

## 工业嵌入式 MODEM 的通信技术

现今，市面上生产的各种嵌入式 MODEM 可通过公众电话交换网络（PSTN）实现数据的传输功能，包括标准的串行和并行的接口，具有同步和异步的通信数据传输格式，支持多种 MODEM 标准协议——V.92、V.90、V.34、V.32bis、V.22bis 等，支持 V.44、V.42、MNP 等纠错协议和 V.42bis、MNP5 等数据压缩协议。

### 一、通信技术

通信是指计算机与计算机或外围设备之间的数据传送。因此，这里的“信”是一种信息，是由数字“1”和“0”构成的具有一定规则并反映确定信息的一个数据或一批数据。数据通信涉及两台设备之间进行传输数据的问题。常用的数据通信方式有并行通信和串行通信两种。当距离较近而且要求传输速率较高时，通常采用并行通信的方式。当设备距离较远时，数据往往以串行方式传输。

#### （一）并行通信和串行通信

并行通信比较简单，可分为不同位数（宽度）的并行通信，如 8 位并行通信、16 位并行通信等等。在并行数据传输中，8 位并行通信有 8 个数据位同时从一个设备传送到另一个设备，发送设备将 8 个数据位通过 8 条数据线传送给接收设备。接收设备在收到这些数据后，不需经过任何改变就可以直接使用。并行通信的特点是数据的每位被同时传输出去或接收进来。

串行通信其数据传输是逐位传输的，因而相同条件下，比并行通信传输速度要慢，但在实际应用中往往选择串行数据传输。因为串行通信发送或接收数据最多只需两根导线，其一用于发送，另一用于接收。根据串行通信的不同工作方式，还可将发送接收线合二为一，成为发送/接收复用线（如半双工）。实现串行数据传输的硬件具有经济性和实用性。

#### （二）串行数据传输方式

在串行数据传输中，每次由源地传到目的地的数据只有一位，与同时传输好几位数据的并行数据传输相比，串行数据传输的传输速度要比并行传输慢。在串行数据传输中，各位逐次从源地送到目的地，这就要求在数据源和数据目的地之间进行同步，将各位、字符和报文区分开来。数据链路将控制实现两站点间的同步，它要求位、字符或报文从一个站点发送到另一个站点时要加上必要的附加信息，这些信息使得接收站和发送站中的硬件时钟得以同步，从而保证由源地发送的信号被目的地正确地识别出来。串行数据通信有两种数据传输方式，即异步串行数据传输和同步串行数据传输。

异步通信：异步通信所传输的数据格式（也称为串行帧）由 1 个起始位，5、6、7 或 8 个数据位，1、1.5、2 个停止位和 1 个校验位组成。

起始位约定为 0，空闲位约定为 1。

异步通信的实质是指甲乙通信双方采用独立的时钟，每个数据均以起始位开始，停止位结束，起始位触发 A、B 双方同步时钟。每个异步串行帧中的 1 位彼此严格同步，位周期相同。

异步通信依靠起始位、停止位保持通信同步，对硬件要求较低，实现起来比较简单、灵活。

同步通信：同步通信所传输的数据格式（也称为同步串帧）是由多个数据构成的，每帧有两个（或一个）同步字符作为起始位以触发同步时钟开始发送或接收数据。空闲位需发送同步字符。

同步通信依靠同步字符保持通信同步。数据组内数据与数据之间不需要插入同步字符，没有间隙，因而传输速度较快，但要求有准确的时钟来实现收发双方的严格同步，对硬件要求较高，适用于传送成批数据。

## 二、嵌入式 MODEM 的工作原理

MODEM 由发送、接收、控制、接口、操纵面板及电源等部分组成。数据终端设备以二进制串行信号形式提供发送的数据，经接口转换为内部逻辑电平送入发送部分，经调制电路调制成线路要求的信号向线路发送。接收部分接收来自线路的信号，经滤波、反调制、电平转换后还原成数字信号送入数字终端设备。

