



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112811719 B

(45) 授权公告日 2022. 11. 29

(21) 申请号 202011597683.5

(22) 申请日 2020.12.29

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 112811719 A

(43) 申请公布日 2021.05.18

(73) 专利权人 上海大学

地址 200444 上海市宝山区上大路99号

(72) 发明人 刘建勇 刘彦旭 黄军龙 杨欢

罗旌焕

(74) 专利代理机构 上海宛林专利代理事务所

(普通合伙) 31361

专利代理师 张明

(51) Int. Cl.

C02F 9/14 (2006.01)

C02F 11/12 (2019.01)

C02F 11/04 (2006.01)

C02F 3/30 (2006.01)

C02F 3/28 (2006.01)

C02F 1/52 (2006.01)

C02F 101/16 (2006.01)

C02F 101/10 (2006.01)

审查员 何理

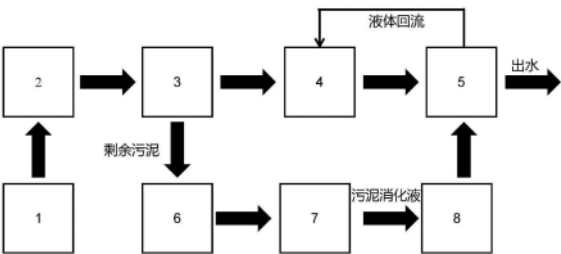
权利要求书3页 说明书11页 附图1页

(54) 发明名称

城市污水自养脱氮处理系统及其处理方法

(57) 摘要

本发明公开了一种城市污水自养脱氮处理系统及其处理方法,装置包括原水储存单元、CEPT反应器、沉淀池、污泥浓缩池、侧流短程硝化反应器、主流短程反硝化反应器、厌氧氨氧化反应器。本发明方法将城市污水首先进入CEPT反应器去除磷和部分有机物,然后利用侧流污泥消化液中的氨氮进行短程硝化,产生的亚硝态氮进入主流,进行厌氧氨氧化自养脱氮;还将厌氧氨氧化反应器出水回流至主流短程反硝化反应器,利用原水中的碳源对厌氧氨氧化反应器产生的少量硝态氮进行了短程反硝化,产生亚硝态氮补充主流厌氧氨氧化工艺。本发明采用侧流短程消化液补充主流厌氧氨氧化的方法,具有节约能源,易于控制,稳定性高优点,能实现主流城市污水的高效和深度脱氮。



1. 一种城市污水自养脱氮处理系统,其特征在于:由主流处理系统和侧流处理系统形成资源循环自养脱氮处理系统;所述主流处理系统包括原水储存单元(1)、CEPT反应器(2)、沉淀池(3)、主流短程反硝化反应器(4)、厌氧氨氧化反应器(5);所述侧流处理系统包括污泥浓缩池(6)、污泥消化池(7)、侧流污泥消化液短程硝化反应器(8);

待处理的城市污水被收纳于原水储存单元(1),然后使原水储存单元(1)中城市生活污水进入CEPT反应器(2),进行磷和COD的初步去除,产生的泥水混合液被输送到沉淀池(3),进行泥水分离处理;

沉淀分离后的出水流经主流短程反硝化反应器(4)后,进入到厌氧氨氧化反应器(5)中;沉淀分离处理的剩余污泥被收集后进入污泥浓缩池(6),进行污泥减量化处理得到污泥浓缩液,然后将污泥浓缩液输送到污泥消化池(7),将污泥中的碳源以甲烷的形式释放出来,并得到高氨氮的污泥消化液;然后使高氨氮的污泥消化液进入侧流污泥消化液短程硝化反应器(8)中,进行短程硝化,产生亚硝,将含有亚硝的侧流污泥消化液短程硝化反应器(8)的出水输送到厌氧氨氧化反应器(5)中,与主流城市污水混合形成主流和侧流混合液,使污水中的氨氮与亚硝发生厌氧氨氧化反应,进行污水中氮的去除;还使厌氧氨氧化反应器(5)出水回流至主流短程反硝化反应器(4),利用经沉淀分离处理的出水中未被去除的碳源进行短程反硝化,继续降低了污水COD浓度,同时也产生亚硝,进行电子受体补偿;然后将经反硝化反应处理后的出水继续输送到厌氧氨氧化反应器(5)中,实现氮的进一步去除,厌氧氨氧化反应器(5)的出水达标排放或者中水回用。

2. 根据权利要求1所述城市污水自养脱氮处理系统,其特征在于:待处理的城市污水被收纳于原水储存单元(1),然后利用第一水泵(1.1)使原水储存单元(1)中的城市生活污水进入CEPT反应器(2),进行磷和COD的初步去除,在CEPT反应器(2)的不同液位高度处设置不同的第一排水管(2.1),在CEPT反应器(2)中设置第一曝气头(2.4),设置第一气泵(2.2)为第一曝气头(2.4)供应气体,设置第一气体流量计(2.3)检测与第一曝气头(2.4)连接的供气管路的气体流量,从而调控曝气强度;

经过CEPT反应器(2)产生的泥水混合液通过沉淀池进水口(3.1)被输送到沉淀池(3)中,进行沉淀分离处理,在沉淀池(3)的底部设有排泥管(3.2);经沉淀分离处理的出水流经主流短程反硝化反应器(4)进入厌氧氨氧化反应器(5)中;

将在沉淀池(3)中经沉淀分离处理的剩余污泥通过排泥管(3.2)进入污泥浓缩池(6),进行污泥减量化处理,得到污泥浓缩液;然后将污泥浓缩液输送到污泥消化池(7),将污泥中的碳源以甲烷的形式释放出来,并得到高含氮量的污泥消化液;

然后使高含氮量的污泥消化液进入侧流污泥消化液短程硝化反应器(8)中,在侧流污泥消化液短程硝化反应器(8)上设置第二ORP测定仪(6.1)、第二pH计(6.2)、第二温度计(6.3)、第二搅拌器(6.4)、第三曝气头(6.5),第二ORP测定仪(6.1)、第二温度计(6.3)分别检测侧流污泥消化液短程硝化反应器(8)中待处理污水的氧化还原电位、pH值和温度,第二搅拌器(6.4)和第三曝气头(6.5)分别对侧流污泥消化液短程硝化反应器(8)中污泥浓缩液进行搅拌和曝气,设置第三气泵(6.7)为第三曝气头(6.5)供应气体,设置第三气体流量计(6.6)检测与第三曝气头(6.5)连接的供气管路的气体流量,从而调控曝气强度;在侧流污泥消化液短程硝化反应器(8)中,进行短程硝化反应,产生亚硝,然后,侧流污泥消化液短程硝化反应器(8)将含有亚硝的侧流污泥消化液短程硝化反应器(8)的出水输送到厌氧氨氧

