



1. 一种石灰石石膏湿法钢铁烧结机烟气脱硫废水的处理方法,其特征在于,所述方法包括如下步骤:

(1) 将 pH 为 4 ~ 6 的脱硫废水送至三联箱中进行废水处理,得到废水上清液;废水处理时向三联箱的中和箱中加入石灰乳进行中和反应,控制 pH 值为 10 ~ 11;

(2) 将步骤 (1) 所得废水上清液送入氨氮脱除装置中,加入脱氮剂进行氨氮脱除反应,在氨氮脱除反应的同时按 (280 ~ 320):1 的气水比进行鼓风曝气,得到经氨氮脱除反应后的废水;每升废水上清液中加入 0.8 ~ 1.2mL 质量百分比浓度为 1% 的脱氮剂;所述步骤 (1) 是将 pH 为 4 ~ 6 的脱硫废水送至三联箱,经中和箱进行中和反应后经氧化箱进行氧化处理,再依次经反应箱和絮凝箱处理,得到废水上清液;氧化处理是向氧化箱中加漂白粉搅拌氧化,每立方米中和反应后的废水中加入 5 ~ 7kg 质量百分比为 0.5% ~ 1.0% 的漂白粉。

2. 如权利要求 1 所述方法,其特征在于,所述步骤 (1) 是将 pH 为 4 ~ 6 的脱硫废水送至三联箱,依次经过三联箱的中和箱、反应箱和絮凝箱处理后,得到废水上清液;所述步骤 (2) 中将经氨氮脱除反应后的废水再送入氧化箱进行氧化处理;氧化处理是向氧化箱中加漂白粉搅拌氧化,每立方米氨氮脱除反应后的废水中加入 5 ~ 7kg 质量百分比为 0.5% ~ 1.0% 的漂白粉。

3. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述步骤 (1) 是将 pH 为 4 ~ 6 的脱硫废水送至三联箱,经中和箱进行中和反应后直接将中和反应后的废水上清液进行步骤 (2) 的处理;所述步骤 (2) 中将经氨氮脱除反应后的废水再送入氧化箱进行氧化处理;氧化处理是向氧化箱中加漂白粉搅拌氧化,每立方米氨氮脱除反应后的废水中加入 5 ~ 7kg 质量百分比为 0.5% ~ 1.0% 的漂白粉。

4. 如权利要求 1 至 3 任一项所述的方法,其特征在于,所述氨氮脱除反应时控制温度为 40°C ~ 50°C,反应时间为 2.5 ~ 3.5h。

5. 如权利要求 4 所述的方法,其特征在于,所述氨氮脱除反应采用的氨氮脱除装置包括

—沉淀分离一体箱 (1),箱体顶部设有氨气出口和多个加药口 (4, 5, 6, 7, 8);箱体上部设有进水口 (3),其下部设有出水口 (9);

—氨吸收塔 (2),塔顶设有喷淋层 (17),塔底设有氨水出口 (20),在喷淋层 (17) 下方的塔壁上开有氨气入口;

所述沉淀分离一体箱 (1) 的氨气出口和所述氨吸收塔 (2) 的氨气入口通过氨气管道 (15) 相连。

6. 如权利要求 5 所述的方法,其特征在于,所述箱体底部设有曝气装置。

7. 如权利要求 6 所述的方法,其特征在于,所述曝气装置为多根横向布置的曝气管 (13),每根曝气管 (13) 上开有若干个曝气孔 (14);所述曝气管 (13) 通过管道与风机 (10) 相连。

8. 如权利要求 7 所述的方法,其特征在于,所述曝气孔 (14) 设置在曝气管 (13) 的下部,使曝气气流斜向下喷出。

9. 如权利要求 8 所述的方法,其特征在于,每根曝气管 (13) 上设有两排曝气孔 (14),两排曝气孔 (14) 轴心线形成的平面之间的夹角  $\alpha$  为 90°。

## 一种石灰石石膏湿法钢铁烧结机烟气脱硫废水处理方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于环保领域的水处理领域,具体涉及一种采用中和-反应-絮凝-澄清-脱氮-氧化组合工艺处理含高盐分、多种重金属离子、SS、氨氮、总氮及 COD 等的石灰石-石膏湿法钢铁烧结机烟气脱硫废水的处理方法。

### 背景技术

[0002] 随着人们环保减排意识的提高,脱硫废水的处理与循环利用就变得越来越重要,尤其是钢铁厂烧结脱硫废水的危害很大,钢铁脱硫废水一般温度较高为  $40^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ ,含有的杂质主要是悬浮物、过饱和的亚硫酸盐、硫酸盐、重金属以及氨氮类物质等。如不经处理直接排放,会腐蚀下水管道、水工构筑物等基础设施,其中的重金属会严重污染地表水、地下水或土壤,影响动植物的生长繁殖和农作物的生长,对环境质量和人体健康造成巨大的危害。

