



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108585230 A  
(43)申请公布日 2018.09.28

(21)申请号 201810364021.X

(22)申请日 2018.04.23

(71)申请人 中国科学院地球化学研究所  
地址 550081 贵州省贵阳市观山湖区林城西路99号

(72)发明人 王敬富 陈敬安 余萍萍

(74)专利代理机构 贵阳春秋知识产权代理事务所(普通合伙) 52109  
代理人 杨云

(51)Int.Cl.  
C02F 7/00(2006.01)

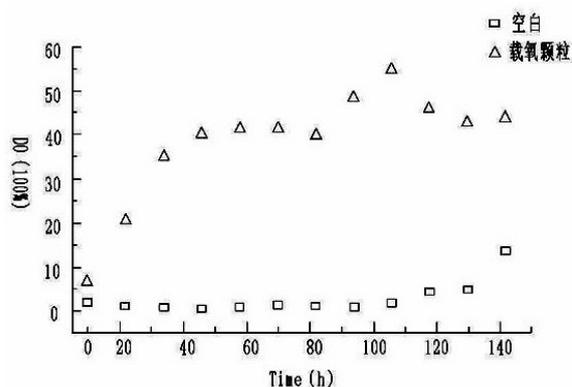
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54)发明名称

深水湖泊沉积物-水界面增氧方法

(57)摘要

本发明公开了一种深水湖泊沉积物-水界面增氧方法,属于湖泊水体治理方法;旨在提供一种增加深水湖泊泥-水界面氧含量的方法。其方法是将正己烷加热,然后加入六甲基二硅烷和矿物粉末,搅拌均匀后去除混合液,得改性矿物粉末;用正己烷清洗改性矿物粉末,然后将该改性矿物粉末转移至塑料袋中干燥;向甲醇中通入氧气至饱和,将干燥改性矿物粉末浸没于该甲醇中,按醇-水替换法用超纯水替换甲醇,得载氧矿物粉末;将所述载氧矿物粉末投放到沉积物-水界面处。采用本发明方法治理水体,沉积物-水界面的溶解氧含量在1天后显著增加,持续增氧时间可超过15天;溶解氧浓度水平可达到40%左右;是一种增加深水湖泊泥-水界面氧含量的方法。



1. 一种深水湖泊沉积物-水界面增氧方法,其特征在于方法如下:

1) 将正己烷加热至 $35 \pm 2^\circ\text{C}$ ,加入六甲基二硅烷,然后浸入粒度为 $2\mu\text{m}$ 的矿物粉末,搅拌均匀后静置10分钟,去除混合液,得改性矿物粉末;正己烷与六甲基二硅烷的体积比为10:1;

2) 用正己烷清洗改性矿物粉末2~3次,然后将该改性矿物粉末转移至塑料袋中干燥30分钟;干燥温度为 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ ;

3) 向纯度大于99.9%的甲醇中通入氧气至饱和,将干燥改性矿物粉末浸没于该甲醇中,然后按醇-水替换法用超纯水替换甲醇,得载氧矿物粉末;甲醇与超纯水的体积比为1:9;

4) 将所述载氧矿物粉末投放到沉积物-水界面处。

2. 根据权利要求1所述的深水湖泊沉积物-水界面增氧方法,其特征在于:所述矿物粉末为白云母、伊利石、黏土中的一种或几种的混合。

## 深水湖泊沉积物-水界面增氧方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种水体增氧方法,尤其涉及一种深水湖泊沉积物-水界面增氧方法;属于湖泊水体治理领域。

### 背景技术

[0002] 深水湖泊是指水体中存在明显温跃层的湖泊,其上、下层水体不易发生大规模交换。随着表层水体产生的藻类等有机质不断沉降至下层水体以及有机质降解,下层水体溶解氧含量逐步下降,从而导致深层水体处于缺氧状态。另外,由于温跃层对氧向下层水体传质过程的阻碍,下部静水层缺氧状况会进一步加剧。深水湖泊一旦形成严重缺氧环境(溶解氧 $<2\text{mg/L}$ ),就会造成“下层水体缺氧→沉积物磷等内源污染物释放增强→湖泊初级生产力提高→下层水体缺氧加剧”的正反馈效应,导致湖泊水质明显恶化。缺氧是导致水库沉积物内源磷释放的关键因素,研究建立适宜的深水增氧理论与技术对水体富营养化和内源污染治理具有重要科学价值和现实意义。

