

第一章 通信概念

1—1 模拟传送和数字传送

在现实生活中,我们所接触到的信号分为两类:一类是模拟信号;另一类是数字信号。例如声音是模拟信号,计算机处理的信号是数字信号。传送这些信号可以采用模拟传输方式也可以采用数字传输方式,当数字信号以模拟方式传输时,就要先对它进行调制,变成模拟信号,到达目的地后再将它解调得到原来的数字信号。

人类交流信息一开始便大量采用模拟信号和模拟传送,我们讲话的声音就是典型的模拟信号,它通过空气作为传播媒介,传播信息。只是当发话者和受话者相距太远时,由于声音在传播时的损耗,到受话者耳朵里已经辨认不清楚了。到了十九世纪,贝尔发明了电话,使得远距离通话得以实现。因为电话系统能克服远距离无法交流这一障碍,所以在本世纪它得到了长足的发展,现在电话网络已经遍及全世界。

而计算机是以数字信号为处理对象的。数字信号与模拟信号相比主要优点在于抗干扰能力强,误码率低,也比较经济些;不足之处是传送距离太近,通常不加中继器只能传送几米到十几米。下面我们简述一下数字信号的基本特点。

数字传送在信息传输过程中是用有限个离散信号来表达信息的。而电话语音这类模拟信号,可以通过数字化变成数字信号进行传输。使用数字传送的数字电话,数字传真等数字通信系统具有如下优点:

1. 抗干扰能力强

如果采用模拟通信,当外部干扰和机内噪音叠加在有用信号之上时,有可能无法完全或大部分将这些干扰信号去掉,这样便干扰了正常信号的传送,大多数情况下会引发错误。当采用数字通信时,如果干扰信号与有用信号叠加,只要叠加值不超过数字信号高电平("1")或低电平("0")规定的阈值,就不会影响原来的"0","1"状态的表达。也就是说,数字信号传送时可容忍一定的干扰信号,通过数字信号再生方法,可以恢复原来的信号的电平状态。

2. 保密性良好

信息被数字化后,变成了二进制数字编码序列 $A(T)$, 如果与二进制密码 $B(T)$ 进行“模 2 加”,得到加密序列 $C(T)$, 则送到线路上的数码信号为 $C(A)=A(T)+B(T)$ 。因为在破译之前,无法知道加密序列 $C(T)$ 是何种信息(电话,电报或数据),且密码序列 $B(T)$ 是可以随机改变的,这样通信系统的保密程度便大大提高了。

3. 与其它系统容易配合

在多个中继通信线路中,由于中继站可以再生数字信号,这就消除了各站的干扰积累,相应地提高了通信质量,增长了通信距离。数据通信系统由以下四个基本部分组成:

(1)发送设备:发送设备可以是一台计算机、终端或打印机等,发送设备产生被传送的数据。

(2)信息:通常指二进制数据,例如,一种单据、一个数据库文件或一张表格等等。

(3)通信介质:是发送设备到接收设备间的通信路径,它将数据从一个地方传递到另一个不同的地方,常见的通信介质有双绞线、同轴电缆、光纤或无线电波。

(4)接收设备:信息传递到的目的设备。象发送设备一样,接收设备可能是一台计算机、终端、打印机或其它数字设备。

当计算机要实现远距离通信时,人们首先想到的便是借助于电话网络。事实上现在很多通信业务都是借助于电话网络。尽管近年来在数字化网络方面取得了很大进展,特别是综合数字业务网络(SDN)方面,但要一下子放弃电话网络而转向全数字化网络是不现实的。因此,电话网络在传递模拟信号和数字信号方面仍将起重要的作用。这里我们先看一看模拟信号和数字信号传递的现状。

根据目前模拟和数字相混杂的局面,我们可以归纳为如表 1-1 所示的四种不同情况。

表 1-1 四种不同情况实例

	模拟传输	数字传输
模拟信号	(1)电话	(2)coder(PBX)
数字信号	(3)Modem	(4)计算机网络

1-1-1 模拟信号,模拟传输

我们经常打电话的情形就是如此,传输介质是电话线,传输信号是模拟信号。如图 1-1。事实上,电话网络要比图 1-1 所示复杂得多,因为电话双方可能是跨越一个城市,甚至一个国家,要实现通话就得经过多个交换设备才能完成。

