

面向21世纪高等院校计算机教材系列

计算机网络教程

●彭澎 编著



机械工业出版社
China Machine Press

面向 21 世纪高等院校计算机教材系列

计算机网络教程

彭 澎 编著



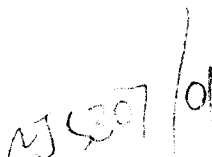
机械工业出版社

《计算机网络教程》是面向 21 世纪高等院校计算机教材系列的一本，是作者在完成多部计算机网络方面的教材的基础上，针对计算机网络技术的迅速发展和人们对计算机网络认识的不断深入的现实情况，精心策划、编写的。为了适应计算机网络技术发展的需要，为了满足高等院校计算机教材的需求，也为了适应教学和自学需要，本书制订了全新的体系结构。

本书将计算机网络技术所涉及到的各种知识进行了系统的、比较科学的划分，避免了知识点的重复介绍，知识点界限不清的弊病。全书内容共 8 章，不仅介绍了计算机网络的基础理论、实用技术、还进一步介绍了计算机网络的基础通信设施，即各种通信系统。

与目前市场上的同类书相比，本书具有整体结构合理、语言流畅、思路新颖的特点，使本书不仅易于使读者接受，而且适于教学和自学使用。

图书在版编目 (CIP) 数据



计算机网络教程/彭澎编著. —北京: 机械工业出版社, 2001.9

面向 21 世纪高等院校计算机教材系列

ISBN 7-111-09325-9

I. 计… II. 彭… III. 计算机网络-高等学校-教材 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 060807 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 赵慧

责任印制: 郭景龙

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2001 年 9 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm $\frac{1}{16}$ ·18.75 印张·465 千字

0001—5000 册

定价: 26.00 元

凡购本图书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话: (010) 68993821、68326677 - 2527

出版说明

随着计算机技术的飞速发展,计算机在经济与社会发展中的地位日益重要。在高等院校的培养目标中,都将计算机知识与应用能力作为其重要的组成部分。为此,国家教育部根据高等院校非计算机专业的计算机培养目标,提出了“计算机文化基础”、“计算机技术基础”和“计算机应用基础”三个层次教育的课程体系。根据计算机科学发展迅速的学科特点,计算机教育应面向社会,面向潮流,与社会接轨,与时代同行。随着计算机软硬件的不断更新换代,计算机教学内容也必须随之不断更新。

为满足高等院校计算机教材的需求,机械工业出版社聘请了清华大学、北方交通大学、北京邮电大学等院校的老师,经过反复研讨,结合当前计算机发展需要和编者长期从事计算机教学的经验精心编写出“面向 21 世纪高等院校计算机教材”。

本套教材理论教学和实践教学相结合,图文并茂,内容实用、层次分明、讲解清晰、系统全面,其中溶入了老师大量的教学经验,是各类高等院校、高等职业学校及相关院校的最佳教材,也可作为培训班和自学使用。

前 言

随着计算机网络技术的发展,了解和掌握计算机网络技术和理论已不仅仅是计算机及相关专业人员的愿望了,计算机网络技术和基本理论已成为大众文化、全民文化。本书是为了广大用户学习和掌握计算机网络技术和基本理论而编写的一本教材。编写本书的目的是使读者能够比较全面的理解和掌握网络技术的基本知识、基本理论和网络的基本工作原理,比较全面地了解 and 掌握计算机网络方面的有关实用技术。

本书共分8章。本书不仅论述了计算机网络的基本概念、数字通信技术、计算机网络的体系结构、计算机网络的硬件系统和软件系统,还介绍了局域网的基本组成及相关技术,并对通信网、广域网、因特网,以及网络管理与网络安全方面进行了全面、深入的论述。

本书注重内容的正确性、准确性、连贯性和逻辑性。本书非常适合教学使用,教师可根据不同学生的知识面、理解能力来讲课。本书也特别适于读者自学,因为本书注重语言简练,注重描述方式——对语言表达有一定困难的问题或用图表表达更有利于理解的问题,本书尽量采用图表方式介绍。特别是,本书对论述中所涉及到的概念都有介绍,避免了使用概念而不介绍概念的弊病。

