(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103332829 B
(45)授权公告日 2015.01.14

(21)申请号 201310278004.1
(22)申请日 2013.07.03
(73)专利权人 同济大学
地址 200092 上海市杨浦区四平路1239号
专利权人 南京大学
(72)发明人 陈银广 郑雄 任洪强 苏应龙 唐诗璟
(74)专利代理机构 上海智信专利代理有限公司 31002
代理人 吴林松
(51)Int.Cl.
C02F 9/14(2006.01)
(56)对比文件
CN 101070217 A,2007.11.14,
US 2010/0200498 A1,2010.08.12,
佟娟.剩余污泥碱性发酵产生的短链脂肪酸作为生物脱氮除磷碳源的研究.《中国博士学位论文全文数据库》.2008,(第7期),
审查员 曹梦

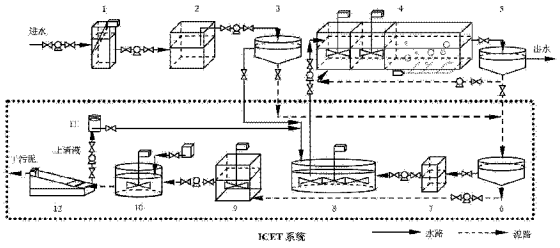
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

基于聚羟基烷酸酯代谢调控的污水增强生物除磷脱氮方法

(57)摘要

本发明属于环保技术领域,涉及一种基于聚羟基烷酸酯代谢调控的污水增强生物除磷脱氮方法,包括以下步骤:将污水经初沉后得到的颗粒性有机物与二沉池排出的剩余污泥一起导入污泥浓缩池浓缩;将浓缩的有机废物在聚羟基烷酸酯前体物生产反应器中,厌氧发酵合成聚羟基烷酸酯前体物;去除氮磷后,液体被泵入聚羟基烷酸酯前体物储存池;将聚羟基烷酸酯前体物泵入聚羟基烷酸酯生产反应器生成聚羟基烷酸酯;泵入常规污水生物除磷脱氮反应器进行污水生物除磷脱氮过程。本发明可使氮和磷的去除率提高至80%和95%左右,处理后的出水达到污水一级A排放标准。本方法具有工艺控制方便,温室气体和污泥产生量少,改造工艺成本低等优点。



CN 103332829 B

1. 一种基于聚羟基烷酸酯代谢调控的污水增强生物除磷脱氮方法，其特征在于：包括以下步骤：

(1) 将污水经初沉后得到的颗粒性有机物与二沉池排出的剩余污泥一起导入污泥浓缩池浓缩；

(2) 将步骤 (1) 得到的浓缩的有机废物在聚羟基烷酸酯前体物生产反应器中，厌氧发酵合成聚羟基烷酸酯前体物；

(3) 厌氧发酵反应所得混合物在污泥调理池去除氮磷后，液体被泵入聚羟基烷酸酯前体物储存池；

(4) 随后，将聚羟基烷酸酯前体物泵入聚羟基烷酸酯生产反应器生成聚羟基烷酸酯；

(5) 步骤 (4) 生成的聚羟基烷酸酯泵入常规污水生物除磷脱氮反应器进行污水生物除磷脱氮过程；

所述的步骤 (1) 中，经初沉后得到的颗粒性有机物与二沉池排出的剩余污泥以挥发性悬浮固体物以 1:10 ～ 10:1 的比例导入污泥浓缩池，浓缩时间为 12 ～ 48 小时；

所述的步骤 (2) 中，厌氧发酵的 pH 值为 8.0 ～ 10.0，时间为 8 ～ 10 天，将浓缩的有机废物定向转化为聚羟基烷酸酯前体物，其中聚羟基烷酸酯前体物主要是乙酸和丙酸，其比例分别为 30％～ 60％和 20％～ 50％；

所述的步骤 (4) 中，聚羟基烷酸酯前体物在 pH 为 6.8 ～ 7.2 条件下反应 3.5 小时，生成聚羟基烷酸酯。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于：所述的步骤 (2) 中，合成 PHA 前体物的原料为污水有机物、初沉池的颗粒性有机物或二沉池的剩余污泥中的一种或一种以上。

3. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于：步骤 5 中使用的污水生物除磷脱氮反应器为序批式反应器、厌氧 / 好氧反应器、厌氧 / 缺氧 / 好氧反应器、缺氧 / 厌氧 / 好氧反应器或氧化沟。

