

生活垃圾焚烧发电厂的处理技术应用探析

Exploration and Application of Treatment Technology in Domestic Waste Incineration Power Plants

郝春英

Chunying Hao

中电投绿能科技有限公司 中国·上海 200086

China Power Investment Green Energy Technology Co., Ltd., Shanghai, 200086, China

摘要:近年来,随着国家对环境保护重视程度的逐步提高,各地都在加强对生活垃圾的处理。而垃圾焚烧发电为有效解决生活垃圾围城、污染环境及资源循环利用的措施之一。论文以滨海垃圾电厂一期工程为例,在分析该项目实际情况基础上,提出了采用“前部安装立式的两级水冷烟道+中部安装两级过热器+后部安装对流管束+末尾增设两级省煤器”的锅炉来进行余热回收利用,采用SNCR系统来进行烟气脱硝处理,采用“原水—调节—UASB处理—VBL处理—BIGE生物膜设备—超滤—反渗透—达标排放”的渗滤液处理流水线来降低渗滤液出水水质含量。通过以上全新高效处理技术可以将垃圾焚烧带来的二次危害降至最低,且可以为社会带来更好的社会效益以及经济效益。

Abstract: In recent years, with the gradual improvement of the state's attention to environmental protection, all over the country are strengthening the treatment of domestic waste. Waste incineration power generation is one of the effective measures to solve the siege of domestic waste, environmental pollution and resource recycling. The paper taking the first phase of the Binhai Garbage Power Plant project as an example. Based on the analysis of the actual situation of the project, it proposes to use a boiler with “a vertical two-stage water-cooled flue installed in the front, a two-stage superheater installed in the middle, a convection tube bundle installed in the rear, and a two-stage economizer added at the end” for waste heat recovery and utilization. The SNCR system is used for flue gas denitrification treatment, The filtrate treatment assembly line of “raw water - regulation - UASB treatment - VBL treatment - BIGE biofilm equipment - ultrafiltration - reverse osmosis - standard discharge” is adopted to reduce the water quality content of the filtrate effluent. Through the above new and efficient treatment technology, the secondary hazards caused by waste incineration can be reduced to a minimum, and it can bring better social and economic benefits to the society.

关键词: 生活垃圾; 焚烧发电; 余热回收利用; 烟气脱硝; 渗滤液

Keywords: domestic waste; incineration power generation; waste heat recovery and utilization; flue gas denitration; leachate

DOI: 10.12346/peti.v6i1.9073

1 引言

当前,传统的填埋方式已经无法满足垃圾量的日益增长,因此垃圾焚烧已经成为解决中国环境问题的主要方式。利用生产垃圾焚烧并进行发电是将垃圾无公害处理的环保节能型方式,可以有效解决生活垃圾围城、污染环境及提高资源循环利用效率。但是,垃圾在进行焚烧时会形成 SO_2 、 NO_x 、二噁英等空气污染物以及COD、氨氮、无机盐、细菌病毒和重金属等垃圾渗滤液,如果以上污染物及垃圾渗滤液不及时进行处理,将直接对空气、水体产生污染。为此,在垃圾

焚烧发电项目中做好相关技术把控,以降低污染排放、提高经济效益极为重要,必须直面解决的技术问题^[1]。

2 项目概况

2.1 项目概况

滨海垃圾电厂一期工程设计为一生活垃圾日处理量达到1500t的垃圾焚烧发电厂。该垃圾电厂预计能够实现的年发电量为1.73亿 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 。根据设计情况,该垃圾电厂渗滤液处理量应该能够达到350t/d,而实际的渗滤液处理能力统计

【作者简介】郝春英(1981-),女,中国吉林吉林人,本科,工程师,从事垃圾焚烧发电项目工程技术管理研究。

是不足 200t/d。

2.2 需求分析

通过对该生活垃圾焚烧发电厂形成的烟气及垃圾渗滤液进行取样测试得知，烟气中的 SO_2 含量达到了 $562\text{mg}/\text{m}^3$ 、 NO_x 含量达到了 $350\text{mg}/\text{m}^3$ ，二噁英含量达到了 $6\text{ng}/\text{m}^3$ ；垃圾渗滤液中悬浮物含量为 $3200\text{mg}/\text{L}$ ，氨氮含量为 $70\text{mg}/\text{L}$ ，总氮含量为 $800\text{mg}/\text{L}$ ，pH 值为 4~8， COD_{Cr} 含量为 $26000\text{mg}/\text{L}$ ， BOD_5 含量为 $6000\text{mg}/\text{L}$ ，碳磷比例失衡且重金属含量又高^[2]。为此，该生活垃圾焚烧发电厂提出采用相关处理技术来降低污染物含量，以达到国家排放标准后再进行排放。

