的飞灰产生率折算,2020 年上半年飞灰产量约为36 万吨,主要集中于广州(17.77%)、东莞(15.63%)、深圳(12.05%)、佛山(10.33%)。

编制组对 2020 年发电入网的 49 家垃圾焚烧发电企业开展了调研,通过收集分析相关焚烧发电厂的环境影响评价报告书及竣工环境保护验收报告等资料了解到,各市所产生的生活垃圾焚烧飞灰处理产物几乎均在本市内的生活垃圾填埋场专区填埋,仅有极少部分在焚烧发电厂内的飞灰处理产物暂存库暂存。通过收集相关企业的环境影响评价报告书及竣工环境保护验收报告,编制组整理出目前广东省共 35 家卫生填埋场接收处置生活垃圾焚烧飞灰处理产物,其中 25 座为生活垃圾填埋场飞灰填埋专区,10 座为稳定化飞灰专用填埋场。

据统计,35座飞灰处理产物填埋场中共收集到18座的填埋容量,这18座飞灰处理产物填埋场的总容量达到3148万m³,其各自辐射建设地周边的生活垃圾焚烧发电企业,基本做到飞灰处理产物转运不跨市。根据调研统计结果,当前绝大多数飞灰均在焚烧厂内进行稳定化固化处理,待检测符合GB16889-2008的入场要求后,通过具有资质的危废转运单位运输至生活垃圾填埋场分区填埋。

通过收集分析环境影响评价报告书,编制组了解到各个垃圾焚烧发电企业的

飞灰稳定化处理方式及飞灰处理产物最终处置去向,统计判明 45 家垃圾焚烧企业飞灰处理产物去向,剩余 4 家缺少相关资料未能统计到飞灰处理产物的去向,具体情况见附表 1。

(二) 生活垃圾焚烧飞灰处理产物填埋技术现状

1. 生活垃圾焚烧飞灰处理产物填埋主要产排污节点

飞灰处理产物填埋作业规模较小,远小于生活垃圾填埋处理规模。目前,国内飞灰处理产物填埋大都参照生活垃圾的填埋作业工艺,填埋作业方式比较粗放,填埋作业面积大。飞灰处理产物经入场检测合格后,运输至填埋作业区进行倾倒卸料,摊铺、压实后,填埋至设计标高后进行中间覆盖,最终进行封场覆盖(产排污节点如下图所示)。在飞灰处理产物填埋过程中的产排污及污染控制技术如下:

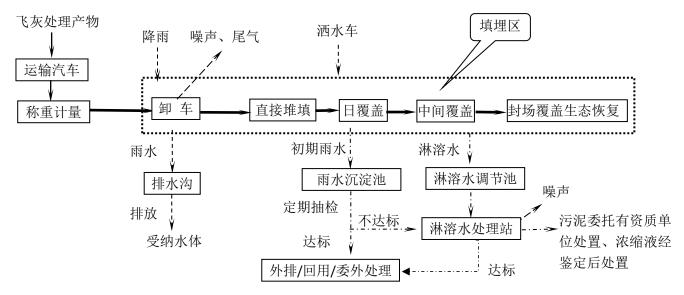


图 2 飞灰处理产物填埋处置产排污节点图

(1) 废水产生情况及污染控制措施:

1) 废水产生情况

①飞灰处理产物淋溶液

飞灰处理产物淋溶液水质有别于一般生活垃圾渗沥液,生活垃圾焚烧后,飞灰中有机物含量极少,渗沥液污染物以重金属为主,淋溶液处理工艺以去除重金属为主要目标。但是,由于飞灰稳定化可能采用高分子有机螯合剂,以及在稳定化处理过程中飞灰加湿用水采用了垃圾渗滤液、浓缩液,可能会导致飞灰淋溶液中 COD_{Cr}、BOD₅ 偏高。此外,焚烧厂烟气处理工程中向烟气喷氨水脱硝会导致

飞灰淋溶液中 NH₃-N 偏高。垃圾焚烧造成的 Cl⁻释放以及无机稳定药剂可能会导致淋溶液中 Cl⁻偏高。

②初期雨水

由于填埋引起的扬尘散落在 HDPE 日覆盖膜上,导致 HDPE 膜上初期污水处理量大。

2) 污染控制措施

飞灰处理产物含水率低,远小于其持水量,飞灰处理产物自身不但不产生渗滤液,同时还可以吸收储存一定量的渗滤液。然而实际运行过程中,由于填埋作业管理落后、填埋作业工艺不适当、雨污未进行分流等原因,飞灰处理产物淋溶液产量却较大。淋溶液主要来源于填埋作业过程中雨水入渗。因此,在填埋场设计及运行过程中实现清污分流,最大限度地减少淋溶液的产生量,是飞灰处理产物填埋场可持续运行最基本的原则和保证。

为较大程度地实现雨污分流,一般可采取下措施: 1)分期建设,分区填埋,有效减少填埋区汇水面积; 2)设置临时或永久排水沟,合理截流、导排; 3)填埋作业前采用 HDPE 膜对填埋区表面进行全面积临时覆盖,填埋作业时局部揭开后填埋,填埋作业完成后及时覆盖; 4)设置飞灰处理产物暂存仓库,如遇降雨、降雪、大风等不良天气,则不进行填埋作业,在良好天气情况下进行集中填埋。

