

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020 年 7 月 30 日 (30.07.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/151656 A1

- (51) 国际专利分类号:
C02F 1/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2020/073197
- (22) 国际申请日: 2020 年 1 月 20 日 (20.01.2020)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
62/796,063 2019年1月23日 (23.01.2019) US
- (71) 申请人: 香港理工大学 (THE HONG KONG POLYTECHNIC UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国香港特别行政区九龙区红磡, Hong Kong (CN)。
- (72) 发明人: 卢俊立 (LO, Chun Lap Samuel); 中国香港特别行政区香港红磡理工大学应用生物及化学科技学系, Hong Kong (CN)。 容家富 (YUNG, Ka

Fu); 中国香港特别行政区香港红磡理工大学应用生物及化学科技学系, Hong Kong (CN)。 谢沛锦 (TSE, Pui Kam); 中国香港特别行政区香港红磡理工大学应用生物及化学科技学系, Hong Kong (CN)。 黄永德 (WONG, Wing Tak); 中国香港特别行政区香港红磡理工大学应用生物及化学科技学系, Hong Kong (CN)。 郑家伟 (CHENG, Ka Wai Eric); 中国香港特别行政区香港红磡理工大学电机工程学系, Hong Kong (CN)。

(74) 代理人: 北京世峰知识产权代理有限公司 (BEIJING PAT SF INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO. LTD); 中国北京市海淀区北太平庄路 18 号城建大厦 11 层 A1110-11, Beijing 100088 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,

(54) **Title:** MOVABLE ALGAE REMOVAL DEVICE FOR FRESH WATER AND MARINE ENVIRONMENTS

(54) 发明名称: 用于淡水和海洋环境的可移动除藻装置

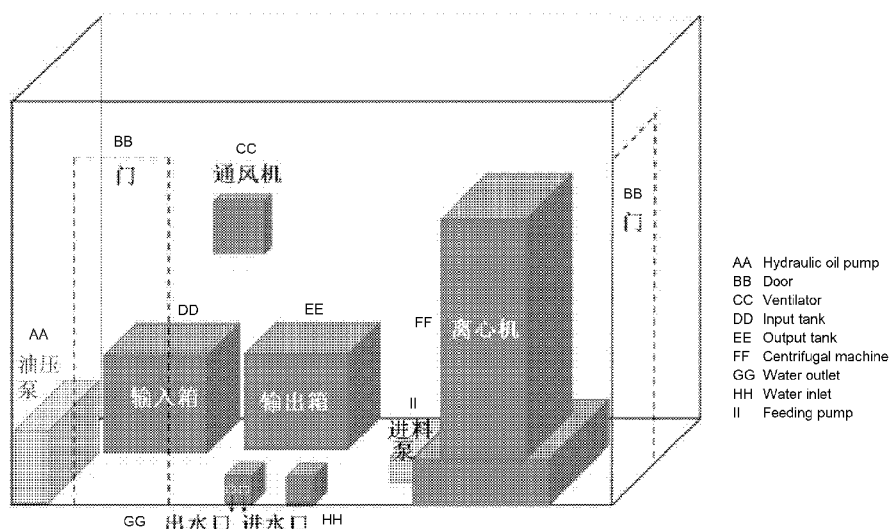


图2B

(57) **Abstract:** Disclosed is a movable water purification device, comprising a high-capacity and high-throughput (HCHT) centrifugal machine, a movable carrier, a first pump, an input tank, a second pump, an output tank and a third pump. The movable water purification device can specifically be used for removing algae in water; and the HCHT centrifugal machine has helical blades and does not damage the cell walls of algae during operation, cells remain substantially intact without any leakage of the cytoplasm in algal blooms, and the intact algae obtained by means of centrifugation have a great application value. The device can effectively remove algae in water, and since the cells of algal blooms are not damaged and the cytoplasm does not leak out, the pH value of the water does not change, the release of a large amount of chlorophyll and carotene does not occur, and the ecological environment of the water is not affected.



BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

(57) 摘要: 一种可移动的水体净化装置, 其包括高容量高通量(HCCT)离心机、可移动载体、第一泵、输入箱、第二泵、输出箱和第三泵。该可移动水体净化装置尤其可用于清除水体中的藻类, 并且HCCT离心机具有螺旋叶片, 在操作过程中不会破坏藻类的细胞壁, 基本上细胞会完好无缺、藻华内的细胞质不会漏出、离心获得的完整藻类具有极大的应用价值。该装置可有效清除水体中的藻类, 因藻华细胞没有受损, 细胞质没有溢出, 所以不会改变水体的pH值, 不会释放大量的叶绿素及胡萝卜素、也不会影响水体的生态环境。

用于淡水和海洋环境的可移动除藻装置

相关申请的引用

本发明要求 2019 年 1 月 23 日提交的、发明名称为“用于从含有藻类的水体中净化水的可移动系统和方法”的美国临时申请第 62/796,063 号的优先权，其全部内容通过引用并入本文。

技术领域

本发明涉及一种可移动水体净化装置，尤其是一种可移动除藻装置。具体而言，本发明涉及一种能够从含藻华水体中除去藻类同时回收藻类的可移动除藻装置。本发明还涉及一种净化水体的方法，尤其是一种从含藻华水体中除藻的方法。进一步地，本发明还涉及加工回收藻类的方法以及由此产生的产品。

背景技术

随着水体富营养化问题的日益严重，水体中的藻类过度繁殖，致使藻类水华频繁爆发。自 1985 年至今，全球有多于五千宗大型有害藻类爆发(赤潮) (OBIS: <http://www.iobis.org>；及 HAEDAT: <http://haedat.iode.org>)。有害藻类爆发时，不仅会覆盖水面，影响水体景观，妨碍水中植物的光合作用，还会将细胞内的藻毒素释放到中水，当中可以包括 ASP(失忆性贝毒)、PSP(麻痹性贝毒)、DSP(腹泻性贝毒)、CFP(肌肉毒鱼类毒素或雪卡毒)、NSP(神经性贝类中毒)、AZP(旋酸贝毒)、微囊藻毒素(Microcystin)等。此等有害藻类及毒素，毒害水中的生物，破坏水生生态系统，可引致大量水中生物死亡。据 WHOI 有记录以来至 2015 年，除两极地、南美洲及非洲以外，全球海岸都曾有因大型有害藻类爆发而引致的大量鱼类死亡事件

(WHOI: <https://www.whoi.edu/website/redtide/regions/world-distribution/>)。此等事件，说明有害藻类爆发对整个生态环境和人类健康的影响。由此造成的累积经济损失更在千佰亿以上。因此，藻类水华污染及大型爆发是当今中国乃至全世界面临的重大环境污染问题。

虽然当前已有许多研究致力于水体富营养化的防治，但藻华爆发，尤其是绿潮的发生，仍呈增长的趋势。当藻华爆发时，应尽快采取措施将藻类从水中除去。现有技术中采用的除藻方法主要包括七种：(1) **常规过滤除藻法**，但此方法需要消耗大量人力且效率极低；(2) **黏土除藻法**，现有技术已经对黏土颗粒的化学结构作了改进以提高其吸附藻类的能力，当藻类与黏土颗粒结合后便会随之沉到水底，由此实现对水体的净化；但是，藻类死亡后，大量藻类分解产物便被释放到水体中，不可避免地会对水体环境产生不利影响；(3) **稀释过氧化氢(H_2O_2)除藻法**，这同样也会造成藻类的大量死亡进而将其分解产物释放到水体中，而且，过量的 H_2O_2 可能会随着水流流入下游水域并最终进入到海洋中，从而影响海洋的生态环境；(4) **流体动力分离法**，因应污染水体中各种物质，因重量不同在水中流速不同而作出分离，但成效不大、亦只曾在实验室中进行测试；(5) **气浮除藻法**；(6) **电凝聚技术**；(7) **其它化学(例如氯、臭氧、高锰酸钾)除藻法或生物除藻法**也被用来除藻。但总括现有的除藻方法均存在效率低下或二次污染等问题，因而不能满足当前的除藻需求。

因此，亟需一种能够有效从水体中除去藻类而又不会引致二次污染的装置。理想地是，该装置不仅能够有效除藻，而且还是可移动的，从而可以根据需要在不同水域进行除藻作业；另外，将藻类回收再利用也是令人期望的。

发明内容

为了解决现有技术中存在的问题，本发明提供了一种可移动的水体净化装置(尤其是一种可移动除藻装置)、其净化水体或除藻的方法、回收和加工藻类生物质的方法以及由此产生的产品。

本发明的第一方面提供一种可移动水体净化装置，其包括：

(1) 可移动载体，其被配置成负载离心机和/或将所述离心机运输到指定地点；(2) 离心机，其与所述可移动载体可拆卸地连接并被配置成分离水体中的污染物(例如藻类)，其中所述离心机具有螺旋叶片；(3) 至少一个(例如 1、2、3、4、5、6、7、8、9 或更多个)第一泵，其与所述离心机流体连通并被配置成抽吸含有污染物(例如藻类)的水体；(4) 输入箱，其与所述离心机流体连通，并被配置成接收来自所述第一泵的物料；(5) 第二泵，其与所述离心机和输入箱流体连通并被配置成将所述输入箱中的物料泵送到所述离心机中；(6) 输出箱，其与所述离心机流体连通，并被配置成接收来自所述离心机的水体(即，除去污染物例如藻类后的水体)；以及(7) 第三泵，其与所述输出箱流体连通并设置在所述输出箱内，且被配置成将所述输出箱中的水体排出。

