

(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 202881048 U

(45) 授权公告日 2013. 04. 17

(21) 申请号 201220505698. 9

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(22) 申请日 2012. 09. 28

(73) 专利权人 中国科学院烟台海岸带研究所
地址 264003 山东省烟台市莱山区春晖路
17 号

(72) 发明人 于君宝 侯小凯 郑垒 孙凯宁

(74) 专利代理机构 沈阳科苑专利商标代理有限
公司 21002

代理人 周秀梅 李颖

(51) Int. Cl.

C02F 9/14(2006. 01)

C02F 3/32(2006. 01)

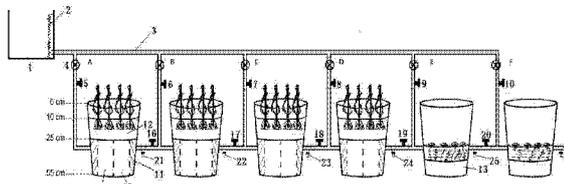
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 1 页

(54) 实用新型名称

一种多介质人工湿地水处理系统

(57) 摘要

本实用新型涉及水处理领域,具体的说是一种多介质人工湿地水处理系统。湿地装置,所述湿地装置由分流管道相连的水平潜流湿地装置和表流湿地装置组成,湿地装置上部种有湿地植物,水平潜流湿地装置内部铺设有多层过滤层,水体经所述水平潜流湿地装置的各过滤层得以净化处理,所述多层过滤层从下至上分别为基质层和土壤层;进水箱,设置于所述湿地装置进水口一侧通过分流管道与进水箱的出水口相连;进水箱的出水口设网状格栅,用于将污水中大块漂浮物和杂物去除后注入所述湿地装置;同时进水箱出水口与湿地装置进水口之间分流管道上设有流量计与进水阀门 I;取水口,设置于所述湿地装置进水口相对应一侧的出水口相连通的分流管道上,并在与取水口之间设有阀门 II。本实用新型实现了单级湿地与多级湿地的快速切换,有效的解决了污水污染物浓度的波动问题,提高了湿地的适应性和应用范围。



1. 一种多介质人工湿地水处理系统,其特征在于:湿地水处理系统包括湿地装置以及进水箱;

湿地装置,所述湿地装置由分流管道相连的水平潜流湿地装置和表流湿地装置组成,湿地装置上部种有湿地植物,水平潜流湿地装置内部铺设有多层过滤层,水体经所述水平潜流湿地装置的各过滤层得以净化处理,所述多层过滤层从下至上分别为基质层和土壤层;

进水箱,设置于所述湿地装置进水口一侧通过分流管道与进水箱的出水口相连;进水箱的出水口设网状格栅,用于将污水中大块漂浮物和杂物去除后注入所述湿地装置;同时进水箱出水口与湿地装置进水口之间分流管道上设有流量计与进水阀门 I;

取水口,设置于所述湿地装置进水口相对应一侧的出水口相连通的分流管道上,并在与取水口之间设有阀门 II。

2. 按权利要求 1 所述的多介质人工湿地水处理系统,其特征在于:所述湿地装置为水平潜流湿地装置或表流湿地装置或水平潜流湿地装置与表流湿地装置通过分流管道相连的组合。

3. 按权利要求 2 所述的多介质人工湿地水处理系统,其特征在于:所述湿地装置为水平潜流湿地装置时,该水平潜流湿地装置为一个或多个;

所述湿地装置为表流湿地装置时,该表流湿地装置为一个或多个;

所述湿地装置为水平潜流湿地装置与表流湿地装置通过分流管道相连的组合时,即一个水平潜流湿地装置与一个表流湿地装置通过分流管道相连的组合、一个水平潜流湿地装置与多个表流湿地装置通过分流管道相连的组合、多个水平潜流湿地装置与一个表流湿地装置通过分流管道相连的组合或多个水平潜流湿地装置与多个表流湿地装置通过分流管道相连的组合。

4. 按权利要求 1 所述的多介质人工湿地水处理系统,其特征在于:所述基质层由水平潜流湿地装置进水口一侧至出水口一侧依次为大粒径的石、具有去除氮磷能力的填料和大粒径的石;大粒径的石为大粒径的卵石或碎石。

5. 按权利要求 4 所述的多介质人工湿地水处理系统,其特征在于:所述具有去除氮磷能力的填料为沸石、砾石、无烟煤、钢渣、矿渣、陶瓷滤料、细砂、粗砂、石灰石、蛭石、圆陶粒、页岩、粉煤灰中的一种或几种。

