



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103739070 A

(43) 申请公布日 2014. 04. 23

(21) 申请号 201310732549. 5

(22) 申请日 2013. 12. 26

(71) 申请人 江南大学

地址 214122 江苏省无锡市蠡湖大道 1800 号

(72) 发明人 李秀芬 聂鹏飞 任月萍 王新华

(51) Int. Cl.

C02F 3/30(2006. 01)

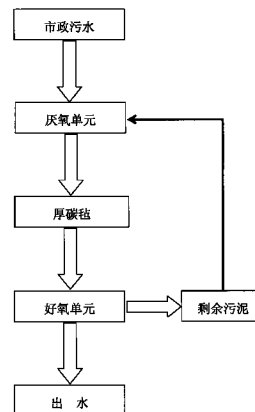
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

一种低能耗市政污水回用的方法

(57) 摘要

本发明提供一种低能耗市政污水回用的方法,属于废水资源化技术领域,采用耦合微生物燃料电池(厌氧生物技术)的膜生物反应器(好氧生物技术)处理市政污水,利用微生物燃料电池所产电能补偿膜生物反应器的电能消耗,同时可使作为微生物燃料电池阴极的膜生物反应器膜组件表面带负电,产生静电斥力,以有效减轻膜污染,此外采用0.5~1.0cm厚碳毡替代普通微生物燃料电池中的质子交换膜,大大降低了系统构建成本,与传统膜生物反应器系统相比,吨污水处理能耗降低35%~70%,系统的COD和氨氮去除率均达92.0%~98.0%,出水水质符合我国城镇污水处理厂污染物排放标准(GB18918-2002)中的一级A标准和我国城市污水再生利用城市杂用水水质标准(GB/T18920-2002)。本发明技术科学合理,对实现市政污水的回用具有重要意义。



1. 一种低能耗市政污水回用的方法,其特征在于:

(1) 进水:市政污水,COD浓度为100~500mg/L,氨氮浓度为10~50mg/L,pH值为6~9;

(2) 厌氧单元:生活污水首先由进水泵打入微生物燃料电池(Microbial Fuel Cell, MFC)的阳极室进行厌氧处理,水力停留时间(Hydraulic Residence Time, HRT)为10~24h,温度为15~35℃,阳极材料为碳毡、碳布、石墨及其改性修饰材料;

(3) 好氧单元:厌氧单元处理后的出水透过0.5~1.0cm厚碳毡进入膜生物反应器(Membrane Bioreactor, MBR)好氧单元进行好氧处理,HRT为6~12h,温度为15~35℃,溶解氧浓度为2.0~6.0mg/L,MBR膜组件兼MFC阴极,材料为导电聚合物修饰的不锈钢网、无纺布、碳毡、碳布;

(4) 采用0.5~1.0cm厚碳毡将系统分割为MFC和MBR两个单元,装置构建成本低;

(5) 排水单元:经好氧单元处理后的污水经MBR出水口、排水泵和管道排出回用。

2. 根据权利要求1所述的一种低能耗市政污水回用的方法,其特征在于:有机物在MFC阳极氧化产生的质子透过0.5~1.0cm厚碳毡到达MBR好氧单元(即MFC阴极室),与电子和氧气结合生成水,消除了普通MFC阳极易酸化、反馈抑制产电微生物活性的问题。

3. 根据权利要求1所述的一种低能耗市政污水回用的方法,其特征在于:MFC阳极氧化后的剩余有机物也随水流透过0.5~1.0cm厚碳毡到达MBR好氧单元,进一步好氧矿化去除。

4. 根据权利要求1所述的一种低能耗市政污水回用的方法,其特征在于:随运行时间的延长,0.5~1.0cm厚碳毡的表面形成生物膜,系统脱氮效果好。

5. 根据权利要求1所述的一种低能耗市政污水回用的方法,其特征在于:MBR中的膜组件同时用作MFC阴极(亦称导电微滤膜),可为MBR膜表面与膜面污染物间提供静电斥力,有效缓解膜污染。

