

文章编号: 1004-8774(2012)06-25-03

危废焚烧系统中膜式壁式余热锅炉的设计及应用

陆子龙¹, 肖惠平¹, 朱霞¹, 马增益², 严建华²

(1. 南通万达锅炉有限公司, 江苏 南通 226000;

2. 浙江大学能源清洁利用国家重点实验室, 浙江 杭州 310027)

摘 要: 危险废物焚烧系统中, 由于余热锅炉受热面积灰, 成为阻碍危废焚烧系统连续稳定运行的薄弱环节。介绍了一种膜式壁式余热锅炉的设计及应用情况, 由于其内部不设受热面, 有效解决了积灰问题。

关键词: 危险废物; 焚烧; 余热锅炉; 膜式壁

中图分类号: TK229.92

文献标识码: A



第一作者: 陆子龙 (1965 -), 高级工程师, 主要从事垃圾焚烧锅炉、生物质锅炉、余热锅炉及工业锅炉技术研究开发。

Design and Application of Membrane Wall Heat Recovery Boiler in Hazardous Waste Incineration System

LU Zi-long¹, XIAO Hui-ping¹, ZHU Xia¹, MA Zeng-yi², YAN Jian-hua²

(1. Nantong Wanda Boiler Co. Ltd, Nantong 226000, China;

2. State Key Lab of Clean Energy Utilization, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

Abstract: Because of serious fly ash deposition problem, heat recovery boiler become a weak point which influenced hazardous wastes incineration system continual operation. A new membrane wall heat recovery boiler with no inner heat transfer surface was introduced. Through application in hazardous waste incineration plant, the new boiler realized the design target.

Key words: hazardous waste; incineration; heat recovery boiler; membrane wall

0 传统危废焚烧余热锅炉存在的问题

危险废物是指列入国家危险废物名录或者根据国家规定的危险废物鉴别标准和鉴别方法认定的具有危险特性的固体废物。危险废物具有腐蚀性、毒性、易燃性、反应性或者感染性等一种或者几种危险特性, 在操作、储存、运输、处理和处置不当时会对人体健康或环境带来重大威胁。随着工业的发展, 工业生产过程排放的危险废物日益增多, 危险废物处置需求与处置能力不足之间的矛盾日益突出, 特别是2003年全国“非典”疫情的发生使得危险废物和医疗废物安全处理能力与处置需求之间的矛盾凸显。在该背景下, 2004年原国家环保总局和国家发

改委联合制定了《全国危险废物和医疗废物处置设施建设规划》, 在相关政策引导、国债资金带动下, 我国危险废物集中处置设施建设有了快速发展, 截至2011年底, 形成危险废物集中处置能力141.25万吨/年, 医疗废物处置能力1454吨/日^[1]。

焚烧由于其减容、减重、无害化程度高、能回收废物中所含的能量等优点成为危险废物无害化处理的主要选择之一。焚烧处理是指将危险废物置于焚烧炉内, 在高温和足够氧量的条件下进行氧化反应, 分解或降解危险废物的过程。焚烧技术适合有机物含量高、热值较高的废物; 特别是针对组分和来源复杂的废物, 焚烧处理具有减容、减量效果好, 无害化彻底的优点。

“回转窑+二燃室”是目前危废处理中常见的组合式焚烧工艺。根据《危险废物焚烧污染控制标准》(GB 18484—2001), 焚烧炉出口的烟气温度必须达到1100℃。对高温烟气进行余热利用, 符合

基金项目: 国家重点基础研究发展计划(2011CB201500), 环保公益性行业科研专项(201209023-4), 浙江省重大科技专项(2008C13024-1)

收稿日期: 2012-08-14

节能减排的原则,因此,结合各个焚烧工程的燃烧室布置情况,各种立式、卧式、混合式冲刷余热锅炉(常见的形式如图1所示)都进行了应用尝试。但在实际使用过程中暴露出余热锅炉受热面的积灰和腐蚀问题,图2是某卧式布置的余热锅炉上积灰情况照片,在焚烧系统运行10天后,受热面表面就出现严重的积灰,受热面前后烟道压差每天增长10 Pa,因此,焚烧系统往往在20天左右就被迫停炉,焚烧系统无法连续稳定运行,同时余热锅炉本身也容易爆管、损坏;有些焚烧系统在运行半年后,余热锅炉就需要进行大修,成为制约系统运行的薄弱环节。在危废焚烧领域,余热锅炉的功能被长期忽视,有的在安装后拆除,甚至有的焚烧系统原始设计中就不考虑余热回收,转而采用烟气中喷水降温手段,

既削弱了焚烧系统节能减排的经济价值,又使焚烧尾气中水分含量显著提高,加重了布袋除尘器糊袋、尾部烟道腐蚀等问题。因此,开发不容易积灰的新型余热锅炉对于危废焚烧系统的余热利用具有重要意义。