[0003] 深水增氧理论与技术研究始于上世纪40年代,至今已取得了长足发展。目前应用较多的深水增氧技术主要有四种,即人工去分层技术、气体提升技术、Speece锥形技术及气泡羽流扩散技术。

[0004] 人工去分层技术是将下层水体提升到湖泊表面,通过与大气接触完成充氧;该技术简单、经济,被大量应用于深水湖库的水体增氧。工程实践研究表明,扬水曝气技术能够有效降低表层水体藻类数量,抑制沉积物内源污染物的释放。当该技术刻意破坏或扰动自然水体的热分层结构,一定程度上改变了水域生态环境;由此引发的生态链条的调整变化有待深入研究。

[0005] 气体提升增氧技术与Speece锥形增氧技术均是将深层水体输送至固定的接触室,从而完成水体增氧。不同之处在于接触室中的水流方向:气体提升系统中富氧水体自下而上流动,经回流室输送至深水层;锥形增氧系统中富氧水体自上而下流动,通过水下曝气管流入深水层。正是上述不同之处而使得Speece锥形增氧系统中水体与气泡的接触时间和氧传质效率大幅提高,但存在造价昂贵、体型庞大、水下施工及安装十分困难等缺陷。

[0006] 气泡羽流扩散增氧技术是将气体从布满小孔的管状发射器中喷射出来形成羽流状的气水混合物,从而带动下层缺氧水体缓慢上升,到达一定高度后富氧水体下沉并向四周扩散。由于生成气泡尺寸小(微米-毫米级),羽流上升速度非常慢,保证了气泡与水体接触时间充分,提高了氧的传质效率。

[0007] 控制沉积物内源污染物释放的关键是增加沉积物-水界面的含氧量,然而现有的深水增氧技术对沉积物-水界面的增氧效果有限,缺乏对沉积物-水界面增氧的针对性。因此,未来应在深入研究深水增氧过程与机理的基础上,综合考虑沉积物-水界面增氧效果、实施便捷性、成本等因素,研发新型的沉积物-水界面增氧技术,提高对界面的增氧效率,更好地实现对沉积物内源污染物的有效控制。

## 发明内容

[0008] 针对现有技术中存在的上述缺陷,本发明旨在提供一种工艺简单方便、增氧效果好,且生态环保的深水湖泊沉积物-水界面增氧方法。

[0009] 为了实现上述目的,本发明采用以下技术方案:

1) 将正己烷加热至 $35 \pm 2^\circ\text{C}$ ,加入六甲基二硅烷(HMDS),然后浸入粒度为 $2\mu\text{m}$ 的矿物粉末,搅拌均匀后静置10分钟,去除混合液,得改性矿物粉末;正己烷与六甲基二硅烷的体积比为10:1;

2) 用正己烷清洗改性矿物粉末2~3次,然后将该改性矿物粉末转移至塑料袋中干燥30分钟;干燥温度为 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ ;

3) 向纯度大于99.9%的甲醇中通入氧气至饱和,将干燥改性矿物粉末浸没于该甲醇中,然后按醇-水替换法用超纯水替换甲醇,得载氧矿物粉末,甲醇与超纯水的体积比为1:9;

4) 将所述载氧矿物粉末投放到沉积物-水界面处。

[0010] 上述技术方案中,所述矿物粉末为白云母、伊利石、黏土中的一种或几种的混合。

[0011] 与现有技术比较,本发明由于采用了上述技术方案,选用成本低、比表面积大的天然矿物材料作为载氧基底,以正己烷和六甲基二硅烷对其进行疏水改性处理,然后再采用醇-水替换法在矿物颗粒表面生成纳米气泡;因此既可增加矿物颗粒表面的疏水性、提高矿物颗粒表面纳米气泡生成数量,又能大大降低水体治理在成本。实验证明,采用本发明方法治理水体,沉积物-水界面的溶解氧含量在1天后显著增加,持续增氧时间可超过15天;溶解氧浓度水平可达到40%左右。

