



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111056704 A

(43)申请公布日 2020.04.24

(21)申请号 201911296064.X

(22)申请日 2019.12.16

(71)申请人 中国科学院地球化学研究所  
地址 550081 贵州省贵阳市观山湖区林城西路99号

(72)发明人 彭韬 冯伟 李裕元 韩芳  
姜秀勇

(74)专利代理机构 北京联创佳为专利事务所  
(普通合伙) 11362

代理人 韩炜

(51)Int.Cl.

C02F 9/14(2006.01)

C02F 101/10(2006.01)

C02F 101/16(2006.01)

C02F 101/20(2006.01)

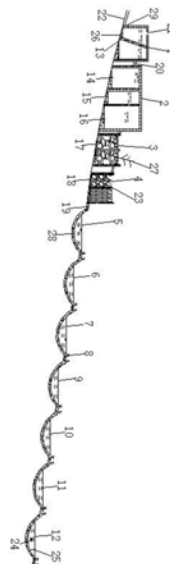
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种喀斯特山地湿地天然负地形无动力污水处理系统

(57)摘要

本发明公开了一种喀斯特山地湿地天然负地形无动力污水处理系统。本发明包括绝对高程从高到低依次设置的污水收集池、厌氧池、过滤池和多级湿地消纳池；相邻池之间通过导水渠或管道连接。通过本发明的处理后的生活污水可达到排放标准，结合喀斯特山地湿地特有的负地形作为污水处理区域，适用于喀斯特山区，具有占地面积小、投入成本低、耗能低和后期维护成本低等优点，而且还可美化环境，循环利用生活污水中的污染物质。所以，本发明是一种无动力、节能环保、无二次污染科学合理的污水处理方式。



1. 一种喀斯特山地湿地天然负地形无动力污水处理系统,其特征在於:包括绝对高程从高到低依次设置的污水收集池、厌氧池、过滤池和多级湿地消纳池;相邻池之间通过导水渠或管道连接。

2. 根据权利要求1所述的喀斯特山地湿地天然负地形无动力污水处理系统,其特征在於:所述厌氧池为三格式化粪池,其包括体积比为2:1:3的第一格化粪池、第二格化粪池和第三格化粪池。

3. 根据权利要求1所述的喀斯特山地湿地天然负地形无动力污水处理系统,其特征在於:所述过滤池包括粗砾石过滤池和细砂过滤池;所述粗砾石过滤池和细砂过滤池的顶部设有挺水植物;所述粗砾石过滤池和细砂过滤池的池底设有鹅卵石层;所述粗砾石过滤池的鹅卵石层厚度为40-50mm;所述细砂过滤池的鹅卵石层厚度为10-20mm。

4. 根据权利要求1所述的喀斯特山地湿地天然负地形无动力污水处理系统,其特征在於:所述多级湿地消纳池由5-9个绝对高程从高到低依次设置的湿地消纳池组成。

5. 根据权利要求4所述的喀斯特山地湿地天然负地形无动力污水处理系统,其特征在於:所述湿地消纳池为负地形软坑,软坑底部设有土工布,土工布上设有黏土。

6. 根据权利要求5所述的喀斯特山地湿地天然负地形无动力污水处理系统,其特征在於:所述多级湿地消纳池由7个湿地消纳池组成;从高到底依次是第一级湿地消纳池、第二级湿地消纳池、第三级湿地消纳池、第四级湿地消纳池、第五级湿地消纳池、第六级湿地消纳池和第七级湿地消纳池;所述第一级湿地消纳池、第二级湿地消纳池、第三级湿地消纳池、第四级湿地消纳池、第五级湿地消纳池、第六级湿地消纳池和第七级湿地消纳池的池水深度依次为30-40cm、40-50cm、50-60cm、60-70cm、70-80cm、80-90cm和90-120cm;各池中填充的黏土厚度依次为55-60cm、50-55cm、45-50cm、40-45cm、35-40cm、35-40cm和35-40cm;所述第一级湿地消纳池、第二级湿地消纳池、第三级湿地消纳池、第四级湿地消纳池、第五级湿地消纳池和第六级湿地消纳池的池中均设有狐尾藻;所述第七级湿地消纳池的中设有密度分别为10-15株/m<sup>2</sup>、15-20株/m<sup>2</sup>和10-15株/m<sup>2</sup>的香蒲、水葱和荷花;各池边均设有黑麦草。

