



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115490340 B

(45) 授权公告日 2023.08.22

(21) 申请号 202211316251.1	CN 111170400 A, 2020.05.19
(22) 申请日 2022.10.26	CN 110078332 A, 2019.08.02
(65) 同一申请的已公布的文献号 申请公布号 CN 115490340 A	CN 113149339 A, 2021.07.23
(43) 申请公布日 2022.12.20	CN 110171865 A, 2019.08.27
(66) 本国优先权数据 202210527734.X 2022.05.16 CN	CN 101508505 A, 2009.08.19
(83) 生物保藏信息 CCTCC NO:M 20211654 2021.12.21	KR 101178578 B1, 2012.08.30
(73) 专利权人 华中科技大学 地址 430074 湖北省武汉市洪山区珞喻路 1037号	CN 109896722 A, 2019.06.18
(72) 发明人 胡智泉 李炳堂 陈嘉鑫 刘石明 刘冬啟	WO 2020100059 A1, 2020.05.22
(74) 专利代理机构 深圳峰诚志合知识产权代理 有限公司 44525 专利代理师 张腾	CN 112661275 A, 2021.04.16
(51) Int.Cl. C02F 3/34 (2006.01)	US 2009069181 A1, 2009.03.12
(56) 对比文件 CN 104591306 A, 2015.05.06	CN 105585095 A, 2016.05.18
CN 106219659 A, 2016.12.14	CN 107051377 A, 2017.08.18
JP 2005046732 A, 2005.02.24	CN 114291985 A, 2022.04.08
	CN 103936095 A, 2014.07.23
	CN 105130012 A, 2015.12.09
	CN 114085677 A, 2022.02.25
	US 2009107912 A1, 2009.04.30
	CN 111718010 A, 2020.09.29
	CN 109158084 A, 2019.01.08
	CN 113023895 A, 2021.06.25
	CN 110759319 A, 2020.02.07
	单丹; 范秋惠. 养殖水体氨氮转化形式及调 控(下). 科学养鱼. 2016, (第10期), 全文.
	审查员 李非儿
	权利要求书1页 说明书6页

(54) 发明名称  
一种脱氮除磷除藻剂及其制备方法和应用

(57) 摘要

本发明公开了一种脱氮除磷除藻剂及其制备方法和应用,脱氮除磷除藻剂以重量份计,由如下组分的原料所组成:过氧化钙10-15份、改性过氧化钙5-8份、高岭土20-30份、斜发沸石5-10份、蒙脱石3-8份、聚合氯化铝3-6份、好氧反硝化复合菌剂0.2-0.5份,本发明中的高岭土、斜发沸石及蒙脱石能够有效吸附固定水体中的磷,好氧反硝化复合菌通过反硝化脱氮可去除水体中的氮,改性过氧化钙能缓慢释放出氧气,为反硝化

菌剂其他好氧微生物提供溶氧,过氧化钙则可以有效杀灭水体中的微藻。本发明所公开的脱氮除磷除藻剂,在除藻抑藻的同时也去除了蓝藻生长所需的氮磷等营养元素,对蓝藻的再次爆发起到抑制作用,对于维护水体的生态平衡具有重要意义。

1. 一种脱氮除磷除藻剂的制备方法,其特征在于,以重量份计,由如下组分的原料所组成:过氧化钙10-15份、改性过氧化钙5-8份、高岭土20-30份、斜发沸石5-10份、蒙脱石3-8份、聚合氯化铝3-6份、好氧反硝化复合菌剂0.2-0.5份;

其中,所述好氧反硝化复合菌剂由假单胞菌AD-1、不动杆菌AD-5和假单胞菌Z1三种细菌等比例复配而成;

所述改性过氧化钙的制备方法如下:将氯化钙加入到去离子水中,搅拌溶解,然后向其中加入氨水和聚乙二醇200,搅拌混合均匀,接着向其中加入双氧水进行反应2-3h,待反应完成后,利用氨水调节溶液的pH为10-11,得到凝胶状白色沉淀,将其装入球形模具中,凝固后干燥,即得到改性过氧化钙;

所述脱氮除磷除藻剂的制备方法包括如下制备步骤:

