

DOI:10.3969/j.issn.1674-1951.2019.08.014

超低排放改造后环保设备出现的问题及处理

Problems and countermeasures of environmental protection equipment
after ultra-low emission transformation

朱雪平
ZHU Xueping

(上海华电电力发展有限公司望亭发电分公司,江苏 苏州 215155)
(Wangting Power Generation Company, Shanghai Huadian Electric Power Development
Company Limited, Suzhou, 215155, China)

摘 要:根据环境保护部、国家发展和改革委员会、国家能源局印发的相关文件要求,火电厂对燃煤机组进行超低排放改造,改造后脱硫脱硝除尘器系统设备会出现循环泵振动、合金托盘碎裂、脱硝催化剂局部吹损、低低温换热器磨损腐蚀及除尘器频繁故障等问题,列出了脱硫、脱硝、低低温换热器及除尘器等环保设备改造后发生的一些问题,对问题发生的原因进行了分析,并提出了合理布置新增循环泵的吸入口位置、脱硫系统恢复运行前及时投用氧化风机以防风管喷口积浆堵塞等解决方法,供业内同行借鉴,以期改善环保设备的运行状况,保证满足超低排放的环保要求。

关键词:火电厂;超低排放;环保设备;循环泵;脱硝催化剂;脱硫系统

中图分类号:X 773 **文献标志码:**B **文章编号:**1674-1951(2019)08-0061-04

Abstract:According to the requirements issued by Ministry of Environmental Protection, Development and Reform Commission and Energy Bureau, ultra-low emission transformation on coal-fired power plant was carried out. After transformation, there are circulating pump vibration, alloy tray fragmentation, partial blow-off of denitrification catalyst, abrasion and corrosion of low-low temperature heat exchanger and frequent failures of dust collector in desulfurization and denitrification dust collector system. Problems in desulfurization and denitrification devices, low-low temperature heat exchanger and dust collector after the transformation are listed. By analyzing, a reasonable location for suction end of circulating pump is added, and an oxidation fan is put into use before the operation of desulfurization system to prevent the slurry clogging at exhaust gas nozzles. The countermeasures are provided for the reference of the industry peers, in order to improve the operation of environmental protection equipment and to meet the environmental requirements of ultra-low emissions.

Keywords:coal-fired power plant; ultra-low emission transformation; environmental protection equipment; circulating pump; denitrification catalyst; desulfurization system

0 引言

2015 年 12 月 11 日,环境保护部、国家发展和改革委员会、国家能源局印发的《全面实施燃煤电厂超低排放和节能改造工作方案》要求:到 2020 年,全国所有具备改造条件的燃煤电厂力争实现超低排放,全国有条件的新建燃煤发电机组达到超低排放水平,同时加快现役燃煤发电机组超低排放步伐。

截止 2016 年 10 月底,据《中国电市场前景调查

分析报告》显示,洛阳棉三电厂 #3 机组停机退出运行,标志着河南电网累计 121 台、48.19 GW 在运统调燃煤机组已全部完成超低排放改造。此外,天津、河北和江苏等省市也已完成全部具备条件机组的超低排放改造,比国家要求提前了 1~2 年^[1]。

超低排放改造在降低污染物排放的同时,也引发了一些设备问题,例如:循环泵振动、合金托盘碎裂、脱硝催化剂局部吹损、低低温换热器磨损腐蚀及除尘器频繁故障等。本文列出了脱硫、脱硝、低低温换热器及除尘器等环保设备改造后出现的一些问题,对其原因进行了分析,并提供了解决方法。

1 超低排放改造常见技术路线

1.1 脱硫改造技术路线

取消烟气换热器 (GGH), 加高吸收塔, 根据核算结果增加 1 层或 2 层吸收塔浆液喷淋层和对应的浆液循环泵, 或增设吸收塔合金托盘; 根据需要增加氧化风机数量或对原有氧化风机进行增容改造; 根据核算结果确定是否对吸收塔搅拌器进行增容改造; 浆液循环泵入口增设滤网; 改 II 级除雾器为 III 级除雾器, 并增设除雾器冲洗水泵; 核算磨煤机和脱水系统容量, 确定是否对制浆系统和脱水系统进行同步改造。

1.2 脱硝改造技术路线

选择性催化还原技术 (SCR) 脱硝反应器备用层添加催化剂或原有催化剂换新; 进行脱硝烟气流动数字模拟和物理模拟试验, 根据试验结果修正脱硝烟道和导流板等, 对氨喷射系统进行修正; 对稀释风机、储氨罐等脱硝设备进行容量核算, 根据需要确定是否对风机进行增容改造、是否增加储氨罐和液氨蒸发器。

