



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117069270 A

(43) 申请公布日 2023. 11. 17

(21) 申请号 202311047199.9

(22) 申请日 2023.08.18

(71) 申请人 中国科学院地球化学研究所
地址 550000 贵州省贵阳市观山湖区林城西路99号

(72) 发明人 赵敏 刘再华 郎蕤 李航
贺海波 晏浩 李栋

(74) 专利代理机构 成都环泰专利代理事务所
(特殊普通合伙) 51242
专利代理师 王锡仕

(51) Int. Cl.
C02F 3/32 (2023.01)
C02F 1/28 (2023.01)
C02F 101/10 (2006.01)
C02F 101/30 (2006.01)

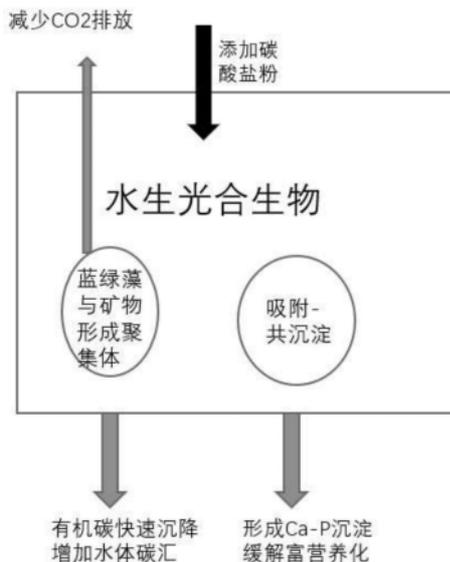
权利要求书1页 说明书4页 附图6页

(54) 发明名称

一种增加水体碳汇和缓解水体富营养化的方法

(57) 摘要

本发明公开了一种增加水体碳汇和缓解水体富营养化的方法,包括以下步骤:a、选择岩溶地区的富营养化湖泊;b、在不同水深的位置均安装沉积物捕获器和水质参数记录仪;c、监测撒入压舱矿物粉末后的水体pH、DO、EC的值,采集撒入压舱矿物粉末后的水体藻类密度、有机碳含量、叶绿素和水体主要离子;d、根据叶绿素、水体藻类密度和藻种变化情况,调整压舱矿物粉末的添加量。利用压舱矿物来增加水体碳汇量和改善水质状况,压舱矿物粉末的加入将浮游藻类与矿物粉末形成聚集体,快速下沉,减少有机碳分解,加速碳埋藏效率;同时提高DIC浓度,DIC促进水生光合生物的光合作用,增加水体碳汇量,而Ca与P的结合,也可以达到除P目的,缓解水质恶化。



1. 一种增加水体碳汇和缓解水体富营养化的方法,其特征在于,包括以下步骤:

a、选择岩溶地区具有不同溶解无机碳含量的富营养化湖泊,筛选出水体中具有具有一定数量的浮游藻类且基本水化学参数符合预设条件的湖泊作为增加水体碳汇和缓解水体富营养化的对象;

b、在不同水深的位置均安装沉积物捕获器和水质参数记录仪,监测水体pH、D₀、EC的值,采集水体藻类密度、有机碳含量、叶绿素和水体主要离子,将压舱矿物粉末撒入选定的湖泊中;

c、测定撒入压舱矿物粉末后的水体pH、D₀、EC的值,生成不同水深位置的水体pH、D₀、EC高分辨率变化图,采集样品、测定撒入压舱矿物粉末后的水体藻类密度、有机碳含量、叶绿素和水体主要离子浓度,生成沉降速率图和压舱效应的深度剖面图;

d、根据叶绿素、水体藻类密度和藻种变化情况,调整压舱矿物粉末的添加量,沉降水体中与富营养化有关的有害藻类,降低水体表面蓝绿藻的比例,促使有害藻类与所添加的压舱矿物粉末形成聚集体,增加聚集体的尺寸,使其沉降到湖泊的底部,降低有机质在水体中的滞留时间,减少有机质的降解。

2. 根据权利要求1所述的一种增加水体碳汇和缓解水体富营养化的方法,其特征在于,步骤a中,还包括以下步骤:

选择喀斯特地区不同水深的湖泊或水库,测定其藻类密度、水生光合生物群落结构、TOC、POC、叶绿素、水深和流速的基本参数,确定其富营养化情况和水生光合生物组成,判定是否达到预设定的选取条件。