在一些实施方案中，所述螺旋叶片通过接合件连结到离心机的转筒上；优选地，所述接合件是铰链，其中通过所述铰链的摆动可以容易地释放离心机分离的沉淀物。在一些实施方案中，所述螺旋叶片是直立式 96-108 片双层螺旋型叶片。相比于传统的横向摇摆向外型离心机的操作，本发明的直立式 96-108 片螺旋型叶片能够更快地使离心机中的物料团粒化，并且透过快速转动的邻接螺旋型叶片，藻类分离团粒能快速沉降在离心机底部的收集箱中；而且，所述弯曲叶片会产生较小的剪切力，因此在收集藻类的过程中不会撕破藻类的细胞壁。在一些实施方案中，所述离心机是高容量高通量(HCHT)离心机，例如可从 Evodos (荷兰)商购的 Evodos T-25 HCHT 离心机、由 Evodos 生产的其它高级型号的 HCHT 离心机或其它品牌的 HCHT 离心机。在一些实施方案中，所述离心机大约以 4000 L/小时的速率运行。

在一些实施方案中，本发明的可移动水体净化装置还包括金属集装箱，其与所述可移动载体可拆卸地连接并被配置成负载在所述可移动载体上和/或被所述可移动载体运输到指定地点，其中所述离心机、第二泵、输入箱、输出箱以及第三泵设置在所述金属集装箱内。

在一些实施方案中，本发明的可移动水体净化装置还包括至少一个(例

如 1、2、3、4、5、6、7、8、9 或更多个)第四泵，其中所述第四泵与所述所述输出箱流体连通，其被配置成将所述输出箱中的水体排出到原先的水域中。在一些实施方案中，所述第四泵与第三泵的输出喉管直接连接，从而接力将输出箱中的水体排回到原先的水体中。在存在多个第四泵的情况下，所述泵之间通过泵的喉管相互连接。然而，在第三泵(即输出箱)离原先水体不远的情况下，所述第四泵不是必需的。

在一些实施方案中，本发明的可移动水体净化装置还包括至少一个(例如 1、2、3、4、5、6、7、8、9 或更多个)中间排出箱，其与所述输出箱流体连通并被配置成接收(由所述第三泵泵送的)来自所述输出箱的水体，在这样的情况下，所述第四泵设置在中间排出箱中并被配置成将中间排出箱中的水体排出到原先的水体中。在一些实施方案中，所述中间排出箱设置在所述金属集装箱外面，并且通过所述第三泵的喉管与所述输出箱流体连通。本发明的第四泵和/或中间排出箱的数目可以根据第三泵与原先水体的距离及各泵的输出功率而变化，本领域技术人员能够确定其合适的数目。

在一些实施方案中，本发明的可移动水体净化装置还包括至少一个(例如 1、2、3、4、5、6、7、8、9 或更多个)存储箱，所述存储箱与所述输入箱流体连通，其被配置成接收从所述第一泵泵送的物料以及将接收的物料输送到所述输入箱中；可选地，通过设置在所述存储箱中的另外的泵将存储箱中的物料泵送到所述输入箱中。在进一步的实施方案中，本发明的可移动水体净化装置还包括至少一个(例如 1、2、3、4、5、6、7、8、9 或更多个)浮体(例如筏、木排、艇等)，其中所述浮体与所述至少一个第一泵连接，从而帮助将所述第一泵放置在指定位置。

在一些实施方案中，本发明的可移动水体净化装置还包括第一水位计，所述第一水位计与所述输入箱连接并被配置成监测所述输入箱中的水位。可选地，所述可移动水体净化装置还包括第一 pH 计和/或第一温度计，所述第一 pH 计和/或第一温度计与所述输入箱连接并被配置成监测所述输入箱中的 pH 值和/或温度。

在一些实施方案中，本发明的可移动水体净化装置还包括第二水位计，所述第二水位计与所述输出箱连接并被配置成监测所述输出箱中的水位。

可选地，所述可移动水体净化装置还包括第二 pH 计和/或第二温度计，所述第二 pH 计和/或第二温度计与所述输出箱连接并被配置成监测所述输出箱中的 pH 值和/或温度。

在一些实施方案中，所述输出箱中的水体通过所述第三泵被直接排出到原先的水体中。可选地，通过设置在所述输出箱中的第三泵以及与所述第三泵流体连通的一个或多个第四泵将所述输出箱中的水排放到原先的水体中。

在一些实施方案中，本发明的可移动水体净化装置还包括收集单元，所述收集单元与所述离心机连接并被配置成收集从所述离心机释放的沉淀物，从而收集的沉淀物(例如藻类生物质)可用于进一步的加工应用。

在一些实施方案中，本发明的可移动水体净化装置还包括油压泵，其被配置成向所述离心机提供压缩空气，从而使所述离心机运行。优选地，所述油压泵设置在所述金属集装箱内。

在一些实施方案中，本发明的可移动水体净化装置还包括至少一个空气冷却单元，用于调节所述金属集装箱内的温度，优选地，所述金属集装箱内的温度被控制在合适的范围内，例如室温，例如 10°C 至 45°C 的温度。优选地，所述空气冷却单元是空调。在一些实施方案中，所述可移动水体净化装置还包括至少一个通风机，其设置在所述金属集装箱内。

在一些实施方案中，本发明所述的可移动载体包括但不限于：机动车，例如卡车(例如油罐卡车)或货车(例如中型货车、重型货车)、起重机(例如吊车)；船，例如货船；飞机；或其任意组合。

在进一步的实施方案中，本发明的可移动水体净化装置还包括避震单元，其中所述避震单元与所述可移动载体连接，优选所述可移动载体是船。

在一些实施方案中，所述污染物包括但不限于生活在淡水或海洋中的藻类，包括但不限于蓝藻、硅藻、绿藻、隐藻、裸藻、金藻、甲藻、各种藻华或其任意组合。

在一些实施方案中，本发明的可移动水体净化装置还包括用于为所述离心机供电的电源，优选地，所述电源提供约 380-480V 的电压、50-60Hz

及 32A 的电流。可选地，所述电源是铅酸电池或太阳能电源。在一些实施方案中，通过可移动柴油发电机提供电源。在一些实施方案中，所述电源负载在所述可移动载体上。在一些实施方案中，所述电源负载在另外的可移动载体(例如小型厢式货车)上，从而可以在不需用电的夜间返回到工厂充电。

因此，在另一些实施方案中，本发明的可移动水体净化装置还包括另外的可移动载体，其被配置成用于负载电源。

在一些实施方案中，本发明的可移动水体净化装置还包括至少一个固定单元，用于将所述金属集装箱固定在指定的位置，从而避免受到恶劣气候例如台风的影响。

在一些实施方案中，所述可移动水体净化装置还包括设置在所述金属集装箱上的至少一个进水口和出水口。在一些实施方案中，所述可移动水体净化装置的各个部件和/或单元之间通过管道连接。

在优选的实施方案中，本发明的可移动水体净化装置是一种可移动除藻装置，其用于清除水体(例如包括淡水和海水)中的各种藻类。

本发明的第二方面提供了一种净化水体的方法，所述方法包括利用本发明第一方面所述的可移动水体净化装置来净化水体。优选地，所述方法用于去除水体中的藻类、收集藻类、以及将经过净化的水释放回原先的水体中。

本发明的第二方面还提供了一种除藻的方法，所述方法包括利用本发明第一方面所述的可移动水体净化装置来除去水体中的藻类。

本发明的第二方面还提供了一种收藻类生物质的方法，所述方法包括利用本发明第一方面所述的可移动水体净化装置来回收水体中的藻类生物质，以便用于进一步的加工利用。

本发明的第三方面提供了一种由藻类生物质生产生物柴油的方法，所述藻类生物质通过本发明第一方面所述的可移动水体净化装置获得，或利用本发明第二方面所述的方法获得，所述方法包括利用有机溶剂萃取收集的藻类的粗藻油；以及将所述粗藻油与甲醇混合并利用多相催化剂对所述

混合物进行催化加工，从而获得甘油和生物质柴油。

本发明的第四方面提供了一种利用藻类生物质制备的产品，其中所述藻类生物质通过本发明第一方面所述的可移动水体净化装置获得，或利用本发明第二方面所述的方法获得，所述产品包括但不限于甘油、生物质柴油、鱼类饲料、防晒霜、各种生物质聚合物及建筑物料等。进一步地，因其富含藻类 Omega-3，还可将收集的藻类生物质加工成各种保健品。

本发明的装置和方法能够有效净化水体，清除水中的藻类。而且，本发明的装置具有可移动性，因而可以根据需要灵活性地应用于不同的水域。进一步地，本发明的装置在清除藻类的过程中不会破坏藻类的细胞壁，因而通过离心收集得到的藻类具有极大的应用价值。更为重要的是，本发明的装置和方法是环境友好型的，不会危害水中的其它生物体，不会改变水体的 pH 值，也不会破坏水体的生态环境，因而具有极为广阔的应用前景。

通过阅读随后的描述，本发明的其它方面和优点对于本领域技术人员而言将是显而易见的。

附图说明

通过以下对本发明的描述，结合附图，本发明的上述目的和特征以及其它目的和特征将变得显而易见，在所述附图中：

图 1A 示出根据本发明一个实施方案的离心机的螺旋叶片；图 1B 示出离心机内双层具体叶片的设置；图 1C 示出螺旋叶片(右边)在工作过程中比传统的横向向外摇摆的离心管设计(左边)能聚集更多沉淀物；图 1D 示出螺旋叶片通过铰链与转筒连结，而通过铰链的摆动，藻类沉淀物能轻易从螺旋叶片分离，从而向下流入离心机底部的收集箱中。

