



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105540824 A

(43) 申请公布日 2016. 05. 04

(21) 申请号 201510968010. 9

(22) 申请日 2015. 12. 18

(71) 申请人 华南理工大学

地址 511458 广东省广州市南沙区环市大道
南路 25 号华工大广州产研院

(72) 发明人 汪晓军 饶力 王蓓蓓 赵爽

(74) 专利代理机构 广州市华学知识产权代理有
限公司 44245

代理人 罗观祥

(51) Int. Cl.

C02F 3/02(2006. 01)

C02F 3/10(2006. 01)

权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种基于沸石吸附和生化再生的脱除低温废水氨氮的方法

(57) 摘要

本发明属于废水处理的技术领域,公开了一种基于沸石吸附和生化再生的脱除低温废水氨氮的方法。所述方法为:(1) 生化再生:采用装填有沸石填料的曝气生物滤池对含有氨氮的废水进行脱除氨氮处理,得到吸附氨氮的沸石;然后保持曝气生物滤池内有水,从曝气生物滤池底部通入热空气使床层内的水温与沸石的床层温度升高到 20 ~ 35℃,吸附氨氮的沸石进行再生处理,得到再生的沸石;(2) 吸附与硝化:将低温废水导入步骤(1)中装有再生沸石填料的曝气生物滤池中,进行脱除氨氮处理;(3) 将再次吸附氨氮的沸石重复步骤(1)和(2)。本发明在低温的环境下具有较好的脱除氨氮效果并实现了沸石的重复利用和连续稳定脱出低温废水中的氨氮。

1. 一种基于沸石吸附和生化再生的脱除低温废水氨氮的方法,其特征在于:包括以下步骤:

(1)生化再生:采用装填有沸石填料的曝气生物滤池对含有氨氮的废水进行脱除氨氮处理,得到吸附氨氮的沸石;然后保持曝气生物滤池内有水,所述水的水位为沸石填料床层体积1/4以上,从曝气生物滤池底部通入热空气使床层内的水温与沸石的床层温度升高到20~35℃,吸附氨氮的沸石在硝化菌的作用下进行再生处理,得到再生的沸石和再生液,将再生液排除,再生沸石用于脱出低温废水中氨氮;

(2)吸附与硝化:将低温废水导入步骤(1)中装有再生沸石填料的曝气生物滤池中,进行脱除氨氮处理;

(3)将再次吸附氨氮的沸石重复步骤(1)和(2),实现沸石的重复利用和稳定脱出低温废水中的氨氮。

2. 根据权利要求1所述基于沸石吸附和生化再生的脱除低温废水氨氮的方法,其特征在于:步骤(1)所述再生处理的过程中,曝气生物滤池的水停留在池内或者通过泵使其在池内外循环加快传质过程。

3. 根据权利要求1所述基于沸石吸附和生化再生的脱除低温废水氨氮的方法,其特征在于:步骤(1)所述的热空气的温度为20~45℃,所述再生处理的时间为8~12h。

4. 根据权利要求1所述基于沸石吸附和生化再生的脱除低温废水氨氮的方法,其特征在于:步骤(1)所述的硝化细菌为负载在沸石表面的硝化菌和/或在再生处理的过程投入的消化污泥中的硝化菌;所述消化污泥的浓度为1000~2500mg/L。

5. 根据权利要求1所述基于沸石吸附和生化再生的脱除低温废水氨氮的方法,其特征在于:步骤(2)所述低温废水采用连续流运行的方式导入,所述低温废水在曝气生物滤池内的停留时间为0.5~3h;所述曝气生物滤池的运行时间为12~14h。

6. 根据权利要求1所述基于沸石吸附和生化再生的脱除低温废水氨氮的方法,其特征在于:步骤(2)所述低温废水温度为20℃以下;步骤(1)所述曝气生物滤池中沸石的粒径为2~4mm。

