



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112462429 B

(45) 授权公告日 2022. 03. 25

(21) 申请号 202011127665.0

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2020.10.20

G01V 1/38 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

审查员 尚在颖

申请公布号 CN 112462429 A

(43) 申请公布日 2021.03.09

(66) 本国优先权数据

202011032550.3 2020.09.27 CN

(73) 专利权人 山东大学

地址 250013 山东省青岛市即墨区滨海路  
72号

(72) 发明人 郭磊 王程 杨秀卿 薛钢

孟元库 刘延俊

(74) 专利代理机构 青岛华慧泽专利代理事务所

(普通合伙) 37247

代理人 李新欣

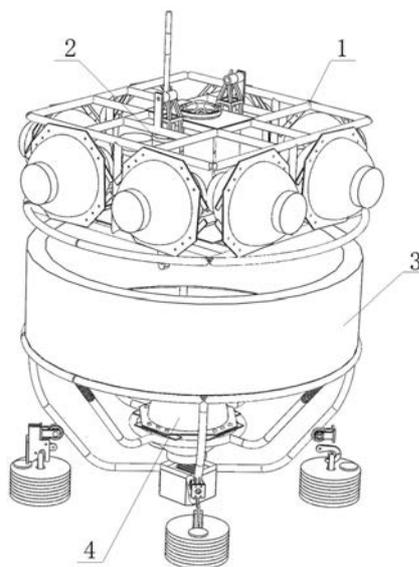
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54) 发明名称

海底地震仪布放回收器及方法

(57) 摘要

本发明涉及海底地震观测,特别是一种海底地震仪布放回收器及方法。包括深海着陆器框架、声学释放机构、浮体材料、通讯检测仪器和OBS装置,深海着陆器框架由上至下依次包括通讯检测仪器安装框架、浮体材料安装框架、OBS安装框架和单向卡齿安装框架,通讯检测仪器安装框架、浮体材料安装框架、OBS安装框架、单向卡齿安装框架均与数根竖向支撑杆固定连接,配重位于框架的底部,配重与声学释放机构连接。其实现了OBS装置的布放与回收,通过在OBS装置与海床之间设置单向卡齿,避免了OBS装置直接与海床发生碰撞接触,同时使OBS装置与海床之间有良好的耦合,保证工作质量。



1. 一种海底地震仪布放回收器,包括深海着陆器框架(1),其特征在于:还包括声学释放机构、浮体材料(3)、通讯检测仪器和OBS装置(4),声学释放机构、浮体材料(3)、通讯检测仪器和OBS装置(4)均放置在深海着陆器框架(1)上,深海着陆器框架(1)由上至下依次包括通讯检测仪器安装框架(101)、浮体材料安装框架(102)、OBS安装框架(103)和单向卡齿安装框架(104),通讯检测仪器安装框架(101)、浮体材料安装框架(102)、OBS安装框架(103)、单向卡齿安装框架(104)均与数根竖向支撑杆固定连接,配重(105)位于框架的底部,配重(105)与声学释放机构连接;

所述浮体材料安装框架(102)包括一支撑环(19),该支撑环(19)与竖向支撑杆固定连接,浮体材料(3)放置在支撑环(19)上;

所述OBS安装框架(103)包括OBS搭载环(12),OBS搭载环(12)上固定有数个卡板,OBS装置(4)固定卡放在卡板之间,OBS搭载环(12)通过零浮力缆(13)和弹簧(14)与支撑环(19)连接,沿OBS搭载环(12)的环形外圈间隔设置数根零浮力缆(13),零浮力缆(13)的一端与OBS搭载环(12)连接,另一端通过弹簧(14)与支撑环(19)连接;

所述单向卡齿安装框架(104)包括单向卡齿(15)和卡齿支架(16),单向卡齿(15)包括上部单向卡齿和下部单向卡齿,上部单向卡齿与下部单向卡齿之间通过弹簧连接,上部单向卡齿的顶端与OBS装置的底部刚性连接,下部单向卡齿的底端与卡齿支架(16)刚性连接;

所述声学释放机构包括数个声学释放器(2)、绳索(17)、挂环(18)和定滑轮(21),声学释放器(2)固定在通讯检测仪器安装框架(101)上,定滑轮(21)和挂环(18)设置在深海着陆器框架(1)的下部,声学释放器(2)通过绳索(17)与挂环(18)连接,绳索(17)缠绕在定滑轮(21)上,配重(105)均吊挂在挂环(18)上,每个挂环(18)分别通过绳索(17)与各声学释放器(2)连接。

2. 根据权利要求1所述的海底地震仪布放回收器,其特征在于:所述通讯检测仪器包括铱星信标(5)、电池仓(6)、玻璃浮球(7)、水下照明摄像头(9)、高度计(11)和传感器,传感器包括流速剖面仪(10)和水文仪(8)。

3. 根据权利要求1所述的海底地震仪布放回收器,其特征在于:所述浮体材料(3)采用空心玻璃微珠制作,密度为 $0.6\text{g}/\text{cm}^3$ 。

4. 根据权利要求2所述的海底地震仪布放回收器,其特征在于:所述电池仓(6)采用压力补偿式舱体,舱体采用钛合金筒体,筒体内充油。

5. 一种利用权利要求1所述海底地震仪布放回收器进行OBS装置布放与回收的方法,其特征在于包括以下步骤:

S1.OBS装置的装载;

S2.OBS装置的布放:

将海底地震仪布放回收器携带并下放直至下降并没于海平面,在配重的重力作用下、以及浮体材料和玻璃浮球的双浮力作用下缓慢下降,下降过程中的速度 $v$ 为

$$v = \sqrt{\frac{2F}{C_d \rho S}}$$

$$F = G_{\text{重力}} - F_{\text{浮力}}$$

式中 $C_d$ 表示阻力系数, $\rho$ 表示海水的密度,为 $1000\text{kg}/\text{m}^3$ , $S$ 表示底面面积;

坐底后,OBS装置和卡齿支架在重力作用下,会继续下降,直至卡齿支架触底,在OBS装置下沉过程中弹簧拉动,单向卡齿对OBS装置提供向上的力,OBS装置开始工作;

