(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 113998845 A
(43)申请公布日 2022.02.01

(21)申请号 202111469941.6

(22)申请日 2021.12.03

(71)申请人 温州大学
地址 325000 浙江省温州市温州高教园区(瓯海区茶山镇)
申请人 叁水生态科技(江苏)有限公司

(72)发明人 郑向勇 林晓静 辛锡光 李湘俞 赵金山 吴苏清 范春贞 王芝权 贝克 金展 赵敏 孔海南

(74)专利代理机构 温州共信知识产权代理有限公司 33284
代理人 傅敏华

(51)Int.Cl.
C02F 9/14(2006.01)
C02F 1/00(2006.01)
C02F 1/461(2006.01)
C02F 3/30(2006.01)
C02F 3/32(2006.01)
C02F 7/00(2006.01)
C02F 101/10(2006.01)
C02F 101/16(2006.01)
C02F 101/30(2006.01)

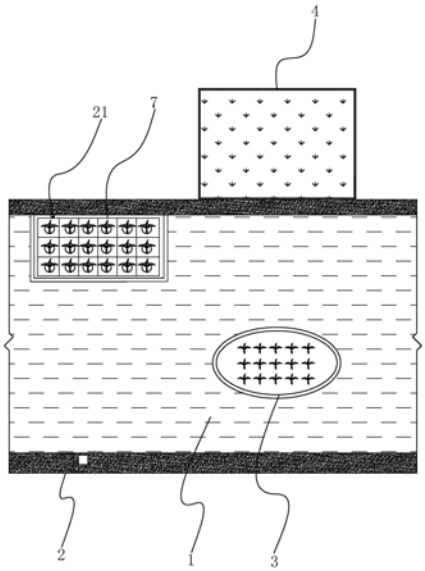
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

(54)发明名称

一种水体生态修复系统

(57)摘要

本发明涉及一种水体生态修复系统，包括生态净化单元、生态过滤单元、水质传感组件、电磁阀系统以及总控制系统，生态净化单元包括由可透水围隔A在水体内围出的处理区域A以及沉水植物，围隔A上设进水管a与出水管a；生态过滤单元包括依次导通的配水井、接触氧化区域I、接触氧化区域II、电化学除磷区域以及沉淀区域，接触氧化区域I设有填料I与曝气盘I，接触氧化区域II设有过滤层、草皮，在接触氧化区域I与接触氧化区域II分别铺设曝气支管，各曝气支管的进气口汇总于曝气总管上，电化学除磷区域内设置至少一组正负电极组；生态净化单元与生态过滤单元经交换管组a实现水体交换。采用多个单元区块来修复水体，高效处理污水。



CN 113998845 A

1.一种水体生态修复系统，其中水体两侧设有水岸、底部具有底泥，其特征在于，所述的水体生态修复系统包括生态净化单元、生态过滤单元、水质传感组件、电磁阀系统以及总控制系统，

生态净化单元，包括由可透水围隔A在水体内围出的处理区域A以及种植在该区域底部的沉水植物，所述的围隔A上装设可供外部水体进入区域内的进水管a以及将处理水排出至外部水体中的出水管a；

生态过滤单元，包括位于水岸上，并且依次导通的配水井、接触氧化区域I、接触氧化区域II、电化学除磷区域以及沉淀区域，所述的接触氧化区域I设置有填料I以及位于所述填料I下方的曝气盘I，所述的接触氧化区域II设置有过滤层、铺设于所述过滤层上的草皮，过滤层具有若干过滤孔，在接触氧化区域I与接触氧化区域II分别铺设曝气支管，各曝气支管的进气口汇总于曝气总管上，曝气总管连接风机，所述的电化学除磷区域内设置至少一组正负电极组，其中，正电极件可采用铁或铝制成，负电级件可采用铝、铜或惰性电极材料制成，所述配水井接有可供水岸内侧的水体进入的进水管c，所述沉水区域接有将处理后的水排出至水体中的出水管c；

所述生态净化单元与所述生态过滤单元经交换管组a实现水体交换，所述的交换管组a包括有连接在出水管a上的输水管a以及连接在进水管a上的回流管a，所述输水管a的出水端与进水管c连接，所述回流管a的进水端与出水管c连接，

所述风机、正负电极组受总控制系统控制，电磁阀系统也受总控制系统控制，可驱动水岸内水体进入生态净化单元和/或生态过滤单元处理，还可驱动生态净化单元的处理水与生态过滤单元的处理水进行交换；

所述的水质传感组件用于探测处理区域A和沉淀区域的水质状况，并传输给总控制系统分析处理，在水质条件达到设定值时，所述的总控制系统可控制电磁阀系统工作，使得处理区域A和沉淀区域中的处理水体排至外部水体中。

2.根据权利要求1所述的一种水体生态修复系统，其特征在于：水岸上装设污水排放管，所述水体生态修复系统还包括：生态拦截单元，

生态拦截单元，包括由可透水围隔B在水体内围出的处理区域B、位于该区域的曝气盘II、填料II、种植浮床以及种植在所述浮床上的挺水植物，所述污水排放管通入处理区域B中，所述的围隔B上装设可供外部水体进入区域内的进水管b以及将处理后的水排出至外部水体中的出水管b，

所述生态拦截单元与所述生态过滤单元经交换管组b实现水体交换，所述的交换管组b包括有连接在出水管b上的输水管b以及连接在进水管b上的回流管b，所述输水管b的出水端与进水管c或输水管a连接，所述回流管b的进水端与回流管a或出水管c连接，所述电磁阀系统可控制沉淀区域中的处理水排至外部水体中、经回流管a流入生态净化单元的处理区域A中或经回流管b流入生态拦截单元的处理区域B中。

3.根据权利要求2所述的一种水体生态修复系统，其特征在于：所述出水管a上还接有输水管d，输水管d的出水端连接进水管b或回流管b，所述的电磁阀系统可控制生态净化单元的处理水排至外部水体中、经输水管a流入生态过滤单元的配水井中或经输水管d流入生态拦截单元的处理区域B中。

