



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107572658 A

(43)申请公布日 2018.01.12

(21)申请号 201710791351.2

(22)申请日 2017.09.05

(71)申请人 西安建筑科技大学

地址 710055 陕西省西安市雁塔路13号

(72)发明人 苏俊峰 杨树 黄廷林 白一涵

张豪

(74)专利代理机构 西安恒泰知识产权代理事务

所 61216

代理人 李婷

(51) Int. Cl.

C02F 3/32(2006.01)

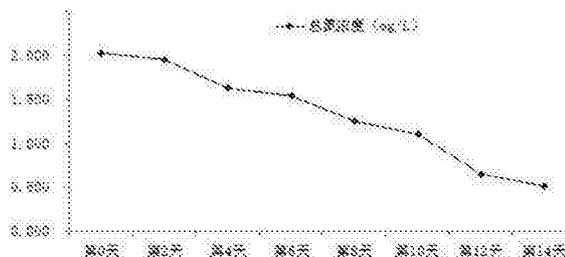
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

## (54)发明名称

用于景观水体的同步溶藻反硝化生物浮床原位修复方法

## (57)摘要

本发明公开了一种用于景观水体的同步溶藻反硝化生物浮床原位修复方法,所述方法包括如下步骤:步骤一、取待处理景观水的底泥和水样进行混合后,加入富集培养基进行培养;步骤二、取步骤一产物的底泥在液体培养液I中进行培养,得到反硝化溶藻菌;步骤三、将反硝化溶藻菌在配水培养液中活化后,进行填料挂膜;步骤四、将水生植物置于浮床上部,挂膜后的填料置于浮床下部,制得生物浮床,将制得的生物浮床置于待处理的景观水体上。利用本发明公开的方法,可一次性同步去除景观水体中的藻类及含氮污染物质。



1. 用于景观水体的同步溶藻反硝化生物浮床原位修复方法,所述方法包括如下步骤:

步骤一、取待处理景观水的底泥和水样进行混合后,加入富集培养基进行培养;

步骤二、取步骤一产物的底泥在液体培养液I中进行培养,得到反硝化溶藻菌;

步骤三、将反硝化溶藻菌在配水培养液中活化后,进行填料挂膜;

步骤四、将水生植物置于浮床上部,挂膜后的填料置于浮床下部,制得生物浮床,将制得的生物浮床置于待处理的景观水体上;

所述富集培养基的配方包括:NaHCO<sub>3</sub>:0.5g/L,乙酸钠:0.5g/L,NaNO<sub>3</sub>:0.3g/L,KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>:0.05g/L,MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O:0.05g/L和CaCl<sub>2</sub>:0.05g/L;

所述液体培养液I的配方包括:乙酸钠:0.5g/L,NaNO<sub>3</sub>:0.1g/L,KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>:0.1g/L,MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O:0.05g/L,CaCl<sub>2</sub>:0.05g/L和微量元素溶液I 2ml;

所述微量元素溶液I包括:以质量浓度计,1.0g/L EDTA、0.2g/L ZnSO<sub>4</sub>、0.1g/L MnCl<sub>2</sub>·4H<sub>2</sub>O、0.5g/L FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O、0.5g/L CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O和0.2g/L CoCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O;

配水培养液的配方包括:乙酸钠:1.0g/L,NaNO<sub>3</sub>:0.2g/L,KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>:0.1g/L,MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O:0.05g/L,CaCl<sub>2</sub>:0.05g/L和微量元素溶液I 2ml。

2. 如权利要求1所述方法,其特征在于,步骤一中加入富集培养基进行培养的培养方法包括,自然光照下25℃-27℃培养,每4-5天更换部分富集培养基。

3. 如权利要求1所述方法,其特征在于,所述步骤二中的培养方法包括:,25℃-27℃下120rpm-140rpm震荡培养,每3-4天更换液体培养液I,更换方法包括:第一次更换时用3体积的液体培养液I与1体积灭菌的景观水体组成的混合培养液更换,第二次更换时用2体积的液体培养液I与1体积灭菌的景观水体组成的混合培养液更换,第三次更换时用1体积的液体培养液I与1体积灭菌的景观水体组成的混合培养液更换。

