

脱硫旁路挡板拆除带来的运行风险分析

郭 维

(国信淮阴发电有限责任公司, 江苏 淮安 223000)

摘 要: 为适应当前环保形势, 根据国家环保要求, 国信淮阴发电有限责任公司利用此次#3 机组大修机会将原#3 机组脱硫系统旁路挡板门拆除, 旁路的拆除造成脱硫系统特点的改变给脱硫安全稳定运行带来新的风险, 亟待解决。淮电公司通过分析旁路拆除后的运行风险, 其以设备改造、运行优化为出发点, 制定了一系列应对措施以消除障碍, 并通过了实践的检验。

关键词: 脱硫; 旁路挡板; 拆除; 运行风险; 应对措施

0 引言

脱硫旁路挡板的拆除对锅炉机组的运行会带来一定的风险: 锅炉烟风系统将 与脱硫烟风系统构成串联系统, 锅炉运行参数的变化可能影响到脱硫系统的运行, 脱硫系统的运行可靠性也同样制约着锅炉的运行安全性, 两者互相关联, 无论哪个系统出现故障, 都将导致这一串联系统的断裂而无法同时连续稳定运行。主机的安全稳定运行对处于这一链条上的增压风机、GGH、吸收塔系统、相关烟道控制系统的运行可靠性提出了严格的要求, 这一链条上的任一环节退出运行, 主机的安全运行都将面临巨大的风险。

1 现状调查

1.1 系统介绍

我公司 #3 机组 (300MW) 烟气脱硫系统, 采用石灰石—石膏湿法脱硫工艺, FGD 系统由吸收塔、浆液制备、石膏脱水、废水处理等系统组成。

吸收塔为逆流喷淋式, 氧化系统采用喷管式, 塔内上流区配有 3 组喷淋层, 对应 3 台循环泵, 锅炉出来的烟气经由增压风机增压后流入 GGH 换热后进入吸收塔, 与吸收塔喷嘴喷出的石灰石浆液进行接触反应, 使烟气中的 SO_2 被脱除, 处理后的烟气通过除雾器除去雾滴并经 GGH 加热后排出后进入烟囱。吸收了 SO_2 的石灰石浆液落入吸收塔反应池, 当吸收塔内石膏浆液浓度达到 25-30wt% 时, 吸收塔的石膏浆液排出于泵连续地把石膏浆液从吸收塔排到石膏脱水系统。

1.2 拆除范围

此次大修将#3 机组脱硫旁路挡板、FGD 入口

挡板、挡板密封风机拆除, FGD 出口挡板开足后焊死, 如图 1 所示 (其中粗体为拆除部分)。

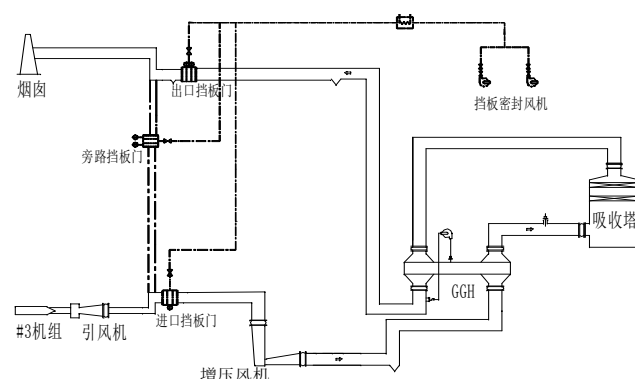


图 1 脱硫旁路挡板门拆除示意图

2 存在风险分析

2.1 烟气油污危害

在机组启动初期, 锅炉需投油点火, 旁路挡板打开后, 含油烟气由烟囱直接排出, 避免进入脱硫装置。旁路拆除后, 烟气油污不可避免混入吸收塔浆液中, 在内部扰动作用下易形成泡沫, 溢流浆液泡沫进入烟道中, 破坏防腐层, 腐蚀烟道; 浆液冲击增压风机叶片; 吸收塔液位被迫降低, 氧化效果下降, 恶化浆液品质; 循环浆液泵入口造成“汽蚀”。

另外, 油污在固相颗粒的表面形成油膜, 将石灰石与液相隔离, 阻止石灰石的溶解, 导致脱硫效率和 pH 值降低; 阻止亚硫酸盐的氧化, 将难以形成石膏晶体; 造成脱硫装置内设备管道的结垢、堵塞, 以及真空皮带机的滤布堵塞。

