

海底观测网控制系统设计

孙 凯^{1,2}, 李智刚¹, 秦宝成¹, 李默竹¹

(1. 机器人学国家重点实验室 中国科学院 沈阳自动化研究所 辽宁 沈阳 110016;
2. 中国科学院 研究生院 北京 100049)

摘 要: 海底观测网通过光电复合缆为运行于海底的各种物理、化学、地质、生物等传感器提供连续电能和数据带宽,是近几年海洋科学研究的新的的重要手段。介绍了中国科学院重大科技基础设施预先研究项目——南海海底观测示范网控制系统的整体结构、硬件及软件系统设计。经过水池试验表明:研究的控制系统能够实现视频、控制命令等信息通过光纤以太网的实时双向传输,能够实现对电能质量指标和绝缘、漏水等安全指标的实时监控,能够实现故障的智能处理,满足设计要求。

关键词: 海底观测网; 控制系统; 网络构架; 光交换机

中图分类号: TP277 文献标识码: A 文章编号: 1000-9787(2014)08-0094-03

Design on control system for ocean observatories

SUN Kai^{1,2}, LI Zhi-gang¹, QIN Bao-cheng¹, LI Mo-zhu¹

(1. State Key Laboratory of Robotics, Shenyang Institute of Automation, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016, China;
2. Graduate School of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: Ocean observatories provides continuous power and data bandwidth for various kinds of physical, chemical, geological and biological sensors by hybrid power/optical fiber cables, which is new important way for ocean research recently. Present total configuration of the control system and the design of hardware and software system of the significant science and technology infrastructure advance research project "South China Sea Subsea Demonstrated Observatory". The experimental results prove that the system can meet the requirements of transmitting video signals and datas by optical fibers, monitoring and controlling the security of system such as insulation and leaking.

Key words: ocean observatories; control system; network architecture; optical switches

0 引 言

我国是个海洋大国,拥有丰富的海洋资源,大陆海岸线总长度超过 1.8×10^4 km,管辖海域近 300×10^4 km²。开发海洋是推动我国经济社会发展的一项战略任务,我国要加强海洋调查评价和规划,全面推进海域使用管理,加强海洋环境保护,促进海洋开发和经济发展^[1]。海底观测网络的研究和建设是目前国际海洋研究领域研究的热点^[2]。海底观测网能够获取包括海洋物理、化学、地址、生物等观测数据,这些数据涉及海洋资源与能源、气候、环境、生态等方面,对于海洋科学研究、海洋环境保护,以及海底资源勘探与开发等都具有十分重要的意义^[3]。因此,近年来各国纷纷提出计划或投入巨资建设本国的大规模缆系海底观测系统^[4-6]。

目前,世界各国海底观测网的研究已经全面展开。自

20 世纪 90 年代以来,美、加、日等海洋技术发达国家纷纷开展了海底观测网的研究与建设,其中典型代表有:1998 年,美国华盛顿大学与伍兹霍尔海洋研究所开展了 NEPTUNE 计划,加拿大于 1999 年 6 月加入^[7]。2003 年,日本东京大学主持建设了海底地震观测网 ARENA (advanced real-time earth monitoring network in the area),以提供地震、海洋学和生物学等信息^[8]。

监控系统是海底长期观测系统的核心组成部分,具有最终意义的海洋监测数据是通过监控采集和传输到岸站进行显示和存储使用的,监控系统还负责监测和保护系统的安全运行。

1 系统结构

海底观测网监控系统在结构上分为三个层:第一层次为岸站监控子系统,包括监控计算机、监视器、视频解码器、

网管型光交换机、服务器; 第二层次为主接驳盒监控子系统, 安装运行于主接驳盒电子舱内, 是海底长期观测系统的主节点, 可以从主接驳盒内再分支出不同的次节点, 系统主要包括网管型光交换机、以太网逻辑控制器、电压变换器、电流传感器、电压传感器、继电器等主要电子元件, 能够监控每一个次级接驳盒的供电状态(电压、电流) 并作为次级接驳盒数据传输到岸站的中继; 第三层次为次级接驳盒监控系统, 负责为水下摄像机、ADCP、水质仪等设备供电和进行数据传输, 该层控制系统将 PAL 制式视频和串行格式数据如 RS-232, RS-422, RS-485 均转换为以太网传输格式数据。因此, 海底观测网监控系统的的天数据传输统一为以太网格式, 利于扩展和维护。系统结构图如图 1 所示。

