(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109928463 A
(43)申请公布日 2019.06.25

(21)申请号 201910266454.6

(22)申请日 2019.04.03

(71)申请人 西安交通大学
地址 710049 陕西省西安市咸宁西路28号

(72)发明人 延卫 徐浩 王嘉楠 冯江涛
杨鸿辉 李珊珊

(74)专利代理机构 西安通大专利代理有限责任公司 61200
代理人 田洲

(51)Int.Cl.
C02F 1/46(2006.01)
C02F 1/461(2006.01)
C02F 1/467(2006.01)
C02F 1/50(2006.01)

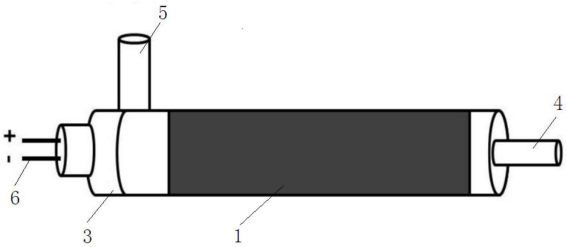
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种用于水处理的电化学装置及其制备和使用方法

(57)摘要

本发明提供一种用于水处理的电化学装置及其制备和使用方法，包括卷绕体和腔体外壳；卷绕体包括若干载银柔性电极和若干绝缘隔层，载银柔性电极为采用在活性炭纤维基底或柔性导电金属基底负载银；载银柔性电极和绝缘隔层按载银柔性电极-绝缘隔层-载银柔性电极的形式交替叠放，交替叠放的载银柔性电极和绝缘隔层沿一端向另一端卷绕形成卷绕体；卷绕体设置有正负极导线；卷绕体设置在腔体外壳内，腔体外壳设置有进水口和出水口。本发明采用在柔性电极材料上负载银得到载银柔性电极，实现了柔性电极材料的电化学杀菌与银杀菌性能的协同作用，有效降解水体中的污染物；成本低，可以多次反复使用，具有良好的前沿性、创新性与实际应用前景。



CN 109928463 A

1.一种用于水处理的电化学装置，其特征在于，包括卷绕体(1)、电极和腔体外壳(3)；卷绕体(1)包括若干载银柔性电极(11)和若干绝缘隔层(12)，载银柔性电极(11)为在活性炭纤维基底或柔性导电金属基底负载银制成；载银柔性电极(11)和绝缘隔层(12)按载银柔性电极-绝缘隔层-载银柔性电极的形式交替叠放，交替叠放的载银柔性电极(11)和绝缘隔层(12)沿一端向另一端卷绕形成卷绕体(1)；卷绕体(1)设置有正负电极导线(6)，电极设置在载银柔性电极(11)两端；正负电极导线(6)与电极相连；卷绕体(1)设置在腔体外壳(3)内，腔体外壳(3)设置有进水口(4)和出水口(5)。

2.根据权利要求1所述的一种用于水处理的电化学装置，其特征在于，卷绕体(1)内所述电极为棒状或片状电极(2)；棒状或片状电极(2)用于连接正负极导线并保证与卷绕体(1)的充分接触；棒状或片状电极(2)采用导电材料制作。

3.根据权利要求1所述的一种用于水处理的电化学装置，其特征在于，活性炭纤维基底采用活性碳纤维纸、活性炭纤维膜、活性炭纤维布或活性炭纤维毡中的一种或几种，活性碳纤维基底的比表面积为1300～2000m^2/g。

4.根据权利要求1-3任意一项所述的一种用于水处理的电化学装置的制备方法，其特征在于，包括以下步骤：

步骤1：分别制备载银柔性电极(11)、绝缘隔层(12)；

步骤2：将载银柔性电极(11)与绝缘隔层(12)按载银柔性电极-绝缘隔层-载银柔性电极的形式交替叠放后卷绕，得到卷绕体(1)；

步骤3：将步骤2的卷绕体(1)设置在腔体外壳(3)内，得到一种用于水处理的电化学装置。

5.根据权利要求4所述的一种用于水处理的电化学装置的制备方法，其特征在于，步骤1载银柔性电极(11)的制备方法，包括如下步骤：

1)将水、硝酸银溶液和糖溶液混合、搅拌，调节pH值，得到水热反应前驱液；

2)采用柔性导电基底材料制作薄片电极，并在水中煮沸、干燥；

3)将步骤2的薄片电极放入步骤1的水热反应前驱液中进行水热反应后，洗涤、干燥，得到载银柔性电极。

6.根据权利要求5所述的一种用于水处理的电化学装置的制备方法，其特征在于，步骤1)中，水和硝酸银溶液的体积比为(5～50):1，硝酸银溶液和糖溶液的体积比为(1～2):1，硝酸银溶液的浓度为0.02～0.2mol/L，糖溶液的浓度为0.02～0.2mol/L；糖为单糖、二糖、多糖中的一种或几种。

