

计算机通信 与 网络教程

林生 编著



清华大学出版社
<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

◇最新网络教程◇

计算机通信与网络教程

林 生 编著

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 摘 要

本书分为三大部分：网络概论、网络通信和网络系统，内容覆盖了局域网、广域网、城域网、互联网和移动网以及高速网、宽带网和多媒体网络扩展等方面的最新技术和实例，强调了 Ethernet, FDDI, TCP/IP, ATM 和 ISDN 等网络体制，OSI 参考模型作为适可而止的和指导性的作用，更加贴近现实的发展潮流。每章设有大量的习题，配有习题解答、实验指导书、教学与考试大纲等辅导性材料，特别适合规范的课堂教学要求，是本难得的规范性教科书。

主要适用于各类大学的电子工程系、信息工程系、通信工程系和计算机科学（或工程）系本科生、专科生或自考生的数据网络、信息网络、计算机通信网、计算机网络等课程。

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

计算机通信与网络教程/林生编著. —北京：清华大学出版社，1999.9

ISBN 7-302-02203-8

I. 计... II. 林... III. 计算机通信网—教材 IV. TN913.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 50778 号

出 版 者：清华大学出版社（北京清华大学学研楼，邮编 100084）

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

责任编辑：王俊峰

印 刷 者：国防工业出版社印刷厂

发 行 者：新华书店总店北京发行所

开 本：787×1092 1/16 印张：32 字数：758 千字

版 次：1999 年 12 月第 1 版 1999 年 12 月第 1 次印刷

书 号：ISBN 7-302-02203-8/TP·2149

印 数：0001~5000

定 价：49.00 元

前 言

在 1994 年以前的十余年中，本人一直在一所大学的通信学院计算机通信专业从事网络课程的教学工作，编写过教科书《计算机通信网原理》，得到国内许多大学的采用和帮助。在近五年中，调到另一所大学的计算机科学系和通信学院，同时进行计算机学科和通信学科多个专业的网络课程教学。十多年来，面对两个学科各个专业学生对于网络知识的追求，使我深知他们需要获得网络方面的哪些最重要的知识，以及如何获得这些知识的方法的特征。因而，就形成了这本能兼顾两个学科教学要求的扩展型版本《计算机通信与网络教程》。

本书的开篇没有高谈那些有关计算机网络给人类社会所带来的方方面面的事例，也没有回顾网络必然发展的种种史实，更没有阔论网络会给将来造成影响的激动人心的展望。因为，在当今“网络就是计算机”的信息时代，那些都是众所周知的、体验在其中的事实。

本书的结尾没有罗列那些名目繁多的、五花八门的各种网络应用。因为，计算机网络（在人们心目中，“因特网”就是它的真相）给予人类社会的简直太多了！所以又何必花费宝贵的课堂时间去听那些凤毛麟角的事情。

本书内容在结构上粗分为三大部分：

网络概论篇包括第 1, 2, 3, 4 章，主题是与网络有关的基础知识。这一部分内容从整体上描述和定义计算机通信网和计算机网络的有关总体概念（第 1 章）、体系结构（第 2 章）和网络系统范例（第 3 章），并为学习后续内容的需要，介绍了与组网通信密切相关的数据通信基础技术（第 4 章），这些是学好网络技术的最基本的预备知识。

网络通信篇包括第 5, 6, 7, 8, 9, 10 章，主题是计算机组网通信的技术与标准。这部分内容是全书的核心，覆盖了计算机间组网通信、构成开放系统互连环境有关的主要原理、技术和相关标准。学完这部分内容后，读者就基本上掌握了计算机通信网络的整体概念和相关技术。

网络系统篇包括第 11, 12, 13, 14 章，主题涉及如何实现与应用有关的系统。这部分内容是对计算机通信网络概念的完善和延伸，并提高到与应用密切有关的计算机网络这种高级实现形式上。学完这部分内容后，读者才能够对现实的计算机网络有完整的概念和认识。

