



(21)申请号 201710139500.7

(22)申请日 2017.03.08

(71)申请人 中国科学院生态环境研究中心

地址 100085 北京市海淀区北京海淀区双清路18号

(72)发明人 郁达伟 魏源送 程振敏 陈梅雪
王亚炜 钟慧

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

代理人 任岩

(51)Int.Cl.

C02F 9/14(2006.01)

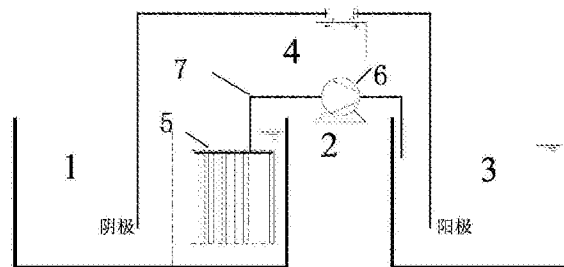
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

电解强化膜生物反应器及利用其进行废水处理的方法

(57)摘要

本发明公开了一种电解强化膜生物反应器及利用其进行废水处理的方法,电解强化膜生物反应器包括膜生物反应器、膜系统、清水池和电解系统。本发明的电解强化膜生物反应器通过电解废水中的电解质,在膜生物反应器和清水池中分别产生OH⁻和Cl₂,从而为膜生物反应器补充碱度和调节pH值,同时为清水池进行氯消毒,有效降低了补充碱度和消毒剂的药耗,也降低了出水盐度。本发明的电解强化膜生物反应器,既可用于好氧膜生物反应器,实现无加药的碱度补充和出水氯消毒;也可用于厌氧膜生物反应器,降低酸化风险和减少出水氯消毒药耗。



1. 一种电解强化膜生物反应器,包括膜生物反应器(1)、膜系统(2)、清水池(3);
所述膜生物反应器(1),其内装有废水、厌/好氧污泥;
所述膜系统(2),用于连通膜生物反应器(1)和清水池(3);
所述清水池(3),其内装有净化水;
其特征在于,还包括:
电解系统(4),具有一阴极和一阳极,该阴极置于膜生物反应器(1)内,用于电解废水中的盐分产生 OH^- ;该阳极置于清水池(3)内,用于电解净化水中的盐分产生 Cl_2 。
2. 根据权利要求1所述的电解强化膜生物反应器,其特征在于,所述电解系统(4)采用直流电。
3. 根据权利要求1所述的电解强化膜生物反应器,其特征在于,所述电解系统(4)的阴极和阳极均采用惰性或牺牲电极。
4. 根据权利要求3所述的电解强化膜生物反应器,其特征在于,所述惰性或牺牲电极为碳棒、铂电极或金电极。
5. 根据权利要求1所述的电解强化膜生物反应器,其特征在于,
所述电解系统(4)的阴极,置于膜生物反应器(1)的生物反应区,电解污水中的盐分产生 OH^- ,以及副产物 H_2 ,其中 OH^- 用于脱氮、厌氧消化所需的碱度;
所述的电解系统(4)的阳极,置于清水池(3)的生物反应区,电解污水中的盐分产生 Cl_2 , Cl_2 用于消毒或高级氧化所需的消毒剂和氧化剂。
6. 根据权利要求1所述的电解强化膜生物反应器,其特征在于,所述膜系统(2)在电解过程中作为盐桥,包括膜组件(5)、出水泵(6)和管道(7),其中:
所述膜组件(5)为内置式或外置式,采用平板、中空或管式膜组件,
所述出水泵(6)为自吸式水泵,其进水口的一端通过管道(7)与出水口的一端连接,其进水口的另一端与膜组件(5)的出水口连接,其出水口的另一端与清水池(3)连接;
所述管道(7)的出水口插入清水池(3)的最低液位以下。
7. 根据权利要求1所述的电解强化膜生物反应器,其特征在于,所述膜生物反应器(1)为一体式结构或分体式结构,所述一体式结构为膜组件(5)置于生物反应池内,所述分体式结构为膜组件(5)置于独立的膜池内。
8. 一种利用权利要求1~7中任一项所述的电解强化膜生物反应器进行废水处理的方法,其特征在于,包括:
S1:膜生物反应器(1)中输入废水,在启动时用厌/好氧污泥进行生物接种;
S2:在电解系统(4)的补充碱度、消毒或高级氧化作用下,废水经生物降解去除污染物,通过膜系统(2)过滤后输入至清水池(3);
S3:清水池(3)对输入的净化水进行氯消毒,并出水。
9. 根据权利要求8所述的方法,其特征在于,所述净化水通过膜系统(2)输入至清水池(3),具体为净化水在出水泵(6)的抽吸下,经过膜系统(2)的膜组件(5)、出水泵(6)和管道(7)进入清水池(3),其中膜系统(2)在电解过程中作为盐桥。
10. 根据权利要求8所述的方法,其特征在于,
所述电解系统(4)的阴极,置于膜生物反应器(1)的生物反应区,电解污水中的盐分产生 OH^- ,以及副产物 H_2 ,其中 OH^- 用于脱氮、厌氧消化所需的碱度;

