



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108674617 A

(43)申请公布日 2018.10.19

(21)申请号 201810403942.2

B63G 8/22(2006.01)

(22)申请日 2018.04.28

B63G 8/26(2006.01)

(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 上海交通大学

中国科学院沈阳自动化研究所

(72)发明人 吴立新 连琏 黄琰 张浩  
曹军军 姚宝恒 乔佳楠 马纯永  
李春阳 于方杰

(74)专利代理机构 上海汉声知识产权代理有限  
公司 31236

代理人 庄文莉

(51)Int.Cl.

B63G 8/14(2006.01)

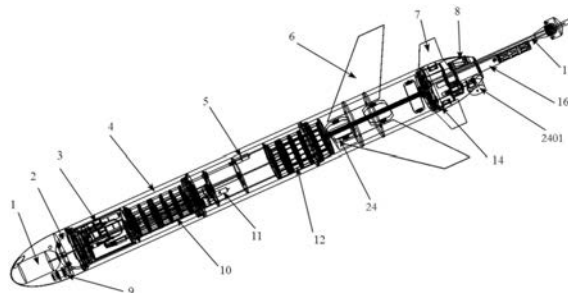
权利要求书4页 说明书17页 附图7页

(54)发明名称

水下智能浮动观测装置及其控制系统

(57)摘要

本发明提供了一种水下智能浮动观测装置,包括罩舱机构、调节机构、控制观测机构;所述调节机构、控制观测机构均设置在罩舱机构内;通过调节机构能够驱使罩舱机构实现上浮、下潜、纵向剖面潜入、横向剖面滑行中的任一种或任多种动作。本发明提供的水下智能浮动观测装置,还包括机翼组件(6);所述机翼组件(6)包括机翼伸缩机构(601)、水平机翼(602);所述罩舱机构,包括耐压舱(19);所述耐压舱(19)侧部设置有水平机翼容纳槽;本发明要解决的问题是针对当前海洋观测装备工作时间短、工作范围狭窄,无法长期、连续按照预定轨迹进行航行精细观测这一技术难点,提供了一种水下智能浮动观测装置及对应的控制系统。



1. 一种水下智能浮动观测装置,其特征在于,包括罩舱机构、调节机构、控制观测机构;  
所述调节机构、控制观测机构均设置在罩舱机构内;  
通过调节机构能够驱使罩舱机构实现上浮、下潜、纵向剖面潜入、横向剖面滑行中的任一种或任多种动作。
2. 根据权利要求1所述的水下智能浮动观测装置,其特征在于,还包括机翼组件(6);  
所述机翼组件(6)包括机翼伸缩机构(601)、水平机翼(602);  
所述罩舱机构,包括耐压舱(19);  
所述耐压舱(19)侧部设置有水平机翼容纳槽;  
当纵向剖面潜入时,所述机翼伸缩机构(601)驱动水平机翼(602)缩进至水平机翼容纳槽内,并能够使水平机翼容纳槽的口部与水平机翼(602)在同一平面上;  
当横向剖面滑行时,所述机翼伸缩机构(601)驱动水平机翼(602)从水平机翼容纳槽内伸出;  
所述调节机构包括浮力调节系统(3)、姿态调节系统(20);  
所述浮力调节系统(3)通过头部球端盖(2)与姿态调节系统(20)相连接;  
所述浮力调节系统(3)包括填充有液体的囊部(1);  
所述囊部(1)包括外囊、内囊;  
通过液体在外囊、内囊之间抽离或推进实现囊部(1)体积发生变化,进而驱使水下智能浮动观测装置进行下潜、上浮;  
所述姿态调节系统(20)包括质量块;  
所述质量块位于水下智能浮动观测装置的质心位置处;  
所述质量块的重心相对于中轴线偏置设置;  
所述质量块绕轴向旋转时质量块重心的位移,能够使得罩舱机构整体的重心移到或者移出罩舱机构的中轴线;  
所述质量块沿轴向靠近或者远离艏部时质量块重心的位移,能够使得罩舱机构整体的重心沿轴向移动。
3. 根据权利要求1或2所述的水下智能浮动观测装置,其特征在于,所述控制观测机构包括能源系统(21);  
所述能源系统(21)包括电池机构、发电机构;  
所述电池机构包括锂电池组(2101);  
所述发电机构包括温差能发电部(2102)、波浪能发电部(2103);  
由艏部至艉部方向,所述锂电池组(2101)、温差能发电部(2102)以及波浪能发电部(2103)依次设置;  
所述锂电池组(2101)的数量为多个;  
多个所述锂电池组(2101)通过串联和/或并联方式连接;  
所述控制观测机构,还包括电子舱(22);  
所述电子舱(22)位于机翼组件(6)的内侧;  
所述电子舱(22)包括自主规划部(2201)、航行控制部(2202)以及负载传感器控制部(2203);  
由艏部至艉部方向,所述航行控制部(2202)、负载传感器控制部(2203)以及自主规划

部(2201)依次设置;

所述耐压舱(19)包括耐压前舱(1901)、耐压中舱(1902)、耐压后舱(1903)以及耐压端盖(1904);

由艏部至艉部方向,所述耐压前舱(1901)、耐压中舱(1902)以及耐压后舱(1903)依次设置;

所述耐压前舱(1901)、耐压中舱(1902)以及耐压后舱(1903)通过耐压端盖(1904)相互连接;

所述耐压端盖(1904)的数量为多个。

4.根据权利要求1所述的水下智能浮动观测装置,其特征在于,所述罩舱机构,还包括壳体(4);

所述壳体(4)包括艏部、中部以及艉部;

所述艏部、艉部分别设置有前部导流罩(18)、尾部导流罩(2402);

所述前部导流罩(18)、尾部导流罩(2402)均有预设型线;

所述前部导流罩(18)的预设型线由下列公式得到:

$$y_1 = \frac{D_0}{2} \times \left( 1 - \left( \frac{x_1}{L_e} \right)^{n_e} \right)^{\frac{1}{n_e}},$$

所述尾部导流罩(2402)的预设型线由下列公式得到:

$$y_2 = \frac{D_0}{2} \times \left( 1 - \left( \frac{x_2}{L_r} \right)^{n_r} \right),$$

式中:

$D_0$ 为剖面直径;

$L_e$ 为进流段长度;

$L_r$ 为去流段长度;

$n_e$ 为进流段椭圆指数;

$n_r$ 为去流段抛物线指数;

$x_1$ 为直角坐标系XOY下前部导流罩(18)的预设型线方程中的自变量, $x_1$ 的取值范围在0和 $L_e$ 之间;

$x_2$ 为直角坐标系XOY下尾部导流罩(2402)的预设型线方程中的自变量, $x_2$ 的取值范围在0和 $L_r$ 之间;

$y_1$ 为角坐标系XOY下前部导流罩(18)的预设型线方程中的因变量;

$y_2$ 为角坐标系XOY下尾部导流罩(2402)的预设型线方程中的因变量;

所述罩舱机构,还包括负载舱(23);

所述负载舱(23)内设置有负载传感器容纳空间;

负载传感器安装在负载传感器容纳空间内;

所述罩舱机构,还包括尾部舱(24);

所述控制观测机构,还包括抛载系统(2401)、观测传感器组件(2403);

所述抛载系统(2401)、观测传感器组件(2403)均设置在尾部舱(24)内;

所述尾部舱(24)的侧部设置有尾舵(25)；

所述观测传感器组件(2403)包括海洋物理性质观测仪器、海洋化学性质观测仪器海洋生物性质观测仪器这三者中的任一个或任多个；

所述负载传感器包括海洋物理性质观测仪器、海洋化学性质观测仪器海洋生物性质观测仪器这三者中的任一个或任多个。

5. 根据权利要求2所述的水下智能浮动观测装置,其特征在于,所述质量块的质量为20kg以上；

所述质量块的直径为240mm以下；

所述质量块的旋转角度为40°以上。

6. 一种水下智能浮动观测装置的控制系统,其特征在于,包括如下模块：

传感器模块:采集海洋环境参数和海洋水温参数；

通讯与定位模块:实现数据通信和自身水面定位；

运动模块:实现尾舵(25)的转向、姿态调节系统(20)仰俯角调节、机翼伸缩机构(601)的伸缩、浮力调节系统(3)的上浮和下潜；

能源模块:向运动模块提供能源；

控制模块:控制所述传感器模块、通讯与定位模块、能源模块以及运动模块。

7. 根据权利要求6所述的水下智能浮动观测装置的控制系统,其特征在于,还包括如下模块：

安全检测模块:监测传感器模块和系统状态；

航行状态感知模块:根据传感器模块采集海洋环境参数和海洋水温参数,感知航行状态和影响航行的海洋环境参数；

所述安全检测模块、航行状态感知模块构成安全检测与状态感知模块；

应急抛载模块:控制应急自救设备；

所述安全检测与状态感知模块、应急抛载模块均由控制模块操控。

8. 根据权利要求6或7所述的水下智能浮动观测装置的控制系统,其特征在于,所述控制模块包括如下子模块：

自主规划子模块:拟定自主任务；

航行控制子模块:控制传感器模块、能源模块的电源单元,并接收、反馈来自通讯与定位模块的指令；

负载传感器控制子模块:控制负载传感器、观测传感器组件(2403)；

电源单元构成质量块；

在所述控制模块的控制下,当能源模块阻断电流通过姿态调节系统(20)时,仅浮力调节系统(3)工作,机翼伸缩机构(601)控制水平机翼(602)缩回至水平机翼容纳槽内,电源单元保持不动使得质量块的重心保持在罩舱机构的中轴线上,记为纵向剖面测量模式；

在所述控制模块的控制下,当能源模块连通电流通过姿态调节系统(20)时,浮力调节系统(3)、姿态调节系统(20)并行工作,机翼伸缩机构(601)控制水平机翼(602)从水平机翼容纳槽内伸出,电源单元旋转使得质量块的重心移出罩舱机构的中轴线,记为横向局部测量模式；

所述控制模块根据接收自通讯天线(17)的模式切换指令,对所述纵向剖面测量模式和

横向局部测量模式之间相互切换控制。

9. 根据权利要求6所述的水下智能浮动观测装置的控制系統, 其特征在于, 对权利要求1所述的水下智能浮动观测装置的控制系統进行控制。

10. 根据权利要求1所述的水下智能浮动观测装置, 还包括控制平台, 其特征在于, 所述控制平台包括权利要求6所述的水下智能浮动观测装置的控制系統。

## 水下智能浮动观测装置及其控制系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种海洋观测仪器,具体地,涉及一种水下智能浮动观测装置及其控制系统。

### 背景技术

[0002] 深海大洋是地球气候系统的重要调节器,但也是目前认识极为有限的气候系统组分。深海大洋拥有巨大的资源与能源,其不同时间尺度的变化对整个地球生态环境、气候有着深远的影响。

