(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 115015503 A
(43)申请公布日 2022.09.06

(21)申请号 202210595724.X

(22)申请日 2022.05.30

(71)申请人 中国海洋大学
地址 266100 山东省青岛市崂山区松岭路238号
申请人 自然资源部第一海洋研究所

(72)发明人 许博超 程凯 郭金家 李萌 于松灵 赵世彬 李春乾 杨童 陈广泉

(74)专利代理机构 北京高沃律师事务所 11569
专利代理师 李胜强

(51)Int.Cl.
G01N 33/18(2006.01)
G01T 1/167(2006.01)
G01N 1/40(2006.01)
G01D 21/02(2006.01)
G01M 3/40(2006.01)

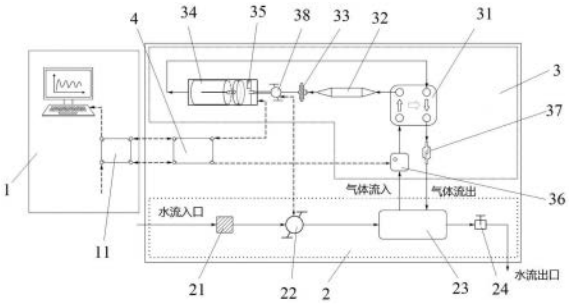
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种海洋氡原位测量装置和测量方法

(57)摘要

本发明公开一种海洋氡原位测量装置和测量方法，涉及海水测量设备技术领域，包括位于水下接驳舱内的脱气组件和测量组件，所述脱气组件包括用于将海水中的气体进行分离，所述测量组件包括干燥部和测量部，所述干燥部用于去除气体中的水分，所述测量部用于对氡进行原位测量，沿气体的流动方向，所述脱气组件的排气口、所述干燥部、所述测量部依次连通；本发明中的测试装置在水下运行时不需要额外的人为干预，能够自动化地进行水体中氡含量的快速准确测量，并且本发明中还设置有干燥部，不仅可以降低氡气中水分含量对测量部造成的影响，提高测量精度，还能够通过降低测量部内部元件的所处环境湿度，延长测量部的使用寿命。



CN 115015503 A

1.一种海洋氡原位测量装置,其特征在于,包括位于水下接驳舱内的脱气组件和测量组件,所述脱气组件包括用于将海水中的气体进行分离,所述测量组件包括干燥部和测量部,所述干燥部用于去除气体中的水分,所述测量部用于对氡进行原位测量,沿气体的流动方向,所述脱气组件的排气口、所述干燥部、所述测量部依次连通。

2.根据权利要求1所述的海洋氡原位测量装置,其特征在于,所述干燥部包括沿气体流向依次连通的Nafion干燥管和装有干燥剂的干燥柱,所述Nafion干燥管包括相套设的内管与外管,所述外管的两端分别与脱气组件的排气口、所述干燥柱连通,所述内管分别与所述测量部、所述脱气组件的进气口连通。

3.根据权利要求2所述的海洋氡原位测量装置,其特征在于,所述干燥柱与所述测量部之间还设置有气体过滤器,所述气体过滤器用于过滤气体中颗粒物杂质和氡的衰变子体。

4.根据权利要求3所述的海洋氡原位测量装置,其特征在于,所述检测部包括用于测量氡浓度的PIC氡探头和用于测量气体温度、湿度、压力的温湿压传感器。

5.根据权利要求4所述的海洋氡原位测量装置,其特征在于,所述测量组件还包括用于对气体流动提供动力的隔膜抽气泵,所述隔膜抽气泵位于所述测量部的入口处。

6.根据权利要求1-5任意一项所述的海洋氡原位测量装置,其特征在于,所述脱气组件包括沿液体流动方向依次连接的液体过滤器、隔膜抽水泵、脱气管和液体单向阀;所述脱气管的进气口、排气口分别为所述脱气组件的进气口、排气口。

