



清华大学计算机基础教育课程系列教材

766

TP311

计算机网络

张智科 编著



清华大学出版社

内 容 简 介

本书主要讲述计算机网络的基本理论和技术以及 Internet 的原理、技术与应用。全书共分 5 个部分 16 章。第 1 部分介绍计算机网络的发展历史和计算机网络的体系结构。第 2 部分讲述数据通信技术。第 3 部分讲述局域网技术,包括各种高速局域网技术。第 4 部分介绍 TCP/IP 技术,它是构建 Internet 的基础。第 5 部分涉及网络组建技术中的几个问题,包括连网设备与技术、VLAN、Windows NT 组网和网络工程布线技术等。

本书可以作为高等院校非计算机专业本科生和研究生计算机网络课程的教材,也可作为广大工程技术人员参考书。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络/张曾科编著. —北京:清华大学出版社,2002

(清华大学计算机基础教育课程系列教材)

ISBN 7-302-06153-X

I. 计… II. 张… 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(2002)第 099488 号

出 版 者: 清华大学出版社(北京清华大学学研大厦,邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

责任编辑: 王敏稚

印 刷 者: 北京昌平环球印刷厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 787×1092 1/16 **印张:** 20.75 **字数:** 464 千字

版 次: 2003 年 2 月第 1 版 2003 年 2 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-06153-X/TP·3682

印 数: 0001~6000

定 价: 26.00 元

序

计算机科学技术的发展不仅极大地促进了整个科学技术的发展,而且明显地加快了经济信息化和社会信息化的进程。因此,计算机教育在各国备受重视,计算机知识与能力已成为 21 世纪人才素质的基本要素之一。

清华大学自 1990 年开始将计算机教学纳入基础课的范畴,作为校重点课程进行建设和管理,并按照“计算机文化基础”、“计算机技术基础”和“计算机应用基础”三个层次的课程体系组织教学:

第一层次“计算机文化基础”的教学目的是培养学生掌握在未来信息化社会里更好地学习、工作和生活所必须具备的计算机基础知识和基本操作技能,并进行计算机文化道德规范教育。

第二层次“计算机技术基础”是讲授计算机软硬件的基础知识、基本技术与方法,从而为学生进一步学习计算机的后续课程,并利用计算机解决本专业及相关领域中的问题打下必要的基础。

第三层次“计算机应用基础”则是讲解计算机应用中带有基础性、普遍性的知识,讲解计算机应用与开发中的基本技术、工具与环境。

以上述课程体系为依据,设计了计算机基础教育系列课程。随着计算机技术的飞速发展,计算机教学的内容与方法也在不断更新。近几年来,清华大学不断丰富和完善教学内容,在有关课程中先后引入了面向对象技术、多媒体技术、Internet 与互联网技术等。与此同时,在教材与 CAI 课件建设、网络化的教学环境建设等方面也正在大力开展工作,并积极探索适应 21 世纪人才培养的教学模式。

为进一步加强计算机基础教学工作,适应高校正在开展的课程体系与教学内容的改革,及时反映清华大学计算机基础教学的成果,加强与兄弟院校的交流,清华大学在原有工作的基础上,重新规划了“清华大学计算机基础教育课程系列教材”。

该系列教材有如下几个特色:

1. 自成体系:该系列教材覆盖了计算机基础教学三个层次的教学内容。其中既包括所有大学生都必须掌握的计算机文化基础,也包括适用于各专业的软、硬件基础知识;既包括基本概念、方法与规范,也包括计算机应用开发的工具与环境。

2. 内容先进:该系列教材注重将计算机技术的最新发展适当地引入教学中来,保持了教学内容的先进性。例如,系列教材中包括了面向对象与可视化编程、多媒体技术与应用、Internet 与互联网技术、大型数据库技术等。