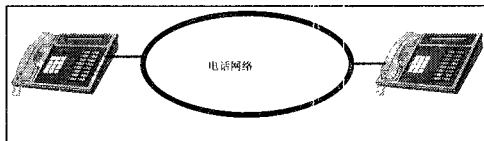


图 1-1 模拟信号,模拟传输

1-1-2 模拟信号,数字传输

普通电话机连到 PBX(Private Branch eXchanger)上,信号经过数字化后再加以传输。在数字 PBX 上进行编码变成数字信号,其中一个重要的设备是 Codec,它是 coding 和 decoding 的缩写,编码和解码的意思。这类方式如图 1-2 所示。

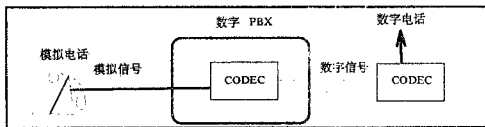


图 1-2 模拟信号、数字传输

这里就牵涉到模拟信号数字化的问题。模拟信号在某个区间内是连续的,例如话音强度连续改变,大多数用传感器收集的信号数据,如温度、压力等都是连续变化的。而数字信号则是不连续的。因此模拟信号数字化无非是将模拟信号离散化。数字化过程包括采样、量化和编码三个步骤:

(1) 采样

把模拟信号转换成数字信号的基本方法之一,是以适当的频率对模拟信号幅度进行采样,使连续信号变为时间轴上的离散信号。采样定理证明,若对模拟信号进行等间隔的周期采样,采样频率大于信号最有效频率的 2 倍,则此采样信号包含了原信号 $f(t)$ 的全部信息,使用低通滤波器可将 $f(t)$ 信号从这些抽样信号中再生出来。

(2) 量化

量化是一个分级的过程,即把采样所得到的信号脉冲幅度按量级比较,并取其整数值。

(3) 编码

编码就是用一定位数的二进制数码,来表示采样所得的脉冲量化幅度,例如:以七位二进制数码来表示量化幅度,则有 2 的 7 次方个量级,以四位二进制数码表示则有 2 的 4 次方数量级,每个样值的二进制码组称为码字,其位数称为字长。

在发送端,经过这样的变换过程后便把模拟信号转换成了二进制数码脉冲序列,可以在数字传输的信道上进行传输。

在接收端,首先进行解码,将二进制数码转换成代表原来模拟信号的采样脉冲,然后经过滤波恢复成原来的模拟信号。

在量化过程中,不可避免地产生量化误差,量级越多,则越逼近模拟信号的实际值,即误差越小。

1-1-3 数字信号、模拟传输

这是本书讨论的主题,是 PC 远距离通信所采用的最常见方式。PC 经过 Modem 连入电话网,在接收端由另一台 Modem 将模拟信号变成数字信号进入接收端 PC 机,这一过程如图 1-3 所示。

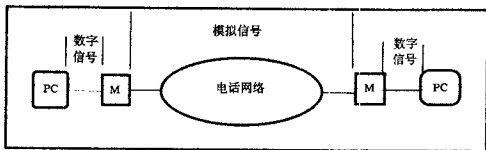


图 1-3 数字信号,模拟传输

1-1-4 数字信号,数字传输

PC 局域网(LAN)采用的方式,如图 1-4。LAN 硬件通常由服务器、工作站、网卡、电缆以及其它网络配件组成。核心软件是网络操作系统,如 Novell 公司的 NetWare。工作站用户通过网络可以存取文件服务器的文件和打印机,另外电子邮件和数据库也可以实现共享。例如,用细以太电缆,传送数字信号的速率为 10Mbps。另外,光纤传送速率可达 100Mbps。

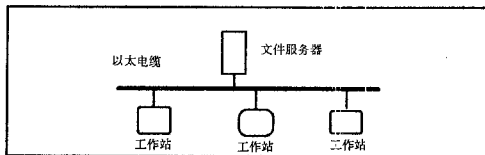


图 1-4 数字信号,数字传输

1-2 PC 通信术语

1-2-1 PC 通向外部世界

尽管 PC 机原意为个人使用,但其开发者仍加上了通向外部世界的门径:串行口(Serial Port)。如图 1-5 所示,一台 PC 机除了主机,显示器和键盘外,通过适配卡,还可以接打印机,绘图仪,扫描仪等设备,特别是经过串行口加上 Modem,PC 机便可以与另一台带 Modem 的 PC 机交换信息了。从图 1-5 可以看出,Modem 连 PC 机的方式与其它外设没有什么区别,它通过串行口(COM1 或 COM2)与计算机交换数据。现在还有一种 Modem,

把 Fax 功能做在一起,并做成一块计算机接口卡(即 Fax/Modem 卡)插到 PC 机扩充槽内。它既可以充当传送数据的 Modem,又能充当 Fax 机收/发 Fax。有关 Fax/Modem 的详细介绍请参阅后续章节。