(2) 废气产生情况及污染控制措施:

1) 废气产生

①飞灰处理产物填埋过程恶臭气体

本身一般含有 H₂S、NH₃-N 等刺激性气味,倾倒、摊铺、压实作业过程中容易产生扬尘,对填埋作业人员容易产生职业健康安全问题;

②场区内部车辆产生的尾气

填埋作业时产生的废气主要有推土机和压实机以及填埋时产生的尾气污染。 污染因子为 PM_{2.5}、碳氢化合物、NO_x、CO。

2) 污染控制措施

在填埋作业过程中可喷洒一定量的水,即可以控制扬尘,减少刺激性气味的产生,同时有利于在最优含水率 ±2% 的情况下获得最大的压实度。

同时,飞灰处理产物应逐渐由散装转变为袋装,填埋作业方式应逐渐由摊铺

式填埋转变为吨袋吊装填埋,以此防止扬尘产生,减少初期污水量和淋溶液产生量。

(3) 噪声产生情况及污染控制措施:

飞灰处理产物填埋运营期噪声源分为移动噪声源和固定噪声源。

移动噪声源主要为挖掘机、推土机、装载机、汽车吊等填埋作业设备噪声。固定噪声源主要为提升泵井的提升泵及淋溶水处理车间的污泥脱水设备。

主要通过对设备等采用绿化隔声、减震、采用低噪声设施等综合治理措施。在采取相关隔声降噪等噪声防治措施下,且夜间不进行作业。

(4) 固体废物排放情况及污染控制措施:

飞灰处理产物填埋所产生的固体废物主要为废水处理污泥和废弃纳滤膜,主要通过委托具备资质的处理单位进行处理。

2. 我省生活垃圾焚烧飞灰处理产物填埋技术现状

(1) 填埋场地理分布

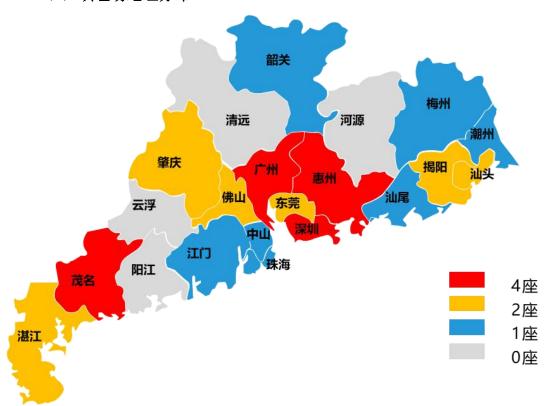


图 3 广东省飞灰处理产物填埋场分布情况(2020年)

根据相关焚烧发电厂的环境影响评价报告书及竣工环境保护验收报告等资料,目前广东省共35家卫生填埋场接收处置生活垃圾焚烧飞灰处理产物,广州、深圳、茂名、惠州各有4座,汕头、湛江、肇庆、东莞、揭阳、佛山各有2座,

韶关、珠海、江门、梅州、汕尾、中山、潮州各有1座,河源、阳江、清远、云浮尚未有飞灰处理产物填埋场验收投产,各市分布情况如图 3 所示。

(2) 填埋场类型

全省35家飞灰处理产物填埋场中25座为生活垃圾填埋场飞灰处理产物填埋 专区(71.43%),10座为飞灰处理产物专用填埋场(28.57%,含垃圾焚烧发电 厂配套)。



图 4 广东省飞灰处理产物填埋场类型情况(2020年)

(3) 设计填埋容积

全省 35 家飞灰处理产物填埋场中设计填埋容积在 100 万立方米以下的填埋场个数占 31.43%, 101~300 万立方米的填埋场个数占 14.29%, 301~500 万立方米的填埋场个数占 5.71%, 501~1000 万立方米的填埋场个数占 8.57%, 由于填埋场资料有限,有 48.57%的填埋场未标明到设计填埋容积。

设计填埋容积(万 m³)	填埋场个数 (座)	占填埋场的百分比(%)
100 以下	11	31.43%
101~300	5	14.29%
301~500	2	5.71%
501~1000	3	8.57%
未标明	17	48.57%

表 2 广东省飞灰处理产物填埋场设计填埋容积情况(2020年)

(4) 每日设计填埋量

全省 35 家飞灰处理产物填埋场中,设计填埋量在 200 t/d 以下的填埋场个数占 42.86%,201~500t/d 的填埋场个数占 14.29%,501~1000 t/d 的填埋场个数占 5.71%,1001t/d 以上的填埋场个数占 2.86%,由于填埋场资料有限,有 34.29%的填埋场未标明日设计填埋量。

表 3 广东省飞灰处理产物填埋场每日设计填埋量情况(2020年)

每日设计填埋量(t/d)	填埋场个数(座)	占填埋场的百分比(%)
200 以下	15	42.86%
201~500	5	14.29%
501~1000	2	5.71%
1001 以上	1	2.86%
未标明	12	34.29%

