



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106377994 A

(43)申请公布日 2017.02.08

(21)申请号 201610953925.7

C01F 11/46(2006.01)

(22)申请日 2016.10.27

C02F 103/18(2006.01)

(71)申请人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路800号

申请人 上海申川环保科技有限公司

(72)发明人 肖文德 李学刚 姜爱娟

(74)专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限公司 31225

代理人 赵志远

(51) Int. Cl.

B01D 53/80(2006.01)

B01D 53/60(2006.01)

B01D 53/68(2006.01)

B01D 47/06(2006.01)

C02F 1/16(2006.01)

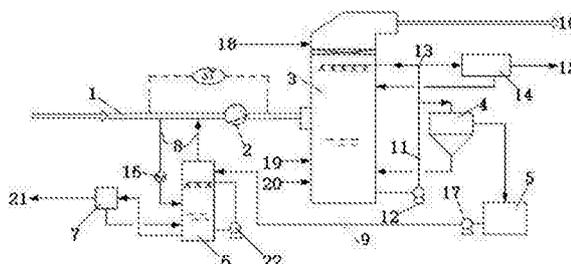
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种湿式钙基烟气脱硫系统及其应用

(57)摘要

本发明涉及一种湿式钙基烟气脱硫系统及其应用,所述的系统包括主烟气管道、设置在主烟气管道上的增压风机、与增压风机相连通的脱硫塔、依次设置在脱硫塔下游的澄清器、废水槽、浓缩结晶塔以及废盐过滤器,所述的浓缩结晶塔通过烟气输送管路、废水输送管路分别与主烟气管道、废水槽相连通。与现有技术相比,本发明系统脱硫后的净烟气可达标排放,借助部分原烟气与脱硫废水换热,使后者蒸发浓缩,进而实现废水零排放;显著降低过程能耗,运行成本较低,可得到高质量的固体石膏产品和容易填埋处置的少量盐渣,对环境友好,且工艺简单,具有很好的应用前景。



1. 一种湿式钙基烟气脱硫系统,其特征在于,该系统包括主烟气管道、设置在主烟气管道上的增压风机、与增压风机相连通的脱硫塔、依次设置在脱硫塔下游的澄清器、废水槽、浓缩结晶塔以及废盐过滤器,所述的浓缩结晶塔通过烟气输送管路、废水输送管路分别与主烟气管道、废水槽相连通。

2. 根据权利要求1所述的一种湿式钙基烟气脱硫系统,其特征在于,所述的脱硫塔的中部设有第一烟气进口,上部为脱硫段,下部为氧化池,所述的脱硫段顶部设有净化烟气排出口,所述的氧化池通过浆液输送主管路与澄清器相连,所述的浆液输送主管路上还设有浆液泵。

3. 根据权利要求2所述的一种湿式钙基烟气脱硫系统,其特征在于,所述的浆液输送主管路上还设有浆液输送支路,该浆液输送支路一路直接返回连接至脱硫塔上部的脱硫段,另一路设有石膏脱水机,该石膏脱水机与脱硫塔上部的脱硫段相连通。

4. 根据权利要求3所述的一种湿式钙基烟气脱硫系统,其特征在于,所述的石膏脱水机共设有两个出口端,其中一个出口端为石膏排出口,另一个出口端为水排出口,该水排出口与脱硫塔上部的脱硫段相连通。

5. 根据权利要求1所述的一种湿式钙基烟气脱硫系统,其特征在于,所述的浓缩结晶塔的中部设有第二烟气进口,上部为浓缩段,下部为结晶池,所述的第二烟气进口通过烟气输送管路与主烟气管道相连通,所述的烟气输送管路上设有烟气引风机,所述的结晶池通过浓缩泵返回连接至浓缩结晶塔上部的浓缩段。

6. 根据权利要求1所述的一种湿式钙基烟气脱硫系统,其特征在于,所述的废水输送管路上设有废水输送泵。

7. 根据权利要求2至6任一项所述的一种湿式钙基烟气脱硫系统,其特征在于,所述的脱硫塔还包括与脱硫段相连通的供水管路、与氧化池相连通的石灰石浆液供应管路以及氧化空气供应管路。

