



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107063196 A

(43)申请公布日 2017.08.18

(21)申请号 201611223091.0

(22)申请日 2016.12.27

(71)申请人 中国海洋大学

地址 266003 山东省青岛市崂山区松岭路
238号

(72)发明人 贾永刚 沈泽中 张少同 单红仙
文明征 刘晓磊 张博文

(74)专利代理机构 青岛海昊知识产权事务所有
限公司 37201

代理人 张中南 邱岳

(51)Int.Cl.

G01C 13/00(2006.01)

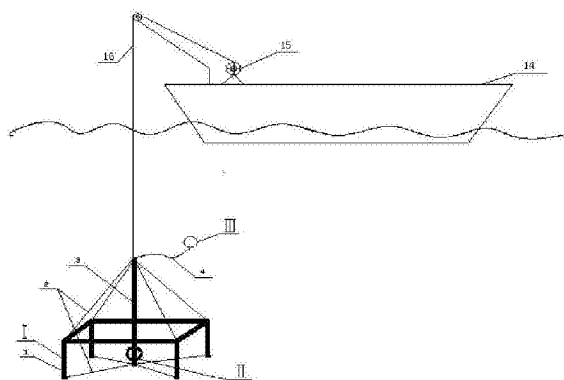
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

基于压力计的海底沙波迁移观测装置及方法

(57)摘要

基于压力计为核心技术的海底沙波迁移观测装置及方法,包括有观测系统与辅助设备。辅助设备即为辅助船和起吊装置等;观测系统则为固定装置、周期观测装置和波长观测装置的整合。周期测量装置和波长测量装置皆是带孔的圆球,其中固定着水深压力计、MRU三维姿态传感器与旋转式沉积物剖面成像仪,其原理在于测得相邻两最值水压的时间间隔与波长,然后计算出海底沙波的迁移速率。其方法包括:室内校正仪器,利用辅助船对目标观测点定位及布放观测系统,通过周期和波长观测系统对海底沙波迁移的周期与波长进行观测记录,实现对海底沙波迁移的观测。本发明为海底沙波迁移的观测提供了一种新的思路与方法,具有操作步骤简单,原位测量周期长、可重复利用等特点,适合浅海海底沙波迁移的长期原位观测。



1. 基于压力计的海底沙波迁移观测装置,其特征在于包括海底沙波观测系统以及辅助船(14),所述辅助船(14)上配备有起吊装置(15)和布放缆(16),所述海底沙波观测系统包括固定装置(I)、周期测量装置(II)和波长测量装置(III);

固定装置(I)主要由四脚架(1)、带凹槽的光滑钢杆(3)、缆绳(4)以及起连接作用的细钢筋(2)组成;

周期测量装置(II)固定在钢杆(3)上;波长测量装置(III)通过缆绳(4)连接在固定装置(I)上;

周期测量装置(II)包括测量圆球(6)、水深压力计(5)、MRU三维姿态传感器(10);所述测量圆球(6)固定在钢杆(3)上,并沿钢杆(3)上下运动,测量圆球(6)表面有6个直径0.01m的圆孔(8),上半球4个、下半球2个,距中心轴线0.03m成圆状均匀分布,从而保证内外水压一致;测量圆球(6)表面还有多个角状突起(7),以将海流的水平冲击力转化为旋转的动力,保证其在海流的作用下不致上下移动;MRU三维姿态传感器(10)与水深压力计(5)一同固定在测量圆球(6)内部,并通过滚球(9)随着测量圆球(6)一起沿钢杆(3)上下运动;

在沙波移动的过程中,测量圆球会上下运动,此时水深压力计(5)会记录的水压的变化,从而得到沙波迁移一个波长所需的时间;固定装置(I)布放时,海底表面可能有一定倾斜角度,或者在沙波的迁移过程中,装置有些许倾斜,MRU三维姿态传感器(10)则会记录倾斜的角度,在今后数据处理时进行校正,保证监测的准确性。

波长测量装置(III)包括安装有旋转式沉积物剖面成像仪(12)的圆形浮球(11),圆形浮球(11)表面有一个圆孔(13),通过缆绳(4)连接在固定装置(I)上;旋转式沉积物剖面成像仪(12)固定在圆孔上(13),定期扫描地形以测量区域沙波的波长。

