

操作系统与网络技术
系列教材

实用计算机 网络技术

王恩波 芦效峰 马时来



734

操作系统与网络技术系列教材

实用计算机网络技术

王恩波 芦效峰 马时来

高等教育出版社

内容提要

本书分为四部分。第一部分介绍计算机网络的基本知识和实用技术,包括数据通信基础,OSI/RM 网络模型和协议,网络互联设备,局域网;第二部分介绍因特网实用技术,包括因特网基本知识,TCP/IP 协议和 IP 地址,联入因特网,因特网主要功能;第三部分介绍网页制作技术,包括规划和设计 Web 站点,FrontPage 网页制作,Flash 技术;第四部分介绍网络的管理和安全。这些都是现阶段常用的计算机网络实用技术。每章后面有习题和上机练习。

本书可作为大学本科非计算机专业的教材,也可作为高等职业与高等专科学校教育、成人教育计算机网络课程的教材,并适合广大读者自学。

图书在版编目(CIP)数据

实用计算机网络技术/王恩波,芦效峰,马时来编.
—北京:高等教育出版社,2000.10
ISBN 7-04-009125-9

I.实… II.①王…②芦…③马… III.计算机
网络-基本知识 IV.TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 47672 号

实用计算机网络技术

王恩波 芦效峰 马时来

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号

邮政编码 100009

电 话 010-64054588

传 真 010-64014048

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

经 销 新华书店北京发行所

排 版 高等教育出版社照排中心

印 刷 北京二二〇七工厂

开 本 787×1092 1/16

版 次 2000 年 10 月第 1 版

印 张 19.5

印 次 2000 年 10 月第 1 次印刷

字 数 470 000

定 价 22.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

前 言

计算机网络的广泛应用,使人类传统的工作、学习、生活乃至思维方式发生了巨大变化,不会使用计算机网络将会成为新时代的“文盲”。

因特网(Internet)是世界上应用最广、发展最快的计算机网络,被人们称作继报纸、广播、电视之后的第四媒体,正在改变着人们工作、生活、学习的方式,逐步成为人类相互沟通、进行数据交流的信息高速公路,并加速了信息社会和知识经济的到来。而网页制作技术则是通向因特网的关键技术之一。

本书根据教育部改革计算机课程教学的要求,结合作者多年讲授计算机网络课程的教学经验和讲义,本着精讲多练的原则,以计算机校园网为背景,在介绍计算机网络知识和最新技术发展的同时,注重上机操作过程,通过上机掌握基本内容,并附有上机练习题。

本书分为四部分。第一部分介绍计算机网络的基本知识和实用技术,第二部分介绍因特网实用技术,第三部分介绍网页制作技术,第四部分介绍网络的管理和安全。这些都是现阶段常用的计算机网络实用技术。

本书由北方工业大学计算中心参加校园网工作的三位教师编写。王恩波同志负责全书的构思,并执笔第一部分的第一、二两章和第二部分。芦效峰同志负责执笔第一部分的第三、四两章和第三部分。马时来同志负责执笔第四部分和全书的内容校核。

本书可作为大学本科非计算机专业的教材,也可作为高等职业与高等专科学校教育、成人教育计算机网络课程的教材,并适合广大读者自学。

限于水平有限,时间仓促,而计算机网络技术的发展日新月异,本书错误与不足之处在所难免,热忱欢迎读者批评指正。

作者

2000.6

第一部分 计算机网络

第一章 计算机网络基础知识

1.1 什么是计算机网络

1.1.1 计算机网络的定义

什么是计算机网络？多年来并没有一致的严格定义，而且随着计算机技术和通信技术的发展，其内涵也在发展变化。

广义地讲，计算机网络是计算机技术与通信技术相结合，实现信息传送和资源共享的系统。

从资源共享的角度出发，美国信息处理学会联合会认为，计算机网络是以能够相互共享资源（硬件、软件、数据）的方式连接起来，并各自具备独立功能的计算机系统的集合。

本书采用简捷定义：计算机网络是利用通信线路连接起来的相互独立的计算机集合。

通信线路也称为通信传输介质，可以是双绞线、电话线、同轴电缆、光纤这些线缆，也可以是微波、卫星等无线传输介质。相互独立的计算机，指网络上的任何一台计算机不能强制关闭或启动网络上的另外一台计算机，它们彼此没有主次之分。

