



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104496008 B

(45) 授权公告日 2016.03.16

(21) 申请号 201410710771.X

(22) 申请日 2014.11.27

(73) 专利权人 新疆环境工程技术有限责任公司
地址 830013 新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市
高新区北区工业园蓝天路216号

(72) 发明人 许自羽 曾凡付 杨泰山 潘洪涛
陈东玫 薛俊峰

(74) 专利代理机构 乌鲁木齐新科联知识产权代
理有限公司 65107

代理人 王志刚

(51) Int. Cl.

C02F 3/02(2006.01)

C02F 3/34(2006.01)

(56) 对比文件

CN 102557252 B, 2014.04.16,

CN 2799543 Y, 2006.07.26,

CN 203938525 U, 2014.11.12,

JP 2001079580 A, 2001.03.27,

刘江国.《混凝—厌氧—电极 SBBR 法对榨菜

废水的处理研究》.《中国优秀硕士学位论文全文数据库工程科技 I 辑》.2011,(第 09 期),第 11-13 页第 2.1-2.3 节、第 15 页第 3.1 节、第 20 页第 3.2.3 节、第 43 页、第 44 页第 6.1-6.2.1 节、第 46 页第 6.2.2 节、第 48 页第 6.4.1-6.4.2 节、第 50 页第 6.4.3 节、第 52 页第 6.5-6.6 节,图 3.2, 6-1.

刘江国.《混凝—厌氧—电极 SBBR 法对榨菜废水的处理研究》.《中国优秀硕士学位论文全文数据库工程科技 I 辑》.2011,(第 09 期),第 11-13 页第 2.1-2.3 节、第 15 页第 3.1 节、第 20 页第 3.2.3 节、第 43 页、第 44 页第 6.1-6.2.1 节、第 46 页第 6.2.2 节、第 48 页第 6.4.1-6.4.2 节、第 50 页第 6.4.3 节、第 52 页第 6.5-6.6 节,图 3.2, 6-1.

审查员 蔡文婷

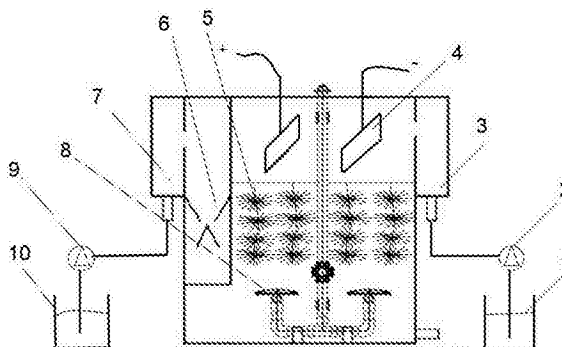
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种电化学—生物耦合处理有机废水的设备
及方法

(57) 摘要

本发明属于污水处理设备的设计技术领域,特别是涉及一种电化学—生物耦合处理有机废水的设备及方法,设备包括原水罐、反应容器及储水罐,在反应容器的外侧部设置进水槽与出水槽;进水槽与原水罐通过蠕动泵相连,出水槽与出水管通过抽水泵相连;在反应容器内设置固定杆,固定杆下设置着弹性填料,弹性填料悬浮在反应容器内,在反应容器上方设置着不锈钢阴极板和钛合金阳极板,阴、阳极板顶端部与连接架相连接固定,使得阴、阳极板也是悬空设置在反应容器内;在所述的反应容器底部设置着曝气头,所述的弹性填料位于阴、阳极板及曝气头之间;在反应容器内与出水槽相邻处设置着三相分离器。采用上述设备处理有机废水的方法,完成污水处理。



CN 104496008 B

1. 一种电化学-生物耦合处理有机废水的设备,包括原水罐、反应容器及储水罐,其特征在于:在所述反应容器的一外侧部连通设置着进水槽,另一外侧部则连通设置着出水槽;进水槽与设置在反应容器旁的原水罐通过蠕动泵相连,出水槽则与设置在反应容器旁的出水管通过抽水泵相连;在所述的反应容器内横向固接设置着固定杆,固定杆下设置着弹性填料,弹性填料悬浮设置在反应容器内,在所述的反应容器上方分别设置着不锈钢阴极板和钛合金阳极板,阴、阳极板顶端部与连接架相连接固定,使得阴、阳极板也是悬空设置在反应容器内;在所述的反应容器底部设置着曝气头,所述的弹性填料位于阴、阳极板及曝气头之间;在反应容器内与出水槽相邻处设置着三相分离器。