(1) 将高岭土、斜发沸石、蒙脱石和好氧反硝化复合菌剂混合均匀,然后造粒,得到载体材料;

(2) 将过氧化钙、改性过氧化钙、聚合氯化铝和步骤(1)得到的载体材料混合均匀,即得到脱氮除磷除藻剂。

2. 根据权利要求1所述的脱氮除磷除藻剂的制备方法,其特征在于,所述氯化钙、氨水、聚乙二醇和双氧水的质量比为5-10:25-40:180-240:30-40。

3. 根据权利要求1所述的脱氮除磷除藻剂的制备方法,其特征在于,氨水的浓度为0.6-1mol/L,双氧水的质量分数为25-30wt%。

4. 如权利要求1-3任一项所述脱氮除磷除藻剂的制备方法制备的脱氮除磷除藻剂在富营养化水体中的应用。

5. 如权利要求4所述脱氮除磷除藻剂在富营养化水体中的应用,其特征在于,使用方法如下:利用人工或机械将脱氮除磷除藻剂抛洒至富营养化水体中,搅拌均匀即可,其中脱氮除磷除藻剂的投加量为50-80g/m<sup>3</sup>。

6. 如权利要求4所述脱氮除磷除藻剂在富营养化水体中的应用,其特征在于,富营养化水体中藻密度为 $1 \times 10^6$ - $1 \times 10^9$ cells/mL,总氮浓度为2-10mg/L,总磷浓度为0.2-1mg/L。

7. 如权利要求4所述脱氮除磷除藻剂在富营养化水体中的应用,其特征在于,藻类包括微囊藻属、鱼腥藻属、聚球藻属、念珠藻属、颤藻属、集胞藻属、柱胞藻属、色球藻属中的一种或多种。

## 一种脱氮除磷除藻剂及其制备方法和应用

### 技术领域

[0001] 本发明涉及富营养化水体处理技术领域,具体涉及一种脱氮除磷除藻剂及其制备方法和应用。

### 背景技术

[0002] 水体富营养化指在人类活动的影响下,氮、磷等营养物质大量进入河流、湖泊及海湾等缓流水体,引起藻类及其他浮游生物迅速繁殖,水体溶解氧量下降,水质恶化,鱼类及其他生物大量死亡的现象,其实质是由于营养盐的输入输出失去平衡,从而导致水生生态系统物种分布失衡。水体富营养化在我国十分普遍,在春夏之季常常会出现水华或赤潮等现象。

[0003] 富营养化的水中含有硝酸盐和亚硝酸盐,若人体长时间饮用此类水会引发诸多疾病。在富营养化水体中,藻类物质浮在水面,形成一层浮渣,使水体透明度降低,死亡的藻类会消耗溶解氧,使得水体溶解氧缺乏,水生生物受到影响;另外死亡的藻类还会释放有毒物质,使得水体中鱼类及其他一些水生生物大量死亡,破坏了水体的生态平衡,导致水质进一步恶化;同时一些藻类及死亡的藻细胞散发出腥臭气味,不仅严重影响湖水的水质,还直接影响到了人们的口常生活和工作,使水体的景观价值大大降低。研究和调查表明许多水华藻种可向水体释放藻毒素,藻毒素可通过消化道途径进入人体,引起腹泻、神经麻痹、肝损伤,严重者可发生中毒甚至死亡。在已发现的各种藻毒素中,微囊藻毒素(microcystins, MC)是在藻华爆发水体中出现频率最高、产生量最大和造成危害最严重的藻毒素种类,藻华一旦爆发,将严重影响水体景观、生态和环境安全。

[0004] 目前,常用的藻类处理方法包括物理法(人工打捞、机械清除等)、化学法(化学药品灭、絮凝剂沉淀等)与生物法(食藻菌、鱼类滤食等),利用这些方法虽然能够在一定时间段内清除水体中的藻类,但水体中的氮磷等营养元素并没有得到有效去除,藻类在适宜的条件下,往往会再次爆发。

### 发明内容

[0005] 针对现有技术的不足,本发明的目的在于提供一种脱氮除磷除藻剂及其制备方法和应用,通过在改性矿物材料中加入微生物菌剂,在去除藻类的同时降低水体中氮磷浓度,达到治标又治本的水体生态修复目的。

