

调制解调器实用手册

陈艳敏 编



 **Hayes™**

人民邮电出版社

调制解调器实用手册

陈 艳 敏 编

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

调制解调器实用手册/陈艳敏编著. —北京: 人民邮电出版社, 1995. 7
ISBN 7-115-05716-8

I. 调… II. 陈… III. 调制解调器-手册 IV. TN76-62

内 容 提 要

本书主要介绍了调制解调器的基础知识, 调制解调器的入网要求, 有关调制解调器的国家标准及 CCITT 的有关建议, 并对一些厂家生产的调制解调器的性能、特点、使用方法和适用范围也作了比较详细的介绍。

本书主要读者对象为从事数据通信和计算机通信的工程技术人员和管理人员, 调制解调器的生产厂家及用户。

调制解调器实用手册

陈艳敏 编

*

人民邮电出版社出版发行
北京崇文区夕照寺街 14 号
北京市丰台区丰华印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销

*

开本: 787×1092 1/16 1995 年 7 月第 1 版
印张: 20 1997 年 4 月北京第 2 次印刷
字数: 504 千字 印数: 4 001—8 000 册

ISBN 7-115-05716-8/TN · 898

定价: 24.00 元

前 言

数据通信是计算机和通信高度发展后，彼此相互结合所构成的一个新兴领域。它实现了计算机的数据传输和交换，使计算机的资源得到共享。

随着计算机使用的普及，计算机网的建立和扩大，迫切地要求实现计算机与用户间的数据通信。数据通信涉及到数据的传输的方式，就我国的情况来说，数据通信是在模拟信道上进行的，而计算机所发出的信息均为离散型的二进制编码，若要实现计算机的二进制编码在模拟信道上传输，就必须采用一个能将二进制编码信号转变为模拟信号或将模拟信号转变为二进制编码信号的装置，这就是本书要重点介绍的数据通信设备——调制解调器（Modem）。

本书主要介绍调制解调器在数据通信中的作用、调制解调器的主要功能、技术指标、入网要求和选择调制解调器的基本原则，并介绍了各厂家所生产的各种型号的调制解调器性能、特点、使用方法和适用范围，使用户对调制解调器有一个全面的了解，以便在调制解调器的选型中可根据自己的需要合理的选购，避免不必要的损失和浪费。

总之，随着现代化社会的发展，人们已进入了信息时代，对数据通信的依赖程度将越来越大，大量的信息都将通过数据通信加以传播，数据通信的作用日益扩大，作为数据通信中的重要设备——调制解调器，也将以前所未有的作用展现在我们面前。

本书的出版与各厂家公司的密切合作是分不开的，在此对各厂家公司表示感谢。

目 录

第一部分 调制解调器基础知识

第一章 调制解调器概述	3
第二章 调制解调器入网要求	23
第三章 调制解调器与 CCITT 建议中 V 系列标准	37

第二部分 调制解调器产品介绍

第四章 贺氏调制解调器	45
第五章 台联网管型调制解调器	59
第六章 深圳国际商业数据有限公司的产品	74
第七章 VHL 科技系统有限公司的产品 (Telindus ASTER4 MODEM)	93
第八章 讯达灵通讯顾问有限公司代理的摩托罗拉产品	105
第九章 北京晨曦电子新技术公司代理的美国 Multi-Tech 公司的产品	115

第三部分 有关调制解调器的国家标准

一、600~9600bit/s 基带调制解调器技术要求	139
二、在电话自动交换网上使用的标准化 2400/1200 比特/秒调制解调器	144
三、在普通电话交换网和点对点二线租用电话型电路上使用标准化的回波抵消 技术的 2400 比特/秒双工调制解调器	150
四、在租用电话型电路上使用的带人工均衡器的标准化的 4800 比特/秒调制 解调器	166
五、在电话线路上数据传输的功率电平	172
六、在数据通信领域中通常同集成电路设备一起使用的非平衡双流接口电路的电 气特性	174
七、在数据通信领域中通常同集成电路设备一起使用的平衡双流接口电路的电 气特性	188
附录一 CCITT 建议 V. 21 公用交换电话网中使用的标准化 300bit/s 的双工调 制解调器	200
附录二 CCITT 建议 V. 22 公用交换电话网和点对点两线租用电话型电路上使	

