



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103996866 B

(45) 授权公告日 2016. 06. 29

(21) 申请号 201410159938. 8

KR 10-2012-0021517 A, 2012. 03. 09, 全文 .

(22) 申请日 2014. 04. 21

CN 203179993 U, 2013. 09. 04, 说明书第

[0022] 段, [0024]-[0026] 段, [0029] 段、图 1.

(73) 专利权人 华南理工大学

CN 203871428 U, 2014. 10. 08, 权利要求

地址 511400 广东省广州市南沙区环市大道
南路 25 号华工大广州产研院

1-3, 4, 6.

专利权人 贵州科学院

审查员 李祥

(72) 发明人 周少奇 陶琴琴

(74) 专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限
公司 44102

代理人 何淑珍

(51) Int. Cl.

H01M 8/16(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 103588300 A, 2014. 02. 19, 全文 .

CN 2776977 Y, 2006. 05. 03, 全文 .

US 7767323 B1, 2010. 08. 03, 全文 .

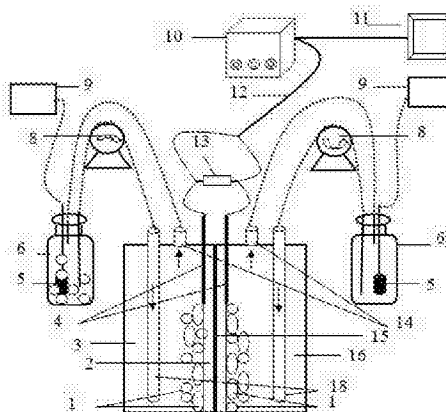
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种交替式阴阳极脱氮除磷微生物燃料电池

(57) 摘要

本发明公开了一种交替式阴阳极脱氮除磷微生物燃料电池,包括反应系统和数据采集监测系统。整个反应系统由两个结构相同且相互独立的内循环子反应系统组成,子反应系统包括反应室、电极、进水管、出水管、恒流泵软管、鼓气泵、缓冲瓶、曝气头、恒流泵、微生物和电解液。两个子反应系统的反应室由质子交换膜隔开,两个子反应系统的电极分别紧贴在质子交换膜的两侧。两个子反应系统的鼓气泵交替打开和关闭。数据采集监测系统包括导电丝、负载、导线、数据采集器和计算机。在阳极室厌氧阶段,利用有机物为燃料,完成聚磷菌的厌氧放磷过程。在阴极室曝气阶段,以氧气、硝态氮作为电子受体,同步实现反硝化脱氮、除磷和产电功能。



1. 一种交替式阴阳极脱氮除磷微生物燃料电池,包括反应系统和数据采集监测系统,其特征在于:所述反应系统包括两个结构相同的子反应系统,其中一个子反应系统包括反应室一(3)、电极一(2)、进水管(18)、出水管(14)、恒流泵软管、鼓气泵(9)、缓冲瓶(6)、曝气头(5)、恒流泵(8)、微生物(1)和电解液;反应室一(3)中的电解液依次经过出水管(14)、第一恒流泵软管、缓冲瓶(6)、第二恒流泵软管、进水管(18),在恒流泵(8)的作用下形成内循环;鼓气泵(9)通过第三恒流泵软管与缓冲瓶(6)中的曝气头(5)连接;两个子反应系统的反应室由质子交换膜(15)隔开,两个子反应系统的电极分别紧贴在质子交换膜(15)的两侧,数据采集监测系统包括导电丝(4)、负载(13)、导线(12)、数据采集器(10)和计算机(11),两个子反应系统的电极均连接有导电丝(4),导电丝(4)再通过导线与负载(13)连接形成闭合回路;负载(13)两端还通过导线与数据采集器(10)的输入端连接,数据采集器(10)的输出端与计算机(11)输入端连接;所述的电解液是含氮和磷的有机废水,初始pH为7.0~7.5;所述两个子反应系统的反应室的高度大于水平方向的宽度;缓冲瓶(6)中曝气量大小由鼓气泵(9)流量控制按钮调节,好氧循环系统中溶解氧为2.0~3.5 mg/L,厌氧内循环系统中溶解氧为0.05~0.1 mg/L;所述的电极为碳布、碳纸、碳毡、石墨毡或石墨板;电极表面都附着具有脱氮除磷功能的微生物(1),电极面积与反应室的体积比为 $1\text{ cm}^2:0.1\sim 10\text{ cm}^3$;当该微生物燃料电池输出电压小于50 mV时,关闭呈好氧环境内循环系统子系统中的鼓气泵,将其中的电解液排到系统外后重新加入新鲜未处理含氮磷有机废水,同时打开呈厌氧环境内循环系统子系统中的鼓气泵,如此循环运行,含氮磷有机废水加入反应系统中的其中一个反应室到排出该反应室所经历的时间为一个运行周期。