6. 根据权利要求1所述的一种低能耗市政污水回用的方法,其特征在于:采用0.5~1.0cm厚碳毡替代普通MFC中的质子交换膜,大大降低了系统构建成本。

## 一种低能耗市政污水回用的方法

### 技术领域

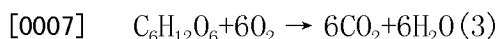
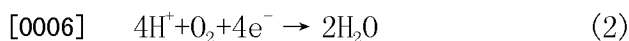
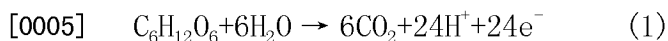
[0001] 一种低能耗市政污水回用的方法,属于废水资源化技术领域。

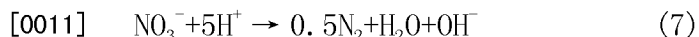
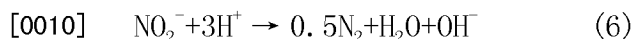
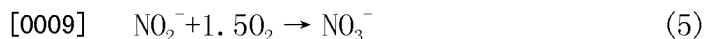
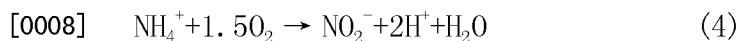
### 背景技术

[0002] 近年来,作为废水物理与生物处理技术的优势组合,以剩余污泥产量低和高效脱氮见长、以污水资源化(或回用)和无害化为最终目标的膜生物反应器(Membrane Bioreactor, MBR)技术已在污水处理领域得到广泛的应用。据统计,我国投入运行或在建的 MBR 污水处理工程已超过 300 项,其中,万吨级 MBR 系统近 10 套。然而,国内外实践表明,运行成本和膜污染始终是制约 MBR 稳定运行的主要障碍。就其运行成本而言,传统市政污水处理厂平均电耗为  $0.3\text{kWh} / \text{m}^3$  污水,但 MBR 处理污水的能耗高达  $0.5 \sim 1.0\text{kWh} / \text{m}^3$  污水。另一方面,无论采用何种膜污染预防措施,一旦膜与污泥混合液接触,膜污染即开始。因此,寻找低能耗、有效解决 MBR 膜污染问题的污水处理方法十分必要。

[0003] 微生物燃料电池(Microbial Fuel Cell, MFC)是一项通过阳极产电生物膜降解污水中有机物并产生可持续电能的新技术。像所有燃料电池一样, MFC 发电不是将燃料(废水或废弃物中的有机物)燃烧,而是在厌氧条件下从燃料分子剥取电子(即微生物呼吸作用产生的电子),并将其通过预定途径(电极和外电路)传递到氧,将原本用于氧化磷酸化生物合成 ATP 的能量转化为电,其中微生物是生化反应的催化剂, MFC 的产电过程通过阳极有机物(电子供体)的氧化和阴极氧气(电子受体)的还原实现。然而,作为厌氧生物处理技术之一, MFC 难以获得优良的出水水质,与硝化过程、序批式反应器、生物转盘、生物接触氧化等工艺结合,甚至将 MFC 置于活性污泥法的曝气池中,可改善 MFC 出水水质,但上述过程均无法有效去除系统出水中的悬浮物,难以回用。

[0004] 本发明以市政污水为处理对象,提出了耦合 MFC(厌氧生物技术)的 MBR(好氧生物技术)处理市政污水新技术,该技术具有如下优势:①污水中大部分葡萄糖等有机物在厌氧单元(即 MFC 阳极室)发生氧化反应(反应式 1),产生的电子经由 MFC 阳极和外电路传递到 MFC 阴极,回收的电可用于补偿 MBR 的高运行成本。② MFC 阳极氧化产生的质子透过  $0.5 \sim 1.0\text{cm}$  厚碳毡到达 MBR 好氧单元,与电子和氧气结合生成水(反应式 2),消除了普通 MFC 阳极易酸化、反馈抑制产电微生物活性问题。③ MFC 阳极氧化后的剩余有机物也随水流透过  $0.5 \sim 1.0\text{cm}$  厚碳毡到达 MBR 好氧单元,进一步好氧矿化去除(反应式 3), MBR 膜过滤出水水质良好。④随运行时间的延长,  $0.5 \sim 1.0\text{cm}$  厚碳毡的表面形成生物膜,系统脱氮效果好(反应式 4-7)。⑤ MBR 中的膜组件同时用作 MFC 阴极(亦称导电微滤膜),可为 MBR 膜表面与膜面污染物间提供静电斥力,有效缓解膜污染。⑥耦合系统结构简单,操作管理方便,同时采用  $0.5 \sim 1.0\text{cm}$  厚碳毡替代普通 MFC 中的质子交换膜,大大降低了系统构建成本。





