



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103663862 B

(45) 授权公告日 2015. 06. 17

(21) 申请号 201310598641. 7

KR 10-2013-0041615 A, 2013. 04. 25, 全文.

(22) 申请日 2013. 11. 25

CN 202542997 U, 2012. 11. 21, 全文.

(73) 专利权人 北京工业大学

审查员 祁明亮

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

CN 101244883 A, 2008. 08. 20, 全文.

US 2010/0133179 A1, 2010. 06. 03, 全文.

CN 102557356 A, 2012. 07. 11, 全文.

JP 特开 2013-99730 A, 2013. 05. 23, 全文.

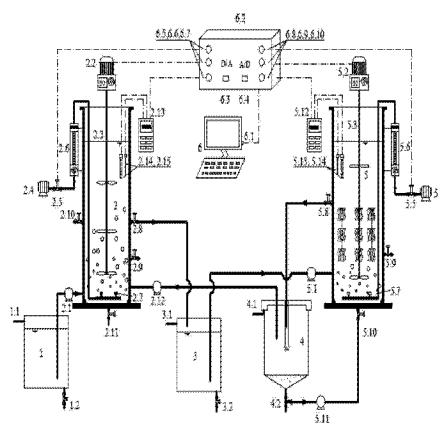
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

亚硝化与厌氧氨氧化耦合反硝化除磷强化低
CN 比城市污水脱氮除磷的装置和方法

(57) 摘要

亚硝化与厌氧氨氧化耦合反硝化除磷强化低
CN 比城市污水脱氮除磷的装置和方法, 属于污水
生物处理领域。装置包括城市污水原水箱、反硝化
除磷反应器、调节水箱、沉淀池、一体化短程硝化
和厌氧氨氧化反应器; 城市污水进入反硝化除磷
反应器后, 聚磷菌利用生活污水中的有机碳源厌
氧释磷, 释磷结束后沉淀排水, 出水经调节水箱调
节水量后进入一体化短程硝化和厌氧氨氧化反应
器, 其中所含 NH_4^+-N 经短程硝化和厌氧氨氧化作
用转化为 N_2 得以有效去除, 所含 PO_4^{3-} 及厌氧氨氧
化作用产生的少量 NO_3^--N 则随出水回流至反硝化
除磷反应器内进行反硝化除磷, 此后进行一段时
间的微曝气。该方法节省了氧耗、能耗, 提高了脱
氮除磷率, 避免了碳源不足的问题。



1. 亚硝化与厌氧氨氧化耦合反硝化除磷强化低 CN 比城市污水脱氮除磷的装置, 其特征在于, 包括城市污水原水箱 (1)、反硝化除磷 SBR 反应器 (2)、调节水箱 (3)、沉淀池 (4)、一体化短程硝化和厌氧氨氧化 SBBR 反应器 (5), 以及在线监测和反馈控制系统 (6); 其中所述城市污水原水箱 (1) 通过第一进水泵 (2.1) 与反硝化除磷 SBR 反应器 (2) 相连接; 反硝化除磷 SBR 反应器 (2) 第一出水阀 (2.8) 与调节水箱 (3) 相连接; 调节水箱 (3) 通过第二进水泵 (5.1) 与一体化短程硝化和厌氧氨氧化 SBBR 反应器 (5) 相连接; 一体化短程硝化和厌氧氨氧化 SBBR 反应器 (5) 第三出水阀 (5.8) 与沉淀池 (4) 相连接; 沉淀池 (4) 通过第三进水泵 (2.12) 与反硝化除磷 SBR 反应器 (2) 相连接; 沉淀池 (4) 第四放空管 (4.2) 通过污泥回流泵 (5.11) 与一体化短程硝化和厌氧氨氧化 SBBR 反应器 (5) 污泥回流管 (5.10) 相连接;

所述反硝化除磷 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)、第二出水阀 (2.10)、第一 pH 传感器 (2.14)、第一 DO 传感器 (2.15);

所述一体化短程硝化和厌氧氨氧化 SBBR 反应器 (5) 内置有第二搅拌桨 (5.3)、第二气泵 (5.4)、第二气体流量计 (5.6)、第二曝气头 (5.7)、第三出水阀 (5.8)、第二采样口 (5.9)、第二 pH 传感器 (5.13)、第二 DO 传感器 (5.14);

