

# 船舶电站自动控制系统通信软件设计

李军政<sup>1</sup> 吕井勇<sup>2</sup> 刘擘<sup>1</sup>

(1. 海军驻武汉 712 所军事代表室, 武汉 430064; 2. 海军工程大学电气与信息工程学院, 武汉 430033)

**摘要:** 实现船舶电站自动控制的关键是通信技术, 文章基于 Modbus 通信协议, 设计了船舶电站自动控制系统通信软件, 包括上位机 PC 和下位机 PLC 部分, 完成对船舶电站实时监控。给出了控制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。实践证明该通信软件具有较高的可靠性。

**关键词:** 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: 1003-4862 (2009) 05-0029-04

## Communication Software Design in Automatic Control System of Ship Power Plants

Li Junzheng<sup>1</sup>, Lu Jingyong<sup>2</sup>, Liu Bo<sup>1</sup>

(1. Navel Representatives Office of 712 Research Institute, Wuhan 430064, China; 2. College of Electrical and Information Engineering, Naval Univ. of Engineering, Wuhan 430033, China)

**Abstract:** To realize the automatic controlling of ship power plants, communication technology is a key. This paper introduces an approach to realize the real time communication between PC and PLC based on Modbus protocol, designs the communication software of real-time monitoring system of ship power plants, and presents the specific executive plan of the monitoring system. It discusses the setting of the communication protocol and the key points of the communication program in detail. Practice proves that the software has higher reliability.

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

### 1 引言

船舶电站自动化是在缩减船员编制的情况下提出“有一人值班机舱”和“无人值班机舱”后发展起来的。其自动化程度的提高对提高船舶供电质量和减轻船员的劳动强度具有重要的意义。随着计算机软硬件水平的提高, 船舶电站自动化成为了可能, 船员可以通过软件显示界面直观的看到电站的整个状态, 通过鼠标来控制主开关的通断, 甚至通过设定完成发电机的自动启动、自动并车等功能。实现船舶电站监控的关键是通讯技术, 本文结合舰船装备的需要, 设计了船舶电站监控系统通讯软件。该软件利用 Modbus 通信协

议的优点, 实现 PC 机与 PLC 的实时通信, 完成对船舶电站的现场监控。设计的通讯软件具有较高的可靠性, 在实验室长期运行良好, 可以在实船上推广运用。

### 2 硬件设计

系统主要由电站集控台和 PLC 控制箱 2 部分组成。系统框图如图 1 所示。

其中, PLC 控制箱内部以 ABB 公司 PLC KT97 为核心作为下位机实现模拟量和开关量的操作, 而控制台内的工控机作为上位机实现开关的遥控、电站状态和各种电能参数的显示, 包括发电机及电网电压、频率等的显示。上位机与下

收稿日期: 2008-12-24

作者简介: 李军政(1977-), 男, 研究方向: 舰船电力系统。

位机通过串口通信, 遵循 Modbus 通讯协议, PC 机作为主设备初始化查询, PLC 作为从设备根据主设备的查询提供相应的数据。为保证通讯距离, 中间经过 RS485 转换器转换。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, 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。不同厂商生产的控制设备包括单片机、PLC、智能仪表等都可以通过 Modbus 协议连成工业网络, 进行集中监控。

### 3 通信软件的实现

#### 3.1 Modbus 通信协议简介

Modbus 协议主要包括 ASCII (美国标准信息交换代码) 和 RTU (远程终端单元) 通信模式。这两种模式的消息帧结构如表 1、2 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。

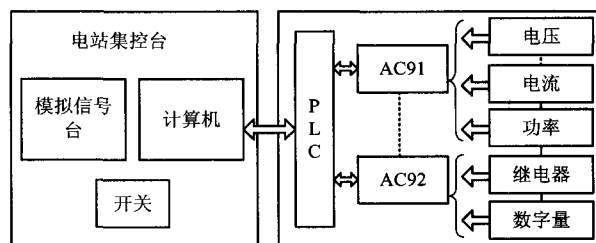


图 1 系统硬件框图

ASCII 通信模式中, 消息中的每 8 Bit 字节都作为每两个 ASCII 字符发送。这种方式的主要优点是字符发送的时间间隔可达到 1 秒而不产生错误。RTU 通信模式中, 消息的每个 8 Bit 字节包含两个 4 Bit 的十六进制字符。这种方式的主要优点是在同样的波特率下可比 ASCII 方式传送更多的数据。

