



面向 21 世纪 课 程 教 材
Textbook Series for 21st Century

计
算
机
网
络

冯博琴
吕军
主
编

计算机网络

冯博琴 吕 军 主 编
陈文革 程向前 编

TP393
476

出
版
社



高 等 教 育 出 版 社
HIGHER EDUCATION PRESS

面向 21 世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century

计算机网络

冯博琴 吕 军 主编
陈文革 程向前 编



北航 C0528846



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

内容提要

本书是教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”的研究成果,是根据教育部提出的高等学校非计算机专业计算机基础教学三层次要求,由工科计算机基础课程教学指导委员会组织编写。

本书在介绍数据通信原理、网络体系结构等基本理论的基础上,对目前的网络实用技术、流行的网络操作系统 Windows NT 的体系结构、实现特点、安装、使用、实验等进行了系统的讲述。本书分为网络原理和技术、网络实践两部分。第一部分包括数据通信基础,网络体系结构;常用局域网综合布线技术,网络操作系统和网络管理,网络计算及 Web 计算模式。第二部分包括 Internet 技术与应用,网络设备,Windows NT 与 Novell NetWare 的实用技术与实验。

本书内容选取适中,理论结合实际,各章均配有习题。本书可作为高等学校理工科各专业计算机网络课程的教材或参考书,也可供从事网络工程和管理人员学习使用。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络/冯博琴,吕军主编. —北京:高等教育出版社,1999(2001重印)

ISBN 7-04-006942-3

I. 计… II. ①冯… ②吕… III. 计算机网络 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 17042 号

计算机网络

冯博琴 吕军 主编

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号

邮政编码 100009

电 话 010-64054588

传 真 010-64014048

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 中国科学院印刷厂

开 本 787×960 1/16

版 次 1999 年 6 月第 1 版

印 张 25

印 次 2001 年 3 月第 5 次印刷

字 数 470 000

定 价 26.10 元

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

教育部工科计算机基础课程系列教材

出版说明

为尽快实现教育部提出的计算机基础教学的基本目标，达到三个层次的教学基本要求，促进计算机基础教学水平上一个新台阶，教育部工科计算机课程教学指导委员会组织部分高等院校，在深入研究、探索和实践的基础上，并结合教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革”立项课题的研究，编写了相应的示范性教材，其中许多教材配有 CAI 课件。

这套系列教材主要是根据我国当前教学改革和建设的需要，按照三个层次的课程体系确定的。

第一层次：计算机文化基础。主要结合当今信息社会的文化背景学习计算机基本知识及基本操作技能。

第二层次：计算机技术基础。重点阐述计算机硬件、软件的基本工作原理和相关的基础知识，使学生具有使用当今流行的系统平台和开发工具构造应用系统的初步能力。

第三层次：计算机应用基础。该层次的内容将尽可能按照多数专业的应用需求，选择公共的计算机应用知识作为教学基础，为今后的专业应用奠定重要基础。

本套教材已组织了 10 多种，工科计算机课程教学指导委员会还将根据计算机技术和应用的最新发展，组织一些新的和不同类型的教材，供各个学校使用。

按照计算机“文化、技术、应用”三个层次编写新的高起点系列教材，对于规范高等院校计算机基础教学，提高教学质量，深化教学改革均是有益的尝试。其中一定存在不足之处，敬请专家、广大教师和同学们提出宝贵意见。

教育部工科计算机基础课程教学指导委员会

1998 年 12 月

前 言

计算机网络是当今最热门的学科之一，在过去的几十年里取得了长足的发展。尤其是近十几年来，因特网（Internet）深入到千家万户，对科学、技术乃至整个社会的发展产生了巨大的影响。计算机网络的开发研究和把计算机网络作为一门课程进行教学，培养这方面的人才，已受到广泛重视。

