

# Transformation Scheme and Discussion of Flue Gas Heat Exchange System for Wet Desulfurization

Min Liu

China Light Industry Changsha Engineering Co., Ltd., Changsha, Hunan, 410114, China

## Abstract

The traditional GGH unit has a series of problems, such as corrosion of heat exchanger, ash deposition and scaling, high operation and maintenance costs, and even affect the normal operation of the system. Mgg technology is used to transform the flue gas at the desulfurization outlet of a power boiler in a pulp and paper enterprise. Water is used as the medium to improve the flue gas discharge temperature and lifting height through water circulation, so as to eliminate the phenomenon of white smoke. The selection of MGGH material is analyzed and calculated. Using ND steel to replace traditional 20g steel can effectively prevent the corrosion of heat exchange pipe.

## Keywords

MGGH; GGH; whitening; heat exchange system

## 湿法脱硫烟气换热系统改造方案与探讨

刘敏

中国轻工业长沙工程有限公司, 中国 · 湖南 长沙 410114

## 摘要

传统的GGH装置, 存在换热片腐蚀、积灰结垢、运行及维护费用高等系列问题, 严重时甚至影响系统的正常运行。采用MGGH技术对某浆纸企业动力锅炉脱硫出口烟气进行换热改造, 利用水作为媒介, 通过水循环方式提高烟气排放温度和抬升高度, 从而消除白烟现象。对MGGH材质选用进行分析计算, 采用ND钢替换传统20g钢能有效防止换热管材的腐蚀。

## 关键词

MGGH; GGH; 脱白; 换热系统

## 1 引言

该浆纸企业动力锅炉为燃煤循环流化床锅炉, 锅炉参数如表 1 所示。

表 1 锅炉参数

| 序号 | 项目          | 参数             |
|----|-------------|----------------|
| 1  | 锅炉形式        | CFB            |
| 2  | 锅炉最大连续蒸发量   | 670t/h         |
| 3  | 过热蒸汽压力 / 温度 | 12.7MPa·g/545℃ |
| 4  | 锅炉不投油最低稳燃负荷 | 30%BMCR        |
| 5  | 排烟温度        | 150℃           |

烟气脱硫系统采用石灰石—石膏湿法工艺, 一炉一塔制, 不设旁路。

烟气进入脱硫塔与石灰石浆液逆流接触进行化学反应, 反应后携带着浆液小雾滴进入除雾器进行液滴捕捉。

【作者简介】刘敏(1985-), 男, 瑶族, 中国湖南邵阳人, 高级工程师, 从事能源、环保研究。

锅炉及脱硫岛布置在烟囱南侧, 脱硫岛包含 SO<sub>2</sub> 吸收系统、石灰石浆液制备系统、脱水系统、事故浆液系统及工艺水系统等。

## 2 现有污染物排放及存在的问题

现有脱硫系统未设置 GGH, 脱硫入口烟气温度约 150℃, 脱硫后烟气温度约 50℃, 经除雾器除去水雾后通过烟囱排入大气。除雾器分两级, 然而实际除雾效果并不理想, 烟囱冒白烟现象非常严重<sup>[1]</sup>。

现有烟囱为混凝土套筒烟囱, 内筒材质为碳钢, 防腐等级较低, 为避免脱硫塔排出的低温湿烟气腐蚀原有烟道和烟囱内壁, 常规的方案是在脱硫塔出口设置 GGH, 而 GGH 存在以下缺陷:

① GGH 部件的腐蚀和堵塞会降低脱硫系统的可靠性和可用率、部件维修费用高, 当 GGH 需要大修时脱硫系统就必须停运, 无旁路的脱硫系统的停运意味着整台机组需要停运, 企业经济性和机组安全性因此大受影响。

