

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610136773.8

[51] Int. Cl.

C02F 9/14 (2006.01)

C02F 1/00 (2006.01)

[43] 公开日 2007 年 7 月 11 日

[11] 公开号 CN 1994940A

[22] 申请日 2006.11.30

[21] 申请号 200610136773.8

[71] 申请人 湖南大学

地址 410082 湖南省长沙市河西岳麓山湖南
大学环境工程系

[72] 发明人 徐峥勇 杨朝晖 曾光明 王荣娟

[74] 专利代理机构 湖南兆弘专利事务所

代理人 赵 洪

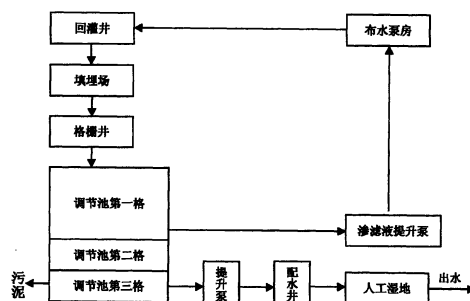
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 3 页

[54] 发明名称

一种循环回灌与人工湿地联用的渗滤液处理方法及其设施

[57] 摘要

一种循环回灌与人工湿地联用的渗滤液处理方法，包括以下步骤：使垃圾渗滤液经格栅井去除部分粒径较大的悬浮物和杂物；然后集中于调节池第一格中去除一部分沙粒和悬浮物；使上述调节池第一格中一部分垃圾渗滤液通过渗滤液回灌系统回灌至垃圾填埋场，另一部分经过调节池第二格和调节池第三格的预处理后灌入人工湿地系统进行处理，出水达标后排放，污水在调节池中的总停留时间为 15 ~ 30 天。一种实现上述方法的渗滤液处理设施，包括格栅井、调节池、循环回灌系统和人工湿地系统，调节池被功能优化成三格，格栅井内设回转式格栅一台，格栅井出水口直接与调节池的第一格相连。本发明成本投入低，适应于各种填埋龄的渗滤液，且具景观修复功能。



1、一种循环回灌与人工湿地联用的渗滤液处理方法，其特征在于包括以下步骤：

- a. 使垃圾渗滤液经格栅井去除部分粒径较大的悬浮物和杂物；
- b. 将上述经处理过的垃圾渗滤液集中于调节池第一格中去除一部分沙粒和悬浮物；
- c. 使上述调节池第一格中一部分垃圾渗滤液通过渗滤液回灌系统回灌至垃圾填埋场，另一部分经过调节池第二格和调节池第三格的预处理后灌入人工湿地系统进行处理，出水达标后排放，污水在调节池中的总停留时间为15~30天。

2、根据权利要求1所述一种循环回灌与人工湿地联用的渗滤液处理方法，其特征在于所述垃圾渗滤液通过渗滤液回灌系统回灌至垃圾填埋场的具体步骤为：

- 1) 用渗滤液回灌提升泵将调节池第一格中的垃圾渗滤液提升至布水泵房；
- 2) 通过高密度聚乙烯管将上述布水泵房中的垃圾渗滤液输入回灌井中并由回灌井两侧的回灌沟将其回灌至垃圾填埋场中；
- 3) 通过填埋场底部的渗滤液收集管道将上述垃圾填埋场的垃圾渗滤液集中至调节池，回灌频率为1~2次/d，回灌水力负荷为 $0.01\sim 0.1\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 。

3、根据权利要求1或2所述一种循环回灌与人工湿地联用的渗滤液处理方法，其特征在于所述调节池第二格池底潜水型曝气机进行不间断曝气，单台作用范围4~8m；第三格池底设置的污泥泵定期排泥，第三格池底提升泵将垃圾渗滤液输送至人工湿地系统的配水井。

4、根据权利要求1或2所述一种循环回灌与人工湿地联用的渗滤液处理方法，其特征在于所述人工湿地系统单元水力停留时间6~12小时；平均气温高于 15°C 时，水力负荷 $10\sim 15\text{L}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ ；平均气温 $4\sim 15^{\circ}\text{C}$ 时，水力负荷 $5\sim 10\text{L}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ ；平均气温低于 4°C 时或当日降雨量为4~15mm时，水力负荷 $3\sim 5\text{L}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ ；当日降雨量大于15mm时，停止进水。