本书的编写得到了侯柄辉教授、盛定宇教授、沈林兴教授的帮助。参与了部分工作的还有石新玲、于建芸、杨建华、马燕曹、郝海波、张宏等老师,以及周湛、胡鑫、于红等同志。在编写过程中,编者参考了国内外有关计算机网络的书籍及文献资料。

编 者

目 录

出版说明

前言

第 1 章 计算机网络概述	1
1.1 计算机网络的产生与发展	1
1.1.1 远程联机系统	1
1.1.2 计算机互连网络	3
1.1.3 标准化网络阶段	4
1.1.4 网络互联与高速网络	4
1.2 计算机网络系统	5
1.2.1 计算机网络的概念	5
1.2.2 计算机网络的目标	5
1.2.3 计算机网络的特点	6
1.2.4 计算机网络系统与联机多用户系统	7
1.2.5 计算机网络系统与分布式计算机系统	8
1.3 计算机网络的资源共享	9
1.3.1 硬件资源共享	9
1.3.2 软件资源共享	9
1.3.3 数据资源共享	9
1.3.4 通信信道资源共享	10
1.4 计算机网络的分类	11
第 2 章 数据通信技术	15
2.1 模拟数据与数字数据	15
2.1.1 数据、信息和信号	15
2.1.2 信息处理和数据处理	15
2.1.3 模拟数据和数字数据	16
2.1.4 信息网络与计算机网络	16
2.2 数据通信	17
2.2.1 数据通信的概念	17
2.2.2 模拟通信系统和数字通信系统	19
2.2.3 基带传输与频带传输	20
2.3 数据传输方式	21
2.3.1 并行传输与串行传输	21
2.3.2 同步传输与异步传输	22
2.3.3 单工、半双工和全双工	24

2.3.4	多路复用传输	25
2.3.5	点对点 and 多点线路连接	28
2.4	带宽与数据传输速率	29
2.4.1	数据的代码、编码和码元	29
2.4.2	数据传输速率	30
2.4.3	带宽与数据传输速率	31
2.5	数据编码	31
2.5.1	数字数据的数字信号编码	32
2.5.2	数字数据的模拟信号编码	33
2.5.3	模拟数据的数字信号编码	34
2.6	数据交换技术	35
2.6.1	电路交换	35
2.6.2	报文交换方式	37
2.6.3	报文分组交换	38
2.6.4	数据报与虚电路	38
2.7	高速交换技术	40
2.7.1	帧中继交换	40
2.7.2	交换多比特数据业务(SMDS)	42
2.7.3	ATM 交换	44
2.8	数据传输的路径选择	48
2.8.1	静态路径选择算法	48
2.8.2	动态路径选择算法	49
2.9	差错控制与差错检测方法	52
2.9.1	概述	52
2.9.2	差错控制方法	53
2.9.3	差错检测方法	54
第3章	计算机网络的体系结构与结构	58
3.1	网络系统的结构	58
3.1.1	网络系统的基本结构	58
3.1.2	计算机网络系统的组成结构	59
3.1.3	通信子网与资源子网结构	60
3.1.4	计算机网络的拓扑结构	62
3.1.5	计算机网络的体系结构	65
3.2	标准化网络体系结构	67
3.3	物理层	68
3.3.1	物理层的概念	68
3.3.2	物理层的功能	69
3.3.3	物理层要解决的主要问题	69
3.3.4	物理层的标准	69

