

附：计算机网络与通信自学考试大纲

# 计算机网络与通信

组编 / 全国高等教育自学考试指导委员会  
主编 / 冯博琴

全国高等教育自学考试指定教材  
计算机及应用专业（独立本科段）

经济科学出版社

全国高等教育自学考试指定教材

计算机及应用专业（独立本科段）

# 计 算 机 网 络 与 通 信

（附：计算机网络与通信自学考试大纲）

全国高等教育自学考试指导委员会组编

冯博琴 主编

经济科学出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

计算机网络与通信/冯博琴主编. —北京: 经济科学出版社, 2000.3

全国高等教育自学考试教材, 计算机及应用专业

ISBN 7-5058-2009-5

I. 计… II. 冯… III. ①计算机网络-高等教育-自学考试-教材 ②通信网-高等教育-自学考试-教材 IV. ①TP393 ②TN915

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 54275 号

### 计算机网络与通信

(附计算机网络与通信自学考试大纲)

全国高等教育自学考试指导委员会组编

冯博琴 主编

经济科学出版社出版

社址: 北京海淀区万泉河路 66 号 邮编: 100086

网址: [www.esp.com.cn](http://www.esp.com.cn)

电子邮件: [esp@public2.east.net.cn](mailto:esp@public2.east.net.cn)

北京市鑫鑫印刷厂印刷

787×1092 16 开 22.50 印张 450000 字

2000 年 3 月第一版 2000 年 3 月第一次印刷

印数: 001—15000 册

ISBN 7-5058-2009-5/G·0425 定价: 28.80 元

(图书出现印装问题, 请与当地教材供应部门调换)

(版权所有 翻印必究)

## 组编前言

当您开始阅读本书时，人类已经迈入了二十一世纪。

这是一个变幻难测的世纪，这是一个催人奋进的时代。科学技术飞速发展，知识更替日新月异。希望、困惑、机遇、挑战，随时随地都有可能出现在每一个社会成员的生活之中。抓住机遇，寻求发展，迎接挑战，适应变化的制胜法宝就是学习——依靠自己学习、终生学习。

作为我国高等教育组成部分的自学考试，其职责就是在高等教育这个水平上倡导自学、鼓励自学、帮助自学、推动自学，为每一个自学者铺就成才之路。组织编写供读者学习的教材就是履行这个职责的重要环节。毫无疑问，这种教材应当适合自学，应当有利于学习者掌握、了解新知识、新信息，有利于学习者增强创新意识、培养实践能力、形成自学能力，也有利于学习者学以致用、解决实际工作中所遇到的问题。具有如此特点的书，我们虽然沿用了“教材”这个概念，但它与那种仅供教师讲、学生听，教师不讲、学生不懂，以“教”为中心的教科书相比，已经在内容安排、形式体例、行文风格等方面都大不相同了。希望读者对此有所了解，以便从一开始就树立起依靠自己学习的坚定信念，不断探索适合自己的学习方法，充分利用已有的知识基础和实际工作经验，最大限度地发挥自己的潜能，以达到学习的目标。

欢迎读者提出意见和建议。

祝每一位读者自学成功。

全国高等教育自学考试指导委员会

1999.5

## 编者的话

本书是高等教育自学考试计算机及应用专业（独立本科段）《计算机网络与通信》课程的自学教材。

计算机技术与通信技术相结合导致了计算机网络的产生。计算机网络已成为当今大型信息系统的基础。进入 20 世纪 90 年代，因特网的飞速发展和广泛应用极大地推动了计算机网络的发展和通信领域的变革。计算机网络与通信已经是国内外几乎所有计算机及应用专业学生的一门必修专业课。

为适应高等教育自学考试的特点，本书对传统网络与通信理论进行适当取舍，力求深入浅出地介绍计算机网络与通信领域的基本概念和原理。

本书主要内容包括：数据通信技术、计算机网络原理、计算机网络规划管理和应用、网络操作系统与应用模式。全书共分十一章，第一章阐述计算机网络发展简史、网络的各种分类、计算机网络概念的定义，通过通信模型引出数据通信技术所应解决的问题，及解决此类问题的一般性方法，初步介绍了网络体系结构与分层协议的概念。第二章主要阐述数据通信技术基础及基本概念。第三章阐述异步和同步传输、数据通信接口、多路复用和数据链路控制。第四章阐述以广域网为主要应用对象的数据交换技术，所涉内容包括：线路交换、报文分组交换、帧中继和异步传输模式（ATM）。第五章阐述计算机网络体系结构，内容包括：网络协议体系结构的主题，体系结构分层的动机及各层的协议；讨论开放式系统互联模型（OSI）协议概念的定义及协议的重要的特征。第六章主要阐述计算机局域网络。第七章阐述网络设备及操作原理，阐述常见网络设备的基本构成和工作原理。第八章主要阐述网络互联及建网技术。第九章阐述因特网的工作原理和主要资源。第十章介绍网络操作系统的分类及各自的应用场合。第十一章介绍网络应用模式和网络安全。