所述在线监测和反馈控制系统 (6) 包括计算机 (6.1) 和可编程过程控制器 (6.2), 可编程过程控制器 (6.2) 内置信号转换器 DA 转换接口 (6.3)、信号转换器 AD 转换接口 (6.4)、第一曝气继电器 (6.5)、第一搅拌继电器 (6.6)、第一 pH 和 DO 数据信号接口 (6.7)、第二曝气继电器 (6.8)、第二搅拌继电器 (6.9)、第二 pH 和 DO 数据信号接口 (6.10); 其中, 可编程过程控制器 (6.2) 上的信号转换器 AD 转换接口 (6.4) 通过电缆线与计算机 (6.1) 相连接, 将传感器模拟信号转换成数字信号传递给计算机 (6.1); 计算机 (6.1) 通过信号转换器 DA 转换接口 (6.3) 与可编程过程控制器 (6.2) 相连接, 将计算机 (6.1) 的数字指令传递给可编程过程控制器 (6.2); 第一曝气继电器 (6.5) 与第一电磁阀 (2.5) 相连接; 第一搅拌继电器 (6.6) 与第一搅拌器 (2.2) 相连接; 第一 pH 和 DO 数据信号接口 (6.7) 通过传感器导线与第一 pH 和 DO 测定仪 (2.13) 相连接; 第一 pH 传感器 (2.14)、第一 DO 传感器 (2.15) 分别通过传感器导线与第一 pH 和 DO 测定仪 (2.13) 相连接; 第二曝气继电器 (6.8) 与第二电磁阀 (5.5) 相连接; 第二搅拌继电器 (6.9) 与第二搅拌器 (5.2) 相连接; 第二 pH 和 DO 数据信号接口 (6.10) 通过传感器导线与第二 pH 和 DO 测定仪 (5.12) 相连接; 第二 pH 传感器 (5.13)、第二 DO 传感器 (5.14) 分别通过传感器导线与第二 pH 和 DO 测定仪 (5.12) 相连接。

2. 应用权利要求 1 所述的亚硝化与厌氧氨氧化耦合反硝化除磷强化低 CN 比城市污水脱氮除磷的装置的方法, 其特征在于, 包括以下内容:

1) 系统启动: 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 (2), 使接种后反应器内活性污泥浓度达到 $2500 \sim 4000\text{mg/L}$; 将短程硝化污泥和厌氧氨氧化污泥按体积比 2:1 混合后投加至一体化短程硝化和厌氧氨氧化 SBBR 反应器 (5), 使反应器内活性污泥浓度达到 $3000 \sim 5000\text{mg/L}$;

2) 运行时调节操作如下:

将城市污水加入城市污水原水箱 (1), 启动第一进水泵 (2.1) 将城市污水抽入反硝化除磷 SBR 反应器 (2), 厌氧搅拌 $60 \sim 180\text{min}$, 当厌氧搅拌时 pH 值曲线出现拐点时停止厌氧

搅拌,沉淀后排水,排水比为 40 ~ 60%,出水排入调节水箱 (3);

启动第二进水泵 (5.1) 将反硝化除磷 SBR 反应器 (2) 出水从调节水箱 (3) 抽入一体化短程硝化和厌氧氨氧化 SBBR 反应器 (5),低氧曝气搅拌 10 ~ 60min,并通过在线监测和反馈控制系统 (6) 控制一体化短程硝化和厌氧氨氧化 SBBR 反应器 (5) 内 DO 浓度为 0.3 ~ 0.5mg/L,而后缺氧搅拌 30 ~ 120min,此后低氧曝气搅拌和缺氧搅拌交替,当低氧曝气搅拌时 pH 值曲线出现拐点时停止低氧曝气搅拌,再缺氧搅拌直至 $\text{NO}_2^- - \text{N} < 1\text{mg/L}$,沉淀排水,排水比为 40 ~ 60%,出水排入沉淀池;此处的低氧曝气搅拌,均指 DO 浓度为 0.3 ~ 0.5mg/L;

启动第三进水泵 (2.12) 将一体化短程硝化和厌氧氨氧化 SBBR 反应器 (5) 出水从沉淀池 (4) 抽入反硝化除磷 SBR 反应器 (2),缺氧搅拌 30 ~ 180min,当缺氧搅拌时 pH 值曲线出现拐点时停止缺氧搅拌,再曝气搅拌 30 ~ 180min,并通过在线监测和反馈控制系统 (6) 控制反硝化除磷 SBR 反应器 (2) 内 DO 浓度为 1.5 ~ 2mg/L,当曝气搅拌到 $P < 0.5\text{mg/L}$ 时停止曝气搅拌,沉淀排水,排水比为 40 ~ 60%;反硝化除磷 SBR 反应器 (2) 运行时需排泥,使反硝化除磷 SBR 反应器 (2) 内污泥浓度维持在 2500 ~ 4000mg/L 范围内;

