



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 204182281 U

(45) 授权公告日 2015. 03. 04

(21) 申请号 201420468069. 2

(22) 申请日 2014. 08. 19

(73) 专利权人 浙江大学

地址 310027 浙江省杭州市浙大路 38 号

(72) 发明人 高翔 郑成航 骆仲泱 岑可法  
倪明江 张涌新 李钦武 施正伦  
周劲松 方梦祥 程乐鸣 王勤辉

(74) 专利代理机构 杭州君度专利代理事务所  
(特殊普通合伙) 33240

代理人 王桂名

(51) Int. Cl.

B01D 53/80(2006. 01)

B01D 53/50(2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

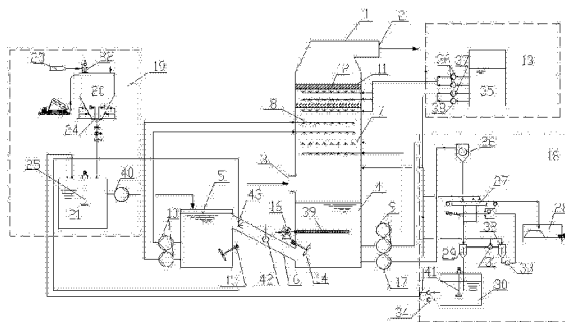
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 实用新型名称

一种高效脱硫单塔双循环系统

(57) 摘要

本实用新型公开了一种高效脱硫单塔双循环系统,包括脱硫塔中的主浆液池和脱硫塔外的副浆液池,两个浆液池通过管道进行连接,形成多区 pH 控制双循环脱硫系统,其中,石灰石浆液由副浆液池补入主浆液池,石膏浆液由脱硫塔的主浆液池排出。本实用新型可对两个浆液池中的 pH 进行分区控制,不同喷淋层浆液分别由两个浆液池提供,高 pH 值浆液有利于对 SO<sub>2</sub> 的吸收,实现脱硫系统的脱硫效率在 99% 上,低 pH 有利于亚硫酸盐的氧化和石膏的结晶,提高石膏的脱水率和石膏纯度。



1. 一种高效脱硫单塔双循环系统,包括脱硫塔,所述脱硫塔下部一侧设有进气口,上部另一侧设有出气口;其特征在于:所述脱硫单塔内设有主浆液池,所述主浆液池设置在进气口下方,所述脱硫塔外侧设有副浆液池,所述副浆液池与主浆液池之间通过管道连通,所述管道内设有截断阀门及冲洗装置;所述脱硫塔内上部设有第一喷淋装置,所述第一喷淋装置上方设有第二喷淋装置,所述第一喷淋装置包括二层以上喷淋层,第二喷淋装置包括一层以上喷淋层,第一喷淋装置通过第一循环浆液泵与主浆液池相连通,第二喷淋装置通过第二循环浆液泵与副浆液池相连通;所述第二喷淋装置与出气口之间设有除雾器,所述除雾器内设有喷水装置,所述喷水装置与工艺水系统相连;所述主浆液池内设有第一搅拌器,副浆液池内设有第二搅拌器,所述主浆液池与氧化风机相连通;所述主浆液池通过石膏排出泵与石膏脱水系统相连通,副浆液池通过浆液泵与浆液制备系统相连通。

2. 根据权利要求1所述的高效脱硫单塔双循环系统,其特征在于:所述浆液制备系统包括粉仓和浆液箱,所述粉仓顶端设有仓顶除尘器,仓顶除尘器与压缩空气系统相连通,所述粉仓底端设有出料口,出料口与浆液箱相连通,所述浆液箱通过浆液泵与副浆液池相连通,浆液箱内设有浆液搅拌器;所述石膏脱水系统包括顺次连通的石膏旋流器、皮带脱水机、石膏库,所述石膏旋流器通过石膏排出泵与主浆液池相连通,所述皮带脱水机还通过气液分离器与滤液箱连通,气液分离器还通过真空泵与滤布冲洗箱连通,滤布冲洗箱通过滤布冲洗水泵与皮带脱水机连通,所述滤液箱通过滤液水泵与浆液箱连通;所述工艺水系统包括工艺水箱,所述工艺水箱通过除雾器冲洗水泵与除雾器的喷水装置连通,工艺水箱还通过第一工艺水泵与滤布冲洗箱连通,通过第二工艺水泵与浆液箱连通,所述冲洗装置与工艺水箱相连通。

