



推荐阅读:

[广西城市污水处理厂污泥产生及处置现状分析](#)

[平顶山市煤矿区土壤重金属污染程度评价](#)

[基于灰色关联分析法的宜昌市空气质量影响因素分析](#)

[废旧锂离子电池流向及管理现状调研](#)

[生物法处理气态污染物的研究现状与应用前景](#)

[环境敏感区农村生活污水处理工艺设计案例分析](#)

[氨法脱硫+低温 SCR 脱硝工艺在焦炉烟气净化中的应用](#)

[反渗透双膜工艺处理印染废水研究进展](#)

[重金属污染土壤修复技术研究进展](#)

[基于 SARIMA 模型的二氧化氮时间序列预测研究](#)

[碳基功能材料在土壤修复中的应用](#)

[虾蟹壳对水中刚果红吸附性能的研究](#)

[农村生活垃圾生物质热解和燃烧气相数值模拟](#)

[基于灰色 GM\(1, 1\)模型的成都市大气污染物浓度预测](#)

[江苏省非道路移动源大气污染排放清单研究](#)

[欧盟 15 国污水污泥产生量与处理处置方法对比](#)

[基于 Hydrus-1D 的粉煤灰堆场 Cr\(VI\) 在包气带中迁移规律的研究](#)

[工业废水活性炭深度处理的研究](#)



移动扫码阅读

郑志秀, 王金雄, 阮徐均, 等. 脱硫增效剂在石灰石-石膏湿法脱硫系统中的应用[J]. 能源环境保护, 2020, 34(4): 29-32.

Zheng Zhixiu, Wan Jinxiong, Ruan Xujun, et al. Application of desulfurization synergist in limestone gypsum wet desulfurization system[J]. Energy Environmental Protection, 2020, 34(4): 29-32.

脱硫增效剂在石灰石-石膏湿法脱硫系统中的应用

郑志秀, 王金雄, 阮徐均, 陈尼青, 邵良成

(浙江千尧环境工程有限公司, 浙江 杭州 310020)

摘要: 为了以较低的投资和运行成本实现 SO_2 的超净排放, 在石灰石-石膏烟气脱硫系统中投加脱硫增效剂。结果表明: 在进气 SO_2 浓度为 $2\ 800\sim 3\ 000\ \text{mg}/\text{Nm}^3$ 、脱硫增效剂投加量为 $450\ \text{mg}/\text{L}$ 的条件下, 净烟气 $\text{SO}_2 \leq 30\ \text{mg}/\text{Nm}^3$, 可停用 1 台循环泵并节约电耗 $720\ \text{kWh}$; 投加脱硫增效剂对脱硫装置浆液 pH 值、石膏、亚硫酸钙、碳酸钙、氨氮以及 COD 等参数无显著影响, 石膏品性以及脱硫废水的处置难度未受影响。

关键词: 脱硫增效剂; 脱硫效率; 石灰石-石膏法湿法脱硫

中图分类号: X701.3

文献标识码: A

文章编号: 1006-8759(2020)04-0029-04

Application of desulfurization synergist in limestone gypsum wet desulfurization system

ZHENG Zhixiu, WAN Jinxiong, RUAN Xujun, CHEN Niqing, SHAO Liangcheng

(Zhejiang Qianyao Environmental Engineering Co., Ltd., Hangzhou 310020, China)

Abstract: In order to achieve ultra-clean emission of SO_2 with low investment and operation cost, desulfurization synergist was added in the limestone-gypsum flue gas desulfurization system. The results show that the SO_2 in net flue gas $\leq 30\ \text{mg}/\text{Nm}^3$ under the conditions that the inlet SO_2 concentration is $2\ 800\sim 3\ 000\ \text{mg}/\text{Nm}^3$ and the dosage of desulfurization synergist is $450\ \text{mg}/\text{L}$. $720\ \text{kWh}$ of power consumption can be saved by stopping one circulating pump. The addition of desulfurization synergist has no significant effect on the parameters of the desulfurization system such as pH, gypsum, calcium sulfite, calcium carbonate, ammonia nitrogen and COD. The properties of gypsum and the difficulty of desulfurization wastewater treatment were not affected.