所述的电解系统(4)的阳极,置于清水池(3)的生物反应区,电解污水中的盐分产生 Cl_2 , Cl_2 用于消毒或高级氧化所需的消毒剂和氧化剂。

电解强化膜生物反应器及利用其进行废水处理的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及废水处理和膜技术领域,特别涉及一种低碱度废水的电解强化膜生物反应器及利用其进行废水处理的方法。

背景技术

[0002] 2010年国家统计年鉴指出,作为一种高浓度有机废水,农副食品加工业废水以6.0%的工业排放总量排放了11.4%的工业高浓度有机污染物(chemical oxygen demand, COD),具有典型性。农副食品加工业废水污染物浓度高、排放量大且达标排放率低,污染减排和资源化的潜力巨大。据年鉴统计,2010年农副食品加工业(包括粮食加工、制糖等)废水排放量 13.2×10^8 t,在41个分类行业中排名第4位,而排放达标率仅仅为第37位。其中最为突出的污染物COD年排放 49.6×10^4 t,排名第2位。随着国家污染减排力度的加大和中央一号文件大力推动专业大户、家庭农场、农民合作社等的规模化发展,农副食品加工业将长期稳定增长。同时,新出台的淀粉、制糖和酒精等工业废水标准提高了COD排放标准,农副食品加工业废水处理与资源化的技术要求正在迅速提高。

[0003] 高浓度有机污染物(chemical oxygen demand, COD)是这类废水达标排放的限制性污染物,现有主流技术为厌氧、好氧和物化的组合工艺。典型的工艺流程如:UASB+BAF、UASB+A/O、UBF+CASS等厌氧-好氧组合生物工艺,或沉淀、气浮等物化+生物处理。这些组合水处理工艺的运行一个巨大挑战是碱度的限制,由于碱度不足,导致厌氧过程易酸化崩溃、好氧过程无法有效脱氮,给该类废水生物处理的稳定运行带来很大挑战。存在类似问题的高浓度有机废水还包括屠宰废水、石油化工废水、制药废水、畜禽养殖废水和高含固厌氧消化等高COD、高氨氮(NH_4^+-N)、高盐度(TDS)的废水生物处理过程。

[0004] 针对碱度缺乏的问题,在厌氧膜-生物反应器(Membrane Bio-Reactor, MBR)工艺的产甲烷过程中通常采取的措施如下:a.投加生石灰、废碱液等措施提高pH值,把VFA产生酸化降低的pH值稳定在6.5~8.5的范围内,实际工程中该措施稳定可调,因此被广泛采用。但由于高浓度有机废水本身高氨氮、高TDS的水质特征,投加调节碱度药剂pH升高后,导致氨氮转变为自由氨形态,抑制产甲烷过程降低甲烷产率、提高了出水COD;同时投加药剂也导致出水TDS进一步提高,给下一步的好氧处理和深度处理增加了难度。b.与高碱度的其他废弃物混合厌氧消化。受限于混合物料来源和物性变化,实际工程中混合厌氧消化的掺混物料很难保证,只能作为辅助措施。

