



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103663725 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 26

(21) 申请号 201310652786. 0

(22) 申请日 2013. 12. 05

(71) 申请人 北京交通大学

地址 100044 北京市海淀区西直门外上园村
3 号

(72) 发明人 刘苗苗 姚宏

(74) 专利代理机构 北京市商泰律师事务所
11255

代理人 陈朝阳

(51) Int. Cl.

C02F 3/34 (2006. 01)

C02F 3/28 (2006. 01)

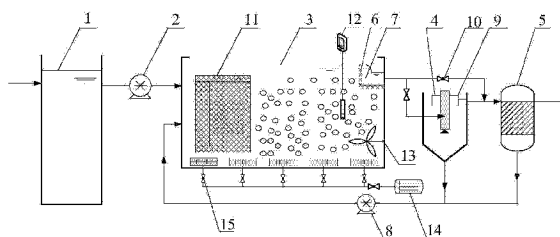
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

基于颗粒污泥的连续流生物脱氮方法及装置

(57) 摘要

本发明公开了基于颗粒污泥的连续流短程硝化-厌氧氨氧化生物脱氮方法及装置,方法包括:1) 接种污泥培养,进行活性污泥适应期;2) 启动短程硝化-厌氧氨氧化反应;3) 厌氧氨氧化颗粒污泥形成和生长期;4) 颗粒污泥连续流系统稳定运行期。装置包括设有依序连通的进水水箱、生物反应器、沉淀池和水力筛过滤器;进水水箱进水连通高氨氮废水,出水连通生物反应器;沉淀池底部浓缩污泥经污泥回流泵与生物反应器连通;缺氧反应器内设有固定填料、搅拌器、过滤筛网和与空气压缩机连通的曝气头;沉淀池设有清水溢流口通过管道与水力筛过滤器联通;水力筛过滤器的出水为最终出水,截留的颗粒污泥回流至生物反应器。



1. 一种基于颗粒污泥连续流的生物脱氮方法,其特征在于,包括以下步骤:

1) 接种污泥培养:包括活性污泥接种和生物膜接种两个部分;

生物膜接种过程包括:将聚氨酯固定填料首先浸没在稳定运行的短程硝化-厌氧氨氧化系统,待聚氨酯固定填料充分吸附系统内活性污泥后,将其转移并固定于生物反应器;

活性污泥接种过程包括,取活性污泥混合液,直接注入到生物反应器,并使生物反应器中活性污泥浓度达到 3000-5000mg/L;

活性污泥接种和生物膜接种完成后,将待处理的高氨氮废水通入进水水箱,开启进水泵,使进水水箱中的高氨氮废水进入生物反应器,启动生物反应器的曝气系统和搅拌系统,氨氮的硝化反应开始进行,控制系统的溶解氧在 0.5mg/L,污泥脱水液中的氨氮开始去除;当整个装置的氨氮去除负荷到达 $0.1\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$,氨氮去除率大于 90%,总氮去除率大于 50%,出水中的亚硝酸盐浓度占总氮的比例大于 85% 时,确认活性污泥适应期结束,进行下一步骤;

2) 启动短程硝化-厌氧氨氧化反应:

保持进水泵开启,从进水水箱中连续进水到生物反应器;保持曝气系统开启,同时通过在线溶解氧检测系统和相应的曝气管路对空气流量进行控制,保持溶解氧基本稳定为 0.2-0.3mg/L,污泥回流比设为 50%-100%;通过控制曝气和搅拌的强度,保证悬浮污泥在缺氧、好氧反应区充分混合,不出现短流或死区;监测沉淀池清水溢流口出水中的氨氮浓度,当出水浓度低于 50mg/L 时,提高生物反应器的进水量,并调整曝气系统曝气强度和搅拌器的搅拌强度,以保证各反应器中泥水充分混合;在提高进水量的过程中,监测出水中亚硝酸盐浓度的变化,当出水中亚硝酸浓度高于 1mg/L 时,保持进水水量不变,并降低系统的溶解氧浓度,保证系统出水的亚硝酸盐浓度低于 1mg/L;

逐渐提高反应器的进水量,当反应器的总氮去除负荷达到 $0.8\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$,总氮去除率超过 75%,同时聚氨酯固定填料上生长出超过 1mm 厚度的红色生物膜时,确定短程硝化-厌氧氨氧化过程启动结束,进入下一步骤;

3) 厌氧氨氧化颗粒污泥形成和生长期:

调整曝气管路的阀门,提高系统的曝气量,该阶段生物反应器的溶解氧浓度维持在 0.5-0.8mg/L;通过增加聚氨酯固定填料底部的曝气量,提高聚氨酯固定填料表面的水力剪切力,将聚氨酯固定填料表面形成的颗粒状红色生物膜洗脱至反应器;

混合液经过孔眼直径为 0.5mm 的过滤筛网溢流进入沉淀池,粒径大于 0.5mm 的颗粒污泥被截留在反应器内;过滤筛网每日用出水清洗一次,避免堵塞,影响系统的正常运行;开启水力筛过滤器,筛网粒径选择 0.18mm,出水中含有的粒径超过 0.18mm 的污泥被截留,并通过污泥回流系统重新进入到生物反应器的前端;调整每日剩余污泥的排放量占系统污泥总量的 10%-15%;系统排泥过程如下,关闭出水阀门,打开混合液排泥阀门,混合液进入到水力筛过滤器,截留的颗粒通过污泥回流系统回流至生物反应器,未被截留的混合液作为剩余污泥直接排放;

4) 颗粒污泥连续流系统稳定运行期:

保持系统正常运行,颗粒污泥的质量占系统总体污泥质量超过 50% 时,将聚氨酯固定填料取出作为其它反应器启动的接种污泥备用,本系统以颗粒污泥为主体完成全程自养脱氮;定期监测沉淀池出水中的亚硝酸盐浓度,调整系统的溶解氧浓度,保证设计的总氮去除

负荷和总氮去除率,系统调试结束,进入到正常运行期。

2. 一种基于颗粒污泥的连续流生物脱氮装置,其特征在于:设有依序连通的进水水箱(1)、生物反应器(3)、沉淀池(4)和水力筛过滤器(5);待处理高氨氮废水通过进水口与进水水箱(1)相连接,进水水箱(1)的出水口通过进水泵(2)与生物反应器(3)的进水口连通;生物反应器(3)的混合液依次经过滤筛网(6)、溢流堰(7),通过管道和阀门与沉淀池(4)的中心筒连通;沉淀池(4)完成泥水分离后,底部浓缩污泥通过污泥回流泵(8)经污泥回流管路与生物反应器(3)始端连通,上清液经沉淀池(4)上部的清水溢流口(9)通过管道与水力筛过滤器(5)连接;水力筛过滤器二次固液分离后,滤后水作为最终出水排放,截留的污泥经污泥回流泵(8)回流至生物反应器(3);

生物反应器(3)设有排泥管和阀门(10),排泥管与水力筛过滤器相连接;排泥时,混合液进入到水力筛过滤器,截留的固体通过污泥回流系统回流至生物反应器(3),过滤后的混合液作为剩余污泥排放;

生物反应器(3)的前端内设有板式聚氨酯固定填料(11),后端设有溶解氧监测仪(12)和液下搅拌器(13);生物反应器(3)的底部设有曝气头,曝气头与空气压缩机(14)连通,空气压缩机的曝气管路上设有气体流量计(15)。

3. 根据权利要求2所述的连续流颗粒污泥自养脱氮装置,其特征是:所述曝气管路上的气体流量计(15)为在线气体流量计,所述溶解氧监测仪(12)为在线溶解氧监测仪;所述进水泵(2)、液下搅拌器(13)、空气压缩机(14)、污泥回流泵(8)均设有可控变频器,并设有PLC控制器,该PLC控制器与所述在线溶解氧监测仪(12)和气体流量计(15)进行信号连接,并与所述进水泵(2)、液下搅拌器(13)、空气压缩机(14)、污泥回流泵(8)进行控制连接。

基于颗粒污泥的连续流生物脱氮方法及装置

技术领域

[0001] 本发明属于生化法污水处理技术领域,具体是一种利用颗粒污泥为主体的全程自养脱氮技术处理高氨氮废水的方法和装置。该装置以固定填料为载体形成厌氧氨氧化菌生物膜,通过生物膜生长、成熟和脱落,逐渐形成厌氧氨氧化菌颗粒污泥;最终以颗粒污泥为主体,通过氨氧化菌和厌氧氨氧化菌的协同作用,实现经济高效地脱氮。该工艺适用于城市污水处理厂高氨氮消化污泥脱水液处理,也适用于高氨氮、低碳氮比的工业废水处理。