4.根据权利要求2或3所述的水体生态修复系统，其特征在于：填料I为悬挂填料，过滤

层为砾石、沸石、贝壳和陶粒中的一种或多种铺设而成。

5.根据权利要求4所述的水体生态修复系统，其特征在于：过滤层的孔隙率为30~40%。

6.根据权利要求2或3所述的水体生态修复系统，其特征在于：接触氧化区域II内排列有多个隔水板，相邻隔水板错开设置。

7.根据权利要求1或2或3所述的一种水体生态修复系统，其特征在于：曝气盘表面间隔布有若干排曝气区，每排曝气区上均设有若干曝气头，曝气盘内部具有气室，并且侧边具有气管接口。

8.根据权利要求7所述的一种水体生态修复系统，其特征在于：相邻曝气区间隔0.8-1.2m，曝气时长为8-14h，曝气间隙为8-14h。

9.根据权利要求3所述的一种水体生态修复系统，其特征在于：所述填料II占处理区域B容积的50~80%，填料II可以为悬挂式填料，并挂设在所述种植浮床上。

10.根据权利要求1或2或3所述的水体生态修复系统，所述围隔A底部具有若干网孔，沉水植物根系穿过网孔，并插入水体的底泥内。

一种水体生态修复系统

技术领域

[0001] 本发明涉及环境工程领域,特别是指一种水体生态修复系统。

背景技术

[0002] 近年来随着我国经济高速发展,城市化的进程加速使得我国的河流污染日益严重。对于一些不发达地区,河流是作为饮用水以及其家庭、农耕、工业等用水的主要水源,如果受到严重污染,对于人类的身心健康和河流自身的生态系统造成严重破坏;城市的发展也离不开河流生态系统的平衡,生态系统良好的河流可以为居民提供良好的居住环境和丰富城市景观。

[0003] 对于河流、湖泊等地表水体修复,目前较为先进和科学的理念是生态治水,就具体的技术发展趋势来看,人工湿地技术是近十几年来国内外开发并已成功地用于治理受污染水体修复的新技术,也是生态修复技术发展的重要趋势。而由于目前在国内大多采用单一的人工湿地技术对受污染的河道水进行治理,造成水质净化单元难以处理高污染负荷的污染水,对水体中总磷、COD去除率低。

发明内容

[0004] 本发明的目的:为了克服现有技术的缺陷,本发明提供了一种水体生态修复系统,采用多个单元区块来修复水体,利用河流自身的水净化处理后作为合格水源在内部进行生态调水,可针对不同污染情况对应处理,高效处理污水。

[0005] 本发明的技术方案:一种水体生态修复系统,其中水体两侧设有水岸、底部具有底泥,所述的水体生态修复系统包括生态净化单元、生态过滤单元、水质传感组件、电磁阀系统以及总控制系统,生态净化单元,包括由可透水围隔A在水体内围出的处理区域A以及种植在该区域底部的沉水植物,所述的围隔A上装设可供外部水体进入区域内的进水管a以及将处理水排出至外部水体中的出水管a;生态过滤单元,包括位于水岸上,并且依次导通的配水井、接触氧化区域I、接触氧化区域II、电化学除磷区域以及沉淀区域,所述的接触氧化区域I设置有填料I以及位于所述填料I下方的曝气盘I,所述的接触氧化区域II设置有过滤层、铺设于所述过滤层上的草皮,过滤层具有若干过滤孔,在接触氧化区域I与接触氧化区域II分别铺设曝气支管,各曝气支管的进气口汇总于曝气总管上,曝气总管连接风机,所述的电化学除磷区域内设置至少一组正负电极组,其中,正电极件可采用铁或铝制成,负电级件可采用铝、铜或惰性电极材料制成,所述配水井接有可供水岸内侧的水体进入的进水管c,所述沉水区域接有将处理后的水排出至水体中的出水管c;所述生态净化单元与所述生态过滤单元经交换管组a实现水体交换,所述的交换管组a包括有连接在出水管a上的输水管a以及连接在进水管a上的回流管a,所述输水管a的出水端与进水管c连接,所述回流管a的进水端与出水管c连接,所述风机、正负电极组受总控制系统控制,电磁阀系统也受总控制系统控制,可驱动水岸内水体进入生态净化单元和/或生态过滤单元处理,还可驱动生态净化单元的处理水与生态过滤单元的处理水进行交换;所述的水质传感组件用于探测处理

区域A和沉淀区域的水质状况，并传输给总控制系统分析处理，在水质条件达到设定值时，所述的总控制系统可控制电磁阀系统工作，使得处理区域A和沉淀区域中的处理水体排至外部水体中。

[0006] 优选的，水岸上装设污水排放管，所述水体生态修复系统还包括：生态拦截单元，生态拦截单元，包括由可透水围隔B在水体内围出的处理区域B、位于该区域的曝气盘II、填料II、种植浮床以及种植在所述浮床上的挺水植物，所述污水排放管通入处理区域B中，所述的围隔B上装设可供外部水体进入区域内的进水管b以及将处理后的水排出至外部水体中的出水管b，所述生态拦截单元与所述生态过滤单元经交换管组b实现水体交换，所述的交换管组b包括有连接在出水管b上的输水管b以及连接在进水管b上的回流管b，所述输水管b的出水端与进水管c或输水管a连接，所述回流管b的进水端与回流管a或出水管c连接，所述电磁阀系统可控制沉淀区域中的处理水排至外部水体中、经回流管a流入生态净化单元的处理区域A中或经回流管b流入生态拦截单元的处理区域B中。

[0007] 优选的，所述出水管a上还接有输水管d，输水管d的出水端连接进水管b或回流管b，所述的电磁阀系统可控制生态净化单元的处理水排至外部水体中、经输水管a流入生态过滤单元的配水井中或经输水管d流入生态拦截单元的处理区域B中。

