

船舶电站实时监控通信软件设计

王虹飞¹, 向先波², 刘土光²

(1. 华中科技大学电子与信息工程系, 武汉 430074; 2. 华中科技大学交通学院, 武汉 430074)

摘 要: 实现船舶电站监控的关键是通信技术, 文章基于 Modbus 通信协议, 提出一种在 LabVIEW 虚拟仪器环境下实现 PC 机与单片机实时通信的方法, 设计了船舶电站实时监控通信软件, 完成对船舶电站多套柴油发电机组的现场监控。给出了监控系统的具体实施方案, 详细讨论了通信协议的设定及通信程序的编程要点。该通信软件的开发不仅为本科教学提供了实验平台, 而且能够很方便地移植到其它实际应用系统, 具有较好的工程实用价值。

关键词: 船舶; 船舶电站; Modbus 通信协议; 通信软件; 监控系统

中图分类号: TP271 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-6982(2007)03-0078-03

Communication software design of real-time monitoring system of ship power station

WANG Hong-fei¹, XIANG Xian-bo², LIU Tu-guang²

(1. Department of Electronics and Information Engineering, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China;
2. College of Traffic Science and Engineering, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: The key to realize the monitoring of ship power station is communication technology. In this paper, an approach to realize the real time communication between PC and single chip microcomputer in the LabVIEW operating system of virtual instrument based on Modbus protocol is introduced, the communication software of real-time monitoring system of ship power station is designed, on-site supervision to many diesel sets of ship power stations is completed and the specific executive plan of the monitoring system is presented. The setting of the communication protocol and the key points of the communication program are discussed in detail. The development of the communication software offers the experiment platform for undergraduates. It is convenient to apply the software to other practical application systems, and the software has better practical values.

Key words: ship; ship power station; Modbus protocol; communication software; monitoring system

0 引言

船舶上有许多工作和生活设备需要用电, 所以需要设置电站。实现船舶电站的实时监控, 除了用电设备可以得到高质量的电能之外, 还可以保证船舶电站供电的连续性和经济性, 提高船舶的生命力和可靠性^[1]。同时, 船舶电站自动化是实现机舱自动化进而实现全船自动化的必要条件, 因此, 船舶电站自动化的研究在现代船舶设计中具有很重要的意义和实用价值。实现船舶电站监控的关键是通信技术, 本文结合教学实验和实船设计的需要, 设计了船舶电站实时监控通信软件, 为本科教学提供了实验平台。该软件充分结

合单片机与 Modbus^[2]通信协议的优点, 在 LabVIEW^[3]虚拟仪器环境下, 实现 PC 机与单片机实时通信, 完成对船舶电站柴油发电机组的现场监控。该监控系统界面友好, 功能强大, 并且编程容易, 极大地简化了系统开发流程, 提高了系统开发效率, 在现代船舶电站设计中具有参考价值和应用价值。

1 监控系统的组成

船舶电站实时监控由 PC 机、单片机和 RS-485 通信网络组成两级控制模式, PC 机 (安装在集控室) 作为上级监督计算机控制系统 SCC (Supervisory

收稿日期: 2006-08-08; 修回日期: 2007-05-10

作者简介: 王虹飞 (1985-), 本科生, 主要从事电子电路与计算机软件设计。

Computer Control), 完成对船舶电站柴油发电机组运行状态实时监控和运行参数的在线设置, 遥控柴油发电机组启动/停止, 实现发电机组自动并车。选用凌阳16位单片机^[4] μnSP^{TM} (安装在电站主配电板内) 作为底层控制级, 与柴油发电机组这个控制对象一起组成直接数字控制系统DDC (Direct Digital Control), 完成对柴油发电机组的启动、停机、怠速运行、故障报警、参数检测等多种控制。单片机具有价格便宜、编程容易、接口简单等优点, 但单片机不具备人机接口界面, 为了用易于操作的图形界面实现远距离监控船舶电站的运行状态, 系统中通过单片机的硬件接口^[5], 以实时通信的方式, 借助于PC机Windows平台下的图形化软件, 设计出界面友好的监控系统。RS-485总线具有信号传输速率快、传输距离远、抗干扰能力强等优点, 其接口可以有多个驱动器和接收器, 很容易实现一台计算机与多个单片机之间的串行通信。软件协议采用支持RS-485网络的Modbus工业通信协议, 它是当今全球工业领域最流行的协议, 支持传统的RS-232、RS-422、RS-485和以太网设备。许多工业设备, 包括单片机、PLC、智能仪表等都使用Modbus协议作为它们之间的通讯标准。利用Modbus协议可以将各发电机组的控制连成网络, 进行集中监控。