图 2A 显示离心机以及部分其它部件在金属集装箱内的设置的鸟瞰图；图 2B 显示离心机以及部分其它部件在金属集装箱内的设置的侧面图，其中进料泵即本发明所述的第二泵，油压泵用于向离心机中打入压缩空气，从而帮助离心机运行；图 2C 显示设置在集装箱内的输入箱和输出箱(内藏第三泵)；图 2D 显示位于离心机后面的泵(即第二泵)，用于将含藻类的水

泵送到离心机中。

图 3A 示出装配好的集装箱,其放置在工作地点处;图 3B 示出了工作中的图 3A 的集装箱。

图 4A-E 显示本发明的装置在除藻过程中的部分工作流程。图 4A:含有藻类的水被泵送到离心机中;图 4B:除去外壳后的离心机的内视图;图 4C:除去保护套后转筒的内视图;图 4D:转筒内的螺旋叶片,其能旋转从而收集藻类;图 4E:在运行结束时收集的藻类生物质被释放到底部的收集箱中。

图 5A 显示用于抽吸水体中的藻类的油压泵(即第一泵);图 5B 显示在水中工作的泵(即第一泵,白色圆圈所示)。

图 6 显示净化处理前和净化处理后水体样本的 pH [蓝色竖线条(每一日期对应的左边线条)和红色竖线条(右边线条)]和温度变化(上方的曲线)。

图 7 显示在一定时间段内从水体中获得的样本中的细胞计数。

图 8 显示在一定时间段内从水体中获得的样本中的水藻生物质干重。

图 9 显示在一定时间段内从水体中获得的样本中的细胞计数(圆点曲线)、水藻生物质干重(叉号曲线)以及净化处理前(三角形曲线)和后(菱形曲线)的 pH 值。

图 10 显示净化处理前(上方曲线)和净化处理后(下方曲线)的水体样本的化学需氧量。

图 11 显示净化处理前(上方曲线)和净化处理后(下方曲线)的水体样本中的叶绿素 a 值。

图 12 显示净化处理前(上方曲线)和净化处理后(下方曲线)的水体样本中的类胡萝卜素含量。

图 13A 显示离心之前的含藻水体样本;图 13B 左边的管显示含有 $5 \times 10^5/\text{ml}$ 的藻类的样本,中间的管显示净化后的样本;右边的管显示净化后收集到的藻类生物质;图 13C 显示离心机运行 4 小时后,收集到约两升藻类生物质。

图 14A 显示离心之前的含藻水体样本的显微镜检查结果;图 14B 显示离心之后的样本的显微镜检查结果,证明各种藻类已被清除。

具体实施方案

本发明的范围不限于本文所述的任何具体实施方案。提供以下实施例仅用于举例说明。

在一些实施方案中,本发明的离心机采用螺旋叶片技术,使得离心机在离心过程中产生较小的剪切力,不会破坏藻细胞的细胞壁,从而能够将完整的藻细胞(作为生物物质)从含藻的水体中去除。而且,相比传统横向向外摇摆的非螺旋叶片离心设计,螺旋状的弯曲叶片及双层 96-108 片螺旋状的弯曲叶片设计,会大大缩短藻类细胞的沉降距离,可以更好更多地沉淀藻类。在一些实施方案中,本发明的离心机内安装有多个螺旋叶片,这会使沉降距离降至 5-7mm,从而显著提高分离效率。而且,在例如 4500G 离心力下运行离心机时,可以分离低至 1 微米的颗粒。颗粒在转筒中随着离心而团粒化和积聚,并最终被释放到离心机外面。在一些实施方案中,本发明的离心机是工业级离心机,即 Evodos T-25 HCHT 离心机,其每小时可处理 4000L 含藻水体。在一些实施方案中,螺旋叶片通过铰链连结在转筒上,从而在铰链移动的时候可以将离心机中的沉淀物容易地释放出来(图 1D)。

在一些实施方案中,本发明的离心机被安装到金属集装箱(例如 20 英尺)中,从而可以在需要的时候将其运输到不同的地点。除此之外,所述金属集装箱还包括以下组件中的一种或多种:输入箱、输出箱、一个或多个(例如 1、2、3、4 或更多个)泵、输入管道、输出管道、各种传感器(例如水位传感器)、pH 计、温度计、电源;以及其它必要的组件。因此,本发明也涉及一种用于水体净化,尤其是藻类清除的金属集装箱,例如如图 2A-B 所示的集装箱。本发明经装配的集装箱(包括上述各种必要组件)是经过欧洲当局认证的(带有 CE 标志,符合欧盟的健康、安全和环保标准)。

在一些实施方案中,本发明的离心机需要使用 380-480V,频率为 50-60Hz 及 32A 的三相电源。在一些实施方案中,可以通过太阳能提供电

源。在一些实施方案中，所述电源为电池，例如铅酸电池。优选地，通过卡车、货车、驳船或趸船现场提供电力。本领域技术人员需要注意的是，自然环境中的藻类通常只有在有阳光的情况下才会靠近水面，因此，通常在白天光线充足时进行除藻作业，而晚上可以在现场外为电池充电。

在使用时，首先通过第一泵将含藻类的水体抽吸到输入箱或存储箱中，然后再将其泵送到 HCHT 离心机中，此时，启动离心机，螺旋叶片在旋转时会将藻类沉淀在离心机的底部而不会破坏藻类的细胞壁，离心过程中产生的流出物(即，水)通过离心力的作用进入到输出箱中，最后从输出箱中被直接或间接排放到原先的水域中；离心结束时，可以收集藻类生物质。在一些实施方案中，利用浮体(例如筏)将第一泵放置在水体中。在一些实施方案中，通过水位计监控输入箱和输出箱中的水位，当水位低于预设水平时，则第二泵将自动停止泵送物料至离心机。在一些实施方案中，还在输入箱和输出箱上配置温度计和 pH 计，以比较离心处理前后的水体样本的温度和 pH 值。

在一些实施方案中，本发明所述的“污染物”是指不期望出现在水体中或者不期望以过多的量出现在水体中的生物质，尤其是藻类，例如蓝藻、硅藻、绿藻、隐藻、裸藻、金藻、甲藻、各种藻华或其任意组合。

在一些实施方案中，除非另外说明，否则本发明所述的“水体”包括但不限于海水和淡水，例如海洋、湖泊、河流、池塘等任何水域中的水，尤其是含有藻类(特别是藻华)的水。

在一些实施方案中，本发明所述的“指定地点”是指需要进行水净化处理(例如除藻)的水域或水体，例如爆发大型有害赤潮的水域。

在一些实施方案中，本发明所述的“原先的水体”或“原先的水域”是指第一泵在其中抽吸含藻水体的水体或水域，也就是放置所述第一泵的水体或水域。

在整个说明书和权利要求书中，除非上下文另有要求，否则术语“包括”或“包含”、“含有”将被理解为暗示包括所述元素、组分或特征或所述元素、组分或特征的组，但是不排除任何其它元素、组分或特征或元素、

组分或特征的组。

除非另有定义，否则本文使用的所有其它技术术语具有与本发明所属领域的普通技术人员通常理解的含义相同的含义。

实施例 1：金属集装箱的装配

委托 Evodos 公司在金属集装箱内进行离心机、电力系统、泵、传感器、各个其它组件的安装，并获得了欧洲当局 CE 的认证。

整个安装过程于 2017 年 4 月完成，并于 2017 年 5 月交付申请人。集装箱内的具体配置见图 2A-C。

在香港水务署(WSD)的大力支持下，装配好的金属集装箱被允许放置在船湾淡水湖(Plover Cove Reservoir)抽水站的主楼旁(图 3A-B)。这里是禁区，本发明装置的操作不会受到公众的干扰，而且还可获得抽水站提供的三相电力供应。

实施例 2：可移动除藻装置的运行

将潜水泵通过管道连接到实施例 1 的金属集装箱。自 2017 年 7 月起开始运行该装置。具体而言，自 2017 年 7 月 13 日起，每 2-3 天 1 次运行整个装置，直至 2017 年 8 月下旬。此后，由于台风的袭击，暂停运行约 7-10 天。从 2017 年 9 月开始到 2017 年 10 月中旬，继续每周至少 1 次运行装置，从而有助于在藻类密度不高的情况下了解本发明的装置的性能(图 4A-E 以及图 5A-B)。在离心机运作期间，通过水位计监控输入箱和输出箱中的水位，当水位低于预设水平时，则泵将自动停止泵送物料。

实施例 3：可移动除藻装置的性能分析

方法

(a)通过 pH 计(Extech Instruments, SDL100)现场测量(离心处理前后的水体样本的)pH；利用温度计测量温度；并测量每天收集到的藻类生物质干重。

(b)细胞计数：通过流式细胞仪(BD Accuri C6 流式细胞仪)测量离心处

理前后的水体样本中的微生物。为了进行颗粒计数，将 100 μ l 样本以每分钟 14 μ l 的流速注入细胞仪。记录总计数。在计算离心处理前后的水体样本中的颗粒数之前，制备背景读数样本。在这方面，将处理前水体样本以 13,000 rpm 的转速离心 2 分钟(Boeco, M-24)，以使所有“较大”尺寸的微生物(包括所有藻类和大多数常规尺寸的细菌)团粒化。极小尺寸的细菌和病毒可能残留在上清液中，因此将上清液的“计数”计为背景计数。处理前后水体样本的计数都减去背景计数，即得到大于常规尺寸细菌的所有颗粒的计数。

(c)化学需氧量(COD): 通过密闭回流比色法测定化学需氧量。简言之，将 2ml 样本添加到 COD 消解瓶中(Hach, 用于 COD 3-150mg/L 范围的消解液)。小心地混合混合物，并在 150 $^{\circ}$ C 加热 120 分钟。之后，将样本缓慢冷却至室温，以避免形成沉淀。然后将小瓶中的内容物混合，与冷凝水合并。沉降悬浮物并测量 420nm 处的吸收。邻苯二甲酸氢钾用作标准品。