[0003] 1) 深海大洋吸收了整个气候系统超过90%的热量盈余以及人类活动排放的CO<sub>2</sub>,因此,深海大洋在地球气候系统中扮演着碳汇与热汇的双重角色,这从根本上减少了进入地球系统的净辐射,从而减缓了全球变暖的速率。

[0004] 2) 另一方面,深海大洋对热量与CO<sub>2</sub>的吸收,导致了海洋物理、生物地球化学环境以及生态系统的巨大变化,包括极端气候事件的频繁发生、海平面上升、海洋酸化、海洋缺氧以及海洋生物资源、海底天然气水合物资源变化等。

[0005] 因此,揭示深海大洋物理-生物地球化学-生态系统过程变化以及相互作用机制,认识全球变暖对深海大洋环境影响的时空分布特征及机理,对于预测深海大洋环境及气候变化,把握深海大洋资源变动具有重大的科学意义。为满足对深海大洋长期连续的、高时空覆盖率的多学科综合观测,实现深海大洋变化的“透明性”,各类海洋移动观测平台或观测类智能浮动观测装置应用而生。

[0006] 目前应用于海洋移动观测平台的技术主要包括:ROV、AUV、Glider、Argo浮标等。

[0007] ROV通过脐带缆与水面上的上位机控制台相连,通过大功率矢量推进器实现机器人的下潜上浮和前后左右全方位精准移动。机器人可挂载水下相机和各类传感器,传感器采集的数据和视频等信息可通过脐带缆传送至控制台,从而实现水下机器人的实时监控、对工作的周围环境的观测。另外还可通过搭载的水下作业设备,如机械手、采样设备等实现对水下目标的对靶精确作业。当然,整个观测和作业过程都需要人工进行操作或干预。

[0008] AUV是新一代水下机器人,通过自带的浮力驱动系统或者推进器动力推进实现下潜上浮,并且通过推进系统实现精确自主航行,在航行过程中可实现对海洋环境参数的采集。由于其外挂推进器,因此其工作时观测的机动性较高;且其控制依靠微处理器,配合各类导航模块及传感器,可实现全自主航行,因此成为完成各种水下任务的重要工具。另外,AUV具有活动范围不受电缆限制,隐蔽性好等特点,因此其应用范围较广。例如,民用领域,可用于铺设管线、海底考察、数据收集等;军用领域则可用于侦察、布雷、扫雷、援潜和救生等。由于无缆水下机器人等优点,所以从60年代中期起,工业界和军方开始对无缆水下机器人发生兴趣。

[0009] Underwater Glider内部有浮力驱动系统和姿态调整系统,通过浮力驱动系统实现对滑翔机的浮力调整,从而实现滑翔机的下潜和上浮运动。配合姿态调整系统,通过改变整体重心的前后位置实现对滑翔机俯仰角的调节,从而实现滑翔机水下锯齿形剖面运动路

线。由于其利用净浮力和姿态角调整获得推进力,能源消耗极小,只在调整净浮力和姿态角时消耗少量能源,因此具有效率高、续航力大(可达上千公里)的特点。虽然水下滑翔机的航行速度较慢,但其制造成本和维护费用低、可重复使用、并可大量投放等特点,满足了长时间、大范围和低噪声海洋探索的需要。

[0010] Argo浮标和滑翔机工作原理和结构类似,由于其只具备垂直剖面内的竖直运动,因此其内部只有浮力驱动系统,通过浮力驱动系统对浮力调整,从而实现Argo浮标的下潜和上浮运动。Argo浮标的能耗更低,只在浮力调整时消耗少量能量,因此具备低噪声、高效和长周期的运动和观测能力,对海洋垂直剖面的观测具有重要的意义。

[0011] 总结来说,ROV、AUV、Glider、Argo浮标等海洋移动观测设备都可实现对海洋环境参数的观测或作业,但实现的功能都较为单一,或者说这几类装备只在某些方面具备一定优势,对于既能满足全方位精确观测又能达到长周期和大尺寸范围观测任务的综合性观测指标,当前已经成熟应用的海洋观测设备还无能为力;且满足这类要求的相关移动观测平台还未见报道。

[0012] 现有技术中,水下移动观测平台主要包括:无人遥控潜水器(Remote Operated Vehicle,简称ROV)和水下自主航行器(Autonomous Underwater Vehicle,简称AUV)。

[0013] 其中,因ROV需挂接脐带缆,限制了ROV下潜深度和作业范围,且ROV的操作和控制必须依赖人工,因此无法实现长周期、大尺寸范围的无人测量功能。

[0014] AUV具有较强的抗流能力,运行灵活可实现小范围海域内的精确采集和测量。但因AUV外挂推进器,能耗较大,大大限制了AUV工作周期和工作范围。

[0015] 当然,除上述两类典型的航行器外,还有水下滑翔机(Underwater Glider)和Argo浮标(Array for real-time geostrophic oceanography)。

[0016] 其中,Argo浮标只能完成垂直式剖面观测,观测范围有限。且其水平方向易受海洋洋流的影响,产生“随波逐流”运动现象,因此其无法按照预定轨迹航行,限制了其精细化的观测能力。

[0017] 而Underwater Glider利用浮力调节模块和姿态调整模块,可实现对较大海域内的剖面观测,并且具备较低的运动噪声和较长的观测周期。但是其工作方式限制了其工作路径只能为剖面锯齿形路线,造成观测的机动性低且无法实现对目标的定点观测,因此,其并不能满足当前人类对海洋全面化、立体化、精确化观测的要求。

[0018] 传统的海洋观测手段,通常采用固定系泊设备和海面船进行采样观测。固定系泊虽然可以进行时变信息测量,却不能解决空间尺度变化的观测问题。作为传统的核心观测平台,海面船虽然能够观测海洋特性,但却存在运行成本昂贵以及缺乏持续观测能力等缺点。卫星可以高效完成海面观测,但缺乏海洋垂向尺度的探测能力。

[0019] 现有水下移动观测平台主要包括:ROV、AUV、Glider、Argo浮标等。

[0020] ROV受到母船限制,无法实现全球范围的连续观测需求。并且ROV与AUV的作业成本高,技术复杂,需要庞大的现场技术支持团队,难以适应大范围长时间的观测要求。

[0021] AUV虽然可以实现全自主导航控制,但因其需外挂推进器作为动力源,决定了其能耗较高。因此,其只适用于小范围的海洋精细化观测探测,难以满足长航程和大尺度范围的海洋环境测量。

[0022] Glider观测装置只适用于点、面高分辨率采样观测,由于运动和轨迹模式单一,只

能实现垂直剖面的锯齿形轨迹观测,机动性和灵活性较低,难以适应多样化的灵活观测需求。

[0023] Argo浮标虽然面向全球大洋,但其只能实现垂直剖面观测,并跟随海流运动。缺乏机动性使得其难以实现对中小尺度过程的三维高分辨率采样观测。

## 发明内容

[0024] 针对现有技术中的缺陷,本发明的目的是提供一种水下智能浮动观测装置及其控制系统。

[0025] 根据本发明提供的一种水下智能浮动观测装置,包括罩舱机构、调节机构、控制观测机构;

[0026] 所述调节机构、控制观测机构均设置在罩舱机构内;

[0027] 通过调节机构能够驱使罩舱机构实现上浮、下潜、纵向剖面潜入、横向剖面滑行中的任一种或任多种动作。

[0028] 优选地,还包括机翼组件;

[0029] 所述机翼组件包括机翼伸缩机构、水平机翼;

[0030] 所述罩舱机构,包括耐压舱;

[0031] 所述耐压舱侧部设置有水平机翼容纳槽;

[0032] 当纵向剖面潜入时,所述机翼伸缩机构驱动水平机翼缩进至水平机翼容纳槽内,并能够使水平机翼容纳槽的口部与水平机翼在同一平面上;

[0033] 当横向剖面滑行时,所述机翼伸缩机构驱动水平机翼从水平机翼容纳槽内伸出;

[0034] 所述调节机构包括浮力调节系统、姿态调节系统;

[0035] 所述浮力调节系统通过头部球端盖与姿态调节系统相连接;

[0036] 所述浮力调节系统包括填充有液体的囊部;

[0037] 所述囊部包括外囊、内囊;

[0038] 通过液体在外囊、内囊之间抽离或推进实现囊部体积发生变化,进而驱使水下智能浮动观测装置进行下潜、上浮;

[0039] 所述姿态调节系统包括质量块;

[0040] 所述质量块位于水下智能浮动观测装置的质心位置处;

[0041] 所述质量块的重心相对于中轴线偏置设置;

[0042] 所述质量块绕轴向旋转时质量块重心的位移,能够使得罩舱机构整体的重心移到或者移出罩舱机构的中轴线;

[0043] 所述质量块沿轴向靠近或者远离艏部时质量块重心的位移,能够使得罩舱机构整体的重心沿轴向移动。

[0044] 优选地,所述控制观测机构包括能源系统;

[0045] 所述能源系统包括电池机构、发电机构;

[0046] 所述电池机构包括锂电池组;

[0047] 所述发电机构包括温差能发电部、波浪能发电部;

[0048] 由艏部至艉部方向,所述锂电池组、温差能发电部以及波浪能发电部依次设置;

[0049] 所述锂电池组的数量为多个;



- [0050] 多个所述锂电池组通过串联和/或并联方式连接；
- [0051] 所述控制观测机构,还包括电子舱；
- [0052] 所述电子舱位于机翼组件的内侧；
- [0053] 所述电子舱包括自主规划部、航行控制部以及负载传感器控制部；
- [0054] 由艏部至艉部方向,所述航行控制部、负载传感器控制部以及自主规划部依次设置；
- [0055] 所述耐压舱包括耐压前舱、耐压中舱、耐压后舱以及耐压端盖；
- [0056] 由艏部至艉部方向,所述耐压前舱、耐压中舱以及耐压后舱依次设置；
- [0057] 所述耐压前舱、耐压中舱以及耐压后舱通过耐压端盖相互连接；
- [0058] 所述耐压端盖的数量为多个。
- [0059] 优选地,所述罩舱机构,还包括壳体；
- [0060] 所述壳体包括艏部、中部以及艉部；
- [0061] 所述艏部、艉部分别设置有前部导流罩、尾部导流罩；
- [0062] 所述前部导流罩、尾部导流罩均有预设型线；
- [0063] 所述前部导流罩的预设型线由下列公式得到：

$$[0064] \quad y_1 = \frac{D_0}{2} \times \left( 1 - \left( \frac{x_1}{L_e} \right)^{n_e} \right)^{\frac{1}{n_e}},$$