作者在网络教学中深感，计算机网络技术发展非常迅速，新的技术、新的网络标准不断推出，使得人们熟悉的一些网络知识和教材很难适应这方面的工作，迫切需要一本反映当前技术状况、理论和实践相结合的计算机网络教材。作者依据多年对本科生和研究生进行计算机网络教学及科学研究的实践，在阅读了大量的网络技术文献及与多位网络专家教授系统讨论的基础上，并征求了计算机专业及非计算机专业各类学员的意见，完成了本书的编写工作。

本书在介绍数据通信原理、网络体系结构等基础理论的基础上，用了大量篇幅介绍最新网络使用技术，并对目前流行的网络操作系统 Windows NT 从体系结构、实现特点、安装、使用到实验做了全面介绍。

本书的主要内容可划分为两部分。第一部分介绍计算机网络基础知识及最新网络技术，包括七章，即：第一章引论；第二章为数据通信的基础知识；第三章为计算机网络体系结构，着重介绍 ISO/OSI 体系结构及 Windows NT 等体系结构；第四章为计算机局域网，着重介绍 IEEE802 标准，快速/交换式以太、FDDI 等流行网络技术及综合布线；第五章为网络互联及建网技术，着重介绍网络互联基本方法及 DDN、X.25 等广域网接入技术；第六章为网络操作系统及网络管理，介绍网络操作系统的一般功能、当前流行的网络操作系统并重点介绍了 Windows NT Server 的实现特点，还介绍网络管理的一般概念及简单网络管理协议；第七章为网络计算，介绍网络计算模式的发展及最新的基于 Web 的网络计算模式。第二部分为网络实践，包括六章，即：第八章 Internet 技术，介绍当前流行的 Internet 的现状、接入技术及各种应用；第九章网络设备，介绍从通信线路、网卡到路由器等多种网络设备的使用；第十章 Windows NT 网络操作系统，介绍 NT 网络的安装及使用；第十一章 Novell 网络操作系统，介绍 Novell 网络的安装及使用；第十二章 Windows NT 实验；第十三章 NetWare 实验。

本书由冯博琴和吕军主编，参加编写的有吕军（第一章~第七章）、陈文革（第八章~第九章）、程向前（第十章~第十三章），由冯博琴统稿。本书由

清华大学李学农教授审稿，提出了许多宝贵意见，在此表示衷心谢意。

由于计算机网络技术发展迅速，作者水平有限，书中难免有缺点、错误，欢迎同行专家和读者批评指正。

作者

1998.7

目 录

第一章 引论	1
1.1 计算机网络的产生和发展	1
1.1.1 以单计算机为中心的联机系统	1
1.1.2 计算机—计算机网络	3
1.1.3 体系结构标准化网络	5
1.2 计算机网络的概念	6
1.2.1 计算机网络与终端分时系统	7
1.2.2 计算机网络与多机系统	8
1.2.3 计算机网络与分布式系统	10
1.3 计算机网络的功能	11
1.3.1 计算机网络的主要功能	11
1.3.2 计算机网络的其他功能	11
1.4 计算机网络系统的组成	12
1.4.1 网络软件	12
1.4.2 网络系统的组成	12
1.5 计算机网络分类	12
1.5.1 按距离划分	13
1.5.2 按通信介质划分	13
1.5.3 按通信传播方式划分	14
1.5.4 按通信速率划分	14
1.5.5 按使用范围划分	14
1.5.6 按网络控制方式分类	14
1.5.7 按网络环境分类	15
1.5.8 按拓扑结构划分	16
习题	19
第二章 数据通信的基础知识	20
2.1 基本概念	20
2.1.1 数据通信的一般概念	20
2.1.2 数据通信系统的主要构成	20
2.2 信道及其主要特性	24
2.2.1 数字信道和模拟信道	24
2.2.2 通信线路连接方式	25