3. 根据权利要求2所述的一种增加水体碳汇和缓解水体富营养化的方法,其特征在于,步骤b中,压舱矿物粉末为来自岩溶区的碳酸盐粉末。

一种增加水体碳汇和缓解水体富营养化的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及增加水体碳汇领域,特别涉及一种增加水体碳汇和缓解水体富营养化的方法。

背景技术

[0002] CO₂减排是控制温室效应的主要措施,而固碳、稳碳及调控机制则是碳循环研究的关键问题。由水循环驱动的碳酸盐风化过程隐藏着巨大的碳汇,耦联水生光合作用的碳酸盐风化碳汇模式将无机和有机相结合,DIC经生物碳泵效应(BCP)转化成为内源有机碳(AOC)并被埋藏于河流、水库湖泊以及海洋中,最终进入岩石圈成为长期碳汇。相关研究表明在低初级生产力的水域中,反而拥有的有机碳埋藏量,高于具有高初级生产力的水域。

[0003] 目前,公知的增加水体碳汇的技术为:通过提升水体DIC或是CO₂浓度,提高水体初级生产力,增加碳汇。在海洋中通过添加痕量铝显著降低了硅藻颗粒有机碳的分解速率,但是铝具有毒性,可能带来潜在的水安全风险,不适合在水体进行添加。

[0004] 目前,公知的缓解水体富营养化的技术为:主要通过控制营养盐N、P的输入和浓度,或者是通过添加符合改性黏土去除藻类和重金属,以此改善富营养化。但是,通过黏土矿物去除藻类和重金属,主要用于矿山污水的处理。因此,无论是通过控制营养盐的输入,还是添加改性黏土,其目的都相对单一,应用相对局限。

[0005] 综上,公知的技术仅能单一考虑增加水体碳汇或缓解水体富营养化,效率低、见效慢。

发明内容

[0006] 针对上述问题,有必要提出一种增加水体碳汇和缓解水体富营养化双赢的方法,通过添加压舱矿物,增加水体碳汇的同时实现缓解水体的富营养化,效率高、见效快。

[0007] 本发明提出了一种增加水体碳汇和缓解水体富营养化的方法,包括以下步骤:

[0008] a、选择岩溶地区具有不同溶解无机碳含量的富营养化湖泊,筛选出水体中具有具有一定数量的浮游藻类且基本水化学参数符合预设条件的湖泊作为增加水体碳汇和缓解水体富营养化的对象;

[0009] b、在不同水深的位置均安装沉积物捕获器和水质参数记录仪,监测水体pH、D₀、EC的值,采集水体藻类密度、有机碳含量、叶绿素和水体主要离子,将压舱矿物粉末撒入选定的湖泊中;

[0010] c、测定撒入压舱矿物粉末后的水体pH、D₀、EC的值,生成不同水深位置的水体pH、D₀、EC高分辨率变化图,采集样品、测定撒入压舱矿物粉末后的水体藻类密度、有机碳含量、叶绿素和水体主要离子浓度,生成沉降速率图和压舱效应的深度剖面图;

[0011] d、根据叶绿素、水体藻类密度和藻种变化情况,调整压舱矿物粉末的添加量,沉降水体中与富营养化有关的有害藻类,降低水体表面蓝绿藻的比例,促使有害藻类与所添加的压舱矿物粉末形成聚集体,增加聚集体的尺寸,使其沉降到湖泊的底部,降低有机质在水

体中的滞留时间,减少有机质的降解。

[0012] 在进一步的技术方案中,步骤a中,还包括以下步骤:

[0013] 选择喀斯特地区不同水深的湖泊或水库,测定其藻类密度、水生光合生物群落结构、TOC、POC、叶绿素、水深和流速的基本参数,确定其富营养化情况和水生光合生物组成,判定是否达到预设定的选取条件。

[0014] 在进一步的技术方案中,步骤b中,压舱矿物粉末为来自岩溶区的碳酸盐粉末。

[0015] 本发明的有益效果是:

[0016] 1、通过将压舱矿物粉末撒入已经富营养化的水生生态系统,蓝藻与矿物粉末聚集,快速下沉,降低分解,实现有机碳埋藏量的增加。

[0017] 2、压舱矿物具有高钙含量,有利于与水体中的P吸附共沉淀,形成Ca-P,去除水体多余的P,缓解富营养化。

[0018] 3、通过添加压舱矿物,形成了高C/N、C/P的水体环境,有利于沉水植物的生长,沉水植物生长会大量利用DIC作为碳源,又进一步增加了内源有机碳的量,从而实现碳增汇和水环境缓解。

附图说明

[0019] 图1是本发明实施例所述一种增加水体碳汇和缓解水体富营养化的方法的流程图;

[0020] 图2是本发明实施例所述一种增加水体碳汇和缓解水体富营养化的方法的详解图;

[0021] 图3是本发明实施例所述的添加压舱矿物后的水化学、有机碳及TN和TP在湖泊上段、中段、下段不同深度变化示意图;

[0022] 图4是本发明实施例中所述的添加压舱矿物后浮游藻类占比与密度在湖泊上段、中段、下段不同深度变化示意图;

[0023] 图5是本发明实施例所述的添加压舱矿物后浮游藻类种类在湖泊上段、中段、下段不同深度变化示意图;

[0024] 图6是本发明实施例所述的添加压舱矿物后浮沉积通量在湖泊上段、中段、下段不同深度变化示意图。

具体实施方式

[0025] 下面结合附图对本发明的实施例进行详细说明。

[0026] 实施例:

[0027] 如图1-6所示,一种增加水体碳汇和缓解水体富营养化的方法,包括以下步骤:

[0028] a、选择岩溶地区具有不同溶解无机碳含量的富营养化湖泊,筛选出水体中具有具有一定数量的浮游藻类且基本水化学参数符合预设条件条件的湖泊作为增加水体碳汇和缓解水体富营养化的对象;

[0029] 选择贵州省普喀斯特生态系统国家野外科学观测研究站内两个具有不同溶解无机碳含量的人工浅水湖泊荷花池和小池作为增加水体碳汇和缓解富营养化研究的对象,开展湖库压舱效应的撒碳酸盐岩粉实验。其中,荷花池中溶解的无机碳含量为0.9mmol/L,小

池中溶解的无机碳含量为3.3mmol/L。

[0030] b、在不同水深的位置均安装沉积物捕获器和水质参数记录仪,监测水体pH、D₀、EC的值,采集水体藻类密度、有机碳含量、叶绿素和水体主要离子,将压舱矿物粉末撒入选定的湖泊中;

[0031] 分别选择在20cm、50cm和100cm水深处安装沉积物捕获器和水质参数记录仪,20cm处测量的是湖泊上段水体pH、D₀、EC的值,采集水体藻类密度、有机碳含量、叶绿素和水体主要离子;50cm处测量的是湖泊中段水体pH、D₀、EC的值,采集水体藻类密度、有机碳含量、叶绿素和水体主要离子;100cm处测量的是湖泊下段水体pH、D₀、EC的值,采集水体藻类密度、有机碳含量、叶绿素和水体主要离子。

[0032] c、测定撒入压舱矿物粉末后的水体pH、D₀、EC的值,生成不同水深位置的水体pH、D₀、EC高分辨率变化图,采集样品、测定撒入压舱矿物粉末后的水体藻类密度、有机碳含量、叶绿素和水体主要离子浓度,生成沉降速率图和压舱效应的深度剖面图;

[0033] d、根据叶绿素、水体藻类密度和藻种变化情况,调整压舱矿物粉末的添加量,沉降水体中与富营养化有关的有害藻类,降低水体表面蓝绿藻的比例,促使有害藻类与所添加的压舱矿物粉末形成聚集体,增加聚集体的尺寸,使其沉降到湖泊的底部,降低有机质在水体中的滞留时间,减少有机质的降解。

[0034] 矿物的压舱效应主要表现在两个方面:

[0035] 1、将有机分子吸附并聚集成团聚体,以此降低有机物在水柱中的分解速率;

[0036] 2、增加水体中有机物的密度进而增加沉降速率,以此增加有机物的沉降效率;

