

# 锅炉烟道气脱硫除尘设备防腐的途径

张超

(中煤能源新疆煤电化有限公司, 新疆 昌吉 831799)

**摘要:**阐述了锅炉烟道气脱硫除尘设备防腐问题,并进行了腐蚀机制分析与防腐材料比较,探究了锅炉烟道气脱硫除尘设备防腐的途径。以改性有机胺树脂和玻璃纤维布片为纤维骨架耐磨、耐老化的硬化剂,制造耐温腐蚀复合玻璃钢,达到长效防腐目的。同时,注意防腐施工的注意事项,希望给相关工作者提供一定的参考建议。

**关键词:**锅炉;烟道气脱硫;除尘设备;防腐途径

**中图分类号:**X701

**文献标识码:**A

**文章编号:**1004-7344(2023)07-0141-03

## 0 引言

腐蚀会给设备带来损耗加剧、预期寿命缩减、维护成本升高等问题。同时,关键部位的腐蚀还会引起不必要的生产风险。国内多起重大事故都是由于忽视了重要部件的腐蚀,产生了严重的安全问题,酿成了不可弥补的大的损失。因此加强防腐措施具有实在的现实意义。锅炉烟气脱硫除尘设备普遍存在严重的腐蚀问题,导致设备使用寿命急剧缩短,维护成本居高不下,对火电厂锅炉废气排放产生严重的阻碍,成为目前迫在眉睫的问题。本文将对烟气脱硫和除尘设备腐蚀防护进行研究。

## 1 锅炉烟道气脱硫除尘设备腐蚀问题的概述

目前,锅炉烟道气脱硫中使用的工艺最多的是湿法脱硫工艺,即石灰石/石灰—石膏烟气脱硫工艺,这种技术运用钙基脱硫剂吸收烟气中含有的  $\text{SO}_2$  物质,并且产生  $\text{CaSO}_4$  以及  $\text{CaSO}_3$  物质,因这两种物质的溶解度比较小,经常会黏附到锅炉烟道,使整个锅炉系统的运行受到影响。腐蚀问题是我国锅炉烟气脱硫除尘设备所面临的重要问题,烟气含有煤灰成分和其他各种有毒腐蚀性成分,一般包括二氧化硫、氮氧化物和盐雾等。在锅炉烟道气脱硫除尘设备在脱硫净化过程中,酸剂和—些破坏性介质常相互渗透交替,会严重地腐蚀设备,增加了对脱硫防腐保护工作性能的要求<sup>[1]</sup>。

## 2 腐蚀机制分析

锅炉烟气脱硫除尘设备腐蚀的原因可分为4类。

(1)化学腐蚀,即烟道之中的腐蚀性介质在一定温度下与钢铁发生化学反应,生成可溶性铁盐,使金属设备逐渐破坏。部分反应化学式如下。



(2)电化学腐蚀,锅炉烟气脱硫除尘设备使用湿法脱硫工艺,设备金属表面有水及电解质,其表面形成原电池而产生电流,使金属逐渐锈蚀,特别在焊缝接点处更易发生。部分反应化学式如下。



(3)结晶腐蚀,锅炉烟气脱硫除尘设备使用碱性液体吸收  $\text{SO}_2$  后生成可溶性硫酸盐或亚硫酸盐,液相硫酸盐或亚硫酸盐会渗入表面防腐层的毛细孔缝隙内。在锅炉长期不运行的情况下,液相硫酸盐或亚硫酸盐通过自然干燥,生成固态结晶盐,同时体积膨胀使防腐材料自身产生内应力,而使其脱皮、粉化、疏松或裂缝损坏。闲置的锅炉烟气脱硫除尘设备比经常应用的更容易受到腐蚀<sup>[2]</sup>。

(4)磨损腐蚀,即锅炉烟气脱硫除尘设备的烟道之中,固体颗粒与设备表面端动摩擦,不断更新其表面,加速腐蚀过程,使其逐渐变薄。

## 3 腐蚀环境区域

除尘脱硫系统运行使用过程中,粉尘和烟气都是强腐蚀性介质,高温潮湿,高磨损,所以其在恶劣的腐蚀性条件下,烟气脱硫对材料的耐蚀、耐磨性和耐高温要求十分苛刻。吸收塔、烟道选材和保护材料的选用直接关系到设备的寿命和运行,是烟气脱硫设备设计与生产的重要技术。吸热塔可以采用合金钢、玻璃钢或碳钢、衬里玻璃钢、橡胶、砖块、鳞片涂料等,需要在以下部位做好防腐工作。

