



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107952365 B

(45) 授权公告日 2024. 05. 10

(21) 申请号 201711247906.3

(22) 申请日 2017.12.01

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107952365 A

(43) 申请公布日 2018.04.24

(73) 专利权人 中国电建集团河北省电力勘测设计研究院有限公司
地址 050031 河北省石家庄市长安区建华北大街6号

(72) 发明人 贾绍广 马双忱 张润盘 李青松 向亚军 李静宜

(74) 专利代理机构 石家庄众志华清知识产权事务所 (特殊普通合伙) 13123
专利代理师 张建

(51) Int.Cl.
B01D 53/86 (2006.01)
B01D 53/78 (2006.01)
B01D 53/50 (2006.01)
B01D 53/73 (2006.01)

B03C 3/017 (2006.01)

B03C 3/34 (2006.01)

(56) 对比文件

CA 2651406 A1,2007.11.15
CN 101219333 A,2008.07.16
CN 101224367 A,2008.07.23
CN 106395952 A,2017.02.15
CN 106512611 A,2017.03.22
CN 107381922 A,2017.11.24
CN 207708835 U,2018.08.10
CN 105152254 A,2015.12.16
CN 106881015 A,2017.06.23
CN 1425491 A,2003.06.25
CN 106315915 A,2017.01.11
CN 106630358 A,2017.05.10
CN 205556132 U,2016.09.07
CN 103831006 A,2014.06.04
CN 105169905 A,2015.12.23
JP H054023 A,1993.01.14

审查员 宋佳丽

权利要求书2页 说明书6页 附图1页

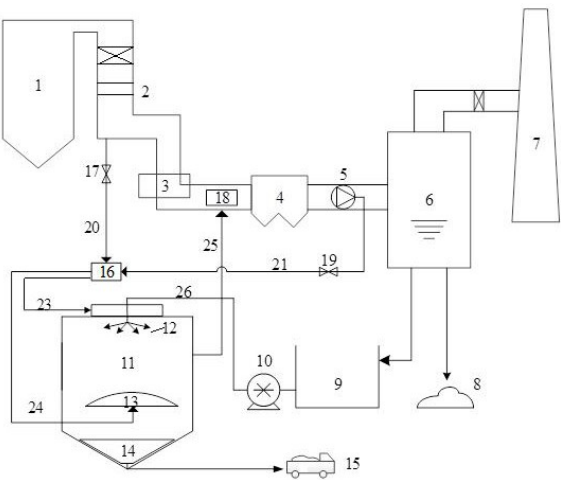
(54) 发明名称

一种高温烟气蒸发脱硫废水处理装置及其处理方法

(57) 摘要

本发明公开了一种高温烟气蒸发脱硫废水处理装置及其处理方法,属于工业废水处理领域,包括依次连接的SCR催化脱硝系统、空气预热器、电除尘器、引风机、湿法脱硫吸收塔、烟囱,湿法脱硫吸收塔底部连接脱硫废水储液箱,脱硫废水储液箱通过水泵连接至蒸发塔顶部的进水口,蒸发塔顶部和底部分别设置一个大流量进气口和小流量进气口,所述两个进气口分别与气体分流器出口连接,所述气体分流器入口分别与引风机、SCR催化脱硝系统和空气预热器之间的烟道连接,蒸发塔中部设置有出气口通过出气管道与空气预热器和电除尘器之间的烟道连接。本发明

提高了蒸发效果,节省能耗,减少蒸发塔出口气态氯元素的含量,有利于后续设备的安全稳定运行。



CN 107952365 B

1. 一种高温烟气蒸发脱硫废水处理装置,包括依次连接的SCR催化脱硝系统(2)、空气预热器(3)、电除尘器(4)、引风机(5)、湿法脱硫吸收塔(6)、烟囱(7),湿法脱硫吸收塔(6)底部连接脱硫废水储液箱(9),脱硫废水储液箱(9)通过水泵(10)连接至蒸发塔(11)顶部的进水口,其特征在于:蒸发塔(11)顶部和底部分别设置一个大流量进气口和小流量进气口,所述两个进气口分别与气体分流器(16)出口连接,所述气体分流器(16)入口分别通过抽气副管道B(21)与引风机(5)连接、通过抽气副管道A(20)与SCR催化脱硝系统(2)和空气预热器(3)之间的烟道连接,蒸发塔(11)中部设置有出气口通过出气管道(25)与空气预热器(3)和电除尘器(4)之间的烟道连接;所述气体分流器(16)将进入气体分流器(16)的烟气分为两股流量不同的烟气,一股占总烟气70%的烟气从蒸发塔(11)顶部进入,与脱硫废水雾滴并流接触交换热量;另一股烟气量占30%的烟气从蒸发塔(11)底部进入,与脱硫废水雾滴逆流接触交换热量;所述蒸发塔(11)底部进气口上端设有风帽(13),锥形底部设有灰斗(14)。

