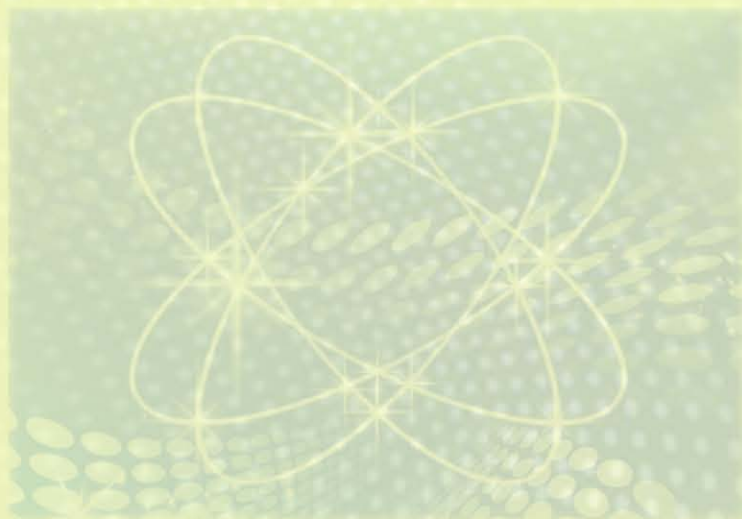


计算机网络基础与实践

卢晓丽 于洋 主编



北京理工大学出版社

计算机网络基础与实践

主 编 卢晓丽 于 洋
副主编 杨晓燕 闫永霞 张 磊 杜永清
参 编 张洪波 姜源水 王 泽

内 容 简 介

本书按照由浅入深、循序渐进的模式，对计算机网络基础知识的教学内容进行编排，注重理论与实践的紧密结合，力求展现计算机网络基本知识的全貌。本书共 8 章，包括计算机网络概论、网络体系结构及协议选择、局域网组网技术、交换机的配置与应用、无线局域网、网络互连、网络操作系统和网络管理与网络安全。同时，每章包括相应的实践练习和章节习题，深入浅出，可读性和可操作性较强。

本书内容组织突出“以用为本、学以致用、综合应用”，化解知识难点，增强教学效果。同时，本书采用微课的形式讲解实践性较强及抽象的理论知识，便于学生理解和掌握。本书面向计算机网络初学者，适合作为计算机专业学生的学习用书，也可供广大计算机网络技术人员参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机网络基础与实践/卢晓丽，于洋主编. —北京：北京理工大学出版社，2020. 8
(2020. 9 重印)

ISBN 978 - 7 - 5682 - 7656 - 6

I. ①计… II. ①卢… ②于… III. ①计算机网络 - 高等学校 - 教材 IV. ①TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 222816 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 /

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 18.5

字 数 / 438 千字

版 次 / 2020 年 8 月第 1 版 2020 年 9 月第 2 次印刷

定 价 / 49.80 元

责任编辑 / 钟 博

文案编辑 / 毛慧佳

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 施胜娟

图书出现印装质量问题，请拨打售后服务热线，本社负责调换

前 言

当今世界已进入计算机网络的时代。Internet 的飞速发展，使全世界的人们通过计算机网络紧密地联系在一起。人们的学习、工作和生活都已经与计算机网络密切相关。计算机网络的产生、发展、应用和普及正在从根本上改变着人们的生活方式、工作方式和思维方式。计算机网络应用和普及的程度已成为衡量一个国家现代化水平和综合国力的重要标准。计算机网络技术相对复杂，但发展十分迅速，新知识、新技术、新标准、新产品不断涌现，令人目不暇接。本书紧密结合计算机网络的发展方向，将计算机网络基础知识与实际应用相结合，力求内容新颖、覆盖面全、理论结合实际，同时注重培养学生的综合能力。

为适应新型工业化发展的需要，结合信息类专业的特点，本书内容与企业工作岗位需求密切结合，形成了较为鲜明的、以就业为导向的教育特色。本书根据目前计算机类各专业的课程设置情况，构建工作过程系统化的课程体系，由企业专家确定典型教学案例，并提出各种与工程实践相关的技能要求，将这些意见和建议融入课程教学，使教学环节和教学内容最大限度地与工程实践相结合。

