

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B01D 53/78 (2006.01)

B01D 53/50 (2006.01)



## [12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200720067184.9

[45] 授权公告日 2008年1月2日

[11] 授权公告号 CN 200998639Y

[22] 申请日 2007.2.9

[21] 申请号 200720067184.9

[73] 专利权人 李培生

地址 200237 上海市徐汇区梅陇十一村 124 号 601 室

[72] 发明人 李培生

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司  
代理人 王月珍

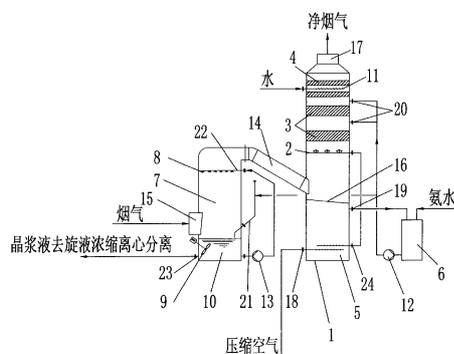
权利要求书 3 页 说明书 8 页 附图 1 页

### [54] 实用新型名称

浓缩结晶和吸收氧化组合式氨法脱硫塔

### [57] 摘要

一种浓缩结晶和吸收氧化组合式氨法脱硫塔，提供一种能耗低、运行可靠的新型氨法脱硫装置，包括脱硫塔、浓缩结晶塔及连接脱硫塔与浓缩结晶塔的连接管，脱硫塔中将进入的烟气进行脱硫，生成的硫酸铵溶液作为装置中的吸收循环液，排出净烟气，其包括：除雾段、吸收段、降温段、氧化段，在待脱硫的烟气进入脱硫塔之前先进入浓缩结晶塔，所述浓缩结晶塔中将脱硫塔中生成的硫酸铵溶液浓缩饱和结晶并成为浆液排出，其包括烟气入口、带有喷嘴的分布器、使硫酸铵溶液浓缩饱和结晶的结晶池。本实用新型的装置脱硫率高、吸收剂利用率高、无二次污染，同时利用热烟气的热量蒸发浓缩生成的硫酸铵溶液，使其饱和结晶，大大降低后续加工硫酸铵溶液所需的能耗。



1、一种浓缩结晶和吸收氧化组合式氨法脱硫塔，其特征在于包括：

脱硫塔、浓缩结晶塔以及连接所述脱硫塔与浓缩结晶塔的连接管；

其中，所述脱硫塔包括：

所述脱硫塔的上部是吸收段；

在所述吸收段的上面设置除雾段，并带自动清洗喷淋装置，以产生净烟气，所述喷淋装置的水由一水泵提供；

所述脱硫塔的顶部设有烟气出口，以排出所述净烟气；

所述脱硫塔的底部设置氧化段，氧化段采用氧化池，所述氧化段下部设置有输入压缩空气的压缩空气入口，使吸收烟气生成的亚硫酸铵溶液氧化成硫酸铵溶液，该硫酸铵溶液为吸收循环液，所述氧化段上部设置有吸收循环液出口；

所述吸收循环液出口通过管子与一循环罐连接，所述循环罐有氨水输入，所述循环罐的底部设置有吸收液循环泵，吸收液循环泵通过管子与设置于所述脱硫塔的吸收段的第一吸收循环液入口连接；

所述吸收段的吸收循环液入口与槽式分布器连接；

所述的吸收段下部设有集液槽，用于收集吸收循环液并将吸收循环液送入脱硫塔的氧化段，及使自流的吸收循环液能够通过氧化段溢流至循环罐，完成吸收液的吸收氧化循环过程；

其中，所述浓缩结晶塔包括：

所述浓缩结晶塔的下方置有待脱硫的烟气进入的烟气入口；

所述浓缩结晶塔的上方置有分布器，所述分布器上设有喷嘴，喷入来自所述脱硫塔生成的硫酸铵溶液，使进入的烟气增湿降温，降温的烟气通过所述连接管进入所述脱硫塔；

所述浓缩结晶塔的分布器下方置有第二吸收循环液入口，所述第二吸收循环液入口通过管子与所述循环罐连接的吸收液循环泵相连接；

所述浓缩结晶塔的底部设置有使硫酸铵溶液浓缩饱和结晶的结晶池，所述结晶池的底部设置有浓缩结晶循环泵，所述结晶池的底部还设有浆液排出口，所述浓缩结晶塔的中部设有第三吸收循环液入口，所述浓缩结晶循环泵

