



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 209906537 U

(45)授权公告日 2020.01.07

(21)申请号 201920271966.7

(22)申请日 2019.03.04

(73)专利权人 河海大学

地址 210024 江苏省南京市鼓楼区西康路1号

(72)发明人 李继洲 宋垠先 韩孟雨

(74)专利代理机构 南京苏高专利商标事务所
(普通合伙) 32204

代理人 孙斌

(51)Int.Cl.

C02F 9/06(2006.01)

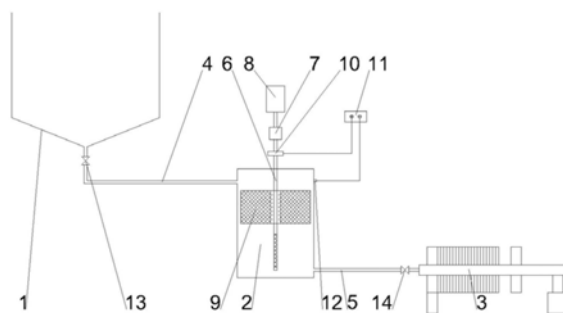
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54)实用新型名称

一种蓝藻的深度脱水装置

(57)摘要

本实用新型公开了一种蓝藻的深度脱水装置,包括初沉池、电化学反应器和高压压滤装置,初沉池底部通过进液管与电化学反应器连接,电化学反应器底部设置有排液管与高压压滤装置连接。本实用新型的蓝藻的深度脱水装置结构简单,使用方便,通过将蓝藻预脱水、电化学蓝藻破壁与藻毒素降解、高压压滤深度脱水,实现蓝藻的高效脱水与藻毒素的高效降解,方法简单,操作可控,有效解决了蓝藻资源化过程的藻毒素降解、深度脱水及抑制脱水过程的二次污染问题,且不添加任何化学物质,为蓝藻的深度资源化奠定了坚实基础,具有显著的环境效益和实用价值。



1. 一种蓝藻的深度脱水装置,其特征在于,包括初沉池(1)、电化学反应器(2)和高压压滤装置(3),所述初沉池(1)底部通过进液管(4)与电化学反应器(2)连接,电化学反应器(2)底部设置有排液管(5)与高压压滤装置(3)连接。

2. 根据权利要求1所述的蓝藻的深度脱水装置,其特征在于,电化学反应器(2)为圆柱状金属筒体,电化学反应器(2)内设置有转轴(6),转轴(6)上端伸出电化学反应器(2)外通过联轴器(7)与电动机(8)的输出轴固定连接。

3. 根据权利要求2所述的蓝藻的深度脱水装置,其特征在于,所述转轴(6)上固定连接有上下两组互相垂直的复合金属氧化物活性涂层钛网板阳极(9)。

4. 根据权利要求3所述的蓝藻的深度脱水装置,其特征在于,所述复合金属氧化物活性涂层钛网板阳极(9)的复合金属氧化物包括二氧化铅、钎铈复合氧化物或铈钽复合氧化物。

5. 根据权利要求3所述的蓝藻的深度脱水装置,其特征在于,所述复合金属氧化物活性涂层钛网板阳极(9)通过套设在转轴(6)上的电滑环(10)与电化学反应器(2)外设置的直流电源(11)的正极连接,电化学反应器(2)金属筒体上的阴极接线柱(12)与电源(11)的负极连接。

6. 根据权利要求3所述的蓝藻的深度脱水装置,其特征在于,所述复合金属氧化物活性涂层钛网板阳极(9)的网板的孔径为1~5mm,复合金属氧化物活性涂层钛网板阳极(9)的外侧边缘与电化学反应器(2)筒体内侧壁的距离为5~20mm。

7. 根据权利要求1所述的蓝藻的深度脱水装置,其特征在于,所述电化学反应器(2)的进液管(4)和排液管(5)上分别设置有第一阀门(13)和第二阀门(14)。

8. 根据权利要求1所述的蓝藻的深度脱水装置,其特征在于,所述高压压滤装置(3)为高压隔膜压滤机。

一种蓝藻的深度脱水装置

技术领域

[0001] 本实用新型属于蓝藻的无害化、减量化与资源化技术领域,具体涉及一种蓝藻的深度脱水装置。

背景技术

[0002] 河湖富营养化及藻类爆发是我国目前面临的一个严重的水环境问题。针对目前富营养化水体蓝藻暴发的特点,各地均采用简单的人工或机械作业船将蓝藻从水体中打捞出来。打捞蓝藻对于降低蓝藻种群生物量、种群优势度、抑制种群繁殖等具有重要作用,同时带出水体大量的氮、磷营养,对于减轻局部性灾害、减少湖内营养蓄积量、改善水源水质和生态环境效果十分显著。因此,蓝藻机械打捞作为水华的终端控制途径,可减除水污染灾害和降低其再次爆发强度及可能性的最为直接、有效的措施之一,对解决蓝藻爆发造成水污染的应急处理具有重要作用。但通过这种简单打捞作业打捞出的蓝藻含水率通常高达98%甚至以上。

