



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103787541 A

(43) 申请公布日 2014. 05. 14

(21) 申请号 201410035315. X

(22) 申请日 2014. 01. 24

(71) 申请人 王辛平

地址 710032 陕西省西安市新城区金花北路  
280 号

(72) 发明人 王辛平

(74) 专利代理机构 西安通大专利代理有限责任  
公司 61200

代理人 蔡和平

(51) Int. Cl.

C02F 9/10(2006. 01)

C02F 1/463(2006. 01)

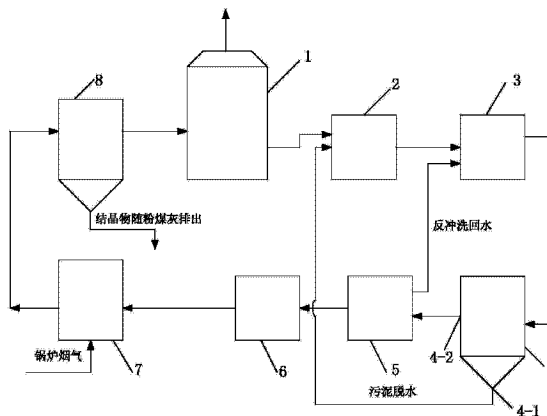
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

火电厂湿法脱硫废水回收利用方法及其装置

(57) 摘要

本发明公开了一种火电厂湿法脱硫废水回收利用方法及其装置,收集石膏脱水装置后的脱硫废水进入絮凝反应器,对脱硫废水进行絮凝、澄清、过滤后,污泥送到石膏脱水装置中进行脱水;分离后的澄清水送入蒸发结晶装置,进行蒸发结晶,蒸发后得到高品质水蒸气。将蒸发结晶物与水蒸气进行气固分离,高品质的水蒸气送入脱硫吸收塔中进行回收利用,结晶物随粉煤灰一同排出。高品质的水蒸汽能够完全在脱硫吸收塔中进行回收利用,悬浮物、溶解性固体、重金属、高含盐、Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>、Cl<sup>-</sup>、F<sup>-</sup>离子等物质被固化、分离、收集,达到脱硫废水回收利用的目的。另外,本方法对电厂其它系统无影响,实用性强,投资低,具有广泛的推广、使用价值。



1. 一种火电厂湿法脱硫废水回收利用方法,其特征在于,包括以下步骤:

1)、收集石膏脱水装置后的脱硫废水进入电絮凝装置,对脱硫废水进行絮凝、澄清、过滤,分离后的澄清水满足二级处理入口标准,污泥则送到石膏脱水装置中进行脱水;

2)、对分离后的澄清水进行增压后,进入蒸发结晶装置进行蒸发结晶,蒸发结晶装置利用锅炉烟气余热进行蒸发结晶,得到高纯度的水蒸气;

3)、气固分离装置将蒸发结晶物与水蒸气进行气固分离,得到高纯度的水蒸气以及结晶物;

4)、除去结晶物后的水蒸气进入脱硫吸收塔中全部回收利用,结晶物随粉煤灰一同排出。

2. 根据权利要求1所述的火电厂湿法脱硫废水回收利用方法,其特征在于,所述电絮凝装置采用电絮凝或化学絮凝。

3. 一种火电厂湿法脱硫废水回收利用装置,其特征在于,包括:石膏脱水系统(2)、电絮凝装置(3)、澄清装置(4)、过滤装置(5)、增压装置(6)、蒸发结晶装置(7)、气固分离装置(8);石膏脱水系统(2)排出的脱硫废水进入电絮凝装置(3),然后通过澄清装置(4)进行固液分离,澄清装置(4)的污泥排出口(4-1)污泥排入石膏脱水装置(2)进行脱水;澄清装置(4)的澄清液排出口(4-2)进入过滤装置(5),过滤装置(5)的澄清液排出口依次经过增压装置(6)、蒸发结晶装置(7),以及气固分离装置(8),气固分离装置(8)的气体出口进入脱硫吸收塔(1)的入口。

4. 根据权利要求3所述的火电厂湿法脱硫废水回收利用装置,其特征在于,所述蒸发结晶装置(7)利用锅炉烟气余热对废水进行蒸发结晶。

5. 根据权利要求4所述的火电厂湿法脱硫废水回收利用装置,其特征在于,所述蒸发结晶装置(7)入口处安装有烟气温度测量、流量测量装置以及蒸发结晶装置温度控制装置。

6. 根据权利要求3所述的火电厂湿法脱硫废水回收利用装置,其特征在于,所述电絮凝装置(3)入口处设置进水压力以及流量的检测仪表。

7. 根据权利要求3所述的火电厂湿法脱硫废水回收利用装置,其特征在于,所述过滤装置(5)的反冲洗水出水回流至电絮凝装置(3)的进水系统。

## 火电厂湿法脱硫废水回收利用方法及其装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及火电厂能源、资源回收利用,节能环保技术领域,尤其涉及一种火电厂湿法脱硫废水回收利用方法及其装置。