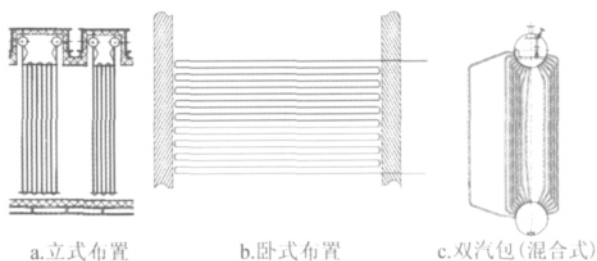


图1 常用的余热锅炉受热面布置形式

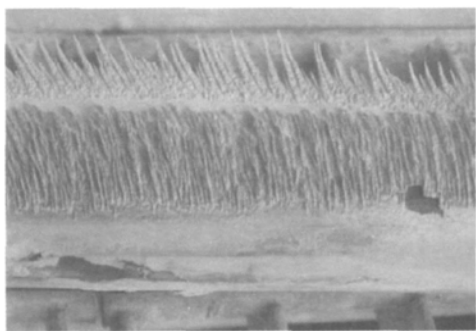


图2 余热锅炉受热面积灰情况

1 膜式壁式余热锅炉的设计

图3是一种新设计的膜式壁式余热锅炉,该锅炉为单锅筒、自然循环低压锅炉。余热锅炉由3个辐射直立烟道组成。四周采用膜式壁围合成烟道,内部不再设置换热面,中间也采用膜式壁受热面来做隔墙,分隔成3个室,隔墙相当于双面曝光的受热面。整个膜式壁系统分成10组循环回路,设4根集中下降管。膜式壁采用悬吊方式,膜式壁外设有刚性梁,整个膜式壁组成刚性吊篮式结构,水冷壁本身及其所属炉墙及刚性梁等重量均通过水冷壁系统吊挂装置悬吊在顶梁上,并可以向下自由膨胀。钢结构按七度地震、二类场地设防,平台为栅架平台。锅筒布置于辐射烟道上方,锅筒内部采用水下孔板加波形板分离器。余热锅炉本体炉室、炉顶均采用敷管式炉墙,炉墙外面有外护板。两水冷壁墙的交接处均设有密封板和密封罩。

烟气从左侧进入余热锅炉,一二室之间通过让管形成烟气转弯通道,通过辐射换热与膜式壁的受热面传热。各室的传热计算采用校核方式进行,其主要算法依据《工业锅炉设计计算 标准方法》的炉

膛传热计算方法^[2],在确定进入余热锅炉的入口温度后,依次计算出各室的出口温度。

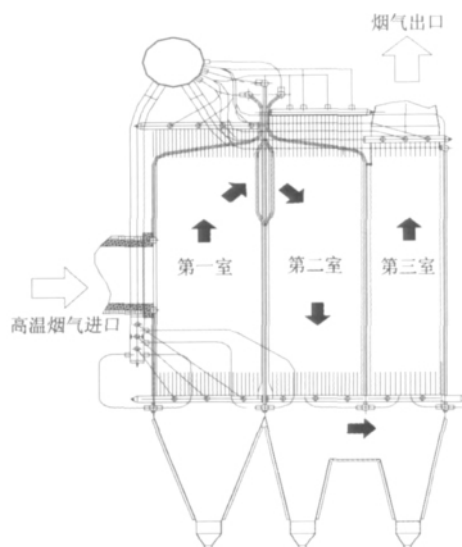


图3 膜式壁式余热锅炉受热面结构形式

所设计的膜式壁式余热锅炉应用于图4所示的危废焚烧系统,其焚烧处理的危险固体废物来源有蒸馏残渣、活性炭、高浓度有机废液、医药废渣、染料废渣、医化污泥等,其焚烧日处理量为30 t/d,余热锅炉的设计参数如表1所示。