设OBS装置和卡齿支架在水中的质量为 $m$ ,初始速度为 $V_0$ ,末速度为0,弹簧系数为 $k$ ,卡齿之间的间隔的损耗力为 $L$ ,

$$V_2^2 - V_1^2 = 2ax$$

$$a = g - \frac{(k+L)x}{m}$$

则可取积分元

$$(V_2 - V_1)(V_2 + V_1) = 2adx$$

$$2VdV = 2adx$$

$$VdV = adx$$

$$\left[\frac{1}{2}V^2\right]_{V_0}^0 = \int_0^x \left(g - \frac{(k+L)x}{m}\right) dx$$

即,

$$-\frac{1}{2}V_0^2 = gx - \frac{(k+L)}{2m}x^2$$

确定弹簧系数 $k$ 与卡齿下滑单位损耗力 $L$ ,求解 $x$ 得到OBS装置的下降距离;

S3.OBS装置的回收:

声学释放器释放绳索,位于着陆器底部的挂环在重力作用下向下翻转,挂环与配重脱离,实现配重与OBS装置的分离,OBS装置在浮体材料与玻璃浮球的双浮力作用下,缓慢上浮,OBS装置上升过程中的速度 $v$ 为

$$v = \sqrt{\frac{2F}{C_d \rho S}}$$

$$F = F_{\text{浮力}}$$

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于:在步骤S1中,将OBS装置固定卡在OBS搭载环上,将需要搭载的通讯检测仪器放置在通讯检测仪器安装框架上,将需要搭载的浮体材料放置在浮体材料安装框架上,将配重挂在挂环上。

## 海底地震仪布放回收器及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及海底地震观测,特别是一种海底地震仪布放回收器及方法。

### 背景技术

[0002] 利用深海海床可进行地壳甚至地幔演变过程的观测,可对地球内部构造进行深入探索。因此深海海床是进行地壳结构、运动观测,以及预防自然灾害的最佳场所。

[0003] 海底地震仪(Ocean Bottom Seismometer,下文简称OBS)起源于20世纪六、七十年代,主要是用于海上人工或天然地震观测,在油气资源勘探、海上工程以及地球构造等方面都有广泛的应用。

[0004] 世界各国都进行了OBS的自主研制,虽然类型与功能上有些许不同,但是其结构与工作原理相差较小。OBS一般由地震仪、深海水听器、无线电发射器、数字化记录器、上光灯和罗经组成,其余配件设备包括电源、传感器、甲板释放单元、声学释放器以及GPS定位等。一般所有结构均安装在一个玻璃球内,玻璃球外部同时套有塑料保护套。OBS观测技术作为一种新兴的海底原位观测技术,国内研究起步较晚,但是进步迅速,在设备研发与应用方面均取得一定的进展。

[0005] 目前OBS的工作方式一般分为电缆式与无缆式。电缆式OBS是通过电缆或光电复合缆将OBS装置连接至海底观测节点,通过缆绳进行数据的传输。无缆式OBS装置在工作时直接投入海底,由自带的电池进行供电,同时采集到的数据存储在自己的存储器中。无缆式OBS需要后期进行打捞,然后才能获取地震观测数据。但是由于无缆式OBS装置的工作成本较低,因此得到了广泛的应用。

[0006] 目前OBS装置的布放与回收成为该领域的技术难题:(1)由于OBS装置内部封装为玻璃球,因此对触底瞬间的冲击力提出了严苛的要求;(2)由于OBS装置工作原理的要求,布放结束后的OBS装置需要与海床耦合良好,才能保证观测数据的可信性;(3)单一的声学释放器难以保证配重的脱离。

[0007] 针对以上问题,本发明研究出一种全新的OBS装置布放与回收装置与方法,通过深海着陆器的方式,进行OBS装置的布放与回收。

### 发明内容

[0008] 本发明的目的在于克服现有技术存在的上述缺陷,提出了一种海底地震仪布放回收器及方法,其实现了OBS装置的布放与回收,通过在OBS装置与海床之间设置单向卡齿,避免了OBS装置直接与海床发生碰撞接触,同时使OBS装置与海床之间有较好的耦合,保证工作质量。

[0009] 本发明的技术方案是:一种海底地震仪布放回收器,包括深海着陆器框架,其中,还包括声学释放机构、浮体材料、通讯检测仪器和OBS装置,声学释放机构、浮体材料、通讯检测仪器和OBS装置均放置在深海着陆器框架上,深海着陆器框架由上至下依次包括通讯检测仪器安装框架、浮体材料安装框架、OBS安装框架和单向卡齿安装框架,通讯检测仪器

安装框架、浮体材料安装框架、OBS安装框架、单向卡齿安装框架均与数根竖向支撑杆固定连接，配重位于框架的底部，配重与声学释放机构连接；

[0010] 所述浮体材料安装框架包括一支撑环，该支撑环与竖向支撑杆固定连接，浮体材料放置在支撑环上；

[0011] 所述OBS安装框架包括OBS搭载环，OBS搭载环上固定有数个卡板，OBS装置固定卡放在卡板之间，OBS搭载环通过零浮力缆和弹簧与支撑环连接，沿OBS搭载环的环形外圈间隔设置数根零浮力缆，零浮力缆的一端与OBS搭载环连接，另一端通过弹簧与支撑环连接，

[0012] 所述单向卡齿安装框架包括单向卡齿和卡齿支架，单向卡齿包括上部单向卡齿和下部单向卡齿，上部单向卡齿与下部单向卡齿之间通过弹簧连接，上部单向卡齿的顶端与OBS装置的底部刚性连接，下部单向卡齿的底端与卡齿支架刚性连接；

[0013] 所述声学释放机构包括数个声学释放器、绳索、挂环和定滑轮，声学释放器固定在通讯检测仪器安装框架上，定滑轮和挂环设置在深海着陆器框架的下部，声学释放器通过绳索17与挂环连接，绳索缠绕在定滑轮上，配重均吊挂在挂环上，每个挂环分别通过绳索与各声学释放器连接。

