

Novell

NetWare

洪建荣 李增智 王晓群

网络系统及其应用

西安交通大学出版社

Novell NetWare 网络系 统及其应用

洪建荣 李增智 王晓群

A0248752

西安交通大学出版社

内 容 提 要

Novell NetWare 网络系统目前已成为国际上最流行的局域网系统,在我国正逐步推广使用。本书从实际使用、开发和维护 Novell 网出发,比较全面地介绍了 Novell 网络的特点、性能、安装与维护,在网络上开发和设计网络系统程序以及应用程序的方法。本书还介绍了 Novell 网络的管理方式,如文件管理、用户管理、安全管理以及用户命令使用等。同时还介绍了网络基础知识以及今后 Novell 网络的发展方向。

本书从不同层次读者需要出发,向没有接触过计算机网络、接触过但未使用过 Novell 网络、或已使用过 Novell 网的不同类型读者介绍 Novell 网络。作为了解、使用和开发 Novell 网络的参考书,可供有关计算机应用人员使用。

(陕) 新登字 007 号

Novell NetWare 网络系统及其应用

洪建荣 李增智 王晓群

责任编辑 赵丽平 叶涛

*

西安交通大学出版社出版

邮政编码 710049

西安交通大学出版社印刷厂印装

陕西省新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 22.25 字数: 543 千字

1992 年 12 月第 1 版 1992 年 12 月第 1 次印刷

印数: 1—10500

ISBN7-5605-0490-6/TP·50 定价: 11.50 元

前 言

美国 Novell 公司开发的网络操作系统已成为当今国际上最流行的局域网络产品，在我国也已开始普及开来，许多单位都已安装了 Novell 网络。Novell 的 NetWare 网络系统以其支持众多网络硬件产品、运行速度快、提供很强的安全保护特性以及先进的网络管理方式等特点而博得了用户的青睐，而且 Novell 网络上可运行的多用户数据库管理系统除 dBASE III Plus、FoxBase 外，还可运行 Oracle。目前，NetWare 网络系统可在 3+网、PLAN 网和 ToRen Ring 网等网上运行，已推出 2.x, 2.15, 3.00, 3.10, 3.11 等版本，实现更完善的网络功能。

本书是我们根据分析 Novell 网络的系统程序以及实际安装和开发网络经验的基础上进行编写的。本书涉及到局域网基础知识、Novell 网络概念与安装、网络管理方式、网络维护和性能监测、网间互连以及编程调用方法。最后，本书介绍了如何在网络上设计一个网络管理系统。本书深入浅出，比较全面地介绍了 Novell 网络整体结构，它能帮助初学者树立起网络概念以及掌握和使用 NetWare 网络系统，对网络安装者学会安装及维护网络、对程序员开发网络系统软件和设计网络信息管理系统都有一定的帮助。同时，它还有助于解决在实际使用 Novell 网中遇到的问题。

本书由西安交通大学计算机系微机教研室负责编写。其中第二至十三章由洪建荣编写，第一章和第十五章由李增智编写，第十四章由王晓群编写。本书承蒙鲍家元教授审阅和指正。在编写过程中还得到了微机教研室李平均、刘利等老师的帮助和指教，在此表示衷心的感谢。

由于网络内容比较新，编写时间仓促，书中缺点和不足之处难免，敬请读者不吝批评指正。

编 者

1991 年 7 月

目 录

第一章 局域计算机网络概述

- 1.1 计算机网络的发展及结构..... (1)
- 1.2 开放系统互连参考模型 OSI..... (4)
- 1.3 数据通信基本概念..... (6)
- 1.4 IEEE 802 局域网协议..... (12)
- 1.5 网络互连..... (24)

第二章 Novell NetWare 网络系统介绍

- 2.1 Novell NetWare 发展情况..... (29)
- 2.2 Novell NetWare 版本..... (29)
- 2.3 NetWare 工作方式..... (34)
- 2.4 数据保护措施..... (37)
- 2.5 NetWare 网络系统的优点..... (41)

第三章 Novell NetWare 网络拓扑结构

- 3.1 NetWare 网络的组成..... (44)
- 3.2 NetWare 拓扑连接方法..... (49)
- 3.3 NetWare 网络其它连接方式..... (58)
- 3.4 网络的规划与选型..... (59)

第四章 安装 NetWare 网络

- 4.1 NetWare 网络安装过程综述..... (63)
- 4.2 安装准备..... (68)
- 4.3 生成工作站外壳..... (71)
- 4.4 配置 NetWare 操作系统..... (77)
- 4.5 安装硬件..... (86)
- 4.6 安装 NetWare 网络系统..... (91)

第五章 NetWare 启动

- 5.1 文件服务器的启动..... (104)
- 5.2 工作站的启动..... (110)
- 5.3 使用 NetWare 网络..... (117)
- 5.4 退出网络系统..... (123)

第六章 NetWare 命令行实用程序和菜单实用程序

- 6.1 安装命令..... (126)
- 6.2 菜单实用程序..... (127)
- 6.3 帮助命令..... (135)
- 6.4 系统安全保护命令..... (136)
- 6.5 用户及用户权限管理命令..... (136)
- 6.6 目录管理命令..... (137)