2.2.3 信道的通信方式	27
2.2.4 数据传输方式	28
2.2.5 数据同步方式	29
2.3 数据编码	32
2.3.1 数字数据的数字信号编码	32
2.3.2 数字数据调制编码	33
2.3.3 模拟数据的数字信号编码	34
2.4 多路复用技术	35
2.4.1 频分多路复用 (FDM)	36
2.4.2 时分多路复用 (TDM)	36
2.5 数据交换技术	37
2.5.1 线路交换	37
2.5.2 报文交换	38
2.5.3 报文分组交换	39
2.5.4 帧中继	39
2.5.5 异步传输模式 (ATM)	40
2.6 差错控制	41
2.6.1 差错的产生	41
2.6.2 差错控制	42
习题	42
第三章 计算机网络体系结构	43
3.1 网络体系结构	43
3.1.1 网络体系结构的定义和发展	43
3.1.2 网络体系结构的分层原理	44
3.1.3 通信协议	44
3.2 开放系统互联参考模型 (OSI/RM)	45
3.2.1 开放系统	45
3.2.2 OSI 划分层次的原则	46
3.2.3 OSI 七层模型	46
3.2.4 OSI/RM 分层结构的一般概念	47
3.3 OSI 各层概述	49
3.3.1 物理层	49
3.3.2 数据链路层	52
3.3.3 网络层	55
3.3.4 运输层	61
3.3.5 会话层	64
3.3.6 表示层	68

3.3.7 应用层	70
3.4 其他网络系统结构	72
3.4.1 ARPA 网的体系结构	72
3.4.2 SNA 网的体系结构	72
3.4.3 X.25 网的体系结构	73
3.4.4 NetWare 网的体系结构	73
3.4.5 Windows NT 的体系结构	75
3.4.6 事实上的工业标准——TCP/IP 网络体系结构	79
习题	79
第四章 计算机局域网	80
4.1 局域网概述	80
4.1.1 局域网的特点	80
4.1.2 局域网的关键技术	80
4.1.3 局域网体系结构	81
4.2 介质访问控制方法	84
4.2.1 CSMA/CD 介质访问控制	84
4.2.2 令牌环 (Token Ring)	87
4.2.3 令牌总线	90
4.3 以太网	92
4.3.1 以太网的产生和发展	92
4.3.2 粗电缆 Ethernet 10BASE-5	93
4.3.3 细同轴电缆 Ethernet 10BASE-2	95
4.3.4 双绞线 Ethernet 10BASE-T	97
4.4 高速网络技术	100
4.4.1 交换式以太网	100
4.4.2 100BASE-T	102
4.4.3 100VG-AnyLAN	104
4.4.4 FDDI (光纤分布式数据接口)	106
4.4.5 ATM (异步传输模式)	107
4.4.6 千兆位以太网	109
4.5 结构化布线	110
4.5.1 结构化布线的必要性	110
4.5.2 结构化布线系统的组成	111
4.5.3 结构化布线系统产品	112
习题	113
第五章 网络互联及建网技术	114
5.1 网络互联的基本概念及方法	114

5.1.1 网络互联层次	114
5.1.2 LAN 与 LAN 互联	115
5.1.3 LAN 与 WAN 互联	116
5.2 公共传输系统	118
5.2.1 公共传输系统	119
5.2.2 通信服务类型	121
5.2.3 连接方案	122
5.3 公共电话交换网	124
5.4 多兆位数据交换服务	124
5.5 综合业务数字网 (ISDN)	126
5.5.1 ISDN 的产生和发展	126
5.5.2 ISDN 基本结构	128
5.5.3 ISDN 用户接入设备示例	129
5.6 数字数据网 (DDN)	131
5.6.1 DDN 概述	131
5.6.2 DDN 网的特点	132
5.6.3 DDN 提供的业务和服务	133
5.6.4 专用电路用户入网速率	133
5.6.5 DDN 网用户接入方式	133
5.7 X.25 分组交换网	135
5.7.1 X.25 网的组成	135
5.7.2 X.25 网的特点	136
5.7.3 X.25 网的用户接入	137
5.8 帧中继	139
习题	141
第六章 网络操作系统和网络管理	142
6.1 综述	142
6.1.1 网络操作系统的类型和组成	142
6.1.2 网络操作系统的特征	143
6.2 当前流行的网络操作系统	144
6.2.1 Banyan System 公司的 VINES	144
6.2.2 Sun Microsystem 公司的 NFS	145
6.2.3 IBM 的 OS/2 Warp Server	146
6.2.4 Microsoft 的 Windows NT	146
6.2.5 Novell 的 NetWare 操作系统	147
6.3 网络操作系统实现实例	148
6.3.1 系统模型	148

