

◆ 高等院校计算机专业应用型规划教材 ◆

计算机网络系列

组网工程 技术

- 根据最新的组网技术编写
- 系统地介绍了组建大型网络的实用技术
- 注重组网工程中实用技能的培养，

生组网工程的能力为目标
易于学生理解和掌握



系列教材主编 陈明



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



高等院校计算机专业应用型规划教材

组网工程与技术

魏楚元 张蕾 谭海 编著



机械工业出版社

本书以局域网技术为基础,以组网工程为主线,以增强网络工程实践能力为出发点,比较全面地介绍了局域网技术与组网工程的主要内容,具体包括计算机网络基础理论、传输介质与网络互连设备、网络设备配置与管理、服务器与存储系统组网、网络服务配置、无线局域网组网技术、组建安全的网络、网络规划设计与组网工程。本书案例融合了当前最新的IT技术和实际网络工程中的主流技术,图文并茂,可操作性强。通过学习本书既可以掌握基本的组网技术,又可以扩展视野。

本书可以作为普通本科高等院校、高等职业技术学院、高等专科学校、民办高校的教材,也可以作为组网工程、网络管理与维护人员的培训教材或自学参考书,还可以作为广大网络管理人员、计算机网络爱好者的自学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

组网工程与技术/魏楚元等编著. —北京:机械工业出版社,2011.11
高等院校计算机专业应用型规划教材
ISBN 978-7-111-35898-5

I. ①组… II. ①魏… III. ①局部网络-高等学校-教材 IV. ①TP393.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第257074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:唐德凯

责任印制:杨曦

保定市中国画美凯印刷有限公司印刷

2012年1月第1版·第1次印刷

184mm×260mm·19.25印张·474千字

0001-3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-35898-5

定价:38.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

高等院校计算机专业应用型规划教材

编委会成员名单

主 任 陈 明

委 员（以姓氏拼音为序）

曹永存	李猛坤	李 海	李 环
刘振华	刘贵龙	鹿 旸	郝 莹
孙践知	王锁柱	王智广	王振武
谢 俊	徐孝凯	姚 琳	袁 薇
张晓明	张建林		

从 书 序

随着计算机科学与技术的飞速发展，现代计算机系统的功能越来越强大、应用也越来越广泛，计算机科学对人类社会的发展做出了卓越的贡献。社会的需求与应用是推动计算机学科发展的源动力，一直受到社会的大力关注。

计算机学科的发展呈现出学科内涵宽泛化、分支相对独立化、社会需求多样化、专业规模巨大化和计算教育大众化等特点，一方面使得计算机企业成为朝阳企业，软件公司、网络公司等 IT 企业的数量和规模越来越大；另一方面对计算机人才的需求规格也发生了巨大的变化。在大学中单一的计算机精英型教育培养的人才已不能满足实际需要，社会需要大量的具有职业特征的计算机应用型人才。

计算机应用型教育的培养目标可以利用知识、能力和素质三个基本要素来描述。知识是基础、载体和表现形式，从根本上影响着能力和素质。学习知识的目的是为了获得能力和不断地提升能力。能力和素质的培养必须通过具体的知识传授来实现，能力和素质也必须通过知识来表现。能力是核心，是人才特征的最突出的表现。计算机学科人才应具备计算思维能力、算法设计与分析能力、程序设计能力和系统能力（系统的认知、设计、开发和应用）。计算机应用型人才的能力主要包括应用能力和通用能力。其中，应用能力主要是指用所学知识解决专业实际问题的能力；通用能力表现为跨职业能力，并不是具体的专业能力和职业技能，而是对不同职业的适应能力。计算机应用型本科人才所应具备的三种通用能力是学习能力、工作能力、创新能力。基本素质是指具有良好的公民道德和职业道德，具有合格的政治思想素养，遵守计算机相关法规和法律，具有人文、科学素养和良好的职业素质等。计算机应用型人才素质主要是指工作的基本素质，且要求在从业中必须具备责任意识，能够对自己职责范围内的工作认真负责地完成。

