

双塔双循环脱硫工艺在 330MW 机组脱硫系统改造中的应用

高广军, 王玉祥, 朱 伟

摘 要: 本文阐述了双塔双循环工艺的基本原理, 为应对《火电厂大气污染物排放标准》(GB1323-2011), 双塔双循环技术可以提高原有石灰石-石膏法脱硫效率, 降低脱硫系统出口二氧化硫(SO_2)排放浓度, 实现达标排放, 为燃煤电厂提高脱硫效率提供技术参考。

关键词: 烟气脱硫; 改造; 应用

1 概况

国电谏壁发电厂现有装机容量为 $5 \times 330\text{MW}$ (8 号、9 号、10 号、11 号、12 号机组) + $2 \times 1000\text{MW}$ (13 号、14 号机组), 全厂总容量为 3650MW , 原 7 号机组 ($1 \times 330\text{MW}$) 于 2013 年 9 月底关停。

8 号机组于 1983 年投产, 原有脱硫装置于 2008 年投运, 采用石灰石-石膏湿法脱硫工艺, 一炉一塔, 烟气处理能力为锅炉 100%BMCR 工况时的烟气流, 设计脱硫效率不小于 95%。

工艺水系统、石灰石浆液制备系统、压缩空气系统、石膏脱水系统、废水处理系统和排空系统为 7 号、8 号机组两套脱硫装置公用。

2 改造的必要性

随着国家新的《火电厂大气污染物排放标准》(GB1323-2011) 颁发实施, 镇江地区为环保重点控制地区, 烟囱出口 SO_2 排放浓度标准为小于 $50\text{mg}/\text{m}^3$ (标准状态, 干基, $\alpha=1.4$, 以下浓度均为此状态)。8 号机组脱硫系统设计燃煤硫份为 1.5%、烟气流为 $1250000\text{m}^3/\text{h}$ 、FGD 入口 SO_2 浓度为 $4000\text{mg}/\text{m}^3$, 要保证出口 SO_2 浓度小于为 $50\text{mg}/\text{m}^3$, 就必须使得脱硫效率大于 98.75%, 这已经超出了单纯使用石灰石作为脱硫剂的石灰石-石膏湿法脱硫技术的临界效率。显然原有单塔脱硫工艺不能满足新的排放标准, 故必须尽快对 8 号炉脱硫系统进行提效改造以满足新的排放标准要求。

3 改造方案选择

石灰石-石膏湿法烟气脱硫工艺是目前世界上应用最为广泛、技术最为成熟的 SO_2 脱除技术。脱硫工艺主要包括吸收剂制备系统、烟气系统、吸收

反应系统、石膏脱水系统和电气控制系统等, 其中烟气系统和吸收反应系统是脱硫工程的核心。

该工艺具有脱硫率高、运行可靠性高、吸收剂利用率高、能适应大容量机组和高浓度 SO_2 烟气条件、吸收剂价廉易得、钙硫比低 (一般小于 1.05)、副产品具有综合利用的商业价值等特点。

常规石灰石-石膏湿法脱硫系统提效改造方法有: 更换大容量的浆液循环泵、增加一台浆液循环泵和一层喷淋层、双塔双循环、单塔双循环等。其中双塔双循环、单塔双循环可以明显提高脱硫效率, 因此在脱硫提效改造中使用比较多。在提效改造中要充分考虑到工期紧张、脱硫效率要求高、充分利用现有设备等, 由于该电厂 7 号机组关停, 故 8 号机组脱硫系统提效改造时可以充分利用 7 号机组脱硫系统现有的吸收塔和附属设备。因此, 8 号机组脱硫系统改造最终确定采用双塔双循环工艺, 可以实现脱硫效率大于 98.75%、节约工期和节约成本。

