

第 3 章 计算机网络及网页设计

3.1 计算机网络

3.1.1 计算机网络概述

计算机网络是计算机技术和通信技术相结合的产物,随着计算机软件和硬件的快速发展,计算机网络迅速渗透到计算机和通信两个领域中。在这两个领域中,一方面通信网络为计算机之间数据的传输和交换提供了必要的手段;另一方面数字信号技术的发展已渗透到通信技术中,并推动了通信技术的发展。

1. 计算机网络概念

计算机网络是利用通信线路和通信设备将地理位置分散的、具有独立处理功能的许多计算机系统连接起来,按照某种协议进行数据通信,以实现资源共享的信息系统。

这里所定义的计算机网络包含四部分内容:

- (1) 具有独立处理功能的计算机: 包括各种类型计算机、工作站、服务器和数据处理终端设备。
- (2) 通信线路和通信设备: 通信线路是网络连接介质。包括双绞线、同轴电缆、光缆、卫星等;通信设备是网络连接设备。包括网关、网桥、集线器、交换机、调制解调器等。
- (3) 一定的控制机制和连接方式: 是各层网络协议和各类网络的拓扑结构。
- (4) 网络软件: 指各类网络系统软件和网络应用软件。

对于计算机网络标准的制定国际上有两大组织: 国际电报与电话咨询委员会(Consultative Committee on International Telegraph and Telephone, CCITT)和国际标准化组织(International Organization for Standards, ISO)。CCITT 主要是从通信角度考虑标准的制定,而 ISO 则侧重于信息的处理与网络体系结构。但随着计算机网络的发展,通信与信息处理成为两大组织共同关注的领域。

2. 计算机网络发展阶段

1) 第一代: 面向终端的计算机网络

1946 年世界上第一台电子计算机 ENIAC 在美国诞生时,计算机技术与通信技术并没有直接的联系。20 世纪 50 年代初,出现了以单个计算机为中心的联机系统,称做面向终端的远程联机系统。该系统是计算机技术与通信技术相结合而形成的计算机网络的雏

形,因此也称为面向终端的计算机通信网。具有通信功能的单机系统的典型结构是计算机通过多重线路控制器与远程终端相连,由于多重线路控制器严重限制了网络中用户数量的增加,每当增加一个新用户时,都需要对多重线路控制器进行软件和硬件的修改和重新配置,所以将前置处理机(Front End Processor, FED)和集中器(Concentrator)应用到计算机网络中。如图 3-1 所示,前置机和集中器的使用,是第一代计算机网络的标志。

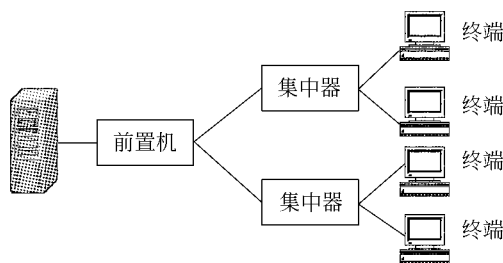


图 3-1 面向终端的计算机网络

2) 第二代：以通信子网为中心的计算机网络

将分布在不同地点的计算机通过通信线路互连成为计算机网络。连网用户可以通过计算机使用本地计算机的软件、硬件与数据资源,也可以使用网络中的其他计算机的软件、硬件与数据资源,以达到资源共享的目的。以通信子网为中心的计算机网络是以分组交换技术为中心的计算机网络,如图 3-2 所示。网络中的通信双方都是具有自主处理能力的计算机,功能以资源共享为主。美国国防部高级研究计划局网络(ARPANET)的研制成功标志着第二代计算机通信网络的诞生。

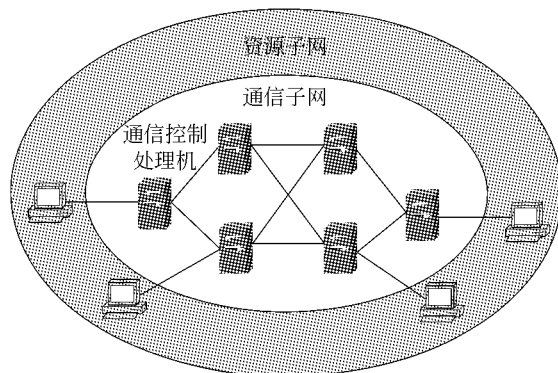


图 3-2 以通信子网为中心的网络

3) 第三代：以 OSI 网络体系结构为核心的计算机网络

ISO 制订的 OSI 模型成为研究和制订新一代计算机网络标准的基础。各种符合 OSI 模型与协议标准的远程计算机网络、局部计算机网络与城市地区计算机网络开始广泛应用。