计算机应用型教育课程类型分为通用课程、基础课程、专业核心课程、专业选修课程、应用课程、实验课程、实践课程。课程是载体，是实现培养目标的重要手段。教育理念的实现必须借助于课程来完成。教育类型和教育层次的划分实质上是课程内容和课程性质的划分。因此，计算机应用型教育培养目标的实现关键在于课程体系的构建，即课程内容和课程性质的确定。本系列规划教材的特点是重点突出、理论够用、注重应用、内容先进实用。

计算机应用型人才培养的研究方兴未艾。本系列教材如有不足之处，敬请各位专家、老师和广大同学赐教，为推动计算机应用型人才的培养做出贡献。

陈明

2011. 7. 10

前 言

当今社会是一个数字化、网络化、信息化的社会，Internet/Intranet（因特网/企业内部网）在世界范围迅速普及，以 Web2.0 为主流的网络应用越来越丰富，人们对计算机网络的依赖程度越来越高，导致网络基础设施的建设变得更加重要。2009 年以来，“智慧地球”、“感知中国”等概念异常火热，一大批关于网络建设的需求推动着计算机网络的迅速发展，推动着业界对掌握了网络技术专门人才的旺盛需求。从信息化社会建设的目标、国家十二五期间对信息化建设的重视和产业投入的加大，都急需大量掌握计算机网络基础知识和应用技术的专门人才。

计算机网络系列课程一直是计算机专业、网络工程专业、电子信息类专业学生的必修课程，主要有“计算机网络基础”、“网络工程”、“网络管理”、“组网技术与工程”等系列课程。本书从基础网络理论入手，以组建一个大型计算机网络为目标，从掌握基础网络理论开始，全面介绍网络传输介质、网络互连设备的基本原理、网络设备配置与管理技术、服务器与存储系统、常用的网络服务 WWW、FTP 等配置、无线局域网组建技术、构建安全网络的技术，最后以如何规划和设计一个网络全面介绍了组网工程技术。书中大量融入了业界最新的网络设备技术、服务器技术、存储技术、无线网络技术，并且介绍了最新的产品，以便读者学习到最新的技术，拓展专业视野。在提高动手实践能力方面，本书结合当前主流的网络设备配置技术，以大量实用配置技术作为案例，从网络工程、网络管理、网络安全等多方面，以可操作的方式编写了相关实验内容。本书的一个突出特点就是十分注重培养学生的网络综合实践能力。

本书层次清楚，概念准确，深入浅出，通俗易懂，坚持实用技术和工程实践相结合的原则，理论联系实际。书中设置了大量的实践教学案例，目的是激发学生学习本课程的积极性，有针对性地培养学生的实践动手能力，使学生在全面掌握网络组建基本技能的同时加深对网络基本原理的理解。

本书由魏楚元主编，参加编写的有张蕾、谭海。其中，第 2、3、4、7 章由魏楚元编写，第 1、6 章由张蕾编写，第 5、8 章由谭海编写。全书由魏楚元、张蕾统稿。

在本书的编写过程中，作者参考了大量相关技术资料，吸收了许多同仁的研究成果和经验，在此表示感谢！

限于作者的水平，本书在结构组织、技术阐述、文字表述等诸多方面难免有欠缺和不当之处，敬请读者不吝指正。

编 者

目 录

丛书序

前言

第 1 章 计算机网络基础理论	1
1.1 计算机网络的基本概念	1
1.1.1 计算机网络的定义	1
1.1.2 计算机网络的形成与发展	3
1.1.3 计算机网络的分类	5
1.1.4 计算机网络体系结构	8
1.2 局域网基础	10
1.2.1 局域网的定义及功能	11
1.2.2 局域网的组成	11
1.2.3 局域网的分类	14
1.2.4 IEEE 802 参考模型	19
1.2.5 IEEE 802 标准简介	20
1.2.6 局域网介质访问控制方式	21
1.2.7 局域网常用的网络拓扑结构	24
1.2.8 局域网通信协议	25
1.3 网络操作系统	26
1.3.1 网络操作系统概述	26
1.3.2 常用的网络操作系统	29
1.3.3 客户端/服务器网络操作系统	33
本章小结	33
习题	33
第 2 章 传输介质与网络互连设备	35
2.1 传输介质	35
2.1.1 传输介质的分类	35
2.1.2 双绞线	35
2.1.3 同轴电缆	38
2.1.4 光缆	38
2.1.5 光缆与光纤连接器	40
2.2 无线传输介质	42
2.2.1 无线电短波通信	42
2.2.2 微波通信	42