Key Words: Desulfurization Synergist; Desulfurization Efficiency; Limestone gypsum wet desulfurization

0 引言

石灰石-石膏湿法烟气脱硫工艺成熟, 运行稳定, 脱硫效率高^[1], 副产品可利用, 是当前主流的脱硫工艺^[2], 被普遍的应用于燃煤火力发电厂。随着《火电厂大气污染物排放标准》(GB13223—2016)的实施, 许多火力发电机组 SO_2 无法实现超净排放, 脱硫系统改造迫在眉睫, 但是投资上千万元扩容改造费用, 改造周期需达半年之久, 也给业

主带来很大的经济、环保压力^[3]。为了保证 SO_2 实现超净排放, 在对原有脱硫装置不进行扩容改造的情况下, 采用添加脱硫增效剂来提高脱硫效率是当前脱硫的研发方向。

国内外多家机构研究表明^[4] 在湿法脱硫系统中添加脱硫增效剂能明显提高脱硫效率, 进而在 SO_2 已经实现超净排放的火力发电厂, 也可考虑在石灰石-石膏湿法脱硫系统中添加脱硫增效剂, 减少浆液循环泵运行数量, 达到节省脱硫运行成本

的目的,也提高了系统运行的稳定性^[5]。

2019年10月23~28日,应业主要求在河北省某发电有限公司2×350 MW机组中#2石灰石-石膏湿法烟气脱硫系统中进行添加脱硫增效剂试验,试验过程中对比了系统添加增效剂前、后的脱硫效率,分别对4台浆液循环泵使用增效剂前、后电耗进行对比比较,再试停运1台循环泵;分别对增效剂添加前、后脱硫塔内浆液等参数的进行检测,目的是为了检测脱硫增效剂的使用效果及是否会对脱硫系统造成负面影响,为该电厂的烟气脱硫系统今后进行达标、节能、稳定运行提供参考。

