



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101781060 A

(43) 申请公布日 2010. 07. 21

(21) 申请号 201010115495. 4

C02F 3/32(2006. 01)

(22) 申请日 2010. 03. 02

C02F 3/14(2006. 01)

(71) 申请人 河北农业大学

地址 071001 河北省保定市灵雨寺街 289 号

(72) 发明人 王崇宇 贾柠宁 苏航 沈文佳

李楠 王寅 陈寅嵩 吕康乐

卢丽杰 邢文超 马文瀚 路雯潇

司墨

(74) 专利代理机构 石家庄国为知识产权事务所

13120

代理人 米文智

(51) Int. Cl.

C02F 9/14(2006. 01)

C02F 3/34(2006. 01)

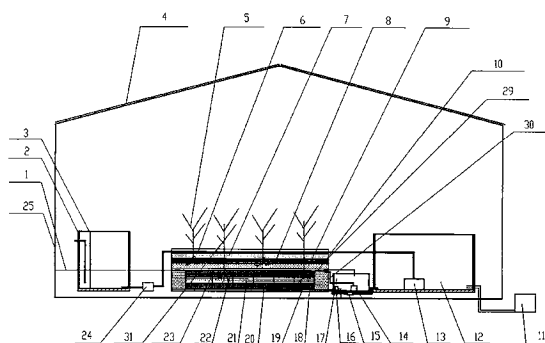
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 3 页

(54) 发明名称

复合人工湿地污水处理系统

(57) 摘要

本发明公开了一种复合人工湿地污水处理系统,包括:预处理池,预处理池连通垂直流人工湿地池,垂直流人工湿地池下部设有水平潜流人工湿地池,水平潜流人工湿地池设于地表面下,垂直流人工湿地池经由回流池连通水平潜流人工湿地池;所述垂直流人工湿地池内部的基质从上到下依次为粗砂层、人工混合层和砾石层,水平潜流人工湿地池两侧设有砾石区、中间为基质区,基质区从上到下依次为粗砂层、人工混合层、粗砂层,垂直流人工湿地池栽植有浅根系植物,水平潜流人工湿地池栽植有深根系植物;垂直流人工湿地池上部设有布水管,下部设有泄流槽,水平潜流人工湿地池下部也设有泄流槽。本发明污水处理效率高、出水水质好、占地面积小。



1. 一种复合人工湿地污水处理系统,其特征在于:包括:预处理池(1),预处理池(1)连通垂直流人工湿地池(29),垂直流人工湿地池(29)下部设有水平潜流人工湿地池(30),水平潜流人工湿地池(30)设于地表面下,垂直流人工湿地池(29)经由回流池(17)连通水平潜流人工湿地池(30);所述垂直流人工湿地池(29)内部的基质从上到下依次为粗砂层(7)、人工混合层(8)和砾石层(9),所述水平潜流人工湿地池(30)两侧设有砾石区、中间为基质区,基质区从上到下依次为粗砂层(22)、人工混合层(21)、粗砂层(19),垂直流人工湿地池(29)栽植有浅根系植物,水平潜流人工湿地池(30)栽植有深根系植物;垂直流人工湿地池(29)上部设有布水管(6),下部设有泄流槽(10),水平潜流人工湿地池下部设有泄流槽(20)。

2. 根据权利要求1所述的复合人工湿地污水处理系统,其特征在于:还设有用于污水二次处理的集水池(12),集水池(12)内设有污水泵(13),污水泵(13)连通设于垂直流人工湿地池(29)上部的布水管(3),水平潜流人工湿地池(30)的泄水槽(20)通过管路连通集水池(12)。

3. 根据权利要求2所述的复合人工湿地污水处理系统,其特征在于:还设有用于将经过处理的污水进行生态还原性处理的尾水净水剂投料系统(11),尾水净水剂投料系统通过管路连接集水池(12)。

4. 根据权利要求1或2或3所述的复合人工湿地污水处理系统,其特征在于:还设有保温动力系统,保温动力系统包括太阳能温室(25)和定位于太阳能温室外壁的太阳能电池板(4),太阳能温室(25)的主体结构为钢结构,太阳能温室的外壁由透光玻璃组成封闭空间。

5. 根据权利要求1所述的复合人工湿地污水处理系统,其特征在于:所述回流池(17)内设有污水泵(14),污水泵(14)通过管路连通水平潜流人工湿地池(30)的入水处砾石区(33),回流池(17)通过管路连通垂直流人工湿地池(29)的泄流槽(10),回流池内(17)设有潜水曝气机(16),潜水曝气机(16)连通设于水平潜流人工湿地池(30)池底的微孔曝气管(35)。

