



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107824022 B

(45) 授权公告日 2021.06.22

(21) 申请号 201711088970.1

B01D 53/50 (2006.01)

(22) 申请日 2017.11.08

B01D 53/64 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

B01D 53/78 (2006.01)

申请公布号 CN 107824022 A

B01D 47/02 (2006.01)

(43) 申请公布日 2018.03.23

C02F 9/04 (2006.01)

(73) 专利权人 许伟琦

F23J 15/06 (2006.01)

地址 236500 安徽省阜阳市界首市西城办

F23J 15/04 (2006.01)

事处建设街12号1单元12户

F23J 15/02 (2006.01)

(72) 发明人 许伟琦

F23G 7/06 (2006.01)

(74) 专利代理机构 北京华仲龙腾专利代理事务

F23L 7/00 (2006.01)

所(普通合伙) 11548

C02F 103/18 (2006.01)

代理人 李静

审查员 刘群

(51) Int.Cl.

B01D 53/56 (2006.01)

B01D 53/62 (2006.01)

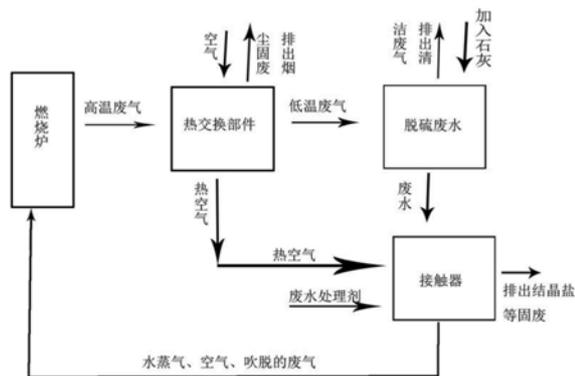
权利要求书2页 说明书24页 附图3页

(54) 发明名称

一种电力行业废水废气的处理方法和处理系统

(57) 摘要

本发明涉及污水、废气处理领域,具体涉及一种电力行业废水废气的处理方法和处理系统。本发明能够将废气废水的污染物以固体结晶盐的形式去除,将废水快速蒸发成水蒸气,完全无污染,废水实现零排放,废气经过三道处理,确保无废气泄露。通过蒸发助剂节约燃料,利用废气余热、提高煤粉燃烧效率和炉膛导热效率来提高燃烧的整体热效率。本发明采用的技术方案是: S1:先对燃烧产生的废气进行降温,得到降温后的废气和热空气; S2:降温后的废气通入石灰水中产生沉淀; S3:用步骤S1中产生的热空气对步骤S2中产生的废水进行吹脱,废水中加入蒸发助剂,吹脱产生的废气和水蒸气再次用于燃烧。本发明适用于各行业的燃煤炉,应用前景广阔。



1. 一种电力行业废水废气的处理方法,其特征在于包括如下步骤:

S1: 燃烧产生的废气首先经过热交换器和空气换热,高温废气突然冷却得到降温后的废气和热空气;

废气中的水蒸气、硫化物、硫氧化物、氯化物、氟化物、硝酸盐凝结聚集和粉煤灰反应聚集成固体,从废气中清除;

S2: 将步骤S1降温后的废气通入石灰水中,反应后产生沉淀和废水,沉淀除去电厂废气中残余的烟尘、重金属、 Mg^{2+} 、 F^- 、以及硫酸根;同时废气中的 CO_2 能够去除废水中的 Ca^{2+} ,调节 $CaSO_4$ 的含量,使其远小于其饱和浓度,使废水排放达标符合废水回用;废气中的 CO_2 和重金属离子生成更难溶的碳酸盐沉淀;利用粉煤灰中的 Al_2O_3 、 FeO 、 Fe_2O_3 、 CaO 产生氢氧化铝、硫酸铝、氢氧化铁、氢氧化亚铁的絮凝作用,粉煤灰中的 SiO_2 、 TiO_2 和反应生产的碳酸铅作为凝结核和增重剂,促使水中的悬浮物快速、完全沉淀;向废水中加入废水处理剂;

S3: 用步骤S1中产生的热空气对步骤S2中产生的废水进行吹脱,吹脱产生的废气和水蒸气再次用于燃烧;热空气带动水蒸气进入正在燃烧的炉膛;热空气加快亚硫酸钙生成硫酸钙,加速沉淀;

S4: 对步骤S3处理后的废水进行固液分离,分离后的废水回用于步骤S2;

所述的废水处理剂按重量分包括以下组分:二氧化钛30、二氧化硅40、硫酸亚铁17、硫酸铁10、丙酸钾20、丙酸钙15、肉桂酸钾10。

2. 一种电力行业废水废气的处理方法,其特征在于包括如下步骤:

S1: 燃烧产生的废气首先经过热交换器和空气换热,高温废气突然冷却得到降温后的废气和热空气;

废气中的水蒸气、硫化物、硫氧化物、氯化物、氟化物、硝酸盐凝结聚集和粉煤灰反应聚集成固体,从废气中清除;

S2: 将步骤S1降温后的废气通入石灰水中,反应后产生沉淀和废水,沉淀除去电厂废气中残余的烟尘、重金属、 Mg^{2+} 、 F^- 、以及硫酸根;同时废气中的 CO_2 能够去除废水中的 Ca^{2+} ,调节 $CaSO_4$ 的含量,使其远小于其饱和浓度,使废水排放达标符合废水回用;废气中的 CO_2 和重金属离子生成更难溶的碳酸盐沉淀;利用粉煤灰中的 Al_2O_3 、 FeO 、 Fe_2O_3 、 CaO 产生氢氧化铝、硫酸铝、氢氧化铁、氢氧化亚铁的絮凝作用,粉煤灰中的 SiO_2 、 TiO_2 和反应生产的碳酸铅作为凝结核和增重剂,促使水中的悬浮物快速、完全沉淀;吸收废气中的 NO_x ,对废气脱硝;向废水中加入废水处理剂;

S3: 用步骤S1中产生的热空气对步骤S2中产生的废水进行吹脱,吹脱产生的废气和水蒸气再次用于燃烧;热空气带动水蒸气进入正在燃烧的炉膛;热空气加快亚硫酸钙生成硫酸钙,加速沉淀;

S4: 对步骤S3处理后的废水进行固液分离,分离后的废水回用于步骤S2;

所述的废水处理剂按重量分包括以下组分:二氧化钛20~120、二氧化硅30~150、硫酸亚铁5~30、硫酸铁3~20、丙酸钾5~30、丙酸钙10~40。

3. 一种电力行业废水废气的处理方法,其特征在于包括如下步骤:

S1: 燃烧产生的废气首先经过热交换器和空气换热,高温废气突然冷却得到降温后的废气和热空气;

废气中的水蒸气、硫化物、硫氧化物、氯化物、氟化物、硝酸盐凝结聚集和粉煤灰反应

聚集成固体,从废气中清除;

S2:步骤S1降温后的废气通入石灰水中,反应后产生沉淀和废水,沉淀除去电厂废气中残余的烟尘、重金属、 Mg^{2+} 、 F^{-} 、以及硫酸根;同时废气中的 CO_2 能够去除废水中的 Ca^{2+} ,调节 $CaSO_4$ 的含量,使其远小于其饱和浓度,使废水排放达标符合废水回用;废气中的 CO_2 和重金属离子生成更难溶的碳酸盐沉淀;利用粉煤灰中的 Al_2O_3 、 FeO 、 Fe_2O_3 、 CaO 产生氢氧化铝、硫酸铝、氢氧化铁、氢氧化亚铁的絮凝作用,粉煤灰中的 SiO_2 、 TiO_2 和反应生产的碳酸铅作为凝结核和增重剂,促使水中的悬浮物快速、完全沉淀;向废水中加入废水处理剂;

S3:用步骤S1中产生的热空气对步骤S2中产生的废水进行吹脱,吹脱产生的废气和水蒸气再次用于燃烧;热空气带动更多的水蒸气进入正在燃烧的炉膛;热空气加快亚硫酸钙生成硫酸钙,加速沉淀;

S4:采用S3的方法持续吹脱至水分蒸发完,水蒸气全部回用于再次燃烧,水中的沉淀物干燥后去除;

所述的废水处理剂按重量分包括以下组分:二氧化钛20~80、二氧化硅20~100、硫酸亚铁5~20、硫酸铁3~20、丙酸钾5~30、丙酸钙5~35、肉桂酸钾5~25。

4.一种电力行业废水废气的处理方法,其特征在于包括如下步骤:

S1:燃烧产生的废气首先经过热交换器和空气换热,高温废气突然冷却得到降温后的废气和热空气;

废气中的水蒸气、硫化物、硫氧化物、氯化物、氟化物、硝酸盐凝结聚集和粉煤灰反应聚集成固体,从废气中清除;

S2:步骤S1降温后的废气通入石灰水中,反应后产生沉淀和废水,沉淀除去电厂废气中残余的烟尘、重金属、 Mg^{2+} 、 F^{-} 、以及硫酸根;同时废气中的 CO_2 能够去废水中的 Ca^{2+} ,调节 $CaSO_4$ 的含量,使其远小于其饱和浓度,使废水排放达标或者符合废水回用;废气中的 CO_2 和重金属离子生成更难溶的碳酸盐沉淀;利用粉煤灰中的 Al_2O_3 、 FeO 、 Fe_2O_3 、 CaO 产生氢氧化铝、硫酸铝、氢氧化铁、氢氧化亚铁的絮凝作用,粉煤灰中的 SiO_2 、 TiO_2 和反应生产的碳酸铅作为凝结核和增重剂,促使水中的悬浮物快速、完全沉淀;吸收废气中的 NO_x ,对废气脱硝;向废水中加入废水处理剂;

S3:用步骤S1中产生的热空气对步骤S2中产生的废水进行吹脱,吹脱产生的废气和水蒸气再次用于燃烧;热空气带动更多的水蒸气进入正在燃烧的炉膛;热空气加快亚硫酸钙生成硫酸钙,加速沉淀;

S4:采用S3的方法持续吹脱至水分蒸发完,水蒸气全部回用于再次燃烧,水中的沉淀物干燥后去除;

所述的废水处理剂按重量分包括以下组分:二氧化钛50、二氧化硅100、硫酸亚铁15、硫酸铁16、丙酸钾12、丙酸钙25、肉桂酸钾14。

一种电力行业废水废气的处理方法和处理系统

技术领域

[0001] 本发明涉及污水、废气的联合处理领域,具体涉及一种电力行业废水废气的处理方法和处理系统。

背景技术

[0002] 电力行业的废水废气主要集中在燃煤电厂。目前,全国各火力发电厂均投入烟气脱硫系统,通过烟气脱硫技术控制硫氧化物的排放,然而由于脱硫工艺采用的是湿法脱硫,产生出大量的废水,这些废水含有的杂质主要包括悬浮物、过饱和的亚硫酸盐、硫酸盐以及重金属,其中很多是国家环保标准中要求严格控制的第一类污染物。因此必须对废水进行处理,以达到合格的排放标准。湿法脱硫,特点是脱硫系统位于烟道的末端、除尘器之后,硫化物、硫氧化物对管道产生腐蚀;脱硫过程的反应温度低于露点,所以脱硫后的烟气需要再加热才能排出,湿法烟气脱硫存在废水处理问题,初投资大,运行费用也较高。

[0003] 煤燃烧后的烟气中含大量的有害气体和固体,有害气体主要污染物有氮氧化物、二氧化硫、二氧化碳、烟尘、Hg和CO等;固体废物主要是粉煤灰,粉煤灰的主要成分为:SiO₂、Al₂O₃、FeO、Fe₂O₃、CaO、TiO₂等。随着电力、石油工业的发展,有害气体和粉煤灰排放量逐年增加,成为我国当前排量较大的工业废气和废渣。为了消除污染物,使企业的排放达标,目前通常对排放物采用除尘、脱硫、脱硝等多道工艺加以治理,工艺复杂,处理效率低下、成本高。这些工艺虽然对于其中重金属、SS(悬浮微粒)、F⁻、COD(Chemical Oxygen Demand)、硫化物等排放标准中所列的污染物能有效去除,但对于Ca²⁺、Cl⁻、Na⁺、SO₄²⁻等排放标准中不做要求的溶解性物质则无法去除。随着国家对环保要求的逐步提高,已开始要求部分新建燃煤电厂达到废水“零排放”。如此一来,含高浓度SO_x⁻、NO₃⁻、Cl⁻和大量溶解性固体的废水废气的深度处理就是摆在电厂面前的紧迫问题。

[0004] 目前对燃烧废气的处理工艺会产生废水。燃煤电厂烟气湿法脱硫(石灰石/石膏法)过程产生的废水来源于脱硫吸收塔排放废水。为了维持脱硫装置浆液循环系统物质的平衡,防止烟气中可溶部分即氯浓度超过规定值和保证石膏质量,必须从系统中排放一定量的废水,废水主要来自石膏脱硫废水和清洗系统。现有的工艺可以有效地降低脱硫废水中的悬浮物、有机物、氟、微量重金属的含量,但处理过的废水中Ca²⁺、Mg²⁺、Cl⁻、SO₄²⁻等的含量仍然较高,并没有去除脱硫废水中Ca²⁺、Mg²⁺、Cl⁻、SO₄²⁻等溶解性盐类的有效方法,长期排放会对环境造成不利影响,同时也不利于处理后脱硫废水的重新利用。随着国家对环保要求的逐步提高,脱硫废水的深度处理成为必须解决的问题。在一些其他的含有溶解性盐的废水中,也会存在相同的问题。目前的处理工艺即不能根除废水也不能根除废气。

[0005] 现有技术处理废水烟气功能单一,例如公开号为CN103787541火电厂湿法脱硫废水回收利用方法及其装置,仅能处理废水,而且回用废水要制备成纯净的水蒸气,且湿法脱硫工艺中产生的石膏质量不高,因为为锅炉烟气中的氯离子仍然会影响石膏质量。也不涉及锅炉烟气和锅炉结焦的治理,功能太单一,设备复杂,投入成本高。目前处理烟气废水的工艺多采用一次处理,有残余,有安全隐患。采用多次处理的工艺则多消耗能耗和人力物

