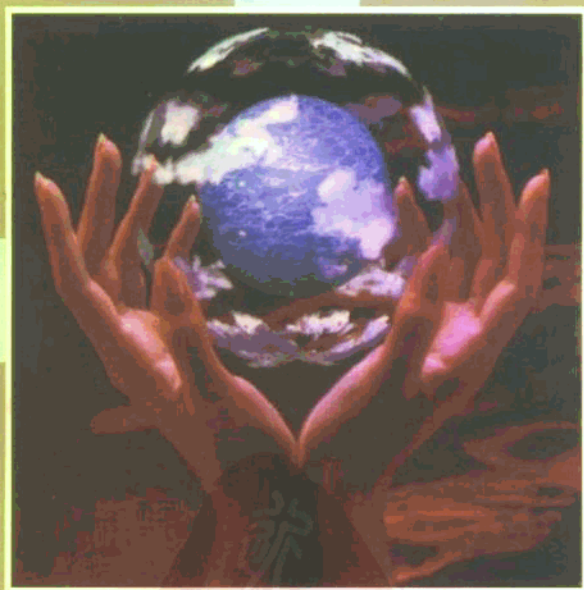




基础与应用教程

邓拥军 编著



青島出版社

出版者的话

有史以来，没有哪一门科学能像电脑这样飞速发展！新技术层出不穷，新产品不断涌现，电脑工作者必须不断学习、更新知识，才能跟上形势，不被淘汰。然而人们的精力是有限的，面对良莠不齐、铺天盖地而来的各种电脑著述和技术资料，你不可能有很多的时间一一鉴别和阅读。这时就需要专家们根据自己的实践经验给以精选和引导。

为此，青岛出版社聘请了具有丰富教学经验和实践经验的专家，组成《青岛松岗电脑图书》编委会，向广大读者介绍适合我国国情的、最新最实用的电脑及网络技术。

《青岛松岗电脑图书》编委会对这套丛书的质量负责，并郑重承诺：编、校、印刷质量符合国家新闻出版署的质量要求——差错率低于万分之一。

《青岛松岗电脑图书》编委会由以下人员组成：

主 任：徐 诚 青岛出版社编审、社长兼总编辑

副主任：钟英明 台湾中兴大学教授

委 员：（按姓氏笔划排列）

叶 涛 西安交通大学副编审

庄文雄 青岛松岗信息技术有限公司总经理

孙其梅 青岛大学教授

吕凤翥 北京大学高级工程师

陈国良 中国科技大学教授

张德运 西安交通大学教授

陆 达 清华大学博士

樊建修 青岛出版社编审

目 录

第一章 网络基础知识.....	(1)
第一节 绪论	(1)
计算机网络的产生及发展.....	(1)
计算机网络的分类.....	(2)
开放系统互连模型.....	(2)
局域网的体系结构.....	(3)
TCP/IP	(4)
第二节 数据通信技术.....	(6)
引言	(6)
数据调制	(6)
数据编码	(7)
基带传输与频带传输.....	(7)
通信方式	(8)
同步技术	(8)
串行传输和并行传输.....	(8)
多路复用	(9)
数据交换技术.....	(10)
端到端与点到点.....	(12)
第三节 局域网技术.....	(12)
传输介质	(12)
拓扑结构	(14)
介质访问控制方法.....	(16)
网卡	(17)
几种局域网技术.....	(18)
网络操作系统.....	(21)
第四节 LAN 互连.....	(22)
中继器	(22)
网桥	(22)

路由器	(23)
网关	(23)
集线器	(24)
交换式集线器.....	(24)
调制解调器.....	(24)
第二章 Internet 基础知识	(27)
第一节 Internet 介绍	(27)
什么是 Internet	(27)
Internet 的发展过程	(27)
Internet 在中国的发展	(28)
第二节 IP 地址	(29)
什么是 IP 地址.....	(29)
IP 地址的分类	(29)
几种特殊的 IP 地址形式.....	(30)
子网掩码 Submask	(31)
第三节 Internet 域名	(33)
Internet 域名结构	(33)
一级域名	(33)
域名解析	(34)
第四节 Internet 连接方式	(35)
PC 机通过终端仿真方式接入	(35)
PC 机通过拨号 IP 方式接入	(36)
PC 机通过局域网接入	(36)
局域网接入.....	(36)
第三章 建立与 Internet 的连接.....	(37)
第一节 在 Windows 3.X 平台下以拨号 IP 方式入网.....	(37)
安装	(37)
设置	(38)
手动拨号建立连接.....	(40)
挂断连接	(41)
常见的问题.....	(42)
第二节 在 Windows 95 平台下以拨号 IP 方式入网.....	(42)
调制解调器的设定.....	(42)
安装 TCP/IP	(45)
安装拨号网络.....	(46)
建立拨号网络.....	(47)
设置拨号网络.....	(48)
使用拨号网络.....	(52)