(1)吸收塔的内壁衬里涂覆有玻璃钢。

(2)在烟气式系统中设置了GGH的脱硫设备时,在原有烟道进口弯管到烟道管的烟道处需要进行防腐处理,使用的防腐材质为玻璃钢。

(3)主烟管旁通挡板的后端,即净烟气侧(含烟管

中的导流管),其内部也要进行防腐蚀处理。

(4)要求进行防腐蚀的挡板门为烟气排放挡板门和旁路挡板门。其机架、叶片、轴、螺栓及密封件都是由镍合金制成。

(5)烟气换热器(GGH)在烟气换热器后,温度不能小于 $80^{\circ}\text{C}$ ,因为烟气换热器与换热部件与烟气直接接触,故需进行防腐蚀处理。对受热侧壳体进行防腐蚀,使用玻璃钢漆,而传热总成通常采用的是珐琅漆。

(6)浆液处理装置中,浆液传输管路中应加入滤芯,浆液泵抽吸端设置滤网。滤芯通常使用钢衬里或内衬的玻璃钢,而滤芯则是由镍合金制成。贮存泥浆的箱、罐、池都要进行防腐处理。

## 4 烟气脱硫和除尘装置的防腐蚀措施

### 4.1 遵守相关的设计原则

烟气脱硫设备生产中还普遍反映存在各种腐蚀防护问题。除了考虑应用上各种化学防腐材料处理外,还要通过定期调整锅炉烟道气脱硫除尘设备中的系统运行控制参数等来尽可能减少腐蚀。相关工作人员需要注意溶液pH的控制,石灰初始pH长期偏低,会逐渐腐蚀锅炉烟道气脱硫除尘设备表面。当采用石灰水溶液等作湿法活性炭脱硫剂时,石灰浆液初始最佳pH在6.9~8.9。在工业实际运用实践中,一般可采用进口烟气的再传热降温装置,使其出口后的烟气温度尽可能控制在露点以上,可以大大减少烟气露点腐蚀。

锅炉烟道气脱硫除尘设备可根据实际情况布置在锅炉间或专用型协助屋内,或者在降水量比较少的户外环境里,但需实行合理的防腐措施,以提高锅炉烟道气脱硫除尘设备的使用期。锅炉除尘设备应当与墙面和其他设备拉开距离,间距应不低于1.5m。

### 4.2 合理选择防腐材料

要想延长锅炉烟道气脱硫除尘设备的使用寿命,使其具有较强的防腐性能,唯一的办法就是把金属设备致密包围,有效地保护起来,切断各种腐蚀途径。

烟道烟气脱硫除尘系统需要的防腐材料要求如下。

(1)附着力强,不容易脱落,耐腐蚀,使用寿命长。整个脱硫体系的防腐工程费时费力,维修不便,所以防腐材料的使用寿命要长,免维护周期也要长。

(2)耐高温、耐湿、热腐蚀,对酸性介质的腐蚀性能有很高的要求,可以适应在酸性环境中长时间经受高温烟气腐蚀和腐蚀,并能适应酸性气体的露点腐蚀。

(3)具有良好的耐热稳定性,能抵抗因烟气温度急剧上升和下降而引起的腐蚀。或者是由于脱硫装置的失效,造成了直接排放的烟气瞬间升温等原因,需要良好的温变特性。

(4)具有良好的防水和防渗能力,能够防止腐蚀介

质的进一步渗透,从而防止基材被腐蚀。

(5)涂层具有良好的机械性能、良好的耐磨性和较高的强度,能够承受液体中的固体粒子的冲刷磨损。

(6)具有优良的黏合能力,防腐材料的结合强度必须很高,不但要有很高的粘接强度,还要有很高的接合能力,同时还要能防止龟裂、分层、剥离,并能很好地结合在一起,这样才能确保耐腐蚀。一般情况下,在脱硫系统中,除换热器、增压风机外,一般都是离心泵,从塔底抽出浆液进行再循环,是脱硫过程中流量最大、使用条件最严格的一种,经常会因腐蚀、磨损而发生故障。