- [0065] 所述尾部导流罩的预设型线由下列公式得到：

$$[0066] \quad y_2 = \frac{D_0}{2} \times \left( 1 - \left( \frac{x_2}{L_r} \right)^{n_r} \right),$$

- [0067] 式中：

- [0068]  $D_0$ 为剖面直径；

- [0069]  $L_e$ 为进流段长度；

- [0070]  $L_r$ 为去流段长度；

- [0071]  $n_e$ 为进流段椭圆指数；

- [0072]  $n_r$ 为去流段抛物线指数；

- [0073]  $x_1$ 为直角坐标系XOY下前部导流罩的预设型线方程中的自变量, $x_1$ 的取值范围在0和 $L_e$ 之间；

- [0074]  $x_2$ 为直角坐标系XOY下尾部导流罩的预设型线方程中的自变量, $x_2$ 的取值范围在0和 $L_r$ 之间；

- [0075]  $y_1$ 为角坐标系XOY下前部导流罩的预设型线方程中的因变量；

- [0076]  $y_2$ 为角坐标系XOY下尾部导流罩的预设型线方程中的因变量；

- [0077] 所述罩舱机构,还包括负载舱；

- [0078] 所述负载舱内设置有负载传感器容纳空间；

- [0079] 负载传感器安装在负载传感器容纳空间内；

- [0080] 所述罩舱机构,还包括尾部舱；

- [0081] 所述控制观测机构,还包括抛载系统、观测传感器组件；

- [0082] 所述抛载系统、观测传感器组件均设置在尾部舱内；
- [0083] 所述尾部舱的侧部设置有尾舵；
- [0084] 所述观测传感器组件包括海洋物理性质观测仪器、海洋化学性质观测仪器海洋生物性质观测仪器这三者中的任一个或任多个；
- [0085] 所述负载传感器包括海洋物理性质观测仪器、海洋化学性质观测仪器海洋生物性质观测仪器这三者中的任一个或任多个。
- [0086] 优选地,所述质量块的质量为20kg以上；
- [0087] 质量块的直径为240mm以下；
- [0088] 质量块的旋转角度为40°以上。
- [0089] 本发明还提供了一种水下智能浮动观测装置的控制系统,包括如下模块：
- [0090] 传感器模块:采集海洋环境参数和海洋水温参数；
- [0091] 通讯与定位模块:实现数据通信和自身水面定位；
- [0092] 运动模块:实现尾舵的转向、姿态调节系统仰俯角调节、机翼伸缩机构的伸缩、浮力调节系统的上浮和下潜；
- [0093] 能源模块:向运动模块提供能源；
- [0094] 控制模块:控制所述传感器模块、通讯与定位模块、能源模块以及运动模块。
- [0095] 优选地,还包括如下模块：
- [0096] 安全检测模块:监测传感器模块和系统状态；
- [0097] 航行状态感知模块:根据传感器模块采集海洋环境参数和海洋水温参数,感知航行状态和影响航行的海洋环境参数；
- [0098] 所述安全检测模块、航行状态感知模块构成安全检测与状态感知模块；
- [0099] 应急抛载模块:控制应急自救设备；
- [0100] 所述安全检测与状态感知模块、应急抛载模块均由控制模块操控。
- [0101] 优选地,所述控制模块包括如下子模块：
- [0102] 自主规划子模块:拟定自主任务；
- [0103] 航行控制子模块:控制传感器模块、能源模块的电源单元,并接收、反馈来自通讯与定位模块的指令；
- [0104] 负载传感器控制子模块:控制负载传感器、观测传感器组件；
- [0105] 电源单元构成质量块；
- [0106] 在所述控制模块的控制下,当能源模块阻断电流通过姿态调节系统时,仅浮力调节系统工作,机翼伸缩机构控制水平机翼缩回至水平机翼容纳槽内,电源单元保持不动使得质量块的重心保持在罩舱机构的中轴线上,记为纵向剖面测量模式；
- [0107] 在所述控制模块的控制下,当能源模块连通电流通过姿态调节系统时,浮力调节系统、姿态调节系统并行工作,机翼伸缩机构控制水平机翼从水平机翼容纳槽内伸出,电源单元旋转使得质量块的重心移出罩舱机构的中轴线,记为横向局部测量模式；
- [0108] 所述控制模块根据接收自通讯天线的模式切换指令,对所述纵向剖面测量模式和横向局部测量模式之间相互切换控制。
- [0109] 优选地,对上述的水下智能浮动观测装置的控制系统进行控制。
- [0110] 优选地,还包括控制平台,所述控制平台包括上述的水下智能浮动观测装置的控

制系统。

[0111] 与现有技术相比,本发明具有如下的有益效果:

[0112] 1、本发明要解决的问题是针对当前海洋观测装备工作时间短、工作范围狭窄,无法长期、连续按照预定轨迹进行航行精细观测这一技术难点,提供了一种水下智能浮动观测装置及对应的工作方法。

[0113] 2、本发明提供的提供了一种水下智能浮动观测装置在克服上述现有的各种类水下移动观测平台的缺点和局限,提出一种具备纵向剖面测量和横向局部测量滑翔模式两种工作模式的新型水下智能浮动观测装置,从而实现长时间、大范围的纵向剖面测量和水平面的横向局部精准测量等多重任务,可以较低的成本满足对深海多尺度过程的长期、连续观测需求。对于拓展海洋观测的时空覆盖范围及监测尺度,实现海洋立体化、透明化和精确化探测,具备重要的科学研究意义。

[0114] 3、本发明实现了一种新型水下智能浮动观测装置,具备纵向剖面测量和横向局部测量滑翔模式两种工作模式,克服了现有的各种类水下移动观测平台的缺点和局限,实现了对海洋环境的长时间、大范围的纵向剖面测量和水平面的横向局部精准测量等功能。

[0115] 4、本发明中的智能浮动观测装置可实现纵向剖面测量和横向局部测量滑翔模式的快速切换,既实现了现有Argo浮标的垂直观测能力,又具备水下滑翔机的横向观测能力,且同时克服了Argo浮标受海流漂移及水下滑翔机机动性和灵活性的弊端,实现了对垂直面和横向局部的监测,可以以较低的成本满足对深海多尺度过程的长期、连续观测需求。对于拓展海洋观测的时空覆盖范围及监测尺度,实现海洋立体化、透明化和精确化探测,具备重要的科学研究意义。

[0116] 5、本发明通过设置能源收集模块,在智能浮动观测装置工作过程中实现对海洋环境能源的收集和利用,并将能源应用至装置本身的耗电元件上,实现智能浮动观测装置的能源采集功能,满足水下移动观测平台的长期观测需求,为其它水下观测平台的长周期、大尺度海域的观测具有一定的借鉴意义。

[0117] 6、作为拓展,本发明可以实现多个智能浮动观测装置的协调工作,能够针对不同过程的海洋水文、环境及气象现象等进行协调观测。同时本发明还可实现新型智能浮动观测装置的机动部署,即在极端的条件下,实现快速、集中的应急机动部署,实现对区域海洋的精细化观测需求。

## 附图说明

[0118] 通过阅读参照以下附图对非限制性实施例所作的详细描述,本发明的其它特征、目的和优点将会变得更明显:

[0119] 图1为本发明提供的水下智能浮动观测装置的工作整体效果原理图。

[0120] 图2为本发明提供的水下智能浮动观测装置的内部结构示意图。

[0121] 图3为本发明提供的水下智能浮动观测装置的浮力调节模块液压原理图。

[0122] 图4为本发明提供的水下智能浮动观测装置的浮力调节模块液压原理图。

[0123] 图5为本发明提供的水下智能浮动观测装置的整体主视结构示意图。

[0124] 图6为本发明提供的水下智能浮动观测装置的整体俯视结构示意图。

[0125] 图7为本发明提供的水下智能浮动观测装置的整体立体结构示意图。

- [0126] 图8为本发明提供的水下智能浮动观测装置去除耐压仓后的整体主视结构示意图。
- [0127] 图9为本发明提供的水下智能浮动观测装置去除耐压仓后的整体俯视结构示意图。
- [0128] 图10为本发明提供的水下智能浮动观测装置去除耐压仓后的整体立体结构示意图。
- [0129] 图11为本发明提供的水下智能浮动观测装置的控制系統模块示意图。
- [0130] 图12为本发明提供的水下智能浮动观测装置在观测模式时的阜新和重心位置示意图。
- [0131] 图13为发明提供的水下智能浮动观测装置在观测模式时的阜新和重心位置示意图。
- [0132] 图中所示：
- [0133]

囊部 1	姿态调节系统移动偏心电池包 10
头部球端盖 2	CTD 传感器 16
浮力调节系统 3	通讯天线 17
壳体 4	前部导流罩 18
姿态调节系统第一电机 5	耐压舱 19
机翼组件 6	耐压前舱 1901
机翼伸缩机构 601	耐压中舱 1902
水平机翼 602	耐压后舱 1903
尾垂直翼 7	耐压端盖 1904
水听器 8	姿态调节系统 20
高度计 9	能源系统 21
姿态调节系统偏离电池包 10	锂电池组 2101
姿态调节系统第二电机 11	温差能发电部 2102
固定电池包 12	波浪能发电部 2103
尾部平端盖 14	电子舱 22
	自主规划部 2201
	航行控制部 2202

[0134]

	负载传感器控制部 2203 负载舱 23 尾部舱 24 抛载系统 2401 尾部导流罩 2402 观测传感器组件 2403 尾舵 25 油箱 26 流量传感器 27 电磁阀 28 第三压力传感器 29 单向阀 30
--	--

### 具体实施方式

[0135] 下面结合具体实施例对本发明进行详细说明。以下实施例将有助于本领域的技术人员进一步理解本发明,但不以任何形式限制本发明。应当指出的是,对本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变化和改进。这些都属于本发明的保护范围。

[0136] 如图1至图10所示,本发明提供了一种水下智能浮动观测装置,包括罩舱机构、调节机构、控制观测机构;所述调节机构、控制观测机构均设置在罩舱机构内;通过调节机构能够驱使罩舱机构实现上浮、下潜、纵向剖面潜入、横向剖面滑行中的任一种或任多种动作。