2.2 烟烟气尘危害

电除尘高压电场在锅炉排烟温度 $> 110^\circ\text{C}$ 方可

投入，以避免阳极板与阴极线被油污污染及设备的低温腐蚀问题，因此高浓度粉尘将直接进入脱硫系统，污染浆液，并增加了 GGH、除雾器堵塞的风险。

2.3 脱硫停运检修困难

原来如遇到脱硫故障需停运检修时，可将旁路挡板开启，关闭 FGD 进、出口挡板，烟气通过旁路烟道直接排放，不会对机组运行造成影响，并可避免高温烟气损坏脱硫设备，而现在锅炉和脱硫系统为一个整体，如需停运脱硫系统则必须将主机停运。

2.4 设备可靠性要求提高

(1) 脱硫增压风机：我公司#3 机组只配置一台增压风机，无备用，与锅炉两台引风机串联运行，一旦增压风机故障跳闸，很可能引起烟风系统压力超标，导致锅炉熄火，机组停运。

(2) GGH：#3 机组采用 GGH 换热器，运行过程中，GGH 换热元件一直存在的结垢堵塞腐蚀的问题，直接提高了整个烟风系统的阻力增压风机和锅炉引风机将无法克服锅炉和脱硫烟风系统阻力，增加了主机的安全运行风险。

(3) 浆液循环泵：由于流经浆液循环泵介质复杂，包括石灰石浆液、部分烟尘、脱硫用药品、金属杂质等，其叶轮不可避免会出现磨损或入口发生“气蚀”，循环泵入口滤网也时常会有堵塞磨损情况，这些问题会导致浆液循环泵出力降低，喷淋效果差，脱硫效率下降。

(4) 制浆系统：大修前只有一路供浆管道，如管道或阀门发生故障短时间无法恢复，则会导致吸收塔 pH 下降，吸收塔酸性增大，造成防腐损坏。

2.5 锅炉排烟温度超标损伤脱硫装置

#3 机组脱硫装置入口烟气温度设计值为 117.5℃，取消旁路后，在锅炉出现异常工况导致排烟温度超标时，会损伤吸收塔防腐材料及塔内设备，如当时除雾器已存在堵塞现象，则可能降低除雾器的部件强度甚至引发坍塌。

2.6 煤种硫分高时浆液变质

因目前供煤应形势严峻，无法保证机组在设计值硫分下运行，#3 机组燃用高硫煤是常态，#3 吸收塔存在浆池容积小（752m²）、烟气反应时间短、氧化风非管网式布置的劣势，当入口硫严重超标时会导致浆液变质中毒的后果，此时只能进行换浆，换将过程需两到三天，期间出口 SO₂ 将可能持续超标。

3 应对措施

3.1 增容改造

此次#3 机组大修中，在拆除旁路的同时进行了脱硫系统的增容改造，以增加脱硫系统的运行可靠性。

3.1.1 增加浆液循环量，提高液气比

更换浆液循环泵 B、C 入口滤网，更换浆液循环泵 C 泵及对应上层浆液喷嘴，增加了吸收塔的浆液循环量。

原 C 泵电机（450kW）换至 A 泵，原 A 泵电机（400kW）换至 B 泵，原 C 泵电机（450kW）更换为 800kW 电机。上层浆液喷嘴原 44 个中空螺旋喷嘴（流量 100 m³/h），现更换为 176 个中空空心锥陶瓷喷嘴（流量 39 m³/h），总浆液循环量增加了 18.7%。喷淋系统改造后设备参数见表 1。

表 1 喷淋系统改造后设备参数

序号	名称	规格型号	单位	数量
1	上层中空空心锥喷嘴	雾化压头 68.6kPa，流量 39 m ³ /h	个	176
2	吸收塔浆液循环泵 A	Q=5740m ³ /h，P=14.4mH	台	1
	电机	N=400kW		
3	吸收塔浆液循环泵 B	Q=5740m ³ /h，P=16.5mH	台	1
	电机	N=450kW		
4	吸收塔浆液循环泵 C	Q=6860m ³ /h，P=23.7mH	台	1
	电机	N=800kW		

3.1.2 增加入口烟道事故喷淋系统，降低事故状态下入口烟温

事故喷淋箱置于吸收塔出口烟道下方，入口烟道上侧 8 只喷嘴，左、右侧各三只喷嘴。配套两个进口气动阀、一个出口气动阀，水源来自除雾器冲洗、工业水，原入口烟道冲洗系统取消。

3.1.3 增加备用供浆管路，提高供浆安全系数

(1) 在#3 脱硫石灰石浆液出口母管处安装备用供浆管路，并安装配套浆液密度计、供浆电动阀、供浆调节阀、手动阀，防止主供浆管道出现故障无法投入。

(2) 将#3、#4 机组石灰石浆液出口母管联接，装有手动截止阀，各增加一路回流管至石灰石浆液箱，装有手动截止阀，防止#3 石灰石浆液制备系统出现故障短时无法恢复。