[0014] 本发明中，所述通讯检测仪器包括铱星信标、电池仓、玻璃浮球、水下照明摄像头、高度计和传感器，传感器包括流速剖面仪和水文仪。

[0015] 所述浮体材料采用空心玻璃微珠制作，密度为 $0.6\text{g}/\text{cm}^3$ 。

[0016] 所述电池仓采用压力补偿式舱体，舱体采用钛合金筒体，筒体内充油。

[0017] 一种利用上述海底地震仪布放回收器进行OBS装置布放与回收的方法，包括以下步骤：

[0018] S1. OBS装置的装载；

[0019] S2. OBS装置的布放；

[0020] 将海底地震仪布放回收器携带并下放直至下降并没于海平面，在配重的重力作用下、以及浮体材料和玻璃浮球的双浮力作用下缓慢下降，下降过程中的速度 $v$ 为

$$[0021] \quad v = \sqrt{\frac{2F}{C_d \rho S}}$$

$$[0022] \quad F = G_{\text{重力}} - F_{\text{浮力}}$$

[0023] 式中 $C_d$ 表示阻力系数， $\rho$ 表示海水的密度，为 $1000\text{kg}/\text{m}^3$ ， $S$ 表示底面面积。

[0024] 坐底后，OBS装置4和卡齿支架16在重力作用下，会继续下降，直至卡齿支架16触底，OBS装置4仍然存在一定的下沉趋势，在OBS装置下沉过程中会拉动弹簧14，同时单向卡齿15对OBS装置提供向上的力，

[0025] 设OBS装置和卡齿支架在水中的质量为 $m$ ，初始速度为 $V_0$ ，末速度为0，弹簧系数为 $k$ ，卡齿之间的间隔的损耗力为 $L$ ，

$$[0026] \quad V_2^2 - V_1^2 = 2ax;$$

$$[0027] \quad a = g - \frac{(k+L)x}{m}$$

[0028] 则可取积分元

$$[0029] \quad (V_2 - V_1)(V_2 + V_1) = 2adx;$$

[0030]  $2VdV=2adx;$

[0031]  $VdV=adx;$

[0032] 
$$\left[\frac{1}{2}V^2\right]_{V_0}^0 = \int_0^x \left(g - \frac{(k+L)x}{m}\right) dx$$

[0033] 即,

[0034] 
$$-\frac{1}{2}V_0^2 = gx - \frac{(k+L)}{2m}x^2$$

[0035] 确定胡克系数k与卡齿下滑单位损耗力L,求解x得到OBS装置的下降距离;坐底后,OBS装置开始工作;

[0036] S3.OBS装置的回收:

[0037] 声学释放器释放绳索,位于着陆器底部的挂环在重力作用下向下翻转,挂环与配重105脱离,实现配重与OBS装置的分离,OBS装置在浮体材料与玻璃浮球的双浮力作用下,缓慢上浮,该装置上升过程中的速度v为

[0038] 
$$v = \sqrt{\frac{2F}{C_d \rho S}}$$

[0039]  $F = F_{\text{浮力}}$ 。

[0040] 在步骤(1)中,将OBS装置固定卡在OBS搭载环上,将需要搭载的通讯检测仪器放置在通讯检测仪器安装框架上,将需要搭载的浮体材料放置在浮体材料安装框架上,将配重挂在挂环上。

[0041] 本发明的有益效果是:

[0042] (1)通过单向卡齿,可以避免OBS装置直接与海床接触,同时通过弹簧与单向卡齿提供缓冲力,减缓了OBS装置与单向卡齿组成的结构与海床接触时的速度,保证OBS装置与单向卡齿的触底过程缓和,保护OBS装置的内部结构,实现OBS装置与海床耦合良好;

[0043] (2)电池仓采用压力补偿式舱体,降低电池仓体积,控制着陆器重量;

[0044] (3)采用双浮体材料,实现整个装置在下降过程与上升过程的速度控制;

[0045] (4)声学释放器采用并联连接,提高释放配重成功率,保证装置的成功回收。

## 附图说明

[0046] 图1是本发明的结构示意图;

[0047] 图2是深海着陆器框架的结构示意图;

[0048] 图3是通讯检测仪器的结构示意图;

[0049] 图4是OBS安装框架的结构示意图;

[0050] 图5是OBS安装框架和单向卡齿安装框架的连接结构示意图;

[0051] 图6是声学释放机构的连接结构示意图;

[0052] 图7(a)是配重处于未释放状态的结构示意图;

[0053] 图7(b)是配重处于释放状态的结构示意图。

[0054] 图中:1深海着陆器框架;101通讯检测仪器安装框架;102浮体材料安装框架;103OBS安装框架;104单向卡齿安装框架;105配重;2声学释放器;3浮体材料;4OBS装置;5铰

星信标;6电池仓;7玻璃浮球;8水文仪;9水下照明摄像头;10流速剖面仪;11高度仪;12OBS搭载环;13零浮力缆;14弹簧;15单向卡齿;16卡齿支架;17绳索;18挂环;19支撑环;20卡齿支撑环;21定滑轮。

### 具体实施方式

[0055] 为了使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图对本发明的具体实施方式做详细的说明。

[0056] 在以下描述中阐述了具体细节以便于充分理解本发明。但是本发明能够以多种不同于在此描述的其它方式来实施,本领域技术人员可以在不违背本发明内涵的情况下做类似推广。因此本发明不受下面公开的具体实施方式的限制。

[0057] 如图1所示,本发明所述的海底地震仪布放回收器包括深海着陆器框架1、声学释放机构、浮体材料3、通讯检测仪器,声学释放机构、浮体材料3、通讯检测仪器和OBS装置4均放置在深海着陆器框架1上。如图2所示,深海着陆器框架1由上至下依次包括通讯检测仪器安装框架101、浮体材料安装框架102、OBS安装框架103和单向卡齿安装框架104,通讯检测仪器安装框架101、浮体材料安装框架102、OBS安装框架103、单向卡齿安装框架104均与数根竖向支撑杆固定连接。通讯检测仪器放置在通讯检测仪器安装框架101上,浮体材料3放置在浮体材料安装框架102上,OBS装置4放置在OBS安装框架103上,单向卡齿安装框架104上设有单向卡齿,配重105位于框架的底部,配重105与声学释放机构连接。本实施例中,深海着陆器框架1包括四根竖向支撑杆,配重105主要用于保证整个机构达到一定的重量,从而保证了在OBS布放过程中,该机构能够自由下降;另外在回收过程中,配重105通过声学释放机构释放,减少了整个机构的重量,使OBS装置在双浮体的作用下缓慢上浮。

