

第3章 物理层基础与应用

在计算机网络中,物理层是计算机之间、网络设备之间进行数据交换的实通信层。在计算机与网络设备的数据交换与通信的过程中,必定会涉及传输介质、传输的信号类型与编码技术、传输方式、多路复用技术、同步技术等基本知识和技术。在计算机网络的实际应用中,还会遇到扩充网络、不同介质间的连接、网卡与介质的连接、组网设备间的连接等,这些都将涉及物理层的基础知识与应用技术。

本章内容与要求:

- 掌握:物理层的基本概念。
- 了解:物理层的通信需要解决的问题。
- 掌握:数据通信的基础知识。
- 掌握:信道的多路复用技术。
- 掌握:数字传输技术。
- 掌握:物理层相关的传输介质。
- 掌握:物理层相关产品与应用特点。

3.1 物理层的基本概念

物理层的主要任务是确定如何利用传输介质传输二进制的比特信号。

1. 物理层要解决的问题

(1) 尽量屏蔽不同物理设备、传输媒体和通信手段的差异,使数据链路层感觉不到这些差异的存在,而仅仅关注于完成其本层的协议与服务。

(2) 使得物理层的服务对象(数据链路层)具有在一条物理传输介质上传送和接收比特流的能力。

(3) 在两个相邻系统之间建立起一条数据电路。为此,物理层还应解决物理连接的建立、维持和释放问题。

2. 物理层的规程特性

物理层的协议被统称为物理层的“规程”。物理层用以实现两个节点间的物理连接,为此,它必然涉及以下四方面的规程(协议)。

(1) 机械特性(mechanical characteristics)

主要定义物理连接的边界点,即接插装置。具体的标准需要确定接口的形状,几何尺寸的大小,引脚的数目、排列方式和锁定装置等;常用的网络标准接口如下。

① ISO 2110: 25 芯连接器,EIA RS-232-C,EIA RS-366-A。

② ISO 2593: 34 芯连接器,V. 35 宽带 Modem。

③ ISO 4902: 37 芯和 9 芯连接器,EIA RS-449。

④ ISO 4903: 15 芯连接器,X. 20、X. 21、X. 22。

(2) 电气特性(electrical characteristics)

指明在接口电缆的各条线上出现的电压的高低,以及电流、阻抗、波形、速率、平衡特性及距离限制等;如 10BASET 传输曼彻斯特编码信号时,代表数字 1 或 0 的具体电压值,以及单段的最大距离为 100m。

(3) 功能特性(functional characteristics)

主要定义各条物理线路的功能,即确定接口各引脚信号的意义。引脚线路的功能类型主要包含数据、控制、定时和接地四大类。

(4) 过程特性(procedural characteristics)

过程特性也被称为“规程特性”,主要定义各条物理线路的工作规程和时序关系。

3. 物理层的实际规程(协议)

各标准化组织会制定与自己标准有关的应用规程(协议)。

(1) 美国电子工业协会(EIA): RS-232、RS-422、RS-423 和 RS-485 等;如计算机串口。

(2) IEEE 802: IEEE 802.3 和 IEEE 802.5 等局域网的物理层规范,如,IEEE 802.3 组织制定出以太网的物理层的接口协议。

(3) 国际电报电话咨询委员会(CCITT): X.25 和 X.21 等。

4. 物理层的主要特点

(1) 物理层至今仍沿用已存在的物理规程,而没有按照 OSI 参考模型制定出一整套新的物理层规程的原因有两点:其一,许多接口的物理规程(协议)在 OSI 参考模型产生前就已经制定,并被许多商品化的设备所采用;其二,物理层协议涉及范围太广泛。

(2) 鉴于物理连接方式、传输媒体的多样性,具体的物理协议十分复杂。在计算机网络的众多实现技术中,首先解决的就是物理层的连接问题。

3.2 数据通信的基本知识与技术

为了使用户更好地理解网络的原理,在这里将用比较通俗的方式集中介绍一些数据通信方面的基础概念与常用技术,这些概念大都涉及物理层的协议。

3.2.1 数据通信中的基本概念

1. 信息和编码

信息的载体是文字、语音、图形和图像等。计算机及其外围设备产生和交换的信息都是由二进制代码表示的字母、数字或控制符号的组合。为了传送信息,必须对信息中所包含的所有字符进行编码。因此,用二进制代码来表示信息中的每一个字符就是二进制编码。

