



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108383229 A

(43)申请公布日 2018.08.10

(21)申请号 201711454726.2

(22)申请日 2017.12.28

(71)申请人 深圳职业技术学院

地址 518055 广东省深圳市南山区留仙大道7098号

(72)发明人 姜成春 李锦卫 庞素艳 董紫君
汪小雄

(74)专利代理机构 深圳权清知识产权代理有限公司 44392

代理人 王大为

(51)Int.Cl.

C02F 1/72(2006.01)

C02F 1/28(2006.01)

C02F 101/20(2006.01)

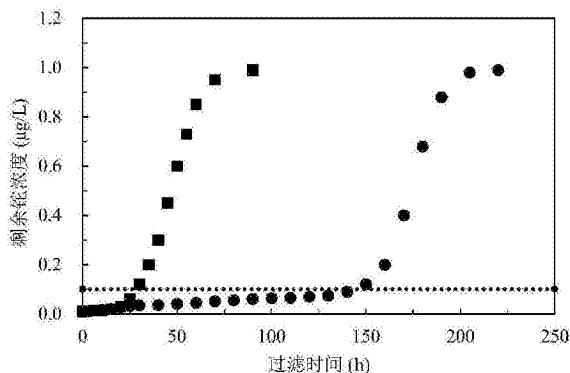
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一种利用亚硫酸盐强化锰砂去除水中铊的方法

(57)摘要

一种利用亚硫酸盐强化锰砂去除水中铊的方法,涉及除铊方法,解决了现有除铊技术药剂耗量大,处理成本高,氧化剂易泄漏,使用操作不方便的问题。本发明的除铊方法:向含铊水中加入亚硫酸盐,将水引入装有锰砂的过滤床,亚硫酸盐在锰砂的催化作用下,被氧气迅速氧化为硫酸根自由基,然后,硫酸根自由基将吸附在锰砂表面的一价铊氧化为三价铊,强化了锰砂对铊的去除。本发明的优点:亚硫酸盐化学性质稳定,运输、储存方便,价格便宜,且已被国家正式列入饮用水还原剂产品目录,操作简单,不需要额外增加设备,可以在水厂中进行大规模应用,锰砂催化氧气氧化亚硫酸盐产生硫酸根自由基速度快,硫酸根自由基能够迅速将一价铊氧化为三价铊,除铊效率高。



1. 一种利用亚硫酸盐强化锰砂去除水中铊的方法,其特征在于它是通过以下步骤实现的:

一、向含铊待处理水中加入亚硫酸盐,控制亚硫酸盐浓度为5~100mg/L;

二、将含有亚硫酸盐的待处理水引入装有锰砂的过滤床,进行过滤处理后,即完成所述的利用亚硫酸盐强化锰砂去除水中铊的方法。

2. 根据权利要求1所述的一种利用亚硫酸盐强化锰砂去除水中铊的方法,其特征在于亚硫酸盐为亚硫酸钠、亚硫酸钾、亚硫酸钙、亚硫酸氢钠、亚硫酸氢钾中的一种或几种的混合物。

3. 根据权利要求1所述的一种利用亚硫酸盐强化锰砂去除水中铊的方法,其特征在于所述待处理水为地表水经混凝、沉淀处理后的出水。

4. 根据权利要求1所述的一种利用亚硫酸盐强化锰砂去除水中铊的方法,其特征在于所述的待处理水中的亚硫酸盐浓度为10~90mg/L。

5. 根据权利要求1所述的一种利用亚硫酸盐强化锰砂去除水中铊的方法,其特征在于所述的待处理水中的亚硫酸盐浓度为15~80mg/L。

6. 根据权利要求1所述的一种利用亚硫酸盐强化锰砂去除水中铊的方法,其特征在于所述的待处理水中的亚硫酸盐浓度为20~70mg/L。

7. 根据权利要求1所述的一种利用亚硫酸盐强化锰砂去除水中铊的方法,其特征在于所述的待处理水中的亚硫酸盐浓度为30~60mg/L。

8. 根据权利要求1所述的一种利用亚硫酸盐强化锰砂去除水中铊的方法,其特征在于所述的待处理水中的亚硫酸盐浓度为40~50mg/L。

9. 根据权利要求1所述的一种利用亚硫酸盐强化锰砂去除水中铊的方法,其特征在于所述的待处理水中的亚硫酸盐浓度为35mg/L。

10. 根据权利要求1所述的一种利用亚硫酸盐强化锰砂去除水中铊的方法,其特征在于所述的待处理水中铊浓度为0.1~10 μ g/L。

一种利用亚硫酸盐强化锰砂去除水中铊的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及饮用水处理领域,尤其涉及一种去除饮用水中铊的方法。