当沉淀池 (4) 中污泥累积大于 1L 时,启动污泥回流泵 (5.11),将沉淀池 (4) 中的剩余污泥全部回流至一体化短程硝化和厌氧氨氧化 SBBR 反应器 (5),以防止厌氧氨氧化污泥流失。

亚硝化与厌氧氨氧化耦合反硝化除磷强化低 CN 比城市污水脱氮除磷的装置和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及污水生物处理技术领域,尤其涉及亚硝化与厌氧氨氧化耦合反硝化除磷强化低 CN 比城市污水脱氮除磷的装置和方法。

背景技术

[0002] 污水的除磷脱氮一直是污水研究领域的热点,现有污水处理工艺的研究也正在朝着高效、低能耗的方向发展。短程硝化与厌氧氨氧化脱氮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,不需投加酸碱中和试剂。反硝化除磷技术实现了脱氮和除磷过程的统一,而以往的污水脱氮除磷技术,如 A^2O ,存在着除磷不佳或脱氮不充分的问题。

[0003] 由于现行的污水脱氮除磷工艺中存在各种矛盾,如:聚磷菌 PAOs 与硝化菌对 DO 和污泥龄的竞争,PAOs 与反硝化菌对碳源的竞争,使得污水的同步脱氮除磷难以实现。并且,在实际应用过程中,氮和磷的排放都难以达到国家一级排放标准。这些矛盾在处理碳、氮、磷比例失调和碳源不足的城市污水(尤其是我国南方地区)时变得尤为明显,碳源不足已成为现行传统脱氮除磷工艺在处理低碳氮比城市污水时的“瓶颈”。

[0004] 因此,研发碳源偏低城市污水高效节能同步脱氮除磷的工艺已成为迫在眉睫的任务。本发明通过创造对厌氧氨氧化菌和反硝化聚磷菌有利的微生态环境,实现两种菌在脱氮除磷方面的协同耦合作用;通过短程硝化和厌氧氨氧化作用,实现低碳比城市污水的全程自养脱氮,通过反硝化除磷,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,实现“一碳两用”,解决反硝化与除磷对碳源竞争的矛盾;反硝化除磷过程结束后进行一段时间的微曝气,保证了系统除磷的高效、稳定性,降低传统脱氮除磷过程中所需的曝气量;本发明工艺流程简单,可实现高效的脱氮除磷,是具有前景的废水厌氧、缺氧处理研究方向,也是一种新的脱氮除磷思路。

发明内容

[0005] 本发明的目的就是提供一种亚硝化与厌氧氨氧化耦合反硝化除磷强化低 CN 比城市污水脱氮除磷的装置和方法,实现低碳氮比城市污水的高效节能同步脱氮除磷,解决传统脱氮除磷工艺中存在碳源不足、脱氮和除磷不能同时达到最佳等问题,工艺流程简单,运行费用低。此外,结合在线监测反应器中 pH 值和 DO 的变化情况,对短程硝化、厌氧氨氧化和反硝化除磷过程进行实时控制,可有效的维持系统运行稳定性。该发明结合了全程自养脱氮和反硝化除磷所具有的优点,可实现高效、低能耗的低 CN 比城市污水处理。

[0006] 本发明的目的是通过以下技术方案来解决的:亚硝化与厌氧氨氧化耦合反硝化除磷强化低 CN 比城市污水脱氮除磷的装置,其特征在于,包括城市污水原水箱 1、反硝化除磷 SBR 反应器 2、调节水箱 3、沉淀池 4、一体化短程硝化和厌氧氨氧化 SBBR 反应器 5,以及在线监测和反馈控制系统 6;其中所述城市污水原水箱 1 通过第一进水泵 2.1 与反硝化除磷