3.3.5	物理层的特性	70
3.3.6	几种常用的物理层标准	72
3.4	数据链路层	75
3.4.1	链路和数据链路	75
3.4.2	帧与报文	75
3.4.3	信息数据单元	77
3.4.4	数据链路层的功能	78
3.4.5	同步协议与异步协议	82
3.4.6	HDLC 协议	82
3.4.7	BSC 协议	85
3.5	网络层	85
3.5.1	网络层概述	85
3.5.2	网络层所提供的服务	86
3.5.3	路径选择	86
3.5.4	流量控制与死锁	87
3.5.5	流量控制的实现	88
3.5.6	网络层协议	89
3.6	运输层	90
3.6.1	运输层的概念	90
3.6.2	运输层协议的分类	91
3.6.3	运输层服务	92
3.6.4	传输控制协议	93
3.7	高层	93
3.7.1	会话层	93
3.7.2	表示层	95
3.7.3	应用层	97
第 4 章	计算机网络的硬件系统和软件系统	99
4.1	通信媒体	99
4.1.1	有线通信媒体	99
4.1.2	无线通信媒体	103
4.2	工作站与服务器	104
4.2.1	网络服务器	104
4.2.2	几种主要服务器介绍	105
4.2.3	网络工作站	107
4.3	网卡	107
4.3.1	网络接口卡的概念	107
4.3.2	网络接口卡的基本功能	107
4.3.3	网卡的分类	108
4.3.4	几种主要总线接口网卡	108

4.4	传输与交换设备	109
4.4.1	多路复用器和集中器	109
4.4.2	调制解调器	111
4.4.3	交换器与交换机	113
4.5	通信控制设备	116
4.5.1	通信控制设备的基本功能	116
4.5.2	典型和常用的通信控制设备	117
4.6	网络互联设备	119
4.6.1	中继器	119
4.6.2	集线器	120
4.6.3	网桥	123
4.6.4	路由器	125
4.6.5	网关	127
4.7	网络软件系统	128
4.7.1	协议软件	128
4.7.2	通信软件	129
4.7.3	管理软件	130
4.7.4	网络操作系统	130
4.7.5	设备驱动程序	130
4.7.6	工具软件	130
4.7.7	网络应用软件	130
4.8	局域网网络操作系统	130
4.8.1	网络操作系统的概念	131
4.8.2	网络操作系统的功能和特点	132
4.8.3	网络操作系统的基本组成	133
4.8.4	NetWare 网络操作系统	133
4.8.5	Windows NT 网络操作系统	136
4.8.6	UNIX 网络操作系统	138
第 5 章	局域网	141
5.1	局域网概述	141
5.1.1	局域网与计算机局域网	141
5.1.2	局域网硬件的基本组成	141
5.1.3	局域网软件的基本组成	142
5.1.4	局域网类型	143
5.1.5	局域网技术要求	145
5.2	媒体访问控制方法与局域网标准	146
5.2.1	媒体访问控制方法	146
5.2.2	局域网标准 IEEE 802	147
5.2.3	IEEE 802 标准与局域网网络	148

5.3	共享媒体局域网、交换局域网和虚拟局域网	151
5.3.1	共享媒体局域网络	151
5.3.2	交换局域网	152
5.3.3	虚拟网络	153
5.4	以太网介绍	154
5.4.1	以太网 10Base-5	154
5.4.2	以太网 10Base-2	155
5.4.3	以太网 10Base-T	155
5.4.4	光缆以太网 10Base-F	157
5.4.5	100Base-T 快速以太网	157
5.4.6	交换以太网	158
5.4.7	千兆以太网	160
5.5	无线局域网	163
5.6	客户机/服务器技术	165
5.6.1	专用服务器结构	165
5.6.2	客户机/服务器结构 (Client/Server)	165
5.7	局域网的容错技术	167
5.8	光纤分布数据接口 FDDI	169
5.9	智能大厦与结构化布线	173
5.9.1	智能大厦的概念	173
5.9.2	智能大厦的基本组成	175
5.9.3	结构化布线	175
第 6 章	通信网与广域网	178
6.1	通信网与计算机广域通信网概述	178
6.2	电话通信网	178
6.2.1	电话通信网的基本组成	178
6.2.2	市话通信网的分类和基本结构	179
6.3	移动通信网	183
6.3.1	移动通信网概述	183
6.3.2	公共移动通信网	185
6.3.3	数字蜂窝网	186
6.4	卫星通信网	193
6.4.1	概述	193
6.4.2	卫星通信网的类型	194
6.4.3	GEO 移动通信系统介绍	195
6.4.4	MEO、LEO 移动通信系统介绍	198
6.4.5	VAST 概念	200
6.5	广域网概述	201
6.5.1	广域网的类型	201

