

锻造加热炉烟气余热利用节能改造

张冰¹ 谢国威²

(1. 中钢集团邢台机械轧辊有限公司, 2. 中钢集团鞍山热能研究院有限公司)

摘要 总结了对锻造加热炉烟气余热进行回收利用节能改造的经验及效果。通过采用碳化硅质陶瓷空气预热器替代原有的不锈钢空气预热器, 提高空气预热温度, 提高烟气的热回收效率。

关键词 锻造加热炉 烟气 空气预热器 节能

Energy - saving reform of forge furnace gas heat recovery

Zhang Bing¹ Xie Guowei²

(1. Sinosteel Xingtai Machinery and Mill Roll Co., Ltd,
2. Sinosteel Anshan Research Institute of Thermo - Energy Co., Ltd.)

Abstract The experience and effort of energy - reform of gas heat recovery on forge furnace were summarized. By substituting silicon carbide air pre - heater for original stainless steel air pre - heater, the pre - heated air temperature and the heat recovery efficiency were improved.

Keywords forge furnace gas air pre - heater energy - saving

台车式锻造加热窑炉是锻压工序的重点耗能设备^[1], 使用的主要燃料为焦炉煤气, 其耗量占公司煤气消耗总量的 70%。为降低加热炉的能耗, 近两年来, 进行了多次节能改造: 首先, 结合炉窑的大修, 进行全纤维内衬及蓄热式改造; 其次, 采用计算机控制技术, 提高控制精度; 再次, 针对高温烟气余热的回收利用, 探索适用于高温烟气的空气预热器。经以上几个方面的改造, 取得了显著的节能效果。

因全纤维内衬或蓄热式改造所需费用较高, 且对炉型的改造量大, 只能结合大中修进行; 对于一些不到大修期的炉窑, 对其进行空气预热器的节能改造, 经济效益十分显著。

1 存在的问题

锻造加热炉炉温高达 1300℃, 排烟温度在

900℃以上, 过去使用的空气预热器材质为不锈钢。不锈钢材质在高温环境中, 长期处于氧化气氛会氧化, 在烟气的冲刷下剥落, 使得金属管变薄, 出现烧毁、弯曲变形的情况, 使用寿命短。所以在实际使用时不得不在换热器前增加冷风装置, 将高温烟气降温后再经过空气预热器, 造成了高温烟气热量的大量损失, 空气只能预热到 300℃以下, 不能充分回收利用锻造加热炉余热, 造成锻造加热炉热效率偏低。

2 改造方案分析

2.1 余热回收方式对比

烟气余热回收通常采用三种方法: 一是预热工件; 二是预热助燃空气; 三是预热煤气。烟气预热工件需占用较大空间进行热交换, 往往受到作业场地的限制(间歇生产的台车式炉窑还无法采用此种方法)。而预热煤气不需要使用如此高温的烟气, 且出于安全性考虑, 暂不实施。预热助燃空气是一种较好的方法, 加热炉上一般都

有安装,可提高燃料的理论燃烧温度、改善燃烧条件及提高燃烧气体的速度,从而达到节能的目的。

2.2 空气预热器选择

在空气预热器的选择方面,经大量的市场调研,与多家预热器制造厂家进行技术交流,最终选择了碳化硅质陶瓷换热器。

与金属换热器相比,碳化硅质陶瓷换热器^[2]具有耐腐蚀、耐高温等特点,在金属换热器使用受限的情况下得到了很好的发展,成为回收高温余热的新型换热器。改造两年多来,碳化硅质陶瓷换热器使用效果良好,主要优点是:导热性、抗氧化性、抗热震性能好^[3],高温状态下强度高,寿命长,维修量小,性能稳定,操作简便等。尤其解决了各种高温工业窑炉排烟温度过高、余热无法有效利用的难题。

碳化硅质陶瓷换热器与金属换热器性能对比:

(1) 耐高温。碳化硅质陶瓷换热器使用温度为 1350℃ ~ 1450℃;金属换热器使用温度为 700℃。

(2) 使用环境。碳化硅质陶瓷换热器在 1350℃ 条件下可长期使用,不需要高温保护;在烟气温度高于 700℃ 时,金属换热器就必须掺入或鼓入冷风进行高温保护。

(3) 使用寿命。由于碳化硅质陶瓷换热器具备耐高温、耐腐蚀、抗氧化性能等特点,在同等使用条件下,其使用寿命是金属换热器的数倍。

(4) 缺点。抗震性差,因碳化硅材质脆性大,故预热器不能经受较大的震动;可维护性也较差,如有损坏需整体更换,无法进行局部修补。

2.3 改造方案

(1) 为最大限度地提高热回收效率,将碳化硅质陶瓷换热器放置在锻造炉烟道出口附近、温度较高的地方,同时将原双行程改为四行程,增大换热面积。当窑炉温度为 1250 ~ 1450℃ 时,烟道入口的烟气温度为 1000 ~ 1300℃,空气预热温度可达到 450 ~ 750℃,把热空气作为助燃风送入窑炉与燃气进行混合燃烧,大大减少了助燃空气所吸收的热量。考虑到管道及阀门的安全

