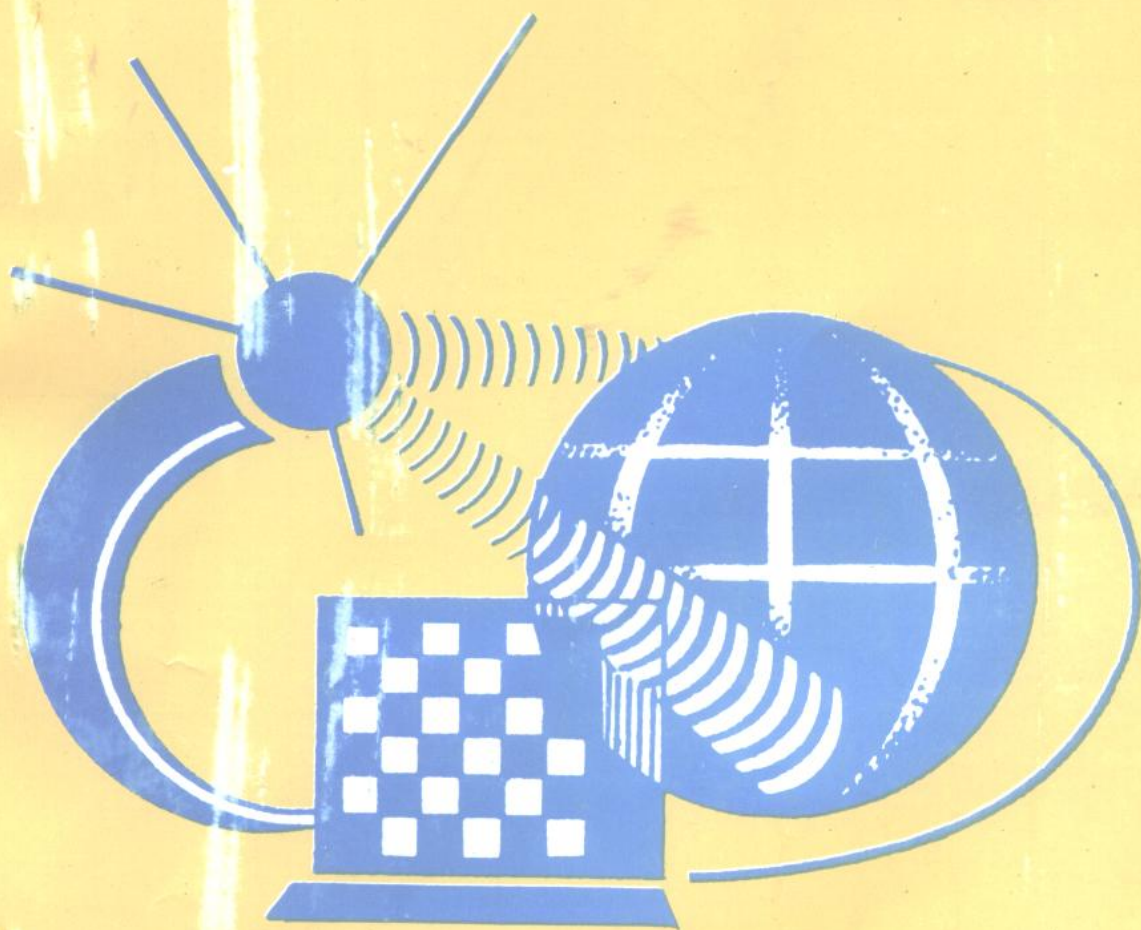


计算机网络基础教育教材

微机局域网原理 及组网技术

王云宜 等编著



中南工业大学出版社

微机局域网原理及组网技术

中

版社

计算机网络基础教育教材

微机局域网原理及组网技术

王云宜 等编著

中南工业大学出版社

长沙·1997

计算机网络基础教育教材
微机局域网原理及组网技术

王云宜 等编著

责任编辑:肖 晴

中南工业大学出版社出版发行

长沙政院印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

开本:787×1092 1/16 印张:16.5 字数:414千字

1997年12月第1版 1998年1月第1次印刷

印数:0001—3000

ISBN 7-81061-014-7/TP·002

定价:18.00元

本书如有印装质量问题,请直接与承印厂家调换

厂址:湖南长沙 邮编:410074

内容提要

本书叙述微型计算机网络的网络类型、组网技术、通信协议、客户机/服务器体系结构和应用技术，高速局域网和 FDDI 网络，叙述以 Novell 网 NetWare 为代表的网络性能和安装、现代通信新技术和国际互联网的基本功能、入网方法和主要软件的安装和使用。

