

# 干法脱硫工艺应用中需要注意的问题

付赫

黑龙江省新产业投资集团有限公司

DOI:10.12238/eep.v3i9.1047

**[摘要]** 烟气排放威胁着大气环境的生态效应,以硫磺为代表的酸性物质,破坏着大气的整体稳定性,为此,开展硫磺处理、颗粒物排除等各项工作,具有生态保护的必要性。干法脱硫又称干法烟气脱硫,是指应用粉状或粒状吸收剂、吸附剂或催化剂来脱除烟气中含硫化物的气体。文章具体介绍了干法脱硫工艺应用中需要注意的问题。

**[关键词]** 能源与动力工程; 烟气干法脱硫; 工艺系统

**中图分类号:** TH161+.4 **文献标识码:** A

我国二氧化硫排放量居世界首位,已连续多年超过2000万吨,其中火电厂排放二氧化硫接近总量的50%,两控区二氧化硫排放量占总量的60%。我国酸雨和二氧化硫污染严重,酸雨面积已经占国土面积的30%,酸雨和二氧化硫污染造成经济损失每年在1000亿元以上。我国能源结构的特点决定了控制燃煤二氧化硫的排放是我国控制二氧化硫污染的重点,而控制火电厂二氧化硫排放量又是控制燃煤二氧化硫污染的关键。目前我国主要采用了使用低硫煤、关停小火机组以及部分火电厂安装烟气脱硫装置达到超低排放标准等措施控制火电厂二氧化硫排放,其中使用低硫煤结合超低排放技术的贡献最大。受我国国情决定,未来控制火电厂二氧化硫污染最主要的方法仍是烟气脱硫。

## 1 当前中国环境保护及烟气脱硫现状

随着煤炭的大量消费,CO<sub>2</sub>排放量急剧增加,环境污染和国民健康问题日益严重。据世界能源组织统计,2004年中国有近40万人因空气污染早期死亡。现在中国国土面积的约1/3被酸雨腐蚀,中国各地的煤质、煤炭消费量及气候差异很大,所以中国各地酸雨污染程度的差异也很大。大气污染对策的主要一面是控制烟SO<sub>2</sub>,另一面是控制烟尘、NO<sub>x</sub>的排放和控制CO<sub>2</sub>的排放,其中减少酸雨问题的

重点是减少SO<sub>2</sub>排放。2004年初,中国脱硫装置的安装机量达到33000MW,一半的脱硫装置采用了德国技术。其中德国鲁奇公司在中国的技术许可转让者中安装或运行了40000MW脱硫装置。中国现在的脱硫装置的安装容量达到20万MW。由于中国脱硫市场的迅速增长和发展,现在很难进行详细准确的分析。由于将来难以采用湿式脱硫的项目比例变大,基于循环流化床的脱硫技术成为最重要的竞争工艺。

## 2 干法脱硫工艺设计常见问题分析处理

### 2.1 影响脱硫效率的主要因素及处理措施

(1) 温度。温度是保证脱硫效率的首要控制手段,一般控制在65℃至75℃附近运行,达到排放标准,温度应尽可能高一些。为方便检修,喷嘴最好备用一套,保证脱硫效率不会因停水骤降。烟气入塔温度过高或过低,都会影响脱硫效率。提高脱硫系统烟气入口温度可提高脱硫效率,因较高的温度允许喷入更多的水降温,反应的总表面积增加,也提高了SO<sub>2</sub>的气相扩散系数。入塔温度过高,烟温降不到反应温度,脱硫效率难以提高;入塔温度过低,喷入雾化水量过少,脱硫反应难以进行,需喷入热水降温,提高喷水量。入塔温度一般控制在110-135℃。

(2) 生石灰的活性。消石灰的活性决

定于生石灰质量。生石灰品质高,表面积大,活性高,粒径90%以上通过1mm以下,活性度T60≤4min,可消化的有效成分多,脱硫过程中钙的有效利用率就高,对提高脱硫效率有明显效果。如果Ca(OH)<sub>2</sub>含杂质多,或消化后生成Ca(OH)<sub>2</sub>的存放时间过长,Ca(OH)<sub>2</sub>与CO<sub>2</sub>发生反应,遇水产生潮解,相应降低脱硫剂的活性,会严重影响脱硫效率。Ca(OH)<sub>2</sub>存放时时间不得超过三天。

(3) Ca/S比。脱硫效率随Ca/S的增大而增大,提高到一定程度,脱硫效率增加趋缓,此时运行费用会大幅增加。为保证喷粉系统正常运行,喷粉管道建议备用一条,至少应备用一台喷粉风机。

(4) SO<sub>2</sub>入口浓度。脱硫效率随入口SO<sub>2</sub>浓度的增加而下降,因SO<sub>2</sub>浓度高,气相分压大,反应速率低。SO<sub>2</sub>入口浓度一般不超过1800mg/Nm<sup>3</sup>。

(5) 压力降。压力降是最常用的控制参数,压力降越高固气比越大,Ca/S比高,参与反应的床料多,脱硫效率高。如果太大,烟气负荷稍一波动,容易造成“塌床”。脱硫塔压力降一般不超过1500Pa,最大不超过2000Pa。

(6) 雾滴粒径。雾滴粒径是通过高效喷嘴的合理选型实现的,高压回流喷嘴和双流喷嘴各有千秋。雾滴粒径最低不能大于80-150 μm,否则会形成滴流,增加脱硫塔湿壁的风险。从操作稳定可

