

寒冷地区生活垃圾焚烧设计

薛淑香

(中国恩菲工程技术有限公司, 北京 100038)

[摘要] 针对寒冷地区环境温度较低、生活垃圾易冻结成团、垃圾热值低等特点,论述热废水加热垃圾、利用热渗滤液加热垃圾、提高垃圾池上方环境温度、增大垃圾池容量及增设垃圾破碎预处理系统和湿解预处理系统等措施。这些措施的实施,能够促进生活垃圾的发酵,降低水分含量,提高垃圾热值,有助于冬季垃圾炉稳定燃烧,烟气稳定排放。

[关键词] 垃圾焚烧; 炉排炉; 发酵; 湿解预处理; 寒冷地区

[中图分类号] X799.3 **[文献标志码]** B **[文章编号]** 1008-5122(2022)05-0082-04

DOI:10.19610/j.cnki.cn11-4011/tf.2022.05.017

0 前言

随着人们生活水平的提高,生活垃圾产生量逐年增多。垃圾堆放时间太长,会对环境资源产生破坏性影响。最初生活垃圾的处理采用掩埋、堆放等方式,随着环卫设施系统的升级,逐渐采用卫生填埋、高温堆肥、焚烧等方法。焚烧处理的方式使垃圾处理实现无害化、减量化、资源化,也成为寒冷地区垃圾处理采用的主要方法。

寒冷地区气候具有地方特色,冬季较长,温度较低。以黑龙江省某市为例,年均温为 $3.2\text{ }^{\circ}\text{C}$,1月均温 $-25.7\text{ }^{\circ}\text{C}$,7月均温为 $22.8\text{ }^{\circ}\text{C}$,历史上最高气温发生在1980年6月26日,为 $33.68\text{ }^{\circ}\text{C}$,最低气温发生在1956年1月8日,低至 $-39.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。因冬季温度的影响,寒冷地区生活垃圾易冻结且不易散开。冰冻成团的垃圾水分被锁住,含水率较高。以黑龙江某市垃圾为例,原生垃圾含水率为 58.67% , $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时垃圾热值为 $5\ 107\text{ kJ/kg}$,可以推算出 $-25.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时垃圾热值为 $4\ 842\text{ kJ/kg}$ 。垃圾热值低不仅影响垃圾在焚烧炉内燃烧状态,同时增加炉渣热灼减率^[1]。

针对寒冷地区冬季垃圾冰冻成团、垃圾热值偏低的特点,为更好保障冬季垃圾燃烧,本文从促

进垃圾发酵措施、垃圾预处理措施等方面进行总结,并以实际工程实例介绍寒冷地区生活垃圾焚烧设计。

1 促进生活垃圾发酵措施

寒冷地区冬季寒冷,室外环境温度低,生活垃圾长时间放置在室外,其中的水分结冰粘结成团,在收集运输过程中一直是冰冻的状态。考虑到垃圾池内防腐及垃圾吊碰撞等影响,垃圾池内不建议敷设采暖管道,因此冰冻生活垃圾运至焚烧厂垃圾池后,如果仅靠垃圾卸料平台上的 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 采暖设计温度进行热交换,解冻时间长且无法达到垃圾发酵温度 $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ^[2],故需要采取一定的措施。为了促进生活垃圾发酵,可采取进仓前加热及进仓后提高环境温度、增加垃圾储存时间等措施。

1.1 冰冻垃圾的进仓前加热

冰冻垃圾卸料时可采取利用热废水加热垃圾或利用加热后的渗沥液伴热措施。

1.1.1 利用热废水加热垃圾

热废水主要来源于余热锅炉汽包连续排污的废水。连续排污是为维持额定的锅水含盐量,通常在汽包含盐量最大的部位连续放出锅水。正常情况下,锅炉汽包连续排放的污水进入连排扩容器,冬季则通过阀门切换进入垃圾池内,同时闪蒸汽也可以作为热源对垃圾加热。采用汽包连续排污水加热垃圾,工质直接换热,热效率更高,同时不会造成更高品质的热水或蒸汽的浪费,是一种在经济上更具优势的方案^[3]。

[收稿日期] 2022-04-25

[作者简介] 薛淑香(1977—),女,内蒙古人,硕士,高级工程师,主要从事垃圾焚烧工程设计工作。

[引用格式] 薛淑香.寒冷地区生活垃圾焚烧设计[J].有色冶金节能,2022,38(5):82-85.

