

燃顺 A 型脱硫增效剂在神华国华太仓电厂的应用

李星辉

(神华国华太仓发电有限公司, 江苏省太仓市港口开发区滨海路 28 号 215433)

摘 要: 国华太仓发电有限公司 2×630MW 机组烟气脱硫工程采用石灰石—石膏湿法烟气脱硫系统。一炉一塔单元匹配; 脱硫系统设计有四层喷淋, 四台浆液循环泵, 电机功率较大, 能耗较高, 管道易结垢。为提高脱硫效率、节约厂用电, 消除管道结垢现象, 神华国华太仓电厂使用南京国润电能设备成套工程有限公司生产的燃顺 A 型脱硫增效剂进行试验, 7、8 号炉添加脱硫增效剂效果试验, 试验结果表明: 在 370MW、450MW、500MW、550MW、600MW 工况下 A、B、C、D 泵任意两种泵组合, 其出口 SO_2 浓度均在 $50\text{mg}/\text{Nm}^3$ 以下脱硫效率均为 95% 以上, 能达到通过停用一台浆液循环泵而起到节能增效的目的, 同时脱硫增效剂对浆液及石膏品质无不良影响, 未发现其对系统及设备有任何不良影响。

关键词: 脱硫系统; 节能增效; 脱硫增效剂

0 引言

煤炭是中国最重要的能源, 但是煤炭的燃烧带来了大量的 SO_2 排放, 严重污染了环境, 所以烟气脱硫系统是所有燃煤电厂不可或缺的重要环保设备。

目前, 石灰石—石膏湿法烟气脱硫工艺是我国技术最成熟、脱硫效率最高的脱硫方法, 由于吸收剂来源丰富, 价格低廉, 副产品可利用等特点而被官大电厂广泛采用。但是石灰石—石膏湿法烟气脱硫装置在运行中普遍存在能耗和运行成本高、对煤种适应性差、吸收塔后续设备堵塞结垢现象严重、设备磨损严重等问题, 导致很多电厂脱硫系统运行不稳定, 脱硫效率低, 最新执行的 GB13223-2011 脱硫标准和《关于执行大气污染物特别排放限值公告》进一步提高了燃煤锅炉排放标准, 很多电厂进行了脱硫系统扩容改造。脱硫系统的扩容改造耗资巨大、改造施工周期长, 给燃煤电厂带来了巨大的经济压力和环保排放压力。在不进行脱硫系统扩容改造的前提下, 使用脱硫增效剂来满足脱硫系统的效率是目前最有效的方法。

南京国润电能设备成套工程有限公司生产的燃顺 A 型脱硫增效剂, 是针对石灰石—石膏湿法烟气脱硫法专门研制的最新产品, 产品由缓冲剂、活化剂、分散剂、反应催化剂配置而成的负荷脱硫增效剂, 燃顺 A 型脱硫增效剂可以促进石灰石的溶解, 提高脱硫剂的利用率, 从而减少石灰石粉的用量,

还能强化 H^+ 离子的传递, 缓冲吸收液的 pH, 抑制 SO_2 溶解而导致的气—液界面上酸度的降低, 加速 SO_2 的吸收提高脱硫效率。此外, 脱硫增效剂具有分散作用, 可以增强石灰石的表面活性, 增加石灰石的分散性, 降低其沉降速度, 增大有效传质面积, 促进石灰石的溶解, 减少设备的结垢。

1 燃顺 A 型脱硫增效剂在神华国华太仓电厂的应用

1.1 神华国华太仓电厂系统情况简介

国华太仓发电有限公司 7、8 号机组烟气脱硫工程由江苏苏源环保工程股份有限公司总承包, 主要包括: 烟气脱硫岛完整范围内的设计、设备制造、安装调试等, 使用苏源环保公司自主研发的 OI2-WFGD 烟气脱硫技术, 采用石灰石/石膏湿法脱硫工艺, 采用一炉一塔工艺技术及低温排放工艺(无 GGH), 共用一套公用系统。设计最大标况湿基烟气量 $2 \times 1063740\text{m}^3/\text{h}$, 最大标况干基烟气量 $2 \times 1093806\text{m}^3/\text{h}$, FGD 二氧化硫浓度 $1745\text{mg}/\text{Nm}^3$, 吸收塔内径 16m, 吸收塔容积 2271m^3 , 浆液密度 $1080\text{--}1130\text{kg}/\text{m}^3$, 设计四台浆液循环泵, 功率分别 1120/1250/1400/1400kW, 正常运行时, 三台浆液循环泵运行, 一台备用, 满足脱硫效率大于 95%。

