

计算机

局域网技术

王治宇 郝新华

航空工业出版社

73.974

125

1

计算机局域网技术

王治宇 郝新华 编著

JS97 / 11

北京人民邮电出版社

内容简介

本书主要讨论了微机局域网的基础理论和实用技术,全书强调理论联系实际,面向应用实践,难易程度适中,特别突出实用性和技术先进性。

本书分为基础理论、Novell 网和 Windows NT 三大部分,附录中设计了 6 个网络实验。

本书适用于研制开发网络系统的专业技术人员使用。也可用做大学计算机专业、信息专业教学用书。由于论述深入浅出、内容面向应用,本书也适用于广大非计算机专业。

图书在版编目(CIP)数据

计算机局域网技术/王治宇,郝新华编著. —北京:航空工业出版社,1997. 10

ISBN 7-80134-171-6

I. 计… I. ①王… ②郝… II. 局部网络—基本知识
N. TP393.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 12231 号

计算机局域网技术

王治宇 郝新华 编著

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里 14 号 100029)

山东农业厅印刷所印刷

1997 年 6 月第 1 版 1997 年 6 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 16 开本 13.5 印张 350 千字

ISBN 7-80134-171-6 TP.009 印数:1—2500

定价:22.80

前 言

进入 90 年代以来,计算机网络技术在我国得到了迅猛的发展,网络的应用已成为广大计算机用户应用的主流。可以认为,一个没有数据库和网络的计算机应用系统算不上管理信息系统。而近一两年的 Internet 和 Intranet 的兴起,又把网络技术推到了一个新阶段,同时,广大网络用户从中受益匪浅。从事网络工作的人越来越多,网络技术成了计算机应用人员及管理人士的必修课。由于历史的原因,一些网络技术书籍对硬件设备和通信线路讨论过多,理论探讨过深过广,而对实用技术,如网络的安装、使用和管理却讨论甚少。广大从事网络工作的技术人员及在校学生迫切需要一本面向应用、理论联系实际、介绍新技术、新成果、大趋势、难易适度的书籍。本书就是为实现这一宗旨的一次尝试,它具有以下特点:

1. 本书强调理论与实用技术并重,强调理论联系实际,面向实际应用。书中对计算机网络的基础理论做了全面地论述,同时也对各项实用技术做了细致的介绍,力求通俗易懂,因此,广大非计算机专业的读者也会感到适用。

2. 既研究目前广泛应用的网络技术,也讨论新兴技术。书中全面分析了目前市场占有率最高的 Novell 网,也用较大的篇幅介绍了有后来居上之势的 Windows NT,使读者掌握新理论、新技术,站在技术前沿。

3. 由于目前我国大多数企业中仍以局域网为主。同时,从事局域网网络技术的人也较多。所以,本书在讨论了网络的基础理论后,重点研究局域网的理论、技术、应用与管理。

从内容看,本书分为三个层次:

第一个层次为基础理论,主要是第一章。

第二个层次讨论 Novell 网,从第二章到第八章。全面地讲解了 Novell 网络的基础知识、安装、运行、管理等实用技术。

第三个层次是第九章,讨论 Windows NT。虽然只占一章,但读者在掌握了 Novell 网络技术的基础上,学会使用 Windows NT 是不困难的。

本书在附录中设计了 6 个网络实验,读者可随着学习的进度安排实验,以巩固课文中的知识、增加感性认识,对学习是大有好处的。

由于计算机技术、网络技术发展很快,加之作者水平有限,书中错误难免,敬请广大读者批评指正。

编著者

1997 年 6 月 9 日

目 录

第一章 计算机网络基础	(1)
1.1 计算机局域网概述	(1)
1.2 数据通信基础	(7)
1.3 微机局域网拓扑结构.....	(15)
1.4 微机局域网的组成.....	(18)
1.5 微机局域网的访问控制方式.....	(24)
1.6 网络协议与网络操作系统.....	(27)
第二章 微机局域网络实现技术	(35)
2.1 微机局域网的硬件体系结构.....	(35)
2.2 微机局域网的网间联接.....	(43)
2.3 Client/Server(客户机/服务器)系统结构	(49)
第三章 Novell 局域网络	(56)
3.1 Novell 网概述	(56)
3.2 Novell 网硬件体系结构	(58)
3.3 Novell NetWare 网络操作系统的结构与性能	(63)
第四章 NetWare 386 的安装	(73)
4.1 文件服务器的安装.....	(73)
4.2 工作站的安装.....	(81)
4.3 NetWare 网桥的安装	(87)
第五章 文件服务器管理	(89)
5.1 文件目录结构.....	(89)
5.2 控制台命令.....	(90)
5.3 可装入模块(NLM)	(94)
5.4 文件共享安全保密和可靠性措施.....	(99)
第六章 工作站管理和打印服务管理	(105)
6.1 工作站的上网、注销和建立口令.....	(105)
6.2 用户管理程序 SYSCON	(106)