1.1.2 利用加热后的渗沥液加热垃圾

生活垃圾渗沥液含有多种微生物,在一定的温度条件下可以促进垃圾发酵,故在严寒地区可考虑增设渗沥液循环加热装置。将垃圾池侧渗沥液收集池内的渗沥液通过收集箱中通入汽轮机二抽抽汽进行加热,在卸料口处用喷枪喷入加热后的渗沥液,及时加热冰冻垃圾。这种方式具有换热效率高,同时减少渗沥液处理流程,对解冻垃圾有一定的效果。

1.2 进仓后提高环境温度及增加垃圾储存时间

寒冷地区的冬季垃圾卸料平台取暖设计温度为 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$,室外环境温度可达到 $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下。为了保证垃圾池负压,垃圾焚烧厂的一次风从垃圾池吸风,由于室外环境温度较低,必然导致较低温度的冷风吸入垃圾卸料平台和垃圾池,这不仅破坏了垃圾卸料平台的取暖平衡,而且降低了垃圾池上部环境温度,影响垃圾发酵。为了促进垃圾发酵,需要提高垃圾池上方环境温度、增加垃圾池容量。

1.2.1 提高垃圾池上方环境温度

垃圾池内储存的垃圾是焚烧厂主要恶臭污染源之一。防止恶臭的对策是抽取垃圾池内的气体作为焚烧炉助燃空气,使恶臭物质在高温条件下分解,同时保持垃圾池内处于负压状态。以黑龙江某市生活垃圾焚烧厂为例,为保证垃圾池负压及焚烧炉稳定燃烧,一次风风量需要 $86\ 000\ \text{Nm}^3/\text{h}$,除去湿解处理车间 $30\ 000\ \text{Nm}^3/\text{h}$ 温度为 $140\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的臭气,其余 $56\ 000\ \text{Nm}^3/\text{h}$ 的风量均从外界环境取风。黑龙江某市1月均温低至 $-25.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。通常一次风取风的路径是外部环境风经过垃圾卸料平台、垃圾卸料门、垃圾池然后进入焚烧炉。由于卸料平台的采暖设计温度为 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$,风量为 $56\ 000\ \text{Nm}^3/\text{h}$ 、温度为 $-25.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的冷空气的流入,使得垃圾卸料平台及垃圾池内的环境温度降低,影响室内取暖,导致冰冻垃圾无法融化、发酵,故改变一次风的取风路径很有必要。

以黑龙江省某市生活垃圾焚烧厂为例,将一次风蒸汽空气预热器分为两组,一组放置在卸车平台上,另一组放置在焚烧厂房。放置在卸车平台上的蒸汽空气预热器的作用是提前将一次风加热到 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$,然后通过管道将暖风送到卸车平台,再送入垃圾池内。同时一次风机从垃圾池内抽取加热到 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的气体送入位于另一组焚烧厂房内的一次风蒸汽空气预热器,气体加热到 $220\text{ }^{\circ}\text{C}$ 后送入焚烧炉助燃。修改后的取风路径不仅维持了卸料平台取暖的平

衡,同时也提高了垃圾池上方的环境温度,对于垃圾的发酵有良好的促进作用。

1.2.2 增加垃圾池容量

生活垃圾比较复杂,是多种生活废弃物的混合物,其含水率有季节波动性。在南方雨季及瓜果蔬菜类较多的地区,7~8月份垃圾的含水率偏高,冬季含水率偏低。但寒冷地区的冬季较长,冰雪量大,故寒冷地区冬季冰雪天气的垃圾含水率也较高。在收集垃圾进入垃圾池储存过程中,会进行倒料、存储发酵5~7 d。在常温下,垃圾会发酵,经过一系列挤压及生化反应,析出外在水分和内在水分,析出水分量约15%,从而降低垃圾含水率,提高垃圾入炉热值。而寒冷地区冬季垃圾由于需要解冻吸热,常规5~7 d的垃圾池有效容积偏小,增加垃圾池容量很有必要。根据工程经验,减少垃圾卸料门的数量,用于存储垃圾,能有效增加垃圾池的存储容积。

2 垃圾预处理措施

为了加强换热,达到垃圾发酵温度,除了上述措施外,设计中还可考虑加入预处理措施,使冰冻垃圾破碎,粒径变小,促进冰冻垃圾在短时间内解冻融化,降低垃圾中的含水率,从而提高垃圾热值,保证焚烧炉稳定运行。垃圾预处理措施包括增设垃圾破碎预处理系统及增设垃圾湿解预处理系统。

