



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

局域网组成实践

(计算机及应用专业)



陶 洪 主编



机械工业出版社



出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》（教职成[2001]1 号）的精神，我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写。从 2001 年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教学大纲（课程教学基本要求）编写，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，努力为教材选用提供比较和选择，以满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

2001 年 10 月

前 言

计算机网络已经渗入世界的各个角落，它改变了人们的日常生活和工作。人们通过计算机网络，缩短了彼此之间的距离，并可以非常方便地在网上进行交流和获取各种信息。

目前，局域网作为应用最为广泛的网络，不论大中型企业、高等院校和政府机关，还是小公司、网吧、办公室、宿舍甚至家庭，都可以看到它的存在。因此，如何组建局域网，如何管理局域网，如何把局域网接入 Internet 等问题，都是广大用户非常关心的。

本书从基本概念入手，采用通俗的语言、丰富的画面，全面系统地介绍了局域网的基础知识和实践操作，相信它会受到读者的欢迎。

本书共分 10 章，第 1 章全面介绍了网络的基础知识；第 2 章着重介绍了服务器、工作站、传输介质、集线器和交换机等网络物理设备；第 3 章在全面介绍以太网组网技术的基础上，重点介绍了 10Mb/s 以太网的组建方法，并对组建网络的关键设备（如水晶头、双绞线等）的选购进行了指导；第 4 章首先介绍了 UNIX、NetWare、Linux 等典型的网络操作系统和选择方法，接着以较大的篇幅详细介绍了网络操作系统 Windows 2000 Server 域控制器的安装，以及 Windows98 和 Windows 2000 客户机登录 Windows 2000 Server 服务器的步骤；第 5 章详细介绍了 Windows 2000 Server 活动目录（Active Directory）的安装、活动目录中用户账号和组的管理，以及文件共享和打印机共享的设置；第 6 章则重点介绍了 Windows 2000 Server 众多网络服务中与地址管理有关的 3 种服务：动态主机配置协议 DHCP（Dynamic Host Configuration Protocol）、域名服务 DNS（Domain Name Service）和网际服务 WINS（Windows Internet Name Service）。第 7 章、第 8 章和第 9 章详细介绍了 Windows 2000 Server 的 Internet 的信息服务，重点讨论了 Web 服务器、FTP 服务器和邮件服务器的安装和使用；第 10 章主要介绍了局域网接入 Internet 的方式（如拨号上网、DDN 等）、防火墙的基础知识、代理服务器和网关的应用，详细讲解了如何通过拨号方式接入 Internet。

本书各章节安排合理、文字简明、内容详实、图文并茂，是中等职业学校配套教材，也可作为高等职业学校非计算机专业的教学用书，对于急于组建各类局域网的用户更是一本非常实用的参考书。

本书由陶洪主编，孔令峰参编，本书的第 1 章、第 2 章、第 4 章、第 5 章由陶洪编写，第 3 章、第 6 章至第 10 章由孔令峰编写。在编写本书的过程中，编者参考了大量的计算机网络书籍和文献资料，在此对这些作者表示感谢。另外，在本书的编写过程中，还得到了王小刚、居立峰和严大虎等老师的大力支持，在此一并感谢。

虽然本书的作者具有较强的理论知识和丰富的实践经验，由于水平有限和时间仓促，书中错误或不妥之处在所难免，在此恳请各位专家和广大读者批评指正。

编 者

目 录

出版说明	
前言	
第1章 计算机网络入门	1
1.1 网络的基本概念	1
1.1.1 计算机网络定义	1
1.1.2 计算机网络的功能	1
1.1.3 计算机网络的模式	2
1.2 计算机网络的分类	3
1.2.1 局域网	4
1.2.2 城域网	4
1.2.3 广域网	5
1.2.4 Internet 网	5
1.2.5 无线网	5
1.3 网络的拓扑结构	5
1.3.1 总线型拓扑结构	5
1.3.2 星形拓扑结构	6
1.3.3 环形拓扑结构	6
1.4 网络体系结构	7
1.4.1 基本概念	7
1.4.2 开放式互连基本参考模型	8
1.5 实用网络协议	11
1.5.1 TCP/IP 协议	11
1.5.2 其他网络协议	15
1.6 网络通信基础知识	16
1.6.1 信道、带宽、数据传输率	16
1.6.2 传输模式	17
1.6.3 传输方式	17
1.6.4 数据传输技术	18
1.6.5 交换方式	19
1.6.6 访问控制方式	19
1.7 本章小结	19
1.8 习题	20
第2章 认识网络设备	22
2.1 计算机网络的组成	22
2.1.1 网络硬件	22
2.1.2 网络软件	23
2.2 网络传输介质	23
2.2.1 同轴电缆	23
2.2.2 双绞线	25
2.2.3 光纤、光缆	26
2.3 服务器与工作站	28
2.3.1 服务器	28
2.3.2 工作站	28
2.4 网络适配器	29
2.4.1 网卡的分类	29
2.4.2 网卡的选择	29
2.5 集线器	30
2.5.1 集线器分类	30
2.5.2 集线器的选择	31
2.6 交换机	32
2.6.1 交换机的分类	32
2.6.2 交换机的选择	32
2.7 其他常用网络设备	33
2.7.1 中继器	33
2.7.2 网桥	33
2.7.3 网关	33
2.7.4 路由器	34
2.7.5 调制解调器	34
2.8 本章小结	35
2.9 习题	35
第3章 组建局域网物理网络	36
3.1 以太网概述	36
3.1.1 以太网的发展历程	36
3.1.2 以太网的技术发展	37
3.2 10Mb/s 以太网概述	37
3.2.1 10Base-5 以太网	37
3.2.2 10Base-2 以太网	37
3.2.3 10Base-T 以太网	38