[0058] 如图3所示,本发明的通讯检测仪器包括铱星信标5、电池仓6、玻璃浮球7、水下照明摄像头9、高度计11以及海底常用的传感器,例如流速剖面仪10和水文仪8等。铱星信标5主要用于海底地震仪布放回收器的定位,防止其丢失。电池仓6用于存放电池,保证整套机构的正常供电,电池仓6采用压力补偿舱体,即电池仓6密封,内部充油,可减少电池仓6壁厚,从而降低重量。玻璃浮球7的外部为塑料保护壳,内部为玻璃球,玻璃浮球与浮体材料协同工作,产生浮力,控制该机构的下降速度与上浮速度。水下照明摄像头9用于海底照明与摄影、摄像,获取海底原位画面。高度计11不断向下发射脉冲,通过接收来自海床反射的信号获取离底高度,从而判断着陆器是否发生沉降或被沉积物埋藏。水文仪8可作为搭载传感器搭载在着陆器上,用于海底水文环境的观测。流速剖面仪10可作为搭载传感器搭载在着陆器上,用于海水动力条件的观测。上述水文仪8和流速剖面仪10均可由其它传感器替代。

[0059] 电池仓6采用压力补偿式舱体,舱体采用钛合金筒体,筒体内充油,降低了电池仓的体积,有效控制该机构着陆时的重量。

[0060] 如图4所示,浮体材料安装框架102包括一支撑环19,该支撑环19与竖向支撑杆固定连接,浮体材料3放置在支撑环19上。浮体材料3采用空心玻璃微珠制作,密度为 $0.6\text{g}/\text{cm}^3$ ,主要作用是与玻璃浮球6协同工作,产生浮力,控制该机构的下降速度和上浮速度。

[0061] OBS安装框架103包括OBS搭载环12,本实施例中,OBS搭载环上固定有数个卡板,OBS装置4固定卡放在卡板之间,从而将OBS装置4搭载在框架上。OBS搭载环12通过零浮力缆13和弹簧14与支撑环19连接,沿OBS搭载环12的环形外圈间隔设置数根零浮力缆13,零浮力

缆13的一端与OBS搭载环12连接,另一端通过弹簧14与支撑环19连接,本实施例中设有八根零浮力缆13。采用零浮力缆13,使该机构在下降过程中可以携带OBS装置4微微上浮,保证OBS装置的姿态。海底地震仪布放回收器坐底后,弹簧14起到了缓冲OBS装置触底过程的作用。通过OBS安装框架103,实现了OBS装置的搭载,同时保证了OBS装置在下降与上升过程中不发生碰撞,对OBS装置起到了保护作用。

[0062] 如图5所示,单向卡齿安装框架104包括单向卡齿15和卡齿支架16,单向卡齿15包括上部单向卡齿和下部单向卡齿,上部单向卡齿与下部单向卡齿之间通过弹簧连接,上部单向卡齿的顶端与OBS装置的底部刚性连接,下部单向卡齿的底端与卡齿支架16刚性连接。单向卡齿15只能顺着一个方向移动,向另外一个方向移动的时候会被卡住,不能移动,本申请中的单向卡齿是只能向下移动,并且必须施加一定的力才能实现向下移动。该装置中,OBS装置向下运动的力来源于OBS装置的惯性力,在移动过程中,惯性力不断减小,OBS装置的下降速度也会不断减小,因此起到了缓冲作用。单向卡齿15主要用于着陆器坐底后,缓冲OBS装置触底过程,同时保证OBS装置的姿态。

[0063] 声学释放机构包括声学释放器2、绳索17、挂环18和定滑轮21,其中声学释放器2固定在框架顶部的通讯检测仪器安装框架101上,定滑轮21和挂环18设置在深海着陆器框架1的下部,声学释放器2通过绳索17与挂环18连接,绳索17缠绕在定滑轮21上,配重105均吊挂在挂环18上,因此挂环18与配重105对应设置。本实施例中,采用两台声学释放器2,声学释放器主要用于接受信号后,释放配重,保证深海着陆器框架1可在海水浮力作用下上浮。两声学释放器2采用并联方式连接,即每个挂环18均通过绳索17分别与两声学释放器2连接。如图7(a)所示,在绳索17绷紧状态时,挂环18勾住配重105;如图7(b)所示,当绳索17松开时,挂环18在重力作用下,向下翻转,实现了整个机构与配重的分离。通过采用两声学释放器并联连接的方式,两声学释放器均可以释放绳索17,即使其中的一个声学释放器出现故障,另外一个声学释放器仍然可以继续工作,提高了释放配重的成功率,同时也保证了OBS装置的成功回收。

[0064] 本发明还包括利用上述海底地震仪布放回收器实现OBS装置布放与回收的方法,该方法包括以下步骤。

[0065] 第一,搭载OBS装置的布放。

[0066] 在布放过程中,首先将OBS装置固定卡在OBS搭载环12上,将需要搭载的通讯检测仪器放置在通讯检测仪器安装框架101上,将需要搭载的浮体材料3放置在浮体材料安装框架102上,将配重105挂在挂环18上。

[0067] 第二,OBS装置的布放。

[0068] 将海底地震仪布放回收器通过船上的起吊装置转移到海面上,起吊装置携带下放直至该装置下降并没于海平面,起吊装置脱钩,在配重105的重力作用下、以及浮体材料3和玻璃浮球7的双浮力作用下,做速度缓慢的下降运动。

[0069] 下降过程中,由于水流阻力的影响,零浮力缆13、OBS搭载环12、OBS装置4、卡齿支架16会微微上浮,保证OBS装置稳定,避免触底过程中发生OBS装置的碰撞。该装置下降过程中的速度 $v$ 为

$$[0070] \quad v = \sqrt{\frac{2F}{C_d \rho S}}$$

$$[0071] \quad F = G_{\text{重力}} - F_{\text{浮力}}$$

[0072] 式中 $C_d$ 表示阻力系数, $\rho$ 表示海水的密度,为 $1000\text{kg}/\text{m}^3$ , $S$ 表示底面面积。