6.5.2	局域网与广域网的关系	201
6.5.3	局域网与广域网的比较	202
6.6	电话拨号网与 X.25 网	204
6.6.1	电话拨号网	204
6.6.2	X.25 网	205
6.7	ISDN 与 B-ISDN 网	206
6.7.1	ISDN 网	206
6.7.2	B-ISDN 网	211
6.8	帧中继网与 ATM 网	212
6.8.1	帧中继网概述	212
6.8.2	帧中继网的应用	213
6.8.3	ATM 网	214
6.9	DDN 网	217
第 7 章	因特网	221
7.1	国家基础设施 NII 概述	221
7.2	因特网(Internet)概述	222
7.2.1	因特网的形成与发展	222
7.2.2	因特网的概念	223
7.2.3	因特网的特点	223
7.2.4	因特网对人类的影响	223
7.2.5	因特网的基本结构	224
7.2.6	因特网关键技术	225
7.2.7	因特网管理机构	226
7.3	因特网的需要解决的关键问题	226
7.3.1	物理连接	226
7.3.2	通信协议	226
7.3.3	计算机的主机号与域名	226
7.3.4	数据安全与防病毒	227
7.4	因特网协议 - TCP/IP 协议簇	227
7.4.1	TCP/IP 的产生与发展	227
7.4.2	TCP/IP 的体系结构	228
7.4.3	TCP/IP 的应用	231
7.5	地址和域名	231
7.5.1	IP 地址原理	231
7.5.2	域名	231
7.5.3	域名解析	233
7.6	因特网的连接	235
7.7	因特网的基本功能	237
7.8	Chinanet	244

7.8.1	Chinanet 的构成	244
7.8.2	Chinanet 的基础设施	245
7.8.3	Chinanet 服务	247
7.9	Intranet	247
7.9.1	Intranet 概述	248
7.9.2	Extranet	250
7.10	电子数据交换技术与电子商务系统	250
7.10.1	电子数据交换 EDI 技术	250
7.10.2	电子商务系统	251
7.11	网络多媒体应用	252
7.11.1	可视图文	252
7.11.2	电视会议系统	253
7.11.3	网络电话与 WAP 手机	253
7.11.4	交互式电视	254
7.11.5	电脑、电视、电话的三合一	254
第 8 章	网络管理与网络安全	256
8.1	网络管理的概述	256
8.1.1	网络管理的概念	256
8.1.2	网络管理的基本内容	256
8.1.3	网络管理系统的基本模型	257
8.2	OSI 网络管理标准	258
8.2.1	故障管理	258
8.2.2	配置管理	258
8.2.3	性能管理	258
8.2.4	安全管理	259
8.2.5	记账管理	259
8.3	简单网络管理协议 SNMP	259
8.3.1	SNMP 的概念	259
8.3.2	SNMP 的基本组成	260
8.4	计算机网络安全概述	261
8.4.1	计算机网络安全的有关概念	261
8.4.2	网络不安全因素的产生	262
8.4.3	保护网络系统的基本要素	263
8.4.4	网络安全策略	264
8.4.5	网络系统安全保护功能	266
8.5	防火墙技术	266
8.5.1	防火墙的概念	267
8.5.2	防火墙的功能	267
8.5.3	防火墙的作用	267

8.5.4	防火墙的关键技术	268
8.5.5	防火墙的体系结构	272
8.5.6	防火墙的设计	275
8.6	安全风险	281
8.6.1	安全风险的特点	281
8.6.2	风险名称注释	282
8.6.3	风险管理的基本内容	283
8.7	保密技术	283
8.7.1	代换密码法	284
8.7.2	转换密码法	285
8.7.3	DES 加密标准	286
8.8	加密方式	286
8.8.1	通信加密	286
8.8.2	访问保护	288