2. 二进制编码标准

在数据通信过程中,进行编码之前,必须确定所用的编码标准。目前,最常用的二进制编码标准为美国标准信息交换码(american standard code for information interchange, ASCII),它已被国际标准化组织(international standards organization, ISO)和国际电报电话咨询委员会(consultative committee international telegraph and telephone, CCITT)采纳,并已经发展为国际通用的标准交换代码。因此,ASCII 不但是计算机内码的标准,也是数据通信的编码标准。ASCII 用 7 位二进制数字表示一个字母、数字或符号,如英文字母

A 的 ASCII 码是 1000001, 数字 1 的 ASCII 码是 0110001。信息中的每一个字符(含控制字符)经编码后, 形成二进制代码。

3. 数据和信号

网络中传输的二进制代码被统称为“数据”。数据与信息区别在于, 数据仅涉及事物的表示形式, 而信息则涉及这些数据的内容和解释。

对于计算机系统来说, 它关心的是用什么样的编码标准(体制)来表示信息。例如, 用 ASCII 标准还是用其他编码标准来表示字符、数字、符号、汉字、图形、图像和语音等; 而对于数据通信系统来说, 它关心的是数据的表示方式和传输方法。例如, 如何将各类信息的二进制比特序列通过传输介质, 在计算机和计算机之间进行传递。

信号(signal)是数据在传输过程中的电磁波表示形式。数据的表示方式有“数字信号”和“模拟信号”两种。从时间域来看, 图 3-1 所示的“数字信号”是一种离散信号; 而图 3-2 所示的“模拟信号”是一种连续变化的信号。

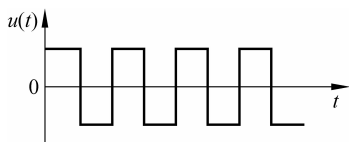


图 3-1 数字信号

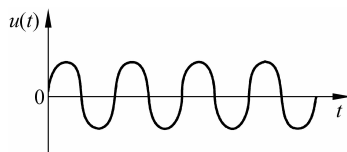


图 3-2 模拟信号

4. 信道及信道的分类

(1) 信道

“信道”是数据信号传输的必经之路, 它一般由传输线路和传输设备组成。

(2) 物理信道和逻辑信道

在计算机网络中, 有“物理信道”和“逻辑信道”之分。

① 物理信道: 是指用来传送信号或数据的物理通路。它是由信道中的实际传输介质与相关设备组成。

② 逻辑信道: 也是网络上的一种通路, 它是指在信号的接收端与发送端之间的物理信道上同时建立的多条逻辑上的“连接”。我们将在物理信道基础上, 通过节点内部建立的多条“连接”称为“逻辑信道”。如在同一条 ADSL 的电话线路上, 可以同时建立起上网和打电话两个逻辑上的连接。这就是说在 1 条电话线的物理信道上建立起 2 个逻辑信道。

由此可见, 在一条物理信道(如通话信道)上, 可以建立多条逻辑信道, 而每一条逻辑信道上, 只允许一路信号通过。

(3) 有线信道和无线信道

根据传输介质是否有形, 物理信道可以分为“有线信道”和“无线信道”。有线信道使用电话线、双绞线、同轴电缆、光缆等有形传输介质; 而无线信道使用无线电、微波、卫星通信信道与远红外线等无形传输介质, 这些介质中的信号均以电磁波的形式在空间传播。

(4) 模拟信道和数字信道

按照信道中传输的数据信号的类型来分, 物理信道又可以分为“模拟信道”和“数字信道”。通常, 在模拟信道中传输的是连续的模拟信号, 而在数字信道中传输的是离散的数字脉冲信号。如果要在模拟信道上传输计算机直接输出的二进制数字脉冲信号, 就需要在信

道两边分别安装调制解调器,对数字脉冲信号和模拟信号进行转换(调制或解调)。反之,如果要在数字信道上传递模拟信号,也要安装相应的信号转换设备。

(5) 专用信道和公共交换信道

如果按照信道的使用方式来分,又可以分为“专用信道”和“公共交换信道”。

“专用信道”又称“专线”,它是一种连接用户之间设备的固定线路。专线可以是自行架设的专门线路,也可以是向电信部门租用的专用线路。专用线路一般用在距离较短,或者是数据传输量较大、安全性要求较高的场合。