2. 如权利要求1所述的海底沙波迁移观测装置,其特征在于所述四脚架(1)材质为不锈钢316,密度为 $7.98\text{kg}/\text{m}^3$,其表面涂漆,长、宽、高分别为 $1.5\text{m}\times 1.5\text{m}\times 1\text{m}$,每个脚底部都设有锥头,适当增加锥头的重量可使之作为配重使用;

所述钢杆(3)长4m,首尾两端通过细钢筋(2)固定在四脚架(1)上以确保不会倾斜;钢杆(3)通过细钢筋(2)竖直的固定在固定装置(I)上,以使测量圆球(6)内的水深压力计(5)保持竖直。

3. 如权利要求1所述的海底沙波迁移观测装置,其特征在于测量圆球(6)以聚苯乙烯为材料,直径0.3m,密度为 $1.07\text{kg}/\text{m}^3$,略大于海水且小于泥沙,在海水中可自由下沉,在泥沙作用下可向上运动。

4. 如权利要求1所述的海底沙波迁移观测装置,其特征在于所述水深压力计(5)型号为SCB2000-I,水深测量范围0-2000m,精度为0.01%,分辨率为0.01ppm;MRU三维姿态传感器(10)型号为TES-100。

5. 如权利要求1所述的海底沙波迁移观测装置,其特征在于所述细钢筋(2)外形光圆,材料为Q 235,直径0.01m,强度HPB 235。

6. 如权利要求1所述的海底沙波迁移观测装置,其特征在于圆形浮球(11)以聚乙烯为材料,直径0.6m,密度 $0.9\text{kg}/\text{m}^3$,悬浮在水体中;旋转式沉积物剖面成像仪(12)型号为SPR-Scan,测量半径1-100m,分辨率为0.02ppm,最大可用于3000m水深。

7. 利用权利要求1所述的装置对海底沙波迁移观测的方法,其特征在于包括以下步骤:

1) 设备室内检测与标定:在测量之前水深压力计(5)、MRU三维姿态传感器(10)和旋转

式沉积物剖面成像仪(12)仪器按照国家标准GB/T12763.10—2007进行校准标定,保证所有仪器处于正常工作状态,仪器精度符合国标要求;

2) 选择观测点:根据已有观测资料对海底沙波进行分析,选择需要进行调查的观测点;

3) 准备好辅助船(14),船上配备有起吊装置(15)及布放缆(16);

4) 设置水深压力计(5)、MRU三维姿态传感器(10)以及旋转式沉积物剖面成像仪(12)的工作频率和时长,然后分别安装于测量圆球(6)和圆形浮球(11)内部;周期测量装置(II)安装于钢杆(3)上,钢杆(3)首尾用细钢筋(2)固定;波长测量装置(III)通过缆绳(4)与固定装置(I)连接;整个观测系统安装好之后,将其搭载于辅助船(14)上;

5) 利用GPS定位系统将辅助船(14)行驶至目标观测点,抛锚、下桩,使船体保持稳定状态;

6) 利用起吊装置(15)和布放缆(16)将观测系统用起吊,下放入海,至海床表面,布放过程中尽量使布放缆(16)处于竖直状态;

7) 观测系统布放完成后,水深压力计(5)、MRU三维姿态传感器(10)以及旋转式沉积物剖面成像仪(12)按设定的频率与时长进行工作,实现沙波迁移过程中观测点水压变化以及地形的观测;

8) 原位观测周期结束之后,将辅助船(14)行驶至下放目标点,进行观测系统回收;

9) 读取水深压力计(5)、MRU三维姿态传感器(10)以及旋转式沉积物剖面成像仪(12)记录的数据,对于水深压力计的数据,需要消除浪潮流的影响,换算成高程变化,然后通过MRU三维姿态传感器(10)记录的数据进行高程变化的校正;最后和旋转式沉积物剖面成像仪(12)导出的波长数据一起,计算出沙波迁移的速率。

基于压力计的海底沙波迁移观测装置及方法

技术领域

[0001] 本发明是一种基于压力计为核心技术的海底沙波迁移观测装置及方法,属于海底观测技术领域和海洋工程地质领域。

背景技术

[0002] 海底沙波是一种活动性极强的海底地貌类型,在全球潮流陆架、海岸、海峡、海湾以及有定向流速的陆架海区等地普遍存在且危害严重。沙波在浪潮流以及内波等水动力条件作用下会发生迁移,极有可能造成海底输运管道与光缆的悬空或掩埋,更严重的可能会导致海底输运管道和光缆的断裂、海上平台的倾斜,给经济和环境带来巨大损失,所以对海底沙波迁移的观测研究意义重大。

