



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110398397 B

(45) 授权公告日 2020. 11. 03

(21) 申请号 201810895987.6

(22) 申请日 2018.08.08

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110398397 A

(43) 申请公布日 2019.11.01

(66) 本国优先权数据
201810372360.2 2018.04.24 CN

(73) 专利权人 水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院

地址 210029 江苏省南京市鼓楼区虎踞关34号

(72) 发明人 陈求稳 余居华 张建云 余文勇
施文卿 陈诚 林育青 胡柳明
王丽

(74) 专利代理机构 南京苏高专利商标事务所
(普通合伙) 32204

代理人 孙斌

(51) Int.Cl.
G01N 1/16 (2006.01)
G01N 33/18 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 104458330 A, 2015.03.25
CN 101464231 A, 2009.06.24
CN 201559799 U, 2010.08.25
CN 108195626 A, 2018.06.22
CN 101608982 A, 2009.12.23

审查员 余玲

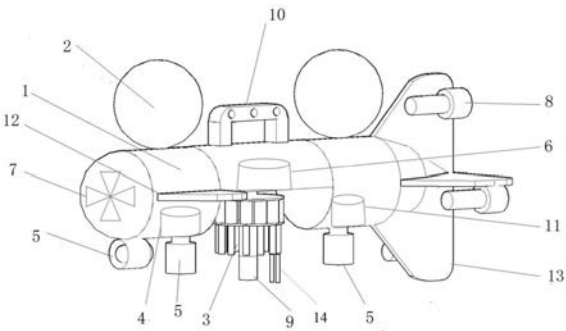
权利要求书1页 说明书7页 附图1页

(54) 发明名称

高坝深库分层水样多维保真采集与水质监测人工智能装置

(57) 摘要

本发明公开一种高坝深库分层水样多维保真采集与水质监测人工智能装置,包括采样器主舱体,采样器主舱体上部设置有静压气瓶,下部设置有阵列式采水器、姿态平衡传感器和照明摄像系统;采样器主舱体的前后端设置有推进装置,两侧设置有平衡装置。本发明的一体化智能系统装置为一种水下地形高清观测、无扰动分层采集、水体垂向分层精确采样及其关键理化参数同步监测等功能于一体化人工智能的采样装置,其具备无扰动、高精度、高保真、高效率、强匹配和低风险等优点,为进一步研究大型水利工程的环境生态效应提供有力的技术支撑。



1. 一种高坝深库分层水样多维保真采集与水质监测人工智能装置,其特征在于,包括采样器主舱体(1),所述采样器主舱体(1)上部设置有静压气瓶(2),下部设置有阵列式采水器(3)、姿态平衡传感器(4)和照明摄像系统(5);所述采样器主舱体(1)的前后端设置有推进装置,两侧设置有平衡装置;所述阵列式采水器(3)为多通道阵列式采水器,由顶部的动力装置(3-1),中间的压力感应装置(3-2)以及四周的采样管(3-3)组成,所述采样管(3-3)进水口端连接有用于采集沉积物—水界面超饱和水样的软管(14);所述阵列式采水器(3)底端设置多参数水质分析仪(9),所述软管(14)底端与多参数水质分析仪(9)最下端平齐;所述高坝深库分层水样多维保真采集与水质监测人工智能装置根据多参数水质分析仪(9)反馈的溶解氧、Eh和电导率参数,对沉积物—水边界层范围作出判断,为避免对底部沉积物造成扰动,通过连接有软管(14)的采样管对沉积物—水界面超饱和水实现原位、无扰动采集。

2. 根据权利要求1所述的高坝深库分层水样多维保真采集与水质监测人工智能装置,其特征在于,所述阵列式采水器(3)每个单通道的采样管的体积为500-600mL。

3. 根据权利要求1或2所述的高坝深库分层水样多维保真采集与水质监测人工智能装置,其特征在于,所述阵列式采水器(3)采用真空负压方式实现密封。

4. 根据权利要求1或2所述的高坝深库分层水样多维保真采集与水质监测人工智能装置,其特征在于,所述阵列式采水器(3)位于采样器主舱体(1)底部中间位置,由采样器主舱体(1)内部的主控装置(6)来控制。

