

MODEM MODEM MODEM MODEM MODEM

MODEM
MODEM

○ 陈 坚 孙志月 编著

通信编程技术

西安电子科技大学出版社

7/231
CJ/1

MODEM 通信编程技术

陈 坚 孙志月 编著

西安电子科技大学出版社

1998

内 容 简 介

本书详尽地介绍了串行通信的关键技术以及 MODEM 在各种操作系统下的编程技术,并通过丰富的范例帮助读者迅速掌握这一技术。

本书分三个部分,共七章:第一章到第三章为第一部分,是本书的基础,简单介绍了异步串行通信的基础知识、Hayes 标准的 AT 命令集、UART 的内部结构、寄存器的概念以及编程基本知识;第四章到第六章为第二部分,详细介绍了 DOS、Windows 3.1、Windows 95/NT 各种操作系统下的通信编程技术,包括查询和中断(或者消息驱动、线程控制)两大类通信方式;最后,第七章为第三部分,给出了一个基本完整的综合应用实例,详细介绍了 MODEM 在现代监控系统中的应用。

本书知识覆盖面广、实用性强,所有的范例都可以“即拿即用”。它适合于所有串行通信程序员,无论是初学者,还是 DOS、Windows 3.1、Windows 95/NT 程序员都可以分别选看感兴趣的章节,同时可参考其它操作系统下串行通信所采用的技术,以扩展思维。

本书的目的就是使任何一位读者只要通过本书的学习都可以完全掌握 MODEM 通信编程技术。

JSS32/35
18

MODEM 通信编程技术

陈 坚 孙志月 编著

责任编辑 李惠萍 殷威安

西安电子科技大学出版社出版发行

西安电子科技大学印刷厂印刷

新华书店经销

开本 787×1092 1/16 印张 15 字数 354 千字

1998 年 3 月第 1 版 1998 年 3 月第 1 次印刷 印数 1-6 000

ISBN 7-5606-0575-3/TP·0288 定价: 20.00 元

前 言

近年来,由于因特网(Internet)的火爆、长城和 Intel 等国内外大公司相继推出基于电话网络的可视电话的影响,越来越多的人开始使用调制解调器(MODEM)。另一方面,实现异地信息传输,最简单也最直接的方法就是现存的四通八达的电话网络。由于电话网络是为传输模拟的话音信号设计的,为了传送计算机所能处理的数字信号,则必须通过一个中间设备,即 MODEM,来实现数字信号在模拟信道上的传输,因此越来越多的人开始学习编制 MODEM 通信程序。

作者在研究生期间,研制了几种视频采集压缩卡,并利用 MODEM 配合高效的压缩编码方法,实现了电话线上的图像通信,效果非常不错,并最终开发出一套数字监控系统。该系统利用图像卡对视频信号进行采集,利用计算机对数据图像压缩存储,具有自动判断报警、自动拨号并将报警画面传输到指定终端等新颖功能,相对传统的闭路电视监控有巨大的优越性。

编写本书的出发点是将自己的实践经验加以总结归纳,尽量用浅显易懂的语言将复杂的通信机制讲得透彻,期望能给广大程序员以参考。因此本书的特点是简明、实用。本书既是学习 MODEM 通信编程技术的一本不可多得的参考书,也是各类编程人员的必备案头书。

本书共分七章,三大部分:

第一章到第三章为第一部分,是本书的基础。其中第一章简单介绍了异步串行通信的基础知识,诸如 RS-232C 标准和 MODEM 的相关知识。第二章介绍了 MODEM 的事实上的标准——Hayes 标准的 AT 命令集。第三章介绍了微机的异步串行接口 UART 的内部结构、寄存器含义以及编程基本知识。

第四章到第六章为第二部分,详细介绍了各种操作系统下的通信编程技术。其中第四章介绍了在 DOS 环境下的查询和中断两种编程技术。第五章介绍了在 Windows 3.1 环境下的查询和消息驱动方式的通信编程技术。第六章介绍了在 32 位操作系统——Windows 95 和 Windows NT 环境下的通信编程技术,其中着重介绍了利用 Windows 95/NT 的核心技术之一——线程和重叠 I/O 操作实现高效异步串行通信技术。

最后,第七章为第三部分,给出了一个基本完整的综合应用实例,详细介绍了 MODEM 在现代监控系统中的应用。它首先以博爱多媒体监控系统为例说明了数字监控系统较传统监控所具有的无比优越性,然后以 Windows 95/NT 环境下如何实现静止图像的压缩、存储和传输为例,具体说明了监控系统中常用的通信编程技术,作为本书的结束篇。

本书编著者希望读者通过本书的学习就可以完全掌握 MODEM 通信编程技术,因此

本书非常注重实用性。在每章介绍了相关知识和各种技术之后，都给出了几个相应的实用的范例。所有程序全部经严格测试，无须调试，读者完全可以“即拿即用”，以节省时间，提高工作效率。

