(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103408134 B
(45)授权公告日 2014.12.24

(21)申请号 201310385881.9

(22)申请日 2013.08.29

(73)专利权人 上海齐国环境科技有限公司
地址 200437 上海市虹口区松花江路 2601 号 1 幢 A 区 105 室

(72)发明人 胡晋明

(74)专利代理机构 上海宏威知识产权代理有限公司 31250
代理人 金利琴

(51)Int.Cl.
C02F 3/28(2006.01)

(56)对比文件
JP 特开 2002-159990 A,2002.06.04, 全文.
WO 2005/095288 A1,2005.10.13, 全文.
JP 特开 2006-75730 A,2006.03.23, 全文.
CN 103011404 A,2013.04.03, 全文.
CN 203007031 U,2013.06.19, 全文.
CN 203007035 U,2013.06.19, 全文.

审查员 祁明亮

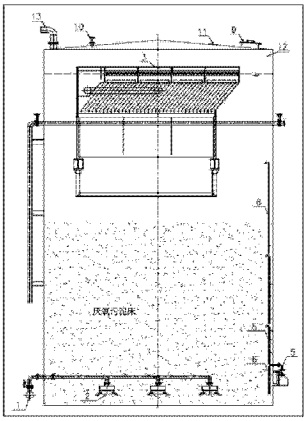
权利要求书2页 说明书5页 附图9页

(54)发明名称

一种厌氧污泥床反应器及其处理有机废水的方法

(57)摘要

本发明公开一种厌氧污泥床反应器及其处理有机废水的方法，包括一设置在该罐体式反应器内顶部的三相分离器，该三相分离器包括气液斜板分离模块和固液斜板分离模块组成，在固液斜板分离模块的顶部设有出水堰，两组斜板分离模块中间设有一块分隔挡板，废水经反应器供料泵泵入进水母管，然后通过布水分配器进入反应器，废水向上流动通过污泥床层与厌氧细菌发生生物反应后产生大量的沼气，混合液上升到气液界面时有大量的沼气从混合液中分离；脱出大部分沼气的混合液从气液斜板分离模块顶部进入气液斜板分离模块实现气液分离和部分的固液分离，沼气向上流动收集到反应器顶部，最终通过沼气管道送至沼气处理单元处理；进一步分离出气体的混合液接着进入固液斜板分离模块实现固液分离。本发明中三相分离器加工简单，模块较小，价格低廉，与现有的反应器相比有明显的优势。



CN 103408134 B

1. 一种厌氧污泥床反应器，包括一全封闭的罐体式反应器、均匀设置在罐体式反应器底部分别通过进水母管与一反应器供料泵连接的若干布水分配器、设置在罐体式反应器顶部的沼气管口，其特征在于：还包括一设置在该罐体式反应器内顶部的三相分离器，该三相分离器包括气液斜板分离模块和固液斜板分离模块，固液斜板分离模块的顶部设有出水堰，该气液斜板分离模块和固液斜板分离模块中间设有一块分隔挡板，原水经所述反应器供料泵泵入进水母管，均匀分配给所述布水分配器进入该罐体式反应器，污水向上流动通过污泥床层与厌氧细菌发生生物反应后产生大量的沼气，混合液上升到气液界面时大量沼气会从混合液中分离出来，在反应器顶端的沼气收集区域收集，接着脱出大部分沼气的混合液则会从气液斜板分离模块的顶部进入气液斜板分离模块，混合液向下流动而沼气则上升到斜板的下表面实现气水分离，然后顺着斜板向上流动进入沼气收集区域，实现进一步分离混合液中夹带的沼气，同时在气液分离的过程中混合液中所夹带的污泥也会同时沉降到斜板的上表面然后滑入污泥斗中；分离出沼气和部分污泥的混合液然后又从固液斜板分离模块的下部进入固液斜板分离模块，混合液向上流动而污泥则沉淀到斜板的上表面后滑到污泥斗中，实现污泥和混合液的分离。

2. 根据权利要求 1 所述的厌氧污泥床反应器，其特征在于：最后分离出沼气和污泥的混合液经所述出水堰进入出水管口排出该反应器，污泥则收集在污泥斗，然后通过污泥排出缝回流到污泥床，沼气则通过所述沼气管口送至沼气处理单元处理。

3. 根据权利要求 2 所述的厌氧污泥床反应器，其特征在于：所述气液斜板分离模块和固液斜板分离模块中斜板间的间距设置为 80mm，斜板的倾斜角度设置为 53-60 度。

4. 根据权利要求 2 或 3 所述的厌氧污泥床反应器，其特征在于：所述布水分配器为六通道设计。

5. 根据权利要求 4 所述的厌氧污泥床反应器，其特征在于：还包括设置在反应器上的循环管路，废水从反应器上部的循环管道经循环泵将水回流至进水母管与原水混合。

6. 根据权利要求 5 所述的厌氧污泥床反应器，其特征在于：该反应器上设置有安装压力变送器的压力变送器接口。

7. 根据权利要求 6 所述的厌氧污泥床反应器，其特征在于：该反应器上设置有污泥口、取样口和取样管道。

8. 根据权利要求 7 所述的厌氧污泥床反应器，其特征在于：在所述反应器的顶部设置有观察窗；在顶部和底部分别设置有人孔；在底部设置有放空口。

9. 一种利用权利要求 8 所述的厌氧污泥床反应器实现的处理有机废水的方法，包括以下步骤：

1) 废水经反应器供料泵泵入进水母管，然后通过布水分配器进入反应器，废水向上流动通过污泥床层与厌氧细菌发生生物反应后产生大量的沼气，混合液上升到气液界面时有大量的沼气从混合液中分离，在反应器顶端的沼气收集区域收集；

2) 脱出大部分沼气的混合液从气液斜板分离模块顶部进入气液斜板分离模块实现气液分离和部分的固液分离，沼气向上流动收集到反应器顶部，最终通过沼气管口送至沼气处理单元处理；

3) 进一步分离出气体的混合液接着进入固液斜板分离模块实现固液分离，实现气液和固液分离后的废水流经出水堰后进入出水管口排出该反应器；

4) 从气液和固液斜板分离模块分离出来的污泥则收集在污泥斗区域然后通过污泥排出缝回流到污泥床。

一种厌氧污泥床反应器及其处理有机废水的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种厌氧污泥床反应器及其处理有机废水的方法。

背景技术

[0002] 目前，比较常用的高效厌氧处理系统有内循环式厌氧反应器（IC）、厌氧上流污泥床－过滤器（UBF）和厌氧折流板反应器（ABR）及 UASB 反应器等为代表的典型的第三代厌氧反应器。

