



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108519621 B

(45)授权公告日 2019.12.27

(21)申请号 201810754668.3

审查员 陈文爽

(22)申请日 2018.07.11

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108519621 A

(43)申请公布日 2018.09.11

(73)专利权人 哈尔滨工程大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区南通大街145号

(72)发明人 秦洪德 吴哲远 朱仲本 田瑞菊

刘传奇 姜涛

(74)专利代理机构 合肥国和专利代理事务所

(普通合伙) 34131

代理人 崔雅丽

(51)Int.Cl.

G01V 1/38(2006.01)

权利要求书2页 说明书4页

(54)发明名称

一种海底地震检波飞行节点布放方法

(57)摘要

本发明涉及一种海底地震检波飞行节点布放方法,包括将自主水下航行器从浸没式释放装置中释放、自主水下航行器自主调节航态下潜至一定深度、自主水下航行器在近海底定位目标并自主降落至目标区域。

1. 一种海底地震检波飞行节点布放方法,其特征在于,包括:

所述布放方法包括三种方法:

方法一:将自主水下航行器从浸没式释放装置中释放;

方法二:所述自主水下航行器自主调节航态下潜至一定深度;

方法三:所述自主水下航行器在近海底定位目标并自主降落至目标区域;

所述浸没式释放装置用于放置所述自主水下航行器并将其依次放入海水中;所述自主水下航行器包括航行器本体、检波模块、推进模块;

所述检波模块包括水听器、三分量加速度检波器、姿态传感器、原子钟;所述水听器固定于所述航行器本体的凹槽中且可与海水直接接触,所述水听器用于接收水中的声信号;所述三分量加速度检波器、所述姿态传感器、所述原子钟封装于同一个水密耐压的壳体中,所述壳体与所述航行器本体刚性固定;所述三分量加速度检波器用于测量所述自主水下航行器的加速度;所述姿态传感器用于记录所述自主水下航行器的姿态信息;所述原子钟用于记录采样时间;

所述推进模块包括四个垂向的槽道螺旋桨推进器和两个纵向的槽道螺旋桨推进器;所述四个垂向的槽道螺旋桨推进器布置于所述航行器本体的四周且按矩形四个顶点的位置排布;所述四个垂向的槽道螺旋桨推进器用于提供正反双向的推力,用于保持所述自主水下航行器的稳定性或者改变所述自主水下航行器的运动姿态;所述两个纵向的槽道螺旋桨推进器布置于所述航行器本体的两侧内部,可用于提供纵向的推力,从而推动所述自主水下航行器前进,也用于提供转向力矩,从而推动所述自主水下航行器转向;

方法一的步骤包括:

步骤1.1:将所述自主水下航行器加载到所述浸没式释放装置中;

步骤1.2:借助水面母船甲板上的吊放设备牵引含有所述自主水下航行器的浸没式释放装置,使其被海水淹没;

步骤1.3:所述自主水下航行器从所述浸没式释放装置中依次脱离,并开始工作;

方法二的步骤包括:

步骤2.1:借助所述四个垂向的槽道螺旋桨推进器,将所述自主水下航行器的运动姿态改变为竖直航态;

步骤2.2:所述自主水下航行器在重力和所述两个纵向的槽道螺旋桨推进器共同作用下下潜;

步骤2.3:所述姿态传感器检测所述自主水下航行器的姿态,当所述自主水下航行器的姿态偏离所述竖直航态时,所述检波模块获取所述自主水下航行器的加速度和所述自主水下航行器的中轴线与垂直方向的夹角,并用公式一计算出偏移角度:

$$\text{公式一: } \omega = \arctan \left( \frac{5-10 \tan^2 \alpha + \tan^4 \alpha}{1-10 \tan^2 \alpha + 5 \tan^4 \alpha} \cdot \tan (60^\circ - \alpha) \cdot \tan (60^\circ + \alpha) \right) \cdot \frac{k}{g} \cdot \frac{180}{\pi};$$

其中, $\omega$ 为所述偏移角度,取值是0~90之间的有理数,单位为度; $\alpha$ 为所述自主水下航行器的中轴线与垂直方向的夹角,取值是0~90之间的有理数,单位为度; $k$ 为所述自主水下航行器的加速度,取值是正有理数,单位为 $\text{m/s}^2$ ;  $g$ 是重力加速度; $\pi$ 是圆周率;所述自主水下航行器的加速度由所述三分量加速度检波器测量得到;所述自主水下航行器的中轴线与垂

