



工业和信息化人才培养规划教材
教育部高职高专计算机类专业教学指导委员会优秀教材

Technical And Vocational Education

高职高专计算机系列

计算机 网络技术

Network Technology

徐立新 ◎ 主编

吕书波 邵明珠 马同伟 ◎ 副主编 贺平 ◎ 主审

实用的网络基础理论，典型的网络技术实践；内容选取上科学合理，实例讲解上系统全面；应用能力培养为核心，职业技能提升为重点。



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



工业和信息化人才培养规划教材

教育部高职高专计算机类专业教学指导委员会优秀教材

Technical And Vocational Education

高职高专计算机系列

计算机 网络技术

Network Technology

徐立新 ◎ 主编

吕书波 邵明珠 马同伟 ◎ 副主编 贺平 ◎ 主审

人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络技术 / 徐立新主编. — 北京: 人民邮电出版社, 2012.9
工业和信息化人才培养规划教材. 高职高专计算机系列

ISBN 978-7-115-29161-5

I. ①计… II. ①徐… III. ①计算机网络—高等职业教育—教材 IV. ①TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第199290号

内 容 提 要

本书是针对高等职业教育“计算机网络技术基础”和“计算机网络组网工程与实践”课程编写的一本实用性教材,以工作过程为导向,结合典型项目驱动,强调以能力培养为本位,以职业技能训练为核心,突出理论与实践的深度融合。全书共分上下两篇,上篇为计算机网络技术基础篇,包括计算机网络概论、数据通信基础知识、计算机网络体系结构、局域网技术、广域网技术与 Internet、计算机网络应用、无线局域网技术、IPv6 技术、网络安全这 9 章内容,侧重于计算机网络方面的基本知识和典型技术,使学生在知识结构上具备职业或岗位群所需的基础知识,为培养高素质技能型人才奠定理论基础。下篇为计算机网络技术实践篇,包括网络互连技术及项目综合实训这 2 章内容,侧重于计算机网络的组网技术与工程,锻炼学生的实践技能,使其在能力结构上更好地满足职业或岗位所需,为培养高素质技能型人才奠定能力基础。

本书可作为应用性和技能型人才培养的各类教育计算机网络等相关专业的教学用书,也可供各类培训、计算机从业人员和爱好者参考使用。

工业和信息化人才培养规划教材——高职高专计算机系列

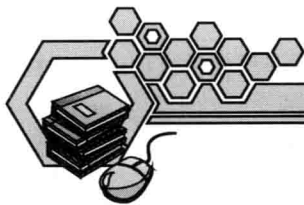
计算机网络技术

-
- ◆ 主 编 徐立新
 - 副 主 编 吕书波 邵明珠 马同伟
 - 主 审 贺 平
 - 责任编辑 王 威
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 19.25 2012 年 9 月第 1 版
字数: 491 千字 2012 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-29161-5

定价: 39.80 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154



本书被评为教育部高职高专计算机类专业教学指导委员会优秀教材。

随着计算机技术和通信技术的飞速发展,计算机网络及其技术日新月异,计算机网络的应用逐步普及,人们的工作和生活已离不开网络,学习和掌握计算机网络技术的基本知识和应用技能已成为高等学校各专业学生的基本素质和能力需求。本书依据高等职业院校计算机类专业的培养目标及非计算机专业的计算机网络技术基本知识和能力的需求,结合目前国内外计算机网络发展的最新动态和成果,基于工作过程导向,结合典型项目驱动,以能力培养为本位,以职业技能训练为核心,突出理论与实践的深度融合,力争使学生了解和掌握计算机网络技术的基础知识和基本技能,满足高素质应用性、技能型计算机网络技术人才培养的职业和岗位需求。

本书是作者在结合近 20 年从事计算机类专业和非计算机类专业所讲授的计算机网络技术及组网技术与工程等课程的理论和实践教学的经验基础上精心编写而成的。全书共分上下两篇。上篇为网络技术基础篇,力求计算机网络基础知识体系的完整和实际够用,下篇为网络技术实践篇,突出网络技术典型项目和任务的实践性。

