

绿色环保

生活垃圾协同处置含水污泥掺烧方式的探讨

刘杰

(中国恩菲工程技术有限公司, 北京 100038)

[摘要] 生活垃圾焚烧协同处置含水污泥是实现污泥“减量化、稳定化、资源化、无害化”的有效手段。本文介绍了不同含水率污泥的理化性质,以及目前含水率 80% 和 40% 两种污泥的主要掺烧方式,分析各种掺烧方式的利弊,并结合实际案例针对掺烧方式存在的问题给出了解决方案。含水率 80% 污泥的掺烧方式主要包括污泥送焚烧炉给料斗掺烧和污泥送焚烧炉内直喷掺烧。前者实践中存在的问题是污泥送入给料斗内为圆柱状,无法烧透,需要改进优化污泥喷嘴;后者存在影响焚烧炉稳定运行等问题和风险,但工艺简单、投资少,是未来的研究方向。含水率 40% 污泥的掺烧方式有多种,如污泥送垃圾坑内和垃圾搅拌掺烧、污泥送垃圾进料斗掺烧、污泥送推料平台掺烧、污泥送炉膛侧墙掺烧等,各有利弊,实际应用中通常将多种掺烧方式协同采用,充分发挥多种常见掺烧方式的可靠性和灵活性,运行可靠。

[关键词] 垃圾焚烧; 炉排炉; 协同焚烧; 掺烧比例; 污泥掺烧

[中图分类号] X703; X799.3

[文献标志码] B

[文章编号] 1008-5122(2022)06-0046-05

DOI: 10.19610/j.cnki.cn11-4011/tf.2022.06.010

0 前言

市政污泥是指在污水处理厂处理污水过程中产生的一种沉淀固体凝聚物,一般通过板框压滤机进行压滤,使其含水率降低到 80% 以下。此污泥含有重金属、病原体、虫卵等有毒有害物质,如果没有得到合理处置,会造成二次污染^[1-2]。目前,主要通过热干化的方法将上述污泥含水率进一步降低后再与生活垃圾协同掺烧处置。为了减少协同处置对垃圾焚烧系统的影响,通常将污泥含水率降低至 40% 左右。这种处置方式不仅可实现污泥的“减量化、稳定化、资源化、无害化”,还可实现设施设备共享,节约用地和成本^[3]。

除了市政污泥外,垃圾焚烧电厂渗滤液处理站处置渗滤液的过程中,在初沉淀、厌氧、MBR 生化以及洁净生产排水等环节预处理时,也会产生部分

80% 含水率的生化污泥。这部分污泥也需合理处置,否则会造成二次污染。此部分污泥一般量较少,如无已建的热干化车间,则选择直接与生活垃圾协同掺烧处置,不再二次脱水。

因此,与生活垃圾协同掺烧处置的污泥主要有含水率 80% 和 40% 两种,协同掺烧处置的原则是在不影响垃圾焚烧的前提下,尽可能掺烧更多污泥,而掺烧方式则起着决定性的作用。本文对含水率 80% 和 40% 的两种污泥的掺烧方式进行介绍,探讨常规掺烧方式的利弊,并结合实际案例针对存在的问题提出解决方案。

1 含水污泥理化性质

通常情况下,污泥含水率 > 85% 时,污泥呈流状;含水率为 65% ~ 85% 时,污泥呈塑态;含水率 < 65% 时,污泥呈固态。含水率为 45% ~ 60% 时,污泥达到黏滞区,具有黏性,不能自由流动,不利于输送;干化至含水率 35% ~ 45%,污泥呈粒状且容易与其他物质混合;当污泥干化含水率至 ≤ 30% 时,污泥接近粉尘状,焚烧易爆燃,存在安全隐患。所以含水率 80% 的污泥掺烧时通过管路进行输送;含水率 40% 的污泥为颗粒状,掺烧时通过刮板等方式输送。

[收稿日期] 2022-06-16

[作者简介] 刘杰(1986—),男,硕士,主要从事垃圾焚烧发电工程设计工作。

[引用格式] 刘杰.生活垃圾协同处置含水污泥掺烧方式的探讨[J].有色冶金节能,2022,38(6):46-50.

