



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119430360 A

(43) 申请公布日 2025. 02. 14

(21) 申请号 202411326834.1

C02F 101/30 (2006.01)

(22) 申请日 2024.09.23

C02F 101/10 (2006.01)

(71) 申请人 长江生态环保集团有限公司

地址 430010 湖北省武汉市江岸区三阳路
88号三阳中心

申请人 华容县三峡水环境综合治理有限责
任公司

(72) 发明人 杨俊祺 王永红 胡伟 易子骁
王琼 罗龙海 居志刚 邓庆

(74) 专利代理机构 宜昌市三峡专利事务所
42103

专利代理师 宁斌斌

(51) Int. Cl.

C02F 1/24 (2023.01)

C02F 3/30 (2023.01)

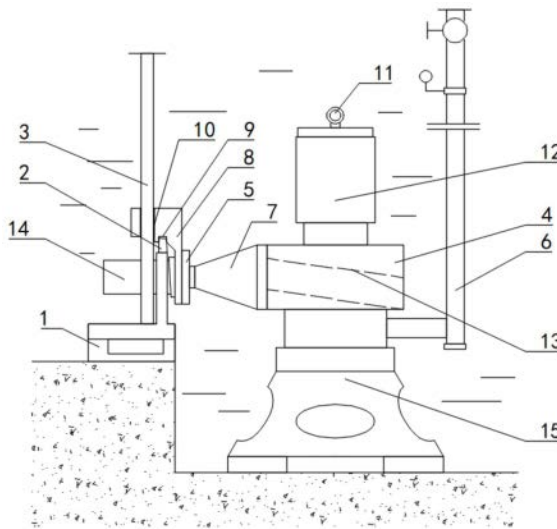
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种气提污泥回流装置、运行方法及气提污
泥计算方法

(57) 摘要

本发明提供了一种无堵塞气提污泥回流装
置,包括筒体、连接法兰及进气管,所述筒体的
顶端密封、底部设置有用于污泥进入筒体的
进泥底座、侧壁上连接有混合管,所述连接
法兰固定连接在混合管的末端并与回流管道
耦合连接,所述进气管固定连接在筒体的
侧壁上并接通现有鼓风机房,进气管连接
位置位于混合管和进泥底座之间。还提供
了一种气提污泥回流运行方法及一种气提
污泥计算方法,只需由污水处理厂现有的
鼓风机房发出,曝气风管旁路提供的气源
即可实现硝化液和污泥回流,在低能耗
条件下可实现污泥的高回流比,有着能耗
低、占地少等优点,这不仅显著提高了
污水处理厂的日常运维成本,还降低了
整体的投资成本。



1. 一种无堵塞气提污泥回流装置,其特征在于,包括筒体、连接法兰及进气管,所述筒体的顶端密封、底部设置有用于污泥进入筒体的进泥底座、侧壁上连接有混合管,所述连接法兰固定连接在混合管的末端并与回流管道耦合连接,所述进气管固定连接在筒体的侧壁上并接通现有鼓风机,进气管连接位置位于混合管和进泥底座之间。

2. 根据权利要求1所述的一种无堵塞气提污泥回流装置,其特征在于:所述连接法兰上固定连接有限位块,所述限位块上开设有卡槽,回流管安装在用于固定回流管的基座上,基座上设置有卡块,所述卡块与卡槽配合将连接法兰抵靠在回流管的端部上。

3. 根据权利要求2所述的一种无堵塞气提污泥回流装置,其特征在于:所述基座上固定连接有两个并列设置的限位柱,所述限位柱分别位于回流管的两侧,所述限位块上开设有与两个限位柱相配合的限位槽,所述限位槽用于将限位块卡设在限位柱之间。

4. 根据权利要求3所述的一种无堵塞气提污泥回流装置,其特征在于:所述回流管与连接法兰的配合处设置成楔形,以使筒体从上向下安装在回流管上。

5. 根据权利要求1所述的一种无堵塞气提污泥回流装置,其特征在于:所述筒体的顶部固定连接有用挂绳索的吊耳。

6. 根据权利要求1所述的一种无堵塞气提污泥回流装置,其特征在于:所述筒体的顶端固定连接有用配重筒。

7. 根据权利要求1所述的一种无堵塞气提污泥回流装置,其特征在于:所述筒体内设置涡形结构,所述进气管进入筒体的气流沿涡形结构流入回流管。

8. 一种气提污泥回流运行方法,其特征在于,利用如权利要求1~7任一项所述的回流装置,包括以下步骤:

S1、吊起回流装置,将限位块卡在基座的两个限位柱之间,下降回流装置,使回流装置在限位柱之间滑动,待限位块的卡槽卡在基座上的卡块时,回流装置在两个限位柱、限位块和卡块的共同作用下与回流管对齐配合并稳定回流装置,此时,回流装置的进泥底座落在水底基面上;

S2、打开进气管的球阀,使污水厂现有的鼓风房的罗茨鼓风机产生的一部分气体通过进气管通入到筒体内,产生鼓泡行为,气泡由于浮力及冲击力作用上升并充满整个筒体,筒体内形成气液固三相混合液,筒体外是液固两相混合液,三相混合液密度小于两相混合液,三相混合液通过回流管流出,带动筒体底部的泥水源源不断进入筒体并排出,形成稳定的污泥回流。

9. 根据权利要求1所述的一种气提污泥回流运行方法,其特征在于:S2中,从进气管进入筒体的压缩气流经过筒体内的涡流结构带动从进泥底座进入筒体的泥水产生气液固三相流体涡流,并最终从回流管排出。

10. 一种气提污泥计算方法,其特征在于:根据拟提升高度L及回流装置浸没深度H,计算得到理论气提回流空气量,三相混合液密度 ρ_2 小于两相的混合液 ρ_1 。根据液体平衡的条件,气提污泥回流装置浸入液面以下部分的水柱压力作用下,气液固三相混合液便上升至L的总高度,可以列出平衡关系式为:

$$\rho_1 H = \rho_2 L;$$

式中: ρ_1 为污泥回流装置外污泥混合液密度(kg/m^3)、 ρ_2 为污泥回流装置内固液气三相混合液的密度(kg/m^3)、H为污泥回流装置的淹没深度m、L为污泥回流装置提升都总高度和

淹没深度之和 m 、 H/L 为淹没率；

同理，气提能正常工作的原理即：只要 $\rho_1 H > \rho_2 L$ ，三相混合液通过回流管流出，带动筒体底部的泥水源源不断进入筒体并排出，形成稳定的污泥回流；

理论气提回流空气用量根据下式计算：

$$W = \frac{KQH}{23\eta g \frac{h+10}{10}};$$

式中： W 为鼓风机发出压缩气体用量 m^3/h 、 K 为安全系数一般取1.2、 Q 为设计污泥提升流量 m^3/h 、 H 为污泥拟提升高度 m ； η 为效率系数一般取0.35~0.45； h 为气提回流泵浸没深度 m 。

一种气提污泥回流装置、运行方法及气提污泥计算方法

技术领域

[0001] 本发明涉及污水净化技术领域,尤其涉及一种气提污泥回流装置、运行方法及气提污泥计算方法。

背景技术

[0002] 污泥回流泵主要涉及污水处理工艺中的混合液回流与反硝化脱氮过程。污泥回流泵作为水质净化厂的关键设备,其主要功能是通过不断将沉淀池或其他污泥处理设备中处理过的污泥回流至生化反应池,以维持稳定的活性污泥浓度(MLSS),不仅有助于厌氧菌和好氧菌的均匀分布与交换,提高生物脱氮除磷效果,还能有效防止污泥膨胀,提高污水处理效率和出水水质,保障污水处理系统的稳定运行。但在水质净化厂实际运营过程中传统浆叶污泥回流泵凸显出了以下不足:

能耗及碳排放量高:传统浆叶污泥回流泵通常依赖电力驱动电机运转,其效能比较低,在能源消耗和碳排放方面相对较高,不符合当前节能减排,减污降碳协同增效的环保要求,且在长时间运行过程中,会增加污水处理厂的运营成本。

[0003] 维护成本高:由于传统浆叶污泥回流泵结构复杂,加之长期在污泥混合液下浸泡潜置,其叶轮、轴承等多个零部件易磨易损,且需要特定的设备检修人员对其定期检查、更换磨损部件,进行故障排查以及清洗和润滑等操作,以确保泵的正常运转,这增加了运营成本和成本。