上篇包括计算机网络概论、数据通信基础知识、计算机网络体系结构、局域网技术、广域网技术与 Internet、计算机网络应用、无线局域网技术、IPv6 技术、网络安全这 9 章内容,侧重于计算机网络方面的基本知识和典型技术,使学生在知识结构上具备职业或岗位群所需的基础知识,为培养高素质技能型人才奠定理论基础。下篇包括网络互连技术及项目综合实训这 2 章内容,侧重于计算机网络的组网技术与工程,锻炼学生的实践技能,使其在能力结构上更好地满足职业或岗位所需,为培养高素质技能型人才奠定能力基础。

本书的编写力求体现课程教学目标的职业性、内容选取的实用性、教学过程的实践性等高等职业教育特点。

1. 从职业岗位的细分出发,依据实际工作任务进行课程内容的职业化设计,体现课程教学目标的职业性。

编写组依据我们近几年对企业“计算机网络技术”相关岗位人才所应具备的职业能力和技能要求的调研,结合岗位能力和技能的实际需求和学生认知的特点,按照规划、建设、测试、维护和管理等工作过程和任务的需要来选择本教材编写的必要知识点,以典型项目为中心整合理论与实践,做到理论必需和够用,突出课程知识的实用性、综合性和先进性,达到着重培养学生的职业能力和职业素养,真正实现课程教学目标的职业性要求。

2. 从职业岗位的需要出发,对职业与岗位所需的网络知识和能力进行重构和排序,体现课程教学内容的实用性。

作为计算机网络的最基础理论和知识,包括计算机网络概述、数据通信基础、计算机网络体系结构三章,我们以后续应用够用为标准,简化了详细且难学的原理分析,如 ISO/OSI 七层模型,我们做了以讲授各层的功能、作用及相关的标准、协议和设备为主,淡化了原理与协议分析的改革。作为计算机网络的基本技术,我们依据当前网络应用的现状,重新编写了局域网技术、广域网技术、Internet 技术、无线局域网技术、网络安全技术等章节,删去了过时和不必要的内容,使得教材内容更新,更贴近实际,更反映当前的应用要求。同时,全书补充了截止到 2012 年 5 月已

正式发布的许多新标准、技术和产品。

3. 从学生的能力培养出发,以真实且典型的项目为实训平台,体现课程教学过程的实践性。

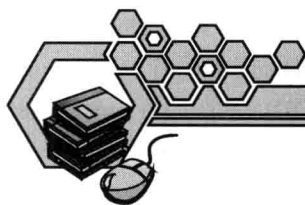
高等职业院校应将理论实践适度结合,过分强调理论,就会使培养的学生动手能力较差,与高等职业教育人才培养的目标不相符;过分强调实践,又会使培养的学生无发展后劲,与社会技能培训无差别。本书在上篇讲述计算机网络技术基本知识和理论的基础上,下篇主要涵盖了局域网组网工程中所需掌握的网络传输介质使用、网络互连设备使用及典型网络工程项目分解实训和综合项目实施等内容,较好地体现了理论和实践上的结合,突出了高素质技能型人才培养的实践能力要求,力争实现人才培养与职业岗位需求的对接。

为方便教师教学,本书配备了 PPT 电子教案、教学大纲等丰富的教学资源。任课教师可登录人民邮电出版社教学服务与资源网(www.ptpedu.com.cn)免费下载使用。

本书由河南机电高等专科学校主持编写。徐立新负责全书的构思、统稿工作,并撰写了第 10 章,吕书波负责撰写第 5 章、第 8 章,邵明珠负责撰写第 1 章、第 3 章,马同伟负责撰写第 7 章、第 9 章,解瑞云负责撰写第 2 章,赵开新负责撰写第 4 章、第 11 章,王明斐负责撰写第 6 章。广州番禺职业技术学院的贺平教授担任本书的主审。在本书构思和编写的过程中,甘勇教授、徐久成教授等提出了许多宝贵的意见和建议,在此表示衷心的感谢。同时我们也恳请广大教师和读者,对本书的不足之处,提出宝贵的意见。

