

· 应用 / APPLICATION ·

信息技术在海洋观测浮标系统安全保障体系的应用

刘长华¹, 冯立强¹, 贾思洋¹, 张曙伟²

1. 中国科学院海洋研究所, 山东 青岛 266071

2. 山东省科学院海洋仪器仪表研究所, 山东 青岛 266001

摘 要: 海洋观测浮标为海洋环境信息的长期获得提供了成熟的技术手段, 信息化技术在海洋观测浮标上的应用为浮标的安全运行起到了核心保障作用。本文介绍了海洋观测浮标的系统构成, 详细阐述了信息化技术在浮标安全运行保障方面的应用, 对浮标系统的数据采集部分、通讯部分和异常报警功能从技术设计思路、选择方案等方面进行了信息化手段应用的讨论, 并针对通讯方面的多种实现手段做了详细比较。由于海洋观测浮标安全运行方面对信息化需求的日益增加, 视频应用所需要的大数据量和技术手段成为下一步发展亟待解决的问题。

关键词: 信息技术; 海洋观测浮标; 浮标数据采集系统; 浮标系统安全保障体系

doi:10.11871/j.issn.1674-9480.2014.04.009

The Application of Information Technology to Security Assurance of Ocean Observation Buoy System

Liu Changhua¹, Feng Liqiang¹, Jia Siyang¹, Zhang Shuwei²

1. Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao, Shandong 266071, China

2. Institute of Oceanographic Instrumentation, Shandong Academy of Sciences, Qingdao, Shandong 266001, China

Abstract: The ocean observation buoys provide mature application for long-term acquisition of ocean environmental information. Information technology can play an important role in safe operation for the ocean observation buoys. This paper introduces the system structure of ocean observation buoy system and expounds in detail the

基金项目: 中国科学院信息化专项项目 (XXH12504-2-06, 2013KY06)

application of the information technology to guarantee the safe operation of the buoys. The data acquisition, data communication and abnormal status alarm of the buoy system have been discussed from the aspects of design ideas and plan selection. A detailed comparison has been made for a variety of implementation means of data communication. Since the demand to information technology is increasing for safe operation of ocean observation buoy, and the large amounts of data and technical means in video applications, it becomes a urgent problem for the future development.

Keywords: information technology; ocean observation buoy; data acquisition system of buoy; security assurance system of ocean buoy system

引言

信息化技术的发展和應用已经广泛涉及科学研究的各个方面, 尤其是在海洋基础数据的获取方面更是体现出巨大的优势和不可替代性。信息化技术在海洋科学方面的突出作用体现与海洋科学本身的学科特点密不可分, 海洋科学是以观测为基础的研究科学, 观测资料的获取方法和手段在一定程度上影响着海洋科学研究的深度和精度, 尤其是重大海洋科学研究成果的取得, 对于观测资料的依赖程度更加广泛、强度更大。我国利用自主的研发技术, 研制完成的全天候海洋定点观测浮标系统, 可以对特定海区进行连续的长序列数据观测, 尤其是近几年, 随着浮标观测技术的不断完善和成熟, 在我国近海不同科研院所和各行业部门已经布放近 200 套综合观测浮标系统^[1], 可以实时将观测数据发送至陆基接收站, 进行实时的海洋环境监测、研究和不间断的数据积累。在浮标系统稳定运行和数据连续积累的过程中, 所采用的信息化技术手段起到了核心的支撑作用, 通过安全参数的实时传送, 可以对海洋观测浮标系统的安全运行状态进行实时监控和掌握, 保障了浮标系统的稳定、安全运行; 信息化技术手段的有效应用在保障海洋浮标安全稳定运行方面具有显著的作用, 是信息化手段在海洋观测方面应用的典型案例。

1 海洋观测浮标观测网络系统介绍

为了确保观测浮标系统安全在位运行及所获取数据的实时有效性, 信息化技术广泛应用于海洋观测浮标运维和安全保障方面, 借助于现代先进的通讯技

术, 实现了一个集网络化、智能化、模块化于一体的高性能海洋监测数据传输网络与实时信息发布系统, 并实现了观测站点的远程动态监控, 是一个高精度、智能化的海洋监测信息系统。

