



教育部高职高专规划教材
Jiaoyubu Gaozhi Gaozhuan Guihua Jiaocai

计算机网络 实用教程

周炎涛 文庭秋 等编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

URL: <http://www.phei.com.cn>

教育部高职高专规划教材

计算机网络实用教程

周炎涛 文庭秋 等编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书作为高职高专和成人高校学生学习计算机网络专业规划教材,在介绍必要的计算机网络与通信理论知识的基础上,兼顾工程应用技术,对 Windows NT、NetWare 和 Linux 网络规划建设、管理服务和安全作了较为详尽的介绍,并附有相应实例,可供学生上机实际操作。

全书共分 12 章,具体包括:计算机网络基础,物理层,局域网协议,网络互联,现代网络技术,Internet 网络,Windows NT 网络,Novell NetWare 网络,Linux 网络技术,异构系统互联技术,计算机网络的集成、规划与设计,常见网络故障及解决方案。书中还涉及到许多网络建设过程中的具体工程知识和配置管理问题。

作为面向 21 世纪高职高专和成人高校规划教材,本书内容由浅入深,图文并茂,每章重点突出、叙述清楚,并附有相应练习和实例,实用性较强,能反映当前计算机网络技术的发展水平。它同时可作为计算机网络专业初学者规划、设计、管理、维护网络的参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,翻版必究。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络实用教程/周炎涛等编著. - 北京:电子工业出版社,2001.9

教育部高职高专规划教材

ISBN 7-5053-6681-5

I . 计… II . 周… III . 计算机网络 - 高等学校:技术学校 - 教材 IV . TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 057451 号

丛 书 名:教育部高职高专规划教材

书 名:计算机网络实用教程

编 著 者:周炎涛 文庭秋 等

责任编辑:张孟玮

特约编辑:胡国清

排版制作:电子工业出版社计算机排版室

印 刷 者:北京天竺颖华印刷厂

装 订 者:三河市金马印装有限公司

出版发行:电子工业出版社 URL:<http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:20.5 字数:525 千字

版 次:2001 年 9 月第 1 版 2001 年 9 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-5053-6681-5
TP·3726

印 数:10 100 册 定价:25.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页、所附磁盘或光盘有问题者,请向购买书店调换;
若书店售缺,请与本社发行部联系调换。电话 68279077

出版说明

教材建设工作是整个高职高专教育教学工作中的重要组成部分。改革开放以来,在各级教育行政部门、学校和有关出版社的共同努力下,各地已出版了一批高职高专教育教材。但从整体上看,具有高职高专教育特色的教材极其匮乏,不少院校尚在借用本科或中专教材,教材建设仍落后于高职高专教育的发展需要。为此,1999年教育部组织制定了《高职高专教育基础课程教学基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》),通过推荐、招标及遴选,组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师,成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍,并在有关出版社的积极配合下,推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种,用5年左右时间完成。出版后的教材将覆盖高职高专教育的基础课程和主干专业课程。计划先用2~3年的时间,在继承原有高职、高专和成人高等学校教材建设成果的基础上,充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验,解决好新形势下高职高专教育教材的有无问题;然后再用2~3年的时间,在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,通过研究、改革和建设,推出一大批教育部高职高专教育教材,从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

“教育部高职高专规划教材”是按照《基本要求》和《培养规格》的要求,充分汲取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的,适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校使用。

教育部高等教育司

2000年4月3日

前 言

高职高专承担着培养“高等应用型工程技术”人才的任务,要求学生在掌握必要的理论知识的基础上,以掌握工程应用型技术为主。高职高专和成人高校学生在学习计算机网络知识时,应该与现有本科生和研究生深层授课教学区分开来,以实际操作和工程网络应用配置为主。因而编写这类教材是很有必要的,作为信息技术的基础,它对网络技术全面发展和网络知识的普及具有较好的参考价值。

作为面向 21 世纪高职高专和成人高校计算机网络规划教材,必须结合高职高专院校和成人高等院校的学生的学习特点。本书编写时针对网络技术的理论知识和工作原理介绍得较少(浅)一些,侧重理论联系实际,加重网络的应用技术、组网技术、配置管理和相关操作技能方面知识。启发式地循序渐进地介绍计算机网络技术和应用:先基本理论后实践;先原理后应用技术;先规划设计、建设后管理维护、应用开发;先成熟主流产品技术后创新并融入其他技术的特点,从各个角度多层次阐述计算机网络的技术和应用。