电话线可以使通信的双方在相距几千公里的地方相互通话，是由于每隔一定距离都设有中继放大设备，保证话音清晰。在这些设备上若再配置 MODEM，则能通电话的地方就可传输数据。一般电话线路的话音带宽在 300 ~ 3400Hz 范围，用它传送数字信号，其信号频率也必须在该范围。常用的调制方法有：频移键控（FSK）、相移键控（PSK、DPSK）、幅度调制（PAM、QAM）、脉冲编码调制（PCM）等。

MODEM 通常有三种工作方式：挂机方式、通话方式、联机方式。电话线未接通是挂机方式；双方通过电话进行通话是通话方式；MODEM 已联通，进行数据传输是联机方式。

MODEM 通电后，通常先进入挂机方式，通过电话拨号拨通线路后进入通话方式，最后通过 MODEM 的“握手”过程进入联机方式。

MODEM 与计算机连接是数据电路终端设备 DCE（Data Circuit terminating Equipment）与数据终端设备 DTE（Data Terminal Equipment）之间的接口问题。DCE 与 DTE 之间的接口是计算机网络使用上的一个重要问题。

### （一）DTE 和 DCE

DTE（Data Terminal Equipment，数据终端设备），是具有一定数据处理能力及发送和接收数据能力的设备。DTE 可以是一台计算机或终端，也可以是各种 I/O 设备。大多数数据处理终端设备的数据传输能力有限，如果将相距很远的两个 DTE 设备直接连接起来，往往不能进行通信，必须在 DTE 和传输线路之间加上一个称为数据电路终端设备（DCE，Data Circuit-terminal Equipment）的中间设备。DCE 的作用就是在 DTE 和传输线路之间提供信号变换和编码的功能，并且负责建立、保持和释放数据链路的连接。典型的 DCE 是与模拟电话线路相联接的 MODEM。数字设备通过 MODEM 接入电话网络进行通信是利用模拟信号传输数字数据。

### （二）RS-232C 串行口

嵌入式 MODEM 通常都是通过 RS-232C 串行口信号线与计算机连接。RS-232 允许一个发送设备连接到一个接收设备以传送资料；其原始规范的最大传输速度为 20Kbps，但实际上，现在的应用早已远超过这个速度范围。RS-232 可说是相当简单的一种通信标准，若不使用硬件流控制，则最多只需利用三根信号线，便可做到全双工的传输作业。

RS-232C 串行口信号分为三类：传送信号、联络信号和地线。

1. 传送信号：指 TXD（发送数据信号线）和 RXD（接收数据信号线）

2. 联络信号：指 RTS、CTS、DTR、DSR、DCD 和 RI 六个信号，各自功能为：

RTS（请求传送），是 PC 机向 MODEM 发出的联络信号。

CTS（清除发送），是 MODEM 向 PC 机发出的联络信号。

DTR（数据终端就绪），是 PC 机向 MODEM 发出的联络信号。

DSR（数据准备就绪），是 MODEM 向 PC 机发出的联络信号。它指出本地 MODEM 的工作状态。

DCD（传送检测），是 MODEM 向 PC 机发出的状态信号。

RI（振铃指示），是 MODEM 向 PC 机发出的状态信号。

3. 地线信号（GND），为相连的主机和 MODEM 提供同一电势参考点。

### 三、调制和协议标准

在通信领域中，协议（Protocol）指的是通信双方应遵守的一套共同的技术规则或规范。如果这套规则或规范被较多的用户接受，便可以称为标准（Standard）。

MODEM 最基本的功能是调制和解调，近年来已发展出一系列技术标准；此外，现今的 MODEM 产品为提高传输速度，大都还将压缩和纠错技术引入其中。

#### （一）标准 MODEM 协议

MODEM 的基本功能是在计算机提供的二进制数字信号与电话网支持的模拟信号之间进行转换，使计算机可以利用电话网进行远距离的数据通信。调制解调技术的核心就是如何在带宽有限（4KHz）的电话信道中提高数字信息的传输速度，这个速度常以比特率，即每秒钟传输的二进制位数（bits per second，简称为 bps）来衡量。

