



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113184996 B

(45) 授权公告日 2022. 08. 30

(21) 申请号 202110587938.8

C02F 101/30 (2006.01)

(22) 申请日 2021.05.27

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113184996 A

CN 112250176 A, 2021.01.22
CN 106348439 A, 2017.01.25
CN 107162188 A, 2017.09.15
CN 203593686 U, 2014.05.14

(43) 申请公布日 2021.07.30

US 2005242026 A1, 2005.11.03
US 2014346109 A1, 2014.11.27

(73) 专利权人 中国科学院生态环境研究中心
地址 100085 北京市海淀区双清路18号

(72) 发明人 隋倩雯 高超龙 魏源送

审查员 刘诗梦

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021
专利代理师 孙蕾

(51) Int. Cl.

C02F 3/30 (2006.01)

C02F 101/16 (2006.01)

C02F 101/10 (2006.01)

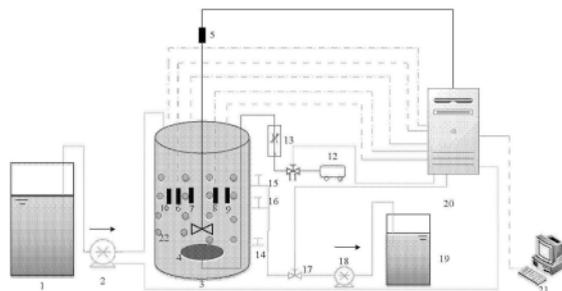
权利要求书1页 说明书7页 附图1页

(54) 发明名称

基于自控的一体式自养脱氮耦合生物除磷的方法及装置

(57) 摘要

本公开提供了一种基于自控的一体式自养脱氮耦合生物除磷的方法及装置,该方法包括:第一阶段,将污水置于反应器中,在厌氧条件下,采用聚磷菌进行厌氧反应,吸收所述污水中的部分有机物;第二阶段,在曝气条件下,在所述反应器中对经所述第一阶段处理后的污水进行亚硝化-厌氧氨氧化除氮,并产生硝酸盐,同时利用所述聚磷菌除磷;第三阶段,在曝气条件下,提高所述反应器中的溶氧量,以强化所述聚磷菌除磷;第四阶段,在第三阶段结束后,静置沉淀进行泥水分离,以便排出处理后的污水。



1. 一种基于自控的一体式自养脱氮耦合生物除磷的方法,包括:

第一阶段,将污水置于反应器中,在厌氧条件下,采用聚磷菌进行厌氧反应,吸收所述污水中的部分有机物;

第二阶段,在曝气条件下,在所述反应器中对经所述第一阶段处理后的污水进行亚硝化-厌氧氨氧化除氮,并产生硝酸盐,同时利用所述聚磷菌除磷,其中,在所述第二阶段中,所述反应器中的溶氧量为0.2-0.3mg/L,反应终点控制氨氮浓度为20-30 mg/L;

第三阶段,在曝气条件下,提高所述反应器中的溶氧量,以强化所述聚磷菌除磷,其中,在所述第三阶段中,所述反应器中的溶氧量为0.3-0.6mg/L,反应终点控制氨氮浓度为1-5mg/L,反应时间为120-180 min;

第四阶段,在第三阶段结束后,静置沉淀进行泥水分离,以便排出处理后的污水。

2. 根据权利要求1所述的基于自控的一体式自养脱氮耦合生物除磷的方法,

在所述第三阶段和第四阶段之间还包括:

在缺氧条件下,在所述反应器中对经所述第三阶段处理后的污水进行内碳源反硝化和反硝化除磷。

3. 根据权利要求1所述的基于自控的一体式自养脱氮耦合生物除磷的方法,

在所述第一阶段中,所述反应器中的溶氧量 $<0.02\text{mg/L}$,反应时间为120-180 min。

4. 一种用于权利要求1-3任一所述的基于自控的一体式自养脱氮耦合生物除磷的装置,包括,

反应器,用于为污水提供脱氮除磷反应的场所;

进出水单元,用于为所述反应器配置污水,并在反应结束后排出所述反应器内处理后的污水;

搅拌单元,设置在所述反应器内,用于对所述反应器内的污水进行搅拌;

