

# 远动系统中远程维护的技术探讨与实现

高峰<sup>1</sup>, 胡绵超<sup>2</sup>, 张阳志<sup>1</sup>, 杨常府<sup>1</sup>

(1. 北京哈德威四方保护与控制设备有限公司, 北京 100085; 2. 许继电气公司四方分公司, 河南 许昌 461000)

**摘要:** 变电站自动化系统中, 远动系统的功能是随着电力系统调度自动化的需要而不断扩展的。远程维护是为了使调度控制中心可以实现对变电站内 RTU 的远程拨号、参数下传等维护功能。实现远程维护需要通过数据通信设备 (DCE) —MODEM 进行, 这就要求对与 MODEM 通信相关的知识有相当程度的了解。在简单介绍了 MODEM 的基本原理、Hayes 标准、通用异步接收发送器 (UART) 后, 以 DOS 环境下的 MODEM 通信功能实现为例, 阐述了在远动系统中实现远程维护功能的关键技术。

**关键词:** 远动系统; 远程维护; MODEM 通信; Hayes 标准; 通用异步接收发送器 (UART); 中断服务程序; 接收/发送缓冲队列

中图分类号: TM734

文献标识码: B

文章编号: 1003-4897(2001)08-0042-04

## 1 引言

在变电站自动化系统中, 远动系统在其中起着举足轻重的作用。它不仅是实现电力系统调度自动化的重要组成部分, 而且也是变电站与调度控制中心之间进行数据通信的桥梁<sup>[1]</sup>。以往, 电力系统远动的主要任务无非是: 将表征电力系统运行状态和各变电站的有关实时信息采集到调度控制中心; 把调度控制中心的命令发往变电站, 对设备进行控制和调节。但随着科学技术的进步, 远动系统的功能根据电力系统调度自动化的实际需要还在不断地扩展。例如, 为了使调度控制中心能够对变电站进行远程维护, 可以由调度控制中心与远动系统建立电话拨号连接, 实现由调度控制中心向 RTU 下传参数 (包括: 四遥、SOE、合并遥信等配置信息), 以及 RTU 的重新启动等基本远程维护功能。本文就是对实现远动系统中的远程维护功能的相关技术进行探讨。

## 2 远程维护的实现技术

通过模拟电话线路实现远动系统中的远程维护功能需要重要的 DCE 设备——MODEM 进行数字信号与模拟信号之间的相互转换, 因此需要对实现 MODEM 通信的相关技术进行介绍。

### 2.1 重要的 DCE 设备——MODEM

一般来讲, 终端与计算机、计算机与计算机之间的通信称为数据通信<sup>[2]</sup>。数据通信系统的基本构成如图 1 所示。

目前使用最广泛的数据传输通道就是模拟电话线路。计算机所能处理的数字信号不能直接进入这

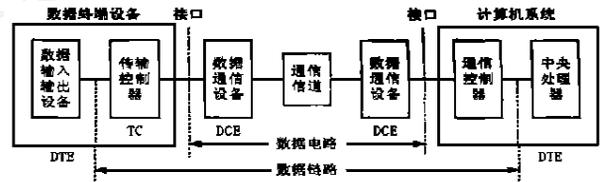


图1 数据通信系统基本构成

样的信道, 而必须通过一个中间设备——MODEM, 它用来实现数字信号到模拟信号和模拟信号到数字信号的相互转换。因此, MODEM 是最重要的 DCE 设备之一。

通过 MODEM 可以实现计算机数据与适合通过电话线传输的数据之间的转换, 其基本原理如图 2 所示。MODEM 从发送数据的一方串行接收数据, 然后经过调制, 将数字信号转换为模拟信号, 最后通过电话网络传送到接收方。接收数据的一方也需要通过 MODEM 从电话线将信号解调, 将模拟信号转换为数字信号, 然后由 MODEM 串行传送给接收方。



图2 MODEM 基本原理

### 2.2 Hayes 标准

目前, MODEM 的通信标准均以 Hayes 公司的 Smartmodem 系列产品为蓝本。对于涉及 MODEM 通信的应用程序可以使用 AT 命令来完成对 MODEM 的控制。AT 命令就是写向已知有 MODEM 相连的 COM 口的 ASCII 字符串, 这些命令就构成了 AT 命令集, 也就是用于控制 MODEM 的标准语言。