本书所收入的内容是根据两个学科的有关专业教学大纲的要求，经过精心筛选的。在安排上，特别注意循序渐进、逐层展开，避免了超前引用大量新术语新概念的开篇方式；在风格上，特别注重准确而统一地使用专业词汇，以及尽量准确地叙述和区分那些重要的概念和术语。例如，什么是“计算机通信网”？什么是“计算机网络”？二者的区别在哪里？大多数现有的网络书籍和教科书都尽量回避解释这两个“似乎是一回事”的事情。本书从一开始就勇敢地面对这些问题和其他类似的问题，而且贯彻始终。

在方法上，各（篇）章基本上以“概述——技术原理——OSI 标准参照——实例”的模式进行叙述。在“概述”中提出和展开问题；在“技术原理”中分析和解决问题，是各章节阐述的主体内容（重点）；“OSI 标准参照”是指导和参考；“实例”是技术的实现

与验证。这是作者从事十多年网络课程的教学工作中摸索出来的优化模式，在教学实践中收到很好的效果。

顺便指出，在传统的网络教科书中几乎都以 OSI 参考模型为主体，以 7 个功能层为线索来叙述相关的技术与标准。90 年代以来，采用 TCP/IP 协议体系的因特网发展势头汹涌澎湃，致使 OSI 参考模型的主宰地位岌岌可危；OSI 协议体系的作用正在迅速消失，而 TCP/IP 协议体系逐渐成为事实上的国际标准。有鉴于此，本书中大幅度地减少了对 OSI 参考模型标准的引用和叙述，只把它作为技术标准化的参考点，只具有指导性意义。而代之以当前流行的网络实例来展开对原理与技术的分析和讨论。以上的事实，不能不说是当前国内外网络课程内容革新的一次重大转折。

为了跟踪网络飞速发展的趋势和尽量反映出最新的网络技术水平，国内外的网络书籍大多喜欢在主体内容中穿插或堆积大量新兴的网络技术和实例，往往给人以一种“东一榔头西一棒子”的感觉，目不暇接。本书中大量的实例来源基本上沿着 3 条线索：（1）因特网（Internet），（2）ISDN（包括 ATM 和 FRN），（3）流行局域网（包括 Ethernet, FDDI, ATM-LAN, Any-LAN 等）。按照前述的优化结构模式将这些实例部分进行集中的安排，能给读者以清新明确的感觉，任由读者的喜爱来选择学习。

本书在教学应用中，可以根据不同学科不同专业的大纲要求，进行适当的剪裁和组合。一般来说，第一、二篇内容是所有教学对象都必须学习的，而第三篇的各章内容则可以根据需要而选择使用，各章之间没有过多的联系和依赖。例如通信学科各专业可作为《计算机通信网》来教学，使用一、二篇共 10 章再加上第 11 章，已可符合一般的大纲要求，能选学第 12 章或第 13 章就更好。又如计算机学科各专业可作为《计算机网络》来教学，最好全部 14 章内容都使用（加强的教学大纲），但第 12、13 章可以根据不同大纲要求而决定取舍（一般的教学大纲）。另外，各章中的“实例”内容是绝对可以根据需要而任选的。对于以上的不同教学应用，适宜的教学时数少则 72 学时（4 学分），多则 90 学时（5 学分）。

为了帮助教师使用这本教科书，作者将陆续配合出版如下辅助教学材料：

- 习题解答；
- 实验指导书；
- 电子出版物和全书文本的 PostScript 文件（做成 CD 盘或从网上下载，以供制作 CAI 课件之用）。

本书在编写过程中，参考了甚至有限度地合理引用了一些书籍和文献资料的宝贵内容，主要的部分已经在书末的参考资料目录中列出。对于这些被参考和引用的书籍和资料的作者，本人在此对他们所给予本书的支持和贡献一并表示衷心的感谢。倘有引用不当之处，诚请批评指正。

最后，作者还要强调，本教材的编写任务来源于“华南师范大学重点教材建设项目”，并获得经费资助，这应该是激发完成本书编写和出版的真正动力，作者同样衷心感谢学校所做的这些建设性工作。