[0005] 针对碱度缺乏的问题,在好氧MBR工艺的脱氮过程中通常采取的措施如下:a.投加碳酸(氢)盐,或生石灰、废碱液等补充碱度,把脱氮过程消耗的碱度(1克氨氮转化为氮气消耗5~8克碱度)进行补充,从而避免混合液pH值大幅降低;但加药的药剂、人力和设备成本较高,是好氧工艺运行成本的重要构成部分,同时加药也进一步提高TDS。b.采用短程消化、厌氧氨氧化的新型脱氮工艺,降低脱氮过程的碱度消耗,但目前这些工艺仍在推广过程中。

[0006] 因此,根据高浓度有机废水达标处理的需要,可靠的碱度调节措施需要具有如下特点:无加药,不增加出水TDS,来源稳定,占地紧凑操作简单。

发明内容

[0007] (一) 要解决的技术问题

[0008] 为解决上述问题,本发明提供一种电解强化膜生物反应器及利用其进行废水处理的方法,该电解强化膜生物反应器及利用其进行废水处理的方法为一种高浓度有机废水MBR处理中在线补充碱度的措施,可用于在厌氧MBR中降低酸化风险,或在好氧MBR中补充脱氮所需碱度,同时能够不加药即可调节废水pH值的废水处理单元技术;并且该操作方法能够同步强化出水氯消毒和高级氧化的措施。

[0009] (二) 技术方案

[0010] 本发明的一个方面,提供一种电解强化膜生物反应器,包括膜生物反应器1、膜系统2、清水池3;

[0011] 所述膜生物反应器1,其内装有废水、厌/好氧污泥;

[0012] 所述膜系统2,用于连通膜生物反应器1和清水池3;

[0013] 所述清水池3,其内装有净化水;

[0014] 其特征在于,还包括:

[0015] 电解系统4,具有一阴极和一阳极,该阴极置于膜生物反应器1内,用于电解废水中的盐分产生OH⁻;该阳极置于清水池3内,用于电解净化水中的盐分产生Cl₂。

[0016] 优选地,所述电解系统4采用直流电。

[0017] 优选地,所述电解系统4的阴极和阳极均采用惰性或非牺牲电极。

[0018] 优选地,所述惰性或非牺牲电极为碳棒、铂电极或金电极。

[0019] 优选地,所述电解系统4的阴极,置于膜生物反应器1的生物反应区,电解污水中的盐分产生OH⁻,以及副产物H₂,其中OH⁻用于脱氮、厌氧消化所需的碱度;

[0020] 所述的电解系统4的阳极,置于清水池3的生物反应区,电解污水中的盐分产生Cl₂,Cl₂用于消毒或高级氧化所需的消毒剂和氧化剂。

[0021] 优选地,所述膜系统2在电解过程中作为盐桥,包括膜组件5、出水泵6和管道7,其中:

[0022] 所述膜组件5为内置式或外置式,采用平板、中空或管式膜组件,

[0023] 所述出水泵6为自吸式水泵,其进水口的一端通过管道7与出水口的一端连接,其进水口的另一端与膜组件5的出水口连接,其出水口的另一端与清水池3连接;

[0024] 所述管道7的出水口插入清水池3的最低液位以下。

[0025] 优选地,所述膜生物反应器1为一体式结构或分体式结构,所述一体式结构为膜组件5置于生物反应池内,所述分体式结构为膜组件5置于独立的膜池内。

[0026] 本发明的另一方面,提供一种利用所述的电解强化膜生物反应器进行废水处理的方法,其特征在于,包括:

[0027] S1:膜生物反应器1中输入废水,在启动时用厌/好氧污泥进行生物接种;

[0028] S2:在电解系统4的补充碱度、消毒或高级氧化作用下,废水经生物降解去除污染物,通过膜系统2过滤后输入至清水池3;

[0029] S3:清水池3对输入的净化水进行氯消毒,并出水。

[0030] 优选地,所述净化水通过膜系统2输入至清水池3,具体为净化水在出水泵6的抽吸

下,经过膜系统2的膜组件5、出水泵6和管道7进入清水池3,其中膜系统2在电解过程中作为盐桥。

[0031] 优选地,所述电解系统4的阴极,置于膜生物反应器1的生物反应区,电解污水中的盐分产生 OH^- ,以及副产物 H_2 ,其中 OH^- 用于脱氮、厌氧消化所需的碱度;

