



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102381441 A

(43) 申请公布日 2012. 03. 21

(21) 申请号 201110182842. X

(22) 申请日 2011. 06. 30

(71) 申请人 上海泽泉科技有限公司

地址 200333 上海市长宁区中江路 879 号天地软件园 28 栋 403 室

(72) 发明人 邱昀 韩志国 张会勇 顾群

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

代理人 陈亮

(51) Int. Cl.

B63B 22/00 (2006. 01)

G01N 15/10 (2006. 01)

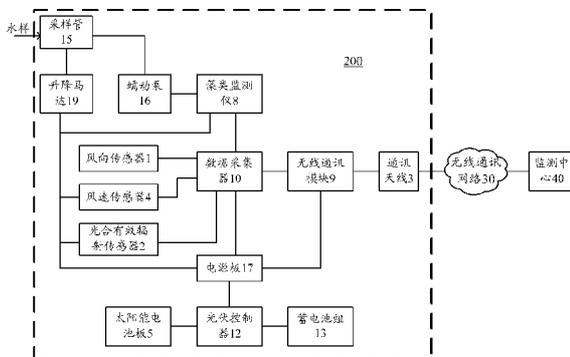
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 3 页

(54) 发明名称

用于饮用水水源地藻类监测预警的浮标

(57) 摘要

本发明提供一种用于饮用水水源地藻类监测预警的浮标,包括:采样管,采集水样;升降马达,控制采样管的升降;蠕动泵,控制采样管采集水样;藻类监测仪,监测水样中的总藻类和微囊藻群细胞数,并计算出细胞密度;数据采集器,采集监测到和/或计算到的数据;无线通讯模块,将数据发送到监测中心;太阳能电池板,采集太阳能转换为电能;蓄电池组,存储电能备用;光伏控制器,稳定电压并使蓄电池组充电;电源板,向各用电模块提供电力供应。本发明的浮标通过测量藻类细胞数来进行监测,不受 CDOM 荧光的干扰,且能在 10³-10¹⁰个细胞/L 的大浓度范围中适用,适合于各种不同藻细胞浓度和不同季节的水体中,大大提高了饮用水水源地藻类监测的准确性和适用性。



1. 一种用于饮用水水源地藻类监测预警的浮标,包括浮标载体部分、支架部分和其余部分,所述浮标载体部分浮于水面,所述支架部分设置于所述浮标载体部分之上且露于水面上方,所述其余部分设置于所述浮标载体部分之下且潜入水面下方;

所述浮标载体部分包括浮标载体,其内有仪器舱,所述仪器舱内设置有蠕动泵、藻类监测仪、数据采集器、无线通讯模块、蓄电池组、光伏控制器和电源板;

所述支架部分包括支架及支撑于其上的通讯天线和太阳能电池板;

所述其余部分包括连接在所述浮标载体上的浮筒、位于所述浮筒内的升降马达以及伸入水中的采样管;其中,

所述采样管用于采集所述水源地的水样;

所述升降马达与所述采样管相连接,通过一转盘控制所述采样管的升降到达监测剖面水样所需要的采样位置;

所述蠕动泵与所述采样管相连接,用于控制所述采样管采集水样;

所述藻类监测仪与所述蠕动泵相连接,用于监测所述水样中的总藻类细胞数和微囊藻群细胞数,并计算出细胞密度;

所述数据采集器与所述藻类监测仪相连接,用于采集所述藻类监测仪监测到和/或计算到的数据;

所述无线通讯模块与所述数据采集器相连接,用于将上述数据发送到进行藻类监测预警的监测中心;

所述通讯天线与所述无线通讯模块相连接,用于将所述无线通讯模块要发送的数据通过无线网络发送到监测中心;

所述太阳能电池板用于采集太阳能转换为电能;

所述蓄电池组用于存储由所述太阳能电池板产生的电能作为备用电能,当太阳能发电不足时补充整个设备运行的电力供应;

所述光伏控制器分别与所述太阳能电池板和所述蓄电池组相连接,用于稳定太阳能发电的电压并使所述太阳能电池板对所述蓄电池组充电;以及

所述电源板分别与所述升降马达、所述藻类监测仪、所述数据采集器、所述无线通讯模块和所述光伏控制器相连接,用于向所述升降马达、所述藻类监测仪、所述数据采集器和所述无线通讯模块提供所需的电力供应。

2. 根据权利要求1所述的浮标,其特征在于,所述支架部分还包括支撑于所述支架上的:

风向传感器,与所述数据采集器相连接,用于采集所述水源地的风向数据;

风速传感器,分别与所述电源板和所述数据采集器相连接,用于采集所述水源地的风速数据;以及

光合有效辐射传感器,分别与所述电源板和所述数据采集器相连接,用于采集所述水源地的光合有效辐射数据。

3. 根据权利要求2所述的浮标,其特征在于,所述其余部分还包括锚系,连接在所述浮标载体上,用于固定所述浮标。

4. 根据权利要求3所述的浮标,其特征在于,所述藻类监测仪包括:

激光产生器,用于产生激光并以90度角照射所述水样;

散射光检测器,用于接收所述水样中的颗粒散射过来的光,判断所述颗粒的大小,并对其计数;

