

2号机组 SO₂ 短时超限原因分析及经验总结

李铖泳

国能粤电台山发电有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v6i1.7641

[摘要] 绿色环保是当今时代发展的主题, 提高环保设施可靠性与稳定性, 是积极响应环保要求的重要举措。煤电机组在电能生产过程中, 因煤炭中硫元素、氮元素等与氧气的燃烧氧化反应会产生以二氧化硫、氮氧化物为主的大气污染物。通过脱硝、脱硫等环保设施的应用, 可显著降低大气污染物排放量, 提高机组的环保性。本文对2号机组脱硫系统提效改造后运行中出现的异常情况进行分析探讨, 并进行相关经验总结, 以提高脱硫系统等环保设施的可靠性与稳定性。

[关键词] 脱硫系统; 石灰石浆液; 脱硫吸收塔; SO₂

Cause analysis and experience summary of SO₂ short-time overlimit of unit 2

Li Cheng yong

YueRadio Mountain Power Generation Co., LTD.

[Abstract] Green environmental protection is the theme of the development of The Times, to improve the reliability and stability of environmental protection facilities, is an important measure to actively respond to the requirements of environmental protection. In the process of electric energy production of coal power unit, the combustion and oxidation reaction of sulfur and nitrogen elements in coal will produce air pollutants mainly because of sulfur dioxide and nitrogen oxide. Through the application of denitration, desulfurization and other environmental protection facilities, the emission of air pollutants can be significantly reduced, and the environmental protection of the units can be improved. In this paper, the abnormal situation in the operation of the desulfurization system of unit 2 is analyzed and discussed, and the relevant experience is summarized to improve the reliability and stability of the environmental protection facilities such as the desulfurization system.

[Key words] desulfurization system, limestone slurry, desulfurization absorber, SO₂

1 脱硫系统概况

2号机组经过升参数及脱硫系统提效改造后, 原鼓泡塔改造为脱硫一级吸收塔, 一级吸收塔配备有三台浆液循环泵, 平时两运一备。配备两台氧化风机, 平时一运一备。引风机出口的烟气经脱硫烟道进入一级塔内与石灰石浆液逆向接触反应, 氧化风机送入的空气同时参与吸收塔反应区的反应, 将吸收的 SO₂ 氧化并最终生成石膏晶体, 吸收塔内的搅拌器连续搅拌石灰石浆液起到防止浆液沉淀的作用。在一级吸收塔净化后的烟气进入脱硫喷淋塔进行二次脱硫反应, 最后通过除雾器除

去烟气中携带的液滴后, 将净化的烟气经烟囱排出。整个脱硫系统经过两级主要的脱硫反应后, 脱硫效率可达到 99% 以上, 系统正常运行时具有较好的脱硫效果。

2 脱硫系统改造后运行中出现的部分问题

2号机组单机运行期间, 机组负荷 550 兆瓦左右, 脱硫一级塔液位 7000mm 左右, PH 值小于 6, 补浆量 35m³/h, 两台浆液循环泵运行, 一台备用, 喷淋塔一台循环泵运行一台备用。脱硫系统入口 SO₂ 在有增长趋势情况下, 出口 SO₂ 从 20mg/m³ 快速增长至 35mg/m³, 并持续上涨后出现短时出口 SO₂ 超限情况,

经快速调整后 SO₂ 数值明显下降。

3 SO₂ 短时超限原因分析

3.1 从反应原理分析

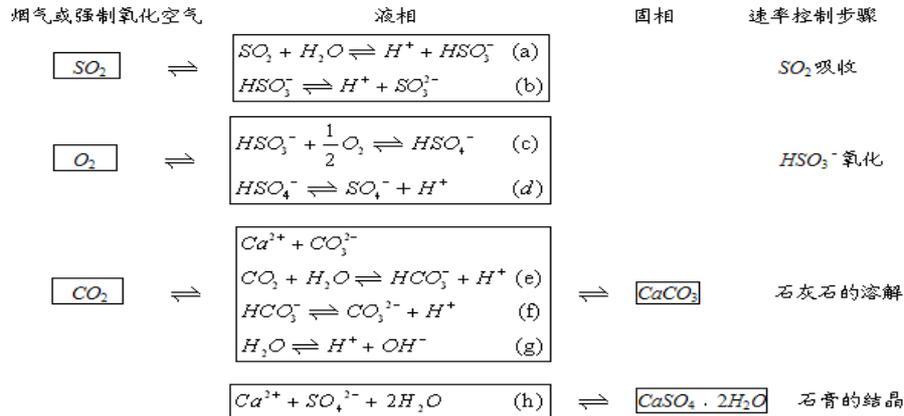
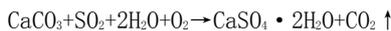