[0003] 蓝藻是一种原核生物,其内含大量的N、P等营养元素和藻蓝蛋白等可利用物质,可作为一种生物质资源。然而受当前技术水平和经济成本等因素的制约,我国湖面打捞的蓝藻大多经藻水分离形成含水率相对较低的藻饼,外运后进行焚烧或简单填埋,并未进行大规模资源化利用。蓝藻作为一种生物资源,可将其加工成饲料、肥料乃至保健食品等,但由于打捞蓝藻的高含水率,蓝藻释放藻毒素等问题影响了其资源化,因此藻毒素的脱除,是实现蓝藻无害化首要解决的技术难题,同时要想使蓝藻资源化,深度脱水与减量化也是必不可少的技术环节。

[0004] 蓝藻的脱水与减量化方式一般有三种,即过滤脱水、离心脱水和电渗透脱水。过滤脱水主要有如下几种方式:①板框压滤,如公开号为CN105000779A和CN205590062A的实用新型专利;②隔膜压滤,如授权号为CN205974054U的实用新型专利、公开号为CN105693063A的实用新型专利;③膜过滤,如公开号为CN106955596A“一种蓝藻藻水分离的膜过滤系统”的实用新型专利;④及其他过滤方式,如公开号为CN104959185A、CN105060674A、CN108444255A等专利则报道了几种不同挤压方式对蓝藻进行脱水的方法。离心脱水工艺主要用于脱水率要求不高的场合,例如蓝藻的预脱水,如公开号为CN105000779A“一种蓝藻处理方法”报道的蓝藻预处理用的离心机脱水,如公开号为CN106495357A“一种藻华应急打捞处理工艺及设备”中提及的叠螺机脱水。电渗透脱水主要是利用电场的作用下产生的电渗透现象,将带电荷的颗粒进行脱稳,对于表面带电荷的胶体颗粒,电渗透脱水则比机械脱水有更好的效果,如公开号为CN106242652A“一种蓝藻脱水堆肥处理方法”的实用新型专利中,蓝藻的深度脱水则用的是该技术。

[0005] 脱水是实现蓝藻固液分离的第一步,但在目前专利报道的各种脱水技术中,为了达到较高的脱水效率,大多都向蓝藻液中添加聚合氯化铝等絮凝剂,最终蓝藻泥中含有这些絮凝剂,这对蓝藻的资源化,尤其是对蓝藻深加工生产各种高附加值产品则是极为不利的。

[0006] 另一方面,打捞出的蓝藻,即便是脱水后,如不及时有效的处置而随意堆放,蓝藻会在腐解过程中释放大量的恶臭污染周边环境,还会因降雨产生地表径流或向下淋溶而再次污染水体;更为重要的是,蓝藻释放的囊藻毒素可能通过淋溶进入地下水系统,造成严重的二次污染。蓝藻细胞释放出藻毒素是一类单环七肽化合物,是蓝藻水华中出现频率最高、造成危害最严重的一类天然毒素,它可以引起水生动物中毒,并通过食物链进而威胁人类健康。研究表明,长期饮用含藻毒素的水可诱发肝癌和直肠癌,轻者可使人产生腹泻和皮肤过敏等症状,藻毒素对人类健康的威胁已引起世界范围学者的广泛关注。故要实现蓝藻的资源化,也必须解决藻毒素的问题。根据公开的文献和各种专利的报道,藻毒素的去除主要有四种方法,即微生物降解法、热解法、吸附法和氧化法。