[0003] 内循环式厌氧反应器 (Internal Circulation，简称 IC) 是由荷兰 Paques 公司于 20 世纪 80 年代中期在 UASB 反应器的基础上开发成功的高效厌氧反应器，IC 反应器实际上是由底部和上部两个 UASB 反应器串联叠加而成，包括 4 个不同的功能单元：混合部分、膨胀床部分、精处理部分和回流部分。IC 反应器具有以下特点：高径比较大，占地面积小，建设投资省；有机负荷率高，液体上升流速大，水力停留时间短；出水稳定，耐冲击负荷能力强；适用范围广，可处理低、中、高浓度废水及含有有毒物质的废水。但存在的问题有 1)不能使用絮状污泥，系统容易跑泥；2）IC 反应器的三相分离器加工精度要求很高，价格昂贵。

[0004] 厌氧上流污泥床－过滤器 (Upflow Blanket Filter，简称 UBF) 是加拿大人 Guiot 于 1984 年在 UASB 和 AF 的基础上开发成功的新型复合式厌氧反应器。该新型反应器可以充分发挥 UASB 和 AF 两种高效反应器的优点，是一项极具开发应用价值的新型生物处理技术。其底部是高浓度颗粒污泥组成的污泥床，上部是填料及其附着的生物膜组成的滤料层。UBF 上部的填料区，易发生污泥易于脱落，故其后需要接二沉池，用来维持系统的污泥浓度。并且填料上附着的生物膜容易堵塞填料，将对向上运动的混合液造成阻力，导致气、液、固三相难以分离。UBF 需要特定的填料，价格比较昂贵。

[0005] 厌氧折流板反应器 (ABR) 是 McCarty 和 Bachmann 等于 1982 年提出的一种新型高效厌氧反应器。其构造特点是：在反应器内沿水力流向设置多层隔板，将反应器分隔成若干个串联的反应室，每个反应室都是一个先升流后降流、类似厌氧污泥床的单元。ABR 构造简单，不需要在反应池内设置复杂的模块组件，对反应器的细部设计要求不高；但也存在不少问题，主要是：1）为了保证一定的水流和产气上升速度，这就致使 ABR 反应器不能太深，在同样的容积负荷下，占地面积较大，投资较大；2）ABR 反应器进水很难均匀分布，存在水力死角和生物死区；3）由于反应浓度从高到低逐步递减，ABR 反应器的第一隔室不得不承受远大于平均负荷的局部负荷，无法抵抗冲击负荷，运行不稳定。

[0006] UASB 反应器的上升流速通常为 1-1.5m/h，UASB 反应器内部的水力搅拌效果很差，设计不好时常常会导致短流，因此设计负荷上不去，池容积要比该反应器大。通常 UASB 反应器的设计负荷为 6-8kgCOD/m3/d。

发明内容

[0007] 本发明的目的是提出一种厌氧污泥床反应器及利用该反应器实现的处理有机废水的方法，其可解决上述现有技术存在的问题。

[0008] 为实现上述目的，本发明可通过以下技术方案予以实现：

[0009] 本发明的一种厌氧污泥床反应器，包括一全封闭的罐体式反应器、均匀设置在罐体式反应器底部分别通过进水母管与一反应器供料泵连接的若干布水分配器、设置在罐体式反应器顶部的沼气管口，还包括设置在该罐体式反应器内顶部的三相分离器，该三相分离器包括气液斜板分离模块和固液斜板分离模块组成，固液斜板分离模块的顶部设有出水堰，该两组斜板分离模块中间设有一块分隔挡板，原水经所述反应器供料泵泵入进水母管，均匀分配给所述布水分配器进入该罐体式反应器，污水向上流动通过污泥床层与厌氧细菌发生生物反应后的混合液产生大量沼气，混合液上升到气液界面时大量沼气会从混合液中分离出来，在反应器顶端的沼气收集区域收集，接着脱出大部分沼气的混合液则会从气液斜板分离模块的顶部进入气液斜板分离模块，混合液向下流动而沼气则上升到斜板的下表面实现气水分离，然后顺着斜板向上流动进入沼气收集区域，实现进一步分离混合液中夹带的沼气，同时在气液分离的过程中混合液中所夹带的污泥也会同时沉降到斜板的上表面然后滑入污泥斗中，分离出沼气和部分污泥的混合液然后又从固液斜板分离模块的下部进入固液斜板分离模块，混合液向上流动而污泥则沉淀到斜板的上表面后滑到污泥斗中，实现污泥和混合液的分离。

[0010] 本发明中，最后分离出沼气和污泥的废水经出水堰进入出水管口排出该反应器，污泥则收集在污泥斗，然后通过污泥排出缝回流到污泥床，沼气则通过沼气管口送至沼气处理单元处理。

[0011] 本发明中，所述气液斜板分离模块和固液斜板分离模块中斜板间的间距设置为80mm，斜板的倾斜角度设置为53-60度。

[0012] 本发明中，所述布水分配器为六通道设计。

[0013] 本发明中，还包括有设置在反应器上的循环管路，废水从反应器上部的循环管道经循环泵将水回流至进水母管与原水混合。

[0014] 本发明中，该反应器上设置有安装压力变送器的压力变送器接口。

[0015] 本发明中，该反应器上设置有污泥口、取样口和取样管道。

[0016] 本发明中，在所述反应器的顶部设置有观察窗；在顶部和底部分别设置有入孔；在底部设置有放空口。

[0017] 为实现上述目的，本发明还提出一种利用上述的厌氧污泥床反应器实现的处理有机废水的方法，包括以下步骤：

[0018] 1）废水经反应器供料泵泵入进水母管，然后通过布水分配器进入反应器，向上通过污泥床层与厌氧细菌发生生物反应后的混合液中产生大量的沼气，混合液上升过程中有大量的沼气在反应器顶端的沼气收集区域收集；

[0019] 2）脱出大部分沼气的混合液从气液斜板分离模块顶部进入气液斜板分离模块实现气液分离和部分的固液分离，沼气向上流动收集到反应器顶部，最终通过沼气管口送至沼气处理单元处理；

