



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102815755 B

(45) 授权公告日 2014. 03. 26

(21) 申请号 201210274286. 3

(22) 申请日 2012. 08. 03

(73) 专利权人 中国科学院水生生物研究所  
地址 430072 湖北省武汉市武昌区东湖南路  
7号

(72) 发明人 毕永红 黄文敏 米武娟 胡征宇

(74) 专利代理机构 武汉宇晨专利事务所 42001  
代理人 余晓雪 王敏锋

(51) Int. Cl.

B63J 99/00 (2009. 01)

G02F 1/00 (2006. 01)

审查员 孙振军

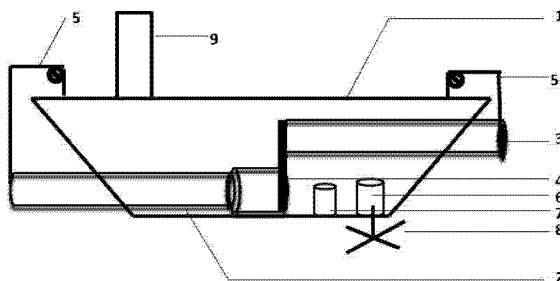
权利要求书1页 说明书7页 附图1页

(54) 发明名称

一种人工造流装置及其在藻类水华防控中的应用

(57) 摘要

本发明涉及水污染物理处理和藻类水华的防控技术领域,提供了一种人工造流装置,本发明装置包括工程船舶、污水泵、水文绞车等,工程船舶船舱内设置大功率污水泵、柴油动力机及发电机组,大功率污水泵的进水和出水口分别通过软管卡压连接,依靠水文绞车实现方向调节以改变进出水流。本发明以流场干扰为核心技术,通过大功率污水泵和工程船舶的作用,改变作业水域的水文特性,破坏水华发生水域的流态特征,使得水体加速流动和混合,增加作业区域的水体溶解氧含量,改变水体温度特性和光学特性,调整了生源要素的空间分布格局,促进物质循环和能量流动,破坏了藻类优势种赖以存在的环境条件,导致其无法维持优势度,失去竞争能力而逐渐消退。



1. 一种人工造流装置,包括工程船舶,其特征在于:所述工程船舶的船舱内设置有污水泵、船舶柴油机以及发电机组;

所述工程船舶上还设有可调式进水管和可调式出水管;

所述可调式进水管的进水口端与水文绞车连接,另一端与污水泵的进水口通过一段软管相连;

所述可调式出水管的出水口端与水文绞车连接,另一端与污水泵的出水口通过一段软管相连;

所述污水泵的功率为 160 ~ 300kw,扬程 15 ~ 25m,排量在 1000m<sup>3</sup>/h 以上;

所述船舶柴油机为两台 20 ~ 100kw 的柴油动力机,为工程船舶提供航行动力;

所述发电机组为一套 120 ~ 500kw 的柴油发电机组,为工程船舶航行及造流作业提供电力供应;

所述船舶柴油机和发电机组均通过螺栓固定在工程船舶的船舱内;

所述污水泵通过螺栓固定在工程船舶的船舱内;

所述污水泵有两个,分别设于工程船舶的船舱底部的两侧;

所述可调式进水管和可调式出水管也均为两个,所述水文绞车有四个,分别与两个可调式进水管的进水口端、两个可调式出水管的出水口端相连;

所述两个可调式进水管对称地设于工程船舶一端的两侧船舷,该一端的两侧船舷最外侧均设有包裹所述可调式进水管的活动金属护套;

所述两个可调式进水管分别与船舱内两个污水泵的进水口通过一段长度为 1 米的软管卡压连接;

所述两个可调式出水管对称地设于工程船舶另一端的两侧船舷,并分别与船舱内两个污水泵的出水口通过一段长度为 1 米的软管卡压连接;

所述可调式进水管为长度 5 ~ 15m,直径 30 ~ 60cm 的 PPR 管;所述可调式出水管为长度 3 ~ 5m,直径 30 ~ 60cm 的镀锌管或不锈钢管;