本书内容安排以实用性为重点，希望读者在了解简化的 ISO/OSI 参考模型的基础上，掌握计算机网络基本原理和概念，熟悉计算机网络典型技术和协议，并具有简单网络的组网、规划和设计选型的能力，具备适应网络发展的能力。

为帮助读者提高学习效率，我们编写了与本教材配套的自学指导书。该指导书系统阐明了本课程的性质和学习任务、课程的特点及学习方法、学习的目的和要求，以及各章内容重点介绍、难点分析、课后练习、综合练习和参考答案等。

本书由冯博琴主编，程向前副主编，吕军、陈文革参加编写。参加编写的有程向前（第一章~第四章）、吕军（第五章、第六章、第八章、第十章、第十一章）、陈文革（第七章、第九章），由冯博琴负责统稿。本书由西北大学周明全教授主审，参审的有西安交通大学李增智教授和西北工业大学吴健教授，他们对本书提出了很多重要建议。本书的编写还得到了李波、罗建军两位老师的帮助，全国高等教育自学考试指导委员会电子电工与信息委员会秘书长陈敏逊教授、委员薛均义教授参加了教材规划和评审，对本书的编写工作给予了许多重

要的指导和支助，编者在此一并致谢。限于时间与水平，书中难免存在错误和不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编者  
1999.8

# 目 录

## 计算机网络与通信

第 1 章 引论 .....	( 1 )
1.1 计算机网络的产生和发展过程 .....	( 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 网络体系结构的标准化 .....	( 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 .....	( 6 )
1.2.2 计算机网络与多机系统 .....	( 8 )
1.2.3 计算机网络和分布式系统 .....	( 9 )
1.3 计算机网络的功能 .....	( 9 )
1.4 计算机网络系统的组成 .....	( 10 )
1.4.1 网络软件 .....	( 10 )
1.4.2 网络系统的逻辑结构 .....	( 11 )
1.5 计算机网络分类 .....	( 11 )
1.5.1 按距离划分 .....	( 12 )
1.5.2 按通信介质划分 .....	( 12 )
1.5.3 按通信传播方式划分 .....	( 12 )
1.5.4 按通信速率划分 .....	( 12 )
1.5.5 按使用范围划分 .....	( 12 )
1.5.6 按网络控制方式分类 .....	( 13 )
1.5.7 按网络环境分类 .....	( 13 )
1.5.8 按拓扑结构划分 .....	( 14 )
1.6 数据通信技术 .....	( 17 )
1.6.1 通信模型 .....	( 17 )
1.6.2 数据通信网络 .....	( 19 )
1.7 计算机网络协议和协议体系结构 .....	( 21 )
1.8 一个简化的文件传输协议体系结构 .....	( 22 )
1.9 TCP / IP 协议 .....	( 25 )
1.10 OSI / RM 模型 .....	( 26 )
1.11 计算机网络与通信标准 .....	( 27 )
练习题 .....	( 28 )