6. 按权利要求 1 所述的多介质人工湿地水处理系统,其特征在于:所述水平潜流湿地装置内部铺设有的多层过滤层中土壤层 15-30cm;水平潜流湿地装置上部种植的湿地植物为净污能力和观赏价值的水生植物。

7. 按权利要求 6 所述的多介质人工湿地水处理系统,其特征在于:净污能力和观赏价值的水生植物为芦苇、香蒲、美人蕉、水葱、千屈菜、荷花、旱伞竹、皇竹草、蘼草、水莎草、纸莎草、马蹄莲、茭草、荸荠或水芹。

8. 按权利要求 1 所述多介质人工湿地水处理系统,其特征在于:所述表流湿地装置由下至上依次为土壤层和湿地植物;土壤层 15-30cm;种植的湿地植物为浮叶植物或沉水植物。

9. 按权利要求 8 所述的多介质人工湿地水处理系统,其特征在于:浮叶植物或沉水植物为睡莲、凤眼莲、泽泻、大藻、浮萍、萍蓬草、芡实、荇菜、苦草、金鱼藻、狐尾藻或黑藻。

一种多介质人工湿地水处理系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及水处理领域，具体的说是一种多介质人工湿地水处理系统。

背景技术

[0002] 近年来，随着经济的快速发展和人民生活水平的提高，工农业所排放的污染物造成的水体污染问题日益严重，大量富含氮、磷等营养物质的污水被直接排入河流、湖泊，甚至海洋，导致水体的富营养化，因此水污染治理问题一直是世界环境、生态领域研究的热点。在现有的污水处理技术中，人工湿地污水处理技术具有出水水质稳定、对氮磷等营养物质去除能力强、基建和运行费用低、维护管理方便、耐冲击负荷强以及具有美学价值等优点受到了国内外的广泛关注和推广。人工湿地一般是由植物、基质、微生物组成，主要通过物理、化学以及生物协同作用净化污染物。植物和基质是影响人工湿地净化效率的两个重要介质，植物不仅自身能够直接吸收污水中氮、磷等营养物质，而且其生理活动可有助于系统溶解氧的增加，利于土壤微生物的生长，促进湿地生态系统的硝化和反硝化作用，强化湿地净化能力。基质可为水生植物生长提供载体和营养物质，为微生物的生长提供稳定的依附表面，同时为植物、微生物生长及氧气的传输提供了必备条件。当污水流经人工湿地时，基质通过一些物理和化学的途径，如吸收、吸附、过滤、离子交换、络合反应等将水体中的污染物有效去除。

[0003] 多年来的研究表明，选择芦苇、香蒲等生物量大的挺水植物并突出生物多样性特色对污染物去除有良好的效果；不同的基质对污染物的净化效率有所不同，沸石和陶瓷对总氮和氨氮的去除效果良好，高炉钢渣、无烟煤、矿渣、粉煤灰具有较好去除磷的能力，于是多级湿地应运而生，通过搭配不同植物和基质或者建立复合湿地来有效去除各种污染物质，但如今很多污水中污染物成分复杂，浓度波动大，传统的人工湿地系统无法有效的解决这些问题；另外由于湿地长期运行，一些难以降解的大分子有机物和悬浮物大量积累在湿地系统中造成堵塞，这也是阻碍人工湿地发展和推广的重要原因之一。

实用新型内容

[0004] 本实用新型目的在于提供一种多介质人工湿地水处理系统。

[0005] 为实现上述目的本实用新型采用的技术方案为：

[0006] 一种多介质人工湿地水处理系统，湿地水处理系统包括湿地装置以及进水箱；

[0007] 湿地装置，所述湿地装置由分流管道相连的水平潜流湿地装置和表流湿地装置组成，湿地装置上部种有湿地植物，水平潜流湿地装置内部铺设有多层过滤层，水体经所述水平潜流湿地装置各过滤层得以净化处理，所述多层过滤层从下至上分别为基质层和土壤层；

[0008] 进水箱，设置于所述湿地装置进水口一侧通过分流管道与进水箱的出水口相连；进水箱的出水口设网状格栅，用于将污水中大块漂浮物和杂物去除后注入所述湿地装置；同时进水箱出水口与湿地装置进水口之间分流管道上设有流量计与进水阀门 I；