(d)叶绿素-a 和类胡萝卜素测量：简言之，通过在 13,000 rpm 离心 10 分钟(Boeco, M-24)来收集 100 ml 样本。丢弃上清液。加入 1 ml 预冷的(4 $^{\circ}$ C)甲醇。然后通移液管轻轻吹吸使样本均质化。之后，用铝箔覆盖样本并在 4 $^{\circ}$ C 孵育 20 分钟，以从细胞中提取色素。接下来，将样本离心(13,000 rpm, 4 $^{\circ}$ C, 10 分钟)，保留上清液。使用甲醇作为空白对照，在 470nm、665nm 和 720nm 处测量吸光度。根据以下公式计算叶绿素 a 和类胡萝卜素的浓度：
叶绿素 a [μ g/ml]= 12.9447(A665-A720) (Ritchie, 2006); 和
类胡萝卜素 [μ g/ml]= [1000(A420-A720)-2.86(叶绿素 a [μ g/ml])]/221 (Wellburn, 1994)。

总体而言，HCHT 离心机从含藻水体样本中收集了大量生物质。离心处理后的水体样本中未检测到叶绿素-a，显微镜检查也未发现任何藻类，这意味着所有携带叶绿素-a 的生物质(主要是藻类)都通过 HCHT 离心机被捕获(图 11、13A-C、14A-B)。同样，在处理后的水体样本中也未检测到类胡萝卜素(图 12)。这些结果还表明具有螺旋叶片的 HCHT 离心机产生的离心力(包括剪切力)足够温和，不会在离心和收获过程中破坏藻类细胞壁。此外，净化处理前后的水体样本的 pH 值基本一致，但温度变化在 25-35 $^{\circ}$ C

之间(图 6)。而且,净化后的 COD 值始终低于或至多等于净化前的 COD 值,意味着离心过程未向离心机中的水体样本中添加任何需要氧气的物质(图 10)。因此,本发明的装置可以完整地含有藻类的水体中有效地去除藻类生物质。

实施例 4: 藻类生物质的加工

向实施例 3 获得的藻类生物质,加入有机溶剂,从而萃取藻细胞中的粗藻油;再将获得的粗藻油和甲醇混合,并用多相催化剂对混合物进行催化,然后进行相分离,从而分离获得甘油和生物柴油。

上述对实施例的描述是为了方便本技术领域的普通技术人员能理解和应用本发明。熟悉本领域技术的人员显然可以容易地对这些实施例做出各种修改,并把在此说明的一般原理应用到其它实施例中而不必经过创造性的劳动。因此,本发明不限于本文公开的具体实施例,本领域技术人员根据本发明的原理,在不脱离本发明范畴的情况下所做出的改进和修改都应该在本发明的保护范围之内。

权 利 要 求 书

1. 一种可移动水体净化装置，其包括：

可移动载体，其被配置成负载离心机和/或将所述离心机运输到指定地点；

离心机，其与所述可移动载体可拆卸地连接并被配置成分离水体中的藻类污染物，其中所述离心机具有螺旋叶片；

至少一个第一泵，其与所述离心机流体连通并被配置成抽吸含有藻类污染物的水体；

输入箱，其与所述离心机流体连通，并被配置成接收来自所述第一泵的物料；

第二泵，其与所述离心机流体连通并被配置成将所述输入箱中的物料泵送到所述离心机中；

输出箱，其与所述离心机流体连通，并被配置成接收来自所述离心机的水体；以及

第三泵，其与所述输出箱流体连通并被放置在输出箱中，并且其被配置成将所述输出箱的水体排出。

2. 根据权利要求 1 所述的可移动水体净化装置，其中所述离心机是大容量高通量离心机。

3. 根据权利要求 1 所述的可移动水体净化装置，其中所述装置还包括金属集装箱，其与所述可移动载体可拆卸地连接并被配置成负载在所述可移动载体上和/或被所述可移动载体运输到指定地点，其中所述离心机、第二泵、输入箱、输出箱以及第三泵设置在所述金属集装箱内。

4. 根据权利要求 3 所述的可移动水体净化装置，其中所述装置还包括至少一个存储箱和至少一个第四泵，其中所述存储箱与所述离心机流体连通并被配置成接收从所述第一泵泵送的物料以及将接收的物料输送到所述输入箱中；所述第四泵与所述输出箱流体连通，其中所述输出箱中的水体借助于所述第三泵及第四泵被排放回原先的水体中。

5. 根据权利要求 4 所述的可移动水体净化装置，其中所述装置还包括

与所述输入箱连接的第一水位计、第一 pH 计和/或第一温度计；以及与所述输出箱连接的第二水位计、第二 pH 计和/或第二温度计。

6. 根据权利要求 5 所述的可移动水体净化装置，其中所述装置还包括收集单元，其中所述收集单元与所述离心机连接并被配置成收集从所述离心机分离出的沉淀物。

7. 根据权利要求 1-6 中任一项所述的可移动水体净化装置，其中所述可移动载体包括但不限于：货车、船、飞机或其任意组合。

8. 根据权利要求 1-6 中任一项所述的可移动水体净化装置，其中所述可移动载体是船，并且所述可移动水体净化装置还包括避震单元，其中所述避震单元与所述船连接。

9. 根据权利要求 1-6 中任一项所述的可移动水体净化装置，其中所述藻类污染物包括但不限于：蓝藻、硅藻、绿藻、隐藻、裸藻、金藻、甲藻或其任意组合。

10. 根据权利要求 1-6 中任一项所述的可移动水体净化装置，其中所述装置还包括用于为所述离心机供电的电源，其中所述电源负载在所述可移动载体或另外的可移动载体上，所述另外的可移动载体选自小型厢式货车。

11. 一种净化水体的方法，所述方法包括使用权利要求 1-10 中任一项所述的可移动水体净化装置来净化水体。

12. 一种水体除藻的方法，所述方法包括使用权利要求 1-10 中任一项所述的可移动水体净化装置来除去水体中的藻类。

13. 一种回收藻类生物质的方法，所述方法包括使用权利要求 1-10 中任一项所述的可移动水体净化装置来回收水体中的藻类生物质。

14. 一种由藻类生物质生产生物质柴油的方法，其中所述藻类生物质通过权利要求 13 所述的方法获得，所述方法包括：利用有机溶剂萃取藻类生物质及粗藻油；将所述粗藻油与甲醇混合并利用多相催化剂对所述混合物进行催化加工，从而获得甘油和生物质柴油。

15. 一种利用藻类生物质制备的产品，其中所述藻类生物质通过权利要求 13 所述的方法获得，并且所述产品包括但不限于甘油、生物质柴油、鱼类饲料、防晒霜、泡沫制品、保健品、各种生物质聚合物及建筑物料。