3. 根据权利要求1所述的高效脱硫单塔双循环系统,其特征在于:所述第一搅拌器、第二搅拌器均采用侧入式搅拌器。

4. 根据权利要求1所述的高效脱硫单塔双循环系统,其特征在于:所述主浆液池内设有氧化管网或喷射管,所述氧化管网或喷射管与氧化风机相连通。

5. 根据权利要求1所述的高效脱硫单塔双循环系统,其特征在于:所述主浆液池与副浆液池之间通过圆形管道或方形管道或椭圆形管道进行连接,连接方式为水平连接或斜向连接。

6. 根据权利要求1所述的高效脱硫单塔双循环系统,其特征在于:所述第一喷淋装置的喷淋层数量为两层,第二喷淋装置的喷淋层数量为两层,每层喷淋层分别对应一台循环浆液泵;相邻喷淋层间的间距为1.2~2.5m。

7. 根据权利要求1所述的高效脱硫单塔双循环系统,其特征在于:所述第一喷淋装置、第二喷淋装置上均设有若干个喷嘴,且位于边壁的喷嘴角度小于90度,位于中心的喷嘴角度大于90。

8. 根据权利要求1所述的高效脱硫单塔双循环系统,其特征在于:所述脱硫塔采用圆塔或方塔,副浆液池采用圆塔或方塔。

## 一种高效脱硫单塔双循环系统

### 技术领域

[0001] 本实用新型属于燃煤烟气 SO<sub>2</sub> 污染物控制技术领域,具体地说是涉及一种高效脱硫单塔双循环系统。

### 背景技术

[0002] 环境保护部新颁布的 GB13223-2011 《火电厂大气污染物排放标准》调整了大气污染物排放限值,新建、改建和扩建的燃煤火电锅炉将执行 100mg/Nm<sup>3</sup> 的 SO<sub>2</sub> 排放浓度限值,而对于重点区域 SO<sub>2</sub> 排放限值为 50mg/Nm<sup>3</sup>;部分环境污染严重地区甚至需要执行更严格排放标准,实现 SO<sub>2</sub> 的超低排放甚至近零排放。

[0003] 常规脱硫单塔需选择一个较为合适的 pH 值范围,既保证 SO<sub>2</sub> 的吸收,也要保证吸收剂的溶解及脱硫产物的氧化结晶,因此脱硫效率相对较低,难以满足日益严格的排放要求,因此,需要对脱硫单塔进行改造。目前,对脱硫单塔的改造有多种形式,脱硫单塔塔体拔高,增加喷淋层,增加塔内构件;中国专利 CN 102921287A 公开了一种双塔双循环石灰石湿法脱硫装置及方法,该脱硫装置包括烟气净化部分、吸收剂供应部分、浆液氧化结晶部分和石膏浆液脱水部分,所述烟气净化部分由一级循环吸收塔和二级循环吸收塔构成,所述吸收剂供应部分由石灰石浆液箱、石灰石供浆泵和供浆管路构成,所述浆液氧化结晶部分由氧化风机、一级循环吸收塔氧化喷枪、二级循环吸收塔氧化喷枪和氧化空气管道构成,所述石膏浆液脱水部分由一级循环石膏排出泵、石膏旋流器和真空脱水皮机构成。本脱硫装置可以达到一个很高的脱硫效率,实现二氧化硫的减排和净化空气的目的,同时,还能够得到品质很高的石膏。但是,以上改造形式存在脱硫单塔塔体拔高、工期长、塔串联占地大、投资高等一些缺点。

### 实用新型内容

[0004] 为了克服现有技术存在的不足,本实用新型提供了一种高效脱硫单塔双循环系统。本实用新型既能实现脱硫效率在 99% 以上,又能降低脱硫系统的能耗、减少成本、节约用地、满足国家最新排放标准。

[0005] 一种高效脱硫单塔双循环系统,包括脱硫塔,所述脱硫塔下部一侧设有进气口,上部另一侧设有出气口;所述脱硫单塔内设有主浆液池,所述主浆液池设置在进气口下方,所述脱硫塔外侧设有副浆液池,所述副浆液池与主浆液池之间通过管道连通,所述管道内设有截断阀门及冲洗装置;所述脱硫塔内上部设有第一喷淋装置,所述第一喷淋装置上方设有第二喷淋装置,所述第一喷淋装置包括二层以上喷淋层,第二喷淋装置包括一层以上喷淋层,第一喷淋装置通过第一循环浆液泵与主浆液池相连通,第二喷淋装置通过第二循环浆液泵与副浆液池相连通;所述第二喷淋装置与出气口之间设有除雾器,所述除雾器内设有喷水装置,所述喷水装置与工艺水系统相连;所述主浆液池内设有第一搅拌器,副浆液池内设有第二搅拌器,所述主浆液池与氧化风机相连通;所述主浆液池通过石膏排出泵与石膏脱水系统相连通,副浆液池通过浆液泵与浆液制备系统相连通。

