



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114409082 A

(43) 申请公布日 2022. 04. 29

(21) 申请号 202210119570.7

C02F 101/16 (2006.01)

(22) 申请日 2022.02.08

(71) 申请人 东华大学

地址 201600 上海市松江区人民北路2999号

(72) 发明人 薛罡 张承基 陈红 张羽
王晓暖 何月玲 宋宾学 于鑫
徐磊 陈钰婷 王铮 曾琳
贾林春 陆晓峰 田凤国

(74) 专利代理机构 上海申汇专利代理有限公司
31001
代理人 翁若莹

(51) Int. Cl.
C02F 3/30 (2006.01)
C02F 101/30 (2006.01)

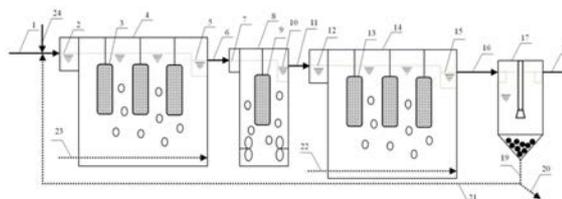
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

高氨氮、低碳氮比污水OAO耦合零价铁脱氮除磷方法

(57) 摘要

本发明公开了一种高氨氮、低碳氮比污水OAO耦合零价铁脱氮除磷方法:将污水进入装有铁刨花填料和活性污泥絮体的好氧-缺氧-好氧三级反应器,首先经一级好氧段Fe⁰诱导的同步硝化反硝化作用,将NH₄⁺-N氨氮转化为NO₃⁻-N,经同步硝化反硝化作用去除部分总氮,同时去除有机物和PO₄³⁻;再经过二级缺氧段Fe⁰自养反硝化作用,进一步去除总氮;最后经装有铁刨花填料的Fe⁰为电子供体的三级好氧段反硝化脱氮及进一步去除有机物;处理后的水进入沉淀池沉淀后排出。本发明污泥产率低,剩余污泥少,投资及运行费用较低,在高氨氮、低碳氮比污水处理领域有较大的应用前景。



1. 一种高氨氮、低碳氮比污废水OAO耦合零价铁脱氮除磷方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤1):将污废水进入装有铁刨花填料和活性污泥絮体的好氧-缺氧-好氧三级反应器,首先经一级好氧段 Fe^0 诱导的同步硝化反硝化作用,将 NH_4^+ -N氨氮转化为 NO_3^- -N,经同步硝化反硝化作用去除部分总氮,同时去除有机物和 PO_4^{3-} ;再经过二级缺氧段 Fe^0 自养反硝化作用,进一步去除总氮;最后经装有铁刨花填料的 Fe^0 为电子供体的三级好氧段反硝化脱氮及进一步去除有机物;

步骤2):步骤1)处理后的水进入沉淀池沉淀后排出,部分沉淀污泥回流至反应器好氧段,部分作为剩余污泥排出。

2. 如权利要求1所述的高氨氮、低碳氮比污废水OAO耦合零价铁脱氮除磷方法,其特征在于,所述步骤1)中铁刨花填料的制备方法为:以工业固体废物铁刨花为原料,筛分去除铁刨花中的石块砂质;用稀盐酸浸泡同时持续搅拌,清洗去除铁刨花表面铁锈,然后用清水反复冲洗,直至冲洗后出水pH呈中性;将铁刨花装填至聚乙烯网袋中制成铁刨花填料。

3. 如权利要求2所述的高氨氮、低碳氮比污废水OAO耦合零价铁脱氮除磷方法,其特征在于,所述稀盐酸的浓度为 1mol/L ;所述铁刨花填料的单体重量为 $0.5\sim 5\text{g}$ 。