通过管子与所述第三吸收循环液入口连接，使所述结晶池内母液返回所述浓缩结晶塔，而结晶的浆液通过所述浆液排出口排出。

2、如权利要求1所述的浓缩结晶和吸收氧化组合式氨法脱硫塔，其特征在于：

所述脱硫塔的吸收段采用三段混合规整填料，所述混合规整填料是160~250型，材质为聚丙烯。

3、如权利要求1所述的浓缩结晶和吸收氧化组合式脱硫塔，其特征在于：所述脱硫塔的除雾段采用波纹板除雾器，材质为聚丙烯。

4、如权利要求1所述的浓缩结晶和吸收氧化组合式氨法脱硫塔，其特征在于：

所述脱硫塔的第一吸收循环液入口有两个。

5、如权利要求1所述的浓缩结晶和吸收氧化组合式氨法脱硫塔，其特征在于：

所述脱硫塔的槽式分布器的材质采用聚丙烯或玻璃钢。

6、如权利要求1所述的浓缩结晶和吸收氧化组合式氨法脱硫塔，其特征在于：

所述脱硫塔吸收段下部的集液槽通过一外连管将所述吸收循环液送入所述脱硫塔的氧化段。

7、如权利要求1所述的浓缩结晶和吸收氧化组合式氨法脱硫塔，其特征在于：

所述脱硫塔的氧化段内于所述压缩空气入口处设置打孔的分布管。

8、如权利要求1所述的浓缩结晶和吸收氧化组合式氨法脱硫塔，其特征在于：

---

所述浓缩结晶塔的分布器采用喷射式分布器，单排设置，所述分布器上的喷嘴采用 19 或 37 或 61 个全锥形喷嘴。

9、如权利要求 1 所述的浓缩结晶和吸收氧化组合式氨法脱硫塔，其特征在于：

所述浓缩结晶塔的结晶池内还置有一搅拌器。

## 浓缩结晶和吸收氧化组合式氨法脱硫塔

### 技术领域

本实用新型涉及一种浓缩结晶和吸收氧化组合式氨法脱硫塔。

### 背景技术

我国燃煤电厂众多，特别是供热、大型石化、化工、冶金等企业建有的中小机组（100MW 机组以下）更是星罗棋布。燃煤产生的  $\text{SO}_2$  给大气造成严重污染，为减少  $\text{SO}_2$  危害，国家要求新建燃煤电厂锅炉必须同时建设烟气脱硫装置，在役电厂也要限期治理。由于脱硫装置投资较大，目前主导的石灰石-石膏法脱硫工艺，中小热电厂难于承受，且运行成本较高，脱硫副产物石膏受品质、产量及成本的限制，用途有限，造成额外的处理成本。因此寻求一种与钙法相比，具有较低的运行成本，同时副产硫酸铵化肥的氨法脱硫工艺，将大大降低烟气脱硫成本。

目前，国内一些小锅炉采用一种简易的氨法喷淋塔脱硫装置，采用在塔的上部用氨水直接喷淋，但由于喷淋量少，烟气温度高（ $\sim 100^\circ\text{C}$ ），加之氨水极易挥发，使排放的烟气夹带大量的游离氨，脱硫效率极低，很难回收硫酸铵产品，造成脱硫剂大量流失，运行成本高，而且还形成了氨的二次污染。

国外一些公司，采用喷淋塔技术的氨法脱硫装置，由于要满足较高的传质、传热要求，所以脱硫塔的液气比很大，接近石灰石-石膏法脱硫工艺，使得吸收循环液的流量很大，能耗较大，同时由于液膜夹带严重，脱硫塔的除雾要求很高，甚至采用了电除雾，加之整个装置防腐要求高，使得氨法脱硫的工程造价比同等的石灰石-石膏法脱硫工艺还要高 $\sim 20\%$ ，严重制约了氨法脱硫技术的推广。