MODEM 的状态可以分为命令状态和在线状态。除了正在拨号时以外,MODEM 总是处于两种状态之一。当 MODEM 启动时,它总是先处于命令状态,以 AT 命令形式接收命令,并对 MODEM 进行相应的处理,至少返回一个结果码,以指示当前命令是否正确执行以及执行的结果。当与远端系统建立连接之后,MODEM 处于在线状态,这时它不再对数据进行解释和处理,而是直接将其发送出去。这两种状态之间可以进行相互切换。转换关系如图 3 所示。

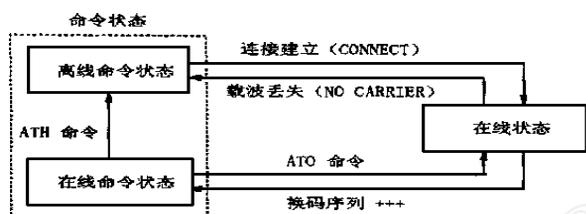


图 3 MODEM 状态转换

此外,MODEM 内部还有许多称为 S 寄存器的寄存器,这些寄存器提供了存取 MODEM 设置的专用方法。例如可以由 S 寄存器指定 MODEM 开始自动应答前需要等待的振铃次数等。

### 2.3 通用异步接收发送器——UART<sup>[3]</sup>

为了实现异步串行通信,要求 PC 机串行口符合 RS-232C 标准,并按该标准定义的信号进行信息控制和数据传输。能够实现该功能的集成电路称为通用异步接收发送器(UART)。UART 的典型功能框图如图 4 所示。

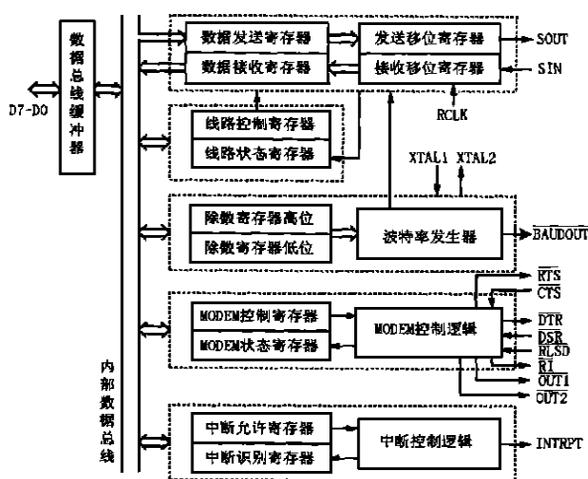


图 4 UART 典型功能框图

通用异步接收发送器除了与系统相连的数据缓冲、地址选择和控制信号外,还可分为五个功能模块,每个功能模块内又包含两个寄存器,共十个寄存器。但 UART 只提供 3 根地址线(A<sub>0</sub> ~ A<sub>2</sub>),只能直

接寻址 8 个寄存器,因此将两个除数寄存器和其它寄存器共用地址。在寻址除数寄存器时先使线路控制寄存器的最高位 DLAB = 1,而当 DLAB = 0 时,寻址数据接收/发送寄存器和中断允许寄存器。表 1 列出了 UART 的 10 个寄存器的定义和描述。

表 1 UART 内部寄存器

地址	标志	COM1 地址	COM2 地址	I/O	寄存器
A <sub>2</sub> A <sub>1</sub> A <sub>0</sub>	DLAB	(H)	(H)		
000	0	3F8	2F8	IN	接收缓冲寄存器 (RXD)
				OUT	发送保持寄存器 (TXD)
001	0	3F9	2F9	OUT	中断允许寄存器 (IER)
010	x	3FA	2FA	IN	中断识别寄存器 (IIR)
011	x	3FB	2FB	OUT	线路控制寄存器 (LCR)
100	x	3FC	2FC	OUT	MODEM 控制寄存器 (MCR)
101	x	3FD	2FD	IN	线路状态寄存器 (LSR)
110	x	3FE	2FE	IN	MODEM 状态寄存器 (MSR)
000	1	3F8	2F8	OUT	除数锁存器低位 (LSB)
001	1	3F9	2F9	OUT	除数锁存器高位 (MSB)

## 3 应用举例

由于 DOS 环境下的通信应用程序需要直接和硬件(UART)打交道,这就要求对 UART 各内部寄存器的含义必须有深入的理解。为了有助于正确认识操作系统的硬件结构,本文以 DOS 环境下的 MODEM 通信为例,介绍远程维护程序的实现。