6. 根据权利要求1所述的复合人工湿地污水处理系统,其特征在于:所述预处理池(1)设有进水口与出水口,预处理池(1)内设有用于对污水的杂质进行初步过滤的格栅(2),格栅(2)的一侧由栅条(26)和横向肋条(27)构成,另一侧设有筛网(28)。

7. 根据权利要求1所述的复合人工湿地污水处理系统,其特征在于:所述人工复合层(8、21)由蛭石、沸石、煤渣混配而成,其高度至少为20cm。

8. 根据权利要求1所述的复合人工湿地污水处理系统,其特征在于:所述垂直流人工湿地池(29)与水平潜流人工湿地池(30)的泄流槽底部均设有防水层,垂直流人工湿地池泄流槽底部的防水层(38)上面设有可容深根系植物茎秆通过的预制穴孔(40),预制穴孔(40)内侧填充有柔性可塑防水填料(41),泄流槽(10)上部设有透水板(39);水平潜流人工湿地池(30)内设有导流隔板(23),导流隔板(23)形成S型的水流通道。

复合人工湿地污水处理系统

技术领域

[0001] 本发明涉及污水处理领域,尤其是一种复合人工湿地污水处理方法。

背景技术

[0002] 随着我国社会经济的高速发展以及城市化进程的加快,一方面城镇用水供需矛盾日益突出,另一方面巨量废水污水的大量排放又使得供水水源不断地受到污染,进而使水质环境不断恶化。目前我国 600 多个城市中,有 400 多个城市存在着不同程度的缺水问题,每年缺水量达 60 亿吨,由于缺水而造成的经济损失每年近 3000 亿元。与此同时,目前我国城市每年污水排放量达 414 亿吨,这些巨量的污水进入地表水体后,对我国有限的地表水体造成日益严重的危害,全国七大水系流域中 50% 以上的河段均存在着不同程度的污染问题,江苏、上海、广州等地一大批省市已经面临严重的水质污染型缺水问题,如太湖流域 3000 万人守着 2300 平方公里的太湖水,却出现了“水多难用”的尴尬局面。不管是原始资源型缺水还是水质污染型缺水均已严重影响和制约了我国社会经济的可持续发展。如何解决这个问题已经成为我国社会经济发展中的一个十分重要的研究课题,在“十五”计划纲要中,提出的污水资源化战略构思无疑是一个有效地手段之一,污水资源化不仅可以大幅度减少污水排放量,改善地表水体生态环境,减少排水工程投资及运行费用,而且也可以大幅度增加可供水量、降低给水处理和供水费用,降低因缺水而造成的经济损失,提高人民的生存健康环境,促进工业、旅游业和水产业的发展。然而我国污水资源化战略的实施却一直举步维艰,目前我国污水净化回用率依然很低。造成这种状况的原因虽然是多方面的,但是主要原因还是污水净化回用技术,还不能适应污水资源市场化的要求。过去传统的生物曝气池技术虽然较能有效地去除污水中的有机物,但对氮磷的去除能力较低,出水水质并不能达到中水回用标准;膜生物反应器技术出水水质虽然较高,但投资运行费用较高,限制了该技术的广泛应用,其他化学物理处理技术也均存在着投资运行费用高、出水水质不稳定和二次污染等问题。

[0003] 现在正在运行的人工湿地污水处理技术具有高效率、低投资、低运转费用、低维持技术的特点,在全世界范围内受到越来越广泛的关注。但同时也存在着:不能直接处理污水,适应性差,只能针对初级或二级处理后的污水进行深度处理;对于重金属污染物吸收效率低;技术受环境温度影响大;夏季易孳生蚊虫等缺点。现有人工湿地污水处理技术基本可分为表面流式、垂流式 and 潜流式。表面流人工湿地是最原始的人工湿地,与自然湿地类似,水深较浅,一般在 0.2-0.4 米左右,废水从湿地表面流过。这种类型的人工湿地占地面积大,水力负荷率小,去污能力有限,氧气传输能力有限,受气候影响很大,夏季易孳生蚊蝇。垂流式人工湿地对于有机物的去除能力不足,夏季也有孳生蚊蝇的现象。潜流式人工湿地氧气供应不足,硝化作用不良。近几年人们提出了复合人工湿地污水处理方法,可综合各类型人工湿地的优点,但是也存在着占地面积大、污水处理效果不理想、无法很好的利用湿地基质的吸附和过滤等缺点,因此为了使我国污水资源化战略实施有长足的发展,开发和研究新型的生态污水净化回用技术具有十分重要的意义。