2 通信软件的实现

2.1 Modbus 通信协议简介

Modbus 协议主要包括 ASCII 和 RTU 通信模式。这两种模式的消息帧结构如表 1 所示。Modbus 协议需要对数据进行校验, 对串行通信而言, 除串行协议中已具备的奇偶校验之外, ASCII 模式采用 LRC 校验, RTU 模式采用 16 位 CRC 校验。因此, Modbus 协议具有较高的可靠性。

表1 ASCII模式和RTU模式的消息帧结构

模式	开始标记	传输数据段格式	校验方式	结束标记
ASCII	: (冒号)	ASCII码字符(每个字符占两个字节)	LRC	CR, LF
RTU	无	十六进制数(每个数据占一个字节)	CRC	无

通过以上ASCII和RTU两种模式的结构对比可以看到, ASCII模式拥有开始和结束标记, 因此在进行程序处理时能更加方便, 而且由于传输的都是可见的ASCII字符, 所以进行调试时就更加直观。但是因为它传输的都是可见的ASCII字符, RTU传输的每个数据ASCII都要用两个字节来传输, 例如RTU模式传输一个

十六进制数0x5A, ASCII模式就需要传输‘5’和‘A’的ASCII码0x35和0x41这两个字节, 这样它的传输效率就比较低。所以一般来说, 如果所需要传输的数据量较小可以考虑使用ASCII模式, 如果所需传输的数据量比较大, 最好能使用RTU模式。但RTU模式采用的CRC校验比ASCII模式采用的LRC校验要复杂。

2.2 通信帧格式设定

在本系统中, 传输数据量不大, 为避免复杂的CRC校验, 故选用ASCII模式传输数据。采用ASCII模式传送数据时, 通信帧的基本格式具体设定如表2所示。

表2 ASCII模式下通信帧的基本格式

帧内容	所占字符数	描述
:	1	字符帧的起始符
ID	2	被控设备地址
FN	2	功能码(读/写)
AH	2	寄存器高位地址
AL	2	寄存器低位地址
LEN	2	数据长度
DATA _{1~n}	2N	数据段
LRC	2	检验码
CR	1	回车符
LF	1	换行符

功能码定义: 定义功能码03为PC机向单片机发出读取数据的请求, 单片机回送相应的数据段信息; 定义功能码06为PC机向单片机发出写入数据的命令, 由于是写入命令, 此时单片机回送的数据帧不包含有效数据段。

被控设备地址定义: 系统中设定01为1#柴油发电机组 (以下简称1#机组) 的柴油机控制器地址, 02为1#机组的发电机控制器地址; 03为2#柴油发电机组 (以下简称2#机组) 的柴油机控制器地址, 04为2#机组的发电机控制器地址; 如果后续还要增加柴油发电机组, 则它们的地址编号可依次往后类推, 但受到RS-485通信网络负载能力的限制, 设备地址不能超过254。

寄存器地址定义: 表3列出了1#机组部分寄存器地址。2#柴油机、发电机的寄存器地址与对应的1#柴油机、发电机寄存器地址完全一致, 只是其被控设备地址为03、04而已。

根据以上对通信帧各位所作的具体描述, 如果PC机发送通信字符串“: 0103010202F7”, 则表示要读取1#柴油机的转速。PC机也可一次性同时查询多个信息, 如发送“: 020301000FEC”表示从单片机读取1#发电机从地址0100开始的连续16个字节的信息, 根据表3可知, 这些信息包含1#发电机电压频率、C相电流和线