污泥的含水率对低位热值也有较大的影响。当污泥含水率在 30% ~ 40% 时, 低位热值能达到 4 180 ~ 6 680 kJ/kg^[4], 达到垃圾焚烧厂设计垃圾低位热值的下限。若含水率过低, 污泥干化后成粉状, 入炉后扬尘大, 还未燃尽即被高温烟气带走; 另外, 含水率越低, 干化成本也越高。

干化后污泥的掺烧比例对焚烧炉燃烧特性影响较大。掺烧比例从 0% 增加到 15%, 焚烧炉对应的蒸发量和锅炉整体效率都有所下降, 炉渣量和飞灰量也逐渐上升, 因此, 污泥掺烧比不宜过高, 一般控制在 10% 以下较合理^[5-6]。

2 含水率 80% 污泥的掺烧方式

含水率 80% 的污泥热值低, 不能自持燃烧, 助

燃效果也较差, 因此直接掺烧主要是未建设污泥干化设施的垃圾焚烧厂对其配套建设的渗滤液处理站产生污泥的一种处置手段。目前主要有两种方式: 一是污泥送焚烧炉给料斗掺烧; 二是污泥送焚烧炉内直喷掺烧。

2.1 污泥送焚烧炉给料斗掺烧

污泥送焚烧炉给料斗掺烧方式为将含水率 80% 的污泥直接通过管路泵送到焚烧炉给料斗内燃烧, 当焚烧炉停炉或燃烧工况不佳无法掺烧污泥时, 则将污泥输送到垃圾仓内。

此种掺烧方式的案例如图 1 所示。

图 1 案例设置三台处理规模 500 t/d 的往复式顺推炉排炉, 80% 含水污泥最大掺烧量为 2 m³/h, 最大掺烧比为 3.2%; 掺烧管路系统设计温度 40 ℃,

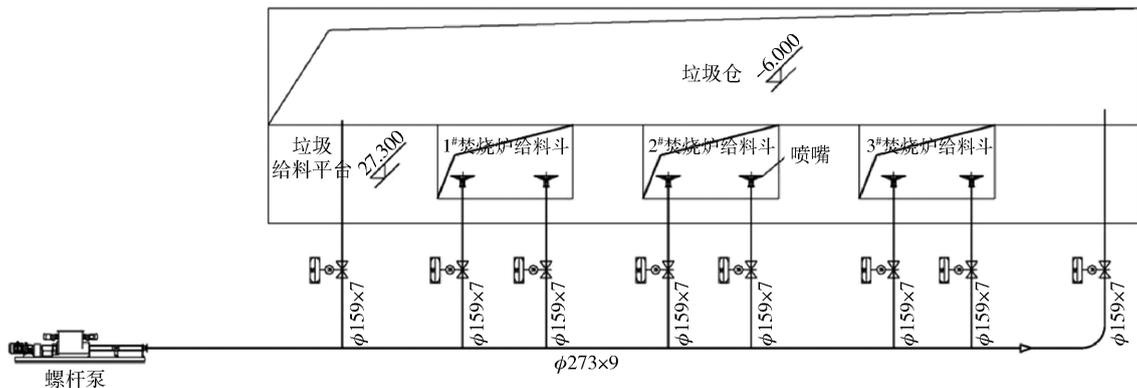


图 1 80% 含水污泥管路送焚烧炉给料斗掺烧方式

设计压力 3.6 MPa, 选用螺杆泵作为输送设备。因螺杆泵扬程受限, 为了减少管路压损, 支管选用 φ159 mm × 7 mm 的管径, 母管尺寸采用 φ273 mm × 9 mm。共设置了 8 个支管路, 每个给料斗设置两个支管路, 垃圾仓两侧各设置一个支管路。每个支管路均设置电动刀闸阀, 通过控制刀型闸阀的开度来控制污泥喷入量。当焚烧炉停炉或者燃烧工况不佳

无法掺烧污泥时, 污泥直接给入垃圾仓内, 通过垃圾抓斗将污泥和垃圾搅拌后掺烧。

此种掺烧方式存在的主要问题是污泥给入焚烧炉给料斗内为圆柱状, 无法和垃圾完全均匀混合, 导致污泥无法烧透, 从而造成炉渣酌减率不合格。针对此问题, 本案例配备了专用的污泥喷嘴, 喷嘴外形如图 2 所示。