3. 适应面广：该系列教材照顾了理、工、文等各种类型专业的教材要求。

4. 立体配套：为适应教学模式、教学方法和手段的改革，该系列教材中多数都配有习题集和实验指导、多媒体电子教案，有的还配有 CAI 课件以及相应的网络教学资源。

本系列教材源于清华大学计算机基础教育的教学实践，凝聚了工作在第一线的任课教师的教学经验与科研成果。我希望本系列教材不断完善，不断更新，为我国高校计算机基础教育做出新的贡献。



1999 年 12 月

前言

计算机网络的产生和发展特别是 Internet 的发展在现代科学技术史上具有重大的意义和深远的影响。在当今的信息时代,计算机网络为人们在全世界范围内的信息交流铺设了四通八达的高速公路。

我们用日新月异来形容计算机网络的飞速发展并不为过。不久前,联合国贸易发展会议的一个有关电子商贸的报告中指出,到 2002 年年底全球互联网用户将达到 6.55 亿,比 2001 年增长 30%,其中中国用户达到 5560 万。据中国互联网信息中心 CNNIC 的统计,截止到 2001 年 12 月 31 日,我国上网计算机数为 1 254 万台,网站 27.7 万个,网民 3 370 万人,互联网国际出口带宽 7 597Mb/s。它们分别比 2000 年同期增长 40%、4.5%、50%和 173.4%。而仅仅半年之后,到 2002 年 6 月 30 日,我国上网计算机、网民和国际出口带宽就分别增长到 1 613 万台、4 850 万人和 10 576Mb/s。以太网是局域网的杰出代表,历经近 30 年的发展,其传输速率从 1975 年诞生时的 2.94Mb/s 开始,历经 10Mb/s、100Mb/s 到今天的 1 000Mb/s,网络界称今年是千兆年,“千兆作主干,百兆到桌面”的设计广泛地被采用。2002 年 6 月,10Gb/s 的以太网标准 IEEE802.3ae 发布,以太网性能的增长一次次地超过了摩尔定律。

计算机网络是经济全球化的重要基础。网络改变了人们的工作和生活方式,拉近了人们之间的距离。人们可以在网上举行科学会议,进行电子商务、远程教学和医疗会诊。发往大洋彼岸的电子邮件很快就可以送达,异国图书馆的资料片刻就可以查阅下载。人们坐在计算机前,可以浏览全世界网站上感兴趣的信息,小小的屏幕连接了全球。

目前,我国在运行服务和建设发展的有 9 大互联网:中国公用计算机网 CHINANET、中国科技网 CSTNET、中国教育科研网 CERNET、中国金桥网 CHINAGBN、中国联通网 UNINET、中国网通 CNC、中国国际经贸网 CIETNET、中国移动网 CMNET 和中国长城网 CGWNET,它们共同构筑了我国的互联网并与 Internet 相连。

在中央和国务院各部委的大力支持下,中国电信和国家经贸委经济信息中心等近 50 家信息主管部门,策划了我国国民经济和社会信息化的三大工程:政府上网工程、企业上网工程 and 家庭上网工程。并且于 1999 年 1 月和 2000 年 7 月相继启动前两个工程,目前已取得了显著的成绩。

今天,掌握计算机网络知识和技术已经成为人们特别是青年一代必备的技能。

本书共分 5 部分。第 1 部分首先介绍计算机网络的发展历史,然后讲述计算机网络的体系结构。计算机网络的体系结构是指导计算机网络设计和实现的总体框架。国际标准化组织的 OSI 体系结构虽然没有发展成新一代的计算机网络,但它提出的不少概念和技术对计算机网络的发展做出了不可磨灭的贡献。TCP/IP 网络体系结构成为当今

Internet的基石,它是 Internet 使用的体系结构,它成为计算机网络体系结构的事实上的标准。

第2部分介绍数据通信技术。包括通信方式、信号转换、数字信号编码、多路复用、差错校验和数据交换技术等。计算机网络是计算机技术和通信技术相结合的产物,计算机网络的底层使用各种数据通信技术实现信息传输,它们是计算机网络赖以发展的基础。