作者：林生

E-mail: shlin@scnu.edu.cn

1999 年 8 月于广州

目 录

第一部分 网络概论

第 1 章 计算机通信与网络概述	1
1-1 网络的形成与发展	2
1-1-1 面向终端的网络	2
1-1-2 面向通信的网络	4
1-1-3 面向应用的网络	6
1-1-4 进一步发展与广泛应用.....	7
1-2 有关通信与网络的概念	7
1-2-1 数据与数据通信	8
1-2-2 计算机通信与计算机网络.....	9
1-3 网络的类型及其特征	10
1-3-1 局域网	11
1-3-2 城域网	12
1-3-3 广域网	13
1-3-4 互联网	15
1-3-5 移动网	16
本章练习题	17
第 2 章 网络的组织与结构	18
2-1 网络组织结构	18
2-1-1 网络的一般结构	19
2-1-2 网络的子网结构	20
2-1-3 网络的拓扑结构	22
2-2 网络功能结构	25
2-2-1 网络分层通信原理	25
2-2-2 网络分层体系结构	26
2-3 标准网络体系结构模型	28
2-3-1 OSI/RM 概述.....	28
2-3-2 OSI/RM 功能层要素.....	32
2-3-3 开放系统互连环境	36
本章练习题	38
第 3 章 典型网络系统实例	40

3-1	NOVELL 局域网	40
3-1-1	NOVELL 网的基本组成和结构	41
3-1-2	NOVELL 网的体系结构	43
3-2	ARPANET 广域网	44
3-2-1	ARPANET 的组织结构	45
3-2-2	ARPANET 的体系结构	45
3-3	Internet 互联网	46
3-3-1	因特网的组织结构	47
3-3-2	因特网的分层体系结构	48
3-4	ISDN 综合业务网	50
3-4-1	N-ISDN 的组织与体系结构	50
3-4-2	B-ISDN 的组织与体系结构	54
3-5	CDPD 移动网	58
3-5-1	CDPD 网络组织结构	58
3-5-2	CDPD 网络协议体系结构	60
	本章练习题	61
第 4 章	数据通信技术基础	63
4-1	数据通信系统	64
4-1-1	概念与模型	64
4-1-2	数据的信源编码	67
4-1-3	数据的传输方式	71
4-1-4	信道容量和数据速率	74
4-2	数据传输技术	77
4-2-1	传输介质	77
4-2-2	数据的信号编码	83
4-2-3	数据的多路复用传输	87
4-2-4	数据传输的差错控制	90
4-3	数据交换技术	97
4-3-1	线路交换技术	98
4-3-2	存储-转发交换技术	100
4-3-3	快速分组交换技术	107
4-3-4	ATM 信元交换技术	111
	本章练习题	114
第二部分 网络通信		
第 5 章	物理层技术与标准	117
5-1	OSI/RM 中的物理层	118

5-1-1 物理层功能与服务	118
5-1-2 物理层的服务	120
5-2 物理层接口和协议	121
5-2-1 DTE/DCE 接口特性描述	122
5-2-2 物理层协议标准	125
5-3 物理层及接口标准实例	129
5-3-1 利用现有电信网的物理层	130
5-3-2 ISDN 的物理层	141
5-3-3 ATM 网 (B-ISDN) 的物理层	147
本章练习题	150
第 6 章 数据链路层技术与标准	152
6-1 OSI/RM 中的数据链路层	153
6-1-1 数据链路层的功能	153
6-1-2 数据链路层的服务	154
6-2 数据链路控制原理与技术	157
6-2-1 基本的传输控制过程	157
6-2-2 链路级流量控制	160
6-2-3 链路级差错控制	167
6-3 数据链路层协议实例	173
6-3-1 ISO 高级链路规程——HDLC	173
6-3-2 因特网的数据链路协议	184
本章练习题	188
第 7 章 局域网的数据链路层	191
7-1 局域网概述	192
7-1-1 局域网的技术特点	192
7-1-2 局域网的 IEEE802 标准	197
7-2 局域网的 LLC 子层标准	201
7-2-1 LLC 子层提供的服务	201
7-2-2 LLC 协议	203
7-3 局域网的 MAC 子层技术	206
7-3-1 ALOHA 技术	206
7-3-2 CSMA 技术	210
7-3-3 Token-Passing 技术	217
7-4 MAC 子层标准实例	223
7-4-1 IEEE802.3—Ethernet 规范	223
7-4-2 IEEE802.5—Token-Ring 规范	228
7-4-3 IEEE802.6—DQDB 规范	232

