



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107500399 B

(45)授权公告日 2018.09.28

(21)申请号 201710846688.9

(56)对比文件

(22)申请日 2017.09.19

CN 207498122 U, 2018.06.15,

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 许国宽

申请公布号 CN 107500399 A

(43)申请公布日 2017.12.22

(73)专利权人 华东师范大学

地址 200241 上海市闵行区东川路500号

(72)发明人 李秀艳 徐娟

(74)专利代理机构 上海蓝迪专利商标事务所

(普通合伙) 31215

代理人 徐筱梅 张翔

(51) Int. Cl.

C02F 3/00(2006.01)

C02F 3/34(2006.01)

C02F 101/30(2006.01)

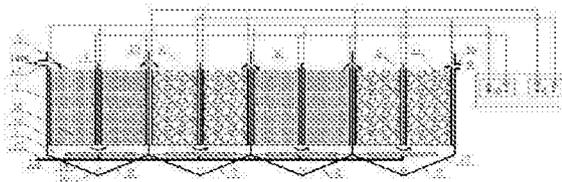
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种三维电化学偶联三维电生物污水处理装置

(57)摘要

本发明公开了一种三维电化学偶联三维电生物污水处理装置,该装置包括:本体、外置电源及空压机,本体由至少一个三维电化学反应器和至少一个三维电生物反应器串联组成。每个三维电化学反应器或三维电生物反应器包括至少两个反应室和一个布气排渣室,反应室之间被中间隔板分隔,反应室内设有垂直平行排列的电极板,并连接到外置电源上。三维电化学反应器的电极板之间填充负载催化剂的粒子电极,三维电生物反应器电极板之间填充挂载微生物的填料。本体前端设置进水口,末端设置出水口,各反应室之间通过下端的布气排渣室实现水相的连通,各反应器之间通过相互之间的溢流口进行水相的联通。本发明结构简单、操作简便,污水处理效率高、产泥量少。



1. 一种三维电化偶联三维电生物污水处理装置,其特征在于,该装置包括:本体(1)、外置电源(9)及空压机(15),所述本体(1)由至少一个三维电化学反应器(2)和至少一个三维电生物反应器(3)串联组成,本体(1)前端设置进水口(17),末端设置出水口(18),所述串联的三维电化学反应器(2)和三维电生物反应器(3)彼此通过自身的溢流口(19)实现之间水相的联通,其中:

所述每个三维电化学反应器(2)包括被中间隔板(4)分隔的至少两个反应室(5)和下端的布气排渣室(7),反应室(5)内至少设置两块垂直平行排列的电极板(8),所述电极板(8)交替设为正极和负极,并联连接至外置电源(9);电极板(8)之间填充粒子电极(10),粒子电极(10)上负载催化剂;

所述每个三维电生物反应器(3)包括被中间隔板(4)分隔的至少两个反应室(6)和下端的布气排渣室(7),反应室(6)内至少设置两块垂直平行排列的电极板(8),所述电极板(8)交替设为正极和负极,并联连接到外置电源(9);电极板(8)之间填充微生物载体填料(11);

所述粒子电极(10)和微生物载体填料(11)置于带有筛孔的筐(20)中,或堆置于反应室底部的孔板(12)上,布气排渣室(7)内设有曝气板、管或盘(13),通过气体管道(14)连接外置空压机(15),布气排渣室(7)下端设有排空口(16);

所述布气排渣室(7)为倒锥体或矩形体结构。

2. 根据权利要求1所述的污水处理装置,其特征在于,所述电极板(8)采用纯钛板电极、钛基金属或过渡金属氧化物涂层电极、不锈钢极板电极、石墨电极或合金电极中的一种。

3. 根据权利要求1所述的污水处理装置,其特征在于,所述粒子电极(10)以颗粒为基体,其上负载有催化剂。

4. 根据权利要求1所述的污水处理装置,其特征在于,所述粒子电极(10)的基体为颗粒活性炭、三氧化二铝颗粒或沸石颗粒,单独使用或者两种或数种混合使用;催化剂为金属或过渡金属氧化物一种或数种混合。