5. 根据权利要求1所述的高坝深库分层水样多维保真采集与水质监测人工智能装置,其特征在于,所述推进装置包括位于采样器主舱体(1)前端的推进扇叶(7)和位于采样器主舱体(1)尾端的气体推进器(8)。

6. 根据权利要求1所述的高坝深库分层水样多维保真采集与水质监测人工智能装置,其特征在于,所述采样器主舱体(1)顶部中间设置有手柄(10)。

7. 根据权利要求1所述的高坝深库分层水样多维保真采集与水质监测人工智能装置,其特征在于,所述采样器主舱体(1)内部设置有声呐装置(11)。

8. 根据权利要求1所述的高坝深库分层水样多维保真采集与水质监测人工智能装置,其特征在于,所述平衡装置包括前平衡羽翼(12)和后平衡羽翼(13)。

9. 根据权利要求1所述的高坝深库分层水样多维保真采集与水质监测人工智能装置,其特征在于,所述智能装置配备有水上智能操作界面,有效地实现了分层水样采样过程的智能化设置、可视化控制及高效精准于一体的原位采集。

高坝深库分层水样多维保真采集与水质监测人工智能装置

技术领域

[0001] 本发明属于高坝深库分层水样原位采集、同步监测的一体化人工智能采集装置，特别涉及一种自动化控制、人工智能的分层水样原位保真采集与监测的一体化智能系统装置。

背景技术

[0002] 在水力学与水利工程，地学，环境科学与生态学等学科领域中，水样的采集是研究水体生态系统结构和功能的重要步骤，已成为当前水科学研究的重要问题之一，而如何原位保真地获取研究水体的水样更是成为研究水文过程、物质循环转化，特别是在关键微区发生的复杂的物质地球化学过程的技术瓶颈问题。由于地表水受制于河道地形地貌，水文水力学过程及人为活动等，深大水库、深水湖泊和近海水体从表面垂向向下会形成明显的物理化学性质分异，尤其原位捕捉分层水体温/氧跃层和沉积物-水边界层(溶质与能量交换转化非常活跃的微区，对于认识生源物质生物地化过程至关重要)等关键界面附近的物理、生物及化学参数垂直分布特征显得至关重要，水样的无扰动或者微扰动采集是保证后续水质分析具有真实性的前提条件。尽管当前水质样品分析技术的精度得到长足进步，但是目前水样的原位真实性与保真精度仍远低于后续分析测试技术的准确性。因此，从样品采集过程如何有效防止目标水样不生物化和生物化学条件的变化，尤其是对于条件复杂的深大水库分层水样的采集，进一步提高研究结果的准确性及可比性。对于复杂深水水体分层水样的采集，目前的取样装置仍然没有成熟的产品来确保分层水样和沉积物-水界面超饱和水样(沉积物-水界面超饱和水样是指位于沉积物-水界面扩散边界层内的具有一定水柱高度的水体样品)的原位状态和真实性，更难以要求解决分层水样多维保真与水体关键物化参数同步监测的技术难题。传统的水样采集方法大致分为多瓶(袋)式、球盖式和杆式采样器等，具体为简单的有机玻璃采水器、不锈钢采水器、杆持式采水器、多通道瓶式采样器等，最近还提出了利用人工智能手段来实现水体自动采样或监测的采样船及机器人概念等。然而，传统方法难以有效解决复杂水体分层水样无扰动或者微扰动采集与监测的瓶颈，特别是深大水库复杂环境下分层水体和沉积物-水界面超饱和水样的原位获取、多维保真及关键物化参数的同步监测等难题。