2. 根据权利要求1所述的一种高温烟气蒸发脱硫废水处理装置,其特征在于:所述蒸发塔(11)内设置旋转式雾化器(12),旋转式雾化器(12)将脱硫废水雾滴的平均粒径控制在50 μm -100 μm 之间。

3. 根据权利要求1所述的一种高温烟气蒸发脱硫废水处理装置,其特征在于:所述气体分流器(16)分别通过进气副管道A(23)与蒸发塔(11)顶部进气口连接、通过进气副管道B(24)与蒸发塔(11)底部进气口连接,所述进气副管道A(23)及进气副管道B(24)末端均设置流量传感器和温度传感器,所述抽气副管道B(21)上设置有流量控制阀B(19),所述抽气副管道A(20)上设置有流量控制阀A(17),出气管道(25)上设置温度传感器,水泵(10)与蒸发塔(11)顶部通过进水管(26)连接,进水管(26)中设置在线水量检测设备及温度传感器,还包括运算控制中心,所述运算控制中心与水泵(10)、流量传感器、各个温度传感器、流量控制阀A(17)、流量控制阀B(19)、在线水量检测设备连接。

4. 根据权利要求2所述的一种高温烟气蒸发脱硫废水处理装置,其特征在于:所述电除尘器(4)前端设置监测进口烟气温度的温度监测器(18),温度监测器(18)与运算控制中心连接。

5. 一种高温烟气蒸发脱硫废水处理装置,其特征在于:将湿法脱硫吸收塔(6)排出的浆液经石膏脱水处理后将上层清液送至蒸发塔(11)中,从锅炉后部的排烟系统中抽取两种不同温度的烟气混合后分为两股流量不同的气流分别通入蒸发塔(11)顶部和下部与导入蒸发塔(11)内的上层清液进行混合流式接触,蒸发塔(11)脱硫产生的蒸汽从蒸发塔(11)顶部出气口排出,蒸干后的粉末或颗粒物掉落到蒸发塔(11)底部的灰斗(14)中;

具体包括以下步骤:

a,湿法脱硫吸收塔(6)排出的浆液经过石膏脱水系统产生石膏,产生的废水进入脱硫废水储液箱(9),静置自然沉降一段时间;

b,利用水泵(10)抽取脱硫废水储液箱(9)上层清液送至蒸发塔(11)顶部旋转式雾化器(12)进水口,脱硫废水被送至旋转式雾化器(12)的高速旋转盘上,旋转盘的离心作用使脱硫废水雾化,雾化后脱硫废水以高速旋转雾滴的形式从蒸发塔(11)顶部喷淋;

c,从SCR催化脱硝系统(2)与空气预热器(3)之间的烟道抽取部分高温烟气,从引风机(5)后的烟道引出一定量的低温净烟气,将高温烟气和低温烟气在气体分流器(16)中汇合后分成两股流量不同的气流,一股烟气从蒸发塔(11)顶部进入,与蒸发塔(11)内脱硫废水

旋流雾化后的雾滴并流接触；另一股烟气从蒸发塔(11)底部进入,并与风帽13相对后换热面积增大,与蒸发塔(11)内脱硫废水旋流雾化后的雾滴逆流接触；

d,脱硫废水雾化后雾滴湿分蒸发后的蒸汽随降温烟气从蒸发塔(11)顶部出气口经出气管道(25)排出进入电除尘器(4),脱硫废水蒸发后蒸汽中污染物与原烟气中的粉尘一起在电除尘器(4)中被脱除；

e,蒸干后的粉末或颗粒物掉落到蒸发塔(11)底部的灰斗(14)中,运输至灰场(15)综合应用。

6.根据权利要求5所述的一种高温烟气蒸发脱硫废水处理方法,其特征在于:所述步骤b中通过控制旋转式雾化器(12)的旋转速度将雾滴粒径控制在 $50\mu\text{m}$ 到 $100\mu\text{m}$ 之间。