## 一种喀斯特山地湿地天然负地形无动力污水处理系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及喀斯特山地生活污水净化领域,特别是一种喀斯特山地湿地天然负地形无动力污水处理系统。

### 背景技术

[0002] 喀斯特地区地质背景复杂,地表组成的岩石大多为可溶岩,常常形成网状的地下河网。当前,在很多喀斯特山区的大量生活污水都是直接排放到水渠或者是小河水里,这不仅造成人居环境脏乱差,还容易造成喀斯特地区地下水受到永久性的污染。因此在喀斯特地区的生活污水净化选的尤为重要。

[0003] 对于生活污水治理目前已经有一些成熟的方法,但是由于喀斯特地区的地貌特性,常规的生活污水处理方法很难在喀斯特地区投入使用。如专利CN108840445A提供了一种治理农村生活污水的人工湿地处理系统,其主要由蓄水池、导水渠、植物塘、滤料池和紫外杀毒区组成。但是该处理系统所需占地面积大,后期投入和使用成本均偏高,在“天无三日晴,地无三里平”的喀斯特山区就根本无法投入使用。又如专利CN109231485A提供了一种生活污水处理系统,其由包括污水管、排水沟以及蓄水箱,蓄水箱内设有污水泵组成。该专利虽然占地面积不大,但是需要消耗大量的电能,投入成本和后期的维护的花费巨大。

[0004] 综上所述:现有技术具有不适用于喀斯特山区,投入成本和使用成本高的缺点。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于,提供一种喀斯特山地湿地天然负地形无动力污水处理系统。其具有适用于喀斯特山区、占地面积小、投入成本低、耗能低和后期维护成本低的优点。

[0006] 本发明的技术方案:一种喀斯特山地湿地天然负地形无动力污水处理系统,包括绝对高程从高到低依次设置的污水收集池、厌氧池、过滤池和多级湿地消纳池;相邻池之间通过导水渠或管道连接。

[0007] 前述的喀斯特山地湿地天然负地形无动力污水处理系统中,所述厌氧池为三格式化粪池,其包括体积比为2:1:3的第一格化粪池、第二格化粪池和第三格化粪池。

[0008] 前述的喀斯特山地湿地天然负地形无动力污水处理系统中,所述过滤池包括粗砾石过滤池和细砂过滤池;所述粗砾石过滤池和细砂过滤池的顶部设有挺水植物;所述粗砾石过滤池和细砂过滤池的池底设有鹅卵石层;所述粗砾石过滤池的鹅卵石层厚度为40-50mm;所述细砂过滤池的鹅卵石层厚度为10-20mm。

[0009] 前述的喀斯特山地湿地天然负地形无动力污水处理系统中,所述多级湿地消纳池由5-9个绝对高程从高到低依次设置的湿地消纳池组成。

[0010] 前述的喀斯特山地湿地天然负地形无动力污水处理系统中,所述湿地消纳池为负地形软坑,软坑底部设有土工布,土工布上设有黏土。

[0011] 前述的喀斯特山地湿地天然负地形无动力污水处理系统中,所述多级湿地消纳池由7个湿地消纳池组成;从高到底依次是第一级湿地消纳池、第二级湿地消纳池、第三级湿

地消纳池、第四级湿地消纳池、第五级湿地消纳池、第六级湿地消纳池和第七级湿地消纳池；所述第一级湿地消纳池、第二级湿地消纳池、第三级湿地消纳池、第四级湿地消纳池、第五级湿地消纳池、第六级湿地消纳池和第七级湿地消纳池的池水深度依次为30-40cm、40-50cm、50-60cm、60-70cm、70-80cm、80-90cm和90-120cm；填充的黏土厚度依次为55-60cm、50-55cm、45-50cm、40-45cm、35-40cm、35-40cm和35-40cm；所述第一级湿地消纳池、第二级湿地消纳池、第三级湿地消纳池、第四级湿地消纳池、第五级湿地消纳池和第六级湿地消纳池的池中均设有狐尾藻；所述第七级湿地消纳池的中设有密度分别为10-15株/m<sup>2</sup>、15-20株/m<sup>2</sup>和10-15株/m<sup>2</sup>的香蒲、水葱和荷花；各池边均设有黑麦草

