(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108275782 B
(45)授权公告日 2023.11.03

(21)申请号 201810195478.2

(22)申请日 2018.03.09

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108275782 A

(43)申请公布日 2018.07.13

(73)专利权人 江苏省环境科学研究院
地址 210029 江苏省南京市凤凰西街241号

(72)发明人 许明 李明 白永刚 刘伟京 涂勇

(74)专利代理机构 南京苏高专利商标事务所(普通合伙) 32204
专利代理师 柏尚春

(51)Int.Cl.
C02F 3/32(2006.01)
C02F 101/10(2006.01)
C02F 101/16(2006.01)
C02F 101/30(2006.01)

(56)对比文件
CN 102557330 A,2012.07.11
CN 200974793 Y,2007.11.14
CN 101734831 A,2010.06.16
CN 102807300 A,2012.12.05
《中国城镇水务发展国际研讨会论文集编委会》.《第六届亚太地区基础设施发展部长级论坛暨第二届中国城镇水务发展国际研讨会论文集》.中国城市出版社,2007,(第1版),第323-331页.
徐国宾.《河工学》.中国科学技术出版社,2011,(第1版),第437-440页.
王昊等.《潜流型人工湿地深度处理污水厂二级出水的研究》.哈尔滨工程大学出版社,2017,(第1版),第8-11页.
吕宪国等.《中国湿地研究》.湖南教育出版社,2017,(第1版),第85-88页.

审查员 林珊

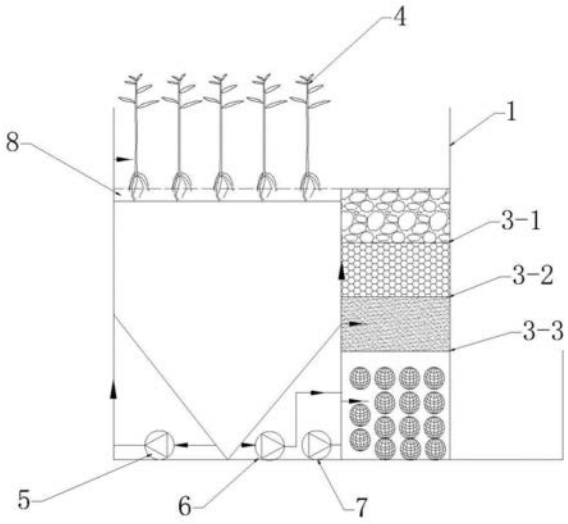
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一体化立体湿地污水处理出水TN控制装置及方法

(57)摘要

本发明提出了一种一体化立体湿地污水处理出水TN控制装置及方法,所述处理装置包括污水预处理区、水平流湿地污水净化区、垂直流湿地污泥净化区和垂直流污水净化区,其中,所述水平流湿地污水净化区和垂直流湿地污泥净化区并列设置于所述污水预处理区的上方;所述垂直流污水净化区设置于侧边并用混凝土结构隔开,所述垂直流污水净化区从上向下依次为碎石层、天然蛭石层、河沙层和生物填料球层,每层均采用模块式组装,所述生物填料球层中的生物填料球的填充比为20%～65%。本发明装置可以降低污水中的氮的含量,减少农村生活排水中有害物质对周边水体环境的危害。该方法占地面积小、处理效果稳定、操作管理方便、无二次污染,适用于各类污水处理。