第三节 在 Windows 3.X 平台下以局域网直连方式入网	(53)
安装	(53)
设置	(54)
建立连接	(55)
常见问题	(55)
第四节 在 Windows 95 平台下以局域网直连方式入网	(55)
安装网卡	(55)
TCP/IP 的设置	(55)
使用网络	(58)
第四章 电子邮件 E-Mail	(59)
第一节 电子邮件概述	(59)
第二节 Eudora	(60)
安装	(60)
设置	(60)
发送邮件	(63)
发送附加文件	(65)
接收邮件	(66)
邮件队列	(69)
常见问题	(70)
第三节 Exchange	(70)
安装	(71)
配置	(71)
使用	(82)
常见问题	(88)
第五章 WWW	(90)
第一节 WWW 简述	(90)
第二节 Netscape	(91)
安装软件	(92)
设置	(92)
显示 Web 页面	(96)
使用 E-Mail	(99)
使用技巧 (CACHE、LOAD IMAGES)	(110)
第三节 Netscape Communicator 4.04	(111)
安装	(111)
设置	(112)
使用 Navigator	(115)
Messenger	(116)
Collabra	(118)

Composer	(118)
Netcaster	(119)
Conference.....	(119)
第四节 Internet Explore 3.0.....	(119)
安装	(119)
建立到 Internet 的连接.....	(119)
配置	(125)
使用浏览器.....	(130)
使用邮件	(131)
第五节 Internet Explore 4.0.....	(138)
安装	(138)
建立到 Internet 的连接.....	(139)
配置	(140)
使用浏览器.....	(143)
使用邮件	(144)
第六节 搜索工具.....	(145)
Yahoo	(146)
Excite	(147)
Infoseek	(147)
Lycos	(147)
元搜索引擎.....	(148)
一些重要的 WWW 站点.....	(149)
第六章 FTP	(151)
第一节 FTP 概述	(151)
第二节 FTP 的常用命令	(152)
第三节 几种常用的 FTP 软件.....	(153)
安装	(154)
选择将要连接的 FTP 服务器.....	(154)
使用	(155)
常见问题	(157)
第七章 其它的服务.....	(158)
网络新闻服务.....	(158)
BBS	(158)
Telnet	(158)
Gopher	(159)
Archie	(159)
总结	(159)

第一章 网络基础知识

第一节 绪论

一、计算机网络的产生及发展

随着社会的发展,人们不再满足于各自封闭的信息世界,他们要共同享用资源,相互交换信息,以及分布处理一些复杂的任务。为了这些目的,结合计算机技术和通信技术,将分散的计算机资源、外部设备资源以及其它的可用资源通过通信线路互相连接起来,使他们可以互相通信,这样一个完整的系统就是计算机网络。

计算机网络的发展过程大约分为以下六个阶段:

① 单机系统阶段。第一台计算机是在复杂、繁重的计算任务的推动下诞生的。那时,计算机都是作为一个单机系统来独立处理数据。单机系统能够高速处理数据,如果数据的采集、计算结果的使用不在本地,人工长途传送数据所花费的时间将比计算机的快速处理数据所需的时间长得多。

② 简单的联机系统阶段。这是一种具有通信功能的单机系统。在这种系统中,通过通信线路将采集的数据由输入设备传送到计算机,再将计算机的处理结果通过通信线路传送到输出设备。这样可以达到远距离使用计算机的目的,充分发挥计算机快速计算的能力。

③ 连接大量终端设备的联机系统阶段。由于不同领域自动监测、自动控制的需要,出现了监视设备、控制设备这样的终端设备。将大量的终端设备与作为主机的计算机相连,产生了连接大量终端的联机系统。在这种系统中,所有的数据处理、通信控制都由主机完成,主机的负荷较重;同时,大量的终端设备与主机直接相连,占用主机过多的端口,而且通信线路的利用率很低。特别是终端与主机的距离较远时,通信线路的利用率更低。

④ 具有通信功能的多机系统阶段。在连接终端设备的联机系统中,用一台计算机(也称前置处理机)代替主机中的通信控制器专门负责终端设备与主机的通信工作,使主机的负担大大减轻;同时还先通过低速线路将终端设备汇集到线路集中器,再通过高