3.2.4 10Base-F 以太网	38	4.4.3 应用服务器	73
3.3 组建 10Mb/s 以太网	38	4.4.4 Internet 信息服务器	73
3.3.1 组建 10Base-5 以太网	38	4.5 Windows 2000 Server 域控制 器的安装	73
3.3.2 组建 10Base-2 以太网	39	4.5.1 硬件准备	73
3.3.3 组建 10Base-T 以太网	40	4.5.2 Windows 2000 Server 的 安装方法	74
3.3.4 组建 10Base-F 以太网	48	4.5.3 Windows 2000 Server 的 安装步骤	74
3.3.5 混合组网	48	4.5.4 Windows 2000 Server 驱动 程序安装	79
3.4 高速以太网组网技术	52	4.6 Windows 2000 Server 的客户 机配置	81
3.4.1 快速以太网标准及其发展	53	4.6.1 Windows 98 登录 Windows 2000 Server 服务器	81
3.4.2 100Base-T 以太网	54	4.6.2 Windows 2000 登录 Windows 2000 Server 服务器	84
3.4.3 千兆以太网	58	4.7 本章小结	87
3.4.4 全双工以太网	60	4.8 习题	87
3.5 组网工程	61	第 5 章 Windows 2000 Server 的 网络管理	88
3.5.1 综合布线技术	61	5.1 Windows 2000 Server 的 活动目录	88
3.5.2 网络工程设计简述	62	5.1.1 与活动目录有关的几个概 念	88
3.6 本章小结	62	5.1.2 Windows 2000 Server 活动目录 的安装	89
3.7 习题	63	5.2 Windows 2000 Server 域控制 器中用户账号的管理	93
第 4 章 网络操作系统	65	5.2.1 Windows 2000 Server 用户账号 类型	93
4.1 网络操作系统的基本概念	65	5.2.2 用户账号的命名规则	93
4.2 典型的局域网操作系统	65	5.2.3 用户账号的创建	94
4.2.1 UNIX 网络操作系统	66	5.2.4 用户账号的安全设置	95
4.2.2 NetWare 网络操作系统	66	5.2.5 用户账号的其他管理手段	97
4.2.3 LAN Manager	67	5.3 Windows 2000 Server 域控制 器中组的管理	97
4.2.4 Windows NT 4.0 系列网络 操作系统	67	5.3.1 创建用户组	98
4.2.5 Windows 2000 系列操作 系统	69	5.3.2 向组内添加用户	98
4.2.6 Linux 网络操作系统	70		
4.3 局域网中网络操作系统的 选择	71		
4.3.1 安全性和可靠性	71		
4.3.2 可使用性	71		
4.3.3 可集成性	71		
4.3.4 可扩展性	71		
4.3.5 应用和开发支持	72		
4.4 Windows 2000 服务器类 型	72		
4.4.1 域控制器	72		
4.4.2 文件服务器	72		

