

# 火力发电厂脱硝自动控制系统的优化与改进

曾 俊

( 华电宜宾分公司热工专业公司 , 四川 宜宾 644000)

**摘 要:** 主要针对火电厂脱硝系统在供氨调节门在自动运行状态中出现的问题对脱硝系统中现场设备和 DCS 逻辑进行优化, 提高自动投入率, 确保脱硝系统达标排放要求。

**关键词:** 脱硝; 自动控制; CEMS

**Abstract:** Mainly aiming at the problems appeared during the automatic operation of regulating valve for ammonia supply in denitration system of thermal power plants, the on-site devices and DCS logic of denitration system are optimized in order to improve the automatic input rate and to ensure the satisfied emissions of denitration system.

**Key words:** denitration; automatic control; CEMS

中图分类号: TK323 文献标志码: B 文章编号: 1003-6954(2014)04-0092-03

## 0 引 言

主要介绍了火力发电厂脱硝系统中直接影响到脱硝效果的供氨调节门由于自动控制系统不适合现场工况, 导致脱硝自动控制系统波动大, 正常运行中自动无法投入。通过对现场自动控制系统和 DCS 系统组态的分析和优化, 提高自动投入率, 确保脱硝自动系统正常投入,  $\text{NO}_x$  排放物达标排放要求。

## 1 故障现象

某  $2 \times 600 \text{ MW}$  火电厂脱硝系统采用催化还原法脱硝 (SCR) 工艺进行脱硝工作。脱硝装置布置于省煤器之后, 液氨作为还原剂, 经过蒸汽水浴加热蒸发成氨气, 再经稀释风稀释后, 在催化剂作用下, 将氮氧化物在一定温度条件 (设计为  $330 \text{ }^\circ\text{C} \sim 420 \text{ }^\circ\text{C}$ ) 下还原为无害的氮气和水。从系统构造来看, 影响脱硝效果好坏的一个重要因素就是还原剂氨气喷入脱硝反应器的多少决定着脱硝系统的工作效果。如果喷入氨气过少, 会出现氮氧化物超排, 如果喷入氨气过多, 会导致液氨的浪费。根据环保局的要求结合该厂的具体情况要求运行人员通过控制液氨调节门的开度控制脱硝后  $\text{NO}_x$  含量在  $80 \sim 130 \text{ mg/nm}^3$  之内。运行人员将供氨调节门投入自动后

长期出现调门波动大, 自动经常退出,  $\text{NO}_x$  含量长期超排或液氨喷入过多的现象, 严重影响脱硝系统的正常运行, 增大运行人员的工作量。

## 2 原因分析

为了找出对液氨调节门不能自动正常投运的原因, 分别从系统和 DCS 组态上进行查找, 找出问题并针对问题一一解决。

(1) 通过对 DCS 系统中氨气流量控制阀 PID 控制模块组态的分析发现, 组态系统中的控制对象过程值为机组脱硝后的脱硝效率即  $(\text{脱硝前烟气 } \text{NO}_x \text{ 含量} - \text{脱硝后烟气 } \text{NO}_x \text{ 含量}) \div \text{脱硝前烟气 } \text{NO}_x \text{ 含量} \times 100$ 。而运行人员在实际运行操作中根据相关要求主要是控制脱硝后烟气  $\text{NO}_x$  含量在  $80 \sim 130 \text{ mg/nm}^3$  范围内运行, 控制对象脱硝效率和脱硝后烟气  $\text{NO}_x$  含量有关但不能直接及时反应脱硝后烟气  $\text{NO}_x$  含量的变化情况, 控制目标含糊导致自动控制系统不能达到预期控制效果, 这是导致自动长期不能投运的主要原因。

(2) 从系统上看, 分别调取液氨调节门指令和反馈曲线, 液氨流量和液氨调节门阀位反馈曲线进行分析, 发现液氨调节门反应迟缓, 死区大, 最大时达到 6%。对液氨流量和液氨调节门阀位反馈曲线分析发现液氨流量对调节门阀位反馈曲线跟踪的不好。这是造成脱硝自动投入效果不理想的原因之一。

(3) 现场使用的烟气分析仪为北京雪迪龙生产的SCS-900型烟气排放连续监测系统,为了防止伴热取样管路堵塞该系统设置为每5 min系统自动反吹一次,每15 min系统自动标定一次,在系统自动反吹和标定期间,其NO<sub>x</sub>测量值锁定为反吹和标定前NO<sub>x</sub>测量值。由于反吹和标定的频率高,时间长了会导致自动调节系统在测量值锁定期间出现过调情况,反吹和标定完成后,系统又会花较长时间进行回调,致使调节系统大范围波动,影响系统的稳定性。这是导致自动长期不能投运的主要原因。

