

石灰石-石膏湿法烟气脱硫技术分析

梁宇

新疆华电红雁池发电有限责任公司(乌鲁木齐830047)

摘要: 石灰石-石膏湿法烟气脱硫装置因其处理的烟气量大、脱硫效率高、运行周期长、成本适中,已成为国内外火电厂烟气脱硫的主导装置。本文就新疆华电红雁池发电厂4×200MW机组烟气脱硫工程,采用石灰石-石膏湿法烟气脱硫装置为例进行其石灰石-石膏烟气脱硫技术原理分析。

关键词: 锅炉烟气;石灰石;脱硫

0 概述

新疆华电红雁池发电有限责任公司位于乌鲁木齐市东南约8公里处,西临城市规划区边缘,靠近热电负荷中心,是新疆单机容量和总装机容量最大的主力发电厂。华电红电每台机组配备1台最大连续出力为670t/h的锅炉,锅炉排烟先经过双室三电场电除尘后再进入脱硫装置。华电红电4×200MW机组烟气脱硫设施布置在电厂一期工程烟囱以北的灰库和酸碱中和池两侧的空地。采用二炉一塔的系统,即1、2号机组和3、4号机组分别共用一个吸收塔;吸收剂浆液制备系统、石膏脱水系统、工艺水系统、事故浆液箱、控制室等为四台机组公用,一次建成。不设GGH,四台机组采用一座210米高的双管集束烟囱(单管出口内径为6m)排放,采用石灰石-石膏湿法脱硫工艺,设计全烟气脱硫,副产物为二水石膏。在设计工况下(设计煤种、BMCR工况)整套脱硫装置脱硫效率95%,当FGD入口二氧化硫浓度增加30%时,脱硫效率不低于92%;当FGD入口二氧化硫浓度增加50%时,脱硫装置能安全运行,整套装置的质保期不少于1年、设计寿命为30年。本脱硫装置配套的系统主要包括工艺系统、控制系统(DCS)和电气系统。工艺系统中工艺水系统、脱水系统、压缩空气系统以及电气系统为公用。

1 脱硫技术特点

1.1 高速气流设计增强了物体的传递能力,大大降低了系统的成本。

1.2 技术成熟可靠,最优的塔体尺寸,平衡了SO₂去除压降的关系。

1.3 吸收塔液体再分配装置,有效避免烟气爬壁现象的产生,提高经济性,降低能耗。从而达到:

1.3.1 SO₂脱硫效率高,可大于95%;反应剂的利用率可达90%以上;厂用电率低于1.5%;

1.3.2 辅助系统配置灵活;可靠性高,可达99%;配置灵活可多炉一塔、一炉一塔。可与主机同步检修;

1.3.3 单台脱硫塔容量可过600MW或以上;

1.3.4 反应剂为石灰石,来源丰富,价格低廉,无毒无害;副产品为石膏,可综合利用,经济效益显著;氧化方式采用强制氧化;

1.3.5 所有脱硫工艺控制功能可并入电厂中央控制系统,

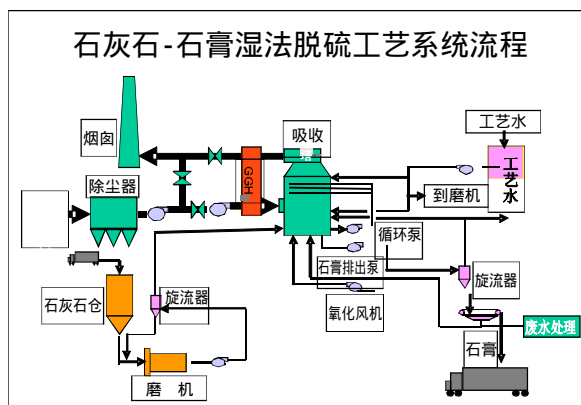
工艺控制性严格;

1.3.6 处理后的烟气含氧量大大降低;

1.3.7 使用于任何含硫量的煤种的烟气脱硫。

2 工艺流程

石灰石-石膏湿法烟气脱硫系统构成主要有:烟气系统、SO₂吸收/氧化系统、石灰石浆液制备、供应系统、石膏脱水系统/抛弃系统、供水系统、压缩空气系统、排空系统、废水处理系统。



石灰石-石膏湿法脱硫工艺流程:锅炉烟气经电除尘器除尘后,通过增压风机、GGH(可选)降温后进入吸收塔。在吸收塔内烟气向上流动且被向下流动的循环浆液以逆流方式洗涤。循环浆液则通过喷淋层内设置的喷嘴喷射到吸收塔中,以便脱除SO₂、SO₃、HCL和HF,与此同时在“强制氧化工艺”的处理下反应的副产物被导入的空气氧化为石膏(CaSO₄·2H₂O),并消耗作为吸收剂的石灰石。循环浆液通过浆液循环泵向上输送到喷淋层中,通过喷嘴进行雾化,可使气体和液体得以充分接触。每个泵通常与其各自的喷淋层相连接,即通常采用单元制。