[0003] 目前，分层水样的采集装置有多种，但对于高坝深库复杂条件下分层水样的采集，尤其是专门针对沉积物-水界面超饱和水样的原位、无扰动获取，几乎没有成熟的技术与产品，更难以购买到针对特殊研究目的分层水样采集与同步监测仪器。当前，常规使用的传统方法大致存在以下几个方面的不足：(1) 对水体造成扰动，破坏原位环境条件。传统水样采集器在进行不同深度水体样品采集时，需通过多次抛投水样采集装置到水体中，这样会对采样点水体产生扰动，破坏不同深度水环境的原位条件，特别是对于频繁出现水体温度、盐度出现分层及沉积物-水界面物质和能量迁移交换活跃的复杂水库条件，该方法很难保证样品的真实性；(2) 水样掺混与暴露影响水质的真实性和可靠性。传统的采样器在回收采样瓶时，容易造成所采集的水体与上层水体进行掺混，引起不同水层的物质发生混合；而且采

集到的水样容易与空气进行接触,进而影响水中溶解性气体的后续分析测定;(3) 采样精度低,难以原位同步监测。传统的采样方法通常是通过测量绳缆的长度来确定采样器到达的深度,由于采样过程受水流波浪作用的影响,导致采样瓶出现偏移,进而引起绳缆倾斜,因此该方法存在较大的偏差,导致采样深度不准确;此外,在采样过程中,难以对垂向剖面的物化参数进行同步监测,造成水质指标与物化参数不匹配,限制了实验结果的可比性;(4) 采集效率低下,难以确保样品采集的成功率。单水样采集器需要多次采集,才能完成对一个完整剖面分层水样的收集,需要大量人力和物力,且工作人员协调准确,因此采样效率及实现的难度均较大;(5) 智能化水平不足,采样风险大。当前有各种自动采水器相继出现,但也存在一定的不足之处,多数采样器是通过电缆来链接采样器和水上平台,因此容易造成电缆与安全绳出现绕线的问题;由于深大水库复杂的水动力与基底条件,另一种自返式采水控制装置采样风险大,因此加大研究的成本与投入。

[0004] 流域水电基地化建设是应对能源需求和减少碳排放国际履约的重要战略,但是大坝的建设运行对河流生态环境造成了重要影响,其中河流湖沼化的影响尤为突出。如何解决深大水库中完整剖面分层水样的采集及其关键物化参数的同步监测是研究大型水库生源物质在关键界面(温/氧跃层、沉积物-水界面)迁移转化过程的关键。目前,用于采集深大水库完整剖面分层水体、沉积物-水界面超饱和水样及其关键参数同步监测的采样装置仍不成熟。因此,迫切需要有效解决传统采样器存在的不足,研制具备水下地形高清观测、无扰动分层采集、水体垂向分层精确采样及其关键理化参数同步监测等功能于一体的采样装置。

发明内容

[0005] 发明目的:针对现有技术存在的问题,本发明提供一种高坝深库分层水样多维保真采集与水质监测一体化智能系统装置,该装置为一种水下地形高清观测、无扰动分层采集、水体垂向分层精确采样及其关键理化参数同步监测等功能于一体化人工智能的采样装置,其具备无扰动、高精度、高保真、高效率、强匹配和低风险等优点,为进一步研究大型水利工程的环境生态效应提供有力的技术支撑。

[0006] 技术方案:为了实现上述目的,如本发明所述的一种高坝深库分层水样多维保真采集与水质监测一体化人工智能系统装置,包括采样器主舱体,所述采样器主舱体上部设置有静压气瓶,下部设置有阵列式采水器、姿态平衡传感器和照明摄像系统;所述采样器主舱体的前后端设置有推进装置,两侧设置有平衡装置。

[0007] 作为优选,所述阵列式采水器为多通道阵列式采水器,由顶部的动力装置,中间的压力感应装置以及四周的采样管组成,其中每个单通道的采样管的体积为 500-600ml。多通道阵列式采水器的采样管数量分别有6、12、24和36根四种规格(采样管的体积为500-600ml),可以根据研究目的不同,有效地选择采样管的数量,最大地满足了不同学科对沉积物研究的不同需求。同时多通道阵列采水器,可以根据深大水库水深、跃层季节分布特征,选择不同深度范围的上覆水体的单个或多个样品的同步采集,有效地满足对于深水水体垂向跃层性质的研究。

