



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106830221 A

(43)申请公布日 2017.06.13

(21)申请号 201710030570.9

(22)申请日 2017.01.17

(71)申请人 常州大学

地址 213164 江苏省常州市武进区滆湖路1号

(72)发明人 魏永 赵威 徐斓 江晓栋  
姚维昊

(51)Int.Cl.

C02F 1/469(2006.01)

C02F 101/20(2006.01)

权利要求书1页 说明书3页 附图3页

### (54)发明名称

一种电吸附去除水中钡离子的方法

### (57)摘要

本发明涉及一种水处理技术领域的方法,具体是利用酸化活性炭纤维作为电极材料电吸附去除水中钡离子的方法。本发明是通过以下技术方案实现的,具体包括如下步骤:(1)活性炭纤维电极的盐酸改性处理;(2)组装活性炭纤维电极电吸附模块;(3)通过改变电吸附模块的工作电压、进水流量、进水钡离子浓度条件对水中铅离子进行吸附和脱附。本发明的优点在于:活性炭纤维电极酸化的方法简便易行,对环境无二次污染,易制作,用活性炭纤维电极对水中钡离子的吸附效率高,操作简单,可连续循环使用。

1. 一种电吸附去除水中钡离子的方法,其特征在于,具体包括如下步骤:

(1) 活性炭纤维酸化处理:用盐酸浸泡,然后用大量的去离子水冲洗,直至pH值为中性,电导率值小于 $5\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ 。放置于烘箱中 $110^{\circ}\text{C}$ 烘干,置于干燥器中得到酸化活性炭纤维;

(2) 制备活性炭纤维电极:将步骤(1)中的酸化活性炭纤维裁剪成块状大小得到活性炭纤维电极;

(3) 将步骤(2)中得到的活性炭纤维电极组装安装在电吸附模块中电吸附去除水中重金属离子;

(4) 电吸附法去除水中重金属离子:配置重金属离子溶液,量取重金属离子溶液在烧杯中,将步骤(3)中组装好的活性炭纤维电极电吸附模块进行电吸附实验。电吸附实验利用蠕动泵抽取烧杯中的重金属离子溶液进入到电吸附模块,最终循环到烧杯中,同时使用电导率仪实时监测溶液中电导率的变化,当电导率保持不变时,即活性炭纤维电极达到吸附平衡。

(5) 活性炭纤维电极的脱附再生:当活性炭纤维电极达到吸附饱和,将施加在电吸附模块上的电压短路或去除,溶液中的电导率将逐渐恢复到初始值,电极得到了脱附再生。

2. 如权利要求1步骤所述的一种电吸附去除水中钡离子的方法,其特征在于,步骤(1)中所述的盐酸的浓度为 $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ,浸泡时间为3h,pH值接近6.9。

3. 如权利要求1所述的一种电吸附去除水中钡离子的方法,其特征在于,步骤(2)中所述的活性炭纤维电极大小为 $5\text{cm}\times 5\text{cm}$ 。

4. 如权利1所述的一种电吸附去除水中钡离子的方法,其特征在于,步骤(3)所述的活性炭纤维电极电吸附去除水中的重金属离子为 $\text{Ba}^{2+}$ 。

5. 如权利1所述的一种电吸附去除水中钡离子的方法,其特征在于,步骤(3)所述的电吸附模块的电极对数为3对。

6. 如权利1所述的一种电吸附去除水中钡离子的方法,其特征在于,步骤(4)所述的重金属离子 $\text{Ba}^{2+}$ 的浓度为 $100\text{mg/L}$ ,工作电压为 $1.4\text{V}$ ,进水流量为 $15\text{ml/min}$ 。

## 一种电吸附去除水中钡离子的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种水处理技术领域的方法,具体是利用酸化活性炭纤维作为电极材料电吸附去除水中 $Ba^{2+}$ 离子的方法,该方法去除速率快,不产生二次污染。

