



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103131631 B

(45) 授权公告日 2014. 06. 25

(21) 申请号 201310049692. 4

(22) 申请日 2013. 02. 07

(73) 专利权人 中国科学院广州能源研究所

地址 510640 广东省广州市天河区五山能源
路 2 号

(72) 发明人 孔晓英 甄峰 李连华 孙永明
李东 李志兵 袁振宏

(74) 专利代理机构 广州科粤专利商标代理有限
公司 44001

代理人 莫瑶江

(51) Int. Cl.

C12M 1/16(2006. 01)

C12M 1/107(2006. 01)

C12P 5/02(2006. 01)

审查员 汪一帆

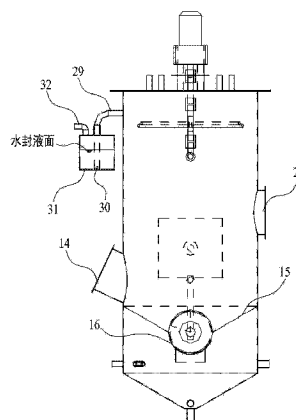
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种利用高浓度固体原料制备生物燃气的干
发酵装置及其方法

(57) 摘要

本发明公开了一种利用高浓度固体原料制备
生物燃气的干发酵装置和方法, 本发明原料分布
合理、接种均匀、不易酸化、有机物降解完全、出料
容易且带固液分离功能, 无二次污染, 沼渣造肥,
将成为高效(高固体含量) 处理工、农业可发酵有
机废弃物的重要选择。



1. 一种利用高浓度固体原料制备生物燃气的干发酵装置,包括干式厌氧反应器,其特征在于所述干式厌氧反应器包括反应器罐体(1)、设在反应器罐体(1)上部的导气管(29),设在反应器罐体(1)上端的顶盖(2)、设在所述反应器罐体(1)或顶盖(2)的进料口(3)、设在所述干式厌氧反应器内部的旋转喷淋装置和布料装置、设在所述反应器罐体(1)中上端的上位视窗(24)和下端的协助出料口(14)、设在干式厌氧反应器内部中下端的挡板(15)和螺旋出料装置(16)、设在反应器圆锥形底部的滤液循环出口(22)和排液口(23);所述导气管(29)下方侧面设有气孔(30),直接插至罐式水封装置(31)底部,所述罐式水封装置(31)上部设有与净化提纯和收集、利用装置连通的排气管(32);所述旋转喷淋装置由电机(4)、联轴器(5,7)、轴(6),上端封闭式水管(8)、布液槽(9)、穿孔喷淋管(10)、喷淋孔(11)、水管旋转接头(12)、供液管(13)组成;所述轴(6)贯穿顶盖(2),轴(6)的上端通过联轴器(5)与电机(4)的输出轴连接,轴(6)的下端通过联轴器(7)与上端封闭式水管(8)的上端连接;所述上端封闭式水管(8)的下端中空,所述中空部分与布液槽(9)、穿孔喷淋管(10)连接并贯通;所述穿孔喷淋管(10)底部设有喷淋孔(11);所述上端封闭式水管(8)的中空部分下端通过水管旋转接头(12)与供液管(13)连通;所述供液管(13)经由循环泵(25)跟滤液循环出口(22)连通;所述布料装置由动力装置、推杆(26)、密封组件(28)及弧形推铲(27)组成,所述动力装置经由推杆(26)连接弧形推铲(27);所述推杆(26)经密封组件(28)进入反应器罐体(1);

所述挡板(15)为圆锥台形状,开口较大一端周边与反应器罐体(1)内壁连接,开口较小一端周边与螺旋出料装置(16)的外壳进行无缝连接,挡板(15)与底部设有滤孔(18)的螺旋出料装置(16)外壳共同组成内部支撑和过滤部件。

2. 根据权利要求1所述的利用高浓度固体原料制备生物燃气的干发酵装置,其特征在于,所述螺旋出料装置(16)与反应器罐体(1)上端呈一锐角夹角,经由外壳包裹的螺旋输送机(17)和摇杆装置或电机(19)连接,所述螺旋出料装置(16)末端较低,设有排液口(33)。