[0007] 微生物降解法就是培养藻毒素降解菌,在适宜的温度及营养条件下,通过降解菌的新陈代谢将藻毒素降解。如公开号为CN101418316A“一种蓝藻和污泥混合厌氧发酵产沼气的实用新型专利,通过蓝藻和污泥的混合厌氧发酵,藻毒素从初始244~366 $\mu\text{g}/\text{kg}$,处理后藻毒素残留量降低至5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 。公开号为CN10622206A“蓝藻无害化处置和资源化处理方法的实用新型专利,通过向物料中接种藻毒素高效降解复合菌剂好氧发酵、厌氧发酵催化降解和强化酸化三步微生物处理,藻毒素残留量低于1 $\mu\text{g}/\text{kg}$,更利于蓝藻后续的资源化。授权公告号为CN103667100B“一种溶藻/藻毒素降解双效工程菌Y7及其构建方法”和公开号CN103525746A“一种溶藻/藻毒素降解双效工程菌Y1及其构建方法”的实用新型专利,以原生质体融合技术为基础,制备出既能溶藻又能降解MC-LR的双效工程菌,对于完善原生质体融合技术构建,集MC-LR降解功能与溶藻特性于一体的工程菌及其实际应用具有指导意义。

[0008] 热解法,即在一定的温度下,将有机物热分解的方法。如公开号为CN102150747“蓝藻的处理方法”的实用新型专利,将蓝藻脱水并干燥至含水量20%以下,在150~300 $^{\circ}\text{C}$ 下热处理10~60min,其中的蓝藻细胞内毒素LR相对于绝干物质的含量可从7600 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 降至50 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 。公开号为CN105820829A“蓝藻催化热解法制取生物质油的工艺及装置”的实用新型专利,采用凝藻打捞,压滤脱水和破碎等方法获得干燥藻粉,在催化剂的作用下,463 $^{\circ}\text{C}$ 恒温热解制生物制油,但未报道藻毒素的降解率。

[0009] 吸附法,即利用特定的吸附剂,将流体中某些特定组分固定在吸附剂上,从而实现分离的一种方法。目前公开报道具有藻毒素去除能力的吸附材料只有章云等公开的改性菱铁矿基复合材料(公开号CN105753091A)、堇青石-聚乳酸纤维复合材料(公开号CN105776402A)、改性沸石-纳米碳复合材料(公开号CN105776403A)、含废弃烟梗的复合材料(公开号CN105831173A)、大蒜秸秆-纳米铜复合材料(公开号CN105858777A)、凹凸棒土-聚丙烯纤维复合材料(公开号CN105858778A)、以甘蔗渣为原料(公开号CN105858831A)、以硅藻土为主成分具有除臭作用的复合材料(公开号CN105753090A)的系列以复合材料作为吸附剂处理蓝藻的专利,这些复合材料不仅具有絮凝性能,还具有好的吸附活性,对蓝藻的去除速度快,成本低,无二次污染,对蓝藻毒素也有较高的去除率,同时还兼具杀藻抑菌,改善水质的功效,作用持久,适用于复杂水环境的处理。以典型大蒜秸秆-纳米铜复合材料为例,其对藻细胞、浊度和藻毒素的去除率分别为98.54%、96.11%和72.34%。

[0010] 氧化法,即利用氧化剂将目标污染物氧化分解的过程。目前在藻毒素降解方面的专利还比较少,例如公开号为CN104339315A“一种同时对蓝藻进行脱毒和脱水的方法”,先将蓝藻调整为酸性,然后加入氧化剂过氧化氢,在温度110~130 $^{\circ}\text{C}$ 下进行微波辐射,然后进

行压滤脱水,可大大减少脱水蓝藻的藻毒素含量。公开号为CN108569745A“一种蓝藻毒素处理装置及蓝藻处理装置”,该装置包括反应室和臭氧发生器,所述的反应室上设有与所述反应室相通的进水管和出水管,所述的反应室内设有紫外线灯,所述的臭氧发生器上设有用于向所述反应室内输送臭氧的臭氧导入管和用于向所述臭氧发生器内输送氧气的氧气导入管。本蓝藻毒素处理装置以紫外线灯和臭氧处理蓝藻毒素,藻水溶液中藻毒素从50 $\mu\text{g/L}$ 降低至10 $\mu\text{g/L}$,且处理费用低、处理水量大,二次污染小,适用性强,处理效果稳定可靠,运行维护简单,工艺成熟的特点。公开号为CN108751339A“一种蓝藻处理方法”,该法通过加压将含蓝藻的液体送入第一密闭容器内,并将所述液体加压至0.2-10MPa;将空气导入所述第一密闭容器内直至与所述液体均匀混合,并使所述第一密闭容器内的压力值保持在0.1MPa-10MPa之间;解毒步骤是在第一密闭容器内导入A和B中的至少一种直至与所述液体均匀混合,所述A包括杀菌剂、解毒剂、去臭剂、颜料或者分解剂,所述B包括臭氧、二氧化碳、氧气或者氮气,然后将处理液体导入第二密闭容器,该容器内设紫外线灯管照射,同时向其中通入臭氧进行氧化,经处理后藻水溶液中藻毒素从50 $\mu\text{g/L}$ 降低至10 $\mu\text{g/L}$ 。