背景技术

[0002] 铊是一种高度分散的稀有金属元素,广泛应用于化工、电子、医药、航天、高能物理和超导材料等行业,同时铊又是一种生理毒性很强的元素。由于含铊资源的不断开发利用,铊进入水环境的途径日益扩大。因此,铊成为水处理研究领域比较受关注的剧毒重金属元素之一。铊在自然界中主要以正一价形式存在,其毒性大于砷,可通过消化道、皮肤接触、漂尘烟雾的吸入进入人体,导致人体铊中毒。铊中毒会导致下肢麻木或疼痛、腰痛、脱发、失明、头痛、精神不振、肌肉痛、手足颤动、走路不稳等,甚至导致染色体畸变、干扰DNA的合成,严重的铊中毒可导致成为植物人。基于上述原因,我国对生活饮用水中铊的浓度做了一定的限制,《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)中规定铊浓度的限值为 $0.1\mu\text{g/L}$ 。

[0003] 近年来,我国水环境中铊污染日益严重,如广东省北江流域铊(Tl^+)污染,直接导致人的身体健康受到危害,严重威胁到公共卫生安全,产生较大的社会影响。因此,对于受重金属铊污染的水源水进行处理显得尤为重要,开发经济、高效、便捷的水处理技术已经迫在眉睫。

[0004] 专利CN102320700B公开了一种去除饮用水源水中铊污染的方法,调pH值,采用高锰酸钾为预氧化剂,使 Tl^+ 转化为 Tl^{3+} ,再加聚合氯化铝,使 Tl^{3+} 形成 Tl(OH)_3 沉淀,过滤即可去除。专利CN103693774B公开了一种同时去除原水中镉和铊的方法,在原水中加入氢氧化钠,调节pH值至弱碱性,然后加入高锰酸钾,再加入次氯酸钠或液氯,在氧化反应充分后的原水中加入石灰水,调节pH值,最后加入絮凝剂,进行絮凝沉淀,使原水中的镉、铊与氢氧化锰及氢氧化铁胶体共沉淀去除。专利CN102303932A公开了一种二级氧化去除饮用水中微量铊的方法,将待处理水pH值调节至碱性,加入高锰酸钾,再加入氯气、次氯酸或次氯酸盐,同时加聚合氯化铝混凝形成絮体颗粒,经沉淀、石英砂过滤去除铊。专利CN102311190A公开了一种强化常规水处理工艺去除饮用水中铊的方法,将待处理水pH值调节至碱性,加入高锰酸钾使正一价铊离子氧化为正三价铊离子,生成氢氧化铊沉淀,再加入可产生氯离子的化合物,使剩余游离的三价铊离子形成氯化铊配位络合物,同时加入聚合氯化铝混凝形成絮体颗粒,氢氧化铊和氯化铊配位络合物转移到絮体颗粒中,通过沉淀、砂滤去除铊。专利CN104528985A公开了一种去除废水中金属铊的方法,向含铊废水中添加强氧化剂 KMnO_4 和 H_2O_2 ,将废水中的一价铊离子氧化为三价铊离子,添加碱液,进行混凝、吸附、沉淀、过滤后除铊。专利CN104773878A公开了一种去除污水中微量铊的方法,通过加入硫酸亚铁和双氧水将废水中的一价铊(Tl^+)氧化成三价铊(Tl^{3+}),然后加入石灰,使得水中的三价铁(Fe^{3+})水解成絮状氢氧化铁,再加入电厂炉灰和聚合硫酸铝溶液,使氢氧化铁、氢氧化铊吸附在炉灰去除。专利CN103058417A公开了一种水源地饮用水突发性铊污染的应急处理方法,向污染原水中投加氧化钙,调节pH至碱性,然后加入次氯酸钠,再加入混凝剂三氯化铁,过滤后得到饮用水。专利CN103922514A公开了一种水中微量铊的去除方法,向含微量铊的水中投加高