2. 根据权利要求1所述的一种电化学-生物耦合处理有机废水的设备,其特征在于:所述反应容器为矩形或圆形。

3. 根据权利要求1所述的一种电化学-生物耦合处理有机废水的设备,其特征在于:所述阴、阳极板规格均为:长15cm,宽10cm;阴、阳极板之间相距7.5cm。

4. 根据权利要求1所述的一种电化学-生物耦合处理有机废水的设备,其特征在于:所述的弹性填料由填料、弹性花片、塑料套管和中心绳四部分组成,在所述的塑料套管的下部设置着弹性花片,弹性花片上均布设置着填料,在所述的塑料套管上设置着与固定杆相连接的中心绳;所述的弹性花片为塑料圆片,所述的填料为雪花状或丝状或者网状树枝形的高分子聚合物。

5. 根据权利要求1所述的一种电化学-生物耦合处理有机废水的设备,其特征在于:所述曝气头至少设置两个,并均布设置在反应容器内的底部中心区域。

6. 根据权利要求1所述的一种电化学-生物耦合处理有机废水的设备,其特征在于:在所述反应容器内底部连接曝气头,管路上设置增氧机。

7. 一种采用权利要求1所述的设备处理有机废水的方法,其特征在于,该方法由下述步骤组成:

(1) 人工接种挂膜阶段:在室温条件下,采用生化池污泥和有机废水以体积比为1:3-3.5的比例混合加入反应容器底部,防止水面浸没过上层阴、阳极板,弹性填料则浸没在泥水混合液中,接触48-60h后,排出污泥,开始进水挂膜,在进入反应器前将有机废水pH调成7-8.5后,通过蠕动泵泵入反应器中,整个挂膜阶段运行周期为18-20h,曝气16-18h,静置2-4h,2-3周后,生物膜挂满弹性填料外壁;所述的生化池污泥浓度为2.8-3.5g/L,污泥沉降比为20-30%;

(2) 生物膜的驯化阶段:完成上述步骤(1)后,继续将有机废水由原水罐引入反应容器中,使有机废水水面浸没过阴、阳极板,并通入直流电源;初始阶段电压为2-3V,使有机废水中微生物死亡,排出;当阴、阳极板上附着1-1.5mm的生物膜,且弹性填料上也同样附着相当厚度的生物膜时;微生物完全适应电场及有机废水后,驯化培养阶段完成,进入下个阶段;

(3) 有机废水排污达标阶段:将有机废水从原水罐通过蠕动泵,泵入反应容器中,进水流量为30-40mL/min,空气曝气量为15-20L/min;采用间歇进水间歇曝气的方式,分三个阶段循环进行,每个阶段分别曝气4-5h,沉淀1-1.5h,进水、出水分别0.5-1h,曝气的同时进行电解,以保证每次进水都通过电化学氧化降解难降解有机物,之后经处理后的废水通过三相分离器进入出水槽,再通过抽水泵进入储水罐中,进行抽检污水,完成污水处理。

一种电化学 - 生物耦合处理有机废水的设备与方法

技术领域

[0001] 本发明属于污水处理设备的设计以及污水处理工艺的创新技术领域,特别是涉及一种电化学 - 生物耦合处理有机废水的设备与方法,主要用于高含盐有机废水的处理。