本书以培养学生的创新意识和工程实践能力为重点，在讲解计算机网络基础知识的同时，介绍相关知识在网络组建、网络操作系统中的具体应用，使学生掌握计算机网络的体系结构、局域网技术、网络设备的配置与调试、网络操作系统、无线局域网的组建、网络管理与网络安全、Internet 应用与技术原理、物联网等当前较新的网络技术。本书强调适度的理论说明，侧重于应用，力求做到简明通俗、深入浅出和循序渐进。为了便于学生学习使用，加深对教学内容的理解，巩固学习内容和提高实际操作能力，每章最后都配有相应的实践练习和章节习题。

本书是在总结了编者多年来的计算机网络基础与实践教学经验的基础上，由“计算机网络基础与实践课程标准”项目开发团队成员集体编写而成的。本书由卢晓丽和于洋担任主编，杨晓燕、闫永霞、张磊、杜永清担任副主编，长城宽带网络服务有限公司张洪波、神州数码网络有限公司姜源水、丹东诚麟科技有限公司王泽参编。其中第 1 章由于洋编写，第 2 章和第 8 章由闫永霞编写，第 3 章和第 4 章由卢晓丽编写，第 5 章由杨晓燕编写，第 6 章由杜永清编写，第 7 章由张磊编写。全书由卢晓丽统阅定稿。

由于时间仓促，编者水平有限，书中难免存在疏漏和不足之处，欢迎广大读者提出宝贵的意见和建议。

编 者

目 录

第1章 计算机网络概论	1
1.1 概述	1
1.1.1 计算机网络的定义	1
1.1.2 计算机网络的功能	1
1.1.3 计算机网络的组成	2
1.1.4 计算机网络的应用	3
1.2 计算机网络的发展	4
1.2.1 面向终端的计算机网络	4
1.2.2 面向通信的计算机网络	5
1.2.3 面向标准化的计算机网络	6
1.2.4 网络互连与高速网络	6
1.2.5 中国互联网的发展史	6
1.3 计算机网络的分类	8
1.3.1 按网络覆盖范围划分	8
1.3.2 按逻辑功能划分	9
1.3.3 按管理性质划分	9
1.3.4 按传输方式划分	10
1.3.5 按数据交换方式划分	10
1.3.6 按网络用途划分	11
1.4 网络的性能指标	12
1.4.1 带宽和吞吐量	12
1.4.2 响应时间和时延	12
1.4.3 网络利用率	13
1.4.4 网络的可用性、可靠性和可恢复性	13
1.5 实践练习	13
本章习题	22
第2章 网络体系结构及协议选择	23
2.1 计算机网络体系结构	23
2.1.1 采用层次结构的优势	23
2.1.2 分层原则	23



2.1.3	协议	24
2.1.4	接口和服务	24
2.1.5	网络体系结构	25
2.2	开放系统互连参考模型	25
2.2.1	开放系统互连参考模型的层次结构	25
2.2.2	开放系统互连参考模型各层功能简介	26
2.2.3	开放系统互连参考模型中的数据传输过程	27
2.3	TCP/IP 体系结构	28
2.3.1	TCP/IP 体系结构模型	28
2.3.2	TCP/IP 体系结构各层功能	29
2.3.3	TCP/IP 各层的主要协议	30
2.3.4	OSI/RM 与 TCP/IP 体系结构模型比较	31
2.4	IPv4 技术	32
2.4.1	IPv4 地址的定义与分类	32
2.4.2	几种特殊的 IPv4 地址	33
2.4.3	子网掩码	33
2.4.4	私有地址与公有地址	34
2.4.5	IP 地址的规划与分配	34
2.4.6	子网划分技术	35
2.5	IPv6 技术	37
2.5.1	IPv6 地址的结构	37
2.5.2	IPv6 的部署进程和过渡技术	38
2.5.3	双协议栈技术	39
2.5.4	隧道技术	39
2.5.5	配置 IPv6 地址	40
2.6	实践练习	42
2.6.1	TCP/IP 配置及主机互连	42
2.6.2	IP 子网规划与划分	45
	本章习题	46
第3章	局域网组网技术	48
3.1	局域网概述	48
3.1.1	局域网的体系结构与寻址功能	48
3.1.2	IEEE 802 标准	51
3.1.3	帧的结构	52
3.1.4	CSMA/CD	54
3.1.5	令牌环网访问控制方式	58