[0003] 目前的典型的脱硫废水处理工艺流程如图 1 所示,将 pH 为  $4 \sim 6$  的钢铁烧结脱硫废水通过提升泵抽送至进水箱,在脱硫废水进水箱中,通过曝气风机对脱硫废水进行强制曝气,将废水中还原性物质 ( $\text{SO}_3^{2-}$ 、 $\text{S}_2\text{O}_6^{2-}$  等) 曝气氧化,降低废水 COD;在中和箱中加入氢氧化钠,氢氧化钠的作用在于提高废水的 pH,产生重金属沉淀,去除脱硫废水中的重金属。通过在中和箱中加入氢氧化钠以去除部分重金属同时控制  $\text{F}^-$  浓度;随后流入反应箱中后加入有机硫,使汞、镉形成硫化汞和硫化镉沉淀而去除;再经过絮凝箱后加入絮凝剂和助凝剂,将废水中悬浮的颗粒絮凝成较大颗粒的絮凝体,经澄清浓缩池后使得废水中重金属等杂质沉淀在池底,上层清水溢流到出水箱,加入盐酸调节 pH 到  $6 \sim 9$  后排放。沉淀在澄清池池底的污泥需要排至污泥传输泵,进行离心脱水,最后将脱水后的污泥外运处置。

[0004] 但是,随着《钢铁工业水污染物排放标准》(GB13456-2012) 的颁布及实施,钢铁厂烧结脱硫废水中的氨氮、总氮和 COD 必须达到《钢铁工业水污染物排放标准》(GB13456-2012) 表一中现有企业水污染物排放浓度的限值,即  $\text{NH}_3\text{-N} \leq 8\text{mg/L}$ 、总氮  $\leq 20\text{mg/L}$  和  $\text{COD} \leq 60\text{mg/L}$  才能排放。现有的工艺对氨氮、总氮和 COD 的处理,远远不能满足现行的排放标准。

### 发明内容

[0005] 本发明旨在克服现有技术的不足,提供一种石灰石石膏湿法钢铁烧结机烟气脱硫废水的处理方法。

[0006] 为了达到上述目的,本发明提供的技术方案为:

[0007] 所述石灰石石膏湿法钢铁烧结机烟气脱硫废水的处理方法包括如下步骤:

[0008] (1) 将 pH 为  $4 \sim 6$  的脱硫废水送至三联箱中进行废水处理,得到废水上清液;废水处理时向三联箱的中和箱中加入石灰乳进行中和反应,控制 pH 值为  $10 \sim 11$ ,优选为  $10.5$ ;“三联箱”为脱硫废水领域通用术语,它包括中和箱、反应箱和絮凝箱,本发明所用三联箱为市售;石灰乳的具体加药量根据原废水 pH 值确定,关键在于控制中和后的 pH 值为  $10 \sim 11$ 。

[0009] (2) 将步骤(1)所得废水上清液送入氨氮脱除装置中,加入脱氮剂进行氨氮脱除反应,在氨氮脱除反应的同时按(280~320):1的气水比进行鼓风曝气,得到经氨氮脱除反应后的废水;每升废水上清液中加入0.8~1.2mL,优选为1mL质量百分比浓度为61%的脱氮剂。所述脱氮剂为市售产品,是由一种以60%~70%质量浓度的羟甲基纤维钠盐、10%~20%质量浓度的丁二醇脱氨酶为主剂,5%~10%质量浓度的高铁酸钾和5%~10%质量浓度的过硫酸钠两种活化剂为辅的复合化学药剂,含有大量的O、H、OH、CH、CH<sub>2</sub>等自由基和活性基团组成。

[0010] 优选地,所述步骤(1)是将pH为4~6的脱硫废水送至三联箱,依次经过三联箱的中和箱、反应箱和絮凝箱处理后,得到废水上清液;所述步骤(2)中将经氨氮脱除反应后的废水(通过投加盐酸溶液将废水pH调至8~9)再送入氧化箱进行氧化处理;氧化处理是向氧化箱中加漂白粉搅拌氧化(氧化搅拌时间优选为1.5h),氧化去除COD,每立方米氨氮脱除反应后的废水中加入5~7kg质量百分比为0.5%~1.0%的漂白粉。漂白粉作为氧化剂,是有效氯含量32%的次氯酸钙。

[0011] 优选地,所述步骤(1)是将pH为4~6的脱硫废水送至三联箱,经中和箱进行中和反应后经氧化箱进行氧化处理,再依次经反应箱和絮凝箱处理,得到废水上清液;氧化处理是向氧化箱中加漂白粉搅拌氧化(氧化搅拌时间优选为1.5h),每立方米中和反应后的废水中加入5~7kg质量百分比为0.5%~1.0%的漂白粉。

[0012] 优选地,所述步骤(1)是将pH为4~6的脱硫废水送至三联箱,经中和箱进行中和反应后直接将中和反应后的废水上清液进行步骤(2)的处理;所述步骤(2)中将经氨氮脱除反应后的废水(通过投加盐酸溶液将废水pH调至8~9)再送入氧化箱进行氧化处理;氧化处理是向氧化箱中加漂白粉搅拌氧化(氧化搅拌时间优选为1.5h),每立方米氨氮脱除反应后的废水中加入5~7kg质量百分比为0.5%~1.0%的漂白粉。