第3部分介绍局域网技术,包括以太网、令牌环、令牌总线、FDDI、ATM 及交换式以太网等。国际电工电子工程师学会为局域网的发展做出了不可磨灭的贡献,一系列的 IEEE802 标准是局域网最具权威的标准。在各种形式的局域网中,以太网是局域网的主导网络技术,世界上大部分局域网都采用以太网。本部分还介绍了数据链路的控制技术。

第4部分介绍 TCP/IP 技术。TCP/IP 网际层最基本的协议是 IP 协议,它提供基本的互联网服务,被定义为无连接的分组传送系统。传输层进一步加强底层的数据传输服务,它提供端到端的进程间的通信。TCP/IP 传输层主要有两个并列的协议:TCP 和 UDP,分别提供面向连接的可靠的传输服务和无连接的不可靠的传输服务。应用层有很多面向用户的协议,提供域名解析、文件传输、远程终端访问、电子邮件和 WWW 等诸多 Internet 应用服务。这部分还讲述了 Socket 网络通信程序设计并给出了示例。

当今的 Internet 可以认为分为 5 个层次,即物理层、数据链路层、网际层、传输层和应用层。本书的第 1 部分介绍计算机网络的总体层次结构,第 2~4 部分具体介绍了这 5 个层次的主要技术和协议。

本书第 5 部分涉及网络组建技术中的几个问题,包括连网设备与技术,虚拟局域网 VLAN 技术,Windows NT 组网技术和网络工程结构化布线技术等。虚拟局域网 VLAN 是近年来发展起来的技术。应用 VLAN 技术可将物理网络从逻辑上划分出多个与地理位置无关的子集。Windows NT 系列操作系统是组建微型机网络最为广泛采用的网络操作系统。Windows NT 系列操作系统支持 TCP/IP 联网模式,Windows NT 定义的 DHCP 和 WINS 等增强了 TCP/IP 网络的功能。计算机网络的结构化布线是组建计算机网络的重要步骤,本部分最后介绍计算机网络结构化布线系统的设计。

本书是在清华大学非计算机专业研究生计算机网络教学的基础上逐步积累编写的。本书可以作为高等院校非计算机专业本科生和研究生计算机网络课程的教材,教学中可以根据具体情况对书中的内容适当裁减(如目录中打“*”的部分)。本书也可作为广大工程技术人员从事计算机网络学习、使用和研究的参考书。

本书由张曾科主笔,常进博士编写并调试了 Socket 网络通信的示例程序。

由于作者的学识和水平有限,书中难免存在错误疏漏之处,恳请广大读者批评指正。

作者

2002 岁末 于清华园

目 录

第 1 部分 计算机网络体系结构

第 1 章 计算机网络发展概述	3
1.1 计算机网络的发展	3
1.1.1 计算机网络的产生	3
1.1.2 分组交换网的出现	4
1.1.3 计算机网络体系结构的形成	6
1.1.4 局域网的产生和发展	7
1.1.5 Internet 时代	8
1.2 计算机网络技术国际标准化组织	12
习题	14
第 2 章 计算机网络体系结构	15
2.1 ISO/OSI 体系结构概述	15
2.1.1 开放系统互联参考模型 OSI/RM	15
2.1.2 ISO/OSI 的一些基本概念	17
2.1.3 ISO/OSI 各层基本功能	19
2.2 TCP/IP 体系结构概述	23
2.2.1 TCP/IP 及其发展	23
2.2.2 TCP/IP 体系结构	24
习题	25

第 2 部分 数据通信基础

第 3 章 数据通信技术	29
3.1 引言	29
3.2 数据传输方式	30
3.2.1 单工、全双工和半双工传输	30
3.2.2 异步传输和同步传输	31
3.2.3 频带传输与基带传输	33
3.3 数据转换技术	34
3.3.1 调制解调技术	34
3.3.2 编码解码技术	36