## 发明内容

[0012] 本发明的目的在于发明一种能耗低、出水水质优良的市政污水回用的方法。

[0013] 本发明的技术工艺包括以下几个步骤：

[0014] 1、进水：市政污水，进水 COD 浓度为 100 ~ 500mg / L，进水氨氮浓度为 10 ~ 50mg / L，pH 值为 6 ~ 9；

[0015] 2、厌氧单元：市政污水首先由进水泵打入厌氧单元，即 MFC 阳极室进行厌氧处理，水力停留时间 (Hydraulic Residence Time, HRT) 为 10 ~ 24h，温度为 15 ~ 35℃，阳极材料为碳毡、碳布、石墨及其改性修饰材料；

[0016] 3、好氧单元：厌氧单元处理后的出水透过 0.5 ~ 1.0cm 厚碳毡流至 MBR 好氧单元，即 MFC 阴极室，HRT 为 6 ~ 12h，温度为 15 ~ 35℃，溶解氧浓度为 2.0 ~ 6.0mg / L，MBR 膜组件兼 MFC 阴极，材料为导电聚合物修饰的不锈钢网、无纺布、碳毡、碳布；

[0017] 4、采用 0.5 ~ 1.0cm 厚碳毡将系统分割为厌氧和好氧两个单元，装置构建成本低。

[0018] 本发明的优点

[0019] 1、污水中大部分葡萄糖等有机物在厌氧单元的 MFC 阳极发生氧化反应，产生的电子经由 MFC 阳极和外电路传递到好氧单元的 MFC 阴极，通过外阻回收其电能并用于补偿 MBR 运行成本；

[0020] 2、MFC 阳极氧化产生的质子随水流透过 0.5 ~ 1.0cm 厚碳毡到达 MBR 好氧单元（即 MFC 阴极室），与电子和氧气结合生成水，消除了普通 MFC 阳极易酸化、反馈抑制产电微生物活性的问题；

[0021] 3、MFC 阳极氧化后的剩余有机物也随水流透过 0.5 ~ 1.0cm 厚碳毡到达 MBR 好氧单元，进一步好氧矿化去除；

[0022] 4、随运行时间的延长，0.5 ~ 1.0cm 厚碳毡的表面形成生物膜，系统脱氮效果好；

[0023] 5、MBR 中的膜组件同时用作 MFC 阴极（亦称导电微滤膜），可为 MBR 膜表面与膜面污染物间提供静电斥力，有效缓解膜污染；

[0024] 6、与传统 MBR 系统相比，吨污水处理能耗降低 30% ~ 70%，系统的 COD 和氨氮去除率均为 90.0% ~ 98.0%，出水水质符合我国城镇污水处理厂污染物排放标准 (GB18918-2002) 中的一级 A 标准和我国城市污水再生利用城市杂用水水质标准 (GB / T18920-2002)；

[0025] 7、耦合系统结构简单，操作管理方便，同时采用 0.5 ~ 1.0cm 厚碳毡替代普通 MFC 中的质子交换膜，大大降低了系统构建成本。

## 附图说明

[0026] 图 1 为本发明的工艺流程图。

### 具体实施方式

[0027] 实施例 1 :MFC 阳极采用碳毡,MBR 膜组件采用石墨烯+聚偏氟乙烯修饰无纺布。系统进水水质如下 :COD 浓度为 500mg / L,氨氮 40mg / L,pH 值为 7 ;厌氧单元的 HRT 为 16h ;好氧单元的 HRT 为 8h,溶解氧浓度为 4.0mg / L ;温度为 25℃。