	用的标准化 1200bit/s 的双工调制解调器	204
附录三	CCITT 建议 V. 23 公用交换电话网中使用的标准化 600/1200 波特 调制解调器	235
附录四	CCITT 建议 V. 27 租用电话型电路上使用的标准化 4800bit/s 带人 工均衡器的调制解调器	241
附录五	CCITT 建议 V. 29 点对点四线租用电话型电路上使用的标准化 9600bit/s 调制解调器	269
附录六	CCITT 建议 V. 32 公用交换电话网和租用话路上使用的、以高达 9600 bit/s 的数据传信速率操作的两线双工调制解调器系 列	281
附录七	CCITT 建议 V. 33 在点对点四线租用电话型电路上使用的标准化 14400 bit/s 调制解调器	301

第 一 部 分

调制解调器基础知识

第一章

调制解调器概述

一、调制解调器在数据通信系统中的作用

1. 数据通信系统

数据通信是指用通信线路将远地的数据终端设备与计算机连接起来，进行信息处理。实现数据通信的系统称为数据通信系统。它是由计算机中心，数据终端设备及通信线路（包括交换机）三部分组成，如图 1.1 所示。

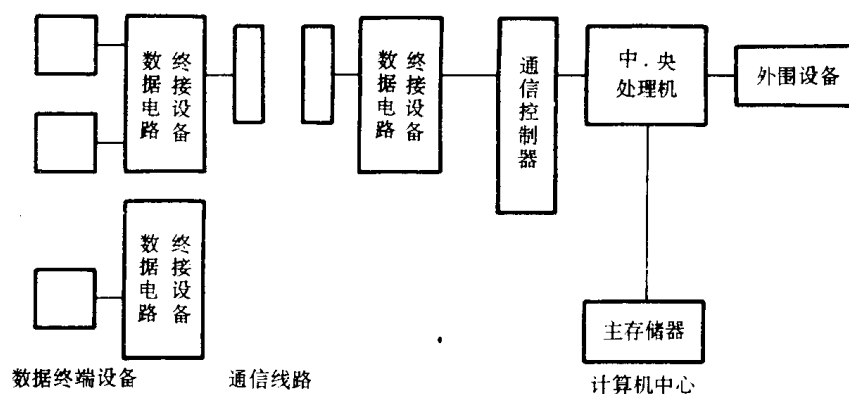


图 1.1 数据通信系统基本结构

计算机中心包括四部分：通信控制器，它是用于管理与数据终端相联结的所有通信线路的设备；中央处理机，是用来处理由数据终端设备输入的数据；主存储器，用于存储处理数据用的程序；外围设备，包括磁盘、磁带等，用来暂存程序和数据。

数据终端设备，根据数据通信业务内容的不同，有多种类型的终端设备。

通信线路的功能是把多台数据终端设备与计算机中心联结起来

进行数据传输，它一般分为两种类型。一种是专用线路，由于它一直处于联结状态，因此它适用于通信量较大的场合，专用线路有模拟型线路，也有数字型线路。另一种是通过拨号选择对方的交换线路（象拨电话和打用户电报一样），由于它通过公用通信线路，因此只有通信时才与对方接续，它通常适用于通信量较小的场合。它分为电话型公用通信线路和电报型公用通信线路，也分模拟线路和数字线路。

模拟线路传输的是模拟信号，如经“声—电”转换后形成的电话信号。数字线路传输的是离散的数字信号，即以“0”，“1”二进制码所构成的数字序列，如经数字化后形成的电话信号。