8. 根据权利要求7所述的一种湿式钙基烟气脱硫系统,其特征在于,所述的废盐过滤器共设有两个出口端,其中一个出口端为废盐排出口,另一个出口端为母液排出口,该母液排出口与浓缩结晶塔相连通。

9. 如权利要求1所述的一种湿式钙基烟气脱硫系统的应用,其特征在于,具体包括以下步骤:

(1) 高温烟气通过主烟气管道经增压风机,由第一烟气进口输送至脱硫塔中,脱除烟气中的 SO_2 、 HCl 、 SO_3 、 HF 、 NO_2 和固体粉尘等污染物,成为满足排放标准的净烟气,并从脱硫塔顶部的净化烟气排出口排出;

(2) 通过石灰石浆液供应管路、供水管路及氧化空气供应管路向脱硫塔内补充石灰石、水和空气,在脱硫塔下部的氧化池得到石膏浆液;

(3) 将石膏浆液经浆液泵输送至石膏脱水机中,得到脱硫产品固体石膏,离心母液经水排出口循环回流至脱硫塔的脱硫段,经脱硫段回流至氧化池中;

(4) 通过浆液泵将石膏浆液输送至澄清器中,产生的固含量较高的浓浆液循环回流至脱硫塔的氧化池中,产生的清液废水则进入废水槽中,并通过废水输送管路加压输送到浓缩结晶塔中;

(5) 通过烟气引风机抽取一部分高温烟气,经烟气输送管路输送至浓缩结晶塔中,在浓

缩结晶塔上部的浓缩段,借助高温烟气的高温显热将废水蒸发,使废水中的废盐结晶析出,并在结晶池中形成废盐浆液;

(6) 将结晶池中废盐浆液输送至废盐过滤器中,分离出固体废盐,剩余母液经母液排出口循环回流至浓缩结晶塔的结晶池中,实现废水零排放;

(7) 调节废水输送泵的流量、烟气引风机的流量,使增压风机的上、下游的温度差控制在5-15℃的范围内。

10. 根据权利要求9所述的一种湿式钙基烟气脱硫系统的应用,其特征在于,步骤(4)所述的清液废水的固含量 $<5\%$ 。

一种湿式钙基烟气脱硫系统及其应用

技术领域

[0001] 本发明属于化工和环保技术领域,涉及一种湿式钙基烟气脱硫系统及其应用。

背景技术

[0002] 火电是我国的主力电源,而火力发电基本是以燃煤发电为主。煤炭的大量消耗给环境带来了巨大压力,其烟气中含有的 SO_2 ,不仅能对生态环境直接造成危害,而且是酸雨、灰霾等形成的重要前体物。电厂烟气脱硫技术是控制 SO_2 污染的重要措施。

[0003] 在众多烟气脱硫方法中,石灰石-石膏湿法烟气脱硫是目前世界上技术最成熟、应用最广泛的一种脱硫技术,其化学原理包括气相 SO_2 在水中的吸收和离解、石灰或石灰石产生的 OH^- 离子与 H^+ 离子中和生成 H_2O 、鼓入的空气将产生的 CO_2 带走并氧化 HSO_3^- 和 SO_3^{2-} 离子,最终形成石膏。但该工艺也存在一些不足,例如,初投资和运行费用较高,耗水量大,吸收剂原料消耗大,占地面积大,设备容易结垢、堵塞、腐蚀和磨损等。另外,该技术面临的一个重要问题是对脱硫废水的处理。

[0004] 专利CN105032149A公开了一种碳酸钙/氢氧化钙-石膏湿法烟气脱硫除尘技术,采用水为脱硫剂与原烟接触完成脱硫除尘,净化后的烟气与原烟换热后由烟囱排出;脱硫后的含酸水溶液与碳酸钙或氢氧化钙浆液中和,再经氧化和脱水后得到石膏,这种方法的弊端是为了获得满足建材要求的高质量石膏,必须排放大量含盐和含重金属高的废水,这会造成新的二次污染。

[0005] 专利CN100560186C公开了一种稀溶液镁钙双碱法烟气脱硫工艺,以 MgSO_3 为主要脱硫剂,用石灰乳浆液再生,这种方法能避免石灰-石膏法中产生的硫酸镁硬垢,但受制于 MgO 来源不足,且工艺废水中镁离子含量较高,为后续废水处理带来困难。