3.2 启动步骤改变

首先启动 GGH、增压风机，锅炉启动送引风系统，因主机投油导致电除尘不能及时投入，烟气中烟尘含量大，此时应进行除雾器、GGH 的冲洗工作，使除雾器、GGH 处于湿润状态，便于除去烟气携带

的液滴（点火后及时根据压差加强对除雾器、GGH 进行冲洗）。

在锅炉投油点火后，FGD 入口烟温 $>50^{\circ}\text{C}$ 时，启动一台浆液循环泵以冷却烟温。锅炉处于燃油阶段时，为防止油污进入吸收塔，在供浆后引起浆液起泡，恶化脱硫效果，此时可向吸收塔排水坑酌情加入除油剂、消泡剂，通过排水坑地坑泵打入吸收塔，定期开启石膏排出泵疏放阀观察油污情况，如效果不佳可连续投用脱水系统进行系统排油。

然后启动氧化风机，锅炉开始投煤后，向吸收塔供浆。

3.3 优化运行方案，加强监视调整

提前储备挥发份高的煤种作为锅炉启动燃煤，使用微油点火系统，缩短锅炉烧油时间，减少脱硫装置中油污、粉尘含量。加强监视脱硫主要运行参数，增加浆液化验频率分析，及时掌握塔内含油量及其他工况，加大除雾器冲洗频率和冲洗水量，如出现浆液中毒现象应立即进行浆液置换，尽量减少排放超标时间。

3.4 增加增压风机 RB 功能，降低机组停运风险

增压风机为轴流式风机，必须将静叶挡板关闭启动（烟气通道阻隔），以防启动电流大烧损电机，所以一旦增压风机跳闸，必须联锁锅炉 MFT，增压风机静叶关闭后启动。但#3 机组脱硫增压风机为带变频器运行，有效规避了这一障碍，所以此次大修中通过讨论研究，增加了增压风机 RB 功能，加入锅炉大联锁中。

如增压风机正常运行中跳闸，静叶自动联锁开至 100%，RB 联锁动作：运行磨跳剩两台，同时投油；主汽压自动降到 13MPa，总煤量自动设定为 66t/h；A、B 送风机动叶超驰关到 40%并将自动切为手动，A、B 引风机静叶超驰开到 85%并将自动切为手动；关闭所有减温水门，再释放为自动调节。

此时可停运 A、B 浆液循环泵，以减少烟道阻力，停止供浆，保留 C 浆液循环泵运行冷却烟气温，如烟气温超标可开启事故喷淋；查明增压风机跳闸原因并消除，满足允启条件后增压风机变频启动，逐渐恢复正常运行，增压风机启动调整过程中与锅炉燃烧盘加强联系，维持系统压力稳定。

3.5 抓住重点，提升脱硫系统运维水平及管理力度

旁路挡板拆除后，脱硫系统的重要性已提升至与主义一样的高度，要保证脱硫系统的可靠性，必须相应提高检修、维护及运行操作和管理水平。

脱硫系统的运行、检修人员必须掌握和熟悉整个脱硫工艺

系统及各个设备在挡板拆除后新的运行特点，悉心调整，对设备和参数出现的异常情况能够做出准确的判断并控制得当，严格遵守缺陷管理制度，充分重视每个缺陷和故障点，及时消除隐患。

运行与检修工作要时刻关注：增压风机故障处理；管道、换热元件的冲刷磨损和腐蚀；GGH 和除雾器的压差波动；尾部烟道的腐蚀渗漏等重点问题。

4 结论

单从电厂运行角度来说，脱硫旁路挡板拆除带来了脱硫效率降低、浆液起泡，石膏品质下降等问题。在维持锅炉系统、脱硫装置运行稳定、可靠的前提下如何保证合格的烟气排放参数，将成为各发电公司当下环保工作面临的新课题，国信淮阴发电有限责任公司通过技术改造、运行优化，在摸索中前进，找到关键点，制定适当措施消除不利影响，在努力达到机组安全稳定运行的同时保证环保指标合格的目标。

参考文献：

- [1] 牛拥军.取消旁路或旁路挡板铅封后脱硫装置的应对措施 [J/OL]. <http://wenku.baidu.com/view/48dabe6f58fafab069dc02c0.html>.
- [2] 张金伦,隋建才,廖能斌,等. 湿法脱硫系统取消旁路烟道的技术经济性分析[J].热力发电,2009,38(10):1-4.

作者简介：

郭 维（1982-），男，江苏淮安人，国信淮阴发电有限责任公司脱硫专工，E-mail: gw1943@163.com。