全书坚持实用技术和工程实践相结合的原则,注意贯穿能力和技能培养于始终,举例和工程实践多来自我们的工程实践,有很强的针对性和实用性,使学生“学得快,用得上,记得牢”,不仅可以作为高职高专和成人高校的规划教材,还能成为计算机网络技术人员和管理人员的入门参考书,具有教科书和技术资料双重特征。

全书共计 12 章,内容包括:计算机网络基础,物理层,局域网协议,网络互联,现代网络技术,Internet 网络,Windows NT 网络,Novell NetWare 网络,Linux 网络技术,异构系统互联技术,计算机网络的集成、规划与设计,常见网络故障及解决方案等知识供读者学习参考。

本书以周炎涛、文庭秋老师等为主编著。其中第 1,2,3 章由文庭秋老师编写;第 4,5,6,7,8,9,10 章由周炎涛老师编写;第 11,12 章由董过、周炎涛老师编写。周学毛老师、李立明老师、肖玲老师参加了部分章节的编写工作,最后由周炎涛老师统稿、定稿。中国人民解放军国防科技大学计算机学院卢泽新副研究员负责审稿;卢泽新副研究员认真细致的审阅使本书得以高质量地完成,在此表示衷心地感谢。

在本书的编写过程中,作者参考了大量的资料,吸取了多位同仁的经验;在本书前 3 章的文字录入和图表制作中,晏馨华、张江平、钟彬、王莉莎、王娟、钟娟等同学做了一些协助工作,在此诚致谢意。

如果本书能给读者一些启示和帮助,那将使我们感到莫大的欣慰。由于时间仓促,书中错误遗漏之处在所难免,恳请广大读者批评指正,联系地址为 yantao_z@263.net。

作 者

2001 年 5 月于岳麓山

目 录

第 1 章 计算机网络基础	(1)
1.1 基本概念	(1)
1.1.1 计算机网络的定义与功能	(1)
1.1.2 计算机网络的演变和发展	(2)
1.1.3 计算机网络的应用	(4)
1.2 网络协议与体系结构	(5)
1.2.1 网络协议和体系结构	(5)
1.2.2 开放系统互联参考模型	(6)
1.3 局域网系统结构	(9)
1.4 网络分类	(10)
1.4.1 根据不同的网络技术分类	(10)
1.4.2 根据网络的覆盖范围分类	(10)
1.4.3 根据网络拓扑结构分类	(10)
1.4.4 根据网络的交换功能分类	(11)
1.5 网络拓扑结构	(11)
1.5.1 网络拓扑	(11)
1.5.2 网络拓扑结构分类	(12)
习题一	(15)
第 2 章 物理层	(16)
2.1 数据通信技术	(16)
2.1.1 数据通信系统的构成	(16)
2.1.2 模拟通信和数字通信	(17)
2.1.3 信道传输速率和信道容量	(18)
2.1.4 数据编码技术	(20)
2.1.5 异步传输和同步传输	(23)
2.1.6 多路复用技术	(25)
2.1.7 差错控制技术	(27)
2.1.8 数据交换技术	(31)
2.2 传输介质	(34)
2.2.1 传输介质的特性	(34)
2.2.2 双绞线	(34)
2.2.3 同轴电缆	(36)
2.2.4 光纤	(37)
2.2.5 无线传输介质	(39)
2.3 物理层协议	(40)
2.3.1 概述	(40)