所述可调式出水管出水口的直径比管径小 10 ~ 20cm。

2. 权利要求 1 所述的装置在藻类水华防控中的应用,其特征在于,应用过程如下:在水华优势种生物量逐渐增加的阶段或在水华暴发、水表层藻类生物量大量聚集期间,将工程船舶驶入水华多发水域,通过水文绞车调节可调式进水管进水口位置的深度,放置到 0.5 ~ 15m 深的水层中;将不同水层的水通过污水泵泵到水体表层;通过调节可调式出水管出口的角度,获得不同方向的流速,同时,依据水华区域的具体地形,工程船舶采用原位旋转或者往复游弋的运行方式;

应用于预防藻类水华时,所述人工造流装置在水华优势种生物量逐渐增加的阶段开启,启动时间为藻类生物量快速增长期的早晨 8:00 ~ 10:00 或下午 17:00 ~ 19:00 间;运行时间以每天 3 ~ 4h,连续运行 3 ~ 5 天;

应用于处置和控制藻类水华时,所述人工造流装置在水表层藻类生物量大量聚集阶段开启,启动时间为下午 12:00 ~ 16:00 间,每天运行 2.5 ~ 3.5h,持续运行 4 ~ 6 天。

## 一种人工造流装置及其在藻类水华防控中的应用

### 技术领域

[0001] 本发明涉及水污染物理处理和藻类水华的防控技术领域,更具体涉及一种人工造流装置及其在藻类水华防控中的应用,适用于水华频繁暴发的水域,尤其是三峡水库支流和汉江这样的河流水域的水华防控,本发明也适用于其他水体因水文流态因子导致的水华问题。

### 背景技术

[0002] 目前,世界上淡水水体中水华暴发的频率与严重程度都呈现迅速增长的趋势,发生水域遍布全球各地;水华问题成为全球淡水生态环境保护的主要问题之一;预防和控制水华的暴发成为全球淡水资源保护的重要任务;人们不断寻找和研发各种技术方法和途径开展水华的防控。已有的水华防控技术方法可以分为物理法、化学法、生物法和综合法等。

[0003] ①物理方法 物理方法包括底泥清淤、曝气、絮凝法、换水调水法、冲刷稀释法、机械捞藻法、气浮除藻法等。针对水华藻类采取直接回收技术,使其脱离水体,达到了消除污染物目的的同时,还可将回收的藻类作为堆肥加以利用。目前回收方法主要有手工打捞法、筛网过滤和加压气浮回收等方法。手工打捞只适用于水华堆积区域的打捞作业且回收效率低下,对悬浮于水中的蓝藻无能为力。太湖、巢湖、滇池、洋河水库等蓝藻暴发时,派了大量农民工采用“人海战术”,进行水面蓝藻打捞作业,其回收量与藻类的繁殖量相比犹如“杯水车薪”难以减少水中的蓝藻数量,见到的只是人流的“川流不息”,靠人工“瓢舀桶装”作业,难以实现蓝藻的“日产日清”。除藻“秀”的效果低于实际意义。在滇池采用的筛网过滤回收蓝藻方法,取得了一定效果。该方法把含高浓度蓝藻的水体抽到过滤筛中进行脱水回收。因过滤筛易于堵塞和抽水能耗过高,使得此方法成本太高,限制了其推广应用。

[0004] 水体过量营养物负荷的输入和积累是造成藻类水华的主要原因,而营养物在水体中的形态、分布和循环对藻类的生长和控制有重要的意义,因此,控制营养物的输入是一种有效的治理方法。其中底泥清淤法主要清除底部淤泥,降低水体污染源释放量,但是可能会引起沉积在底泥中的污染物质的二次污染,在对底泥采取工程措施之前,应对底泥进行分析化验,以减少可能引起的生态风险;絮凝法通过投加泥、粘泥、粘土在水中分散形成大量的悬浮颗粒,通过重力差异性沉降、布朗运动、水流切应力等作用发生碰撞聚集沉降,消除水华;加压气浮藻类回收技术,是新近在日本、韩国发展起来的一项具有效率高、适用性广的技术。该项技术是在污水处理中的气浮净化技术基础上开发而成。该技术的基本过程是向水体中释放直径为纳米级的微气泡,水中的藻类等悬浮物与微气泡相结合,并在絮凝剂的作用下聚成团块而浮到水面上,然后对其进行回收,使之脱离水体。加压气浮藻类回收装置按其移动性分为固定式和船载式。按微气泡形成方式分为射流混气式和压力溶气式。固定式适用于岸边蓝藻回收,船载式可用于水体大范围内的蓝藻回收作业。