一种高温烟气蒸发脱硫废水处理装置及其处理方法

技术领域

[0001] 本发明涉及工业废水处理领域,尤其是一种脱硫废水处理装置及其处理方法。

背景技术

[0002] 石灰石/石膏湿法脱硫工艺作为当前燃煤电厂主流脱硫技术,具有脱硫效率高,技术成熟,运行稳定且维护方便等优点,但为了维持浆液循环系统稳定可靠运行,需要定期排放一定量的脱硫废水。2017年6月正式开始实施的《火电厂污染防治可行技术指南》明确提出,除脱硫废水外,各类废水经处理后基本能够实现“一水多用,梯级利用”、废水不外排,实现废水近零排放的关键是实现脱硫废水零排放。但脱硫废水是电厂终端废水,受多种因素影响,且随工况及煤种影响大;pH在4.5-6.5之间,呈弱酸性,氯离子含量高;以石膏颗粒,二氧化硅,铁铝化合物为主要成分的悬浮物含量较高,易造成膜过滤装置污堵;总溶解性固体含量较高,且变化范围大,一般在30000-60000mg/L,Ca²⁺和Mg²⁺等硬度离子含量高,汞、铅、砷等重金属第I类污染物超标。目前常用的传统物理化学脱硫废水处理方法,仅能去除大部分的重金属离子,但无法去除迁移性较强的氯离子。由于脱硫废水水量大,无论是蒸发结晶还是烟道蒸发都需要在处理前进行减量浓缩,拉长了工艺流程,烟道蒸发则将废水处理压力转移至电除尘器。

[0003] 针对水质复杂的脱硫废水及其难以处理的现状,专利号为CN201611057906.2的中国专利公开了一种电厂脱硫废水脱氯化物方法,利用电渗析以及双极膜装置将脱硫废水分为硫酸钙、氯化钠以及氯化钙三条回路分别进行回收处理;专利号为CN201510275955.2的中国专利公开了一种脱硫废水零排放工艺及系统,利用加药软化以及微滤膜进行预处理,采用纳滤以及反渗透分离,冷冻结晶析出99%以上纯度的十水合硫酸钠,蒸发结晶析出98%纯度的氯化钠,还提供了一种能够将脱硫废水回用的零排放系统;专利号为201611008084.9的中国专利公开了一种脱硫废水浓缩及烟气干燥综合处理的系统与方法,将脱硫废水经传统三联箱处理后,利用蒸发器浓缩,浓缩后的废水利用旁路烟道烟气热量完成蒸发结晶,气流经除尘后从烟囱排出。以上方法都认识到脱硫废水处理的困难性,通过电渗析以及膜处理结合结晶的工艺路线,或者烟道直接蒸发的路线来处理脱硫废水。但通过蒸发结晶的方法处理脱硫废水,要想实现较高的分盐要求,往往能耗较高,经济成本过高;而烟道蒸发一方面存在处理量过低,无法达到电厂脱硫废水处理量要求;另一方面存在低负荷下无法完全蒸发脱硫废水的问题,会对烟道以及后续除尘设备造成腐蚀,影响锅炉运行。专利申请号201520773601.6的中国专利公开了一种燃煤电厂烟气脱硫废水处理系统,包括空气预热器、电除尘器、烟气脱硫吸收塔、引风机以及烟囱,空气预热器前端连接锅炉排烟管道,空气预热器后端与电除尘器、烟气脱硫吸收塔、引风机以及烟囱之间通过烟气管道依次连接,还包括废水储液池、废水蒸发塔,废水储液池接收烟气脱硫吸收塔排出的废水,废水蒸发塔的进水口通过进水管连接废水储水池,进水管中间设置水泵,废水蒸发塔的进气口一路依次经风机、电磁阀与锅炉的排烟管道连通,另一路经风机与空气预热器和电除尘器之间的烟气管道连通,连通处位于靠近空气预热器的一端,其排气口与空

气预热器和电除尘器之间的烟气管道连通,并位于靠近电除尘器的一端。这篇专利中的设备解决了以上三篇专利中的一些问题但是还是存在蒸发效果不是特别理想,废水蒸发塔底部的灰斗容易出现水滴。因此,需要设置专用蒸发塔处理脱硫废水,来实现真正的脱硫废水零排放。

发明内容

[0004] 本发明需要解决的技术问题是提供一种高温烟气蒸发脱硫废水处理装置及其处理方法,提高了蒸发效果,节省能耗,减少蒸发塔出口气态氯元素的含量,有利于后续设备的安全稳定运行。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明所采用的技术方案是:

[0006] 一种高温烟气蒸发脱硫废水处理装置,包括依次连接的SCR催化脱硝系统、空气预热器、电除尘器、引风机、湿法脱硫吸收塔、烟囱,湿法脱硫吸收塔底部连接脱硫废水储液箱,脱硫废水储液箱通过水泵连接至蒸发塔顶部的进水口,蒸发塔顶部和底部分别设置一个大流量进气口和小流量进气口,所述两个进气口分别与气体分流器出口连接,所述气体分流器入口分别与引风机、SCR催化脱硝系统和空气预热器之间的烟道连接,蒸发塔中部设置有出气口通过出气管道与空气预热器和电除尘器之间的烟道连接。

[0007] 本发明技术方案的进一步改进在于:所述气体分流器将进入气体分流器的烟气分为两股流量不同的烟气,一股占总烟气70%的烟气从蒸发塔顶部进入,与脱硫废水雾滴并流接触交换热量;另一股烟气流占30%的烟气从蒸发塔底部进入,与脱硫废水雾滴逆流接触交换热量。

[0008] 本发明技术方案的进一步改进在于:所述蒸发塔内设置旋转式雾化器,旋转式雾化器将脱硫废水雾滴的平均粒径控制在 $50\mu\text{m}$ - $100\mu\text{m}$ 之间。

[0009] 本发明技术方案的进一步改进在于:所述蒸发塔底部进气口上端设有风帽,锥形底部设有灰斗。

[0010] 本发明技术方案的进一步改进在于:所述气体分流器入口分别通过抽气副管道B与引风机连接、通过抽气副管道A与SCR催化脱硝系统和空气预热器之间的烟道连接,所述气体分流器分别通过进气副管道A与蒸发塔顶部进气口连接、通过进气副管道B与蒸发塔底部进气口连接,所述进气副管道A及进气副管道B末端均设置流量传感器和温度传感器,所述抽气副管道B上设置有流量控制阀B,所述抽气副管道A上设置有流量控制阀A,出气管道上设置温度传感器,水泵与蒸发塔顶部通过进水管连接,进水管中设置在线水量检测设备,还包括运算控制中心,所述运算控制中心与水泵、流量传感器、各个温度传感器、流量控制阀A、流量控制阀B、在线水量检测设备连接。

[0011] 本发明技术方案的进一步改进在于:所述电除尘器前端设置监测进口烟气温度的温度监测器,温度监测器与运算控制中心连接。

[0012] 一种高温烟气蒸发脱硫废水处理装置,将湿法脱硫吸收塔排出的浆液经石膏脱水处理后将上层清液送至蒸发塔中,从锅炉后部的排烟系统中抽取两种不同温度的烟气混合后分为两股流量不同的气流分别通入蒸发塔顶部和下部与导入蒸发塔内的上层清液进行混合流式接触,蒸发塔脱硫产生的蒸汽从蒸发塔顶部出气口排出,蒸干后的粉末或颗粒物掉落到蒸发塔底部的灰斗中。

[0013] 本发明技术方案的处理方法进一步改进在于:具体包括以下步骤:

[0014] a,湿法脱硫吸收塔排出的浆液经过石膏脱水系统产生石膏,产生的废水进入脱硫废水储液箱,静置自然沉降一段时间;

[0015] b,利用水泵抽取脱硫废水储液箱上层清液送至蒸发塔顶部旋转式雾化器进水口,脱硫废水被送至旋转式雾化器的高速旋转盘上,旋转盘的离心作用使脱硫废水雾化,雾化后脱硫废水以高速旋转雾滴的形式从蒸发塔顶部喷淋;

[0016] c,从SCR催化脱硝系统与空气预热器之间的烟道抽取部分高温烟气,从引风机后的烟道引出一定量的低温净烟气,将高温烟气和低温烟气在气体分流器中汇合后分成两股流量不同的气流,一股烟气从蒸发塔顶部进入,与蒸发塔内脱硫废水旋流雾化后的雾滴并流接触;另一股烟气从蒸发塔底部进入,并与风帽13相对后换热面积增大,与蒸发塔内脱硫废水旋流雾化后的雾滴逆流接触;