[0006] 中国专利201610421022.4公开了一种新型烟气脱硫脱硝工艺,采用具有催化剂和钙基吸收剂的流化床反应器脱除烟气中的硫和硝,然后将流化床反应器内脱除了硫和硝的烟气进行气固分离,分离的固体物质一部分返回到流化床反应器内重新利用,这种方法虽然脱硫脱硝效率较高,但流化过程较为复杂,难以稳定操作。

[0007] 在脱硫废水处理方面,现有技术主要包括化学沉淀、生物处理、蒸汽浓缩蒸发及零排放技术等。目前,国内应用最多的是化学沉淀,该技术工艺成熟,能使脱硫废水达标排放,但存在对氯离子盐及硒、汞等去除效率不高等问题。零排放技术可实现厂内废水闭式循环使用,对生态环境友好。目前,国内采用的零排放技术主要基于脱硫废水多效蒸发浓缩工艺,过程能耗大,运行成本较高。专利CN101417827B公开了一种处理脱硫废水的工艺方法,基本思路是雾化后的水与烟气在干燥塔内直接接触换热,形成的颗粒沉降到干燥塔下部,换热后的烟气变为湿烟气,由干燥塔排出,这种工艺存在颗粒沉降效果差、粉尘脱除效率低、设备投资成本高等问题。

发明内容

[0008] 本发明的目的就是为了解决上述现有技术存在的缺陷而提供一种工艺简单、综合

能耗、运行成本低,可实现烟气达标排放和脱硫废水零排放,并能得到高质量固体石膏产品的湿式钙基烟气脱硫系统及其应用。

[0009] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:

[0010] 一种湿式钙基烟气脱硫系统,该系统包括主烟气管道、设置在主烟气管道上的增压风机、与增压风机相连通的脱硫塔、依次设置在脱硫塔下游的澄清器、废水槽、浓缩结晶塔以及废盐过滤器,所述的浓缩结晶塔通过烟气输送管路、废水输送管路分别与主烟气管道、废水槽相连通。

[0011] 所述的脱硫塔的中部设有第一烟气进口,上部为脱硫段,下部为氧化池,所述的脱硫段顶部设有净化烟气排出口,所述的氧化池通过浆液输送主管路与澄清器相连,所述的浆液输送主管路上还设有浆液泵。

[0012] 所述的浆液输送主管路上还设有浆液输送支路,该浆液输送支路一路直接返回连接至脱硫塔上部的脱硫段,另一路设有石膏脱水机,该石膏脱水机与脱硫塔上部的脱硫段相连通。

[0013] 所述的石膏脱水机共设有两个出口端,其中一个出口端为石膏排出口,另一个出口端为水排出口,该水排出口与脱硫塔上部的脱硫段相连通。

[0014] 所述的浓缩结晶塔的中部设有第二烟气进口,上部为浓缩段,下部为结晶池,所述的第二烟气进口通过烟气输送管路与主烟气管道相连通,所述的烟气输送管路上设有烟气引风机,所述的结晶池通过浓缩泵返回连接至浓缩结晶塔上部的浓缩段。

[0015] 所述的浓缩段安装有浆液雾化喷嘴,所述的结晶池安装有搅拌桨。

[0016] 所述的废水输送管路上设有废水输送泵。

[0017] 所述的脱硫塔还包括与脱硫段相连通的供水管路、与氧化池相连通的石灰石浆液供应管路以及氧化空气供应管路。

[0018] 所述的废盐过滤器共设有两个出口端,其中一个出口端为废盐排出口,另一个出口端为母液排出口,该母液排出口与浓缩结晶塔相连通。

[0019] 一种湿式钙基烟气脱硫系统的应用,具体包括以下步骤:

[0020] (1) 高温烟气通过主烟气管道经增压风机,由第一烟气进口输送至脱硫塔中,脱除烟气中的 SO_2 、 HCl 、 SO_3 、 HF 、 NO_2 和固体粉尘等污染物,成为满足排放标准的净烟气,并从脱硫塔顶部的净化烟气排出口排出;

[0021] (2) 通过石灰石浆液供应管路、供水管路及氧化空气供应管路向脱硫塔内补充石灰石、水和空气,在脱硫塔下部的氧化池得到石膏浆液;