(5) 飞灰处理产物进场流程

广东省填埋场中入场填埋物料均为达标后的飞灰处理产物,飞灰大多由各个焚烧厂自行负责稳定化固化,满足《生活垃圾填埋场污染物控制标准》(GB16889-2008)进场要求之后才能送至填埋场填埋。稳定化处理后的飞灰处理产物密闭运输至填埋场,经过计量、登记、监控、分析、信息管理后对同一批飞灰处理产物进行抽样监测,监测合格则送往填埋场填埋,不合格则返回焚烧发电厂重新稳定化处理。满足准入要求后运至填埋场,经过检查站,上称称量,沿场内道路进入填埋区填埋,每日覆盖、中间覆盖后,最后经封顶覆盖等一系列工艺过程完成作业。

表 4 广东省飞灰处理产物填埋场填埋方式情况(2020年)

填埋方式	填埋场个数 (座)	占填埋场的百分比(%)
倾倒摊铺	8	22.86%
吊装	8	22.86%
浇灌摊铺	1	2.86%
未标明	18	51.43%

(6) 飞灰处理产物填埋作业方式

全省 35 家飞灰处理产物填埋场中,填埋作业方式为倾倒摊铺的填埋场个数占 22.86%,填埋作业方式为吊装的填埋场个数占 22.86%,填埋作业方式为浇灌摊铺的填埋场个数占 2.86%,由于填埋场资料有限,有 51.43%的填埋场未标明到飞灰处理产物填埋作业方式。

(7) 飞灰处理产物填埋导气

全省 35 家飞灰处理产物填埋场中,有 14.29%的填埋场用垂直方式导气, 2.86%的填埋场采用垂直+水平的方式导气,有 2.86%的填埋采用竖直方式导气,有 2.86%的填埋场有导气系统,但未写明采用导气方式,有 31.43%的填埋场没有填埋导气系统,由于填埋场资料有限,有 45.71%的填埋场未标明飞灰处理产物填埋导气情况。

表 5	广东省	飞灰处理产	"物填埋场填埋导 ["]	气情况	(2020年)	

填埋导气方式	填埋场个数(座)	占填埋场的百分比(%)
垂直	5	14.29%
垂直+水平	1	2.86%
竖向	1	2.86%
无	11	31.43%
有	1	2.86%
未标明	16	45.71%

表 6 广东省飞灰处理产物填埋场填埋导排情况(2020年)

导排情况	地下水导排填埋 场个数(座)	占填埋场的百 分比(%)	地表水导排填埋场 个数(座)	占填埋场的百分 比(%)
无	1	2.86%	5	14.29%
有	17	48.57%	14	40.00%
未标明	17	48.57%	16	45.71%

(8) 飞灰处理产物填埋导排

全省 35 家填埋场中,有 48.57%的填埋场有地下水导排系统,40%的填埋场有地表水导排系统,有 2.86%的填埋场无地下水导排系统,14.29%的填埋场无地

表水导排系统,由于填埋场资料有限,有48.57%的填埋场未统计到地下水导排情况,45.71%的填埋场未标明到地表水导排情况。

(9) 飞灰处理产物填埋淋溶液处理

全省 35 家飞灰处理产物填埋场中,平均淋溶液产生量在 100 t/d 以下的填埋场有 25.71%,平均淋溶液产生量在 101~500 t/d 的填埋场有 8.57%,平均淋溶液产生量在 501~1000 t/d 的填埋场有 5.71%,无淋溶液产生的填埋场占 14.29%,由于填埋场资料有限,有 45.71%的填埋场未标明淋溶液产生情况。

表 7 广东省飞灰处理产物填埋场淋溶液产生情况(2020年)

平均淋溶液产生量(t/d)	填埋场座数	占填埋场的百分比(%)
100 以下	9	25.71%
101~500	3	8.57%
501~1000	2	5.71%
无废水	5	14.29%
未标明	16	45.71%

全省 35 家飞灰处理产物填埋场中,有 45.71%的填埋场有淋溶液导排系统,有 8.57%的填埋场无淋溶液导排系统,由于填埋场资料有限,有 45.71%的填埋场未标明淋溶液导排情况。

表 8 广东省飞灰处理产物填埋场淋溶液导排情况(2020年)

淋溶液导排情况	填埋场座数	占填埋场的百分比(%)
无	3	8.57%
有	16	45.71%
未标明	16	45.71%

表 9 广东省飞灰处理产物填埋场防渗方式情况(2020年)

生活垃圾防渗方式	填埋场座数	占填埋场的百分比(%)
HDPE	17	48.57%
HDPE+GCL	2	5.71%
未标明	16	45.71%

(10) 飞灰处理产物填埋与生活垃圾防渗方式

全省 35 家飞灰处理产物填埋场中,有 48.57%的填埋场有采用 HDPE 膜的防 渗方式,有 5.71%的填埋场采用 HDPE+GCL 膜的防渗方式,由于填埋场资料有限,有 45.71%的填埋场未标明防渗方式。