速线路将集中器与主机相连,使线路的利用率大大提高。由主机、前置处理机、集中器组成了具有通信功能的多机系统。

⑤ 计算机通信网络阶段。为了互相传输信息,以通信为目的,用通信线路将各地的计算机连接起来,构成了计算机通信网络。

⑥ 计算机网络阶段。随着社会的进步,人们不仅仅要传输信息,而且要共享资源(包括信息资源、软件资源、硬件资源),并且要将一些复杂的任务交给多台计算机分布处理,因此产生了计算机网络。

二、计算机网络的分类

根据计算机网络覆盖范围的不同,可分为广域网、局域网和城域网这三种类型。

① 广域网 WAN (Wide Area Network): 又叫长距离网络,这种网络可以跨城市、跨地区,还可以覆盖整个国家甚至全球。如覆盖全中国的教育科研网,以及跨越世界范围的 Internet 等等。

② 局域网 LAN (Local Area Network): 这种网络的覆盖范围一般不超过十公里,通常在学校、企业、公司和大型建筑物中使用。它具有成本低、应用范围广、容易实现、易于管理以及速度快、延迟小、高可靠性等特点。如校园网、企业网等。

③ 城域网 MAN (Metropolitan Area Network): 这种网络的覆盖范围在 WAN 和 LAN 之间,是把 LAN 的范围扩大,或把已有的 LAN 互连,以适应较大规模的城市使用的网络。

三、开放系统互连模型

要想共享计算机网络资源,以及在网上交换信息,就必须实现不同系统间的通信。但是,由于不同系统间的通信任务十分复杂,不仅涉及到物理的线路、通信设备、计算机等,还涉及到不同的应用环境、不同的应用程序等等。这就需要制定一些共同的规则。只要大家都遵循这些规则就能互相通信。这些规则就是协议。

如果把通信任务作为一个整体来处理,那么任何一方面的修改,必然导致对整体的修改。为了避免这种现象的发生,采用了层次结构的协议集合,在这种结构中每一层解决通信任务不同方面的问题。某一层内容的修改,不会涉及到其它层,而各层间又是紧密相关的。

国际标准化组织 ISO 在 1977 年提出了开放系统互连 OSI (Open System Interconnection) 模型,它定义了连接异种计算机标准的体系结构,采用分层的结构化技术,共有七层,见表 1.1。

除这七层之外,网络中的物理互连的传输介质,也有人把它叫做第 0 层。网络层是高层协议与低层协议之间的界面层,网络层以下也称通信子网,是通信服务的提供者,传输层以上也称资源子网,是通信服务的使用者。在层次结构中,层与层之间是完全单向依赖的,相邻层间通过一组命令建立相互作用。

为了确保数据的正确传输,在发送端由应用层送出的数据,向下每经过一层,在数据前都要加上各层相应的控制信息,叫首部 (Header)。每层都将上层的数据作为本层的数据部分,并在其前加上相应的首部,这种行为叫做封装 (Encapsulation)。封装

后的数据经传输介质传到接收端，由物理层向上，每经过一层，都要剥去各层相应的首部信息，在应用层恢复为原始的发送数据。

数据在不同的层次中可使用不同的术语。使用 TCP 的应用层称数据为流（Stream），传输层称数据为段（Segment）；而使用 UDP 的应用层称数据为消息（Message），传输层称数据为包（Packet）。网络层将数据统称为数据报（Datagram），数据链路层称数据为帧（Frame）。不管数据被称为什么，它们都是同样的东西，即被传输的对象。

表 1.1 OSI 七层模型

层号	层名	功能描述
第七层	应用层	包括常用的、标准的通信服务及应用程序，如电子邮件、远程文件传输等
第六层	表示层	确保信息以对方能够识别的形式到达。进行信息转换，包括信息压缩、加密、与标准格式的转换等
第五层	会话层	主要针对远程终端访问。主要任务包括会话管理、传输同步。会话层使用校验点可使会话通信失效时从校验点继续恢复通信，这对传送大文件极为重要
第四层	传输层	主要功能是提供进程间通信机制和保证数据传输的可靠性、完整性
第三层	网络层	主要提供网络的互连、路由选择以及流量控制，防止网络拥挤阻塞
第二层	数据链路层	实施差错检测和数据流的控制，在不太可靠的传输介质上实现可靠的数据传送，为网络层提供可靠的、无错误的数据信息
第一层	物理层	定义网络的硬件特性，通过传输介质，建立、维护、拆除设备间的物理连接。主要涉及如何与传输介质的连接，如何收发信号等。它是网络体系结构的最低层，是唯一直接传输数据的