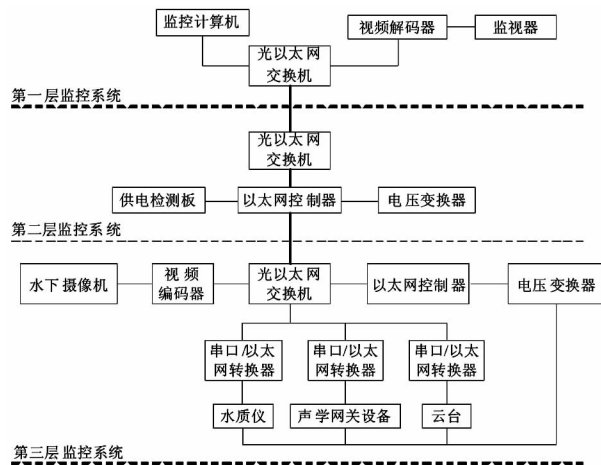


图 1 控制系统总体结构

Fig 1 Total structure of control system

2 硬件设计

2.1 岸站监控系统

岸站监控系统是海底长期观测系统的顶层部分, 主要设备安装在岸站监控室内, 岸站监控子系统的主要设备如图 2 所示。监控计算机实时显示水下摄像机拍摄到的画面和系统运行状态信息。以太网交换机选用 MOXA 的 EDS-728, 该交换机具有 1 GB/s 的光纤接口, 还具有 100 MB/s 的网线接口, 具有较强的网络管理和通信能力。视频解码器和光交换机通过网线连接, 视频解码器的视频输出信号通过 BNC 视频线连接视频显示器。本系统视频解码器选择 MOXA 的 Dport361。服务器通过网线连接以太网交换机。监控程序控制视频数据、海洋观测设备数据存储到服务器上。服务器选用惠普 DL385 机架式刀片服务器。

2.2 主接驳盒监控系统

主接驳盒监控系统处于岸站监控系统和次级接驳盒监控系统之间, 是数据传输的中继站。主接驳盒监控系统管理所有次级接驳盒的供电状况, 如电流、电压等。若某一个次级接驳盒的供电出现故障, 主接驳盒的监控系统应能检测

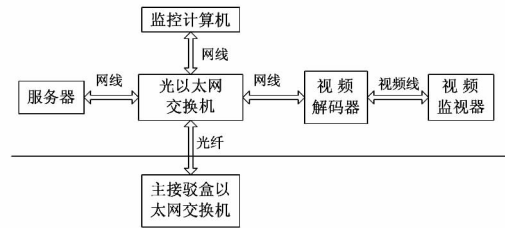
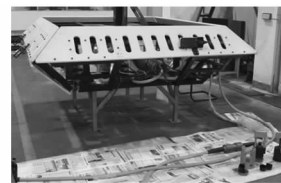


图 2 岸站监控系统架构

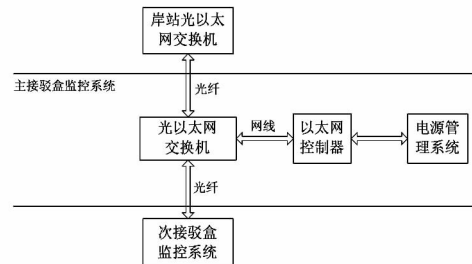
Fig 2 Architecture of control system in shore station

