



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 201890824 U

(45) 授权公告日 2011. 07. 06

(21) 申请号 201020551215. X

(22) 申请日 2010. 09. 29

(73) 专利权人 北京市水利科学研究所

地址 100048 北京市海淀区车公庄西路 21 号

(72) 发明人 廖日红 申颖洁 战楠 李其军
高振宇 孟庆义

(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 郭佩兰

(51) Int. Cl.

C02F 9/14 (2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

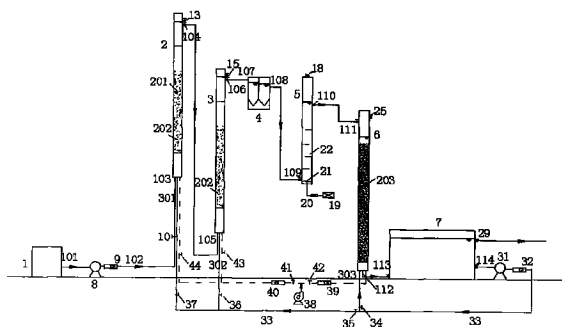
权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 1 页

(54) 实用新型名称

受污染地表水深度净化组合装置

(57) 摘要

本实用新型涉及一种以再生水和污水为主要水源的受污染地表水深度净化组合装置,其包括依次连接的多层滤料高效生物滤池反应器、生物强化缺氧生物滤池反应器、混凝沉淀池、臭氧接触池和好氧生物强化活性炭滤池反应器。其中,多层滤料高效生物滤池充填两种多孔悬浮型填料,填料中投加高效工程菌剂;缺氧生物滤池反应器内部具有多孔悬浮型表面亲水性改性聚氨酯填料,填料中投加高效工程菌剂;混凝沉淀池的污水中添加混凝剂;臭氧接触池底部具有微孔曝气头,池壁内侧具有间隔交错设置的导流板;好氧生物强化活性炭滤池反应器内部填充柱状活性炭填料,填料中投加高效工程菌剂。



1. 一种受污染地表水深度净化组合装置,其特征在于,其包括依次连接的多层滤料高效生物滤池反应器(2)、生物强化缺氧生物滤池反应器(3)、混凝沉淀池(4)、臭氧接触池(5)和好氧生物强化活性炭滤池反应器(6)。

2. 如权利要求1所述的装置,其特征在于,所述装置还包括进水泵(8)、臭氧发生器(19)和鼓风机(38);

其中,该进水泵(8)的入水口(101)连接受污染水源,其出水口(102)连接位于所述多层滤料高效生物滤池反应器(2)底部的入水口(103);该多层高效生物滤池反应器上部的出水口(104)与所述生物强化缺氧生物滤池反应器(3)底部的入水口(105)连接;位于生物强化缺氧生物滤池反应器上部的出水口(106)与位于所述混凝沉淀池(4)中部的入水口(107)连接;该混凝沉淀池上部的出水口(108)与所述臭氧接触池(5)底部的入水口(109)连接;位于臭氧接触柱池上部的出水口(110)与位于所述好氧生物强化活性炭滤池反应器(3)上部的入水口(111)连接;

该多层滤料高效生物滤池反应器(2)内部具有聚丙烯悬浮填料(201)和多孔悬浮型表面亲水性改性聚氨酯填料(202),两种填料间隔填充,各填充5~7层,每层的厚度分别为0.03m~0.05m和0.10~0.12m,填料层总有效高度为0.6m~1.2m;填料内部添加高效工程菌剂;该多层滤料高效生物滤池反应器(2)底部具有进气口,该进气口连接鼓风机(38);

该生物强化缺氧生物滤池反应器(3)内部具有多孔悬浮型表面亲水性改性聚氨酯填料(202),填料层总高度为0.6m~1.5m;填料内部添加高效工程菌剂;生物强化缺氧生物滤池反应器(3)底部具有进气口,其连接鼓风机(38);

该混凝沉淀池(4)内的污水中添加混凝剂;

该臭氧接触池(5)底部具有微孔曝气头(21),微孔曝气头与具有流量调节功能的臭氧发生器(19)连接;臭氧接触池(5)池壁内侧具有间隔交错设置的导流板(22),各导流板平面平行于水平方向,导流板高差间隔0.06m~0.1m;臭氧接触池(5)顶部具有排气口(18);该臭氧接触池(5)的有效高度为0.8m~1.4m;

该好氧生物强化活性炭滤池反应器(6),内部填充柱状活性炭填料(20),填料层厚度为0.8至1.5m;反应器底部具有微孔曝气头(27),曝气头(27)连接鼓风机(38);活性炭填料内部添加高效工程菌剂。

3. 如权利要求2所述的装置,其特征在于,所述聚丙烯悬浮填料(201)形状为球状或环状,其湿密度为 $0.5\text{g}/\text{cm}^3 \sim 0.8\text{g}/\text{cm}^3$,空隙率为 $0.85\% \sim 0.95\%$,比表面积为 $80\text{m}^2/\text{m}^3 \sim 160\text{m}^2/\text{m}^3$;所述多孔悬浮型表面亲水性改性聚氨酯填料(202)的湿密度为 $0.6 \sim 1.2\text{g}/\text{cm}^3$,持水量为 $2000\% \sim 3000\%$,比表面积为 $80\text{m}^2/\text{g} \sim 150\text{m}^2/\text{g}$ 。