7-5 高速局域网标准实例	236
7-5-1 光纤分布数据接口 (FDDI)	237
7-5-2 快速以太网 (Fast Ethernet)	240
7-5-3 ATM 局域网	244
本章练习题	246
第 8 章 网络层技术与标准	249
8-1 OSI/RM 中的网络层	250
8-1-1 网络层功能	250
8-1-2 网络层服务与服务原语	251
8-2 网络层路径选择	254
8-2-1 路由问题概述	254
8-2-2 确定型路由算法	257
8-2-3 适应型路由算法	261
8-2-4 分组无线网的路由算法	265
8-3 网络层数据流控制	267
8-3-1 “流控”问题概述	267
8-3-2 节点-节点间流控技术	271
8-3-3 源点-宿点间通路流控技术	272
8-3-4 子网内全局性流控技术	275
8-4 网络层标准实例	277
8-4-1 X.25 分组交换网	277
8-4-2 帧中继网	287
本章练习题	291
第 9 章 网络互连与网间通信	294
9-1 网络互连概述	295
9-1-1 网络互连的技术体制	295
9-1-2 网络互连主要技术	299
9-2 网络互连技术及互连设备	303
9-2-1 物理同构互连与中继器	303
9-2-2 链路同构互连与桥接器	304
9-2-3 网络同构互连及其互连设备	309
9-3 网络互连实例——国际互联网 (因特网)	313
9-3-1 因特网的互连体系结构	314
9-3-2 IP 数据报及 IP 协议机制	316
9-3-3 网间控制报文协议 ICMP	319
9-3-4 互联网的路径选择	322
9-3-5 因特网下一代网间协议	330

本章练习题	332
第 10 章 传送服务与主机间通信	335
10-1 OSI/RM 中的传送层.....	336
10-1-1 传送层功能与服务	336
10-1-2 传送层协议	341
10-2 端-端服务与主机间通信	348
10-2-1 端-端数据传送服务	349
10-2-2 端-端数据传送的协议机理	354
10-3 网络传送协议实例	364
10-3-1 因特网传送控制协议 TCP	364
10-3-2 ATM 网的 AAL 层.....	368
本章练习题	372

第三部分 网络系统

第 11 章 网络应用服务与应用系统	374
11-1 OSI/RM 中的应用服务	375
11-1-1 会晤服务	375
11-1-2 表示服务	378
11-1-3 应用层服务	382
11-2 网络应用系统实例	386
11-2-1 Telnet 及其远程登录系统.....	387
11-2-2 FTP 及其文件传送系统.....	389
11-2-3 SMTP 及其电子邮件系统	392
11-2-4 HTTP 及其 WWW 系统	398
本章练习题	401
第 12 章 网络系统安全与保密	403
12-1 网络系统安全性概述	404
12-1-1 网络系统的安全性威胁.....	404
12-1-2 网络系统的安全性要求.....	405
12-2 OSI 安全体系结构.....	407
12-2-1 OSI 环境面临的威胁	408
12-2-2 ISO 安全服务	409
12-2-3 ISO 安全机制	410
12-3 网络系统安全技术策略	411
12-3-1 安全责任与访问控制	411
12-3-2 保障数据完整性的加密策略.....	414