曝气单元,用于向所述反应器内提供曝气,以便对所述污水进行亚硝化-厌氧氨氧化除氮,并产生硝酸盐,同时利用所述聚磷菌除磷;

监测单元,用于在线实时监测所述反应器内的参数,以及

控制单元,与所述搅拌单元、所述进出水单元、所述曝气单元和所述监测单元分别连接,用于根据所述监测单元实时反馈的数据控制所述反应器内的反应条件。

5. 根据权利要求4所述的基于自控的一体式自养脱氮耦合生物除磷的装置,所述反应器中包括絮体泥与生物填料。

6. 根据权利要求5所述的基于自控的一体式自养脱氮耦合生物除磷的装置,所述絮体泥污泥浓度为3-5 g/L。

7. 根据权利要求5所述的基于自控的一体式自养脱氮耦合生物除磷的装置,所述生物填料直径为1-2 cm,比表面积为 $300-500\text{ m}^2/\text{m}^3$,填充率20%-25%。

8. 根据权利要求4所述的基于自控的一体式自养脱氮耦合生物除磷的装置,

所述曝气单元包括位于所述反应器内部的曝气盘、通过管道与所述曝气盘连接的曝气风机;所述管道上设置有用于监测曝气量的气体流量计和控制曝气量的曝气阀;

所述监测单元包括设置在所述反应器内部的氨氮在线电极、pH电极、溶解氧电极、ORP电极和液位计。

基于自控的一体式自养脱氮耦合生物除磷的方法及装置

技术领域

[0001] 本公开涉及高浓度污水生物处理技术领域,尤其涉及一种基于自控的一体式自养脱氮耦合生物除磷的方法及装置。

背景技术

[0002] 污水的氮、磷排放造成水体富营养化、黑臭,成为急需解决的环境问题。传统的污水脱氮除磷工艺采用多级分设备工艺,不仅处理工艺复杂,工艺流程长,容易造成硝化细菌流失以及污泥膨胀,而且基建投资费用与运行成本高。

发明内容

[0003] (一)要解决的技术问题

[0004] 针对上述技术问题,本公开提供了一种基于自控的一体式自养脱氮耦合生物除磷的方法及装置,至少部分的解决现有技术中的污水脱氮除磷工艺流程长,氮磷去除效果差,且建设与运行成本高的技术问题。

[0005] (二)技术方案

[0006] 为了解决上述技术问题,本公开的技术方案如下:

[0007] 作为本公开的一方面,提供一种基于自控的一体式自养脱氮耦合生物除磷的方法,包括:

[0008] 第一阶段,将污水置于反应器中,在厌氧条件下,采用聚磷菌进行厌氧反应,吸收所述污水中的部分有机物;

[0009] 第二阶段,在曝气条件下,在所述反应器中对经所述第一阶段处理后的污水进行亚硝化-厌氧氨氧化除氮,并产生硝酸盐,同时利用所述聚磷菌除磷;

[0010] 第三阶段,在曝气条件下,提高所述反应器中的溶氧量,以强化所述聚磷菌除磷;

[0011] 第四阶段,在第三阶段结束后,静置沉淀进行泥水分离,以便排出处理后的污水。

[0012] 在其中一个实施例中,在所述第三阶段和第四阶段之间还包括:

[0013] 在缺氧条件下,在所述反应器中对经所述第三阶段处理后的污水进行内碳源反硝化和反硝化除磷。

[0014] 在其中一个实施例中,在所述第一阶段中,所述反应器中的溶氧量 $<0.02\text{mg/L}$,反应时间为120-180min。

[0015] 在其中一个实施例中,在所述第二阶段中,所述反应器中的溶氧量为 $0.2-0.3\text{mg/L}$,反应终点控制氨氮浓度为 $20-30\text{mg/L}$ 。

[0016] 在其中一个实施例中,在所述第三阶段中,所述反应器中的溶氧量为 $0.3-0.6\text{mg/L}$,反应时间为120-180min,反应终点控制氨氮浓度为 $1-5\text{mg/L}$ 。

[0017] 作为本公开的另一方面,提供一种用于上述基于自控的一体式自养脱氮耦合生物除磷的装置,包括,

[0018] 反应器,用于为污水提供脱氮除磷反应的场所;

[0019] 进出水单元,用于为所述反应器配置污水,并在反应结束后排出所述反应器内处理后的污水;

