(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 102795743 A
(43)申请公布日 2012.11.28

(21)申请号 201210288379.1

(22)申请日 2012.08.10

(71)申请人 杭州净洋环保科技有限公司
地址 310023 浙江省杭州市西湖区西溪路525号浙江大学国家科技园A楼东区426

(72)发明人 沈霞娟 韩竞一 余佩佩 沈东升 洪瑜潞 冯华军

(51)Int.Cl.
C02F 9/14(2006.01)
C02F 1/48(2006.01)
C02F 3/02(2006.01)
C02F 3/32(2006.01)

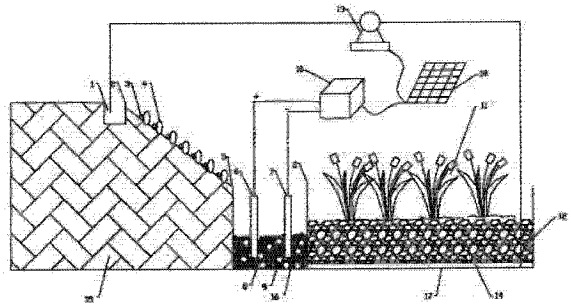
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54)发明名称

一种封闭水体的维护修复装置

(57)摘要

本发明公开了一种封闭水体的维护修复装置，可广泛应用于新建的或者需要修复的景观水、湖泊等封闭水体。该装置可分为硝化反应区，微电场处理区及生物除磷区。所述的硝化反应区主要利用水体堤岸的坡面，在其上布置排列整齐的竖状鹅卵石，在鹅卵石与坡面形成的夹角中放置软性材料固定硝化细菌，实现硝化作用。由坡面顺流而下的水进入所述的微电场处理区，在该区域内设置阴极和阳极，并在整个区域内填充一定比例的粒子电极和绝缘粒子。所述的生物除磷区，利用高效吸附材料填充形成磷吸附层，并在其上种植生态植物。本发明供电来源依靠太阳能，实现无能耗；坡面水体与大气充分接触，节省了曝气系统。本装置与自然景观融为一体，既可解决水体富营养化的问题，又可美化自然环境。



CN 102795743 A

1. 一种封闭水体的维护修复装置，包括硝化反应区，微电场处理区及生物除磷区，其特征在于：

所述的硝化反应区，在其坡面沿岸设置流水渠，并与溢流堰连接；

所述的硝化反应区，其坡面上布置整齐排列的竖状鹅卵石，在鹅卵石与坡面所形成的夹角中各放置一行软性材料固定硝化细菌；

所述的微电场处理区，设置阳极板和阴极板，阳极和阴极分别接在稳流变压器的正极和负极，在整个微电场区域内填充适当比例的粒子电极和绝缘粒子，形成三维电极；

所述的生物除磷区，设置铁丝网，在铁丝网上方利用吸附材料填充形成磷吸附层，并在其上种植生态植物；

所述的生物除磷区，在铁丝网下方，与水泵的进水管相连接，将生物除磷区的水提升到流水渠中开始下一次的循环。

2. 如权利要求书 1 所述的一种封闭水体的维护修复装置，其特征在于：所述的鹅卵石为椭圆，长径为 30 ～ 50mm，短径为 20 ～ 35mm，以长径与水平面垂直的方式镶嵌在坡面上，以沿岸方向为行，排列成一行行，并呈整齐的错开排列，即每块鹅卵石都在上一行与之相邻的两块鹅卵石的中心线上。相邻行的鹅卵石间距为 90 ～ 110mm，相邻列的鹅卵石间距为 50 ～ 70mm。

3. 如权利要求书 1 所述的一种封闭水体的维护修复装置，其特征在于：所述的软性材料为聚烯烃类和聚酰胺的组合材料。

4. 如权利要求书 1 所述的一种封闭水体的维护修复装置，其特征在于：所述的稳流变压器的直流电压为 4 ～ 12V，电流为 20 ～ 80mA。

5. 如权利要求书 1 所述的一种封闭水体的维护修复装置，其特征在于：所述的阳极板和阴极板的面积相同，每立方微电场处理区配置 0.5 ～ 0.8m^2 阴极板，阴阳两极板的间距控制在 300 ～ 500mm。

6. 如权利要求书 1 所述的一种封闭水体的维护修复装置，其特征在于：所述的阳极材料为钛基体二氧化铅或钛基体二氧化钌，所述的阴极材料为不锈钢或石墨。

7. 如权利要求书 1 所述的一种封闭水体的维护修复装置，其特征在于：所述的粒子电极为活性炭，粒径为 1 ～ 3mm；所述的绝缘粒子为石英砂或沸石或分子筛；所述的粒子电极和绝缘粒子的数量投放比例为 5 ： 1 ～ 5 ： 2，粒子在微电场处理区的配比率为 25％～45％。