(11) 填埋场其他情况

全省 35 家飞灰处理产物填埋场中,有 40%的填埋场有地磅房等配套设备,有 31.43%的填埋场有洗车设备,28.57%的填埋场有化验室。由于填埋场资料有限,57%~65%的填埋场未标明配套设备情况。

设施	有 (座)	无 (座)	未标明	有此设备的填埋场占比(%)
地磅房等配套设备	14	3	20	40.00%
洗车设备	11	1	23	31.43%
化验室	10	4	21	28.57%

表 10 广东省飞灰处理产物填埋场其他配套设备情况(2020年)

(12) 小结

根据广东省发展改革委员会的公布数据,2019 年广东全省共约 1833 万吨生活垃圾进入焚烧发电厂处理,飞灰产生量约 60.6 万吨。2020 年上半年全省约 1226 万吨生活垃圾入厂处理,飞灰产量约为 36 万吨,推测全年飞灰产量超过 70 万吨。根据稳定化/固化工艺差异,飞灰处理产物的产量会在原重量基础上增加 30%甚至更高。依据东莞市实测的飞灰处理产物产量(有机螯合剂稳定化方法),将稳定化飞灰产生率选定为 126%,如此,2019 年全省飞灰处理产物的产量约为 76 万吨,2020 年飞灰处理产物产量超过 88 万吨。飞灰处理产物堆体实测压实度以 1.2 t/m³ 计算,2019 年、2020 年广东全省的飞灰处理产物分别消耗 63 万 m³、73 万 m³飞灰填埋区库容。

根据以上数据收集、整理、归纳和分析,可以了解到当前广东全省接收飞灰处理产物的生活垃圾填埋场整体上信息仍较为缺失。据统计,仅 18 座飞灰处理产物填埋场具有飞灰处理产物填埋专区的库容数据,这 18 座的飞灰处理产物容量达到 3148 万 m³。剩余 17 座飞灰处理产物填埋场由于缺少相关资料,无法统计得出库容规模。根据现有库容,广东省的飞灰处理产物填埋空间较大,可满足

今后 20~30 年的填埋需求。此外,据调查,当前还有至少 9 座飞灰处理产物填埋 场正处于环评、公示或建设等不同阶段,待这些项目建成验收之后将进一步服务 广东省各市的生活垃圾焚烧企业,将进一步扩大飞灰无害化的处置规模。

在资料整理分析和调研的过程中,编制组了解到当前飞灰处理产物填埋场在实际运行中,从入场到封场及后续维护监测的过程中均存在不同程度的技术或管理差异,飞灰经过不同稳定化处理后特性差异巨大直接影响后续库容的使用与污染的有效控制。但现行标准缺乏针对性的填埋污染控制规范指导,飞灰处理产物处置行业无法获取明确、完整的规范指引,可能会给飞灰处理产物填埋场在污染控制上造成一定程度的困难。针对此现状,编制组拟通过细化飞灰处理产物填埋处置过程中的技术环节及潜在产污单元,针对使用不同飞灰处理产物提出相应的污染控制要求,为本地区飞灰处理产物填埋处置行业在飞灰处理产物填埋处置全过程中提供科学、全面且直观的污染控制规范参考,进一步促进本地区的飞灰无害化处置。

六、文件内容结构

- 1 范围
- 2 规范性引用文件
- 3 术语和定义
- 4 基本要求
- 5 入场控制要求
- 6 运行过程污染控制要求
- 7 封场及后期管理的污染控制要求
- 8 污染物排放控制要求
- 9 监测要求

七、主要条文说明

1 范围

本文件规定了生活垃圾焚烧飞灰处理产物填埋污染控制的基本要求,入场、

填埋、封场及后期管理的污染控制、污染物排放控制以及监测要求。

本文件适用于生活垃圾填埋场进行飞灰处理产物填埋时的入场、填埋、封场 及后期管理的污染控制,可作为有关填埋场建设、运行和封场后的维护与管理过 程中的技术依据。

2 规范性引用文件

本部分为在生活垃圾焚烧飞灰处理产物填埋的运行及封场后为避免造成环境污染所需要遵循的相关环境保护标准和文件。这些标准和文件的有关条文将成为本标准的组成部分。

3 术语和定义

本部分为执行本文件制定的专门的术语和对容易引起歧义的名词进行的定义。

术语	定义来源
3.1 生活垃圾焚烧飞灰	引用 HJ 1134-2020 3.1 部分
3.2 处理	引用 HJ 1134-2020 3.2 部分
3.3 飞灰处理产物	改自 HJ 1134-2020 3.2 部分
3.4 吊装填埋	自定义
3.5 浇筑填埋	自定义
3.6 淋溶液	改自"土壤淋溶液": 淋溶液是指化学物质随渗透水在土壤中沿垂直剖面向下运动,进而得到的土壤溶液,在运动迁移的过程中伴随着物质的沉淀-溶解、吸附-解吸、矿化分解等一系列复杂的物理、生物化学变化

