

脱硫除尘一体化技术在石膏板行业的应用

梁松茂 刘 涛 (北新集团建材股份有限公司, 北京 102209)

摘要: 目前, 大部分石膏板工厂主要是以燃煤系统为热源, 进行石膏板的生产。随着行业内污染物“超低排放”理念的推出, 脱硫除尘一体化技术在石膏板工厂的烟气处理中被推广应用。高效脱硫除尘除雾一体化设备和工艺技术, 采用生石灰-石膏法脱硫原理, 结合现有的脱硫除尘除雾技术, 自行设计变径脱硫塔一体化设备、连续浆液系统、pH 值自控系统、吸收塔内安装除尘组合装备等, 工艺布局紧凑合理。脱硫效率达到 96% 以上, 二氧化硫排量 $\leq 30\text{mg}/\text{Nm}^3$, 颗粒物排量 $\leq 5\text{mg}/\text{Nm}^3$, 优于国家超低排放标准。本文主要是从脱硫除尘除雾一体化技术的设备设计, 脱硫因素, 除尘应用等设计应用方面进行介绍, 以供参考。

关键词: 石膏板行业; 脱硫除尘一体化; 石灰-石膏法脱硫; 协同除尘

1 脱硫除尘一体化的主要设备

脱硫系统主要设备有: 脱硫吸收塔, 喷淋管道, 除尘除雾器组合、浆液制备设备、浆液循环系统、曝气系统、电控系统等。

经除尘后的烟气进入吸收塔底部, 在吸收塔入口及塔底经过喷淋降温、洗涤掉大颗粒; 然后与来自上层喷淋装置的脱硫浆液进行充分的传质、反应, 脱除烟气中的绝大部分 SO_2 ; 烟气上升, 经过管束除尘组合, 清除烟气中水分, 细小颗粒然后进入烟筒, 加速排出无硫烟气。完成脱硫后的浆液全部进入塔外脱硫循环池, 经曝气氧化后, 形成脱硫石膏, 通过排废口排出, 由沉渣池沉淀分离, 沉渣池中水循环利用。同时循环池内大部分浆液与脱硫剂混合后经循环泵再次用于脱硫。

2 脱硫除尘除雾一体化设计

吸收塔的设计。自行设计变径脱硫吸收塔, 吸收塔的结构自下而上分为浆液循环池、脱硫喷淋层段、管束除尘组合段、烟筒四部分。塔体及内部材料全部选用 316L 不锈钢材料制作以防止腐蚀。

2.1 浆液循环池

循环池在吸收塔的底部, 与上部连成一体, 为降低吸收塔高度, 循环池直径大于上部结构, 使得吸收塔重心降低, 增加吸收塔稳定性。循环池的体积根据浆液循环量设计, 一般按照浆液在循环池停留时间 $\leq 5\text{min}$ 计算。这样使得 SO_2 与吸收剂有充分的溶解中和, 氧化结晶反应时间。烟气入口在循环池上部, 与循环池有一个向下的 12° 夹角, 可以防止入口喷淋浆液倒流入烟道, 并且可以将洗涤下来的大颗粒物直接冲刷至底部循环池, 避免烟道口结块。

2.2 脱硫喷淋层段

此段位于浆液循环池上部, 设计为 3 层喷淋, 按照一定的角度进行布置, 每层间隔 2m, 以利于含硫烟气与浆液能够充分混合。为达到脱硫效果, 喷嘴选用大通径喷嘴, 配置足够多的数量, 使得每层的喷淋覆盖面积能够达到吸收塔横截面的 300% 以上, 使得每层喷淋都能形成严密的液膜, 对 SO_2 进行充分的吸收。并且, 为保证每层的喷淋面积相当, 每层喷头压力保持一致, 达

到 0.1MPa, 三层喷淋层每层单独配置循环泵。

2.3 管束除尘组合段

此段位于喷淋层上方, 主要功能就是进行烟气除尘除雾, 分为两部分, 下部设置一套板式除雾器, 在板式除雾器上方再安装一套管束除尘。在板式除雾器、管束除尘器的上方及下方, 都安装有清洗装置, 对除尘器进行清洗。当温度传感器检测到烟气温度过高时, 可进行喷淋降温。管束除尘器上方配置喷雾装置, 进行颗粒物的捕捉, 完成除尘功能。

