



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102775005 B

(45) 授权公告日 2014. 02. 19

(21) 申请号 201210178984. 3

C02F 3/08(2006. 01)

(22) 申请日 2012. 06. 01

C02F 3/32(2006. 01)

(73) 专利权人 北京市水利规划设计研究院

审查员 苗小郁

地址 100048 北京市海淀区车公庄西路 21 号

专利权人 轻工业环境保护研究所

(72) 发明人 沈来新 刘培斌 王国青 魏文侠
夏广卿 徐志刚 张琦伟

(74) 专利代理机构 北京北新智诚知识产权代理有限公司 11100

代理人 刘茵

(51) Int. Cl.

C02F 9/14(2006. 01)

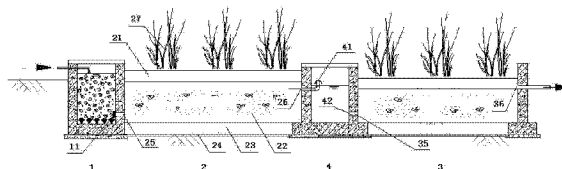
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

受污染地下水深度净化组合脱氮系统及工艺方法

(57) 摘要

一种受污染地下水深度净化组合系统,包括依次连接的曝气生物流化池、一级潜流湿地和二级潜流湿地。以及应用该系统净化水质的方法:由提升泵提升污染地下水至曝气生物流化池,在硝化微生物的作用下污染水中的大部分氨氮在曝气过程中直接氧化为硝态氮;污水进入一级潜流湿地,在好氧条件下剩余的氨氮进一步氧化为硝态氮;随后,污水进入二级潜流湿地,在厌氧条件下完成反硝化作用,硝态氮还原成氮气。该系统针对受垃圾渗滤液污染地下水有机物和氨氮含量高的水质特点,将曝气生物流化池-人工湿地技术相结合,净化后氨氮的去除率达99%以上,硝酸盐出水浓度小于5mg/L,污染的地下水通过处理后其氨氮和硝酸盐浓度完全满足饮用水水质标准。



1. 一种受污染地下水深度净化组合脱氮系统,其特征在于,其包括依次连接的曝气生物流化池、一级潜流湿地和二级潜流湿地;

该曝气生物流化池底部设置微孔曝气系统,池内填充比重为 $0.8\text{g}/\text{cm}^3 \sim 0.95\text{g}/\text{cm}^3$ 的多孔高分子填料作为微生物载体,填料高度为 $0.5\text{m} \sim 2.5\text{m}$;

该一级潜流湿地和二级潜流湿地均由湿地墙体、防渗层、湿地介质层、保温种植层和湿地植物构成;

其中,该保温种植层、湿地介质层和防渗层是由上至下层叠设置;

该保温种植层是由草炭与粗河砂组成的混合物,两者的配比为 $0.5 \sim 1:1$;混合物装填厚度为 $150\text{mm} \sim 250\text{mm}$,保温种植层上种植湿地植物;

该湿地介质材料选自直径为 $5\text{mm} \sim 120\text{mm}$ 的石灰石、砾石、蛭石、火山岩和/或陶粒,装填厚度为 $800\text{mm} \sim 1400\text{mm}$;

该一级潜流湿地和二级潜流湿地外周分别设置湿地墙体;该一级潜流湿地的一侧墙体底部设置进水口,与之相对的另一侧墙体上部设置出水口;该二级潜流湿地的一侧墙体底部设置进水口,与之相对的另一侧墙体上部设置出水口;该一级潜流湿地的进水口与所述曝气生物流化池出水口相连接,该一级潜流湿地的出水口与该二级潜流湿地的进水口相连接。

2. 如权利要求1所述的系统,其特征在于,所述多孔高分子填料为聚胺酯海绵。

3. 如权利要求1所述的系统,其特征在于,所述一级潜流湿地和二级潜流湿地中间设置配水渠,一级潜流湿地的出水口通过溢流管连接配水渠,配水渠底部设置连通管与二级潜流湿地的进水口连接。