[0003] 目前海底沙波迁移的研究主要有理论模型、数值计算和现场观测。理论模型有待现场实测数据证实和改进,数值计算精度较低且不同计算方法差异较大,现场观测大多是定期派出科考船对观测海域利用多波束和GPS进行定位水深重复测量,比较实际。从检索的公开资料分析发现:一种基于MBES的海底沙波地貌运动探测方法,专利申请号CN201310317429.9,该发明就是以高分辨率多波束测深技术和定位系统为核心技术来探测海底沙波地貌的运动。这种观测方法简单直观,但是其测量次数多、时间短且不连续,缺少原位观测手段,从间断的数据不能准确的判断沙波迁移的真实距离。而长期原位观测可以得到长期、连续的监测数据,相比来说更为接近实际情况,本发明就是基于压力计和微型侧扫声纳为核心的长期原位观测装置,对海底沙波迁移的监测和预警方案的研究具有重要意义。

[0004] 在海底观测技术领域,我国对海底沙波迁移的原位观测技术目前还没有自己独立知识产权的设备和技術,本发明装置简便易行,将会填补这一空缺,推动国家海洋地质灾害防治预警的发展进程,保障海底基础工程设施的安全。

发明内容

[0005] 本发明针对现有技术的不足,提供一种海底沙波迁移的观测装置及方法,以实现对海底沙波迁移的长期原位观测,监测原理在于水深压力计所测水压变化反映观测仪器的高程变化,相邻的水压最值所记录的时间间隔即为沙波迁移一个波长所需的时间;旋转式沉积物剖面成像仪测量地形得出沙波波长,即沙波迁移速率=波长/周期。

[0006] 基于压力计的海底沙波迁移观测装置,其特征在于包括海底沙波观测系统以及辅助船,所述辅助船上配备有起吊装置和布放缆,所述海底沙波观测系统包括固定装置、周期测量装置和波长测量装置;

[0007] 固定装置主要由四脚架、带凹槽的光滑钢杆、缆绳以及起连接作用的细钢筋组成;

[0008] 周期测量装置固定在钢杆上;波长测量装置通过缆绳连接在固定装置上;

[0009] 周期测量装置包括测量圆球、水深压力计、MRU三维姿态传感器;所述测量圆球固定在钢杆上,并沿钢杆上下运动,测量圆球表面有6个直径0.01m的圆孔,上半球4个、下半球

2个,距中心轴线0.03m成圆状均匀分布,从而保证内外水压一致;测量圆球表面还有多个角状突起,以将海流的水平冲击力转化为旋转的动力,保证其在海流的作用下不致上下移动;MRU三维姿态传感器与水深压力计一同固定在测量圆球内部,并通过滚球随着测量圆球一起沿钢杆上下运动;

[0010] 在沙波移动的过程中,测量圆球会上下运动,此时水深压力计会记录的水压的变化,从而得到沙波迁移一个波长所需的时间;固定装置布放时,海底表面可能有一定倾斜角度,或者在沙波的迁移过程中,装置有些许倾斜,MRU三维姿态传感器则会记录倾斜的角度,在今后数据处理时进行校正,保证监测的准确性。

[0011] 波长测量装置包括安装有旋转式沉积物剖面成像仪的圆形浮球,圆形浮球表面有一个圆孔,通过缆绳连接在固定装置上;旋转式沉积物剖面成像仪固定在圆孔上,定期扫描地形以测量区域沙波的波长。

[0012] 如上述的海底沙波迁移观测装置,其特征在于所述四脚架材质为不锈钢316,密度为7.98kg/m³,其表面涂漆,长、宽、高分别为1.5m*1.5m*1m,每个脚底部都设有锥头,适当增加锥头的重量可使之作为配重使用;

[0013] 所述钢杆长4m,首尾两端通过细钢筋固定在四脚架上以确保不会倾斜;钢杆通过细钢筋竖直的固定在固定装置上,以使测量圆球内的水深压力计保持竖直。

[0014] 如上述的海底沙波迁移观测装置,其特征在于测量圆球以聚苯乙烯为材料,直径0.3m,密度为1.07kg/m³,略大于海水且小于泥沙,在海水中可自由下沉,在泥沙作用下可向上运动。