“公共交换信道”是一种通过公共网络,为大量用户提供服务的信道。采用公共交换信道时,用户与用户之间的通信,通过电信部门的公共交换机到交换机之间的线路转接信息。例如,公共电话交换网和公共电视网等都属于公共交换信道。

3.2.2 数据通信系统的基本模型

数据通信是指信源(发送信息的一方)和信宿(接收数据的一方)中信号的形式均为数字信号的通信方式。因此,一般将“数据通信”定义为:在不同的计算机和数字设备之间传送二进制代码 0、1 对应的比特位信号的过程。这些二进制信号,表示了信息中的各种字母、数字、符号和控制信息。计算机网络中的数据传输系统大都是“数据通信”系统。数据通信系统的基本模型如图 3-3 所示,其组成包括信源系统、传输系统和信宿系统。

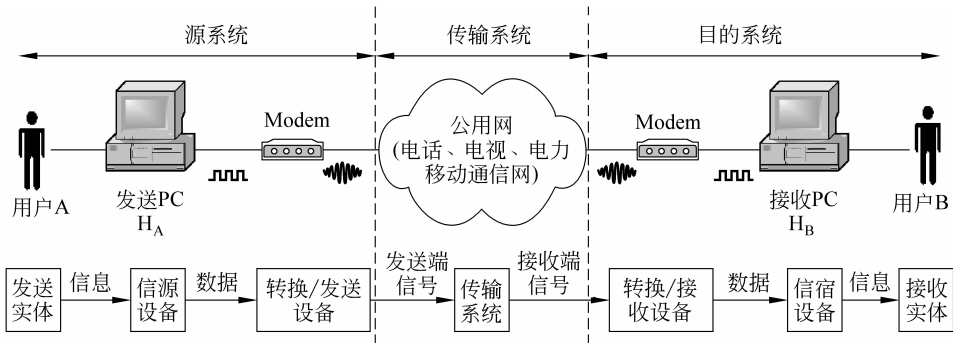


图 3-3 数据通信系统的基本模型

1. 信源与信宿

通信系统产生和发送信息的一端叫信源(源系统),接收信息的一端叫信宿(目的系统)。在图 3-3 所示的基本模型中,信源设备和信宿设备都是计算机。

(1) 信源系统

信源系统由发送实体、信源设备和转换/发送设备组成。

① 发送实体和信源设备: 又称“信源”或“源点”,它是信息的发送端(发送方);当发送实体为用户(人),信源设备为计算机时,人可以通过 PC 发送 E-mail 信息。

② 转换/发送设备: 通常是信号的转换与发送设备,如 Modem 将 PC 发送的二进制信号转化为适于在公用网上传输的信号,并发送到与公用网连接的传输介质中。

(2) 信宿系统

信宿系统由转换/接收设备、信宿设备和接收实体组成。

① 接收实体和信源设备：又称“信宿”或“终点”，它是信息的接收端（接收方）。当接收实体为用户（人），信宿设备为计算机时，人通过 PC 接收 E-mail 信息。

② 转换/接收设备：通常是信号的转换与发送设备，如 Modem 从电话线上接收模拟信号，并将其转换为计算机可以接收的数字信号。

2. 传输系统

信源与信宿通过通信线路进行通信，在数据通信系统中，也将通信线路称为信道。根据选择的公用网（广域网）的不同，可以是电话网、电视网、电力网、移动通信网。

3. 数据通信过程中涉及的主要技术问题

例如：在图 3-3 所示的用户 A 通过主机 H_A 发送信息 A 给使用主机 H_B 的用户 B。

在通信系统中，计算机间的通信过程需要解决的问题如下：

① 二进制编码：在主机 H_A 中，用 ASCII 对信息中的字符 A 进行二进制编码，结果得到二进制数据 1000001。

② 传输的信号类型：是指在数据通信过程中，信号的表示方式，即是以数字信号表示，还是以模拟信号表示。当传输的是数字信号时，由编码器将二进制数据转换为相应的“数字信号”；当传输的是模拟信号时，由调制器将二进制数据转换为相应的“模拟信号”。

③ 数据传输与通信方式：在数据通信过程中，是采用“串行通信”方式还是“并行通信”方式？是采用“单工通信”、“半双工”方式，还是采用“全双工通信”方式？

④ 同步技术：在通信时是指采用的“同步通信方式”，还是“异步通信方式”？

⑤ 多路复用技术：是指在通信的过程中，是否为了提高物理信道的利用率，采取了复用信道的技术。例如，在同一电话线（物理信道）上，是传送一路信号，还是多路信号？

⑥ 广域网数据交换技术：是指当使用远程网络连接时，采用什么样的数据交换技术？如是采用线路交换方式，还是选择存储转发技术？是采用报文交换，还是分组交换？是数据报方式还是虚电路方式？