[0032] 所述的电解系统4的阳极,置于清水池3的生物反应区,电解污水中的盐分产生 Cl_2 , Cl_2 用于消毒或高级氧化所需的消毒剂和氧化剂。

[0033] (三)有益效果

[0034] 本发明提供一种电解强化膜生物反应器及利用其进行废水处理的方法,其积极效果在于:

[0035] (1)本发明的电解强化膜生物反应器及利用其进行废水处理的方法可提高MBR工艺碱度,实现高浓度有机废水厌氧和好氧MBR的稳定运行。

[0036] (2)本发明的电解强化膜生物反应器及利用其进行废水处理的方法可用于农副食品加工业、酿造和发酵及高浓度有机废水、畜禽养殖废水、发酵酿造废水和酒精废水等高浓度有机废水处理,也可以用于畜禽养殖废水、生活废水脱氮单元等碱度缺乏的常规废水,或其他MBR工艺。

[0037] (3)本发明可根据补充碱度的要求,调整通电时间和电流强度。在厌氧MBR工艺产甲烷过程中,针对碱度缺乏容易引起的酸化问题,通过在线电解在阴极按需产生 OH^- 离子,根据pH值调节需要,通过电流强度和通电时间控制 OH^- 离子产生量。在好氧MBR脱氮等过程中,针对脱氮等的碱度需要,通过在线电解在阴极按需产生 OH^- 离子,根据碱度补充需要,通过电流强度和通电时间控制 OH^- 离子产生量。同时,在清水池的阳极可以产生一定量的 Cl_2 ,附带氯消毒效果。其中,厌氧MBR和好氧MBR只需要保证电极浸没在MBR液位以下并有一定的搅拌强度即可,可以为公知的、或已授权的其他任何MBR结构形态。通电时间可以为间歇或连续。该方法产生的 OH^- 离子产生速度快,来源稳定,产生量便于调节,不需要购买、配制和投加,既极大减小了购药成本和工作量,又避免了过量加药引起pH值升高引发氨氮抑制等系列问题。

附图说明

[0038] 图1是本发明提供的电解强化膜生物反应器的流程示意图。

[0039] 图2是本发明提供的电解强化膜生物反应器的示意图。

[0040] 图3是本发明提供的利用电解强化膜生物反应器进行废水处理的方法流程图。

[0041] 图4本发明的电解强化膜生物反应器的pH值随通电时间变化图。

[0042] 附图标记:

[0043] 1膜生物反应器;2膜系统;3清水池;4电解系统;5膜组件;

[0044] 6出水泵;7管道。

具体实施方式

[0045] 为使本发明的目的、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,对本发明作进一步的详细说明。

[0046] 图1是本发明提供的电解强化膜生物反应器的流程示意图,如图1所示,该电解强

化膜生物反应器包括膜生物反应器1、膜系统2、清水池3和电解系统4,其中:膜生物反应器1内装有废水、厌/好氧污泥;膜系统2用于连通膜生物反应器1和清水池3;清水池3内装有净化水;电解系统4采用直流电,具有一阴极和一阳极,该阴极置于膜生物反应器1内,用于电解废水中的盐分产生OH⁻;该阳极置于清水池3内,用于电解净化水中的盐分产生Cl₂。

[0047] 废水经过膜生物反应器1处理后,通过膜系统2进入清水池3后出水,电解系统4的阳极插入清水池液位以下,阴极插入膜生物反应器1内,膜系统2在电解过程中作为盐桥,通过电解作用在阴极产生OH⁻以及H₂等副产物,其中OH⁻用于脱氮、厌氧消化所需的碱度;阳极产生Cl₂,Cl₂用于消毒或高级氧化所需的消毒剂和氧化剂;从而为膜生物反应器补充碱度,为清水池补充消毒剂。

[0048] 电解系统4的阴极和阳极均采用惰性或牺牲电极,所述惰性或牺牲电极可以为碳棒、铂电极或金电极等材质。

[0049] 本发明的电解强化膜生物反应器通过电解废水中的电解质,在膜生物反应器和清水池中分别产生OH⁻和Cl₂,从而为膜生物反应器补充碱度和调节pH值,同时为清水池进行氯消毒,有效降低了补充碱度和消毒剂的药耗,也出水盐度。本发明的电解强化膜生物反应器,既可用于好氧膜生物反应器,实现无加药的碱度补充和出水氯消毒;也可用于厌氧膜生物反应器,缓解酸化风险和出水氯消毒。

