



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103663863 B

(45) 授权公告日 2015. 01. 07

(21) 申请号 201310598643. 6

(22) 申请日 2013. 11. 25

(73) 专利权人 北京工业大学

地址 100124 北京市朝阳区平乐园 100 号

(72) 发明人 王淑莹 王晓霞 彭永臻 翁冬晨

(74) 专利代理机构 北京思海天达知识产权代理有限公司 11203

代理人 刘萍

(51) Int. Cl.

C02F 9/14 (2006. 01)

(56) 对比文件

KR 20020072360 A, 2002. 09. 14, 全文.

CN 102452768 A, 2012. 05. 16, 全文.

CN 102583883 A, 2012. 07. 18, 全文.

孙红芳等. 短程硝化 / 厌氧氨氧化联合工艺处理含氨废水的研究. 《中国给水排水》. 2009, 第 25 卷 (第 3 期), 第 37-41 页.

审查员 马小玲

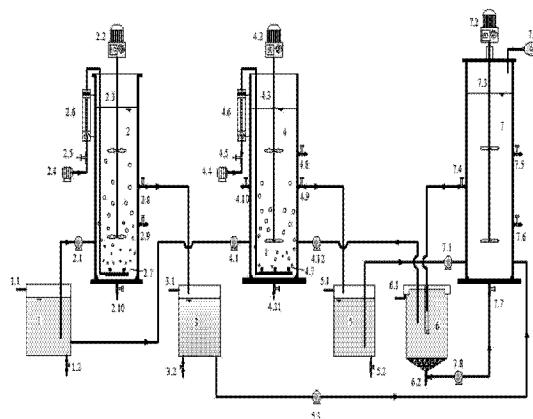
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 1 页

(54) 发明名称

低 CN 比污水反硝化除磷与分段式短程硝化接厌氧氨氧化脱氮的装置和方法

(57) 摘要

低 CN 比污水反硝化除磷与分段式短程硝化接厌氧氨氧化脱氮的装置和方法, 属于污水生物处理领域, 装置包括城市污水原水箱、短程硝化反应器、第一调节水箱、反硝化除磷反应器、第二调节水箱、沉淀池、厌氧氨氧化反应器; 城市污水分别进入短程硝化反应器和反硝化除磷反应器, 在短程硝化反应器内实现 NH_4^+-N 向 NO_2^--N 的转变, 在反硝化除磷反应器内聚磷菌利用原水中的有机碳源厌氧释磷, 两反应器出水分别经调节水箱调节水量后进入厌氧氨氧化反应器实现氮的去除, 出水则回流至反硝化除磷反应器内进行反硝化除磷和好氧吸磷。该方法降低了氧耗、能耗, 脱氮不需碳源, 解决了除磷菌和脱氮菌在碳源、溶解氧、污泥龄等方面的矛盾和竞争, 实现了出水中 NO_3^--N 的回收利用。



1. 低 CN 比污水反硝化除磷与分段式短程硝化接厌氧氨氧化脱氮的装置,其特征在于,包括城市污水原水箱 (1)、短程硝化 SBR 反应器 (2)、第一调节水箱 (3)、反硝化除磷 SBR 反应器 (4)、第二调节水箱 (5)、沉淀池 (6)、厌氧氨氧化 ASBR 反应器 (7);其中所述城市污水原水箱 (1) 通过第一进水泵 (2.1) 与短程硝化 SBR 反应器 (2) 相连接;短程硝化 SBR 反应器 (2) 第一出水阀 (2.8) 与第一调节水箱 (3) 相连接;城市污水原水箱 (1) 通过第二进水泵 (4.1) 与反硝化除磷 SBR 反应器 (4) 相连接;反硝化除磷 SBR 反应器 (4) 通过第二出水阀 (4.9) 与第二调节水箱 (5) 相连接;第一调节水箱 (3) 通过第三进水泵 (5.3) 与厌氧氨氧化 ASBR 反应器 (7) 相连接;第二调节水箱 (5) 通过第四进水泵 (7.1) 与厌氧氨氧化 ASBR 反应器 (7) 相连接;厌氧氨氧化 ASBR 反应器 (7) 第四出水阀 (7.4) 与沉淀池 (6) 相连接;沉淀池 (6) 通过第五进水泵 (4.12) 与反硝化除磷 SBR 反应器 (4) 相连接;沉淀池 (6) 第六放空管 (6.2) 通过污泥回流泵 (7.8) 与厌氧氨氧化 ASBR 反应器 (7) 污泥回流管 (7.7) 相连接;