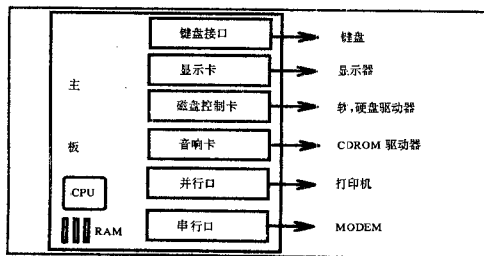


图 1-5 PC 机接口

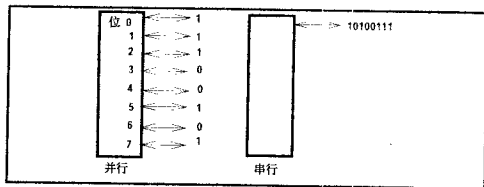


图 1-6 并行与串行

1-2-2 串行和并行

PC 机提供两种类型的外设接口:并行口和串行口。并行口常接打印机,串行口则连接 Modem,条码解码器,扫描仪,绘图仪,触摸屏,鼠标器等设备。串行和并行的区别在于对计算机一个字节是一位一位地送出,还是 8 位同时送出,如图 1-6 所示,字节(16 进制 A7)在并行口上同时传出,而在串口则先将字节进行并串转换,再一位一位地传送。显然,并行口在速率上比串行口占优势,但并行口要求的线路多得多,如果距离很远,则采用串行方式比并行方式所花成本少得多。这便是串行方式比并行方式应用广泛得多的原因。

1-2-3 同步和异步

串行通信的位串如何分隔组成字节呢?这主要靠收发双方使用的同步时序,根据时序同步方式将串行通信分为同步和异步两种。

异步通信以一个字节为单位,长度可以是5到8位。在每一个字节前面加上起始位(start bit),其末尾加上停止位(stop bit),停止位一般有1位、1.5位、2位,与起始位电平相反(通常称为mark)。另外,有时为了检验,还加上一个奇偶位(parity),如图1-7所示。

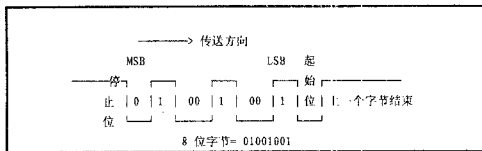


图 1-7 串行异步格式

我们可以按如下方式计算异步传送效率,假设传送一个 ASCII 码,使用 1 个校验位和 1 个停止位,则传送时位数=1(起始位)+7(ASCII 码)+1(校验位)+1(停止位),共 10 位,传输效率=7/10=70%,因此一般异步传输效率大约在 70% 到 80% 之间。

同步方式则不是以每个字节为单位,而是以多个字节(100 或 500)为单位,在整个信息块前后加上标识序列。每块字节所包含标识信息称为帧(frame)。

同步方式又分为如下两种方式:

- 面向字符;
- 面向位。

目前大多采用面向位同步,如 ISO 的 HDLC,还有 LAN 适配卡上的帧传送用面向位的同步方式,我们计算一下它的传输效率,假设数据块为 1000 位,块标识符占 64 个位,则

$$\text{传输效率} = 1000 / (1000 + 64) = 95\%$$

这说明采用同步方式比异步方式更具效率。

1-2-4 单工,半双工和双工

两个通信设备交流信息可以是单方向的,这如同单行道一样,只准按一个方向行走。例如 PC 机与绘图仪间通信便属于单工方式。

半双工(half-duplex)指通信双方都可以发送和接收,但同一时刻只能一方发另一方收,不允许同时收和发。我们打电话所采用的方式就属于半双工。

全双工方式(full-duplex)指通信双方同时可以收发。如图 1-8 所示。

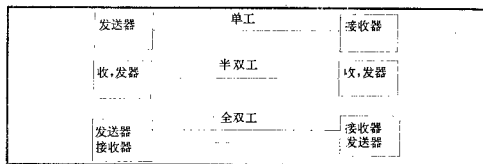


图 1-8 通信方式

1-2-5 数据终端设备(DTE)和数据通信设备(DCE)

数据终端设备(DTE)是发送数据的源设备或目的设备,它可以是一个终端(通常由显示器和键盘组成),一台个人计算机,一台打印机或一台控制器。

我们常见的 DTE 设备主要有三种类型:“笨”终端(Dumb),带智能的终端(Smart)和智能终端(Intelligent)。

1. “笨”终端

“笨”终端拥有极少甚至没有自己的 RAM,它们提供直接的在线式键盘入口,以便允许用户进行分接,利用中央计算机的处理能力。这种设备适合于执行批处理功能,它只负责将作业提交给中央主机,然后便什么也不用管了。它与中央主机的关系完全是主从关系,“笨”终端由中央主机支配。