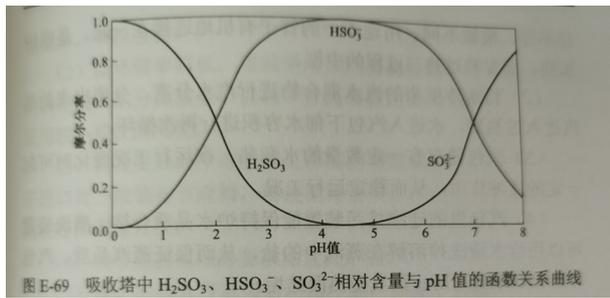
图 1 WFGD 过程化学和质量传递示意图

整个脱硫系统的化学总反应方程式为：



由各反应阶段的离子电离方程式可知，在不同的反应阶段离子的电离程度不同，可影响液相中 H⁺ 的浓度，即直接影响溶液的 PH 值，而 PH 值的高低对 SO₂ 的吸收及石灰石的溶解又具有显著的影响，下图为 PH 值与溶液中离子含量的函数曲线图：

[1]



当 PH 值低于 2.0 时，被吸收的 SO₂ 大多数以 H₂SO₃ 的形式存在于溶液中；当 PH 值在 4-5 时，H₂SO₃ 电离分解形成 HSO₃⁻，当 PH 值高于 6.5 时，溶液中主要是 SO₃²⁻。由曲线可知，PH 值过低或过低时，均会影响溶液中 HSO₃⁻ 的形成，特别是在较低 PH 值环境中几乎不能再吸收 SO₂。尽管 PH 值高有利于 SO₂ 本身的吸收，但过高的 PH 值却不利于石灰石的溶解；若 PH 值低虽然有利于石灰石的溶解但又影响 SO₂ 的吸收。此外，PH 值还会影响 CaSO₃ 溶解度，PH 值越高，CaSO₃ 的溶解度明显下降，而 CaSO₄ 的溶解度则变化不大。所以从脱硫反应的进行角度来看，既需要保持较高的 HSO₃⁻ 的浓度，即能充分吸收 SO₂，又要保证石灰石的充分溶解参与反应，通过化学反应原理分析及以往的运行经验，吸收塔 PH 值保持在 5.5-6 左右是最有利于反应进

行的。整个吸收塔内的反应过程如下图所示：[1]

行的。

在本次超限工况中，尽管吸收塔补浆流量在 35m³/h 的正常值，但整体 PH 值偏低，且 PH 值表计存在取样不准的情况，实际溶液的 PH 值可能更低，一定程度上影响了 SO₂ 的吸收导致反应不能正常进行，部分 SO₂ 未参与反应直接随烟气流流出。

3.2 脱硫系统效率对反应的影响

脱硫系统整体效率与浆液密度、浆液品质、反应期间的 PH 值、石灰石浆液的利用率、供浆管道流量、浆液循环泵出力、循环泵出口喷嘴是否堵塞等多种因素有关。从近两个月的实际运行工况分析，有以下几种原因对脱硫效率影响较大。

1、浆液中粉尘浓度偏高。2 号机启动后，电除尘未全部投入运行，除尘效率不佳导致进入脱硫系统的烟尘浓度偏高。烟气中的 Al³⁺、F 随着烟尘富集逐渐形成结合物，包裹在石灰石表面，阻止新加入石灰石的溶解，造成浆液中毒。[1]

2、锅炉启动过程中，煤油混烧造成电除尘极板结垢影响除尘效率，从而进入吸收塔的烟尘增多。同时煤油混烧后的混合物随烟尘进入吸收塔，油污在吸收塔内逐渐沉积富集，在一定浓度及 PH 值下形成大量泡沫。油污产生的泡沫一方面造成吸收塔出现虚假液位，浆液溢流会造成一定污染；另一方面大量的油污泡沫同样会封闭石灰石表面阻碍反应的发生，不利于吸收塔内的反应，导致吸收剂失效，吸收塔整体脱硫效率下降。

3、浆液循环泵出力下降。2 号机吸收塔为新改造设备，加上启动期间煤油混烧，加入石灰石浆液后，塔内浆液杂质较多。吸收塔浆液循环泵入口滤网在运行一段时间后，就会出现入口滤网堵塞，浆液循环泵运行电流下降，入口滤网差压变负值等

情况,导致浆液循环泵出力下降,进而影响吸收塔的脱硫效率。

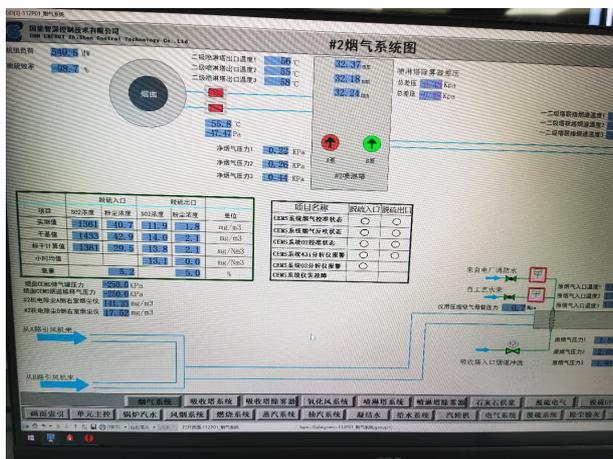


图4为高负荷运行期间脱硫效率及入口SO₂浓度

4、浆液密度偏低。2号机单机运行期间,石灰石浆液制备系统运行时间少,同时石灰石地坑至石灰石浆液箱的各类系统杂用水也会稀释石灰石浆液的浓度,因此整体石灰石浆液浓度会偏低。在脱硫入口SO₂短时突增时,浓度偏低的石灰石溶液不能很快将过多的SO₂进行吸收,造成出口短时超限。