无论是专用线路还是交换线路，它都是以一种特定的传输方式来实现数据通信的。

2. 数据传输

在数据通信系统中，数据传输是实现数据通信的基础。数据传输的方式可分为并行传输与串行传输。

在并行传输中，一个字符的所有各个比特都是同时发送的，也就是说每一比特位均使用单独的信道，对于一个 ASC II 字符来讲它共需要八个信道。图 1.2 表示的就是一个字符的所有比特是怎样同时地从发送端发出，并且同时地抵达接收端的。

因此，并行传输实际上指的是一个字符的所有比特都是并行发送的，而各个字符之间是串行传输的，也就是说，一个字符跟接在另一个字符后面串行地传输。

并行传输常用作现场通信以及计算机和它的外部设备之间的数据传输（如读卡机，磁带处理器，磁盘子系统等）。如果具有这类接口，就可以获得很高的数据传输速率。然而在长距离传输时，由于并行信道的成本高，因此很少采用。

串行传输是最常用的通信方法，它的字符以串行方式在一条信道上传输，且每个字符中的各个比特都是一个接一个的在通信线路中发送，如图 1.3 所示。

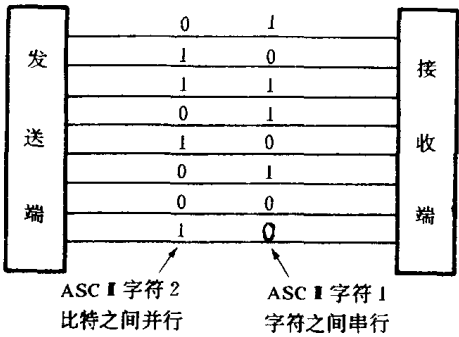


图 1.2 并行传输

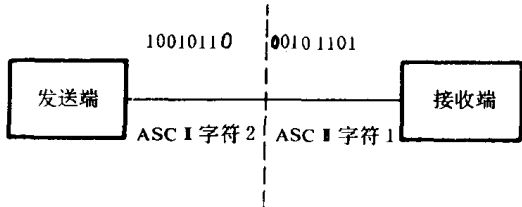


图 1.3 串行传输

在接收端把这些传来的比特流组装成字符。串行传输存在两个与接收端有关的同步问题，即比特同步和字符同步。

在串行传输中如何解决这两个问题，目前存在两种不同的方式，即异步传输方式和同

步传输方式。

(1) 异步传输 (ASYNCHRONOUS TRANSMISSION)

一般以字符为单位。在传输中,每次发送一个字符,并且一个字符与下一个字符之间没有任何固定的时间关系,字符之间可以没有时间间隔地紧接在一起全部发送,或者在几秒或几个小时之内发送这些字符。在这种情况下,接收端为了准确地接收每一个字符,它必须对每一个字符重新建立同步。接收端必须去识别每一个字符的第一个比特,要实现这一点,需要在每一个字符前放置一个起始信号,由它告诉接收端应当开始接收字符。当字符发送完毕时,紧接着再发送一个停止信号,使接收端在接收另一个字符之前,使它自己保持稳定。

通常,起始信号的长度为1个比特,极性为“0”,即“空号”状态;停止信号的长度根据传输中所采用的码型不同,其长度也不同,如果用国际电报2号码的电传电报,其长度为1.5个比特,若采用国际5号码或其他代码的数据,其长度为1或2个比特,极性皆为“1”,即与“传号”的极性相同。

在异步传输中加上起、止信号的作用就是为了能区分串行传输的字符。串行传输时,一个个字符可以连续发送,也可以单独发送,不发送字符时保持“1”状态,每一个字符的起始时刻是任意的,但在同一个字符内部,比特的持续时间则是相等的。因而它们的出现时刻相对于“起”比特而言是固定的。如图1.4所示,一个字符夹在起始信号和停止信号之间,由于这个原因,异步传输又叫作起止式传输。这种传输方式通常适用于1200bit/s及1200bit/s以下的低速数据传输,其特点是同步实现比较简单,收发双方的时钟信号不需要严格同步。