2.2.3	红外线传输	43
2.2.4	蓝牙	43
2.3	网络互连设备	44
2.3.1	网络适配器	44
2.3.2	中继器	46
2.3.3	网桥	47
2.3.4	集线器	47
2.3.5	网关	48
2.4	交换机	49
2.4.1	交换机的基本概念	49
2.4.2	交换机的工作原理	50
2.4.3	以太网交换机的基本功能	51
2.4.4	以太网交换机的分类	51
2.4.5	交换机的主要性能指标	52
2.5	路由器	53
2.5.1	路由器的基本概念	53
2.5.2	路由器的工作原理	54
2.5.3	路由器的基本功能	55
2.5.4	路由器的分类	55
2.5.5	路由器的主要性能指标	56
2.6	主流网络互连设备的认知	56
2.6.1	交换机简介	57
2.6.2	路由器简介	59
	本章小结	61
	习题	61
第3章	网络设备配置与管理	62
3.1	网络设备配置基础	62
3.1.1	IOS 简介	62
3.1.2	设备端口	62
3.1.3	管理方式	64
3.1.4	CLI 模式	66
3.1.5	常用的 IOS 基本命令	66
3.2	路由器配置技术	67
3.2.1	常用的路由器基本配置命令	67
3.2.2	IP 与路由的基本概念	71
3.2.3	直连路由配置实验	76
3.2.4	静态路由配置实验	77
3.2.5	RIP 路由协议配置实验	80
3.2.6	OSPF 路由协议配置实验	82

3.3 交换机配置技术	85
3.3.1 常用的交换机基本配置命令	85
3.3.2 VLAN 技术	89
3.3.3 Trunking 技术	91
3.3.4 VTP	93
3.3.5 VLAN 配置实验	95
3.4 生成树协议	96
3.4.1 生成树协议的基本原理	96
3.4.2 生成树协议的基本功能	97
3.4.3 生成树协议的运行过程	98
3.4.4 STP 的配置	98
3.5 三层交换技术	99
3.5.1 三层交换的基本概念	99
3.5.2 三层交换机实现 VLAN 间路由	100
本章小结	103
习题	103
第4章 服务器与存储系统组网	105
4.1 服务器概述	105
4.2 服务器硬件基础	106
4.2.1 服务器的 CPU	106
4.2.2 服务器的关键部件	108
4.2.3 服务器主要性能指标	111
4.3 服务器分类	112
4.3.1 按服务器的外形结构分类	112
4.3.2 按应用层次分类	114
4.3.3 按服务器的处理器类型分类	116
4.3.4 按服务器的用途分类	117
4.4 服务器系统的主要技术	119
4.4.1 服务器的基本技术	119
4.4.2 服务器的群集与容错技术	120
4.4.3 服务器的负载均衡技术	123
4.4.4 服务器虚拟化技术	124
4.5 网络存储系统	126
4.5.1 网络存储的基本概念	126
4.5.2 存储系统相关协议	127
4.5.3 存储技术的分类	128
本章小结	130
习题	130