[0020] 3）分离出气体的混合液进入固液斜板分离模块实现固液分离，实现气液和固液分离后的水流经出水堰后进入出水管口排出该反应器；

[0021] 4）从固液斜板分离模块分离出来的污泥则收集在污泥斗区域然后通过污泥排出缝回流到污泥床。

[0022] 由于采用以上方案，与 IC 反应器相比，本发明的厌氧污泥床反应器中三相分离器加工简单，模块较小，价格低廉，所以，本发明的污泥床反应器，可以完全应用于 IC 反应器处理污水，但含有高浓度悬浮物的污水则是该反应器的优势所在；与其他厌氧反应器相比，本发明具有较大的高径比，采用出水循环，具有较高的上升流速和容积负荷，占地面积小，节省投资，并且采用新型的布水器设计，能够确保进水管道不易堵塞，原水通过进水母管进行配水，然后通过支管进入布水器，布水器为六通道的设计，每个通道的出口流速按照 3m/s 的流速进行设计，由于出口流速较大，反应器底部的厌氧污泥与原水的混合的效果可以保证最佳的混合要求；故本发明与其他反应器相比，具有明显的优势；同 UBF 厌氧反应器相比，无需填料，也不需要二沉池，三相分离器可以很好的实现气、液、固三相的分离，从而保证出水稳定；同 UASB 反应器相比，该反应器上升流速可以达到 4-6m/h, 而 UASB 反应器的上升流速通常为 1-1.5m/h, 因此 UASB 反应器内部的水力搅拌效果很差，设计不好时常常会导致短流，因此设计负荷上不去，池容积要比该反应器大。通常 UASB 反应器的设计负荷为 6-8kgCOD/m3/d, 而该反应器可以达到 10-15kgCOD/m3/d。

附图说明

[0023] 下面根据附图和具体实施例对本发明作进一步说明：

[0024] 图 1 为本发明中三相分离器俯视图；

[0025] 图 2 为图 1 中沿 A-A 面的剖面图；

[0026] 图 3 为图 1 中沿 B-B 面的剖面图；

[0027] 图 4 为图 1 中沿 C-C 面的剖面图；

[0028] 图 5 为气液分离模块斜板间三相分离原理图；

[0029] 图 6 为固液分离模块斜板间三相分离原理图；

[0030] 图 7 为传统三相分离原理图；

[0031] 图 8 为本发明正面剖面图；

[0032] 图 9 为本发明反面剖面图；

[0033] 图 10 为本发明中布水分配器的布置图。

[0034] 其中：1，进水母管；2，布水分配器；3，三相分离器；4，出水堰；5，取样口；6，取样管；7，污泥口；8，放空口；9，人孔；10，压力变送器接口；11，观察窗；12，沼气收集区域；13，沼气管口；14，呼吸阀管口；15，气液斜板分离模块；16，固液斜板分离模块；17，污泥斗；18，污泥排出缝；19；反应器池体；20；分隔挡板；21；出水管口

具体实施方式

[0035] 如图 1-4 所示，本发明中的三相分离器 3 由气液斜板分离模块 15 和固液斜板分离模块 16 组成，两组斜板模块中间由一块分隔挡板 20 分隔，混合液自第一组气液斜板分离模块 15 的顶部进入，水流的方向为向下流动，此时水流中夹带的微小气泡在斜板分离模块 15 内向上流动，同时斜板分离模块 15 设计有足够的接触面积可以使得相当数量的微小气泡最终从水中分离出来上升到池顶，同时有部分的污泥向下滑落至污泥斗 17 中，因此在第一组的模块内气液分离和部分的固液分离得以实现。

[0036] 水流经过第一组气液斜板分离模块 15 分离出气体后进入第二组固液斜板分离模

块 16，在第二组固液斜板分离模块上部设计有出水堰 4，因此水流的方向为向上流动，此时水中的悬浮颗粒物在斜板模块中向下沉淀，只要有足够的沉淀面积则可达到一定的沉淀效率，沉淀下来的悬浮颗粒物进入污泥斗 17 然后回流到污泥床，进入上部出水堰 4 的污水通过出水管口 21 排出反应器池体 19。

[0037] 此三相分离设备主要应用于高浓度、高含盐有机废水厌氧反应器中分离沼气、污水和厌氧污泥。特别是在污泥不能形成颗粒污泥的情况下，该三相分离设备可以有效地避免污泥流失的现象，维持系统的正常运转；而传统的三相分离器针对非颗粒污泥分离效果不佳，处理对厌氧微生物有毒性的废水时很容易导致污泥的流失，厌氧系统正常的运转必须依靠不断的补充厌氧污泥。

[0038] 运行时，水流、气泡及悬浮污泥在反应池内由下向上流动，上升到反应池顶部时在气液界面处部分气体直接从水中分离，由于出水堰 4 设置在固液斜板分离模块 16 的顶部，导致水流的流向见图 4 中所示，首先水流先从顶部进入气液斜板分离模块 15 中，水流的方向向下，如图 6 所示，而水流中夹带的气体始终向上上升，水流在斜板间流动时气体会上升到上部的斜板下表面形成更大的气泡，然后沿着斜板上升到水面从水中分离，所夹带的悬浮物会沉淀到下部斜板的上表面最终沿着斜板滑落的污泥斗 17 中，分离出气体的水流接着进入固液斜板分离模块 16 中，此时水流的方向为向上，而水流中夹带的悬浮物的向下沉淀，在斜板间流动时悬浮物首先沉淀到斜板上实现与水流的分离接着沿斜板滑落到污泥斗 17 中，水流流经固液斜板分离模块 16 后最后进入设在顶部的出水堰 4，然后再通过出水管口 21 排出反应池，而收集在污泥斗 17 中的污泥则通过污泥斗下部的污泥排出缝 18 回流到污泥床，污泥之所以能够从污泥排出缝 18 中排出的基本原因为三相分离器 3 内的混合液由于脱除了气体后导致其密度大于三相分离器 3 外的混合液密度，而三相分离器 3 外的混合液中含有大量的气体导致密度小于模块内脱除气体的混合液，因此污泥可以排出而夹带气体的混合液则无法从污泥排出缝 18 进入三相分离器 3 内。

[0039] 本三相分离器中各斜板间的间距设置为 80mm，斜板的倾斜角度设置为 53-60 度，以上的基本参数可以根据具体处理的介质进行调整。

[0040] 而传统三相分离器如图 7 所示，上升的混合液在流经三相分离器时污泥沿着斜面回流到污泥床层中，气体收集到两面板间最后通过沼气管道排出，污水则进入出水堰排出反应池。从以上的描述中可以看出缝隙中的流速是控制的关键，当水流和气体的流速过大时，污泥则会被带出系统中，因此这种传统的三相分离器要保证足够的分离面积则必须做的很大，分离效果设计不好时也会存在风险。

[0041] 使用本发明的反应器进行废水处理时，如图 7-9 所示，原水经反应器供料泵泵入进水母管 1，均匀分配给反应器底部的布水分配器 2 进入反应器，污水向上流动通过污泥床层与厌氧细菌发生生物反应后产生大量的沼气，混合液上升到气液界面时有大量的沼气从混合液中分离，在反应器顶端的沼气收集区域收集 12，然后脱出大部分沼气的混合液从顶部进入气液斜板分离模块 15，沼气向上流动，混合液向下流动以实现沼气与混合液的进一步分离，分离出的沼气收集到反应器顶部，分离出沼气和部分污泥的混合液接着进入固液斜板分离模块 16，混合液通过斜板实现固液分离，实现气液和固液分离后的水流经出水堰 4 进入反应器出流管口 21 排出反应池，沼气则通过顶部的沼气管口 13 进入沼气处理系统。而经过气液和固液斜板分离模块 16 分离出来的污泥则收集在污泥斗 17 然后通过污泥排出