12-3-2 鉴别与签名措施	417
12-3-4 防火墙技术	418
12-4 网络数据加密技术	425
12-4-1 数据加密概述	426
12-4-2 数据加密标准 DES	429
12-4-3 公开密钥加密体制	430
12-4-4 鉴别协议和数字签名	432
本章练习题	437
第 13 章 网络的管理系统.....	439
13-1 网络管理要求与功能	439
13-1-1 网络管理的要求	440
13-1-2 网络管理的功能	441
13-2 OSI 网络管理标准	443
13-2-1 OSI 网络管理构件	443
13-2-2 OSI 网络管理结构	446
13-2-3 OSI 管理信息库 MIB	448
13-3 网络管理系统实例——SNMP	449
13-3-1 SNMP 体系结构	449
13-3-2 管理信息库 MIB	451
13-3-3 管理信息结构及其表示	454
13-3-4 SNMP 协议机制	459
本章练习题	463
第 14 章 网络操作系统.....	465
14-1 网络操作系统功能与特点	466
14-1-1 网络操作系统的功能	466
14-1-2 网络操作系统的特点	467
14-2 网络操作系统结构和工作模式	469
14-2-1 .NOS 逻辑结构	469
14-2-2 客户/服务器工作模式	473
14-3 网络操作系统的基本服务	476
14-3-1 名字服务	476
14-3-2 存储共享与文件服务	479
14-3-3 打印服务	483
14-3-4 通信服务	484
14-4 网络操作系统实例	484
14-4-1 Novell 网络操作系统 Netware	485
14-4-2 Microsoft 网络操作系统 WindowsNT	489

本章练习题	493
附录	495
参考书目	498

第一部分 网络概论

第 1 章 计算机通信与网络概述

- 1-1 网络的形成与发展
 - 1-1-1 面向终端的网络
 - 1-1-2 面向通信的网络
 - 1-1-3 面向应用的网络
 - 1-1-4 网络标准化与广泛应用
- 1-2 有关通信与网络的概念
 - 1-2-1 数据与数据通信, 数据通信, 数据通信网
 - 1-2-2 计算机通信与计算机网络 计算
- 机通信, 计算机网络, 两者的联系与区别
- 1-3 网络的类型及其特征
 - 1-3-1 局域网
 - 1-3-2 城域网
 - 1-3-3 广域网
 - 1-3-4 互联网
 - 1-3-5 移动网



20 世纪后半期, 尤其是 80 年代以来, 世界范围内掀起一场以“信息革命”为中心的技术革命浪潮, 它席卷了包括科技和经济两个方面的众多技术领域。但是, 这场革命的动力, 都离不开计算机科学和通信这两门学科的发展及相应技术的现代化。其主要标志, 就是计算机(尤其是微型计算机)的广泛应用, 以及它与现代通信技术的密切结合。

在现代社会中, 信息越来越显示出它在经济上和社会上的重要作用。人们对于信息的行为, 从自觉地认识信息, 逐渐过渡到积极地获取信息(提取、存储、传递、处理), 又进而广泛地利用信息(控制、决策)。对信息的这些行为的实施, 主要利用两种物质手段:

(1) 主要由电子计算机构成的自动信息处理系统, 用于对信息的提取、存储、处理等; (2) 先进且可靠的通信系统, 用于对信息的高速而可靠的传输与交换。这两种手段的密切结合, 就成为推动信息化社会发展的巨大动力。有一位计算机网络的开创人曾这样说: “计算机与通信的结合, 开创了信息时代的新纪元。”的确如此, 随着各种由计算机与通信系统构成的信息网络(例如: 单位的局域网, 企业的内部网, 国际的互联网, 等等)的普及使用并逐步渗透到社会的各个领域, 显示出这种结合已经在创造信息时代的奇迹。

