



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115448556 A

(43) 申请公布日 2022. 12. 09

(21) 申请号 202211142217.7

(22) 申请日 2022.09.20

(71) 申请人 生态环境部南京环境科学研究所
地址 210042 江苏省南京市玄武区蒋王庙街8号

(72) 发明人 姜登登 丁达 徐东 夏菲洋
周艳 邓绍坡

(74) 专利代理机构 北京彦开专利代理事务所
(普通合伙) 16149

专利代理师 余柯薇

(51) Int.Cl.

C02F 11/00 (2006.01)

C02F 11/02 (2006.01)

C02F 101/20 (2006.01)

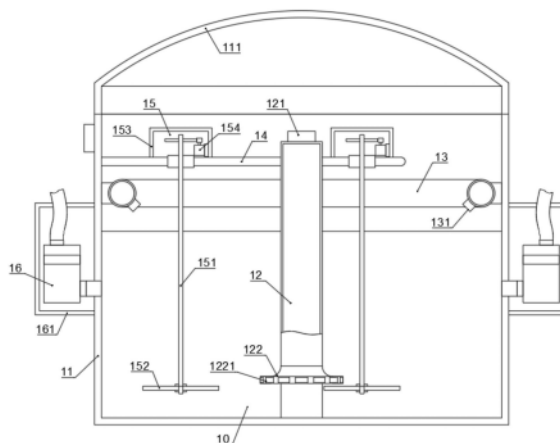
权利要求书3页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称

一种用于重金属污染底泥的修复系统及修复方法

(57) 摘要

本发明公开了一种用于重金属污染底泥的修复系统及修复方法,包括预处理滤洗机构、生物富集处理机构、精细化滤洗机构以及底泥孔隙化制备机构;所述预处理滤洗机构包括清洗罐,所述清洗罐内固定设有底泥输送管,所述底泥输送管下端固定设有分散输出环,所述分散输出环上具有多个底泥输出孔;首先利用预处理滤洗机构以及精细化滤洗机构对底泥进行处理能够去除底泥中的部分重金属以及绝大部分有机杂质,双层设计的生物富集处理机构能够更加精准的控制底泥土壤的湿度、温度以及能够对底泥土壤进行可控的通风处理,利用植物的富集作用将底泥中的重金属有效转移固化在植物中,最后对这些富含重金属的植物进行高温分解即可。



1. 一种用于重金属污染底泥的修复系统,其特征在于,包括预处理滤洗机构(10)、生物富集处理机构(30)、精细化滤洗机构(40)以及底泥孔隙化制备机构(50);

所述预处理滤洗机构(10)包括开口朝上的清洗罐(11),所述清洗罐(11)内固定设有上下延伸的底泥输送管(12),所述底泥输送管(12)上端具有底泥输入接口(121),所述清洗罐(11)顶部安装有清洗罐顶盖(111);

所述清洗罐(11)内侧壁靠近顶部位置固定有搅拌机构支撑架(14),所述搅拌机构支撑架(14)上安装有搅拌机构(15),所述搅拌机构(15)包括转动配合连接在所述搅拌机构支撑架(14)上的搅拌轴(151),所述搅拌轴(151)为上下延伸布置,所述搅拌轴(151)下端固定设有多个搅拌叶片(152);

所述精细化滤洗机构(40)包括开口朝上的清洗容纳壳(41)以及固定在所述清洗容纳壳(41)内的清洗斜板(42),所述清洗斜板(42)上设有多个前后延伸的旋转清洗槽(421);

所述清洗容纳壳(41)外侧靠近所述清洗斜板(42)较高的一端固定设有与所述清洗容纳壳(41)内相连通的底泥输入壳(45),所述清洗容纳壳(41)外侧靠近所述清洗斜板(42)较低的一端固定设有与所述清洗容纳壳(41)内相连通的清洗排出壳(46);

所述清洗容纳壳(41)内固定设有多个前后延伸的清洗水管(47),多个所述清洗水管(47)一对一设置在所述旋转清洗槽(421)上方,所述清洗水管(47)下侧具有多个清洗喷头(471);

所述底泥孔隙化制备机构(50)用于将底泥制备成多孔隙的泥土,多孔隙的所述泥土用于生物富集处理机构(30)进行植物种植;

所述生物富集处理机构(30)包括开口朝上的种植容纳壳体(31),所述种植容纳壳体(31)外侧包围设有培育养护壳体(32),所述培育养护壳体(32)上端与所述种植容纳壳体(31)上端密封连接;

所述种植容纳壳体(31)侧壁为镂空结构,所述种植容纳壳体(31)内壁铺设有多层无纺布;

所述培育养护壳体(32)外侧固定设有湿度调节接口(321),所述培育养护壳体(32)外侧固定设有加压通风接口(322),所述培育养护壳体(32)外侧固定设有平衡排气接口(323),所述平衡排气接口(323)上具有泄压阀。

2. 根据权利要求1所述的一种用于重金属污染底泥的修复系统,其特征在于:所述清洗罐(11)内侧壁固定设有环形的清水输送管(13),所述清水输送管(13)上具有多个排水接口(131);

所述底泥输送管(12)下端固定设有分散输出环(122),所述分散输出环(122)内部为中空结构且与所述底泥输送管(12)内部相连通,所述分散输出环(122)上具有多个与自身内部相连通的底泥输出孔(1221)。

3. 根据权利要求1所述的一种用于重金属污染底泥的修复系统,其特征在于:所述搅拌机构支撑架(14)上固定设有第一电机容纳壳(153),所述第一电机容纳壳(153)内固定设有第一电机(154),所述搅拌轴(151)的上端延伸至所述第一电机容纳壳(153)内部,所述第一电机(154)用于驱动所述搅拌轴(151)转动。

4. 根据权利要求1所述的一种用于重金属污染底泥的修复系统,其特征在于:所述清洗罐(11)外侧壁固定设有多个输送泵容纳壳(161),所述输送泵容纳壳(161)内固定设有第一

输送泵(16),所述第一输送泵(16)的输入端与所述清洗罐(11)内部相连通,所述第一输送泵(16)的输出端通过管道与所述底泥输入壳(45)相连通。

5.根据权利要求1所述的一种用于重金属污染底泥的修复系统,其特征在于:所述旋转清洗槽(421)内设有前后延伸的倾转清洗管(43),所述倾转清洗管(43)上具有清洗管开槽(431),所述倾转清洗管(43)前后两端转动配合连接在所述清洗容纳壳(41)侧壁上;

所述清洗容纳壳(41)外侧壁上固定设有多个第二电机容纳壳(441),多个上述第二电机容纳壳(441)与多个所述倾转清洗管(43)的位置相对应,所述第二电机容纳壳(441)内固定设有第二电机(44),所述倾转清洗管(43)其中一端的转轴延伸至所述第二电机容纳壳(441)内,所述第二电机(44)用于驱动所述倾转清洗管(43)转动。