4. 如权利要求2所述的装置,其特征在于,所述活性炭的强度 $> 92\%$,比表面积 $> 850\text{m}^2/\text{g}$,总孔容积 $> 0.8\text{cm}^3/\text{g}$,粒径为 $3.0\text{mm} \sim 4.0\text{mm}$ 。

5. 如权利要求1所述的装置,其特征在于,所述装置还包括清水池(7)和反洗回流泵(31);该清水池入水口(113)与所述好氧生物强化活性炭滤池反应器的出水口(112)相连接;该清水池的一个出水口(114)经反洗回流泵(31)分别连接所述多层滤料高效生物滤池反应器(2)底部的反洗入水口(301)、生物强化缺氧生物滤池反应器(3)底部的反洗入水口(302)和好氧生物强化活性炭滤池反应器(6)底部的反洗入水口(303)。

受污染地表水深度净化组合装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种受污染地表水净化处理技术,特别是涉及采用多层滤料高效生物滤池-生物强化缺氧生物滤池-混凝沉淀-预臭氧-好氧生物强化活性炭滤池反应器组合工艺技术。

背景技术

[0002] 随着社会经济的飞速发展,尤其是全球性的需水量增大导致世界水资源短缺和水污染不断加剧,人类对再生水资源化利用和城市水环境整治需求已显得日益紧迫,急需受污染地表水净化技术的研发用以恢复河湖水体功能要求,提高流域水资源利用率和构建良好的生态系统。其中,生物滤池作为一种固定填料生物膜法,是以土壤自净原理为依据,在污水灌溉的实践基础上,经较原始的间歇砂滤池和接触滤池而发展起来的人工生物处理技术。多层滤料高效生物滤池是在生物滤池的基础上,对填料进行优选,保留多孔滤料比表面大、挂膜率高、为微生物进行同步硝化反硝化创造适宜环境等特点的同时,兼顾大孔隙滤料通量高、不易堵塞等优点,因而具有对水中有机物及总氮处理效率高,抗冲击负荷能力强,运行稳定,几乎无剩余污泥排放等优点而被广泛应用于污水处理的脱氮工艺中。

[0003] 生物强化滤池工艺通过高效菌种的添加,实现了对普通生物滤池过滤和生物降解作用的强化,获得理想的微生物浓度,由此实现对各类污染物的高效去除。

[0004] 缺氧生物滤池工艺作为一种淹没式的固定填料生物膜法,因具有对水中有机物及总氮处理效率高,抗冲击负荷能力强,运行稳定,几乎无剩余污泥排放等优点而被广泛应用于污水处理的脱氮工艺中。生物强化缺氧生物滤池工艺通过高效菌种的添加,提高了微生物浓度,进一步提升水中有机物及总氮处理效率。

[0005] 臭氧-生物活性炭(O_3 -BAC)技术起源于饮用水中有机物的去除研究,是将活性炭物理化学吸附、臭氧化学氧化、生物氧化降解等多种技术合为一体的工艺。臭氧具有强氧化性,原水首先进行臭氧氧化,污水中部分有机物得以去除的同时可生化性也得到适度提高,之后经活性炭吸附并利用活性炭上生物膜的生物降解作用得以净化。 O_3 -生物强化是 O_3 -BAC技术的升级,是在传统 O_3 -BAC技术基础上进一步强化生物作用,具有提高系统对各项污染物的去除效果和运行稳定性等优点,可使该工艺在污水净化中达到更好的处理效果。

[0006] 混凝沉淀法是一种化学净化法,通常是在沉淀池中投放混凝剂,使污水中的磷和悬浮型有机物形成沉淀以净化水质。

[0007] 河湖等受污染地表水相对于工业废水和生活污水,具有溶解氧浓度较高、有机污染物和C/N比均较低的特点,属于贫营养污水,不利于微生物的生长及生物降解,因此上述各项工艺在受污染地表水的应用中,对有机污染物和总氮处理效果不理想,亟需研发针对地表水的水质特点的净化装置及工艺。

实用新型内容

[0008] 本实用新型的目的在于克服现有生物滤池、曝气生物活性炭滤池等单项工艺在处

理微污染河水净化过程中技术性和针对性上的不足,提供一种包括多层滤料高效生物滤池-生物强化缺氧生物滤池-混凝沉淀-预臭氧-好氧生物强化活性炭滤池的受污染地表水深度净化组合装置。与同类单项及常规组合装置相比,该装置可维持较高固定化微生物浓度,且具有生物降解、化学吸附和物理吸附等多种功能,能实现生物降解中的硝化和反硝化作用达到对总氮的去除,同时保证有机物和氨氮的高效去除率。

[0009] 为实现上述目的,本实用新型提供一种受污染地表水深度净化组合装置,其包括依次连接的多层滤料高效生物滤池反应器 2、生物强化缺氧生物滤池反应器 3、混凝沉淀池 4、臭氧接触池 5 和好氧生物强化活性炭滤池反应器 6。

[0010] 如上所述的装置,其中,该装置还可包括进水泵 8、臭氧发生器 19 和鼓风机 38;