[0006] 为了实现上述目的,本发明采取如下技术方案:

[0007] 一种脱氮除磷除藻剂,以重量份计,由如下组分的原料所组成:过氧化钙10-15份、改性过氧化钙5-8份、高岭土20-30份、斜发沸石5-10份、蒙脱石3-8份、聚合氯化铝3-6份、好氧反硝化复合菌剂0.2-0.5份。

[0008] 优选的,所述好氧反硝化复合菌剂由假单胞菌AD-1、不动杆菌AD-5和假单胞菌Z1三种细菌等比例复配而成。

[0009] 优选的,所述改性过氧化钙的制备方法如下:将氯化钙加入到去离子水中,搅拌溶

解,然后向其中加入氨水和聚乙二醇200,搅拌混合均匀,接着向其中加入双氧水反应2-3h,待反应完成后,利用氨水调节溶液的pH为10-11,得到凝胶状白色沉淀,将其装入球形模具中,凝固后干燥,即得到改性过氧化钙。

[0010] 优选的,所述氯化钙、氨水、聚乙二醇和双氧水的质量比为5-10:25-40:180-240:30-40。

[0011] 优选的,氨水的浓度为0.6-1mol/L,双氧水的质量分数为25-30wt%。

[0012] 本发明提供上述脱氮除磷除藻剂的制备方法,包括如下制备步骤:

[0013] (1)将高岭土、斜发沸石、蒙脱石和好氧反硝化复合菌剂混合均匀,然后造粒,得到生物载体材料;

[0014] (2)将过氧化钙、改性过氧化钙、聚合氯化铝和步骤(1)得到的载体材料混合均匀,即得到脱氮除磷除藻剂。

[0015] 本发明还提供上述脱氮除磷除藻剂在富营养化水体中的应用方法。

[0016] 优选的,使用方法如下:利用人工或机械将脱氮除磷除藻剂抛洒至富营养化水体中,搅拌均匀即可,其中脱氮除磷除藻剂的投加量为50-80g/m<sup>3</sup>。

[0017] 优选的,富营养化水体中藻密度为 $1 \times 10^6$ - $1 \times 10^9$ cells/mL,总氮浓度为2-10mg/L,总磷浓度为0.2-1mg/L。

[0018] 优选的,藻类包括微囊藻属、鱼腥藻属、聚球藻属、念珠藻属、颤藻属、集胞藻属、柱胞藻属、色球藻属中的一种或多种。

[0019] 与现有技术相比,本发明具有如下有益效果:

[0020] (1)本发明所制备的脱氮除磷除藻剂是一种环境友好型的水体净化剂,不会对水体产生二次污染,对富营养化水体中藻类的去除率达到98.8%;

[0021] (2)本发明中的高岭土、斜发沸石及蒙脱石能够有效吸附固定水体中的磷,好氧反硝化复合菌通过反硝化可去除水体中的氮,过氧化钙则可以有效杀灭水体中的微藻,在除藻抑藻的同时也降解了蓝藻生长所需的氮磷等生长元素,对蓝藻的再次爆发起到抑制作用,对于维持水体的生态平衡具有重要意义;

[0022] (3)单独加入聚合氯化铝除藻时,形成的絮体结构疏松,沉降性能差,同时也会出现再悬浮的现象,本发明通过加入高岭土、斜发沸石及蒙脱石后,可以增加颗粒间的碰撞,同时也为水中藻类细胞等悬浮颗粒提供凝聚核,不仅使絮体更加容易形成,也使絮体密度变大,增强沉降性能,提高除藻率;

[0023] (4)本发明中的改性过氧化钙能够缓慢地释放出氧气,为好氧反硝化细菌生长及脱氮提供充足的溶解氧,同时水体中的微藻被杀灭,天然矿物能够吸附死亡的微藻及其释放的有机物,另一方面,絮凝沉淀至底部的微藻可作为好氧反硝化细菌生长繁殖所需的碳源与氮源。