### 背景技术

[0002] 钡是环境样品中常见的痕量元素之一,被广泛的应用于石油、天然气、玻璃、搪瓷、油漆、杀虫剂等领域中。可溶性的钡盐对生物体有较大的毒性,刺激胃、肠道、心脏、神经系统等,继而麻痹。因此对于水中可溶性钡离子的去除是十分必要的。

[0003] 电容去离子(capacitive deionization, CDI)又称电吸附(electrosorption),是一种利用带电的电极表面吸附水中离子和带电粒子,净化水体中离子及带电粒子的新型水处理技术,其优点是:去除过程不涉及氧化还原反应,能耗低;吸附饱和后的电极可通过施加反向电压或短路的方式得以再生,再生操作简便;去除离子过程中无需添加其他辅助材料,不产生二次污染;整个去除和再生过程中没有发生化学反应,电极使用寿命长。因此相比于传统除钡处理工艺,电容去离子技术在含钡等重金属废水处理的应用领域极具应用前景。

[0004] 活性炭纤维是一种强度大、密度小、耐腐蚀的新型非金属材料。由于活性炭纤维具有比表面积大,微孔体积数大以及电阻率小等特点,作为电吸附电极材料得到一定应用。活性炭纤维具有连续的块状结构,能直接用作电吸附电极,因此可以简化制作工艺并降低使用成本。

### 发明内容

[0005] 本发明设计一种电吸附去除水中钡离子的方法,包括以下具体步骤:

[0006] (1) 活性炭纤维酸化处理:用盐酸浸泡,然后用大量的去离子水冲洗,直至pH值为中性,电导率值小于 $5\mu S \cdot cm^{-1}$ 。放置于烘箱中 $110^{\circ}C$ 烘干,置于干燥器中得到酸化活性炭纤维;

[0007] (2) 制备活性炭纤维电极:将步骤(1)中的酸化活性炭纤维裁剪成块状大小得到活性炭纤维电极;

[0008] (3) 将步骤(2)中得到的活性炭纤维电极组装安装在电吸附模块中电吸附去除水中重金属离子;

[0009] (4) 电吸附法去除水中重金属离子:配置重金属离子溶液,量取重金属离子溶液在烧杯中,将步骤(3)中组装好的活性炭纤维电极电吸附模块进行电吸附实验。电吸附实验利用蠕动泵抽取烧杯中的重金属离子溶液进入到电吸附模块,最终循环到烧杯中,同时使用电导率仪实时监测溶液中电导率的变化,当电导率保持不变时,即活性炭纤维电极达到吸附平衡。

[0010] (5) 活性炭纤维电极的脱附再生:当活性炭纤维电极达到吸附饱和,将施加在电吸附模块上的电压短路或去除,溶液中的电导率将逐渐恢复到初始值,电极得到了脱附再生。

- [0011] 步骤(1)中所述的盐酸的浓度为 $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ,浸泡时间为3h,pH值接近6.9。
- [0012] 步骤(2)中所述的活性炭纤维电极大小为 $5\text{cm}\times 5\text{cm}$ 。
- [0013] 步骤(3)所述的活性炭纤维电极电吸附去除水中的重金属离子为 $\text{Ba}^{2+}$ 。
- [0014] 步骤(4)所述的重金属离子 $\text{Ba}^{2+}$ 的浓度为 $100\text{mg}/\text{L}$ ,工作电压为 $1.4\text{V}$ ,进水流量为 $15\text{ml}/\text{min}$ 。
- [0015] 本发明的优点在于:活性炭纤维的酸化改性的方法简便易行,易制作且环保无二次污染,利用改性后的活性炭纤维电极作为电吸附模块的电极具有效率高,操作简单,材料易制得且材料的循环使用性能与不经过改性后的材料具有大幅度的提升。