编 者

2012 年 7 月



上篇 计算机网络技术基础

第 1 章 计算机网络概述	2	2.3 常见传输介质及特性	25
1.1 计算机网络形成与发展	2	2.3.1 同轴电缆	25
1.1.1 计算机网络的形成过程	2	2.3.2 双绞线	25
1.1.2 单主机远程联机系统	3	2.3.3 光纤	26
1.1.3 多主机互联系统	4	2.3.4 无线通信	26
1.1.4 标准化计算机网络	5	2.4 数据传输技术	28
1.1.5 计算机网络的发展	6	2.4.1 传输方式	28
1.2 计算机网络的基本概念	6	2.4.2 同步技术	30
1.2.1 计算机网络的定义	6	2.4.3 多路复用技术	31
1.2.2 计算机网络的组成	7	2.5 差错控制与流量控制	35
1.2.3 计算机网络的功能	9	2.5.1 差错的产生	35
1.2.4 计算机网络的分类	10	2.5.2 差错控制方法	36
1.3 计算机网络的拓扑结构	14	2.5.3 流量控制方法	37
本章小结	15	2.6 数据交换技术	39
习题	16	2.6.1 电路交换	39
第 2 章 数据通信基础知识	17	2.6.2 存储转发交换	40
2.1 基本概念	17	2.6.3 其他高速交换技术	43
2.1.1 信息、数据与信号	17	本章小结	45
2.1.2 数据传输类型与通信方式	19	习题	45
2.1.3 数据通信中的主要技术指标	21	第 3 章 计算机网络体系结构	46
2.2 数据编码技术	21	3.1 计算机网络的标准化组织	46
2.2.1 数据编码类型	21	3.1.1 标准化组织与机构	46
2.2.2 数字数据的模拟信号编码方法	22	3.1.2 RFC 文档和 Internet 协议标准	47
2.2.3 数字数据的数字信号编码方法	23	3.1.3 Internet 管理机构	47
2.2.4 模拟数据的数字信号编码方法	24	3.2 网络体系结构的概述	48
		3.2.1 基本概念	48
		3.2.2 网络体系结构的分层	49
		3.3 ISO/OSI 参考模型	49
		3.3.1 OSI 参考模型概述	49
		3.3.2 OSI 模型中数据的传输	51

3.3.3 物理层	53	4.5.4 VLAN 的干道传输	83
3.3.4 数据链路层	53	4.6 其他局域网技术简介	85
3.3.5 网络层	55	4.6.1 FDDI	85
3.3.6 传输层	56	4.6.2 ATM	86
3.3.7 会话层	57	4.6.3 WLAN	87
3.3.8 表示层	58	本章小结	88
3.3.9 应用层	58	习题	89
3.4 TCP/IP 体系结构	59	第 5 章 广域网技术与 Internet	90
3.4.1 TCP/IP 体系结构的层次划分	59	5.1 广域网技术	90
3.4.2 TCP/IP 体系结构中各层的功能	60	5.1.1 公用电话交换网	91
3.4.3 TCP/IP 体系结构中的协议栈	61	5.1.2 数字数据网	91
本章小结	62	5.1.3 帧中继	92
习题	62	5.1.4 xDSL 技术	92
第 4 章 局域网技术	63	5.1.5 VPN 技术	93
4.1 局部网技术概述	63	5.2 IP	93
4.1.1 局域网的特点	63	5.2.1 IP 概述	93
4.1.2 局域网的关键技术	64	5.2.2 IP 地址	95
4.1.3 局域网的体系结构	64	5.2.3 网际控制报文协议	99
4.1.4 局域网的拓扑结构	65	5.3 路由选择	101
4.2 局域网的模型与标准	66	5.3.1 路由器	101
4.2.1 IEEE 802 参考模型	66	5.3.2 路由选择协议与算法	101
4.2.2 IEEE 802 标准	66	5.4 TCP 与 UDP	108
4.3 介质访问控制方法	67	5.4.1 TCP 与 UDP 概述	108
4.3.1 CSMA/CD	67	5.4.2 UDP	108
4.3.2 令牌环	69	5.4.3 TCP	109
4.3.3 令牌总线	71	5.5 VPN 与 NAT 技术	112
4.4 以太网技术	72	5.5.1 VPN 技术	112
4.4.1 以太网的产生与发展	72	5.5.2 NAT 技术	114
4.4.2 传统以太网技术	72	5.6 常见的 Internet 接入方式	115
4.4.3 快速以太网技术	74	5.6.1 拨号接入方式	116
4.4.4 吉比特与十吉比特以太网技术	75	5.6.2 ADSL 技术	116
4.4.5 交换式以太网技术	77	5.6.3 HFC 技术	117
4.5 虚拟局域网	81	5.6.4 光纤接入	117
4.5.1 虚拟局域网技术的产生	81	5.6.5 无线宽带接入	118
4.5.2 VLAN 的特征和特点	81	本章小结	119
4.5.3 VLAN 的划分方法	82	习题	119
		第 6 章 计算机网络应用	120
		6.1 网络应用概述	120
		6.1.1 网络应用与应用层协议	120