表 11 术语和定义来源

4 基本要求

- 4.1 本条明确选址、设计、施工、验收、入场、运行、封场及后期维护与管理要求、污染物排放控制要求、环境和污染物监测要求均应建立在满足 GB 16889与 HJ 1134的相关要求上。
- 4.2 本条提出了飞灰处理产物填埋过程可选择的作业方式,填埋作业方式基本覆盖我省大部分填埋作业方式,由于 HJ 1134 6.6 条规定"进入填埋区的飞灰或飞灰处理产物应密封包装或成型化",由于倾倒摊铺的粉尘大,国家不推荐该填埋方式,因此本文件中不再进行要求。

5 入场控制要求

5.1 本条提出了适宜处理飞灰固化/稳定化的场所,并规定了飞灰处理产物的

入场要求,强调飞灰处理产物的入场规定必须严格按照国家 GB 16889 等相关规定。采用吊装式填埋的飞灰处理产物入场时、采用浇筑填埋的需稳定处理后符合 GB16889 入场控制要求。

5.2 本条提出入场宜依据填埋场的污水处理方式,增加对化学需氧量、生化 需氧量、氨氮、钙离子与氯离子的监测。

对于一般飞灰本身 COD 含量很低,但飞灰稳定化过程中采用有机螯合剂,且在飞灰加湿环节采用焚烧厂渗滤液处理的浓缩液作为加湿用水,导致飞灰处理产物淋溶液中 COD 显著增高。飞灰本身不含 NH₃-N,但焚烧厂烟气处理工程中向烟气喷氨水脱硝以及飞灰加湿环节采用渗滤液处理的浓缩液作为加湿用水,导致飞灰处理产物淋溶液中 NH₃-N 偏高。生活垃圾中的塑料材质中含氯多,生活垃圾焚烧后 CI-进行释放,垃圾焚烧烟气处理后在飞灰中富集大量的氯。此外,飞灰加湿环节采用渗滤液浓缩液作为加湿用水,同样会导致飞灰淋溶液中 CI-偏高。而钙离子偏高时,当淋溶液与渗沥液在导排管中混合时容易产生沉淀导致导排管堵塞。

淋溶液处理工艺以去除重金属为主要目标,当固化飞灰淋溶液中污染物除重金属外,BOD₅、COD 和 NH₃-N 远高于设计进水水质,渗滤液处理后无法直接达标排放。此外 Cl⁻含量极高,高盐水质大大限制了处理工艺的选择,导致常见的生化技术和膜分离技术都无法正常运行,同时对渗滤液抽排泵及渗滤液处理设备具有腐蚀性,直接影响飞灰处理产物填埋场后续填埋运行。

因此本条提出了入场前建议增加检测化学需氧量、生化需氧量、氨氮、钙离子、氯离子,从源头上解决后期淋溶液处理难问题。

- 5.3 本条明确危废与放射性废物不准混入。
- 5.4 本条根据 HJ1134-2020 明确了飞灰处理产物运输过程管理要求。
- 5.5 本条明确雨天飞灰处理产物不宜进场,减轻贮存与填埋压力。
- 5.6 本条明确应建设飞灰处理产物贮存设施及其适用标准。由于 GB 16889 中未对飞灰处理产物贮存设施进行要求,本条对其提出补充。贮存设施主要服务于"雨天不宜进行填埋作业"条文,最终减少淋溶液产生。贮存飞灰处理产物不属于危废豁免范畴,因此仍执行 GB 18597 危险废物贮存污染控制标准。
- 5.7 由于 GB 16889 与 HJ 1134 并没有要求填埋场对进场飞灰处理产物进行监测。但 HJ 1134 对飞灰处理单位的监测频率有要求,重金属为每天一次,二噁

英为每半年一次。为降低填埋飞灰处理产物对环境影响,建议填埋场对进场飞灰产物进行抽检,且抽检频率按照 GB 2828.2 执行。并说明飞灰处理产物不达标的情况时的处理方法。

6 运行过程污染控制要求

- 6.1 现行标准 GB 16889 与 HJ 1134 均没有要求填埋前需要制定填埋计划,实际上缺乏计划会导致飞灰处理产物进场、填埋作业及道路铺设混乱,最终导致淋溶水增加,因此本条规定了填埋场需建立计划填埋制度。
- 6.2 本条规定了生活垃圾填埋场飞灰填埋分区和在生活垃圾堆体上扩建飞灰处理产物填埋分区的要求。GB 16889 首次允许符合要求的飞灰处理产物进入生活垃圾填埋场分区填埋,HJ 1134 对飞灰处理产物进入生活垃圾填埋场要求进行细化,但均未对"分区"进行要求。实际上分区主要是避免渗滤液与飞灰处理产物及淋溶液混合增加重金属析出等风险,对污染控制起到重要作用,有必要进行详细规定。
- 6.2.1 明确生活垃圾填埋场地基上扩建飞灰处理产物填埋分区的,应在生活垃圾填埋区与飞灰处理产物填埋区之间应建设分区坝等物理阻隔,并明确分区坝的参考标准。
- 6.2.2 当不具备在地基上扩建分区时,由于飞灰处理产物物理特性与土工特性与生活垃圾有着明显的差异,不加调整地对在生活垃圾堆体上加建飞灰处理产物填埋区,可能出现地基失稳及底部防渗系统破坏现象;另外也须充分考虑旧填埋场的填埋气体、渗沥液导排工作,其与扩建专区衔接部分的导排设置,确保导排通畅,避免因液位过高、气体聚集,影响堆体的稳定性。因此本条从基地选择、稳定性威胁处置、中间垫层等几方面进行要求,控制因草率扩建带来的环境污染甚至威胁人民生命财产的风险。
- 6.3 本条规定了吊装填埋和浇筑填埋的作业要求。HJ 1134 规定了进场飞灰 处理产物的密封包装或成型化,倾倒填埋带来的环境风险较大,此处不推荐。
 - 6.3.1 本条是对 GB 16889 7 运行要求中的填埋相关的细化。
 - a) 日常作业中减少淋溶液及扬灰产生的操作要求;
 - b) 衬底保护操作要求;
 - c) 雨污分流及减少淋溶液产生的操作要求