[0020] 搅拌单元,设置在所述反应器内,用于对所述反应器内的污水进行搅拌;

[0021] 曝气单元,用于向所述反应器内提供曝气,以便对所述污水进行亚硝化-厌氧氨氧化除氮,并产生硝酸盐,同时利用所述聚磷菌除磷;

[0022] 监测单元,用于在线实时监测所述反应器内的参数,以及

[0023] 控制单元,与所述搅拌单元、所述进出水单元、所述曝气单元和所述监测单元分别连接,用于根据所述监测单元实时反馈的数据控制所述反应器内的反应条件。

[0024] 在其中一个实施例中,所述反应器中包括絮体泥与生物填料。

[0025] 在其中一个实施例中,所述絮体泥污泥浓度为3-5g/L。

[0026] 在其中一个实施例中,所述生物填料直径为1-2cm,比表面积约为300-500m²/m³,填充率20%-25%。

[0027] 在其中一个实施例中,所述曝气单元包括位于所述反应器内部的曝气盘、通过管道与所述曝气盘连接的曝气风机;所述管道上设置有用于监测曝气量的气体流量计和控制曝气量的曝气阀;

[0028] 所述监测单元包括设置在所述反应器内部的氨氮在线电极、pH电极、溶解氧电极、ORP电极和液位计。

[0029] (三)有益效果

[0030] 1、本公开提供的技术方案通过将亚硝化-厌氧氨氧化工艺与生物除磷工艺相结合,并控制反应器中的条件,以充分利用污水中的有机物组分,在单一系统中实现低碳氮比污水的同步脱氮除磷,具有广阔的发展与应用前景。

[0031] 2、第一阶段通过聚磷菌吸收污水中的部分有机物,降低污水中有机物的含量,可防止污水中较高的有机物对第二阶段中的厌氧氨氧化细菌的抑制作用,从而提高第二阶段亚硝化-厌氧氨氧化反应,提高除氮效果。另外,聚磷菌吸收有机物,能够吸收、降解有机物转化成自身的能量,以维持生存所需。

[0032] 3、反应器内包括絮体泥与生物填料,厌氧氨氧化细菌主要富集在生物填料上,有利于其耐受较高的有机物与溶解氧浓度,在生物除磷采用较短SRT而大量排出絮体泥的情况下,生物填料上的厌氧氨氧化细菌得到有效持留,保证厌氧氨氧化脱氮效果。

[0033] 4、第二阶段中亚硝化-厌氧氨氧化反应脱氮的同时产生硝酸盐,同时,聚磷菌(含反硝化聚磷菌)以溶解氧、硝酸盐和亚硝酸盐作为电子受体,吸收系统内的磷酸盐储存在细胞体内,实现污水的同步脱氮除磷。

附图说明

[0034] 图1是本公开的基于自控的一体式自养脱氮耦合生物除磷的装置的结构示意图。

[0035] 附图标记:1、进水水箱;2、进水泵;3、反应器;4、曝气盘;5、螺旋搅拌桨;6、氨氮在线电极;7、pH电极;8、溶解氧电极;9、ORP电极;10、液位计;11、曝气阀;12、曝气风机;13、气体流量计;14、排泥阀;15、第一排水阀;16、第二排水阀;17、电磁阀;18、出水泵;19、出水水箱;20、PLC控制系统;21、计算机。

具体实施方式

[0036] 为使本公开的目的、技术方案和优点更加清楚明白,以下结合具体实施例,并参照附图,对本公开作进一步的详细说明。

[0037] 本公开的主要目的在于提供一种基于自控的一体式自养脱氮耦合生物除磷的方法及装置,以将亚硝化-厌氧氨氧化工艺与生物除磷工艺相结合,通过控制反应器中的条件,充分利用污水中的有机物组分,在单一系统中实现低碳氮比污水的同步脱氮除磷。

[0038] 本公开提供了一种基于自控的一体式自养脱氮耦合生物除磷的方法,包括:

[0039] 第一阶段,将污水置于反应器中,在厌氧条件下,采用聚磷菌进行厌氧反应,吸收污水中的部分有机物;

[0040] 第二阶段,在曝气条件下,在反应器中对经第一阶段处理后的污水进行亚硝化-厌氧氨氧化除氮,并产生硝酸盐,同时利用聚磷菌除磷;