4 双塔双循环工艺介绍

(1) 双塔双循环的一级塔的浆液控制较低的 pH 值, 有利于石膏的氧化, 降低氧化风机电耗; 二级塔的浆液 pH 值较高, 有利于 SO_2 的吸收, 可以保证很高的脱硫效率, 高硫煤可以达到 98.5% 左右。两个循环过程的控制是独立的, 避免了参数之间的相互制约, 可以使反应过程更加优化, 以便快速适应煤种变化和负荷变化;

(2) 一级循环中可以去除烟气中易于去除的杂质, 包括部分的 SO_2 、灰尘、HCL、HF, 那么杂质对二级循环的反应影响将大大降低, 提高二级循环效率;

(3) 石灰石在工艺中的流向为先进入二级循环再进入一级循环, 两级工艺延长了石灰石的停留时

间，特别是在一级循环中pH 值很低，实现了颗粒的快速溶解，可以实现使用品质较差的石灰石并且可以较大幅度地提高石灰石颗粒度，降低磨制系统

电耗。
(4) 双塔双循环工艺图
双塔双循环工艺图见图1。

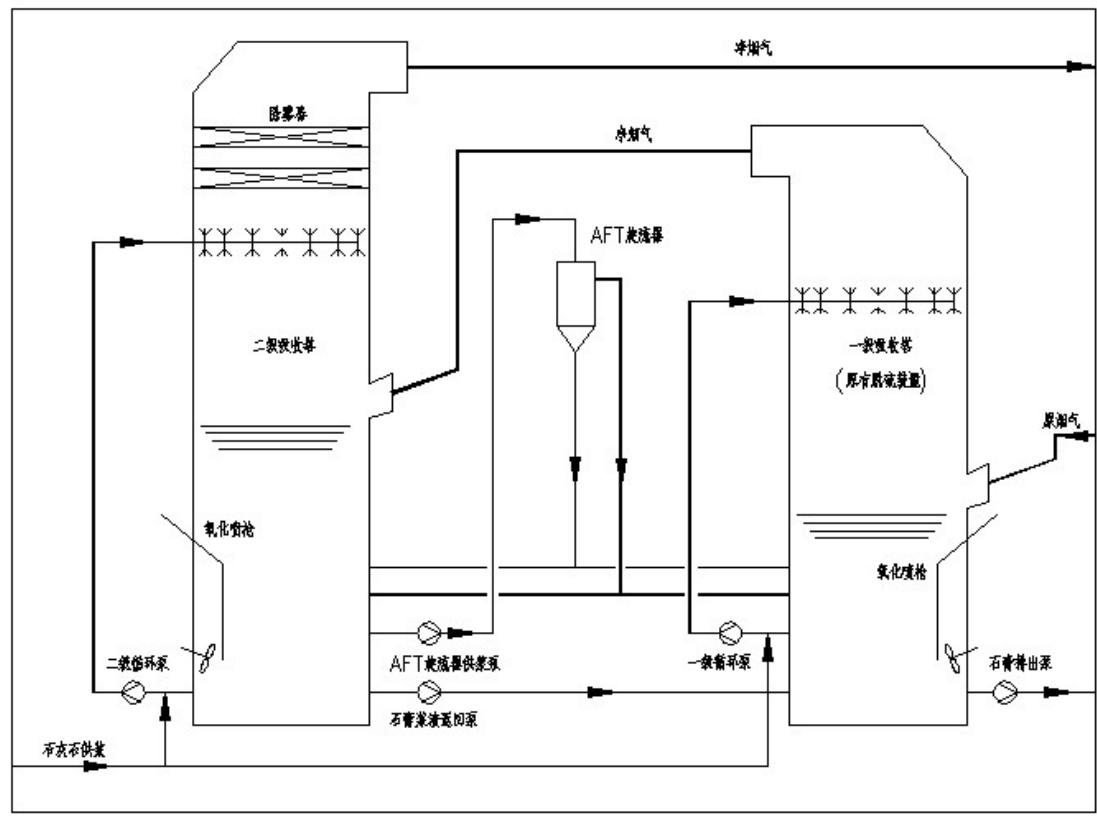


图 1 双塔双循环工艺图

5 改造主要内容

(1) 烟气系统

8 号脱硫吸收塔入口烟道进行改造，对 2 台引风机出口混合烟道膨胀节后至吸收塔入口烟道进行改造:将 8 号脱硫出口净烟道的拆除、烟囱入口封堵;改造 7 号脱硫吸收塔净烟气出口至烟囱的烟道;新增 7 号、8 号吸收塔之间的连接烟道并增设烟道冲洗装置;同时对 7 号脱硫吸收塔入口原烟道进行改造。

(2) 吸收塔系统

更换 7、8 号机组脱硫系统吸收塔浆液循环泵泵体及电机，采用直联式循环浆泵 6 台，循环浆泵厂家选用石家庄工业泵厂产品。更换一、二级吸收塔侧进式搅拌器（共 8 台）及事故浆液箱搅拌器（3 台），使用进口 EKATO 产品。保留一级吸收塔脱硫氧化风机 3 台，拆除更换二级吸收塔脱硫氧化风机 2 台，二级氧化风机采用双级串联山东章丘罗茨风

机；新增中间石膏旋流器。

(3) 吸收剂制备供应系统

采用单元制供浆方式，一、二级吸收塔分别对应两台石灰石供浆泵，系统运行中供浆泵采用一运一备运行方式。

(4) 电控系统