[0011] 其中,进水泵 8 的入水口 101 连接受污染水源,其出水口 102 连接位于所述多层滤料高效生物滤池反应器 2 底部的入水口 103;该多层高效生物滤池反应器上部的出水口 104 与所述生物强化缺氧生物滤池反应器 3 底部的入水口 105 连接;位于生物强化缺氧生物滤池反应器上部的出水口 106 与位于所述混凝沉淀池 4 中部的入水口 107 连接;该混凝沉淀池上部的出水口 108 与所述臭氧接触池 5 底部的入水口 109 连接;位于臭氧接触柱池上部的出水口 110 与位于所述好氧生物强化活性炭滤池反应器 3 上部的入水口 111 连接;

[0012] 多层滤料高效生物滤池反应器 2 内部具有聚丙烯悬浮填料 201 和多孔悬浮型表面亲水性改性聚氨酯填料 202,两种填料间隔填充,各填充 5~7 层,每层的厚度分别为 0.03m~0.05m 和 0.10~0.12m,填料层总有效高度为 0.6m~1.2m;运行初期,填料内部投加高效工程菌剂,投加比例为 4~10g 菌剂/L;该多层滤料高效生物滤池反应器 2 底部具有进气口,该进气口连接鼓风机 38;

[0013] 生物强化缺氧生物滤池反应器 3 内部具有多孔悬浮型表面亲水性改性聚氨酯填料 202,填料层总高度为 0.6m~1.5m;运行初期,填料内部投加高效工程菌剂,投加比例为 4~10g 菌剂/L;生物强化缺氧生物滤池反应器 3 底部具有进气口,其连接鼓风机 38;

[0014] 混凝沉淀池 4 内的污水中添加混凝剂;

[0015] 臭氧接触池 5 底部具有微孔曝气头 21,微孔曝气头与具有流量调节功能的臭氧发生器 19 连接;臭氧接触池 5 池壁内侧具有间隔交错设置的导流板 22,各导流板平面平行于水平方向,导流板高差间隔 0.06m~0.1m;臭氧接触池 5 顶部具有排气口 18;该臭氧接触池 5 的有效高度为 0.8m~1.4m;

[0016] 好氧生物强化活性炭滤池反应器 6,内部填充柱状活性炭填料 20,填料层厚度为 0.8 至 1.5m;反应器底部具有微孔曝气头 27,曝气头 27 连接鼓风机 38;运行初期,活性炭填料内部投加高效工程菌剂,投加比例 1.2~2g 菌剂/L。

[0017] 如上所述的装置,其中,该聚丙烯悬浮填料 201 优选形状为球状或环状,其湿密度为 $0.5\text{g}/\text{cm}^3 \sim 0.8\text{g}/\text{cm}^3$,空隙率为 $0.85\% \sim 0.95\%$,比表面积为 $80\text{m}^2/\text{m}^3 \sim 160\text{m}^2/\text{m}^3$;所述多孔悬浮型表面亲水性改性聚氨酯填料 202 的湿密度为 $0.6 \sim 1.2\text{g}/\text{cm}^3$,持水量为 $2000\% \sim 3000\%$,比表面积为 $80\text{m}^2/\text{g} \sim 150\text{m}^2/\text{g}$ 。

[0018] 如上所述的装置,其中,该活性炭优选碘值为 $850 \sim 1000\text{mg}/\text{g}$,亚甲基蓝值 $> 120\text{mg}/\text{g}$,强度 $> 92\%$,比表面积 $> 850\text{m}^2/\text{g}$,总孔容积 $> 0.8\text{cm}^3/\text{g}$,粒径为 $3.0\text{mm} \sim 4.0\text{mm}$ 。

[0019] 如上所述的装置,其中,该装置还可包括清水池 7 和反洗回流泵 31;该清水池入水口 113 与所述好氧生物强化活性炭滤池反应器的出水口 112 相连接;该清水池的一个出水

口 114 经反洗回流泵 31 分别连接所述多层滤料高效生物滤池反应器 2 底部的反洗入水口 301、生物强化缺氧生物滤池反应器 3 底部的反洗入水口 302 和好氧生物强化活性炭滤池反应器 6 底部的反洗入水口 303。

[0020] 本实用新型针对受污染地表水的成分特点,提供一种高效净化受污染地表水的装置。其有益效果在于:

[0021] (1) 优选滤料的设置使得多层滤料高效生物滤池单元内存在较大溶氧浓度梯度,为系统内同步硝化反硝化反应的发生创造有利环境,同时出水溶解氧浓度逐步降低,为生物强化缺氧滤池单元中反硝化反应的进行提供条件;此外,不同孔径滤料的配置使得滤池在具有高生物挂膜率的同时兼具通量大和不易堵塞的特点。

[0022] (2) 生物强化缺氧生物滤池单元中通过缺氧反硝化作用,使得有机物和总氮等污染物得到进一步去除。多层滤料高效生物滤池反应器及生物强化缺氧滤池的组合设置同时解决了硝化液回流导致的高能耗问题,是反硝化脱氮与好氧去除有机污染物的高效功能性组合。