6.3.2 环境子系统	152
6.3.3 核心态程序模块作用	153
6.4 网络管理系统	158
6.4.1 网络管理的概念	158
6.4.2 ISO 网络管理模式	159
6.4.3 简单网络管理协议	162
6.4.4 网络管理系统的各种实现结构	167
习题	170
第七章 网络计算	171
7.1 网络应用模式	171
7.1.1 网络应用模式的发展	171
7.1.2 客户/服务器应用模式	172
7.1.3 基于 Web 的客户/服务器应用模式	173
7.2 网络应用支撑环境	177
7.2.1 体系结构	178
7.2.2 几个关键问题及其实施要点	179
习题	180
第八章 因特网 (Internet)	181
8.1 概述	181
8.1.1 什么是 Internet	181
8.1.2 Internet 发展历史	182
8.1.3 使用 Internet 可以干什么	184
8.1.4 Internet 资源	185
8.1.5. Internet 怎样工作	188
8.1.6. Internet 的管理者	188
8.1.7 Internet 在中国	189
8.2 Internet 接入技术	191
8.2.1 Internet 基本构件	191
8.2.2 Internet 的接入方式	194
8.2.3 连入 Internet 需要的设备	200
8.3 Internet 服务资源	201
8.3.1 远程登录 (Telnet)	202
8.3.2 电子邮件 (E-mail)	207
8.3.3 文件传输服务 (FTP)	221
8.3.4 万维网 (WWW)	231
习题	246
第九章 网络设备	248

9.1 网络传输介质	248
9.1.1 同轴电缆	248
9.1.2 双绞线电缆	249
9.1.3 光纤电缆	252
9.1.4 无线传输介质	259
9.1.5 不同传输介质的比较和选择	260
9.2 网络接口卡	261
9.2.1 以太网卡的结构	261
9.2.2 网卡的网络地址	261
9.2.3 网卡的配置参数	261
9.2.4 提高网卡传输性能的措施	262
9.2.5 网卡总线类型	264
9.2.6 网卡接口类型	264
9.2.7 网卡的网络驱动程序	265
9.3 网络集线器	266
9.4 以太网交换机	268
9.4.1 传统网络的问题	268
9.4.2 交换技术	268
9.4.3 交换机的功能和优点	271
9.4.4 交换机应用中的几个问题	272
9.5 网络互联设备	274
9.5.1 中继器	275
9.5.2 网桥	275
9.5.3 路由器	284
9.5.4 网关	291
9.5.5 网络互联设备的选择	291
9.6 调制解调器	292
9.6.1 调制/解调器的基本技术与相关标准	292
9.6.2 差错控制协议	294
9.6.3 数据压缩协议	294
9.6.4 调制解调器的选择	295
9.6.5 关于 56kbps 高速 Modem 技术	296
习题	299
第十章 Windows NT 网络操作系统	300
10.1 Windows NT 网络特性	300
10.2 Windows NT 的网络环境	301
10.3 安装 Windows NT 服务器	303