### 附图说明

- [0016] 下面结合附图对本发明进一步说明。
- [0017] 图1为实施例一中制备的活性炭纤维改性后的扫描电镜图(SEM图);
- [0018] 图2为实施例二中溶液 $\text{Ba}^{2+}$ 初始浓度对 $\text{Ba}^{2+}$ 去除率的影响;
- [0019] 图3为实施例三中工作电压对 $\text{Ba}^{2+}$ 去除率的影响;
- [0020] 图4为实施例四中进水流量对 $\text{Ba}^{2+}$ 去除率的影响;
- [0021] 图5为实施例五中活性炭纤维电极的吸附脱附再生次数对吸附于脱附率的影响。

### 具体实施方式

[0022] 以下对本发明的实施例作详细说明:本实施例在以本发明技术方案为前提下进行实施,给出了详细的实施方式,但本发明的保护范围不限于下述的实施例。

#### [0023] 实施例一

[0024] 活性炭纤维的预处理:将活性炭纤维裁剪成 $5\text{cm}\times 5\text{cm}$ 的大小,用 $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的盐酸浸泡3h,以去除活性炭纤维表面的灰分,然后用大量的去离子水冲洗,直至pH值为中性,电导率值小于 $5\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ 。放置于烘箱中 $110^\circ\text{C}$ 烘干,置于干燥器中。

#### [0025] 实施例二

[0026] 活性炭纤维酸化改性后电极制备过程与实施例一相同。

[0027] 对活性炭纤维电极组成的电吸附模块进行电吸附去除水中钡离子的实验。将电吸附实验条件设置成电压为 $1.0\text{V}$ ,进水流量为 $10\text{mL}/\text{min}$ ,极板间距控制在 $1\text{mm}$ 的条件下,分别研究了钡离子初始浓度在 $150\text{mg}/\text{L}$ 、 $120\text{mg}/\text{L}$ 、 $100\text{mg}/\text{L}$ 、 $70\text{mg}/\text{L}$ 时活性炭纤维电吸附去除钡离子的效果。实验结果如图2所示,可见改性后的活性纤维电极对 $\text{Ba}^{2+}$ 具有较好的吸附效果。

#### [0028] 实施例三

[0029] 活性炭纤维酸化改性后电极制备过程与实施例一相同。

[0030] 选取初始浓度为 $150\text{mg}/\text{L}$ 的钡离子溶液,电极间距由夹在两电极间的无纺布隔离,间距控制在 $1\text{mm}$ ,控制进水流量为 $10\text{ml}/\text{min}$ ,分别施加 $0\text{V}$ 、 $1.0\text{V}$ 、 $1.2\text{V}$ 、 $1.4\text{V}$ 、 $1.6\text{V}$ 的工作电压,用活性炭纤维电极组装成电吸附模块进行电吸附去除钡离子实验,结果如图3示。可见在工作电压合适的情况下改性后的活性纤维电极对 $\text{Ba}^{2+}$ 具有较好的吸附效果。

#### [0031] 实施例四

[0032] 活性炭纤维酸化改性后电极制备过程与实施例一相同。

[0033] 实验条件选取了钡离子浓度为 $100\text{mg}/\text{L}$ ,工作电压控制在 $1.4\text{V}$ ,电极间距由夹在两

电极间的无纺布隔离,间距控制在1mm研究了活性炭纤维电极的吸附效果。

[0034] 实施例五

[0035] 活性炭纤维酸化改性后电极制备过程与实施例一相同。

[0036] 对活性炭纤维改性后制成的电吸附电极进行循环电吸附实验。将活性炭纤维电极安装在电吸附模块中,施加工作电压为1.4V,进水流量控制在15ml/min循环吸附脱附浓度为100mg/L的Ba<sup>2+</sup>溶液,计算其吸附率与脱附率。实验结果如图5所示。第一次循环吸附脱附实验后,活性炭纤维的吸附率为48.15%,经过五次循环吸附脱附实验后,去除率仅降低了7.94%,说明该材料具有极高的再生性能。

