

300MW 燃煤锅炉热风系统积灰分析及其治理

The Ash Accumulation Analysis and Its Treatment of Thermal Wind System in 300MW Coal-Fired Boiler

赵寄龙

Jilong Zhao

中煤华晋集团晋城热电有限公司发电运行部

中国·山西 晋城 048026

China Coal Huajin Group Jincheng Thermal Power Co., Ltd., Power Generation Operations Department, Jincheng, Shanxi, 048026, China

【摘要】 论文结合现场实际情况及其运行调整,对中煤华晋集团晋城热电有限公司 300MW 燃煤锅炉热风系统积灰所产生危害进行描述,造成积灰原因分析,并对解决这一问题的方法、过程及其治理后的效果进行了详细的阐述。

【Abstract】 In this paper, combined with the actual situation in site and its operation adjustment, this paper describes the hazards caused by the ash accumulation of 300MW coal-fired boiler heat and wind system of Jincheng Thermal Power Co., Ltd. of China Coal Huajin Group, and analyzes the causes of ash accumulation, and elaborates the method, process and effect of solving

【关键词】 锅炉;热风系统积灰;治理

【Keywords】 boiler; hot air system ash accumulation; treatment

【DOI】 10.36012/etr.v1i2.259

1 引言

中煤华晋集团晋城热电有限公司 2×300MW 机组采用 B&WB-1065/17.5-M 型锅炉,由中国北京巴布科克·威尔科克斯有限公司生产。锅炉为单炉膛,平衡通风,中间一次再热,亚临界参数,自然循环单汽包锅炉。设计及校核煤种均为晋城无烟煤¹。采用 4 台双进双出钢球磨正压直吹式制粉系统, W 形火焰燃烧方式。在尾部竖井下设置 2 台三分仓回转式空气预热器,空预器低温段采用搪瓷元件,增加防腐性能。为实现超低排放中煤华晋集团晋城公司对锅炉燃烧器进行改造,并增加了 SCR 脱硝系统。系统改造后机组运行一段时间出现空预器差压增大,热风管道的积灰,磨煤机热风管道的弯头处磨损严重,出现漏风二次风箱内积粉、风量测点堵塞等现象,影响机组安全、稳定运行。

2 热风系统积灰的现象及危害

2.1 对制粉系统影响

检修时打开热一次风、热二次风风管特别是弯头部位,阀门附近及其管道末端存在大量积灰,这些积灰有些以沙粒颗粒状存在,这些沙粒状物体可磨系数高,导致正常运行过程中磨煤机旁路风、容量风管道入口弯头处磨损严重,致使制粉系统漏风严重,磨煤机分离器出口管道,磨煤机粉管弯头等处造成不同程度磨损,导致锅炉制粉系统漏风、漏灰,造成锅炉地面积灰、积粉,对设备安全、人员的健康造成损害。为防止制粉系统漏风、漏粉则选用耐磨性能较好的钢管及其阀门以及人

工经常性清扫,进而增加设备维修成本和人工成本,造成设备的有效利用小时数降低。由于管道积灰严重导致磨煤机的通风出力降低,送风机、一次风机电耗的增加,锅炉的效率下降,影响全厂的经济指标。

2.2 对风量测量管道的影响

由于送风管道存在积灰,机组运行时,二次风箱不断积灰,积到一定程度,造成风箱内风量测量管路堵塞,致使正常运行过程中送风量测点测量风量大幅波动。自动调节工况下,由于送风量大幅波动导致送风机动叶来回摆动,使得整个锅炉风量大幅波动,影响锅炉燃烧调节,严重时影响机组的安全稳定运行。由于经常送风量测量管路堵塞,要求热控人员对其管路进行经常性清扫,增加人力成本。再进行吹扫时对其测点进行强制,对机组的安全性产生一定影响。