6.7	文件管理命令	(140)
6.8	信息广播命令	(140)
6.9	共享打印命令	(141)
6.10	后备命令	(144)
6.11	服务器命令	(144)
6.12	系统信息	(145)
6.13	网络性能监测命令	(145)
6.14	记帐命令	(146)
6.15	磁盘实用程序	(146)
6.16	维护命令	(147)
6.17	其它命令	(148)
第七章 网络用户管理		
7.1	网络用户类型	(149)
7.2	用户信息和组信息	(152)
7.3	NetWare 中有关用户的命令	(159)
7.4	用 MAKEUSER 命令建立用户	(165)
7.5	注册正本	(169)
第八章 网络文件系统和安全管理		
8.1	文件系统组织方式	(179)
8.2	网络安全性	(184)
8.3	Net Ware 386 的安全性和访问权限	(192)
8.4	目标操作命令	(193)
8.5	文件操作命令	(204)
8.6	查看文件服务器和卷信息的命令	(211)
第九章 NetWare 的记帐系统和后备功能		
9.1	记帐系统概述	(213)
9.2	安装记帐系统	(214)
9.3	服务器的后备与存档	(219)
第十章 网络共享打印		
10.1	NetWare 共享打印工作方式	(229)
10.2	打印机菜单实用程序	(232)
10.3	打印机命令行实用程序	(243)
10.4	控制台打印命令	(246)
10.5	AUTOEXEC.STS 文件	(249)
第十一章 NetWare 网络互连		
11.1	NetWare 网络互连方式	(251)
11.2	NetWare 网桥产品及特点	(254)
11.3	NetWare 网关	(257)
11.4	网桥的生成与安装	(260)

第十二章	NetWare 的性能监测与维护	
12.1	性能监测命令 FCONSOLE	(270)
12.2	NetWare 系统维修 实用程序	(275)
12.3	NetWare 操作系统的维护	(278)
第十三章	NetWare 网络内部协议及其调用关系	
13.1	NetWare 层次结构及协议	(285)
13.2	NetWare 应用程序编程接口	(292)
13.3	NetWare 编程举例	(297)
第十四章	NetWare 网络上数据库管理系统的设计	
14.1	FoxBase 概述	(308)
14.2	FoxBase 的网络功能	(309)
14.3	一个实例: 人事管理系统	(314)
第十五章	Novell 网络的未来和局域网络的发展	
15.1	开放系统 —— 计算机系统发展的方向	(329)
15.2	NetWare 开放系统和未来	(333)
15.3	高速局域网	(337)
15.4	综合局域网	(344)

第一章 局域计算机网络概述

1.1 计算机网络的发展及结构

随着计算机技术的发展,以计算机为主体的各种远程信息处理技术应运而生。计算机网络就是计算机科学和通信科学密切结合的结晶。1969年,美国国防部高级计划研究局研制的 ARPA 网正式开通,这是计算机与通信技术深度结合的产物,也是计算机网络发展史上的里程碑。

就通信学科的通信技术演变而言,计算机技术的应用是通信技术的基础。计算机在通信中的应用使数据通信和数字通信等新的通信技术和领域相继出现,并随计算机技术的发展而迅速发展。数据通信是继电报、电话之后的一种重要的通信方式。综合业务数字网络 (ISDN) 已成为网络发展的重要发展方向。

到本世纪 70 年代末至 80 年代初,微型计算机有了突破性的进展,大量的个人计算机涌入社会,渗透到社会应用的各个方面。但由于微型机有限的资源和较弱的处理能力,加速了微机局域网的发展。局域网又推动了办公自动化、工厂自动化以及实验室自动化的发展。局域网是继广域计算机网之后又一个新的计算机领域。广域计算机网络和局域网的互连,就会形成局部处理和远程处理、有限地域范围的资源共享和广大地域范围的资源共享相结合的网际网网络。例如美国 ARPA 网连接了一千多个广域网和局域网,形成了范围广泛的远程处理和局部处理相结合的庞大的网际网系统。

1.1.1 计算机网络的通信子网和资源子网

1. 以单计算机为中心的联机网络

计算机网络发展初期,主机昂贵,人们利用远程通信连接远程终端,这时计算机和通信相结合,可以形成全国性甚至跨国的联机终端网络。为了加接终端的方便和减轻主机负担,可在主机和通信线路之间加接前置处理机、集中器等,专门处理与终端的通信,将通信功能从主机中分离出来。

2. 计算机-计算机网络

利用通信线路将多个主计算机直接互连起来,形成了多个主计算机相互通信和资源共享的网络。由于有多个计算机作为处理中心,一般称为计算机-计算机网络。

根据数据处理和通信之间的功能界面,把通信控制和通信处理的任务从主机中分离出来。这样,计算机网络的结构可以变为由通信控制处理机 CCP 组成的通信子网,和由主机、终端及所连接的资源组成的资源子网。通信子网是计算机网的内层,仅进行主机间的信息传递;主机通过通信控制处理机连接入网,资源子网依靠通信子网的支持进行数据处理和加工,是计算机网的外层。通信子网和资源子网共同组成统一的两层计算机网络。具有通信子网的计算机网络如图 1-1(a) 所示。