按照这个定义，多处理机系统和一台带有若干台终端的大、中、小型计算机系统都不能被看作计算机网络。

计算机网络由三部分组成：(1) 网络设备，包括计算机；(2) 通信线路；(3) 网络软件。见图 1.1.1。网络可大可小，但都由这 3 部分构成，缺一不可。

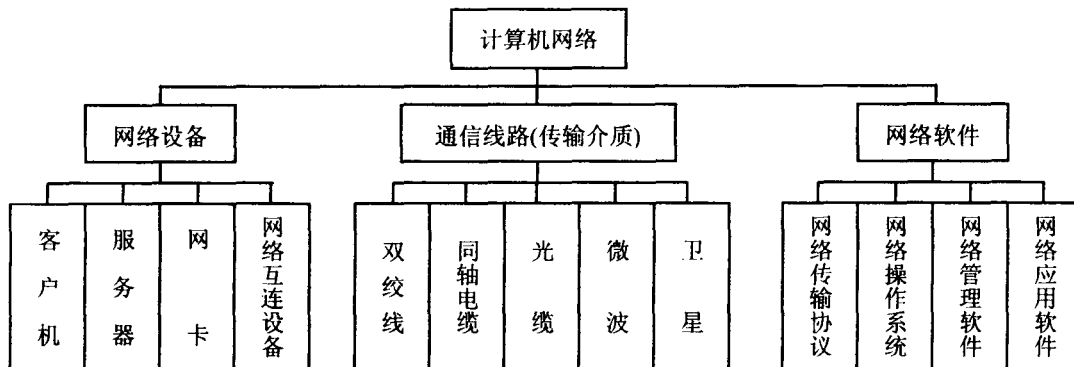


图 1.1.1 计算机网络的组成

图 1.1.1 中，客户机指用户上网使用的计算机，也可理解为网络工作站、节点机、主机。服务器是提供某种网络服务的计算机。网卡即网络适配器，是计算机与传输介质连接的接口设备。网络互连设备包括集线器、中继器、网桥、交换机、路由器、网关等设备。

传输介质有两种：有线和无线。双绞线、同轴电缆、光缆为可见的通信线路；微波、卫星为不可见的传输介质。一个网络一般只需要一种传输介质。

网络操作系统和传输协议是必需的网络软件，没有它们计算机网络将无法工作。而网络管理软件和网络应用软件不是必需的。网络管理软件只安装在规模较大的计算机网络上。用户上网需借助某种网络应用软件，如收发电子邮件用 Outlook，浏览因特网用 IE。

1.1.2 计算机网络的功能

为什么要把多个计算机联成一个计算机网络呢？换句话说，计算机网络为用户提供了哪些服务？可以概括为以下 4 条：

(1) 数据传送。这里的数据包括数字、文字、声音、图像、动画、视频信号。在计算机世界里，一切事物都可以用 0 和 1 这两个数字表示出来。计算机网络使得多媒体信息在同一条通信线路上从甲地传送到乙地。数据传送是计算机网络的基本功能，有了数据传送，才会有资源共享，才会有其他的功能。

(2) 资源共享。这里的资源包括硬件、软件和数据。硬件指中、小型计算机、存储设备、彩色激光打印机、彩色喷墨绘图机、各种服务器等等。软件指操作系统、工具软件、应用软件。网络上这么多资源可以为联入网络的所有用户所共享。任何被授权的用户都会从另外一台计算机上得到自己想要的资源，使这些资源发挥最大的作用。

(3) 协调负载。计算机常常有忙闲不均的现象，可以通过网络调度来协调工作，把忙的计算机上的部分工作交给闲的计算机去做。庞大的科学计算或信息处理题目，可以交给几台连网的计算机协调配合来完成。分布式信息处理、分布式数据库等应用，只有依靠计算机网络才能实现协调负载、提高效率。在有些特殊领域，只有通过计算机网络协调负载才能使一些工作有可能实现。

(4) 提供各种方便可靠的服务。有了计算机网络才有了现在风靡全球的电子邮件、网上电话、网络会议、电子商务等等，给人们生活、学习、娱乐带来极大的方便。

1.1.3 网络的主要技术指标

计算机网络的基本功能是数据传送，其主要技术指标是数据传送的速度和质量。

1. 数据传送速率

数据传送速率指每秒钟能传送的二进制代码位数。二进制的一位（0 或 1）是一个比特（bit），故数据传送速率也称为比特率，单位记为 bps（bit per second）或 b/s，即每秒比特数。比如以太网的传输率通常为 10 Mbps，指每秒可传输 $10 \times 2^{20} \approx 10 \times 10^6$ 比特。一个汉字占用 2 个字节（Byte），一个字节由 8 位（bit）组成，即每秒可传输汉字个数为： $10 \times 2^{20} \div 8 \div 2 = 10 \times 2^{16} = 655\,360$ 。

关于数据传输速率的单位，有的书提到波特率（baud），其实在通信技术中二者是不同的概念，只有当电信号的调制为二值调制时，波特率才与比特率在数值上相当。而计算机通信正好属于这种情况。

实际中常用带宽衡量网络的数据传输速率。顾名思义，带宽即传输带的宽度，其度量单位与传输速率一样为 bps。例如，一条传输线路的传输速率为 10 Mbps，当 100 人同时用这

条线路上网时, 每个人分得的带宽平均只有 0.1 Mbps。

2. 误码率

误码率是衡量数据传输质量的单位, 即计算机网络在正常工作情况下传输数据的错误率, 其计算公式为:

$$\text{误码率} = \frac{\text{接收数据出错的比特数}}{\text{传输数据的总比特数}}$$

误码率可以用专用仪器测量。一般要求计算机网络的误码率必须低于 10^{-6} 。

1.2 计算机网络分类

计算机网络按照其发展阶段可分为主机通信、文件共享、客户机/服务器 3 种类型; 按照覆盖范围的大小可分为局域网、城域网、广域网 3 类; 按照拓扑结构可分为星型、环型、总线型 3 类。见图 1.2.1。