6.根据权利要求1所述的一种用于重金属污染底泥的修复系统,其特征在于:所述清洗容纳壳(41)内位于所述清洗斜板(42)较低一端转动配合设有前后延伸的吸附滚筒(48),所述吸附滚筒(48)由电机驱动转动,所述清洗容纳壳(41)内位于所述吸附滚筒(48)右侧固定设有排渣刮板(481),所述清洗容纳壳(41)内位于所述排渣刮板(481)右侧固定设有排渣输送带(482),所述排渣输送带(482)另一端延伸至所述清洗容纳壳(41)外部,所述清洗容纳壳(41)外侧位于所述排渣输送带(482)下方固定设有滤渣容纳壳(483)。

7.根据权利要求1所述的一种用于重金属污染底泥的修复系统,其特征在于:所述底泥孔隙化制备机构(50)包括开口朝上的固化制备桶(51),所述固化制备桶(51)内底部固定设有曝气输出壳(52),所述曝气输出壳(52)顶部固定设有与自身内部相连通的上下延伸的曝气输送管(53),所述曝气输出壳(52)顶部具有多个曝气小孔;

所述固化制备桶(51)包括支撑板(511),所述支撑板(511)顶部边缘处连接设有环形的侧向支撑围挡(512),所述侧向支撑围挡(512)由多个侧面支撑板(513)组合而成,所述侧面支撑板(513)下端通过活动铰链与所述支撑板(511)连接,所述侧向支撑围挡(512)顶部密封安装有第二顶盖(54)。

8.根据权利要求1所述的一种用于重金属污染底泥的修复系统,其特征在于:所述侧面支撑板(513)内侧壁上具有上下延伸的第一破碎凸棱(514),所述曝气输送管(53)外侧壁上具有上下延伸的第二破碎凸棱(531)。

9.根据权利要求1~8任意一项所述的一种用于重金属污染底泥的修复系统进行重金属污染底泥的修复方法,其特征在于包括以下步骤:

S1、将重金属污染底泥从河道中采挖出后进行晒干,将晒干的底泥破碎,再将破碎后的底泥过100~200目的筛滤;

S2、将步骤S1中筛滤后的底泥输送到预处理滤洗机构(10)的清洗罐(11)中,并向清洗罐(11)中注入清水,利用电机驱动搅拌轴(151)并使得搅拌叶片(152)对清洗罐(11)中的泥水混合物不断地搅拌滤洗30~90min,然后利用第一输送泵(16)将清洗罐(11)中的泥水混合物输送到沉淀池中沉淀2~3h;

S3、将步骤S2沉淀池中的沉淀底泥输送到精细化滤洗机构(40)的底泥输入壳(45)中,底泥沿清洗斜板(42)流下的过程中,利用清洗喷头(471)喷射出的高速水流对底泥进行冲洗;

S4、步骤S3经过冲洗后的底泥从清洗排出壳(46)中排出,然后利用烘干设备对底泥进行除水处理,将底泥的含水率控制在70%~85%;

S5、将步骤S4处理后的底泥输送到底泥孔隙化制备机构(50)的固化制备桶(51)中,利用曝气输出壳(52)向底泥中曝入大量的微型气泡并对整个固化制备桶(51)进行加热升温,温度控制在 $150^{\circ}\text{C}\sim 300^{\circ}\text{C}$,对固化制备桶(51)中的底泥进行干燥固化,得到多孔隙底泥;

S6、将步骤S5制备的多孔隙底泥破碎成 $0.1\sim 1\text{mm}$ 的颗粒,并加入相对于多孔隙底泥体积 $10\%\sim 20\%$ 比例的沙粒混合均匀,沙粒的粒径为 $0.5\sim 2\text{mm}$,将混合有沙粒的底泥盛放在生物富集处理机构(30)的种植容纳壳体(31)中,在底泥中种植植物对底泥中的重金属进行富集;

将富含水汽的空气从湿度调节接口(321)中注入,富含水汽的空气透过种植容纳壳体(31)中的土壤,对土壤进行补充水分,将普通空气通过加压通风接口(322)注入,空气流经种植容纳壳体(31)中的土壤起到透气作用;

当种植容纳壳体(31)中的土壤透气性过差时,平衡排气接口(323)上的泄压阀能够及时将注入的空气泄压排出;

S7、将植物富集处理后的底泥在室外温度大于 25°C 的条件下暴晒 $10\sim 15$ 天,在暴晒过程中每隔 $2\sim 3$ 小时进行翻搅一次,然后利用滤网将底泥中混合的沙粒进行过滤分离。

10. 根据权利要求9所述的一种重金属污染底泥的修复方法,其特征在于:所述步骤S5向底泥中曝入大量的微型气泡的过程中,开始时保持固化制备桶(51)中的气压为 $1.2\sim 1.8$ 个标准大气压,在 $150^{\circ}\text{C}\sim 300^{\circ}\text{C}$ 的条件下对固化制备桶(51)中的底泥进行干燥固化,待固化制备桶(51)中底泥的含水率降至 $45\%\sim 60\%$ 时,调节固化制备桶(51)中的气压在 $10\sim 30\text{s}$ 内均匀降低至于外界气压平衡。

一种用于重金属污染底泥的修复系统及修复方法

技术领域

[0001] 本发明涉及底泥修复技术领域,具体为一种用于重金属污染底泥的修复系统及修复方法。

背景技术

[0002] 上覆水、水体底部的沉积物以及周围各种环境条件组成了完整的水体,河道污染包含外源污染和内源污染两方面,在水处理领域深入发展的背景下,我国在流域治理、工业废水处理、生活污水处理等众多领域上的发展迅速,外源污染得到控制,而对于河道底泥无害化处理的重视远不及污水治理,污染物质进入水体后,通过沉淀、吸附、生物吸收等途径最终沉积于底泥中并逐渐积累,一旦环境条件发生改变污染物质就会通过解吸、扩散、扰动等方式重新释放污染上覆水水质,继而影响整个水体。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种用于重金属污染底泥的修复系统及修复方法,能够较为彻底的清除底泥中的重金属污染。

[0004] 为实现上述目的,本发明提供如下技术方案:

[0005] 一种用于重金属污染底泥的修复系统,包括预处理滤洗机构、生物富集处理机构、精细化滤洗机构以及底泥孔隙化制备机构;

[0006] 预处理滤洗机构包括开口朝上的清洗罐,清洗罐内固定设有上下延伸的底泥输送管,底泥输送管上端具有底泥输入接口,清洗罐顶部安装有清洗罐顶盖;

[0007] 清洗罐内侧壁靠近顶部位置固定有搅拌机构支撑架,搅拌机构支撑架上安装有搅拌机构,搅拌机构包括转动配合连接在搅拌机构支撑架上的搅拌轴,搅拌轴为上下延伸布置,搅拌轴下端固定设有多个搅拌叶片;