[0011] 综上所述,要实现蓝藻的资源化,其无害化和减量化缺一不可,尤其是高效降解藻毒素不添加残留物质的氧化技术,以及不添加絮凝剂等外来物质能实现蓝藻高效脱水的深度处理技术,故开发低成本、绿色高效解毒与深度脱水的联合处理技术,是当前实现蓝藻无害化、减量化和资源化所亟待解决的关键问题。

实用新型内容

[0012] 实用新型目的:针对现有技术存在的问题与不足,本实用新型提供一种蓝藻的深度脱水装置,该装置通过将蓝藻预脱水、电化学蓝藻破壁与藻毒素降解、高压压滤深度脱水,实现蓝藻的高效脱水与藻毒素的高效降解,结构简单,操作可控,有效解决了蓝藻资源化过程的藻毒素降解、深度脱水及抑制脱水过程的二次污染问题,且不添加任何化学物质,为蓝藻的深度资源化奠定了坚实基础,具有显著的环境效益和实用价值。

[0013] 技术方案:为了实现上述目的,如本实用新型所述一种蓝藻的深度脱水装置,包括初沉池、电化学反应器和高压压滤装置,所述初沉池底部通过进液管与电化学反应器上部入口连接,电化学反应器底部设置有排液管与高压压滤装置的入口连接。

[0014] 其中,电化学反应器为圆柱状金属筒体,电化学反应器内设置有转轴,转轴上端伸出电化学反应器外通过联轴器与电动机的输出轴固定连接。

[0015] 进一步地,所述转轴上固定连接有上下两组互相垂直的复合金属氧化物活性涂层钛网板阳极,进行阳极旋转搅拌。

[0016] 其中,所述复合金属氧化物活性涂层钛网板阳极的复合金属氧化物包括二氧化铅、钨铈复合氧化物或者铈钨复合氧化物等。

[0017] 更进一步地,所述复合金属氧化物活性涂层钛网板阳极通过套设在转轴上的电滑环与电化学反应器外设置的直流电源的正极连接,电化学反应器金属筒体上的阴极接线柱与电源的负极连接。

[0018] 作为优选,所述复合金属氧化物活性涂层钛网板阳极的网板的孔径为1~5mm,复合金属氧化物活性涂层钛网板阳极的外侧边缘与电化学反应器筒体内侧壁的距离为5~20mm。

[0019] 其中,所述电化学反应器的进液管和排液管上分别设置有第一阀门和第二阀门(14)。

[0020] 其中,所述高压压滤装置为高压隔膜压滤机,工作压力1.2-2Mpa,脱水时间0.2-0.5h。

[0021] 工作原理:蓝藻的预处理在初沉池完成,首先将打捞蓝藻倒入初沉池中,利用重力作用使蓝藻在池内初步沉淀分层,开启池底第一阀门,下层的蓝藻液通过进液管自流入带搅拌功能的电化学反应器中,定期抽走蓝藻分层后的上清液。开启电动机开关使转轴搅拌,设定一定的搅拌速度,电动机的联轴器带动转轴及固定于其上的钛网板阳极开始转动;开启电化学反应器外设置的电源,设置槽电压10-30V,在电场、阳极机械搅拌的作用下使蓝藻细胞破壁,提高了脱水效果,同时电化学反应器的钛网板阳极产生的羟基自由基持续对蓝藻释放的藻毒素进行氧化降解,从而完成蓝藻的破壁脱水和藻毒素的脱除过程。开启电化学反应器底部排液管上的第二阀门,蓝藻液通过排液管流入高压压滤装置,进行高压压滤使藻液深度脱水,最终得到蓝藻泥饼。

[0022] 本实用新型在藻液自然沉淀初步脱水的基础上,通过外加电场的作用,产生电渗透现象,即在外加电场的作用下,泥中带正电荷的物质向阴极移动,带负电荷的物质向阳极移动,并发生电中和,使带电颗粒脱稳,因此对于表面带电荷的胶体颗粒,机械脱水效果往往不佳,电渗透脱水则有更好的脱水效果。同时在外加电场中,通电后钛网板阳极产生强氧化性羟基自由基以及电场力、阳极机械搅拌的多重作用下,使藻细胞破壁,胞内的水分充分释放出来,提高了脱水效率;最后结合高压压滤技术,较传统压滤或叠螺机脱水相比,可实现更高的脱水效率。