4. 如权利要求1所述方法,其特征在于,步骤二中底泥与液体培养液I的体积比为1:10~20。

5. 如权利要求1所述方法,其特征在于,填料包括串珠式的裕隆填料。

6. 如权利要求5所述方法,其特征在于,挂膜后的填料置于浮床下部包括:若待处理景观水的水深小于1米,每串裕隆填料个数为50-100个,若待处理景观水的水深大于1米,每串裕隆填料个数为100-200个。

7. 如权利要求6所述方法,其特征在于,每米浮床下固定6-10串裕隆填料。

8. 如权利要求1所述方法,其特征在于,水生植物包括:美人蕉和芦苇。

9. 如权利要求8所述方法,其特征在于,美人蕉和芦苇的比为1:1-1:3。

10. 如权利要求1所述方法,其特征在于,水生植物置于浮床上部包括:水生植物茎叶位于浮床上部,根系位于浮床下部,水生植物间距为5-10cm。

## 用于景观水体的同步溶藻反硝化生物浮床原位修复方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于景观水体处理技术领域,具体涉及一种应用于景观水体的同步溶藻反硝化生物浮床方法。

### 背景技术

[0002] 所谓景观水,指用于视觉观赏的水体,通常分为两类:一类是自然水景,像天然的湖泊、河流等;另一类是人工水景,像喷泉、人工湖、城市小型河道等。随着经济社会的不断发展和人民生活水平的不断提高,人们对居住环境的要求也越来越高,既能修饰环境,又可维持生态平衡的景观水体因此愈发受到重视。当前社会日益关注小区、园林、城镇中以水景为主题的建设。但这些水体都是露天地表水,且多被设计为静止或者流动性差的缓流性水体,自净能力非常低,并且非常容易受到污染,成为居民生活污水、工业废水、雨水、垃圾的受纳体,最终导致水体的富营养化。当前,我国城市水体景观质量正在严重地下降,大多数城市景观湖泊遭受到了不同程度的污染,城市近郊水体的富营养化程度也普遍偏高,如杭州西湖、云南滇池、合肥巢湖、广州麓湖及武汉东湖等均达到了富营养化程度。许多具有美学价值及旅游观光功能的水体,其生态环境效益和社会经济效益也正在被逐步地削弱。

[0003] 目前去除富营养化水体中的藻类的方法主要有机械除藻、超声波除藻及人工打捞等物理方法,或通过投加化学药剂杀死水中藻类的化学方法。然而,这些技术方法通常操作复杂,成本高昂,需要投入大量人力、物力。而且只具有溶藻的单一作用,不具有反硝化效果,即不能同时去除水体中的含氮污染物。而水体中氮、磷等无机营养物质的大量增加,正是影响藻类水华发生的第一因素。目前现有的研究和应用中,能够同步溶藻反硝化的技术方法鲜见,寻求简单可靠的同步去除景观水体藻类及含氮污染物的技术方案,是当前的迫切需要。

[0004] 人工浮床又称人工浮岛、生物浮床。是以水生植物为主体,运用无土栽培技术原理,以高分子材料等为载体和基质,应用物种间共生关系和充分利用水体空间生态位和营养生态位的原理,建立高效的人工生态系统,以削减水体中的氮、磷及有机污染物质,从而净化水质的生物防治方法。然而现有生物浮床主要利用植物及根际微生物去除水中的含N、P污染物,由于根际微生物数量少、适应性差,使生物浮床原位修复技术的效率较低。

### 发明内容

[0005] 针对现有生物浮床只能去除水体中的含N、P污染物,不能直接控藻抑藻,而溶藻菌只能控制水体中的藻类繁殖,却不能去除水体中的含N、P污染物,溶藻后水体易发生二次富营养化的问题,本发明的目的在于提供一种应用于景观水体的同步溶藻反硝化生物浮床方法,可同时去除景观水中藻类和含氮污染物。

