

850 t/d炉排炉垃圾电站工艺系统及布置

李侃, 魏琨, 赵启成

引用本文:

李侃, 魏琨, 赵启成. 850 t/d炉排炉垃圾电站工艺系统及布置[J]. 南方能源建设, 2021, 8(S1): 88-92.

LI Kan, WEI Kun, ZHAO Qicheng. System Design and Typical Layout of 850 t/d Grate Furnace Garbage Power Plant[J]. *Southern Energy Construction*, 2021, 8(S1): 88-92.

相似文章推荐 (请使用火狐或IE浏览器查看文章)

Similar articles recommended (Please use Firefox or IE to view the article)

[垃圾焚烧发电的优点及其主机配置方案研究](#)

Advantages of Waste Incineration Power Generation and Garbage Power Station Research on Unit Configuration Scheme
南方能源建设. 2017, 4(3): 75-79,84 <https://doi.org/10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2017.03.014>

[超超临界机组邻炉蒸汽加热系统优化研究](#)

Optimization Research on Adjacent Boiler Heating System of Ultra Supercritical Unit
南方能源建设. 2016, 3(2): 127-130,20 <https://doi.org/10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2016.02.024>

[大型煤气化技术在IGCC电站中的应用现状](#)

Status of Large-scale Coal Gasification Technologies in IGCC Power Plants
南方能源建设. 2015, 2(1): 42-45,50 <https://doi.org/10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2015.01.008>

[生物质直燃发电厂锅炉炉型选择探讨](#)

Biomass Power Plant Boiler Type Selection of Direct Combustion
南方能源建设. 2015, 2(2): 70-75 <https://doi.org/10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2015.02.013>

[高压串联电抗器独立子站应用研究](#)

Application Research on Independent High-Voltage Series Reactor Station
南方能源建设. 2017, 4(4): 71-75,123 <https://doi.org/10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2017.04.014>

850 t/d 炉排炉垃圾电站工艺系统及布置

李侃¹, 魏琨^{2,✉}, 赵启成²

(1. 中国机械设备工程股份有限公司, 北京 100055; 2. 中国电力建设工程咨询中南有限公司, 武汉 430040)

摘要: [目的] 近年来, 国内城市垃圾问题日益突出, 炉排炉垃圾电站在国内得到快速发展。[方法] 结合已执行的 850 t/d 工程经验, 对该参数炉排炉垃圾电站主要工艺系统, 包括燃料供应系统、燃烧系统、汽水系统、烟气净化系统、除灰渣系统等进行大致介绍。[结果] 以对炉排炉垃圾电站燃料热值确定、垃圾池尺寸、行车规格选取、炉排炉进料口、一次风、二次风、启动燃烧、辅助燃烧、汽水系统参数选取, 烟气中粉尘、NO_x、二噁英、重金属、酸性污染物等处理系统设置进行分析论述, 对 NO_x 去除方式中 SNCR 和 SCR 工艺优劣, 二噁英去除方式, 酸性污染物去除的干式、半干式、湿式系统等进行对比说明, 并对典型工程案例主厂房布置方式进行简要说明。[结论] 为类似项目工程设计、参数选取、系统设计、布置优化提供参考借鉴。

关键词: 垃圾电站; 炉排炉; 工艺系统; 参数选取; 典型布置

中图分类号: TM611; TM619

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2021)S1-0088-05

开放科学(资源服务)二维码:



System Design and Typical Layout of 850 t/d Grate Furnace Garbage Power Plant

LI Kan¹, WEI Kun^{2,✉}, ZHAO Qicheng²

(1. China Machinery Engineering Corporation Ltd., Beijing 100055, China;

