

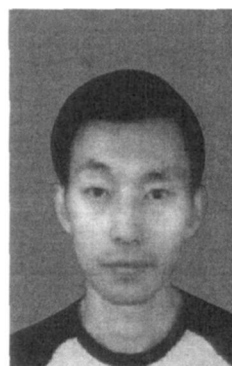
文章编号:1004-8774(2007)05-32-03

10 t/h 循环流化床锅炉改造 提高运行效率

唐凯¹,张仰明²

(1. 哈尔滨铁路局齐齐哈尔房产建筑段, 齐齐哈尔 161000;

2. 哈尔滨铁路局特种设备安全监察室, 哈尔滨 150006)



Technical Reform of 10 t/h CFB Boiler to Improve Energy Conservation

TANG Kai¹, ZHANG Yang-ming²(1. Harbin Railway Bureau in Qiqihar Construction of the Property, Qiqihar
161000, China; 2. Special Equipment Safety Monitoring Room,
Harbin Railway Bureau, Harbin 150006, China)

第一作者:唐凯(1978-),工程师,工程硕士。2001年7月毕业于佳木斯大学机械动力学院,热能工程专业。长期从事锅炉的运用及安装工作。

摘要:介绍了循环流化床锅炉在实际运用过程中的一些问题及改进措施。通过技术改造充分发挥循环流化床锅炉的先进功能,确保循环流化床锅炉节能环保的优势。

关键词:循环流化床锅炉;技术改造;运行效率

中图分类号:TK227 **文献标识码:**B

0 概述

流化燃烧技术的最大特点是燃料在炉内通过物料循环系统循环反复燃烧,使燃料颗粒在炉内滞留时间大大增加直至燃尽,燃烧效率显著提高;还具有燃料适用性广、负荷调节性能好、灰渣便于利用等一般常规锅炉所不具备的优点,因此得到了广泛的应用和推广,特别受到中小型热电厂及工厂企业的青睐。我单位于2004年11月投入运行10 t/h循环流化床锅炉用于供热采暖,在实际运用中,我们同其它用户一样遇到普遍存在的共性问题,就是循环流化床锅炉都不同程度存在着出力不足、磨损严重及炉内结焦等实际问题,不仅达不到循环流化床锅炉的节能效益,而且给使用单位带来很大困难,也直接影响供热单位的信誉。本文就这些问题的改进,为设计、制造、使用单位提供参考。

1 实施治理,提高锅炉运行稳定性

笔者单位使用的10 t/h循环流化床锅炉是开封某锅炉厂生产,该锅炉采用高温旋风分离器,炉膛

为膜式水冷壁结构,尾部采用湿式除尘装置,采用床下木炭点火,入炉煤粒度0~13 mm,设计烟煤发热量3 000 kcal/kg。投产运行以来,发现在设计和结构上存在一些不合理之处,经过不断的探索和实践,通过技术改造和设备治理,逐步得以克服和完善,并取得较好的效果。

1.1 采取措施,解决炉内结焦难题

解决结焦是延长运行周期的关键。提高供热的经济效益和社会效益,离不开锅炉的稳定连续运行。返料器结焦是流化床锅炉经常发生的问题,锅炉一旦出现结焦,轻则降负荷运行,重则停炉清理,少则5至6小时,多则一天。在笔者单位流化床锅炉运行的初期,即从2004年11~12月期间返料器结焦高达25次之多,给供热工作造成了极大的影响。经过多次的观察、分析和研究,终于摸清了结焦的原因:一是返料风量不足,造成返料不畅;二是煤中的细粉末过多,在燃烧过程中,大量的细煤未经燃烧进入返料器中,在返料器中二次燃烧,造成高温结渣;三是煤种变化太大,未能及时发现和调整。针对这一状况,通过改造完成投入运行后,再没出现因返料

收稿日期:2007-06-18

器结焦造成停炉的现象,从而保证了锅炉运行的稳定性。我们采取下列措施:

(1) 加大返料风管的直径,增加返料风量,返料风管由原来 $\phi 89$ mm 更换成 $\phi 133$ mm,同时将原设计 $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的返料热风改造成自然冷风,降低了返料器内温度,解决了返料器结渣的根本问题。

