

## 基于北斗通信的多参数锚碇浮标设计\*

孔卫奇<sup>1</sup>, 杨志勇<sup>2</sup>, 马尚昌<sup>1,3</sup>, 龙永良<sup>1</sup>

(1. 成都信息工程大学 电子工程学院 四川 成都 610225;

2. 华云升达(北京)气象科技有限责任公司 北京 102299;

3. 中国气象局 大气探测重点开放实验室 四川 成都 610225)

**摘要:** 利用我国自主研发的北斗通信系统,在参考地面气象观测系统的基础上,设计一种集成多种传感器的海洋气象水文浮标。以锚系浮标体为工作平台,建立海洋气象、海洋水文及海洋水质综合观测系统。在北斗卫星通信覆盖的海域范围内,实现定点、长期、连续、安全、准确地收集海洋气象、水文及水质数据资料,并将数据实时传输到岸基数据处理中心。

**关键词:** 北斗通信; 传感器; 气象水文; 锚系浮标; 数据处理

**中图分类号:** TP715.2      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1000-9787(2016)07-0080-03

## Design of multi-parameter moored buoy based on Beidou communication\*

KONG Wei-qi<sup>1</sup>, YANG Zhi-yong<sup>2</sup>, MA Shang-chang<sup>1,3</sup>, LONG Yong-liang<sup>1</sup>

(1. College of Electrical Engineering, Chengdu University of Information Technology,

Chengdu 610225, China; 2. Hua Yun Sheng Da (Beijing) Meteorological Science and

Technology Co Ltd, Beijing 102299, China; 3. Key Laboratory of Atmospheric Sounding, CMA, Chengdu 610225, China)

**Abstract:** On the basis of ground meteorological observation system, design a kind of marine meteorological and hydrological buoy integrated with a variety of sensors, which uses the Beidou satellite as communication system. Moored buoy serves as work platform to establish marine meteorological, hydrological and water quality comprehensive observation system. In the Beidou coverage area, complete fixed-point, long-term, continuous, safe, accurate collection of marine meteorological, hydrological and water quality data, the system real-time transmits data to shore base data processing center.

**Key words:** Beidou communication; sensor; meteorology hydrology; moored buoy; data processing

### 0 引言

相比于地面气象观测,由于海洋环境较为特殊性原因,海洋观测发展相对落后,虽然近几年来开展了一些海洋观测项目,但是观测布网站点少、观测范围及观测要素等远不及陆地观测<sup>[1]</sup>。因此,对浮标设计研究是十分必要的。

在众多海洋观测仪器设备中,海洋浮标具有显著地优势,环境适应性强、观测数据较准确等<sup>[2]</sup>。本文设计集成多种传感器的海洋气象水文浮标,该锚系浮标搭载各种要素传感器,采集要素包括海洋气象、海洋水文等众多要素,运用我国自主研发的北斗通信系统,实现实时通信,提高敏感海域、重要海域的测量数据安全性<sup>[3]</sup>,对于支撑国家海洋发展战略和气象观测业务发展,建设海洋强国,具有重要

的科学意义和应用前景。

### 1 系统组成

浮标系统是海洋气象浮标观测系统中的设备安装搭载工作平台,集成为海洋水文气象浮标自动监测系统,以10 m海洋锚系浮标为基本配置,系统组成如图1。浮标平台由浮标体与锚泊系统组成。浮标体是传感器、数据采集及通信等设备在海上的搭载平台。浮标平台结构示意图如图2,由浮标体和锚泊系统组成,锚泊系统将浮标体锚泊与固定在规定海域。锚泊系统的结构形式有全链式悬链线状锚系(浅水区)、链缆混合的半张紧状锚系(中深水区)和链缆混合式倒S状锚系(深水区),根据不同的布放深度和海域可以选用其中一种锚泊结构形式。

收稿日期: 2016-05-03

\* 基金项目: 国家重大科学仪器设备开发专项项目(2014YQ110787)

