

# 适于旧电厂脱硫改造的石灰石-石膏 简易湿法脱硫工艺

傅 峡, 蔡铁城, 费姣红, 齐江杰

(浙江菲达环保科技股份有限公司, 浙江 诸暨 311800)

**摘要:**综合近年来旧电厂小机组脱硫改造有场地小、投资低、上马快、运营稳定的需要,笔者推荐一种优化的新型石灰石-石膏简易湿法脱硫工艺,该工艺在工艺流程、设备配置上都进行了精简,适应燃煤小机组脱硫。

**关键词:**小机组;脱硫;石灰石;石膏;简易湿法

中图分类号: X703 文献标识码: A 文章编号: 1006-8719(2012)-03-0034-04

## LOW-COST LIMESTONE-GYPSUM WET FLUE GAS DESULFURIZATION TECHNOLOGY FIT FOR OLD POWER PLANT DESULFURIZATION REFORMATION

FU Xia, CAI Tie-cheng, FEI Jiao-hong, QI Jiang-jie

(Zhejiang Feida Environmental Science & Technology Co.Ltd,  
Zhu Ji, Zhe Jiang, 311800, China)

**Abstract:** In recent years, the desulfurization process modification of the small and old power plant units requires that small venue, rapid run, low investment and stable operation, so one optimized limestone - gypsum wet FGD technology is recommended. The process and devices of this technology has been simplified to adapt for this small and old power plant units.

**Keywords:** a small unit; desulfurization, limestone; gypsum; simple wet

### 1 引言

我国是一个能源结构以燃煤为主的国家,燃煤大气污染物属煤烟型污染,主要为粉尘、二氧化硫(SO<sub>2</sub>)、氮氧化物(NO<sub>x</sub>),是电厂对大气的主要污染物。目前,国内外燃煤火电厂中烟气脱硫(Flue Gas Desulfurization 简称“FGD”),是控制二氧化硫排放的主要措施,其中石灰石-石膏湿法是当前世界各国应用最多和最成熟的工艺<sup>[1]</sup>。随着国家对于环境保护的日益重视,更加快了新建电厂FGD工程的建设与旧电厂的脱硫改造。本文介绍一种适于旧电厂燃煤小机组(50MW以下)脱硫改造的

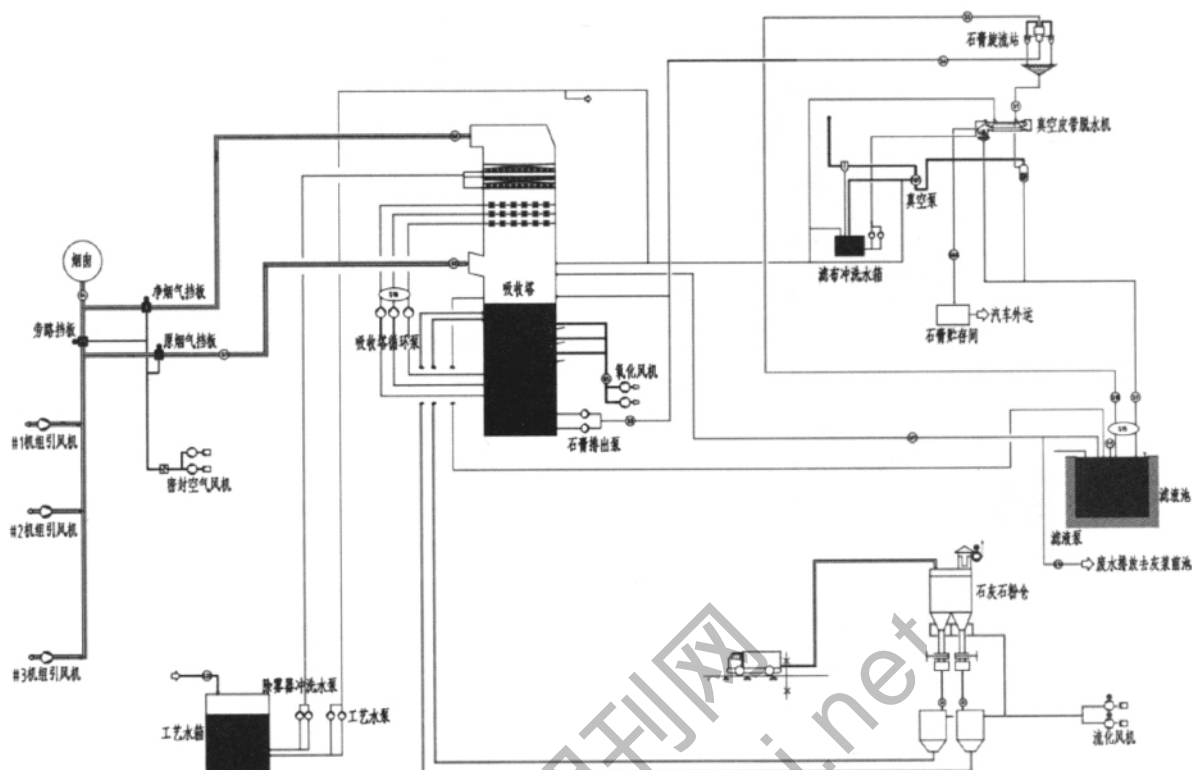
石灰石-石膏简易湿法脱硫工艺,是在传统石灰石-石膏湿法脱硫工艺基础上作了系统的精简与优化,不仅满足旧电厂脱硫改造项目要求成本低工期短的特点,而且脱硫运行非常稳定高效,成功解决了小机组难上脱硫、上了脱硫运行难的尴尬局面。