3. 根据权利要求1所述的利用高浓度固体原料制备生物燃气的干发酵装置,其特征在于,所述反应器罐体为圆柱形。

4. 根据权利要求1所述的利用高浓度固体原料制备生物燃气的干发酵装置,其特征在于,所述协助出料口(14)与反应器罐体(1)的上端的倾角为锐角。

5. 采用权利要求1装置的利用高浓度固体原料制备生物燃气的干发酵方法,其特征在于,包括如下步骤:

a、经预处理、混合、调质的高固体浓度原料投入权利要求1所述的干式厌氧反应器罐体内,调节pH值至6.5~7.5;

b、利用旋转喷淋系统将接种物均匀地喷洒在原料的上表面并通过原料之间的缝隙均匀渗透接种;

c、采用厌氧干发酵工艺,在发酵过程中,所产生的气体由排气管排出并收集,所产生的渗滤液从反应器底部聚集,每隔2~6小时通过循环泵被泵入反应器的旋转喷淋系统进行重复喷淋接种,使原料接种充分、发酵完全;

d、发酵完全后,通过螺旋出料装置实现沼渣的自动出料,在出料过程中同时实现固液分离。

6. 根据权利要求 5 所述的利用高浓度固体原料制备生物燃气的干发酵方法,其特征在于,所述接种物为由厌氧消化细菌、悬浮物质和胶体物质组成的厌氧活性污泥。

7. 根据权利要求 5 所述的利用高浓度固体原料制备生物燃气的干发酵方法,其特征在于,通过循环泵外接 pH 调节液进行喷淋或调整喷淋接种频率来调节厌氧系统的 pH 值。

8. 根据权利要求 7 所述的利用高浓度固体原料制备生物燃气的干发酵方法,其特征在于,循环泵通过三通连接滤液收集区和 pH 调节液,通过阀门控制选择喷淋接种物或 pH 调节液。

一种利用高浓度固体原料制备生物燃气的干发酵装置及其方法

技术领域：

[0001] 本发明涉及一种制备生物燃气的装置及其方法，具体涉及一种高浓度固体原料（原料中固体含量在 20% 以上）制备生物燃气的干发酵装置及其方法。

背景技术：

[0002] 沼气发酵是指在没有游离氧的条件下，微生物降解有机物的过程，发酵的产物沼气（ CH_4 ）是清洁的能源，降解的残余物可作为优质肥料。根据发酵基质浓度，可将沼气发酵分为湿法发酵（液体发酵，发酵物的固体物质含量在 10% 以下）和干法发酵（固体发酵，发酵物的固体物质含量在 18%~30% 范围内）。

[0003] 国内外主要采用湿法连续沼气发酵工艺，湿式厌氧发酵技术较成熟，主要的装置有升流式固体反应器（Upflow Solids Reactor，简称USR）、升流式厌氧污泥床（Upflow Anaerobic Sludge Bed，简称UASB）、污泥床滤器（UBF）和塞流式反应器（Plug Flow Reactor，简称PFR）。其主要不足是有机物需稀释至 10% 以下，稀释将消耗大量水，发酵池容积增大，建池成本增高。由于没有足够的热量输入，一般采用常温或中温发酵，发酵周期较长，原料处理量受到很大的限制；且发酵后产生的沼液量大，难以就地消纳，容易造成二次污染。

[0004] 干发酵技术则是指以秸秆、畜禽粪便等有机废弃物为原料（干物质浓度在 20% 以上），利用厌氧菌将其分解为 CH_4 、 CO_2 、 H_2S 等气体的发酵工艺。干式厌氧发酵的研究主要集中在欧洲和美国，主要的装置有车库型干发酵装置、气袋型干发酵装置、干湿联合型发酵装置和渗出液储存桶型干发酵装置。沼气干发酵由于其发酵原料的干物质浓度高而导致的进出料难，接种不均匀、酸中毒等问题，是沼气干发酵的技术难点。

发明内容：

[0005] 本发明的目的是提供一种制备生物燃气的干发酵装置，解决了干发酵过程中存在的原料在反应器中分布状态不良、接种不均匀、出料难、易于酸化等问题。

[0006] 本发明的另一个目的是提供一种制备生物燃气的干发酵方法。

[0007] 本发明是通过以下技术方案予以实现的：

[0008] 一种利用高浓度固体原料制备生物燃气的干发酵装置，包括干式厌氧反应器，所述干式厌氧反应器包括反应器罐体、设在反应器罐体上部的导气管，设在反应器罐体上端的顶盖、设在所述罐体或顶盖的进料口、设在所述干式厌氧反应器内部的旋转喷淋装置和布料装置、设在所述反应器罐体中上端的上位视窗和下端的协助出料口（兼下位视窗）、设在干式厌氧反应器内部中下端的挡板和螺旋出料装置、设在反应器圆锥形底部的滤液循环出口和排液口；