5、一种实现权利要求1所述方法的渗滤液处理设施，其特征在于包括格栅井、置于格栅井之后的调节池、循环回灌系统和人工湿地系统，调节池被功能优化成三格，形成缺氧—好氧—缺氧的功能模式，格栅井内设回转式格栅一台，格栅井出水口直接与调节池的第一格相连。

6、根据权利要求5所述的渗滤液处理设施，其特征在于，所述调节池第一格有效容积为调节池总有效容积的60%~80%，第二格和第三格有效容积相同，第一格内设置渗滤

液回灌提升泵一台，在第二格池底设置1~4台潜水型曝气机，在第三格池底设置污泥泵和提升泵一台。

7、根据权利要求5或6所述的渗滤液处理设施，其特征在于，所述循环回灌系统依次包括布水泵房、通过高密度聚乙烯管与布水泵房相连的回灌井和回灌井两侧的回灌沟，每隔40~50m设置回灌井，回灌井左右各设一条回灌沟，其结构为：中间是穿孔配水管，四周填充级配碎石，上覆一层压实粘土。

8、根据权利要求5或6所述的渗滤液处理设施，其特征在于，所述人工湿地系统根据地形将其划分为不同形状和面积的人工湿地单元，单元与单元之间根据实际需要进行串联和并联，人工湿地单元长度为20~50m，长：宽=1~3：1，配水井出水口与人工湿地单元的布水管相连，冬季当湿地植物枯萎后在人工湿地单元表面覆盖0.1~0.5mm厚的聚乙烯薄膜，所述湿地植物为挺水植物。

9、根据权利要求8所述的渗滤液处理设施，其特征在于，当人工湿地单元位于填埋场最终覆盖层时，直接利用填埋场最终覆盖层的场地构建人工湿地单元，在垃圾层以上自下而上分别布置：粘土层、高密度聚乙烯防渗膜密封层、合成材料导流层、填土层、植被层，在人工湿地单元前端设置穿孔布水管；当人工湿地单元位于填埋区域以外时，首先对地面进行平整，然后铺设砂石导流层，该层内铺设穿孔导流管，砂石导流层上覆粘土层，平整后覆盖高密度聚乙烯防渗膜密封层，膜上依次为砂石层、填土层和植被层，在人工湿地单元前端设置穿孔布水管，穿孔布水管高出植被层。

10、根据权利要求9所述的渗滤液处理设施，其特征在于所述人工湿地单元位于填埋场最终覆盖层时，粘土层厚度为0.2~0.3m、高密度聚乙烯密封层厚度 $\geq 1\text{mm}$ 、合成材料导流层厚度为0.2~0.3m、填土层厚度 $\geq 0.3\text{m}$ 、植被层厚度 $\geq 0.3\text{m}$ ，穿孔布水管长3~5m，穿孔布水管高出植被层0.3~0.6m；所述人工湿地单元位于填埋区域以外时，地面平整坡度为1%~2%，砂石导流层厚度为0.2m，砂石直径 $\leq 1\text{cm}$ ，砂石导流层内间隔10m铺设一条穿孔布水管，砂石导流层上粘土层厚0.2m，高密度聚乙烯防渗膜密封层厚1mm，防渗膜上砂石层厚0.2m，填土层和植被层厚度均不小于0.3m，穿孔布水管长约3~5m，穿孔布水管高出植被层0.3~0.6m。

一种循环回灌与人工湿地联用的渗滤液处理方法及其设施

技术领域

本发明属于环境保护、污水处理技术领域，具体涉及一种生活垃圾填埋场渗滤液处理方法及其设施。

背景技术

垃圾渗滤液是垃圾填埋过程产生的二次污染，是一种成分复杂的高浓度有机废水，主要来源于降水和填埋废物本身的内含水，其对环境的污染是填埋场最主要的环境问题之一。它可以污染水体、土壤、大气等，使地面水体缺氧、水质恶化、富营养化，威胁饮用水和工农业用水水源，使地下水丧失利用价值，有机污染物进入食物链将直接威胁人类健康。