2.3.2 物理层特性	(40)
2.3.3 物理层接口举例	(42)
习题二	(43)
第3章 局域网协议	(44)
3.1 局域网分类及主要特性	(44)
3.2 LAN 模型	(45)
3.3 LLC 子层	(46)
3.3.1 服务访问点 SAP	(47)
3.3.2 LLC 子层的基本功能	(47)
3.3.3 LLC 子层提供的服务	(47)
3.3.4 LLC 协议数据单元 PDU(帧结构)	(48)
3.4 MAC 子层与介质访问控制	(49)
3.4.1 随机访问控制方式	(49)
3.4.2 令牌总线控制方式	(54)
3.4.3 令牌环介质访问控制	(56)
3.5 光纤分布数据接口 FDDI	(58)
3.5.1 FDDI 网络构成	(59)
3.5.2 数据编码	(59)
3.5.3 分布式时钟	(60)
3.5.4 FDDI 帧格式	(60)
3.5.5 FDDI 的主要特性	(61)
3.6 分布式队列双总线 DQDB	(61)
3.6.1 双总线结构	(61)
3.6.2 多个 DQDB 子网构成一个大的城域网(MAN)	(62)
3.6.3 DQDB 访问控制	(63)
3.6.4 DQDB 提供的服务	(63)
3.6.5 DQDB 特征	(64)
习题三	(64)
第4章 网络互联	(65)
4.1 广域网的组成和技术	(65)
4.1.1 广域网的组成	(65)
4.1.2 广域网技术	(66)
4.2 网络互联设备	(68)
4.2.1 网卡	(68)
4.2.2 中继器(Repeater)	(69)
4.2.3 网桥(Bridge)	(69)
4.2.4 路由器(Router)	(69)
4.2.5 网关(Gateway)	(78)
4.2.6 从 Hub 到 Switch	(79)
4.3 广域网通信线路	(81)

4.3.1	PSTN	(81)
4.3.2	X.25 分组交换网	(81)
4.3.3	数字数据网(DDN)	(82)
4.3.4	综合业务数字网(ISDN)	(83)
4.3.5	帧中继网(FR)	(85)
4.3.6	路由器广域网配置	(86)
习题四		(94)
第 5 章 现代网络技术		(95)
5.1	千兆位以太网	(95)
5.1.1	千兆位以太网标准	(95)
5.1.2	特点	(97)
5.1.3	协议	(98)
5.1.4	设备与应用	(99)
5.2	异步传输模式(ATM)	(104)
5.2.1	参考模型	(104)
5.2.2	物理层	(104)
5.2.3	数据链路层	(106)
5.2.4	网络层	(107)
5.2.5	传输层	(109)
5.2.6	ATM 网络结构和接口	(112)
5.3	虚拟局域网(VLAN)技术	(113)
5.3.1	VLAN 的标准	(113)
5.3.2	VLAN 的特点	(114)
5.3.3	VLAN 的分类	(115)
5.3.4	VLAN 路由应用实例	(117)
5.4	应用方案	(121)
5.4.1	千兆位以太网设计与实施	(121)
5.4.2	ATM 网络方案	(123)
习题五		(125)
第 6 章 Internet 网络		(126)
6.1	Internet 体系结构	(126)
6.1.1	Internet 体系结构框架	(126)
6.1.2	TCP/IP 协议模型	(128)
6.1.3	TCP/IP 协议安装	(129)
6.2	IP 地址规划	(132)
6.2.1	IP 地址	(132)
6.2.2	子网掩码和 IP 子网	(133)
6.2.3	动态 IP 地址和 DHCP 的使用	(135)
6.3	域名服务	(138)
6.3.1	系统和服务器	(138)

6.3.2	Windows NT 域名服务	(141)
6.4	接入 Internet 的方法	(142)
6.4.1	拨号接入	(142)
6.4.2	软件接入方式	(144)
6.4.3	硬件接入方式	(146)
6.5	进入 Internet II	(148)
6.5.1	Internet 存在的技术问题	(148)
6.5.2	IPv4 与 IPv6 数据报格式的区别	(148)
6.5.3	Internet II 的启动	(151)
习题六		(152)
第 7 章	Windows NT 网络	(153)
7.1	Windows NT 网络基础	(153)
7.1.1	Windows NT 的网络模型	(153)
7.1.2	Windows NT 网络的模式	(156)
7.1.3	安装 Windows NT 的准备工作	(158)
7.2	Windows NT 的安装和设置	(160)
7.2.1	Windows NT 的安装	(161)
7.2.2	安装必要的附件	(162)
7.2.3	Windows NT 注册表修改	(162)
7.3	Windows NT 的管理与安全	(164)
7.3.1	Windows NT 网络中用户的管理	(164)
7.3.2	Windows NT 网络中的安全规则	(169)
7.4	Windows NT 无盘站配置技术	(176)
7.4.1	无盘工作站的启动原理	(176)
7.4.2	Windows NT Server 的配置	(177)
7.4.3	安装无盘 Windows 95 工作站	(178)
7.5	基于 Windows 2000 局域网络	(181)
7.5.1	网络规划	(181)
7.5.2	Windows 2000 Advanced Server 的安装、设置	(181)
习题七		(185)
第 8 章	Novell NetWare 网络	(186)
8.1	Novell NetWare 的基本概念	(186)
8.1.1	NetWare 系统的基本组成	(186)
8.1.2	Novell NetWare 的工作原理	(189)
8.1.3	Novell NetWare 的技术特征	(190)
8.2	Novell 网的安装	(193)
8.2.1	硬件安装	(194)
8.2.2	软件安装	(196)
8.3	NetWare 文件系统管理	(202)
8.3.1	文件系统的目录结构	(202)