4. 应用如权利要求1-3中任一项所述的系统净化受污染地下水的方法,其特征在于,该方法包括如下步骤:

a. 由提升泵提升污染地下水至曝气生物流化池,有效水深: $1\text{m} \sim 5\text{m}$;微孔曝气系统进行曝气,曝气量:气水比 $\geq 3:1$;在填料表面硝化微生物的作用下污染水中的氨氮在曝气过程中直接氧化为硝态氮,水力停留时间: $1.5 \sim 2.5\text{h}$;容积负荷: $0.5\text{kgTN}/(\text{m}^3 \cdot \text{d}) \sim 1.0\text{kgTN}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$;

b. 曝气生物流化池的出水进入一级潜流湿地,利用曝气生物流化池出水中携带的大量溶解氧,湿地介质层中的好氧微生物在好氧条件下将剩余的氨氮进一步氧化为硝态氮,同时通过湿地植物的吸收作用能够吸收、降解部分氨氮和硝态氮;水力停留时间: $24\text{h} \sim 48\text{h}$;表面负荷: $0.2\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d}) \sim 0.5\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$;

c. 一级潜流湿地的出水溶解氧浓度明显降低,进入二级潜流湿地后在厌氧条件下完成反硝化作用,硝态氮还原成氮气,同时通过湿地植物的吸收作用继续吸收降解部分残留的氨氮和硝态氮;水力停留时间: $24\text{h} \sim 48\text{h}$;表面负荷: $0.2\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d}) \sim 0.5\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。

受污染地下水深度净化组合脱氮系统及工艺方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种受污染地下水深度净化处理技术,特别是涉及采用曝气生物流化池-人工湿地组合工艺治理受垃圾渗滤液污染地下水。

背景技术

[0002] 随着城市的飞速发展,垃圾渗滤液地下水污染问题不断加剧。例如北京市 14 个区县共有垃圾场 1005 座,收纳垃圾 4674 万吨。其中,未做严格防渗的非正规垃圾量为 3233 万吨,占 69.2%,垃圾渗滤液成为北京市浅层地下水的主要污染源之一。对已污染的地下水,欧美等发达国家自 20 世纪 70 年代以来开发了许多污染治理技术,如渗透反应格栅技术、原位生物修复技术、水力隔离技术、化学处理、固化技术和真空抽提等。

[0003] 生物流化池是采用生物酶与载体的固定化技术对污染水体进行处理净化的工艺。微生物载体是一种具有空间网状结构的高分子合成材料,这种材料带有氨基、羧基、环氧基等活性基团,在污水中具有良好的稳定性和物化性能,其空隙率为 96% 以上,由于其结构的特点,可使污水、空气和生物膜得到充分掺混接触交换,生物膜不仅能大量地在微生物载体内坐床,保持良好的活性和空隙可变性,而且在运行过程中气体在三维流动的污水带动下,互相碰撞并被处于蠕动状态的微生物载体不断切割成更小的气泡,增加了氧的利用率,可减小曝气量,从而达到节能的目的。

[0004] 微生物以生物膜的形式大量固定在填料表面,同时部分微生物在颗粒间的空隙中形成污泥粒子,从而获得高浓度微生物量,并保证有机质均匀分布在介质中,从而使系统实现最佳传质,理想地解决了系统与微生物充分接触的难题。采用了高比表面积的粒状填料作为生物载体,并使用有针对性的高效复合微生物菌种实施挂膜,实现所需菌种成为优势菌群的目的,显著提高了对目标污染物的去除效果;对污水中的氨氮、TN 有较好的去除效果。

[0005] 人工湿地系统对氮的净化去除主要由植物、基质以及微生物等通过物理、化学和生物多种途径共同完成,其中以湿地微生物的去除作用为主。微生物脱氮分两步进行,第一步氨氮氧化成硝态氮,即硝化作用,硝化作用是好氧过程,主要由亚硝化细菌和硝化细菌在好氧条件下完成。第二步使硝态氮还原成氮气,即反硝化作用,反硝化过程是由反硝化细菌在缺氧条件下来完成,

[0006] 由于垃圾渗滤液污染原水中的氨氮浓度高达几十甚至上百 mg/L,而满足饮用水标准的水质标准要求达到 0.5mg/L,依靠单项生物/物化处理工艺在受污染地下水的应用中,对有机污染物和总氮处理效果不理想,同时也存在运行费用过高、工艺复杂等方面的不足,因此亟需研发针对垃圾渗滤液污染地下水水质特点的净化装置及工艺。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于克服现有单项生物法/物化法工艺在处理重度污染地下水净化技术上的不足,针对受垃圾渗滤液污染地下水有机物和氨氮含量高的水质特点,提供