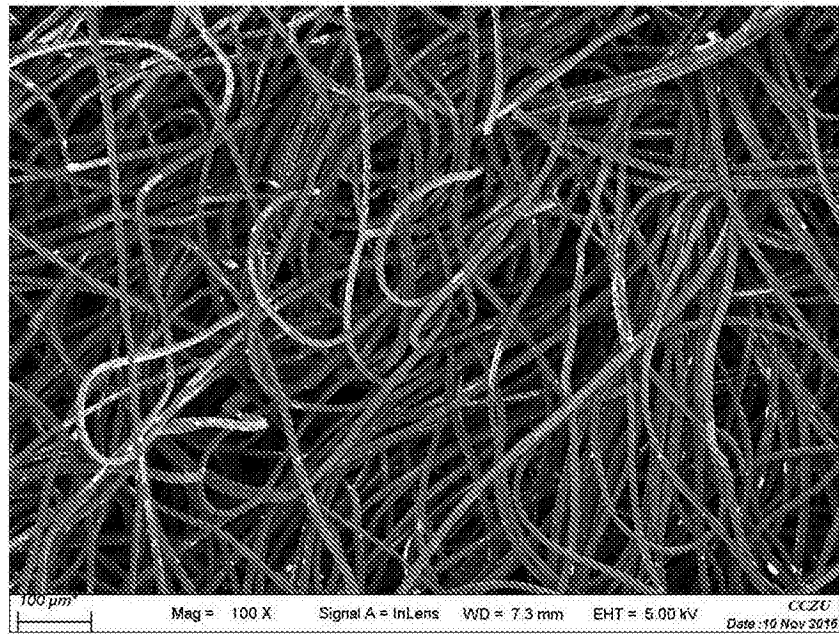


图1

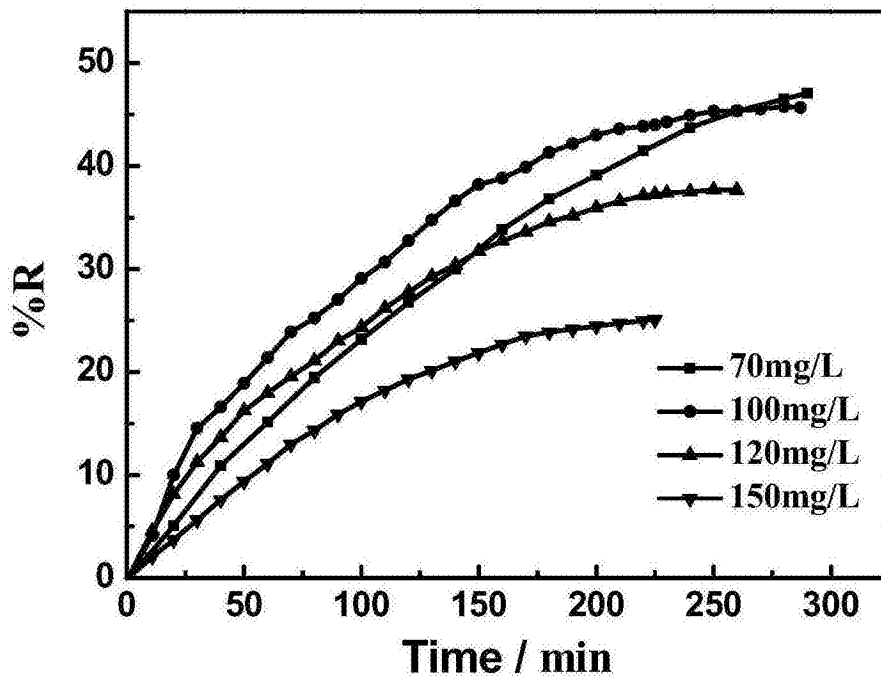