6.3	文件目录管理程序 FILER	(110)
6.4	远程控制台	(113)
6.5	网络驱动器管理	(116)
6.6	打印服务器管理	(120)
第七章	Novell 网上的数据库系统	(127)
7.1	NetWare 的数据库	(127)
7.2	ORACLE for NetWare	(130)
7.3	FoxBASE 与 FoxPro 在 Novell 网上的使用	(144)
第八章	Novell 网的网间互连	(151)
8.1	网络互连基础	(151)
8.2	网间通信	(155)
8.3	Novell 网的开放互连	(160)
第九章	网络操作系统 Windows NT	(167)
9.1	Windows NT 概述	(167)
9.2	工作组、域和用户组	(169)
9.3	Windows NT 的安装	(172)
9.4	Windows NT 的使用和管理	(177)
附录	网络实验	(202)

第一章 计算机网络基础

将分散的计算机、终端、外围设备通过通信媒体互相连接在一起,能够实现互相通信的整个系统,或者说通过通信媒体互连起来的自治的计算机集合体,叫做计算机网络。其目的是通过数据通信,实现系统资源(包括硬件资源、软件资源、数据资源)的共享;增加单机功能;提高系统的可靠性。所谓“自治的计算机”(又称自主计算机)是指能自主地完成启动、停止和对所属资源进行控制的计算机。这种自主计算机通称为主机(Host)。

计算机网络通常分为三大类:多机系统、局部地区网络 LAN(Local Area Network)和广域网络 WAN(Wide Area Network)。广域网也叫远程网,一般跨城市、地区、国家,甚至全世界联网。这种网络出于军事、国防和科学研究的需要,发展较早。例如美国国防部的 ARPA 网络,1971 年在全美推广使用并已延伸到世界各地,是世界上最大型的广域网之一。

局域网一般在十公里以内,属于一个部门或单位组建的小范围网,它是在小型计算机和微型计算机大量推广使用之后才逐步发展起来的,其成本低、应用广、组网方便,使用灵活,深受用户欢迎,是目前计算机网络发展中最活跃的分支。

随着局域网使用所带来的好处,人们逐渐要求扩大局部网络的范围,或者要求将已经使用的局域网互相连接起来,使其成为一个规模较大的大城市地区网络,它是在局部网络基础上增加了多个局域网互连功能,这种要求促进了网络互连技术的发展,将自身溶于广域网之中。

1.1 计算机局域网概述

计算机网络大体上由两部分组成,一是数据通信系统(通信子网),二是数据处理系统(资源子网)。通信子网中的数据传输介质(双绞线、同轴电缆、光导纤维)经过通信接口装置与资源子网中的各种计算机、智能终端、工作站、磁盘存储器、工业控制监控设备相连。通信接口装置处于连接的“结点”位置。在大型网络中,通信接口装置可能是一个计算机(有时称为结点计算机、通信控制器等)。在微机局域网中,通信处理功能都固化在一块称为网络适配器 LNA(Local Network Adapter)单独的印刷电路板(网卡)上。通信子网负担全网数据传输、通信处理工作;资源子网代表着网络的数据处理资源和数据存储资源,负责全网数据处理和向网络用户提供网络资源和网络服务。

1.1.1 局域网的特点和功能

局域网的最主要特征是短距离工作,因而具有以下特点:

(1)较高的通信速率。远程网距离远,信息传输较慢,一般为每秒数千比特(K bps)的数量级。而局域网通信传输率常为每秒百万比特(M bps)的数量级。

(2)较好的通信质量,传输误码率低。位错率通常为 $10^{-7} \sim 10^{-12}$ (即每传送 $10^7 \sim 10^{12}$ bits 可能错 1bit)。

(3)支持多种通信介质。局域网中根据本身的性能要求,既可利用现有通信线路(如电话线),又可架设专门的通信线路(如电缆、光缆、双绞线等)。

(4)局域网络通常属于某一个机关、工厂、企业所有,不受公共网络当局的约束,易于增强网络的功能,成本低,建网周期短,见效快。

(5)支持简单的点对点通信或多点通信,允许低速和高速的外部设备或不同型号的计算机接到网络中,网络资源的作用发挥充分,组网灵活。

局域网最主要的功能是提供资源共享和相互通信,具体提供以下服务功能:

(1)资源共享。网络的核心目的是实现资源共享,它包括共享的硬件、软件、数据资源。例如大的计算机中心,昂贵的外部设备如高速打印机、超大容量硬盘存储器、绘图设备,公用数据库,各种应用软件、软件工具等。在大量微机进入办公室的环境下,不必要每台微机都配备功能齐全的外部设备,局域网最能满足这样的需要。网络的引入使整个系统的数据处理平均费用大为下降。应该指出:共享数据库系统是当今重要的课题之一。目前的数据库系统多为集中式数据库系统,分布式数据库系统还是一个正在研究中的课题,本书第9章将进一步叙述网络数据库的有关问题。

(2)数据传送。数据和文件的传输是计算机局域网中最基本的功能,用以实现各网络计算机用户或终端的相互联系。利用这一功能,地理位置分散的生产单位、部门可通过计算机网络连接起来,进行集中的控制和管理。现代局域网不仅能传送文件、数据信息,还可以同时传送声音和图像,这一功能对实现办公自动化有着特别重要的作用。

(3)电子邮件。它是数据传送的一个特例。局域网各站点之间,可以提供电子邮递服务,某网络用户从终端打入的信件可以传送给他所指定的一个或多个其他网络用户。收信人可以打开他的“邮箱”,阅读和处理收到的信件,并可用同样的方法写回信发送出去。电子邮件不仅节省纸张,更重要的是快捷。电子邮件已发展到电子报纸、电子邮购等方面的应用范围,大多数局域网提供了电子邮递的服务。