所述短程硝化 SBR 反应器 (2) 内置有第一搅拌桨 (2.3)、第一气泵 (2.4)、第一气体流量计 (2.6)、第一曝气头 (2.7)、第一出水阀 (2.8)、第一采样口 (2.9);

所述反硝化除磷 SBR 反应器 (4) 内置有第二搅拌桨 (4.3)、第二气泵 (4.4)、第二气体流量计 (4.6)、第二曝气头 (4.7)、第二采样口 (4.8)、第二出水阀 (4.9)、第三出水阀 (4.10);

所述厌氧氨氧化 ASBR 反应器 (7) 内置有第三搅拌桨 (7.3)、第四出水阀 (7.4)、第三采样口 (7.5)、第四采样口 (7.6)。

2. 应用权利要求 1 所述的低 CN 比污水反硝化除磷与分段式短程硝化接厌氧氨氧化脱氮的装置的方法,其特征在于,包括以下内容:

1) 系统启动:将短程硝化污泥或城市污水厂剩余污泥投加到短程硝化 SBR 反应器 (2),使接种后反应器内活性污泥浓度达到 $2500 \sim 4000\text{mg/L}$;将城市污水厂剩余污泥或具有脱氮除磷性能的活性污泥投加到反硝化除磷 SBR 反应器 (4),使接种后反应器内活性污泥浓度达到 $2500 \sim 4000\text{mg/L}$;将厌氧氨氧化污泥投加到厌氧氨氧化 ASBR 反应器 (7),使反应器内活性污泥浓度达到 $3000 \sim 5000\text{mg/L}$;

2) 运行时调节操作:

将城市污水加入城市污水原水箱 (1),启动第一进水泵 (2.1) 和第二进水泵 (4.1) 将城市污水分别抽入短程硝化 SBR 反应器 (2) 和反硝化除磷 SBR 反应器 (4);短程硝化 SBR 反应器 (2) 运行时,污泥龄控制在 $10 \sim 20\text{d}$,每周曝气搅拌 $60 \sim 180\text{min}$,并控制短程硝化 SBR 反应器 (2) 内溶解氧浓度为 $0.5 \sim 1\text{mg/L}$,曝气搅拌结束后沉淀排水,排水比为 $20\% \sim 60\%$,出水排入第一调节水箱 (3);反硝化除磷 SBR 反应器 (5) 运行时,每周期厌氧搅拌 $60 \sim 180\text{min}$,沉淀排水,排水比为 $20 \sim 60\%$,出水排入第二调节水箱 (5);

启动第三进水泵 (5.3) 将短程硝化 SBR 反应器 (2) 出水由第一调节水箱 (2) 抽入厌氧氨氧化 ASBR 反应器 (7),启动第四进水泵 (7.1) 将反硝化除磷 SBR 反应器 (4) 出水由第二调节水箱 (5) 抽入厌氧氨氧化 ASBR 反应器 (7),通过调控两者进水体积,使厌氧氨氧化 ASBR 反应器 (7) 中 $\text{NO}_2^- - \text{N} : \text{NH}_4^+ - \text{N}$ 质量浓度比为 $1 \sim 1.3$;当 $\text{NO}_2^- - \text{N} : \text{NH}_4^+ - \text{N}$ 质量浓度比小于 1 时,减少反硝化除磷 SBR 反应器 (2) 出水的进水体积,当两者质量浓度比大于 1.3 时,增大反硝化除磷 SBR 反应器 (2) 出水的进水体积;

厌氧氨氧化 ASBR 反应器 (7) 运行时, 厌氧搅拌 60 ~ 330min, 沉淀排水, 排水比为 40 ~ 60%, 出水排入沉淀池 (6); 当沉淀池 (6) 中污泥累积大于 1L 时, 启动污泥回流泵 (7.8), 将沉淀池 (6) 中的剩余污泥全部回流至厌氧氨氧化 ASBR 反应器 (7), 以防止厌氧氨氧化污泥流失;