[0006] 本实用新型的高效脱硫单塔双循环系统包括脱硫塔中的主浆液池和脱硫塔外的副浆液池,两个浆液池通过管道进行连接,形成多区 pH 控制双循环脱硫系统,其中,石灰石浆液由副浆液池补入主浆液池,石膏浆液由脱硫塔的主浆液池排出;本实用新型可对两个浆液池中的 pH 进行分区控制,不同喷淋层浆液分别由两个浆液池提供,高 pH 值浆液有利于对  $\text{SO}_2$  的吸收,实现脱硫系统的脱硫效率在 99% 上,低 pH 有利于亚硫酸盐的氧化和石膏的结晶,提高石膏的脱水率和石膏纯度。

[0007] 优选地,所述浆液制备系统包括粉仓和浆液箱,所述粉仓顶端设有仓顶除尘器,仓顶除尘器与压缩空气系统相连通,所述粉仓底端设有出料口,出料口与浆液箱相连通,所述浆液箱通过浆液泵与副浆液池相连通,浆液箱内设有浆液搅拌器,所述冲洗装置与浆液箱相连通;所述石膏脱水系统包括顺次连通的石膏旋流器、皮带脱水机、石膏库,所述石膏旋流器通过石膏排出泵与主浆液池相连通,所述皮带脱水机还通过气液分离器与滤液箱连通,气液分离器还通过真空泵与滤布冲洗箱连通,滤布冲洗箱通过滤布冲洗水泵与皮带脱水机连通,所述滤液箱通过滤液水泵与浆液箱连通;所述工艺水系统包括工艺水箱,所述工艺水箱通过除雾器冲洗水泵与除雾器的喷水装置连通,工艺水箱还通过第一工艺水泵与滤布冲洗箱连通,通过第二工艺水泵与浆液箱连通,所述冲洗装置与工艺水箱相连通。浆液箱中的水可以由工艺水箱供给,也可以由滤液箱供给;皮带脱水机中的水可以由工艺水箱供给,也可以由滤布冲洗箱供给;实现了资源的有效循环利用,降低了生产成本。

[0008] 优选地,所述第一搅拌器、第二搅拌器均采用侧入式搅拌器。不仅成本低,而且在消耗低能耗的情况下便可以得到良好的搅拌效果。

[0009] 优选地,所述主浆液池内设有氧化管网或喷射管,所述氧化管网或喷射管与氧化风机相连通。

[0010] 优选地,所述主浆液池与副浆液池之间通过圆形管道或方形管道或椭圆形管道进行连接,连接方式为水平连接或斜向连接。主浆液池与副浆液池之间通过圆形管道或方形管道或椭圆形管道进行连接,其连接位置有多种,可从两个浆液池的上部、中部或下部通过水平方式连接,也可是一边上部、一边下部或中部等其他组合方式的斜向连接,具体的连接位置、连接的角度和管道内浆液的流速,要根据具体的工程项目进行优化选择;另外,还要在连接的管道内设置截断阀门及工艺水冲洗装置,防止管道内因停机或低负荷结垢所引起的管道堵塞。

[0011] 优选地,所述第一喷淋装置的喷淋层数量为两层,第二喷淋装置的喷淋层数量为两层,每层喷淋层分别对应一台循环浆液泵;相邻喷淋层间的间距为 1.2 ~ 2.5m。

[0012] 优选地,所述第一喷淋装置、第二喷淋装置上均设有若干个喷嘴,且位于边壁的喷嘴角度小于 90 度,位于中心的喷嘴角度大于 90。使脱硫塔断面上完全均匀地进行喷淋并减少浆液的边壁流动。