6.1.2 Internet 应用简介	121	7.5.5 手机设置无线上网	157
6.2 DNS 服务	123	7.5.6 无线局域网安全与防范	159
6.2.1 DNS 协议	123	本章小结	161
6.2.2 DNS 的设置	124	习题	161
6.3 WWW 服务	125	第 8 章 IPv6 技术	162
6.3.1 WWW 的工作模式	125	8.1 IPv4 的局限性	162
6.3.2 与 WWW 服务相关的 术语	125	8.2 IPv6 的发展	163
6.3.3 WWW 服务器的配置	125	8.2.1 发展历程	164
6.4 FTP 服务	127	8.2.2 相关组织	164
6.4.1 FTP 工作原理	127	8.3 IPv6 的新特性	165
6.4.2 FTP 的传输模式	128	8.4 IPv6 报文结构	166
6.4.3 配置 FTP 站点	128	8.4.1 报文结构	166
6.5 邮件服务	129	8.4.2 IPv6 扩展报头	167
6.5.1 电子邮件的概念	129	8.5 IPv6 地址	168
6.5.2 电子邮件的发送和 接收过程	130	8.5.1 IPv6 地址的表示	168
6.5.3 SMTP: 简单邮件传输 协议	131	8.5.2 IPv6 地址类型	169
6.5.4 邮件读取协议 POP3 和 IMAP	131	8.6 ICMPv6	175
6.6 DHCP 服务	131	8.6.1 ICMPv6 基本概念	175
6.6.1 DHCP 简介	131	8.6.2 ICMPv6 的应用	176
6.6.2 工作原理	133	8.7 IPv6 路由协议	178
6.6.3 DHCP 服务的设置	134	8.7.1 IPv6 路由概述	178
本章小结	136	8.7.2 RIPng 协议	179
习题	136	8.7.3 OSPFv3	180
第 7 章 无线局域网技术	137	8.8 过渡技术	182
7.1 WLAN 概念及其协议标准	137	8.8.1 IPv6 孤岛跨 IPv4 网络 实现互联	182
7.1.1 WLAN 的概念	137	8.8.2 IPv6 与 IPv4 网络之间的 互通	184
7.1.2 WLAN 的特点	137	本章小结	187
7.1.3 WLAN 的标准	138	习题	187
7.2 WLAN 网络结构	140	第 9 章 网络安全	188
7.3 WLAN 应用	141	9.1 网络安全简介	188
7.4 WLAN 常见设备	143	9.1.1 网络安全的定义	188
7.5 无线局域网组建与应用	146	9.1.2 网络面临的安全威胁	189
7.5.1 无线设备的选购	146	9.1.3 计算机网络及信息 安全的目标	190
7.5.2 组建家庭无线局域网	148	9.2 黑客入侵攻击的一般过程	191
7.5.3 组建办公无线局域网	153	9.3 网络扫描工具	191
7.5.4 无线局域网接入 Internet	154	9.3.1 扫描器的作用	191

9.3.2	X-scan 扫描器概述	192
9.3.3	端口扫描程序 Nmap	193
9.4	网络监听原理与工具使用	194
9.4.1	网络监听原理	194
9.4.2	网络监听工具 Wireshark 的使用	195
9.5	木马的检测与防范	197
9.5.1	木马的工作原理	197
9.5.2	木马的种类	197
9.5.3	木马的工作过程	198
9.5.4	木马的检测	199
9.5.5	木马的防御与清除	200
9.6	拒绝服务攻击	201
9.6.1	拒绝服务攻击的定义	201
9.6.2	拒绝服务攻击分类	201