<b>第 2 章 数据通信技术</b> .....	( 29 )
2.1 数据传输的概念及术语 .....	( 29 )
2.1.1 直接连接 .....	( 29 )
2.1.2 频率、频谱和带宽 .....	( 30 )
2.1.3 数据传输速率和带宽的关系 .....	( 33 )
2.2 模拟和数字数据传输 .....	( 35 )
2.2.1 数据 .....	( 35 )
2.2.2 信号 .....	( 38 )
2.2.3 数据和信号 .....	( 38 )
2.2.4 传输 .....	( 39 )
2.3 传输损耗 .....	( 40 )
2.3.1 衰减 .....	( 40 )
2.3.2 延迟变形 .....	( 40 )
2.3.3 噪声 .....	( 41 )
2.3.4 信道容量 .....	( 42 )
2.3.5 光纤的最大容量 .....	( 43 )
2.4 有线传输介质 .....	( 44 )
2.4.1 同轴电缆 .....	( 45 )
2.4.2 双绞线电缆 .....	( 46 )
2.4.3 光纤电缆 .....	( 48 )
2.5 无线传输介质 .....	( 50 )
2.5.1 地面微波 .....	( 51 )
2.5.2 卫星微波 .....	( 52 )
2.5.3 红外传输 .....	( 53 )
2.5.4 不同传输介质的比较和选择 .....	( 54 )
2.6 数据编码 .....	( 54 )
2.6.1 数字数据的数字信号编码 .....	( 55 )
2.6.2 数字数据的调制编码 .....	( 55 )
2.6.3 模拟数据的数字信号编码 .....	( 56 )
练习题 .....	( 58 )
<b>第 3 章 通信接口和数据接路控制</b> .....	( 59 )
3.1 数据通信接口 .....	( 60 )
3.1.1 异步传输和同步传输 .....	( 60 )
3.1.2 线路配置 .....	( 63 )
3.1.3 接口标准 .....	( 63 )
3.2 数据链路控制 .....	( 70 )
3.2.1 流量控制 .....	( 70 )
3.2.2 差错控制 .....	( 74 )
3.2.3 HDLC 协议 .....	( 79 )
3.3 多路复用技术 .....	( 85 )
3.3.1 频分多路复用 (FDM) .....	( 85 )
3.3.2 时分多路复用 (TDM) .....	( 86 )
3.3.3 数字传输系统 .....	( 87 )



练习题 .....	( 87 )
<b>第 4 章 数据交换技术</b> .....	( 89 )
4.1 线路交换 .....	( 89 )
4.1.1 线路交换过程 .....	( 90 )
4.1.2 线路交换网络的结构 .....	( 91 )
4.1.3 空分交换技术 .....	( 92 )
4.1.4 时分交换技术 .....	( 92 )
4.2 报文分组交换 .....	( 94 )
4.2.1 报文分组交换操作过程 .....	( 94 )
4.2.2 报文分组交换工作方式 .....	( 95 )
4.2.3 线路交换和报文分组交换的比较 .....	( 96 )
4.2.4 报文分组交换网的阻塞控制 .....	( 97 )
4.2.5 X.25 协议 .....	( 98 )
4.3 帧中继 .....	( 100 )
4.3.1 帧中继简介 .....	( 101 )
4.3.2 帧中继网络的用途 .....	( 101 )
4.3.3 帧中继的体系结构和数据帧格式 .....	( 102 )
4.3.4 帧中继阻塞的控制方式 .....	( 103 )
4.4 异步传输模式 (ATM) .....	( 104 )
4.4.1 ATM 技术的导入背景 .....	( 104 )
4.4.2 ATM 的基本概念 .....	( 106 )
4.4.3 ATM 物理层 .....	( 108 )
4.4.4 ATM 层 .....	( 109 )
4.4.5 ATM 适配层 .....	( 111 )
4.4.6 ATM 连接管理 .....	( 112 )
练习题 .....	( 114 )
<b>第 5 章 计算机网络体系结构</b> .....	( 115 )
5.1 网络体系结构 .....	( 115 )
5.1.1 网络体系结构的定义和发展 .....	( 115 )
5.1.2 网络体系结构的分层原理 .....	( 116 )
5.1.3 通信协议 .....	( 116 )
5.2 开放系统互联参考模型 (OSI / RM) .....	( 117 )
5.2.1 开放系统 .....	( 117 )
5.2.2 OSI 划分层次的原则 .....	( 118 )
5.2.3 OSI 七层模型 .....	( 118 )
5.2.4 OSI / RM 分层结构的一般概念 .....	( 118 )
5.3 OSI 各层概述 .....	( 121 )
5.3.1 物理层 .....	( 121 )
5.3.2 数据链路层 .....	( 123 )
5.3.3 网络层 .....	( 125 )
5.3.4 传输层 .....	( 130 )
5.3.5 会话层 .....	( 132 )
5.3.6 表示层 .....	( 136 )