1.3 除尘器改造技术路线

电除尘器改成电袋复式除尘器, 同时加装低低温换热器 (在除尘器前设置低低温烟气余热回收装置, 在脱硫塔后设置烟气余热再热装置); 必要时对干除灰系统进行改造。

2 改造后环保设备出现问题原因及对策

2.1 烟气脱硫 (FGD) 系统

2.1.1 FGD/浆液循环泵振动

2.1.1.1 原因

超低排放改造中循环泵进口增设滤网, 滤网有效过滤面积应不低于循环泵进口管道截面积的 3 倍, 而改造中选用的滤网实际有效过滤面积偏小, 运行中循环泵进口通流面积不足, 不能满足泵正常运行需求, 引起泵抽真空发生振动。

新增循环泵的吸入口与相邻循环泵的吸入口距离控制不当, 造成新增循环泵与相邻循环泵出现抢流量现象, 吸力小的泵易引起振动。

2.1.1.2 对策

(1) 选择合适的进口滤网, 保证足够的通流面积; 单台机组的各台循环泵进口滤网加工尺寸应保持一致。

(2) 合理布置新增循环泵的吸入口位置。

2.1.2 FGD/吸收塔塔壁漏浆

2.1.2.1 原因

吸收塔喷淋层喷嘴安装工艺不到位。浆液循环

泵入口滤网框架设计不合理, 运行中吸收塔浆液冲刷滤网, 引起滤网与塔壁摩擦, 造成塔壁防腐层损坏后腐蚀穿孔而泄漏。吸收塔塔壁原有防腐层在改造过程中因吸收塔顶升等原因引起塔壁防腐层局部起壳, 运行中防腐层脱落引起塔壁腐蚀穿孔泄漏。

2.1.2.2 对策

(1) 喷淋层安装过程中严格按工艺要求执行和验收。对于厂家已经安装的喷嘴, 用角度尺检查是否符合图纸设计要求。需要现场安装的喷嘴, 检查喷嘴接管与喷淋支管接管结合面的平整度, 对不符合要求的喷嘴接管进行打磨处理。将喷嘴按图纸设计角度与喷淋支管接管试对, 在喷嘴及喷淋支管上任意 90° 位置分别进行标记并进行壁厚检查, 调整喷嘴与喷淋支管的同心度。喷嘴黏接时, 先按照喷嘴端面标记定位, 再用水平尺贴于喷嘴喇叭口处检查合格, 用速干胶或铁丝等临时固定, 再用浸透不饱和和树脂的玻璃丝布缠绕黏接。加强超低排放改造工程的验收。

(2) 更换浆液循环泵入口滤网框架, 换成过渡节式, 过渡节一端焊在塔壁上, 另一端通过螺栓与滤网连接, 使运行中吸收塔浆液冲刷滤网时滤网振动影响不到塔壁位置。

(3) 改造中对吸收塔塔壁防腐层进行严格检查, 如有起壳现象及时进行清理修复。

2.1.3 FGD/吸收塔氧化风管部分断裂

2.1.3.1 原因

氧化风管安装不到位, 运行中氧化风管因浆液冲击等原因出现振动时, 风管与支架发生摩擦, 久而久之风管断裂。氧化风管严重堵塞, 造成氧化风管运行中剧烈震动引起断裂。脱硫系统投运时未先投运氧化风机, 在投运氧化风机前氧化风管喷口因长时间浸没在吸收塔浆液内而积浆 (或积垢) 堵塞。

2.1.3.2 对策

(1) 将塔内风管用防腐材料与支架固定; 增加风管壁厚。

(2) 增加氧化风管冲洗水, 保证管道通畅, 以降低振动。

(3) 脱硫系统恢复运行前及时投用氧化风机, 以防风管喷口积浆堵塞。

2.1.4 FGD/吸收塔气流均布盘部分碎裂脱落

2.1.4.1 原因

气流均布器设计厚度不合理, 设计厚度偏薄。梁跨距偏大, 造成运行中均布盘振动大。安装固定设计不合理, 均布器梁采用碳钢材料表面涂鳞片的方式, 运行中因受烟气流作用而振动, 久而久之均布器梁表面鳞片脱落, 均布器螺栓焊接点位置严重腐

