

氨法脱硫超低排放技术在热电厂的应用

张 欣

身份证号码: 372928198608175819

摘 要: 目前,我国总体空气质量不高,空气中的有害气体含量以及烟尘排放量都很大。因此,当前人们应该更加关注绿色生态和低碳环保。目前,许多热电厂也在实施氨法脱硫超低排放技术,应用该技术会大大降低发电过程带来的环境危害。要净化空气,必须加以控制源头。随着智能电网的发展,要更积极地在发电厂脱硫超低排放领域应用脱硫超低排放技术,以有效解决重大污染问题。目前,由于我国能源基础设施以燃煤为动力,为有效降低二氧化硫排放带来的环境危害,需要引进精准高效的氨法脱硫超低排放技术,以有效改善空气质量和促进智能电网的建设与发展。

关键词: 氨法脱硫超低排放技术;热电厂;应用

随着能源消耗量的增加,我国的环境污染问题也越来越严重。 SO_2 是造成大气污染的主要原因之一,除此之外, SO_2 还不仅是酸雨形成的主要原因,也是造成大雾天气的主要原因之一。但是,随着国家大气污染防治进程的加快,各地方严格落实环保政策,污染控制技术也在不断完善。当前,氨法脱硫超低排放技术是一种流行的 SO_2 脱除技术。该技术以氨为吸收剂,将 SO_2 等酸性气体吸收进脱硫吸收塔,与喷淋层喷出的氨-硫-氨溶液产生物理和化学反应,之后产生亚硫酸铵,而亚硫酸铵与大气中的氧饱和生成硫酸铵,达到脱除烟气中二氧化硫的目的。随着国家对发电厂超低排放要求的日趋严格,在石灰石-石膏法脱硫过程中应用脱硫超低排放技术越发成熟,部分采用氨法脱硫系统的超低排放技术正在不断发展。本文针对在氨法脱硫系统中应用超低排放技术做了深入的研究。

一、氨法脱硫原理

烟气脱硫是基于碱性脱硫和 SO_2 酸性进行特殊的化学反应过程,而氨法脱硫是基于 SO_2 和 NH_3 在水溶液中的反应,包括两个主要的化学反应过程。

第一个反应是 SO_2 的吸收过程,反应方程式为:

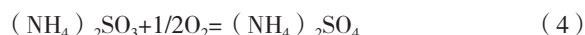


亚硫酸铵具有良好地吸收 SO_2 的能力,是应用氨法脱硫技术使用的主要吸收剂。反应方程式:



氨吸收实际上是 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ 溶液吸收 SO_2 的过程。如果提高 NH_4HSO_3 的浓度,则必须通过增加氨的用量将 NH_4HSO_3 转化为 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ 来提高溶液的吸收 SO_2 能力。

第二个反应是亚硫酸铵氧化反应,反应式如下。



二、氨法脱硫存在主要问题

目前,氨法脱硫超低排放技术应用的比较成熟,但在实际应用过程中仍存在氨气排放、气溶胶颗粒和硫酸铵小晶体、实际运行等问题,这影响了氨法脱硫超低排放技术的推广和使用。在氨法脱硫过程中,氨气泄漏是最为常见问题。当氨泄露时,不仅会造成氨气浪费,而且氨气会与空气含有的二氧化硫反应形成气溶胶。其中,气溶胶的制备有两种主要方法^[1]。

剩余的 NH_3 与 SO_2 反应形成 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ 颗粒进而形成气溶胶。但是,该过程受烟气中二氧化硫和氨气的比例、空塔流速、烟气温度、烟气中 H_2O 和 O_2 含量等因素的影响。如果空气中的含氧量以及二氧化硫的含量都过高,且空塔流速过大,气溶胶就越严重。

一旦 SO_2 被 NH_3 烟气吸收,脱硫液滴就会被烟气夹带,并在空气中析出 NH_4HSO_3 晶体,形成气溶胶^[1]。为了减少氨气等的泄漏,吸入脱硫塔吸入部分的气体流速一般要控制为小于 3.5m/s ,并制定了循环槽、控制脱硫液的pH值在 $4 \sim 8$ 等要求。通过将pH值控制在4到8之间,可以有效避免氨气的溢出,减少气溶胶的形成。在工业应用中,结晶硫酸铵通常采用蒸发结晶法,但由于挥发物结晶速度的限制,硫酸铵结晶常以颗粒的形式出现。其中,析出的水晶体体积很小,水晶的颜色也不一样,而影响硫酸铵结晶的主要因素是氨水杂质、脱硫塔浓缩段溶液的pH值和蒸发温度。

很难正确细分分离硫酸铵晶体。运行时硫酸铵晶体颗粒细小,难以进行细致地分离,很容易导致系统超过浆液密度,堵塞设备管道,造成设备严重损坏。通过调整离心机进行分离,逐渐将离心板的范围从 0.4mm 调整到