[0009] 所述旋转喷淋装置由电机（含减速机）、联轴器（可为 1~2 个，如联轴器①和②）、轴，上端封闭式水管、布液槽、穿孔喷淋管、喷淋孔、水管旋转接头、供液管组成；所述轴贯穿顶

盖,轴的上端通过联轴器与电机的输出轴连接,轴的下端通过联轴器与上端封闭式水管的上端(传动端)连接;所述上端封闭式水管的下端中空,所述中空部分与布液槽、穿孔喷淋管连接并贯通;所述穿孔喷淋管底部设有喷淋孔;所述上端封闭式水管的中空部分下端通过水管旋转接头与供液管连通;所述供液管经由循环泵跟滤液循环出口连通;

[0010] 所述布料装置由动力装置、推杆、密封组件及弧形推铲组成,所述动力装置经由推杆连接弧形推铲;所述推杆经密封组件进入反应器罐体;所述动力装置包括人工(适用于小型干式厌氧反应器)或液压(大型干式厌氧反应器);

[0011] 所述挡板为圆锥台形状,开口较大一端周边与反应器罐体内壁进行无缝连接,开口较小一端周边与螺旋出料装置的外壳进行无缝连接,从而,挡板与底部设有滤孔(18)的螺旋出料装置的外壳共同组成内部支撑和过滤部件;

[0012] 所述螺旋出料装置与反应器罐体上端呈一锐角夹角,经由外壳包裹的螺旋输送器和摇杆装置连接,所述螺旋出料装置末端较低,设有排液口,此外还设有出料口。

[0013] 所述反应器罐体为圆柱形。

[0014] 所述导气管下方侧面设有气孔,直接插至罐式水封装置底部,所述罐式水封装置上部设有与净化提纯和收集、利用装置连通的排气管。

[0015] 所述协助出料口与反应器罐体的上端的倾角为锐角。

[0016] 所述干式厌氧反应器的圆锥形底部为滤液收集区。

[0017] 本发明的另一目的是这样实现的:一种制备生物燃气的干发酵方法,包括如下步骤:

[0018] 经预处理、混合、调质(调节固含量、碳氮比等)的高固体浓度原料通过进料口投入前述反应器罐体内,调节 pH 值至 6.5~7.5;

[0019] 利用旋转喷淋系统将接种物均匀地喷洒在原料的上表面并通过原料之间的缝隙均匀渗透接种;

[0020] 采用厌氧干发酵工艺,在发酵过程中,所产生的气体由排气管排出并收集,所产生的渗滤液在反应器底部锥形区域聚集,每隔 2~6 小时通过循环泵被泵入反应器的旋转喷淋系统进行重复喷淋接种,不但能够促使原料有机物质发酵完全,更可以通过循环泵外接 pH 调节液进行喷淋或调整喷淋接种频率来调节厌氧系统的 pH 值,使其稳定在适宜厌氧发酵的范围;

[0021] 发酵完全后,通过螺旋出料装置实现沼渣的自动出料,在出料过程中同时实现简单的固液分离。

[0022] 所述 pH 调节液包括碱液、水等。

[0023] 所述接种物是为了加快沼气发酵的启动速度和提高沼气池产气量而向沼气池加入的富含沼气细菌的物质,包括由厌氧消化细菌、悬浮物质和胶体物质组成的厌氧活性污泥。

[0024] 利用布料系统在进料阶段改善原料在反应器内的分布状况,有利于均匀接种和充分发酵;

[0025] 利用布料系统在出料阶段起到辅助作用。

[0026] 所述高固体浓度原料是指原料中固体含量在 20% 以上。

[0027] 本发明的有益效果:本发明原料分布合理,接种均匀,不易酸化、有机物降解完

全、无二次污染,沼渣造肥,将成为高效(高固体含量)处理工、农业可发酵有机废弃物的重要选择。

附图说明：

[0028] 图 1 是干式厌氧反应器的俯视图；

[0029] 图 2 是图 1 的 A-A 向剖视图(正面剖视图)；

[0030] 图 3 是图 2 的 B 向视图；

[0031] 其中,1、反应器罐体；2、顶盖；3、进料口；4、电机(含减速机)；5、联轴器①；6、轴；7、联轴器②；8、上端封闭式水管；9、布液槽；10、穿孔喷淋管；11、喷淋孔；12、水管旋转接头；13、供液管；14、协助出料口(兼下位视窗)；15、挡板；16、螺旋出料装置；17、螺旋输送机；18、滤孔；19、摇杆装置(或电机)；20、出料口；21、滤液收集区；22、滤液循环出口；23、排液口；24、上位视窗；25、循环泵；26、推杆；27、弧形推铲；28、密封组件；29、导气管；30、气孔；31、罐式水封装置；32、排气管；33、排液口。