图2

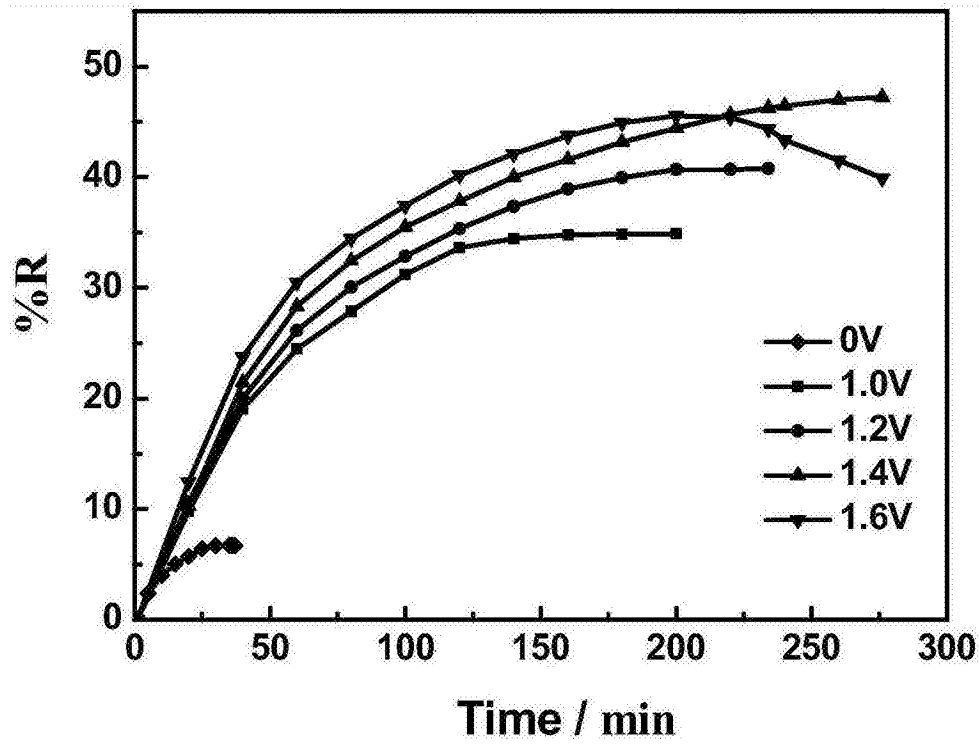


图3