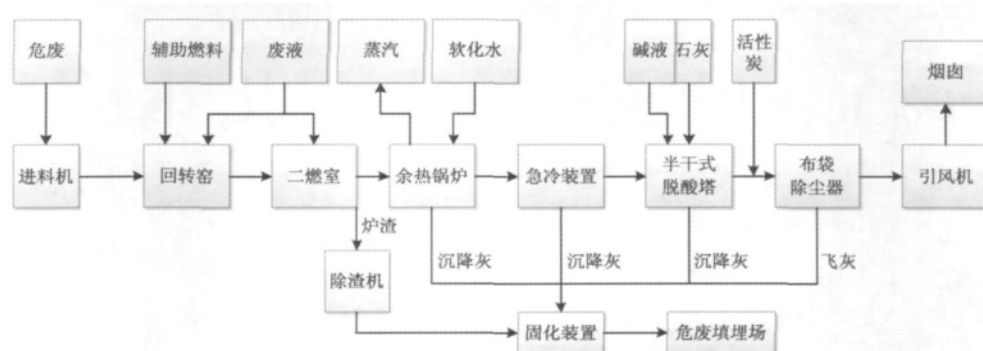


图4 危废焚烧系统工艺流程图

表1 余热锅炉设计参数

项目	参数
余热锅炉入口烟气流/($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$) (标态)	15 340
余热锅炉出口烟气温度/ $^{\circ}\text{C}$	550
蒸汽压力/MPa	1.3
余热锅炉入口烟气温度/ $^{\circ}\text{C}$	1 100
蒸发量/($\text{t} \cdot \text{h}^{-1}$)	4
蒸汽温度/ $^{\circ}\text{C}$	饱和

该余热锅炉的第一二三烟道的断面尺寸分别为 2 200 mm × 2 530 mm、2 000 mm × 2 530 mm、1 600 mm × 2 530 mm (深 × 宽)。锅炉为单母管给水,给水经给水操纵台进入锅筒,管路直径为 DN40。锅筒装有各种监测、控制装置和接管(如各种水位表、水位自控装置、压力表、加药管、连续排污管),并装有两只 PN1.6、DN50 的弹簧安全阀。在锅炉各最高点装有空气阀,最低点装有疏水阀。

危废焚烧系统中,一般认为在 500 $^{\circ}\text{C}$ 到 200 $^{\circ}\text{C}$ 的温度区间存在一个二恶英的低温再生段,《危险废物集中焚烧处置工程建设技术规范》要求危险废物焚烧的热能利用应避开 200 ~ 500 $^{\circ}\text{C}$ 温度区间,因此本项目的余热锅炉设计温度选取为 550 $^{\circ}\text{C}$ 。应该说,如此高的出口温度,还有很高的余热利用潜力可挖,还需要环保行业二恶英控制方面的相关研究进一步深入,突破这一禁区。

2 膜式壁式余热锅炉的应用

该余热锅炉在 30 t/d 危废焚烧系统中安装使用至今已 2 年,在运行一个周期(30 天)后,停炉检

查发现,在膜式壁表面积了一层 50 mm 左右的灰,在随后的 2 年运行过程中,积灰达到了自平衡,不再增长;由于大通道的膜式壁余热锅炉结构特性,余热锅炉的阻力没有变化,不再成为制约危废焚烧系统运行的环节。但由于受到余热利用的制约,余热锅炉的运行压力在 1 MPa 左右。在余热锅炉刚投运时,出口烟温为 500 $^{\circ}\text{C}$ 左右,一年后,余热锅炉的出口烟温基本保持在 550 $^{\circ}\text{C}$,很好地达到了设计要求。良好的降温性能,为后续的烟气净化系统提供了可靠的前提。

3 结语

余热锅炉是危险废物焚烧系统中的重要设施,过去由于严重的积灰和腐蚀问题,使余热锅炉成为了制约焚烧系统连续稳定运行的薄弱环节,本文设计的膜式壁式余热锅炉,很好地解决了受热面的积灰问题,在 30 t/d 的大型危废焚烧系统中已运行应用了 2 年多,系统产汽量稳定,未出现因余热锅炉的积灰而影响停炉的故障,产生的蒸汽供危废处置厂的废油提炼综合利用,实现了节能减排的目标,具有良好的运行效益。

参考文献

- [1] 中华人民共和国环境保护部. 2011 年中国环境状况公报 [EB/OL]. (2012-06-06). http://jcs.mep.gov.cn/hj-zl/zkgb/2011zkgb/201206/t20120606_231051.htm
- [2] 工业锅炉设计计算 标准方法编委会. 工业锅炉设计计算 标准方法 [M]. 北京: 中国标准出版社, 2003.
- [3] C. Bhasker. Flow simulation in Electro-Static-Precipitator (ESP) ducts with turning vanes [J]. Advances in Engineering Software, 2011, 42 (7): 501-512.
- [4] J. Ward, R. Garwood. Design and Development of an Improved Air Distributor for a Large Coal-fired Fluidised Bed Combustor [C]. ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition, 2008.

(上接第 24 页)

- [5] 徐益峰, 韩来生. 层燃炉风室单侧均匀进风的流体动力模型 [J]. 上海力学, 1991, 12 (4): 28-34.
- [6] 荆强征, 等. 单侧进风层燃炉的横向均匀配风的试验研究 [J]. 工业锅炉, 2012 (3): 7-10.
- [7] 常兵, 等. 链条炉横向配风不均匀性的研究 [J]. 热能动力工程, 2007, 22 (3): 288-346.