[0006] 为了实现上述任务,本发明采取如下的技术方案:

[0007] 一种应用于景观水体的同步溶藻反硝化生物浮床方法,包括如下步骤:

[0008] 步骤一、取待处理景观水的底泥和水样进行混合后,加入富集培养基进行培养;

- [0009] 所述富集培养基配方为：
- [0010]  $\text{NaHCO}_3$ :0.5g/L,
- [0011] 乙酸钠:0.5g/L,
- [0012]  $\text{NaNO}_3$ :0.3g/L
- [0013]  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ :0.05g/L,
- [0014]  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ :0.05g/L,
- [0015]  $\text{CaCl}_2$ :0.05g/L。
- [0016] 步骤二、取步骤一产物的底泥在液体培养液I中进行培养,得到反硝化溶藻菌;
- [0017] 所述的液体培养液I的配方为：
- [0018] 乙酸钠:0.5g/L,
- [0019]  $\text{NaNO}_3$ :0.1g/L,
- [0020]  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ :0.1g/L,
- [0021]  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ :0.05g/L,
- [0022]  $\text{CaCl}_2$ :0.05g/L,
- [0023] 微量元素溶液:2ml,
- [0024] 所述微量元素溶液为:以质量浓度计,1.0g/L EDTA、0.2g/L  $\text{ZnSO}_4$ 、0.1g/L  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 、0.5g/L  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 、0.5g/L  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 、0.2g/L  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 的水溶液。
- [0025] 步骤三、将反硝化溶藻菌在配水培养液中活化后,进行填料挂膜;
- [0026] 所述的配水培养液的配方为：
- [0027] 乙酸钠:1.0g/L,
- [0028]  $\text{NaNO}_3$ :0.2g/L,
- [0029]  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ :0.1g/L,
- [0030]  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ :0.05g/L,
- [0031]  $\text{CaCl}_2$ :0.05g/L,
- [0032] 微量元素溶液:2ml,
- [0033] 所述微量元素溶液为:以质量浓度计,1.0g/L EDTA、0.2g/L  $\text{ZnSO}_4$ 、0.1g/L  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 、0.5g/L  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 、0.5g/L  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 、0.2g/L  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 的水溶液。
- [0034] 步骤四、将水生植物置于浮床上部,挂膜后的填料置于浮床下部,制得生物浮床,将制得的生物浮床置于待处理的景观水体上;
- [0035] 上述步骤一中加入富集培养基进行培养的培养方法包括,自然光照下25℃-27℃培养,每4-5天更换部分富集培养基。
- [0036] 上述步骤二中的培养方法包括:,25℃-27℃下120rpm-140rpm震荡培养,每3-4天更换液体培养液I,更换方法包括:第一次更换时用3体积的液体培养液I与1体积灭菌的景观水体组成的混合培养液更换,第二次更换时用2体积的液体培养液I与1体积灭菌的景观水体组成的混合培养液更换,第三次更换时用1体积的液体培养液I与1体积灭菌的景观水体组成的混合培养液更换。
- [0037] 步骤二中底泥与液体培养液I的体积比为1:10~20。
- [0038] 本发明的材料优先选用串珠式的裕隆填料。
- [0039] 具体的挂膜方式为:若待处理景观水的水深小于1米,每串裕隆填料个数为50-100

个,若待处理景观水的水深大于1米,每串裕隆填料个数为100-200个。每米浮床下固定6-10串裕隆填料。水生植物包括:美人蕉和芦苇。美人蕉和芦苇的比为1:1-1:3。水生植物置于浮床上部包括:水生植物茎叶位于浮床上部,根系位于浮床下部,美人蕉和芦苇的间距为5-10cm。

[0040] 本发明的有益效果为:

[0041] (1) 本发明克服了现有的生物浮床只能去除水体中的含N、P污染物,不能直接控藻抑藻,而溶藻菌只能控制水体中的藻类繁殖,而不能去除水体中的含N、P污染物的缺点,可实现景观水体的同步溶藻反硝化,大大提高了处理效率,降低了富营养水体的治理费用。

[0042] (2) 本发明通过自主研发的富集培养基、液体培养液及配水培养液富集驯化获得生物菌剂,制成生物浮床,达到间接溶藻目的。

[0043] (3) 本发明通过富集驯化获得的生物菌剂,在杀死藻细胞后,可以利用其溶解产物作为碳源,进行好氧反硝化,达到脱氮目的,因此不用额外添加碳源。利用裕隆活性填料进行挂膜,与生物浮床技术联用,具有操作简单、管理方便、运行费用低等优点。

## 附图说明

[0044] 图1是实施例1总氮去除效果图。

[0045] 图2是实施例1藻数量变化图。

[0046] 图3是实施例2总氮去除效果图。

[0047] 图4是实施例2藻数量变化图。

[0048] 以下结合附图进行详细说明。

## 具体实施方式

[0049] 本发明步骤一是对溶藻菌的富集驯化,从待治理景观水体中取底泥和富营养化水样,将所取水样和底泥样品充分混合后,进行溶藻细菌的富集和驯化;所述富集和驯化包括:取混合样品和铜绿微囊藻置于烧杯中,在操作台上向该烧杯中加入富集培养基RW(现配现用,不需要高压灭菌),并做三组平行实验。上述操作完成后,置于自然光照下25℃培养,每天搅拌3次。以5天为一个周期,更换一半富集培养基。采用上述方法富集15天。观察并记录铜绿微囊藻的颜色变化,如果铜绿微囊藻颜色变为黄绿(白)色,且烧杯底部有少量棕色沉淀物,则认为底泥具有溶藻作用,通过叶绿素a间接表示藻细胞数量,当溶藻效率在50%以上时,结束驯化。

[0050] 本发明的生物浮床中采用的植物优选美人蕉和芦苇,制作浮床时,将美人蕉和芦苇这两种植物固定在例如塑料板上(植物茎叶部分位于板上部,根系部分位于板下部),两种植物的比为1:1-1:3之间,植株间距为5-10厘米。水深小于1米,每串裕隆填料个数为50-100个,水深大于1米,每串裕隆填料个数为100-200个。塑料板的面积为1-3米,每米塑料板下面固定6-10串裕隆填料。将上述组合生物浮床放入水中后,可使茎叶露出水面,根系自然延伸并悬浮于水体中。生物浮床覆盖整个水面的5-15%。

[0051] 本发明通过自主研发的富集培养基、液体培养液及配水培养液富集驯化获得生物菌剂,制成生物浮床,附着的菌剂可先接触藻细胞,分泌代谢产物,然后攻击藻细胞表面,最终逐步侵入到藻细胞内部,致使藻细胞破裂、胞内物质泄露,达到间接溶藻目的。

[0052] 本发明通过富集驯化获得的生物菌剂,在杀死藻细胞后,可以利用其溶解产物作为碳源,进行好氧反硝化,达到脱氮目的,因此不用额外添加碳源。利用裕隆活性填料进行挂膜,与生物浮床技术联用,针对适合西北地区生长的植物,选择适应性好,抗逆性强,去除N、P污染物效果好的芦苇和美人蕉作为植物。发挥植物和微生物的协调作用,植物通过吸收作用去除水体中的N、P污染物,此外植物的庞大根系为微生物营造了一个非常好的栖息地,细菌在去除水体中的N、P污染物的同时发挥溶藻作用,使得水体水质得到极大的改善,控制水体的富营养化。具有操作简单、管理方便、运行费用低等优点。

[0053] 实施例1:

[0054] 本实施例中待治理的景观水体和底泥来自于西安南湖,根据需要补充硝酸盐或藻类,遵从本发明的技术方案,对景观水体进行生物浮床原位修复,包括如下步骤:

[0055] 步骤一、取待处理景观水的底泥和水样进行混合后,加入富集培养基进行培养;

[0056] 具体为:从景观水体中取底泥和富营养化水样,将所取水样和底泥样品充分混合后,进行溶藻细菌的富集和驯化;加入富集培养基,置于自然光照下25℃培养,每天搅拌3次。以5天为一个周期,更换一半富集培养基。采用上述方法富集15天。叶绿素a的去除率为63.57%,结束驯化。

[0057] 步骤二、取步骤一产物的底泥在液体培养液I中进行培养,得到反硝化溶藻菌;

[0058] 具体为:取前一步骤驯化好的底泥,将所取底泥在液体培养液I中,25℃、120rpm的条件下于空气振荡器中培养驯化15天,其中底泥与液体培养基的体积比为1:10;培养驯化过程中每三天更换一次液体培养基,每次更换时所使用的液体培养基不同,所用的液体培养基按照更换次序依次为:3体积的配水培养液与1体积的灭菌景观水体组成的液体培养基、2体积的配水培养液与1体积的灭菌景观水体组成的液体培养基、1体积的配水培养液与1体积的灭菌景观水体组成的液体培养基;硝酸盐的去除率为82.67%以上的时候表明驯化结束。

[0059] 步骤三、将反硝化溶藻菌在配水培养液中活化后,进行填料挂膜;

[0060] 具体为:将上一步骤得到的反硝化溶藻菌在配水培养液中活化培养3天,然后将裕隆活性生物填料YL-I型放入溶藻菌活化后的培养液中进行生物挂膜12天,在挂膜过程中,每隔3天向原液体培养液中加入新的培养液,直至裕隆填料表面均匀的粘附上菌种。

[0061] 步骤四、将水生植物置于浮床上部,挂膜后的填料置于浮床下部,制得生物浮床,将制得的生物浮床置于待处理的景观水体上;

[0062] 将美人蕉和芦苇这两种植物固定在塑料板上,两种植物的比为1:1,植株间距为5-10厘米。每串裕隆填料个数为60个,塑料板的面积为1米,每米塑料板下面固定6串裕隆填料。将上述组合生物浮床放入水中后,生物浮床覆盖整个水面的5%。

[0063] 从图1和图2可以看出,经过14天的运行,对总氮的去除率为74.53%,藻细胞的数量由2400个/L降低到851个/L,表现出很好的同步反硝化溶藻的效果。

[0064] 实施例2:

[0065] 该实施例中待治理的景观水体和底泥来自于西安建筑科技大学某人工湖,根据需要补充硝酸盐或藻类,遵从本发明的技术方案,对景观水体进行生物修复,包括如下步骤:

[0066] 步骤一、取待处理景观水的底泥和水样进行混合后,加入富集培养基进行培养;

[0067] 具体为:从景观水体中取底泥和富营养化水样,将所取水样和底泥样品充分混合

后,进行溶藻细菌的富集和驯化;加入富集培养基,置于自然光照下25℃培养,每天搅拌3次。以5天为一个周期,更换一半富集培养基。采用上述方法富集15天。叶绿素a的去除率为60.7%,结束驯化。

[0068] 步骤二、取步骤一产物的底泥在液体培养液I中进行培养,得到反硝化溶藻菌;

[0069] 具体为:取前一步骤驯化好的底泥,将所取底泥在液体培养液中,25℃、120rpm的条件下于空气振荡器中培养驯化15天,其中底泥与液体培养基的体积比为:1:12;培养驯化过程中每三天更换一次液体培养基,每次更换时所使用的液体培养基不同,所用的液体培养液按照更换次序依次为:3体积的配水培养液与1体积的灭菌景观水体组成的液体培养基、2体积的配水培养液与1体积的灭菌景观水体组成的液体培养基、1体积的配水培养液与1体积的灭菌景观水体组成的液体培养基;硝酸盐的去除率为78.69%以上的时候表明驯化结束。