10.4	管理 NT 的域	307
10.5	Windows NT 的帐号规则及用户规则	316
10.6	NT 的文件系统及网络资源的管理	318
10.7	NT 的目录复制	323
10.8	NT 浏览器	326
10.9	远程访问服务	328
	习题	331
第十一章	Novell 网络操作系统	333
11.1	NetWare 的网络通信	334
11.2	NetWare 的磁盘管理	336
11.3	NetWare 的目录结构	336
11.4	用户和用户组	339
11.5	装订库	343
11.6	网络安全性	344
11.7	NetWare 的实用程序	352
11.8	登录文稿	358
	习题	366
第十二章	Windows NT 实验	368
12.1	Windows NT 服务器	368
12.2	利用 Windows 95 工作站登录到 Windows NT 网络	371
12.3	应用 Windows NT 服务器管理向导	372
12.4	委托关系的建立与删除	373
12.5	使用 Windows NT 服务器控制面板	375
12.6	实施系统策略	376
12.7	将 FAT 转换为 NTFS	376
12.8	配置 TCP/IP	377
12.9	目录复制	378
第十三章	NetWare 实验	382
13.1	登录和退出	382
13.2	学习网络文件系统	383
13.3	理解网络安全性设施	383
13.4	网络通信	384
13.5	建立用户登录文稿	385
参考文献	386

第一章 引 论

1.1 计算机网络的产生和发展

计算机网络源于计算机与通信技术的结合，始于 20 世纪 50 年代，近 20 年来得到迅猛发展。从单机与终端之间的远程通信，到今天世界上成千上万台计算机互联；从 4.8 kbps 争用型无线电频道传输系统发展到在无屏蔽双绞线上传输 100 Mbps 的信息，其发展经历了几个阶段。

1.1.1 以单计算机为中心的联机系统

以单计算机为中心的联机系统如图 1.1 所示，这类结构有时称为第一代网络。20 世纪 60 年代中期以前，计算机主机昂贵，而通信线路和通信设备的价格相对便宜，为了共享主机资源（强的处理能力）和进行信息的采集及综合处理，联机终端网络是一种主要的系统结构形式。

早在 1951 年，美国麻省理工学院林肯实验室就开始为美国空军设计称为 SAGE 的半自动化地面防空系统。该系统分为 17 个防区，每个防区的指挥中心装有两台 IBM 公司的 AN/FSQ-7 计算机，通过通信线路连接防区内各雷达观测站、机场、防空导弹和高射炮阵地，形成联机计算机系统。由计算机程序辅助指挥员决策，自动引导飞机和导弹进行拦截。SAGE 系统最先采用了人机交互作用的显示器，研制了小型计算机形式的前端处理机，制定了 1.6 kbps 的数据通信规程，并提供了高可靠性的多种路径选择算法。这个系统最终于 1963 年建成，被认为是计算机技术和通信技术结合的先驱。

计算机通信技术应用用于民用系统方面，最早的当数美国航空公司与 IBM 公司在 20 世纪 50 年代初开始联合研究、60 年代初投入使用的飞机订票系统 SABRE-1。这个系统由一台中央计算机与全美范围内的 2 000 个终端组成。这些终端采用多点线路与中央计算机相连。美国通用电气公司的信息服务系统（GE Information Service）则是世界上最大的商用数据处理网络，其地理范围从美国本土延伸到欧洲、澳洲和日本。该系统于 1968 年投入运行，具有交互式处理和批处理能力。网络配置为分层星型结构：各终端设备连接到分布于世界上 23 个地点的 75 个远程集中器；远程集中器分别连接到 16 个中央集中器，各主计算机也连接到中央集中器；中央集中器经过 50 kbps 线路连接到交换机。

由于地理范围很大，可以利用时差达到资源的充分利用。

单处理机联机网络中，已涉及多种通信技术、多种数据传输设备、数据交换设备等。从计算机技术上来看，这是由单用户独占一个系统发展到分时多用户系统。联机终端网络和多处理机网络相比较有如下缺点：一是主机负荷较重，既要承担通信工作，又要承担数据处理，主机的效率低；二是通信线路的利用率低，尤其在远距离时，分散的终端都要单独占用一条通信线路，从而费用高，在终端聚集的地方，可采用远程线路集中器，尽量减少通信费用；三是这种结构属集中控制方式，可靠性低。在这一类早期的计算机通信网络中，为了提高通信线路的利用率并减轻主机的负担，已经使用了多点通信线路、集中器以及前端处理机。这些技术对以后计算机网络的发展有着深刻的影响。现分别介绍如下：