[0037] 压舱效应调节了有机碳泵效率,因为成岩颗粒的压载作用增加了团聚体的下沉速度,从而增加了有机质在沉降时的呼吸水深。压舱效应不仅对于水库内源有机碳埋藏有重要影响,而且还具有缓解水库和湖泊富营养化的作用。水体的富营养化表现为以蓝藻为主的藻类结构。尽管蓝藻爆发式增长会将无机碳转化为有机碳,但是蓝藻密度低、沉降慢,绝大部分会在水柱中分解掉,同时消耗大量的溶氧,恶化水质。此时,通过增强压舱效应,增加水体中的蓝藻细胞聚集沉降,将有效降低水体表面蓝藻的密度,减少有机物在水中的分解,并增加有机碳的埋藏。

[0038] 本发明通过添加压舱矿物实现碳增汇和富营养化缓解。水生光合生物利用DIC形成内源有机碳和碳酸盐沉积,同时通过物理吸附和矿物相结合增加颗粒聚集体的密度和沉降速度来增强有机物的埋藏,实现通过压舱效应稳定岩溶碳汇的同时改善环境效应。压舱矿物可以有效吸附藻类及溶解有机碳,快速沉降降低分解,实现碳增汇;同时,压舱矿物具有高钙含量,有利于与水体中的P吸附共沉淀,形成Ca-P,去除水体多余的P,缓解富营养化。

[0039] 在进一步的技术方案中,步骤a中,还包括以下步骤:

[0040] 选择喀斯特地区不同水深的湖泊或水库,测定其藻类密度、水生光合生物群落结构、TOC、POC、叶绿素、水深和流速的基本参数,确定其富营养化情况和水生光合生物组成,判定是否达到预设定的选取条件。

[0041] 通过前期对普定水库和红枫湖水库内源有机碳埋藏通量显示,尽管红枫湖的初级生产力最高,普定水库最低,但是内源有机碳埋藏通量表现为红枫湖 $0.14 \pm 0.08 \text{ g C/m}^2/\text{d}$,普定是水库为 $0.32 \pm 0.18 \text{ g C/m}^2/\text{d}$,主要是因为普定水库进入的压舱矿物较多。为了对比压舱效应在水体碳增汇和富营养化缓解过程中影响,选取了在贵州普定试验场内两个具有

不同溶解无机碳含量的人工浅水湖泊荷花池和小池作为增加水体碳汇和缓解水体富营养化的对象,在进行撒碳酸盐岩粉前,对荷花池和小池的表层藻类密度、水生光合生物群落结构组成、TOC、POC、叶绿素、水深进行测试,荷花池主要以蓝藻和绿藻为主;小池以蓝藻、绿藻和硅藻为主,两个池子表层藻类密度分别为为 $895\text{cells}/\text{m}^2$ 和 $5622\text{cells}/\text{m}^2$;TOC含量分别为 $14.74\text{mg}/\text{L}$ 和 $12.36\text{mg}/\text{L}$;POC含量分别为 $10.96\text{mg}/\text{L}$ 和 $10.69\text{mg}/\text{L}$;叶绿素含量分别为 $5.44\text{mg}/\text{L}$ 和 $2.79\text{mg}/\text{L}$ 。初步结果表明,DIC的无机碳增汇有所增加,同时在碳酸盐岩粉添加后发现表层水的氮存在被去除的现象;在生物结构变化上,高DIC环境水体,在添加碳酸盐粉54小时后,蓝藻在表层水中的占比下降,与之对应,在底层水中的占比得到提高,这意味着至少在短期内,蓝藻型富营养化在碳酸盐岩粉添加后部分予以缓解;在有机碳沉积通量的表现上,高DIC环境的沉积通量远高于低DIC的沉积通量,并且在撒粉54小时后通量是低DIC环境的2-40倍,表明高DIC环境压舱效应明显。

[0042] 在进一步的技术方案中,步骤b中,压舱矿物粉末为来自岩溶区的碳酸盐粉末。

[0043] 本实施例中,利用压舱矿物来增加水体碳汇量和改善水质状况,压舱矿物粉末的加入将蓝绿藻这类浮游藻类与矿物粉末形成聚集体,快速下沉,减少有机碳分解,加速碳埋藏效率;同时也可以提高DIC浓度,DIC可以促进水生光合生物的光合作用,增加水体碳汇量,而Ca与P的结合,也可以达到除P目的,缓解水质恶化。

[0044] 以上所述实施例仅表达了本发明的具体实施方式,其描述较为具体和详细,但不能因此而理解为对本发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。