7.根据权利要求6所述的海洋氡原位测量装置,其特征在于,所述内管与所述脱气组件的进气口之间还设置有气体单向阀。

8.根据权利要求1所述的海洋氡原位测量装置,其特征在于,所述接驳舱包括测量舱与脱气舱,所述测量组件、所述脱气组件分别设置在所述测量舱与所述脱气舱中,所述测量组件中还包括用于检测所述测量舱漏水状况的漏水检测器。

9.根据权利要求1所述的海洋氡原位测量装置,其特征在于,所述测量装置还包括设置在水上的信息采集控制系统,所述信息采集控制系统与所述脱气组件、所述测量组件电连接。

10.一种海洋氡原位测量装置的测量方法,其特征在于,包括以下步骤:

1)利用隔膜抽水泵将海水送入脱气管中,利用脱气管进行气体分离;

2)分离出的气体经Nafion干燥管的外管进入干燥柱中进行干燥,然后通入PIC氡探头中进行测量;

3)测量后的气体依次经Nafion干燥管的内管、气体单向阀后进入脱气管中溶解到海水中,最后经过液体单向阀排出。

一种海洋氡原位测量装置和测量方法

技术领域

[0001] 本发明涉及海水测量设备技术领域,特别是涉及一种海洋氡原位测量装置和测量方法。

背景技术

[0002] 海洋氡同位素示踪技术是从化学角度研究海洋过程的理想手段,天然氡同位素是研究海洋动力学过程的经典示踪剂。由于海洋水体中氡气浓度极低(0.05dpm/L～3dpm/L),对氡气采样则需要大体积采水富集,而海水大体积采样及分析测量技术的落后一直制约着相关研究的进展。目前,海水中氡同位素的测量主要局限于实验室内,走航测量技术也仅处于起步阶段,尚无法实现水下原位测量。因而,如何提供一种海水氡浓度原位测量系统,以实现海水氡同位素的水下原位测量,是当前技术解决的一项技术问题。

[0003] 申请号为“202111524513.9”,名称为“海水氡浓度原位测量系统”的发明专利公开了一种能够对海水氡浓度进行原位测量的技术方案,其包括脱气装置和测量装置;脱气装置包括用于对海水脱气的脱气舱,以及连接于脱气舱的出气管和回气管;测量装置包括密封舱体和设置于密封舱体内的气体监控舱和氡探头密封舱;其中,密封舱体具有进气口和出气口,进气口与脱气装置的出气管相连通,出气口与脱气装置的回气管相连通,进气口和出气口分别设有控制阀;气体监控舱内设置有气泵,气泵的进气端通过气路连接于进气口;氡探头密封舱内设有氡探头,氡探头的进气端通过气路连接于气泵的出气端,氡探头的出气端通过气路连接于出气口,从而能够实现海水氡同位素的水下原位测量。

[0004] 但是传统氡探头在使用过程中需要控制气体的相对湿度低于10%,使用条件相对严苛,直接将脱气装置分离出的气体通入氡探头中,不仅会影响氡探头的测量精度,还会使氡探头的内部元件长期处于高湿度的环境中,影响其使用寿命。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种海洋氡原位测量装置和测量方法,以解决现有技术存在的问题,不仅可以降低氡气中水分含量对测量部造成的影响,提高测量精度,还能够通过降低测量部内部元件的所处环境湿度,延长测量部的使用寿命。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供了如下方案:本发明提供一种海洋氡原位测量装置,包括位于水下接驳舱内的脱气组件和测量组件,所述脱气组件包括用于将海水中的气体进行分离,所述测量组件包括干燥部和测量部,所述干燥部用于去除气体中的水分,所述测量部用于对氡进行原位测量,沿气体的流动方向,所述脱气组件的排气口、所述干燥部、所述测量部依次连通。

[0007] 优选的,所述干燥部包括沿气体流向依次连通的Nafion干燥管和装有干燥剂的干燥柱,所述Nafion干燥管包括相套设的内管与外管,所述外管的两端分别与脱气组件的排气口、所述干燥柱连通,所述内管分别与所述测量部、所述脱气组件的进气口连通。