本书内容全面，理论与实际相结合，可读性好，适用于计算机、管理、自动控制等专业本科和专科教材，也可供计算机应用、开发人员自学参考。

前 言

计算机网络是计算机技术与通信技术紧密结合的产物,随着微型计算机的普及与计算机性能的飞速提高,网络技术也得到飞速的发展,计算机局域网已成为非常普遍的应用环境,而且局域网与大型主机、远程局域网之间的互连已是当今的发展趋势,“90年代微机使用环境就是网络”这个预言已成为现实,国际互联网 Internet 正在进入人们社会生活的各个领域,估计本世纪末,仅 Internet 网的用户数将达 10 亿。掌握和了解计算机网络技术不仅是网络通信、计算机专业的学生的学习内容,各类非计算机专业学生及广大计算机应用人员和开发人员掌握、普及计算机网络知识已是十分必要的工作。

本书的内容以微机局域网为重点,但已超过局域网的内容。对连网技术、广域网连接方法都有叙述,对正在发展的高速局域网络原理和方法也有专门章节,对目前发展很快的 Internet 网络,从它能提供的服务内容以及在微机上功能实现主要软件的安装和使用方法进行专章叙述,这样安排是使本书内容上有广泛的适用性,满足各种层次需要的读者学习网络的不同内容。

本书以网络的基本原理为主进行叙述,理论与实际相结合,注意了实用网络的连接和拓扑图,以加强对网络的形象理解。避免过于抽象的概念和较深的网络理论,在具体网络操作上以 Novell 网 NetWare 及 Internet 应用为重点,体现了实用性。全书由 10 章组成:第一章叙述网络及其发展和分类;第二章叙述数据通信基础,为网络应用打基础;第三章叙述微机局域网基本原理,拓扑结构、网络操作系统、网络组成部分等基本知识;第四章叙述网络通信协议,重点以开放系统互连(OSI)参考模型为主体论叙;第五章介绍了当前流行的三种网络类型和网络工作方式,提出了当前流行的客户机/服务器的概念;第六章以 Novell 网为代表叙述其性能、特点及安装过程;第七章叙述高速局域网络,并以 FDDI 为重点进行讲述;第八章则专章叙述客户机/服务器技术;第九章介绍现代通信网的几点新技术,这是当前发展的方向;第十章则从应用的观点叙述国际互联网 Internet 的概念和应用。

本书按照“保证基础、精选内容、从浅入深、以利教学”的原则编写,目的是使初学者掌握微机局域网的基本概念,组网方法和基本工程技术。

本书内容覆盖了我国高级程序员水平考试的要求,可作为高校计算机应用专业、管理类各专业、自动控制专业学生的网络教材,也适合各类计算机应用开发人员自学参考。

本书第一、二、三、五、七、九章由中南工业大学王云宜编写;第四章由王伟平编写;第六章由陈志刚编写;第八章由王建新编写;第十章由刘丽华编写;全书由王云宜教授主编并最后修改定稿。编写过程中,得到中南工业大学信息技术研究所的大力支持,谨在此表示衷心感谢。

