

石灰石湿法烟气脱硫运行可靠性的探讨

陈正芳, 肖大和

(四川广安发电有限责任公司, 四川 广安 638017)

摘要:阐述了影响石灰石—石膏湿法烟气脱硫率和投运率的主要因素,分析了排放量与脱硫率、投运率的关系。在总结电厂脱硫系统实际运行情况的基础上,对脱硫率的控制、GGH压差控制、旁路烟道挡板开关的操作以及一些其他易发生的问题进行了分析,提出如何提高脱硫系统的可靠性,以确保投入率和脱硫率达到要求。

关键词:湿法脱硫;运行;可靠性;脱硫率;投入率

Abstract: In this article we set forth the main element of which influenced the rate of Limestone— the plaster wet flue gas desulphurization and the rate of the operation analyze the relationship between the discharge amount the rate of desulphurization and operation Base on the summarize of the practice operation of the desulphurization system in the power plant we analyze the rate of desulphurization control the differential pressure of GGH control the operation of the by—pass rear pass lagging switch and some other questions which are happened easily and put forward that how to increase the reliability of the desulphurization system to ensure the rate of input and achieve the request

Key words: wet— desulphurization; operation; reliability; rate of rate of the input

中图分类号: X773

文献标识码: B

文章编号: 1003—6954(2008)04—0036—03

环境保护是中国的一项基本国策,控制和减少火力发电厂 SO_2 的排放量既是国家政策标准的要求,也是火力发电厂为保护人类的生存环境所必须要解决的课题。采用烟气脱硫技术是解决这一问题的有效途径之一。

近年来,国家对烟气脱硫要求更高更急,对烟气中 SO_2 排放标准更严,这就更加迫切的要求火力发电厂尽快解决烟气中 SO_2 的脱除问题,而且由于近几年国外发达国家在脱硫技术上取得了较大的进展,特别是湿法脱硫技术已有较多的成功应用实例。现在国内燃煤机组大多采用了脱硫技术,以确保排放的二氧化硫浓度和总量符合环保要求,而采用最多的是石灰石—石膏湿法烟气脱硫技术,且均为引进的脱硫技术。经过近几年的应用和发展,目前各设计单位和大部分用户对石灰石—石膏湿法烟气脱硫技术的认知度已经达到了一个新的层面,但脱硫系统运行的可靠性却不高,问题较多,其投入率和脱硫率难以得到保证,而投入率和脱硫率的高低直接决定了排放的二氧化硫浓度和总量是否符合标准和有关规定的要求。

1 二氧化硫排放量与投入率和脱硫率的关系

脱硫率和投入率对脱硫设备总的脱硫效率而言,

是很重要的两个指标。但是从环保的角度,则更重视 SO_2 的排放浓度和排放量。

环保对 SO_2 排放的要求,是规定其允许的排放浓度, SO_2 排放浓度的单位为 mg/m^3 ,即每立方米烟气中含二氧化硫的毫克数。若每小时 SO_2 的排放量 (mg/h)一定,燃烧时采用过量空气系数 α 越大,产生烟气的体积也越大,则 SO_2 的排放浓度就越小。因此,标准中规定实测的 SO_2 排放浓度,必须折算为规定 α 值时的排放浓度。故测定 SO_2 实测排放浓度时必须同时测得其过量空气系数 α 值。

SO_2 排放浓度的规定,主要考虑在大气层靠在地面最近的这一层,即对流层中对人类或动、植物的危害。气流在对流层中不仅有剧烈的水平运动,还有大规模的垂直对流运动,主要的气象变化都发生在这一层,而大气污染现象也主要发生在这一层。但是大气圈共分为五层,在对流层之上,沿高度面上还有平流层、中层(散逸层)、热层(电离层)及外层。平流层中一般无对流运动,而有一个臭氧层。臭氧对太阳光中紫外线有极强烈的吸收作用,吸收了高强度紫外线的 99%,臭氧层就形成了一个阻止紫外线射入的过滤网,为地球的生命提供了天然的保护屏障。为了避免臭氧层的破坏和有害气体的转移,研究大气环境问题,不限于对流层,而涉及到整个大气圈的环境,因而

不仅对有害气体的排放浓度有所限制,而且对二氧化碳、二氧化硫等的实际排放量也都予以关注。评定地区的环境质量,也要考虑这些指标。 SO_2 的排放量就是分别计算的每燃用 1 kg 燃料实际排放 SO_2 的量,与小时、日或年平均燃料消耗量,两者的乘积即为其排放量。