[0008] 优选的,所述干燥柱与所述测量部之间还设置有气体过滤器,所述气体过滤器用

于过滤气体中颗粒物杂质和氡的衰变子体。

[0009] 优选的，所述检测部包括用于测量氡浓度的PIC氡探头和用于测量气体温度、湿度、压力的温湿压传感器。

[0010] 优选的，所述测量组件还包括用于对气体流动提供动力的隔膜抽气泵，所述隔膜抽气泵位于所述测量部的入口处。

[0011] 优选的，所述脱气组件包括沿液体流动方向依次连接的液体过滤器、隔膜抽水泵、脱气管和液体单向阀；所述脱气管的进气口、排气口分别为所述脱气组件的进气口、排气口。

[0012] 优选的，所述内管与所述脱气组件的进气口之间还设置有气体单向阀。

[0013] 优选的，所述接驳舱包括测量舱与脱气舱，所述测量组件、所述脱气组件分别设置在所述测量舱与所述脱气舱中，所述测量组件中还包括用于检测所述测量舱漏水状况的漏水检测器。

[0014] 优选的，所述测量装置还包括设置在水上的信息采集控制系统，所述信息采集控制系统与所述脱气组件、所述测量组件电连接。

[0015] 本发明还提供一种海洋氡原位测量装置的测量方法，包括以下步骤：

[0016] 1)利用隔膜抽水泵将海水送入脱气管中，利用脱气管进行气体分离；

[0017] 2)分离出的气体经Nafion干燥管的外管进入干燥柱中进行干燥，然后通入PIC氡探头中进行测量；

[0018] 3)测量后的气体依次经Nafion干燥管的内管、气体单向阀后进入脱气管中溶解到海水中，最后经过液体单向阀排出。

[0019] 本发明相对于现有技术取得了以下技术效果：

[0020] 1、本发明中的测试装置在水下运行时不需要额外的人为干预，能够自动化地进行水体中氡含量的快速准确测量，并且本发明中还设置有干燥部，不仅可以降低氡气中水分含量对测量部造成的影响，提高测量精度，还能够通过降低测量部内部元件的所处环境湿度，延长测量部的使用寿命；

[0021] 2、本发明采用Nafion干燥管与干燥柱相结合的方式对分离出的气体进行干燥，由于Nafion干燥管的内管、外管之间存在较大湿度差，新一轮待测的高湿度气体中的水分子将通过被动扩散的方式由外管进入内管，使得进入干燥柱的气体湿度提前降低，将有利于延长干燥柱内干燥剂的使用寿命，同时还能够提高干燥效果。

附图说明

[0022] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0023] 图1为本发明汇总海洋氡原位测量装置的整体结构示意图；

[0024] 其中，1、信息采集控制系统；11、岸基电控模块；2、脱气组件；21、液体过滤器；22、隔膜抽水泵；23、脱气管；24、液体单向阀；3、测量组件；31、Nafion干燥管；32、干燥柱；33、气体过滤器；34、PIC氡探头；35、温湿压传感器；36、漏水检测器；37、气体单向阀；38、隔膜抽气

泵;4、水下电控模块。

具体实施方式

[0025] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0026] 本发明的目的是提供一种海洋氡原位测量装置和测量方法,以解决现有技术存在的问题,不仅可以降低氡气中水分含量对测量部造成的影响,提高测量精度,还能够通过降低测量部内部元件的所处环境湿度,延长测量部的使用寿命。

[0027] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0028] 本实施例提供一种海洋氡原位测量装置,包括位于水下接驳舱内的脱气组件2和测量组件3,脱气组件2包括用于将海水中的气体进行分离,测量组件3包括干燥部和测量部,干燥部用于去除气体中的水分,测量部用于对氡进行原位测量,沿气体的流动方向,脱气组件2的排气口、干燥部、测量部依次连通。