网络技术的飞速发展,所涉及的问题及新技术十分广泛,由于编者水平有限,难免有错误遗漏之处,敬请读者批评指正。

编者

1997 年 10 月

目 录

1 概述	(1)
1.1 计算机网络的组成、特点和功能	(1)
1.2 局域网的分类及发展历程	(3)
1.3 数据通讯技术与网络	(6)
2 数据通讯基础	(8)
2.1 数据传输介质	(8)
2.2 信道、码元及数据通信系统主要技术指标	(10)
2.3 基带传输、宽带传输和多路复用技术	(11)
2.4 数据传输方式和数据交换技术	(15)
2.5 字符编码、数据同步方式和差错控制	(17)
3 微机局域网基本原理	(22)
3.1 微机局域网拓扑结构	(22)
3.2 微机局域网的硬件组成部分	(24)
3.3 微机局域网的控制方式	(32)
3.4 网络协议	(35)
3.5 网络操作系统	(41)
4 网络通讯协议	(45)
4.1 OSI 参考模型	(45)
4.2 物理层协议	(47)
4.3 数据链路层协议	(54)
4.4 网络层协议	(61)
4.5 传输层及高层协议	(67)
5 微机局域网硬件体系、工作方式、系统结构	(74)
5.1 以太网 (Ethernet)	(74)
5.2 令牌环网 (Token Ring)	(80)
5.3 ARCnet 网	(81)
5.4 局域网的网间连接	(82)
5.5 计算机网络的工作方式	(88)
5.6 局域网的四种系统结构和客户机/服务器 (Client/Server) 系统	(90)
6 Novell 网络技术	(97)
6.1 NetWare 网络操作系统的技术特点	(97)
6.2 NetWare 网络操作系统分析	(102)
6.3 Novell 网络安装	(106)
6.4 NetWare 网络互连技术	(135)
7 高速局域网技术和 FDDI	(142)

7.1	高速计算机网络概述	(142)
7.2	光纤通信系统的基本构成与工作原理	(144)
7.3	FDDI 访问控制方式和工作原理	(146)
7.4	FDDI 网络部件	(150)
7.5	FDDI 拓扑结构	(153)
7.6	FDDI 与 OSI 参考模型	(155)
7.7	FDDI 网络互连设备	(162)
7.8	FDDI 技术扩展	(164)
7.9	高速局域网	(165)
8	客户机/服务器技术	(167)
8.1	客户机/服务器体系结构	(167)
8.2	客户机/服务器数据库技术	(177)
8.3	ODBC 结构与性能	(180)
8.4	使用 ODBC 共享异源数据	(190)
9	现代通信网技术	(207)
9.1	综合业务数字网 ISDN	(207)
9.2	智能通信网络	(212)
9.3	多媒体通信技术	(213)
10	国际互联网——Internet	(216)
10.1	Internet 概况	(216)
10.2	Internet 的入网方式	(218)
10.3	TCP/IP 协议	(220)
10.4	Internet 终端的建立方式	(226)
10.5	Internet 提供的服务	(227)
10.6	PC 机 Windows 环境下上网软件的安装及使用	(233)
	主要参考文献	(256)

1 概 述

将分散在不同地理位置的计算机、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相连接起来的、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、停止和所属资源进行控制的计算机，这种自主计算机通称主机。

最早出现的网络是美国国防部 1969 年研制的 ARPANET，由四台计算机连接而成，实现相互通信，在其系统中进行了多种连网技术研究，ARPA 网中的三种重要技术思想：网络技术、并行处理技术和分布式处理技术经过不断发展，派生出三个重要分支，即：多处理机系统、局部地区网络 LAN (Local Area Network) 和广域网络 WAN (Wide Area Network)。

多处理机系统是将多个处理机分布组织在一块印刷电路板上或组装在一个机柜内，经过高速并行总线或矩阵开关网络将多个处理机、存贮器连接在一起，由一个操作系统控制，实现系统内不同作业的并行操作，共享系统内存的存贮器。这种系统有速度快、可靠性高，机间距离近等特点，一个程序由多个处理器协作执行，一个处理机发生故障可由其他的处理机替代，因而可靠性高。这种网络属专用的研究范畴。

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，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，延伸成为现在的国际互联网 Internet。

局域网一般在 10km 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中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 计算机网络的组成、特点和功能

计算机网络大体上由两部分组成，一是数据通讯系统（通讯子网），二是数据处理系统（资源子网）。通讯子网中的数据传输介质（双绞线、同轴光缆、光导纤维）经过通讯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。通讯接口装置处于连接的“结点”位置。在大型网络中，通讯接口装置可能是一个计算机（有时称为结点计算机、通讯控制器等）。在微机局域网中，通讯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。通讯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（图 1-1）。