7.根据权利要求5所述的一种用于水处理的电化学装置的制备方法，其特征在于，步骤1)中，采用碱性溶液调节pH值，pH值为11.0～13.0，搅拌时间为0.3h～2h。

8.根据权利要求5所述的一种用于水处理的电化学装置的制备方法，其特征在于，步骤2)中，煮沸时间为1～3h，干燥温度为50～80℃。

9.根据权利要求5所述的一种用于水处理的电化学装置的制备方法，其特征在于，步骤3)中，水热反应温度为60～80℃，反应时间为0.5h～10h。

10.根据权利要求1-3任意一项所述的一种用于水处理的电化学装置的使用方法，其特征在于，首先将所述电化学装置的正负极导线(6)分别连接至外电路，外电路电压为2～4V；然后将待处理污水通入电化学装置；将电化学装置出水口连接出水管路；水流速度为0.5～

1.5L/min。

一种用于水处理的电化学装置及其制备和使用方法

技术领域

[0001] 本发明属于水处理领域，涉及一种用于水处理电化学装置及其制备和使用方法。

背景技术

[0002] 水是生命生存必需的自然资源之一，水资源的安全问题将会直接影响生命的质量。如果水资源受到了污染，诸多有毒物质以及病原体就会通过水体传播，从而威胁人类的生命安全。随着经济的发展，人民生活水平的提高，大家对身边的环境安全问题越来越重视。其中，饮用水的安全问题已经成为当今时代的热点。随着我国水处理水平不断增强，我国自然水厂出水水质良好，各项指标基本符合要求。但流进供水管网和二次加压过程中，水质有所下降，而其中以细菌污染超标最为严重。此外，由于我国人口众多，畜牧及水产养殖发达以及抗生素的滥用，也导致了我国越来越严重的水体污染问题。

[0003] 电化学杀菌是指在电场作用下，电极表面或附近区域发生电子跃迁，并伴随一系列化学反应、电化学变化或物理作用，使细菌被破坏或失活，达到杀灭和去除污染性细菌的作用。它以其成本低、效率高、环境友好等优点受到越来越多的重视和青睐。

[0004] 目前，传统的电化学水处理设备极板功能单一，处理效率较低，极板消耗快、设备较高成本高、操作难度较大，而且无法在化学杀菌的同时降解水中污染物。

发明内容

[0005] 针对现有技术中存在的技术缺陷，本发明的目的在于提供一种用于水处理电化学装置及其制备和使用方法，实现电化学杀菌技术与银杀菌性能联合使用；不仅实现电化学杀菌技术与银杀菌技术的协同作用，还有效降解水体中的污染物。

[0006] 为实现上述目的，本发明通过以下技术方案实现：

[0007] 本发明提供了一种用于水处理的电化学装置，包括卷绕体和腔体外壳；卷绕体包括若干载银柔性电极和若干绝缘隔层，载银柔性电极为采用在活性炭纤维基底或柔性导电金属基底负载银；载银柔性电极和绝缘隔层按载银柔性电极-绝缘隔层-载银柔性电极的形式交替叠放，交替叠放的载银柔性电极和绝缘隔层沿一端向另一端卷绕形成卷绕体；卷绕体设置有正负电极导线；卷绕体设置在腔体外壳内，腔体外壳设置有进水口和出水口。

[0008] 进一步的，卷绕体内还设置有棒状或片状电极，棒状或片状电极设置在载银柔性电极的两端，用于连接正负极导线；棒状或片状电极采用导电材料制作。

[0009] 进一步的，活性炭纤维基底采用活性碳纤维纸、活性炭纤维膜、活性炭纤维布或活性炭纤维毡中的一种或几种，活性碳纤维基底的比表面积为1300～2000m^2/g。