SBR 反应器 2 相连接 ;反硝化除磷 SBR 反应器 2 第一出水阀 2.8 与调节水箱 3 相连接 ;调节水箱 3 通过第二进水泵 5.1 与一体化短程硝化和厌氧氨氧化 SBBR 反应器 5 相连接 ;一体化短程硝化和厌氧氨氧化 SBBR 反应器 5 第三出水阀 5.8 与沉淀池 4 相连接 ;沉淀池 4 通过第三进水泵 2.12 与反硝化除磷 SBR 反应器 2 ;沉淀池 4 第四放空管 4.2 通过污泥回流泵 5.11 与一体化短程硝化和厌氧氨氧化 SBBR 反应器 5 污泥回流管 5.10 相连接 ;

[0007] 所述反硝化除磷 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、第二出水阀 2.10、第一 pH 传感器 2.14、第一 DO 传感器 2.15 ;

[0008] 所述一体化短程硝化和厌氧氨氧化 SBBR 反应器 5 内置有第二搅拌桨 5.3、第二气泵 5.4、第二气体流量计 5.6、第二曝气头 5.7、第三出水阀 5.8、第二采样口 5.9、第二 pH 传感器 5.13、第二 DO 传感器 5.14 ;

[0009] 所述在线监测和反馈控制系统 6 包括计算机 6.1 和可编程过程控制器 6.2,可编程过程控制器 6.2 内置信号转换器 DA 转换接口 6.3、信号转换器 AD 转换接口 6.4、第一曝气继电器 6.5、第一搅拌继电器 6.6、第一 pH 和 DO 数据信号接口 6.7、第二曝气继电器 6.8、第二搅拌继电器 6.9、第二 pH 和 DO 数据信号接口 6.10 ;其中,可编程过程控制器 6.2 上的信号转换器 AD 转换接口 6.4 通过电缆线与计算机 6.1 相连接,将传感器模拟信号转换成数字信号传递给计算机 6.1 ;计算机 6.1 通过信号转换器 DA 转换接口 6.3 与可编程过程控制器 6.2 相连接,将计算机 6.1 的数字指令传递给可编程过程控制器 6.2 ;第一曝气继电器 6.5 与第一电磁阀 2.5 相连接 ;第一搅拌继电器 6.6 与第一搅拌器 2.2 相连接 ;第一 pH 和 DO 数据信号接口 6.7 通过传感器导线与第一 pH 和 DO 测定仪 2.13 相连接 ;第一 pH 传感器 2.14、第一 DO 传感器 2.15 分别通过传感器导线与第一 pH 和 DO 测定仪 2.13 相连接 ;第二曝气继电器 6.8 与第二电磁阀 5.5 相连接 ;第二搅拌继电器 6.9 与第二搅拌器 5.2 相连接 ;第二 pH 和 DO 数据信号接口 6.10 通过传感器导线与第二 pH 和 DO 测定仪 5.12 相连接 ;第二 pH 传感器 5.13、第二 DO 传感器 5.14 分别通过传感器导线与第二 pH 和 DO 测定仪 5.12 相连接。

[0010] 污水在此装置中的处理流程为 :城市污水进入反硝化除磷 SBR 反应器 2,聚磷菌 PAOs 利用污水中的碳源 - 挥发性脂肪酸 VFA 进行厌氧释磷,同时合成内碳源 PHA 储存于体内,待厌氧释磷过程结束后沉淀排水,出水排入调节水箱 3 ;之后,将反硝化除磷 SBR 反应器 2 厌氧释磷后的出水抽入一体化短程硝化和厌氧氨氧化 SBBR 反应器 5,通过调控 pH、游离氨 FA 和 DO,抑制亚硝酸盐氧化菌的活性,实现原水中 NH_4^+-N 的短程硝化,并通过低氧搅拌和缺氧搅拌交替的运行方式,将短程硝化产生 NO_2^--N 和剩余的 NH_4^+-N 经厌氧氨氧化作用转化成 N_2 和部分 NO_3^--N ,出水排入沉淀池 4 ;然后,将沉淀池 4 中的一体化短程硝化和厌氧氨氧化 SBBR 反应器 5 出水回抽至反硝化除磷 SBR 反应器 2,反硝化除磷菌 DPAOs 以 NO_3^--N 为电子受体,利用体内合成的内碳源进行缺氧反硝化除磷,最后再进行一段时间的微曝气,发生对磷的进一步吸收,出水通过第二出水阀 2.10 排出。

[0011] 本发明还提供了一种亚硝化与厌氧氨氧化耦合反硝化除磷强化低 CN 比城市污水脱氮除磷的方法,其具体的启动和操作步骤如下 :

