



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110395851 B

(45) 授权公告日 2022.03.29

(21) 申请号 201910786796.0

(22) 申请日 2019.08.24

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110395851 A

(43) 申请公布日 2019.11.01

(73) 专利权人 东南大学
地址 210096 江苏省南京市玄武区四牌楼2号
专利权人 西藏民族大学

(72) 发明人 陆勇泽 张维嘉 杨俊玲 朱光灿
李淑萍

(74) 专利代理机构 南京众联专利代理有限公司
32206
代理人 谢振龙

(51) Int.Cl.

C02F 9/14 (2006.01)

C02F 11/04 (2006.01)

C02F 101/16 (2006.01)

C02F 101/10 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 105692904 A, 2016.06.22

CN 1412133 A, 2003.04.23

CN 109607955 A, 2019.04.12

CN 104058551 A, 2014.09.24

CN 106517649 A, 2017.03.22

CN 206502723 U, 2017.09.19

CN 102350104 A, 2012.02.15

CN 108862563 A, 2018.11.23

审查员 周芬

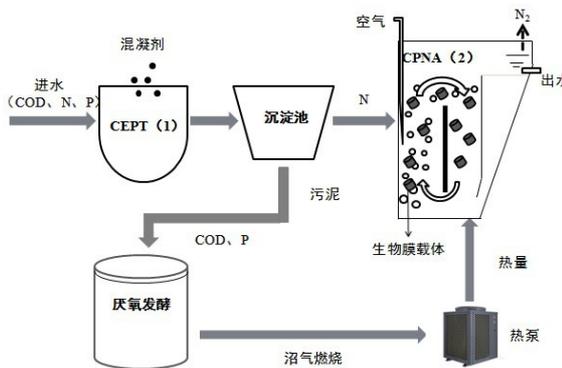
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

基于氮磷捕获和全程自养脱氮的高海拔城镇污水处理方法

(57) 摘要

西藏地区海拔较高、空气含氧量低，并且昼夜温差大、夜间温度偏低，目前生活污水处理所采用的传统活性污泥工艺面临曝气效率低、能耗大、功能微生物活性弱等问题。同时，大量剩余污泥的处理处置也对西藏地区的生态环境带来威胁。本发明将化学强化一级处理(CEPT)工艺和一体式部分亚硝化-厌氧氨氧化(CPNA)工艺相结合，实现进水中碳、磷的捕获以及低氧条件下的全程自养脱氮。捕获后的碳源经厌氧发酵产沼气，为低温条件下为CPNA工艺补充热量。CEPT-CPNA工艺能耗低、剩余污泥产生少，能够解决传统方法存在的诸多问题，成为一种适用于高海拔环境的可持续污水处理工艺。



1. 一种基于碳磷捕获和全程自养脱氮的高海拔城镇污水处理方法,其特征在于:CEPT方法和CPNA方法相结合,其中CEPT方法可实现水中碳、磷的捕获和90%以上氮的保留,CPNA方法可实现高海拔条件下的全程自养脱氮,捕获后的碳源经厌氧发酵产沼气,沼气燃烧为CPNA工艺补充热量;

CEPT方法具体为:所述CEPT方法在CEPT反应器中进行,采用投加絮凝剂的方法,捕获水中的碳源和磷;

絮凝剂是无机絮凝剂与有机絮凝剂的组合;

所述无机絮凝剂为氯化铁;所述氯化铁和生物絮凝剂的组合质量比例为:氯化铁质量:生物絮凝剂质量=2-4:1。

2. 如权利要求1所述的一种基于碳磷捕获和全程自养脱氮的高海拔城镇污水处理方法,其特征在于:CPNA方法具体为:在CPNA反应器中进行,采用海绵作为载体,形成生物膜,使氨氧化菌生长在生物膜外侧,利用水中的溶解氧进行生长繁殖,将水中的氨氮氧化成亚硝态氮;厌氧氨氧化菌生长在生物膜内侧,在厌氧条件下利用氨氧化菌产生的亚硝态氮和水中的氨氮形成氮气。

3. 如权利要求1所述的一种基于碳磷捕获和全程自养脱氮的高海拔城镇污水处理方法,其特征在于:捕获后的碳源进行厌氧发酵产生沼气,在夜间温度低时将沼气燃烧,通过热泵输送给CPNA反应器。

4. 如权利要求1所述的一种基于碳磷捕获和全程自养脱氮的高海拔城镇污水处理方法,其特征在于:具体包括以下步骤:

1) 污水进入CEPT反应器,投加絮凝剂进行絮凝去除碳源和磷,使絮凝出水氨氮保留率大于90%,总磷符合国家污水排放一级A标准,COD去除率大于85%;