[0022] (3) 将石膏浆液经浆液泵输送至石膏脱水机中,得到脱硫产品固体石膏,离心母液经水排出口循环回流至脱硫塔的脱硫段,经脱硫段回流至氧化池中;

[0023] (4) 通过浆液泵将石膏浆液输送至澄清器中,产生的固含量较高的浓浆液循环回流至脱硫塔的氧化池中,产生的清液废水则进入废水槽中,并通过废水输送管路加压输送到浓缩结晶塔中;

[0024] (5) 通过烟气引风机抽取一部分高温烟气,经烟气输送管路输送至浓缩结晶塔中,在浓缩结晶塔上部的浓缩段,借助高温烟气的高温显热将废水蒸发,使废水中的废盐结晶析出,并在结晶池中形成废盐浆液;

[0025] (6) 将结晶池中废盐浆液输送至废盐过滤器中,分离出固体废盐,剩余母液经母液

排出口循环回流至浓缩结晶塔的结晶池中,实现废水零排放;

[0026] (7) 调节废水输送泵的流量、烟气引风机的流量,使增压风机的上、下游的温度差控制在5-15℃的范围内。

[0027] 步骤(4)所述的清液废水的固含量<5%。

[0028] 作为优选的技术方案,步骤(4)所述的清液废水的固含量<2%。

[0029] 作为优选的技术方案,步骤(7)中的温度差控制在5-10℃的范围内。

[0030] 本发明系统利用增压风机、脱硫塔、石膏脱水机、澄清器、废水槽、浓缩结晶塔和废盐过滤器;烟气经增压风机送入脱硫塔,脱除烟气中的SO₂、HCl、SO₃、HF、NO₂和固体粉尘等污染物,成为满足排放标准的净烟气,并得到高质量的石膏作为建筑材料等出售,产生的脱硫废水采用一部分热烟气在浓缩结晶塔内转化为容易填埋处置且排量极少的固体盐渣,实现废水零排放。

[0031] 与现有技术相比,本发明具有以下特点:

[0032] (1) 脱硫后的净烟气可达标排放,借助部分原烟气与脱硫废水换热,使后者蒸发浓缩,进而实现废水零排放;

[0033] (2) 显著降低过程能耗,运行成本较低,可得到高质量的固体石膏产品和容易填埋处置的少量盐渣,对环境友好,且工艺简单,具有很好的应用前景。

附图说明

[0034] 图1为本发明整体结构示意图;

[0035] 图中标记说明:

[0036] 1—主烟气管道、2—增压风机、3—脱硫塔、4—澄清器、5—废水槽、6—浓缩结晶塔、7—废盐过滤器、8—烟气输送管路、9—废水输送管路、10—净化烟气排出口、11—浆液输送主管路、12—浆液泵、13—浆液输送支路、14—石膏脱水机、15—石膏排出口、16—烟气引风机、17—废水输送泵、18—供水管路、19—石灰石浆液供应管路、20—氧化空气供应管路、21—废盐排出口、22—浓缩泵。

具体实施方式

[0037] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。

[0038] 实施例1:

[0039] 如图1所示,一种湿式钙基烟气脱硫系统,该系统包括主烟气管道1、设置在主烟气管道1上的增压风机2、与增压风机2相连通的脱硫塔3、依次设置在脱硫塔3下游的澄清器4、废水槽5、浓缩结晶塔6以及废盐过滤器7,浓缩结晶塔6通过烟气输送管路8、废水输送管路9分别与主烟气管道1、废水槽5相连通。废水输送管路9上设有废水输送泵17。

[0040] 其中,脱硫塔3的中部设有第一烟气进口,上部为脱硫段,下部为氧化池,脱硫段顶部设有净化烟气排出口10,氧化池通过浆液输送主管路11与澄清器4相连,浆液输送主管路11上还设有浆液泵12。浆液输送主管路11上还设有浆液输送支路13,该浆液输送支路13一路直接返回连接至脱硫塔3上部的脱硫段,另一路设有石膏脱水机14,该石膏脱水机14与脱硫塔3上部的脱硫段相连通。石膏脱水机14共设有两个出口端,其中一个出口端为石膏排出口15,另一个出口端为水排出口,该水排出口与脱硫塔3上部的脱硫段相连通。脱硫塔3还包