### 背景技术

[0002] 湿法脱硫是目前世界上唯一大规模商业化应用的脱硫方式,是控制燃煤电厂二氧化硫排放的主要技术手段。石灰石-石膏湿法脱硫是目前国内外使用最广泛的一种烟气脱硫方法。

[0003] 锅炉产生的烟气经电除尘器除尘后进入湿法脱硫系统,在吸收塔内完成洗涤脱硫,经除雾器除去雾滴后由烟囱排入大气。在吸收塔中随着烟气洗涤不断进行,吸收剂有效成分不断消耗,生成的亚硫酸钙经强制氧化生成石膏,在吸收塔洗涤烟气时烟气中的氯化物也被洗涤溶解以及脱硫工艺用水带入的氯离子而产生氯离子在吸收液中富集。氯离子浓度的增高带来两个不利的影响:一是降低了吸收液的 pH 值,从而引起脱硫率的下降和  $\text{CaSO}_4$  结垢倾向的增大;二是会对脱硫装置产生严重的腐蚀问题。脱硫系统定期排放一定的脱硫废水,以维持吸收塔浆液中氯离子的浓度控制在(20000mg/l)以下。脱硫废水的水质特点:①酸性,一般 pH 值为 4~6;②废水浊度高,悬浮物含量高(石膏颗粒、 $\text{SiO}_2$ 、Al 和 Fe 的氢氧化物),浓度可达几万 ppm。大部分的颗粒物粘性低;③含有大量重金属,如 Cr、As、Cd、Pb、Hg、Cu 等;④含盐量极高,废水中含有大量的  $\text{Cl}^-$ 、 $\text{F}^-$ 、 $\text{SO}_3^{2-}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 。其中氯离子  $\text{Cl}^-$  浓度高达~20000mg/l。所以脱硫废水对脱硫系统管道、各种金属材料及相关动力设备有很强的腐蚀性,导致脱硫高含盐量废水的处理及回收利用非常困难。

[0004] 脱硫废水的处理必须综合考虑以下指标的去程程度:① pH 值;②悬浮物固体成份及含量;③重金属含量;④极高含盐量及高氯离子浓度。

[0005] 国内外目前常用的脱硫废水处理方式主要有:

[0006] 化学絮凝处理:目前国内大部分电厂湿法脱硫废水采用中和、絮凝、反应、沉淀、分离等方法对脱硫废水进行预处理,污泥进行压滤外运,处理后的脱硫废水一般达标排放或干灰加湿、灰场喷淋等简单回用。该方案从目前的运行效果看,处理工艺复杂,加药系统庞大,基本上都达不到排放标准。处理后的废水极高含盐量及高氯离子浓度,对金属及设备的腐蚀性极强,导致处理后的脱硫废水无法回用于其它系统。对于绝大多数国内电厂脱硫废水深度处理技术及回用是废水处理的一个难点课题,一直是电力企业可望而不可及的一项技术。

[0007] 蒸发:个别电厂尝试脱硫废水采用二级预处理工艺,大大降低了废水中悬浮物的含量,预处理系统的出水再进入深度处理系统:包括蒸发+结晶工艺,通过蒸发及干燥装置可使脱硫废水分离为高品质的水(蒸汽)和固体废物,脱硫废水彻底实现了无害化。例如广东河源电厂废水处理系统开创了我国脱硫废水处理技术的先河,是国内第一家采用脱硫废水“预处理+蒸发+结晶”工艺的电厂,脱硫废水处理量约 20t/h,投资约~8000 万元,但该方法存在投资成本和运行成本、能耗偏高的弊端,该技术未能广泛推广。

## 发明内容

[0008] 针对上述缺陷或不足,本发明的目的在于提供一种火电厂湿法脱硫废水回收利用方法及其装置,能够对脱硫废水中悬浮物、溶解性固体、重金属、高含盐量、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{F}^-$ 进行了分离处理,可实现脱硫废水完全回收利用。

[0009] 为达到以上目的,本发明的技术方案为:

[0010] 一种火电厂湿法脱硫废水回收利用方法,包括以下步骤:

[0011] 1)、收集石膏脱水装置后的脱硫废水进入电絮凝装置,对脱硫废水进行絮凝、澄清、过滤,分离后的澄清水满足二级处理入口标准。

[0012] 2)、澄清装置的污泥以石膏为主,污泥则送到石膏脱水装置中进行脱水;

[0013] 3)、对澄清水进行增压后,进入蒸发结晶装置进行蒸发结晶,蒸发结晶装置利用锅炉烟气余热进行蒸发结晶,得到高品质的水蒸气;

[0014] 4)、气固分离装置将结晶物与水蒸气进行气固分离,得到高纯度水蒸气以及结晶物;

[0015] 5)、除去结晶物后的水蒸气进入脱硫吸收塔中进行回收利用,结晶物随粉煤灰一同排出。

[0016] 所述步骤3)具体为利用锅炉烟气余热对废水进行蒸发结晶,无需电厂其它热源,属余热利用。

[0017] 所述絮凝装置采用电絮凝或化学絮凝装置。

[0018] 一种火电厂湿法脱硫废水回收利用装置,包括:石膏脱水系统排出的脱硫废水依次进入电絮凝装置,以及澄清装置,澄清装置的污泥输送至石膏脱水装置进行脱水。澄清装置的澄清液排入过滤装置,过滤装置的澄清液依次通过增压装置、进入蒸发结晶装置,以及气固分离装置,气固分离装置的气体出口接入脱硫吸收塔入口。

[0019] 所述蒸发结晶装置利用锅炉烟气余热进行蒸发结晶,在蒸发结晶装置中雾化的水滴与高温烟气迅速进行传热、传质、蒸发,水以高品质的水(蒸汽)气态进入脱硫吸收塔系统,被脱硫系统所回收利用。属资源回收利用。

[0020] 所述蒸发结晶装置的入口处安装有烟气温度以及流量测量装置。

[0021] 所述电絮凝装置入口检测仪表包括进水压力、流量计。

[0022] 所述过滤装置的反冲洗排水回流至电絮凝装置进水系统。

[0023] 与现有技术比较,本发明的有益效果为:

[0024] 本发明提供了一种火电厂湿法脱硫废水回收利用方法,本工艺方法以最优化的方式对脱硫废水中悬浮物、溶解性固体、重金属、高含盐量、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{F}^-$ 等物质根据物质特性分别进行了分离处理。首先对石膏脱水装置排出的脱硫废水进行絮凝、澄清、过滤,去除悬浮物,澄清水满足二级处理入口标准。二级处理利用锅炉烟气余热对废水进行蒸发结晶,最后通过气固分离后,将澄清水中的溶解性固体、重金属、高含盐、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{F}^-$ 离子物质进行了固化结晶,得到高品质的水蒸汽,水蒸汽送入脱硫吸收塔中可完全回收利用。高盐分和固体废物被分离收集,达到脱硫废水回收利用的目的。另外,本方法对电厂其它系统无影响,实用性强,投资成本低,具有广泛的推广、使用价值。

[0025] 进一步的,本方法利用了火电厂锅炉烟气余热,通过火电厂锅炉高温烟气余热进

行蒸发结晶,有效的利用了火电厂锅炉烟气余热,达到资源、余热回收利用的目的。

[0026] 本发明还提供了一种火电厂湿法脱硫废水回收利用装置,通过利用电絮凝装置、澄清装置、过滤装置,对石膏脱水装置排出的脱硫废水进行絮凝、澄清、过滤,去除悬浮物,得到满足二级处理入口标准的澄清水,并且通过蒸发结晶装置进行蒸发结晶,最后通过气固分离装置气固分离后,将澄清水中的溶解性固体、重金属、高含盐、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{F}^-$ 离子物质根据物质特性分别进行了分离处理,得到高品质的水蒸汽,该水蒸汽送入脱硫吸收塔中可完全回收利用,达到脱硫废水回收利用的目的。本装置能够有效的去除脱硫废水中的杂质、高盐分、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{F}^-$ 离子,该装置结构简单,投资成本低,对电厂其它系统无影响,实用性强,实现了电厂脱硫废水真正意义上的完全回收利用。

### 附图说明

[0027] 图1是本发明火电厂湿法脱硫废水回收利用装置工艺流程框图。

[0028] 图中,1为脱硫吸收塔,2为石膏脱水装置,3为电絮凝装置,4为澄清装置,4-1为澄清装置污泥排出口,4-2为澄清装置澄清液排出口,5为过滤装置,6为增压装置,7为蒸发结晶装置,8为气固分离装置。

### 具体实施方式

[0029] 下面结合附图对本发明做详细描述。

[0030] 本发明提供了一种火电厂湿法脱硫废水回收利用方法,包括以下步骤:

[0031] 1)、收集石膏脱水装置后的脱硫废水,对收集到的脱硫废水进行絮凝、澄清、过滤。该步骤中能够去除脱硫废水中大部分悬浮物,处理后澄清水满足二级处理入口标准。

[0032] 其中,所述絮凝装置采用电絮凝或化学絮凝装置。具体的,电凝聚又称电絮凝,就是在外电压作用下,利用可溶性阳极产生大量阳离子,对胶体废水进行凝聚沉淀。通常选用铁或铝作为阳极材料,将金属电极(如铝)置于被处理的水中,然后通以直流电,此时金属阳极发生氧化反应。产生的铝离子在水中水解、聚合,生成一系列多核水解产物而起凝聚作用,其过程和机理与化学混凝法基本相同。同时,在电凝聚器中阴极上产生的新生态的氢,其还原能力很强,可与废水中的污染物起还原反应,或生成氢气。在阳极上也可能有氧气放出。氢气和氧气以微气泡的形式出现,在水处理过程中与悬浮颗粒接触可获得良好的粘附性能,从而提高水处理效率。总之,电凝聚处理原水和废水是多种过程的协同作用,悬浮物在这些作用下易被除去。污泥则送到石膏脱水装置中进行脱水,能够回收利用。

[0033] 2)、对澄清水进行增压后,进入蒸发结晶装置进行蒸发结晶,蒸发结晶装置利用锅炉烟气余热进行蒸发结晶,得到高纯度的水蒸气;

[0034] 本步骤中,将采用锅炉烟气余热进行蒸发结晶,由于锅炉烟气排烟温度在 $130 \sim 150^\circ\text{C}$ 左右,具有巨大的热容量,雾化的水滴与高温烟气迅速进行传热、传质、蒸发,水以高纯度的水(蒸汽)气态进入脱硫吸收塔系统,被脱硫系统所利用。因此,可取代吸收塔相同的蒸发水量,达到脱硫废水完全回收利用的目的。

[0035] 3)、气固分离装置将结晶物与水蒸气进行气固分离,得到高纯度水蒸气以及结晶物;

[0036] 4)、除去结晶物后的水蒸气送入脱硫吸收塔中进行回收利用,结晶物随粉煤灰一

同排出。

[0037] 如图 1 所示,本发明还提供了一种火电厂湿法脱硫废水回收利用装置,包括:系统依次连接的石膏脱水系统 2 排出的废水、电絮凝装置 3,以及澄清装置 4,澄清装置 4 的污泥排出口 4-1 与石膏脱水装置 2 的入口相连接,澄清装置 4 的澄清液排出口 4-2 连接有过滤装置 5,过滤装置 5 的反冲洗回水与电絮凝装置 3 的入口相连接,过滤装置 5 的澄清液排出口上依次连接有增压装置 6、蒸发结晶装置 7,以及气固分离装置 8,气固分离装置 8 的气体出口与脱硫吸收塔 1 的入口相连接。

[0038] 其中,蒸发结晶装置 7 采用锅炉烟气余热进行蒸发结晶,并且蒸发结晶装置 7 入口处安装有烟气温度测量装置以及流量测量装置,电凝装置 3 入口检测仪表包括进水压力、流量计。

[0039] 本发明火电厂湿法脱硫废水回收利用装置中,蒸发结晶装置主要由壳体,以及雾化装置组成。蒸发结晶装置利用锅炉烟气余热进行蒸发结晶,锅炉烟气排烟温度在 130 ~ 150℃左右,具有巨大的热容量,雾化的水滴与高温烟气迅速进行传热、传质、蒸发,水以高品质的水(蒸汽)气态进入脱硫吸收塔系统,被脱硫系统所利用,可取代吸收塔相同的蒸发水量,达到脱硫废水完全回收利用的目的。

[0040] 气固分离装置采用静电收集系统,主要由壳体、阳极板、阴极线、收集斗、高压电源等组成。水(蒸汽)随烟气通过气固分离装置进入脱硫吸收塔系统。水中溶解性固体、重金属、高含盐、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{F}^-$ 等物质结晶固化后,在气固分离装置中被捕集,随粉煤灰一同排出。

[0041] 需要说明的是,整套湿法脱硫废水回收利用装置控制系统由计算机,可编程控制器 PLC 及其执行机构和检测仪表组成。使用时可以根据废水的负荷变化、锅炉烟气温度而设定不同的参数,使之达到最佳运行效果。检测仪表包括进水压力、进水流量计;烟气温度、烟气流量测量,蒸发结晶装置温度控制。