在吸收塔中,石灰石与二氧化硫反应生成石膏,这部分石膏浆液通过石膏浆液泵排出,进入石膏脱水系统。脱水系统主要包括石膏水力旋流器(作为一级脱水设备)、浆液分配器和真空皮带脱水机。经过净化处理的烟气流经两级除雾器除雾,在此处将清洁烟气中所携带的浆液雾滴去除。同时按特定程序不时地用工艺水对除雾器进行冲洗。进行除雾器冲洗有两个目的,一是防止除雾器堵塞,二是冲洗水同时作为补充水,稳定吸收塔液位。

在吸收塔出口,烟气一般被冷却到46~55左右,且为水蒸气所饱和。通过GGH将烟气加热到80以上,以提高烟气的抬升高度和扩散能力。

最后,洁净的烟气通过烟道进入烟囱排向大气。

3 主要工艺系统设备及功能

3.1 吸收剂制备系统

成品石灰石粉用密封罐车运至厂区,装入石灰石粉仓,通过下部给料机输入到石灰石浆液箱中,与脱水系统滤液箱来的滤液水混合生成一定浓度石灰石浆液(30%左右);当脱水系统未运行,通工艺水补充与石灰石粉配制石灰石浆液。泵的出口母管上设置循环回流管路将部分石灰石浆液送回石灰石浆液箱中,在石灰石浆液管道上设置密度计,通过PID调节环节来调节石灰石星形给粉机的给粉量,通过石灰石浆液箱液位来调节补水的流量,制成浓度为20~30%的(密度为1250kg/m³)的合格浆液输送至2个吸收塔。石灰石浆液箱上装有一台顶进式搅拌机。

加入吸收塔新制备石灰石浆液量的大小将取决于预计的SO₂脱除率、锅炉负荷及吸收塔浆液的pH值。通过石灰石浆液输送阀门的开、关满足吸收塔内浆液pH值的要求。

3.2 烟气系统

烟气系统包括烟道、烟气挡板、密封风机和气—气加热器(GGH)等关键设备。来自锅炉引风机出口的烟气进入烟道通向烟囱。在引风机出口与烟囱之间的烟道上设置旁路挡板门,当FGD装置运行时,烟道旁路挡板门关闭,FGD装置进、出口挡板门打开,烟气引入FGD系统。为克服FGD装置烟气系统设备、烟道的阻力,在FGD入口热端设置了一台轴流式静叶可调增压风机。烟气经过脱硫增压风机进入吸收塔洗涤区下部被输入到吸收塔,在塔内上升,逆向与塔内喷淋层喷淋下降的悬浮液滴接触反应,洗涤烟气中的有害气体(主要是SO₂、SO₃)。饱和清洁烟气从吸收塔顶部排出,通过FGD出口烟气挡板从烟囱排出。

烟气挡板是脱硫装置进入和退出运行的重要设备,分为FGD主烟道烟气挡板和旁路烟气挡板。前者安装在FGD系统的进出口,它是由双层烟气挡板组成,当关闭主烟道时,双层烟气挡板之间连接密封空气,以保证FGD系统内的防腐衬胶等不受破坏。旁路挡板安装在原锅炉烟道的进出口。当FGD系统运行时,旁路烟道关闭,这时烟道内连接密封空气。旁路烟气挡板设有快开机构,保证在FGD系统故障时迅速打开旁路烟道,以确保锅炉的正常运行。

为了防止烟气挡板门的泄漏,设置挡板门的密封风机,挡板密封风机出口设计了加热装置来保持密封风的温度,防止低温结露,加热器能根据温度自动控制,在停挡板密封风机前必须先停加热器,10分钟后再停挡板密封风机,防止加热器变形;在FGD系统投运时,密封空气保证旁路挡板的严密性;在FGD停运时,保证FGD出、入口挡板门的严密性,(防止烟气进入FDG系统)。

在FGD装置的出入口设置了CEMS系统,用于监测系统的烟气参数并进行烟气脱硫的闭环控制。

3.3 吸收塔系统

脱硫吸收塔系统由吸收塔塔体、吸收塔塔内设备、3台循环浆液泵、4台侧进式搅拌机、2台氧化风机(1用1备)、2台1用1备的吸收塔石膏排浆泵、除雾器冲洗水系统等设备组成。