蚀引起固定螺栓脱落、均布器振动加大。

2.1.4.2 对策

(1)选择厚度合理(建议厚度不低于 3 mm)的均布器予以更换。

(2)增加气流均布器梁,并对新旧梁进行搭接处理。

(3)更改均布器梁与均布器的连接结构和材质(均布器梁上表面和均布器连接螺栓可以选用耐磨耐腐蚀双向不锈钢材质),保证运行中均布器连接螺栓不易腐蚀脱落;并对均布器的压板进行重新定位和加固。

2.1.5 FGD/吸收塔气流均布器大梁腐蚀穿孔

2.1.5.1 原因

均布器固定螺栓接种在均布器大梁上,大梁表面为鳞片防腐,运行中因气流作用均布器振动,大梁表面鳞片脱落后腐蚀,均布器固定螺栓脱落而造成均布器振动加剧,导致大梁磨损腐蚀至穿孔。

2.1.5.2 对策

(1)在均布器大梁上表面包覆防腐不锈钢板,并在与大梁的接缝处做好防腐处理;选用不锈钢螺栓作为托盘固定螺栓,将固定螺栓直接焊接在包覆均布器大梁的不锈钢板上,并对均布器安装进行加固处理。

(2)在接种好均布器固定螺栓的大梁上表面贴覆陶瓷板,并做好螺栓根部的防腐措施,均布器安装时均布器与大梁间加装减震耐腐蚀橡胶垫。

2.1.6 FGD/吸收塔大梁衬胶防腐吹损严重

2.1.6.1 原因

改造中未对吸收塔内原有浆液喷淋管进行全面检查或更换,运行中浆液喷淋支管脱落(或断裂),管子脱落后浆液直接对着大梁冲刷,造成大梁表面衬胶严重吹损。

2.1.6.2 对策

改造中对使用年限已久的浆液喷淋管进行更换,对尚在使用寿命期内的浆液喷淋管进行全面检查,注意做好管子接口的加固工作。

2.2 脱硝系统

2.2.1 SCR 反应器催化剂局部吹损严重

2.2.1.1 原因

催化剂已过机械使用寿命期;改造中未进行脱硝烟气流场数字模拟和物理模拟试验,烟气流场不均;改造中施工人员将饮用水(或其他水)倒在催化剂上;锅炉燃烧工况异常等原因造成催化剂局部吹损严重。

2.2.1.2 对策

(1)改造中应更换使用寿命进入末期的催

化剂。

(2)通过数字模拟和物理模拟试验调整烟气导流板、修正烟道。

(3)做好催化剂的保护工作,避免催化剂受潮。

(4)调整锅炉燃烧工况。

(5)对于磨损穿透整个催化剂模块的部位进行封堵处理,在条件许可的情况下进行催化剂部分或全部更换。

2.2.2 脱硝系统 NO_x 质量浓度出现倒挂

2.2.2.1 原因

脱硝 NO_x 质量浓度测量表计存在问题、改造中 SCR 系统未进行喷氨优化调整试验,喷氨均匀性差等原因造成改造后 SCR 出口 NO_x 质量浓度低于烟囱排口 NO_x 质量浓度,出现倒挂现象,氨逃逸率明显上升。

2.2.2.2 对策

(1)NO_x 质量浓度测量表计校验到位。

(2)脱硝系统改造后系统投运时进行喷氨优化调整试验,以提高 SCR 脱硝装置出口 NO_x 质量浓度分布均匀性,降低局部过高的氨逃逸率。

2.2.3 脱硝系统稀释风机风量偏低

2.2.3.1 原因

超低排改造中未进行稀释风机增容改造,原有稀释风机无法满足新系统的风量要求。

2.2.3.2 对策

核算改造后的稀释风量,对稀释风机进行增容改造。

2.3 低低温换热器

2.3.1 低低温换热器出现共振

2.3.1.1 原因

低低温换热器模块数量设计不合理,设计数量偏少引起换热器阻力大、出现共振。

2.3.1.2 对策

扩大低低温烟气通道,增加换热器模块;或在增加换热器模块的同时加装换热器旁路。

2.3.2 低低温换热器漏水

2.3.2.1 原因

低低温换热器管材选择不当,耐磨、耐腐蚀性差;烟气流速过高、飞灰物理特性、安装问题;各种设计问题引起的低温腐蚀;因飞灰沉积、管子泄漏等原因引起积灰,导致烟气流速局部过高而管子吹损。