[0005] ②化学药剂杀藻 国内外使用最多,也是最成熟的杀藻技术,化学除藻的发展史较长,相对比较完善。它是利用化学药剂来灭活藻类,化学药剂一般要求为:高效、毒性较小或无毒、无污染、无腐蚀,同时具有缓蚀、阻垢作用或能与缓蚀剂、阻垢剂配合使用,成本低,

生产及运输安全,投药方便。化学除藻剂一般分为氧化型和非氧化型两大类。化学除藻通过向水中施用硫酸铜等药剂破坏藻细胞使其失活。本方法具有“扬汤止沸”的短时间内控制藻类暴发的效果,难以长时间发挥作用。化学药剂还有可能造成二次污染。

[0006] ③生物控藻技术 水环境污染等胁迫因子导致水体生态系统失衡,水草、滤食性鱼类及微型动物的减少都可促进藻类的暴发。通过恢复水生植物、放养滤食性鱼、贝类等措施抑制藻类的过度繁殖。用生物操纵的方法来控制藻类水华的研究目前越来越多,针对生物控藻技术的研究和运用主要建立在经典与非经典的生物操纵理论上。利用大型浮游动物是控制藻类过量生长的一种有效方法,以浮游动物为核心,通过其捕食作用来控制藻类的繁殖,浮游动物一方面通过摄取藻类抑制其过量繁殖,另一方面通过改变周围光线的强度和营养条件间接地影响藻类的繁殖。中科院水生所在武汉东湖的治理中,已有通过放养鲢鱼和鳙鱼来治理蓝藻水华的成功实例。此外水生高等植物和藻类之间的相互影响和作用越来越引起人们的关注。已有研究发现一些水生高等植物如水葫芦、水浮莲、浮萍等对某些藻类有克制作用。水生植物可以吸收水中营养成分,同藻类竞争光和营养物质,并通过根系向水中分泌有机物质来抑制藻类的繁殖。因此,根据不同生态类型水生高等植物的净化能力和生境特点,建造人工复合生态系统,在湖泊、水库周围或河流岸边培植,并做好管理,能有效抑制藻类的繁殖,并恢复水体的生态功能。生物技术也由于成本低、效果较好,负面效应小,正受到较多的关注。

[0007] 物理、化学、生物方法有时是互相渗透的,综合应用这些方法来治理藻类水华也是目前尝试较多的,但由于淡水水域环境的千差万别,目前并没有统一的普遍适用的方法。尤其是,上述的水华防控技术基本都是针对湖泊水体研发的技术,对于河流,目前并没有可以依靠的有效技术方法。

[0008] 人工造流防控水华技术的发明为解决河流水华问题提供了新的思路 and 手段;当前我国的三峡水库支流和汉江水域,甲藻水华、硅藻水华甚至蓝藻水华多次频繁暴发,给河流两岸的居民生活、生产和社会稳定带来不利影响,严峻的水华态势使得研发适用的水华防控技术成为迫在眉睫的任务。人工造流的工作原理是,针对河流中水华暴发水域主要是水流不畅、水力滞留时间长、水体交换和自净能力差、稀释扩散系数小、流速小甚至是静止不动的滞水区,对这样的区域通过造流装置在适当的时机实施人工流态的改变,促进水体上下层的交换以及滞水区与相邻区域的交换,打破水体的分层,改变局部水域的水生态环境特征和藻类时空分布格局,破坏藻类快速增殖繁衍的适宜环境条件,通过环境的改变促使部分藻类细胞死亡、实现藻类生物量在水柱的重新分配、降低藻类生长增殖的速率,最终达到预防和控制藻类水华的目的。

[0009] 关于人工造流,已有的专利技术包括:发明专利 CN 200310115009.9 提供了一种河流湖泊的水净化方法,该方法以河流湖泊为天然的处理池,通过设置在河湖中的造流曝气设备进行人工造流,将封闭缺氧的河湖水变为富含氧气的循环水流,形成接触氧化曝气池;在接触氧化曝气池中水流的流路上设置生物床填料,利用生物氧化法分解水中的有机污染物。发明还提供专用造流曝气设备,包括涡流泵、进水管、混流道和出水管,所述进水管带有与水面空气连通的空气入口,在所述进水管和/或出水管外套设有单极磁环。实施本发明的方法可以快速、高效、低能地降低河湖水中的 COD、BOD、SS 含量,防止有机淤泥的淤积,消除水体臭气,还能防止夏季鱼虾缺氧死亡,具有无可比拟的优越性。该发明主要针对