[0008] 本发明具有以下有益效果：

生态净化单元中，通过围隔A固定在水体底泥中，在水体内围成处理区域A，沉水植物的根系插入底泥内，外部水体通过进水管a进入该处理区域A内，区域内的沉水植物在生长过程中吸收水中的氮、磷，控制水体发生富营养化，沉水植物的通气组织发达，可以分泌大量氧气进行气体交换提高水体溶解氧，维持区域内水体的清水稳态；

生态过滤单元中，通过接触氧化区域I的填料I表面生成生物膜，水中的有机物与生物膜接触被微生物分解并且吸收，生物膜表面和内部存在好氧和厌氧区域可进行硝化反硝化作用去除氮，曝气盘放置在填料I底部，向水体提供大量溶解氧提高有机物的去除率，通过接触氧化区域II的过滤层可截留水中的大部分悬浮物，降低水的浊度，草皮的植物植物根系形成生物膜去除水中N、P，电化学除磷区域通过电解使得水中的磷酸盐与阳极金属离子反应生成不溶于水沉淀，同时，在阴极产生的氢气在污水中会产生气浮效应，使污水中的颗粒物漂浮到表面，流入到沉淀区域后，逐渐凝聚成大的颗粒物后，进而下沉至区域底部，提高SS去除效果，沉淀物可人工去除。

[0009] 生态拦截单元，收集由污水排放管排放的高浓度生活污水与雨水，有效拦截处理排放初期的雨水、混流污水，当无排放污水时，可以处理水体中的水，浮床上种植的挺水植物II根系发达，根系可形成生物膜，吸收水中的有机物、氮磷等物质，并且根部可以向水体供给溶解氧，有利于好氧微生物的生长，浮床下放置的填料II表面生成生物膜，可对有机物和氮、磷进行降解和吸收，曝气盘分布在处理区域B底部，向水体提供大量溶解氧提高有机物的去除率，对污水进行强化处理，降低污水直接排入自然水体中后续处理负荷；

同时通过可透水围隔隔离，实现区域的相对封闭，区域内的局部水先得到净化，并通过先得到净化的水交换带动周边水体净化。

[0010] 总控制系统可以根据具体的水质情况，通过电磁阀系统控制，使外部水体中进入生态净化单元的处理区域A中净化处理，在水质感应器感应到水质合格时，通过电磁阀系统控制将区域的处理水排放至外部水体中实现自动化生态调水；当水质不符合时，继续根据

水质情况，通过电磁阀系统控制将区域的处理水排放至生态过滤单元或生态拦截单元进行二次处理，生态过滤单元的处理水可回流至生态净化单元，也可流至生态拦截单元进行三次处理，通过电磁阀系统控制将生态拦截单元的处理区域B中的处理水直接排放至外部水体中或生态过滤单元再次处理，而在检测到生态净化单元的处理水不需进一步处理时，可通过总控制系统控制，使得水体直接进入生态过滤单元中处理，当然在污水排放管不排放污水时，还可使得水体直接进入生态拦截单元中处理。

[0011] 总控制系统可控制生态净化单元与周围水体的交换水量与交换频率，生态净化单元与生态过滤单元或生态拦截单元进行水交换以及交换水量频率等参数，风机风量的大小、电化学除磷电流的大小等参数。

[0012] 本发明的进一步设置，填料I为悬挂填料，过滤层为砾石、沸石、贝壳和陶粒中的一种或多种铺设而成。

[0013] 优选的，过滤层的孔隙率为30~40%。

[0014] 采用上述再更进一步设置，接触氧化区域I使用了悬挂填料，池体空隙大，利用悬挂填料的生物膜对N、P、有机物等进行去除，后续进入接触氧化区域II，过滤层采用砾石、沸石等，孔隙小，利于去除SS或颗粒杂质。

[0015] 本发明的进一步设置，接触氧化区域II内排列有多个隔水板，相邻隔水板错开设置。

[0016] 采用上述再更进一步设置，相邻隔水板错开，可使得水体曲折流动，减缓流速和延长水力停留时间，阻隔效果好。

[0017] 本发明的进一步设置，曝气盘表面间隔布有若干排曝气区，每排曝气区上均设有若干曝气头，曝气盘内部具有气室，并且侧边具有气管接口。

[0018] 优选的，相邻曝气区间隔0.8-1.2m，曝气时长为8-14h，曝气间隙为8-14h。

[0019] 采用上述再更进一步设置，曝气盘结构简单，曝气效果好。

[0020] 本发明的进一步设置，所述填料II占处理区域B容积的50~80%，填料II可以为悬挂式填料，并挂设在所述种植浮床上。

[0021] 采用上述再更进一步设置，填料II挂设在浮床上，装设方便，且处理区域B空隙大，利用悬挂填料的生物膜对N、P、有机物等进行去除，

本发明的进一步设置，所述围隔A底部具有若干网孔，沉水植物根系穿过网孔，并插入水体的底泥内。

[0022] 采用上述再更进一步设置，沉水植物种植方便，随围隔A一同下沉至水体底部。

附图说明

[0023] 图1为本发明具体实施例的结构图；

图2为本发明具体实施例中各单元的管路连接结构图；

图3为本发明具体实施例中生态净化单元的内部结构图；

图4为本发明具体实施例中生态过滤单元中曝气管路的排布图；

图5为图4中A-A的剖面图；

图6为本发明具体实施例中生态过滤单元的内部结构图；

图7为本发明具体实施例中生态拦截单元的内部结构图。

具体实施方式

[0024] 下面将结合附图，对本实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明的一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0025] 需要说明，在本发明中如涉及“A”、“B”、“I”、“II”等的描述仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示其相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。在本发明的描述中，“若干”的含义是至少两个，例如两个，三个等，除非另有明确具体的限定。