缝 18 回流到污泥床保证厌氧反应器内维持一定的污泥浓度，污泥之所以能够从污泥排出缝 18 中排出的基本原因为三相分离器 3 内的混合液由于脱除了气体导致其密度大于三相分离器 3 外的混合液密度，因此污泥可以排出而气体则无法从污泥排出缝 18 进入三相分离器内，气体只能随混合液向上流动，大部分气体直接扩散到顶部，其余部分沼气随混合液从三相分离器 3 的顶部进入其中的气液斜板分离模块 15，在此区域沼气与混合液得以进一步分离。

[0042] 该反应器设置有循环管路：废水从反应器上部循环管道经循环泵将水回流至进水母管 1，与原水进行均匀混合后，再通过反应器底部的布水分配器 2 进入反应器，以调节反应器的上升流速，上升流速范围为 4 ～ 6m/h。

[0043] 该反应器设置有安全设施：压力变送器接口 10，用于安装压力变送器，可以连续监测反应器内的压力，若遇到高压或负压，可以向中控电脑发出报警信号；呼吸阀接口 14，当产生高压或负压的异常时，可通过此设备向外排出或吸入气体，避免影响罐体的结构强度。

[0044] 该反应器设置有污泥口 7，以便向反应器输入或输出污泥。

[0045] 该反应器设置有取样口 5 和取样管道 6，用于取得不同高度的水样和泥样，掌握反应器的运行状况。

[0046] 该反应器设置有观察和检修设施：在反应器的顶部设置有观察窗 11，以便观察反应器固液分离、气液分离的效果；同时，在顶部和底部设置有人孔 9，以便于维修；在底部设置有放空口 8，以便排尽罐体内废水。

[0047] 利用本发明实现的处理废水的方法包括以下步骤：

[0048] 1）废水经反应器供料泵泵入进水母管 1，然后通过布水分配器 2 进入反应器，污水向上通过污泥床层与厌氧细菌发生生物反应后产生大量的沼气，混合液上升过程中有大量的沼气在反应器顶端的沼气收集区域 12 收集；

[0049] 2）脱出大部分沼气的混合液从气液斜板分离模块顶部进入气液斜板分离模块实现气液分离和部分的固液分离，沼气向上流动收集到反应器顶部，最终通过沼气管口送至沼气处理单元处理；

[0050] 3）分离出气体的混合液进入固液斜板分离模块 16 实现固液分离，实现气液和固液分离后的水流经出水堰 4 后进入出水管口 21 排出该反应器；

[0051] 4）从固液斜板分离模块 16 分离出来的污泥则收集在污泥斗 17 区域然后通过污泥排出缝 18 回流到污泥床。

[0052] 但是，上述的具体实施方式只是示例性的，是为了更好的使本领域技术人员能够理解本专利，不能理解为是对本专利包括范围的限制；只要是根据本专利所揭示精神的所作的任何等同变更或修饰，均落入本专利包括的范围。