### 3 处理对策

针对以上3条导致脱硝系统中供氨调节门不能投入自动运行的原因,逐一进行分析,并根据该系统实际情况进行解决处理。

(1) 针对当前自动控制PID模块控制对象为脱硝效率,而在实际运行操作中又是以脱硝后NO<sub>x</sub>含量作为考核指标,虽然脱硝效率和脱硝后NO<sub>x</sub>含量有一定关联,但由于控制目标的不准确,导致自动投入后效果差。根据这一情况,利用机组停机机会对DCS中自动模块目标值(即PV值)进行修改,将原来的脱硝效率改为NO<sub>x</sub>含量测量值,实现自动控制目标值即为运行人员考核目标,方便运行人员操作和控制。如图1所示。

(2) 针对系统中供氨调节门死区偏大,阀门开度和液氨流量曲线跟踪不好的问题。通过现场检查,该系统中供氨调节门为美国进口Limatorque电动执行器,该执行器的死区可以从1%~50%任意

选择,执行器默认值为2%。根据以上情况进入执行器系统设置菜单后将死区由2%修改为1%,以增强阀门对DCS指令响应的灵敏度。同时从系统上检查,在供氨调节门前设置有一过滤器,由于长期使用液氨过滤器可能存在堵塞情况。过滤器是影响液氨流量曲线跟踪液氨调节门开度曲线不好的重要原因,利用停炉机会对过滤器进行清洗或更换。

(3) 现场在线烟气监测仪表CEMS所具有的自动维护功能(定时自动反吹和定时自动标定)是导致该系统自动投入不理想的最大因素,对自动控制系统的扰动也最大,对自动调节要求也更高,如果这个问题解决不好,很有可能导致自动控制系统彻底崩溃,在不增加新的投入的情况下,利用现有设备只有在DCS组态逻辑上进行考虑,当DCS系统检测到CEMS仪表在自我维护(反吹、标定、故障)等测量输出值不是烟气NO<sub>x</sub>含量真实值的情况下,自动控制系统的自动停止系统调节功能,将供氨调节阀门开度维持在在线监测仪表自我维护之前的开度,当在线监测仪表自我维护完成后,自动调节系统再开放调节功能进行自动调节,尽量减少在线监测仪表CEMS自我维护过程中烟气NO<sub>x</sub>测量值输出自动锁定导致的扰动对自动控制系统的影响。如图1所示。

图1中MOXPODII模块为DCS中自动调节PID模块。CFK34XB104为分析仪校准状态,CFK34XB101为分析仪故障状态,CFK34XB106为分析仪反吹状态。当3个状态中任何一个发出通过一个OR模块进行判断。ST\_SEL模块为选择开关,当S1为1时VAL2为输出值即HSJ12AA100\_SP(设定值)为输出值,此时MOXPODII模块设定值RSP

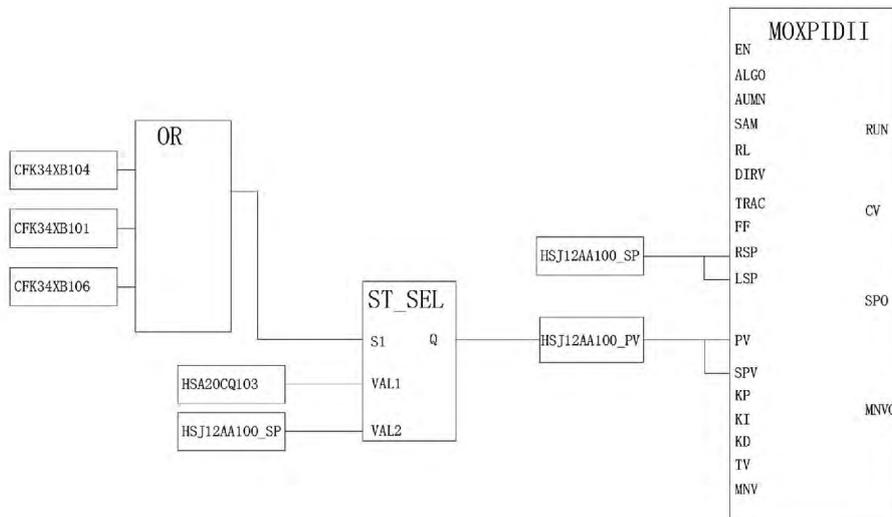


图1 现场烟气监控制模块图

和测量值 PV 相同,MOXPODII 模块不进行调节。当 S1 为 0 时,ST\_SEL 模块 VAL1 即 HSA20CQ103(分析仪 NO<sub>x</sub> 测量值)为输出值,MOXPODII 模块根据设定值和测量值偏差进行自动调节。