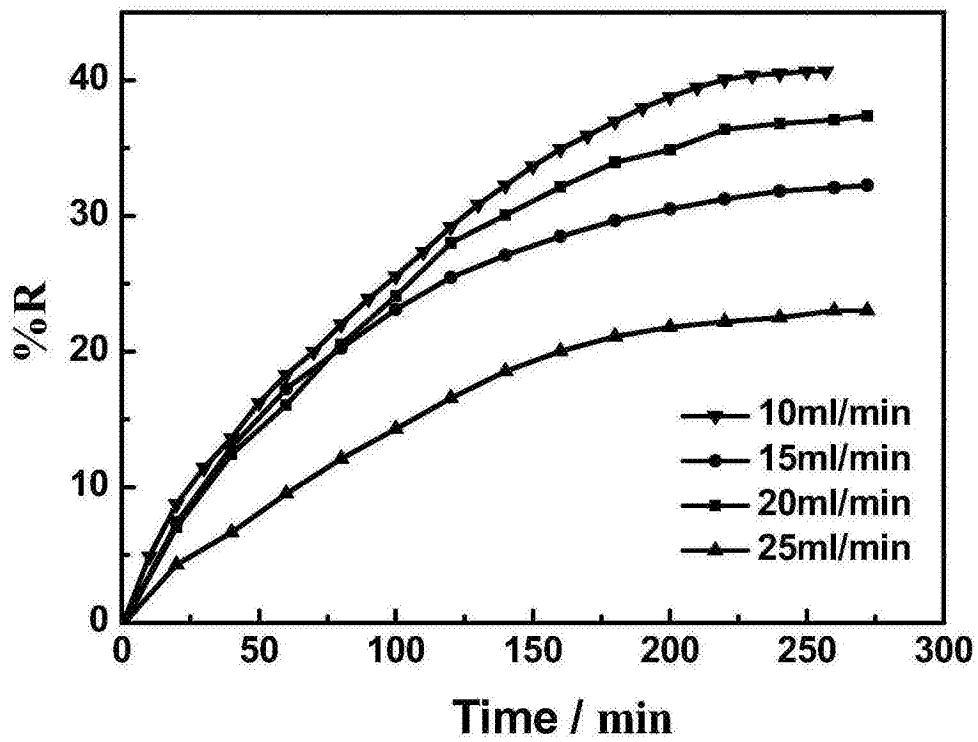


图4

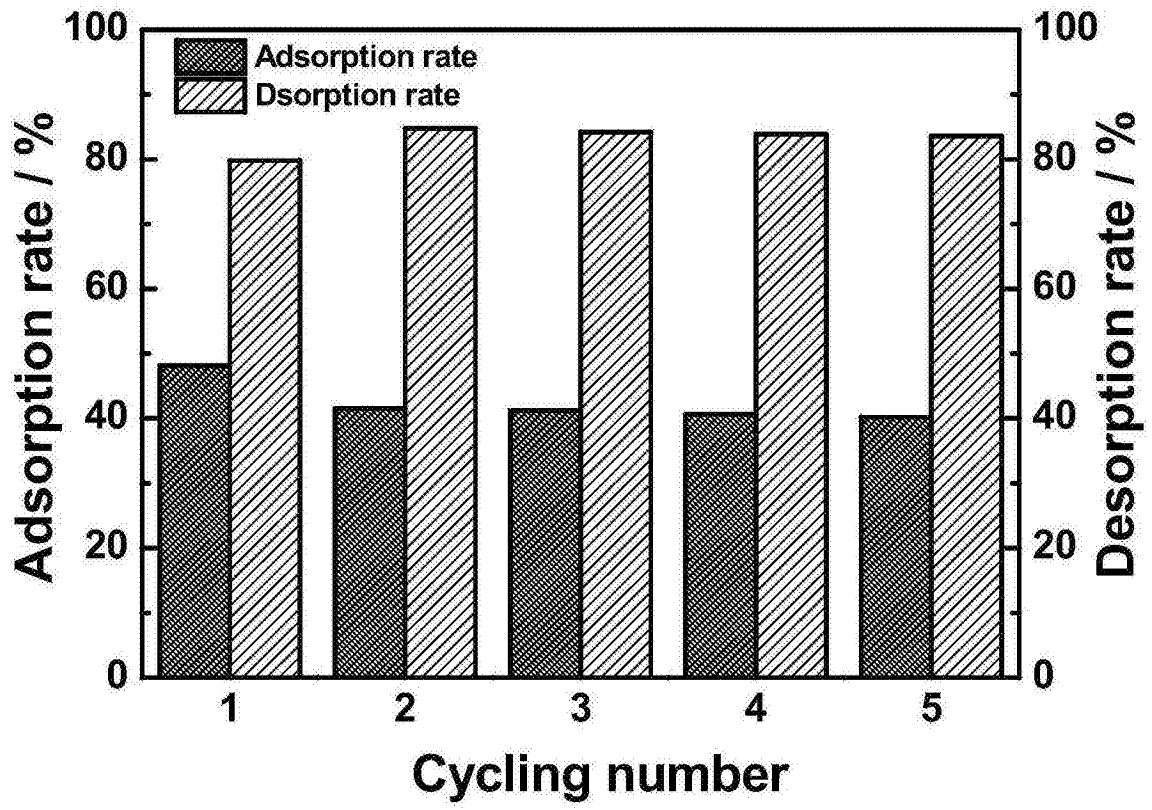


图5