[0050] 由于电解系统的电解作用为清水池补充消毒剂,无加药过程,反应器构造便于维护,操作逻辑简洁,运行操作与维护简单,人工要求少,易于实现自动化控制。碱度来源稳定,成本仅为直流电耗,剂量灵活可调,便于根据需要调整,无需储备药剂。不增加出水TDS,清水池附加一定的氯消毒效果,便于后续深度处理工艺进一步处理。用途广泛,可普遍用于进水盐度较高的多种废水生物处理工艺,不仅可用于多种MBR,更可推广到存在生物池和清水池的多种生物反应器。

[0051] 实施例1:

[0052] 图2是本发明提供的电解强化膜生物反应器的示意图。如图2所示,电解强化膜生物反应器由膜生物反应器1,膜系统2,清水池3和电解系统4组合构成,用于处理农副食品加工业废水。膜生物反应器1,用于对废水进行生物降解净化处理;膜系统2,连通膜生物反应器1和清水池3,用于将膜生物反应器1进行生物降解净化处理后的水抽吸到清水池3;电解系统4,具有一阴极和一阳极,该阴极和该阳极均用于电解废水中的盐分,阴极置于膜生物反应器1的生物反应区,并浸没在液位以下;阳极置于清水池3的生物反应区,并浸没在液位以下。

[0053] 其中,膜系统2具体包括膜组件5、出水泵6和管道7,膜组件5为内置式或外置式,采用平板、中空或管式膜组件,出水泵6为自吸式水泵,其进水口的一端通过管道7与出水口的一端连接,其进水口的另一端与膜组件5的出水口连接,其出水口的另一端与清水池3连接;管道7的出水口插入清水池3的最低液位以下。膜生物反应器1结构为一体式或分体式,一体式结构为膜组件5置于生物反应池内,分体式结构为膜组件5置于独立的膜池内。

[0054] 图3是本发明提供的利用电解强化膜生物反应器进行废水处理的方法流程图。结合图2和图3对电解强化膜生物反应器的工作流程进行描述。

[0055] S1:膜生物反应器1中输入废水,在启动时用厌氧污泥进行生物接种。

[0056] 从进水泵输入的农副食品加工业废水,输送至厌氧膜生物反应器1。

[0057] S2:在电解系统4的补充碱度、消毒或高级氧化作用下,废水经生物降解去除污染物,通过膜系统2过滤后输入至清水池3。

[0058] 膜生物反应器1对输入的农副食品加工业废水进行厌氧消化产甲烷并去除其中的高浓度COD。然后经过膜系统2分离出水。该厌氧MBR的形式可以公知的厌氧MBR形式,也可以采用其他专利形式,本实施实例中采用分体式厌氧膜生物反应器,即膜组件置于厌氧反应器的膜池内。膜系统2的出水进入清水池3。其中,净化水通过膜系统2输入至清水池3,具体为净化水在出水泵6的抽吸下,经过膜系统2的膜组件5、出水泵6和管道7进入清水池3,其中膜系统2在电解过程中作为盐桥。

[0059] S3:清水池3对输入的净化水进行氯消毒,并出水。

[0060] 整个运行过程中,保持膜系统2的出水管位于清水池3的液面以下,从而作为电解过程的盐桥。电解系统4的阴极插入厌氧膜生物反应器1液面以下,阳极插入清水池3液面以下,形成电解池。阴极电解污水中的盐分产生 OH^- ,以及 H_2 等其他副产物,产生的 OH^- 用于脱氮所需的碱度或者酸化所需的碱度。阳极电解污水中的盐分产生 Cl_2 ,以及其他副产物,产生的 Cl_2 ,用于消毒或高级氧化所需的消毒剂和氧化剂。电解系统4采用直流电,且电解系统4采用惰性/非牺牲电极。