[0010] 本发明还提供了一种用于水处理的电化学装置的制备方法，包括以下步骤：

[0011] 步骤1：分别制备载银柔性电极、绝缘隔层；

[0012] 步骤2：将载银柔性电极与绝缘隔层按载银柔性电极-绝缘隔层-载银柔性电极的形式交替叠放后卷绕，得到卷绕体；

[0013] 步骤3：将步骤2的卷绕体设置在腔体外壳内，得到一种用于水处理的电化学装置。

[0014] 进一步的，步骤1载银柔性电极的制备方法，包括如下步骤：

[0015] 1)将水、硝酸银溶液和糖溶液混合、搅拌，调节pH值，得到水热反应前驱液；

[0016] 2)采用柔性导电基底材料制作薄片电极，并在水中煮沸、干燥；

[0017] 3)将步骤2的薄片电极放入步骤1的水热反应前驱液中进行水热反应后，洗涤、干燥，得到载银柔性电极。

[0018] 进一步的，步骤1)中，水和硝酸银溶液的体积比为(5～50)：1，硝酸银溶液和糖溶液的体积比为(1～2)：1，硝酸银溶液的浓度为0.02～0.2mol/L，糖溶液的浓度为0.02～0.2mol/L。

[0019] 进一步的，步骤1)中，采用碱性溶液调节pH值pH值为11.0～13.0，搅拌时间为0.3h～2h。

[0020] 进一步的，步骤2)中，煮沸时间为1h～3h，干燥温度为50℃～80℃。

[0021] 进一步的，步骤3)中，水热反应温度为60℃～80℃，反应时间为0.5h～10h。

[0022] 本发明提供了一种用于水处理的电化学装置的使用方法，其特征在于，首先将所述电化学装置的正负极导线分别连接至外电路，外电路电压为2V～4V；然后将待处理污水通入电化学装置；将电化学装置出水口连接出水管路；水流速度为0.5～1.5L/min。

[0023] 本发明一种用于水处理的电化学装置，采用在柔性电极材料上负载银得到载银柔性电极，实现了柔性电极材料的电化学杀菌与银杀菌性能的协同作用，还可有效降解水体中的污染物；成本低；能够去除细菌的种类为可致病的革兰氏阳性菌属或革兰氏阳性菌属(包括大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、痢疾杆菌和伤寒杆菌等)，能够降解的有机污染物种类包括染料、PPCPs、各类有机物、金属离子中的一种或几种；装置可多次反复使用，具有良好的前沿性、创新性与实际应用前景。

[0024] 进一步的，采用高比表面积柔性电极材料，具有较好的吸附作用与电化学的电场作用，对水体中部分有机污染物有持续的吸附降解功能。

[0025] 进一步的，采用本发明电化学装置处理水时，只需将施加适当电压，使待处理水通过该电处理装置过滤，即可实现水体电化学杀菌与污染物的降解去除，操作简单，效果优异。

附图说明

[0026] 图1为本发明中卷绕体的俯视图；

[0027] 图2为本发明中卷绕体的结构示意图；

[0028] 图3为本发明所述的电化学装置结构示意图；

[0029] 图4为本发明实施例1得到的载银活性炭纤维的SEM图；

[0030] 图5为本发明实施例1得到的载银活性炭纤维的XRD图；

[0031] 图6为本发明实施例1的腔体外壳的结构示意图。

具体实施方式

[0032] 下面结合附图及具体实施例，对本发明做进一步详细说明：

[0033] 参考附图1-2所示，一种用于水处理的电化学装置，包括卷绕体1和腔体外壳3；卷绕体1包括若干载银柔性电极12、棒状或片状电极2和若干绝缘隔层12；棒状或片状电极2设

置在载银柔性电极11两端；载银柔性电极11和绝缘隔层12按载银柔性电极-绝缘隔层-载银柔性电极的形式交替叠放，载银柔性电极11、棒状或片状电极2和绝缘隔层12共同卷绕形成卷绕体1；卷绕体1设置正负极导线6；正负极导线6通过棒状或片状电极2引出或直接通过载银柔性电极11引出；卷绕体1设置在腔体外壳3内，腔体外壳3设置有进水口4和出水口5。

[0034] 载银柔性电极11为采用在活性炭纤维基底或柔性导电金属基底上负载银；活性碳纤维基底采用活性炭纤维纸、活性炭纤维膜、活性炭纤维布或活性炭纤维毡中的一种或几种制作；柔性导电金属基底采用钛片、钛网、铜片、铜网、铝片或铝网中的一种或几种制作；绝缘隔层12采用绝缘材料制作，例如有机隔膜类材料或无机多孔型材料；棒状或片状电极为钛、二氧化锡、金、银、铂、钌铱、石墨中的一种或几种制作；腔体外壳3采用塑料、钢材、玻璃制作。腔体外壳3具体可以是聚四氟乙烯、PVC、PPR、铸铁、不锈钢、玻璃、有机玻璃、石英等材质，其形状可以是圆柱形、方柱形、(椭)圆形、三角形、梯形、菱形及规则或不规则多边形等。