[0012] 1) 系统启动 :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 2,使接种后反应器内活性污泥浓度达到 $2500 \sim 4000\text{mg/L}$;将短程硝化

污泥和厌氧氨氧化污泥按体积比 2:1 混合后投加至一体化短程硝化和厌氧氨氧化 SBBR 反应器 5, 使反应器内活性污泥浓度达到 3000 ~ 5000mg/L;

[0013] 2) 运行时调节操作如下:

[0014] 将城市污水加入城市污水原水箱 1, 启动第一进水泵 2.1 将城市污水抽入反硝化除磷 SBR 反应器 2, 厌氧搅拌 60 ~ 180min, 当厌氧搅拌时 pH 值曲线出现拐点时停止厌氧搅拌, 沉淀后排水, 排水比为 40 ~ 60%, 出水排入调节水箱 3;

[0015] 启动第二进水泵 5.1 将反硝化除磷 SBR 反应器 2 出水从调节水箱 3 抽入一体化短程硝化和厌氧氨氧化 SBBR 反应器 5, 低氧曝气搅拌 10 ~ 60min, 并通过在线监测和反馈控制系统 6 控制一体化短程硝化和厌氧氨氧化 SBBR 反应器 5 内 DO 浓度为 0.3 ~ 0.5mg/L, 而后缺氧搅拌 30 ~ 120min, 此后低氧曝气搅拌和缺氧搅拌交替, 当低氧曝气搅拌时 pH 值曲线出现拐点时停止低氧曝气搅拌, 再缺氧搅拌直至 $\text{NO}_2^- - \text{N} < 1\text{mg/L}$, 沉淀排水, 排水比为 40 ~ 60%, 出水排入沉淀池; 此处的低氧曝气搅拌, 均指 DO 浓度为 0.3 ~ 0.5mg/L;

[0016] 启动第三进水泵 2.12 将一体化短程硝化和厌氧氨氧化 SBBR 反应器 5 出水从沉淀池 4 抽入反硝化除磷 SBR 反应器 2, 缺氧搅拌 30 ~ 180min, 当缺氧搅拌时 pH 值曲线出现拐点时停止缺氧搅拌, 再曝气搅拌 30 ~ 180min, 并通过在线监测和反馈控制系统 6 控制反硝化除磷 SBR 反应器 2 内 DO 浓度为 1.5 ~ 2mg/L, 当曝气搅拌时 $\text{P} < 0.5\text{mg/L}$ 时停止曝气搅拌, 沉淀排水, 排水比为 40 ~ 60%; 反硝化除磷脱氮 SBR 反应器 2 运行时需排泥, 使反硝化除磷 SBR 反应器 2 内污泥浓度维持在 2500 ~ 4000mg/L 范围内;

[0017] 当沉淀池 4 中污泥累积大于 500mL 时, 启动污泥回流泵 5.11, 将沉淀池 4 中的剩余污泥全部回流至一体化短程硝化和厌氧氨氧化 SBBR 反应器 5, 以防止厌氧氨氧化污泥流失。

[0018] 本发明的亚硝化与厌氧氨氧化耦合反硝化除磷强化低 CN 比城市污水脱氮除磷的装置和方法, 具有以下优点:

[0019] 1) 将短程硝化与厌氧氨氧化脱氮技术和反硝化除磷技术耦合应用于低碳城市污水的脱氮除磷过程中, 厌氧氨氧化技术实现了最短及高效的 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 转换为 N_2 的技术路径, 且不需要有机碳源, 而反硝化除磷技术实现了脱氮和除磷过程的统一, 并回收利用了厌氧氨氧化过程中产生的 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 。

[0020] 2) 通过厌氧氨氧化和反硝化除磷两者的藕合, 实现两者功能的合作与统一, 实现 COD、 PO_4^{3-} 、 $\text{NO}_2^- - \text{N}$ 、 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 的高效去除和节能降耗, 是很有探索意义的污水处理研究方向。

[0021] 3) 在一体化短程硝化和厌氧氨氧化 SBBR 反应器内添加半软性组合填料, 实现了厌氧氨氧化菌和短程硝化细菌的分离, 厌氧氨氧化菌主要富集在填料上生长, 短程硝化细菌则主要富集在絮体污泥中生长, 同时采用低氧搅拌和缺氧搅拌交替的运行方式, 利于短程硝化和厌氧氨氧化的实现。

