

一种无缆自动返回式采水器的机械设计

于建清^{1,2}, 龚德俊¹, 李思忍¹, 徐永平¹

(1. 中国科学院 海洋研究所, 山东 青岛 266071; 2. 中国科学院 研究生院, 北京 100049)

摘要: 设计一种垂直剖面采水的自动返回式采水器, 其机械机构由配重体的悬挂或释放装置及采水瓶关闭采水机构组成。配重体的悬挂或释放未采用螺纹密封和螺纹承重, 动作由密封仓内电机的驱动转动和壳体端盖上的挂钩脱钩实现。采水瓶的关闭不涉及步进电机的转动, 由电磁阀的通电实现。实践表明, 采水器的机械设计结构简单有效, 保证密封, 操作方便。

关键词: 采水器; 剖面采水; 悬挂; 释放; 电磁阀

中图分类号: TH766

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2010)06-0088-04

本文所设计的无缆自动返回式采水器(以下简称采水器)能够实现垂直剖面采样。使用时无需钢丝绳, 外挂4个1.5 L卡盖式采水瓶。采水器的主体为圆柱状防水耐压设计, 其机械机构包括两部分: 配重体的悬挂或释放机构和采水瓶关闭采水机构。为采水器加载适当重量的配重体, 使其在水中受到负浮力下潜。到达既定深度后释放配重体, 采水器受到正浮力上升, 依次完成不同深度采水。

在海洋技术中, 配重体的悬挂或释放机构常用在潜标系统配备的声学释放器和抛弃式水下剖面测量系统中。声学释放器是利用声学通信原理, 对收到的信号解码确认, 通过电机正转或反转锁紧或推出挂吊机构^[1]。抛弃式水下剖面测量系统^[2], 测量探头的释放靠主体密封浮筒内的释放器实现。释放器由驱动电机、变速系统和释放筒组成, 当控制系统发出指令时, 电机转动, 由变速系统带动释放筒转动。由于释放筒下部带螺纹, 因此在电机的带动下退出螺纹区, 释放探头。上述两种海洋仪器均涉及到螺纹密封和螺纹承重, 对机械构件的设计精度要求较高。

采水器配重体的悬挂或释放未采用螺纹密封和螺纹承重, 动作由密封仓内电机的驱动转动和壳体端盖上的挂钩脱钩实现。同时, 采水瓶的关闭不涉及步进电机的转动, 由电磁阀的通电实现。实践表明, 采水器的机械设计结构简单有效, 保证密封, 操作方便。

1 无缆自动返回式采水器的总体设计

采水器设计参数如下: 工作在浅海(0~200 m), 工作温度(-10~40℃); 使用海况4级以下; 主体为

圆柱状防水耐压设计, 材料为硬铝合金LY12CZ; 外挂4个容积1.5 L的QCC15-2型卡盖式采水瓶^[3]; 外围直径648 mm, 高650 mm, 密封仓内径210 mm; 空气中质量22.95 kg; 以电池组(FANSO ER34615M, 3.6 V, 14.5 Ah)供电, 无需外接电源。采水器的总体设计见图1(a)。

2 配重体的悬挂或释放机构

配重体的悬挂与释放机构是采水器的重要组成部分, 其主要由驱动转动部分和挂钩脱钩部分组成。

2.1 机构详述

2.1.1 驱动转动部分

驱动转动部分包括电机、连接轴、连接套、限位开关S_{load}、限位开关S_{loose}及限位螺钉, 见图1(c)和图2。电机为双向减速直流电机, 通过自带的螺钉与连接套上端连接固定, 电机轴伸入连接轴固定, 并安装限位螺钉, 限位开关S_{load}及限位开关S_{loose}固定于连接套两端, 与限位螺钉在同一水平面, 并且在限位螺钉转动时可触及的范围内。两限位开关的触点接至采水器控制系统。连接轴伸出密封仓的部分位于护套内, 其末端固定脱钩挡块。

2.1.2 挂钩脱钩部分

挂钩脱钩部分主要包括脱钩、脱钩挡块和脱钩支架。见图1(c)。考虑到硬铝合金材质较软, 因此脱钩和脱钩挡块材料选择304不锈钢。脱钩支架焊接

收稿日期: 2008-05-09; 修回日期: 2010-01-26

基金项目: 中国科学院海洋研究所创新基金(ZL9)

作者简介: 于建清(1982-), 女, 山东文登人, 博士研究生, 主要研究方向: 海洋环境监测技术与传感器集成, E-mail: yujianqing_82@163.com