本章从“数据通信—计算机通信—计算机网络”的形成和发展过程开始叙述, 并由此确认与计算机网络密切相关的几个重要概念和定义。然后, 对网络的类型及其特征进行概述。

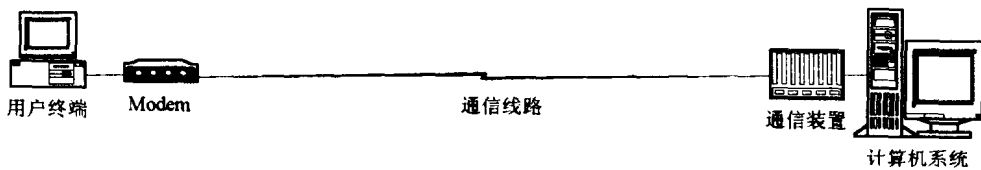
1-1 网络的形成与发展

任何事物的发展都要经历一个从简单到复杂、从低级到高级的发展过程。计算机网络是电子计算机及其应用技术与通信技术逐步发展、日益密切结合的产物, 它的形成过程, 是从简单的为解决远程计算、信息收集和处理而形成的远程联机系统开始的。随着技术的发展和服务的需要, 又在联机系统的基础上发展到把多台中心计算机相互连接起来, 并从只是实现计算机之间相互传输数据的通信网络, 到实现以资源共享为目的的计算机网络, 才标志着网络技术达到了成熟的高级阶段。概括地说, 其发展过程可划分为: “面向终端”的数据通信阶段, “面向通信”的分组交换网阶段, 实现“面向应用”的计算机网络阶段, 以及网络标准化及广泛应用与进一步发展阶段。

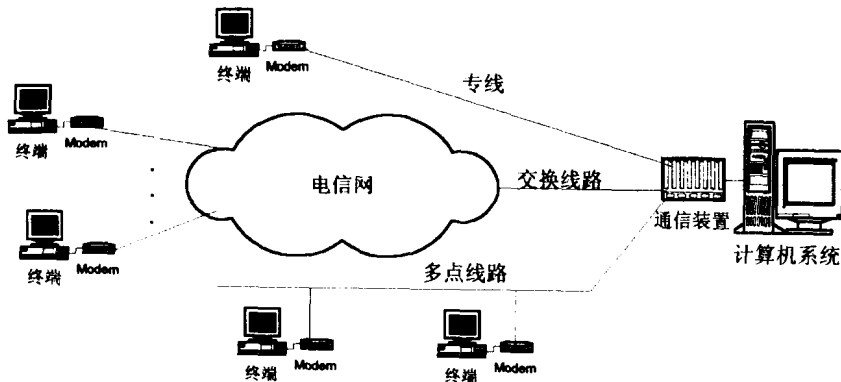
1-1-1 面向终端的网络

起初, 使用计算机的(本地的或远地的)用户只能亲自携带程序和数据, 到机房用手工方式上机, 或者委托机房工作人员代劳。这种工作方式, 用户(尤其是远地用户)需在时间、精力和经济上付出较大的代价。到了 60 年代初期, 由于计算机软件方面的发展, 也由于电子计算机越来越广泛地在各个部门应用, 迫切需要对分散在各地的数据进行集中处理, 从而促使批量处理系统采用通信技术, 产生了具有通信功能的单机系统, 如图 1-1 (a) 所示。其基本思想, 就是在计算机上设置一个通信装置使其增加通信功能, 将远地用户的输入输出装置通过通信线路(模拟的或数字的)直接与计算机的通信控制装置相连。这样, 电子计算机一边从远地站点输入信息, 一边处理信息。最后的处理结果也经过通信线路直接送回到远地的用户终端设备。计算机与通信的结合就这样开始了。从通信的角度, 当时称这种远程联机系统为“数据通信系统”。数据通信系统较之原先的本地系统不仅提高了计算机系统的工作效率和服务能力, 而且大大促进了计算机技术与通信技术的发展和密切的结合。

终端设备与计算机之间连接的方式可以是多种形式的。最初的连接方法采用点-点式专线，每个终端都独占一条线路，形成一种辐射式星形结构，从而线路利用率很低。随着进一步采用先进的通信技术，又出现了多点或分枝连接方式，亦即允许多台终端共用一条或一段线路与主机相连。后来由于分时系统的发展，需要连接的终端数目越来越大，于是出现了利用现有的公用电信网（如：电报网、电话网或数字数据网等）来实现终端与计算机之间传输信息的情况。并且，由于连接的终端数目的增加，为了减轻主机的通信负担，计算机系统中附加了专用的、更加智能化的多路通信接口或通信控制装置。计算机系统从简单的联机系统逐渐发展成为更加复杂的联机系统，连接着更多的终端设备以适应需要，如图 1-1 (b) 所示。这种远程联机系统称为“面向终端”的计算机网络，所采用的通信手段，称为“数据通信系统”。这种系统仍然存在两个缺点：（1）主机系统的负荷较重，它既要承担数据处理任务，又要承担通信任务；（2）通信线路的利用率很低，尤其是终端距离主机较远时更是如此。