具体实施方式：

[0032] 以下是对本发明的进一步说明,而不是对本发明的限制。

[0033] 下面结合附图对本发明实施例进行详细描述。

[0034] 如图 1、2 和 3 所示,所述干式厌氧反应器包括反应器罐体 1、设在反应器罐体 1 上部的导气管 29,设在反应器罐体 1 上端的顶盖 2、设在所述顶盖 2 的进料口 3、设在所述干式厌氧反应器内部的旋转喷淋装置和布料装置、设在所述反应器罐体 1 中上端的上位视窗 24 和下端的协助出料口(兼下位视窗)14、设在干式厌氧反应器内部中下端的挡板 15 和螺旋出料装置 16、设在反应器圆锥形底部的滤液循环出口 22 和排液口 23；

[0035] 所述旋转喷淋装置由电机 4、联轴器(5, 7)、轴 6, 上端封闭式水管 8、布液槽 9、穿孔喷淋管 10、喷淋孔 11、水管旋转接头 12、供液管 13 组成；所述轴 6 贯穿顶盖 2, 轴 6 的上端通过联轴器 5 与电机 4 的输出轴连接, 轴 6 的下端通过联轴器 7 与上端封闭式水管 8 的上端连接；所述上端封闭式水管 8 的下端中空, 所述中空部分与布液槽 9、穿孔喷淋管 10 连接并贯通；所述穿孔喷淋管 10 底部设有喷淋孔 11；所述上端封闭式水管 8 的中空部分下端通过水管旋转接头 12 与供液管 13 连通；所述供液管 13 经由循环泵 25 跟滤液循环出口 22 连通；

[0036] 所述布料装置由动力装置、推杆 26、密封组件 28 及弧形推铲 27 组成, 所述动力装置经由推杆 26 连接弧形推铲 27；所述推杆 26 经密封组件 28 进入反应器罐体 1；

[0037] 所述挡板 15 为平板经由圆锥卷板机加工成圆锥台形状, 开口较大一端周边与反应器罐体 1 内壁进行无缝焊接, 开口较小一端周边与螺旋出料装置 16 的外壳进行无缝焊接, 从而, 挡板 15 与底部设有滤孔 18 的螺旋出料装置 16 外壳共同组成内部支撑和过滤部件；

[0038] 所述螺旋出料装置 16 与反应器罐体 1 上端呈一锐角夹角, 经由外壳包裹的螺旋输送机 17 和摇杆装置或电机 19 连接, 所述螺旋出料装置末端较低, 设置排液口 33, 此外还设有出料口 20。

[0039] 所述螺旋出料装置 16 呈小角度倾斜放置, 出料口 20 比排液口 33 略高, 在出料过

程中,螺旋输送机 17 会对发酵后的原料残渣起到挤压作用,产生的残液就会往后流,经过滤孔 18 时会有部分落入滤液收集区 21,其余残液将由排液口 33 排出,从而在出料过程中起到固液分离的作用。

[0040] 此螺旋出料装置 16 底部设有滤孔 18,起到发酵过程中渗滤的作用。

[0041] 所述反应器罐体为圆柱形。

[0042] 所述导气管 29 下方侧面设有气孔 30,直接插至罐式水封装置 31 底部,所述罐式水封装置 31 上部设有与净化提纯和收集、利用装置连通的排气管 32。

[0043] 高固体浓度原料通过设置在顶盖 2 上的进料口 3 投入反应器罐体 1 内,落在由挡板 15 和螺旋出料装置 16 共同组成的内部支撑和过滤部件上并堆积。

[0044] 由于该反应器是用于干式厌氧发酵,原料中固体含量在 20% 以上,流动性较差,为了改善原料在反应器内的分布情况,设置由推杆 26、弧形推铲 27、密封组件 28 及动力装置组成的布料系统。当原料堆积到一定高度时,利用人工(小型实验反应器)或液压(大型反应器)驱动推杆 26 连带弧形推铲 27 往复推动原料堆,使其均匀化分布在反应器罐体 1 内,原料堆积至上位视窗 24 的位置即完成进料。

