(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 102531298 A
(43)申请公布日 2012.07.04

(21)申请号 201210053961.X

(22)申请日 2012.03.02

(71)申请人 北京工业大学
地址 100022 北京市朝阳区平乐园100号

(72)发明人 彭永臻 张为堂 王淑莹 刘青松

(74)专利代理机构 北京汇信合知识产权代理有限公司 11335
代理人 王秀丽

(51)Int.Cl.
C02F 9/14(2006.01)
C02F 3/30(2006.01)

权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 1 页

(54)发明名称

强化脱氮的A/A/O、脱氧BAF的污水处理装置及方法

(57)摘要

本发明公开了一种强化脱氮的A/A/O、脱氧BAF的污水处理装置，主要由污泥脱硝池、AAO脱氮除磷装置、沉淀池、曝气生物滤池组成，所述进水管分别连接到污泥脱硝池和AAO脱氮除磷装置的厌氧区，污泥脱硝池与AAO脱氮除磷装置的厌氧区连接，所述AAO脱氮除磷装置的好氧区与沉淀池连接，沉淀池与污泥脱硝池连接；所述沉淀池连接到曝气生物滤池。其方法为：通过污泥脱硝池、AAO脱氮除磷装置实现污水反硝化除磷脱氮去COD；再通过曝气生物滤池将氨氮转化为硝态氮，为AAO装置提供电子受体，完成COD、N、P和SS的去除。其具有节能、稳定、高效脱氮除磷和污泥减量的优点。

CN 102531298 A

1. 一种强化脱氮的A/A/O、脱氧BAF的污水处理装置，其特征在于：主要由污泥脱硝池、AAO脱氮除磷装置、沉淀池、曝气生物滤池组成，所述进水管分别连接到污泥脱硝池和AAO脱氮除磷装置的厌氧区，污泥脱硝池与AAO脱氮除磷装置的厌氧区连接，所述AAO脱氮除磷装置的好氧区与沉淀池连接，沉淀池与污泥脱硝池连接；所述沉淀池连接到中间水池，中间水池通过高压泵与曝气生物滤池连接，曝气生物滤池连接到清水池，清水池上设有出水管；所述出水管通过硝化液回流泵与AAO脱氮除磷装置的缺氧区连接，且出水管还通过反冲洗泵和阀门与曝气生物滤池的底部配水区连接。

2. 根据权利要求1所述的强化脱氮的A/A/O、脱氧BAF的污水处理装置，其特征在于：所述曝气生物滤池的填料层设有二相分离器，二相分离器与AAO脱氮除磷装置的好氧区连接。

3. 根据权利要求1所述的强化脱氮的A/A/O、脱氧BAF的污水处理装置，其特征在于：所述曝气生物滤池中部还设有排水管；所述曝气生物滤池底部设置放空阀。

4. 根据权利要求1所述的强化脱氮的A/A/O、脱氧BAF的污水处理装置，其特征在于：所述强化脱氮、脱氧装置还包括鼓风机，鼓风机通过曝气管线、阀门分别与AAO脱氮除磷装置的好氧区和曝气生物滤池连接。

5. 根据权利要求1所述的强化脱氮的A/A/O、脱氧BAF的污水处理装置，其特征在于：所述曝气生物滤池为硝化/过滤型反应器，滤料下部为硝化段，上部为无气干扰的硝化脱氧过滤段。

6. 一种强化脱氮的A/A/O、脱氧BAF的污水处理方法，其特征在于：该方法的具体步骤为：

1) 污水由进水管按20％：80％～40％：60％的比例分别进入污泥脱硝池和AAO脱氮除磷装置的厌氧区，反硝化菌利用原水碳源甚至胞外聚合物将污泥中的少量硝态氮还原为氮气，去除污泥中的硝酸盐氮；原污水发生水解酸化，大分子有机碳源转化为聚磷菌可利用的低分子挥发性有机酸；