2. 根据权利要求1所述的一种交替式阴阳极脱氮除磷微生物燃料电池,其特征在于出水管(14)与反应室一(3)顶部的出水口连接;进水管(18)穿过反应室一(3)顶部的进水口并伸入反应室一(3)内底部。

3. 根据权利要求1所述的一种交替式阴阳极脱氮除磷微生物燃料电池,其特征在于恒流泵(8)作用于第二恒流泵软管上。

4. 根据权利要求1所述的一种交替式阴阳极脱氮除磷微生物燃料电池,其特征在于两个子反应系统的鼓气泵交替打开和关闭,当其中一个子反应系统的鼓气泵打开时,该子反应系统形成一个好氧环境内循环系统作为微生物燃料电池的阴极反应室,此时另一个子反应系统形成厌氧环境内循环系统作为微生物燃料电池的阳极反应室。

一种交替式阴阳极脱氮除磷微生物燃料电池

技术领域

[0001] 本发明属于生物燃料电池技术领域,尤其涉及一种交替式阴阳极脱氮除磷微生物燃料电池。

背景技术

[0002] 氮、磷是引起水体富营养化的重要限制因子,人类的生产和生活过程中,向湖泊、河口、海湾等缓流水体中排入了大量的氮和磷,引起水体富营养化,造成水体中藻类及其他浮游生物迅速繁殖,水体溶解氧量下降,水质恶化,鱼类及其他生物大量死亡。富营养化的防治是水污染处理中最为复杂和困难的问题。目前,最常用的生物脱氮除磷工艺是A(缺氧)/O(好氧)工艺。该方法有很好的脱氮除磷效果,但有高能耗和剩余污泥量多等问题。国际上很多国家之间的争端和矛盾的根源都是能源的争夺,能源短缺的日益加剧,使得我们在解决实际问题时不得不考虑节能降耗、使用新能源。

[0003] 微生物燃料电池(Microbial Fuel cells,简称MFC)是一种利用微生物将化学能直接转变为电能的装置,其能量转化效率可达80%以上。微生物燃料电池以废水中的有机物为燃料,有机物在降解过程中产生的电子经过阳极电极、外电路、电路负载,最终到达阴极端。以废水为燃料的微生物发电是一种新的可再生能源利用方式,不仅净化了废水,而且获得了能量;具有常温发电、清洁高效、可循环利用等优点。今年来,在环境污染和能源危机的双重压力下,由于微生物燃料电池的治废和产电特性,这项新技术越来越受人们青睐。

[0004] 微生物燃料电池的基本工作原理:阳极有机物被厌氧微生物氧化分解后,产生电子和质子。部分电子传递到阳极上,通过外电路到达阴极,质子通过质子交换膜到达阴极。在阴极表面,电子、质子与电子受体结合,从而完成电子和质子的回路。随着阳极有机物的不断氧化和阴极反应的持续进行,闭合回路下获得持续的电流。

