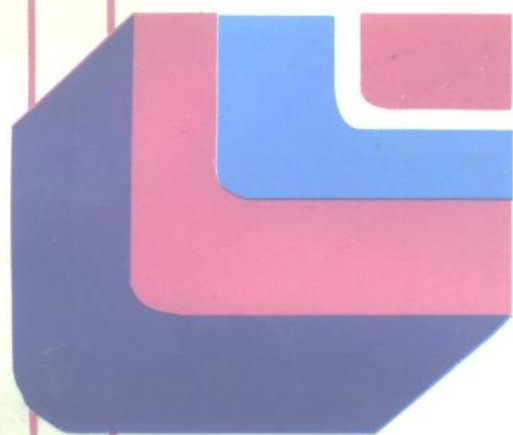


JISUANJIWANGLUOJISHU
JIQIYINGYONG



计算机 网络技术及其应用

汤子瀛 哲凤屏 编著
汤小丹 王侃雅

电子科技大学出版社

73.97
582

计算机网络技术及其应用

汤子瀛 哲凤屏 编著
汤小丹 王侃雅

电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书系统地阐述了计算机网络的基础知识、局域网的基本原理和技术。全书分成四部分共 11 章。第一部分是计算机网络、数据通信系统以及 OSI/RM 的七个层次,做了扼要阐述;第二部分讲述了 LAN 原理、硬件系统、LAN 标准、网络互连以及 LAN 网络操作系统;第三部分介绍 Novell 网的硬件系统、网络操作系统、互连技术、远程通信;第四部分是介绍企业网络的设计和计算机网络的应用。

本书既着重基本原理和基本概念的阐述,又力图反映出计算机网络的发展前沿。本书可作为本科生或研究生的“计算机网络”教材,也可作为从事计算机、自动控制和信息工程等工作的各类专业人员学习计算机网络的参考书。

计 算 机 网 络 技 术 及 其 应 用

汤子瀛 哲凤屏 编著
汤小丹 王侃雅

*

电子科技大学出版社出版
(中国成都建设北路二段四号) 邮编 610054

四川建筑印刷厂印刷

新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 24.25 字数 590.1 千字
版次 1996 年 6 月第一版 印次 1998 年 3 月第六次印刷

印数 26001—31000 册

ISBN7—81043—464—0/TP·170

定价:21.90 元

前 言

计算机网络是计算机技术和通信技术相结合的产物。60—70年代是广域网(WAN)从无到有并得到大发展的年代;在80年代局域网(LAN)取得了长足的进步,已日趋成熟;在90年代WAN和LAN紧密结合,一方面使得企业网络蓬勃发展;另一方面将建造覆盖整个国家乃至全球的信息高速公路,为能在21世纪进入信息社会奠定了基础。

在“金”字系列工程的带动下,我国的计算机网络事业也正在以空前的高速度向前发展,金桥工程、金卡工程、金智工程等在全国各地的试点已陆续上马;中央、各省市机关和企事业单位,都在将办公自动化推上一个新的台阶;全国各地的银行正在建立全市联网系统或全省联网系统,乃至全国的联网系统;在商业自动化的推动下,各大商场纷纷建立起POS-MIS系统。正是在这样的背景下,我们在已试用了多年的“计算机网络”教材的基础上,编著了这本“计算机网络技术及其应用”教材。

本教材的主要内容可分为四部分。第一部分是计算机网络的基础知识,包括四章,即第一章为计算机网络概述;第二章为数据通信基础知识;第三章为物理层、数据链路层和网络层;第四章为运输层、会话层、表示层和应用层。第二部分是计算机局域网的基础知识,包括四章,即第五章为局域网原理及硬件系统;第六章为局域网标准;第七章为网络互连;第八章为LAN网络操作系统。第三部分是典型的LAN介绍,此部分只有第九章Novell局域网的基本原理及互连技术。第四部分是计算机网络的应用,包括两章,即第十章为企业(或校园)网络的设计;第十一章为计算机网络的应用。在每章后面都附有适量的习题,作为学生的课外作业和复习参考。