5.3.3 用户组的其他管理手段	99	结构	120
5.4 Windows 2000 Server 网络中 共享资源的管理	99	7.3.3 Web 服务器的管理与配置 ...	120
5.4.1 有关资源共享的几个概念 ...	99	7.4 Web 服务器上的网页 发布	123
5.4.2 设置 Windows 95/98/Me 资源 共享	100	7.5 Web 服务器的安全技术 ...	124
5.4.3 设置 Windows 2000 资源 共享	101	7.6 本章小结	124
5.4.4 网络中的共享资源访问	102	7.7 习题	125
5.4.5 设置网络打印机	103	第 8 章 FTP 服务器	126
5.5 本章小结	106	8.1 FTP 服务器的安装与 配置	126
5.6 习题	106	8.1.1 FTP 服务器的安装	126
第 6 章 Windows 2000 Server 网络服务	107	8.1.2 FTP 服务器的文件结构	126
6.1 安装 Windows 2000 Server 的 DHCP、DNS、WINS 组件	107	8.1.3 FTP 服务器的管理与配置 ...	127
6.2 Windows 2000 Server 的 DNS 服务配置与管理	107	8.2 FTP 客户端	129
6.2.1 DNS 服务器的配置与管理 ...	108	8.3 FTP 服务器的安全技术	129
6.2.2 DNS 客户端的配置	110	8.4 本章小结	131
6.3 Windows 2000 Server 的 DHCP 服务配置与管理 ...	111	8.5 习题	131
6.3.1 DHCP 服务器的配置与 管理	112	第 9 章 邮件服务器	132
6.3.2 DHCP 客户机的配置	113	9.1 邮件服务概述	132
6.4 Windows 2000 Server 的 WINS 服务配置与管理	114	9.2 邮件服务器的安装与 配置	132
6.5 本章小结	115	9.2.1 邮件服务器的安装	133
6.6 习题	116	9.2.2 邮件服务器的管理与配置 ...	133
第 7 章 Web 服务器	117	9.3 客户端的设置	134
7.1 信息服务概述	117	9.4 邮件的收发	136
7.2 Web 服务概述	118	9.5 本章小结	136
7.2.1 Web 的特点	118	9.6 习题	136
7.2.2 Web 与 Internet	118	第 10 章 局域网接入 Internet	137
7.3 Web 服务器的安装与 配置	119	10.1 局域网接入 Internet 的 方式	137
7.3.1 Web 服务器的安装	119	10.1.1 拨号上网	137
7.3.2 了解 Web 服务器的文件		10.1.2 ISDN	138
		10.1.3 DDN 数字数据网	140
		10.1.4 xDSL	141
		10.1.5 Cable Modem	144
		10.1.6 各种接入技术的比较	145
		10.2 通过拨号接入 Internet	146
		10.2.1 建立拨号网络连接	146
		10.2.2 拨号网络的共享设置	147

10.3 通过代理服务器接入	
Internet	149
10.4 防火墙技术	150
10.4.1 防火墙的概念	150
10.4.2 防火墙的安全准则	150
10.4.3 防火墙的分类	150
10.5 代理服务器	151
10.6 软件网关的安装与配置 ...	152
10.6.1 WinRoute Pro 的主要功能 ...	152
10.6.2 安装和运行 WinRoute Pro ...	153
10.6.3 WinRoute Pro 的配置	153
10.7 本章小结	154
10.8 习题	155
参考文献	157

第1章 计算机网络入门

信息社会的基础是计算机网络。计算机技术与通信技术的结合产生了计算机网络。随着计算机技术和通信技术的发展, 计算机网络得到了飞速的发展。如今, 计算机网络已经深入到人们日常工作和生活的每个角落。人们可以通过计算机网络方便地实现信息的交换和共享。

本章要点:

- 网络的基本概念
- 网络的分类
- 网络的拓扑结构
- 网络体系结构
- 网络通信协议
- 网络通信基础知识

1.1 网络的基本概念

本节将为读者介绍最基本的计算机网络概念, 它是读者进入计算机网络领域的第一步。掌握本节是应用计算机网络的关键。

1.1.1 计算机网络定义

计算机网络是指地理上分散的、具有独立功能的计算机资源的集合, 它们彼此用传输介质互联起来, 遵守共同的协议相互通信, 并可共享不同计算机上资源的系统。即计算机网络是一个互联系统, 并通过互联实现通信且通过通信实现资源的共享。

尽管计算机网络种类繁多, 但都具有以下共同特点。

(1) 一个计算机网络系统必须至少具有两台或两台以上的具有独立功能的计算机互连。

(2) 这些互联的计算机应能独立地工作, 自我处理数据。

(3) 这些互联的计算机彼此应能够提供、共享某些资源。如: 打印机、文件等。

(4) 这些互联的计算机之间必须具有彼此可以理解的某种约定和规则。

(5) 这些互联的计算机之间必须通过通道实现信息的传递。这个通道是物理的, 由物理介质来实现。它们可以是铜线、光纤等“有线”介质, 也可以是微波、红外线或卫星等“无线”介质。

1.1.2 计算机网络的功能

计算机网络在工业、农业、交通运输、邮电通信、文化教育、商业、国防以及科学研究等各个领域得到了广泛的应用。它具有以下强大的功能。

1. 网络通信功能

网络中的计算机之间可以进行通信，相互传输数据、程序和信息，这是计算机网络最基本的功能。

2. 资源共享功能

充分利用计算机系统资源是组建计算机网络的主要目标之一。资源共享是指网络中的计算机可以共享网络中的数据、数据库、软件和硬件资源。资源共享使得网络中不同地理位置的计算机能够互通有无、分工协作，使资源的利用率大大提高。

3. 提高计算机的可靠性

建立计算机网络后，各个不同地理位置的计算机可以通过网络互为后备，还可以在网络中的某一台计算机系统中设置一定的备用设备，作为整个网络系统的公用后备，使单个计算机系统的可靠性得到很大的提高。

