

深海潜标 ADCP 的实时数据传输

赵忠生, 袁志伟, 黄 磊, 李延刚, 韩雪双, 杨宝起, 陈海涛

(中国海洋大学, 山东青岛 266003)

摘要: 深海潜标观测是深海观测获取长周期海洋科学数据的重要调查手段, 由于深海海域环境非常复杂, 潜标易丢失或终止正常工作, 造成重大损失。本研究基于铱星卫星数据通信模块, 开发与深水潜标上安装的 RDI 75k ADCP 相匹配的数据解析压缩软硬件, 建立一套远程实时获取潜标 ADCP 数据的传输系统, 实现对深海潜标 ADCP 的实时监测。

关键词: 潜标; 浮标; ADCP; 铱星通信; 实时传输; 技术集成

中图分类号: P715.2

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2012)08-0094-04

21 世纪是海洋的世纪, 要认知海洋、开发和利用海洋就要进行海洋调查。为发现海洋新现象、验证海洋新理论和满足海洋科学发展需求, 在深海海域获取长周期海洋科学数据主要靠布放深海潜标和海面浮标两种方式^[1], 由于海上环境极其复杂, 两种方式都存在着不同程度的风险, 浮标容易遭受强台风的袭击或人为破坏, 而潜标因流场和地理环境复杂容易丢失或不能正常回收^[2]。同时因海洋仪器绝大部分为国外垄断, 价格非常昂贵, 整个潜标系统造价一般高达几百万元甚至上千万元人民币, 一旦不能正常回收将造成重大的经济损失, 同时丢失宝贵的海洋科学数据。本文所研究的就是结合深海潜标和海面浮标两种方式的优点, 对现有深海潜标系统进行完善, 建立能够实时传输的深海潜标系统, 为海洋科学研究提供重要的基础数据, 也可为提高中国深海实时数据传输潜标设计水平提供借鉴^[3]。

1 总体设计

具有实时数据传输功能的深海潜标系统包括远程接收和海上发送两个部分: (1)陆地接收部分包括铱星数传接收模块和监控软件, 铱星数传接收模块的功能是接收海上铱星数传模块实时传来的 ADCP 数据和海面浮标的 GPS 位置信息^[4], 监控软件的功能是解析、处理来自数传接收模块的数据, 并实时将这些信息显示在监控界面上和存储到指定的数据库。(2)海上发送部分包括数据采集模块和铱星数传发送模块, 数据采集模块的功能是实时采集潜标主浮体上 RDI 75kHz ADCP 数据, 并对其进行解析和压缩处理, 减少数据量以降低卫星数据传输费用, 同时具有长线距离功能,

将处理后的压缩数据包传输给海面浮标内的铱星数传发送模块, 再由发送模块发送给陆地接收部分, 实现深海潜标数据的实时传输。

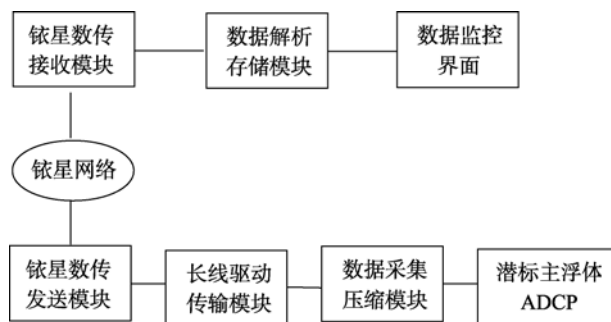


图 1 深海实时数据传输潜标系统的总体设计方框图
Fig. 1 Overall design block diagram of real-time data transmission of subsurface mooring system

2 系统构成

2.1 全球铱星系统和数传终端

全球铱星系统(IRIDIUM)是由 66 颗环绕地球的低轨卫星网组成的全球卫星移动通信系统, 卫星高度约为 765 km, 采用独立成网, 是迄今全球覆盖最广的卫星通信系统。通过“无缝隙”的全球覆盖, 全球铱星系统可随时随地为用户提供便捷的通信服务。

铱星数传终端(Iridium DTU)以铱星网络卫星为

收稿日期: 2011-12-10; 修回日期: 2012-03-12

基金项目: 中国海洋大学自主研究项目(841122003)