(2) 稳定入炉煤种,改变燃料的颗粒配比,严格按照设计煤种和粒度要求配煤,降低细煤颗粒所占的比例。保持较理想的粒度级配,使炉内有均匀的温度场。

1.2 调整落煤管角度,解决断煤难题

运行初期,我们发现该炉多次出现燃煤在落煤管堵塞的现象,造成断煤,严重影响锅炉的安全经济运行。经过观察发现问题:一是出在落煤管的倾斜角度上,由于角度接近垂直,一旦煤湿,蛟龙会在落煤口处堵塞,根据以上情况我们调整了角度,由直角改为斜角;二是在使用的煤中掺入其它往复炉排锅炉使用中一二风室散落的干燥粉,改善煤质不够干燥的问题。经过以上改造,煤的堵塞现象迎刃而解。

2 实施改造,提高锅炉运行的可靠性

我单位循环流化床锅炉存在的最根本问题是锅炉效率达不到设计值,锅炉最高出力在 8.9 t/h ,平均出力在 8.5 t/h 左右,达不到其额定值,使锅炉的经济性受到严重影响。由于循环流化床运行工况的复杂性,影响这一问题的因素是多方面的。根据实际情况,经过分析和论证,并查找有关资料,我们主要做了以下几点来解决锅炉的效率问题。

2.1 增加循环灰量,提高旋风分离器分离效率

在运行初期,由于缺乏经验,对燃料的粒度要求不甚严格,致使燃料中粗颗粒占有较大比例,细颗粒的份额较小,使锅炉带负荷能力降低。发现问题后我们及时调整入炉燃料的级配,使之达到或接近设计值。调整后炉膛内的温度场趋于更加合理,从而使负荷率大大提高。另一方面,在实际运行中,我们发现旋风分离器的分离效率不是很高,返料灰量较少。由于采用的是高温旋风分离器,其进口尺寸和内部结构直接影响分离器的运行效率,经仔细检查,发现其进口截面尺寸是 $330 \times 500\text{ mm}$,设计值是 $300 \times 450\text{ mm}$,进口截面的增大,使烟气流速降低,分离器效率降低,物料循环灰量大大减少,破坏了炉内的物料平衡,炉膛内的纵向温差达 $120\text{ }^{\circ}\text{C}$,直接影响锅炉的出力。针对这种情况,我们采取了一些补救措施:一是增加了旋风分离器内中心筒的高度,在中心筒下方加宽为 100 mm 的耐热钢板,提高了收

尘效率;二是在中心筒内加 2 块扰流板,增加一个二级分离器,增大循环灰量。

2.2 辅机配置合理,保证循环流化床锅炉出力

锅炉辅机选型不合理不仅影响循环流化床锅炉正常运行,而且严重制约了锅炉的出力。我单位循环流化床锅炉辅机就存在这种问题,在最初设计、安装时,送风机选型较小,一次风量不足,影响流化质量和燃烧,而且由于风量不足,带入稀相区的固体颗粒少,使锅炉带不上负荷。经过我们和制造单位、设计单位共同会诊,由原设计配置的 $9\text{ }000\text{ m}^3/\text{h}$ 调换为 $11\text{ }000\text{ m}^3/\text{h}$ 鼓风机后,问题得以顺利解决,不仅燃烧状态良好,而且达到原设计出力要求。通过以上改造,锅炉的循环灰明显增加,内部的温度场趋于均匀,锅炉的平均出力达到 10 t/h 左右,达到了额定负荷,提高了锅炉的运行可靠性。

3 降低磨损,延长锅炉的使用寿命

循环流化床锅炉的磨损问题,一直是困扰流化床锅炉经济运行和进一步发展的关键问题。锅炉的磨损与固体物料浓度、速度、颗粒特性和流道几何形状等密切相关,流化床锅炉与常规锅炉相比,其炉内物料浓度要高出几十倍到上百倍,流化床锅炉的磨损要比其它类型锅炉严重得多。从磨损的部位来看,主要是炉膛内密相区水冷壁管和尾部对流受热面的飞灰磨损、飞灰对燃烧室与旋风分离器浇注料的磨损。针对不同的磨损机理和不同的磨损部位,我们分别采取不同的防磨措施。

3.1 水冷壁管的磨损

循环流化床锅炉炉膛密相区水冷壁管的磨损主要是在燃烧室浇注料与水冷壁管的结合处,该部位由于物料内循环下滑和物料飞溅造成了局部磨损。运行初期,由于没有采取任何防磨措施,短时间内就发现此部位附近的水冷壁发生大量磨损,金属减薄为 $1\sim 1.5\text{ mm}$,严重影响锅炉的安全运行。为消除这一现象,我们采用耐温、耐磨性能好的铁铝瓷护瓦将磨损部位保护起来,并在已磨损部位用耐磨焊条进行堆焊,加强了这些部位的耐磨性能,使水冷壁管的磨损得以缓解,延长锅炉使用的寿命。