[0022] 4) 自养脱氮和异养反硝化除磷分别在两个反应器内实现, 将异养菌和自养菌分开, 为系统脱氮除磷稳定性提供保障。

[0023] 5) 短程硝化与厌氧氨氧化脱氮、反硝化除磷分别采用 SBBR 和 SBR 反应器, 具有可控性强、工艺简单等优点, 同时结合在线监测和实时控制技术, 使得短程硝化和厌氧氨氧化更易于在一个反应器内稳定维持。

附图说明

[0024] 图 1 为本发明亚硝化与厌氧氨氧化耦合反硝化除磷强化低 CN 比城市污水脱氮除磷的装置的结构示意图。

[0025] 图中 1 为污水原水箱 ;2 为反硝化除磷 SBR 反应器 ;3 为调节水箱 ;4 为沉淀池 ;5 为一体化短程硝化和厌氧氨氧化 SBBR 反应器 ;6 为在线监测和反馈控制系统 ;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 为第二出水阀 ;2.11 为第二放空管 ;2.12 为第三进水泵 ;2.13 为第一 pH 和 DO 测定仪 ;2.14 为第一 pH 传感器 ;2.15 为第一 DO 传感器 ;3.1 为第二溢流管 ;3.2 为第三放空管 ;4.1 为第三溢流管 ;4.2 为第四放空管 ;5.1 为第二进水泵 ;5.2 为第二搅拌器 ;5.3 为第二搅拌桨 ;5.4 为第二气泵 ;5.5 为第二电磁阀 ;5.6 为第二气体流量计 ;5.7 为第二曝气头 ;5.8 为第三出水阀 ;5.9 为第二采样口 ;5.10 为污泥回流管 ;5.11 为污泥回流泵 ;5.12 为第二 pH 和 DO 测定仪 ;5.13 为第二 pH 传感器 ;5.14 为第二 DO 传感器 ;6 为在线监测和反馈控制系统 ;6.1 为计算机 ;6.2 为可编程过程控制器 ;6.3 为信号转换器 DA 转换接口 ;6.4 为信号转换器 AD 转换接口 ;6.5 为第一曝气继电器 ;6.6 为第一搅拌继电器 ;6.7 为第一 pH 和 DO 数据信号接口 ;6.8 为第二曝气继电器 ;6.9 为第二搅拌继电器 ;6.10 为第二 pH 和 DO 数据信号接口 ;

具体实施方式

[0026] 下面结合附图和实施例对本发明做进一步的说明 :如图 1 所示亚硝化与厌氧氨氧化耦合反硝化除磷强化低 CN 比城市污水脱氮除磷的装置,包括城市污水原水箱 1、反硝化除磷 SBR 反应器 2、调节水箱 3、沉淀池 4、一体化短程硝化和厌氧氨氧化 SBBR 反应器 5, 以及在线监测和反馈控制系统 6 ;其中所述城市污水原水箱 1 通过第一进水泵 2.1 与反硝化除磷 SBR 反应器 2 相连接 ;反硝化除磷 SBR 反应器 2 第一出水阀 2.8 与调节水箱 3 相连接 ;调节水箱 3 通过第二进水泵 5.1 与一体化短程硝化和厌氧氨氧化 SBBR 反应器 5 相连接 ;一体化短程硝化和厌氧氨氧化 SBBR 反应器 5 第三出水阀 5.8 与沉淀池 4 相连接 ;沉淀池 4 通过第三进水泵 2.12 与反硝化除磷 SBR 反应器 2 ;沉淀池 4 第四放空管 4.2 通过污泥回流泵 5.11 与一体化短程硝化和厌氧氨氧化 SBBR 反应器 5 污泥回流管 5.10 相连接 ;

[0027] 所述反硝化除磷 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、第二出水阀 2.10、第一 pH 传感器 2.14、第一 DO 传感器 2.15 ;

[0028] 所述一体化短程硝化和厌氧氨氧化 SBBR 反应器 5 内置有第二搅拌桨 5.3、第二气泵 5.4、第二气体流量计 5.6、第二曝气头 5.7、第三出水阀 5.8、第二采样口 5.9、第二 pH 传感器 5.13、第二 DO 传感器 5.14 ;

