

降低蚌埠电厂二期空预器漏风率的措施探讨

Measures to Reduce the Air Leakage Rate of the Second Phase Air Preheater in Bengbu Power Plant

王圣宾

Shengbin Wang

国家能源集团蚌埠发电有限公司
中国·安徽 蚌埠 233000
CHN Energy Bengbu Power Generation Co., Ltd.,
Bengbu, Anhui, 233000, China

【摘要】国家能源集团蚌埠电厂二期工程将空气预热器(以下简称空预器)由三分仓更改设计为四分仓,并对各个部位密封及冷端材料选用、安装等方面进行了优化的改造,以期达到进一步降低空预器的漏风率。

【Abstract】In the second phase of Bengbu Power Plant, the air preheater is designed as the four storehouse rather than three storehouse, the modification of the sealing, cold end material selection and installation of each part are carried out, so as to achieve the effect of further reducing the air leakage rate of the air preheater.

【关键词】四分仓;密封;漏风率;防堵

【Keywords】four storehouse seal; air leakage rate; prevent plugging

【DOI】10.36012/peti.v2i1.1296

1 引言

回转式空气预热器是一种以逆流方式运行的再生式热交换器。加工成特殊波纹的金属蓄热元件被紧密地放置在转子扇形隔仓格内,转子以一定的转速旋转,其左右两部分分别为烟气和空气通道。空气侧又分为一次风通道和二次风通道^[1]。当烟气流经转子时,烟气将热量释放给蓄热元件,烟气温度降低;当蓄热元件旋转到空气侧时,又将热量释放给空气,空气温度升高。如此周而复始地循环,实现烟气与空气的热交换。

国电蚌埠电厂二期锅炉为东方锅炉厂生产的 660MW 等级超超临界、二次中间再热直流炉,Π 型布置、单炉膛、尾部三烟道、对冲燃烧、烟气调节挡板调温、平衡通风、露天布置、固态排渣、全钢构架、全悬吊结构。空预器创新设计为四分仓容克式空气预热器,每台锅炉配备两台。

2 漏风的危害

空预器漏风严重,导致一、二次风压降低,为了维持制粉系统出力(尤其是高负荷阶段,总煤量大),必然开大一次风机和送风机动叶。增加一次风机和送风机出力后,一、二次风更严重地漏入烟气侧,导致引风机出力必然增大。造成厂用电上升、高负荷引风机调节裕量不足等问题。

3 原因分析

因其独特的结构设计,回转式空气预热器的漏风主要分为

由烟风压差及密封间隙引起的压差漏风和由空预器运转引起的携带漏风。其中,压差漏风约占 75~80%。在大型电厂锅炉风烟系统的布置形式中,一次风压头非常高(一般为 6~9kPa),由此所引起的空预器一、二次风及烟气侧压差漏风非常大。

另外一个影响空预器漏风率的因素是空预器堵灰。空预器冷端温度较低,容易产生结露,形成弱酸后对换热元件材料进行腐蚀并粘结积灰。同时,锅炉尾部烟气脱硝后形成的硫酸氢铵容易粘附在冷端换热元件表面,从而发生铵盐堵塞。若空预器堵灰,为维持炉膛的负压和燃烧风压、风量,必需提高引风机、送风机、一次风机的出力,即增加空预器烟气侧、空气侧入口的负压和正压,从而增大空气、烟气侧的压差,以至漏风量增大。

4 降低空预器漏风措施优化

4.1 设计方面

第一,采用四分仓结构。风压相对较低的两个二次风通道将风压高的一次风通道夹于中间以减少漏风。结构如图 1、图 2 所示;常规三分仓空预器与四分仓空预器漏风对比如图 3 所示;假定三分仓与四分仓的密封间隙相等,空预器直接漏风量与压差、间隙之间的关系为:

$$Q=457K \times A \times (Pp)^{1/2} \quad (1)$$

式中:K—系数;A—泄漏面积;P—压差;p—气压、风压、海拔修正系数。

一次风的漏风量的比较:一次风与烟侧的压差大于一次

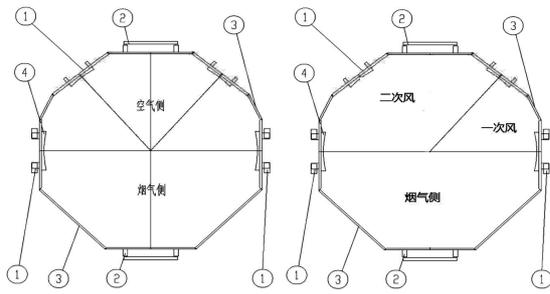


图1 四分仓空预器 图2 常规三分仓空预器

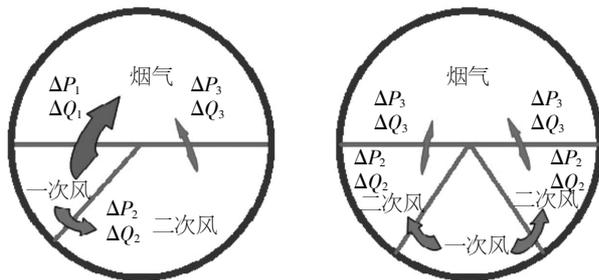


图3 常规三分仓空预器与四分仓空预器漏风对比

注:箭头的粗细代表压差的大小,指向代表漏风方向。

风与二次风的压差,所以一次风向烟气侧的漏风量大于一次风向二次风的漏风量。即由于 $Q_1 > Q_3$, 所以 $Q_1 + Q_3 > 2Q_3$ 。四分仓空预器一次风的漏风量小于三分仓空预器一次风的漏风量。