3.4 多路复用技术	39
3.4.1 频分多路复用 FDM	39
3.4.2 时分多路复用 TDM	40
3.4.3 同步光纤网 SONET/SDH	42
3.4.4 波分多路复用 WDM/ DWDM	42
3.5 数据交换技术	43
3.5.1 电路交换	44
3.5.2 报文交换	44
3.5.3 分组交换	45
3.5.4 高速交换技术	46
3.6 差错校验	47
3.7 数据通信的性能指标	49
3.7.1 数据传输速率和码元传输速率	49
3.7.2 奈奎斯特准则和香农定理	50
习题	51
第 4 章 传输介质	53
4.1 双绞线	53
4.2 同轴电缆	53
4.3 光纤	54
4.4 无线传输	55
4.4.1 电磁波频谱	55
4.4.2 无线电传输	56
4.4.3 微波传输	56
4.4.4 红外线传输	57
习题	57

第 3 部分 局 域 网

第 5 章 逻辑链路控制	61
5.1 IEEE802 局域网技术标准	61
5.2 数据链路控制机制	63
5.2.1 引言	63
5.2.2 停等 ARQ	64
5.2.3 回退-N ARQ	65
5.2.4 选择重传 ARQ	68
5.3 IEEE802.2 逻辑链路控制协议	69
5.3.1 LLC 层提供的服务	69
5.3.2 LLC 层的服务访问点与寻址	69

5.3.3 LLC 帧结构	70
习题	73
第 6 章 以太网	74
6.1 以太网技术的发展	74
6.2 以太网的拓扑结构与共享信道的访问控制	75
6.2.1 以太网的拓扑结构	75
6.2.2 共享信道的访问控制	76
6.3 随机访问技术先驱 ALOHA	76
6.3.1 ALOHA 工作原理	76
*6.3.2 ALOHA 性能	78
*6.3.3 分隙 ALOHA 及其性能	81
6.4 以太网介质访问控制方式 CSMA/CD	83
6.4.1 CSMA	83
6.4.2 CSMA/CD	85
*6.4.3 CSMA/CD 性能	90
6.5 以太网帧格式	91
6.6 以太网网络结构	93
6.6.1 粗缆以太网 10Base5	93
6.6.2 细缆以太网 10Base2	96
6.6.3 双绞线以太网 10BaseT	97
习题	100
* 第 7 章 令牌环	102
7.1 令牌环工作原理	102
7.1.1 令牌环的拓扑结构和数据传输方式	102
7.1.2 令牌环帧格式	103
7.1.3 优先级控制与令牌维护	105
7.2 IBM 令牌环网	106
习题	106
* 第 8 章 令牌总线	107
8.1 令牌总线工作原理	107
8.1.1 令牌总线的结构特点和数据传输方式	107
8.1.2 令牌总线帧格式	108
8.1.3 逻辑环的建立与维护	109
8.2 ARCnet 令牌总线网	111
习题	112

第 9 章 高速局域网	113
9.1 高速以太网	113
9.1.1 100BaseT	113
*9.1.2 100VG-AnyLAN	115
9.1.3 千兆位以太网	116
9.2 交换式以太网	119
9.2.1 网络交换器工作原理	119
9.2.2 交换式以太网结构	120
*9.3 光纤分布数据接口 FDDI	122
9.3.1 FDDI 概述	122
9.3.2 FDDI 协议	123
9.3.3 FDDI 网络结构	126
*9.4 ATM 网络技术	128
9.4.1 ATM 基本原理	128
9.4.2 ATM 网络结构	131
习题.....	133

第 4 部分 TCP/IP

第 10 章 TCP/IP 网际层	137
10.1 网际协议 IP	137
10.1.1 概述.....	137
10.1.2 IP 地址	138
10.1.3 地址解析协议 ARP	140
10.1.4 IP 数据报	142
10.1.5 IP 数据报的分片与重组	145
10.1.6 IP 数据报选路机制	147
*10.1.7 IP 数据报选项	152
10.1.8 互联网控制报文协议 ICMP	155
10.2 动态选路协议.....	160
10.2.1 概述.....	160
*10.2.2 距离矢量选路算法.....	160
*10.2.3 最短路径优先选路算法 SPF	163
10.2.4 Internet 两类动态选路协议	166
*10.2.5 路由信息协议 RIP	167
*10.2.6 开放最短路径优先协议 OSPF	169
*10.2.7 边界网关协议 BGP	169
*10.3 互联网组管理协议 IGMP	171