2) 絮凝出水进入沉淀池进行沉淀;

3) 沉淀池沉淀之后的上清液进入CPNA反应器,在CPNA反应器中反应脱氮,至达到排放标准后通过出水口排放;

4) 沉淀池中沉淀物进入厌氧发酵反应器,发酵产生的沼气燃烧产生热量,通过热泵供给CPNA反应器。

5. 如权利要求1所述的一种基于碳磷捕获和全程自养脱氮的高海拔城镇污水处理方法,其特征在于:氨氧化菌采用驯化方法为:采集从污水厂采集好氧池的污泥,加入营养液;按制曝停时间比1:1每天24小时连续不间断的运行,监测出水氨氮,硝态氮和亚硝态氮,当测出氨氮快要接近0时,排出反应器中的营养液,补充新的营养液进去,经多次循环,当出水中含有较多亚硝酸盐氮时驯化完成。

基于氮磷捕获和全程自养脱氮的高海拔城镇污水处理方法

技术领域

[0001] 本发明涉及污水处理技术领域,具体为一种基于氮磷捕获和全程自养脱氮的高海拔城镇污水处理方法。

背景技术

[0002] 西藏地区海拔较高、空气含氧量低,并且昼夜温差大、夜间温度偏低。以拉萨市为例,年均气压、含氧量和大气密度分别相当于海平面的64%、60%和66%,年平均温度为3-17℃,夜间平均温度仅为3℃。在西藏地区,同样的曝气条件下,水中的实际DO含量仅为平原地区的50%左右,供氧量不足会影响好氧生物的生长代谢,导致污水中的碳、氮、磷等主要污染物无法有效去除。因此,通常需要加大曝气量来保障水中的DO含量,这也导致了高原地区的污水处理能耗比平原地区更高。在较低温度下,微生物活性降低,同样导致污水中污染物的去除效率下降。同时,低温低氧对污泥的絮凝沉降性能也有影响,容易发生污泥上浮现象。此外,传统活性污泥处理工艺还产生大量的剩余污泥(5-10kg每立方米处理水)。剩余污泥的干燥,干污泥的焚烧、填埋、堆弃等处理或处置过程占处理设施总成本的30-50%,同时会破坏周围的生态环境。因此,由于西藏地区特殊的环境条件,目前我国对当前西藏城镇生活污水的处理方法尚存在不足。

[0003] 中国发明专利(公开号CN201910188139)公开了一种低能耗生活污水处理系统,通过一级预处理部分、二级生化处理部分及三级深度处理部分,利用强化外循环厌氧反应器,二段塔式生物滤池、除磷反应沉淀池、消毒池及过滤装置进行污水处理。该方法产生的剩余污泥在处理和处置过程中成本较高,并且会对周围生态带来危害。

[0004] 中国发明专利(公开号CN201910034433)公开了一种城镇生活污水净化装置,利用过滤组件和植物种植槽组件进行污水处理。该方法处理步骤繁琐,处理系统占地面积大,基建成本高。

[0005] 氮磷捕获技术能够将生活污水中的资源充分回收利用,降低能耗,节约成本。而且自养脱氮工艺在运行过程中几乎不产生剩余污泥,在节约剩余污泥处理和处置费用的同时能够避免剩余污泥在处理和处置过程中对周围生态的危害。

[0006] 化学强化一级处理(CEPT)是近年来开发的污水处理工艺。传统的CEPT以低剂量的PAC与少量的阴离子聚合物联合使用,能有效地处理污水,产生的污泥较少,污水通过一定的处理后可作为非饮用水。此工艺在水资源保持方面能起较大的作用,经过沉降去除污染物,适合用于城市污水处理中。但是传统CEPT工艺主要关注浊度的去除,虽然也能去除碳源(COD)和磷,但去除率不高,其中碳源去除率小于70%,残留COD较多。而且传统CEPT工艺并不关注氨氮的保留,因此无法用作CPNA的预处理。

[0007] 一体式部分亚硝化-厌氧氨氧化工艺(CPNA)是同一个反应器中将亚硝化与厌氧氨氧化相结合,即两个过程会在同一个空间内交替进行。氨氧化菌(AOB)生长在生物膜外侧,厌氧氨氧化菌(Anammox)生长在生物膜内侧。AOB利用氧气将 NH_4^+-N 氧化为 NO_2^--N ,Anammox菌利用剩余的 NH_4^+-N 和AOB生成的 NO_2^--N 产生氮气,达到产生能量供自身生长和脱