[0008] 进一步地,所述阵列式采水器采用真空负压方式实现密封,当采样完成进行样品回收时,不会因为封闭不严而导致样品泄漏或暴露于空气,有效保障分层水样采集的真实

性。其中,分层水样采集深度主要是通过压力感应装置来进行确定,根据深大水库跃层水体关键参数的垂向变异规律,人为设置样品深度间隔,实现智能精准采集垂向分层水体,尤其是沉积物—水界面的超饱和水样(单通道采集水样体积为500-600ml),极大地提高了采样精度与效率。

[0009] 作为优选,所述采样管进水口连接用于采集沉积物—水界面超饱和水样的软管。软管的连接是由沉积物—水界面超饱和水采集个数决定,同时针对平行样设置,软管数量为2~4,通常设置有3个。

[0010] 进一步地,在采样管(采集水样体积为500-600ml)进水口连接口径大小一致的聚四氟乙烯软管,连接的聚四氟乙烯软管长度确保与多参数水质分析仪最下端平齐便可,能够有效实现对最下层沉积物—水界面超饱和水样的无扰动、原位采集。采样结束后,连接的聚四氟乙烯软管可直接作为导流管来转移沉积物—水界面超饱和水样。

[0011] 所述阵列式采水器位于采样器主舱体底部中间位置,由采样器主舱体内部的主控装置来控制,主控装置是在采样器主舱体的内部,位于采水器上方。

[0012] 进一步地,所述阵列式采水器搭载的水质多参数分析仪(YSI,美国),同步测定垂向水体溶解氧、Redox、温度、pH、电导率、盐度和藻密度等关键理化参数,该多参数水质分析仪(YSI)能较好地实现同步监测分层水样性质,促使分层水样指标及其关键理化参数特征的匹配性。

[0013] 当开始采集水样时,通过主控装置来遥控动力装置,记录压力感应装置传输回来的水深信息以及多参数水质分析仪的相关水质参数,驱动动力装置,实现跃层水体的采集,采样结束后关闭采样管,至此完成一个层位水体的采集与同步监测。

[0014] 其中,所述推进装置包括位于采样器主舱体前端的推进扇叶和位于采样器主舱体尾端的气体推进器。其中气体推进器通常设置2-4个,分上下左右四个方位,水面操作人员通过控制面板来遥控推进器和推进扇叶,促使采样器主舱体来进行移动,到达选定的最佳采样位置;通过姿态平衡传感装置,通过静压气瓶的压力调整进而改变浮力,进而实现采样装置的姿态微调,促使采样装置保持水平状态,从而实现采样装置无扰动地对垂向分层水体进行采集,尤其是温/氧跃层、沉积物—水界面等关键微区分层水样的采集,有效防止对水柱的扰动,从而获得完整原始的分层水样。

[0015] 作为优选,所述采样器主舱体顶部中间设置有手柄。通过将安全绳固定在采样装置的手柄上,而后将采样装置放入到拟采样的区域。

[0016] 作为优选,所述采样器主舱体内部设置有声呐装置。通过配置声呐系统,原位实时精确定位水下障碍物,避免采样装置受到破坏;同时高坝大库水体底部水文条件、地形特征、底质类型复杂多样,照明摄像系统通过装配水平及向下方向的水下高清摄像机(水下图像分辨率不低于1920×1080像素);原位实时筛选最佳采样位置,避免采样装置受到破坏,降低风险与科研成本。此外,装载的静压气瓶与安全绳等确保采样装置能够安全回收,提高装置的可靠性。

[0017] 作为优选,所述平衡装置包括前平衡羽翼和后平衡羽翼。前平衡羽翼和后平衡羽翼可以辅助姿态平衡传感器进一步平衡整个采样装置。

[0018] 其中,所述一体化智能系统装置配备有水上智能操作界面,有效地实现了分层水样采样过程的智能化设置、可视化控制及高效精准于一体的原位采集,进一步提高人工智