[0029] 使用时,将接驳舱置于海洋中,海水进入脱气组件2进行脱气,分离出的气体进入测量组件3中的干燥部进行干燥,去除气体中的水分,然后干燥气体进入测量部,测量部对氡气进行测量,最终能够通过气液分配系数将空气中的氡浓度转换为水体中氡的含量;从而本实施例中的测试装置在水下运行时不需要额外的人为干预,能够自动化地进行水体中氡含量的快速准确测量,并且本实施例中还设置有干燥部,不仅可以降低氡气中水分含量对测量部造成的影响,提高测量精度,还能够通过降低测量部内部元件的所处环境湿度,延长测量部的使用寿命。

[0030] 具体的,本实施例中脱气组件2包括沿液体流动方向依次连接的液体过滤器21、隔膜抽水泵22、脱气管23和液体单向阀24;测量组件3包括沿气体流向依次设置的Nafion干燥管31、装有干燥剂的干燥柱32、气体过滤器33、隔膜抽气泵38、测氡舱,其中,Nafion干燥管31包括相套设的内管与外管,外管的两端分别与脱气管23的排气口、干燥柱32连通,内管分别与测氡舱中的测量部、脱气管23的进气口连通;具体的,测量部包括PIC测氡仪和温湿压传感器35。

[0031] 具体工作过程中,隔膜抽水泵22抽水,水流先经过液体过滤器21(可采用采用精度40μm的不锈钢过滤网)过滤掉海水中混有的生物碎屑、泥沙、沉积物等大颗粒物质,保证脱气组件2具有良好的工作环境,避免使用寿命和脱气效率受损,经过过滤后的水流以2L/min的流速匀速通过脱气管23,海水中的溶存气体经过脱气管23后被分离出来,在隔膜抽气泵38的作用下以1L/min的流速首先经过Nafion干燥管31的外管,然后再经过填满8目$CaSO_4$-$CoCl_2$型干燥剂的干燥柱32进一步去除水汽,干燥后的气体经过孔径为0.45μm的尼龙气体过滤器33去除颗粒物杂质及氡的衰变子体(Po^+、Pb^+离子),随后进入测氡舱,利用PIC测氡仪测量氡浓度,同时利用温湿压传感器35测量氡气的温度、湿度和压力,然后气体进入Nafion干燥管31的内管、气体单向阀37返回脱气管23中重新溶入海水中,并经过液体单向阀24排出。

[0032] 由于Nafion干燥管31的内管、外管之间存在较大湿度差，新一轮待测的高湿度气体中的水分子将通过被动扩散的方式由外管进入内管，使得进入干燥柱32的气体湿度提前降低，将有利于延长干燥柱32内干燥剂的使用寿命，同时还能够提高干燥效果。

[0033] 本实施例中虽然已经设置了干燥部，但仍然使用PIC测氡仪，PIC测氡仪中的氡探头探测效率约为RAD7氡探头的两倍，且其探测灵敏度几乎不受气体湿度的影响，具有较高的测量精度。

[0034] 脱气管23可选择现有脱气元件，具体结构及原理本实施例不进行赘述。

[0035] 接驳舱包括测量舱与脱气舱，测量组件3、脱气组件分别设置在测量舱与脱气舱中，测量组件3中还包括用于检测测量舱漏水状况的漏水检测器36；具体的，漏水检测器36由测漏传感器、单片机、电磁阀组成，安装于Nafion干燥管31的外管进气口处，可实现漏水检测，并通过检测结果控制电磁阀的通断，以防测量舱内进水损坏内部器件。

[0036] 为了保证测量装置中各元件能够正常运行，本实施例中接驳舱中还设置有水下电控模块4，水上设置有信息采集控制系统1，信息采集控制系统1中具有岸基电控模块11，岸基电控模块11包括电源模块、通信模块、交换机等，共4个接口：岸电通过电源接口接入，供电通讯接口通过硫化后的8芯水密电缆与水下接驳舱相连，实现水下220VAC供电及信息传输，USB接口和网口可直接与电脑连接，通过上位机软件进行水下仪器的设置与数据的实时读取；水下电控模块4主要包括电源模块和通讯模块，电源模块的主要作用是将岸上220V交流电转换为12V直流电，为水下接驳舱内的隔膜抽水泵22、隔膜抽气泵38、漏水检测装置、温湿压传感器35及氡探头等元器件进行供电，整个系统里共有一对通信模块，实现水下温湿压传感器35、PIC氡探头34与岸基上位机的通讯，具有远距离传输速率高且稳定的特点。