[0073] 由于单向卡齿中的上部单向卡齿和下部单向卡齿之间通过弹簧连接,在海水的浮力作用下,0BS装置4与卡齿支架16会先上浮一段距离,然后下沉。在深海着陆器框架1的底部触底后,0BS装置4和卡齿支架16在重力作用下,会继续下降,直至卡齿支架16触底。此时0BS装置4仍然存在一定的下沉趋势,在0BS装置下沉过程中会拉动弹簧14,弹簧14内产生向上的拉力,从而减缓了0BS装置4的下降速度;同时,0BS装置4下沉过程中,会下压单向卡齿15,单向卡齿15在向下运动的过程中,也会对0BS装置提供一个向上的力,进一步降低0BS装置4的下降速度,既防止0BS装置4直接与海床接触,同时降低了0BS装置与单向卡齿组成的结构与海床接触时的速度。深海着陆器框架触底后,卡齿支架16才会缓慢地落到海床上,与海床接触保证0BS装置4后期观测数据的有效性。

[0074] 设0BS装置和卡齿支架在水中的质量为 $m$ (kg),初始速度为 $V_0$ ,末速度为0,弹簧系数为 $k$ ,卡齿之间的间隔的损耗力为 $L$ ,

$$[0075] \quad V_2^2 - V_1^2 = 2ax;$$

$$[0076] \quad a = g - \frac{(k+L)x}{m}$$

[0077] 则可取积分元

$$[0078] \quad (V_2 - V_1)(V_2 + V_1) = 2adx;$$

$$[0079] \quad 2VdV = 2adx;$$

$$[0080] \quad VdV = adx;$$

$$[0081] \quad \left[\frac{1}{2}V^2\right]_{V_0}^0 = \int_0^x \left(g - \frac{(k+L)x}{m}\right) dx$$

[0082] 即,

$$[0083] \quad -\frac{1}{2}V_0^2 = gx - \frac{(k+L)}{2m}x^2$$

[0084] 确定胡克系数 $k$ 与卡齿下滑单位损耗力 $L$ ,求解 $x$ 即可获得弹簧伸长长度,即0BS装置的下降距离,从而防止0BS装置与海床接触。

[0085] 该装置坐底后,0BS装置4开始工作。

[0086] 第三,0BS装置的回收。

[0087] 通过船只上的控制器发送声信号至声学释放器2,声学释放器收到信号后,打开扣环,释放绳索17。绳索释放后,位于着陆器底部的挂环18在重力作用下向下翻转,挂环18与配重105脱离,从而实现了配重与0BS装置的分离,在失去配重的重力作用下,0BS装置在浮体材料3与玻璃浮球7的双浮力作用下,缓慢上浮。海底地震仪布放回收器上升过程中的速度 $v$ 为

$$[0088] \quad v = \sqrt{\frac{2F}{C_d \rho S}}$$

$$[0089] \quad F = F_{\text{浮力}}$$

[0090] 海底地震仪布放回收器上浮至水面后,由船员打捞至船只。

[0091] 以上对本发明所提供的海底地震仪布放回收器及方法进行了详细介绍。本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想。应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以对本发明进行若干改进和修饰,这些改进和修饰也落入本发明权利要求的保护范围内。对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