一种包括曝气生物流化池-人工湿地组合系统的受污染地下水深度净化组合脱氮系统及工艺方法,从而保证氨氮、硝酸盐的高效去除。

[0008] 为实现上述目的,本发明包括如下技术方案:

[0009] 一种受污染地下水深度净化组合脱氮系统,包括依次连接的曝气生物流化池、一级潜流湿地和二级潜流湿地。

[0010] 如上所述的系统,优选地,所述曝气生物流化池底部设置微孔曝气系统,池内填充比重为 $0.8\text{g}/\text{cm}^3 \sim 0.95\text{g}/\text{cm}^3$ 的多孔高分子填料作为微生物载体,填料高度为 $0.5\text{m} \sim 2.5\text{m}$ 。

[0011] 如上所述的系统,优选地,所述多孔高分子填料为聚胺酯海绵。

[0012] 如上所述的系统,优选地,所述一级潜流湿地和二级潜流湿地均由湿地墙体、防渗层、湿地介质层、保温种植层和湿地植物构成;

[0013] 其中,该保温种植层、湿地介质层和防渗层是由上至下层叠设置;

[0014] 该保温种植层是由草炭与粗河砂组成的混合物,两者的配比为 $0.5 \sim 1 : 1$;混合物装填厚度为 $150\text{mm} \sim 250\text{mm}$,保温种植层上种植湿地植物;

[0015] 该湿地介质材料选自直径为 $5\text{mm} \sim 120\text{mm}$ 的石灰石、砾石、蛭石、火山岩和/或陶粒,装填厚度为 $800\text{mm} \sim 1400\text{mm}$;

[0016] 该一级潜流湿地和二级潜流湿地外周分别设置湿地墙体;该一级潜流湿地的一侧墙体底部设置进水口,与之相对的另一侧墙体上部设置出水口;该二级潜流湿地的一侧墙体底部设置进水口,与之相对的另一侧墙体上部设置出水口;该一级潜流湿地的进水口与所述曝气生物流化池出水口相连接,该一级潜流湿地的出水口与该二级潜流湿地的进水口相连接。

[0017] 如上所述的系统,优选地,所述一级潜流湿地和二级潜流湿地中间设置配水渠,一级潜流湿地的出水口通过溢流管连接配水渠,配水渠底部设置连通管与二级潜流湿地的进水口连接。

[0018] 另一方面,本发明还包括应用如上所述的系统净化受污染地下水的方法,该方法包括如下步骤:

[0019] a. 由提升泵提升污染地下水至曝气生物流化池,有效水深: $1\text{m} \sim 5\text{m}$;微孔曝气系统进行曝气,曝气量:气水比 $\geq 3 : 1$;在填料表面硝化微生物的作用下污染水中的氨氮在曝气过程中直接氧化为硝态氮,水力停留时间: $1.5 \sim 2.5\text{h}$;容积负荷: $0.5\text{kgTN}/(\text{m}^3 \cdot \text{d}) \sim 1.0\text{kgTN}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$;

[0020] b. 曝气生物流化池的出水进入一级潜流湿地,利用曝气生物流化池出水中携带的大量溶解氧,湿地介质层中的好氧微生物在好氧条件下将剩余的氨氮进一步氧化为硝态氮,同时通过湿地植物的吸收作用能够吸收、降解部分氨氮和硝态氮;水力停留时间: $24\text{h} \sim 48\text{h}$;表面负荷: $0.2\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d}) \sim 0.5\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$;

[0021] c. 一级潜流湿地的出水溶解氧浓度明显降低,进入二级潜流湿地后在厌氧条件下完成反硝化作用,硝态氮还原成氮气,同时通过湿地植物的吸收作用继续吸收降解部分残留的氨氮和硝态氮;水力停留时间: $24\text{h} \sim 48\text{h}$;表面负荷: $0.2\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d}) \sim 0.5\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。

[0022] 本发明的有益效果在于:针对受垃圾渗滤液污染地下水的成分特点,本发明将具有不同功能的污水处理技术合理结合形成高效净化组合脱氮系统和工艺流程。其中,曝气