[0009] 取水口,设置于所述湿地装置进水口相对应一侧的出水口相连通的分流管道上,并在与取水口之间设有阀门 II。

[0010] 所述湿地装置为水平潜流湿地装置或表流湿地装置或水平潜流湿地装置与表流湿地装置通过分流管道相连的组合。

[0011] 所述湿地装置为水平潜流湿地装置时,该水平潜流湿地装置为一个或多个;

[0012] 所述湿地装置为表流湿地装置时,该表流湿地装置为一个或多个;

[0013] 所述湿地装置为水平潜流湿地装置与表流湿地装置通过分流管道相连的组合时,即一个水平潜流湿地装置与一个表流湿地装置通过分流管道相连的组合、一个水平潜流湿地装置与多个表流湿地装置通过分流管道相连的组合、多个水平潜流湿地装置与一个表流湿地装置通过分流管道相连的组合或多个水平潜流湿地装置与多个表流湿地装置通过分流管道相连的组合。

[0014] 所述基质层由水平潜流湿地装置进水口一侧至出水口一侧依次为大粒径的石、具有去除氮磷能力的填料和大粒径的石;大粒径的石为大粒径的卵石或碎石。卵石或碎石粒径为 4-8mm。

[0015] 所述具有去除氮磷能力的填料为沸石、砾石、无烟煤、钢渣、矿渣、陶瓷滤料、细砂、粗砂、石灰石、蛭石、圆陶粒、页岩、粉煤灰中的一种或几种。所述两两混合时,按体积 1:1 比例混合。

[0016] 所述水平潜流湿地装置内部铺设有的多层过滤层中土壤层 15-30cm;水平潜流湿地装置上部种植的湿地植物为净污能力和观赏价值的水生植物。

[0017] 净污能力和观赏价值的水生植物为芦苇、香蒲、美人蕉、水葱、千屈菜、荷花、旱伞竹、皇竹草、蔗草、水莎草、纸莎草、马蹄莲、茭草、荸荠或水芹。

[0018] 所述表流湿地装置由下至上依次为土壤层和湿地植物;土壤层 15-30cm;种植的湿地植物为浮叶植物或沉水植物。

[0019] 本实用新型所具有的优点:本实用新型在多级湿地串联应用的基础上通过分流装置将湿地分成独立的湿地单元,并可根据实际需要采用单个水平潜流湿地、多个水平潜流湿地组合、水平潜流湿地与表流湿地组合来处理污水,既保证了污水的净化效率,出水水质好,又缩短了湿地净化污水所用的时间,提高湿地净化效率,同时利用湿地轮休还可以有效的改善湿地堵塞情况,延长湿地的使用寿命,另外该湿地运行维护方便,可长期稳定运行。

附图说明

[0020] 图 1 为本实用新型实施例提供的多介质人工湿地水处理系统结构示意图;

[0021] 图 2 为本实用新型实施例提供的单个水平潜流人工湿地剖面图;

[0022] 图 3 为本实用新型实施例提供的单个表流人工湿地剖面图。其中,1、进水箱;2、网状格栅;3、分流管道;4、流量计;5、第一进水阀门 I;6、第二进水阀门 I;7、第三进水阀门 I;8、第四进水阀门 I;9、第五进水阀门 I;10、第六进水阀门 I;11、大粒径卵石区;12、潜流湿地土壤层;13、表流湿地土壤层;14、沸石;15、无烟煤;16、第一阀门 II;17、第二阀门 II;18 第三阀门 II;19、第四阀门 II;20、第五阀门 II;21、第一取水口;22、第二取水口;23、第三取水口;24、第四取水口;25、第五取水口;26、第六取水口。

具体实施方式

[0023] 下面结合附图和具体的实施例对本实用新型作进一步说明。

[0024] 实施例 1

[0025] 参见图 1,待处理的污水先流入进水箱 1,进水箱 1 中安置 1cm×1cm 网状格栅 2,用于清除大块漂浮物和杂物,防止堵塞。然后污水通过分流管道 3,调节流量计 4 控制污水流量,使其符合设定的水力负荷和水力停留时间,之后通过调节第一进水阀门 I 5;第二进水阀门 I 6;第三进水阀门 I 7;第四进水阀门 I 8;第五进水阀门 I 9 和第六进水阀门 I 10,可控制污水流向,选择湿地处理单元。该湿地装置由 A,B,C,D 四个水平潜流人工湿地和 E,F 两个表流人工湿地组成,运行时,可根据污水的实际需要选择单个湿地单元或多个湿地单元串联组合。

[0026] 具体组合为:

[0027] 若所有阀门中只打开第一进水阀门 I 5,其余阀门关闭,并打开第一取水口 21,就选择了湿地单元 A 独自处理污水;