[0041] 第三阶段,在曝气条件下,提高反应器中的溶氧量,以强化聚磷菌除磷;

[0042] 第四阶段,在第三阶段结束后,静置沉淀进行泥水分离,以便排出处理后的污水。

[0043] 本公开提供的技术方案通过将亚硝化-厌氧氨氧化工艺与生物除磷工艺相结合,并控制反应器中的条件,以充分利用污水中的有机物组分,在单一系统中实现低碳氮比污水的同步脱氮除磷,具有广阔的发展与应用前景。

[0044] 其中,第一阶段通过聚磷菌吸收污水中的部分有机物,降低污水中有机物的含量,可防止污水中较高的有机物对第二阶段中的厌氧氨氧化细菌的抑制作用,从而提高第二阶段亚硝化-厌氧氨氧化反应,提高除氮效果。另外,聚磷菌吸收有机物,能够作为营养物转化成自身的能量,以维持生存所需。第二阶段中亚硝化-厌氧氨氧化反应产生硝酸盐,去除污水中的部分氮元素,同时,聚磷菌(含反硝化聚磷菌)以溶解氧、硝酸盐和亚硝酸盐作为电子受体,吸收系统内的磷酸盐储存在细胞体内,实现污水的同步脱氮除磷。

[0045] 根据本公开的实施例,在第一阶段中,反应器中的溶氧量 $<0.02\text{mg/L}$,反应时间为120-180min。

[0046] 根据本公开的实施例,例如,溶氧量可以为 0.01mg/L ,反应时间为120min、130min、180min等等。

[0047] 根据本公开的实施例,在第一阶段中,控制反应器中的溶氧量 $<0.2\text{mg/L}$,使得反应器内处于缺氧状态,此时聚磷菌通过吸收污水中溶解性的有机物合成 β -羟基丁酸(PHB),利用聚磷菌体内聚磷酸盐的分解产生能量,并释放磷酸盐,有助于部分减少污水中的有机物。

[0048] 根据本公开的实施例,在第二阶段中,反应器中的溶氧量为 $0.2-0.3\text{mg/L}$,反应终点控制氨氮浓度为 $20-30\text{mg/L}$ 。

[0049] 根据本公开的实施例,例如,溶氧量可以为 0.25mg/L ,反应终点时氨氮浓度为 20mg/L 、 25mg/L 、 30mg/L ,等等。

[0050] 根据本公开的实施例,在第二阶段,控制反应器中的溶氧量为 $0.2-0.3\text{mg/L}$,便于反应器内发生亚硝化-厌氧氨氧化反应并产生一定硝酸盐,以去除部分氮元素;同时聚磷菌(含反硝化聚磷菌)以溶解氧、硝酸盐和亚硝酸盐作为电子受体,吸收系统内的磷酸盐储存在细胞体内,从而实现污水的同步脱氮除磷。另外,对于高浓度的氮磷污水来说,氨氮浓度在 $20-30\text{mg/L}$ 范围内可达到排放标准。同时,氨氮浓度在 $20-30\text{mg/L}$ 对亚硝化-厌氧氨氧化

反应具有一定的保护作用,避免反应失稳,保证后续反应的正常进行。

[0051] 根据本公开的实施例,在第三阶段中,反应器中的溶氧量为0.3-0.6mg/L,反应终点控制氨氮浓度为1-5mg/L,反应时间为120-180min,具体反应时间根据氨氮浓度不断进行调整。

[0052] 根据本公开的实施例,例如,溶氧量可以为0.4mg/L、0.5mg/L等等;反应终点时氨氮浓度可以为2mg/L、3mg/L、4mg/L,等等;反应时间可以为130min、150min、170min,等等。

[0053] 根据本公开的实施例,在第三阶段,主要进行聚磷菌吸磷反应,经大量实验证实,控制反应器中的溶氧量为0.3-0.6mg/L时,聚磷菌吸磷效果较好。另外,控制氨氮浓度为1-5mg/L,该范围内对亚硝化-厌氧氨氧化反应产生一定的影响,但是影响不大,因而降低氨氮浓度以保证污水中较低的氮磷浓度,提高污水的脱氮除磷效果。