随着人们对填埋场渗滤液问题的逐渐重视，各种渗滤液处理方法得到广泛的发展。常用的渗滤液处理方法一般包括物化法、生化法和土地法。

物化法一般作为预处理或深度处理而为渗滤液的达标排放和生物处理系统有效运行创造良好的条件。物化处理一般不受渗滤液水质水量的影响，出水水质比较稳定，尤其是对 BOD/COD 比值较低 ($0.07\sim0.20$)，难以生化处理的渗滤液，有较好的处理效果，当 COD 浓度为 $2000\sim4000\text{mgL}^{-1}$ 时，物化法的 COD 去除率一般可达到 $50\%\sim80\%$ 。但物化处理技术针对性太强，处理效果单一，且成本高，不适于大量渗滤液的处理。

生化法包括好氧处理、厌氧处理及两者结合处理的方法，它具有处理效果好、操作简单、投资及运行成本低等优点，适合于处理生化性较好的渗滤液。但生化法很难去除那些已降解的较小相对分子质量的有机成分，其出水 COD 很难降低到国家标准以下。而其生化法在处理渗滤液的过程中最严重的缺陷在于，对于 BOD/COD 比值较小的“老”龄渗滤液几乎没有处理效果。

土地法主要通过土壤颗粒的过滤、离子交换、吸附和沉淀等作用去除滤液中悬浮固体，并将可溶解成分固定在颗粒上。同时通过土壤中的微生物使渗滤液中的有机物和氮进行转化和稳定，通过蒸腾作用减少渗滤液的量。目前用于垃圾渗滤液处理的土地法主要有回灌法和人工湿地法。但土地法一般占地面积较大。

垃圾渗滤液水质水量变化大、营养元素比例失调、氨氮含量等特点造成其处理难度

大, 实现其经济有效处理是仍然是垃圾填埋处理技术中一个研究的热点和难点。

发明内容

本发明的目地在于克服上述现有技术的不足, 提供一种成本投入低, 处理效果好, 操作简单, 运行维护费用低, 适应于各种填埋龄的渗滤液, 且具景观修复功能的垃圾渗滤液处理方法及其设施。

为解决上述问题, 本发明采用以下技术方案:

一种循环回灌与人工湿地联用的渗滤液处理方法, 包括以下步骤:

- a. 使垃圾渗滤液经格栅井去除部分粒径较大的悬浮物和杂物;
- b. 将上述经处理过的垃圾渗滤液集中于调节池第一格中去除一部分沙粒和悬浮物;
- c. 使上述调节池第一格中一部分垃圾渗滤液通过渗滤液回灌系统回灌至垃圾填埋场, 另一部分经过调节池第二格和调节池第三格的预处理后灌入人工湿地系统进行处理, 出水达标后排放。污水在调节池中的总停留时间为 15~30 天。

所述垃圾渗滤液通过渗滤液回灌系统回灌至垃圾填埋场的具体步骤为: 1) 用渗滤液回灌提升泵将调节池第一格中的垃圾渗滤液提升至布水泵房; 2) 通过高密度聚乙烯 (HDPE) 管将上述布水泵房中的垃圾渗滤液输入回灌井中并由回灌井两侧的回灌沟将其回灌至垃圾填埋场中; 3) 通过填埋场底部的渗滤液收集管道将上述垃圾填埋场的垃圾渗滤液集中至调节池, 回灌频率为 1~2 次/d, 回灌水力负荷为 $0.01 \sim 0.1 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ 。

所述调节池第二格池底潜水型曝气机进行不间断曝气, 单台作用范围 4~8m; 第三格池底设置的污泥泵定期排泥, 第三格池底提升泵将垃圾渗滤液输送至人工湿地系统的配水井。所述人工湿地系统单元水力停留时间 6~12 小时; 平均气温高于 15°C 时, 水力负荷 $10 \sim 15 \text{ L}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$; 平均气温 $4 \sim 15^\circ\text{C}$ 时, 水力负荷 $5 \sim 10 \text{ L}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$; 平均气温低于 4°C 时或当日降雨量为 4~15mm 时, 水力负荷 $3 \sim 5 \text{ L}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$; 当日降雨量大于 15mm 时, 停止进水。