本书范例采用 Visual C++ 语言编程，具体可参考由西安电子科技大学出版社出版的《利用 Visual C++ 2.0/4.0 编制 Windows 95 应用程序》和《Windows 95 多媒体应用程序设计技术》两本书。

在本书的著作过程中，得到了西安电子科技大学出版社的李惠萍老师的关心和指导，深表感谢。

限于作者学识水平有限和时间仓促，书中难免有不足和疏忽之处，恳请各位同仁及广大读者给予批评指正。

作 者

1997 年 11 月 18 日于深圳

目 录

第一章 引言	1	2.2.2 拨号呼叫	22
1.1 数据通信	1	2.2.3 应答呼叫	24
1.1.1 同步通信与异步通信	2	2.2.4 专线方式	25
1.1.2 波特率与数据传输率	2	2.2.5 状态切换命令	26
1.1.3 DTE 与 DCE	3	2.2.6 挂机命令	26
1.2 重要的 DCE 设备——MODEM	3	2.2.7 MODEM 逻辑接口命令	27
1.2.1 MODEM 的功能	3	2.2.8 扬声器控制	28
1.2.2 MODEM 的分类与标准	4	2.2.9 版本信息及自检测	29
1.2.3 MODEM 的安装与使用	5	2.2.10 配置命令	29
1.2.4 外置 MODEM 指示灯	6	2.2.11 S 寄存器操作	31
1.3 RS-232C 标准	7	2.2.12 连接性选择命令	31
1.3.1 RS-232C 标准	7	2.2.13 其它通用命令	32
1.3.2 信号连接	7	2.2.14 AT 命令速查表	33
1.3.3 握手	9	2.3 S 寄存器	36
1.3.3.1 硬件握手	10	2.4 MODEM 返回信息码	39
1.3.3.2 软件握手	11	本章小结	39
1.3.3.3 硬件与软件相结合的握手	11	第三章 通用异步接收发送器	
1.3.4 微机的 RS-232C 接口	12	UART	41
1.4 文件传输协议	15	3.1 异步串行口硬件结构	41
1.4.1 XMODEM 协议	15	3.1.1 系统 I/O 总线	42
1.4.2 YMODEM 协议	15	3.1.2 时钟	42
1.4.3 ZMODEM 协议	16	3.1.3 读/写控制逻辑	42
1.4.4 Kermit 协议	16	3.1.4 MODEM 控制逻辑	43
1.4.5 各种通信协议比较	16	3.2 UART 内部结构	44
本章小结	17	3.2.1 波特率除数锁存器	45
第二章 Hayes 标准	18	3.2.2 通信线路控制寄存器	47
2.1 MODEM 状态	18	3.2.3 通信线路状态寄存器	48
2.1.1 命令状态	19	3.2.4 中断允许寄存器	50
2.1.2 在线状态	19	3.2.5 中断标识寄存器	51
2.1.3 状态转换	19	3.2.6 MODEM 控制寄存器	52
2.2 AT 命令	20	3.2.7 调制解调器状态寄存器	54
2.2.1 用户接口命令	21	3.2.8 发送保持寄存器	54
		3.2.9 接收缓冲寄存器	55

3.2.10 寄存器复位	55	5.1.5 获得通信错误和状态信息	102
3.3 NS16550 UART	56	5.1.6 控制握手信号和设备挂起	103
3.3.1 中断标识寄存器	56	5.1.6.1 控制握手信号	103
3.3.2 线路状态寄存器	57	5.1.6.2 设备挂起与恢复	104
3.3.3 FIFO 控制寄存器	58	5.1.7 关闭串口	104
3.3.4 FIFO 中断模式操作	59	5.2 查询通信	105
3.3.4.1 接收器中断	59	5.2.1 程序结构	105
3.3.4.2 超时中断	59	5.2.2 应用实例	106
3.3.4.3 发送器中断	59	5.3 事件驱动通信	109
3.3.5 FIFO 查询模式操作	59	5.3.1 通信消息 WM_COMMNOTIFY	109
本章小结	60	5.3.2 设置发送和接收事件 触发消息	110
第四章 DOS 下的 MODEM 编程技术	61	5.3.3 设置事件掩模	110
4.1 查询方式	61	5.3.4 应用实例	112
4.1.1 通信口初始化	62	5.4 通信 VBX 控制	115
4.1.2 发送查询	63	5.4.1 通信 VBX 控制描述	115
4.1.3 接收查询	64	5.4.2 通信 VBX 控制属性	117
4.1.4 应用实例	65	5.4.3 通信 VBX 控制事件	130
4.2 中断方式	68	5.4.4 通信 VBX 控制函数	131
4.2.1 通信口初始化	69	5.4.5 在 Visual Basic 中利用 通信控制	133
4.2.2 发送和接收队列	70	5.4.6 在 Visual C++ 中利用 通信控制	133
4.2.3 中断服务处理子程序	72	本章小结	137
4.2.4 应用实例	73	第六章 Windows 95/NT 下的 MODEM 编程技术	138
4.3 BIOS 调用方式	87	6.1 Windows 95/NT 通信结构	139
4.3.1 初始化串口	87	6.1.1 Windows 95 通信功能	139
4.3.2 发送字符到串口	88	6.1.2 通信子系统	140
4.3.3 从串口接收字符	89	6.1.3 Win32 通信 API 和 TAPI	141
4.3.4 获取串口状态	89	6.1.4 Win32 通信程序	142
4.3.5 _bios_serialcom 通信函数	89	6.2 Win32 通信函数	142
4.3.6 应用实例	90	6.2.1 打开通信资源	142
本章小结	91	6.2.2 配置串行通信资源	143
第五章 Windows 3.1 下的 MODEM 编程技术	92	6.2.3 Windows 95 新的通信配置 函数	150
5.1 通信函数	92	6.2.3.1 数据结构	150
5.1.1 打开串口	93	6.2.3.2 通用通信配置对话框	155
5.1.2 配置串口	94	6.2.3.3 获取通信配置	156
5.1.3 缓冲区控制	99	6.2.3.4 设置通信配置	156
5.1.4 读写串口	99	6.2.4 缓冲区控制	156
5.1.4.1 对串口进行读操作	99	6.2.5 读写通信资源	158
5.1.4.2 先读一个字节	100		
5.1.4.3 对串口进行写操作	101		
5.1.4.4 发送紧急字符	101		