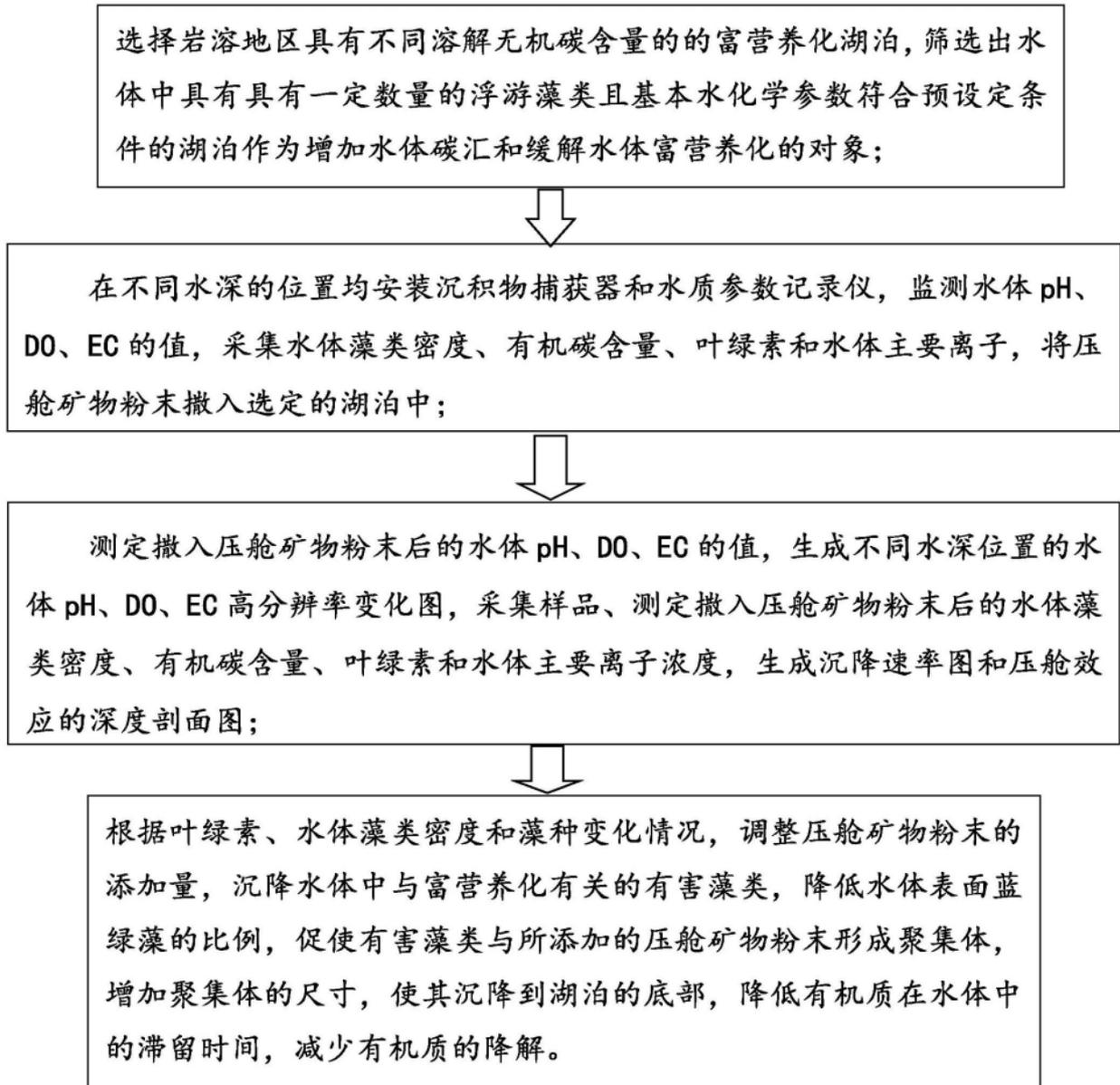


图1

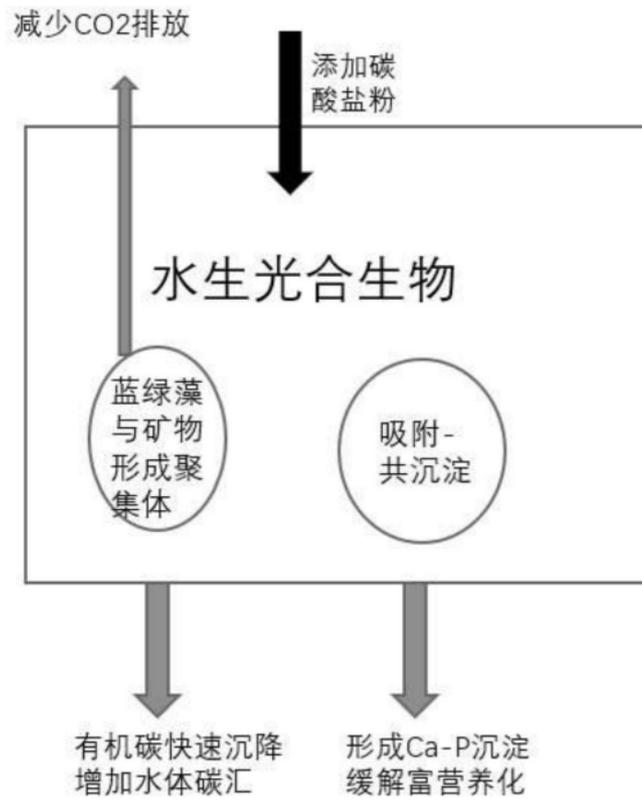