8.3.2	网络驱动器映射	(204)
8.3.3	NetWare 目录和文件的属性	(205)
8.4	NetWare 网络用户	(207)
8.4.1	网络中的用户和组	(207)
8.4.2	系统建立的用户和组	(208)
8.5	网络安全性	(209)
8.5.1	用户登录安全	(209)
8.5.2	目录和文件的访问权限	(211)
8.5.3	登录文本的建立	(213)
8.6	菜单实用程序及常用命令	(214)
8.6.1	实用程序	(214)
8.6.2	NetWare 命令	(215)
8.6.3	主控制台命令	(217)
8.7	NetWare 5 的新特征	(219)
8.7.1	增强功能	(219)
8.7.2	新增功能	(220)
习题八		(221)
第 9 章	Linux 网络技术	(222)
9.1	UNIX/Linux 简介	(222)
9.1.1	UNIX/Linux 的分层体系结构	(222)
9.1.2	Linux 的历史和功能	(224)
9.2	Linux 的安装和基本配置	(226)
9.2.1	Linux 安装概述	(226)
9.2.2	RedHat 的安装	(227)
9.2.3	Linux 的登录与注销	(232)
9.2.4	Linux 的配置和基本命令	(236)
9.3	Linux 系统管理	(240)
9.3.1	文件系统管理	(240)
9.3.2	图形界面下文件管理	(242)
9.4	Internet 应用	(243)
9.4.1	Linux 环境下的 PPP 设置	(243)
9.4.2	Web 服务器的安装和配置	(247)
9.4.3	Netscape 浏览器的使用	(249)
习题九		(250)
第 10 章	异构系统互联技术	(252)
10.1	Windows NT 和 NetWare 系统的集成	(252)
10.1.1	基于 Novell 的集成技术	(252)
10.1.2	基于 Windows 的集成技术	(260)
10.1.3	NetWare TCP/IP 的实现	(264)
10.2	Windows 和 Linux 的互联	(266)

10.2.1	Windows 95 主机和 Linux 主机互联·····	(266)
10.2.2	使用 NISGina 集成 UNIX 和 Windows NT 网络·····	(268)
10.2.3	应用 smb 协议·····	(271)
习题十	·····	(275)
第 11 章	计算机网络的集成、规划与设计·····	(276)
11.1	计算机网络的规划·····	(276)
11.1.1	计算机网络系统的需求分析·····	(276)
11.1.2	可行性研究·····	(277)
11.1.3	网络分析·····	(278)
11.2	计算机网络设计·····	(279)
11.2.1	网络方案设计的原则·····	(279)
11.2.2	网络方案设计的内容及过程·····	(279)
11.2.3	工作组型计算机网络·····	(280)
11.2.4	局域网设计·····	(282)
11.2.5	计算机广域网网络设计·····	(291)
11.3	校园网网络方案实例·····	(291)
11.3.1	建网背景·····	(291)
11.3.2	建网目标·····	(292)
11.3.3	网络设计原则·····	(292)
11.3.4	建网方案·····	(292)
11.3.5	网络产品选型·····	(293)
11.3.6	虚拟网络的划分及实现·····	(293)
11.3.7	校园网应用·····	(294)
11.3.8	校园网硬件设计·····	(295)
习题十一	·····	(296)
第 12 章	常见网络故障及解决方案·····	(297)
12.1	常见的网络故障排除工具·····	(298)
12.1.1	硬件工具·····	(298)
12.1.2	Windows 网络实用工具·····	(300)
12.2	常见的网络故障·····	(308)
12.2.1	物理通信介质故障·····	(308)
12.2.2	电源异常·····	(308)
12.2.3	网卡故障·····	(308)
12.2.4	协议失配·····	(309)
12.2.5	网络堵塞·····	(310)
12.2.6	网络广播风暴·····	(310)
12.2.7	计算机问题·····	(310)
12.3	常见网络故障实例及解决方案·····	(311)
习题十二	·····	(315)
参考文献	·····	(316)