5. 根据权利要求4所述的污水处理装置,其特征在于,所述催化剂为二氧化钛。

6. 根据权利要求1所述的污水处理装置,其特征在于,所述微生物载体填料(11)以颗粒活性炭、三氧化二铝颗粒、沸石颗粒、陶粒、硬质塑料颗粒为基体,单独使用或者两种或数种混合使用,基体上挂膜微生物。

7. 根据权利要求1所述的污水处理装置,其特征在于,所述布气排渣室(7)下端的排空口(16),用于进行泥渣的清理及污水的排空。

一种三维电化学偶联三维电生物污水处理装置

技术领域

[0001] 本发明属于污水处理技术领域,涉及一种三维电化学偶联三维电生物污水处理装置,旨在利用该装置高效处理高浓度难降解有机废水。

背景技术

[0002] 目前国内大量的高浓度和难降解工业废水的治理问题成为环境领域亟待解决的重大问题,这些高浓度难降解的工业废水有机物浓度高,可生化性差,成分复杂,含有生物致毒物质,常规的物化和生化处理方法具有比较大的局限性。

[0003] 电化学水处理技术是一种高级氧化技术,在电化学反应装置内,利用外加电场的场能,降解污染物质,处理效果好,废渣少,水力停留时间短,具有广谱适应性和广阔的应用前景,成为目前国内外污染控制领域的研究热点之一。三维电化学技术是在传统的二维电化学反应器中填充粒子电极构成,其作用机理包括直接作用和间接作用。直接作用是在电极表面进行的电化学氧化和还原反应,包括正负主电极表面和所有粒子电极表面。间接作用是指体系在电场作用下引发的自由基的氧化作用,包括, $\text{HO}_2^- \cdot$, $\text{O} \cdot$, $\text{H} \cdot$, $\text{O}_2^- \cdot$, $\text{O}_3^- \cdot$, 等。这些自由基与废水中有机物反应,生成不稳定的有机物自由基 $\text{R} \cdot$ 等,从而引发大量的自由基链式反应,将有机污染物逐步彻底氧化分解为 CO_2 和 H_2O 。众多的粒子电极在极大增强直接作用和间接作用的同时,缩短了传质距离,改善了传质效果,从而提高了电流效率和污染物降解效果。

[0004] 目前传统的生物反应器将有机物生物降解、硝化、反硝化作用分别安排在不同的反应器中,因而造成反应器系统复杂,能耗较大且运行管理不便,且传统生物反应器的微生物浓度和活性不足,污染物降解效率相对较低。三维电生物反应器是在同一反应器内同时实现微生物降解、硝化和反硝化作用。在物理吸附和电场吸附的共同作用下,负载于载体表面的微生物数量极大增多,同时具有多孔微观结构的活性炭等载体填料在为微生物提供碳源的同时,为微生物的生长和降解作用提供丰富的微生态环境,有利于好氧细菌、兼性细菌和厌氧细菌在同一反应器中的不同微环境中生存和发挥不同的污染降解作用。具有高浓度和高活性微生物的三维电生物反应器具有强大的污染降解能力,同时能避免污泥膨胀现象的产生。微电场条件在加速微生物生化反应的电子传递速率的同时能在电极表面同时产生原子态氢和氧,实现同步硝化和反硝化作用。

[0005] 但是,目前三维电化学电生物技术的实际工程应用还很少,设备投资高,运行费用高,没有成熟的设备和工艺,要大规模运用三维电技术还需要在反应装置结构、粒子电极材料性质、催化剂种类性质、运行工艺条件等方面开展大量的基础研究和工程实践。

发明内容

[0006] 本发明针对高浓度难降解有机废水的治理问题,克服现有技术的不足,提供一种处理效率高、结构简约、操作简单、易于维护和自动化控制的三维电化学偶联三维电生物反应的污水处理装置。

[0007] 为解决上述问题,本发明采用以下技术方案:

[0008] 一种三维电化学偶联三维电生物污水处理装置,特点在于该装置包括:本体、外置电源及空压机,所述本体由至少一个三维电化学反应器和至少一个三维电生物反应器串联而成,本体前端设置进水口,末端设置出水口,所述串联的三维电化学反应器和三维电生物反应器彼此通过自身的溢流口实现之间水相的联通,其中:

[0009] 所述每个三维电化学反应器包括被中间隔板分隔的至少两个反应室和下端的布气排渣室,反应室内至少设置两块垂直平行排列的电极板,所述电极板交替设为正极和负极,并联连接至外置电源;电极板之间填充粒子电极,粒子电极上负载用于异相催化污染物降解和去除的催化剂;

[0010] 所述每个三维电生物反应器包括被中间隔板分隔的至少两个反应室和下端的布气排渣室,反应室内至少设置两块垂直平行排列的电极板,所述电极板交替设为正极和负极,并联连接到外置电源;电极板之间填充微生物载体填料,其上挂膜降解功能微生物;

[0011] 所述粒子电极和微生物载体填料置于带有筛孔的筐中,或堆置于反应室底部的孔板上,布气排渣室内设有曝气板、管或盘,通过气体管道连接外置空压机,向反应器内提供压缩空气。布气排渣室下端设有排空口。

[0012] 所述布气排渣室为倒锥体或矩形体结构。有利于泥渣的排放和污水的排空。或布气排渣室设计为长方体结构,布气排渣室底部设置一定倾斜角度,有利于泥渣的排放和污水的排空。

[0013] 所述电极板采用纯钛板电极、钛基金属或过渡金属氧化物涂层电极、不锈钢极板电极、石墨电极或合金电极中的一种。优选的,阳极采用钛基过渡金属氧化物涂层电极中的一种;阴极采用不锈钢电极、石墨电极中的一种。

[0014] 所述粒子电极以颗粒为基体,其上负载有催化剂。基体为颗粒活性炭、三氧化二铝颗粒或沸石颗粒,单独使用或者两种或数种混合使用;催化剂为二氧化钛、金属或过渡金属氧化物一种或数种混合。优选的,粒子电极采用活性炭颗粒或活性炭颗粒掺杂三氧化二铝颗粒为基体,基体负载纳米二氧化钛、锰氧化物、铜氧化物、铁氧化物、钨氧化物、钼氧化物、银氧化物、铈氧化物、钛氧化物、锌氧化物等的一种或几种为粒子电极。

[0015] 所述微生物载体填料以颗粒活性炭、三氧化二铝颗粒、沸石颗粒、陶粒、硬质塑料颗粒为基体,单独使用或者两种或数种混合使用,基体上挂膜微生物。优选的,采用颗粒活性炭颗粒负载挂膜微生物。

[0016] 所述布气排渣室下端的排空口,用于进行泥渣的清理及污水的排空。

[0017] 本发明有益效果

[0018] 1)、本发明用于处理高浓度难降解有机废水,具有以下优势:

[0019] a 抗冲击负荷能力强,处理效果稳定,出水水质优良;

[0020] b 模块化反应装置,成套技术,精确控制,管理方便;

[0021] c 结构紧凑简约、占地面积小,电流利用率高,微生物挂膜速度快,微生物浓度高,活性高,可同时高效去除有机物,氮素等多种污染物,运行费用低。

[0022] 2)、本发明结构紧凑简单,占地面积小,电流利用率高,能耗低,污染物去除效率高,便于调控。

[0023] 3)、本发明可实现对难降解有机废水的高效处理,保护生态环境,具有替代传统污

水处理系列装置的市场前景。

附图说明

[0024] 图1为本发明结构示意图；

[0025] 图2为本发明实施例2结构示意图。

具体实施方式

[0026] 以下结合说明书附图和具体实施例对本发明作进一步描述,但并不因此而限制本发明的保护范围。

[0027] 参阅图1,本发明包括:本体1、外置电源9及外置空压机15,本体1由 ≥ 1 个三维电化学反应器2和 ≥ 1 个三维电生物反应器3串联而成;本体1前端设置进水口17,末端设置出水口18,两种反应器彼此通过自身的溢流口19实现反应器之间水相的联通。其中:

[0028] 三维电化学反应器2包括被中间隔板4分隔的至少两个反应室5和下端的布气排渣室7,三维电生物反应器3均包括被中间隔板4分隔的两个或两个以上反应室6及下端的布气排渣室7。反应器2和3的反应室内设置两块或以上垂直平行排列的电极板8,电极板8交替设为正极和负极,并联连接到外置电源9。三维电化学反应器2的电极板之间填充粒子电极10,粒子电极上负载用于异相催化污染物降解和去除的催化剂。所述三维电生物反应器3的电极板8之间填充微生物载体填料11,其上挂膜降解功能微生物。粒子电极10和微生物载体填料11堆置于反应室底部的孔板12上。布气排渣室7内设有曝气板13,通过气体管道14连接外置空压机15,布气排渣室7下端设有排空口16。

[0029] 实施例1

[0030] 参阅图1,本实施例包括:本体1、外置电源9及外置空气压缩机15,本体1为两个三维电化学反应器和两个三维电生物反应器相串联组成,串联形式为:三维电化学-三维电生物-三维电化学-三维电生物。本体1前端设置进水口17,末端设置出水口18,反应器彼此通过反应器自身的溢流口19实现反应器之间水相的联通。其中:

[0031] 三维电化学反应器2包括被中间隔板4分隔的两个反应室5和下端的布气排渣室7,三维电生物反应器3包括被中间隔板4分隔的两个反应室6及下端的布气排渣室7。三维电化学反应器2和三维电生物反应器3的每个反应室内设置两块垂直平行排列的电极板8,电极板8交替设为正极和负极,并联连接到外置电源9,阳极电极板采用钛基钌铱电极,阴极采用纯钛基电极。三维电化学反应器2的电极板之间填充粒子电极10,粒子电极采用颗粒活性炭基体负载纳米级二氧化钛。所述三维电生物反应器3的电极板之间填充微生物载体填料颗粒活性炭11,其上挂膜降解微生物,采用常规的挂膜方法,以污水处理厂活性污泥接种,以所处理的特定废水进行驯化,2周至4周驯化成功。粒子电极10和微生物载体填料11堆置于反应室底部的孔板12上。布气排渣室7内设有曝气板13,通过气体管道14连接外置空压机15,布气排渣室设计为倒锥体结构,有利于泥渣的排放和污水的排空,其下端设有排空口16。

[0032] 本实施例是这样工作的:

[0033] 本实施例为三维电化学-三维电生物-三维电化学-三维电生物串联系统,用于处理高浓度难降解(B/C小于0.3)有机废水,在污水进入反应装置前需要进行前处理,二维电

化学混凝或化学混凝,去除废水中的悬浮物、胶体杂质及钙、镁、磷、金属离子等。经过前处理的废水由进水口17进入第一个三维电化学反应器,由第一反应室经过下部多孔筛板12和布气排渣室7进入第二反应室,在此进行异相催化广谱降解难降解有机污染物,氧化分解或还原改性,开环断键,提高B/C,废水由第一三维电化学反应器流经其上端和第一三维电生物反应器之间的溢流口进入第一三维电生物反应器,经过第一三维电生物反应器第一反应室,并由其下部的多孔筛板和布气排渣室进入第二反应室,在第一三维电生物反应器内进行污染物的生物降解,将可生物降解的有机物逐步降解成更小的分子或彻底氧化分解成二氧化碳和水。第一三维电生物反应器的出水由其和第二三维电化学反应器之间的溢流口进入第二三维电化学反应器,在此异相催化降解难降解有机物,开环断键,提高B/C。废水再由第二三维电化学反应器进入第二三维电生物反应器,在此进一步将可生化降解的废水进行微生物的降解和转化,最终出水从出水口18进入后续的处理或进入出水池。