基于聚羟基烷酸酯代谢调控的污水增强生物除磷脱氮方法

技术领域

[0001] 本发明属于水、废水或污水的生物处理技术领域，涉及一种原位碳源调控聚羟基烷酸酯（PHA）代谢的城市污水增强除磷脱氮方法。

背景技术

[0002] 随着经济的发展和生活水平的提高，工业和生活污水的排放量逐年增加，水体污染问题日益严重。大量氮和磷等营养物质流入河流、湖泊等自然水体环境，导致富营养化现象十分普遍。污水中的氮和磷排放是引起水体富营养化的主要原因。活性污泥法因具有操作简便等优点，已成为去除污水氮和磷的一种主要方法。但是，一方面，该方法会导致温室气体排放和大量初沉和二沉污泥难以处理等问题；另一方面，城市污水普遍存在碳源浓度偏低的问题，污水较低的碳氮比例难以满足日益提高的除磷脱氮要求。因此，目前的污水厂正面临氮磷达标排放、污泥处理及温室气体减排等多重压力。

[0003] 研究表明，在活性污泥处理系统中，微生物在厌氧或缺氧环境下可将污水有机物转化为胞内 PHA，主要包括聚羟基戊酸酯（PHV）和聚羟基丁酸酯（PHB）。其中，反硝化微生物在缺氧环境下可利用污水有机物或 PHA 作为硝酸盐（或亚硝酸盐）的电子供体发生反硝化反应；除磷微生物在好氧或缺氧环境下可通过氧化胞内 PHA 产生的能量吸收磷。可见，PHA 是直接影响污水生物除磷脱氮的重要物质。如果能够在污水处理厂内部通过调控 PHA 的代谢以达到提高除磷脱氮效果及减少温室气体的产生，这将为污水厂升级改造和达标排放提供新的技术支持，实现污水厂的可持续发展。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于为克服现有技术的缺陷而提供一种基于聚羟基烷酸酯代谢调控的污水增强生物除磷脱氮方法。

[0005] 为实现上述目的，本发明采用以下技术方案：

[0006] 本发明通过在污水处理设施中增设生物转化单元，原位利用污水厂产生的剩余污泥或 / 和污水颗粒有机物，使其高效定向转化为 PHA 前体物，并通过过程控制，将该 PHA 前体物高效转化为除磷脱氮所需的 PHA 尤其是 PHV，使得污水处理系统中的微生物能够利用 PHA 实现污水除磷脱氮效率的显著提高，使得城市污水最终能够达标排放。

[0007] 本发明提出了原位碳源调控 PHA 代谢的增强除磷脱氮新技术（In-situ Carbon-source Enhanced Technology，ICET），通过调控 PHA 的代谢，大幅度提高污水生物除磷脱氮的效率，最终使得污水厂的出水能够达标排放。

[0008] 一种基于聚羟基烷酸酯代谢调控的污水增强生物除磷脱氮方法，包括以下步骤：

[0009] （1）将污水经初沉后得到的颗粒性有机物与二沉池排出的剩余污泥一起导入污泥浓缩池浓缩；

[0010] （2）将步骤（1）得到的浓缩的有机废物在聚羟基烷酸酯前体物（PHA 前体物）生产反应器中，厌氧发酵合成 PHA 前体物；

[0011] （3）厌氧发酵反应所得混合物在污泥调理池去除氮磷后，液体被泵入 PHA 前体物储存池；

[0012] （4）随后，将 PHA 前体物泵入 PHA 生产反应器生成 PHA；

[0013] （5）步骤（4）生成的 PHA 泵入常规污水生物除磷脱氮反应器进行污水生物除磷脱氮过程。

[0014] 所述的步骤（1）中，经初沉后得到的颗粒性有机物与二沉池排出的剩余污泥以挥发性悬浮固体物（VSS）以 1:10 ～ 10:1 的比例导入污泥浓缩池，浓缩时间为 12 ～ 48 小时。

[0015] 所述的步骤（2）中，厌氧发酵的 pH 值为 8.0 ～ 10.0，时间为 8 ～ 10 天，将浓缩的有机废物定向转化为 PHA 前体物，其中 PHA 前体物主要是乙酸和丙酸，其比例分别为 30% ～ 60% 和 20% ～ 50%。