4) 第四代：网络互连阶段

各种网络进行互连,形成更大规模的互联网络。Internet 作为其中的典型代表,它的

特点是互连、高速、智能与更为广泛的应用。现代互连网络示意图如图 3-3 所示。

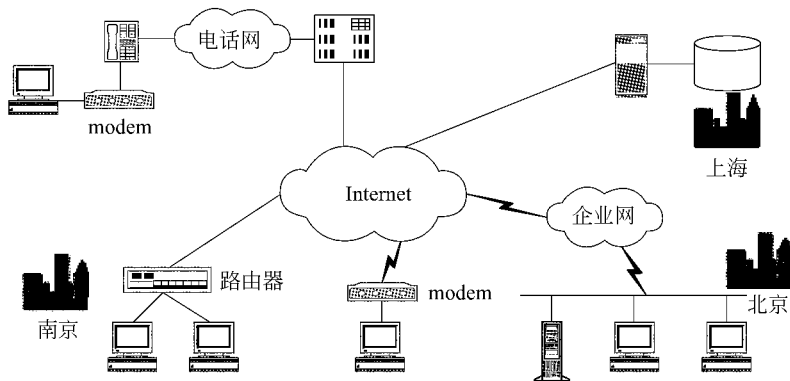


图 3-3 现代网络互连示意

3. 计算机网络的功能

1) 数据通信

计算机网络使分散在不同部门、不同单位,甚至不同省份、不同国家的计算机与计算机之间可以进行通信,互相传送数据,方便地进行信息交换。例如,使用电子邮件进行通信、在网上召开视频会议等。

2) 资源共享

这是计算机网络最有吸引力的功能。在网络范围内,用户可以共享软件、硬件和数据等资源,而不必考虑用户及资源所在的地理位置。当然,资源共享必须经过授权才可以进行。

3) 提高计算机系统的可靠性和可用性

网络中的计算机可以互为后备,一旦某台计算机出现故障,它的任务可由网络中其他计算机取代。当网络中某些计算机负荷过重时,可将新任务分配给较空闲的计算机去完成,从而提高了每一台计算机的可用性能。

4) 实现分布式的信息处理

由于有了计算机网络,使得大型信息处理问题可以借助于分布在网络中的多台计算机协同完成,解决单机无法完成的信息处理任务。特别是分布式数据库管理系统,它使分散存储在网络中不同系统中的数据,在使用时就好像集中存储和集中管理那样方便。

3.1.2 计算机网络分类

计算机网络的分类方式有很多种,可以按地理范围、拓扑结构、传输速率和传输介质等分类。按拓扑结构分有总线型、星型、环型等;按传输速率分为高速网和低速网;按传输介质分为有线型网和无线型网;按网络传输技术分为广播式网络(broadcast networks)和点-点式网络(point-to-point networks)。

常用计算机网络分类是按地理范围划分的,即按照连网的计算机之间的距离和网络覆盖地域范围的不同分为局域网(Local Area Network, LAN)、广域网(Wide Area Network, WAN)和城域网(Metropolitan Area Network, MAN)。

1. 局域网

局域网地理范围一般在几百米到十几千米之内,属于小范围内的连网,如一个建筑物内、一个学校内、一个工厂的厂区内等。局域网的组建简单、灵活,使用方便。随着计算机应用的普及,局域网的地位和作用越来越重要,大量的信息、软件、视频和图像处理等均可在局域网中共享使用。

2. 城域网

城域网地理范围可从几十千米到上百千米,可覆盖一个城市或地区,是一种中等形式的网络。使用的技术与局域网相同,但分布范围要更广一些,它可以支持数据、语音及有线电视网络等。

3. 广域网

广域网也称为远程网络,指作用范围通常为几十千米到几千千米的网络,属于大范围连网。广域网是将多个局域网连接起来的更大的网络,各个局域网之间可以通过高速电缆、光缆、微波、卫星等以远程通信方式连接,如几个城市,一个或几个国家,甚至全球。广域网是网络系统中的最大型的网络,能实现大范围的资源共享,如国际性的 Internet 互联网络。