[0012] 实验例：本实验系统为实施例3中所述系统，该系统在贵州省安顺市普定县沙湾村中国科学院普定喀斯特生态系统观测研究站建设，（浆砌块石结构皆有少许砖混结构），该系统使用一个月后，发明人对九个消纳池中的水分别进行了取样，按第一级湿地消纳池到第九级湿地消纳池将样品分别编为1-9号，对样品的氨氮、总磷、阴离子、ph、溶氧、电导等指标进行了测试，部分实验测试结果如下：

[0013] 1、采用纳氏试剂分光光度法对各样品中氨氮含量进行测试，测试结果见表1：

[0014] 表1-样品氨氮测试表

样品编号	杯差	吸光度	校正杯差吸光度	校正空白吸光度	氨氮含量 (μg)	氨氮浓度 (mg/L)
1	-0.0079	4.0000	4.0079	3.935666667	1031.102447	20.62204894
2	-0.0176	2.0158	2.0334	1.961166667	512.9541568	10.25908314
3	-0.0148	0.3374	0.3522	0.279966667	71.77365275	1.435473055
4	-0.009	0.2975	0.3065	0.234266667	59.78105875	1.195621175
5	0.0019	0.1964	0.1945	0.122266667	30.39001875	0.607800375
6	-0.0079	0.1477	0.1556	0.083366667	20.18188075	0.403637615
7	-0.0176	0.1373	0.1549	0.082666667	19.99818675	0.399963735
8	-0.0148	0.1156	0.1304	0.058166667	13.56889675	0.271377935
9	-0.009	0.1661	0.1751	0.102866667	25.29907075	0.505981415

[0016] 2、采用酮酸铵分光光度法对各样品中总磷含量进行测试，测试结果见表2：

[0017] 表2-样品总磷测试表

样品编号	杯差	吸光度	校正杯差吸光度	校正空白吸光度	磷含量 (μg)	磷浓度 (mg/L)
1	-0.0068	0.3859	0.3927	0.388766667	33.89563143	1.355825257
2	-0.0174	0.1013	0.1187	0.114766667	9.829115429	0.393164617
3	-0.0154	0.9926	1.008	1.004066667	87.93989163	3.517595665
4	-0.0091	-0.0009	0.0082	0.004266667	0.123458429	0.004938337
5	-0.0018	0.0057	0.0075	0.003566667	0.061974629	0.002478985
6	-0.0068	-0.0008	0.006	0.002066667	0.069776371	0.002791055
7	-0.0174	-0.0082	0.0092	0.005266667	0.211292429	0.008451697
8	-0.0154	-0.0061	0.0093	0.005366667	0.220075829	0.008803033
9	-0.0091	0.0225	0.0316	0.027666667	2.178774029	0.087150961

[0019] 3、分别采用容量法对各样品中的阴离子含量进行测试,测试结果见表3:

[0020] 表3-样品阴离子测试表

样品编号	F <sup>-</sup> (mg/L)	CL <sup>-</sup> (mg/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N(mg/L)	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (mg/L)
1	0.3367	42.7782	n. a.	136.3363	n. a.	0.4682
2	0.2885	26.8058	n. a.	117.7447	n. a.	0.3137
3	0.1888	19.3436	1.4195	108.3107	0.1598	0.1077
[0021] 4	0.1993	18.4063	1.5415	109.6417	0.2061	0.034
5	0.2121	18.2243	1.798	113.1987	0.0299	n. a.
6	0.1958	17.3663	0.7006	110.9105	n. a.	0.0323
7	0.1854	16.5208	0.3478	106.1526	n. a.	0.0129
8	0.1944	15.4477	n. a.	101.7225	n. a.	n. a.
9	0.2454	12.3905	n. a.	13.6173	n. a.	n. a.