[0013] 优选地,所述脱硫塔采用圆塔或方塔,副浆液池采用圆塔或方塔。其中,脱硫塔和副浆液池优选为圆塔,但也可以是方塔和圆塔的各种组合或变形。

[0014] 本实用新型的主浆液池中,浆液 pH 控制在 4.5 ~ 5.5,低 pH 有利于亚硫酸盐的氧化和石膏的结晶;在主浆液池的下部径向布置了搅拌器,其作用是使浆液成悬浮物状态并使其进行扩散,即将固体维持在悬浮状态下,同时均匀分布氧化空气。主浆液池配有 100% 容量的氧化风机,氧化风机送出的氧化空气经喷水增湿后通过氧化管网或喷射管被送入浆

液池,空气被均匀分布在浆池截面上,从而使得空气和浆液得以充分混合,把脱硫反应中生成的亚硫酸钙( $\text{CaSO}_3 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ )氧化为硫酸钙( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ),实现高氧化率。主浆液池中的石膏浆液由石膏排出泵从主浆液池排除,当石膏浆液密度高于设定值时,石膏排出泵将浆液排出;同时,石膏排出泵亦作吸收塔检修或事故时塔内浆液的排空设备。

[0015] 副浆液池(外部附加的浆液池)中,浆液 pH 值控制在 5.3 ~ 5.8,浆液通过第二浆液循环泵由上层的第二喷淋装置进入脱硫塔,实现  $\text{SO}_2$  的吸收,高 pH 有利于浆液对  $\text{SO}_2$  的强化吸收;石灰石浆液由副浆液池通过石灰石浆液泵补入主浆液池(脱硫系统),加入新制备石灰石浆液量的大小取决于预计的锅炉负荷、 $\text{SO}_2$  含量以及实际浆液的 pH 值;在副浆液池的下部径向布置搅拌器,其作用是使浆液成悬浮物状态并使其进行扩散,即将固体维持在悬浮状态下。在副浆液池中根据 pH 值及机组容量不同同样也可布置氧化风机,把反应过程中生产的亚硫酸钙( $\text{CaSO}_3 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ )氧化为硫酸钙( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ),实现高氧化率。

[0016] 脱硫塔中一般设有 3 ~ 5 层喷淋,其中,第一喷淋装置的喷淋层数量为 2 ~ 4 层,第二喷淋装置的喷淋层数量为 1 ~ 3 层。下面 2 ~ 4 层喷淋层(第一喷淋装置中)通过第一循环浆液泵与主浆液池相连,对烟气进行脱硫,脱硫效率在 90% 以上;上面 1 ~ 3 层喷淋层(第二喷淋装置中)通过第二循环浆液泵与高 pH 副浆液池相连,对烟气  $\text{SO}_2$  进行强化吸收,可实现最终脱硫效率 99% 以上。相邻喷淋层间的间距为 1.2 ~ 2.5m,喷淋系统(第一喷淋装置和第二喷淋装置)能使浆液在脱硫塔内均匀分布,流经每个喷淋层的流量根据脱硫效率要求即可相同也可不同。对喷嘴的选型及布置方式进行优化,不同位置设置不同的喷嘴形角度(设置边壁喷嘴角度小于 90 度,中心喷嘴角度大于 90 度),使用高效雾化喷嘴及双向喷嘴,使雾化颗粒在 2000  $\mu\text{m}$  以下,覆盖率在 200% 以上,以使脱硫塔断面上完全均匀地进行喷淋并减少浆液的边壁流动。每层喷淋层由一根母管、若干支管和规则分布在支管上的喷嘴组成,每层喷淋层分别对应一台循环浆液泵。循环系统使喷淋层的布置达到所要求的喷淋浆液覆盖率,使脱硫浆液与烟气充分接触,从而保证在适当的液气比下可靠地达到所要求的脱硫效率。

[0017] 脱硫塔中一般设有 2 ~ 3 层除雾器,除雾器用来在吸收塔所有运行状态下收集夹带的水滴,烟气流经除雾器时,液滴由于惯性作用留在挡板上,从而起到除雾的作用。由于被滞留的液滴也含有固态物,主要是石膏,因此就有在挡板上结垢的危险,所以设置了定期运行的喷水装置(清洗设备),包括除雾器冲洗母管及喷嘴系统。冲洗介质是工艺水,工艺水还用于调节吸收塔中的液位。

[0018] 本实用新型的有益效果在于:

[0019] (1) 本实用新型高效脱硫单塔双循环系统中含有两个浆液池,可对两个浆液池中的浆液 pH 实现分别控制;

[0020] (2) 本实用新型主浆料池中的石灰石浆液由副浆液池补入,脱硫石膏浆液由主浆料池排出,使得两个浆液池中的浆液 pH 值更易控制;