力。目前废水处理工艺多设置调节池,调节池的作用是调节水量,消灭高峰负荷,并可以调节水质,使其处理效果不会因水质突然变化而受到干扰。而本发明不用设置调节池,处理效果稳定,不会因水质突然变化而受到干扰。本领域公知常识将高温燃烧烟气经过换热器进行换热降温之后再进入吸收塔,但为了避免烟气换热器和管道的腐蚀,要对换热器、管道内部进行特殊处理,例如喷内衬鳞片树脂、涂搪瓷以及部件采用镍基合金等方案。这些方案会影响换热器的热交换效率,并且需要投入专用设备,投入成本高,不利于实际生产。

发明内容

[0006] 为了解决上述不足,本发明要解决的技术问题是提供一种将废气废水中溶解性固体以固体结晶盐的形式去除的方法,具有废水蒸发速度快,减少能耗,利用废气余热、提高煤粉燃烧效率和炉膛导热效率来提高燃烧的整体热效率。

[0007] 本发明要解决的另一技术问题在于,提供一种电力行业废水废气处理系统,实施上述废气废水处理方法,不用设置调节池,处理效果稳定,不会因水质突然变化而受到干扰。

[0008] 本发明要解决的另一技术问题在于,提供一种火电厂废水处理剂,提高水蒸气的蒸发速率,避免结硬垢结硬块。

[0009] 为了实现本发明的发明目的,本发明采用如下的技术方案:

[0010] 一种电力行业废水废气的处理方法,包括如下步骤:

[0011] S1:燃烧产生的废气首先经过热交换部件和空气换热,得到降温后的废气和热空气;

[0012] S2:将步骤S1降温后的废气通入石灰水中,反应后产生沉淀和废水,向废水中加入废水处理剂;

[0013] S3:用步骤S1中产生的热空气对步骤S2中产生的废水进行吹脱,吹脱产生的废气和水蒸气再次用于燃烧;

[0014] S4:对步骤S3处理后的废水进行固液分离,分离后的废水回用于步骤S2。

[0015] 步骤S2的另一种方案是在密闭的环境下将废气通入石灰水,收集石灰水处理后的废气和步骤S3中的废气一起通入燃烧室,再次燃烧。因为废气中的粉尘、CO₂、SO₂等大部分气体被吸收,只有少量的有害气体难以被溶液处理,这些有害气体进入燃烧室被C、H₂、CO还原处理,有害物在还原气氛下被分解,实现无害处理。(该流程见图4)

[0016] 步骤S3是在密闭的环境下用热空气对废水进行吹脱,并收集吹脱废气回用于燃烧。

[0017] 步骤S4也可以为(为了便于区分,该特征记录为S4-1):采用S3的方法持续吹脱至水分蒸发完(水蒸气全部回用于再次燃烧),水中的沉淀物干燥后去除。

[0018] 采用S4-1工艺的整体方案为:一种电力行业废水废气的处理方法,包括如下步骤:

[0019] S1:燃烧产生的废气首先经过热交换部件和空气换热,得到降温后的废气和热空气;

[0020] S2:将步骤S1降温后的废气通入石灰水中,反应后产生沉淀和废水,向废水中加入废水处理剂;

[0021] S3:用步骤S1中产生的热空气对步骤S2中产生的废水进行吹脱,吹脱产生的废气

和水蒸气再次用于燃烧；

[0022] S4-1:持续吹脱至水分蒸发完(水蒸气全部回用于再次燃烧),水中的沉淀物干燥后去除。

[0023] 步骤S2的另一种方案是在密闭的环境下将废气通入石灰水,收集石灰水处理后的废气和步骤S3中的废气一起通入燃烧室,再次燃烧。因为废气中的粉尘、CO₂、SO₂等大部分气体被吸收,只有少量的有害气体难以被溶液处理,这些有害气体进入燃烧室被C、H₂、CO还原处理,有害物在还原气氛下被分解,实现无害处理。(该流程见图4)

[0024] 步骤S3是在密闭的环境下用热空气对废水进行吹脱,并收集吹脱废气回用于燃烧。

[0025] 该石膏特别适用于水泥工业,可以缩短水泥硬化时间、提高水泥硬度、减少气孔,提高水泥表面光洁度。

[0026] 步骤S4产生的废水可以直接排放或废水回用。废水回用时,加入石灰用于步骤S2处理S1降温后的废气。S3产生的废气再次用于燃烧。因此本技术方案不产生废水废气污染。

[0027] 采用S4-1的技术方案,不产生废水,因此废水排放为零,所以可以根除废水污染,且该工艺完全利用废气余热,不单独消耗能耗和热量。硫酸钙干燥时,表层有絮凝剂覆盖,不易被吹散。水中的溶解的各种盐均以结晶盐的形式去除。

[0028] 煤中氯多以碱金属氯化物(主要是氯化钠)的形式存在,含量一般为0.01%~0.2%,高的可达1%。少部分的氯以有机氯化物的形式存在,在煤高温燃烧时,大部分转化成无机氯化物。氯化物对炉膛和烟气管道有强烈腐蚀。

[0029] 步骤S1对高温废气首先突然冷却,废气中的水蒸气、硫化物、硫氧化物、氯化物、氟化物、硝酸盐等凝结聚集和粉煤灰反应聚集成固体,从废气中清除;特别是和粉煤灰一起混合凝结,凝结体酥脆易整片剥离,便于收集。先去除硫化物、硫氧化物、氯化物、氟化物、硝酸盐等,提高湿法脱硫(石灰石/石膏法)时的石膏质量。

[0030] 步骤S2的作用是:反应后,沉淀除去电厂废气中残余的烟尘、重金属、Mg²⁺、F⁻、以及硫酸根;同时废气中的CO₂可以去除溶液(废水)中的Ca²⁺,调节CaSO₄的含量,使其远小于其饱和浓度,使废水排放达标或者符合废水回用;废气中的CO₂和重金属离子生成更难溶的碳酸盐,比如碳酸铅、碳酸镁等,更容易全部去除(该反应强化了步骤S2对重金属、Mg²⁺的去除,两次去除);利用粉煤灰中的Al₂O₃、FeO、Fe₂O₃、CaO产生氢氧化铝、硫酸铝、氢氧化铁、氢氧化亚铁的絮凝作用,粉煤灰中的SiO₂、TiO₂和反应生产的碳酸铅等作为凝结核和增重剂,促使水中的悬浮物快速、完全沉淀。吸收废气中的NO_x,对废气脱硝。

[0031] 步骤S3的作用是:热空气将氨氮以氨气的形式吹出;并且热空气可以带动更多的水蒸气进入炉膛产生水煤气,提高燃烧的热效率;热空气加快亚硫酸钙生成硫酸钙,加速沉淀。

[0032] 步骤S4中的固液分离可以采用静置澄清、离心分离、过滤、压滤等常规手段。因为步骤S2提供了絮凝剂、凝结核和增重剂,因此固液分离速度快,工作效率高。

[0033] 所述的废水处理剂包括:二氧化钛、二氧化硅、硫酸亚铁、硫酸铁、丙酸钾、丙酸钙、肉桂酸钾中的一种或多种。加入量为每吨水加入200—5000g。

[0034] 所述的废水处理剂的一种优化配比为,按重量份:二氧化钛20~120、二氧化硅50~220。

[0035] 所述的废水处理剂的一种优化配比为,按重量份:二氧化钛20~80、二氧化硅20~100、丙酸钾5~25。针对重金属含量高的废水适用。

[0036] 所述的废水处理剂的一种优化配比为,按重量份:二氧化钛20~70、二氧化硅20~90、丙酸钙5~35。

[0037] 所述的废水处理剂的一种优化配比为,按重量份:二氧化钛20~110、二氧化硅40~100、硫酸铁3~20、丙酸钾5~30。

[0038] 所述的废水处理剂的一种优化配比为,按重量份:二氧化钛20~60、二氧化硅20~60、硫酸亚铁5~25、硫酸铁5~20、丙酸钙10~40。针对COD高的废水适用。

[0039] 所述的废水处理剂的一种优化配比为,按重量份:二氧化钛20~120、二氧化硅30~150、硫酸亚铁5~30、硫酸铁3~20、丙酸钾5~30、丙酸钙10~40。

[0040] 所述的废水处理剂的一种优化配比为,按重量份:二氧化钛30~150、二氧化硅30~140、硫酸亚铁10~30、硫酸铁5~25、丙酸钾10~40、肉桂酸钾5~35。针对磷含量高的废水适用。

[0041] 所述的废水处理剂的一种优化配比为,按重量份:二氧化硅50~200、硫酸亚铁5~30、硫酸铁5~20、丙酸钾5~35、丙酸钙5~35、肉桂酸钾7~35。针对难降解有机物含量高的废水适用。

[0042] 所述的废水处理剂的一种优化配比为,按重量份:硫酸亚铁5~20、硫酸铁3~20、丙酸钾5~30、丙酸钙5~35、肉桂酸钾5~25。

[0043] 所述的废水处理剂的一种优化配比为,按重量份:硫酸铁10~40、丙酸钾5~40、丙酸钙8~50、肉桂酸钾5~25。针对盐碱含量高的废水适用。

[0044] 所述的废水处理剂的一种优化配比为,按重量份:丙酸钾15~40、丙酸钙10~50、肉桂酸钾7~30。

[0045] 所述的废水处理剂的一种优化配比为,按重量份:二氧化钛20~80、二氧化硅20~100、硫酸亚铁5~20、硫酸铁3~20、丙酸钾5~30、丙酸钙5~35、肉桂酸钾5~25。

[0046] 所述的废水处理剂可以加速水分蒸发,通过降低水-水相互作用降低需要用于蒸发水分子的能量。可以应用于各种需要蒸发水分子的领域,比如石化炼油废水的蒸发处理、金属冶炼的废水蒸发处理、火电厂脱硫废水的蒸发处理、火电厂脱硝废水的蒸发处理、农药厂废水的蒸发处理、印染厂废水的蒸发处理、电镀厂废水的蒸发处理、油气田含硫废水处理等。

[0047] 本发明的另一目的是提供一种电力行业废水废气的处理系统,包括废气冷凝系统、热空气吹脱系统、废气回用系统;

[0048] 废气冷凝系统接到燃烧室排气口,利用空气通过热交换部件对高温废气冷凝;冷凝后的废气进入石灰水产生沉淀和废水,废水和沉淀待热空气吹脱工艺处理;换热后的空气进入热空气吹脱系统;

[0049] 热空气吹脱系统接到废气冷凝系统的热空气出口,利用热空气对添加了废水处理剂的废水吹脱;吹脱后产生的吹脱废气、水蒸气和用于吹脱后的空气进入废气回用系统;热空气吹脱系统中添加废水处理剂到废水中;

[0050] 废气回用系统:将产生的吹脱废气、水蒸气和用于吹脱后的空气通入燃烧炉中再次燃烧,燃烧产生的废气进入废气冷凝系统。

[0051] 本发明所述的废气冷凝系统包括：热交换部件、石灰水；热空气吹脱系统包括：热空气管道、接触器；废气回用系统包括：接触器排气管道（传输水蒸气、空气、吹脱废气）、燃烧炉。

[0052] 本发明所述的废气冷凝系统另一种实施方案中：废气冷凝系统接到燃烧室排气口，利用空气通过热交换部件对高温废气冷凝；冷凝后的废气进入石灰水产生沉淀和废水，经过石灰水处理的废气回用于燃烧；废水和沉淀待热空气吹脱工艺处理；换热后的空气进入热空气吹脱系统；

[0053] 余下的工艺、设备和系统与上面的相同。

[0054] 本发明所述的电厂、石化炼油厂废水废气处理系统还包括：所述废气冷凝系统的热交换部件设置与燃烧室相连的热废气进口，设置与石灰石水相连通的冷废气出口，热交换部件设置出料口（用于排除水蒸气、硫化物、硫氧化物、氯化物、氟化物、硝酸盐等和粉煤灰聚集成成的固体），设置冷空气进口，设置与热空气吹脱系统进气口相连接的热空气出口；所述热空气吹脱系统的接触器设置与所述废气冷凝系统热空气出口相连接的热空气进气口，设置将吹脱废气、水蒸气和用于吹脱后的空气导入废气回用系统的出气口，设置用于排出盐类结晶、石膏等固体的出料口（该出料口也可以用于加入废水处理剂），设置加入废水处理剂的加料口（也可以不设置加料口，从出料口加入废水处理剂）；所述废气回用系统还包括连接接触器出气口和燃烧室的管道，将废气导入燃烧室中。

[0055] 所述的热空气吹脱系统，空气和废水在接触器中直接接触，可以吹脱至水分完全蒸发。

[0056] 所述的热空气吹脱系统的接触器，在关闭出料口和加料口后实现密封，和热空气进气管道、出气管道形成密闭不漏气的环境。

[0057] 所述废气回用系统可以接入增压装置、药剂施加装置等。废气冷凝系统和热空气吹脱系统可以同时多个容器中的石灰水进行处理，也可以对一个容器中的石灰水分阶段处理。

[0058] 本发明还提供一种利用电厂废气处理废水的方法，包括如下步骤：

[0059] S1：燃烧产生的废气首先经过热交换部件和空气换热，得到降温后的废气和热空气；

[0060] S2：在废水中加入石灰，反应后，产生沉淀；

[0061] S3：将经过步骤S1处理过的废气通入步骤S2处理过的废水中，产生新的沉淀，废气用于再次燃烧；

[0062] S4：步骤S3中产生的废水加入废水处理剂，用步骤S1中产生的热空气对步骤S3中产生的废水进行吹脱，产生新的沉淀，吹脱产生的废气和水蒸气再次用于燃烧，持续吹脱至水分蒸发完（水蒸气全部回用于再次燃烧），水中的沉淀物干燥后去除。