[0013] 优选地,所述氨氮脱除反应时控制温度为40℃~50℃,反应时间为2.5~3.5h。

[0014] 上述方法中其他为展开说明的步骤均为本领域常规操作步骤。

[0015] 另外,上述方法中所述氨氮脱除装置包括

[0016] 一沉淀分离一体箱,箱体顶部设有氨气出口和多个加药口;箱体上部设有进水口,其下部设有出水口;

[0017] 一氨吸收塔,塔顶设有喷淋层,塔底设有氨水出口,在喷淋层下方的塔壁上开有氨气入口;

[0018] 所述沉淀分离一体箱的氨气出口和所述氨吸收塔的氨气入口通过氨气管道相连。

[0019] 优选地,所述箱体底部设有曝气装置。

[0020] 所述曝气装置为多根横向布置的曝气管,每根曝气管上开有若干个曝气孔;所述曝气管通过管道与风机相连。

[0021] 所述曝气孔设置在曝气管的下部,使曝气气流斜向下喷出。

[0022] 每根曝气管上设有两排曝气孔,两排曝气孔轴心线形成的平面之间的夹角 $\alpha$ 为90°。

[0023] 所述箱体内设有加热装置。

[0024] 所述加热装置为电加热管,在箱体内设有温控仪。

[0025] 所述氨吸收塔的喷淋层下方设有填料。

[0026] 所述加药口为碱液加药口、脱氮剂加药口、有机硫或硫化钠加药口、混凝剂加药口、助凝剂加药口。

[0027] 所述沉淀分离一体箱包括三个连通的单格；所述进水口设在第一单格的顶部；所述出水口设在第三单格的底部；所述三个单格顶部均设有氨气出口。

[0028] 藉由上述结构，所述用于处理含重金属高浓度氨氮废水的装置包括高效氨氮脱除及重金属沉淀分离一体箱和氨吸收塔，所述一体箱包括三个单格，第一单格顶部设有进水口、碱液加药口、脱氮剂加药口、pH 计在线测量口和氨气出口，第二单格顶部设有有机硫或硫化钠加药口和氨气出口，第三单格顶部设有混凝剂、助凝剂加药口和氨气出气口以及侧壁设有出水口，所述一体箱顶部三个氨气出口相互连通，并与氨吸收塔相连；所述一体箱底部安装有曝气管，所述曝气管与风机主管连接；所述一体箱第一单格底部还安装有加热装置，并与温控仪连接。

[0029] 所述曝气管分别与风机主管相连，曝气管上均匀对称分布有朝下的开孔，所述相邻两开孔与水平面呈  $45^\circ$  分布，夹角  $\alpha$  为  $90^\circ$ 。

[0030] 所述一体箱为正方形或长方形的三个单格构成，三个氨气出口相互连通后经由管道引入氨吸收塔内。

[0031] 所述一体箱第一单格底部安装有加热管，通过温控仪可自动调控温度范围为  $25^\circ\text{C} \sim 100^\circ\text{C}$ 。

[0032] 所述氨吸收塔与泵构成回路，氨气吸收后产生的氨水回收利用。

[0033] 本发明所述其他装置均为市售的且功能明确的本领域常规装置。

[0034] 下面结合原理及效果对本发明作进一步说明：

[0035] 本发明实施方式相对于现有技术而言，主要是中和箱投加药剂由原有的氢氧化钠改为石灰乳，这有利于形成氟化钙而去除废水中氟离子；增加了高效氨氮脱除装置和氧化箱（COD 氧化组合装置），另外将进水箱的曝气风机移至氨氮脱除装置处，在对氨氮进行脱除的同时对废水中的 COD 去除也有一定效果，减少了后续氧化 COD 的加药量，使之更容易达到现行国家排放标准对氨氮和 COD 的要求；同时由于高效氨氮脱除过程中需要调节 pH 到  $10 \sim 11$  左右，会使废水中重金属浓度进一步降低。对同样的钢铁烧结脱硫废水进行处理，实验结果如表 1：

[0036] 表 1

[0037]

指标	钢铁烧结脱硫废水水质 (mg/L)	现有技术处理后水质情况 (mg/L)	本发明处理后水质情况 (mg/L)	《钢铁工业水污染物排放标准》(GB13456-2012)
Cd	0.5~1.5	<0.05	<0.001	0.1
Pb	3.0~5.0	<0.5	<0.5	1.0
Hg	0.2~1.0	<0.02	<0.01	0.05
Cu	0.2~2.0	<0.1	<0.04	0.5
Zn	4.0~20.0	<0.1	<0.05	2.0
As	0.2~2.0	<0.01	<0.01	0.5
Cr	0.5~5.0	<0.5	<0.01	1.5
Ni	0.5~3.5	<0.5	<0.1	1.0
氟化物	10~300	<10	<5	10
SS	9000-15000	<50	<30	50
NH <sub>3</sub> -N	350~1000	300~900	<8.0	8.0
总氮	500~1200	400~1100	<15	20
COD	250~500	200~400	<50	60