电控系统配合机务设备进行同步改造。

(5) 改造后系统阻力增加，通过脱硝、除尘系统改造对引风机进行改造。

6 实际运行效果

8 号机组脱硫提效采用了“双塔双循环”脱硫工艺，5 月 22 日 8:00 到 29 日 8:00 顺利通过了 168 小时试运行，期间各项参数稳定，达到脱硫提效改造的目标要求，相关参数见表 1。从表 1 可看出，试运行期间脱硫日平均效率达 99.3%以上，出口净烟气二氧化硫平均排放浓度仅为 22.43mg/Nm³，低于 50mg/Nm³。

表 1 脱硫提效改造后脱硫效果数据

项目	22 日-29 日平均值
原烟气SO ₂ 浓度/(mg/Nm ³)	3352.4
净烟气SO ₂ 浓度/(mg/Nm ³)	22.43
脱硫效率/%	99.34
一级吸收塔 pH 值	4.4
二级吸收塔 pH 值	6.1

168 期间锅炉原烟气SO₂浓度在 5 月 22 日 16:00 最高达到 5300mg/Nm³，机组负荷为 280MW，脱硫系统运行 6 台浆液循环泵。一级吸收塔浆液pH值为 4.40，二级吸收塔pH值为 5.79，脱硫效率达到 99.5%，出口SO₂排放浓度为 25 mg/Nm³。

整个试运行期间，虽然锅炉来原烟气SO₂浓度比较高，但由于一级吸收塔浆液pH值控制得低，在 4.5 左右，一级吸收塔内石膏浆液的氧化得到了保证，脱硫石膏品质良好，石膏含水率均在 10%左右，未发生因浆液氧化不足出现烂石膏现象。

7 结论

8 号机组脱硫提效改造后，通过 168 期间及之

后的运行实践来看，此次双塔双循环提效改造能满足高负荷、高硫分条件下的正常运行，有效解决了电厂燃用高硫煤时SO₂达标排放的问题，脱硫装置的效率稳定在 99%以上。改造方案完全利用原有的脱硫设施，减少了资源的浪费和设备设施的重复建设。

参考文献：

[1] 李庆,孙辉,张新亮,等.电厂脱硫系统调试过程中遇到的若干问题[A]. 中国环境科学学会 2006 年学术年会优秀论文集(下卷)[C].2006.

作者简介：

高广军（1971-），男，江苏句容人，工程师，主要从事火电厂脱硫、脱硝、电除尘器技术工作。