[0137] 本发明提供的水下智能浮动观测装置,还包括机翼组件6;所述机翼组件6包括机翼伸缩机构601、水平机翼602;所述罩舱机构,包括耐压舱19;所述耐压舱19侧部设置有水平机翼容纳槽;当纵向剖面潜入时,所述机翼伸缩机构601驱动水平机翼602缩进至水平机翼容纳槽内,并能够使水平机翼容纳槽的口部与水平机翼602在同一平面上;当横向剖面滑行时,所述机翼伸缩机构601驱动水平机翼602从水平机翼容纳槽内伸出;所述调节机构包括浮力调节系统3、姿态调节系统20;所述浮力调节系统3通过头部球端盖2与姿态调节系统20相连接;所述浮力调节系统3包括填充有液体的囊部1;所述囊部1包括外囊、内囊;通过液体在外囊、内囊之间抽离或推进实现囊部1体积发生变化,进而驱使水下智能浮动观测装置进行下潜、上浮;所述姿态调节系统20包括质量块;所述质量块位于水下智能浮动观测装置的质心位置处;所述质量块的重心相对于中轴线偏置设置;质量块绕轴向旋转时质量块重心的位移,能够使得罩舱机构整体的重心移到或者移出罩舱机构的中轴线;质量块沿轴向靠近或者远离艏部时质量块重心的位移,能够使得罩舱机构整体的重心沿轴向移动。所述

罩舱机构整体包括罩舱机构、调节机构以及控制观测机构。

[0138] 所述控制观测机构包括能源系统21；所述能源系统21包括电池机构、发电机构；所述电池机构包括锂电池组2101；所述发电机构包括温差能发电部2102、波浪能发电部2103；由艏部至艉部方向，所述锂电池组2101、温差能发电部2102以及波浪能发电部2103依次设置；所述锂电池组2101的数量为多个；多个所述锂电池组2101通过串联和/或并联方式连接；所述控制观测机构，还包括电子舱22；所述电子舱22位于机翼组件6的内侧；所述电子舱22包括自主规划部2201、航行控制部2202以及负载传感器控制部2203；由艏部至艉部方向，所述航行控制部2202、负载传感器控制部2203以及自主规划部2201依次设置；所述耐压舱19包括耐压前舱1901、耐压中舱1902、耐压后舱1903以及耐压端盖1904；由艏部至艉部方向，所述耐压前舱1901、耐压中舱1902以及耐压后舱1903依次设置；所述耐压前舱1901、耐压中舱1902以及耐压后舱1903通过耐压端盖1904相互连接；所述耐压端盖1904的数量为多个。

[0139] 所述罩舱机构，还包括壳体4；所述壳体4包括艏部、中部以及艉部；所述艏部、艉部分别设置有前部导流罩18、尾部导流罩2402；所述前部导流罩18、尾部导流罩2402均有预设型线；

[0140] 所述前部导流罩18的预设型线由下列公式得到：

$$[0141] \quad y_1 = \frac{D_0}{2} \times \left( 1 - \left( \frac{x_1}{L_e} \right)^{n_e} \right)^{\frac{1}{n_e}},$$

[0142] 所述尾部导流罩2402的预设型线由下列公式得到：

$$[0143] \quad y_2 = \frac{D_0}{2} \times \left( 1 - \left( \frac{x_2}{L_r} \right)^{n_r} \right)^{\frac{1}{n_r}},$$

[0144] 式中：

[0145]  $D_0$ 为剖面直径；

[0146]  $L_e$ 为进流段长度；

[0147]  $L_r$ 为去流段长度；

[0148]  $n_e$ 为进流段椭圆指数；

[0149]  $n_r$ 为去流段抛物线指数；

[0150]  $x_1$ 为直角坐标系XOY下前部导流罩18的预设型线方程中的自变量， $x_1$ 的取值范围在0和 $L_e$ 之间；

[0151]  $x_2$ 为直角坐标系XOY下尾部导流罩2402的预设型线方程中的自变量， $x_2$ 的取值范围在0和 $L_r$ 之间；

[0152]  $y_1$ 为角坐标系XOY下前部导流罩18的预设型线方程中的因变量；

[0153]  $y_2$ 为角坐标系XOY下尾部导流罩2402的预设型线方程中的因变量；

[0154] 所述 $x_1$ 的取值范围在0和 $L_e$ 之间，例如， $x_1$ 为0，例如， $x_1$ 为 $L_e$ ；所述 $x_2$ 的取值范围在0和 $L_r$ 之间，例如， $x_2$ 为0，例如， $x_2$ 为 $L_r$ 。优选的，最大剖面直径 $D_0$ 为300mm，按照相关的阻力最小进行参数设计。

[0155] 所述前导流罩18的外形优选的为纺锤流线型，安装在水下智能浮动观测装置，以

下简称为浮动观测装置的艏部且与耐压舱19中的耐压前舱1901的耐压端盖1904连接并固定,用以减小在水下运动时的阻力,提高运动效率。

[0156] 所述罩舱机构,还包括负载舱23;所述负载舱23内设置有负载传感器容纳空间;负载传感器安装在负载传感器容纳空间内;所述罩舱机构,还包括尾部舱24;所述控制观测机构,还包括抛载系统2401、观测传感器组件2403;所述抛载系统2401、观测传感器组件2403均设置在尾部舱24内;所述尾部舱24的侧部设置有尾舵25;所述观测传感器组件2403包括海洋物理性质观测仪器、海洋化学性质观测仪器海洋生物性质观测仪器这三者中的任一个或任多个;所述负载传感器包括海洋物理性质观测仪器、海洋化学性质观测仪器海洋生物性质观测仪器这三者中的任一个或任多个。

[0157] 所述质量块的质量为20kg以上;质量块的直径为240mm以下;质量块的旋转角度为40°以上。

[0158] 本发明还提供了一种水下智能浮动观测装置的控制系统,包括如下模块:传感器模块:采集海洋环境参数和海洋水温参数;通讯与定位模块:实现数据通信和自身水面定位;运动模块:实现尾舵25的转向、姿态调节系统20仰俯角调节、机翼伸缩机构601的伸缩、浮力调节系统3的上浮和下潜;能源模块:向运动模块提供能源;控制模块:控制所述传感器模块、通讯与定位模块、能源模块以及运动模块。

[0159] 本发明提供的水下智能浮动观测装置的控制系统,还包括如下模块:安全检测模块:监测传感器模块和系统状态;航行状态感知模块:根据传感器模块采集海洋环境参数和海洋水温参数,感知航行状态和影响航行的海洋环境参数;所述安全检测模块、航行状态感知模块构成安全检测与状态感知模块;应急抛载模块:控制应急自救设备;所述安全检测与状态感知模块、应急抛载模块均由控制模块操控。

[0160] 所述控制模块包括如下子模块:自主规划子模块:拟定自主任务;航行控制子模块:控制传感器模块、能源模块的电源单元,并接收、反馈来自通讯与定位模块的指令;负载传感器控制子模块:控制负载传感器、观测传感器组件2403;电源单元构成质量块;在所述控制模块的控制下,当能源模块阻断电流通过姿态调节系统20时,仅浮力调节系统3工作,机翼伸缩机构601控制水平机翼602缩回至水平机翼容纳槽内,电源单元保持不动使得质量块的重心保持在罩舱机构的中轴线上,记为纵向剖面测量模式;在所述控制模块的控制下,当能源模块连通电流通过姿态调节系统20时,浮力调节系统3、姿态调节系统20并行工作,机翼伸缩机构601控制水平机翼602从水平机翼容纳槽内伸出,电源单元旋转使得质量块的重心移出罩舱机构的中轴线,记为横向局部测量模式;所述控制模块根据接收自通讯天线17的模式切换指令,对所述纵向剖面测量模式和横向局部测量模式之间相互切换控制。

[0161] 本发明提供的观测装置的控制系统,对上述的水下智能浮动观测装置的控制系统进行控制。

[0162] 本发明提供的水下智能浮动观测装置,还包括控制平台,所述控制平台包括上述的水下智能浮动观测装置的控制系统。

[0163] 本发明还提供了一种水下智能浮动观测装置的控制方法,包括如下步骤:传感器步骤:采集海洋环境参数和海洋水温参数;通讯与定位步骤:实现数据通信和自身水面定位;运动步骤:实现尾舵25的转向、姿态调节系统20仰俯角调节、机翼伸缩机构601的伸缩、浮力调节系统3的上浮和下潜;能源步骤:向运动步骤提供能源;控制步骤:控制所述传感器

步骤、通讯与定位步骤、能源步骤以及运动步骤。

[0164] 本发明提供的水下智能浮动观测装置的控制方法,还包括如下步骤:安全检测步骤:监测传感器步骤和系统状态;航行状态感知步骤:根据传感器步骤采集海洋环境参数和海洋水温参数,感知航行状态和影响航行的海洋环境参数;所述安全检测步骤、航行状态感知步骤构成安全检测与状态感知步骤;应急抛载步骤:控制应急自救设备;所述安全检测与状态感知步骤、应急抛载步骤均由控制步骤操控。

[0165] 所述控制步骤包括如下子步骤:自主规划子步骤:拟定自主任务;航行控制子步骤:控制传感器步骤、能源步骤的电源单元,并接收、反馈来自通讯与定位步骤的指令;负载传感器控制子步骤:控制负载传感器、观测传感器组件2403;电源单元构成质量块;在所述控制步骤的控制下,当能源步骤阻断电流通过姿态调节系统20时,仅浮力调节系统3工作,机翼伸缩机构601控制水平机翼602缩回至水平机翼容纳槽内,电源单元保持不动使得质量块的重心保持在罩舱机构的中轴线上,记为纵向剖面测量模式;

[0166] 在所述控制步骤的控制下,当能源步骤连通电流通过姿态调节系统20时,浮力调节系统3、姿态调节系统20并行工作,机翼伸缩机构601控制水平机翼602从水平机翼容纳槽内伸出,电源单元旋转使得质量块的重心移出罩舱机构的中轴线,记为横向局部测量模式;所述控制步骤根据接收自通讯天线17的模式切换指令,对所述纵向剖面测量模式和横向局部测量模式之间相互切换控制。

[0167] 所述观测传感器组件2403优选的为CTD传感器16,即温盐深仪(Conductance Temperature Depth);所述负载传感器、观测传感器组件2403之间的区别在于,所述负载传感器是可以透水的或者说是防水的传感器,而观测传感器组件2403,即安装在耐压舱19内的传感器为不透水或者说不防水的传感器。

[0168] 下面对本发明提供的水下智能浮动观测装置、水下智能浮动观测装置的控制系統及其控制方法做进一步说明,下面以囊部内为液压油为例:

[0169] 浮力调节系统3主要功能是调节整个平台的静浮力,以实现下潜和上浮。依据工作环境要求,浮力调节系统2应能够在外部水压为44.41MPa时仍然能够通过内部的液压系统改变外部油囊,即外囊体积的大小,要求其能与浮动观测装置主控单元,即控制模块进行通信,接收指令并设置工作参数,具有体积调节、定深控制和深度超限保护功能。其中,优选地,外部油囊的调节体积约3.3L,最大外形尺寸约 $\Phi 240\text{mm}$ 。

[0170] 如图3、图4所示,浮力调节系统2主要有三种工作模式,分别为水面抽油、水下抽油和充油三种工作模式,分别来调整设备的静浮力来驱动浮动观测装置下沉或上浮。

[0171] 如图3所示,在水面抽油工作模式中:浮动观测装置处于水面或水深低于一定深度的情况下抽油。电磁阀28开启,流量全开,同时开启电机M2,驱动泵B抽油,将液压油从外油囊抽入油箱,即内囊,减小外油囊体积,使设备的浮力小于重力,逐渐下沉。在抽油时,同时通过流量传感器测量进入油箱的液压油流量,满足要求时停止,可以使设备停留在相应的密度层。

[0172] 由于浮动观测装置外油囊在水下,油箱在浮动观测装置壳体内部,两者之间存在一定的压差,为节约成本,可去掉抽油的泵和电机M2,即为图4所示,靠外油囊和油箱的压差使液压油回到油箱,该方案水面回油速度较慢,水面下沉的时间较长,建议浮动观测装置壳体内进行抽真空,增强吸油能力。



[0173] 在水下抽油工作模式中:浮动观测装置在水深较深的情況下抽油。电磁阀28部分开启,在外油囊和油箱的大压差的作用下,外油囊的液压油从油箱通过电磁阀28和单向阀进入油箱,减小外油囊体积,使浮动观测装置逐渐下沉,当满足指令要求的流量后停止。

[0174] 在充油工作模式中,浮力调节系统3收到指令后,开启电机M1驱动泵A给外油囊充油,使浮动观测装置的浮力超过重力,浮动观测装置上浮。

[0175] 所述姿态调节系统3主要用来调节浮动观测装置总体的姿态。依据技术要求,应使姿态调节系统能够从纵向剖面测量模式切换到横向局部测量滑翔模式,即横向局部测量模式要求其能与浮动观测装置主控单元进行通信,接收指令并设置工作参数,具有改变载体纵倾角和横滚角的功能,并能够得到移动质量块平移的距离和旋转的角度,为后续的控制算法提供参数。姿态调节系统20中的可移动质量块优选的为20kg以上,最大外形尺寸不大于 $\Phi 240\text{mm}$ ,能够使载体在横向局部测量滑翔模式时俯仰角达到 $40^\circ$ 。

[0176] 姿态调节系统20主要有三种动作模式,向前移动质量块动作模式、向后移动质量块动作模式和旋转质量块动作模式。分别用来调整浮动观测装置总体的重心的纵向移动和横向移动,最终改变机体的姿态。在纵向剖面测量模式时,姿态调节系统20处于休眠状态,不工作;在横向局部测量滑翔模式时,进行相应的工作。

[0177] 姿态调节系统中优选地,有两个直流电机,其中一个电机通过丝杠带动移动质量块进行前后运动,另外一个电机通过齿轮带动质量块进行旋转运动,通过直线和旋转电位计可以读出移动质量块的直线位移和旋转角度,从而对智能浮动观测装置的运动进行控制。

[0178] 所述能源系统21为给整个平台提供所需要的电能,保证续航能力,可选锂电池组2101、温差能发电装置,即温差能发电部2102和波浪能发电装置,即波浪能发电部2103。

[0179] 所述电池组,即锂电池组2101优选地采用ER34615型锂亚硫酰氯电池作为单体电池,为满足放电电压和电流的要求,优选地,采用多组串联和并联的方式连接。主要作用是:为浮动观测装置中的耗电元件提供能源。

[0180] 所述机翼组件6包括:机翼伸缩机构601、水平机翼602。主要作用是:利用机翼伸缩机构601实现对水平机翼602的伸缩控制,可配合浮动观测装置纵向剖面测量模式和横向局部测量模式的切换。当浮动观测装置工作在纵向剖面测量模式时,机翼伸缩机构601控制所述水平机翼602实现回缩至耐压舱19内,减少运动时的水阻力问题。当浮动观测装置工作在横向局部测量滑翔模式时,机翼伸缩机构601控制水平机翼602伸展,为智能浮动观测装置的前进提供水动力和升力。

[0181] 所述机翼伸缩机构601:所述水平机翼602优选地采用平板翼的设计,其形状为梯形平板,水平机翼602近端宽度为220mm,远端宽度为130mm,翼长650mm,厚3~5mm。

[0182] 所述电子舱22主要集成智能移动观测技术的所有电子、电路。为了便于实现控制系统低功耗控制目标,提高系统的鲁棒性和可维护性,同时也为了保证控制系统的后续扩展能力以适应不同具体科学实验的目标,深海智能观测平台的控制系统采用分布式设计。主要包括:自主规划部2201、航行控制部2202和负载传感器控制部2203。这里所述的深海智能观测平台优选的指如图1所示,来自陆地的控制平台。

[0183] 所述航行控制部2202的主要功能是:对深海智能观测平台的各执行单元的控制、电源单元管理、与航行相关的传感器管理、以及来自通信模块,即通讯与定位模块的指令接

收和状态反馈等。该模块主要负责深海智能观测平台的航行控制。

[0184] 负载传感器控制部2203:主要负载传感器控制部2203的功能,对深海智能观测平台所搭载的科学传感器进行管理、控制以及采集数据的记录和处理等功能的实现。负载传感器控制部2203主要功能有传感器使用规划的执行、传感器采集数据的记录、信息处理和信息融合、传感器的状态监控和反馈、负载传感器异常报告和处理等。

[0185] 自主规划部2201主要用于实现深海智能观测平台的自主任务规划功能,主要包括航行规划和负载传感器使用规划等。

[0186] 所述负载舱段,即负载舱23主要功能是根据观测需要搭载满足测量要求的传感器,实现对海洋物理、生物、化学等各方面信息的测量。所述传感器包括各类观测智能浮动观测装置,例如:物理海洋传感器、生化学海洋传感器、微小型生物传感器、中型生物传感器、大型生物传感器、声学海洋传感器等,可根据观测需求进行灵活挂载。

[0187] 所述尾部舱段,即尾部舱24包含:抛载系统2401,尾部导流罩2402和CTD传感器16。作用是:为抛载系统2401,尾部导流罩2402和各种观测类传感器提供安装载体,同时也为通讯天线17的安装和固定提供载体平台。

[0188] 所述抛载系统2401的主要功能是当智能浮动观测装置在水下发生异常或者故障的情况下,可以通过发送自救指令。应急抛载装置,即应急自救设备由抛载驱动机构、抛载铅块与水密接插件三部分组成。具体工作方式为:抛载驱动电机带动抛载转轴进行旋转,通过转接轴带动转轮和开口轮进行旋转;抛载铅块安放在抛载托架上,球头卡在开口轮与转轮的间隙内。开口轮与转轮形成环形间隙,有一处较大的槽口,可以使得抛载托架顶端球状部分移入和移出。当槽口旋转到竖直正下方位置时,在抛载铅块在重力以及弹簧片的推力作用下,抛载铅块下落即完成抛载动作

[0189] 所述尾部导流罩2402和前部导流罩18类似,外形同样为纺锤流线型,安装在智能浮动观测装置的艏部且与耐压舱19中的耐压后舱1903的耐压端盖1904连接并固定,用以减小在水下运动时的阻力,提高运动效率。

[0190] 为了能够更好的测得海水的温度、盐度和深度,将CTD传感器16布置在所述尾部舱段内,位置为:处于尾部舱段内靠前的部分并伸出尾部导流罩2402一小部分。

[0191] 所述通讯天线17为主要功能是实现浮动观测装置的与水面监控系统数据通信和自身水面定位的功能,通过与水面监控系统的数据通信可以实现对浮动观测装置的集中调整与机动。满足对不同条件下的测量需求。所述浮动观测装置由于具备纵向剖面测量模式和横向局部测量滑翔模式,而通信与定位模块只有在浮动观测装置在水面上时才能发挥作用,在航行过程中则处于关闭状态。

[0192] 所述耐压舱19分三节,分别为:耐压前舱1901、耐压中舱1902、耐压后舱1903和耐压端盖1904,形状优选的为圆筒空心结构。浮动观测装置工作水深优选的为4000m,考虑到1.25倍安全系数,在设计时壳体受外部水压约为50MPa。耐压结构的重量占整个深海智能观测平台总重量的比重很大,对于深海智能观测平台来说,重量的节省(表现为最小的结构重量排水量比值)是一项基本要求,它可转化为更大的负载,更长的航程(更高的续航力),从军事上说则表现为隐蔽性和生存能力。所以耐压结构设计核心原则是:在保证结构强度、稳定性,满足各项性能指标的前提下,尽量提高材料利用率、降低其总重量。经过计算对比分析,得出优化的材料选择方案为复合材料碳纤维T1000GB与钛合金TA5组合使用的方案。具

体为三段筒体采用T1000GB碳纤维,而密封端盖与连接嵌件采用钛合金TA5。经过结构刚度和强度计算分析且考虑到局部的应力集中和壁厚附加量,最终碳纤维缠绕层厚度取22mm。耐压筒体的重量控制在77kg内。

[0193] 所述耐压端盖1904优选地共6套,整体外形优选地呈现圆盘结构,分别安装在所述耐压前舱1901、耐压中舱1902和耐压后舱1903的前端和后端。作用是:配合所述耐压前舱1901、耐压中舱1902和耐压后舱1903,实现对耐压舱19的密封保护作用。考虑到耐压端盖1904的设计需要开孔,因此将尾部设计为平端盖,方便船舱件和水密接插件的安装。材料采用钛合金TA5,许用应力467MPa,厚度可通过计算可得42mm。此外,考虑壁厚附加量3mm,最终钛合金平板封头壁厚设计厚度 $t=45\text{mm}$ 。两头端盖的质量控制在14kg内。

[0194] 下面对水下智能浮动观测装置的控制系统的各个模块的功能进行进一步说明:

[0195] 如图11所示,本发明提供的水下智能浮动观测装置的控制系统,包括七个模块:低能耗智能控制模块,即控制模块、传感器模块、安全检测与状态感知模块、通讯与定位模块、运动模块、应急抛载模块、能源模块。