### 2 石灰石-石膏简易湿法脱硫工艺

#### 2.1 工艺流程简介

上图为典型的三台130t/h燃煤锅炉的石灰石-石膏简易湿法烟气脱硫工艺流程图,其工艺系统组成如下:

- ◆烟气系统
- ◆吸收氧化系统



- ◆ 石灰石粉输送系统
- ◆ 石膏脱水系统
- ◆ 工艺水供给系统
- ◆ 压缩空气系统

#### 1) 烟气系统

烟气系统包括烟道、挡板门、挡板门密封空气系统。增压风机一般考虑不设,因为小机组引风机压头都有一定的余量(2 000 Pa 左右),可以保证FGD的压损。若原有引风机预留压头不够的话,可对引风机进行改造。

#### 2) 石灰石粉输送系统

石灰石粉仓一般布置在零米层,可储存三台炉三天的用量,下部设有流化装置及电加热器以防止石灰石粉结块,顶部设有脉冲布袋除尘器及压力真空释放阀。输送系统是以流化装置作为动力源,采用浓相正压气力输送系统,将物料从发送器以灰气混合物形式由管道输送至吸收塔。输送系统由仓泵、进出料阀、进气阀、管路等组成。石灰石粉给料量由叶轮式旋转给料阀通过变频调速器根据锅炉烟气脱硫需用量进行调整。

#### 3) 吸收氧化系统

在吸收塔内烟气向上流动且被向下流动的浆

液以逆流方式洗涤,洗涤除去 $\text{SO}_2$ 、 $\text{SO}_3$ 、 $\text{HF}$ 、 $\text{HCl}$ 等酸性组分。石灰石粉通过石灰石粉输送系统送入吸收塔浆液池内,与浆液池中已经生成的石膏浆液混合。浆液通过浆液循环泵向上输送到喷淋层中,通过喷嘴进行雾化形成雾沫液滴,与烟气在塔内形成高效的气液传质。

在吸收塔底部区域,氧化风机供给的空气与洗涤产物在搅拌器的协助下进一步反应生成石膏( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ),这部分石膏浆液通过石膏浆液泵排出,进入石膏脱水系统。

经过净化处理的烟气流经两级除雾器进行除雾,在此处将清洁烟气中所携带的雾滴去除。同时按特定程序用工艺水对除雾器进行冲洗。除雾器冲洗有两个目的:一是防止除雾器堵塞;二是冲洗水同时作为补充水,稳定吸收塔液位。