3 生活垃圾焚烧发电厂处理技术应用

3.1 余热回收利用技术

通过初步计算，每千克生活垃圾通过完全燃烧后能够形成高温烟气体积大约为 3.6Nm^3 ，因此每吨垃圾通过完全燃烧就可以形成烟量约 3600Nm^3 ，每吨垃圾焚烧后可回收的总热量能达到 5400MJ 。因此，烟气中的热能回收，是垃圾站产生经济效益的重点，也就为后续进行烟气净化处理提供了非常有利的条件。当前，发电厂采用的利用焚烧炉先进行焚烧，之后进行热量回收，再将低温的废气进行集中净化处理的工艺是相对而言较为完善的一种余热回收利用方式^[3]。

而为了更大回收热量、降低锅炉排烟温度，项目组提出该发电厂采用“前部安装立式的两级水冷烟道 + 中部安装两级过热器 + 后部安装对流管束 + 末尾增设两级省煤器”的锅炉来进行余热回收利用（见图 1）。

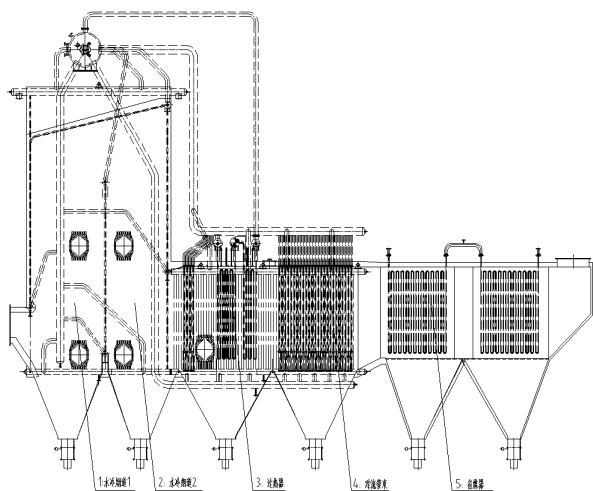


图 1 余热锅炉总体结构

3.1.1 水冷烟道

因为余热锅炉的进口烟气温度最高可以达到 900°C ，而且烟气中会携带干松粉尘以及粘性灰等复杂成分。因此，项目组提出在锅炉前部安装两级水冷烟道，以达到有效使用烟气辐射热的目的。水冷烟道采用的是膜式壁空腔结构，通过空腔结构来降低积灰面积，而膜式壁结构可以确保高温环境

中的锅炉实现保温。水冷烟道采用的是两回程安装，两回程中部采用水冷隔墙来进行隔开，出口温度大概是 650°C ，下部安装了具备机械振打器的灰仓。

3.1.2 过热器

烟气通过水冷烟道进行降温后，再经过安装有过热器的出口。过热器的材质采用的是铬钼钢，过热器结构采用的蛇形管束结构，并且采用两级方式布置；两级过热器采用的是减温器集箱来实现相连，减温器采用的是面式减温器^[4]。考虑到烟气中含有较高浓度的粉尘，因此过热器的横向截距设置成 150mm ，纵向截距设置成 120mm ，以确保管排之间不会出现因积灰搭桥现象。同时，在过热器前后预留好清灰空间，并设置击波清灰设备。

3.1.3 对流管束

在过热器后安装对流管束，对流管束采用的是常规型管架式单元管束。对流管束采用顺列的方式进行布置，其中横向截距设置成 140mm 、纵向截距设置成 120mm ，而为确保烟气流速能够均匀，在对流管束的后部进行横向截距的逐渐减小；但是依据经验，其横向截距不能够低于 120mm ，否则会出现烟气搭桥现象。

3.1.4 省煤器

余热锅炉尾部的受热面需要依据实际情况进行设置，包括设置空气预热器、省煤器等。该项目的余热锅炉采用的是省煤器来作为尾部受热面。因此，烟气在前期净化后，通过尾部受热面的烟气内含有的粉尘已经得到了降低，预计是最初粉尘含量的 30% ，因此安装的省煤器截距能够适当变小。同时，省煤器采用的是热管式，以实现防露点腐蚀目的；为降低省煤器使用成本，可采用水管 ND 钢制造而成的省煤器。

3.2 烟气净化处理技术

该发电厂原有烟气净化系统主要包括反应塔、袋式除尘器、引风机以及烟道管四个部分。这四个部分和焚烧炉以及余热锅炉一一对应，并且采取三套烟气净化系统平行布置的方式。而焚烧炉内烟气在通过余热锅炉处理后再进入到烟气净化系统，这时其中烟气内所携带的有害成分就要经过净化处理，将有害成分降低到合格的水平，之后通过设备排放到空气中。但该烟气处理技术对 S 和 N 的脱除力还不够，特别是 NO_x 处理效率不高。