能技术在本发明中的作用,增强采样装置的鲁棒性。

[0019] 工作原理:在样品采集开始时,根据不同深大水库特征及垂向水体跃层分布情况,初步判断需要采集剖面分层水样的个数,在水面操作平台上对操作界面进行预先设置,选择相应采水器6、12、24、或36采样管数量,从上往下依次采集每个层位的水样,每个层位分别获取3个平行样,完成对分层水样距离间隔的精确预置与遥控。

[0020] 将安全绳固定在采样器主舱体的手柄上,而后将整个采样装置放入到拟采样的区域,通过主控装置来遥控静压气瓶进水,水压增大后采样装置潜入水中,通过前置摄像头和向下方向的摄像头,结合声呐装置的反馈让采样装置避开水体中的障碍物,并通过气体推进器和推进扇叶来选择最佳的采样位置。

[0021] 选择好拟采样的剖面后,通过前平衡羽翼、后平衡羽翼及姿态平衡感应器使得装置保持平稳,进一步调节采样装置的静压气瓶,促使装置平稳向下移动,打开多参数水质分析仪开始同步水质监测,确保装置进入水样采集状态。

[0022] 在到达温/氧跃层关键微区附近时,通过降低静压气瓶的水压,同时开启姿态平衡感应器来进一步调整装置无扰动、垂直向下地进入到跃层区域;当开始采集水样时,通过主控装置来遥控动力装置,记录下压力感应装置传输回来的水深信息以及多参数水质分析仪的相关水质参数,驱动动力装置,实现跃层水体的采集,采样结束后关闭采样管,每个层位采集3个平行样品,至此完成一个层位水体的采集与同步监测。依据预先设置的采样深度,重复上述步骤,在下一个预设深度采集3个平行水样。对于沉积物-水界面超饱和水样的采集与监测最为困难,沉积物-水界面是连接水体和沉积物介质的关键微界面,更是发生物质和能量迁移转化异常活跃的微环境,对于深刻认识水生生态系统生源物质生地化循环具有重要意义。首先,通过姿态平衡感应器对采样装置进行微调,实时结合距离沉积物高度及多参数水质分析仪反馈回来的溶解氧、Eh和电导率等关键参数,及时客观地对沉积物-水边界层范围作出准确判断,为避免对底部沉积物造成扰动,通过连接有3根连接有聚四氟乙烯软管的采样管对沉积物-水界面超饱和水实现原位、无扰动采集,平行样品为3个,最终完成整个垂向剖面分层水样的采集。

[0023] 完成整个剖面分层水样采集后,关闭推进器,调节静压气瓶的水压,促使采样装置逐渐上浮,同时匀速拉回安全绳来确保采样装置的回收。与此同时,也要通过前置摄像头和向下方向的摄像头,声呐装置来定位及排除干扰采样装置的障碍物。

[0024] 当采样装置回收收到水上平台后,通过其他辅助配件如密封真空瓶、导流管及双向阀来对采集的分层水样进行安全转移,避免水样与空气进行接触而发生性质改变,确保所采集样品的原位状态与真实性,至此完成整个分层水样的采集。

[0025] 有益效果:与现有技术相比,本发明的一体化智能系统装置是一种适用于深大水库复杂环境下,无扰动、高精度、高保真、高效率、强匹配和低风险于一体的人工智能分层水样采集装置,克服了传统方法在分层水样采集方面的不足,诸如:采样效率、成功率低,破坏原位条件,精度不高,水样代表性及真实性不足等。本发明具有如下优点:

[0026] (1) 传统采样器对水体扰动大,极大地破坏了垂向水体的原位环境状况或造成沉积物再悬浮,本发明采用静压装置来实现无扰动采集分层水样,有效地解决了现有采样器通过增加自重或配重的方式造成的对水层理化参数的破坏,从而精确采集温/氧跃层和沉积物-水界面超饱和水样品;