[0015] 如权利要求1所述的海底沙波迁移观测装置,其特征在于所述水深压力计型号为8CB2000-I,水深测量范围0-2000m,精度为0.01%,分辨率为0.01ppm;MRU三维姿态传感器型号为TES-100。

[0016] 如上述的海底沙波迁移观测装置,其特征在于所述细钢筋外形光圆,材料为Q235,直径0.01m,强度HPB 235。

[0017] 如上述的海底沙波迁移观测装置,其特征在于圆形浮球以聚乙烯为材料,直径0.6m,密度0.9kg/m³,悬浮在水体中;旋转式沉积物剖面成像仪型号为SPR-Scan,测量半径1-100m,分辨率为0.02ppm,最大可用于3000m水深。

[0018] 利用上述的装置对海底沙波迁移观测的方法,其特征在于包括以下步骤:

[0019] 1) 设备室内检测与标定:在测量之前水深压力计、MRU三维姿态传感器和旋转式沉积物剖面成像仪仪器按照国家标准GB/T12763.10-2007进行校准标定,保证所有仪器处于正常工作状态,仪器精度符合国标要求;

[0020] 2) 选择观测点:根据已有观测资料对海底沙波进行分析,选择需要进行调查的观测点;

[0021] 3) 准备好辅助船,船上配备有起吊装置及布放缆;

[0022] 4) 设置水深压力计、MRU三维姿态传感器以及旋转式沉积物剖面成像仪的工作频率和时长,然后分别安装于测量圆球和圆形浮球内部;周期测量装置安装于钢杆上,钢杆首尾用细钢筋固定;波长测量装置通过缆绳与固定装置连接;整个观测系统安装好之后,将其搭载于辅助船上;

[0023] 5) 利用GPS定位系统将辅助船行驶至目标观测点,抛锚、下桩,使船体保持稳定状

态；

[0024] 6) 利用起吊装置和布放缆将观测系统用起吊,下放入海,至海床表面,布放过程中尽量使布放缆处于竖直状态；

[0025] 7) 观测系统布放完成后,水深压力计、MRU三维姿态传感器以及旋转式沉积物剖面成像仪按设定的频率与时长进行工作,实现沙波迁移过程中观测点水压变化以及地形的观测；

[0026] 8) 原位观测周期结束之后,将辅助船行驶至下放目标点,进行观测系统回收；

[0027] 9) 读取水深压力计、MRU三维姿态传感器以及旋转式沉积物剖面成像仪记录的数据,对于水深压力计的数据,需要消除浪潮流的影响,换算成高程变化,然后通过MRU三维姿态传感器记录的数据进行高程变化的校正；最后和旋转式沉积物剖面成像仪导出的波长数据一起,计算出沙波迁移的速率。

[0028] 与现有的技术相比,本发明采用一种地形与水压变化相结合的测量装置对海底沙波迁移进行观测,利用本观测系统可以实现对海底沙波迁移的长期原位观测,能够比较精准地记录海底沙波的迁移过程及速率。所述观测装置都可以进行回收再利用,具有很强重复利用性,可极大节约观测成本。本发明是一种简便有效的海底沙波迁移的观测方法,在海底地形调查和海底科学研究中具有重要的实际应用价值。

附图说明

[0029] 图1是本发明的海底沙波迁移观测系统总图。

[0030] 图2是本发明的周期测量装置示意图。

[0031] 图3是本发明的波长测量装置示意图。

[0032] 图4是本发明的辅助船结构示意图。

[0033] 图5是本发明的海底沙波迁移观测的流程框图。

[0034] 图6是本发明的总体结构示意图。

[0035] 其中,I、固定装置,II、周期测量装置,III、波长测量装置；1、四脚架,2、细钢筋,3、带凹槽的光滑钢杆,4、缆绳,5、水深压力计,6、测量圆球,7、角状突起,8、圆孔,9、滚球,10、MRU三维姿态传感器,11、圆形浮球,12、旋转式沉积物剖面成像仪,13、圆孔,14、辅助船,15、起吊装置,16、布放缆