6.2.5.1 读串口资源	158	6.5.3.5 通信控制	191
6.2.5.2 写串口资源	159	本章小结	191
6.2.5.3 重叠 I/O 操作	161	第七章 MODEM 在现代监控	
6.2.5.4 超时	161	系统中的应用	193
6.2.5.5 通信错误	163	7.1 传统电视监控系统	194
6.2.6 通信事件	165	7.1.1 报警系统	194
6.2.6.1 设置事件掩模	165	7.1.2 监视系统	194
6.2.6.2 获取事件掩模	166	7.1.3 传统电视监控系统的不足	196
6.2.6.3 监视通信事件	166	7.2 博爱多媒体监控系统	196
6.2.7 获取 MODEM 状态	167	7.2.1 系统核心技术——国家专利	
6.2.8 控制握手信号和设备挂起	168	“四画面图像采集器智能	
6.2.8.1 控制握手信号	168	监控装置”	196
6.2.8.2 设备挂起与恢复	169	7.2.2 系统结构	197
6.2.9 关闭通信资源	169	7.2.3 系统特点与优点	198
6.2.10 通信函数小结	169	7.2.4 博爱家庭监控与可视	
6.3 查询方式	171	通信系统	199
6.4 线程处理方式	174	7.3 Motion - JPEG 图像编解码技术	200
6.4.1 线程和线程同步机制	175	7.3.1 运行模式	200
6.4.1.1 线程优先级	175	7.3.2 图像质量	201
6.4.1.2 创建线程	176	7.3.3 系统结构和构成	201
6.4.1.3 挂起线程	178	7.3.4 Motion - JPEG 压缩方法	204
6.4.1.4 终止线程	179	7.4 图像显示技术	205
6.4.1.5 同步	179	7.5 电话线上图像传输技术	205
6.4.2 重叠 I/O 操作	181	7.5.1 创建应用程序	206
6.4.3 应用实例	184	7.5.2 拨号呼叫和电话号码面板	207
6.5 通信 ActiveX 控制	184	7.5.3 通信状态显示	210
6.5.1 ActiveX 控制结构	185	7.5.4 创建通信菜单	211
6.5.2 MFC 与 ActiveX 控制	186	7.5.5 配置通信串口	212
6.5.3 组件平台和 ActiveX		7.5.6 通信链路控制的实现	214
控制编程	188	7.5.7 自动应答控制	220
6.5.3.1 ActiveX 控制注册	188	7.5.8 图像传输控制	222
6.5.3.2 支持 ActiveX 控制	188	7.5.9 通信线程的实现	225
6.5.3.3 组件平台	188	本章小结	231
6.5.3.4 在对话框中使用 ActiveX		参考文献	233
控制	191		

第一章

引言

现在，越来越多的人通过电话线将计算机接入国际互联网（因特网，Internet），来享受信息高速公路所带来的诸如信息资源共享等各种好处。随着基于 MMX 技术的奔腾处理器的推出，电话线上的可视电话被越来越多的人所接受和认可。另外许多单位开始通过电话线实现工厂的无人值守、远程诊断维护和管理自动化等。所有这一切都离不开调制解调器(MODEM)。本书将从技术人员的角度出发，介绍 MODEM 的各种通信编程技术。本章首先介绍串行通信和 MODEM 的一些基础知识，作为本书的开场篇。