将通信子网的规模进一步扩大,并使之变成社会公用的数据通信网,如图 1-1(b) 所示。广

域网，特别是国家级的大型网络大多采用这种形式。这种网络允许许多厂商计算机入网，开放性好，通信线路利用率高。资源子网可按行业组成多个子网，如计委系统资源子网、情报检索资源子网、高教系统资源子网等，它们共用一个公用数据网。

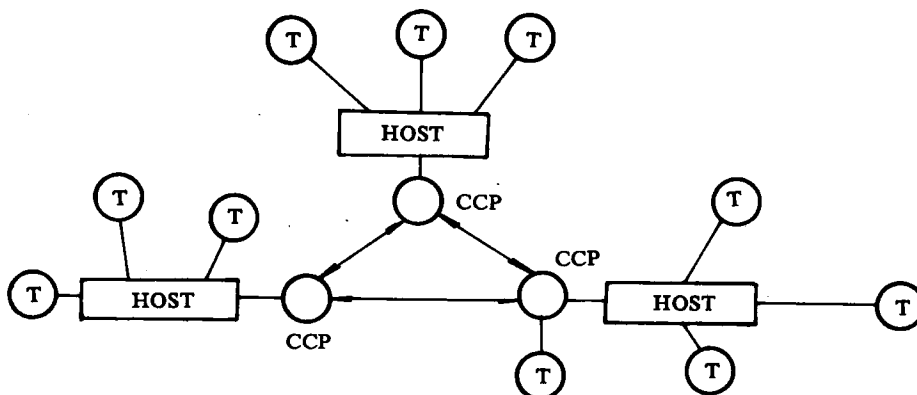


图 1-1(a) 具有通信子网的计算机网络

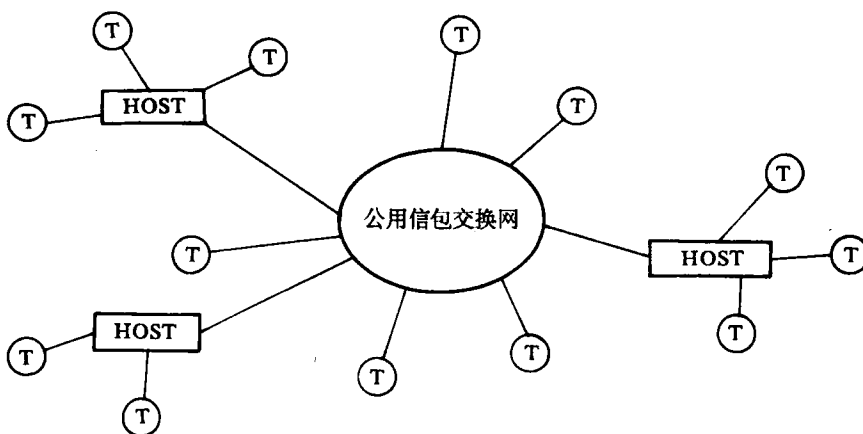


图 1-1(b) 具有公用数据通信网的计算机网络

1.1.2 计算机网络的拓扑结构

1. 信道连接的构形

网络中主计算机间、主计算机与通信控制处理机间的通信信道连接形式有如下两种。点-点信道，通信对偶处于信道的两端。网络中，每段信道都可分解为点-点信道的，称为链路型网络。另一种称为多点信道，即多个计算机连接到一条通信线路的各个分支点上，一个计算机发送，其他计算机都可收到，也称广播式信道。实际上，仅有一个信道而为多个计算机所共享。

2. 拓扑结构

拓扑结构是计算机网络的重要特性。所谓拓扑，是一种研究与大小、形状无关的线和面特性的方法，图是由线所连接的点的集合。在计算机网络中，计算机作为节点，用通信线路连接构成的图形称为网络的拓扑结构。对于环形拓扑，拓扑学不考虑环的大小以及各相邻节点间的距离是否相等，而距离影响通信线路的价格和信息传输延迟时间。网络拓扑研究各类图形的网络共同的基本特性。

从网络拓扑学的观点看，网络图形是由一组节点和连接节点的链路组成。节点可分为两类，一类是转接节点，支持网络线路连续性的作用，通过所连接的链路来转发信息，如电话交换机等。转接节点分为物理连通的开关节点和存储转发节点，前者起线路交换的作用，后者起存储转发的作用。另一类是访问节点，可以存储和处理信息。发信节点和收信节点都为访问节点，也称为端节点。

