



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113003801 A

(43) 申请公布日 2021.06.22

(21) 申请号 202110234650.2

(22) 申请日 2021.03.03

(71) 申请人 浙江大学

地址 310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号

(72) 发明人 吴东雷 张舒迟 陈旭 谈梦宇

(74) 专利代理机构 杭州求是专利事务有限公司 33200

代理人 傅朝栋 张法高

(51) Int.Cl.

C02F 9/06 (2006.01)

C02F 1/461 (2006.01)

C02F 1/72 (2006.01)

C02F 101/30 (2006.01)

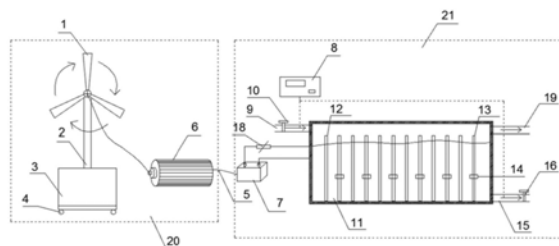
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

利用风能供电的难降解有机废水电化学处理装置及其方法

(57) 摘要

本发明公开了一种利用风能供电的难降解有机废水电化学处理装置及其方法,主要包括风能发电装置和电催化氧化装置。其首先利用风力发电系统将风能转化为电能,风力发电机的电力经过变压整流,然后给蓄电池充电,以化学能保存在电池中;蓄电池与电化学处理装置相连接,电催化折流处理装置中设置有多组阴阳电极用于电解污水,进出水管处接有水质监测仪,实时监测进出水的水质指标,实现风能的高效应用与污水的深度处理。本发明通过耦合风力发电与电催化处理装置,高效去除难降解有机废水中的有机污染物,具有污染物去除彻底、能源利用率高、运行流程简单的特点,克服了传统生物学方法周期长、效能差的缺陷以及传统电催化方法能耗高的问题。



1. 一种利用风能供电的难降解有机废水电化学处理装置,其特征在于,包括风力发电装置(20)、蓄电池(7)和电催化反应器(11);所述风力发电装置(20)通过线路与蓄电池(7)连接,能将风能转化为电能并储存于蓄电池(7)中;

所述电催化反应器(11)为封闭的池体结构,内部交替设有若干阴极板(12)和若干阳极板(13);所有的阴极板(12)均通过线路与蓄电池(7)的负极相连接,所有的阳极板(13)均通过线路与蓄电池(7)的正极相连接;

所有阴极板(12)和阳极板(13)的底部均固定于电催化反应器(11)的内底部;所有阴极板(12)和阳极板(13)的板面均与水流方向垂直,每块阴极板(12)或阳极板(13)与电催化反应器(11)侧壁之间均留有流通通道,相邻阴极板(12)和阳极板(13)与电催化反应器(11)侧壁的流通通道分别位于电催化反应器(11)的两侧,使得水流在阴极板(12)和阳极板(13)的导流下呈弓形流动;电催化反应器(11)的侧壁顶部设有进水管(9),沿水流方向的另一端侧壁底部设有出水管(15);电催化反应器(11)的顶部设有导气管(19)。

2. 根据权利要求1所述的难降解有机废水电化学处理装置,其特征在于,所述风力发电装置(20)包括风车叶片(1)、支撑柱(2)、支撑台(3)、滚轮(4)和发电机(6);所述风车叶片(1)的圆心固定于支撑柱(2)上,能随风旋转;支撑柱(2)的底部固定于支撑台(3)上,支撑台(3)的底部设有用于移动的滚轮(4),风车叶片(1)与发电机(6)的输入轴相连接,发电机(6)通过导线(5)与蓄电池(7)连接。

3. 根据权利要求2所述的难降解有机废水电化学处理装置,其特征在于,所述风车叶片(1)包括三个采用不锈钢制作的子叶片,各子叶片之间的夹角均为 120° 。

4. 根据权利要求1所述的难降解有机废水电化学处理装置,其特征在于,所述进水管(9)上设有进水阀门(10),出水管(15)上设有出水阀门(16)。

5. 根据权利要求1所述的难降解有机废水电化学处理装置,其特征在于,所述蓄电池(7)与阴极板(12)或阳极板(13)连接的线路上设有用于控制电流密度的电流控制器(18)。