8. 如权利要求书 1 所述的一种封闭水体的维护修复装置，其特征在于：所述的吸附材料为人造粉煤灰、沸石、蛭石。

9. 如权利要求书 1 所述的一种封闭水体的维护修复装置，其特征在于：所述的铁丝网距底面的距离为 10 ～ 20cm。

10. 如权利要求书 1 所述的一种封闭水体的维护修复装置，其特征在于：所述的稳流变压器和水泵外接太阳能动力装置。

一种封闭水体的维护修复装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种结合生物、化学以及物理方法来修复富营养化的封闭水体或维护清洁的封闭水体的装置，尤其是一种无能耗的可维护自然美观的修复装置。

背景技术

[0002] 随着生活水平的提高，人们对居住环境的要求也更加严格，但是许多湖泊、人造湖泊、小区景观等水体，均出现了不同程度的水体富营养化、黑臭等问题。一方面是由于人们使用大量的洗涤剂、清洁剂等，使得氮、磷等元素大量排放进入水体，另一方面，这些水体的流速较小，甚至处于静止状态，水体的自净能力很差，底层水质处于缺氧的状态，有机物在水底厌氧积累，更加重了富营养化的程度，严重影响着自然环境的美观和人们的居住环境。由于上述封闭水体分布广泛、水域面积大，水体附近无电力供应设施，又考虑到自然环境的和谐优美，无法采取传统的高成本水处理方法进行治理，这些水体的富营养化问题成了生态环境建设的重要难题。

[0003] 现有的对这些封闭水体的处理方法主要生物技术、化学处理技术和生态技术。

[0004] 生物法主要是活性污泥法，但传统好氧硝化所需的曝气对电能消耗比较大，直接应用不适合覆盖面积广泛且不具备便捷电力设施的封闭水体。

[0005] 化学方法能收到立竿见影的效果，但是频繁地更换化学药剂不仅不能达到经济实用的要求，而且大量的化学药品投入封闭水体会造成水体的二次污染，不符合可持续的发展理念。电化学氢自养型反硝化工艺是近年来发展起来的一种新型水处理技术，其原理是将电化学法与生物膜法相结合，通过在电极上进行微生物挂膜，在直流通电产生的电场作用下，阴极表面产生H原子代替有机物成为电子供体，来实现氨氮的硝化反硝化。专利号为201010201140.7的发明专利公开了这样一种电化学生物联合脱氮反应器，脱氮效率较高，但是其不具备除磷效果，且日处理量较小，不适宜广泛应用在封闭水体中。

[0006] 生态技术主要是利用植物、动物对污染物质的吸收，来进行脱氮除磷，最具典型性的生态技术就是人工浮床技术。专利公开号为CN1355144A的发明专利公开了一种利用风能和生物浮床式来治理污水的综合方法，它在浮床式单元体上设置生物滤材及除氮磷的两栖植物对氮磷进行吸收去除，也考虑到电力的问题，利用风能进行水体曝气及水底光照发电，但是植物对氮磷的吸收能力有限，资料显示，目前氮磷吸收能力最强，危害最重的水葫芦的含氮量也仅为湿重的0.24%，含磷量也仅为湿重的0.022%，同时，利用风能为电力来源也存在相当大的不稳定性，在气流相对稳定的地带，该发明的应用及其处理效果将受到很大的影响。

发明内容

[0007] 本发明针对上述技术中的不足之处，提出了一种结合生物、化学以及物理方法来修复富营养化的封闭水体或维护清洁的封闭水体的维护修复装置。本发明具有结构简单，无能耗，脱氮除磷效果好的优点，此外，本发明装置与自然景观融为一体，既可解决水体富

营养化的问题，又可美化自然环境，符合和谐的可持续发展理念。

[0008] 一种封闭水体的维护修复装置，包括硝化反应区，微电场处理区及生物除磷区。

[0009] 所述的硝化反应区，在其坡面沿岸设置流水渠，并与溢流堰连接。其作用是使流水渠中的水在坡面上缓慢均匀流淌，与大气充分接触，提高水中的溶解氧含量，这就节约了好氧硝化所需的曝气系统，减少前期的建设投资。