浮标观测系统采用的基本结构为圆盘型结构, 采用单点锚泊系留。整个系统主要由浮标体、系留系统、观测系统、数据采集处理控制系统、通信系统、供电系统、检测系统、安全报警系统、岸基数据接收处理系统等 9 部分组成。浮标系统通过搭载不同类型的传感器, 对风速、风向、气温、相对湿度、气压、能见度、雨量、波浪、剖面流速、流向、水温、盐度、溶解氧、叶绿素、浊度、方位及浮标位置等要素进行观测, 可以完成对海洋气象、水文和水质参数的

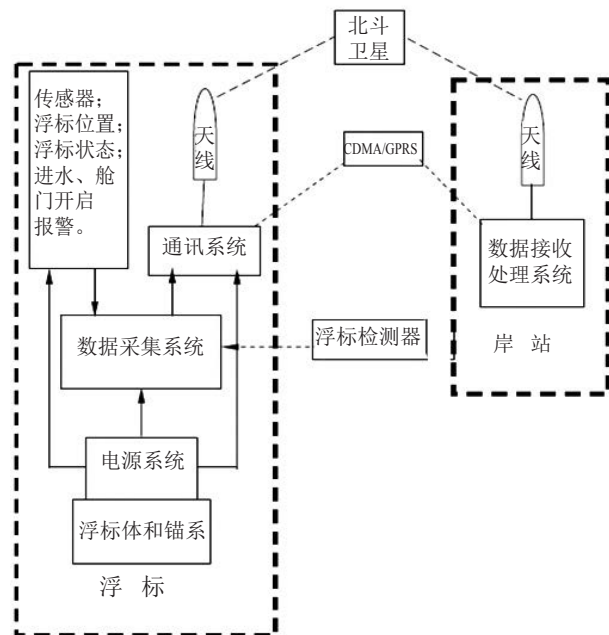


图1 观测浮标系统组成结构图

Fig.1 Basic framework diagram of observation buoy system

长期、连续、自动监测, 并可通过 CDMA、GPRS 和北斗卫星通信系统将测量数据实时地传输到岸基数据接收处理系统(如图1)。

其中, 安全报警系统包括浮标进水报警、舱门开启报警、浮标移位报警、浮标周边图像采集等功能, 部分浮标安装了 AIS 系统, 通过对上述报警信息的实时监测, 保证浮标在站位的安全运行。

在整个浮标系统的 9 部分组成中, 涉及信息化技术应用的包括数据采集、数据通信、系统检测、安全报警和岸基接收 5 部分; 这 5 部分在保障海洋浮标安全运行方面得到了充分应用。本文重点阐述观测浮标系统的数据采集系统、数据通讯传输系统和浮标自动报警系统利用信息化技术在保障海洋浮标安全运行方面的应用。

2 海洋浮标观测系统安全运行保障体系

海洋观测浮标的安全稳定运行是保障海洋仪器

设备安全、保障国家财产安全的首要前提, 是浮标系统获取长期稳定数据的基础, 没有安全稳定的运行状态, 即使站位设计合理、科学问题突出, 如不能获取长期的观测数据也是徒劳。信息化技术充分应用于数据采集、数据通讯、安全报警、岸基接收等 4 部分内容, 对海洋观测浮标系统起到了至关重要的保障作用。观测浮标系统的数据采集系统、数据通讯传输系统和浮标异常报警系统共同组成浮标运行的安全保障体系。

2.1 数据采集系统

观测浮标系统的数据采集处理控制系统^[2]是浮标系统的核心部分, 也是保障浮标海洋安全运行的核心, 该部分主要完成数据采集、处理、存储、传输和过程控制^[2], 浮标系统上使用的数据采集处理控制系统采用当前先进的计算机嵌入式系统技术, 按照模块化、低功耗、高性能、高可靠的设计思想研制(如图2)。