“笨”终端借助固件(firmware)执行任务,固件是一种具有软件功能的硬件,是一个被直接写入终端硬件内的应用程序。

有一种“笨”终端是远程作业录入(remote job entry)终端,RJE 终端让操作员以成批方式输入数据给中央主机处理,一个 RJE 也可以是一种卡片读出机或穿孔带读出机;另一类“笨”终端是电传打字机(TTY)。

2. 具有智能的终端

具有智能的终端可以是带有某些内部存储器的终端,或者是带有自己内部处理芯片的微型计算机。具有智能的终端可以借助固件,一些具有智能的终端还可以直接从软盘或硬件上存取数据,在微型计算机用作具有智能的终端时,也可以从中央计算机那里接收所要处理的数据,在这种情况下,终端自己的处理能力用于运算,处理完成的数据则回到中央计算机存储。

3. 智能终端

智能终端拥有带智能的终端的所有功能,另外它还可以用用户编程控制执行数据处理。这些程序包括文字处理,数据库程序等。它们不需要访问中央计算机来作处理,而是利用自身的处理能力,执行远程处理任务并能存储在本地。微型计算机是最普通的智能终端。图 1-9 示出了不同的终端类型。

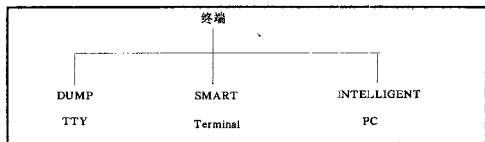


图 1-9 常见 DTE 设备

DCE 设备是传送数据设备。最常见的 DCE 设备是我们本书讨论的 Modem。

1-3 PC 通信软件主要特征

一旦 Modem 连到计算机上后,用户主要与通信软件打交道。本节讨论通信软件的主要特征:

1-3-1 通信方式——查询与中断

查询是由 CPU 负责询问串行口,字符是否已经收到或是否可以发送字符;而中断则是字符收到后或准备好发出字符时请求 CPU 处理。查询技术主要用于数据交换时响应速度慢且 CPU 没有其它任务的场合。在一般情况下,CPU 还有其它事情可做,通信就采用中断驱动。中断驱动比查询方式在实时性和提高 CPU 利用率方面占优势。但设计中断服务程序要复杂得多。

1-3-2 数据上传(Data Upload),数据下载(Data Download)

数据上传是指把本地磁盘文件传送到另一个远程站的过程。数据下载是把远程站的文件取回到本地文件站的磁盘上。其实我们使用通信软件时通常与远程主机传送文件,把本地磁盘上的文件传送到远程主机的过程就是数据上传;而从远程主机上取回数据的过程便是数据下载。

1-3-3 XON/XOFF 协议

XON/XOFF 协议主要是为了解决通信双方处理速度不匹配问题。例如,一台 PC 机与一台 486 机传送文件时,通信缓冲区固定时,如果 486 机向 PC 机发送文件,就有可能因为 PC 处理来不及而淹没 PC。在这种情况下,引入 XON/XOFF 协议,当 PC 机的缓冲区收满 2/3 时,PC 机向 486 机发出 XOFF,表示请暂停发送,PC 处理完缓冲区的内容后,再发出 XON,表示现在又可以发送了。486 机收到 XON 字符后,重新恢复发送。

1-3-4 自动拨号和手动拨号

现在的 Modem 大都支持自动拨号功能。并具有自动重拨能力。而手动拨号一般软件

都提供。如用户使用下面命令实现拨号:

AT<CR>

OK.

ATDT 9,8844888<CR> 前面的 9 表示拨外线

CONNECT 9600

手动方式是测试 Modem 的有效方法之一。

1-3-5 错误控制

数据在某种介质上传输时,因为如下原因可能引起错误:

- (1) 外界因素的干扰,如电磁场干扰,噪音干扰等;
- (2) 通信线路出故障,如断线;
- (3) 通信一方硬件出故障,如死机;
- (4) 通信软件出故障,等等。

这样就应当有办法来找出错误并加以纠正。这就是错误控制所要完成的任务。在具体实现时,错误控制可以在 DTE 或在 DCE 级完成,或两者结合完成。常见的错误检测办法有:

- (1) 应答(Echo);
- (2) 奇偶校验(Even and Odd parity);
- (3) 校验和(Checksum);
- (4) 冗余校验(CRC)。