氮的目的。CPNA工艺对溶解氧要求低,约1.5-2mg/L,远远低于好氧硝化脱氮需要的5-6mg/L。而高海拔地区气压低,水体当中溶解氧含量低,在相同曝气条件下更容易得到上述溶解氧浓度。因此CPNA工艺能够把高海拔地区水体溶解氧不足,不利于脱氮的环境劣势转变为CPNA工艺应用上的优势。

发明内容

[0008] 技术问题:

[0009] 本发明所要解决的技术问题,在于克服现有技术应用于高海拔地区时存在的缺陷,提供一种基于氮磷捕获和全程自养脱氮的高海拔城镇污水处理的方法,利用化学强化一级处理(CEPT)工艺和一体式部分亚硝化-厌氧氨氧化(CPNA)工艺的原理,降低污水处理能耗,减少剩余污泥,为高海拔环境的可持续污水处理提供一种新工艺。

[0010] 技术方案:

[0011] 本发明基于氮磷捕获和全程自养脱氮的高海拔城镇污水处理的方法,具体为:CEPT方法和CPNA方法相结合,实现进水中碳、磷的捕获以及低氧条件下的全程自养脱氮,捕获后的碳源经厌氧发酵产沼气,沼气燃烧为CPNA工艺补充热量。

[0012] CEPT方法具体为:所述CEPT方法在CEPT反应器中进行,采用投加絮凝剂的方法,捕获进水中的碳源和磷,并在最大程度上保留氨氮,氨氮保留率大于90%。

[0013] 本发明的进一步的技术方案为:本发明推荐使用絮凝剂是氯化铁和生物絮凝剂的组合,其质量比例为氯化铁质量:生物絮凝剂质量=(2—4):1。

[0014] CPNA方法具体为:CPNA方法在CPNA反应器中进行,采用海绵作为载体,形成生物膜,使氨氧化菌(AOB)生长在生物膜外侧,利用水中的溶解氧进行生长繁殖,将水中的氨氮氧化成亚硝态氮;厌氧氨氧化(Anammox)菌生长在生物膜内侧,在厌氧条件下利用AOB产生的亚硝态氮和水中的氨氮形成氮气。

[0015] 捕获后的碳源进行厌氧发酵产生沼气,在夜间温度低时将沼气燃烧,通过热泵技术输送给CPNA反应器,为CPNA工艺补充热量。

[0016] 具体包括以下步骤:

[0017] 1)污水进入CEPT反应器,投加絮凝剂进行絮凝去除碳源和磷,使絮凝出水氨氮保留率大于90%,总磷符合国家污水排放一级A标准,COD去除率大于85%;

[0018] 2)絮凝出水进入沉淀池进行沉淀;

[0019] 3)沉淀池沉淀之后的上清液进入CPNA反应器,在CPNA反应器中反应脱氮,至达到排放标准后通过出水口排放;

[0020] 4)沉淀池中沉淀物进入厌氧发酵反应器,发酵产生的沼气燃烧产生热量,通过热泵供给CPNA反应器。

[0021] 氨氧化菌采用筛选方法为:采集从污水厂采集好氧池的污泥,加入营养液;按制曝停时间比1:1每天24小时连续不间断的运行,监测出水氨氮,硝态氮和亚硝态氮,当测出氨氮快要接近0时,排出反应器中的营养液,补充新的营养液进去,当出水中有多亚硝酸盐氮时筛选完成。

[0022] 有益效果:

[0023] 本发明装置,从解决高海拔地区城镇污水存在的问题入手:高海拔地区气压低,水

体溶解氧含量低,因此采用对溶解氧需求低的CPNA工艺进行污水处理。CPNA工艺中发挥关键作用的厌氧氨氧化菌对碳源敏感,即使水中少量的碳源也会对其造成很大的冲击,影响其活性,因此在CPNA工艺之前需要进行预处理。CEPT工艺能够捕获进水中绝大部分的碳和磷,并且能够最大程度的保留氨氮,利于后续CPNA工艺的进行。因此选取CEPT工艺作为CPNA工艺的预处理。

[0024] 此外,高海拔地区昼夜温差大,高达10℃,夜间最低温度低至3℃,低温严重影响CPNA工艺的运行。因此,我们将CEPT工艺捕获的碳源进行厌氧发酵,产生沼气后燃烧,产生的热量供给CPNA反应器,保证反应器的正常运行。

[0025] 高海拔城镇污水处理方法是全程自养脱氮,因此几乎不会产生剩余污泥,不仅能够节约剩余污泥处理和处置的费用,而且能够避免剩余污泥在处理和处置过程中带来的生态危害。碳源被捕获后进行发酵产生热量输送给CPNA反应器,能够实现污水的资源化利用,降低污水处理能耗。