[0026] 如图1-7所示，本发明的一种水体生态修复系统，其中水体1两侧设有水岸2、底部具有底泥，所述的水体生态修复系统包括生态净化单元3、生态过滤单元4、水质传感组件、电磁阀系统以及总控制系统，生态净化单元3，包括由可透水围隔A 31在水体内围出的处理区域A 32以及种植在该区域底部的沉水植物33，沉水植物33为苦草、金鱼藻、狐尾藻、黑藻中的一种或多种，所述的围隔A 31上装设可供外部水体1进入区域内的进水管a 51以及将处理后的水排出至外部水体1中的出水管a 52；生态过滤单元4，包括位于水岸2上，并且依次导通的配水井41、接触氧化区域I 42、接触氧化区域II 43、电化学除磷区域44以及沉淀区域45，所述的接触氧化区域I 42设置有填料I 421以及位于所述填料I 421下方的曝气盘I 422，填料I 421为挂膜填料，也可以是球形填料，所述的接触氧化区域II 43设置有过滤层431、位于所述过滤层431上的无纺布、铺设于所述无纺布上的种植土层432以及种植在所述土层上的草皮433，过滤层431具有若干过滤孔，过滤层431为砾石、沸石、贝壳和陶粒中的一种或多种铺设而成，过滤层431的孔隙率为30~40%，接触氧化区域II 43内排列有多个隔水板434，相邻隔水板错开设置，在接触氧化区域I 42与接触氧化区域II 43分别铺设曝气支管46，各曝气支管46的进气口汇总于曝气总管47上，曝气总管47连接风机，所述的电化学除磷区域44内设置至少一组正负电极组，其中，正电极件441可采用铁或铝制成，负电级件442可采用铝、铜或惰性电极材料制成，所述配水井41接有可供水岸2内侧的水体1进入的进水管c 411，所述沉水区域45接有将处理后的水排出至水体1中的出水管c 451；所述生态净化单元3与所述生态过滤单元4经交换管组a实现水体交换，所述的交换管组a包括有连接在出水管a 52上的输水管a 61以及连接在进水管a 51上的回流管a 62，所述输水管a 61的出水端与进水管c 411连接，所述回流管a 62的进水端与出水管c 451连接，总控制系统为电脑PC处理端，所述风机、正负电极组受总控制系统控制，电磁阀系统也受总控制系统控制，可驱动水岸2内水体1进入生态净化单元3和/或生态过滤单元4处理，还可驱动生态净化单元3的处理水与生态过滤单元4的处理水进行交换；所述的水质传感组件用于探测处理区域A 32和沉淀区域45的水质状况，并传输给总控制系统分析处理，在水质条件达到设定值时，所述的总控制系统可控制电磁阀系统工作，使得处理区域A 32和沉淀区域45中的处理水体排至外部水体1中；水岸2上装设污水排放管21，所述水体生态修复系统还包括：生态拦截单元7，生态拦截单元7，包括由可透水围隔B 71在水体1内围出的处理区域B 72、位于该区域的曝气盘II 73、填料II 74、种植浮床75以及种植在所述浮床75上的挺水植物76，挺水植物为芦苇、茭白、水葱、美人蕉中的一种或多种，曝气盘II 73连接风机，所述污水排放管21通入处理区域B 72中，所述的围隔B 71上装设可供外部水体1进入区域内的进水管b 81以及将处理后的水排出至外部水体1中的出水管a 82，所述生态拦截单元7与所述生态过滤单元

4经交换管组b实现水体交换，所述的交换管组b包括有连接在出水管b 82上的输水管b 91以及连接在进水管b 81上的回流管b 92，所述输水管b 91的出水端与进水管c 411或输水管a 61连接，所述回流管b 92的进水端与回流管a 62或出水管c 451连接，所述电磁阀系统可控制沉淀区域45中的处理水排至外部水体1中、经回流管a 62流入生态净化单元3的处理区域A 32中或经回流管b 92流入生态拦截单元7的处理区域B 72中；所述出水管a 52上还接有输水管d 93，输水管d 93的出水端连接进水管b 81或回流管b 92，所述的电磁阀系统可控制生态净化单元3的处理水排至外部水体1中、经输水管a 61流入生态过滤单元4的配水井41中或经输水管d 93流入生态拦截单元7的处理区域B 72中，各管路上装设单向阀，在进水管与出水管上装设有抽水泵；曝气盘表面间隔布有若干排曝气区，每排曝气区上均设有若干曝气头，曝气盘内部具有气室，并且侧边具有气管接口；相邻曝气区间隔0.8-1.2m，曝气时长为8-14h，曝气间隙为8-14h；填料II 74占处理区域B 72容积的50~80%，填料II 74可以为悬挂式填料，并挂设在种植浮床75上，填料II 74也可以是球形填料；所述围隔A 31底部具有若干网孔，沉水植物33根系穿过网孔，并插入水体1的底泥内。

[0027] 工作时，

外部水体1通过进水管a 51进入生态净化单元3的处理区域A 32中，经区域内的沉水植物33处理吸收水中的氮、磷、提高水体溶解氧；

污水排放管21排放的雨水和生活污水进入生态拦截单元7的处理区域B 72中，当无排放污水时，可以处理外部水体1，外部水体通过进水管b 81进入处理区域B 72中，通过浮床75上种植的挺水植物II 76的根系形成生物膜，吸收水中的有机物、氮磷等物质，并且根部可以向水体供给溶解氧，有利于好氧微生物的生长，浮床75下放置的填料II 74表面生成生物膜，可对有机物和氮、磷进行降解和吸收，曝气盘73分布在处理区域B 72底部，向水体提供大量溶解氧提高有机物的去除率，对污水进行强化处理；