3 热风系统积灰的原因分析

3.1 脱硝反应器出口风速降低

为降低烟气中氮氧化物含量,满足环保要求,中煤华晋集团晋城热电有限公司在原有的锅炉系统上增加 1 套脱硝系统。为增加降低脱氮效果,实现氮氧化物的超低排放,布置层数由原来 2 层变为 3 层。脱硝催化剂结构大多都是蜂窝状,由于布置层数多,风阻相对较大,烟气带灰能力相对下降,再者空预器结构也是蓄热板相互拼接,类似蜂窝状,烟气经过时进一步降低烟气流速,在脱硝反应区出口空预器入口处大量的灰量不断聚集,增加空预器除灰负担。如果空预器内部积灰未能及时清理,则会导致空预器上部积灰严重,致使空预器差压

增大,导致空预器漏风加重,漏风系数增大,积灰不断从烟气测漏往热一次风、热二次风送风仓室,致使热风管道大量进灰,导致热风管道积灰,致使制粉系统磨损,二次风箱积灰风量测量管路堵塞情况的发生。

3.2 空预器黏附硫酸氢铵(NH_4HSO_4)影响

目前,SCR 是火电机组脱除燃煤烟气中氮氧化物的重要方法,因其高效可靠的特点,是唯一实现大规模商业化应用的脱硝技术。由于现场实际复杂性,喷氨流场不均匀,所布置测点不均匀,燃烧调整变化性,致使有过量的氨气未能反应,导致氨逃逸增加,而燃煤中的硫分,在燃烧过程以及 SCR 催化剂的作用下会生成 SO_3 ,两者极易发生反应生成硫酸氢铵。硫酸氢铵熔点为 147°C ,具有酸性和强黏性。烟气从 SCR 进入空预器后,随着温度的降低,硫酸氢铵逐渐凝结在换热器表面,并不断捕捉烟气中的灰颗粒,进而导致空预器堵塞^[9]。由于硫酸氢铵的物理特性,温度低时黏度大、易吸附沉积,温度高时变成干状晶体颗粒,黏度降低,易分解的特性,空预器堵塞使得空预器漏风增大,导致空预器上部积灰吹至热风系统。由于下部空预器硫酸氢铵黏附严重,空预器上部高温段 NH_4HSO_4 晶体颗粒吹经空预器热风仓吹至热风系统,导致热风管道积灰,致使制粉系统磨损,二次风箱积灰风量测量管路堵塞。

3.3 空预器蒸汽参数未达到设计参数,压力过高

目前,绝大部分火电机组空预器低温段受热面加重搪瓷元件,增加空预器抗腐蚀性能^[9],搪瓷能有效降低低温腐蚀延长空预器寿命,降低硫酸氢铵的结垢速率,如因吹灰压力过高、吹灰过于频繁或吹灰压力如果疏水不畅或者时间过短,空预器吹灰蒸汽过热度不足蒸汽带水等原因将损坏搪瓷元件表层,不仅也会将造成空预器搪瓷原件损坏,抗腐蚀性能失效,而且使得空预器腐蚀加剧,加重空预器堵塞情况。由于搪瓷材料质地坚硬,可耐磨系数高,由于空预器漏风或者堵塞则会使得搪瓷材料经空预器进入热风系统,导致热风管道积灰,致使制粉系统磨损,二次风箱积灰风量测量管路堵塞情况的发生。

4 热风系统积灰治理过程

热风系统积灰的产生主要是由于空预器堵塞,导致空预器漏风系数增大,空预器上部积灰漏入空预器热风仓,以及空预器内部受热面附着黏性颗粒以及搪瓷元件损坏,通过热风携带进入热风系统,导致热风管道积灰,致使制粉系统磨损,二次风箱积灰风量测量管路堵塞。所以要想治理则从预防空预器堵塞,减少搪瓷元件损坏,减少空预器漏风方向治理。具体措施如下。

4.1 脱硝至空预器入口加装集灰斗仓泵系统

类似于省煤器输灰仓泵系统,在脱硝反应器出口至空预器入口处增加 1 套脱硝集灰仓泵系统,收集经过脱硝催化剂后风速下降聚集滞留大颗粒积灰,根据集灰仓料位采用自动输灰装置或者定期气力除灰对其进行输灰清理,发现仓斗料位高时及时清理,减少空预器上部积灰的聚集,一方面,减少漏入空预器热风仓灰量,灰量减少则会热风管道积灰,致使制粉系统磨损,二次风箱积灰风量测量管路堵塞。另一方面,减轻空预器吹灰的负担,预防减少空预器堵塞风险,从而减少空预器漏风,进一步减少积灰漏入空预器热风仓可能,使得进入热风系统灰量明显减少。