6. 根据权利要求1所述的难降解有机废水电化学处理装置,其特征在于,所述阴极板(12)和阳极板(13)均采用钛镀锡铈电极。

7. 根据权利要求1所述的难降解有机废水电化学处理装置,其特征在于,所述电催化反应器(11)的进水口和出水口处还设有水质监测仪(8)。

8. 根据权利要求1所述的难降解有机废水电化学处理装置,其特征在于,所述电催化反应器(11)的内侧壁开设有若干用于放置阴极板(12)或阳极板(13)的电极槽(17)。

9. 根据权利要求1所述的难降解有机废水电化学处理装置,其特征在于,所述阴极板(12)和阳极板(13)均采用电极夹(14)加以固定。

10. 一种根据权利要求1~9任一所述装置处理难降解有机废水的方法,其特征在于,具体如下:

开启风力发电装置(20),风力发电装置(20)将风能转化为电能,并将电能以直流电的形式输送至蓄电池(7)中储存,通过蓄电池(7)驱动电催化反应器(11)内的阴极板(12)和阳极板(13)运行;过剩的电量储存在蓄电池(7)中,当用电设备的负载过高时,蓄电池(7)能将储存的电能释放使用;

将待处理的难降解有机废水经进水管(9)通入电催化反应器(11)中,废水在阴极板(12)和阳极板(13)的导流作用下呈弓形左右折流,并向出水管(15)处流动;由于相邻的阴

极板(12)和阳极板(13)均可以作为一个电催化氧化反应室,在废水的流动过程中,废水中的污染物能通过多个串联的所述电催化氧化反应室的电化学反应逐步吸附去除;同时,由于阴极板(12)和阳极板(13)的阻挡作用,废水能够充分混匀并减缓流速,使废水在各电催化氧化反应室内的电催化反应周期增长、传质速率提高、废水处理效果增强;

通过定期切换阴极板(12)和阳极板(13)与蓄电池(7)的连接端位置,改变阴极板(12)和阳极板(13)上所带电荷的电性,从而在保证废水电解处理效果的同时,防止阴极板(12)和阳极板(13)上被吸附的污染沉积物覆盖,起到方便快捷的清洗作用;

电催化反应器(11)在处理难降解有机废水的过程中会出现大量气体,通过定期开启导气管(19),将产生的气体排出并收集,以免影响废水在电催化反应器(11)内的处理效果;

通过水质监测仪(8)实时监测进水管(9)和出水管(15)处废水的水质指标,以便及时调整蓄电池(7)的电流大小,从而保证废水的达标处理。

利用风能供电的难降解有机废水电化学处理装置及其方法

技术领域

[0001] 本发明属于水污染控制领域,具体涉及一种利用风能供电的难降解有机废水电化学处理装置及其方法。

背景技术

[0002] 难降解有机废水主要包括一些有毒有害物质,如多环芳烃、氯化合物、合成染料等,以及一些新型污染物,如抗生素、内分泌干扰物等。这些污染物易在生态环境中长期滞留、积累,具有比较高的生物毒性和环境危害性。此类污染物利用生物处理手段较难去除,开发高效节能可实用化的高级氧化技术表现出较大的应用前景。其中基于电能驱动的电化学高级氧化技术是当前的研究热点之一,但处理成本是决定其能否工业化应用的重要因素,研究仍主要集中在实验室规模,如何耦合太阳能、风能供电技术实现电化学处理污水系统的可持续供电是一个重要的研究方向。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于克服现有技术的不足,结合电化学反应机制,提供一种利用风能供电的难降解有机废水电化学处理装置及其方法,能够实现高效稳定地处理污水中的难降解有机物。

[0004] 本发明采用的具体技术方案如下:

[0005] 本发明提供了一种利用风能供电的难降解有机废水电化学处理装置,包括风力发电装置、蓄电池和电催化反应器;所述风力发电装置通过线路与蓄电池连接,能将风能转化为电能并储存于蓄电池中;