[0027] (2) 本发明创新性地将耐磨损、耐酸碱的聚四氟乙烯软管集成到部分阵列式采样管中,重点用于原位、无扰动采集沉积物—水界面超饱和水样品,这对于进一步研究沉积物—水界面上生源物质含量及迁移通量、关键营养盐微界面生地化过程尤为重要,从界面角度为科学评价水利工程环境生态效应提供微观尺度的证据。

[0028] (3) 实现高精度分层采样与同步监测,耦合静压方式、稳流推进器和姿态平衡传感器等保持采样装置在水体中平稳地移动,有效地防止了水流波浪对装置的影响,配合压力感应装置,较好地实现采样装置在关键温/氧跃层、沉积物—水界面水体中的高精度采集(控制在厘米尺度);通过搭载多参数水质分析仪,借助采样装置稳定的移动来实现垂向水体关键物化参数的同步监测,特别是在关键跃层附近及沉积物—水界面超饱和水的同步监测;

[0029] (4) 针对传统方法采样瓶封口效果差的问题,本发明集成了真空负压抽吸装置,能有效地防止采样瓶中的水样的撒漏及采样装置回收过程中与上覆水体的交换,同时在转移水体时,由于出水速度可以完全自控,避免水体与外界空气的接触,能有效保障所采集水样的真实性与可靠性;

[0030] (5) 针对传统方法采样效率与成功率低的不足,本发明提出利用阵列式分层采水装置(6-36管)来实现不同水层、不同间距密度的分层水样采集,提高单个剖面分层水体的采样效率与成功率;

[0031] (6) 针对传统方法智能化水平不足,采样投入风险大的问题。本发明通过装配水下高清摄像头、声呐装置等,有效地保障了采样装置在复杂水体中避免受到撞击,提高使用寿命;此外,通过安全绳和静压平衡装置的双重保障,能降低采样风险与科研投入。

附图说明

[0032] 图1是本发明实施例采样装置主舱体的结构示意图;

[0033] 图2是本发明实施例中阵列式采水器的结构示意图。

具体实施方式

[0034] 以下结合附图和实施例对本发明作进一步说明。

[0035] 实施例

[0036] 如图1-2所示,一种高坝深库分层水样多维保真采集与水质监测一体化智能系统装置,包括采样器主舱体1,采样器主舱体1上部设置有静压气瓶2,静压气瓶2通常设置为2个。在采样器主舱体1下部设置有阵列式采水器3、姿态平衡传感器4和照明摄像系统5。

[0037] 阵列式采水器3为多通道阵列式采水器,一般设置在采样器主舱体1底部中间位置,由采样器主舱体1内部的主控装置6来控制,阵列式采水器3由顶部的动力装置3-1,中间的压力感应装置3-2以及四周的采样管3-3组成,其中每个单通道的采样管的体积为500-600ml,在采样管3-3进水口连接口径大小一致3个的聚四氟乙烯软管14,连接的聚四氟乙烯软管14长度与多参数水质分析仪9下端平齐便可;阵列式采水器3采用真空负压方式实现密封,当采样完成进行样品回收时,不会因为封闭不严而导致样品泄漏或暴露于空气,有效保障分层水样采集的真实性,阵列式采水器3底部搭载的水质多参数分析仪9(YSI,美国),同步测定垂向水体溶解氧、Redox、温度、pH、电导率、盐度和藻密度等关键理化参数,能

较好地实现同步监测分层水样性质,促使分层水样指标及其关键水质理化参数特征的匹配性。

[0038] 姿态平衡传感器4一般设置在采样器主舱体1的内部下方,照明摄像系统5 通过装配水平及向下方向的水下高清摄像机水下图像分辨率不低于 1920×1080 像素,原位实时筛选最佳采样位置,避免采样装置受到破坏,降低风险与科研成本,采样器主舱体1内部还设置有声呐装置11,通过配置声呐系统,进一步实现原位实时精确定位水下障碍物,避免采样装置受到破坏。

[0039] 采样器主舱体1顶部中间设置有手柄10,通过将安全绳固定在采样装置的手柄10上,而后将采样装置放入到拟采样的区域。采样器主舱体1上装载的静压气瓶2与安全绳等确保采样装置能够安全回收,提高装置的可靠性。