我们在1995年上半年搜集了大量的素材,下半年开始对原有教材进行修改和补充。在编写过程中,我们一方面着重阐述计算机网络中的基本概念、基本原理和基本技术;另一方面我们也紧跟计算机网络发展的潮流,使教材紧扣计算机网络发展的前沿。但由于计算机网络在近几年发展太快,我们的时间又仓促且水平有限,本书中难免会存在一些不足之处和错误,恳请广大读者批评指正。

本教材在编写过程中,得到浙江大学张德馨教授的关心和支持,此外,祝邦文和汤蓓莉等在整理、校对、绘图等工作中都付出了艰辛的劳动,还有电子科技大学出版社的大力支持与合作,使本教材得以如期地与读者见面,在此谨向上述各位表示衷心感谢。

编著者

1995年12月

目 录

第一章 计算机网络概述	1
1.1 计算机网络的过去和现在	1
1.1.1 计算机网络的过去	1
1.1.2 计算机网络的现在	3
1.2 计算机网络的类型	6
1.2.1 按交换方式分类	6
1.2.2 按网络拓扑结构分类	7
1.2.3 按网络控制方式分类.....	10
1.2.4 按网络环境分类.....	10
1.3 计算机网络的组成、功能和服务	11
1.3.1 计算机网络的组成.....	11
1.3.2 计算机网络的功能.....	13
1.3.3 计算机网络提供的服务.....	15
1.4 网络体系结构.....	17
1.4.1 网络体系结构的基本概念.....	17
1.4.2 OSI/RM 中的若干基本概念	19
1.4.3 OSI 七层模型	22
1.5 CHINAPAC 和 INTERNET	24
1.5.1 CHINAPAC	24
1.5.2 INTERNET	25
习题	27
第二章 数据通信基础知识	29
2.1 数据通信系统概述.....	29
2.1.1 数据通信系统的组成.....	29
2.1.2 物理信道的连接方式和通信方式.....	30
2.1.3 基带传输、频带传输和宽带传输	32
2.1.4 异步传输和同步传输.....	33
2.2 物理信道.....	35
2.2.1 物理信道的类型.....	35
2.2.2 双绞线.....	36
2.2.3 同轴电缆.....	36

2.2.4	光导纤维	37
2.2.5	无线信道	37
2.3	调制解调器	39
2.3.1	调制解调方式	39
2.3.2	调制解调器的分类	40
2.3.3	智能调制解调器的新功能	42
2.3.4	调制解调器的选择	43
2.4	多路复用器	43
2.4.1	频分多路复用器 FDM	44
2.4.2	同步时分多路复用器 STDM	44
2.4.3	30/32 路 PCM 时分多路器	47
2.4.4	异步时分多路复用器 ATDM	49
2.4.5	集中器	49
2.5	交换技术	51
2.5.1	空分线路交换	52
2.5.2	时分线路交换	53
2.5.3	报文交换	56
2.5.4	分组交换	57
2.5.5	帧中继(Frame Relay)交换	58
2.5.6	异步传输方式 ATM	60
	习题	61
第三章	物理层、数据链路层和网络层	63
3.1	物理层概述	63
3.1.1	DTE 和 DCE	63
3.1.2	物理层提供的服务	64
3.1.3	物理层功能	65
3.2	面向字符的数据链路控制规程	65
3.2.1	数据链路层的功能	65
3.2.2	传输控制字符和报文格式	66
3.2.3	公用电话交换网的数据链路控制规程	67
3.2.4	多点线路的传输控制规程	69
3.2.5	扩充基本型传输控制规程	70
3.3	面向比特的数据链路控制规程	72
3.3.1	HDLC 规程中的帧格式	73
3.3.2	HDLC 的命令和响应	76
3.3.3	HDLC 的命令和响应序列	77
3.4	网络层的功能和服务	79