一种实现上述渗滤液处理方法的渗滤液处理设施, 包括格栅井、置于格栅井之后的调节池、循环回灌系统和人工湿地系统, 调节池被功能优化成三格, 形成缺氧—好氧—缺氧的功能模式。格栅井内设回转式格栅一台, 格栅井出水口直接与调节池的第一格相连。

所述调节池第一格有效容积为调节池总有效容积的 60%~80%, 第二格和第三格有效容积相同, 第一格内设置渗滤液回灌提升泵一台, 在第二格池底设置 1~4 台潜水型曝气机, 在第三格池底设置污泥泵和提升泵一台。所述循环回灌系统依次包括布水泵房、通过 HDPE 管与布水泵房相连的回灌井和回灌井两侧的回灌沟。每隔 40~50m 设置回灌井,

回灌井左右各设计一条回灌沟，回灌沟结构为：中间是穿孔配水管，四周填充级配碎石，上覆一层压实粘土层。

所述人工湿地系统根据地形将其划分为不同形状和面积的人工湿地单元，单元与单元之间根据实际需要进行串联和并联，人工湿地单元长度为20~50m，长：宽=1~3：1，配水井出水口与人工湿地单元的布水管相连，冬季当湿地植物枯萎后在人工湿地单元表面覆盖0.1~0.5mm厚的聚乙烯薄膜，所述湿地植物为挺水植物。当人工湿地单元位于填埋场最终覆盖层时，直接利用填埋场最终覆盖层的场地构建人工湿地单元，在垃圾层以上自下而上分别布置：粘土层、HDPE防渗膜密封层、合成材料导流层、填土层、植被层，在人工湿地单元前端设置穿孔布水管；当人工湿地单元位于填埋区域以外时，首先对地面进行平整，然后铺设砂石导流层，该层内铺设穿孔导流管，砂石导流层上覆粘土层，平整后覆盖HDPE防渗膜密封层，膜上依次为砂石层、填土层和植被层，在人工湿地单元前端设置穿孔布水管，布水管高出植被层。

所述人工湿地单元位于填埋场最终覆盖层时，粘土层厚度为0.2~0.3m、HDPE防渗膜密封层厚 $\geq 1\text{mm}$ 、合成材料导流层厚度为0.2~0.3m、填土层厚度 $\geq 0.3\text{m}$ 、植被层厚度 $\geq 0.3\text{m}$ ，穿孔布水管长3~5m，布水管高出植被层0.3~0.6m；所述人工湿地单元位于填埋区域以外时，地面平整坡度为1%~2%，砂石导流层厚度为0.2m，砂石直径 $\leq 1\text{cm}$ ，砂石导流层内间隔10m铺设一条穿孔布水管，砂石导流层上粘土层厚0.2m，HDPE防渗膜密封层厚1mm，防渗膜上砂石层厚0.2m，填土层和植被层厚度均不小于0.3m，穿孔布水管长约3~5m，布水管高出植被层0.3~0.6m。

所述的人工湿地单元植被层所种植的植物主要为芦苇、茭草、旱伞竹、香蒲、美人蕉、黄竹草、水葱、水莎草及灯芯草等挺水植物。同一单元内栽种同种植物，但不同的单元内需根据景观需要和污水特征栽种不同植物，并定期对植物进行收割。