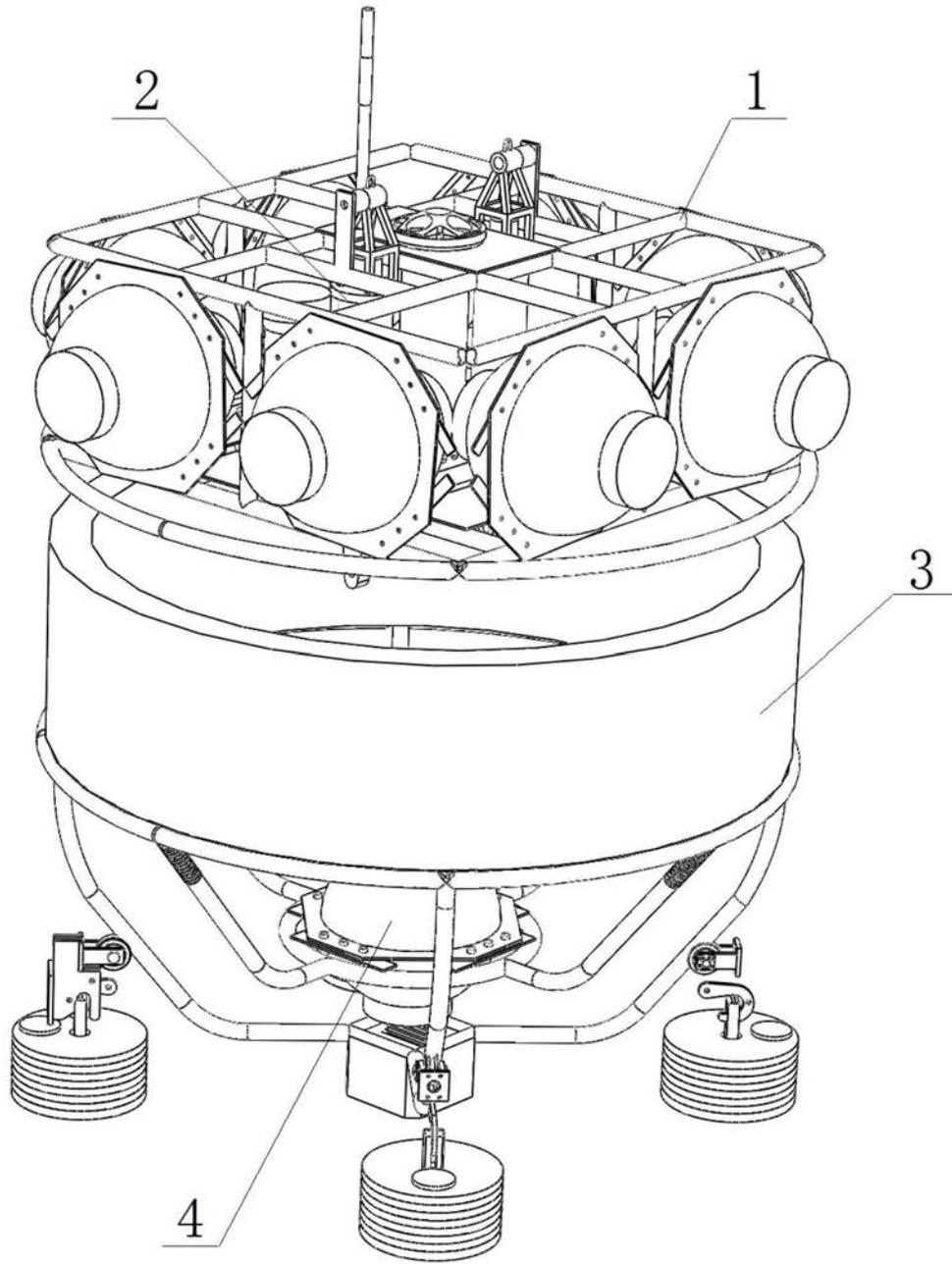


图1

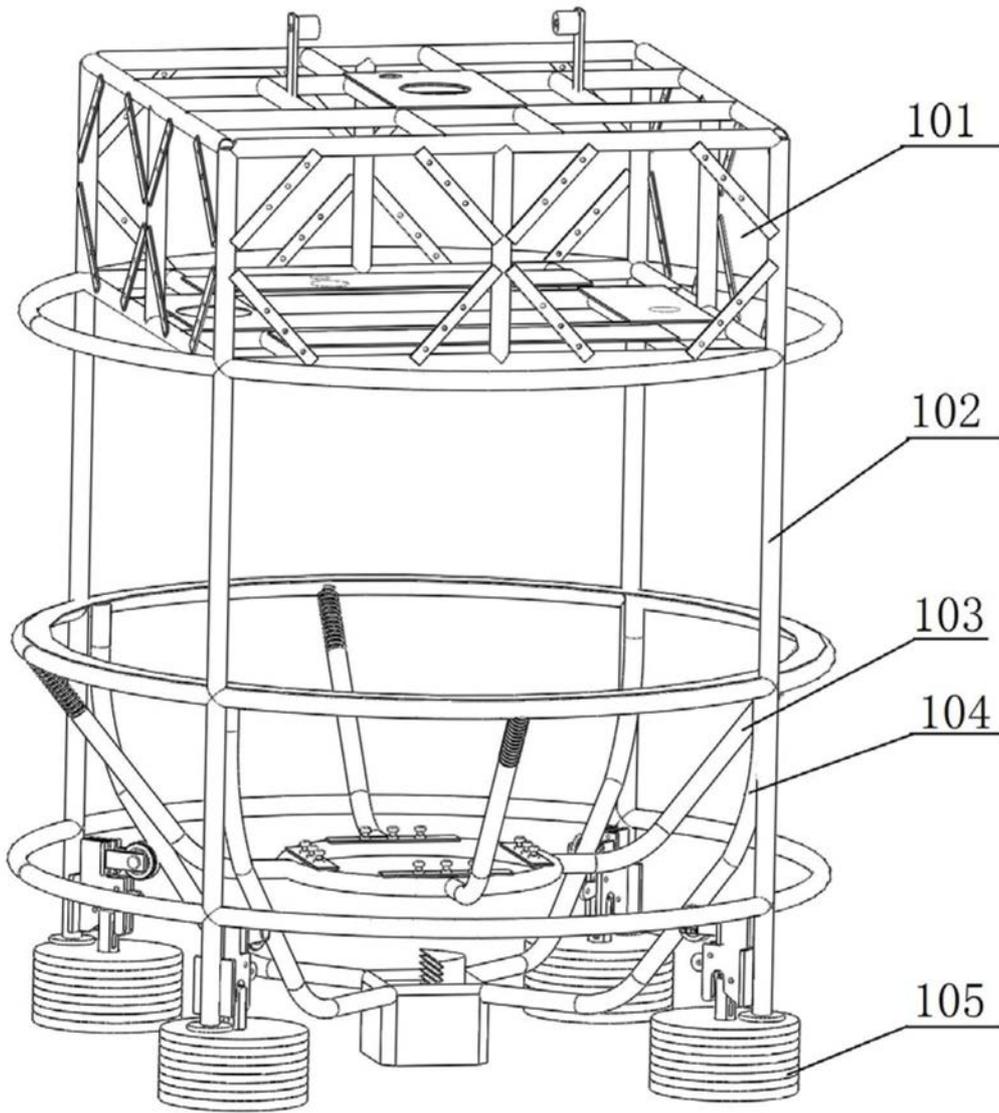


图2

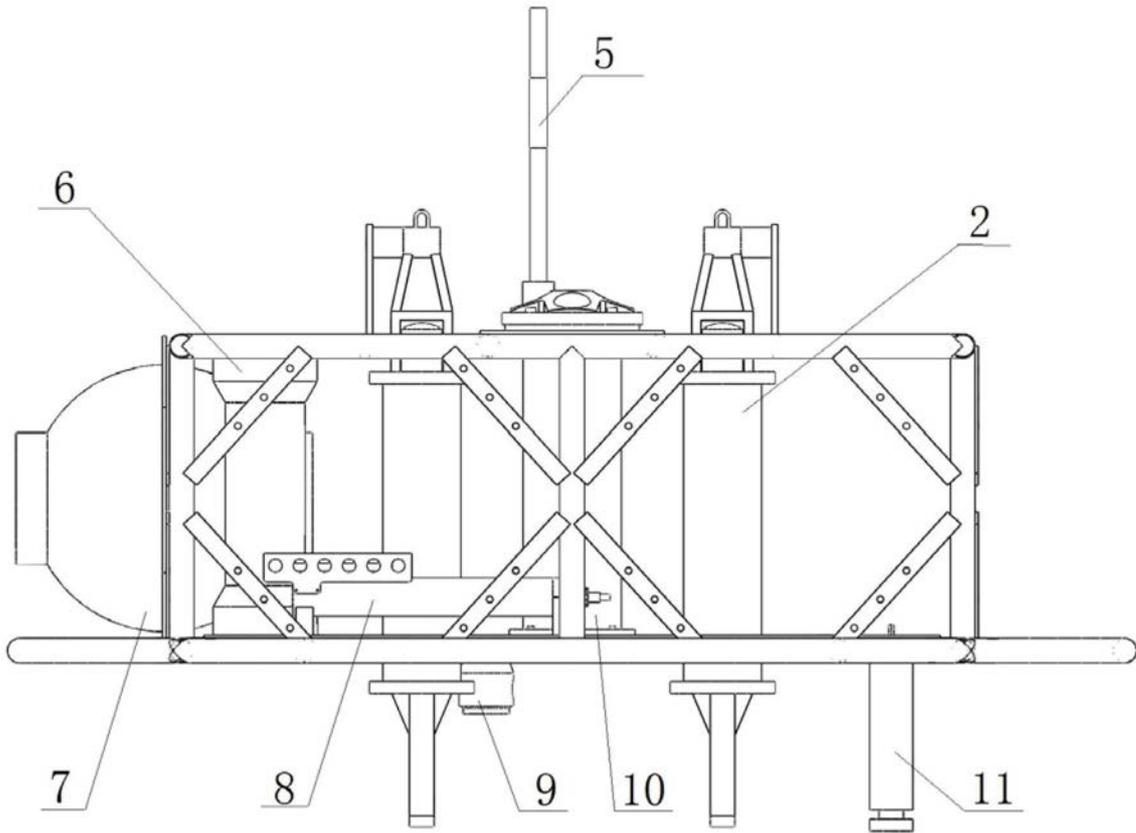