启动第五进水泵 (4.12) 将厌氧氨氧化 ASBR 反应器 (7) 出水从沉淀池 (6) 抽入反硝化除磷 SBR 反应器 (4), 缺氧搅拌直至 $\text{NO}_3^- - \text{N} < 1\text{mg/L}$, 再控制反硝化除磷 SBR 反应器 (4) 内 DO 浓度为 1 ~ 2mg/L 并曝气搅拌直至 $\text{P} < 0.5\text{mg/L}$, 沉淀排水, 排水比为 20 ~ 60%; 反硝化除磷 SBR 反应器 (4) 运行时需排泥, 使反硝化除磷 SBR 反应器 (4) 内污泥浓度维持在 2500 ~ 4000mg/L 范围内。

低 CN 比污水反硝化除磷与分段式短程硝化接厌氧氨氧化脱氮的装置和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及污水生物处理技术领域,尤其涉及低 CN 比污水反硝化除磷与分段式短程硝化接厌氧氨氧化脱氮的装置和方法。

背景技术

[0002] 我国是一个缺水严重的国家,水资源总量为 28124 亿 m^3 ,实际可以利用的水资源总量只占总量的 32% 左右,人均水资源总量不到 2300 m^3 ,仅为世界平均水平的 1/4,在世界 153 个国家中位居 121 位;并且,城市化的迅速发展给我国经济带来巨大活力的同时,也给城市水环境带来巨大的负面影响,城市水资源过度消耗,污水排放量不断增加,由此导致了水污染,水体富营养化,破坏了水环境,加剧了水资源的供需矛盾。

[0003] 城市污水是宝贵的城市第二水源,城市污水处理及再利用,是缓解水危机、恢复或维系社会用水健康循环的重中之重,污水处理技术也逐渐地从以单一去除有机物为目的的阶段进入同时脱氮除磷的深度处理阶段。在污水生物处理过程中,为了从本质上解决除磷菌和脱氮菌之间存在的矛盾和竞争,可以将除磷和脱氮过程分别进行。目前,对于生物除磷,反硝化除磷工艺具有高效、低能耗的特点,在处理碳、氮、磷比例失调和碳源不足的城市污水方面尤为突出;而对于生物脱氮,短程硝化和厌氧氨氧化组合工艺无疑是最具有发展前景的脱氮工艺。

[0004] 两级 SBR-ASBR 短程硝化厌氧氨氧化脱氮工艺耦合 SBR 反硝化除磷工艺用于低 CN 比城市污水的脱氮除磷,是一种新的脱氮除磷思路,在将其用于碳、氮、磷比例失调且碳源偏低城市污水的处理中,缩短了脱氮除磷流程,工艺流程简单,可实现高效、低能耗的脱氮除磷。

[0005] 一方面,短程硝化与厌氧氨氧化技术实现了最短及高效的氨氮转换为氮气的路径,且不需要有机碳源,且短程硝化反应器与厌氧氨氧化反应器分开运行,更易于实现稳定的短程硝化和厌氧氨氧化;另一方面,反硝化除磷技术实现了脱氮和除磷过程的统一,可有效的利用污水中的碳源和厌氧氨氧化过程产生的 NO_3^- -N,使得反硝化和除磷同时发生,使得污水的同步脱氮除磷更容易实现。

发明内容

[0006] 本发明的目的就是提供一种低 CN 比污水反硝化除磷与分段式短程硝化接厌氧氨氧化脱氮的装置和方法,实现高效、节能、低成本的低碳氮比城市污水同步脱氮除磷,从本质上解决除磷菌和脱氮菌之间存在的矛盾和竞争。结合 SBR 反应器便于实时控制、运行操作灵活等优点,采用三组 SBR 反应器对短程硝化、厌氧氨氧化和反硝化除磷过程分别调控,易于有效的维持系统运行稳定性,以及亚硝积累率、反硝化除磷率和厌氧氨氧化脱氮率。该发明可以从根本上解决低碳城市污水处理的难题,同时也为剩余污泥减量化和节约能耗提供新思路。