本发明的优点是：

1. 本发明将污水处理技术与景观修复技术有机的结合，在将渗滤液处理达到国家一级排放标准（GB16889-1997）的同时，对垃圾填埋场进行了景观修复。

2. 本发明具有减少渗滤液排放量的作用，渗滤液回灌系统及人工湿地系统都能以截留和蒸发作用的方式较大幅度的减少渗滤液的总量。

3. 本发明的调节池经过功能优化，在积蓄渗滤液的同时能够对渗滤液进行初步处理，减轻了人工湿地系统的负荷压力。

4. 本发明适应于任何填埋龄的渗滤液处理，并且随着填埋场使用年限的增长，所获

得的人工湿地的建设面积也就越大，渗滤液的处理能力也随之逐渐提高。

5. 本发明的实施成本低，尤其是填埋场进行分区填埋及分区最终覆盖时，人工湿地的构建直接利用最终覆盖层的结构，仅需对湿地单元进行分隔并增加相应的输水和布水设施。

6. 本发明能加速垃圾分解，加快垃圾稳定化过程，提高垃圾的产甲烷速率和产甲烷量。

7. 本发明不但不需要外加物质和能源进行水质调节，而且使得渗滤液中的水分、氮素及有机物质为植物所利用，转化为具有可再资源化的生物材料。

附图说明

图 1 为本发明的工艺流程图；

图 2 为本发明的调节池示意图；

图 3 为本发明的循环回灌系统示意图；

图 4 为本发明的回灌沟剖面示意图；

图 5 为本发明的位于填埋场最终覆盖层的人工湿地单元剖面示意图；

图 6 为本发明的位于填埋场区域以外的人工湿地单元剖面示意图。

附图中的标号说明如下：

- | | | |
|--------------|----------------|-----------|
| 1、调节池第一格 | 2、调节池第二格 | 3、调节池第三格 |
| 4、渗滤液回灌提升泵 | 5、潜水型曝气机 | 6、污泥泵 |
| 7、提升泵 | 8、格栅井 | 9、渗滤液收集管道 |
| 10、回灌井 | 11、固体垃圾 | 12、布水泵房 |
| 13、压实粘土 | 14、级配碎石 | 15、穿孔配水管 |
| 16、穿孔布水管 | 17、植被层 | 18、填土层 |
| 19、合成材料导流层 | 20、HDPE 防渗膜密封层 | 21、粘土层 |
| 22、垃圾层 | 23、出水管 | 24、砂石层 |
| 25、砂石导流层上粘土层 | 26、砂石导流层 | 27、穿孔导流管 |

具体实施方式

本发明实施例工艺流程如图 1 所示。

实施例 1

某新建填埋场，格栅井 8（如图 3 所示）设置于调节池北侧西北角，尺寸为长×宽=2000mm×700mm，有效水深 1.95m。内设回转式机械格栅 1 台，有效栅宽 0.7m，配电

机功率 1.2kW，格栅井南端开孔 300mm×300mm 与调节池相连。

如图 2 所示，调节池有效容积 3600m³，有效水深 3m。调节池第一格 1 尺寸长×宽=36m×25m，调节池第二格 2 与第三格 3 尺寸均为长×宽=12m×25m，调节池总水力停留时间为 20 天。在第二格内设置潜水型曝气机 5 两台进行不间断曝气，单台作用范围 5m，配电机功率 3.7kW。在第三格池底设置污泥泵 6 一台（流量 12.5m³/h，扬程 9m，配电机功率 0.75kW），定期排泥，并设置提升泵 7 一台（流量 12.5m³/h，扬程 20m，配电机功率 2kW），将渗滤液输送至人工湿地系统的配水井，配水井出水口连接人工湿地单元的穿孔布水管 16（如图 5 所示）。

调节池第一格中的渗滤液经循环回灌系统回灌至垃圾填埋场，如图 3 所示，循环回灌系统实现的具体途径是：首先渗滤液回灌提升泵 4 将调节池第一格中的渗滤液提升至布水泵房 12，然后 HDPE 管将布水泵房中的垃圾渗滤液输入回灌井 10 中，并由回灌井两侧的回灌沟将其回灌至垃圾填埋场中，通过填埋场底部的渗滤液收集管道 9 将上述垃圾填埋场的垃圾渗滤液集中至调节池。每隔 50m 设置回灌井，回灌井左右各设计一条 50m×2m×0.5m 回灌沟，其结构如图 4 所示，中间是 Φ100mm 的穿孔配水管 15，四周填充级配碎石 14，上覆一层压实粘土 13。回灌频率为 2 次/d，回灌水力负荷为 0.5m³/m²·d。