直方向的夹角由所述姿态传感器测量得到；

如果所述偏移角度大于报警阈值，则通过所述四个垂向的槽道螺旋桨推进器短促微调将所述自主水下航行器的姿态修正到所述竖直航态；所述报警阈值由工作人员人为设定；如果所述偏移角度不大于所述报警阈值，则所述自主水下航行器继续下潜；

方法三的步骤包括：

步骤3.1：所述自主水下航行器竖直下潜至距海底高度小于50米时，通过搭载于所述自主水下航行器上的水听器接收所述水面母船发出的水声信号，确定所述自主水下航行器自身所在位置，并计算自身与目的地的方向和距离；

步骤3.2：在所述四个垂向的槽道螺旋桨推进器的推动下，所述自主水下航行器的姿态从所述竖直航态转变为水平航态并保持稳定；

步骤3.3：在所述两个纵向的槽道螺旋桨推进器的推动下，所述自主水下航行器航行至所述目标的正上方；

步骤3.4：所述四个垂向的槽道螺旋桨推进器关闭，所述两个纵向的槽道螺旋桨推进器减速，所述自主水下航行器降落至所述目标区域。

## 一种海底地震检波飞行节点布放方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种海底地震检波飞行节点布放方法。

### 背景技术

[0002] 海上地震技术是目前海洋油气勘查的主要手段,通过勘探船在海洋中激发地震波,并将压电地震检波器置于水中接收反射信号,通过计算机的后期处理,最终判断出该地区的地质特征。该技术主要可分为两种方式,分别为海上拖缆地震勘探技术和海底地震勘探技术。两者都是利用物探船在近海面激发震源,只不过前者检波器是密封在漂浮于水中的拖缆中,而后者是按照一定的方式将检波器布置在海底,其检波器可以铠装在电缆或光缆中(海底电缆地震技术),也可以置于独立的节点仪器中(海底节点地震技术)。

[0003] 为了克服海上拖缆地震数据采集的缺陷,海底电缆地震技术(Ocean Bottom Cable, OBC)应运而生。该技术将内置地震检波器的电缆按一定的排列方式沉于海底进行勘探。与海上拖缆相比,海底电缆沉放在海底,噪音小、频带宽,并且易于消除鬼波影响,资料的信噪比有很大提高。但是,在铺设海底电缆过程中,海流、潮汐、船速以及检波器沉降速度都会影响检波器下放的准确性,易导致勘探数据偏差。

### 发明内容

[0004] 有鉴于此,本发明提供一种解决或部分解决上述问题的海底地震检波飞行节点布放方法。

[0005] 为达到上述技术方案的效果,本发明的技术方案为:一种海底地震检波飞行节点布放方法,包括:

[0006] 布放方法包括三个方法:

[0007] 方法一:将自主水下航行器从浸没式释放装置中释放;

[0008] 方法二:自主水下航行器自主调节航态下潜至一定深度;

[0009] 方法三:自主水下航行器在近海底定位目标并自主降落至目标区域;

[0010] 浸没式释放装置用于放置自主水下航行器并将其依次放入海水中;自主水下航行器包括航行器本体、检波模块、推进模块;

[0011] 检波模块包括水听器、三分量加速度检波器、姿态传感器、原子钟;水听器固定于航行器本体的凹槽中且可与海水直接接触,水听器用于接收水中的声信号;三分量加速度检波器、姿态传感器、原子钟封装于同一个水密耐压的壳体中,壳体与航行器本体刚性固定;三分量加速度检波器用于测量自主水下航行器的加速度;姿态传感器用于记录自主水下航行器的姿态信息;原子钟用于记录采样时间;

[0012] 推进模块包括四个垂向的槽道螺旋桨推进器和两个纵向的槽道螺旋桨推进器;四个垂向的槽道螺旋桨推进器布置于航行器本体的四周且按矩形四个顶点的位置排布;四个垂向的槽道螺旋桨推进器用于提供正反双向的推力,从而可以保持自主水下航行器的稳定性或者改变自主水下航行器的运动姿态;两个纵向的槽道螺旋桨推进器布置于航行器本体

