

# 湿法烟气脱硫系统运行节能优化措施

阮翔<sup>1,2</sup>, 钟英杰<sup>2</sup>

(1. 浙江台州发电厂, 浙江台州 318016;  
2. 浙江工业大学机械工程学院, 浙江杭州 310014)

**摘要:** 针对石灰石—石膏湿法脱硫系统在台州发电厂的应用过程中几项改造项目进行了分析和总结, 提出改进湿法脱硫系统运行经济性的措施, 在提高脱硫设备运行稳定性、降低脱硫设备故障率, 减少脱硫运行对主机的影响等方面达到了显著的效果, 为脱硫系统的节能、经济运行提供了参考。

**关键词:** 湿法烟气脱硫; 烟气换热器; 变频器

中图分类号: X701.3 文献标识码: B 文章编号: 1006-8759(2011)03-0033-03

## THE MEASURES OF ENERGY CONSERVATION IN WET FLUE GAS DESULFURIZATION SYSTEMS

RUAN Xiang<sup>1,2</sup>, ZHONG Ying-jie<sup>2</sup>

(1. Zhejiang Taizhou Power Plant, Taizhou 318016, China; 2. College of Mechanical Engineering, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310014, China)

**Abstract:** The article - gypsum wet limestone of desulphurization system in taizhou power plant in the process of applying several reconstruction project are analyzed and summarized, put forward the improvement wet desulfurization system running economy measure of improving the running stability of the desulfurization equipment to reduce desulfurization equipment failure rate, reducing the desulfurization operation impact on the host has reached significant results, the measures for desulphurization system of energy-saving economic operation to provide the reference.

**Keywords:** wet flue gas desulphurization; gas heat exchanger; inverter;

石灰石—石膏湿法烟气脱硫技术 (WFGD) 是当前国内外最重要、应用范围最广的烟气脱硫技术。台州发电厂 4 台 300 MW 级燃煤机组共配 4 套湿法烟气石灰石—石膏脱硫系统, 脱硫装置采用一炉一塔单元制配置。其系统主要由石灰石浆液制备系统、烟气系统、吸收塔系统、工艺水系统、石膏脱水系统、浆液疏排系统、废水处理系统及压缩空气系统等组成。脱硫系统中的脱硫增压风机、吸收塔循环泵等主要设备的耗电占了绝大部分, 为了维持脱硫系统的正常运行, 就要消耗大量的厂用电, 占据了可观的发电成本。

为探索在确保湿法脱硫系统高效稳定运行的同时有效降低耗电量, 实现节能与减排双赢, 对台州发电厂 300 MW 级燃煤机组脱硫系统运行方式进行分析、试验, 通过优化脱硫设备运行方式和应用先进技术对传统系统进行技术改造, 比如变频调速技术的应用、辅机节能改造等, 在保证脱硫效率、投运率的前提下, 有效地降低了脱硫系统耗电量, 取得了良好的节能效果, 对同类型发电企业具有很好的借鉴意义。

### 1 烟气换热气 (GGH) 运行优化

引起 GGH 积灰、结垢的原因有很多, 如果除

尘器后的烟气中的含尘量过高,很容易造成 GGH 传热元件上的积灰,导致后果是 GGH 差压不断升高,导致增压风机电流上升,电耗增压,而且会使作为吸收剂的石灰石粉的活性下降,以及脱硫石膏的脱水困难等一系列问题。如果除雾器出口的净烟气如果还带有一定量的水蒸汽,烟气中携带的液滴夹杂着石膏颗粒很容易在换热元件上淤积并结垢,吹灰器很难予以清除。另一方面,压缩空气在线定期吹扫的频率不够,高压水在线冲洗效果不好,吹扫冲洗方向逆烟气而行,冲洗后会使得换热元件更潮湿,有时反而会使 GGH 差压增加。

### 1.1 GGH 运行优化方法

(1) 提高电除尘器的效率和可靠性,使 FGD 入口烟尘在设计范围内,并对电除尘参数进行优化。

(2) 每个月定期停运脱硫系统进行 GGH 冲洗,方式为首先进行低压水冲洗。除去转子上沾附的酸性沉积物、水冲洗可以冲走大量的酸性物。然后进行高压水冲洗,冲洗长期积累下来的、不能通过正常吹灰和低压水清除的黏附物。最后再进行压缩空气吹扫,进行干燥。