[0063] 步骤S4是在密闭的环境下用热空气对废水进行吹脱，并收集吹脱废气回用于燃烧。

[0064] 步骤S4不产生废水，因此废水排放为零，所以可以根除废水污染，且该工艺完全利用废气余热，不单独消耗能耗和热量。硫酸钙干燥时，表层有絮凝剂覆盖，不易被吹散。

[0065] 步骤S1对高温废气首先突然冷却，废气中的水蒸气、硫化物、硫氧化物、氯化物、氟化物、硝酸盐等凝结聚集和粉煤灰反应聚集成固体，从废气中清除；特别是和粉煤灰一起

混合凝结,凝结体酥脆易整片剥离,便于收集。先去除硫化物、硫氧化物、氯化物、氟化物、硝酸盐等,提高湿法脱硫(石灰石/石膏法)时的石膏质量。

[0066] 步骤S2的作用是:反应后,沉淀除去电厂废水中的大部分重金属、 Mg^{2+} 、 F^- 、以及硫酸根。

[0067] 步骤S3的作用是:沉淀除去电厂废气中残余的烟尘;利用废气中的 CO_2 可以去除溶液(废水)中的 Ca^{2+} ,调节 $CaSO_4$ 的含量,使其远小于其饱和浓度,使废水排放达标或者符合废水回用;废气中的 CO_2 和重金属离子生成更难溶的碳酸盐,比如碳酸铅、碳酸镁等,更容易全部去除(该反应强化了步骤S2对重金属、 Mg^{2+} 的去除,两次去除);利用粉煤灰中的 Al_2O_3 、 FeO 、 Fe_2O_3 、 CaO 产生氢氧化铝、硫酸铝、氢氧化铁、氢氧化亚铁的絮凝作用,粉煤灰中的 SiO_2 、 TiO_2 和反应生产的碳酸铅等作为凝结核和增重剂,促使水中的悬浮物快速、完全沉淀。吸收废气中的 NO_x ,对废气脱硝。S3中的废气通入燃烧室再次燃烧的作用是因为废气中的粉尘、 CO_2 、 SO_2 等大部分气体被溶液吸收,只有少量的有害气体难以被溶液处理,这些有害气体进入燃烧室被C、 H_2 、CO还原处理,有害物在还原气氛下被分解,实现无害处理。(该流程见图5、图6)

[0068] 步骤S4的作用是:热空气将氨氮以氨气的形式吹出;并且热空气可以带动更多的水蒸气进入炉膛产生水煤气,提高燃烧的热效率;热空气加快亚硫酸钙生成硫酸钙,加速沉淀;热空气用来干燥硫酸钙。水中的溶解的各种盐均以结晶盐的形式去除。

[0069] 本发明还提供一种利用电厂废气处理脱硫废水的系统,包括废气冷凝系统、热空气吹脱系统,废气回用系统;

[0070] 脱硫废水中加入石灰,待处理;

[0071] 废气冷凝系统接到燃烧炉排气口,利用空气通过热交换部件对高温废气冷凝,冷凝后的废气通入已经加入石灰的脱硫废水,产生沉淀,废水待热空气吹脱工艺处理;换热后的空气进入热空气吹脱系统;

[0072] 热空气吹脱系统接到废气冷凝系统的热空气出口,添加废水处理剂到废水中,利用热空气对废水吹脱;吹脱后产生的吹脱废气和水蒸气进入废气回用系统;

[0073] 废气回用系统接到热空气吹脱系统的废气出口,把吹脱废气和水蒸气通入燃烧炉中再次燃烧,持续吹脱至水分蒸发完,燃烧产生的废气进入废气冷凝系统。

[0074] 本发明所述的废气冷凝系统包括:热交换部件、石灰水;热空气吹脱系统包括:热空气管道、接触器;废气回用系统包括:接触器排气管道(水蒸气、空气、吹脱废气)、燃烧炉。

[0075] 本发明所述的利用电厂废气处理脱硫废水的系统还包括:所述废气冷凝系统的热交换部件设置与燃烧室相连的热废气进口,设置与石灰石水相连通的冷废气出口,热交换部件设置出料口(用于排除水蒸气、硫化物、硫氧化物、氯化物、氟化物、硝酸盐等和粉煤灰聚集成固体),设置冷空气进口,设置与热空气吹脱系统进气口相连接的热空气出口;所述热空气吹脱系统的接触器设置与所述废气冷凝系统热空气出口相连接的热空气进气口,设置将吹脱废气、水蒸气和用于吹脱后的空气导入废气回用系统的出气口,设置用于排出盐类结晶、石膏等固体的出料口(该出料口也可以用于加入废水处理剂),设置加入废水处理剂的加料口(也可以不设置加料口,从出料口加入废水处理剂);所述废气回用系统还包括连接接触器出气口和燃烧室的管道,将废气导入燃烧室中。

[0076] 所述的废气冷凝系统接到燃烧炉排气口,利用空气通过热交换部件对高温废气冷

凝,冷凝后的废气通入已经加入石灰的脱硫废水,产生沉淀,处理后的废气回用于燃烧;废水待热空气吹脱工艺处理;换热后的空气进入热空气吹脱系统。

[0077] 所述的热空气吹脱系统,空气和废水在接触器中直接接触,可以吹脱至水分完全蒸发。

[0078] 所述的热空气吹脱系统的接触器,在关闭出料口和加料口后实现密封,和热空气进气管道、出气管道形成密闭不漏气的环境。

[0079] 所述废气回用系统可以接入增压装置、药剂施加装置等。

[0080] 在上述处理系统中,废水也可以直接加入接触器中进行吹脱。因为废水在密闭环境中吹脱至完全蒸发,吹脱产物和水蒸气回用于燃烧,无异味、无污染;废水中的溶解物以固体的形式去除。

[0081] 本申请提供的处理方法和系统可以实现废水零排放,废气经过三道工艺处理,完全消除臭味,几乎零排放。吹脱工艺产生的废气和热空气用于再次燃烧,热量利用率高、净化率高。热空气吹脱带动水蒸气进入燃烧室,和燃煤反应产生水煤气,水煤气用于燃烧,提高热效率,节约能耗;水蒸气遇到炉壁、炉排上炽热的燃煤结焦,瞬间降温使结焦破裂崩解,水蒸气分解成 H_2 和 CO 在结焦表层细微爆燃爆炸,产生细小的爆炸冲击,使结焦脱落、破碎成粉末随废气排出,防治、根治炉膛结焦;炉膛不结焦,燃料利用率更高。热空气吹脱工艺中,吹脱效率高,净化率高,水以水蒸气的形式进入燃烧室,和煤粉发生水煤气反应,煤粉连续破碎成极细小微粒,燃烧效率更高。废气回用工艺产生的 H_2 在煤和结焦表面细微爆燃爆炸,在微观环境中,局部温度、压力骤变,骤然集中释放大量能量,破坏 NO_x 的分子键, NO_x 变得极不稳定,部分 NO_x 和金属阳离子形成硝酸盐、亚硝酸盐,部分 NO_x 和氢转化成氮气和 NH_x ,释放出氧自由基与羟自由基与 C 、 CO 反应生成 CO_2 ,消除 NO_x ,抑制氮氧化物的产生,同时还原性气体的参与极大的抑制氮氧化物的合成,从根源避免 NO_x 污染,防止对设备腐蚀;然后废气经过步骤S1骤冷脱硝,再经过石灰水脱硝,经过三步处理,根治 NO_x 污染。热空气可以对废水进行高温消毒、杀灭细菌、病毒。把水蒸气吹入燃烧室,可以第二次高温彻底杀灭细菌病毒。

[0082] 废气处理工艺步骤中,首先对废气骤然降温,水蒸气、刺鼻气体、 NO_x 、氯化物和盐类等污染物得到冷凝,被吸附到粉煤灰中去除,避免产生臭味和腐蚀;然后废气通入石灰水或废水中再次吸收,避免未吸附完的污染物和臭味外泄;再用热空气对废水进行吹脱,吹脱后的废气回用于燃烧,彻底消除废气和臭味。因此,本工艺具有三次消除废气和臭味的环节,并且把污染物循环燃烧尽,根治废气和臭味污染环境,具有极高的安全性。首先去除水蒸气、刺激性气体、 NO_x 、氯化物和盐类,防止对管道的腐蚀和提高石膏质量。吹脱工艺末期 $CaSO_4$ 开始聚集,废气带入少量的粉煤灰防止 $CaSO_4$ 结垢,特别是防止钙离子结成硬垢,便于清除。

[0083] 有关研究表明氯在煤的裂解和燃烧过程中是以氯化氢的形式从煤中析出的,吹脱废气回用工艺带动水蒸气和煤灰中的 CaO 防止氯化物对管道及炭化室壁的腐蚀,水煤气中的 CO 抑制氯化氢的析出和产生,氯离子以氯化钙的形式去除,减少因腐蚀造成的工业损耗。热空气吹脱废水工艺,吹出的氨气抑制氯化氢的形成,减少腐蚀。热空气吹脱工艺把废水完全蒸发回用于燃烧,废水废气中的 Ca^{2+} 、 Cl^- 、 K^+ 、 Na^+ 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 等都留在干燥的沉淀物中,得以完全去除,因此本申请对污染物中的各种盐类、碱类、重金属离子等可溶物的去除率达到百分之百。对废水的去除率达到百分之百,不产生废水。

[0084] 丙酸钙—水分子、SiO₂—水分子、TiO₂--水分子的结构比水分子--水分子的结构更容易让水分子脱离,即便在溶液内部也可以被通入内部的热空气直接吹脱,随气泡排出;SiO₂、TiO₂粉末微粒成几何倍扩大了蒸发面积,使其接触的水分子易脱离,提高蒸发速率。液体蒸发要吸热,就液体本身来说,液体表面的温度因为蒸发吸热会低于液体被加热部位的温度。丙酸钾、SiO₂、TiO₂分子吸收热量后在溶液内快速运动、振动和水分子产生碰撞,丙酸钾分子在溶液中形成立体网状,而SiO₂、TiO₂微粒粘附填充在网格中, SiO₂、TiO₂微粒振动时通过网格扩大振动专递范围和效率,因此丙酸钾溶液有利于传递SiO₂、TiO₂分子势能,及时将热量快速传递到液体表面避免表面因为蒸发而降温过快,减少蒸发表面和液体受热部位的温差,维持液体表面温度则能保证液体表面水分子的动能,加快水分蒸发;丙酸钾网络吸附水中的臭味离子,防治扩散到空气中产生臭味;二氧化钛、丙酸钙碰撞脱离出去的水分子动能大,不易被空气中的分子碰撞反弹回液体,加速水分蒸发。以将液体喷洒到热空气中的方式蒸发液体时,相对于液滴,因丙酸钙、肉桂酸钾可以加速汽化和丙酸钙-水分子、TiO₂-水分子的结构易分离,汽化从液滴内外同时进行,以TiO₂、肉桂酸钾、丙酸钙分子为核心爆裂成更小的液滴、液滴的数量成几何倍数递增直至完全蒸发,因此在生产中可以提高液滴的体积,即提高喷洒量和喷洒速度,从而提高生产效率;减小雾化率,从而减少设备投入。

[0085] 丙酸钾、丙酸钙、肉桂酸钾通过降低水-水相互作用降低需要用于蒸发水分子的能量,加快蒸发速率。蒸发末期,水分快要蒸发完,固体多于液体,此时极易结垢结块,固体颗粒极易被吹散吹出,造成粉尘污染。丙酸钙、肉桂酸钾可以减少蒸发后结垢结块,避免结成硬垢硬块,各种盐的结晶容易剥离去除。废水处理剂在蒸发过程中,丙酸钙先析出部分,在固体表面形成一透水隔离层,避免固体粉末被吹散。因此,本发明提供的废水处理剂可以降低蒸发水分需要消耗的能量,节约能耗,提高蒸发速率,避免粉尘污染。

[0086] 本发明提供的处理方法适合于各行业的燃煤炉,本发明提供的废水处理剂适合于各行业的水分蒸发,应用前景广阔。

[0087] 本发明的有益效果:

[0088] 1、通过抑制氯化氢和NO_x产生,减少盐、碱、氧化物等污染物的传输距离,限制了结垢和腐蚀。

[0089] 2、废水蒸发速度快,提高蒸发速率,降低需要用于蒸发水分子的能量,减少能耗。废水完全回用燃烧,完全不产生废水污染,零排放。

[0090] 3、废气经过三道处理工艺,安全系数高,防止废气泄露或处理不完全,完全处理废气,无臭味污染。

[0091] 4、节约能源,燃料综合利用率高:利用废气热量加热空气,热空气吹脱工艺,蒸发废气和水蒸气,不需要新能耗。消除结焦、利用水煤气、废热回用,热效率高,节约燃料。

[0092] 5、不用设置调节池,投入少、工艺简单,运行可靠性和稳定性强;

附图说明

[0093] 下面将结合附图及实施例对本发明作进一步说明,附图中:

[0094] 图1是本发明一种电力行业废水废气的处理方法流程示意图;

[0095] 图2是本发明一种利用电厂废气处理废水处理方法的流程示意图;

- [0096] 图3是本发明一种利用电厂废气处理废水处理方法的另一种流程示意图；
- [0097] 图4是本发明一种电力行业废水废气的处理方法流程示意图(步骤S2的废气回用于燃烧)；
- [0098] 图5是本发明一种利用电厂废气处理废水处理方法的流程示意图(步骤S2的废气回用于燃烧)；
- [0099] 图6是本发明一种利用电厂废气处理废水处理方法的另一种流程示意图(步骤S2的废气回用于燃烧)；