第 1 章 计算机网络基础

计算机网络是计算机技术和通信技术相互渗透共同发展的产物。计算机与通信的相互结合主要体现在：一方面通信网络为计算机之间的数据传输提供了必要的手段，另一方面计算机技术又提高了通信网络的各种性能。

在计算机与通信技术相结合的过程中，需要研究的课题非常多，计算机网络仅是其中之一。而网络本身，也是一个非常复杂、涉及面很广、并对人类社会有深远影响的课题。本章只涉及计算机网络的一些基本概念，如体系结构、局部网络、网络拓扑结构以及网络分类等问题。

1.1 基本概念

1.1.1 计算机网络的定义与功能

什么是计算机网络？这是任何研究计算机网络的人首先要搞清楚的问题。

关于计算机网络的定义，存在着下述三种不同的观点：

一是广义的观点。将计算机网络定义为“计算机技术与通信技术相结合，实现远程信息处理以进一步达到资源共享的系统。”按照这一定义，20 世纪 50 年代出现的“终端-计算机”网和 20 世纪 60 年代后期出现的“计算机-计算机”网以及目前的分布式计算机网都是计算机网络。

二是资源共享的观点。这是美国信息处理学会联合会在 1970 年春季计算机联合会议上提出的。它把计算机网络定义为“以资源共享为目的，用通信线路连接起来的具有独立功能的计算机系统的集合。”

三是用户透明性观点。这一观点认为计算机网络是“存在一个能为用户自动管理资源的网络操作系统，由它来调用完成用户任务所需的资源，而整个网络对用户是透明的。”按照这一观点，具有资源共享能力只是计算机网络的必要条件，而非充分条件。因此它对计算机网络的功能提出了更高的要求。

在这三种观点中，前两种观点都只从某一角度说明了计算机网络的特点，只有第三种观点，才是真正说明了网络的内涵。而且今天网络的飞速发展和广泛应用，特别是 Internet 的发展以及它在人类生活上占有的重要位置也说明，只有这样的计算机网络才是人类所真正需要的网络。

综上所述，可以将计算机网络做如下描述：计算机网络是利用通信线路将地理位置分散的、具有独立功能的许多计算机系统连接起来，按照某种协议进行数据通信，并通过一个能为用户自动管理资源的网络操作系统，以实现资源共享的信息系统。

为什么要研究计算机网络呢？这主要是因为计算机网络有以下一些重要功能。

1. 实现资源共享

这里的资源包括硬件资源, 软件资源和信息资源。可以在全网范围内提供对处理资源, 存储资源, 输入输出资源等硬件资源及各种软件如各种类型的数据库、共享的文件、程序等的共享, 从而便于集中管理, 并节省用户投资, 均衡负荷等。特别是 Internet 的发展和应用程序允许全球的用户远程访问各种类型的数据库, 可以得到各类网络文件的传送服务。

2. 用户间的信息交换

计算机网络为分布在各地的计算机用户提供了强有力的通信手段。通过计算机网络传送电子邮件、进行电子数据交换、发布新闻消息等, 极大地方便了用户。

3. 计算机网络能够提高计算机的可靠性和可用性

这主要体现在计算机联成网络之后, 各计算机可以通过网络互为后备: 当某处计算机发生故障后, 便可通过网络由别处的计算机代为处理; 当网络中计算机负担过重时, 可将作业传送给网络中另一较空闲的计算机去处理, 从而减少了用户的等待时间、均衡了各计算机的负担。这就提高了计算机的可靠性和可用性。

正是计算机网络的这些重要功能, 使它得到了迅速的发展, 不仅出现了本地网络, 近年来 Internet 的发展更成为了人类社会生活中不可缺少的一部分。

1.1.2 计算机网络的演变和发展

现在, 简单地回顾一下计算机网络的演变和发展过程。在科学研究领域中, 对它们过去的发展历史知道得越多, 就有可能向前发展得越远。

纵观计算机网络的发展过程, 和其他事物发展一样, 也经历了从简单到复杂, 从低级到高级的过程。在这一过程中, 计算机技术与通信技术紧密结合, 相互促进, 共同发展, 结果便产生了计算机网络。