[0029] 所述在线监测和反馈控制系统 6 包括计算机 6.1 和可编程过程控制器 6.2, 可编程过程控制器 6.2 内置信号转换器 DA 转换接口 6.3、信号转换器 AD 转换接口 6.4、第一曝气继电器 6.5、第一搅拌继电器 6.6、第一 pH 和 DO 数据信号接口 6.7、第二曝气继电器 6.8、第二搅拌继电器 6.9、第二 pH 和 DO 数据信号接口 6.10 ;其中,可编程过程控制器 6.2 上的信号转换器 AD 转换接口 6.4 通过电缆线与计算机 6.1 相连接,将传感器模拟信号转换成

数字信号传递给计算机 6.1 ;计算机 6.1 通过信号转换器 DA 转换接口 6.3 与可编程过程控制器 6.2 相连接,将计算机 6.1 的数字指令传递给可编程过程控制器 6.2 ;第一曝气继电器 6.5 与第一电磁阀 2.5 相连接 ;第一搅拌继电器 6.6 与第一搅拌器 2.2 相连接 ;第一 pH 和 DO 数据信号接口 6.7 通过传感器导线与第一 pH 和 DO 测定仪 2.13 相连接 ;第一 pH 传感器 2.14、第一 DO 传感器 2.15 分别通过传感器导线与第一 pH 和 DO 测定仪 2.13 相连接 ;第二曝气继电器 6.8 与第二电磁阀 5.5 相连接 ;第二搅拌继电器 6.9 与第二搅拌器 5.2 相连接 ;第二 pH 和 DO 数据信号接口 6.10 通过传感器导线与第二 pH 和 DO 测定仪 5.12 相连接 ;第二 pH 传感器 5.13、第二 DO 传感器 5.14 分别通过传感器导线与第二 pH 和 DO 测定仪 5.12 相连接。

[0030] 试验过程中,试验用水取自北京工业大学家属区生活污水,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,反硝化除磷 SBR 反应器 2 有效容积为 9L,一体化短程硝化和厌氧氨氧化 SBR 反应器 5 有效容积为 9L。

[0031] 具体运行操作如下 :

[0032] 1) 系统启动 :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 2,使接种后反应器内活性污泥浓度达到 3500mg/L ;将短程硝化污泥和厌氧氨氧化污泥按体积比 2:1 混合后投加至一体化短程硝化和厌氧氨氧化 SBBR 反应器 5,使反应器内活性污泥浓度达到 4000mg/L ;

[0033] 2) 运行时调节操作如下 :

[0034] 将城市污水加入城市污水原水箱 1,启动第一进水泵 2.1 将 4L 城市污水抽入反硝化除磷 SBR 反应器 2,厌氧搅拌 60 ~ 180min,当厌氧搅拌时 pH 值曲线出现拐点时停止厌氧搅拌,沉淀后排水,排水比为 45%,出水排入调节水箱 3 ;

[0035] 启动第二进水泵 5.1 将 4L 反硝化除磷 SBR 反应器 2 出水从调节水箱 3 抽入一体化短程硝化和厌氧氨氧化 SBBR 反应器 5,低氧曝气搅拌 30min,并通过在线监测和反馈控制系统 6 控制一体化短程硝化和厌氧氨氧化 SBBR 反应器 5 内 DO 浓度为 0.3 ~ 0.5mg/L,而后缺氧搅拌 60min,此后低氧曝气搅拌和缺氧搅拌交替,当低氧曝气搅拌时 pH 值曲线出现拐点时停止低氧曝气搅拌,再缺氧搅拌直至 NO_2^--N < 1mg/L,沉淀排水,排水比为 45%,出水排入沉淀池 ;此处的低氧曝气搅拌,均指 DO 浓度为 0.3 ~ 0.5mg/L ;

[0036] 启动第三进水泵 2.12 将 4L 一体化短程硝化和厌氧氨氧化 SBBR 反应器 5 出水从沉淀池 4 抽入反硝化除磷 SBR 反应器 2,缺氧搅拌 60 ~ 120min,当缺氧搅拌时 pH 值曲线出现拐点时停止缺氧搅拌,再曝气搅拌,并通过在线监测和反馈控制系统 6 控制反硝化除磷 SBR 反应器 2 内 DO 浓度为 1.5 ~ 2mg/L,当曝气搅拌时 P < 0.5mg/L 时停止曝气搅拌,沉淀排水,排水比为 45% ;反硝化除磷 SBR 反应器 2 运行时污泥龄为 15d ;