具体实施方式

[0100] 为了使本发明实现的技术手段、创作特征、达成目的与功效易于明白了解，下面结合具体实施例，进一步阐述本发明。

[0101] 实施例1

[0102] 一种电力行业废水废气的处理方法，包括如下步骤：

[0103] S1：燃烧产生的废气首先经过热交换部件和空气换热，得到降温后的废气和热空气；

[0104] S2：将步骤S1降温后的废气通入石灰水中，反应后产生沉淀和废水，向废水中加入废水处理剂；

[0105] S3：用步骤S1中产生的热空气对步骤S2中产生的废水进行吹脱，吹脱产生的废气和水蒸气再次用于燃烧；

[0106] S4：对步骤S3处理后的废水进行固液分离，分离后的废水回用于步骤S2；

[0107] 所述的废水处理剂按重量份：丙酸钾15~40、丙酸钙10~50、肉桂酸钾7~30。

[0108] 具体试验中针对处理剂的蒸发效果做了比对试验，按照上述工艺方法，对300L废水处理，使用5吨的燃煤锅炉，鼓风机风量10000M³/h，引风机风量15000M³/h，和废水接触的热空气温度230℃，记录废水蒸发完(蒸发至固体含水率1%时)所需时间。试验1采用废水处理剂，试验2不采用废水处理剂，其他条件不变。当采用的如下配比的废水处理剂时，按重量份由以下组分组成：丙酸钾22、丙酸钙42、肉桂酸钾26。和不使用蒸发剂相比(其他条件不变)，蒸发工艺时间缩短了47%。

[0109] 实施例2

[0110] 一种电力行业废水废气的处理方法，包括如下步骤：

[0111] S1：燃烧产生的废气首先经过热交换部件和空气换热，得到降温后的废气和热空气；

[0112] 废气中的水蒸气、硫化物、硫氧化物、氯化物、氟化物、硝酸盐等凝结聚集和粉煤灰反应聚集成固体，从废气中清除；

[0113] S2：将步骤S1降温后的废气通入石灰水中，反应后产生沉淀和废水，沉淀除去电厂废气中残余的烟尘、重金属、Mg²⁺、F⁻、以及硫酸根；粉煤灰中的SiO₂、TiO₂和反应生产的碳酸铅等作为凝结核和增重剂，促使水中的悬浮物快速、完全沉淀，向废水中加入废水处理剂；

[0114] S3：用步骤S1中产生的热空气对步骤S2中产生的废水进行吹脱，吹脱产生的废气和水蒸气再次用于燃烧；热空气带动更多的水蒸气进入炉膛；热空气加快亚硫酸钙生成硫

酸钙,加速沉淀;

[0115] S4:对步骤S3处理后的废水进行固液分离,分离后的废水回用于步骤S2;

[0116] 所述的废水处理剂按重量份:硫酸亚铁5~20、硫酸铁3~20、丙酸钾5~30、丙酸钙5~35、肉桂酸钾5~25。

[0117] 具体试验中针对处理剂的蒸发效果做了比对试验,按照上述工艺方法,对300L废水处理,使用5吨的燃煤锅炉,鼓风机风量10000M³/h,引风机风量15000M³/h,和废水接触的热空气温度230℃,记录废水蒸发完(蒸发至固体含水率1%时)所需时间。试验1采用废水处理剂,试验2不采用废水处理剂,其他条件不变。当采用的如下配比的废水处理剂时,按重量份由以下组分组成:硫酸亚铁15、硫酸铁10、丙酸钾10、丙酸钙30、肉桂酸钾20。和不使用蒸发器相比(其他条件不变),蒸发工艺时间缩短了63%。

[0118] 实施例3

[0119] 一种电力行业废水废气的处理方法,包括如下步骤:

[0120] S1:燃烧产生的废气首先经过热交换部件和空气换热,得到降温后的废气和热空气;

[0121] 废气中的水蒸气、硫化物、硫氧化物、氯化物、氟化物、硝酸盐等凝结聚集和粉煤灰反应聚集成固体,从废气中清除;

[0122] S2:将步骤S1降温后的废气通入石灰水中,反应后产生沉淀和废水,沉淀除去电厂废气中残余的烟尘、重金属、Mg²⁺、F⁻、以及硫酸根;同时废气中的CO₂可以去除溶液(废水)中的Ca²⁺,调节CaSO₄的含量,使其远小于其饱和浓度,使废水排放达标或者符合废水回用;废气中的CO₂和重金属离子生成更难溶的碳酸盐沉淀,比如碳酸铅、碳酸镁等;利用粉煤灰中的Al₂O₃、FeO、Fe₂O₃、CaO产生氢氧化铝、硫酸铝、氢氧化铁、氢氧化亚铁的絮凝作用,粉煤灰中的SiO₂、TiO₂和反应生产的碳酸铅等作为凝结核和增重剂,促使水中的悬浮物快速、完全沉淀;向废水中加入废水处理剂;

[0123] S3:用步骤S1中产生的热空气对步骤S2中产生的废水进行吹脱,吹脱产生的废气和水蒸气再次用于燃烧;热空气带动更多的水蒸气进入炉膛;热空气加快亚硫酸钙生成硫酸钙,加速沉淀;

[0124] S4:对步骤S3处理后的废水进行固液分离,分离后的废水回用于步骤S2。

[0125] 所述的废水处理剂按重量份:二氧化钛30、二氧化硅40、硫酸亚铁17、硫酸铁10、丙酸钾20、丙酸钙15、肉桂酸钾10。

[0126] 实施例4

[0127] 一种电力行业废水废气的处理方法,包括如下步骤:

[0128] S1:燃烧产生的废气首先经过热交换部件和空气换热,得到降温后的废气和热空气;

[0129] 废气中的水蒸气、硫化物、硫氧化物、氯化物、氟化物、硝酸盐等凝结聚集和粉煤灰反应聚集成固体,从废气中清除;

[0130] S2:将步骤S1降温后的废气通入石灰水中,反应后产生沉淀和废水,沉淀除去电厂废气中残余的烟尘、重金属、Mg²⁺、F⁻、以及硫酸根;同时废气中的CO₂可以去除溶液(废水)中的Ca²⁺,调节CaSO₄的含量,使其远小于其饱和浓度,使废水排放达标或者符合废水回用;废气中的CO₂和重金属离子生成更难溶的碳酸盐沉淀,比如碳酸铅、碳酸镁等;利用粉煤灰

中的Al₂O₃、FeO、Fe₂O₃、CaO产生氢氧化铝、硫酸铝、氢氧化铁、氢氧化亚铁的絮凝作用,粉煤灰中的SiO₂、TiO₂和反应生产的碳酸铅等作为凝结核和增重剂,促使水中的悬浮物快速、完全沉淀;吸收废气中的NO_x,对废气脱硝;向废水中加入废水处理剂;

[0131] S3:用步骤S1中产生的热空气对步骤S2中产生的废水进行吹脱,吹脱产生的废气和水蒸气再次用于燃烧;热空气带动更多的水蒸气进入炉膛;热空气加快亚硫酸钙生成硫酸钙,加速沉淀;

[0132] S4:对步骤S3处理后的废水进行固液分离,分离后的废水回用于步骤S2。

[0133] 所述的废水处理剂按重量份:硫酸铁30、丙酸钾35、丙酸钙40、肉桂酸钾10。

[0134] 实施例5

[0135] 一种电力行业废水废气的处理系统,包括废气冷凝系统、热空气吹脱系统、废气回用系统;废气冷凝系统接到燃烧炉排气口,利用空气通过热交换部件对高温废气冷凝,废气中的水蒸气、硫化物、硫氧化物、氯化物、氟化物、硝酸盐等凝结聚集和粉煤灰反应聚集成固体,从废气中清除,固废从热交换部件的出料口排出;

[0136] 冷凝后的废气进入石灰水产生沉淀和废水,沉淀除去电厂废气中残余的烟尘、重金属、Mg²⁺、F⁻、以及硫酸根;同时废气中的CO₂去除溶液(废水)中的Ca²⁺,调节CaSO₄的含量,使其远小于其饱和浓度,使废水排放达标或者符合废水回用;废气中的CO₂和重金属离子生成更难溶的碳酸盐沉淀,比如碳酸铅、碳酸镁等;利用粉煤灰中的Al₂O₃、FeO、Fe₂O₃、CaO产生氢氧化铝、硫酸铝、氢氧化铁、氢氧化亚铁的絮凝作用,粉煤灰中的SiO₂、TiO₂和反应生产的碳酸铅等作为凝结核和增重剂,促使水中的悬浮物快速、完全沉淀;石灰水吸收废气中的NO_x,对废气脱硝;废水待热空气吹脱工艺处理,清洁的废气排放;换热后的空气进入热空气吹脱系统的接触器进气口;

[0137] 热空气吹脱系统的接触器进气口接到废气冷凝系统热交换部件的热空气出口,利用热空气对废水吹脱;废水中加入废水处理剂,关闭加料口,在密闭的环境下对废水吹脱;吹脱后产生的吹脱废气和水蒸气进入废气回用系统;热空气带动更多的水蒸气进入炉膛;热空气加快亚硫酸钙生成硫酸钙,加速沉淀;沉淀从接触器的出料口排出;

[0138] 废气回用系统接到热空气吹脱系统的接触器废气出口,把吹脱废气、空气和水蒸气通入燃烧炉中再次燃烧,燃烧产生的废气进入废气冷凝系统。

[0139] 所述的废水处理剂包括:二氧化钛、二氧化硅、硫酸亚铁、硫酸铁、丙酸钾、丙酸钙、肉桂酸钾中的一种或多种。加入量为每吨水加入400g。

[0140] 实施例6

[0141] 一种电力行业废水废气的处理系统,包括废气冷凝系统、热空气吹脱系统、废气回用系统;废气冷凝系统接到燃烧炉排气口,利用空气通过热交换部件对高温废气冷凝,废气中的水蒸气、硫化物、硫氧化物、氯化物、氟化物、硝酸盐等凝结聚集和粉煤灰反应聚集成固体,从废气中清除,固废从热交换部件的出料口排出;

[0142] 冷凝后的废气进入石灰水产生沉淀和废水,沉淀除去电厂废气中残余的烟尘、重金属、Mg²⁺、F⁻、以及硫酸根;同时废气中的CO₂去除溶液(废水)中的Ca²⁺,调节CaSO₄的含量,使其远小于其饱和浓度,使废水排放达标或者符合废水回用;废气中的CO₂和重金属离子生成更难溶的碳酸盐沉淀,比如碳酸铅、碳酸镁等;利用粉煤灰中的Al₂O₃、FeO、Fe₂O₃、CaO产生氢氧化铝、硫酸铝、氢氧化铁、氢氧化亚铁的絮凝作用,粉煤灰中的SiO₂、TiO₂和反

应生产的碳酸铅等作为凝结核和增重剂,促使水中的悬浮物快速、完全沉淀;石灰水吸收废气中的NO_x,对废气脱硝;废水待热空气吹脱工艺处理,清洁的废气排放;换热后的空气进入热空气吹脱系统的接触器进气口;

[0143] 热空气吹脱系统的接触器进气口接到废气冷凝系统热交换部件的热空气出口,利用热空气对废水吹脱;废水中加入废水处理剂,关闭加料口,在密闭的环境下对废水吹脱;吹脱后产生的吹脱废气和水蒸气进入废气回用系统;热空气带动更多的水蒸气进入炉膛;热空气加快亚硫酸钙生成硫酸钙,加速沉淀;持续吹脱至水分蒸发完,水中的沉淀彻底干燥,沉淀从接触器的出料口排出;

[0144] 废气回用系统接到热空气吹脱系统的接触器废气出口,把吹脱废气、空气和水蒸气通入燃烧炉中再次燃烧,燃烧产生的废气进入废气冷凝系统;。

[0145] 废气回用系统接到热空气吹脱系统的接触器废气出口,把吹脱废气、空气和水蒸气通入燃烧炉中再次燃烧,燃烧产生的废气进入废气冷凝系统。

[0146] 所述的废水处理剂按重量份由以下组分组成:丙酸钾20、丙酸钙25、肉桂酸钾17。

[0147] 实施例7

[0148] 一种电力行业废水废气的处理方法,包括如下步骤:

[0149] S1:燃烧产生的废气首先经过热交换部件和空气换热,得到降温后的废气和热空气;

[0150] S2:步骤S1降温后的废气通入石灰水中,反应后产生沉淀和废水,沉淀除去电厂废气中残余的烟尘、重金属、Mg²⁺、F⁻、以及硫酸根,向废水中加入废水处理剂;

[0151] S3:用步骤S1中产生的热空气对步骤S2中产生的废水进行吹脱,吹脱产生的废气和水蒸气再次用于燃烧;热空气带动更多的水蒸气进入炉膛;热空气加快亚硫酸钙生成硫酸钙,加速沉淀;

[0152] S4:采用S3的方法持续吹脱至水分蒸发完(水蒸气全部回用于再次燃烧),水中的沉淀物干燥后去除。

[0153] 所述的废水处理剂按重量份:硫酸铁10~40、丙酸钾5~40、丙酸钙8~50、肉桂酸钾5~25。

[0154] 具体试验中针对处理剂的蒸发效果做了比对试验,按照上述工艺方法,对300L废水处理,使用5吨的燃煤锅炉,鼓风机风量10000M³/h,引风机风量15000M³/h,和废水接触的热空气温度340℃,记录废水蒸发完(蒸发至固体含水率1%时)所需时间。试验1采用废水处理剂,试验2不采用废水处理剂,其他条件不变。当采用的如下配比的废水处理剂时,按重量份由以下组分组成:硫酸铁35、丙酸钾18、丙酸钙42、肉桂酸钾23。和不使用蒸发剂相比(其他条件不变),蒸发工艺时间缩短了64%。

[0155] 实施例8

[0156] 一种电力行业废水废气的处理方法,包括如下步骤:

[0157] S1:燃烧产生的废气首先经过热交换部件和空气换热,得到降温后的废气和热空气;

[0158] S2:步骤S1降温后的废气通入石灰水中,反应后产生沉淀和废水,沉淀除去电厂废气中残余的烟尘、重金属、Mg²⁺、F⁻、以及硫酸根,向废水中加入废水处理剂;

[0159] S3:用步骤S1中产生的热空气对步骤S2中产生的废水进行吹脱,吹脱产生的废气

和水蒸气再次用于燃烧;热空气带动更多的水蒸气进入炉膛;热空气加快亚硫酸钙生成硫酸钙,加速沉淀;