9.6.3	分布式拒绝服务攻击	202
9.7	计算机病毒	202
9.7.1	网络防病毒技术	202
9.7.2	网络安全防御实例	203
9.8	PGP 加密系统	205
9.8.1	加密技术	205
9.8.2	PGP 软件包的安装和 使用	206
9.9	防火墙技术	208
9.9.1	防火墙原理	208
9.9.2	代理防火墙应用	208
	本章小结	210
	习题	210

下篇 计算机网络组网技术与实训

第 10 章 网络互连技术

10.1	网络互连基础	212
10.1.1	网络互连的类型	212
10.1.2	网络互连的层次	213
10.2	网络传输介质的使用	214
10.2.1	有线网络传输介质	214
10.2.2	无线网络传输介质	220
10.3	常见的网络互连设备	222
10.3.1	中继器	222
10.3.2	集线器	222
10.3.3	网桥	223
10.3.4	交换机	223
10.3.5	路由器	225
10.3.6	网关	227
10.3.7	三层交换机	227
10.3.8	其他网络连接附件	229
10.4	交换机的典型配置与应用	230
10.4.1	交换机的配置基础	230
10.4.2	交换机的基本配置	232
10.4.3	交换机 VLAN 的配置	235
10.4.4	不同 VLAN 间的路由 配置	239

10.4.5	生成树及实现负载 均衡配置	241
10.4.6	链路聚合等其他 交换机技术配置	243
10.5	路由器的典型配置与应用	246
10.5.1	路由协议与路由表	246
10.5.2	路由器的基本配置	248
10.5.3	静态及默认路由配置	254
10.5.4	动态路由协议配置	255
10.5.5	广域网互联配置	261
10.5.6	NAT 配置与局域网 访问 Internet	265
10.5.7	访问控制列表配置	268
	习题	272