[0038] 由表 1 可知：现有工艺仅对钢铁烧结脱硫废水中重金属去除有效，而本发明的处理方法不但能够有效的降低废水中重金属的含量，还能进一步去除脱硫废水中 NH<sub>3</sub>-N、总氮和 COD。

[0039] 总之，与现有技术相比，本发明所述方法具有如下有益效果：

[0040] 1、工艺设备配置简单，操作稳定便于控制；

[0041] 2、可有效的降低废水中重金属浓度以及去除 NH<sub>3</sub>-N、总氮和 COD；

[0042] 3、成本低廉，工序简单，操作方便，占地面积小；

[0043] 4、避免氨氮脱除过程中产生的氨气等气体污染，保护了环境，优化了操作环境氛围。

[0044] 解决了现有的钢铁烧结脱硫废水重金属排放浓度较高，COD、氨氮和总氮排放不达标等问题。

## 附图说明

[0045] 图 1 是现有的钢铁烧结脱硫废水处理工艺流程图；

[0046] 图 2 是本发明实施例 1 的钢铁烧结脱硫废水处理工艺流程图；

[0047] 图 3 是本发明实施例 2 的钢铁烧结脱硫废水处理工艺流程图；

[0048] 图 4 是本发明实施例 3 的钢铁烧结脱硫废水处理工艺流程图。

[0049] 图 5 为本发明所述氨氮脱除装置的结构原理图；

[0050] 图 6 是氨氮脱除装置中曝气管俯视图；

[0051] 图 7 是氨氮脱除装置中单根曝气管的结构示意图；

[0052] 图 8 是图 3 的横截面示意图。

[0053] 1- 沉淀分离一体箱；2- 氨吸收塔；3- 进水口；4- 碱加药口；5- 脱氮剂加药口；6- 有机硫或硫化钠加药口；7- 混凝剂加药口；8- 助凝剂加药口；9- 出水口；10- 风机；11- 电加热管；12- 温控仪；13- 曝气管；14- 曝气孔；15- 氨气管道；16- 泵；17- 喷淋层；18- 填料；19- 氨水；20- 氨水出口。

## 具体实施方式

[0054] 实施例 1

[0055] 参见图 2, 本实施方式适用于南方地区改造项目。

[0056] 第一步: 将 pH 为 4 ~ 6 的某钢铁厂烧结机脱硫废水通过提升泵抽送至进水箱, 在中和箱中加入 1.3g/L 的石灰进行调节 pH 为 10 ~ 11 后, 进入反应箱, 在反应箱中加入浓度为 1% 的有机硫 0.3mL/L 进行反应后, 进入絮凝箱, 在絮凝箱中加入浓度为 4% 的聚铁 0.25mL/L 和浓度为 0.05% 的聚丙烯酰胺 0.2mL/L, 进行混凝沉淀反应后, 自流进入浓缩池系统进行固液分离。

[0057] 第二步: 将经过混凝沉淀后的上清液进入氨氮脱除装置, 加入浓度为 1% 的脱氮剂, 投加量为 1mL/L, 反应 3h 后, 此时废水中的氨氮基本去除。本实施方式将原有进水箱的曝气风机移至氨氮脱除装置处, 在对氨氮进行脱除的同时对废水中的 COD 去除也有一定效果, 减少了后续氧化 COD 的加药量。

[0058] 第三步: 在经过脱氮处理后的氨气进入浓度为 30% 的硫酸循环池, 对氨气进行吸收, 一方面产生的硫酸铵能够综合利用, 另一方面能够防止产生的氨气污染环境。

[0059] 第四步: 将经过脱氮处理后的废水通过投加盐酸溶液将 pH 调至 8 ~ 9, 再向其中加入漂白粉 (有效氯含量 32%) 并搅拌, 每立方米氨氮脱除反应后的废水中加入 6kg 质量百分比为 0.5% ~ 1.0% 的漂白粉, 对其进行氧化处理。在经过氧化处理后的废水自流进入澄清池, 澄清后的出水即可达标排放。

[0060] 需要说明的是, 本实施方案的钢铁烧结脱硫废水处理中, 还包括将澄清浓缩池中的水通过污泥循环泵传送至中和箱, 以及对沉淀在浓缩池底的污泥经污泥输送泵送入压滤机压榨等处理, 但这些步骤与现有技术相同, 故在此不再赘述。

[0061] 实施例 2

[0062] 参见图 3, 本实施方式适用于南方地区新建项目。

[0063] 第一步: 将 pH 为 4 ~ 6 的某钢铁厂烧结机脱硫废水通过提升泵抽送至进水箱, 在中和箱中加入 1.3g/L 的石灰进行调节 pH 为 10 ~ 11 后, 经氧化箱进行氧化处理, 氧化处理是向氧化箱中加漂白粉搅拌氧化 (氧化搅拌时间优选为 1.5h), 每立方米中和反应后的废水中加入 6kg 质量百分比为 0.5% ~ 1.0% 的漂白粉; 进入反应箱, 在反应箱中加入浓度为 1% 的有机硫 0.3mL/L 进行反应后, 进入絮凝箱, 在絮凝箱中加入浓度为 4% 的聚铁 0.25mL/L 和浓度为 0.05% 的聚丙烯酰胺 0.2mL/L, 进行混凝沉淀反应后, 自流进入浓缩池系统进行固液分离。