图3

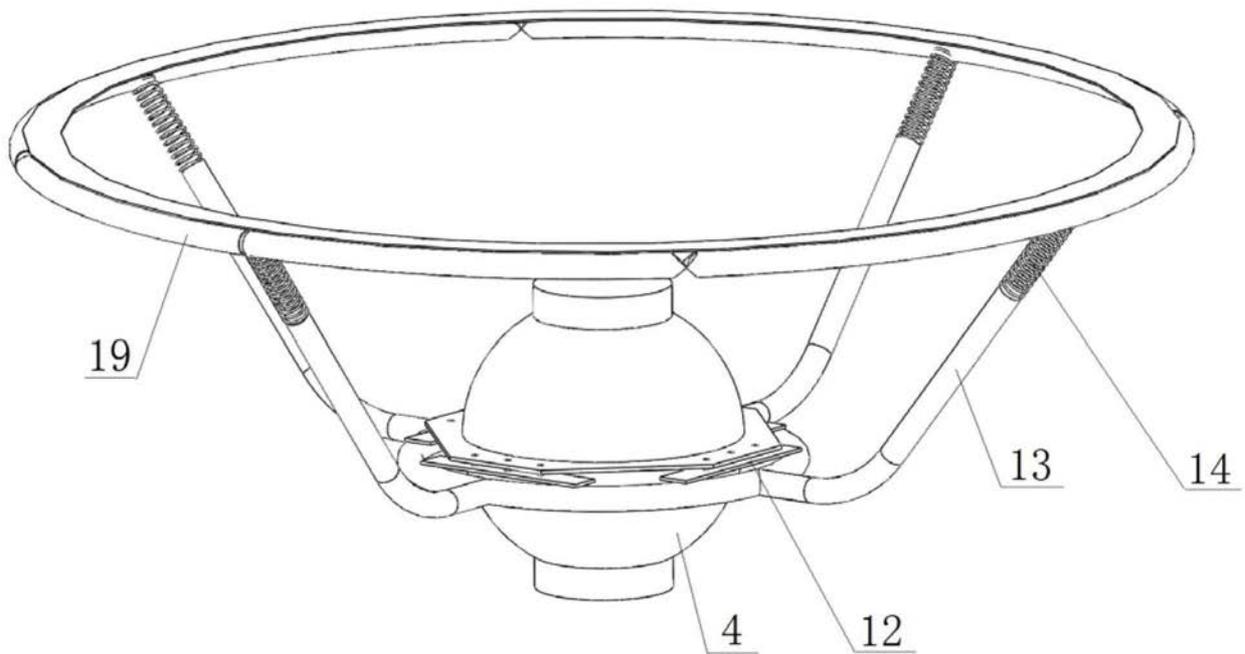


图4

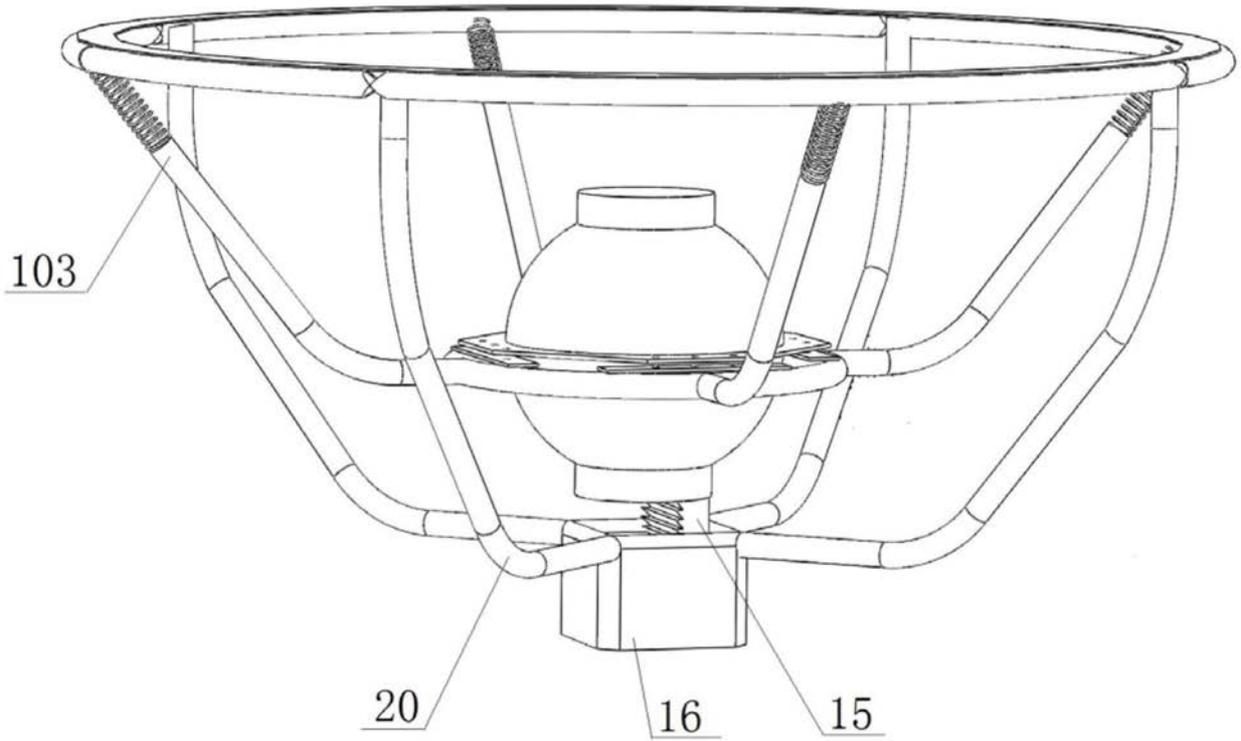


图5