四、局域网的体系结构

局域网的分布范围很小，速度快，延迟低，任何两设备间可用一条链路直接相连，不存在路由选择的问题。因此，这种体系结构不需要单独设置网络层，而将寻址、流量控制、差错控制等功能放在数据链路层中实现。由于局域网的介质访问控制比较复杂，因此将数据链路层分成两个子层：介质访问控制层（MAC）和逻辑链路控制层（LLC）。

介质访问控制层主要控制对传输介质的访问，解决广播型网络中多用户竞争信道使用权的问题。不同类型的局域网采用不同的控制算法。

逻辑链路控制层的主要任务是将有噪声的物理信道变成无传输差错的通信信道，提供数据成帧、差错控制、流量控制和链路控制等功能。逻辑链路控制层协议与局域网所采用的具体的介质访问控制方法无关，如 IEEE802 中规定的介质访问控制方法有 CSMA/CD、令牌环、令牌总线等等。不管采用何种方法，这些类型的局域网都是采用 IEEE802.2 标准来描述局域网协议中逻辑链路控制层的功能、特性和协议。

在数据链路层中规定了帧的建立、传输和接收，每种局域网类型都有它自己独特的帧格式，帧按照 MAC 地址来寻址。MAC 地址又叫硬件地址（hardware address）或物理地址（physical address）。不同的网络类型，所采用的物理地址的格式和长度不一样。在一些环网中采用的物理地址是可以自由配置的，而常用的以太网则采用一个固定长度

的、全球通用格式的 MAC 地址。以太网的 MAC 地址是一个 48 位的二进制整数，其中存写在网卡中的包含网卡制造商编号，用户不能修改。它由两部分组成，第一部分 24 位是不同制造商的标识代码，第二部分 24 位是某一个制造商的不同网卡的标识代码，每一个以太网网卡的 MAC 地址是全球唯一的。48 位全为 1 的 MAC 地址为广播地址，用于向网络中所有设备同时发送数据。

五、TCP/IP

TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) 是一个完整的数据通信协议集。尽管协议集中有很多其它的协议，但是传输控制协议 TCP 和网间协议 IP 是其中最重要的两个协议，因此整个协议集取名 TCP/IP。

TCP/IP 是开放系统互连协议中最早的协议之一，是七十年代中期美国国防部为其 ARPAnet 广域网设计开发的网络体系结构和协议标准。以此为基础组建的 Internet 是目前国际上规模最大的计算机网间网。

TCP/IP 的几个重要特点是：

- ① 开放的协议标准、可免费使用以及独立于特定计算机硬件和操作系统的开发方式。UNIX、NetWare、OS/2 Warp、Windows 95 和 Windows NT 都将 TCP/IP 加入了标准配置中。
- ② 独立于特定的物理网络硬件。这使得 TCP/IP 可以集成很多不同类型的网络，TCP/IP 既可用于广域网，也可用于局域网。TCP/IP 可以运行在以太网、令牌环网、X.25 网等多种网上。
- ③ 统一的地址分配使得整个网络中的任何一台 TCP/IP 设备都具有一个唯一的被称为 IP 地址的地址。
- ④ 标准化的高层协议提供了可靠的用户服务。
- ⑤ 虽然 ISO/OSI 已经颁布了与之相应的国际标准，但是依托于 Internet 的 TCP/IP 随着 Internet 的发展而得到更大的发展。虽然 TCP/IP 不是国际标准，但已是“既成事实”的标准。

TCP/IP 协议集采用层次体系结构，每层具有各自的特定功能，下层为上层提供服务。下表列出了对应于 OSI 模型的 TCP/IP 的各个层次，并就每层举出了一些实际使用的协议。

表 1.2 TCP/IP 层次结构

OSI 层次	OSI 层名	TCP/IP 层名	TCP/IP 举例
第七层	应用层	应用层	NFS, DNS, FTP, TELNET, HTTP, SMTP
第六层	表示层		
第五层	会话层		
第四层	传输层	传输层	TCP, UDP
第三层	网络层	网间网层	IP, ARP, ICMP
第二层	数据链路层	数据链路层	PPP, IEEE802.2
第一层	物理层	物理网络层	Ethernet(IEEE 802.3), RS232

确切地说,物理层和数据链路层不属于 TCP/IP 协议集,但它们是各种物理网络与 TCP/IP 之间的接口。由于网间网层的存在,使得更高层的协议可以不管这两低层中各种物理网络的差异。TCP/IP 的各个层次的功能如下:

① 物理层:说明网络硬件的特性。例如传输介质的物理特性,描述了像 IEEE802.3 以及 RS232 这样的硬件标准。

② 数据链路层:识别包的网络协议类型、提供错误控制以及分帧。例如以太网 IEEE802.2 分帧和 PPP 分帧。

③ 网间网层:同 OSI 的网络层一样,为网络接收和传递包。

其中的 IP (Internet Protocol) 以及与之相关的路由协议是整个 TCP/IP 协议集中最重要的协议。它负责 IP 地址,根据接收主机的 IP 地址决定包的传输路径,将包转换成 IP 数据包的格式以及对包的大小进行拆分、合并等。

其中的 ARP (Address Resolution Protocol 地址解析协议) 处理以太网地址和 IP 地址间的对应关系。

其中的 ICMP (Internet Control Message Protocol 网间网控制报文协议) 负责侦听、报告差错。

④ 传输层:通过交换确认数据接收以及重发丢失的包来确保包有序地、无差错地传输。

其中的 TCP (Transmission Control Protocol 传输控制协议) 使应用程序能互相通讯,就好像它们被物理线路连接在一起似的。TCP 以一个字符一个字符的方式而不是以一个完整的包的方式发送数据;TCP 在传输的数据前加上一个首部,首部里包含大量的参数用来帮助发送机器上的进程连接接收机器上的同等进程;TCP 在发送和接收主机间建立一个端——端的连接来确保包正确到达目的地,因此 TCP 是一个“可靠的,面向连接的”协议。

其中的 UDP (User Datagram Protocol 用户数据报文协议) 是另一个传输层的协议,它提供数据包传递服务。UDP 在发送和接收主机间不建立连接,也不确认连接。发送少量数据的应用程序用 UDP 而不是 TCP,如应用程序 NFS 采用 UDP 来进行数据传递。

⑤ 应用层:定义标准的 Internet 服务和网络应用程序。

其中的 NFS (Network File Service 网络文件服务) 提供对 Solaris 操作系统的文件服务。

其中的 DNS (Domain Name Service 域名服务) 提供主机名与 IP 地址映射的服务。

其中的 FTP (File Transmission Protocol 文件传输协议) 提供本地机器与远程机器间交换文件的协议。

其中的 TELNET 是一个简单的远程登录协议。它使远地的用户能像本地用户一样进入本地机器。

其中的 HTTP (Hyper Text Transfer Protocol 超文本传输协议) 是与 WWW 密切相关的协议,它定义了 Web 浏览器和 Web 服务器之间的通信协议。

其中的 SMTP (Simple Mail Transfer Protocol 简单的邮件传输协议) 规定了机器之间交换电子邮件的标准。

第二节 数据通信技术

首先介绍数据通信技术的几个基本概念。

信道：是以传输介质为基础的信号通路，具体地说，它是由有线或无线电路提供的信号通路。抽象地说，它是指定的一段频带，也就是一定的频率范围。

传输速率：是指单位时间内所传送的信息量，单位为比特/秒或 bit/s 或 bps，即每秒传送多少个位信息。

带宽：是线路能承受的频率范围，单位为 Hz，如电话信道的带宽为 300Hz~3400Hz。带宽与传输速度是两个不同的概念，但是它们都可以用来度量网络的传输能力。带宽越宽，线路的传输速率越高。通常用线路的传输率来衡量线路的带宽。

一、引言

数据是抽象或具体描述事实、物体、状态等属性的数字和符号。数据分为模拟数据和数字数据。模拟数据表示连续变化的值，如电压值、温度值等；数字数据表示一些离散值，如用数字数据来表示开关状态，“开”状态用“1”表示、“关”状态用“0”表示。

信号是数据的具体表示。在这里我们讨论的信号是传输的电信号，是随时间变化的电压、电流和电磁波信号。模拟信号是一种连续变化的电磁波，它可以按照不同的频率在各种传输介质上传输；数字信号用恒定的正电压表示“1”，用恒定的负电压表示“0”。模拟数据和数字数据都可以用模拟信号和数字信号来表示。模拟数据可以通过编解码器用数字信号来表示；数字数据可以通过调制解调器用模拟信号来表示。

数字信号的发送比模拟信号简单，噪音干扰的影响也比模拟信号小，但数字信号比模拟信号容易衰减，而衰减会影响数据的完整性。所以对于远程通信，模拟信号的发送应用更加广泛。然而，由于数字信号传输在价格上和质量上的绝对优势，邮电部门正在逐渐采用数字信号来传输模拟数据和数字数据。