[0037] 当沉淀池 4 中污泥累积大于 500mL 时,启动污泥回流泵 5.11,将沉淀池 4 中的剩余污泥全部回流至一体化短程硝化和厌氧氨氧化 SBBR 反应器 5,以防止厌氧氨氧化污泥流失。

[0038] 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 27 ~ 55mg/L, NH_4^+-N 浓度为 < 3mg/L, NO_2^--N 为 < 1mg/L, NO_3^--N < 1mg/L, P < 0.5mg/L, TN 低于 8mg/L

L,达到一级 A 排放标准。

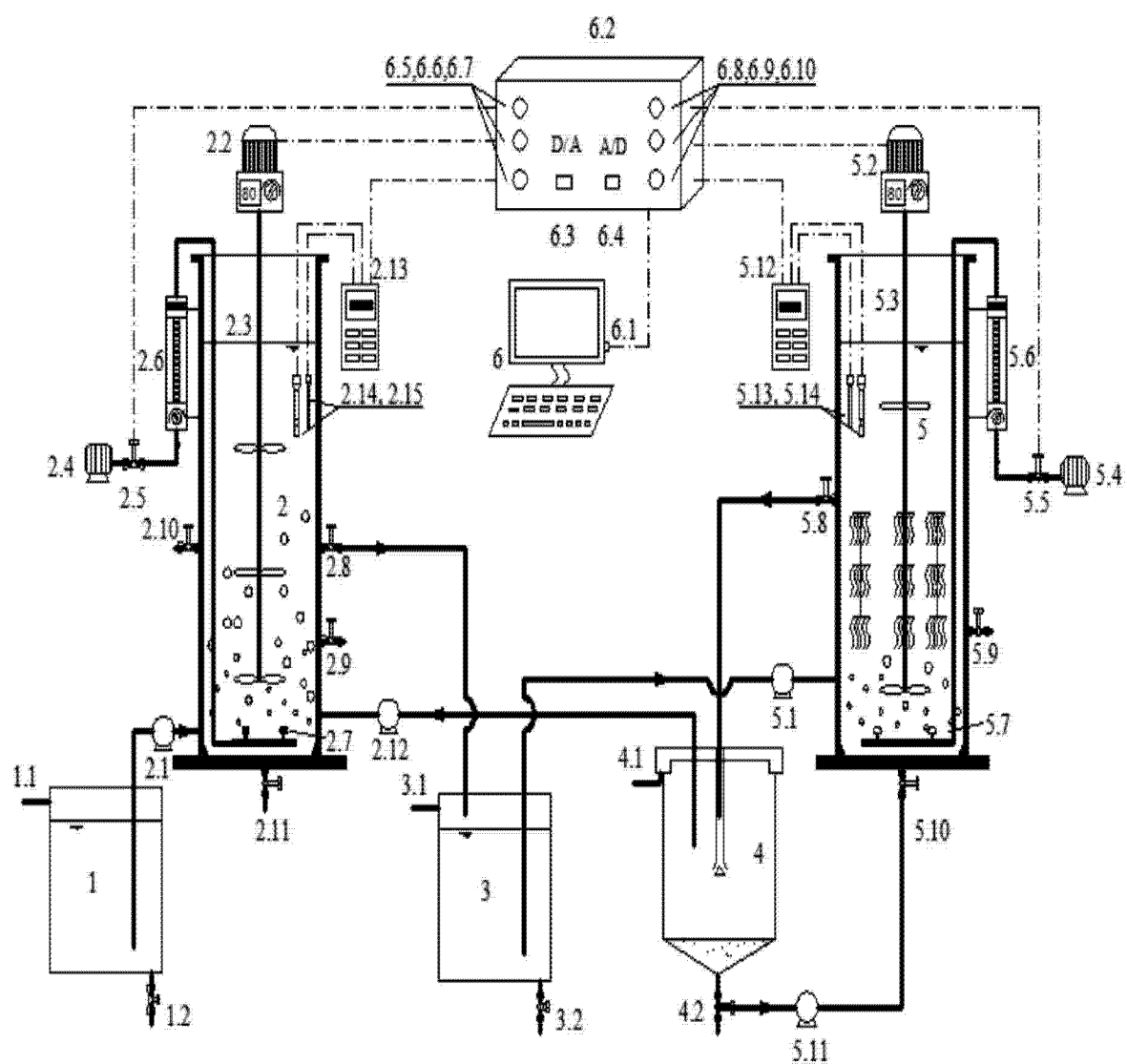


图 1