电压等多种参数。

表3 柴油发电机组寄存器地址

被控设备地址	寄存器地址	数据类型	作用描述
01	0102	Word	1#柴油机转速
01	0104	Word	1#柴油机机油压力
01	010E	Word	1#柴油机工作状态
01	0200	Word	1#柴油机运行时间
02	0102	Word	1#发电机电压频率
02	0104	Word	1#发电机C相电流
02	0108	Word	1#发电机电线电压
02	0204	Word	1#发电机超电压预警参数

2.3 单片机端 Modbus 通信软件的设计

单片芯片内的可编程SCI模块支持CPU与外设之间的异步串行数字通信。该SCI模块接收器和发送器是双缓冲的,每一个都有自己单独的职能和中断标志位,单片机串口通信可采用查询或中断模式实现,本系统串口通信中数据接收采用中断模式,发送采用查询模式,串口波特率为9600bit/s,数据位为8位,1位停止位。采用RS-485通信方式。

由于单片机在串口通信中接收每帧数据包后,会自动对接收状态寄存器中相应标志位进行置位,能很方便地通过预先设置串行接收中断信号,在中断服务程序中接收Modbus数据帧。具体实现代码如下:

```
void IRQ7(void) __attribute__((ISR));
void IRQ7(void) //串行接收中断服务子程序
{
    asm("INT OFF"); //关中断
    RevData[0]=*P_UART_Data; //接收第一个串行数据
    for(RevLen=1;;RevLen++)
    {
        RevFlag=(*P_UART_Command2) &0x0080; //得到串行中断标志位
        while(RevFlag==0); //等待串行中断标志置1
        RevData[RevLen]=*P_UART_Data; //依次接收后续串行数据
        *P_Watchdog_Clear=C_WDTCLR; //清看门狗
    }
    asm("INT IRQ"); //开中断
}
```

接收了完整的Modbus数据帧之后,需要对接收到的数据进行LRC方式校验。使用ASCII模式传输数据,

Modbus数据帧中包括了一个基于LRC方法的错误检测域,该LRC域是包含一个8位二进制值的字节。LRC值由传输设备计算并放到消息帧中,接收设备在接收消息的过程中计算LRC,并将它和接收到消息中LRC域的值比较,如果两值不等,说明有错误。

LRC校验方式比较简单,它检测了Modbus数据帧中除开始的冒号及结束的回车换行号外的所有内容。它仅仅是把每一个需要传输的数据按字节连续叠加后取反加1即可,丢弃了进位。其C语言实现代码如下:

//计算ASCII模式下LRC校验值的子函数

```
unsigned int LRC(Msg,DataLen)
```

```
unsigned int Msg[];unsigned int DataLen;
```

```
{
    unsigned int Msg_i,LRC_temp[2],LRCResult_temp
    =0;
    for(Msg_i=1;Msg_i<(DataLen-4);Msg_i++)
    {
        LRC_temp[Msg_i%2]=AsctoHex(Msg[Msg_i]);
        //ASCII码转为十六进制数
        if((Msg_i%2)==0) //将两个ASCII码值组合为一个
            字节的数值
        {
            //因为一个字节的数值是用两个
            ASCII码传输的
            LRCResult_temp+=(LRC_temp[1]*16+LRC_temp[0]); //
            累加求和
            LRC_temp[0]=0; LRC_temp[1]=0;
        }
        LRCResult_temp=~ LRCResult_temp; //求反码
        LRCResult_temp+=1; //反码加1求补码,得到LRC
        值
    }
    return LRCResult_temp;
}
```

在接收数据时,如果按照以上的LRC校验代码,确认Modbus消息帧准确无误,则可对Modbus协议数据帧进行功能解析,按照功能码和地址寄存器内容,完成数据的读取、写入功能。如果在发送数据时,则可按照以上代码,求出欲发送数据帧的LRC校验码值。