具体实施方式

[0036] 如图1所示,本发明是基于压力计为核心技术的海底沙波迁移观测装置及方法,包括固定装置I、周期测量装置II和波长测量装置III。

[0037] 固定装置I是四脚架1和光滑钢杆3的组合结构,两者通过细钢筋2相连接。四脚架1表面涂漆,长、宽、高分别为1.5m*1.5m*1m,每个脚底部都设有锥头,适当增加锥头的重量可使之作为配重使用,保证其在海底不会倾倒。钢杆3长4m,首尾两端通过细钢筋2固定在四脚架1上,是周期测量装置II的载体,并通过缆绳与波长测量装置III相接。

[0038] 如图2所示,周期测量装置II是以测量圆球6为载体的水压测量系统,由测量圆球6、水深压力计5和MRU三维姿态传感器10组成。测量圆球6以聚苯乙烯为材料,直径0.3m,密度为 1.07kg/m^3 ,其表面有6个直径0.01m的圆孔8,上半球4个、下半球2个,距中心轴线0.03m

成圆状均匀分布,保证内外水压一致;测量圆球6表面还有几个角状突起7,可将海流的水平冲击力转化为旋转的动力,保证其在海流的作用下不致上下移动。MRU三维姿态传感器10与水深压力计5一同固定在测量圆球6内部,并通过滚球9随着测量圆球6一起在带凹槽的光滑钢杆3上上下下运动。在沙波移动的过程中,测量圆球会上下运动,此时水深压力计5会记录的水压的变化,从而得到沙波迁移一个波长所需的时间。固定装置I布放时,海底表面可能有一定倾斜角度,或者在沙波的迁移过程中,装置有些许倾斜,MRU三维姿态传感器10则会记录倾斜的角度,在今后数据处理时进行校正,保证监测的准确性。

[0039] 如图3所示,波长测量装置Ⅲ是以圆形浮球11为载体,圆球11材质为聚乙烯,旋转式沉积物剖面成像仪12则固定在圆孔13上。

[0040] 如图4所示,辅助船14用于布放和回收海底沙波迁移观测系统,船上配备有起吊装置15和布放缆16。

[0041] 本发明的海底沙波迁移观测方法主要包括:

[0042] 利用辅助船对观测目标点进行定位布放海底观测装置,通过海底观测系统中的周期测量装置和波长测量装置对海底沙波的迁移进行观测记录,原位观测周期结束后进行装置回收,然后对数据进行处理分析,得到海底沙波的迁移速率。

[0043] 下面结合图4、5对本实施例的步骤做如下说明:

[0044] 1) 设备室内检测与标定,在测量之前水深压力计(5)、MRU三维姿态传感器(10)和旋转式沉积物剖面成像仪(12)等仪器均需按照国家标准GB/T12763.10—2007进行校准标定,保证所有仪器处于正常工作状态,仪器精度符合国标要求。

[0045] 2) 选择观测点,根据已有观测资料对海底沙波进行分析,选择合适的观测点。

[0046] 3) 准备好辅助船(14),船上配备有起吊装置(15)及布放缆(16)。

[0047] 4) 设置水深压力计(5)、MRU三维姿态传感器(10)以及旋转式沉积物剖面成像仪(12)的工作频率和时长,然后固定入测量圆球(6)和圆形浮球(11)内部。周期测量装置(Ⅱ)通过带凹槽的光滑钢杆(3)与固定装置(I)连接,然后首尾用细钢筋(2)固定;波长测量装置(Ⅲ)通过缆绳(4)与固定装置(I)连接。整个观测系统安装好之后,将其搭载于辅助船(14)上。

[0048] 5) 利用辅助船GPS定位系统将辅助船(14)行驶至目标观测点,并抛锚、下桩,使船体保持稳定状态。

[0049] 6) 利用起吊装置(15)将观测系统用布放缆(16)起吊,下放入海,至海床表面,布放过程中尽量使布放缆(16)处于竖直状态。

[0050] 7) 观测系统布放完成后,水深压力计(5)、MRU三维姿态传感器(10)以及旋转式沉积物剖面成像仪(12)按设定的频率与时长进行工作,实现沙波迁移过程中观测点水压变化以及地形的观测。

[0051] 8) 原位观测周期结束之后,将辅助船(14)行驶至下放目标点,进行观测系统回收。

[0052] 9) 读取水深压力计(5)、MRU三维姿态传感器(10)以及旋转式沉积物剖面成像仪(12)记录的数据,对于水深压力计的数据,需要消除浪潮流的影响,换算成高程变化,然后通过三维姿态传感器(10)记录的数据进行高程变化的校正。最后与由沉积物剖面成像仪所得的波长数据一起,计算出沙波迁移的速率。