[0021] (3) 本实用新型高效脱硫单塔双循环系统中,位于下面的第一喷淋装置喷淋先对烟气进行脱硫,使得脱硫效率在 90% 以上;上面的第二喷淋装置喷淋对烟气进行再次脱硫,使得最终的脱硫效率高于 99%;

[0022] (4) 整个脱硫系统含有两个浆液池,可增大整个脱硫系统浆液池容量,特别对于常规脱硫塔增容改造更易实现;

[0023] (5) 本实用新型在场地允许条件下只需添加一个副浆液池,改造便利,无需拔高吸收塔,成本低,工期短,改造后脱硫效率得到明显提高,石灰石利用率提高,石膏更易结晶,石膏品质得到明显提高。

### 附图说明

- [0024] 图 1 是本实用新型的结构示意图 ;  
[0025] 图 2 是本实用新型主副浆液池斜向连接的一种示意图 ;  
[0026] 图 3 是本实用新型主副浆液池斜向连接的另一种示意图 ;  
[0027] 图 4 是本实用新型主副浆液池中部水平连接的示意图 ;  
[0028] 图 5 是本实用新型主副浆液池上部水平连接的示意图 ;  
[0029] 图 6 是本实用新型主副浆液池下部水平连接的示意图。

### 具体实施方式

[0030] 下面结合附图和具体实施例对本实用新型作进一步说明,但本实用新型的保护范围并不限于此。

[0031] 参照图 1,一种高效脱硫单塔双循环系统,包括脱硫塔 1,所述脱硫塔 1 下部一侧设有进气口 2,上部另一侧设有出气口 3;所述脱硫塔 1 内设有主浆液池 4,所述主浆液池 4 设置在进气口 2 下方,所述脱硫塔 1 外侧设有副浆液池 5,所述副浆液池 5 与主浆液池 4 之间通过管道 6 连通,所述管道 6 内设有截断阀门 42 及冲洗装置 43;所述脱硫塔 1 内上部设有第一喷淋装置 7,所述第一喷淋装置 7 上方设有第二喷淋装置 8,所述第一喷淋装置 7 包括二层以上喷淋层,第二喷淋装置 8 包括一层以上喷淋层,第一喷淋装置 7 通过第一循环浆液泵 9 与主浆液池 4 相连通,第二喷淋装置 8 通过第二循环浆液泵 10 与副浆液池 5 相连通;所述第一喷淋装置 7 的喷淋层数量为两层,第二喷淋装置 8 的喷淋层数量为两层,每层喷淋层分别对应一台循环浆液泵;相邻喷淋层间的间距为 1.2 ~ 2.5m。所述第二喷淋装置 8 与出气口 3 之间设有除雾器 11,所述除雾器 11 内设有喷水装置 12,所述喷水装置 12 与工艺水系统 13 相连;所述主浆液池 4 内设有第一搅拌器 14,所述第一搅拌器采用侧入式搅拌器,副浆液池 5 内设有第二搅拌器 15,第二搅拌器也为侧入式搅拌器。所述主浆液池 4 与氧化风机 16 相连通,所述主浆液池 4 内设有氧化管网 39,所述主浆液池 4 通过氧化管网 39 与氧化风机 16 相连通。所述主浆液池 4 通过石膏排出泵 17 与石膏脱水系统 18 相连通,副浆液池 5 通过浆液泵 40 与浆液制备系统 19 相连通。

[0032] 所述浆液制备系统 19 包括粉仓 20 和浆液箱 21,所述粉仓 20 顶端设有仓顶除尘器 22,仓顶除尘器 22 与压缩空气系统 23 相连通,所述粉仓 20 底端设有出料口 24,出料口 24 与浆液箱 21 相连通,所述浆液箱 21 通过浆液泵 18 与副浆液池 5 相连通,浆液箱 21 内设有浆液搅拌器 25;所述石膏脱水系统 18 包括顺次连通的石膏旋流器 26、皮带脱水机 27、石膏库 28,所述石膏旋流器 26 通过石膏排出泵 17 与主浆液池 4 相连通,所述皮带脱水机 27 还通过气液分离器 29 与滤液箱 30 连通,滤液箱 30 内设有滤液搅拌器 41,气液分离器 29 还通过真空泵 31 与滤布冲洗箱 32 连通,滤布冲洗箱 32 通过滤布冲洗水泵 33 与皮带脱水机 27 连通,所述滤液箱 30 通过滤液水泵 34 与浆液箱 21 连通;所述工艺水系统 13 包括工艺水箱 35,所述工艺水箱 35 通过除雾器冲洗水泵 36 与除雾器的喷水装置 12 连通,工艺水箱 35 还