荧光检测器,用于接收所述水样中的颗粒散射过来的光和藻细胞色素发出的荧光,区分所述藻细胞的类群,并对所述类群的藻细胞进行计数。

5. 根据权利要求4所述的浮标,其特征在于,所述藻类监测仪中荧光检测器的个数为3个。

6. 根据权利要求5所述的浮标,其特征在于,所述激光的波长为488nm。

7. 根据权利要求1或2所述的浮标,其特征在于,所述支架为离水面高2米的不锈钢支架。

8. 根据权利要求1所述的浮标,其特征在于,所述采样管底部安装有过滤头。

9. 根据权利要求1所述的浮标,其特征在于,所述数据采集器包括预警模块,其中设置有预警参数,当所述藻细胞密度达到一阈值时产生报警信号。

10. 根据权利要求9所述的浮标,其特征在于,所述无线通讯模块包括手机短信发送模块,与所述预警模块相连接,用于给所述监测中心的工作人员发送报警短信。

用于饮用水水源地藻类监测预警的浮标

技术领域

[0001] 本发明涉及水环境保护技术领域,具体来说,本发明涉及一种用于饮用水水源地藻类监测预警的浮标。

背景技术

[0002] 伴随着我国经济快速发展的同时,生态环境持续恶化。近年来我国水体富营养化日益加剧,藻类过度繁殖产生的有害藻华持续高频次发生,已严重影响到居民的饮水安全、水产养殖、水体景观价值等方面,造成了巨大的经济损失。2007年太湖蓝藻水华爆发影响无锡、苏州等周边城市的生活、饮用水供水安全,2009年厦门九龙江甲藻水华影响厦门市生活、饮用水供水安全。作为主要饮用水水源地的大中型水库也频繁爆发水华,仅2000-2009年广东省就有18座水库发生蓝藻水华。2009年三峡水库香溪河库湾爆发甲藻水华。

[0003] 为应对日益严峻的水华形式,水利部水文局于2008年3月下发《关于开展藻类监测试点工作的通知》(水文质〔2008〕34号),部署藻类监测试点工作。环保部在2010年9月下发了《关于进一步加强分散式饮用水水源地环境保护工作的通知》,强调了饮用水水源地保护的紧迫性。藻类监测已经成为了水质监测工作中的重点。

[0004] 目前现有技术中针对藻类监测的方法主要有以下几种:

[0005] 1) 显微镜法测量细胞数:监测人员需要乘船到现场进行采样并固定,带回实验室后由专业人员进行镜检分析。

[0006] 2) 萃取法测量叶绿素含量:监测人员需要现场采样并过滤浓缩,带回实验室后用丙酮等有机溶剂萃取叶绿素并进行测量。

[0007] 3) 现场荧光法测量叶绿素含量:监测人员携带便携式荧光仪到现场采样并通过测量藻类色素的荧光强度来获知藻类叶绿素含量,目前最新的荧光仪已有测量蓝藻生物量和总藻类生物量的不同版本。

[0008] 4) 藻类色素荧光监测浮标:荧光计探头集成在浮标上,在现场连续监测水体中的藻类生物量,数据无线传输到岸上基站。

[0009] 5) 无线视频监控浮标:授权公告号为CN 201689088U的中国实用新型专利中提到了采用无线视频拍摄监测蓝藻浓度变化。它在浮标上安装监控摄像头,用于拍摄浮标水域的照片,无线传输到岸上基站,由监测人员根据水域照片判断是否发生了水华。

[0010] 6) 遥感测量藻类生物量:通过卫星搭载的光谱仪来大面积测量水色光谱,用特定公式估算水体的生物量。

[0011] 然而,现有的藻类监测技术分别存在如下缺点:

[0012] 1) 显微镜法测量细胞数:样品从采样到得出结果整个过程具有较大的时间滞后性,不能做到及时预警。此外,在显微镜下藻类分类和计数需要非常专业的人员,并且分析样品的效率较低(一般而言,对一个样品同时进行定性、定量分析约需2小时)。

[0013] 2) 萃取法测量叶绿素含量:采样回来后丙酮等有机溶剂的萃取时间较长,一般需要1-2天才能获取数据,无法做到及时预警。

[0014] 3) 现场荧光法测量叶绿素含量 :虽然获取数据非常快速,但当藻密度较高时(例如超过 $100 \mu\text{g Chl/L}$) 荧光强度与藻类生物量不再呈线性关系,获取的数据误差较大。水体中溶解态有机质(CDOM)较多时,需要消除 CDOM 发出的本底荧光才能获得较理想的数据。

[0015] 4) 藻类色素荧光监测浮标 :虽然可以做到无人值守、现场连续监测,但无法消除水体中 CDOM 荧光对测量产生的干扰,对于很多富营养化严重的水体而言,这种干扰非常大。藻密度较高特别是发生水华时,由于丧失了荧光强度与生物量的线性关系,导致测量的结果误差很大。

[0016] 5) 无线视频监测浮标 :通过无线传输来的现场照片只能对水体中的藻类进行非常不科学的估算,不是严谨可靠的定量分析。

[0017] 6) 遥感测量藻类生物量 :购买卫星遥感数据的费用非常昂贵,且需要非常专业的人员进行反演才能得到数据。天空中的云彩、空气中的浮尘等会直接影响遥感测量的准确性,需要进行地面校准。此外,目前国际上的卫星遥感主要聚焦于海洋领域,对于淡水环境的遥感网格很大,导致数据的精度不高。

[0018] 综上可知,上述现有的技术如显微镜法、萃取法、现场荧光法等都无法做到无人值守连续监测;遥感法需要购买数据,受天气影响很大;无线视频监测浮标无法获得可靠的数据;而荧光监测浮标又容易受到水体中溶解态有机质和藻密度的影响。

发明内容

[0019] 本发明所要解决的一个技术问题是提供一种用于饮用水水源地藻类监测预警的浮标,用于在野外无人值守、长期、在线监测饮用水水源地水域的剖面藻类细胞密度,从而进行藻类监测和预警。

[0020] 本发明所要解决的另一个技术问题是提供一种用于饮用水水源地藻类监测预警的浮标,可以区分出经常发生水华的微囊藻群体,用于监测单细胞微囊藻和群体微囊藻的密度,进行水华预警。

[0021] 为解决上述技术问题,本发明提供一种用于饮用水水源地藻类监测预警的浮标,包括浮标载体部分、支架部分和其余部分,所述浮标载体部分浮于水面,所述支架部分设置于所述浮标载体部分之上且露于水面上方,所述其余部分设置于所述浮标载体部分之下且潜入水面下方;

[0022] 所述浮标载体部分包括浮标载体,其内有仪器舱,所述仪器舱内设置有蠕动泵、藻类监测仪、数据采集器、无线通讯模块、蓄电池组、光伏控制器和电源板;

