

# Discussion on the Efficiency Improvement Technology of Wet Desulfurization System in Thermal Power Plant

Qilong Li Hui Wang Weijian Ding

Huadian Xinjiang Power Generation Co., Ltd. Changji Branch, Changji, Xinjiang, 831100, China

## Abstract

Under the background of double carbon, the clean production demand of each thermal power plant is increasing day by day, and higher requirements are put forward for the capacity increase and efficiency improvement transformation technology of wet desulfurization device. In the application of wet desulfurization technology, it is mainly to promote the full reaction of sulfur dioxide in flue gas and calcium carbonate in limestone slurry, so as to produce gypsum soluble in water, so as to strengthen the desulfurization effect. However, the application efficiency of traditional desulfurization is low, the cost is high, and the amount of pollutants discharged is large, which causes great pollution to the ecological environment. Therefore, it is necessary to actively improve the efficiency of the wet desulfurization system of thermal power plants, further improve the desulfurization efficiency, reduce the operation cost, and realize the coordinated development of economic construction and environmental protection. This paper mainly analyzes the efficiency improvement project of desulfurization system of unit 1 of a company, so as to understand the implementation method of efficiency improvement technology of wet desulfurization system in detail, so as to promote the sustainable development of thermal power plant.

## Keywords

thermal power plant; wet desulfurization system; efficiency improvement technology

## 略谈火电厂湿法脱硫系统提效改造技术

李启龙 王晖 丁伟健

华电新疆发电有限公司昌吉分公司, 中国·新疆 昌吉 831100

## 摘要

双碳背景下, 各个火电厂的清洁生产需求日益提升, 同时对湿法脱硫装置的增容提效改造技术提出了更高的要求。在湿法脱硫技术应用中, 主要是促进烟气中二氧化硫与石灰石浆液中的碳酸钙进行充分反应, 从而生产可溶于水的石膏, 从而强化脱硫效果。但是传统的脱硫的应用效率较低, 成本较高, 且排放的污染物量较大, 对生态环境造成极大的污染。因此, 需要对火电厂湿法脱硫系统进行积极的提效改造, 进一步提高脱硫效率, 降低运行成本, 实现经济建设与环境保护的协调发展。论文主要结合某公司1号机组脱硫系统提效改造项目进行分析, 从而详细了解湿法脱硫系统提效改造技术的实施方法, 促进火电厂的可持续发展。

## 关键词

火电厂; 湿法脱硫系统; 提效改造技术

## 1 引言

在火电厂生活过程中, 由于煤等燃料的燃烧会释放大量的二氧化硫等污染物, 对生态环境造成一定的污染和破坏, 非常不利于人与自然的和谐相处。通常情况下, 火电厂一般使用湿法脱硫技术对二氧化硫等污染物进行处理, 其中常见的湿法脱硫技术有石灰石—石膏法、间接的石灰石—石膏法等, 但是以往的湿法脱硫系统运行不稳定, 容易引起管道结垢、堵塞问题, 加大整体火电厂的运行费用, 难以实现二氧化硫的有效性处置。新时期, 由于环境污染问题日益严

峻, 国家出台了新的环保法律法规, 同时对火电厂排放标准更加要求, 进而要求火电厂对传统的湿法脱硫技术进行积极的提效改造, 从而确保烟气能够与脱硫剂充分接触, 提高脱硫效率, 进而降低脱硫剂的使用量, 降低系统运行成本。通过提效改造技术的优化应用, 可以降低生产过程中二氧化硫的排放量, 保障环境安全。

## 2 工程概况

本技术主要针对某公司1号机组脱硫系统提效改造项目进行分析, 结合公司污染治理方案, 通过对1号炉脱硫系统进行提效改造, 实现二氧化硫平均排放浓度由 $35\text{mg}/\text{m}^3$ 降至 $16.5\text{mg}/\text{m}^3$ 以内长期安全运行, 脱硫效率由98.60%提高至99.34%, 达到 $\text{SO}_2$ 深度减排目标。原1号机组脱硫