[0004] 运行稳定性差:传统浆叶污泥回流泵在运行过程中容易受到污泥中大量固体颗粒、纤维等杂质的影响,导致堵塞或卡顿现象,从而影响泵的稳定运行。

[0005] 调节范围有限:传统浆叶污泥回流泵的流量和压力调节范围相对有限,难以适应不同工艺条件下的回流需求变化。这可能导致处理效果不佳或能耗过高。

[0006] 噪音和振动较大:传统浆叶污泥回流泵在运行过程中可能产生较大的噪音和振动,这不仅影响工作环境,还可能对泵的结构和使用寿命造成不利影响。

发明内容

[0007] 针对现有技术中所存在的不足,本发明提供了一种气提污泥回流装置、运行方法及气提污泥计算方法,为了实现上述目的,本发明采用了如下技术方案:

一种无堵塞气提污泥回流装置,包括筒体、连接法兰及进气管,所述筒体的顶端密封、底部设置有用于污泥进入筒体的进泥底座、侧壁上连接有混合管,所述连接法兰固定连接在混合管的末端并与回流管道耦合连接,所述进气管固定连接在筒体的侧壁上并接通现有鼓风机,进气管连接位置位于混合管和进泥底座之间。

[0008] 更进一步的,所述连接法兰上固定连接有限位块,所述限位块上开设有卡槽,回流管安装在用于固定回流管的基座上,基座上设置有卡块,所述卡块与卡槽配合将连接法兰抵靠在回流管的端部上。

[0009] 更进一步的,所述基座上固定连接有两个并列设置的限位柱,所述限位柱分别位

于回流管的两侧,所述限位块上开设有与两个限位柱相配合的限位槽,所述限位槽用于将限位块卡设在限位柱之间。

[0010] 更进一步的,所述回流管与连接法兰的配合处设置成楔形,以使筒体从上向下安装在回流管上。

[0011] 更进一步的,所述筒体的顶部固定连接有用于挂绳索的吊耳。

[0012] 更进一步的,所述筒体的顶端固定连接有配重筒。

[0013] 更进一步的,所述筒体内设置涡形结构,所述进气管进入筒体的气流沿涡形结构流入回流管。

[0014] 一种气提污泥回流运行方法,利用如上所述的回流装置,包括以下步骤:

S1、吊起回流装置,将限位块卡在基座的两个限位柱之间,下降回流装置,使回流装置在限位柱之间滑动,待限位块的卡槽卡在基座上的卡块时,回流装置在两个限位柱、限位块和卡块的共同作用下与回流管对齐配合并稳定回流装置,此时,回流装置的进泥底座落在水底基面上;

S2、打开进气管的球阀,使污水厂现有的鼓风机房的罗茨鼓风机产生的一部分气体通过进气管通入到筒体内,产生鼓泡行为,气泡由于浮力及冲击力作用上升并充满整个筒体,筒体内形成气液固三相混合液,筒体外是液固两相混合液,三相混合液密度小于两相混合液,三相混合液通过回流管流出,带动筒体底部的泥水源源不断进入筒体并排出,形成稳定的污泥回流。

[0015] 更进一步的,S2中,从进气管进入筒体的压缩气流经过筒体内的涡流结构带动从进泥底座进入筒体的泥水产生气液固三相流体涡流,并最终从回流管排出。

[0016] 一种气提污泥计算方法,根据拟提升高度L及回流装置浸没深度H,计算得到理论气提回流空气量,三相混合液密度 ρ_2 小于两相的混合液 ρ_1 。根据液体平衡的条件,气提污泥回流装置浸入液面以下部分的水柱压力作用下,气液固三相混合液便上升至L的总高度,可以列出平衡关系式为:

$$\rho_1 H = \rho_2 L;$$

式中: ρ_1 为污泥回流装置外污泥混合液密度(kg/m^3)、 ρ_2 为污泥回流装置内固液气三相混合液的密度(kg/m^3)、H为污泥回流装置的淹没深度m、L为污泥回流装置提升都总高度和淹没深度之和m、H/L为淹没率;

