

# 浅谈火电厂石灰石-湿法脱硫工艺技术

张 勇

贵州乌江水电开发有限责任公司大龙分公司 贵州 铜仁 554001

**【摘要】**：湿法脱硫系统因其惯性大、延迟高、不确定性等特点，使用传统 PID 调节系统很难控制，同时以 pH 值为被控对象，控制系统存在 pH 值波动大、反应缓慢、代表性低等缺点，提出一种基于出口 SO<sub>2</sub> 为被控对象的优化控制策略，并引入供浆品质补偿的概念，以理论供浆量作为前馈，根据工况进行浆液补偿与模糊规则修正，使用机组负荷和总风量的拟合代替原有脱硫入口烟气流量，提高时效性。本文以石灰石-湿法脱硫技术为主要研究对象，对石灰石-湿法脱硫方法进行研究，并结合案例分析的方式展开论述，希望对相关工作有所帮助。

**【关键词】**：火电厂；石灰石-湿法脱硫；节能降耗

随着环保意识的逐步提高，湿法脱硫技术广泛应用在陆地上的化工、电力、环保等行业中，近几年随着运输船舶数量的剧增，脱硫技术也逐步应用在船舶运输行业中。随着低碳环保的理念深入人心，大量燃煤电厂进行超低排放改造，更严格的排放限值要求使改造后环保设施运行成本相应增加，其中脱硫系统电耗量、石灰石耗量和水耗量持续上升。火力发电厂随着社会的发展也需要优化自己的生产结构，因为当今社会不仅要有产出还要控制好成本，随着我国碳中和目标的设定，火力发电厂在保证生产的同时还要注重低碳环保。

## 1 石灰石-湿法脱硫工艺存在的问题及解决措施

### 1.1 石灰石-吸收塔存在受磨损腐蚀隐患及解决措施

石灰石浆液中成分复杂，有碳粉颗粒、二氧化硅、矽铁等物质，颗粒也有大有小，大颗粒物质会造成管道磨损腐蚀。进行脱硫的设备需要做好防腐处理，一般有两种方式进行防腐处理：碳钢衬胶和玻璃鳞片。但这两种的缺点是使用时间长之后容易出现防腐层脱落或者开裂，当防腐层受到破坏会导致塔体受到腐蚀引发漏烟和漏浆的问题。另外，进行脱硫的设备因为会直接的与石灰石接触，对设备的腐蚀也容易导致泄露，所以需要不定期更换机械密封。最后，石灰石浆液输送管道、循环泵管道和石膏排出通道因长期运行且与大颗粒物质接触频繁导致磨损腐蚀，容易导致漏浆，使脱硫系统不能长期稳定运行。解决措施：用石灰石-湿法脱硫时，由于石灰石的浆液含有大颗粒的石灰石会对设备造成损害，因此要对石灰石浆液进行预处理。可以考虑在石灰石浆液进入吸收塔之前，在入口处用粗滤网过滤掉较大的颗粒物质，对浆液进行一遍过筛处理，利用筛网进行离心力的转动，将浆液从筛孔筛缝等部位甩出。进行过筛之后的石灰石浆液就能把里面不符合标准的大颗粒物质除掉，可以有效降低吸收塔管道被磨损的频次，一定程度上保护了管道不受损害。另外，

对设备管道进行改良，使用高防腐、高耐磨性材料是保证脱硫系统稳定运行的有效手段。比如使用无机陶瓷材料碳化硅，因其具有高硬度、高耐腐蚀性、高耐磨性和耐高温等特点，对于石灰石浆液和石膏浆液接触较为频繁的设备管道可以将碳化硅按比例添加到管道原有的防腐材料中，从而提高设备管道的防腐性能。

### 1.2 石灰石-吸收塔内浆液 pH 石灰石-值和氧化控制措施

如果塔内浆液呈酸性，则使脱硫效果大大降低。所以吸收塔内浆液的石灰石-pH 石灰石-值直接决定了脱硫效果的好坏。塔内浆液的石灰石-pH 石灰石-值越高越有利于吸收二氧化硫，脱硫效果就越好，但以电石渣作为脱硫剂时还要充分考虑到后续亚硫酸钙的氧化，塔内浆液的石灰石-pH 石灰石-值过高，会使电石渣溶解受到影响，亚硫酸钙不能充分溶解导致形成沉淀，不利于其进一步氧化形成石膏。塔内浆液石灰石-pH 石灰石-值过低，一方面不利于脱硫反应，另一方面因其呈强酸性会加剧设备的酸腐蚀，加大了生产成本。因此控制吸收塔内浆液的石灰石-pH 石灰石-值在合理的范围内是提高脱硫效率和石膏产出效率的关键。控制措施：为达到脱硫和制造石膏的平衡，将吸收塔内浆液的石灰石-pH 石灰石-值控制到石灰石-5-7 石灰石-之间是最合适的。同时延长吸收塔内浆液的循环时间，并提供大量的空气可以较好的控制氧化反应生成石膏。想要控制石灰石的 PH 值，可以进行浆液的分离得到脱硫浆液和氧化浆液，让氧化浆液形成低石灰石-pH 石灰石-值区域，给脱硫和氧化提供最合适的环境，既保证了脱硫效率又保证了生成石膏的质量，从而实现节能降耗，增加火电厂经济效益的目的。

