(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 102634445 B

(45)授权公告日 2013.04.24

(21)申请号 201210134775.9

(22)申请日 2012.05.03

(73)专利权人 吉林省农业机械研究院

地址 130012 吉林省长春市人民大街 8016 号

(72)发明人 赵国明 矫云学 裴海林 邢向欣 张重 张蕾蕾 丁伟 袁存亮 符艳辉 王微 李爱芹 陈涛

(74)专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 李晓莉

(51)Int.Cl.

C12M 1/107(2006.01)

C12M 1/02(2006.01)

C12P 5/02(2006.01)

(56)对比文件

CN 1858199 A,2006.11.08, 全文.

US 2008/0248541 A1,2008.10.09, 全文.

CN 101812400 A,2010.08.25, 全文.

CN 101974413 A,2011.02.16, 全文.

CN 202576414 U,2012.12.05, 权利要求 1-6.

CN 201567328 U,2010.09.01, 全文.

审查员 盛小波

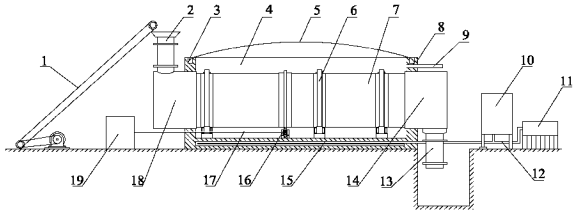
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种连续式干法沼气发酵设备及沼气制备方法

(57)摘要

一种连续式干法沼气发酵设备及沼气制备方法，属于有机固体废弃物资源化利用领域；有上料装置、进料装置等，上料装置与进料装置连接；水槽设置在槽体顶部；砼膜槽反应器由槽体构成其底面和立面，柔性膜构成其顶面，其两端分别安装有第一定筒和第二定筒，并与进料装置和出料装置相连接；滚筒搅拌器与液压马达联接，液压马达通过液压油管与液压泵连接，滚筒位于砼膜槽反应器内部，且在滚筒内部安装导流叶片和扬料板；槽体的墙体上有出气口，其底部铺地热管；沼气锅炉和太阳能热水器通过输水管路与地热管连接；第二定筒上有第二视窗；本发明保持了菌种活性，提高物料传热传质效果，能够实现连续发酵产气，具有较高的发酵效率和产气率。



CN 102634445 B

1. 一种连续式干法沼气发酵设备，其特征是：包括上料装置（1）、进料装置（2）、水槽（3）、砼膜槽反应器（4）、柔性膜（5）、滚筒搅拌器（6）、滚筒（7）、槽体（8）、出气口（9）、沼气锅炉（10）、太阳能热水器（11）、输水管路（12）、出料装置（13）、第二定筒（14）、地热管（15）、液压马达（16）、液压油管（17）、第一定筒（18）、液压泵（19）、导流叶片（34）、扬料板（35）、第二视窗（36）；所述的上料装置（1）与进料装置（2）连接；所述的进料装置（2）由第一刀切阀（23）、第二刀切阀（20）和进料腔（22）构成，进料腔（22）的上部安装有第一排气口（24），下部安装有第一进水口（21）和第一出水口（25）；所述的水槽（3）设置在槽体（8）的顶部；所述的砼膜槽反应器（4）由槽体（8）构成其底面和四个立面，由柔性膜（5）构成其顶面，砼膜槽反应器（4）的两端分别安装有第一定筒（18）和第二定筒（14）；进料装置（2）和出料装置（13）分别与第一定筒（18）和第二定筒（14）相连接；所述的滚筒搅拌器（6）与液压马达（16）联接，液压马达（16）通过液压油管（17）与液压泵（19）连接，滚筒搅拌器（6）的主要部件滚筒（7）位于砼膜槽反应器（4）的内部，且在滚筒（7）的内部设有导流叶片（34）和扬料板（35），滚筒（7）两端通过第一定筒（18）和第二定筒（14）分别与进料装置（2）和出料装置（13）相连通；所述的槽体（8）的墙体上设有出气口（9），槽体（8）的底部铺有地热管（15）；所述的沼气锅炉（10）和太阳能热水器（11）通过输水管路（12）与地热管（15）连接；所述的出料装置（13）由第三刀切阀（29）、第四刀切阀（26）和出料腔（28）构成，出料腔（28）的上部安装有进气口（30）、第二排气口（31）和第一视窗（32），其下部安装有第二进水口（27）和第二出水口（33）；所述的第二定筒（14）上设有第二视窗（36）。