[0196] 所述七个子模块的连接关系具体如下:

[0197] 所述低能耗智能控制模块分别连接传感器模块、安全检测与状态感知模块、通讯与定位模块、运动模块、应急抛载模块、能源模块。所述能源模块还连接运动模块。

[0198] 所述低能耗智能控制模块包括:自主规划子模块、航行控制子模块以及负载传感器控制子模块;所述自主规划子模块:控制自主规划器;航行控制子模块:控制航行控制器;负载传感器控制子模块:控制负载传感器控制器。

[0199] 所述航行控制器的主要功能是对深海智能观测平台的各执行单元的控制、电源单元管理、与航行相关的传感器管理、以及来自通信模块的指令接收和状态反馈等。航行控制器主要负责深海智能观测平台的航行控制。

[0200] 负载传感器控制器主要负载传感器控制模块的功能,对深海智能观测平台所搭载的科学传感器进行管理、控制以及采集数据的记录和处理等功能的实现。负载传感器控制子模块主要功能有传感器使用规划的执行、传感器采集数据的记录、信息处理和信息融合、传感器的状态监控和反馈、负载传感器异常报告和处理等。

[0201] 自主规划子模块主要用于实现深海智能观测平台的自主任务规划功能,主要包括航行规划和负载传感器使用规划等。自主规划子模块具有以下功能:航行规划:根据任务需求和海洋环境信息,自主规划航行过程中的航路、航路点;负载资源使用规划:面向任务、续航能力等多目标的负载传感器使用频率、使用时段、使用空间的自主规划;任务执行监控和管理:对水下滑翔器航行过程中的,监控包括:1)载体的总体安全性管理;2)载体资源监控和配置;3)航行规划执行效果评估;4)任务过程记录和存储;环境感知:通过航行传感器、负载传感器等信息的处理和融合,感知海洋环境信息;任务的优化和重规划:根据任务目标、环境参数的变化,在线应急变更任务、重新规划任务;高级航行安全性评估:通过多种观测数据的处理和融合,对水下滑翔器的航行安全性、任务可达性进行分析和评估。

[0202] 所述传感器模块包括:物理海洋传感器、生化学海洋传感器、微小型生物传感器、中型生物传感器、大型生物传感器、声学海洋传感器。传感器模块主要实现对海洋环境参数和海洋水温参数的采集。物理海洋传感器模块主要包括:CTD、声学多普勒流速剖面仪(Acoustic Doppler Current Profilers, ADCP)、光合有效辐射(Photosynthetically

Active Radiation, PAR) 和湍流仪。生化学海洋传感器主要包括:溶解氧传感器 (Dissolved Oxygen, DO)、pH计、CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub>、有色可溶性有机物传感器 (Characteristics Of Coloured Dissolved Organic Matter, CDOM)。微型生物传感器包括:霍尔传感器 (Ch1a)、频率/电压转换传感器或调频传感器 (FV/FM)、全息显微系统、激光散射颗粒仪和激光偏振传感器。中型生物传感器包括:激光颗粒仪和系列水下照相机。大型生物传感器包括:生物声学系统。声学海洋传感器包括:水听器。

[0203] 所述安全检测与状态感知模块包括:电子罗盘、深度计、高度计、电压检测、电流检测、温度检测、漏水检测和内压检测。

[0204] 安全检测模块:通过单一观测数据对水下滑翔器的航行安全性进行感知的能力,包括两个方面:1) 传感器监测,包括漏水监测、过电压/低电压监测、过电流监测、避碰监测、深度监测等;2) 系统状态检测,包括关键进程监控、控制器执行状态监控、系统看门狗等。

[0205] 航行状态感知单元:通过电子罗盘、CTD等航行相关传感器的数据采集,感知水下滑翔器的航行状态以及影响航行的海洋环境参数。

[0206] 所述通讯与定位模块包括:无线电模块、卫星模块、GPS模块和北斗模块。

[0207] 通信与定位模块:是用于实现驱动通信部件实现深海智能观测平台与水面监控系统数据通信和自身水面定位的功能模块。包括卫星通信链路控制,无线电通信链路控制、水声通信链路控制、定位,即授时控制。

[0208] 所述运动模块包括:艏部舵、姿态调节机构、机翼伸缩机构和浮力调整机构。

[0209] 艏部舵:通过设置艏部舵可实现智能浮动观测装置的转向功能。

[0210] 姿态调节机构:姿态调节安装在观测平台的中部,主要用来调节平台的俯仰角。

[0211] 机翼伸缩机构:可实现对水平机翼的伸展和回缩功能。当智能浮动观测装置垂直上浮或下潜时,机翼伸缩机构控制机翼回缩,减少水阻力;当智能浮动观测装置横向滑翔时,机翼伸缩机构控制机翼伸展,为智能浮动观测装置的前进提供水动力。

[0212] 浮力调整机构:主要实现智能浮动观测装置的浮力大小调节,采用外接油囊的办法,用液压装置来对油囊实现注油和吸油的过程,从而来改变平台的排水体积。油囊的体积占总排水体积的1.5%。

[0213] 所述应急抛载模块包括:应急抛载装置、独立电源。

[0214] 应急抛载:由安全自救装置和可靠性很高的独立电源及控制器组成,独立接受声通讯装置传来的指令。一旦观测平台处于危急状态,可以通过声通讯发送自救指令,或根据平台超过设定深度及设定工作时间等信息自主启动安全自救装置,抛掉固体压载,产生足够正浮力紧急上浮。浮到海面后,释放出信标,并发出求救信号。通过信标和信号能够及时的回收观测平台。

[0215] 所述能源模块包括:锂电池组、海洋环境能源收集系统。锂电池组:采用高容量的锂/亚硫酸氯电池。海洋环境能源收集系统包括实现对温差能和波浪能获取的装置。

[0216] 下面对浮动观测装置的工作方法或流程作进一步说明:

[0217] 本发明提供的水下智能浮动观测装置,具备纵向剖面测量和横向局部测量滑翔模式两种工作模式。

[0218] 1) 纵向剖面测量模式或横向局部测量滑翔模式的工作流程具体如下:

[0219] 纵向剖面测量模式:通过设置浮力调节系统3实现对该智能浮动观测装置的浮力

调整,从而实现整套装置的上浮和下潜。配合姿态调节系统20实现对该智能浮动观测装置的重心位置调整,从而实现整套装置上浮和下潜时的姿态变换,从而实现该智能浮动观测装置在竖直剖面内的垂直上浮和下潜。在该种模式下,可实现对海洋纵向剖面的环境水文参数采集、测量及监控。

[0220] 具体地说,如图12、图13所示,当智能浮动观测装置工作在纵向剖面测量模式下时,机翼伸缩机构601控制所述水平机翼602实现回缩至耐压舱19内;姿态调节系统20不动作,能源系统21中的电池组,即锂电池组2101固定不动。所述电池组内设置有多个电池块;由于电池块的质量不均匀对称分布,其重心距离纵中线的距离假设为 $L$ 。;电池块的偏移质量靠其它位置的压载质量来进行平衡,使得整个装置的重心 $G$ 维持在纵中线上,即中轴线。以此,来保证智能浮动观测装置在水中是竖直方向。

[0221] 智能浮动观测装置工作在纵向剖面测量模式且处于下潜工作状态时,通过控制浮力调节系统3,将外油囊中的油压入内油囊,减小装置整体的排水体积,从而使浮力小于重力,实现的智能浮动观测装置下潜。

[0222] 智能浮动观测装置工作在纵向剖面测量模式且处于上浮工作状态时,通过浮力调节系统3,将内油囊中的油打到外油囊,增大智能浮动观测装置的排水体积,从而使浮力大于重力,实现智能浮动观测装置的上浮。

[0223] 横向局部测量滑翔模式:通过设置浮力调节系统3实现对该智能浮动观测装置的浮力调整,可实现整套装置的上浮和下潜;通过设置姿态调节系统20实现对该智能浮动观测装置的重心位置调整,从而实现整套装置上浮和下潜时的姿态变换,从而实现整套装置在上浮和下潜时具备一定的姿态角。设置的可伸缩水平机翼602实现为该装置的上浮和下潜提供横向前进的水动力,尾舵25则可调整其横滚姿态实现转向功能。在该种模式,可实现对海洋参数的横向局部采集、测量及监控。

[0224] 具体地说,当智能浮动观测装置通过通信天线17接收到切换至横向局部测量滑翔模式时,机翼伸缩机构601控制所述水平机翼602实现从耐压舱19内向两侧伸展,为智能浮动观测装置的前进提供水动力和升力。此后,所述姿态调节系统20接收到切换为横向局部测量滑翔模式的指令并设置工作参数,电池组旋转 $180^\circ$ ,从而使智能浮动观测装置的重心 $G$ 横向运动,使智能浮动观测装置具有一个纵倾力矩,此时再纵向移动电池组,改变载体纵倾角和横滚角度,并能够计算得到移动质量块平移的距离和旋转的角度,使智能浮动观测装置从纵向剖面测量模式切换到横向局部测量滑翔模式,再通过调节浮力调节系统3,改变内外油囊的油量改变整套智能浮动观测装置的净浮力与重力的大小关系,从而实现横向局部测量滑翔模式下的上浮与下潜。

[0225] 本发明提供的智能浮动观测装置具有两种不同工作模式,所述两种不同工作模式可以相互切换,所述两种不同工作模式即为纵向剖面测量模式、横向局部测量滑翔模式。

[0226] 当智能浮动观测装置再次接收到切换为纵向剖面测量模式时,重复上述所述纵向剖面测量模式,如此进行双模式的切换工作,从而实现智能浮动观测装置的连续循环工作及参数采集和检测功能。

[0227] 本发明提供的智能浮动观测装置的模式切换原理设计:

[0228] 根据智能浮动观测装置需要具备的纵向剖面测量模式或横向局部测量滑翔模式以及两种模式的相互切换,本发明中的工作模式切换原理设计如下:

[0229] 纵向剖面测量模式运行过程中,浮心B的位置如下图所示,距底部基线的距离为 $b$  (m)。智能浮动观测装置的重心为 $G_1$ ,在浮心的正下方,其距基线的距离为 $g_1$ ,其中 $b > g_1$ 。B和 $G_1$ 都分布在智能浮动观测装置的纵中线,即中轴线上。纵向剖面测量模式运行的过程中,移动电池块固定不动。移动电池块的重心为 $G_2$ ,其距离底部基线 $g_2$ ,由于电池块的质量不是均匀对称分布,其重心距离纵中线的距离为 $h_2$ 到 $h_1$ 。电池块的偏移质量靠其它位置的压载质量来进行平衡,使得整个智能浮动观测装置的重心 $G_1$ 维持在纵中线上。