[0028] 实施例 2 :MFC 阳极采用碳布,MBR 膜组件采用聚苯胺修饰不锈钢网。系统进水水质如下 :COD 浓度为 300mg / L,氨氮 20mg / L, pH 值为 8 ;厌氧单元的 HRT 为 10h ;好氧单元的 HRT 为 6h,溶解氧浓度为 2.0mg / L ;温度为 30℃。

[0029] 实施例 3 :MFC 阳极采用石墨,MBR 膜组件采用石墨烯修饰碳布。系统进水水质如下 :COD 浓度为 100mg / L,氨氮 10mg / L, pH 值为 9 ;厌氧单元的 HRT 为 10h ;好氧单元的 HRT 为 6h,溶解氧浓度为 6.0mg / L ;温度为 20℃。

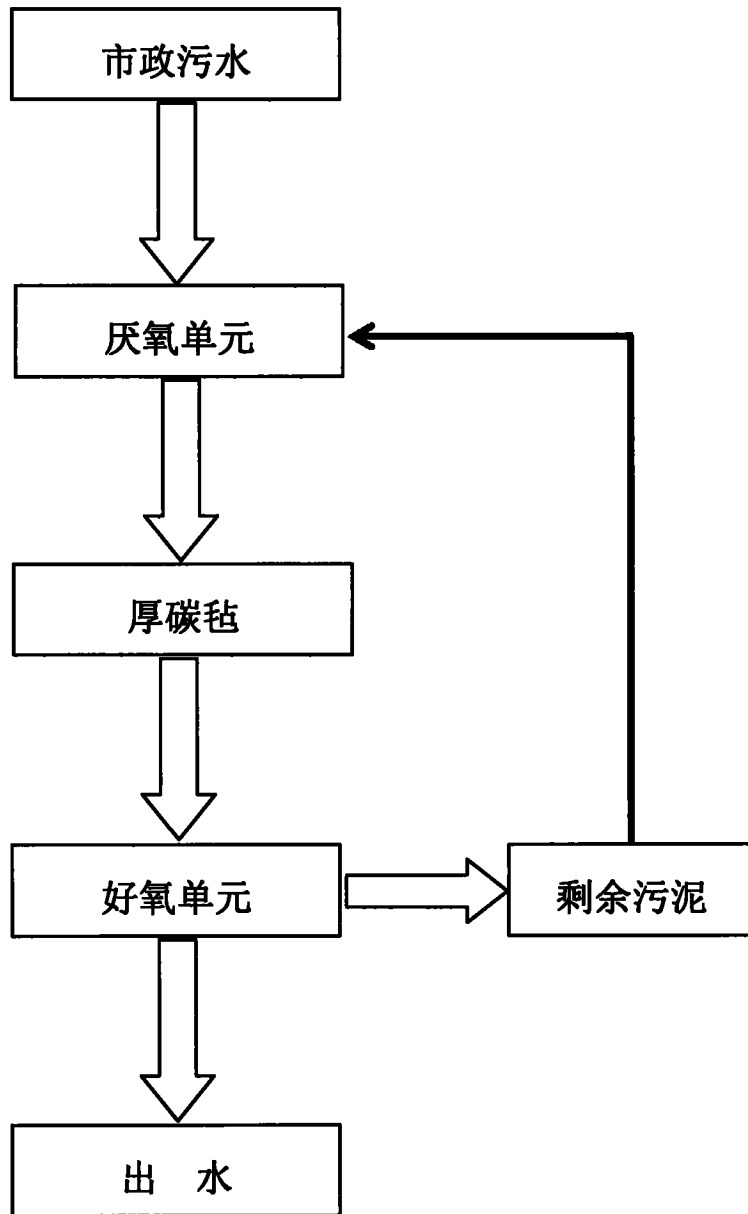


图 1