## 具体实施方式

[0024] 以下通过具体较佳实施例对本发明作进一步详细说明,但本发明并不仅限于以下的实施例。

[0025] 需要说明的是,无特殊说明外,本发明中涉及到的化学试剂均通过商业渠道购买。

[0026] 本发明中的假单胞菌AD-1菌株(Genbank登录号:MW426198)、不动杆菌AD-5菌株

(Genbank登录号:MW426203)及假单胞菌Z1菌株(Genbank登录号:MT898541)均来源于活性污泥,通过对污泥进行驯化筛选分离得到,菌种筛选纯化具体步骤如下:

[0027] (1)富集:将10mL活性污泥与90ml无菌水混匀,取1ml污泥悬液置于富集培养基中,于30℃恒温振荡器中以120r/min振荡培养3d;

[0028] (2)驯化:取上述富集菌液1ml,转接至液体驯化培养基中继续培养,24h后取菌悬液分别稀释至 $10^4$ 、 $10^5$ 、 $10^6$ 、 $10^7$ 倍,各取0.1mL涂布在固体驯化培养基上,于30℃恒温培养箱中倒置培养3d,直至平板表面长出形态清晰的单菌落;挑取不同形态的单菌落,分别接种于液体驯化培养基中,于30℃、120r/min的恒温振荡器中过夜培养,并再次将长至对数生长期( $OD_{600}=1.0$ )的菌悬液进行稀释涂布培养,上述实验操作重复3次;

[0029] (3)筛选:从稀释涂布3次的驯化培养基上挑取不同形态的单菌落,分别接种于液体驯化培养基中,以30℃、120r/min恒温振荡培养24h;将菌液进行梯度稀释( $10^{-4}$ - $10^{-7}$ )后涂布于BTB培养基上,于30℃恒温培养箱中培养3d,挑取培养基中由黄色变为蓝色的单菌落,继续在BTB培养基上划线纯化,如此重复4次;

[0030] (4)经过多次的富集、分离、纯化,筛选出具有异养硝化或好氧反硝化性能的菌株,将筛选得到的菌株以2%的接种量分别接种至异养硝化鉴定培养基和好氧反硝化鉴定培养基中,于30℃、120r/min摇床培养24h后,根据水质检测指标结果,保留异养硝化或好氧反硝化TN去除率高于80%的菌株,筛选出3株高效好氧反硝化菌株,命名为假单胞菌AD-1、不动杆菌AD-5和假单胞菌Z1;

[0031] 其中富集培养基配方为:蛋白胨5g,酵母浸出液5g,NaCl 10g,蒸馏水1L;

[0032] 驯化培养基配方为: $CH_3COONa$  2.93g, $KNO_3$  0.722g, $KH_2PO_4$  0.088g, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  0.2g,微量元素2mL,蒸馏水1L;微量元素配方为:EDTA 15g, $ZnSO_4$  0.2g, $MnCl_2 \cdot 4H_2O$  1.5g, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  0.5g, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  0.5g, $CoCl_2 \cdot 6H_2O$  0.3g, $Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$  0.2g, $CaCl_2$  0.1g,蒸馏水1L;

[0033] BTB培养基配方为: $CH_3COONa$  2.93g, $KNO_3$  0.722g, $KH_2PO_4$  0.088g, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  0.2g,微量元素2mL,2%琼脂,1%BTB,蒸馏水1L;微量元素配方为:EDTA 15g, $ZnSO_4$  0.2g, $MnCl_2 \cdot 4H_2O$  1.5g, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  0.5g, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  0.5g, $CoCl_2 \cdot 6H_2O$  0.3g, $Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$  0.2g, $CaCl_2$  0.1g,蒸馏水1L;

[0034] 好氧硝化鉴定培养基配方为: $CH_3COONa$  0.937g, $KNO_3$  0.288g, $KH_2PO_4$  0.0351g, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  0.2g,微量元素2mL,蒸馏水1L;微量元素配方为:EDTA 15g, $ZnSO_4$  0.2g, $MnCl_2 \cdot 4H_2O$  1.5g, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  0.5g, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  0.5g, $CoCl_2 \cdot 6H_2O$  0.3g, $Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$  0.2g, $CaCl_2$  0.1g,蒸馏水1L;