[0035] 载银柔性电极11可以是未负载银的柔性电极、负载银的柔性电极或者负载有其他具有水体杀菌或污染物去除功能材料的柔性电极。

[0036] 实施例1：

[0037] 一种用于水处理的电化学装置的制备方法，包括以下步骤：

[0038] 步骤1：分别制备载银柔性电极11、绝缘隔层12和钛基棒状电极；载银柔性电极11采用活性炭纤维毡基底，活性炭纤维毡基底的比表面积为2000m^2/g；制作载银柔性电极11时，首先，将水、硝酸银溶液和麦芽糖溶液搅拌得到均匀溶液；其中的水和硝酸银溶液的体积比为5:1，硝酸银溶液和麦芽糖溶液的体积比为1:1，硝酸银溶液的浓度为0.02mol/L，麦芽糖溶液的浓度为0.02mol/L；然后，取氢氧化钠溶液、氢氧化钾溶液、氢氧化钙溶液、氢氧化铜溶液或氨水中的一种或几种加入到上述均匀溶液中，调节pH值为11，并持续搅拌0.3h，得到水热反应前驱液；其次，将活性炭纤维毡裁剪为正方形薄片，并在水中煮沸2h后，在50℃下干燥，得到电极薄片；最后，将电极薄片放入水热反应前驱液中，在60℃下，进行水热反应，反应时间为1h，洗涤、干燥，得到载银柔性电极；绝缘隔层采用无纺布；钛基棒状电极数量为四根，分别设置在载银柔性电极的两端；

[0039] 步骤2：将载银柔性电极11与绝缘隔层12按载银柔性电极-绝缘隔层-载银柔性电极的形式交替叠放，沿一端向另一端卷绕并锁紧，以保证载银柔性电极导电良好，得到卷绕体1；

[0040] 步骤3：在步骤2的卷绕体上设置正负极导线6，正负极导线6从钛基棒状电极上引出；

[0041] 步骤4：将带有正负极导线6的卷绕体1安装在腔体外壳3内，腔体外壳3截面为圆柱形，腔体外壳3采用有机玻璃制作，腔体外壳3底部设置一个进水口，顶部设置一个出水口；得到一种用于水处理的电化学装置。

[0042] 在所述电化学装置的正负极导线6上连接外接电压，外接电压为2V，待处理水以下进上出的形式通过电化学装置，水流速度为1.5L/min；该装置对0.25L/min水量、浓度为1000cfu·ml^{-1}的S17-1型大肠杆菌菌悬液的杀菌效率可达到98%。

[0043] 图4是实施例1得到的载银柔性电极的SEM图，可以看到活性炭纤维毡电极表面负载有颗粒状物质。

[0044] 图5是实施例1得到的载银柔性电极的XRD图，可以证明活性炭纤维毡电极表面的颗粒状物质为单质银。

[0045] 实施例2：

[0046] 一种用于水处理的电化学装置的制备方法，包括以下步骤：

[0047] 步骤1：分别制备载银柔性电极11、绝缘隔层12和钌铱棒状电极；载银柔性电极11采用导电钛网基底；制作载银柔性电极11时，首先，将水、硝酸银溶液和蔗糖溶液搅拌得到均匀溶液；其中的水和硝酸银溶液的体积比为5:1，硝酸银溶液和蔗糖溶液的体积比为2:1，硝酸银溶液的浓度为0.03mol/L，蔗糖溶液的浓度为0.03mol/L；然后，取氢氧化钠溶液、氢氧化钾溶液、氢氧化钙溶液、氢氧化铜溶液或氨水中的一种或几种加入到上述均匀溶液中，调节pH值为13，并持续搅拌1h，得到水热反应前驱液；其次，将导电钛网裁剪为长方形薄片，并在水中煮沸3h后，在60℃下干燥，得到电极薄片；最后，将电极薄片放入水热反应前驱液中，在80℃下，进行水热反应，反应时间为0.5h，洗涤、干燥，得到载银柔性电极；绝缘隔层12采用无纺布；钌铱棒状电极数量为两根，分别设置在载银柔性电极11的两端；