4. 分担负荷、协同处理

在计算机网络中，用户可根据问题的性质和要求，让网络中最合适的计算机系统来完成。对于综合性的大型问题可以把任务进行分割，把每一个子任务分散到网络中的各计算机。

5. 集中控制

在计算机网络中，用户可以统一管理和分配网络中的计算机系统资源。例如：火车定票系统、证券系统和网上教学系统等。

1.1.3 计算机网络的模式

计算机网络通常有两种模式：对等网络和基于服务器的网络。

1. 对等网络

对等网络（Peer to Peer Network）是指网络中的所有计算机都是平等的，没有服务器（Server）和客户机（Client）之分，每台计算机既用作服务器，又用作客户机，没有专用的服务器来管理整个网络，如图 1-1 所示。

这样，每台计算机上的用户可以自主决定本机上的哪些资源（数据、文件、软件和打印机等外围设备）可以共享或不共享。一旦资源被设为共享后，对等网络中的其他任一用户均可使用该共享资源。

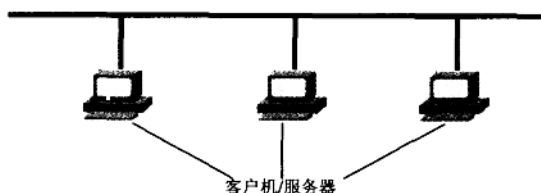


图 1-1 对等网络示意图

对等网络有时也称为工作组（Workgroup）网络，这是因为对等网络连接的计算机一般不超过 10 台。

由于对等式网络组网时无需专门的网络设备，成本极低，且易于实现，它对于小型的（小于 10 台计算机）用户是十分理想的。如：家庭、宿舍、单个办公室或小型网络等。

对等式网络的最大缺点是安全性无法得到保证，同时由于资源分布在各自的计算机上，难于统一管理，不能充分发挥网络的功能。

2. 基于服务器的网络

当一个区域内的用户多于10个，且分布较为分散时，对等网络就不适用了，这时你应该选用基于服务器的网络（Server-based Network），如图 1-2 所示。

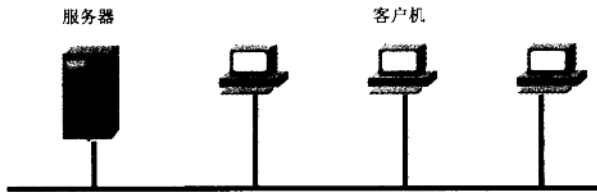


图 1-2 基于服务器的网络

基于服务器的网络包括一组面向用户的客户机，它们向被称作服务器的专门的计算机发出请求并接受来自网络服务。

服务器通常是经过优化，能够为其他计算机提供网络服务的高性能的计算机系统。服务器仅用于网络资源的管理，服务器经过配置，可以对网络用户的请求做出快速响应，并保证服务器内的数据和文件的安全。目前，绝大多数的局域网都采用基于服务器的组网方式，而且，随着网络系统规模的不断扩大，网络系统中也并不只有一个服务器，而是配置了多个功能不同的专用服务器，以满足不同用户的需要。

局域网中常用的专用服务器主要有文件和打印服务器、应用程序服务器、邮件服务器、Web 服务器、FTP 服务器、FAX 服务器和课件服务器等。

相对于对等网络，基于服务器的网络具有以下优点：

（1）网络规模大，可以拥有数千个用户，由服务器上的网络管理软件对整个网络实施有效的集中管理。

（2）网络有较高的安全性，对于不同的用户可以有不同的安全级别，并提供有效的安全管理。

（3）网络中所有需要共享的资源通常都集中在服务器，实行集中有效的管理，易于日常的管理和访问，且响应速度较快。

（4）网络中的计算机仅对服务器的要求相对较高，而客户机由于不需要为网络提供服务配置较低，节约了成本。

3. 混合网络

在现实的网络中，单纯的对等网络和单纯的基于服务器的网络是很少的，通常都是两种模式的结合。如学校的各宿舍或各办公室内部通常采用对等网络，而宿舍与宿舍、办公室与办公室以及宿舍与办公室之间采用基于服务器的网络，这样就组成了一个更大的混合网络。如图 1-3 所示。

1.2 计算机网络的分类

如同人类社会按照地域范围划分区、市、省、国家和世界一样，计算机世界也根据所连接区域的大小划分为局域网、城域网和广域网。Internet 网则是世界上应用最为广泛的网络；