3.1.3 计算机网络的拓扑结构

拓扑结构是指将不同设备根据不同的工作方式连接的结构。不同计算机网络系统的拓扑结构是不同的,而且不同拓扑结构的网络其功能、可靠性、组网的难易及资金成本等方面也不相同。下面以局域网和广域网的网络拓扑结构为例介绍各种拓扑结构。

1. 局域网的拓扑结构

局域网的拓扑结构主要有总线型拓扑、星型拓扑和环型拓扑,如图 3-4 所示。

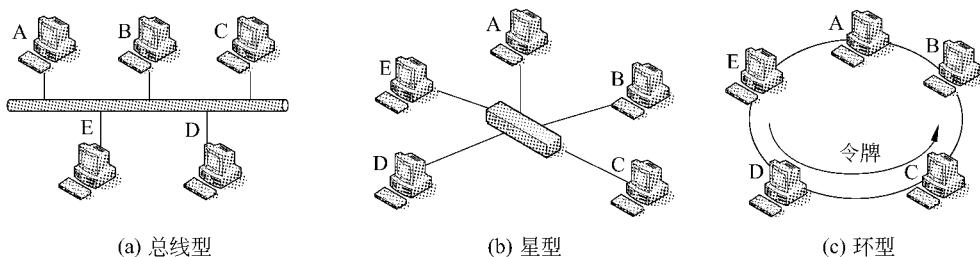


图 3-4 局域网拓扑结构

1) 总线型拓扑结构

总线型结构是将网络上的所有计算机通过一条电缆线相互连接起来,如图 3-4(a)所示,所有计算机都共享一条电缆。这种结构的网络,在某一时刻只能有一台计算机发送电子信号。例如,图中 A 计算机要将信息发送给 D 计算机,它将数据转换成电信号,然后再将电信号发送到电缆线上。此时,电缆上所有计算机都在监听信号传送,因为只有 D 计算机的地址与 A 所发信号地址匹配,所以该网络中只有 D 能接收到信号,而其他计算机

无法接收到信号。

总线型是结构最简单的网络,并且组网也比较容易,该结构不需要任何其他设备即可直接将计算机连接到电缆上。但这种结构也有弊端,不能过多地增加网络上的计算机数量,整个总线型网络的传输性能与网络上的计算机数量和总线长度等都有关系。当网络上计算机增加过多时,整个网络的性能就会下降。而且当网络发生故障时,无法判断故障的具体位置,一旦总线上某处发生故障,就会使整个网络无法正常工作。目前,总线型结构只应用于计算机数量比较少的小型网络(十几台左右),在大型网络中一般不会单独出现总线型结构布线,而是和其他类型网络结构结合在一起构成一个混合拓扑结构网络。

2) 星型拓扑结构

星型拓扑结构是以计算机的一台中央处理机与多个终端相连结构为原型的,即所有计算机都通过各自的电缆与一台中央集线器相连。通常中央集线器可以接收信号、放大信号,也可以转发信号。网络上计算机把信号传送到中央集线器,由它将信号转发给目标计算机,如图 3-4(b)所示。

采用星型结构的计算机便于扩展,因为所有计算机都与中央集线器相连,更方便移动、隔离等操作。而且某一台计算机出现故障不影响其他计算机,所以目前局域网中星型拓扑结构比较流行。但由于星型结构中每台计算机都通过电缆与中央集线器相连,会需要大量的电缆线,并且一旦中央集线器出现故障,整个网络将无法工作。

3) 环型拓扑结构

环型拓扑结构中每台计算机均与相邻的两台计算机相连,形成一个封闭的环型。整个环型结构中的计算机地位均等,既没有起始点也没有终点。信号沿固定的方向在网络中传送,途中经过的计算机将接收上一台计算机传来的信息,然后放大后传送给下一台计算机,直到到达目标计算机才结束。如图 3-4(c)所示,一般环型结构中采用令牌传递方法,令牌是一个很小的数据包,它在环型结构网中不停地循环传递,一旦有计算机想要发送信息获得该令牌,则整个网络中其他计算机都无权发送信息,直到获得令牌的计算机发送成功信息后发一个空令牌,其他计算机获得该空令牌后才可以发送自己的信息。令牌传递方式可以使网络中任一时刻只有一台计算机发送信息,这样有效地防止了网络上信息冲突。