[0048] 步骤2：将载银柔性电极11与绝缘隔层12按载银柔性电极-绝缘隔层-载银柔性电极的形式交替叠放，沿一端向另一端卷绕并锁紧，以保证载银柔性电极11导电良好，得到卷绕体1；

[0049] 步骤3：在步骤2的卷绕体1上设置正负极导线6，正负极导线6从钌铱棒状电极上引出；

[0050] 步骤4：将带有正负极导线6的卷绕体1安装在腔体外壳3内，腔体外壳3截面为圆形，腔体外壳3采用不锈钢制作，腔体外壳3底部设置一个进水口，顶部设置若干出水口；得到一种用于水处理的电化学装置。

[0051] 在所述电化学装置的正负极导线6连接外接电压，外接电压为4V，待处理水以下进上出的形式通过电化学装置，水流速度为0.5L/min；该装置对1.0L/min水量、浓度为1000cfu·ml^{-1}的S17-1型大肠杆菌菌悬液的杀菌效率可达到97％。

[0052] 实施例3：

[0053] 一种用于水处理的电化学装置的制备方法，包括以下步骤：

[0054] 步骤1：分别制备载银柔性电极11、绝缘隔层12和二氧化锡片状电极；载银柔性电极11采用活性炭纤维布基底，活性炭纤维布基底的比表面积为1300m^2/g；制作载银柔性电极11时，首先，将水、硝酸银溶液和麦芽糖溶液搅拌得到均匀溶液；其中的水和硝酸银溶液的体积比为50:1，硝酸银溶液和麦芽糖溶液的体积比为1:1，硝酸银溶液的浓度为0.2mol/L，麦芽糖溶液的浓度为0.02mol/L；然后，取氢氧化钠溶液、氢氧化钾溶液、氢氧化钙溶液、氢氧化铜溶液或氨水中的一种或几种加入到上述均匀溶液中，调节pH值为11，并持续搅拌2h，得到水热反应前驱液；其次，将活性炭纤维毡裁剪为圆形薄片，并在水中煮沸2h后，在60℃下干燥，得到电极薄片；最后，将电极薄片放入水热反应前驱液中，在60℃下，进行水热反应，反应时间为5h，洗涤、干燥，得到载银柔性电极11；绝缘隔层12采用玻璃纤维隔膜；二氧化锡片状电极数量为六个，分别设置在载银柔性电极11的两端；

[0055] 步骤2：将载银柔性电极11与绝缘隔层12按载银柔性电极-绝缘隔层-载银柔性电极的形式交替叠放，沿一端向另一端卷绕并锁紧，以保证载银柔性电极11导电良好，得到卷绕体1；

[0056] 步骤3:在步骤2的卷绕体1上设置正负极导线6,正负极导线6从二氧化锡片状电极上引出;

[0057] 步骤4:将带有正负极导线6的卷绕体1安装在腔体外壳3内;腔体外壳3截面为方形,腔体外壳3采用聚四氟乙烯制作,腔体外壳3采用中间设置若干进水口、下部四周设置若干出水口;得到一种用于水处理的电化学装置。

[0058] 在上述电化学装置的正负极导线连接外接电压,外接电压为2V,待处理水以中间进四周出的形式通过电化学装置,水流速度为0.5L/min;该装置对0.25L/min水量、浓度为1000cfu·ml^{-1}的S17-1型大肠杆菌菌悬液的杀菌效率可达到100%。

[0059] 实施例4:

[0060] 一种用于水处理的电化学装置的制备方法,包括以下步骤:

[0061] 步骤1:分别制备载银柔性电极11和绝缘隔层12;载银柔性电极11采用活性炭纤维毡基底,活性炭纤维毡的比表面积为2000m^2/g;制作载银柔性电极11时,首先,将水、硝酸银溶液和葡萄糖溶液搅拌得到均匀溶液;其中的水和硝酸银溶液的体积比为5:1,硝酸银溶液和葡萄糖溶液的体积比为1:1,硝酸银溶液的浓度为0.05mol/L,葡萄糖溶液的浓度为0.05mol/L;然后,取氢氧化钠溶液、氢氧化钾溶液、氢氧化钙溶液、氢氧化铜溶液或氨水中的一种或几种加入到上述均匀溶液中,调节pH值为11,并持续搅拌1h,得到水热反应前驱液;其次,将活性炭纤维毡裁剪为长方形薄片,并在水中煮沸3h后,在60℃下干燥,得到电极薄片;最后,将电极薄片放入水热反应前驱液中,在60℃下,进行水热反应,反应时间为1h,洗涤、干燥,得到载银柔性电极11;绝缘隔层采用聚丙烯隔膜;