5.3.7	应用层	(137)
5.4	其他网络系统结构	(139)
5.4.1	ARPA 网的体系结构	(139)
5.4.2	SNA 网的体系结构	(139)
5.4.3	X.25 网体系结构	(140)
5.4.4	NetWare 网的体系结构	(140)
5.4.5	Windows NT 的体系结构	(142)
5.4.6	TCP/IP 协议体系结构	(145)
	练习题	(146)
<b>第 6 章</b>	<b>计算机局域网</b>	(147)
6.1	局域网概述	(147)
6.1.1	局域网的特点	(147)
6.1.2	局域网的关键技术	(148)
6.1.3	局域网体系结构	(148)
6.2	介质访问控制方法	(150)
6.2.1	CSMA/CD 介质访问控制	(151)
6.2.2	令牌环 (Token Ring)	(153)
6.2.3	令牌总线	(156)
6.3	以太网	(158)
6.3.1	以太网的产生和发展	(158)
6.3.2	粗缆以太网 10BASE-5	(159)
6.3.3	细缆以太网 10BASE-2	(161)
6.3.4	细/粗同轴电缆混合网络	(162)
6.3.5	双绞线以太网 10BASE-T	(163)
6.4	高速网络技术	(165)
6.4.1	交换式以太网	(165)
6.4.2	100BASE-T	(167)
6.4.3	100VG-AnyLAN	(168)
6.4.4	FDDI (光纤分布式数据接口)	(170)
6.4.5	ATM (异步传输模式)	(171)
6.4.6	千兆位以太网	(172)
6.5	结构化布线	(173)
6.5.1	结构化布线的必要性	(173)
6.5.2	结构化布线系统的组成	(174)
6.5.3	结构化布线系统产品	(175)
	练习题	(176)
<b>第 7 章</b>	<b>网络设备及工作原理</b>	(177)
7.1	网络接口卡	(177)
7.1.1	以太网卡的结构	(177)
7.1.2	网卡的网络地址	(177)
7.1.3	网卡的配置参数	(178)
7.1.4	提高网卡传输性能的措施	(178)
7.1.5	网卡总线类型	(180)

7.1.6	接口类型	(181)
7.1.7	网卡的网络驱动程序	(181)
7.2	网络集线器	(181)
7.3	以太网交换机	(183)
7.3.1	传统网络的问题	(183)
7.3.2	交换技术	(184)
7.3.3	交换机的功能和优点	(186)
7.3.4	交换机应用中的几个问题	(186)
7.4	网络互联设备	(188)
7.4.1	中继器	(189)
7.4.2	网桥	(190)
7.4.3	路由器	(196)
7.4.4	网关	(202)
7.4.5	网络互联设备的选择	(203)
7.5	调制解调器	(203)
7.5.1	调制解调器的基本技术与相关标准	(203)
7.5.2	差错控制协议	(205)
7.5.3	数据压缩协议	(205)
7.5.4	调制解调器的选择	(206)
7.5.5	关于 56 kb /s 高速调制解调器技术	(206)
7.6	远程访问网络和远程访问服务器	(209)
	练习题	(210)
<b>第 8 章</b>	<b>网络互联及建网技术</b>	<b>(211)</b>
8.1	网络互联的基本概念及方法	(211)
8.1.1	网络互联层次	(211)
8.1.2	LAN 与 LAN 互联	(212)
8.1.3	LAN 与 WAN 互联	(213)
8.2	公共传输系统	(214)
8.2.1	公共传输系统实例	(215)
8.2.2	通信服务类型	(217)
8.2.3	连接方案	(218)
8.3	公共电话交换网 (PSTN)	(218)
8.4	多兆位数据交换服务	(220)
8.5	综合业务数字网 ISDN	(221)
8.5.1	ISDN 的产生和发展	(221)
8.5.2	ISDN 基本结构	(223)
8.5.3	ISDN 用户接入设备示例	(224)
8.6	DDN 数字数据网	(225)
8.6.1	DDN 概述	(225)
8.6.2	DDN 网的特点	(226)
8.6.3	DDN 提供的业务和服务	(227)
8.6.4	专用电路用户入网速率	(228)
8.6.5	DDN 网用户接入方式	(228)