背景技术

[0002] 氮污染物的去除已经成为污水处理和再生回用的关键问题。“十五”后期,氨氮对水质的影响与高锰酸盐指数基本持平,“十一五”前两年氨氮已成为影响地表水质的首要指标。“十二五”期间,氨氮被纳入全国主要水污染物排放约束性控制指标。我国关于氨氮排放标准也日益严格。作为新增的约束性指标,氨氮减排的制度和措施都需在实践中进行探索。通过污水处理厂升级改造,提高生活源氨氮去除效率,同时抓住化工、食品加工等重点行业,可以有效控制氨氮排放总量,较大程度地改善目前水质氨氮超标现象,并减轻湖库氨氮和总氮的负荷。

[0003] 目前我国污水中氮污染物的控制仍然存在诸多难题。由于进水水量变化大、工业废水影响、进水固体悬浮物浓度高等因素,我国污水处理工艺氨氮去除效果较低,受季节影响明显。传统的生物脱氮技术一般采用硝化-反硝化工艺,通过硝化菌将氨氮氧化成硝态氮,然后反硝化菌利用有机物将硝态氮还原成氮气。而进水中的有机物缺乏时,传统工艺难以完成良好的反硝化反应,导致总氮去除难以达标。

[0004] 传统脱氮工艺操作复杂,运行成本较高。针对传统脱氮工艺中存在的问题,科研人员研发出多种新型的生物脱氮工艺,以期提高生物脱氮的效率,降低其运行成本。厌氧氨氧化生物脱氮技术是众多新技术之一,近年来受到科研工作者和污水处理工艺开发人员的广泛重视。该技术利用厌氧氨氧化菌的特殊代谢途径完成生物脱氮,这种细菌可利用亚硝酸盐作为电子供体直接将氨氮氧化成氮气,因此厌氧氨氧化工艺与传统生物脱氮工艺在氮去除的途径和原理上有显著不同。厌氧氨氧化菌是化能自养菌,以无机碳作为碳源,因此脱氮过程中无需有机碳源;硝化过程只需将 50% 的氨氮氧化至亚硝酸盐,需氧量和供氧能耗大幅下降;厌氧氨氧化的脱氮效率和去除负荷较高,同时剩余污泥产量少。厌氧氨氧化技术应用于高氨氮废水处理中,可节省运行费用,产生显著的经济效益。同时厌氧氨氧化工艺与传统工艺相比可减少温室气体氧化亚氮的排放,环境效益明显。

[0005] 厌氧氨氧化技术与传统脱氮工艺相比具有明显的优势,是可持续发展的生物脱氮技术,有着广泛和良好的前景。但是厌氧氨氧化菌属于自养菌,细胞产率低,不容易在短时间内富集。而厌氧氨氧化菌实现生物脱氮需要与氨氧化菌协同完成。而在同一系统内存在的氨氧化菌增殖速率快,导致厌氧氨氧化菌的生长受到影响,难以实现两种细菌的匹配和平衡。另外,反应器内的絮体污泥容易流失,导致厌氧氨氧化菌顺利富集更加困难。为缩短厌氧氨氧化工艺的启动时间,需要强化反应器的污泥持留能力,以促进厌氧氨氧化菌的快速

富集。通过设计合理的反应器形式和调整运行条件,实现厌氧氨氧化污泥的颗粒化是解决厌氧氨氧化难以富集的方法之一。

[0006] 目前,厌氧氨氧化颗粒污泥工艺仍存在某些技术问题,影响厌氧氨氧化工艺的启动和稳定运行,包括:①颗粒污泥形成的机制仍然不明确,在不接种成熟的厌氧氨氧化颗粒污泥的条件下,系统启动的时间较长;②目前的厌氧氨氧化颗粒污泥主要在 UASB 反应器或 SBR 反应器中得以实现,在连续流的反应器中仍较少应用;③目前的厌氧氨氧化颗粒污泥系统,在溶解氧控制方面仍有困难,一般需要间歇曝气维持较低的溶解氧浓度,增加了系统运行的复杂程度。而相关的厌氧氨氧化颗粒污泥专利技术仍缺乏报,尤其是在推流式反应器内形成厌氧氨氧化颗粒污泥的专利技术。综上,本文提出一种新型的利用厌氧氨氧化颗粒污泥处理高氨氮废水的装置和方法,该系统可快速形成颗粒污泥,降低系统运行维护的复杂程度,通过自动控制系统协调不同菌种的相互比例,从而实现系统的高效脱氮和稳定运行。

