



# (12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 211027497 U

(45)授权公告日 2020.07.17

(21)申请号 201921522249.3

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

(22)申请日 2019.09.12

(73)专利权人 中国电建集团江西省电力建设有限公司

地址 330100 江西省南昌市青云谱广州路69号

(72)发明人 余冰飞 刘青 屈泪 洪平 沈银武

(74)专利代理机构 南昌市平凡知识产权代理事务所 36122

代理人 欧阳沁

(51)Int.Cl.

B09C 1/02(2006.01)

B09C 1/10(2006.01)

C02F 3/32(2006.01)

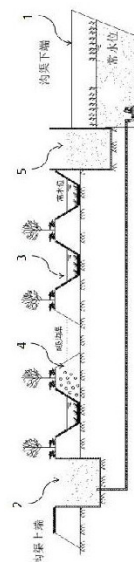
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

## (54)实用新型名称

一种修复污染土壤的生态系统

## (57)摘要

一种修复污染土壤的生态系统,所述生态系统包括塘堰、配水渠、生态沟渠和溢流池;所述塘堰与配水渠相连,配水渠与生态沟渠相连,生态沟渠与溢流池相连,溢流池与塘堰相连;所述生态沟渠两边的土墙作为生态垒埂。所述塘堰包括提升泵、导水管、水下森林和生态浮床;所述配水渠包括配水管和第一沟槽;所述生态沟渠包括填料和沉水植物群;所述生态垒埂包括工程菌种、超富集植物、灌木和草皮;所述溢流池包括溢流管和第二沟槽。本实用新型提供的生态系统,通过一次提升动能,实现污染土壤修复,同时进行周边水体水质提升,降低了污染土壤治理过程污染周边水系的风险、提高了土壤的利用性,具有低成本,操作简单,美化环境等优势。



CN 211027497 U

1. 一种修复污染土壤的生态系统,其特征在于:所述生态系统包括塘堰(1)、配水渠(2)、生态沟渠(3)和溢流池(5);所述塘堰(1)与所述配水渠(2)相连,所述配水渠(2)与所述生态沟渠(3)相连,所述生态沟渠(3)与所述溢流池(5)相连,所述溢流池(5)与所述塘堰(1)相连;所述生态沟渠(3)两边的土墙作为生态垒埂(4);

所述塘堰(1)包括提升泵(101)、导水管(102)、水下森林(103)和生态浮床(104);所述提升泵(101)采用预制混凝土固定于所述塘堰(1)底部,出水口与相同直径的所述导水管(102)连接,所述水下森林(103)布置于所述塘堰(1)水深1-1.5m的水体,所述生态浮床(104)布置于所述塘堰(1)的水体表面;

所述配水渠(2)包括配水管(201)和第一沟槽(202);所述第一沟槽(202)进水端连接所述导水管(102),出水端等距安装配水管(201);

所述生态沟渠(3)包括填料(301)和沉水植物群(302);所述填料(301)布置在所述生态沟渠(3)底部,所述沉水植物群(302)种植在所述填料(301)中;

所述生态垒埂(4)包括工程菌种(401)、超富集植物(402)、灌木(403)和草皮(404);将所述工程菌种(401)与污染土壤混合堆积成梯形垒埂,在所述垒埂上端种植超富集植物(402)和灌木(403),在所述垒埂梯坡上采用草皮护坡形成生态垒埂(4);

所述溢流池(5)包括溢流管(501)和第二沟槽(502);所述第二沟槽(502)进水端连接所述生态沟渠(3),出水端等距安装溢流管(501)。

2. 根据权利要求1所述的一种修复污染土壤的生态系统,其特征在于:所述生态沟渠(3)的数量为两级或两级以上的多级。

3. 根据权利要求1所述的一种修复污染土壤的生态系统,其特征在于:所述生态沟渠(3)为下端宽40-60cm,高为50-70cm,两斜边与水平面夹角为30-60°的倒梯形沟渠。

4. 根据权利要求1所述的一种修复污染土壤的生态系统,其特征在于:所述生态垒埂(4)为上端宽40-60cm,下端宽70-90cm,高为50-70cm的梯形垒埂。

5. 根据权利要求1所述的一种修复污染土壤的生态系统,其特征在于:所述生态浮床(104)的覆盖率为30-50%。

6. 根据权利要求1-5中任意一项权利要求所述的一种修复污染土壤的生态系统,其特征在于:

所述水下森林(103)可以是轮叶黑藻、菹草、苦草和依乐藻中的任意一种或是任意几种的组合;

所述生态浮床(104)由浮基、挺水植物和弹性填料组成;所述挺水植物可以是梭鱼草、千屈菜和美人蕉中的任意一种或是任意几种的组合;所述弹性填料的材质为聚酰胺。

7. 根据权利要求1-5中任意一项权利要求所述的一种修复污染土壤的生态系统,其特征在于:

所述填料(301)为炉渣或沸石,粒径为1-2cm,厚度为5-10cm;

所述沉水植物群(302)可以是矮型苦草和穗花狐尾藻中的任意一种或是两种的组合。

8. 根据权利要求1-5中任意一项权利要求所述的一种修复污染土壤的生态系统,其特征在于:

所述工程菌种(401)可以是硫酸还原菌、酵母菌或大芽孢杆菌中的任意一种或任意几种的组合;

所述超富集植物(402)可以是香根草,蜈蚣草,鳞苔草、车前草或遏蓝菜中的任意一种或任意几种的组合;

所述灌木(403)可以是小叶女贞、大叶黄杨或云南黄馨中的任意一种或任意几种的组合;

所述草皮(404)为结缕草。

## 一种修复污染土壤的生态系统

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及环境治理技术领域,具体涉及一种修复污染土壤的生态系统。

### 背景技术

[0002] 随着工业化进程的不断加快,矿产资源的不合理开采及其冶炼排放、长期的对土壤进行污水灌溉和污泥施用、人为活动引起的大气沉降,呈现出农用土壤因子高于背景值,加上我国土壤污染防治面临的形势很复杂,土壤污染类型多样,呈现新老污染物并存、无机有机复合污染物并存的局面,有机污染导致农作物减产、重金属毒性大、潜伏期长以及能被生物富集的显著特征,也势必通过食物链的累积放大而严重影响人类健康,因此必须对土壤污染的预防和污染土壤修复予以高度重视。

[0003] 土壤污染修复的方法众多,但从根本途径上分类只有两种,一是原位处理,将污染土壤通过焚烧、化学浸提、电解析、热处理、玻璃化技术;二是异位处理,采用客土、异位化学淋洗、热脱附等技术。原位修复方案容易造成土壤二次污染,污染周边水系、降低土壤的可利用性;异位修复方法不仅增加了末端处理麻烦,还造成成本的增加,此两种修复方式,在土壤及水体污染相结合的类型,缺乏适用性。

### 发明内容

[0004] 为解决上述技术问题,本实用新型提供了一种修复污染土壤的生态系统,所述生态系统包括塘堰、配水渠、生态沟渠和溢流池;所述塘堰与所述配水渠相连,所述配水渠与所述生态沟渠相连,所述生态沟渠与所述溢流池相连,所述溢流池与所述塘堰相连;所述生态沟渠两边的土墙作为生态垒埂。

[0005] 其中,所述塘堰包括提升泵、导水管、水下森林和生态浮床;所述提升泵采用预制混凝土固定于所述塘堰底部,出水口与相同直径的所述导水管连接,所述水下森林布置于所述塘堰水深1-1.5m的水体,所述生态浮床布置于所述塘堰的水体表面;

[0006] 所述配水渠包括配水管和第一沟槽;所述第一沟槽进水端连接所述导水管,出水端等距安装配水管;

[0007] 所述生态沟渠包括填料和沉水植物群;所述填料布置在所述生态沟渠底部,所述沉水植物群种植在所述填料中;

[0008] 所述生态垒埂包括工程菌种、超富集植物、灌木和草皮;将所述工程菌种与污染土壤混合堆积成梯形垒埂,在所述垒埂上端种植超富集植物和灌木,在所述垒埂梯坡上采用草皮护坡形成生态垒埂;