[0022] 4、对各样品的温度、电导、溶解氧、pH测试进行测试,测试结果见表4:

[0023] 表4-样品温度、电导、溶解氧、pH测试测试表

样品编号	PH	T(°C)	电导(uS/cm)	溶解氧(mg/L)
1	7.694	24.4	1026	0.84
2	7.628	42.1	872	0.41
3	9.115	25.2	528	7.5
4	8.717	25.1	504	14.53
5	9.016	25.1	485	9.42
6	8.594	24.8	472	7.9
7	8.256	24.9	466	7.26
8	8.53	24.9	459	8.02
9	7.618	24.8	157	3.43

[0025] 通过对表1-4中的数据分析,可发现污水中各类污染物在本发明的9个湿地消纳池的作用下,其含量总体上均呈现逐渐减少的趋势,并且后几个湿地消纳池的污染物含量已经符合《中华人民共和国污水综合排放标准》(GB8978-1996),说明本发明系统具有良好的净化效果。

[0026] 5、通过对本发明设计的湿地消纳池的建设成本的合算,得出了建设容易和建设单价的结果。如图2所示,可以看出本发明所建设的湿地消纳池的成本,按照正常的数百立方的基础进行建设,建设单价会是一个很低的水平。所以,本发明所设计的湿地消纳池的建设低,可降低本发明总体的建设成本,易于推广。

[0027] 与现有技术相比,本发明的具有如下有益效果:

[0028] 1、本发明是将生活污水经过栅格网过滤较大的生活垃圾收集于污水处理系统,污水之后会进入到化粪池,化粪池经过厌氧处理变为废水,废水经过粗砾石过滤池、细砂过滤池处理吸收废水池中的重金属元素和氮磷元素变为活水,活水自然流入多级湿地消纳池和导水渠进一步吸收氮磷元素和重金属元素,最后净化后的水可以达标排放或使用。

[0029] 2、本发明利用AAO污水处理工艺的原理以及利用喀斯特山地湿地特有的地形地貌

特征,选择合适的天然负地形作为污水处理区域,按照绝对高程从高到低依次设置的污水收集池、化粪池、粗砾石过滤池、细砂过滤池和多级湿地消纳池,各池子间可利用天然形成的排水沟或经过简单施工的土渠直接作为作为导水渠,所以本发明不仅占地面积小、造价成本低、材料简单易找、可操作性强且维护费用低,而且污水会从上至下自流,具有节能、环保的特点。

[0030] 3、本发明在各池旁设置有挺水植物、香蒲、水葱和荷花等功能性植物,不仅可以处理污水,还可美化环境。具有物质可循环使用、作为景观观赏、不产生“三废”的功能和适用性强的特点。

[0031] 综上所述,通过本发明的处理后的生活污水可达到排放标准,结合喀斯特山地湿地特有的负地形作为污水处理区域,适用于喀斯特山区,具有占地面积小、投入成本低、耗能低和后期维护成本低等优点,而且还可美化环境,循环利用生活污水中的污染物质。所以。本发明是一种无动力、节能环保、无二次污染科学合理的污水处理方式。

## 附图说明

[0032] 图1是实施例1的结构示意图;

[0033] 图2是湿地消纳池的容积和建造单价的曲线图。

[0034] 附图中的标记为:1-蓄水池,2-三格式化粪池,3-粗砾石过滤池,4-细砂过滤池,5-一级湿地消纳池,6-二级湿地消纳池,7-三级湿地消纳池,8-黑麦草,9-四级消纳池,10-五级消纳池,11-六级消纳池,12-七级消纳池,13-栅格网,14-第一格化粪池,15-第二格化粪池,16-第三格化粪池,17-鹅卵石一,18-鹅卵石二,19-导水渠,20-输水管道,21-生活垃圾清理口,22-排生活污水水渠或水沟,23过滤池进水管,24-水生动物,25-荷花、香蒲和水葱植物,26-淤泥,27-挺水植物,28-粘土,29-蓄水池进水口。

## 具体实施方式

[0035] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步的说明,但并不作为对本发明限制的依据。对于未特别注明的结构或工艺,均为本领域的常规现有技术。