作者简介: 赵忠生(1966-), 山东德州人, 高级实验师, 从事海洋调查技术应用研究, 电话: 13969693825, E-mail: zzs1966@126.com; 袁志伟, 通信作者, 电话: 13969699048, E-mail: dfh2@ouc.edu.cn

传输中继媒介,以铱星 SBD9602 为核心模块,通过标准的数据接口(如 RS232 串口等)与外部设备连接,并为外部设备提供透明的数据接口,将外部设备数据发送给全球铱星系统控制中心,实现对目标设备

的实时监控;也可接收从控制中心发回的各种指令信息,以控制目标设备。铱星数传终端和控制中心之间借助于铱星通信网络和铱星运营商的网络平台,完成数据通信功能。

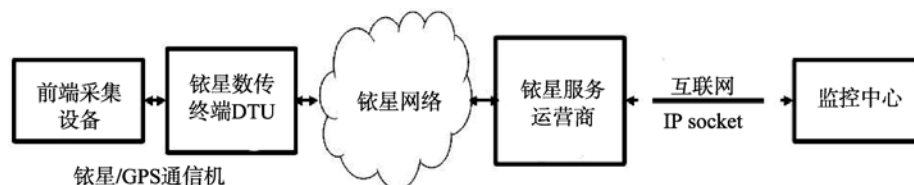


图2 铱星数据传输示意图

Fig. 2 Iridium data transmission diagram

该铱星数传终端适用于各种无人职守的、现有地面通讯网络信号无法覆盖地域的数据采集点,也适用于在深海大洋调查船舶、观测浮标等的定位跟踪或 SBD(Short Burst Data, 即突发短数据)的通信与传输。在地面上,用户可以通过 Email 方式、Direct IP 方式或点对点方式(两个铱星数传终端之间)接收来自铱星 SBD 数据传输终端发回的数据^[5]。

本设计方案中采用的是点对点方式,即在海上和陆地各采用一个铱星数传终端,并将两者绑定实现数据的实时通信,采用的铱星数传终端主要技术参数为:供电电源范围 10~32 VDC,静态功率小于 0.8 W,瞬间发射功率 2 W(持续时间小于 10 ms),铱星通信模块为 9602,通信模块上传到卫星的数据长度最大为 336 字节,卫星下载到通信模块的数据长度最大为 266 字节,数据通讯接口为 RS232 标准接口,默认波特率为 9 600bps,可接全向铱星天线和通用 GPS 天线。

2.2 潜标主浮体 ADCP

ADCP(声学多普勒流速剖面仪)是一种利用声学多普勒原理研制的海流剖面测量设备,它采用声学换能器发射一定频率的声波,然后接收被水体中颗粒物散射回来的声波,通过信号处理器进行处理,获得水体中颗粒物相对于换能器的移动速度和方向,通过底追踪或 GPS 定位功能,可获取水体中颗粒物相对于地球坐标的流速和流向(即海水的流速和流向)^[6]。

根据 ADCP 测量数据存储方式的不同分为直读式和自容式,在船载走航测量时一般采用直读式,在深海大洋潜标长期观测中一般采用自容式 ADCP,为了获取更大范围内的海水流速和流向剖面,尽可能选择能够耐受更大压力、频率较低的 ADCP,目前

国际上在深海大洋潜标观测时一般采用 75k 的 ADCP,以美国 RDI 公司生产的高分辨率 Long ranger 系列 75k ADCP 为例,其常规技术参数:最大测流剖面距离 500 m,流速度量为 ± 10 m/s,测流速度精度为 $\pm 0.25\% \pm 2.5$ mm/s,测流分辨率为 1 mm/s,测流单元厚度为 4~32 m,测量单元数为 1~255。

2.3 ADCP 数据采集模块

ADCP 数据采集模块是采用单片机技术开发的电路板,置于能够承受深海压力的密闭舱内,并安装在深海潜标的主浮体上,其功能是:通过 RS232 标准接口与主浮体上安装的 ADCP 连接,实时接收来自 ADCP 特定格式的数据,通过单片机进行解析处理,同时对数据进行最大限度的压缩形成短数据包,以满足卫星数传模块的格式要求,该采集模块还包括长线距离(不小于 1 000 m)传输电路部分,将数据通过通信电缆直接传输到海面浮球的铱星数传模块。