无线网作为一种方便且简单的接入方式，为局域网和 Internet 接入提供了更加灵活的手段。

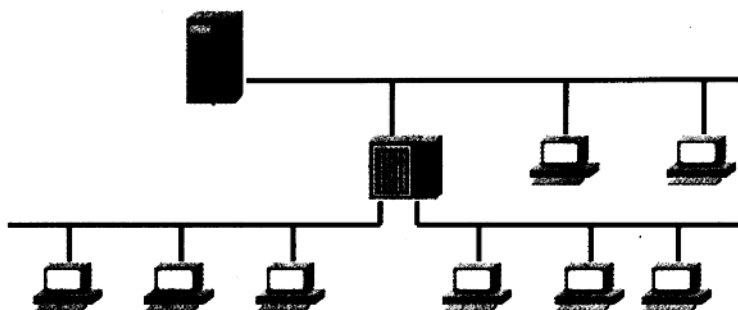


图 1-3 混合网络示意图

1.2.1 局域网

除了 Internet，局域网 LAN (Local Area Network) 无疑是目前应用最为广泛的网络类型。无论是家庭网络、网吧、校园网络，还是企业网络、政府网络，其实质都是局域网。

所谓局域网，是指网络中的计算机的通信范围被限制在中等规模的地理区域内，如一个实验室、一幢大楼或一个校园。它具有以下特征：

- (1) 地理范围有限，参加组网的计算机通常处在 1~2km 的范围内。
- (2) 数据传输率高，一般为 1~1000Mb/s。
- (3) 数据传输可靠，误码率低。
- (4) 局域网大多采用总线型、星形及环形拓扑结构，结构简单，实现容易。
- (5) 网络的控制一般趋向于分布式，从而减少了对某个节点的依赖性，避免或减少了一个节点故障个网络的影响。
- (6) 工程费用较低。通常局域网归一个单一组织所拥有和使用，也不受任何公共网络的规定约束，容易进行设备的更新和新技术的引用，不断增强网络功能。

1.2.2 城域网

城域网 MAN (Metropolitan Area Network) 是指利用光纤作为主干，将位于同一城市内的所有主要局域网络连接在一起而形成的网络，是局域网的扩展，城域网不再局限于一个部门或一个单位，而是整个城市，以实现同一城市中各单位和部门之间的信息传递和资源共享的目的。其主要特性有：

- (1) 地理覆盖范围可达 100km。
- (2) 数据传输速率可达 1Gb/s。
- (3) 工作站数大于 500 个。
- (4) 差错率小于 10^{-9} 。
- (5) 传输介质主要是光纤。
- (6) 既可用于专用网，又可用于公用网。

1.2.3 广域网

广域网 WAN (Wide Area Network), 是指一个地理范围没有限制的计算机网络。其主要特性有:

- (1) 地理范围没有限制。
- (2) 比局域网、城域网更复杂。
- (3) 由于传输距离太长, 很容易出错。
- (4) 可以连接各种局域网、城域网。
- (5) 工程费用昂贵。

1.2.4 Internet 网

Internet 即因特网, 也称为国际互连网, 是目前惟一的、最大的、遍及全世界的计算机网络, 它连接了世界各地数以亿计的计算机, 提供的服务涉及了商业、金融、经济、体育、娱乐、生活、政治、天文和地理等各个方面。

1.2.5 无线网

所谓无线网, 是指无需布线即可实现计算机之间通信的网络。作为一种灵活、方便的数据通信系统, 无线局域网是对传统有线网络的延伸。与传统的有线网络相比, 无线网络具有可移动、组网灵活、容易扩展、性能可靠及运营费用低等优点。

1.3 网络的拓扑结构

大家想像一下, 建造一间房子前, 首先应该做什么。确定房子的占地面积? 确定房子的高度? 确定房间的数量? 还是确定房间的布局? 确实, 要造好一间房子这些工作都非常重要。

组建一个网络也如同造一间房子一样, 在实际组建工作开始以前也必须进行结构设计, 考虑整个网络的布局。网络的布局 and 结构就称作网络拓扑结构。常见的网络拓扑结构主要有总线型、星形和环形结构, 其他结构均可理解为这些结构的扩展。

1.3.1 总线型拓扑结构

所有的节点都可通过一条电缆(总线)连接起来的网络就称为总线型拓扑结构的网络, 如图 1-4 所示。

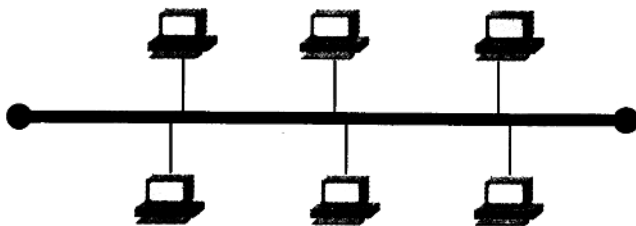


图 1-4 总线型拓扑结构网络示意图

节点是指网络系统中的各种数据处理设备、数据通信控制设备和数据终端设备。常见的节点有服务器、网络工作站、集线器和交换机等硬件设备。入网的节点通过相应接口（一般为网卡）连接到总线上。网络上的每个节点都处于平等的地位，既可接收其他节点的信息，又可发送信息给其他节点。