3.2 以太网技术	61
3.2.1 标准以太网	61
3.2.2 快速以太网	68
3.2.3 千兆以太网	74
3.2.4 万兆以太网	79
3.3 以太网的类型	80
3.3.1 共享式以太网	80
3.3.2 交换式以太网	82
3.3.3 交换机的端口技术	85
3.4 局域网的拓扑结构	93
3.4.1 星型拓扑结构	94
3.4.2 环型拓扑结构	95
3.4.3 总线型拓扑结构	96
3.4.4 树型拓扑结构	96
3.5 有线与无线传输介质	97
3.5.1 双绞线	98
3.5.2 同轴电缆	101
3.5.3 光纤	102
3.5.4 无线传输介质	105
3.6 局域网硬件设备	108
3.6.1 网卡	108
3.6.2 集线器	111
3.6.3 交换机	112
3.6.4 路由器	118
3.7 实践练习	126
3.7.1 制作直通双绞线与交叉双绞线	126
3.7.2 组建 100Base-T 以太网	129
本章习题	134
第 4 章 交换机的配置与应用	136
4.1 交换机的启动与基本配置	136
4.1.1 交换机的管理方式	136
4.1.2 交换机的启动过程	137
4.1.3 交换机的默认配置	139
4.1.4 交换机的基本配置	140
4.2 虚拟局域网技术	143
4.2.1 虚拟局域网的定义	143



4.2.2	虚拟局域网的优点	144
4.2.3	虚拟局域网的类型	146
4.2.4	虚拟局域网的实现	148
4.2.5	虚拟局域网的划分方法	148
4.2.6	虚拟局域网中继	150
4.2.7	虚拟局域网配置要点	152
4.3	端口安全技术	153
4.3.1	以太网 MAC 地址	153
4.3.2	端口 - MAC 地址表的形成	155
4.4	生成树协议	156
4.4.1	生成树技术简介	156
4.4.2	STP 变体	161
4.4.3	配置原则	163
4.5	实践练习	172
4.5.1	通过 Telnet 远程管理交换机或路由器	172
4.5.2	VLAN 划分实例	175
4.5.3	端口 - MAC 地址表的绑定	179
4.5.4	STP 配置实例	181
	本章习题	183
第 5 章	无线局域网	188
5.1	概述	188
5.1.1	无线局域网的定义	188
5.1.2	无线局域网的特点	188
5.2	无线局域网技术	189
5.2.1	无线局域网标准	189
5.2.2	无线局域网的拓扑结构	190
5.2.3	无线局域网的传输介质	193
5.2.4	无线局域网的传输技术	193
5.3	无线局域网组网与安全	195
5.3.1	无线局域网的组网方式	195
5.3.2	无线局域网的安全	197
5.3.3	无线局域网安全机制	198
5.4	实践练习：无线局域网的设计与实施	202
	本章习题	206
第 6 章	网络互连	207
6.1	互联网协议	207



6.1.1	可路由协议与路由协议	207
6.1.2	IP 报文的格式	207
6.1.3	IP 报文转发	208
6.2	路由器在网络互连中的作用	209
6.2.1	路由器的特征	209
6.2.2	路由器的分类	209
6.2.3	路由器的功能	210
6.2.4	路由器的工作原理	210
6.2.5	路由选择与数据包转发	210
6.3	静态路由	211
6.3.1	直连路由	211
6.3.2	路由表的原理与静态路由	211
6.3.3	默认路由	212
6.4	动态路由	212
6.4.1	动态路由协议的分类	212
6.4.2	RIP	213
6.4.3	EIGRP	215
6.4.4	OSPF	216
6.5	实践练习	218
6.5.1	静态路由的配置与应用	218
6.5.2	动态路由的配置与应用	221
	本章习题	223
第 7 章	网络操作系统	225
7.1	概述	225
7.1.1	网络操作系统的概念	225
7.1.2	主要的网络操作系统	225
7.1.3	网络操作系统的基本功能	226
7.2	Windows Server 2012	227
7.2.1	Windows Server 2012 简介	227
7.2.2	安装 Windows Server 2012	227
7.3	资源共享	232
7.3.1	设置资源共享	232
7.3.2	访问网络共享资源	235
7.3.3	共享和使用网络打印机	237
7.4	资源访问权限的控制	242
7.4.1	NTFS 权限概述	242