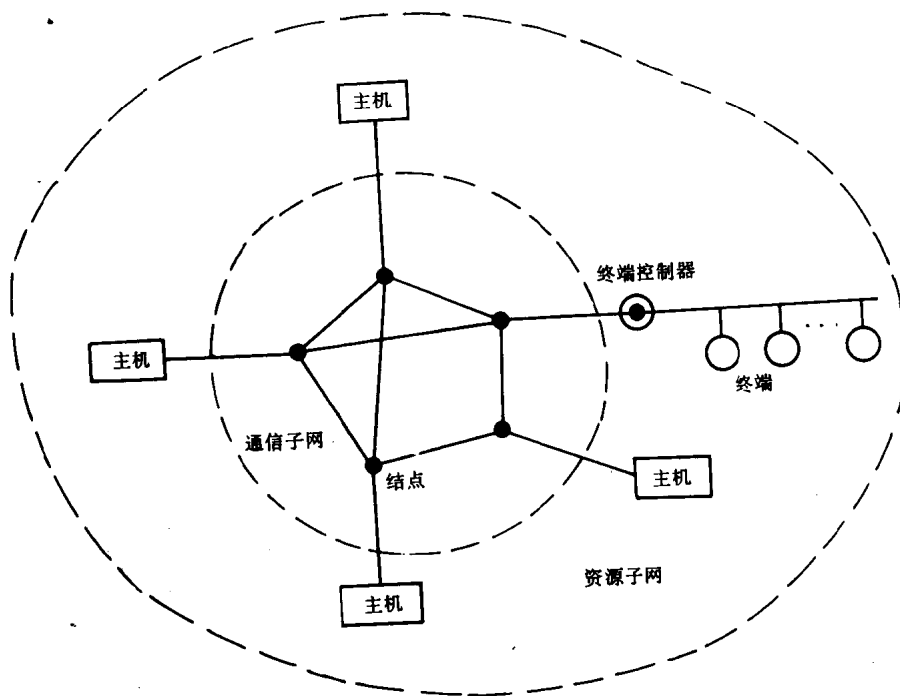


图 1-1 计算机网络的构成

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 1 bit)。

(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，具体地说，可提供以下服务功能：

(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、超大容量硬盘存贮器、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，分布式数据库系统正是目前非常活跃的研究课题，本书第八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

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，可以提供电子邮件服务，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，大多数局域网都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。

1.2 局域网的分类及发展历程

可以从三个不同角度对局部网络进行分类。

一、按数据传输速率高低分

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据是很有限的，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）。

PBX 已存在大约一百年了，其发展已经历了三代：第一代 PBX 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。

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。数字化 PBX 技术可以将数据终端，大、中、小、微型计算机以及计算机网络连接，它是将计算机与数字电话综合在一起的通信装置，有着广泛的应用范围。

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	$\geq 50\text{M pbs}$	1~20M bps	9.6~200k bps
通信媒体	CATV 同轴电缆、光导纤维	双扭线、同轴电缆、光导纤维	双扭线
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	几千门

二、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 1-2）。

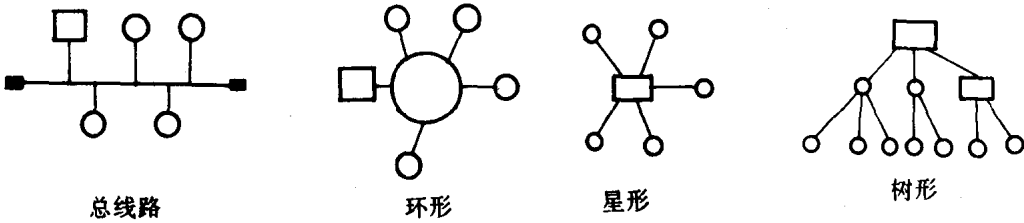


图 1-2 网络拓扑

三、按传输的信号类型分类

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）。

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须有调制/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。但正经历从基带传输向宽带传输发展,把声音、图象和数字信息的传输融合在一个网络之中。

四、局域网的发展历程

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,它们的代表产品如 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) 正式确认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,并已推出传输速率高达 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) 结构系统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。

局域网的发展过程也同时伴随着网络操作系统的发展过程,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,适合于精简指令计算机 RISC 系统和多 CPU 系统;Microsoft 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，如图 1-3 所示。