[0160] S4:采用S3的方法持续吹脱至水分蒸发完(水蒸气全部回用于再次燃烧),水中的沉淀物干燥后去除。

[0161] 所述的废水处理剂按重量份:丙酸钙。

[0162] 具体试验中针对处理剂的蒸发效果做了比对试验,按照上述工艺方法,对300L废水处理,使用5吨的燃煤锅炉,鼓风机风量10000M³/h,引风机风量15000M³/h,和废水接触的热空气温度180℃,记录废水蒸发完(蒸发至固体含水率1%时)所需时间。试验1采用废水处理剂,试验2不采用废水处理剂,其他条件不变,当采用的如下配比的废水处理剂时,按重量由以下组分组成:丙酸钙;加入量为每吨水加入600g。和不使用蒸发剂相比(其他条件不变),蒸发工艺时间缩短了11%。

[0163] 实施例9

[0164] 一种电力行业废水废气的处理方法,包括如下步骤:

[0165] S1:燃烧产生的废气首先经过热交换部件和空气换热,得到降温后的废气和热空气;

[0166] S2:步骤S1降温后的废气通入石灰水中,反应后产生沉淀和废水,沉淀除去电厂废气中残余的烟尘、重金属、Mg²⁺、F⁻、以及硫酸根,向废水中加入废水处理剂;

[0167] S3:用步骤S1中产生的热空气对步骤S2中产生的废水进行吹脱,吹脱产生的废气和水蒸气再次用于燃烧;热空气带动更多的水蒸气进入炉膛;热空气加快亚硫酸钙生成硫酸钙,加速沉淀;

[0168] S4:采用S3的方法持续吹脱至水分蒸发完(水蒸气全部回用于再次燃烧),水中的沉淀物干燥后去除。

[0169] 所述的废水处理剂按重量份:丙酸钾。

[0170] 具体试验中针对处理剂的蒸发效果做了比对试验,按照上述工艺方法,对300L废水处理,使用5吨的燃煤锅炉,鼓风机风量10000M³/h,引风机风量15000M³/h,和废水接触的热空气温度200℃,记录废水蒸发完(蒸发至固体含水率1%时)所需时间。试验1采用废水处理剂,试验2不采用废水处理剂,其他条件不变。当采用的如下配比的废水处理剂时,按重量由以下组分组成:丙酸钾;加入量为每吨水加入1600g。和不使用蒸发剂相比(其他条件不变),蒸发工艺时间缩短了13%。

[0171] 实施例10

[0172] 一种电力行业废水废气的处理方法,包括如下步骤:

[0173] S1:燃烧产生的废气首先经过热交换部件和空气换热,得到降温后的废气和热空气;

[0174] S2:步骤S1降温后的废气通入石灰水中,反应后产生沉淀和废水,沉淀除去电厂废气中残余的烟尘、重金属、Mg²⁺、F⁻、以及硫酸根,向废水中加入废水处理剂;

[0175] S3:用步骤S1中产生的热空气对步骤S2中产生的废水进行吹脱,吹脱产生的废气和水蒸气再次用于燃烧;热空气带动更多的水蒸气进入炉膛;热空气加快亚硫酸钙生成硫酸钙,加速沉淀;

[0176] S4:采用S3的方法持续吹脱至水分蒸发完(水蒸气全部回用于再次燃烧),水中的

沉淀物干燥后去除。

[0177] 所述的废水处理剂按重量份:肉桂酸钾。

[0178] 具体试验中针对处理剂的蒸发效果做了比对试验,按照上述工艺方法,对300L废水处理,使用5吨的燃煤锅炉,鼓风机风量10000M³/h,引风机风量15000M³/h,和废水接触的热空气温度200℃,记录废水蒸发完(蒸发至固体含水率1%时)所需时间。试验1采用废水处理剂,试验2不采用废水处理剂,其他条件不变。当采用的如下配比的废水处理剂时,按重量由以下组分组成:肉桂酸钾;加入量为每吨水加入2100g。和不使用蒸发剂相比(其他条件不变),蒸发工艺时间缩短了14%。

[0179] 实施例11

[0180] 一种电力行业废水废气的处理方法,包括如下步骤:

[0181] S1:燃烧产生的废气首先经过热交换部件和空气换热,得到降温后的废气和热空气;

[0182] S2:步骤S1降温后的废气通入石灰水中,反应后产生沉淀和废水,沉淀除去电厂废气中残余的烟尘、重金属、Mg²⁺、F⁻、以及硫酸根,向废水中加入废水处理剂;

[0183] S3:用步骤S1中产生的热空气对步骤S2中产生的废水进行吹脱,吹脱产生的废气和水蒸气再次用于燃烧;热空气带动更多的水蒸气进入炉膛;热空气加快亚硫酸钙生成硫酸钙,加速沉淀;

[0184] S4:采用S3的方法持续吹脱至水分蒸发完(水蒸气全部回用于再次燃烧),水中的沉淀物干燥后去除。

[0185] 所述的废水处理剂按重量份:硫酸铁。

[0186] 具体试验中针对处理剂的蒸发效果做了比对试验,按照上述工艺方法,对300L废水处理,使用5吨的燃煤锅炉,鼓风机风量10000M³/h,引风机风量15000M³/h,和废水接触的热空气温度200℃,记录废水蒸发完(蒸发至固体含水率1%时)所需时间。试验1采用废水处理剂,试验2不采用废水处理剂,其他条件不变。当采用的如下配比的废水处理剂时,按重量由以下组分组成:硫酸铁;加入量为每吨水加入2500g。和不使用蒸发剂相比(其他条件不变),蒸发工艺时间缩短了15%。

[0187] 实施例12

[0188] 一种电力行业废水废气的处理方法,包括如下步骤:

[0189] S1:燃烧产生的废气首先经过热交换部件和空气换热,得到降温后的废气和热空气;

[0190] 废气中的水蒸气、硫化物、硫氧化物、氯化物、氟化物、硝酸盐等凝结聚集和粉煤灰反应聚集成固体,从废气中清除;

[0191] S2:步骤S1降温后的废气通入石灰水中,反应后产生沉淀和废水,沉淀除去电厂废气中残余的烟尘、重金属、Mg²⁺、F⁻、以及硫酸根,向废水中加入废水处理剂;

[0192] S3:用步骤S1中产生的热空气对步骤S2中产生的废水进行吹脱,吹脱产生的废气和水蒸气再次用于燃烧;热空气带动更多的水蒸气进入炉膛;热空气加快亚硫酸钙生成硫酸钙,加速沉淀;

[0193] S4:采用S3的方法持续吹脱至水分蒸发完(水蒸气全部回用于再次燃烧),水中的沉淀物干燥后去除。

[0194] 所述的废水处理剂按重量份:丙酸钾5~40、丙酸钙8~50、肉桂酸钾5~25。

[0195] 具体试验中针对处理剂的蒸发效果做了比对试验,按照上述工艺方法,对300L废水处理,使用5吨的燃煤锅炉,鼓风机风量10000M³/h,引风机风量15000M³/h,和废水接触的热空气温度430℃,记录废水蒸发完(蒸发至固体含水率1%时)所需时间。试验1采用废水处理剂,试验2不采用废水处理剂,其他条件不变。当采用的如下配比的废水处理剂时,按重量份由以下组分组成:丙酸钾25、丙酸钙32、肉桂酸钾20。和不使用蒸发剂相比(其他条件不变),蒸发工艺时间缩短了55%。

[0196] 实施例13

[0197] 一种电力行业废水废气的处理方法,包括如下步骤:

[0198] S1:燃烧产生的废气首先经过热交换部件和空气换热,得到降温后的废气和热空气;

[0199] 废气中的水蒸气、硫化物、硫氧化物、氯化物、氟化物、硝酸盐等凝结聚集和粉煤灰反应聚集成固体,从废气中清除;

[0200] S2:步骤S1降温后的废气通入石灰水中,反应后产生沉淀和废水,沉淀除去电厂废气中残余的烟尘、重金属、Mg²⁺、F⁻、以及硫酸根;同时废气中的CO₂可以去除溶液(废水)中的Ca²⁺,调节CaSO₄的含量,使其远小于其饱和浓度,使废水排放达标或者符合废水回用;废气中的CO₂和重金属离子生成更难溶的碳酸盐沉淀,比如碳酸铅、碳酸镁等;利用粉煤灰中的Al₂O₃、FeO、Fe₂O₃、CaO产生氢氧化铝、硫酸铝、氢氧化铁、氢氧化亚铁的絮凝作用,粉煤灰中的SiO₂、TiO₂和反应生产的碳酸铅等作为凝结核和增重剂,促使水中的悬浮物快速、完全沉淀;向废水中加入废水处理剂;

[0201] S3:用步骤S1中产生的热空气对步骤S2中产生的废水进行吹脱,吹脱产生的废气和水蒸气再次用于燃烧;热空气带动更多的水蒸气进入炉膛;热空气加快亚硫酸钙生成硫酸钙,加速沉淀;

[0202] S4:采用S3的方法持续吹脱至水分蒸发完(水蒸气全部回用于再次燃烧),水中的沉淀物干燥后去除。

[0203] 所述的废水处理剂按重量份:二氧化钛20~80、二氧化硅20~100、肉桂酸钾5~25。

[0204] 具体试验中针对处理剂的蒸发效果做了比对试验,按照上述工艺方法,对300L废水处理,使用5吨的燃煤锅炉,鼓风机风量10000M³/h,引风机风量15000M³/h,和废水接触的热空气温度200℃,记录废水蒸发完(蒸发至固体含水率1%时)所需时间。试验1采用废水处理剂,试验2不采用废水处理剂,其他条件不变。当采用的如下配比的废水处理剂时,按重量份由以下组分组成:二氧化钛74、二氧化硅92、肉桂酸钾24。和不使用蒸发剂相比(其他条件不变),蒸发工艺时间缩短了67%。

[0205] 实施例14

[0206] 一种电力行业废水废气的处理方法,包括如下步骤:

[0207] S1:燃烧产生的废气首先经过热交换部件和空气换热,得到降温后的废气和热空气;

[0208] 废气中的水蒸气、硫化物、硫氧化物、氯化物、氟化物、硝酸盐等凝结聚集和粉煤灰反应聚集成固体,从废气中清除;

[0209] S2:步骤S1降温后的废气通入石灰水中,反应后产生沉淀和废水,沉淀除去电厂废气中残余的烟尘、重金属、 Mg^{2+} 、 F^- 、以及硫酸根;同时废气中的 CO_2 可以去除溶液(废水)中的 Ca^{2+} ,调节 $CaSO_4$ 的含量,使其远小于其饱和浓度,使废水排放达标或者符合废水回用;废气中的 CO_2 和重金属离子生成更难溶的碳酸盐沉淀,比如碳酸铅、碳酸镁等;利用粉煤灰中的 Al_2O_3 、 FeO 、 Fe_2O_3 、 CaO 产生氢氧化铝、硫酸铝、氢氧化铁、氢氧化亚铁的絮凝作用,粉煤灰中的 SiO_2 、 TiO_2 和反应生产的碳酸铅等作为凝结核和增重剂,促使水中的悬浮物快速、完全沉淀;向废水中加入废水处理剂;

[0210] S3:用步骤S1中产生的热空气对步骤S2中产生的废水进行吹脱,吹脱产生的废气和水蒸气再次用于燃烧;热空气带动更多的水蒸气进入炉膛;热空气加快亚硫酸钙生成硫酸钙,加速沉淀;

[0211] S4:采用S3的方法持续吹脱至水分蒸发完(水蒸气全部回用于再次燃烧),水中的沉淀物干燥后去除。

[0212] 所述的废水处理剂按重量份:二氧化钛20~120、二氧化硅50~220。

[0213] 具体试验中针对处理剂的蒸发效果做了比对试验,按照上述工艺方法,对300L废水处理,使用5吨的燃煤锅炉,鼓风机风量10000 M^3/h ,引风机风量15000 M^3/h ,和废水接触的热空气温度200 $^{\circ}C$,记录废水蒸发完(蒸发至固体含水率1%时)所需时间。试验1采用废水处理剂,试验2不采用废水处理剂,其他条件不变。当采用的如下配比的废水处理剂时,按重量份由以下组分组成:二氧化钛74、二氧化硅92。和不使用蒸发剂相比(其他条件不变),蒸发工艺时间缩短了40%。

[0214] 实施例15

[0215] 一种电力行业废水废气的处理方法,包括如下步骤:

[0216] S1:燃烧产生的废气首先经过热交换部件和空气换热,得到降温后的废气和热空气;

[0217] 废气中的水蒸气、硫化物、硫氧化物、氯化物、氟化物、硝酸盐等凝结聚集和粉煤灰反应聚集成固体,从废气中清除;

[0218] S2:步骤S1降温后的废气通入石灰水中,反应后产生沉淀和废水,沉淀除去电厂废气中残余的烟尘、重金属、 Mg^{2+} 、 F^- 、以及硫酸根;同时废气中的 CO_2 可以去除溶液(废水)中的 Ca^{2+} ,调节 $CaSO_4$ 的含量,使其远小于其饱和浓度,使废水排放达标或者符合废水回用;废气中的 CO_2 和重金属离子生成更难溶的碳酸盐沉淀,比如碳酸铅、碳酸镁等;利用粉煤灰中的 Al_2O_3 、 FeO 、 Fe_2O_3 、 CaO 产生氢氧化铝、硫酸铝、氢氧化铁、氢氧化亚铁的絮凝作用,粉煤灰中的 SiO_2 、 TiO_2 和反应生产的碳酸铅等作为凝结核和增重剂,促使水中的悬浮物快速、完全沉淀;吸收废气中的 NO_x ,对废气脱硝;向废水中加入废水处理剂;

[0219] S3:用步骤S1中产生的热空气对步骤S2中产生的废水进行吹脱,吹脱产生的废气和水蒸气再次用于燃烧;热空气带动更多的水蒸气进入炉膛;热空气加快亚硫酸钙生成硫酸钙,加速沉淀;