2.4 监控端 Modbus 通信软件的设计

监控端串行通信程序在PC机WindowsXP平台下采用LabVIEW编程实现。LabVIEW具有虚拟仪器开发环境,使用图标代替文本代码创建应用程序,是美国NI公司推出的一种非常优秀的面向对象的图形化编程语言。在这种图形化开发环境下,无需编写代码文本命

令行,只要拖放已经开发好的图形控件,就可以轻松地快速开发出应用程序用户界面,再结合框图模块即可实现系统的各种函数功能。LabVIEW集开发、调试、运行于一体,具有信号采集、仪器控制、测量分析与数据显示等功能,其虚拟仪器程序(Virtual Instrument,简称VI)可以非常容易地与各种数据采集硬件、以太网系统无缝集成,与各种主流的现场总线进行通信。

LabVIEW 环境下,读取串口数据可以用查询和中断方式,本软件采用中断方式,串行通信程序基于事件驱动的方式,中断接收来自单片机端的 Modbus 通信数据帧。中断方式下船舶电站柴油发电机组前面板监控界面如图 1、图 2 所示。通信参数与单片机端设定相同,选用 COM1 作为通信口。程序调用了 LabVIEW 中的 VISA Serial 系列模块实现 PC 机与单片机的实时通讯。其中 VISA Configure Serial Port 模块用于初始化所选择的串行口,包括分配串口资源,设置缓冲区大小、通信波特率、数据位、停止位、校验位和流控方式等;发送数据时,使用 VISA write 模块把输入缓冲区 write buffer 中的数据写到指定的串行口中;接收数据时,用 VISA Read 模块从指定串行口中读取数据;系统不需要使用串口设备时,VISA Close 模块用于关闭所创建的串口设备对象,以免占用系统资源。



图 1 船舶电站柴油机参数实时监控界面



图 2 船舶电站发电机参数实时监控界面

3 结束语

实现船舶电站监控的关键是通信技术,基于 Modbus 通信协议的船舶电站实时监控通信软件在船舶电站实验室进行了实机调试,成功地实现了对两套船用柴油发电机组的现场监控,PC 机与单片机通信不仅稳定、可靠,监控功能完善,界面友好,可视性强,而且能够很方便地移植到其它实际应用系统,在船舶电站集中监控设计中具有广泛的应用价值。

参考文献:

- [1] 王焕文.舰船电力系统及自动装置[M].北京:科学出版社,2004.
- [2] .Modbus Protocol Reference Guide[Z]. Modicon Inc. France; 1996
- [3] 雷震山. LabVIEW 7 Express 实用技术教程[M]. 北京:中国铁道出版社,2004.
- [4] 罗亚非,张向艳,李华丽等. 凌阳 16 位单片机应用基础 [M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2005.
- [5] 刘乐善,欧阳星明,刘学清. 微型计算机接口技术应用 [M]. 武汉:华中科技大学出版社,2000.

书 讯

《船舶知识》(Ship Knowledge)

《船舶知识》由荷兰 Dokmar, Maritime Publisher B.V.出版。其内容涉及所有的船舶和海运领域,从各类现代船舶结构和系统到工程、维修、安全和法律以及管理船舶业的规则(条例)。

本书通过详细的图表、照片和许多不同型号的远洋货轮的横截面提供了详细的解释。本书为全彩页,极具吸引力,对那些对海事业和航运感兴趣的人来说具有很高的可读性。

《船舶知识》提供了极具价值的资源信息,对航海类学院和大学及船员都非常有帮助。

主要栏目: 1. 船舶了解、2. 船的形状、3. 船型、4. 船舶建造、5. 船上的作用力、6. 法律和规定、7. 结构布置、8. 关闭装置、9. 货物装卸设备、10. 起锚设备和系泊装置、11. 机舱、12. 推进力和舵机、13. 电器装置、14. 材料和维护、15. 安全、16. 稳定。

ISBN: 9080633089