括与脱硫段相连通的供水管路18、与氧化池相连通的石灰石浆液供应管路19以及氧化空气供应管路20。

[0041] 浓缩结晶塔6的中部设有第二烟气进口,上部为浓缩段,下部为结晶池,第二烟气进口通过烟气输送管路8与主烟气管道相连通,烟气输送管路8上设有烟气引风机16,结晶池通过浓缩泵22返回连接至浓缩结晶塔6上部的浓缩段。浓缩段安装有浆液雾化喷嘴,结晶池安装有搅拌桨。

[0042] 废盐过滤器7共设有两个出口端,其中一个出口端为废盐排出口21,另一个出口端为母液排出口,该母液排出口与浓缩结晶塔6相连通。

[0043] 本实施例湿式钙基烟气脱硫系统在实际应用,具体包括以下步骤:

[0044] (1) 高温烟气通过主烟气管道1经增压风机2,由第一烟气进口输送至脱硫塔3中,脱除烟气中的SO₂、HCl、SO₃、HF、NO₂和固体粉尘等污染物,成为满足排放标准的净烟气,并从脱硫塔3顶部的净化烟气排出口10排出;

[0045] (2) 通过石灰石浆液供应管路19、供水管路18及氧化空气供应管路20向脱硫塔3内补充石灰石、水和空气,在脱硫塔3下部的氧化池得到石膏浆液;

[0046] (3) 将石膏浆液经浆液泵12输送至石膏脱水机14中,得到脱硫产品固体石膏,离心母液经水排出口循环回流至脱硫塔3的脱硫段,经脱硫段回流至氧化池中;

[0047] (4) 通过浆液泵12将石膏浆液输送至澄清器4中,产生的固含量较高的浓浆液循环回流至脱硫塔3的氧化池中,产生的清液废水则进入废水槽5中,并通过废水输送管路9加压输送到浓缩结晶塔6中;

[0048] (5) 通过烟气引风机16抽取一部分高温烟气,经烟气输送管路8输送至浓缩结晶塔6中,在浓缩结晶塔6上部的浓缩段,借助高温烟气的高温显热将废水蒸发,使废水中的废盐结晶析出,并在结晶池中形成废盐浆液;

[0049] (6) 将结晶池中废盐浆液输送至废盐过滤器7中,分离出固体废盐,剩余母液经母液排出口循环回流至浓缩结晶塔6的结晶池中,实现废水零排放;

[0050] (7) 调节废水输送泵17的流量、烟气引风机16的流量,使增压风机2的上、下游的温度差控制在6-10℃的范围内。

[0051] 步骤(4)清液废水的固含量<2%。

[0052] 本实施例系统应用于某电厂,该电厂有两台300MW的锅炉,燃煤的含硫量平均为1.0%,年运行6000hr。应用本实施例系统和方法,脱硫率高于95%,脱硫剂耗量约为5.8万t/年,年产氯离子含量小于100ppm的高质量石膏约9万吨,处理的脱硫高盐废水量为5吨/小时,产生氯化钙废盐约50kg/hr。

[0053] 实施例2:

[0054] 本实施例系统应用于某电厂,该电厂有两台600MW的锅炉,燃煤的含硫量平均为0.6%,年运行7200hr。

[0055] 本实施例湿式钙基烟气脱硫系统在实际应用,具体包括以下步骤:

[0056] (1) 高温烟气通过主烟气管道1经增压风机2,由第一烟气进口输送至脱硫塔3中,脱除烟气中的SO₂、HCl、SO₃、HF、NO₂和固体粉尘等污染物,成为满足排放标准的净烟气,并从脱硫塔3顶部的净化烟气排出口10排出;

[0057] (2) 通过石灰石浆液供应管路19、供水管路18及氧化空气供应管路20向脱硫塔3内

补充石灰石、水和空气,在脱硫塔3下部的氧化池得到石膏浆液;

[0058] (3) 将石膏浆液经浆液泵12输送至石膏脱水机14中,得到脱硫产品固体石膏,离心母液经水排出口循环回流至脱硫塔3的脱硫段,经脱硫段回流至氧化池中;