[0012] 本发明方法具有工艺简单、成本低、环境风险小、传氧质效率高、增氧效果好等诸多优点。

## 附图说明

[0013] 图1是载氧矿物颗粒的显微图;

图2是水体增氧效果试验的平面光电极图;

图3是空白与投入载氧颗粒的沉积物-水界面溶解氧含量变化对比图。

## 具体实施方式

[0014] 下面结合具体的实施例和附图对本发明作进一步说明,具体步骤如下:

1) 将正己烷加热至 $35 \pm 2^\circ\text{C}$ ,然后加入六甲基二硅烷和粒度为 $2\mu\text{m}$ 的矿物粉末,搅拌均匀(大约需要30分钟)后静置10分钟,去除混合液,得改性矿物粉末;正己烷与六甲基二硅烷的体积比为10:1;

2) 用正己烷清洗改性矿物粉末2~3次,然后将该改性矿物粉末转移至塑料袋中干燥30分钟;干燥温度为 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ ;

3) 按 $300\text{mL}/\text{min}$ 的流量向纯度大于99.9%的甲醇中通入氧气30min,得氧饱和甲醇溶液;将干燥改性矿物粉末浸没于该氧饱和甲醇溶液中,静置10分钟,吸出甲醇;然后按醇-水替换法加入Milli-Q超纯水替换甲醇,得载氧矿物粉末,甲醇与超纯水的体积比为1:9;

4) 将所述载氧矿物粉末投放到沉积物-水界面处。

[0015] 上述实施例中的所述矿物粉末为白云母、伊利石、黏土中的一种或几种的混合。

[0016] 本实施例中,由于甲醇溶氧量大于超纯水,醇-水替换后矿物表面的氧因来不及释放出去而聚积在矿物颗粒表面而形成纳米气泡(图1中的孔洞是较大气泡逸出时留下的)。从图2可以看出,载氧矿物颗粒处的氧含量较高(50~70%之间),之后将不断向水体中传质,使得上覆水体中氧含量增加。从图3可以看出,未投加载氧颗粒的沉积物-水界面处溶解氧含量几乎不变(0%~2%);而投加载氧颗粒的沉积物-水界面处溶解氧含量总体呈上升趋势,约40个小时后稳定在40%左右,最大值达到55%。