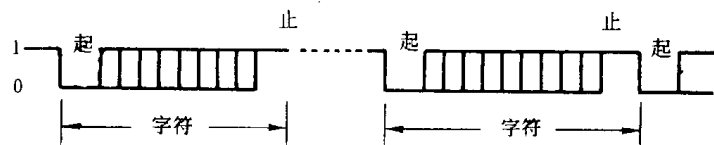


图 1.4 异步传输

(2) 同步传输 (SYNCHRONOUS TRANSMISSION)

它是以固定的时钟节拍来发送数据信号的,因此,在一个串行的数据流中,各信号比特之间的相对位置是固定的,接收方为了从收到的数据流中正确地区分出一个个信号比特,首先必须建立准确的时钟信号,这是同步传输比异步传输复杂的一点。在同步传输中,数据的发送一般以组(或称帧)为单位,一组数据包含多个字符的代码或多个独立的比特,在组的开头和结束需加上预先规定的起始序列和终止序列作为标志。起始序列和终止序列的形式随采用的传输控制规程而异,为了建立和保持收发双方的同步,在发送数据组之前必须先发送供同步用的同步序列,国际五号码中的“SYN”字符,就是为了这一目的而规定的一种控制字符,如图1.5所示。

同步传输方式通常适用于速率为2400bit/s及2400bit/s以上的数据传输。和异步传输方式相比,由于它发送每一个字符时不需要单独加“起”、“止”比特,因此具有较高的传输效率,但实现起来较为复杂。

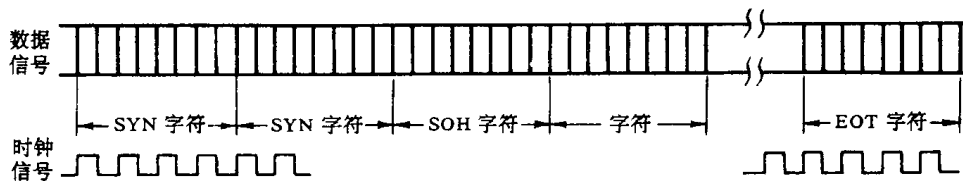


图 1.5 同步传输

3. 调制解调器的基本作用

前面提到过通信线路有模拟线路和数字线路之分，那么调制解调器在通信线路上究竟起到什么作用呢？

我们知道在模拟传输线路上只能传输连续的模拟信号，而且传输频带往往存在一定的限制，如一条模拟的载波电话线路，它的有效传输频带一般为 $300\sim 3400\text{Hz}$ ，而计算机中心发出的原始数据信号又都是离散的二进制的数字信号序列，如图 1.6 所示，若要使用模拟线路来传输数字信号时，必须在发送前先将原始数字信号经过“数字→模拟”转换，这就是通常我们所说的调制，在数据终端接收前，则需进行相反的连接，称作解调，如图 1.7 所示。实现调制与解调的设备分别叫作为调制器和解调器，把它们合在一起称为调制解调器 (MODEM)。(“MODEM”一词是由 modulator 和 demodulator 两词缩写而成)，世界上有些地方也把它称为数传机 (DATA SET)。

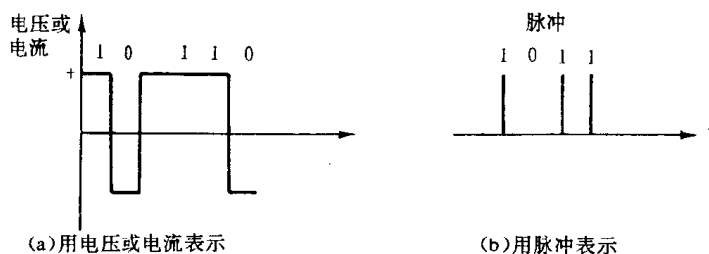


图 1.6 二进制数字信号的表示

调制解调器实际上是为解决在模拟线路上传输数字信号而设计的一种信号变换装置，它的基本作用就是把数字信号变换成类似于声音的模拟信号，在模拟线路上传输，并把经过传输的模拟信号反变换成原发送的数字信号。因此说，调制解调器是利用模拟线路来传输数字信号时必不可少的设备。在一条模拟传输线路上加上调制解调器后就变成了一条可以传输数据的数据电路。所以，调制解调器是利用模拟传输线路构成的数据电路的终接设备 (Data Circuit—terminating Equipment 简称 DCE)。