CN 108275782 B

1.一种一体化立体湿地污水处理出水TN控制装置，其特征在于，所述一体化立体湿地污水处理出水TN控制装置包括污水预处理区、水平流湿地污水净化区、垂直流湿地污泥净化区和垂直流污水净化区，其中，所述水平流湿地污水净化区和垂直流湿地污泥净化区并列设置于所述污水预处理区的上方，所述水平流湿地污水净化区和垂直流湿地污泥净化区的下方设置有基质层，水平流湿地污水净化区和垂直流湿地污泥净化区的基质层与污水预处理区用混凝土结构隔开；所述垂直流污水净化区设置于所述水平流湿地污水净化区、垂直流湿地污泥净化区和污水预处理区的侧边并用混凝土结构隔开，所述垂直流污水净化区从上向下依次为碎石层、天然蛭石层、河沙层和生物填料球层，每层均采用模块式组装，所述生物填料球层中的生物填料球的填充比为20%~65%，水平流湿地污水净化区与垂直流湿地污泥净化区均种植有水生植物，所述水平流湿地污水净化区和垂直流湿地污泥净化区的基质层为煤渣，基质深度设计为10～30cm，所述水生植物为茭白或水芹，所述污水预处理区为一调节池，所述调节池内设置有污泥泵、污水泵和空气泵，空气泵通过管道对河沙层和生物填料球层进行充氧曝气，所述河沙层和生物填料球层通过空气泵进行曝气充氧，曝气强度1.5～2.0m3/m2·h，所述一体化立体湿地污水处理出水TN控制装置的尺寸设计为3m×4m×4m 、4m×5m×4m、5m×6m×4m中的任意一种，所述污水预处理区、水平流湿地污水净化区、垂直流湿地污泥净化区和垂直流污水净化区的体积比为(0.9～1.08)：(0.48～0.675)：(0.06～0.15)：1，碎石层、天然蛭石层、河沙层和生物填料球层的体积比为(0.4～1)：(0.6～1)：(0.8～1)：(1.2～2)，所述碎石层的粒径为5~10mm；所述天然蛭石层的粒径为2~5mm，比表面积为400~600m2/g、孔容为0.2~0.4cm2/g；所述河沙层的粒径为2~4mm；所述生物填料球层为聚乙烯或聚丙烯塑料制成表面凸起的球形填料球，其表面积为800~2500m2/m3，密度为2~4kg/m3，直径为0.04~0.06m。

2.根据权利要求1所述的一体化立体湿地污水处理出水TN控制装置，其特征在于，杂质沉淀在调节池底部由污泥泵抽到上部的垂直流湿地污泥净化区；调节池中的污水由污水泵抽吸到水平流湿地污水净化区，再经过垂直流污水净化区进行处理。

3.根据权利要求1所述的一体化立体湿地污水处理出水TN控制装置，其特征在于，所述水平流湿地污水净化区与垂直流湿地污泥净化区之间用塑料隔板分隔开。

4.根据权利要求1所述的一体化立体湿地污水处理出水TN控制装置，其特征在于，所述碎石层、天然蛭石层、河沙层和生物填料球层分别用钢丝滤网分隔开。

5.一种利用权利要求1所述的一体化立体湿地污水处理出水TN控制装置进行污水处理的方法，其特征在于，包括如下步骤：

首先污水先全部排进调节池，在调节池内污水进行调节初沉，杂质沉淀在底部由污泥泵抽到上部的垂直流湿地污泥净化区；调节池中的污水由污水泵抽吸到水平流湿地污水净化区，依次经过垂直分段净化区中的碎石层、天然蛭石层、河沙层和生物填料层得到净化处理；当在气温<12℃时，通过加大生物填料球层的填充比来提高其净化效果。

一体化立体湿地污水处理出水TN控制装置及方法

技术领域

[0001] 本发明属于污水处理技术领域，具体涉及一体化立体湿地污水处理出水TN控制装置及方法，可以降低生活污水中氮磷和有机物的含量，从而达到保护水环境的作用，尤其适用于我国农村地区。

背景技术

[0002] 我国是农业大国，人口众多，人均水资源占有量约为2200m^3，不足世界平均水平的1/4，水资源严重短缺。随着我国经济水平的不断提高，人民生活水平日益提高，由此带来的水环境恶化问题也受到了人们的重视。但人们仅仅关注城市的水环境问题，从而忽视了农村地区的水体污染状况，尤其是农村地区生活污水问题。

[0003] 农村地区的居民在日常生活中排放出来的厨房污水、清洁污水、厕所洗浴污水等统称为农村生活污水。相比于城市居民的生活污水，由于农村居民的生活方式单一，人均用水量较低，所以农村地区的污水整体排放量远低于城市地区，这就使得我国农村地区的生活污水治理问题没有得到当地政府足够的重视。而且我国农村地区的供水设施过于简陋，自来水也没有全面普及，导致农村生活污水对周边环境造成了严重污染。与此同时，我国农村的村落居住区分布没有规律，这就使得农村地区的生活污水具有较强的分散性与随意性，很难与城市地区一样采用集中式的污水处理方式。而且农村地区的污水水质波动大，一般不含重金属和有毒有害等污染物，仅含有一定量的氮磷元素，同时我国农村生活污水具有较强的生化性，污水的污染浓度相对来说也较低。