经过多次循环回灌，填埋场内土壤的吸附作用和微生物的分解作用使得渗滤液内的总污染物质浓度降低，并且回灌过程中蒸发作用和固体垃圾 11（如图 3 所示）的截流作用使渗滤液的体积大幅度减少。而调节池第二、三格的曝气和厌氧过程可以使渗滤液中的污染物浓度进一步降低。

本实施例的运行初期，没有最终覆盖场地可以使用，因此早期的人工湿地单元建于填埋场区域以外。如图 6 所示，首先对地面进行平整（坡度为 2%），然后铺设 0.2m 厚的砂石导流层 26，砂石直径≤1cm，该层内间隔 10m 铺设一条穿孔导流管 27 以引出地下水径流；砂石导流层 26 上覆 0.2m 厚的粘土层 25，平整后覆盖 1mm 厚的 HDPE 防渗膜密封层 20。膜上依次为 0.2m 厚度的砂石层 24 及厚度均不小于 0.3m 填土层 18 和植被层 17，砂石层 24 中设有出水管 23。在人工湿地单元前端设置长约 5m 的穿孔布水管 16，布水管高出植被层 0.5m。

本实施例运行一定时间后，部分填埋区域逐渐进行最终覆盖，直接利用填埋场最终覆盖层的场地构建人工湿地单元，如图 5 所示，在垃圾层 22 以上自下而上分别布置：粘土层 21（1m）、HDPE 防渗膜密封层 20（2mm）、合成材料导流层 19（0.3m）、填土层 18（厚度≥0.3m）和植被层 17（厚度≥0.3m），合成材料导流层 19 中设有出水管 23。在人工湿

地单元前端设置长约 5m 的穿孔布水管 16，布水管高出植被层 0.5m。

本实施例中的人工湿地单元尺寸长×宽=30m×15m，人工湿地单元水力停留时间 6 小时，平均气温高于 15℃时，水力负荷 10L/m².d，平均气温 4~15℃时，水力负荷 5L/m².d，平均气温低于 4℃时或当日降雨量为 4~15mm 时，水力负荷 3L/m².d，当日降雨量大于 15mm 时，停止进水。冬季当湿地植物枯萎后在人工湿地单元表面覆盖 0.2mm 厚的聚乙烯薄膜。

本实施例中的工湿地单元植被层所种植的植物主要为芦苇、茭草、美人蕉、黄竹草、水葱及灯芯草等挺水植物。同一单元内栽种同种植物，但不同的单元内需根据景观需要和污水特征栽种不同植物，并定期对植物进行收割。

本实施例人工湿地最终出水水质指标达到国家《生活垃圾填埋场污染控制标准》（GB16889-1997）一级排放标准。

实施例 2

某垃圾填埋场，调节池有效容积 3600m³，其尺寸为长×宽=60m×25m，有效水深 3m。原建有 4 座序批式活性污泥反应器（SBR），初步处理达到《生活垃圾填埋场污染控制标准》（GB16889-1997）三级排放标准后并入市政污水管网。现因污水管网改线，并入市政管网的代价过大，应用本发明在填埋场内单独处理达标后排放。

本实施例首先对调节池进行功能优化改造，将其隔分成三格，并通过增加相应的曝气设备而使其形成缺氧—好氧—缺氧的功能模式。第一格尺寸长×宽=36m×25m，调节池第二、三格尺寸长×宽=12m×25m。在第二格内设置潜水型曝气机 2 台进行不间断曝气，单台作用范围 5m，配电机功率 3.7kW。在第三格池底设置污泥泵 1 台（流量 12.5m³/h，扬程 9m，配电机功率 0.75kW），定期排泥，并设置提升泵 1 台（流量 12.5m³/h，扬程 20m，配电机功率 2kW），将渗滤液输送至 SBR 反应器。

本实施例在新建填埋区增设渗滤液回灌系统，构建方式及回灌方式同实施例 1。

本实施例已经进行最终覆盖的填埋场面积大约为 20000m²，直接利用填埋场最终覆盖层的场地构建人工湿地，构建方式同实施例 1。SBR 反应器的出水作为人工湿地系统的进水。