[0220] S4:采用S3的方法持续吹脱至水分蒸发完(水蒸气全部回用于再次燃烧),水中的沉淀物干燥后去除。

[0221] 所述的废水处理剂按重量份:硫酸亚铁5~20、硫酸铁3~20、丙酸钾5~30、丙酸钙5~35、肉桂酸钾5~25。

[0222] 一种优选的使用量为:按重量份:硫酸亚铁15、硫酸铁10、丙酸钾8、丙酸钙12、肉桂酸钾18。

[0223] 实施例16

[0224] 一种利用电厂废气处理废水的方法,包括如下步骤:

[0225] S1:燃烧产生的废气首先经过热交换部件和空气换热,得到降温后的废气和热空气;

[0226] 废气中的水蒸气、硫化物、硫氧化物、氯化物、氟化物、硝酸盐等凝结聚集和粉煤灰反应聚集成固体,从废气中清除;

[0227] S2:在废水中加入石灰,反应后,产生沉淀,沉淀除去电厂废水中的大部分重金属、 Mg^{2+} 、 F^- 、以及硫酸根;

[0228] S3:将经过步骤S1处理过的废气通入步骤S2处理过的废水中,产生新的沉淀,废气用于再次燃烧;沉淀除去电厂废气中残余的烟尘;利用废气中的 CO_2 可以去除溶液(废水)中的 Ca^{2+} ,调节 $CaSO_4$ 的含量,使其远小于其饱和浓度,使废水排放达标或者符合废水回用;废气中的 CO_2 和重金属离子生成更难溶的碳酸盐,比如碳酸铅、碳酸镁等,更容易全部去除;向废水中加入废水处理剂;

[0229] S4:步骤S3中产生的废水加入废水处理剂,用步骤S1中产生的热空气对步骤S3中产生的废水进行吹脱,产生新的沉淀,吹脱产生的废气和水蒸气再次用于燃烧,持续吹脱至水分蒸发完(水蒸气全部回用于再次燃烧),水中的沉淀物干燥后去除。

[0230] 所述的废水处理剂按重量份由以下组分组成:二氧化钛20~80、二氧化硅20~100、硫酸亚铁5~20、硫酸铁3~20、丙酸钾5~30、丙酸钙5~35、肉桂酸钾5~25。

[0231] 一种优选的使用量为:按重量份:二氧化钛50、二氧化硅100、硫酸亚铁15、硫酸铁16、丙酸钾12、丙酸钙25、肉桂酸钾14。

[0232] 实施例17

[0233] 一种利用电厂废气处理废水的方法,包括如下步骤:

[0234] S1:燃烧产生的废气首先经过热交换部件和空气换热,得到降温后的废气和热空气;

[0235] 废气中的水蒸气、硫化物、硫氧化物、氯化物、氟化物、硝酸盐等凝结聚集和粉煤灰反应聚集成固体,从废气中清除;

[0236] S2:在废水中加入石灰,反应后,产生沉淀,沉淀除去电厂废水中的大部分重金属、 Mg^{2+} 、 F^- 、以及硫酸根;

[0237] S3:将经过步骤S1处理过的废气通入步骤S2处理过的废水中,产生新的沉淀,废气用于再次燃烧;沉淀除去电厂废气中残余的烟尘;利用废气中的 CO_2 可以去除溶液(废水)中的 Ca^{2+} ,调节 $CaSO_4$ 的含量,使其远小于其饱和浓度,使废水排放达标或者符合废水回用;废气中的 CO_2 和重金属离子生成更难溶的碳酸盐,比如碳酸铅、碳酸镁等,更容易全部去除;利用粉煤灰中的 Al_2O_3 、 FeO 、 Fe_2O_3 、 CaO 产生氢氧化铝、硫酸铝、氢氧化铁、氢氧化亚铁的絮凝作用,粉煤灰中的 SiO_2 、 TiO_2 和反应生产的碳酸铅等作为凝结核和增重剂,促使水中的悬浮物快速、完全沉淀;吸收废气中的 NO_x ,对废气脱硝;向废水中加入废水处理剂;

[0238] S4:步骤S3中产生的废水加入废水处理剂,用步骤S1中产生的热空气对步骤S3中产生的废水进行吹脱,产生新的沉淀,吹脱产生的废气和水蒸气再次用于燃烧,持续吹脱至

水分蒸发完(水蒸气全部回用于再次燃烧),水中的沉淀物干燥后去除。

[0239] 所述的废水处理剂的一种优化配比为,按重量份:二氧化钛20~70、二氧化硅20~90、丙酸钙5~35。

[0240] 一种优选的使用量为:按重量份:二氧化钛50、二氧化硅45、丙酸钙30。

[0241] 实施例18

[0242] 一种利用电厂废气处理废水的系统,包括废气冷凝系统、热空气吹脱系统、废气回用系统;废水中加入石灰,待处理;

[0243] 废气冷凝系统接到燃烧炉排气口,利用空气通过热交换部件对高温废气冷凝,废气中的水蒸气、硫化物、硫氧化物、氯化物、氟化物、硝酸盐等凝结聚集和粉煤灰反应聚集成固体,从废气中清除,固废从热交换部件的出料口排出;

[0244] 冷凝后的废气通入已经加入石灰的脱硫废水,产生沉淀,沉淀除去废气中残余的烟尘、重金属、 Mg^{2+} 、 F^- 、以及硫酸根;同时废气中的 CO_2 去除溶液(废水)中的 Ca^{2+} ,调节 $CaSO_4$ 的含量,使其远小于其饱和浓度,使废水排放达标或者符合废水回用;废气中的 CO_2 和重金属离子生成更难溶的碳酸盐沉淀,比如碳酸铅、碳酸镁等;利用粉煤灰中的 Al_2O_3 、 FeO 、 Fe_2O_3 、 CaO 产生氢氧化铝、硫酸铝、氢氧化铁、氢氧化亚铁的絮凝作用,粉煤灰中的 SiO_2 、 TiO_2 和反应生产的碳酸铅等作为凝结核和增重剂,促使水中的悬浮物快速、完全沉淀;石灰水吸收废气中的 NO_x ,对废气脱硝;废水待热空气吹脱工艺处理,清洁废气排放;换热后的空气进入热空气吹脱系统的接触器进气口;

[0245] 热空气吹脱系统接触器的进气口接到废气冷凝系统热交换组件的热空气出口,添加废水处理剂到废水中,密闭接触器,利用热空气对废水吹脱;吹脱后产生的吹脱废气、空气和水蒸气从接触器出气口进入废气回用系统;热空气带动更多的水蒸气进入炉膛;热空气加快亚硫酸钙生成硫酸钙,加速沉淀,直至沉淀干燥;打开接触器,将固体干燥物从出料口排出;

[0246] 废气回用系统接到热空气吹脱系统接触器的废气出口,把吹脱废气、空气和水蒸气通入燃烧炉中再次燃烧,燃烧产生的废气进入废气冷凝系统的热交换组件。

[0247] 所述的废水处理剂的一种优化配比为,按重量份:二氧化钛20~120、二氧化硅30~150、硫酸亚铁5~30、硫酸铁3~20、丙酸钾5~30、丙酸钙10~40。

[0248] 一种优选的使用量为:按重量份:二氧化钛32、二氧化硅120、硫酸亚铁12、硫酸铁10、丙酸钾13、丙酸钙17。

[0249] 实施例19

[0250] 一种利用电厂废气处理废水的系统,包括废气冷凝系统、热空气吹脱系统、废气回用系统;废水中加入石灰,待处理;

[0251] 废气冷凝系统接到燃烧炉排气口,利用空气通过热交换部件对高温废气冷凝,废气中的水蒸气、硫化物、硫氧化物、氯化物、氟化物、硝酸盐等凝结聚集和粉煤灰反应聚集成固体,从废气中清除,固废从热交换部件的出料口排出;

[0252] 冷凝后的废气通入已经加入石灰的脱硫废水,产生沉淀,沉淀除去废气中残余的烟尘、重金属、 Mg^{2+} 、 F^- 、以及硫酸根;同时废气中的 CO_2 去除溶液(废水)中的 Ca^{2+} ,调节 $CaSO_4$ 的含量,使其远小于其饱和浓度,使废水排放达标或者符合废水回用;废气中的 CO_2 和重金属离子生成更难溶的碳酸盐沉淀,比如碳酸铅、碳酸镁等;利用粉煤灰中的 Al_2O_3 、 FeO 、

Fe₂O₃、CaO产生氢氧化铝、硫酸铝、氢氧化铁、氢氧化亚铁的絮凝作用,粉煤灰中的SiO₂、TiO₂和反应生产的碳酸铅等作为凝结核和增重剂,促使水中的悬浮物快速、完全沉淀;石灰水吸收废气中的NO_x,对废气脱硝;废水待热空气吹脱工艺处理,清洁废气排放;换热后的空气进入热空气吹脱系统的接触器进气口;

[0253] 热空气吹脱系统接触器的进气口接到废气冷凝系统热交换组件的热空气出口,添加废水处理剂到废水中,密闭接触器,利用热空气对废水吹脱;吹脱后产生的吹脱废气、空气和水蒸气从接触器出气口进入废气回用系统;热空气带动更多的水蒸气进入炉膛;热空气加快亚硫酸钙生成硫酸钙,加速沉淀,直至沉淀干燥;打开接触器,将固体干燥物从出料口排出;

[0254] 废气回用系统接到热空气吹脱系统接触器的废气出口,把吹脱废气、空气和水蒸气通入燃烧炉中再次燃烧,燃烧产生的废气进入废气冷凝系统的热交换组件。

[0255] 所述的废水处理剂的一种优化配比为,按重量份由以下组分组成:硫酸亚铁5~20、硫酸铁3~20、丙酸钾5~30、丙酸钙5~35、肉桂酸钾5~25。

[0256] 一种优选的使用量为,按重量份由以下组分组成:硫酸亚铁18、硫酸铁6、丙酸钾8、丙酸钙20、肉桂酸钾7。

[0257] 实施例20

[0258] 一种电力行业废水处理剂,按重量份由以下组分组成:二氧化钛73、二氧化硅150。

[0259] 实施例21

[0260] 一种电力行业废水处理剂,按重量份由以下组分组成:二氧化钛97、二氧化硅70。

[0261] 实施例22

[0262] 一种电力行业废水处理剂,按重量份由以下组分组成:二氧化钛48、二氧化硅195。

[0263] 实施例23

[0264] 一种电力行业废水处理剂,按重量份由以下组分组成:二氧化钛55、二氧化硅62、丙酸钾17。针对重金属含量高的废水适用。

[0265] 实施例24

[0266] 一种电力行业废水处理剂,按重量份由以下组分组成:二氧化钛70、二氧化硅30、丙酸钾20。针对重金属含量高的废水适用。

[0267] 实施例25

[0268] 一种电力行业废水处理剂,按重量份由以下组分组成:二氧化钛35、二氧化硅85、丙酸钾8。针对重金属含量高的废水适用。

[0269] 实施例26

[0270] 一种电力行业废水处理剂,按重量份包括以下组分:二氧化钛25、二氧化硅37、丙酸钙31。

[0271] 实施例27

[0272] 一种电力行业废水处理剂,按重量份包括以下组分:二氧化钛50、二氧化硅82、丙酸钙7。

[0273] 实施例28

[0274] 一种电力行业废水处理剂,按重量份包括以下组分:二氧化钛46、二氧化硅75、丙酸钙22。

- [0275] 实施例29
- [0276] 一种电力行业废水处理剂,按重量份包括以下组分:二氧化钛35、二氧化硅85、硫酸铁6、丙酸钾28。
- [0277] 实施例30
- [0278] 一种电力行业废水处理剂,按重量份包括以下组分:二氧化钛105、二氧化硅50、硫酸铁18、丙酸钾9。
- [0279] 实施例31
- [0280] 一种电力行业废水处理剂,按重量份包括以下组分:二氧化钛67、二氧化硅84、硫酸铁5、丙酸钾14。
- [0281] 实施例32
- [0282] 一种电力行业废水处理剂,按重量份由以下组分组成:二氧化钛27、二氧化硅33、硫酸亚铁7、硫酸铁10、丙酸钙15。针对COD高的废水适用。
- [0283] 实施例33
- [0284] 一种电力行业废水处理剂,按重量份由以下组分组成:二氧化钛50、二氧化硅60、硫酸亚铁20、硫酸铁17、丙酸钙36。针对COD高的废水适用。
- [0285] 实施例34
- [0286] 一种电力行业废水处理剂,按重量份由以下组分组成:二氧化钛45、二氧化硅38、硫酸亚铁17、硫酸铁17、丙酸钙24。针对COD高的废水适用。
- [0287] 实施例35
- [0288] 一种电力行业废水处理剂,按重量份由以下组分组成:二氧化钛34、二氧化硅45、硫酸亚铁20、硫酸铁5、丙酸钾25、丙酸钙36。
- [0289] 实施例36
- [0290] 一种电力行业废水处理剂,按重量份由以下组分组成:二氧化钛115、二氧化硅145、硫酸亚铁8、硫酸铁18、丙酸钾7、丙酸钙15。
- [0291] 实施例37
- [0292] 一种电力行业废水处理剂,按重量份由以下组分组成:二氧化钛62、二氧化硅88、硫酸亚铁18、硫酸铁16、丙酸钾17、丙酸钙26。
- [0293] 实施例38
- [0294] 一种电力行业废水处理剂,按重量份由以下组分组成:二氧化钛44、二氧化硅50、硫酸亚铁14、硫酸铁7、丙酸钾15、肉桂酸钾8。针对磷含量高的废水适用。
- [0295] 实施例39
- [0296] 一种电力行业废水处理剂,按重量份由以下组分组成:二氧化钛138、二氧化硅130、硫酸亚铁25、硫酸铁20、丙酸钾37、肉桂酸钾32。针对磷含量高的废水适用。
- [0297] 实施例40
- [0298] 一种电力行业废水处理剂,按重量份由以下组分组成:二氧化钛95、二氧化硅84、硫酸亚铁24、硫酸铁16、丙酸钾24、肉桂酸钾22。针对磷含量高的废水适用。
- [0299] 实施例41
- [0300] 一种电力行业废水处理剂,按重量份由以下组分组成:二氧化硅70、硫酸亚铁10、硫酸铁7、丙酸钾5、丙酸钙30、肉桂酸钾14。针对难降解有机物含量高的废水适用。