第5章 网络服务配置	131
5.1 Windows Server 2003 简介	131
5.1.1 Windows Server 2003 的特点	131
5.1.2 Windows Server 2003 新版本	132
5.2 DHCP 服务器	137
5.2.1 DHCP 服务的基本概念	137
5.2.2 DHCP 服务器的安装	137
5.2.3 DHCP 服务器的配置	139
5.2.4 DHCP 服务器的应用实例	145
5.3 DNS 服务器	146
5.3.1 DNS 服务的基本概念	146
5.3.2 DNS 服务器的安装	147
5.3.3 DNS 服务器的配置	148
5.3.4 DNS 服务器的应用实例	150
5.4 Web 服务器	154
5.4.1 Web 服务的基本概念	154
5.4.2 Web 网站发布	154
5.4.3 Web 服务器的配置	156
5.4.4 Web 服务器的管理	159
5.5 FTP 服务器	164
5.5.1 FTP 服务的基本概念	164
5.5.2 FTP 服务器的配置	164
5.5.3 FTP 服务器的管理	165
5.6 活动目录域服务	168
5.6.1 活动目录域服务的基本概念	168
5.6.2 活动目录域的安装与配置	169
5.6.3 活动目录域的管理	174
本章小结	181
习题	181
第6章 无线局域网组网技术	183
6.1 无线局域网概述	183
6.2 IEEE 802.11 技术标准	185
6.2.1 IEEE 802.11 物理层	187
6.2.2 IEEE 802.11 MAC 层	187
6.2.3 IEEE 802.11 帧结构	188
6.2.4 IEEE 802.11a/b/g	189
6.2.5 IEEE 802.11n	189
6.3 蓝牙技术	190
6.3.1 蓝牙体系结构	191

6.3.2	蓝牙通信过程	193
6.3.3	基于蓝牙的数码产品	195
6.4	Zigbee	197
6.4.1	Zigbee 技术特点	197
6.4.2	Zigbee 协议栈与网络配置	198
6.5	无线局域网设备	202
6.5.1	无线网卡	202
6.5.2	无线 AP	202
6.5.3	无线网桥	203
6.5.4	无线天线	203
6.6	无线局域网组网模式	203
6.6.1	点对点无线桥接模式	203
6.6.2	点对多点无线桥接模式	205
6.6.3	中继连接	205
6.6.4	蓝牙组网模式	206
6.7	无线局域网组网实例	207
6.7.1	家庭/办公室无线共享 ADSL 上网	210
6.7.2	无线校园网	211
	本章小结	212
	习题	212
第7章	组建安全的网络	213
7.1	网络安全概述	213
7.1.1	网络存在的安全问题	213
7.1.2	网络面临不安全的因素	213
7.1.3	网络安全风险	215
7.1.4	网络安全的定义及特征	216
7.2	网络安全策略及防护体系	217
7.2.1	网络安全策略	217
7.2.2	网络安全防护体系	220
7.3	构建安全的网络	221
7.3.1	对网络安全问题的认识	221
7.3.2	网络安全体系	221
7.3.3	构建安全网络的基本技术	222
7.4	防火墙	224
7.4.1	防火墙的基本概念	224
7.4.2	防火墙的基本功能	225
7.4.3	防火墙的实现技术	226
7.4.4	防火墙的分类	227
7.4.5	防火墙的应用与发展趋势	228

7.4.6	防火墙的不足之处	229
7.5	入侵检测系统	229
7.5.1	入侵与入侵检测系统的基本概念	229
7.5.2	入侵检测系统的基本功能	230
7.5.3	入侵检测系统的基本原理	230
7.5.4	入侵检测系统的分类	232
7.5.5	入侵检测系统的部署	234
7.6	入侵防御系统	234
7.6.1	入侵防御系统的产生	234
7.6.2	入侵防御系统的基本概念	235
7.6.3	入侵防御系统的基本特征	236
7.6.4	入侵防御系统的组网案例	236
7.7	VPN 安全联网技术	239
7.7.1	VPN 的基本概念	239
7.7.2	VPN 的工作原理	240
7.7.3	VPN 的关键技术和主要协议	240
7.7.4	VPN 常见的 3 种组网类型	243
7.7.5	VPN 解决方案	244
7.8	网络设备安全策略配置	247
7.8.1	网络设备安全配置的重要性	247
7.8.2	交换机安全配置	247
7.8.3	路由器安全配置	249
	本章小结	251
	习题	251
第 8 章	网络规划设计与组网工程	252
8.1	需求分析与建设目标	252
8.1.1	局域网需求分析	252
8.1.2	局域网建设目标	254
8.2	局域网设计与系统集成	256
8.2.1	局域网设计的基本原则	256
8.2.2	局域网建设步骤	257
8.2.3	系统集成工程	258
8.3	组网整体方案设计	259
8.3.1	网络规划设计	259
8.3.2	综合布线方案	260
8.3.3	网络拓扑结构设计	267
8.3.4	网络核心机房设计	269
8.3.5	数据中心设计	271
8.4	IP 地址规划	274