[0008] 精细化滤洗机构包括开口朝上的清洗容纳壳以及固定在清洗容纳壳内的清洗斜板,清洗斜板上侧面具有多个前后延伸的旋转清洗槽;

[0009] 清洗容纳壳外侧靠近清洗斜板较高的一端固定设有与清洗容纳壳内相连通的底泥输入壳,清洗容纳壳外侧靠近清洗斜板较低的一端固定设有与清洗容纳壳内相连通的清洗排出壳;

[0010] 清洗容纳壳内固定设有多根前后延伸的清洗水管,多个清洗水管一对一设置在旋转清洗槽上方,清洗水管下侧具有多个清洗喷头;

[0011] 底泥孔隙化制备机构用于将底泥制备成多孔隙的泥土,多孔隙的泥土用于生物富集处理机构进行植物种植;

[0012] 生物富集处理机构包括开口朝上的种植容纳壳体,种植容纳壳体外侧包围设有培育养护壳体,培育养护壳体上端与种植容纳壳体上端密封连接;

[0013] 种植容纳壳体侧壁为镂空结构,种植容纳壳体内壁铺设有多层无纺布;

[0014] 培育养护壳体外侧固定设有湿度调节接口,培育养护壳体外侧固定设有加压通风

接口,培育养护壳体外侧固定设有平衡排气接口,平衡排气接口上具有泄压阀。

[0015] 优选地,清洗罐内侧壁固定设有环形的清水输送管,上述清水输送管上具有多个排水接口;

[0016] 底泥输送管下端固定设有分散输出环,分散输出环内部为中空结构且与底泥输送管内部相连通,分散输出环上具有多个与自身内部相连通的底泥输出孔。

[0017] 说明:分散输出环能够将底泥更加均匀的排放到清洗罐。

[0018] 优选地,搅拌机构支撑架上固定设有第一电机容纳壳,第一电机容纳壳内固定设有第一电机,搅拌轴的上端延伸至第一电机容纳壳内部,第一电机用于驱动搅拌轴转动。

[0019] 优选地,清洗罐外侧壁固定设有多个输送泵容纳壳,输送泵容纳壳内固定设有第一输送泵,第一输送泵的输入端与清洗罐内部相连通,第一输送泵的输出端通过管道与底泥输入壳相连通。

[0020] 说明:多个第一输送泵有利于将清洗罐中泥水混合物更加快速均匀的排出。

[0021] 优选地,旋转清洗槽内设有前后延伸的倾转清洗管,倾转清洗管上具有清洗管开槽,倾转清洗管前后两端转动配合连接在清洗容纳壳侧壁上;

[0022] 清洗容纳壳外侧壁上固定设有多个第二电机容纳壳,多个上述第二电机容纳壳与多个倾转清洗管的位置相对应,第二电机容纳壳内固定设有第二电机,倾转清洗管其中一端的转轴延伸至第二电机容纳壳内,第二电机用于驱动倾转清洗管转动。

[0023] 说明:底泥自上而下在清洗斜板上流通时,倾转清洗管能够截留一定的底泥使得底泥在倾转清洗管中暂存,此过程中有利于对底泥进行更加彻底的冲洗,然后利用电机驱动倾转清洗管旋转,将倾转清洗管中暂存的底泥倾倒。

[0024] 优选地,清洗容纳壳内位于清洗斜板较低一端转动配合设有前后延伸的吸附滚筒,吸附滚筒由电机驱动转动,清洗容纳壳内位于吸附滚筒右侧固定设有排渣刮板,清洗容纳壳内位于排渣刮板右侧固定设有排渣输送带,排渣输送带另一端延伸至清洗容纳壳外部,清洗容纳壳外侧位于排渣输送带下方固定设有滤渣容纳壳。

[0025] 说明:吸附滚筒具有磁性,能够吸附去除底泥中的磁性微粒杂质。

[0026] 优选地,底泥孔隙化制备机构包括开口朝上的固化制备桶,固化制备桶内底部固定设有曝气输出壳,曝气输出壳顶部固定设有与自身内部相连通的上下延伸的曝气输送管,曝气输出壳顶部具有多个曝气小孔;

[0027] 固化制备桶包括支撑板,支撑板顶部边缘处连接设有环形的侧向支撑围挡,侧向支撑围挡由多个侧面支撑板组合而成,侧面支撑板下端通过活动铰链与支撑板连接,侧向支撑围挡顶部密封安装有第二顶盖。

[0028] 说明:利用底泥孔隙化制备机构能够将底泥制备成孔隙结构丰富的土壤,便于进行后续的植物种植。

[0029] 优选地,侧面支撑板内侧壁上具有上下延伸的第一破碎凸棱,曝气输送管外侧壁上具有上下延伸的第二破碎凸棱。

[0030] 说明:第一破碎凸棱和第二破碎凸棱能够在固化的底泥块上形成凹槽,便于固化的底泥块从固化制备桶中破碎取出。

[0031] 优选地,如上述的一种用于重金属污染底泥的修复系统进行重金属污染底泥的修复方法,包括以下步骤:

[0032] S1、将重金属污染底泥从河道中采挖出后进行晒干,将晒干的底泥破碎,再将破碎后的底泥过100~200目的筛滤;

[0033] S2、将步骤S1中筛滤后的底泥输送到预处理滤洗机构的清洗罐中,并向清洗罐中注入清水,利用电机驱动搅拌轴并使得搅拌叶片对清洗罐中的泥水混合物不断地搅拌滤洗30~90min,然后利用第一输送泵将清洗罐中的泥水混合物输送到沉淀池中沉淀2~3h;

[0034] S3、将步骤S2沉淀池中的沉淀底泥输送到精细化滤洗机构的底泥输入壳中,底泥沿清洗斜板流下的过程中,利用清洗喷头喷射出的高速水流对底泥进行冲洗;

[0035] S4、步骤S3经过冲洗后的底泥从清洗排出壳中排出,然后利用烘干设备对底泥进行除水处理,将底泥的含水率控制在70%~85%;

[0036] S5、将步骤S4处理后的底泥输送到底泥孔隙化制备机构的固化制备桶中,利用曝气输出壳向底泥中曝入大量的微型气泡并对整个固化制备桶进行加热升温,温度控制在150℃~300℃,对固化制备桶中的底泥进行干燥固化,得到多孔隙底泥;

[0037] S6、将步骤S5制备的多孔隙底泥破碎成0.1~1mm的颗粒,并加入相对于多孔隙底泥体积10%~20%比例的沙粒混合均匀,沙粒的粒径为0.5~2mm,将混合有沙粒的底泥盛放在生物富集处理机构的种植容纳壳体中,在底泥中种植植物对底泥中的重金属进行富集;