2. 根据权利要求 1 所述的一种连续式干法沼气发酵设备，其特征是：所述的水槽（3）通过注水密封柔性膜（5）与槽体（8）的联接处。

3. 根据权利要求 1 所述的一种连续式干法沼气发酵设备，其特征是：所述的槽体 (8) 的一个底面和四面围墙为钢筋混凝土结构，其底面和四面围墙的外部采用苯板保温，内部采用聚氨酯防水涂料涂刮。

4. 根据权利要求 1 所述的一种连续式干法沼气发酵设备，其特征是：所述的沼气锅炉（10）、太阳能热水器（11）和输水管路（12）构成了辅助加热系统， 沼气锅炉（10）和太阳能热水器（11）通过循环泵经输水管路（12）将热量输送到槽体（8）底部的地热管（15）内，增加了砼膜槽反应器（4）和滚筒（7）内的温度。

5. 使用如权利要求 1 所述的一种连续式干法沼气发酵设备的沼气制备方法，其特征是：所述的连续式干法沼气发酵制备沼气的方法，包括如下步骤：

步骤一、利用上料装置（1）将固体物料传导到进料装置（2）内，然后进入到砼膜槽反应器（4）内部的滚筒（7）中，物料在滚筒（7）中开始经历“厌氧产气”的发酵过程；

步骤二、每天通过滚筒搅拌器（6）对物料进行搅拌，使物料在得到充分混合的情况下，还能沿滚筒（7）向出料装置（13）方向移动，物料在反应器内的滞留时间为 30 天；

步骤三、在发酵过程中根据滚筒（7）的容料体积和进料腔（22）的体积比，定期对反应器内物料进行更新，更新物料通过滚筒搅拌器 (6)、进料装置（2）、出料装置（13）来完成，实现干法沼气发酵连续运行；

所述的步骤三中在进行连续式干发酵更新物料过程中，进料方法是进料装置（2）采取第一刀切阀（23）和第二刀切阀（20）双刀切阀次序开闭方法，并且进料时要装满进料腔（22），落料以后通过向进料腔（22）内注水来回流扩散到进料腔（22）内的气体，保证进料时

既没有空气进入砼膜槽反应器(4),也没有沼气溢出砼膜槽反应器(4);

所述的步骤三中在进行连续式干发酵更新物料过程中,出料方法是出料装置(13)采取第三刀切阀(29)和第四刀切阀(26)双刀切阀次序开闭方法,并且出料时要装满出料腔(28),落料以后通过向出料腔(28)内注水来回流扩散到出料腔(28)内的气体,保证出料时既没有空气进入砼膜槽反应器(4),也没有沼气溢出砼膜槽反应器(4)。

一种连续式干法沼气发酵设备及沼气制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于有机固体废弃物资源化利用领域，特别涉及到一种连续式干法沼气发酵的设备及采用此法制备沼气的具体步骤方法。

背景技术

[0002] 我国每年农业固体废弃物产出量巨大，造成严重环境污染，同时，又面临农村一次能源短缺的现状。应用沼气发酵技术处理有机固体废弃物，可以将有机固体废弃物转化成清洁能源沼气和绿色生物有机肥料，改善能源紧缺的现状，沼气和沼肥能够为用户创造良好经济效益，生物有机肥的使用还能提高农产品品质，促进农民增产、增收，综合效益显著。