4.2 在脱硝入口处加装烟气除硫装置

空预器堵塞,漏风系数的增大且难于处理最主要的原因便是硫酸氢铵(NH_4HSO_4)的影响,硫酸氢铵物理特性低温段极易黏附受热面,再和流经空预器粉尘吸附结合,形成小块,造成空预器堵塞。如何减少硫酸氢铵(NH_4HSO_4)的产生则从源头处理减少脱硝入口烟气的含硫量,减少 SO_2 、 SO_3 含量,从而控制减少硫酸氢铵(NH_4HSO_4)的产生。目前,常用手段在脱硝入口加装 1 套烟气除硫装置,现主要通过向脱硝反应器入口烟气侧喷洒 NaHCO_3 稀溶液,通过化学反应减少烟气中的 SO_2 、 SO_3 的含量,减少硫酸氢铵(NH_4HSO_4)的产生,进一步预防空预器的堵塞,减少空预器漏风。

4.3 运行调整过程中防止氨逃逸率过高

运行中优化对喷氨的调整,首先,以改造成低氮喷燃器或者煤种掺烧,通过锅炉炉膛配风,优化分级燃烧效果,从燃烧控制方面从源头上减少 NO_x 产生,减少烟气中 NO_x 含量,减少炉膛入口 NO_x 形成量,减轻脱硝反应器的除 NO_x 的压力;其次,在满足环保要求前提下尽量提高反应器出口 NO_x 的含量,减少脱硝反应区入口喷氨量,防止过喷导致氨逃逸率的上升,减少硫酸氢铵产生,从而预防空预器的堵塞,减少空预器漏风。

4.4 加强省煤器仓泵疏灰系统的日常监视和管理

锅炉日常运行中加强省煤器灰斗料位的监视和控制,一旦发生高料位自动情况无法疏灰情况,立即采用手动疏灰及时消除高料位。对省煤器疏灰仓泵有缺陷时及时消缺,特别是疏灰动力气源故障等情况防止高料位的发生。同时,利用停炉机会核对省煤器灰斗的真实料位,防止省煤器输灰效果差,造成大颗粒灰进入 SCR 和空预器,造成堵塞和磨损加剧现象。

4.5 严格执行锅炉的吹灰制度

根据实际情况合格的安排各个锅炉受热面、空预器吹灰且吹灰蒸汽疏水温度要保证足够的过热度。严格执行锅炉的吹灰制度,按照锅炉正常吹灰顺序进行吹灰,防止交叉影响吹灰效果。运行值班人员要根据煤种灰分、减温水量、机组负荷、受热面积灰严重程度,结合排烟温度高低,空预器差压大小情况,及时进行吹灰,防止炉内灰量增大,受热面积灰加重。控制吹灰的压力和吹灰的次数,满足吹灰压力的前提下,吹灰压离越低越好,减少对设备特别是空预器搪瓷元件的损坏。吹灰时吹灰疏水程序控制采用时间判断和远方/就地疏水测温的控制方式,确保吹灰蒸汽有足够的过热度,防止蒸汽带水对受热面冲刷腐蚀损坏。

4.6 优化喷氨流场,使得喷氨喷洒均匀

利用机组停机机会对喷氨喷头检查和布置方式进行优化整改,检查喷头是否存在堵塞,布置是否合理。利用专业的测量工具,对喷氨流场进行优化,使得氨水喷洒均匀,避免死区存在,喷氨更加均匀,全面覆盖。对 NO_x 测量点要多布置,监视各个流场的情况,更加有效的监视 SCR 反应区内 NO_x 含量的变化,防止局部喷氨过多造成 SRC 反应区逃逸率上升,使得硫酸氢铵量产生过多,造成空预器堵塞加剧,漏风增大。