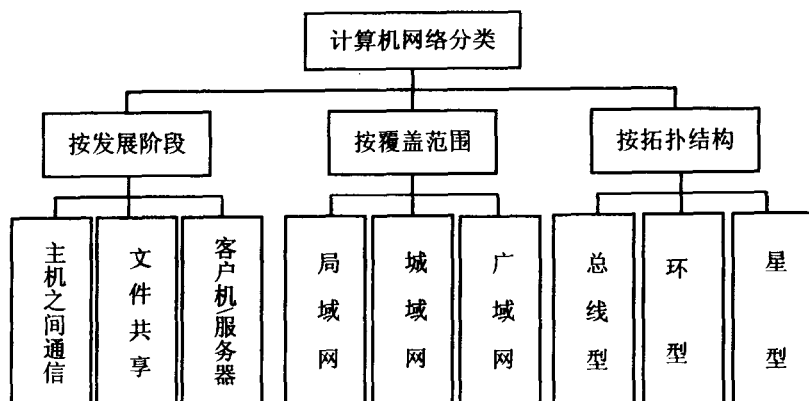


图 1.2.1 计算机网络的分类

1.2.1 计算机网络的发展阶段

1. 主机之间通信

最早的计算机网络概念是点到点的连接。从 20 世纪 50 年代到 70 年代中期, 人们使用的计算机是大、中、小型计算机, 计算机网络要连接的计算机只能是这种庞大的带有许多终端的计算机。这些终端 (Terminal) 不是独立的计算机, 通常用 T 表示, 主机用 Host 表示。

主机之间通信是 20 世纪 70 年代的网络主流, 典型的是美国 IBM 公司 1974 年推出的 SNA (System Network Architecture)。见图 1.2.2。主机接了一台前端处理机, 前端机可接多台控制机。

每台控制机挂了多台终端, 构成了一台 Host。两台 Host 通过其前端机之间建立的线路连接成网, 大家共同遵守 SNA 协议。这种联网代价是相当昂贵的。

一台主机就是网络上的一个节点 (Node)。主机和节点的概念一直延续到今天。

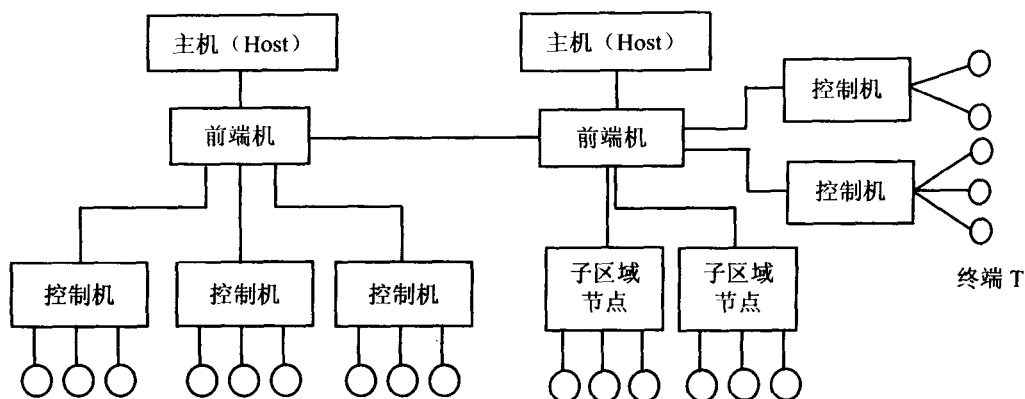


图 1.2.2 主机之间的通信

2. 文件共享网络

自 1970 年世界上第一台微型计算机问世以来，计算机逐步普及到人类生活、工作的各个领域。与大、中、小型计算机相比，微型机价格便宜，使用方便，但计算能力、存储容量不足。和微型机价格相比，大容量、高可靠性的硬盘，性能好的外部设备（如打印机、绘图机）价格相对昂贵，人们希望把微型机联成网络，每台微型机配置简单些，甚至不要硬盘，而共享网络上的硬盘或打印机。20 世纪 80 年代大量涌现出的微机局域网，用一台服务器管理着几十台微机，在服务器上建立共享文件，存储着大量系统软件和应用软件，提供网络上的用户共享。最流行的 3+ 网和 Novell 网络结构见图 1.2.3。

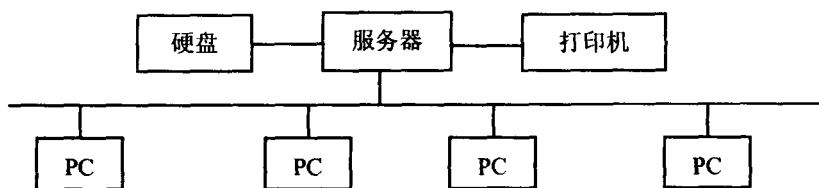


图 1.2.3 文件共享网络结构

从图 1.2.3 看出，网络用户共享服务器的硬盘、打印机等。服务器安装着网络软件，管理着网络的运行、安全保密，为每一个用户设置共享的权限，服务器成为整个网络的中心与瓶颈。任何两个用户、两台计算机之间需要传递信息都要通过服务器。

3. 客户机/服务器

随着微机技术的发展，价格大幅度下降，而性能大幅度提高，集中共享的网络使服务器成为整个网络的瓶颈。20 世纪 90 年代又发展了新的网络结构——客户机（Client）/服务器（Server），简称 C/S 方式，体现了请求与服务之间的合作关系。C/S 结构见图 1.2.4。