图2

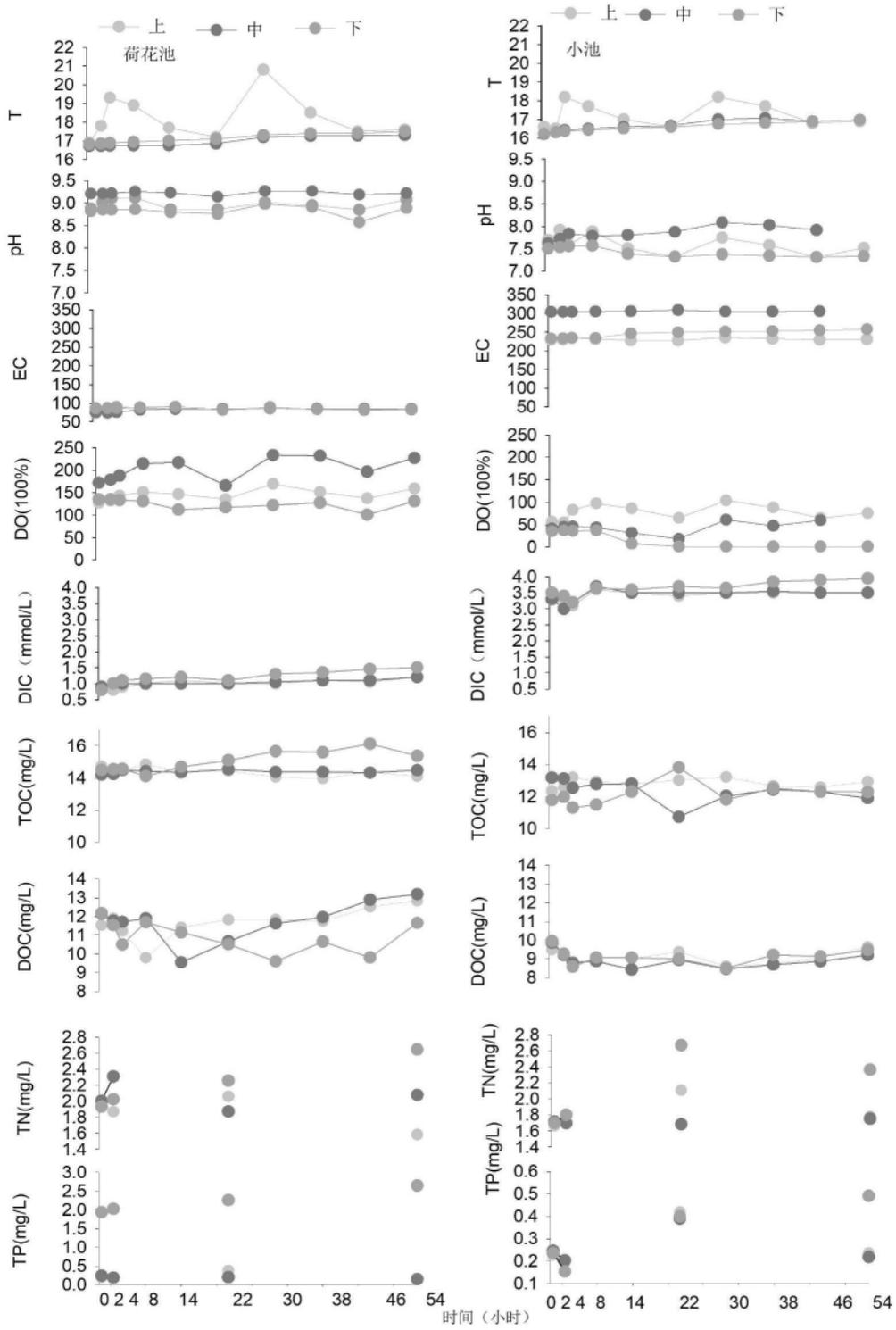


图3