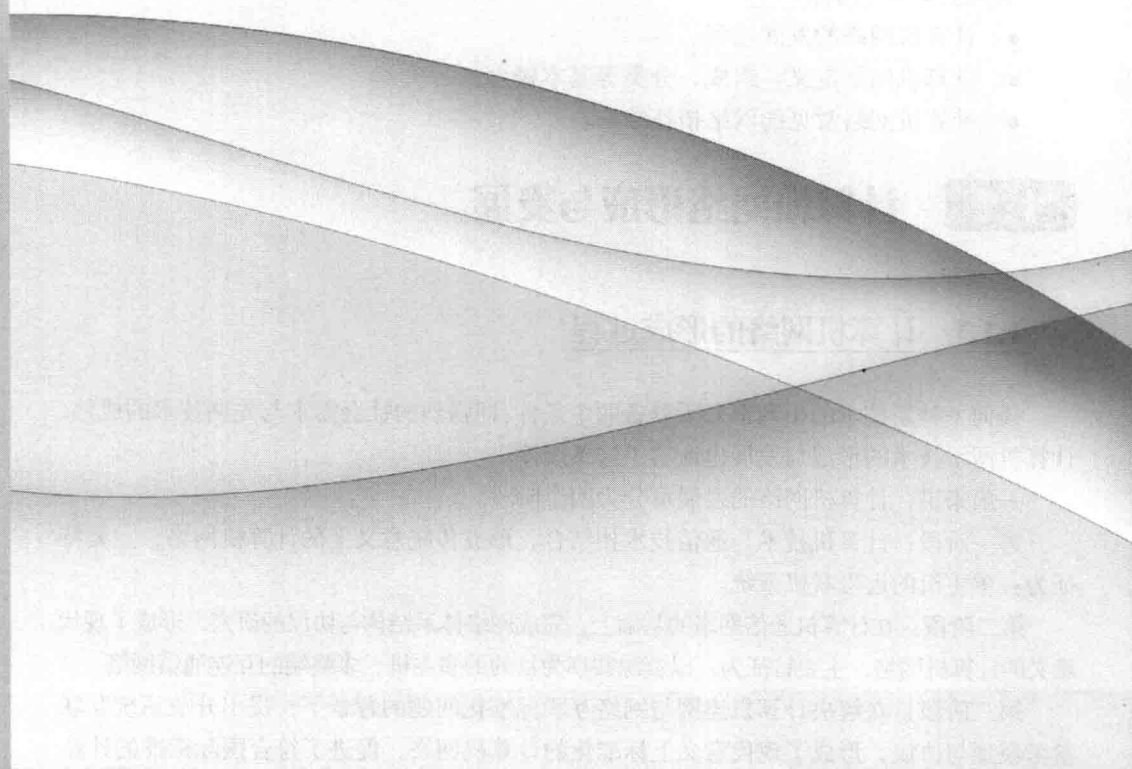
第 11 章 实训

11.1	综合实训网络拓扑结构图	273
11.1.1	综合实训项目分析	273
11.1.2	综合实训项目所 使用的技术以及 所实现的功能	274
11.1.3	综合实训项目的具体 技术实施	274
11.2	综合实训项目分解实训	274

11.2.1	常用网络设备与网络 传输介质认识.....	274	11.2.13	Cisco 路由器静态路由 及 RIP 路由配置.....	286
11.2.2	双绞线的制作与使用 ...	275	11.2.14	Cisco 路由器 OSPF 路由配置	288
11.2.3	常用网络命令的使用 ...	276	11.2.15	Cisco 路由器路由协议 间路由引入配置	289
11.2.4	IP 地址规划与设置	277	11.2.16	Cisco 路由器广域 网协议的配置	291
11.2.5	Internet 应用	277	11.2.17	Cisco 路由器 NAT 的 设计与配置	292
11.2.6	Sniffer 网络监控 软件的使用	278	11.3	综合实训项目实施	293
11.2.7	Cisco 交换机的基本 配置	279	11.3.1	项目内容分析	293
11.2.8	Cisco 交换机 VLAN 的 配置	281	11.3.2	IP 地址规划	293
11.2.9	Cisco 交换机 VLAN 主干道配置	282	11.3.3	所采用的技术分析	295
11.2.10	Cisco 三层交换机实现 不同 vlan 间通信配置 ...	283	11.3.4	设备的具体配置	295
11.2.11	Cisco 交换机 STP 配置	284	11.3.5	网络测试	298
11.2.12	Cisco 路由器的基本 配置	285	本章小结		298

上篇

计算机网络技术基础



第1章

计算机网络概述

计算机网络是计算机技术和通信技术紧密结合的产物，它的诞生使计算机体系结构发生了巨大变化，在当今社会经济中起着非常重要的作用，它对人类社会的进步做出了巨大贡献。从某种意义上讲，计算机网络的发展水平不仅反映了一个国家的计算机科学和通信技术水平，而且已经成为衡量其国力及现代化程度的重要标志之一。本章将从计算机网络的形成和发展开始，介绍计算机网络的基本概念、计算机网络拓扑结构分类等知识。