2) 污泥脱硝池内不含硝态氮的泥水混合液经污泥回流泵进入AAO脱氮除磷装置的厌氧区，并与步骤一中AAO脱氮除磷装置内的污水混合，混合液中的聚磷菌利用大量可用的低分子挥发性有机酸，合成聚－β－羟丁酸，发生磷的大量释放；

3) 泥水混合液从上述AAO脱氮除磷装置的厌氧区进入缺氧区，反硝化菌利用厌氧区内聚磷菌剩余的碳源反硝化脱氮，反硝化聚磷菌以硝酸盐氮为电子受体，以聚－β－羟丁酸为电子供体，发生反硝化除磷；

4) 混合液从上述AAO脱氮除磷装置的缺氧区进入好氧区，完成剩余磷的好氧吸收和氮气的吹脱；

5) 混合液从上述AAO脱氮除磷装置的好氧区进入沉淀池内沉淀，实现泥、水分离，含氨氮的上清液经高压泵进入曝气生物滤池，沉淀池底部的污泥经污泥回流泵进入污泥脱硝池，并与进入污泥脱硝池内的污水均匀混合，经脱氮后进入AAO脱氮除磷装置；

6) 所述曝气生物滤池中的硝化菌将氨氮转化为硝态氮，硝化液经过滤和脱氧后以200-400％的内循环比经硝化液回流泵回流至AAO脱氮除磷装置的缺氧区，处理水溢流进入清水池经出水管排放；

7) 曝气生物滤池经15d-20d的运行后，中间水层悬浮物浓度大幅增加且发生磷的释

放，对曝气生物滤池进行反冲洗；

8）含有大量污染物的反冲洗排水通过设置在中间水层的排水管排放。

7. 根据权利要求 6 所述强化脱氮的 A/A/O、脱氧 BAF 的污水处理方法，其特征在于：所述步骤六中清水池内的水进入曝气生物滤池，作为步骤七的反冲洗水。

8. 根据权利要求 6 所述强化脱氮的 A/A/O、脱氧 BAF 的污水处理方法，其特征在于：所述步骤六中清水池内的水还进入 AAO 脱氮除磷装置的的缺氧区。

9. 根据权利要求 6 所述强化脱氮的 A/A/O、脱氧 BAF 的污水处理方法，其特征在于：使用时，曝气生物滤池中的二相分离器收集的乏气还可以通过曝气管线和曝气器在 AAO 脱氮除磷装置的曝气区内实现二次曝气。

强化脱氮的 A/A/O、脱氧 BAF 的污水处理装置及方法

技术领域

[0001] 本发明属于污水生物处理技术领域，特别适用于污水处理厂的提标改造以及污水深度处理厂的新建，具体涉及一种用于污水处理的强化脱氮的 A/A/O、脱氧 BAF 的装置与方法。

背景技术

[0002] 目前，我国 95％以上的污水处理厂不能达到日益严格的一级 A 排放标准，关键问题是 TN、TP 和 SS 无法稳定达标。由于我国城镇污水 C/N 一般较低，能够用来厌氧释磷的 VFA 更低，生物脱氮除磷处理过程中需要投加大量外加碳源，污水厂也没有采用节能降耗技术，使运行费用普遍较高，吨水运行费用是发达国家的近 2 倍。并且，污水厂产生的大量的剩余污泥得不到妥善处理，造成的环境问题也比较显著。

[0003] AAO 脱氮除磷系统中聚磷菌、反硝化菌和硝化菌共存，存在泥龄上的矛盾和碳源上的竞争，使得聚磷菌厌氧释磷效率不高，硝化菌硝化效率低下，曝气能耗大；同时好氧区出水中的硝态氮，在沉淀池内易发生反硝化，使污泥上浮。曝气生物滤池 (Biological Aerated Flilter，BAF) 是集生物膜生化降解和滤层过滤功能与一体的污水处理技术，但是 BAF 单独用来处理生活污水时普遍存在工作周期短，反冲洗频繁，填料易堵塞和板结等问题。