[0028] 若只打开第二进水阀门 I 6,关闭其余阀门,并打开第二取水口 22,就选择了湿地单元 B 独自处理污水;

[0029] 同理可以只选择 C、D、E、F 单个湿地单元,用于处理污染物浓度比较低的污水。

[0030] 当进水量很大而污水浓度又低时,可打开第一进水阀门 I 5、第二进水阀门 I 6、第三进水阀门 I 7、第四进水阀门 I 8、第五进水阀门 I 9、第六进水阀门 I 10,关闭第一阀门 II 16、第二阀门 II 17、第三阀门 II 18、第四阀门 II 19、第五阀门 II 20,并打开所有取水口,则选择六个湿地单元并联同时处理污水;

[0031] 打开第一进水阀门 I 5 和第一阀门 II 16,关闭其余阀门,并打开第二取水口 22,就选择了 A-B 两个潜流湿地串联组合成的二级人工湿地;

[0032] 打开第二进水阀门 I 6、第二阀门 II 17 以及第三阀门 II 18,关闭其余阀门,并打开第四取水口 24,就选择了 B-C-D 三个湿地串联组合成的三级人工湿地;

[0033] 同理,还可以选择其它邻近的湿地单元进行组合,组成二级、三级或者多级串联湿地,用以处理各浓度污水。

[0034] 打开第一进水阀门 I 5、第一阀门 16、第二阀门 II 17、第三阀门 II 18、第四阀门 II 19、第五阀门 II 20,关闭其他阀门,并打开第六取水口 26,就选择了六个湿地单元串联组合的多级人工湿地,用以处理浓度较高的污水。

[0035] 利用组合处理方式通过湿地装置轮换使用进而改善湿地的堵塞,直至待处理污水得以净化。

[0036] 参见图 2,水平潜流人工湿地单元采用桶装实验容器(容器上部直径 50cm、内径 47cm;下部直径 40cm、内径 37cm,高 55cm),由植物,土壤,基质三部分构成,底层(25-55cm 深)填充基质,填充基质两侧填充粒径为 4-8mm 的卵石,以紊乱水流,中间的左半部分添加粒径为 2-4mm 的沸石,右半部分为粒径 1-2mm 的无烟煤;在基质层上方(10-25cm 深)覆盖 15cm 厚的土壤,其上种植植物,A,B,C,D 四个湿地单元分别种植芦苇,香蒲,碗莲,美人蕉,种植密度 4 棵/桶。

[0037] 参见图 3,表流人工湿地单元采用桶装实验容器(容器上部直径 50cm、内径 47cm;下部直径 40cm、内径 37cm,高 55cm),底层(40-55cm 深)铺 15cm 厚的土壤,E 单元种植睡莲

和金鱼藻, F 单元种植凤眼莲和金鱼藻, 种植密度 4 颗 / 桶。

[0038] 实用新型污水处理系统建成后需要一个月左右的时间进行“预热”, 一方面使植物适应桶内环境, 成长至有一定的抗污性, 另一方面给出充分的时间使湿地系统中的微生物得以生长, 具有更高的净化效率。

[0039] 实施例 2

[0040] 在本实验新型试验中, 人工配制三种不同浓度水平的生活污水, 打开第一进水阀门 I 5、第一阀门 16、第二阀门 II 17、第三阀门 II 18、第四阀门 II 19、第五阀门 II 20, 关闭其他阀门, 并打开第六取水口 26, 选择 A-F 六个湿地单元串联组合的方式进行处理, 日设计处理水量 30L/d, 水力停留时间约为 5 天, 对沿程每一个取水口进行取样分析, 获得实验数据如下表 1、表 2 和表 3:

[0041] 表 1: 低磷低氮生活污水 (mg/L)

[0042]

| | TN | NH_4^+-N | NO_3^-N | TP | COD |
|----|-------|--------------------------|-------------------------|------|--------|
| 进水 | 18.51 | 4.18 | 7.29 | 0.25 | 238.37 |
| A | 9.52 | 1.40 | 5.48 | 0.18 | 108.33 |
| B | 2.02 | 0.97 | 0.43 | 0.01 | 66.77 |
| C | 1.23 | 0.54 | 0.31 | 0.01 | 41.53 |
| D | 0.44 | 0.03 | 0.15 | 0.01 | 19.27 |
| E | 0.34 | 0.15 | 0.00 | 0.01 | 14.37 |
| F | 0.48 | 0.11 | 0.21 | 0.01 | 14.47 |