[0038] 将富含水汽的空气从湿度调节接口中注入,富含水汽的空气透过种植容纳壳体中的土壤,对土壤进行补充水分,将普通空气通过加压通风接口注入,空气流经种植容纳壳体中的土壤起到透气作用;

[0039] 当种植容纳壳体中的土壤透气性过差时,平衡排气接口上的泄压阀能够及时将注入的空气泄压排出;

[0040] S7、将植物富集处理后的底泥在室外温度大于25℃的条件下暴晒10~15天,在暴晒过程中每隔2~3小时进行翻搅一次,然后利用滤网将底泥中混合的沙粒进行过滤分离。

[0041] 优选地,步骤S5向底泥中曝入大量的微型气泡的过程中,开始时保持固化制备桶中的气压为1.2~1.8个标准大气压,在150℃~300℃的条件下对固化制备桶中的底泥进行干燥固化,待固化制备桶中底泥的含水率降至45%~60%时,调节固化制备桶中的气压在10~30s内均匀降低至于外界气压平衡。

[0042] 说明:利用气压变化,有利于在底泥中制造出更加丰富的孔隙结构,将底泥与沙粒混合作为土壤种植植物时,有利于植物根系进行一定的透气。

[0043] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:本发明结构设计合理,操作方便,首先利用预处理滤洗机构以及精细化滤洗机构对底泥进行处理能够去除底泥中的部分重金属以及绝大部分有机杂质,方便后续进行进一步处理,双层设计的生物富集处理机构能够更加精准的控制底泥土壤的湿度、温度以及能够对底泥土壤进行可控的通风处理,利用植物的富集作用将底泥中的重金属有效转移固化在植物中,最后对这些富含重金属的植物进行高温分解即可。

附图说明

[0044] 图1是本发明中预处理滤洗机构的结构示意图;

[0045] 图2是图1的俯视图;

- [0046] 图3是本发明中精细化滤洗机构的结构示意图；
- [0047] 图4是图3的俯视图；
- [0048] 图5是本发明中生物富集处理机构的结构示意图；
- [0049] 图6是图5的俯视图；
- [0050] 图7是本发明中底泥孔隙化制备机构的结构示意图；
- [0051] 图8是图7的俯视图。
- [0052] 图中,10-预处理滤洗机构、11-清洗罐、111-清洗罐顶盖、12-底泥输送管、121-底泥输入接口、122-分散输出环、13-清水输送管、131-排水接口、14-搅拌机构支撑架、15-搅拌机构、151-搅拌轴、152-搅拌叶片、153-第一电机容纳壳、154-第一电机、16-第一输送泵、161-输送泵容纳壳、30-生物富集处理机构、31-种植容纳壳体、32-培育养护壳体、321-湿度调节接口、322-加压通风接口、323-平衡排气接口、40-精细化滤洗机构、41-清洗容纳壳、42-清洗斜板、421-旋转清洗槽、43-倾转清洗管、431-清洗管开槽、44-第二电机、441-第二电机容纳壳、45-底泥输入壳、46-清洗排出壳、47-清洗水管、471-清洗喷头、48-吸附滚筒、481-排渣刮板、482-排渣输送带、483-滤渣容纳壳、50-底泥孔隙化制备机构、51-固化制备桶、511-支撑板、512-侧向支撑围挡、513-侧面支撑板、514-第一破碎凸棱、52-曝气输出壳、53-曝气输送管、531-第二破碎凸棱、54-第二顶盖。

具体实施方式

[0053] 下面结合图1-图8对本发明进行详细说明,为叙述方便,现对下文所说的方位规定如下:下文所说的上下左右前后方向与各自结构示意图本身投影关系的上下左右前后方向一致。

[0054] 实施例1:

[0055] 一种用于重金属污染底泥的修复系统,如图1、图3、图5以及图7所示,包括预处理滤洗机构10、生物富集处理机构30、精细化滤洗机构40以及底泥孔隙化制备机构50;

[0056] 如图1所示,预处理滤洗机构10包括开口朝上的清洗罐11,清洗罐11内固定设有上下延伸的底泥输送管12,底泥输送管12上端具有底泥输入接口121,清洗罐11顶部安装有清洗罐顶盖111;

[0057] 清洗罐11内侧壁固定设有环形的清水输送管13,上述清水输送管13上具有多个排水接口131;

[0058] 底泥输送管12下端固定设有分散输出环122,分散输出环122内部为中空结构且与底泥输送管12内部相连通,分散输出环122上具有多个与自身内部相连通的底泥输出孔1221。

[0059] 清洗罐11内侧壁靠近顶部位置固定有搅拌机构支撑架14,搅拌机构支撑架14上安装有搅拌机构15,搅拌机构15包括转动配合连接在搅拌机构支撑架14上的搅拌轴151,搅拌轴151为上下延伸布置,搅拌轴151下端固定设有多个搅拌叶片152;

[0060] 搅拌机构支撑架14上固定设有第一电机容纳壳153,第一电机容纳壳153内固定设有第一电机154,搅拌轴151的上端延伸至第一电机容纳壳153内部,第一电机154用于驱动搅拌轴151转动。

[0061] 清洗罐11外侧壁固定设有多个输送泵容纳壳161,输送泵容纳壳161内固定设有第

一输送泵16,第一输送泵16的输入端与清洗罐11内部相连通。

[0062] 如图3所示,精细化滤洗机构40包括开口朝上的清洗容纳壳41以及固定在清洗容纳壳41内的清洗斜板42,清洗斜板42上侧面具有多个前后延伸的旋转清洗槽421;

[0063] 旋转清洗槽421内设有前后延伸的倾转清洗管43,倾转清洗管43上具有清洗管开槽431,倾转清洗管43前后两端转动配合连接在清洗容纳壳41侧壁上;

[0064] 如图4所示,清洗容纳壳41外侧壁上固定设有多个第二电机容纳壳441,多个上述第二电机容纳壳441与多个倾转清洗管43的位置相对应,第二电机容纳壳441内固定设有第二电机44,倾转清洗管43其中一端的转轴延伸至第二电机容纳壳441内,第二电机44用于驱动倾转清洗管43转动。

[0065] 清洗容纳壳41外侧靠近清洗斜板42较高的一端固定设有与清洗容纳壳41内相连通的底泥输入壳45,第一输送泵16的输出端通过管道与底泥输入壳45相连通,清洗容纳壳41外侧靠近清洗斜板42较低的一端固定设有与清洗容纳壳41内相连通的清洗排出壳46;

[0066] 清洗容纳壳41内固定设有多个前后延伸的清洗水管47,多个清洗水管47一对一设置在旋转清洗槽421上方,清洗水管47下侧具有多个清洗喷头471;