7. 根据权利要求1所述基于沸石吸附和生化再生的脱除低温废水氨氮的方法,其特征在于:步骤(2)所述低温废水的氨氮浓度在20mg/L以下。

8. 根据权利要求1所述基于沸石吸附和生化再生的脱除低温废水氨氮的方法,其特征在于:步骤(2)所述废水为城镇污水厂二沉池出水。

一种基于沸石吸附和生化再生的脱除低温废水氨氮的方法

技术领域

[0001] 本发明属于废水处理的技术领域,涉及一种废水脱氨氮工艺,特别涉及一种基于沸石吸附和生化再生的脱除低温废水氨氮的方法。

背景技术

[0002] 根据调查统计,“十一五”期间氨氮已成为影响地表水水质的首要指标,在“十二五”期间氨氮已纳入全国主要水污染排放的约束性控制指标。目前,我国的大部分城镇污水处理厂采用的处理工艺为活性污泥法,在冬季进水水温降低后,对氨氮的去除率就会大幅降低,导致出水水质难以达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》的一级A,甚至不能达到一级B标准,成为当前污水处理厂稳定运行的一大难题。其主要原因是,温度是硝化菌活性的最重要影响因素之一。研究表明,硝化细菌的最适生长温度为 $25^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$,污水生物处理过程中,当温度降至 10°C 以下时硝化细菌呈休眠状态,且每下降 1°C ,硝化速率降低为原来的 $1/2$,当低于 4°C 时,大部分丧失新陈代谢能力。目前我国污水生物处理普遍采用的是中温硝化细菌,一旦低温来袭,尤其是低于 10°C 的时候,其活性和增殖速率会立即减弱,硝化作用明显变差。

[0003] 为了克服低温情况下氨氮处理能力差的问题,城市污水处理厂低温运行效果不佳时,会采取保温和加热等措施来控制反应池温度,从而维持较高的处理效率。另外的一些常见强化硝化作用的措施包括,增加废水中的溶解氧,延长废水的停留时间以及延长污泥龄和降低污泥负荷等方法。上述措施,可以在一定程度上保证出水的氨氮达标,但是需要较高的能耗,大幅度增加污水厂的运行费用,延长反应时间也会使污水处理厂的处理效率降低。

[0004] 因此,为了解决冬季污水处理厂氨氮超标的问题,迫切的需要一种能够提高污水处理厂在低温情况下对氨氮的脱除能力,而且能够保证运行费用低的新型脱氨氮工艺。

发明内容

[0005] 本发明的目的是为了解决冬季低温情况下城镇污水处理厂氨氮脱除能力不足,现有强化措施需要消耗大量的能耗以及降低工艺的整体处理效率的问题,提供一种基于沸石吸附和生化再生的高效脱除低温废水氨氮的方法。本发明利用沸石的吸附功能以及硝化菌的硝化作用对低温环境下废水中的氨氮进行脱除,再通过升温利用生化途径对沸石进行原位再生恢复吸附氨氮功能同时继续脱除废水中的氨氮。该方法能够解决冬季城镇污水处理厂水温较低时氨氮超标的问题,是一种城镇污水厂提标改造和微污染水源水处理的有效手段。

[0006] 本发明的目的通过以下技术方案实现:

[0007] 一种基于沸石吸附和生化再生的脱除低温废水氨氮的方法,包括以下步骤:

[0008] (1)生化再生:采用装填有沸石填料的曝气生物滤池对含有氨氮的废水进行脱除氨氮处理,得到吸附氨氮的沸石;然后保持曝气生物滤池内有水,所述水的水位为沸石填料床层体积 $1/4$ 以上,从曝气生物滤池底部通入热空气使床层内的水温与沸石的床层温度升

高到20~35℃,吸附氨氮的沸石在硝化菌的作用下进行再生处理,得到再生的沸石和再生液,将再生液排除,再生沸石用于脱出低温废水中氨氮;

[0009] (2)吸附与硝化:将低温废水导入步骤(1)中装有再生沸石填料的曝气生物滤池中,进行脱除氨氮处理;

[0010] (3)将再次吸附氨氮的沸石重复步骤(1)和(2),实现沸石的重复利用和稳定脱出低温废水中的氨氮。

[0011] 步骤(1)所述再生处理的过程中,曝气生物滤池的水停留在池内或者通过泵使其在池内外循环加快传质过程;所述曝气生物滤池中沸石的粒径为2~4mm。

[0012] 步骤(1)所述的热空气的温度为20~45℃,所述再生处理的时间为8~12h。

[0013] 步骤(1)所述的硝化细菌为负载在沸石表面的硝化菌和/或在再生处理的过程投入的消化污泥中的硝化菌;所述消化污泥的浓度为1000~2500mg/L。

[0014] 步骤(2)所述低温废水采用连续流运行的方式导入,所述低温废水在曝气生物滤池内的停留时间为0.5~3h,所述低温废水的氨氮浓度在20mg/L以下,所述废水为城镇污水厂二沉池出水;所述曝气生物滤池的运行时间为12~14h。

