

# 火力发电厂湿法脱硫电气设计思考

李邦勇 杨卫国

重庆三峰卡万塔环境产业有限公司 重庆 400000

**【摘要】** 燃煤机组的烟气脱硫(FGD)是国家环保政策制定的重要课题。燃煤机组烟气脱硫电气系统设计主要注重两点:系统的安全可靠性和经济适用性。

**【关键词】** 火力发电厂; 湿法脱硫电气设计;

我国的能源以燃煤为主, 占煤炭产量 75% 的原煤用于直接燃烧, 煤燃烧过程中产生严重污染, 如烟气中 CO<sub>2</sub> 是温室气体, CO<sub>2</sub> 可导致酸雨形成, NO<sub>x</sub> 也是引起酸雨元凶之一, 同时在一定条件下还可破坏臭氧层以及产生光化学烟雾等。中国煤炭一年的产量和消费高达 12 亿 t, CO<sub>2</sub> 的年排放量为 2000 多 t。

## 一、火力发电厂脱硫现状

在当前我国火力发电厂内, 其所使用的脱硫方法主要有半干法和湿法两种。半干法: 这是一种通过利用喷雾干燥原理, 将吸收剂浆液喷入吸收塔内来进行脱硫工作, 也可以利用干燥的方式在塔内对二氧化硫进行分离或是使其发生反应, 生成固体灰渣, 从而达到脱硫的目的。利用半干法进行脱硫具有较强的优势, 所需投资费用不多, 而且设备具有较高的可靠性, 脱硫效率较高, 目前已成为火电厂主导的脱硫方法。湿法脱硫技术与半干法相对应, 目前在一些大型锅炉脱硫过程中作为首选的脱硫方法。目前湿法脱硫方法应用较多的有碱式硫酸铝法脱硫技术、湿式氨法脱硫技术、海水脱硫技术、双碱法脱硫技术、简易湿法脱硫技术等。利用湿法进行脱硫时, 主要是通过浆液剂在烟道末端来对烟气进行洗涤, 由于脱硫剂和脱硫产物都处于湿态的状态下, 通过在溶液中进行反应, 从而达到较好的脱硫效果。利用湿法进行脱硫时具有较高的脱硫率, 但由于其需要较大的投资, 而且运行费用相对较高, 所产生的废水很难得到有效的处理, 需要额外进行除雾器和专门再热装置的安装。

## 二、火力发电厂湿法脱硫电气设计思考

### 1 控制方式

电气系统纳入脱硫岛 DCS, 采用 DCS 对 WFGD 电气系统进行监控/监测, 电气与热控共用一套 DCS, 以 CRT 和键盘为监视和控制中心, 在控制室不设常规电气仪表、不设常规控制屏、不设预告和事故信号、不设硬手操控制等。纳入脱硫岛 DCS 系统监控/监测的电气设备包括: 脱硫岛内 6 kV 电动机回路和低压变压器进线开关、380 V PC 进线及分段开关、馈线开关, 脱硫低压变压器, 事故保安电源系统、直流系统、UPS 系统等。电气系统与脱硫岛 DCS 采用硬接线。所有 6 kV 开关、低压框架空气断路器的控制电压采用 220 VDC, 其余控制电

压采用 220 VAC。MCC 电源控制回路采用分、合闸独立控制。重要电动机机旁设置事故按钮。

### 2 继电保护

脱硫岛 6 kV 厂用电系统进线及分段、脱硫变压器、6 kV 高压电动机、380 V 75 kW 及以上电动机回路采用微机式综合保护装置, 放置于开关柜中; 380 V 厂用电系统及 75 kW 以下电动机由空气开关脱扣器及熔断器实现保护。

### 3 信号与测量。

WFGD 系统电气量送入脱硫岛 DCS, 实现数据自动采集、定期打印制表、实时调阅、显示电气主接线、事故自动记录及故障追忆等功能。送入 DCS 的电气量包括: (1) 模拟量 6 kV 进线回路 3 相电流、有功功率、母线 3 线电压; 380 V 低压进线回路 3 相电流、有功功率、母线 3 线电压; 380 V 事故保安电源 3 相电流、有功功率; 220 V 直流母线电压; UPS 输出母线电压; 6 kV 高压电动机及 45 kW 以上低压电动机单相电流; 重要的小容量低压电动机电流; 高低压进线以及 6 kV 高压电动机设脉冲式有功电度表, 脉冲输出信号送入脱硫 DCS, 实现脱硫岛重要设备自动计量。(2) 开关量。6 kV 开关合闸、跳闸状态、事故跳闸、控制电源消失; 380 V 低压 PC 所有开关的合闸、跳闸状态、事故跳闸、控制电源消失; 干式变压器温度; 所有电动机的合闸、跳闸状态、事故跳闸、控制电源消失。通过采取这些措施, 可有效地对脱硫岛工艺设备和电气系统进行监控与监测, 便于集中控制与管理。同时, 由于取消了常规电气仪表和常规控制屏, 控制和保护线路也更简洁, 维护和操作更方便。通过脱硫岛 DCS 可有效地与电厂集控楼 DCS 联网, 便于实现全厂的集中管理。