[0017] d,脱硫废水雾化后雾滴湿分蒸发后的蒸汽随降温烟气从蒸发塔顶部出气口经出气管道排出进入电除尘器,脱硫废水蒸发后蒸汽中污染物与原烟气中的粉尘一起在电除尘器中被脱除;

[0018] e,蒸干后的粉末或颗粒物掉落到蒸发塔底部的灰斗中,运输至灰场综合应用。

[0019] 本发明技术方案的处理方法进一步改进在于:所述步骤b中通过控制旋转式雾化器旋转速度将雾滴粒径控制在50 μm 到100 μm 之间。

[0020] 由于采用了上述技术方案,本发明取得的技术进步是:

[0021] 本发明提出了一种带有混气系统的高温烟气蒸发脱硫废水处理装置及其处理方法,通过混合流式接触方式,极大地提高了蒸发效果。从引风机后的烟道引出一股低温净烟气,与空预器前热烟气掺混,降低了蒸发塔入口烟气温度,可实现低温蒸发,既可以节省能耗,又能减少蒸发塔出口气态氯元素的含量,有利于后续设备的安全稳定运行。

[0022] 本发明设置蒸发塔,能有效防止脱硫废水蒸发过程中对烟道的腐蚀,为高温烟气蒸发脱硫废水雾化后雾滴提供了充分大的空间,从而提高了雾滴的停留时间,提高蒸发效果。

[0023] 在蒸发塔底部进气口上方设置风帽,不仅能增大气液接触面积,提高蒸发效果;蒸发后的干燥粉末或颗粒会受到风帽的阻隔而掉落至塔底的灰斗中,便于清理。

[0024] 独立设置运算控制中心,且在电除尘器前烟道设有温度监测器,能用来监测电除尘器进口的烟气温度,将该温度控制在烟气的酸露点以上,避免烟气过低时其中的酸性物质凝结,对电除尘器以及烟道造成腐蚀。

[0025] 将引风机设置在电除尘器后方,避免除尘器处于高尘、高湿、高氯环境下,对引风机起到保护作用,也可大大提高系统运行可靠性和调节灵活性。

附图说明

[0026] 图1是本发明结构原理图;

[0027] 其中,1、锅炉,2、SCR催化脱硝系统,3、空气预热器,4、电除尘器,5、引风机,6、湿法脱硫吸收塔,7、烟囱,8、石膏脱水系统,9、脱硫废水储液箱,10、水泵,11、蒸发塔,12、旋转式雾化器,13、风帽,14、灰斗,15、灰场,16、气体分流器,17、流量控制阀A,18、温度监测器,19、流量控制阀B,20、抽气副管道A,21、抽气副管道B,23、进气副管道A,24、进气副管道B,25、出

气管道,26、进水管道。

具体实施方式

[0028] 下面结合实施例对本发明做进一步详细说明:

[0029] 如图1所示,一种高温烟气蒸发脱硫废水处理装置,包括依次连接的SCR催化脱硝系统2、空气预热器3、电除尘器4、引风机5、湿法脱硫吸收塔6、烟囱7,SCR催化脱硝系统2前端连接锅炉1烟道,后端连接空气预热器3湿法脱硫吸收塔6底部连接石膏脱水系统8与脱硫废水储液箱9,脱硫废水储液箱9后连接水泵10,通过进水管26连接至蒸发塔11的顶部的进水口。蒸发塔11内设置旋转式雾化器12,将脱硫废水雾化为微细颗粒便于蒸发。

[0030] 蒸发塔11顶部和底部分别设置一个大流量进气口和小流量进气口,气体分流器16分别通过进气副管道A23与蒸发塔11顶部进气口连接、通过进气副管道B24与蒸发塔11底部进气口连接,进气副管道A23及进气副管道B24末端均设置流量传感器和温度传感器。气体分流器16入口分别通过抽气副管道B21与引风机5连接、通过抽气副管道A20与SCR催化脱硝系统2和空气预热器3之间的烟道连接,抽气副管道B21上设置有流量控制阀B19,抽气副管道A20上设置有流量控制阀A17。蒸发塔11上部设置有出气口通过出气管道25与空气预热器3和电除尘器4之间的烟道连接,出气管道25上设置温度传感器。