[0004] 我国农村的面积占据了全国总面积的90％左右，农村生活污水的排放总量占全国生活污水排放总量的20％以上。在我国，农村居民没有环保意识，日常生活污水通常没有经过处理就直接排放到周边的河流或湖泊中，这样不仅造成了农村地区河流、湖泊等水体富营养化严重现象，也使得农村居民生活环境遭到了严重污染，十分不利于农村地区居民的健康生活。

[0005] 目前，人工湿地已广泛运用于水处理方面，201410150093.6公开了一种复合型人工湿地处理系统，其特点是垂直流人工湿地处理池设置于系统的进水端，潜流人工湿地处理池设置于系统的出水端，该系统还包括一个配水箱，配水箱内设置导流墙，该配水箱位于系统的进水端，其出水口与垂直流人工湿地处理池的进水管连通垂直流人工湿地处理池中的填料由下至上依次为粗粒径填料层、中粒径填料层和细粒径填料层。这种处理系统并未考虑填料堵塞问题，更换填料时基建工程量大，施工较为复杂。201610873243.5公开了一种人工湿地高效净化系统，其特点是由3～5个处理单元组成，每个处理单元由过滤体、植物、有机层、过滤一层、过滤二层、生物层、过滤三层和防渗板构成，过滤体位于处理单元入水口一侧每个处理单元底部设置防渗层，两端设置防渗墙需净化的污水或低污染水通过进水管进入该人工湿地依次经过各个处理单元后被净化，最后通过出水管排入集水池中。这种方法在处理方式单一，在冬季气温较低时，人工湿地运行效率低，处理效果不够稳定。

[0006] 而本发明占地面积小、处理效果稳定、操作管理方便、无二次污染，适用于各类污

水处理。

发明内容

[0007] 本发明的目的是针对农村生活污水污染控制问题，提供了一体化立体湿地污水处理出水TN控制装置及方法，通过对农村家庭生活污水的处理，减少农村生活污水中氮磷和有机物等有害物质含量以避免造成河流、湖泊等水体的富营养化，保护农村周边的生态环境。

[0008] 技术解决方案：为实现上述技术目的，本发明提出一种一体化立体湿地污水处理出水TN控制装置，所述处理装置包括污水预处理区、水平流湿地污水净化区、垂直流湿地污泥净化区和垂直流污水净化区，其中，所述水平流湿地污水净化区和垂直流湿地污泥净化区并列设置于所述污水预处理区的上方，所述水平流湿地污水净化区和垂直流湿地污泥净化区的下方设置有基质层，水平流湿地污水净化区和垂直流湿地污泥净化区的基质层与污水预处理区用混凝土结构隔开；水平流湿地污水净化区是对污水进行初步净化处理，垂直流湿地污泥净化区是对污水中的悬浮物、泥沙等杂质进行干化处理。所述垂直流污水净化区设置于所述水平流湿地污水净化区、垂直流湿地污泥净化区和污水预处理区的侧边并用混凝土结构隔开，所述垂直流污水净化区从上向下依次为碎石层、天然蛭石层、河沙层和生物填料球层，每层均采用模块式组装，根据不同的出水水质要求和不同的温度条件，所述生物填料球层中的生物填料球的填充比可设置为20％～65％。具体地，当气温>12℃时，选择生物填料球区不同的填充比可以达到不同的地表水环境质量标准。在45％的填充比下可以TN达到地表水环境质量Ⅴ类标准；在60％的填充比下TN可以达到地表水环境质量Ⅳ类标准。当气温<12℃时，人工湿地处理效率较低，需要加大填充比来达到所需的水质标准。在填充比小于60％时，TN均达不到地表水环境质量Ⅴ类标准；在60％的填充比下TN可以达到地表水环境质量Ⅴ类标准。最高填充比不得超过65％。

[0009] 其中，所述污水预处理区为一调节池，所述调节池内设置有污泥泵、污水泵和空气泵，其中，杂质沉淀在调节池底部由污泥泵抽到上部的垂直流湿地污泥净化区，在防止垂直流污水净化区堵塞的同时可以资源化。调节池中的污水由污水泵抽吸到水平流湿地污水净化区，再经过垂直流污水净化区进行处理；空气泵通过管道对河沙层和生物填料球层进行充氧曝气。