[0043] 表 2: 中磷中氮生活污水 (mg/L)

[0044]

| | TN | NH_4^+-N | NO_3^-N | TP | COD |
|----|-------|--------------------------|-------------------------|------|--------|
| 进水 | 29.68 | 9.28 | 20.93 | 2.50 | 290.27 |
| A | 21.60 | 2.51 | 12.86 | 1.83 | 145.63 |
| B | 5.39 | 1.19 | 5.31 | 0.01 | 77.10 |
| C | 1.48 | 0.55 | 0.30 | 0.02 | 47.63 |
| D | 0.24 | 0.04 | 0.03 | 0.01 | 18.43 |
| E | 0.31 | 0.04 | 0.02 | 0.01 | 11.77 |

| | | | | | |
|---|------|------|------|------|-------|
| F | 0.30 | 0.07 | 0.08 | 0.02 | 10.33 |
|---|------|------|------|------|-------|

[0045] 表 3 :高磷高氮生活污水 (mg/L)

[0046]

| | TN | NH ₄ ⁺ -N | NO ₃ ⁻ N | TP | COD |
|----|-------|---------------------------------|--------------------------------|------|--------|
| 进水 | 53.30 | 16.64 | 32.43 | 4.86 | 259.80 |
| A | 21.40 | 6.60 | 3.58 | 3.84 | 65.70 |
| B | 5.07 | 3.15 | 0.51 | 0.01 | 21.73 |
| C | 2.18 | 1.39 | 0.13 | 0.01 | 12.40 |
| D | 0.26 | 0.07 | 0.02 | 0.01 | 11.17 |
| E | 0.27 | 0.07 | 0.03 | 0.00 | 12.50 |
| F | 0.30 | 0.05 | 0.06 | 0.03 | 11.03 |

[0047] 实验表明,本实用新型湿地系统对不同浓度生活污水的 COD、TN、TP、NH₄⁺-N、NO₃⁻-N 都有着优良的净化效果,出水水质可以达到城市污水处理厂一级排放标准。另外通过数据可以看出,大部分污染物在经过 A-B-C 三个潜流湿地单元后水质已经达标,后续的 D, E, F 湿地单元的净化效果已不明显,所以针对该类型污水,预计选取三级串联水平潜流人工湿地即可达到处理目的。

[0048] 另外,由于 E、F 两个表流湿地处于系统尾端,并不能看出表流湿地对该类型污水的去除效率。

[0049] 实施例 3

[0050] 只选取单个表流湿地单元对三种浓度污水进行处理,以获得表流湿地的数据,为选取湿地运行方式提供可靠依据。

[0051] 人工配制三种不同浓度水平的生活污水,打开第五进水阀门 I 9、第六进水阀门 I 10,关闭其余所有阀门,并打开第五取水口 25 和第六取水口 26,选择 E、F 湿地单元并联的方式进行处理,日设计处理水量 10L/d,水力停留时间约为 5 天,获得实验数据如下表 4、表 5 和表 6:

[0052] 表 4 :低磷低氮生活污水

| | 进水 (mg/L) | E | | F | |
|---------------------------------|-----------|-----------|---------|-----------|---------|
| | | 浓度 (mg/L) | 去除率 (%) | 浓度 (mg/L) | 去除率 (%) |
| TN | 27.36 | 5.31 | 80.59 | 4.37 | 84.03 |
| NH ₄ ⁺ -N | 4.47 | 1.95 | 56.37 | 1.83 | 59.06 |
| NO ₃ ⁻ -N | 22.21 | 1.26 | 94.33 | 1.17 | 94.73 |
| TP | 0.81 | 0.1 | 87.65 | 0.32 | 60.49 |
| COD | 233.97 | 77.21 | 67.00 | 80.46 | 65.61 |

[0054] 表 5 :中磷中氮生活污水

| | 进水 (mg/L) | E | | F | |
|---------------------------------|-----------|-----------|---------|-----------|---------|
| | | 浓度 (mg/L) | 去除率 (%) | 浓度 (mg/L) | 去除率 (%) |
| [0055] TN | 39.10 | 6.62 | 83.07 | 8.26 | 78.87 |
| NH ₄ ⁺ -N | 9.04 | 2.97 | 67.15 | 4.86 | 46.24 |
| NO ₃ ⁻ -N | 27.69 | 1.56 | 94.37 | 1.21 | 95.63 |
| TP | 0.88 | 0.03 | 96.59 | 0.31 | 64.77 |
| COD | 263.03 | 88.21 | 66.46 | 93.28 | 64.53 |