[0064] 第二步: 将经过混凝沉淀后的上清液进入氨氮脱除装置, 加入浓度为 1% 的脱氮剂, 投加量为 1mL/L, 反应 3h 后, 此时废水中的氨氮基本去除。本实施方式将原有进水箱的曝气风机移至氨氮脱除装置处, 在对氨氮进行脱除的同时对废水中的 COD 去除也有一定效果, 减少了后续氧化 COD 的加药量。

[0065] 第三步: 在经过脱氮处理后的氨气进入浓度为 30% 的硫酸循环池, 对氨气进行吸收, 一方面产生的硫酸铵能够综合利用, 另一方面能够防止产生的氨气污染环境。

[0066] 在本实施方式中, 将氧化箱提前放置在中和箱与沉淀箱之间, 所使用的石灰乳投加量由原先的 1.3g/L 减少为 0.5g/L。由于试验发现, 由于氧化箱的提前设置, 每立方米中和反应后的废水中加入 6kg 质量百分比为 0.5% ~ 1.0% 的漂白粉 ((有效氯含量 32%))

投加了有效氯含量 32% 的漂白粉,调升了废水 pH 以及提供了大量钙离子,为后续形成氢氧化物及氟化钙共沉淀创造了有利条件,石灰乳投加量由原先的 1.3g/L 减少为 0.5g/L 即可达到良好的中和效果。实验结果显示:该实施方式对废水中的多种重金属、COD、氨氮及总氮的去除效果与实施方式一基本相同,出水中各污染物排放浓度均可达到《钢铁工业水污染物排放标准》(GB13456-2012) 表一中现有企业水污染物排放浓度的限值。本实施例其他物质的加入量同实施例 1。

[0067] 实施例 3

[0068] 参见图 4,本实施方式适用于北方低温地区项目。

[0069] 第一步:将 pH 为 4~6 的某钢铁厂烧结机脱硫废水通过提升泵抽送至进水箱,在中和箱中加入 1.3g/L 的石灰进行调节 pH 为 10~11 后,进入氨氮脱除装置,加入浓度为 1% 的脱氮剂,投加量为 1mL/L,反应 3h 后,此时废水中的氨氮基本去除。本实施方式将原有进水箱的曝气风机移至氨氮脱除装置处,在对氨氮进行脱除的同时对废水中的 COD 去除也有一定效果,减少了后续氧化 COD 的加药量。

[0070] 第二步,在经过脱氮处理后的氨气进入浓度为 30% 的硫酸循环池,对氨气进行吸收,一方面产生的硫酸铵能够综合利用,另一方面能够防止产生的氨气污染环境。

[0071] 第三步,将经过脱氮处理后的废水通过投加盐酸溶液将 pH 调至 8~9,再向其中加入漂白粉(有效氯含量 32%)并搅拌,每立方米氨氮脱除反应后的废水中加入 6kg 质量百分比为 0.5%~1.0% 的漂白粉,对其进行氧化处理。

[0072] 第四步,将氧化处理后的废水按实施例 1 所述的参数经反应箱、絮凝箱处理后进入浓缩池系统进行后续处理并排放。

[0073] 在本实施方式中,将氨氮脱除装置提前放置在中和箱与氧化箱之间。由于试验发现,由于脱硫废水在刚进入进水箱时温度还较高,可达到 50℃ 左右,而在我国北方地区,尤其是冬季环境温度较低,温度下降较快,而此时能够尽快进入高效氨氮脱除装置则有利于氨氮脱除,因此可以通过将高效氨氮脱除装置提前放置于中和箱和氧化箱之间,以节省废水加热成本。

[0074] 实施例 1 至 3 中所采用的氨氮脱除装置结构如图 4 至 8 所示。所述氨氮脱除装置包括高效氨氮脱除及重金属沉淀分离一体箱 1,箱体顶部分别布置有进水口 3、碱液加药口 4、脱氮剂加药口 5、有机硫或硫化钠加药口 6、混凝剂加药口 7 和助凝剂加药口 8,以及侧壁设置有出水口 9、电加热管 11 和温控仪 12,电加热管 11 通过温控仪 12 调控温度,25℃~100℃ 可调,温控仪 12 优选为热电偶;所述沉淀分离一体箱 1 底部布有均匀对称式排列的曝气管 13,离心风机 10 从曝气管 13 上的曝气孔进入水中,产生强力曝气的效果,高效氨氮脱除及重金属沉淀分离一体箱 1 的顶部开有三个氨气出口,在沉淀分离一体箱 1 内分离后的氨气经由管道被引入氨吸收塔 2 内进行氨吸收,氨水通过氨水出口 20 排出回用。