当利用数字线路来传输数据时，由于线路本身就是为传输二进制数字信号序列而提供的，因此无需进行“数字→模拟”与“模拟→数字”的转换，换句话说也就是不需要采用调制解调器。不过，这类线路与数据终端设备相连接时，也需设置相应的接口设备。它的功能主要包括实现信号码型与电平的转换，线路特性的均衡，收发时钟的形成与供给，控

制连接的建立,保持与拆断(在通过交换网连接的情况下),以及必要的维护测试等。因此,这样的接口设备也可看成是利用数字传输线路构成的数据电路的终接设备(DCE)。

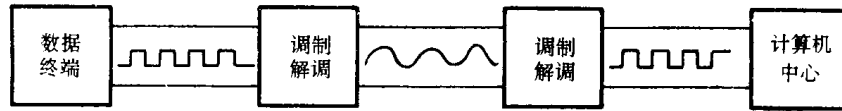


图 1.7 调制解调器的基本作用

4. 调制解调器的分类

随着数据通信技术的发展,调制解调器的功能日趋完善,品种不断增多,各厂家根据国际电报电话咨询委员会(CCITT)的标准及自己的特点和优势不断开发出具有某些特殊功能的调制解调器,但不论它们怎样变化,调制解调器都可按它的速率、规程要求、接口标准等分为不同的种类:

按其种类可分为单工、半双工和全双工三种;

按工作方式可分为同步和异步两种;

按速率可分为高速,中速,低速;

按传输信道可分为适用于专用线和适用于交换线的调制解调器;

按传输信号可分为基带调制解调器和频带调制解调器两种;

按调制方式可分为调幅、调频、调相及混合调制四种。

不仅如此,调制解调器还可按其它方式分类如二线制、四线制等。不论如何,目前市场上供应的调制解调器大部分采用(CCITT)制定的V系列建议标准,也有采用美国BELL系列标准的。但所有调制解调器均与上述两种标准兼容。

5. 有关调制解调器的一些基本概念

为了便于更好地了解调制解调器的使用,下面将在调制解调器使用中所需掌握的一些基本概念加以说明。

(1) 二线制与四线制

两台调制解调器之间的通信线路可以用二线制,也可选四线制。在数据传输中,发送调制解调器和接收调制解调器之间用一对线路连接起来进行数据传输的方式叫二线制,收发信号同在这两根线上完成。如果采用两对线叫四线制,四线制实际上是并行的两对线路。收发信号分别在某一对上完成,某对线的一端为调制解调器的发送方,另一端为另一台调制解调器的接收方,另一对线与之相反,如图1.8所示,图中一条线表示一对线路。

(2) 半双工和全双工

在数据传输中能够同时进行数据信号的发送和接收的方式叫全双工方式。发送时不能接收,接收时不能发送的方式称为半双工方式。数据信号只能朝一个方向传输的方式叫单工方式。

(3) 传输速率

数据传输的速率通常用每秒传输的比特数来衡量。例如1200, 2400比特/秒是表示每秒传输的二进制数字的个数分别为1200和2400。比特/秒通常写为bit/s或BPS。除了以比