[0023] (3) 由于受污染地表水中有机物浓度低,不易培养微生物,生物净化效果不理想,本实用新型系统中多层滤料高效生物滤池反应器 2、生物强化缺氧生物滤池反应器 3 和好氧生物强化活性炭滤池反应器 6 的填料中都添加了高效工程菌,有效改善了以普通生化工艺处理地表污染水时系统内微生物浓度低的问题。

[0024] (4) 混凝沉淀单元对磷和悬浮性有机物的去除具有较优的效果。

[0025] (5) 由于臭氧接触单元对污染物负荷低,因此将其设置在多层滤料高效生物滤池、生物强化缺氧生物滤池和混凝沉淀池之后。因前面各单元对有机物均有一定程度的降解(作用机理和降解的有机物形态各不相同),剩余的基本上为难降解有机物,因此臭氧接触单元中有机物对臭氧的消耗量会大大降低,使得臭氧对难生物降解的大分子物质的氧化作用更具针对性,出水可生化性的提高和大分子物质的转化促进了后续好氧生物强化活性炭滤池工艺中活性炭的吸附和微生物的降解作用。同时,臭氧的投加使得好氧生物强化活性炭滤池单元中溶解氧浓度得以提高,其曝气量相对也可得到降低,进一步节约了能耗。

[0026] (6) 好氧生物强化活性炭滤池反应器中将活性炭的物理吸附作用与微生物的降解作用有机结合,使净水效果进一步提高。由于活性炭具有孔隙结构发达,比表面积大的结构特点,使其对污染物质有较强的吸附能力;同时以粒状活性炭为载体,并配有工程菌剂的投加,为微生物提供了充分的生长空间和环境,微生物富集于活性炭表面而形成生物膜,使以受污染地表水为进水水源的反应器内生物降解作用得以强化,其效果不仅表现为对水中污染物质的降解,也充分作用于活性炭孔隙内部被吸附的污染物,生物膜通过降解该部分污染物而促进了活性炭的再生,从而再次增大活性炭的吸附效果,延长活性炭的使用周期。

[0027] (7) 本实用新型装置的自动化程度高、操作管理方便、系统适应性与实用性强。

[0028] (8) 使用本实用新型的受污染地表水深度净化组合装置,其水力负荷适用范围为 $10 \sim 30 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$;出水 COD_{Cr} 、 DOC 、 BOD_5 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 TN 及 TP 分别达到 $22 \sim 30 \text{ mg/L}$ 、 $10 \sim 25 \text{ mg/L}$ 、 $3 \sim 6 \text{ mg/L}$ 、 $0.5 \sim 1.5 \text{ mg/L}$ 、 $8 \sim 12 \text{ mg/L}$ 和低于 0.3 mg/L ;对水体中各污染物的去除效果为: COD_{Cr} 去除率超过 65%,溶解性有机碳 DOC 的去除率超过 60%, $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除率超过 90%, TN 的去除率均超过 50%。出水水质达到国家地表水环境质量标准 GB 3838-2002IV 类限值。

附图说明

[0029] 图 1 为本实用新型一种优选实施方式的受污染地表水深度净化组合装置及流程图。

具体实施方式

[0030] 以下结合附图和具体实施例对本实用新型进行进一步详细说明。

[0031] 如图 1 所示,在本实用新型的一种优选实施方式中,污染地表水组合净化装置主要包括:蓄水池 1、进水泵 8、多层滤料高效生物滤池反应器 2、生物强化缺氧生物滤池反应器 3、混凝沉淀池 4、臭氧接触池 5、臭氧发生器 19、好氧生物强化活性炭滤池反应器 6、清水池 7、反洗泵 31、液体流量计 9、32、鼓风机 38、气体流量计 39、40、填料和管道等。

[0032] 进水泵 8 通过管道连接多层滤料高效生物滤池反应器 2 的入水口,多层滤料高效生物滤池反应器 2 的出水口与生物强化缺氧生物滤池反应器 3 连接,生物强化缺氧生物滤池反应器 3 与混凝沉淀池 4 连接,混凝沉淀池 4 与臭氧接触池 5 连接,臭氧接触柱池的出水口连接好氧生物强化活性炭滤池反应器 6。

[0033] 多层滤料高效生物滤池反应器 2 底部具有入水口 103、出水口 104、溢流口 115 和进气口,其内部填充填料。填料优选聚丙烯悬浮填料 201 和多孔悬浮型表面亲水性改性聚氨酯介质 202,两种填料间隔填充,各填充 5 ~ 7 层,每层的厚度分别为 0.03m ~ 0.05m 和 0.10 ~ 0.12m,填料层总有效高度为 0.6m ~ 1.2m。其中,聚丙烯悬浮填料 201 优选球状或环状,其湿密度优选为 $0.5\text{g}/\text{cm}^3 \sim 0.8\text{g}/\text{cm}^3$,空隙率优选为 0.85% ~ 0.95%,比表面积优选为 $80\text{m}^2/\text{m}^3 \sim 160\text{m}^2/\text{m}^3$,该填料具有较大的孔径,可提高溶氧,有利于好氧生物降解;多孔悬浮型表面亲水性改性聚氨酯介质 202 优选湿密度为 $0.6 \sim 1.2\text{g}/\text{cm}^3$,持水量为 2000% ~ 3000%,比表面积为 $80\text{m}^2/\text{g} \sim 150\text{m}^2/\text{g}$,其孔隙度较高,具有较大的厌氧菌承载量,有利于厌氧生物降解。两种填料的结合使用使反应器 2 内部具有好氧菌、兼氧菌、厌氧菌的生长环境,可同时进行硝化和反硝化反应。此外,硬度较高、孔隙度较大的填料 201 与柔性且孔径较小的填料 202 的交替布置,能够克服单纯使用填料 202 而引起的填料堵塞、易变形、不易反洗的缺陷。运行初期填料内部投加高效工程菌剂,投加比例为 4 ~ 10g 菌剂 /L。该高效工程菌剂是由活性污泥培养的混合菌剂,包括好氧菌、兼性菌和厌氧菌多种菌种,本实用新型的装置可以使用市场销售的各种污水处理用微生物菌剂,例如深圳市博生生物科技有限公司生产的洁净天然微生物菌剂 CNM、本源微生物菌剂 SLM、加拿大 B350 高效菌剂等。