[0015] 步骤(2)所述低温废水温度为20℃以下。

[0016] 本发明的原理是:在低温情况下,曝气生物滤池的硝化能力受到明显抑制,但是沸石的吸附氨氮的能力几乎不受温度影响,可以主要通过吸附作用脱除废水中的氨氮,因此曝气生物滤池仍然具有很强的脱除氨氮的能力。在曝气生物滤池的处理间歇,利用热空气将池内的废水及沸石床层加热到20~35℃,使得池内的温度上升,沸石表面处于休眠或者活性受到抑制的硝化菌恢复其增殖能力和硝化能力,也可以补充投加硝化污泥来增加硝化细菌的数量。通过8~12h的再生过程,硝化细菌能够发挥高效的硝化作用,将沸石吸附的氨氮转化为硝酸盐,空出吸附位点,完成沸石的原位生化再生,沸石的吸附能力得到恢复。因此,通过沸石低温情况下的吸附,升温条件下的生化再生,实现冬季低温条件下的稳定脱除废水中氨氮的目的。

[0017] 沸石是一种良好的氨氮吸附材料,以沸石为填料的曝气生物滤池具有很强的脱除废水中氨氮的能力。在运行过程中,曝气生物滤池可以利用沸石的吸附作用脱除氨氮,沸石表面附着硝化菌也可以通过硝化作用将氨氮转化为硝态氮。当废水中的氨氮浓度较低的时候,硝化菌利用硝化作用将沸石吸附的氨氮转化为硝态氮,沸石可以恢复吸附氨氮的能力,完成原位的生化再生。生化再生具有不破坏沸石的结构和功能的稳定性,使其对氨氮的脱除能力保持稳定的优点。

[0018] 本发明的基于沸石吸附和生化再生的脱低温废水氨氮工艺具有以下优点:

[0019] (1)在低温条件下,能够有效的脱除氨氮;低温条件下,曝气生物滤池主要依靠沸石填料的吸附功能来脱除氨氮,沸石吸附氨氮的能力不会随温度的下降而下降,因此曝气生物滤池仍然具有很强的脱除氨氮的能力;

[0020] (2)本发明能够对沸石进行有效的生化再生,保证工艺的可持续运行:通过热空气将池内环境温度保持在适宜硝化菌的20~35℃,能够发挥硝化菌快速,高效的硝化能力,使得吸附的氨氮得到转化,沸石的吸附位点空出,恢复吸附能力;

[0021] (3)整个工艺能耗低,降低了运行费用;在低温情况下,不需要将处理过程中全部的废水进行升温,只需要将少量的曝气生物滤池内部的废水和床层进行升温,大大降低了

处理过程中的能耗；

[0022] (4)整个工艺运行操作方式简单：该工艺的主体是曝气生物滤池，使用的填料是对氨氮吸附能力较好的沸石，运行过程中只需要增加热空气，或补加少量蒸发设备，在处理间歇对池内升温进行生化原位再生。

附图说明

[0023] 图1为本发明的曝气生物滤池的结构示意图；其中：1-曝气生物滤池池体，2-沸石填料，3-承托层，4-滤板，5-进气口，6-热空气泵，7-循环水泵，8-出水口，9-进水口；

[0024] 图2为实施例5中基于沸石吸附和生化再生的脱除低温废水氨氮方法连续运行一个月，废水中氨氮含量的变化曲线。

具体实施方式

[0025] 下面结合具体实施例对本发明坐进一步进行详细说明，但本发明的实施方式不限于此。

[0026] 本发明的曝气生物滤池的示意图如图1所示。所述曝气生物滤池包括曝气生物滤池池体1、设置在池体内的滤板4、设置在滤板上方的承托层3、设置在滤板与池体底部间的进水口9、热空气进气口、氧气/空气进气口5、与循环水泵7相连的循环水输出端，和设置在滤池上端的出水口8；所述热空气进气口与热空气泵6相连；所述循环水输出端与出水口通过管道相连；所述承托层上方设置有沸石的填料层2。