本章主要内容：

- 异步通信
- DTE 与 DCE
- MODEM 的分类、设置
- Hayes 标准
- RS-232C 标准
- 握手/流量控制
- 各种文件传输协议

1.1 数据通信

终端与计算机之间的通信或计算机与计算机之间的通信，通常称为数据通信。数据通信技术综合了计算机技术和通信技术，一个数据通信系统的基本构成如图 1.1 所示。

数据通信发送方称为信源，接收方称为信宿。连接信源和信宿的通道称为通信信道，或称通信线路。它可以是电缆、电话线、微波通道等。

数据通信与电话通信不同，由于在通信过程中没有人直接参加，因而必须通过遵守相

同的传输控制规程(或通信协议规程)才可能使通信双方协调、可靠地工作。图 1.1 中的传输控制器和通信控制器主要功能就是完成传输控制规程。数据电路加上传输控制规程就称为数据链路。

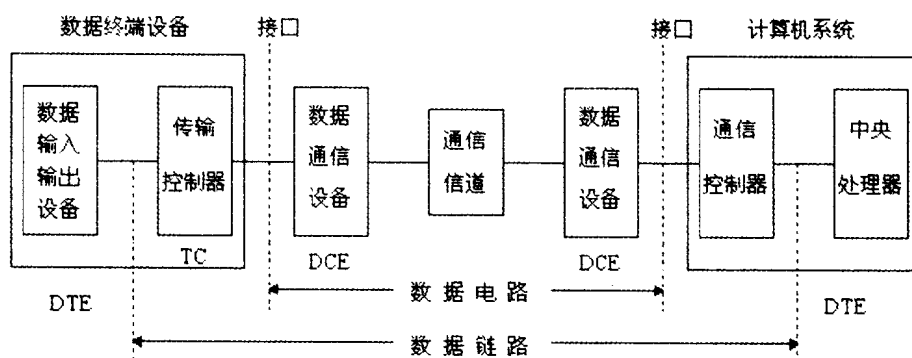


图 1.1 数据通信系统的基本构成

1.1.1 同步通信与异步通信

数据通信方式有两种：同步通信方式和异步通信方式。

同步通信方式要求通信双方以相同的速率进行，而且要准确地协调。它通过共享一个单个时钟或定时脉冲源以保证发送方和接收方准确同步。其特点是允许连续发送一个字符序列（而非单个字符），每个字符数据位数相同，没有起始位和停止位，效率高。

异步通信方式不要求通信双方同步，发送方和接收方可以采用各自的时钟源。为了实现通信，双方必须都遵循异步通信协议。异步通信时以一个字符作为数据传输单位，发送方传送字符的时间间隔不确定。每个字符传输都以起始位开始，以停止位结束。通信双方所指定的字符的数据位数、奇偶校验方法、停止位数必须相同。由此可见，由于每传送一个字符还必须加入开始位和结束位，因而传输效率比同步通信方式低；但它对通信双方的同步要求大大降低，因而成本也比同步通信方式低。

1.1.2 波特率与数据传输率

通常度量数据通信能力有以下两种方法：

1. 波特率（又称调制速率）

波特率指单位时间内线路状态变化的次数，反映了数据的调制信号波形变换的频繁程度，单位是“波特”（baud）。

2. 数据传输率

数据传输率指单位时间内传送的信息量，以每秒内传送的二进制数据“1”和“0”的数量表示，单位是“比特/秒”（b/s）*。

波特率与数据传输率两者相似但不等同。只有当通过基波传输（零调制或空调制）时，

* 本书为方便读者阅读，数据传输率仍按习惯用 bps 表示。

由于单位时间内仅调制/解调 1 个信号，因而这两者速率数值相同。

当采用载波传输时，波特率与数据传输率之间具有如下关系：

$$C = B \log_2 n$$

其中：C 为数据传输率，B 为波特率，n 为调制信号数或线路状态数(2 的倍数)。

图 1.2 为波特率和数据传输率两者之间的关系示意图。

对 PC 机而言，波特率与数据传输率数值相同。

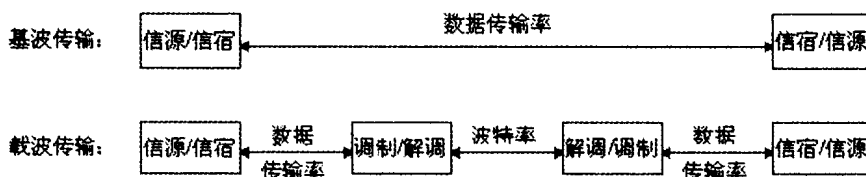


图 1.2 波特率与数据传输率关系示意图

1.1.3 DTE 与 DCE

在数据通信系统中，用于发送和接收数据的设备称为数据终端设备(Data Terminal Equipment, 简称为 DTE)。DTE 既可以是一台计算机，也可以是一台只接收数据的打印机。用来连接 DTE 与数据通信网络的设备称为数据通信设备(Data Communications Equipment, 简称为 DCE)，或称为数据电路终接设备。DCE 既可以是一个调制解调器，也可以是一个简单的线路驱动器。