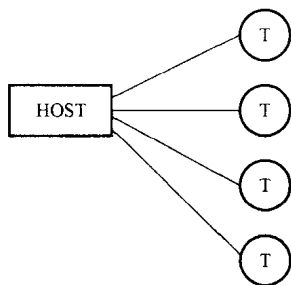


图 1.1 单计算机联机系统

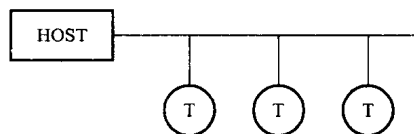


图 1.2 多点线路通信方式

1. 多点通信线路。所谓多点通信线路就是在一条通信线路上串接多个终端，如图 1.2 所示。这样，多个终端可以共享同一条通信线路与主机进行通信。由于主机—终端间的通信具有突发性和高带宽的特点，所以各个终端与主机间的通信可以分时地使用同一高速通信线路。相对于每个终端与主机之间都设立专用通信线路的配置方式，这种多点线路能极大地提高信道的利用率。

2. 终端集中器和前端处理机。两者的作用是类似的，不过后者的功能要强一些。主机资源主要用于计算任务，如果由主机兼顾与终端的通信任务，一来会影响主机的计算任务，二来使主机的接口很多，配置过于庞大，系统灵活性不好。为了解决这一矛盾，可以把与终端的通信任务分配给专门的小型机承担。小型机的硬、软件配置都是面向通信的，可以放置于终端相对集中的地点，它与各个终端以低速线路连接，收集终端的数据，然后用高速线路传送给主机。这种通信配置如图 1.3 所示。

终端集中器的硬件配置相对简单，它主要负责从终端到主机的数据集中以及从主机到终端的数据分发。显然采用终端集中器可提高远程高速通信线路的利用率。前端处理机除了具有以上功能外，还可以互相连接，并连接多个主

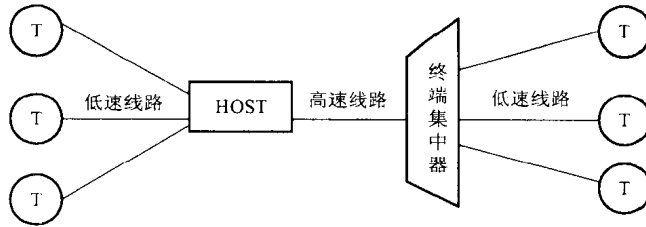


图 1.3 使用终端集中器的通信系统

机，具有路由选择功能，它能根据数据包的地址把数据发送到适当的主机。不过在早期的计算机网络中前端处理机的功能还不是很强，互联规模也不是很大。

1.1.2 计算机—计算机网络

从 20 世纪 60 年代中到 70 年代中，随着计算机技术和通信技术的进步，将多个单处理机联机终端网络互相连接起来，形成了多处理机为中心的网络。利用通信线路将多个计算机连接起来，为用户提供服务。第一种形式是通过通信线路将主计算机连接起来，主机既承担数据处理又承担通信工作，如图 1.4 所示。

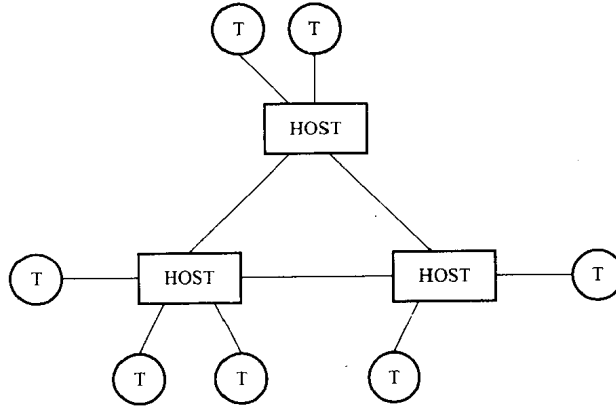


图 1.4 主机直接互联的网络

第二种形式是把通信从主机分离出来，设置通信控制处理机 CCP (Communication Control Processor)，主机间的通信通过 CCP 的中继功能间接进行。由 CCP 组成的传输网络称为通信子网，如图 1.5 所示。