[0034] 生物强化缺氧生物滤池反应器 3 具有入水口 105、出水口 106、溢流口 116 和进气口,其内部填充多孔悬浮型表面亲水性改性聚氨酯介质 202。填料层总高度为 0.6m ~ 1.5m;运行初期填料内部投加高效工程菌剂,投加比例为 4 ~ 10g 菌剂 /L。

[0035] 混凝沉淀池 4 具有进水口 107 和出水口 108,混凝沉淀池 4 的污水中投加混凝剂。

[0036] 臭氧接触池 5 具有进水口 109、出水口 110,顶部具有排气口 18,底部具有微孔曝气头 21,曝气头连接臭氧发生器 19,池壁内侧具有间隔交错设置的导流板 22,各导流板平面平行于水平方向,导流板高差间隔 0.06m ~ 0.1m;该臭氧接触池 5 的有效高度为 0.8m ~ 1.4m;臭氧投加比例为 0.5 ~ 1.0 ($\text{mgO}_3/\text{mgDOC}$)。

[0037] 好氧生物强化活性炭滤池反应器 6 具有进水口 111、出水口 112、溢流口 117,其内部填充柱状活性炭填料 203,填料层厚度为 1.0m;活性炭碘值为 850 ~ 1000mg/g,亚甲基蓝

值 $>120\text{mg/g}$,强度 $>92\%$,比表面积 $>850\text{m}^2/\text{g}$,总孔容积 $>0.8\text{cm}^3/\text{g}$,粒径为 4.0mm ;运行初期填料内部均投加高效工程菌剂,投加比例为 $1.2\sim 2\text{g}$ 菌剂/L。

[0038] 清水池 7 入水口 113 与好氧生物强化活性炭滤池反应器底部出水口 112 相连接;该清水池的一个出水口 114 通过管道连接反洗泵 31 入水口,反洗泵出水口分别连接多层滤料高效生物滤池反应器 2、生物强化缺氧生物滤池反应器 3 和好氧生物强化活性炭滤池反应器 6 底部的反洗进水口 301、302 和 303;鼓风机 38 分别连接多层滤料高效生物滤池反应器 2、生物强化缺氧生物滤池反应器 3 和好氧生物强化活性炭滤池反应器 6 底部的反洗进气口。进水泵 8 和反洗泵 31 的流量分别加设液体流量计 9、10 进行控制;鼓风机 38 的曝气量分别加设气体流量计 39、40 进行控制。

[0039] 如图 1 所示,其是本实用新型的污染地表水深度净化工艺一种优选实施方式的流程图,其应用了上述污染地表水组合净化装置,具体操作步骤如下:

[0040] (1) 运行初期对多层滤料高效生物滤池反应器 2、生物强化缺氧生物滤池反应器 3 和好氧生物强化活性炭滤池反应器 6 中的工程菌剂进行驯化,驯化步骤包括:工程菌剂采用分层填装方式,培养初期调节反应器内 COD_{Cr} 浓度在 $500\sim 600\text{mg/L}$, DO 浓度控制在 $3\sim 5\text{mg/L}$,闷曝 $3\sim 5$ 天;随后关闭多层滤料高效生物滤池反应器 2 和生物强化缺氧生物滤池反应器 3 的曝气系统,以河水为原水,依次进入多层滤料高效生物滤池反应器 2 和生物强化缺氧生物滤池反应器 3 实现连续进出水,同时,好氧生物强化活性炭滤池反应器 6 单独连续进出水,并将好氧生物强化活性炭滤池反应器 6 的气水比控制在 $3:1\sim 5:1$;直至生物强化缺氧生物滤池反应器 3 和生物强化活性炭滤池反应器 6 出水的有机物去除率达到 $20\%\sim 30\%$,驯化步骤完成;

[0041] (2) 由进水泵 8 从蓄水池提升河水送至多层滤料高效生物滤池反应器 2,填料层外部溶解氧浓度控制在 $2\sim 3\text{mg/L}$,填料层内部溶解氧浓度为 $0.5\sim 2\text{mg/L}$, pH 值为 $6\sim 8$ 、温度为 $5\sim 35^\circ\text{C}$ 、水力停留时间为 $1\sim 3\text{h}$;滤池内进行同步硝化反硝化反应,有机物、氨氮、硝态氮在此单元中能得到一定程度的降解,出水溶解氧浓度逐步降低,利于下一步缺氧生物净化;