本实施例人工湿地最终出水水质指标达到国家《生活垃圾填埋场污染控制标准》（GB16889-1997）一级排放标准。

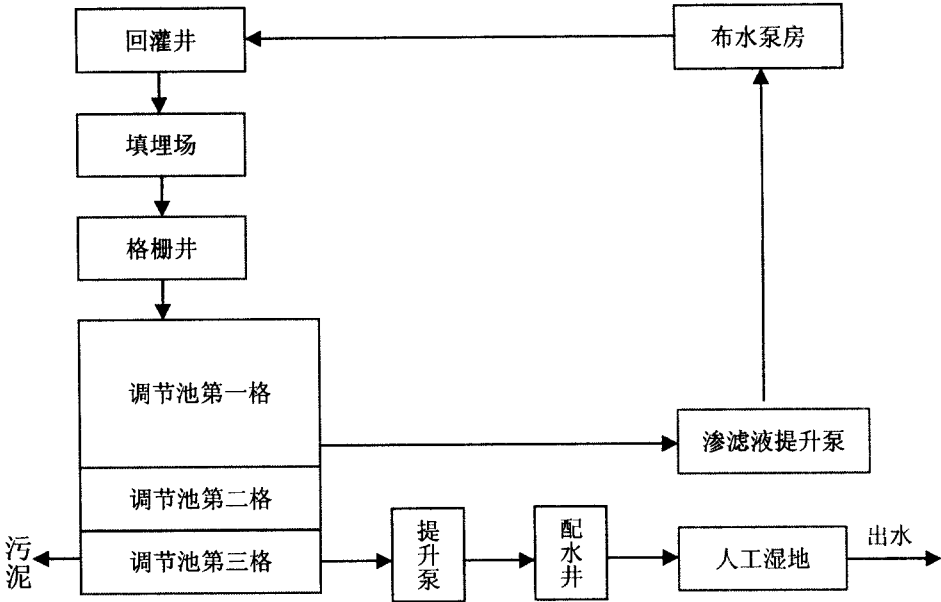


图 1

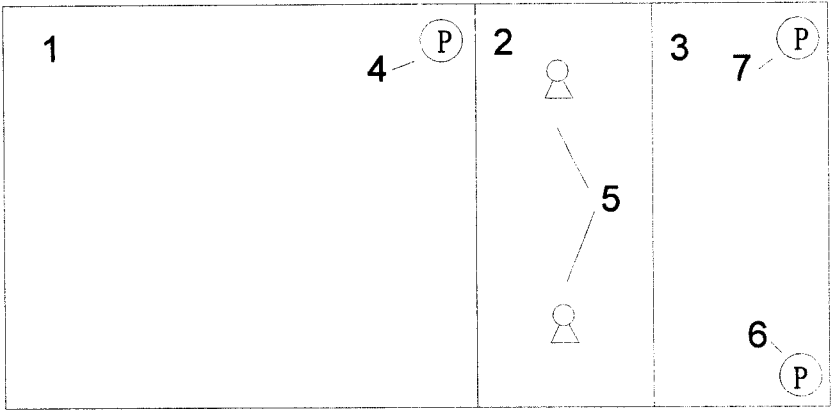


图 2