[0006] 所述电催化反应器为封闭的池体结构,内部交替设有若干阴极板和若干阳极板;所有的阴极板均通过线路与蓄电池的负极相连接,所有的阳极板均通过线路与蓄电池的正极相连接;

[0007] 所有阴极板和阳极板的底部均固定于电催化反应器的内底部;所有阴极板和阳极板的板面均与水流方向垂直,每块阴极板或阳极板与电催化反应器侧壁之间均留有流通通道,相邻阴极板和阳极板与电催化反应器侧壁的流通通道分别位于电催化反应器的两侧,使得水流在阴极板和阳极板的导流下呈弓形流动;电催化反应器的侧壁顶部设有进水管,沿水流方向的另一端侧壁底部设有出水管;电催化反应器的顶部设有导气管。

[0008] 作为优选,所述风力发电装置包括风车叶片、支撑柱、支撑台、滚轮和发电机;所述风车叶片的圆心固定于支撑柱上,能随风旋转;支撑柱的底部固定于支撑台上,支撑台的底部设有用于移动的滚轮,风车叶片与发电机的输入轴相连接,发电机通过导线与蓄电池连接。

[0009] 进一步的,所述风车叶片包括三个采用不锈钢制作的子叶片,各子叶片之间的夹角均为 120° 。

[0010] 作为优选,所述进水管上设有进水阀门,出水管上设有出水阀门。

[0011] 作为优选,所述蓄电池与阴极板或阳极板连接的线路上设有用于控制电流密度的电流控制器。

[0012] 作为优选,所述阴极板和阳极板均采用钛镀锡铈电极。

[0013] 作为优选,所述电催化反应器的进水口和出水口处还设有水质监测仪。

[0014] 作为优选,所述电催化反应器的内侧壁开设有若干用于放置阴极板或阳极板的电极槽。

[0015] 作为优选,所述阴极板和阳极板均采用电极夹加以固定。

[0016] 本发明的另一目的在于提供一种根据上述任一所述装置处理难降解有机废水的方法,具体如下:

[0017] 开启风力发电装置,风力发电装置将风能转化为电能,并将电能以直流电的形式输送至蓄电池中储存,通过蓄电池驱动电催化反应器内的阴极板和阳极板运行;过剩电量储存在蓄电池中,当用电设备的负载过高时,蓄电池能将储存的电能释放使用;

[0018] 将待处理的难降解有机废水经进水管通入电催化反应器中,废水在阴极板和阳极板的导流作用下呈弓形左右折流,并向出水管处流动;由于相邻的阴极板和阳极板均可以作为一个电催化氧化反应室,在废水的流动过程中,废水中的污染物能通过多个串联的所述电催化氧化反应室的电化学反应作用逐步吸附去除;同时,由于阴极板和阳极板的阻挡作用,废水能够充分混匀并减缓流速,使废水在各电催化氧化反应室内的电催化反应周期增长、传质速率提高、废水处理效果增强;

[0019] 通过定期切换阴极板和阳极板与蓄电池的连接端位置,改变阴极板和阳极板上所带电荷的电性,从而在保证废水电解处理效果的同时,防止阴极板和阳极板上被吸附的污染沉积物覆盖,起到方便快捷的清洗作用;

[0020] 电催化反应器在处理难降解有机废水的过程中会出现大量气体,通过定期开启导气管,使产生的气体排出并收集,以免影响废水在电催化反应器内的处理效果;

[0021] 通过水质监测仪实时监测进水管和出水管处废水的水质指标,以便及时调整蓄电池的电流大小,从而保证废水的达标处理。

[0022] 本发明相对于现有技术而言,具有以下有益效果:

[0023] 1) 本发明基于原位自由基生产的电化学高级氧化技术,能够高效去除难降解有机废水中的有机化合物,具有高效、多功能、操作简单、无二次污染的特点;

[0024] 2) 本发明通过耦合风能发电技术,突破了传统电化学高级氧化技术应用的“能耗高”难题,实现了电化学技术应用于污水处理的可持续供电;

[0025] 3) 本发明针对不同有机物类型、浓度的进水,可以通过调整电催化反应器内的电极组数、间距以及电流密度(蓄电池电压/电极表面积)实现能源的最优利用;