表 1 ASCII 模式消息帧

| 地址 | 功能代码 | 数据数量 | 数据 1 | ... | 数据 n | LRC 高字节 | LRC 低字节 | 回车 | 换行 |
|----|------|------|------|-----|------|---------|---------|----|----|
|----|------|------|------|-----|------|---------|---------|----|----|

表 2 RTU 模式消息帧

| 地址 | 功能代码 | 数据数量 | 数据 1 | ... | 数据 n | CRC 高字节 | CRC 低字节 |
|----|------|------|------|-----|------|---------|---------|
|----|------|------|------|-----|------|---------|---------|

#### 3.2 通信帧格式设定

在本文设计的电站控制系统查询的数据量较多, 采用的是 RTU 通信模式。上位机在空闲时以查询方式读取数据, 发送数据采用中断方式。

##### 3.2.1 数字量的查询

控制软件发送如下命令: 如图 2。

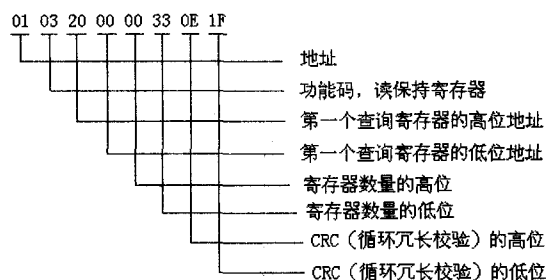


图 2

从 PLC 0x2000 单元开始读 51 个单元的数据。PLC 接收到以上命令, 就将 51 个单元的数

据传送给控制软件, 格式见图 3。

其中 51 个单元的数据共有 408 位 (每个字节 8 位), 这些数据经过处理报警子程序处理, 分离出各种数字信息 (例如第 1 位为 1 表示 2#汽轮机

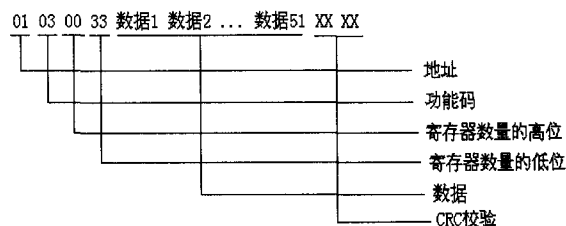


图 3

有电, 0 表示 2#汽轮机没有电), 处理报警子程序就对每一位逐一进行判断, 然后转化成相应的状态信息, 在控制界面上直观地显示出来。报警信号的信息也包含在这些数据中, 例如第 8 位表示岸电欠压 (1 表示欠压), 如果接收到的数据第 8

位为 1，就在显示界面的报警条中显示岸电欠压的报警信息。

### 3.2.2 模拟量的查询

控制软件发送如下命令:图 4

从 PLC 0x2060 单元开始读 21 个单元的数据。因为 RTU 模式中每字节包含两个 4Bit 的十六进制数据，这样就可以获得 42 个模拟量的数据。PLC 接收到以上命令，就将 21 个单元的数据传送给控制软件，格式如下：如图 5。