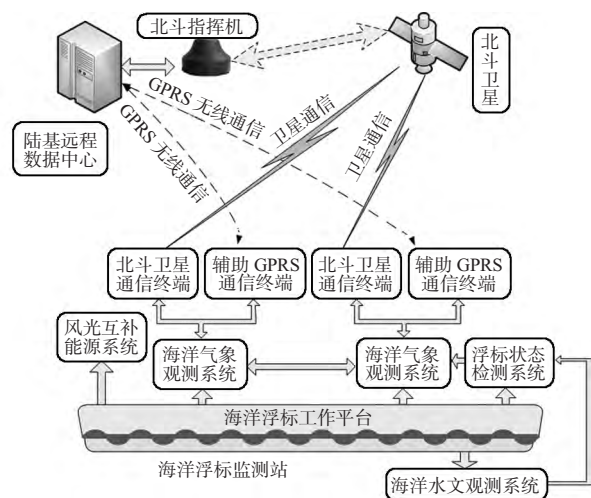


图 1 系统组成

Fig 1 System composition

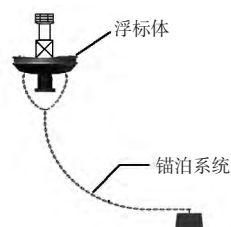


图 2 浮标平台结构示意图

Fig 2 Schematic diagram of buoy platform structure

### 1.1 浮标体外观设计

浮标体直径 10 m, 采用整体全焊接钢结构。6 个体积同为  $13.8 \text{ m}^3$  的浮力舱包围着仪器舱与电池舱。浮力舱的水密隔壁、甲板和底部骨架呈放射性布置; 仪器舱与电池舱内外围的水密隔壁成圆筒状; 桅杆也呈圆筒状, 且从甲板直至底板。全部板材和骨架形成一个封闭的连续性结构。浮标体全部采用优质船用碳素钢 CCSB 建造。在计算浮标稳性衡准数过程中, 为确保在极限条件下生存, 稳性衡准数  $K$  均大于等于 1; 其设计结构图如图 3。

在浮标舷侧设有 2 周护舷材, 能增加抵抗碰撞的能力。如果浮标遭到撞击, 首先撞击的是浮标的护舷材, 其次是个别浮力舱。即使某个浮力舱破损进水, 仍有水密舱壁阻隔, 电池舱内的蓄电池及仪器舱内的仪器设备都不会被水浸没, 浮标仍安全地浮在水面, 不至于倾覆。在浮标体上安装配置锚灯、雷达反射器、避雷针及 AIS 等必要的安全设备, 以保障浮标系统在海上的安全运行<sup>[4]</sup>。

根据浮标上安装的水下监测设备, 在浮标外围浮力舱内开设 3 个设备安装井, 分别安装海流、水质等传感器。浮标舱门开启新设计 2 种难以仿制的特殊的专门工具, 以增加非法登标人员开启舱门的难度。浮标桅杆、舷侧及甲板部分增加对渔民进行保护资料浮标的宣传内容和警告标志。在甲板之上设有 3 个拖曳、起重眼板, 以方便拖带和起吊浮标体, 设计 3 个系缆桩及导缆孔, 以方便浮标的岸边系