[0054] 根据本公开的实施例,在第三阶段和第四阶段之间还包括:在缺氧条件下,在反应器中对经第三阶段处理后的污水进行内碳源反硝化和反硝化除磷,反应时间为120-180min,具体反应时间根据排水氮、磷浓度与排放限值不断进行调整。

[0055] 本公开还提供了一种基于自控的一体式自养脱氮耦合生物除磷的装置,包括:反应器、进出水单元、搅拌单元、曝气单元、监测单元和控制单元。

[0056] 反应器,用于为污水提供脱氮除磷反应的场所;

[0057] 进出水单元,用于为所述反应器配置污水,并在反应结束后排出所述反应器内处理后的污水;

[0058] 搅拌单元,设置在反应器内,用于对反应器内的污水进行搅拌;

[0059] 曝气单元,用于向反应器内提供曝气,以便对污水进行亚硝化-厌氧氨氧化除氮,并产生硝酸盐,同时利用聚磷菌除磷;

[0060] 监测单元,用于在线实时监测反应器内的参数,以及

[0061] 控制单元,与搅拌单元、曝气单元和监测单元分别连接,用于根据监测单元实时反馈的数据控制反应器内的反应条件。

[0062] 图1是本公开的基于自控的一体式自养脱氮耦合生物除磷的装置的结构示意图。

[0063] 结合图1所示,根据本公开的实施例,进出水单元包括进水水箱1,进水水箱1与反应器3之间通过进水管连接,进水管上设置用于将进水水箱1内的污水泵入反应器3的进水泵2。

[0064] 根据本公开的实施例,进出水单元还包括出水水箱19,出水水箱19与反应器3之间通过出水管连接,出水管上设置有排水阀,例如,包括第一排水阀15和第二排水阀16、电磁阀17和出水泵18。第一排水阀15、第二排水阀16、电磁阀17和出水泵18分别与控制单元连接。

[0065] 根据本公开的实施例,反应器3底部设置有排泥阀14,便于排出反应器3内的污泥。

[0066] 根据本公开的实施例,反应器3采用序批式反应器3或一体式反应器3,且反应器3中包括絮体泥与生物填料。

[0067] 根据本公开的实施例,反应器3的絮体泥接种含聚磷菌与氨氧化细菌的活性污泥;生物填料预先完成亚硝化-厌氧氨氧化污泥挂膜。

[0068] 根据本公开的实施例,絮体泥污泥浓度为3-5g/L,絮体泥SRT控制在15d。

[0069] 本实施例中的反应器3中包括絮体泥与生物填料,采用絮体泥与生物填料复合系

统,有利于不同微生物的富集与筛选,维持厌氧氨氧化细菌的有效滞留,并使厌氧氨氧化细菌能够耐受较高的有机物与溶解氧浓度;絮体泥采用较短污泥泥龄,实现生物填料与絮体泥的双泥龄。

[0070] 另外,通过絮体泥与生物填料形成泥-膜复合系统,形成对短程硝化菌、厌氧氨氧化菌以及反硝化聚磷菌各自有利的微环境,且各菌群间相互协作,从而实现碳氮磷稳定高效的去除。

[0071] 根据本公开的实施例,生物填料直径为1-2cm,比表面积约为300-500m²/m³,填充率20%-25%,随搅拌在反应器3中呈流化状态。

[0072] 生物填料作为一种特殊的微生物聚集形式,其在传质条件及多种细菌共生上具有独特的优势,在生物填料上可以形成稳定的好氧、缺氧/厌氧微环境,且微生物种类丰富、生物活性高,并具有较强的耐受环境波动能力,提升厌氧氨氧化细菌耐受混合液中较高的溶氧量和有机物浓度。同时,由于生物填料的不同位置生长的微生物不同,从而使得在同一反应器3中发生不同的控制条件,便于同一反应器3中不同反应的进行从而实现在单一系统中低碳氮比污水的同步脱氮除磷。

[0073] 另外,填充率优选为20%-25%,说明生物填料在该填充率范围内,生长的微生物比例已能够满足污水处理需求;并且由于填充率较低,使得反应器3中的搅拌阻力较小,易于搅拌,便于反应器3中物质的混合。