发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题是提供一种污水处理效率高、单位面积污水净化效率高、出水水质好的复合人工湿地污水处理系统。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明所采取的技术方案是:一种复合人工湿地污水处理系统,包括:预处理池,预处理池连通垂直流人工湿地池,垂直流人工湿地池下部设有水平潜流人工湿地池,水平潜流人工湿地池设于地表面下,垂直流人工湿地池经由回流池连通水平潜流人工湿地池;所述垂直流人工湿地池内部的基质从上到下依次为粗砂层、人工混合层和砾石层,所述水平潜流人工湿地池两侧设有砾石区、中间为基质区,水平潜流人工湿地池的基质区从上到下依次为粗砂层、人工混合层、粗砂层,垂直流人工湿地池栽植有浅根系植物,水平潜流人工湿地池栽植有深根系植物;垂直流人工湿地池上部设有布水管,下部设有泄流槽,水平潜流人工湿地池下部亦设有泄流槽。

[0006] 进一步的改进还设有用于污水二次处理的集水池,集水池内设有污水泵,污水泵连通设于垂直流人工湿地池上部的布水管,水平潜流人工湿地池的泄水槽通过管路连通集水池。

[0007] 进一步的改进还设有用于将经过处理的污水进行生态复原性处理的尾水净水剂投料系统,尾水净水剂投料系统通过管路连接集水池。

[0008] 进一步的改进还设有保温动力系统,保温动力系统包括太阳能温室和定位于太阳能温室外壁的太阳能电池板,太阳能温室的主体结构为钢结构,太阳能温室的外壁由透光玻璃组成封闭空间。

[0009] 优选的,上述回流池内设有污水泵,污水泵通过管路连通水平潜流人工湿地池的入水出砾石区,回流池通过管路连通垂直流人工湿地池的泄流槽,回流池内设有潜水曝气机,潜水曝气机连通设于水平潜流人工湿地池池底的微孔曝气管。

[0010] 优选的,上述预处理池设有进水口与出水口,预处理池内设有用于对污水的杂质进行初步过滤的格栅,格栅的一侧由栅条和横向肋条构成,另一侧设有筛网。

[0011] 优选的,上述垂直流人工湿地池与水平潜流人工湿地池的人工复合层均由蛭石、沸石、煤渣混配而成,其高度至少为 20cm。

[0012] 优选的,上述垂直流人工湿地池与水平潜流人工湿地池的泄流槽底部均设有防水层,垂直流人工湿地池泄流槽底部的防水层上面设有可容深根系富集植物茎秆通过的预制穴孔,预制穴孔内侧填充柔性可塑防水填料,垂直流人工湿地池的泄流槽上部设有透水板,水平潜流人工湿地池内设有导流隔板,导流隔板形成 S 型的水流通道。

[0013] 采用上述技术方案所产生的有益效果在于:1、本发明综合各种人工湿地处理方式的优点,不仅可以对污水中的无机富营养化元素进行高效清除,还可以对污水中的有机物及重金属污染物进行有效分解吸附,使单位面积污水净化效率大幅度提高,从而让净化后出水水质达到深度处理标准,并且由于采用了上下式垂直复合结构,可节约占地面积。

[0014] 2、本发明综合利用了人工湿地的各类形式,使污水多方向多次流动净化,净化时间充足,更好的利用基质的截留、过滤、吸附等作用,同时也容易克服垂直流易堵塞的问题。

[0015] 3、通过设置的曝气装置可以解决水平潜流层氧补偿量小的问题。

[0016] 4、进一步改进设置的太阳能系统可使本发明不受季节温度的影响,不仅可以在春

夏温度较高时运行,而且可以在秋冬季温度较低时正常运行,解决了北方冬季人工湿地处理效率降低的问题;且利用太阳能集热供电,对污水进行处理,可以大幅降低成本,同时提高污水处理效率。

[0017] 5、进一步的改进通过设置的尾水净水剂投料系统,可对经过处理且不回收利用的中水进行生态还原性处理,排入自然水系中不造成生态负担。

[0018] 6、本发明与传统的人工湿地处理技术相比,占地面积可以节约 50%以上,单位面积处理效率可以提高 60%以上,出水水质稳定;本发明完全采用自然式技术方法对污水进行净化处理,无二次污染。