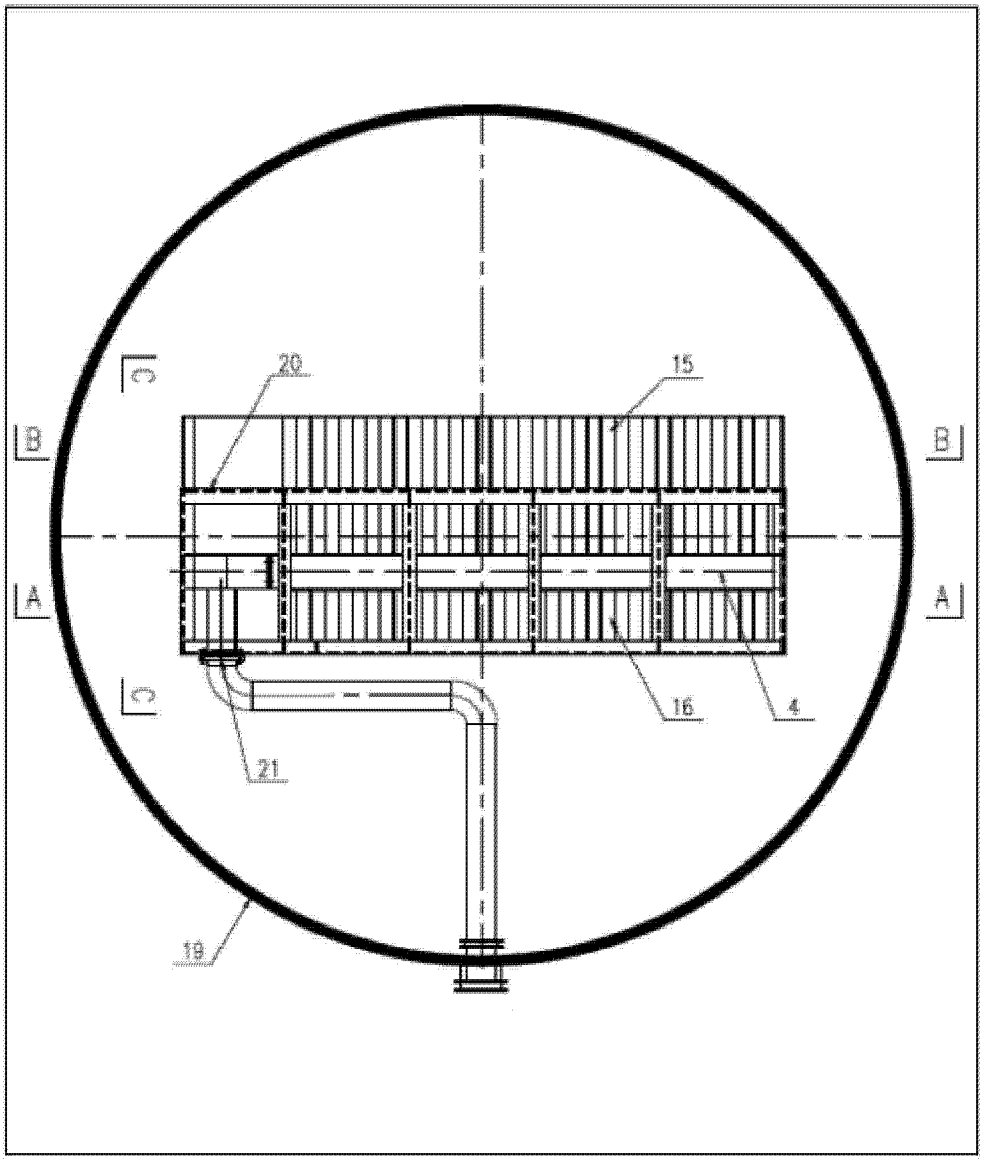


图 1

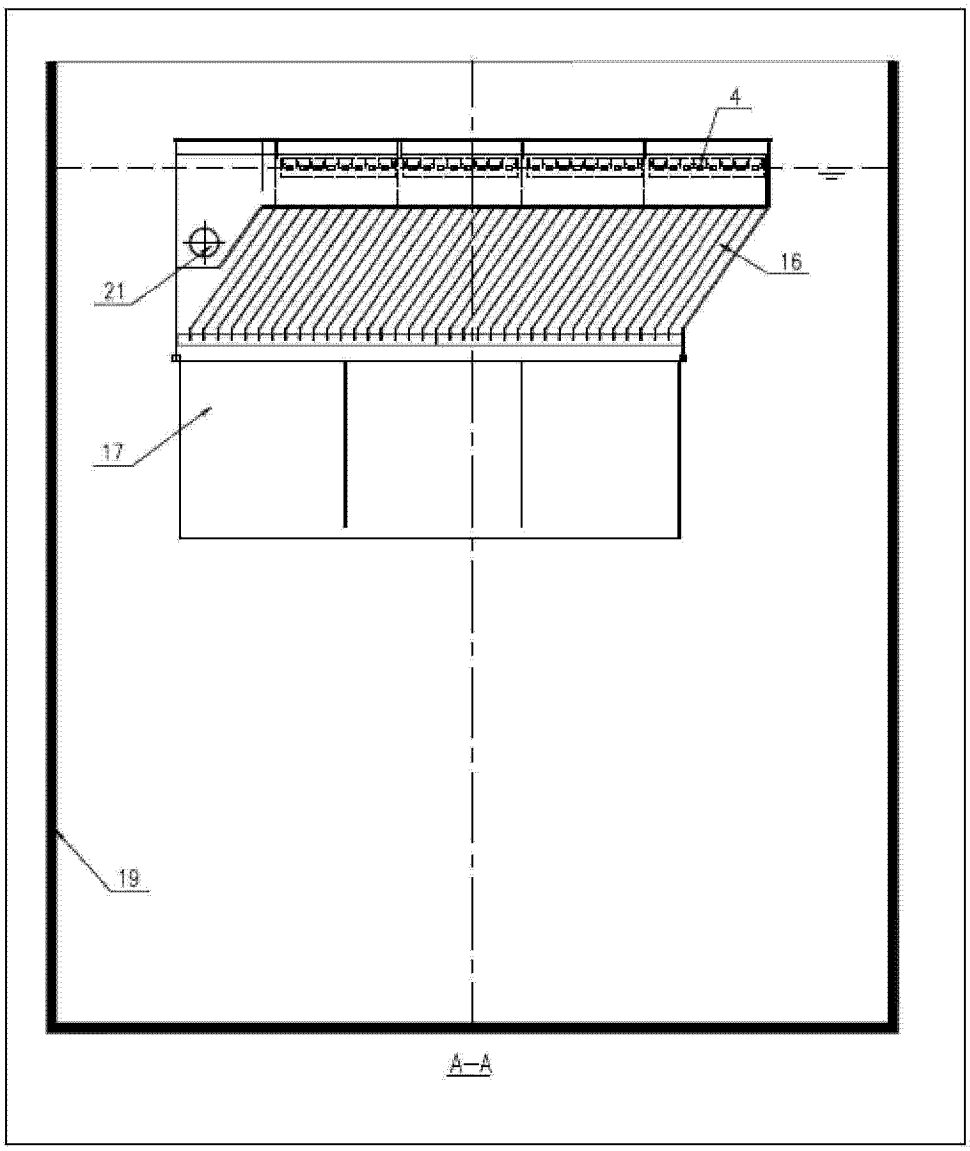


图 2

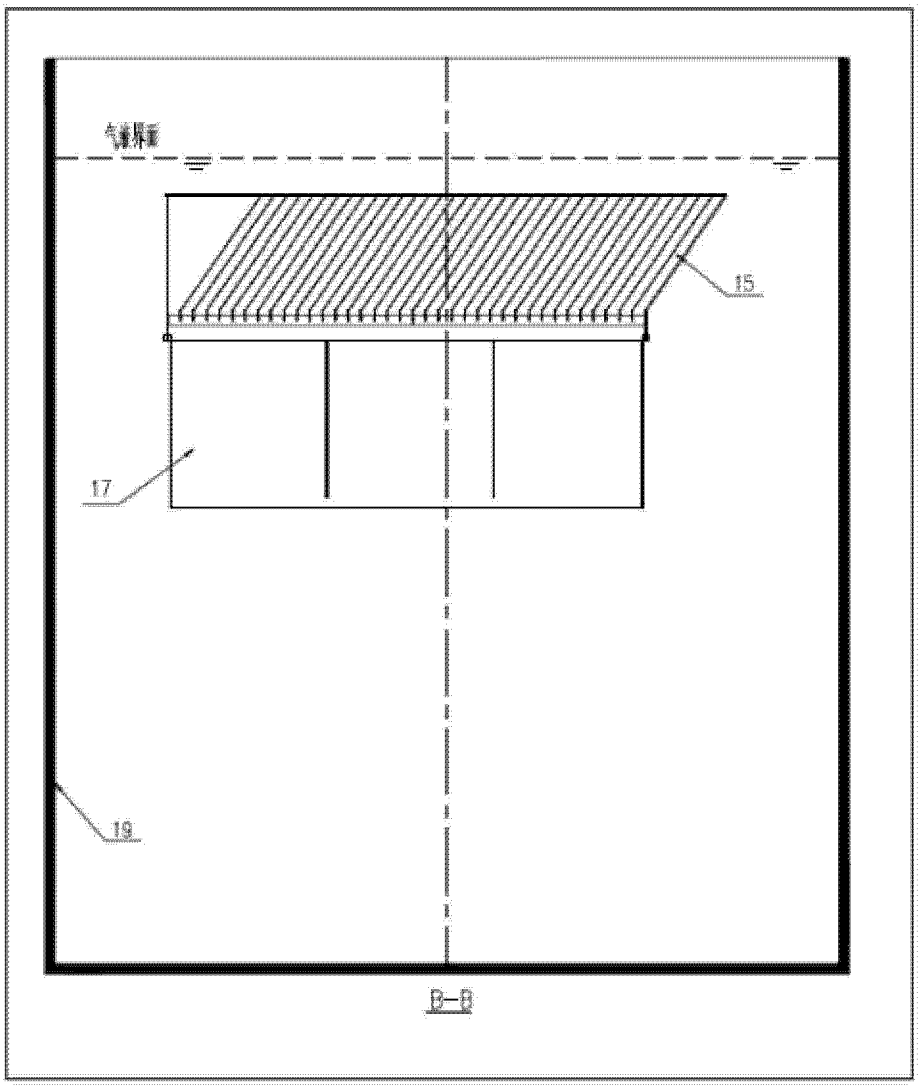