吸收塔浆池的浆液经浆液循环泵打至喷淋层,在喷嘴处雾化成细小的液滴,从上而下地落下,与从吸收塔下侧进入的烟气充分接触,实现了对烟气中的二氧化硫、三氧化硫、氯化氢和氟化氢等酸性组分的吸收,经吸收剂洗涤脱硫后的清洁烟气,通过除雾器除去雾滴后进入烟气换热器升温侧。被吸收的二氧化硫与浆液中的石灰石反应生成亚硫酸盐,后者在浆池中由氧化空气氧化生成硫酸盐,此后便是石膏过饱和溶液的结晶。为充分、迅速氧化吸收塔浆池内的亚硫酸钙,设置氧化空气系统。在吸收塔去除二氧化硫期间,利用来自循环浆液的水将烟气冷却至绝热饱

和温度。消耗的水量由工艺水补偿。为优化吸收塔的水利用,这部分补充水被用来清洗吸收塔顶部的除雾器。吸收塔浆池中浆液的停留时间应能保证可形成优良的石膏晶体,从吸收塔中抽出的浆液将被送至石膏旋流器。为防止浆液在吸收塔内沉积,吸收塔装有侧进式搅拌机。

3.4 石膏处理系统

石膏处理系统由石膏浆液排浆泵、石膏旋流器、带搅拌器的石膏旋流器溢流箱、石膏旋流器溢流箱排浆泵、真空皮带脱水机系统、带搅拌器的滤液箱及滤液泵、废水旋流器、石膏脱水区排水坑等组成。

吸收塔的密度达到设定值时,石膏排浆泵将部分石膏浆液送到石膏旋流器进行第一级脱水。石膏旋流器的底流浓缩液(悬浮物固体重量含量约为40~50%)依靠重力输送到真空皮带脱水机进行第二级脱水。石膏浆液脱水后产生含水率为10%的石膏,储存在石膏库中装车外运。

石膏旋流器的溢流液流到石膏旋流器溢流箱,通过溢流泵可送至废水旋流站,也可以直接送回吸收塔。滤液箱收集石膏真空皮带脱水机的滤液、石膏车间排水坑的废弃液等,滤液水通过滤液水泵可用于石灰石制浆系统用水或打向石膏溢流箱。

废水旋流器的溢流液被排送到废水车间进行处理,废水旋流器的底流液被送回石膏旋流器溢流箱中。排出废水的目的是降低FGD系统浆液中的氯离子浓度、飞灰浓度和其它惰性物质的颗粒浓度,保证FGD系统运行的安全可靠。

3.5 工艺水系统

脱硫工艺用水采用电厂循环水,引接至脱硫系统工艺水箱,进水总管路上设置流量计,设计压力0.1~0.2MPa,温度<33℃。进水分为主给水管路和旁路给水管路,主路上设置电动蝶阀,进行给水的供应和关断操作,联锁投入蝶阀的关闭可能通过工艺水箱液位的高低来自动控制。

工艺水主要是用来补充废水系统带走、吸收塔内蒸发掉和生成最终产物石膏所带走的水份。同时,冲洗浆液管道、一些浆液箱、池及滤布冲洗水箱的补充水等。

3.6 排空系统

用于脱硫系统停运及设备检修时收集FGD系统石膏浆液、设备冲洗水、管道冲洗水吸收塔区域、石灰石制备区、石膏脱水区冲洗水的收集坑/池,并定期返回吸收塔/石灰石浆液箱,事故浆液箱安装两台事故浆液返回泵,一运一备。事故浆液箱配备1台顶进式搅拌机,防止箱内浆液沉淀。

3.7 废水排放系统

废水排放系统主要由事故浆池、区域浆池及排放管路组成。从FGD来的废水,在废水箱贮存,通过罗茨风机进行长时间鼓风曝气,降低废水的COD后,通过废水泵打进三联箱(包括:中和箱、沉降箱和絮凝箱)。在中和箱内,通过添加Ca(OH)₂,将废水PH调整到9.5左右,使部分重金属沉淀下来。然后进入沉降箱,在沉降箱内加入有机硫,进一步沉淀不能由氢氧化物沉淀下来的重金属离子。同时,在沉降箱中加入混凝剂,生成絮凝物。在三联箱出口管处加入高分子聚合电解质作为助凝剂,絮凝物变得更大、更容易沉淀,使其能在澄清器中沉淀,分离出来。

3.8 热工自控系统

为了保证烟气脱硫效果和烟气脱硫设备的安全经济运行,系统装备了完整的热工测量、自动调节、控制、保护及热工信号报警装置。其自动化水平将使运行人员无需现场人员配合,在控制室内即可实现对烟气脱硫设备及其附属系统的启、停及正常运行工况的监视、控制和调节,系统同时具备异常与事故工况时的报警、连锁和保护功能。