3.2 尾部受热面的磨损

循环流化床锅炉尾部对流受热面的磨损主要是烟气中含有的飞灰颗粒冲刷受热面造成的,虽然循环流化床锅炉装有旋风分离器,但分离器未能捕集而进入尾部烟道的灰浓度仍然很高。而且磨损速率与颗粒速度成 3 次方、与颗粒直径成平方关系,即 δ

$$=KV^3d^2。$$

循环流化床锅炉本身烟气流速较大,飞灰含量又较常规锅炉高,因而造成磨损的强度大,后果也非常严重。在炉膛出口处,由于气、固两种物质的流向转了90°,在锅炉运行一段时间后停炉检查时发现省煤器等部位磨损量相当惊人。省煤器还发生因管壁减薄险些发生爆管事故。我们采取的方法是:

(1)在省煤器等尾部受热面管束的弯头与炉墙间的间隙处易形成烟气走廊的部位加装耐温防磨护板;

(2)在高、低过热器的前两排加装铁铝瓷护瓦(包括弯头);

(3)在高温分离器的出口、高温段过热器的入口部位加一道用高强度耐磨浇注料做成的挡烟墙,用以改变烟气流动方向,减轻烟气对过热器管束的冲刷和磨损,起到了很好的效果。

3.3 耐火材料的耐磨和脱落

笔者单位循环流化床锅炉开始使用的是磷酸盐耐火砖和磷酸盐浇注料,但由于选型时考虑耐火度不够,一旦后半部超温运行时,发生耐火材料脱落事故,脱落的耐火材料又造成返料器堵塞,严重时造成返料器结焦事故。另一方面,由于磷酸盐材料耐磨性能较差,连续运行3个月就会使浇注料磨损5mm,甚至有大坑出现。还由于磷酸盐材料强度偏低,造成浇注部位受热后大面积裂纹和脱落。在总结大量经验教训和对多家浇注料生产厂家考察了解的基础上,我们选用了淄博科鲁公司生产的HF-160型高强度耐磨浇注料,在磨损最严重的炉膛出口进行大规模的改造,取得相当好的效果。目前我们所采用的这种浇注料强度高、耐磨、耐温性能好,经运行近一年没发现有任何问题。

3.4 对出灰、出渣系统进行改造

循环流化床锅炉适合烧劣质煤的特点决定了出灰、渣量大。为了更好地发挥优势,减少对环境的影响,起初我们选择沉降池沉淀落灰,运行初期出灰效果还不错,随着时间的推移,出现越来越多的问题。主要有池子尺寸较小除灰速度慢,满足不了生产需求;同时由于新老灰渣同在一个狭窄的池子内,造成灰、水分离困难,使用期间水的消耗量也十分大。针对这一问题,改变除灰池灰水分离方式以灰水分离碾压机代替沉降除灰。通过使用发现效果很好,运行及维修费用大大降低,用水量每天减少80t,过滤后的净水还可循环使用。

3.5 选用高科技产品,改善环境质量

循环流化床锅炉新建伊始,主要考虑环保的要求,力求对环境污染的影响降到最低限度。因此,我们选用麻石除尘器,运行后,经环保部门测试,锅炉排烟的含尘量降低到国家规定的最低水平以下。同时为了降低二氧化硫对环境的危害,笔者单位采用在入炉煤中掺加石灰石的方法,实践证明这种脱硫方法是一种既经济,又简单,效果显著的脱硫方法。具体来说,就是根据燃煤中含硫量,计算出所应加入石灰石的数量,将计量好的石灰石在与煤混和之前做好粉碎、晾晒等工作,然后加到入炉煤中进入炉膛。由于流化床锅炉是低温燃烧,床温一般控制在880~950℃之间,因而脱硫效果相当明显,根据资料显示,按钙硫比2.5时脱硫效果最佳。二氧化硫在烟气中的含量为 44×10^{-6} 以下。

4 结论

一年多的运行和改造的实践证明,通过对流化床锅炉的改造,取得了可观的经济效益和社会效益。

4.1 改造提高了出力,解决了炉内结渣的问题

循环流化床锅炉的效率由运行初期的75%左右提高到目前的86%,供热煤耗大幅度降低,为笔者单位节能效益和提高供热信誉作出了贡献,年焚火期节约用煤1900t,节约用水12000t。通过改造,提高了锅炉的出力,解决了炉内结渣,提高了运行的稳定性和可靠性,发挥了循环流化床锅炉的整体功能。