[0035] 异养硝化鉴定培养基配方为: $CH_3COONa$  0.937g, $NH_4Cl$  0.153g, $KH_2PO_4$  0.0351g, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  0.2g,微量元素2mL,蒸馏水1L;微量元素配方为:EDTA 15g, $ZnSO_4$  0.2g, $MnCl_2 \cdot 4H_2O$  1.5g, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  0.5g, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  0.5g, $CoCl_2 \cdot 6H_2O$  0.3g, $Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$  0.2g, $CaCl_2$  0.1g,蒸馏水1L;

[0036] 本发明中的假单胞菌(*Pseudomonas* sp.)AD-1及假单胞菌(*Pseudomonas* sp.)Z1分别与基因库Genbank中的Bacterium strain GZ16111700525(Genbank登录号:KY963532.1)及*Pseudomonas entomophila* L48(Genbank登录号:PRJNA16800)同源性达到100%,属于已有被发现的菌株,因此没有进行保藏;

[0037] 不动杆菌 *Acinetobacter* sp. AD-5, 其为新种, 于2021年12月21日保藏于中国典型培养物保藏中心 (简称CCTCC, 地址为湖北省武汉市武昌区八一路299号), 保藏编号为: CCTCC M 20211654。

#### [0038] 实施例1

[0039] 一种脱氮除磷除藻剂的制备方法, 包括如下步骤:

[0040] (1) 改性过氧化钙的制备: 将5g氯化钙加入到100g去离子水中, 搅拌溶解, 然后向其中加入25g, 0.8mol/L的氨水和200g聚乙二醇200, 搅拌混合均匀, 接着向其中加入30g, 25wt%的双氧水进行反应2h, 待反应完成后, 利用氨水调节溶液的pH为10, 得到凝胶状白色沉淀, 将其装入1mm的球形模具中, 凝固后置于100℃电热鼓风干燥箱干燥24h, 即得到改性过氧化钙;

[0041] (2) 载体材料的制备: 将20g高岭土、5g斜发沸石、4g蒙脱石和0.3g好氧反硝化复合菌剂混合均匀, 然后造粒, 得到载体材料, 其中好氧反硝化复合菌剂由假单胞菌AD-1、不动杆菌AD-5和假单胞菌Z1三种细菌等比例复配而成, 每种细菌的浓度均为 $1.5 \times 10^8$ cfu/mL;

[0042] (3) 脱氮除磷除藻剂的制备: 将10g过氧化钙、6g改性过氧化钙、4g聚合氯化铝和步骤(2)得到的载体材料混合均匀, 即得到脱氮除磷除藻剂。

#### [0043] 实施例2

[0044] 一种脱氮除磷除藻剂的制备方法, 包括如下步骤:

[0045] (1) 改性过氧化钙的制备: 将8g氯化钙加入到100g去离子水中, 搅拌溶解, 然后向其中加入30g, 0.6mol/L的氨水和180g聚乙二醇200, 搅拌混合均匀, 接着向其中加入40g, 30wt%的双氧水进行反应2h, 待反应完成后, 利用氨水调节溶液的pH为11, 得到凝胶状白色沉淀, 将其装入1mm的球形模具中, 凝固后置于100℃电热鼓风干燥箱干燥24h, 即得到改性过氧化钙;

[0046] (2) 载体材料的制备: 将25g高岭土、8g斜发沸石、6g蒙脱石和0.3g好氧反硝化复合菌剂混合均匀, 然后造粒, 得到载体材料, 其中好氧反硝化复合菌剂由假单胞菌AD-1、不动杆菌AD-5和假单胞菌Z1三种细菌等比例复配而成, 每种细菌的浓度均为 $1.5 \times 10^8$ cfu/mL;

[0047] (3) 脱氮除磷除藻剂的制备: 将15g过氧化钙、8g改性过氧化钙、6g聚合氯化铝和步骤(2)得到的载体材料混合均匀, 即得到脱氮除磷除藻剂。

#### [0048] 实施例3

[0049] 一种脱氮除磷除藻剂的制备方法, 包括如下步骤:

[0050] (1) 改性过氧化钙的制备: 将6g氯化钙加入到100g去离子水中, 搅拌溶解, 然后向其中加入40g, 0.6mol/L的氨水和240g聚乙二醇200, 搅拌混合均匀, 接着向其中加入30g, 25wt%的双氧水进行反应2h, 待反应完成后, 利用氨水调节溶液的pH为11, 得到凝胶状白色沉淀, 将其装入1mm的球形模具中, 凝固后置于100℃电热鼓风干燥箱干燥24h, 即得到改性过氧化钙;