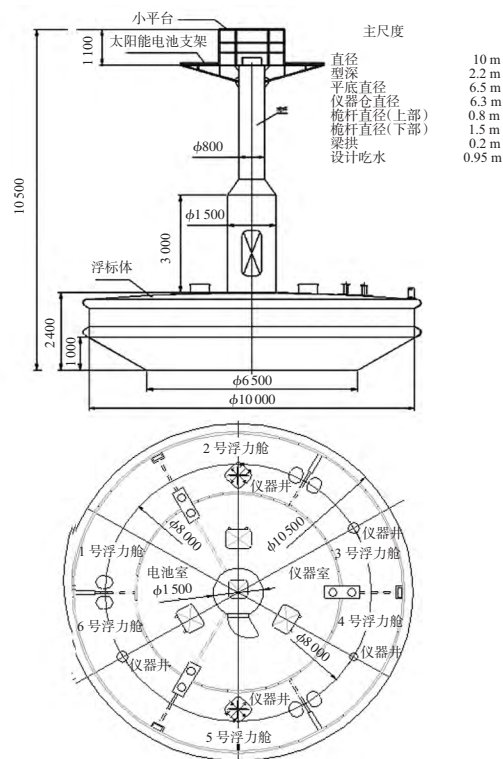


图 3 浮标平台结构设计图

Fig 3 Structure design of buoy platform

缆及拖带作业。以上设计保证了浮标的稳性、强度和安全要求。

### 1.2 数据采集系统

数据采集系统主要完成对传感器获取的各种数据处理、测量数据的综合分析处理, 形成定时观测数据报告; 海洋气象传感器通过测量通道接入, 完成气象数据测量采样; 海洋水文水质观测数据通过专门设置的海洋水文观测分采集器获取水文水质数据; 状态监测实时监测整个系统的运行状态, 并存储运行状态数据; 数据通信终端设备通过串口接入采集器, 为采集器提供数据传输通信功能。采集器系统总体电路框图如图 4。

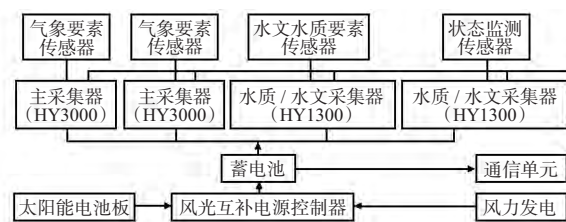


图 4 采集器电路框图

Fig 4 Block diagram of collector circuit

主采集器和分采集器的微处理器分别采用 ARM9 与 ARM7。

### 1.3 电源系统

电源系统以 12 V 蓄电池为主电源, 以太阳光电能和风能为互补方式提供辅助电源, 对蓄电池进行浮充, 蓄电池的设计容量满足观测系统在脱离辅助电源的条件下连续工作

7 天以上。在蓄电池电压低到不足以维持符合质量要求的观测工作前发出报警信息。采用双路供电系统方式,保证电源系统的可靠运行。电源系统工作环境要求  $-25 \sim +65^{\circ}\text{C}$ 。由于电源系统安装放置在浮标体的设备舱之内,在太阳直接照射在浮标甲板上时,仪器场内温度比较高,电源供电系统必须满足在高温  $+65^{\circ}\text{C}$  以上时,保持正常充放电处理的需求。

供电系统设置有过充、过放、负载短路等保护装置,设置有瞬时冲击、干扰(如雷电、瞬间短路等)的消除装置,设置有自检电路。

供电采用双路太阳能供电方式,每路太阳能供电系统设计采用 1~2 组 50~80 W 太阳能电池板,配 1~2 块 65~100 Ah 蓄电池,构成太阳能电源系统,输出 12 V 直流,为系统设备提供电源。通过自动切换控制电路选择其中储存容量高一路电源系统输出供电,另外一路则进入充电状态。两路供电系统交替提供电源供电。如果某一路电源系统出现故障则完全由一路电源系统进行供电,并将发出电源故障报警。

#### 1.4 通信系统

海洋浮标的投放地点都是海上,包括远海地区。为了满足实时远距离通信,观测数据实时上传,选择以国产北斗卫星通信为主通信手段,每个海洋测站端配置北斗通信终端通信单元,将测站数据上传至北斗卫星。北斗卫星将测站上传的数据分别传至用户指定的指挥通信机和地面总站<sup>[5]</sup>。在岸基数据处理中心配置指挥通信机,接收有北斗卫星转发过来的个测站的观测数据,由中心处理服务器接收、入库。在配置的测站数目不是太多的情况下,也可以才用北斗通信终端代替指挥机。北斗卫星通信的通信带宽限制不大于 70 字节/min。除了主通信信道之外,可根据布设海域的手机信号状况,特别是在近海地区,手机信号可以覆盖的地方,可以选择 GPRS 通信方式作为辅助备份的数据通信方式。由于北斗卫星通信的带宽限制为小于等于 70 字节/min。所以,海洋检测站的的数据通信频率选择为每 10 min 通信一次。空余时间用于发送报警数据和中心站主动补传数据。