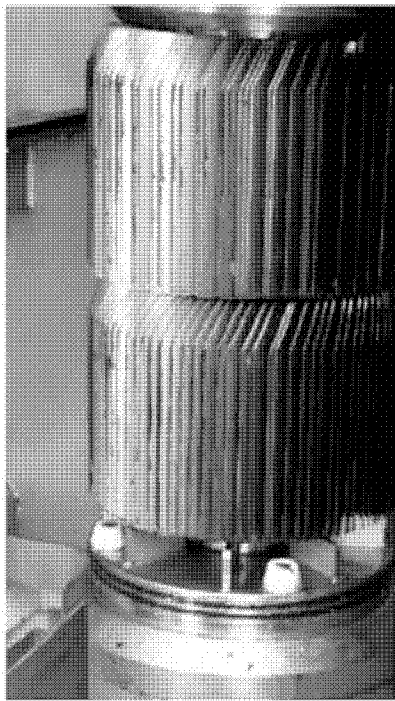


图1A

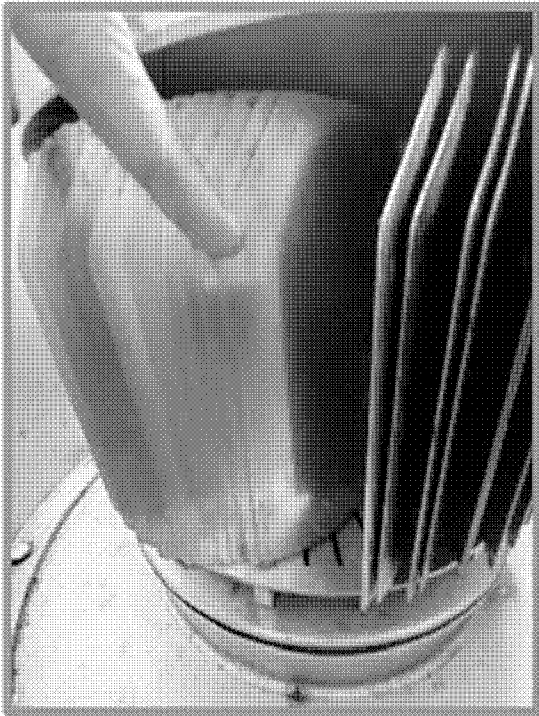


图1B

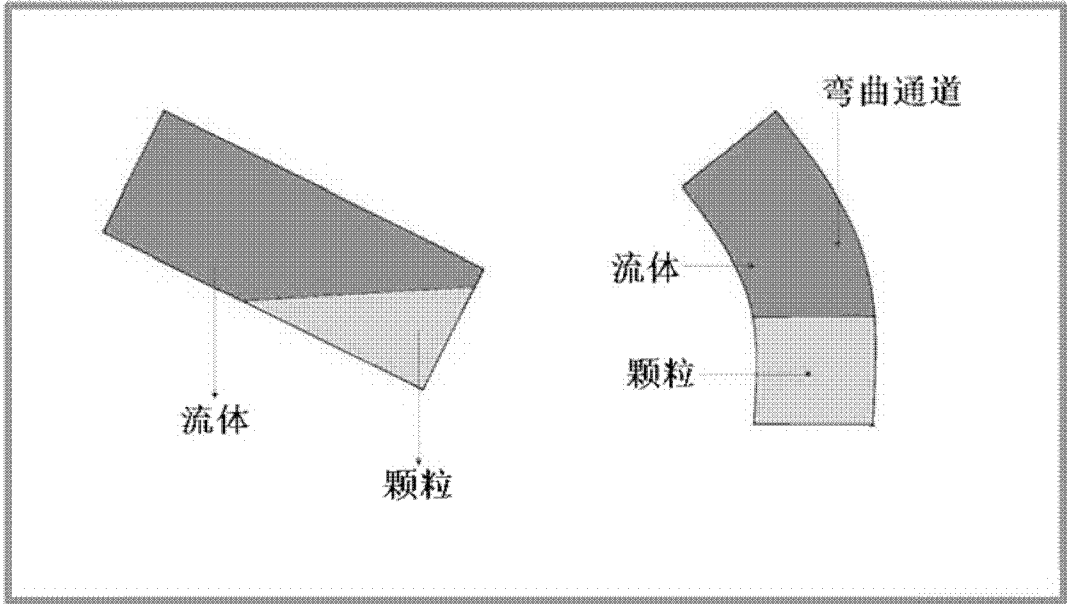


图1C

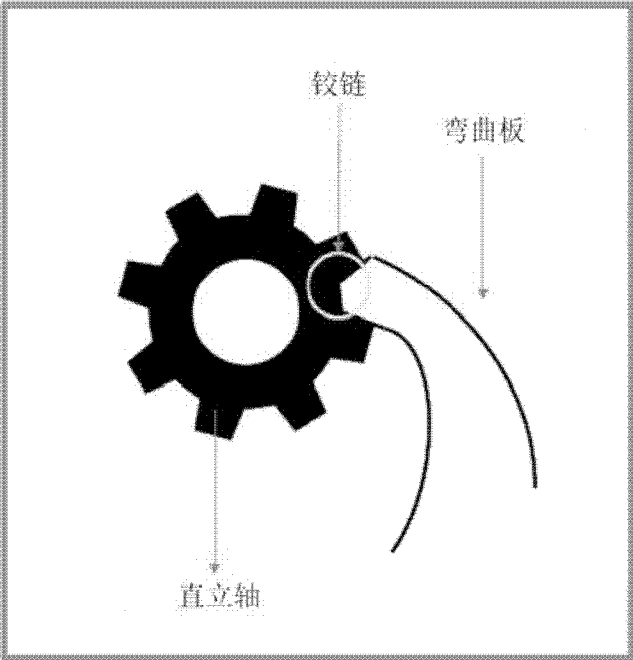


图1D

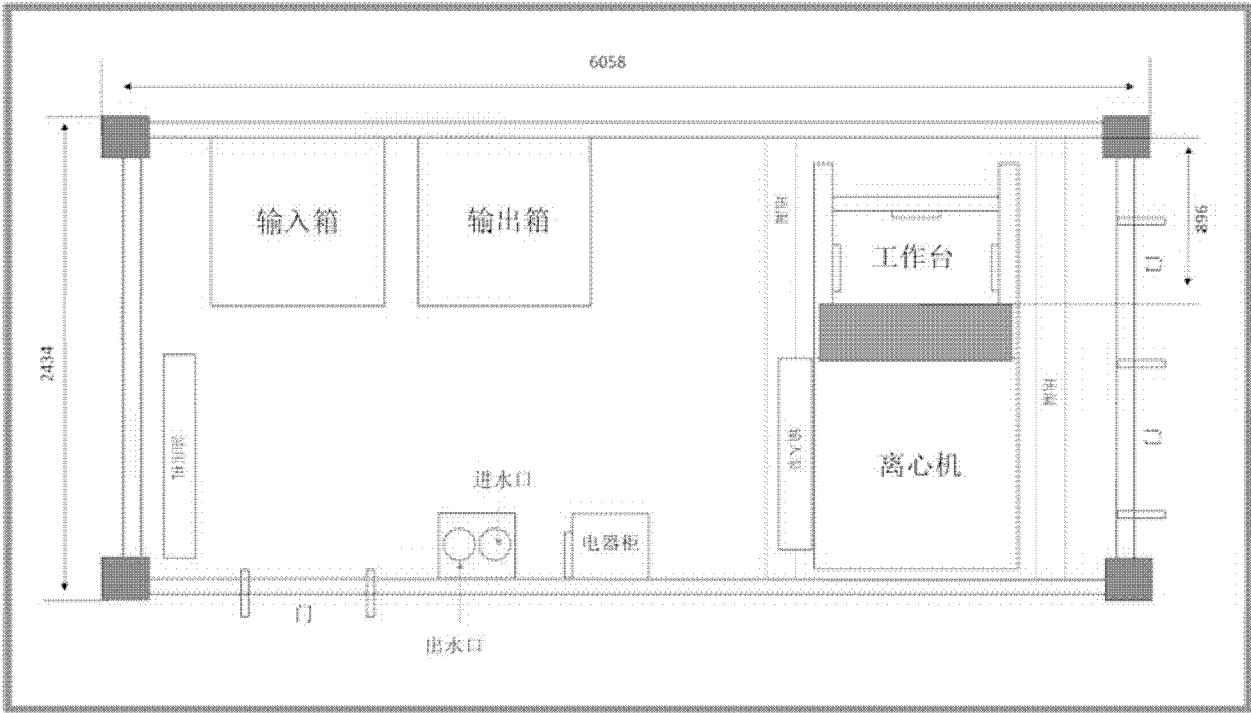


图2A

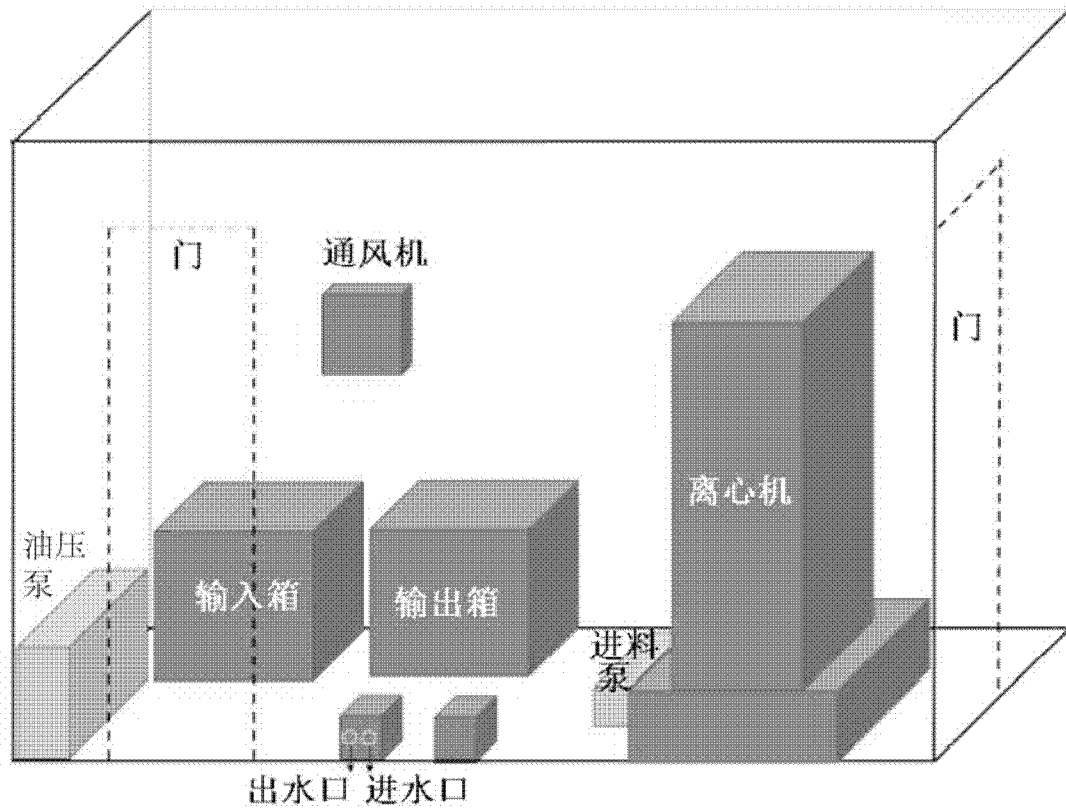


图2B



图2C

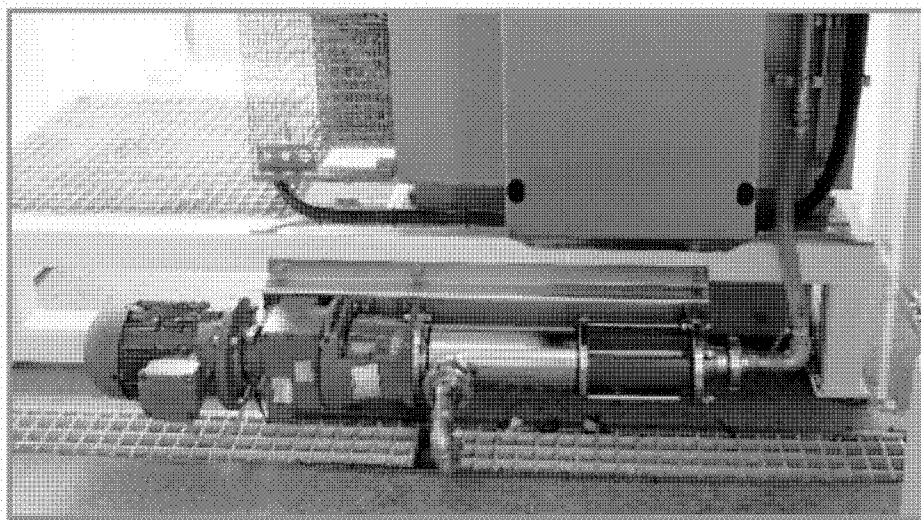


图2D



图3A

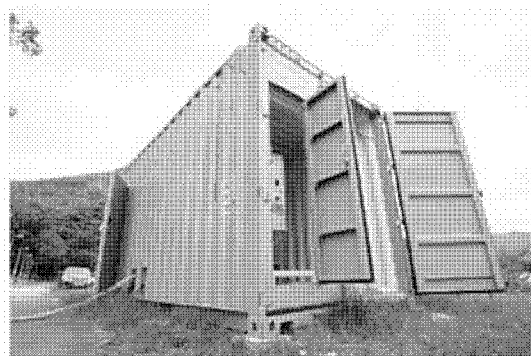


图3B

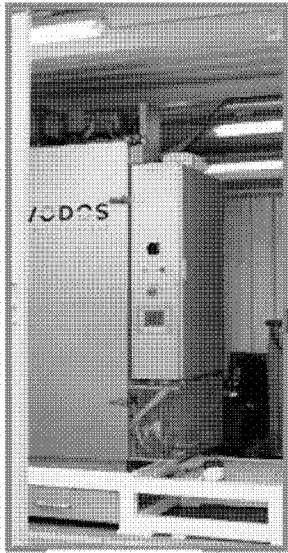


图 4A

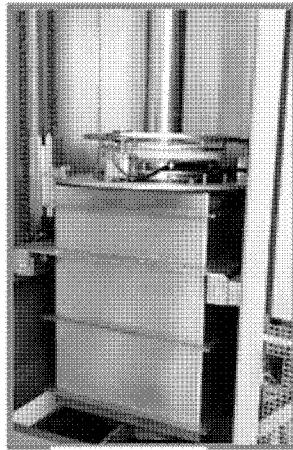


图 4B

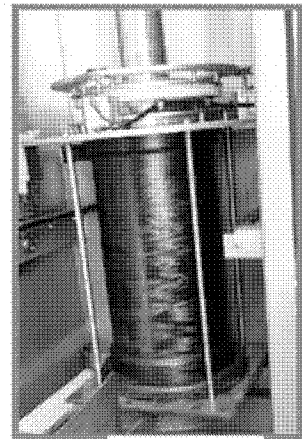


图 4C



图 4E

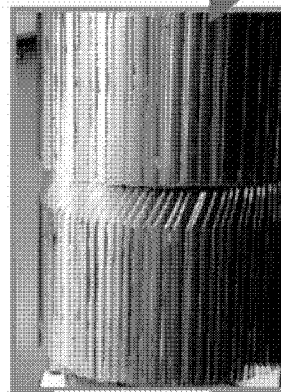


图 4D

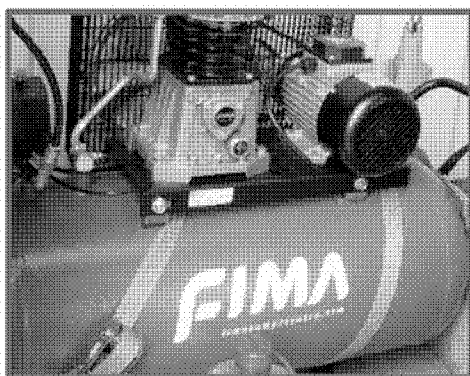


图5A



图5B

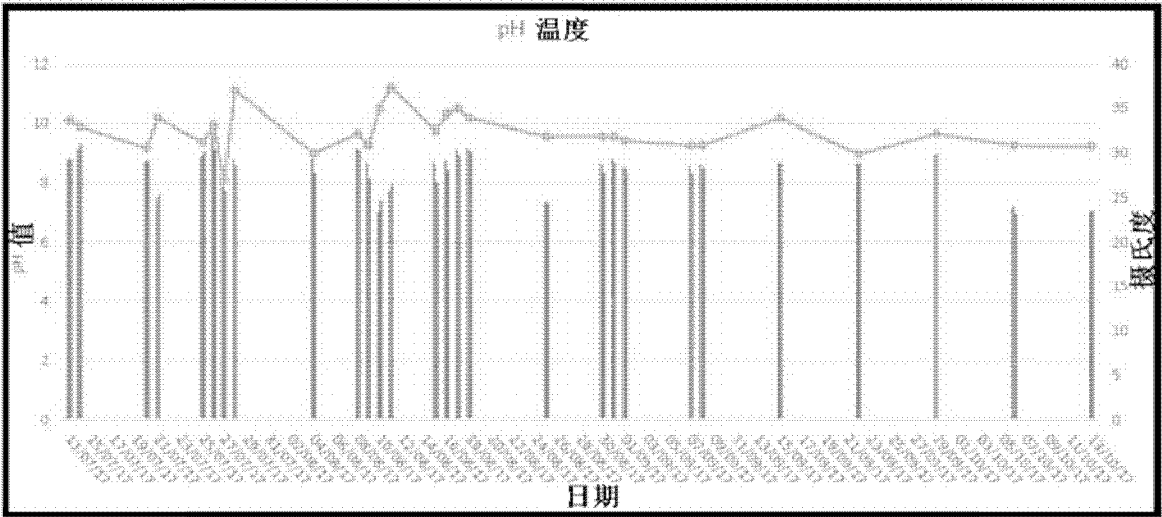


图 6

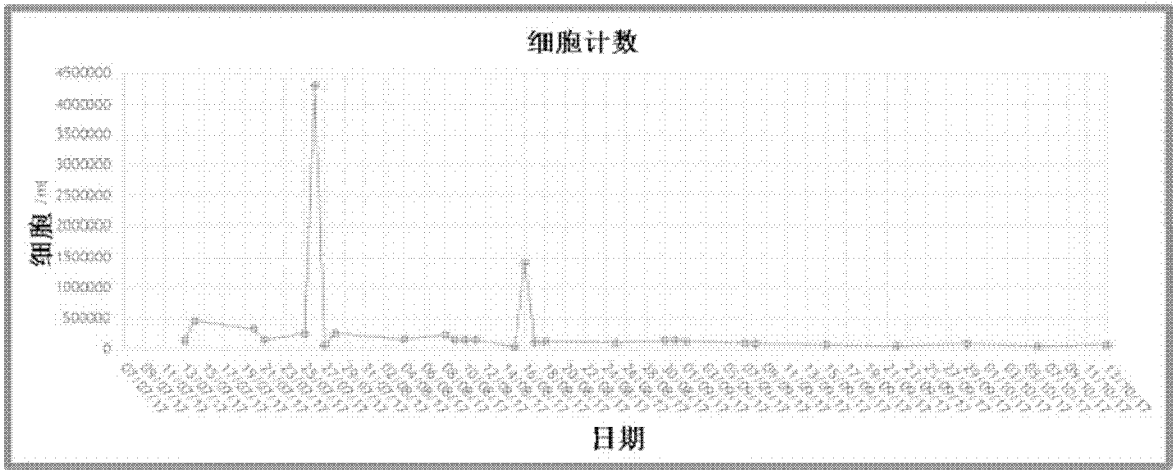


图 7

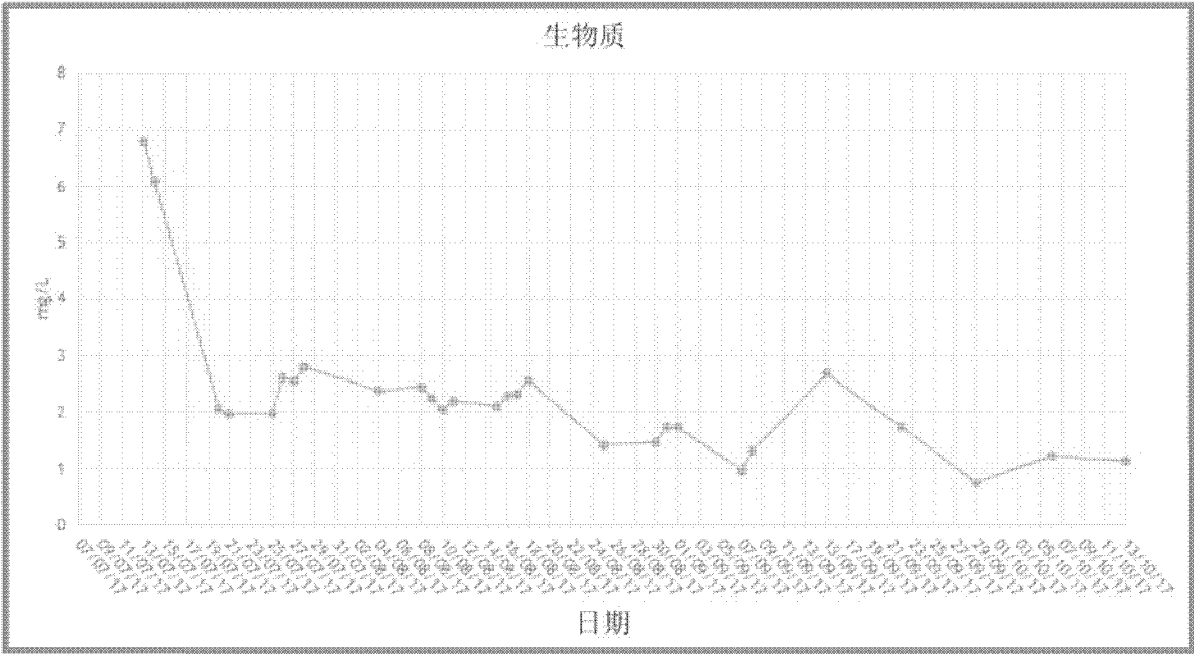


图 8

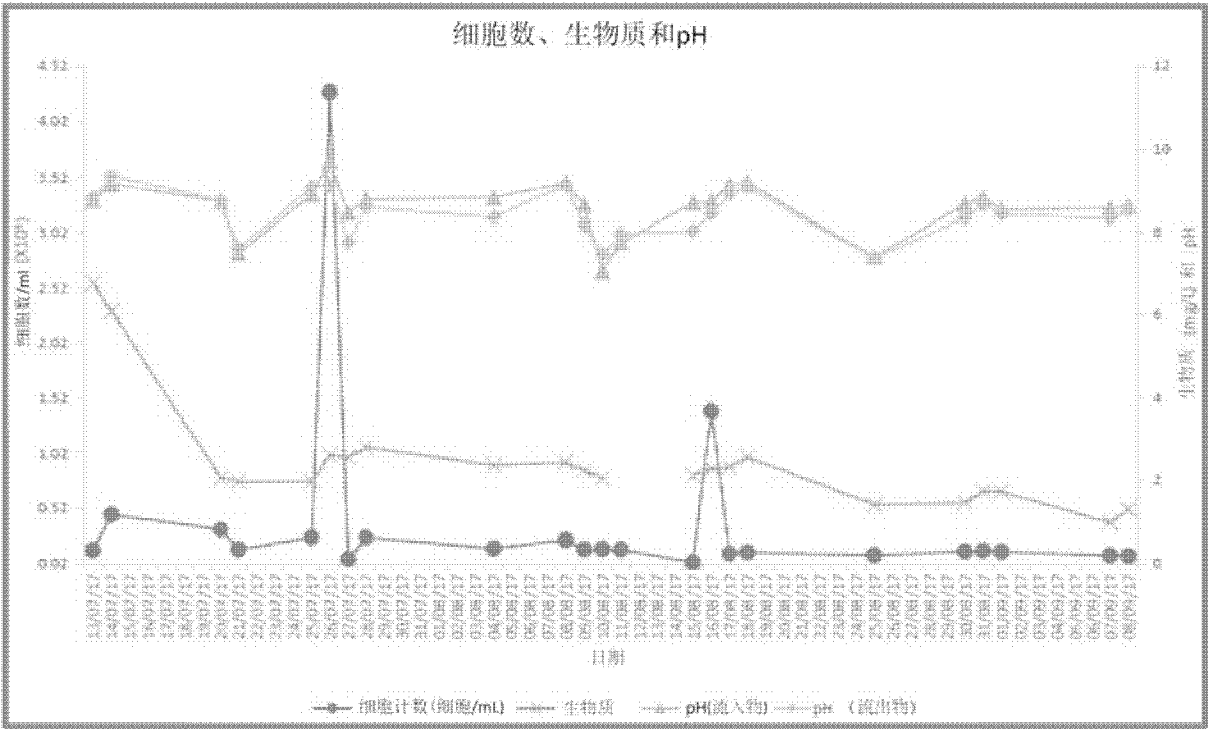


图 9

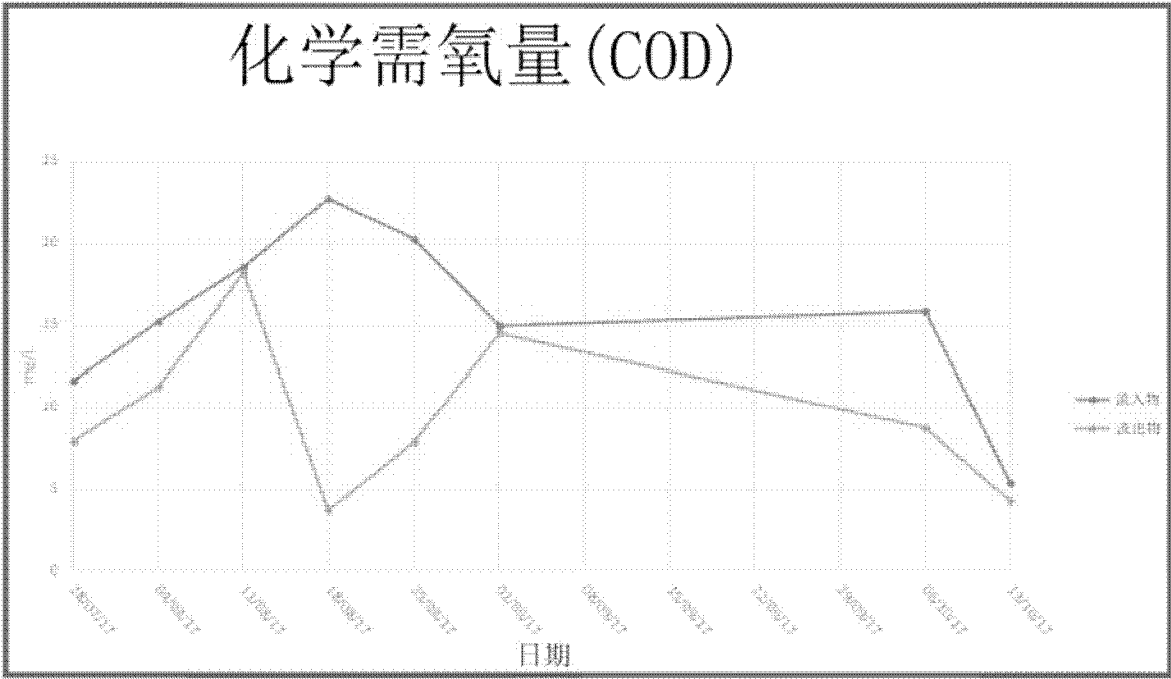


图 10

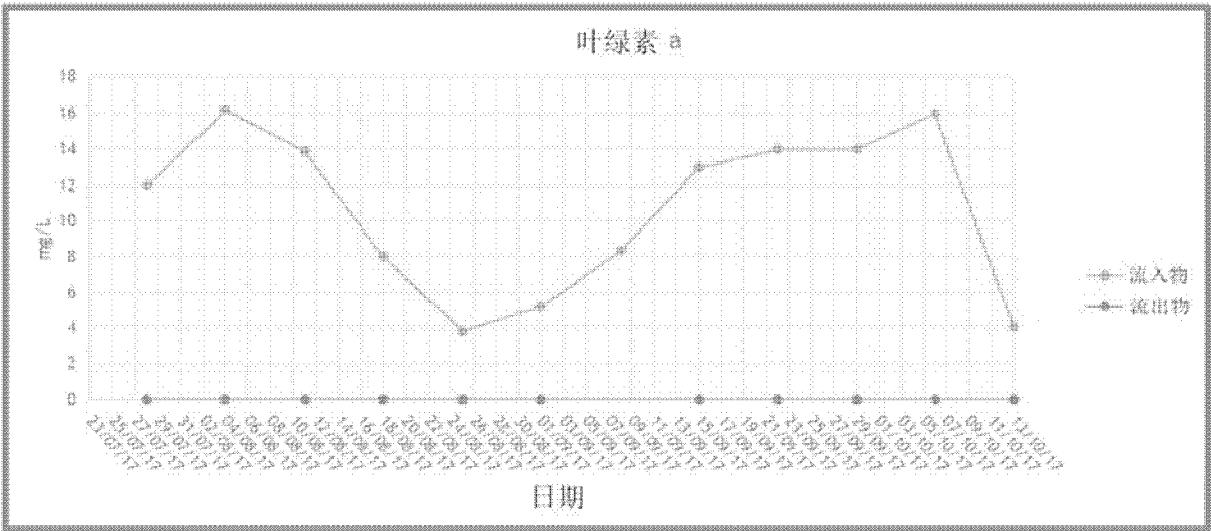


图 11

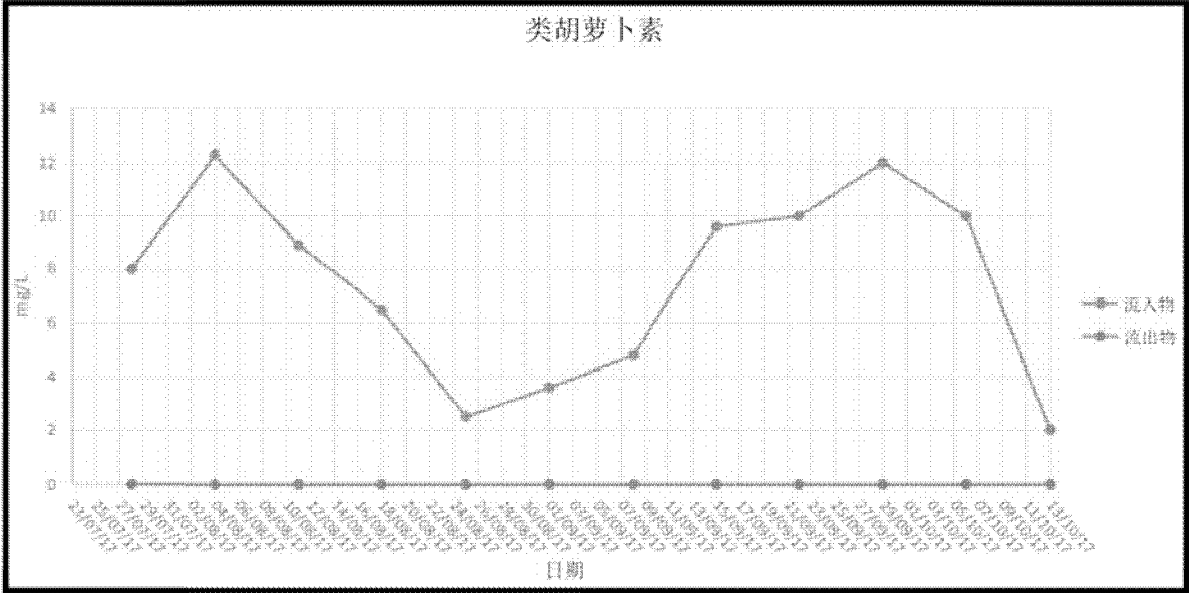


图 12

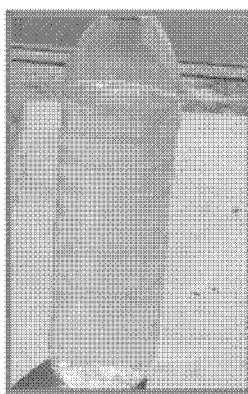


图 13A



图 13B



图 13C

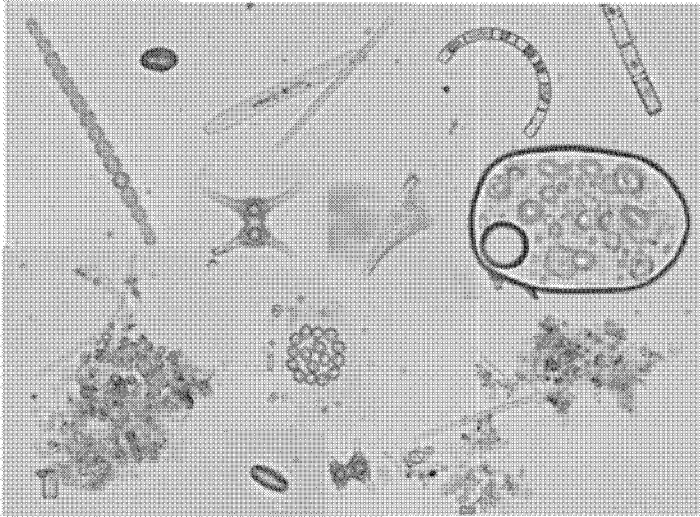


图14A

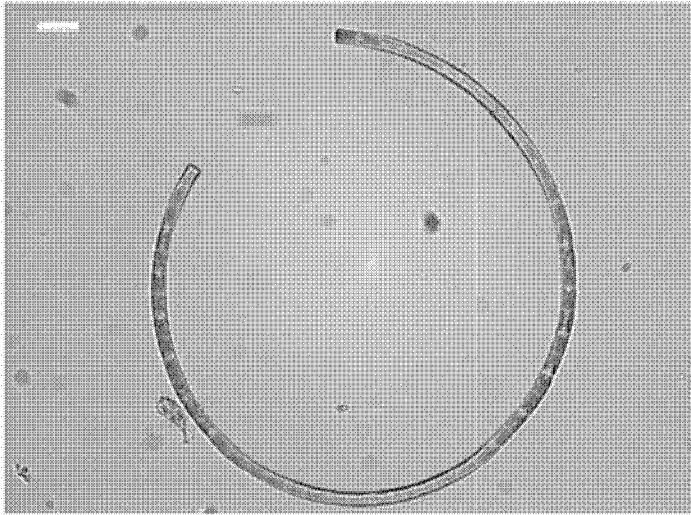


图14B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/073197

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C02F 1/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C02F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

DWPI, SIPOABS, CNABS, CNTXT, CNKI, ISI WEB OF KNOWLEDGE: 香港理工大学, 卢俊立, 容家富, 谢沛锦, 黄永德, 郑家伟, 移动, 车 or 船 or 平台 or 飞机, 藻, 离心, 叶片, 生物柴油, 藻油, 甲醇, movable, car or boat or platform or airplane, algae or alga, centrifugal, blade, biodiesel, algae oil, methanol