[0026] 4) 本发明在一个电催化装置内实现了多级电化学反应室的串联,充分利用了电极材料,有利于减少投资与运行费用、降低占地面积与操作难度;

[0027] 5) 本发明利用高压电源定时切换电极装置的带电电性,有利于防止电极板“钝化”,克服了传统电解装置中电极板易被沉积物覆盖的缺陷。

附图说明

[0028] 图1为本发明装置的结构示意图;

[0029] 图2为电催化反应装置的俯视图；

[0030] 图中附图标记为：1-风车叶片，2-支撑柱，3-支撑台，4-滚轮，5-导线，6-发电机，7-蓄电池，8-水质监测仪，9-进水管，10-进水阀门，11-电催化反应器，12-阴极板，13-阳极板，14-电极夹，15-出水管，16-出水阀门，17-电极槽，18-电流控制器，19-导气管，20-风力发电装置，21-电催化氧化装置。

具体实施方式

[0031] 下面结合附图和具体实施方式对本发明做进一步阐述和说明。本发明中各个实施方式的技术特征在没有相互冲突的前提下，均可进行相应组合。

[0032] 如图1所示，为本发明提供的一种利用风能供电的难降解有机废水电化学处理装置，该难降解有机废水电化学处理装置包括风力发电装置20和电催化氧化装置21两大部分，下面将对这两部分进行具体说明。

[0033] 风力发电装置20包括风车叶片1、支撑柱2、支撑台3、滚轮4和发电机6。风车叶片1的圆心固定于支撑柱2上，能随风旋转。支撑柱2的底部固定于支撑台3上，支撑台3的底部设有用于移动的滚轮4，滚轮4的设置使得风力发电装置20能根据实际情况如风力、风向改变风车的位置，实现风能的充分利用。为了使风力发电装置20在实际应用时更加稳固，可以在滚轮4上设置限位装置。风车叶片1与发电机6的输入轴相连接，发电机6通过导线5与蓄电池7连接，能将风能转化为电能并储存于蓄电池7中。

[0034] 在本实施例中，风车叶片1包括三个子叶片，各子叶片之间的夹角均为 120° ，三个子叶片均采用不锈钢材料制作。发电机6选用具有超低速建压的型号，能在风车叶片1转速低于每分钟100转时正常发电，为弱风地区风力资源的开发利用提供了新途径。

[0035] 如图2所示，电催化氧化装置21包括蓄电池7、电流控制器18、进水管9、出水管15、导气管19、电催化反应器11和水质监测仪8。电催化反应器11为一个封闭的池体结构，电催化反应器11的内部设有多个阴极板12和多个阳极板13，以实现废水中污染物的充分去除。其中，阴极板12和阳极板13交替设置，使得相邻的阴极板12和阳极板13之间能构成一个电化学反应组件。所有的阴极板12均通过线路与蓄电池7的负极相连接，用于为阴极板12提供负电荷。所有的阳极板13均通过线路与蓄电池7的正极相连接，用于为阳极板13提供正电荷。

[0036] 所有阴极板12和所有阳极板13的底部均固定于电催化反应器11的内底部，且所有阴极板12和所有阳极板13的板面均与水流方向垂直。每块阴极板12与电催化反应器11侧壁之间均留有流通通道，每块阳极板13与电催化反应器11侧壁之间也均留有流通通道，相邻的阴极板12和阳极板13与电催化反应器11侧壁的流通通道分别位于电催化反应器11的两侧，从而使得水流在阴极板12和阳极板13的导流下呈左右的弓形流动。

[0037] 比如一块阴极板12与电催化反应器11侧壁的流通通道位于电催化反应器11的左侧，即该阴极板12与电催化反应器11侧壁的右侧和底部相连接，水流在流经该阴极板12时，仅能通过该阴极板12与位于左侧的电催化反应器11侧壁之间的流通通道向后方流动；则与该阴极板12相邻的阳极板13与电催化反应器11侧壁的流通通道位于电催化反应器11的右侧，即该阳极板13与电催化反应器11侧壁的左侧和底部相连接，水流在流经该阳极板13时，仅能通过该阳极板13与位于右侧的电催化反应器11侧壁之间的流通通道向后方流动。