通过第一工艺水泵 37 与滤布冲洗箱 32 连通,通过第二工艺水泵 38 与浆液箱 21 连通,所述冲洗装置 43 与工艺水箱 35 相连通。浆液箱中的水可以由工艺水箱供给,也可以由滤液箱供给;皮带脱水机中的水可以由工艺水箱供给,也可以由滤布冲洗箱供给;实现了资源的有效循环利用,降低了生产成本。

[0033] 参照图 2~6,所述主浆液池 4 与副浆液池 5 之间通过圆形管道或方形管道或椭圆形管道进行连接,连接方式为水平连接或斜向连接。主浆液池 4 与副浆液池 5 之间通过圆形管道或方形管道或椭圆形管道进行连接,其连接位置有多种,可从两个浆液池的上部、中部或下部通过水平方式连接,也可是一边上部、一边下部或中部等其他组合方式的斜向连接,具体的连接位置、连接的角度和管道内浆液的流速,要根据具体的工程项目进行优化选择;另外,在连接的管道内设置截断阀门 42 及工艺水冲洗装置 43,防止管道内因停机或低负荷结垢所引起的管道堵塞。

[0034] 所述脱硫塔采用圆塔或方塔,副浆液池采用圆塔或方塔。其中,脱硫塔和副浆液池优选为圆塔,但也可以是方塔和圆塔的各种组合或变形。

[0035] 本实用新型可对两个浆液池中的 pH 进行分区控制,不同喷淋层浆液分别由两个浆液池提供,高 pH 值浆液有利于对  $\text{SO}_2$  的吸收,实现脱硫系统的脱硫效率在 99% 上,低 pH 有利于亚硫酸盐的氧化和石膏的结晶,提高石膏的脱水率和石膏纯度。