发明内容

[0007] 本发明为了解决上述技术问题,提出一种基于厌氧氨氧化颗粒污泥的连续流短程硝化-厌氧氨氧化生物脱氮方法和装置。本发明应用固定填料作为接种污泥,通过生物膜的生长、成熟和脱落促进系统内颗粒污泥的形成;通过设置过滤筛网和水力筛过滤器,提高生物反应器对颗粒污泥的持留能力;从而有效的持留富集厌氧氨氧化菌,增加曝气池中功能微生物的浓度。本发明的生物反应器中同时存在悬浮污泥和颗粒污泥两种污泥形态,可以形成不同的优势菌属,从而将活性污泥法和生物膜法的优点有机的结合起来,可显著提高系统的处理能力和运行稳定性。本发明通过合理的反应器结构和水力流态为不同功能的微生物提供的适宜生长环境,实现厌氧氨氧化工艺的快速启动;通过溶解氧、污泥回流、搅拌强度的在线控制实,提高系统的脱氮效率以及工艺的稳定性。

[0008] 本发明提供的技术方案是:

[0009] 连续流颗粒污泥短程硝化-厌氧氨氧化生物脱氮装置的运行方法,包括以下步骤:

[0010] 1) 接种污泥培养:接种污泥包括活性污泥和生物膜两个部分。生物膜接种过程如下,将聚氨酯固定填料首先浸没在稳定运行的短程硝化-厌氧氨氧化系统,带聚氨酯填料充分吸附系统内活性污泥后,将其转移并固定于生物反应器;活性污泥接种过程如下,从污水处理厂回流污泥管道中取活性污泥混合液,直接注入到生物反应器,并使生物反应器中活性污泥浓度达到 3000-5000mg/L;接种污泥过程完成后,将待处理的高氨氮废水通入进水水箱,开启进水泵,使进水水箱中的高氨氮废水进入生物反应器,启动好氧反应器的曝气系统和搅拌系统,氨氮的硝化反应开始进行,控制系统的溶解氧在 0.5mg/L,污泥脱水液中的氨氮开始去除;当整个装置的氨氮去除负荷到达 $0.1\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$,氨氮去除率大于 90%,总氮去除率大于 50%,出水中的亚硝酸盐浓度占总氮的比例大于 85% 时,确认活性污泥适应期结束,进行下一步骤;

[0011] 2) 启动短程硝化-厌氧氨氧化反应:保持开启进水泵,从进水水箱中连续进水到生物反应器;保持开启曝气系统,同时通过在线溶解氧检测系统和相应的曝气管路空气流量的控制,保持溶解氧的基本稳定为 0.2-0.3mg/L,污泥回流比设为 50%-100%;通过控制

曝气和搅拌的强度,保证悬浮污泥在缺氧、好氧反应区充分混合,不出现短流或死区;监测沉淀池清水溢流口出水中的氨氮浓度,当出水浓度低于 50mg/L 时,提高生物反应器的进水量,并调整曝气系统曝气强度和调整搅拌器的搅拌强度,以保证各反应器中泥水充分混合;在提高进水水量的过程中,监测出水中亚硝酸盐浓度的变化,当出水中亚硝酸盐浓度高于 1mg/L 时,保持进水水量不变,并适当降低系统的溶解氧浓度,保证系统出水的亚硝酸盐浓度低于 1mg/L。在上述条件下运行,逐渐提高反应器的进水量,当反应器的总氮去除负荷达到 $0.8\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$,总氮去除率超过 75%,同时聚氨酯固定填料上生长出超过 1mm 厚度的红色生物膜时,确定短程硝化-厌氧氨氧化过程启动结束,进入下一步骤;

[0012] 3) 厌氧氨氧化颗粒污泥形成和生长期:通过调整曝气管路的阀门,提高系统的曝气量,该阶段生物反应器的溶解氧浓度维持在 0.5-0.8mg/L;通过将固定填料底部的曝气量增加,提高填料表面的水力剪切力,将固定填料表面形成的颗粒状红色生物膜洗脱至反应器。混合液经过孔眼直径为 0.5mm 的过滤筛网溢流进入沉淀池,粒径大于 0.5mm 的颗粒污泥可被截留在反应器内。过滤筛网每日用出水清洗一次,避免堵塞,影响系统的正常运行。开启水力筛过滤器,筛网粒径选择 0.18mm,出水中含有的粒径超过 0.18mm 的污泥可被截留,并通过污泥回流系统重新进入到生物反应器的前端。调整每日剩余污泥排放的量在系统污泥总量的 10%-15%;系统排泥过程如下,关闭出水阀门,打开混合液排泥阀门,混合液进入到水力筛过滤器,截留的颗粒通过污泥回流系统回流至生物反应器,未被截留的混合液作为剩余污泥直接排放。