铁酸盐,将水中的一价铊氧化成三价铊,然后投加混凝剂,经过混凝、沉淀、过滤,即可去除铊。专利CN102145948B公开了一种原位产生纳米二氧化锰吸附除Tl⁺和/或Cd²⁺的水处理方法,向含Tl⁺和/或Cd²⁺的水中投加高锰酸盐和硫代硫酸钠,原位产生纳米二氧化锰吸附剂,吸附水中Tl⁺和Cd²⁺,然后加入混凝剂,进行混凝、沉淀、过滤即可去除水中的Tl⁺和Cd²⁺。专利CN102145947B公开了一种原位产生纳米铁锰氧化物除Tl⁺和/或Cd²⁺的水处理方法,向含Tl⁺和/或Cd²⁺的水中投加高锰酸盐和亚铁盐,反应原位产生纳米氢氧化铁和二氧化锰复合吸附剂,吸附水中Tl⁺和Cd²⁺,然后加入混凝剂,进行混凝、沉淀、过滤即可去除水中的Tl⁺和Cd²⁺。

[0005] 综上所述,目前去除水中铊的主要方法就是通过加碱调节pH值,利用氧化剂(如:高锰酸盐、液氯、高铁酸盐、双氧水等)将一价铊(Tl⁺)氧化成三价铊(Tl³⁺),然后通过吸附、沉淀、过滤进行去除。但这些技术存在调节pH值和吸附去除时需要投加大量碱和絮凝剂,药剂耗量大,处理成本高,而且氧化剂易泄漏,使用操作不方便的缺点。

发明内容

[0006] 本发明的目的是为了解决现有除铊技术存在药剂耗量大,处理成本高,氧化剂易泄漏,使用操作不方便的问题,而提供一种利用亚硫酸盐强化锰砂去除水中铊的方法。

[0007] 本发明的一种利用亚硫酸盐强化锰砂去除水中铊的方法,是通过以下步骤实现的:

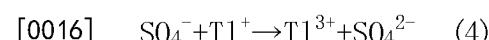
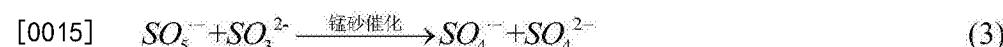
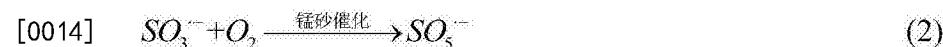
[0008] 一、向含铊待处理水中加入亚硫酸盐,控制亚硫酸盐浓度为5~100mg/L;

[0009] 二、将含有亚硫酸盐的待处理水引入装有锰砂的过滤床,进行过滤处理后,即完成利用亚硫酸盐强化锰砂去除水中铊的方法。

[0010] 所述待处理水为地表水经混凝、沉淀处理后出水,流程见图1。

[0011] 所述亚硫酸盐为亚硫酸钠(Na₂SO₃)、亚硫酸钾(K₂SO₃)、亚硫酸钙(CaSO₃)、亚硫酸氢钠(NaHSO₃)、亚硫酸氢钾(KHSO₃)中的一种或几种的混合物。

[0012] 本发明的一种利用亚硫酸盐强化锰砂去除水中铊的方法的原理:水中亚硫酸盐(SO₃²⁻)在锰砂的催化作用下,被氧气(O₂)迅速氧化为硫酸根自由基(SO₄^{•-}),见反应式(1)至(3),然后,生成的硫酸根自由基能够迅速将吸附在锰砂表面的一价铊(Tl⁺)氧化生成易于去除的三价铊(Tl³⁺),见反应式(4),锰砂对三价铊的吸附容量是一价铊的5~10倍,亚硫酸盐强化了锰砂对水中铊的去除,达到除铊的目的。



[0017] 本发明的一种利用亚硫酸盐强化锰砂去除水中铊的方法具有以下优点:

[0018] (1) 亚硫酸盐化学性质稳定,运输、储存方便,价格便宜,商业易得;

[0019] (2) 亚硫酸盐已被国家正式列入饮用水还原剂产品目录,操作简单,不需要额外增加设备,不改变水厂原有处理工艺,能够进行大规模应用;

[0020] (3) 锰砂催化氧气氧化亚硫酸盐产生硫酸根自由基速度快;

[0021] (4) 硫酸根自由基能够迅速将一价铊(Tl⁺)氧化生成易于去除的三价铊(Tl³⁺),铊

去除效率高,去除率达96%以上。

附图说明

[0022] 图1是一种利用亚硫酸盐强化锰砂去除水中铊的方法的工艺流程;