3.3 脱硫喷淋塔PH值对脱硫整体效率的影响

在实际运行工况中,也会出现脱硫喷淋塔PH值持续下降导致出口偏高的情况。脱硫喷淋塔PH值持续下降意味着有部分SO₂未在吸收塔内反应即进入喷淋塔的浆液环境中,导致脱硫喷淋塔的PH值持续下降。在喷淋塔补浆量一定的情况下,会有更多的SO₂未充分反应吸收又随着烟气流出现喷淋塔,导致烟囱出口SO₂偏高。

结论:综合以上原因分析,2号机单机运行期间,SO₂短时超限的主要原因为入口硫分增加时,吸收塔PH值偏低,不利于SO₂的吸收,同时浆液浓度低,塔内有部分杂质阻碍反应,整体的脱硫效率下降,造成短时超限。

4 SO₂短时超限处理总结

1) 检查核对脱硫入口硫分变化的趋势,确认为加负荷后入口硫分增加,先解除AGC降负荷,观察入口硫分变化情况。同时注意监视氧量的变化,氧量过高将导致SO₂的生成量增加,降负荷过程中反而可能会出现SO₂不降反升。

2) 开大吸收塔补浆门至全开,增加补浆流量。手动关小流量水至吸收塔调节阀,尽可能提高吸收塔内PH值。

3) 迅速手动启动吸收塔备用的浆液循环泵,提高吸收塔整体的脱硫效率,保持三台浆液循环泵运行至SO₂不超限。

4) 吸收塔补浆门全开后,喷淋塔补浆流量会比较小,对脱硫效果不大。在吸收塔三台浆液循环泵运行工况下,出口SO₂仍超限时,可启动备用的喷淋塔浆液循环泵,提高喷淋塔脱硫

效率。同时可加强喷淋塔除雾器的冲洗,提高喷淋塔液位,有助于提高喷淋塔脱硫效果。

5) 调整石灰石浆液制备系统运行参数。若球磨机停运,启动球磨机制备新的石灰石浆液,必要时可先在石灰石浆液循环箱使用循环模式连续打循环提高石灰石浆液浓度。同时通知巡检人员检查就地设备运行正常,无明显机封水等外部水源漏入浆液循环箱。停止石灰石地坑泵运行,进一步提高石灰石浆液箱内浆液的浓度。

6) 联系值长确认各原煤仓硫分含量,手动减少硫分最高的原煤仓对应的给煤机煤量,同时监视入口硫变化趋势,确认煤量的减少与入口硫的减少呈正相关。

5 经验总结

1) 机组加负荷前,控制吸收塔的PH值不宜过低,PH值偏低提高供浆流量,并加强石灰石浆液制备,防止浆液浓度偏低。

2) 机组各人员加强对脱硫系统参数的分析与调整,掌握基本调整手段,加强交流经验,共同提高,熟悉SO₂超限时的处置方法,最好形成常态化技术措施。

3) 针对2号机吸收塔浆液溢流问题,通知巡检人员班前、班中巡检加强关注,有明显溢流时及时在吸收塔地坑添加消泡剂,同时监盘人员要关注入口硫分变化,及时启动备用浆液循环泵,防止塔内大量油污泡沫的产生阻碍对SO₂的吸收。

4) 喷淋塔PH值持续下降时,应及时调整吸收塔运行参数,如提高PH值、加大供浆流量等常规手段,提高吸收塔的脱硫效率,防止过多未反应的SO₂直接进入喷淋塔。

5) 发生SO₂超限时,及时汇报主值、值长,寻求专业支持,避免参数长时间超限,影响小时均值。

6 改进方法

1) 2号机吸收塔PH计、浆液密度计依然存在取样点较少,测量范围小,测量数据不准的情况,不利于判断塔内反应的真实情况,调整不及时有环保参数超限的风险。需要协调相关专业从设计、取样、后期维护等角度进行表计优化,提高测量的准确度。

2) 吸收塔浆液循环泵入口滤网长期运行后存在堵塞情况,目前主要靠停泵反冲洗的手段对入口滤网进行清洗,对吸收塔的脱硫效率有较大影响。需要后期从运行逻辑、入口电动门开启、关闭时间等方面进行优化,减少滤网堵塞的情况。

[参考文献]

[1]火力发电职业技能培训考核题库.发电集控值班员/《火力发电职业技能培训考核题库》组委会组[M]北京:中国电力出版社,2021:245-247,373