8.4.1 全网 IP 地址规划	274
8.4.2 VLAN 划分	275
8.5 网络设备选型及配置	277
8.5.1 主流网络设备选型	277
8.5.2 核心交换机配置	278
8.5.3 汇聚及接入交换机配置	279
8.6 局域网接入 Internet 方案设计	279
8.6.1 局域网出口设计	280
8.6.2 出口设备及其配置	280
8.7 网络测试与验收	286
8.7.1 网络测试指标	286
8.7.2 局域网系统性能测试	287
8.7.3 局域网测试案例	290
8.7.4 局域网组网工程的测评验收	292
本章小结	293
习题	293
参考文献	294

第 1 章 计算机网络基础理论

→本章学习要点

- 📖 掌握计算机网络的定义
- 📖 了解计算机网络的形成与发展过程
- 📖 掌握计算机网络的分类
- 📖 了解典型的计算机网络
- 📖 了解局域网拓扑结构的类型与特点
- 📖 了解 IEEE 802 参考模型与协议的基本概念

1.1 计算机网络的基本概念

随着人类进入信息社会及“全球信息高速公路”的蓬勃发展，计算机网络已经成为 21 世纪推动社会发展的核心动力之一。计算机网络是计算机技术与通信技术高度发展、紧密结合的产物，网络技术的进步正在对当前信息产业的发展产生重要的影响。如今，计算机网络已经深入到社会生活的各个领域，给人们的生活、工作、学习和交流方式带来深刻变革。

1.1.1 计算机网络的定义

在计算机网络发展过程的不同阶段中，人们对计算机网络提出了不同的定义，它反映了当时网络技术发展的水平，以及人们对网络的认识程度。计算机和通信的结合对于计算机系统的组织方式产生了深远的影响。把一台大型的计算机放在一个单独的房间里，然后用户带着他们的处理任务去房间里上机，这种“计算机中心”的概念现在已经完全过时了。由一台计算机来处理整个组织中所有的计算需求，这种老的模式已经被新的模式所取代，在新的模式下，由大量独立的、但相互连接起来的计算机共同完成计算任务。这些系统被称为计算机网络（Computer Networks）。

计算机网络是利用通信设备和通信线路将地理位置分散、功能独立的多台计算机和由计算机控制的外部设备连接起来，在网络操作系统的控制下，按照约定的通信协议进行信息交换，实现资源共享的系统，如图 1-1 所示。

计算机网络的功能主要有以下几个方面。

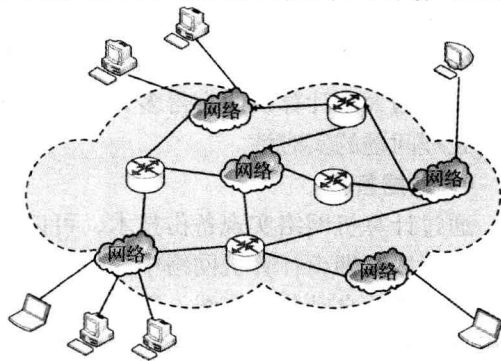


图 1-1 计算机网络示意图

1. 信息交换

信息交换是计算机网络最基本的功能，主要完成网络中各个节点之间的通信。计算机网络为人们提供了快捷地与他人进行信息交换的方式。人们可以在网上收发电子邮件，发布新闻消息，进行电话会议、电子商务、网上求职、娱乐聊天等活动。

2. 资源共享

共享的资源主要是指计算机硬件资源、软件资源和数据资源。通过资源共享，可使网络中各单位资源互通，有助于分工协作，从而大大提高系统资源的利用率。

(1) 硬件资源共享

在网络范围内能够共享的硬件资源有高速运算器、大容量磁盘、打印机、绘图仪、高性能计算机等。如图 1-2 所示，局域网中的共享打印机就属于硬件共享。通过硬件资源的共享，可以提高设备的利用率，避免重复投资。