[0061] 通过插入厌氧膜生物反应器的pH电极控制电解系统4的电流强度和通电时间,调节pH在6.5~8.5范围内。调节厌氧膜生物反应器的pH值的主要措施是电解高浓度有机废水过程中,在其阴极产生的 OH^- ,因此具有在线随时产生、无购置和配制药剂,产生量灵活、高效稳定的特点。产生量可以随VFA变化随时调整,从而达到了稳定厌氧膜生物反应器的pH的目的。由于农副食品加工业废水中往往存在一定量的 Cl^- ,电解同时还可以在清水池中的阳极产生部分 Cl_2 ,具有一定的消毒杀菌和高级氧化作用,有助于进一步提高出水水质。

[0062] 进入电解强化膜生物反应器的农副食品加工业废水平均COD浓度为 $25700 \pm 8600 \text{mg/L}$,膜出水的COD平均浓度为 $290 \pm 60 \text{mg/L}$,则COD去除率为 $99.2 \pm 0.5\%$,COD有机污染物去除效果显著。整个运行过程无需额外投加药剂,即可随时调节pH值。

[0063] 实施例2:

[0064] 图2是本发明提供的电解强化膜生物反应器的主示意图。如图2所示,电解强化膜生物反应器由膜生物反应器1,膜系统2,清水池3和电解系统4组合构成,用于处理畜禽养殖废水。膜生物反应器1,用于对废水进行生物降解净化处理;膜系统2,连通膜生物反应器1和清水池3,用于将膜生物反应器1进行生物降解净化处理后的水抽吸到清水池3;电解系统4,具有一阴极和一阳极,该阴极和该阳极均用于电解废水中的盐分阴极置于膜生物反应器1的生物反应区,并浸没在液位以下;阳极置于清水池3的生物反应区,并浸没在液位以下。其中,膜系统2具体包括膜组件5、出水泵6和管道7,膜组件5为内置式或外置式,采用平板、中空或管式膜组件,出水泵6为自吸式水泵,其进水口的一端通过管道7与出水口的一端连接,其进水口的另一端与膜组件5的出水口连接,其出水口的另一端与清水池3连接;管道7的出水口插入清水池3的最低液位以下。膜生物反应器1结构为一体式或分体式,即膜组件5置于生物反应池内或独立的膜池内。

[0065] 图3是本发明提供的利用电解强化膜生物反应器进行废水处理的方法流程图。结合图2和图3对电解强化膜生物反应器的工作流程进行描述。

[0066] S1:膜生物反应器1中输入废水,在启动时用好氧污泥进行生物接种

[0067] 从进水口泵入的畜禽养殖废水,输送至好氧膜生物反应器1。

[0068] S2:在电解系统4的补充碱度、消毒或高级氧化作用下,废水经生物降解去除污染物,通过膜系统2过滤后输入至清水池3。

[0069] 膜生物反应器1对输入的畜禽养殖废水进行好氧消化和脱氮,以去除其中的氨氮、总氮等污染物,然后经过膜系统2分离出水。该好氧MBR的形式可以采用公知的好氧膜生物反应器形式,例如本实例采用分体式好氧膜生物反应器,即膜组件5置于好氧膜生物反应器1的膜池中。膜系统2的出水进入清水池3。

[0070] S3:清水池3对输入的净化水进行氯消毒,并出水。

[0071] 整个运行过程中,保持膜系统的出水管位于清水池3的液面以下,从而作为电解过程的盐桥。电解系统4的阴极插入好氧膜生物反应器1液面以下,阳极插入清水池3液面以下,形成电解池。阴极电解污水中的盐分产生 OH^- ,以及 H_2 等其他副产物,产生的 OH^- 用于脱氮所需的碱度或者酸化所需的碱度。阳极电解污水中的盐分产生 Cl_2 ,以及其他副产物,产生的 Cl_2 ,用于消毒或高级氧化所需的消毒剂和氧化剂。电解系统4采用直流电,且电解系统4采用惰性/非牺牲电极。

[0072] 通过插入好氧MBR的pH电极控制电解系统4的电流强度和通电时间,调节pH在6.5~8.5范围内。调节好氧MBR的pH值的主要措施是电解高浓度有机废水过程中,在其阴极产生的 OH^- ,因此具有在线随时产生、无购置和配制药剂,产生量灵活、高效稳定的特点。产生量可以随脱氮过程中碱度的消耗不断补充,从而达到在线补充好氧MBR脱氮所需碱度的目的。由于 Cl^- 是畜禽养殖废水出水中主要的阴离子,电解同时还可以在清水池中的阳极产生 Cl_2 ,具有一定的消毒杀菌和高级氧化作用,有助于进一步提高出水水质。