1 脱硫增效剂的工作原理

石灰石-石膏湿法烟气脱硫系统化学反应复

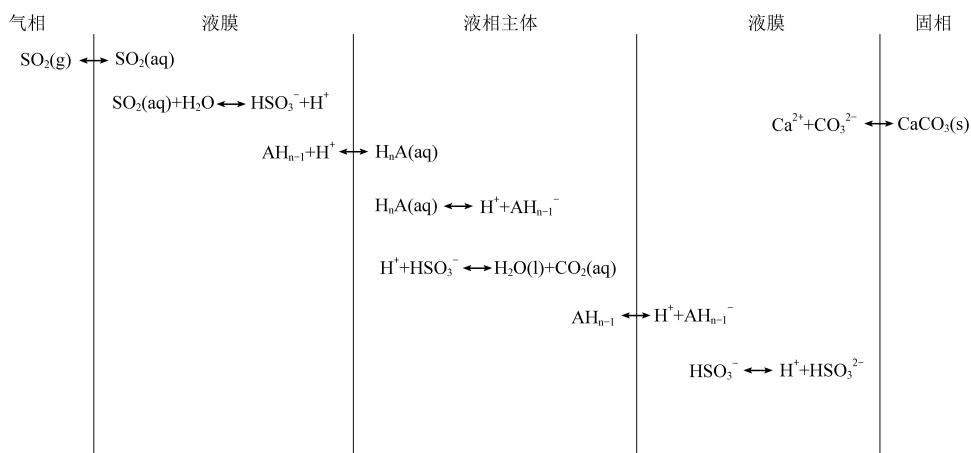


图1 脱硫增效剂工作原理

2 工程实例

2.1 项目概况

河北省某发电有限公司具有2×350 MW均正常运行的机组。脱硫装置运用两炉两塔方式设置,共用公共系统。每座吸收塔各配置一台吸收塔地坑,可直接将地坑内浆液泵入各自吸收塔,吸收塔内径为13.0 m,浆液高12 m左右,浆池容积接近1 700 m³,共有4层喷淋系统,平时pH值控制在5.0~5.5之间,浆液密度1 090~1 140 kg/m³,4台浆液循环泵(功率分别为710、710、710、800 kW)。脱硫装置自动化水平高,脱硫塔前、后烟道上各设置西门子品牌的CEMS(烟气排放连续监控系统),吸收塔上设置两台pH计检测浆液的pH值,2台液位计检测塔内液位,1台密度计检测塔内浆液密度,SO₂原始及排放数据、浆液pH值、密度及液位可实时在DCS运行界面上读取。SO₂当前实行超净排放,塔出口SO₂排放浓度

杂,当前已知的反应过程就有数十种^[6]。湿法烟气脱硫过程大多运用停滞膜的论述^[7],将气相获SO₂的物理吸收过程假设以薄膜分散的方法进行^[8],在气相和液相的界面形成气膜后,物质在这两个气膜之间发生运动^[9]。提高气、液两相界面之间的运动速率来增强脱硫效率是关键^[10]。脱硫增效剂能有效的缓冲浆液的pH来提高气、液两相的运动速率,其机理如图1所示。在气液交界处,SO₂溶解解析出的H⁺离子被脱硫增效剂捕获,H⁺离子快速从液膜传递给液相,但是浆液pH不会快速下降,因为气相阻力小,加速了浆液对SO₂的吸收^[11]。在固液交界处,由于添加脱硫增效剂形成的偏酸环境加速了CaCO₃溶解,液相阻力小,CaCO₃的溶解速度加快。

≤35 mg/Nm³。

当前在机组负荷>300 MW的时候,脱硫装置4台循环泵需全都运行,总体电耗较高,存在SO₂超标排放的危险,环保运行压力非常大;对煤种硫份的适应性差,无法燃用高硫份煤^[12]。为了解决以上问题,希望能找到一种不需要进行脱硫系统扩容改造而能提高脱硫效率的方法,使用脱硫增效剂来提高脱硫效率是目前比较热门的课题,因此决定对#2脱硫系统进行脱硫增效剂试验。

2.2 试验药剂介绍

本次试验所用药剂为浙江工业大学和浙江天英环保科技有限公司联合开发研制的石灰石-石膏湿法脱硫增效剂,增效剂型号为RL10101,为片状绿色固体,相对密度0.65(水等于1),无毒,弱酸性,对眼睛、皮肤、粘膜有刺激作用,加水后可迅速溶解。

2.3 加药试验

从2019年10月23日开始加药实验。药剂

添加到 2# 机组脱硫塔地坑内,经过脱硫塔地坑搅拌机搅拌溶解完全后泵入脱硫塔,脱硫增效剂在浆液中的浓度维持在 400~500 mg/L 最为合理,本次实验脱硫增效剂选择浓度为 450 mg/L。根据浆池容积计算出初次加药量为 750 kg,10 月 23 日初次投加药剂 750 kg,由于脱硫废水排放造成药剂损失,每日需补充药剂为 50 kg,之后每日加药 50 kg,24~28 日共加药 200 kg。

2.4 加药后运行效果分析

2.4.1 减排效果

图 2 是#2 脱硫系统添加脱硫增效剂对煤种适应性的影响,SO₂数据可从 DCS 运行画面直接读取。从图中可以看出,当机组在 90%以上负荷运行的情况下,原始 SO₂值在 2 800~3 000 mg/Nm³时,添加增效剂后净烟气 SO₂≤30 mg/Nm³,而在未添加脱硫添加剂的时候,要实现达标排放,需要满足原始 SO₂≤2 000 mg/Nm³。添加脱硫增效剂后提高了脱硫设备的脱硫效率,在煤质硫份较高时,在不引起浆液 pH 值和浆液密度变化的情况下 SO₂也能达标排放,添加脱硫增效剂加强了电厂对高硫份煤种的适应性,保障了电厂 SO₂的达标排放,有较好的社会效益。