[0007] 本发明的目的是通过以下技术方案来解决的：低 CN 比污水反硝化除磷与分段式短程硝化接厌氧氨氧化脱氮的装置，其特征在于，包括城市污水原水箱 1、短程硝化 SBR 反应器 2、第一调节水箱 3、反硝化除磷 SBR 反应器 4、第二调节水箱 5、沉淀池 6、厌氧氨氧化 ASBR 反应器 7；其中所述城市污水原水箱 1 通过第一进水泵 2.1 与短程硝化 SBR 反应器 2 相连接；短程硝化 SBR 反应器 2 第一出水阀 2.8 与第一调节水箱 3 相连接；城市污水原水箱 1 通过第二进水泵 4.1 与反硝化除磷 SBR 反应器 4 相连接；反硝化除磷 SBR 反应器 4 通过第二出水阀 4.9 与第二调节水箱 5 相连接；第一调节水箱 3 通过第三进水泵 5.3 与厌氧氨氧化 ASBR 反应器 7 相连接；第二调节水箱 5 通过第四进水泵 7.1 与厌氧氨氧化 ASBR 反应器 7 相连接；厌氧氨氧化 ASBR 反应器 7 第四出水阀 7.4 与沉淀池 6 相连接；沉淀池 6 通过第五进水泵 4.12 与反硝化除磷 SBR 反应器 4 相连接；沉淀池 6 第六放空管 6.2 通过污泥回流泵 7.8 与厌氧氨氧化 SBR 反应器 7 污泥回流管 7.7 相连接；

[0008] 所述短程硝化 SBR 反应器 2 内置有第一搅拌桨 2.3、第一气泵 2.4、第一气体流量计 2.6、第一曝气头 2.7、第一出水阀 2.8、第一采样口 2.9；

[0009] 所述反硝化除磷 SBR 反应器 4 内置有第二搅拌桨 4.3、第二气泵 4.4、第二气体流量计 4.6、第二曝气头 4.7、第二采样口 4.8、第二出水阀 4.9、第三出水阀 4.10；

[0010] 所述厌氧氨氧化 ASBR 反应器 7 内置有第三搅拌桨 7.3、第四出水阀 7.4、第三采样口 7.5、第四采样口 7.6。

[0011] 污水在此装置中的处理流程为：城市污水分别通过第一进水泵 2.1 和第二进水泵 4.1 由城市污水原水箱 1 抽入短程硝化 SBR 反应器 2 和反硝化除磷 SBR 反应器 4；在短程硝化 SBR 反应器 2 内，通过调控 pH、游离氨 FA 和 DO 等运行参数，抑制亚硝酸盐氧化菌 NOB 的活性，原水中的 NH_4^+-N 可在氨氧化菌 AOB 的作用下被氧化成 NO_2^--N ，出水经第一出水阀 2.8 排入第一调节水箱 3；在反硝化除磷 SBR 反应器 4 内，聚磷菌 PAOs 利用原水中的有机碳源厌氧释磷，同时合成内碳源，厌氧释磷结束后出水经第二出水阀 4.9 排入第二调节水箱 5；开启第三进水泵 5.3 和第四进水泵 7.1，分别将短程硝化 SBR 反应器 2 的短程硝化出水和反硝化除磷 SBR 反应器 2 厌氧释磷后的出水抽入厌氧氨氧化 ASBR 反应器 7，在厌氧氨氧化菌 ANAMMOX 的厌氧氨氧化作用下，混合液中的 NH_4^+-N 和 NO_2^--N 转化成 N_2 和部分 NO_3^--N ，出水通过第四出水阀 7.4 排入沉淀池 6；开启第五进水泵 4.12，将沉淀池 6 中的厌氧氨氧化 ASBR 反应器 5 出水回抽至反硝化除磷 SBR 反应器 4，反硝化除磷菌 DPAOs 利用内碳源和厌氧氨氧化出水中 NO_3^--N 进行缺氧反硝化除磷，之后再进行一次一段时间的微曝气，对磷的进一步吸收，出水通过第三出水阀 4.10 排出。

[0012] 本发明还提供了一种低 CN 比污水反硝化除磷与分段式短程硝化接厌氧氨氧化脱氮的方法，其具体的启动和操作步骤如下：

[0013] 1) 系统启动：将短程硝化污泥或城市污水厂剩余污泥投加到短程硝化 SBR 反应器 2，使接种后反应器内活性污泥浓度达到 $2500 \sim 4000\text{mg/L}$ ；将城市污水厂剩余污泥或具有脱氮除磷性能的活性污泥投加到反硝化除磷 SBR 反应器 4，使接种后反应器内活性污泥浓度达到 $2500 \sim 4000\text{mg/L}$ ；将厌氧氨氧化污泥投加到厌氧氨氧化 ASBR 反应器 7，使反应器内活性污泥浓度达到 $3000 \sim 5000\text{mg/L}$ ；