3.4.1	网络层的功能	80
3.4.2	网络层提供的服务	81
3.5	X.25 协议	83
3.5.1	X.25 接口的层次结构	83
3.5.2	分组的格式和类型	84
3.5.3	逻辑信道状态图	88
3.6	路由选择	91
3.6.1	路由选择概述	91
3.6.2	非自适应路由选择算法	93
3.6.3	自适应路由选择算法	94
3.7	流量控制	97
3.7.1	流量控制概述	97
3.7.2	相邻结点间的流量控制	99
3.7.3	源 DCE—目标 DCE 流量控制	102
3.7.4	源 DTE—源 DCE 流量控制	104
	习题	105
第四章	运输层、会话层、表示层和应用层	106
4.1	运输层的基本概念	106
4.1.1	运输层的引入	106
4.1.2	运输层的作用	106
4.1.3	运输层的功能	107
4.2	运输层协议	108
4.2.1	运输层协议系列	108
4.2.2	运输协议数据单元格式	109
4.2.3	运输协议数据单元的类型及应用	110
4.2.4	运输服务原语	112
4.3	4类运输协议中的差错控制	115
4.3.1	TPDU 失序及解决方法	115
4.3.2	超时与定时器	117
4.3.3	重新分配/重新同步	118
4.4	会话层的基本概念和功能	119
4.4.1	会话层的引入	119
4.4.2	会话层的几个基本概念	119
4.4.3	会话层功能	123
4.5	会话层标准	124
4.5.1	会话层服务标准	124
4.5.2	会话层协议标准	128

4.6	表示层概述	130
4.6.1	表示层的若干基本概念	130
4.6.2	表示层的功能和服务	132
4.6.3	表示层标准	134
4.7	应用层概述	135
4.7.1	应用层若干基本概念	135
4.7.2	联系控制服务元素和联系控制功能	136
4.7.3	CCR 应用服务元素	137
4.8	应用层协议	138
4.8.1	虚拟终端协议(VTP)	138
4.8.2	文件传送、存取和管理(FTAM)	140
4.8.3	作业传送和操纵	142
	习题	144
第五章	局域网原理和硬件系统	146
5.1	局域网的硬件组成	146
5.1.1	网络接口部件 NIU(Network Interface Unit)	147
5.1.2	网络工作站	149
5.1.3	服务器	150
5.2	总线局域网	152
5.2.1	受控总线网	153
5.2.2	CSMA/CD 总线网	154
5.2.3	令牌传送总线网(Token Passing Bus)	157
5.2.4	3+网络的组成及其物理连接	159
5.3	环型局域网	162
5.3.1	令牌环(Token-Ring)	162
5.3.2	时间片环和寄存器插入环	165
5.3.3	环型网的可靠性	167
5.3.4	IBM Token-Ring 硬件系统	169
5.4	宽带局域网	172
5.4.1	宽带局域网原理	172
5.4.2	频带分配	174
5.5	PBX 局域网	176
5.5.1	PBX 局域网的功能	176
5.5.2	PBX 局域网的组成	178
5.5.3	LAN 与 PBX 的比较	179
5.6	高速局域网	181
5.6.1	FDDI 光纤环网	181