[0053] 对上述采集到的数据进行处理的方法,如下:

[0054] 周期测量装置(II)中,对水深压力计(5)的观测值进行检验得到水压值,相邻两个最值之间所经历的时间,即为海底沙波迁移的周期 T ;波长测量装置(I)中旋转式沉积物剖面成像仪对地形进行记录,得到波长数据 λ 。即 $V=\lambda/T$ 。

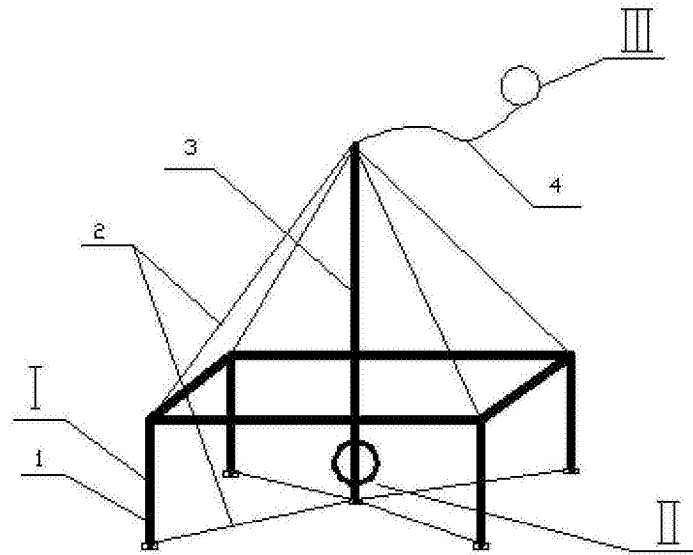


图1

