

Application of turbulent swirl technology in desulfurization system of Russian 880MW unit

Qingfeng Fu

Guoneng (Suizhong) Power Generation Co., Ltd., Huludao, Liaoning, 125222, China

Abstract

Unit #2 (880MW) of Guoneng (Suizhong) Power Generation Co., Ltd. adopted limestone-gypsum wet flue gas desulfurization process, which was put into operation in August 2009. The desulfurization system adopts the scheme of one furnace and one tower, four spray layers, and is equipped with a rotary flue gas heat exchanger (GGH). The system underwent desulfurization and efficiency improvement in March 2014, and two new spray layers and corresponding supporting equipment were added in the absorption tower. Add a layer of tubular demister under the original two-stage roof ridge demister. In this paper, the operation status of the existing desulphurization system of the Russian 880MW unit and the application of the integrated technology of turbulent swirl deposition and efficiency enhancement in the unit are analyzed. The transformation results show that the turbulent swirl integration technology can effectively increase the effective area of atmospheric liquid contact and improve the gas-liquid mass transfer efficiency by setting the gridded and curved flow channel swirl device. Under the same working condition, more than one slurry circulating pump can be shut down, which plays a role in reducing the plant power consumption.

Keywords

Russian type; 880MW; desulfurization; turbulent swirl; transformation

湍流旋汇技术在俄式 880MW 机组脱硫系统上的应用

付庆峰

国能(绥中)发电有限责任公司, 中国·辽宁 葫芦岛 125222

摘要

国能(绥中)发电有限责任公司#2机组(880MW)采用石灰石-石膏湿法烟气脱硫工艺,于2009年8月建成投产。脱硫系统采用一炉一塔方案,四层喷淋层,并配备回转式烟气换热器(GGH)。该系统于2014年3月进行了脱硫提效改造,吸收塔内新增两层喷淋层及相应的配套设备。在原两级屋脊除雾器下方增加一层管式除雾器。本文分析了该厂俄式880MW机组现有脱硫系统的运行现状及湍流旋汇除尘增效一体化技术在该机组上的应用。改造结果表明,湍流旋汇一体化技术通过设置网格化、弯曲流道的旋汇装置,可有效增大气液接触的有效面积,进而提升气液传质效率,在相同工况下,可多停运一台浆液循环泵,起到降低厂用电率的作用。

关键词

俄式; 880MW; 脱硫; 湍流旋汇; 改造

1 引言

该厂俄式 880MW 超临界火电机组脱硫系统自 2009 年 8 月建成投产以来,虽然在 2014 年 3 月进行了脱硫提效改造。但根据国资委发布的《关于开展全国煤电机组改造升级的通知(发改运行〔2021〕1519号)》文件以及《全国煤电机组改造升级实施方案》文件的主要精神,并结合近几年煤炭资源供应的不确定性,煤质偏差、燃煤含硫量高等因素影响,现有脱硫系统已不能再适应当前电力市场形势及排放指标的要求。所以,为应对国家对环保指标的更高要求,适应煤

炭供应市场需求变化,提高电厂烟气系统效率,提升脱硫装置对燃煤硫分的适应性,降低脱硫厂用电率,进行#2机组脱硫系统进行提效改造将变得十分必要。本文旨在介绍该厂俄式 880MW 火电机组脱硫系统湍流旋汇技术的改造及应用效果。

2 脱硫系统改造前分析

2.1 脱硫系统的作用及系统组成

脱硫系统在火电厂中主要用于减少大气污染,保护生态环境。火电厂在生产过程中,燃烧煤炭会产生大量的 SO_2 ,脱硫系统能有效降低 SO_2 排放量,减少酸雨和雾霾的产生,减少空气中的污染物,提升空气质量。脱硫过程中产生的副产品石膏,还可用于建材等行业,实现资源再利用。

绥中公司俄式 880MW 机组烟气脱硫系统采用石灰石-

【作者简介】付庆峰(1981-),男,中国辽宁本溪人,本科,工程师,从事火电机组集控运行研究。

石膏湿法脱硫工艺。脱硫系统按含硫量 0.5% (SO₂ 浓度不大于 1200mg/Nm³) 设计, GGH 漏风率不大于 1%。吸收塔出口效率不小于 98.1%, 脱硫系统出口 SO₂ 浓度不大于 35mg/Nm³。

该脱硫工艺系统主要由石灰石浆液制备系统(包括石灰石输送系统、石灰石制浆系统、石灰石浆液供应系统)、烟气系统、吸收塔系统、石膏脱水系统、公用系统(包括工业水系统、工艺水系统、除雾器冲洗水系统、压缩空气系统)、石灰浆液排放系统、废水处理系统等 7 个工艺子系统组成。

用于去除 SO_x 的浆液收集在吸收塔浆池内, 其内部分为氧化区和结晶区。在上部氧化区, 氧化空气由三根矛式喷射管送入浆池, 石膏在 pH 值为 4 ~ 6 的浆液中逐渐生成。在结晶区, 石膏晶种逐渐增大, 并生成易于脱水的较大晶体。去除 SO₂ 总反应方程式: $\text{CaCO}_3 + \text{SO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