附图说明

[0019] 图 1 是本发明的结构示意图;

[0020] 图 2 是水平潜流湿地池的示意图;

[0021] 图 3 是图 2 的俯视图;

[0022] 图 4 是垂直流湿地池的示意图;

[0023] 图 5 是布水管的示意图;

[0024] 图 6 是微孔曝气管的示意图;

[0025] 图 7 是垂直流湿地池的示意图;

[0026] 图 8 是格栅的示意图;

[0027] 图 9 是图 8 的俯视图;

[0028] 其中,1、地坪面;2、预处理池;3、格栅;4、太阳能电池板;5、浅根系植物;6、布水管;7、垂直流人工湿地池的粗砂层;8、垂直流人工湿地池的人工混合层;9、砾石层;10、垂直流湿地池的泄流槽;11、尾水净水剂投料池;12、集水池;13、集水池内的污水泵;14、回流池内的污水泵;15、污水泵;16、潜水曝气机;17、回流池;19、水平潜流人工湿地池的粗砂层;20、泄流槽;21、水平潜流人工湿地池的人工混合层;22、粗砂层;23、导流隔板;24、污水泵;25、温室透光外壁;26、栅条;27、横向肋条;28、筛网;29、垂直流人工湿地池;30、水平潜流人工湿地池;31、布水主管;32、布水支管;33、入水处砾石区;34、出水处砾石区;35、微孔曝气管;36、泄流槽底部的防水层;37、泄流槽顶部的防水层;38、垂直流人工湿地池的防水层;39、垂直流人工湿地池的透水板;40、预置穴孔;41、柔性可塑防水填料。

具体实施方式

[0029] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0030] 参见附图 1,待处理的污水先流入预处理池 2,预处理池 2 安置格栅 3,以便过滤大块的漂浮物和悬浮物,减少后续处理产生的浮渣,保证污水处理设备的正常运行,还可以采取投放净水剂或重力沉淀法进一步对其进行预处理。经过预处理的污水通过污水泵 24 经布水管 6 流入垂直流人工湿地池 29,通过阀门控制流速。布水管 6 设于垂直流人工湿地池表面,由布水主管 31 和布水支管 32 组成,呈“王”字结构,可使布水均匀。垂直流人工湿地池 29 基质从上到下由粗砂层 7、人工混合层 8 和砾石层 9 组成,人工混合层 8 由沸石、蛭石、煤渣混配而成,配填入湿地池中时,按照上面密实下面疏松,上面颗粒细小,下面颗粒粗大的原则。其中优选粒径为蛭石 0.2 ~ 1.5cm,沸石 1.4 ~ 2.5cm,煤渣 3 ~ 7cm,粗砂层粒径

2~7mm,底层砾石直径为4~8cm。污水通过层层基质垂直渗透吸附一部分重金属污染物,生长于基质中的植物根系及微生物菌群的硝化能力重点去除氮氨类无机物,经过垂直流人工湿地池29处理后的污水中悬浮颗粒物含量急剧降低,但污水中的各有机污染物和重金属污染物无大量降低。

[0031] 污水通过垂直流人工湿地池29后,通过池底的泄水槽10流入回流池17,回流池17为经过垂直流人工湿地池29处理后的污水汇集处,之后通过污水泵14将污水流入水平潜流人工湿地池30,以阀门控制流入速度。水平潜流人工湿地池设有地坪面下,这样有利于冬季保温,提高北方冬季工作效率。水平潜流池中主要配置多种富集植物,如芦苇、桃金娘、菖蒲、水葱等等,综合配置超富集植物,通过各类富集植物对于重金属污染物的强力吸收功能实现污水中重金属污染物的去除目的,同时在水平潜流人工湿地池中,会形成植物——微生物群生态系统,在基质与根系中会出现大量的优势微生物群,依靠微生物菌群可以进一步分解有机污染物与重金属污染物。水平潜流人工湿地池30中布设有基质和微孔曝气管35,由潜水曝气机16通过微孔曝气管33向水平潜流人工湿地池供氧进行微曝气。通常的水平潜流湿地主要依靠植物运输作用实现竖向氧气补偿,补偿量小,而本发明中垂直流湿地池本身已经可以增加氧气垂直渗透量,再利用回流池17与微曝气装置可以更加有效增加系统含氧量,提高植物根系及微生物菌群的反应净化效率,高效处理吸收重金属污染物、分解有机污染物。污水经过水平潜流人工湿地池30后,有机污染物和重金属污染物会大量降低,无机污染物也会进一步降低,经处理后的水会流入集水池12,集水池12可以监控污水处理效果,并设有污水泵13及管道,可使污水回流进行二次处理,处理后的中水可以循环使用,还可以利用尾水净水剂投料系统对集水池中中水进行生态恢复性处理后排放。尾水净水剂投料系统,采用由硅藻土、海泡石、荷叶、芦苇、沸石等纯天然物料研磨混配制成的生态环保复合水处理剂,具有沉淀污染物,还原水体自然性成分的特点,对经过处理且不回收利用的中水进行生态复原性处理,排入自然水系中不造成生态负担,可参见公开号CN101003401A《一种生态环保复合水处理剂》的专利。