[0040] 采样器主舱体1的前后端设置有推进装置,两侧设置有平衡装置;平衡装置包括前平衡羽翼12和后平衡羽翼13;推进装置包括位于采样器主舱体前端的推进扇叶7和位于采样器主舱体尾端的气体推进器8,其中气体推进器通常设置2-4 个,分上下左右四个方位。水面操作人员通过控制面板来遥控推进器8和推进扇叶7,通过静压气瓶的压力调整进而改变浮力,配合姿态平衡传感装置调整,从而实现采样装置的姿态微调,促使采样装置保持水平状态,从而实现采样装置无扰动地对垂向分层水体进行采集,尤其是温/氧跃层、沉积物—水界面关键微区分层水样的采集,有效防止对水柱和沉积物的扰动,从而获得完整原始的分层水样。

[0041] 整个一体化智能系统装置配备有水上智能操作界面,有效地完成分层水样采集过程的智能化设置、可视化控制及高效精准的人工智能原位采集。

[0042] 在样品采集开始时,根据不同深大水库特征及垂向水体跃层分布情况,加上沉积物—水界面超饱和水层理化参数变化规律,初步判断需要采集剖面分层水样的数量,在水面操作平台上对操作界面进行预先设置,选择相应采水器6、12、24或36采样管数量,完成对分层水样距离间隔的精确预置与遥控,从上往下依次采集每个层位的水样,每个层位分别获取3个平行样品。

[0043] 将安全绳固定在采样器主舱体1的手柄10上,而后将整个采样装置放入到拟采样的区域,通过主控装置6来遥控静压气瓶2进水,水压增大后采样装置潜入水中,通过前置摄像头和向下方向的摄像头,结合声呐装置11的反馈让采样装置避开水体中的障碍物,并通过气体推进器8和推进扇叶7来选择最佳的采样位置。

[0044] 选择好拟采样的剖面后,通过前平衡羽翼12、后平衡羽翼13及姿态平衡感应器4使得装置保持平稳,进一步调节采样装置的静压气瓶2,促使装置平稳向下移动,打开多参数水质分析仪9开始同步水质监测,确保装置进入水样采集状态。

[0045] 在到达温/氧跃层关键微区附近时,通过降低静压气瓶2的水压,同时开启姿态平衡感应器4来进一步调整装置无扰动、垂直向下地进入到跃层区域;当开始采集水样时,通过主控装置6来遥控动力装置3-1,记录下压力感应装置3-2 传输回来的水深信息以及多参数水质分析仪9的相关水质参数,遥控动力装置 3-1,实现跃层水体的采集,同步监测记录该层水体基本的物化参数,至此完成一个层位水体的采集与同步监测。依据预设分层水样个数,重复上述步骤,逐个完成分层水样采集,每个层位平行样数量为3个。对于底部沉积物—水界面超饱和水样的采集与监测,主要通过姿态平衡感应器4对采样器主舱体1进行微

调,实时结合距离沉积物高度及多参数水质分析仪9反馈回来的溶解氧、Eh和电导率等关键参数,快速沉积物—水边界层范围,进而通过3个连接聚四氟乙烯软管 14的采样管3-3进行原位、无扰动采集沉积物—水界面超饱和水,最终实现整个垂向剖面分层水样的采集。

[0046] 完成整个剖面分层水样采集后,关闭推进器8,调节静压气瓶2的水压,促使采样装置逐渐上浮,同时匀速拉回安全绳来确保采样装置的回收。与此同时,也要通过前置摄像头和向下方向的摄像头,声呐装置11来定位及排除干扰采样装置的障碍物。

[0047] 当采样装置回收到水上平台后,通过其他辅助配件如密封真空瓶、导流管及双向阀来对采集的分层水样进行安全转移;对于沉积物—水界面超饱和水样,直接通过连接的聚四氟乙烯软管14作为导流管来转移,避免水样与空气进行接触而发生性质改变,确保采集样品的原位状态与真实性,至此完成整个分层水样的采集。