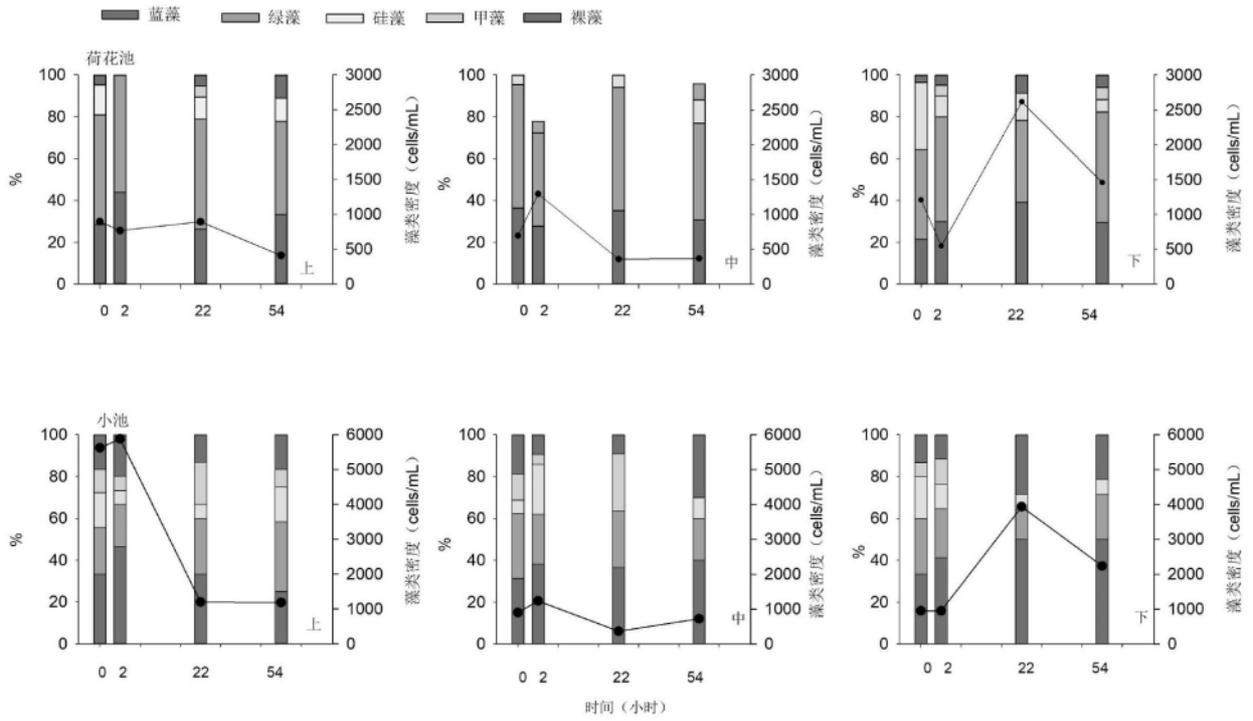


图4

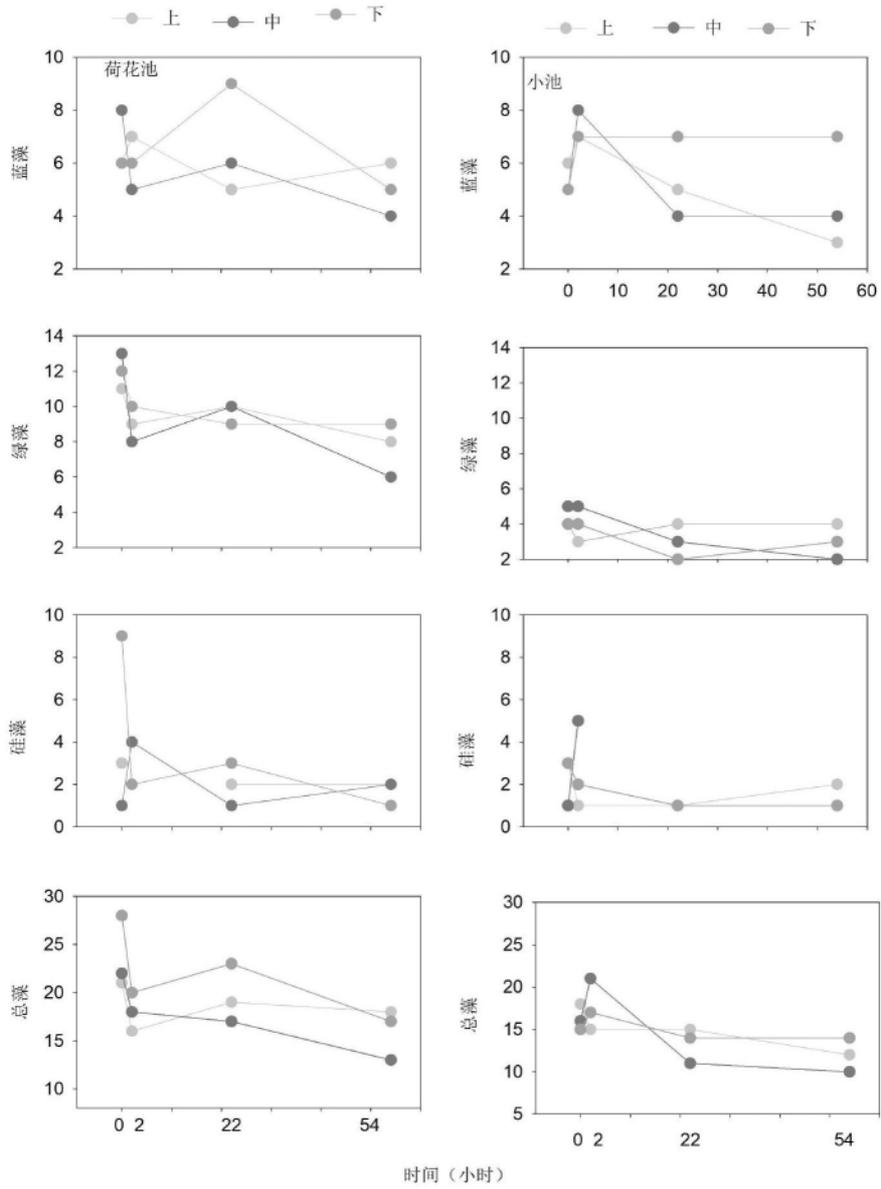