[0023] 所述支架部分包括支架及支撑于其上的通讯天线和太阳能电池板;

[0024] 所述其余部分包括连接在所述浮标载体上的浮筒、位于所述浮筒内的升降马达以及伸入水中的采样管;其中,

[0025] 所述采样管用于采集所述水源地的水样;

[0026] 所述升降马达与所述采样管相连接,通过一转盘控制所述采样管的升降到达监测剖面水样所需要的采样位置;

[0027] 所述蠕动泵与所述采样管相连接,用于控制所述采样管采集水样;

[0028] 所述藻类监测仪与所述蠕动泵相连接,用于监测所述水样中的总藻类细胞数和微囊藻群细胞数,并计算出细胞密度;

[0029] 所述数据采集器与所述藻类监测仪相连接,用于采集所述藻类监测仪监测到和/或计算到的数据;

[0030] 所述无线通讯模块与所述数据采集器相连接,用于将上述数据发送到进行藻类监测预警的监测中心;

[0031] 所述通讯天线与所述无线通讯模块相连接,用于将所述无线通讯模块要发送的数据通过无线网络发送到监测中心;

[0032] 所述太阳能电池板用于采集太阳能转换为电能;

[0033] 所述蓄电池组用于存储由所述太阳能电池板产生的电能作为备用电量,当太阳能发电不足时补充整个设备运行的电力供应;

[0034] 所述光伏控制器分别与所述太阳能电池板和所述蓄电池组相连接,用于稳定太阳能发电的电压并使所述太阳能电池板对所述蓄电池组充电;以及

[0035] 所述电源板分别与所述升降马达、所述藻类监测仪、所述数据采集器、所述无线通讯模块和所述光伏控制器相连接,用于向所述升降马达、所述藻类监测仪、所述数据采集器和所述无线通讯模块提供所需的电力供应。

[0036] 优选地,所述支架部分还包括支撑于所述支架上的:

[0037] 风向传感器,与所述数据采集器相连接,用于采集所述水源地的风向数据;

[0038] 风速传感器,分别与所述电源板和所述数据采集器相连接,用于采集所述水源地的风速数据;以及

[0039] 光合有效辐射传感器,分别与所述电源板和所述数据采集器相连接,用于采集所述水源地的光合有效辐射数据。

[0040] 优选地,所述其余部分还包括锚系,连接在所述浮标载体上,用于固定所述浮标。

[0041] 优选地,所述藻类监测仪包括:

[0042] 激光产生器,用于产生激光并以 90 度角照射所述水样;

[0043] 散射光检测器,用于接收所述水样中的颗粒散射过来的光,判断所述颗粒的大小,并对其进行计数;

[0044] 荧光检测器,用于接收所述水样中的颗粒散射过来的光和藻细胞色素发出的荧光,区分所述藻细胞的类群,并对所述类群的藻细胞进行计数。

[0045] 优选地,所述藻类监测仪中荧光检测器的个数为 3 个。

[0046] 优选地,所述激光的波长为 488nm。

[0047] 优选地,所述支架为离水面高 2 米的不锈钢支架。

[0048] 优选地,所述采样管底部安装有过滤头。

[0049] 优选地,所述数据采集器包括预警模块,其中设置有预警参数,当所述藻细胞密度达到一阈值时产生报警信号。

[0050] 优选地,所述无线通讯模块包括手机短信发送模块,与所述预警模块相连接,用于给所述监测中心的工作人员发送报警短信。

[0051] 与现有技术相比,本发明具有以下优点:

[0052] 本发明将藻类流式细胞测量技术整合进浮标中,通过测量水体中藻类细胞数来进行监测,不受水体中特别是富营养化水体中溶解态有机质荧光的干扰,且能在 10^3 - 10^{10} 个细胞/L 的大浓度范围中适用,适合于各种不同藻细胞浓度和不同季节(藻细胞浓度在不同季

节会发生变化)的水体中,从而大大提高了对饮用水水源地(特别是取水口区域)藻类细胞密度变化和藻群变化监测的准确性和适用性,为饮用水供水安全的早期预警提供了良好的监测工具。

[0053] 本发明采用无线通讯和太阳能供电的工作方式,可以在野外无人值守的情况下长期、连续、在线监测饮用水水源地水体的藻类细胞密度,不需要监测人员到现场去采样分析,可以每天多次进行监测,避免了由于人力监测频次不够而导致的漏报现象发生,并且整个监测过程不受人工干扰,避免了由监测人员手工测量引起的误差。

[0054] 本发明将采样管升降到任意所需要的采样深度,可以对监测点不同水层中的藻类数据进行监测,完整地获知一个水柱剖面中的藻类数据,在藻类特别是蓝藻还没有迁移到水体表层时就能够提前预测其垂直迁移的趋势,用于蓝藻水华的早期预警,大大提高了饮用水水源地的供水安全的预警时间。

[0055] 本发明可以区分出经常发生水华的微囊藻群体,用于监测单细胞微囊藻和群体微囊藻的密度,对微囊藻水华的早期预警具有重大价值。

[0056] 本发明由于用于水库、河流及湖泊中,因此没有外接市电的供应,故其电源供应采用太阳能电池板和蓄电池组合,既节约了能源同时又保证了浮标的全天候正常运行,不至于出现因一种电源供应中断而导致浮标无法工作的情形。

[0057] 本发明可以将风速、风向、光合有效辐射等当地气象数据和所监测的藻类数据与一起无线传输到岸上的监测中心,供监测人员综合判断藻类的生长趋势,以便尽早应对可能发生的藻华。

[0058] 本发明除了将监测数据发送到监测中心之外,还可以在数据采集器中设置预警参数,例如当藻细胞密度达到一定阈值时发送报警信号进行自动预警,例如给监测中心的工作人员发送报警短信,实时地提示工作人员采取相应的措施应对可能发生的藻华。