2. China Power Construction Engineering Consulting Central Southern Co., Ltd., Wuhan 430040, China)

Abstract: [Introduction] In recent years, the problem of municipal garbage in China has become increasingly prominent, the grate furnace waste power plant has been developed rapidly in China. [Method] Based on previous engineering experience at the 850 t/d project, this paper introduced the main process systems of grate furnace garbage power station, including fuel supply system, combustion system, steam water system, flue gas purification system, ash removal system, etc. [Result] This paper analyzes and discusses the determination of fuel calorific value, the size of garbage pool, the selection of driving specifications, the selection of grate furnace inlet, primary air, secondary air, starting combustion, auxiliary combustion, steam-water system parameters, and the setting of treatment systems for dust, NO_x, dioxin, heavy metals and acidic pollutants in flue gas. The advantages and disadvantages of SNCR and SCR processes in NO_x removal methods, dioxin removal methods, dry, semi-dry and wet systems for acid pollutant removal are compared and explained. The layout of the main building in typical engineering cases is briefly explained. [Conclusion] It can be used for reference in engineering design, parameter selection, system design and layout optimization of similar projects.

Key words: garbage power plant; grate furnace; process system; parameter selection; typical layout

2095-8676 © 2021 Energy China GEDI. Publishing services by Energy Observer Magazine Co., Ltd. on behalf of Energy China GEDI. This is an open access article under the CC BY-NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

随着城镇化进一步推进、经济发展和人民生活
质量提高, 城市垃圾泛滥情况愈发严重, 在我国垃

圾处理以填埋为主, 填埋垃圾站比例约占三分之
二, 焚烧和堆肥仅占十分之一, 用于垃圾发电不到
10%^[1]。炉排炉是工艺较为成熟的设备, 在发达国
家有 50 年的应用历史, 也是目前欧美国家广泛采
用的炉型^[2], 近几年在国内随着 PPP 模式推进及政
策倾斜力度加大, 炉排炉电站规模也得到了较快发

收稿日期: 2020-11-09 修回日期: 2021-01-13

基金项目: 中国电力建设工程咨询中南公司科技项目“垃圾电站设计
及工程技术研究”(HTCG-2020-003)

展, 本文结合以往已执行约 850 t/d 炉排炉项目工程经验, 对炉排炉垃圾电站主要工艺系统选取设计进行分析说明, 为类似工程提供参考借鉴。

1 工艺系统

炉排炉工艺系统可分为燃料供应系统、燃烧系统、汽水系统、烟气净化系统、除灰渣系统等。垃

圾运输车经过地磅称重后进入封闭的卸料大厅, 把垃圾卸入坑内储存, 由抓斗天车送入焚烧炉料斗, 进入炉内焚烧, 从燃烧室顶部排出烟气进入余热锅炉和烟气净化系统, 燃烧所需一次空气由送风机从垃圾池内抽取, 余热锅炉产生过热蒸汽送入汽轮机发电 (如图 1 所示)。