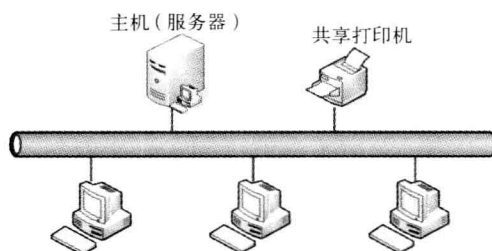


图 1-2 网络打印机共享示意图

(2) 软件资源共享

网络中的某些机器，特别是一些大型机上装有各种功能完善的软件资源，如大型有限元结构分析程序、专用的绘图程序等。用户可以通过网络登录到远程计算机上去使用这些软件，也可以从网络上下载某些程序在本地机上使用，以实现软件资源的共享。

(3) 数据资源共享

网络上的数据库和各种文件中存储有大量的数据资源，内容涉及科学、技术、商业、教育、医学、气象等各个方面。通过计算机网络，这些资源可以被世界各地的人们查询并加以利用。

3. 分布式处理

分布式处理系统将不同地点的或具有不同功能的多台计算机用通信网络连接起来，在控制系统的统一管理控制下，协调地完成信息处理任务。这种协同工作、并行处理要比单独购置高性能的大型计算机便宜得多，而且可以充分利用网络资源，均衡各计算机的负载，从而提高处理问题的实时性。

4. 数据备份

通过计算机网络实现备份技术，可以提高计算机系统的可靠性。当某一计算机出现故障时，可以立即由计算机网络中的另一台计算机来代替其完成所承担的任务。例如，空中交通管理、工业自动化生产线、军事防御系统、电力供应系统等都可以通过计算机网络设置，以保证实时性管理和不间断运行系统的安全性和可靠性。

1.1.2 计算机网络的形成与发展

计算机网络的产生和演变过程经历了从简单到复杂、从低级到高级、从单机系统到多机系统的发展过程。

1. 计算机网络的形成

任何一种新技术的出现都必须具备两个条件：强烈的社会需求与先期技术的成熟。计算机网络技术的形成与发展也证实了这条规律。1946 年，世界上第一台电子数字计算机 ENIAC 在美国诞生时，计算机技术与通信技术并没有直接的联系。20 世纪 50 年代初，由于美国军方的需要，美国半自动地面防空系统进行了计算机与通信技术相结合的尝试，将远程雷达与其他测量设施得到的信息通过长达 $2.41 \times 10^6 \text{ km}$ 的通信线路与一台 IBM 计算机连接，进行了集中的防空信息处理与控制。

为了达到这个目的，首先要完成数据通信技术的基础研究。在这项研究的基础上，可以将地理位置分散的多个终端通过通信线路连接到一台中心计算机上。用户可以在自己办公室的终端输入程序，通过通信线路传送到中心计算机，分时访问和使用其资源并进行信息处理，处理结果再通过通信线路返回用户终端显示或打印。人们把这种以单台计算机为中心的联机系统称为面向终端的远程联机系统，它是一种典型的计算机通信网络。

随着计算机应用的发展，出现了多台计算机互连的需求。这种需求主要来自军事、科研、企业与政府部门，他们希望将分布在不同地点的计算机通过通信线路互连成计算机网络。这个阶段研究的典型代表是美国国防部高级研究计划局（Advanced Research Projects Agency, ARPA）的 ARPANET（通常称为 ARPA 网）。1969 年，ARPA 提出将多个大学、公司和研究所的计算机互连的课题。1969 年 ARPANET 只有 4 个节点，到 1973 年 ARPANET 发展到 40 个节点，1983 年已达到 100 多个节点。ARPANET 通过有线、无线与卫星通信线路，使网络覆盖从美国本土到夏威夷甚至欧洲的广阔地域。ARPANET 是计算机网络技术发展的一个重要里程碑，它对计算机网络技术的主要贡献表现在以下几个方面。