⑦ 差错控制技术：实际的物理通信信道是有差错的，为了达到网络规定的可靠性技术指标，必须采用差错控制技术。因此，在差错控制技术中采用了什么检测和纠错技术？

在上述要解决的问题中，①～⑤所涉及的是物理层的规程（协议），将在本章介绍，其余问题将在后续章节介绍。

3.2.3 数据传输类型及相应技术

在数据通信过程中，传输的数据信号的类型不同，使用的技术就不同。由于在计算机网络中传输的信号分为“数字信号”和“模拟信号”两种，因此，在数据传输过程中，分别对应了不同的“编码”技术或“调制”技术。为此，数据传输系统有“基带传输”和“频带传输”两种传输方式。

1. 基带传输与数字信号的编码

（1）基带、基带信号和基带传输

在数据通信系统中，由计算机、终端等发出的信号都是二进制的数字信号。这些信号是典型的矩形脉冲信号，其高、低电平可以用来代表数字信号的 0 或 1。

数字信号的频谱中包含直流、低频和高频等多种成分,人们把数字信号频谱中从直流(零频)开始到能量集中的一段频率范围,称为“基本频带”(或固有频带),简称为“基带”。因此,数字信号也被称为“数字基带信号”,简称为“基带信号”。

在线路上直接传输基带信号的方法称为“基带传输”方法。在基带传输中,必须解决两个基本问题:其一,基带信号的编码问题;其二,收发双方之间的同步问题。

(2) 数字信号的编码

在基带传输中,用不同极性的电压、电平值代表数字信号 0 和 1 的过程,称为基带信号的“编码”,其反过程称为“解码”。在发送端,编码器将计算机等信源设备产生的信源信号,变换为用于直接传输的基带信号;在接收端,解码器将接收到的基带信号,恢复为与发送端相同的、计算机可以接收的信号。

在基带传输中,可以使用不同的电平逻辑,例如,用负电压,如 -5V ,代表数字 0;正电压,如 $+5\text{V}$,代表数字 1。当然,也可以使用其他的电平逻辑来表示二进制数字。

下面介绍 3 种基本的编码方法。

(3) 非归零(non-return to zero,NRZ)编码

① 编码规则: NRZ 编码方法的示例如图 3-4(a)所示。图中的 NRZ 编码规则定义为:用负电压代表数字 0,正电压代表数字 1;当然,也可以采用其他的编码定义方法,如用负电压代表数字 1,用正电压代表数字 0。

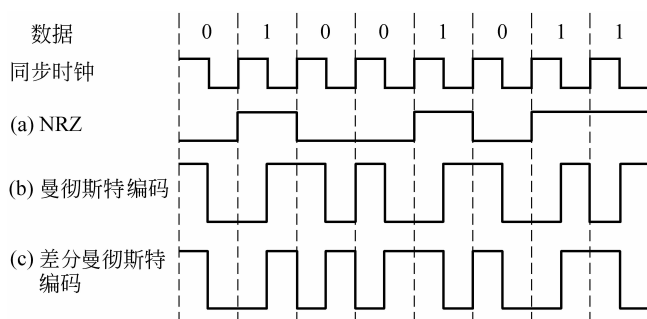


图 3-4 二进制数据的基带信号的编码波形

② 特点: NRZ 编码的优点是简单、容易实现,缺点是接收方和发送方无法保持同步。

③ 位同步: 为了保证收、发双方的按位同步,必须在发送 NRZ 编码的同时,用另一个信道同时发送同步时钟信号,如图 3-4(a)所示。

④ 应用: 计算机串口与调制解调器之间使用的就是基带传输中的非归零码技术。

(4) 曼彻斯特(manchester)编码

① 编码规则: 曼彻斯特编码的规则如下。

a. 每比特的周期 T 分为前后两个相等的部分。

b. 前半周期为该位值“反码”对应的电平值,后半周期为该位值的“原码”所对应的电平值。

c. 中间的电平跳变作为双方的同步信号。

根据编码规则,当值为 1 时,前半部分为反码 0(低电平, -5V);后半部分为原码 1(高电平, $+5\text{V}$);中间有一次由低电平向高电平的跳跃。当值为 0 时,前半部分为反码 1(高电