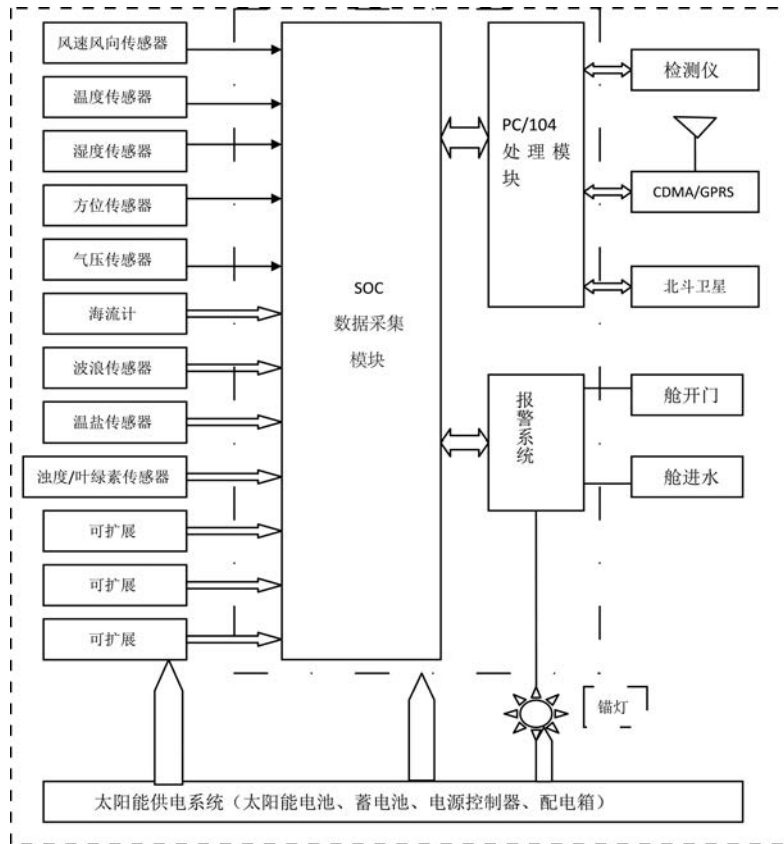


图2 浮标数据采集系统组成结构图

Fig.2 Basic framework diagram of buoy data acquisition system

数据采集处理控制系统采用集成度高的SOC（片上系统或者系统级芯片，System on Chip）主板和PC/104高速CPU标准模块相结合的方式，既利用SOC信号处理功能强、功耗低、过程控制灵活的特点，也利用加强型PC104标准模块速度快、内存大、数据文件管理能力强的特点，将二者按嵌入式PC104标准总线加固型结构构成浮标数据采集控制器。其中，利用SOC负责各传感器信号调理、过程控制以及数据传输，利用加固型PC104标准主机模块负责数据收集、大容量数据处理、大规模数据文件管理。系统功耗采取断续工作、休眠控制、芯片选择等措施加以解决。

2.1.1 数据采集系统工作流程

首先，各种传感器对观测参数进行检测，采集原始测量数据，数据采集器读取各种传感器的测量数据，经过初步处理后，将各种观测参数数据按照一定的格式存入数据采集器自带的存储器中；之后采集器通过观测浮标无线传输系统将数据上传至陆基站服务器；服务器接收到数据后进行量程转换、审核、分

析、判断后进行统计、存储，出现数据异常或浮标系统故障时发出报警，并定时在本地服务器上数据进行归档和绘制图集等操作。浮标数据采集系统工作流程如图3所示。

2.1.2 数据采集系统的硬件设计

观测浮标数据采集器要完成传感器数据读取、存储、发送等功能，需要一个控制器来统一调度；为了防止因通讯中断或上位机故障而导致数据丢失，数据采集器需要配备大容量非易失性存储器；每个数据都需要记录对应的采集时间，因此采集器需要配备实时时钟芯片，利于数据采集器和上位机的同步。此外，还需要有传感器接口和通讯接口，分别从传感器读取数据和向上位机发送数据。

2.1.3 数据采集系统的软件设计

数据采集系统软件需要在硬件基础上完成从传感器读取数据、处理数据、存储数据、接收陆基站上位机命令、上传数据等一系列功能。按照模块化设计原则，数据采集器软件划分为初始化模块、传