[0027] 利用曝气生物滤池的装置在低温情况下生化再生沸石对含氨氮的废水进行处理工艺过程为：在运行过程中，氨氮废水从进水口9进入曝气生物滤池内部，通过滤板4、承托层3，再经过沸石填料层2，在沸石的吸附作用和较微弱硝化作用下脱除废水中的氨氮，经出水口8排出池外，完成每天12~14h废水的处理过程；在曝气生物滤池的处理间歇期，保持曝气生物滤池内的水超过1/4床层体积，热空气泵6产生的20~45℃的热空气进入曝气生物滤池内部，对池内进行升温，利用沸石表面附着硝化菌或者外加硝化污泥中的硝化菌将沸石吸附的氨氮转化为硝态氮，通过8~12h的再生过程使得沸石恢复吸附能力，完成再生过程；在再生过程中池内的废水停留在池内或者经由循环水泵7在池内外循环加速传质效率；再生完成后，将低温氨氮废水从进水口导入装填有再生沸石的曝气生物滤池内部进行脱除氨氮处理，如此循环，实现沸石的重复利用和稳定脱出低温废水中的氨氮。

[0028] 实施例1

[0029] 采用基于沸石吸附和生化再生的脱除低温废水氨氮的方法对某城镇污水厂的二沉池出水进行处理，实验水温为8~10℃。

[0030] (1)将含有氨氮废水导入经过活性污泥驯化的装填有沸石的曝气生物滤池进行吸附氨氮的处理，沸石床层的高度为1.5m，使得沸石吸附饱和，得到吸附氨氮的沸石；

[0031] (2)吸附处理完后，保持曝气生物滤池内有1/4沸石床层体积的水，用20℃的热空气对曝气生物滤池进行升温并且保持床层温度为20℃，开始再生过程，再生时间为12h；

[0032] (3)再生结束以后，采用连续流运行的方式，向曝气生物滤池中导入低温废水，对废水进行脱氨氮处理；处理过程中保持废水流量为10L/h，废水在曝气生物滤池内的停留时间为30min，曝气生物滤池运行的时间为12h；

[0033] (4)将再次吸附氨氮的沸石重复步骤(2)和(3),进行第二次再生和脱除低温废水的处理过程。沸石吸附和生化再生的脱除低温废水氨氮工艺对废水的脱氨氮效果如表1。

[0034] 表1废水中氨氮的含量

[0035]

项目	氨氮(mg/L)
原水	12.9
第一次再生沸石吸附低温废水氨氮	6.4
第二次再生沸石吸附低温废水氨氮	5.2

[0036] 从表1可知,沸石吸附和生化再生的脱除低温废水氨氮工艺对废水的脱氨氮效果明显,在处理水温为8~10℃的时候,经过12h的20℃温度下的再生,脱除氨氮的效率能够达到50.4%和59.7%,出水氨氮可以达到8mg/L以下,达到国家一级A的冬季排放标准。

[0037] 实施例2

[0038] 采用沸石吸附和生化再生的脱除低温废水氨氮工艺对某城镇污水厂的二沉池出水(原水)进行处理,实验水温为8~10℃。

[0039] (1)将含有氨氮废水导入经过活性污泥驯化的装填有沸石的曝气生物滤池进行吸附氨氮的处理,沸石床层的高度为1.5m,使得沸石吸附饱和,得到吸附氨氮的沸石;

[0040] (2)吸附处理完后,保持曝气生物滤池内有1/4沸石床层体积的水,用30℃的热空气对曝气生物滤池进行升温并且保持床层温度为30℃,再生时间为8h;

[0041] (3)再生结束以后,采用连续流运行的方式,向曝气生物滤池中导入低温废水,对废水进行脱氨氮处理;处理过程中保持废水流量为10L/h,废水在曝气生物滤池内的停留时间为30min,曝气生物滤池运行的时间为14h;

[0042] (4)将再次吸附氨氮的沸石重复步骤(2)和(3),进行第二次再生和脱除低温废水的处理过程。

[0043] 沸石吸附和生化再生的脱除低温废水氨氮工艺对废水的脱氨氮效果如表2。

[0044] 表2废水中氨氮的含量

[0045]