5.6.2	100BASE-T 高速以太网	183
5.6.3	100VG-AnyLAN	186
	习题.....	186
第六章	局域网络标准	188
6.1	局域网络标准概述	188
6.1.1	局域网标准的特点	188
6.1.2	局域网标准系列	189
6.1.3	局域网参考模型 LAN/RM	190
6.2	数据链路控制子层	191
6.2.1	LLC 协议数据单元	191
6.2.2	LLC 中的操作类型和规程	192
6.2.3	网络层/LLC 子层间的服务原语	194
6.3	CSMA/CD 访问方法	196
6.3.1	CSMA/CD 的 MAC 帧格式	196
6.3.2	MAC 子层的功能	198
6.3.3	MAC 子层服务和 PLS 子层服务	200
6.4	令牌传送总线访问方法	200
6.4.1	MAC 帧格式	200
6.4.2	令牌传送	202
6.4.3	逻辑环维护	204
6.4.4	MAC 子层服务	205
6.5	令牌环访问方法	206
6.5.1	MAC 帧格式	206
6.5.2	MAC 帧的发送和接收规程	207
6.5.3	MAC 子层服务	209
6.6	FDDI 标准.....	209
6.6.1	FDDI 标准的分层.....	210
6.6.2	令牌格式和帧格式	211
6.6.3	FDDI 网络中的可靠性措施.....	211
6.6.4	FDDI 网的应用.....	212
	习题.....	214
第七章	网络互连	216
7.1	网络互连概述	216
7.1.1	网络互连参考模型	216
7.1.2	网络互连方式	219
7.2	网间连接器	221
7.2.1	中继器(Repeater)	221

7.2.2	网桥(Bridge)	222
7.2.3	路由器(Router)	226
7.2.4	集线器	227
7.2.5	网关(Gateway)	228
7.3	互连网协议 IP	230
7.3.1	IP 协议的作用、功能和组成	230
7.3.2	IP 协议数据单元的格式	232
7.3.3	网关的工作	234
7.4	传输控制协议 TCP	235
7.4.1	TCP 协议数据单元	235
7.4.2	TCP 连接的建立与释放	236
7.4.3	数据交换和流量控制	237
7.5	X.75 协议	238
7.5.1	X.75 网关和虚电路	238
7.5.2	X.75 协议的层次结构和分组格式	239
7.5.3	X.75 协议的功能	239
7.6	局域网互连	240
7.6.1	本地局域网互连方式	240
7.6.2	远程 LAN 互连方式	242
7.6.3	几种基本 LAN 互连的实现	244
	习题	247
第八章	LAN 网络操作系统	248
8.1	网络操作系统的功能和特征	248
8.1.1	网络操作系统的功能	248
8.1.2	网络操作系统的特征	249
8.2	客户/服务器模式和对等模式	250
8.2.1	客户/服务器模式的形成及其结构	250
8.2.2	客户/服务器模式的类型	251
8.2.3	客户/服务器间的交互	251
8.2.4	客户/服务器模式的优点	252
8.2.5	对等模式(Peer-to-Peer)	252
8.3	网络操作系统的逻辑构成	253
8.3.1	工作站网络软件	253
8.3.2	网络环境软件	255
8.3.3	网络服务软件	255
8.3.4	网络管理软件	256
8.4	名字服务	257

8.4.1	名字服务的目标和功能	257
8.4.2	名字的类型、结构和属性	258
8.4.3	名字了解和名字映射的实现方法	260
8.4.4	名字服务的软件结构	262
8.5	文件服务和打印服务	263
8.5.1	共享硬盘的两种方式	263
8.5.2	虚拟软盘管理软件	264
8.5.3	文件服务软件	266
8.5.4	打印服务	267
8.6	电子邮件服务	269
8.6.1	电子邮件系统	269
8.6.2	报文处理系统中的基本概念	271
8.6.3	CCITT X.400 建议	275
	习题	276
第九章	Novell 局域网的基本原理	278
9.1	Novell LAN 概述	278
9.1.1	Netware 的各种版本	278
9.1.2	Novell LAN 的基本硬件配置和选择	280
9.1.3	网间连接器	282
9.2	Netware 的逻辑构成	285
9.2.1	工作站网络软件	285
9.2.2	服务器环境软件	286
9.2.3	网络服务软件	289
9.3	网络安全管理	291
9.3.1	存取控制措施	291
9.3.2	系统容错技术 SFT	293
9.4	开放协议技术 OPT	296
9.4.1	网络适配器的开放性	297
9.4.2	传输协议的开放性	298
9.4.3	委托服务协议开放性	299
9.5	Novell 网络中的互连技术	300
9.5.1	Netware 平台上的 TCP/IP	300
9.5.2	网络文件系统 NFS	302
9.5.3	LAN Workplace for DOS 4.0	305
9.6	Novell 网的远程访问服务	307
9.6.1	远程访问服务的实现方法	307
9.6.2	利用异步远程路由器互连两个远程 LAN	308