二、数据调制

现有的通信网大多是为传输模拟信号而设计的，数字信号不能直接在这样的通讯网中传输。将数字信号变成另一种适合在这种通讯网中传输的新的信号，这种变换就是调制。

一般用正弦信号作为基准信号，又叫载波信号或被调信号。原始数字信号是调制载波的信号。调制就是用载波的一个参量的变化来反映调制信号的变化过程。实现这一过程的设备叫调制器，从已调波中恢复调制信号的过程叫解调，相应的设备叫解调器。通常将调制器和解调器作在一起，用于双向传输，叫调制解调器（MODEM）。

根据载波的不同参量，数字信号调制成模拟信号有三种方法：调幅、调频和调相。

① 调幅：又叫幅移键控法 ASK (Amplitude Shift Keying)，用载波振幅的变化来反映调制信号的变化。

② 调频：又叫频移键控法 FSK (Frequency Shift Keying)，用载波频率的变化来

反映调制信号的变化。这种调制方法的抗噪声、抗衰减性能优于 ASK，在中低速数据传输中常采用。

③ 调相：又叫相移键控法 PSK (Phase Shift Keying)，用载波相位的变化来反映调制信号的变化。这种调制方法的抗干扰能力最强，常用于高速的数据传输。

三、数据编码

(1) 数字数据，数字信号

用数字信号表示数字数据，即用直流电压或电流波形的脉冲序列来表示数字数据的“0”和“1”，就是数字数据的数字信号编码。常用的编码方法有以下几种：

- ① 不归零制：用无电压表示 0，恒定的正电压表示 1。这种编码的缺点是难以确定每一位的开始和结束，必须采用定时或同步。
- ② 曼彻斯特编码：电压从高跳变到低表示 1，从低跳变到高表示 0。常用于局域网中。
- ③ 差分曼彻斯特编码：每位开始的边界有跳变表示 0，无跳变表示 1。

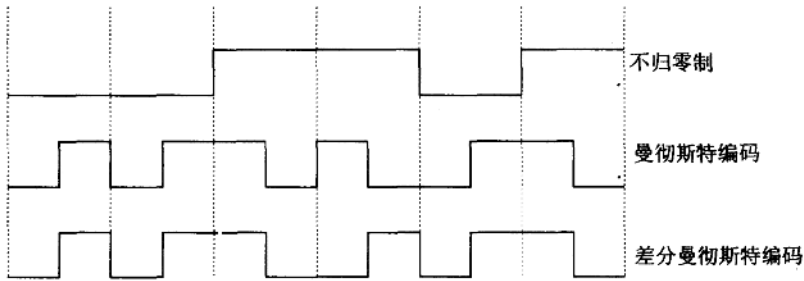


图 1.1 数据编码示意图

(2) 模拟数据，数字信号

用数字信号表示模拟数据，就是模拟数据的数字信号编码。利用数字信号对模拟数据进行编码最常用的方法是脉冲代码调制 PCM (Pluse Code Modulation)，它是将模拟数据转换为二进制数码脉冲序列的过程。

对于数字数据，可以编码成数字信号来传输，也可以调制成模拟信号来传输。对于模拟数据，可以调制成模拟信号来传输，也可以编码成数字信号来传输。数据的编码与调制是为了提高传输特性，使传输的距离更远，传输的速率更快，也是为了充分利用现有的通信设施，提高传输介质的利用率。

四、基带传输与频带传输

从计算机设备送出的原始数字数据信号包含很低的频率成分，甚至是直流分量，这些频率分量的范围就是电信号的基本频带，简称基带，它是指调制前或解调后的信号

所占有的频带。这种原始的电信号就是基带信号。基带信号在信道中直接传输为基带传输。

频带传输又叫宽带传输，它是把信号调制到某一频带上传输。频带传输采用频分多路技术，在一条电缆上可以划分为多个信道。例如对有线电视来说，如果一个信道占有 6MHz 的带宽，则从 50MHz 到 300MHz 可以划分为 41 个信道。在每个信道中，采用调制技术，可以利用不同的信号频率来传送数字信号。

基带传输实现简单，但是整个系统只被一个信道占用，线路的利用率低，传输距离限制在十几公里以内。基带传输常用于近程数据通信系统。宽带传输采用多个信道，其中有的信道可以专用，有的信道可以共用。在不同的信道中可以传送不同性质的信号，如数字信号，模拟信号，视频信号等等，不同的信道可以被不同的网络系统使用，大大降低了整个系统的成本。宽带传输常用于远程通信系统。

五、通信方式

一个通信系统,按照信息的传输方向,可以分为三种通信方式:单向通信、半双工通信以及全双工通信。单向通信指通信双方,一方作为发送方发送信息,而另一方只能作为接收方接收信息,不能反方向传输信息,如广播、电视系统。半双工通信指信息可以在两个方向上传输,但必须先后错开不能同时双向传输,如无线电收发报机系统。全双工通信指可以同时双向传输信息,如电话系统。