很显然,脱硫系统总的脱硫效率与 SO_2 实际排放浓度及实际排放量有密切关系。若烟气 SO_2 初始排放浓度不变,则系统脱硫效率越高, SO_2 实际排放浓度越低,排放量也越小。但 SO_2 实际排放浓度是否可以达标,不仅取决于脱硫率,与初始排放浓度的关系也很大。因此,可以说根据煤中含硫量的不同, SO_2 其实际排放浓度要求最低的脱硫率也不相同。同样, SO_2 的实际排放量,更不是单纯取决于脱硫率,它还与燃料消耗量有关。而一段时间的排放总量更与脱硫设备的投入率等密切相关。

2 脱硫率的控制

脱硫过程主反应:

- (1) $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$ 吸收
- (2) $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{CaSO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 中和
- (3) $\text{CaSO}_3 + 1/2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CaSO}_4$ 氧化
- (4) $\text{CaSO}_3 + 1/2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_3 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ 结晶
- (5) $\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 结晶
- (6) $\text{CaSO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ pH 控制

影响脱硫率的主要因素有以下几个方面:

2.1 温度

吸收塔洗涤温度对脱硫率影响较大。吸收液温度越低, SO_2 溶解度越大,温度越高 SO_2 溶解生成 H_2SO_3 后可能也会重新分解出 SO_2 ,从而使脱硫率下降。

2.2 循环浆液流量

在一定范围内调节液气比可显著地影响吸收温度,当液气比增大时(吸收塔循环泵运行台数增加)加大了液雾喷淋密度,提高了脱硫率的时候,由于烟气与大面积的吸收液相接触,热湿交换程度提高,进入烟气中的水蒸汽量增多,导致出口烟气温度降低。系统出口烟气温度与绝热饱和温度的差值减小,含水量增多,饱和温度提高,总的效果也提高了脱硫率。

2.3 pH 值

脱硫反应很大程度上取决于吸收液的 pH 值,当

pH < 2 时,被吸收的 SO_2 主要以 H_2SO_3 的形式存在;当 pH 值升至 4~5 时,主要为 HSO_3^- ;当 pH > 6 时,主要生成 SO_3^{2-} 。总的结果是 pH 值越大, SO_2 的溶解度越大。然而, Ca^{2+} 的浓度随 pH 值的增大而减小,这就是说 pH 值的增大不利于石灰石的溶解。浆液 pH 的变化改变了亚硫酸盐的氧化速率,可能直接影响石膏的相对饱和度。运行表明 pH 值控制在 5~6 之间对吸收比较好,此时可达到最佳的脱硫效果。

2.4 钙硫比

烟气脱硫的钙硫比是评价和反映经济性的重要指标,它也是一个取决于吸收溶性的操作参数。

2.5 石灰石吸收剂的特性

石灰石吸收剂的准备是根据吸收塔内浆液 pH 值、烟气中的 SO_2 含量及烟气量来调节的,高纯度的吸收剂有利于产生优质脱硫石膏,设计要求石灰石 CaO 质量分数为 52%~55%,浆液中的石灰石质量分数为 30%。石灰石颗粒越小,比表面积越大,而颗粒的比表面积大小也是影响固体颗粒溶解速度的一个重要因素。比表面积大则反应活性高,溶解速度快,原则上还有溶解速率对颗粒大小的依赖关系。在实际中希望获得尽可能小的,具有较大比表面积的小颗粒分布。

3 GGH 压差控制

GGH 设备在脱硫装置中起着重要的作用,其性能及运行的好坏直接影响整个脱硫系统的稳定和经济运行。为了保持 GGH 的清洁,设计了在线空气吹扫和高压水冲洗。大部分 GGH 设备运行一定时间后都会因为煤质、除尘器运行以及在线空气吹扫效果不好,除雾器达不到设计要求,不能有效除净烟气中带水等一系列综合因素造成 GGH 堵灰,轻者导致增压风机运行阻力增大,能耗增加,增加运行成本,严重时导致增压风机失速过载跳闸或旁路挡板门自行打开,脱硫系统无法正常运行。

针对 GGH 空气吹扫效果不好的实际情况,GGH 压差增加到正常 1.3 倍后就应进行高压水冲洗。采用高压水冲洗前要确认烟道底部疏水门全开,高压冲洗水管路通畅,GGH 低速转动。停 GGH 运行前用低压水冲洗干净。高压和低压冲洗水冲洗时要保证清洗彻底,以免 GGH 被逐步烧结,造成 GGH 堵塞越来越严重。