图5

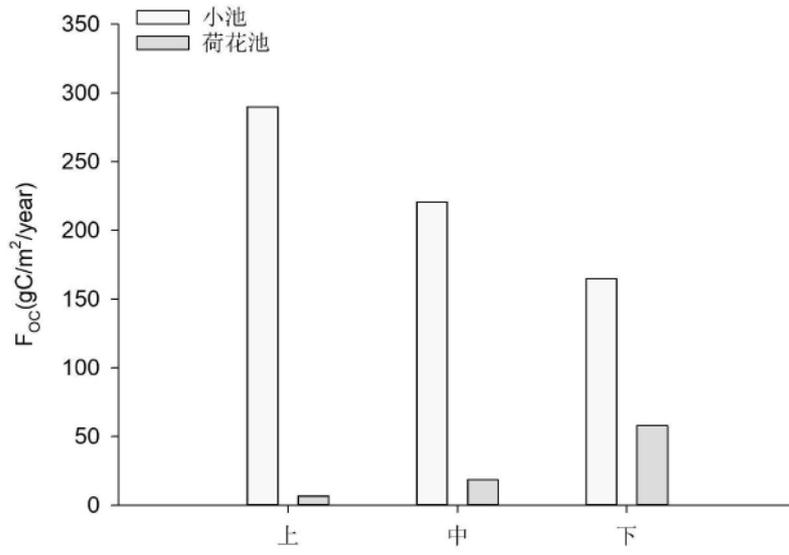


图6