[0051] (2) 载体材料的制备: 将30g高岭土、8g斜发沸石、5g蒙脱石和0.3g好氧反硝化复合菌剂混合均匀, 然后造粒, 得到载体材料, 其中好氧反硝化复合菌剂由假单胞菌AD-1、不动杆菌AD-5和假单胞菌Z1三种细菌等比例复配而成, 每种细菌的浓度均为 $1.5 \times 10^8$ cfu/mL;

[0052] (3) 脱氮除磷除藻剂的制备: 将12g过氧化钙、6g改性过氧化钙、5g聚合氯化铝和步骤(2)得到的载体材料混合均匀, 即得到脱氮除磷除藻剂。

[0053] 实施例4

[0054] 一种脱氮除磷除藻剂的制备方法,包括如下步骤:

[0055] (1) 改性过氧化钙的制备:将8g氯化钙加入到100g去离子水中,搅拌溶解,然后向其中加入25g,1mol/L的氨水和200g聚乙二醇200,搅拌混合均匀,接着向其中加入40g,30wt%的双氧水进行反应2h,待反应完成后,利用氨水调节溶液的pH为10,得到凝胶状白色沉淀,将其装入1mm的球形模具中,凝固后置于100℃电热鼓风干燥箱干燥24h,即得到改性过氧化钙;

[0056] (2) 载体材料的制备:将25g高岭土、10g斜发沸石、6g蒙脱石和0.3g好氧反硝化复合菌剂混合均匀,然后造粒,得到载体材料,其中好氧反硝化复合菌剂由假单胞菌AD-1、不动杆菌AD-5和假单胞菌Z1三种细菌等比例复配而成,每种细菌的浓度均为 $1.5 \times 10^8$ cfu/mL;

[0057] (3) 脱氮除磷除藻剂的制备:将10g过氧化钙、8g改性过氧化钙、6g聚合氯化铝和步骤(2)得到的载体材料混合均匀,即得到脱氮除磷除藻剂。

[0058] 对比例1

[0059] 一种除藻剂的制备方法,包括如下步骤:

[0060] (1) 改性过氧化钙的制备:将6g氯化钙加入到100g去离子水中,搅拌溶解,然后向其中加入40g,0.6mol/L的氨水和240g聚乙二醇200,搅拌混合均匀,接着向其中加入30g,25wt%的双氧水进行反应2h,待反应完成后,利用氨水调节溶液的pH为11,得到凝胶状白色沉淀,将其装入1mm的球形模具中,凝固后置于100℃电热鼓风干燥箱干燥24h,即得到改性过氧化钙;

[0061] (2) 将12g过氧化钙、6g改性过氧化钙、5g聚合氯化铝、30g高岭土、8g斜发沸石和5g蒙脱石混合均匀,即得到除藻剂。

[0062] 对比例2

[0063] 一种脱氮除磷除藻剂的制备方法,包括如下步骤:

[0064] (1) 载体材料的制备:将30g高岭土、8g斜发沸石、5g蒙脱石和0.3g好氧反硝化复合菌剂混合均匀,然后造粒,得到载体材料,其中好氧反硝化复合菌剂由假单胞菌AD-1、不动杆菌AD-5和假单胞菌Z1三种细菌等比例复配而成,每种细菌的浓度均为 $1.5 \times 10^8$ cfu/mL;

[0065] (2) 脱氮除磷除藻剂的制备:将18g过氧化钙、5g聚合氯化铝和步骤(1)得到的载体材料混合均匀,即得到脱氮除磷除藻剂。

[0066] 将实施例3和对比例1-2所制备的除藻剂进行试验,具体步骤如下:

[0067] 模拟藻华爆发水体:将处在对数生长期的铜绿微囊藻稀释到 $OD_{680} = 0.12$ ,此时叶绿素a的浓度为59ug/L,铜绿微囊藻的密度为 $5.28 \times 10^8$ cells/mL,用丁二酸钠、氯化铵与磷酸二氢钾将模拟水体中的总氮浓度调为10mg/L,总磷浓度调为1mg/L,C/N为14;