通常环型网络组网比较容易,但由于每台计算机都相当于一台中继器,所以一旦有一台出现故障将使整个网络不能正常工作。

2. 广域网拓扑结构

在广域网中,网络拓扑结构类型的划分主要是从管理和访问控制功能角度进行的,而不是从结构外形划分的。所以对于广域网的拓扑结构不是称之为某某形状,而是称之为某某式。按功能分布角度划分的广域网的拓扑结构如图 3-5 所示。其中 N/C 代表中心结点交换机/服务器群,C 代表集中器,H/T 代表用户。

1) 集中式拓扑(centralized topology)结构

如图 3-5(a)所示,在集中式拓扑结构中,信息传送必须由中心结点来完成,整体物理结构实质上与局域网中的星型结构一样,所以中心结点的可靠性决定了整个网络的可靠性。

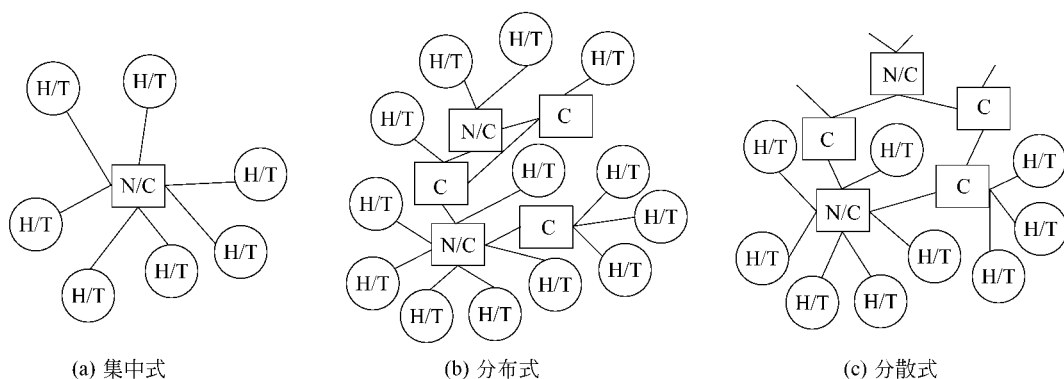


图 3-5 广域网拓扑结构

采取集中式拓扑结构有三方面原因,首先,它们是从主机系统(如局域网)中继承的传统应用结构(如星型拓扑结构);其次是单一(或较少)的结点主机减少了数据库一致性问题的发生;最后,这种集中式结构也简化了用户的管理工作。所以集中式结构的主要优点就是管理和用户扩展容易。但这种结构的问题在于所有的用户终端都需要访问中央服务器,网络流量会汇集到网络主干线上,这将致使共享网络主干线上交通拥挤,最终导致系统性能下降。随着交换机性能提高,具有高速度、低延迟性的交换机问世,会在一定程度上缓解主干线上交通拥挤现象。

2) 分布式拓扑(distributed topology)结构

如图 3-5(b)所示,分布式是相对集中式而言的,所说的“分布”要与“分散”区分开,“分布”是指网络中的用户管理功能和用户业务处理都交给相应功能域的通信控制处理机(如子服务器、交换机和复用器等)、集中器完成,而中心结点只负责网络的总体控制和管理。

分布式拓扑结构很明显是从功能上进行的描述,也就是功能上分布。分布式拓扑结构中,往往把各种功能的应用服务器设置在靠近用户的最大集中点。支持分布式拓扑的网络,要求把网络用户分配到不同的应用领域,每个应用领域需要为所有域用户访问的主要应用提供访问。

由于分布式拓扑结构采用分散控制,即使整个网络中的某个局部出现故障,也不会影响全网的操作,因而分布式拓扑结构的优点是:具有很高的可靠性;网络中的路径选择采用最短路径算法,故网上延迟时间少,传输速率高;各个结点间均可以直接建立数据链路,信息流程最短;便于全网范围内的资源共享。它的缺点是:连接线路所用电缆长,造价高;网络管理软件复杂;报文分组交换、路径选择、流量控制复杂。

3) 分散式拓扑(decentralized topology)结构

如图 3-5(c)所示,“分布”是根据功能划分的,把总体业务处理功能根据具体业务类型移植到多个下级通信处理机或集中器完成,以减轻主干交换机/服务器的负担,使得整个网络从业务处理上来看显得更为“平坦”;而“分散”则不是根据业务功能来划分的,而纯粹是根据地理位置分布来划分的。它是按照一定的地理范围和用户数量来确定控制处理机