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 101318714 A (INSTITUTE OF HYDROBIOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 10 December 2008 (2008-12-10) particular embodiment	1-15
Y	EP 2475461 B1 (EVODOS B.V.) 04 September 2013 (2013-09-04) description, paragraphs 32 and 33	1-15
Y	CN 101580857 A (ENN SCIENCE & TECHNOLOGY DEVELOPMENT CO., LTD.) 18 November 2009 (2009-11-18) description, pages 3 and 4	14, 15
A	CN 101219850 A (YUNNAN DELINHAI BIOTECHNOLOGY CO., LTD.) 16 July 2008 (2008-07-16) specific embodiment	1-15
A	CN 208414021 U (WUXI DELINHAI ENVIRONMENTAL PROTECTION TECH CO., LTD.) 22 January 2019 (2019-01-22) specific embodiment	1-15



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

01 April 2020

Date of mailing of the international search report

17 April 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/073197

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 108532570 A (GUANGZHOU SPT ENVIRONMENTAL PROT ENGINEERING CO., LTD.) 14 September 2018 (2018-09-14) specific embodiment	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2020/073197

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	101318714	A	10 December 2008	CN 101318714 B	08 December 2010
EP	2475461	B1	04 September 2013	EP 2475461 A1	18 July 2012
				WO 2011028122 A1	10 March 2011
CN	101580857	A	18 November 2009	CN 101580857 B	28 November 2012
CN	101219850	A	16 July 2008	None	
CN	208414021	U	22 January 2019	None	
CN	108532570	A	14 September 2018	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/073197

A. 主题的分类 C02F 1/00 (2006.01) i 按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类																							