背景技术

[0002] 目前,由于化工废水成分的复杂性,现有处理工艺处理的效果不好、出水难以达标,因此,开发一种将预处理与生化处理相结合的一体化技术具有广阔的应用前景。

[0003] 生物接触氧化作为一种生物法,能够有效去除废水中的有机物、臭味,降低废水色度,而且在工程应用上工艺成熟,运行成本低,管理方便简易。但生物法对成分复杂的有毒有害难降解污染物的降解速度慢,分解不彻底,甚至由于中毒而失去处理能力。而电化学法作为一种废水处理的高级氧化技术,可通过电化学燃烧或电化学转化,快速高效地与废水中污染物通过获得或失去电子而发生氧化还原反应,使难降解有机污染物转化降解成二氧化碳和水或较简单的有机物。电化学技术发展迅速,处理能力强且反应设备简单,操作容易,易于控制。但采用电化学氧化或还原有机物时存在诸多如产热、析氢、析氧、析氯等副反应,电流效率较低,因此处理能耗较大,运行费用较高。

[0004] 针对高含盐难降解有机废水的特点,电化学法在此种高含盐环境下,更利于降解一些通过生物法无法降解的有机物,而且可将电化学反应中引起电流效率降低的副反应,如产热、析氧、析氢、电迁移等有效地利用于生物反应中,同时,由于一些工业废水的污染物中含有大量氮、磷元素,经电化学预处理后产生的氮、磷物质可以作为生物处理持续的营养源,这些对于生物法将污染物最终转化成 CO_2 和 H_2O ,从而实现污染物的彻底去除具有重要的保证。因此,发明一种将电化学法与生物法相耦合来处理高含盐难降解有机废水的方法,使得在整个耦合技术的层面上让电流效率和处理效果大幅提高,实现在一体化反应器中不仅提高废水可生化性,还能有效降低废水 COD 值,同时降低处理成本,这些对于形成电 - 生物耦合工艺处理高含盐有机废水及其工业化应用具有十分重要的参考意义。

[0005] 公开号为 CN1295033A 和 CN1285316A 的专利采用了电解法处理难降解有机废水,降低了废水 COD 的同时,提高了后续废水处理的生化性,但此种方法不能保证达标排放,需要进行后续的生物处理。公开号为 CN102557252A 的专利,采用了电化学 - 生物耦合的方式对 PPCPs 进行处理,其中去除率可达到 95%,但是,它是采用进水 - 反应 - 沉淀分步处理,且生物膜存在于电极之间,脱落的生物膜容易附着在电极板上,影响电极效率。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于:设计一种电化学 - 生物耦合处理的方法,该方法能利用电化学法降解生物法难以降解的有机物,提高废水可生化性;同时缩短单独使用电化学方法的处理时间,降低电流密度,减少运行成本,形成一种电化学 - 生物耦合处理高含盐难降解有机废水的方法,其处理效果优于单独一种方法的处理效果,经处理后的废水 COD 值可在 150mg/L 以下,达到国家排放标准。

[0007] 本发明的技术方案：一种电化学-生物耦合处理有机废水的设备，包括原水罐、反应容器及储水罐，在所述反应容器的一外侧部连通设置着进水槽，另一外侧部则连通设置着出水槽；进水槽与设置在反应容器旁的原水罐通过蠕动泵相连，出水槽则与设置在反应容器旁的出水管通过抽水泵相连；在所述的反应容器内横向固接设置着固定杆，固定杆下设置着弹性填料，弹性填料悬浮设置在反应容器内，在所述的反应容器上方分别设置着不锈钢阴极板和钛合金阳极板，阴、阳极板顶端部与连接架相连接固定，使得阴、阳极板也是悬空设置在反应容器内；在所述的反应容器底部设置着曝气头，所述的弹性填料位于阴、阳极板及曝气头之间；在反应容器内与出水槽相邻处设置着三相分离器。所述反应容器为矩形或圆形。所述阴、阳极板规格均为：长 15cm，宽 10cm；阴、阳极板之间相距 7.5cm。所述的弹性填料由填料、弹性花片、塑料套管和中心绳四部分组成，在所述的塑料套管的下部设置着弹性花片，弹性花片上均布设置着填料，在所述的塑料套管上设置着与固定杆相连接的中心绳；所述的弹性花片为塑料圆片，所述的填料为雪花状或丝状或者网状树枝形的高分子聚合物。所述曝气头至少设置两个，并均布设置在反应容器内的底部中心区域。在所述反应容器内底部连接曝气头，管路上设置增氧机。