[0013] 4) 颗粒污泥连续流系统稳定运行期;保持系统正常运行,颗粒污泥的质量占系统总污泥质量超过 50% 时,将聚氨酯固定填料取出作为其他反应器启动的接种污泥备用,本系统以颗粒污泥为主体完成全程自养脱氮。定期监测沉淀池出水中的亚硝酸盐浓度,适当调整系统的溶解氧浓度,保证设计的总氮去除负荷和总氮去除率,系统调试结束,进入到正常运行期。

[0014] 本发明的运行工艺原理:聚氨酯填料首先浸没在已经稳定运行的短程硝化-厌氧氨氧化反应器中,利用聚氨酯填料比表面积大的特点吸附部分厌氧氨氧化活性污泥。将聚氨酯填料固定于生物反应器后,通过调节曝气强度和进水水量维持溶解氧在 0.2-0.3mg/L。在该运行条件下,厌氧氨氧化菌可以逐渐增殖并形成成熟厌氧氨氧化菌生物膜。生物膜进一步增殖后,在表面形成颗粒状的突起。这些突起在曝气和水力剪切力的作用下脱落进入到反应器内,以颗粒污泥的形式存在,从而增加了系统内厌氧氨氧化菌的丰度,进一步提高了系统的脱氮效率。

[0015] 反应器将进水、回流污泥和反应器内的悬浮活性污泥、颗粒污泥均匀混合。空气压缩机为生物反应器曝气。系统内的氨氮在悬浮污泥中的氨氧化菌作用下氧化成亚硝酸盐,颗粒污泥富集的厌氧氨氧化菌利用剩余的氨氮将亚硝酸盐还原成氮气,从而实现脱氮。生物反应器的溶解氧通过溶解氧监测仪监测,通过调节曝气管路上转子流量计维持溶解氧适宜的浓度,保证系统有足够的亚硝酸盐作为厌氧氨氧化生长的基质,同时不产生积累。

[0016] 好氧反应器的泥水混合物经过 0.5mm 孔径的筛网进入到沉淀池,粒径大于 0.5mm 的颗粒可被截留在生物反应器内。沉淀池通过重力作用进行泥水分离,上清液进入到水力筛过滤器,污泥沉淀在底部的污泥斗,经污泥回流泵提升至生物反应器。水力筛过滤器的孔径选择 0.18mm,粒径大于 0.18mm 的颗粒被截留重新回流至生物反应器,而滤后水作为最终

出水。剩余污泥排放也通过水力筛过滤器完成,将混合液直接进入水力筛过滤器,截留的颗粒污泥回流至生物反应器,粒径小于 0.18mm 的混合液作为剩余污泥排放。

[0017] 基于前述工艺运行原理和具体方法,本发明提供了基于颗粒污泥的连续流短程硝化-厌氧氨氧化生物脱氮装置,具体包括:

[0018] 设有依序连通的用以储存高氨氮、低碳氮比废水的进水水箱、生物反应器、沉淀池和水力筛过滤器;待处理高氨氮废水通过进水口与上述进水水箱相连接,进水水箱的出水口通过进水泵与生物反应器的进水口连通;生物反应器的混合液依次经过滤筛网、溢流堰,通过管道和阀门与沉淀池的中心筒连通;沉淀池完成泥水分离后,底部浓缩污泥通过污泥回流泵经污泥回流管路与生物反应器始端连通,上清液经沉淀池上部的清水溢流口通过管道与水力筛过滤器连接;水力筛过滤器二次固液分离后,滤后水作为最终出水排放,截留的污泥经污泥回流泵回流至生物反应器。生物反应器设有排泥管和阀门,排泥管与水力筛过滤器相连接。系统排泥时混合液进入水力筛过滤器,截留的固体通过污泥回流系统回流至生物反应器,过滤后的混合液作为剩余污泥排放。生物反应器的前端内设有板式聚氨酯固定填料,后端设有溶解氧监测仪和液下搅拌器;生物反应器的底部设有曝气头,曝气头与空气压缩机连通,空气压缩机的曝气管路上设有气体流量计。

[0019] 进一步完善和实施的补充方案是:

[0020] 所述曝气管路上的气体流量计为在线气体流量计,所述反应器的溶解氧监测仪为在线溶解氧监测仪;所述进水泵和液下搅拌器电机、空气压缩机、污泥回流泵均设有可控变频器,并设有 PLC 控制器,该 PLC 控制器与上述在线溶解氧监测仪和气体流量计进行信号连接,并与上述进水泵和空气压缩机、污泥回流泵、搅拌器电机进行控制连接。

[0021] 与传统的高氨氮污水处理工艺和常规的厌氧氨氧化脱氮处理工艺等现有技术相比,本发明具有如下优点:

[0022] 1) 本发明通过生物膜的接种和培育,可实现厌氧氨氧化颗粒污泥系统的快速启动。在本系统中,固定填料为厌氧氨氧化菌富集提供适宜的环境,避免污泥絮体中过高的溶解氧对厌氧氨氧化菌的抑制作用,因此颗粒污泥可通过污泥生物膜的快速增殖和逐渐脱落而稳定形成。该种颗粒污泥造粒方式,不需要特殊的水力条件筛选和絮凝剂投加,降低了颗粒污泥启动和运行的技术门槛;

[0023] 2) 本发明为不同的功能菌属提供适宜的生长条件。利用悬浮活性污泥为氨氧化菌生长提供充足的溶解氧等适宜的生长条件,可提高系统的氨氧化活性;通过颗粒污泥的长污泥龄可实现厌氧氨氧化菌的富集,提高系统的厌氧氨氧化活性。系统中絮体污泥和颗粒污泥的共存,有利于两种功能菌充分发挥各自的活性,提高系统整理的脱氮效率。

[0024] 3) 本发明利用筛网和水力筛过滤器实现了功能菌选择性富集,提高了系统运行的稳定性。剩余污泥排放时,水力筛过滤器可实现不同粒径的污泥的分离,从而选择性的将富含氨氧化菌的小粒径污泥排放,而颗粒污泥通过筛网和水力筛过滤器充分持留,有利于厌氧氨氧化活性的提高。污泥的选择性排放也有利于系统两种功能细菌的活性调控,降低了系统运行的复杂程度。

[0025] 4) 本发明将颗粒污泥与连续流反应器相结合,拓宽了颗粒污泥的应用范围。在连续流和推流式的反应器中稳步形成颗粒污泥,扩展了颗粒污泥的应用范围,有利于该项技术的推广应用。而且该技术不需要长期使用固定填料,可降低系统的基础投资。

附图说明

[0026] 图 1 为本发明装置的结构示意图；

[0027] 图 1 中：1——进水水箱；2——进水泵；3——生物反应器；4——沉淀池；5——水力筛过滤器；6——过滤筛网；7——溢流堰；8——污泥回流泵；9——溢流口；10——阀门；11——固定填料；12——溶解氧监测仪；13——搅拌器；14——空气压缩机；15——气体流量计；

[0028] 图 2 为本发明装置的平面示意图。

具体实施方式

[0029] 下面结合附图和实施方式对本发明做进一步的说明：如图 1 所示，基于颗粒污泥的连续流短程硝化-厌氧氨氧化生物脱氮装置，依序连通的用以储存高氨氮、低碳氮比废水的进水水箱 1、生物反应器 3、沉淀池 4 和水力筛过滤器 5；待处理高氨氮废水通过进水口与进水水箱 1 相连接，进水水箱 1 的出水口通过进水泵 2 与生物反应器 3 的进水口连通；生物反应器 3 的混合液依次经过滤筛网 6、溢流堰 7，通过管道和阀门与沉淀池 4 的中心筒连通；沉淀池 4 完成泥水分离后，底部浓缩污泥通过污泥回流泵 8 经污泥回流管路与生物反应器 3 始端连通，上清液经沉淀池 4 上部的清水溢流口 9 通过管道与水力筛过滤器 5 连接；水力筛过滤器 5 二次固液分离后，滤后水作为最终出水排放，截留的污泥经污泥回流泵 8 回流至生物反应器 3。

[0030] 生物反应器 3 设有排泥管和阀门 10，排泥管与水力筛过滤器 5 相连接。系统排泥时混合液进入到水力筛过滤器 5，截留的固体通过污泥回流管路回流至生物反应器 3，过滤后的混合液作为剩余污泥排放。