- d) 中间覆盖要求;
- e) 巡查制度要求;
- f) 批次标记要求。
- 6.3.2 吊装填埋
- a) 由于 HJ 1134 规定飞灰处理产物一般应在垃圾焚烧厂进行稳定化处理,飞灰处理产物的来源差异也导致了吨袋尺寸不一,螯合后飞灰处理产物吨袋形状各异,导致库区堆填吨袋间留有较大空隙,既减少了库容,也一定程度上影响了堆体稳定性。为了方便码放,提高库容率,提出应在飞灰处置源头统一吨袋规格要求:
 - b-d) 本条为防止飞灰处理产物在运输及填埋过程中出现撒漏;
 - e) 本条为防止钢板对土工膜造成损坏;
- f) 重金属的浸出变化规律和动力学特征分析表明,大尺寸的固化体并整齐码放能避免飞灰处理产物中重金属的大量浸出。填埋过程应对飞灰处理产物整齐码放,填埋工作面应尽可能小,能从析出效率与源头水量上减少淋溶液的产生;
 - g) 本条为飞灰处理产物填埋过程的工程安全要求;
 - h) 本条对吨袋的空隙填充提供了一种解决方法。

6.3.3 浇筑填埋

我省浇筑填埋作业的应用较少,有且仅有中山中心组团由于危险废物处理场 收集飞灰统一固化/稳定化,并在园区内配套填埋场,才能实现水泥浇筑填埋。 本填埋方式能较有效地利用库容,减少淋溶水的产生,但由于飞灰处理产物检测 后置,存在飞灰处理产物浸出液存在超标风险,因此本项分别从一单元一检测与 超标再处理来应对风险。同时搅拌车等车辆存在飞灰处理产物散落的可能性,因 此应出场前应进行清洗。

- 6.4 本条分别从初期雨水单独收集,分区坝前设置结合管,设置截洪沟、排水明沟、临时排水沟等手段落实雨污分流措施。
- 6.5 本条规定了生活垃圾填埋分区与飞灰处理产物填埋分区应具备独立的渗沥导排系统。

研究表明,由地表水浸泡固化物堆体所产生的淋溶液也是 Cl-和 Ca²⁺含量较高的"盐水",且 pH 值呈碱性时,渗滤液导排容易发生化学淤堵现象,若混入原生活垃圾渗沥液中,将造成淤堵等影响甚至破坏原系统正常运行。而飞灰处理

产物堆体漏入渗沥液生成浸出液,其成分复杂性及浓度都将显著超过渗沥液与淋溶液的简单混合。因此应尽量避免淋溶水与渗滤液的混合。

6.6 本条规定不设置导气系统的情况。

与生活垃圾不同,生活垃圾降解不断产生填埋气,有自燃爆炸风险,须常年持续导排和监测,而飞灰处理产物的有机含量低,基本不产生填埋气体,因此飞灰处理产物填埋专区在专家论证后,可不设置导气系统。

6.7 本条细化 GB 16889 7 运行要求中 7.8 的运行情况记录制度,明确填埋后调整计划分区、填埋样品留存等要求。

7 封场及后期管理的污染控制要求

- 7.1 本条集成 GB51220 的封场工程要求及 GB 16889-2008 中 8 封场及后期维护与管理要求。
 - 7.2 本条明确不同条件下的封场条件。

8 污染物排放控制要求

- 8.1 本条规定环境污染控制应符合 GB 16889 的要求。
- 8.2 本条明确了淋溶液的处理方法,削减重金属离子与氯离子后再进入生活垃圾渗滤液处理站处理,是防止金属离子与氯离子对后续生化处理系统造成破坏。
- 8.3 本条明确了其他废水的处理方法,主要参考 HJ 1134 6.1 c)条 "飞灰处理过程产生的废水应优先返回工艺过程进行循环使用或综合利用。"

9 监测要求

- 9.1 本条规定了飞灰处理产物浸出液污染物的监测方法。
- 9.2 本条规定了填埋场运行过程中环境及污染物的监测要求及方法。
- 9.3 本条确定了填埋场周边环境监测要求。
- 9.4 本条规定了监测及监测记录要求。

参考文献

- [1] 蒋旭光, 常威. 生活垃圾焚烧飞灰的处置及应用概况 [J]. 浙江工业大学学报, 2015, 43(01): 7-17.
- [2] MA W, CHEN D, PAN M, et al. Performance of chemical chelating agent stabilization and cement solidification on heavy metals in MSWI fly ash: A comparative study [J]. Journal of Environmental Management, 2019, 247(Oct.1):

169-77.