1. 应答

应答类似于我们平常在一幢楼下叫某人,这个人回答表示他在家,不回答表示他不在家。在数据通信中,接收方收到信息后给对方送回一个确认信息或否认信息,以便使发送方知道所发送的信息是否正确收到。应答的不足之处在于,如果接收方没有收到信息,即发送的数据在发送过程中便丢失了,则发送方根本收不到应答字符。更有甚者,如果应答字符本身出错,则有可能引起发送者误会。

2. 奇偶校验

奇偶校验法在每一个字符的开头加上一个奇偶校验位,使得字符中的“1”成为奇数(如果选择的是奇校验)或偶数(如果选择的是偶校验)。不管选择何种校验,在收、发双方应当取得一致。例如,

普通 ASCII 码	01000001	有偶数个“1”
采用奇校验	110000001	在前面加一个“1”变成奇数个“1”
采用偶校验	010000001	不用加 1

3. 校验和

校验和是一个由发送设备计算出来的数值,在传输前附加在数据块上。例如,采用将数据块的所有字节垂直相加所得(不进位)。例如,数据块为“Pail”,则校验和采用垂直相加为:

P	01010000	
a	01100001	
i	01101001	
l	01101100	
	00110100	(校验和)

接收设备收到数据块后,以同样的方式计算校验和,与传过来的校验和比较,如果相同就表示正确,不同则表示有误。

4. 循环冗余校验(CRC)

循环冗余校验是检测数据通信中传输错误的一种普遍采用的方法。其原理是:在发送端产生一个循环冗余校验码,附加在信息位后一起发送,接收端根据同样的算法,产生冗余校验码,与发送端的冗余校验码进行比较,如果正确,则表示该数据包(或帧)正确,否则表示传输出错。

1—4 文件传送协议

什么是协议(Protocol)?简单地说是通信双方在交换信息时所遵循的规则。通信引入协议主要有两方面的原因:

一是由于通信系统不能保证 100% 的正确,例如,当我们再传送一个 1M 字节的可执行文件时,如果其中一个字节传错,则接收方执行时通常会死机;如果要再传,一方面不能保证完全正确,另一方面也浪费时间;

二是因为不同系统交换数据时,如果各自使用自己的方法,则相互交流便会有问题。例如在 UNIX 和 DOS 间传送文件,如果这两个系统没有一套规则来保证传送,就不可能实现交换数据。

串行通信文件传送协议有许多种,比较著名的有: XModem, YModem, ZModem, KERMIT 和 MNP 等通信协议。这一节我们分别讨论它们。

1—4—1 XModem

XModem 是最早使用的文件传送协议,尽管与后来发展的几种协议相比有诸多限制,但由于得到广泛支持而没有被淘汰。

XModem 是一种发送等待(Send—and—Wait)协议,它具有流量控制功能。发送和接收方都采用固定的包传送。每一个包由三个部分组成:包头,数据和包尾。

包头:包头开始(SOH),包编号和包编号补码;

数据:固定的 128 个字节;

包尾:存放校验和(Checksum)。XModem 包结构如图 1—10 所示。

XModem 工作时由接收方发出 NAK,接收方发出后,便等待发送方的包第一个字符 SOH 的到来。如果收到了 SOH,便将整个包收完,检查是否出错。如果出错,则向发送方发出一个 NAK,请求发送方重新发送该包;如果正确则给发送方送出 ACK,表示这一个

包没有问题,请继续发下一个包。

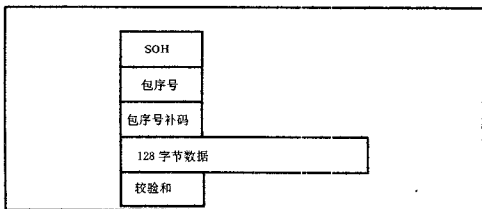


图 1-10 XModem 包结构

XModem 检查包编号和 Checksum 来确定是否该包传送有问题。编号是发送方送出的包的顺序,除了按序外,还要看每一个包的编号和包编号的补码是否正确。包尾存放的是 128 个字节的数据相加,并以 256 整除的余数。

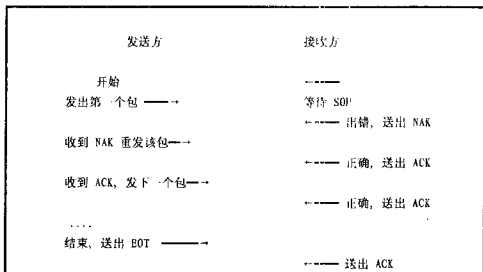


图 1-11 XModem 传送流程

当 XModem 传送最后一个包时,接收方会收到文件结束(EOT)字节。这时接收方送一个 ACK 给发送方,通知发送方整个文件已经传送完毕。图 1-11 是 XModem 传送流程。