图 3

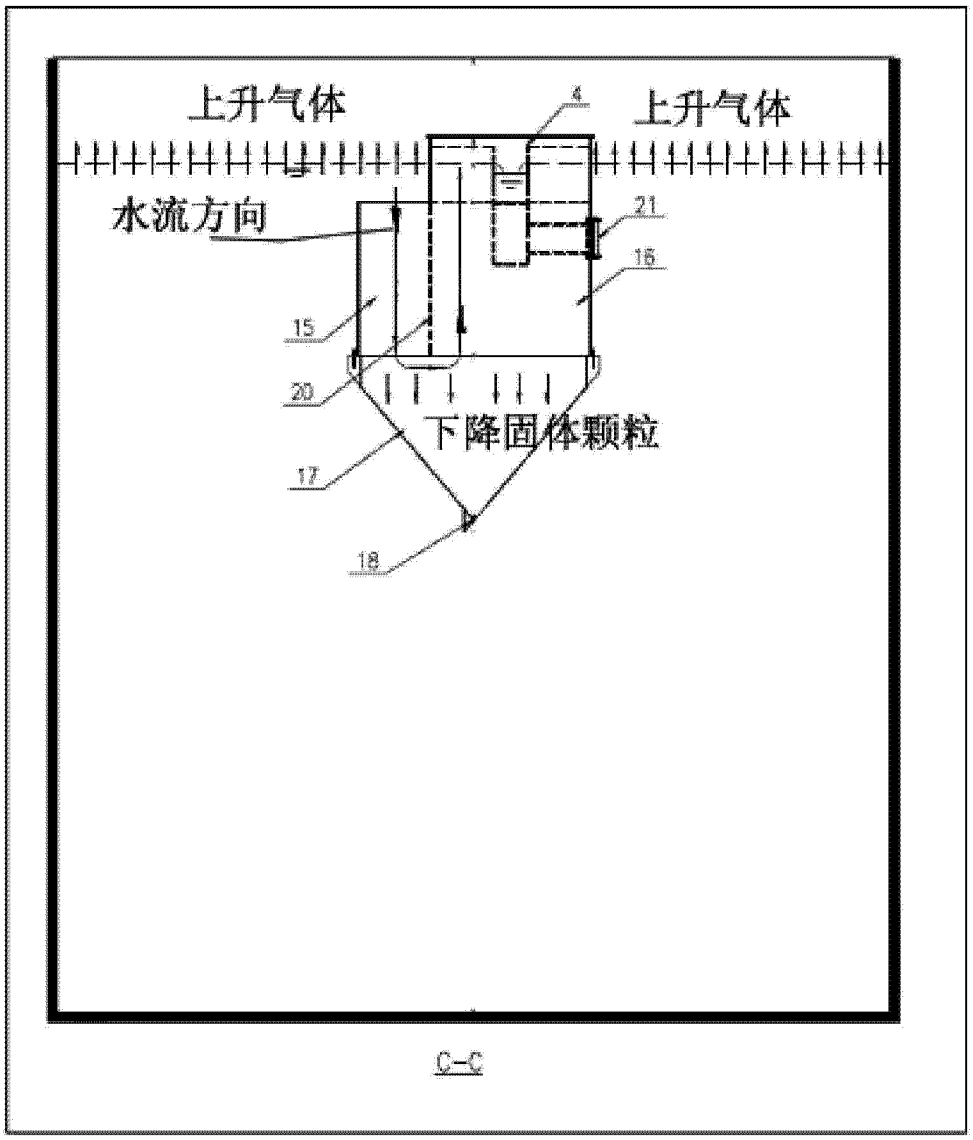


图 4

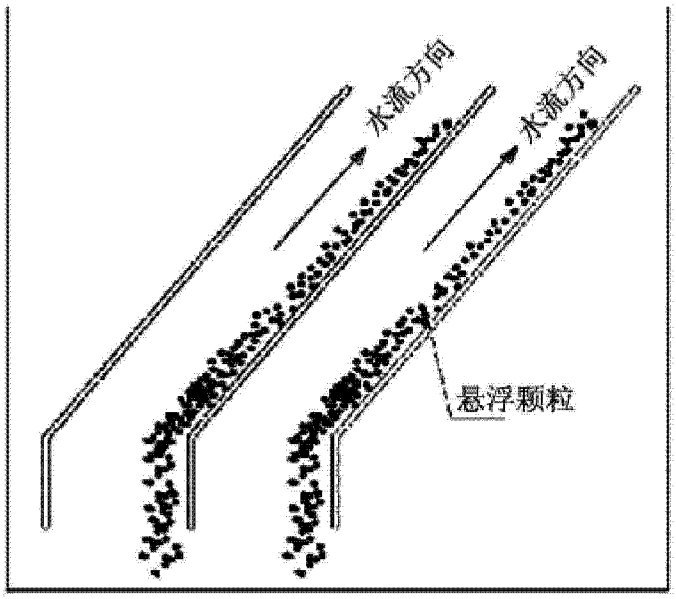


图 5