[0073] 进入电解强化膜生物反应器的畜禽养殖废水平均COD浓度为 $6900 \pm 2700 \text{mg/L}$,总氮为 $2800 \pm 1500 \text{mg/L}$,膜出水的COD平均浓度 $280 \pm 90 \text{mg/L}$,总氮平均浓度为 $190 \pm 70 \text{mg/L}$,COD和TN污染物去除效果显著。整个运行过程无需额外投加药剂,即可随时补充碱度。

[0074] 图4本发明提供的电解强化膜生物反应器的pH随通电时间变化。如图3所示,横轴是通电时间,纵轴是膜生物反应器1中的pH在通电过程中的变化,表明随着通电过程,膜生物反应器1中明显产生了 OH^- ,并在膜生物反应器1中积累从而导致了pH值上升,可以补充生物反应器说需要的碱度,达到了调节pH值、补充碱度的目的。

[0075] 以上所述的具体实施例,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施例而已,并不用于限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

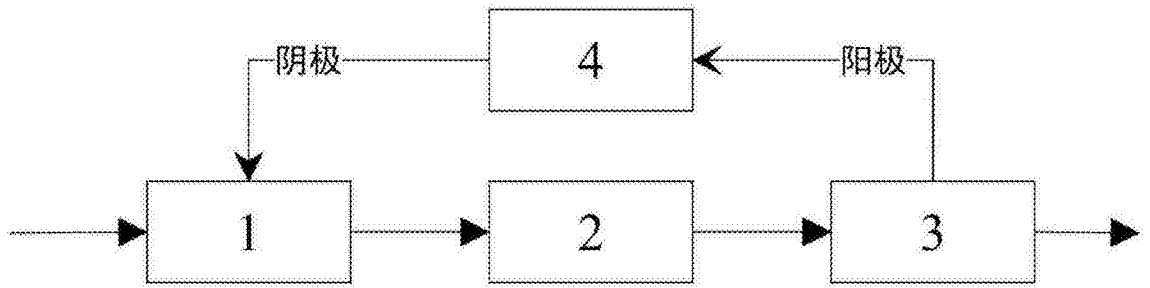


图1

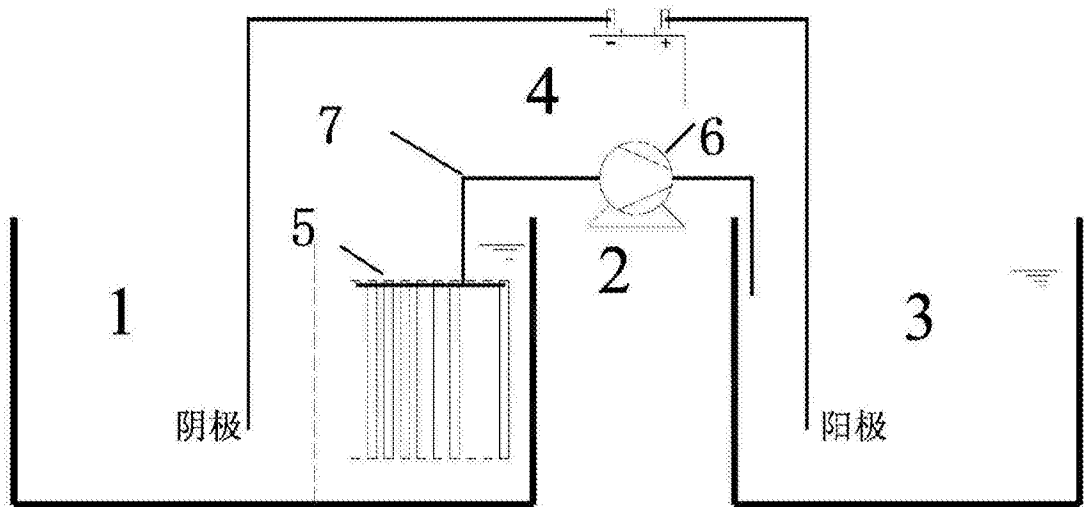


图2

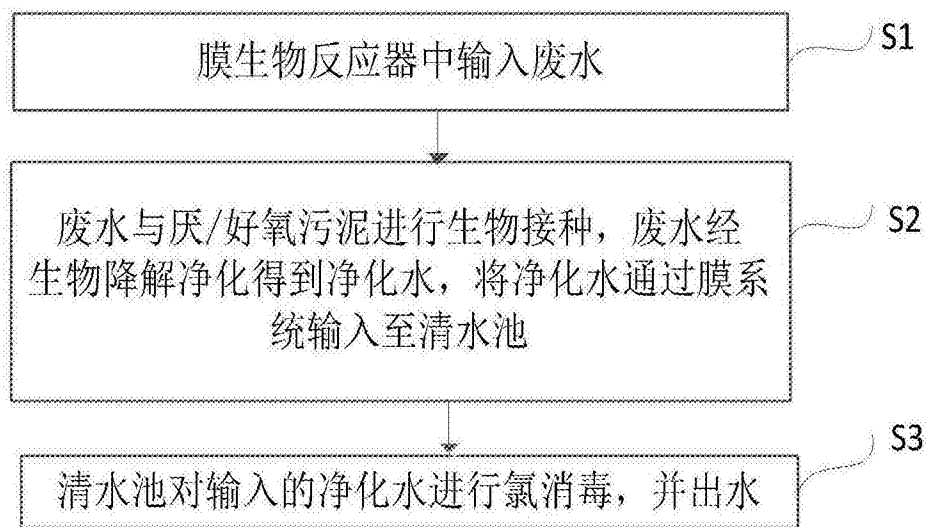


图3

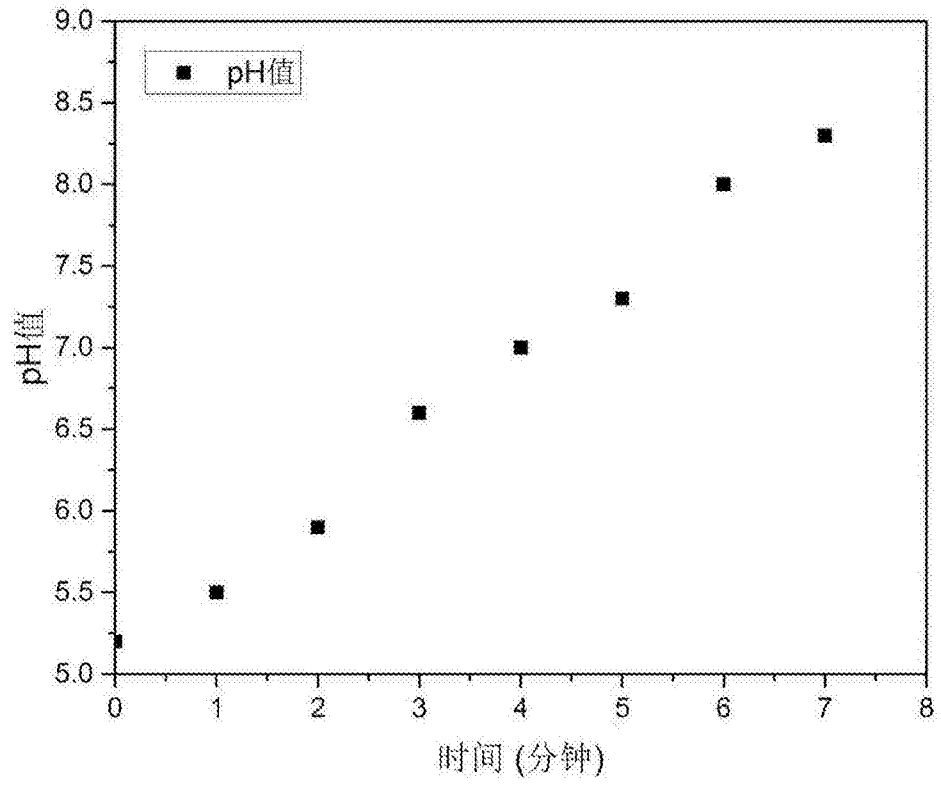


图4