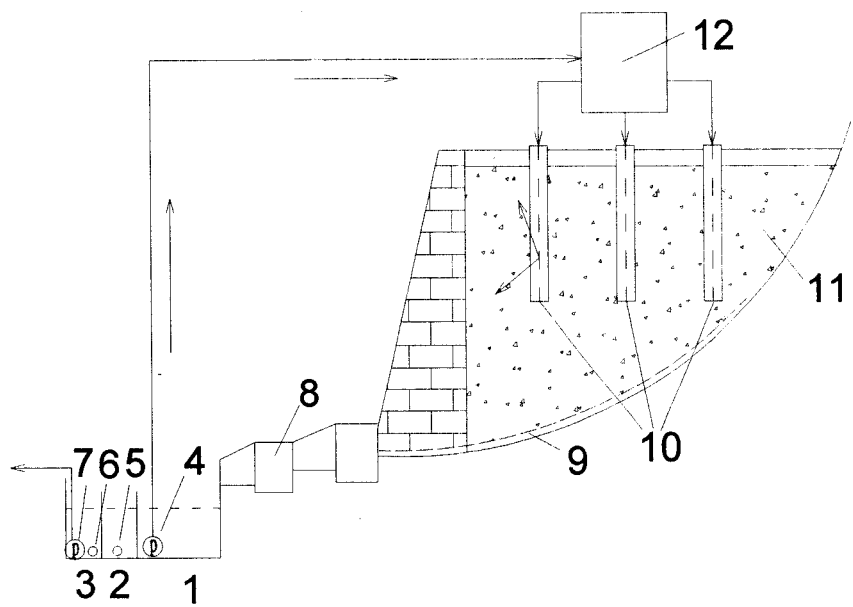


图 3

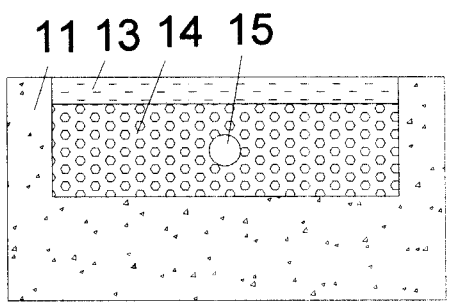


图 4

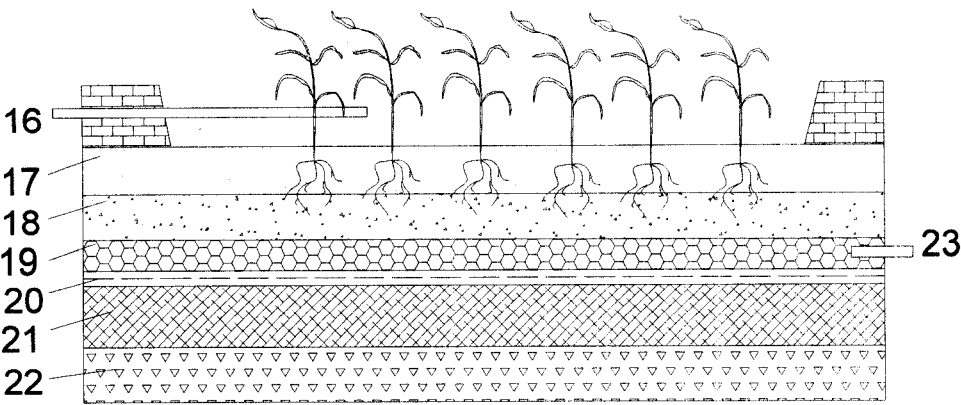


图 5

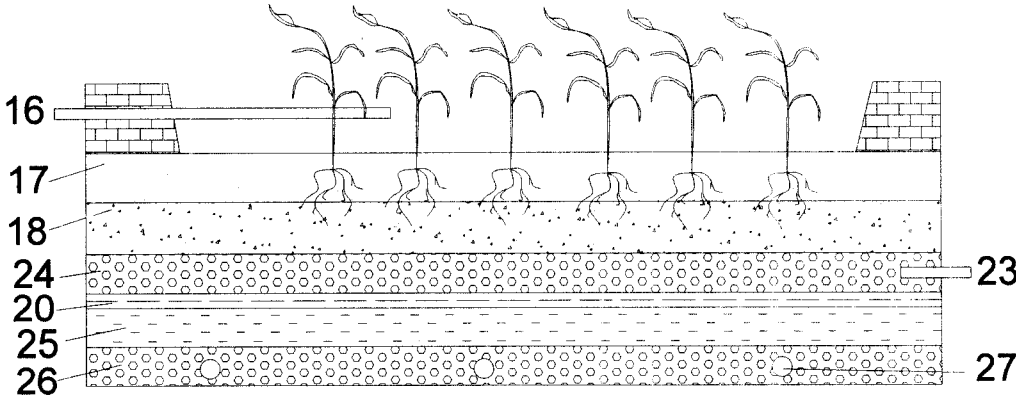


图 6