最早的 MODEM 1958 年由 AT&T 公司推出的 Bell103，它采用简单的调频技术 FSK（Frequency Shift Keying），仅提供 300bps 的传输速度。CCITT 根据 Bell103 颁布了一个类似的技术标准 V.21。

20 世纪 70 年代 AT&T 的 Bell1212 采用调幅与调相结合的 4—DPSK 技术，实现了 1200bps 的传输速度。CCITT 的一个类似标准称为 V.22。Bell103（V.21）和 Bell1212（V.22）现在已很少使用，但为了与早期的 MODEM 兼容，不少 MODEM 仍将这两项技术集成在产品中，作为选项。

20 世纪 80 年代中期 CCITT V.22 bis 标准被大多数 MODEM 厂家采用，它的 16-QAM（12 个相位角和 4

个调幅相的正交调制)调制技术实现了 2400bps 的传输速度。接下来,CCITT 又颁布了采用 32-TCM(格栅编码调制)技术,可实现 9600bps 速度的 V.32 标准。CCITT 于 1991 年颁布了 V.32bis 标准。V.32bis 采用 128—TCM 调制技术,可以实现最高 14400bps 的传输速度,并能根据线路质量的变化,退至 12000 bps、9600bps、7200bps 和 4800bps 等 4 个速度档进行工作。1993 年,CCITT 推出 V.34 标准,可实现 28800bps 的最高速度,该标准还可按 28.8K/26.4K/21.6K/19.2K/16.8K/14.4K/12K/9600/7200/4800bps 等多个速度档降速工作。

V.90 是 ITU-T 制定的一个 56Kbps 数据传输标准。V.90 使得 MODEM 能够在 PSTN 上以高达 56Kbps 的速率接收数据。V.90 连接技术使用一条双向通道:上行通道和下行通道。V.90 客户端 MODEM 的下行(接收)通道可以达到更高的传输速度 56K。V.90 标准可支持 33.6Kbps 的上行速率。

## (二) 压缩和纠错技术的协议标准

为了进一步提高 MODEM 对数据的传输速度,除了上述对调制解调技术的不断改进之外,数据压缩技术也在近年来被引入 MODEM。纠错技术则是随着压缩技术的采用而被引入的。

美国 Microcom 公司纠错和压缩协议常简称为 MNP(Microcom Network Protocol),它由一系列独立的纠错和压缩协议组成。其中,MNP1 ~ MNP4 和 MNP10 是纠错协议,MNP5 和 MNP7 是压缩协议。MNP 已成为压缩纠错技术的工业标准。

1988 年,CCITT 颁布了 V.42 纠错标准。V.42 将 MNP4 作为它的一个选项。如果两台 MODEM 中的一台支持 V.42,另一台支持 MNP4,则二者可以自动协商执行 MNP4 的纠错处理。

在数据压缩协议方面,MNP5 和 V.42bis 最为流行。CCITT 于 1989 年颁布的 V.42bis 是一种更为有效的压缩协议。

由于 V.42bis 具有自动测试功能,可以通过在线测试自动地在压缩模式与透明模式(不作压缩处理)之间进行切换,因此 V.42bis 的适应性比 MNP5 要好。

压缩技术与纠错技术是紧密相关的,如果选择了 V.42bis 压缩协议,则 MODEM 将自动启用 V.42 纠错协议;而如果用 MNP5 压缩,则自然采用 MNP 纠错。

## 四、结语

嵌入式 MODEM 能够具有传统的 MODEM 的所有功能,利用电话线(PSTN)解决数据传输问题,而且其体积小、可靠性高、灵活方便,非常适合用于通信量不太大的终端设备之间的通信。在配电自动化、远程抄表、税控 POS 机、银税 POS 机等方面都有广阔的应用前景,有很大的市场空间。