在吸收塔出口,烟气一般被冷却到 $46 \sim 55^\circ\text{C}$ 左右,且为水蒸气所饱和。最后,洁净的烟气通过烟道进入烟囱排向大气。

#### 4) 石膏脱水系统

脱水系统主要包括石膏水力旋流器(初级脱水设备)、浆液分配器和真空皮带脱水机。石膏脱水后的滤液进入滤液池,大部分返回吸收塔,小部

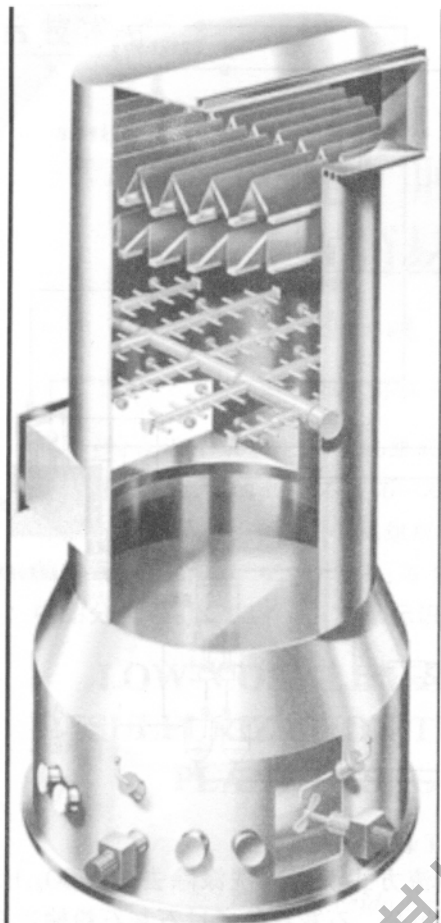


图1 吸收塔为单回路开放式喷淋塔

分作为废水排放到灰浆前池用于冲渣。FGD 设备冷却水与设备管路冲洗水排放进入滤液池。

#### 5) 工艺水供给系统

工艺水系统用于提供设备冷却水与设备管路冲洗水。

#### 6) 压缩空气系统

压缩空气系统用于提供设备用仪用空气。

### 2.2 工艺设计特点

① 吸收塔为单回路开放式喷淋塔(如右图),塔内空旷,表面光滑,烟气阻力小。吸收氧化在同一个塔内进行,结构紧凑,浆池采用侧进式搅拌器与氧化空气喷射装置,能达到氧化空气在浆池中的均匀分布,有效避免了浆池的结构。优化烟气组织设计,高速气流设计增传质能力,强化  $\text{SO}_2$  的吸收,降低系统的成本。

② 石灰石粉输送系统进行了系统的精简,取消了石灰石浆液箱,增加了石灰石粉输送的仓泵,对于系统的功能配置没有丝毫降低,但降低了工

程造价,提高了性价比。

③ 取消了事故排放装置,脱硫岛内的冲洗排放全部收集到滤液池。吸收塔事故检修时可通过滤液池把浆液排到灰浆前池。滤液池可适当大一点,大概为吸收塔浆池容积的 30%。

④ 吸收塔喷淋层数根据旧电厂脱硫  $\text{SO}_2$  排放要求需要灵活设置,即优化 FGD 液气比设计又降低工程造价。

⑤ 脱硫终产物为高品质石膏,对环境友好,可作为建筑材料使用,还给企业带来了一定的经济效益。

⑥ 吸收剂选用多样化,石灰石粉、氧化钙粉、氢氧化钙粉都适用,电厂可根据当地吸收剂采购的方便性来决定采用哪一种吸收剂。

### 2.3 工艺技术优势

① 技术成熟可靠,市场占有率高;

② 化学反应稳定,脱硫效率高:  $\geq 95\%$ ;

③ 吸收剂利用率高:  $\text{Ga/S} \leq 1.03$ ;

④ 操作性/可靠性高、实用性强、检修次数少;

⑤ 对锅炉负荷变化的适应性强 (30%~ 100% BMCR);

⑥ 运行简单、维护方便;