[0301] 实施例42

[0302] 一种电力行业废水处理剂,按重量份由以下组分组成:二氧化硅190、硫酸亚铁25、硫酸铁18、丙酸钾30、丙酸钙8、肉桂酸钾34。针对难降解有机物含量高的废水适用。

[0303] 实施例43

[0304] 一种电力行业废水处理剂,按重量份由以下组分组成:二氧化硅130、硫酸亚铁18、硫酸铁13、丙酸钾20、丙酸钙23、肉桂酸钾22。针对难降解有机物含量高的废水适用。

[0305] 实施例44

[0306] 一种电力行业废水处理剂,按重量份包括以下组分:硫酸亚铁7、硫酸铁5、丙酸钾25、丙酸钙31、肉桂酸钾6。

[0307] 实施例45

[0308] 一种电力行业废水处理剂,按重量份包括以下组分:硫酸亚铁17、硫酸铁18、丙酸钾8、丙酸钙9、肉桂酸钾24。

[0309] 实施例46

[0310] 一种电力行业废水处理剂,按重量份包括以下组分:硫酸亚铁12、硫酸铁11、丙酸钾18、丙酸钙22、肉桂酸钾15。

[0311] 实施例47

[0312] 一种电力行业废水处理剂,按重量份包括以下组分:硫酸铁13、丙酸钾7、丙酸钙30、肉桂酸钾7。针对盐碱含量高的废水适用。

[0313] 实施例48

[0314] 一种电力行业废水处理剂,按重量份包括以下组分:硫酸铁35、丙酸钾35、丙酸钙10、肉桂酸钾20。针对盐碱含量高的废水适用。

[0315] 实施例49

[0316] 一种电力行业废水处理剂,按重量份包括以下组分:硫酸铁25、丙酸钾24、丙酸钙30、肉桂酸钾15。针对盐碱含量高的废水适用。

[0317] 实施例50

[0318] 一种电力行业废水处理剂,按重量份包括以下组分:丙酸钾20、丙酸钙40、肉桂酸钾25。

[0319] 实施例51

[0320] 一种电力行业废水处理剂,按重量份包括以下组分:丙酸钾37、丙酸钙15、肉桂酸钾10。

[0321] 实施例52

[0322] 一种电力行业废水处理剂,按重量份包括以下组分:丙酸钾27、丙酸钙30、肉桂酸钾19。

[0323] 实施例53

[0324] 一种电力行业废水处理剂,按重量份由以下组分组成:二氧化钛75、二氧化硅95、硫酸亚铁18、硫酸铁15、丙酸钾25、丙酸钙30、肉桂酸钾10。

[0325] 实施例54

[0326] 一种电力行业废水处理剂,按重量份由以下组分组成:二氧化钛30、二氧化硅25、硫酸亚铁7、硫酸铁5、丙酸钾8、丙酸钙9、肉桂酸钾23。

[0327] 实施例55

[0328] 一种电力行业废水处理剂,按重量份由以下组分组成:二氧化钛50、二氧化硅80、硫酸亚铁14、硫酸铁12、丙酸钾17、丙酸钙20、肉桂酸钾15。

[0329] 效果测试1:

[0330] 采用本申请的实施例7的技术方案对一燃煤锅炉的废气和废水综合治理。燃煤锅炉现状:炉膛内部结焦3.2-5.9厘米,平均厚度4.63厘米,排烟管道有煤灰层。经检测,燃烧室出口废气的污染物如下:

[0331] 燃烧废气:

[0332]	烟气中污染物成分 (标准状态, 干基)	mg/Nm ³	烟气中污染物成分 (标准状态, 干基)	mg/Nm ³
		SO ₂	8841.5--9928	F(HF)
	SO ₃	183--294	NO _x	757—1654
	Cl(HCl)	72--181	含尘浓度	4583--6185

[0333] 表1

[0334] 因为燃煤产地的不同,排放物略有差异。

[0335] 采用本申请提供的方案进行改造。将废气通过热交换部件用空气冷却,废气中的部分粉尘聚集成一体,定期去除;降温后的废气通入石灰水中,产生沉淀除去电厂废气中残余的烟尘、重金属、Mg²⁺、F⁻、以及硫酸根,废气中可溶性气体和酸性气体被吸收,废气经过石灰水处理后达到排放标准。用热空气对上步产生的废水进行吹脱,废水中加入废水处理剂,吹脱产生的废气和水蒸气进入燃烧室再次用于燃烧;吹脱反应析出更多固体,持续吹脱至水分蒸发完,水蒸气全部回用于再次燃烧,水中的沉淀物表层产生很薄一层光洁的隔离层,可以防止干燥的固体被吹散,隔离层下面为干燥石膏,用于水泥工业。

[0336] 采用上述方案后,检查燃烧室出口废气的污染物,

[0337] 燃烧废气:

[0338]	烟气中污染物成分 (标准状态, 干基)	mg/Nm ³	烟气中污染物成分 (标准状态, 干基)	mg/Nm ³
		SO ₂	5124--6356	F(HF)
	SO ₃	115--146	NO _x	91--175
	Cl(HCl)	3.8—12.3	含尘浓度	16412--27517

[0339] 表2

[0340] SO₂、SO₃、Cl(HCl)、F(HF)、NO_x的含量均有减少,说明本方法可以抑制上述污染物的产生;经过石灰水吸收工艺可以将其全部转化成盐,在经过吹脱处理,蒸发掉水分,全部以固体形式去除。

[0341] SO₂、SO₃减少是因为还原性气体抑制S的氧化,部分S在废气降温工艺中以单质S的形式去除。

[0342] 含尘浓度增加是因为结焦和煤粉粉碎成更小颗粒,随废气排出。废气进入石灰水,将粉尘全部吸附到水中,反应后生产沉淀,经过吹脱蒸发,以固体的形式全部收集用于水泥工业。

[0343] 运行2周后测量,炉内结焦厚度仅剩余0.6-1.6厘米,平均厚度0.72厘米。

[0344] 工艺中产生的CaSO₄不形成硬垢,很容易收集,产生的CaCO₃不结垢,而是和CaSO₄混合去除,无需酸洗去除。因此,本工艺具有自清洁功能。废水零排放。

[0345] 本工艺通过废气加热空气进行热量回收、废水产生水煤气、煤粉破碎更彻底(提高燃烧率)、去除结焦(提高热交换效率),可以节约燃料。废水蒸发快,减少废水蒸发消耗的能耗。对比使用本工艺前后的燃煤量,本申请可以节煤20%以上。

[0346] 本实验同时进行了废水处理剂的比对试验,记录使用废水处理剂和不用废水处理剂所耗用的蒸发时间(其他条件完全相同)。采用实施例7提供的废水处理剂,和不使用蒸发剂相比(其他条件不变),蒸发工艺时间缩短了64%。

[0347] 效果测试2:

[0348] 采用本申请用燃煤锅炉的废气对脱硫废水进行处理。燃煤锅炉现状:炉膛内部结焦3.7-6.5厘米,平均厚度5.2厘米,排烟管道有煤灰层。经检测,燃烧室出口废气的污染物如下:

[0349] 燃烧废气:

[0350]	烟气中污染物成分 (标准状态,干基)	mg/Nm ³	烟气中污染物成分 (标准状态,干基)	mg/Nm ³
		SO ₂	7671.3--9894.2	F(HF)
	SO ₃	178—287	NO _x	758--1196
	Cl(HCl)	68—187	含尘浓度	4842--6440

[0351] 表3

[0352] 因为燃煤产地的不同,排放物略有差异。

[0353] 脱硫废水水质:

[0354]	水质指标	mg/l	水质指标	mg/l
	CaCO ₃	1106	SO ₄ ²⁻	17521
	CaSO ₄ · 2H ₂ O	3620	Cl ⁻	17355
	MgCO ₃	358	Ca ²⁺	4257
	CaF ₂	131	Mg ²⁺	5634
	MgF ₂	87	Si	253
	TSS	14518	F ⁻	187
	TDS	54413	NO ₃ ⁻	575
	As	2.6	Cd	4.6
	Co	1.7	Cu	24
	Fe	53	Hg	3.7
	Pb	8	Mn	24
	Ni	2	Zn	26

[0355] 表4

[0356] 采用本申请提供的用废气处理废水的方案进行改造。将废气通过热交换部件用空气冷却,废气中的部分粉尘聚集成一体,定期去除。在废水中加入石灰,然后将降温后的废气通入废水中,产生沉淀除去电厂废气中残余的烟尘、重金属、Mg²⁺、F⁻、以及硫酸根,废气中可溶性气体和酸性气体被吸收,废气经过石灰水处理后达到排放标准。用热空气对上步

产生的废水进行吹脱,废水中加入废水处理剂,吹脱产生的废气和水蒸气进入燃烧室再次用于燃烧;吹脱反应析出更多固体,持续吹脱至水分蒸发完,水蒸气全部回用于再次燃烧,水中的沉淀物表层产生很薄一层光洁的隔离层,可以防止干燥的固体被吹散,隔离层下面为干燥石膏,用于水泥工业。

[0357] 采用上述方案后,检查燃烧室出口废气的污染物,

[0358] 燃烧废气:

[0359]	烟气中污染物成分 (标准状态, 干基)	mg/Nm ³	烟气中污染物成分 (标准状态, 干基)	mg/Nm ³
	SO ₂	5351—6144	F(HF)	1—2
SO ₃	124—178	NO _x	110—175	
Cl(HCl)	3.4—12.2	含尘浓度	16841--29810	

[0360] 表5

[0361] 废水全部回用于燃烧,废水中的污染物全部以固体形式去除。废水零排放。

[0362] SO₂、SO₃、Cl(HCl)、F(HF)、NO_x的含量均有减少,说明本方法可以抑制上述污染物的产生;经过石灰水吸收工艺可以将其全部转化成盐,在经过吹脱处理,蒸发掉水分,全部以固体形式去除。

[0363] SO₂、SO₃减少是因为还原性气体抑制S的氧化,部分S在废气降温工艺中以单质S的形式去除。

[0364] 含尘浓度增加是因为结焦和煤粉粉碎成更小颗粒,随废气排出。废气进入石灰水,将粉尘全部吸附到水中,反应后生产沉淀,经过吹脱蒸发,以固体的形式全部收集用于水泥工业。

[0365] 运行2周后测量,炉内结焦厚度仅剩余0.6-1.5厘米,平均厚度0.65厘米。

[0366] 工艺中产生的CaSO₄不形成硬垢,很容易收集,产生的CaCO₃不结垢,而是和CaSO₄混合去除,无需酸洗去除。因此,本工艺具有自清洁功能。

[0367] 本工艺通过废气加热空气进行热量回收、废水产生水煤气、煤粉破碎更彻底(提高燃烧率)、去除结焦(提高热交换效率),可以节约燃料。废水蒸发快,减少废水蒸发消耗的能耗。对比使用本工艺前后的燃煤量,本申请可以节煤23%以上。

[0368] 本实验同时进行了废水处理剂的比对试验,记录使用废水处理剂和不用废水处理剂所耗用的蒸发时间(其他条件完全相同)。采用的废水处理剂为:二氧化钛15、二氧化硅50、硫酸铁17、丙酸钾13。和不使用蒸发剂相比(其他条件不变),蒸发工艺时间缩短了55%。

[0369] 以上仅是本发明的优选实施方式,应当指出的是,上述优选实施方式不应视为对本发明的限制,本发明的保护范围应当以权利要求所限定的范围为准。对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明的精神和范围内,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