[0009] 所述溢流池包括溢流管和第二沟槽;所述第二沟槽进水端连接所述生态沟渠,出水端等距安装溢流管。

[0010] 其中,所述生态沟渠的数量为两级或两级以上的多级。

[0011] 其中,所述生态沟渠为下端宽40-60cm,高为50-70cm,两斜边与水平面夹角为30-60°的倒梯形沟渠。

- [0012] 其中,所述生态垒埂为上端宽40-60cm,下端宽70-90cm,高为50-70cm的梯形垒埂。
- [0013] 其中,所述生态浮床的覆盖率为30-50%。
- [0014] 其中,所述水下森林可以是轮叶黑藻、菹草、苦草和依乐藻中的任意一种或是任意几种的组合;
- [0015] 所述生态浮床由浮基、挺水植物和弹性填料组成;所述挺水植物可以是梭鱼草、千屈菜和美人蕉中的任意一种或是任意几种的组合;所述弹性填料的材质为聚酰胺。
- [0016] 其中,所述填料为炉渣或沸石,粒径为1-2cm,厚度为5-10cm;
- [0017] 所述沉水植物群可以是矮型苦草和穗花狐尾藻中的任意一种或是两种的组合。
- [0018] 其中,所述工程菌种可以是硫酸还原菌、酵母菌或大芽孢杆菌中的任意一种或任意几种的组合;
- [0019] 所述超富集植物可以是香根草,蜈蚣草,鳞苔草、车前草或遏蓝菜中的任意一种或任意几种的组合;
- [0020] 所述灌木可以是小叶女贞、大叶黄杨或云南黄馨任意一种或任意几种的组合;
- [0021] 所述草皮为结缕草。
- [0022] 本实用新型的有益效果:
- [0023] 本实用新型提供的修复污染土壤的生态系统,巧妙的将塘堰、配水渠、生态垒埂、生态沟渠和溢流池串联起来,通过一次提升动能,实现污染土壤修复,同时进行周边水体水质提升,降低了污染土壤治理过程污染周边水系的风险、提高了土壤的可利用性,具有低成本,操作简单,美化环境等优势。
- [0024] 塘堰中的污水泵入上端配水渠均匀配水于生态沟渠,污水将土壤污染物浸出,生态沟渠底部铺设的填料、底部和坡岸种植的水生植物对污水中的污染物进行吸附降解,污水经过多级生态沟渠后回流至塘堰;生态沟渠两边构建的生态垒埂,添加工程菌种、种植超富集植物、灌木同步进行污染物代谢转化,去除土壤有机污染物和重金属污染物;塘堰中构建的水生态系统包含生态浮床、水下森林,生态浮床种植对氮磷具有高效吸收的梭鱼草、千屈菜、美人蕉;水下森林种植对污染物具有高效吸收的轮叶黑藻、菹草、苦草和依乐藻;本实用新型利用提升泵,将生态沟渠流经下来至塘堰的污水泵入上端配水渠,如此往复循环,强化治理效果。

#### 附图说明

- [0025] 为了更清楚地说明本实用新型的技术方案,下面将对实施方式中需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本实用新型的一些实施方式,对应本领域的普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图;
- [0026] 图1为本实用新型实施例提供的修复污染土壤的生态系统结构示意图;
- [0027] 图2为本实用新型实施例提供的修复污染土壤生态系统中塘堰的结构示意图;
- [0028] 图3为本实用新型实施例提供的修复污染土壤生态系统中配水渠的平面结构示意图;
- [0029] 图4为本实用新型实施例提供的修复污染土壤生态系统中生态沟渠的结构示意图;

[0030] 图5为本实用新型实施例提供的修复污染土壤生态系统中生态垒埂的结构示意图;

[0031] 图6为本实用新型实施例提供的修复污染土壤生态系统中溢流池的平面结构示意图;

[0032] 附图中附图标记所对应的名称为:1-塘堰,101-提升泵,102-导水管,103-水下森林,104-生态浮床,2-配水渠,201-配水管,202-第一沟槽,3-生态沟渠,301-填料,302-沉水植物群,4-生态垒埂,401-工程菌种,402-种植超富集植物,403-灌木,404-草皮,5-溢流池,501-溢流管,502-第二沟槽。

### 具体实施方式

[0033] 以下是本实用新型的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本实用新型原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也视为本实用新型的保护范围。

[0034] 实施例1

[0035] 本实用新型提供了一种修复污染土壤的生态系统,如图1-6所示,所述生态系统包括塘堰1、配水渠2、生态沟渠3和溢流池5;所述塘堰1与所述配水渠2相连,所述配水渠2与所述生态沟渠3相连,所述生态沟渠3与所述溢流池5相连,所述溢流池5与所述塘堰1相连;所述生态沟渠3两边的土墙作为生态垒埂4。