[0036] 实施例1。一种喀斯特山地湿地天然负地形无动力污水处理系统,结构示意图如图1所示,包括绝对高程从高到低依次设置的污水收集池1、三格式化粪池2、粗砾石过滤池3、细砂过滤池4、七级湿地消纳池和导水渠19。其中污水收集池1内部倾斜镶嵌栅格网13,污水收集池的一侧设有进水口29,污水收集池的顶部设有生活污水垃圾清理口21,污水收集池底部填有淤泥26。所述三格式化粪池2分为体积比为2:1:3的第一格化粪池14、第二格化粪池15、第三格化粪池16,第一格化粪池14一侧有一个出水口,底部填充淤泥层26,第二格化粪池15两侧有分别有一个进水口和出水口,底部填充淤泥层26,第三格化粪池16上面一侧有一个进水口,下面一侧有一个出水口通过管道29连接到粗砾石过滤池3,底部填充淤泥层26。所述粗砾石过滤池3顶部填充有黏土,顶部种植的植物为香蒲27,底部填充淤泥层26,中间部分填充42mm鹅卵石,粗砾石过滤池顶部的水通过有小孔过滤池管道23进入到粗砾石过滤池中。过滤池的一侧设有通水管道20与细砂过滤池4相连接。所述细砂过滤池4顶部填充有黏土层29,顶部种植植物为香蒲27,中间部分填充15mm鹅卵石,粗砾石过滤池顶部的水通过有小孔过滤池管道23进入到细砂过滤池中。过滤池的下面一侧通过出水口将水排到导水

渠或水沟中。所述7级湿地消纳池底部四周铺设土工布,在土工布上填充不同厚土的黏土层29,在湿地消纳池周围种植黑麦草8。所述导水渠或水沟19填充鹅卵石,在两边种植黑麦草8。所述的污水收集池1、三格式化粪池2、粗砾石过滤池3、细砂过滤池4的墙面由砖混结构组成,墙面刷有425的白水泥防漏材料。所述的栅格网13采用不锈钢材质做成的1cm×1cm空隙栅格网。所述的通水管道采用内径为10cm的不锈钢管道。所述的过滤池进水管道采用内径为20cm的不锈钢管道,在其管道上打多个小口方便过滤池顶部的水进入到过滤池内部。

[0037] 所述的七级湿地消纳池具体是池水深度依次为35cm、45cm、55cm、65cm、75cm、85cm和105cm的第一级湿地消纳池、第二级湿地消纳池、第三级湿地消纳池、第四级湿地消纳池、第五级湿地消纳池、第六级湿地消纳池和第七级湿地消纳池;各池填充的黏土厚度依次为57cm、52cm、47cm、42cm、37cm、37cm和37cm;所述第一级湿地消纳池、第二级湿地消纳池、第三级湿地消纳池、第四级湿地消纳池、第五级湿地消纳池和第六级湿地消纳池的池中均种植有狐尾藻;所述第七级湿地消纳池的池水深度为105cm,池中种植有密度分别为12株/m<sup>2</sup>、17株/m<sup>2</sup>和12株/m<sup>2</sup>的香蒲、水葱和荷花;各池边均设有黑麦草。

[0038] 实施例2。一种喀斯特山地湿地天然负地形无动力污水处理系统,包括绝对高程从高到低依次设置的污水收集池、三格式化粪池、粗砾石过滤池、细砂过滤池和5级湿地消纳池。相邻池之间通过管道和导水渠。其中污水收集池内部倾斜镶嵌栅格网,污水收集池的一侧设有进水口,污水收集池的顶部设有生活污水垃圾清理口,污水收集池底部填有淤泥。所述三格式化粪池分为体积比为2:1:3第一格化粪池、第二格化粪池、第三格化粪池,第一格化粪池一侧有一个出水口,底部填充淤泥层,第二格化粪池两侧有分别有一个进水口和出水口,底部填充淤泥层,第三格化粪池上面一侧有一个进水口,下面一侧有一个出水口通过管道连接到粗砾石过滤池3,底部填充淤泥层。所述粗砾石过滤池顶部填充有黏土,顶部种植的植物为香蒲,底部填充淤泥层,中间部分填充40mm鹅卵石,粗砾石过滤池顶部的水通过有小孔过滤池管道进入到粗砾石过滤池中。过滤池的一侧设有通水管道与细砂过滤池相连接。所述细砂过滤池顶部填充有黏土层,顶部种植植物为香蒲,中间部分填充10mm鹅卵石,粗砾石过滤池顶部的水通过有小孔过滤池管道进入到细砂过滤池中,过滤池的下面一侧通过出水口将水排到导水渠或水沟中。所述5级湿地消纳池底部四周铺设土工布,在土工布上填充不同厚土的黏土层,在湿地消纳池周围种植黑麦草。所述导水渠中填充鹅卵石,在两边种植黑麦草。所述的污水收集池、三格式化粪池、粗砾石过滤池、细砂过滤池的墙面由砖混结构组成,墙面刷有425的白水泥防漏材料。所述的栅格网采用不锈钢材质做成的1cm×1cm空隙栅格网。所述的通水管道采用内径为10cm的不锈钢管道。所述的过滤池进水管道采用内径为20cm的不锈钢管道,在其管道上打多个小口方便过滤池顶部的水进入到过滤池内部。