[0075] 上述装置的进水、排水、曝气量大小,脱氮时间以及絮凝沉淀时间均可由 PLC 全程自动控制,废水的 pH 调节、高效氨氮分离及重金属沉淀分离一体箱水温维持和各种药剂投加量也都可由 PLC 全程自动控制。含重金属高浓度氨氮废水经此套装置后出水氨氮值可降低至 5mg/L 以下,镉、铬、汞、砷、铅、铜等重金属浓度均可降低至 0.05mg/L 以下。

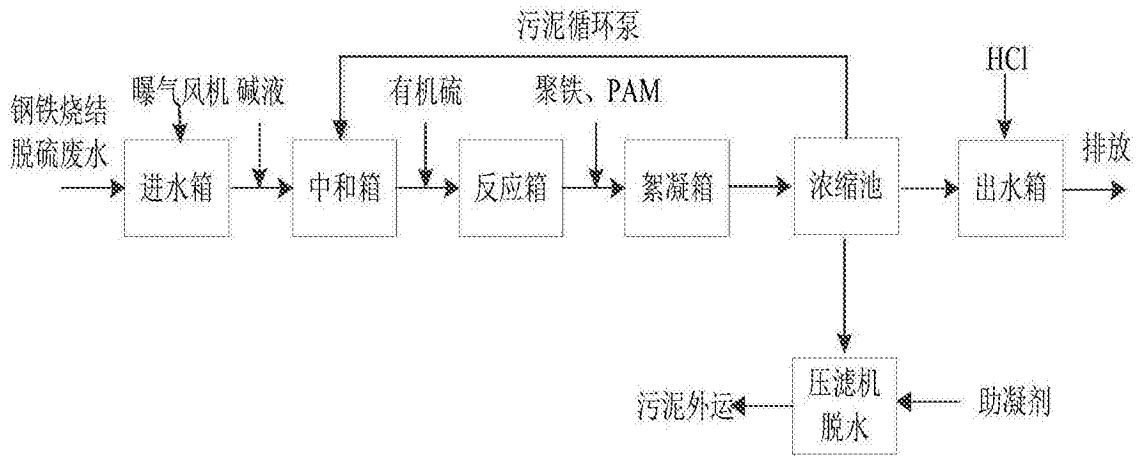


图 1

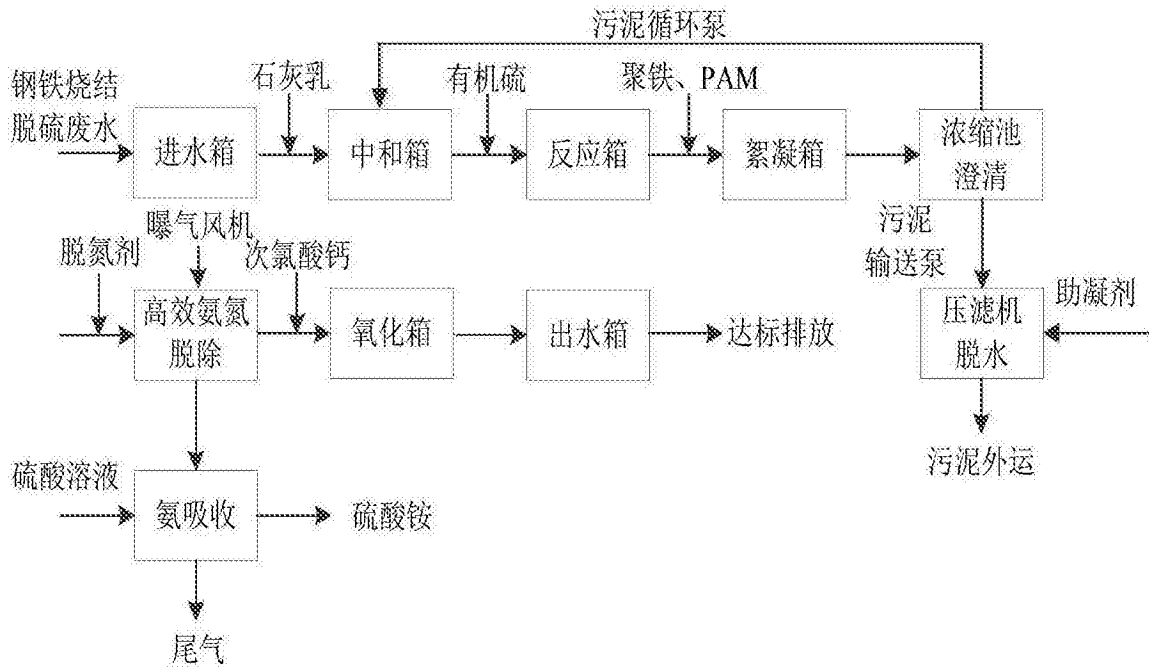


图 2

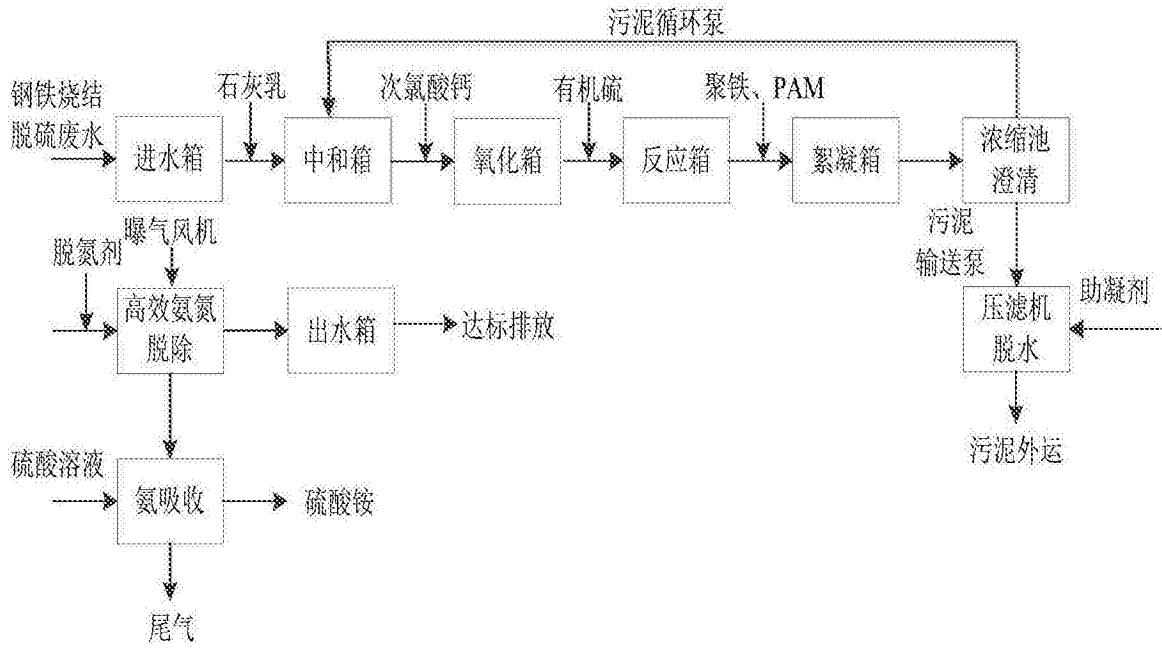


图 3

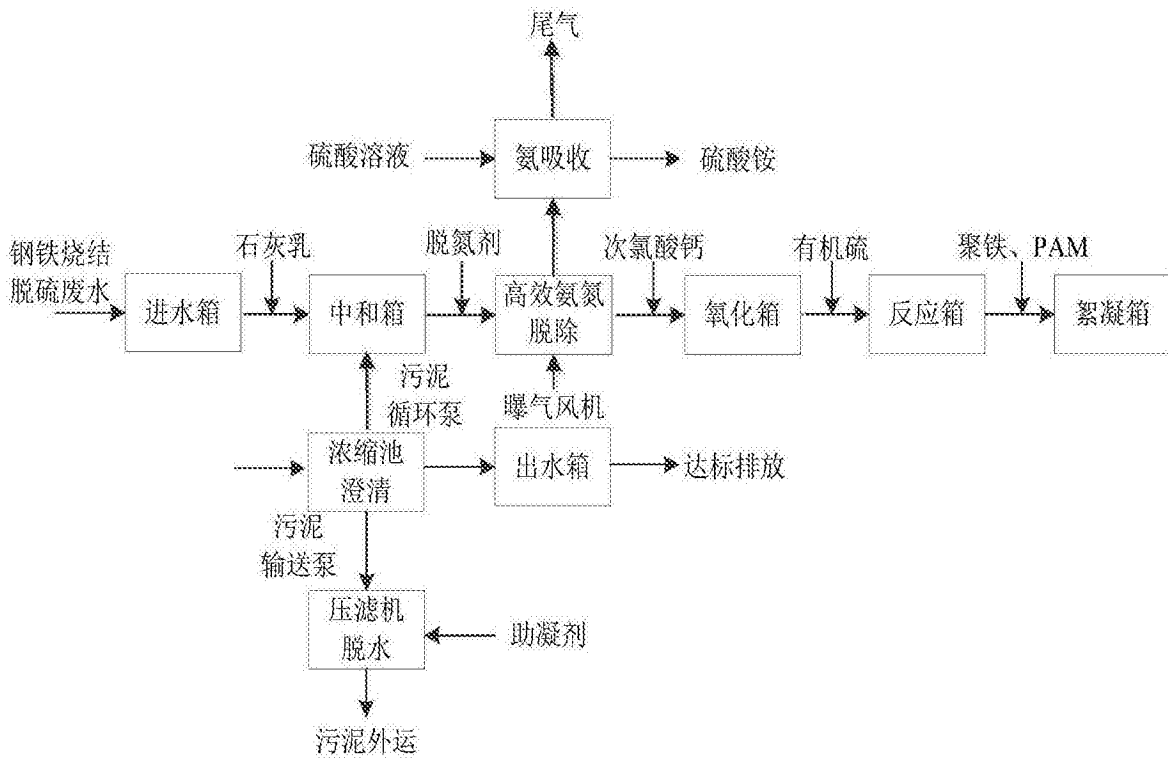


图 4