(4)提高了计算机系统的可靠性和可用性。网络上的计算机通过网络可以彼此互为后备机,一旦某台计算机出现故障,故障机的任务就可由其它计算机代为处理,避免了单机系统的无后备时可能出现的因故障导致系统瘫痪现象,大大提高了系统的可靠性,这在重要的工业过程控制、实时数据处理等应用中是非常重要的。

提高计算机的可用性是指当网络中某台计算机负担过重时,网络可将新的任务转交给较空闲的计算机完成,均衡网络内各台计算机的负担,提高了可用性。

(5)易于进行分布式处理。利用网络技术能将多台计算机连成具有高性能的计算机系统,将较大型的综合性问题通过一定算法将任务交给不同的计算机完成,以解决大量复杂问题,即所谓分布式系统。它使整个系统的效能大为加强。

1.1.2 局域网的分类及发展历程

通常可以从三个不同角度对局部网络进行分类:

1. 按数据传输速率分

(1)局域网 LAN:即是人们常说的局部地区网络。可以说微型计算机的发展是局域

网迅速发展的基础。连接在局域网上的计算机不一定是微型计算机,但局域网迅速发展的背景却是微型机,如果组成局域网的计算机都是微型计算机,则称这种 LAN 为微型机局域网,这是本书讲叙的重点。

(2)高速局部网络,简称为 HSLN(High-Speed Local Network)。它的目的是为昂贵、高速的计算机设备(如主框架计算机和海量存储器等)提供更高速的信息交换能力,美国国家标准协会规定高速局部网络的数据传输率大于 50M bps。一般说来这种网络的跨接距离和连接设备的数量是很有限的。例如仅在计算机房内,将多台小型机和超级微机相连。

(3)PBX 局域网。PBX 指专用小交换机(Private Branch Exchange),即电话交换机。PBX 连同它管理下的电话机等构成一个局部网络,称为 PBX 局域网(也称计算机化用户交换网)。

事实上,PBX 已存在大约一百年了,其发展已经历了三代:第一代 PBS 网最初是手工交换台,由接线员人工接通开关来实现转接,后来发展为半自动的(内线出外线可自动进行,外线进内线由接线员转接)和全自动的。这种第一代自动电话交换系统采用模拟信号技术,其转接技术采用的是机电技术。第二代 PBX 叫数字 PBX 或计算机化交换机 CBX(Computerized Branch Exchange),它采用电子技术取代机电技术来实现电路转换,传输信号是数字信号。第三代 PBX 系统称为综合业务数字网,简称 ISDN(Integrated Services Digital Network)。这种系统是近年才出现的,其主要特点是采用数字式电话机、分布式结构和非堵塞性结构。这种系统又称“语言/数字综合系统”,它完成电路交换数字业务。

三种局部网络主要性能见表 1.1。

表 1.1 三种局部网络的主要性能

网络类型	高速局部网	局域网	PBX 局域网
数据传输率	$\geq 50\text{Mbps}$	1~20Mbps	9.6~200Kbps
通信媒体	CATV 同轴电缆、光纤	双绞线、同轴电缆、光纤	双绞线
交换技术	包交换	包交换	电路或数字交换
最大传输距离	1km	25km	
拓扑结构	总线	总线、星形、环形	星形或多级星形
可支持设备数	几十台	几百台	几千台

2. 按拓扑结构分类

一个通信子网可以抽象为一个几何图形,这个几何图形称为网络拓扑。局部网络的拓扑结构比较规则,依据拓扑结构的差异,局部网络可分为总线形、树形、星形和环形等(图 1.1)。详细内容参见 1.4 节。

3. 按传输的信号分类

按照传输媒体上所传输信号方式的不同可把局部网络分成基带网和宽带网。基带网传输没有经过改变的 0、1 脉冲数字信号,宽带网传输模拟信号(指的是经过调制的脉冲数字信号)。

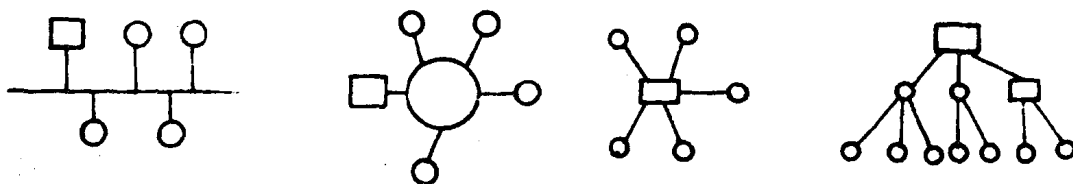


图 1.1 网络拓扑

数字信号的特点是频谱较宽。因此在基带网中通信媒体的通信频带全部被一路信号占用。即只能有一个信道。同时由于通信媒体上的分布参数(电阻、电容、电感)对高频成分的衰减比低频成分大,因此随着传输距离的增大,传输信号会发生严重畸变。可以说,基带网中如果没有特殊的措施(如加接放大、整形的中继器),信号的传输距离一般不超过 1km。

与数字信号相比,模拟信号频带宽度可压缩在几千赫以内,因而可在通信中采用频分多路复用技术(FDM),将多个基带信号调制在不同的频率范围区间,在宽带电缆中同时传送,使单一的通信传输媒体可同时传输多路信道,同时其传输距离也可提高到 10km 以上。所以在宽带网中一般需有调制/解调设备。