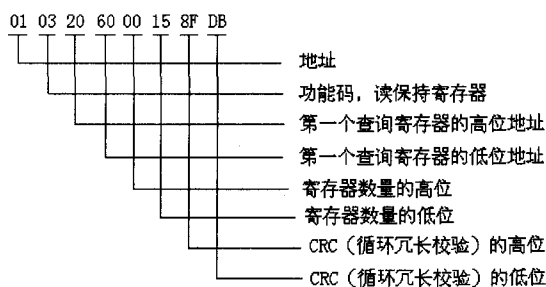


图 4

这些数据经过计算子程序处理计算，转化成相应的模拟量(如发电机的电压、电流、频率等)。

### 3.2.3 开关的通断控制

控制软件发送如下命令：如图 6。

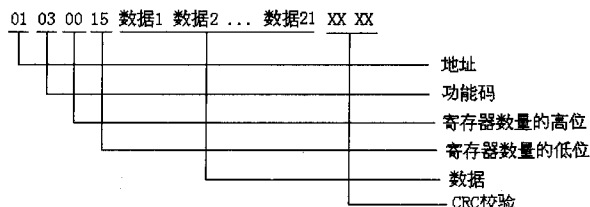


图 5

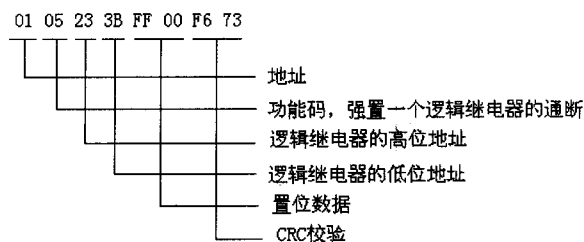


图 6

让 PLC 中地址为 0x233B 的逻辑继电器接通。如果接通 PLC 将给上位机一个回应信号, 显示界面中相应开关闭合; 如果没有接通, 则给出相应故障报警信号。

### 3.3 PLC 端通信软件的设计

编程语言采用与 IEC61131-3 标准兼容的 FBD 功能块图编程语言, FBD 语言源于信号处理领域, 具有直观、可读性强的特点, 在工业控制领域被普遍采用。PLC 与上位机通信采用查询方式。通信采用 Com2 端口, 波特率 19200 b/s, 无奇偶校验位, 1 个停止位。

### 3.4 PC 端通信软件的设计

PC 端监控通信程序采用 VC++编写, 通信参数和下位机设置相同。上位机读采用查询方式, 写采用中断方式。上位机每隔固定的时间读一次下位机 PLC, 一个周期为 300 ms。为读写的数据开设 73 个内存缓冲区, 要写入下位机的命令放在固定的缓冲区中。通信部分的初始化程序放在 VC++对话框窗口的初始化函数(OnInitDialog())里, 主要包括串口、读写标志、定时器的初始化。发送程序放在定时响应函数(OnTimer(UINTnIDEvent))里。接收程序放在串口响应函数里。

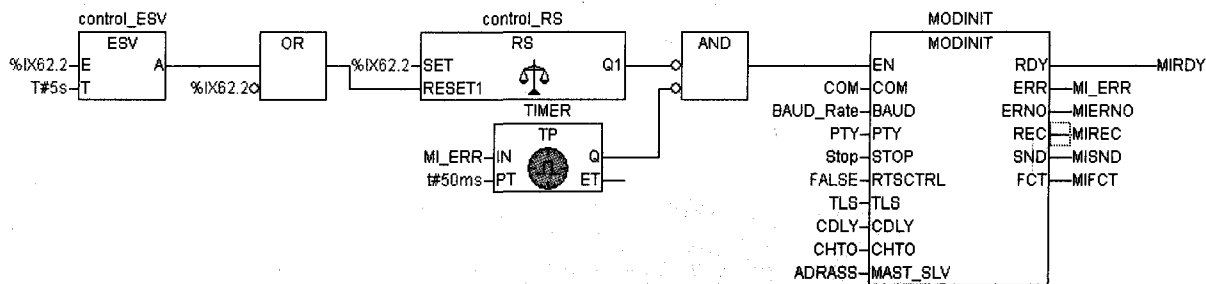


图 7 PLC 端通信部分 FBD 程序

## 4 通信软件的实现

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系统的通信软件在船舶电站实验室进行了实机调试, PC 机与 PLC 通信稳定、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。