[0023] 图2是利用亚硫酸盐强化锰砂去除水中铊的穿透曲线,其中,■表示锰砂单独过滤,●表示亚硫酸钠强化锰砂过滤。

具体实施方式

[0024] 本发明技术方案不局限于以下所列举具体实施方式,还包括各具体实施方式间的任意组合。

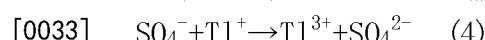
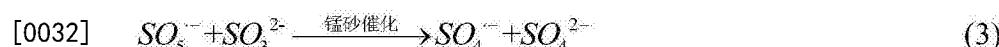
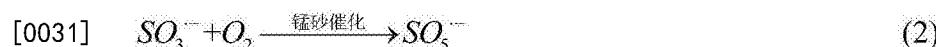
[0025] 具体实施方式一:本实施方式的一种利用亚硫酸盐强化锰砂去除水中铊的方法,是通过以下步骤实现的:

[0026] 一、向含铊待处理水中加入亚硫酸盐(SO_3^{2-}),控制亚硫酸盐浓度为5~100mg/L;

[0027] 二、将含有亚硫酸盐的待处理水引入装有锰砂的过滤床,进行过滤处理后,即完成利用亚硫酸盐强化锰砂去除水中铊的方法。

[0028] 所述待处理水为地表水经混凝、沉淀处理后出水,流程见图1。

[0029] 本实施方式的一种利用亚硫酸盐强化锰砂去除水中铊的方法的原理:水中亚硫酸盐(SO_3^{2-})在锰砂的催化作用下,被氧气(O_2)迅速氧化为硫酸根自由基($\text{SO}_4^{\cdot-}$),见反应式(1)至(3),然后,生成的硫酸根自由基能够迅速将吸附在锰砂表面的一价铊(Tl^+)氧化生成易于去除的三价铊(Tl^{3+}),见反应式(4),锰砂对三价铊的吸附容量是一价铊的5~10倍,亚硫酸盐强化了锰砂对水中铊的去除,达到除铊的目的。



[0034] 本实施方式的一种利用亚硫酸盐强化锰砂去除水中铊的方法具有以下优点:

[0035] (1) 亚硫酸盐化学性质稳定,运输、储存方便,价格便宜,商业易得;

[0036] (2) 亚硫酸盐已被国家正式列入饮用水还原剂产品目录,操作简单,不需要额外增加设备,不改变水厂原有处理工艺,能够进行大规模应用;

[0037] (3) 锰砂催化氧气氧化亚硫酸盐产生硫酸根自由基速度快;

[0038] (4) 硫酸根自由基能够迅速将一价铊(Tl^+)氧化生成易于去除的三价铊(Tl^{3+}),铊去除效率高。

[0039] 具体实施方式二:本实施方式与具体实施方式一不同的是:所述的待处理水中的亚硫酸盐浓度为10~90mg/L。其它与具体实施方式一相同。

[0040] 具体实施方式三:本实施方式与具体实施方式一或二不同的是:所述的待处理水中的亚硫酸盐浓度为15~80mg/L。其它与具体实施方式一或二相同。

[0041] 具体实施方式四:本实施方式与具体实施方式一至三之一不同的是:所述的待处理水中的亚硫酸盐浓度为20~70mg/L。其它与具体实施方式一至三之一相同。

[0042] 具体实施方式五：本实施方式与具体实施方式一至四之一不同的是：所述的待处理水中的亚硫酸盐浓度为30~60mg/L。其它与具体实施方式一至四之一相同。

[0043] 具体实施方式六：本实施方式与具体实施方式一至五之一不同的是：所述的待处理水中的亚硫酸盐浓度为40~50mg/L。其它与具体实施方式一至五之一相同。

[0044] 具体实施方式七：本实施方式与具体实施方式一至六之一不同的是：亚硫酸盐为亚硫酸钠(Na_2SO_3)、亚硫酸钾(K_2SO_3)、亚硫酸钙(CaSO_3)、亚硫酸氢钠(NaHSO_3)、亚硫酸氢钾(KHSO_3)中的一种或几种的混合物。其它步骤及参数与具体实施方式一至六之一相同。