化反应器(5)中,与城市污水混合形成主流和侧流混合液,使污水中的氨氮与亚硝发生厌氧氨氧化反应,进行污水中氮的去除;

经沉淀分离处理的出水被输送到主流短程反硝化反应器(4),然后使厌氧氨氧化反应器(5)出水回流至主流短程反硝化反应器(4),利用经沉淀分离处理的出水中未被去除的碳源进行短程反硝化,继续降低了污水COD浓度,同时也产生亚硝,进行电子受体补偿;其中,在主流短程反硝化反应器(4)上设置第一ORP测定仪(4.1)、第一pH计(4.2)、第一温度计(4.3)、第一搅拌器(4.4)、第二曝气头(4.5),第一ORP测定仪(4.1)、第一pH计(4.2)、第一温度计(4.3)分别检测主流短程反硝化反应器(4)中待处理污水的氧化还原电位、pH值和温度,第一搅拌器(4.4)和第二曝气头(4.5)分别对主流短程反硝化反应器(4)中待处理污水进行搅拌和曝气,设置第二气泵(4.7)为第二曝气头(4.5)供应气体,设置第二气体流量计(4.6)检测与第二曝气头(4.5)连接的供气管路的气体流量,从而调控曝气强度;

然后将经反硝化反应处理后的出水继续输送到厌氧氨氧化反应器(5)中,实现氮的进一步去除,完成城市污水自养脱氮处理过程,厌氧氨氧化反应器(5)的出水达标排放或者中水回用。

3. 根据权利要求1所述城市污水自养脱氮处理系统,其特征在于:在厌氧氨氧化反应器(5)中设置三相分离器(5.4),经过三相分离器(5.4)对在厌氧氨氧化反应器(5)中得到的固、液、气进行分离,使气相分离物通过集气瓶(5.1)进行收集,使液相分离物分别通过不同的出口进行排出收集;使固相分离物通过排泥通道进行排出。

4. 根据权利要求1所述城市污水自养脱氮处理系统,其特征在于:在厌氧氨氧化反应器(5)中的不同液位高度处设置不同的第二排水管,分别用于排出不同液位处的液相分离物。

5. 根据权利要求1所述城市污水自养脱氮处理系统,其特征在于:在厌氧氨氧化反应器(5)中设置溢流堰(5.3),从溢流堰(5.3)溢流的上层液相回流至主流短程反硝化反应器(4),继续利用经沉淀分离处理的出水中未被去除的碳源进行短程反硝化。

6. 根据权利要求1所述城市污水自养脱氮处理系统,其特征在于:所述原水储存单元(1)采用水箱、水池、水罐、水槽中的任意一种具有储水功能的容器或构筑物。

7. 根据权利要求1所述城市污水自养脱氮处理系统,其特征在于:

所述侧流污泥消化液短程硝化反应器(8)包括但不限于SBR反应器、曝气生物滤池、亚硝化澄清池中任意一种的具有可控制反应条件从而达到污泥浓缩液短程硝化的反应器;

或者,所述主流短程反硝化反应器(4)包括但不限于SBR反应器、UASB反应器、厌氧生物滤池中的任意一种具有可控制反应条件从而达到污泥浓缩液短程硝化效果的反硝化反应器;

或者,所述厌氧氨氧化反应器(5)包括但不限于SBR反应器、UASB反应器、厌氧生物滤池中的任意一种具有可控制反应条件从而达到厌氧氨氧化脱氮效果的反硝化反应器。

8. 根据权利要求1所述城市污水自养脱氮处理系统,其特征在于:主流处理系统和侧流处理系统中的两个或更多个处理单元合并成一个处理单元,形成联合处理作业段。

9. 一种城市污水自养脱氮处理方法,利用权利要求1所述城市污水自养脱氮处理系统,其特征在于,通过侧流短程消化液补充主流厌氧氨氧化工艺进行城市污水自养脱氮处理,包括如下步骤:a. 将待处理的城市污水被收纳于原水储存单元(1),然后使原水储存单元(1)中城市生活污水进入CEPT反应器(2),采用CEPT方法,进行磷和COD的初步去除,产生泥水混合液;

b. 在所述步骤a中的CEPT反应器(2)中产生的泥水混合液被输送到沉淀池(3),进行泥水分离处理;

c. 在所述步骤b的出水流经主流短程反硝化反应器(4)后,进入到厌氧氨氧化反应器(5)中;

d. 在所述步骤b的沉淀池(3)中,经沉淀分离处理的剩余污泥被收集后进入污泥浓缩池(6),进行污泥减量化处理得到污泥浓缩液;

e. 在所述步骤d的污泥浓缩池(6)中,将污泥浓缩液输送到污泥消化池(7),将污泥中的碳源以甲烷的形式释放出来,并得到高氨氮的污泥消化液;

f. 在所述步骤e的污泥消化池(7)中,使高氨氮的污泥浓缩液进入侧流污泥消化液短程硝化反应器(8)中,进行短程硝化,产生亚硝;

g. 在所述步骤f的侧流污泥消化液短程硝化反应器(8)中,将含有亚硝的侧流污泥消化液短程硝化反应器(8)的出水输送到厌氧氨氧化反应器(5)中,与主流城市污水混合形成主流和侧流混合液,使污水中的氨氮与亚硝发生厌氧氨氧化反应,进行污水中氮的去除;

h. 在所述步骤g的厌氧氨氧化反应器(5)中,使厌氧氨氧化反应器(5)出水回流至主流短程反硝化反应器(4),利用经沉淀分离处理的出水中未被去除的碳源进行短程反硝化,继续降低了污水COD浓度,同时也产生亚硝,进行电子受体补偿,然后将经反硝化反应处理后的出水继续输送到厌氧氨氧化反应器(5)中,实现氮的进一步去除,使城市污水自养脱氮处理方法的整套工艺即完成了城市污水自养脱氮处理过程。

10. 根据权利要求9所述城市污水自养脱氮处理方法,其特征在于:在所述步骤a中,所述CEPT方法在CEPT反应器(2)中进行,采用投加絮凝剂的方法,捕获进水中的碳源和磷,调节污泥混合液中的氨氮保留率,使通过CEPT方法得到的污泥混合液中的氨氮含量不低于待处理的城市污水原水中的氨氮含量的90%。