2.1 增设垃圾破碎预处理系统

垃圾破碎预处理系统包括垃圾吊给料系统、垃圾输送系统、液压破碎系统、除臭系统等。经过皮带或链板输送至液压破碎机后,冰冻垃圾被破碎,垃圾粒径得到均化。最初,为保证流化状态,流化床垃圾焚烧炉需加设预处理系统,而炉排炉为层状燃烧,不需要加设预处理系统。但在寒冷地区,为促使冰冻垃圾尽快融化,考虑将此破碎预处理系统引入炉排炉。冰冻垃圾被破碎机破碎后,粒径一般保持在 $200\sim 250\text{ mm}$,再通过垃圾池堆放过程中勤倒料,增加重力挤压等,使垃圾中的水分尽可能多析出,从而维持冬季炉排炉的稳定燃烧。

黑龙江某市生活垃圾焚烧厂设置2条 600 t/d 的炉排炉焚烧线。未设破碎预处理系统之前,冬季需要添加辅助燃料才能达到烟气在炉膛二次燃烧室不低于 $850\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的条件下滞留时间不小于 2 s 的要求,否则焚烧垃圾污染物达不到排放标准。增设2台液压破碎机后,垃圾粒径为 $200\sim$

250 mm。经过均化后,垃圾挤压及融化速度加快,存放一段时间后渗沥液析出量达到垃圾总量的8% (未均化前,渗沥液析出量约近乎为零),垃圾热值得到了提高,可以在不添加辅助燃料的情况下保证稳定燃烧。

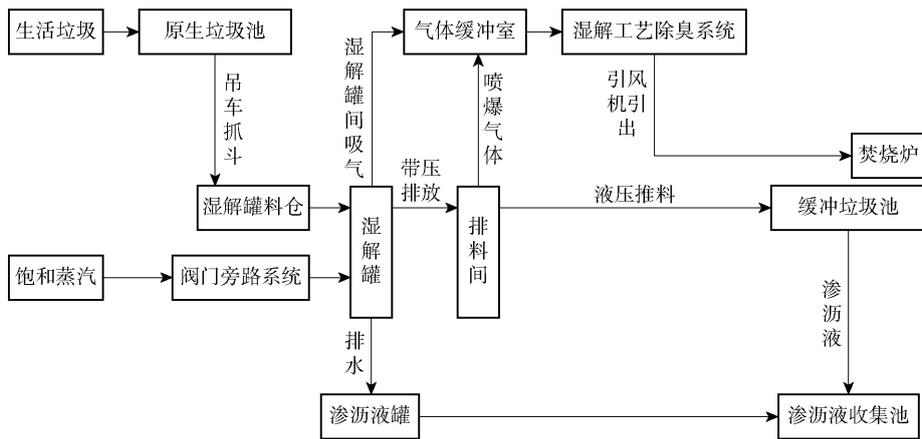


图1 垃圾湿解预处理系统工艺流程图

湿解预处理系统的机理是利用具有一定压力的蒸汽,将垃圾在湿解密封罐中进行稳压降解。它由湿解罐、进料快开门、排料阀、进汽阀、排汽阀、物位计及压力表组成。其中,湿解罐为核心系统。

原始未进行任何处理的生活垃圾通过垃圾吊给料系统抓至湿解罐的料斗中,料斗设有自动计量装置和料位计,上到一定量后,封闭湿解罐,开始向湿解罐通入0.8 MPa的饱和蒸汽,在蒸汽及催化剂共同作用下,进行90~120 min的高温湿解。在此过程中完成对易腐有机垃圾(厨余、纸、草、树叶)的降解、杀菌、脱水、减容等,使易降解的成分转化为粉末、纤维、颗粒状的稳定腐殖质,而难降解有机物(竹木、纤维织物、塑料、橡胶)和无机物不发生反应,垃圾中的结合水转化为自由水。经高温湿解后进行带压排放,排放降压过程对物料具有输送、闪蒸干燥、膨化、混合、粉碎、分离的作用。喷放出的物料通过湿解罐底部的液压推料机系统送至缓冲垃圾池。

经过该系统处理后,垃圾被打散,粒径被均化,水分含量降低,垃圾热值也显著提高。根据试验研究^[4],湿解后,生活垃圾含水率由53.81%降至35%以下,垃圾热值可提高约3 000 kJ/kg;且排放过程中,通过瞬间带压排料,垃圾个体组织因承受不住压力瞬间变化所形成的膨化冲击波而瞬间被破碎,垃圾粒径得到均化。均化后的垃圾燃烧更容易。