[0026] 本发明具有如下有益效果:

[0027] 1.通过CEPT工艺预先捕获进水中的碳,避免高有机碳负荷对Anammox、AOB等自养菌的冲击;CEPT工艺同步实现污水中悬浮固体(SS, Suspended Solid)和磷的去除,保障出水水质;避免了常规活性污泥工艺COD氧化和生物除磷对氧气的需求,降低污水处理能耗;

[0028] 2.CPNA工艺适宜在低DO(<0.5mg/L)条件下运行,西藏地区海拔较高、空气含氧量低,更容易控制低DO条件,能够将西藏地区在水处理中的环境劣势转化为优势。

[0029] 3.CPNA工艺为全程自养脱氮过程,同时通过添加载体形成生物膜,大大降低了剩余污泥处理和处置对生态环境的负面影响。

[0030] 4.CEPT工艺捕获后的COD进行厌氧发酵产沼气,通过燃烧为低温条件下CPNA工艺的正常微生物生长代谢补充热量,实现碳源回收利用。

附图说明

[0031] 图1是本发明基于氮磷捕获和全程自养脱氮的高海拔城镇污水处理方法的示意图。

具体实施方式

[0032] 下面结合附图和实施例,对本发明做进一步详细说明。

[0033] 本发明基于氮磷捕获和全程自养脱氮的高海拔城镇污水处理方法,CEPT方法和CPNA方法相结合,实现进水中碳、磷的捕获以及低氧条件下的全程自养脱氮,捕获后的碳源经厌氧发酵产沼气,沼气燃烧为CPNA工艺补充热量。

[0034] CEPT方法具体为:所述CEPT方法在CEPT反应器中进行,采用投加絮凝剂的方法,捕获进水中的碳源和磷。

[0035] 絮凝剂是无机絮凝剂与有机絮凝剂的组合。

[0036] 无机絮凝剂为氯化铁;所述氯化铁和生物絮凝剂的组合质量比例为:氯化铁质量:生物絮凝剂质量=2—4:1。

[0037] CPNA方法具体为:在CPNA反应器中进行,采用海绵作为载体,形成生物膜,使氨氧化菌生长在生物膜外侧,利用水中的溶解氧进行生长繁殖,将水中的氨氮氧化成亚硝态氮;

厌氧氨氧化菌生长在生物膜内侧,在厌氧条件下利用氨氧化菌产生的亚硝态氮和水中的氨氮形成氮气。

[0038] 捕获后的碳源进行厌氧发酵产生沼气,在夜间温度低时将沼气燃烧,通过热泵输送给CPNA反应器。

[0039] 具体包括以下步骤:

[0040] (1)污水进入CEPT反应器,投加絮凝剂进行絮凝,使絮凝出水氨氮保留率大于90%,总磷符合国家污水排放一级A标准,COD去除率大于85%。

[0041] (2)絮凝出水进入沉淀池进行沉淀。

[0042] (3)沉淀池沉淀之后的上清液进入CPNA反应器,在CPNA反应器中反应脱氮,至达到排放标准后通过出水口排放。

[0043] (4)沉淀池中沉淀物进入厌氧发酵反应器,发酵产生的沼气燃烧产生热量,通过热泵供给CPNA反应器。

[0044] 本发明中所涉及的氨氧化菌和厌氧氨氧化菌采用常规商品化菌种即可。氨氧化菌也可以采用下述方法自行筛选采集:从污水厂采集好氧池的污泥,加入营养液(含有氨氮,磷源以及各种微量元素。营养液组成参照文献Partial nitrification to nitrite using low dissolved oxygen concentration as the main selection factor。控制曝停时间比1:1每天24小时连续不间断的运行(即每天不间断的曝气半小时,停止半小时),监测出水氨氮,硝态氮和亚硝态氮。当测出氨氮快要接近0时,排出反应器中的营养液,补充新的营养液进去。当出水中有多亚硝酸盐氮时筛选完成。

[0045] 实施例1:如图1所示,基于氮磷捕获和全程自养脱氮的高海拔城镇污水处理方法。生活污水首先进入CEPT反应器,通过投加絮凝剂去除碳源和磷,出水进入沉淀池,通过沉淀去除絮凝物,沉淀池上清液进入CPNA反应器脱氮,之后排出。沉淀池中的絮凝物进入厌氧发酵罐进行厌氧发酵,发酵产生的沼气进行燃烧,产生的热量通过热泵输送给CPNA反应器。