10.3.1 多播	171
10.3.2 IP 多播组地址及其转换	172
10.3.3 IGMP 协议	173
10.3.4 多播选路	175
10.3.5 多播主干网 MBone	178
10.4 下一代的网际协议 IPv6	179
10.4.1 IPv6 数据报	180
10.4.2 IPv6 的地址空间及其表示方法	182
10.4.3 IPv6 地址格式	184
习题	187
第 11 章 TCP/IP 传输层	189
11.1 传输层端口	189
11.2 用户数据报协议 UDP	191
11.2.1 UDP 用户数据报	191
11.2.2 UDP 伪报头	192
11.2.3 UDP 的多路复用和多路分解	193
11.3 传输控制协议 TCP	193
11.3.1 TCP 的编号与确认	194
11.3.2 滑动窗口与流量控制	195
11.3.3 TCP 拥塞控制	198
11.3.4 TCP 重传机制	201
11.3.5 TCP 报文段	204
11.3.6 TCP 连接管理	207
习题	210
第 12 章 TCP/IP 应用层	211
12.1 域名系统 DNS	211
12.1.1 Internet 的域名结构	211
12.1.2 域名解析	213
*12.2 远程登录协议 TELNET	216
12.2.1 TELNET 工作原理	217
12.2.2 网络虚拟终端 NVT	218
12.2.3 TELNET 命令	219
12.2.4 TELNET 选项协商	220
*12.3 文件传输与访问协议 FTP、TFTP 和 NFS	221
12.3.1 文件传输协议 FTP	221
12.3.2 简单文件传输协议 TFTP	223

12.3.3 网络文件系统 NFS	224
12.4 电子邮件 email	226
12.4.1 电子邮件系统概述	226
12.4.2 电子邮件信息格式	227
12.4.3 电子邮件传输	229
12.5 万维网 WWW	232
12.5.1 万维网工作原理	232
12.5.2 统一资源定位符 URL	235
12.5.3 超文本传送协议 HTTP	237
12.5.4 超文本标记语言 HTML	238
* 12.5.5 动态万维网文档与 CGI 技术	241
* 12.5.6 活动万维网文档与 Java 技术	245
* 12.6 简单网络管理协议 SNMP	246
12.6.1 SNMP 网络管理系统组成	246
12.6.2 SNMP 协议	247
12.6.3 管理信息库 MIB	249
习题	251
第 13 章 Socket 网络通信编程	254
13.1 套接字 Socket	254
13.1.1 网络应用程序编程接口	254
13.1.2 客户-服务器模式	255
13.1.3 套接字 Socket	256
* 13.2 Socket 网络通信编程	257
13.2.1 Socket 的创建与关闭	257
13.2.2 绑定本地地址	259
13.2.3 建立连接	260
13.2.4 数据的发送与接收	263
13.2.5 客户-服务器模式的 Socket 实现框架	266
* 13.3 Socket 网络通信编程实例	268
13.3.1 无连接的网络通信编程	268
13.3.2 面向连接的网络通信编程	273
习题	278
第 5 部分 组网技术	
* 第 14 章 连网设备与技术	281
14.1 中继器和集线器	281
14.2 网桥	281