(如交换机/服务器群、用户复用器)设置的。每一个交换机/服务器群和复用器结点都同时负责该区域中所有用户的所有业务处理和用户管理,当然在中心结点的服务器中也可以对整个网络进行统一管理。

3.1.4 数据通信技术

在计算网络中,数据的传送必须有信源、传输介质和信宿三部分。信源是产生和发送数据的源头,信宿是接收数据的终点。信源将要传送的数据转换成电信号,信宿将接收到的信号转换成数据。传输介质即是通信线路,也称为信道,信道是信源和信宿之间交换信息的通道。通信的速率和传送质量与信道有关。另外,信息在信道传输过程中也会受到外界的干扰,这种干扰称为噪声。

在数据通信中通信系统按照一定的规则传输数据,只需将数据从信源正确无误地传送到信宿即可,但是由于计算机网络中的计算机及终端多种多样,各种计算机之间的通信必须按照统一的协议来进行。

1. 数据通信基本概念

(1) 数据(data)是一系列外部环境的事实,是未经组织的数字、词语、声音和图像等。

(2) 信息(information)是事物属性标志的集合。信息是有一定含义的、经过加工处理的、对决策有价值的数据。

信息是客观事物属性的反映,是经过加工处理并对人类客观行为产生影响的数据表现形式。数据是反映客观事物属性的记录,是信息的具体表现形式。任何事物的属性都是通过数据来表示的。数据经过加工处理之后,成为信息。而信息必须通过数据才能传播,才能对人类有影响。

(3) 信号(signal)是数据的物理表现形式之一。在通信信道中传输的数据称之为信号,信号的类型与传输介质和设备有关,可分为电信号、光信号、微波信号等。电信号是通信中经常传送的信号,分为模拟信号和数字信号两种形式。

(4) 信道(channel)是各种信号从信源到信宿的传递通道。以电信号为例,信道是指电信号在通过传输介质时所占用的一段频带,它在允许信号通过时对信号的传输进行限制。

(5) 通信信道(communication channel)是数据传输的通路,在计算机网络中信道分为物理信道和逻辑信道。物理信道是指用于传输数据信号的物理通路,一个完整的通信信道由相关的传输介质和连接设备组成;逻辑信道是指在物理信道的基础上,发送与接收数据信号的双方通过中间结点所实现的逻辑联系,由此为传输数据信号形成的逻辑通路。逻辑信道可以是有连接的,也可以是无连接的。物理信道可根据传输介质的不同而分为有线信道和无线信道,也可按传输数据类型不同分为数字信道和模拟信道。

(6) 信道容量(channel capacity)指信道传输信息的最大能力。对于数字信道一般用单位时间可以传输的最大二进制位(比特,bit)数来表示,对于模拟信道则由信道的带宽表示。信道容量的大小还受信道质量和可使用时间的影响,当信道质量较差时,实际传输速率将降低。

(7) 数据通信的过程。数据从发送端(信源)发出到接收端(信宿)接收的整个过程称为数据通信过程。数据通信的过程分为以下 5 个阶段:

① 建立通信链路: 发送端将要通信的对方地址信息告诉交换机, 交换机查询该地址终端, 若对方同意通信, 则由交换机建立双方通信的物理信道。

② 建立数据传输链路: 通信双方建立同步联系, 使双方设备处于正确收发状态, 通信双方核对地址。

③ 传送通信控制信号及数据, 接收端接收数据。

④ 数据传输结束, 双方通过通信控制信息确认此次通信结束。

⑤ 由通信双方之一通知交换机, 通信结束, 可以切断物理连接。

2. 信号的分类及其特性

1) 数字信号和模拟信号

在通信系统中, 信源产生的信息可能是模拟数据, 也可能是数字数据。无论是模拟数据还是数字数据在进入信道传输之前都要变成适合传输的信号, 这些信号可以是模拟的也可以是数字的, 即模拟数据可以转换成模拟信号也可以转换成数字信号, 同理数字数据也可以转换成模拟或数字信号。模拟信号是随时间连续变化的信号, 通过该信号的幅度、相位、频率可以传送要传递的信息, 如图 3-6(a) 所示。语音信号、图像信号都是模拟信号。数字信号只取有限个离散值, 而且数字信号之间的转换几乎是瞬时的, 数字信号是以某一瞬间的状态表示它所传送的信息, 如图 3-6(b) 所示。