水质传感组件实时监测处理区域A 32的水质，并将信息输送至总控制系统分析处理，

在水质达标时，通过电磁阀控制系统控制处理区域A 32中的处理水通过出水管a 52排放至外部水体1中进行生态调水；

在水质不达标时，则在各单元中进行循环处理，通过电磁阀控制系统控制处理区域A 32中的处理水通过输水管d 93进入生态管路单元7的处理区域B 72中或通过输水管61进入生态过滤单元4的配水井41中进行二次处理，生态过滤单元中，通过接触氧化区域I 42的填料I 421表面生成生物膜，水中的有机物与生物膜接触被微生物分解并且吸收，生物膜表面和内部存在好氧和厌氧区域可进行硝化反硝化作用去除氮，曝气盘I 422放置在填料I 421底部，向水体提供大量溶解氧提高有机物的去除率，通过接触氧化区域II 43的过滤层431可截留水中的大部分悬浮物，降低水的浊度，电化学除磷区域44通过电解使得水中的磷酸盐与阳极金属离子反应生成不溶于水沉淀，同时，在阴极产生的氢气在污水中会产生气浮效应，使污水中的颗粒物漂浮到表面后流入到沉淀区域45进行沉淀后得到澄清水，生态过滤单元4的处理水可通过回流管a 62回流至生态净化单元3，也可流至生态拦截单元7进行三次处理，通过电磁阀系统控制将生态拦截单元7的处理区域B 72中的处理水直接排放至外部水体1中或通过输水管b 91流至生态过滤单元4再次处理，当然在总控制系统检测到生态过滤单元在负荷较小时，还可控制外部水体直接通过进水管c 411直接进入该单元中