生物流化池将污染水中的大部分氨氮在曝气过程中直接氧化为硝态氮,将氨氮浓度降低到 5mg/L 左右。随后,一级潜流湿地在好氧条件下将剩余的氨氮进一步氧化为硝态氮。一级潜流湿地的好氧环境主要来源于曝气生物流化池出水中所携带的溶解氧(5mg/L 以上)。通过控制曝气生物流化池的曝气强度和一级潜流湿地的水力停留时间使一级潜流湿地的出水溶解氧浓度降低至 0.5mg/L 以下,从而保证二级潜流湿地的厌氧环境。二级潜流湿地在厌氧条件下完成反硝化作用,硝态氮还原成氮气。实验结果表明,应用本发明的系统和方法净化的污水,氨氮的去除率达 98% 以上,氨氮出水浓度小于 0.5mg/L,硝酸盐出水浓度小于 10mg/L,污染的地下水通过处理后氨氮和硝酸盐浓度完全满足饮用水水质标准。

附图说明

[0023] 图 1 为本发明一种优选实施方式的受污染地下水深度净化组合脱氮系统及流程图。

[0024] 图 2 为本发明一种优选实施方式的受污染地下水深度净化组合脱氮系统的结构示意图。

具体实施方式

[0025] 以下结合附图和具体实施例对本发明进行进一步详细说明。

[0026] 实施例 1 受污染地下水深度净化组合脱氮系统

[0027] 如图 1 和图 2 所示,在本发明的一种优选实施方式中,受污染地下水深度净化组合系统主要包括依次连接的曝气生物流化池 1、一级潜流湿地 2 和二级潜流湿地 3。

[0028] 曝气生物流化池 1 为砖混结构,规格为 12m×1.0m×1.5m(长×宽×深)。曝气生物流化池底部设置微孔曝气系统。池内填充比重为 0.8g/cm³~0.95g/cm³的多孔高分子填料作为微生物载体。本系统可使用常规用于曝气生物流化池的微生物载体材料,只要其是具有空间网状结构的高分子材料,且结构中带有氨基、羧基、环氧基等活性基团。本实施例中的多孔高分子填料为聚胺酯海绵填料。填料高度为 1.0m。可采用常规生物驯化方法对填料进行微生物的挂膜,本实施例中采用向曝气生物流化池中投加复合微生物菌种(购自兰州捷晖生物环境工程有限公司)并进行闷曝的方式实现。曝气生物流化池 1 采用了微孔曝气系统,曝气均匀,取消了常规曝气生物流化池上部的保护区(0.5m~0.7m)。出水进入人工湿地深度处理,仅在出水口设置载体拦截网,取消了集泥区(0.5m~0.8m),从而使池体有效高度增加 1.0m~1.5m,降低了曝气生物流化池的土建投资。

[0029] 一级潜流湿地 2 和二级潜流湿地 3 由上至下依次层叠设置保温种植层 21、湿地介质层 22、回填土层 23 和防渗层 24。保温种植层 21 是由草炭与粗河砂组成的混合物,两者的重量比为 1:1,装填厚度为 200mm,保温种植层上种植湿地植物 27。一级潜流湿地 2 可以是钢筋混凝土结构、砖混或土池防渗结构,本实施例中为砖混结构,规格为 22m×12m×1.2m(长×宽×深),湿地介质层 22 的填料为陶粒和石灰石重量比为 1:1 的混合物,装填厚度为 900mm~1000mm。二级潜流湿地 3 可以是钢筋混凝土结构、砖混或土池防渗结构,本实施例中为砖混结构,规格为 25m×12m×1.2m(长×宽×深),湿地介质层 22 的填料为陶粒和火山岩重量比为 1:1 的混合物,装填厚度为 900mm~1000mm。

[0030] 一级潜流湿地 2 的一侧墙体底部设置进水口 25,与之相对的另一侧墙体上部设置

出水口 26。二级潜流湿地 3 的一侧墙体底部设置进水口 35, 与之相对的另一侧墙体上部设置出水口 36。一级潜流湿地的进水口 25 与曝气生物流化池出水口 11 相连接。一级潜流湿地和二级潜流湿地中间设置配水渠 4, 一级潜流湿地的出水口 26 通过溢流管 41 连接配水渠 4, 配水渠底部设置连通管 42 与二级潜流湿地进水口 35 连接。