[0016] 所述的步骤（4）中，聚羟基烷酸酯前体物在 pH 为 6.8 ～ 7.2 条件下反应 3.5 小时，生成聚羟基烷酸酯（PHA）。

[0017] 所述的步骤（2）中，合成 PHA 前体物的原料为污水有机物、初沉池的颗粒性有机物或二沉池的剩余污泥中的一种或一种以上。

[0018] 步骤 5 中使用的污水生物除磷脱氮反应器为序批式反应器（SBR）、厌氧 / 好氧（A/O）反应器、厌氧 / 缺氧 / 好氧（A^2/O）反应器、缺氧 / 厌氧 / 好氧（倒置 A^2/O）反应器或氧化沟的任意一种。

[0019] 由于碱性 pH 可以加速污泥和污水颗粒性有机物（主要是蛋白质和多糖）的溶解和水解，同时还能够抑制产甲菌的活性。因此，在碱性 pH 条件下（如 pH=10）产生的 PHA 前体物浓度为 pH=7 的 3 倍以上；通过控制碳氮比，可使丙酸含量达到 47%。PHA 前体物经 PHA 生产反应器转化为 PHA 后，活性污泥微生物可利用 PHA 作为其生长、反硝化和除磷的能源和碳源，而 PHA 中的 PHV 组分是一种慢速氧化的内碳源，可以减慢碳源被氧气直接氧化的速率，有利于强化系统的反硝化和除磷功能。

[0020] 本发明提出的基于 PHA 代谢调控的污水增强生物除磷脱氮的新方法，推荐的工艺参数为：PHA 前体物通过初沉池和二沉池的混合有机废物在 pH=8.0 ～ 10.0（pH=10 最佳）条件下的厌氧发酵得到；PHA 通过 PHA 前体物在 pH=6.8 ～ 7.2（pH=7 最佳）条件下反应 3.5 小时得到。

[0021] 本发明的有益效果是：

[0022] （1）本方法显著提高了污水和污泥有机质定向转化合成 PHA 前体物的效率和短链脂肪酸（SCFA）中丙酸的含量，使常温下产 SCFA 的水平提高 3 倍以上，丙酸含量从 20% 提高至 47% 以上，同时污泥减量 20% 以上。

[0023] （2）本方法显著提高了 PHA 前体物定向转化为 PHA 的效率，其 PHA 合成量达到污泥干重的 70% 左右，明显高于 pH=7.6-8.0 时合成的 PHA（约 42% 左右），且合成的 PHA 中的 PHV 含量高达 65% 左右。

[0024] （3）本方法合成的 PHA 易于被污水处理系统中的微生物所利用，使得污水除磷脱氮效率提高至 80% 和 95% 左右，出水达到国家一级 A 排放标准。

[0025] （4）本方法中的工艺控制方便，工艺改造成本低，易于大规模推广。

附图说明

[0026] 图 1 为原位碳源调控 PHA 代谢的增强除磷脱氮新技术（In-situ Carbon-source Enhanced Technology,ICET）的工艺流程图。

[0027] 附图标注：

[0028] 1 格栅，2 调节池，

[0029] 3 初沉池，4 污水生物除磷脱氮反应器，

[0030] 5 二沉池，6 污泥浓缩池，

[0031] 7 上清液储存池，8PHA 生产反应器，

[0032] 9 PHA 前体物生产反应器，10 污泥调理池，

[0033] 11PHA 前体物储存池，12 污泥脱水机。

具体实施方式

[0034] 以下结合附图所示实施例对本发明作进一步的说明。

[0035] 实施例 1

[0036] （1）如图 1 所示，污水经格栅 1、调节池 2 和初沉池 3 所得有机废物和二沉池 5 的剩余污泥以 1:1 的 VSS 比例导入污泥浓缩池 6 浓缩沉淀 24 小时；

[0037] （2）浓缩后的混合物进入 PHA 前体物生产反应器 9（控制 pH=10.0 的条件下厌氧发酵 8 天）定向转化为 PHA 前体物；

[0038] （3）所得 PHA 前体物（浓度为 4650mg COD/L，乙酸和丙酸的含量分别为 48% 和 41%）在污泥调理池 10 去除氮磷后进入污泥脱水机 12，所得液体泵入 PHA 前体物储存池 11 储存；

