

脱硝锅炉空预器堵塞原因分析及解决方案

唐 超

(江苏淮阴发电有限责任公司, 江苏 淮安 223002)

摘 要: 江苏淮阴发电有限公司#4 炉及脱硝装置 2011 年 6 月投产, 运行已纪三年多, 2014 年 5 月份发生空预器严重堵塞的问题。本文通过该厂空预器堵塞原因进行的分析, 并不断试验清理的技术方案, 最终找出清理蓄热元件的方案, 省内机组还是第一次遇到。为其以后的推广做出了范例。

关键词: 脱硝; 空预器堵塞; 原因分析; 化学清洗

1 机组概况

#4 锅炉为亚临界自然循环汽包锅炉, 单炉膛 π 型露天布置, 三分仓容克式空气预热器, 悬吊结构, 燃用烟煤。主蒸汽温度 541℃, 压力 17.5MPa, 最大连续蒸发量(BMCR) 1125t/h。4 号机组脱硝装置采取选择性催化还原(SCR)法工艺。设置两台 SCR 反应器, 采用高灰型工艺布置(即反应器布置在锅炉省煤器与空预器之间), 采用独立支撑结构。催化剂装填采用 2+1 形式, 先装 2 层, 预留 1 层, 在锅炉燃料用设计燃料煤种 100%负荷时脱硝装置的效率 80% (入口 NO_x 浓度 ≤ 400 mg/Nm³)。SCR 脱硝系统于 2011 年 6 月投运, 至 2014 年 5 月进行大修, 大修期间更换了反应器内两层催化剂, 已经历了催化剂运行一个完整周期。

2 空预器修前运行状况分析

2.1 空预器差压分析

运行中#4 炉空预器烟气差压增大, 引风机静叶开度和电流同比增加, 二次风压和炉膛负压周期性波动变化与空预器转动周期一致, 表明#4 炉空预器出现局部堵塞现象。参数对比表如表 1 所示。

表 1 #4 锅炉空预器堵灰前、后参数对比

机组负荷/MW	280(堵灰前)	280(堵灰后)
A/B 空预器进出口烟气差压/kPa	1.04/1.19	1.36/1.86
A/B 空预器进出口二次风差压/kPa	0.5/0.48	0.8/0.82
A/B 引风机静叶开度/%	55.5/60.3	72/76
A/B 引风机电流/A	134.7/135	155/155
A/B 排烟温度/℃	111/116	114/118

2.2 空预器漏风分析

空预器存在严重漏风现象, 运行中因一次风压

偏低, A、C 磨出口一次风机均发生过堵管现象。为了防止一次风管堵管, 只能增大一次风机挡板开度, 从而增加一次风机和送风机的出力; 一次风和二次风大量泄露到烟气中, 增加引风机的出力。由于漏风严重, 烟气温度降低, 空预器传热元件盒的腐蚀和堵塞现象也相应加重。

3 空预器检查情况

3.1 冷端传热元件盒损坏严重

4 月 2 日#4 炉空预器具备检查条件, 在检查过程中发现 A 空预器冷端传热元件盒损坏严重, 冷端传元件盒由 140 块波纹板组成, 波纹板长度为 950mm, 损坏长度 50-200mm 不等, 如图 1 所示。



图 1 冷端传热元件盒损坏图

3.2 空预器冷端径向密封损坏严重

A、B 空预器冷端径向密封损坏严重, 有部分因腐蚀而脱落, 有的因腐蚀而成波纹状, 造成漏风严重。如图 2 所示。



图2 空预器冷端径向密封损坏图

3.3 空预器检查中发现冷端堵塞严重

B 空预器检查中发现冷端堵塞严重，有 60% 的蓄热元件的波形板已经堵死，烟气无法通过，堵塞物是硬如水泥样的块状物。堵塞情况如图 3 所示。



图3 空预器冷端堵塞图

解包检查发现 B 空预器冷端波纹板下部结垢严重，结垢长度约 350mm 左右，如图 4 所示。



图4 空预器冷端波纹板结垢图

清理垢样为块状的物，如水泥板结的物，很硬的块状物。

对垢样进行化验分析，结垢中硫酸氢氨含量达 30%，说明氨逃逸高是造成堵塞的一个原因。

4 空预器故障原因分析

空预器堵塞初步分析与脱硝系统氨逃逸有关，因为从堵塞的垢样中化验，其中硫酸氢氨含量达 30%。氨逃逸后与烟气中的硫酸生成粘性很强的硫酸氢氨附着在空预器换热元件表面，较长运行周期后逐渐造成空预器积灰与堵塞。主要原因分析如下：

(1) #4 炉脱硝运行近三年，而催化剂有效寿命为 24000 h，已达到使用年限，其活性降低，运方在液氨投用量上无法控制导致氨逃逸；

(2) SCR 反应器内催化剂的磨损分布不均，局部存在着磨穿形成较大烟气旁路通道，导致运行中有少量液氨未与催化剂反应造成氨逃逸。

(3) #4 炉实际入炉煤种与设计煤种（神华煤）偏差较大，#4 脱硫处理能力较高，长期以来硫份较高的煤种一直由#4 炉进行掺烧，燃烧后形成的 SO_2 有一部分会被氧化成 SO_3 ，且与烟气中的水蒸汽结合成硫酸蒸汽。烟气 SO_3 （或者说硫酸蒸汽）含量愈多，酸露点就愈高，烟气中的酸露点可达 $130\sim 180^\circ\text{C}$ ，甚至更高，液态硫酸粘灰附着在换热元件上加剧了空预器堵灰。