[0031] 实施例 2 受污染地下水净化试验

[0032] 受污染水源为北京地区某垃圾填埋场附近的地下水, 原水氨氮浓度为 $21.5\text{mg/L} \sim 30.5\text{mg/L}$, 应用实施例 1 所述系统处理污水, 由提升泵提升污染地下水送至曝气生物流化池, 水力停留时间为 2.4h , 容积负荷为 $0.5\text{kgTN}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$, 气水比为 $5:1$, 处理后氨氮浓度降低至 $4.2\text{mg/L} \sim 5.5\text{mg/L}$ 。

[0033] 其后, 污水由曝气生物流化池出水口进入一级潜流湿地, 水力停留时间为 25h , 表面负荷为 $0.45\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$, 处理后氨氮浓度降低至为 $0.5\text{mg/L} \sim 1.2\text{mg/L}$ 。

[0034] 经一级潜流湿地处理后的污水进入二级潜流湿地, 水力停留时间为 29h , 表面负荷为 $0.4\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$, 处理后氨氮浓度降低至为 $0.2\text{mg/L} \sim 0.4\text{mg/L}$ 。

[0035] 经上述步骤处理的地下水, 氨氮的去除率为 99% , 硝酸盐出水浓度为 $4.9\text{mg/L} \sim 8.6\text{mg/L}$, 满足饮用水水质标准。

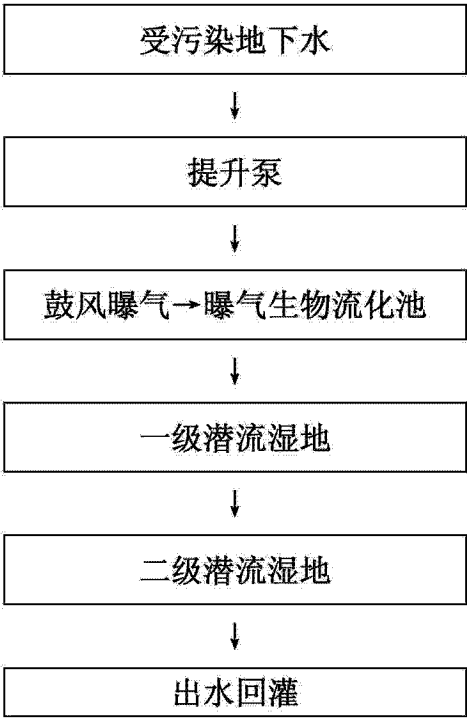


图 1

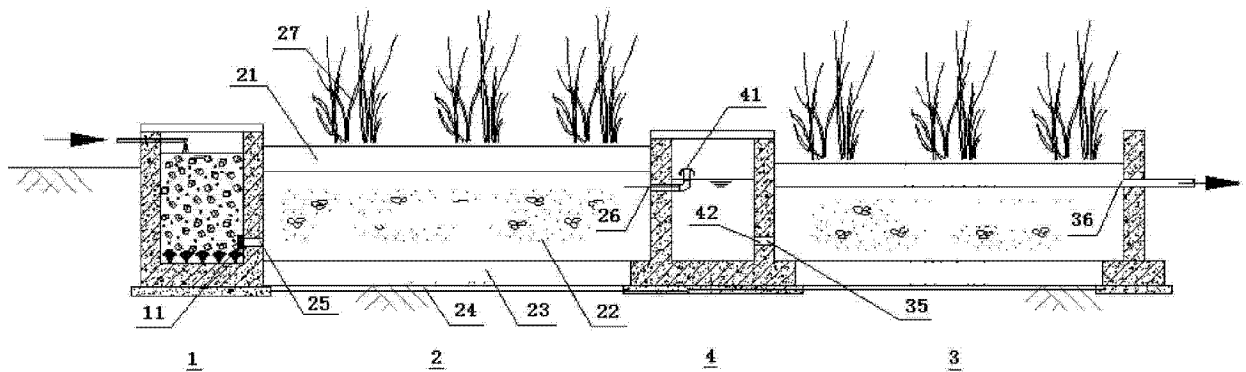


图 2