[0039] （4）将上清液储存池 7 的液体和 PHA 前体物泵入 PHA 生产反应器 8（控制 pH=7.0、反应 3.5 小时）合成 PHA；

[0040] （5）将合成的含 PHA 活性污泥（PHA 的合成量达到 2.42mmol-C/g-VSS，PHV 占 PHA 的百分比 65%）泵入 A^2/O 污水生物除磷脱氮反应器 4，待处理的实际污水 COD 为 150mg/L，TN 为 30.5mg/L，TP 为 6.0mg/L，混合液悬浮固体浓度（MLSS）约为 3100mg/L，污泥龄（SRT）约为 20d，运行结果：COD=45mg/L，TN=7.0mg/L，TP=0.4mg/L，NH_4^+-N=0mg/L，出水水质符合污水厂一级 A 排放标准。

[0041] 实施例 2

[0042] （1）如图 1 所示，污水经格栅 1、调节池 2 和初沉池 3 所得有机废物和二沉池 5 的剩余污泥以 10:1 的 VSS 比例导入污泥浓缩池 6 浓缩沉淀 12 小时；

[0043] （2）浓缩后的混合物进入 PHA 前体物生产反应器 9（控制 pH=8.0 的条件下厌氧发酵 8 天）；

[0044] （3）所得 PHA 前体物（浓度为 4230mg COD/L，乙酸和丙酸的含量分别为 56% 和 28%）在污泥调理池 10 去除氮磷后进入污泥脱水机 12，所得液体泵入 PHA 前体物储存池 11 储存；

[0045] （4）将上清液储存池 7 的液体和 PHA 前体物泵入 PHA 生产反应器 8（控制 pH=6.8、反应 3.5 小时）合成 PHA；

[0046] （5）将合成的含 PHA 活性污泥（PHA 的合成量达到 2.33mmol-C/g-VSS，PHV 占 PHA 的百分比 61%）泵入 A^2/O 污水生物除磷脱氮反应器 4，待处理的实际污水 COD 为 130mg/L，TN 为 35mg/L，TP 为 6.5mg/L，MLSS 约为 3200mg/L，SRT 约为 20d，运行结果：COD=48mg/L，TN=6.5mg/L，TP=0.2mg/L，NH_4^+-N=0mg/L，出水水质符合污水厂一级 A 排放标准。实施例 3

[0047] （1）如图 1 所示，污水经格栅 1、调节池 2 和初沉池 3 所得有机废物和二沉池 5 的剩余污泥以 5:1 的 VSS 比例导入污泥浓缩池 6 浓缩沉淀 24 小时；

[0048] （2）浓缩后的混合物进入 PHA 前体物生产反应器 9（控制 pH=8 的条件下厌氧发酵 8 天）；

[0049] （3）所得 PHA 前体物（浓度为 4310mg COD/L，乙酸和丙酸的含量分别为 50% 和 31%）在污泥调理池 10 去除氮磷后进入污泥脱水机 12，所得液体泵入 PHA 前体物储存池 11 储存；

[0050] （4）将上清液储存池 7 的液体和 PHA 前体物泵入 PHA 生产反应器 8（控制 pH=7.2、反应 3.5 小时）合成 PHA；

[0051] （5）将合成的含 PHA 活性污泥（PHA 的合成量达到 2.35mmol-C/g-VSS，PHV 占 PHA 的百分比 62%）泵入倒置 A^2/O 污水生物除磷脱氮反应器 4，待处理的实际污水 COD 为 180mg/L，TN 为 30mg/L，TP 为 5.5mg/L，MLSS 约为 3000mg/L，SRT 约为 20d，运行结果：COD=42mg/L，TN=7.5mg/L，TP=0.1mg/L，NH_4^+-N=0.2mg/L，出水水质符合污水厂一级 A 排放标准。

[0052] 实施例 4

[0053] （1）如图 1 所示，污水经格栅 1、调节池 2 和初沉池 3 所得有机废物和二沉池 5 的剩余污泥以 2:1 的 VSS 比例导入污泥浓缩池 6 浓缩沉淀 24 小时；

[0054] （2）浓缩后的混合物进入 PHA 前体物生产反应器 9（控制 pH=9 的条件下厌氧发酵 8 天）；

[0055] （3）所得 PHA 前体物（浓度为 4480mg COD/L，乙酸和丙酸的含量分别为 46% 和 38%）在污泥调理池 10 去除氮磷后进入污泥脱水机 12，所得液体泵入 PHA 前体物储存池 11 储存；