[0045] 该干式厌氧反应器采用旋转喷淋装置将接种物均匀地喷洒在原料上部。所述接种物指由厌氧消化细菌、悬浮物质和胶体物质组成的厌氧活性污泥。

[0046] 接种物(液)由供液管 13 通入上端封闭式水管 8 的中空部分,然后流向布液槽 9 和穿孔喷淋管 10,在流动过程中,接种物(液)由分布在穿孔喷淋管 10 底部的喷淋孔 11 喷下至原料上表面(布液槽 9 是为了增加穿孔喷淋管 10 的截面通量)。

[0047] 喷淋装置旋转是这样实现的:轴 6 上端通过联轴器① 5 与电机(含减速机)4 的输出轴连接、下端通过联轴器② 7 与一端(上端)封闭式水管 8 连接,如此,电机(含减速机)4 带动上端封闭式水管 8 转动,从而带动其上附着的布液槽 9 和穿孔喷淋管 10 的转动喷淋;上端封闭式水管 8 下端通过水管旋转接头 12 与供液管 13 进行连接,从而保证在供液管 13 静止的状态下,上端)封闭式水管 8 可以自由转动。

[0048] 喷淋到原料上表面的接种物(液)通过原料之间的缝隙逐渐向下渗透,在渗透的过程中与原料充分接触,同时进行生物厌氧反应过程。由周边原料渗透到底部的接种物(液)由挡板 15 导向流至螺旋出料装置 16 底部,由反应器中部渗透下来的接种物则直接流至螺旋出料装置 16 底部,由分布在螺旋出料装置 16 底部的滤孔 18 过滤至滤液收集区 21。蓄积在滤液收集区 21 的滤液每隔 2~6 小时(发酵前期喷淋频率高,后期喷淋频率低。)由循环泵 25 通过滤液循环出口 22 泵至供液管 13,进行循环接种,循环泵 25 通过三通连接滤液收集区和 pH 调节液,通过阀门控制选择喷淋接种物还是 pH 调节液,以便于随时调整系统 pH 值。

[0049] 导气管 29 直接插至罐式水封装置 31 底部,干式厌氧反应产生的沼气由导气管 29 及位于导气管 29 下方侧面的气孔 30 输送至罐式水封装置 31,沼气由罐式水封装置 31 中的水底上升至水面上方的空间,最后由排气管 32 送往净化提纯和收集、利用装置。

[0050] 干式厌氧反应结束后,通过摇杆装置(或电机)19 带动螺旋输送机 17 在螺旋出料装置 16 中运动,输送沼渣由出料口 20 排出,在排渣过程中,弧形推铲 27 和协助出料口(兼下位视窗)14 能够起到有效的协助作用。螺旋出料装置与反应器罐体上端呈一锐角夹角,末端较低,设有排液口,在出料过程中同时实现简单的固液分离。