[0032] 参见附图1,本发明整个系统处于太阳能温室25中,太阳能电池板4挂于太阳能温室25外侧。环境温度较低时,太阳能温室25可以捕获太阳热能,提高室内温度,以保证水生植物在一年四季的正常生长,为微生物菌团提供良好的生存繁育环境;另一方面还可以转化太阳能,为潜水曝气机16提供工作动力,节约能源。如此可以解决通人工湿地污水处理技术在北方冬季寒冷情况下效率低下的问题。

[0033] 参见附图2、附图3,水平潜流人工湿地池30的两侧为砾石区,其中一侧为入水处砾石区33,另一侧为出水处砾石区34,入水处砾石直径为8~15mm,出水处砾石直径为2~4cm,出水处砾石区34未填满由导水隔板23所围成的区域,而是添加了部分砾石,出水处添加部分砾石可以有效的防制堵塞,便于水更好的排出,出水处砾石区34下部设有透水板,泄流槽顶部除去出水处砾石区34部分的其余部位设有防水层37。基质自上而下由粗砂层22、人工混合层21、粗砂层19组成,人工混合层21由沸石、蛭石、煤渣混配而成,配填入湿地池中时,按照上面密实下面疏松,上面颗粒细小,下面颗粒粗大的原则。其中优选粒径为蛭石0.2~1.5cm,沸石1.4~2.5cm,煤渣3~7cm,粗砂层粒径2~7mm。设置的导流隔板23使水流形成类似S形的通道,可以增加污水的处理效果。

[0034] 参见附图4,垂直流湿地池29内栽植有浅根系植物5,该植物有富集作用,垂直流

湿地池因在地表之上,所以选用的植物以浅根系或浮水植物为主,无机污染物处理能力强,同时兼具景观效果,如灯芯草、睡莲、千屈菜、花叶美人蕉等。污水经布水管 6 均匀流入垂直流人工湿地池 29,最后通过垂直流人工湿地池 29 的泄水槽 10 上壁的透水板 39 汇入泄水槽,经过泄水管流入回流池 17。垂直流人工湿地池的防水层 38 与透水板 39 均为方形蜂窝状结构,上面预留有穴孔以便使水平潜流湿地池的深根系植物的茎秆通过。防水层 38 为了防止正在处理的水直接流入水平潜流湿地池,同时为了保证植物正常的生长,会在穴孔和植物茎秆间敷设柔性可塑防水填料如塑胶等,不仅防止污水串池流通,还可尽量保证植物正常生长,不影响效率。透水板 38 直接接触的为较大粒径的砾石,悬浮物少且直接接触的基质本身块大,不易堵塞,不需要特殊处理。

[0035] 参见附图 5,布水管 6 为类似于“王”字形的布水管,设有布水主管 31 与布水支管 32。参见附图 6,微孔曝气管优选为多孔 PVC 曝气管,其形状也类似于“王”字形。

[0036] 参见附图 7,垂直流人工湿地池的防水层为经过特殊处理的橡胶或塑胶类材料。预置孔穴 40 使深根系植物茎秆通过。

[0037] 参见附图 8、附图 9,格栅由栅条 26、横向肋条 27、框架、筛网 28 组成,栅条可以预先阻挡过滤大块的悬浮物,如树枝、食品袋等,然后通过格栅后面的筛网进行进一步过滤。

[0038] 本污水处理系统建成后,大约需要 20-27 天左右的时间让中心部分生物反应系统“预热”,使植物根系与优势微生物菌群繁育到一个可以稳定处理消化污水的阶段。

[0039] 在本发明的原理性试验中,曾分别针对保定市河道生活污水,某造纸厂污水和某电镀厂工业废水进行实验,获得实验数据如下:下述实施例中 COD 为化学需氧量, BOD 为生化需氧量, SS 为悬浮物, TP 总磷。