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) C02F 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) DWPI, SIPOABS, CNABS, CNTXT, CNKI, ISI WEB OF KNOWLEDGE: 香港理工大学, 卢俊立, 容家富, 谢沛锦, 黄永德, 郑家伟, 移动, 车 or 船 or 平台 or 飞机, 藻, 离心, 叶片, 生物柴油, 藻油, 甲醇, movable, car or boat or platform or airplane, algae or alga, centrifugal, blade, biodiesel, algae oil, methanol																							
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>CN 101318714 A (中国科学院水生生物研究所) 2008年 12月 10日 (2008 - 12 - 10) 具体实施方式</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>EP 2475461 B1 (EVODOS B.V.) 2013年 9月 4日 (2013 - 09 - 04) 说明书32-33段</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 101580857 A (新奥科技发展有限公司) 2009年 11月 18日 (2009 - 11 - 18) 说明书第3、4页</td> <td>14、15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101219850 A (云南德林海生物科技有限公司) 2008年 7月 16日 (2008 - 07 - 16) 具体实施方式</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 208414021 U (无锡德林海环保科技股份有限公司) 2019年 1月 22日 (2019 - 01 - 22) 具体实施方式</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 108532570 A (广州赛特环保工程有限公司) 2018年 9月 14日 (2018 - 09 - 14) 具体实施方式</td> <td>1-15</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	Y	CN 101318714 A (中国科学院水生生物研究所) 2008年 12月 10日 (2008 - 12 - 10) 具体实施方式	1-15	Y	EP 2475461 B1 (EVODOS B.V.) 2013年 9月 4日 (2013 - 09 - 04) 说明书32-33段	1-15	Y	CN 101580857 A (新奥科技发展有限公司) 2009年 11月 18日 (2009 - 11 - 18) 说明书第3、4页	14、15	A	CN 101219850 A (云南德林海生物科技有限公司) 2008年 7月 16日 (2008 - 07 - 16) 具体实施方式	1-15	A	CN 208414021 U (无锡德林海环保科技股份有限公司) 2019年 1月 22日 (2019 - 01 - 22) 具体实施方式	1-15	A	CN 108532570 A (广州赛特环保工程有限公司) 2018年 9月 14日 (2018 - 09 - 14) 具体实施方式	1-15