[0051] 蓄积在滤液收集区 21 处的剩余滤液可用于下次接种或通过排液口 23 排出。

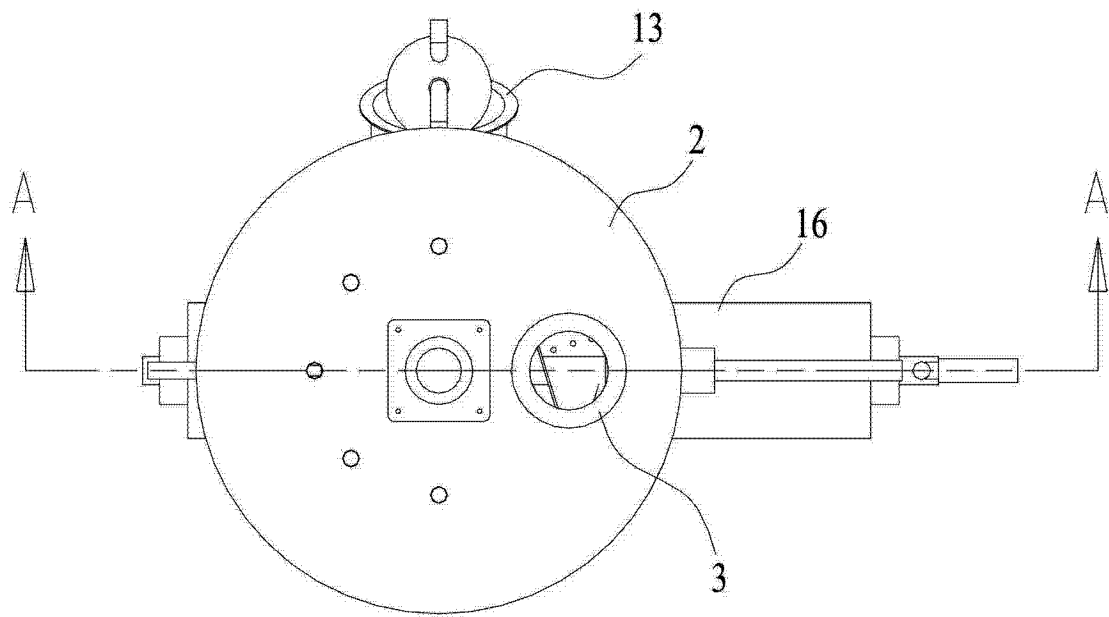


图 1