1.2 重要的 DCE 设备——MODEM

目前最广泛使用的数据传输信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。MODEM 是最重要的 DCE 设备之一。

1.2.1 MODEM 的功能

调制解调器是“调制器和解调器”的缩写，MODEM 为 MOdulation+DEModulation 两个单词的缩写。MODEM 从发送方串行接收数据，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，然后串行发送给接收方。即 MODEM 实现了计算机数据与适合通过电话线传输的数据之间的转换，如图 1.3 所示。

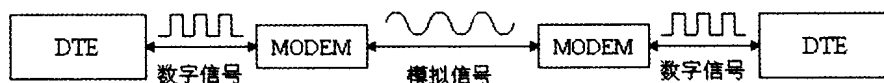


图 1.3 MODEM 典型用法

对应于波形的幅值、频率和相位三大特性, MODEM 相应地也有三种调制方法:

- a. 幅移键控(ASK): 调幅调制, 以正弦波的幅度在两种幅值之间变换表示数字信号 1 和 0。
- b. 频移键控(FSK): 调频调制, 以正弦波的幅度在两种频率之间变换表示数字信号 1 和 0。
- c. 相移键控(PSK): 调相调制, 以正弦波的幅度在两种相位之间变换表示数字信号 1 和 0。

1.2.2 MODEM 的分类与标准

MODEM 通常有以下三种分类方法:

1. 按功能分类

可以分为单一 MODEM、二合一 FAX/MODEM 以及三合一 VOICE/FAX/MODEM。单一 MODEM 只能完成一般意义上的调制解调功能。二合一 FAX/MODEM 除此之外, 还能完成传真机的大部分功能。而三合一 VOICE/FAX/MODEM 除了传真和数据传输之外, 还具有语音功能。

2. 按外观分类

主要可以分为内置式 MODEM 和外置式 MODEM。内置式 MODEM 是一块计算机适配卡, 占用一个计算机扩展槽。它的优点之一是价格相对便宜, 二是灵活性好, 可设置为 COM3 口和 COM4 口, 但缺点是没有状态指示灯。

外置式 MODEM 不占用计算机扩展槽, 提供状态指示灯(有利于排错和调试串口通信程序), 但价格相对较高。

3. 按传输速率分类

以 MODEM 的传输速率分类, 可以分为多种, 诸如 300, 1 200, 2 400, 9 600, 19 200, 28 800, 33 600 bps 等。

对于每种传输速率, CCITT 都制订了相应的国际标准, 主要有:

V. 21: 300 bps 全双工 MODEM 通信协议。

V. 22: 600 bps 和 1 200 bps 半双工 MODEM 通信协议。

V. 22bis: 1 200 bps 和 2 400 bps 全双工 MODEM 通信协议。

V. 32: 4 800 bps 和 9 600 bps 全双工 MODEM 通信协议。

V. 32bis: 7 200 bps、12 000 bps 和 14 400 bps 全双工 MODEM 通信协议。

V. 34: 28 800 bps 全双工 MODEM 通信协议。

V. 34+: 33 600 bps 全双工 MODEM 通信协议。

目前市场上还有 56 kbps 的 MODEM, 一场标准之争正在两种不兼容的数据传输协议(U. S. Robotics/3Com 的 X2 和 Rockwell/Lucent 的 K56flex)间展开。到本书截稿时, 两大阵营仍未妥协, 尚未形成一个统一标准。预计此情形将持续到 1998 年第三季度 ITU 出台国际标准为止*。

* 据 98 年 1 月 20 日最新消息: Lucent 和 3Com 公司宣布结束 56 K Modem 标准之争, 均采用称为 V. pcm 的新工业标准。

1.2.3 MODEM 的安装与使用

外置式 MODEM 的安装非常方便，只需将计算机的串口通过 9 芯/25 芯通信电缆与 MODEM 的 25 芯插座相连，将电话线插入 MODEM 的 LINE 插孔，电话机通过 RJ-11 电缆与 MODEM 的 PHONE 插孔相连，然后接上 MODEM 电源即可，如图 1.4 所示。