计算机网络的发展历史, 大体上可分为三个阶段。

第一阶段是面向终端计算机网络, 出现在 20 世纪 50 年代。大家知道, 20 世纪 50 年代, 计算机和通信是两种独立发展的技术。当时, 计算机大都采用批处理运行形式, 为了方便用户, 先后产生了具有通信功能的批处理系统和分时系统。即将一台计算机经通信线路与若干终端相连, 形成如图 1.1 (a) 所示的面向终端的计算机网络。在这种网络中当通信线路增长时, 线路费用增大, 于是出现了如图 1.1 (b) 所示的许多终端共享通信线路的结构, 但随着终端的增加, 通信处理、线路争用又成为问题, 于是又增加了相应的协议、软件等。这便加重了主机的负担。为了减轻主机负担, 在 20 世纪 60 年代初出现了前端处理机或叫通信处理机, 对一些相对聚集的终端则采用多路器或集中器, 以实现通信控制和线路共享。这便产生了如图 1.1 (c) 所示的多级树型网络。

图 1.1 的三种结构形式都是面向终端的计算机网络。当时, 这种网络的应用范围极广, 已涉及军事、银行、航空、铁路、教育等部门。其中极具代表性的是美国 20 世纪 50 年代建立起来的半自动地面防空系统 (SAGE), 它将雷达信号和其他信息经远程通信线路送至计算机进行处理, 第一次利用计算机网络实现远程集中控制。其他如 20 世纪 60 年代初美国建成的全国性航空公司飞机订票系统 (SABRE), 1970 年投入使用的美国商用分时系统, 都是

面向终端的计算机网络的应用实例。

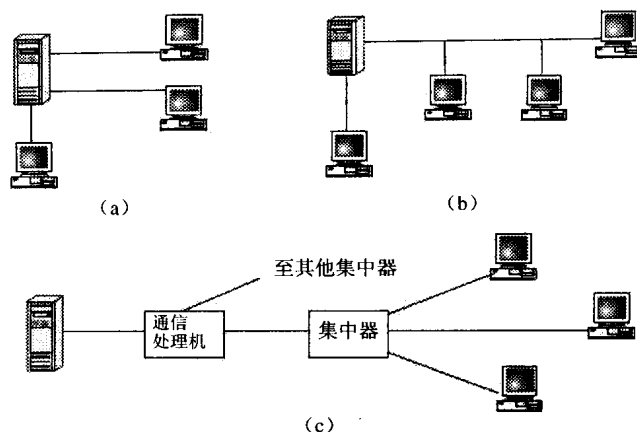


图 1.1 面向终端的计算机网络

面向终端的计算机网络，虽可实现远程信息通信，促进计算机及计算机网络的应用和发展，但也存在下述问题：一是主机负荷过重，从而导致响应时间过长；二是终端速度低，操作时间长，因而占用通信线路的时间也长，故通信代价极高；三是单个计算机集中系统的可靠性较低，一旦主机出现故障，将导致整个系统的瘫痪。为了克服上述缺点，便产生了资源共享的网络，或者叫做具有通信功能的多机系统和计算机网络，这是网络发展的第二阶段，其主要标志是 ARPA 网络的出现。它是美国国防部高级研究计划局于 1969 年研制的有四个节点相连接的网络。到 1975 年，已有 100 多台不同型号的大型计算机联于网内，其节点遍及北美、欧洲和夏威夷等地。最初的网络结构如图 1.2 所示。

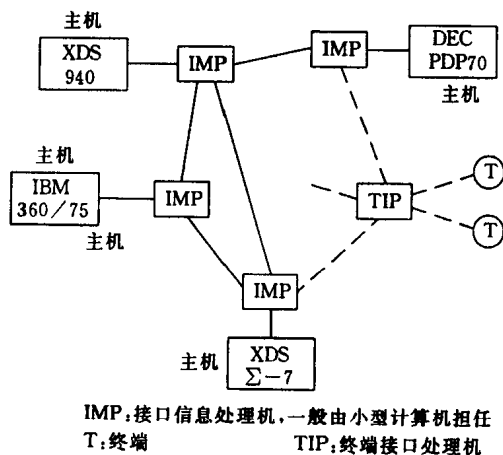


图 1.2 ARPA 的最初结构

ARPA 网络的三个主要特点是：采用报文分组交换方式；采用通信子网和资源子网的概念；首次提出了具有层次结构的网络协议。由于 ARPANET 的开创性工作，它在计算机网络的概念、结构和设计原则诸方面都为以后的网络所效仿，为计算机网络的发展奠定了基础。它的许多技术成就对计算机网络的进一步发展产生了深远的影响。