城市污水自养脱氮处理系统及其处理方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种自养脱氮处理工艺装置及其处理方法,特别是涉及一种利用主流厌氧氨氧化工艺进行城市污水自养脱氮装置及其处理方法,应用于城市污水治理或废弃物资源化技术领域。

背景技术

[0002] 随着我国城市化进程的不断推进,城市污水的产生量日益增多,城市污水处理厂对于城市污水的处理压力也越来越大。其中由于污水中氮、磷的超标导致城市污水富营养化状况进一步加剧,因此污水处理厂需要通过处理使污水中的氮、磷达标后再排入水体。生物脱氮技术是目前应用最为广泛的脱氮技术,而现阶段我国城市污水处理厂广泛使用的“硝化-反硝化”生物脱氮技术在技术层面上仍存在难以突破的瓶颈。一方面,由于城市污水C/N较低,在反硝化过程需要投加大量碳源,增加城市污水处理厂的运行成本。另一方面,在硝化过程需要进行曝气,消耗大量能源。随着人们环保意识的不断提高,废水排放标准也将越来越严格,传统的脱氮技术很难满足未来城市污水厂的需求,开发新的城市污水处理技术是至关重要的。

[0003] 厌氧氨氧化工艺作为一种新兴的自养脱氮技术,为城市污水脱氮提供一个新思路。氨被厌氧氨氧化细菌氧化成氮气,使用亚硝酸盐代替有机物作为电子供体。这意味着,与传统的“硝化-反硝化”工艺相比,耗氧量和污泥产量将大大降低,且不再需要外加碳源,是一种更加经济有效的污水处理途径。基质亚硝酸盐的获得是城市污水厌氧氨氧化工艺的关键之一,实际工程中实现亚硝积累有两种方式:主流短程硝化和主流短程反硝化。其中,主流短程硝化过程中,控制因素较为复杂,并且硝化菌的抑制较为困难,出水中往往会产生硝酸盐的积累,脱氮效果不稳定。主流短程反硝化对外界环境要求较小,比主流短程硝化更能稳定地产生亚硝,然而主流短程反硝化过程约有一半的氨氮经历了全程硝化过程,大大增加了曝气能耗。

[0004] 虽然厌氧氨氧化在城市污水处理方面仍有很多不足,但是厌氧氨氧化工艺已成功应用于处理各类高浓度废水,如污泥消化液、垃圾渗滤液、养殖废水等。其中,厌氧氨氧化工艺处理污泥消化液的方法已经被国内外很多污水处理厂所采用。由于污泥消化液中氨氮浓度和出水温度较高,可以很好地控制其短程硝化过程。虽然污泥消化液短程硝化工艺较为成熟,但利用主流城市污水中氨氮进行部分“短程硝化+厌氧氨氧化”的工艺运行条件极为苛刻,在实际工程中很难实现,因此,如何克服“短程硝化+厌氧氨氧化”的工艺所带来的不稳定因素,实现更好的城市污水处理成效,并实现更好的废弃物资源化综合效益,成为亟待解决的技术问题。

[0005] 此外,近年来,基于厌氧氨氧化的自养脱氮技术受到了广泛关注。厌氧氨氧化是指在缺氧环境下,氨氮和亚硝酸盐在厌氧氨氧化菌的代谢作用下能够直接转化为氮气,具有节省能耗、降低污泥产量、减少药剂投加等重要优势。然而,厌氧氨氧化技术在实际应用中尚存一定局限性,其反应过程的基质为氨氮和亚硝酸盐,针对广泛存在的含硝酸盐废水,如

城市污水,厌氧氨氧化技术不能直接应用于城市污水的脱氮处理。传统生物反硝化方法处理硝酸盐废水需要投加大量有机碳源,不仅消耗有机资源,还会产生大量剩余污泥,额外增加污泥处理处置的费用和能耗。专利文献公开号为CN111333178A的专利申请公开了一种碱性污泥发酵强化硝酸盐废水自养脱氮同步磷回收的装置与方法,利用碱性条件使剩余污泥加快水解产酸,产生小分子有机碳源,对碳源存在依赖,并且需要投入碱性调节药剂,控制碱性污泥发酵耦合反硝化反应工艺较复杂,并需要强力搅拌,没有有效利用待处理废水本身的资源潜力,并增加工艺成本。专利文献公开号为CN111056707A的专利申请公开了一种城市污水厌氧氨氧化自养脱氮系统和方法,设置了抑制系统,包括抑制池、药剂桶、抑制回流泵以及加药泵,虽然无需额外增加碳源,但仍需要投入药剂,也没有有效利用待处理废水本身的资源潜力。专利文献公开号为CN107188307A的专利申请公开了一种一体式废水脱氮装置及一种废水脱氮的方法,为提高系统运行性能需要添加代谢中间产物羟胺和/或联氨,不利于节约成本,此外污泥沉淀性能不佳,延长污泥沉淀时间,且容易洗出污泥。现有的自养脱氮技术工作模式较为单一,使用效果有待提升,工艺稳定性和使用可靠性较低,成本和综合效益不够理想,这都限制了自养脱氮处理工艺和装置的广泛应用。

发明内容

[0006] 为了解决现有技术问题,本发明的目的在于克服已有技术存在的不足,提供一种城市污水自养脱氮处理系统及其处理方法,设置侧流工艺将污泥消化液进行短程硝化产生的亚硝补充到主流厌氧氨氧化工艺中,通过侧流短程消化液补充主流厌氧氨氧化工艺的方式,进行城市污水自养脱氮,整合亚硝供应和过程资源合理利用优势,无需投加碳源,节约能源,实现有效的资源补偿和资源循环和回收综合效益,大大提高工艺稳定性和城市污水处理效率,并显著降低城市污水治理成本。

[0007] 为了实现上述发明创造目的,本发明采用如下发明构思:

[0008] 将待处理城市生活污水输送到CEPT反应器,通过生化作用去除原水中磷和部分COD。生化作用产生的污泥进入污泥浓缩池进行浓缩,产生的污泥浓缩液经过污泥消化池后,进入短程硝化反应器进行短程硝化,产生的亚硝为厌氧氨氧化提供电子受体,出水进入厌氧氨氧化反应器,与主流中的氨氮反应生成氮气,完成自养脱氮。由于厌氧氨氧化脱氮过程会产生少量硝态氮,厌氧氨氧化反应器出水回流至短程反硝化反应器,利用原水中未被去除的碳源进行短程反硝化,既降低了污水COD浓度,同时也产生部分亚硝为厌氧氨氧化提供电子受体。与单独的“短程硝化+厌氧氨氧化”或“短程反硝化+厌氧氨氧化”相比,本发明方法能提供更加稳定的亚硝来源,有效地控制亚硝产生浓度,而且还具有节约能源,易于控制,稳定性高等特点,能实现主流城市污水的高效和深度脱氮,为主流城市污水厌氧氨氧化工艺的应用提供有效途径。

[0009] 根据上述发明构思,本发明采用如下技术方案:

[0010] 一种城市污水自养脱氮处理系统,由主流处理系统和侧流处理系统形成资源循环自养脱氮处理系统;所述主流处理系统包括原水储存单元、CEPT反应器、沉淀池、主流短程反硝化反应器、厌氧氨氧化反应器;所述侧流处理系统包括污泥浓缩池、污泥消化池、侧流污泥消化液短程硝化反应器;

[0011] 待处理的城市污水被收纳于原水储存单元,然后使原水储存单元中城市生活污水

进入CEPT反应器,进行磷和COD的初步去除,产生的泥水混合液被输送到沉淀池,进行泥水分离处理;

[0012] 沉淀分离后的出水流经主流短程反硝化反应器后,进入到厌氧氨氧化反应器中;经沉淀分离处理的剩余污泥被收集后进入污泥浓缩池,进行污泥减量化处理得到污泥浓缩液,然后将污泥浓缩液输送到污泥消化池,将污泥中的碳源以甲烷的形式释放出来,并得到高氨氮的污泥消化液;然后使高氨氮的污泥消化液进入侧流污泥消化液短程硝化反应器中,进行短程硝化,产生亚硝,将含有亚硝的侧流污泥消化液短程硝化反应器的出水输送到厌氧氨氧化反应器中,与主流城市污水混合形成主流和侧流混合液,使污水中的氨氮与亚硝发生厌氧氨氧化反应,进行污水中氮的去除;还使厌氧氨氧化反应器出水回流至主流短程反硝化反应器,利用经沉淀分离处理的出水中未被去除的碳源进行短程反硝化,继续降低了污水COD浓度,同时也产生亚硝,进行电子受体补偿;然后将经反硝化反应处理后的出水继续输送到厌氧氨氧化反应器中,实现氮的进一步去除,厌氧氨氧化反应器的出水达标排放或者中水回用。本发明通过侧流短程消化液补充主流厌氧氨氧化工艺,进行城市污水自养脱氮,整合和优化亚硝供应和过程资源合理利用优势。优选对待处理污水进行资源化调控,使所述高氨氮的污泥消化液的氨氮浓度不低于200mg/L,利用污泥消化液的高氨氮特性进行短程硝化,为主流城市污水提供亚硝。

[0013] 本发明的所述原水储存单元通过进水泵与CEPT反应器相连;CEPT反应器通过沉淀池分别与污泥浓缩池和短程反硝化反应器相连,污泥进入污泥浓缩池,污水进入短程反硝化反应器为短程反硝化提供碳源;污泥浓缩池与短程硝化反应器相连,进行污泥浓缩液的短程硝化;短程硝化反应器与厌氧氨氧化反应器相连,为主流厌氧氨氧化提供亚硝;短程反硝化反应器也与厌氧氨氧化反应器相连,在厌氧氨氧化反应器中进行厌氧氨氧化菌的自养脱氮,根据反应原理,1mol氨氮发生厌氧氨氧化反应会生成0.26mol亚硝,所以将厌氧氨氧化反应器出水回流至短程反硝化反应器内,进一步完成短程反硝化为厌氧氨氧化补充亚硝。

[0014] 作为本发明优选的技术方案,待处理的城市污水被收纳于原水储存单元,然后利用第一水泵使原水储存单元中的城市生活污水进入CEPT反应器,进行磷和COD的初步去除,在CEPT反应器的不同液位高度处设置不同的第一排水管,在CEPT反应器中设置第一曝气头,设置第一气泵为曝气头供应气体,设置第一气体流量计检测与第一曝气头连接的供气管路的气体流量,从而调控曝气强度;

[0015] 经过CEPT反应器产生的泥水混合液通过沉淀池进水口被输送到沉淀池中,进行沉淀分离处理,在沉淀池的底部设有排泥管;

[0016] 经沉淀分离处理的出水流经主流短程反硝化反应器,进入厌氧氨氧化反应器中;

[0017] 将在沉淀池中经沉淀分离处理的剩余污泥通过排泥管进入污泥浓缩池,进行污泥减量化处理,得到污泥浓缩液;

[0018] 然后将污泥浓缩液输送到污泥消化池,将污泥中的碳源以甲烷的形式释放出来,并得到高含氮量的污泥消化液;然后将污泥浓缩液输送到污泥消化池,将污泥中的碳源以甲烷的形式释放出来,并得到高含氮量的污泥消化液;

[0019] 然后使高氨氮的污泥消化液进入侧流污泥消化液短程硝化反应器中,在侧流污泥消化液短程硝化反应器上设置第二ORP测定仪、第二pH计、第二温度计、第二搅拌器、第三曝

气头,第二ORP测定仪、第二pH计、第二温度计分别检测侧流污泥消化液短程硝化反应器中待处理污水的氧化还原电位、pH值和温度,第二搅拌器和第三曝气头分别对侧流污泥消化液短程硝化反应器中污泥浓缩液进行搅拌和曝气,设置第三气泵为第三曝气头供应气体,设置第三气体流量计检测与第三曝气头连接的供气管路的气体流量,从而调控曝气强度;在侧流污泥消化液短程硝化反应器中,进行短程硝化反应,产生亚硝,然后侧流污泥消化液短程硝化反应器将含有亚硝的短程硝化反应器的出水输送到厌氧氨氧化反应器中,与城市污水混合形成主流和侧流混合液,使污水中的氨氮与亚硝发生厌氧氨氧化反应,进行污水中氮的去除;