[0038] 电催化反应器11的侧壁顶部设有进水管9,使水流从电催化反应器11的一侧上方流入电催化反应器11中,能够实现废水的初步曝气作用。在沿水流方向的另一端侧壁底部设有出水管15,能够使经过电催化反应器11处理后的废水流出。在电催化反应器11的顶部还设有导气管19,从而使废水在电催化反应器11的处理过程中产生的气体能够及时排出。

[0039] 在本实施例中,进水管9上设有进水阀门10,出水管15上设有出水阀门16,以便于更好的控制电催化反应器11中的进水和出水。蓄电池7与阴极板12或阳极板13连接的线路上设有电流控制器18,电流控制器18用于控制电流密度,能够根据污水水质特性控制所需电路电流,减少电能损耗。电催化反应器11的内侧壁开设有若干用于放置阴极板12或阳极板13的电极槽17,阴极板12或阳极板13置于反应器内的电极槽17内,并用电极夹14加以固定。阴极板12和阳极板13均采用钛镀锡铈电极,该种电极具备较高的析氧电位和良好的产羟基自由基性能,适用于难降解有机物的去除。电催化反应器11的进水口和出水口处还设有水质监测仪8,水质监测仪8可以实时监测反应器进水管9、出水管15中污水的COD、氨氮等水质指标,操作人员可根据测试指标变化优化实验参数,及时调整蓄电池电流大小,保证废水的达标处理。

[0040] 在实际应用时,可根据实际水质情况调整阴极板12和阳极板13的组数、间距,从而实现能源的最优利用。蓄电池7可在风力较强的情况下储存电能,在风力较弱的情况下释电能维持电催化反应器11的持续运行。阴极板12和阳极板13与蓄电池7可以定时切换连接端方向,使阴极板12和阳极板所带电荷电性改变,从而防止阴极板12和阳极板被吸附的污染沉积物覆盖,影响对废水的处理效果。

[0041] 利用上述装置处理难降解有机废水的方法,具体如下:

[0042] 根据当地风场实际情况(风向、风力),利用风力发电装置20的底部滚轮4改变风车叶片1的所在位置和所朝方向,从而能够实现对风能资源的充分利用。

[0043] 开启风力发电装置20,风力发电装置20能利用风车叶片1与发电机6,将风能转化为机械能,再将机械能转化为电能,电力经过变压整流以直流电形式输送至蓄电池7储存,通过蓄电池7驱动电催化氧化装置21运行,过剩的电量储存在蓄电池7中,当用电设备负载过高或风力不足时,蓄电池7中储存的电能释放并使用。

[0044] 将待处理的难降解有机废水经进水管9通入电催化反应器11中,电催化反应器11中的阴极板12和阳极板13可看做是若干竖向的导流板,废水在阴极板12和阳极板13的导流作用下呈弓形左右折流,并向出水管15处流动,由于阴极板12和阳极板13的阻挡作用,废水能够充分混匀并减缓流速,使废水在各电催化氧化反应室内的电催化反应周期增长、传质速率提高、废水处理效果增强。同时,相邻的阴极板12和阳极板13均可以作为一个电催化氧化反应室,在废水的流动过程中,废水中的污染物能通过多个串联的电催化氧化反应室的电化学反应逐步吸附去除。

[0045] 通过定期切换阴极板12和阳极板13与蓄电池7的连接端位置,改变阴极板12和阳极板13上所带电荷的电性,从而在保证废水电解处理效果的同时,防止阴极板12和阳极板13上被吸附的污染沉积物覆盖,起到方便快捷的清洗作用。也就是说,可以定期对电催化反应器11进行清洗操作,在阴极板12和阳极板13改变电性的过程中,原本吸附在阴极板12和阳极板13上的污染物会脱附并进入水中,虽然后续又会被部分吸附到改变电性后的阴极板12和阳极板13上,但是还有部分会脱落并进入水中,将该部分废水回流重新处理,能够延长

阴极板12和阳极板13的使用寿命。

[0046] 由于电催化反应器11在处理难降解有机废水的过程中会出现大量气体,通过定期开启导气管19,将产生的气体排出并收集,以免影响废水在电催化反应器11内的处理效果。