使用,以及供风系统与原烧嘴的设计能力,在仅更换空气预热器而不对锻造加热炉进行大面积改造的情况下,将空气预热温度控制在 500℃ 以下。

(2) 对原烟道进行局部修整,使碳化硅质陶瓷换热器与烟道内壁紧密贴合,有效防止了漏风现象,提高了热回收率。

(3) 由于换热面积的增加,碳化硅质陶瓷换热器长度比原不锈钢换热器长度加长 700mm,并对换热器的空气管道进出口进行相应改造。

(4) 考虑到换热器长度增加后,烟道排烟阻力将会有所增加,造成炉膛压力升高,因而在改造后的烟道基础侧增加了一个宽 250mm 的备用辅助烟道,用于调节炉膛压力;另外在空气预热器损坏时,可作为备用烟道,而不影响加热炉的正常生产。

3 节能效果

3.1 计算数据

根据工业炉设计手册^[4]中空气预热温度与燃料节约量的关系图可查得,空气预热温度由 300℃ 提高到 500℃ 后,节约燃料率可由 16% 提高至 25%,节约率增加 56.25%。

3.2 实测数据

经过半年的使用,预热空气温度在 460 ~ 490℃ 之间,改造前后的煤气消耗对比数据如下:

(1) 800℃ 保温段,煤气耗量平均下降约 60m³/h,下降 15.7%;

(2) 1230℃ 升温段(以 4h 升至需要温度为例),煤气耗量平均下降约 75m³/h,下降 9.16%;

(3) 1230℃ 保温段,煤气耗量平均下降约 130m³/h,下降 35.12%。

3.3 效益分析

通过对改造后的使用统计,一台加热炉共生产 57 炉次,比改造前共计节约煤气 42.87 万 m³,按正常生产量推算,全年可节约煤气费用 76.48 万元,一台空气预热器的改造的投资在 15 万元左右,半年可收回投资。

4 结论

(1) 采用碳化硅质陶瓷换热器进行高温烟

气的余热利用节能改造,是一种在设备不必进行大改造时的投资小、见效快的节能改造好方法。

(2) 碳化硅质陶瓷换热器具有耐高温、耐腐蚀、长寿命等优点,但也有抗震性差、不易维修等缺点,不适合用于震动大的场合。

(3) 碳化硅质陶瓷换热器因其材质的特殊性,需要现场施工,设备停修时间长。

参 考 文 献

[1] 李贵君,王殿宏. 锻造车间室式燃油加热炉节能改

造[J]. 工业炉, 1999, 21(4): 30-32, 38.

[2] 刘大鹏,武建新. 碳化硅高温陶瓷换热器[J]. 山西化工, 1993, (3): 53-54.

[3] 余继红,江东亮. 碳化硅陶瓷的发展与应用[J]. 陶瓷工程, 1998, 32(3): 3-11, 28.

[4] 王秉铨. 工业炉设计手册(第3版)[M]. 北京: 机械工业出版社, 2010.

赵 艳 编辑

(上接第34页)

的热量,排出的高温锅炉水直接进入连排器内,因体积扩容、压力降低,释放出大量的蒸汽。所放出的蒸汽中大约有85%~95%从连排器顶部排至除氧器内,为除氧器中的软水加热升温,从而热量得以回收和利用。

3.2 经济效益的计算

根据某厂两台产汽量为35t/h的中压蒸汽锅炉实际情况计算。锅炉产汽量压力为4.0MPa,排污率为4%。排污量 $=35 \times 2 \times 4\% = 2.8\text{t/h}$ 。排出高温水的温度为251℃,出口的温度近160℃,查表得比热容为4.87kJ/(kg·K)。根据热交换定律:1t水所放出的热量 $=4.87 \times 1000 \times (251 - 160) = 443170\text{ kJ}$ 。连排器每小时所释放的热量为 $443170 \times 2.8 = 1240876\text{ kJ} \approx 296860\text{ kcal}$ 。每小时可节约的标准煤量为 $296860/7000 = 42.4\text{ kg} = 0.0424\text{ t}$ 。一年可节约371tce。

采用连排器对锅炉中高浓度的炉水进行排污,能有效地回收排出污水中的热量,不仅能把沉积物有效除去,减少循环水的损失,而且节约了能源,避免了大量的热能浪费,达到了节能降耗的目的。

4 结语

汽液两相流疏水型连排器能及时、有效地排

出锅炉汽包中的沉积物,保证锅炉水质符合要求,使锅炉能长期稳定的安全运行。该装置结构简单、操作方便、安全可靠,液位控制准确,使用寿命长,现场检修与运行维护工作量大幅度降低,节省检修费用,减少了现场劳动量。利用了汽液流疏水阀的“汽液式平衡”原理,自动控制调节,省去了复杂的电动和电气等附属设备,安全系数较高。热量回收较好,节约了大量的能源,经济效益好。该新型设备会逐渐取代传统的锅炉连排器,具有广阔的市场前景。

参 考 文 献

[1] 杨锦波. 新型汽液两相流自调节疏水器在电厂的应用[J]. 湖南电力, 2001, (5): 61-62.

[2] 曹杰玉. 锅炉排污率计算方法的研究[J]. 热力发电, 2004, (4): 44-46.

[3] 许兴炜. 锅炉排污的控制与计算[J]. 中国特种设备安全, 2007, 24(3): 64-65.

[4] 王 振. 基于PLC的锅炉供热控制系统的设计[D]. 大连: 大连海事大学, 2008.

[5] 张永照. 工业锅炉[M]. 北京: 机械工业出版社, 1993.

赵 艳 编辑