附图说明

[0059] 本发明的上述的以及其他的特征、性质和优势将通过下面结合附图和实施例的描述而变得更加明显,其中:

[0060] 图1为本发明一个实施例的用于饮用水水源地藻类监测预警的浮标的模块结构图;

[0061] 图2为本发明另一个实施例的用于饮用水水源地藻类监测预警的浮标的模块结构图;

[0062] 图3为本发明一个实施例的用于饮用水水源地藻类监测预警的浮标的外观结构示意图;

[0063] 图4为本发明一个实施例的用于饮用水水源地藻类监测预警的浮标的藻类监测仪的工作原理示意图;

[0064] 图5为本发明一个实施例的用于饮用水水源地藻类监测预警的浮标的仪器舱的内部结构示意图。

具体实施方式

[0065] 下面结合具体实施例和附图对本发明作进一步说明,但不应以此限制本发明的保

护范围。

[0066] 图 1 为本发明一个实施例的用于饮用水水源地藻类监测预警的浮标的模块结构图。该浮标可以布放于水库、河流、湖泊等水源地,实时监测水体中藻类细胞密度和主要藻群(特别是蓝藻微囊藻)的密度,实时传输到岸上基站,为饮用水水源地藻类的监测预警提供数据。图 3 为本发明一个实施例的用于饮用水水源地藻类监测预警的浮标的外观结构示意图。结合图 1 和图 3 所示,该浮标 100 大体可以分为浮标载体部分、支架部分和其余部分。其中,浮标载体部分浮于水面,包括一浮标载体 7,其内有仪器舱 11,蠕动泵 16、藻类监测仪 8、数据采集器 10、无线通讯模块 9、蓄电池组 13、光伏控制器 12 和电源板 17 设置于仪器舱 11 内;支架部分设置于浮标载体部分之上,露于水面上方,包括通讯天线 3、太阳能电池板 5 和支撑上述各部件的支架 6;其余部分设置于浮标载体部分之下,潜入水面下方,包括连接在浮标载体 7 上的一浮筒 18,设置于浮筒 18 内的一升降马达 19 以及伸入水中的采样管 15,升降马达 19 通过一转盘 20 控制采样管 15 的升降。另外,该其余部分还包括连接在浮标载体 7 上的一个或多个锚系 14,用于固定浮标 100。

[0067] 图 2 为本发明另一个实施例的用于饮用水水源地藻类监测预警的浮标的模块结构图。如图所示,本实施例的浮标 200 在图 1 所示的实施例的基础上,还可以包括支撑于支架 6 上的风向传感器 1、风速传感器 4 和光合有效辐射传感器 2,其均属于支架部分,设置于浮标载体部分之上且露于水面上方。

[0068] 下面结合图 3 对本发明的浮标的各组成部件进行详细描述。在图 1 所示的浮标 100 中,采样管 15 用于采集水源地的水样;升降马达 19 用于通过转盘 20 控制采样管 15 的升降到达监测剖面水样所需要的采样位置;蠕动泵 16 用于控制采样管 15 采集水样;藻类监测仪 8,与蠕动泵 16 相连接,用于监测水样中的总藻类细胞数和微囊藻群细胞数,并计算出细胞密度;数据采集器 10 用于采集藻类监测仪 8 监测到和/或计算到的数据;无线通讯模块 9 用于将数据采集器 10 获得的上述数据发送到进行藻类监测预警的监测中心 40;通讯天线 3 用于将无线通讯模块 9 要发送的数据通过无线通讯网络 30 发送到监测中心 40;太阳能电池板 5 用于采集太阳能转换为电能;蓄电池组 13 用于存储由太阳能电池板 5 产生的电能作为备用电能,当太阳能发电不足时补充整个设备运行的电力供应;光伏控制器 12 用于稳定太阳能发电的电压并使太阳能电池板 5 对蓄电池组 13 充电;以及电源板 17 用于向升降马达 19、藻类监测仪 8、数据采集器 10 和无线通讯模块 9 提供所需的电力供应。

[0069] 而在图 2 所示的浮标 100 中,另有位于支架 6 上的风向传感器 1,用于采集水源地的风向数据;风速传感器 4 用于采集水源地的风速数据;以及光合有效辐射传感器 2 用于采集水源地的光合有效辐射数据。其中,风向传感器 1 不需要电能,只与数据采集器 10 相连接,而风速传感器 4 和光合有效辐射传感器 2 均分别与电源板 17 和数据采集器 10 相连接。

[0070] 还是如图 3 所示,在实际应用时,浮标载体 7 作为整个监测系统的载体漂浮在水面,由锚系 14 固定。仪器舱 11 稳固地安装于浮标载体 7 内,两者的连接处做防水防腐蚀处理,保证内部仪器的正常运行。在浮标载体 7 的顶部竖一个离水面高两米的不锈钢支架 6,在其上部安装风向传感器 1、风速传感器 4、光合有效辐射传感器 2、通讯天线 3 和太阳能电池板 5。各传感器通过数据线接到仪器舱 11 内的数据采集器 10 上,通讯天线 3 通过数据线连接到仪器舱 11 内的无线通讯模块 9 上。仪器舱 11 内安装有藻类监测仪 8、光伏控制器

12、蓄电池组 13、数据采集器 10、无线通讯模块 9 和蠕动泵 16,并有一根采样管 15 穿过仪器舱 11 和浮标载体 7 下部的孔延伸到水中,用于采集水样。在仪器舱 11 和浮标载体 7 穿孔处做防水防腐蚀处理。浮标载体 7 下方悬挂一个圆柱形的浮筒 18,内置可以控制采样管 15 的转盘 20 和升降马达 19,通过仪器舱 11 电源板 17 为升降马达 19 供电来控制转盘 20 的旋转,进而控制采样管 15 的升降到达采样位置。安装在浮标载体 7 顶部支架 6 上的太阳能电池板 5 与仪器舱 11 内的光伏控制器 12 连接,通过该光伏控制器 12 为蓄电池组 13 充电,然后为整套系统的正常运转供电。光伏控制器 12 通过电源板 17 连接到藻类监测仪 8、数据采集器 10、无线通讯模块 9 和升降马达 19 上,为其正常工作供电。当太阳能供电不能满足需求时,蓄电池组 13 可以提供备用电。数据采集器 10 采集整套系统监测到的数据,然后传送给无线通讯模块 9,经过浮标载体 7 顶部的通讯天线 3 远程传输至监测中心 40(本图中未示出)。