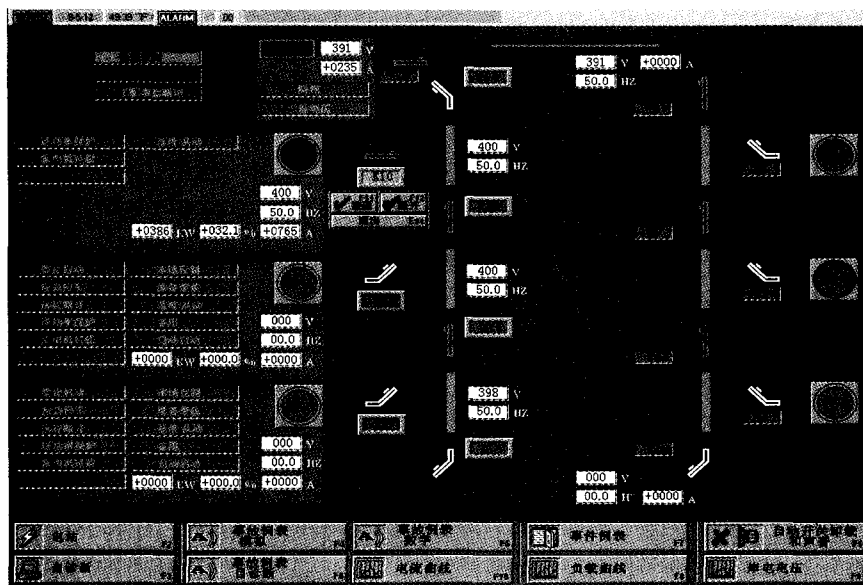


图 8 电站控制台主界面

## 参考文献:

- [1] 王虹飞, 向先波, 刘土光. 船舶电站实时监控系统通讯软件设计[J]. 船舶工程, 2007, (3).
- [2] 张少华, 刘慧敏. 船舶自动化电站模拟器系统[D].

世界海运, 2002, 25(6): 41~42.

- [3] 何衍庆, 黎冰, 黄海燕. 可编程控制器编程语言及应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2006.
- [4] 何健辉, 董方鹏. 实用 VisualC++6.0 教程[M]. 北京: 清华大学出版社, 2002.

## [海装动态]

### ● 俄罗斯舰艇采购项目面临延误

[据英国《简氏国际海军》报道] 俄罗斯海军两个主要水面舰艇的采购项目——新的护卫舰和轻护舰——已经延误了 2 年。俄罗斯海军直到 2012-2013 年才会接收第一艘“戈尔什科夫”(Gorshkov)级护卫舰, 或者直到 2010 年才会接收第二艘“守护”(Stereushchiy)级多用途轻护舰。

据俄通讯社报道: 俄副总理伊万诺夫 (Sergei Ivanov) 10 月 30 日对俄罗斯军事工业委员会称: 第一艘护卫舰将在 2011 年下水。然而, 2005 年 10 月与圣彼得堡北方造船厂 (Severnaya Verf) 签订“戈尔什科夫”级护卫舰建造合同的时候, 下水时间定的是 2009 年。

最初的计划是到 2015 年采购 5 艘排水量为 4500 吨的护卫舰, 现在很可能要到 2017 年, 尽管海军希望采购 10 艘——很可能多达 20 艘。

此外, 伊万诺夫称: “第二艘‘守护’级轻护舰将在 2010 年完成, 比预计的要晚一年。该轻护舰的排水量为 2200 吨, 将命名为“Stoiky”, 这个名字以前是 2006 年 11 月铺设龙骨的第五艘轻护舰的名字。

该级轻护舰准备替换 25 艘仍然在服役的“格里沙 (Grisha)”级轻护舰。第一批的 4 艘正在北方造船厂建造, 包括该级的第一艘“守护”号, 该舰已经于 2007 年 11 月服役。

第五艘轻护舰于 2006 年 6 月在共青城的阿穆尔船厂铺设了龙骨, 该舰是签订的 2 艘轻护舰建造合同中的一艘。目前还不清楚这两艘舰的进展情况。2008 年 6 月北方造船厂宣布被选为“守护”级轻护舰项目的唯一建造商。

伊万诺夫称: “计划产购 20 艘‘守护’级轻护舰用于俄罗斯波罗的海和黑海的近海防御。”