2014 年 7 月 1 日开始执行烟囱排口二氧化硫排放浓度为小于 $50\text{mg}/\text{Nm}^3$ 的环保排放要求, 为提高脱硫效率、节约厂用电, 消除管道结垢现象, 神华国华太仓电厂使用南京国润电能设备成套工程有限

公司生产的燃顺 A 型脱硫增效剂进行试验。

1.2 添加脱硫增效剂对脱硫系统主要性能参数的影响

2014 年 1 月 13 日 7、8 号机组脱硫吸收塔开始添加脱硫增效剂，每台吸收塔首次添加 2000kG，以后每天每台吸收塔添加 100kG。对添加脱硫增效剂前后的运行数据进行采集、化验、分析添加脱硫增效剂前后的浆液和石膏进行品质比对。见表 1、2。

表 1 #7 机组 AGC 工况下 370-550MW 范围内 SO₂ 及脱硫效率使用前后对比

烟囱 排口	未使用增效剂		使用增效剂		SO ₂ 下降 值 /(mg/m ³)	脱硫效 率上升 值/%
	SO ₂ 排放	脱硫效率	SO ₂ 排放	脱硫效率		
	/(mg/m ³)	/%	/(mg/m ³)	/%		
AB	161.9	85.9	26.1	98.1	135.8	12.2
AC	92.4	92.9	30.5	97.8	61.9	4.9
AD	41.3	96.6	25.1	98.3	16.2	1.7
BC	206	83.4	59.6	95.4	146.4	12
BD	57.6	95.2	6.4	99.1	51.2	3.9
CD	29.8	97.3	<12	>99.2	>17.8	>1.9

表 2 #8 机组 AGC 工况下, 370-550MW 范围内 SO₂ 及脱硫效率使用前后对比

烟囱 排口	未使用增效剂		使用增效剂		SO ₂ 下降 值 /(mg/m ³)	脱硫效 率上升 值/%
	SO ₂ 排放	脱硫效率	SO ₂ 排放	脱硫效率		
	/(mg/m ³)	/%	/(mg/m ³)	/%		
AB	61.5	93.7	27.9	97.6	33.6	3.9
AC	26.0	97.5	21.0	98.3	5.0	0.8
AD	56.1	95.8	12.1	99.2	44.0	3.4
BC	58.2	95.2	19.5	98.2	38.7	3.0
BD	74.6	94.2	12.5	98.1	62.1	3.9
CD	53.5	96.9	17.4	98.7	36.1	1.8

由表 1、2 数据可知，脱硫增效剂的添加，完全达到了试验预期，使用南京国润电能设备成套工程有限公司生产的燃顺 A 型脱硫增效剂，脱硫系统在停运一台浆液循环泵后脱硫效率仍然达到 95% 以上，排口二氧化硫小于 50mg/Nm³，满足最新环保排放要求，同时也节约了厂用电。

1.3 脱硫增效剂长期持续性添加效果研究

2014 年 1 月 13 日至 18 日，除 13 日首次每台脱硫吸收塔添加 2000kG 脱硫增效剂外，14 日至 18 日每天每台脱硫吸收塔添加 100KG 脱硫增效剂，7、8 号机组在这期间机组投 AGC 控制，负荷在 370MW 至 600MW 波动，脱硫效率大于 95%，FGD 出口二氧化硫浓度小于 50mg/Nm³，完全满足最新的环保排放要求。

试验证明，只要维持脱硫吸收塔内增效剂浓度的稳定，脱硫增效剂的效果能够持续有效，保证机组脱硫效率和满足排放要求。

1.4 脱硫增效剂对脱硫吸收塔浆液和石膏品质影响的研究

表 3 脱硫增效剂添加前后吸收塔内浆比

日期	CaSO ₄ ·H ₂ O /%	CaCO ₃ /%	密度 /(kg/m ³)	pH 值	氯离子 /(mg/l)	亚硫酸 根/%
1 月 10 日未添加	91.7	2.71	1102	5.4	7500	0.01
1 月 13 日添加	90.5	1.9	1095	5.2	7800	0.02
1 月 15 日添加	89.1	1.6	1087	5.2	8000	0.02
1 月 18 日添加	89.3	1.7	1125	5.1	7900	0.01

