

石灰石湿法烟气脱硫石膏脱水影响因素及解决办法

贺国念

国家电投集团远达环保工程有限公司 重庆 401122

【摘要】：目前对燃煤烟气开展脱硫时经常采用的一种方法就是石灰石湿法脱硫，这项方法的脱水系统能不能正常稳定运转，除了会对后期石膏产品质量造成影响以外，还会对整个脱硫生产操作产生影响。因此以下专门针对这种方法中的石膏脱水影响因素开展解析，并对其提出有效处理方法。

【关键词】：脱硫；石膏脱水；石灰石；湿法烟气脱硫

Limestone Wet Flue Gas Desulfurization Gypsum Dehydration Influencing Factors and Solutions

Guonian He

State Power Investment Group Yuanda Environmental Protection Engineering Co. Ltd. Chongqing 401122

Abstract: At present, one of the methods often used in the desulfurization of coal-fired flue gas is limestone wet desulfurization, whether the dehydration system of this method can operate normally and stably, in addition to affecting the quality of gypsum products in the later stage, it will also have an impact on the entire desulfurization production operation. Therefore, the following is specifically aimed at the influencing factors of gypsum dehydration in this method, and proposes an effective treatment method for it.

Keywords: Desulfurization; Gypsum dehydration; Limestone; Wet flue gas desulfurization

随着人民生活水平质量的不断提高，能源损耗逐渐呈现增长趋势，在此阶段中，煤炭的使用量和燃烧量越来越多，在燃煤烟气当中含有非常多的有毒有害气体，比如二氧化硫以及一氧化碳、粉尘等，烟气当中的这些有毒有害气体会对生态环境和人体健康造成威胁。随着大气中污染物二氧化硫浓度越来越高，危害性越来越大，从有关数据中可以看出这种气体成为主要大气污染源。伴随目前人们逐渐开始对生活质量 and 自身健康重视起来，同时也开始更多关注二氧化硫对环境的影响，所以对这种物质合理地进行排放和治理非常重要。对于这种情况，为了更好地二氧化硫的排放情况进行把控，我国专门对这种物质进行明确规定，这是一种污染物减排指标中很重要的一项内容。在此阶段中经常对燃煤烟气进行脱硫的方式则是石灰石石膏湿法脱硫，开展这项脱硫工艺的副产品是石膏。对这项工艺进行设计时需要脱硫石膏浆液通过皮带脱水机脱水后，按标准其含水量不能超过 10%，而在实际开展这项脱硫工艺过程中，脱硫石膏浆液的脱水效果却不能达到有关标准，对于这种情况，专门对其影响因素和处理方法进行探究。

1 阐述石膏脱水工艺原理

对于石膏脱水而言，这项工艺是一种比较固液分离技术，开展脱水操作时，一般都会运用脱水方法和设备、蒸汽压力、环境的湿温度、石膏中的杂质以及颗粒粒径大小等都会对脱水造成影响。在整个脱硫过程中，塔内的脱硫浆液在吸收二氧化硫之后会通过氧化过程，逐渐形成石膏液，在不停地吸收二氧化硫时，浆液的密度也会越来越大，其密度达到一定程度时，脱水系统就会对一些浆液开展脱水处理工作，开展脱水的主要目的就是确保吸收塔内的浆液密度控制在合理范围。这项系统

是石膏旋流器与真空皮带脱水机构成，石膏浆液经石膏旋流器一级旋流后，旋流后的石膏浆液质量比约 50% 进入到真空皮带脱水机的滤布上，通过吸力和重力的影响下，将浆液当中的水分吸出来。皮带运转的情况下，石膏脱水之后就被运输到石膏库。从物理化学方面来看，脱硫石膏与天然石膏大致相同，而脱硫石膏的含水量更高，并且具有再生石膏的一些特性。通过国内外文献调查了解，以上两种类型的石膏在成分和功能等各方面大致相同，而且脱硫石膏也符合目前相关使用要求和标准，可当作安全的材料使用。