9.6.3	利用 Netware 访问服务器 NAS 实现远程访问服务	310
	习题	312
第十章	企业(或校园)网络的设计	314
10.1	构建企业(或校园)网络的步骤	314
10.1.1	需求分析	314
10.1.2	网络总体设计	316
10.1.3	网络详细设计	317
10.2	企业(或校园)网络的结构设计	318
10.2.1	对企业(或校园)网络结构的需求	318
10.2.2	传统的企业(或校园)网络结构	319
10.2.3	折叠干线网络结构	321
10.2.4	具有虚拟 LAN 特性的折叠干线网络结构	323
10.2.5	具有交换集线器的网络结构	325
10.3	企业(或校园)网络中关键设备的确定	327
10.3.1	选择关键设备应考虑的若干问题	327
10.3.2	企业网络操作系统的选择	328
10.3.3	服务器的选择	330
10.3.4	高档集线器(路由器)和交换集线器的选择	333
10.4	结构化布线技术	334
10.4.1	结构化布线技术的引入	335
10.4.2	结构化布线设计中应考虑的问题	335
10.4.3	结构化布线技术的优点	336
10.4.4	结构化布线系统的组成	337
10.5	网络管理技术	338
10.5.1	网络管理系统的功能和组成	339
10.5.2	简单网络管理协议 SNMP	340
10.5.3	通信管理信息协议 CMIP	342
10.5.4	典型网络管理系统的分析	342
	习题	344
第十一章	计算机网络的应用	345
11.1	信息高速公路	345
11.1.1	建设信息高速公路的背景	345
11.1.2	信息高速公路的特征	347
11.1.3	信息高速公路的系统结构	348
11.1.4	信息高速公路的实施近况	350
11.2	“金”字系列工程	351
11.2.1	金桥工程	351

11.2.2	金卡工程.....	353
11.2.3	其他“金”字系列工程.....	355
11.3	计算机网络在办公自动化中的应用.....	356
11.3.1	办公自动化概述.....	357
11.3.2	办公自动化系统的系统平台.....	359
11.3.3	OAS 中的公用软件和应用软件	360
11.4	计算机网络在商业中的应用.....	361
11.4.1	电子收款机.....	361
11.4.2	POS-MIS 系统.....	362
11.4.3	电子数据交换 EDI 和电子订货系统 EOS	364
11.4.4	POS-MIS 系统的网络平台.....	364
11.5	计算机网络在银行信息系统中的应用.....	367
11.5.1	银行信息系统的目标和任务.....	367
11.5.2	银行信息系统建设应遵循的若干原则.....	368
11.5.3	银行信息系统的网络结构.....	369
11.5.4	典型银行信息系统的网络结构和组成.....	370
	习题.....	372
	参考文献.....	373

第一章 计算机网络概述

在 20 世纪，人类正进入信息时代，社会的进步和生产力的发展，在很大程度上依赖于对信息的传输和处理能力，取决于信息技术的进步。所谓信息技术，是指信息的收集、处理、存储、传送和分配，以及表达信息的手段。计算机网络的诞生和发展，是信息技术进步的象征，它将对信息社会产生不可估量的影响。