[0020] 经沉淀分离处理的出水被输送到主流短程反硝化反应器,然后使厌氧氨氧化反应器出水回流至主流短程反硝化反应器,利用经沉淀分离处理的出水中未被去除的碳源进行短程反硝化,继续降低了污水COD浓度,同时也产生亚硝,进行电子受体补偿;其中,在主流短程反硝化反应器上设置第一ORP测定仪、第一pH计、第一温度计、第一搅拌器、第二曝气头,第一ORP测定仪、第一pH计、第一温度计分别检测主流短程反硝化反应器中待处理污水的氧化还原电位、pH值和温度,第一搅拌器和第二曝气头分别对主流短程反硝化反应器中待处理污水进行搅拌和曝气,设置第二气泵为第二曝气头供应气体,设置第二气体流量计检测与第二曝气头连接的供气管路的气体流量,从而调控曝气强度;

[0021] 然后将经反硝化反应处理后的出水继续输送到厌氧氨氧化反应器中,实现氮的进一步去除,完成城市污水自养脱氮处理过程,厌氧氨氧化反应器的出水达标排放或者中水回用。

[0022] 作为本发明优选的技术方案,将污泥浓缩液输送到污泥消化池,将污泥中的碳源以甲烷的形式释放出来,并得到高氨氮的污泥消化液。

[0023] 作为本发明优选的技术方案,在厌氧氨氧化反应器中设置三相分离器,经过三相分离器对在厌氧氨氧化反应器中得到的固、液、气进行分离,使气相分离物通过集气瓶进行收集,使液相分离物分别通过不同的出口进行排出收集;使固相分离物通过排泥通道进行排出。

[0024] 作为本发明优选的技术方案,在厌氧氨氧化反应器中的不同液位高度处设置不同的第二排水管,分别用于排出不同液位液位处的液相分离物。

[0025] 作为本发明优选的技术方案,在厌氧氨氧化反应器中设置溢流堰,从溢流堰溢流的上层液相回流至主流短程反硝化反应器,继续利用经沉淀分离处理的出水中未被去除的碳源进行短程反硝化。

[0026] 作为本发明优选的技术方案,所述原水储存单元采用水箱、水池、水罐、水槽中的任意一种具有储水功能的容器或构筑物。优选在原水储存单元上设有溢流管和放空管。

[0027] 作为本发明优选的技术方案,所述侧流污泥消化液短程硝化反应器包括但不限于SBR反应器、曝气生物滤池、亚硝化澄清池中任意一种的具有可控制反应条件从而达到污泥浓缩液短程硝化的反应器。

[0028] 作为本发明优选的技术方案,所述主流短程反硝化反应器包括但不限于SBR反应器、UASB反应器、厌氧生物滤池中的任意一种具有可控制反应条件从而达到污泥浓缩液短程硝化效果的反应器。

[0029] 作为本发明优选的技术方案,所述厌氧氨氧化反应器包括但不限于SBR反应器、

UASB反应器、厌氧生物滤池中的任意一种具有可控制反应条件从而达到厌氧氨氧化脱氮效果的反应器。

[0030] 作为本发明优选的技术方案,主流处理系统和侧流处理系统中的两个或更多个处理单元合并成一个处理单元,形成联合处理作业段。

[0031] 一种城市污水自养脱氮处理方法,利用本发明城市污水自养脱氮处理系统,通过侧流短程消化液补充主流厌氧氨氧化工艺进行城市污水自养脱氮处理,包括如下步骤:

[0032] a.将待处理的城市污水被收纳于原水储存单元,然后使原水储存单元中城市生活污水进入CEPT反应器,采用CEPT方法,进行磷和COD的初步去除,产生泥水混合液;

[0033] b.在所述步骤a中的CEPT反应器中产生的泥水混合液被输送到沉淀池,进行泥水分离处理;

[0034] c.在所述步骤b的出水流经主流短程反硝化反应器后,进入到厌氧氨氧化反应器中;

[0035] d.在所述步骤b的沉淀池中,经沉淀分离处理的剩余污泥被收集后进入污泥浓缩池,进行污泥减量化处理得到污泥浓缩液;

[0036] e.在所述步骤d的污泥浓缩池中,将污泥浓缩液输送到污泥消化池,将污泥中的碳源以甲烷的形式释放出来,并得到高氨氮的污泥消化液;

[0037] f.在所述步骤e的污泥消化池中,使高氨氮的污泥消化液进入侧流短程硝化反应器中,进行短程硝化,产生亚硝;

[0038] g.在所述步骤f的侧流短程硝化反应器中,将含有亚硝的侧流短程硝化反应器的出水输送到厌氧氨氧化反应器中,与主流城市污水混合形成主流和侧流混合液,使污水中的氨氮与亚硝发生厌氧氨氧化反应,进行污水中氮的去除;

[0039] h.在所述步骤g的厌氧氨氧化反应器中,使厌氧氨氧化反应器出水回流至主流短程反硝化反应器,利用经沉淀分离处理的出水中未被去除的碳源进行短程反硝化,继续降低了污水COD浓度,同时也产生亚硝,进行电子受体补偿,然后将经反硝化反应处理后的出水继续输送到厌氧氨氧化反应器中,实现氮的进一步去除,使城市污水自养脱氮处理方法的整套工艺即完成了城市污水自养脱氮处理过程。

[0040] 作为本发明优选的技术方案,在所述步骤a中,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,调节泥水混合液中的氨氮保留率,使通过CEPT方法得到的泥水混合液中的氨氮含量不低于待处理的城市污水原水中的氨氮含量的90%。本发明在去除CEPT反应器中采用投加絮凝剂的方法,捕获进水中的磷和部分碳源,并在最大程度上保留氨氮。

[0041] 作为本发明优选的技术方案,在所述步骤f中,维持氨氧化菌的增殖速率大于亚硝酸盐氧化菌的增殖速率,从而实现污泥消化液的短程硝化持续进行,并通过在线检测污泥消化液的pH、ORP与DO,通过以上污泥消化液的参数的变化规律判断硝化反应的终点,控制硝态氮的产生,进行污水中氮的去除。优选本发明所述短程硝化反应器内置有搅拌装置、曝气头、气体流量计、曝气泵、出水管和出水阀门。通过选择合适的环境条件或者设定环境条件,将亚硝酸盐氧化菌淘洗掉,保证氨氧化菌的增殖速率要大于亚硝酸盐氧化菌的增殖速率,从而实现污泥消化液的短程硝化。

[0042] 作为本发明优选的技术方案,在所述步骤h中,控制所述厌氧氨氧化反应器中的多

相混合液的pH、温度、无机碳含量、有机物含量和氧气浓度,并根据氨氮浓度调节所述厌氧氨氧化反应器的进水亚硝的量,保证所述厌氧氨氧化反应器的稳定运行。

[0043] 本发明与现有技术相比较,具有如下显而易见的突出实质性特点和显著优点:

[0044] 1. 由于利用主流城市污水中氨氮进行部分“短程硝化+厌氧氨氧化”的工艺运行条件极为苛刻,在实际工程中很难实现;而本发明消除了上述工艺所带来的不稳定因素,将污水处理厂内的资源合理整合、应用,利用污泥消化液的高氨氮特性进行短程硝化,为主流城市污水提供亚硝;与其他工艺不同,本发明的污泥消化液短程硝化工艺较为成熟,能根据城市污水中氨氮的浓度控制污泥消化液产生亚硝的量,更容易实现对厌氧氨氧化过程的控制,且操作简单,效果稳定,有效的保证了厌氧氨氧化的稳定运行;

[0045] 2. 本发明将厌氧氨氧化产生的硝态氮回流至短程反硝化反应器内,合理利用原水中的碳源,在侧流短程消化液补充主流厌氧氨氧化工艺进行城市污水自养脱氮的基础上,进一步增加了城市污水中氮的去除率,使本发明的复合处理工艺成为强化脱氮的厌氧氨氧化工艺,具有更加的经济性和高效益性;

[0046] 3. 对于现有的污泥和污水工艺,污水处理厂需要花费大量人力、物力进行处理的污染物;而本发明将污水处理厂内的污泥和污水进行合理的整合和应用,利用污泥消化液处理城市污水,进行辅助和增强主流城市污水脱氮过程;整个过程仅需少量曝气,无需投加碳源,节约能源的同时也符合可持续发展理念;本发明方法简单易行,成本低,适合推广使用。

附图说明

[0047] 图1是本发明通过侧流短程消化液补充主流厌氧氨氧化工艺进行城市污水自养脱氮的方法工艺流程图。

[0048] 图2是本发明城市污水自养脱氮处理系统的工艺装置结构示意图。

具体实施方式

[0049] 以下结合具体的实施例子对上述方案做进一步说明,本发明的优选实施例详述如下:

[0050] 实施例一:

[0051] 在本实施例中,参见图1,一种城市污水自养脱氮处理系统,由主流处理系统和侧流处理系统形成资源循环自养脱氮处理系统;所述主流处理系统包括原水储存单元1、CEPT反应器2、沉淀池3、主流短程反硝化反应器4、厌氧氨氧化反应器5;所述侧流处理系统包括污泥浓缩池6、污泥消化池7、侧流污泥消化液短程硝化反应器8;

[0052] 待处理的城市污水被收纳于原水储存单元1,然后使原水储存单元1中城市生活污水进入CEPT反应器2,进行磷和COD的初步去除,产生的泥水混合液被输送到沉淀池3,进行泥水分离处理;

[0053] 沉淀分离后的出水流经主流短程反硝化反应器4后,进入到厌氧氨氧化反应器5中;沉淀分离处理的剩余污泥被收集后进入污泥浓缩池6,进行污泥减量化处理得到污泥浓缩液,然后将污泥浓缩液输送到污泥消化池7,将污泥中的碳源以甲烷的形式释放出来,并得到高氨氮的污泥消化液,所述高氨氮的污泥消化液的氨氮浓度大于200mg/L;然后使高氨

氮的污泥消化液进入侧流污泥消化液短程硝化反应器8中,进行短程硝化,产生亚硝,将含有亚硝的侧流污泥消化液短程硝化反应器8的出水输送到厌氧氨氧化反应器5中,与主流城市污水混合形成主流和侧流混合液,使污水中的氨氮与亚硝发生厌氧氨氧化反应,进行污水中氮的去除;还使厌氧氨氧化反应器5出水回流至主流短程反硝化反应器4,利用经沉淀分离处理的出水中未被去除的碳源进行短程反硝化,继续降低了污水COD浓度,同时也产生亚硝,进行电子受体补偿;然后将经反硝化反应处理后的出水继续输送到厌氧氨氧化反应器5中,实现氮的进一步去除,厌氧氨氧化反应器5的出水达标排放或者中水回用。使本实施例城市污水自养脱氮处理系统完成城市污水自养脱氮处理过程。

[0054] 本实施例装置采用侧流短程消化液补充主流厌氧氨氧化的工艺装置结构,与“短程硝化+厌氧氨氧化”和“短程反硝化+厌氧氨氧化相比”,具有节约能源,易于控制,稳定性高的优点,能实现主流城市污水的高效和深度脱氮,为主流城市污水厌氧氨氧化工艺的应用提供有效途径。本实施例装置进行城市污水通过侧流短程消化液补充主流厌氧氨氧化工艺,进行脱氮和回收磷,装置结构简单,模块化安装和建设方便,设备设施安装、操作使用、维护易于实现。

[0055] 实施例二:

[0056] 本实施例与实施例一基本相同,特别之处在于:

[0057] 在本实施例中,参见图1和图2,待处理的城市污水被收纳于原水储存单元1,然后利用第一水泵1.1使原水储存单元1中的城市生活污水进入CEPT反应器2,进行磷和COD的初步去除,在CEPT反应器2的不同液位高度处设置不同的第一排水管2.1,在CEPT反应器2中设置第一曝气头2.4,设置第一气泵2.2为曝气头2.4供应气体,设置第一气体流量计2.3检测与第一曝气头2.4连接的供气管路的气体流量,从而调控曝气强度;

[0058] 经过CEPT反应器2产生的泥水混合液通过沉淀池进水口3.1被输送到沉淀池3中,进行沉淀分离处理,在沉淀池3的底部设有排泥管3.2;

[0059] 经沉淀分离处理的出水流经主流短程反硝化反应器4进入厌氧氨氧化反应器5中;

[0060] 将在沉淀池3中经沉淀分离处理的剩余污泥通过排泥管3.2进入污泥浓缩池6,进行污泥减量化处理,得到污泥浓缩液;然后将污泥浓缩液输送到污泥消化池7,将污泥中的碳源以甲烷的形式释放出来,并得到高含氮量的污泥消化液;