2.2 脱硫系统现存问题

根据国资委发布的《关于开展全国煤电机组改造升级的通知(发改运行[2021]1519号)》《全国煤电机组改造升级实施方案》以及本地区对环保指标的相关要求, 结合近年来入炉煤质逐年下降, 燃煤含硫量逐年升高等客观因素, 机组在环保指标排放控制方面显得越来越困难。同时, 随着公司经营形势的严峻, 经济化运行方面的要求也越来越高。若不进行提质增效改造, 提升电厂烟气系统效率, 提升脱硫装置对燃煤硫分的适应性, 降低脱硫厂用电率, 机组的安全稳定运行、公司的经营绩效都将无法得到满足。

2.3 脱硫系统改造方案

经过市场调研, 通过对旋汇耦合方案、湍流旋汇一体化方案以及单塔双循环方案进行技术、经济性比较, 三个方案均可满足脱硫系统提效的要求, 但湍流旋汇一体化改造方案在改造费用、系统次生阻力、施工难度等方面具有明显优势。因此, 综合考虑后, 采用湍流旋汇一体化改造方案作为俄式 880MW 燃煤机组脱硫系统的改造方案是合适的选择。

湍流旋汇装置, 也叫脱硫提效紊流均布装置, 其主要目的是提升脱硫、除尘效率的同时, 尽可能减少压损。该装置的布置位置与托盘类似, 布置于吸收塔最下层的喷淋层与入口烟道之间。其结构如图 1:

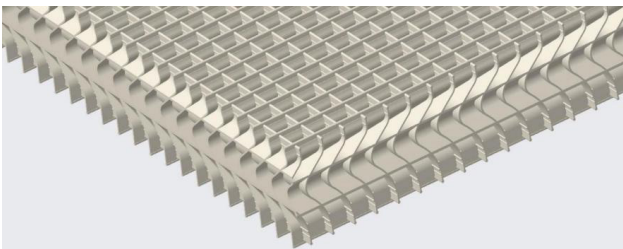


图 1 湍流旋汇装置结构示意图

湍流现象一种高度复杂的三维非稳态、旋转的不规则流动, 所以增加了湍流旋汇装置后, 通过相互垂直的两个方

向的叶片组装成一个螺旋向上的通道, 每个烟气通道形成上升的烟气, 在通道中形成旋转烟气流, 烟气弛豫时间变长, 提升脱硫效果和除尘效率。同时烟气与下降的浆液在脱硫提效紊流均布装置中形成强烈的传质交换, 提升脱硫效果和除尘效率。烟气中大粒径的粉尘在离心力的作用下去除, 小的粉尘在上升的过程中形成多维旋转, 被浆液捕捉概率大大增加。有效去除烟气中的粉尘、SO₂ 等污染物。湍流旋汇器由相互垂直的波型叶片组装而成。两个方向结合起来, 形成一个扭曲向上的通道, 其机构见图 2:

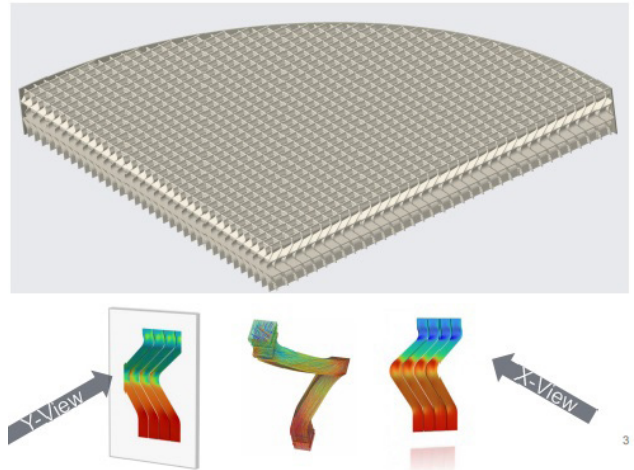


图 2 湍流旋汇装置工作原理示意图

湍流旋汇装置为网格化结构设计, 在吸收塔截面进行全覆盖, 更有利于均布烟气流场, 提高传质能力。由于内部多个弯曲流道使从上而下的浆液形成多道水幕, 从下而上的烟气需要穿过多个水幕, 从而增大气液接触的有效面积, 进而提升气液传质效率。

湍流旋汇器采用单元模块拼装的方式, 设备结构简单, 便于安装及维修, 有效流通面积高达 90% 以上, 相应的运行阻力也大大降低, 满负荷工况运行时, 阻力约 300Pa。湍流旋汇器随着烟气速度的增加, 湍流旋汇的作用更加明显, 也就是说随着烟气量的增加, 喷淋层的脱硫效率逐渐降低, 湍流旋汇器的脱硫效率逐渐提高, 所以烟气量和负荷波动时, 系统综合脱硫效率较为稳定。三者关系如图 3:

湍流旋汇器选择耐腐蚀的不锈钢 2205 板材及 1.4529 合金螺栓制成, 设备结构稳固。在塔内件进行检修时, 不需将塔内浆液全部排空, 可在湍流旋汇器上直接搭建临时检修平台, 维护人员站在湍流旋汇器上就可对塔内部进行维护和更换, 减少运行时维护的时间。湍流旋汇装置的大梁、环板、人孔门等非合金材质部件全部进行玻璃鳞片防腐, 人孔门平台增加部分钢格栅步道(含栏杆、踢脚线)。

在脱硫系统 GGH 漏风率不大于 1% 情况下, 改造后预计: 在保证脱硫系统出口烟气 SO₂ 浓度小于 35mg/Nm³ 的前提下, FGD 入口 SO₂ 浓度按照设计值 1200mg/Nm³ (标态, 6% 氧量, 干基) 时, 可只启动 3 台及以下浆液循环泵; FGD 入

口 SO₂ 浓度为 1500mg/Nm³(标态, 6% 氧量, 干基) 时, 可只开 4 台及以下浆液循环泵; 应对煤质变差的恶劣工况, 脱硫原烟气 SO₂ 由 1500mg/Nm³ 提高到 1800mg/Nm³ 时, 启动

5 台及以上浆液循环泵。通过增加湍流旋汇装置, 可以根据负荷的变化更灵活地调整喷淋层投入层数, 降低脱硫系统的厂用电率, 提高脱硫系统的可靠性。

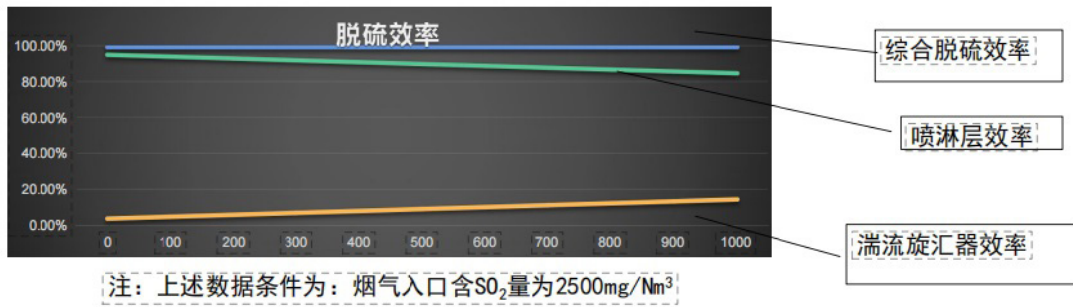


图 3 旋汇器效率与脱硫及喷淋层效率对比图

3 改造过程

为顺利完成 #2 机组脱硫系统改造工作, 本次改造工程为 EPC 总承包, 利用机组 C 级检修时机, 在吸收塔最下层喷淋层与入口烟道之间的塔壁开孔, 增加 10 根箱型支撑梁, 规格分别为 700mm*300mm*8mm*8mm (长度为 19.165 米, 共计 4 根)、600mm*300mm*8mm*8mm (17.3 米 共计 2 根)、500mm*300mm*8mm*8mm (长度为 14.65 米, 共计 2 根)、300mm*300mm*8mm*8mm (长度为 10.05 米, 共计 2 根)。在与支撑梁上沿平齐处, 焊接一圈环板, 规格为 200mm*10mm。然后在支撑梁上安装湍流旋汇装置。湍流旋汇装置的大梁、环板等非合金材质部件进行玻璃鳞片防腐。改造后, 湍流旋汇装置及支撑梁总计增加重量 42 吨。

4 工程质量控制

脱硫吸收塔内部属于一级受限空间, 在该区域动火、防腐施工作业, 存在较大的安全风险, 为做好管控措施, 保证施工质量, 该厂在改造实施前制定明确的质量目标, 对中、

高风险等级作业进行升级管控。改造后的验收阶段, 严格质量验收程序。在所有工程完工后, 按照国家相关规定、规范及厂内规程进行整体验收。

5 结语

该公司 #2 机组脱硫系统经过本次改造后, 采用的湍流旋汇一体化改造方案满足之前预期。一是系统脱硫效率有所提高, 能够更有效地去除烟气中的 SO₂。二是系统阻力的增加在允许范围内, 增压风机、引风机均运行正常, 无机组出力受限的情况。三是在经济性方面, 较之前的同等工况下, 浆液循环泵运行台数可减少一台, 达到降低厂用电率的目标。

参考文献

- [1] 郭静娟. 现行电厂湿法脱硫系统优化研究. 华北电力大学. 2011年
- [2] 孟秀芳. 烟气脱硫系统技术改造方案探讨. 煤化工. 2014, (02)
- [3] 张浩. 脱硫系统改造可靠性及可行性分析, 黑龙江科技信息. 2013(28)