[0034] 在两个三维电化学反应器中主要进行难降解有机物的开环断键,提高废水B/C,利于三维电生物反应器内进行的微生物降解。通过三维电化学和电生物的交替运行,实现难降解污染物的逐步降解和转化,最终分解为二氧化碳和水。废水在三维电化学反应器内,部分污染物质吸附在主电极表面和粒子电极表面,在电场能量推动下,这些污染物在阴阳电极表面和众多粒子电极表面进行直接氧化作用和还原作用。同时,经过曝气溶解的氧气、阳极及粒子电极阳极端产生的氧气,在阴极和粒子电极阴极端还原生成氧化性极强的双氧水和羟基自由基,同时又在体系内电磁场及氧化还原电子对催化作用下,产生大量氧化性极强的自由基, $\text{HO}_2\cdot$ 、 $\text{O}\cdot$ 、 $\text{H}\cdot$ 、 $\text{O}_2\cdot$ 、 $\text{O}_3\cdot$ 等。这些自由基与废水中有机物反应,生成不稳定的有机物自由基 $\text{R}\cdot$ 等,从而引发大量的自由基链式反应。从而有效分解转化难降解有机物,提高废水的B/C。在三维电生物反应器中,微生物负载在颗粒活性炭填料表面,多孔结构的颗粒活性炭为生物提供了优良的生境,微生物数量多且活性高,在电场能量推动下,促进微生物胞外酶的电子传递效率,从而提高了污染物的生物降解效率。

[0035] 以浙江省某市垃圾渗滤液反渗透浓水为例,经过混凝处理后的水质指标为:COD_{Cr}1500~1132mg/L,B/C 0~0.08,NH₃-N 350~280 mg/L, TN 467~321 mg/L。经过混凝处理后的渗滤液反渗透浓水由进水口17进入实施例1的三维电化学偶联三维电生物反应装置,废水进入第一反应室,经过下部多孔筛板12和布气排渣室7进入第二反应室,再由第二反应室和第三反应室上端的溢流口进入第三反应室,以此类推,在经过第一三维电化学—第一三维电生物—第二三维电化学—第二三维电生物后,出水从出水口18流出反应装置,最终进入后续的脱盐处理装置。采取连续进出水的运行方式,水力停留时间8~12h,电压强度0.5~1.5V/cm,连续进出水,稳定运行10d后,出水指标为:COD_{Cr} 85~63 mg/L,NH₃-N 31~24 mg/L,TN 55~37mg/L。出水进入后续脱盐装置。

[0036] 实施例2

[0037] 参阅图2,本实施例包括:本体1、外置电源9及外置空气压缩机15,本体1为两个三维电化学反应器和一个三维电生物反应器相串联组成,串联形式为:三维电化学-三维电化学-三维电生物。本体1前端设置进水口17,末端设置出水口18,反应器彼此通过自身的溢流口19实现反应器之间水相的联通。其中:

[0038] 三维电化学反应器2包括被中间隔板4分隔的至少两个反应室5和下端的布气排渣室7,三维电生物反应器3包括被中间隔板4分隔的两个或两个以上反应室6及下端的布气排

渣室7。三维电化学反应器2和三维电生物反应器3的每个反应室内设置两块垂直平行排列的电极板8,电极板8交替设为正极和负极,并联连接到外置电控设备9,阳极电极板采用钛基铱钽电极,阴极采用不锈钢电极。三维电化学反应器2的电极板之间填充粒子电极10,粒子电极采用颗粒活性炭基体负载铁锰铜氧化物催化剂,所有三维电生物反应器3的电极板之间填充微生物载体填料颗粒活性炭11,其上挂膜降解微生物,采用常规的挂膜方法,以污水处理厂活性污泥接种,以所处理的特定废水进行驯化,2周至4周驯化成功。粒子电极10和微生物载体填料11堆置于反应室内带有筛孔的填料筐20中。布气排渣室7内设有曝气板13,通过气体管道14连接外置空压机15,布气排渣室设计为倒锥体结构,有利于泥渣的排放和污水的排空,其下端设有排空口16。

[0039] 本实施例是这样工作的:

[0040] 本实施例为三维电化学-三维电化学-三维电生物串联系统,用于处理高浓度难降解(B/C小于0.3)有机废水,在污水进入反应装置前需要进行前处理,二维电化学混凝或化学混凝,去除废水中的悬浮物、胶体杂质及钙、镁、磷、金属离子等。经过前处理的废水由进水口17进入第一个三维电化学反应器,由第一反应室经过下部布气排渣室7进入第二反应室,再由第二反应室和第三反应室上端的溢流口进入第三反应室,以此类推,废水在流经三维电化学-三维电化学-三维电生物反应器后最终出水从出水口18进入后续的脱盐处理装置。废水在三维电化学反应器中进行异相催化广谱降解难降解有机污染物,氧化分解或还原改性,开环断键,提高B/C,在三维电生物反应器内进行污染物的生物降解,将可生物降解的有机物逐步降解成更小的分子或彻底氧化分解成二氧化碳和水。

[0041] 以上海老港垃圾渗滤液浓缩液为例,经过混凝处理后的水质指标为:COD₁₂₀₃~831mg/L,NH₃-N 246~195 mg/L,TN₄₄₂~387 mg/L,NaCl 3.5~2.6%。经过混凝处理后的渗滤液浓缩液由进水口17进入实施例2的三维电化学偶联三维电生物反应装置,废水进入第一反应室,经过下部布气排渣室7进入第二反应室,再由第二反应室和第三反应室上端的溢流口进入第三反应室,以此类推,在经过第一三维电化学-第二三维电化学-三维电生物后,出水从出水口18流出反应装置进入后续的脱盐处理装置。采取连续进出水的运行方式,水力停留时间8~12h,电压强度0.5~1.2V/cm,连续进出水,稳定运行7后,出水指标为:COD_{Cr} 110~55 mg/L, NH₃-N 35~29 mg/L,TN 52~39mg/L。出水进入后续脱盐装置。

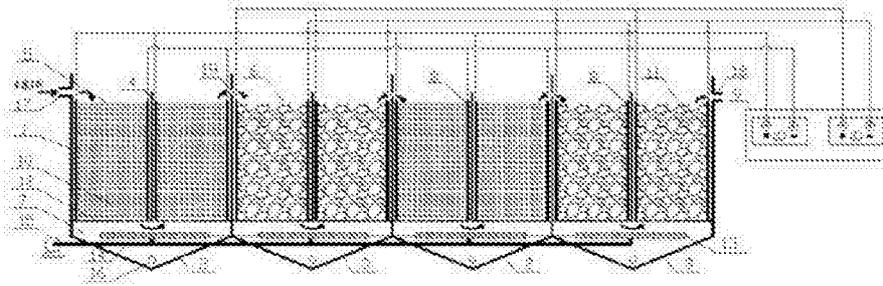


图1

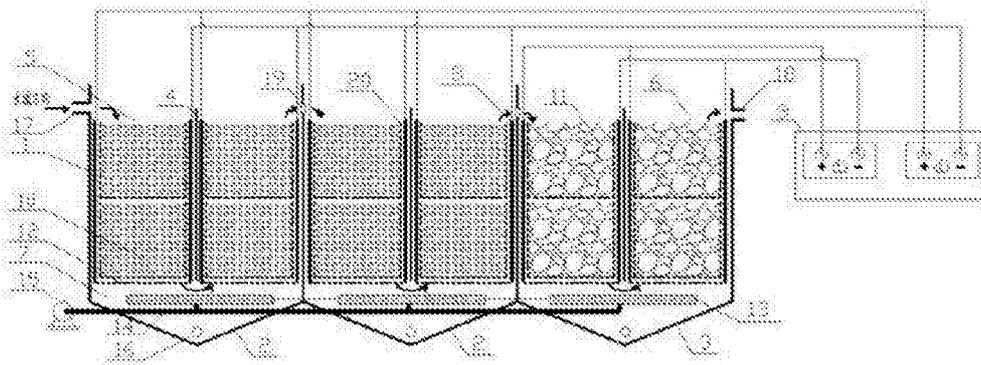


图2