[0023] 另一方面,复合金属氧化物活性涂层钛阳极的电催化氧化作用是基于其产生大量羟基自由基这种氧化能力极强的物质,使有机污染物氧化从而降解的。而目前尚未见有使用电催化氧化技术降解藻毒素方面的研究报道,更未见将其应用于藻液的脱毒脱水,因此本实用新型通过蓝藻预脱水、电化学蓝藻破壁与藻毒素降解、高压压滤深度脱水,最终实现蓝藻的高效脱水与藻毒素的高效降解。

[0024] 有益效果:与现有技术相比,本实用新型具有如下优点:

[0025] 1、本实用新型的蓝藻的深度脱水装置结构简单,使用方便,该装置利用电场和旋转阳极搅拌的联合作用将蓝藻细胞进行破壁,提高了脱水效果;2、本实用新型的装置利用电化学反应器内复合金属氧化物活性涂层阳极产生的羟基自由基对蓝藻释放的藻毒素进行氧化,降解效率高;3、本实用新型的蓝藻的深度脱水装置进行电化学处理前的预脱水,降低了后续过程的能耗,提高了藻毒素的降解效率;4、本实用新型的蓝藻的深度脱水装置采用高压压滤方式对蓝藻液进行深度脱水,可进一步降低藻泥的含水率;5、本装置不向系统内添加任何化学物质,保证了藻泥的原有成分,更利于蓝藻的深度资源化。

[0026] 总体来说,本实用新型的蓝藻的深度脱水装置对蓝藻的破壁效率高,藻毒素降解效果好,最终深度脱水后藻泥饼含水率低于60%,整个过程方法简单,操作可控,有效解决了蓝藻资源化过程的藻毒素降解、深度脱水及脱水过程的二次污染问题,且不添加任何化学物质,为蓝藻的深度资源化奠定了基础,具有显著的环境效益和实用价值。

附图说明

[0027] 图1为本实用新型蓝藻的深度脱水装置的结构示意图。

[0028] 其中,1-初沉池、2-电化学反应器、3-高压压滤装置、4-进液管、5-排液管、6-转轴、7-联轴器、8-电动机、9-复合金属氧化物活性涂层钛网板阳极、10-电滑环、11-阴极接线柱、12-电源、13-第一阀门、14第二阀门。

具体实施方式

[0029] 以下结合附图和实施例对本实用新型的做进一步说明。实施例仅用于说明本实用新型,而不应视为限定本实用新型的范围。本技术领域人员依据本实用新型及实施例通过变化、重组等方法得到的与本实用新型相关的技术都在本实用新型的保护范围之内。

[0030] 实施例

[0031] 如图1所示,一种蓝藻的深度脱水装置,包括初沉池1、电化学反应器2和高压压滤装置3,初沉池1底部通过进液管4与电化学反应器2上部入口连接,电化学反应器2底部设置有排液管5与高压压滤装置3的入口连接。电化学反应器2为圆柱状金属筒体,电化学反应器2内设置有转轴6,转轴6上端伸出电化学反应器2外通过联轴器7与电动机8的输出轴固定连接。转轴6上固定连接有上下两组互相垂直的复合金属氧化物活性涂层钛网板阳极9,复合金属氧化物为钕铈复合氧化物,也可以替换成二氧化铅、或铈钼复合氧化物;复合金属氧化物活性涂层钛网板阳极9通过套设在转轴6上的电滑环10与电化学反应器2外设置的直流电源11的正极连接,电化学反应器2金属筒体上的阴极接线柱12与电源11的负极连接。复合金属氧化物活性涂层钛网板阳极9的网板的孔径为1~5mm,复合金属氧化物活性涂层钛网板阳极9的外侧边缘与电化学反应器2筒体内侧壁的距离为5~20mm。电化学反应器2的进液管4和排液管5上分别设置有第一阀门13和第二阀门14;高压压滤装置3为高压隔膜压滤机,工作压力1.2-2Mpa,脱水时间0.2-0.5h。

[0032] 使用时,蓝藻的预处理在初沉池1完成,将打捞蓝藻倒入初沉池1中,利用重力作用使蓝藻在初沉池1池内初步沉淀分层,开启初沉池1池底第一阀门13,下层的蓝藻液通过进液管4自流入带搅拌功能的电化学反应器2中,定期抽走蓝藻分层后的上清液;通常待上清液液面距离初沉池顶部10cm左右时抽走上清液。