[0067] 如图3所示,清洗容纳壳41内位于清洗斜板42较低一端转动配合设有前后延伸的吸附滚筒48,吸附滚筒48由电机驱动转动,清洗容纳壳41内位于吸附滚筒48右侧固定设有排渣刮板481,清洗容纳壳41内位于排渣刮板481右侧固定设有排渣输送带482,排渣输送带482另一端延伸至清洗容纳壳41外部,清洗容纳壳41外侧位于排渣输送带482下方固定设有滤渣容纳壳483。

[0068] 底泥孔隙化制备机构50用于将底泥制备成多孔隙的泥土,多孔隙的泥土用于生物富集处理机构30进行植物种植;

[0069] 如图5所示,生物富集处理机构30包括开口朝上的种植容纳壳体31,种植容纳壳体31外侧包围设有培育养护壳体32,培育养护壳体32上端与种植容纳壳体31上端密封连接;

[0070] 种植容纳壳体31侧壁为镂空结构,种植容纳壳体31内壁铺设有多层无纺布;

[0071] 如图6所示,培育养护壳体32外侧固定设有湿度调节接口321,培育养护壳体32外侧固定设有加压通风接口322,培育养护壳体32外侧固定设有平衡排气接口323,,平衡排气接口323上具有泄压阀,。

[0072] 如图7所示,底泥孔隙化制备机构50包括开口朝上的固化制备桶51,固化制备桶51内底部固定设有曝气输出壳52,曝气输出壳52顶部固定设有与自身内部相连通的上下延伸的曝气输送管53,曝气输出壳52顶部具有多个曝气小孔;

[0073] 固化制备桶51包括支撑板511,支撑板511顶部边缘处连接设有环形的侧向支撑围挡512,侧向支撑围挡512由多个侧面支撑板513组合而成,侧面支撑板513下端通过活动铰链与支撑板511连接,侧向支撑围挡52顶部密封安装有第二顶盖54。

[0074] 侧面支撑板513内侧壁上具有上下延伸的第一破碎凸棱514,曝气输送管53外侧壁上具有上下延伸的第二破碎凸棱531。

[0075] 实施例2:

[0076] 如上述的一种用于重金属污染底泥的修复系统进行重金属污染底泥的修复方法,包括以下步骤:

[0077] S1、将重金属污染底泥从河道中采挖出后进行晒干,将晒干的底泥破碎,再将破碎

后的底泥过200目的筛滤；

[0078] S2、将步骤S1中筛滤后的底泥输送到预处理滤洗机构10的清洗罐11中，并向清洗罐11中注入清水，利用电机驱动搅拌轴151并使得搅拌叶片152对清洗罐11中的泥水混合物不断地搅拌滤洗30min，然后利用第一输送泵16将清洗罐11中的泥水混合物输送到沉淀池中沉淀2h；

[0079] S3、将步骤S2沉淀池中的沉淀底泥输送到精细化滤洗机构40的底泥输入壳45中，底泥沿清洗斜板42流下的过程中，利用清洗喷头471喷射出的高速水流对底泥进行冲洗；

[0080] S4、步骤S3经过冲洗后的底泥从清洗排出壳46中排出，然后利用烘干设备对底泥进行除水处理，将底泥的含水率控制在85%；

[0081] S5、将步骤S4处理后的底泥输送到底泥孔隙化制备机构50的固化制备桶51中，利用曝气输出壳52向底泥中曝入大量的微型气泡并对整个固化制备桶51进行加热升温，温度控制在150℃，对固化制备桶51中的底泥进行干燥固化，得到多孔隙底泥；

[0082] S6、将步骤S5制备的多孔隙底泥破碎成1mm的颗粒，并加入相对于多孔隙底泥体积20%比例的沙粒混合均匀，沙粒的粒径为2mm，将混合有沙粒的底泥盛放在生物富集处理机构30的种植容纳壳体31中，在底泥中种植杜鹃对底泥中的重金属进行富集；

[0083] 将富含水汽的空气从湿度调节接口321中注入，富含水汽的空气透过种植容纳壳体31中的土壤，对土壤进行补充水分，将普通空气通过加压通风接口322注入，空气流经种植容纳壳体31中的土壤起到透气作用；

[0084] 当种植容纳壳体31中的土壤透气性过差时，平衡排气接口323上的泄压阀能够及时将注入的空气泄压排出；

[0085] S7、将植物富集处理后的底泥在室外温度大于25℃的条件下暴晒10天，在暴晒过程中每隔3小时进行翻搅一次，然后利用滤网将底泥中混合的沙粒进行过滤分离。

[0086] 步骤S5向底泥中曝入大量的微型气泡的过程中，开始时保持固化制备桶51中的气压为1.2个标准大气压，在150℃的条件下对固化制备桶51中的底泥进行干燥固化，待固化制备桶51中底泥的含水率降至60%时，调节固化制备桶51中的气压在10s内均匀降低至于外界气压平衡。

[0087] 实施例3：

[0088] 如上述的一种用于重金属污染底泥的修复系统进行重金属污染底泥的修复方法，包括以下步骤：

[0089] S1、将重金属污染底泥从河道中采挖出后进行晒干，将晒干的底泥破碎，再将破碎后的底泥过100目的筛滤；

[0090] S2、将步骤S1中筛滤后的底泥输送到预处理滤洗机构10的清洗罐11中，并向清洗罐11中注入清水，利用电机驱动搅拌轴151并使得搅拌叶片152对清洗罐11中的泥水混合物不断地搅拌滤洗90min，然后利用第一输送泵16将清洗罐11中的泥水混合物输送到沉淀池中沉淀3h；

[0091] S3、将步骤S2沉淀池中的沉淀底泥输送到精细化滤洗机构40的底泥输入壳45中，底泥沿清洗斜板42流下的过程中，利用清洗喷头471喷射出的高速水流对底泥进行冲洗；

[0092] S4、步骤S3经过冲洗后的底泥从清洗排出壳46中排出，然后利用烘干设备对底泥进行除水处理，将底泥的含水率控制在70%；

[0093] S5、将步骤S4处理后的底泥输送到底泥孔隙化制备机构50的固化制备桶51中,利用曝气输出壳52向底泥中曝入大量的微型气泡并对整个固化制备桶51进行加热升温,温度控制在300℃,对固化制备桶51中的底泥进行干燥固化,得到多孔隙底泥;

[0094] S6、将步骤S5制备的多孔隙底泥破碎成0.1mm的颗粒,并加入相对于多孔隙底泥体积10%比例的沙粒混合均匀,沙粒的粒径为0.5mm,将混合有沙粒的底泥盛放在生物富集处理机构30的种植容纳壳体31中,在底泥中种植冬青对底泥中的重金属进行富集;

[0095] 将富含水汽的空气从湿度调节接口321中注入,富含水汽的空气透过种植容纳壳体31中的土壤,对土壤进行补充水分,将普通空气通过加压通风接口322注入,空气流经种植容纳壳体31中的土壤起到透气作用;