### 实用新型内容

本实用新型的目的是设计一种浓缩结晶和吸收氧化组合式氨法脱硫塔，以克服现有氨法烟气脱硫装置存在的缺点和不足，提供一种能耗低、运行可靠的新型氨法脱硫装置。

为了实现本实用新型的目的，本实用新型的浓缩结晶和吸收氧化组合式氨法

脱硫塔包括:

一种浓缩结晶和吸收氧化组合式氨法脱硫塔,其特征在于包括:

脱硫塔、浓缩结晶塔以及连接所述脱硫塔与浓缩结晶塔的连接管;

所述脱硫塔包括:

所述脱硫塔的上部是吸收段;

在所述吸收段的上面设置除雾段,并带自动清洗喷淋装置,以产生净烟气,所述喷淋装置的水由一水泵提供;

所述脱硫塔的顶部设有烟气出口,以排出所述净烟气;

所述脱硫塔的底部设置氧化段,氧化段采用氧化池,所述氧化段下部设置有输入压缩空气的压缩空气入口,使吸收烟气生成的亚硫酸铵溶液氧化成硫酸铵溶液,该硫酸铵溶液为吸收循环液,所述氧化段上部设置有吸收循环液出口;

所述吸收循环液出口通过管子与一循环罐连接,所述循环罐有氨水输入,所述循环罐的底部设置有吸收液循环泵,吸收液循环泵通过管子与设置于所述脱硫塔的吸收段的第一吸收循环液入口连接;

所述吸收段的吸收循环液入口与槽式分布器连接;

所述的吸收段下部设有集液槽,用于收集吸收循环液并将吸收循环液送入脱硫塔的氧化段,及使自流的吸收循环液能够通过脱硫塔的氧化段溢流至循环罐,完成吸收液的吸收氧化循环过程;

所述浓缩结晶塔包括:

所述浓缩结晶塔的下方置有待脱硫的烟气进入的烟气入口;

所述浓缩结晶塔的上方置有分布器,所述分布器上设有喷嘴,喷入来自所述脱硫塔生成的硫酸铵溶液,使进入的烟气增湿降温,降温的烟气通过所述连接管进入所述脱硫塔;

所述浓缩结晶塔的分布器下方设置有第二吸收循环液入口,所述第二吸收循环液入口通过管子与所述循环罐连接的吸收液循环泵相连接;

所述浓缩结晶塔的底部设置有使硫酸铵溶液浓缩饱和结晶的结晶池,所述结晶池的底部设置有浓缩结晶循环泵,所述结晶池的底部还设有浆液排出口,所述浓缩结晶塔的中部设有第三吸收循环液入口,所述浓缩结晶循环泵通过管子与所述第三吸收循环液入口连接,使所述结晶池内母液返回所述浓

缩结晶塔，而结晶的浆液通过所述浆液排出口排出。

所述脱硫塔的吸收段采用三段混合规整填料，所述混合规整填料是 160~250 型，材质为聚丙烯。

所述脱硫塔的除雾段采用波纹板除雾器，材质为聚丙烯。

所述脱硫塔的第一吸收循环液入口有两个。

所述脱硫塔的槽式分布器的材质采用聚丙烯或玻璃钢。

所述脱硫塔吸收段下部的集液槽，是通过一外连管将所述吸收循环液送入所述脱硫塔的氧化段。

所述脱硫塔的氧化段中于所述压缩空气入口处设置打孔的分布管。

所述浓缩结晶塔的分布器采用喷射式分布器，单排设置，所述分布器上的喷嘴采用 19 或 37 或 61 个全锥形喷嘴。

所述浓缩结晶塔的结晶池内还置有一搅拌器。

本实用新型的效果：

本实用新型的浓缩结晶和吸收氧化组合式氨法脱硫塔是一种能耗低、运行可靠的新型氨法脱硫装置。此外采用浓缩结晶、吸收氧化组合式氨法脱硫塔，烟气中主要污染物的净化率可达到： $\text{SO}_2$ ：90~99.5%； $\text{SO}_3$ ：30~50%； $\text{HCl}$ ：90~100%； $\text{HF}$ ：95~100%； $\text{NOX}$ ：10~30%；尘：45~75%。