4. 如权利要求1所述的高氨氮、低碳氮比污废水OAO耦合零价铁脱氮除磷方法,其特征在于,所述步骤1)中,一级好氧段内 Fe^0 好氧同步硝化反硝化反应器溶解氧控制在 $2.0\sim 4.0\text{mg/L}$,二级缺氧段内 Fe^0 缺氧自养反硝化反应器溶解氧控制在 $0.1\sim 0.5\text{mg/L}$,三级好氧段内 Fe^0 好氧自养反硝化反应器溶解氧控制在 $2.0\sim 3.0\text{mg/L}$ 。

5. 如权利要求1所述的高氨氮、低碳氮比污废水OAO耦合零价铁脱氮除磷方法,其特征在于,所述步骤1)中的好氧-缺氧-好氧三级反应器,每一级均装填有铁刨花填料,装填密度分别为:一级好氧段 60kg/m^3 ,二级缺氧段 90kg/m^3 ,三级好氧段 60kg/m^3 ;反应时间分别为:一级好氧段 $12\sim 20\text{h}$,二级缺氧段 $4\sim 10\text{h}$,三级好氧段 $12\sim 20\text{h}$ 。

6. 如权利要求1所述的高氨氮、低碳氮比污废水OAO耦合零价铁脱氮除磷方法,其特征在于,所述污废水的COD/TN为 $0.96\sim 1.21$ 。

7. 如权利要求1或6所述的高氨氮、低碳氮比污废水OAO耦合零价铁脱氮除磷方法,其特征在于,所述污废水的COD/TN较低时,以乙酸钠或甲醇为外加碳源,使COD/TN增大。

8. 一种高氨氮、低碳氮比污废水OAO耦合零价铁脱氮除磷反应器,其特征在于,包括沿水流方向依次通过出水管连通的一级 Fe^0 好氧同步硝化反硝化反应器(4)、二级 Fe^0 缺氧自养反硝化反应器(8)、三级 Fe^0 好氧自养反硝化反应器(14)及沉淀池(17);一级 Fe^0 好氧同步硝化反硝化反应器(4)、二级 Fe^0 缺氧自养反硝化反应器(8)、三级 Fe^0 好氧自养反硝化反应器(14)内部均填充有填 Fe^0 填料,进水侧、出水侧均分别设有进水渠道、出水渠道;沉淀池的侧壁连通出水管(18),底部通过排泥管(19)分别连接剩余污泥排放管口(20)、污泥回流管(21),污泥回流管(21)与一级 Fe^0 好氧同步硝化反硝化反应器(4)的进水渠道(2)连通;一级 Fe^0 好氧同步硝化反硝化反应器(4)进水端设置碳源投加管(24)与进水管(1)相连接;一级 Fe^0 好氧同步硝化反硝化反应器(4)、三级 Fe^0 好氧自养反硝化反应器(14)底部分别设置曝气管。

高氨氮、低碳氮比污水OAO耦合零价铁脱氮除磷方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种高氨氮、低碳氮比污水OAO耦合零价铁脱氮除磷方法及反应器。

背景技术

[0002] 生物脱氮是污水常用脱氮工艺方法。在传统的硝化反硝化工艺中,只有保证充足DO确保硝化,同时保证充足的碳源和C/N,才能实现完全反硝化脱氮过程。许多污水呈现典型高氨氮、低C/N特征,例如印染废水、垃圾渗滤液、污泥发酵液等,生物脱氮不仅需要大量碳源,而且为保证较高的脱氮率,需设置多级硝化、反硝化(AO)及高回流比,并同时投加大量碳源,大幅度提升了运行费用。同时,污水还涉及除磷问题,传统生化技术往往难以实现高效除磷。

[0003] 为降低外加碳源费用,近年来开展了以低价铁作为电子供体替代有机碳源的研究,其中铁自养及混养反硝化无副产物,是未来研究的热点方向。铁自养反硝化过程是指利用低价态铁(Fe^0 和各种化合态的 Fe^{2+} 等)作为电子供体,以硝酸根、亚硝酸根等作为电子受体,以无机碳化合物为碳源,在铁自养反硝化微生物的作用下,将硝酸根、亚硝酸根等还原为氮气的过程;零价铁还有助于好氧条件下实现同步硝化反硝化。与硫自养反硝化后产酸相比,铁自养反硝化无副产物,在实际应用中具有显著优势;同时,同时低价铁在氧化过程中生成的 Fe^{3+} ,还可与 PO_4^{3-} 生成 FePO_4 沉淀从而实现强化除磷。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是:如何在高氨氮、低碳氮比废水中,同时实现废水中有机物及氮、磷元素的有效去除。