7.4.2	共享文件夹权限与 NTFS 权限的组合	243
7.4.3	NTFS 权限的继承性	243
7.4.4	复制、移动文件和文件夹	244
7.4.5	利用 NTFS 权限管理数据	244
7.5	实践练习	244
7.5.1	磁盘配额	244
7.5.2	配置打印服务器	247
	本章习题	251
第 8 章	网络管理与网络安全	252
8.1	网络管理	252
8.1.1	网络管理的概念	252
8.1.2	网络管理的功能	253
8.1.3	网络管理协议	254
8.1.4	网络管理的发展趋势	257
8.2	网络安全	258
8.2.1	网络安全基础	258
8.2.2	加密	260
8.2.3	认证	263
8.2.4	防火墙	265
8.3	网络故障与排除	271
8.3.1	网络故障诊断概述	271
8.3.2	网络故障排除模型	272
8.3.3	网络故障分层诊断技术	273
8.3.4	常用网络故障检测命令	274
8.3.5	常见网络故障的排除	276
8.4	实践练习：常见网络故障诊断命令的使用	278
	本章习题	281
	参考文献	283

第 1 章

计算机网络概论

计算机网络是计算机技术与通信技术结合的产物，被认为是人类历史上第五次信息技术革命，自此人类进入网络信息时代。计算机网络的出现和发展给人们的生产和生活方式带来了巨大的变化，引发了经济和社会的变革，使人类走向新的文明。

1.1 概 述

计算机网络已经深入人们生活与工作的方方面面，网上交流、收发电子邮件、网上购物、网络视频会议、远程医疗、网上订票等都极大地方便了人们的工作与生活。计算机网络的定义是什么？它的功能是什么？它是由什么组成的？它的未来发展如何？应怎样学习计算机网络？

1.1.1 计算机网络的定义

计算机网络是指将地理位置不同的、具有独立功能的多台计算机及其外部设备，通过通信线路连接起来，在网络操作系统、网络管理软件及网络通信协议的管理和协调下，实现资源共享和信息传递的计算机系统。它的简单定义是：一些相互连接的、以共享资源为目的的、自治的计算机的集合。

1.1.2 计算机网络的功能

计算机网络的功能很多，其中非常重要的三个功能是数据通信、资源共享和分布处理。



微课 1-1

1. 数据通信

数据通信是计算机网络最基本的功能。它用来快速传送计算机与终端、计算机与计算机之间的各种信息，包括文字信件、新闻消息、咨询信息、图片资料、报纸版面等。利用这一特点，可将分散在各个地区的单位或部门用计算机网络联系起来，进行统一的调配、控制和管理。

2. 资源共享

“资源”指的是网络中所有的软件、硬件和数据资源。“共享”指的是网络中的用户都能够部分或全部地享受这些资源。例如，某些地区或单位的数据库（如飞机票信息、饭店客房信息等）可供全网使用；某些单位设计的软件可供需要的地方有偿调用或办理一定手续后调用；一些外部设备（如打印机）可面向用户，使没有这些设备的地区也能使用这些



硬件设备。如果不能实现资源共享，各地区都需要有一套完整的软、硬件及数据资源，这将大大地增加全系统的投资。

3. 分布处理

当某台计算机负担过重时，或该计算机正在处理某项工作时，网络可将新任务转交给空闲的计算机来完成，这样处理能均衡各计算机的负载，提高问题处理的实时性；对大型综合性问题，可将其各部分交给不同的计算机分头处理，这样可以充分利用网络资源，增强计算机的处理能力，即增强实用性。对解决复杂问题来说，多台计算机联合使用并构成高性能的计算机体系，这种协同工作、并行处理的方式的性价比比单独购置一台高性能的大型计算机高很多。

除了上述三大基本功能外，计算机网络的功能还包括提高可靠性，其表现在网络中的各计算机可以通过网络彼此互为后备，一旦某台计算机出现故障，故障计算机的任务可由其他计算机代为处理，避免了在无后备机的情况下，某台计算机出现故障导致系统瘫痪的现象，大大提高了系统的可靠性。提高计算机的可用性是指当网络中某台计算机负担过重时，网络可将新的任务转交给其中较空闲的计算机来完成，这样就能均衡各计算机的负载，提高每台计算机的可用性。