(a) 最简单的远程联机系统



(b) 较复杂的远程联机系统

图 1-1 具有通信功能的联机系统

为了克服第一个缺点，可以在主机之前设置一个前置通信处理机（一种专用计算机），专门负责与终端之间的通信控制，以便让主机集中更多的时间处理数据。为了克服第二个缺点，通常在用户终端较集中的地区设置一台集中器（又叫“终端控制器”），终端通过低速线路先汇集到集中器上，然后再用较高速专线，或由公用电信网提供的高速线路，将集中器连到主机的前置处理机上，如图 1-2 所示。

为了完成集中器和前置处理机应具有复杂的通信控制功能，通常都采用小型计算机或微型计算机来做成集中器和前置处理机 FEP。因此，这种联机系统已不再是终端与主机

之间的直接线路连接关系，而是在它们中间经过了计算机-计算机之间通信的网络连接关系，但它仍然还是“面向终端”的计算机网络。这被人们称为第一代计算机网络。

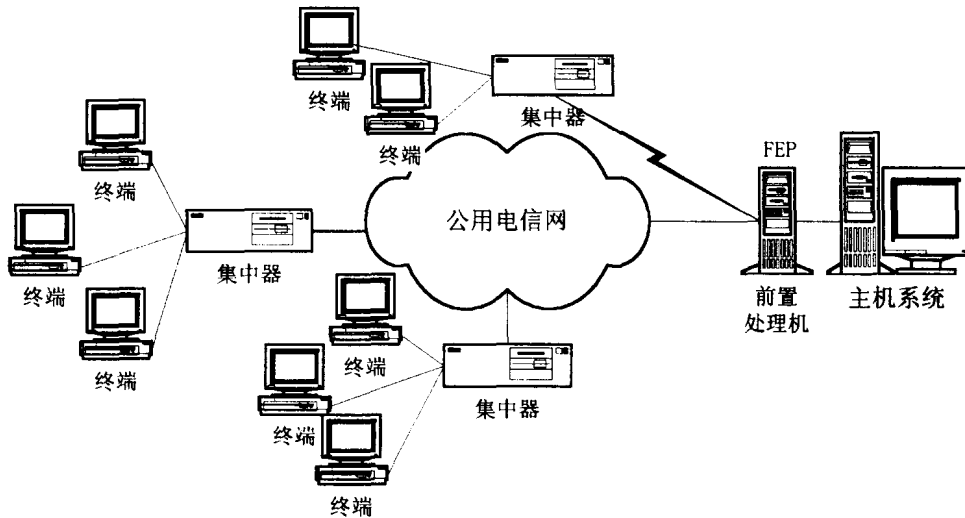


图 1-2 具有通信功能的多机系统

从 60 年代起，前置通信处理机和集中器被广泛采用，从而使数据通信系统很快向网络形态发展，涌现出许多著名的面向终端的网络系统。例如，1963 年在美国投入使用的飞机订票系统 SABRAI，其中心是设在纽约的一台中央计算机，2000 个售票终端遍布全国，使用多点分枝线路与中央计算机相连。另一个例子是 1968 年建成的美国通用电气公司的 GE 网络。此网络采用分层星型结构，一台主计算机连结 7 个中心集中器，通过它们与分布在世界上 23 个地点上的 75 个远程集中器相连。这是世界上第一个面向数据处理的商用计算机网络。

1-1-2 面向通信的网络

面向终端的计算机网络在其应用与发展的过程中，随着被连入的主机和终端数目的不断增加，网络的覆盖面积在不断扩大，结果使通信问题表现得越来越突出和重要。当时的数据通信存在的主要问题是：（1）通信资源主要来源于租用现有的电话、电报网的线路，在传输质量和速率等方面不能满足数据通信的要求；（2）传统电话网的线路交换和电报网的报文交换方式不能在通信线路的利用率和传输延迟两方面获得很好的折衷；（3）没有统一的数据通信体制和网络体系结构，各家网络的发展各行其事，而且往往在同一地区搞重复建设，但又互不兼容，网络之间无法互通。因此，在 60 年代中期面向终端网络蓬勃发展的同时，一场新的通信体制的革命也在悄然进行，最终导致“分组交换网”的出现。在第 4 章第 4-3 节将对线路交换、报文交换和分组交换的原理作详细介绍。