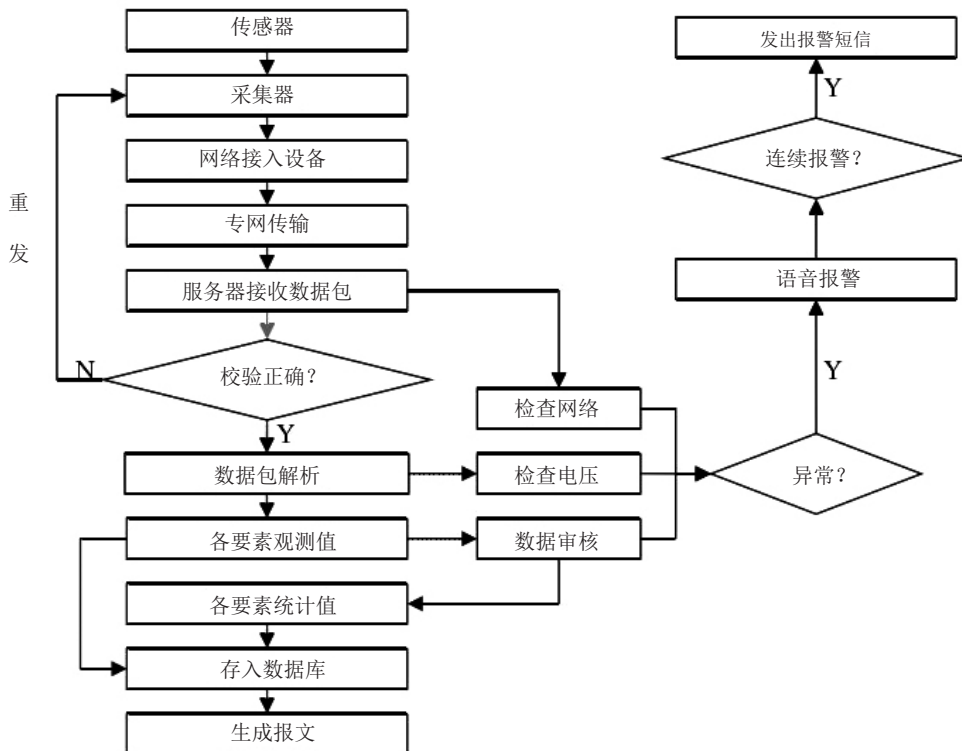


图3 浮标数据采集系统工作流程示意图

Fig.3 Buoy data acquisition system process diagram

感器数据读取模块、数据存储模块、命令接收及解析模块、数据发送模块、校时模块^[3]等几个部分,每个模块包含一个或多个函数,通过主函数对各个子函数的调用和子函数之间的相互调用构成整个软件,完成预定功能。

数据采集系统能够实时监测报警系统的状态,如果浮标出现任何一种安全报警信息,数据采集系统立即将报警信息通过通讯系统传输到陆基接收站,便于浮标管理者对浮标采取安全保障措施。

2.2 数据通讯传输系统

通讯系统使浮标系统实时采集的数据传回陆基接收站,是对浮标系统安全在位运行的实时状态监控的必要手段,浮标观测系统的通讯系统采用CDMA/GPRS通信方式为主,卫星通讯(INMARSAT-C)为辅的通信方式^[4]。采用多种通讯方式的主要原因是保障数据的稳定和备份传输,因为距离不同通讯基站的距离远近不同,为尽量降低数据的丢失,采用了多种备份的传输方式。

根据浮标选址位置,我们将采用以CDMA/GPRS通信作为主要的数据传输和岸基控制方式。通过CDMA/GPRS特有的通信技术,通讯覆盖距离均可达到离基站50公里左右。在功能上,要求CDMA/GPRS通信系统既能实时传输定量的数据,又可以实现岸基与浮标系统的控制,同时又能满足工作人员通话联系的要求。

CDMA / GPRS通信方式的特点:

- (1) 永远在线,随时收发用户数据设备的数据。
- (2) 按流量计费,没有数据流量的传递时,不收费。
- (3) 高速传输,CDMA/GPRS移动数据网络的