[0062] 步骤2:将载银柔性电极11与绝缘隔层12按载银柔性电极-绝缘隔层-载银柔性电极的形式交替叠放,沿一端向另一端卷绕并锁紧,以保证载银柔性电极11导电良好,得到卷绕体1;

[0063] 步骤3:在步骤2的卷绕体1上设置正负极导线6,正负极导线6从载银柔性电极11上引出;

[0064] 步骤4:将带有正负极导线6的卷绕体1安装在腔体外壳3内;腔体外壳3截面为圆形,腔体外壳3采用有机玻璃制作,腔体外壳3顶部设置进水口,底部设置出水口;得到一种用于水处理的电化学装置。

[0065] 在所述电化学装置的正负极导线6上连接外接电压,外接电压为2V,待处理水以下进上出的形式通过电化学装置,水流速度为1.5L/min;该装置对1.5L/min水量、浓度为200ppm的水杨酸降解率为98%,对生活饮用水中的水杨酸降解率为100%。

[0066] 实施例5:

[0067] 一种用于水处理的电化学装置的制备方法,包括以下步骤:

[0068] 步骤1:分别制备载银柔性电极11、绝缘隔层12和石墨片状电极;载银柔性电极11采用柔性铜网基底;制作载银柔性电极11时,首先,将水、硝酸银溶液和蔗糖溶液搅拌得到均匀溶液;其中的水和硝酸银溶液的体积比为10:1,硝酸银溶液和蔗糖溶液的体积比为2:1,硝酸银溶液的浓度为0.1mol/L,蔗糖溶液的浓度为0.1mol/L;然后,取氢氧化钠溶液、氢氧化钾溶液、氢氧化钙溶液、氢氧化铜溶液或氨水中的一种或几种加入到上述均匀溶液中,调节pH值为13,并持续搅拌0.5h,得到水热反应前驱液;其次,将柔性铜网裁剪为长方形薄片,并在水中煮沸1h后,在80℃下干燥,得到电极薄片;最后,将电极薄片放入水热反应前驱

液中，在60℃下，进行水热反应，反应时间为10h，洗涤、干燥，得到载银柔性电极11；绝缘隔层12采用无纺布制作；石墨片状电极数量为十根，分别设置在载银柔性电极11的两端；

[0069] 步骤2：将载银柔性电极11与绝缘隔层12按载银柔性电极-绝缘隔层-载银柔性电极的形式交替叠放，沿一端向另一端卷绕并锁紧，以保证载银柔性电极11导电良好，得到卷绕体1；

[0070] 步骤3：在步骤2的卷绕体上设置正负极导线6，正负极导线6从石墨片状电极上引出；

[0071] 步骤4：将带有正负极导线6的卷绕体1安装在腔体外壳3内；腔体外壳3为圆柱形，腔体外壳3采用玻璃制作，腔体外壳3底部设置若干进水口，顶部设置一个出水口；得到一种用于水处理的电化学装置。

[0072] 在所述电化学装置的正负极导线6连接外接电压，外接电压为4V，待处理水以下进上出的形式通过电化学装置，水流速度为0.5L/min；该装置对20L/min水量、浓度为300ppm的酸性红G降解率为62％。

[0073] 实施例6：

[0074] 一种用于水处理的电化学装置的制备方法，包括以下步骤：

[0075] 步骤1：分别制备载银柔性电极11、绝缘隔层12和石墨片状电极；载银柔性电极11采用柔性铜网基底；制作载银柔性电极11时，首先，将水、硝酸银溶液和麦芽糖溶液搅拌得到均匀溶液；其中的水和硝酸银溶液的体积比为20:1，硝酸银溶液和麦芽糖溶液的体积比为1:1，硝酸银溶液的浓度为0.2mol/L，麦芽糖溶液的浓度为0.1mol/L；然后，取氢氧化钠溶液、氢氧化钾溶液、氢氧化钙溶液、氢氧化铜溶液或氨水中的一种或几种加入到上述均匀溶液中，调节pH值为12，并持续搅拌1h，得到水热反应前驱液；其次，将活性炭纤维毡裁剪为长方形薄片，并在水中煮沸1h后，在70℃下干燥，得到电极薄片；最后，将电极薄片放入水热反应前驱液中，在60℃下，进行水热反应，反应时间为10h，洗涤、干燥，得到载银柔性电极11；绝缘隔层12采用无纺布制作；石墨片状电极数量为十根，分别设置在载银柔性电极11的两端；