点-点通信构成的网络拓扑结构如图 1-2 所示，广播式信道组成的网络拓扑如图 1-3 所示。

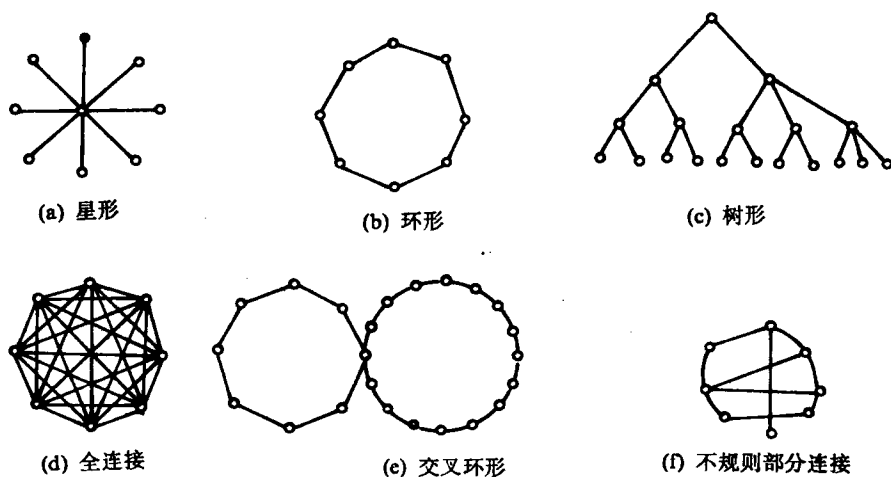


图 1-2 链路型网络拓扑结构

(1) 星形。星形结构由一个功能较强的转接中心以及一些各自连到中心的从节点组成。星形网络中，各从节点不能直接通信，必须经过转接节点。一般，星形拓扑网络的转接中心有两类，一类是仅起转接中心作用，如电话交换机；另一类有很强的处理能力，如功能很强的计算机，既起存储转发作用，又起转接中心的功能。星形结构的优点是建网容易，网络控制简单，其缺点是属集中控制，可靠性低。

(2) 树形结构。计算机按树形或塔形用通信线路连接，愈靠近树根，节点的处理能力就愈强。这种结构也称为层次结构。最低层的节点命名为零级，次低层的为 1 级，树根或塔顶的级最高。低层计算机的功能和应用有关，一般都具有明确定义和专门化很强的任务。树根节点具有更通用的功能，以便控制、协调系统的工作。

信道在不同级上垂直进行传输，传送的信息可以是程序、数据、命令或以上三者的结合。

树形结构如果仅有两级，就变为星形。树形结构适用于相邻层通信较多的情况。典型的

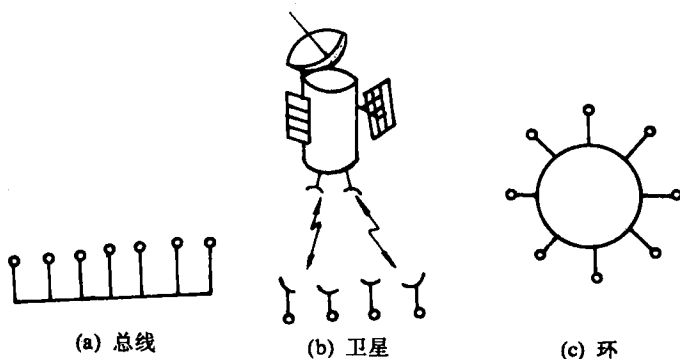


图 1-3 广播信道网络

应用是低层节点解决不了的问题请求中层解决，中层解决不了的问题请求树根节点来解决。

(3) 环形结构。环形网是局域网常用的拓扑结构之一，它由通信线路将各节点连接成一个闭合的环。数据在环上高速单向流动。每个节点按位转发所经过的信息。环形网最常使用令牌传递法来协调控制各节点的发送，实现任意两节点间的通信。

(4) 总线结构。总线网是把连网的计算机分别连接到通信线路的不同分支处，通信线路称为共享总线。总线网也是局域网最常用的拓扑结构之一。

总线网可按 IEEE802.3 介质访问方法工作，各节点争夺总线以便发送数据，这样可称为争用总线网。

总线网也可按 IEEE802.4 介质访问方法工作，它把连网的各节点组成逻辑上的环路，令牌按逻辑环回路传递，以避免各节点争用总线产生的冲突，具有确定的响应时间上限，可用于控制环境。

(5) 点 - 点全连接。点 - 点全连接的网，每一节点和网上其他所有节点都有通信线路连接。如果全网有 N 个节点，则共需 $N \times (N - 1) / 2$ 条线路，不适合网络节点数较多以及节点间距离较大的场合。但这种网无需选择通信路径，通信方便。

(6) 点 - 点部分连接的不规则形。在广域网中，互连的计算机一般都安装在各个城市，各节点间距离很长，节点间是否用通信线路连接是和其间的通信量大小以及节点的位置有关，有些节点间的通信由其他节点转接实现而无须直接互连。这样，点 - 点部分连接的网根据网络节点分布可能构成任意构形的不规则拓扑结构。