1.1.3 计算机网络的组成

计算机网络通俗地说就是将多台计算机（或网络设备）通过传输介质和软件（协议）连接在一起组成的。总的来说，计算机网络由网络硬件和网络软件组成。

- (1) 网络硬件：主机、传输介质和网络设备。
- (2) 网络软件：网络操作系统、网络通信协议和网络应用软件。

1. 网络硬件

1) 主机

这里所说的主机是广义的，它包括通常所说的计算机、服务器、笔记本电脑、平板电脑和手持设备等。

2) 传输介质

传输介质是计算机网络中最基础的通信设施，对网络性能的影响很大。衡量传输介质性能优劣的主要技术指标有传输距离、传输带宽、衰减、抗干扰能力、连通性和价格等。

传输介质可分为两大类：有线传输介质和无线传输介质。有线传输介质利用电缆或光缆等为传输导体，如双绞线（Twisted Pair, TP）等；无线传输介质利用电波或光波为传输导体，如无线电波等。

3) 网络设备

(1) 网卡：又称网络适配器（Network Adapter）或网络接口卡（Network Interface Card, NIC），是连接计算机和传输介质的接口，它不仅能实现与传输介质之间的物理连接和电信号匹配，还具有帧的发送与接收、帧的封装与拆封、介质访问控制、数据的编码与解码及数据缓存功能等。按照传输介质划分，网卡分为有线网卡和无线网卡；按照是否为独立部件划分，网卡分为独立网卡和集成网卡。



微课 1-2



(2) 调制解调器 (Modem): 一种信号转换装置。其作用是: 发送信息时, 将计算机的数字信号转换成可以通过模拟通信线路传输的模拟信号, 这就是“调制”; 接收信息时, 把模拟通信线路上传来的模拟信号转换成数字信号传送给计算机, 这就是“解调”。

(3) 中继器 (Repeater) 与集线器 (Hub): 中继器是最简单的网络延伸设备, 其作用就是放大通过网络传输的数据信号。集线器可以说是一种特殊的中继器, 也称多口中继器, 只是简单地接收数据信号并将其发送到其他所有端口。

(4) 交换机 (Switch): 将多台主机相互连接构成局域网的主要设备。当前应用最为广泛的交换机是以太网交换机。以太网交换机一般有很多个 RJ-45 接口, 通过这些接口, 可以将多台有以太网接口的计算机用双绞线连接起来, 形成一个物理上可以连通的局域网。这是目前最常用, 也是最常见的连接方式。

(5) 无线接入点 (Access Point, AP): 用于无线网络的无线交换机, 通过无线信号将安装有无线网卡的主机或设备连接起来形成一个被无线信号覆盖的局域网。

(6) 路由器 (Router): 将不同的局域网、园区网连接起来形成更大的网络的设备。它主要负责在网络间将数据包从源位置转发到最终目的地的路径选取工作。

2. 网络软件

计算机网络中的网络软件包括:

(1) 网络操作系统。常用的网络操作系统有 Windows Server、Netware、UNIX、Linux 等。

(2) 网络通信协议。为了使网络设备之间能成功地发送和接收信息, 必须制定相互都能接受并遵守的语言和规范, 这些规则的集合就称为网络通信协议, 如 TCP/IP、SPX/IPX、NetBEUI 等。

(3) 网络软件。其主要包括网络数据库系统、网络管理软件、网络工具软件和网络应用软件。

1.1.4 计算机网络的应用

计算机网络在资源共享和信息交换方面所具有的功能是其他系统不能替代的。计算机网络的高可靠性、高性价比和易扩充性等优点, 使它在工业、农业、交通运输、邮电通信、文化教育、商业、国防及科学研究等各个领域、各个行业中获得了越来越广泛的应用。计算机网络的应用范围十分广泛, 下面仅列举一些具有普遍意义和典型意义的应用领域:

- (1) 办公自动化;
- (2) 电子数据交换;
- (3) 远程交换;
- (4) 远程教育;
- (5) 电子银行;
- (6) 电子公告板系统;
- (7) 搜索引擎;
- (8) Web 服务;
- (9) 电子邮件 (E-mail);
- (10) 域名系统 (Domain Name System, DNS);



- (11) 文件传输协议 (File Transfer Protocol, FTP);
- (12) 远程登录 (Telnet);
- (13) 多媒体网络应用。