为进一步说明本实用新型的上述目的、结构特点和效果，以下将结合附图对本实用新型进行详细的描述。

## 附图说明

图 1 为本实用新型的浓缩结晶和吸收氧化组合式脱硫塔的结构示意图。

附图中主要部件的符号说明：

- |             |            |
|-------------|------------|
| 1, 脱硫塔      | 2, 集液槽     |
| 3, 吸收段      | 4, 除雾段     |
| 5, 氧化段      | 6, 循环罐     |
| 7, 浓缩结晶塔    | 8, 分布器     |
| 9, 搅拌器      | 10, 结晶池    |
| 11, 喷淋装置    | 12, 吸收液循环泵 |
| 13, 浓缩结晶循环泵 | 14, 连接管    |

- |               |               |
|---------------|---------------|
| 15, 烟气入口      | 16, 隔板        |
| 17, 烟气出口      | 18, 压缩空气入口    |
| 19, 吸收循环液出口   | 20, 第一吸收循环液入口 |
| 21, 第二吸收循环液入口 | 22, 第三吸收循环液入口 |
| 23, 浆液排出口     | 24, 外连管       |

### 具体实施方式

下面结合附图对本实用新型的浓缩结晶和吸收氧化组合式氨法脱硫塔的具体实施方式进行详细说明。

参见图 1, 图 1 为本实用新型的浓缩结晶和吸收氧化组合式氨法脱硫塔的结构示意图。如图 1 所示, 本实用新型主要包括:

脱硫塔 1、浓缩结晶塔 7 等。

所述脱硫塔 1 按逆流式填料塔设计, 采用传热、传质效果优良的抗堵型规整填料, 因此, 相比传统的湿法脱硫所采用的喷淋塔, 液气比降可降低 8~10 倍, 大大降低所需吸收液循环泵的功率。

所述脱硫塔 1 内包括:

脱硫塔 1 的上部是吸收段 3, 采用三段混合规整填料, 分别采用 160~250 型, 填料高度根据烟气负荷和所含的  $SO_2$  量计算确定。

在吸收段 3 的上面设置除雾段 4, 除雾段 4 采用波纹板高效除雾器, 并带自动清洗喷淋装置 11, 在脱硫塔 1 的顶部设有烟气出口 17, 产生的净烟气从烟气出口 17 排出。工艺水通泵 (未图示) 将水送至脱硫塔 1 的喷淋装置 11, 提供除雾段 4 的冲洗水和烟气洗涤水, 在脱硫塔 1 未进入烟气之前, 该喷淋装置 11 将脱硫塔 1 下部的氧化段 5 及设在脱硫塔 1 外部循环罐 6 内注满水, 待需脱硫的烟气进入脱硫塔 1 后, 成为吸收循环液。

脱硫塔 1 的下部设置氧化段 5, 用隔板 16 将其和塔的吸收段 3 隔开, 氧化段 5 采用氧化池, 在氧化段 5 的下部设置有输入压缩空气的压缩空气入口 18, 在氧化池内输入压缩空气, 使吸收烟气生成的亚硫酸铵溶液氧化成硫酸铵溶液 (即, 上述提到的吸收循环液), 在氧化段 5 的上部设置有吸收循环液出口 19, 为提高亚硫酸铵的氧化率, 在脱硫塔 1 的氧化段 5 中于压缩空气入口 18 处设置打孔的分布管 (未图示), 均匀输送氧化空气, 并将氧化空气的压力提到 0.15~0.25MPa, 保证吸收

混合溶液在高浓度硫酸铵（~35%）存在下，其中所含的亚硫酸铵氧化率仍能达到98%。氧化空气量、氧化池的高度、氧化空气分布管的孔数和大小将根据烟气的流量、含硫量、温度等因素计算确定。。