[0071] 浮标载体 7 由实心的橡胶及金属等材料制成,整个系统悬浮在水面上。浮标载体 7 底部通过钢链与沉放在水底的锚系 14 连接固定。

[0072] 仪器舱 11 内部安装的藻类监测仪 8、蠕动泵 16、蓄电池组 13、光伏控制器 12、数据采集器 10 和无线通讯模块 9 属于整个系统的核心部分。蓄电池组 13 和光伏控制器 12 组成内部备用供电系统,在天气不好的情况下(如阴雨天气)保障系统的正常运行。蠕动泵 16 和安装在浮筒 18 中的升降马达 19 和转盘 20 配合,控制采样管 15 分层采集水样到藻类监测仪 8 中进行测量。该采样管 15 通过在浮标载体 7 底部打孔伸入悬挂在浮标 100 底部的浮筒 18,经过在转盘 20 上缠绕几圈后伸入水中。采样管 15 底部安装有过滤头,防止水中杂质进入造成阻塞。数据采集器 10 采集蓄电池组 13 的电量、风向传感器 1、风速传感器 4、光合有效辐射传感器 2 和藻类监测仪 8 测量的数据,通过无线通讯模块 9 进行远程传输,方便用户的实时监测。

[0073] 其中藻类监测仪 8 具体来说是一台专门用于浮游植物研究的流式细胞测量系统,通过仪器舱 11 内的蠕动泵 16 控制延伸到浮标载体 7 底部的采样管 15 采集水样。水样进入藻类监测仪 8 的流路后,在鞘液的包裹下快速经过测量区。图 4 为本发明一个实施例的用于饮用水水源地藻类监测预警的浮标的藻类监测仪的工作原理示意图。如图所示,测量区有一束通过一激光产生器 501 产生的例如 488nm 波长的激光呈 90 度角照射到水样中的藻类和其它颗粒上,这些藻细胞和颗粒会对照射过来的光产生散射,同时藻细胞内部的色素也会发出荧光。藻类监测仪 8 还包括两个散射光检测器 502 和 503,以及三个荧光检测器 504 ~ 506。藻类监测仪 8 通过内置的荧光检测器 504 ~ 506 和散射光检测器 502 和 503 可以接收水样中的颗粒散射过来的光和藻细胞色素发出的荧光,其中散射光检测器 502 和 503 判断颗粒的大小,并对其进行计数,荧光检测器 504 ~ 506 区分藻细胞的类群,并对类群的藻细胞进行计数,以此来区分检测到的颗粒是藻细胞还是其它非生物颗粒,并且对它们进行快速计数。另外,再结合进样体积就可以得出水体中的藻细胞浓度。其通过散射光可以判断藻细胞和其它颗粒的大小,再结合荧光检测就可以获知水体中单细胞蓝藻和群体蓝藻(特别是微囊藻)的比例,从而对蓝藻水华进行早期预警。通过藻细胞大小和色素荧光可以对水体中主要藻群的生物量进行监测。例如每次监测设置不少于 10000 个藻细胞作为阈值,以保证监测数据的准确性。

[0074] 在数据采集器 10 中包括预警模块(未图示),其中设置有预警参数,当藻细胞密度

达到一阈值（即设定的预警值）时，产生报警信号。系统通过无线通讯系统（包括无线通讯模块 9 和通讯天线 3）自动向监测中心发送该报警信号。此外，无线通讯系统包括手机短信发送模块（未图示），与预警模块相连接，用于给监测中心的工作人员的手机发送报警短信，提示工作人员采取相应的措施应对可能发生的藻华。

[0075] 另外，风速传感器 1、风向传感器 4、光合有效辐射传感器 2 属于气象传感器，它们安装在浮标载体 7 上部，离水面高 2 米，周围没有遮挡物，以保证监测数据的准确性。

[0076] 位于仪器舱 11 内的蠕动泵 16，以及位于浮标载体 7 下部浮筒 18 中的升降马达 19、转盘 20 和采样管 15 属于分层采样系统。升降马达 19 通过控制转盘 20 的旋转来控制采样管 15 的升降，从而采集不同水层中的水样。

[0077] 位于仪器舱 11 内的无线通讯模块 9 和位于浮标载体 7 顶部的通讯天线 3 属于无线通讯系统，可以通过无线通讯网络 40 将监测数据传输到覆盖了无线通讯信号的任何区域。

[0078] 位于浮标载体 7 顶部的太阳能电池板 5 和位于仪器舱 11 内的光伏控制器 12、蓄电池组 13 以及电源板 17 属于太阳能供电系统，为整个浮标系统的运转（包括数据监测和数据传输）提供电力保障。

[0079] 图 5 为本发明一个实施例的用于饮用水水源地藻类监测预警的浮标的仪器舱的内部结构示意图。如图所示，在图 3 所示的仪器舱 11 内包括有藻类监测仪 8、蠕动泵 16、光伏控制器 12、蓄电池组 13、电源板 17、数据采集器 10 和无线通讯模块 9。同时示出了各仪器之间的电源连接及信号连接，在图中实线为电源线，虚线为信号线。