发明内容

[0005] 本发明的目的是克服现有技术的不足,提供一种交替式阴阳极脱氮除磷微生物燃料电池,具体技术方案如下。

[0006] 一种交替式阴阳极脱氮除磷微生物燃料电池,包括反应系统和数据采集监测系统,所述反应系统包括两个结构相同的子反应系统,其中一个子反应系统包括反应室一、电极一、进水管、出水管、恒流泵软管、鼓气泵、缓冲瓶、曝气头、恒流泵、微生物和电解液;反应室一中的电解液依次经过出水管、第一恒流泵软管、缓冲瓶、第二恒流泵软管、进水管,在恒流泵的作用下形成内循环;鼓气泵通过第三恒流泵软管与缓冲瓶中的曝气头连接;两个子反应系统的反应室由质子交换膜隔开,两个子反应系统的电极分别紧贴在质子交换膜的两侧。数据采集监测系统包括导电丝、负载、导线、数据采集器和计算机,两个子反应系统的电极均连接有导电丝,导电丝再通过导线与负载连接形成闭合回路;负载两端还通过导线与数据采集器的输入端连接,数据采集器的输出端与计算机输入端连接。

[0007] 所述的微生物是从污水处理厂接种的具有脱氮除磷功能的活性污泥微生物。

- [0008] 所述的电解液为含氮和磷有机废水,初始pH为7.0~7.5。
- [0009] 进一步优化的,出水管与反应室一顶部的出水口连接;进水管穿过反应室一顶部的进水口并伸入反应室内底部。
- [0010] 进一步优化的,恒流泵作用于第二恒流泵软管上。
- [0011] 进一步优化的,两个子反应系统的鼓气泵交替打开和关闭,当其中一个子反应系统的鼓气泵打开时,该子反应系统形成一个好氧环境内循环系统作为微生物燃料电池的阴极反应室,此时另一个子反应系统形成厌氧环境内循环系统作为微生物燃料电池的阳极反应室。
- [0012] 进一步优化的,当该微生物燃料电池输出电压小于50 mV时,关闭呈好氧环境内循环系统子系统中的鼓气泵,将其中的电解液排到系统外后重新加入新鲜未处理含氮磷有机废水,同时打开呈厌氧环境内循环系统子系统中的鼓气泵,如此循环运行,含氮磷有机废水加入反应系统中的其中一个反应室到排出该反应室所经历的时间为一个运行周期。
- [0013] 进一步优化的,所述两个子反应系统的反应室的高度大于水平方向的宽度。
- [0014] 进一步优化的,缓冲瓶中曝气量大小由鼓气泵流量控制按钮调节,好氧循环内循环系统中溶解氧为2.0~3.5 mg/L,厌氧内循环系统中溶解氧为0.05~0.1 mg/L。
- [0015] 进一步优化的,所述的电极为碳布、碳纸、碳毡、石墨毡或石墨板;电极表面都附着具有脱氮除磷功能的微生物,电极面积与反应室的体积比为 $1\text{ cm}^2:0.1\sim 10\text{ cm}^3$ 。
- [0016] 进一步优化的,反应室一和反应室二中充满电解液,初期启动时,接种菌液为体积比为1:1的污水处理厂二次沉淀池的厌氧和好氧污泥上清液,接种菌液体积与反应室体积比为1:3。
- [0017] 所述的反应室一和反应室二是一个交替的厌氧和好氧环境,这项功能由鼓气泵的开和关控制完成。曝气量大小由鼓气泵流量控制按钮调节,好氧循环系统中溶解氧为2.0~3.5 mg/L,厌氧循环系统中溶解氧为0.05~0.1 mg/L。
- [0018] 进一步地,所述的数据采集器为吉时利2007型数据采集器。
- [0019] 与已有技术相比,本发明具有如下有益效果:
- [0020] (1)本发明利用具有脱氮除磷功能的活性污泥微生物进行废水处理和生物产电,整个反应过程中无需投加铁氰化物和高锰酸盐等具有高氧化活性的化学物质,便可同时实现污水处理和产电;
- [0021] (2)两个反应室交替曝气,反应室中兼性厌氧和好氧产电菌大量繁殖,与严格厌氧的阳极室纯厌氧菌比,反应条件更温和,细菌繁殖更快,产电效率高;
- [0022] (3)两反应室交替曝气可很好的解决阴极室和阳极室的pH差问题;
- [0023] (4)利用缓冲瓶曝气可以减少阴极室氧向阳极室扩散,提高了产电效率和整个反应器的产电稳定性;
- [0024] (5)厌氧内循环系统和好氧内循环系统加强了反应室内部的物质流动,加快了产电速率;
- [0025] (6)两电极分别紧贴在质子交换膜两侧,电极间距离极小,极大地降低了电池内阻;
- [0026] (7)阴极曝气达到了提供电子受体和微生物好氧吸磷的双重功效,减少能耗。