所谓计算机网络，是指通过数据通信系统把地理上分散的自主计算机系统连接起来，以达到数据通信和资源共享的目的的一种计算机系统。所谓自主计算机，是指具有独立处理能力的计算机。对计算机网络的一种更为简洁的定义是指一些互连的自主计算机系统的集合。可见，计算机网络是在计算机技术和通信技术高度发展的基础上，两者相互结合的产物。一方面，通信系统为计算机之间的数据传送，提供最重要的支持；另一方面，由于计算机技术渗透到通信领域中，又极大地提高了通信网络的性能。

1.1 计算机网络的过去和现在

1.1.1 计算机网络的过去

一、远程信息处理系统

计算机技术和通信技术的密切结合，首先形成了远程信息处理系统，又称为联机系统。它是由一台主机和若干个终端，通过电话系统连接而成，如图 1-1 所示。图中 M 是调制解调器，用于将计算机或终端发出的数字信号变换为可以在电话系统中传输的模拟信号；或者进行相反的变换。联机系统有以下两种类型：

1. 远程批处理系统

早期的联机系统主要面向科学计算，采取批处理方式。系统在远程作业录入程序的作用下，把远程作业录入到计算机系统的后援存储器中，形成批处理作业流。以后，系统便按批处理方式对作业进行处理，处理完后再把结果送回远程终端。

2. 远程实时处理系统

由远程作业录入程序，把远程系统送来的实时信息录入本系统，并赋予它们较高的优先权，使之能得到及时处理，并把处理结果立即送回远地，以便不误时机地控制执行对象或给予回答。

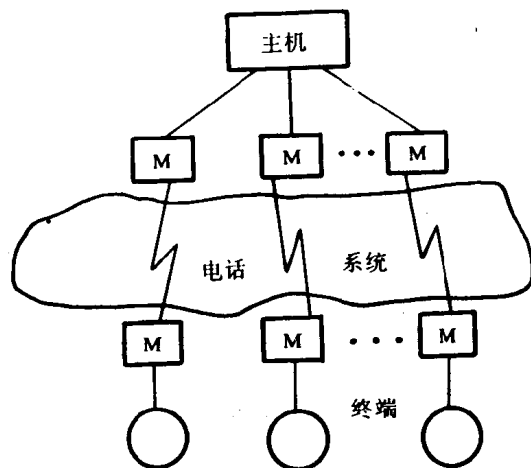


图 1-1 联机系统

二、面向终端的计算机网络

简单的联机系统存在以下两个严重缺点：

1. 通信线路利用率低

由于每个远地终端都单独使用一条通信线路，这使每条通信线路的利用率都非常低，且导致整个通信线路的成本增加。为了降低成本，可在远程终端较为密集的地区，设置一个多路转换器或集中器，它们具有多路到一路（称为集中）或一路到多路（称为分配）的转换功能。在这种线路中，先把若干个终端各自通过一条线路，连接到一台多路转换器的各个端点上，使这条线路供若干个终端共享，从而显著地提高了通信线路的利用率。

2. 主机负担重

在简单的联机系统中，主机不但是要负责处理每个终端提出的任务，而且还要管理主机与各终端之间的通信。随着终端数目的增多，通信控制之类的杂务，必将耗用主机大量的时间去处理。为了节省主机时间又专门设置了一台前端机 FEP (Front End Processor) 来负责通信控制事务，以保证主机的时间能充分地用于进行数据处理。当对图 1-1 做出了上述两点改进后，便形成图 1-2 所示的较完善的联机系统。通常又把图 1-2 所示的联机系统称为面向终端的计算机网络，或简称为终端网。

最早出现的远程实时系统，是美国的半自动地面防空系统 SAGE，它于 1958 年投入运行；民用上的第一个远程实时系统，是美国的飞机订票系统 SABRE1，在 1960 年初投入使用。它把遍布于美国的 2000 个订票终端，连接到一台主机上；在 1968 年投入运行的 GE 信息服务网络，是世界上最大的商用数据处理网络，其地理范围已从美国、加拿大跨越海洋，到达欧洲及澳大利亚。