整台空预器的漏风量比较:在泄漏面积一样的情况下,一次风与烟侧的压差大于一次风与二次风的压差,所以一次风向烟气侧的漏风量大于一次风向二次风的漏风量。即由于 $Q_1 > Q_2$, 所以 $Q_1 + Q_2 > 2Q_2$ 。四分仓空预器的漏风量小于三分仓空预器的漏风量。

第二,三密封技术。为了防止空气向烟气侧泄漏,在转子上、下端半径方向,外侧轴线方向以及圆周方向分别设有径向、轴向及旁路密封装置。径向密封片与扇形板构成径向密封,轴向密封片与轴向密封装置构成轴向密封,所有这些密封结构联合形成了一个连续封闭的密封系统。实质是确保在转子旋转的任何时候,密封面上都有密封片参与密封,减少密封片两侧的压差,从而达到降低漏风的目的。

与双密封结构类似,三密封结构就是在任何时候都有三道密封片与密封板相接触,形成三道密封。三密封结构可通过增加扇形板或密封弧板的角度来实现,转子仓格数由于受到制造和安装空间限制保持不变,即转子仓格数仍为48,密封板角度由 15° 加宽到 22.5° 。经过公式推导得出,每道密封片两端的压差为风烟压差的 $1/3$,直接漏风大幅度降低。三密封结构能够比双密封结构减少18%左右的直接漏风。

第三,采用柔性接触多重三叉密封。在原有密封的基础上,再增加一道密封,该密封片利用材料良好的弹性变形性能

来减小空预器转子变形后产生的漏风间隙,从而达到降低空预器漏风的目的。该密封装置,相对于其它柔性密封,结构简单,安装方便,但是,由于空预器内部环境粉尘堆积和结垢不可避免,采用合页加弹簧的往复动作机构进行密封存在先天缺陷,无法回避积灰和结垢带来的机构卡死问题,弹簧寿命短,不具备在恶劣环境下长期保证机构往复动作的能力。

第四,旁路密封设计优化。常规的空预器,在转子外圈上下两端设有一圈旁路密封装置,防止烟气或空气在转子与壳体之间“短路”,同时它作为轴向密封的第一道防线,也起到了一定的密封作用。可在冷端旁路密封外侧增加一道起防护、导流作用的密封板,减少空预器的旁路漏风量,增强空预器的换热效果,同时减少空预器轴向漏风。

4.2 空预器制造及安装方面

4.2.1 制造方面

根据回转式空气预热器的密封工作原理,明确空预器漏风控制的关键部件:扇形板、密封片、仓格、轴向密封弧板及“T”型钢“L”型钢的平面度、直线度和圆弧R等形位公差,提高关键密封部件的制造精度。

①扇形板。扇形板上需要机械加工的表面,必须在扇形板整体热处理后进行机械加工,底板机械加工后任意一平方米内平面度不超过 0.5mm ,底板总平面度不大于 1mm 。应采用不小于 2000mm 长的标尺进行检查,并符合图样要求。扇形板大端弧形R尺寸必须用样板检查,样板长度不低于 1500mm ,样板与弧形之间的最大间隙:弧长在 2000mm 以内的为 1.5mm ;弧长在 $2000\sim 3000\text{mm}$ 为 2.0mm ;弧长在 3000mm 以上为 2.5mm 。扇形板侧板和弧形板与底板垂直度必须采用角尺检查,保证垂直度不超过 1.5mm 。

②轴向密封弧板。轴向密封弧板弧形R尺寸必须采用样板进行检查,样板长度不低于 1500mm ,样板与弧形板之间的最大间隙:弧长在 2000mm 以内的为 1.5mm ;弧长在 $2000\sim 3000\text{mm}$ 为 2.0mm ;弧长在 3000mm 以上的为 2.5mm 。轴向密封弧板沿长度方向的直线度为公差每米 $\leq 0.5\text{mm}$,总长直线度 $\leq 2\text{mm}$ 。

③密封片。密封片沿长度方向的直线度为 1mm ;宽度方向边缘与长度方向边缘的垂直度为 1mm ,密封片外形和孔的定位尺寸公差为 $\pm 1.5\text{mm}$,密封片边缘必须去除毛刺。