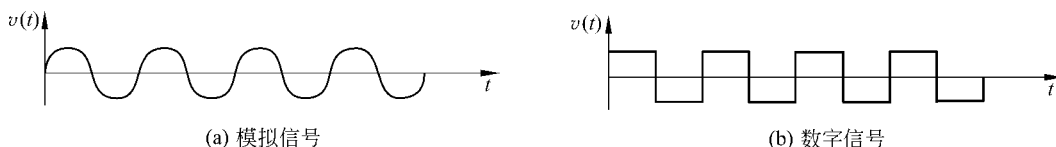


图 3-6 模拟信号和数字信号

数据必须转换成信号才能进行传输: 模拟数据可以转换成模拟信号(analog signal), 例如, 用一系列连续变化的电磁波(如无线电与电视广播中的电磁波)或电压信号(如电话传输中的音频电压信号)来表示; 数字数据可以转换成数字信号(digital signal), 用一系列断续变化的电压脉冲(如可用恒定的正电压表示二进制数 1, 用恒定的负电压表示二进制数 0)。当模拟信号采用连续变化的电磁波来表示时, 电磁波本身既是信号载体, 同时也作为传输介质; 而当模拟信号采用连续变化的信号电压来表示时, 它一般通过传统的模拟信号传输线路(例如电话网、有线电视网)来传输。数字信号采用断续变化的电压脉冲来表示时, 一般需要用双绞线、电缆或光缆介质将通信双方连接起来, 才能将信号从一个结点传到另一个结点。

2) 数字信号与模拟信号的相互转换

模拟信号和数字信号之间可以相互转换: 模拟信号一般通过脉冲编码调制(Pulse Code Modulation, PCM)方法量化为数字信号, 即让模拟信号的不同幅度分别对应不同的二进制值。例如采用 8 位编码可将模拟信号量化为 $2^8 = 256$ 个量级。数字信号一般通过对载波进行移相的方法转换为模拟信号。计算机内、计算机局域网与城域网中均使用二

进制数字信号。目前在计算机广域网中实际传送的既有二进制数字信号,也有由数字信号转换而得的模拟信号。

3) 数据通信的主要技术指标

在数据通信中,一般使用比特率和误码率来分别描述数据信号传输速率的大小和传输质量的好坏;在模拟通信中,常使用带宽和波特率来描述通信信道传输能力和数据信号对载波的调制速率。

(1) 带宽。带宽即传输信号的最高频率与最低频率之差。理论分析表明,模拟信道的带宽越大,信道的传输速率也越快,这也是为什么我们总是努力提高通信信道带宽的原因。

(2) 比特率。在数字信道中,比特率是数字信号的传输速率,它用单位时间内传输的二进制代码的有效位(bit)数来表示,其单位为每秒比特数 bit/s(bps)、每秒千比特数(Kbps)或每秒兆比特数(Mbps)来表示(此处 K 和 M 分别为 1000 和 1000000,而不是涉及计算机存储器容量时的 1024 和 1048576)。

(3) 波特率。波特率指数据信号对载波的调制速率,它用单位时间内载波调制状态的改变次数来表示,其单位为波特(Baud)。波特率与比特率的关系为:比特率=波特率 $\times$ 单个调制状态对应的二进制位数,所以,当单位时间内载波调制状态改变次数为 2 时,比特率=波特率。

(4) 误码率。误码率指在数据传输中的错误率。在计算机网络中一般要求数字信号误码率低于 10^{-6} 。

3. 数据编码技术

1) 数据编码类型

在计算机中数据是以二进制 0、1 比特序列方式表示的。计算机数据在传输过程中的数据编码类型,主要取决于它采用的通信信道所支持的数据通信类型。

根据数据通信类型,网络中常用的通信信道分为两类:模拟通信信道与数字通信信道。相应的用于数据通信的数据编码方式也分为两类:模拟数据编码与数字数据编码。

2) 模拟数据编码方法 PCM

电话通信信道是典型的模拟通信信道,它是目前世界上覆盖面最广、应用最普遍的一类通信信道。无论网络与通信技术如何发展,电话仍然是一种基本的通信手段。传统的电话通信信道是为传输语音信号设计的,只适用于传输音频范围为 300~3400Hz 的模拟信号,无法直接传输计算机的数字信号。为了使在模拟语音通信的电话交换网中传送的模拟信号在计算机中能够进行编辑、处理,必须将模拟信号转换成数字信号。模拟数据转换成数字信号的方法为:先采样,然后进行量化,最后进行编码。最常用的方法是脉冲编码调制,模拟信号图如图 3-7 所示。