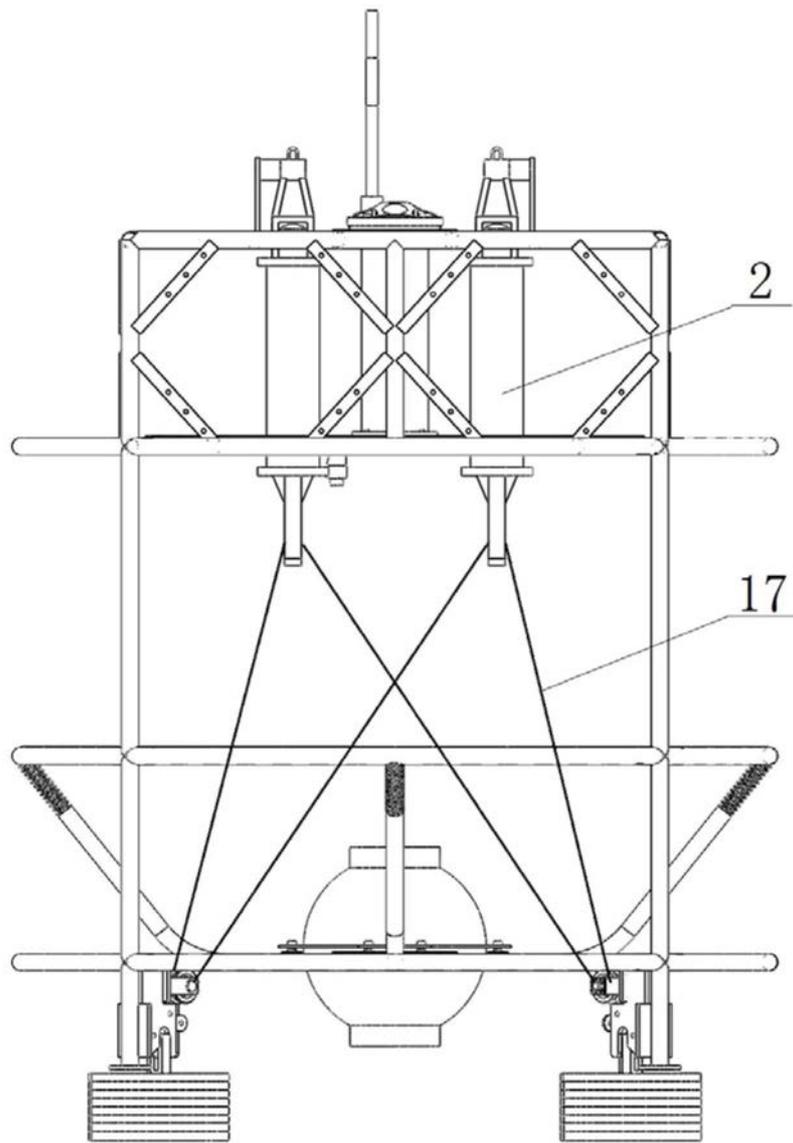


图6

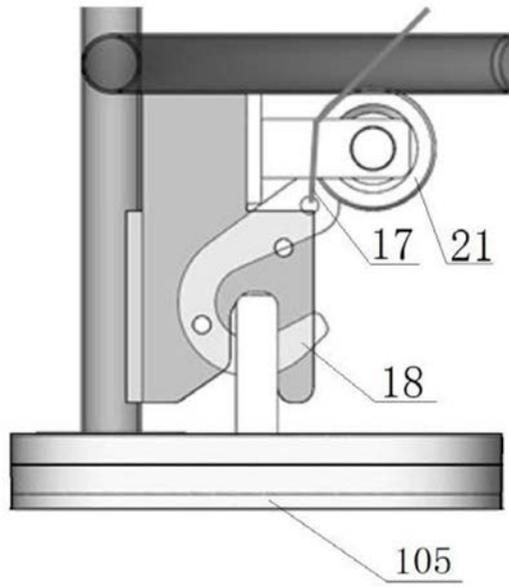


图7 (a)

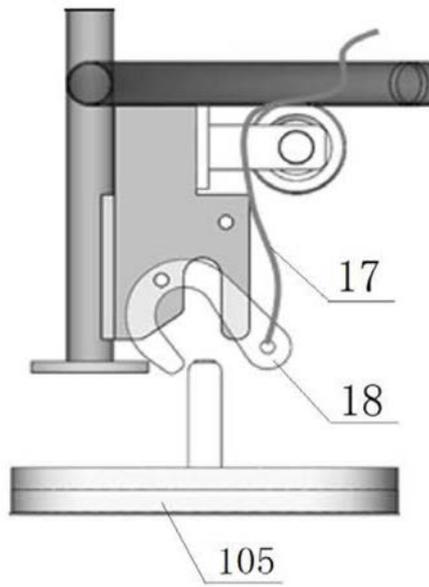


图7 (b)