[0036] 所述塘堰1包括提升泵101、导水管102、水下森林103和生态浮床104;所述提升泵101采用预制混凝土固定于所述塘堰1底部,出水口与相同直径的所述导水管102连接,所述水下森林103布置于所述塘堰1水深1m的水体,所述生态浮床104布置于所述塘堰1的水体表面;所述配水渠2包括配水管201和第一沟槽202;所述第一沟槽202进水端连接所述导水管102,出水端等距安装四排配水管201;所述生态沟渠3包括填料301和沉水植物群302;所述填料301布置在所述生态沟渠3底部,所述沉水植物群302种植在所述填料301中;所述生态垒埂4包括工程菌种401、超富集植物402、灌木403和草皮404;将所述工程菌种401与污染土壤混合堆积成梯形垒埂,在所述垒埂上端种植超富集植物402和灌木403,在所述垒埂梯坡上采用草皮护坡形成生态垒埂4;所述溢流池5包括溢流管501和第二沟槽502;所述第二沟槽502进水端连接所述生态沟渠3,出水端等距安装四排溢流管501。

[0037] 所述生态沟渠3的数量为十级,每级生态沟渠3为下端宽50cm,高为60cm,两斜边与水平面夹角为45°的倒梯形沟渠;所述生态垒埂4为上端宽50cm,下端宽80cm,高为60cm的梯形垒埂;所述生态浮床104的覆盖率为40%。

[0038] 所述水下森林103由轮叶黑藻、菹草、苦草和依乐藻组成,种植密度为48株/m<sup>2</sup>;所述生态浮床104由HDPE浮基、挺水植物和弹性填料组成,所述挺水植物由梭鱼草、千屈菜和美人蕉组成,所述弹性填料的材质为聚酰胺。所述填料301为炉渣,粒径为1-2cm,厚度为10cm;所述沉水植物群302为矮型苦草,种植密度为64株/m<sup>2</sup>;所述工程菌种401由硫酸还原菌和酵母菌组成,与土壤搅拌配比为25kg/m<sup>3</sup>;所述超富集植物402由香根草,车前草和遏蓝菜组成;所述灌木403为小叶女贞、大叶黄杨和云南黄馨;所述草皮404为结缕草。

[0039] 利用本实用新型实施例1提供的生态系统修复污染土壤的方法,包括以下步骤:

[0040] S1、所述塘堰1蓄满浸出土壤的污水,通过水下森林103和生态浮床104构成的水生

态系统对污水中的有机物和氮、磷进行降解；

[0041] S2、步骤S1处理后的污水经提升泵101泵入导水管102提升至所述配水渠2，再通过配水管201均匀布水至所述生态沟渠3；一方面利用所述生态沟渠3底部铺设的填料301和沉水植物群302对污水中的污染物进行吸附降解；另一方面利用利用所述生态沟渠3两边设置的生态垒埂4代谢降解土壤中有机物，吸附固化重金属，并吸收污水中的富营养化物质；

[0042] S3、步骤S2处理后的污水经过十级所述生态沟渠3降解后流入所述溢流池5，将污水中的泥沙沉淀后回流至所述塘堰1，如此往复循环。

[0043] 实施例2

[0044] 本实用新型提供了一种修复污染土壤的生态系统，如图1-6所示，所述生态系统包括塘堰1、配水渠2、生态沟渠3和溢流池5；所述塘堰1与所述配水渠2相连，所述配水渠2与所述生态沟渠3相连，所述生态沟渠3与所述溢流池5相连，所述溢流池5与所述塘堰1相连；所述生态沟渠3两边的土墙作为生态垒埂4。

[0045] 所述塘堰1包括提升泵101、导水管102、水下森林103和生态浮床104；所述提升泵101采用预制混凝土固定于所述塘堰1底部，出水口与相同直径的所述导水管102连接，所述水下森林103布置于所述塘堰1水深1.5m的水体，所述生态浮床104布置于所述塘堰1的水体表面；所述配水渠2包括配水管201和第一沟槽202；所述第一沟槽202进水端连接所述导水管102，出水端等距安装四排配水管201；所述生态沟渠3包括填料301和沉水植物群302；所述填料301布置在所述生态沟渠3底部，所述沉水植物群302种植在所述填料301中；所述生态垒埂4包括工程菌种401、超富集植物402、灌木403和草皮404；将所述工程菌种401与污染土壤混合堆积成梯形垒埂，在所述垒埂上端种植超富集植物402和灌木403，在所述垒埂梯坡上采用草皮护坡形成生态垒埂4；所述溢流池5包括溢流管501和第二沟槽502；所述第二沟槽502进水端连接所述生态沟渠3，出水端等距安装四排溢流管501。