[0047] 通过水质监测仪8实时监测反应器进水管9、出水管15中污水的COD、氨氮等水质指标,操作人员可根据测试指标变化优化实验参数,及时调整蓄电池电流大小,保证废水的达标处理。

[0048] 本发明通过耦合基于原位自由基生产的电化学高级氧化技术与风能产电技术,高效去除难降解有机废水中的有机化合物,具有高效、多功能、操作简单、无二次污染的特点,克服了传统污水处理技术耗时、耗电的缺陷,突破了传统电化学高级氧化技术应用的“能耗高”难题,实现了电化学技术应用于污水处理的可持续供电。

[0049] 以上所述的实施例只是本发明的一种较佳的方案,然其并非用以限制本发明。有关技术领域的普通技术人员,在不脱离本发明的精神和范围的情况下,还可以做出各种变化和变型。因此凡采取等同替换或等效变换的方式所获得的技术方案,均落在本发明的保护范围内。

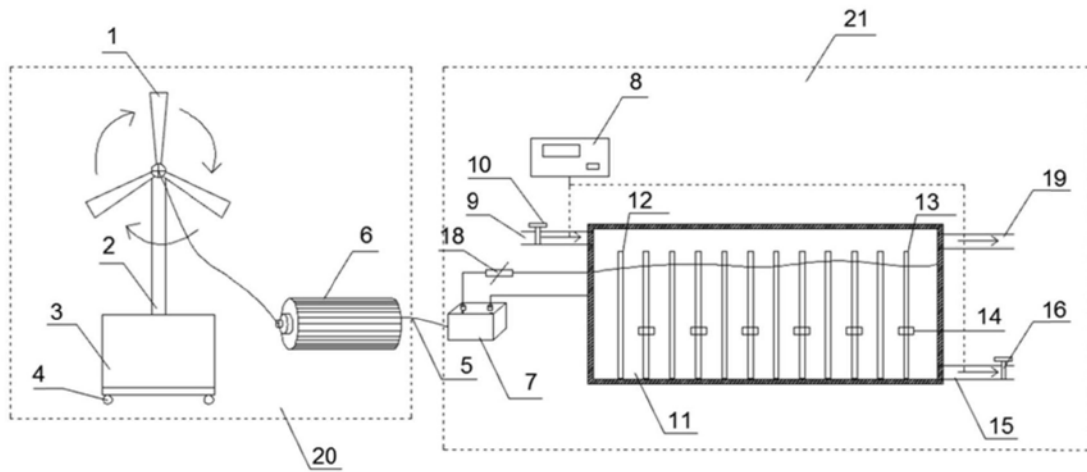


图1

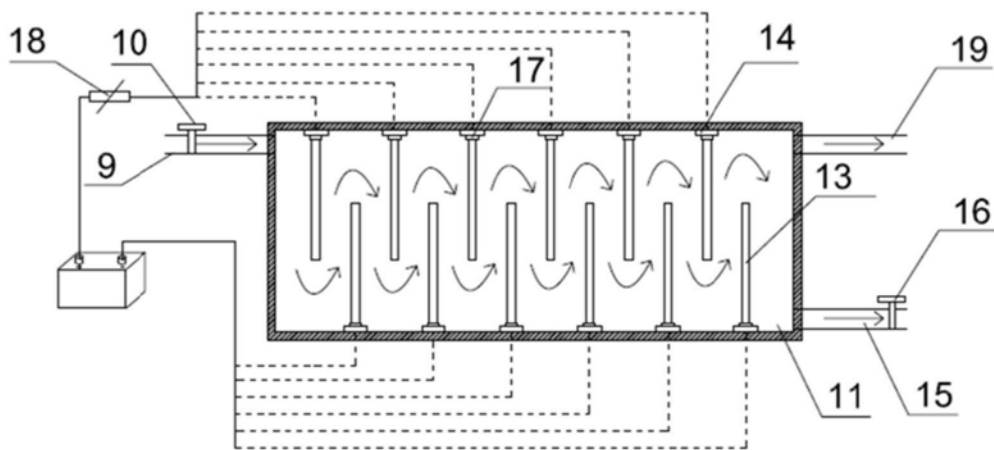


图2