图1

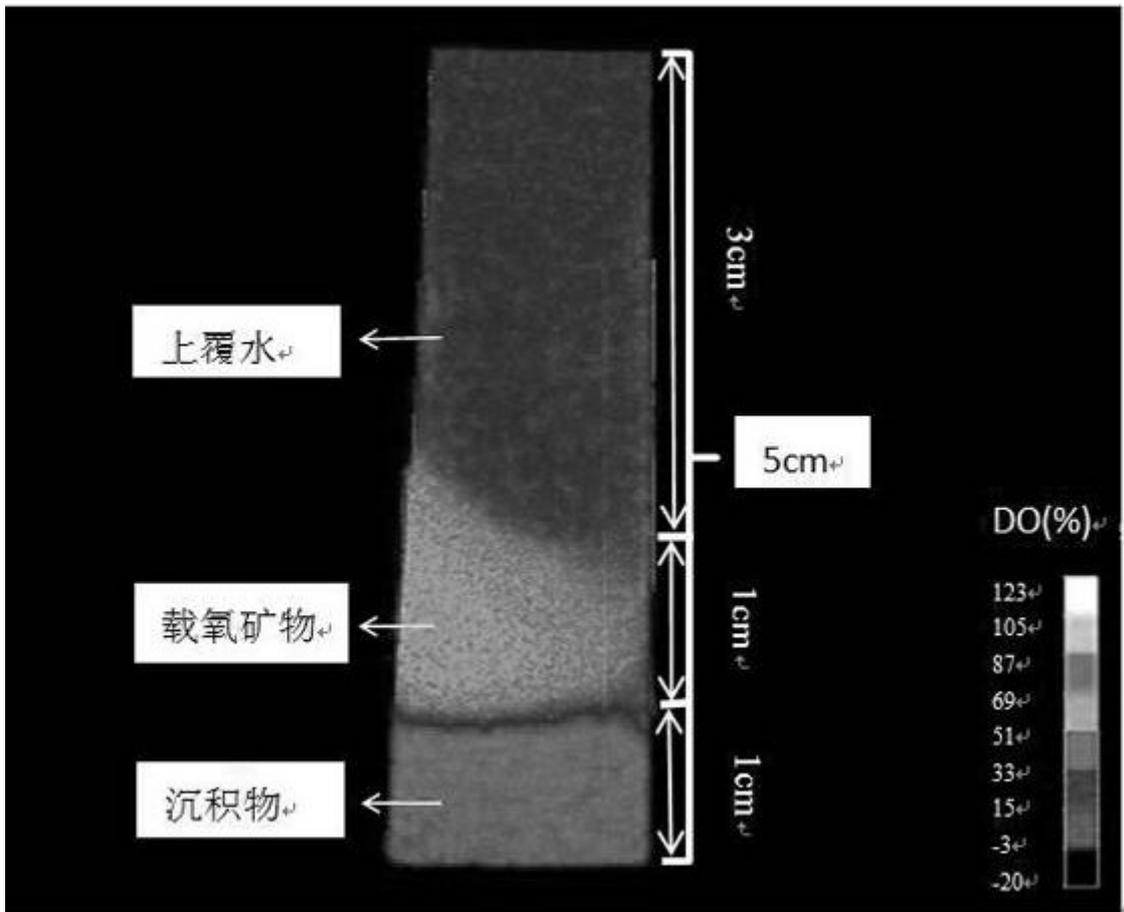


图2

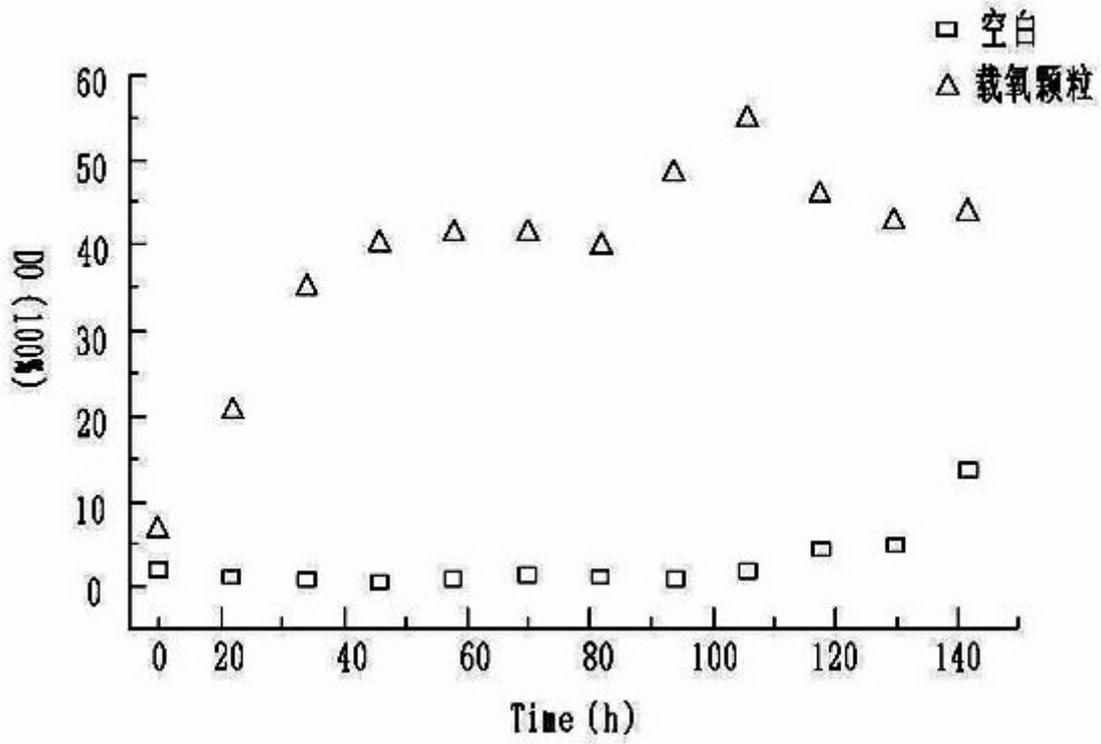


图3