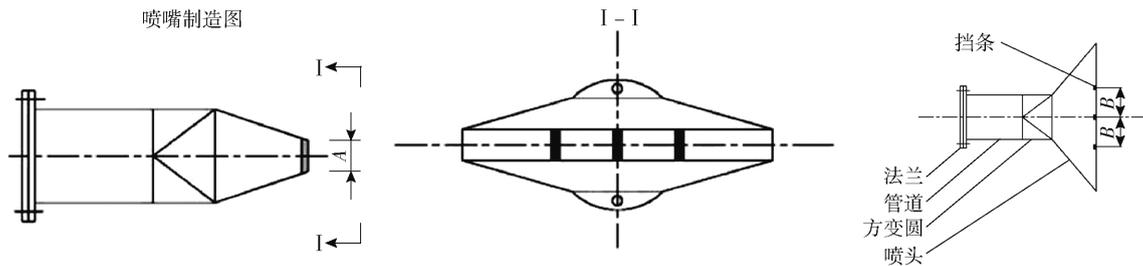


图 2 80% 含水污泥喷嘴优化

此污泥喷嘴设计为鸭嘴形, 喷嘴中的法兰用于将喷嘴与污泥输送管道连接; 方变圆与法兰之间设置一段管道, 主要用于设置支吊架支撑污泥喷嘴, 其

长度可根据现场支吊架情况调整; 方变圆的主要作用是实现管道和喷头的过渡; 喷头设计的目的是将管路中圆柱形的污泥呈扁平状输出; 挡条可实现将

扁平状的污泥非连续输送。

为了实现 80% 含水污泥均匀、稳定地出料,喷嘴的尺寸有一定要求。如图 2,喷嘴出口的宽度(A)要求 ≥ 50 mm,若过小会造成喷头堵塞;挡条间距(B)要求 ≥ 200 mm,虽然挡条间距越小越有利于扁平状污泥的非连续输送,但若过小会造成喷头堵塞且增加制造的难度,也会增加后期喷头清洗的难度;方变圆之后的截面积要尽量和圆的截面积相同。喷头出口的截面积要尽量和入口管道的截面积相同。通过以上污泥喷嘴的应用,将圆柱状污泥挤压成扁平、非连续状,进入焚烧炉后燃烧风更容易穿透,较好地解决了污泥烧不透的问题。

除了优化喷嘴外,还可以采用柱塞泵输送,因为柱塞泵为液压驱动,扬程大,管路小,并沿着给料斗边横向均匀设置多个阀门控制的喷嘴,实现多点非连续给料;但柱塞泵占地大,造价高,需综合考虑。

2.2 焚烧炉内直喷掺烧

焚烧炉内直喷掺烧方式是将含水率为 80% 的污泥直接通过管路泵送至焚烧炉内焚烧。主要工艺流程如图 3 所示。

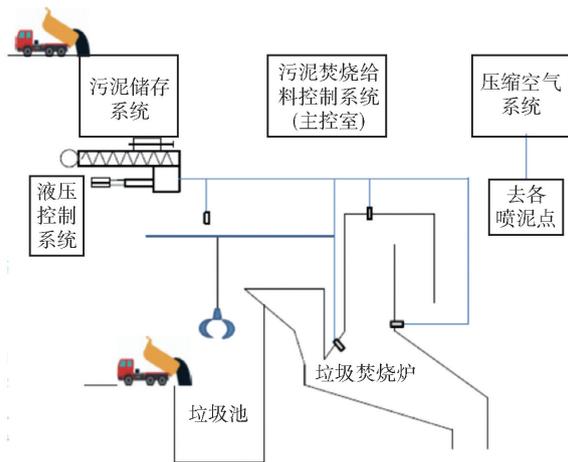


图 3 80% 含水污泥直喷焚烧工艺流程图

图 3 中案例直接混合掺烧市政污泥(含水率 80%)的比例约为 12.5%,折合干污泥(含水率 40%)掺烧比例为 4.2%。这种掺烧方式为从第一烟道顶部以及焚烧炉前后拱多点喷入 80% 含水污泥,使污泥直接进入高温区干化焚烧。污泥喷入焚烧炉采用特定的喷嘴设计,两相流雾化,通过控制适当的雾化粒径,使污泥直接落至垃圾层表面继续焚烧。

这种直喷方式主要优点为工艺系统简单,一次投资少,占地面积小,适用于既有生活垃圾焚烧炉改造,尤其是较大规模的生活垃圾焚烧炉(单炉 600 t/d

以上)。但此方式也存在诸多难点,主要分析如下:

1) 含水率约 80% 的湿污泥在焚烧炉第一通道内先吸收热量,将水汽化从而降低含水率,使自身热值提升,会直接对烟气温度产生一定影响,导致生活垃圾焚烧炉运行不稳定,要及时调整焚烧炉燃烧工况,且人为调整污泥喷入系统有滞后性,因而会影响焚烧的各项指标。

2) 污泥喷入焚烧炉时,为压缩空气雾化,需要控制适当的雾化粒径。若污泥雾化颗粒太细,则存在被飞灰携带、无法完全燃烧,从而产生过量 CO 的情况。

3) 污泥喷入焚烧炉位置需要精细选取和控制,通常在第一烟道顶部以及焚烧炉前后拱二次风处多点喷入。为了根据炉膛内着火区域的强弱随时解除和投入相应区域的污泥,需要设置分流阀,并设置远程监控^[7]。

通过以上分析可知,含水率 80% 的污泥直送焚烧炉内掺烧的方式存在诸多风险和难题,因此目前没有得到大范围推广,但此方案可以减少污泥干化的一次投资费用,所以是未来的发展方向。

3 含水率 40% 污泥的掺烧方式

3.1 常用掺烧方式

根据含水率 40% 的污泥特性,结合炉排式生活垃圾焚烧炉的结构特点和运行方式,可行的掺烧方式主要有 4 种:污泥送垃圾坑内和垃圾搅拌掺烧、污泥送垃圾进料斗掺烧、污泥送推料平台掺烧、污泥送炉膛侧墙掺烧^[8]。

污泥直接投入垃圾坑内,通过垃圾抓斗来混合,虽然和生活垃圾混合效果较好,但由于污泥粒径较垃圾小,密度较垃圾大,在被抓取与混合过程中容易掉落和沉积到垃圾坑的底部,最后随渗滤液一起沉淀在渗滤液收集坑内,增加渗滤液收集坑清淤的负担,而且干化后的污泥在垃圾坑内容易二次吸潮;干污泥直接通过输送机送烧炉给料斗内掺烧,虽然可以避免污泥吸潮,但无法实现污泥与垃圾的有效均匀混合;污泥送推料平台掺烧和炉膛侧墙掺烧虽然可以避免前两种方案的弊端,但要对原焚烧炉给料斗和焚烧炉侧墙进行改造,同时需要增加干污泥刮板输送设备,造成输送系统复杂,维护不便。因此以上 4 种掺烧方式各有利弊,在实际应用中,往往将以上几种方式协同配合使用。

3.2 多种掺烧方式协同配合

以某垃圾焚烧发电厂处置含水率 40% 的污泥

为例。该项目设置4台750 t/d的往复式顺推炉排炉,同步建设5条污泥干化生产线,污泥干化规模为420 t/d(含水率80%±5%),干化后污泥量为140 t/d(含水率为40%)。采用垃圾焚烧发电掺烧污泥的方案,即利用垃圾焚烧发电厂产生的蒸汽对脱水污

泥进行干化,干化后的污泥通过刮板输送机送至垃圾焚烧进料斗内,作为燃料与垃圾混合后用于发电供热。污泥干化产生的蒸汽经冷凝后排入渗沥液处理站进行处理,不凝气体送至电厂入炉燃烧处理。