[0042] (3) 污水由多层滤料高效生物滤池反应器 2 上部的出水口 104 进入生物强化缺氧生物滤池反应器 3,污水的溶解氧浓度控制在 $0.5\sim 2\text{mg/L}$, pH 值为 $6\sim 8$ 、温度为 $5\sim 35^\circ\text{C}$ 、水力停留时间为 $0.5\sim 2\text{h}$;滤池内进行缺氧条件下生化反应,有机物、硝态氮在此单元中得到进一步的降解;多层滤料高效生物滤池反应器及生物强化缺氧滤池的组合设置同时解决了硝化液回流导致的高能耗问题,是反硝化脱氮与好氧去除有机污染物的高效功能性组合;

[0043] (4) 污水由生物强化缺氧生物滤池反应器上部的出水口 106 自流进入混凝沉淀池 4 进行磷和悬浮性有机物的去除,添加混凝剂种类为颗粒状或粉末状聚合氯化铝,投加浓度为 $30\sim 70\text{mg/L}$,水力停留时间为 $0.4\sim 0.7\text{h}$;

[0044] (5) 混凝沉淀池 4 上清液下流进入臭氧接触池 5,臭氧发生器 19 产生的臭氧经微孔曝气头 21 进入臭氧接触池,河水与臭氧在池内沿导流板 22 由下至上流动,充分混合反应后由上部出水口 110 流出,尾气由排气口 18 排出,臭氧投加比例为 $0.5\sim 1.0(\text{mgO}_3/\text{mgDOC})$,臭氧接触时间为 $20\text{min}\sim 40\text{min}$;部分有机物得到去除,同时其可生化性得以改善;

[0045] 因前面各单元对有机物均有一定程度的降解,剩余的基本上为难降解有机物,使

得臭氧对难生物降解的大分子物质的氧化作用更具针对性,大分子物质的转化提高了出水可生化性,进而促进了后续好氧生物强化活性炭滤池工艺中活性炭的吸附和微生物的降解作用;

[0046] (6) 被臭氧氧化后的河水进入下流式好氧生物强化活性炭滤池反应器 6,经柱状活性炭 203 吸附和强化好氧微生物降解后沿出水口 112 流入清水池 7;鼓风机 38 为好氧生物强化活性炭滤池反应器 6 充氧,气水比为 3 : 1 ~ 8 : 1;滤池内污水的溶解氧浓度控制在 3 ~ 5mg/L、pH 值为 6 ~ 8、温度为 5 ~ 35℃、水力停留时间为 0.5 ~ 2h;

[0047] (7) 清水池 7 出水经反洗回流泵 31 分别从底部进入多层滤料高效生物滤池反应器 2、生物强化缺氧生物滤池反应器 3 和好氧生物强化活性炭滤池反应器 6,完成反冲洗步骤,反冲洗周期为 5 天 ~ 20 天。

[0048] 实施例 1:

[0049] 原水为北京地区某实验河段的污染河水,应用本实用新型的上述装置处理污水,的水力负荷为 $30\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ 。运行初期对多层滤料高效生物滤池反应器 2、生物强化缺氧生物滤池反应器 3 和好氧生物强化活性炭滤池反应器 6 中均投加高效工程菌剂(深圳市博生生物科技有限公司生产的洁净天然微生物菌剂 CNM),投加比例分别为 6 ~ 8g 菌剂 /L, 6 ~ 8g 菌剂 /L 和 1.2 ~ 1.4g 菌剂 /L,并对工程菌剂进行驯化:工程菌剂采用分层填装方式,培养初期调节反应器内 CODCr 浓度在 500 ~ 600mg/L, DO 浓度控制在 3 ~ 5mg/L,闷曝 3 ~ 5 天后,以河水为原水顺序进入多层滤料高效生物滤池反应器 2 和生物强化缺氧生物滤池反应器 3 实现连续进出水,好氧生物强化活性炭滤池反应器 6 单独连续进出水,其中,多层滤料高效生物滤池反应器 2 和生物强化缺氧生物滤池反应器关闭曝气系统,生物强化活性炭滤池反应器 6 气水比控制在 3 : 1 ~ 5 : 1;直至生物强化缺氧生物滤池反应器 3 和生物强化活性炭滤池反应器 6 出水有机物去除率达到 20% ~ 30%后,培养工作完成,连接各反应器,实现整个工艺系统连续进出水。

[0050] 原水由进水泵从蓄水池提升河水送至多层滤料高效生物滤池反应器,填料层外部溶解氧浓度控制在 2 ~ 3mg/L,填料层内部溶解氧浓度控制在 0.5 ~ 2mg/L, pH 值为 6 ~ 8、温度为 5 ~ 35℃、水力停留时间为 1 ~ 2h,滤池内进水溶解氧浓度逐步降低,同时发生兼性细菌生化反应;多层滤料高效生物滤池反应器内部两种填料分别为聚丙烯悬浮填料和多孔悬浮型表面亲水性改性聚氨酯介质,每级的厚度分别为 0.03m ~ 0.05m 和 0.10 ~ 0.12m,两种填料间隔填充,各填充 5 层,填料层总有效高度为 0.65m ~ 0.8m。