北斗通信终端安装在浮标上支架立杆顶部,通过 RS-232 传输信号线与主采集器系统的 RS-232 主通信端口连接。部件的安装设计采用密封防水方式,电缆及连接器不外露。指挥机数据接收单元放置在室内,通过 RS-232 接口方式,与接收服务器连接。在特殊应急应用情况下指挥机也可以采用车载方式。指挥机数据接收单元的蘑菇形全向天线安置在无遮挡的建筑物外部,通过 20~100 m 的电缆与指挥机连接。

#### 1.5 地面数据处理中心

按照海洋监测站布设投放的地理坐标,划分区域,并与

目前地面气象观测业务相融合,选择设立岸基数据区域数据中心<sup>[6]</sup>。区域内的所设置的海洋浮标监测站通过主通信方式,并以辅助通信方式作为备份,将监测数据上传到区域数据中心,由区域数据中心服务器接收测站观测数据、直接并入本地地面海洋观测业务系统中。每个数据中心配置一台北斗卫星通信指挥机,用于接收区域内个站传输的实时观测数据。在区域内的子站不多的条件下,亦可选用北斗通信终端机代替北斗指挥机作为主接收单元。如果选择北斗通信终端机代替北斗通信指挥机,则不能完成向多测站同时发送控制命令的功能;如果选择开通备份通信方式,则需要配置辅助通信接收单元设备。每个数据中心配置一台数据接收服务器,通过配置的数据接收终端接收各测站的实时观测数据。

中心站数据接收处理软件是在 CAWSAnyWhere 区域站自动站统一版数据收集平台软件基础之上,改进增加海洋监测站数据接收处理。

#### 2 系统测试

浮标系统是在海洋环境下,历时 6 个月的测试,满足观测需求,实现多参数气象水文实时监测;岸基数据处理中心软件不仅可以实时观察浮标监测数据,而且运用数据库技术,点击某个站点可以查看任意时段的历史观测数据。中心站实时通过岸基数据处理中心可以实时观测浮标状态,当某个站点通信中断时,其站点图标显示如图 6 中的中山二号,警告状态。对于及时远程重启维护及现场维修具有实际意义。



图5 实时数据监测图

Fig 5 Real-time data monitoring



图6 运行状态监测图

Fig 6 Operation condition monitoring

(下转第 86 页)

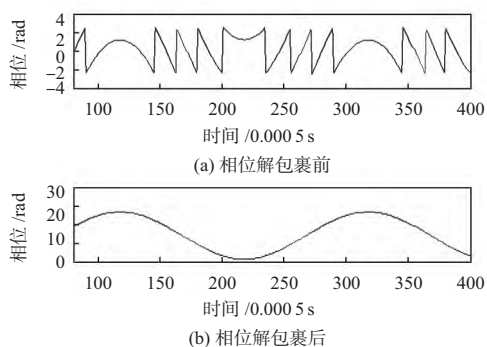


图6 相位解包裹前后

Fig 6 Before and after phase-unwrapping

进行位移数据的采集,并通过正弦拟合的方式获取实验振动位移的幅度。16.5 h 振动幅度测量数据 10 选 1 结果如图 7 所示。

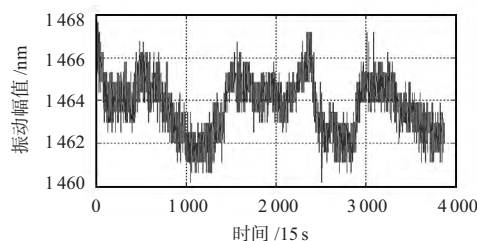


图7 系统 16.5 h 内测量位移

Fig 7 Displacement of system measured in 16.5 h

由长时间测量数据可以看出,被测物体振动幅度在 1460 ~ 1468 nm 之间变化,系统测量稳定性高。振动幅度大约为 2.25 个激光器的波长,检测精度达到 nm 级测量水平。