14.2.1 网桥的基本工作原理·····	281
14.2.2 透明网桥和源站选路网桥·····	283
14.3 路由器·····	286
14.3.1 路由器连网的层次结构·····	286
14.3.2 路由器的功能·····	287
14.4 交换器·····	288
14.5 虚拟局域网 VLAN ·····	289
14.5.1 VLAN 及其特点 ·····	289
14.5.2 VLAN 标准 IEEE802.1Q ·····	290
14.5.3 VLAN 的类型 ·····	291
习题·····	291
第 15 章 Windows NT 组网技术 ·····	292
15.1 网络操作系统 NOS 概述 ·····	292
15.1.1 NOS 的功能 ·····	292
15.1.2 NOS 的两种模式 ·····	293
15.1.3 NOS 的组成 ·····	295
15.1.4 Windows 网络操作系统 ·····	297
15.2 Windows NT 组网 ·····	299
15.2.1 工作组和域·····	299
15.2.2 域间信任关系·····	300
15.2.3 Windows NT 组网模式 ·····	302
15.3 Windows NT 的 TCP/IP 联网技术·····	302
15.3.1 域名解析服务·····	302
15.3.2 动态主机配置协议 DHCP ·····	303
15.3.3 Windows 因特网命名服务 ·····	304
15.3.4 Internet 信息服务 IIS ·····	305
习题·····	306
第 16 章 网络工程布线技术 ·····	307
16.1 结构化布线系统及其标准·····	307
16.2 结构化布线系统的组成及设计·····	308
16.2.1 结构化布线系统的组成·····	308
16.2.2 结构化布线系统的设计·····	310
习题·····	314
参考文献 ·····	315

第 1 部分

计算机网络体系结构

这一部分介绍计算机网络的发展过程和体系结构。

计算机网络产生于 20 世纪 50 年代中期,早期的计算机网络是计算机与电话系统相结合的产物,是以单台计算机为中心的远程联机系统。60 年代后期,出现了以 ARPANET 为代表的使用分组存储转发方式的分组交换网。国际标准化组织 ISO 在 20 世纪 80 年代制定了计算机网络的国际标准 OSI,力图统一计算机网络体系结构,但以 TCP/IP 体系结构为基础的 ARPANET 却逐步发展壮大,发展成了当今全球规模的 Internet。为了适应 Internet 应用的飞速增长,各国都在积极努力,提升 Internet 的速度,建设新一代的 Internet。

ISO 制定了计算机网络的体系结构——开放系统互联参考模型 OSI/RM,它分为物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层和应用层 7 个层次,每个层次都规定了相应的服务和协议。

TCP/IP 体系结构常简称为 TCP/IP,它以 TCP/IP 协议族中最著名的两个协议 TCP 和 IP 即传输控制协议和互联网协议来命名。TCP/IP 的体系结构分为 4 个层次,即应用层、传输层、网际层和网络接口层。TCP/IP 网络体系结构成为当今 Internet 的基石,它是计算机网络体系结构事实上的标准。

第 1 章

计算机网络发展概述

1.1 计算机网络的发展

1.1.1 计算机网络的产生

最早的计算机系统是单用户系统,一台计算机只能由一个用户使用。后来发展了分时系统,一台计算机可以接多个终端同时供多个用户使用,但用户必须集中到计算机房去上机,多有不便。

20 世纪 50 年代中期,开始进行通信技术与计算机技术相结合的尝试。美国地面防空系统 SAGE 将远距离的雷达和其他检测装置的信号通过通信线路送入一台 IBM 计算机系统。接着,一些系统通过通信线路将多个终端连接到一台中心计算机上,用户可以在远离计算机房的自己的办公室使用中心计算机,分时使用计算机的资源。人们在自己办公室的终端上输入数据和命令,通过通信线路送给中心计算机,中心计算机进行运算和处理并把处理结果通过通信线路回送到用户终端上显示。当时的通信线路主要就是电话系统。这样,计算机网络就产生了。

可见,早期的计算机网络是计算机和电话通信系统相结合的产物,是以单台计算机为中心的远程联机系统。连接到中心计算机的终端并没有自主处理能力,它们使用中心计算机的处理能力。这与后来发展起来的由多个有自主处理能力的计算机互连起来的计算机网络有所不同。

20 世纪 60 年代初,美国航空公司使用了飞机票预订系统 SABER I,它由一台中心计算机连接了全美范围的 2 000 多个终端组成,它是远程联机系统的一个典型代表。

在远程联机系统中,中心计算机主要进行数据处理,同时它还担负着和远程终端通信的任务。当远程终端的数目增多时,通信的任务随之加重,数据处理的效率下降。针对这一问题,后来出现了数据处理和通信分工的系统。在中心计算机前面增加一台**前端处理机 FEP**(Front End Processor),FEP 负责和远程终端通信的任务,而中心计算机则专门进行数据运算和处理,这就大大提高了处理效率。