[0074] 根据本公开的实施例,搅拌单元与控制单元连接,以控制搅拌单元的开启与关闭。

[0075] 根据本公开的实施例,搅拌单元包括螺旋搅拌桨5,用于对反应器3中的污水、絮体泥和生物填料进行搅拌。

[0076] 根据本公开的实施例,曝气单元包括位于反应器3内部的曝气盘4、通过管道与曝气盘4连接的曝气风机12;管道上设置有用于监测曝气量的气体流量计13和控制曝气量的曝气阀11。

[0077] 根据本公开的实施例,曝气风机12、气体流量计13和曝气阀11分别与控制单元电连接。

[0078] 根据本公开的实施例,监测单元包括设置在反应器3内部的氨氮在线电极6、pH电极7、溶解氧电极8、ORP电极9和液位计10。氨氮在线电极6、pH电极7、溶解氧电极8、ORP电极9和液位计10分别与控制单元电连接。

[0079] 根据本公开的实施例,控制单元包括PLC控制系统20和计算机21。

[0080] 本公开通过在线电极与PLC控制系统20,采用在线电极反馈自控的方式,反应器3进行原位监测与控制,对反应器3内反应条件(DO、ORP与pH等)与脱氮进程进行监测与控制,有利于维持系统的稳定、高负荷运行,且反应器3占地空间小,自动化程度高。

[0081] 作为本公开的另一面,提供一种使用上述基于自控的一体式自养脱氮耦合生物除磷的装置处理污水的方法,包括以下步骤:

[0082] (1) 首先,进水泵2将污水由进水水箱1泵入反应器3内,并通过液位计10控制进水量;然后,开启螺旋搅拌桨5,通过溶解氧电极8监测反应器3中的溶氧量,控制溶氧量<0.02mg/L,进入第一阶段的厌氧反应段;此时,聚磷菌通过吸收水中溶解性的有机物合成β-羟基丁酸(PHB),利用聚磷菌体内聚磷酸盐分解产生的能量,并释放磷酸盐;反应时间为120-180min。

[0083] (2) 第(1)步反应结束后,螺旋搅拌桨5维持开启状态,同时开启曝气风机12,通过调节气体流量计13与PLC控制系统20的反馈控制,使得反应器3内溶解氧在0.2-0.3mg/L范围,进入第二阶段反应;此时,反应器3内发生亚硝化-厌氧氨氧化反应并产生一定的硝酸盐,同时聚磷菌(含反硝化聚磷菌)以溶解氧、硝酸盐和亚硝酸盐作为电子受体,吸收系统内的磷酸盐储存在细胞体内,达到同时脱氮除磷的目的。该阶段反应时间通过氨氮在线电极6反馈控制,当氨氮浓度处于20-30mg/L范围时,第二阶段结束。

[0084] (3) 第(2)步反应结束后,螺旋搅拌桨5维持开启状态,通过PLC控制系统20控制曝气风机12的频率,并通过溶解氧电极8监测,使反应器3中的溶氧量升高至0.3-0.6mg/L,进入第三阶段反应;此时,反应器3内的吸磷反应进一步加强,系统内多余的磷酸盐被聚磷菌(PAOs)吸收储存在细胞内。该阶段反应时长通过氨氮在线电极6反馈控制,当氨氮浓度达到1-5mg/L,第三阶段反应结束,该过程反应时间通常为120-180min。

[0085] (4) 第(3)步反应结束后,螺旋搅拌桨5维持开启状态,并关闭曝气风机12;此时,反应器3内的微生物进一步利用内碳源反硝化和反硝化除磷,去除污水中残留的硝酸盐和磷酸盐,反应时间根据污水中氮、磷的排放限值不断进行调整。

[0086] (5) 第(4)步反应结束后,关闭螺旋搅拌桨5,停止搅拌,静置沉淀30min后进行泥水分离,由液位计10与电磁阀17、出水泵18控制出水量,将上清液排入出水水箱19,反应器3中的污泥通过排泥阀14排出。

[0087] 以下列举具体实验以对本公开的技术方案作进一步说明。

[0088] 实验采用模拟污水,具有高氮磷、低碳氮比的特点,实验采用的进水水质指标如下:

	项目	COD	NH_4^+-N	$\text{PO}_4^{3-}-\text{P}$	TN
[0089]	范围(mg/L)	1956-2038	784-812	46-53	806-846
	均值(mg/L)	1986	803	51	826