平, +5V); 后半部分为原码 0 (低电平 -5V); 每位中间的由高电平向低电平跳跃作为同步信号。曼彻斯特编码波形的示例, 如图 3-4(b) 所示。

② 曼彻斯特编码的特点和同步信号: 曼彻斯特编码中的中间电平跳跃, 既代表了数字信号的取值, 也作为自带的“时钟”信号。因此, 这是一种“自含时钟”的编码方法。

③ 特点: 曼彻斯特编码的优点是收发信号的双方可以根据自带的“时钟”信号来保持同步, 无须专门传递同步信号的线路, 因此成本较低; 曼彻斯特编码的缺点是效率较低。

④ 应用: 曼彻斯特编码是应用最多的编码方法之一。典型的 10BASE-T、10BASE-2 和 10BASE-5 低速以太网使用的就是曼彻斯特编码技术。

(5) 差分曼彻斯特(differential manchester)编码

① 编码规则: 简言之, 差分曼彻斯特编码的规则是: 遇“0 跳变”, 遇“1 保持”, “中间跳变”。详细的差分曼彻斯特编码规则如下。

a. 每位值无论是 1 还是 0 中间都有一次电平跳变, 这个跳变为同步之用。

b. 若本位值为 0, 则其前半波形的电平与上一个波形的后半波形的电平值相反。若本位值为 1, 则其前半波形的电平与上一个波形的后半波形的电平值相同。

差分曼彻斯特编码是对曼彻斯特编码的改进, 其示例的波形如图 3-4(c) 所示。由图可见, 若本位值为 0, 开始处出现电平跳变; 反之, 若本位值为 1, 则开始处不发生电平跳变。

② 特点: 差分曼彻斯特编码的优点是自含同步时钟信号、抗干扰性能较好; 缺点是实现的技术复杂。

③ 同步信号: 中间的电平跳变作为“同步时钟”信号。

总之, 基带传输的优点是: 抗干扰能力强、成本低。缺点是: 由于基带信号频带宽, 传输时必须占用整个信道, 因此通信信道利用率低; 占用频带宽, 信号易衰减; 只能使用有线介质传输, 限制了使用的场合。在局域网中经常使用基带传输技术。

2. 频带传输与模拟信号的调制

(1) 调制、解调与频带传输

在频带传输中, 常用普通电话线作为传输介质, 因为它是当今世界上覆盖范围最广、应用最普遍的一类通信信道。传统的电话通信信道是为传输语音信号而设计的, 它本来只用于传输音频范围(300Hz~3400Hz)的模拟信号, 不适于直接传输频带很宽, 又集中在低频段的计算机产生的数字基带信号。为了利用电话交换网实现计算机之间的数字信号传输, 必须先将计算机产生的数字信号转换成模拟信号再进行传输。为此, 在发送端, 需要选取音频范围的某一频率的正(余)弦模拟信号作为载波, 用它运载所要传输的数字信号, 并通过电话信道将其送至另一端; 在接收端再将数字信号从载波上分离出来, 恢复为原来的数字信号波形。这种利用模拟信道实现数字信号传输的方法称为频带传输。

在发送端将数字信号转换成模拟信号的过程称为调制(modulation), 相应的设备称为调制器(modulator); 在接收端把模拟信号还原为数字信号的过程称为解调(demodulation), 相应的设备称为解调器(demodulator); 而同时具有调制与解调功能的设备被称为调制解调器(modem)。Modem 就是数字信号与模拟信号之间的变换设备。

(2) 数字数据(信号)的调制

为了利用模拟信道实现计算机数字信号的传输, 必须先对计算机输出的数字数据(信号)进行调制。在调制过程中, 运载数字数据的“载波信号”可以表示为

$$u(t) = A(t) \sin(\omega t + \phi)$$

其中,振幅 A 、角频率 ω 、相位 ϕ 是载波信号的 3 个可变电参量,它们是正弦波的控制参数,也称为“调制参数”,它们的变化将对正弦载波的波形产生影响。人们通过改变这三个参量实现对数字数据(信号)的调制,其对应的调制方式分别为“幅度调制”、“频率调制”和“相位调制”。在应用时,须注意的是每次只变化一个电参量,固定另外两个电参量。