[0005] 为了解决上述技术问题,本发明提供了一种高氨氮、低碳氮比污水OAO耦合零价铁脱氮除磷方法,包括以下步骤:

[0006] 步骤1):将污水进入装有铁刨花填料和活性污泥絮体的好氧-缺氧-好氧(OAO)三级反应器,首先经一级好氧段 Fe^0 诱导的同步硝化反硝化作用,将 NH_4^+ -N氨氮转化为 NO_3^- -N,经同步硝化反硝化作用去除部分总氮,同时去除有机物和 PO_4^{3-} ;再经过二级缺氧段 Fe^0 自养反硝化作用,进一步去除总氮;最后经装有铁刨花填料的 Fe^0 为电子供体的三级好氧段反硝化脱氮及进一步去除有机物;

[0007] 步骤2):步骤1)处理后的水进入沉淀池沉淀后排出,部分沉淀污泥回流至反应器好氧段,部分作为剩余污泥排出。

[0008] 优选地,所述步骤1)中铁刨花填料的制备方法为:以工业固体废物铁刨花为原料,筛去除铁刨花中的石块砂质;用稀盐酸浸泡同时持续搅拌,清洗去除铁刨花表面铁锈,然后用清水反复冲洗,直至冲洗后出水pH呈中性;将铁刨花装填至聚乙烯网袋中制成铁刨花填料。

[0009] 更优选地,所述稀盐酸的浓度为 1mol/L ;所述铁刨花填料的单体重量为 $0.5\sim 5\text{g}$ 。

[0010] 优选地,所述步骤1)中,一级好氧段内 Fe^0 好氧同步硝化反硝化反应器溶解氧(DO)

控制在2.0~4.0mg/L,二级缺氧段内 Fe^0 缺氧自养反硝化反应器溶解氧(DO)控制在0.1~0.5mg/L,三级好氧段内 Fe^0 好氧自养反硝化反应器溶解氧(DO)控制在2.0~3.0mg/L。

[0011] 优选地,所述步骤1)中的好氧-缺氧-好氧三级反应器,每一级均装填有铁刨花填料,装填密度分别为:一级好氧段 $60\text{kg}/\text{m}^3$,二级缺氧段 $90\text{kg}/\text{m}^3$,三级好氧段 $60\text{kg}/\text{m}^3$;反应时间分别为:一级好氧段12~20h,二级缺氧段4~10h,三级好氧段12~20h。

[0012] 优选地,所述污水的COD/TN为0.96~1.21。

[0013] 优选地,所述污水的COD/TN较低时,以乙酸钠或甲醇为外加碳源,使COD/TN增大。

[0014] 本发明还提供了一种高氨氮、低碳氮比污水OAO耦合零价铁脱氮除磷反应器,其包括沿水流方向依次通过出水管连通的一级 Fe^0 好氧同步硝化反硝化反应器、二级 Fe^0 缺氧自养反硝化反应器、三级 Fe^0 好氧自养反硝化反应器及沉淀池;一级 Fe^0 好氧同步硝化反硝化反应器、二级 Fe^0 缺氧自养反硝化反应器、三级 Fe^0 好氧自养反硝化反应器内部均填充有填 Fe^0 填料,进水侧、出水侧均分别设有进水渠道、出水渠道;沉淀池的侧壁连通出水管,底部通过排泥管分别连接剩余污泥排放管口、污泥回流管,污泥回流管与一级 Fe^0 好氧同步硝化反硝化反应器的进水渠道连通;一级 Fe^0 好氧同步硝化反硝化反应器进水端设置碳源投加管与进水管相连接;一级 Fe^0 好氧同步硝化反硝化反应器、三级 Fe^0 好氧自养反硝化反应器底部分别设置曝气管。