1-4-2 YModem

YModem 是对 XModem 的改进版。它可以传送多个文件,数据长度可达 1K 字节,支

持 16 位 CRC(Cyclical Redundancy Check)校验。

1—4—3 ZModem

ZModem 不但具有纠错功能,而且还是一种流式协议。它不再是由接收方发送 ACK 开始引导。ZModem 完全以包引导,通常用于 BBS。

1—4—4 KERMIT

KERMIT 类似于 XModem,但它对 XModem 进行了一些改进。KERMIT 可以传送多个文件,采用的错误检测方式也比 XModem 更好。另外 KERMIT 还提供压缩功能。

1—4—5 MNP(Microcom Networking Protocol)

MNP 是 Microcom 公司开发的通信协议。它分为十个级别:

MNP 1:类似于 XModem,将数据分成块方式传送,采用异步半双工;

MNP 2:异步全双工,具有错误检测能力;

MNP 3:该级将计算机送出的异步数据转换成同步格式;

MNP 4:同样将计算机的异步数据格式转换成同步格式,并且会根据使用的电话线质量来确定包长度,线路质量好时,会使用较大的包传送,否则采用较小的包传送;

MNP 5:提供数据压缩功能。

MNP 6:允许在高速半双工 Modem 上模拟全双工操作,以提高通信效率。

1—4—6 通信协议比较

几种通信协议比较如表 1—2 所示。

表 1—2 几种协议比较

	XModem	YModem	ZModem	KERMIT
支持 XON/XOFF	否	否	是	是
1 字节 Checksum	是	否	否	是
2 字节 Checksum	否	否	否	是
支持多个文件传送	否	是	是	是
最大块长度	128	1K	8K	9K
最小块长度	128	128	0	64

1—5 建立一个通信系统考虑的因素

1—5—1 通信应用负载

建立一个远程通信系统,首先要仔细分析该应用的通信负载,以决定选择何种数据通

信速率和选择什么样的通信线路。通常的应用分成以下几类:

- (1)偶尔访问或者通信量不大的应用。例如电子邮件应用,偶尔进行的文件传送;
- (2)通信量基本一定,维持一直通信,例如,证券系统的行情,委托和成交回报传送;
- (3)通信量大的应用,实时数据传送,实时数据库访问。

第一类应用通常选择普通拨号线;第二类应用采用专线和卫星较普遍;第三类应用,则要求采用 T1 或者 E1 线路了。

1-5-2 数据速率

通常数据速率是以每秒多少位来表示(bps)。标准电话线传送数据通常是 1,200bps 或 2,400bps。表 1-3 是不同硬件速度比较,使用 Modem 时计算机在电话线上的通信速率通常是 2400bps 或 9600bps。常见的 LAN 速度在 1M 到 10M 之间。

表 1-3 通信硬件速度比较

通信硬件	传送速度(bps)	吞吐量(Kbps)
V.22bis Modem	2.4K	2.22-2.26K
V.32	9.6K	
串行接口	115.2K	20-80K
软盘控制器	250-1,000K	250-1,000K
硬盘控制器	8-320M	4-80M
并行口	400-1200K	90-1440K
以太网卡	10M	1-3M
令牌环卡	4-16M	1-8M
FDDI	100M	25-70M

Modem 通信时速度的限制主要来自以下几个方面:

(1)电话网络的质量:如果电话网络本身质量很差,即使采用高速 Modem,也不可能有很高的传送速度;

(2)Modem 本身质量:一个低速 Modem,用在高质量的电话网络上也不可能实现高速传送;

(3)串行接口限制,RS-232 是一个低速标准,最大速度为 115.2Kbps,如果超过这个速率,就可选用其它接口,如 RS-422。

1-5-3 线路选择

远程通信时,一种最为直接的方法是使用电话线,电话线又称为拨号线(dial-up line),它的优点在于:

(1)加入十分方便,只要有电话机的地方都可以连入,并可方便地与任何另一个有电话机的地方通信;

(2)成本低,没有与电话局打交道的麻烦,只要加入一个 Modem 便可连上;

(3) 连通方便, 现在的 Modem 一般都相互兼容, 很少有因为 Modem 不兼容引起连不通的问题。

使用拨号线主要不足在于:

(1) 速度低, 特别在我们国内电话网络不太流畅的情况下, 有时拨通都要花很长间, 有些应用无法忍受;