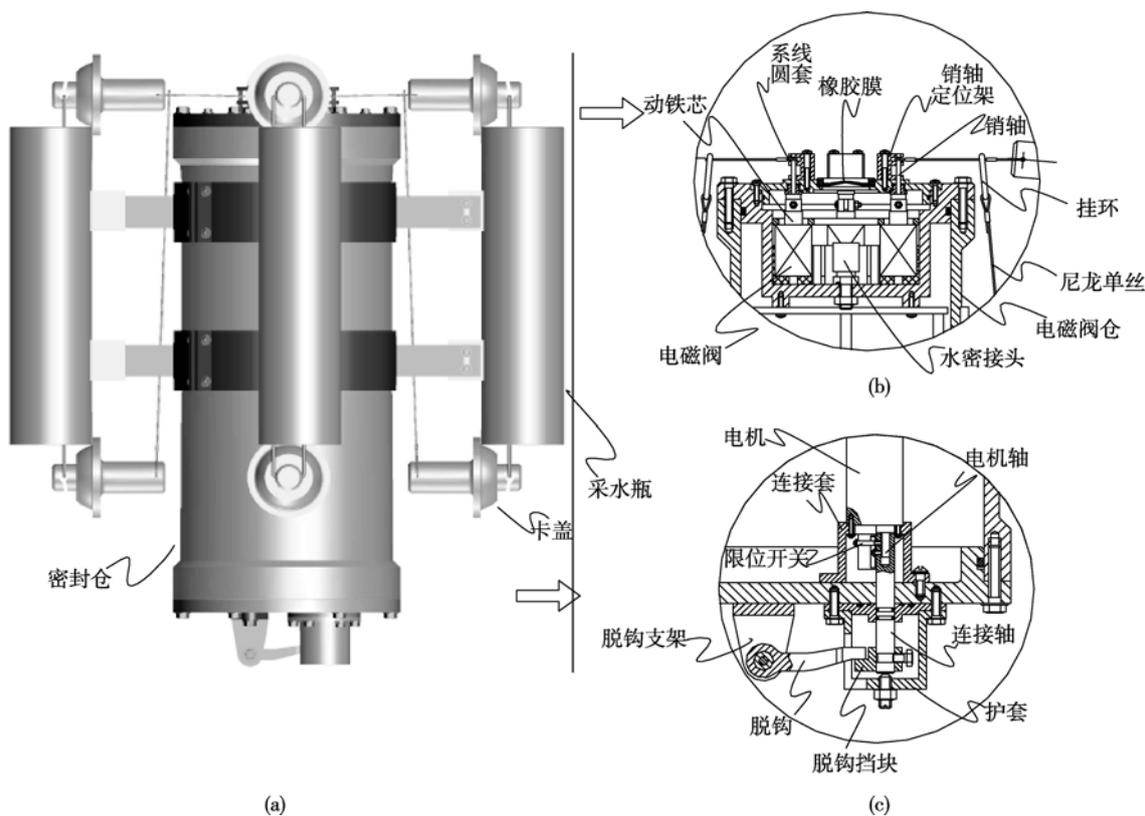


图 1 自动返回式采水器机械设计图
Fig. 1 Schematic illustration of the auto-return water sampling device

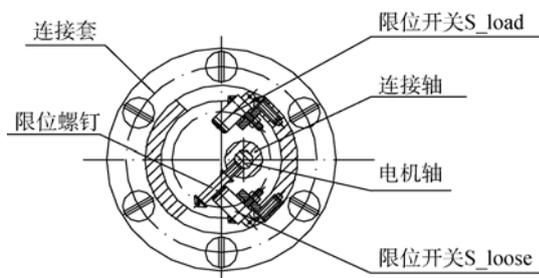


图 2 驱动转动部分俯视图
Fig. 2 Top view of the drive-rotation system

于承载悬挂与释放装置的端盖外侧；脱钩的一端与脱钩支架通过螺栓转动连接或铰接，可绕螺栓自由转动，脱钩的另一端在悬挂配重体时搭接在脱钩挡块上。脱钩挡块的作用是支撑脱钩，位置在护套内，用螺钉固定在连接轴末端。在护套下端用一个螺钉顶住脱钩挡块，目的是通过调整该螺钉伸入护套的长度而有效支撑连接轴，避免由于连接轴末端的悬空而对电机轴额外加载力和增加 O 形圈的转动摩擦力。