鉴于寒冷地区冬季生活垃圾易冻结,几乎无渗

2.2 增设垃圾湿解预处理系统

垃圾湿解预处理系统是一种对垃圾直接加热的预处理系统,包括垃圾吊给料系统、湿解罐湿解预处理系统、液压推料机系统、除臭系统等。垃圾湿解预处理系统工艺流程如图1所示。

沥液析出,导致垃圾热值较低,从而影响炉膛稳定燃烧,在寒冷地区生活垃圾焚烧厂引入垃圾湿解预处理工艺,将垃圾湿解预处理工艺与垃圾焚烧工艺相结合,利用湿解后的高热值垃圾与未湿解垃圾进行混合发酵。混合发酵后,入炉垃圾热值可达到炉膛设计热值,焚烧炉内不需要再添加任何辅助燃料就可以稳定运行。垃圾湿解预处理系统与焚烧厂配套建设,既可以有效利用焚烧厂的蒸汽资源,又可以提高焚烧入炉垃圾热值,降低污染物排放^[4],同时还可以利用焚烧厂的垃圾给料系统、垃圾池储料系统、渗沥液收集系统、垃圾池除臭系统等。

3 工程案例

以黑龙江省某市垃圾焚烧厂为例,设计规模2台400 t/d炉排炉,增设了卸车平台蒸汽加热系统及垃圾湿解预处理系统。其中,垃圾湿解预处理系统与焚烧厂给料系统共用,需要的0.8 MPa饱和蒸汽为焚烧厂汽轮机一抽减压后的抽汽,湿解系统降压产生的臭气经过处理后进入垃圾池,同时垃圾池闪蒸汽被一次风机吸入焚烧炉中进行燃烧。

为保证焚烧炉冬季稳定运行,开启了卸车平台蒸汽加热系统及垃圾湿解预处理系统。设备运行时,一次风取风经过卸车平台蒸汽加热系统后,卸料平台温度仍可以达到5℃以上,保证了卸料平台的取暖平衡,同时经过垃圾池的一次风温度也在5℃

以上,改善了垃圾上方的环境温度。冰冻垃圾经过湿解预处理系统处理后,被溶解打散,垃圾温度升高到65℃以上,析出约17%的渗沥液,相对于未经过湿解预处理的垃圾,渗沥液析出明显增多。

垃圾湿解预处理系统处理量为垃圾总处理规模的50%,与未经过湿解预处理的垃圾进行混合发酵,其热值达到炉膛设计热值,蒸发量可以满负荷发出。

4 结束语

寒冷地区冬季环境温度较低,生活垃圾中的水分易冻结,垃圾热值低于5000 kJ/kg,如果不投入辅助燃烧器,很难保证烟气在二次燃烧室温度850℃下滞留2 s,同时炉渣热灼减率很难控制在5%以内,需要采取措施去除冰冻垃圾水分,从而提高垃圾热值。采取提高垃圾池上方环境温度及增加湿解预处理系统措施后,不仅能保证垃圾卸料平台采暖系统的平衡,同时也能快速解冻垃圾,提高垃圾热值,保

证冬季极寒情况下的稳定燃烧。

此外,鉴于寒冷地区冰冻垃圾处理复杂,破解冰冻垃圾消耗能量较多,建议增加垃圾收运系统防冻措施,通过缩短室外垃圾存放时间,在中转站内增设取暖设备,同时尽快将垃圾运出等措施,避免垃圾冻结。

[参考文献]

- [1] 范春平,郑世伟,邢艳明. 高寒地区垃圾焚烧厂冰冻垃圾危害及防治措施[J]. 环境卫生工程,2013,21(4):39-40.
- [2] 陈国义,李兴国,高于. 刍议北方地区冬季生活垃圾堆酵析水[J]. 环境卫生工程. 2019,27(4):32-34,40.
- [3] 王子铭,洪光. 垃圾焚烧发电厂冬季垃圾池加热方案研究[J]. 中国环保产业,2020(6):69-72.
- [4] 姜薇,吴世新. 原生垃圾湿解预处理技术探究[J]. 环境卫生工程,2014,22(3):26-27.

Incineration Design of Domestic Waste in Cold Regions

XUE Shu-xiang

Abstract: According to the characteristics of low ambient temperature in cold regions, domestic waste is easy to freeze into clusters, and calorific value is low, this paper discussed the measures of heating waste with hot waste water and hot leachate, increasing the ambient temperature above the waste pond, expanding the pond capacity, and adding waste crushing pretreatment system and wet hydrolysis pretreatment system. The implementation of these measures can promote the fermentation of domestic waste, reduce the moisture content, improve the calorific value, and help the combustion of waste furnace and the emission of offgas in winter.

Key words: waste incineration; grate furnace; fermentation; wet hydrolysis pretreatment; cold region