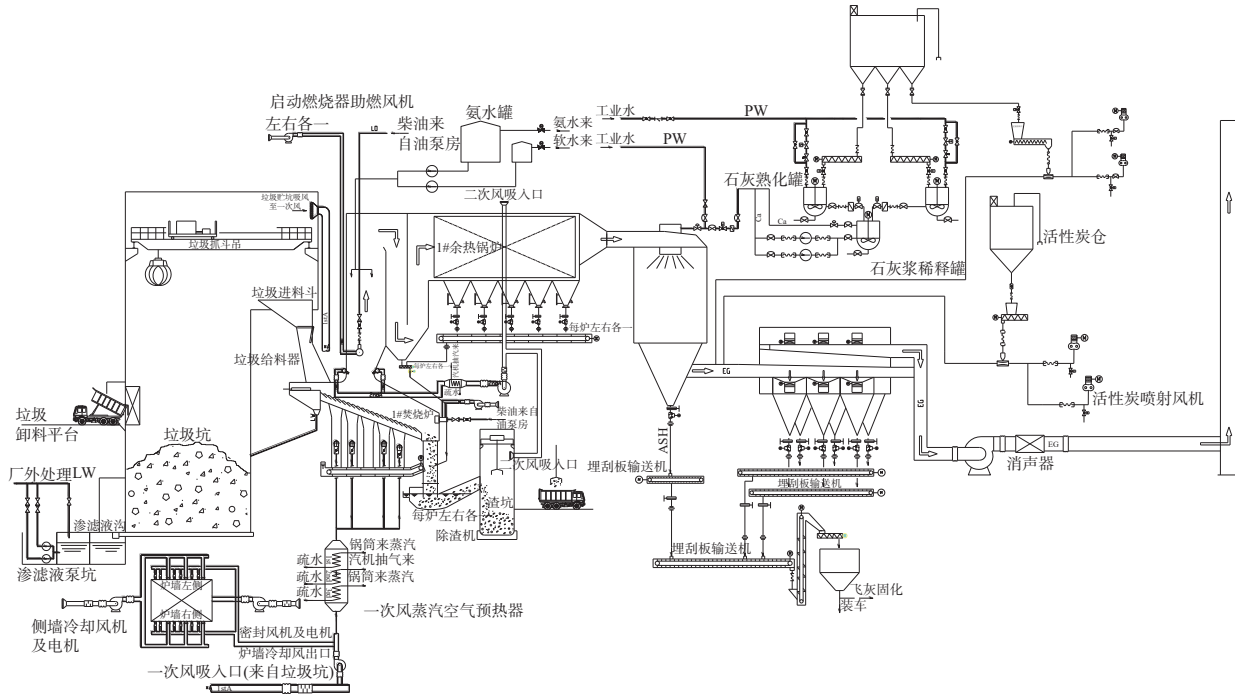


图 1 某 850 t 炉排炉垃圾电站工艺系统图

Fig. 1 Process system diagram of a 850 t grate furnace power plant

1.1 燃料供应系统

垃圾电站系统设计时, 燃料系统需确定参数有燃料热值、储存规模、特性等。燃料热值需进行成分分析、元素分析、工业分析, 确定高位、低位热值。垃圾规划处理量需考虑规划年限需求, 垃圾在焚烧前需进行发酵、堆料, 在垃圾池设计时需考虑 5~7 天的储存量 [2]。

垃圾池抓斗尺寸确定, 以日处理能力 800 t 炉排炉, 小时投料量为 33.328 t, 转斗周期包括闭合、提升、大车、小车、称重、下降、定位, 垃圾投料时需考虑包括抓料和混料时间, 从而可确定每次上料时间、抓斗最小垃圾投放量, 抓斗充满度按 90% 考虑, 抓斗规格可确定 [3], 卸料大厅尺寸确定时需考虑垃圾车尺寸规格、需满足几台车同时卸车需求、转弯半径等。

1.2 燃烧系统

在确定垃圾设计热值后, 可确定垃圾燃烧区间, 垃圾设计热值、上限热值、下限热值分别对应燃料燃烧量下出力 [4], 稳燃负荷区间是在不使用辅助燃料情况下, 保证烟气温度在 850 °C 以上且停留时间不少于 2 s, 超负荷区间是燃料可持续投放的最大负荷, 短暂超负荷区间每个厂家情况会有区别, 在这个燃烧区间内, 燃料超负荷投放不能超过规定时间, 阴影部分为燃料热值过低情况, 在该区间需投入辅助燃料 (如图 2 所示)。

炉排炉区域包括进料斗、炉排、辅助燃料系统、灰斗和落渣管、液压系统等。进料口尺寸设计选取时应不小于垃圾抓斗最大张角的尺寸, 料斗应设有相应垃圾料位监测装置, 料槽上口尺寸不应大于下口尺寸, 高度需应能维持焚烧炉负压运行, 料

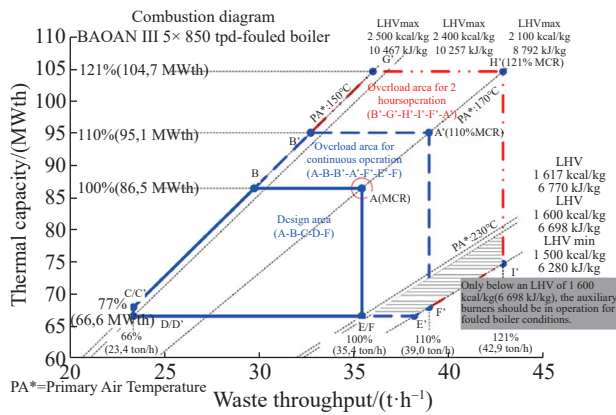


图2 燃烧性能曲线

Fig. 2 Combustion performance curve

槽宜采取冷却装置,避免回火,但在垃圾热值较低情况时,为降低热损失,可不设置高热值垃圾采用的水冷夹套。给料平台设置密封罩和吸风口,形成负压,确保臭气不外逸,采用有效措施,阻止垃圾滑入炉排,造成给料不均匀,给料平台下方设置渗滤液收集斗,用于收集给料平台渗出的渗滤液。