8.7 X.25 分组交换网 .....	(228)
8.7.1 X.25 网的组成 .....	(229)
8.7.2 X.25 网的特点 .....	(230)
8.7.3 X.25 网的用户接入 .....	(231)
8.8 帧中继的应用 .....	(233)
练习题 .....	(235)
<b>第 9 章 因特网与 TCP/TP 协议 .....</b>	<b>(236)</b>
9.1 概述 .....	(236)
9.2 网络接口层协议 .....	(237)
9.2.1 SLIP 协议 .....	(237)
9.2.2 PPP 协议 .....	(238)
9.2.3 因特网基本构件 .....	(239)
9.2.4 因特网的接入方式 .....	(241)
9.2.5 连入因特网需要的设备 .....	(246)
9.3 网络互联层协议 .....	(246)
9.3.1 IP 协议 .....	(246)
9.3.2 ARP 协议和 RARP 协议 .....	(250)
9.3.3 ICMP 协议 .....	(251)
9.4 传输层协议 .....	(252)
9.4.1 UDP 协议 .....	(252)
9.4.2 TCP 协议 .....	(253)
9.5 应用层协议 .....	(256)
9.5.1 TELNET 协议 .....	(257)
9.5.2 FTP 协议 .....	(259)
9.5.3 域名服务 (DNS) .....	(261)
9.6 因特网服务资源 .....	(264)
9.6.1 电子邮件 E-mail .....	(264)
9.6.2 万维网 (WWW) 服务 .....	(267)
9.7 因特网安全问题 .....	(271)
9.8 Intranet .....	(274)
练习题 .....	(275)
<b>第 10 章 网络操作系统和网络管理 .....</b>	<b>(276)</b>
10.1 概述 .....	(276)
10.1.1 网络操作系统的类型和组成 .....	(276)
10.1.2 网络操作系统的特征 .....	(277)
10.2 当前流行的网络操作系统 .....	(278)
10.2.1 Banyan System 公司的 VINES .....	(278)
10.2.2 Sun Microsystem 公司的 NFS .....	(279)
10.2.3 IBM 的 OS /2 Warp Server .....	(279)
10.2.4 Microsoft 的 Windows NT .....	(280)
10.2.5 Novell 的 Netware 操作系统 .....	(280)
10.3 网络操作系统实现实例 .....	(281)
10.3.1 系统模型 .....	(281)

10.3.2	环境子系统 .....	(284)
10.3.3	核心态程序模块作用 .....	(285)
10.4	网络管理系统 .....	(289)
10.4.1	网络管理的概念 .....	(289)
10.4.2	ISO 网络管理模式 .....	(290)
10.4.3	简单网络管理协议 .....	(292)
10.4.4	网络管理系统的各种实现结构 .....	(296)
	练习题 .....	(299)
<b>第 11 章</b>	<b>网络应用模式和网络安全</b> .....	<b>(300)</b>
11.1	网络应用模式 .....	(300)
11.1.1	网络应用模式的发展 .....	(300)
11.1.2	客户机 / 服务器应用模式 .....	(301)
11.1.3	基于 Web 的客户机 / 服务器应用模式 .....	(302)
11.2	网络应用支撑环境 .....	(305)
11.2.1	体系结构 .....	(306)
11.2.2	几个关键问题及其实施要点 .....	(307)
11.3	网络安全技术 .....	(308)
11.3.1	密码学基本概念 .....	(308)
11.3.2	传统加密技术 .....	(309)
11.3.3	秘密密钥算法 .....	(311)
11.3.4	公开密钥算法 .....	(312)
11.3.5	用户认证 .....	(313)
11.3.6	数字签名 .....	(315)
	练习题 .....	(318)
	<b>参考文献</b> .....	<b>(319)</b>

## 计算机网络与通信自学考试大纲

出版前言 .....	(323)
一、课程性质及其设置目的与要求 .....	(325)
二、课程内容与考核目标 .....	(326)
第 1 章 引论 .....	(326)
第 2 章 数据通信技术 .....	(327)
第 3 章 通信接口及数据链路控制 .....	(328)
第 4 章 数据交换技术 .....	(329)
第 5 章 计算机网络体系结构 .....	(330)
第 6 章 计算机局域网 .....	(332)
第 7 章 网络设备及工作原理 .....	(333)
第 8 章 网络互联及组网技术 .....	(334)
第 9 章 因特网与 TCP / IP 协议 .....	(335)
第 10 章 网络操作系统和网络管理 .....	(337)
第 11 章 网络应用模式和网络安全 .....	(338)

三、有关说明与实施要求 .....	(340)
附录 题型举例 .....	(342)
后记 .....	(344)

# 第 1 章 引 论

在已过去的 3 个世纪中，每个世纪都产生过一项极为重要的产业技术，这种技术在世界范围内极大地影响了人们的生产和生活方式。伴随工业革命，18 世纪诞生的是机器生产替代手工生产方式的技术，19 世纪是蒸汽机时代，而 20 世纪的关键技术则是获取、处理和发布信息。在各行各业的蓬勃发展中，我们看到了全球性电话网络的普及，收音机和电视的发明，计算机产业的诞生和史无前例的发展及通信卫星的发射等。