[0008] 一种采用权利要求 1 所述的设备处理有机废水的方法，该方法由下述步骤组成：

[0009] (1) 人工接种挂膜阶段：在室温条件下，采用生化池污泥和有机废水以体积比为 1：3-3.5 的比例混合加入反应容器底部，防止水面浸没过上层阴、阳极板，弹性填料则浸没在泥水混合液中，接触 48-60h 后，排出污泥，开始进水挂膜，在进入反应器前将有机废水 pH 调成 7-8.5 后，通过蠕动泵泵入反应器中，整个挂膜阶段运行周期为 18-20h，曝气 16-18h，静置 2-4h，2-3 周后，生物膜挂满弹性填料外壁；所述的生化池污泥浓度为 2.8-3.5g/L，污泥沉降比为 20-30%；

[0010] (2) 生物膜的驯化阶段：完成上述步骤 (1) 后，继续将有机废水由原水罐引入反应容器中，使有机废水水面浸没过阴、阳极板，并通入直流电源；初始阶段电压为 2-3V，使有机废水中微生物死亡，排出；当阴、阳极板上附着 1-1.5mm 的生物膜，且弹性填料上也同样附着相当厚度的生物膜时；微生物完全适应电场及有机废水后，驯化培养阶段完成，进入下个阶段；

[0011] (3) 有机废水排污达标阶段：将有机废水从原水罐通过蠕动泵，泵入反应容器中，进水流量为 30-40mL/min，空气曝气量为 15-20L/min；采用间歇进水间歇曝气的方式，分三个阶段循环进行，每个阶段分别曝气 4-5h，沉淀 1-1.5h，进水、出水分别 0.5-1h，曝气的同时进行电解，以保证每次进水都通过电化学氧化降解难降解有机物，之后经处理后的废水通过三相分离器进入出水槽，再通过抽水泵进入储水罐中，进行抽检污水，完成污水处理。

[0012] 本发明的有益效果：本发明是一种针对高含盐高浓度难降解有机废水开发的一种电化学-生物耦合处理方法，反应装置为一体化反应器，采用的弹性填料的生物载体置于电极下部，降低脱落的生物膜对电极造成的影响，易操作控制且成本低，工业化应用前景广。

[0013] 本发明设计的方法，反应条件温和，在生物氧化这种传统氧化技术的基础上，耦合电化学氧化这种高级氧化技术，将生物氧化体系引入到电化学氧化体系中，利用电化学方法选择性地使难降解的有毒有害有机物降解到某一特定阶段，提高其可生化性，产生的某些副产物如氢气、氮、磷等物质可被生物利用，从而强化有机物的去除速率。电化学-生物

氧化法结合了电化学的高效性和生物法反应彻底、成本低、易于操作的优点可以有效去废水中的 COD 值。

附图说明

[0014] 下面结合附图对本发明作进一步说明：附图 1 为动态电化学-生物耦合一体反应器的结构示意图；附图中：1—原水罐，2—蠕动泵，3—进水槽，4—电极板，5—弹性填料，6—三相分离器，7—出水槽，8—曝气头，9—抽水泵，10—储水罐。

具体实施方式

[0015] 实施例 1、一种电化学-生物耦合处理有机废水的设备，包括原水罐、反应容器及储水罐，其特征在于：在所述反应容器的一外侧部连通设置着进水槽，另一外侧部则连通设置着出水槽；进水槽与设置在反应容器旁的原水罐通过蠕动泵相连，出水槽则与设置在反应容器旁的出水管通过抽水泵相连；在所述的反应容器内横向固接设置着固定杆，固定杆下设置着弹性填料，弹性填料悬浮设置在反应容器内，在所述的反应容器上方分别设置着不锈钢阴极板和钛合金阳极板，阴、阳极板顶端部与连接架相连接固定，使得阴、阳极板也是悬空设置在反应容器内；在所述的反应容器底部设置着曝气头，所述的弹性填料位于阴、阳极板及曝气头之间；在反应容器内与出水槽相邻处设置着三相分离器。所述反应容器为矩形或圆形。所述阴、阳极板规格均为：长 15cm，宽 10cm；阴、阳极板之间相距 7.5cm。所述的弹性填料由填料、弹性花片、塑料套管和中心绳四部分组成，在所述的塑料套管的下部设置着弹性花片，弹性花片上均布设置着填料，在所述的塑料套管上设置着与固定杆相连接的中心绳；所述的弹性花片为塑料圆片，所述的填料为雪花状或丝状或者网状树枝形的高分子聚合物。所述曝气头至少设置两个，并均布设置在反应容器内的底部中心区域。在所述反应容器内底部连接曝气头，管路上设置增氧机。