[0010] 在硝化反应区的坡面上布置椭圆的鹅卵石，所述的鹅卵石每一块大小接近，长径为 30 ～ 50mm，短径为 20 ～ 35mm，以长径与水平面垂直的方式镶嵌在坡面上，以沿岸方向为行，排列成一行行，并呈整齐的错开排列，即每块鹅卵石都在上一行与之相邻的两块鹅卵石的中心线上。相邻行的鹅卵石间距为 90 ～ 110mm，相邻列的鹅卵石间距为 50 ～ 70mm。在鹅卵石与坡面所形成的夹角中各放置一行聚烯烃类和聚酰胺的组合材料固定硝化细菌。这样，污水在从坡面流下的过程中，与软性材料接触，污水中的氨氮在硝化细菌的作用下，转化成硝酸盐，鹅卵石错开排列的目的是延长水流在坡面上的停留时间，增加污水与硝化细菌的反应时间，提高脱氮的效率。控制相邻行和相邻列的鹅卵石的间距，是为了提高鹅卵石的分布密度，帮助软性材料抵抗水流的冲击力。

[0011] 所述的微电场处理区，设置阳极板和阴极板，所述的阳极材料为钛基体二氧化铅或钛基体二氧化钌，所述的阴极材料为不锈钢或石墨。阳极板和阴极板的面积相同，每立方微电场处理区配置 0.5 ～ 0.8m^2 阴极板，阴阳两极板的间距控制在 300 ～ 500mm，阳极和阴极分别接在直流电压为 4 ～ 12V，电流为 20 ～ 80mA 的稳流变压器的正极和负极上。在直流通电的条件下，电场作用产生 H_2，H_2 代替有机物成为反硝化反应的电子供体，这就节约了反硝化所需的碳源，形成了一个氢自养的反硝化环境。在整个微电场区域内还填充一定比例的粒径为 1 ～ 3mm 的活性炭粒子电极，这样就构成了一个三维电极，首先活性炭自身对有机物有一定的吸附作用，粒子电极在微电场的作用下，表面带有电荷，加速了微生物在其表面的附着，既促进了有机物的降解，又可防止污泥膨胀，加强了废水的微电场作用，起到协同的效果。在活性炭中投放与之数量比例为 5 ： 1 ～ 5 ： 2 的石英砂、沸石或分子筛等绝缘粒子，可有效减少短路电流，提高电场效率。活性炭和绝缘粒子在微电场处理区的配比率为 25％～ 45％。

[0012] 所述的生物除磷区，在距底面 10 ～ 20cm 的位置设置铁丝网，在铁丝网上方利用高效吸附材料填充形成磷吸附层，所述的高效吸附材料为人造粉煤灰、沸石、蛭石等，如造粒粉煤灰的磷吸附速率可达 30 ～ 70mg/(kg • d)，为水葫芦的三十余倍以上，磷吸附容量可达 10000mg/kg，约为水葫芦的 500 倍。这些材料大量吸附氮磷之后，在其上种植生态植物进行同化吸收，如美人蕉、再力花等，这些材料为植物提供了营养，既达到了去除污染物质的目的，也提供了一定的观赏价值。在铁丝网下方，接有水泵的进水管，将生物除磷区的水提升到流水渠中开始下一次的循环，之所以将进水管设在铁丝网下方，是为了提高磷吸附层的利用效率，而水循环至流水渠，则是通过这样的往复方式确保水质，本发明不仅仅是前期的修复，后期更是一种维护的装置。

[0013] 稳流变压器和水泵外接太阳能动力装置，这样，不仅解决了封闭水体附近一般不具备电力供应设施的问题，也可使整个装置实现无能耗，节省了运行的费用。

[0014] 本发明的有益效果在于：本装置在自然条件下进行改造，将硝化细菌固定安置在坡面与鹅卵石的夹角中，既减少了装置的面积，又使得水体与大气处于自然的流动接触状

态中，提高水体的溶解氧含量，无需曝气系统，却可以实现硝化细菌的好氧硝化，节约了装置建设和运行的费用，并且不破坏自然景观的整体美观。由此，整个装置便可采用太阳能的供电装置，彻底实现无电耗的水处理模式。本装置循环的水处理方式，解决了封闭水体流动性小的问题，不仅可以用作富营养化水体的修复装置，也可作为清洁水体的日常维护装置，广泛适用于湖泊、人造湖泊、小区景观等水体。

附图说明

[0015] 图 1 为本发明装置的截面示意图。

[0016] 图 2 为图 1 中所示硝化反应区的正视图。

[0017] 附图标记说明：

[0018] 1- 流水渠；2- 溢流堰；3- 软性材料；4- 鹅卵石；5- 坡面；6- 阳极板；7- 阴极板；8- 粒子电极；9- 绝缘粒子；10- 稳流变压器；11- 生态植物；12- 磷吸附层；13- 水泵；14- 铁丝网；15- 硝化反应区；16- 微电场处理区；17- 生物除磷区；18- 太阳能动力装置。