[0003] 根据反应器中物料的固体含量 (TS)，沼气发酵技术可分为湿式发酵 (TS ≤ 12％) 和干式发酵 (TS ≥ 20％) 两种。湿式发酵技术在畜禽粪便厌氧发酵产沼气和有机垃圾厌氧产沼气等方面已经得到应用，各方面的技术已经比较成熟。与湿法发酵工艺相比，干法发酵工艺具有如下优点 :(1) 负荷大，容积产能高，设备体积大大减小 ;(2) 需水量低或不需水，节约水资源 ;(3) 几乎无沼液产生，废渣含水量低，后续处理费用低 ;(4) 运行过程稳定，无湿法工艺中的浮渣、沉渣等问题 ;(5) 臭气排放少 ;(6) 冬季耗能低等。

[0004] 目前，在干法发酵方面，国内外在工程化应用中的技术形式主要是以间歇式干法沼气发酵技术为主，存在产气不连续，而且每个发酵周期结束后，都要重新启动，每次启动都需要将大量的杂气排空，造成环境污染 ;同时，厌氧阶段不带有搅拌装置，存在物料传热、传质差，产气率低等问题。在相关文献检索中，“一种干式发酵的设备及其方法”(专利号 : CN200510082723.1)，提及一种由槽体、柔性密封膜以及密封连接装置构成的厌氧发酵反应器，厌氧发酵方式为间歇式干发酵，产气不连续，同时，厌氧发酵过程中无搅拌，物料传热、传质效果不好，产气率低 ;“连续式干发酵沼气发生池”(专利号 :CN200610067579.9)，提及的反应器结构底部设计成斜坡形，进出料采用搅龙送料，虽可以连续发酵，但厌氧发酵中无搅拌，物料传热、传质差，产气率低，并且进出料时气体封闭存在一定困难。

发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题是 :克服现有技术当中干法沼气发酵方式采用间歇发酵方式的难题，开发出一种连续式干法沼气发酵的设备，并且利用该设备制取沼气的方法解决了干法沼气发酵的物料搅拌和连续干发酵进出料时气体的封闭问题。物料搅拌能提高传热传质的效果，连续发酵有利于保持菌种活性，可有效提高发酵的产气率和效率，并且产气均衡稳定、有连续性。

[0006] 一种连续式干法沼气发酵设备及沼气制备方法其特征是 :包括上料装置、进料装置、水槽、砼膜槽反应器、柔性膜、滚筒搅拌器、滚筒、槽体、出气口、沼气锅炉、太阳能热水器、输水管路、出料装置、第二定筒、地热管、液压马达、液压油管、第一定筒、液压泵、导流叶片、扬料板、第二视窗，所述的上料装置与进料装置连接 ;所述的水槽设置在槽体的顶部 ;所述的砼膜槽反应器由槽体构成其底面和四个立面，由柔性膜构成其顶面，砼膜槽反应器

的两端分别安装有第一定筒和第二定筒；进料装置和出料装置分别与第一定筒和第二定筒相连接；所述的滚筒搅拌器与液压马达联接，液压马达通过液压油管与液压泵连接，滚筒搅拌器的主要部件滚筒位于砼膜槽反应器的内部，且在滚筒的内部设有导流叶片和扬料板，滚筒两端通过第一定筒和第二定筒分别与进料装置和出料装置相连通；所述的槽体的墙体上设有出气口，槽体的底部铺有地热管；所述的沼气锅炉和太阳能热水器通过输水管路与地热管连接；所述的第二定筒上设有第二视窗。

[0007] 所述的进料装置由第一刀切阀、第二刀切阀和进料腔构成，进料腔的上部安装有第一排气口，下部安装有第一进水口和第一出水口。

[0008] 所述的水槽通过注水密封柔性膜与槽体的联接处。

[0009] 所述的槽体的一个底面和四面围墙为钢筋混凝土结构，其底面和四面围墙的外部采用苯板保温，内部采用聚氨酯防水涂料涂刮。

[0010] 所述的出料装置由第三刀切阀、第四刀切阀和出料腔构成，出料腔的上部安装有进气口、第二排气口和第一视窗，其下部安装有第二进水口和第二出水口。

[0011] 所述的沼气锅炉、太阳能热水器和输水管路构成了辅助加热系统，沼气锅炉和太阳能热水器通过循环泵经输水管路将热量输送到槽体底部的地热管内，增加了砼膜槽反应器和滚筒内的温度。