水质净化领域,是生物床技术的改进和革新,与水华防控没有直接的关系。实用新型专利 CN 200420024141.9 公开了一种用于富营养化治理以及有机废水生化治理的人工造流曝气生化装置,属于水处理设施技术领域。该装置包括马达、外套管、传动轴、螺旋桨,所述外套管的上下两端装有轴承,轴承中心装有传动轴,所述马达为潜水马达,所述传动轴的上端通过连轴结构与潜水马达的动力输出轴连接,下端通过并紧结构与螺旋桨连接。所述外套管上制有进气孔,所述传动轴为制有进气槽的空心轴。使用时,潜水马达置于水下,在外套管的进气孔处接引至水面的送气管,这样传动轴的长度大大缩短,不仅降低了对材质和加工精度的要求,而且不影响水面景观,具有制造成本经济,工作噪音小等优点。该装置适用在水处理领域,但并没有杀藻功效。实用新型专利 CN 200520056848.2 公开了一种造流曝气灭藻装置,其特点是包括混气室、扩大器,所述混气室入口设有射流口,该射流口为入口大于出口之锥形口,其上装有进气管,出口与出水管连通,且通过扩大器连接条与扩大器连接;所述出水管外表面套有至少一个磁环,与扩大器为同一中心线上之同心筒体,扩大器入口大于出水管出口。在出水管和扩大器内壁,还镀有催化剂膜,该催化剂膜主要成份为纳米二氧化钛及纳米铁粉的组合。该实用新型通过改变水泵的结构设计可使污水产生二次射流及能量转换,该专利的原理主要是通过造流增氧和产生自由基杀藻,工作原理决定了其适用水域的限制,无法满足大江大河藻类水华防控的要求。

[0010] 公开发表的文献方面,张小璐等在 2011 年《中国环境科学》发表了他们对扬水筒扬水造流抑藻机制的研究,认为在自然条件下,扬水筒造流技术要发挥控藻效用,混合深度与真光层深度的比值必须大于 3。该研究成果是基于围隔试验数据获取的,并没有开展野外实际控藻作业;此外,该成果所依靠的核心装置为固定式扬水筒,无法适用河流水华处置的需要。卢萃云等在 2012 年 4 月的《环境工程学报》上发表论文《曝气充氧和人工造流技术修复河道污染水体》,考察了曝气充氧及人工造流技术对污染水体的修复效果,但不涉及水华控制的范畴。

## 发明内容

[0011] 针对现有技术中存在的不足,以及针对河流水华类型多样、暴发时间不确定,覆盖水域主要集中在水流不畅、水力滞留时间长、水体交换和自净能力差、稀释扩散系数小、流速小甚至是静止不动的滞水区等特点,基于生态学原理和生物学特性,通过人工造流装置在适当的时机人为改变水华暴发区域的水文流态特征,促进水体上下层的交换以及滞水区与相邻区域的交换,打破水体的分层,改变局部水域的水生态环境特征和藻类时空分布格局,破坏藻类快速增殖繁衍的适宜环境条件,通过环境的改变促使部分藻类细胞死亡、实现藻类生物量在水柱的重新分配、降低藻类生长增殖的速率,最终达到预防和控制藻类水华的目的,本发明提供了一种人工造流装置及其在藻类水华防控中的应用。

[0012] 为了实现上述目的,本发明采取了如下技术措施:

[0013] 一种人工造流装置,包括工程船舶,其特征在于:所述工程船舶的船舱内设置有污水泵、船舶柴油机以及发电机组;

[0014] 所述污水泵通过螺栓固定在工程船舶的船舱内;

[0015] 所述工程船舶上还设有可调式进水管和可调式出水管;

[0016] 所述可调式进水管的进水口端与水文绞车连接,另一端与污水泵的进水口通过一

段软管相连；所述可调式出水管的出水口端与水文绞车连接，另一端与污水泵的出水口通过一段软管相连；

[0017] 所述污水泵的功率为 160 ~ 300kw, 扬程 15 ~ 25m, 排量在 1000m<sup>3</sup>/h 以上；

[0018] 所述船舶柴油机为两台 20 ~ 100kw 的柴油动力机, 为工程船舶航行提供动力, 所述发电机组为一套 120 ~ 500kw 的柴油发电机组, 含柴油动力机、马拉松发电机以及水箱等部件, 为工程船舶航行及造流作业提供必要的电力供应；