(3) 每个月利用脱硫系统停运期间,对除雾器进行人工高压消防水冲洗,使保持清洁,保证除雾效率。

(4) 在线运行时,提高压缩空气吹扫的频率,每班 8 小时吹扫次数不得少于两次。

### 1.2 GGH 运行优化后的效果检查

表 1 台州发电厂 #8 炉脱硫系统 GGH 差压对照表

时间	负荷/MW	GGH 原烟气压差/Pa	GGH 净烟气压差/Pa	增压风机电流/A
07.12.17	240	621	754	281
07.12.22	325	729	927	341
07.12.26	320	700	879	323
运行方式调整后				
09.08.23	245	286	298	213
09.08.28	328	322	353	307
09.08.29	310	305	320	268

由表 1 可见,通过运行方式的调整和 GGH、除雾器的离线冲洗,GGH 差压较之前下降明显,在满负荷的工况下前后差压总和降幅可达 1100 Pa; 在 75% 负荷的工况下前后差压总和降幅可达 800 Pa; 增压风机电流同一工况下下降 30 A 左右,降低了厂用电的消耗量,而且更有利于整个脱

硫系统安全与稳定地运行。

## 2 脱硫增压风机节能运行优化

### 2.1 增压风机的原有运行模式

#9、10 炉脱硫系统有二台型号为 ANT35e6,流量为 1 585 568 Nm<sup>3</sup>/h,电机功率 2 500 kW,额定电流为 301 A,转速为 580 r/min 的静叶可调轴流式增压风机,在机组开停机过程中,增压风机出力有富余;另外,由于我厂负荷不能长期保证满载,需调整增压风机静叶来保证增压风机运行中流量的需要。由于增压风机本身不能调整转速,当机组负荷变化大时,需要频繁调节进口静叶开度,容易造成设备损坏。因此无论从设备安全运行角度和节能降耗角度来讲,对增压风机的改造就显得很有必要。

### 2.2 实施优化改造的方案

脱硫增压风机变频改造仍使用美国 AB 公司生产的 PowerFlex7000 变频器。由 18 只 SCR 组成 6 kV 的整流器,18 只 SGCT 组成 6 kV 的逆变器,变频器输出为 0~6 kV,该项目每套机组的增压风机的改造总费用 318 万元。系统框图如图 1 所示:

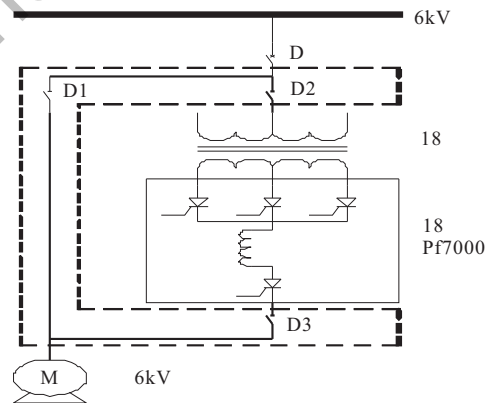


图 1 脱硫增压风机变频改造系统框图

### 2.3 系统节能优化后的经济性比较

增压风机电机变频改造后,每台机按当前的负荷状况,每年按运行 5 500 h 计算,180 MW 的运行时间约占 30%,200 MW 的运行时间约占 20%,250 MW 的运行时间约占 20%,其中 300 MW 的运行时间约占 30%。在目前机组负荷率下,每天约可节电 7 000 kWh,全年以运行 300 d 计可节电 210 万 kW·h,可降低机组厂用电率 0.14 个百分点。脱硫增压风机变频调速控制改造后,系统在经济性上有了很大的改善。同时,采用变频器控制调速后,避免了电机启动时的冲击对电机的损

坏,延长了电机的检修周期和寿命,减轻了维修工作量,提高了机组的稳定性。

### 3 吸收塔浆液循环泵运行优化

台州发电厂每套脱硫系统配备吸收塔循环泵三台原设计为 4 极电机通过减速箱减速后带动脱硫循环泵运行。由于减速箱质量不佳故障率较多,且噪音及检修工作量较大,严重影响脱硫系统的稳定运行。故制定吸收塔循环泵优化方案:取消吸收塔循环泵减速箱,改为 10 极电机直联运行。