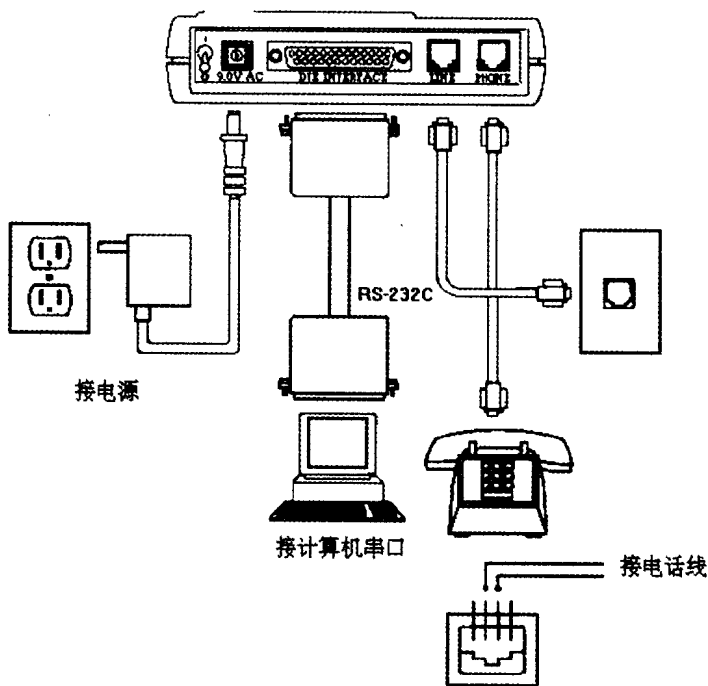


图 1.4 外置式 MODEM 的连线图

内置式 MODEM 的安装则相对复杂一些，最重要的一点就是正确选择卡上的跳线开关，设置合适的端口地址和中断号。由于一般计算机已提供 COM1 和 COM2 口，因而内置式 MODEM 一般都设置在 COM3 或 COM4 口，然后插入计算机的扩展槽中。与外置式 MODEM 相同，内置式 MODEM 档板上一般有两个标准的 RJ-11 电话孔，分别标有 LINE 和 PHONE，如图 1.5 所示。将电话线插入 LINE 插孔，通过 RJ-11 电缆将电话机与 PHONE 插孔相连。如果该 MODEM 具有语音功能，则还有一个麦克风输入端口和一个扬声器输出端口。

如果计算机的操作系统是 Windows 95，则在正确安装 MODEM 之后(外置 MODEM 电源开 的情况下)，计算机上电启动。由于 Windows 95 有“即插即用”功能，因而系统将自动报告发现新的设备，提示安装设备的驱动程序。另外进入 Windows 95 之后，也可以通过执行 Control Panel 中的 Modem 程序，安装 MODEM 驱动程序。

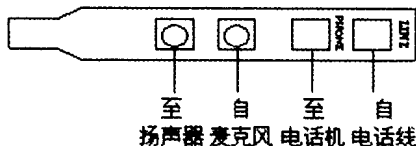


图 1.5 内置式 MODEM 档板图

最后安装 MODEM 附带的通信软件或者 Bitware 等有名的通信软件。具体安装与软件使用方法请参见 MODEM 用户手册。

1.2.4 外置 MODEM 指示灯

讲到调制解调器产品，就不能不提贺氏(Hayes)的 Smartmodem 产品，就如同讲到声卡，就不能不提 Creative 的声霸卡一样。几乎所有应用于计算机通信的 MODEM 均声称与 Hayes Smartmodem 兼容。下面以 Hayes 的 ACCURA 产品为例具体介绍外置式 MODEM 各指示灯的含义。

在正确安装 MODEM 之后，MODEM 即可加电。当电源打开后，MODEM 前面板(如图 1.6 所示)HS 和 MR 灯亮，各指示灯含义如表 1.1 所示。

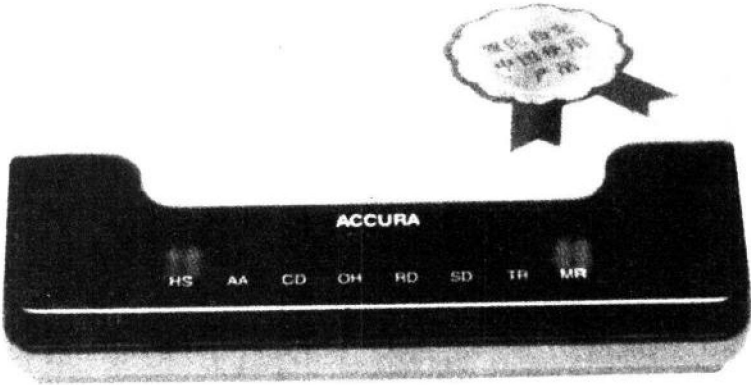


图 1.6 Hayes ACCURA 的前面板

表 1.1 外置式 MODEM 指示灯

指 示 灯	描 述
MR (MODEM 就绪/进行测试)	当 MODEM 上电时亮。当 MODEM 在自检或诊断方式下，MR 灯闪烁
TR (终端就绪)	当 RS - 232 DTR 信号有效时，TR 灯亮
SD(发送数据)	当 MODEM 发送数据时，SD 灯闪烁
RD(接收数据)	当 MODEM 接收到数据时，RD 灯闪烁
OH(摘机)	当 MODEM 摘机时 OH 灯亮，MODEM 挂机时 OH 灯灭
CD(载波检测)	本地 MODEM 从远端 MODEM 接收到有效数据载波信号时，CD 灯亮
AA(自动应答)	当 MODEM 被设定在应答方式时，AA 灯亮。当 MODEM 检测到从远方来的呼叫，而它又被置于自动应答方式时，在振铃期间，AA 灯灭。如不是自动应答方式，在振铃期间，AA 灯亮
HS(高速)	当 MODEM 在其最高速率操作时，HS 灯亮