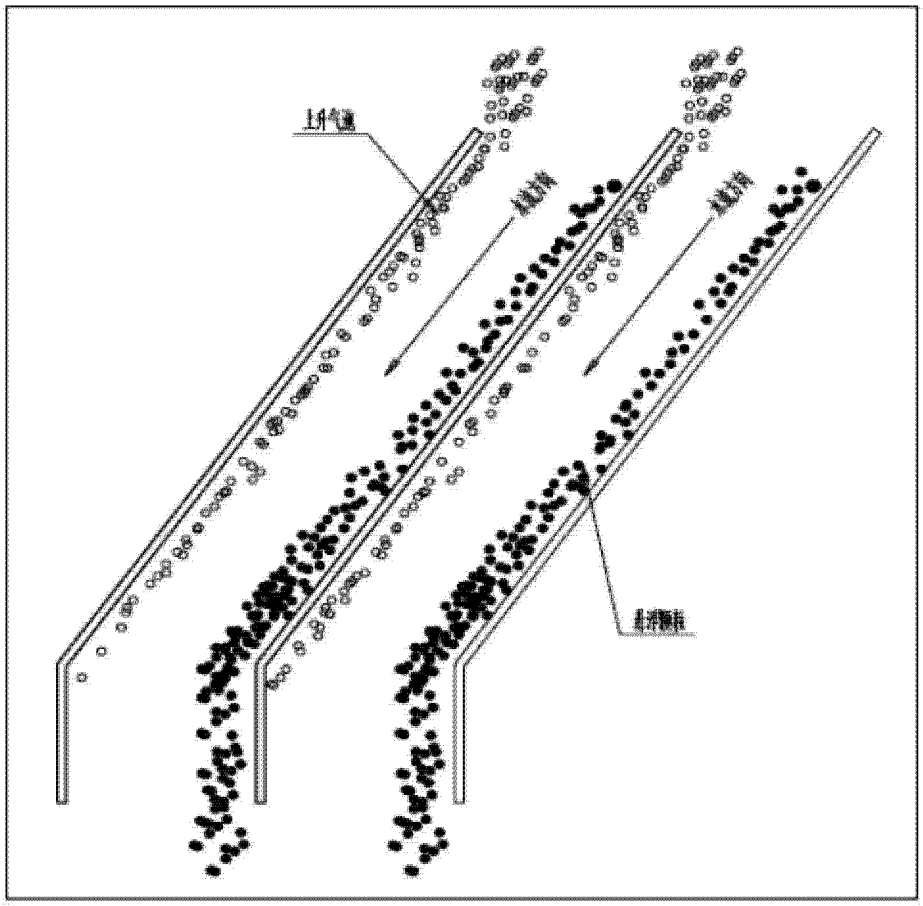


图 6

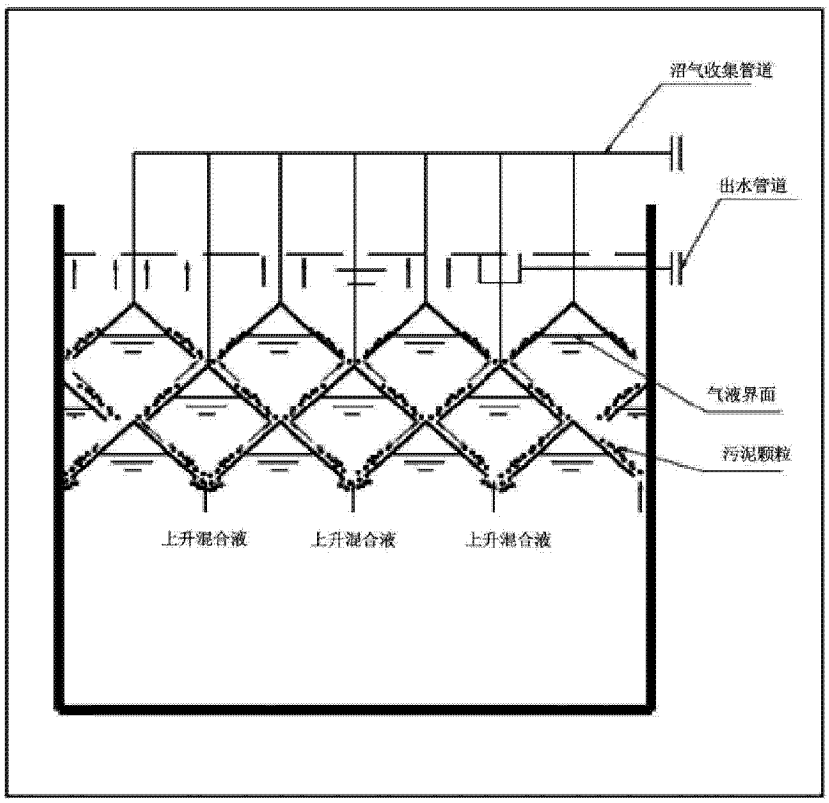


图 7

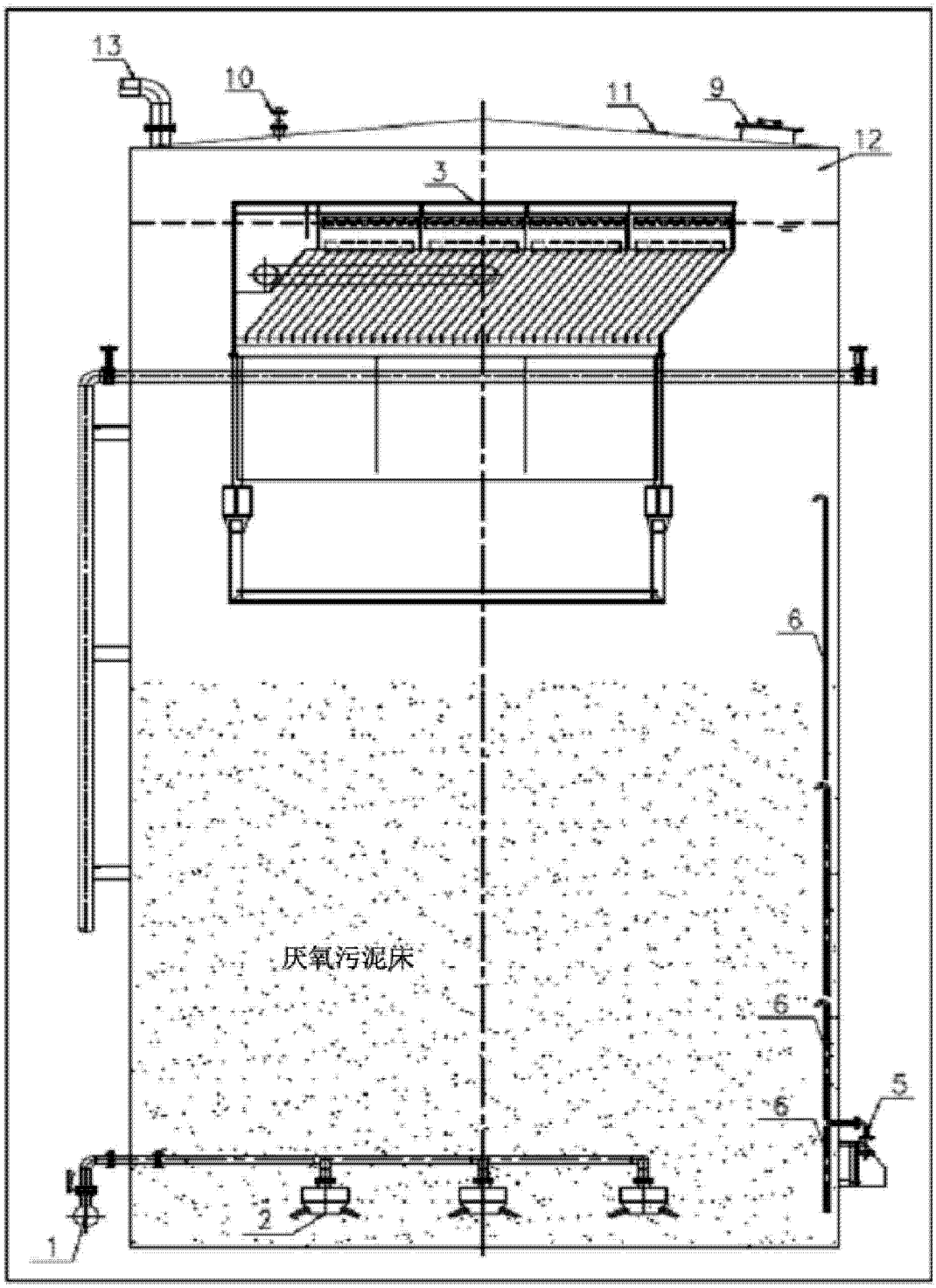