4.7 做好脱销催化剂检测和维护管理

锅炉检修专业负责人建立各炉催化剂台账和档案,对催化剂进行全寿命管理,利用停机机会检查催化剂的堵塞情况以及催化剂的损坏程度,再次做好外送催化剂实块化验工作,及时掌握催化剂寿命和效率,对板结堵塞的催化剂进行清洗清理,对失效催化剂提前进行更换,确保脱销系统效率高效运行。减少氨逃逸率增加,避免硫酸氢铵量产生过多,造成空预器堵塞加剧,漏风增大。

4.8 降低减少空预器受热面硫酸氢铵,预防空预器堵塞

经过最近几年各个电厂增加脱销系统后,空预器差压易于堵塞成为普遍共性问题,而造成空预器堵塞且难于清理的最主要的原因则是烟气中所含硫酸氢铵。由于硫酸氢铵本身的物理特性当温度低时黏度大、易吸附沉积,当温度高时变成干状粉末黏度降低,易分解的特性,通过提高空预器排烟温度进行化解空预器受热面硫酸氢铵,预防因硫酸氢铵导致造成空预器堵塞加剧,防止因空预器堵塞,进而造成漏风增大是目前各个电厂常用手段之一。目前,我厂主要是利用偏两侧送风机、一次风机出力提高单侧排烟温度,使得黏附在空预器低温段硫酸氢铵分解,从而降低空预器的差压,该方法主要是对硫酸氢铵原因导致造成空预器堵塞进行治理。经过最近几年的

不断实践,空预器差压控制在可控水平,空预器的堵塞治理情况得到较好治理。

4.9 制粉系统易磨损部位改造

由于不可能完全清除空预器漏入热风仓积灰,利用停机对制粉系统磨煤机旁路风、容量风管道入口管道及其弯头处,以及磨煤机分离器出口管道,磨煤机粉管弯头等处进行改造,加装耐磨钢管或者增加搪瓷原件增加其耐磨性,延长管路的使用寿命,减少制粉系统漏风、漏粉的发生。

5 治理效果

经过最近 2 年的系统改造和运行调整,在采用上述措施后热风管道积粉、磨煤机热风管道阀门入口弯头处磨损、二次风箱内积灰风量测点堵塞等情况得到很好的治理,空预器堵塞情况得到很好的控制,空预器差压控制在合理水平,空预器漏风量明显减少,一次风机出力明显增强、高负荷带负荷能力明显增强,整体风机电耗下降,机组效率明显提高,使得锅炉安全性,经济性有了明显的提高。

6 遗留问题及建议

首先,利用提高空预器排烟温度化解硫酸氢铵,预防减少空预器堵塞情况实际应用效果良好,但排烟温度的提高使得锅炉的排烟热损失增大,锅炉的效率降低。还有些厂使用布袋除尘,对排烟温度要求有严格的限制,防止布袋除尘着火,这种措施不太适用。目前,脱硫系统吸收塔普遍采用高分子板,对抗腐蚀有优良特性,但这种高分子材料对温度要求也有一定限制,对此为达到降低硫酸氢铵目的提高排烟温度,这需要排烟温度需控制在合理范围,防止吸收塔着火,导致其他事故发生。

其次,利用偏两侧风机出力抬高一侧空预器排烟温度同时,另一侧排烟温度由于风量加大受热面蓄热能力是一定的,出口排烟温度则会不同程度的降低,温度降低将导致空预器低温腐蚀增加,更会加剧硫酸氢铵的黏附致使另一侧空预器堵塞的加剧,这时候利用暖风器或者烟气再循环的方法尽量提高另一侧空预器入口风温,减轻送风的吸热量,进而抬高另一侧的排烟温度,减少对侧的喷氨量,防止硫酸氢铵聚集,从而减轻该侧空预器堵塞情况。

参考文献

[1]刘海啸.硫酸氢铵造成的空预器堵塞治理对策研究[D].北京:华北电力大学,2017.

[2]韩志成,曾衍锋.空气预热器堵灰原因分析及预防措施[J].电力设备,2008(6):23-25.

[3]徐党旗,侯逊.暖风器集箱系统并联管组流量偏差因素的研究[J].中国电力,2018,51(2):56-57.