为此，项目组提出新增 SNCR 系统以用于烟气脱硝处理，从而降低 NO_x 排放。SNCR 系统能够有效降低烟气中的 NO_x ，但是这种系统不加入催化剂，SNCR 系统主要是让氨水溶液或者是尿素溶液通过喷射来和烟气发生反应，在该厂进行烟气处理时多采用尿素溶液。主要过程是将 40% 浓度的尿素溶液按比例放入到余热锅炉处的混合分配模块，之后经过稀释使尿素溶液的浓度降到 8% 左右，最后就可以喷入高温的烟气当中，与高温烟气中的 NO_x 进行化学作用。另外，通过 SNCR 系统处理后，其烟气内 NO_x 排放量从原本的 $350\text{mg}/\text{m}^3$ ，降低到 $180\text{mg}/\text{m}^3$ 。

3.3 垃圾渗滤液处理技术

中国对垃圾渗滤液处理技术的研究早期主要以生物处理为主,随着中国环保要求的提高,单一的生物处理已经无法达到环保要求,后来也就产生了生物与物化相结合的处理方式。目前,对渗滤液进行处理的方式主要有以下3类:物理化学处理方式、膜处理方式以及吸附处理方式。其中,物理化学处理方式主要包括膜分离技术、吸附剂吸附技术以及高级氧化技术等;生物处理方式主要包括好氧生物技术、厌氧生物技术以及好氧厌氧相结合的处理技术。

针对该生活垃圾焚烧发电厂现实情况,项目组在原有处理技术上新增加了 $2 \times 100\text{t/d}$ 的渗滤液处理流水线,工艺为:原水—调节—UASB处理—VBL处理—BIGE生物膜设备—超滤—反渗透—达标排放(回收)。具体工艺详细介绍如下:①UASB设备。为 $2 \times 100\text{t/d}$ 工艺线厌氧处理。②VBL生物膜渗透除盐设备。对高浓度有机废水有着高达70%~80%的去除率,在内部设计上采用渗透压设计,并能有50%的盐分去除率。为核心设备,外观为4只溶液罐, $2 \times 2 \times 100\text{t/d}$ 处理量,内部设备主体采用纯进口生物膜。③BIGE生物膜设备。采用独特的生物膜,配套进口曝气设备,对COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除率高达90%,内部采用进口曝气,曝气量不大。生物膜的使用大大降低了污泥浓度,为后端深度处理做到充足的准备。到BIGE设备顶部现场察看,感觉无异味^[5]。④超滤、反渗透设备。超滤为 $2 \times 200\text{t/d}$ 流水线,一用一备,超滤外形和我们接触的常反渗透装置类似,而反渗透规模较小,为 100t/d ,仅2根膜元件;交流得知,他们的工艺是超滤出水达标排市政生活污水,反渗透偶尔运行,需要回收水利用时再投运。

通过采用上述垃圾渗滤液处理技术,渗滤液处理量由 200t/d 提升为 400t/d ,处理量提升,经济效益可观;且该发电厂产水达到当地纳管标准后可供电厂回收利用,达到循环

利用、节省资源的效果(见表1)。

表1 渗滤液出水水质含量表

序号	污染物	水质含量值	水质纳管标准
1	化学需氧量(COD _{cr})(mg/L)	48mg/L	<50mg/L
2	生化需氧量(BOD ₅)(mg/L)	23mg/L	<30mg/L
3	悬浮物(mg/L)	≈0	≈0
4	pH	6~8	6~8
5	氨氮(mg/L)	7mg/L	<10mg/L
6	总氮	20mg/L	<30mg/L

4 结语

综上所述,论文在对滨海垃圾电厂一期工程分析基础上,就其应用的生活垃圾焚烧发电厂处理技术进行了逐一介绍分析。通过该垃圾焚烧发电厂应用相关处理技术表明:在余热回收利用、烟气净化处理及垃圾渗滤液处理过程中选择合适有效的技术可以将垃圾焚烧带来的二次危害降至最低;新型高效的余热回收利用技术、烟气净化处理技术以及垃圾渗滤液处理技术也将产生更大的社会效益与经济效益。

参考文献

- [1] 王海敏.城市生活垃圾焚烧发电技术及烟气处理[J].能源与节能,2021(4):94-95.
- [2] 滕杰.生活垃圾焚烧发电烟气处理技术应用研究[J].节能与环保,2020(7):107-108.
- [3] 黄龙华,李恒生,潘伟.垃圾发电厂渗滤液处理技术措施[J].江西电力职业技术学院学报,2021,34(11):6-7.
- [4] 刘海娟.生活垃圾焚烧发电项目环境保护技术探讨[J].造纸装备及材料,2021,50(12):104-106.
- [5] 辛磊.城市垃圾焚烧发电技术的应用及发展趋势[J].居业,2019(3):90-91.