同理,气提能正常工作的原理即:只要 $\rho_1 H > \rho_2 L$,三相混合液通过回流管流出,带动筒体底部的泥水源源不断进入筒体并排出,形成稳定的污泥回流;

理论气提回流空气用量根据下式计算:

$$W = \frac{KQH}{23 \eta \lg \frac{h+10}{10}};$$

式中:W为鼓风机发出压缩气体用量 m^3/h 、K为安全系数一般取1.2、Q为设计污泥提升流量 m^3/h 、H为污泥拟提升高度m; η 为效率系数一般取0.35~0.45;h为气提回流泵浸没深度m。

[0017] 相比于现有技术,本发明具有如下有益效果:

1、本发明提供的气提污泥回流装置结构简单、成本低廉、安装方便、运行时无需检修、易于控制,同时对污泥的提升能力大,利于提高提水处理工作效率,对污水厂运营过程

节能降耗,增效降碳有一定意义;

2、在利用活性污泥法处理污水时,如设计为A²O工艺时,其污泥内回流比通常设定在200%至400%之间,为了确保出水水质达规标排放,在实际运行中的污泥浓度都要求越高越好,导致污泥回流量普遍远超实际需求量,而在使用电能驱动的传统浆叶式回流泵时,这种过量的回流将必然增大了电能的消耗与泵体损坏的风险,气提污泥回流装置是通过空气提推技术作为流体动力,无需传统水泵易损易堵塞的水下浆叶等零部件,同时其不需要电力进行驱动,只需由污水处理厂现有的鼓风机房发出,曝气风管旁路提供的气源即可实现硝化液和污泥回流,在低能耗条件下可实现污泥的高回流比,有着能耗低、占地少等优点,这不仅显著提高了污水处理厂的日常运维成本,还降低了整体的投资成本;

3、传统的浆叶式回流泵的台数直接决定了工艺内回流比调整档位,通常只能按100%、200%等固定档位进行调度,而用基于气提原理的污泥回流泵回流污泥混合液的回流比可以通过鼓风机吹出的压缩空气量进行调节,从而实现较大的回流比,相比于传统的通过水泵进行硝化液回流的工艺,该工艺在低能耗的基础上,便可实现几十倍甚至上百倍的污水回流,同时,虽然基于单一组的气提回流泵能力有限,但通过多个系统的协同作用可以达到回流比例的组合,从而实现对回流量的精确控制和根据实时需求的调节,是一种可根据实际需求精确回流硝化液的一种高效策略。

附图说明

[0018] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明:

图1为本发明实施例主视结构示意图;

图2为本发明实施例限位块俯视结构示意图。

[0019] 上述附图中:基座1、卡块2、限位柱3、筒体4、连接法兰5、进气管6、混合管7、限位块8、卡槽9、限位槽10、吊耳11、配重筒12、涡形结构13、回流管14、进泥底座15。

具体实施方式

[0020] 下面结合附图及实施例对本发明中的技术方案进一步说明。

[0021] 请参照图1、图2所示,一种无堵塞气提污泥回流装置,包括筒体4、连接法兰5及进气管6,所述筒体4的顶端密封、底部设置有用于污泥进入筒体4的进泥底座15、侧壁上连接有混合管7,混合管7采用锥形筒设计,以增加混合管7内的压强,所述连接法兰5固定连接在混合管7的末端并与回流管14道耦合连接,所述进气管6固定连接在筒体4的侧壁上并接通现有鼓风机,进气管6连接位置位于混合管7和进泥底座15之间。

[0022] 通过进气管6向筒体4充气,气流在筒体4内形成气液固三相混合液,三相混合液向上经过混合管7从回流管14流走,同时,气流改变筒体4内的压强,使底部的液固两相泥水混合液从进泥底座15进入到筒体4内,并与新进的气体形成三相混合液从回流管14排出,完成回流工作。

[0023] 在本实施例中,如图1所示,所述连接法兰5上固定连接有限位块8,所述限位块8上开设有卡槽9,回流管14安装在用于固定回流管14的基座1上,基座1上设置有卡块2,所述卡块2与卡槽9配合将连接法兰5抵靠在回流管14的端部上。使用卡块2与卡槽9的配合便于快速对准安装回流装置,方便操作。