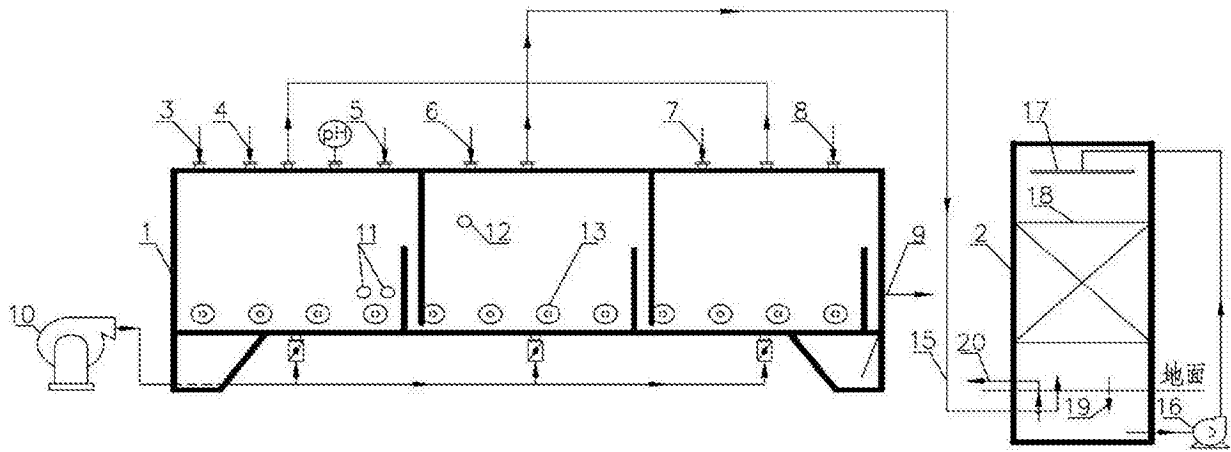


图 5

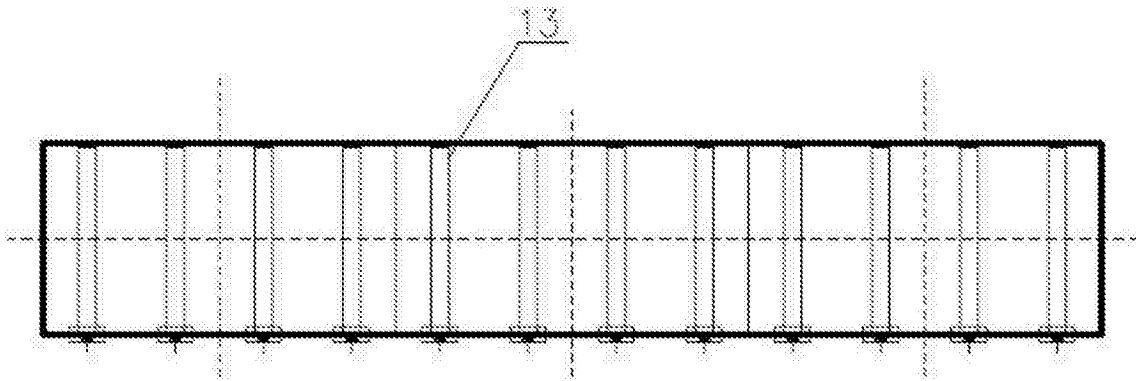


图 6

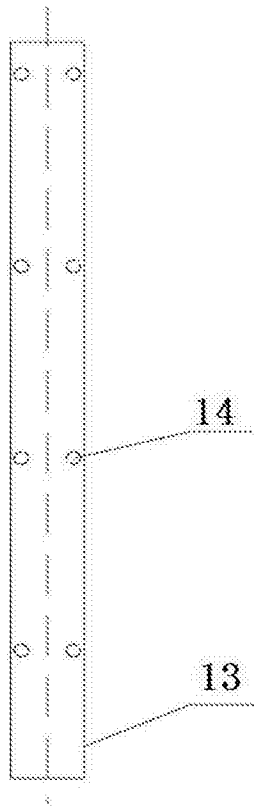


图 7

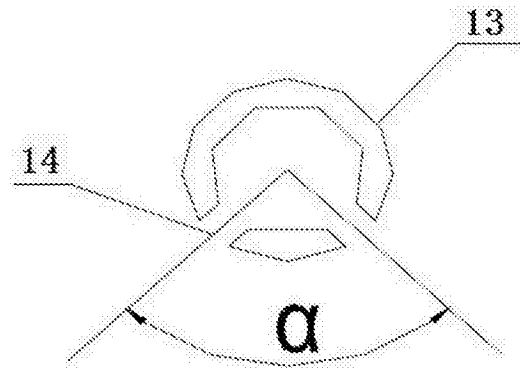


图 8