1.2 开放系统互连参考模型 OSI

1.2.1 ISO / OSI 网络体系结构的研究方法

国际标准化组织 (ISO) 制定了开放系统互连参考模型 (OSI)，这样可使各种类型计算机设备在物理上相互连接，并能进行通信，达到相互开放的目的。所谓开放系统就是遵守互连标准协议的实系统。实系统是一台或多台计算机、有关软件、终端、操作员、物理过程和信息处理手段等的集合，是传送和处理信息的自治整体。采用抽取实系统中涉及互连的公共特性构成模型系统，然后研究这些模型系统互连的标准，避免涉及具体机型和实现的技术细节。所谓模型化的方法是用功能上等价的开放系统模型代替开放实系统。凡符合抽象开放系统互连外特性的实系统都可视为一个开放系统。

模型化方法按两步进行。第一步，研究开放系统的基本成分及它们的组织与功能，构造了开放系统互连的顺序式的七层模型，即应用层、表示层、会话层、运输层、网络层、数据链路层和物理层；第二步，在七层模型的框架内详细和精确地描述抽象开放系统的功能，构成了开放系统互连的服务和定义。这样，ISO / OSI 的模型分成可加管理的层次，各层都有相对独立和明确的功能，层间有明确的接口，整个体系结构清晰，便于研究、实现和修改。ISO / OSI 七层模型如图 1-4 所示。

两步模型化的方法是自顶向下逐步深入、逐步解决的，即从描述七层参考模型开始，再逐步描述较低的抽象概念的服务定义和协议规范，如图 1-5 所示。OSI 七层模型的划分是最高级抽象概念，它是网络系统的功能上和概念上的抽象模型，为 ISO 开发 OSI 标准提供

OSI 服务定义是低一级的抽象概念，比较详细地定义了每层提供的服务。即在层的边界上把下一层的能力提供给上一层。服务是层间的抽象接口，规定了原语，但不规定原语的实现。

标准中最低级的抽象概念。协议是指同等实体在执行功能时确定的通信行为规则和格式（语法和语义）的集合。每个协议规范精确地说明控制信息及解释这些信息。三级抽象概念都对实现 OSI 标准加上了不同程度的约束。只有严格按照 OSI 服务定义和协议规范制作的产品才能彼此开放并进行通信。

The diagram illustrates the layers of the OSI Reference Model and their scope. It consists of three concentric ellipses. The outermost ellipse is labeled 'OSI 参考模型' (OSI Reference Model). The middle ellipse is labeled 'OSI 服务定义' (OSI Service Definition). The innermost ellipse is labeled 'OSI 协议规范' (OSI Protocol Specification). Arrows point from text labels to the ellipses: '包括可能的服务协议及实现' (Including possible service protocols and implementations) points to the outer ellipse; '包括可能的协议及实现' (Including possible protocols and implementations) points to the middle ellipse; and '包括所有可能的实现' (Including all possible implementations) points to the inner ellipse.

图 1-5 OSI 参考模型、服务定义和协议规范三级抽象

严格按照 OSI 的服务定义和协议规范并能进行中继的中间开放系统的集合组成通信子网。通信子网在 OSI 的低层中提供数据中继功能，把数据传递给端开放系统。

图 1-6 端开放系统通过物理介质直接互连

用执行信息处理的元素。所有互连的端开放实系统之间的应用进程，通过 OSIE 和物理介质进行通信，如进行信息交换和合作处理。

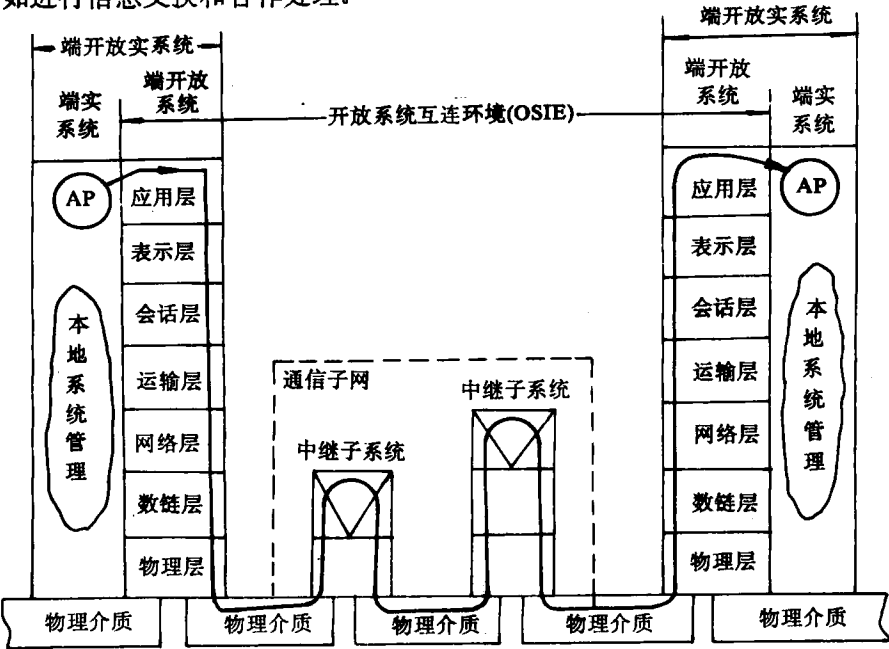


图 1-7 开放系统互连环境(OSIE)