项目	氨氮(mg/L)
原水	8.5
第一次再生沸石吸附低温废水氨氮	3.7
第二次再生沸石吸附低温废水氨氮	4.2

[0046] 从表2可知,沸石吸附和生化再生的脱除低温废水氨氮工艺对废水的脱氨氮效果明显,在处理水温为8~10℃的时候,经过8h的30℃温度下的再生,脱除氨氮的效率能够达到56.5%和50.6%,出水氨氮可以达到5mg/L以下,达到国家一级A的冬季排放标准。

[0047] 实施例3

[0048] 采用沸石吸附和生化再生的脱除低温废水氨氮工艺对某城镇污水厂的二沉池出水进行处理,实验水温为6~8℃。

[0049] (1)将含有氨氮废水导入经过活性污泥驯化的装填有沸石的曝气生物滤池进行吸附氨氮的处理,沸石床层的高度为1.5m,使得沸石吸附饱和,得到吸附氨氮的沸石;

[0050] (2)吸附处理完后,保持曝气生物滤池内有1/2沸石床层体积的水,用30℃的热空

气对曝气生物滤池进行升温并且保持床层温度为30℃,并通过循环水泵使池内水循环,开始再生过程,再生时间为12h;

[0051] (3)再生结束以后,采用连续流运行的方式,向曝气生物滤池中导入低温废水,对废水进行脱氨氮处理;处理过程中保持废水流量为5L/h,废水在曝气生物滤池内的停留时间为60min,曝气生物滤池运行的时间为12h;

[0052] (4)将再次吸附氨氮的沸石重复步骤(2)和(3),进行第二次再生和脱除低温废水的处理过程。

[0053] 沸石吸附和生化再生的脱除低温废水氨氮工艺对废水的脱氨氮效果如表3。

[0054] 表3废水中氨氮的含量

[0055]

项目	氨氮(mg/L)
原水	7.5
第一次再生沸石吸附低温废水氨氮	1.5
第二次再生沸石吸附低温废水氨氮	1.3

[0056] 从表3可知,沸石吸附和生化再生的脱除低温废水氨氮工艺对废水的脱氨氮效果明显,在水温为6~8℃的时候,经过12h的30℃温度下的再生,脱除氨氮的效率能够可以达到80%和82.7%,出水氨氮可以达到2mg/L以下,达到地表V类水标准。

[0057] 实施例4

[0058] 采用沸石吸附和生化再生的脱除低温废水氨氮工艺对某城镇污水厂的二沉池出水进行处理,实验水温为8~10℃。

[0059] (1)将含有氨氮废水导入经过活性污泥驯化的装填有沸石的曝气生物滤池进行吸附氨氮的处理,沸石床层的高度为1.5m,使得沸石吸附饱和,得到吸附氨氮的沸石;

[0060] (2)吸附处理完后,保持曝气生物滤池内有1/2沸石床层体积的水,用30℃的热空气对曝气生物滤池进行升温并且保持床层温度为20℃,投加一定量的硝化污泥,使得池中的污泥浓度为2000mg/L,开始再生过程,再生时间为12h;

[0061] (3)再生结束以后,采用连续流运行的方式,向曝气生物滤池中导入低温废水,对废水进行脱氨氮处理;处理过程中保持废水流量为5L/h,废水在曝气生物滤池内的停留时间为60min,曝气生物滤池运行的时间为12h;

[0062] (4)将再次吸附氨氮的沸石重复步骤(2)和(3),进行第二次再生和脱除低温废水的处理过程。

[0063] 沸石吸附和生化再生的脱除低温废水氨氮工艺对废水的脱氨氮效果如表4。

[0064] 表4废水中氨氮的含量

[0065]

项目	氨氮(mg/L)
原水	4.8
第一次再生沸石吸附低温废水氨氮	1.0
第二次再生沸石吸附低温废水氨氮	1.1

[0066] 从表1可知,沸石吸附和生化再生的脱除低温废水氨氮工艺对废水的脱氨氮效果明显,在水温为8~10℃的时候,经过12h的30℃温度下的再生,脱除氨氮的效率能够可以达