[0004] AAO-BAF 集 AAO 和曝气生物滤池优势于一体，抗水力负荷能力强，对温度变化适应能力强，通过聚磷菌和硝化菌的分离，能够稳定实现反硝化除磷技术，实现一碳两用，节省曝气量，降低运行费用。但是该组合工艺也存在一些问题，如 BAF 出水 DO 较高，缺氧区好氧异养菌繁殖，制约 AAO 反硝化除磷效率；上向流 BAF 截留的污染物主要在滤料层下部，顺向反冲时截留的污染物穿过整个滤料层，不仅能耗高还使 BAF 上部清水受到污染；由于曝气的干扰而消弱了 BAF 的过滤性能，脱落的生物膜等使出水 SS 较高。

[0005] 如何在节能降耗和有效利用原水碳源的基础上提高组合工艺系统的脱氮除磷效果，同时实现污泥过程减量，已成为现阶段污水处理领域的重大需求。

发明内容

[0006] 本发明的目的是针对目前 AAO 和 BAF 工艺各自问题，结合节能降耗、碳源有效利用和污泥减量三个关键技术，提出一种强化脱氮的 A/A/O、脱氧 BAF 的污水处理装置及方法，通过工艺调整使反硝化聚磷菌成为 AAO 单元的优势菌属，实现聚磷菌和硝化菌的分离，沉淀池沉淀和贮泥功能的分离，曝气生物滤池硝化和过滤功能的分离，最终实现组合系统节能、稳定、高效脱氮除磷和污泥减量。

[0007] 为了达到上述设计目的，本发明采用的技术方案如下：

[0008] 一种强化脱氮的 A/A/O、脱氧 BAF 的污水处理装置，主要由污泥脱硝池、AAO 脱氮除磷装置、沉淀池、曝气生物滤池组成，所述进水管分别连接到污泥脱硝池和 AAO 脱氮除磷装置的厌氧区，污泥脱硝池与 AAO 脱氮除磷装置的厌氧区连接，所述 AAO 脱氮除磷装置的好氧

区与沉淀池连接，沉淀池与污泥脱硝池连接；所述沉淀池连接到中间水池，中间水池通过高压泵与曝气生物滤池连接，曝气生物滤池连接到清水池，清水池上设有出水管；所述出水管通过硝化液回流泵与 AAO 脱氮除磷装置的缺氧区连接，且出水管还通过反冲洗泵和阀门与曝气生物滤池的底部配水区连接。

[0009] 优选地，所述曝气生物滤池的填料层设有二相分离器，二相分离器与 AAO 脱氮除磷装置的好氧区连接。

[0010] 优选地，所述曝气生物滤池中部还设有排水管；所述曝气生物滤池底部设置放空阀。

[0011] 更优选地，所述强化脱氮、脱氧装置还包括鼓风机，鼓风机通过曝气管线、阀门分别与 AAO 脱氮除磷装置的好氧区和曝气生物滤池连接。

[0012] 更优选地，所述曝气生物滤池为硝化 / 过滤型反应器，滤料下部为硝化段，上部为无气干扰的硝化脱氧过滤段。

[0013] 一种强化脱氮的 A/A/O、脱氧 BAF 的污水处理方法，该方法的具体步骤为：

[0014] 1) 污水由进水管按 20％：80％～40％：60％的比例分别进入污泥脱硝池和 AAO 脱氮除磷装置的厌氧区，反硝化菌利用原水碳源甚至胞外聚合物将污泥中的少量硝态氮还原为氮气，去除污泥中的硝酸盐氮；原污水发生水解酸化，大分子有机碳源转化为聚磷菌可利用的低分子挥发性有机酸；

[0015] 2) 污泥脱硝池内不含硝态氮的泥水混合液经污泥回流泵进入 AAO 脱氮除磷装置的厌氧区，并与步骤一中 AAO 脱氮除磷装置内的污水混合，污水混合液中的聚磷菌利用大量可用的低分子挥发性有机酸，合成聚 - β - 羟丁酸，发生磷的大量释放；

[0016] 3) 泥水混合液从上述 AAO 脱氮除磷装置的厌氧区进入缺氧区，反硝化菌利用厌氧区内聚磷菌剩余的碳源反硝化脱氮，反硝化聚磷菌以硝酸盐氮为电子受体，以聚 - β - 羟丁酸为电子供体，发生反硝化除磷；