[0019] 所述船舶柴油机和发电机组均通过螺栓固定在工程船舶的船舱内；

[0020] 所述工程船舶船舱内的油箱焊接于船舱内壁, 所述油箱的燃油装量为 1 吨；

[0021] 进一步, 所述工程船舶的总载重吨位为 20 ~ 100 吨, 长度 35.0 ~ 55.0m, 宽度 4.5 ~ 6.0m；

[0022] 更进一步, 所述污水泵有两个, 分别设于工程船舶的船舱底部的两侧；所述可调式进水管和可调式出水管也均为两个, 对应地, 所述水文绞车有四个, 分别与两个可调式进水管的进水口端、两个可调式出水管的出水口端相连；

[0023] 两个可调式进水管对称地设于工程船舶一端的两侧船舷, 该一端的两侧船舷最外侧均设有包裹所述可调式进水管的活动金属护套, 使用时打开, 不用时闭合, 避免了可调式进水管受外力作用而损坏；两个可调式进水管分别与船舱内两个污水泵的进水口通过一段长度为 1 米的软管卡压连接；

[0024] 两个可调式出水管对称地设于工程船舶另一端的两侧船舷, 并分别与船舱内两个污水泵的出水口通过一段长度为 1 米的软管卡压连接；

[0025] 进一步的, 所述可调式进水管为长度 5 ~ 15m, 直径 30 ~ 60cm 的 PPR 管；所述可调式出水管为长度 3 ~ 5m, 直径 30 ~ 60cm 的镀锌管或不锈钢管, 利用水文绞车实现出水流向的调节；所述可调式出水管出水口的直径比管径小 10 ~ 20cm, 以提升出水水流的流速。

[0026] 上述的一种人工造流装置在藻类水华防控中的应用, 其基本过程如下：

[0027] 在水华优势种生物量逐渐增加的阶段或在水华暴发、水表层藻类生物量大量聚集期间, 将工程船舶驶入水华多发水域, 通过水文绞车调节可调式进水管进水口位置的深度, 可放置到 0.5 ~ 15m 深的水层中；将不同水层的水通过污水泵泵到水体表层；通过调节可调式出水管出口的角度, 获得不同方向的流速, 同时, 依据水华区域的具体地形, 通过工程船舶的原位旋转或者往复游弋的运行方式, 营造特异性的紊流流场, 使得局部水域中的流体质点相互混掺, 有助于水体的混合, 同时, 除分子扩散外, 还有质点紊动引起的传质、传热和传递动量等扩散性能的增强；通过改变水体生态环境和水文流态进而改变藻类生物量的时空分布格局、抑制藻类细胞生长增殖、促进水体的交换、加速藻类死亡。

[0028] 应用于预防藻类水华时, 所述人工造流装置在水华优势种生物量逐渐增加的阶段开启, 启动时间为藻类生物量快速增长期的早晨 8:00 ~ 10:00 或下午 17:00 ~ 19:00 间；运行时间以每天 3 ~ 4h, 连续运行 3 ~ 5 天；

[0029] 应用于处置和控制藻类水华时, 所述人工造流装置在水表层藻类生物量大量聚集阶段开启, 启动时间为下午 12:00 ~ 16:00 间, 每天运行 2.5 ~ 3.5h, 持续运行 4 ~ 6 天。

[0030] 本发明的人工造流装置针对不同水域的具体情况, 可在水华核心区区内往复式游弋或原位旋转, 具体运行方式以水华核心区的地形为依据, 以确保工程船舶的顺利作业为基本原则, 如水华核心区为狭长的河道, 工程船舶可采用往复式游弋；水华核心区为开阔的水

面,工程船舶可采用原位旋转的运行方式;原位旋转所产生的紊流处置效果略好于往复式游弋,但原位旋转需要更大的施工作业面积。

[0031] 与现有技术相比,本发明的优点是不需要在水体建造永久性的工程设施,不需要破坏水体的基本景观格局、不存在二次污染;工作原理简单、操作方便,处理效果良好。针对河流水华的处置开展工作,本发明的针对性强;且设计简单,施工容易,建设成本不高,运行管理维护简单易行,具备良好的推广应用价值。本发明以流场干扰为核心技术,通过大功率污水泵和工程船舶的双重作用,改变作用水域的水文特性,破坏水华发生水域的流态特征,使得水体加速流动和混合,增加作业区域的水体溶解氧含量,改变水体的温度特性和光学特性,调整了水体生源要素的分布格局,促进水体的物质循环和能量流动,破坏了藻类优势种赖以存在的适宜环境条件,导致优势种无法维持其优势度,失去竞争能力而逐渐消退。