总线型拓扑结构具有结构简单，增加或减少节点方便，易于网络扩充，建网成本较低等优点，但由于所有的节点都连接在一条总线上，也存在线路不能太长，节点数受限制，一节点发生问题影响整个系统且不易判断故障位置等缺点，而且使用时末端必须接入终结器以防信号的反射。终结器实际上是一个电阻器。

1.3.2 星形拓扑结构

在星形拓扑结构中，所有的节点通过各自的电缆连接到一个中心点，此中心点通常为一台集线器，如图 1-5 所示。

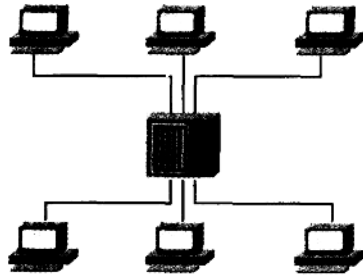


图 1-5 星形拓扑结构网络示意图

中心节点控制全网的通信，任何两节点之间的通信都要通过中心节点。星形拓扑结构简单，易于实现，便于管理，一个节点的故障不会影响系统中的其他设备正常工作，但是网络的中心节点是全网可靠性的瓶颈，中心节点的故障将造成全网瘫痪。

1.3.3 环形拓扑结构

在闭合环路结构中，网络中每个节点都是与相邻节点彼此相连，而且首尾相接，如图 1-6 所示。

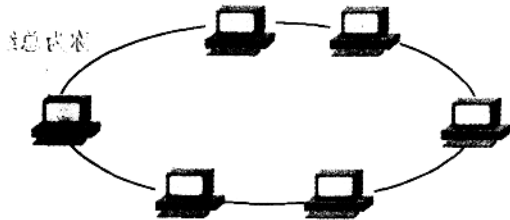


图 1-6 环形拓扑结构网络示意图

环路中数据将沿一个方向逐点传送，轮流经过每一个节点，网上的每个节点都相当于一个中继器，既要接收上一个节点的数据，而且要放大信号将它传送到下一个节点。环形拓扑结构具有和总线拓扑结构相类似的优缺点，不过，由于整个结构既没有起点，也没有终点，

所以不需要总线拓扑结构中必须要有的终结器。

1.4 网络体系结构

网络体系结构是计算机之间相互通信的层次，各层中的协议以及层次之间接口的集合。

1.4.1 基本概念

1. 协议

计算机网络是由多个互连的节点组成，节点之间即需要交换信息和共享资源，又需要交流。就像两个人进行交流需要使用同一种语言一样，计算机之间的交流也需要使用同样的语言。交流什么，如何交流及何时交流，都必须遵循某种双方都能接受的一组规则。这些规则的集合就称为协议。协议主要包含如下几个部分：

- (1) 语法 (Syntax) 包括数据格式、编码及信号电平。
- (2) 语义 (Semantics) 包括用于协调和差错处理的控制信息。
- (3) 定时 (Timing) 包括速度匹配和排序。

2. 分层结构

将一个复杂问题分解成若干个容易处理的子问题，而后“分而治之”逐个加以解决，这种结构化设计方法是工程设计中常用的一种手段，分层就是问题分解的最好方法之一。

图 1-7 为一个典型的分层结构。图中层间接口是指同一节点内相邻层之间交换信息的连接点，明确规定了低层向高层提供的服务及信息交换的方式。

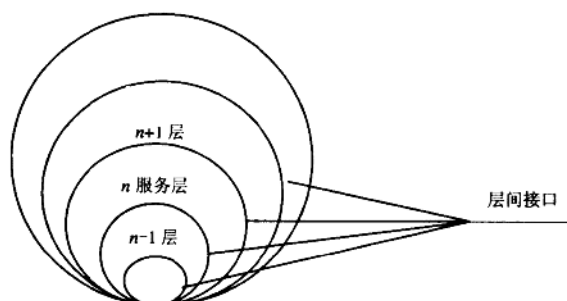


图 1-7 分层结构示意图

其中 n 层是 $n-1$ 层的用户，又是 $n+1$ 层的服务提供者。 $n+1$ 层的用户虽然只直接使用了 $n+1$ 层本身提供的服务，实际上还间接地使用了 n 层提供的服务，并进一步间接地使用了 $n-1$ 层及以下所有各层提供的服务。

层次结构的好处在于使每一层实现一种相对独立的功能。每一层不必知道下面一层是如何实现的，只要知道下层通过层间接口提供的服务是什么，上一层需要本层通过层间接口提供什么样的服务，就能独立地设计。系统经分层后，每一层次的功能简单，易于实现和维护。此外，由于某一因素使某一层需要作改变时，只要不去改变它和上、下层的接口服务关系，则其他层次都不受其影响，具有很大的灵活性。分层结构还易于交流理解和标准化。