具体实施方式

[0019] 下面通过具体实施例，并结合附图，对本发明的技术方案作进一步具体的说明。

[0020] 一种封闭水体的维护修复装置，如图 1、图 2 所示，包括硝化反应区 15，微电场处理区 16 及生物除磷区 17。硝化反应区 15 具有倾斜的坡面 5，在其坡面 5 沿岸设置流水渠 1，并与溢流堰 2 连接。在坡面 5 上布置长径为 30 ～ 50mm，短径为 20 ～ 35mm 的椭圆的鹅卵石 4，以长径与水平面垂直的方式镶嵌在坡面上，以沿岸方向为行，排列成一行行，并呈整齐的错开排列，即每块鹅卵石都在上一行与之相邻的两块鹅卵石的中心线上。相邻行的鹅卵石直线间距为 90 ～ 110mm，相邻列的鹅卵石间距为 50 ～ 70mm。在鹅卵石 4 与坡面 5 所形成的锐角中各放置一行聚烯烃类和聚酰胺的组合材料 3 固定硝化细菌。在微电场处理区 16，所述的阳极板 6 和阴极板 7 的面积相同，每立方微电场处理区配置 0.5 ～ 0.8m^2 阴极板，阴阳两极板的间距控制在 300 ～ 500mm。以钛基体二氧化铅为阳极材料，以石墨为阴极材料，阳极和阴极分别接在直流电压为 4 ～ 12V，电流为 20 ～ 80mA 的稳流变压器 10 的正极和负极上，在整个微电场区域内填充 25％～ 45％的活性炭电极 8 和沸石 9，形成三维电极，活性炭 8 的粒径为 1 ～ 3mm，活性炭 8 和沸石 9 的投放数量比例为 5 ： 1 ～ 5 ： 2。在生物除磷区 17，设置距底面的距离为 10 ～ 20cm 的铁丝网 14，在铁丝网 14 上方利用人造粉煤灰、沸石、蛭石等吸附材料填充形成磷吸附层 12，并在其上种植生态植物 11；在铁丝网 14 下方，与水泵 13 的进水管相连接，将生物除磷区的水提升到流水渠 1 中开始下一次的循环。稳流变压器 10 和水泵 13 外接太阳能动力装置 18。

[0021] 待处理污水从流水渠中流出，经溢流堰在坡面均匀布水后缓缓流下，污水在下流的过程中，受到鹅卵石的阻力，速度减慢，并与软性材料上固定的硝化细菌相接触，经过硝化细菌的作用，污水中的氨氮转化为硝酸盐，继而进入微电场处理区。在直流通电的条件下，电场作用在阴极产生 H_2，H_2 代替有机物成为反硝化反应的电子供体，将硝酸盐和亚硝酸盐转化为氮气，去除污水中的氮素。同时，在电场中的活性炭粒子电极构成了一个三维电极，活性炭自身对有机物有一定的吸附作用，粒子电极在微电场的作用下，表面带有电荷，加速了微生物在其表面的附着，促进了有机物的降解，活性炭电极表面也产生大量 H_2，确保

反硝化反应顺利进行。接着，污水进入生物除磷区，依靠人造粉煤灰、沸石、蛭石等的物理吸附以及生态植物的同化作用去除污水中的磷。污水经磷吸附层渗滤后透过铁丝网，由水泵提升回到流水渠，至此完成一次的脱氮除磷过程。多次循环，达到修复维护水体水质的要求。

[0022] 使用例一：利用该装置进行小区 $9m^2$ 的景观水体水质维护，实验初期水体中氨氮的含量为 1.7mg/L，总磷的含量为 0.14mg/L，总氮含量为 1.8mg/L，装置的硝化反应区面积为 $16.3m^2$，经过测定，循环一次的时间为 22min，经过 25 次的循环，可使水质满足地表水质标准的 IV 类水标准。运行 2 个月的结果表明，水体中氨氮的含量＜＝ 1.5mg/L，总磷的含量＜＝ 0.1mg/L，总氮含量＜＝ 1.5mg/L，该装置具有很好的保持水体水质的作用。