(2) 传送数据容易出错, 因为普通电话特别容易受干扰, 如果传送一个大文件时, 中途出现致命错误时就只能从头开始了。

如果是两个固定的地方要求长时间连续通信, 则最好的方法是申请专线, 或称为租用线 (leased line)。专线速度可达 9600bps, 19200bps 或 56000bps。其优点在于:

(3) 一旦开通, 线路总会存在;

(4) 速度比拨号线快;

(5) 不再要求拨号。

不足之处在于:

(1) 成本高;

(2) 安装时要求申请。

如果专线仍不能满足要求, 则只有采用 X.25, 卫星或者 T1/E1 了。

第二章 认识 Modem

2-1 Modem 通信

上一章提到,现时的电话网络已经遍及全世界。计算机通信特别是远距离通信时,人们首先想到的便是利用电话网络。不过电话网络是为传输模拟信号而设计的,而我们计算机处理的信息都是数字信号,因此计算机要借助于电话网络传送数据时,发送端首先必须进行调制,将数字信号变成模拟信号。到了接收端,还要有解调装置将模拟信号还原成数字信号。Modem 便是完成这一功能的设备。它是 MOdulation—DEModulation 两个单词的缩写,中文译为“调制解调器”。为了简便起见,我们在本书中将它写作“Modem”。

2-1-1 Modem,计算机和电话

计算机处理的数据都采用二进制形式,用“1”和“0”按一定规则编码。目前使用得最广泛的编码是 ASCII 码,例如“H”用 ASCII 码表示为 01001000。计算机也用二进制存储图形字符。Modem 每秒钟传送的位数(bps=bits per second)用来表示 Modem 的传送速率。

目前,电话线使用音频通信,它是一种模拟信号,这就不能把计算机直接连到电话线上,要求 Modem 来进行转换。

2-1-2 Modem 间连接

当建立一条连接时,Modem 的操作类似于打电话,一方拨号(呼叫),另一方应答。一旦两个 Modem 连接好后,他们就处于在线状态。在这一状态下,参与通信的 DTE 设备(PC 机或者终端)便可以交换信息了。

连接是如何建立起来的呢?当你想呼叫一个 Modem 时,要求给予本地 Modem 一系列命令,包括所要呼叫的对方电话号码。一旦对方不忙,对方的通信软件就会检测到振铃,这时它会发命令给 Modem,接管该线路,进入摘机状态,并发出应答信号。

一旦呼叫 Modem 检测到应答信号,它便会送回一个发起载波信号(originate carrier signal),通信软件也可以设置 Modem 在收到指定的振铃个数后,自动应答呼叫。

Modem 间是如何握手的呢?所谓“握手”是指经过电话网络交换载波信号以建立一个通信通道(或称一条连接)。Modem 握手类似于打电话,当你听到电话铃时,你会拿起电话说一声“你好”,打电话的人同时也会说“你好”,这样,双方确认后就可以进行正式交谈了。Modem 间握手时,会把 Modem 的扬声器打开,这时会听到一系列的“咔嚓咔嚓”声,这些声音实际上是 Modem 在握手。因为现在大多数 Modem 都采用通信标准,所以 Modem 间握手不成问题,如果通信的两个 Modem 不是采用相容的通信协议,就不可能完成握手。Modem 握手完成后,通信双方就处于在线状态,双方便可以通信了。

2-2 Modem 功能

Modem 通过 RS232-C 电缆与计算机或者终端相连,将一台计算机的数字信号转换成模拟信号,经过电话网络发往接收方 Modem,由它将模拟信号转换成数字信号进入计算机。这一过程如图 2-1 所示。

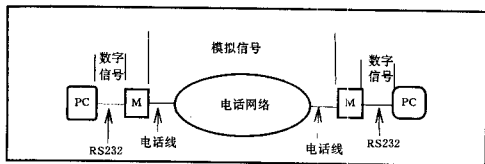


图 2-1 Modem 工作环境

为什么不将 PC 直接连到电话网络上而要加上 Modem 呢?正如我们在本章一开始就提到的,这是因为电话网络目前只能传送模拟信号,而我们的计算机处理的都是数字信号,当我们要利用现存的电话网络时,就要在数据信号和模拟信号间作转换了,这样才引入了 Modem。从图 2-1 我们可以看出,Modem 一方面负责与 PC 机接口,另一方面与另一个 Modem 通信。