[0012] 所述的连续式干法沼气发酵制备沼气的方法，

[0013] 步骤一、利用上料装置将固体物料传导到进料装置内，然后进入到砼膜槽反应器内部的滚筒中，物料在滚筒中开始经历“厌氧产气”的发酵过程；

[0014] 步骤二、每天通过滚筒搅拌器对物料进行搅拌，使物料在得到充分混合的情况下，还能沿滚筒向出料装置方向移动，物料在反应器内的滞留时间大约为 30 天左右；

[0015] 步骤三、在发酵过程中根据滚筒的容料体积和进料腔的体积比，定期对反应器内物料进行部分更新，更新物料通过滚筒搅拌器、进料装置、出料装置来完成，这样可以保证干法沼气发酵能够连续稳定运行。

[0016] 所述的步骤三中在进行连续式干发酵更新物料过程中，进料方法是进料装置采取第一刀切阀和第二刀切阀双刀切阀次序开闭方法，并且进料时要装满进料腔，落料以后通过向进料腔内注水来回流扩散到进料腔内的气体，保证进料时既没有空气进入砼膜槽反应器，也没有沼气溢出砼膜槽反应器。

[0017] 所述的步骤三中在进行连续式干发酵更新物料过程中，出料方法是出料装置采取第三刀切阀和第四刀切阀双刀切阀次序开闭方法，并且出料时要装满出料腔，落料以后通过向出料腔内注水来回流扩散到出料腔内的气体，保证出料时既没有空气进入砼膜槽反应器，也没有沼气溢出砼膜槽反应器。

[0018] 通过上述设计方案，本发明可以带来如下有益效果：

[0019] 本发明采用砼膜槽结构反应器形成厌氧空间，槽体内部刮涂聚氨酯涂料，气密性好；柔性膜与槽体联接处采用水槽注水密封，密封可靠；并且柔性膜覆盖可直观判断反应器内气体的排除情况，保证反应器的安全，维修时柔性膜可以打开，便于人员进入反应器，黑色柔性膜可吸收太阳光的热量，提高反应器内的温度。

[0020] 本发明采用滚筒搅拌可以大大降低搅拌的动力消耗，同时靠滚筒内部的扬料板、导流叶片以及滚筒的安装斜度，不但可以充分混合物料，而且可以移动物料便于连续发酵

进出料；利用液压马达驱动滚筒，只需通过液压泵将液压油经液压油管输入到反应器内的液压马达即可，液压油管与槽体之间是静密封，不存在动密封，对干发酵来讲密封比较容易解决，可以保证反应器的气密性，而且液压泵及油箱可以设在远离反应器的单独工作间，能够保证传动的防爆安全。

[0021] 本发明采取双刀切阀次序开闭进出料的方法，上料时物料要装满进料腔，可防止氧气进入反应器内部，通过向进料腔内注水将扩散到进料腔内沼气压回到反应器，使进料过程中没有沼气溢出，而且在下次进料之前，进料腔内充满水形成水封，保证反应器的气密性；出料时物料要装满出料腔，可防止沼气溢出反应器，通过向出料腔内注水将出料时扩散到出料腔内的空气排出，保证下次出料时不会有空气进入反应器。

[0022] 本发明采取连续式干法厌氧发酵的方法来处理固体有机废弃物，并且厌氧过程中利用滚筒搅拌器对物料进行搅拌，可保持菌种活性，提高物料传热传质效果，能够实现连续发酵产气，大大提高产气率，平均池容产气率达到 1.5 ～ 2(m3/m3 • d)。