[0023] 使用例二：利用该装置对 $150m^2$ 的封闭湖泊进行水体的水质修复，实验初期水体中氨氮的含量为 3mg/L，总磷的含量为 0.18mg/L，总氮含量为 3.4mg/L，装置的硝化反应区面积为 $100m^2$，经过测定，循环一次的时间为 45min，经过 60 次的循环，水体各项指标低于地表水质标准的 IV 类水标准。运行 2 个月的结果表明，水体中氨氮的含量＜＝ 1.5mg/L，总磷的含量＜＝ 0.1mg/L，总氮含量＜＝ 1.5mg/L，该装置对污染水体具有明显的修复并维持作用。

[0024] 以上所述的实施例只是本发明的一种较佳方案，并非对本发明作任何形式上的限制，在不超出权利要求所记载的技术方案的前提下还有其它的变体及改型。

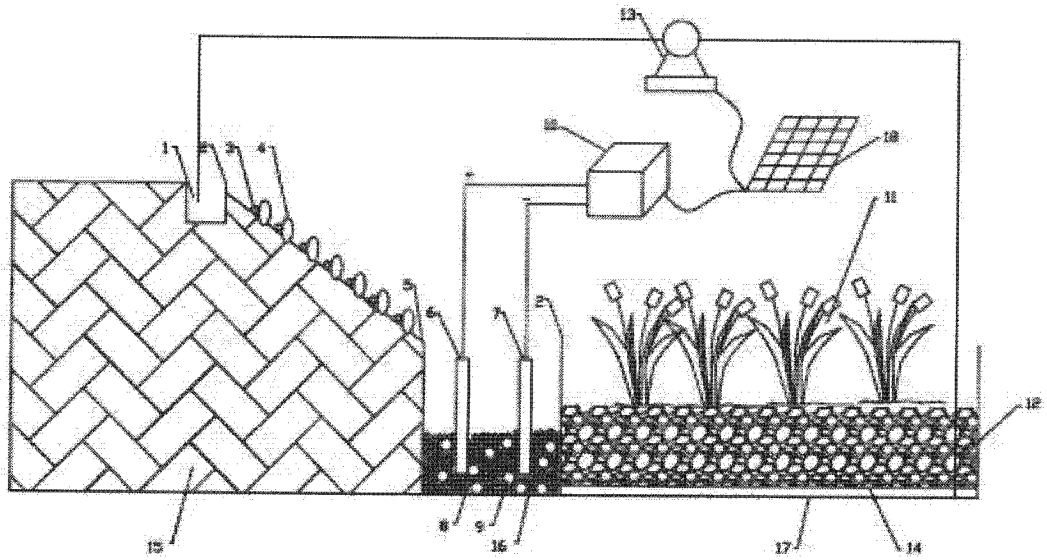


图 1

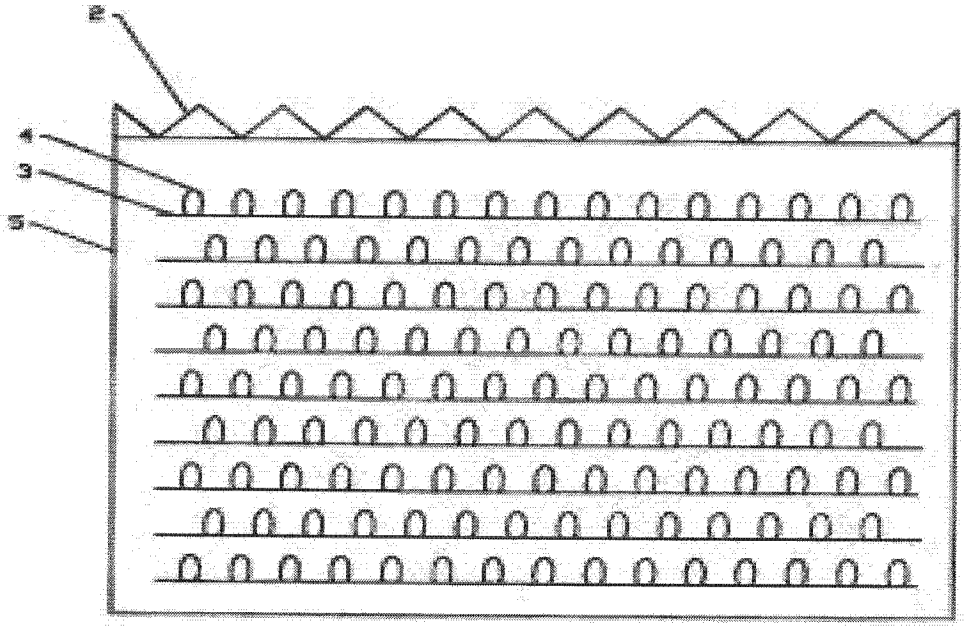


图 2