1.2 计算机网络的发展

计算机网络从 20 世纪 60 年代发展至今, 经历了由简单到复杂、由低级到高级、由少量用户到超大量用户及由小范围到超大范围的演变过程。纵观整个演变过程, 计算机网络的发展可分为以下 4 个阶段:

- (1) 面向终端的计算机网络: 20 世纪 60 年代初期—60 年代中期。
- (2) 面向通信的计算机网络: 20 世纪 60 年代中期—70 年代中期。
- (3) 面向标准化的计算机网络: 20 世纪 70 年代中期—90 年代末。
- (4) 网络互连与高速网络: 20 世纪 90 年代末至今。

1.2.1 面向终端的计算机网络

1946 年, 世界上第一台计算机问世。当时计算机的价格非常高, 而且数量少, 而通信线路和通信设备又相对便宜, 因此, 如何利用通信线路将终端与计算机连接起来以有效利用计算机资源, 显得尤为重要。所谓终端是指不具备处理和存储功能, 只负责接收用户输入的信息, 并将结果显示给用户的计算机。

1954 年, 第一代计算机网络诞生。它是以单个计算机为中心, 利用通信线路将计算机和终端连接起来的网络结构。系统中只有主计算机具有独立的数据处理和数据存储功能; 系统中, 终端负责输入和输出, 即接收用户输入的信息和显示结果。当用户想要进行数据运算和数据存储时, 在终端设备输入信息并发送请求; 主机接收到请求后对数据进行运算、处理和存储, 并将结果通过通信线路返回终端显示给用户。

面向终端的计算机网络经历了两个阶段: 面向终端的单机互连系统 (图 1-1) 和面向终端的多机互连系统 (图 1-2)。

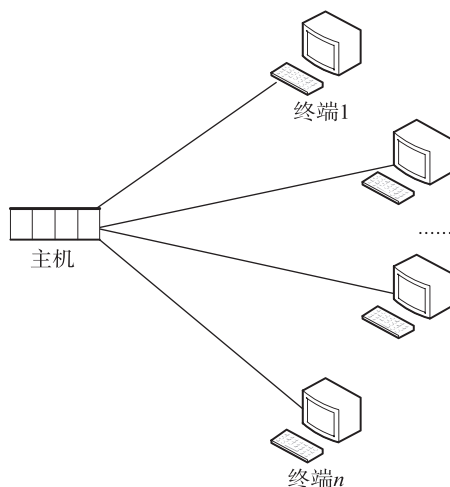


图 1-1 面向终端的单机互连系统

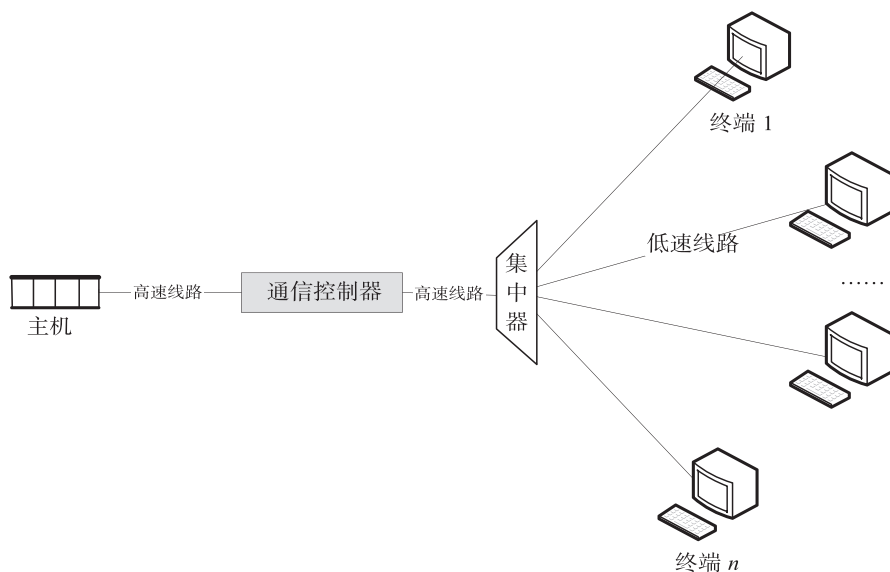


图 1-2 面向终端的多机互连系统

在单机互连系统中，主机主要负责终端用户的数据处理和存储以及主机与终端间的通信。随着终端用户对主机业务量的不断增加，主机通信负担过重，降低了网络利用率和主机数据处理业务的效率。