特/秒作为数据传输速率的单位外，还经常采用波特（BAUD）这个单位。波特是与信号波形的变化联系在一起的。在模拟线路上，正弦波的频率是受限制的，一个周期就是波上两个等值点之间的距离。在早期的调制解调器中，调制方法实际上是在基本载波频率的每一周期上调制一个比特。这样一个 1200bit/s 的调制解调器要用到 1200Hz 载波。随着调制技术进一步的开发，有可能在载波的每个周期上调制多于一个比特，所以一组 2400bit/s 调制解调器可以用一个 1200Hz 载波，每个周期上调制两个比特。4800bit/s 的调制解调器可利用 1600Hz 载波，在每周期上调制三个比特。对 9600bit/s 的利用一个 2400Hz 载波，在每周期上调制四个比特。

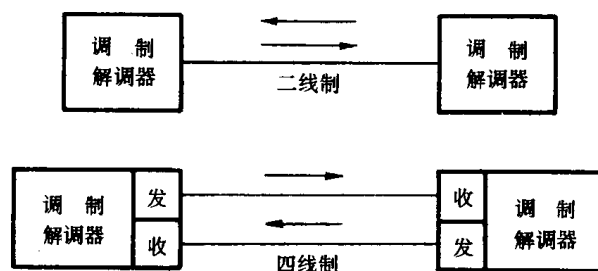


图 1.8 二线制和四线制

因此，严格地说，波特率与载波频率有关。因此可以说 9600bit/s 调制解调器实际上使用的是一个 2400 波特的载波。

通常把传输速率分为四档：

1200bit/s 以下	低速
1200bit/s~4800bit/s	中速
4800bit/s~19.2kbit/s	高速
48kbit/s~72kbit/s	特高速

(4) 基带调制解调器

由于基带调制解调器用的是基带信号，因此主要适用于短距离的本地电话实线信道。它是把二进制数据信号只经过码型变换，直接在实线电路上传输的设备，所需带宽较宽，只适宜在几公里或十几公里的范围内使用。

(5) 调制方式

所谓调制，就是把具有低通（音频和视频）频谱的基带信号进行频谱搬移。在调制技术中至少涉及两个量，一个是含有需要传输消息的基带信号，也就是调制信号，另一个是高频载波。高频载波的某些参量随调制信号，即随基带信号变化而变化。高频载波通常采用正弦信号，数据通信系统中也选择正弦波作为载波。正弦波有三个参量可以变化，就是通过幅度、频率、相位三个参量随基带信号变化携带信息。模拟调制需要对载波的参量连续进行调制，而数字调制中，可用载波的某些离散状态表征所传输的信息，数字基带信号也称为键控信号因此数字调制系统中有振幅键控（ASK），移频键控（FSK）和移相键控（PSK）三种基本的调制方式。

(a) 调幅（AM）

这种调制方式是按照所传送的数据信号，改变基本“载频”波形的幅度，从而把数字信号变换为模拟信号。该载频通常是一种适合在电话系统中传输的恒定频率的信号。因为

数字信息仅由两种状态“0”和“1”组成，所以需要两种幅度，如图 1.9 所示，规定 1 的幅度比 0 的幅度高一些。这种调制方式有时也称“振幅键控”(ASK)。



图 1.9 调幅

(b) 调频 (FM)

在这种调制方式中，用两种交替的频率代表 0 和 1，按照数据的变化，信号的频率从一个值变到另一个值，如图 1.10。有时把这种调制方式称为“频移键控”(FSK)。

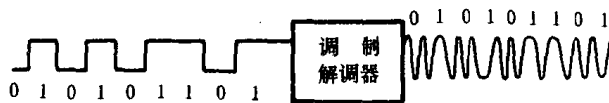


图 1.10 调频

(c) 调相 (PM)

在这种调制方式中，如同用频率或幅度的变化能携带信息一样，一种载频信号相位的变化也能携带信息。例如，用 180 度的相位变化表示二进制“1”，而相位不变化表示“0” (图 1.11)。这种技术也称“相移键控”(FSK)。