第 1 章 计算机网络概述

计算机网络是计算机技术和通信技术相紧密结合的产物，它涉及到通信与计算机两个领域。它的诞生使计算机体系结构发生了巨大变化，在当今社会经济中起着非常重要的作用，并对人类社会的进步作出了巨大贡献。现在，计算机网络已经成为人们社会生活中不可缺少的一个重要基本组成部分，计算机网络应用已经遍布于各个领域。从某种意义上讲，计算机网络的发展水平不仅反映了一个国家的计算机科学和通信技术的水平，而且已经成为衡量其国力及现代化程度的重要标志之一。

1.1 计算机网络的产生与发展

计算机网络的发展过程是从简单到复杂、从单机到多机、由终端与计算机之间的通信演变到计算机与计算机之间的直接通信的过程。其发展经历了四个阶段：远程联机系统阶段、互联网络阶段、标准化网络阶段、网络互联与高速网络阶段。

1.1.1 远程联机系统

第一阶段的计算机网络系统实质上就是联机多用户系统，是面向终端的计算机通信。其基本结构是由一台中央主计算机连接大量的、在地理位置上处于分散的终端构成的系统，系统中除主计算机具有独立的处理数据的功能外，系统中所连接的终端均无独立处理数据的功能。远程联机系统基本模型如图 1-1 所示。

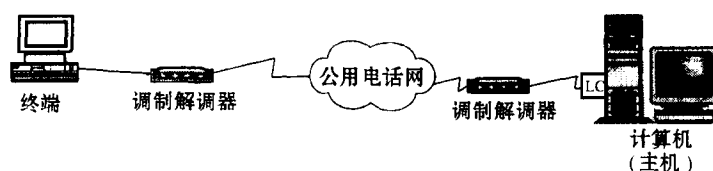


图 1-1 远程联机系统基本模型

如图 1-1 的所示的调制解调器 (Modem) 是实现两种信号转换的设备。其作用就是，在通信前，先把从计算机或远程终端发出的数字信号转换成可以在电话线上传送的模拟信号；通信后再将被转换的信号进行复原。这是因为计算机和远程终端发出的信号都是数字信号，而公用电话系统的传输系统只能传输模拟信号。公用电话系统的传输系统是当时中心计算机与远程终端通信的唯一载体。

线路控制器 (LC, Line Controller) 是计算机和远程终端相连时的接口设备。其作用是进行串行和并行传输的转换，以及进行简单的传输差错控制的设备。这是由于计算机内的数据传输是并行传输，而通信线路上的数据传输是串行传输。

为提高通信线路利用率、提高主机效率、减轻主机负担，远程联机系统阶段的系统结构不断地被改变。

1. 多重线路控制器结构

随着联机系统内远程终端的数量增加，系统中主计算机内要使用多个线路控制器，占用大量的主机接口。为了避免这种情况的发生，研制生产出了多重线路控制器（Multiline Controller）。实现了一个线路控制器可以和多个远程终端进行连接。多重线路控制器模式的联机系统如图 1-2 所示。

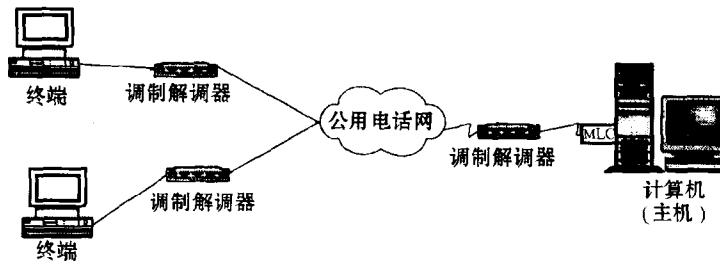


图 1-2 利用多重线路控制器计算机与远程终端相连接的逻辑结构图

2. 前端处理机结构

在计算机通过线路控制器与远程终端直接相连的系统中，主计算机既要进行数据处理，又要承担各终端间的通信，因而主计算机负荷加重，实际工作效率下降；而且分散的终端都要单独占用一条通信线路，通信线路利用率低、费用高，为此人们就在系统的主计算机前增设一个前端处理机 FEP（Front End Processor）或通信控制器 CCU（Communication Control Unit），这些设备用来专门负责通信工作，从而实现了数据处理与通信控制的分工，更好地发挥了中心计算机的数据处理能力，如图 1-3 所示。