### 4.3 材料比较

防腐材料在锅炉烟道气脱硫除尘设备中具有加强防腐保护的重要作用。防腐材料一般分为两种:无机材料和有机材料。

#### 4.3.1 无机材料

(1)水玻璃水泥,其主要优点为耐酸、耐腐蚀、耐高温、耐磨损,但水玻璃水泥抗酸碱侵蚀较差,抗渗性差。

(2)硫磺水泥,其主要成分包括硫磺粉、辉绿岩粉、石墨粉、石棉绒、聚硫树脂。其主要有点有耐酸、防水、固化快、强度高,但是不耐高温,温度不能超过 $70^{\circ}\text{C}$ ,否则容易变形,只能在有水浸的湿法脱硫塔底部使用。硫磺水泥必须煮沸,施工程序复杂,使用不便。

(3)耐酸瓷砖,锅炉烟道气脱硫除尘设备内壁粘贴耐酸瓷砖时,应使用耐腐蚀砂浆,耐酸瓷砖具有良好的耐腐蚀性、耐热性和耐磨性,但是其必须根据设备尺寸提前制造,没有标准件,容易折断或掉缝。

#### 4.3.2 有机材料

(1)涂层,由于各种防锈漆膜层较薄,在湿热变化、酸碱转移、空气精炼、脱硫设备粉尘磨损等方面存在一定的问题,并且其使用寿命较短。

(2)制作玻璃钢防腐材料的主要元素是合成树脂,这是一种比较容易获取的黏合剂。玻璃钢作为一种以各向异性为基本特征的防腐材料,其制作原料和添加物分布广泛且选择空间广阔,同时能够进行适当的人工调节,因此物理性质和化学性质比较灵活,能够取长补短,具有质量较轻、刚硬程度佳、耐热性能良好、化学性质稳定等显著优势。

#### 4.3.3 综合应用防腐材料

使用单一防腐材料已经不能完全满足锅炉烟道气脱硫除尘设备防腐的基本工艺要求,需要由多种新型防腐工艺材料加以组合使用。笔者认为,脱硫设备较方便可行的防腐材料为强耐蚀玻璃钢。通用型不饱和聚酯树脂玻璃钢不能满足脱硫设备防腐要求,因其耐湿热性、耐碱性差;单一的环氧玻璃钢耐温性能差。采用耐温性、耐酸碱性较强的呋喃树脂与粘接性较好的环氧树脂复配,并加入耐磨、导热和抗老化的填料和助

剂,用合成的改性有机胺树脂为固化剂,以玻璃布为骨架,即得到满足脱硫要求的耐蚀玻璃钢。实践证明,该材料耐温、耐磨、耐水、耐湿热、防腐性能好,使用寿命长,抗拉、抗压、抗剪切力学性能均优于普通玻璃钢。由加速老化对比实验知,其抗老化性能远大于普通玻璃钢。

为实现有效的控制高温烟气中脱硫对除尘脱硫设备造成的化学腐蚀,需要尽可能保证锅炉烟道气脱硫除尘设备表面焊缝间的良好平整度,保证其表面洁净无明显焊边、焊渣残痕和缝隙。设备的氧化层、油脂和灰尘都要完全去除,而大型的机器则要进行喷沙处理。机床内外壁面不能出现过度的弧度,且过渡半径超过3mm确保喷嘴不突出到机器的内表面,如果工艺需要,应采用双面焊接<sup>[9]</sup>。

#### 4.4 保证施工质量

为了保证持续增强的烟气和脱硫等除尘治理设备系统的整体防腐净化效果,在选择防腐修复材料时,要注重选择性能更容易修复的材料。在防腐工程中,其前期处理方法包括基材补焊打磨、喷砂及胶片打磨。经过喷沙处理,衬胶层和玻璃板的表面清洁程度应达SA2.5,粗糙率为75 $\mu\text{m}$ 。在建造期间,需要采用质量标准样板,用来作为一个标准值来进行判断,也需要对其表面开展一定的检验工作。与此同时,还需要进一步检测以及控制喷砂压缩空气的质量,不能够压缩相关的油污和水汽。对于喷吹介质而言,工作人员可以使用铁矿砂或者是铜矿砂,但需要注意的是不能够使用河沙。工作人员应留意夜间温度骤降,必要时可在底层涂防锈漆,对吸附器进行了抛光后的焊接进行染色。