2 分析石膏脱水效率影响因素和处理方法

开展脱硫操作时，石膏脱水系统通常情况下都会存在一些问题 and 状况，比如石膏含水率高，或者表面很黏稠或者含有非常多的杂质等。这项脱水效果不佳，原因非常多，要具体开展分析和阐述。以下专门针对影响石膏脱水的主要原因开展解析。

2.1 石膏结晶体大小对脱水影响

在脱硫塔内，石膏浆液所含有的杂质会对整个脱水效果造成影响，烟气中的飞灰、石灰石中杂质、工艺用水杂质含量都是影响石膏品质的重要因素。这种杂质不仅会对脱硫塔内化学反应造成影响，还会对石膏结晶造成影响。如果杂质夹在石膏体直接会导致石膏晶体和游离水这两者之间的通道堵塞，影响浆液结晶，最终造成对石膏脱水产生影响。

一般情况下，石膏脱水性能会随着石膏结晶发生变化而改变，这是由于浆液在吸收塔塔内停留时间很短，导致其晶体颗粒直径很小并且紧密，对石膏的浆液脱水效率造成影响。如浆

液中含杂质较多时,这种细小水泥浆液对脱水影响更大,细小水泥浆液影响浆液品质,占用吸收塔浆液容积,会减少石膏浆液结晶时间,石膏晶体不能按正常时间长大,容易堵塞真空皮带机滤布微孔,导致脱水效果不好。所以在脱硫系统运转过程中,要保证正常的脱硫塔液位,从而形成石膏晶体,而且还能结合塔内的密度对压力的时间进行合理把控,为晶体的形成提供科学时间。

2.2 吸收塔虚假液位对石膏浆液脱水影响

实际开展脱硫运行过程中,由于烟气、石灰石、工艺水等原因可能会导致吸收塔起泡,泡沫通过吸收塔溢流口跑出,电厂为减少泡沫溢出及运行方便,会降低吸收塔液位运行,导致吸收塔浆液容积变小,石膏结晶时间变短和石膏浆液被氧化效果降低,也会造成石膏脱水效率降低。如果情况变得越来越严重,靠差压测密度的吸收塔影响更大,导致吸收塔浆液密度变小,减少脱水时间,造成吸收塔内石膏浆液密度不断增加,吸收塔液位很难得到有效控制,对脱硫效率、石膏结晶、石膏脱水都有一定影响。

2.3 浆液 pH 值对石膏浆液脱水影响

石灰石石膏脱硫当中很重要的一项控制参数就是浆液池的 pH 值,吸收塔浆液内 pH 值参数除了对石灰石、 CaSO_4 等溶解度造成影响外,还会对二氧化硫的吸收产生影响。pH 值低的情况下更有助于石灰石溶解以及氧化 $\text{CaSO}_3 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$, 反之,高的 PH 值更有助于二氧化硫的吸收。所以对吸收塔内浆池的 pH 值进行合理选择是确保系统能够正常运转的重要因素之一。

浆液 pH 值直接会对石膏结晶造成影响,结合塔内的吸收反映情况, pH 值高的情况下能够更好地二氧化硫进行溶解,低的 pH 值更有利于溶解石灰石。太高 PH 值会导致更多石灰石混入到石膏浆液中,而亚硫酸盐更难融入混入到石膏中,这两者之间的颗粒直径都要比硫酸钙晶体要小,除了会将石膏的纯度降低以外,还会导致石膏脱水难度加大。

2.4 石膏浆液性质对石膏浆液脱水影响

2.4.1 浆液密度

脱硫装置一项重要的控制参数是吸收塔石膏浆液的密度,合适浆液密度、PH 值能够更好将各个反应物和生成物的饱和度情况反映出来。在浆液密度很低的情况下,浆液当中的碳酸钙含量低, CaSO_3 含量高,在此期间并不利于对石膏浆液进行脱水操作,而且还会浪费很多石灰石,使石灰石使用率降低。而浆液密度低的情况下,有利于氧化物的不断扩散,将其氧化速度提高。