[0040] 表 1

[0041] 河道生活污水 (单位 mg/L)

[0042]

	COD	BOD	SS	氨氮	TP	硫化物
入水口	157	125	73.7	27.8	3.9	2.7
尾水投料后	19	7.8	3.3	6.1	0.21	0.18
净化比率	87.90%	93.76%	98.93%	78.06%	94.62%	93.33%

[0043] 表 2

[0044] 造纸厂污水 (单位 mg/L)

[0045]

	COD	SS	硫化物	色度	挥发酚
入水口	4800	1077	15.1	96	1.7

	COD	SS	硫化物	色度	挥发酚
尾水投料后	58	27.7	0.4	12	0.16
净化比率	98.79%	97.43%	97.35%	87.5%	90.59%

[0046] 在造纸厂污水处理实验中因为污水中含的污染物水平太高,在第一次集水池抽检中,残留量很高,开启了回流再次处理功能之后,重复两次处理,使尾水达到了国家污水二级排放标准。表 2 中单位 mg/L 不包括色度的单位。

[0047] 表 3

[0048] 电镀厂工业废水 (单位 mg/L)

[0049]

	COD	Cr	Zn	Fe	Mn	SS	pH
入水口	151	23.78	14.86	43.16	24.22	145	3.53
尾水投料后	2	0.9	0.6	0.7	0.5	8	6.9
净化比率	98.68%	96.21%	95.95%	98.37%	97.94%	94.48%	—

[0050] 在电镀厂污水处理实验中,污水中所含的重金属污染物水平较高,在第一次集水池抽检中,各重金属污染物的处理率虽然达到了 70%左右,但含量仍未达到国家污水二级排放标准,开启了回流再次处理功能之后,重复两次处理,使尾水达到了国家污水二级排放标准。表 3 中单位 mg/L 不包括 pH 的单位。