到故障并在必要时切断该次级接驳盒的供电。主接驳盒监控系统主要元器件包括以太网交换机、以太网控制器、电源管理系统等。在本系统中, 主接驳盒以太网交换机选用 MOXA EDS-G509。该交换机具有 1GB/s 的数据通信能力, 通过光纤和岸站光交换机连接。以太网交换机通过网线连接以太网控制器。以太网控制器选用 WAGO 的 750-881 可编程逻辑控制器, 用来采集主接驳盒控制系统的运行状态和接收岸站监控程序指令。电源管理系统主要设备为电流传感器、电压传感器等、继电器等, 负责采集监控次级接驳盒的供电状况。主接驳盒实物及监控系统连接关系如图 3 所示。



(a) 主接驳盒监控系统框架与电子舱

(a) frame and electronic cabin of main junction box



(b) 主接驳盒监控系统连接图

(b) connection diagram of main junction box

图 3 主接驳盒监控系统

Fig 3 Main junction box control system

2.3 次级接驳盒监控系统

次级接驳盒监控系统负责采集海洋观测设备的数据, 并实现对海洋观测设备的电源管理和数据类型转换和传输服务。从 4(a) 可看到舱盖上装有水下连接器, 用来连接海洋观测设备和主接驳盒电子舱, 图 4(b) 所示为次级接驳盒监控系统电子舱和主接驳盒电子舱, 次级接驳盒监控系统设备主要包括以太网交换机、以太网控制器、视频编码器、串口/以太网转换器等。视频编码器的作用是将模拟视频信号转换为符合以太网传输协议的数字信号, 海洋观测设备的数据类型复杂多样, 使用串口/以太网转换器统一将其转换为

以太网类型数据。经过转换,观测网内的数据格式均统一,有利于系统的进一步扩展。

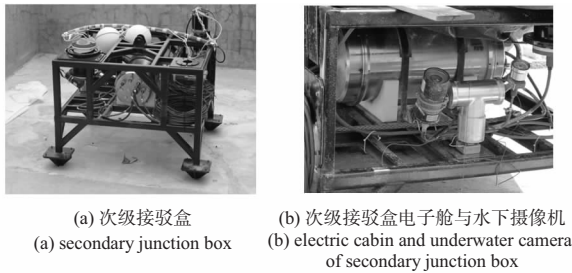


图 4 次级接驳盒框架与电子舱

Fig 4 Frame and electronic cabin of secondary junction box

3 软件设计

海底观测网软件系统应满足实时性强、网络通信性能好、操作简洁易懂、界面美观友好等要求。岸站监控软件采用 C#作为控制程序设计的工具,采用实时性较好的 TCP/IP 通信模式,保障了通信的实时性和稳定性。主接驳盒和次级接驳盒监控软件采用嵌入式设计方法,实现与岸站实时通信。

3.1 岸站监控系统软件

岸基站监控软件主要实现与水下接驳盒的网络通信;对接驳盒上传的数据按照规定的协议解析并进行实时动态显示;通过人机监控界面能够直观地了解到水下各系统运行状态;通过人机界面开启、关断水下海洋观测设备的供电;实现海底接驳盒的电能分配和控制。程序的数据接收采用异步监听方式,无需接收数据时挂起主线程,提高了执行效率和稳定性。

3.2 主接驳盒与次级接驳盒监控软件

主接驳盒和次级接驳盒监控系统内均有以太网逻辑控制器,并根据实际需要加装了数字量输出、模拟量输入、模拟量输出、温度采集等不同种类和功能的模块。逻辑控制器内运行有逻辑控制程序。逻辑控制程序完成的主要功能有:同岸站监控系统实时通信、采集传感器数据、执行岸站监控软件发出的控制命令等。图 5 为以太网逻辑控制器内控制程序工作流程。

4 系统测试与试验

海底观测网进行了海水浸泡试验,控制系统达到了良好的效果。主接驳监控系统、次级接驳盒监控系统能够对各自系统的运行状态进行检测并在岸站监控系统显示。岸站监控程序显示了主接驳盒监控系统发送的主接驳盒状态数据,主要为供电电压、电流、绝缘、漏水值等信息,如表 1。视频监控显示是海底观测网的重要功能,本控制系统采用视频编码器压缩视频信号,采用三层交换机系统传输视频信号,在岸站监控计算机内通过软件解码并实时显示视频。