2.4 烟筒

烟筒段位于吸收塔最上方, 此时烟气已经脱硫除尘, 通过烟筒排入大气。由于脱硫除尘后的烟气, 带有饱和水蒸气以及少量除雾未净的液滴, 他们在烟筒内壁冷凝后形成酸性液滴, 会被高速通过的烟气携带出去从而形成石膏雨污染环境。可以在烟筒内壁焊接螺旋形导流槽, 将筒壁冷凝液滴收集, 直接排回循环池或者沉淀池, 有效的预防石膏雨污染。

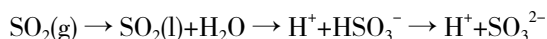
3 脱硫除尘除雾一体化的应用

影响脱硫的效率, 主要有以下几个方面:

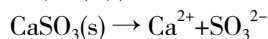
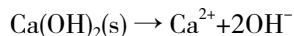
3.1 脱硫浆液的 pH 值

吸收剂为石灰

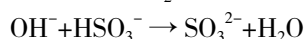
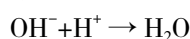
吸收:



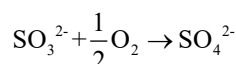
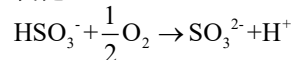
溶解:



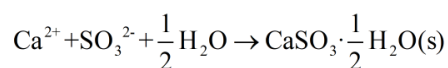
中和:

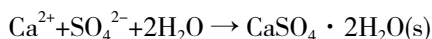


氧化:



结晶:





从上述石灰反应发现,脱硫效率的高低,脱硫浆液的浓度非常重要,为此,就需要为浆液循环池加装一套 pH 值自动控制系统,当 pH 计检测到循环浆液浓度偏高或者偏低时,制浆系统将自动补充脱硫浆液或者清水来调节循环浆液浓度,由此保证脱硫效率。

3.2 液气比

在脱硫中,液气比是一个影响脱硫效率的关键因素。必须达到一定程度的液气比,让脱硫浆液与上升烟气进行充分的传质,反应,才能有效脱除含硫烟气中的 SO_2 。而要增大液气比,最直接的方法就是增大脱硫浆液循环量,当然,当液气比达到一定程度的饱和状态,脱硫效率将不再增加,但是会对除尘效率的增加起到良好的效果。

3.3 烟气与脱硫浆液接触时间

含硫烟气与脱硫浆液接触时间的控制非常重要。这就需要吸收塔喷淋段高度以及吸收塔直径进行精确设计,在石膏板行业,这种小型脱硫设备设计中,一般要求烟气上升速度在 3m/s 左右,接触时间维持在 3s 上下。这样能保证比较高的脱硫效率。

3.4 生石灰粒度及纯度

石膏板行业的脱硫系统中,一般采用生石灰作为脱硫剂,生石灰作为吸收剂,活性要比石灰石高,这样液气比相对来说就可以低一些,可以节约珍贵的水资源。比表面积越大,生石灰的利用率越高。所以选用纯度在 75% 以上,200 目以上的袋装生石灰。

3.5 氧化空气量

吸收 SO_2 的脱硫浆液,返回到浆液循环池,要进行充分混合、氧化,结晶,才能形成脱硫石膏排出。充分的氧化反应,有利于脱硫石膏的结晶,在空压机的选择上,一般按照空气过剩系数 > 2 ,在设计时按照系数 3 选值计算。

3.6 烟尘

石膏板生产中,烟气在进入脱硫吸收塔前都已经进行了除尘处理,但还会有极少部分颗粒物在烟气中。颗粒物大部分为石膏颗粒物,遇水后,粘度增大,会造成吸附在喷淋管道表面,吸收塔壁形成结块,并且使喷头堵塞,脱硫效率降低。颗粒物含量越低,对脱硫效果越好。