[0051] 对所公开的实施方式的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

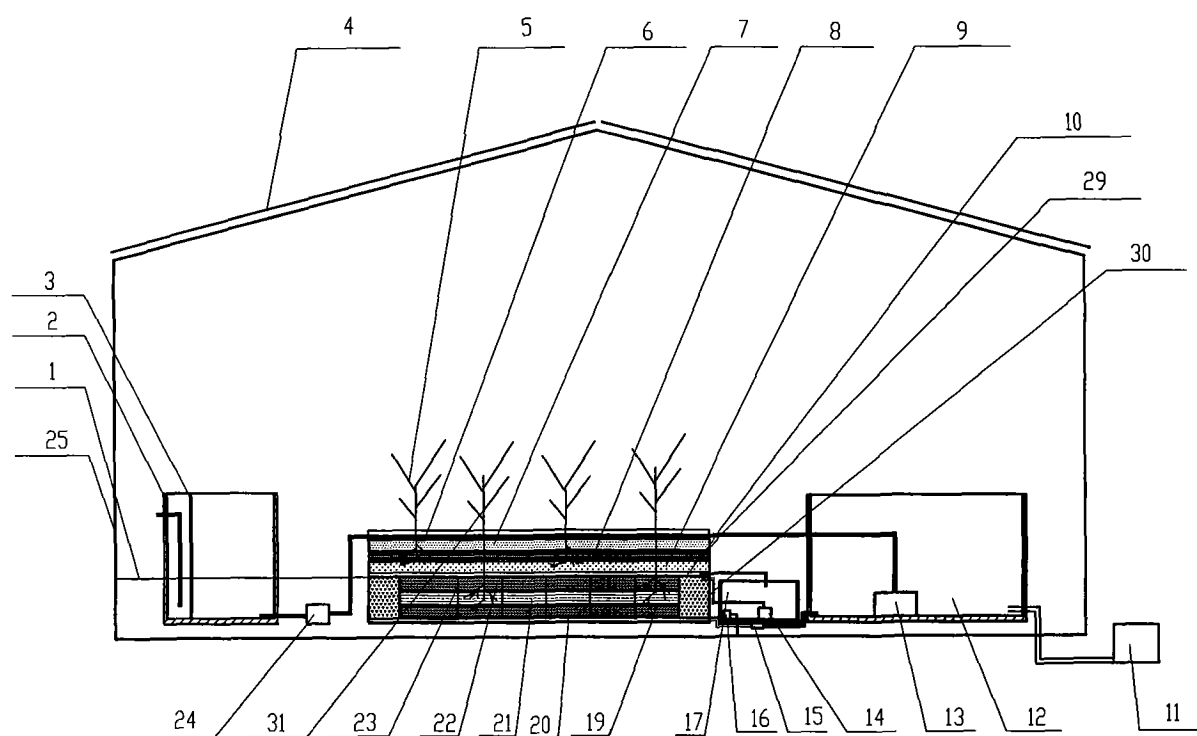


图 1

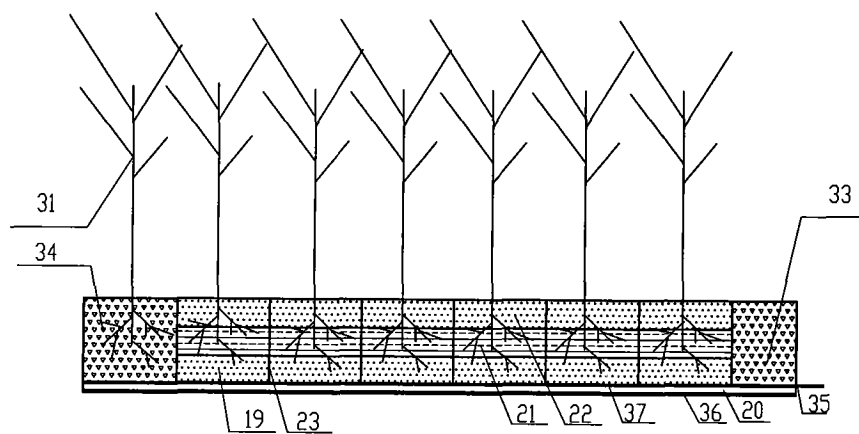


图 2

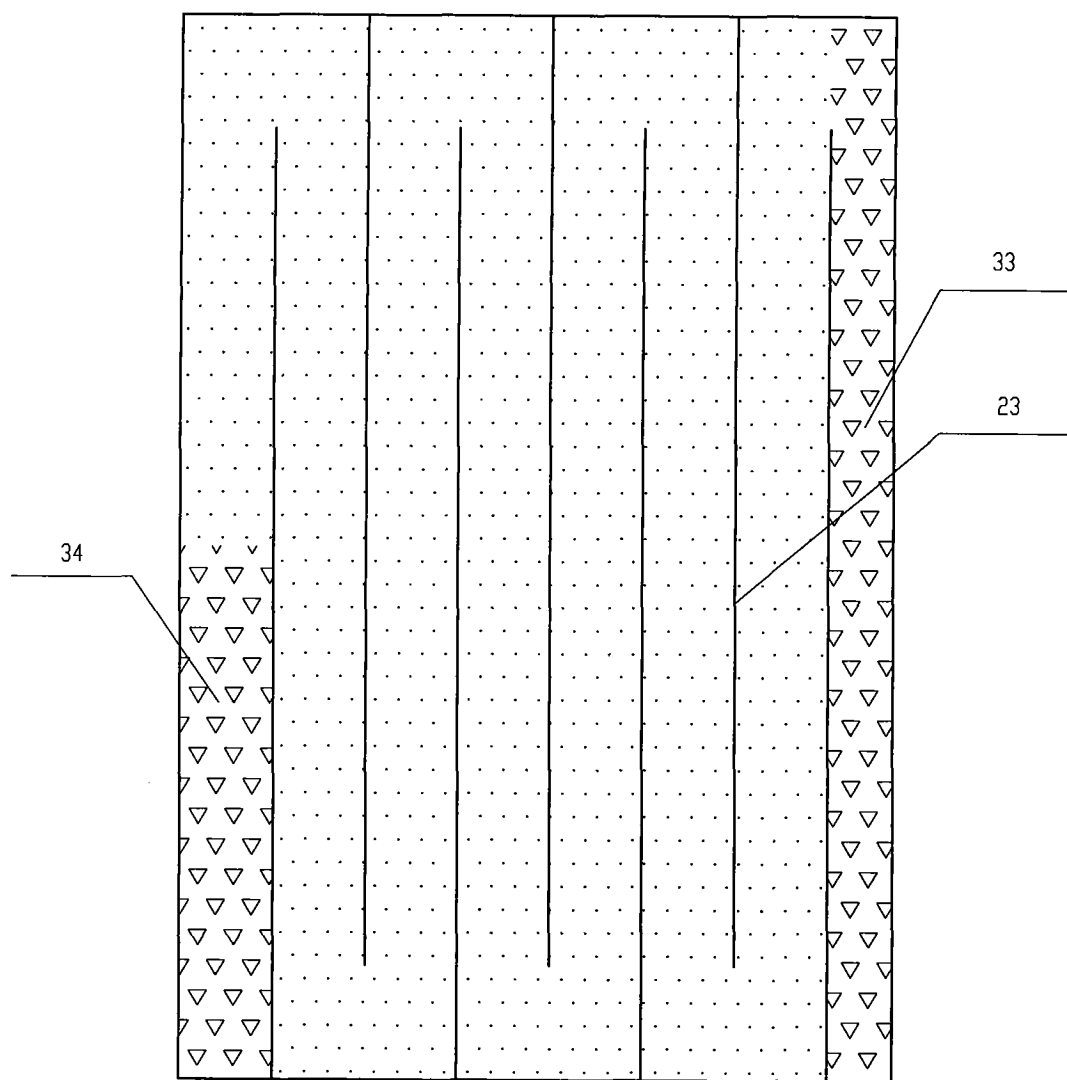


图 3

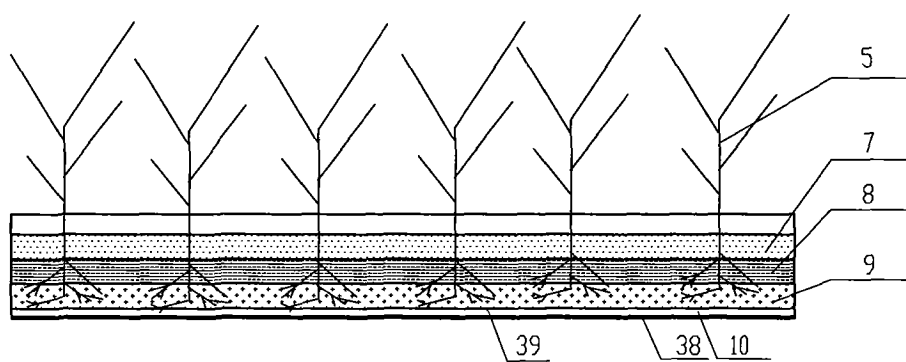