附图说明

[0023] 以下结合附图和具体实施方式对本发明作进一步的说明：

[0024] 图 1 为本发明的一种连续式干法沼气发酵设备及沼气制备方法的整体结构示意图。

[0025] 图 2 为本发明的一种连续式干法沼气发酵设备及沼气制备方法进料装置的结构示意图。

[0026] 图 3 为本发明的一种连续式干法沼气发酵设备及沼气制备方法出料装置的结构示意图。

[0027] 图 4 为本发明的一种连续式干法沼气发酵设备及沼气制备方法滚筒的截面示意图。

[0028] 图 5 为本发明的一种连续式干法沼气发酵设备及沼气制备方法第二定筒的右视图。

[0029] 图中 1- 上料装置、2- 进料装置、3- 水槽、4- 砼膜槽反应器、5- 柔性膜、6- 滚筒搅拌器、7- 滚筒、8- 槽体、9- 出气口、10- 沼气锅炉、11- 太阳能热水器、12- 输水管路、13- 出料装置、14- 第二定筒、15- 地热管、16- 液压马达、17- 液压油管、18- 第一定筒、19- 液压泵、20- 第二刀切阀、21- 第一进水口、22- 进料腔、23- 第一刀切阀、24- 第一排气口、25- 第一出水口、26- 第四刀切阀、27- 第二进水口、28- 出料腔、29- 第三刀切阀、30- 进气口、31- 第二排气口、32- 第一视窗、33- 第二出水口、34- 导流叶片、35- 扬料板、36- 第二视窗。

具体实施方式

[0030] 如图所示本发明是这样设计的：如图 1 所示，该连续式干法沼气发酵的设备主要由上料装置 1、进料装置 2、砼膜槽反应器 4、滚筒搅拌器 6、出料装置 13 以及辅助加热系统等部分构成。具体连接方式如下，上料装置 1 与进料装置 2 连接；水槽 3 安装在槽体 8 的顶部；砼膜槽反应器 4 由槽体 8 构成其底面和四个立面，由柔性膜 5 构成其顶面，砼膜槽反应器 4 的两端分别安装有第一定筒 18 和第二定筒 14；进料装置 2 和出料装置 13 分别与第一定筒 18 和第二定筒 14 相连接；滚筒搅拌器 6 与液压马达 16 联接，液压马达 16 通过液压油

管 17 与液压泵 19 连接，滚筒搅拌器 6 的主要部件滚筒 7 位于砼膜槽反应器 4 的内部，且在滚筒 7 的内部设有导流叶片 34 和扬料板 35，滚筒 7 两端通过第一定筒 18 和第二定筒 14 分别与进料装置 2 和出料装置 13 相连通；槽体 8 的墙体上设有出气口 9，槽体 8 的底部铺有地热管 15；沼气锅炉 10 和太阳能热水器 11 通过输水管路 12 与地热管 15 连接；第二定筒 14 上设有第二视窗 36。

[0031] 进料装置 2 由双刀切阀和一个容料腔构成，即由第一刀切阀 23、第二刀切阀 20 和进料腔 22 构成，进料腔 22 的上部安装有第一排气口 24，下部安装有第一进水口 21 和第一出水口 25。

[0032] 水槽 3 通过注水密封柔性膜 5 与槽体 8 的联接处。

[0033] 槽体 8 的一个底面和四面围墙为钢筋混凝土结构，其底面和四面围墙的外部采用苯板保温，内部采用聚氨酯防水涂料涂刮。

[0034] 出料装置 13 由双刀切阀和一个容料腔构成，即由第三刀切阀 29、第四刀切阀 26 和出料腔 28 构成，出料腔 28 的上部安装有进气口 30、第二排气口 31 和第一视窗 32，其下部安装有第二进水口 27 和第二出水口 33。

[0035] 沼气锅炉 10、太阳能热水器 11 和输水管路 12 构成了辅助加热系统，沼气锅炉 10 和太阳能热水器 11 可以对水箱中的水加温，并通过循环泵经输水管路 12 输送到槽体 8 底部的地热管 15，从而对砼膜槽反应器 4 内部空间进行增温，可有效提高滚筒 7 内物料的温度。