[0059] (4) 通过浆液泵12将石膏浆液输送至澄清器4中,产生的固含量较高的浓浆液循环回流至脱硫塔3的氧化池中,产生的清液废水则进入废水槽5中,并通过废水输送管路9加压输送到浓缩结晶塔6中;

[0060] (5) 通过烟气引风机16抽取一部分高温烟气,经烟气输送管路8输送至浓缩结晶塔6中,在浓缩结晶塔6上部的浓缩段,借助高温烟气的高温显热将废水蒸发,使废水中的废盐结晶析出,并在结晶池中形成废盐浆液;

[0061] (6) 将结晶池中废盐浆液输送至废盐过滤器7中,分离出固体废盐,剩余母液经母液排出口循环回流至浓缩结晶塔6的结晶池中,实现废水零排放;

[0062] (7) 调节废水输送泵17的流量、烟气引风机16的流量,使增压风机2的上、下游的温度差控制在8-12℃的范围内。

[0063] 步骤(4)清液废水的固含量<5%。

[0064] 其余同实施例1。

[0065] 应用本实施例系统和方法,脱硫率高于95%,脱硫剂耗量约为8万t/年,年产氯离子含量小于100ppm的高质量石膏约11万吨,处理的脱硫高盐废水量为15吨/小时,产生氯化钙废盐约120kg/hr。

[0066] 实施例3:

[0067] 某电厂通过优化脱硫塔3的设计和操作条件,使脱硫废水量下降。与实施例1不同的是,本实施例通过调整烟气引风机16抽取的原烟气流量,使增压风机2上、下游的温度差控制在3-7℃的范围。

[0068] 上述的对实施例的描述是为便于该技术领域的普通技术人员能理解和使用发明。熟悉本领域技术的人员显然可以容易地对这些实施例做出各种修改,并把在此说明的一般原理应用到其他实施例中而不必经过创造性的劳动。因此,本发明不限于上述实施例,本领域技术人员根据本发明的揭示,不脱离本发明范畴所做出的改进和修改都应该在本发明的保护范围之内。

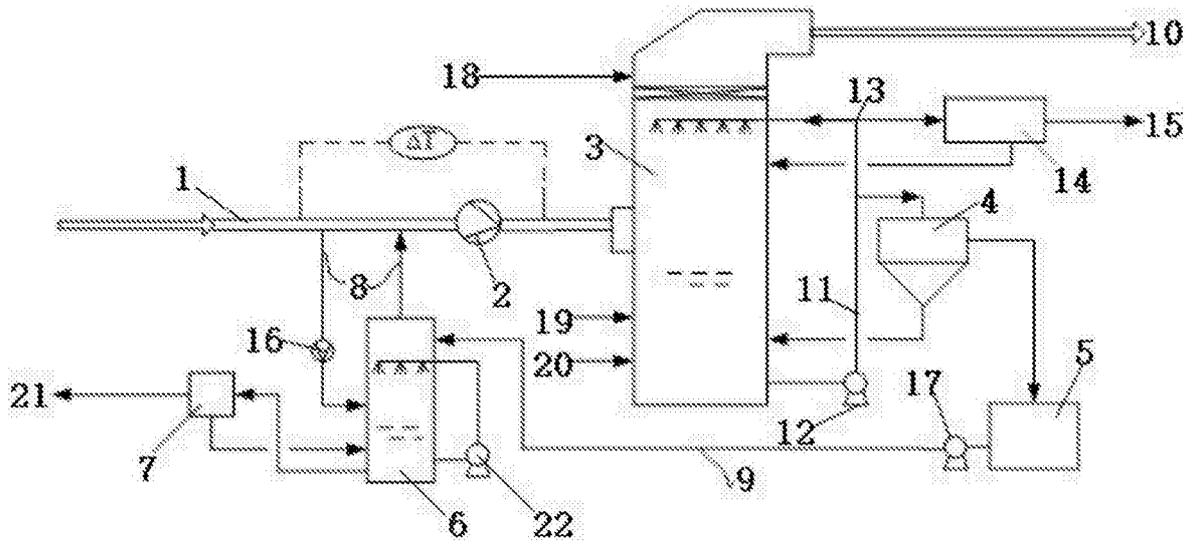


图1