(3) 幅度调制 ASK

① ASK 调制规则: 幅度调制又称为振幅键控(amplitude-shift keying, ASK)。在幅度调制中,频率和相位都是常数,振幅为变量,即载波的幅度随发送的数字信号的值而变化。例如,可以用具有 A_m 幅度的载波信号表示二进制数字 1,用幅度为 0 的载波信号表示二进制数字 0。当然,也可以使用具有幅度 A_1 和 A_2 的同频率载波信号,分别表示二进制数字 1 和 0。其数学表达式为

$$\begin{cases} u(t) = A_m \cdot \sin(\omega_0 t + \phi_0) & \rightarrow \text{数字 1} \\ u(t) = 0 \cdot \sin(\omega_0 t + \phi_0) & \rightarrow \text{数字 0} \end{cases}$$

图 3-5(a) 表示的是具有二进制数字 0 和 1 两种载波幅度值的调幅波形(二元制调幅波),其中 $\phi_0 = 0$ 。为了提高传输速度,还可以采用多幅度调制。

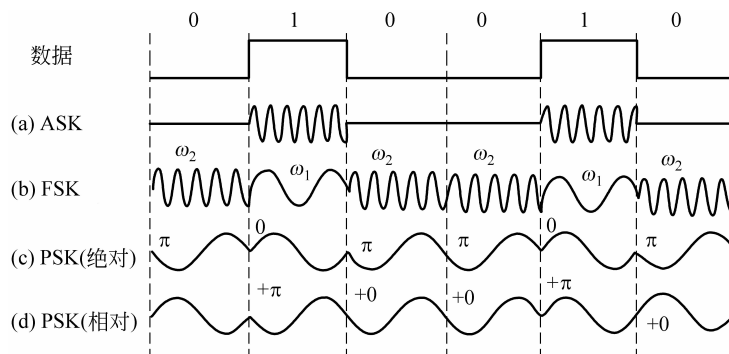


图 3-5 模拟数据信号的二相调制(编码)波形图

② ASK 的特点: 幅度调制的技术比较简单,信号容易实现,但抗干扰的能力较差。

(4) 频率调制 FSK

① FSK 调制规则: 频率调制又称为移频键控(frequency-shift keying, FSK)。在频率调制中,把振幅和相位定为常量,频率为变量。其数学表达式为

$$\begin{cases} u(t) = A_{m0} \cdot \sin(\omega_1 t + \phi_0) & \rightarrow \text{数字 1} \\ u(t) = A_{m0} \cdot \sin(\omega_2 t + \phi_0) & \rightarrow \text{数字 0} \end{cases}$$

在二元制中,分别用两种不同频率的波形来表示二进制数字 0 和 1。如用频率 $F_2(\omega_2)$ 的波形表示数字 0,用频率 $F_1(\omega_1)$ 的波形表示数字 1 的调制波形如图 3-5(b)所示,其中 $\phi_0 = 0$ 。

② FSK 的特点: 频率调制的电路简单,抗干扰能力强,但频带的利用率低,适用于传输速率较低的数字信号。

(5) 两相相位调制 PSK

PSK(phase-shift keying)相位调制又称为移相键控。在相位调制中,把振幅和频率定

为常量,初始相位定为变量。在二元制情况下,分别用不同的初始相位的载波信号波形表示二进制数字 0 和 1。相位调制可以进一步分为绝对调相、相对调相和多相调相等。

① PSK 绝对调相: 其调制规则为,在二元制中,用相位的绝对值表示数字信号 0、1。例如: 用初始相位 $\phi_0 = 0$ 表示数字 1, $\Phi_0 = \pi$ 表示数字 0, 则数学表达式为

$$\begin{cases} u(t) = A_{m0} \cdot \sin(\omega_0 t + 0) & \rightarrow \text{数字 1} \\ u(t) = A_{m0} \cdot \sin(\omega_0 t + \pi) & \rightarrow \text{数字 0} \end{cases}$$

其对应的绝对调相编码波形如图 3-5(c)所示。

② PSK 相对调相: 其编码规则为用当前波形的初始相位,相对于前一个波形的初始相位的偏移值来表示数字信号 0、1。例如: 用当前波形的初始相位相对于前一波形初始相位 ϕ_0 的偏移量“+0(变化 0 度)”表示数字信号 0; 偏移量为“+ π (变化 180°)”表示数字信号 1, 其对应的相对调相编码波形如图 3-5(d)所示。