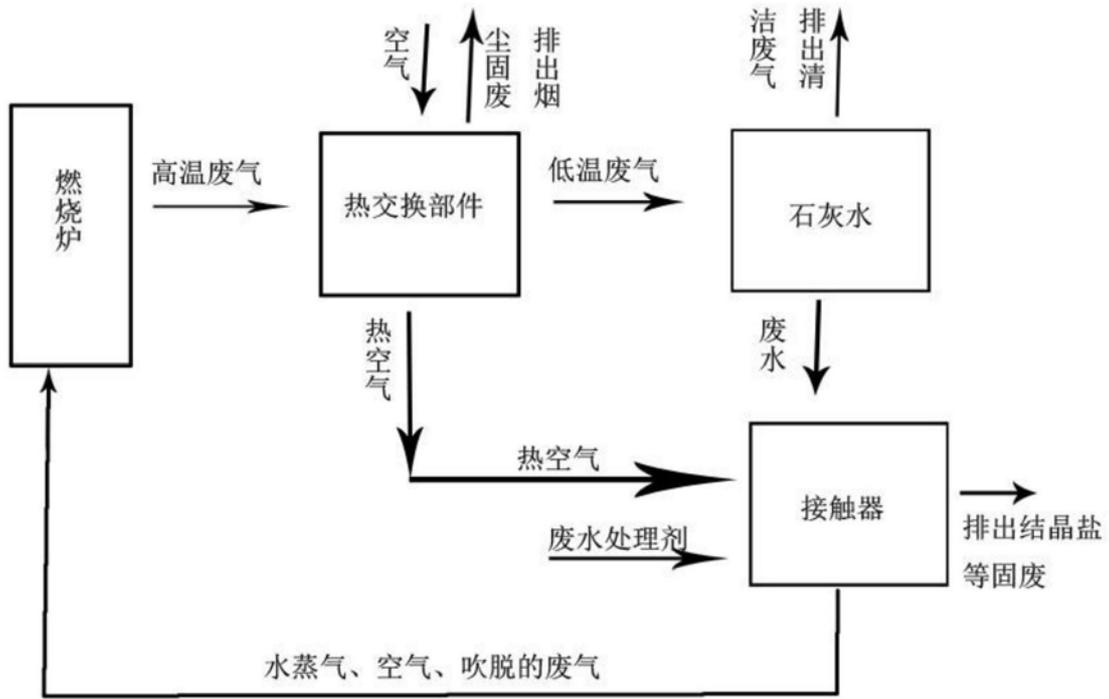


图1

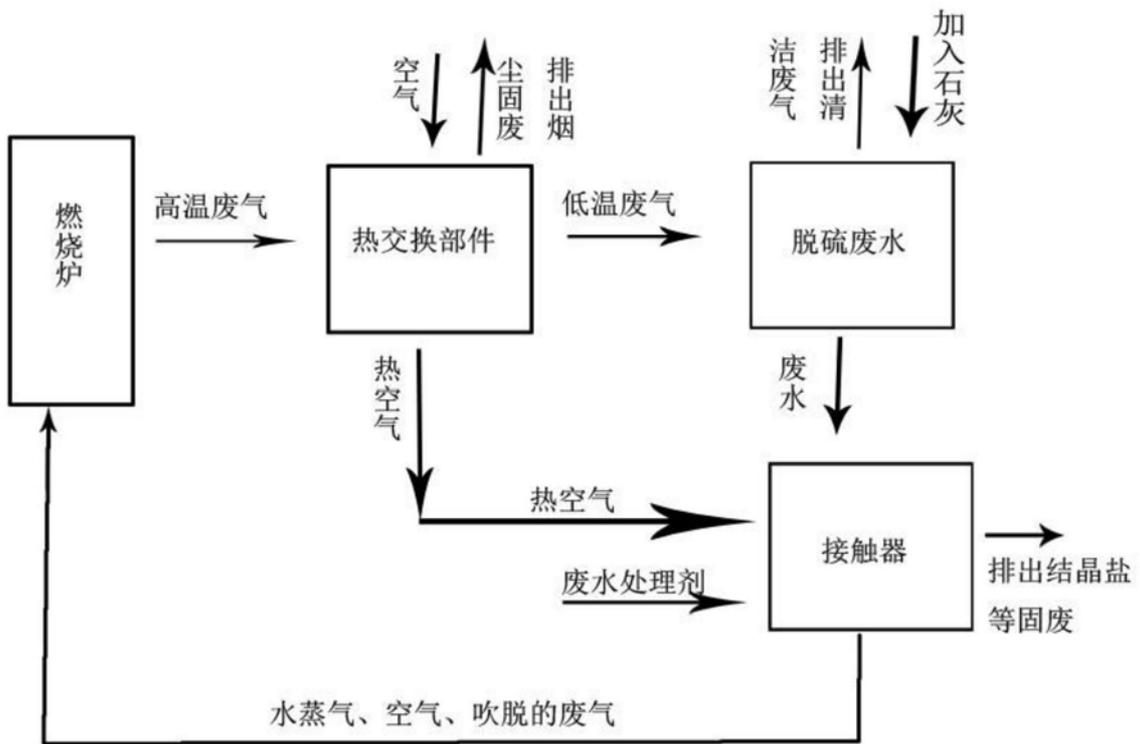


图2

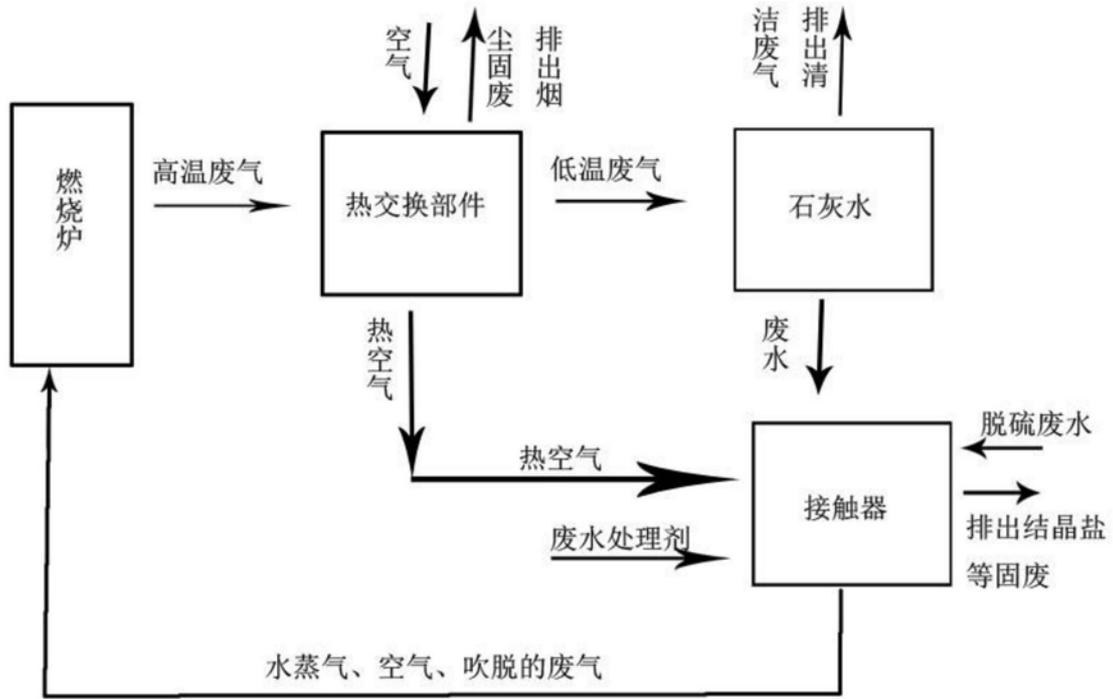


图3

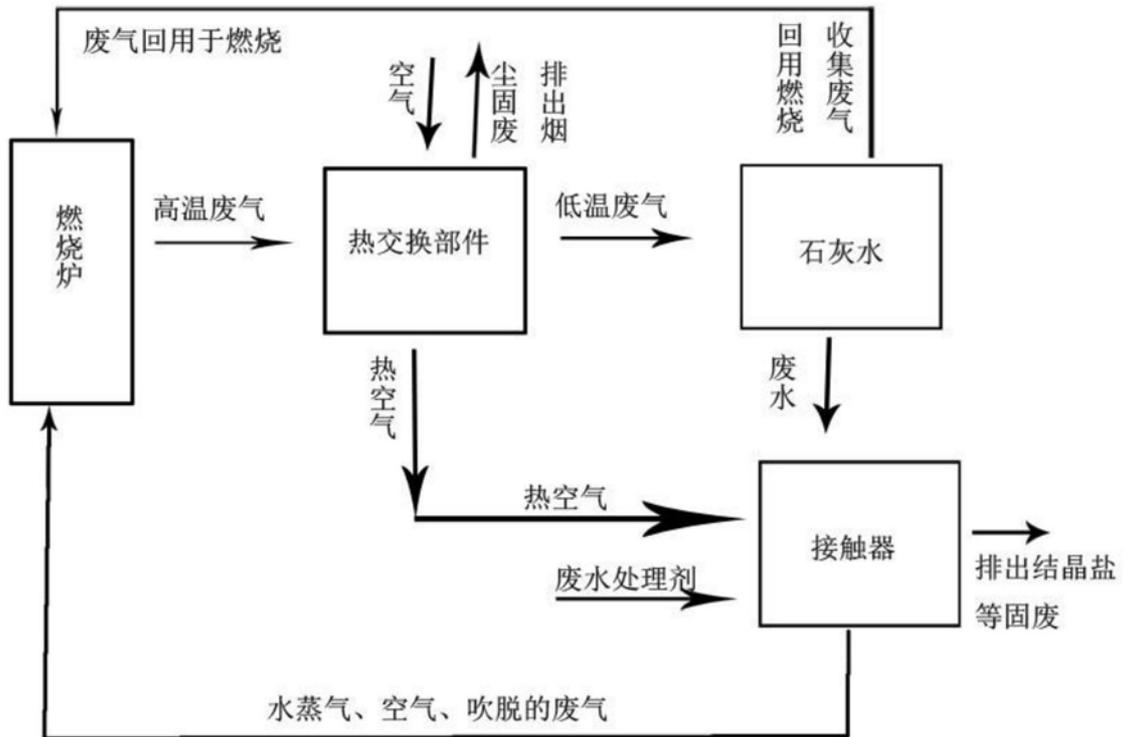


图4

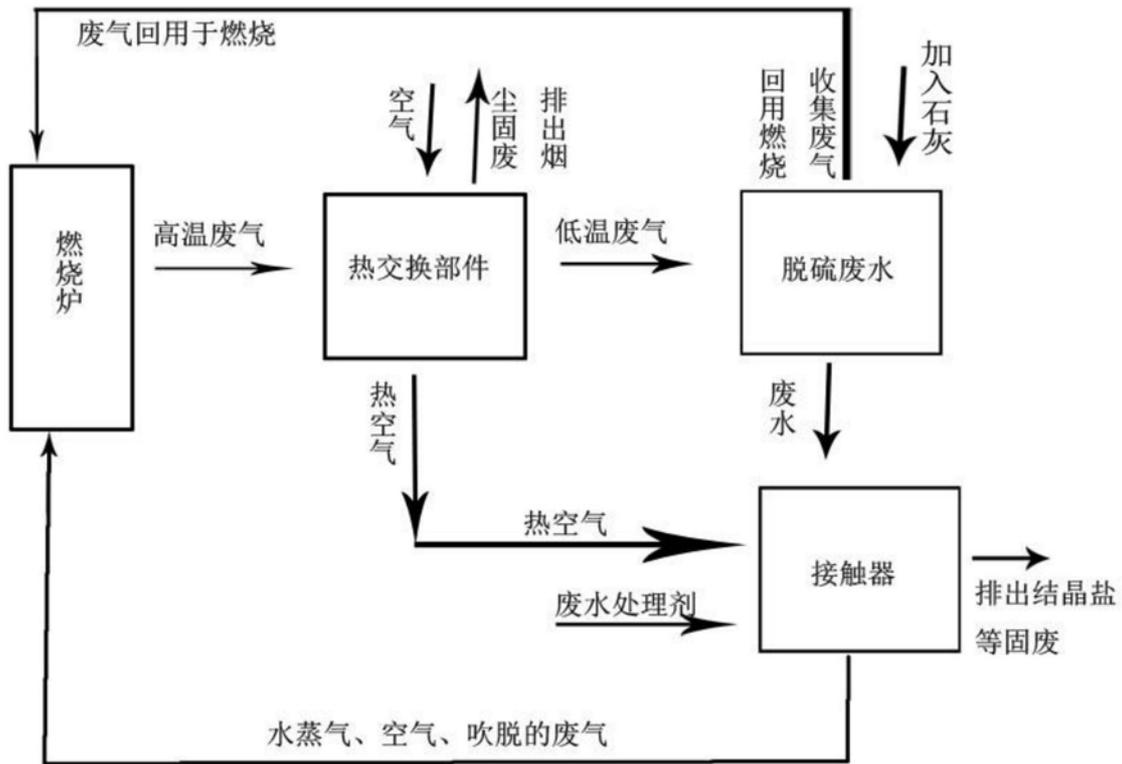


图5

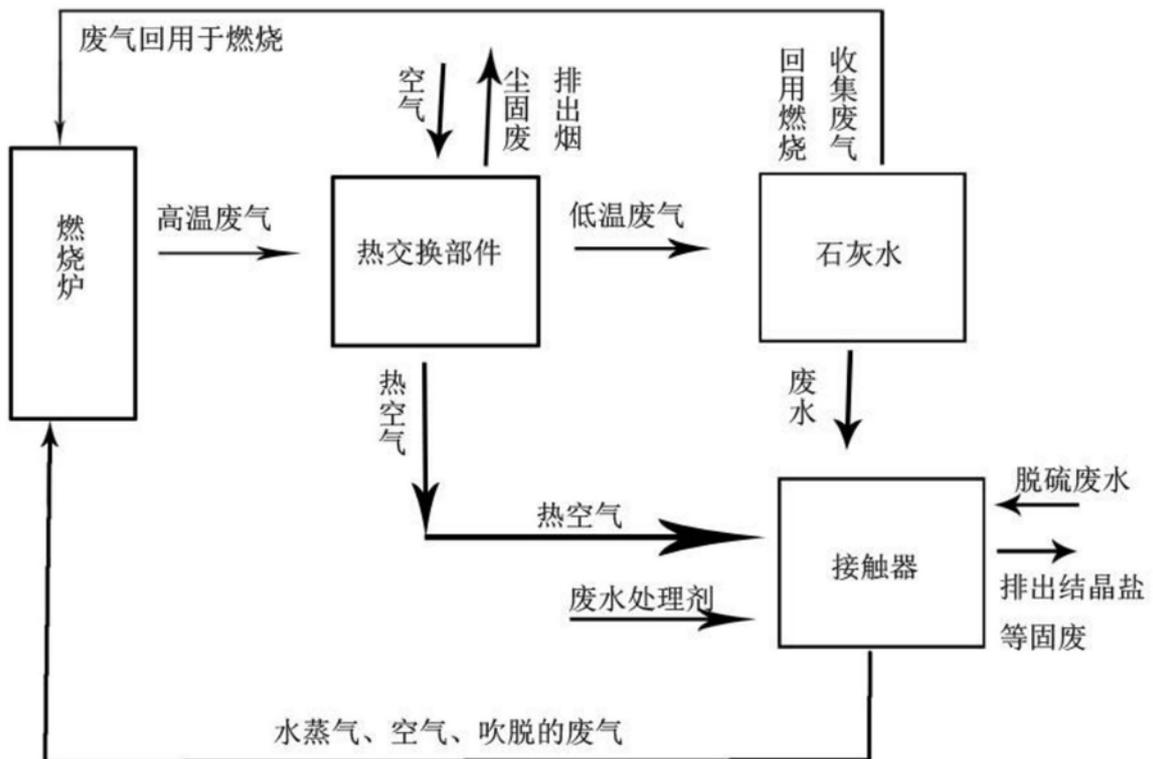


图6