所述吸收循环液出口19通过管子与上述循环罐6连接，使氧化段5内的吸收循环液进入循环罐6，循环罐6加入氨水，所述循环罐6的底部设置有吸收液循环泵12，吸收液循环泵12通过管子与设置于所述脱硫塔1的吸收段3的第一吸收循环液入口20连接，使氨水与所述吸收循环液在循环罐6混合后通过吸收液循环泵12进入脱硫塔1的吸收段3，本实施例采用两个第一吸收循环液入口20时，循环液送入脱硫塔1的吸收段3，分两股进入塔内。氨水由氨水罐（未图示）经氨水泵（未图示），并通过分析吸收循环液的PH值（控制在PH值：5.0~5.9）来调节氨水流量。吸收循环液经脱硫塔1的吸收段3下部设置的集液槽2，收集并通过塔的外连管24自流入脱硫塔1的氧化段5，所述的吸收段下部设有集液槽2，用于收集吸收循环液并通过塔的外连管24将其送入脱硫塔的氧化段，由于集液槽有足够的高度，使自流的吸收循环液能够通过脱硫塔1的氧化段5溢流至循环罐6，完成吸收液的吸收氧化循环过程。氧化段5内用氧化空压机（未图示）通过压缩空气入口18鼓入压缩空气进行氧化，使生成的亚硫酸铵溶液氧化成硫酸铵溶液。空气通过脱硫塔1的连通管（未图示）进入脱硫塔1的吸收段3。在氧化段5形成的硫酸铵溶液溢流至吸收液循环罐6，并在吸收液循环罐6的下部用吸收液循环泵12将循环液送入脱硫塔1的吸收段3，分两股进入塔内。循环的吸收液利用热烟气的热量蒸发水分和不断生成的硫酸铵，使硫酸铵溶液浓度达到~20%，其中，还含有少量氯化铵等。然后在吸收液循环罐6用吸收液循环泵12浆液输送泵将硫酸铵溶液送入浓缩结晶塔7。

为减少液膜夹带，所述吸收段3的第一吸收循环液入口20与槽式分布器（未图示）连接，即所述吸收循环液混合后通过吸收液循环泵12进入脱硫塔1后经槽式分布器进入吸收段3，所述槽式分布器的材质采用PP（聚丙烯）或FRP（玻璃钢）。

为充分利用烟气的热量，在烟气进入脱硫塔1前设置浓缩结晶塔7，浓缩结晶塔7通过连接管14与上述脱硫塔1连通，使热烟气先经过浓缩结晶塔7，喷入来自脱硫塔1生成的硫酸铵溶液，使进入的烟气增湿降温，该浓缩结晶塔7的结构及其功能如下：

浓缩结晶塔7的下方置有待脱硫的烟气进入的烟气入口15。脱硫烟气经挡板

门（未图示）调节、增压风机（未图示）增压后通过烟气入口 15 送入浓缩结晶塔 7 的。

浓缩结晶塔 7 的上方置有分布器 8，即，浓缩结晶塔 7 设计为喷淋塔，采用喷射式分布器 8，单排设置，根据处理烟气量的大小，分别采用 19、37、61 个全锥形喷嘴，喷液重叠率为 30~40%。分布器 8 上设有喷嘴，喷入来自脱硫塔 1 生成的硫酸铵溶液（即吸收循环液，在烟气未进入浓缩结晶塔 7 时，该吸收循环液是上述脱硫塔 1 内的水），使进入的烟气增湿降温。

所述浓缩结晶塔 7 的分布器 8 下方置有第二吸收循环液入口 21，所述第二吸收循环液入口 21 通过管子（未图示）与所述循环罐 6 连接的吸收液循环泵 12 相连接，使循环罐 6 输出的吸收循环液进入浓缩结晶塔 7 内。

浓缩结晶塔 7 的底部设置有使硫酸铵溶液浓缩饱和和结晶的结晶池 10。上述分布器 8 的喷嘴排出的吸收循环液在增湿降温烟气的同时使硫酸铵溶液在结晶池 10 内浓缩饱和和结晶，所述结晶池 10 的底部设有浓缩结晶循环泵 13，所述结晶池 10 的底部还设有浆液排出口 23，所述浓缩结晶塔 7 的中部设有第三吸收循环液入口 22，浓缩结晶循环泵 13 通过管子与所述第三吸收循环液入口 22 连接，使结晶池 10 内母液返回浓缩结晶塔 7，待循环液的晶浆含固量约 2% 时，通过上述浆液排出口 23 用浆液排出泵（未图示）将浆液送入一级旋流器（未图示）提浓，使硫酸铵晶浆含固量达到 5~10%，再送入二级旋流器（未图示）进一步提浓，使硫酸铵晶浆含固量高达 ~30%，然后送入离心机（未图示）进行分离，出料的硫酸铵晶体（含水率 ~3%）经干燥、包装外售。在结晶池 10 内还置有一个搅拌所述结晶浆液的搅拌器 9。