[0016] 一种采用权利要求 1 所述的设备处理有机废水的方法，该方法由下述步骤组成：

[0017] (1) 人工接种挂膜阶段：在室温条件下，采用生化池污泥和有机废水以体积比为 1 : 3-3.5 的比例混合加入反应容器底部，防止水面浸没过上层阴、阳极板，弹性填料则浸没在泥水混合液中，接触 48-60h 后，排出污泥，开始进水挂膜，在进入反应器前将有机废水 pH 调成 7-8.5 后，通过蠕动泵泵入反应器中，整个挂膜阶段运行周期为 18-20h，曝气 16-18h，静置 2-4h，2-3 周后，生物膜挂满弹性填料外壁；所述的生化池污泥浓度为 2.8-3.5g/L，污泥沉降比为 20-30%；(2) 生物膜的驯化阶段：完成上述步骤 (1) 后，继续将有机废水由原水罐引入反应容器中，使有机废水水面浸没过阴、阳极板，并通入直流电源；初始阶段电压为 2-3V，使有机废水中微生物死亡，排出；当阴、阳极板上附着 1-1.5mm 的生物膜，且弹性填料上也同样附着相当厚度的生物膜时；微生物完全适应电场及有机废水后，驯化培养阶段完成，进入下个阶段；(3) 有机废水排污达标阶段：将有机废水从原水罐通过蠕动泵，泵入反应容器中，进水流量为 30-40mL/min，空气曝气量为 15-20L/min；采用间歇进水间歇曝气的方式，分三个阶段循环进行，每个阶段分别曝气 4-5h，沉淀 1-1.5h，进水、出水分别 0.5-1h，曝气的同时进行电解，以保证每次进水都通过电化学氧化降解难降解有机物，之后经处理后的废水通过三相分离器进入出水槽，再通过抽水泵进入储水罐中，进行抽检污水，完成污水处理。

[0018] 具体实践及实验比对,电解法处理实施例:

[0019] 以处理煤化工废水为例,采用单独静态电解法处理煤化工废水,废水 pH = 12,水量为 30L,COD 值为 2450mg/L,BOD/COD 的值小于 0.2。电解前需用工业盐酸调节废水 pH,其中操作控制因素包括电解电压、时间、废水调节后的 pH、极板间距,以最终 COD 去除率为实验指标,做正交试验。其中表 1 为正交试验中的操作因素以及各因素下的三个水平。

[0020] 表 1 电解法处理高含盐难降解有机废水实验因素水平表

[0021]

因素 水平	A 电压 (v)	B 反应时间 (min)	C pH	D 极板间距 (cm)
1	5	60	6	7.5
2	10	90	8	8.5
3	15	120	10	9.5

[0022] 上表为电解法处理煤化工废水正交试验中的操作因素以及各因素下的三个水平。

[0023] 表 2 电解法处理高含盐难降解有机废水实验正交表

[0024]

因素 实施方案	A 电压 (v)	B 反应时 间 (min)	C pH	D 极板间 距 (cm)	COD 去除 率 (%)
实施例 1	5	60	6	7.5	31.8
实施例 2	5	90	8	8.5	37.4
实施例 3	5	120	10	9.5	35.2
实施例 4	10	60	8	9.5	42.8
实施例 5	10	90	10	7.5	39.7
实施例 6	10	120	6	8.5	46.1
实施例 7	15	60	10	8.5	47.9
实施例 8	15	90	6	9.5	53.2
实施例 9	15	120	8	7.5	56.1
k ₁	34.8	40.8	43.7	42.5	
k ₃	42.9	43.4	45.4	43.8	
k ₃	52.4	45.8	40.9	43.7	
R	17.6	5.0	4.5	1.3	
因素主次	ABCD				
最优组合	A ₃ B ₃ C ₂ D ₁				