随着 ARPANET 的建成，计算机网络在理论、体系结构等方面得到了进一步发展，许

多国家都纷纷组建了规模更大、功能更完善的计算机网络。并进一步研究更加完善的网络操作系统，实现对用户透明的资源共享，这便是网络发展的第三个阶段。在这一阶段，计算机网络朝着具有统一的体系结构，遵循国际标准化协议的方向发展。此时，用户可以把计算机网络看做一个大的计算机系统，用户不必了解这个网络是由哪些子系统构成，可以用极简单的方式访问被授权的资源，真正实现透明的资源共享。**Internet** 的出现，使这种共享达到了至善至美的境界（关于 **Internet** 的问题，本书后面还有详细地描述）。

目前计算机网络的发展正处于第四阶段。这一阶段计算机网络发展的特点是：互联、高速、智能与更为广泛的应用。

1.1.3 计算机网络的应用

建设计算机网络的目的在于应用，在于推动人类社会向前发展。如果说早期的计算机网络只是把一些终端和主机相连，以解决远程数据传输和远程控制的问题，那么今天，计算机网络的用途便非常广泛，可以说是无孔不入，成了人类社会生活不可缺少的一部分。下面概要的介绍计算机网络的一些应用领域。

1. 数字通信

数字通信就是计算机化了的信息通信。由于计算机网络的数据传输速度很高，所以便可以利用它来传输数字信息，如：电子邮件、网络电话、网上文件、视频会议等。

2. 分布处理

分布处理是指把若干台计算机通过网络连接起来，将一个任务分散到这些计算机上去同时处理。最后，将处理结果汇集起来。这样便可做到硬件资源、软件资源和数据库共享，并提高处理速度。

3. 在线服务

在线服务是以大量数据库的存在和各类客户连接起来的通信网络的可靠运行为基础的。通过在线服务，人们可以共享信息，进行高速数据交换。特别是 **Internet** 的出现，这种在线服务已经深入到人们生活的各个领域。如：远程数据交换、远程教育、远程查询、电子银行、电子布告系统、电子商务等。

4. 办公及家庭自动化

计算机与网络技术的迅速发展，使社会信息处理的方式发生了重大改革。长期以来，以手工方式产生、处理和传递信息的办公室受到了巨大冲击。办公自动化系统便是随着计算机网络的发展而发展起来的服务于人类的一种自动化系统。它集计算技术、数据库、局域网络、远程通信、人工智能、声音、图像、文字处理技术之大成，是一种给办公系统带来重大改革的全新的信息处理方式。家庭自动化也是方兴未艾，通过计算机网络实现家庭自动化的内容很多，如家庭保安系统、家庭影院、家庭远程学习、家庭病床等等都可通过计算机网络来实现。目前已有一种专用于家庭自动化的网络标准，可以利用电话线传送各种家庭自动化的信号，使各个家庭不必重新布线，便可方便地实现家庭自动化。

1.2 网络协议与体系结构

1.2.1 网络协议和体系结构

1. 网络协议

在一个计算机网络中有许多互相连接的节点，而要在这些节点之间有条不紊地进行数据交换，每个节点就必须遵循一些事先约定好的规则。首先必须具有同样的语言，交流什么，怎么交流，何时交流，都必须事先进行约定。在交流过程中必须切实遵守的规则、标准或约定的集合，便称为网络协议。一个网络协议主要包括以下三个要素：

(1) 语法 (Syntax)：即数据与控制信息的结构或格式，包括数据格式、编码及信号电平等。

(2) 语义 (Semantics)：即包括用于协调和差错处理的控制信息。即需要发出何种控制信息，完成何种动作以及做出何种应答。

(3) 定时 (Timing)：包括速度匹配和排序，即有关事件实现顺序的详细说明。

从这三个要素可以看出，网络协议是计算机网络的不可缺少的组成部分，是网络设计的中心问题，也是建网的核心技术之一。因此，各国都非常重视网络协议的研究和制定。同时，网络协议也是随着计算机网络的发展而逐步完善起来的。由于不同类型的计算机通信的入网和不同网络系统的互联，特别是互联网的出现和迅速发展，从某个网络特定要求出发的一些通信协议便不适用这种新的要求。为此，一些国家和国际性组织进行了协议的统一与标准化工作。下面要讲到的 ISO（国际标准化组织）便在这方面作了很多工作。