[0046] 本发明从提高高海拔地区城镇生活污水处理效果,降低处理能耗入手,结合CEPT和CPNA工艺,注重进行生活污水资源化利用,并注重减少剩余污泥产量,从多方面实现了以上目标。本发明的CEPT工艺通过投加絮凝剂的方法回收污水中的碳源和磷,并进行厌氧发酵产生沼气,利用沼气燃烧的热量维持CPNA工艺的正常运行。CPNA工艺利用海绵作为生物膜载体,同时培养Anammox菌和AOB,在低溶解氧的条件下实现污水脱氮,并且几乎不产生剩余污泥。本发明将两种工艺相结合,提高出水水质,实现高海拔地区城镇生活污水的处理目标。

[0047] 在CEPT环节,由于碳源、磷以及氨氮的去除机理不同,根据这几种污染物不同的去除机理,将无机絮凝剂(氯化铁)和生物絮凝剂按照一定比例进行组合,并优化搅拌和沉降方案,实现了碳源去除率超过85%,磷符合国家污水排放一级A标准,氨氮保留率大于90%(具体数据见表1)。

[0048] 表1 不同絮凝剂组合时CEPT效果

[0049]

絮凝剂组合	COD去除率	TP去除率	TN保留率
氯化铁+生物絮凝剂	90%	85%	90%
PAM+生物絮凝剂	65%		90%
PAC+生物絮凝剂	85%	77%	90%

[0050] 本发明方案所公开的技术手段不仅限于上述实施方式所公开的技术手段,还包括由以上技术特征任意组合所组成的技术方案。应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也视为本发明的保护范围。

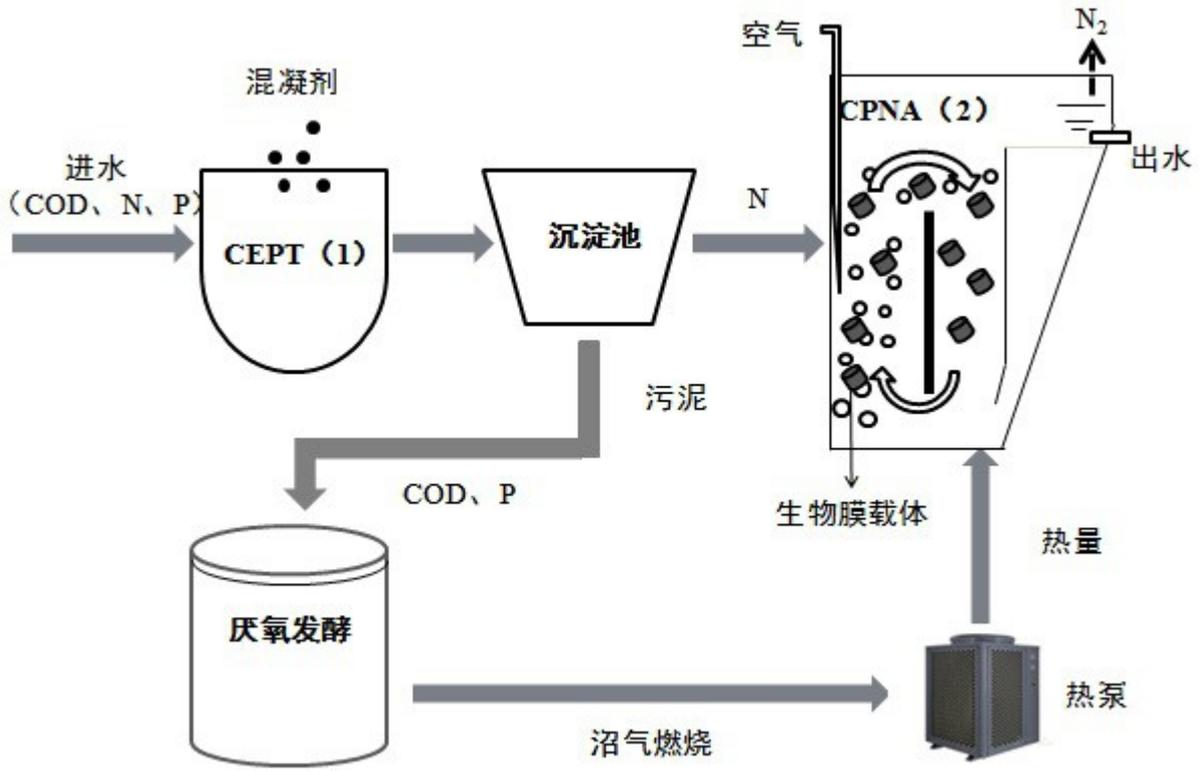


图1