[0230] 当需要进行运动模式切换时,即:需要切换至横向局部测量滑翔模式时,此时,电池块旋转 $180^\circ$ ,智能浮动观测装置的重心 $G_1$ 横向运动,使智能浮动观测装置具有一个纵倾力矩,此时再纵向移动电池块,从而达到改变自身姿态的目的。由于以滑翔机的模式运动时,滑翔机纵倾角的变化范围应该在 $\pm 60$ 之间,甚至更大,这就要求重心 $G_1$ 的位置改变量足够大,使得 $g_1 > b$ ,从而满足角度的变化要求。

[0231] 本领域技术人员知道,除了以纯计算机可读程序代码方式实现本发明提供的系统及其各个装置、模块、单元以外,完全可以通过将方法步骤进行逻辑编程来使得本发明提供的系统及其各个装置、模块、单元以逻辑门、开关、专用集成电路、可编程逻辑控制器以及嵌入式微控制器等的形式来实现相同功能。所以,本发明提供的系统及其各项装置、模块、单元可以被认为是一种硬件部件,而对其内包括的用于实现各种功能的装置、模块、单元也可以视为硬件部件内的结构;也可以将用于实现各种功能的装置、模块、单元视为既可以是实现方法的软件模块又可以是硬件部件内的结构。

[0232] 以上对本发明的具体实施例进行了描述。需要理解的是,本发明并不局限于上述特定实施方式,本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变化或修改,这并不影响本发明的实质内容。在不冲突的情况下,本申请的实施例和实施例中的特征可以任意相互组合。