[0031] 通过抽气副管道A20抽取SCR催化脱硝系统2与空气预热器3之间的烟道一定量的烟气,流量控制阀A17控制所抽取烟气量;通过抽气副管道B21抽取引风机5后烟道部分烟气,流量控制阀B19控制所抽烟气量。抽取的两股烟气在气体分流器16中汇合,气体分流器16将汇合的烟气分成两股流量不同的烟气,一股占总烟气70%的烟气从蒸发塔11顶部进入,与脱硫废水雾滴并流接触交换热量;另一股烟气量占30%的烟气从蒸发塔11底部进入,与脱硫废水雾滴逆流接触交换热量。蒸发塔11通过出气管道25连接空气预热器3与电除尘器4之间的烟道,且靠近电除尘器4一侧。蒸发塔11的出气口设置在塔体直筒段中部,可以保证从蒸发塔顶部与底部进入的烟气有充分的换热空间与停留时间。

[0032] 蒸发塔11底部进气口上端设有风帽13,锥形底部设有灰斗14,从蒸发塔11底部进入的烟气通过风帽13后受阻,向周围扩散,与雾滴接触面积增大,蒸发后干燥的粉末或者颗粒状受风帽13阻挡也会掉落到灰斗14中。

[0033] 为了实现对蒸发塔的自动控制,该装置外独立设置运算控制中心,在进气副管道A23及进气副管道B24末端设置烟气流量传感器和温度传感器,出气管道25前端即蒸发塔11出气口设置温度传感器,在进水管26中设置在线水量检测设备及温度传感器,运算控制中心与流量传感器、各个温度传感器、流量控制阀B19、流量控制阀A17、在线水量检测设备连接记录参数直接上传至运算控制中心,经运算及判断后,运算控制中心控制流量控制阀A17、流量控制阀B19以及水泵10的抽取的脱硫废水量,达到自动控制目的。

[0034] 为了控制电除尘器4进口的烟气温度,电除尘器4前端设置进口烟气温度监测器18,用来监测电除尘器进口的温度,保证烟气温度运行期间始终在烟气酸露点以上,避免烟温过低时烟气中的酸性物质凝结,对烟道及电除尘器4造成腐蚀。

[0035] 当灰斗14中收集的蒸干产物的含湿量超过规定指标时,说明蒸发塔11中脱硫废水蒸发不彻底,可通过运算控制中心的自动调节反馈,控制流量控制阀门A17的开度,定量增加进入蒸发塔11的烟气热能,也可以控制水泵10抽取的脱硫废水量,减少喷淋水量,两种方

式都能保证废水蒸发彻底。

[0036] 通过温度监测器18实时监测电除尘器前烟气温度,将监测的烟气温度与酸露点进行比较,自动控制烟气温度高于酸露点10℃以上,若烟气温度高于酸露点10℃以上,则运算控制中心27减少流量控制阀A17的开度,同时增大流量控制阀B19开度,以降低蒸发塔入口烟温,目的是尽量降低蒸发塔11出口气态氯元素的含量,除此以外也可以增加水泵10抽取的脱硫废水量,以增加脱硫废水处理量;若电除尘器4前烟气温度低于“烟气酸露点+10℃”,则运算控制中心27自动减少水泵10抽取的脱硫废水量,再比较电除尘器4前烟气温度与“烟气酸露点+10℃”,若仍然偏低,则运算控制中心27增大流量控制阀A17的开度,保证电除尘器4前烟气温度大于烟气酸露点,防止烟气中酸性物质凝结对烟道及电除尘器4造成腐蚀。

[0037] 综上所述,湿法脱硫吸收塔6排出的浆液经石膏脱水系统8脱水后产生脱硫废水,储存在脱硫废水储液箱9中自然沉降一段时间后,利用水泵10抽取上层清液至旋转式雾化器12进水口,旋转式雾化器12高速旋转盘的离心作用将脱硫废水雾化为50μm到100μm的雾滴,与抽取的烟气以混合流的方式接触,进行强烈的传质传热过程,脱硫废水中的湿分迅速蒸发后随烟气进入电除尘器4,蒸干产物被收集在灰斗14后运送至灰场15综合利用。

[0038] 采用上述装置进行高温烟气蒸发脱硫废水处理的方法,包括以下步骤:

[0039] 1) 湿法脱硫吸收塔6排出的浆液经过石膏脱水系统8产生石膏,产生的废水进入脱硫废水储液箱9,静置自然沉降一段时间;

[0040] 2) 利用水泵10抽取脱硫废水储液箱9上层清液,从进水管26运送至蒸发塔11顶部旋转式雾化器12进水口,脱硫废水被送至雾化器的高速旋转盘上,旋转盘的离心作用使脱硫废水雾化,雾化后脱硫废水以高速旋转雾滴的形式从蒸发塔11顶部喷淋,通过控制旋转速度将雾滴粒径控制在50μm到100μm之间;