[0068] 除藻试验:取3个容器,分别加入 $1m^3$ 模拟藻华爆发水体和底泥,使得容器中泥水体积比为1:5,然后分别将实施例3和对比例1-2所制备的除藻剂投加至容器中,投加量为50g/ $m^3$ ,使用搅拌器对表层水先进行快速搅拌3min,再慢速搅拌5min,静置24h后测定藻类、总氮、总磷去除率以及投加除藻剂30天后的藻类、总氮、总磷去除率,结果如下表所示:

	24h 藻类去除率 (%)	24h 总氮去除率 (%)	24h 总磷去除率 (%)	30d 藻类去除率 (%)	30d 总氮去除率 (%)	30d 总磷去除率 (%)
[0069] 实施例 3	98.8	62.6	79.3	99.3	92.4	97.3
对比例 1	97.3	38.9	54.2	44.7	57.1	78.6
对比例 2	97.4	45.2	67.5	86.9	83.6	90.2

[0070] 从表中可以看出,本实施例所制备的脱氮除磷除藻剂具有良好的藻类应急处理效果,同时还可以去除水体中的氮磷等营养元素,有效抑制藻类的再次爆发。

[0071] 将本发明实施例3所制备的脱氮除磷除藻剂应用于现实的水体中,具体情况如下:

[0072] 湖北省天门市某湖泊,平均水深2m,水体富营养化严重,夏季时会孳生大量微藻,漂浮在水面,严重影响水体美观性,利用围堰在湖泊中隔出100m<sup>3</sup>左右水域,按照每立方米60g的加药量投加本发明实施例3所制备的脱氮除磷除藻剂,药剂投加后用船桨来回搅拌水体3次,随后静置1天,取样检测水体藻细胞数量及氮磷污染物浓度,结果表明,投加药剂24h后水体藻细胞数量从200万cells/mL左右降低至1.5万cells/mL左右,藻细胞去除率达到99.2%,1个月后藻细胞去除率仍能达到99.0%;氨氮浓度由加药前的5.48mg/L降低至3.52mg/L,1个月后则降低至0.81mg/L,氨氮去除率达到85.2%;TP浓度由加药前的0.58mg/L降低至0.22mg/L,一个月后则降低至0.02mg/L,TP去除率为96.5%,加药后1个月,氮磷等水质指标由处理前的地表水劣V类提高至III类。

[0073] 武汉市某公园水体,属于封闭水域,平均水深1.5m,仅靠地表雨水补水,周边树木较多,枯枝落叶掉入水中,导致水体COD及氮磷等污染物严重超标,在夏天时呈黑臭状态,藻类孳生,水面分布大量浮萍,水质监测结果表明,水体中COD浓度达到108mg/L,TN浓度达到10.45mg/L,TP浓度达到0.73mg/L,藻类密度超过2000cells/mL,水体DO浓度则低至0.2mg/L,水中鱼类基本死亡殆尽。

[0074] 考虑到该水域水体DO浓度较低且COD浓度较高,底泥中有机质含量丰富,将实施例3中改性过氧化钙的添加量调整为30g,同时好氧反硝化复合菌剂中加入枯草芽孢杆菌,其中假单胞菌AD-1、不动杆菌AD-5、假单胞菌Z1和枯草芽孢杆菌等比例复配,按照80g/m<sup>3</sup>的加药量投加药剂。

[0075] 1个月后,公园水体水质逐步变好,3个月后水体透明度由加药前的45cm提高至84cm,水体中COD降低至42mg/L,TN降低至1.64mg/L,TP降低至0.28mg/L,氮、磷污染物的去除率分别为84.3%、61.6%,水面基本看不到浮萍,藻细胞浓度由先前的2000万cells/mL降低至36万cells/mL,藻类去除率达到98.2%。

[0076] 最后需要说明的是:以上实施例不以任何形式限制本发明。对本领域技术人员来说,在本发明基础上,可以对其作一些修改和改进。因此,凡在不偏离本发明精神的基础上所做的任何修改或改进,均属于本发明要求保护的范围之内。