[0056] 表 6 :高磷高氮生活污水

| | 进水 (mg/L) | E | | F | |
|---------------------------------|-----------|-----------|---------|-----------|---------|
| | | 浓度 (mg/L) | 去除率 (%) | 浓度 (mg/L) | 去除率 (%) |
| [0057] TN | 55.58 | 10.87 | 80.44 | 14.21 | 74.43 |
| NH ₄ ⁺ -N | 15.81 | 3.75 | 76.28 | 8.82 | 44.21 |
| NO ₃ ⁻ -N | 37.22 | 4.34 | 88.33 | 0.75 | 97.98 |
| TP | 4.67 | 0.95 | 79.66 | 2.6 | 44.33 |
| COD | 373.37 | 113.06 | 69.72 | 106.83 | 71.39 |

[0058] 实验表明, E、F 两个表流人工湿地对生活污水中的 COD、TN、TP、NH₄⁺-N、NO₃⁻N 也都有着较好的净化效率, 但是其污染物出水浓度依然没有达到一定的排放标准, 所以在实际运行过程中可以添加潜流人工湿地中湿地单元组成 D-E、D-E-F 或 C-D-E 等湿地结构, 使污水通过多级湿地完成净化过程。

[0059] 另外, 通过上述实验可知, 污水从潜流湿地的取水口流出时会有一定的浑浊现象, 而从表流湿地的取水口流出时水流清澈明亮, 所以在实际运行过程中表流湿地是适宜出现在多级湿地的末端的。

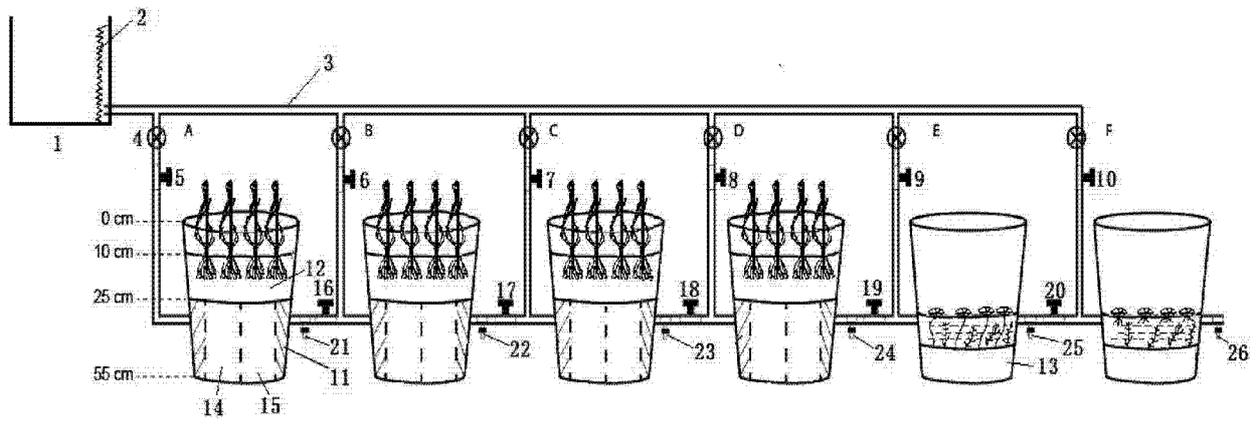


图 1

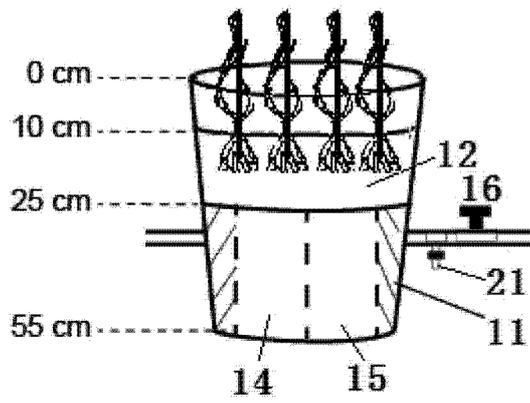


图 2

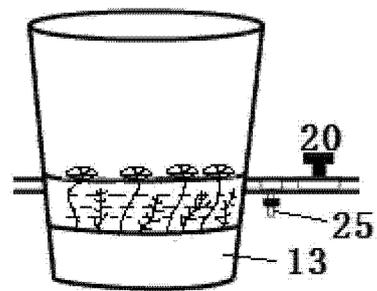


图 3