② GGH 的原烟气侧向净烟气侧的泄漏会降低系统的污染物脱除效率, 考虑到 GGH 漏风率约为 1% (漏风率会逐

年升高)，其对污染物排放的相应影响为1%。由于本工程粉尘、SO<sub>2</sub>实际排放浓度接近超低排放限值，漏风会导致排放目标难以达到。

③GGH为烟气—烟气换热系统，其外形尺寸及场地要求较大。本改造工程在只能利用现有脱硫出入口少量的水平烟道的位置条件下还需考虑到后期预留的湿式除尘器的位置 and 空间，根据现场实地考察，场地要求不允许。

由上述分析知，考虑GGH的替代换热方案是必要的。

通过调研和实地考察，考虑将增设的烟气换热系统确定为MGGH系统（即管式气—气换热器或热媒介烟气换热器）。热回收器高温侧原烟气换热装置布置在除尘器出口脱硫塔入口之间水平烟道上，净烟气加热器布置在脱硫塔出口与烟囱之间的水平烟道上，使用除盐水作为中间换热媒介。

### 3 改造方案

通过热回收器使原烟气和除盐水进行热交换，热交换后进入脱硫塔的原烟气温度由150℃下降到120℃左右，采用热媒介循环泵将热回收器所吸收的热量输送到脱硫塔后净烟道中，通过布置在脱硫塔出口与烟囱之间的水平烟道上的净烟气再加热器对净烟气进行升温处理，升温处理后的脱硫塔后烟气温度由50℃提升到80℃左右。利用热媒介实现的烟气的降温—升温过程可以有效提高脱硫效率、防止烟囱腐蚀<sup>[2]</sup>。改造方案说明如下：

①MGGH系统中间换热媒介采用除盐水，使用现有闭式冷却水差压水箱作为系统膨胀水箱。

②MGGH系统初次启动时差压水箱内的除盐水通过大气压力及重力势能进入MGGH系统管路和换热装置内，差压水箱补水系统配置有电动调节阀，可自动控制和调整水位实现对MGGH系统自动补水和压力调节。差压水箱在保证除盐水温度变化时压力的稳定的同时提供除盐水暂时存储空间，并控制管路中除盐水流量的均衡。

③除盐水通过热媒介泵依次进入MGGH原烟气热回收器换热装置进行热交换，吸收原烟气热量，降低进入湿法脱硫的烟气温度（~150℃→120℃）。加热后的除盐水（80℃→120℃）进入MGGH净烟气再加热器释放热量，提高进入烟囱的烟气温度（50℃→80℃）。

④在低负荷下及冬季工况等特殊情况下，锅炉排烟温度较低，除盐水在MGGH原烟气热回收器吸收的热量不能满足MGGH净烟气再加热器所需的热量时，可启用热媒介辅助加热器，通过调节阀控制进入热媒介辅助加热器的蒸汽或热水流量，以确保有MGGH系统具备足够的换热量。辅助蒸汽加热器考虑使用锅炉连排扩容器疏水作为热源，以进一步达到节能减排目的。

⑤设置MGGH原烟气热回收器循环旁路，通过控制旁路进水量调节MGGH系统的原烟气热回收器和净烟气再加加热器的出口烟温。

⑥在热媒介泵的人口处设置加药箱，内含联氨及碳酸氢钠以1：3比例配置成的药剂，加药系统可以起到调节水质、保养换热管管束及整个管路系统的作用。

⑦在所有换热管排迎风面的前端逐排布置专用防磨与稳流装置，进一步提高烟气余热换热装置的使用寿命，并在换热管所有弯头位置加设防磨瓦。

⑧为防止管道积灰堵塞，在MGGH热回收器和再加热器设置吹灰器。

### 4 场地布置

①MGGH原烟气热回收器换热装置布置在脱硫塔入口的水平烟道上，采用管式换热装置，原烟气水平烟道尺寸为11×4.0×3.8m，底部标高8.5m，可向下方和两侧扩展；