Modem 是如何与 PC 机相连接的呢?它借助于国际标准 RS232 接口。利用 RS232 电缆连接 PC 和 Modem。通常 RS232 标准电缆是可以购买得到的,一般用户不必担心。不过当 Modem 连通出问题,一种可能是 RS232 电缆出了问题。这时对 Modem 使用的连线功能有一个了解就十分重要了。

PC 与 Modem 间传递信息利用了发送数据 TD(Transmit Data)和接收数据 RD(Receive Data)这两根线。另外的六根线 DTR,DSR,CTS,RTS,DCD,RI 作控制用。其中:

DTR(Data Terminal Ready)是由 PC 的 RS232 的第 20 脚送出给 Modem 的。它通知 Modem,PC 机已经做好了通信前的准备工作。Modem 只有检测到这个信号后才会去做其它事情。没有这个信号,Modem 就假定 PC 机已经关机了。

DCD(Data Carrier Detect)是 Modem 发给 PC 机的信号。当 Modem 拨号且已经和对方 Modem 握手成功建立一条载波链路后,Modem 便将该信号发给 PC 机。它表示两个 Modem 已经接通且保持在 On-Line 状态。如果两部 Modem 间处于 Off-Line 状态,Modem 会将这个信号关掉,它用来告诉 PC 机目前线路处于 Off-Line 状态。

不管是外部 Modem 还是内部 Modem,其完成的功能都基本一样。对于通信的发送端来说,Modem 完成的功能大致可以归纳为如下 5 项:

- (1)接收计算机经 RS232 电缆送来的控制命令和数据;
- (2)将从 RS232 来的数字信号(在 +25 到 -25V 之间)调制或相应的音频信号;

- (3)完成和通信对方的协商功能；
 (4)把模拟信号送到电话线上；
 (5)保护电路，主要是避免电压过高等问题出现。

而通信的接收端的 Modem 完成如下功能：

- (1)接收从电话线来的模拟音频信号；
 (2)把接收到的模拟信号解调成+25V 到-25V 的数字信号；
 (3)把解调后的数字信号送到 RS232 电缆上；
 (4) 保护电路。

一个 Modem 的组成如图 2-2 所示。

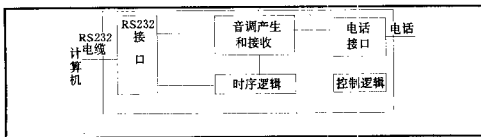


图 2-2 Modem 的功能组成

表 2-1 Modem 指示灯及含义

AA (Auto Answer) 自动应答
指示 Modem 目前处于自动应答状态。当用 AT 命令将 Modem 设置成自动应答方式时，一旦铃响，这个灯便会闪亮。
CD/DCCD (Carrier Detect/Data Carrier Detect) 载波检测
指示 Modem 是否已经检测到远程 Modem 的一个载波信号。当两个 Modem 接通时，Modem 用这个信号告诉 PC 机线路已经接通。
TR/DTR (Terminal Ready/Data Terminal Ready) 数据终端设置准备好
当 PC 机或者终端通过 RS232-C 设置 DTR 信号后，这个显示灯会亮起来，表示 DTE 已经准备好了。
HS (High Speed) 高速模式
指示 Modem 的操作速度。当该灯亮起时，表示目前 Modem 操作在最高速度。例如，2400bps 的 Modem，在命令方式下，DTE 到 Modem 的速度设置成 2400 或者更高时该灯会一直亮着；处于在线方式时，如果 Modem 间的速度是 2400，则该灯也会一直亮着。
MC (Modem Check) 或者 TM (Test Mode) 测试状态
当 Modem 处于测试状态时，该灯会亮起来，另外，如果 Modem 上电后发现问题时该灯也会闪亮。
MR (Modem Ready/Data Set Ready) 调制解调器准备好
当 Modem 上电准备好后，这个灯会亮起来。
OH (Off Hook) 摘机
指示连接到 Modem 上数据链路的状态。每当 Modem 开始拨号或者应答到来的电话呼叫时，这个灯会亮起来。
RD (Receive Data) 接收数据
当该指示灯闪亮时，表示 PC 从 Modem 接收到一个字节。
SD/TD (Send Data/Transmit Data) 发送数据
当该指示灯闪亮时，表示 PC 送一个字节给 Modem。
RI (Ring Indicator) 振铃指示
当 Modem 检测到有外来的电话时，这个灯随着电话铃响便会亮起来。
EC (Error Correction) 纠正错误
显示 Modem 所配置的纠错状态，该灯在以下两种情况下闪亮：
1. 在命令方式下，配置 Modem 工作在纠错模式时；
2. 在在线方式下，建立一条协议链路 (V.42 或者 MNP)