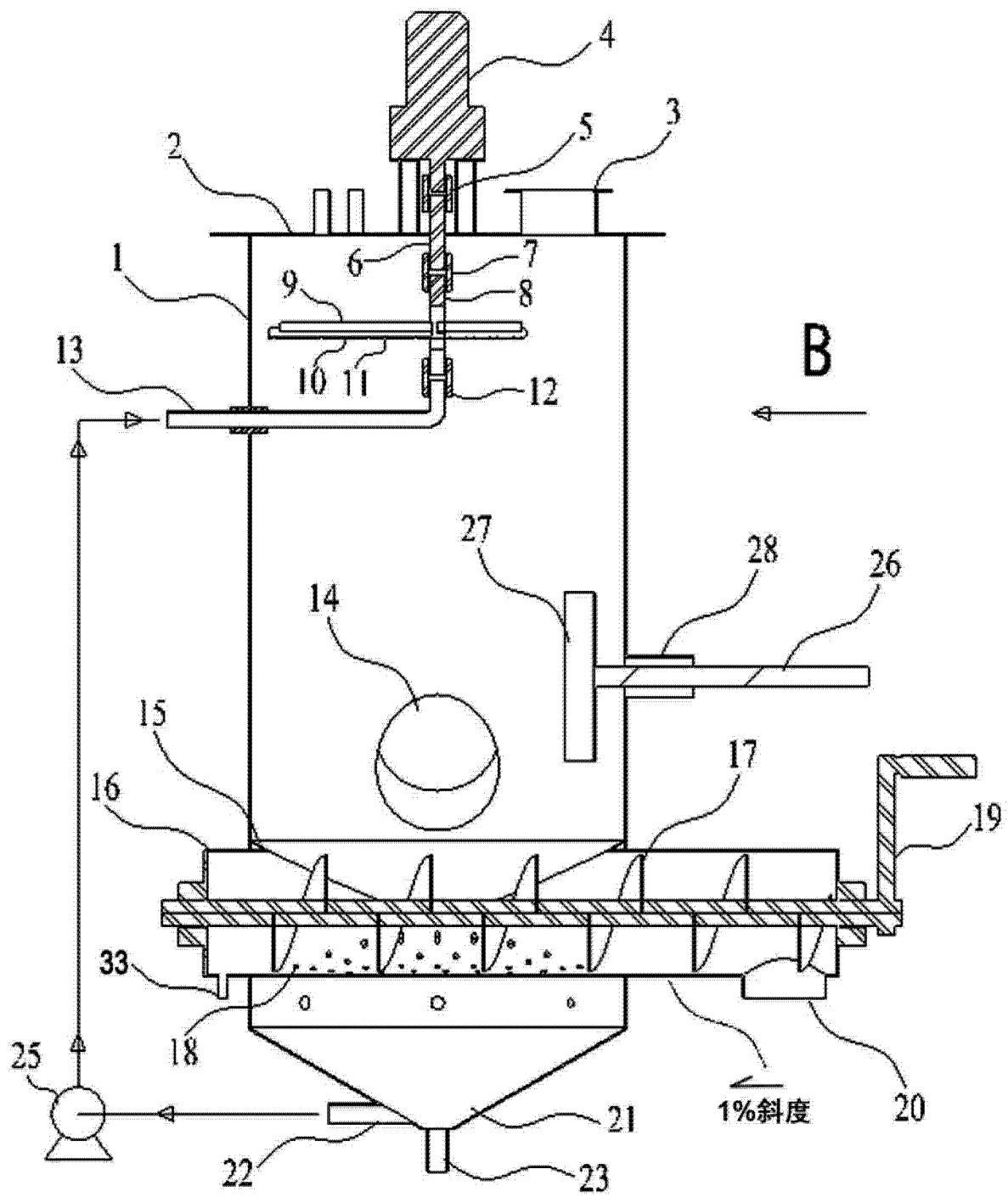


图 2

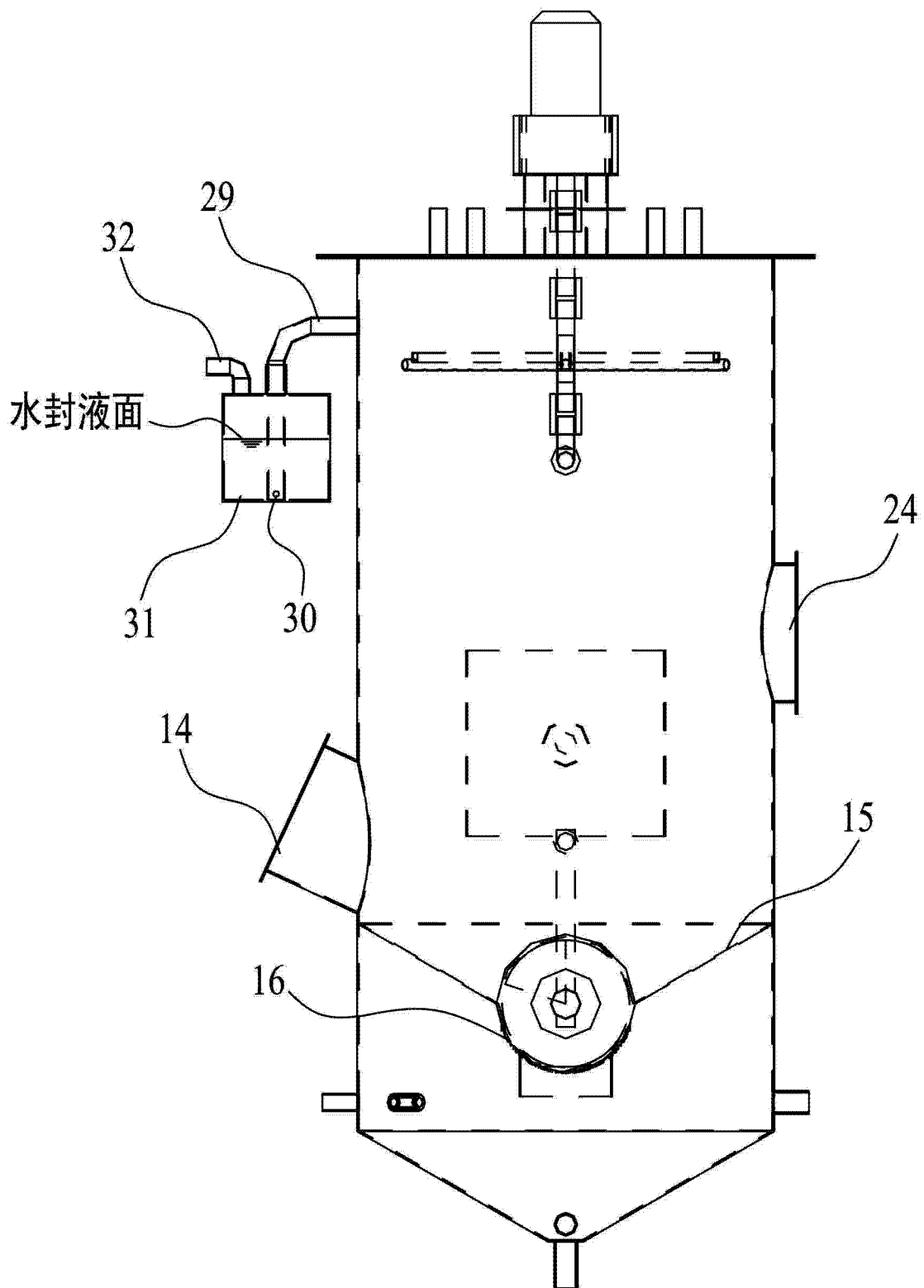


图 3