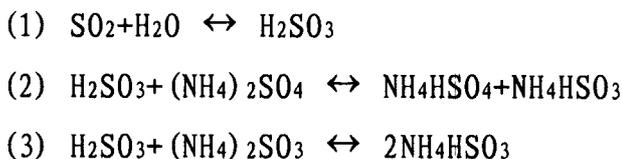
浓缩结晶塔 7 的烟气温度由 120~160℃ 降至 75~90℃，通过上述连接管 8 进入脱硫塔 1，经由填料组成的吸收段 3，分别被氨水和形成的铵盐溶液及水吸收后进入除雾段 4，成为净化尾气，离开脱硫塔 1，尾气温度 45~52℃，然后进入烟气加热器（未图示），用 0.4~1.0MPa 的蒸汽加热，烟气温度升高到 70℃ 以上，进入烟囱排放。

本实用新型的浓缩结晶、吸收氧化组合式氨法脱硫塔实现了脱硫过程所需的六个功能：利用脱硫塔 1 吸收烟气 SO<sub>2</sub>、对烟气除尘、亚硫酸铵氧化、脱硫净烟气水洗和除水（雾）以及利用浓缩结晶塔 7 对硫酸铵溶液浓缩饱和和结晶，其技术指标如下：

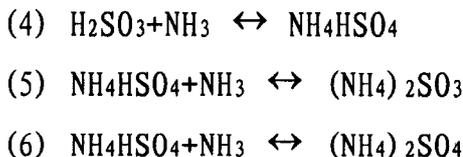
SO <sub>2</sub> 吸收(或脱出)效率:	90 ~ 99.5 % ,
除尘效果:	45 ~ 75 % ,
净化烟气的含水沫(雾)量:	≤ 100mg/Nm <sup>3</sup> ,
净化烟气中氨含量:	≤ 10mg/Nm <sup>3</sup> 。

本实用新型的脱硫化学反应原理如下:

核心设备脱硫塔 1、浓缩结晶塔 7 是热烟气和产生硫酸铵的中间设备。烟气中的 SO<sub>2</sub> 在脱硫塔 1 中被除去,脱硫塔 1 中的 PH 值控制在 5.0 ~ 5.9 的 35% 左右的硫酸铵/亚硫酸盐溶液,与 SO<sub>2</sub> 的反应,按照下列反应生成亚硫酸氢铵/硫酸氢盐:



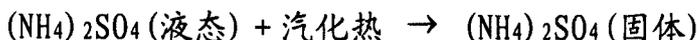
在反应(1)中,烟气中 SO<sub>2</sub> 溶于水,生成亚硫酸。在反应(2)和(3)中,亚硫酸与该溶液中溶解的硫酸铵/亚硫酸盐反应。加入到循环吸收液中的氨水,按如下方式中和酸性物:



喷射到脱硫塔 1 底部氧化段 5 的压缩空气,会按照如下方式将亚硫酸盐氧化为硫酸盐:



在浓缩结晶塔 7,硫酸铵溶液饱和后,使硫酸铵从溶液中以结晶形状沉淀出来。汽化热由烟气的残余热量按照如下方式提供:



在浓缩结晶塔 7 中的铵盐要么以离子形式溶于溶液中,要么以结晶形状沉淀出来。省去了后续硫酸铵溶液的蒸发结晶工序。

脱硫塔 1、浓缩结晶塔 7 采用碳钢制作,接触料液的部分采用涂树脂磷片或衬胶防腐,降低了工程造价。塔内件可采用玻璃钢(FRP)或聚丙烯(PP)制作。

如现有电厂因场地限制,无法布置两个组合塔,本装置可取消浓缩结晶塔 7,只设置脱硫塔 1,此时可将塔内生成的硫酸铵溶液浓度由 ~ 20% 提高到 ~ 35%,再将此溶液通过后续的蒸发结晶装置进行处理得到硫酸铵产品,显然该过程能耗(蒸汽)