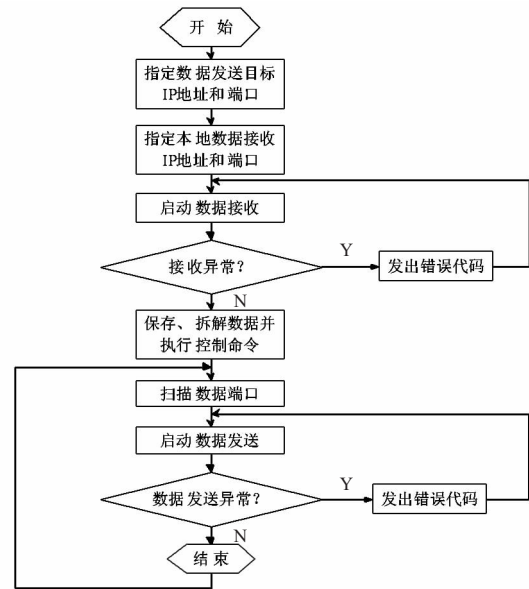


图 5 水下控制节点程序流程图

Fig 5 Program flow chart of underwater control node

表 1 主接驳盒状态数据

Tab 1 Datas of status of main junction box

参数	数值	状态
输出电压检测值(V)	378.6	正常
输出 375 V 绝缘值(kΩ)	73847.0	正常
主盒电子舱漏水值(V)	0.0	正常
输出电流检测值(mA)	28.0	正常
电子舱温度(℃)	36.3	正常
输入电流检测值(mA)	20.2	正常
输入电压检测值(V)	7856.3	正常

5 结论

本文提出了一种海底观测网络控制系统的构架结构,分层次设计思想和网络通信方法,介绍了实现该控制系统的主要电子元件及连接关系,介绍了控制系统软件设计的主要思想。经过水池试验表明:控制系统实现了电能的输送和检测,实现了水面监控系统与水下监控系统数据的双向实时传输,实现了安全监控功能要求,满足了设计要求。

参考文献:

[1] 孙志辉.用科学发展观引领我国海洋经济又好又快发展[J].求是,2006(11):56-58.
 [2] 汪品先.关于建设海底观测平台的建议[J].学会,2005(5):52-53.
 [3] Christlan R R ,Digiacomo P M ,Thomas C M. Opportunities and challenges of establishing coastal observing system [J]. Estuaries and Coasts 2006 29(5):871-875.
 [4] Isern A R. National Science Foundation's ocean observatory initiative [J]. Sea Technology 2005 46(96):55-60.
 [5] Barnes C R ,Best M M R ,Zielinski A. The NEPTUNE Canada regional cabled ocean observatory [J]. Sea Technology ,2008 ,49(7):10-14.

(下转第 100 页)

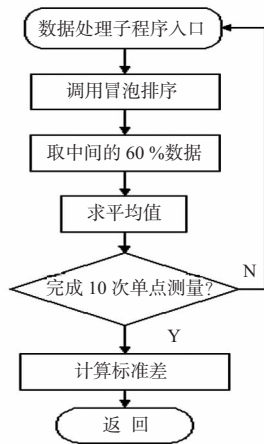


图6 数据预处理程序流程图

Fig 6 Flow chart of data preprocessing procedure

理系统设计主要由以下模块组成,分别是掺杂煤炭检测系统的主界面(GUI)模块、登录系统模块、数据分析处理模块、主控制模块、串行通信模块和数据库管理模块。该管理系统可以提供简单易操作的人机交互界面,实现了用户密码登录和用户管理,采样数据分析和保存处理结果等基本功能,提供煤炭资料浏览、打印、访问 Access 数据库查询等功能。

5 仪器的实验结果

对真煤、掺杂 30% 和掺杂 50% 煤矸石的煤炭分别制样。在室温条件下的大量实验表明:仪器的准确度优于 1%。图 7 为 3 种样品阻抗的幅频特性关系曲线,由图 7 可以看出:

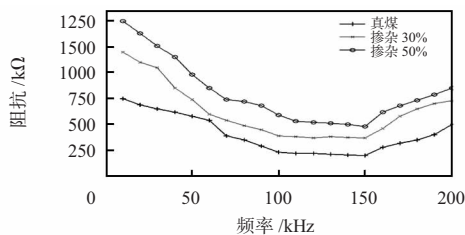


图7 样品阻抗幅频特性曲线图

Fig 7 Impedance amplitude frequency characteristics curve of sample

1) 3 种样品的幅频特性曲线形态相似,都呈现为浴盆曲线状。当激励源信号的频率较低时,样品的阻抗都随着频率的增加而降低;在某一频带范围,其阻抗值变化相对较小,趋于平稳;随着频率的再次升高,样品阻抗逐渐地增加;

2) 样品在 110~160kHz 频率范围内呈现最小阻抗状

(上接第 96 页)

- [6] Person R, Beranzoli L, Berndt C, et al. ESONET: An European sea observatory initiative[C]// Proc of Oceans'08, IEEE, 2008: 1215 - 1220.
- [7] 罗继业, 李彦. 海王星海底长期观测系统的技术分析[J].

态,这一频带为煤炭阻抗敏感频带;

3) 不同样品的幅频特性曲线不同,样品的阻抗与掺杂质(煤矸石)的程度有关,掺杂越多,其阻抗值越大。

6 结束语

本文设计了一种采用交流阻抗谱技术,基于 MSP430F449 单片机为微处理控制单元的掺杂煤炭快速检测仪,准确度优于 1%,同时利用 LabVIEW 开发平台设计了具有良好人机交互界面的上位机管理系统。该检测仪器性能稳定、准确度高,具有操作简单、数据可靠、低成本、低功耗等优点。如果进一步优化,可以填补市场上关于煤炭质量快速检测便携式仪器的空白。

参考文献:

- [1] Lim C S, Abernethy D A. On-line coal analysis using fast neutron-induced gamma-rays [J]. Applied Radiation and Isotopes, 2005, 63(5): 697 - 704.
- [2] Wang H D, Lu J B, Lu Y P, et al. An experiment-library least-squares method on on-line coal element contents analysis [J]. Science China Physics, Mechanics and Astronomy, 2012, 55(11): 2062 - 2069.
- [3] 苏保光, 田亮, 王琪, 等. 一种在线煤质软测量方法 [J]. 电力科学与工程, 2011, 27(7): 32 - 36.
- [4] Kim D W, Lee J M, Kim J S. Application of near infrared diffuse reflectance spectroscopy for on-line measurement of coal properties [J]. Korean Journal of Chemical Engineering, 2009, 26(2): 489 - 495.
- [5] GB/T 212-2008 煤的工业分析方法[S]. 2008.
- [6] 史美伦. 交流阻抗谱原理及其在应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 2001.
- [7] 滕召胜. 新型插杆式粮油水分传感器设计 [J]. 仪表技术与传感器, 1999(1): 3 - 4.
- [8] 董秀珍, 史学涛, 秦明新, 等. 用于电阻抗参数成像的多频率组合扫频信号源 [J]. 第四军医大学学报, 2000, 21(11): 1367 - 1370.
- [9] 张美仙, 王红亮, 丁海飞. 基于 DDS 芯片的信号源设计 [J]. 仪表技术与传感器, 2010(9): 54 - 56.
- [10] 高明. 24 位模/数转换器 CS5532 及其应用 [J]. 仪表技术与传感器, 2002, 7(3): 41 - 46.

作者简介:

汪鲁才(1969-),男,湖南长沙人,工学博士,教授,主要研究方向为信号处理与模式识别。

海洋技术, 2006, 25(3): 15 - 18.

- [8] 王项南, 马丽珊, 熊焰, 等. 深海观测平台技术 [J]. 海洋技术, 2007, 26(3): 16 - 18.

作者简介:

孙凯(1979-),男,吉林省集安人,博士研究生,助理研究员,主要从事海洋装备相关控制系统算法设计、优化、分析与研究。