[0017] 4) 混合液从上述 AAO 脱氮除磷装置的缺氧区进入好氧区，完成剩余磷的好氧吸收和氮气的吹脱；

[0018] 5) 混合液从上述 AAO 脱氮除磷装置的好氧区进入沉淀池内沉淀，实现泥、水分离，含氨氮的上清液经高压泵进入曝气生物滤池，沉淀池底部的污泥经污泥回流泵进入污泥脱硝池，并与进入污泥脱硝池内的污水均匀混合，经脱氮后进入 AAO 脱氮除磷装置；

[0019] 6) 所述曝气生物滤池中的硝化菌将氨氮转化为硝态氮，硝化液经过滤和脱氧后以 200-400％的内循环比经硝化液回流泵回流至 AAO 脱氮除磷装置的缺氧区，处理水溢流进入清水池经出水管排放；

[0020] 7) 曝气生物滤池经 15d-20d 的运行后，中间水层悬浮物浓度大幅增加且发生磷的释放，对曝气生物滤池进行反冲洗；

[0021] 8) 含有大量污染物的反冲洗排水通过设置在中间水层的排水管排放。

[0022] 优选地，所述步骤六中清水池内的水进入曝气生物滤池，作为步骤七的反冲洗水。

[0023] 优选地，所述步骤六中清水池内的水还进入 AAO 脱氮除磷装置的的缺氧区。

[0024] 更优选地，使用时，曝气生物滤池中的二相分离器收集的乏气还可以通过曝气管线和曝气器在 AAO 脱氮除磷装置的曝气区内实现二次曝气。

[0025] 本发明所述的强化脱氮的 A/A/O、脱氧 BAF 的污水处理装置及方法的有益效果是：

系统污泥产率低，曝气生物滤池过滤性能强且反冲洗周期长，实现低 C/N 条件下城市污水高效、稳定、深度脱氮除磷去悬浮物。

[0026] AAO-BAF 组合工艺实现聚磷菌和硝化菌的分离，硝化效率高；反硝化除磷技术的应用，实现一碳两用和污泥的过程减量；污泥脱硝池将沉淀池的沉淀和贮泥功能分离，反硝化菌利用胞外聚合物和原污水碳源进行反硝化，去除硝态氮对厌氧释磷的影响，解决了沉淀池内污泥的上浮或解体，保证沉淀池的稳定运行；污泥脱硝池有利于水解发酵型细菌的富集，强化原污水的水解酸化作用，使大分子有机碳源转化为聚磷菌可利用的低分子挥发性有机酸 (VFA)，有效提高系统碳源的可利用性；BAF 中二相分离器的设置，实现硝化和过滤的分离，消除曝气对过滤的扰动，强化过滤功能，有效截留脱落生物膜等形成的悬浮物；同时，降低硝化液回流中的 DO，抑制 AAO 缺氧区内好氧异养菌对碳源的竞争，改善 AAO 反应器中反硝化菌和反硝化除磷菌的缺氧环境，提高脱氮除磷效率。

[0027] 本发明运行稳定，有利于 AAO-BAF 工艺的推广应用。

附图说明

[0028] 图 1 为本发明所述的强化脱氮的 A/A/O、脱氧 BAF 的污水处理装置的结构示意图；

[0029] 其中：1- 原水进水管；2- 污泥脱硝池；3-AAO 脱氮除磷装置；4- 沉淀池；5- 中间水池；6- 曝气生物滤池；7- 清水池；8- 出水管；9- 高压泵；10- 硝化液回流泵；11，12- 污泥回流泵；13- 鼓风机；14，15- 曝气阀；16- 二相分离器；17- 气阀；18- 气泵；19- 反冲洗泵；20- 反冲洗进水阀；21- 反冲洗排水管；22- 放空阀；23- 污泥排放管。