[0090] 反应器采用一体式反应器3,有效容积为18L。

[0091] 具体实验过程如下:

[0092] (1) 首先,进水泵2将污水由进水水箱1泵入反应器3内,并通过液位计10控制进水水量为1.8L;然后,开启螺旋搅拌桨5,控制螺旋搅拌桨5转速为100-120r/min;之后,通过溶解氧电极8监测反应器3中的溶氧量,控制溶氧量 $<0.02\text{mg/L}$,进入第一阶段的厌氧反应段,反应时间为120-180min。

[0093] (2) 第(1)步反应结束后,螺旋搅拌桨5维持开启状态,同时开启曝气风机12,曝气300-360min,并通过调节气体流量计13,使得反应器3内溶解氧在0.2-0.3mg/L范围,进入第二阶段反应;该阶段反应时间通过氨氮在线电极6反馈控制,当氨氮浓度处于20-30mg/L范围时,第二阶段反应结束。

[0094] (3) 第(2)步反应结束后,螺旋搅拌桨5维持开启状态,通过PLC控制系统20控制曝气风机12的频率,曝气120-180min,使反应器3中的溶氧量升高至0.3-0.6mg/L,进入第三阶段反应;该阶段反应时长通过氨氮在线电极6反馈控制,当氨氮浓度达到1-5mg/L,第三阶段反应结束。

[0095] (4) 第(3)步反应结束后,螺旋搅拌桨5维持开启状态,控制搅拌桨转速为100-120r/min,并关闭曝气风机12,使反应器3内的溶氧量 $<0.02\text{mg/L}$,反应120-180min。

[0096] (5) 第(4)步反应结束后,关闭螺旋搅拌桨5,停止搅拌,静置沉淀30min后进行泥水分离,由液位计10与电磁阀17、出水泵18控制出水量,将上清液排入出水水箱19,反应器3中的污泥通过排泥阀14排出。

[0097] 上述反应结束后,检测出水水箱19中的污水得出,COD去除率80%,TN去除率95%, $\text{PO}_4^{3-}\text{-p}$ 去除率80%,因此,该基于自控的一体式自养脱氮耦合生物除磷的方法实现了碳氮磷的稳定高效去除。

[0098] 以上所述的具体实施例,对本公开的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,应理解的是,以上所述仅为本公开的具体实施例而已,并不用于限制本公开,凡在本公开的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本公开的保护范围之内。

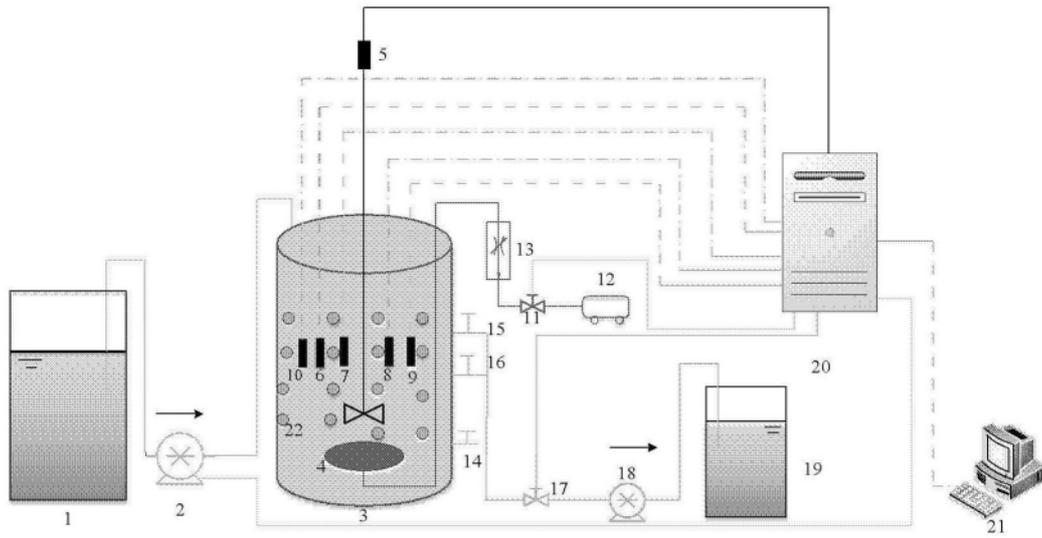


图1