图 1.11 调相

(d) 混合调制

这种调制方式让每一信号码元携带一位以上的信息，而获得较高的传输速率，它是上述三种调制技术的组合，如正交调幅就是调幅与调频技术的结合。在这种技术中，波特与比特/秒的数值不同。

调幅技术是最便宜的调制方式，但抗干扰性能比其它方式差，现在的调制解调器一般不采用这种方式。调相技术的抗干扰性能比调幅与调频都好，但它是一种精细而复杂的技术。

经过调制以后的信号称为已调信号，根据已调信号的结构形式，数字调制又可分为线性调制和非线性调制。线性调制是一种线性变换过程，已调信号可以表示为基带信号线性函数和载波振荡的乘积。根据频谱分析，已调信号的频谱结构和基带频谱结构完全相同，只不过将原基带信号的频率搬移到较高的频率位置。由于这种线性关系，在线性调制系统中可用叠加原理。双边带，正交双边带，单边带以及残余边带的振幅键控都属于线性调制。在非线性调制中，已调信号通常不能简单地表示为基带信号的线性函数和载波振荡的乘积，而

必须用非线性函数表示。已调信号的频谱结构也与基带信号的频谱结构不同，除将基带信号的频谱向较高的频率位置上搬移外，还产生新的频率成分，并改变原来频谱中各频率分量之间的相对关系。移频键控，移相键控均属于非线性调制。

(6) 声耦合器

声耦合器是一种含有声音转换装置的调制解调器，它的发送部分把数据终端发来的串行异步数据变换（调制）成音响信号，被电话机的送话器“接收”，并通过电话交换网传出去。接收部分把由电话机受话器接收下来的音响信号反变换（解调）成数据信号，送给数据终端。

常见的声耦合器有两种，一种是将声耦合器装在终端内部，电话送受话器可以插入终端上专门的插孔中，使话音可以从电话送受话器传送到终端。另一种是声耦合器自成独立单元。这种声耦合器在其一侧有 V24/RS-232 接口，以便它可以容易地接入终端，另一侧装有一个声音接口，以便话音可以被传送到送受话器。一般声耦合器的传输速率限于 300bit/s 以下（上限速率为 1200bit/s）。原因是由于碳精送受话器的频带没有普通调制解调器宽。

声耦合器有许多用途，主要为经商和临时需要连接于计算机时使用。由于声耦合器不需要和线路直接连接，而是通过音响和电话机相连。因此，声耦合器具有很大的灵活性，它可以在任意有电话机的地方使用，更适于移动终端进行数据通信。