[0015] 本发明提供了一种好氧-缺氧-好氧(OAO)耦合零价铁脱氮除磷方法及反应器。高氨氮、低C/N污水首先经装填零价铁的一级好氧反应器实现硝化,并通过同步硝化反硝化去除部分总氮,通过 Fe^{3+} 沉淀除磷,然后进入装填零价铁的二级缺氧反应器进行铁自养反硝化脱氮,最后再进入装填零价铁的好氧反硝化反应器,以进一步去除总氮及有机物。该方法脱氮不需大量投加碳源及硝化液回流,同时可实现高效除磷,投资及运行费用较低。

[0016] 本发明的原理是:在好氧-缺氧-好氧(OAO)耦合零价铁脱氮除磷反应器中,含氮废水首先经装填零价铁的好氧反应器同步硝化反硝化作用去除部分总氮,并通过 Fe^{3+} 与磷酸盐生成磷酸铁沉淀去除大部分总磷,然后进入装填零价铁的缺氧反应器进行铁自养反硝化脱氮。最后通过装填零价铁的好氧反应器中 Fe^0 为电子供体的好氧反硝化进一步脱氮及去除有机物。零价铁可增加微生物硝化、反硝化的活性,提高脱氮特异性菌群丰度,零价铁作为电子供体也可降低反硝化过程所需外加碳源供给,并提高脱氮效率。

[0017] 本发明的适用范围为高氨氮、低碳氮比城市污水或工业废水,其中氮素以 NH_4^+-N 为主,磷以 PO_4^{3-} 为主,通过本发明的(OAO)耦合零价铁脱氮除磷反应器,实现总氮(TN)和总磷(TP)的去除。

[0018] 与传统的A/O反应器相比,本发明提出的污水OAO耦合零价铁脱氮除磷反应器无需硝化液回流及大量外加碳源,污泥产率低,剩余污泥少,投资及运行费用较低,在高氨氮、低碳氮比污水处理领域有较大的应用前景。

附图说明

[0019] 图1为本发明提供的高氨氮、低碳氮比污水OAO耦合零价铁脱氮除磷反应器的示意图。

具体实施方式

[0020] 为使本发明更明显易懂,兹以优选实施例,并配合附图作详细说明如下。

[0021] 实施例

[0022] 如图1所示,为本发明提供的一种高氨氮、低碳氮比污废水OAO耦合零价铁脱氮除磷反应器,其包括:一级Fe⁰好氧同步硝化反硝化反应器4、二级Fe⁰缺氧自养反硝化反应器8、三级Fe⁰好氧自养反硝化反应器14及沉淀池17。一级Fe⁰好氧同步硝化反硝化反应器4内部装填Fe⁰填料一3,进水侧设有进水管1及碳源投加管24,进水管1与进水渠道一2相连接,出水侧设有出水渠道一5,出水渠道5与出水管一6相连接。二级Fe⁰缺氧自养反硝化反应器8内部装填Fe⁰填料二9,进水侧设置进水渠道二7,进水渠道二7与出水管一6相连接,出水侧设置出水渠道二10,出水渠道二10与出水管二11相连接。三级Fe⁰好氧自养反硝化反应器14内部装填Fe⁰填料三13,进水侧设置进水渠道三12,进水渠道三12与出水管二11相连接,出水侧设置出水渠道三15,出水渠道三15与出水管三16相连接。沉淀池17进水侧与出水管三16相连接,出水侧设置出水管四18,底部通过排泥管19分别连接剩余污泥排放管口20、污泥回流管21,污泥回流管21与一级Fe⁰好氧同步硝化反硝化反应器4的进水渠道2连通;一级Fe⁰好氧同步硝化反硝化反应器4进水端设置碳源投加管24与进水管1相连接;一级Fe⁰好氧同步硝化反硝化反应器4、三级Fe⁰好氧自养反硝化反应器14底部分别设置曝气管一22、曝气管二23。