的两侧内部,可用于提供纵向的推力,从而推动自主水下航行器前进,也用于提供转向力矩,从而推动自主水下航行器转向。

[0013] 方法一的步骤包括:

[0014] 步骤1.1:将自主水下航行器加载到浸没式释放装置中;

[0015] 步骤1.2:借助水面母船甲板上的吊放设备牵引含有自主水下航行器的浸没式释放装置,使其被海水淹没;

[0016] 步骤1.3:自主水下航行器从浸没式释放装置中依次脱离,并开始工作;

[0017] 方法二的步骤包括:

[0018] 步骤2.1:借助四个垂向的槽道螺旋桨推进器,将自主水下航行器的运动姿态改变为竖直航态;

[0019] 步骤2.2:自主水下航行器在重力和两个纵向的槽道螺旋桨推进器共同作用下下潜;

[0020] 步骤2.3:姿态传感器检测自主水下航行器的姿态,当自主水下航行器的姿态偏离竖直航态时,检波模块获取自主水下航行器的加速度和自主水下航行器的中轴线与垂直方向的夹角,并用公式一计算出偏移角度:

$$[0021] \quad \text{公式一: } \omega = \arctan \left( \frac{5-10 \tan^2 \alpha + \tan^4 \alpha}{1-10 \tan^2 \alpha + 5 \tan^4 \alpha} \cdot \tan (60^\circ - \alpha) \cdot \tan (60^\circ + \alpha) \right) \cdot \frac{k}{g};$$

[0022] 其中, $\omega$ 为偏移角度,取值是 $0 \sim 90$ 之间的有理数,单位为度; $\alpha$ 为自主水下航行器的中轴线与垂直方向的夹角,取值是 $0 \sim 90$ 之间的有理数,单位为度; $k$ 为自主水下航行器的加速度,取值是正有理数,单位为 $\text{m/s}^2$ ; $g$ 是重力加速度;自主水下航行器的加速度由三分量加速度检波器测量得到;自主水下航行器的中轴线与垂直方向的夹角由姿态传感器测量得到;

[0023] 如果偏移角度大于报警阈值,则通过四个垂向的槽道螺旋桨推进器短促微调将自主水下航行器的姿态修正到竖直航态;报警阈值由工作人员人为设定;如果偏移角度不大于报警阈值,则自主水下航行器继续下潜;

[0024] 方法三的步骤包括:

[0025] 步骤3.1:自主水下航行器竖直下潜至距海底高度小于50米时,通过搭载于自主水下航行器上的水听器接收水面母船发出的水声信号,确定自主水下航行器自身所在位置,并计算自身与目的地的方向和距离;

[0026] 步骤3.2:在四个垂向的槽道螺旋桨推进器的推动下,自主水下航行器的姿态从竖直航态转变为水平航态并保持稳定;

[0027] 步骤3.3:在两个纵向的槽道螺旋桨推进器的推动下,自主水下航行器航行至目标的正上方;

[0028] 步骤3.4:四个垂向的槽道螺旋桨推进器关闭,两个纵向的槽道螺旋桨推进器减速,自主水下航行器降落至目标区域。

[0029] 本发明的有益成果为:本发明提供了一种海底地震检波飞行节点布放方法,包括将自主水下航行器从浸没式释放装置中释放、自主水下航行器自主调节航态下潜至一定深度、自主水下航行器在近海底定位目标并自主降落至目标区域。

## 具体实施方式

[0030] 为了使本发明所要解决的技术问题、技术方案及有益效果更加清楚明白,以下结合实施例,对本发明进行详细的说明。应当说明的是,此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明,并不用于限定本发明,能实现同样功能的产品属于等同替换和改进,均包含在本发明的保护范围之内。具体方法如下:

[0031] 实施例1:本实施例举例说明了自主水下航行器的具体结构,如下:

[0032] 自主水下航行器包括航行器本体、检波模块、推进模块;

[0033] 航行器本体包括外壳和集成在外壳上的通讯模块、电控模块、能源模块、深度计和高度计;

[0034] 通讯模块用于与水面母船进行信息传递;

[0035] 电控模块封装于水密耐压壳体中,内设有控制系统;