[0041] 3) 从SCR催化脱硝系统2与空气预热器3之间的烟道抽取部分高温烟气,通过流量控制阀A17控制抽取的烟气流量,再从引风机5后的烟道引出一定量的低温净烟气,流量通过流量控制阀B19控制,从抽气副管道A20和抽气副管道B21抽取的不同温度烟气在气体分流器16中汇合后分成两股流量不同的气流,一股烟气通过进气副管道A23从蒸发塔11顶部进入,与蒸发塔11内脱硫废水旋流雾化后的雾滴并流接触;另一股烟气通过进气副管道B24从蒸发塔11底部进入,通过风帽13后换热面积增大,与蒸发塔11内脱硫废水旋流雾化后的雾滴逆流接触。

[0042] 4) 从蒸发塔11顶部与底部进气口进入的两股烟气与脱硫废水经旋流雾化后的雾滴接触,气液两相由于温差发生强烈的热交换,雾化后的雾滴吸收烟气的热量而瞬间蒸发,烟气释放热量后温度降低,脱硫废水雾化后雾滴湿分蒸发后的蒸汽随降温烟气从蒸发塔11顶部出口经出气管道25排出,经空气预热器3与电除尘器4之间的烟道进入电除尘器4,脱硫废水蒸发后蒸汽中污染物与原烟气中的粉尘一起在电除尘器4中被脱除。蒸干后的粉末或颗粒物掉落到蒸发塔11底部的灰斗14中,运输至灰场15综合应用。

[0043] 本发明的工作原理是抽取空气预热器前以及引风机后的烟气,利用烟气的热量与脱硫废水进行热交换,脱硫废水中污染物一部分转化为蒸汽随降温烟气进入空气预热器后烟道被电除尘器脱除,另一部分污染物在蒸发塔中被蒸干后落入蒸发塔底部的灰斗中。

[0044] (1) 蒸发塔中热量平衡

[0045] 蒸发塔中脱硫废水接受两股高温烟气传递的热量,先升温至100℃,然后吸收大量

的相变热,蒸发为100℃的水蒸气,热量足够的前提下,废水全部被蒸发,水蒸气继续升温至蒸发塔混合体系温度。

[0046] 蒸发塔中存在烟气与脱硫废水的热量平衡,这是运算控制中心的理论基础。各参数均可由运算控制中心或常见物性数据表获得,据此进行蒸发塔内的热量平衡计算,实现蒸发过程的自动控制。

[0047] (2) 蒸发过程原理

[0048] 蒸发塔中脱硫废水的蒸发过程主要分为三个基本过程阶段:脱硫废水雾化为雾滴;雾滴与高温烟气的接触混合及流动,即雾滴的干燥;蒸发产物与蒸汽的转移。

[0049] 脱硫废水雾滴的平均粒径可以控制在50 μm -100 μm 之间,雾化后具有很大的表面积,与高温烟气接触时,雾滴中的水分蒸发而获得其他部分污染物的干燥产品。雾滴的大小和均匀程度对蒸发效果的影响很大,如果喷出的雾滴大小不一,会导致雾滴未完全蒸干的现象。旋转式雾化器的高速旋转盘使脱硫废水伸展为薄膜,以增长的速度向盘的边缘运动,离开盘面时,由于旋转盘的圆周速度不同以及脱硫废水处理量不同,会以滴状、丝状或者膜状形式分裂雾化,这会影响雾滴的大小以及均匀性,一般圆周线速度越高,液滴颗粒越小,均匀性越高。因此,雾化器是蒸发塔中的关键部件,对雾化器的性能要求较高。