通信控制处理机负责网上各主机间的通信控制和通信处理，由它们组成的通信子网是网络的内层，或骨架层，是网络的重要组成部分。网上主机负责数据处理，是计算机网络资源的拥有者，它们组成了网络的资源子网，是网络的

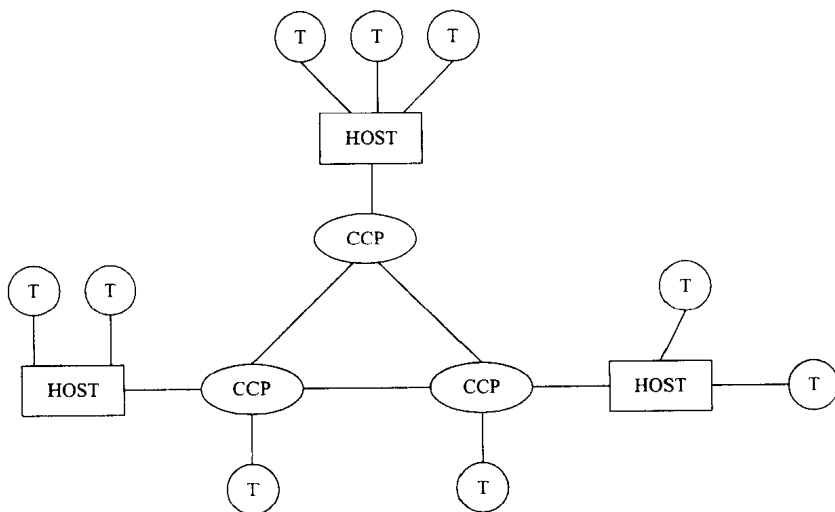


图 1.5 具有通信子网的计算机网络

外层，通信子网为资源子网提供信息传输服务，资源子网上用户间的通信是建立在通信子网的基础上。没有通信子网，网络不能工作，而没有资源子网，通信子网的传输也失去了意义，两者合起来组成了统一的资源共享的两层网络。将通信子网的规模进一步扩大，使之变成社会公用的数据通信网，如图 1.6 所示。广域网，特别是国家级的计算机网络大多采用这种形式。这种网络允许异种机入网，兼容性好，通信线路利用率高，是计算机网络概念最全、设备最多的一种形式。

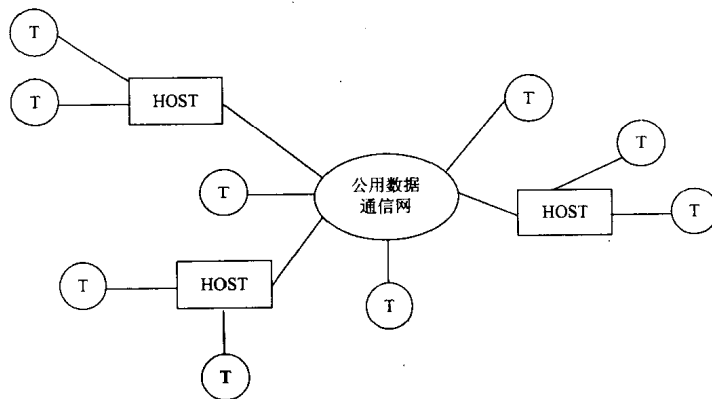


图 1.6 具有公用数据通信网的计算机网络

现代意义上的计算机网络是从 1969 年美国国防部高级研究计划署 (DARPA) 建成的 ARPANET 实验网开始的 (今天的 Internet 网络就是由 ARPANET 发展和演化而来的)。该网络当时只有 4 个节点，以电话线路作为主干网络，两年后，建成 15 个节点，进入工作阶段。此后，ARPANET 的规模不断扩