为增强采水器在海水中抗腐蚀性，端盖上固定

有锌材料的牺牲阳极。同时端盖上安装电缆水密接插头，用于控制密封仓内外通信。

2.2 工作过程

入水前，进行配重体的悬挂。初始状态是脱钩呈自由状态，可绕脱钩支架上的螺栓自由转动，未得到脱钩挡块的支撑。同时限位螺钉由电机带动(根据电路设计，电机初始即加电)顶在限位开关 S_loose 上(图 2)；此时可将配重体挂在脱钩上，用手扶住脱钩，放置于护套内挂/脱钩间隙处，略高于脱钩挡块。根据控制电路的设计，此时电机一旦通电，其电枢电流方向即变反，转动方向变反。通过磁控开关给控制系统发出“挂钩”的信号，电机通电，转动方向为由限位开关 S_loose 至限位开关 S_load，电机轴带动限位螺钉和脱钩挡块转动，直到限位螺钉顶至限位开关 S_load 上，电机断电，电机轴和连接轴停止转动，由此脱钩挡块随限位螺钉转动 90°，刚好挡住护套的间隙，此时脱钩挡块可支撑脱钩，配重体稳固悬挂。

悬挂配重体后，采水器入水，在水中受到负浮

力而自由下潜；当采水器到达预设“释放配重物”深度时，控制系统使电机通电，带动限位螺钉转动，此时方向为自限位开关 S_{load} 至限位开关 S_{loose}，脱钩挡块随连接轴转动，脱钩失去支撑，从护套的间隙脱离，配重物随之释放脱落。

有数据表明，采水设施垂直运动速度在 1.0 m/s 时，对周围水场扰动最小，采样误差也相应最小。因此调整采水器配重体的质量，控制采水器上升时最大速度在 1.0 m/s 左右。

3 采水瓶关闭采水机构

在海水采样中，不论是数个采样瓶安置在葵花式采水器(rosette sampler)，还是直接装挂在水文缆绳上，均利用采样瓶的“开-闭”或“闭-开-闭”的工作原理，即施放时两卡盖打开，瓶体处于冲洗状态，在到达预定采水深度后，由系统给出释放信号或人工释放击锤，关闭卡盖，实现采样。本文设计的采水瓶关闭机构不涉及步进电机的转动动作，可在采水器到达预定采样深度时自动关闭采水瓶卡盖。

3.1 机构详述

采水瓶固定在圆柱状防水耐压的采水器密封仓外部周围。采水瓶内有一根足够强度的橡皮筋，连接设于采水瓶两端部的卡盖。两卡盖上均连接系线，其中一端卡盖的尼龙单丝末端系一个挂环，另一端卡盖的尼龙单丝末端打结成圆套。采水工作时，将采水瓶卡盖打开，尼龙单丝末端的圆套穿过挂环，套在位于销轴定位架的销轴上，由此采样瓶呈打开姿态就位。见图 1(a)。

采水瓶关闭机构固定在密封仓相对于“配重体的悬挂与释放机构”的另一端。共有 4 套，每一套关闭机构独立工作，互不影响，主要包括一个电磁阀、一个销轴和一个销轴定位架，如图 1(b)所示。电磁阀选用直动式(图 3)，是定做的，固定于电磁阀仓内，

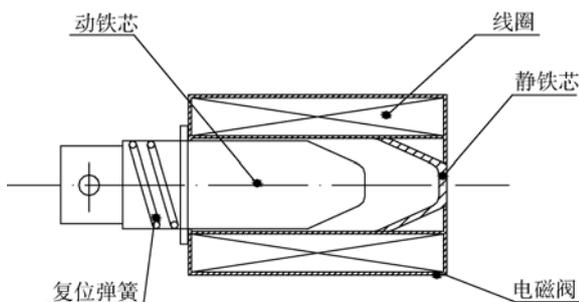


图 3 电磁阀原理图

Fig. 3 Sketch of the electromagnetic valve

由电磁阀垫圈和电磁阀挡板固定位置。销轴与电磁阀的动铁芯固定。销轴伸出电磁阀仓和采水瓶关闭机构端盖，其运动被限定在销轴定位架的孔的轴向方向。电磁阀仓底部安装一个水密接头，4 个电磁阀的电源线通过水密接头与密封仓内控制电路相连。水密接头为 5 芯，其中一芯为 4 个电磁阀的电源公共端，另 4 芯分别连接各电磁阀的电源输入端。

3.2 工作过程

当到达各预定采水深度时，控制系统为相应电磁阀通电。线圈通电后，静铁芯产生的磁力吸动动铁芯，由此带动销轴迅速向电磁阀仓方向运动。运动行程为 5 mm。销轴一动作，采水瓶系线圆套就会在销轴定位架处受限脱落，卡盖受采水瓶内橡胶绳拉力作用，随之关闭，从而完成在该深度上的采水任务。当线圈断电后，动铁芯在复位弹簧作用下复位。