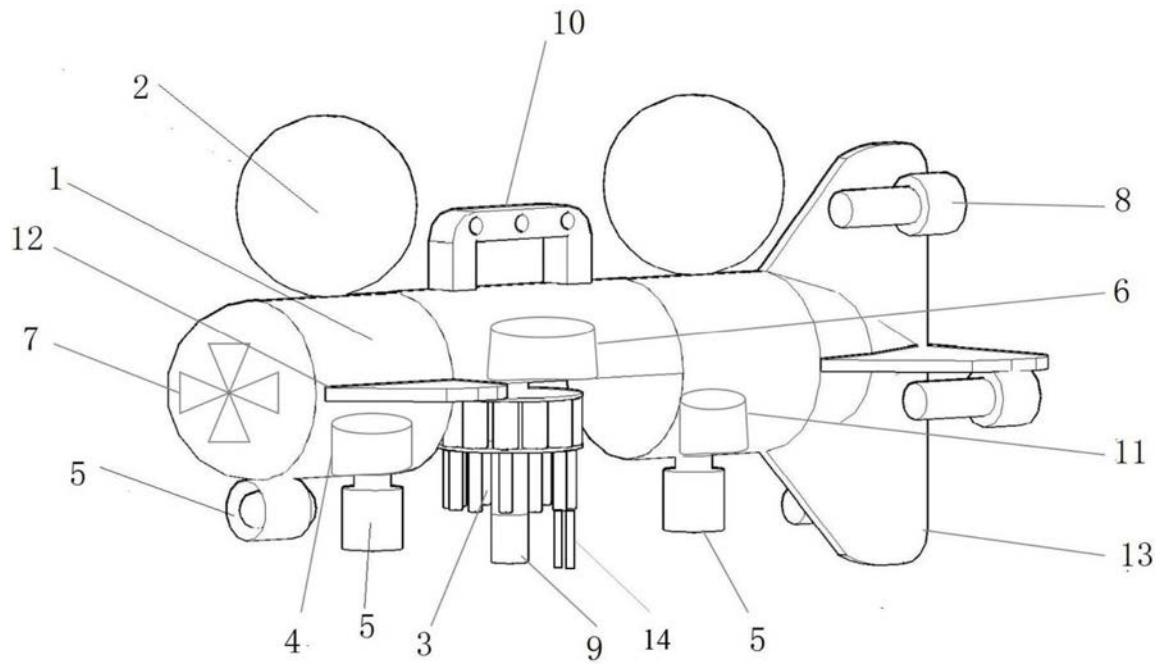


图1

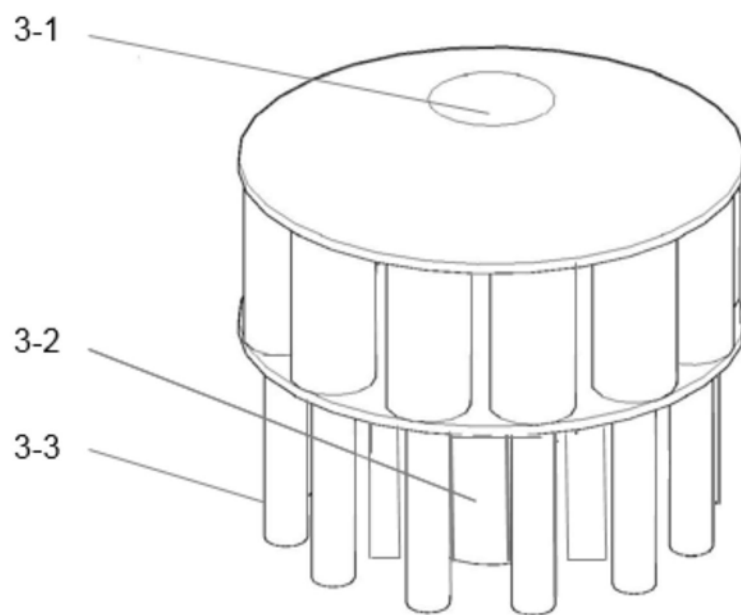


图2