④冷端蓄热元件。空气预热器冷端蓄热元件高度布置为 1050mm 且采用搪瓷元件,使得在任何负荷下将硫酸氢氨易沉积的温度区域设计在单层的冷端传热元件区域,这样可以有效降低硫酸氢氨对空预器的影响。

(下转第52页)

轴承座装配质量、提高工作辊轴承座滑板与牌坊窗口滑板间隙控制精度、提高轧辊扁头加工精度、优化和改进铜滑块润滑和冷却方式四个方面进行了研究攻关，彻底解决了粗轧工作辊及传动轴窜动问题。

避免输送辊道抱死对板带下表面产生划伤的技术主要有以下三个。①替代辊道(辊道输送装置的替代辊道,专利号:201120057107.1)。如图1所示,可使得带钢通过时可与第一层流辊道、替代辊道和第五层流辊道接触而与故障辊道不接触完成卷取过程。②可快速降低辊面标高的过桥辊轴承座(一种热轧板带输送辊的过桥辊轴承座,专利号:201120057106.7)是一种可快速降低辊面标高的过桥辊轴承座,实现辊道抱死事故的快速处理。③可快速降低辊面标高的机架辊轴承座。具体改造方案为:将现有轴承座的内空直径加大;设计开发的可调偏心套;在轴承座的顶部开一长槽用于调整偏心套,正常运行的情况下,所开长槽被专用的密封盖封堵,以防异物进入。

除了上述优化措施外还开发了卷取机助卷辊在线抛光器,可实现卷取机助卷辊的在线抛光。开发了轻载辊道导向环,解决空托盘掉道事故。

4 结语

“邯钢 2250mm 宽带钢热连轧高效化生产技术集成与创

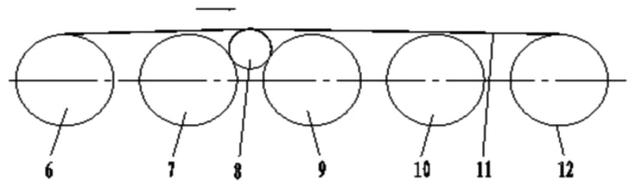


图1 替代辊道使用状态图

注:6 第一层流辊;7 第二层流辊;8 替代辊;9 第三层流辊;10 故障辊;11 带钢;12 第五层流辊。

新”项目的成功实施,通过系统的研究和攻关,解决了制约2250热轧生产线产能发挥、产品质量提升和安全生产顺行方面的诸多技术难题,成功实现了中国最宽2250mm热轧生产线的装备升级。项目研发过程中形成了多项具有自主知识产权的关键创新技术,在邯钢2250mm热轧生产线成功应用后,进一步提高了邯钢热轧系列产品的质量水平和竞争力。该项目整体技术达到了国际先进水平,为中国同类型热轧生产线提供了值得借鉴的成功经验。

参考文献

[1]陈金山.带钢冷连轧过程数学模型与控制系统研究[D].沈阳:东北大学,2015.

(上接第44页)

⑤吹灰和冲洗。针对烟气脱硝后空预器易产生硫酸氢铵堵塞的现象,在空预器冷端设置半伸缩式双介质吹灰器,热端设置蒸汽吹灰器,设计采用350℃、压力1.58MPa的蒸汽为吹灰汽源及15MPa高压冲洗水,从而预防堵塞的发生。

4.2.2 安装方面

因空预器一般为电厂施工现场安装,所以现场安装水平直接决定了设备正常运行后的各个部位的密封情况,进而影响漏风率。安装前,安装人员必须进行安装准备,熟悉安装图纸、技术要求、有关说明书等技术文件,理解设计意图,进行有效的施工组织和编制合理的施工方案。安装施工前,安装单位应根据本工程锅炉设备的特点、现场起吊机具、现场施工场地等条件制定详细的施工组织计划,使安装工作能顺利进行。安装过程中,各相关单位应及时进行检查验收,上一工序未经检查验收合格,不得进行下一工序施工。

4.3 空预器调试及验收方面

第一,强化调试过程。严格落实《火电工程调试作业标准典型手册》《精细化调试质量控制指导意见》等,对空预器制定

细致的调试计划,作为重点进行精细化调试,保证正常运行前现场各个环节可控在控,各部分密封达到设计值。经过热态运行冷却后,对轴向、径向、旁路密封进行实测,与安装时的原始数据进行对比,对有变化的密封片根据实际情况进行调整。

第二,性能验收方面。空预器漏风测试现场条件,直接影响到测试结果。针对现场出现的进、出口氧量测点距离空预器较远、中间烟道及膨胀节可能存在漏风,导致漏风测试结果大于空预器实际漏风的情况,可在合适的位置布置氧量测点,减少由测点位置引起的测量误差。

5 结论

蚌埠电厂二期工程空预器从设计、制造及安装、现场调试等各方面入手,采取了多种可行措施(四分仓、三密封等)。BMCR工况下漏风率4.3%,优于行业标准。

参考文献

[1]李青,公维平.火力发电厂节能和指标管理技术编著[M].北京:中国电力出版社,2009.