信道可提供TCP/IP连接,可以用于INTERNET连接、数据传输等应用。

(4) 组网简单、迅速、灵活。通过Internet网络随时随地的构建覆盖全中国的虚拟移动数据通信专用网络。

采用CDMA / GPRS通信方式进行浮标数据传输的结构如图4。

考虑到CDMA/GPRS通信方式可能出现的信号干扰或短时中断等情况,我们选择卫星(INMARSAT-C)通讯方式作为浮标系统的辅助通讯系统。

北斗卫星(INMARSAT-C)通讯方式的特点:

- (1) 通信距离远,但费用较高。
- (2) 覆盖范围大,但抗干扰能力差。
- (3) 通信频带宽,传输容量大,速度快,但通信有盲区。
- (4) 通信线路可靠,传输质量高,但保密性差。

北斗通讯模块^[5]包括安装在浮标上的北斗发送模块和部署在陆基接收站的北斗接收模块。北斗通信采用信息条的形式,每条信息最多可发送78个字节(民用北斗),可发送多条信息,但是两条信息之间必须间隔一分钟。北斗卫星通讯结构如图5所示。

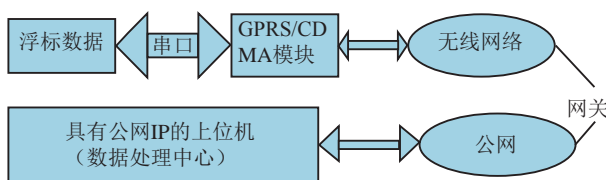


图4 CDMA/GPRS数据通讯传输图

Fig.4 CDMA/GPRS data communication diagram

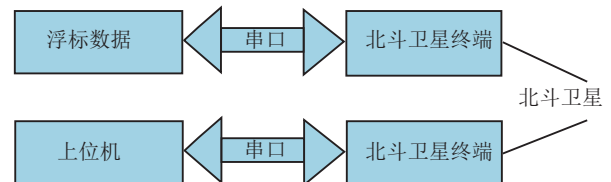


图5 北斗卫星数据通讯传输图

Fig.5 INMARSAT-C data communication diagram

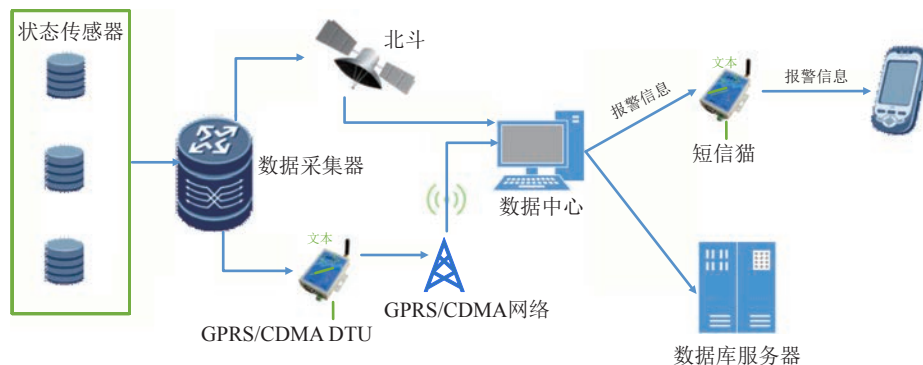


图6 浮标异常状态报警处理流程图

Fig.6 Buoy abnormal status alarm process diagram

服务器运行的浮标异常报警软件系统接收到海上运行的观测浮标异常状态数据报文，会立即通过与服务器串口相连接的GSM短信猫^[6]，将异常报警信息以电子邮件和手机短信的形式发给相关工作人员，工作人员可以在第一时间查看浮标运行状态，及时发现异常问题并予以解决，防止观测浮标出现更严重的损坏（如图6）。