当远程联机系统中的远程终端的数目增多时还带来了另外的问题。如果每台终端还都使用一条专用通信线路与中心计算机相连,通信线路的费用开支变得非常之大。而且,终端传输的数据量受限于人手工操作的速度,它与中心计算机通信的流量并不大,因此通信线路的利用率也比较低。针对这一问题,后来又出现了称为**集中器**(concentrator)的设

备,一台集中器可连接多台终端。于是,中心计算机利用前端处理机通过远程线路和多台集中器连接,每台集中器又连接了多个终端,它们共享一条通信线路,提高了通信线路的利用率,降低了通信线路的使用费用。这样就构成了比较完善的远程联机系统,如图 1.1 所示。图中的 M 代表调制解调器(modem),它可以进行模拟信号和数字信号的转换,因而通过它可以利用模拟的公共电话网进行远程的数字通信。

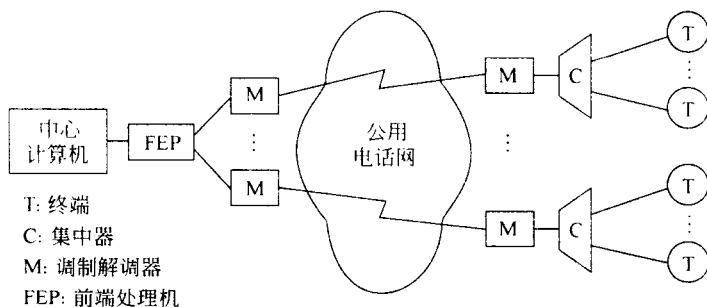


图 1.1 远程联机系统

1.1.2 分组交换网的出现

20 世纪 60 年代后期,计算机网络的发展进入了一个新阶段。它是将多台具有自主处理能力的计算机用通信线路连接起来的计算机网络系统,计算机之间的通信使用分组交换方式。

这个阶段的计算机网络的典型代表是 ARPANET。20 世纪 60 年代,美国国防部高级研究计划局 ARPA(目前称 DARPA, Defense Advanced Research Projects Agency)资助一些大学和公司进行计算机网络的研究,设计了一个 4 结点的实验性网络并于 1969 年成功地投入运行。后来 ARPANET 不断地发展扩大,演变成了今天的 Internet。ARPANET 是计算机网络发展史上的一个重大事件,一个辉煌的里程碑。

图 1.2 是 ARPANET 的结构示意图。图中, H(host)代表主机, IMP(Interface Message Processor)代表接口报文处理机。ARPANET 中的运行各种应用程序的计算机称为主机,而 IMP 专门负责通信处理。由图可见,通信线路是将接口报文处理机互连,主机再与接口报文处理相连接。主机之间的通信要通过接口报文处理机互连起来的网络传送。

如果某台主机的一个用户要发送数据给网络上的另一台主机,它先将数据交给与其直接相连的 IMP,该 IMP 通过适当的通信线路转给下一个 IMP,这个 IMP 再进行转发,如此下去直至到达目的 IMP,目的 IMP 再将数据交给与它直接相连的目的主机,从而完成了数据的传输过程。例如图 1.2 中,主机 H_2 的某个用户欲发送信息给主机 H_6 。发送的过程是:首先 H_2 将该信息送至 IMP_2 ,中间经 IMP_1 转接,最终传送到 IMP_6 。 IMP_6 再将信息送入主机 H_6 。转接是这样进行的: IMP_2 将主机 H_2 传送的信息接收并存储起来,在 IMP_2 和 IMP_1 之间的通信线路空闲时,将其送至 IMP_1 , IMP_1 也是将该信息接收并存储起来,直至 IMP_1 和 IMP_6 之间的通信线路空闲时,再将它转发到 IMP_6 。

这种信息的传输方式称为存储转发(store and forward)。存储转发方式的优点是可