声耦合器的缺点是易受环境噪声干扰。因为任何可闻的噪声或振动都可以被送话器接收。

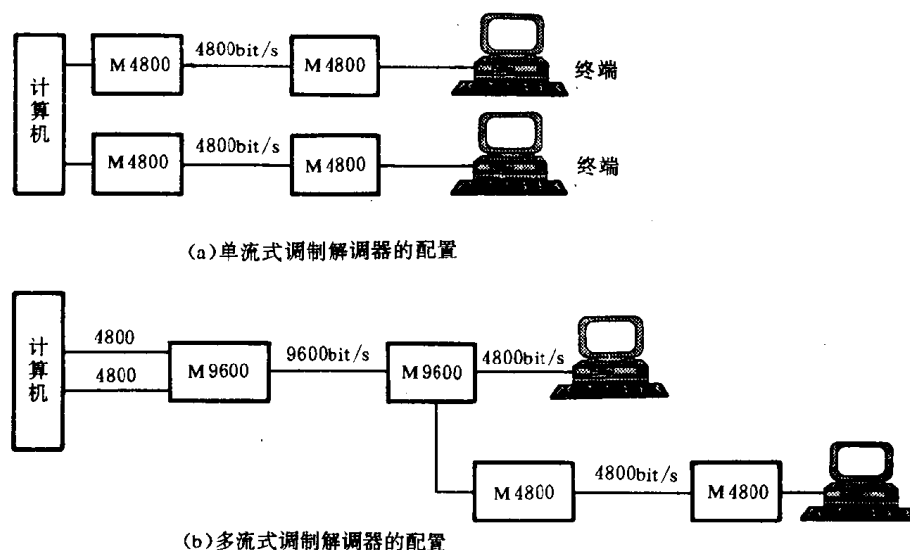


图 1.12

(7) 多流式调制解调器

多流式调制解调器实际上是把时分多路复用器（TIME DIVISION MULTIPLEXESS, TDM）装入调制解调器上。这种时分多路复用器允许把调制解调器的数据流分解成几个较慢速运行的数据流。例如，常用的 9600bit/s 的调制解调器可把数据分解为 2400bit/s 的倍数。

如： $1 \times 9600\text{bit/s} = 2 \times 4800\text{bit/s}$ ，

$$\begin{aligned} & \text{或} = 1 \times 4800 \text{bit/s} + 2 \times 2400 \text{bit/s}, \\ & \text{或} = 1 \times 7200 \text{bit/s} + 1 \times 2400 \text{bit/s}, \\ & \text{或} = 4 \times 2400 \text{bit/s}. \end{aligned}$$

一般, 安装一条 9600bit/s 的通信线路的价格低于安装四条 2400bit/s 通信线路或其它 2400bit/s 倍数的通信线路。多流式调制解调器不需要多条点对点线路而使其成本显著下降。各个端口可为同一地方的多个设备服务或者可将链路扩展到另外的地方, 这样, 就可大大降低线路的开支。如图 1.12 所示。

二、调制解调器的主要功能

调制和解调只是调制解调器中的基本功能, 它的主要功能还包括建立连接的能力, 在发送设备、接收设备和终端设备之间建立同步交换和控制, 改变音频信道的能力, 以及维修测试等功能。

1. 建立连接

建立调制解调器之间的连接, 可以用人工拨号或通过自动呼叫装置来启动。在接收端, “回答” 同样可由人工完成, 也可用自动回答选择装置来完成。在调制解调器中若使用自动呼叫应答装置, 就可以进行无人值守的通信。

(1) 自动应答方式

在一台调制解调器中, 有自动应答器和自动呼叫器, 自动应答器的主要作用是接收电话振铃信号, 产生并发送应答单音 (2100Hz)。其工作过程是: 终端设备及其相连的调制解调器, 从交换线上进入呼叫信号中, 检测到振铃信号后, 把调制解调器接入线路, 并发出一种应答信号, 由主叫设备接收, 经过这种一问一答的联络过程以后, 便可进行数据的传输。这种功能对以计算机为中心构成的终端——计算机系统特别有用, 因为终端用户可直接拨入, 自动连接到计算机, 而无需操作员干预。

(2) 自动呼叫方式

自动呼叫器也叫自动拨号器。它的功能比自动应答功能多, 要完成与终端和交换网两方面的接续。自动呼叫器中必须要存储需要自动呼叫的电话号码。每次呼叫的号码和顺序, 呼叫成功或呼叫失败应做的处理 (如再呼或改号呼叫) 等等, 都要事先编好程序, 并存放在自动呼叫器中的存储电路之中。呼叫时, 首先通过有关接口线完成自动呼叫器与交换网的接续, 然后转入逐位拨号, 拨号结束后, 主叫等待被叫的应答。自动呼叫和自动应答设备的标准在 V.25 建议中有详细规定。

2. 同步与异步工作方式

同步传输与异步传输的概念前面已经做过介绍。调制解调器的工作方式须和与它相连的终端设备的工作方式相一致, 这是一条基本准则。调制解调器有的可以接收异步信号, 对这些信号的定时没有严格的规定, 而对高速调制解调器来说都是同步工作方式。当采用同步工作方式时, 时钟设置是关键问题, 它必须与 RS-232-C 接口电路引线中的 15、17、24 三个信号相配合, 因此, 在同步传输时只能有一个时钟源。如图 1.13 所示, 图中的时钟是系