1.3 RS-232C 标准

1.3.1 RS-232C 标准

为了使不同制造厂家的设备能够互相兼容,美国电子工业协会(EIA)于1969年制订了RS-232C标准。RS-232C标准常简称为RS-232,它与国际电报电话咨询委员会CCITT(现在已并入ITU-T)制订的串行接口标准V.24“数据终端设备(DTE)和数据通信设备(DCE)之间的接口电路定义表”基本相同。

RS-232C标准涉及的是DTE与DCE之间的连接规定,包括两设备接口电路的机械特性、信号线的功能描述以及电信号特性。

根据RS-232C标准规定,接口电路采用一对物理D型连接器:DTE设备应该有一个D型插头接口,DCE设备应该有一个D型插座接口。D型连接器可以是25芯(简称为DB25),也可以是9芯(简称为DB9)。

1.3.2 信号连接

RS-232C标准定义的接口电路可以分为四类:地、数据、控制和定时。所有的电路名称都是从DTE角度出发说明的,例如“发送数据”指数据由DTE向DCE发送,“接收数据”指DTE从DCE接收数据。

图1.7给出了RS-232C DTE侧的DB25插头的各管脚的信号定义。

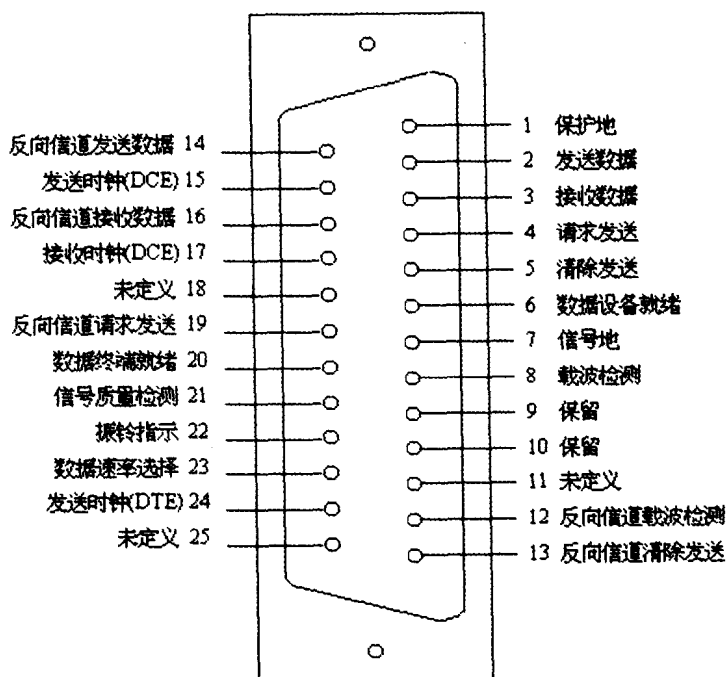


图 1.7 RS-232C 针脚分配

如果删除 RS-232C 的 25 条信号线中没有定义的和专用于同步传输的信号线,剩下的 11 条信号线就是在实际异步通信应用中所需的信号线。MODEM 电缆所需的信号线也是这 11 条信号线。表 1.2 列出了它们的名称、信号方向以及简要功能。

表 1.2 常用的 11 条 RS-232C 信号线

引脚	信号名称	信号方向	简称	信号功能
1	保护地	—	PG	保护接地
2	发送数据	DTE→DCE	TxD	DTE 发送串行数据
3	接收数据	DTE←DCE	RxD	DTE 接收串行数据
4	请求发送	DTE→DCE	RTS	DTE 通知 DCE, 它请求发送数据
5	清除发送	DTE←DCE	CTS	DCE 已切换到接收模式
6	数据设备准备就绪	DTE←DCE	DSR	DCE 准备就绪, 可以接收
7	信号地	—	SG	公共信号地
8	数据载波检测	DTE←DCE	DCD	DCE 接收到远程载波, 通信链路已连接
20	数据终端就绪	DTE→DCE	DTR	DTE 准备就绪
22	振铃指示	DTE←DCE	RI	通知 DTE, 有远程呼叫
23	数据信号速率检测	DTE↔DCE	DSRD	选择较高的速率, 双向通知

在表 1.2 中, 信号 RTS、CTS、DSR、DCD、DTR、RI 和 DSRD 都表示控制信号。这些信号有效时, 表示接通(ON)状态(空号 SPACE、二进制 0、高电平); 反之表示断开(OFF)状态(传号 MARK、二进制 1、低电平)。信号线 TxD 和 RxD 为数据传输信号线, 传号表示二进制 1, 空号表示二进制 0。下面对这 11 条信号线的功能作具体说明。