[0031] 生物反应器 3 的前端内设有板式聚氨酯固定填料 11，后端设有在线溶解氧监测仪 12 和液下搅拌器 13；生物反应器 3 的底部设有曝气头，曝气头与空气压缩机 14 连通，空气压缩机的曝气管路上设有在线气体流量计 15。其中，进水泵 2 和液下搅拌器 13 电机、空气压缩机 14、污泥回流泵 8 均设有可控变频器，并设有 PLC 控制器，该 PLC 控制器与在线溶解氧监测仪 12 和气体流量计 15 进行信号连接，并与进水泵 2 和空气压缩机 14、污泥回流泵 8、搅拌器 13 电机进行控制连接。

[0032] 结合上述的脱氮装置，基于污泥颗粒连续流的短程硝化-厌氧氨氧化生物脱氮方法包括以下步骤：

[0033] 1) 接种污泥培养：接种污泥包括活性污泥和生物膜两个部分。生物膜接种过程如下，将聚氨酯固定填料首先浸没在稳定运行的短程硝化-厌氧氨氧化系统，带聚氨酯填料充分吸附系统内活性污泥后，将其转移并固定于生物反应器；活性污泥接种过程如下，从污水处理厂回流污泥管道中取活性污泥混合液，直接注入到生物反应器，并使生物反应器中活性污泥浓度达到 3000-5000mg/L；接种污泥过程完成后，将待处理的高氨氮废水通入进水水箱，开启进水泵，使进水水箱中的高氨氮废水进入生物反应器，启动好氧反应器的曝气系统和搅拌系统，氨氮的硝化反应开始进行，控制系统的溶解氧在 0.5mg/L，污泥脱水液中的氨氮开始去除；当整个装置的氨氮去除负荷到达 $0.1\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ ，氨氮去除率大于 90%，总氮去除率大于 50%，出水中的亚硝酸盐浓度占总氮的比例大于 85% 时，确认活性污泥适应期

结束,进行下一步骤;

[0034] 2) 启动短程硝化-厌氧氨氧化反应:保持开启进水泵,从进水水箱中连续进水到生物反应器;保持开启曝气系统,同时通过在线溶解氧检测系统和相应的曝气管路空气流量的控制,保持溶解氧基本稳定为 0.2-0.3mg/L,污泥回流比设为 50%-100%;通过控制曝气和搅拌的强度,保证悬浮污泥在缺氧、好氧反应区充分混合,不出现短流和死区;监测沉淀池清水溢流口出水中的氨氮浓度,当出水浓度低于 50mg/L 时,提高生物反应器的进水量,并调整曝气系统曝气强度和搅拌器的搅拌强度,以保证各反应器中泥水充分混合;在提高进水水量的过程中,监测出水中亚硝酸盐浓度的变化,当出水中亚硝酸浓度高于 1mg/L 时,保持进水水量不变,并适当降低系统的溶解氧浓度,保证系统出水的亚硝酸盐浓度低于 1mg/L。在上述条件下运行,逐渐提供反应器的进水水量,当反应器的总氮去除负荷达到 0.8kg/(m³·d),总氮去除率超过 75%,同时聚氨酯固定填料上生长出超过 1mm 厚度的红色生物膜时,确定短程硝化-厌氧氨氧化过程启动结束,进入下一步骤;

[0035] 3) 厌氧氨氧化颗粒污泥形成和生长期:通过调整曝气管路的阀门,提高系统的曝气量,该阶段生物反应器的溶解氧浓度维持在 0.5-0.8mg/L;通过将固定填料底部的曝气量增加,提高填料表面的水力剪切力,将固定填料表面形成的颗粒状红色生物膜洗脱至反应器。混合液经过孔眼直径为 0.5mm 的过滤筛网溢流进入沉淀池,粒径大于 0.5mm 的颗粒污泥可被截留在反应器内。过滤筛网每日用出水清洗一次,避免堵塞,影响系统的正常运行。开启水力筛过滤器,筛网粒径选择 0.18mm,出水中含有的粒径超过 0.18mm 的污泥可被截留,并通过污泥回流系统重新进入到生物反应器的前端。调整每日剩余污泥排放量在系统污泥总量的 10%-15%;系统排泥过程如下,关闭出水阀门,打开混合液排泥阀门,混合液进入到水力筛过滤器,截留的颗粒通过污泥回流系统回流至生物反应器,未被截留的混合液作为剩余污泥直接排放。