4.2 锅炉的运行周期明显延长

在改造前,最长运行为5天。经过改造后,锅炉的连续运行周期达3个月,并且由于最大限度降低了锅炉的磨损,使锅炉受热面的使用寿命得以提高,维修费用大幅度降低。原来每次结焦后重新起炉所消耗的木炭及燃料,预计原材料损失在1500元左右,给供热工作也带来相应的能源等多方面消耗。现仅一个焚火期6个月在此方面节约开支近5万元。

4.3 循环流化床锅炉的经济安全运行

由于循环流化床锅炉经济安全运行,为我单位集中供热提供了强有力的保证,原采暖方式为2台10t/h往复锅炉同时运行,现仅为1台10t/h循环流化锅炉独立供热,有力地推动了资源综合利用和环境保护工作的开展。耗煤、排烟及除渣量大为减少,给环境造成的污染也大为降低,烟气中污染物均达到合格排放标准以下。产生的固体剩余残渣物质

(下转第40页)

有瞬间的提高,其基体温度在喷涂时保持在 150~180℃,对管屏基本无影响,管屏无变形。喷涂完成后,对涂层外观检查,涂层表面致密、均匀、颗粒细小,无起皮、鼓泡、大溶滴、裂纹、掉块及其他影响涂层使用的缺陷。

4 超音速电弧喷涂应用实例

水冷壁采用超音速电弧喷涂镍铬合金的锅炉有两台在平顶山某公司运行、一台在安阳某公司运行,从 2006 年春至今经过近一年的运行,对喷涂区水冷壁管外观检查,发现其涂层完好,未见裂纹、起皮、脱落等任何宏观缺陷,也未因腐蚀或磨损原因造成管子宏观缺陷。

5 结论

相比传统的火焰喷涂方法,利用超音速电弧喷

涂,选择合适的涂层材料,妥善解决了以前火焰喷涂中存在的管屏喷涂涂层易脱落、喷涂后变形必须校正的难题,避免了火焰热喷涂的管屏死角问题,并且提高了生产效率,降低了喷涂的直接成本。通过我们使用不同喷涂方法在不同管屏上应用对比证明,利用超音速电弧喷涂高镍高铬涂层,使水冷壁管外表面基本不受损伤,可以大大延长水冷壁管的使用寿命,节省材料更换费用及维修费用,减少了非计划停炉,达到了很好的效果。

参考文献

- [1]朱子新,涂滨士.电站锅炉管道高温蚀磨损和涂层防护技术[J].中国电力,2001,(12).
- [2]黎明.热喷涂技术在火电厂中的应用[DB/OL].http://gm.newmaker.com/art_3697.html. 2004-12-10.

(上接第 20 页)

灰渣含碳量;提高锅炉热效率,尤其对细末含量高的煤配分层给煤斗更有必要。

5 锅炉的运行调整

(1)由于劣质煤的热值很低,所以即使锅炉低负荷运行时,也应保持较厚的煤层并将炉排转速调慢,这样才能保证煤层有较大的蓄热能力,这对及早着火是有利的。

(2)每班应及时到位地清除炉排下的漏煤和漏灰,每班应打开各受热面的放灰门,清净所有积灰。

6 结语

要高效、经济、稳定地在层燃炉上燃烧高灰分、

低热值劣质烟煤,应根据煤质的具体情况作相应的设计调整,这对锅炉用户的运行经济性和节能降耗是大有助益的。

参考文献

- [1]哈尔滨工业大学热能工程教研室.小型锅炉设计与改装(第二版)[M].北京:科学出版社.
- [2]冯俊凯,沈幼庭,杨瑞昌.锅炉原理及计算(第三版)[M].北京:科学出版社.
- [3]袁福林,等.型煤质量对锅炉运行经济性的影响[J].节能技术,2006,(5).

(上接第 34 页)

可用于建筑材料的加工,使废物变宝,既为我们解决了灰渣的存放问题,又为我们带来了进一步的经济效益。

参考文献

- [1]赵浮,汪安琪.蒸汽流化床煤气常规组分及污染物的采样分析方法研究[J].公用科技,1996,12(4):19.
- [2]刘德昌.流化床燃烧技术的工业应用[J].北京:中国电力出版社,1999.

- [3]刘德昌,陈汉平,等.流化床锅炉灰渣冷却器概述[J].工业锅炉,1993,(1):25-27.
- [4]刘焕彩.流化床锅炉原理与设计[M].华中理工大学出版社,1988.
- [5]祝兴久.关于循环流化床锅炉的几个问题,[A].循环流化床锅炉学术交流会议论文选编[C].1993.
- [6]刘明月,张杰.YG-75/5.29型循环流化床锅炉的试运行[A].循环流化床锅炉学术交流会议论文选[C].1993.