[0024] 在本实施例中,如图2所示,所述基座1上固定连接有两个并列设置的限位柱3,所述限位柱3分别位于回流管14的两侧,所述限位块8上开设有与两个限位柱3相配合的限位槽10,所述限位槽10用于将限位块8卡设在限位柱3之间。限位块8采用一定厚度的限位槽10与限位柱3配合,使回流装置在限位柱3上从上而下滑动安装时比较平稳。

[0025] 在另一个实施例中,如图1所示,所述回流管14与连接法兰5的配合处设置成楔形,以使筒体4从上向下安装在回流管14上。这样的设计便于回流管14与连接法兰5对齐配合,实现自动安装,不用工作人员下水操作。

[0026] 在本实施例中,如图1所示,所述筒体4的顶部固定连接有用挂绳索的吊耳11。便于吊装操作安装,省力方便。

[0027] 在本实施例中,如图1所示,所述筒体4的顶端固定连接有用配重筒12。用于克服下沉的浮力作用。

[0028] 在另一个实施例中,请参照图1所示,所述筒体4内设置涡形结构13,所述进气管6进入筒体4的气流沿涡形结构13流入回流管14。增加筒体4吸附底部泥水的作用,节省动力资源。

[0029] 本发明还提供了一种气提污泥回流运行方法,使用如上的回流装置,包括以下步骤:

S1、吊起回流装置,将限位块8卡在基座1的两个限位柱3之间,下降回流装置,使回流装置在限位柱3之间滑动,待限位块8的卡槽9卡在基座1上的卡块2时,回流装置在两个限位柱3、限位块8和卡块2的共同作用下与回流管14对齐配合并稳定回流装置,此时,回流装置的进泥底座15落在水底基面上;

S2、打开进气管6的球阀,使污水厂现有的鼓风机房的罗茨鼓风机产生的一部分气体通过进气管6通入到筒体4内,产生鼓泡行为,气泡由于浮力及冲击力作用上升并充满整个筒体4,筒体4内形成气液固三相混合液,筒体4外是液固两相混合液,三相混合液密度小于两相混合液,三相混合液通过回流管14流出,带动筒体4底部的泥水源源不断进入筒体4并排出,形成稳定的污泥回流。

[0030] 进一步的,S2中,从进气管6进入筒体4的压缩气流经过筒体4内的涡流结构带动从进泥底座15进入筒体4的泥水产生气液固三相流体涡流,并最终从回流管14排出。增加筒体4气流的吸泥作用。

[0031] 本发明还提供了一种气提污泥计算方法,根据拟提升高度L及回流装置浸没深度H,计算得到理论气提回流空气量,三相混合液密度 ρ_2 小于两相的混合液 ρ_1 。根据液体平衡的条件,气提污泥回流装置浸入液面以下部分的水柱压力作用下,气液固三相混合液便上升至L的总高度,可以列出平衡关系式为:

$$\rho_1 H = \rho_2 L;$$

式中: ρ_1 为污泥回流装置外污泥混合液密度(kg/m^3)、 ρ_2 为污泥回流装置内固液气三相混合液的密度(kg/m^3)、H为污泥回流装置的淹没深度m、L为污泥回流装置提升都总高度和淹没深度之和m、H/L为淹没率;

同理,气提能正常工作的原理即:只要 $\rho_1 H > \rho_2 L$,三相混合液通过回流管流出,带动筒体底部的泥水源源不断进入筒体并排出,形成稳定的污泥回流;

理论气提回流空气用量根据下式计算:

$$W = \frac{KQH}{23 \eta \lg \frac{h+10}{10}}$$

式中:W为鼓风机发出压缩气体用量 m^3/h 、K为安全系数一般取1.2、Q为设计污泥提升流量 m^3/h 、H为污泥拟提升高度m; η 为效率系数一般取0.35~0.45;h为气提回流泵浸没深度m。