1.3 数据通信基本概念

1.3.1. 信号带宽和信道容量

1. 信号带宽

在局域网的通信线路上，传送的数据是以电信号形式传送的。如果在传输介质上直接传送数字信号，则形成电压脉冲系列，这些信号包含的谐波分量可用傅里叶级数进行表示和分析。根据推导，近似认为，传输宽度为 τ 的矩形脉冲所需要的带宽为

$$B = f = \frac{1}{\tau}$$

可见，带宽和脉冲宽度成反比。数字传输频率愈高，脉冲宽度就愈窄，就要求更高的带宽。

2. 信道最大数据传输率

早在 1924 年，尼奎斯特 (H · NYQUEST) 就推导出非理想有限带宽无噪声信道数据传输率的表达式。信道的带宽是指随传输信号的频率增大，其输出幅度的衰减在允许的范围时的最高频率。假定信号带宽为 H ，尼奎斯特定理限制的最高数据率 R_b 为

$$R_b = 2H \log_2 V (b/s)$$

式中， V 为被传信号电平的级数。这个定理为估算已知带宽的信道最高速率提供了依据。

信道能传输的最高速率 (b/s) 称为信道容量。显然，信道容量应大于被传信号的速率。

1.3.2. 信道的主要技术指标

对通信系统的信号传输，是从数量和质量两个方面提出要求。在数量方面，以传输速率衡量传输的有效性；在质量方面，以错误率衡量传输的可靠性。

1. 传输速率

码元速率 (R_B): 又称信号速率，它指每秒传输的码元数，单位为“波特”。

信息速率 (R_b): 指每秒传输的信息量，单位为“比特/秒”。

由于二进制信号每个码元含 1 个比特信息，故码元速率和信息速率在数值上相等。但对于 M 进制，信息速率大于码元速率，两者的关系如下式所示：

$$R_b = R_B \log_2 M$$

2. 出错率

传输错误率也称误码率，其定义如下：

误码率 (P_e): 指错误接收信息的码元数在传输消息的总码元数中所占的比例

$$P_e = \frac{\text{错误接收的码元数}}{\text{传输的码元总数}}$$

误比特率 (P_b): 指错误接收的比特数占传输总比特数的比例

$$P_b = \frac{\text{错误接收的比特数}}{\text{传输的总比特数}}$$

在实际局域网中，一般都应将长信息（例如一个长文件）分组按帧传送。通信中出现了差错，就用出错重发的方式进行纠正。分组过大，如有 1 位错，该分组就必须重发。分组过小，影响传输效率。实际上误码率 P_e 直接影响着分组的大小。在给定的误码率下，存在着最佳的分组长度。

1.3.3 通信介质和通信线路的连接形式

1. 信息载体

信息载体指传送信息的介质。在网络中经常使用的是有线通信、光纤、无线和卫星通信等。

(1) 有线介质。有线介质常用的主要有双扭线和同轴电缆。

双扭线：在短距离内双扭线是便宜、简单的通信介质。缺点是传输率低和易于受外界干扰。

电话线：可将现有的市话线路和长途电话线用于计算机通信，使用方便，但不适于高速大容量通信。

同轴电缆：基本构造是一对导体按“同轴”的形式构成同轴线对。具有很高的抗干扰能力，适用宽带传输，有很高的通信容量。

(2) 光纤。光纤是一种新的传输介质。其通信容量比普通同轴电缆大 100 倍左右，受环境干扰小，保密性好。

(3) 微波。微波指 1GHz 到几十 GHz 的电波，微波通信是把微波信号当作载波使用。微波通信是一种无线通信，不需架设明线或敷设电缆，频率很高，可同时传送大量信息，建设费用比同轴电缆低，缺点是保密性差。

(4) 卫星通信。卫星通信系统是一种特殊的微波中继系统，由于转发站在卫星上，因

此，可克服地面通信站之间通信距离的局限。一个同步通信卫星可以覆盖地球三分之一的表面，三个卫星可覆盖地球上全部通信区域，便于地球上任意通信站间的通信。

表 1-1 对各种通信介质性能作了比较。

图 1-8 示出了双绞线、同轴电缆、光纤的结构。

表 1-1 各种通信介质性能比较

传输介质 性能	双绞线	同轴电缆 (基带)	同轴电缆 (宽带)	光 纤	微 波
带 宽	<10MHz	<100MHz	<300MHz	<300GHz	1—20GHz
距 离	<300m	<2.5km	<100km	<100km	不受限制
抗强电干扰	较差	高	高	非常高	差
安装难易	中等	易	易	中 等	易
布局多样性	好	好	好	中 等	好
保 密 性	一般	好	好	最 好	差
经 济 性	低	较 低	中	目前较贵 (将来便宜)	中
对噪音反应	最敏感	较 好	较 好	最 好	中