干化后的污泥掺烧流程如图4所示。

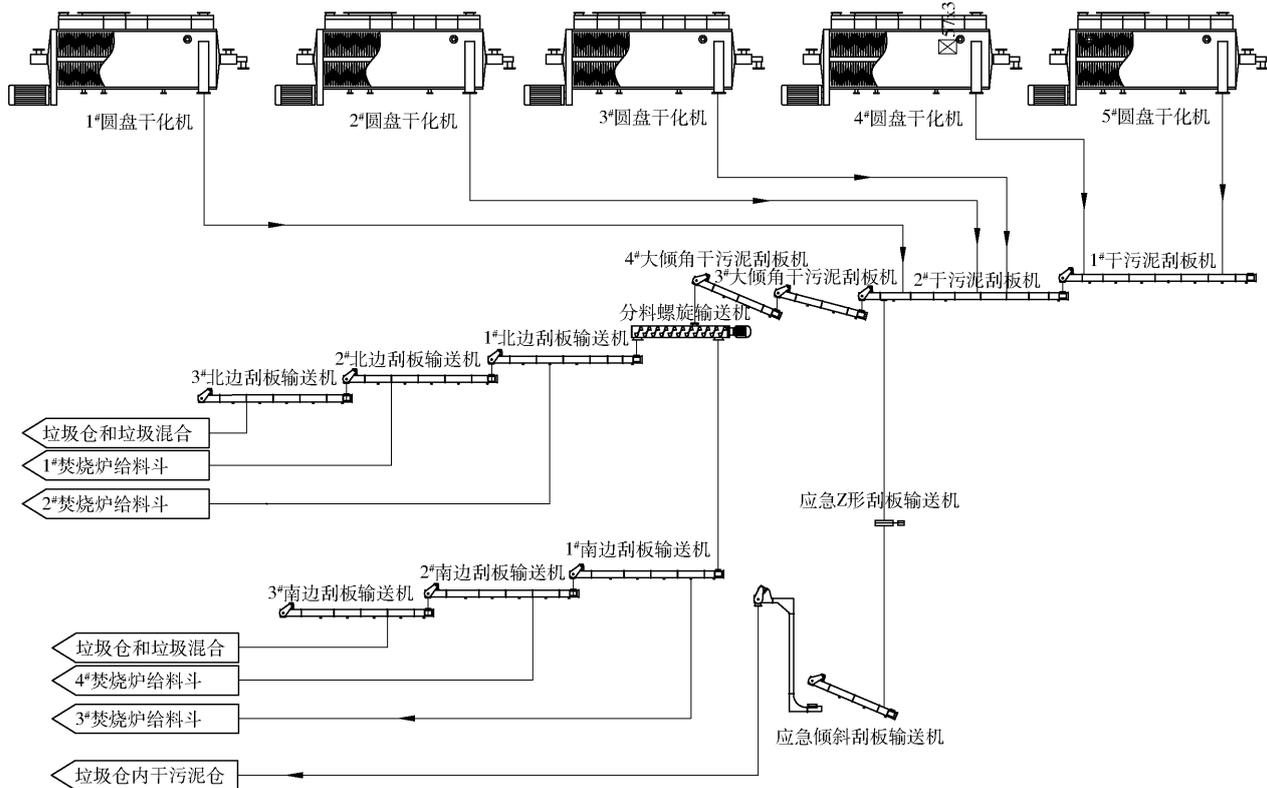


图4 40%含水污泥掺烧流程图

从图4可知,干化后的污泥由干化机出口通过溜管进入水平刮板输送机,通过大倾角刮板输送机给入分料螺旋输送机。因规模较大,垃圾仓做了分仓设计,所以两个垃圾仓中间的副跨正好可以布置大倾角输送机,然后通过分料螺旋输送机给入南北两侧的两台焚烧炉内,中间未设置干污泥缓冲仓。

每台焚烧炉给料斗顶部设置一台输送机,输送机布置在远离垃圾仓的一侧,减少对垃圾抓斗投料的影响,输送机出口设置电动调节门,用于调节进料量。在南北两侧的最末端还各设置了一台输送机,用于将未掺烧的干污泥输送到垃圾仓内,利用垃圾吊抓斗把垃圾与未掺烧的部分干污泥进行搅拌混合,并将污泥与垃圾的混合物投入焚烧炉的给料斗中。

考虑到干燥机物料量调整具有滞后性以及未设置备用干污泥刮板输送机等因素,设置干污泥事故输送系统。当部分焚烧系统或者干污泥输送系统出现故障时,干污泥先送入Z形刮板输送机,提升到卸料大厅的高度,然后直接进入垃圾坑中。为了避免干污

泥在垃圾仓内二次吸潮,在垃圾仓内设置干污泥仓,通过设置小型污泥抓斗抓取污泥给入焚烧炉内。

以上案例采用了三种掺烧方式:1)污泥送给料斗直接给料掺烧;2)垃圾仓设置干污泥坑,通过小型污泥抓斗掺烧;3)通过垃圾抓斗将干污泥和垃圾混合均匀后掺烧。其中,污泥送给料斗给料为主要掺烧方式,通过Z形刮板输送机将污泥送入干污泥坑为应急备用方案,直接将污泥投到垃圾仓内混合掺烧则为兜底手段。