由图 1.2.4 可以看出，计算机网络中有多个服务器，每个服务器提供一种专项服务，图 1.2.5 对比文件共享与 C/S 的不同。在客户机/服务器结构下，服务器的数据库管理系统（DBMS）管理着数据库的存取与加工，服务器与客户机之间只传送文件中有关记录。这大大减轻了网络负担。

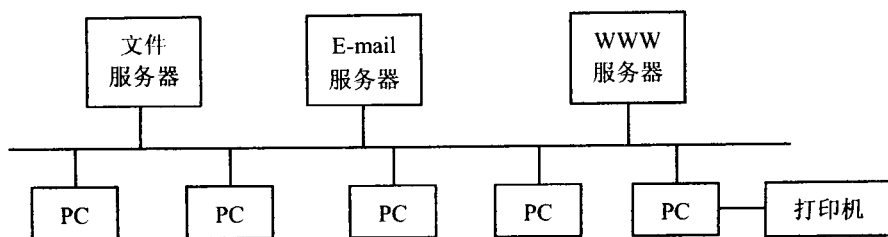


图 1.2.4 C/S 结构

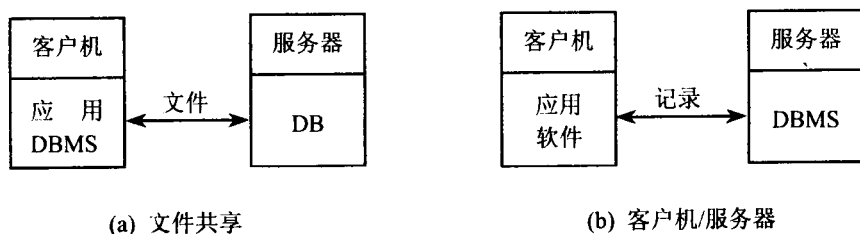


图 1.2.5 文件共享与 C/S 结构比较

1.2.2 按网络复盖范围分类

计算机网络按其复盖的地理范围可分为 3 类，即：

- (1) 局域网（LAN——Local Area Network）
- (2) 城域网（MAN——Metropolitan Area Network）
- (3) 广域网（WAN——Wide Area Network）

局域网地理范围在几千米以内，属于一个部门、一个单位或一个小组所有。例如一个企业、一所学校、一幢大楼、一间实验室，不对外提供公共服务。管理方便，安全保密性好。局域网组建方便、投资少、见效快、使用灵活，是计算机网络中发展最快，应用最普遍的计算机网络。与广域网相比，局域网传输速率快，通常在 10 Mbps 以上；误码率低，通常在 $10^{-8} \sim 10^{-11}$ 之间。

广域网地理范围在几十千米到几万千米，小到一个城市、一个地区，大到一个国家、几个国家、全世界。因特网就是典型的广域网，提供大范围的公共服务。与局域网相比，广域网投资大、安全保密性能差、传输速率慢（通常为 64 kbps、2 Mbps、10 Mbps）、误码率较高（ $10^{-6} \sim 10^{-7}$ ）。

城域网介于局域网与广域网之间，地理范围从几十千米到上百千米，覆盖着一座城市或一个地区。在计算机网络的体系结构和国际标准中专门有针对城域网的内容，作为分类需要提出来。但城域网没有自己突出的特点，后面介绍计算机网络时，将只讨论局域网和广域网，不再讨论城域网。从这个意义说，也可以把网络划分为局域网和广域网两大类。

1.2.3 计算机网络的拓扑结构

拓扑结构是借用数学上的一个词汇，从英文 Topology 音译而来，表示网络传输介质的

连接形式，即线路构成的几何形状。

计算机网络的拓扑结构通常有 3 种，它们是总线型、环型和星型。应当说明这 3 种拓扑结构是指线路连接逻辑结构，实际铺设线路可能与之不完全相同。

1. 总线型

总线型拓扑结构见图 1.2.6。由该图看出，该结构采用一条公共总线作为传输介质，每台计算机通过相应的硬件接口入网，信号沿总线进行广播式传送。

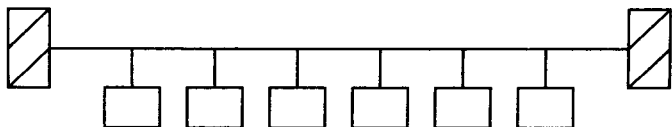


图 1.2.6 总线型

总线型拓扑结构的主要优点是：

- (1) 布线容易。无论是连接几个建筑物，或是楼内布线，都容易施工安装。
- (2) 增删容易。如果需要向总线上增加或撤下一个网络站点，只需增加或拔掉一个硬件接口即可实现，需要增加长度时，可通过中继器加上一个支段来延伸距离。
- (3) 节约线缆。只需要一根公共总线，两端的终结器就安装在两端的计算机接口上，线缆的使用量最省。
- (4) 可靠性高。由于总线采用无源介质，结构简单，十分可靠。