应该指出局域网目前绝大多数均采用基带传输方式。

从局域网的发展来看,大致可分为四个阶段:

第一阶段是 60 年代末至 70 年代初,是局域网的萌芽阶段。1969 年由美国国防部出资研制的连着四台计算机的实验性网络——ARPA 网投入运行。它的出现为计算机局部网络的形成和发展,在理论上和技术上奠定了基础。

第二阶段是 70 年代中期,这是局部网络的发展阶段。其主要特点是局部网络由实验室进入产业界。这个时期最具影响力的是以太网(Ethernet)的出现,这是计算机局部网络发展史上的一个里程碑。它一出现便引起了人们的极大兴趣和高度重视,许多厂家纷纷效尤,开发出了各种各样的局域网,这样一来,局域网便迅速成为了一种工业体系。以太网仍是当今使用最多的网络。

第三阶段是 80 年代时期,这是局域网的大发展时期,也是局域网的成熟年代,其主要特点是局域网已商品化和标准化,每个计算机公司都有自己的局域网产品,专门生产和销售局域网的公司也相继出现,如 Novell 公司、3COM 公司、Orchid 公司、IBM 公司等,它们的代表产品为 NetWare、以太系列软件 EtherSeries、3+网、PCnet、令牌环形网(Token Ring)、ARCnet 等等。

这一时期,不仅局域网的硬件和软件技术得到了充分发展,而且各种局域网的国际标准基本形成,1980 年 2 月制定的 IEEE 802.1~802.7 标准已被国际标准化组织(ISO)正式确定为局域网的国际标准。而当前最为普遍接受的网络类型是以太网、令牌环形网、ARCnet 网络。

第四阶段是从 90 年代开始的。局域网将更加成熟,它将进一步促进全球计算机网络时代的到来,新型传输介质如以光导纤维电缆为基础的 FDDI(Fiber Distributed Data Interface)技术已开始使用,使局域网介质传输速率达到 100M bps,传统的无屏蔽双绞线传

输速率可达 10M bps,并正研究传输速率高达 100M bps 的双绞线传输技术。此外,局域网上的分布式管理系统取得了极大的进展,一种称为 Client/Server (客户机/服务器)结构的出现并得到极广泛的使用,使微机局域网的分布式处理逐步走向实用和成熟。

就像微机系统的运行必须有操作系统的支持一样,网络也需要有网络操作系统的支持。目前网络操作系统有三大阵营:Novell 网络操作系统、UNIX 网络操作系统,Microsoft 网络操作系统。Novell 网络操作系统 NetWare 是目前世界局域网市场中占主导地位的网络操作系统;UNIX 网络操作系统有着悠久的历史,是首先实现了真 32 位功能的操作系统,适合于互用性混合环境,它向上提供与 MVS 和 VMS 的连接,向下提供与 DOS、Windows 和 OS/2 的连接,它支持平衡多处理,适合于 RISC 系统和多 CPU 系统;Micorsoft 网络操作系统有代表性的是 Windows NT,其功能不仅包括了局域网而且包括了大型网络,是一种新起的 32 位操作系统,它有完善的页面存储管理和数据安全保护机制,并且表示今后将支持 RISC 系统和主机系统。它最大的一个特点是既可作为客户机也可作为服务器的操作系统平台,但它首先是作为客户机的操作系统平台提供的。

微机局域网技术主要包括:传输介质、拓扑结构、访问控制方式三大方面,如下图所示:

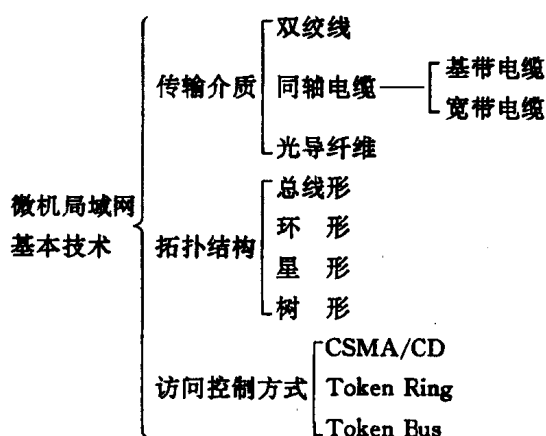


图 1.2 LAN 技术体系

1.1.3 局域网中的传输介质

1. 双绞线

双绞线又称双纽线,它是一种最简单、经济的传输介质,双绞线是将两条绝缘的金属导线并排放在一起,然后用规则的方法绞起来而构成的,一对线作为一条通信链路。通常还把若干对双绞线对,捆成一条电缆并以坚韧的护套包裹,每对双绞线合并作一根通信线使用,以减小各对线之间的电磁干扰(图 1.3)。

双绞线既可用于传输模拟信号,也可用于传输数字信号,短距离传输,特别是点到点的通信。一般说来,在传输模拟信号时大约每隔 5~6km,需要加一个放大器;在传输数字信号时,每隔 2~3km 需加一个中继器。人们习惯上总是认为双绞线的数据传输率低,一般只有几个 M bps。其实不然,随着技术的发展,双绞线已不再是低速传输介质,当前被广泛采用的 10 BASE-T 以太网所采用的双绞线传输速率为 10M bps,令牌网中的双绞