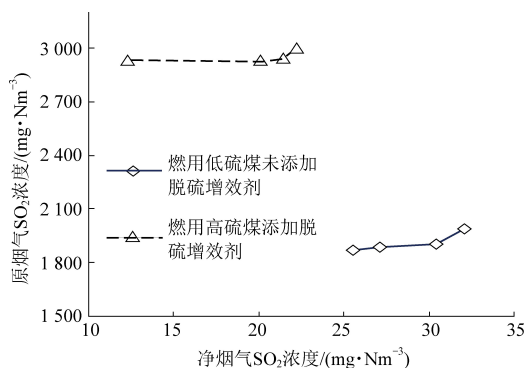


图 2 脱硫增效剂对煤种适应性的影响

2.4.2 停泵节能效果

图 3 是#2 脱硫系统添加脱硫增效剂对循环泵总电耗的影响,机组负荷在 50%~100%之间时,入口 SO₂浓度、pH 值及浆液密度等工况大致相同的时候,添加脱硫增效剂后可使一台循环泵停止运行,出口 SO₂浓度依然能达标排放,停止运行 A、B、C 泵中的一台泵时,可节约电耗 639 kWh,停止运行 D 泵时,可节约电耗 720 kWh,节能效果明显。

2.4.3 吸收塔浆液参数

表 1 中浆液成分数据(SS、石膏、亚硫酸钙、碳酸钙、氨氮及 COD)因未安装在线监测设备,无法

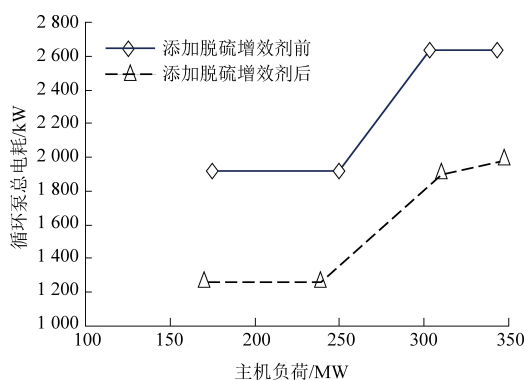


图 3 脱硫增效剂对循环泵总电耗的影响

从 DCS 运行画面直接读取。本次试验通过在石膏排出泵入口管道排净阀处采样,在添加脱硫增效剂前后,用 500 mL 容量瓶各采样 2 份样品送电厂化验室检测,为提高数据正确性,检测参数取 2 次检测数据的平均值。

添加脱硫增效剂前、后脱硫塔浆液参数见表 1。从表 1 可得,添加脱硫增效剂前后,脱硫装置中浆液的 pH 值、石膏、亚硫酸钙、碳酸钙、氨氮以及 COD 等参数并无很大差异,表明采用脱硫增效剂后不会影响石膏品性,进而也不会阻碍石膏的脱水与销售;塔内浆液的 COD、氨氮浓度基本不变,故脱硫废水的处置难度也不会增加,原脱硫废水处理装置无需改造。

表 1 添加脱硫增效剂前、后脱硫塔浆液参数

| 参数名称 | 单位 | 增效剂使用前 | 增效剂使用后 |
|------|-------------------|--------|--------|
| pH | 无量纲 | 5.05 | 4.98 |
| 密度 | kg/m ³ | 1 110 | 1 137 |
| SS | % | 14.31 | 15.7 |
| 石膏 | % | 11.01 | 13.01 |
| 亚硫酸钙 | % | 0.7 | 0.56 |
| 碳酸钙 | mg/L | 2.21 | 0.9 |
| COD | mg/L | 893 | 853 |
| 氨氮 | mg/L | 5.6 | 2.3 |