⑦ 煤种适应性广: 煤种含硫量可以达到 2.0%,  $\text{SO}_2$  浓度范围: 0~8000  $\text{mg/Nm}^3$ 。

## 3 石灰石-石膏简易湿法脱硫工艺与其它小机组湿法脱硫工艺的技术比较

## 4 旧电厂脱硫改造中的难点与解决

由于现有燃煤小机组既有安全生产的压力,也受到烟气脱硫的技术和场地等条件的制约,同时还面临建设运行成本相比新建机组高等实际困难,因此现有燃煤旧电厂烟气脱硫改造必须做到投资低见效快,而且技术上可靠、系统上简单、运行上稳定。石灰石-石膏简易湿法脱硫技术通过系统设计的精简与优化,不仅使得场地条件变得更加宽松,而且投资运营成本大大降低。无论在吸收剂的选用、工程运行、终产物的处理中,石灰石-石膏简易湿法总是最简单适用的。

## 5 小结

综上所述,对旧电厂小机组的烟气脱硫工程应用,选用石灰石-石膏简易湿法无论在系统配

脱硫工艺指标	钠钙双碱法	石灰石-石膏简易湿法
从运行成本考虑煤种	中低硫煤	中低硫煤
脱硫效率(%)	85~95	>95
脱硫剂	补充钠碱循环吸收,用 CaO/ Ca(OH) <sub>2</sub> 再生	CaCO <sub>3</sub> 、CaO 或 Ca(OH) <sub>2</sub>
Ca/S	1.0~1.1	1.0~1.03
副产物	低品质石膏、石膏含水率高,>20%	高品质石膏,石膏含水率<10%
副产物用途	筑路、制砖	商品石膏
二次污染	少量污水	少量污水
前置除尘设备配置要求	入口粉尘浓度小于 300mg/Nm <sup>3</sup>	入口粉尘浓度小于 300mg/Nm <sup>3</sup>
塔型	板式塔或填料塔	喷淋空塔
塔体结构	吸收氧化分离,需在塔外另设浆池,增加系统复杂性	吸收氧化合二为一
塔内阻力	大	小
脱硫塔结垢 <sup>[2]</sup> 、堵塞	有	无
系统布置	两炉一塔+三炉一塔	两炉一塔+三炉一塔
系统配置	烟气系统、吸收氧化系统、碱液再生系统、碱液供应子系统、石灰乳供应子系统、石膏脱水系统、工艺水供给系统、压缩空气系统、自动控制系统	烟气系统、吸收氧化系统、石灰石浆液制备系统、石膏脱水系统、工艺水供给系统、压缩空气系统、自动控制系统
运行情况	业绩较少,运行及后期终产物处理问题较多,反映欠佳	业绩众多,运行稳定,反映良好
系统特点	吸收剂需再生,增加系统复杂性;塔内浆液 PH 值控制影响塔外石膏氧化效果,两者在控制上无法做到及时反馈;	优化塔体设计,烟气阻力小,强化 SO <sub>2</sub> 的吸收,降低系统的成本;塔内强制氧化,防止结垢,保证石膏品质;
优点	对单台炉脱硫布置相对紧凑一些;循环水管道不用冲洗;	技术成熟可靠,脱硫效率高 <sup>[3]</sup> ;吸收剂利用率高;操作性/可靠性高、实用性强、检修次数少;对锅炉负荷变化的适应性强(30%~100%BMC);运行简单、维护方便;煤种适应性广;
缺点	塔内结垢、堵塞;NaSO <sub>3</sub> 氧化副反应产物 Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 较难再生,需不断的补充 NaOH 或 Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 而增加碱的消耗量 <sup>[4]</sup> ;Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 的存在也将降低石膏的质量;石膏脱水困难;脱硫效率提不上去;系统配置较复杂。	系统管路需设冲洗点较多
投资与运营成本	较大	较小

表 1 烟气脱硫方法比较

置、运行情况上更经济实用,更符合现今环保的要求。

## 参考文献

[1] 燃煤电厂烟气脱硫技术发展现状,钱海燕,孔庆刚,陕西环境 2003 年 10 期.

[2] 石灰石/石膏湿法烟气脱硫系统的结垢问题,杜谦,吴少华,朱群益,秦裕琨,电站系统工程,2004 年 9 月.

[3] 湿法烟气脱硫(WFGD)的技术现状与发展趋势,周玉昆.

[4] 湿法烟气脱硫技术简述,陈东,林继发,陕西环境,2003 年 10 期.