线传输速率为 4Mbps 或 16M bps。应该注意,目前我国采用的电话线大都不是双绞线,是平行线。所以不可能有很高的传输速率。在组建 10 BASE-T 以太网、ARCnet 或令牌网时应采用专用双绞线。

双绞线的主要特点是单位长度的价格最低。主要缺点是抗高频干扰能力较低。

2. 同轴电缆

尽管使用双绞线的网络有价格优势,使用量不断增加,但是目前局域网中最普遍采用的传输介质仍然是同轴电缆。

同轴电缆由内外两个导体组成,内导体是一根芯线,外导体是一系列以内导体为轴的金属细丝组成的圆柱编织面,内外导体之间由填充物支持以保持同轴。

同轴电缆分为基带与宽带两种,微机局域网中使用的同轴电缆有三种:公用天线电视 CATV(Community Antenna TeleVision)系统标准的 75Ω 同轴电缆、 50Ω 同轴电缆和 93Ω 同轴电缆。 75Ω 同轴电缆又叫宽带同轴电缆,常用于传输频分多路复用 FDM 方式产生的模拟信号(称为宽带信号),当然也适用于直接传输数字信号,传送速率通常为 $1\sim 40\text{M bps}$ 。 50Ω 同轴电缆只适用于直接传输数字信号(即所谓基带信号),又称基带电缆。 50Ω 同轴电缆又分为粗缆和细缆两种。粗缆抗干扰性能好,传输距离远;细缆便宜,传输距离较近。传输速率通常为 10M bps 。 93Ω 电缆是 ARCnet 网络结构中的同轴电缆,通常也只用于基带传输,传输速率为 $2\sim 20\text{M bps}$ 。

3. 光导纤维

光导纤维(Optical Fiber)也称光学纤维或光纤,是一种能够传导光线的、极细而又柔软的通信介质。光导纤维的横截面为圆形,分纤芯(又称芯子)和包层两部分(图 1.3)。一根或多根光导纤维组合在一起形成光缆,光缆还包括一层能吸收光线的外壳。

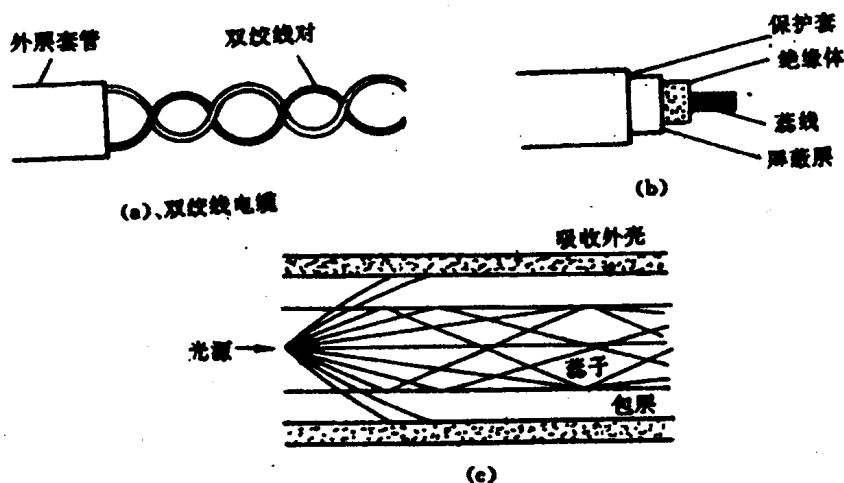


图 1.3 常用的三种传输介质结构图

当光线从高折射率的介质射向低折射率的介质时,光线会反射回高折射率的介质。光导纤维就是利用这一原理传送信息的。包层材料的折射率低,芯子的折射率高,因而只要光线的入射角足够大,光线碰到外层时会折射回芯子。显然,光缆本身只能传输光信号。使用它传输电信号时,必须在传输前用发光元件把电信号转化成光信号,光线(信号)在光缆中不断反射并向前传播;到达目的地后,用检测元件把光信号转换为电信号。

光导纤维的优点是：频带极宽、传输容量比电缆大 10 至 10 000 倍、传输速率极高、误码率小、传输距离远（目前不需要转发器可传送 6~8km）、抗干扰性能最好、数据保密性最高、损耗和误码率低、传输速率为 10~1 000M bps。其缺点是：光纤衔接困难、光纤分支困难且分支时信号能量损失很大、价格最贵、牢度低于金属线等，主要作点对点连接。

目前光纤在局域网中的应用还处于初级阶段，但由于其突出的优点，随着光纤技术的迅速发展，可以预料不久光纤局域网的产品就会问世。实际上，FDDI 标准光纤网已经使用不鲜了。

各种通信介质的性能比较见表 1.2。

表 1.2 通信介质性能比较

通信介质	信号技术	最大传输速率 (M bps)	最大传输速率时的 最大传输距离(km)	可接设备数 (个)	抗 干扰性	价格
双绞线	数字	1~10	几	几十	差	低
50Ω 同轴电缆	数字	20	几	几百	好	较低
75Ω 同轴电缆	数字	50	1	几十	好	中
	FDM 模拟	20	几十	几千		
	单信道模拟	50	1	几十		
光导纤维	模拟	10	8	几十	最好	较高