[0014] 2) 运行时调节操作：

[0015] 将城市污水加入城市污水原水箱 1，启动第一进水泵 2.1 和第二进水泵 4.1 将城

市污水分别抽入短程硝化 SBR 反应器 2 和反硝化除磷 SBR 反应器 4 ;短程硝化 SBR 反应器 2 运行时,污泥龄控制在 10 ~ 20d,每周曝气搅拌 60 ~ 180min,并控制短程硝化 SBR 反应器 2 内溶解氧浓度为 0.5 ~ 1mg/L,曝气搅拌结束后沉淀排水,排水比为 20% ~ 60%,出水排入第一调节水箱 3 ;反硝化除磷 SBR 反应器 5 运行时,每周期厌氧搅拌 60 ~ 180min,沉淀排水,排水比为 20 ~ 60%,出水排入第二调节水箱 5 ;

[0016] 启动第三进水泵 5.3 将短程硝化 SBR 反应器 2 出水由第一调节水箱 2 抽入厌氧氨氧化 ASBR 反应器 7,启动第四进水泵 7.1 将反硝化除磷 SBR 反应器 4 出水由第二调节水箱 5 抽入厌氧氨氧化 ASBR 反应器 7,通过调控两者进水体积,使厌氧氨氧化 ASBR 反应器 7 中 $\text{NO}_2^- - \text{N} : \text{NH}_4^+ - \text{N}$ 质量浓度比为 1 ~ 1.3 ;当 $\text{NO}_2^- - \text{N} : \text{NH}_4^+ - \text{N}$ 质量浓度比小于 1 时,减少反硝化除磷 SBR 反应器 2 出水的进水体积,当两者质量浓度比大于 1.3 时,增大反硝化除磷 SBR 反应器 2 出水的进水体积 ;

[0017] 厌氧氨氧化 ASBR 反应器 7 运行时,厌氧搅拌 60 ~ 330min,沉淀排水,排水比为 40 ~ 60%,出水排入沉淀池 6 ;当沉淀池 6 中污泥累积大于 1L 时,启动污泥回流泵 7.8,将沉淀池 6 中的剩余污泥全部回流至厌氧氨氧化 ASBR 反应器 7,以防止厌氧氨氧化污泥流失 ;

[0018] 启动第五进水泵 4.12 将厌氧氨氧化 ASBR 反应器 7 出水从沉淀池 6 抽入反硝化除磷 SBR 反应器 4,缺氧搅拌直至 $\text{NO}_3^- - \text{N} < 1\text{mg/L}$,再控制反硝化除磷 SBR 反应器 4 内 DO 浓度为 1 ~ 2mg/L 并曝气搅拌直至 $\text{P} < 0.5\text{mg/L}$,沉淀排水,排水比为 20 ~ 60% ;反硝化除磷 SBR 反应器 4 运行需排泥,使反硝化除磷 SBR 反应器 4 内污泥浓度维持在 2500 ~ 4000mg/L 范围内。

[0019] 本发明的低 CN 比污水反硝化除磷与分段式短程硝化接厌氧氨氧化脱氮的装置和方法,具有以下优点 :

[0020] 1 原水中的氮主要通过短程硝化和厌氧氨氧化过程去除,而短程硝化和厌氧氨氧化反应均为自养反应,不消耗原水中的有机碳源。因此,原水中的有机碳源均用在除磷上,保证了除磷过程有足够的有机物,从本质上解决了除磷菌和脱氮菌在碳源方面存在的矛盾和竞争。

[0021] 2 反硝化除磷、短程硝化、以及厌氧氨氧化分别在三个不同的 SBR 反应器中进行,解决了除磷菌和脱氮菌在溶解氧、泥龄等方面的矛盾和竞争,更易于维持系统的脱氮除磷率和运行稳定性。

[0022] 3 将短程硝化和厌氧氨氧化脱氮技术应用于低碳城市污水的脱氮处理中,实现了最短及高效的 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 转换为 N_2 的技术路径,不需要有机碳源,减少了化学药品的投加量,污泥产量也随之减少,减轻了后续污泥的处理成本。