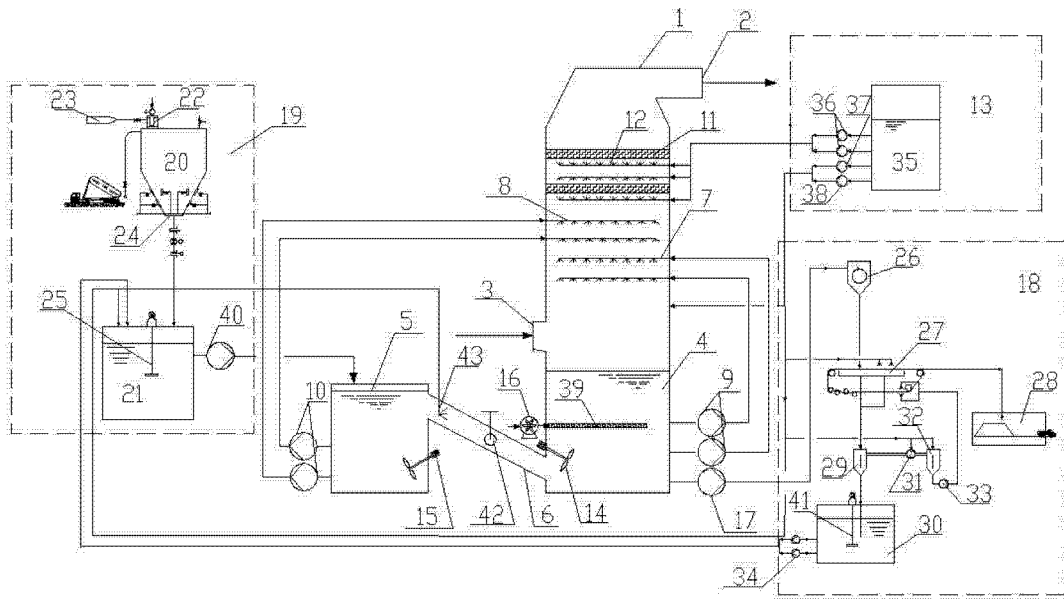


图 1

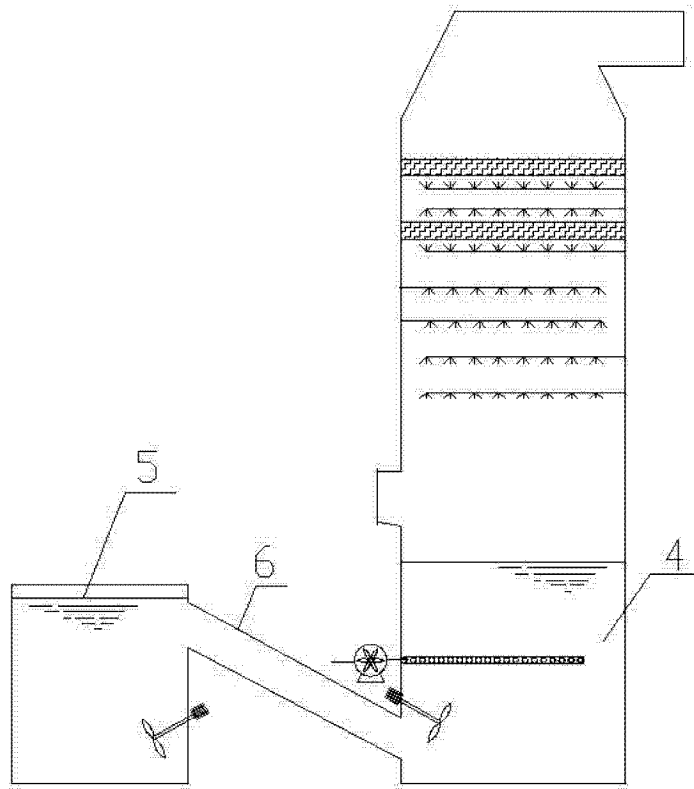


图 2



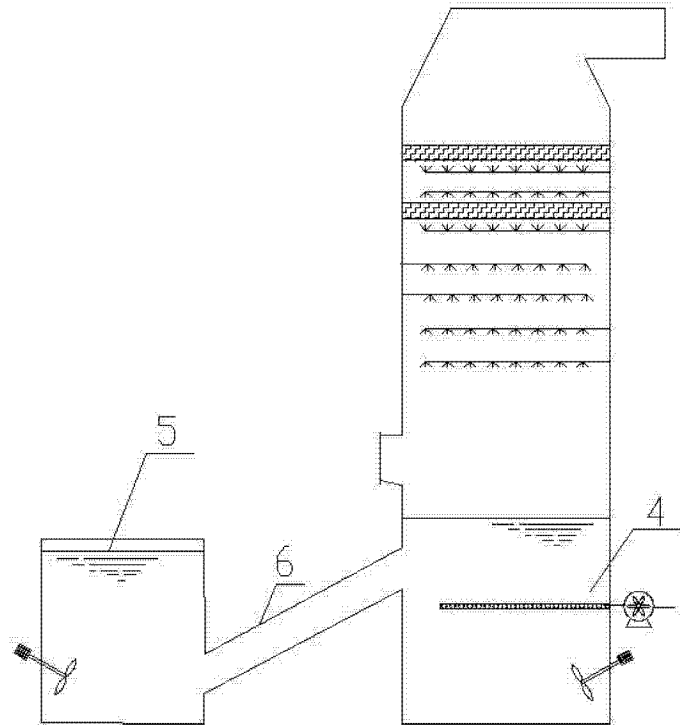


图 3