[0039] 所述的五级湿地消纳池具体是池水深度依次为30cm、40cm、50cm、60cm和70cm的第一级湿地消纳池、第二级湿地消纳池、第三级湿地消纳池、第四级湿地消纳池和第五级湿地消纳池;各池填充的黏土厚度依次为55cm、50cm、45cm、40cm和35cm;前述各池的池中均设有狐尾藻;所述第五级湿地消纳池中种植有密度分别为10株/m<sup>2</sup>、15株/m<sup>2</sup>和10株/m<sup>2</sup>的香蒲、水葱和荷花;各池边均种植有黑麦草。

[0040] 实施例3。一种喀斯特山地湿地天然负地形无动力污水处理系统,包括绝对高程从

高到低依次设置的污水收集池、三格式化粪池、粗砾石过滤池、细砂过滤池、九级湿地消纳池和导水渠。其中污水收集池内部倾斜镶嵌栅格网,污水收集池的一侧设有进水口,污水收集池的顶部设有生活污水垃圾清理口,污水收集池底部填有淤泥。所述三格式化粪池分为第一格化粪池、第二格化粪池、第三格化粪池,第一格化粪池一侧有一个出水口,底部填充淤泥层,第二格化粪池两侧有分别有一个进水口和出水口,底部填充淤泥层,第三格化粪池上面一侧有一个进水口,下面一侧有一个出水口通过管道连接到粗砾石过滤池,底部填充淤泥层。所述粗砾石过滤池顶部填充有黏土,顶部种植的植物为香蒲,底部填充淤泥层,中间部分填充50mm鹅卵石,粗砾石过滤池顶部的水通过有小孔过滤池管道进入到粗砾石过滤池中。过滤池的一侧设有通水管道与细砂过滤池相连接。所述细砂过滤池顶部填充有黏土层,顶部种植植物为香蒲,中间部分填充20mm鹅卵石,粗砾石过滤池顶部的水通过有小孔过滤池管道进入到细砂过滤池中。过滤池的下面一侧通过出水口将水排到导水渠或水沟中。所述九级湿地湿地消纳池底部四周铺设土工布,在土工布上填充不同厚土的黏土层。所述导水渠或水沟填充鹅卵石,在两边种植黑麦草。所述的污水收集池、三格式化粪池、粗砾石过滤池、细砂过滤池的墙面由砖混结构组成,墙面刷有425的白水泥防漏材料。所述的栅格网采用不锈钢材质做成的1cm×1cm空隙栅格网。所述的通水管道采用内径为10cm的不锈钢管道。所述的过滤池进水管采用内径为20cm的不锈钢管道,在其管道上打多个小口方便过滤池顶部的水进入到过滤池内部。

[0041] 所述的九级湿地消纳池具体是池水深度依次为40cm、50cm、60cm、70cm、80cm、90cm、100cm、110cm和120cm的第一级湿地消纳池、第二级湿地消纳池、第三级湿地消纳池、第四级湿地消纳池、第五级湿地消纳池、第六级湿地消纳池、第七级湿地消纳池、第八级湿地消纳池和第九级湿地消纳池;各池填充的黏土厚度依次为60cm、55cm、50cm、45cm、40cm、40cm、40cm、40cm和40cm;前述各池的池中均设有狐尾藻;所述第九级湿地消纳池中种植有密度分别为15株/m<sup>2</sup>、20株/m<sup>2</sup>和15株/m<sup>2</sup>的香蒲、水葱和荷花;各池边均设有黑麦草。