处理水体1。

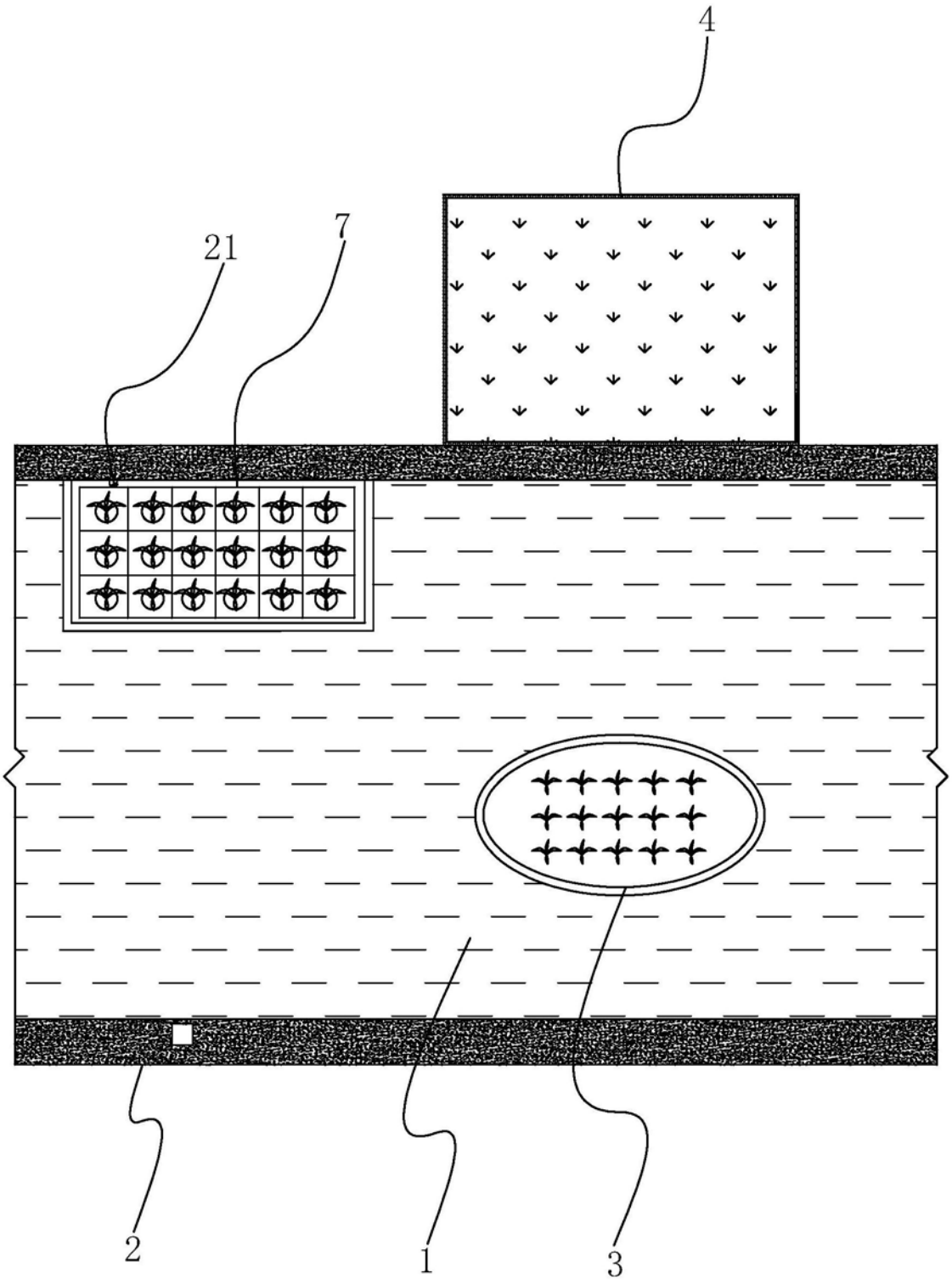


图1

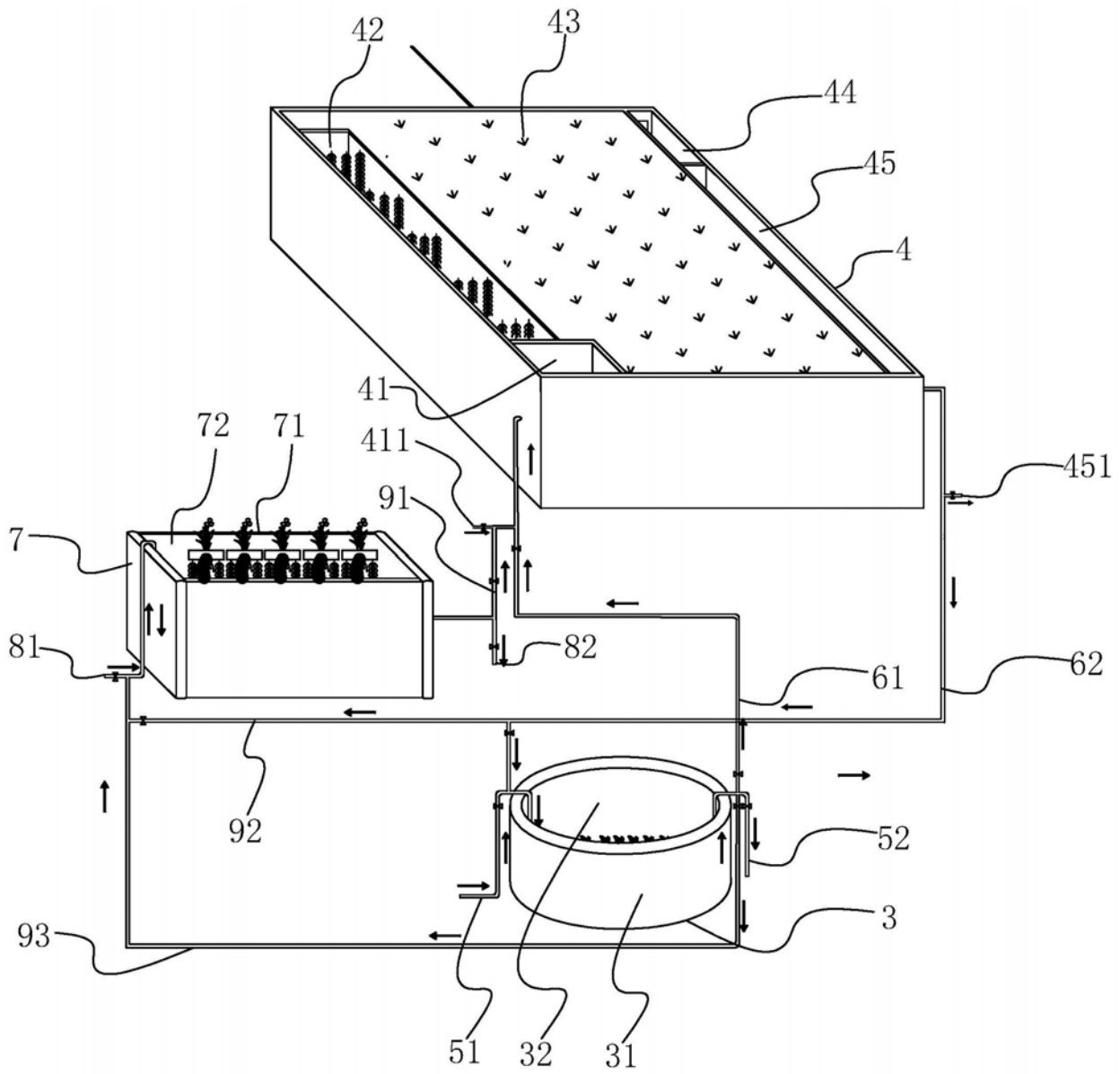


图2