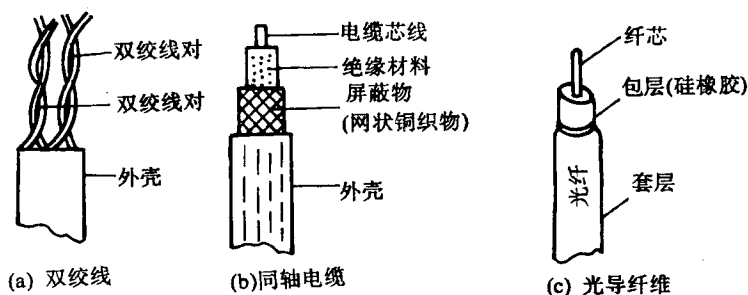


图 1-8 双绞线、同轴电缆和光纤传输介质

2. 通信线路的连接形式

为了适应不同的需要，各站点之间可采用如图 1-9 所示的几种连接方式。

① 点 - 点连接方式：这是在一条线路两端连接两个站的通信方式，使用的线路可以是专线，或是租用电话线。如果点 - 点连接是由交换设备实现的，称为交换连接方式。交换连接方式可使一个站方便灵活地与许多站建立临时的点 - 点连接，通信完后需拆除建立的连接。

② 多点连接方式：也称分支连接。这是一种多点线路连接方式。各站都连接到一条公共通信线路的不同分支点上。这是一种共享信道方式，需要有占用信道进行通信的控制方式。

③ 集成连接方式：如果在距主机很远的地方，聚集了多个终端设备且都要和计算机通信，可在距这一群终端较近的地方，设置一个线路汇集站，用以把终端线路集中起来，再用一条频带很宽的高速线路传送给计算机。这种连接叫集成式连接方式，线路汇集站称为集中器。

1.3.4 通信信道的通信方式

根据信号在信道上传输方向，把数据通信方式分为单工通信、半双工通信和全双工通信，如图 1-10 所示。

1. 单工通信

单工通信方式使用单工信道，数据信号仅从一个地方传送到另一个地方，亦即信息流仅沿一个方向流动，发送站和接收站是固定分配的。无线电广播是单工通信的例子。在数据通信系统中，接收站对收到的信息进行校验，如果检出错误要求发送方重发原信息，对于正确接收的信息也要返回确认信息，因此，就必须附有一条控制信道。传送的确认信号、请求重发信号等称为监视信号，如图中的虚线所示。

2. 半双工通信

半双工通信采用半双工信道，数据信号可以从 A 传送到 B，也可以从 B 传送到 A，但不能在两个方向上同时进行传输。通信的双方都具有发送器和接收器，但信道只能容纳一个方向的传输（例如二线制基带线路）。由一方发送变为另一方发送必须倒换信道方向。