2. 网络体系结构

由于不同系统的实体间（实体包括用户程序、文件传送包、数据库管理系统及各种终端设备等）通信任务十分复杂，所以网络协议也非常复杂。对于非常复杂的计算机网络协议，最好的分析方法是采用层次式结构，即把一个复杂的问题分解成若干个容易处理的问题，然后逐个加以研究、解决。这是一种结构化的设计方法，是工程设计中常用的一种手段。通常将计算机网络协议的体系结构分成若干层次，然后将各层及其协议的集合称为网络的体系结构。从另一个角度讲，计算机网络的体系结构就是该网络及其部件所应完成的功能的精确描述。值得注意的是，体系结构是一个抽象的概念，并不涉及这些功能是用何种硬件和软件实现。

如上所述，现在计算机网络，都采用层次化的体系结构，如图 1.3 所示。

在划分层次结构时，一般要遵循以下原则：

(1) 层数应适中。层次太少，则层间功能的划分不明确，这样不仅会使每层协议太复杂，还会导致某层功能的改变影响其相邻层；层次太多，则体系结构复杂，层间接口太多，导致各层组装时的任务变得困难。

(2) 每层的功能明确并且相互独立。当某一层具体实现方法改变时，只要保持相邻层间的接口不变，便不会产生影响。

(3) 层间接口必须清晰，跨越接口的信息应尽量少。

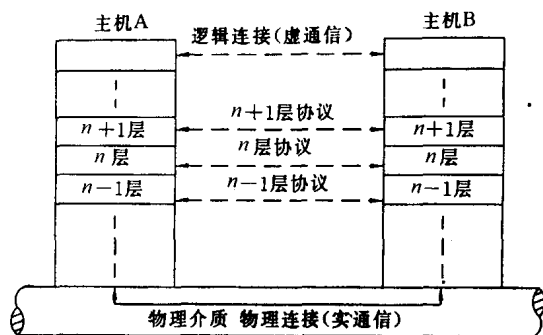


图 1.3 计算机网络的层次结构

图 1.3 所示的是一种垂直分布的层次模型，其要点可归纳如下：

- 除了在物理介质上进行的是实通信之外，其余各同等层实体间都只有逻辑连接，因而进行的都是虚通信，但同等层间的虚通信必须遵循该层的协议。

- $n+1$ 层通过接口向 n 层提出服务请求，而 n 层则通过接口向 $n+1$ 层提供服务。
- 层的虚通信是通过 $n-1/n$ 层间接口处 $n-1$ 层提供的服务及 $n-1$ 层的通信来实现的。

现在世界上有许多种计算机网络体系结构，如 Internet 的 TCP/IP 协议族，ISO 的 OSI/RM 则是从理论出发设计出来的标准。因此层次清晰、功能分明，但缺少实际产品的考验。而 IEEE802 标准继承了 20 多个各种局域网技术的标准，基本上包括了 Internet 所连接的所有物理网络的类型。为了对网络协议和体系结构有一个全面的解，这里先介绍 ISO 的 OSI/RM 模型。IEEE 802 协议将在第 3 章介绍。

1.2.2 开放系统互联参考模型

开放系统互联参考模型即 OSI/RM (Open System Interconnection Reference Model)，它是国际标准化组织于 20 世纪 70 年代研究的一种计算机网络体系结构，是一个定义连接异种计算机标准的主体结构。OSI/RM 为连接分布式应用处理的“开放系统”提供了基础。在这里，“开放”一词表示能使任何两个遵守参考模型和有关标准的系统进行连接。

OSI 采用分层的结构化技术，其分层模型如图 1.4 所示。

从图 1.4 可知，整个开放系统环境由作为信息源和宿的端开放系统通过物理介质连接构成，这里的端开放系统相当于主机和通信子网中的节点处理机。OSI 参考模型的主要特性为：

- 是一种异构系统互联的分层结构，提供了控制互联系统规则的标准框架；
- 是一种抽象结构，而不是具体实现的描述；
- 不同系统上的相同层的实体称为同等层实体，同等层实体之间的通信由该层协议管理，即必须遵循相应层的协议；
- 相邻层间的接口，定义了原语操作和低层向上层提供的服务；
- 所提供的公共服务是面向连接的或无连接的数据服务；
- 直接的数据传送仅在最低层实现。

下面是各层功能的简要介绍。