该模块电路板上 2 个 RS232 输入输出接口,其中一个串口采集来自 ADCP 特定格式的测量数据,具体数据流格式在本文中的系统集成部分详细描述,从数据流中读取测量时间和 32 个 cell 的流速、流向值,为减少卫星通信数据量节约开支,对每个数据字段处理压缩成 1 个字节,通过另一个 RS232 接口发送给卫星数传模块,每次卫星数据通讯数据量仅为 66 个字节。

2.4 海面铱星数传发送模块

海面铱星数传模块采用铱星 9602 作为核心模块而开发的电路板,配有与外部设备相连接的 RS232 标准接口,其默认 9600,8,1,N,实时接收来自潜标主浮体上 ADCP 数据采集模块通过专用铠装电缆发

的压缩数据包,并将数据包发送到陆地铱星数据接收模块;同时该模块配有 GPS 定位功能^[7],能够按照设定(每隔 6 h)测量海面浮标的位置,定时发送到陆地接收模块。

2.5 陆地铱星数传接收模块

陆地铱星数传接收模块的设计与海面铱星数传模块相同,并将两个模块进行通信绑定,实现点对点的实时通信,通过 RS232 标准接口与计算机连接,将压缩数据包传送给计算机。

2.6 数据监控模块

数据监控模块是一套能够实时监控计算机 RS232 标准接口的数据获取处理软件^[8]。其功能有:(1)实时获取计算机串口数据;(2)对获取的 ADCP 数据包进行解析处理,计算出海流剖面物理量;(3)对获取的 GPS 数据包进行解析处理,计算出海面浮标的具体位置;(4)将所有的原始数据包和计算得出的海流物理量和位置信息存储到数据库;(5)长时间无接收数据时报警提示;(6)将所有信息实时显示至计算机界面上,显示界面如图 3 所示。

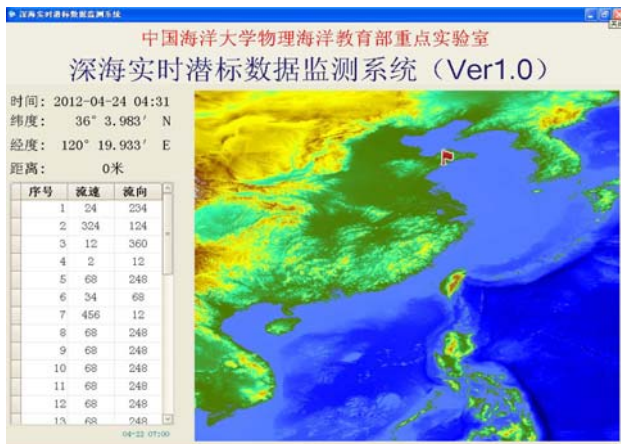


图3 ADCP数据实时监控界面

Fig. 3 ADCP data real-time monitoring display screen

3 系统集成

(1)为实时获取潜标主浮体上安装的 ADCP 数据,应对 ADCP 进行设置,使其将测量的海流剖面数据通过数据输出接口发送给数据采集模块。本设计中 RDI 75k ADCP 的主要参数设置为: CR1; CF11111; EX11111; EZ1111111; WN32; WP30; PD18,在此设置下 ADCP 的数据输出格式为: \$PRDIK,仪器序号,

测量日期,测量时间,1,流速 1,流向 1,2,流速 2,流向 2,..... 32,流速 32,流向 32。

(2)制作数据采集模块耐压密封舱和卫星发送模块海面通信浮球,舱内均配有能够工作一年以上的供电电源。

(3)主浮体与海面浮标的数据通信采用两芯铠装电缆直接传输,为减小电缆受海水强流的冲击、减小对海面浮球的下拉力以及实现长距离通信^[9],铠装电缆应选择直径小、密度轻、强度高、电缆阻抗小的系留铠装电缆。