3.7 烟气温度

适宜的烟气温度有利于硫化物吸收,通常会在烟道入口处增加喷头,进行喷淋降温,温度基本控制在 60°C 左右为宜。为有效控制烟气温度,在吸收塔的设计中,喷淋段与管束除尘段增加温度传感器,当烟气温度达到一个危险的值后,开启管束除尘段清洗喷淋,给烟气降温的同时也保证了管束除尘设备不会因为高温烟气损坏。

3.8 脱硫除尘一体化的除尘应用

本系统所说的除尘主要是吸收塔内脱硫的同时,进

行烟气除尘,烟气在进入吸收塔之前已经经过了专业设备的高效除尘,颗粒物含量达到 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 。如果要在进入吸收塔前,除尘效果就要达到 $5\text{mg}/\text{m}^3$,设备投资还是很大的,所以对吸收塔结构进行设计,脱硫的同时进行除尘,也称为协同除尘,投资不大,同时也能满足要求。

喷淋段做好脱硫的同时,加大协同除尘效果,首先加大液气比,达到 12 以上,并且适当增加喷淋层数协同除尘。脱硫除尘一体化技术除尘主要是利用碰撞、拦截、扩散等方式对颗粒物进行捕捉。当液气比达到 12 以上,较大的液气比使得喷头喷洒长时间形成液膜,下落中液滴数量更密集,有效捕捉较大颗粒物。有统计表明,喷淋层协同除尘的情况下,对 $10\mu\text{m}$ 颗粒物的脱除效率可达 70% 以上。液气比达到 15 以上时,协同除尘效率可达 80%。

在此基础上,喷淋层上部安装管束除尘组合,加大对细颗粒物的捕捉能力。烟气经过喷淋段后,较大颗粒物基本被拦截,剩下的细小颗粒物及含尘液滴上升到管束除尘段。首先经过平板除雾器,拦截掉大部分含尘液滴,细颗粒物来到管束段,管束段上方常开雾化装置,对细颗粒物进行有效捕捉。细颗粒 ($\text{PM}_{2.5}$) 脱除率从 42.74% 提高到 61.83%,提效 44.67%。

这种脱硫除尘一体化设计,在集团天津厂,颗粒物排放浓度为 $2.68\text{mg}/\text{Nm}^3$, SO_2 排放浓度为 $1.59\text{mg}/\text{Nm}^3$;昆明厂投入使用,颗粒物排放浓度为 $4.25\text{mg}/\text{Nm}^3$, SO_2 排放浓度为 $26.13\text{mg}/\text{Nm}^3$,完全满足超低排放要求。

4 脱硫除尘一体化技术应用的不足

在石膏板行业中,此套系统脱硫效果显著。除尘方面来看,主要的颗粒物就是脱硫石膏颗粒以及燃煤系统产生的粉煤灰等,必须控制好进入脱硫系统前的颗粒物浓度,后续的脱硫除尘一体化技术才能有效发挥作用。燃煤系统中的粉煤灰含量不能太高,机械除尘对于及细小颗粒物的脱除作用还是很有限的,所以要控制好脱硫前烟气浓度,以及燃煤的选择。

总的来说,脱硫除尘一体化技术就是在保持脱硫效率的同时,增加液气比,适当增加喷淋层,配合管束除尘组合设备,通过机械除尘除雾,对烟气进行有效去除颗粒物,达到超低排放要求。在石膏板行业,由于主要颗粒物是脱硫石膏及粉煤灰,只要控制好进口烟气颗粒物浓度,选择好燃煤,在正常情况下,能满足当前超低排放要求。对于以燃煤为主的小型尾气处理系统,不单指石膏板行业,均可进行推广使用。随着“近零排放”理念提出,要达到这个要求,可在管束除尘组合后端,加装湿式电除尘器,加强对细小微颗粒的捕捉。脱硫除尘一体化+湿式电除尘器,完全可以达到行业内的“近零排放”理念。

参考文献:

- [1] 周秀银,张志涛,闫涛.石灰-石膏法在烧结烟气脱硫中的应用[J].中国环境管理干部学院学报,2010,20(5): 43-43.