- 完成了对计算机网络的定义、分类与子课题研究内容的描述。
- 提出了资源子网、通信子网的两级网络结构的概念。
- 研究了报文分组交换的数据交换方法。
- 采用了层次结构的网络体系结构模型与协议体系。
- 促进了 TCP/IP 的发展。
- 为 Internet 的形成与发展奠定了基础。

ARPANET 的研究成果对世界计算机网络发展的意义是深远的。在它的基础上，20 世纪 70 ~ 80 年代计算机网络发展迅速，这一阶段出现了大量的计算机网络，仅美国国防部就资助建立了多个计算机网络。同时，还出现了一些研究实验性的计算机网络。例如，美国加利福尼亚大兴劳伦斯原子能研究所的 OCTOPUS、法国信息与自动化研究所的 CYCLADES、国际气象监测网 WWWN、欧洲情报网 EIN 等。

以上讨论的是利用远程通信线路组建的广域网。随着计算机的广泛应用，局部地区计算机联网的需求日益强烈。在 20 世纪 70 年代初期，一些大学和研究所以实现多台计算机共同完成科学计算与资源共享的目的，开始了计算机局域网的研究。1972 年，美国加州大学建立了 Newhall 环网；1976 年，美国 Xerox 公司建立了总线拓扑的 Ethernet 网；1974 年，英国

剑桥大学建立了 Cambridge Ring 环网。这些研究成果对 20 世纪 80 年代的局域网技术的发展起到了重要作用。

2. 计算机网络的发展

(1) 计算机 - 终端联机网络

第一台计算机产生后，随着时间的推移，其应用规模不断增大，许多任务仅靠单机难以完成。20 世纪 50 年代，出现了一种单机联机系统结构，它以一台计算机（称为主机）为中心，通过通信线路，将许多分散在不同地理位置的“终端（Terminal）”连接到该主机上，所有终端用户的事情在主机中进行处理，终端仅是计算机的外部设备，只包括显示器和键盘，没有 CPU，也没有内存，所以这种单机联机系统又被称为面向终端的计算机网络。图 1-3 所示是这种系统的一个简图。

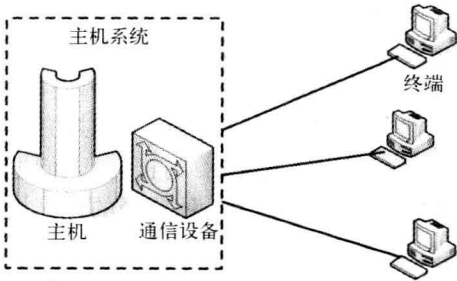


图 1-3 面向终端的计算机网络

(2) 计算机 - 计算机互联网络

真正成为计算机网络里程碑的是 1969 年建成的 ARPA 网，即美国国防部高级研究计划署网络。在初期，该网络只连接了 4 台主机，1973 年发展到 40 台，1983 年已有 100 多台不同型号的计算机接入 ARPA 网。图 1-4 所示为这种网络的示意图。

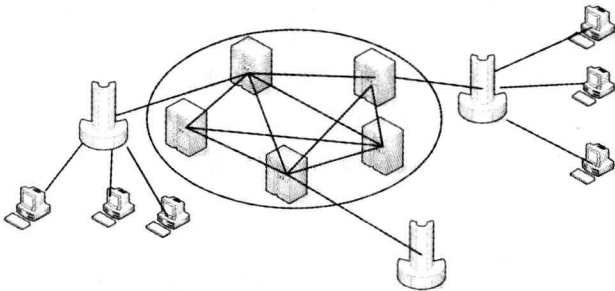


图 1-4 计算机 - 计算机网络

继 ARPA 网后，一些国家陆续建成了许多全国性的计算机网络。与此同时，基于计算机 - 计算机的局域网的发展也很迅速，许多中小型的公司、企事业单位都建立了自己的局域网。

(3) 网络体系结构标准化阶段

ARPANET 兴起后，计算机网络迅猛发展，各大计算机公司相继推出自己的网络体系结构及实现这些结构的软硬件产品，但各个公司的网络并不相同，所采用的通信协议也不一