[0061] 然后使高含氮量的污泥消化液进入侧流污泥消化液短程硝化反应器8中,在侧流污泥消化液短程硝化反应器8上设置第二ORP测定仪6.1、第二pH计6.2、第二温度计6.3、第二搅拌器6.4、第三曝气头6.5,第二ORP测定仪6.1、第二pH计6.2、第二温度计6.3分别检测侧流污泥消化液短程硝化反应器8中待处理污水的氧化还原电位、pH值和温度,第二搅拌器6.4和第三曝气头6.5分别对侧流污泥消化液短程硝化反应器8中污泥浓缩液进行搅拌和曝气,设置第三气泵6.7为第三曝气头6.5供应气体,设置第三气体流量计6.6检测与第三曝气头6.5连接的供气管路的气体流量,从而调控曝气强度;在侧流污泥消化液短程硝化反应器8中,进行短程硝化反应,产生亚硝,然后,侧流污泥消化液短程硝化反应器8将含有亚硝的侧流污泥消化液短程硝化反应器8的出水输送到厌氧氨氧化反应器5中,与城市污水混合形成主流和侧流混合液,使污水中的氨氮与亚硝发生厌氧氨氧化反应,进行污水中氮的去除;实现城市污水自养脱氮处理过程;

[0062] 经沉淀分离处理的出水被输送到主流短程反硝化反应器4,然后使厌氧氨氧化反

反应器5出水回流至主流短程反硝化反应器4,利用经沉淀分离处理的出水中未被去除的碳源进行短程反硝化,继续降低了污水COD浓度,同时也产生亚硝,进行电子受体补偿;其中,在主流短程反硝化反应器4上设置第一ORP测定仪4.1、第一pH计4.2、第一温度计4.3、第一搅拌器4.4、第二曝气头4.5,第一ORP测定仪4.1、第一pH计4.2、第一温度计4.3分别检测主流短程反硝化反应器4中待处理污水的氧化还原电位、pH值和温度,第一搅拌器4.4和第二曝气头4.5分别对主流短程反硝化反应器4中待处理污水进行搅拌和曝气,设置第二气泵4.7为第二曝气头4.5供应气体,设置第二气体流量计4.6检测与第二曝气头4.5连接的供气管路的气体流量,从而调控曝气强度;

[0063] 然后将经反硝化反应处理后的出水继续输送到厌氧氨氧化反应器5中,实现氮的进一步去除,完成城市污水自养脱氮处理过程,厌氧氨氧化反应器5的出水达标排放或者中水回用。

[0064] 如图1和图2所示,所述原水储存单元1通过第一水泵1.1与CEPT反应器2相连;CEPT反应器2通过沉淀池3分别与侧流处理系统主要由污泥浓缩池6和主流短程反硝化反应器4相连,经过沉淀池3分离的污泥进入侧流处理系统主要由污泥浓缩池6,经过沉淀池3分离的污水进入主流短程反硝化反应器4为短程反硝化反应工艺提供碳源;污泥浓缩池6依次与污泥消化池7、侧流污泥消化液短程硝化反应器8相连,在侧流污泥消化液短程硝化反应器8中进行高氨氮的污泥消化液的短程硝化;侧流污泥消化液短程硝化反应器8与厌氧氨氧化反应器5相连,为主流厌氧氨氧化提供亚硝;主流短程反硝化反应器4也与厌氧氨氧化反应器5相连,在厌氧氨氧化反应器5中进行厌氧氨氧化菌的自养脱氮,根据反应原理,1mol氨氮发生厌氧氨氧化反应会生成0.26mol亚硝,所以将厌氧氨氧化反应器5的出水回流至主流短程反硝化反应器4内,进一步完成短程反硝化为厌氧氨氧化补充亚硝。主流短程反硝化反应器4和侧流污泥消化液短程硝化反应器8皆采用短程硝化SBR反应器,二者结构相同,厌氧氨氧化反应器5采用自养脱氮UASB。城市污水进入CEPT反应器2中,去除污水中磷和部分COD;经过沉淀池3沉淀后,污泥流入污泥浓缩池6进行污泥减量化处理;再经污泥消化池7,将污泥中的碳源以甲烷的形式释放出来;高氨氮的污泥消化液进入侧流短程硝化SBR反应器中,进行短程硝化,产生亚硝,为主流城市污水厌氧氨氧化提供电子受体;沉淀池3出水流经短程反硝化SBR反应器,进入自养脱氮UASB中,污水中的氨氮与亚硝发生厌氧氨氧化反应,进行污水中氮的去除;出水回流至短程反硝化SBR反应器中,完成硝态氮的短程反硝化,产生的亚硝继续流入自养脱氮UASB进行反应。通过以上工艺流程,根据流入自养脱氮UASB的氨氮浓度对流入亚硝的量进行控制,当反应器运行良好情况下,本实施例城市污水自养脱氮处理系统实现主流城市污水95%以上氮的去除率,为主流城市污水厌氧氨氧化工艺的应用提供有效途径。

[0065] 实施例三:

[0066] 本实施例与前述实施例基本相同,特别之处在于:

[0067] 在本实施例中,参见图1和图2,在厌氧氨氧化反应器5中设置三相分离器5.4,经过三相分离器5.4对在厌氧氨氧化反应器5中得到的固、液、气进行分离,使气相分离物通过集气瓶5.1进行收集,使液相分离物分别通过不同的出口进行排出收集;使固相分离物通过排泥通道进行排出。本实施例为厌氧氨氧化反应器5的产物溶液设置了后处理装备,三相分离器5.4进一步增强了处理液中的气液固的有效分离,提高了污水处理的效果。

[0068] 实施例四：

[0069] 本实施例与前述实施例基本相同，特别之处在于：

[0070] 在本实施例中，参见图1和图2，在厌氧氨氧化反应器5中的不同液位高度处设置不同的第二排水管6.2，分别用于排出不同液位处的液相分离物。本实施例在厌氧氨氧化反应器5中的不同液位高度处设置不同的第二排水管6.2，为出水的排出、采样和设备内部观察与维护提供了极大方便。

[0071] 实施例五：

[0072] 本实施例与前述实施例基本相同，特别之处在于：

[0073] 在本实施例中，参见图1和图2，在厌氧氨氧化反应器5中设置溢流堰5.3，从溢流堰5.3溢流的上层液相回流至主流短程反硝化反应器4，继续利用经沉淀分离处理的出水中未被去除的碳源进行短程反硝化。

[0074] 在本实施例中，不仅通过管路将厌氧氨氧化反应器5中的部分出水返回到主流短程反硝化反应器4，通过溢流堰5.3溢流的液相部分也能通过溢流收集后回流至主流短程反硝化反应器4，一方面减少了溢流液相对厌氧氨氧化反应器5处理后的水体的二次污染，也减少了对厌氧氨氧化反应器5的污染，另一方面经过回流后，实现了循环处理，维持了厌氧氨氧化反应器5的液位稳定性，能够有效释放处理能力，维持设备持续性作业工时。