将大大增加。

本技术领域中的普通技术人员应当认识到，以上的实施例仅是用来说明本实用新型，而并非用作为对本实用新型的限定，只要在本实用新型的实质精神范围内，对以上所述实施例的变化、变型都将落在本实用新型权利要求书的范围内。

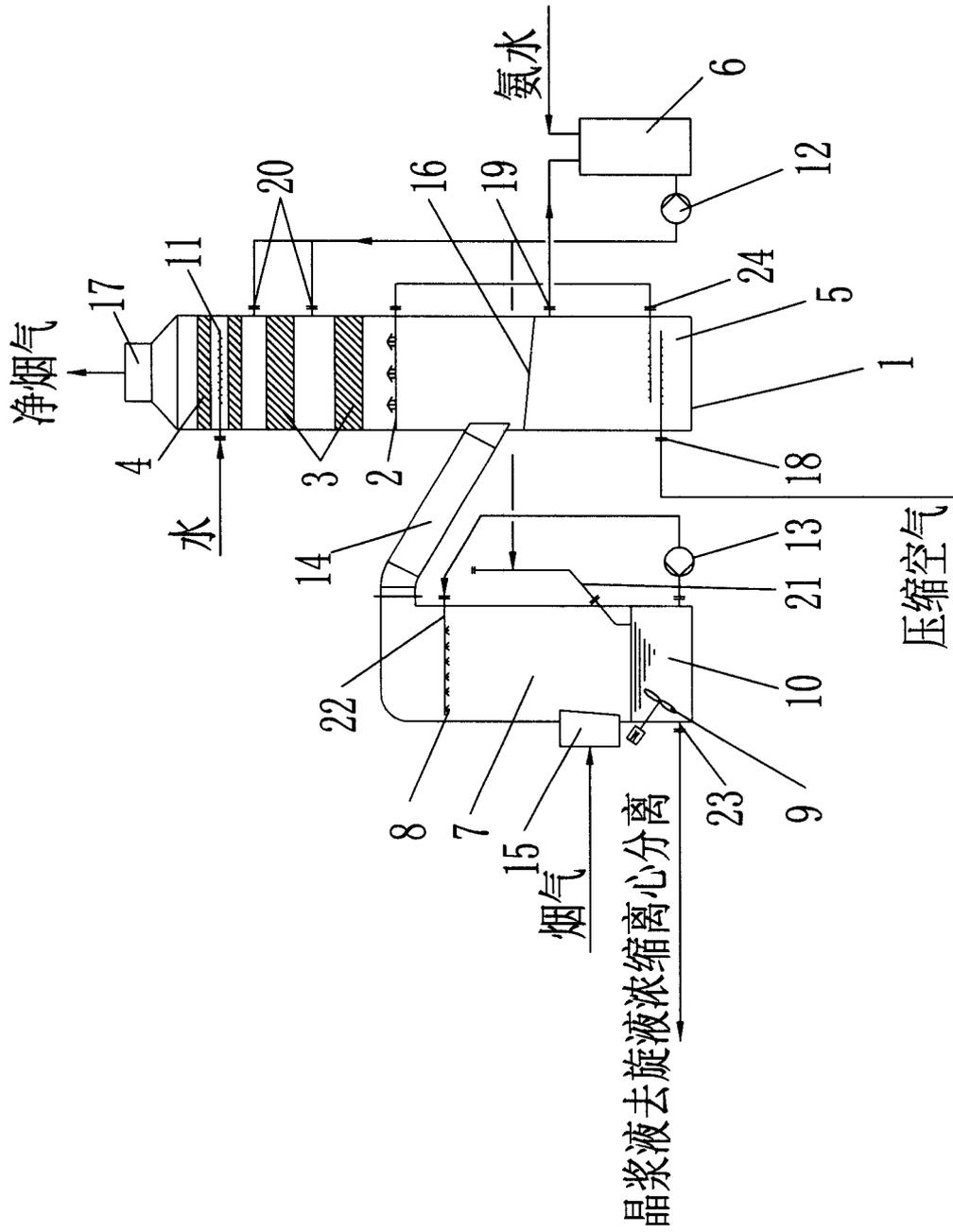


图 1