图 4

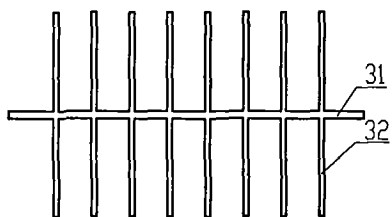


图 5

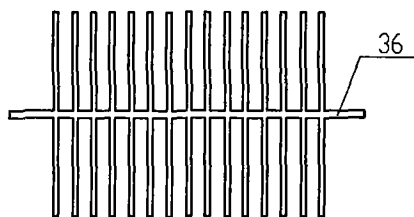


图 6

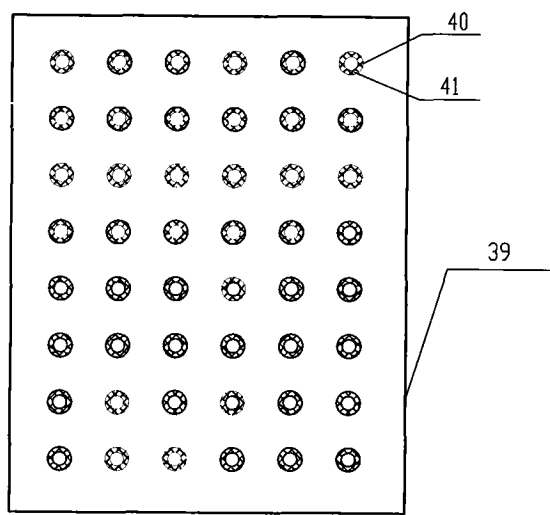


图 7

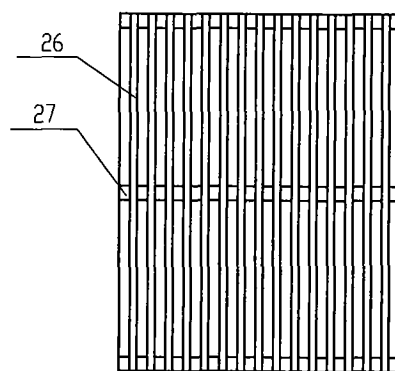


图 8

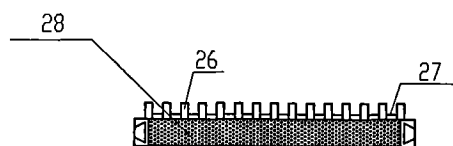


图 9