

脱硫装置取消旁路的影响及对策研究

祝业青¹, 傅高健², 顾兴俊²

(1.国电科学技术研究院, 江苏 南京 210031; 2.江苏方天电力技术有限公司, 江苏 南京 211102.)

摘 要:新的环保标准对火电厂的环保设施提出了更高的要求, 取消脱硫旁路的运行方式势在必行。通过对旁路烟道的作用及取消旁路后的影响进行研究, 分析对比了取消旁路烟道后脱硫装置的设计及运行情况, 提出了取消烟道旁路的技术难点及相应的技术措施, 为取消旁路的实际实施提供参考。

关键词:取消旁路; 脱硫; 影响

0 引言

当前, 国家对火电企业脱硫设施运行过程的监管以及脱硫设施的运行效率均提出了更高的要求。国家环保部《关于火电企业脱硫设施旁路烟道挡板实施铅封的通知》(环办[2010]91号)要求各级环保部门和各电力集团公司要积极鼓励火电企业逐步拆除已建脱硫设施的旁路烟道, 对暂时保留旁路烟道的, 所有旁路挡板必须实行铅封, 所有新建燃煤机组不得设置脱硫旁路烟道; 另外, 根据国务院《关于印发<重点区域大气污染防治“十二五”规划>的通知》(环发[2012]112号)要求: “烟气脱硫设施要按照规定取消烟气旁路, 强化对脱硫设施的监督管理, 确保燃煤电厂综合脱硫效率达到 90% 以上。”脱硫装置取消旁路运行已经势在必行。为提高取消旁路后机组及脱硫设备的运行可靠性, 有必要对取消旁路的影响及设计技术方案进行总结与分析。

1 取消脱硫旁路的影响

1.1 旁路烟道系统的作用

1.1.1 脱硫烟气系统组成

石灰石-石膏湿法烟气脱硫工艺是目前燃煤锅炉电站烟气脱硫的主流工艺^[1]。该工艺中(如图 1), 烟气由锅炉引风机引出后, 首先经脱硫增压风机增压, 而后进入烟气换热器降温, 降温后温度约为 90~100℃的烟气进入吸收塔, 与吸收液逆流接触脱除烟气中的二氧化硫, 脱硫后的烟气经两级除雾后, 进入烟气换热器加热升温至 80℃左右, 进入原烟道并经烟囱排放。增压风机入口设置FGD入口挡板门, GGH出口净烟道设置FGD出口挡板门。目前国

内投产的燃煤机组的脱硫烟气系统大都在增压风机入口前设置有旁路烟道, 并安装旁路挡板门。

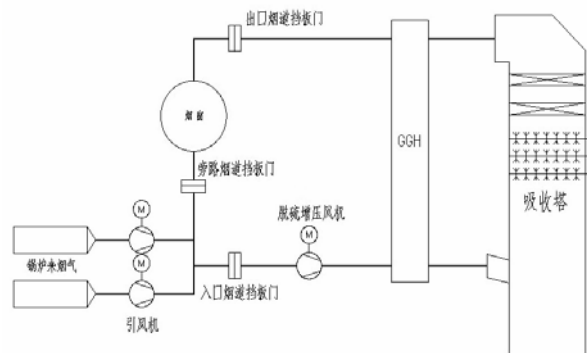


图 1 典型脱硫系统烟气流程图

1.1.2 旁路烟道的作用

FGD正常运行时, 入、出口挡板门开启, 旁路挡板门关闭。当吸收塔系统停运、事故或维修时, 烟气可通过旁路烟道经烟囱排放。旁路烟道可以保证FGD故障停运或临时检修时机组的正常、安全可靠地运行; 同时也避免了锅炉点火、ESP故障等运行中烟气参数超标时, 烟气中的未燃尽油滴、炭黑、高温烟气或高浓度粉尘等进入FGD系统, 影响FGD系统安全性^[3]。

1.2 取消脱硫旁路的优势

取消旁路后的FGD系统主要具有如下优势^[3]:

- 1) 提高环保监控水平, 确保环保排污的控制。取消旁路烟道可确保 FGD 与机组的“三同时”, 便于环保监控, 能最大限度地控制电厂污染物的排放。
- 2) 简化工艺系统特别是烟气系统, 相对减少故障点。
- 3) 优化建设模式, 节约场地。

4) 节省新建机组的基建投资与检修运行费用。

1.3 取消脱硫旁路的影响

取消脱硫烟气旁路, 对新建机组及现有机组均有一定程度的影响, 主要体现在以下几个方面:

1.3.1 对主机安全性的影响

脱硫系统的烟气旁路取消后, 烟气只有通过 FGD 处理后才能外排, 增压风机、GGH 和吸收塔将成为锅炉烟气的必经通道, 该通道发生任何问题致使 FGD 故障停运或临时检修时, 都将使主机同步停运, 危及机组的安全、稳定运行。

1.3.2 对脱硫主要设备的影响

取消旁路后, 脱硫的可靠性与主机可靠性变得同样重要。增压风机、GGH、除雾器、浆液循环泵及喷淋层、吸收塔搅拌器、氧化风机、石灰石浆液泵、石膏排出泵等脱硫主要设备的选型需考虑充足的余量及备用设置, 并加强运行管理。

1.3.3 对配电方式的影响

取消旁路烟道后, 如果烟气脱硫装置内重要设备故障或供电电源故障, 必将影响锅炉稳定运行, 甚至可能造成停机。因此, 在取消旁路烟道的脱硫项目设计中必须充分考虑重压设备的稳定性、安全性和风险分散性, 以控制烟气脱硫系统内设备故障造成降负荷运行或停机的概率。

1.3.4 对控制方式的影响

取消旁路后, 脱硫系统跳闸需要并入锅炉主保护, 因此锅炉 MFT 信号需作出相应的修改、取消及增加; 另一方面, 为了保证在锅炉启动过程中高温烟气不会对吸收塔衬胶造成损坏, 且防止锅炉启动吹灰和点火期间烟气中大量的煤灰、烟尘和未烧尽的燃油进入吸收塔内污染石灰石浆液, 影响脱硫效果, 需对锅炉启动的顺控允许条件进行修改。

1.3.5 对系统投资的影响

对于新建机组, 取消旁路后工艺系统得到了简化, 相应减少了设备并节省了场地, 从而节约基建投资。蒋丛进等对三河电厂一期(未取消脱硫旁路)、二期(取消脱硫旁路)脱硫工程的分析比较中^[4], 二期(2×300MW)机组设备初投资减少约 2000 万元, 安装费节约 100 万元, 同时缩短工期约 2 个月。

对于现有机组, 取消旁路改造可减少部分脱硫设备、材料, 但需要考虑相应设备及烟道的拆除费用, 提高主要设备的设计裕度与使用材料档次, 增设备用。因此, 现有机组脱硫改造中取消旁路将提

高系统的整体初投资费用。但取消旁路后脱硫系统的运行费用将显著降低, 张金伦等通过对 2×300MW、2×600MW、2×1000MW 机组 FGD 装置结合市场价格进行经济分析^[5], 得出 3 个电厂脱硫系统年运行成本(按机组年利用 5000h, 厂用电价 0.3 元/(kW·h)计算)分别可降低 45 万元、75 万元和 98 万元, 同时还可降低检修维护成本。

2 取消脱硫旁路的技术方案

2.1 取消旁路的技术难点

取消旁路对脱硫系统的设计及机组的控制方式、运行管理均提出了更高的要求, 取消旁路设计中主要需要解决以下难点:

- 1) FGD 入口烟温控制;
- 2) FGD 系统油污与粉尘污染预防及解决;
- 3) 烟气系统堵塞风险及预防;
- 4) 关键设备的可靠性。

为解决以上问题, 需从系统的工艺设计、配电控制方式及运行管理各方面均作出调整。

2.2 工艺设计

2.2.1 工艺设计参数选取

现有机组的 FGD 装置大多设置了旁路烟道, FGD 系统工艺设计及设备选型的相关参数都考虑设有旁路烟道。如取消旁路烟道, 可能由于煤种变化、石灰石品质改变、系统设备选型余量不足、脱硫设备质量较差等原因影响脱硫装置正常运行。因此, 取消旁路烟道需要重新核算脱硫装置的设计参数, 对不能满足系统要求或不合理的原有设计进行修正。

2.2.2 事故喷淋系统

取消旁路后为保证脱硫故障时保护吸收塔设备, 宜在吸收塔入口设置事故喷淋装置。每台吸收塔系统应增设事故喷淋系统 1 套。如考虑拆除增压风机, 与引风机合并设置, 则事故喷淋系统可选择布置在增压风机拆除后的过渡烟道部分, 同时设置事故喷淋浆液收集槽用于收集事故喷淋浆液; 当系统起炉投油运行期间可先行启动事故喷淋系统, 含油含灰的事故浆液可由事故浆液收集槽进行收集后进行后续处理。

事故喷淋系统水源设置根据现场情况可选择两路水源直接供应(分别来自工艺水系统和消防水系统)或采用事故喷淋水箱方案。事故喷淋水箱应对

应每台机组分别设置,水箱设置浮球阀,实现水箱自动补水,以确保水箱水位。事故喷淋水箱设置位置应考虑其支撑结构是否对吸收塔造成影响。由于脱硫工艺水箱未考虑事故喷淋系统,需重新进行核算,并根据核算结果考虑增设或改造工艺水箱,以保证工艺水箱水源供应能满足脱硫工艺水和事故喷淋系统所需水量要求。

2.2.3 事故浆液系统的设置

为保证取消旁路后事故状态的及时排浆及事故重启时浆液正常返回满足快速启动的需要,对新建脱硫装置需保证脱硫排浆系统有充足的余量,现有脱硫装置改造需核算原脱硫事故浆液箱容积,根据核算结果考虑增设事故浆液箱及相应的事故浆液泵、管道系统等。

2.2.4 设备的备用调整及材料选用

由于取消旁路烟道后对脱硫装置的运行可靠性要求更高,因此,脱硫装置关键设备的备用等方面要求进一步完善,以保证脱硫装置能够长期稳定运行^[6]。具体的备用调整主要有:

- 1) 吸收剂浆液制备系统:增设吸收剂浆液供浆回路(一用一备),必要时增设吸收剂浆液制备备用系统;
- 2) 石膏皮带脱水机:考虑皮带脱水机故障率较高,备用策略宜由 2×75% 调整为 2×100%;
- 3) 吸收塔地坑泵:设置 1 台备用泵;
- 4) 系统中其它容易出现故障的设备或阀门也可考虑设置 100% 的备用。
- 5) 采用耐高温塔内件。

2.3 配电方式设计

2.3.1 取消旁路后脱硫系统配电方式

取消旁路后,鉴于脱硫电源可靠性对机组安全运行的重要性,需要新增 6kV 电源快切装置,以实现脱硫 6kV 段两路电源的自动切换。对于低压配电系统而言,两台低压变通过 PC 段母联开关互为备用方式,满足配电安全性、稳定性、可靠性、接线简单及运行灵活等方面的要求。

2.3.2 脱硫主要设备配电方式

- 1) 增压风机:为保证增压风机电源的持续性,增压风机电源必须从机组的 6kV 公用段引接。
- 2) 浆液循环泵:浆液循环泵必须分配到机组不同中压母线段上,以防止母线故障造成停机。
- 3) 脱硫系统内其它设备:工艺上采用 1 用 1

备方式,配电方式不做更改。

- 4) 保证安全停机设备:事故喷淋供水水泵需进保安 MCC;一半数量的吸收塔搅拌器需进保安 MCC。

2.4 系统保护及控制逻辑的调整

取消旁路烟道后,脱硫系统主要的控制逻辑应根据工艺情况进行修改,主要包括:

- (1) 烟气挡板门逻辑修改,取消脱硫旁路挡板门联锁保护逻辑。
- (2) 增加脱硫故障触发锅炉 MFT 的逻辑。
- (3) 修改增压风机启动和保护跳闸逻辑。
- (4) 修改吸收塔浆液循环泵启动和保护跳闸逻辑。
- (5) 增加事故喷淋系统控制逻辑保护。
- (6) 修改锅炉烟风系统和脱硫装置设备启动/停机顺序。
- (7) 研究设增压风机 RB 逻辑。
- (8) 完善相关的 DCS 画面,包括流程画面、首出画面及相关光子牌报警。

2.5 建设施工及运行

取消旁路要求 FGD 的招标、设计、采购和调试运行与主体工程严格保持一致,确保同时投产现阶段 FGD 装置。现有的 EPC 方式或脱硫公司负责 FGD 系统核心设计、电厂自行采购设备的方式,往往存在 FGD 工程滞后于主体工程的问题,需加强工程施工管理;如机组提前投运,则需解决烟气排放问题。

取消旁路烟道使脱硫装置和主机锅炉、除尘器串联形成单路系统,这将强制电厂将脱硫装置的运行水平提升到和主机同等水平。对脱硫监控系统需进行优化设计,做到与主机协调一致;对 FGD 运行人员需加强理论培训和强化训练^[7]。运行中需采取的一些主要措施有:

- 1) 加强 GGH 运行监控,对事故喷淋电动门还需进行定期试验检查,确保其正常投运,保证脱硫入口烟温的稳定控制^[8]。
- 2) 锅炉启炉采用小油枪点火时,缩短启动时间,减少燃油量;或采用等离子点火方式。锅炉启动时同步投运除尘器部分电场,并置换机组投运初期的脱硫浆液,以防止脱硫系统的油污与粉尘污染^[9]。
- 3) 对保留 GGH 的脱硫系统,应及时对 GGH 进行吹扫、对除雾器进行清洗,利用大修小修期间

进行维修,确保烟气系统压差在可控范围内。

3 结束语

脱硫系统取消旁路烟道对机组及脱硫装置运行均有显著的影响,取消旁路的系统要求规范取消烟气旁路的设计工作,合理调整工艺设计方案及配电控制方式,严格把关工程施工管理,加强脱硫设施的运行管理,确保烟气旁路取消后,发电机组和脱硫设施的安全可靠运行。

参考文献:

- [1] 孙克勤.电厂烟气脱硫设备及运行[M].北京:中国电力出版社,2007.
- [2] 曾庭华.FGD 系统不宜取消旁路的分析[J].中国电力,2008,41(2):60-64.
- [3] 赵生光.火电厂湿法烟气脱硫取消旁路烟道可行性分析与探讨[J].中国电力,2007,40(6):81-85.
- [4] 蒋丛进,封乾君.国华三河电厂脱硫装置取消烟气旁路技

术[J].中国电力,2007,40(11):93-96.

- [5] 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.
- [6] 雷彦荣,吉建明,张斌,等.脱硫系统无旁路运行的问题分析及应对措施[J].陕西电力,2011,39(8):90-92.
- [7] 李忠华,薛建明,王小明,等.湿法烟气脱硫取消旁路烟道的技术可行性分析[J].电力科技与环保,2010,26(5):37-39.
- [8] 任德清,曾名胜,段宏波. 660MW 机组湿法脱硫无旁路烟道系统设计及运行实践 [J]. 能源研究与管理,2011(1):1-4,8.
- [9] 黄涛.大型燃煤火电机组取消脱硫旁路烟道的应对措施[J].电力环境保护,2009,25(4):36-37.

作者简介:

祝业青(1981—),男,江苏扬中人,工程师,主要从事火电厂烟气脱硫和脱硝研究、开发工作, E-mail: zhuyeching@163.com。