②MGGH净烟气再加热器布置于脱硫塔出口的水平烟道上，采用管式换热装置，净烟气水平烟道尺寸为11×4.0×3.8m，底部标高8.5m，可向下方和两侧扩展；

③MGGH热媒介辅助加热器使用现有锅炉连排扩容器疏水（0.5MPa/150℃）作为热源，无需新增辅助加热器场地。

### 5 MGGH 换热装置管材选用分析

管壁壁温是换热管低温腐蚀的重要因素，壁温在低于酸露点情况下也能做到有限的低温腐蚀，如图1所示，换热管的壁温在水露点+20℃到105℃的范围内，其腐蚀速度不大于0.2mm/年（材质20g），若采用ND钢材质，其腐蚀速度远小于0.2mm/年。针对不同工况，处于低温区段的换热管可选择抗腐蚀能力强的ND钢（09CrCuSb），以确保防腐性能和使用寿命的要求<sup>[3]</sup>。

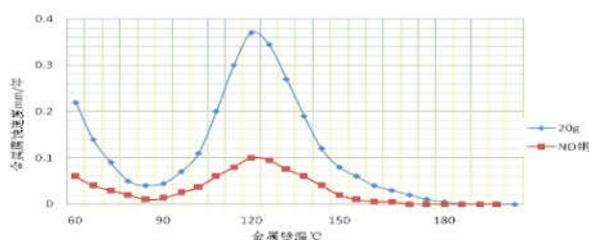


图1 金属壁漏和腐蚀速度曲线

考虑到实际运行时锅炉的启停、低负荷及燃烧煤质成分变化等因素的影响，ND钢换热管的腐蚀速率按0.1mm/年的保守值进行计算，本项目MGGH换热装置管材采用ND钢，腐蚀余量如按2mm考虑（设计壁厚5mm以上），则换热元件的寿命将超过10年以上。

### 6 改造后性能指标

- ①冬季工况（80%负荷），脱硫出口烟温达到85℃；
- ②MGGH烟气压差小于600Pa；
- ③有效抑制烟囱出口白烟现象。

（下转第142页）

源管理水平的全面提升。

### 参考文献

- [1] 丁健.在自然资源管理中发挥测绘地理信息科技创新作用分析[J].世界有色金属,2021(6):165-166.
- [2] 姚仁.测绘地理信息技术服务于自然资源管理的新挑战、新机遇[J].测绘通报,2020(S1):20-21+31.
- [3] 黄露,王爱华,陈君,等.自然资源管理中的测绘地理信息技术支撑[J].地理空间信息,2020,18(7):114-115+124.
- [4] 黄剑民.测绘地理信息技术在自然资源管理中的应用研究[J].中国地名,2020(5):50.
- [5] 陈娟.测绘地理信息在自然资源管理中的应用[J].科技风,2020(3):17.
- [6] 杨永民.测绘地理信息技术在自然资源管理中的创新应用[J].工程技术研究,2019,4(8):97-98.

(上接第132页)

### 7 结语

MGGH 的采用可以有效降低脱硫入口烟气温度并提高脱硫效率,提高脱硫出口烟气温度并降低烟气的腐蚀等级。MGGH 的采用可以避免 GGH 的堵塞、腐蚀等问题,在低负荷及冬季工况下可利用锅炉连排扩容器疏水作为热源以确保脱硫后烟温高于 80℃,使用 ND 钢作为 MGGH 换热装置管材可以更好地避免腐蚀问题并确保换热器的使用寿命。

### 参考文献

- [1] 邓骥,魏芳.湿法烟气脱硫过程白烟成因及防治措施分析[J].石油与天然气化工,2017,46(5):17-21.
- [2] 李再亮,邢岩岩,马成龙.管式热媒水烟气换热器(MGGH)技术在发电厂除尘提效和消除烟雨的研究与应用[J].黑龙江科技信息,2014(11):52-54.
- [3] 常季,陈吉,崔霄.ND钢耐低温露点腐蚀性能的研究[J].石油化工腐蚀与防护,2016(33):8-10.