(1) 采样。所谓采样就是采集模拟信号的样本,是将时间上、幅值上都连续的模拟信号,在采样脉冲的作用下,转换成时间上离散(时间上有固定间隔),但幅值上仍连续的离散模拟信号。所以采样又称为波形的离散化过程。如图 3-8 所示,是模拟信号的采样过程,该采样的时间间隔为 $\frac{1}{2f}$ 。

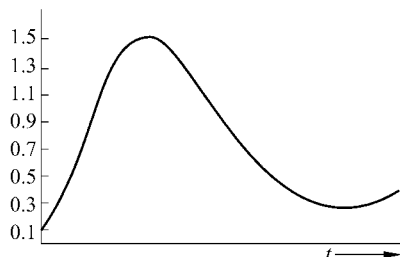


图 3-7 模拟信号

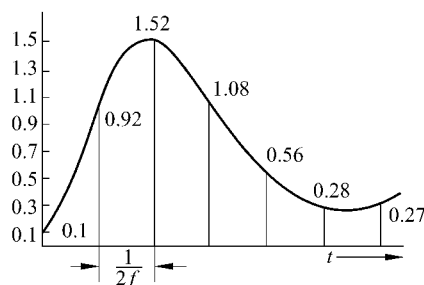


图 3-8 采样过程

(2) 量化。所谓量化,就是把经过采样得到的瞬时值的幅度离散成一组规定的电平,把瞬时采样值用最接近的电平值来表示。为了实现以数字编码表示样值,把电平样本值进行“四舍五入”的分级“取整”方法,使一定取值范围内的样本值由无限多个值变为有限个值,如图 3-9 所示。

量化可分为均匀量化与非均匀量化,实际应用中普遍采用非均匀量化。非均匀量化的特点是:信号幅度小时量化间隔小,其量化误差也小;信号幅度大时量化间隔大,其量化误差也大,采用非均匀量化可以改善小信号的量化信噪比。

(3) 编码。用以表示采样序列量化后的量化幅度,它用一定位数的二进制编码表示。如果有 N 个量化级,那么采用 $\log_2 N$ 位二进制编码。目前,在语音数字化脉冲调制系统中,通常分为 128 个量级,即用 7 位二进制编码表示。为简便本例采用 16 个量化级 ($\log_2 16 = 4$),即四位二进制编码表示,如图 3-10 所示。

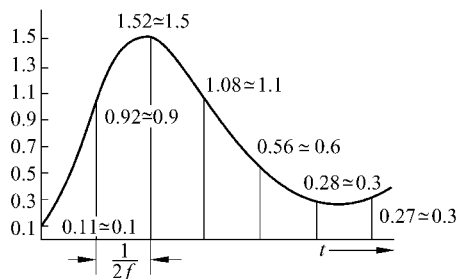


图 3-9 量化过程

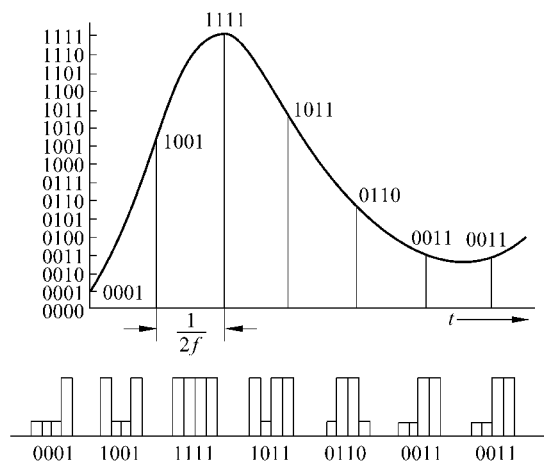


图 3-10 模拟数据量化编码及 PCM 编码

3) 数字数据编码方法

在数据通信技术中,将利用模拟通信信道通过调制解调器传输模拟数据信号的方法称为频带传输,将利用数字通信信道直接传输数字数据信号的方法称为基带传输。

频带传输的优点是可以利用目前覆盖面最广、普遍采用的模拟语音通信信道。用于