炉排分为干燥区、燃烧区和燃烬区三个区域。炉排片一个斜平面布置,当焚烧炉进料口垃圾存在低位热值低、水分较大情况时,应对炉排炉一、二次风进行加热,加热温度由垃圾热值设计确定;焚烧炉两侧墙下部与垃圾直接接触,固定碳燃烧时,局部温度较高,为防止焚烧炉两侧炉墙结焦,对两侧墙的保护采用冷却风的方式冷却,从主厂房内抽冷却空气,对炉墙冷却换热后,冷却空气回风至一次空气。

辅助燃烧系统包括启动和辅助燃烧设施,燃料可为轻柴油和天然气,辅助燃烧器布置于炉膛的后墙,在焚烧炉运行过程中,炉膛烟气温度降低至850℃时,辅助燃烧器即可自动投入运行。启动燃烧器一般设置在炉膛侧壁,主要用于焚烧炉停炉时的降温 and 由冷态启动时的升温。

1.3 汽水系统

余热锅炉参数不宜低于400℃、4MPa,可根据项目情况,采用450℃、6MPa及以上的蒸汽参数^[5]。余热锅炉由于炉排炉烟气较为恶劣,需配置相应清灰系统,可采用激波+蒸汽吹灰的组合方式清理积灰。当设置一套汽轮机机组时,汽轮机旁路系统应按120%额定进汽量设置,当设置2套机组时,可考虑采用母管制^[6]。抽汽供空气预热器蒸汽

疏水送至除氧器,调试期间或启动期间的到定排扩容器。汽轮机旁路系统宜按较大一套汽轮机120%额定进汽量设置,设置旁路凝汽器,保证不会因为汽轮机停机而影响焚烧炉正常使用。

1.4 烟气净化系统

烟气主要污染物有粉尘、NO_x、二噁英、重金属、酸性污染物等。粉尘处理常用除尘器有旋风除尘、布袋除尘、电除尘等^[7]。旋风除尘效率低,用于粗除尘;布袋除尘效率高,并且能脱除重金属,除尘效率99%,但布袋寿命短;静电除尘主要缺点是投资大、占地面积大。NO_x去除方式分为干式SNCR和干式SCR工艺,如表1所示。

表1 SNCR与SCR性能比较

Tab. 1 Performance comparison between SNCR and SCR

工艺名称	SCR	SNCR
NO _x 脱除效率/%	70~90	30~60
操作温度/℃	200~500	850~1100
NH ₃ /NO _x 摩尔比	0.4~1.0	0.8~2.5
氨泄漏/(mg·m ⁻³)	<3.8	3.8~15.2
总投资	高	低
操作成本	中等	中等

SCR根据催化剂布置位置又可分为前催化剂工艺和后催化剂工艺,前催化剂工艺是SCR催化剂布置在垃圾焚烧余热锅炉与除尘器之间,该布置方式优点是烟气不必加热就能满足反应温度需求,但易使催化剂失效;后催化剂工艺是催化剂布置在烟气净化之后,催化剂中毒的风险很小,但烟气饱和温度下降到60~70℃,因此需要将烟气重新加热到250~350℃。

二噁英除在焚烧炉内维持850℃、2s以上时间来减少生成量外,在烟气处理中通过活性炭吸附来满足排放要求。粉状活性炭通过气力定量输送方式,从贮仓被喷射到袋式除尘器与半干式反应塔之间的烟气管道中。活性炭吸附作用和消石灰粉末的脱酸反应主要在袋式除尘器滤袋上进行。

酸性污染物去除常用方式有干式、半干式、湿式系统。干式是把氢氧化钙注入到气流中,在有毒有害气体和氢氧化钙作用下,颗粒表面会有盐分形成,放热化学反应引起温度升高,进而使反应物膨胀,一部分盐分从表面脱落,从而使氢氧化钙粒子的部分表面重新恢复活性。半干式反