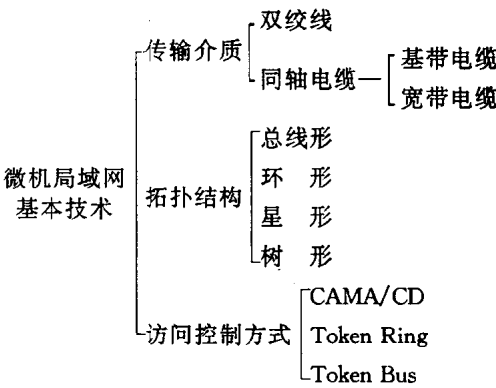


图 1-3 微机局域网技术

1.3 数据通信技术与网络

电话通信业务已有 100 多年历史，数据通信开始于 20 世纪 50 年代，它是随计算机远程信息处理的要求而发展起来的，计算机与通信相结合产生计算机网。从 70 年代开始，计算机与通信技术更加融合，共同发展，计算机网络在数据通信中占有的比例越来越大。

从数据通信涉及的范围来分，数据通信网分为局域网（LAN）、城域网（MAN）和广域网（WAN）；从数据通信涵盖的技术和应用范围来分，数据通信又分为 X.25 分组交换数据网、数字数据网 DDN（Digiter Data Network）、帧中继（Frame Relag）网等，上述两个方面的内容是相互关联，密不可分的。

一、局域网（LAN）

局域网的实质是多个计算机互连，实现相互通信、共享资源和实现分布式计算。在早期开发的多个网络中，最杰出的代表是以太网，发展最快，荣登局域网首座，这并不是因为其技术优势，而是因其最先成为产业标准及大规模商业化推广的结果；其他如令牌环网，FD-DI 光纤分布数据接口等都是应用较多的局域网络，它们是本书叙述的重点。

二、X.25 分组交换数据网

分组交换数据是信息交换方式的一种技术，按照这种方式在公共数据网上交换信息需要一个共同遵守的标准。国际电信联盟标准化部门 ITU-T（原 CCITT 国际电话电报咨询委员会）1976 年正式公布的 X.25 建议，规定了在公用数据网上以分组方式进行操作的接口标准，遵循 X.25 协议的数据通信网具有传输速率高、通信质量好、接续时间短、响应快等特点，适应不同类型的需要，在我国得到广泛的应用。

三、数字数据网（DDN）

为了适应用户对高速、高质量专线不断增长的需求，70 年代末发展起来的 DDN 网络。它是一种介于永久性连接和交换式连接之间，采用半永久性连接方式的通信技术。代替租用

专线，为一些相对固定且业务量很大的用户提供数据通信服务，其保密性强，使用方便。

四、帧中继网

帧中继是一种快速分组技术，具有高速、时延短、吞吐量大的特点。1991 年公共帧中继业务首次上市。它的出现原因是满足 90 年代局域网互连需更多带宽和更经济有效的需求；利用高质量的光纤传输优点和 X.25 功能，有效利用高速数字信道；适应智能计算机的发展，使用户终端设备可处理更高层协议，从而简化网络功能。帧中继比 X.25 快，比专线网经济。

五、综合业务数字网 (ISDN)

长期以来，总是针对一种通信业务就建立一种相应的通信网如公众电报网、公用电话网、智能用户电报网、可视数据网及各种计算机通信网等，这种传统的分建独立通信网的方法，不但初始投资大，多个独立网的资源不能共享，运行时很不经济也不利于管理。因此设想从整体入手，使通信网数字化，即把各种电信业务纳入到一个统一的数字网中，从而达到网络的最优化。

ISDN 是由两个部分综合而成，一是综合数字网，它由数字交换机及数字信道构成，以数字技术为基础，将传输系统及交换系统综合在一起。对传统的电话网来说，则第一步是将模拟电话网中的传输与交换先数字化；第二部分是综合业务网，它提供或支持各种不同通信业务包括电话、数据、传真、图像、可视电话等各种话音/非话音业务能力。

ISDN 将二者结合在一起，形成一个“以综合通信业务为目的的综合数字网”，这就是 ISDN 的基本概念，它为通信事业展示了无限的前景，目前服务对象为各类企业并继续向为住宅用户服务的方向发展。ISDN 又有窄带综合业务数字网 (N-ISDN) 和宽带综合业务数字网 (B-ISDN) 之分，前者是基于电话网基础发展起来的技术，数据传输率较低，只有 64k bps；后者目标是为用户提供电话、高速数据、电视、音响、传真、活动图像、三维动画、文件等多媒体通信服务，对信息传输数率要求差别很大，带宽要求很大，采用一种称为 ATM (异步传输模式) 技术。ISDN 将是 21 世纪的通信网。