[0032] 所述回流装置及运行方法已成功应用于华容县麻涅泗水质净化厂(一、二期),该水质净化厂出水执行为一级A标准,其中一、二期有一体化自回流改良型氧化沟四座,每座从内到外依次为厌氧区、缺氧区、好氧区和沉淀区。处理能力为4万吨/天,其中单池进水为 $400m^3/h$,厌氧区设计有效停留时间为1.0h,池深6.1m有效容积为 $417m^3$,厌氧区、缺氧区、好氧区三区有效容积比为1:2:6,单氧化沟原设计应用配自耦装置的污泥回流泵4台,每台P=5kw, Q= $100m^3/h$ 。夏季通常设置回流比为150%,冬季回流比设置300%即可实现稳定达标排放,现阶段,1#氧化沟原定开启2台污泥回流泵进行回流,污泥回流比为150%即可实现处理水质达标排放,将本发明沿导管放置水下6m处耦合固定连接污泥回流管道后,由压力表显示鼓风机吹风气压大于6个大气压时,根据气体流量计流量情况,此时开启并调整档位可调式球阀。通过调整气体流量,调整污泥回流比为150%,通过用1台本气提污泥回流装置替换原本2台污泥回流泵运作24h后,氧化沟出水COD、氨氮、总磷、总氮的去除率与泵体替换前作出对比,运行效果如下表所示:

表1 两台潜污泵实现150%污泥回流比条件下污水有机物的去除率

基本控制项目	进水指标平均值	出水指标平均值	平均去除率
COD (mg/L)	82.67	9.79	88.15%
NH3-N (mg/L)	13.98	0.18	98.74%
TP (mg/L)	2.09	0.35	83.46%
TN (mg/L)	26.31	8.45	67.88%

[0033] 表2 一台本发明实现150%污泥回流比条件下污水有机物的去除率

基本控制项目	进水指标平均值	出水指标平均值	平均去除率
COD (mg/L)	95.11	9.38	90.14%
NH3-N (mg/L)	14.57	0.12	99.16%
TP (mg/L)	2.48	0.33	86.57%
TN (mg/L)	27.48	7.29	73.47%

[0034] 每台回流泵所消耗的能耗数据及碳排放数据如下表:

表3 污泥回流泵用电量、能耗及碳排放量

装置名称	功率	耗电量(年)	能耗量(年)	碳排放量(年)
一台污泥回流泵	5kw	43800kwh	5.38tce	21.33t

[0035] 实际实施中可发现:一方面,本发明1台不仅实现替代了两台5kw的污泥回流泵,理论上可实现年43800度电、10.76tce能耗下降量和42.66t的碳减排量,而在实例污水厂中,每个氧化沟原本配备4台5kw污泥回流泵,厂区共4个氧化沟,总共16台5kw的污泥回流泵可

以被本发明替代,理论上每年夏季污泥回流比达150%可以实现用电量350400度下降、能耗下降量43.04tce,碳减排量170.64t,理论上每年冬季污泥回流比达300%可以实现用电量700800度下降、能耗下降量86.08tce,碳减排量341.28t。另一方面在工艺不变的条件下,能够分别使污水中污染物COD、NH₃-N、TP、TN的去除率分别上升1.99%、0.42%、3.11%和5.58%。在发挥节能降耗和减污降碳作用的同时,能显著降低其运维成本。

[0036] 最后说明的是,以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制,尽管参照较佳实施例对本发明进行了详细说明,本领域的普通技术人员应当理解,可以对本发明的技术方案进行修改或者等同替换,而不脱离本发明技术方案的宗旨和范围,其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