1964 年 8 月，欧洲 RAND 公司的成员 Paul Baran 和他的助手们发表了一篇研究报

告 (P. Baran et al: "On Distributed Communications", Series of 11 Reprints, Rand Corp. Santa Monica, Ca., Aug. 1964), 为北大西洋公约组织提出了一个基于话音分片打包传输与交换的空军通信网络体制, 目的在于提高话音通信网的安全和可靠性。这个网络的工作原理设想是: 把送话人的话音信号分割成数字化的一些“小片”, 各个小片封装成“包”在网内的不同通路上独立地传输到目的节点站, 最后从包中卸下“小片”装配成原来的话音信号送给受话人。这样, 在除目的地之外的任何其它节点站所能窃听到的只是个别小片片, 不可能组装成一个完整的语句。另外, 由于每个话音小片可以有多条通路到达目的站, 因而网络具有抗破坏和抗故障能力。可惜这一设想在当时未能引起有关当局的重视, 也有当时技术上的原因。

1966年英国国家物理实验室的 Davies 首次提出“分组”(packet, 又译为“数据包”)的概念, 与 Paul Baran 研究报告的设想一致。第一个利用“分组交换”(packet switching)技术的是美国国防部的高级研究计划局(Advanced Research Project Agency, 简称 ARPA)。当时, ARPA 在全国范围内的许多大学和实验室安装了许多计算机, 进行大量基础和应用科学研究工作。由于时区、计算中心负荷、专用软件、硬件等的差别等造成的问题, 他们觉得需要一种能交换数据和共享资源的有效办法。当时世界上还没有任何能实现资源共享的系统(网络)。因此, ARPA 决定致力于开发一个网络, 把分组交换技术应用于网络的数据通信。这就是于 1969 年建成的所谓 ARPANET——世界上第一个采用分组交换技术的计算机网络——被后人称为“网络之父”, 也是现今“因特网”(Internet)的前身。

分组交换网是一种完全“面向通信”的网络, 如图 1-3 所示, 它为计算机组网提供先进的通信资源, 所以它的出现使计算机网络的概念发生了根本的变化: (1) 用“通信子网”概念来研究网络的结构中的通信支持; (2) 更加强调通信资源的共享; (3) 第一次出现了“计算机通信网”的术语, 从而开辟了专门研究计算机网络通信体系的新的技术领域。进入 70 年代后, 世界各国尤其是发达国家对“面向通信”的网络建设, 犹如雨后春笋, 迅

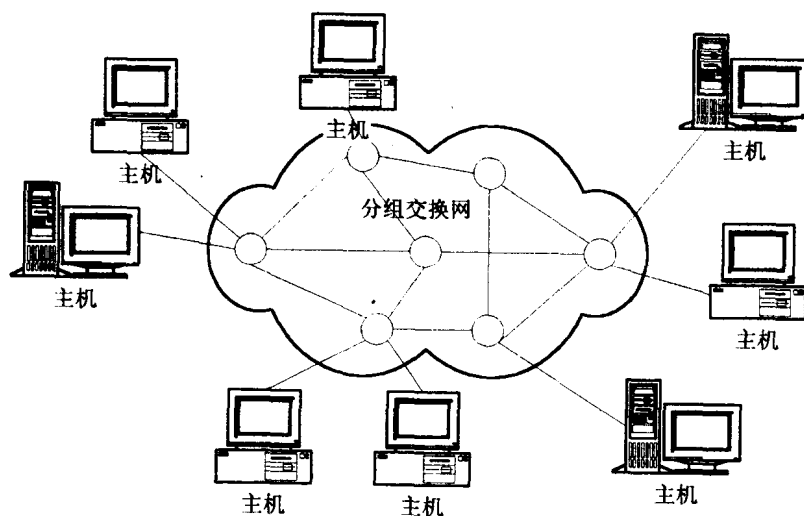


图 1-3 采用分组交换网的计算机网络