### 附图说明

[0032] 图1为本发明的一种人工造流装置一侧的结构示意图;

[0033] 其中,1-工程船舶,2-可调式进水管,3-可调式出水管,4-污水泵,5-水文绞车,6-船舶柴油机,7-发电机组,8-螺旋桨,9-驾驶室。

### 具体实施方式

[0034] 下面申请人将结合具体的实施例对本发明的装置及其应用做进一步的详细说明,以便本领域技术人员清楚地理解本发明。应理解,以下内容不会以任何形式对本发明权利要求书请求保护的范范围加以限制。

[0035] 实施例1:

[0036] 见图1,构建一种人工造流装置,该装置包括工程船舶(1),该工程船舶(1)的总载重吨位为50吨,长度45.0m,宽度4.5m;

[0037] 所述工程船舶(1)的船舱内设置有污水泵(4)、船舶柴油机(6)以及发电机组(7);

[0038] 所述污水泵(4)有两个,均通过螺栓固定在工程船舶(1)的船舱底部的两侧;所述污水泵(4)的功率为180kw,扬程20m,排量在1000m<sup>3</sup>/h,这样大功率的污水泵可确保在150m范围内产生2m/s以上的流速;

[0039] 所述工程船舶(1)上还设有两个可调式进水管(2)和两个可调式出水管(3);对应的,工程船舶(1)上设置有四个水文绞车(5),分别与两个可调式进水管(2)的进水口端、两个可调式出水管(3)的出水口端相连;

[0040] 两个可调式进水管(2)对称地设于工程船舶(1)一端的两侧船舷,该一端的两侧船舷最外侧均设有包裹所述可调式进水管(2)的活动金属护套,使用时打开,不用时闭合,避免了可调式进水管受外力作用而损坏;两个可调式进水管(2)分别与船舱内两个污水泵(4)的进水口通过一段长度为1米的软管卡压连接;

[0041] 两个可调式出水管(3)对称地设于工程船舶(1)另一端的两侧船舷,并分别与船舱内两个污水泵(4)的出水口通过一段长度为1米的软管卡压连接;

[0042] 所述两个可调式进水管(2)均为长度10m,直径50cm的PPR管;

[0043] 所述两个可调式出水管(3)均为长度5m,直径30cm的镀锌管,所述可调式出水管(3)出水口的直径为10cm,通过30cm到10cm的大小头连接实现,以提升出水水流的流速;

[0044] 所述船舶柴油机(6)为两台 40kw 的柴油动力机,为船舶航行提供动力,所述发电机组(7)为一套 120kw 的柴油发电机组,含柴油动力机、马拉松发电机以及水箱等部件,为船舶航行以及造流作业提供必要的电力供应;

[0045] 所述船舶柴油机(6)和发电机组(7)均通过螺栓固定在工程船舶(1)的船舱内;

[0046] 所述工程船舶(1)船舱内的油箱焊接于船舱内壁,所述油箱的燃油装量为 1 吨。

[0047] 将上述的人工造流装置应用于藻类水华防控中;

[0048] 2009 年在三峡支流水华即将暴发,水体水色发生轻微变化,水柱中藻类细胞密度和生物量快速上升的春季 2 月底 3 月初开展人工造流预防水华的发生;在水华即将暴发的核心水域香溪河吴家湾水域通过启动本实施例所述的人工造流装置完成水体的充分混合,鉴于吴家湾水体狭长,船舶无法在原地调头旋转,只能选择往复式的游弋进行人工造流。

[0049] 两个可调式进水管(2)均利用水文绞车(5)实现进水口位置的调节,放置到 10m 深的水层中;

[0050] 为获得高效的水体混合,利用水文绞车(5)将两个可调式出水管(3)出水口的倾角均设置为  $15^{\circ}$ ;