[0023] 本实施例中的废水进水为配水,其化学需氧量(COD),氨氮(NH₄⁺-N)和磷(PO₄³⁻)的浓度分别为108.8±10.2mg/L、96.6±8.8mg/L和5.0±0.2mg/L,废水中氮素形态主要以NH₄⁺-N为主。

[0024] 一种高氨氮、低碳氮比污废水OAO耦合零价铁脱氮除磷方法,包括以下步骤:

[0025] 步骤1):将高氨氮、低碳氮比污废水进入装有铁刨花填料和活性污泥絮体的好氧-缺氧-好氧(OAO)三级反应器,首先经好氧段Fe⁰诱导的同步硝化反硝化作用,将NH₄⁺-N氨氮转化为NO₃⁺-N,经同步硝化反硝化作用去除部分总氮,同时去除大部分有机物和PO₄³⁻;再经过缺氧段Fe⁰自养反硝化作用,进一步去除总氮;最后经装有铁刨花填料的Fe⁰为电子供体的好氧反硝化脱氮及去除有机物,实现有机物、氮及磷的高效去除。

[0026] 步骤2):步骤1)处理后的水进入沉淀池沉淀后排出,部分沉淀污泥回流至反应器好氧段,部分作为剩余污泥排出。

[0027] 所述步骤1)中铁刨花填料的制备方法为:以工业固体废物铁刨花为原料,筛分去除铁刨花中的石块砂质;用稀盐酸(1mol/L)浸泡同时持续搅拌,清洗去除铁刨花表面铁锈,然后用清水反复冲洗,直至冲洗后出水pH呈中性;将铁刨花装填至聚乙烯网袋中制成铁刨花填料。铁刨花选取单个重量约0.5~5g。

[0028] 所述步骤1)中一级Fe⁰好氧同步硝化反硝化反应器溶解氧(DO)控制在3.0mg/L,二级Fe⁰缺氧自养反硝化反应器溶解氧DO控制在0.5mg/L,三级Fe⁰好氧自养反硝化反应器溶解氧(DO)控制在2.5mg/L。

[0029] 所述步骤1)中铁刨花填料的装填密度为:一级好氧段60kg/m³,二级缺氧段90kg/m³,三级好氧段60kg/m³;第一级好氧段反应时间为12h,二级缺氧段为6h;三级好氧段反应时间为12h。当原水中COD/TN较低时,以乙酸钠或甲醇为外加碳源,控制进水COD/TN为1.1。

[0030] 经处理后,废水COD低于15.0mg/L,TN低于38.6mg/L,TP低于0.2mg/L。

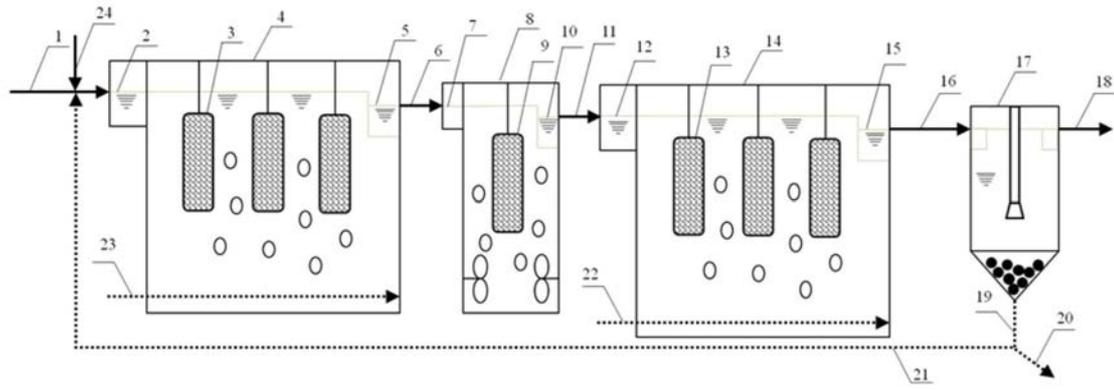


图1