2.3.2.2 对策

(1)选择合适的换热器管型、管材和管壁厚度。

(2)控制好烟气流速、锅炉燃烧以及安装工艺等。

(3) 准确计算酸露点;低低温换热器的降温器出口烟温尽可能控制在 $90 \sim 95^{\circ}\text{C}$, 最高不超过 100°C , 再热器出口烟温控制在 80°C 以上^[2];设计时出口烟温保证值按照出口烟温设定值上下浮动 $8 \sim 10^{\circ}\text{C}$ 来界定, 换热器留有足够的换热余量, 以保证在运行工况改变时, 换热器出口烟温仍能达到设定值^[3];根据各烟道实际参数来确定换热器的大小, 避免换热器出口烟温出现偏低;集箱处的穿墙管、弯头穿出烟道等部位均以密封满焊方式设计, 并将弯头外侧包裹在密封盒子内, 这样可以避免烟道漏风, 防止出现低温腐蚀。

(4) 低低温换热器在低负荷运行时要加强吹扫, 避免过多灰尘沉积;做好检修维护工作, 防止因泄漏造成的积灰情况发生。

2.3.3 低低温换热器再热器压差超标

2.3.3.1 原因

低低温换热器再热器高温段管组鳍片选材参照管材设计, 运行中鳍片温度实际达不到管子温度, 鳍片出现低温腐蚀后变形、脱落, 堆积于换热器内部, 引起再热器堵塞压差超标。

2.3.3.2 对策

(1) 选用合适的材质用于制作低低温换热器再热器管组(建议再热器各段模块的材质均不低于 316L), 确保正常运行工况下管组鳍片不发生严重腐蚀。

(2) 对再热器高温段模块管组进行表面钝化处理。

2.4 除尘器及干除灰系统

2.4.1 除尘器故障频繁

2.4.1.1 原因

电除尘长期运行、频繁开停机, 经过反复热胀冷缩后阴极框架出现变形严重, 引起振打点偏移、极距局部偏小, 造成振打清灰效果不好、电场闪络;阴极线松弛、断裂引起电场短路或闪络;烟气流速过低(小于 0.3 m/s), 且含尘质量浓度高时电除尘进口气流均布板积灰, 乃至孔眼被堵塞, 使气流沿电场截面分布不均匀和烟气含尘质量浓度偏析, 造成除尘效率下降;改造中系统增设的低低温换热器运行中出现泄漏而未能及时隔断, 引起除尘器和灰斗内进水后电场短路、灰斗堵塞。

2.4.1.2 对策

对阴极框架进行调整、维修处理;更换松弛或断

裂的极线;校核引风机风压, 确保除尘器内烟气流速控制在正常范围内;消除低低温缺陷, 及时清理除尘器电场及灰斗内积灰。

2.4.2 干除灰系统无法正常出灰

2.4.2.1 原因

超低排改造中干灰系统进行配套改造, 改造中选用的干除灰系统阀门不可靠, 造成仓泵不能正常送灰;仓泵与灰斗间距离过长, 进入仓泵内灰的温度过低。

2.4.2.2 对策

干灰系统选用可靠的阀门;合理控制仓泵与灰斗间的距离。

3 结束语

在日趋严格的环保形势下, 火电厂进行超低排放改造势在必行。在竞争日益激烈的环保改造市场环境下, 改造项目承包单位因顾及到项目总价等因素可能存在用材偏低、安装工艺不到位等问题, 这也是改造后环保设备出现一些新问题的原因之一。如何避免改造后出现问题是每个业主在改造前、改造中应该认真考虑的问题。对于改造后已经出现问题的单位来说, 控制和解决新出现的问题至关重要。或许大多数单位通过改造都能达到超低排放要求, 但如何保证改造后既能达标排放, 又能保证设备正常运行是值得每个业主考虑的, 希望通过此文能给尚未改造、正在改造或已经完成改造的同行提供借鉴。

参考文献:

- [1] 北极星电力网. 煤电行业超低排放要求电力行业扩展到非电力行业[EB/OL]. 2017-10-23 [2018-07-30]. <http://news.bjx.com.cn/html/20171023/856781.shtml>.
- [2] 福建龙净环保股份有限公司, 电除尘与脱硝事业部. LG-GH 型烟气余热回收-再热装置设备使用与维护手册[Z].
- [3] 范秀方, 马德亮, 姜肇, 等. 低低温烟气换热器选型与可靠性分析[EB/OL]. (2017-03-29) [2018-07-30]. <http://www.chemequ.cn>.

(本文责编: 齐琳)

作者简介:

朱雪平(1966—), 女, 江苏启东人, 工程师, 从事火电厂脱硫脱硝设备检修管理工作(E-mail: xueping_zhu@chd.com.cn)。