每个采样瓶容积为 1.5 L。可根据需要同时关闭多个采样瓶，因此一次可最多采集 6 L 水样。若加装更大体积的采样瓶，加大采水器控制密封仓尺寸，同时无需改进机械设计和控制设计，就可获取更大体积的水样。也可根据需要加载更多套数的采水瓶关闭系统(销轴定位架、销轴及电磁阀根据采样瓶的数量配套设置)，同时修改控制系统设计。

由于未使用电机或电力控制机构，因此避免了因为水下湿度的影响而导致电机误动作或工作失败的情形。电磁阀动作时间小，提高了采水动作的可靠性和准确性。该采水瓶关闭采水机构无需复杂的机械构件，电磁阀通电动作一下，就能可靠释放采水瓶卡盖。有较强的适用性，可搭载其他卡盖式采样瓶。

4 小结

该采水器机械结构的两部分(配重体的悬挂或释放和采水瓶的关闭)均由实践证明可靠有效。配重体的悬挂或释放不涉及螺纹密封和螺纹承重；采水瓶的关闭不涉及电机的转动，达到结构简单、密封有效、操作方便的目标。同时各采水瓶独立关闭，有效注冲。采水器可搭载不同类型的卡盖式采水瓶。

该采水器主要应用于驾驶小规模船只在较浅水域(湖泊或河口)采水，也可用于大型科考船，其结构轻便、造价较低以及操作方便等性能使其成为 CTD 葵花式采水器和泵采系统的有益补充。

参考文献:

- 中国专利: CN2653509Y, 2004.
- [1] 钟伟彬. 千米声学应答释放器释放动力计算[J]. 海洋技术, 1989, 8(1): 16-23.
- [2] 肖智敏, 冯月永, 申秀花. 抛弃式水下剖面测量仪[P].
- [3] 李力平. SJC6-15 型 CTD 专用卡盖式采水器[J]. 海洋技术, 2003, 22(4): 37-39.

Mechanical design of an auto-return water sampling device

YU Jian-qing^{1,2}, GONG De-jun¹, LI Si-ren¹, XU Yong-ping¹

(1. Institute of Oceanology, the Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China; 2. Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Received: May, 9, 2008

Key words: sampling device; column water; load; release; valve

Abstract: A new auto-return water sampling device (ARWAD) was developed to collect a series of water column samples from selected depths in lakes and sea. The mechanical system of ARWAD consisted of the following two parts: (1) weight attachment loading-unloading system that was a combination of a drive-rotary system and a tripping bar system, and (2) bottle firing mechanical system that was electronically triggered through its corresponding solenoid valve. The ARWAD mechanical design had been proved simple, effective and easy to handle.

(本文编辑: 刘珊珊)

《海洋科学》杂志 2010 年征订启事

《海洋科学》是由中国科学院海洋研究所主办、科学出版社出版的学术性期刊,是中国自然科学核心期刊、华东地区优秀期刊、山东省优秀期刊。本刊以密切联系生产实际、服务于我国现代化建设为宗旨,及时、快速报道海洋学及其分支学科的新成果、新理论、新观点、新工艺及新进展等,对重大科研和应用性研究成果特别予以优先报道。主要刊载内容有:海洋生物、海洋水产生产、海洋活性物质提取、海洋环境保护、海洋物理、物理海洋、海洋地质、海洋化学、海洋工程、海洋仪器研制等方面的学术论文、研究报告、研究简报、专题综述、学术讨论和争鸣、学术动态以及新产品介绍(有偿刊登)等。

本刊为月刊,每月 9 日出版,大 16 开本,96 页,每期定价 30 元,全年定价 360 元。本刊国内外公开发行(国际刊号:ISSN1000-3096;国内刊号:CN37-1151/P;国内邮发代码:2-655;国外发行代号:M6666)。全国各地邮局均可订阅。欢迎各科研机构、高等院校、生产厂家和从事该领域研究的科技人员踊跃订阅。邮局订阅不便者可直接向本刊编辑部订购。本刊发行量在同类期刊中名列前茅,订户遍及全国 20 多个省、市、自治区,影响面广,宣传力大,欢迎广大的广告客户在本刊刊登广告,价格优惠。

欢迎订阅《海洋科学》 欢迎广告惠顾

《海洋科学》编辑部地址:山东省青岛市南海路 7 号,266071

电话及传真:0532-82898755

E-mail: pxzhang@qdio.ac.cn