到79.2%和77.1%，出水氨氮可以达到1.5mg/L以下，达到地表IV类水标准。

[0067] 实施例5

[0068] 采用沸石吸附和生化再生的脱除低温废水氨氮工艺对某城镇污水厂的二沉池出水进行处理，实验水温为6~8℃。

[0069] (1)将含有氨氮废水导入经过活性污泥驯化的装填有沸石的曝气生物滤池进行吸附氨氮的处理，沸石床层的高度为1.5m，使得沸石吸附饱和，得到吸附氨氮的沸石；

[0070] (2)吸附处理完后，保持曝气生物滤池内有1/2沸石床层体积的水，用30℃的热空气对曝气生物滤池进行升温并且保持床层温度为30℃，并通过循环水泵使池内水循环，开始再生过程，再生时间为12h；

[0071] (3)再生结束以后，采用连续流运行的方式，向曝气生物滤池中导入低温废水，对废水进行脱氨氮处理；处理过程中保持废水流量为5L/h，废水在曝气生物滤池内的停留时间为60min，曝气生物滤池运行的时间为12h；

[0072] (4)将再次吸附氨氮的沸石重复步骤(2)和(3)，并且将装置连续运行一个月。

[0073] 基于沸石吸附和生化再生的脱除低温废水氨氮工艺对废水的脱氨氮效果如图2所示。在处理低温废水时，曝气生物滤池运行的时间为12h，然后进行沸石的再生，再处理低温废水，继续运行12h，如此连续处理一个月，废水氨氮的脱除效果如图2所示。

[0074] 从图2可知，基于沸石吸附和生化再生的脱除低温废水氨氮工艺对废水的脱氨氮效果明显，在水温为8~10℃的时候，经过12h的30℃温度下的再生，脱除氨氮的作用可以持续稳定，经过30次的再生之后效果依然明显，证明该工艺的长期稳定性。

[0075] 以上对本发明的具体实施例进行了描述。需要理解的是，本发明并不局限于上述特定实施方式，本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变形或修改，这并不影响本发明的实质内容。

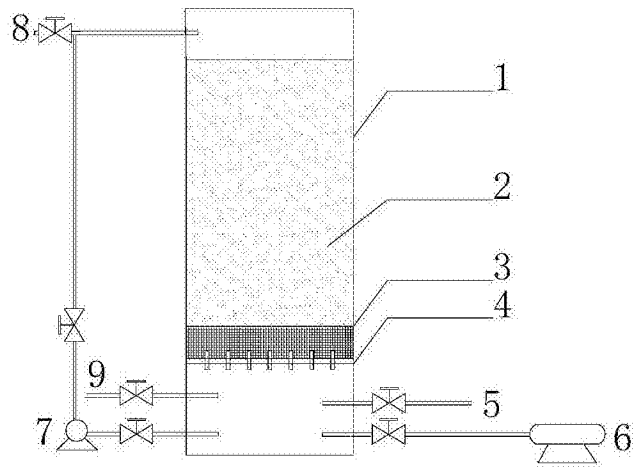


图1

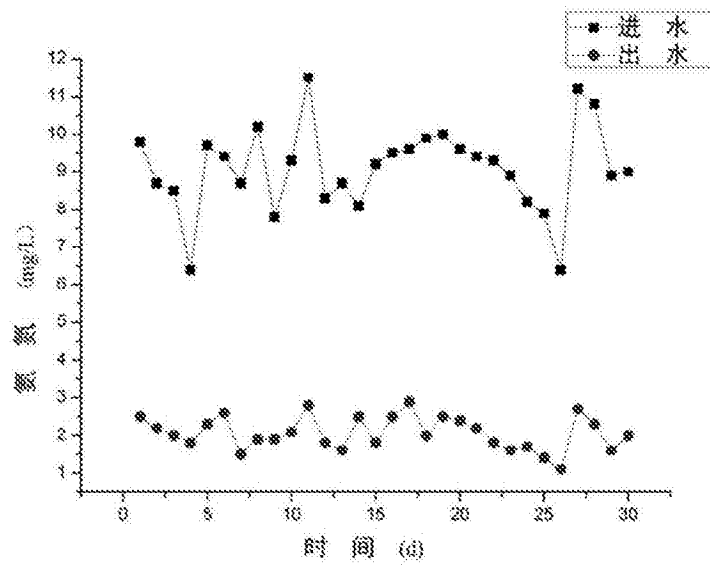


图2