- [3] YUN P, WU Z, ZHOU J, et al. Chemical characteristics and risk assessment of typical municipal solid waste incineration (MSWI) fly ash in China [J]. Journal of Hazardous Materials, 2013, 261(oct.15): 269-76.
- [4] 罗小勇, 王艳明, 龚习炜, et al. 垃圾焚烧固化稳定化飞灰填埋处置面临的问题与对策 [J]. 环境工程学报, 2018, 12(10): 7-14.
- [5] 刘建国, 刘意立. 我国生活垃圾填埋场渗滤液积累成因及控制对策 [J]. 环境保护, 2017, 20): 24-7.
- [6] HUI X U, MIAO J, CHEN P, et al. Chemical and geotechnical properties of solidified/stabilized MSWI fly ash disposed at a landfill in China [J]. Engineering Geology, 2019, 255(59-68.
- [7] 刘辉, 孟菁华, 史学峰. 生活垃圾焚烧飞灰重金属稳定化技术综述 [J]. 环境科学与管理, 2016, 5): 69-71.
- [8] HONGWEI, LUO, YING, et al. Review of leaching behavior of municipal solid waste incineration (MSWI) ash [J]. The Science of the total environment, 2019,
- [9] YUE Y, LIU Z, LIU Z, et al. Rapid evaluation of leaching potential of heavy metals from municipal solid waste incineration fly ash [J]. Journal of Environmental Management, 2019, 238(MAY 15): 144-52.

附表

附表 1 广东省生活垃圾焚烧发电厂飞灰处理产物去向表(2020年上半年)

地区	企业名称	处理规模(t/d)	入厂垃圾量(t)	飞灰产生量(t)	飞灰处理产物去向
广州市	广州市李坑垃圾焚烧发电二厂	2250	303631.74	9108.95	广州市兴丰应急填埋场
广州市	广州东部固体资源再生中心第三资源 热力电厂	4500	722587.13	21677.61	广州市兴丰应急填埋场
广州市	广州市第四资源热力电厂	5000	325977.45	9779.32	广州市兴丰应急填埋场
广州市	广州市第五资源热力电厂	2250	315718.47	9471.55	花都狮岭生活垃圾填埋场 (第二期)
广州市	广州市第六资源热力电厂	5000	361366.77	10841	广州增城区棠厦垃圾填埋场
广州市	广州市第七资源热力电厂	1000	170485.74	5114.57	从化城市废弃物综合处理场
深圳市	深圳市宝安区老虎坑垃圾焚烧发电厂 二期工程	3000	380847.05	11425.41	深圳市宝安区老虎坑垃圾卫生填埋场二 期
深圳市	深圳市宝安区老虎坑垃圾焚烧发电厂 三期工程	3800	792248.64	23767.46	深圳市宝安区老虎坑垃圾焚烧发电厂三 期工程配套飞灰填埋场
深圳市	深圳市妈湾城市能源生态园电厂	2300	318576.51	9557.3	外运至深圳市下坪垃圾卫生填埋场和深 圳市东部环保电厂飞灰填埋场填埋处理
珠海市	珠海信环环保有限公司	1200	253279.99	7598.4	珠海市西坑尾垃圾卫生填埋场
珠海市	珠海康恒环保有限公司	1200	35525.57	1065.77	珠海市西坑尾垃圾卫生填埋场

地区	企业名称	处理规模(t/d)	入厂垃圾量(t)	飞灰产生量(t)	飞灰处理产物去向
汕头市	汕头市澄海洁源垃圾发电厂有限公司	1520	192246.5	5767.4	汕头市雷打石生活垃圾卫生填埋场
汕头市	中节能(汕头潮南)环保能源有限公司	1500	209237.35	6277.12	汕头市雷打石生活垃圾卫生填埋场
汕头市	汕头市绿色动力再生能源有限公司	2250	207107.05	6213.21	潮阳区棉北十二斗生活垃圾填埋场
汕头市	汕头市恒建科创生物质发电有限公司	1200	225971.68	6779.15	不详,无环评及竣工验收资料(雷打石环 保电厂)
佛山市	佛山市南海垃圾焚烧发电一厂改扩建 项目	1500	288829.19	8664.88	小塘无害化处置填埋场
佛山市	佛山市南海垃圾焚烧发电二厂	1500	196885.22	5906.56	小塘无害化处置填埋场
佛山市	瀚蓝绿电固废处理(佛山)有限公司 南海生活垃圾焚烧发电厂提标扩能工 程项目	1500	249315.26	7479.46	小塘无害化处置填埋场
佛山市	广东顺控环境投资有限公司	3000	543437.21	16303.12	高明白石坳生活垃圾卫生填埋场
梅州市	梅州市环保能源(生活垃圾焚烧)发 电项目	1500	194234.72	5827.04	梅州市奇龙坑生活垃圾卫生填埋场
惠州市	惠州绿色动力环保有限公司	3400	206855.98	6205.68	惠阳环境园生活垃圾焚烧二期PPP项目飞 灰填埋场
惠州市	惠东县生活垃圾焚烧发电一期项目、 扩容工程	1200	208808.52	6264.26	惠东县生活垃圾填埋场