[0056] （4）将上清液储存池 7 的液体和 PHA 前体物泵入 PHA 生产反应器 8（控制 pH=6.8、反应 3.5 小时）合成 PHA；

[0057] （5）将合成的含 PHA 活性污泥（PHA 的合成量达到 2.42mmol-C/g-VSS，PHV 占 PHA 的百分比 64%）泵入倒置 A^2/O 污水生物除磷脱氮反应器 4，待处理的实际污水 COD 为 120mg/L，TN 为 31.5mg/L，TP 为 7.3mg/L，MLSS 约为 3200mg/L，SRT 约为 20d，运行结果：COD=40mg/L，TN=6.3mg/L，TP=0.2mg/L，NH_4^+-N ＝ 0.1mg/L，出水水质符合污水厂一级 A 排放标准。

[0058] 实施例 5

[0059] （1）如图 1 所示，污水经格栅 1、调节池 2 和初沉池 3 所得有机废物和二沉池 5 的剩余污泥以 1:10 的 VSS 比例导入污泥浓缩池 6 浓缩沉淀 48 小时；

[0060] （2）浓缩后的混合物进入 PHA 前体物生产反应器 9（控制 pH=10 的条件下厌氧发酵 8 天）；

[0061] （3）所得 PHA 前体物（浓度为 4570mg COD/L，乙酸和丙酸的含量分别为 55% 和 30%）在污泥调理池 10 去除氮磷后进入污泥脱水机 12，所得液体泵入 PHA 前体物储存池 11 储存；

[0062] （4）将上清液储存池 7 的液体和 PHA 前体物泵入 PHA 生产反应器 8（控制 pH=7.2、反应 3.5 小时）合成 PHA；

[0063] （5）将合成的含 PHA 活性污泥（PHA 的合成量达到 2.39mmol-C/g-VSS，PHV 占 PHA 的百分比 62%）泵入 SBR 污水生物除磷脱氮反应器 4，待处理的实际污水 COD 为 160mg/L，TN 为 29mg/L，TP 为 8.6mg/L，MLSS 约为 3100mg/L，SRT 约为 20d，运行结果：COD=39mg/L，TN=6.5mg/L，TP=0.3mg/L，NH_4^+-N=0.2mg/L，出水水质符合污水厂一级 A 排放标准。

[0064] 上述的对实施例的描述是为便于该技术领域的普通技术人员能理解和应用本发

明。熟悉本领域技术的人员显然可以容易地对这些实施例做出各种修改，并把在此说明的一般原理应用到其他实施例中而不必经过创造性的劳动。因此，本发明不限于这里的实施例，本领域技术人员根据本发明的揭示，不脱离本发明范畴所做出的改进和修改都应该在本发明的保护范围之内。

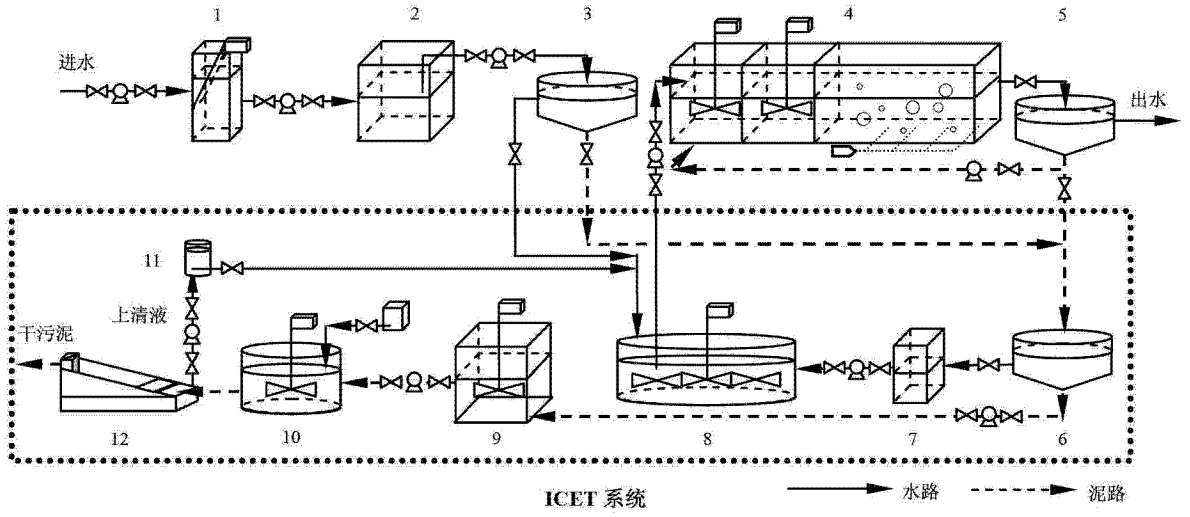


图 1