3. 网络的层次结构

计算机网络的通信是一个非常复杂的问题，它涉及多个实体间的通信。如果不对它进行分层是很难描述清楚的，因而它采用层次化的体系结构。其层次结构是一种垂直分层模型，如图 1-8 所示。

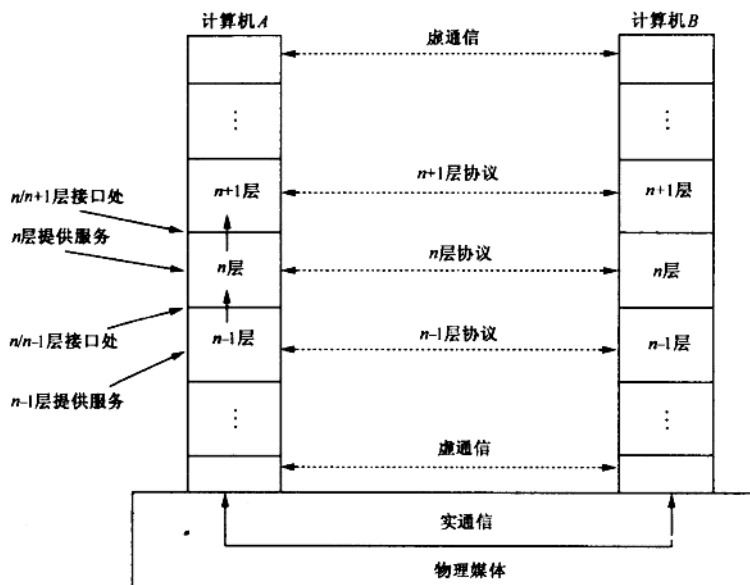


图 1-8 计算机网络的层次模型

这种层次结构的要点可归纳如下：

- (1) 除了在物理媒体上进行的是实通信外，其余各对等实体间进行的都是虚通信。
- (2) 对等层的虚通信必须遵循该层的协议。
- (3) n 层的虚通信是通过 $n-1/n$ 层间接口处 $n-1$ 层提供的服务以及 $n-1$ 层的通信（通常也是虚通信）来实现的。

层次结构的划分一般遵循如下原则：

- (1) 每层的功能应是明确的，并且是相互独立的。当某一层具体实现方法更新时，只要保持与上、下层的接口不变，那么就不会对邻层产生影响。
- (2) 层间接口必须清晰，跨越接口的信息量应尽可能少。
- (3) 层数应适中。若层数太少，则层间功能的划分会不明确，多种功能混杂在一层中，造成每一层的协议太复杂。若层数太多，则体系结构过于复杂，各层组装时的任务要变得困难。

当采用结构式的分层协议设计时，我们将用户之间实现通信功能的硬件和软件称为网络体系结构。

1.4.2 开放式互连基本参考模型

开放系统互连基本参考模型是由国际标准化组织（ISO）制定的标准化开放式计算机网络层次结构模型，又称 OSI 模型。

当今的网络大多是建立在 OSI 参考模型基础上的。在 OSI 参考模型中，网络的各个功能层分别执行特定的网络操作。理解 OSI 参考模型有助于更好地理解网络。

图 1-9 为 OSI 参考模型层次示意图。

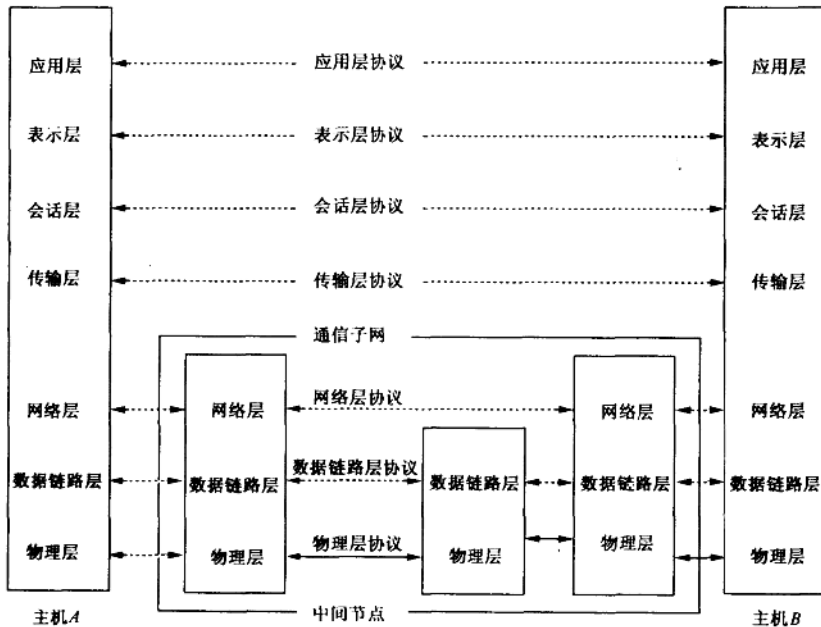


图 1-9 OSI 参考模型层次示意图

从图中可以看出，OSI 参考模型把网络通信分成 7 个层次，它们从上到下依次是：应用层、表示层、会话层、传输层、网络层、数据链路层和物理层。其中每一层都包括了网络设备、网络协议和网络活动。对于主机而言，这 7 层一个也不能少，而通信子网中的节点机则不一定要有 7 层，通常只有下 3 层，甚至可以只有下两层。