总线型拓扑结构的主要缺点是：

- (1) 任何两个站点之间传送数据都要经过总线，总线成为整个网络的瓶颈，当计算机站点多时，容易产生信息堵塞，传递不畅。
 - (2) 计算机接入总线的接口硬件发生故障，例如拔掉粗缆上的收发器或细缆上的 T 型接头，会造成整个网络瘫痪。
 - (3) 当网络发生故障时，故障诊断困难，故障隔离更困难。
- 总之，总线结构投资省，安装布线容易，可靠性较高，是最常见的网络结构。

2. 环型

环型拓扑结构为一封闭的环，见图 1.2.7。

连入环型网络的计算机，也有一个硬件接口入网，这些接口首尾相连形成一条链路，信息传送也是广播式的，沿着一个方向（例如逆时针方向）单向逐点传送。

环型拓扑结构的主要优点是：

- (1) 适于光纤连接，环型是点到点连接，且沿一个方向单向传输，非常适合于光纤作为传输介质。FDDI 网就采用双环拓扑结构。
- (2) 传输距离远。即使不用光纤，传输距离也比其他拓扑结构远，适于作主干网。
- (3) 故障诊断比较容易定位。
- (4) 初始安装容易，线缆用量少。环型实际也是一根总线，只是首尾封闭，二者传输距离差别不大。

环型拓扑结构的主要缺点是：

- (1) 可靠性差。除 FDDI 外，一般环网都是单环，网络上任何一台计算机的入网接口发

生故障都会迫使全网瘫痪。FDDI 采用双环后, 遇到故障有重构功能, 虽然提高了可靠性, 付出的代价却很大。

(2) 网络的管理比较复杂, 投资费用较高。

(3) 重新配置困难。当环网需要调整结构时, 如增、删、改某一个站点, 一般需要将全网停下来进行重新配置, 可扩性、灵活性差, 维护困难。

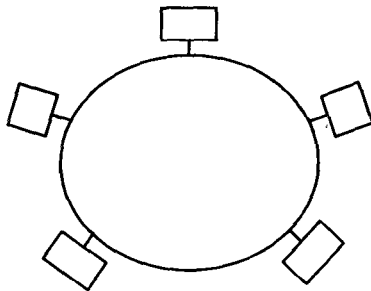


图 1.2.7 环型

3. 星型

星型拓扑结构见图 1.2.8。由图看出, 星型结构由一台中央节点和周围的从节点组成。中央节点可与从节点直接通信, 而从节点之间必须经过中央节点转接才能通信。

中央节点有两类。一类是一台功能很强的计算机, 它既是一台信息处理的独立计算机, 又是一台信息转接中心, 早期的计算机网络多采用这种类型。另一类中央节点并不是一台计算机, 而是一台网络转接或交换设备, 如交换机 (Switch) 或集线器 (Hub)。目前的星型网络拓扑结构都是采用这种类型, 由一台计算机作为中央节点已经很少采用了。

星型拓扑结构的主要优点是:

(1) 可靠性高, 对于整个网络来说, 每台计算机及其接口的故障不会影响到其他计算机, 也不会影响网络, 不至于发生全网瘫痪。

(2) 故障检测和隔离容易, 网络容易管理和维护。

(3) 可扩性好, 配置灵活, 增删改一个站点容易实现, 与其他节点没有关系。

(4) 传输速率高, 每个节点独占一条传输线路, 消除了数据传送堵塞现象。而总线型、环型的数据传送瓶颈都在线路上。

星型拓扑结构的主要缺点是:

(1) 线缆使用量大。

(2) 布线、安装工作量大, 线缆管道粗细不匀, 大厦楼内布线管道设计、施工较困难。

(3) 网络可靠性依赖于中央节点, 若交换机或集线器设备选择不当, 一旦出现故障就会造成全网瘫痪。通常交换机, 集线器这类设备结构很简单, 不会出现故障。

实际的网络拓扑结构, 可能是总线型、环型、星型, 也可能是这 3 种结构的组合。如线型加星型、星型加星型、环型加总线型、环型加星型等。

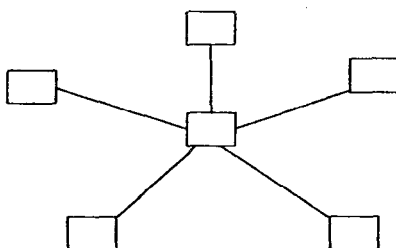


图 1.2.8 星型

1.3 数据通信

1.3.1 什么是数据通信

数据通信是指在两点或多点之间以二进制形式进行信息交换。现代数据通信系统是指使用电力或电子设备在两点或多点之间传送符号或字符形式的信息。早期数据通信的完美例子就是 Samuel F. B. Morse 发明的电报系统。

数据通信的过程是把字符或符号转换成编码，产生与编码相对应的信号，信号传送到目的地后被接收设备接收，按编码的规则将信号解码，再还原成相应的字符或符号。所以编码就是字符或符号与信号元素之间的映射。信号码元就是字符或符号在信道上传输时的表示方式，例如 ASCII 码的码元为 7 位二进制。目前使用最多的有 3 种编码：CCITT 用于电报的 International Alphabet No.2 标准国际电报字母表、IBM 发明的扩充的二-十进制交换码（EBCDIC 码）以及美国国家标准学会（ANSI）和国际标准化组织（ISO）定义的美国标准信息交换码（ASCII 码）。