在浆液密度高的情况下,浆液当中含有很多 CaSO_3 , 在 CaSO_4 含量过高的情况下,会抑制 SO_2 的溶解,同时会降低喷淋层喷嘴的覆盖率,大幅度降低其 SO_2 吸收效果,造成脱硫效率降低,为了不影响二氧化硫排放浓度目标值,通常需要加入

更多的 CaCO_3 , 将整个脱硫效率提高,浆液中更多的 CaCO_3 易导致浆液 PH 值升高,亚硫酸根被氧化效果降低,而且浆液中会出现很多比较细小的颗粒,再加上存在很多 CaCO_3 , 快速降低二氧化硫等物质的溶解度,最后就会导致浆液失效,对石膏浆液进行脱水难度加大。

2.4.2 石灰石纯度和目数

石灰石当中所含有的杂质会对吸收塔内的石膏晶体造成影响,而且这种物质的纯度和数目同样会对二氧化硫的吸收产生影响,在实际操作运行时要对石灰石的纯度和目数进行有效把控,监督控制其质量,确保脱硫系统能够正常运转。

2.4.3 石膏过饱和度

脱硫系统运转情况还会受到浆液池中的石膏饱和度影响,其结晶的速度主要是以石膏饱和度为依据,如超过一定饱和度,石膏晶体在悬浊液内已出现石膏晶体生长。如果饱和度达到了规定最高值形成晶核,而且石膏晶体在一些物质表面生长,表面会发生结垢情况。除此之外,在晶体还没有完全覆盖没有发生反应的时间是晶体表面时,导致石灰石的使用率降低。

2.4.4 氯离子含量

浆液中所含有的氯离子同样会对脱水效率造成影响,这种物质主要来源于烟气当中的 HCl,甚至还有来源于工艺用水,在浆液当中的这些氯离子和钙离子发生反应,就会形成很稳定的氯化钙,造成石膏晶体当中含有一些水分,在晶体当中的 CaCl_2 堵塞晶体之间用于游离水的流通通道,所以会加大石膏的含水率,影响到正常脱水过程。从有关探究中可以看出,合理地氯离子浓度进行把控,定期向外排放废水能够有效降低浆液当中的氯离子含量,这样能够更好地避免这种物质对石膏脱水所产生的影响。

2.4.5 烟气粉尘含量

由于浆液中含有非常多的粉尘,导致脱硫系统设备受一定磨损,浆液中细小粉尘会对滤布造成堵塞,整个脱水过程会受到影响。为减少进入脱硫系统粉尘,需要严格控制进入脱硫系统的烟气粉尘含量,尽量提高脱硫系统前除尘器的除尘效率,在 SO_2 浓度超低排放改造时,均需要严格控制进入脱硫系统粉尘含量,以满足超低排放对粉尘控制要求。

2.4.6 烟气流速和温度

在各项参数不会发生变化的情况下,提高整个烟气流速能够加强气液两项的湍动,将这两者之间的膜厚度减少,同时还能降低汽膜的传质阻力,提高整个传质效果。其次,喷淋液滴的下降速度会越来越慢,导致单位体积内的持液量不断加大,加大了传质面积和脱硫效率。车速不断提高的过程中,导致气液接触时间越来越短,过高的烟气流速会导致脱硫效率降低。

烟气进入脱硫塔的温度是很重要的一项因素,吸收塔内的温度降低,液面上的二氧化硫平衡分压会低,更有利于气液传质,加大脱硫效率。在此期间温度低的情况下,还会导致 H_2SO_3 与 $CaCO_3$ 等物质之间的反应速度越来越低,石灰石溶解速度降低不利于 SO_2 吸收。

2.5 设备运转对石膏浆液脱水影响

2.5.1 旋流器运行

石膏浆液输送排放泵将吸收塔内所形成的石膏传输到浆液旋流器石膏,石膏旋流器设置多个旋流子,旋流器布置在真空皮带脱水机上方,通过离心旋流器后,石膏浆液中的部分水和细微颗粒就会被脱离出来,一定浓度的石膏浆液(40%~60%)从石膏旋流器的底流进入真空皮带脱水机脱水。