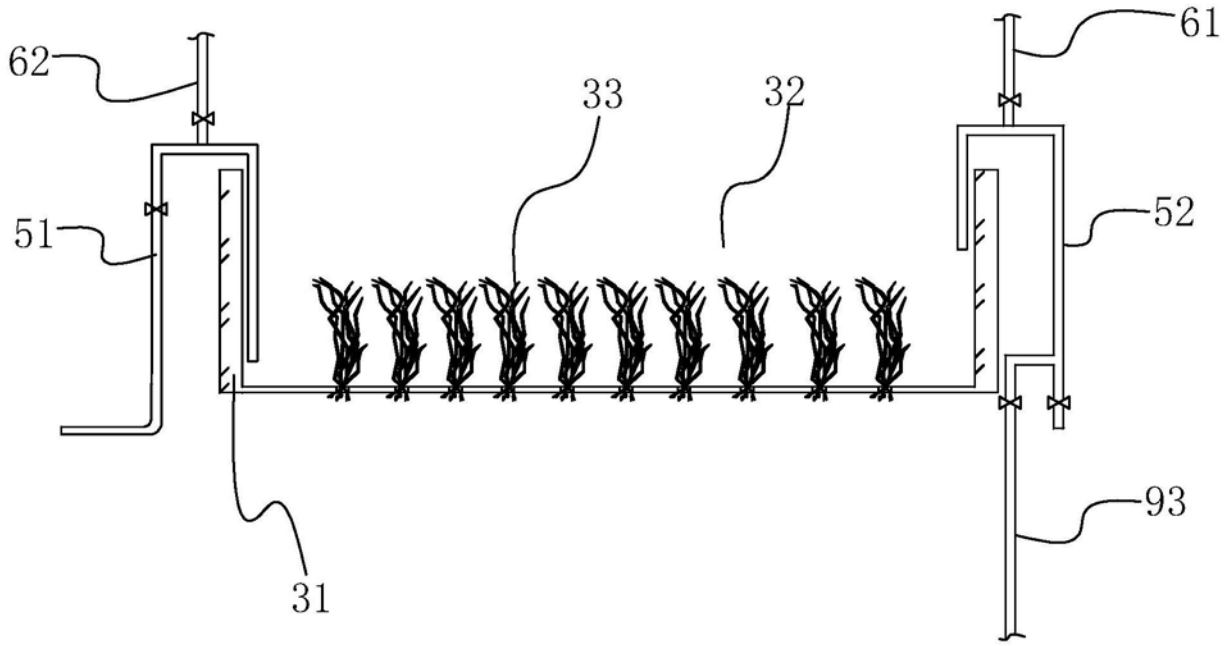


图3

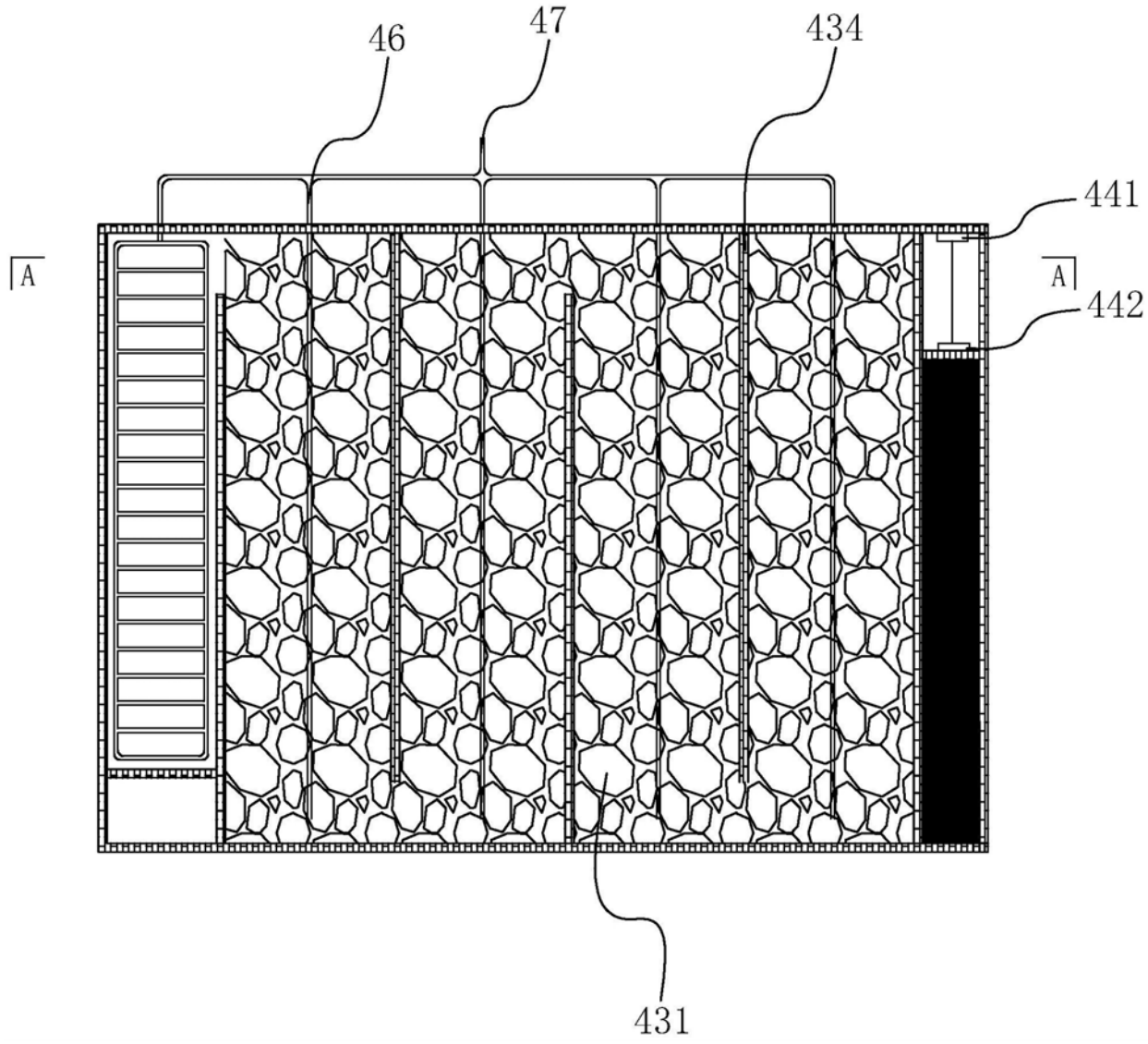


图4

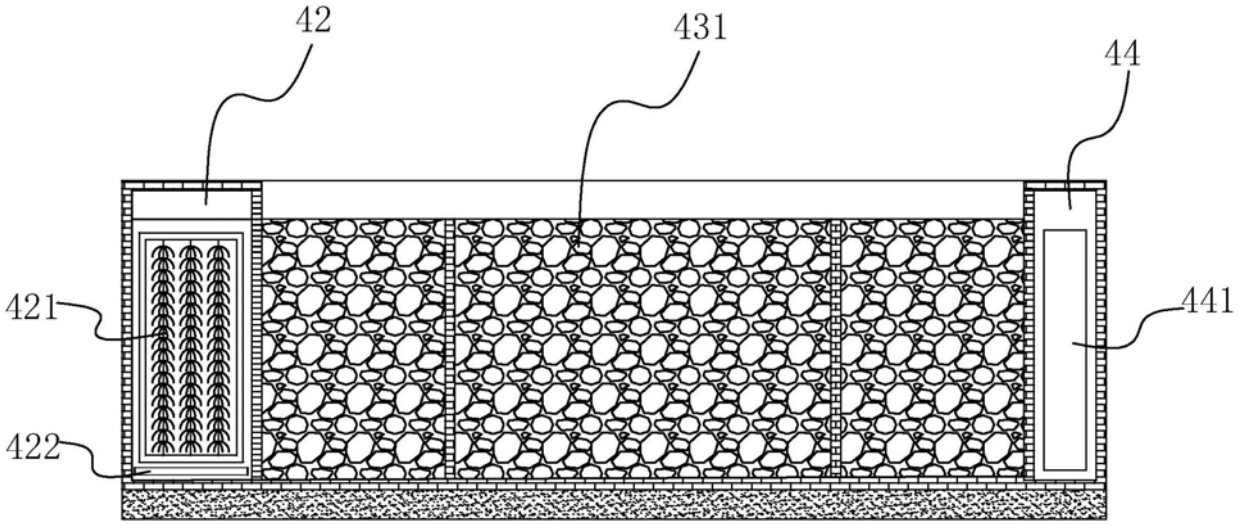