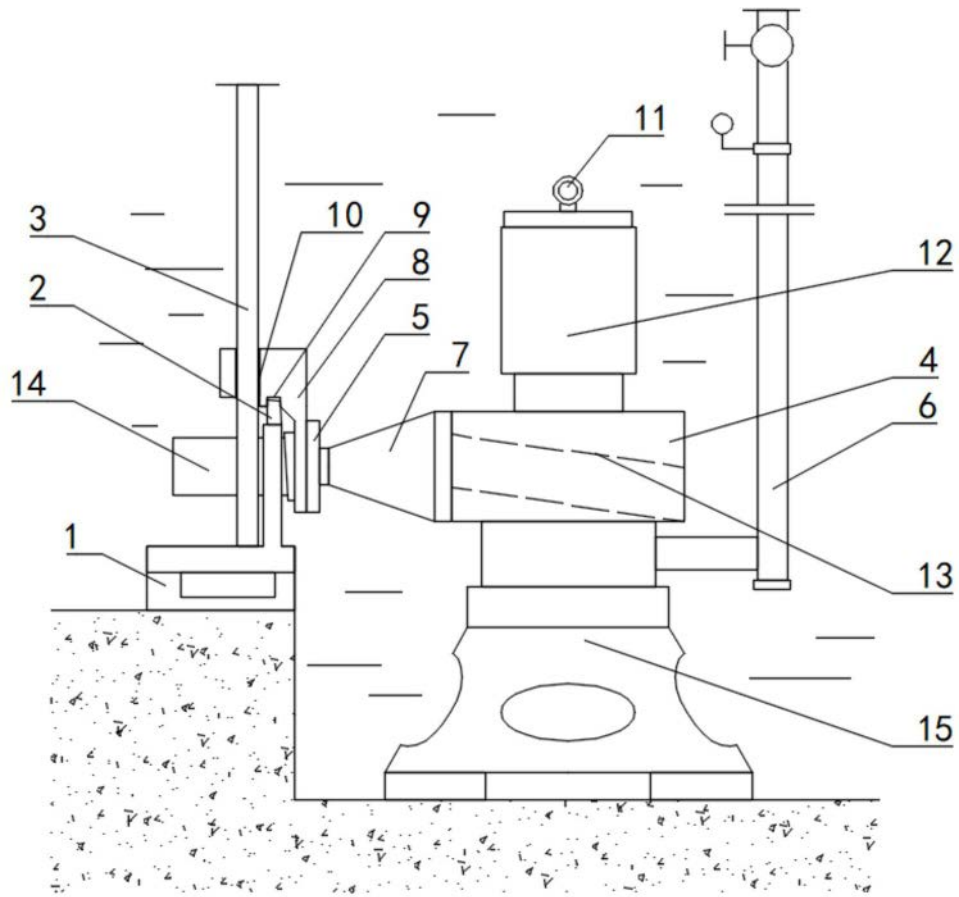


图1

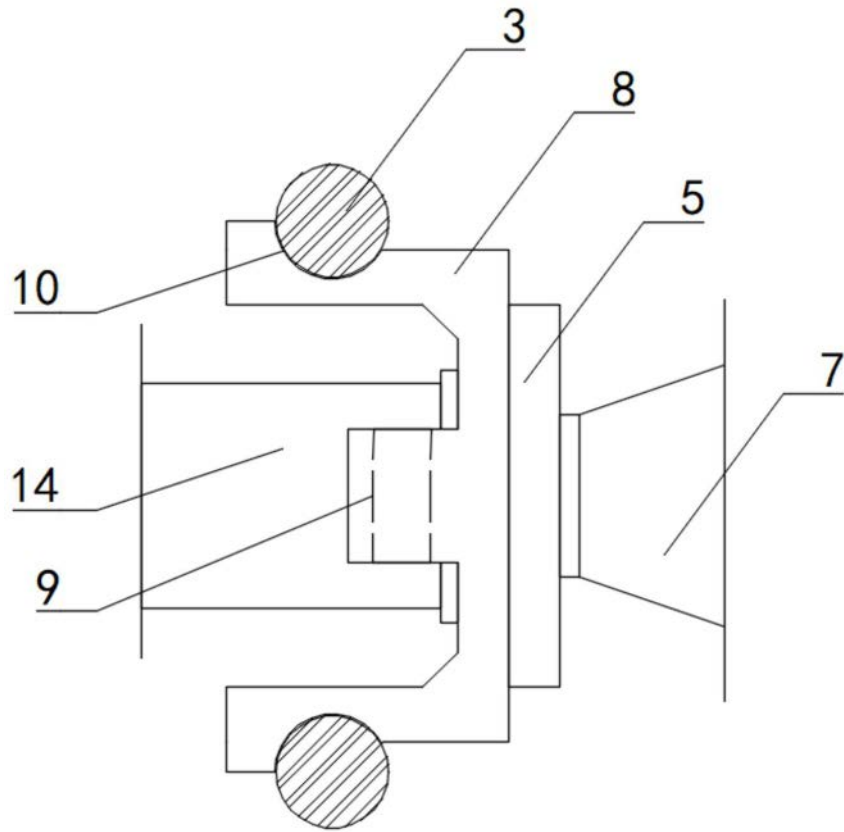


图2