三、计算机通信网络

自 60 年代中期以来，计算机获得日益广泛的应用。在不少大型公司、事业单位和军事部门中，往往拥有若干个分散的、面向终端的计算机网络，这就很自然地又提出了一个新课题：能否将这些分散于各地的终端网连接起来，使它们彼此之间能交换数据、进行业务联系呢？研究的结果是又形成了一个以传输信息为主要目的的计算机网络——计算机通信网络。该网络的主要任务是在各个计算机系统之间进行通信。例如，在各子公司之间相互交换情报、各气象中心之间定时传送气象资料等等。

四、以资源共享为主要目的的计算机网络

在人们从计算机通信网络中获得好处的同时，又对计算机网络提出了一系列新的要求，其中最重要的两条是：

(1) 实现网络资源共享 使设置在一个计算机系统中的某种贵重硬件资源和丰富的软

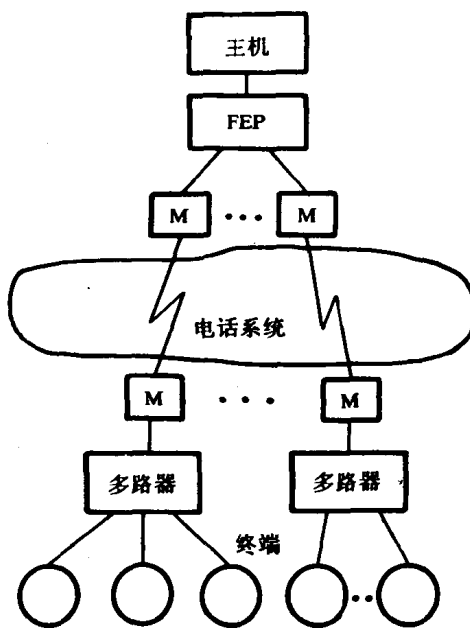


图 1-2 面向终端的计算机网络

件资源，可以被联网的其他的计算机系统所共享；

(2) 负荷均衡 使计算任务较繁重的计算机系统，能把部分任务转移到任务不足的系统中去处理，以均衡各系统的负荷，甚至可将一个计算机系统难于完成的大型任务，分配给几个计算机系统共同完成。

基于上述要求，又建立起以资源共享为主要目标的计算机网络。

在 60 年代末期，由美国国防部高级研究计算局开发的 ARPA 网络，便是世界上第一个以资源共享为主要目标的计算机网络。该网络在 1969 年建立时，是仅具有 4 个结点的试验网，到 1976 年便发展为在全国已有 60 个 IMP (接口信息处理机) 和 100 个主机系统，在地理上已从美国本土延伸到夏威夷和欧洲。到 80 年代，又发展成具有 100 个 IMP 和 300 个主机系统的世界网络。虽然 ARPA 网络已于 1990 年退役，但它仍然被认为是世界上最有影响的计算机网络。ARPA 网络具有以下五个重要特征：

(1) 资源共享；

(2) 分布式控制；

(3) 分组交换方式；

(4) 将计算机网络从逻辑上分为通信子网 (主要用于数据通信) 和资源子网 (主要用于数据处理)；

(5) 采用了层次式网络结构。

以上这些特征也正是现代计算机网络的共同特征，因此，ARPA 网络也被看作是“计算机网络”诞生的标志。

1.1.2 计算机网络的现在

70 年代和 80 年代是计算机网络蓬勃发展的时期，它此时已进入被广泛应用的阶段。在此期间已出现了三种类型的计算机网络。

一、专用计算机网络

自 70 年代中期以来，国外一些主要计算机公司都纷纷宣布了自己的计算机网络体系结构，并试图将本公司生产的计算机和通信设备，按照网络体系结构所规定的模式连接成网，以方便用户建立自己的计算机网络。美国 IBM 公司在 1974 年率先宣布了“系统网络体系结构 SNA (System Network Architecture)”，它是世界上使用得最为广泛的一种网络体系结构。按照 SNA 要求建立的网络已达数千个以上。随后美国 DEC 公司又宣布数字网络结构 DNA (Digital Network Architecture)，Honey-Well 公司宣布了 DSA 等。按照这些体系结构所实现的计算机网络，称为专用计算机网络。