[0051] 随后,污水由多层滤料高效生物滤池反应器上部进入生物强化缺氧生物滤池反应器,溶解氧浓度控制在 0.5 ~ 2mg/L,进行缺氧条件下生化反应;池内 pH 值为 6 ~ 8、温度为 5 ~ 35℃、水力停留时间为 0.5 ~ 1.0h。

[0052] 污水由生物强化缺氧生物滤池反应器上部自流进入混凝沉淀池进行磷和悬浮性有机物的去除,添加混凝剂种类为颗粒状或粉末状聚合氯化铝,投加浓度为 30 ~ 70mg/L,水力停留时间为 0.4 ~ 0.5h。

[0053] 混凝沉淀池上清液下流进入臭氧接触池,臭氧发生器产生的臭氧经微孔曝气头进入臭氧接触池,河水与臭氧在池内沿导流板由下至上流动,充分混合反应后由上部出水口流出,尾气由排气口排出,臭氧投加比例为 0.5 ~ 0.7(mgO₃/mgDOC),臭氧接触时间为 20min ~ 30min;池内部分有机物得到去除,同时其可生化性得以改善。

[0054] 被氧化后的河水进入下流式好氧生物强化活性炭滤池反应器,经柱状活性炭吸附和强化好氧微生物降解后流入清水池;鼓风机为好氧生物强化活性炭滤池反应器充氧,气水比为 3 : 1 ~ 5 : 1;滤池内污水的溶解氧浓度控制在 3 ~ 5mg/L、pH 值为 6 ~ 8、温度为 5 ~ 35℃、水力停留时间为 1 ~ 1.5h。

[0055] 清水池出水经反洗回流泵分别从底部进入多层滤料高效生物滤池反应器、生物强化缺氧生物滤池反应器和好氧生物强化活性炭滤池反应器,同时鼓风机 38 分别通过多层滤料高效生物滤池反应器 2 底部的进气口、生物强化缺氧生物滤池反应器 3 底部的进气口和好氧生物强化活性炭滤池反应器 6 底部的曝气头向上述反应器充气,完成反冲洗步骤,反冲洗周期为 10 天 ~ 20 天。

[0056] 检测结果如表 1 所示:

[0057] 表 1

[0058]

污染物指标	COD _{Cr} (mg/L)	DOC (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)	NH ₃ -N (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)
进水	60~120	30~70	10~30	13~20	18~25	1.5~2.7
反应器 2	45~82	25~51	7~21	9~12	16~23	1.6~3.0
反应器 3	40~74	24~48	6~19	8~11	8~12	1.6~3.3
混凝沉淀池出 4	32~54	23~45	5~11	8~10	8~12	0.2~0.3
O ₃ 接触池 5	28~48	17~34	5~13	6~9	8~12	0.2~0.3
反应器 6	22~30	10~20	3~6	0.5~1.5	8~12	0.2~0.3

[0059] 结果表明,各项污染物平均去除率分别达到 COD_{Cr} 63%、DOC 60%, BOD₅70%、NH₃-N 90%、TN 52% 和 TP 63% 以上,出水水质达到国家地表水环境质量标准 GB 3838-2002IV 类限值。

[0060] 实施例 2:

[0061] 原水为北京地区某实验河段的重污染河水,应用本实用新型装置处理污水,水力负荷 20m³/m²·d。运行初期对多层滤料高效生物滤池反应器 2、生物强化缺氧生物滤池反应器 3 和好氧生物强化活性炭滤池反应器 6 中均投加高效工程菌剂(深圳市博生生物科技有限公司生产的洁净天然微生物菌剂 CNM),投加比例分别为 7 ~ 10g 菌剂 /L, 7 ~ 10g 菌剂 /L 和 1.2 ~ 1.4g 菌剂 /L,驯化方法与实施例 1 相同。

[0062] 原水由进水泵从蓄水池提升河水送至多层滤料高效生物滤池反应器,填料层外部溶解氧浓度控制在 2 ~ 3mg/L,填料层内部溶解氧浓度控制在 0.5 ~ 2mg/L,pH 值为 6 ~ 8、温度为 5 ~ 35℃、水力停留时间为 2 ~ 3h,滤池内进水溶解氧浓度逐步降低,同时发生兼性细菌生化反应;多层滤料高效生物滤池反应器内部两种填料分别为聚丙烯悬浮填料和多孔悬浮型表面亲水性改性聚氨酯介质,每级的厚度分别为 0.03m ~ 0.05m 和 0.10 ~ 0.12m,两种填料间隔填充,各填充 5 层,填料层总有效高度为 0.65m ~ 0.8m。

[0063] 随后,污水由多层滤料高效生物滤池反应器上部进入生物强化缺氧生物滤池反应器,溶解氧浓度控制在 0.5 ~ 2mg/L,进行缺氧条件下生化反应;池内 pH 值为 6 ~ 8、温度为

5 ~ 35℃、水力停留时间为 1.5 ~ 2.0h。

[0064] 污水由生物强化缺氧生物滤池反应器上部自流进入混凝沉淀池进行磷和悬浮性有机物的去除,添加混凝剂种类为颗粒状或粉末状聚合氯化铝,投加浓度为 30 ~ 70mg/L,水力停留时间为 0.4 ~ 0.5h。