[0046] 所述生态沟渠3的数量为六级，每级生态沟渠3为下端宽40cm，高为50cm，两斜边与水平面夹角为35°的倒梯形沟渠；所述生态垒埂4为上端宽40cm，下端宽70cm，高为50cm的梯形垒埂；所述生态浮床104的覆盖率为45%。

[0047] 所述水下森林103为轮叶黑藻，种植密度为35株/m<sup>2</sup>；所述生态浮床104由HDPE浮基、挺水植物和弹性填料组成，所述挺水植物由梭鱼草和千屈菜组成，所述弹性填料的材质为聚酰胺。所述填料301为炉渣，粒径为1-2cm，厚度为5cm；所述沉水植物群302为穗花狐尾藻，种植密度为64株/m<sup>2</sup>；所述工程菌种401为大芽孢杆菌，与土壤搅拌配比为30kg/m<sup>3</sup>；所述超富集植物402由蜈蚣草、鳞苔草和车前草组成；所述灌木403为大叶黄杨和云南黄馨；所述草皮404为结缕草。

[0048] 利用本实用新型实施例2提供的生态系统修复污染土壤的方法，包括以下步骤：

[0049] S1、所述塘堰1蓄满浸出土壤的污水，通过水下森林103和生态浮床104构成的水生生态系统对污水中的有机物和氮、磷进行降解；

[0050] S2、步骤S1处理后的污水经提升泵101泵入导水管102提升至所述配水渠2，再通过配水管201均匀布水至所述生态沟渠3；一方面利用所述生态沟渠3底部铺设的填料301和沉水植物群302对污水中的污染物进行吸附降解；另一方面利用利用所述生态沟渠3两边设置的生态垒埂4代谢降解土壤中有机物，吸附固化重金属，并吸收污水中的富营养化物质；

[0051] S3、步骤S2处理后的污水经过六级所述生态沟渠3降解后流入所述溢流池5，将污

水中的泥沙沉淀后回流至所述塘堰1,如此往复循环。

#### [0052] 实施例3

[0053] 本实用新型提供了一种修复污染土壤的生态系统,如图1-6所示,所述生态系统包括塘堰1、配水渠2、生态沟渠3和溢流池5;所述塘堰1与所述配水渠2相连,所述配水渠2与所述生态沟渠3相连,所述生态沟渠3与所述溢流池5相连,所述溢流池5与所述塘堰1相连;所述生态沟渠3两边的土墙作为生态垒埂4。

[0054] 所述塘堰1包括提升泵101、导水管102、水下森林103和生态浮床104;所述提升泵101采用预制混凝土固定于所述塘堰1底部,出水口与相同直径的所述导水管102连接,所述水下森林103布置于所述塘堰1水深1.2m的水体,所述生态浮床104布置于所述塘堰1的水体表面;所述配水渠2包括配水管201和第一沟槽202;所述第一沟槽202进水端连接所述导水管102,出水端等距安装四排配水管201;所述生态沟渠3包括填料301和沉水植物群302;所述填料301布置在所述生态沟渠3底部,所述沉水植物群302种植在所述填料301中;所述生态垒埂4包括工程菌种401、超富集植物402、灌木403和草皮404;将所述工程菌种401与污染土壤混合堆积成梯形垒埂,在所述垒埂上端种植超富集植物402和灌木403,在所述垒埂梯坡上采用草皮护坡形成生态垒埂4;所述溢流池5包括溢流管501和第二沟槽502;所述第二沟槽502进水端连接所述生态沟渠3,出水端等距安装四排溢流管501。

[0055] 所述生态沟渠3的数量为十五级,每级生态沟渠3为下端宽60cm,高为70cm,两斜边与水平面夹角为 $50^{\circ}$ 的倒梯形沟渠;所述生态垒埂4为上端宽60cm,下端宽90cm,高为70cm的梯形垒埂;所述生态浮床104的覆盖率为50%。