[0025] 由上表数据得知：根据因素主次以及最优组合，分别以实验因素 A₃B₃C₂D₁、A₃B₃C₂D₂、A₃B₃C₂D₃做验证实验，其 COD 去除率分别为：56.1%、55.2%、54.3%，得出 A₃B₃C₂D₁为最优组合因素，即电解时操作电压 = 15v，反应时间 = 120min，加酸调节后的 pH = 8，极板间距 = 7.5cm，最终 COD 去除率为 56.1%，BOD/COD = 0.37（当 BOD₅/COD > 0.35 时，被认为可采用生化法处理），因此经电解后的废水可生化性提高，可利用生物法进行后续处理，但是处理效果低，经处理后废水 COD 值不符合国家排放标准。

[0026] 生物法实施例：采用单独生物法处理煤化工废水，废水性质同电解实施例，人工接种挂膜阶段：在室温条件下，采用生化池污泥和有机废水以体积比为 1：3 的比例混合加入反应容器底部，防止水面浸没过上层阴、阳极板，弹性填料则浸没在泥水混合液中，接触 60h 后，排出污泥，开始进水挂膜，在进入反应器前将有机废水 pH 调成 7 后，通过蠕动泵泵入反应器中，整个挂膜阶段运行周期为 20h，曝气 18h，静置 4h，3 周后，生物膜挂满弹性填料外壁，其中生化池污泥浓度为 3.5g/L，污泥沉降比为 30%；随即进行有机废水排污阶段测试：蠕动泵进水流量为 40mL/min，空气曝气量为 20L/min，采用间歇进水间歇曝气的方式，分三个阶段循环进行，每个阶段分别曝气 5h，沉淀 1.5h，进水、出水分别 1h，对出水进行抽检，COD 值不符合国家排放标准。

[0027] 比较例 1 :以电化学 - 生物耦合法处理煤化工废水, 废水性质同以上实施例, 实施操作条件中的电解条件为单独电解实施过程的最优条件, 各如下 :pH = 8, 电压 = 15v, 极板间距 = 7.5cm ;人工接种挂膜阶段方法同生物法实施例, 生物膜的驯化阶段 :完成人工接种挂膜阶段后, 继续将有机废水由原水罐引入反应容器中, 使有机废水水面浸没过阴、阳极板, 并通入直流电源, 初始阶段电压为 3V, 使有机废水中微生物死亡, 排出 ;当阴、阳极板上附着 1.5mm 的生物膜, 且弹性填料上也同样附着相当厚度的生物膜时, 微生物完全适应电场及有机废水后, 生物膜的驯化阶段完成。有机废水排污达标阶段测试过程同生物法实施例中有机废水排污阶段测试, 对出水进行抽检, COD 值符合国家排放标准。

[0028] 比较例 2 :以电化学 - 生物耦合法处理煤化工废水, 废水性质同以上实施例, 人工接种挂膜阶段 :在室温条件下, 采用生化池污泥和有机废水以体积比为 1 : 3.5 的比例混合加入反应容器底部, 防止水面浸没过上层阴、阳极板, 弹性填料则浸没在泥水混合液中, 接触 48h 后, 排出污泥, 开始进水挂膜, 在进入反应器前将有机废水 pH 调成 8.5 后, 通过蠕动泵泵入反应器中, 整个挂膜阶段运行周期为 18h, 曝气 16h, 静置 2h, 2 周后, 生物膜挂满弹性填料外壁 ;所述的生化池污泥浓度为 2.8g/L, 污泥沉降比为 20% ;生物膜的驯化阶段 :完成人工接种挂膜后, 继续将有机废水由原水罐引入反应容器中, 使有机废水水面浸没过阴、阳极板, 并通入直流电源 ;初始阶段电压为 2V, 使有机废水中微生物死亡, 排出 ;当阴、阳极板上附着 1mm 的生物膜, 且弹性填料上也同样附着相当厚度的生物膜时, 微生物完全适应电场及有机废水后, 驯化培养阶段完成, 进入下个阶段 ;有机废水排污达标阶段 :将有机废水从原水罐通过蠕动泵, 泵入反应容器中, 进水流量为 30mL/min, 曝气量为 15L/min ;采用间歇进水间歇曝气的方式, 分三个阶段循环进行, 每个阶段分别曝气 4h, 沉淀 1h, 进水、出水分别 0.5h, 曝气的同时进行电解, 以保证每次进水都通过电化学氧化降解难降解有机物, 之后经处理后的废水通过三相分离器进入出水槽, 再通过抽水泵进入储水罐中, 对出水进行抽检, COD 值符合国家排放标准。