[0065] 混凝沉淀池上清液下流进入臭氧接触池,臭氧发生器产生的臭氧经微孔曝气头进入臭氧接触池,河水与臭氧在池内沿导流板由下至上流动,充分混合反应后由上部出水口流出,尾气由排气口排出,臭氧投加比例为 0.6 ~ 0.7 (mgO₃/mgDOC),臭氧接触时间为 20min ~ 30min;池内部分有机物得到去除,同时其可生化性得以改善。

[0066] 被氧化后的河水进入下流式好氧生物强化活性炭滤池反应器,经柱状活性炭吸附和强化好氧微生物降解后流入清水池;鼓风机为好氧生物强化活性炭滤池反应器充氧,气水比为 4 : 1 ~ 6 : 1;滤池内污水的溶解氧浓度控制在 3 ~ 5mg/L、pH 值为 6 ~ 8、温度为 5 ~ 35℃、水力停留时间为 1.5 ~ 2h。

[0067] 清水池出水经反洗回流泵分别从底部进入多层滤料高效生物滤池反应器、生物强化缺氧生物滤池反应器和好氧生物强化活性炭滤池反应器,同时鼓风机 38 分别通过多层滤料高效生物滤池反应器 2 底部的进气口、生物强化缺氧生物滤池反应器 3 底部的进气口和好氧生物强化活性炭滤池反应器 6 底部的曝气头向上述反应器充气,完成反冲洗步骤,反冲洗周期为 10 天 ~ 18 天。

[0068] 经检测:进水 COD_{Cr}、DOC、BOD₅、NH₃-N、TN 和 TP 分别在 60 ~ 150mg/L、30 ~ 85mg/L、15 ~ 40mg/L、15 ~ 20mg/L、20 ~ 25mg/L 和 1.2 ~ 3mg/L 时,出水 COD_{Cr}、DOC、BOD₅、NH₃-N、TN 及 TP 维持在 25 ~ 30mg/L、14 ~ 25mg/L、4 ~ 6mg/L、1 ~ 1.5mg/L、8 ~ 12mg/L 和 0.1 ~ 0.3mg/L 之间,各项污染物平均去除率分别达到 58%、53%、68%、90%、50%和 70%以上。

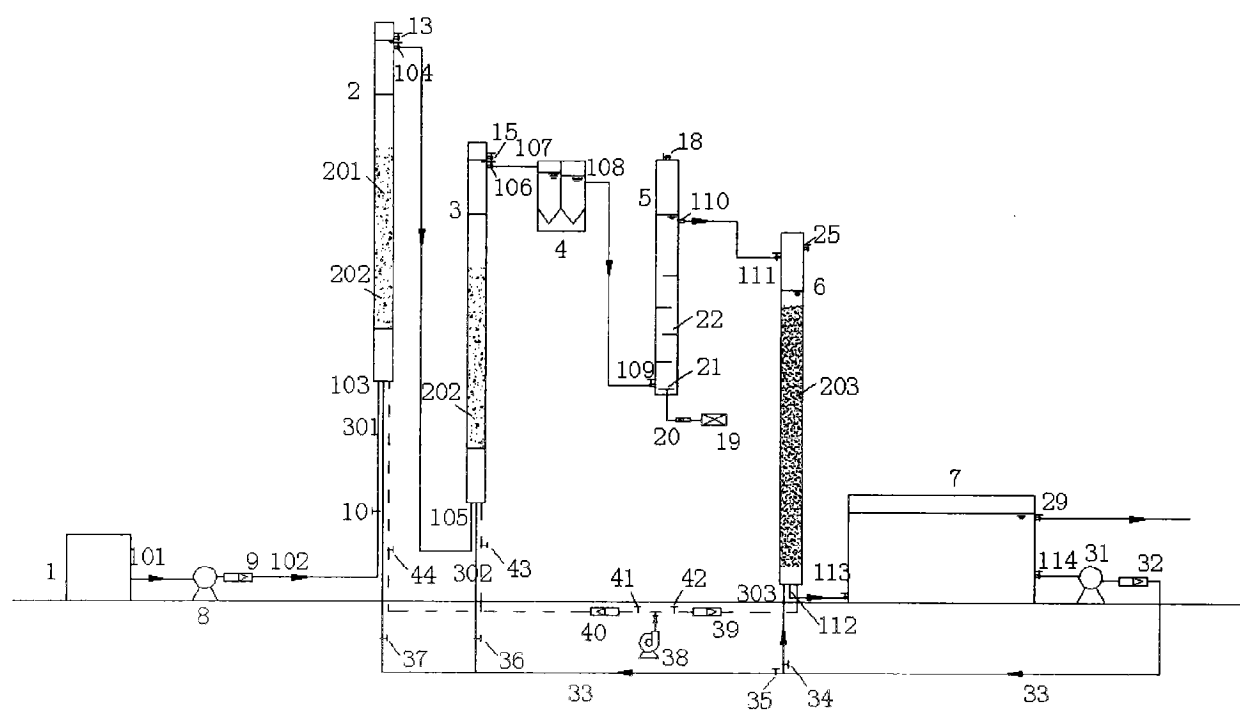


图 1