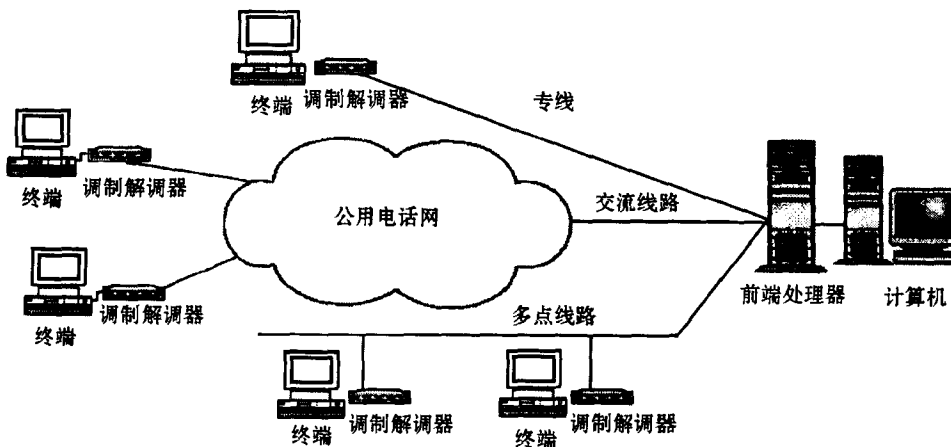


图 1-3 利用前端处理机计算机与远程终端相连的逻辑结构图

3. 集中器结构

为了进一步节省通信费用，提高通信效率，在终端比较集中的地方设置集中器 C (Concentrator) 或多路复用器把终端发来的信息收集起来，并把用户的作业信息存入集中器或多路复用器中，然后再用高速线路将数据信息传给前端处理机，最后提交给主机。当主机把信息发给用户时，信息经前端处理机、集中器最后分发给用户，从而进一步提高了通信效率。如图 1-4 所示。

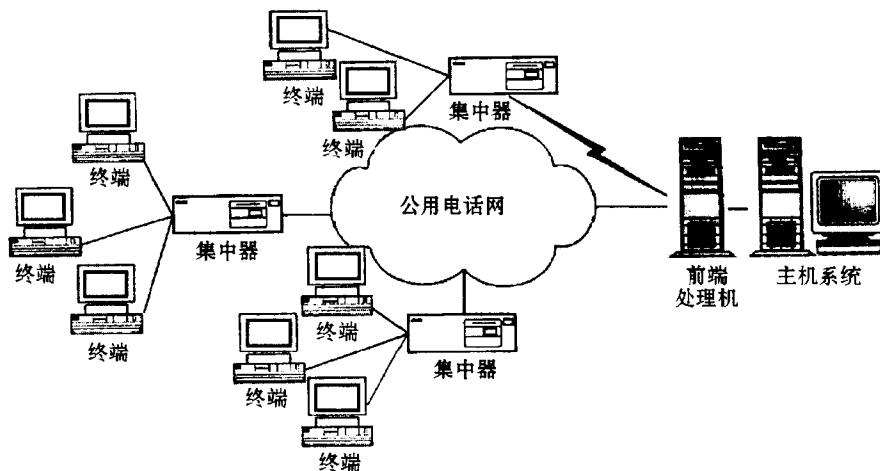


图 1-4 利用集中器实现多路复用

1.1.2 计算机互联网络

20 世纪 60 年代中期，英国国家物理实验室 NPL 的戴维斯 (Davies) 提出了分组 (Packer) 的概念，1969 年美国的分组交换网 ARPA 网投入运行，使计算机网络的通信方式由终端与计算机之间的通信，发展到计算机与计算机之间的直接通信。从此，计算机网络的发展就进入了一个崭新时代。