靠方面考虑,笔者建议用高压回流喷嘴。

(7)自动化水平。喷粉量、喷水量根据锅炉负荷、烟气量、入口浓度和出口浓度自动跟踪调节,保证调节不滞后,否则会影响脱硫效率。

## 2.2 导致湿壁现象主要原因及处理方法

(1)烟气流场分布不均,烟气在吸收塔内呈湍流、偏流状态,水雾、脱硫灰碰到塔内壁或塔内构件很容易结块,形成块状后粘壁会越来越积越多,结块松散时,会造成大块脱硫灰落下,在塔外面有时能听到内部大块脱硫灰落下响声。

(2)烟气塔内反应段温度过低,低于65℃,而干燥段温度小于70℃,操作运行很难控制,稍有不慎,很容易造成湿壁。

(3)外循环灰过湿,未充分干燥的脱硫灰不断粘结成团造成湿壁。脱硫循环灰湿度宜取2%左右,湿度越高,湿壁的几率越大。为防止湿壁,第一次启动运行时,先对布袋除尘器进行预涂灰,脱硫塔内先喷Ca(OH)<sub>2</sub>粉后喷水;停运时,先停水后停Ca(OH)<sub>2</sub>粉。以后启动时,先启动外循环,建立起稳定的流化床后再开始喷Ca(OH)<sub>2</sub>粉和水。

(4)喷嘴埋在流态不稳定、湿度不均匀的循环流化床层中,循环灰表面含水不均匀,且有游离状态的液滴,易造成喷嘴及喷嘴上部吸收塔渐扩段的粘结、湿壁,装置不能长期稳定运行。

(5)塔内压差过低,低于500Pa以下,烟气中的循环灰量太少,容易造成循环灰过湿,容易产生湿壁。

## 2.3 吸收塔“塌床”及处理措施

(1)布袋除尘器下船型灰斗,主要是为循环灰进行缓冲储料,料层较高(2-3m);输送循环灰的输送斜槽,料层较

低(200mm)。料层厚度不同,则压降不同,输送气压也就不一样,不能使用同一台罗茨风机供气。循环灰在流化槽段更容易结团,导致大量大颗粒脱硫灰入塔,这些颗粒与循环流化床设计流速不一样,循环流化床系统床料失稳最终塌床。

(2)床层压降太大,超过一定值时,在烟气负荷波动较大时,如烟气流低于正常负荷70%,净烟气再循环不能及时跟踪运行,烟气速度小于流化速度容易“塌床”。塌床发生后应及时外排,防止堵塞入口烟道。

## 3 干法脱硫工艺技术进度

(1)脱硫塔干燥段逆向喷入消石灰浆液,可提高20%-30%左右的脱硫效率。

(2)脱硫塔分段给水,水量递减,分段增湿。在脱硫灰水分干燥恰好完成阶段喷水,提高脱硫效率。

(3)充分利用炉内喷钙剩余的CaO,降低后续脱硫塔的Ca/S比,降低运行费用。

(4)在Ca(OH)<sub>2</sub>中添加1%NaOH、或2%MgO或CaCl<sub>2</sub>和NaCl。也有报道添加硅石粉和高炉渣,改善Ca(OH)<sub>2</sub>粒径结构和比表面积。

(5)后续处理采用布袋除尘器对脱硫的贡献效率提高10%-20%。

(6)抬高反应器高度,延长停留时间。

(7)锅炉与除尘器之间的烟道作为反应器进行脱硫,即给烟道中喷入吸收剂浆液,浆滴边蒸发边反应,反应产物以干态粉末出烟道。

## 4 干法脱硫工艺系统装置介绍

吸收剂制备系统主要包括生石灰仓、消石灰仓、消化器及与之配套的布袋除尘器、称重螺旋和电动锁气给料机。在制备过程中,生石灰与水反应放出热量,将熟石灰中的水分蒸发,熟石灰变成

粉末。

喷粉增湿系统主要包括喷粉风机、工艺水泵、水箱和喷嘴,其作用是将烟气降温增湿,为反应提供水分。

烟气系统主要包括烟道、电动挡板门、引风机,其作用将烟气接入和输送。

净烟气再循环吸收系统主要包括再循环烟道和电动挡板门,其作用是维持床层流化速度,确保流化床层的稳定。

输灰系统主要包括外排灰电动锁气给料机、输灰斜槽、流量控制阀、仓泵、加湿搅拌机等,其作用是为吸收塔提供稳定的外循环灰。

电控系统主要包括电气柜、DCS或PLC控制柜、UPS、CEMS、电动执行机构、流量计和压力变送器等。作用是装置提供动力和自动控制、检测报警等。

## 5 结语

综上所述,干法脱硫作为一种传统的脱硫法具有流程简单,设备少,操作简便,烟气排放没有气溶胶拖尾现象等优点,随着脱硫剂技术的不断更新,在低含硫处理领域有其不可替代的作用。应该从工艺、设备、物料、人员上认真分析脱硫装置的弊端,针对问题,采取行之有效的措施,使脱硫装置平稳、高效、安全运行。

## [参考文献]

[1]刘煜.干法脱硫工艺设计中需要注意的问题[J].发电设备,2008,22(6):546-548.

[2]和礼堂.干法脱硫的应用及应注意的问题[C]/全国脱硫工程技术研讨会,2006.

[3]王路宁.火电厂烟气脱硫脱硝技术应用与节能环保措施研究[J].中国化工贸易,2019,11(35):160.