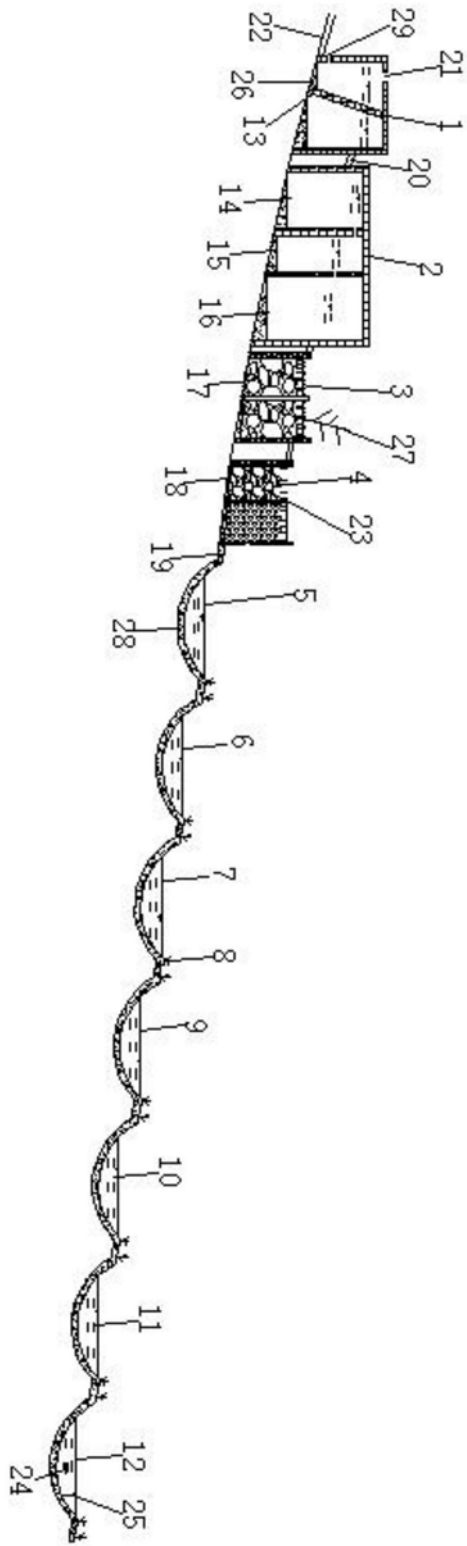


图1

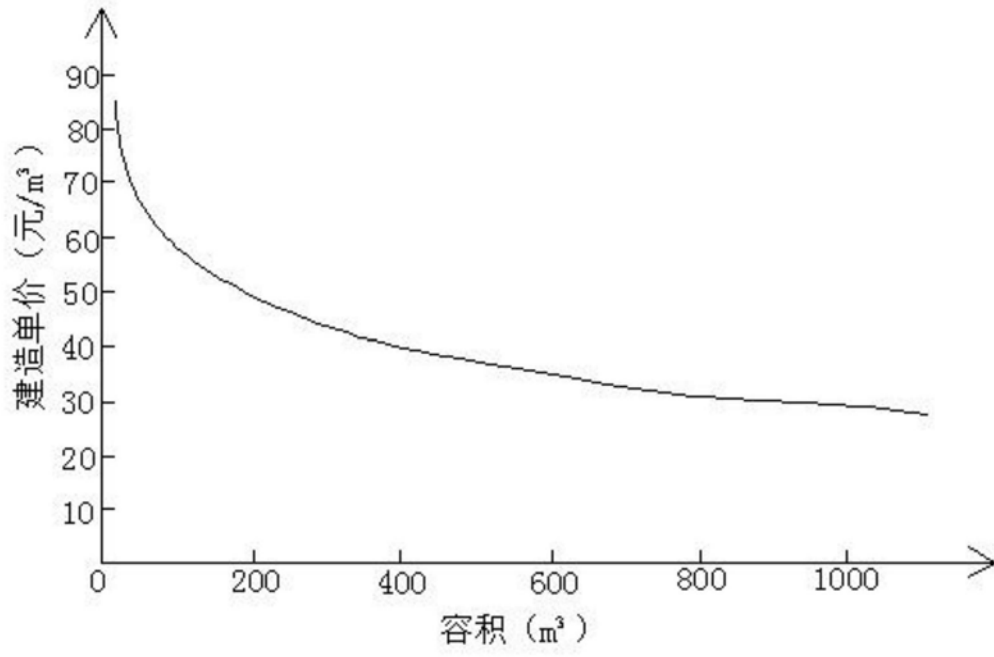


图2