[0033] 开启电化学反应器2的转轴6的电动机8开关,设定一定的搅拌速度,转速设定在50-200转/min,电动机8通过联轴器7带动转轴6及固定于其上的复合金属氧化物活性涂层钛网板阳极9开始转动;开启电化学反应器2的电源11,设置槽电压10-30V,在电场和阳极机械搅拌的联合作用下使蓝藻细胞破壁,提高了脱水效果,同时电化学反应器2中的复合金属氧化物活性涂层钛网板阳极9产生的羟基自由基持续对蓝藻释放的藻毒素进行氧化降解,从而完成蓝藻的破壁脱水和藻毒素的脱除过程。开启电化学反应器2底部排液管5的第二阀门14,蓝藻液通过排液管5流入高压压滤装置3,进行高压压滤使藻液深度脱水,最终得到蓝藻泥饼。

[0034] 本实施例打捞后未经处理的蓝藻干基藻毒素含量 $8.216\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,初始含水率为98-99%,用本实施例提供的装置进行处理,固定搅拌转速120转/min,在不同电化学反应器中不同条件下处理0.5-1h后,再用高压隔膜压滤机压滤脱水,工作压力1.5Mpa,脱水时间0.3h,经检测蓝藻泥饼含水率在50-60%,藻毒素降解率高达98%以上。经本实用新型提供

的方法在不同试验条件下处理后,处理效果详见下表。

[0035]	含水率*	初始藻毒素含量/ $\mu\text{g} \cdot \text{Kg}^{-1}$	处理条件	处理后藻毒素残留量/ $\mu\text{g} \cdot \text{Kg}^{-1}$	去除率/%
	95-96%	8216	槽电压 15V, 0.5h	103.6	98.6
			槽电压 15V, 1.0h	41.1	99.5
[0036]			槽电压 25V, 0.5h	87.9	98.9
			槽电压 25V, 1.0h	35.8	99.6

[0037] *含水率是指蓝藻经过初沉后,送入电化学反应器的藻液的含水率

[0038] 由上述实施例可知,本实用新型结构简单,藻毒素脱除效率达到98%以上,且脱水效果好,另外利用本装置使蓝藻脱毒脱水的过程中,不向系统内添加任何化学物质,保证了藻泥的原有成分,更利于蓝藻的深度资源化。整个过程方法简单,操作可控,可有效解决蓝藻资源化过程的藻毒素降解、深度脱水及脱水过程的二次污染问题。

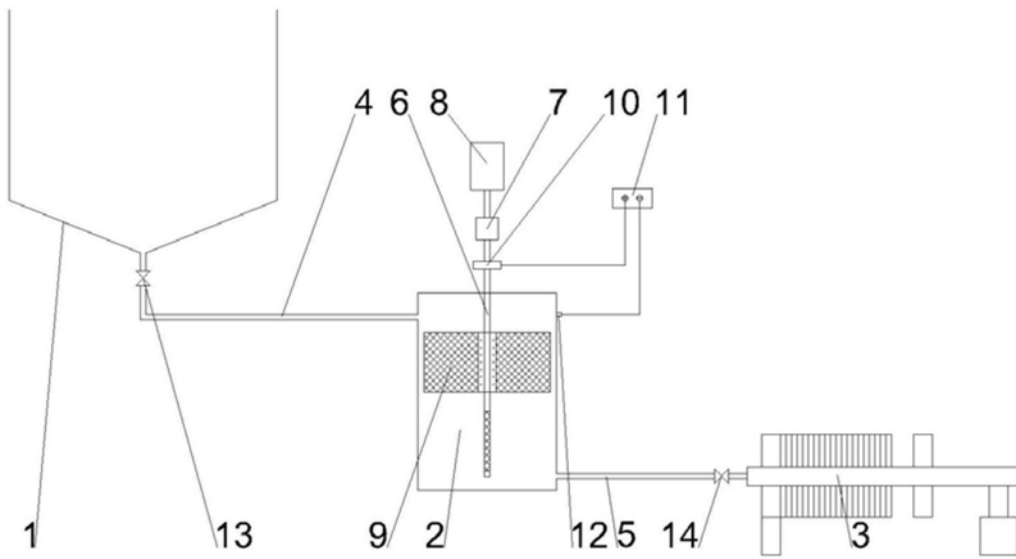


图1