[0096] 当种植容纳壳体31中的土壤透气性过差时,平衡排气接口323上的泄压阀能够及时将注入的空气泄压排出;

[0097] S7、将植物富集处理后的底泥在室外温度大于25℃的条件下暴晒15天,在暴晒过程中每隔3小时进行翻搅一次,然后利用滤网将底泥中混合的沙粒进行过滤分离。

[0098] 步骤S5向底泥中曝入大量的微型气泡的过程中,开始时保持固化制备桶51中的气压为1.8个标准大气压,在300℃的条件下对固化制备桶51中的底泥进行干燥固化,待固化制备桶51中底泥的含水率降至45%时,调节固化制备桶51中的气压在30s内均匀降低至于外界气压平衡。

[0099] 实施例4:

[0100] 如上述的一种用于重金属污染底泥的修复系统进行重金属污染底泥的修复方法,包括以下步骤:

[0101] S1、将重金属污染底泥从河道中采挖出后进行晒干,将晒干的底泥破碎,再将破碎后的底泥过100目的筛滤;

[0102] S2、将步骤S1中筛滤后的底泥输送到预处理滤洗机构10的清洗罐11中,并向清洗罐11中注入清水,利用电机驱动搅拌轴151并使得搅拌叶片152对清洗罐11中的泥水混合物不断地搅拌滤洗60min,然后利用第一输送泵16将清洗罐11中的泥水混合物输送到沉淀池中沉淀3h;

[0103] S3、将步骤S2沉淀池中的沉淀底泥输送到精细化滤洗机构40的底泥输入壳45中,底泥沿清洗斜板42流下的过程中,利用清洗喷头471喷射出的高速水流对底泥进行冲洗;

[0104] S4、步骤S3经过冲洗后的底泥从清洗排出壳46中排出,然后利用烘干设备对底泥进行除水处理,将底泥的含水率控制在75%;

[0105] S5、将步骤S4处理后的底泥输送到底泥孔隙化制备机构50的固化制备桶51中,利用曝气输出壳52向底泥中曝入大量的微型气泡并对整个固化制备桶51进行加热升温,温度控制在200℃,对固化制备桶51中的底泥进行干燥固化,得到多孔隙底泥;

[0106] S6、将步骤S5制备的多孔隙底泥破碎成0.5mm的颗粒,并加入相对于多孔隙底泥体积15%比例的沙粒混合均匀,沙粒的粒径为1mm,将混合有沙粒的底泥盛放在生物富集处理机构30的种植容纳壳体31中,在底泥中种植杜鹃和香菜对底泥中的重金属进行富集;

[0107] 将富含水汽的空气从湿度调节接口321中注入,富含水汽的空气透过种植容纳壳体31中的土壤,对土壤进行补充水分,将普通空气通过加压通风接口322注入,空气流经种植容纳壳体31中的土壤起到透气作用;

[0108] 当种植容纳壳体31中的土壤透气性过差时,平衡排气接口323上的泄压阀能够及时将注入的空气泄压排出;

[0109] S7、将植物富集处理后的底泥在室外温度大于25℃的条件下暴晒12天,在暴晒过程中每隔2小时进行翻搅一次,然后利用滤网将底泥中混合的沙粒进行过滤分离。

[0110] 步骤S5向底泥中曝入大量的微型气泡的过程中,开始时保持固化制备桶51中的气压为1.5个标准大气压,在200℃的条件下对固化制备桶51中的底泥进行干燥固化,待固化制备桶51中底泥的含水率降至50%时,调节固化制备桶51中的气压在20s内均匀降低至于外界气压平衡。