[0023] 4 将反硝化除磷技术应用于低碳城市污水的除磷中,实现了脱氮和除磷的统一,在去除厌氧氨氧化出水中 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 的同时,可实现原水中磷的去除。

[0024] 总之,短程硝化厌氧氨氧化脱氮和反硝化除磷工艺无论从经济上、运行上、还是脱氮效率上,都具有较高的应用价值和开发潜力。

附图说明

[0025] 图 1 为本发明低 CN 比污水反硝化除磷与分段式短程硝化接厌氧氨氧化脱氮的装置的结构示意图。

[0026] 图中 1 为城市污水原水箱 ;2 为短程硝化 SBR 反应器 ;3 为第一调节水箱 ;4 为反硝化除磷 SBR 反应器 ;5 第一调节水箱 ;6 沉淀池 ;7 为厌氧氨氧化 ASBR 反应器 ;1.1 为第一溢流管 ;1.2 为第一放空管 ;2.1 为第一进水泵 ;2.2 为第一搅拌器 ;2.3 为第一搅拌桨 ;2.4 为第一气泵 ;2.5 为第一电磁阀 ;2.6 为第一气体流量计 ;2.7 为第一曝气头 ;2.8 为第一出水阀 ;2.9 为第一采样口 ;2.10 为第二放空管 ;3.1 为第二溢流管 ;3.2 为第三放空管 ;4.1 为第二进水泵 ;4.2 为第二搅拌器 ;4.3 为第二搅拌桨 ;4.4 为第二气泵 ;4.5 为第二电磁阀 ;4.6 为第二气体流量计 ;4.7 为第二曝气头 ;4.8 为第二采样口出水阀 ;4.9 为第二出水阀 ;4.10 为第三出水阀 ;4.11 为第四放空管 ;4.12 为第五进水泵 ;5.1 为第三溢流管 ;5.2 为第五放空管 ;6.1 为第四溢流管 ;6.2 为第六放空管 ;7.1 为第四进水泵 ;7.2 为第三搅拌器 ;7.3 为第三搅拌桨 ;7.4 为第二出水阀 ;7.5 为第三采样口 ;7.6 为第四采样口 ;7.7 为污泥回流管 ;7.8 为污泥回流泵。

具体实施方式

[0027] 下面结合附图和实施例对本发明做进一步的说明 :如图 1 所示,低 CN 比污水反硝化除磷与分段式短程硝化接厌氧氨氧化脱氮的装置,包括城市污水原水箱 1、短程硝化 SBR 反应器 2、第一调节水箱 3、反硝化除磷 SBR 反应器 4、第二调节水箱 5、沉淀池 6、厌氧氨氧化 ASBR 反应器 7 ;其中所述城市污水原水箱 1 通过第一进水泵 2.1 与短程硝化 SBR 反应器 2 相连接 ;短程硝化 SBR 反应器 2 第一出水阀 2.8 与第一调节水箱 3 相连接 ;城市污水原水箱 1 通过第二进水泵 4.1 与反硝化除磷 SBR 反应器 4 相连接 ;反硝化除磷 SBR 反应器 4 第二出水阀 4.9 与第二调节水箱 5 相连接 ;第一调节水箱 3 通过第三进水泵 5.3 与厌氧氨氧化 ASBR 反应器 7 相连接 ;第二调节水箱 5 通过第四进水泵 7.1 与厌氧氨氧化 ASBR 反应器 7 相连接 ;厌氧氨氧化 ASBR 反应器 7 第四出水阀 7.4 与沉淀池 6 相连接 ;沉淀池 6 通过第五进水泵 4.12 与反硝化除磷 SBR 反应器 4 相连接 ;沉淀池 6 第六放空管 6.2 通过污泥回流泵 7.8 与厌氧氨氧化 ASBR 反应器 7 污泥回流管 7.7 相连接 ;

[0028] 所述短程硝化 SBR 反应器 2 内置有第一搅拌桨 2.3、第一气泵 2.4、第一气体流量计 2.6、第一曝气头 2.7、第一出水阀 2.8、第一采样口 2.9 ;

[0029] 所述反硝化除磷 SBR 反应器 4 内置有第二搅拌桨 4.3、第二气泵 4.4、第二气体流量计 4.6、第二曝气头 4.7、第二采样口 4.8、第二出水阀 4.9、第三出水阀 4.10 ;