由于技术的迅猛发展，这些领域在迅速地会聚和渗透，原先存在于收集、传输、储存及处理信息之间的差异在迅速地消失。一些在地理上广泛分布的大型企事业组织，可以在弹指间获取到包括其最遥远部分在内的所有机构的现状资料。虽然我们收集、处理、发布信息的能力在不断增长，但现实世界对更复杂信息处理的需求却发展得更迅速。

尽管计算机产业与其他产业比较（例如汽车、航空业）还十分年轻，但计算机在较短时期里所经历的发展是十分壮观的。在它们诞生后的 20 年里，计算机系统是高度集中的，通常是安装在一个大房间里，这种房间常装有玻璃幕墙，游人能透过它观赏这种巨大的电子奇迹，中等规模的公司或大学会有一两台计算机，而大些的研究机构多的可以拥有数十台。把如此强大的计算机缩小成笔记本模样放在办公桌上，并进入家庭的想法在 20 年前纯属幻想。

计算机和通信的结合对计算机系统的组成方法产生了深刻的影响。如今，用户带着资料到“计算中心”去上机的工作方式已被彻底废弃了。承担全部计算任务的中心计算机的工作形式，已为众多分立且通过通信线路（或信道）互联的计算机所替代。这些系统称为计算机网络。这些网络的设计和組織以及支持计算机网络的通信技术就是本书的主题。

## 1.1 计算机网络的产生和发展过程

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，在近 20 年来得到迅猛发展。从单机与终端之间的远程登陆；到今天世界上成千上万台计算机互联；从 4800b/s 争用型无线电频道传输系统发展到在无屏蔽双绞线上每秒传输 100 兆位的信息，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 1.6kb/s 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。

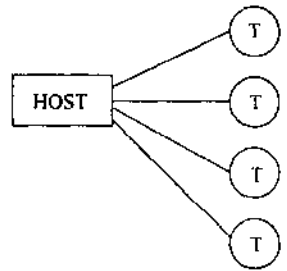


图 1.1 单处理机联机系统

在计算机通信技术应用于民用系统方面，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 2000 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，其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 50kb/s 线路连接到交换机。由于地理范围很大，该系统可以利用时差达到资源的充分利用。

单处理机联机网络已涉及到多种通信技术、多种数据传输设备、数据交换设备等。从计算机技术上看，这是由单用户独占一个系统发展到分时多用户系统。单处理机联机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，尤其在距离较远时，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。

### 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。

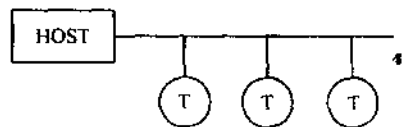


图 1.2 多点线路通信方式

### 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。这种通信配置如在图 1.3 所示。

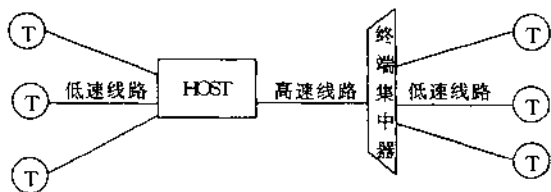


图 1.3 使用终端集中器的通信系统

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,并连接多个主机,具有路由选择功能,它可以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

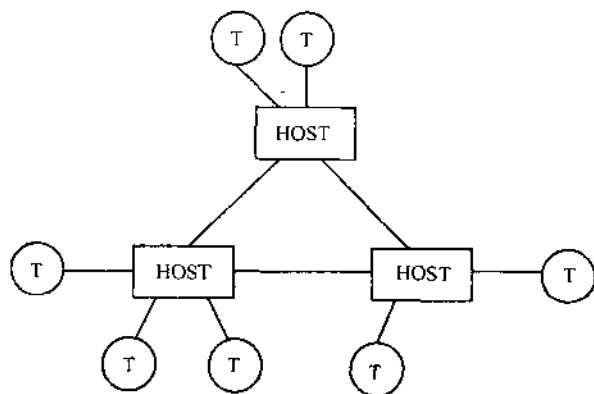


图 1.4 主机直接互联和网络

从 20 世纪 60 年代中期到 70 年代中期,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。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,是计算机网络的拥有者,它们组成了网络的资源子网,是网络的外层,通信子网为资源子网提供信息传输服务,资源于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,使之变成社会公有的数据通信网,如图 1.6 所