附图说明

[0027] 图1 是一种交替式阴阳极脱氮除磷微生物燃料电池结构示意图。

具体实施方式

[0028] 下面结合附图对本发明的实施作进一步说明,但本发明的实施和保护不限于此。

[0029] 如图1,一种交替式阴阳极脱氮除磷微生物燃料电池,包括反应系统和数据采集监测系统,所述反应系统包括两个结构相同的子反应系统,其中一个子反应系统包括反应室一3、电极一2、进水管18、出水管14、恒流泵软管、鼓气泵9、缓冲瓶6、曝气头5、恒流泵8、微生物1和电解液;反应室一3中的电解液依次经过出水管14、第一恒流泵软管、缓冲瓶6、第二恒流泵软管、进水管18,在恒流泵8的作用下形成内循环;鼓气泵9通过第三恒流泵软管与缓冲瓶6中的曝气头5连接;两个子反应系统的反应室由质子交换膜15隔开,两个子反应系统的电极分别紧贴在质子交换膜15的两侧。数据采集监测系统包括导电丝4、负载13、导线12、数据采集器10和计算机11,两个子反应系统的电极均连接有导电丝4,导电丝4再通过导线与负载13连接形成闭合回路;负载13两端还通过导线与数据采集器10的输入端连接,数据采集器10的输出端与计算机11输入端连接。

[0030] 上述交替式阴阳极脱氮除磷微生物燃料电池的启动过程如下:

[0031] 将含氮、磷有机废水加到两个缓冲瓶6的2/3体积处,再分别加入1/3体积的接种菌液,混匀,将两个恒流泵8打开,含氮磷有机废水和微生物1分别经两反应室顶部的进水管18慢慢进入反应室一3和反应室二16直至充满两个反应室,随着含氮磷有机废水和微生物1的持续泵入,两反应室内均产生了水压,两反应室中的含氮磷有机废水和微生物1则经各自所在反应室顶部的出水管14慢慢回流到缓冲瓶内6,此时将反应室一3所对应的鼓气泵9打开,这样便形成了一个好氧内循环系统。反应室二16所对应的鼓气泵9呈关闭状态,这样便形成了一个厌氧内循环系统。两天以后,关闭反应室一3对应的鼓气泵9,将反应室一3中的电解液排到系统外后重新加入新鲜未处理含氮磷有机废水,同时打开反应室二16所对应的鼓气泵9。如此循环运行。含氮磷有机废水加入反应系统中的其中一个反应室到排出该反应室所经历的时间为一个运行周期。当微生物燃料电池输出电压稳定三个运行周期以上时,启动过程完成。

[0032] 交替式阴阳极脱氮除磷微生物燃料电池工作过程如下:

[0033] 当反应室二16中的聚磷菌处在一个厌氧内循环系统中,聚磷菌分解其体内的聚磷酸盐,向反应室二16中释放磷酸盐。此时,反应室一3中的聚磷菌处在一个好氧内循环系统中,以氧或硝态氮为电子受体,聚磷菌过量吸收磷酸盐并反硝化除氮。此时反应室一3作为微生物燃料电池的阴极室,反应室二16作为微生物燃料电池的阳极室。当微生物燃料电池输出电压小于50 mV时,关闭反应室一3对应的鼓气泵9,将反应室一3中的电解液排出,加入新鲜未处理含氮磷有机废水。与此同时,反应室二16中的聚磷菌经一段时间厌氧环境后,已经完成了厌氧放磷过程,开启反应室二16对应的鼓气泵9,使反应室二16呈一个好氧状态。整个反应系统出水中氮和磷去除率分别达到0~90%(当好氧循环系统中溶解氧 > 2.0 mg/L时,氮的去除效果非常差;当溶解氧 ≤ 2.0 mg/L时,氮的去除效果明显变好,但由于溶解氧的不足,导致微生物燃料电池的输出电压迅速降低,当溶解氧2.0 mg/L为最佳溶解氧,此时

氮的去除率达到了90 %)和90 %以上。在整个处理过程中,废水中的有机物被氧化分解,释放出电子,电子由阳极电极收集并通过导电丝4和导线12传递到阴极电极。反应系统产生的电信号被数据采集器10收集,并传输到计算机11中,交替式阴阳极微生物燃料电池输出的电信号体现为数据采集器10记录负载13两端的电压是正负交替的。

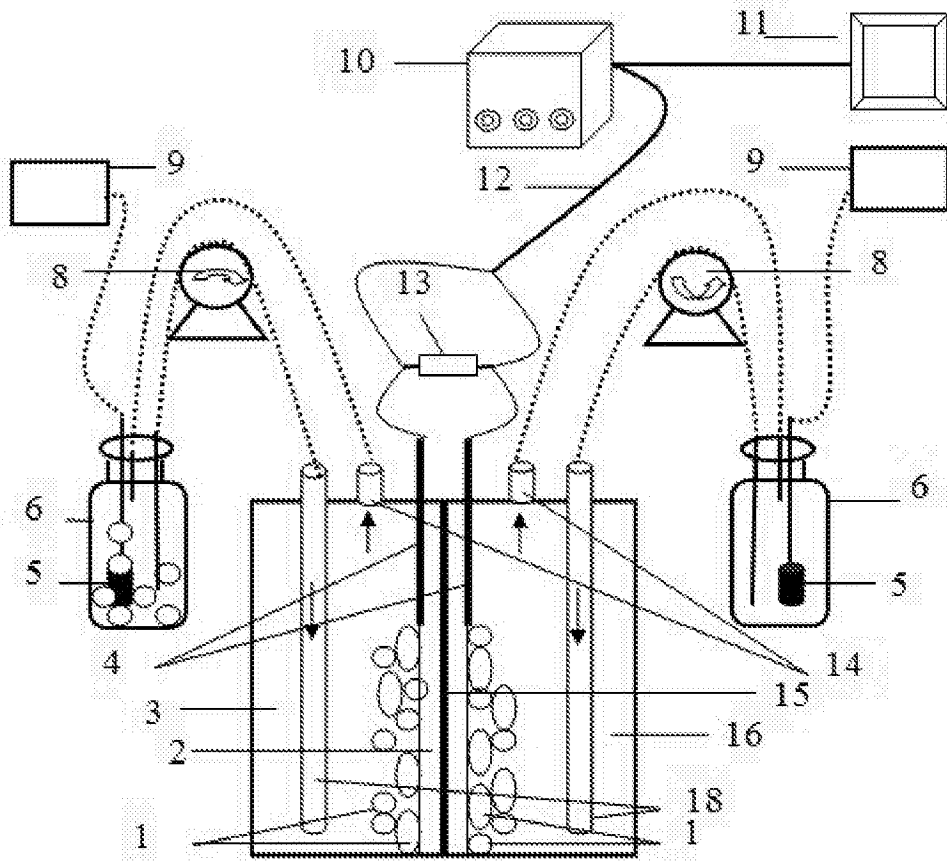


图1