[0075] 实施例六：

[0076] 本实施例与前述实施例基本相同，特别之处在于：

[0077] 在本实施例中，主流处理系统和侧流处理系统中的两个或更多个处理单元合并成一个处理单元，形成联合处理作业段。本实施例通过整合或者组合部分处理单元，提高了分子系统的集成度和结构紧凑型，减少了设备设施的占地面积，提高了单位面积处理污水的场地利用系数。本实施例所述各处理单元可以通过控制反应条件或运用一些工艺手段，将两个或更多个处理单元合并成一个处理单元，但是主体工艺原理不变，仍在本专利保护范围内。

[0078] 实施例七：

[0079] 本实施例与前述实施例基本相同，特别之处在于：

[0080] 在本实施例中，参见图1，一种城市污水自养脱氮处理方法，利用实施例一城市污水自养脱氮处理系统，通过侧流短程消化液补充主流厌氧氨氧化工艺进行城市污水自养脱氮处理，包括如下步骤：

[0081] a. 将待处理的城市污水被收纳于原水储存单元1，然后使原水储存单元1中城市生活污水进入CEPT反应器2，采用CEPT方法，进行磷和COD的初步去除，产生泥水混合液；

[0082] b. 在所述步骤a中的CEPT反应器2中产生的泥水混合液被输送到沉淀池3，进行泥水分离处理；

[0083] c. 在所述步骤b的出水流经主流短程反硝化反应器4后，进入到厌氧氨氧化反应器5中；

[0084] d. 在所述步骤b的沉淀池3中，经沉淀分离处理的剩余污泥被收集后进入污泥浓缩池6，进行污泥减量化处理得到污泥浓缩液；

[0085] e. 在所述步骤d的污泥浓缩池6中，将污泥浓缩液输送到污泥消化池7，将污泥中的碳源以甲烷的形式释放出来，并得到高氨氮的污泥消化液；

[0086] f. 在所述步骤e的污泥消化池7中,使高氨氮的污泥消化液进入侧流短程硝化反应器8中,进行短程硝化,产生亚硝;

[0087] g. 在所述步骤f的侧流短程硝化反应器8中,将含有亚硝的侧流短程硝化反应器8的出水输送到厌氧氨氧化反应器5中,与主流城市污水混合形成主流和侧流混合液,使污水中的氨氮与亚硝发生厌氧氨氧化反应,进行污水中氮的去除;

[0088] h. 在所述步骤g的厌氧氨氧化反应器5中,使厌氧氨氧化反应器5出水回流至主流短程反硝化反应器4,利用经沉淀分离处理的出水中未被去除的碳源进行短程反硝化,继续降低了污水COD浓度,同时也产生亚硝,进行电子受体补偿,然后将经反硝化反应处理后的出水继续输送到厌氧氨氧化反应器5中,实现氮的进一步去除,使城市污水自养脱氮处理方法的整套工艺即完成了城市污水自养脱氮处理过程。

[0089] 本实施例的侧流污泥消化液短程硝化反应器侧流污泥消化液短程硝化反应器侧流污泥消化液短程硝化反应器使城市污水自养脱氮处理方法的实施例方法是使城市污水首先进入CEPT反应器2,去除磷和部分有机物,保证后续主流短程反硝化反应器4和厌氧氨氧化反应器5的稳定运行。然后,利用侧流污泥消化液中的氨氮进行短程硝化,产生的亚硝态氮进入主流,进行主流城市污水的厌氧氨氧化自养脱氮。同时,将厌氧氨氧化反应器5出水回流至主流短程反硝化反应器4,利用原水中的碳源对厌氧氨氧化反应器5产生的少量硝态氮进行了短程反硝化,此过程产生的亚硝态氮能补充主流城市污水厌氧氨氧化工艺。本实施例方法采用侧流短程消化液补充主流厌氧氨氧化的方法,与“短程硝化+厌氧氨氧化”或“短程反硝化+厌氧氨氧化相比”,具有节约能源,易于控制,稳定性高等特点,能实现主流城市污水的高效和深度脱氮,为主流城市污水厌氧氨氧化工艺的应用提供有效途径。

[0090] 实施例八:

[0091] 本实施例与述实施例七基本相同,特别之处在于:

[0092] 在本实施例中,在所述步骤a中,所述CEPT方法在CEPT反应器2中进行,采用投加絮凝剂的方法,捕获进水中的碳源和磷,调节泥水混合液中的氨氮保留率,使通过CEPT方法得到的泥水混合液中的氨氮含量大于待处理的城市污水原水中的氨氮含量的90%。本实施例采用CEPT方法最大程度上保留氨氮,为后续自养脱氮处理做好准备。

[0093] 实施例九:

[0094] 本实施例与前述实施例基本相同,特别之处在于:

[0095] 在本实施例中,参见图1,在所述步骤f中,维持氨氧化菌的增殖速率大于亚硝酸盐氧化菌的增殖速率,从而实现污泥消化液的短程硝化持续进行,并通过在线检测污泥消化液的pH、ORP与DO,通过以上污泥消化液的参数的变化规律判断硝化反应的终点,控制硝态氮的产生,进行污水中氮的去除。本实施例通过选择合适的环境条件可以将亚硝酸盐氧化菌淘洗掉,保证氨氧化菌的增殖速率要大于亚硝酸盐氧化菌的增殖速率,从而实现污泥消化液的短程硝化。

[0096] 实施例十:

[0097] 本实施例与前述实施例基本相同,特别之处在于:

[0098] 在本实施例中,参见图1,在所述步骤h中,控制所述厌氧氨氧化反应器5中的多相混合液的pH、温度、无机碳含量、有机物含量和氧气浓度,并根据氨氮浓度调节所述厌氧氨氧化反应器5的进水亚硝的量,保证所述厌氧氨氧化反应器5的稳定运行。本实施例提高丰

富的控制所述厌氧氨氧化反应器5中的多相混合液的参数检测方法,准确获取多相混合液的一系列参数,为厌氧氨氧化反应器5的工作稳定性和无故障作业工时提高保障。

[0099] 上面对本发明实施例结合附图进行了说明,但本发明不限于上述实施例,还可以根据本发明的发明创造的目的做出多种变化,凡依据本发明技术方案的精神实质和原理下做的改变、修饰、替代、组合或简化,均应为等效的置换方式,只要符合本发明的发明目的,只要不背离本发明的技术原理和发明构思,都属于本发明的保护范围。