(4) #4 炉空预器传热元件盒为斜波纹换热元件，易积灰且无法通过蒸汽吹灰彻底吹净，日积月累导致空预器换热元件内部堵灰越来越严重。

(5) 脱硝入 NO_x 波动大造氨氨逃逸大，根据方天试验情况，当脱硝进口 NO_x 浓度超过 $400\text{mg}/\text{Nm}^3$ 时，脱硝出口氨逃逸已经超过 3ppm，当脱硝进口 NO_x 浓度超过 $500\text{mg}/\text{Nm}^3$ 时，脱硝出口氨逃逸已经超过 8ppm，必须保证脱硝进口 NO_x 浓度在 $500\text{mg}/\text{Nm}^3$ 以下。

5 处理方案

现场处理采取的方案：

(1) 热端空预器传热元件盒拆出解包清灰。由于的积的灰垢很轻，用电磨打磨就可以清洗干净。

(2) 冷端空预器传热元件盒拆出解包清灰解决清理，由于垢积的很硬，一只传热元件共有 150 片蓄热片，每一片人工一人打磨需要 40min，清理一组需要 100h，48 分仓共有蓄热元件 384 组，人工清理根本无法进行。要采取化学清洗的方案。

(3) 由于省内电厂还是第一次遇到这样严重堵塞，现场技术人员不断调整酸溶液的比例、浸泡的时间、清洗步骤等技术措施，不断试验清理方案，

最后彻底解决堵塞问题。

6 化学清洗方案

6.1 清洗前期准备搭建化学清洗临时系统

在施工现场制作两个清洗罐，容积均为 16 m^3 左右。其中一个作为主洗罐，还有一个作为清洗浸泡罐。在清洗现场配备手动液压叉车，以便于换热元件的移动。

6.2 化学清洗的步骤及监控分析

对垢物做溶垢分析化验后，采用如下化学清洗工艺：水冲洗→→高压水冲洗→→浸泡酸罐清洗剂→→水冲洗→→解包→→高压水冲洗→复包清洗完成

6.2.1 水冲洗

把已经拆卸好的空预器换热元件取出，进行消防水冲洗。目的是对换热元件清除表面浮灰及疏松型垢物。

6.2.2 高压水冲洗

进行高压水冲洗，目的是对换热元件清除表面浮灰及疏松型垢物。当目测不含明显的大块垢及浮灰时，高压水冲洗结束。此工艺有助于缩短主洗时间、提高清洗效果，并减少药剂的用量，从而提高整个工程的清洗效率。

6.2.3 浸泡酸罐清洗剂

第一次高压水冲洗后，立即用清洗剂及表面活性剂和酸等其它化学药剂配制成清洗液，将换热元件吊入清洗液中，清洗时间 12 h。本次工艺目的是对垢物进行转化、疏松。由于 GGH 内垢物大部分是难溶型的硫酸盐水垢，故该工艺非常重要，将直接影响到整个清洗效果。

6.2.4 水冲洗

酸浸泡结束主洗结束后，把 GGH 换热元件取出用清洗水枪进行水冲洗，本工艺的目的在于把表面的清洗液及浮泥用水冲洗干净，为下一步的清洗做准备。

6.2.5 解包

将空预器蓄热元件解包，拆成每片的元件。

6.2.6 高压水冲洗

将解包后的换热元件放在专用的冲洗架上，用高压水进行反复冲洗，直至露出搪瓷本色。高压水压力到达 18 MPa ，冲洗现场如图 5 所示。



图 5 高压水冲洗图

7 结束语

江苏淮阴发电有限公司#4 炉及脱硝装置 2011 年 6 月投产，运行已纪三年多，2014 年 5 月份发生空预器严重堵塞的问题。本文通过该厂空预器堵塞原因进行的分析，并为断试验清理的方案，最终找出清理蓄热元件的方案，省内机组还是第一次遇到。为其以后的推广做出了范例。冲洗的效果如图 6 所示。露出搪瓷本色干净光洁。

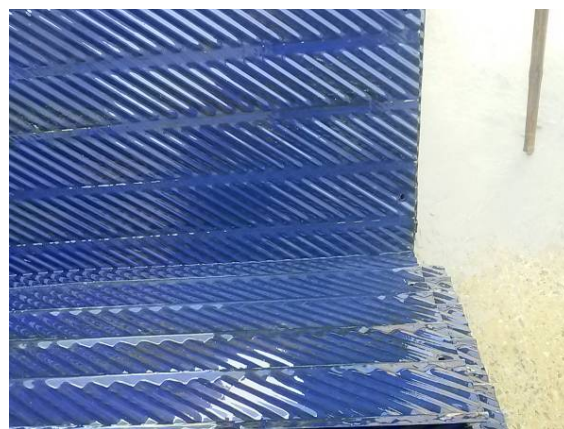


图 6 蓄热元件片冲洗后效果图

参考文献：

- [1] 黄杰克. 关于锅炉空预器堵灰的原因分析及解决办法[J]. 科技与企业,2013(14).
- [2] 钟礼金, 宋玉宝. 锅炉 SCR 烟气脱硝空气预热器堵塞原因及其解决措施[J]. 热力发电,2012(08).

作者简介：

唐 超 (1969—)，男，江苏淮安人，高级工程师，高级技师，从事火电厂锅炉检修运行管理工作，E-mail: hydctc@163.com。