图 8

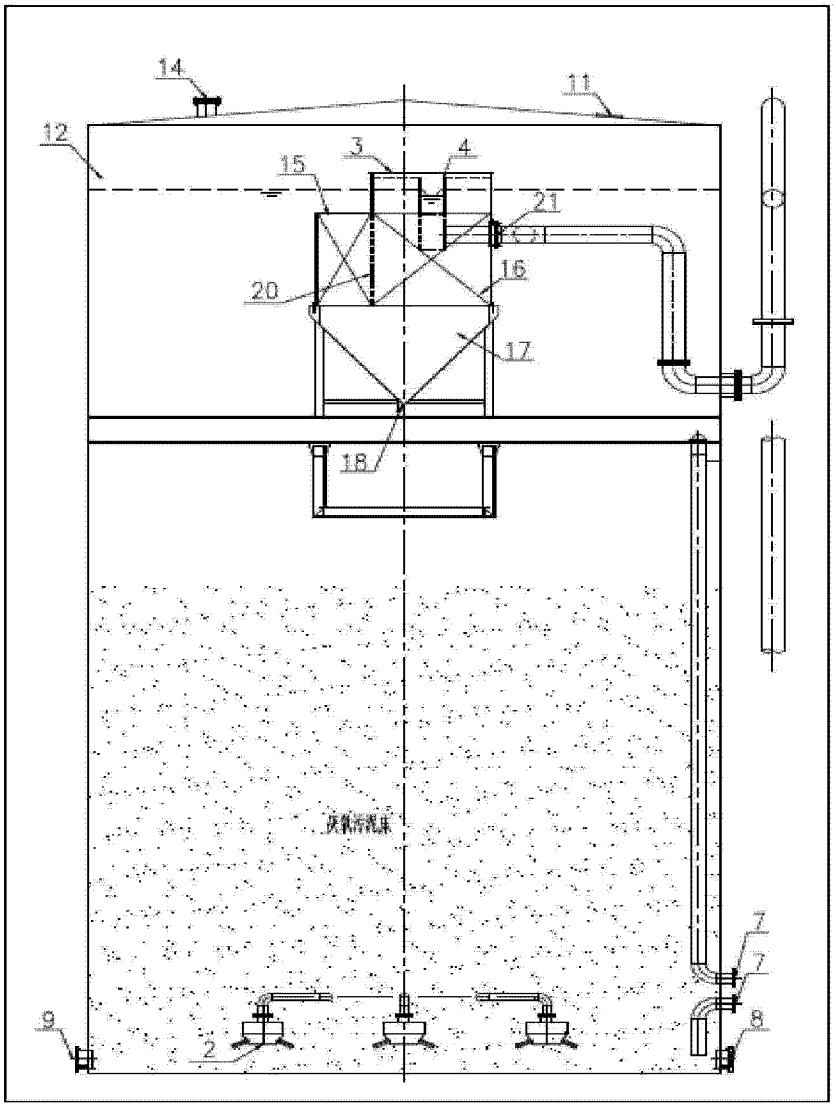


图 9

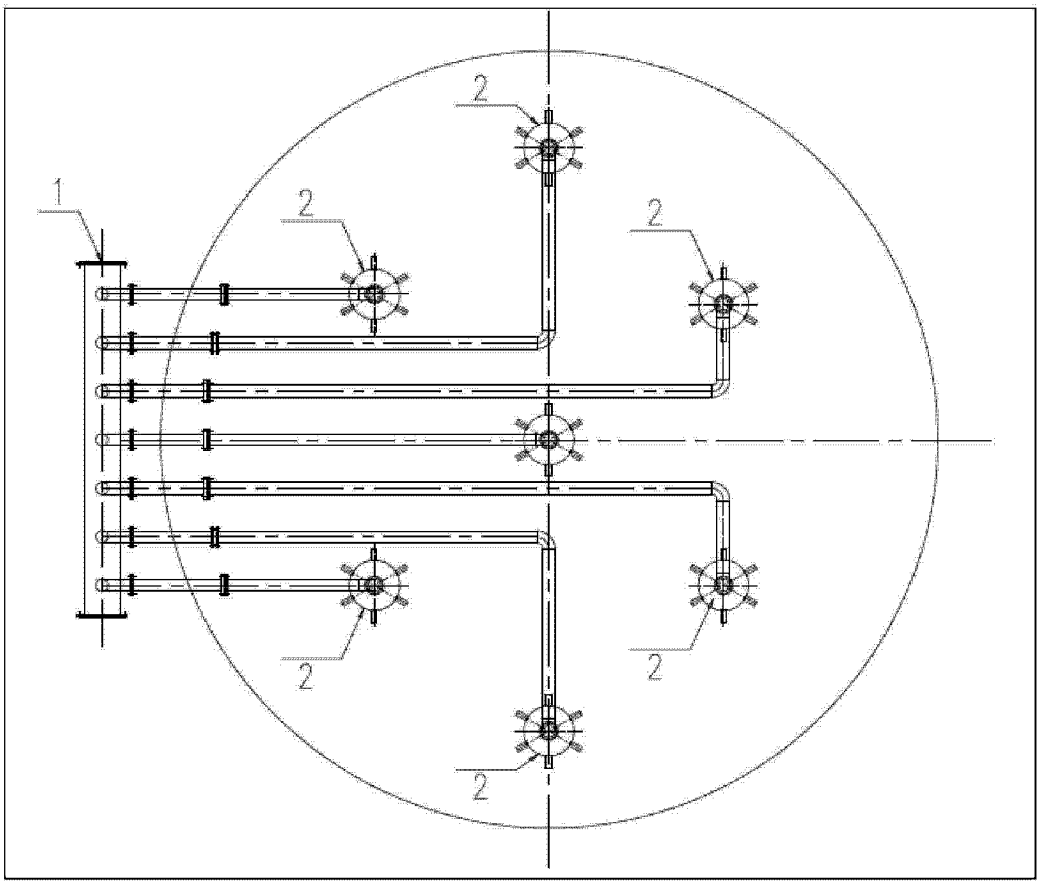


图 10