## 4 总 结

通过以上几条措施的执行,脱硝供氨调节阀门自动运行投入率大大提高,在不对系统进行大的改动下,自动系统稳定性和可靠性得到了很大的提升。当然,如果要彻底避免 CEMS 在线监测仪表自我维护功能对自动控制系统的影响,建议应多增加一台脱硝出口 CEMS 在线监测仪表,DCS 组态中对两台 CEMS 测量的 NO<sub>x</sub> 值进行分析判断,当两台仪表均正常工作时,NO<sub>x</sub> 值取两台仪表测量的平均值,当一台进行自我维护时,NO<sub>x</sub> 值取正常工作仪表值,这样将进一步提高该自动控制系统的可靠性和稳定性。

## 5 结束语

随着国家对环保要求的提高以及两部委《燃煤

=====

(上接第 61 页)

频率下降或上升引起定子电压的下降或上升。该研究为分析电网频率变化期间直驱永磁风力发电系统实际运行、出力变化情况奠定了基础。

### 参考文献

[1] Liserre M, Sauter T, Hung J Y. Future Energy Systems: Integrating Renewable Energy Sources into the Smart Power Grid through Industrial Electronics [J]. IEEE Transactions on Industrial Electronics Magazine, 2010, 4(1): 18-37.

[2] ARABI S, KUNDUR P. Stability Modeling of Storage Devices in FACTS Applications [C]. IEEE Power Eng Soc Summer Meeting. Vancouver, Canada, 2001: 15-19.

[3] Conroy J, Watson, R. Aggregate of Wind Farms Containing Full-converter Wind Turbine Generators with Permanent Magnet Synchronous Machines: Transient Stability Studies [J]. Renewable Power Generation, IET, 2009, 3(1): 39-52.

[4] Ki-Hong Kim, Toon-Cheul Jeung, Dong-Choon Lee, et al. LVRT Scheme of PMSG Wind Power Systems Based on Feedback Linearization [J]. IEEE Transactions on Power Electronics, 2012, 27(5): 2376-2384.

发电机组环保电价及环保设施运行监管办法》的实施,火力发电厂对环保系统和环保设备的稳定可靠运行提出了更高的要求,前面以 600 MW 火力发电厂脱硝自动控制系统的优化与改进为例,详细分析了在火力发电厂中影响脱硝自动控制系统正常运行的各类因素以及解决处理办法,为同类型的问题提供了一个成功的案例。

### 参考文献

[1] TCS3000 仪电一体化分散控制系统系统手册 [R]. 国电南京自动化股份有限公司.

[2] Limitorque MX 电动执行装置使用说明书 [R]. 美国 flowserve 公司.

[3] SIEMENS ULTRAMAT 23 操作说明 [R]. 德国 SIEMENS 公司.

### 作者简介:

曾俊(1974),本科,电力工程师,华电宜宾分公司热工专业公司经理,主要从事火力发电厂热控专业检修及维修工作。

(收稿日期:2014-05-17)

[5] Conroy, J F; Watson, R. Frequency Response Capability of Full Converter Wind Turbine Generators in Comparison to Conventional Generation [J]. IEEE Transactions on Power Electronics, 2008, 23(2): 649-656.

[6] 谢萍,刘永强.直驱式永磁同步风力发电系统的整合模型与仿真[J].可再生能源,2011,29(3):13-16.

[7] 李军军,吴政球.风电参与一次调频的小扰动稳定性分析[J].中国电机工程学报,2011,31(13):1-9.

[8] 蔺红,晁勤.并网型直驱式永磁同步风力发电系统暂态特性仿真分析[J].电力自动化设备,2010,30(11):1-5.

[9] 程航,曹五顺,周明星.不对称电网电压条件下直驱永磁风力发电机组并网逆变器的双电流闭环控制策略的研究[J].电力系统保护和控制,2012,40(7):66-72.

[10] 杨晓萍,郭鑫.直驱式永磁风力发电机组并网控制[J].电力系统及其自动化学报,2011,23(6):121-126.

### 作者简介:

冯树辉(1985),硕士,主要研究方向为电力系统建模与辨识、电力系统稳定与控制;

杨浩(1960),博士,副教授,主要研究方向为电力系统信号处理、保护与控制;

项丹(1986),硕士,主要研究方向为发电机控制策略及其电力电子技术在电力系统中的应用研究。

(收稿日期:2014-04-28)