【作者简介】李启龙(1989-), 男, 中国新疆昌吉人, 本科, 高级工程师, 从事动力工程研究。

系统于2011年投运,采用“石灰石—石膏”湿法脱硫工艺,脱硫系统按照一炉一塔设置,未设GGH,脱硫装置设增压风机,设烟气旁路<sup>[1]</sup>。吸收塔内设置3层喷淋层,设计入口SO<sub>2</sub>浓度1528mg/m<sup>3</sup>(标态、干基、6%O<sub>2</sub>),出口SO<sub>2</sub>浓度76mg/m<sup>3</sup>(标态、干基、6%O<sub>2</sub>),脱硫效率大于95%。2014年完成了脱硫增容改造,改造按脱硫系统出口SO<sub>2</sub>浓度≤50mg/m<sup>3</sup>(标态、干基、6%O<sub>2</sub>),系统脱硫效率≥97.5%进行设计。主要进行了吸收剂供应系统的增容;拆除了原有的增压风机,相关烟道同时进行了改造;吸收塔浆池增高1.5m,总体高度提升6.5m,吸收塔需要加固;每座塔增加一层托盘、一层喷淋层和一台浆液循环泵;原两级除雾器更换,在原一级除雾器下方新增管式除雾器;氧化风机进行更换等。2017年完成了超低排放改造,脱硫改造设计煤质收到基全硫为1.0%,入口SO<sub>2</sub>浓度按2500mg/m<sup>3</sup>(标态、干基、6%O<sub>2</sub>);出口SO<sub>2</sub>浓度按不高于35mg/m<sup>3</sup>(标态、干基、6%O<sub>2</sub>),设计脱硫效率不低于98.6%。主要进行了改造内容包括:增加一套石灰石粉制浆系统,吸收塔加高6.06m,每座塔增加一层喷淋层和一台浆液循环泵,原有两级屋脊除雾器更换为三级屋脊式除雾器等。现有吸收塔浆池区直径15.0m,吸收区直径12.6m,塔内烟气流速约4.0m/s液位高度9.17m,浆池容积为1530m<sup>3</sup>,在吸收塔入口烟道

顶部至最底层喷淋层中间设置有一层合金托盘。配置5台浆液循环泵,其中1-1浆液循环泵流量为5100m<sup>3</sup>/h、1~2浆液循环泵流量为5100m<sup>3</sup>/h、1~3浆液循环泵流量为5100m<sup>3</sup>/h、1-4浆液循环泵流量为6900m<sup>3</sup>/h、1~5浆液循环泵流量为5100m<sup>3</sup>/h<sup>[2]</sup>。

### 3 火电厂湿法脱硫系统提效改造技术要点

#### 3.1 吸收塔改造技术

吸收塔是火电厂脱硫系统中的核心设备,其性能与脱硫效率息息相关。基于此,在提效改造技术实施过程中,对吸收塔进行优化改造,才能进一步提高脱硫效果。在该技术应用中,主要结合实际情况,加高了整体吸收塔的高度,这样可以延长烟气与脱硫剂的接触时间,使其能够充分接触,保障高效脱硫<sup>[1]</sup>。此外,在吸收塔中增设现代化的喷淋系统,通过对喷嘴的优化布局、增加喷淋密度等方式,可以保障脱硫剂与烟气进行充分接触,从而提高脱硫效果。此外,在吸收塔中原油山层喷淋层上方增设一定高速的喷淋层,并改造烟气管道同时在浆池增加特定高度的浆液增容;浆液循环系统改造中,要增设浆液循环泵、喷淋系统、阀门、管路系统等。此外,还需要增大喷淋密度,尤其要增加喷嘴覆盖率,防止烟气在吸收塔周边形成短路。图1为吸收塔原理图。