#### 4.5 对施工环境条件进行一定的控制

在对衬胶及玻璃鳞片进行施工的过程中,需要将温度控制在15~30 $^{\circ}\text{C}$ ,湿度也需要将其保持在75%以下。相关工作人员需要注意的是,如果遇到温度过低或者在雨天相对湿度过大的情况下开展施工工作,胶板及玻璃鳞片很可能会发生剥落。有关工作人员应依据装置内部各个部分的媒体流动情况来决定胶片的叠合方式,此过程中,要仔细地检验黏合剂的搭接位置,确保接头的正确取向<sup>[9]</sup>。

#### 4.6 提升脱硫除尘设备的管理方法

提升高压容器、管道的检测和管理,提升机械设备的管理水平,使设备的腐蚀状况及早发现解决,进而实现脱硫设备平稳、长周期运行。近几年,硫化橡胶工业一直在研究和设计一种具有过热蒸汽、连续、无污水工业废气的废旧橡胶原料粉脱硫装置,但该装置存在着易挥发性化学物质泄漏、螺旋式黏性物质堵塞等问题,机器设备不完善、生产制造出的硫化橡胶质量不稳定等缺陷,这种设备已经被淘汰,被新产品代替。

由于不加水作为工作介质,不会产生蒸汽的工作

压力,进料和倒料口的开启和关闭,汽缸中的蒸汽过多,选择电流磁场作用加热,不加水可以节省蒸汽变化的工号,烟气脱硫后的橡胶粉末在机筒中冷却到常温排出,没有有机废气,污水,绿色环保,采用结构型控制模块化结构,滚动轴承支撑,螺旋蛟龙叶片自动清洁,使用维修方便。

#### 4.7 减少液化气介质中的水分

气体介质中的水分组成和水分存在形式对烟气排放系统的影响很大,如果蒸汽中含有大量的水分,会在表面形成一层水膜,从而加剧腐蚀。因此,可以加入脱硫催化剂,降低结晶体物的转化率,因此,在实际运行中,通过提高冷却塔流道分离器、间隔器、出口分离器的废水处理,可以有效地减轻脱硫装置和管路的腐蚀<sup>[9]</sup>。

#### 4.8 涂层的养护和维护

涂料从施工到可以使用的这一期间叫做养护期,养护期的长短取决于涂料的硬化程度,通常夏季放置5d或更多,冬季至少放置10d或以上。如果预先使用,可以采用加热方法加快涂料的硬化速度,60 $^{\circ}\text{C}$ 需要4h,80 $^{\circ}\text{C}$ 需要2h。为了能最大限度地延长玻璃鳞片漆的使用寿命,还要对所用的涂层进行彻底的检测和局部修复。

### 5 结语

综上所述,烟气湿法脱硫与除尘等设备腐蚀会受到化学介质腐蚀、电学介质腐蚀、产品腐蚀和设备磨损腐蚀。锅炉烟气脱硫除尘设备普遍存在严重的腐蚀问题,造成装置的寿命大幅减少,对脱硫除尘环保产业的发展是一个严重的阻碍。为能保证烟气脱硫与除尘设备正常的工作使用寿命,加强内部防腐技术处理,合理搭配选用优质防腐处理材料,提高设备金属表面的高清洁度,保证长期烟气脱硫净化和设备长效的防腐保护效果十分必要。

#### 参考文献

- [1] 赵坤.浅谈湿法脱硫系统胶粘剂柔性防腐材料工艺选择[J].清洗世界,2022,38(1):54-57.
- [2] 刘迅,陆小成,冀运东,等.动态模拟FGD环境对玻璃鳞片防腐性能影响的研究[J].电力科技与环保,2022,38(2):116-121.
- [3] 柴永新,韩磊,潘隆,等.催化裂化装置烟气除尘脱硫综合塔腐蚀原因分析[J].安全、健康和环境,2021,21(12):14-18.
- [4] 杜栓,刘玉英.烟气湿法脱硫装置脱硫塔的腐蚀及防护[J].石油化工腐蚀与防护,2020,37(1):24-27.
- [5] 郭文军,陈辉.600MW超临界机组锅炉烟道优化改造研究[J].锅炉技术,2021,52(6):55-60.

作者简介:张超(1985—),男,汉族,山东巨野人,大专,助理工程师,主要从事金属检测管理工作。