应塔由石灰浆旋转喷雾装置和塔体等组成, 半干塔入口处设有整流板装置, 可使烟气向下回旋过程中保持顺畅流动, 当烟气引入塔后, 会流入半干塔格子状整流板, 形成均匀的烟流, 喷入的石灰浆液与烟气直接接触, 反应塔的高度设计应不低于水分完全蒸发所需高度, 半干塔直径应足够大, 以确保水滴不会接触到反应塔内壁。烟气经除酸和降温工艺后, 从塔底部排出, 烟气中粉尘由于烟流方向的改变, 落入反应塔底部的料斗。湿式存在废水处理问题, 烟气离开锅炉后, 烟尘在静电除尘中去掉, 洗涤区包括: 快速冷却、酸性洗涤、中和洗涤等。

1.5 除灰渣系统

炉渣系统主要是用于处理焚烧炉排上方垃圾燃烧后的残渣、通过炉排间隙漏入炉排灰斗的炉渣、余热锅炉灰斗沉降灰渣、余热锅炉过热器和省煤器排除的灰渣等。主要设备包括渣吊、除渣机、漏灰输送机、埋刮板输送机等。主流的飞灰处理技术有高温熔融、水泥稳定化、加酸提取和药剂稳定化等工艺, “药剂+水泥稳定化”总体效率高、经济性好、稳定化物体长期稳定性强、增容比低, 是一种较好的飞灰稳定化处理办法, 在垃圾电站中较为常用。

2 典型布置

垃圾电站工艺系统设备主要布置在主厂房内, 按工艺流程顺向布置, 分布为卸料大厅、垃圾池、炉排炉、除渣系统、余热锅炉、烟气净化系统、烟囱、汽轮机等 (如图3所示)。汽轮机区域主厂房布置形式中较为灵活地方, 可以布置在几套炉排炉

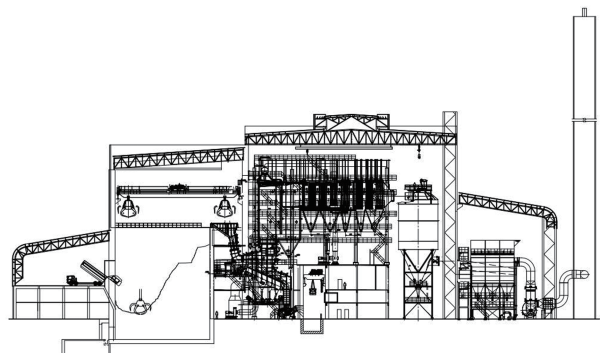


图3 1×850 t·d⁻¹炉排炉垃圾电站断面图

Fig. 3 Section drawing of 1×850 t·d⁻¹ grate furnace power plant

机组中间, 可布置在布袋除尘器下方, 也可布置在炉排炉机组侧边。

某 850 t/d 炉排炉电站主厂房长 131 m, 宽 48.55 m, 由 5 跨组成, 5 跨按工艺流程和设备分为垃圾卸料、垃圾储存、锅炉区域、烟气处理、汽机除氧区域。垃圾卸料跨长度 32 m, 跨度 24 m, 顶部檐口高度约 22 m。垃圾储存跨长度 32 m, 跨度 32 m, 顶部高度约 42 m。锅炉跨长度 32 m, 跨度 51 m, 顶部高度约 47 m, 内设电气辅助楼、炉渣坑、运转层等。FL-3.000 m 为炉渣坑底层, FL13.100 m 为运转层。烟气处理跨长度 32 m, 跨度 24 m, 顶部高度约 30 m。汽机除氧间长度 33 m, 跨度 16 m, 顶部高度约 22 m, 除氧跨长 16 m, 跨度 9 m, 屋面标高约 22 m, 主体两层局部四层。接待大厅长 26 m, 宽 16 m, 共四层, 屋面标高为 17.500 m, 设置接待大厅、活动室、机炉电集中控制室、办公室等用房。