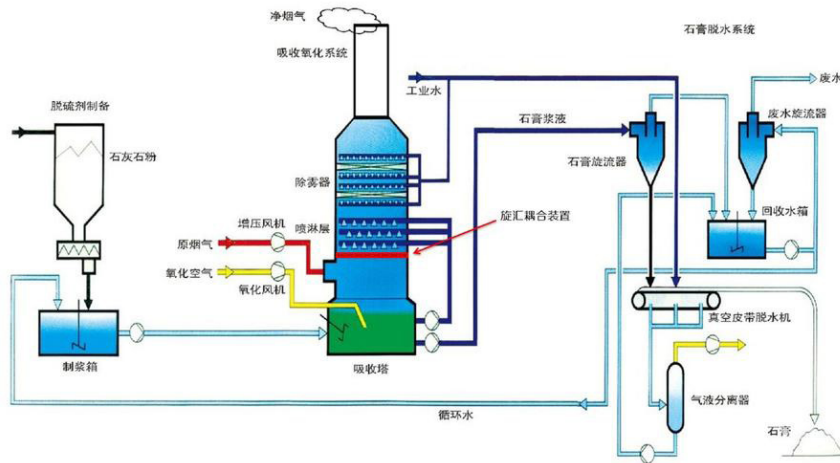


图1 吸收塔原理图

#### 3.2 循环泵系统优化

浆液循环泵(如图2所示)在火电厂湿法脱硫系统中发挥重要作用,浆液循环泵性能与整体脱硫效率息息相关。浆液循环泵采用无阻塞离心叶轮泵。在额定工况下,使其运行效率处于最高效率点。在额定工况下运行时,泵的流量、扬程和效率等特性都予以保证,且不有负偏差值。流量在额定值时,扬程偏差可在+3%范围内变化<sup>[4]</sup>。全金属合金循环泵,过流部件(叶轮、蜗壳和护板等)采用高铬合金材料,不仅要适应含有高浓度氯离子的酸性腐蚀,同时还可以应对大流量石灰石—石膏浆液的磨蚀,在泵的选型方面,通过合理地计算浆液的沉降流速和选择泵的出口管径,从而

可以避免浆液的沉淀堵塞。



图2 浆液循环泵

### 3.3 增设辅助喷嘴与雾化装置

辅助喷嘴与雾化装置的优化应用,可以进一步提升火电厂脱硫系统提效改造的效果,实现喷嘴布局的精确控制,进一步提高雾化程度,确保脱硫剂能够与烟气进行充分接触,有效强化脱硫反应效率。该工程中引进了三级屋脊式除雾器,同时对原五层喷淋层中的三层喷淋层及喷嘴进行更换,结合运行数据和设计选型,合理布置双向喷嘴,从而扩大喷嘴脱硫剂的覆盖面积,提高脱硫剂使用效果,降低脱硫剂使用量,与环保法规要求保持契合性<sup>[5]</sup>。

### 3.4 脱硫剂的优化使用

为了提升火电厂湿法脱硫系统的运行效率,进一步提高脱硫剂使用效率,要结合试生产需求,优化选择脱硫剂类型,并对其使用量进行严格控制,这样才能保障脱硫系统的安全高效性运行。在实际工作中,可以选择活性较高的石灰石,这样可以对二氧化硫进行高效吸收,降低脱硫剂使用量,把运行成本控制在合理范围内。

## 4 火电厂湿法脱硫系统提效改造技术要求

### 4.1 工艺部分

更换的吸收塔浆液循环泵完全满足工艺系统的操作参数和安装条件,可以在最低和最高条件下连续操作,连续运转的设计周期不低于8000小时/年<sup>[6]</sup>。泵的设计、生产和安装根据最新有效的规范、标准(ICE、ANSI、ASME、DIN、API、GB)和相关法律规定。设备的设计与制造采用相关的工程设计和制造工艺的较高标准,本设备按API610标准(或等效的GB标准)进行设计、制造和验收。

### 4.2 电气部分

对1号机组4号浆液循环泵增加变频装置<sup>[7]</sup>。增加变频装置后,更换现有1-4浆液循环泵的微机综合保护装置,并在氧化风机房间内新建1座高压变频器间,设置通风和空调系统,采用分体空调来调节室内温度,以保证夏季室内温度不超过35℃,冬季室内温度不低于5℃;室内采用自然进风、机械排风的通风系统,通风量按不小于6次/小时换气量计算,平时通风机兼作事故排风,事故排风量按不小于12次/小时换气量计算。高压电动机轴承均采用进口SKF或同等。干净室内电动机的防护等级应≥IP54,含粉尘室内电动机及室外电动机防护等级宜采用IP56及以上等级,防爆区应采用防爆级。电动机工作环海拔超过2000m,应选高原电机。