1. 保护地(Protective Ground, 简称 PG, 引脚 1)

该引脚接设备的底板或外壳, 作为保护接地。

2. 发送数据(Transmitted Data, 简称 TxD, 引脚 2)

DTE 向 DCE 发送串行数据。只有当下列 4 个信号都有效时, DTE 才能发送数据。

① RTS(请求发送)

② CTS(清除发送)

③ DSR(数据设备就绪)

④ DTR(数据终端就绪)

当 DTE 不发送数据, 即线路空闲时, 该信号必须保持传号状态。

3. 接收数据(Receive Data, 简称 RxD, 引脚 3)

DTE 从 DCE 接收串行数据, 该信号与其它信号线状态无关。当没有载波时, 在半双工系统中从发送模式切换到接收模式的短暂时间内, 该信号处于传号状态。

4. 请求发送(Request To Send, 简称 RTS, 引脚 4)

该信号和 CTS 一起提供了控制 DTE 与 DCE 之间数据流的一种方法。当 DTE 要求发送数据或者从接收模式切换到发送模式时, 发出该信号, 以通知 DCE, DTE 请求发送数据。

5. 清除发送(Clear To Send, 简称 CTS, 引脚 5)

当 DTE 发送 RTS 信号请求发送数据后, 不能立即发送数据。因为 DCE 不可能在瞬间完成线路切换, 因而 DTE 必须检测 CTS 信号。当 DCE 向 DTE 发出 CTS 信号后, 表明

DCE 已切换到接收模式,这时 DTE 才可以开始发送数据。

6. 数据设备准备就绪(Data Set Ready, 简称 DSR, 引脚 6)

表示 DCE 准备就绪,可以接收数据。它并不指示已建立端到端的连接,而只是表明本地 DCE 的状态。只有当以下条件同时满足时,DCE 才发出 DSR 信号。

① 本地 DCE 已接至信道,即处于摘机状态,但不处于测试、对话或拨号模式。

② 本地 DCE 已实现了定时功能。

③ 如 DCE 是 MODEM,则表示 MODEM 已开始了各自应答音调的传送。在应答模式中,电话摘机两秒后才发出应答音调和 DSR 信号。而源 MODEM 知道接收到远程 MODEM 的应答音调后才发出 DSR 信号。

7. 信号地(Signal Ground, 简称 SG, 引脚 7)

整个电路的公共信号地,作为测量所有信号电压的参考地。将该信号与保护地(引脚 1)相连,可以防止设备因系统变压器发生故障而遭到损坏。

8. 数据载波检测(Data Carrier Detect, 简称 DCD, 引脚 8)

该信号又称接收线路信号检测器(Received Line Signal Detector, 简称 RLSD),或称载波检测(Carrier Detect, 简称 CD)。它表示 DCE 接收到远程载波,通信链路已连接,此时数据传输可以进行。DCE 通过发出 DCD OFF 告诉 DTE 拆除连接。

9. 数据终端就绪(Data Terminal Ready, 简称 DTR, 引脚 20)

它表明 DTE 已准备就绪。DTE 通常在通信开始时发出 DTR 信号,并在整个过程中保持 ON 状态。

10. 振铃指示(Ring Indicator, 简称 RI, 引脚 22)

当 DCE 到线路上有振铃信号时,发出该信号,以通知 DTE 有一个远程呼叫。

11. 数据信号速率检测(Data Signal Rate Detect, 简称 DSRD, 引脚 23)

如果 DCE 与 DTE 之间可以有两种数据传输速率。则发出 DSRD 信号来指示较高的那一个数据传输速率。该信号是双向的,DTE 可以发出 DSRD 信号强制 DCE 采用较高的传输速率,或者 DCE 发出 DSRD 以报告通信线路上的数据传输速率。

1.3.3 握手

由上一节可知,DTE 和 DCE 之间如果要想实现双向通信,至少需要三条信号线:TxD 使数据从 DTE 到 DCE;RxD 使数据从 DCE 到 DTE;SG 为信号地。具体电路信号连线如图 1.8 所示。

但在实际中的许多情况下,发送设备一方需要知道接收设备一方是否已经做好接收准备。最典型的例子就是打印机与计算机之间的通信。由于打印机的打印速度远远低于计算机的发送数据速度,因此为了能正确接收数据,打印机必须能够通知计算机暂停发送,采用的方法就是使用握手信号。握手信号还常用于打印机没有打印纸、一台计算机向另一台计算机发送数据而接收速度赶不上发送速度等情况。为此,必须使用握手信号,它提供了一种控制数据流的方法,即接收设备可以控制发送设备的数据发送。同时也说明如果接收设备速度比发送速度快,则握手信号可以略去。

在异步串行通信中,这称之为握手(handshaking)或流量控制(flow control)。握手控制可以具体分为硬件握手(硬件流控)和软件握手(软件流控)。