图5

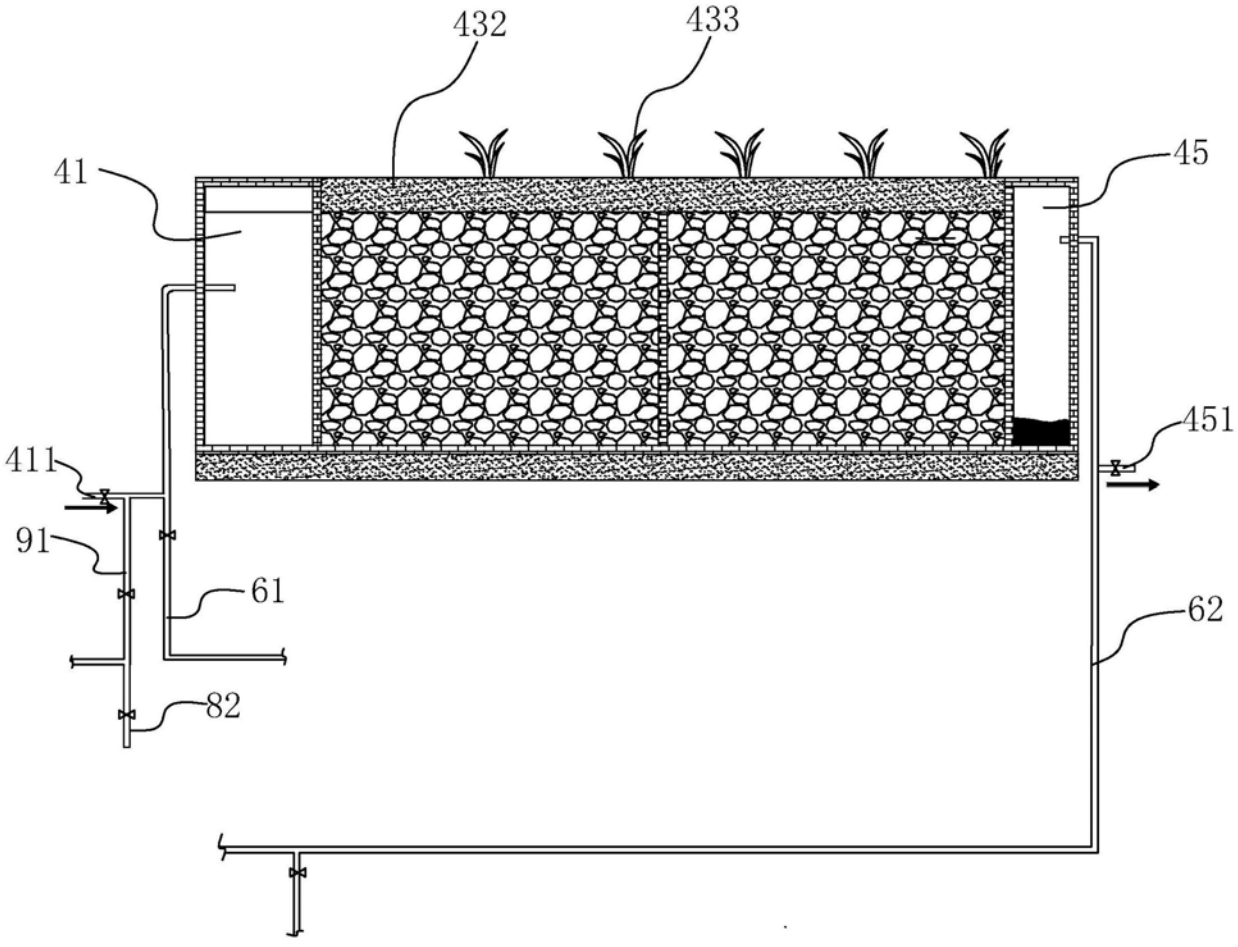


图6

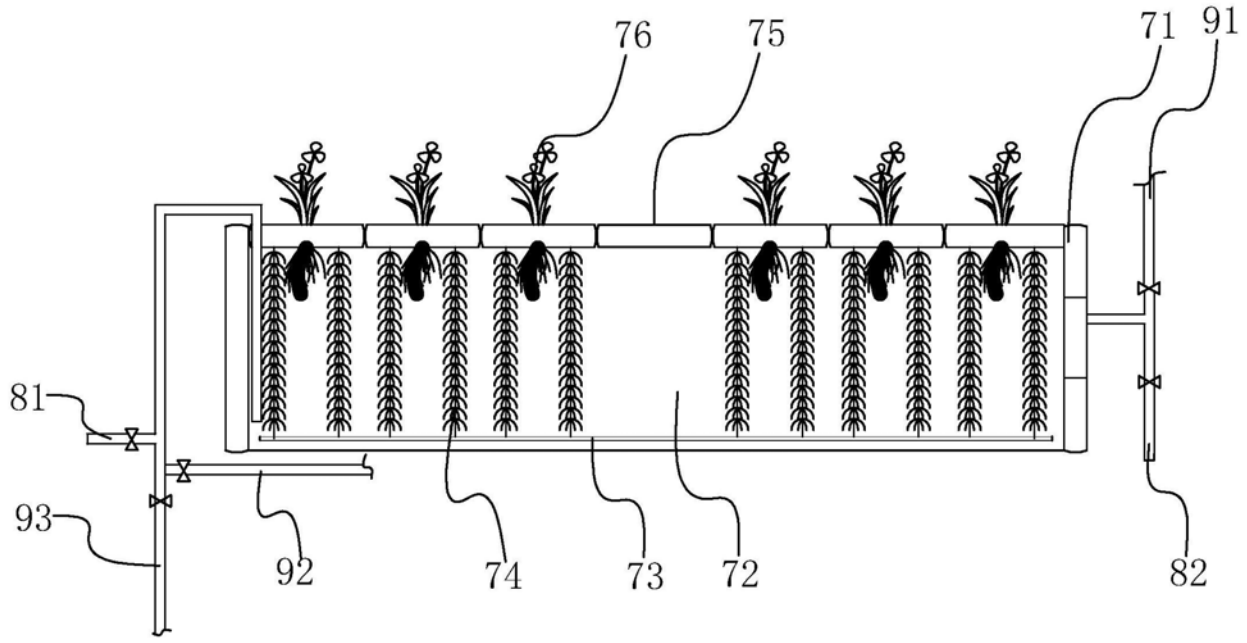


图7