## 6 结 论

本文提出了一种微位移测量系统设计方案。采用二象

限光电管接收运动的干涉条纹,消除了由于激光本身光斑不均匀或光强分布发生改变的条件引起的直流漂移。为了抑制外界光强变化时引起的直流漂移,设计出了一种简洁的电路处理方法。采用 STM32 内置的 2 路 A/D 转换器同步采样两路电压信号,避免了外接高速 ADC 采样电路。该系统结构简单,体积小,低功耗,可采用电池供电,容易设计成便携式测量仪器。信号处理采用椭圆拟合,提高了系统测量精度。该系统适用于大部分微振动测量领域。

## 参考文献:

- [1] 傅继武,谈振兴,徐旭明,等.一种利用激光干涉条纹位相进行微位移测量方法[J].南昌大学学报:理科版,2003,27(3):299-301.
- [2] 王淑珍,谢铁邦,常素萍.四象限光电探测器用于表面形貌测量的研究[J].中国机械工程,2008,19(19):2348-2351.
- [3] 贾至江,孟令军,高世明.基于 STM32 的无线传感器网络声定位节点的设计与实现[J].传感器与微系统,2010,29(11):107-109.
- [4] 王选择,赵新泽,谢铁邦.电感式测微仪的直接数字化处理研究[J].仪器仪表学报,2005,26(12):1248-1252.
- [5] Monroy-Ramirez F, Garcia-Sucerquia J. Monitoring micro-mechanical changes in electronic circuit boards with digital holographic interferometry[J]. Optik, 2014, 125(9):2113-2116.
- [6] Yang Tao, Yan Liping, Chen Benyong, et al. Signal processing method of phase correction for laser heterodyne interferometry[J]. Optics and Lasers in Engineering, 2014, 57:93-100.

## 作者简介:

王选择(1971-),男,湖北天门人,教授,博士生导师,主要从事精密测量、光电检测方面的研究。

(上接第 82 页)

## 3 结 论

基于北斗通信的多参数浮标,采用地面气象业务中应用的新型自动站所使用的主采集器和分采集器,集成海洋气象、海洋水文多要素传感器,实现海洋气象与海洋水文的综合探测,北斗通信覆盖范围广,实现远海数据探测,供电系统采用太阳能风能互补供电,最大限度地延长系统运行时间。同时采集器控制北斗通信终端自动定时发送观测数据,数据中心站对接收到的数据进行处理分析并存储,为海洋开发利用提供宝贵的数据资料,特别对填补远海探测数据具有重要意义。

## 参考文献:

- [1] 芦颖,杨立,邱泓茗.海洋观测仪器业务化应用管理的思考与建议[J].海洋开发与管理,2015(5):59-64.

- [2] 王波,李民,刘世萱,等.海洋资料浮标观测技术应用现状及发展趋势[J].仪器仪表学报,2014,35(11):2401-2414.
- [3] 张少永,李文彬,商红梅,等.北斗一号卫星导航定位系统在抛弃式海洋移动观测平台的应用[J].海洋技术学报,2014,33(2):93-98.
- [4] 王军成.海洋资料浮标原理与工程[M].北京:海洋出版社,2013:198-212.
- [5] 姚作新.基于北斗卫星短信方式的无人值守自动气象站网[J].气象科技,2012,40(3):340-344.
- [6] 谭鉴荣,吕雪芹,郎东梅,等.基于卫星通信的海洋气象数据采集系统设计[J].气象科技,2013,41(1):51-56.

## 作者简介:

孔卫奇(1989-),男,河南鹿邑人,硕士研究生,研究方向为大气探测技术。