由于半双工在通信中频繁调换信道方向，效率低，但可节省传输线路，因此在局域网中获得了广泛的应用。

3. 全双工通信

全双工通信要使用全双工信道，同一时刻能在两站间两个方向传输数据信息。它相当于把两个相反方向的单工通信信道组合在一起，因此，全双工通信一般采用四线制。

全双工和半双工相比，全双工效率高，但它的结构复杂，成本也比较高。

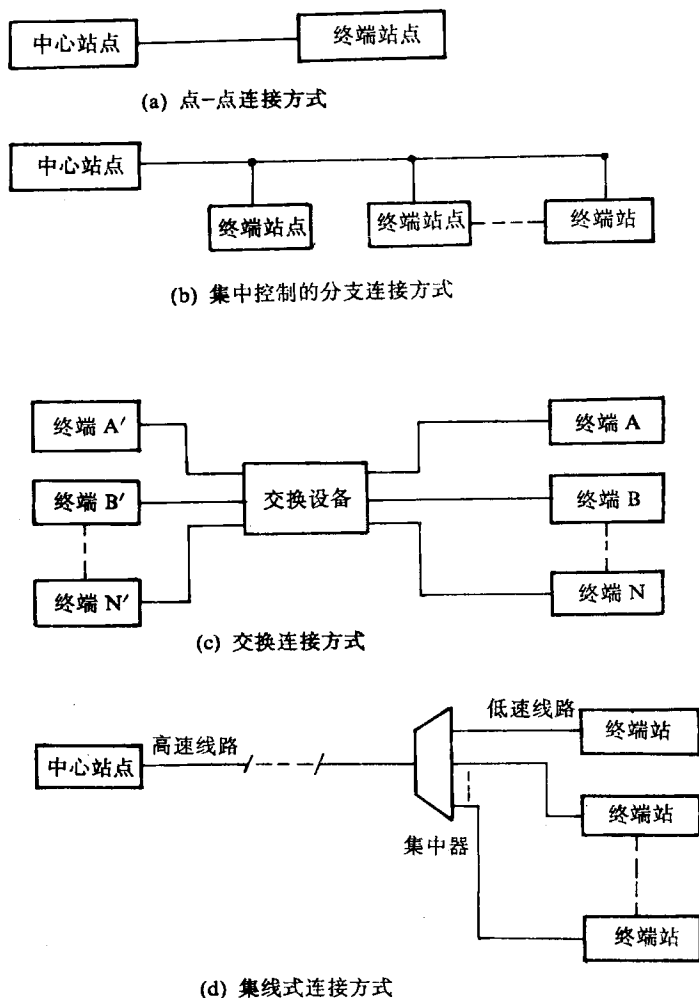


图 1-9 通信线路连接方式

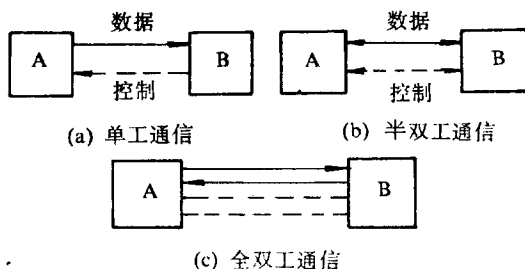


图 1-10 各种通信方式示意图

1.3.5 数据传输方式和调制方式

1. 数据传输方式

(1) 基带传输。计算机等数字设备，都采用二进制的方波电信号形式，即“1”或“0”，分别用高（或低）电平或低（或高）电平表示，人们把方波固有的频带称为基带，方波电信号称为基带信号。在信道上直接传送数据的基带信号称为基带传输。基带传输是一种最简单、最基本的传输方式。信源产生的数据基带信号含有从直流到高频的频率特性，如果直接传送这种基带信号，就要求信道具有从直流到高频的频率特性。基带信号易于发生畸变，传输距离受到限制。微机网络多采用基带传输，如 Ethernet，传输速率为 10Mb/s 。

(2) 载带传输。将基带数字信号对载波进行调制，然后进行传输，且仅传送一路信号，称为载带传输，或频带传输。载带传输因一条物理信道仅传输一路信号，可认为它是一种特殊的基带传输。

载带传输在工业环境局域网中主要为了提高传输的抗电磁干扰的能力，多采用调频或调相方式。

在长线上传输的信号称为信道信号，利用调制器将基带数字信号变换为信道信号，接收方经解调器将信道信号再变为基带数字信号。把包含了调制和解调过程的传输系统，称为频带传输系统。采用频带传输可充分利用现有的公用电话线使其进行数据通信。

(3) 带宽传输。带宽传输以电视电缆（CATV）技术为基础，把带宽为 400MHz 的电视电缆分割成多个子频带，这些子频带可用于模拟或数字信号的单向或双向传送。每个子频带都有各自的调制解调器。因此，宽带传输就是在单根电缆（有时用双根电缆，一根用于发送，另一根用于接收）上采用多路调制解调过程的传输。王安网（WANGNET）就是一个宽带局域网。宽带局域网不但能传输数据信息，而且也能传输语音、图像信息。宽带是 IEEE 802.4 局网所规定的介质之一。

2. 调制方式

调制可使数字基带信号变为适合于信道传送的信号，增加传输距离。调制的另一目的是便于信道复用，采用宽带技术，在同一媒介中同时传送多路信号，使信道利用率大大提高。

载波可用 $A\cos(\omega t + \varphi)$ 来表示。可使幅度 A 、频率 ω 、和相位 φ 随基带信号的变化而变化，即用传送的数据信号对载波进行调制。这样调制可分为幅度调制、频率调制和相位调制。各种调制如图 1-11 所示。图中为二元调制（二进制）的情况，码元速率和信息速率是

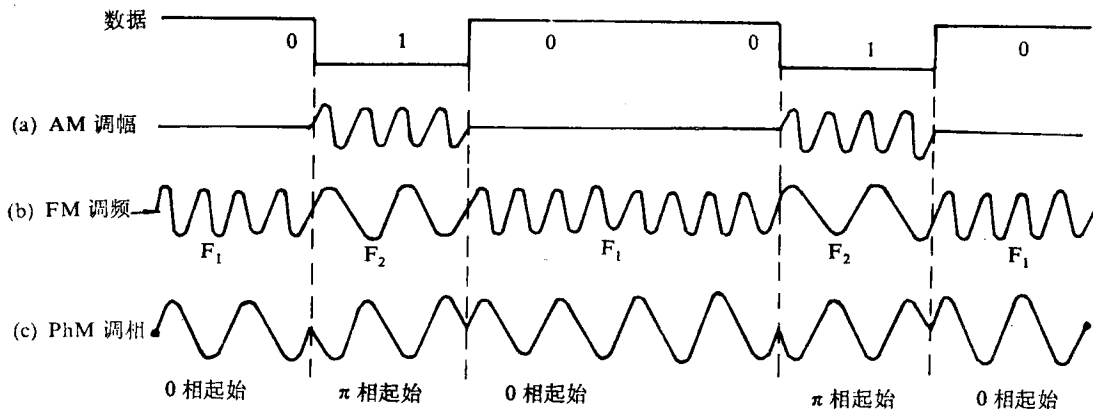


图 1-11 各种调制方式的调制波形