[0037] 本实施例提供一种海洋氡原位测量装置的测量方法，包括以下步骤：

[0038] 1)利用隔膜抽水泵22将海水送入脱气管23中，利用脱气管23进行气体分离；

[0039] 2)分离出的气体经Nafion干燥管31的外管进入干燥柱32中进行干燥，然后通入PIC氡探头34中进行测量；

[0040] 3)测量后的气体依次经Nafion干燥管31的内管、气体单向阀37后进入脱气管23中溶解到海水中，最后经过液体单向阀24排出。

[0041] 根据实际需求而进行的适应性改变均在本发明的保护范围内。

[0042] 需要说明的是，对于本领域技术人员而言，显然本发明不限于上述示范性实施例的细节，而且在不背离本发明的精神或基本特征的情况下，能够以其他的具体形式实现本发明。因此，无论从哪一点来看，均应将实施例看作是示范性的，而且是非限制性的，本发明的范围由所附权利要求而不是上述说明限定，因此旨在将落在权利要求的等同要件的含义和范围内的所有变化囊括在本发明内。不应将权利要求中的任何附图标记视为限制所涉及的权利要求。

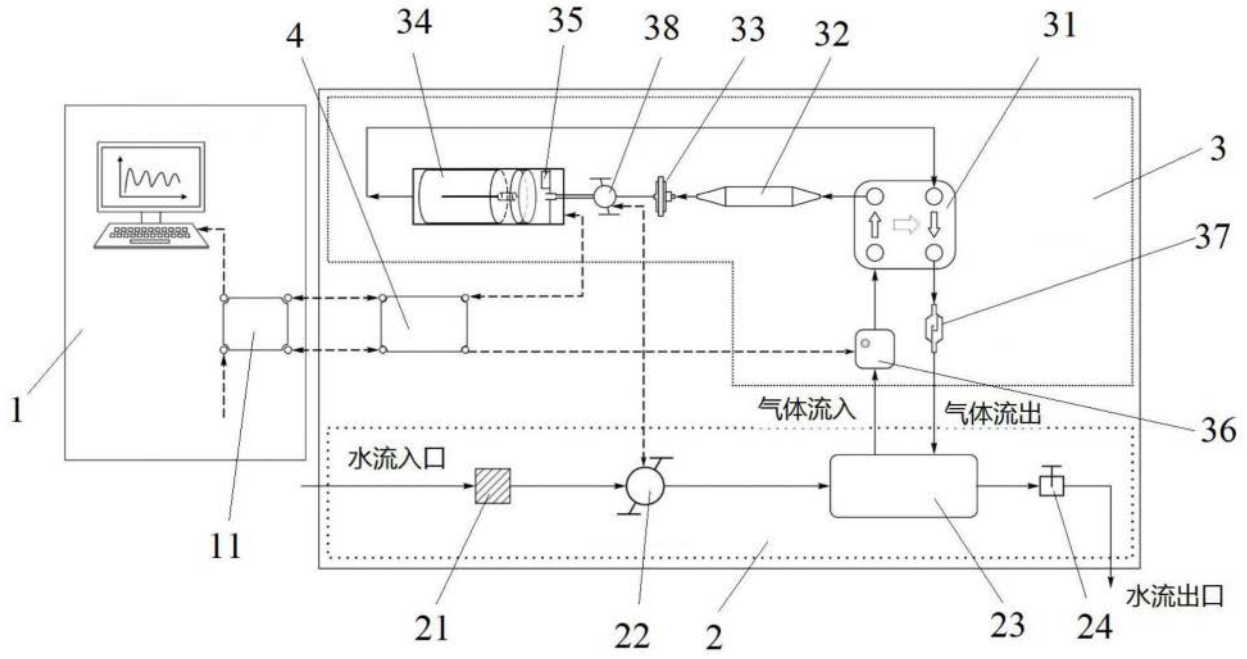


图1