[0080] 首先太阳能电池板 5 连接到光伏控制器 12 的电源输入端子 a 上，光伏控制器 12 的输出端子 b 与电源板 17 的输入端子 f 连接，进一步通过电源板 17 的多个输出端子 g 分别连接到气象传感器（风向传感器 1 不需供电，故只需两个输入端子分别给风速传感器 4 和光合有效辐射传感器 2 供电即可）、无线通讯模块 9（端子 h）、数据采集器 10（端子 j）和藻类监测仪 8（端子 n），为它们的正常运转供电。其中藻类监测仪 8 还有一个输出端子 m 连接到蠕动泵 16 的输入端子 l 上，控制蠕动泵 16 的采样。光伏控制器 12 上还有一个端子 c 和蓄电池组 13 的端子 d 连接，平时用于为蓄电池组 13 充电。当太阳能供电不足时，光伏控制器 12 切换由蓄电池组 13 提供各仪器正常运行的电源；当太阳能供电充足时，光伏控制器 12 切换由太阳能供电，同时给蓄电池组 13 充电，保证蓄电池组 13 的电量充足。藻类监测仪 8 的信号输出端子 o、蓄电池组 13 的信号输出端子 e 和气象传感器的信号线分别连接到数据采集器 10 的输入端子 p 上，然后经数据采集器 10 的信号输出端子 k 连接到无线通讯模块 9 的信号输入端子 i 上，无线通讯模块 9 连接通讯天线 3 通过无线通讯网络将测量数据远程输送到监测中心（图中未示出）。

[0081] 仪器舱 11 内的众多设备放置要能够保证浮标 100 的平衡，即整个浮标 100 的中心线最好与重心线重合，必要时可以增加配重以保证平衡。

[0082] 本系统由于用于水库、河流及湖泊中，因此没有外接市电的供应，所以采用太阳能电池板 5 作为整套监测设备的电力的提供者，同时配备一组蓄电池组 13 作为备用电源，如在阴雨天气，太阳能不足时蓄电池组将提供监测设备运行的电力供应，同时在太阳能电池板 5 与众设备之间增加了光伏控制器 12，对太阳能电源的电压起了稳定作用，防止太阳能电池板 5 在天气不稳的情况下由于电压波动影响设备的正常运行，同时也对蓄电池组 13 起到充电的功能，保证了蓄电池组 13 电力的稳定。需要注意的是，蓄电池组 13 在首次使用时

最好应充足电量。

[0083] 本发明将藻类流式细胞测量技术整合进浮标中,通过测量水体中藻类细胞数来进行监测,不受水体中特别是富营养化水体中溶解态有机质荧光的干扰,且能在 10³-10¹⁰ 个细胞/L 的大浓度范围中适用,适合于各种不同藻细胞浓度和不同季节(藻细胞浓度在不同季节会发生变化)的水体中,从而大大提高了对饮用水水源地(特别是取水口区域)藻类细胞密度变化和藻群变化监测的准确性和适用性,为饮用水供水安全的早期预警提供了良好的监测工具。

[0084] 本发明采用无线通讯和太阳能供电的工作方式,可以在野外无人值守的情况下长期、连续、在线监测饮用水水源地水体的藻类细胞密度,不需要监测人员到现场去采样分析,可以每天多次进行监测,避免了由于人力监测频次不够而导致的漏报现象发生,并且整个监测过程不受人工干扰,避免了由监测人员手工测量引起的误差。

[0085] 本发明将采样管升降到任意所需要的采样深度,可以对监测点不同水层中的藻类数据进行监测,完整地获知一个水柱剖面中的藻类数据,在藻类特别是蓝藻还没有迁移到水体表层时就能够提前预测其垂直迁移的趋势,用于蓝藻水华的早期预警,大大提高了饮用水水源地的供水安全的预警时间。

[0086] 本发明可以区分出经常发生水华的微囊藻群体,用于监测单细胞微囊藻和群体微囊藻的密度,对微囊藻水华的早期预警具有重大价值。

[0087] 本发明由于用于水库、河流及湖泊中,因此没有外接市电的供应,故其电源供应采用太阳能电池板和蓄电池组合,既节约了能源同时又保证了浮标的全天候正常运行,不至于出现因一种电源供应中断而导致浮标无法工作的情形。

[0088] 本发明可以将风速、风向、光合有效辐射等当地气象数据和所监测的藻类数据与一起无线传输到岸上的监测中心,供监测人员综合判断藻类的生长趋势,以便尽早应对可能发生的藻华。

[0089] 本发明除了将监测数据发送到监测中心之外,还可以在数据采集器中设置预警参数,例如当藻细胞密度达到一定阈值时发送报警信号进行自动预警,例如给监测中心的工作人员发送报警短信,实时地提示工作人员采取相应的措施应对可能发生的藻华。

[0090] 本发明虽然以较佳实施例公开如上,但其并不是用来限定本发明,任何本领域技术人员在不脱离本发明的精神和范围内,都可以做出可能的变动和修改,因此本发明的保护范围应当以本发明权利要求所界定的范围为准。