0.14mm,从而提高离心率。但是,这增加了浓缩段中溶液的液位,提高和增大了硫酸铵结晶的时间和体积。目前,要求氧化物段的密度必须保持稳定,最佳值为 1.13g/cm^3 。^[4]

三、氨法脱硫系统组成

1. 烟气系统

锅炉引风机引出的烟气通过初始烟气烟道进入多功能烟气脱硫塔浓缩段,硫酸铵溶液在此蒸发浓缩,烟气温度已降至 $50\sim 60^\circ\text{C}$ 。然后,再进入吸收段,与吸收液进行反应,这时大部分 SO_2 已被去除,温度的最大值与最小值也都下降了5摄氏度,并直接从脱硫塔的烟囱中排出。关键装置包括主要烟气入口和出口、非金属膨胀节、阻尼涡轮管和连续烟气排放监测系统(CEMS)^[2]。

2. 吸收和浓缩循环系统

在脱硫塔中,烟气与吸收液混合发生吸收反应。吸收液进入增氧段,利用增氧风机将空气导入增氧段,对吸收液进行强制增氧,大多数含氧吸收液再经过补充氨之后继续参与吸收反应。其部分末端为带有一级循环泵的脱硫塔的同心段,经循环蒸发浓缩至二级循环泵的程度,形成硫浆液,再经过硫铵排出泵送至后处理系统。反应结束后,净烟气经除雾器去除了烟气中含有的雾滴等物质,然后直接从脱硫塔烟道排出。而且,为了保持系统水平衡,必须从冷却塔顶部不断补充工艺用水。在该过程中主要设备包含:脱硫塔、一次循环泵、二次循环泵、循环槽等。

3. 氧化空气系统

过滤后的空气由氧化风机升压送至脱硫塔的氧化段,氧化段后的含氧空气排入脱硫塔的富集氧化段。在该过程中主要设备为增氧风机、自清洗过滤器、氧化物风管网等。

4. 液氨贮存供应及液氨蒸发系统

使用液氨作为脱硫剂时,罐车供应的液氨进入液氨球罐,各氨通过液氨球罐出口通道的阀组送至备用点。主要设备有注氨压缩机、液氨球罐、液氨泵、井、井泵等。液氨通过主管进入液氨蒸发器蒸发,氨气通过氨气缓冲罐的出口控制阀进入脱硝系统。主要设备为液氨蒸发器、氨气缓冲罐等。

5. 工艺水系统

计量完外界的工艺水后,将其送至工艺水箱进行储存。工艺水箱中的工艺水通过工艺水泵供应到每个供水点。工艺水泵由三级循环水增压水箱、脱硫塔、除水器、顶塔、顶进增压水泵等组成。主要设备为工艺水箱、工艺水泵等。

6. 硫铵后处理系统

从脱硫塔的浓缩部分,把一定浓度的硫酸铵经过旋流器,进行清稠分离,经离心分离固液相,并将分离后的母液回流至脱硫塔浓缩段。然后,将脱硫塔浓缩分离的硫酸铵晶体经过振动流化床干燥系统处理后,蒸出蒸汽,再利用干燥引风机牵引蒸汽,将其与蒸汽换热器进行热交换,得到 $130\sim 150^\circ\text{C}$ 的热空气以干燥硫铵。离心机排出的含4%水分的硫铵材料通过进料螺杆送入振动式液体干燥机,热空气随风机进入振动式流化床干燥机,对物料进行干燥。然后,将干燥的硫酸铵材料冷却并风冷,小部分物料由旋风除尘器收集,通过旋转卸料阀送入包装机进行包装入库。其主要设备有硫酸铵泵、旋风分离器、离心分离器、螺旋给料机、流化底、预热风机、暖风机、冷却风机、蒸汽加热器、旋风除尘器、包装机、干燥引风机等^[3]。

7. 检修排空系统

检修事故槽用于收集和储存在脱硫装置的运行、维护、取样和流动过程中产生或逸出的液体以及来自泵的加压冷却剂。脱硫装置正常运行时,应冲洗架空管道和架空泵。流动的水从侧槽收集在集水池中,收集的液体通过脱硫塔泵入集水池。如果排放塔或循环池出现故障需要维修,则必须将其中的液体通过循环泵或者排放泵等设备经过地坑泵送至检修事故槽。

8. 三级循环系统

来自三级循环槽的工艺水由三级循环泵供给脱硫塔水洗段,然后在烟气中的溶解性颗粒物被洗涤吸收,经过洗涤后的干净烟气经除雾器处理后再由塔顶排出。之后,洗涤循环水通过集热器返回到三级循环系统,在循环泵的帮助下完成循环。主要设备:脱硫塔、三级循环槽、三级循环泵等。

四、氨法脱硫工艺流程

该设计采用氨法脱硫工艺(氨法Met法),主要使用氨作为吸收剂。烟气中的 SO_2 在吸收塔中反应吸收,并在现场强制高度氧化为硫酸铵,硫酸铵在二级旋风脱水、一级离心脱水和排水处理后立即作为肥料出售。