数据通信系统由数据通信设备和数据终端设备组成。数据终端设备（DTE）可以是计算机，也可以是显示器、电传打字机、打印机等发送或接收数据的其他设备。数据通信设备（DCE）可以是调制解调器或数据服务单元（Data Service Unit——DSU）。

1.3.2 单工、半双工、双工

数据通信方式分为单工、半双工和全双工 3 种，见图 1.3.1。

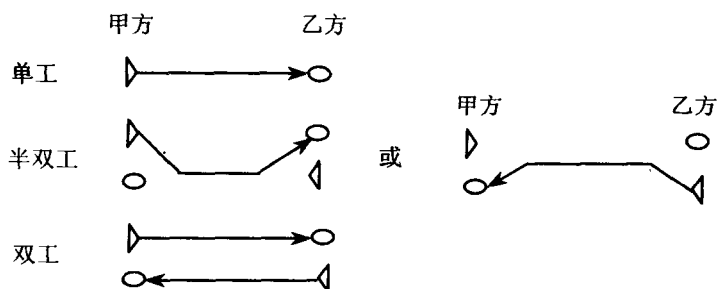


图 1.3.1 3 种通信方式

在单工通信方式下，甲方只能发，乙方只能收。例如广播电视、老师讲课的方式。半双工只有一条通信线路（信道），甲乙双方都可以收或发，但不能同时进行。即当甲方发送信号时就不能同时接受信号，这时乙方就只能接受信号而不能发送信号了。反之亦然。双工方式为两条信道，甲乙双方均可以同时收发信号。

1.3.3 串行与并行

基本的数据通信方式有两种：

- 并行通信：每一位数据占用一根传输线，数据的各位同时传送。
- 串行通信：数据的各位共同占用一根传输线，各位数据顺序通过这一根传输线传送。

图 1.3.2 为两种通信方式的示意图。

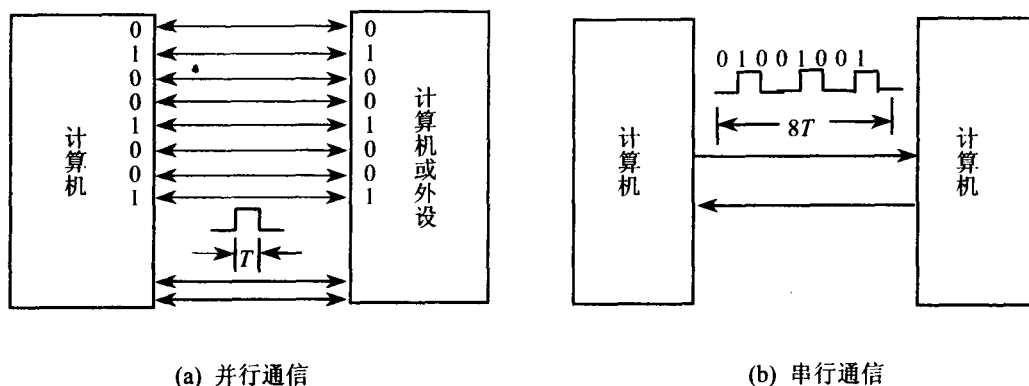


图 1.3.2 两种通信方式

显然，串行通信的线路简单，因为它只需要一根传输线。但正是因为只有一根传输线，每次只能传送一位数据，因此串行通信的传送速度低。如果 N 位数据并行传送所需的时间为 T ，则采用串行通信方式传送时，至少需要 NT 时间。从另一方面看，并行传送虽然传送速度快，但需要的传输线多，这不但使线路复杂，成本提高，而且信号线存在的分布电容会引起线间串扰，影响传送的可靠性。因此两种通信方式各有利弊，可根据实际需要选用某一种通信方式。一般而言，并行通信适用于短距离快速通信，而串行通信适用于长距离传送的情况。

串行通信中存在一个如何识别信号的问题，即如何判断收到了一位数据或收到了一个字符。在并行方式下，这些问题均已得到了解决。每一位数据通过一根信号线传送，发送端与接收端之间信号线的连接为一一对应方式：最高位接最高位，次高位接次高位等。另外，发送设备与接收设备之间又设置了相对应的判断信号接口，从而可以保证发送端每送出一个数，接收端就能收到一个数，而且每个数的数位关系都是正确的。

在串行通信中，所有的数据都通过同一根信号线传送，而信号线上出现的信号无非是持续一定时间的高电平或低电平。假如接收设备先收到了持续时间为 1 秒的高电平信号，然后又收到了持续时间为 3 秒的低电平信号，它应该如何处理这些信号呢？是将它们看作 1 个“1”和 3 个“0”，还是看作 2 个“1”和 6 个“0”呢？显然，在通信双方之间需要约定字符的

传送速度。假如我们一开始就约定，每秒传送两位数据，那么刚才的问题就得到了解决——持续时间为 1 秒的高电平代表 2 个逻辑“1”，而持续 3 秒的低电平代表 6 个逻辑“0”。

下一个问题：收到的这些位信号代表什么数据？这就是字符格式的问题。为此需要规定每一个数据单位（例如每个字节）有多少位，各位的含义是什么以及位数据的传送顺序等。串行通信解决上述问题有两种不同的方法，对应有两种基本通信方式，即异步通信与同步通信。