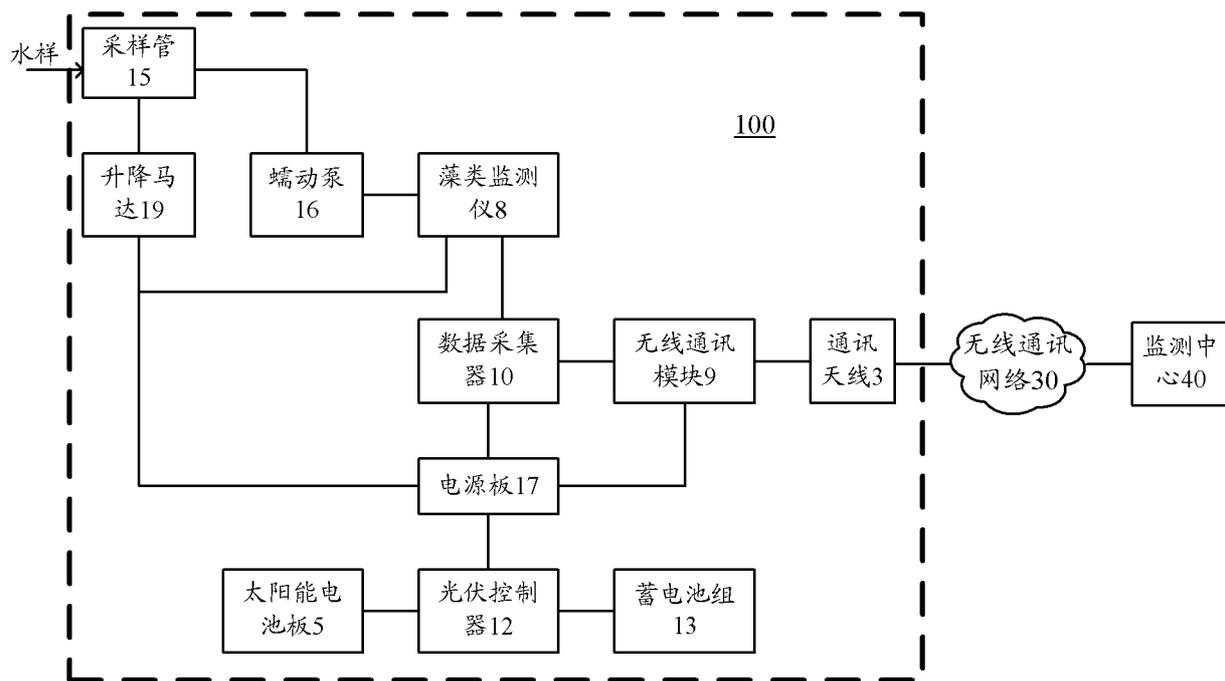


图 1

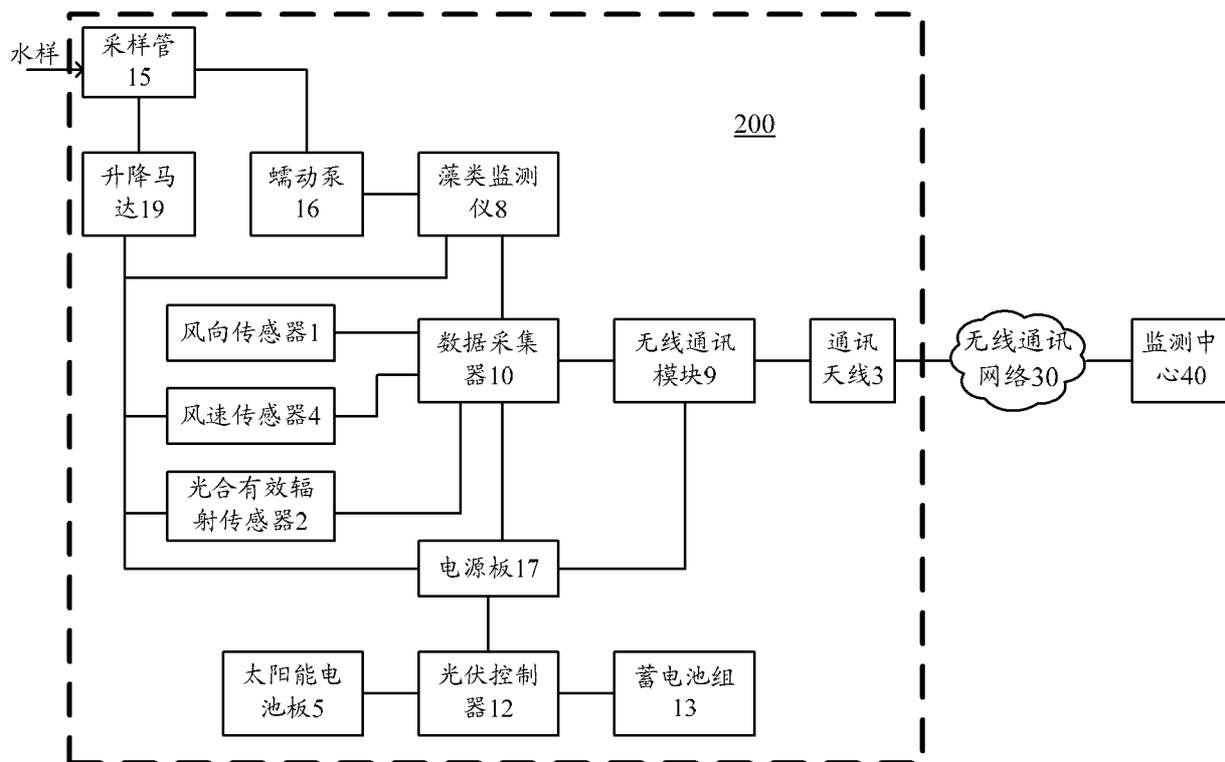


图 2

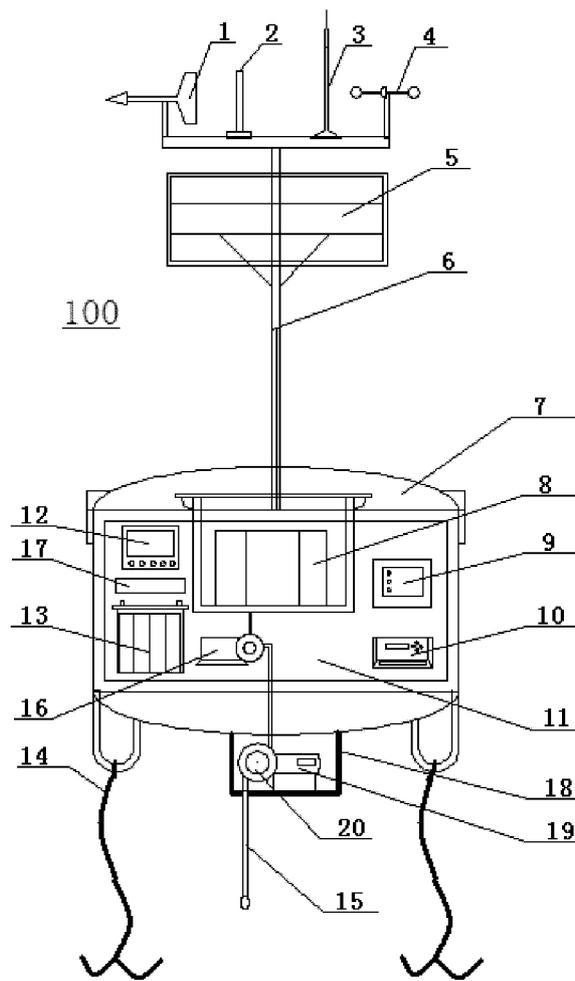