吸收塔采用单回路喷淋塔设计,将含有氧化空气管网的浆池直接放置在吸收塔底部,塔的吸收段内部设定了三层喷淋,并在塔顶安装了另一个除雾器。该工艺技术已经过广泛的应用被证明了其成熟度和可靠性。

烟气进入吸收塔,在吸收塔中进行饱和和冷却处理。之后,烟气经过三层逆流喷淋层处理后,再通过双层Z型除雾器去除所含的雾滴等物质。并且,在一级除雾器的上方或下方放置清洗喷嘴,而干净的喷淋可以去除了在

一级除雾器上面存在的固体颗粒。烟气在经过一级除雾器后,再进入二级除雾器。经过二级除雾器后,净化后的温度约为57℃的烟气通过出口排入烟囱,经过出口烟道再进入到烟囱。

当烟气通过吸收塔时,吸收塔中的水分被蒸发和夹带,从而增加了吸收塔的固体浓度。该系统通过净化脱硫水、补充滤液和去除脱硫反应产生的固体产物来控制吸收塔中的浆液密度和液位^[4]。

吸收塔中浆液的pH值控制在5.2和5.8之间,pH值由添加到吸收塔中的吸收剂的量决定。引入吸收塔的吸收塔量取决于锅炉的预期负载、SO₂入口的气体含量和吸收塔溶液的实际pH值。吸收塔旁边的集成pH传感器用于测量吸收塔浆液的pH值。

来自除雾器的吸收塔浆液和喷淋被喷射到吸收塔的底部。吸收塔浆液池中的氧化空气管网和其它设备使固体颗粒保持悬浮状态。

吸收塔浆液中的固体浓度为5%(III),含水量约为5%。在两级旋风分离器中进行浓缩处理,经离心机处理将其含水量为5%左右的产品再经过干燥器处理,转变为含水量小于0.2%的硫酸氨。之后,将制备好的氨产品通过自动包装和码垛机堆积到硫酸铵厂中。

五、氨法脱硫超低排放技术在热电厂的应用

根据氨法脱硫的主要问题,综合考虑该项目应该通过应用系统的氧化物发动机网络、浓缩段的高度、喷淋层的布置、吸收塔的集液盘等方面来实施。

1. 氧化风管网

在应用氨法脱硫技术时,如果进行到了含氧空气进入吸收塔浆液这一操作,基本上要使用氧化风管网。将氧化风管网安装在距离吸收塔底部约0.6m处,将氧化风通过氧化风母管进入,均匀分布设置每个分支管,并在氧化风管上设置孔间距适宜的小孔。而且,因为在吸收塔下方有硫酸铵溶液和极少量的硫酸铵晶体,氧化风管还可以起到搅拌的作用。由于溶液运动不规则,氧化空气不均匀,所以在氧化风管上设置小孔就显得尤为重要,小孔可以帮助浆液与氧化空气更好地接触,有利于快速

氧化。总的来说,管网设计为亚硫酸铵氧化制硫酸铵提供了良好的基础。

2. 浓缩段高度

为保证硫酸铵结晶颗粒的形成,需要研究脱硫吸收塔浓缩段的适宜高度,以确保硫酸铵的生产质量。通过调节吸收塔浓缩段部分的高度,保证了烟气与硫酸铵溶液有足够的热交换时间,也延长了烟气在吸收塔浓缩段的停留时间,这样也就延长了结晶时间,使晶粒不断增大。

六、结语

随着环境污染问题日益突出,国家对热电厂的二氧化硫等气体的排放率提出了更高的要求。而且,由于氨法脱硫超低排放技术存在脱硫效率高、无副产物、无二次污染、初投资低等优良的特性,且符合环保和循环经济的的要求,超低排放技术在热电厂的推广和应用范围越发广泛,可以有效实现我国热电厂的能源结构清洁度的提高,为热电厂的发展提供新思路。本文主要针对氨法脱硫超低排放项目在热电厂的应用进行了深入探讨,结果表明其应用取得了显著的成果,对环境和社会的发展都非常有利。

参考文献:

- [1]沈亚光,郭欢欢,卫平波,沈汉杰.一种新型氨法脱硫超低排放技术的特点及应用[J].华电技术,2020,42(03):52-58.
- [2]刘红旗.氨法脱硫超低排放技术在热电厂的应用[J].山东工业技术,2020(03):62-65.
- [3]丁敏.氨法脱硫超低排放技术的工业应用[J].齐鲁石油化工,2018,46(01):25-28.
- [4]周赞庆.小型热电厂实现超低排放改造技术路线应用与研究[D].青岛理工大学,2017.
- [5]冯立波,刘文桦,罗钟高.氨法脱硫技术在超低排放项目中的应用[J].化工管理,2021(23):27-28.
- [6]李佳明.氨法脱硫超低排放环保改造在煤化工行业中的应用[J].中国石油和化工标准与质量,2019,39(17):123+125.