[0056] 所述水下森林103由轮叶菹草、苦草和依乐藻组成,种植密度为 $60\text{株}/\text{m}^2$ ;所述生态浮床104由HDPE浮基、挺水植物和弹性填料组成,所述挺水植物由千屈菜和美人蕉组成,所述弹性填料的材质为聚酰胺。所述填料301为炉渣,粒径为1-2cm,厚度为8cm;所述沉水植物群302由矮型苦草和穗花狐尾藻组成,种植密度为 $64\text{株}/\text{m}^2$ ;所述工程菌种401为酵母菌,与土壤搅拌配比为 $28\text{kg}/\text{m}^3$ ;所述超富集植物402为车前草;所述灌木403为小叶女贞;所述草皮404为结缕草。

[0057] 利用本实用新型实施例3提供的生态系统修复污染土壤的方法,包括以下步骤:

[0058] S1、所述塘堰1蓄满浸出土壤的污水,通过水下森林103和生态浮床104构成的水生生态系统对污水中的有机物和氮、磷进行降解;

[0059] S2、步骤S1处理后的污水经提升泵101泵入导水管102提升至所述配水渠2,再通过配水管201均匀布水至所述生态沟渠3;一方面利用所述生态沟渠3底部铺设的填料301和沉水植物群302对污水中的污染物进行吸附降解;另一方面利用利用所述生态沟渠3两边设置的生态垒埂4代谢降解土壤中有机物,吸附固化重金属,并吸收污水中的富营养化物质;

[0060] S3、步骤S2处理后的污水经过十五级所述生态沟渠3降解后流入所述溢流池5,将污水中的泥沙沉淀后回流至所述塘堰1,如此往复循环。

[0061] 以上实施例仅表达了本实用新型的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但不能因此而理解为对本实用新型专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本实用新型构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都是属于本实用新型的保护范围。因此,本实用新型专利的保护范围应以所附权利要求为准。