具体实施方式

[0030] 下面结合附图对本发明的最佳实施方案作进一步的详细的描述。

[0031] 如图 1 所示，本发明实施例所述的强化脱氮的 A/A/O、脱氧 BAF 的污水处理装置，主要由进水管 1、污泥脱硝池 2、AAO 脱氮除磷装置 3、沉淀池 4、中间水池 5、曝气生物滤池 6 和清水池 7 组成，所述进水管 1 分别连接到污泥脱硝池 2 和 AAO 脱氮除磷装置 3 的厌氧区，污泥脱硝池 2 通过污泥回流泵 12 与 AAO 脱氮除磷装置 3 的厌氧区连接，所述污泥脱硝池 2 的出口设有排放管 23，污泥脱硝池 2 内处理后的剩余污泥通过排放管 23 排除，所述 AAO 脱氮除磷装置 3 的好氧区与沉淀池 4 连接，沉淀池 4 的污泥出口通过污泥回流泵 11 与污泥脱硝池 2 连接，将沉淀池 4 沉积的污泥输送到污泥脱硝池 2，污泥脱硝池 2 将沉淀池 4 的沉淀和贮泥功能分离，避免了沉淀池 4 内污泥的上浮或解体，避免跑泥，保证沉淀池 4 稳定运行；所述沉淀池 4 的污水出口连接到中间水池 5，使得污水流入中间水池 5，所述中间水池 5 通过高压泵 9 与曝气生物滤池 6 连接，曝气生物滤池 6 连接到清水池 7，曝气生物滤池 6 的出水流入清水池 7，经出水管 8 排放；同时，所述出水管 8 通过硝化液回流泵 10 与 AAO 脱氮除磷装置 3 的缺氧区连接，且出水管 8 还通过反冲洗泵 19 和阀门 20 与曝气生物滤池 6 的底部配水区连接。系统的 COD 主要在 AAO 脱氮除磷装置 3 的厌氧区和缺氧区去除，碳源得以有效利用，系统污泥产率低。

[0032] 所述曝气生物滤池 6 的填料层设有用于收集乏气的二相分离器 16，二相分离器 16 通过阀门 17 和气泵 18 与 AAO 脱氮除磷装置 3 的好氧区连接；使用时，曝气生物滤池 6 中的二相分离器 16 收集的乏气还可以通过曝气管线和曝气器在 AAO 脱氮除磷装置 3 的曝气区

内实现二次曝气，降低生物系统曝气能耗。

[0033] 所述曝气生物滤池 6 中部还设有排水管 21，曝气生物滤池 6 内的反冲洗水通过排水管 21 排出；所述曝气生物滤池 6 底部设置放空阀 22。

[0034] 所述强化脱氮、脱氧装置还包括鼓风机 13，鼓风机 13 通过曝气管线、阀门 14(15) 分别与 AAO 脱氮除磷装置 3 的好氧区和曝气生物滤池 6 连接。

[0035] 所述污泥脱硝池 2 内设搅拌装置，使污泥和污水充分混合，反硝化菌利用胞外聚合物和原污水碳源，进行反硝化，去除硝态氮；污泥脱硝池 2 有利于水解发酵型细菌的富集，污泥脱硝池 2 的设置通过充分利用胞外聚合物，强化原污水的水解酸化作用，大分子有机碳源转化为聚磷菌可利用的低分子挥发性有机酸 (VFA)，有效提高原污水可利用碳源。

[0036] 所述曝气生物滤池 6 为硝化 / 过滤型反应器，滤料下部为硝化段，在此自养型硝化菌为优势菌，完成氨氮的硝化，同时截留悬浮物；上部为无气干扰硝化脱氧过滤段，高效截留脱落生物膜等形成的悬浮物，保证出水 SS 达一级 A 排放标准。

[0037] 所述曝气生物滤池 6 中二相分离器 16 的设置，降低硝化液回流中的 DO，抑制 AAO 脱氮除磷装置 3 的缺氧区内好氧异养菌对碳源的竞争，改善 AAO 反应器中反硝化菌和反硝化除磷菌的缺氧环境，提高反硝化效率。