脱硫循环泵传动形式改造前后参数对比见表 2~表 5。

表 2 吸收塔循环泵改造前参数

吸收塔循环泵	设计流量/ $m^3 \cdot h^{-1}$	叶轮直径/mm	扬程/m	转速/rpm	减速比	电机转速/rpm	电机功率/kW	额定电流/A
#10A	4 300	820	20.1	540	2.75	1 484	400	47.8
#10B	4 300	820	23.8	570	2.58	1 484	450	53.6
#10C	4 300	820	22.1	562.5	2.64	1 484	450	53.6

表 3 吸收塔循环泵改造后参数

吸收塔循环泵	叶轮直径/mm	扬程/m	转速/rpm	电机转速/rpm	电机功率/kW	额定电流/A
#10A	780	20.1	594	594	500	59.3
#10B	820	23.8	594	594	500	59.3
#10C	800	22.1	594	594	500	59.3

表 4 吸收塔循环泵改造前运行工况

负荷/MW	#10A 泵电流/A	#10B 泵电流/A	#10C 泵电流/A	原烟气 $SO_2/(mg \cdot m^{-3})$	脱硫效率/%
213	47	44.4	43.2	1 675	94.4
301	46.8	44.5	43.8	1 921	92
300	46.5	44.3	44	2 520	89.2
303	46	43.8	44.1	2 097	92.3
302	47.1	44.8	44	1 959	91.7
平均值	46.68	44.36	43.82	2 034.4	92.02

表 5 吸收塔循环泵改造后运行工况

负荷/MW	#10A 泵电流/A	#10B 泵电流/A	#10C 泵电流/A	原烟气 $SO_2/(mg \cdot m^{-3})$	脱硫效率/%
219	55.3	51.4	45.7	1683	96.2
301	54.8	51.1	45.9	1907	95
301	54.7	51.7	45.2	2537	91.7
300	55.3	51.5	45	1606	96.3
303	54.3	50.1	44.7	2028	95
平均值	54.86	51.16	45.3	1952.2	94.84

在脱硫系统相近的运行工况下改造后的吸收塔循环泵电流总体增大约 16.43 A,改造后比改造前平均脱硫效率提高 2.82%左右,在保证机组运行稳定和环保要求情况下,平常控制二台吸收塔循环泵运行第三台泵列备,降低了厂用电率,而且现场文明生产及噪声大有改观,改为直联后减速箱检修工作量也将大幅减少。据计算,一台吸收塔再循环泵停运 1 h 可节约厂用电 400 kW·h,按电价为 0.30 元/kW·h 折算,每台机组每月则可节省成本 86 400 元。

### 4 结语

湿法烟气脱硫工艺系统复杂,本文以脱硫系统主要设备节能改造为核心,通过节能优化,采取措施缓解 GGH 压差上升,对增压风机进行变频改造降低电耗,对吸收塔循环泵进行传动方式改造提高运行稳定性,这些措施对于保证脱硫效率、脱硫投用率以及主机和脱硫系统的安全运行至关重要,而且取得了良好的节能效果。在目前国内脱硫项目迅速发展的情况下,努力做好脱硫系统的节能优化及运行经验的总结,对今后脱硫装置的安全稳定运行具有重要意义。

### 参考文献

- [1] 顾金芳,茅睿,林伟.脱硫系统优化运行研究[J].华东电力,2008,36(8):115~118.
- [2] 周祖飞.燃煤电厂烟气脱硫系统的运行优化[J].浙江电力,2008,(8):39~42.
- [3] 张兴法,阮翔.湿法烟气脱硫系统脱硫效率影响因素分析[J].能源环境保护,2010,(4):61~66.
- [4] 乐园园,金东春,张岩,曹志勇.浙江省火电厂石灰石湿法烟气脱硫装置运行分析[J].浙江电力,2010,(7):53~56.
- [5] 张兴法,阮翔.降低湿法脱硫系统 GGH 差压的方法与实践[J].环境科学与管理,2011,(2):62~64.