[0036] 所述的连续式干法沼气发酵制备沼气的方法，

[0037] 一、首次进料。（一）将牛粪、秸秆等有机固体废弃物堆沤 3 ～ 5 天，并将柔性膜 5 完全敞开。（二）将第一刀切阀 23 和第二刀切阀 20 同时打开，将第三刀切阀 29 和第四刀切阀 26 同时关闭并将出料腔 28 内注满水。（三）通过上料装置 1 向进料装置 2 中上料，同时启动滚筒搅拌装置 6，并向原料中添加一定量的固体菌种，这样物料和固体菌种会不断地进入到滚筒 7 当中，通过第二视窗 36 观察进料量达到滚筒 7 体积的三分之二时，关闭上料装置 1 和滚筒搅拌器 6。（四）将柔性膜 5 覆盖在槽体 8 上，将膜边缘的挂套挂到水槽 3 内的挂钩上，向水槽 3 中注满水。（五）关闭第二刀切阀 20 和第一出水口 25，将进料腔 22 内注满水，关闭第一进水口 21，再关闭第一刀切阀 23，进入厌氧发酵。二、厌氧发酵阶段，每天利用滚筒搅拌器 6 搅拌物料 3 ～ 5 次，每次搅拌 10 分钟，物料在反应器 4 内进行厌氧发酵，产生的沼气利用沼气压缩机从出气口 9 抽出，加压储存到储气罐中。三、更新物料。物料在反应器内的滞留时间大约 30 天左右，根据滚筒 7 的容料体积和进料腔 22 体积的大小，定期对反应器内物料进行部分更新，更新物料时要先出料再进料，进料量与出料量相等，出料时通过出料装置 13 进行，打开第二出水口 33 和进气口 30（通反应器），以反应器内的沼气将出料腔 28 内的水排出，关闭第二出水口 33 和进气口 30，打开第三刀切阀 29，启动滚筒搅拌器 6，移动物料进入到出料腔 28，通过第一视窗 32 观察，待出料腔满，关闭第三刀切阀 29，打开第四刀切阀 26，使料排出后关闭第四刀切阀 26；打开第二进水口 27 和第二排气口 31（通大气），向出料腔 28 内注水，直至水满排净空气，关闭第二进水口 27 和第二排气口 31，形成水密封，出料完毕；二次进料时，先打开第一刀切阀 23 和第一出水口 25，排净进料腔 22 内的水，关闭第一出水口 25，通过上料装置 1 向进料装置 2 中上料，上料至进料腔 22 满，关闭第一刀切阀 23；打开第二刀切阀 20 使物料进入反应器后关闭第二刀切阀 20；打开第一进

水口 21 和第一排气口 24（通反应器），向进料腔 22 内注水，直至水充满进料腔 22，将扩散到进料腔内的沼气压回到砼膜槽反应器 4 中，关闭第一排气口 24 和第一进水口 21，形成水封状态，二次进料完毕。本发明通过每天按时对物料进行搅拌并且定期更新反应器内物料，使干法厌氧发酵能够持续稳定运行，并且保持较高的发酵效率和产气率。

[0038] 社会效益

[0039] 本发明可以很好地处理畜禽粪便和农作物秸秆等农业固体有机物，同时生产沼气和绿色有机肥。沼气可作为生产和生活用能，即可节约燃煤，又可减少排入大气污染物 SO_2、烟尘等；绿色有机肥出售给周边农民，用来种菜、种粮食，既可减少病虫害，改良土壤，又可生产绿色有机食品，为农民带来很好的经济效益；畜禽粪便、农作物秸秆等有机固体废弃物经有效处理后可大大减少其对地表水、地下水、大气环境的污染以及微生物污染等，提高农村及城市环境质量。

[0040] 总之，利用本发明即能无害化处理畜禽粪便及农作物秸秆，又可实现废弃物资源化利用，对保护农村环境，改善能源结构，有效利用资源，延伸产业链条，增加农民收入具有现实意义，是建设社会主义新农村的一项重要举措，社会效益显著。