1.2 数据通信基础

计算机网络是计算机技术与通信技术相结合的产物，网络中主要应用的是数据通信，采用什么样的通信技术是必须考虑的重要问题。

1.2.1 信道、码元、数据通信技术系统主要技术指标

1. 信道

传输信息的必经之路称为“信道”，在计算机网络中有所谓的物理信道和逻辑信道之分。物理信道是指用来传送信号或数据的物理通路，网络中两个结点之间的物理通路称为通信链路，物理信道由传输介质及有关设备组成。逻辑信道也是一种通路，但在信号收、发点之间并不存在一条物理上的传输介质，而是在物理信道基础上，由结点内部的连结来实现。通常把逻辑信道称为“连接”。

物理信道有多种不同的分类。按传输介质不同可分为有线信道、无线信道、卫星信道；如按信道传输信号类型不同可分为模拟信道和数字信道。用来传输正弦波模拟量的信道称为模拟信道，能直接传输二进制脉冲电信号的信道称为数字信道。如果要在模拟信道上传输计算机直接输出的二进制脉冲信号时，就要在信道两边分别安装调制解调器，用脉冲信号对高频正弦波信号进行调制及解调。

2. 码元

码元是对网络中传送的二进制数字中的每一位的通称，例如：二进制数字 1010011 是由 7 个码元组成的序列，通常称为“码字”，在 7 位 ASCII 码中，这个码字就是字符 S。

3. 数据通信系统主要技术指标

(1)数据传输速率:是指传输线上传输信息的速度,数据传输的速率有两种表示方法,即信号速率和调制速率。

①信号速率 S :单位时间内所传送信号二进位代码的有效位(bit)数,单位用每秒比特数 bit/s(bps)或每秒千比特数表示。

②调制速率 B :也称码元速率,是脉冲信号经过调制后的传输速率,或者说是信号在调制过程中信号状态变化的次数,单位以波特(Baud)为单位。通常用于表示调制解调器之间传输信号的速率。

两种速率之间有下列关系:

$$S = B * \log_2 n$$

其中 n 为一个脉冲信号所表示的有效状态。在二元制方式即二进制中,一个脉冲有、无表示 0、1 两个状态,即, $n = 2$,故 $S = B$,即数据传输速率 S 和信号传输速率 B 是一样的,否则就不一样。

(2)误码率:指信息传输的错误率,是衡量传输系统可靠性的指标,误码率以接收码元中错误码元数占传输总码元数的比例来衡量,通常应低于 10^{-6} 。

(3)信道容量:指信道能传输信息的最大能力。一般用单位时间内最大可传送信息的比特数表示。信道容量与信道通频带、可用时间及能通过的信号功率与干扰功率比值有关。实际应用中信道容量应大于传输速率,否则高的传输速率得不到充分发挥利用。

1.2.2 基带传输和宽带传输

数据按照在传输线上是否经过了调制变形处理再进行传输的方式,分为基带传输和宽带传输两类,宽带传输属于频带传输范畴。

1. 基带传输

在通信电缆上原封不动地传输由计算机或终端产生的“0”、“1”数字脉冲信号,就是基带传输。一个脉冲信号的基本频带可从直流成分到数兆赫,频带较宽,传输线路的电容、电感对传输信号波形衰减影响较大,传输距离一般不超过 2km,超过时则需增加放大整形电路(中继器)延长传输距离。

基带传输对二进制数字信号进行编码有三种方法:

(1)不归零编码 NRZ (Non-Return to Zero):用负电压代表“0”,正电压代表“1”(图 1.4a)。低电平为 0V,高电平为 5V,是 TTL 电平,有可以在通信线上原封不动地传输微型机信号的优点。

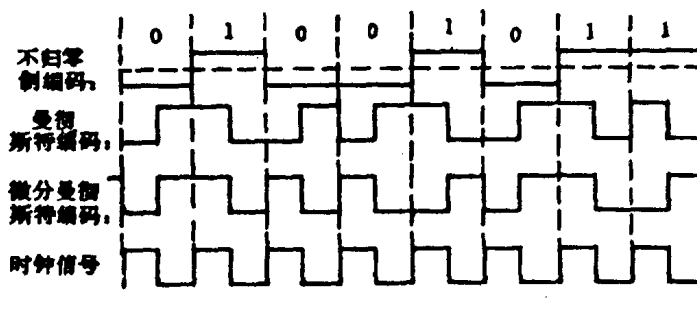


图 1.4 信道数字信号编码

(2)曼彻斯特 (Manchester) 编码:此编码在每个二进位中间(0.5 周期时)都有跳变,由高电平跳到低电平时代表“0”,由低电平跳到高电平时代表“1”。该跳变可作为本地时钟(图 1.4b),也供系统保持同步之用。

(3)微分曼彻斯特编码:也叫差分曼彻斯特编码,这是对曼彻斯特编码的改进编码,其特点是二进制取值由每位开始的边界是否存在而定,一位的开始边界跳变代表“0”,无跳变代表“1”。

两种曼彻斯特编码的最大优点是信号内部均包含时钟,不含直流成分。只要有信号,在线路上就存在电平跳变,易于被检测。缺点是编码效率较低,它们是局域网中常用的编码方式。

基带传输简单,设备费用较少,适于传输距离不长的场合。

2. 宽带传输

宽带传输系统中,传输介质的带宽(即允许传输信息的频带宽度)较宽,一般在 300~400MHz 左右,系统设计时将此频带分割成几个子频带,即将一条宽带信道划分成为多条基带信道,使用“多路复用技术”在一个信道中同时传播声音、图像和数据多种信息,使系统具有多种用途。