[0029] 本发明的技术效果 : (1) 本发明是一种专门针对于高含盐高浓度有机废水开发的一种电化学 - 生物耦合设备, 试验采用一体化反应器装置, 弹性填料置于电极板下部, 可降低脱落生物膜对电极造成的影响包括微生物的驯化以及操作条件的控制, 且不需要投加化学药剂, 不会产生二次污染, 而且由于外加电场电压、电流密度低, 易操作控制且成本低 ; (2) 本发明在设备的基础上开发了处理高含盐高有机废水的方法, 采用本发明方法处理高含盐高浓度有机废水后, COD 值可达到国家排放标准, 效果十分显著。

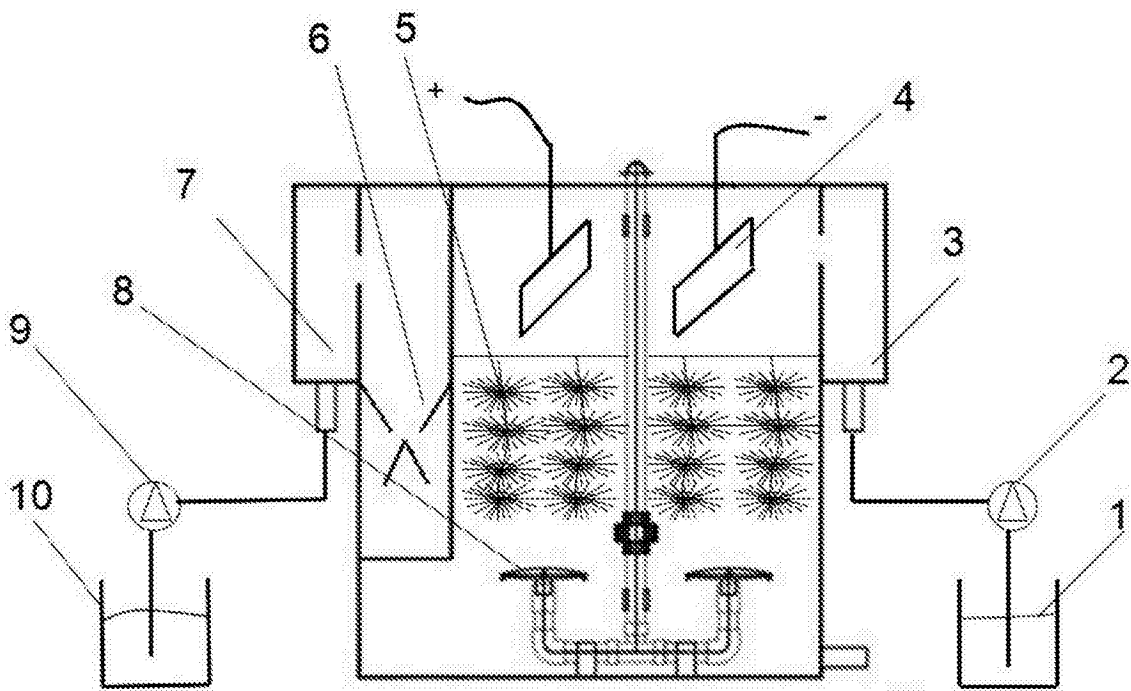


图 1