图 3

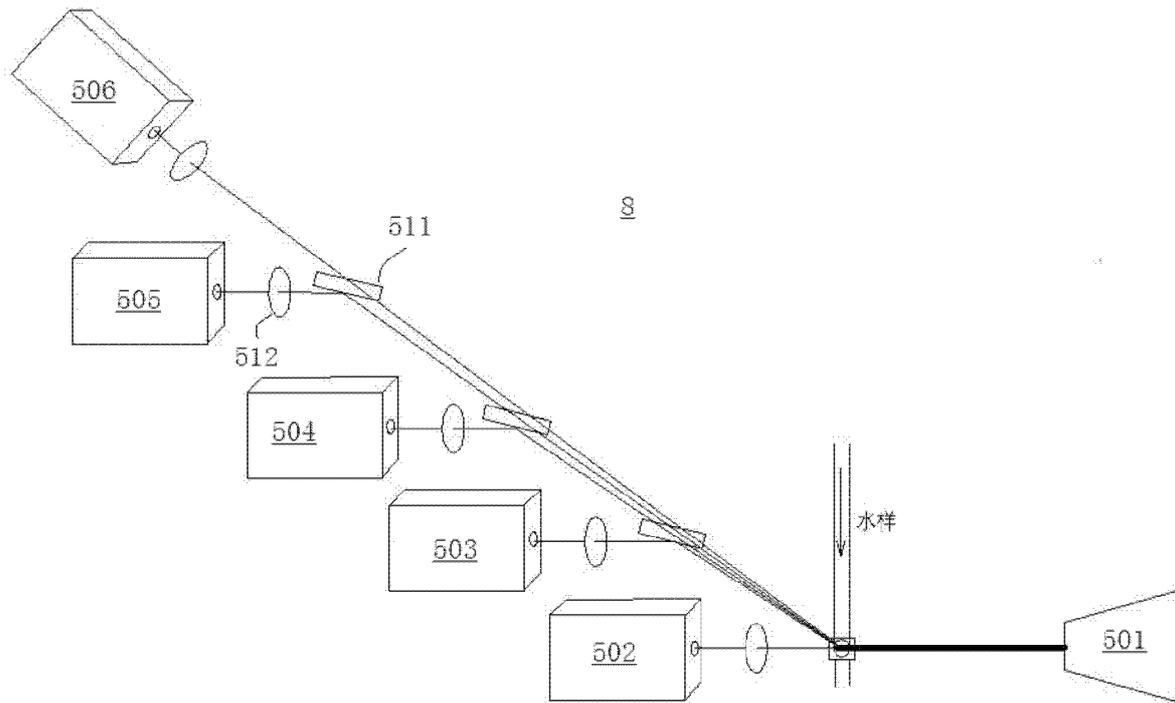


图 4

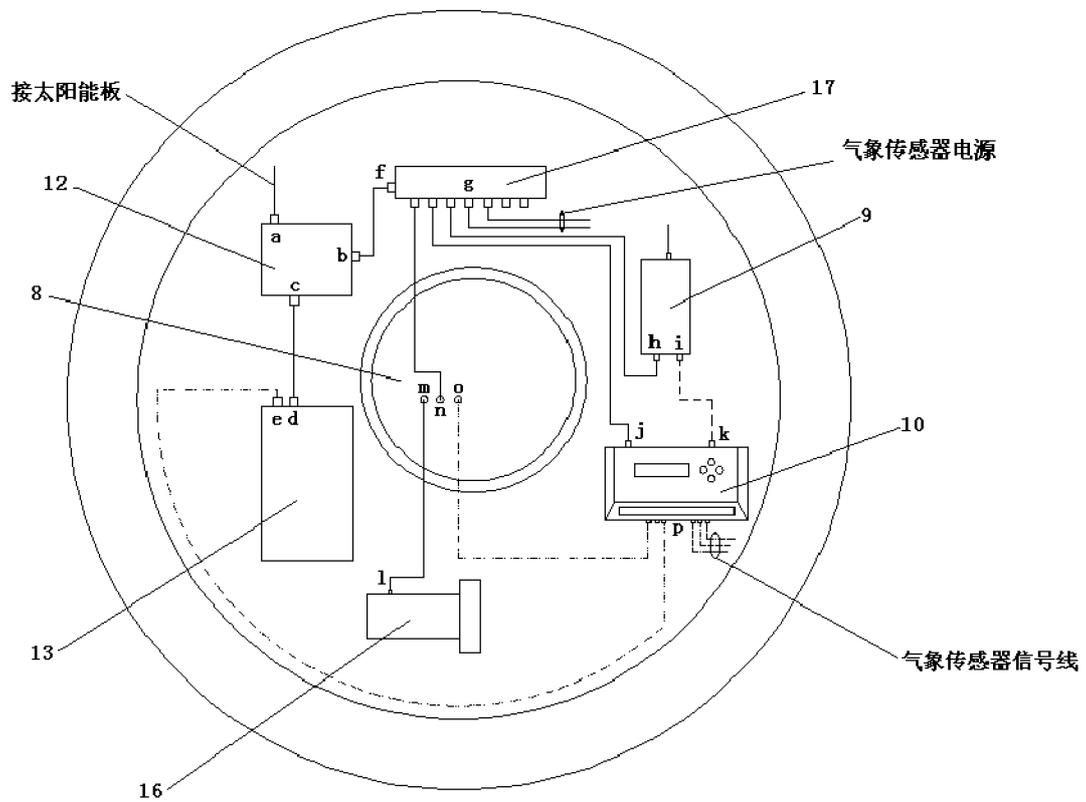


图 5