[0010] 优选地，所述污水预处理区、水平流湿地污水净化区、垂直流湿地污泥净化区和垂直流污水净化区的体积比为(0.9～1.08)：(0.48～0.675)：(0.06～0.15)：1。

[0011] 所述一体化立体湿地污水处理装置的尺寸设计为3m×4m×4m、4m×5m×4m、5m×6m×4m中的任意一种。

[0012] 所述水平流湿地污水净化区与垂直流湿地污泥净化区之间用塑料隔板分隔开，水平流湿地污水净化区与垂直流湿地污泥净化区均种植有水生植物。

[0013] 所述碎石层、天然蛭石层、河沙层和生物填料球层分别用钢丝滤网分隔开，碎石层、天然蛭石层、河沙层和生物填料球层的体积比为(0.4～1)：(0.6～1)：(0.8～1)：(1.2～2)。

[0014] 所述河沙层和生物填料球层通过空气泵进行曝气充氧，曝气强度1.5～2.0m^3/m^2·h。

[0015] 所述水平流湿地污水净化区和垂直流湿地污泥净化区的基质层为煤渣，基质深度设计为10～30cm，所述水生植物为茭白或水芹。优选地，水生植物的种植密度为每平方米16株以上。优选地，煤渣的粒径4～6mm、比表面积0.25～0.35m^2/g。

[0016] 所述碎石层的粒径为5～10mm；所述天然蛭石层的粒径为2～5mm，比表面积为400～600m^2/g、孔容为0.2～0.4cm^2/g；所述河沙层的粒径为2～4mm；所述生物填料球层为聚乙烯或聚丙烯塑料制成表面凸起的球形填料球，其表面积为800～2500m^2/m^3，密度为2～4kg/m^3，直径为0.04～0.06m。本发明进一步提出了上述一体化立体湿地污水处理装置进行污水处理的方法，包括如下步骤：

[0017] 首先污水先全部排进调节池，在调节池内污水进行调节初沉，杂质沉淀在底部由污泥泵抽到上部的垂直流湿地污泥净化区；调节池中的污水由污水泵抽吸到水平流湿地污水净化区，依次经过垂直分段净化区中的碎石层、天然蛭石层、河沙层和生物填料层得到净化处理；当在气温<12℃时，大部分植物枯死，微生物活性降低，人工湿地处理效率较低，可加大生物填料球层的填充比来提高其净化效果。

[0018] 本发明的一体化湿地污水处理装置设置在农村家庭庭院内，生活污水先排进调节池，再由泵分别抽到微型人工湿地2个分区，污水经过水平流湿地污水净化区，再依次经过垂直流污水净化区中的碎石、天然蛭石、河沙和生物净化球得到净化处理。当在冬季气温较低时，人工湿地处理效率较低，可将污水直接抽到垂直流污水净化区进行净化处理。在净化装置运行一段时间后垂直流污水净化区的填料可方便地通过一侧的可开式的门进行更换和处理。从而达到装置长期有效处理污水的效果。

[0019] 本发明的优点：

[0020] (1)本发明采用紧凑一体化立体式结构，与传统的人工湿地相比占地面积减少40％以上，投资成本减少20％以上，具有占地面积小、投资省、运行管理以及维护方便的优点；

[0021] (2)本发明一体化立体人工湿地装置中垂直流污水净化区滤料可更换，且采用了煤渣，与传统人工湿地相比，降低运行成本30％以上，较适用于各种污水；

[0022] (3)本发明一体化立体人工湿地装置采用不同分区的逐级处理，SS去除率90％以上，氮、磷去除率80％以上，污泥也得到100％削减，不产生二次污染。合理空间布局延缓湿地堵塞，提高滤料挂膜效果和微生物降解作用。当气温<12℃时，可通过调控填充比，强化处理效果，提高出水TN稳定性。