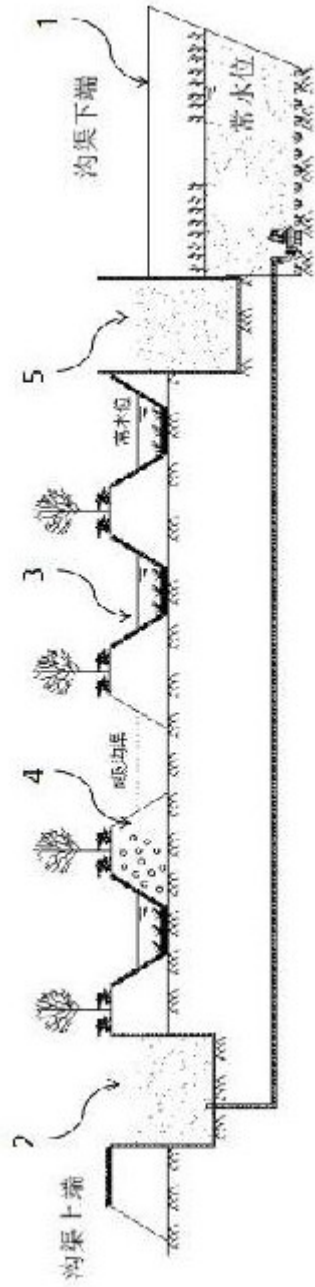


图1

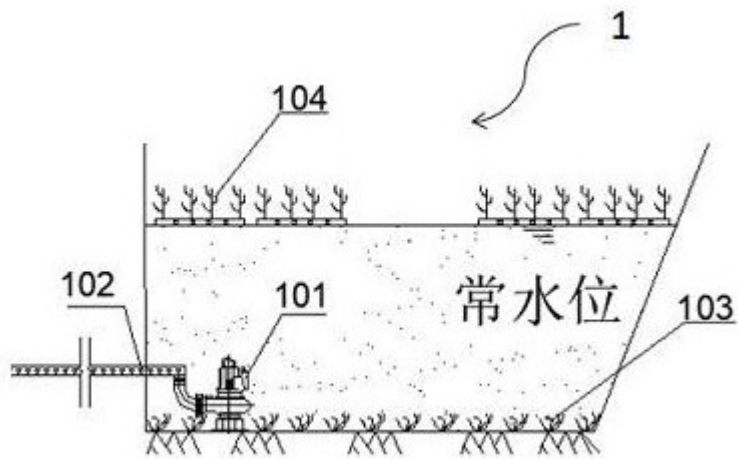


图2

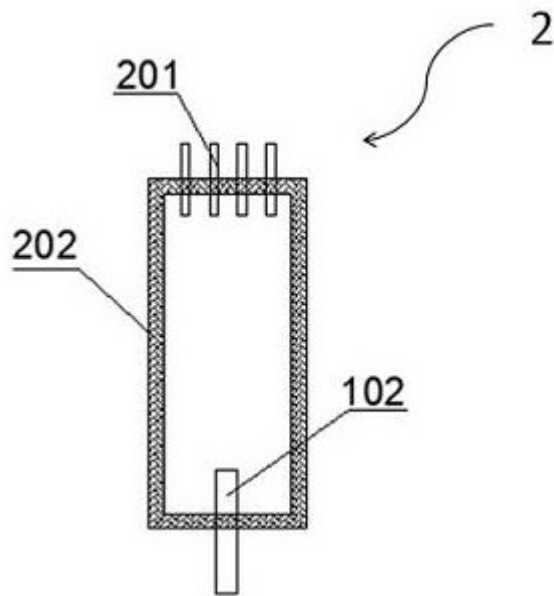


图3

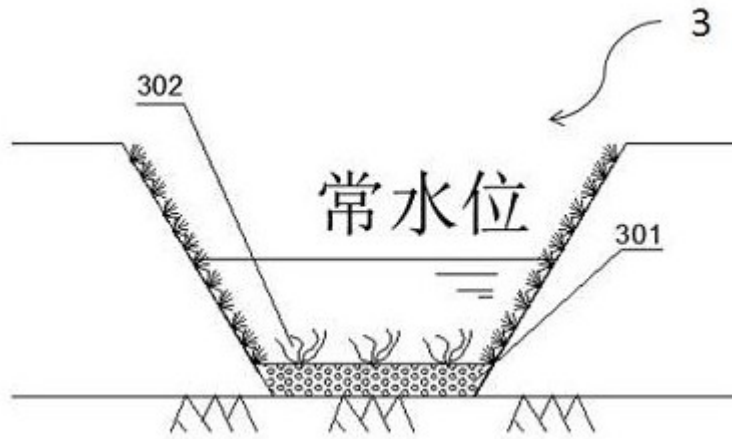


图4

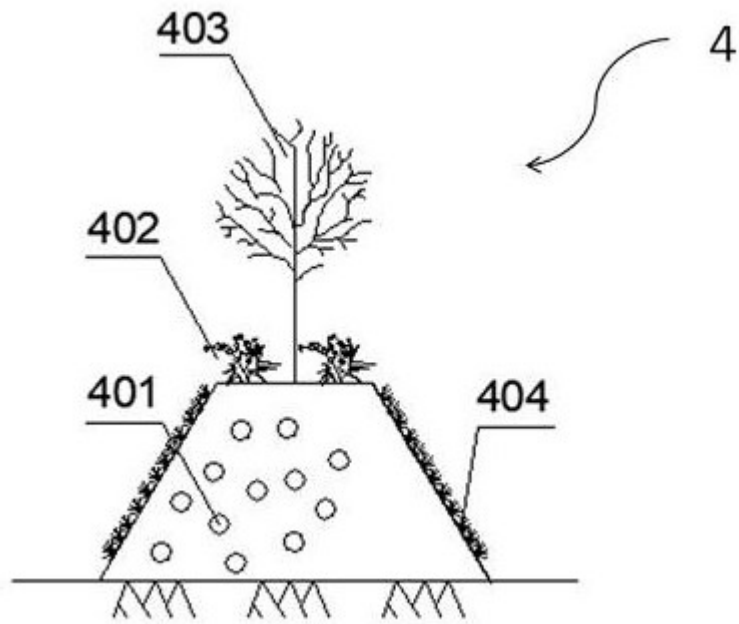


图5

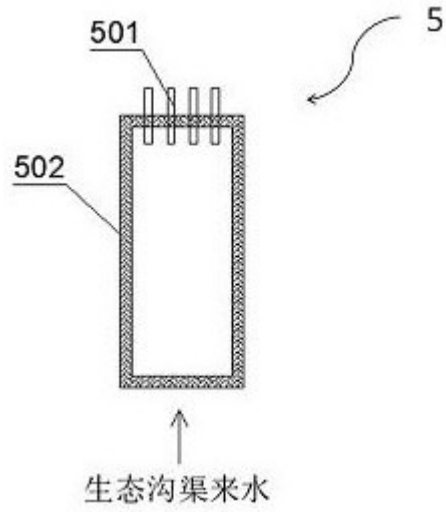


图6