多路复用技术是将多个信号,通过调制技术调制到各自不同的正弦载波频率上,在各自的频段范围内进行传输。通常由调制解调器完成,调制的方式有三种:振幅调制、频率调制、相位调制,其调制情况如图 1.5 所示。

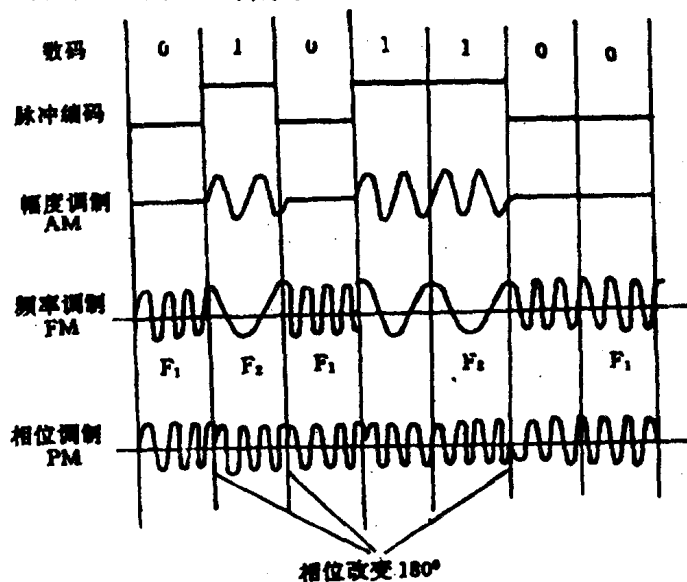


图 1.5 三种调制方式示意图

常用的多路复用技术有两种:

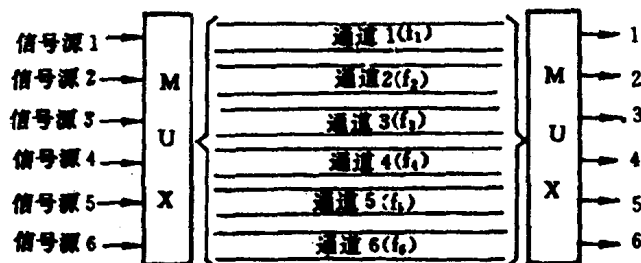
(1)频分多路复用 FDM(Frequency Division Multiplexing),在发送端把被传送的各路信号的频率分割开,使不同信号分别调制到不同的中心频率(段),如图 1.6 是 6 个信号频率分割的原理示意图,6 路带宽可以不同,分别传输数据、语音、图像等信息,将它们分配到 6 个不同的频率段 f_1 至 f_6 中,在发送时分别调制到各自频段的中心载波上,然后在各自的信道中传送至接收端后,由解调器恢复成原来的波形。为防止干扰,各信道带宽之间由保护频带隔离开,保护频带是频谱中不使用的部分。

载波电话通信系统是频分多路复用技术的典型例子,一般传输每一路电话只需 4kHz 以下,而电缆、明线、微波等信道允许的频带宽度远远大于 4kHz,采用频分多路技术使同

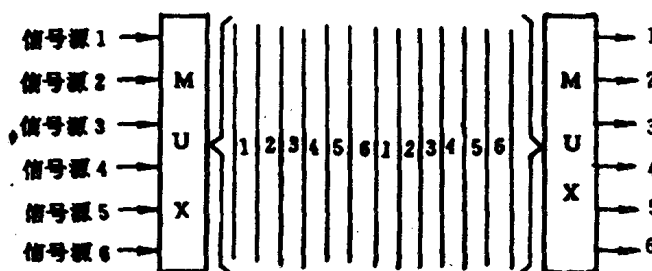
时通话路数大为增加。而光缆的采用,则更增加了通信链路的频带宽度,可同时传输上千路电话和数十路电视信号也是基于应用这种技术的结果。FDM 用于宽带局域网络。

(2) 时分多路复用 TDM

(Time Division Multiplexing): TDM 是利用了传输介质的位传输速度(有时非正规地称为带宽)大大超过每路数字信号的数据速率的特点,将传输信号的时间进行分割,即将整个传输时间划分为多时间间隔(时间片),多路输入信号在不同时间片内分别传送(图 1.6b),假定多用复用器有 6 个输入,每个输入要求 9.6K bps 的传输速率,则一条容量为 57.6K bps 线路可以满足传送 6 路信号的要求。专用于某个信号源的时间片序列称为该信道的逻辑信道,一个时间片周期(每个信号源一个)称为一帧。



(a) 频分多路复用



(b) 时分多路复用

图 1.6 多路复用

比较两种多路复用技术不难看出:频分多路复用是在同一时刻能同时存在并传送多路信号,每路信号的频带不同;时分多路复用则每一时间内只有一路信号存在,多路信号分时地在信道内传送,前者按频率分割,后者按时间分割。