六、同步技术

数据从发送端发出,经传输介质传送到接收端。收到的数据是否正确,关键在于同步。同步不好会导致误码增加,严重的甚至会影响整个系统的正常运行。常用的同步技术有两种:异步传输和同步传输。

异步传输又称起止式传输。在每一个被传输的字符的前、后各增加一位起始位、一位停止位,用起始位和停止位来指示被传输字符的开始和结束,在接收端,去除起、止位,中间就是被传输的字符。这种传输技术由于增加了很多附加的起、止信号,因此传输效率不高。

同步传输采用的方法是,在一组被传输的字符前加上一个或几个特殊的同步字符,在接收端,找到同步字符后,在下一个同步字符前的数据都是被传输的字符。这种传输技术速度快,效率高,但是所采用的软、硬件设备价格昂贵。

七、串行传输和并行传输

数据传输有串行传输和并行传输两种类型。在串行传输中,组成字符的各个比特按顺序一位一位地在一条线路或一个信道上传输,由于只需要一条传输线路或一个信道,因此能充分利用频带,节省投资,但需要进行串/并转换,还需要同步,而且传输速率低。

在并行传输中,可以同时传输多个位,如一次就可传输 8 比特的字符,传输速率高。但它需要多条传输线路或多个信道,因此频带利用率低,费用高。

一般在计算机内部或其它高速数字系统中，传输距离短，要求速率高，可采用并行传输；而远程传输数据，由于通信线路的费用太高，通常采用串行传输。

八、多路复用

建设一个通信网络时，铺设线路特别是长距离、大规模的铺设线路是很昂贵的，而现有的传输介质又没有得到充分的利用。如一对电话线的通信频带一般在 100KHz 以上，而一路电话信号的频带一般在 4KHz 以下。因此，我们可以采用共享技术，在一条传输介质上传输多个信号，提高线路的利用率，降低网络的成本。这种共享技术就是多路复用技术。

多路复用一般采用频分多路复用 FDM 和时分多路复用 TDM 两种技术。

如果传输介质的可用带宽超过要传输信号所要求的总带宽的时，可以采用频分多路复用技术。几个信号输入一个多路复用器中，由这个多路复用器将每一个信号调制到不同的频率，并且分配给每一个信号以它的载波频率为中心的一定带宽，称为通道。为了避免干扰，用频谱中未使用的部分作为保护带来隔开每一个通道。在接收端，由相应的设备来恢复成原来的信号。例如，有线电视台使用频分多路复用技术，将很多频道的信号通过一条线路传输，用户可以选择收看其中的任何一个频道。

采用频分多路复用技术时，输入到多路复用器的信号既可以是数字信号，也可以是模拟信号。

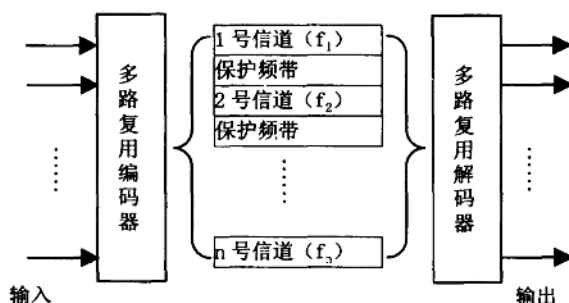


图 1.2 频分多路复用示意图

如果传输介质可达到的数据传输率超过要传输的数字信号的总的数据传输率时，可以采用时分多路复用技术。几个低速设备产生的信号输入一个多路复用器，保存在相应的缓冲器中（通常缓冲器为一个字符大小），按照一定的周期顺序扫描每一个缓冲器，可以将这些信号顺序传输在高速线路上。在接收端，由相应设备分离这些数据，恢复成原来的信号。

采用时分多路复用时，输入到多路复用器的信号一般是数字信号。

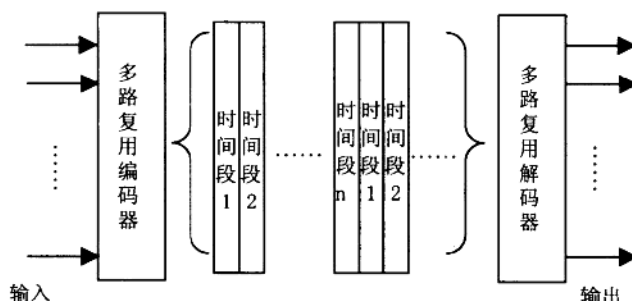


图 1.3 时分多路复用示意图

九、数据交换技术

最初的数据通信是在物理上两端直接相连的设备间进行的，随着通信的设备增多、设备间距离的扩大，这种每个设备都直连的方式是不现实的。两个设备间的通信需要一些中间结点来过渡，我们称这些中间结点为交换设备。这些交换设备并不需要处理经过它的数据的内容，只是简单地把数据从一个交换设备传到下一个交换设备，直到数据到达目的地。这些交换设备以某种方式互相连接成一个通信网络，从某个交换设备进入通信网络的数据通过从交换设备到交换设备的转接、交换被送达目的地。