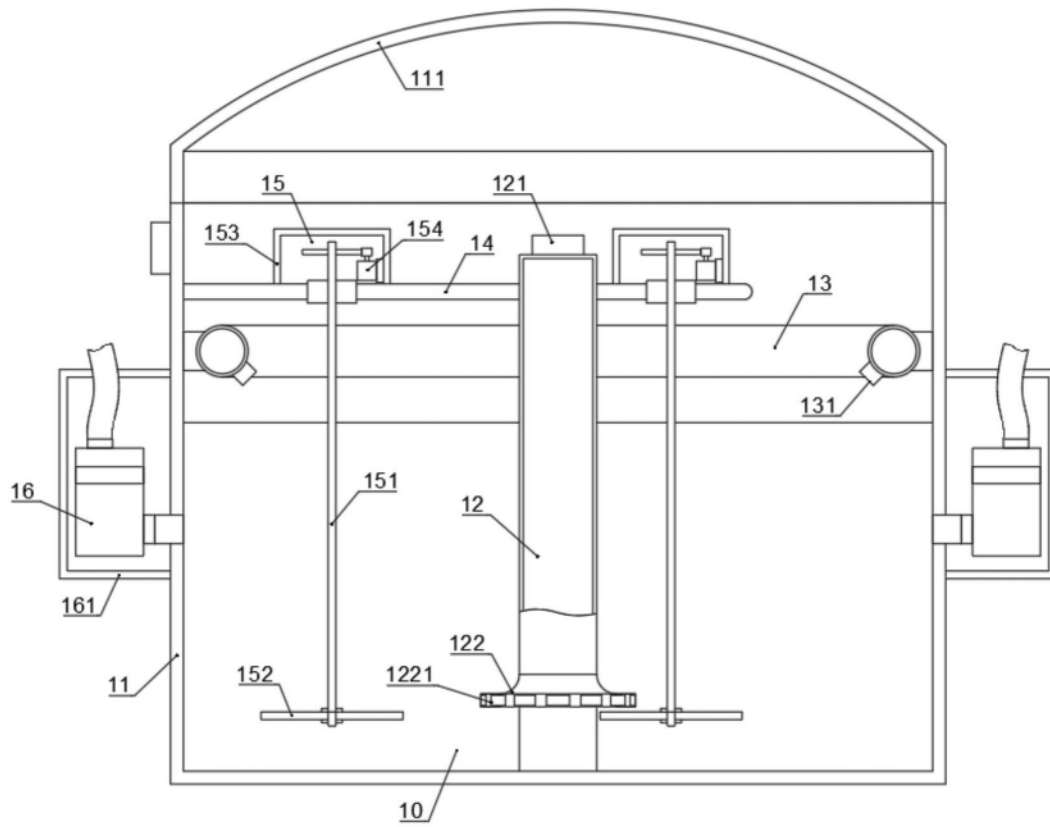


图1

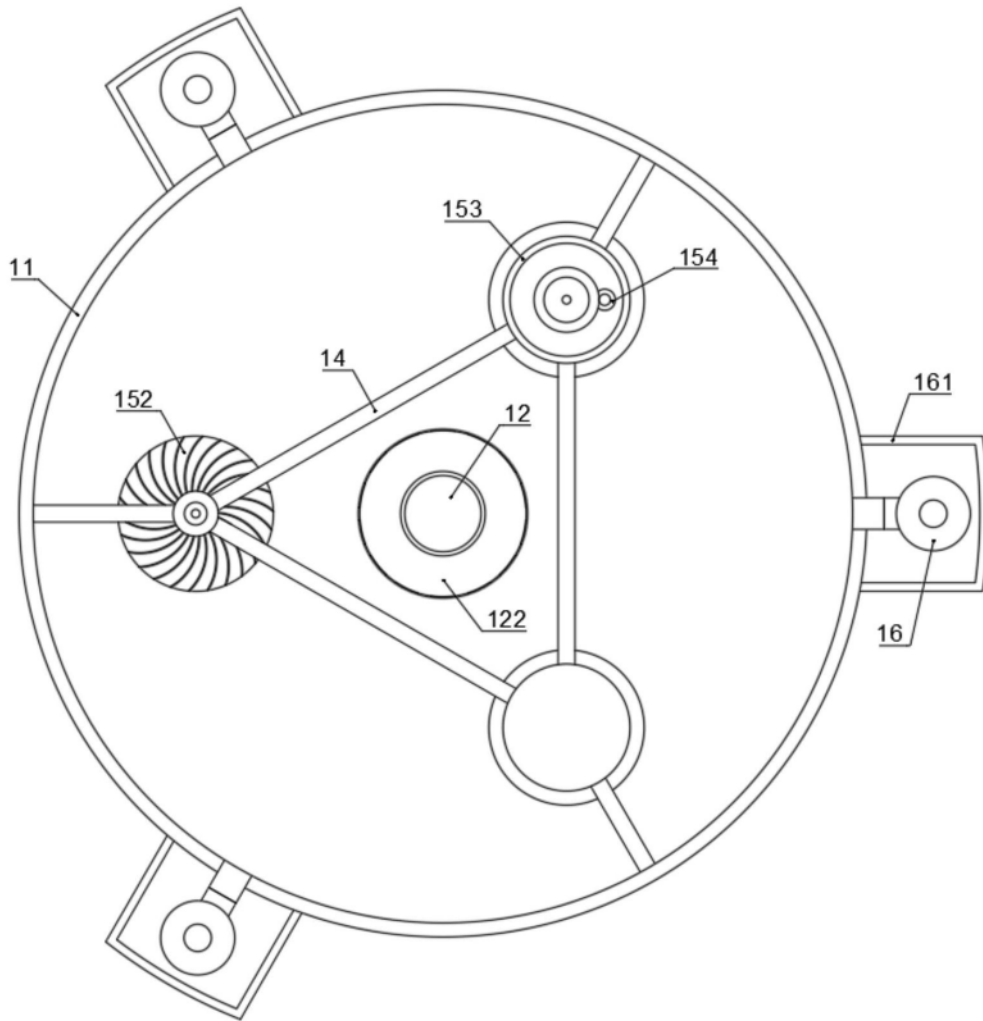


图2

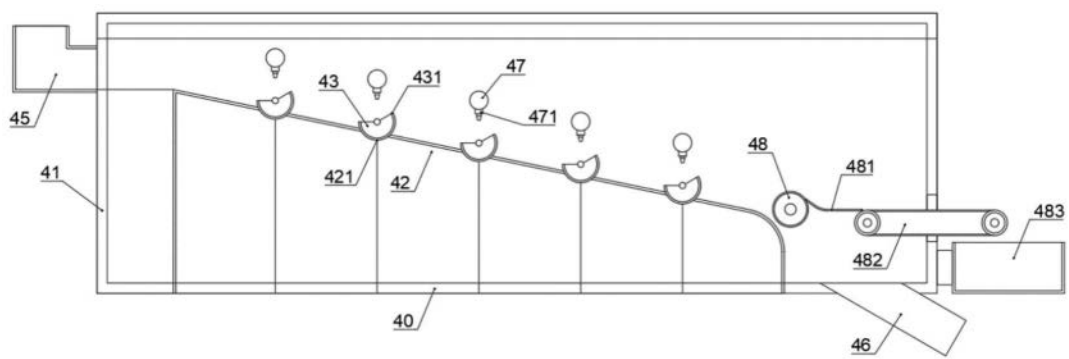


图3

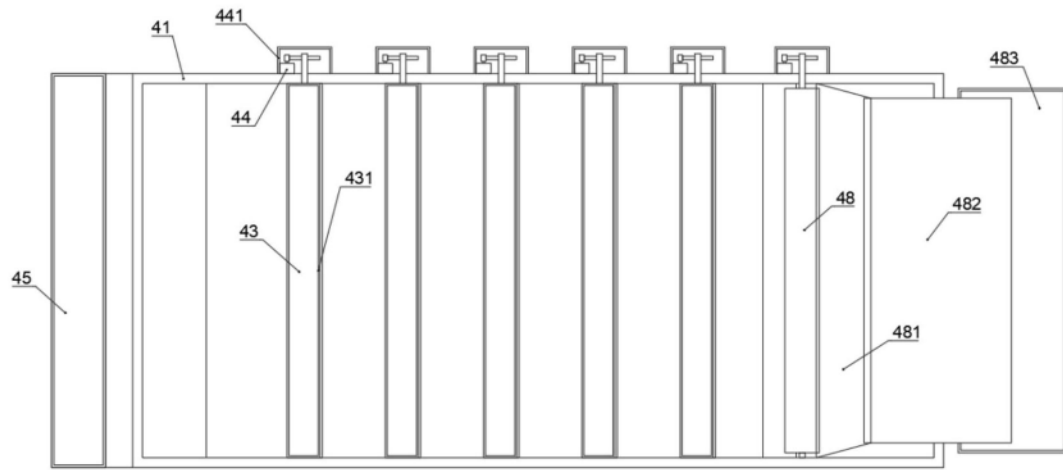


图4