(4)海面铱星数传模块安装在海面浮球内,为确保其卫星通讯顺畅,应尽可能将铱星天线和 GPS 天线安装在浮球的顶部,以获得开阔的通信视角。

(5)陆地接收模块的接收天线尽可能安装在建筑物的顶部或开阔的区域,保证接收数据的畅通,同时做好避雷防护。

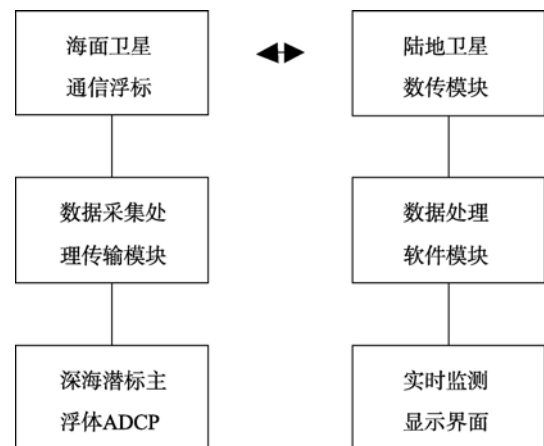


图4 深海潜标 ADCP 实时传输系统结构示意图

Fig. 4 Deep-sea submersible ADCP real-time transmission system structure diagram

4 试验与结论

由于受客观条件的限制,集成后的深海实时数据传输潜标系统未能在深海大洋进行测试,仅在青岛近海进行了为期 15 d 的海上测试,整个系统技术性能稳定可靠,实现了潜标 ADCP 数据的实时传输功能,但其长期稳定能力、耐强流和大浪冲击能力还需要在大洋上开展进一步的试验,并对试验过程中出现的各种问题进行不断改进,以形成一套能够适应深海大洋恶劣环境的实时传输系统。

本研究主要目的是解决深海大洋潜标系统的实时数据传输难题,目前,该系统完成了潜标主浮体

上单台 ADCP 的数据传输,待该系统经过长时间验证和完善后,下一步将逐步完成主浮体上安装的 CTD、ADCP 等多台海洋仪器的数据集成与实时传输。

参考文献:

- [1] 张志平,顾秋青,李超. Hypack 软件在布放深水潜标中的应用[J]. 世界海运, 2011, 34(8): 21-23.
- [2] 兰志刚,杨圣和,刘立维,等. 深海剖面测流潜标系统设计与姿态分析[J]. 海洋科学, 2008, 32(8): 23-26.
- [3] 杨坤汉. 试论潜标系统在我国海洋事业中的地位和作用[J]. 海洋技术. 1989, 8(1): 82-93.
- [4] 兰志刚,龚德俊,刘育丰,等. 一种简易的潜标辅助寻标定位系统[J]. 海洋科学, 2006, 30(12): 3-6.
- [5] 冯锡超,郑仕俊. 海洋资料浮标的资料有效接收率问题研究[J]. 海洋技术, 1988, 7(4): 68-71.
- [6] 张志平,顾秋青. 西太平洋 6000 米深海潜标的布放准备与实施[J]. 中国水运, 2011, 11(8): 12-13.
- [7] 王海员,于卫东,李奎平,等. 一种海洋潜标适用的新型 GPS 信标机[J]. 海岸工程, 2011, 30(3): 70-77.
- [8] 刘慧,杨书凯,刘敏,等. 基于 GLScene 的潜标姿态回放系统[J]. 海洋技术, 2011, 30(4): 29-31.
- [9] 王世明,吴爱平,李永乐. 基于功率流的海洋潜浮标液压系统 ARMA 失效机理研究[J]. 机床与液压, 2011, 39(21): 162-167.

Real-time data transmission of the ADCP installed on sub-surface mooring system

ZHAO Zhong-sheng, YUAN Zhi-wei, HUANG Lei, LI Yan-gang, HAN Xue-shuang, YANG Bao-qi, CHEN Hai-tao
(Ocean University of China, Qingdao 266003, China)

Received: Dec.,10,2011

Key words: Subsurface mooring system; Buoy; ADCP; The iridium communication; Real-time data transmission; technology integration

Abstract: Submersible observation is an important means of marine investigation for a long period. The deep sea environment is very complex, so the subsurface mooring system is easy to be lost or its normal work is easy to be terminated, which cause significant loss. This study is based on the satellite data communication module. We have developed the parse data compression software and hardware matching the RDI75K ADCP which is installed on subsurface mooring system, and established a set of remote real-time data transmission system, to perform the real-time monitoring of the ADCP.

(本文编辑:张培新)