[0030] 所述厌氧氨氧化 ASBR 反应器 7 内置有第三搅拌桨 7.3、第四出水阀 7.4、第三采样口 7.5、第四采样口 7.6。

[0031] 试验过程中,具体实验用水取自北京工业大学家属区生活污水作为进水,具体水质如下 :COD 浓度为 154 ~ 248mg/L, NH_4^+ -N 浓度为 45 ~ 79mg/L, NO_2^- -N 浓度 < 1mg/L, NO_3^- -N 浓度 0.1 ~ 1.4mg/L, P 浓度 4.3 ~ 7.6mg/L, pH 为 7.3 ~ 7.6。试验系统如图 1 所示,各反应器均采用有机玻璃制作,短程硝化 SBR 反应器 2 有效容积为 7L,反硝化除磷 SBR 反应器 4 有效容积为 8L,厌氧氨氧化 ASBR 反应器 7 有效容积为 9L。

[0032] 具体运行操作如下 :

[0033] 1) 系统启动 :将短程硝化污泥或城市污水厂剩余污泥投加到短程硝化 SBR 反应器 2,使接种后反应器内活性污泥浓度达到 3000mg/L ;将城市污水厂剩余污泥或具有脱氮除磷性能的活性污泥投加到反硝化除磷 SBR 反应器 4,使接种后反应器内活性污泥浓度达到

3000mg/L;将厌氧氨氧化污泥投加到厌氧氨氧化 ASBR 反应器 7,使反应器内活性污泥浓度达到 4000mg/L;

[0034] 2) 运行时调节操作:

[0035] 将城市污水加入城市污水原水箱 1,启动第一进水泵 2.1 和第二进水泵 4.1 将城市污水分别 3L 和 4L 的生活污水抽入短程硝化 SBR 反应器 2 和反硝化除磷 SBR 反应器 4;短程硝化 SBR 反应器 2 运行时,污泥龄控制在 15 ~ 20d,每周期曝气搅拌 150min,并控制短程硝化 SBR 反应器 2 内溶解氧浓度为 0.5 ~ 1mg/L,曝气搅拌结束后沉淀排水,排水比为 45%,出水排入第一调节水箱 3;反硝化除磷 SBR 反应器 5 运行时,每周期厌氧搅拌 150min,沉淀排水,排水比为 50%,出水排入第二调节水箱 5;

[0036] 启动第三进水泵 5.3 将 3L 短程硝化 SBR 反应器 2 出水由第一调节水箱 2 抽入厌氧氨氧化 ASBR 反应器 7,启动第四进水泵 7.1 将 2L 反硝化除磷 SBR 反应器 4 出水由第二调节水箱 5 抽入厌氧氨氧化 ASBR 反应器 7,此时厌氧氨氧化 ASBR 反应器 7 中 $\text{NO}_2^- - \text{N} : \text{NH}_4^+ - \text{N}$ 质量浓度比在 1 ~ 1.3 范围内;当 $\text{NO}_2^- - \text{N} : \text{NH}_4^+ - \text{N}$ 质量浓度比小于 1 时,减少反硝化除磷 SBR 反应器 2 出水的进水体积,当两者质量浓度比大于 1.3 时,增大反硝化除磷 SBR 反应器 2 出水的进水体积;

[0037] 厌氧氨氧化 ASBR 反应器 7 运行时,厌氧搅拌 180min,沉淀排水,排水比为 55%,出水排入沉淀池 6;当沉淀池 6 中污泥累积大于 1L 时,启动污泥回流泵 7.8,将沉淀池 6 中的剩余污泥全部回流至厌氧氨氧化 ASBR 反应器 7,以防止厌氧氨氧化污泥流失;

[0038] 启动第五进水泵 4.12 将 5L 厌氧氨氧化 ASBR 反应器 7 出水从沉淀池 6 抽入反硝化除磷 SBR 反应器 4,缺氧搅拌直至 $\text{NO}_3^- - \text{N} < 1\text{mg/L}$,再控制反硝化除磷 SBR 反应器 4 内 DO 浓度为 1 ~ 2mg/L 并曝气搅拌直至 $\text{P} < 0.5\text{mg/L}$,沉淀排水,排水比为 55%;反硝化除磷 SBR 反应器 4 运行时污泥龄为 15d。