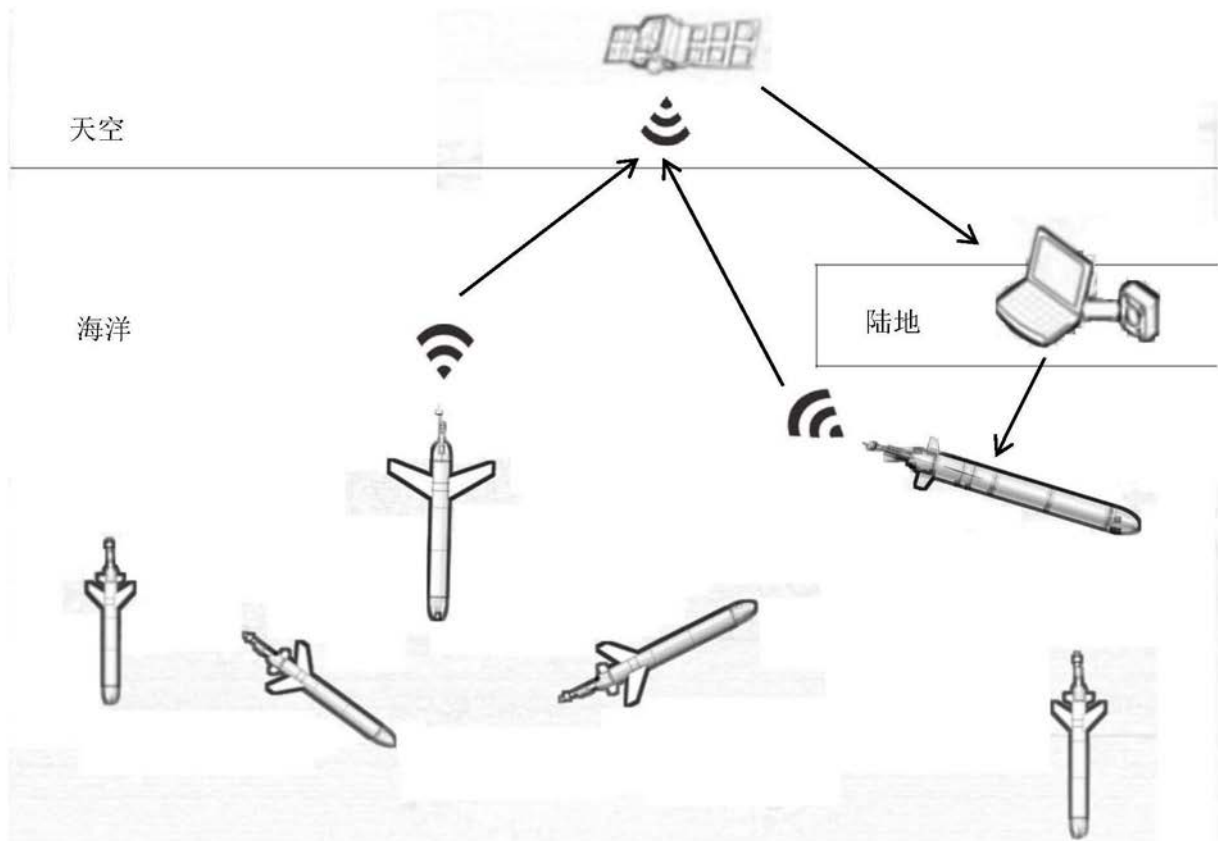


图1

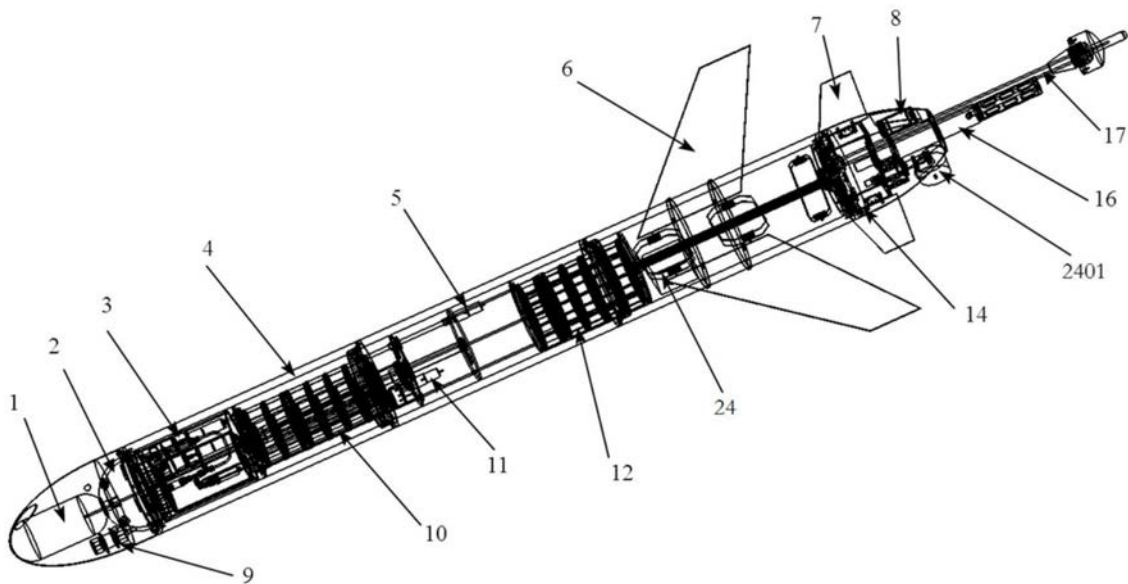


图2

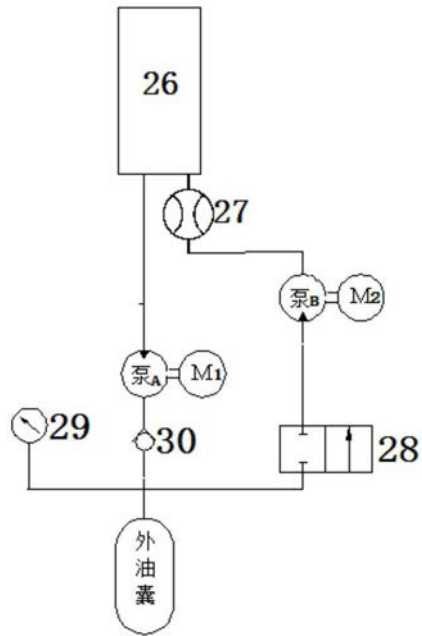


图3

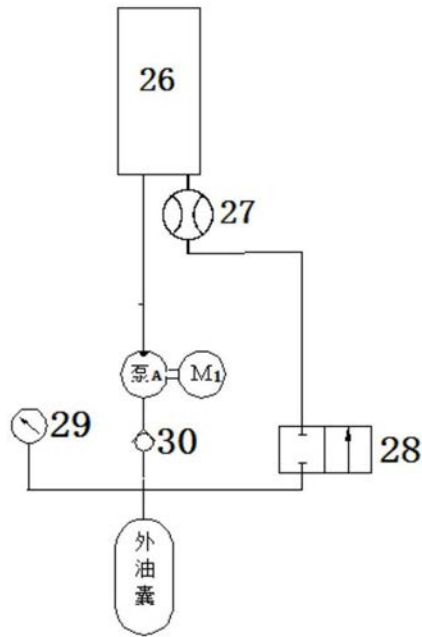


图4



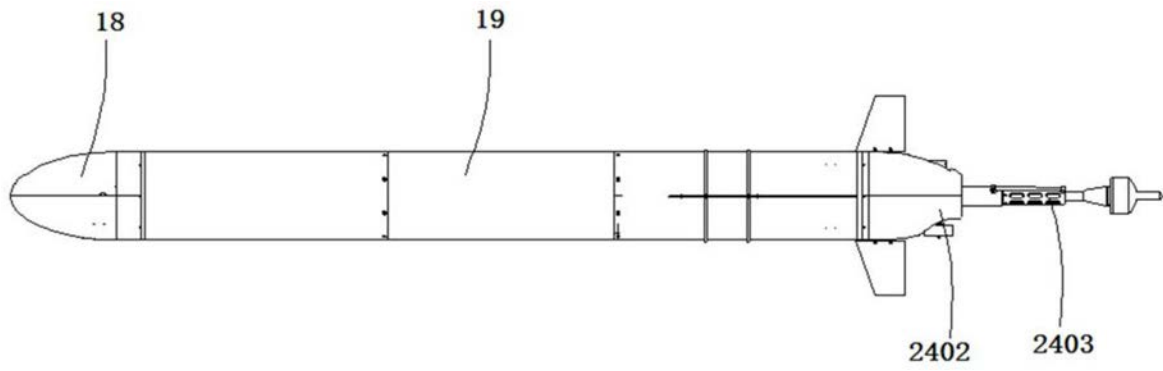


图5

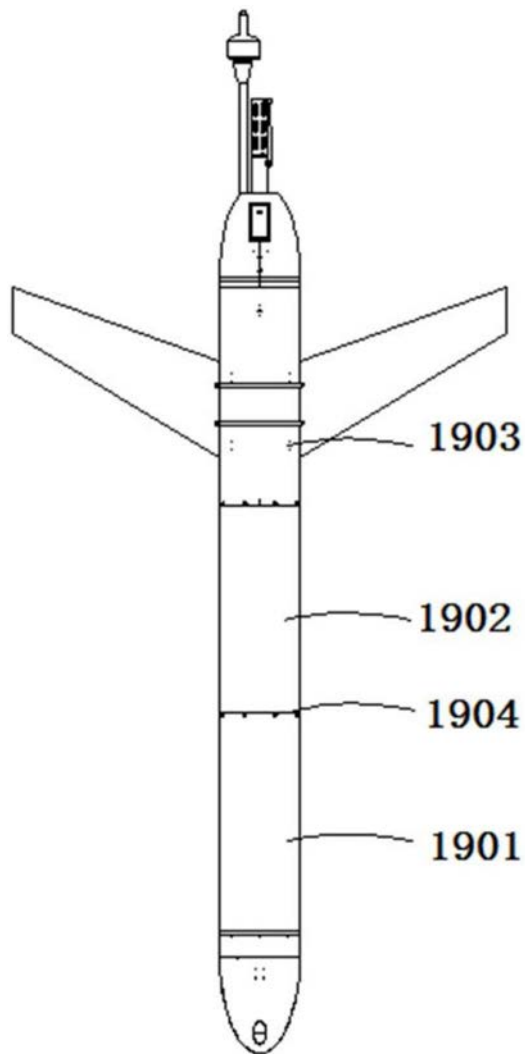


图6

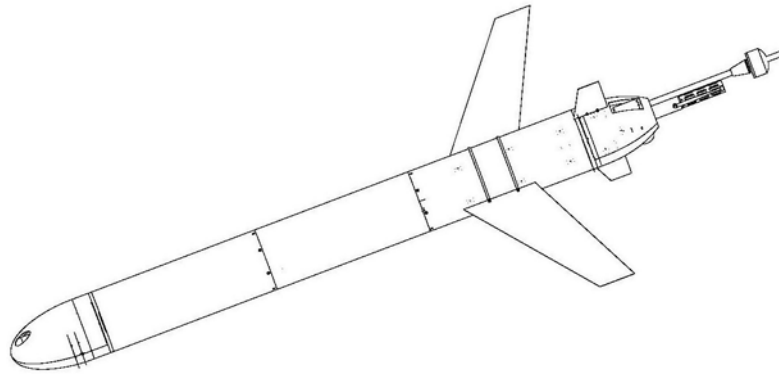


图7

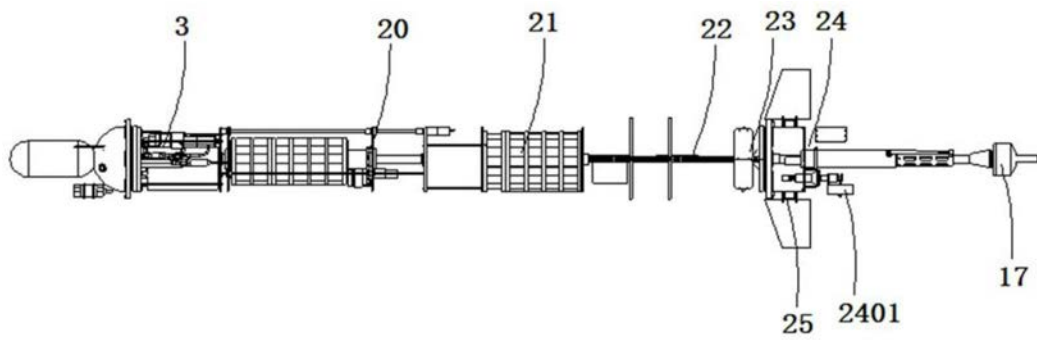


图8

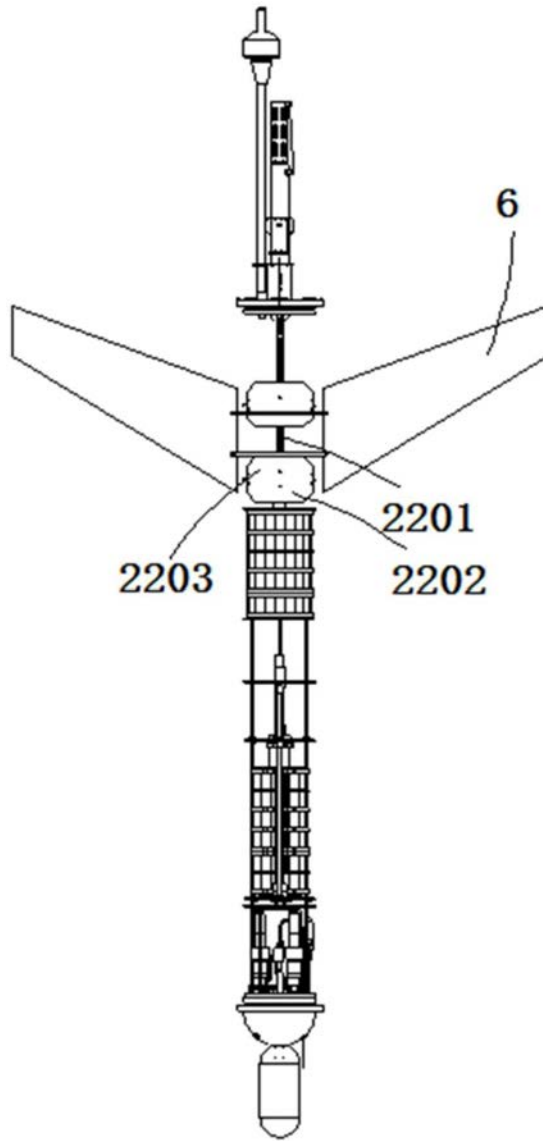


图9

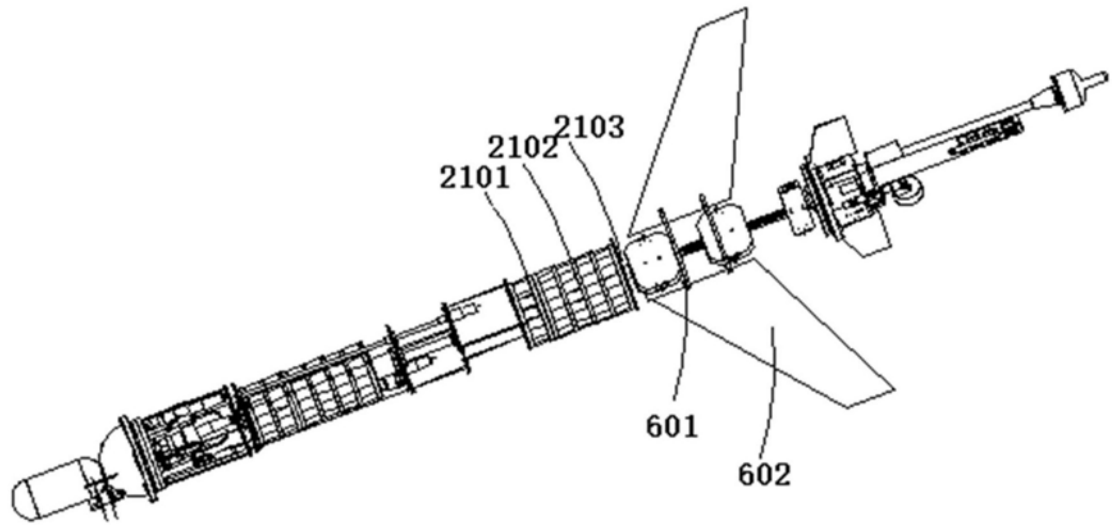


图10

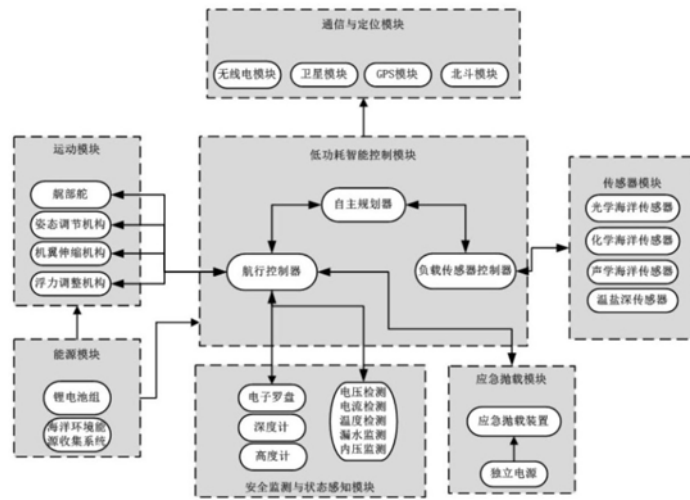


图11

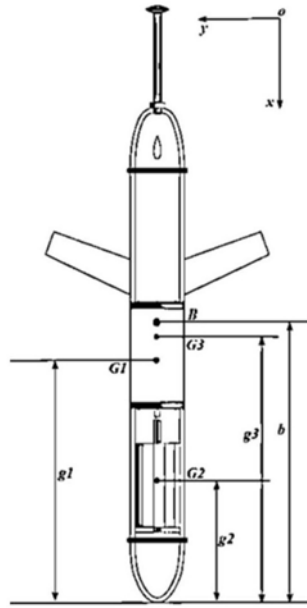


图12

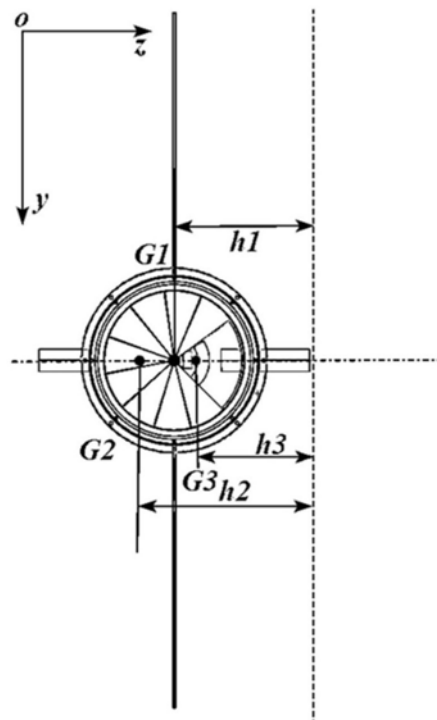


图13