[0051] 装置启动时间为早晨 8:00 和下午的 17:00,上午和下午各运行 1.5h,如此连续运行 3 天,使得表层以下 10m 水柱中的水体混合均匀,消减了表层水体生物量 70%,降低了藻类增殖的潜力,3 天的作业时间后提升水体透明度到 160cm,增加了 2.1 倍,实现了对水华生物量及危害的控制。

[0052] 通过上述人工造流防控技术的应用,有效减少了水华多发季节香溪河吴家湾水域的藻类生物量,改变了水体的藻类群落结构,抑制了水华暴发的可能性,使得该水域同比水华暴发频率下降 80%,水华覆盖水域减少到以往同期的 10%水面以内;有效缓解了吴家湾水体的水华状况,促进了该水域生态环境的改善。

[0053] 实施例 2:

[0054] 利用实施例 1 构建的一种人工造流装置进行藻类水华防控;

[0055] 2010 年在三峡支流水华暴发的 4 月~6 月初开展人工造流处置和控制水华的作业;在水华暴发的核心水域香溪河峡口——平邑口水体狭长,船舶无法在原地调头旋转,只能选择往复式的游弋进行人工造流。

[0056] 两个可调式进水管(2)均利用水文绞车(5)实现进水口位置的调节,放置到 10m 深的水层中;

[0057] 考虑到三峡水库水华发生水域的河道狭窄,水华核心区为近岸带的具体实际情况,为获得高效的生物量控制效果,利用水文绞车(5)将两个可调式出水管(3)出水口的倾角均设置为  $25^{\circ}$ ;开启污水泵后可确保在 150m 范围内产生 2m/s 以上的水平流速以及 0.5m/s 以上的垂向流速。

[0058] 装置启动时间为每天 13:00 间,每天运行 3h,连续运行 5 天;使得表层以下 10m 水柱中的水体混合均匀,消减表层水体生物量 60%,降低藻类增殖的潜力,5 天的作业时间后提升水体透明度到 180cm,增加了 2.6 倍,实现了对水华生物量及危害的控制。

[0059] 通过本发明的人工造流装置的应用,有效减少了水华多发季节香溪河吴家湾水域



的藻类生物量,有效控制了水华的影响区域和范围,减少了水华对水域生态系统的影响和危害;有效缓解了吴家湾水体的水华状况,促进了该水域生态环境的改善。

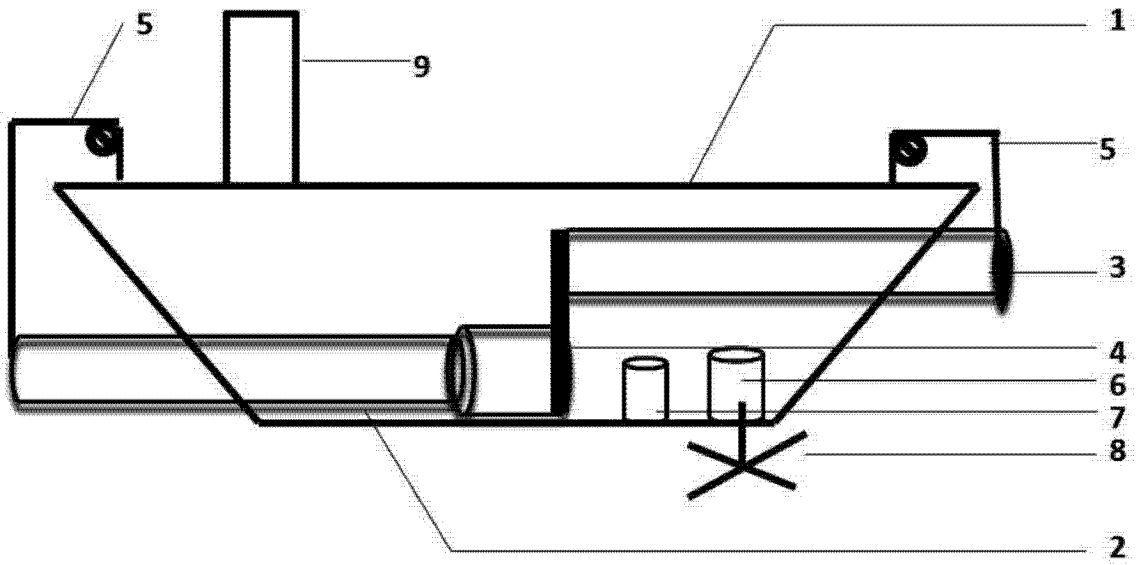


图 1