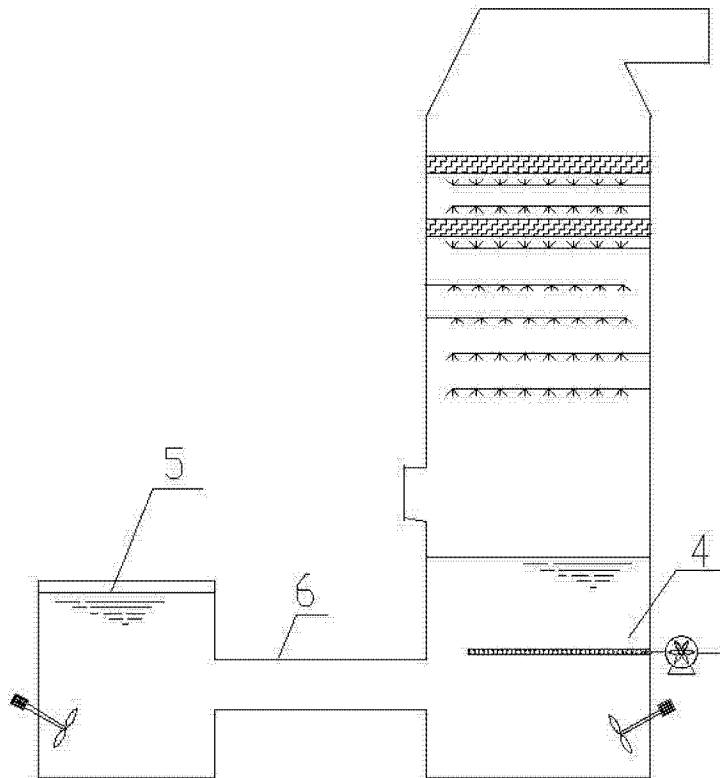


图 4

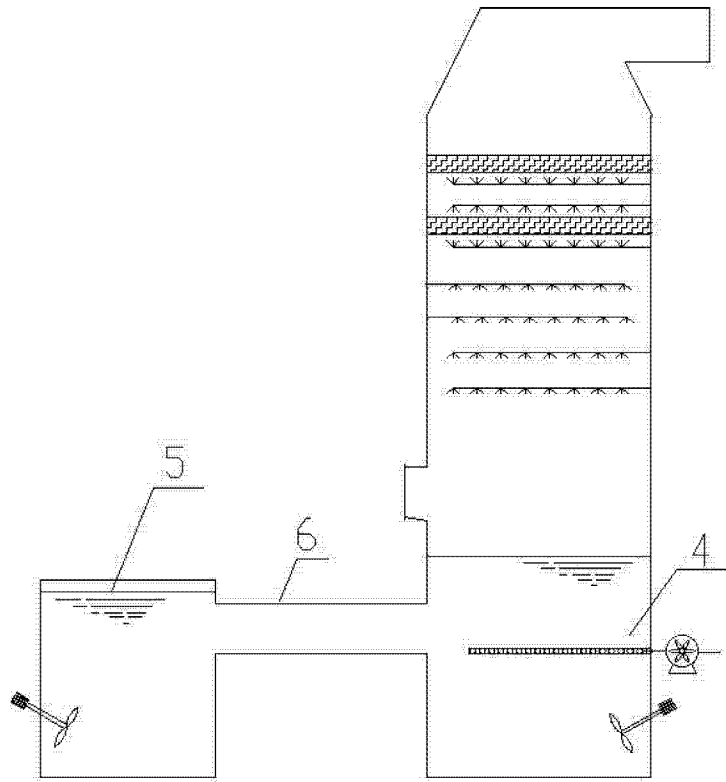


图 5

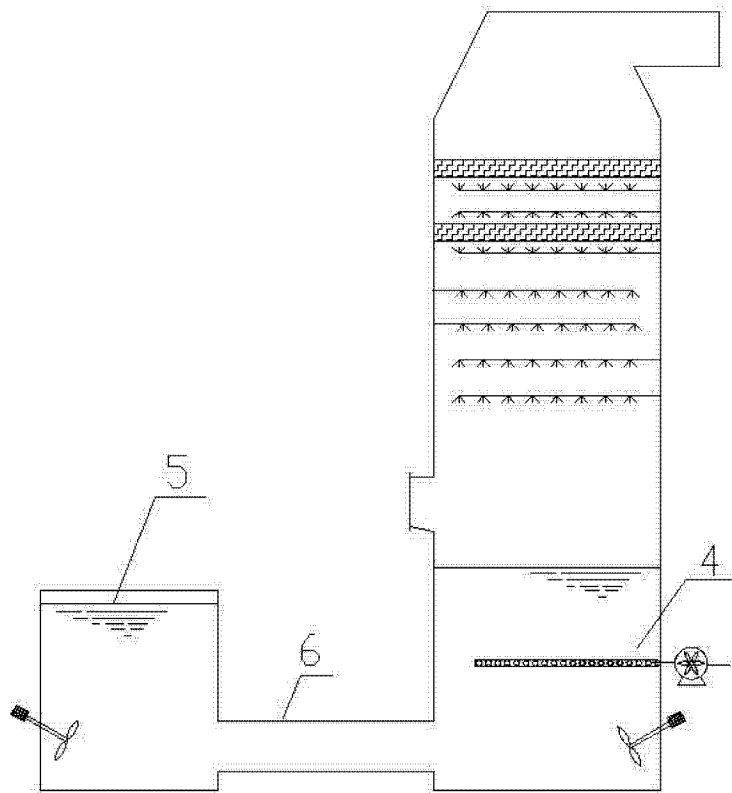


图 6