1. 异步通信方式

数据的传送以一个字符为单位。一个字符所包含的位数可以是 8 位、7 位或 6 位、5 位，可根据具体需要来确定。根据需要还可以选择是否设置奇偶校验位，如果设置了校验位，还需选择是采用奇校验还是偶校验等等。

一个字符的组成与传送顺序如图 1.3.3 所示。首先，在字符前面安排一个“起始”位，用低电平代表，占用 1 位的时间。起始位之后为字符，按照从低位到高位顺序发送。如果选择有奇偶校验，则校验位跟随在字符位之后。最后是停止位，用逻辑“1”表示（高电平），其长度可以是 1 位、1 位半或两位，可根据需要来决定。在两个相邻字符之间，传输线上一直为高电平（空闲位）。

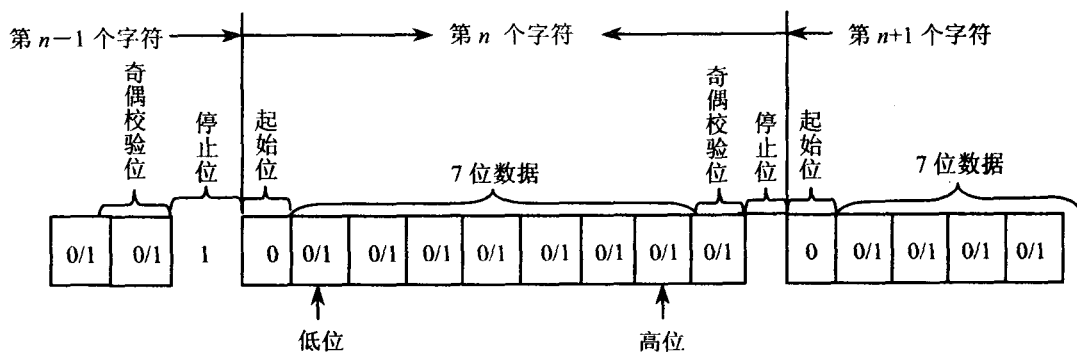
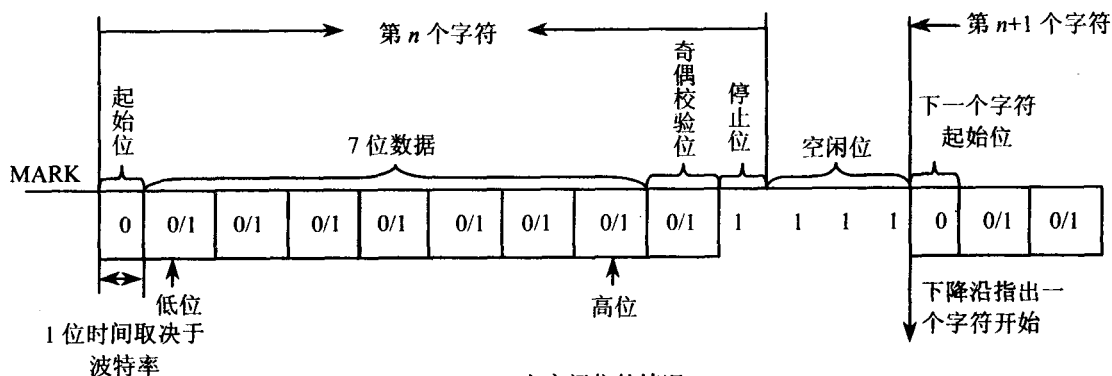


图 1.3.3 异步通信的格式

接收端在收到一个字符的停止位之后，继续检测输入信号，如果是高电平，则表示下一个字符还未到达，一旦发现有低电平出现，则说明可能要开始传送下一个字符。如果在半个

位宽时间后,传输线上仍为低电平,就认定确实收到了下一个字符的起始位。并以这一时刻为起点,顺序接收各位字符,最先收到的是字符的最低位。如果在半个位宽时间后,传输线上又成为高电平,就认为是一个干扰信号而继续监视传输线状态。因此,起始位既是一个字符开始传送的标志,同时又是信息发送或接收的时间定标。

通信双方还需事先约定 1 位信息所占的时间,或者反过来说,1 秒传送多少位信息,这就是波特率。假如规定 1 个字符包含 1 个起始位,7 个数据位,1 个校验位和 1 个停止位。而传送的波特率为 1 200 波特,即 1 200 位/秒,则每秒可以传送的字符数为:

$$1\,200\text{ 位/秒} \div 10\text{ 位/字符} = 120\text{ 字符/秒}$$

实际上每传送一个字符,只有 7 位是有效数据位。因此虽然波特率是 1 200 波特,但每秒传送的有效数据却只有 $120\text{ 字符/秒} \times 7\text{ 位/字符} = 840\text{ 位/秒}$ 。波特率和有效数据位的传送速率并不一致,在估算系统的传送速度时应注意到这种差别。

异步通信的速率一般在 50 至 19 200 波特之间,它常用于主机与 CRT 终端和字符打印机之间的通信,以及分布式控制系统中上位机与下位机之间的通信等。

2. 同步通信方式

这种传送方式是把若干个要传送的数据字符顺序连接起来,组成一个数据块(通常称为一帧),在数据块的开头加上同步字符。同步字符的格式和个数可以根据需要来确定,它被接收器作为确定数据字符块的起始界限。同步传送常用于计算机之间的通信和计算机与 CRT 等外设之间的通信。