浮标运行异常报警信息主要包括：

（1）人员闯入报警

在桅杆舱门安装门开启报警传感器，一旦该报警发生，可直接迅速地启动通信机，向岸站发送报警信息。

（2）事故报警

主要包括舱进水报警、浮标移位报警、浮标倾斜报警。舱进水报警由液位开关构成，浮标移位报警由接收岸站根据站位和GPS数据对比得出，倾斜报警由三维方位倾斜传感器测得。

（3）故障报警

主要检测锚灯是否正常以及通过自检发现故障，检测到故障编码后通过通信系统发回。

数据异常报警系统结构主要由数据监控软件和GSM短信猫构成^[6]。数据监控软件开发平台选择Microsoft Visual Studio 2005 集成开发环境，在.NET 框架下，使用面向对象的程序设计语言C#开发。软件功能设计按照“高内聚、低耦合”原则，采用模块化设计，软件划分为三个功能模块：数据异常监控模块、短信文本生成模块和短信发送模块。

3 存在问题和展望

海洋观测浮标系统的稳定运行受多种条件和因素的制约^[7]，信息化手段的充分应用能够提高浮标在站位运行的安全性和稳定性，降低浮标出海维护的成本。同时浮标在站位安全运行，可以让海洋科学研究从海上搬到室内，科学家在陆地既可以对海洋环境进行实时的监控^[7]，又可对实时数据和历史积累数据进行海洋现象和规律的解析，解决海洋科学研究受困于现场资料缺乏的现状。

目前信息化手段在观测浮标的数据采集系统和通讯方面应用较为广泛，但是对于海洋浮标运行状态和周围环境的视频监控需求较为迫切，这是对海洋浮标安全运行保障的进一步措施，但目前由于两个方面的原因还不能很好的实施：一是限于海洋观测浮标供电系统的限制，视频采集的供电需求相对于浮标系统的供电能力而言要求较高；二是通讯数据量的限制，视频的数据量较大，目前无论是CDMA/GPRS还是北斗卫星通讯技术，长时间的视频传输，很难实现。这些对于下一步信息化技术在浮标安全保障方面的应用均提出了更高要求。

今后应通过多单位的协同合作，将现有海洋资料浮标组成浮标观测网络，对各个浮标的实时观测数据和历史数据进行统一信息化管理，对浮标的安全运行进行统一管理，形成海洋资料浮标信息化处理中心和浮标管理中心，进一步提高浮标在位安全运行的可靠性。

参考文献

- [1] 任建明, 陈永华, 刘长华. 中国近海海洋科学观测研究网络[J]. 科研信息化技术与应用, 2011(5):25.
- [2] 王项南, 刘松堂, 石建军, 田川, 朱锐, 麻常雷. 极地近岸海洋环境监测系统的研制及应用[J]. 海洋技术, 2011(2):16.
- [3] 刘钊. 具有实时通信功能的新型海洋观测浮标的结构优化与控制系统研究[D]. 天津大学. 2009.
- [4] 李保成. 基于多种通信方式的海洋资料浮标数据接收系统研究及数据分析[D]. 中国海洋大学. 2012.
- [5] 黎明, 时海勇. 基于北斗卫星的大型海洋浮标通信机制研究[J]. 海洋技术, 2012(3):12.
- [6] 丁善文, 王德众. 自动站资料传输自动监控短信报警系统[J]. 山东气象, 2007(4):23.
- [7] 黄飞龙, 吕雪芹, 陈刚. 海洋气象探测基地——浮标[J]. 海洋技术, 2011(4):26.

收稿日期: 2014年4月9日

刘长华: 中国科学院海洋研究所, 高级工程师, 博士, 主要研究方向为海洋观测技术。

E-mail: *lch@qdio.ac.cn*

冯立强: 中国科学院海洋研究所, 工程师, 硕士, 主要研究方向为海洋观测技术、大规模数据集成和处理。E-mail: *fenglq@qdio.ac.cn*

贾思洋: 中国科学院海洋研究所, 工程师, 硕士, 主要研究方向为海洋观测技术。

E-mail: *jiasy@qdio.ac.cn*

张曙伟: 山东省科学院海洋仪器仪表研究所, 高级工程师, 硕士, 主要研究方向为海洋观测技术。

E-mail: *zswcn2001@163.com*