4 开关旁路挡板对锅炉的影响

操作旁路烟气挡板应相当谨慎。如有操作不当会引起进口烟道压力大幅度波动,直接影响炉膛压力,严重时会引起锅炉 MFT 保护动作,锅炉熄火。某电厂曾出现为消除增压风机失速报警,紧急关闭增压风机导叶但未开启旁路挡板造成烟道压力大幅度上升,炉膛压力保护 (MFT) 动作,锅炉熄火。运行实践告诉在关闭旁路挡板时应相应控制好增压风机导叶开度、风机电流、进入吸收塔的烟量、维持烟道压力在 -0.35 kPa 左右,如调整不当将迫使增压风机进入非常态工作区域,出现失速报警,造成进口烟道压力大幅度波动,影响锅炉安全运行。针对脱硫旁路挡板在操作过程中可能会对主机和主要设备产生影响,通过几年来的运行总结,建议采取如下策略:

1) 加强运行人员操作旁路挡板的技能培训,用脉冲方式逐步开关旁路烟道挡板和开启增压风机导叶,保持进口烟道压力稳定;

2) 调节过程中应加强和主机的联系,维持炉膛压力正常;

3) 每次检修后必须对各烟道挡板进行联锁试验;

4) 旁路挡板开关应进行定期试验,确保故障时能迅速开启;

5) 任何情况下旁路挡板应最后关闭。

5 其他一些影响系统安全、可靠运行的问题及解决措施

1) 废水排放不及时,浆液中的 Cl^- 超标会加快转动设备的腐蚀,对石膏脱水也不利。

2) 真空皮带机由于滤布跑偏经常会引起皮带机跳闸。

3) 粉尘对石膏脱水效果和品质都有影响。

4) 随着运行时间的增加,FGD 系统、浆液系统转动设备,如浆液循环泵、石膏浆液泵和吸收塔排除泵

等都会出现电流、压力不同程度的下降趋势,各浆液管道会磨穿,如不及时消除会给 FGD 系统带来一定的影响。

6 结束语

石灰石-石膏湿法烟气脱硫工艺在四川广安发电厂 300 MW 和 600 MW 机组上均得到了应用,是国内应用较早的单位,在设计、安装、调试及运行中难免存在一定的问题,但通过相关技术人员的努力,对上文中提到的液气比、pH 值控制及 GGH 压差控制等问题都得到了很好的解决,或提出了相应的处理措施,如加强运行监视并及时调整,通过加减石灰石给料量将 pH 值控制在 $5.4\sim 5.8$; 保持吸收塔液位相对恒定; 控制吸收塔石膏排出泵,维持石膏浆液密度在 $1100\sim 1140\text{ kg/m}^3$; 根据脱水效果和化学分析报告设定合理的氧化风量; 启停浆液循环泵,维持液气比等。制定了可行的运行规程,严格了参数的控制,加强了运行与维护的管理,确保脱硫系统运行的可靠性,保证其投入率和脱硫率达到设计要求。

参考文献

- [1] 李守信,胡玉亭,纪立国. 湿式石灰石-石膏法烟气脱硫中石膏质量的工艺控制因素 [J]. 电力环境保护, 2002, 18(3): 5-7.
- [2] 李仁刚,管一明,周启宏,等. pH 值对湿式石灰石烟气脱硫传质反应特性的影响 [J]. 电力环境保护, 2002, 18(4): 11-12.
- [3] 周祖飞,垒新荣. 影响湿法烟气脱硫效率的因素分析 [J]. 浙江电力, 2001, 3: 42-45.

作者简介

陈正芳,女,助理工程师,毕业于长沙理工大学,2003 年 7 月至今在四川广安发电有限责任公司工作,主要从事电厂脱硫运行与管理工作。

肖大和,男,高级工程师,毕业于长沙电力学院,现任四川广安发电有限责任公司生产综合管理部化学环保专责。

(收稿日期: 2008-06-15)

平行同杆双回线的单线故障精确测距算法

平行同杆双回线的一条线路发生故障时,由于非故障线路包含了对侧系统的信息,可以实现利用单端故障信息实现故障测距。介绍平行同杆双回线的单线故障的一种故障测距算法,算法采用正、负、零序分量的分布参数模型和传输线方程,利用线路早端的故障信息,根据实际故障点的纯电阻特征,得到平行同杆双回线单线故障时距离测量点的距离。用特征模量分解方法解决同杆双回线的零序分量网络中存在互阻抗和互电纳的难题。算法的精度不受分布电容影响和对端系统阻抗变化的影响。精确计算表明,线路换位(相序排列)对测距精度的影响可以用误差校正曲线或表格的方法校正。