时分多路技术通常用于基带局域网,是计算机通信网分时系统的基础。

比较基带传输和宽带传输,其二者区别在于数据传输速率不同,基带传输速率为 0~10M bps,典型的为 0~2.5M bps,通常用于传输数字信息;而宽带传输是传输模拟信号,数据传输速率范围为 0~400M bps,通常使用的传输速率是 5~10M bps。由于一个宽带信道能被划分为多个逻辑基带信道,就能把声音、图像和数据信息的传输集中在一个物理信道中进行,以满足办公自动化系统中电话会议、图像传真、电子邮件、事务数据处理等服务的需要。宽带传输一定是采用频带传输技术,但频带传输不一定是宽带传输。宽带传输的距离比基带远,可靠性比基带传输高,当然宽带传输要求技术较高,设备多,调制解调器价格较贵且需要量大,因而成本较高。目前,大多数局域网均用基带传输,少数网络支持宽带传输。

1.2.3 数据传输方式和交换方式

1. 并行传送和串行传送

对数据的传送方式有并行传送与串行传送,并行传送是一次同时传送一个字节(即 8 个二进制位),从发送端到接收端的信道要用 8 根线。而串行传送是一位一位地传送,从发送端到接收端只要一根传输线即可(图 1.7)。并行传送的传输速率高,但传输设备要增加七

倍,一般用于近距离范围内要求快速传送的地方;串行传送的速率虽然低,但节省设备,是网络中普遍采用的方式。由于计算机内部操作多为并行,采用串行传输时,发送端通过并/串转换装置将并行数据位流变为串行数据位流,然后送到信道上传送,在接收端又通过串/并转换,还原成 8 位并行数据流。

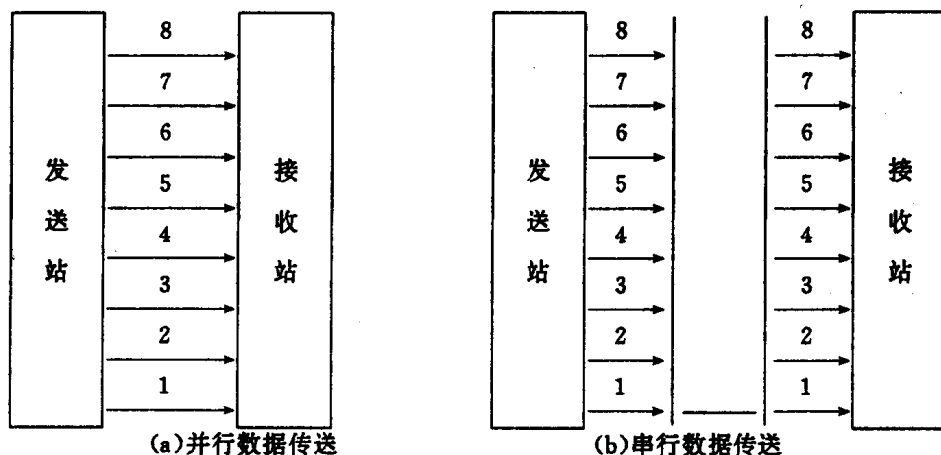


图 1.7 数据传送框图

2. 单工通信、半双工通信和全双工通信

按照通信线路的通信方式和信号在传输线上的传送方向分,有以下三种(图 1.8)。

(1)单工通信:信息只能单方向从 A 发送到接收端 B,信道传输方向不能改变。为保证数据传送的正确,接收端对接收到的数据进行校验,若校检出错,请求重发,故还有另外一条控制信号线(两线制)。

(2)半双工通信:数据信息可以双向发送,但不能同时进行,该方式要求两端都有收、发装置,改变信息传送方向时由开关 K_1, K_2 进行切换,仍是两线制,此方式适用于会话式终端之间通信。因为通信中要频繁调换信道传输方向,效率较低。

(3)全双工通信:能同时在两个方向进行通信,相当于两个相反方向的单工通信组合,简称四线制,此方式通信效率高,控制简单,但造价较贵。

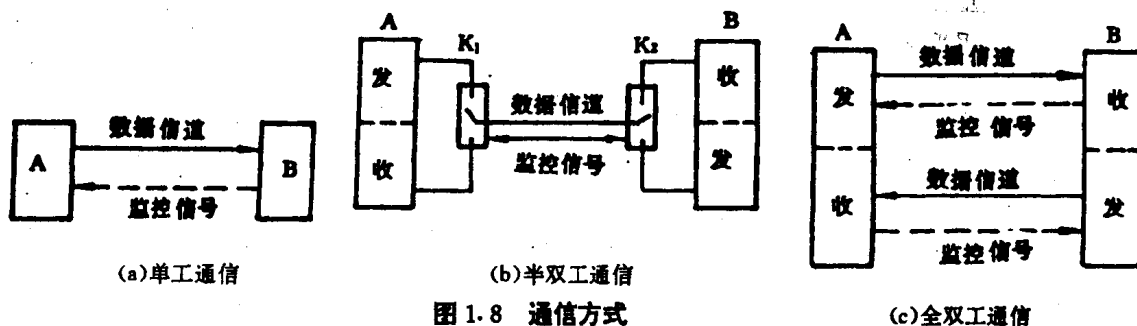


图 1.8 通信方式

3. 数据交换方式

在网络中的计算机通常是经过公用通信传输线路进行数据交换以提高传输设备的利用率,局域网中的数据交换方式有线路交换和存储交换两大类。存储交换类中常用报文交换和报文组交换两种。

(1)线路交换:在线路交换中,通过网络结点在工作站之间建立专用通信通道,即在两