上述案例有效地将三种掺烧方式配合使用,充分发挥了三种掺烧方式的可靠性和灵活性,互为备用,运行可靠;同时采用了大倾角的输送机替代Z形刮板输送机,减少了设备故障率。

4 结论

通过以上对含水率为80%和40%的两种污泥掺烧方式的分析,得出以下结论:

1) 含水率80%的污泥通过管路输送的方式,比

含水率40%污泥的刮板输送机输送系统简单,但含水率80%的污泥掺烧量小,且对焚烧系统影响较大。通过设计特殊的喷嘴可在一定程度上减少污泥对焚烧系统的影响。

2) 焚烧炉内直喷方式可以增大含水率80%污泥的掺烧比,但对焚烧炉燃烧系统影响较大。这种方式仅在个别案例有应用,存在诸多风险和难点,但可减少污泥干化系统的投资,是未来的研究方向。

3) 含水率40%污泥的掺烧方式有多种,各有利弊,实际应用中通常将多种掺烧方式协同采用。将污泥送给料斗掺烧、垃圾仓设置干污泥坑以及直接和垃圾混合三种掺烧方式有效结合,可充分发挥了三种常见掺烧方式的可靠性和灵活性,运行可靠。

[参考文献]

- [1] 李世冬. 探讨城市污水处理厂污泥处理与资源化处置[J]. 城市规划, 2015, 5(23).
- [2] 陈苏, 孙铁珩, 晁雷. 污泥构筑湿地——一种新型城市污泥处理技术[J]. 农业环境科学学报, 2006 (S1): 411-414.
- [3] 陈宋璇, 王云, 吕东, 等. 京津冀工农城固废处置现状及协同利用技术发展趋势[J]. 中国有色冶金, 2020, 49(6): 20-25, 45.
- [4] 杨亮亮, 伊力, 黄洁. 市政干化污泥掺烧对生活垃圾焚烧的影响及应对措施[J]. 环境卫生工程, 2018, 26(4): 9-11.
- [5] 王琳琳. 垃圾焚烧发电厂污泥掺烧技术应用[J]. 能源与节能, 2022(6): 89-91.
- [6] 乔旭. 协同焚烧干化污泥对垃圾锅炉性能的影响研究[J]. 四川环境, 2021, 40(3): 225-229.
- [7] 雷艳青, 任丽梅. 垃圾焚烧锅炉污泥掺烧的装置: CN 107702111 A[P]. 2018-02-16.
- [8] 刘海, 王定国, 郑学艳, 等. 炉排式垃圾焚烧炉中掺烧污泥方式研究[J]. 重庆科技学院学报(自然科学版), 2015, 17(3): 119-120, 128.

Discussion on Blended Incineration of Domestic Refuse and Watery Sludge in Synergistic Disposal

LIU Jie

Abstract: The synergistic disposal of burning sludge along with domestic refuse is an effective method to achieve the “reduction, stabilization, reutilization and harmless” of sludge. This paper introduced the physical and chemical properties of sludge with different water contents and the main blended incineration method of sludge with 80% and 40% water contents, analyzed the advantages and disadvantages of various blended incineration methods, and provided some solutions to the problems of blended incineration in light of actual cases. The mixing and burning methods of sludge with a moisture content of 80% mainly include sending the sludge to the incinerator for mixing and burning in the hopper and sending the sludge to the incinerator for direct injection mixing and burning. The problem of the former in practice is that the sludge sent into the feed hopper is cylindrical and cannot be burned through, so it is necessary to improve and optimize the sludge nozzle; The latter has problems and risks that affect the stable operation of incinerator, but the process is simple and the investment is small, which is the future research direction. There are many ways to mix and burn the sludge with a moisture content of 40%, such as sending the sludge to the garbage pit and mixing and burning the garbage, sending the sludge to the garbage feed hopper for mixing and burning, sending the sludge to the pusher platform for mixing and burning, and sending the sludge to the furnace side wall for mixing and burning, each of which has its advantages and disadvantages. In practical application, a variety of mixing and burning methods are usually used cooperatively, which can give full play to the reliability and flexibility of these common mixing and burning methods and ensure reliable operation.

Key words: waste incineration; grate furnace; collaborative incineration; mix burning ratio; sludge blending burning