通常使用三种交换技术：线路交换、报文交换和分组交换。

(1) 线路交换

线路交换 (circuit switching) 技术即在通信两端设备间，通过一个一个交换设备中线路的连接，实际建立了一条专用的物理线路，在该连接被拆除前，这两端的设备单独占用该线路进行数据传输。

电话系统采用了线路交换技术。通过一个一个交换机中的输入线与输出线的物理连接，在呼叫电话和接收电话间建立了一条物理线路。通话双方可以一直占有这条线路通话。通话结束后，这些交换机中的输入线与输出线断开，物理线路被切断。

线路交换的优点为：

- ① 连接建立后，数据以固定的传输率被传输，传输延迟小。
- ② 由于物理线路被单独占用，因此不可能发生冲突。

线路交换的缺点为：

- ① 建立连接需要花很长的时间。
- ② 连接建立后，由于线路是专用的，即使空闲，也不能被其它设备使用。因此，造成一定的浪费。

(2) 报文交换

报文交换 (message switching) 技术是一种存储转发技术，它没有在通信两端设备间建立一条物理线路。发送设备将发送的信息作为一个整体 (又被称为报文)，并附

加上目的地地址，交给交换设备。交换设备接收该报文，暂时存储该报文，等到有合适的输出线路时把该报文转发给下一个交换设备。经过若干个交换设备的存储、转发后，该报文到达目的地。

报文交换技术适用于非实时的通信系统，如公共电报收发系统。

报文交换的优点为：

- ① 线路的利用率较高。许多报文可以分时共享交换设备间的线路。
- ② 当接收端设备不可用时，可暂时由交换设备保存报文。
- ③ 在线路交换网中，当通信量变得很大时，某些连接会被阻塞，即网络在其负荷降下来之前，不再接收更多的请求。而在报文交换网络中，却仍然可以接收报文，只是传送延迟会增加。
- ④ 能够建立报文优先级。可以把暂存在交换设备里的许多报文重新安排先后顺序，优先级高的报文先转发，减少高优先级报文的延迟。
- ⑤ 交换设备能够复制报文副本，并把每一个拷贝送到多个所需的目的地。
- ⑥ 报文交换网可以进行速率和码型的转换。利用交换设备的缓冲作用，可以解决不同数据传输率的设备的连接。交换设备也可以很容易地转换各种编码格式，如从 ASCII 码转换为 EBCDIC 码。

报文交换的缺点为：

- ① 数据的传输延迟比较长，而且延迟时间长短不一，因此不适用于实时或交互式的通信系统。
- ② 当报文传输错误时，必须重传整个报文。

(3) 分组交换

分组交换 (packet switching) 又称报文分组交换，或包交换，也是一种存储转发技术。在报文交换中，报文的长度不确定，交换设备的存储器容量大小如果按最长的报文计算，显然不经济。如果利用交换设备的外存容量，则内外存间交换数据会增加报文处理的时间。分组交换中，将报文分解成若干段，每一段报文加上交换时所需的地址、控制和差错校验信息，按规定的格式构成一个数据单位，通常被称为“报文分组”或“包”。

在分组交换网中，控制和管理通过网络的交换分组流，有两种方式：数据报 (datagram) 和虚电路 (virtual circuit)。

在数据报方式中，每个报文分组作为一个单独的信息单位来处理，每个报文分组又叫数据报。报文中的各个分组可以按照不同的路径，不同的顺序分别到达目的地，在接收端，再按原先的顺序将这些分组装配成一个完整的报文。

在虚电路方式中，发送分组前，首先必须在发送端和接收端之间建立一条路由。只是一条路由，而不是像电路交换那样的一条专用线路，报文分组在经过各个交换设备时仍然需要缓冲，并且需要等待排队输出。路由建立后，每个分组都由此路由到达目的地。

虚电路方式和数据报方式的区别为，数据报方式中，发送每个分组都要进行路由选择，每次选择的路由不尽相同。因此，各个分组不一定按照发送顺序到达目的地。而