以下对 OSI 参考模型中的层次作一详细说明。

1. 物理层

物理层是设备之间的物理接口，位于 OSI 分层体系结构中的最低层，其作用是在物理媒体上传输原始的数据比特流。主要定义了物理链路所要求的机械、电气和功能特性等。物理层的描述的主要参数有：信号“1”和“0”对应的电压；每秒传输的数据的位数（波特率）；传输方式（单工、半双工或全双工）；通信方式（同步或异步）；接插件（网络接头）规格；接插件上每个引脚的功能等。

2. 数据链路层

数据链路层是 OSI 参考模型中的第 2 层，位于物理层和网络层之间。其主要任务是确保网络节点之间的数据帧（frame）可靠地传输。该层把所有数据转换成一种称为帧的数据单元。数据帧中除了包含需要传输的有效数据外，还包含发送端和接收端的网络地址以及控制信息和错误校验信息。网络地址确定了数据帧从何处来，往何处去；控制信息和错误校验信息是用来保证数据帧中的有效数据能准确无误地传输。

发送端的数据链路层发送了一数据帧后，将会等待接收端的确认应答，如果得到数据帧被破坏的信息或得不到确定应答，就放弃信息包，一般不重新请求发送（X.25 的 LAPB 协议例外）。此外，数据链路层还要解决防止高速的发送方发来的数据过快而淹没慢速的接收方的问题，即流量控制（flow control）的问题。

3. 网络层

网络层是 OSI 参考模型中的第 3 层，位于数据链路层和传输层之间。主要任务是确保网络节点之间的数据包的传输。该层将传输层发来的数据包转换成一种称为数据包的数据单元，每一个数据包中都含有目的地址和源地址，以满足路由和寻址的需要。

4. 传输层

传输层是 OSI 参考模型中的第 4 层，位于网络层和会话层之间。其主要任务是提供网络节点之间的可靠数据传输、错误恢复和流量控制等服务。在发送端，该层负责将会话层传送来的数据划分成网络层所要求的数据包进行传输，在接收端，该层把经网络层传来的数据包进行重新装配后提供给会话层。

实际上，传输层是整个协议层次结构中最重要的一层，起承上起下的作用，它的下面 3 层实现面向数据的通信，而上面 3 层实现面向信息的处理

5. 会话层

会话层是 OSI 参考模型中的第 5 层，位于传输层和表示层之间。其主要功能是管理网络中不同计算机之间的会话，所谓会话实际上就是指不同计算机的应用程序之间进行的通信。会话层允许信息同时传输，或任一时刻单向传输，在后一种情况下，会话层提供一种数据权标来控制哪一方有权发送数据。另外，会话层还提供同步服务。若两台计算机间要进行较长时间的大文件传输，传输中途出现故障是难免的，是不是每次故障后所有的数据都要重传呢？会话层提供了在数据流中插入同步点的机制，在每次出现故障后可以仅重传最近一个同步点以后的数据，而不必从头开始。

6. 表示层

表示层是 OSI 参考模型中的第 6 层，位于会话层和应用层之间。其功能是把网络上各计算机用来表示信息的非标准结构、编码转换成用于网络传输的标准结构、编码。另外，表示层还对数据进行加密、解密，对图片、文件进行格式转换和压缩等。

网络中大多数用户间并非仅交换随机的比特数据，而是要交换诸如人名、日期、货币数量和商业凭证之类的信息。它们是通过字符串、整数型、浮点数以及由简单类型组合成的各种数据结构来表示的。不同的机器采用不同的编码方法来表示这些数据类型和数据结构（如 ASCII 码或 EBCDIC 码、反码或补码等）。为了让采用不同编码方法的计算机通信交换后能相互理解对方数据的值，可以采用抽象的标准方法来定义数据结构，并采用标准的编码表示形式。管理这些抽象的数据结构，并把计算机内部的表示形式转换成网络通信中采用的标准形式都是由表示层来完成的。数据压缩和加密也是表示层可提供的表示变换功能。数据压缩可用来减少传输的比特数，从而节省经费。数据加密可防止敌意的窃听和篡改。

7. 应用层

应用层是 OSI 参考模型中的最高层，也称为第 7 层。它为处于 OSI 网络环境中的应用软件提供接口，在程序之间传递信息，这样用户就可以使用诸如文件传输、收发电子邮件、WWW 服务等各种网络应用软件，另外，应用层还可以提供处理网络访问、流量控制和错