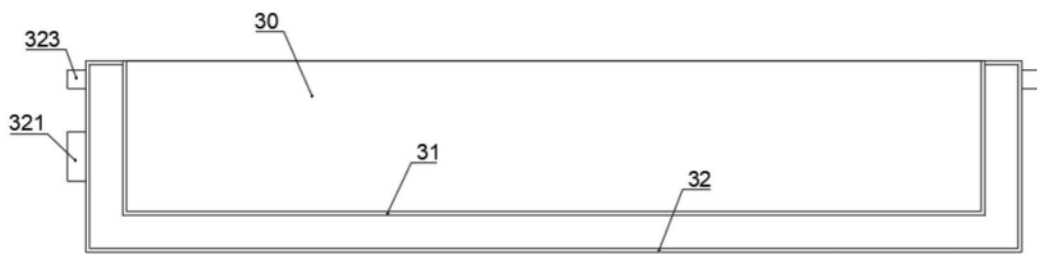


图5

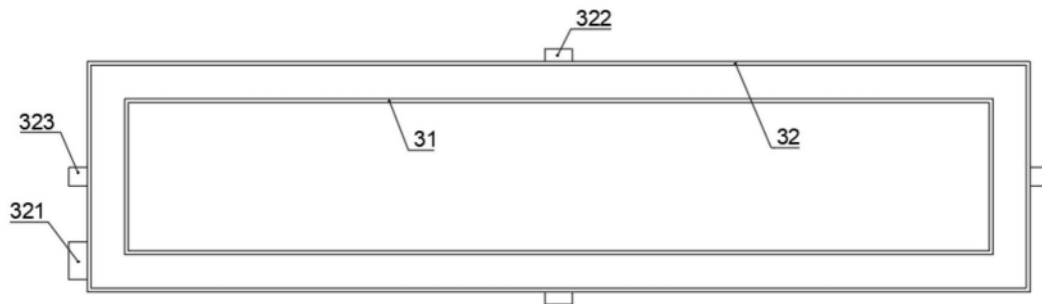


图6

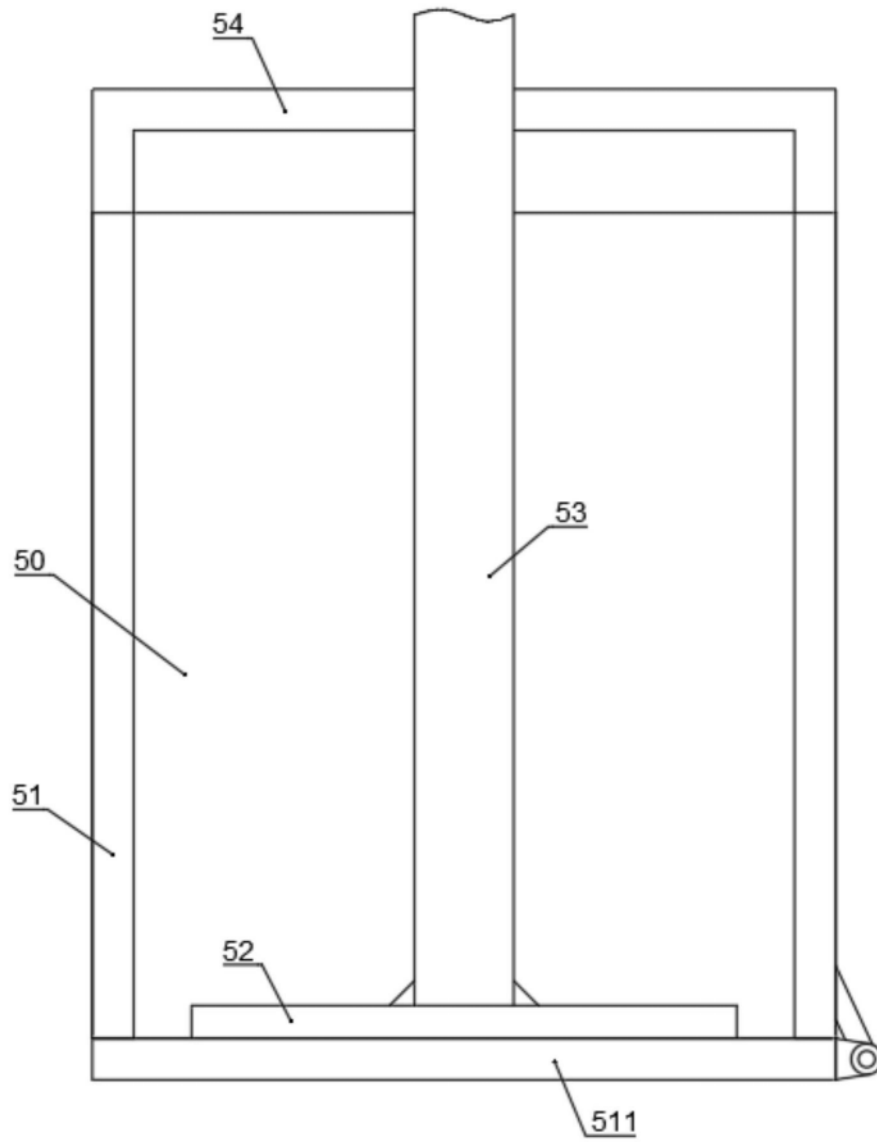


图7

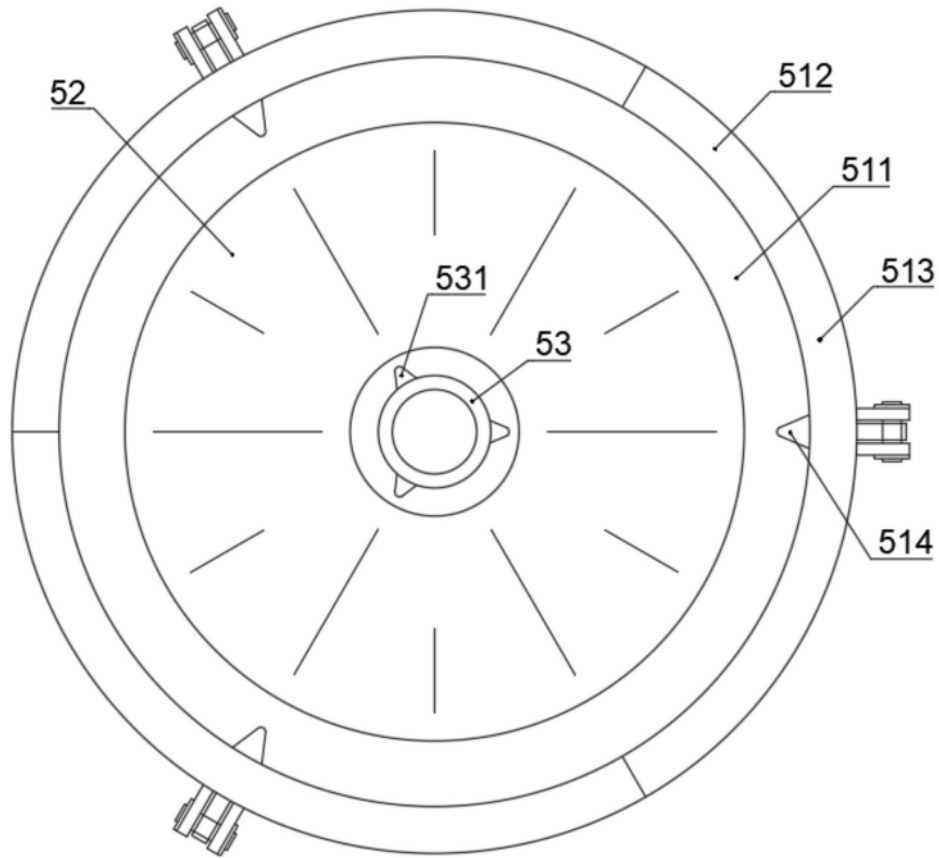


图8