为了克服单机互连系统的缺点，提高网络的可靠性和可用性，产生了多机互连系统，即在主机前增加一个专门用于处理主机与终端间通信的终端网络——前端机。

1.2.2 面向通信的计算机网络

20 世纪 60—70 年代初期，由美国国防部高级研究计划局研制的 ARPANET 网络标志着第二代计算机网络的出现，它将计算机网络分为通信子网与资源子网（图 1-3）。通信子网一般由通信设备、网络介质等物理设备构成；资源子网的主体为网络资源设备，如服务器、

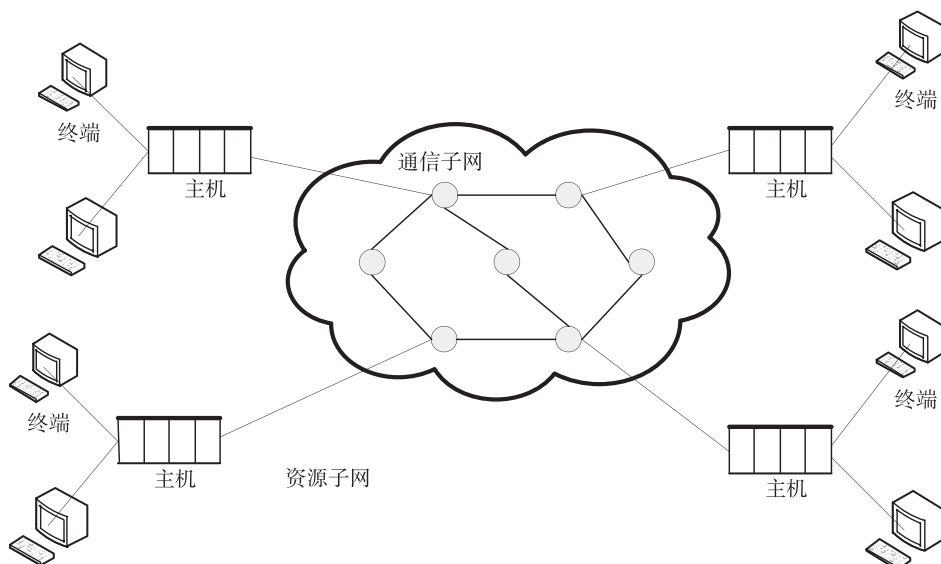


图 1-3 通信子网与资源子网



用户计算机（终端机或工作站）、网络存储系统、网络打印机、数据存储设备（曲线以外的设备）等。通信子网为资源子网提供信息传输服务，而资源子网为用户提供资源，两者结合起来组成了统一的资源共享网络。

第二代计算机网络以分组交换网为中心，网络中的通信双方都是具有自主处理能力的计算机，网络功能以资源共享为主。

1.2.3 面向标准化的计算机网络

在第二代计算机网络中后期，各大厂家为了霸占市场，各自开发自己的技术并采用自己的网络体系结构，这使得它们生产出来的设备无法互连，更有甚者同一家产品在不同时期也无法互通，这大大阻碍了网络的发展。

为了实现网络大范围的发展和不同厂家设备的互连，1977年国际标准化组织（International Organization for Standardization, ISO）提出了一个标准框架——开放系统互连参考模型（Open System Interconnection/Reference Model, OSI/RM），共7层。1984年正式发布了OSI标准，使厂家设备、协议实现全网互连。统一的网络体系结构以及遵守国际标准的开放式和标准化的网络标志着计算机网络进入第三个阶段，从此，计算机网络走上了标准化的轨道。

在面向标准化的计算机网络中，所有设备遵循统一的通信规则，采用通信软件实现网络内部及网络间的通信；通过网络操作系统对网络资源进行管理，极大地简化了用户使用网络的步骤，实现了网络对用户的透明服务。