### 3.1 DOS 环境下的 MODEM 通信编程

DOS 环境下的通信编程一般有三种方法,即查询方式、中断方式和 BIOS 调用方式。由于在异步串行通信中,串口接收到字符的时间是不可预知的,因此对于实时性要求高的场合就必须使用中断方式。此外,中断方式不占用 CPU 时间,当串口接收到字符或者前一个字符发送结束后,UART 会以中断方式通知 CPU。这也是中断方式与查询方式本质上的区别。

可以将 DOS 中断方式下的远程维护程序的实现分为四个部分:串行通信端口及 MODEM 初始化、字符接收/发送中断处理、接收/发送缓冲队列处理、主程序。

#### 3.1.1 串行通信端口及 MODEM 初始化

串行通信端口及 MODEM 初始化流程如图 5 所示。

#### 3.1.2 字符接收/发送中断处理

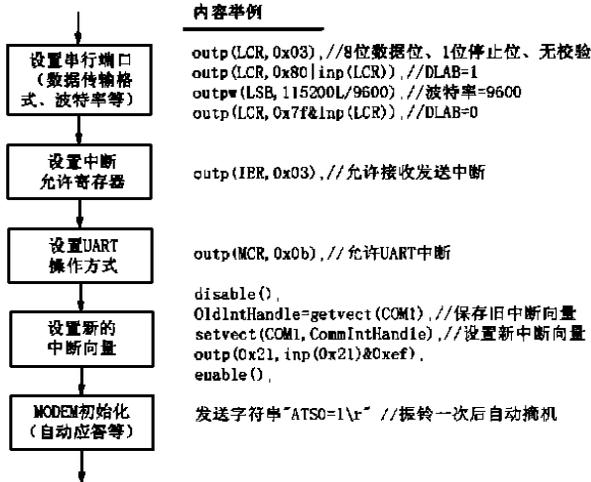


图5 串行端口及MODEM初始化流程

当从串行端口接收到一个字符或者前一个字符发送结束后, CPU 会进入字符接收/发送中断处理程序。此时, 需要根据中断识别寄存器 (IER) 的状态判断中断类型后进行相应的处理。

字符接收/发送中断处理与一般的中断处理程序一样遵循通用的编程方法。例如, 如果同时有多个不同优先级别的中断请求 (如接收数据就绪、发送保持寄存器空、MODEM 状态变化等) 时, 由于 IIR 只标识当前最高优先级别的中断, 为了防止漏掉被屏蔽的低优先级的中断源类型, 就必须在中断处理程序中判断所有尚未处理的中断。其程序结构为:

```

void interrupt CommIntHandle(void)
{
    int iINT = inp(IIR);
    while(1) {
        switch(iINT) {
            case 0x00://MODEM 状态变化
                break;
            case 0x02://发送保持寄存器空
                break;
            case 0x04://接收数据就绪
                break;
            case 0x06://接收数据错
                break;
        }
        iINT = inp(IIR);
        //无其它尚未处理的中断
        if(iINT == 1) break;
    }
    outportb(0x20, 0x20); //中断处理结束
}

```

### 3.1.3 接收/发送缓冲队列处理

接收/发送缓冲队列是两个满足“先进先出” (FIFO) 原则的循环队列, 分别用来存放已经接收到正在等待处理的数据和待发送的数据。采用循环队列是为了当队列已满时, 新的数据能够及时从头开始填充, 这样就覆盖了原先存放队列中的部分数据, 因此在编程实现中还要保证新的数据不能覆盖尚未处理的数据。

对于接收操作, 主程序在空闲时检查接收队列是否有需要处理的数据, 而这些数据是何时接收到的并且如何放入接收队列则由中断处理程序完成。同样地, 对于发送操作, 主程序将待发送的数据放入发送队列, 而数据如何发送则由中断处理程序完成。接收/发送循环队列的处理如图6所示。

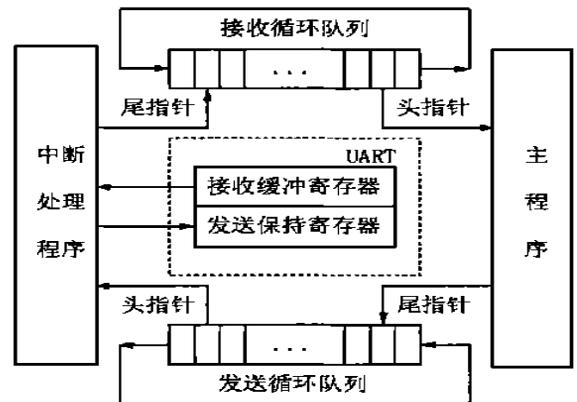


图6 接收/发送缓冲队列示意图

### 3.1.4 主程序

在主程序中, 当进行完串口和 MODEM 的初始化后, MODEM 的初始状态为未与远方连接的命令状态。只有当主程序接收到 MODEM 的返回码“CONNECT”时, 才表明通信链路已经建立, 此时 MODEM 已切换到在线状态, 调度与 RTU 的通信就可以正常进行了。