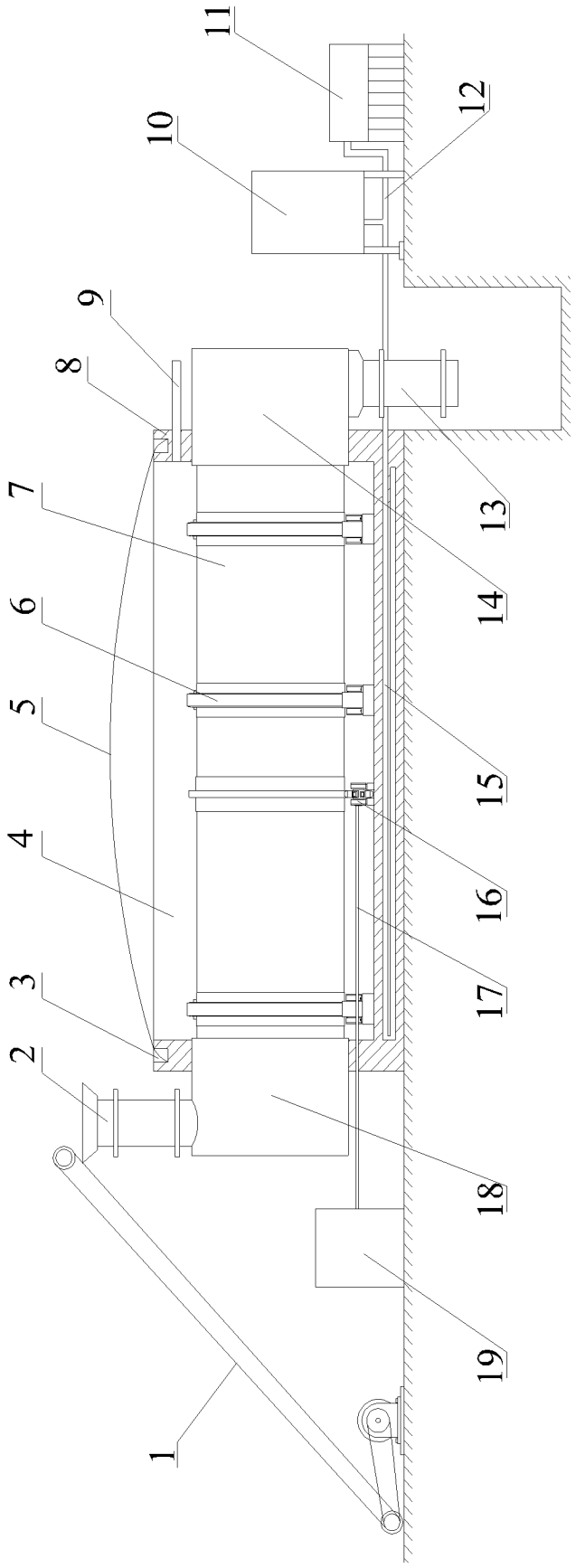


图 1

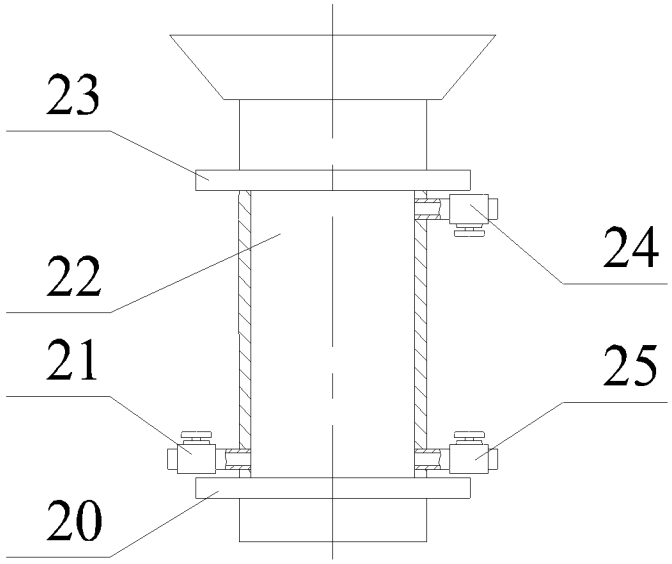


图 2

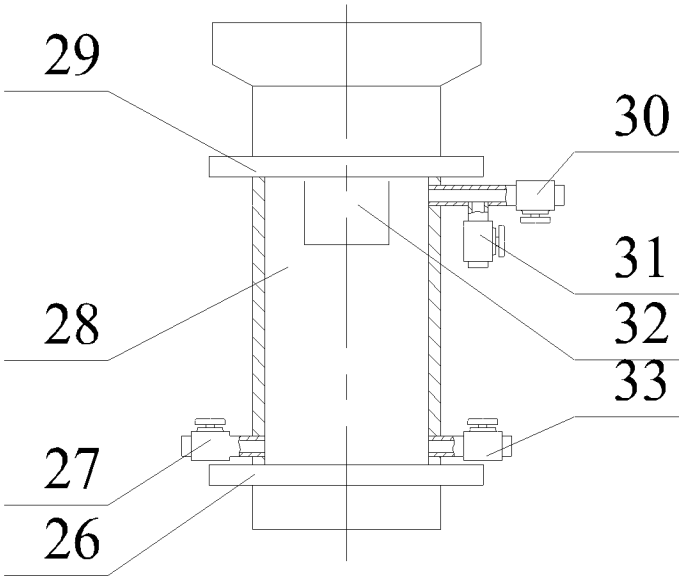