[0070] 步骤三、将反硝化溶藻菌在配水培养液中活化后,进行填料挂膜;

[0071] 具体为:将上一步骤得到的反硝化溶藻菌在SYF配水培养液中活化培养3天,然后将裕隆活性生物填料YL-I型放入溶藻菌活化后的培养液中进行生物挂膜15天,在挂膜过程中,每隔3天向原液体培养液中加入新的培养液,直至裕隆填料表面均匀的粘附上菌种。

[0072] 步骤四、将水生植物置于浮床上部,挂膜后的填料置于浮床下部,制得生物浮床,将制得的生物浮床置于待处理的景观水体上;

[0073] 将美人蕉和芦苇这两种植物固定在塑料板上,两种植物的比为1:2,植株间距为5-10厘米。每串裕隆填料个数为70个,塑料板的面积为1米,每米塑料板下面固定7串裕隆填料。将上述组合生物浮床放入水中后,生物浮床覆盖整个水面的5%。

[0074] 从图3和图4可以看出,经过16天的运行,对总氮的去除率为74.14%,藻细胞的数量由4263个/L降低到1050个/L,表现出很好的同步反硝化溶藻的效果。

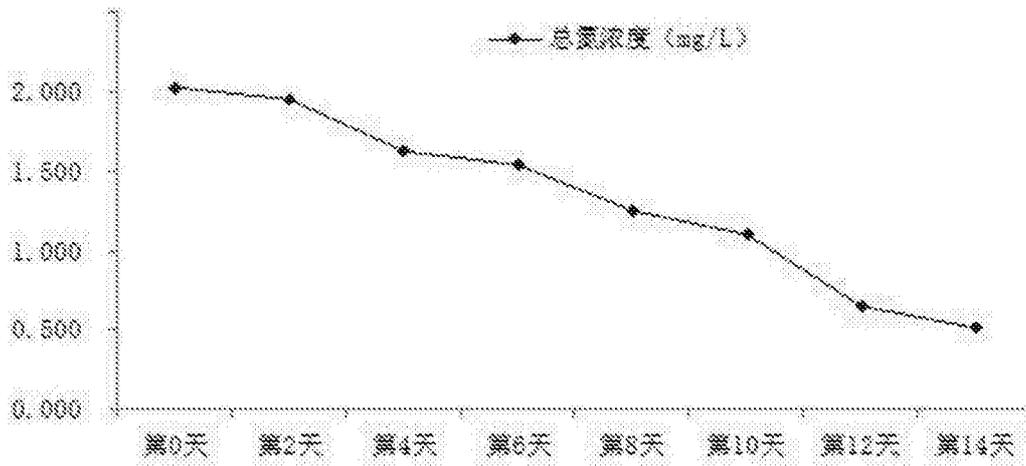


图1

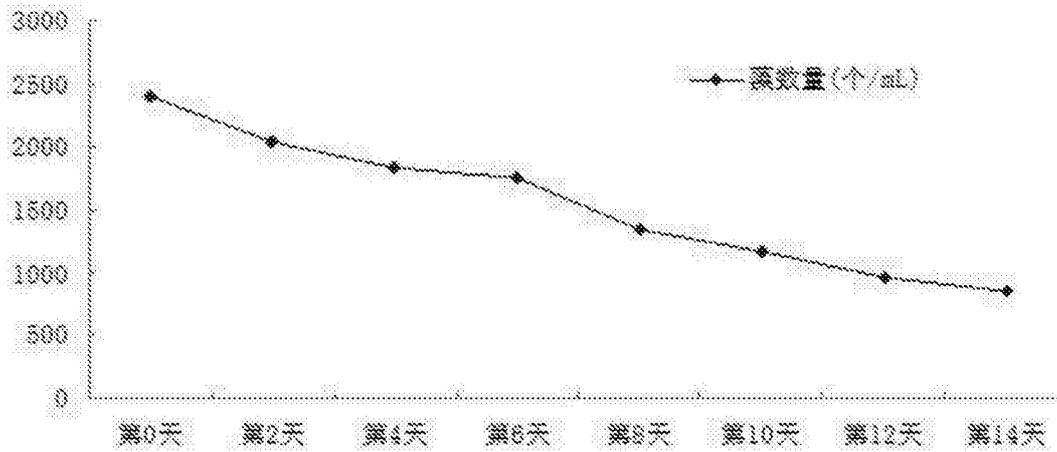


图2

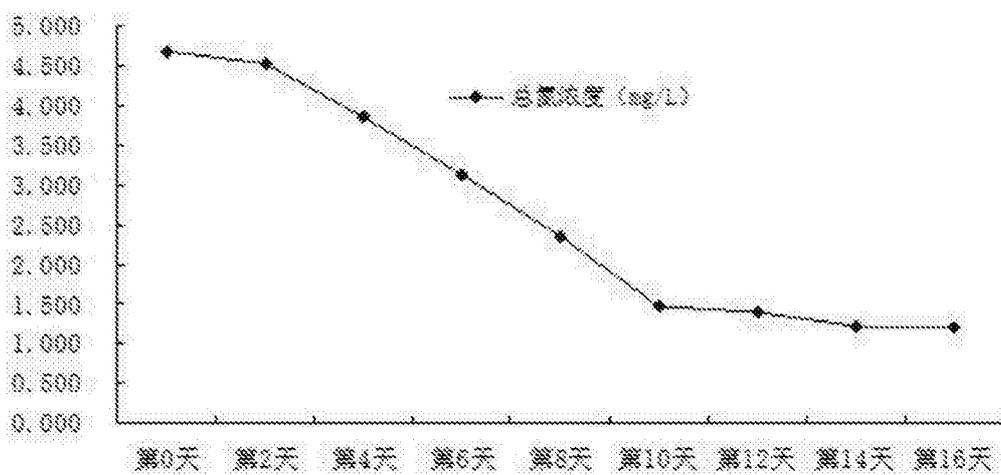


图3

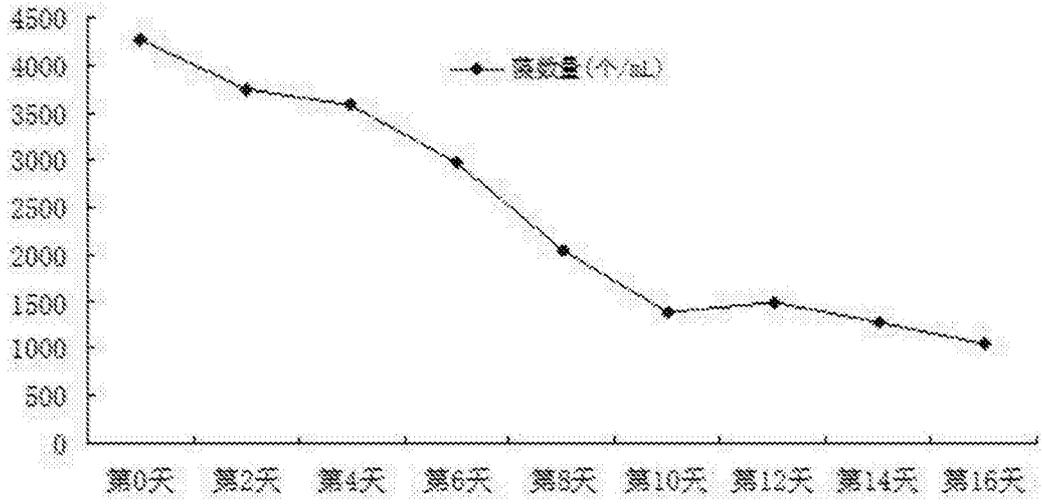


图4