二、公用数据网 PDN

公用数据网是指由电信部门组建和管理，并向用户提供公用数据通信服务的计算机网络。许多国家都已组建了本国的公用数据网，其中被世界公认为比较完善的公用数据网是法国的 Transpac，它于 1977 年投入运行，至 1986 年已拥有 24 个结点、31500 个用户。Telenet 是美国的第一个公用数据网，于 1975 年投入运行，其结点已遍布美国的 81 个城市，连通了世界上 18 个国家。Datapac 是加拿大邮电部门组建的，也是最早按照 X.25 协议标准设计的公用数据网之一，在 1977 年投入运行，其结点遍布加拿大的 57 个城市，并与美国的 Telenet 等网连通；PSS 是英国电信公司的公用数据网，1981 年投入运行，至 1986 年 PSS 已

拥有近 100 个结点机，网络用户近 10000 个。

公用数据网的特点是：

(1) 地理范围通常为几十公里到几千公里，网络可以覆盖若干个城市、一个国家乃至跨越几大洲，故公用数据网又称为广域网 WAN (Wide Area Network)；

(2) 网络内的通信设施和传输介质由电信部门提供，可供任何核准的单位和个人使用；

(3) 通信信道可以是有线信道、微波信道或卫星通信信道等。其传输速率从每秒几百位到几百千位 (Kb)；

(4) 连接的计算机可以小至微机，大至巨型机。

三、局域网 LAN (Local Area Network)

1. 局域网的引入

自 70 年代以来，由于大规模集成电路的迅速发展，使计算机硬件成本急剧下降，从而促使在一个单位甚至在一栋楼中，便拥有多台微型机。为实现微机之间的通信和资源共享，可将它们连接起来而形成局域网。引入局域网的好处是：

(1) 用户之间可直接进行文件传输和交换电子邮件；

(2) 能方便地共享网络中的各种硬件和软件资源，如硬盘共享、打印机共享、文件和数据共享；

(3) 提高了整个系统的处理能力，可用 LAN 来实现原来需要中、小型机才能实现的功能；

(4) 增加了系统的可靠性和可服务性。

事实上，LAN 已成为“电子办公室”的重要支撑环境。

2. LAN 的特点

LAN 的主要特点是：

(1) 地理范围仅限于 0.1~10km，因此称之为局域网；

(2) 整个网络为某个单位或部门所拥有，仅供该单位内部使用；

(3) 通信信道主要是有线信道，如双绞线、同轴电缆和光纤，其传输速率通常为 1~100Mbps；

(4) 传输误码率低，可达 10^{-8} ~ 10^{-11} ；

(5) 网上所连接的主要是微型机，故往往又称之为微机网络。

如果说，广域网的发展是使计算机通信的覆盖范围不断扩大，那么，局域网的发展则是使得计算机通信的覆盖密度不断增加。

四、综合业务数字网 ISDN

在当今的信息社会中，出现了各种类型的通信系统。例如，公用电话网是为电话通信而建造的、分组交换网是为计算机通信而建造的。在一个办公室中通常可具有多种通信工具，例如，用于对话的电话机、用于传输文字和图像的传真机，以及实现数据通信的计算机。随着新型业务的不断出现，必然要求建造适合于新型业务的新型的网络和通信工具，这不仅困难，而且也极不经济。

通过长期的实践，人们终于认识到：如果不分何种业务而一律采用数字化技术，亦即将文字信息、语音信息、图形和图像等信息，都首先转换成数字代码后再进行传送，这不仅仅能显著地提高通信的质量，而且还可以使所有的业务都共用一个数字网。此即早期所