图 3

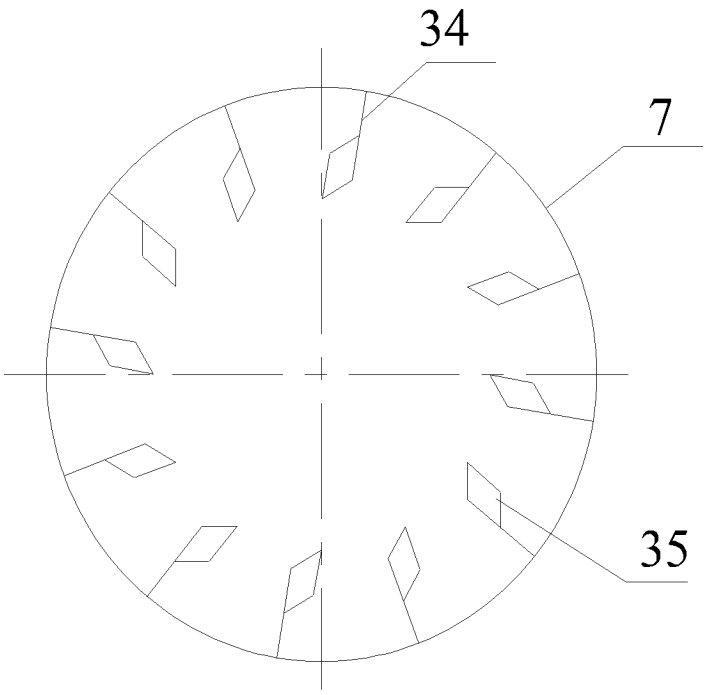


图 4

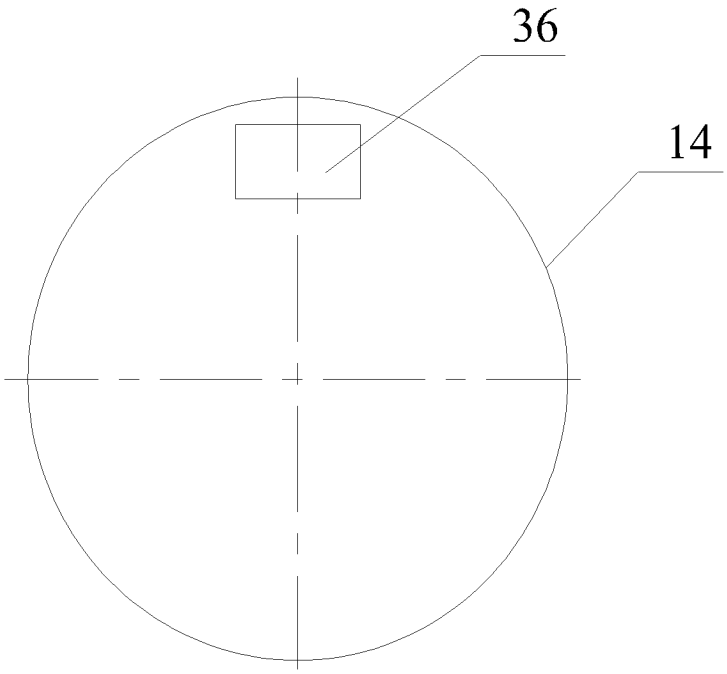


图 5