[0042] 本发明脱硫废水回收利用装置是新开发的一种独特的高含盐脱硫废水回收工艺,本技术巧妙的利用了火电厂锅炉烟气余热及脱硫系统水量蒸发平衡理论,工艺以最优化的方式对悬浮物、溶解性固体、重金属、高含盐、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{F}^-$ 离子等物质根据物质特性分别进行了分离处理。高品质的水(蒸汽)可完全回收利用,高盐分和固体废物被分离收集。整套装置对电厂其它系统无影响,投资较小,实用性强,具有广泛的推广、使用价值。

[0043] 电厂脱硫废水深度处理回收利用技术的应用,为所有湿式烟气脱硫工艺的火电厂提供了实现脱硫废水经预处理后,高含盐量、高氯离子的废水高效低成本脱盐处理技术,实现了电厂脱硫废水真正意义上的完全回收利用。

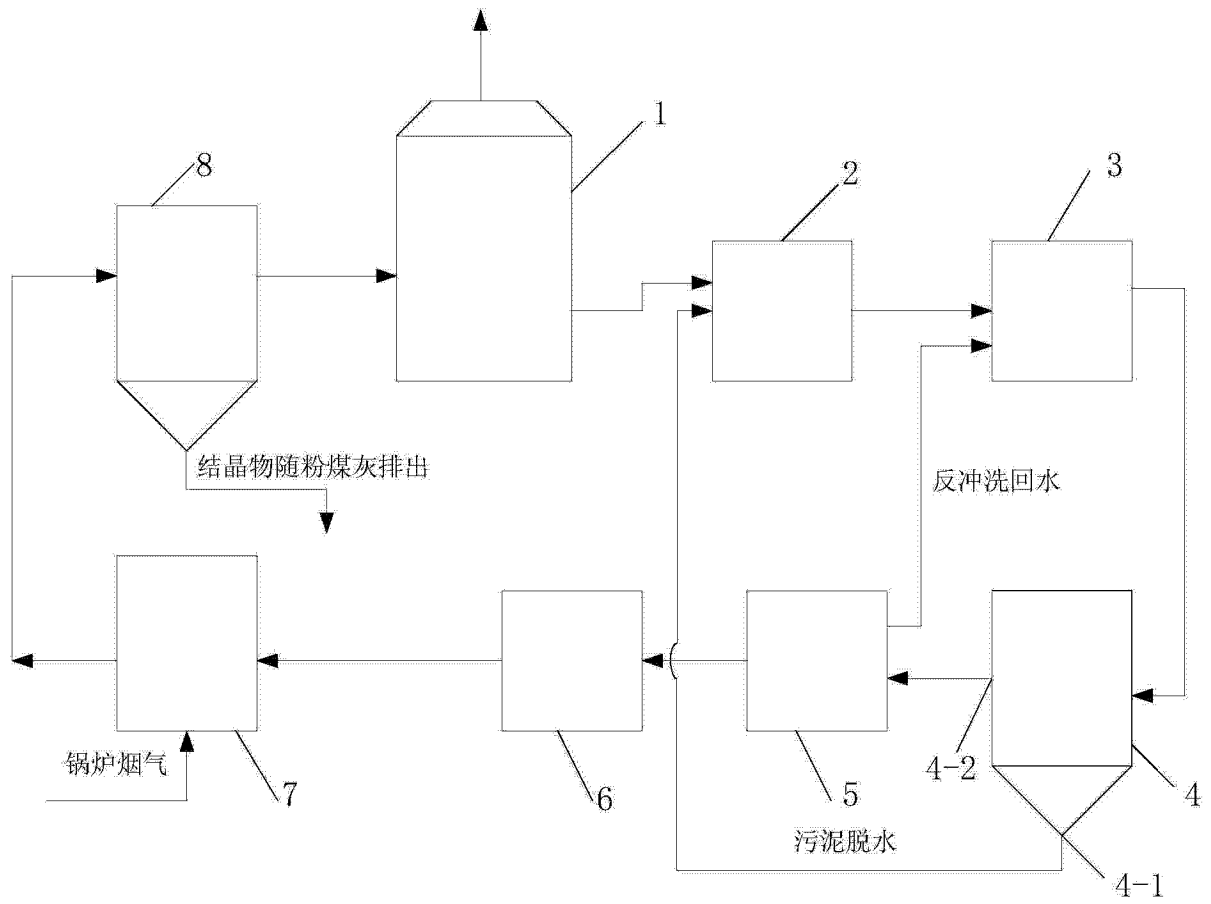


图 1