从表 3 可知，实验前后吸收塔内的浆液中 CaCO₃（未反应的石灰石粉）残留量降低，低于厂标规定值 3%，亚硫酸根没有增加，说明南京国润电能设备成套工程有限公司生产的燃顺 A 型脱硫增效剂的使用对吸收塔浆液没有不良的影响，部分指标还有所改善。

表 4 石膏品质化验对比

日期	CaSO ₄ ·2H ₂ O	CaCO ₃	水分	亚硫酸根
1 月 10 日未添加	92.3	2.6	13	0.02
1 月 13 日添加	93.6	2.2	11	0.02
1 月 15 日添加	95.5	1.7	12	0.01
1 月 18 日添加	96.2	1.1	13	0.01

从表 4 可知，实验前后石膏品质得到了明显的提高，石膏中 CaCO₃（未反应的石灰石粉）残留量降低，低于厂标规定值 3%，说明南京国润电能设备成套工程有限公司生产的燃顺 A 型脱硫增效剂的使用对石膏品质无明显不良影响，且对石膏纯度、CaCO₃ 残留量等指标有所改善，一定程度上提高了石膏品质。

2 添加脱硫增效剂实验结果讨论

国华太仓电厂使用燃顺 A 型脱硫增效剂，在没有进行脱硫系统增容改造的前提下，大幅提高了脱硫效率，停运一台脱硫浆液循环泵从而降低厂用电耗。试验数据显示，脱硫增效剂耗量为：第一次每台机组添加 2000kg/次，以后每次添加 100kg/天·机组。两套脱硫系统每年耗量为：2×100kg/天·机组×300+2000kg/次·机组×2=64t。初步估计两台机组每月耗量约 6 吨/月，脱硫增效剂含税单价为 3.0 万元，每月需新增运行成本为 18 万元，一年增加 180 万元投入。节能计算：添加脱硫增效剂后，以停掉最小电机浆液循环泵为例。两台机组一个月节能计算如下：2×1.732×0.9（功率因数）×6（运行电压）×95（运行电流）×24×30×0.998（主变利用率）×0.4389（含税上网电价）/1.17=47.9 万元；即：每月节电总计：47.9 万元。按每台机组每年运行 10 个月计算，

则每年节约电费约 479 万元（未考虑增压风机节能）。考虑运行过程中有循环泵切换或特殊情况起泵，一年节电按 450 万元计算；而投入增效剂成本可能会因为特殊情况使用量增加，故按 200 万元投入计算；则一年电厂的收益为 250 万元。

使用燃顺 A 型脱硫增效剂，提高了系统对燃煤硫份的适应范围，大幅降低了燃煤成本，以年燃煤用量计算，此项可以减少燃煤采购成本上千万元，燃顺 A 型脱硫增效剂还具有减少脱硫系统腐蚀结垢的作用，在使用燃顺 A 型脱硫增效剂后，一定程度上能够改善或缓解脱硫系统的腐蚀、结垢问题，延长脱硫系统及设备的使用寿命。

3 结论

燃顺 A 型脱硫增效剂可以促进石灰石的溶解，提高脱硫剂的利用率，从而减少石灰石粉的用量，还能强化 H^+ 离子的传递，缓冲吸收液的 pH，抑制 SO_2 溶解而导致的气—液界面上酸度的降低，加速

SO_2 的吸收提高脱硫效率。此外，脱硫增效剂具有分散作用，可以增强石灰石的表面活性，增加石灰石的分散性，降低其沉降速度，增大有效传质面积，促进石灰石的溶解，减少设备的结垢。从而达到从整体上提高脱硫系统对燃煤硫份适应能力，一台机组停运一台浆液循环泵降低了厂用电量，达到了节能降耗的目的。

参考文献：

- [1] 周至祥,向海清,薛建明.火电厂湿法烟气脱硫技术手册 [M].北京:中国电力出版社,2006. 43-35.
- [2] 陶莉,周艳明,李国永. 脱硫添加剂在烟气系统故障处理中的应用[J].湖南电力,2010(5):10-13.

作者简介：

李星辉（1982-），男，河南人，助理工程师，神华国华太仓发电有限公司运行部环保主管，E-mail：lxh1102@sohu.com。