地区	企业名称	处理规模(t/d)	入厂垃圾量(t)	飞灰产生量(t)	飞灰处理产物去向
惠州市	惠州广惠能源有限公司	1600	356934.32	10708.03	不详(惠州市区垃圾焚烧发电项目)
惠州市	博罗县生活垃圾焚烧发电一、二期项 目	1050	191368.43	5741.05	博罗县生活垃圾填埋场
汕尾市	汕尾市生活垃圾无害化处理中心焚烧 发电厂首期、二期工程项目	2100	255561.85	7666.86	汕尾市生活垃圾无害化处理中心卫生填 埋场
汕尾市	陆丰粤丰环保电力有限公司	1500	182980.6	5489.42	汕尾市生活垃圾无害化处理中心卫生填 埋场
东莞市	东莞市麻涌垃圾处理厂一、二期	1500	293367.88	8801.04	东莞市东南部卫生填埋场
东莞市	东莞市横沥环保热电厂一期技改增容 工程项目	1800	331406.39	9942.19	东莞市东南部卫生填埋场
东莞市	东莞市横沥垃圾焚烧发电厂二期项目	1800	307596.23	9227.89	东莞市东南部卫生填埋场
东莞市	东莞市横沥环保热电厂一期技改再增 容工程项目	1500	358685.8	10760.57	东莞市东南部卫生填埋场
东莞市	东莞市市区垃圾处理厂技改增容项目	1600	361728.83	10851.86	东莞市东南部卫生填埋场
东莞市	东莞市市区环保热电厂增加垃圾处理 生产线及建设环保教育展示中心工程 项目	1200	282061.81	8461.85	东莞市东南部卫生填埋场
中山市	中山市天乙能源有限公司北部一二期	750	101630.93	3048.93	中山市中心组团垃圾综合处理基地卫生填埋场

地区	企业名称	处理规模(t/d)	入厂垃圾量(t)	飞灰产生量(t)	飞灰处理产物去向
中山市	中山市天乙能源有限公司 (三期)	1200	234768.51		中山市中心组团垃圾综合处理基地卫生 填埋场
中山市	中山市长青环保热能有限公司	2250	269258.61	7043.06	中山市中心组团垃圾综合处理基地卫生 填埋场
中山市	中山市南部组团垃圾综合处理基地垃圾焚烧发电厂	3290	197584.71	8077.76	中山市中心组团垃圾综合处理基地卫生填埋场
湛江市	湛江市粤丰环保电力有限公司	1500	341124.08	5927.54	湛江市生活垃圾处理场三期填埋区工程 之飞灰安全处置专区一期
湛江市	廉江市绿色东方新能源有限公司	1100	133664.16	10233.72	廉江市生活垃圾焚烧发电厂配套飞灰填 埋场建设项目(一期)
茂名市	茂名粤丰环保电力有限公司	1500	52858.24	4009.92	茂名市电白区绿能环保发电项目配套飞 灰稳定物填埋区
茂名市	化州深能环保有限公司	600	137786.14	1585.75	化州市南斋坑生活垃圾填埋场
茂名市	信宜粤丰环保电力有限公司	1000	42966.7	4133.58	信宜市绿能环保发电项目配套飞灰稳定 物填埋区
潮州市	潮州深能环保有限公司	1050	241699.5	1289	潮州市锡岗生活垃圾卫生填埋场
潮州市	潮州市湘桥深能环保有限公司	1200	15510.73	7250.99	不详, 无环评及竣工验收资料
潮州市	瀚蓝(饶平)固废处理有限公司	600	98036.8	465.32	潮州市锡岗生活垃圾卫生填埋场
江门市	瀚蓝(开平)固废处理有限公司	600	113293.24	2941.1	开平市固废综合处理中心一期一阶段 PPP 项目配套飞灰稳定物填埋区

地区	地区 企业名称		入厂垃圾量(t)	飞灰产生量(t)	飞灰处理产物去向
肇庆市 肇庆市环保能源发电项目		1500	233084.38	3398.8	肇庆市生活垃圾无害化处理场
肇庆市	肇庆市博能再生资源发电有限公司	1500	150557.56	6992.53	未显示(四会环保能源热力发电厂)
揭阳市	普宁市广业环保能源有限公司	800	152381.23	4516.73	普宁市云落镇垃圾填埋场
揭阳市 欧晟绿色燃料(揭阳)有限公司		1000	121267.29	4571.44	惠来县含尾坑卫生垃圾处理场
总计		88660	12262338.69	364232.15	