### 3.2 远程维护功能的实现

远程维护需要调度端对变电站内的远动系统进行远程操作, 它的基本功能包括: 拨号连接、下传参数、重新启动等。一种简单的实现方法是由调度端和站内远动系统双方约定一系列的通信规则, 即简单的通信协议来实现参数 (或文件) 的互传。这样做的优点就在于不需要在远动软件中嵌入诸如 ZMODEM、Kermit 等较为复杂的文件传输协议, 而只需能够完成满足远程维护功能的通信协议即可。这种通信协议可以比一般的远动规约简单得多, 但最好是采用一问一答方式。正常情况下, 由调度端作为主叫方, 站内 RTU 作为被叫方, 只有当主叫方收到被

叫方对前一帧数据的应答后,才认为一帧数据发送成功,继续下一帧数据;否则,认为数据出错或线路断开,进行重新传输或者重新连接。

#### 4 结论

远动系统中远程维护功能的实现,重点在于需要对 MODEM 进行控制,而对 MODEM 的控制则需要通过对可编程的异步串行通信芯片 UART 进行操作来发送 AT 命令实现。AT 命令是 Hayes 标准的核心,PC 机通过 AT 命令的使用就可以方便地实现拨号连接、状态检测、拆除链路等操作,从而保障 DTE 之间的可靠的数据传输。对 UART 的编程实际上是对 UART 的内部寄存器进行读/写操作,只有深入理解 UART 内部结构以及内部寄存器,并详细了解数

据的发送和接收过程,才能编写出稳定性好、代码效率高的应用程序。

#### 参考文献:

- [1] 盛寿麟. 电力系统远程监控原理(第二版). 北京:中国电力出版社,1998,3.
- [2] 陈坚,孙志月. MODEM 通信编程技术. 西安:西安电子科技大学出版社,1998,3.
- [3] 杨素行,等. 微型计算机系统原理及应用. 北京:清华大学出版社,1995,9.

收稿日期: 2001-02-15;

作者简介: 高峰(1977-),男,工学硕士,从事变电站自动化设计工作; 胡绵超(1968-),男,工程硕士,从事变电站自动化设计工作; 张阳志(1971-),男,工学硕士,从事变电站自动化设计工作。

### The discussion and realization of remote maintenance technology in remote terminal system

GAO Feng<sup>1</sup>, HU Mian-chao<sup>2</sup>, ZHANG Yang-zhi<sup>1</sup>, YANG Chang-fu<sup>1</sup>

(1. Beijing Hathaway Sifang Protection & Control Co., Ltd., Beijing 100085, China;

2. XI Electric Corporation, Xuchang 461000, China)

**Abstract:** According to the requirement of dispatch automation in power system, the function of remote terminal units in substation automatic system is continually extended. It is the target of remote maintenance that the dispatch control center can dial and transfer parameters to RTU in substation. For remote maintenance, a sort of data communication equipment, MODEM, is necessarily introduced. After simply introducing some knowledge about the fundamental principle of MODEM, Hayes standard and universal asynchronous transceiver(UART), this paper further discusses some important technology under DOS operation system to achieve remote maintenance in the remote terminal system.

**Key words:** remote terminal system; remote maintenance; MODEM communication; Hayes standard; universal asynchronous transceiver; interrupt service routine; receive/transmit buffer queue

(上接第 41 页)

#### 参考文献:

- [1] 杨奇逊. 微型机继电保护基础. 北京:中国电力出版社, 1998.

收稿日期: 2000-12-25

作者简介: 周建民(1963-),男,大专,主要从事牵引变电所、保护监控综合自动化方面的研究; 鲍春晖(1974-),男,本科,主要从事继电保护方面的研究; 佟延春(1964-),男,主要从事继电保护产品结构方面的研究。

### Modular design for relaying protection products

ZHOU Jian-min, BAO Chun-hui, TONG Yan-chun

( Archeng Relay Co., Ltd. Archeng 150302, China)

**Abstract:** By analyzing the design for microprocessor based products in this paper, the importance of modular design for microprocessor based relaying protection products is described.

**Key words:** microprocessor based technology; relaying protection; modular design