六、ATM 异步传输模式

ATM 采用统计复用的快速分组交换技术，特别适用于突发式信息传输业务，它的特点是全交换式网络技术、固定长传输信元、面向连接的传输方式、规模可变、有多种传输速率供选择、支持多媒体数据实时应用，它是局域网和广域网统一的传输协议。

ATM 技术从 1993 年起在美国、欧洲、亚太地区进行大量现场试验，目前 ATM 标准正在逐步制定完善中。

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，研究数据传输系统（通信子网）包括两个方面的内容：一方面是信道的组成、连接、控制及其使用；另一方面研究信号如何在信道上传输和控制。这些都牵涉到传输介质和信息传输方式的选择；通信方式和线路连接；数据编码和交换方式；差错控制和同步方式；通信控制规程及通信软件等。

2.1 数据传输介质

一、双绞线

双绞线又称双扭线，它是一种最简单、经济的传输媒质，双绞线是将两种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，每对双绞线合并用一根通信线使用，以减小各对线之间的电磁干扰（图 2-1）。

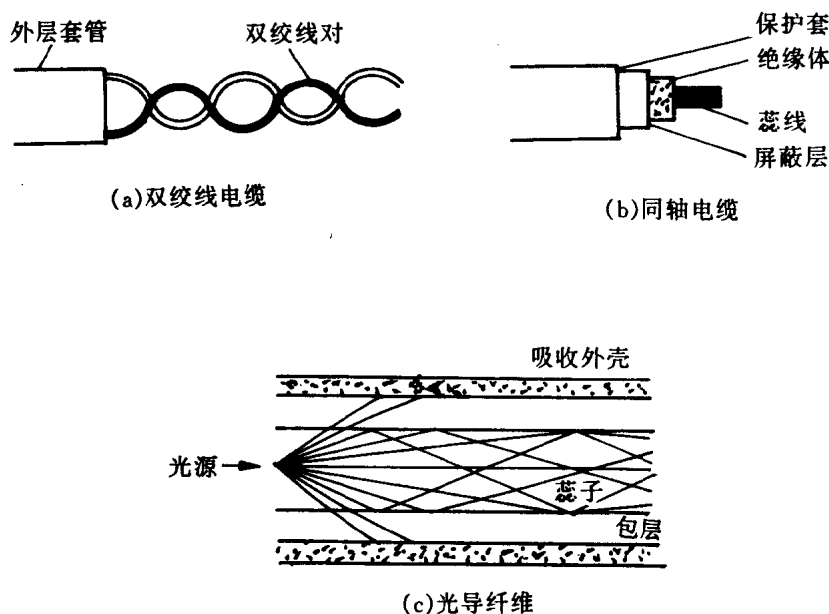


图 2-1 常用的三种传输媒质结构图

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 k 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率为

4M bps 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。

二、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媒质仍然是同轴电缆。

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 1~40M 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 2~20M bps。

三、光导纤维

光导纤维 (Optical Fiber) 也称光学纤维或光纤。它是一种能够传导光线的、极细而柔软的通信媒质。光导纤维的横截面为圆形，分纤芯（又称芯子）和包层两部分。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。

当光线从高折射率的媒质射向低折射率的媒质时，光线会反射回高折射率的媒质。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 10000 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 10~1000M 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。

目前光纤在局部网中的应用，主要用于主干网，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。

各种通信媒质的性能比较见表 2-1。

表 2-1 通信媒质性能比较

通信媒质	信号技术	最大传输速率 (M bps)	最大传输速率时 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

2.2 信道、码元及数据通信系统主要技术指标

一、信道

传输信息的必经之路为“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、发点之间并不一定直接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。

二、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。

三、数据通信系统主要技术指标

(1) 数据传输速率。它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制代码的有效位 (bit) 数，单位用每秒比特数 bit/s (bps) 或每秒千比特数 (k bps) 表示。

② 调制速率 B。它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：

$$S = B * \log_2 n$$