[0036] 能源模块封装于水密耐压壳体中,内设有电池组、能源管理系统;

[0037] 深度计固定于外壳内,通过线缆与电控模块相连,用于测量自主水下航行器所处位置水深并将信号传递给电控模块;

[0038] 高度计固定于航行器外壳内,通过线缆与电控模块相连,用于测量自主水下航行器所处位置距海底的高度并将信号传递给电控模块;

[0039] 检波模块包括水听器、三分量加速度检波器、姿态传感器、原子钟;水听器固定于航行器本体的凹槽中且可与海水直接接触,水听器用于接收水中的声信号;三分量加速度检波器、姿态传感器、原子钟封装于同一个水密耐压的壳体中,壳体与航行器本体刚性固定;三分量加速度检波器用于测量自主水下航行器的加速度;姿态传感器用于记录自主水下航行器的姿态信息;原子钟用于记录采样时间;

[0040] 推进模块包括四个垂向的槽道螺旋桨推进器和两个纵向的槽道螺旋桨推进器;四个垂向的槽道螺旋桨推进器布置于航行器本体的四周且按矩形四个顶点的位置排布;四个垂向的槽道螺旋桨推进器用于提供正反双向的推力,从而可以保持自主水下航行器的稳定性或者改变自主水下航行器的运动姿态;两个纵向的槽道螺旋桨推进器布置于航行器本体的两侧内部,可用于提供纵向的推力,从而推动自主水下航行器前进,也用于提供转向力矩,从而推动自主水下航行器转向。

[0041] 实施例2:本实施例举例说明了自主水下航行器的工作方式,如下:

[0042] 方法一:将自主水下航行器从浸没式释放装置中释放,步骤如下:

[0043] 步骤1.1:将自主水下航行器加载到浸没式释放装置中;

[0044] 步骤1.2:借助水面母船甲板上的吊放设备牵引含有自主水下航行器的浸没式释放装置,使其被海水淹没;

[0045] 步骤1.3:自主水下航行器从浸没式释放装置中依次脱离,并开始工作;

[0046] 方法二:自主水下航行器自主调节航态下潜至一定深度,步骤如下:

[0047] 步骤2.1:借助四个垂向的槽道螺旋桨推进器,将自主水下航行器的运动姿态改变为竖直航态,即一种低阻力航行姿态;

[0048] 步骤2.2:自主水下航行器在重力和两个纵向的槽道螺旋桨推进器共同作用下下潜;

[0049] 步骤2.3:当自主水下航行器受到海流等外力影响会偏离竖直状态,姿态传感器实

时检测自主水下航行器的姿态,当自主水下航行器的姿态偏离竖直航态时,通过四个垂向的槽道螺旋桨推进器短促微调将自主水下航行器的姿态修正到竖直航态;

[0050] 方法三:自主水下航行器在近海底定位目标并自主降落至目标区域,步骤如下:

[0051] 步骤3.1:自主水下航行器竖直下潜航行时通过高度计检测距海底高度,距海底高度小于50米时,通过搭载于自主水下航行器上的水听器接收水面母船发出的水声信号,确定自主水下航行器自身所在位置,并计算自身与目的地的方向和距离;

[0052] 步骤3.2:在四个垂向的槽道螺旋桨推进器的推动下,自主水下航行器的姿态从竖直航态转变为水平航态并保持稳定;

[0053] 步骤3.3:在两个纵向的槽道螺旋桨推进器的推动下,自主水下航行器航行至目标的正上方;

[0054] 步骤3.4:四个垂向的槽道螺旋桨推进器关闭,两个纵向的槽道螺旋桨推进器减速,自主水下航行器降落至目标区域。

[0055] 本发明的有益成果为:本发明提供了一种海底地震检波飞行节点布放方法,包括将自主水下航行器从浸没式释放装置中释放、自主水下航行器自主调节航态下潜至一定深度、自主水下航行器在近海底定位目标并自主降落至目标区域。

[0056] 以上所述仅为本发明之较佳实施例,并非用以限定本发明的权利要求保护范围。同时以上说明,对于相关技术领域的技术人员应可以理解及实施,因此其他基于本发明所揭示内容所完成的等同改变,均应包含在本权利要求书的涵盖范围内。