[0045] 本实施方式中亚硫酸盐为混合物时，以任意比混合。

[0046] 通过以下实施例验证本发明的有益效果：

[0047] 实施例1：本实施例的一种利用亚硫酸盐强化锰砂去除水中铊的方法，其是通过以下步骤实现的：向含有 $1.0\mu\text{g}/\text{L}$ 一价铊(Tl^+)的水中，加入 $20\text{mg}/\text{L}$ 亚硫酸钠(Na_2SO_3)，然后将水引入锰砂滤柱(锰砂滤柱高为 50cm 、直径为 2cm)进行过滤，滤速为 $8\text{m}/\text{h}$ ，不同时间利用等离子体质谱仪测定滤后水中剩余铊的浓度，铊的去除效果见图2。由图2锰砂吸附铊的穿透曲线可知，锰砂单独过滤时(图中■所示)，过滤进行 20h 后，锰砂对铊的吸附量达到饱和，铊穿透；当向锰砂中加入亚硫酸钠时(图中●所示)，锰砂对铊的吸附量明显增大， 150h 后锰砂对铊的吸附量达到饱和，铊穿透。主要是由于锰砂催化氧气氧化亚硫酸盐产生的硫酸根自由基将一价铊氧化为三价铊，而锰砂对三价铊的吸附量是一价铊的 $5\sim 10$ 倍。

[0048] 实施例2：本实施例的一种利用亚硫酸盐强化锰砂去除水中铊的方法，其是通过以下步骤实现的：含 $1.0\mu\text{g}/\text{L}$ 一价铊(Tl^+)的地表水，经过混凝、沉淀处理后，向出水中加入 $20\text{mg}/\text{L}$ 亚硫酸钠(Na_2SO_3)，将其引入锰砂滤池，过滤后利用等离子体质谱仪测试出水中剩余铊的浓度为 $0.04\mu\text{g}/\text{L}$ ，去除率达 96% ，小于《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)中规定铊浓度为 $0.1\mu\text{g}/\text{L}$ 的限值。

[0049] 实施例3：本实施例的一种利用亚硫酸盐强化锰砂去除水中铊的方法，其是通过以下步骤实现的：含 $1.0\mu\text{g}/\text{L}$ 一价铊(Tl^+)的地表水，经过混凝、沉淀处理后，向出水中加入 $20\text{mg}/\text{L}$ 亚硫酸钾(K_2SO_3)，将其引入锰砂滤池，过滤后利用等离子体质谱仪测试出水中剩余铊的浓度为 $0.04\mu\text{g}/\text{L}$ ，去除率达 96% ，小于《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)中规定铊浓度为 $0.1\mu\text{g}/\text{L}$ 的限值。

[0050] 实施例4：本实施例的一种利用亚硫酸盐强化锰砂去除水中铊的方法，其是通过以下步骤实现的：含 $1.0\mu\text{g}/\text{L}$ 一价铊(Tl^+)的地表水，经过混凝、沉淀处理后，向出水中加入 $20\text{mg}/\text{L}$ 亚硫酸钙(CaSO_3)，将其引入锰砂滤池，过滤后利用等离子体质谱仪测试出水中剩余铊的浓度为 $0.04\mu\text{g}/\text{L}$ ，去除率达 96% ，小于《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)中规定铊浓度为 $0.1\mu\text{g}/\text{L}$ 的限值。

[0051] 实施例5：本实施例的一种利用亚硫酸盐强化锰砂去除水中铊的方法，其是通过以下步骤实现的：含 $1.0\mu\text{g}/\text{L}$ 一价铊(Tl^+)的地表水，经过混凝、沉淀处理后，向出水中加入 $20\text{mg}/\text{L}$ 亚硫酸氢钠(NaHSO_3)，将其引入锰砂滤池，过滤后利用等离子体质谱仪测试出水中剩余铊的浓度为 $0.03\mu\text{g}/\text{L}$ ，去除率达 97% ，小于《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)中规定铊浓度为 $0.1\mu\text{g}/\text{L}$ 的限值。

[0052] 实施例6：本实施例的一种利用亚硫酸盐强化锰砂去除水中铊的方法，其是通过以下步骤实现的：含 $1.0\mu\text{g}/\text{L}$ 一价铊(Tl^+)的地表水，经过混凝、沉淀处理后，向出水中加入

20mg/L亚硫酸氢钾(KHSO_3)，将其引入锰砂滤池，过滤后利用等离子体质谱仪测试出水中剩余铊的浓度为0.03 $\mu\text{g}/\text{L}$ ，去除率达97%，小于《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)中规定铊浓度为0.1 $\mu\text{g}/\text{L}$ 的限值。