1.2.4 网络互连与高速网络

20世纪90年代末至今都属于计算机网络发展的第四个阶段，即网络互连与高速网络阶段，在这一阶段，相继出现了快速以太网、光纤分布式数据接口（Fiber Distributed Data Interface, FDDI）、快速分组交换技术（包括帧中继、ATM）、千兆以太网、B-ISDN等一系列新型网络技术。随着Internet的建立，它把分散在各地的网络连接起来，形成一个跨越国界范围、覆盖全球的网络。Internet就是这一代网络的典型代表，它已经成为人类最重要的、最大的知识宝库。

综上，4个计算机网络时代可总结如下：

- (1) 第一代计算机网络由主机、通信线路、终端组成，是计算机网络的“雏形”。
- (2) 以分组交换网为中心的资源子网和通信子网是计算机网络的“形成与发展”阶段。
- (3) 面向标准提供统一通信规则的第三代计算机网络是计算机网络的“成熟”阶段。
- (4) 面向综合化、高速化的第四代计算机网络属于计算机网络的“继续发展”阶段。

1.2.5 中国互联网的发展史

1. 第一阶段——网络探索（1987—1994年）

1987年9月20日，北京计算机应用技术研究所钱天白教授发出了中国第一封电子邮件：“Across the Great Wall we can reach every corner in the world”。该邮件经意大利到达德国的卡尔斯鲁厄大学，成为我国互联网（Internet）的开山之笔。



1988—1990年，中国不断在网络的道路上探索。1991—1994年，中国政府通过多种渠道、多种方式申请加入 Internet；1994年年初，中国获准加入 Internet；1994年4月20日，中国正式成为真正拥有全功能 Internet 的第77个国家；1990年10月10日，王运丰确定使用“CN”作为中国的域名；1994年5月21日，“.CN”域名服务器最终“回家”，中国科学院计算机网络信息中心完成了服务器设置，并负责服务器的管理和维护工作。

2. 第二阶段——蓄势待发（1994—1997年）

在此期间，四大 Internet 主干网——中国科技网（CSTNet）、金桥信息网（CHINAGBN）、中国公共计算机互联网（CHINANET）及中国教育和科研计算机网（CERNET）相继建设，开启了铺设中国信息高速公路的历程。1997年10月，四大主干网实现了互连互通。

3. 第三阶段——应运而生（1997—1998年）

中国互联网进入空前活跃期，应用发展迅猛。下面是中国互联网中的“第一事件”：

(1) 1994年5月，国家智能计算机研究开发中心开通曙光 BBS 站，这是中国大陆的第一个 BBS 站。

(2) 1995年1月，由国家教委主管主办的《神州学人》杂志，经中国教育和科研计算机网进入 Internet，成为中国第一份中文电子杂志。

(3) 1996年9月22日，中国第一个城域网——上海热线正式开通并进行试运行，这标志着作为上海信息港主体工程的上海公共信息网正式建成。

(4) 1996年11月15日，实华开公司在北京首都体育馆旁边开设了实华开网络咖啡屋，这是中国第一家网络咖啡屋。

(5) 1997年1月1日，《人民日报》主办的人民网进入国际互联网络，这是中国开通的第一家中央重点新闻宣传网站。

(6) 1997年2月，瀛海威全国大网开通，成为中国最早，也是最大的民营互联网服务提供商（Internet Service Provider, ISP）和互联网内容提供商（Internet Content Provider, ICP）。

(7) 1997年11月，中国互联网络信息中心（China Internet Network Information Center, CNNIC）发布了第一次《中国互联网络发展状况统计报告》。

(8) 1998年3月16日，163.net 开通了容量为30万用户的中国第一个免费电子邮件系统。

(9) 1999年7月12日，中华网在纳斯达克首发上市，这是第一支在美国纳斯达克上市的中国概念网络公司股。

4. 第四阶段——网络大潮（1999—2002年）

在此期间，中国互联网进入普及和快速增长期，网上教育、网上银行、电子商务、网络游戏、即时通信等层出不穷。2000年4月13日，新浪宣布首次公开发行股票，第一支真正来自中国的网络股在纳斯达克上市。2000年7月5日，网易宣布发行股票，登陆纳斯达克。2000年7月12日，搜狐在纳斯达克挂牌上市。三大门户网站的相继上市，掀起了中国互联网的第一轮投资热潮。

5. 第五阶段——繁荣与未来（2003年至今）

应用多元化到来，中国互联网逐步走向繁荣。人们通过各种媒体开始了解互联网的神奇