[0036] 4) 颗粒污泥连续流系统稳定运行期;保持系统正常运行,颗粒污泥的质量占系统污泥总质量超过 50% 时,将聚氨酯固定填料取出作为其他反应器启动的接种污泥备用,本系统以颗粒污泥为主体完成全程自养脱氮。定期监测沉淀池出水中的亚硝酸盐浓度,适当调整系统的溶解氧浓度,保证设计的总氮去除负荷和总氮去除率,系统调试结束,进入到正常运行期。

[0037] 本实施例的基于颗粒污泥连续流的脱氮装置在某大型污水处理厂中设置,与原有污水处理装置的污泥脱水间污泥脱水液排放管道连接;有效容积为 10m³,使用的进水为高氨氮污泥脱水液,进水氨氮浓度 410-450mg/L,总氮 450-480mg/L, COD=200-240mg/L, pH=7.4-8.2;使用前贮存在进水水箱。

[0038] 运行到第 4) 步,正常运行 3 个月,试验结果表明:生物反应器的温度为 28-30℃,进水总氮浓度为 450 ~ 480mg/L,水力停留时间 20h,悬浮污泥平均固体停留时间 8 天,颗粒污泥平均固体停留时间 30 天,稳定运行阶段系统内颗粒污泥的质量占活性污泥总质量的 50%,经分子生物学鉴定证明颗粒污泥中,厌氧氨氧化菌得到有效的富集;该实施例的装置与工艺与传统硝化-反硝化工艺相比,在不投加外碳源的情况下,总氮去除率提高到 90%,总氮去除负荷达到 0.8kg/(m³·d)。而且厌氧氨氧化颗粒污泥工艺的启动缩短至 3 个月,有利于该工艺在实际工程中的推广应用。

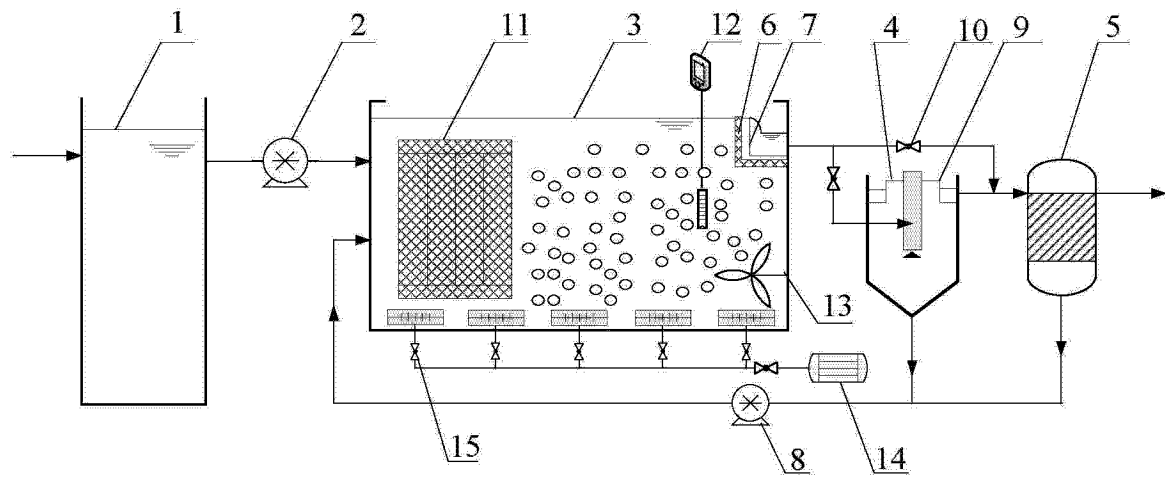


图 1

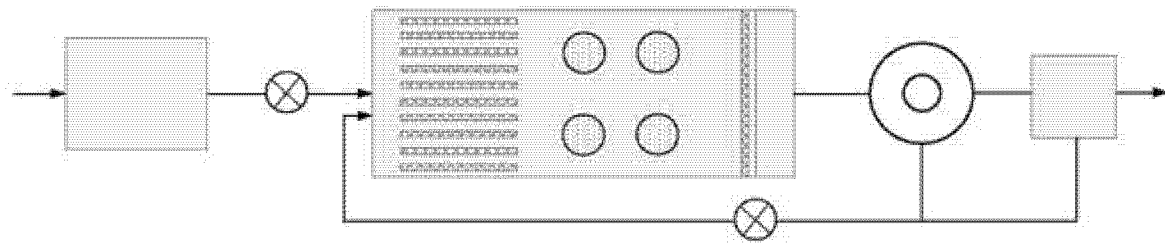


图 2