[0050] 雾滴的干燥是在蒸发塔内雾滴与高温烟气进行的传热、传质过程,雾滴与高温烟气的接触方式有并流式、逆流式和混合流式三种。接触方式对蒸发塔内的温度分布、雾滴的运动轨迹以及停留时间都有很大影响。对于并流式接触方式,温度最高的热烟气与含湿量最大的脱硫废水雾滴接触,雾滴表面温度接近蒸发塔顶部入口烟气温度,雾滴中湿分快速蒸发,热烟气温度迅速降低,由于蒸发塔内烟气入口速度较大,因此烟气与雾滴的接触时间相对较短,热能利用率低;对于逆流式接触方式,蒸发塔顶部喷出的雾滴与蒸发塔底部涌上来的含一定湿度的热烟气接触,接触时雾滴含湿量较低,因此,逆流式的蒸发速率较并流式为慢。但从整个逆流过程操作来看,逆流过程中的平均温度差和分压差较大,雾滴停留时间较长,便于高温烟气与雾滴充分进行传热传质,热能利用率较高;对于混合流式接触方式,将并流式与逆流式二者结合起来,即雾滴从蒸发塔顶部向下流动,将高温烟气分为两股,向两个方向流动,一股从蒸发塔顶部与雾滴并流接触,另一股热烟气从蒸发塔底部中心与雾滴逆流接触,根据处理要求,合理控制两股烟气流量。这种混合流结合了并流与逆流接触的特点,蒸发速率较快,热量利用率较高。

[0051] 经过雾滴干燥过程后,脱硫废水中不易挥发的重金属离子和一些可溶性盐类被蒸干为干燥的粉末或者颗粒状物质,落到蒸发塔的锥形壁上并滑行至底部的灰斗中,定期排出后运至灰场综合利用;脱硫废水中易挥发污染物随水蒸气和烟气一起进入空预器后烟道中,被电除尘器脱除。

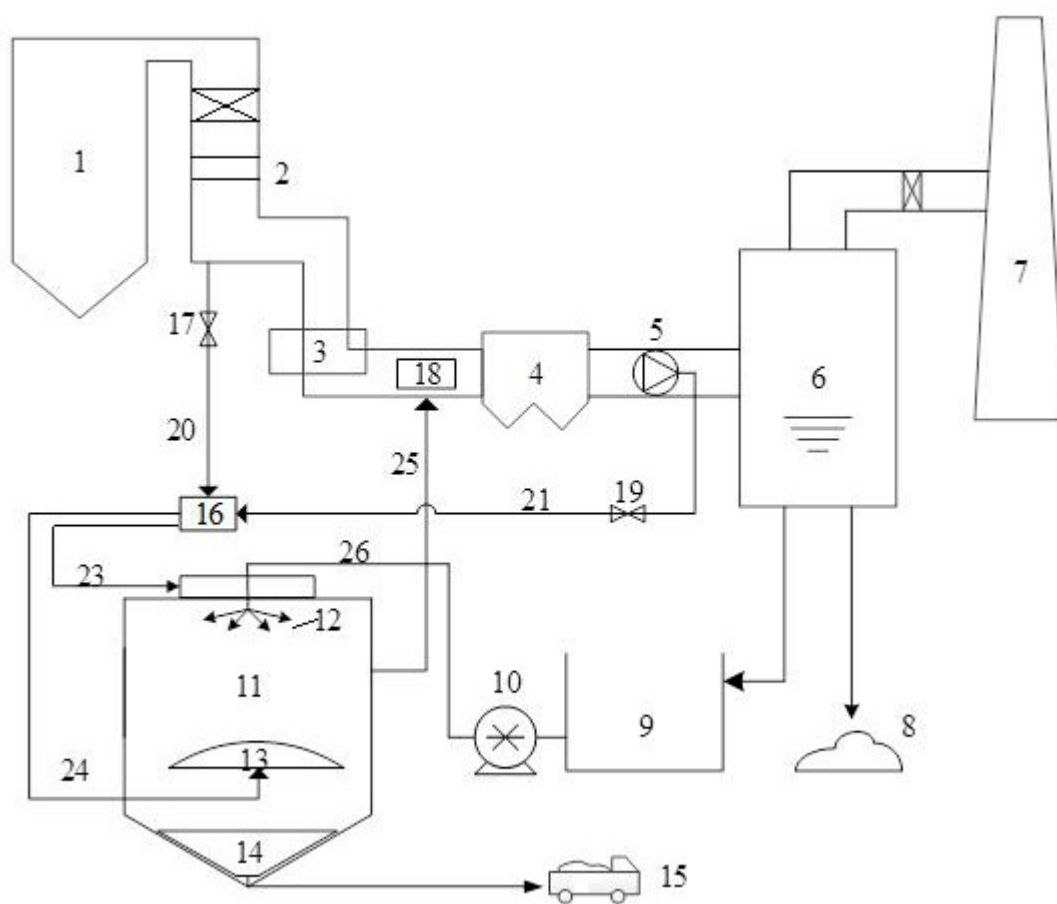


图1