(6) 多相调相

在两相($n=2$)调制方法中,通过两种不同的相位波形,分别表示二进制的数字 0、1。在数据通信系统中,为了提高数据的传输速率,人们经常采用多相调制的方法。与两相相位调制类似的是多相相位调制也有相对调相和绝对调相两种。多相调制的状态数 n 与每次传输的二进制比特位的数目 m 的关系如下:

$$n = 2^m$$

m : 波形每变化一次传递的二进制数字的比特位数。

n : 波形的所有不同状态数目。

例如,在图 3-6 所示的 4 相调相中,每次传递两个($m=2$)比特位,共有 4 种($n=2^2=4$)状态。在待发送的数字信号中,按两比特为一组进行编组,所有可能的组合有 4 种,即 00、01、10、11。因此,为了表示每一个双比特码元,应分别使用具有不同相位偏移值的波形,如表 3-1 所示。在调相信号的传输过程中,相位波形每改变一次,便传送两个比特的数据。同理,在 8 相调相中,如果将待发送的数字信号按每三个比特组成一组,那么一共有 8 种组合。这样,载波调制波形的状态每改变一次,便传送 3 个比特的数据。4 相调相、8 相调相、16 相调相中,各种相位的数据表示,如表 3-1、表 3-2 和表 3-3 所示。

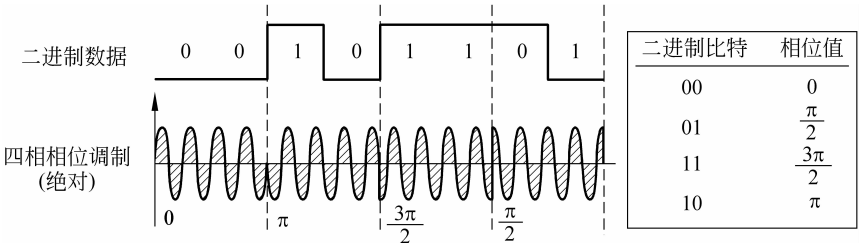


图 3-6 四相相位调制(绝对)波形图

表 3-1 4 相调相的相位变化值

比特位	相对相位的偏移量	比特位	相对相位的偏移量
00	0°	10	180°
01	90°	11	270°

表 3-2 8 相调相的相位变化值

比特位	相对相位的偏移量	比特位	相对相位的偏移量
000	0°	100	180°
001	45°	101	225°
010	90°	110	270°
011	135°	111	315°

表 3-3 16 相调相的相位变化值

比特位	相对相位的偏移量	比特位	相对相位的偏移量
0000	0°	1000	180.0°
0001	22.5°	1001	202.5°
0010	45.0°	1010	225.0°
0011	67.5°	1011	247.5°
0100	90.0°	1100	270.0°
0101	112.5°	1101	292.5°
0110	135.0°	1110	315.0°
0111	157.5°	1111	337.5°

总之,相位调制技术占用频带较窄,抗干扰性能好,其中的相对调相则具有更高的抗干扰性能,在实际中经常使用。若希望得到较高的信息传输速率,必须采用在技术上更为复杂的多元振幅、相位混合调制方法。

3.2.4 数字传输系统

早在 1937 年,英国人 A. H. 里夫斯提出用脉冲的有无组合来传递话音信息的方法。他发明的脉冲编码调制(即 PCM)技术于 1939 年获得专利,并为现代数字电信网的建设奠定了基础。虽然 PCM 的产生是为了在电话局之间的中继线上传送多路的电话;但在现代通信技术中,除了在局域网中大量应用基带传输技术外;在语音、图像、视频等很多模拟应用场合大都都需要使用 PCM 技术,这是因为模拟数据在数字信道传递时,必须通过 PCM 进行模拟数据到数字数据的转换。由于各种信息的数字化已经成为网络发展的必然趋势,因此,在计算机网络技术中,数字传输系统也是不可缺少的环节。

1. 脉冲编码调制概述

脉冲编码调制(pulse code modulation, PCM)是模拟数据信号数字化采用的主要方法。

由于数字信号传输失真小、误码率低、数据传输速率高,因此,语音、图像等信息的数字化已经成为必然,但这是些信号必须数字化才能被计算机接收和处理。

(1) PCM 的主要优点

抗干扰能力强、失真小、传输特性稳定;此外,PCM 技术还可以采用压缩编码、纠错编码和保密编码等来提高系统的有效性、可靠性和保密性;另外,PCM 还可以在一个物理信道上使用“时分复用”技术传输多路信号。