[0053] 实施例7：本实施例的一种利用亚硫酸盐强化锰砂去除水中铊的方法，其是通过以下步骤实现的：含2.0 $\mu\text{g}/\text{L}$ 一价铊(Tl^+)的地表水，经过混凝、沉淀处理后，向出水中加入50mg/L亚硫酸盐，亚硫酸盐是由亚硫酸钾(K_2SO_3)与亚硫酸钠(Na_2SO_3)按摩尔比为1:1的比例混合而成，将其引入锰砂滤池，过滤后利用等离子体质谱仪测试出水中剩余铊的浓度为0.05 $\mu\text{g}/\text{L}$ ，去除率达97.5%，小于《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)中规定铊浓度为0.1 $\mu\text{g}/\text{L}$ 的限值。

[0054] 实施例8：本实施例的一种利用亚硫酸盐强化锰砂去除水中铊的方法，其是通过以下步骤实现的：含2.0 $\mu\text{g}/\text{L}$ 一价铊(Tl^+)的地表水，经过混凝、沉淀处理后，向出水中加入50mg/L亚硫酸盐，亚硫酸盐是由亚硫酸钾(K_2SO_3)与亚硫酸钙(CaSO_3)按摩尔比为1:1的比例混合而成，将其引入锰砂滤池，过滤后利用等离子体质谱仪测试出水中剩余铊的浓度为0.04 $\mu\text{g}/\text{L}$ ，去除率达98%，小于《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)中规定铊浓度为0.1 $\mu\text{g}/\text{L}$ 的限值。

[0055] 实施例9：本实施例的一种利用亚硫酸盐强化锰砂去除水中铊的方法，其是通过以下步骤实现的：含2.0 $\mu\text{g}/\text{L}$ 一价铊(Tl^+)的地表水，经过混凝、沉淀处理后，向出水中加入50mg/L亚硫酸盐，亚硫酸盐是由亚硫酸钾(K_2SO_3)与亚硫酸氢钠(NaHSO_3)按摩尔比为1:1的比例混合而成，将其引入锰砂滤池，过滤后利用等离子体质谱仪测试出水中剩余铊的浓度为0.04 $\mu\text{g}/\text{L}$ ，去除率达98%，小于《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)中规定铊浓度为0.1 $\mu\text{g}/\text{L}$ 的限值。

[0056] 实施例10：本实施例的一种利用亚硫酸盐强化锰砂去除水中铊的方法，其是通过以下步骤实现的：含2.0 $\mu\text{g}/\text{L}$ 一价铊(Tl^+)的地表水，经过混凝、沉淀处理后，向出水中加入50mg/L亚硫酸盐，亚硫酸盐是由亚硫酸钾(K_2SO_3)与亚硫酸氢钾(KHSO_3)按摩尔比为1:1的比例混合而成，将其引入锰砂滤池，过滤后利用等离子体质谱仪测试出水中剩余铊的浓度为0.04 $\mu\text{g}/\text{L}$ ，去除率达98%，小于《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)中规定铊浓度为0.1 $\mu\text{g}/\text{L}$ 的限值。

[0057] 实施例11：本实施例的一种利用亚硫酸盐强化锰砂去除水中铊的方法，其是通过以下步骤实现的：含2.0 $\mu\text{g}/\text{L}$ 一价铊(Tl^+)的地表水，经过混凝、沉淀处理后，向出水中加入50mg/L亚硫酸盐，亚硫酸盐是由亚硫酸钾(K_2SO_3)、亚硫酸钠(Na_2SO_3)与亚硫酸氢钾(KHSO_3)按摩尔比为1:1:1的比例混合而成，将其引入锰砂滤池，过滤后利用等离子体质谱仪测试出水中剩余铊的浓度为0.03 $\mu\text{g}/\text{L}$ ，去除率达98.5%，小于《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)中规定铊浓度为0.1 $\mu\text{g}/\text{L}$ 的限值。

[0058] 实施例12：本实施例的一种利用亚硫酸盐强化锰砂去除水中铊的方法，其是通过以下步骤实现的：含3.0 $\mu\text{g}/\text{L}$ 一价铊(Tl^+)的地表水，经过混凝、沉淀处理后，向出水中加入80mg/L亚硫酸盐，亚硫酸盐是由亚硫酸钾(K_2SO_3)、亚硫酸钠(Na_2SO_3)、亚硫酸钙(CaSO_3)与亚硫酸氢钾(KHSO_3)按摩尔比为1:1:1:1的比例混合而成，将其引入锰砂滤池，过滤后利用等离子体质谱仪测试出水中剩余铊的浓度为0.05 $\mu\text{g}/\text{L}$ ，去除率达98.3%，小于《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)中规定铊浓度为0.1 $\mu\text{g}/\text{L}$ 的限值。