[0039] 试验结果表明:运行稳定后,反硝化除磷 SBR 反应器出水 COD 浓度为 43 ~ 55mg/L, $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 浓度为 $< 5\text{mg/L}$, $\text{NO}_2^- - \text{N}$ 为 $< 1\text{mg/L}$, $\text{NO}_3^- - \text{N} < 1\text{mg/L}$, $\text{P} < 0.5\text{mg/L}$, TN 低于 8mg/L,达到一级 A 排放标准。

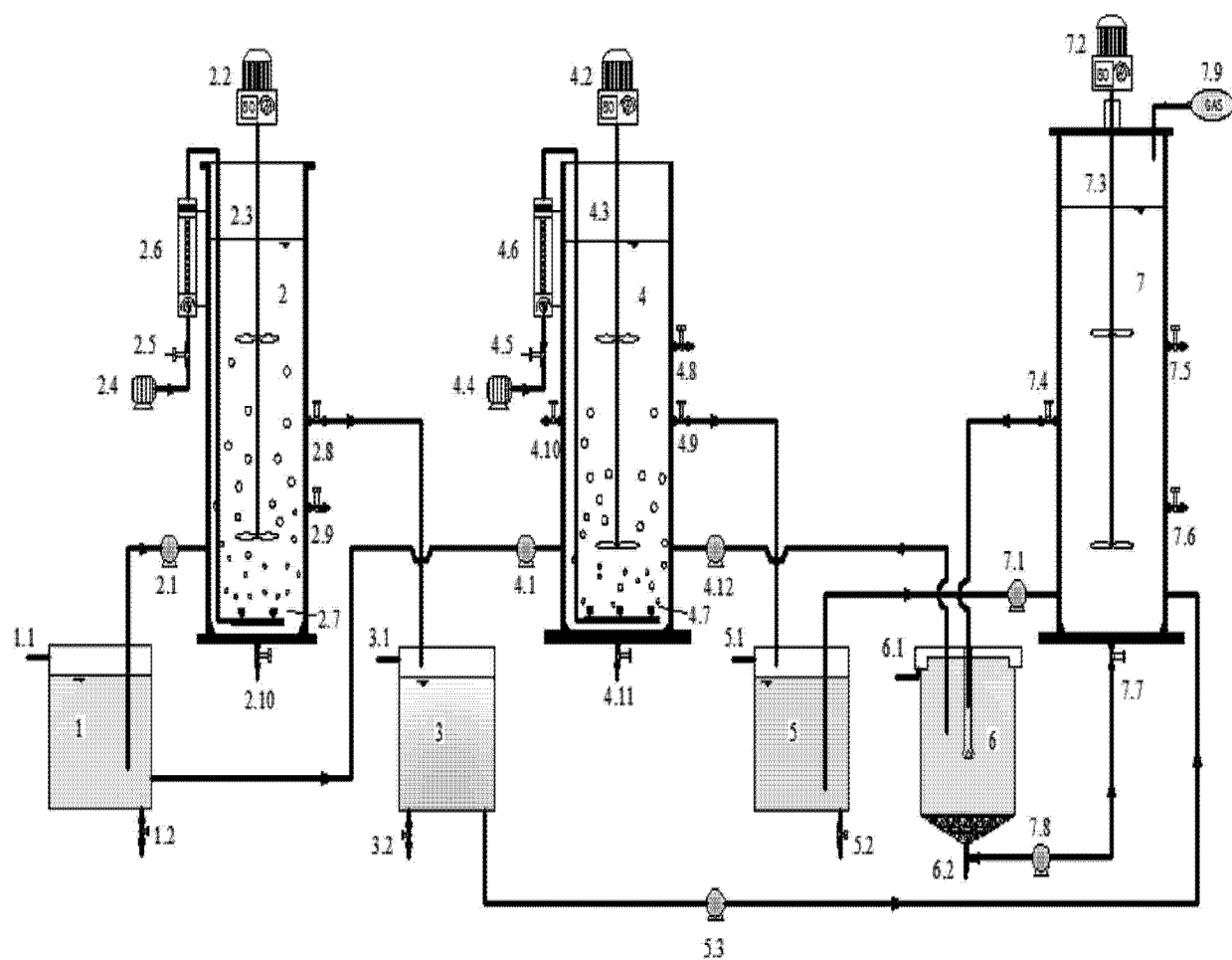


图 1