从旋流器分离出来的石膏浆液分成两部分,底流和顶流,旋流器顶流中的浆液浓度很低,底流中的石膏浆液浓度高。旋流器入口压力的有效控制可以改变底流和顶流的浆液密度。除此之外,石膏旋流器沉沙嘴尺寸同样会对脱水效率造成影响。其尺寸大的时候,旋流器顶流浆液的固体含量就会少,颗粒物的粒度也会发生改变,最终会影响旋流器底流浓度,对石膏脱水效果造成一定影响。

2.5.2 脱水皮带机影响

对于真空皮带脱水机而言,其工作原理则是运用真空泵抽取滤布密封腔室内的水分达到脱水目的。将其送到真空皮带脱水机的滤布上,滤布则是运用一条很重的橡胶皮带进行传输,这种运输皮带上会有凹槽,而且中间有通口,更有利于液体吸入到气液分离器内。在此期间能同时将滤液和空气抽送到真空总管内,其中滤液和空气在进入气液分离器中进行分离,这个设备顶部出口和真空泵连接起来,这样气体就会被真空泵吸走。通过分离之后的滤液通过这种设备底部的出口进入到滤液接收水槽。通过真空进行抽取,然后过滤、清洗以及脱水能够形

成符合标准的滤饼,在卸料区域通过卸料斗落入到石膏仓内。

(1) 真空度影响

真空泵会出现正负压的情况,正压就会被排放到大气中,在此阶段中始终维持合适的真空度要对滤饼的厚度进行把控。滤液回收系统正常运转的时候要对真空泵所产生的负压进行维持。通过采用工艺用水开展密封和冷却泵,气封装置的清洁工作要自动排放阀进行把控。

石膏脱水功能会受到真空皮带机的真空度影响,而且影响度非常大,在真空度很低的情况下会产生很小压力差,浆液当中的水分很难被抽取出来,石膏在脱水时会出现水分吸入不够的情况。真空度很高的情况下,会导致内部出现堵塞,影响到脱水效果。

(2) 滤布堵塞影响

滤布出现堵塞同样会对石膏的脱水效率造成影响,在内部清洗箱内会有密封水,这些密封水对皮带机进行清理和传输,而且还要保证滤布的润滑。在此阶段中,如果滤布出现堵塞问题,对脱水效果造成影响,加大石膏的含水。在工作情况比较稳定的状态下,滤布透气性非常好,脱水效果就佳;透气性不好的情况下,也会导致脱水效果差,浆液中所含有的氯离子、微小粉尘以及冲洗等都会影响滤布的使用效果。

3 结语

总之,对石膏浆液进行脱水操作虽然看似是很简单的一项工艺,而实际上会受到各项因素影响和控制。日常开展脱硫系统设备运转时,为保证脱水效果始终处于良好状态,要从各个方面着手,提前对有可能存在的问题依次进行检查,对已存在或可能存在的环节进行有效改善和排除,确保脱硫系统和石膏浆液的脱水系统设备处于正常运转状态,使整个脱硫生产过程能够得到掌握,使其长远稳定运行。

参考文献:

- [1] 明强,杨健,孙东奇,等.燃煤电厂烟气脱硫石膏化学脱水调理工艺优化[J].热力发电,2021,50(9):145-151.
- [2] 吕新锋.石灰石-石膏湿法烟气脱硫设施常见故障及影响脱硫效率因素分析[J].电力科技与环保,2018,34(2):27-29.
- [3] 张锐.石灰石-石膏湿法烟气脱硫脱水系统运行优化[J].中小企业管理与科技(下旬刊),2019(7):146-147.
- [4] 金志民,王道斌,张熙格,等.烟气湿法脱硫系统简介及石膏脱水装置的改进[J].水泥技术,2021(5):40-42,46.
- [5] 王永辉.湿法烟气脱硫系统石膏脱水研究[J].发电设备,2019,33(1)33-36.