早期的系统中只有一个计算机处理中心，各终端通过通信线路共享主计算机的硬件和软件资源。计算机与计算机通信的计算机网络系统，呈现出的是多个计算机处理中心的特点，各计算机通过通信线路连接，相互交换数据、传送软件，实现了网络中连接的计算机之间的资源共享。以多计算机为中心的网络的逻辑结构图如图 1-5 所示。

图 1-5 中相连起来的计算机之间，根据需要能够实现它们之间的资源共享。例如，计算机 A 处理数据时需要使用的软件在计算机 B 中有，则计算机 A 在处理数据时，首先利用系统资源共享的特点，将所需要的在计算机 B 中的软件传到计算机 A 中，然后处理数据。从而实现了计算机 A 共享了计算机 B 的软件资源。同样，计算机 A 还可以将软件和待处理的数据传给其他计算机，“借用”其他计算机的硬件工作，当其他的计算机替计算机 A 处理完数据后，再将处理结果传给计算机 A。这就实现了计算机 A 共享其他计算机的硬件资源。

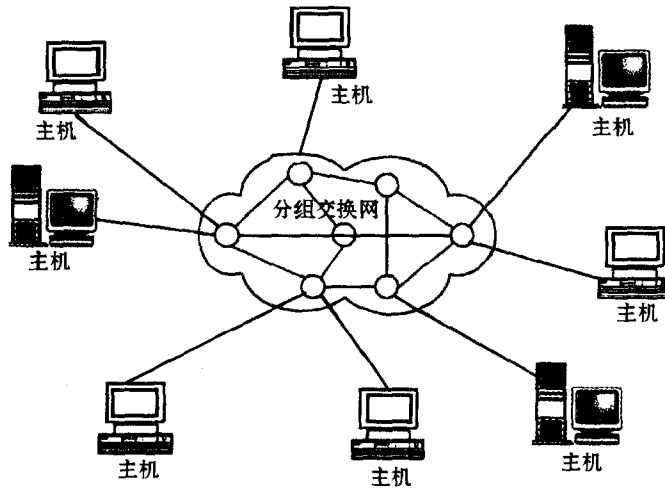


图 1-5 以多计算机为中心的网络逻辑结构图

1.1.3 标准化网络阶段

计算机网络系统是非常复杂的系统，计算机之间相互通信涉及到许多复杂的技术问题，为实现计算机网络通信，实现网络资源共享，计算机网络采用的是对解决复杂问题的十分有效的分层解决问题的方法。1974 年，美国 IBM 公司公布了它研制的系统网络体系结构 SNA (System Network Architecture)。不久，各种不同的分层网络系统体系结构相继出现。

对各种体系结构来说，同一体系结构的网络产品互连是非常容易实现的，而不同系统体系结构的产品却很难实现互连。但社会的发展迫切要求不同体系结构的产品都能够很容易地得到互连，人们迫切希望建立一系列的国际标准，渴望得到一个“开放”系统。为此，国际标准化组织 ISO (International Standards Organization) 于 1977 年成立了专门的机构来研究该问题，在 1984 年正式颁布了“开放系统互连基本参考模型”(Open System Interconnection Basic Reference Model) 的国际标准 OSI，这就产生了第三代计算机网络。

1.1.4 网络互连与高速网络

进入 20 世纪 90 年代，计算机技术、通信技术以及建立在互连计算机网络技术基础上的计算机网络技术得到了迅猛的发展。特别是 1993 年美国宣布建立国家信息基础设施 NII (National Information Infrastructure) 后，全世界许多国家纷纷制订和建立本国的 NII，从而极大的推动了计算机网络技术的发展。使计算机网络进入了一个崭新的阶段，这就是计算机网络互连与高速网络阶段。目前，全球以 Internet 为核心的高速计算机互连网络已经形成，Internet 已经成为人类最重要的、最大的知识宝库。网络互连和高速计算机网络就成为第四代计算机网络。网络互连与高速网络的基本模型如图 1-6 所示。