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
Y	CN 101318714 A (中国科学院水生生物研究所) 2008年 12月 10日 (2008 - 12 - 10) 具体实施方式	1-15																					
Y	EP 2475461 B1 (EVODOS B.V.) 2013年 9月 4日 (2013 - 09 - 04) 说明书32-33段	1-15																					
Y	CN 101580857 A (新奥科技发展有限公司) 2009年 11月 18日 (2009 - 11 - 18) 说明书第3、4页	14、15																					
A	CN 101219850 A (云南德林海生物科技有限公司) 2008年 7月 16日 (2008 - 07 - 16) 具体实施方式	1-15																					
A	CN 208414021 U (无锡德林海环保科技股份有限公司) 2019年 1月 22日 (2019 - 01 - 22) 具体实施方式	1-15																					
A	CN 108532570 A (广州赛特环保工程有限公司) 2018年 9月 14日 (2018 - 09 - 14) 具体实施方式	1-15																					
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																							
<table border="0"> <tr> <td> * 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 </td> <td> “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件 </td> </tr> </table>			* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																			
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																						
国际检索实际完成的日期 2020年 4月 1日		国际检索报告邮寄日期 2020年 4月 17日																					
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		受权官员 佟婧怡 电话号码 86-(10)-53962784																					

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/073197

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	101318714	A	2008年 12月 10日	CN 101318714 B	2010年 12月 8日
EP	2475461	B1	2013年 9月 4日	EP 2475461 A1	2012年 7月 18日
				WO 2011028122 A1	2011年 3月 10日
CN	101580857	A	2009年 11月 18日	CN 101580857 B	2012年 11月 28日
CN	101219850	A	2008年 7月 16日	无	
CN	208414021	U	2019年 1月 22日	无	
CN	108532570	A	2018年 9月 14日	无	