### 4 事故保安电源。

根据烟气脱硫工艺特点, 脱硫岛系统的一些辅机, 如: 原烟气挡板、净烟气挡板、旁路烟气挡板、吸收塔搅拌机、除雾器冲洗水泵、增压风机密封风机等在厂用电消失时, 为确保设备的安全停机和安全生产, 仍需继续供电。此外, 对于 DCS 系统、UPS 系统、火灾报警、事故照明等同样需要提供保安电源。因此, 在脱硫岛设置了专门的 380/220 V 事故保安 PC, 事故

保安PC 采用单母线分段接线,保安A、B段正常由脱硫PCA段和B段供电,事故情况下由主厂房保安段引入一路电源供电。全厂失电后,对于新建电厂,由于WFGD系统与燃煤机组同步建设,由机组柴油发电机继续供电;对于已建电厂加装WFGD装置,若机组柴油发电机有足够备用容量,则由机组柴油发电机继续供电;否则,根据事故保安负荷的大小,在脱硫岛电控楼设置柴油发电机。柴油发电机的负荷计算,采用换算系数法,应按最大计算负荷选择,并应考虑保安负荷的投运频率,对于在时间上能错开运行的保安负荷不应全部计入。厂用电失电30min后,关闭旁路烟气挡板、原烟气挡板、净烟气挡板、增压风机密封风机、DCS系统、UPS系统、火灾报警、事故照明等;失电30min后运行的设备,如,吸收塔搅拌器、除雾器冲洗水泵等应进行分类,取其大者选择柴油发电机容量。

## 5 直流系统。

由于脱硫岛布置在炉后,距离电厂主厂房较远,脱硫岛系统单独设置一套220V直流系统,不设端电池,设置微型电压绝缘监察装置、集中监控器和蓄电池巡检仪。主要为脱硫岛内电气控制、信号、继电保护、6kV及380V断路器跳合闸、UPS、直流事故照明等负荷供电。直流系统采用单母线分段,每炉一段,包括两组密封阀控铅酸蓄电池、两套高频充电装置(N+1热备份)、一套直流配电屏,这样,可保证在一组蓄电池放电维修时,WFGD系统仍能安全运行。直流装置采用两路交流供电,两路电源分别引自脱硫380VPCA、B段。直流馈

## 参考文献:

- [1] 胡少华,齐美富. 锅炉烟气脱硫技术进展[J]. 能源研究与信息[J]. 2018, 19(2): 2.
- [2] 孔火良,吴慧芳,金保升. 燃煤烟气脱硫技术及其主要工艺[J]. 煤矿环境保护, 2018, 3.
- [3] 许涛,张岗,高翔. 大型燃煤发电厂锅炉烟气脱硫技术[J]. 湖北电力, 2018.

线回路通过采用带有选择性保护的自动空气开关,能保证在发生短路故障时,各级保护电器有选择性正确动作。蓄电池容量按阶梯算法选择。蓄电池组以浮充电、均衡充电方式运行,其浮充电压为2.23V,均充电压为2.32V,终止电压为1.90V。交流事故停电时间按1h设计,可在全厂失电后继续维持其所有负荷在额定电压下连续运行不小于60min。

## 6 其他

目前,有设置直流、UPS系统成套装置和分电屏2种方式。对于设置分电屏的方式,其直流、UPS均引自约300m的主厂集控楼,考虑到压降的要求,分电屏电源电缆的截面较大,从工程造价及供电安全考虑,不推荐使用。对于设置成套装置的方式,直流系统配置蓄电池,UPS系统不自带蓄电池。由于湿法脱硫区域内有浆液、石膏等,需要经常进行冲洗,湿法脱硫区电缆设施采用电缆桥架架空敷设,不建议采用电缆沟道的敷设方式。对于湿法脱硫工艺子系统设备配套电气控制柜的,设计和订货时,要明确控制柜到就地设备间电缆的供货范围,并做好电气控制柜供电及控制逻辑设计。

上述火力发电厂石灰石/石膏湿法烟气脱硫电气系统的设计方案、要点和体会源于多个燃煤机组烟气脱硫工程的设计经验总结。随着我国政府对环境保护的日益重视和相关环保政策的制订,石灰石/石膏湿法烟气脱硫技术将在火力发电业得到广泛的应用,WFGD电气系统的设计也会更趋完美,工程造价也会更优惠,脱硫效率也会更理想。