3 结 论

本文对炉排炉垃圾电站工艺系统包括燃料供应系统、燃烧系统、汽水系统、烟气净化系统、除灰渣系统进行了介绍, 对燃料热值确定、垃圾池尺寸、行车规格选取、炉排炉系统设置、汽水系统参数选取、烟气处理系统设置等进行了分析说明, 并结合以往工程经验, 对炉排炉电站典型布置、主厂房尺寸参数等做了举例说明, 为类似工程项目设计及参数选取提供参考借鉴。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 生活垃圾焚烧处理工程技术规范: CJJ 90—2009 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009.
Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China. Technical code for projects of municipal solid waste incineration: CJJ 90—2009 [S]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2009.
- [2] 余水工. 我国垃圾发电发展现状及前景分析 [R]. 深圳: 前瞻产业研究院, 2015.
YU S G. Development status and prospect analysis of waste power generation in China [R]. Shenzhen: Foresight Industry Research Institute, 2015.
- [3] 邓本玉, 郑成兵. 垃圾焚烧发电站用汽轮机选型分析 [J]. 水利电力机械, 2006(7): 15-17.
DENG B Y, ZHENG C B. Type selection analysis of steam turbine for waste incineration power station [J]. Water Conservancy & Electric Power Machinery, 2006(7): 15-17.

- [4] 李晓东,陆胜勇,徐旭,等. 中国部分城市生活垃圾热值的分析[J]. 中国环境科学,2001(2):61-65.
LI X D, LU S Y, XU X, et al. Analysis of calorific value of municipal solid waste in China [J]. China Environmental Science Press, 2001(2):61-65.
- [5] 刘俊峰,陈坤,刘超,等. 垃圾焚烧发电厂汽轮机特点及热力系统优化[J]. 热力透平,2014,43(2):111-113.
LIU J F, CHEN K, LIU C, et al. Steam turbine characteristics and thermal system optimization of waste incineration power plant [J]. Thermal Turbine Press, 2014, 43(2): 111-113.
- [6] 赵琪. 垃圾焚烧发电的优点及其主机配置方案研究[J]. 南方能源建设,2017,4(3):75-79+85.
ZHAO Q. Advantages of waste incineration power generation and garbage power station research on unit configuration scheme [J]. Southern Energy Construction, 2017, 4(3): 75-79+84.
- [7] 刘宏. 丰厚利润引企业介入,垃圾发电迎来并购潮[N]. 中华工商时报,2013-05-10(1).
LIU H. Lucrative profits lead enterprises to intervene, garbage power ushered in mergers and acquisitions [N]. China Business Times, 2013-05-10(1).

作者简介:



李侃

李侃

1981-, 男, 陕西西安人, 工程师, 硕士, 主要从事工程项目管理及电站系统仿真设计优化 (e-mail) likan@cmecc.com。

魏琨 (通信作者)

1978-, 男, 湖北宜昌人, 高级工程师, 学士, 主要从事火电站设计 (e-mail) weikun@cpceccs.com。

赵启成

1986-, 男, 河南项城人, 高级工程师, 硕士, 主要从事火电站设计及节能改造 (e-mail) zhaoqicheng@cpceccs.com。

项目简介:

项目名称 垃圾电站设计及工程技术研究 (HTCG-2020-003)

承担单位 中国电力建设工程咨询中南有限公司

项目概述 对生活垃圾焚烧发电技术进行全面的、研究、总结, 在收集资料的基础上, 对生活垃圾的组成成分、垃圾量的简单估算方法、垃圾焚烧发电的各类技术路线特点、目前主流垃圾焚烧发电技术、渗滤液的处理技术等进行总结说明, 并给出生活垃圾焚烧发电工程实际案例, 为以后的垃圾焚烧发电项目提供参考。

主要创新点 (1) 通过对已实施运维工程项目梳理总结, 对相关关键技术参数指标进行优化; (2) 生活垃圾组成成分、垃圾量的估算方法、垃圾焚烧发电的各类技术路线特点、目前主流垃圾焚烧发电技术、渗滤液的处理技术等配置原则确定; (3) 运用 Thermalflow 对电厂建模分析, 整体节能降耗。

(责任编辑 李辉)