附图说明

[0023] 图1一体化立体湿地污水处理装置框架剖视图。

[0024] 图2一体化立体湿地污水处理装置俯视图。

[0025] 其中，1是混凝土框架，2是塑料隔板，3是细密度钢丝滤网，4是水生植物，5是污泥泵，6是清水泵，7是空气泵，8是微型人工湿地基质。

具体实施方式

[0026] 实施例1：下面根据附图所示对本发明进行进一步详细描述：

[0027] 对照图1，用混凝土1、塑料隔板2、钢丝滤网3构建成一体化湿地污水处理装置，装

置尺寸为3m×4m×4m。装置设计为4个分区，一是污水预处理区，二是水平流湿地污水净化区，三是垂直流湿地污泥净化区，四是垂直流污水净化区，4个分区的体积比设置为1:0.6:0.15:1。水平流湿地污水净化区与垂直流湿地污泥净化区之间用塑料隔板分隔开，两个湿地都种植有水生植物4，基质8设计均为对氮磷吸附效果明显的煤渣(粒径4～6mm、比表面积0.25～0.35m^2/g)，基质深度设计为25cm，水生植物4选择茭白、水芹等经济植物，种植密度为每平方米18株。利用水生植物根部吸收氮，达到初步去除效果。垂直流污水净化区用细密度(孔径值0.8±0.02mm)的钢丝滤网(3)分隔成4层，从上向下依次是碎石层、天然蛭石层、河沙层和生物填料球层，4个填料层的体积比为0.5:0.7:0.9:1.4，每层填料均采用模块式组装，方便定期更换装置内填料。生活污水先排进调节池，再由泵分别抽到微型人工湿地2个分区，污水经过水平流湿地污水净化区，再依次经过垂直流污水净化区中的碎石、天然蛭石、河沙和生物净化球得到净化处理。

[0028] 一体化立体湿地污水处理装置进水水质特征值为TN:10～25mg/L，NH_4^+-N:11～20mg/L，NO_3^--N:0.5～3mg/L，SS:100～200mg/L。通过不同分区的逐级处理，最终氮去除率80％以上，污泥也得到100％削减，SS去除率90％以上。而且本发明采用紧凑一体化立体式结构，与传统的人工湿地相比占地面积减少40％以上，投资成本减少20％以上。

[0029] 图1中箭头表示水流方向，生活污水先排进调节池，再由泵分别抽到微型人工湿地2个分区，污水流经清水湿地处理区，再依次经过垂直分段净化区中的碎石层、天然蛭石层、河沙层和生物填料球层得到净化处理。在气温>12℃时，选择生物填料球区不同的填充比可以达到不同地表水环境质量标准。当出水水质要求较高时，在45％的填充比下可以TN达到地表水环境质量Ⅴ类标准；在60％的填充比下TN可以达到地表水环境质量Ⅳ类标准。(地表水环境质量标准GB3838-2002，地表水环境质量Ⅴ类标准：TN≤2.0mg/L；地表水环境质量Ⅳ类标准：TN≤1.5mg/L)具体实施方案效果如表1所示。

[0030] 表1在生物填料球层不同填充比下污水通过各段净化区的处理效果：

[0031]

填充比 / 工艺单元	0				30%			
设计进水平均浓度：20.1mg/L	气温（>12℃）		气温（<12℃）		气温（>12℃）		气温（<12℃）	
	TN 平均浓度（mg/L）	去除率（%）	TN 平均浓度（mg/L）	去除率（%）	TN 浓度（mg/L）	去除率（%）	TN 平均浓度（mg/L）	去除率（%）
水平流湿地污水净化区	13.1	35	15.2	24	13.1	35	15.2	24
碎石层	10.0	23	12.1	20	10.0	23	12.1	20
天然蛭石层	8.0	20	9.0	26	8.0	20	9.0	26
河沙层	6.2	28	6.9	23	6.2	28	6.9	23
生物净化球层	6.2	0	6.9	0	3.1	50	4.1	41
出水	6.2	—	6.9	—	3.1	—	4.1	—
总去除率	—	**69**	—	**66**	—	**85**	—	**80**
地表水环境质量Ⅴ类标准	**2**	—	**2**	—	**2**	—	**2**	—
地表水环境质量Ⅳ类标准	**1.5**	—	**1.5**	—	**1.5**	—	**1.5**	—
填充比 / 工艺单元	45%				60%			
设计进水平均浓度：20.1mg/L	气温（>12℃）		气温（<12℃）		气温（>12℃）		气温（<12℃）	
	TN 平均浓度（mg/L）	去除率（%）	TN 平均浓度（mg/L）	去除率（%）	TN 平均浓度（mg/L）	去除率（%）	TN 平均浓度（mg/L）	去除率（%）
水平流湿地污水净化区	13.1	35	15.2	24	13.1	35	15.2	24
碎石层	10.0	23	12.1	20	10.0	23	12.1	20
天然蛭石层	8.0	20	9.0	26	8.0	20	9.0	26
河沙层	6.2	28	6.9	23	6.2	25	6.9	23
生物净化球层	2.0	68	3.0	57	1.5	76	2.0	71
出水	2.0	—	3.0	—	1.5	—	2.0	—
总去除率	—	**90**	—	**85**	—	**93**	—	**90**