2.5 经济效益分析

(1)以试验机组为例,采用脱硫增效剂 1 月可节省电费 16.1~18.144 万元(电费按 0.35 kWh/元计),去除增效剂的成本 4.5 万元(3.0 万元/t 计),每个月每台机组节约 11.6~13.644 万元。若该厂 2 台机组均采用脱硫增效剂,以年运 4 000 h 计,年可节约运行成本 128.76~151.45 万元。

(2)采用脱硫增效剂后,机组可燃用硫份较高的煤而不影响达标排放。因此,企业在肩负社会责任的同时,可节约可观的燃煤差价。目前高

硫份煤比低硫份煤高 50 元/t、试验机组燃煤量 155 t/h、年运 4 000 h 计算,每台机组一年可约 3 100 万元,经济效益较明显。

(3) 添加脱硫增效剂后,停运循环泵可使循环泵备品备件投入减少,以试验机组为例,一台循环泵年备品备件投入成本为 4.0~4.8 万,同时也减轻了运维工人的工作量。

3 结论

(1) 当燃煤硫份在设计硫份内时,SO₂ 达标排放的脱硫机组,由于添加脱硫增效剂而停止运行一台循环泵,节省了电耗成本及设备维护成本,达到了节能降耗的目的,增加运行操作的灵活性,减小了环保运行压力,产生了很好的社会、经济效益。

(2) 由于国内燃煤市场情况变化大,当燃煤硫份超过设计硫份时,为保证脱硫系统 SO₂ 达标排放,可采用添加脱硫增效剂,增强脱硫效率。脱硫增效剂加强了电厂对煤种硫份的适应性差,采购燃煤更具灵活性。

(3) 通过试验中脱硫浆液参数的比较,增效剂使用不会影响石膏品质,不会增加脱硫废水的处理难度,所以增效剂的使用不会影响脱硫石膏的脱水与出售,也无需改造脱硫废水的处理系统,不会给脱硫系统造成负面影响。

通过上述分析,使用脱硫增效剂既保证了

SO₂ 达标排放也减少了系统运行费用,保证了系统的安全运行,经济、社会效益显著。

参考文献

- [1] 强薇. 某热电厂大气污染防治设计 [J]. 低碳世界, 2014 (5X): 62-63.
- [2] 杨心意. 火电厂石灰石-石膏湿法脱硫工艺浅析 [J]. 科技与生活, 2010 (18): 126+146.
- [3] 杜云贵, 隋建才, 杨晓君. 石灰石-石膏湿法脱硫系统改造 [J]. 环境工程, 2010, 28 (3): 81-84.
- [4] 胡金榜, 胡玲玲, 段振亚. 湿法烟气脱硫增效剂研究进展 [J]; 化学工业与工程, 2005, 22 (6): 456-460.
- [5] 柳进云. 脱硫增效剂应用及效果分析 [J]. 中国高新技术企业, 2016 (24): 109-110.
- [6] 杨世璠. 基于液气比的湿法脱硫系统的运行优化研究 [J]. 电力科技与环保, 2014 (4): 41-43.
- [7] 潘卫国, 豆斌林, 李红星, 等. 石灰石-石膏湿法烟气脱硫过程中影响脱硫率的因素 [J]. 发电设备, 2007 (6): 78-82.
- [8] 孟蕾. 磷矿、石灰双循环脱硫工艺 [D]. 长沙: 湖南大学, 2007: 4-6.
- [9] 闫子政. 定洲发电厂 600 MW 机组 100% 烟气脱硫工程研究 [D]. 北京: 华北电力大学, 2003: 3-4.
- [10] 孙庆龙. 湿法脱硫效率影响因素及喷淋塔数值模拟 [D]. 青岛: 山东大学, 2014: 5-6.
- [11] 齐荷梅. 脱硫增效剂在湿法脱硫中的应用及节能分析 [J]. 热电技术, 2019 (8): 18-21.
- [12] 蒋洁, 李昌浩, 金良. 脱硫增效剂在脱硫系统中的应用 [J]. 污染防治技术, 2015 (1): 9-12.