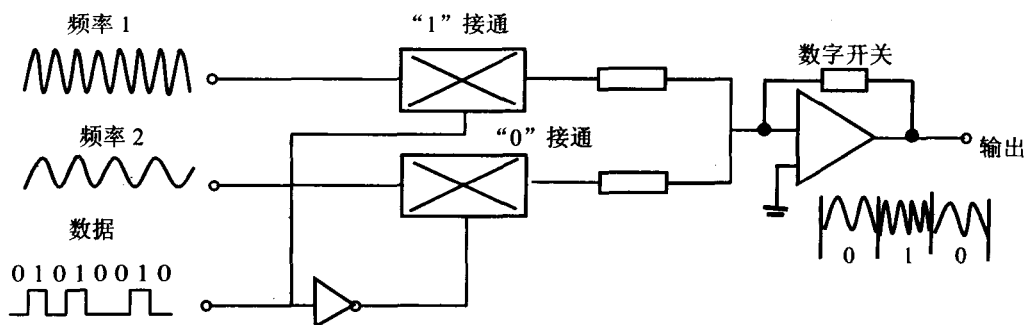
总之,异步通信是以字符为单位,把每个字符看作一个独立的信息,用起始位和停止位作为字符开始和结束的标志,在每个字符起始处同步。异步通信仅要求发送器和接收器的时钟能够在一段时间内保持同步,而各个字符之间的发送间隙时间长度不受限制,因此比较容易实现,所需设备也简单。同步通信方式以数据块为单位,许多字符组成的数据块使用公共的成帧字符(同步字符及校验字符)。仅在数据块的起始处同步,字符之间没有间隙,也不加启停等成帧信号。因此,同步传送的速度高于异步传送。但同步通信要求接收器与发送器的时钟严格保持同步,不仅频率相同,而且要求相位一致。这就需要采取一系列保证措施,硬件比较复杂。

1.3.4 信号的调制与解调

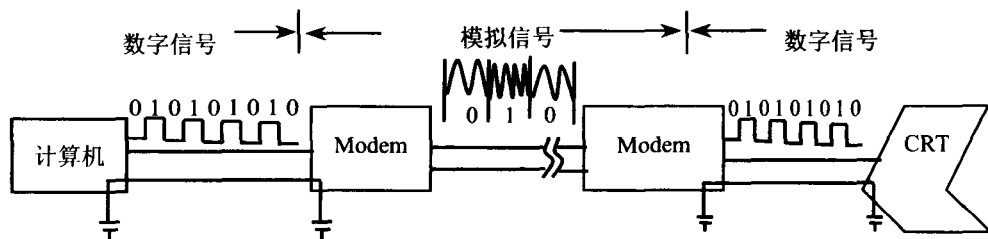
数字信号是一种矩形脉冲信号,要求传送线有很宽的频带。而在长距离通信时,通常是利用电话线传送,而电话线不可能有这样宽的频带。因此如果直接传送信号,会发生信号畸变。所以,在利用电话线进行长距离传送时,一般需要在发送端用调制器(Modulator)把数字信号转换为一定频率模拟信号,在接收端用解调器(Demodulator)检测此模拟信号,再将其转换为数字信号,如图 1.3.4 所示。图 1.3.4(a)是一种常用的调制方法——FSK(Frequency Shift Keying——频移键控),它将数字信号的“1”与“0”调制成不同频率的模拟信号。

在图 1.3.4(b)中,两个不同频率的模拟信号分别由两个数字开关控制,在运算放大器输入端相加,由控制信号决定开关是否接通。(控制信号为高电平时接通)。数字信号直接控制上面的开关,当数字信号(数据)为“1”时,该开关导通,运放输出频率 1 的信号。下

面的开关由数字信号反向后控制，数字信号为“0”时，下面的开关导通，运放输出频率 2 的信号。于是在运放输出端得到调制后的信号，频率 1 代表数字信号“1”，频率 2 代表数字信号“0”。



(a) FSK 方法原理图



(b) 调制与解调示意图

图 1.3.4 调制解调的方法

1.3.5 频分与时分多路复用

为了保证信号传输的正确可靠，以及免受干扰，必须提供足够的带宽，而数字信号的传输要求比模拟信号有更大的带宽。为了提高信道传输数据的效率，可以采用频分多路复用技术和时分多路复用技术。

频分多路复用 (Frequency Division Multiplexing——FDM) 的原理是将一个信道可用带宽的频率范围划分为多个更细的带宽，每一分带宽分给一个信号源，例如载波电话。

时分多路复用 (Time Division Multiplexing——TDM) 的原理是将信道按时间段分配给各个信号源。通过多个信号源共享一条信道以提高信道的利用率。这种技术一般用于数字载波系统。

1. 频分多路复用

频分多路复用技术是把信道的频谱分割成若干个互不重叠的小频段，每个小频段都可以看作是一个子通道，如图 1.3.5 所示。从图中看出，每个小频段是互不重叠的，而且相邻各频段之间留有一空闲频段，以保证数据在各频段间相互隔离并可靠地传输。采用频分多路复