[0059] 实施例13:本实施例的一种利用亚硫酸盐强化锰砂去除水中铊的方法,其是通过以下步骤实现的:含 $3.0\mu\text{g}/\text{L}$ 一价铊(Tl^+)的地表水,经过混凝、沉淀处理后,向出水中加入 $80\text{mg}/\text{L}$ 亚硫酸盐,亚硫酸盐是由亚硫酸钾(K_2SO_3)、亚硫酸钠(Na_2SO_3)、亚硫酸钙(CaSO_3)、亚硫酸氢钠(NaHSO_3)与亚硫酸氢钾(KHSO_3)按摩尔比为 $1:1:1:1:1$ 的比例混合而成,将其引入锰砂滤池,过滤后利用等离子体质谱仪测试出水中剩余铊的浓度为 $0.04\mu\text{g}/\text{L}$,去除率达 98.7% ,小于《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)中规定铊浓度为 $0.1\mu\text{g}/\text{L}$ 的限值。

[0060] 实施例14:本实施例的一种利用亚硫酸盐强化锰砂去除水中铊的方法,其是通过以下步骤实现的:含 $5.0\mu\text{g}/\text{L}$ 一价铊(Tl^+)的地表水,经过混凝、沉淀处理后,向出水中加入 $80\text{mg}/\text{L}$ 亚硫酸盐,亚硫酸盐是由亚硫酸钾(K_2SO_3)、亚硫酸钠(Na_2SO_3)、亚硫酸钙(CaSO_3)、亚硫酸氢钠(NaHSO_3)与亚硫酸氢钾(KHSO_3)按摩尔比为 $1:1:1:1:1$ 的比例混合而成,将其引入锰砂滤池,过滤后利用等离子体质谱仪测试出水中剩余铊的浓度为 $0.05\mu\text{g}/\text{L}$,去除率达 99% ,小于《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)中规定铊浓度为 $0.1\mu\text{g}/\text{L}$ 的限值。

[0061] 由此可见,利用亚硫酸盐强化锰砂去除水中铊的方法具有比较突出的优势。

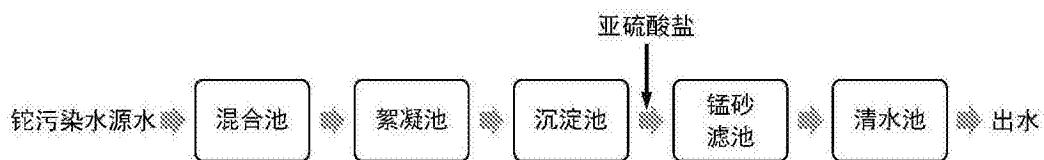


图1

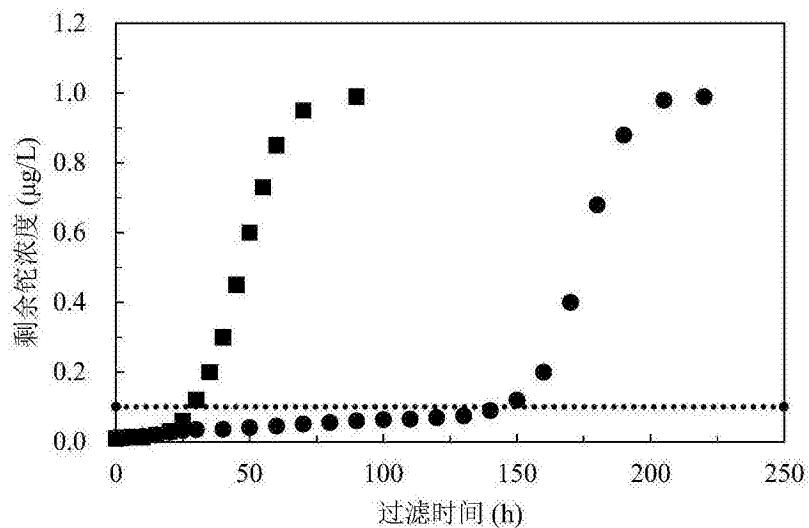


图2