[0038] 利用该装置具体进行污水处理过程如下：

[0039] 1、污水由进水管按比例 40％ ： 60％分别进入污泥脱硝池 2 和 AAO 脱氮除磷装置 3 的厌氧区，进入污泥脱硝池 2 的污水与沉淀池 4 的污泥均匀混合，水力停留时间为 0.5h，反硝化菌利用原水碳源甚至胞外聚合物将污泥中的少量硝态氮还原为氮气；原污水发生水解酸化，大分子有机碳源转化为聚磷菌可利用的低分子挥发性有机酸 (VFA)，处理后的污泥经排放管 23 排出；

[0040] 2、不含硝酸盐的富磷污泥从污泥脱硝池 2，经污泥回流泵 12 和污泥回流管线进入 AAO 脱氮除磷装置 3 的厌氧区，池内设搅拌装置，污泥回流比为 70-150％，污泥浓度为 3000-5000mg/L，水力停留时间为 0.5-1h，聚磷菌利用大量可用的 VFA，合成 PHB，发生磷的大量释放，释磷速率高；污水中大量有机物得到迅速转化，厌氧区对 COD 的去除占组合工艺的 70-80％；反硝化聚磷菌占聚磷菌的比例接近 70％；

[0041] 3、混合液从上述 AAO 脱氮除磷装置 3 的厌氧区进入缺氧区，同时进入的还有来自曝气生物滤池 6 的脱氧硝化液，池内设搅拌装置，其水力停留时间为 4-6h，AAO 脱氮除磷装置 3 的缺氧区内溶解氧浓度非常低，抑制了好氧异养菌对碳源的掠夺，反硝化菌利用厌氧区内聚磷菌剩余的碳源反硝化脱氮，反硝化聚磷菌以硝酸盐氮为电子受体，以 PHB 为电子供体，发生反硝化除磷；

[0042] 4、混合液从上述 AAO 脱氮除磷装置 3 的缺氧区进入好氧区，其水力停留时间为 0.5-1h，不发生氨氮的氧化，完成剩余磷的好氧吸收和氮气的吹脱；

[0043] 5、混合液从上述 AAO 脱氮除磷装置 3 的好氧区进入沉淀池 4 内沉淀，实现泥水分离，含氨氮的上清液经高压泵 9 进入曝气生物滤池 6，沉淀池 4 底部的污泥经污泥回流泵 11 进入污泥脱硝池 2；沉淀池 4 运行稳定，不发生污泥上浮或解体；

[0044] 6、上述曝气生物滤池 6 中的硝化菌将氨氮转化为硝态氮，其水力停留时间为 0.5h-1.0h，气水比 6-10，硝化液经过滤和脱氧后以 200-400％的内循环比经硝化液回流泵 10 回流至 AAO 脱氮除磷装置 3 的缺氧区，处理水经出水管 8 排放；所述曝气生物滤池 6 的

二相分离器 16 上部的滤料可以优选为轻质滤料，优选采用上流式运行；

[0045] 7、曝气生物滤池 6 经 15d-20d 的运行后，中间水层悬浮物浓度大幅增加或发生磷的释放，对 BAF 进行反冲洗；

[0046] 8、曝气生物滤池 6 内的反冲洗进水为 BAF 清水池出水，气、水反冲强度为 3-7L/(m2.s)，时间分别为气冲 2-3min，气水冲 2-4min，水冲 3-6min，含有大量污染物的反冲洗排水通过设置在中间水层的排水管 21 排放，反冲时不扰动 BAF 上部清水层，保证 BAF 出水 SS 始终达标排放，延长有效运行时间。

[0047] 以上内容是结合具体的优选实施方式对本发明所做的进一步详细说明，便于该技术领域的技术人员能理解和应用本发明，不能认定本发明的具体实施只局限于这些说明。对于本发明所属技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明构思的前提下还可以做出若干简单推演或替换，而不必经过创造性的劳动。因此，本领域技术人员根据本发明的揭示，对本发明做出的简单改进都应该在本发明的保护范围之内。

图 1