[0032]

地表水环境质量Ⅴ类标准	2	—	2	—	2	—	2	—
地表水环境质量Ⅳ类标准	1.5	—	1.5	—	1.5	—	1.5	—

[0033] 实施例2:本实施例与实施1不同的是:当气温<12℃时,人工湿地处理效率较低,需要加大填充比来达到所需的水质标准。在填充比小于60%时,TN均达不到地表水环境质量Ⅴ类标准;在60%的填充比下TN可以达到地表水环境质量Ⅴ类标准。具体实施方案效果如表1所示。

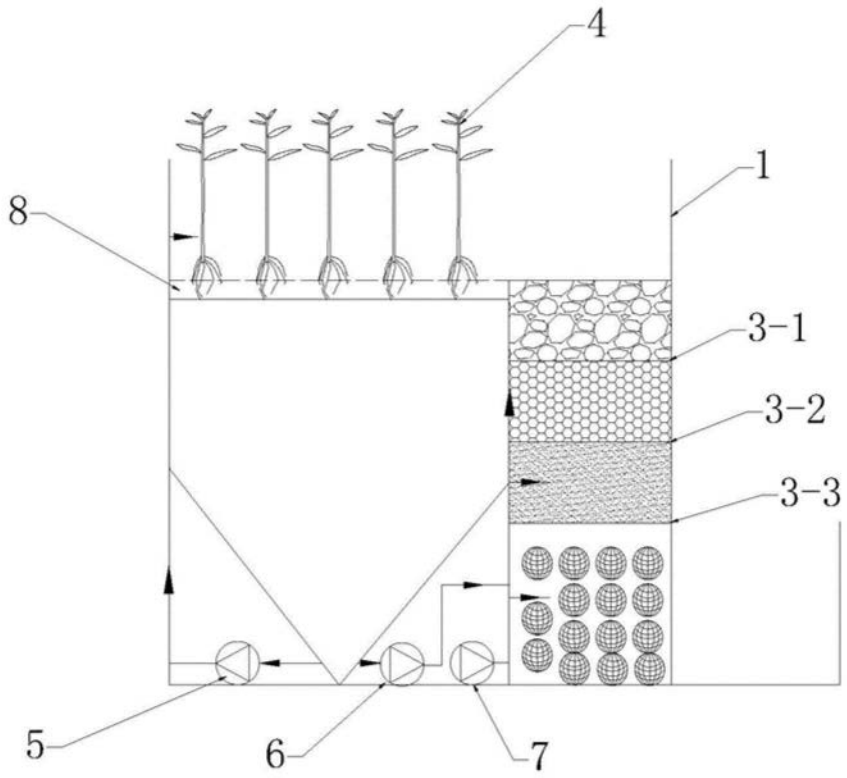


图1

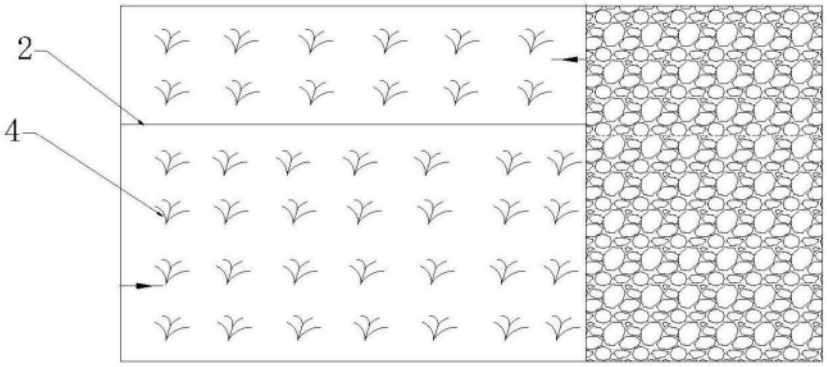


图2