### 1.3 石灰石-石膏脱水问题及解决措施

在对利用石灰石-湿法脱硫工艺生成出的石膏进行脱水时，滤饼厚度远达不到正常石膏脱水的滤饼厚度，而且滤饼比较粘，含水率较高。而且很多火电厂在使用石灰石-湿法脱

硫技术时,对于生产出的副产品进行抛弃处理,不利用资源的回收利用。有些火电厂生产出的石膏副产品质地疏松,手感粗糙,且其含碳颗粒和砂石等杂质较多,粘性较强,一旦吸附在石膏表面会堵住石膏的疏水通道,不利于用真空皮带机对其进行脱水。解决措施:火电厂可以考虑对石膏脱水系统进行改良,已有学者给出分离去除杂质的方案。浆液中的不同成分沉降的速率是不一样的,通过旋流分离器、一级沉降槽和二级沉降槽、真空带滤机等设备,分两次沉降除去石膏浆液中的杂质,通过设备的内置搅拌桨分离浆液中的氢氧化钙和吸附性杂质,从而打通石膏表面的疏水通道,使得石膏脱水率进一步提升,把石膏含水率降低到百分之十以下,提高石膏品质。

## 2 火电厂石灰石-湿法脱硫工艺技术的优化措施

### 2.1 浆液循环泵优化措施

(1) 选择最佳的浆液循环泵组合方式,控制二氧化硫排放浓度达到排放标准 70%以上,且运行泵的总功率达到最小值。

(2) 机组启动时,待风烟系统准备工作完毕后,启动最小功率的浆液循环泵,减少泵的能耗;机组停运时,根据出口烟温情况,尽量保留最小功率泵运行,待吸收塔出口烟温降至规程要求值以下时,及时停止运行。

(3) 当石膏中的碳酸钙含量在正常范围内时,且石灰石运行成本较低时,可适当提高浆液 pH 值在正常范围内高值,减少浆液循环泵的运行台数或降低变频泵的变频率,实现以节电为主,节石为辅助的调整方式。

(4) 控制好吸收塔内的浆液密度,尽可能维持较低密度运行,保证浆液在运行时的电流。

(5) 采用变频调速、永磁电动机等新技术的项目:应分析浆液循环泵最佳调整频率,当提高频率至最佳脱硫效率,且继续提高频率脱硫效率无明显变化时,此频率值设定为上限值,运行调整不允许超过该值,超过该值后浆液循环泵做无用功;当降低频率至脱硫效率变化较小且泵的工况已达到极限值时,此频率值设定为下限值,并保证运行时不能低于这个数值,因为低于这个数值就会对设备产生损害了。

(6) 备用设备水源关闭;调整浆液循环泵机封水和减速机冷却水压力在合适范围内,避免机封水和减速机冷却水

过多造成水耗过多。

(7) 定期停运浆液循环泵,利用浆液对循环泵入口滤网进行反冲洗,减少滤网堵塞,提高泵的出力。

### 2.2 优化吸收塔浆液 pH 值

在脱硫过程中,石灰石浆液 pH 值对其效率有显著影响,当石灰石浆液的 PH 值升高后,SO<sub>2</sub> 扩散速度明显加快,呈现出较大的传质系数,加快 SO<sub>2</sub> 的吸收速度。但是会有负面的影响,当石灰石的浆液沉淀后容易导致吸收塔的堵塞。另外,PH 值升高会让石膏中的 CaCO<sub>3</sub> 的比重上升,钙硫比的变化会导致石灰石的损耗提高。如 pH 值越低,则使浆液呈现出酸性特质,这一过程产生的气体不能被 SO<sub>2</sub> 吸收,系统的脱硫率大幅下降。由此可见,在浆液 pH 值的控制环节,应属于该脱硫系统工艺设计的核心环节,因而针对本工程案例的设计,可以选择单塔双循环的结构设计,借助二级浆液循环增加烟气的吸收量,通过脱硫过程的优化,并结合独立循环浆池及喷淋层工艺,达到最佳的应用效果。同时,依据差异化的功能,各级循环系统均设置有不同的参数实施针对性处理,如在一级循环系统中,主要是进行亚硫酸钙的氧化过程,进行这一个环节的公益时要保证石膏的结晶时间,其烟气脱硫率通常为 30%-70%之间,浆液 pH 值以 4.6-5.0 为宜,停留时间约 5 分钟。经一级循环后再由二级循环进行脱硫洗涤,最终在 pH 值的合理控制下使工艺效果得到优化。不考虑氧化结晶问题能很好的把 PH 值控制在 5.8-6.4 区间内,借助这种方式,达到降低循环浆量、节约循环泵的能耗的效果。所以,在最大化地保障脱硫系统的 SO<sub>2</sub> 排放浓度符合国家的生产标准时,多以控制石灰石的纯度、优化生产的钙硫比和浆液的 PH 值几个因素,达到减少石灰石耗量的目的。

## 3 结语

随着社会对生态环境的需求与期待日与俱增,人们对环境质量的关注,社会对生态环境的治理也有了严格的要求。这也使得燃煤电厂面临的环保压力日益增大,如何在确保环保设施稳定运行的前提下经济运行,一直是燃煤电厂环保工作者关注的焦点问题。本文对石灰石-湿法脱硫系统的运行优化进行了总结,找出了脱硫系统运行优化方向与措施,环保设施运行管理人员在开展运行优化工作时,除了分析以上问题及措施外,要多调整、多记录、多分析,使运行优化工作更有针对性,才能够达到预期效果。

### 参考文献:

- [1]李智文.火电厂烟气湿法脱硫处理工艺及应用[J].化工管理,2020(13):201-202.
- [2]庞胜林,陈戎,毛进,曹士海,何高祥.火电厂石灰石-石膏湿法脱硫废水分离处理[J].热力发电,2016,45(09):128-133.
- [3]王浩.火电厂石灰石-石膏湿法脱硫系统建模与优化[D].华北电力大学,2013.