[0076] 步骤2：将载银柔性电极11与绝缘隔层12按载银柔性电极-绝缘隔层-载银柔性电极的形式交替叠放，沿一端向另一端卷绕并锁紧，以保证载银柔性电极11导电良好，得到卷绕体1；

[0077] 步骤3：在步骤2的卷绕体上设置正负极导线6，正负极导线6从石墨片状电极上引出；

[0078] 步骤4：将带有正负极导线6的卷绕体1安装在腔体外壳3内；腔体外壳3为圆柱形，腔体外壳3采用玻璃制作，腔体外壳3底部设置若干进水口，顶部设置一个出水口；得到一种用于水处理的电化学装置。

[0079] 在所述电化学装置的正负极导线6连接外接电压，外接电压为3V，待处理水为1000

[0080] cfu·ml^{-1}的S17-1型大肠杆菌和300ppm酸性红G的混合水体，以下进上出的形式通过电化学装置，水流速度为1.0L/min，水量20L/min；杀菌率和降解率分别为95％和73％。

[0081] 以上所述仅为本发明的一种实施方式，不是全部或唯一的实施方式，本领域普通技术人员通过阅读本发明说明书而对本发明技术方案采取的任何等效的变换，均为本发明的权利要求所涵盖。

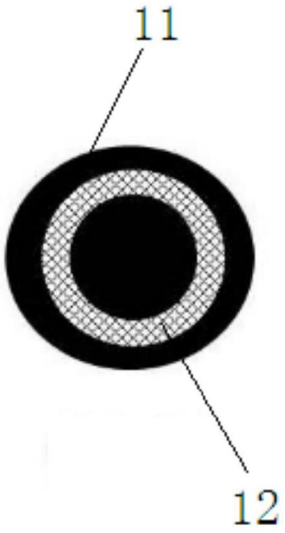


图1

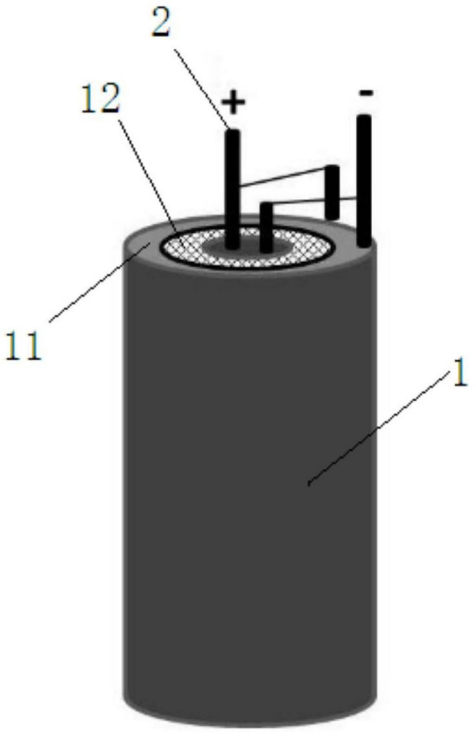


图2

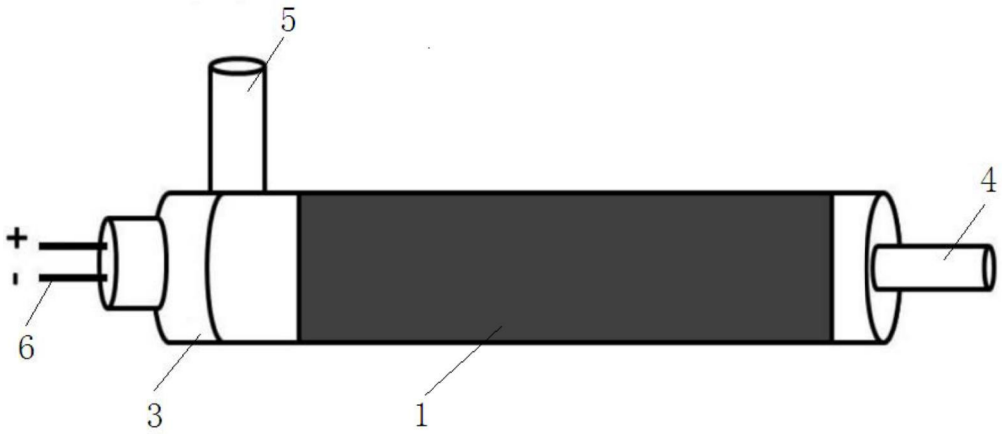


图3

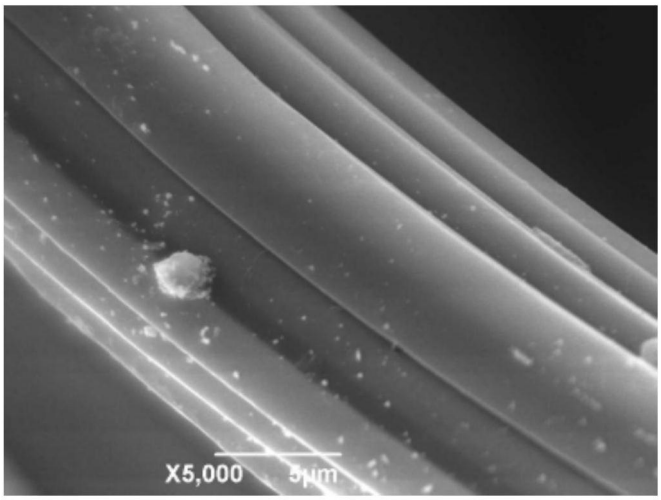


图4

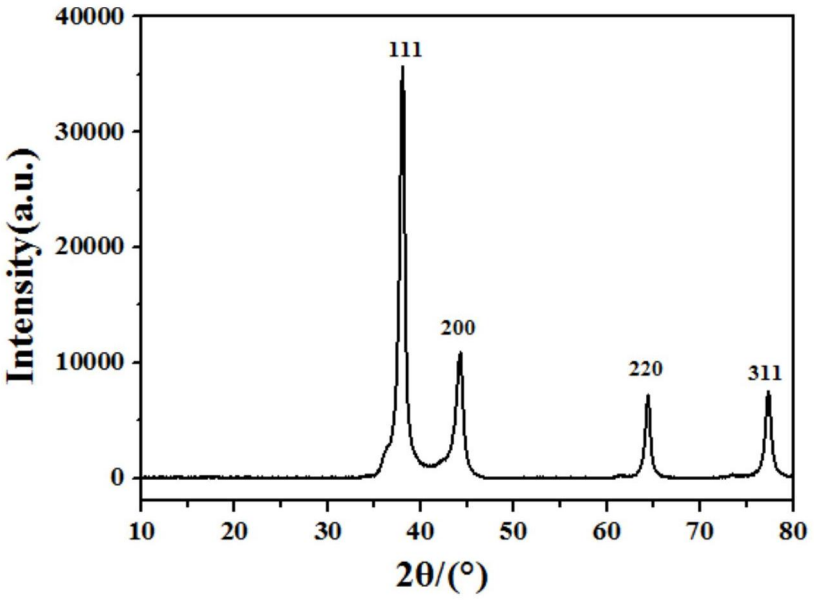

40000
30000
20000
10000
0
Intensity(a.u.)
111
200
220
311
10
20
30
40
50
60
70
80
2θ/(°)

图5

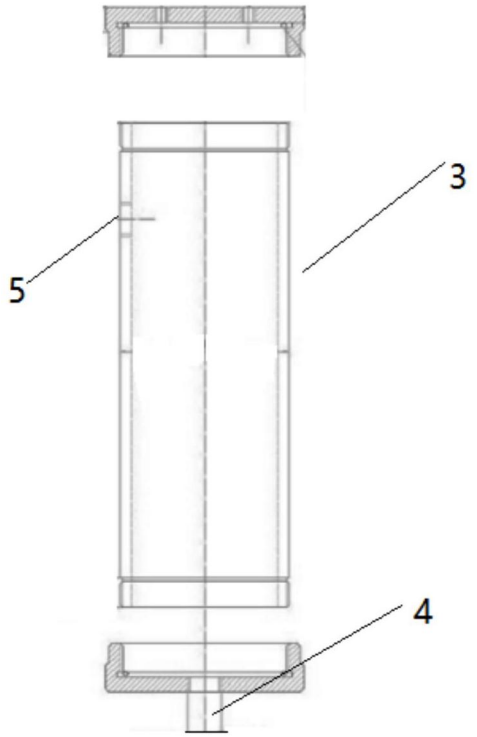

3
5
4

图6