### 4.3 热控部分

1号机组脱硫装置的控制仍然采用集中控制方式,利用原有操作员站,完成对脱硫的监视和控制<sup>[8]</sup>。鉴于本次工艺设备改造较少,热工部分采用尽量利用原有IO备用通道,对于不足部分采用补充部分卡件的方式对新增设备进行监控。运行人员可在脱硫综合楼控制室,通过脱硫装置的DCS的操作员站/项目师站实现脱硫装置及其公用系统的启停、运行工况监视和调整,以及事故处理等,而无需现场人员的操作配合。系统监视与控制用回路的输入压力和差压,

采用压力/差压变送器测量。压力/差压测点位置根据相应管路或容器的规范要求确定。并安装一次隔离阀、二次隔离阀、排污阀及管接头。

### 4.4 质控要求

在提效改造前需要全面收集系统数据,如脱硫效率、浆液循环泵性能等,进而明确提效改造方向;要全面检查现场情况,提前识别脱硫系统中可能出现的风险故障,并提出针对性的应对措施,保障提效改造工作的有序进行<sup>[9]</sup>。此外,还需保障提效改造技术方案与最新的环保要求保持契合性,并突出体现运营生产经济性。还需要优化控制质量关键点,如增加塔内填料层高度等,这样可以确保气液充分接触,强化化学反应效果,增加二氧化硫吸收率。完成提效改造工作中后,需要对脱硫系统进行优化调试,保障安装作业规范性合并标准性,并利用现代化的电子在线监测技术对脱硫塔中的关键参数进行动态监测,从而最大程度上提高脱硫剂使用率。

## 5 结语

综上所述,传统的湿法烟气脱硫技术容易产生一定的淤渣,且处理难度较大,甚至容易腐蚀生产设备,耗能量较大,占地面积较大,整体运行费用较高。基于此,要结合新时期社会发展需求,对传统的湿法烟气脱硫技术进行提效改造,保障脱硫效果的全面提高。双碳背景下,为了减少环境污染,促进火电厂的长远发展,需要对传统的湿法脱硫系统进行积极改造,进一步提升脱硫效率,同时能够保障脱硫剂与烟气充分接触,强化化学反应效率,降低脱硫剂的使用量,并减少火电厂生产过程中的污染物排放量,降低环境污染,实现火电厂经济效益与环境效益的全面提升。

## 参考文献

- [1] 刘凯辉.火电厂湿法脱硫系统超低排放改造应用[J].中国环保产业,2024(8):49-53.
- [2] 黄武凯.新型湿法脱硫提效技术在火电厂超低改造实施的研究应用[J].云南电力技术,2024,52(2):88-91.
- [3] 于东顺.火电厂湿法烟气脱硫控制系统研究[D].合肥:安徽理工大学,2022.
- [4] 郭静静,陈帅,王匡.火电厂湿法烟气脱硫系统技术改造实践[J].冶金能源,2022,41(5):61-64.
- [5] 张锦航,乔宗良,司凤琪,等.火电厂湿法烟气脱硫系统特性分析及故障仿真[J].发电设备,2022,36(5):322-327.
- [6] 周晓湘.基于介尺度构效关系的湿法脱硫提效与协同节能关键技术研究与应用[P].河南省,中国大唐集团科学技术研究院有限公司华中电力试验研究院,2019-06-10.
- [7] 李刚,姜艳华.适应燃煤电厂SO<sub>2</sub>排放新标准的湿法脱硫技术[J].江苏电机工程,2016,35(1):98-100.
- [8] 田晓曼.火电厂湿法脱硫系统增容提效改造技术方案[J].中国环保产业,2015(8):19-21.
- [9] 柏源,周启宏,李启良,等.燃煤电厂应对新标准烟气湿法脱硫提效策略研究[J].电力科技与环保,2012,28(6):19-21.