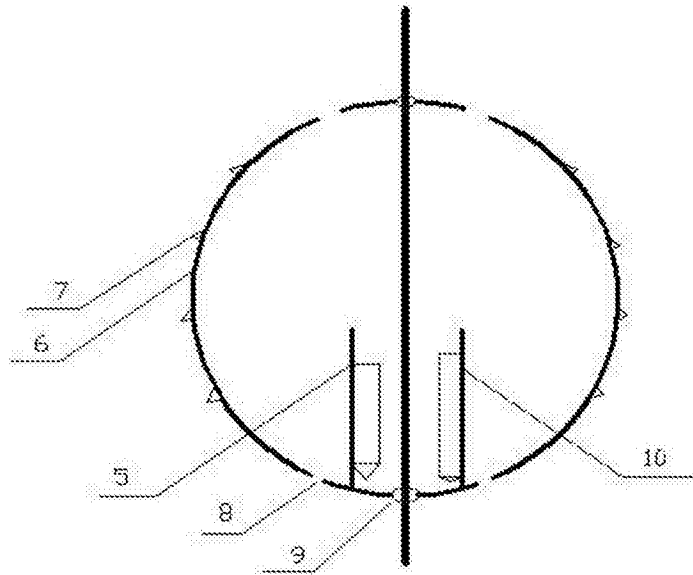


图2

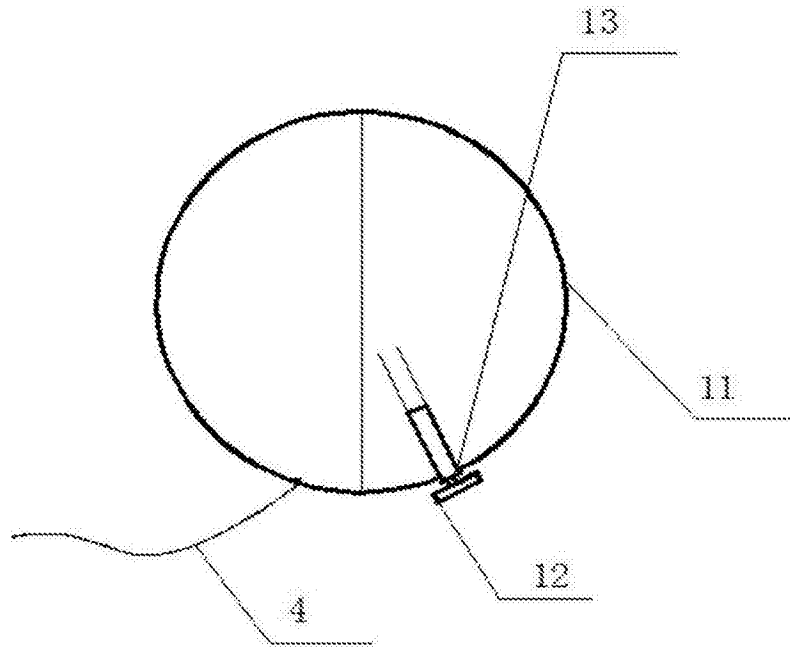


图3

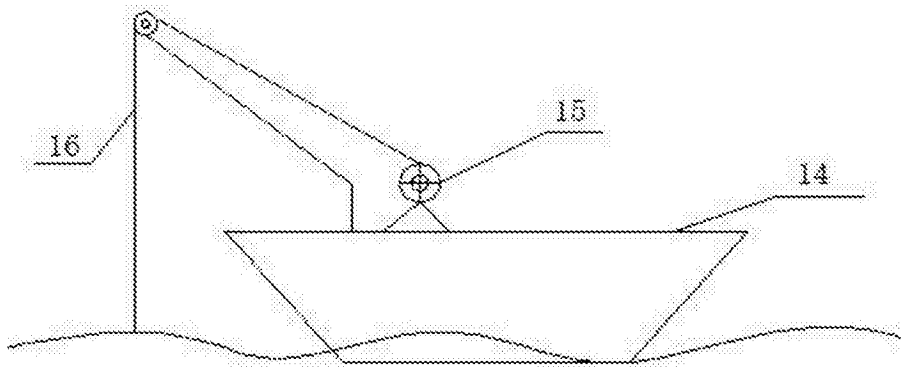


图4

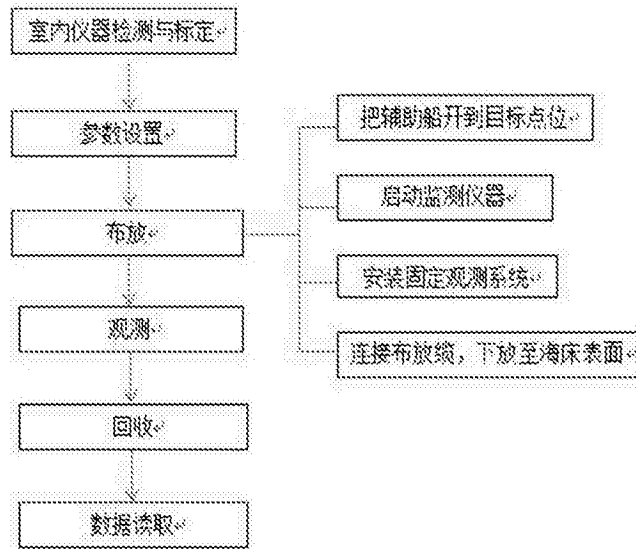


图5

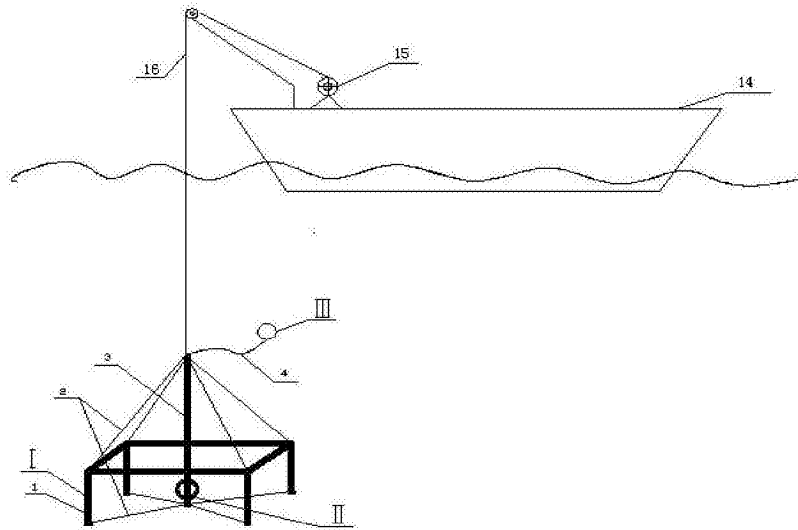


图6