本章主要学习内容

- 计算机网络的发展过程。
- 计算机网络定义、组成、分类等基本概念。
- 计算机网络常见的网络拓扑结构。

1.1 计算机网络形成与发展

1.1.1 计算机网络的形成过程

任何一种新技术的出现都必须具备两个条件：即强烈的社会需求与先期技术的成熟。计算机网络技术的形成与发展也证实了这条规律。

一般来讲，计算机网络的发展可分为四个阶段。

第一阶段：计算机技术与通信技术相结合，形成传统意义上的计算机网络，主要特征为：单主机的远程联机系统。

第二阶段：在计算机通信网络的基础上，完成网络体系结构与协议的研究，形成了现代意义的计算机网络，主要特征为：以资源共享为目的的多主机、多终端的互连通信网络。

第三阶段：在解决计算机连网与网络互联标准化问题的背景下，提出开放系统互连参考模型与协议，形成了现代意义上标准化的计算机网络，促进了符合国际标准的计算

机网络技术的发展, 主要特征为: 面向全球范围的开放式、标准化计算机网络。

第四阶段: 计算机网络向互联、高速、智能化方向发展, 并获得广泛的应用, 主要特征为: 面向更多新应用的高速、智能化的计算机网络。

1.1.2 单主机远程联机系统

1946 年世界上第一台电子数字计算机 ENIAC 在美国诞生时, 计算机技术与通信技术并没有直接的联系。20 世纪 50 年代初, 由于美国军方的需要, 美国半自动地面防空系统 SAGE 进行了计算机技术与通信技术相结合的尝试。它将远程雷达与其他测量设施测到的信息通过总长度达到 241 万千米的通信线路与一台 IBM 计算机连接, 进行集中的防空信息处理与控制。要实现这样的目的, 首先要完成数据通信技术的基础研究。在这项研究的基础上, 人们完全可以将地理位置分散的多个终端通信线路连到一台中心计算机上。用户可以在自己的办公室内的终端输入程序, 通过通信线路传送到中心计算机, 分时访问和使用其资源进行信息处理, 处理结果再通过通信线路回送到用户终端显示或打印。人们把这种以单个为中心的联机系统称作面向终端的远程联机系统。

当时, 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, 这种以单计算机为中心的联机系统如图 1-1 所示。

在单处理机联机的网络中, 已涉及多种通信技术、多种数据传输设备和数据交换设备等。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, 即多个终端用户分时占用主机上的资源, 这种结构被称为第一代网络。在单处理机联机网络中, 主机既要承担通信工作又要承担数据处理, 因此, 主机的负荷较重, 且效率低。另外, 每一个分散的终端都要单独占用一条通信线路, 线路利用率低, 且随终端用户的增多, 系统费用也在增加。因此, 为了提高通信线路的利用率并减轻主机的负担, 便使用了多点通信线路、集中器以及通信控制主机。

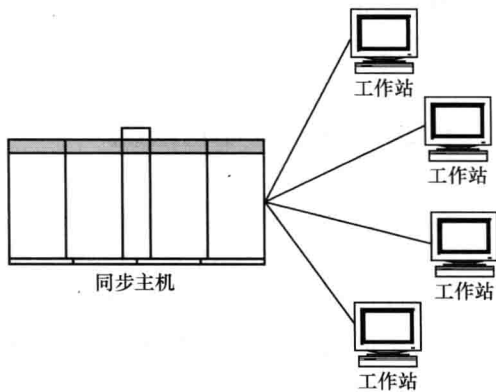


图 1-1 单计算机为中心的远程联机系统

多点通信线路就是在一条通信线路上连接多个终端, 如图 1-2 所示, 多个终端可以共享同一条通信线路与主机进行通信。由于主机与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。

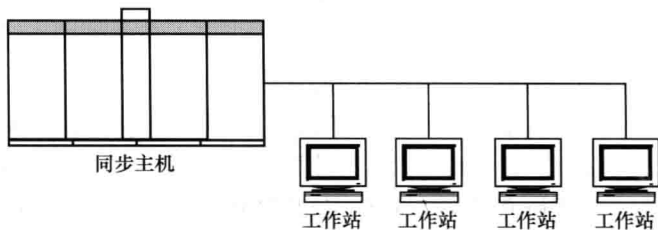


图 1-2 多点通信线路

通信控制处理机（Communication Control Processor, CCP）或称前端处理机（Front End Processor, FEP）的作用就是要完成全部的通信任务，让主机专门进行数据处理，以提高数据处理的效率，如图 1-3 所示。

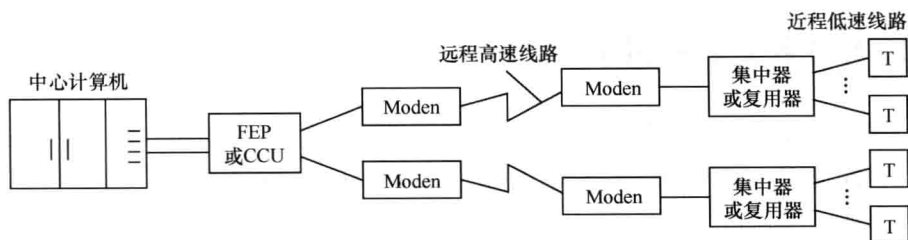


图 1-3 使用通信控制处理机和集中器的通信系统

上图就是为减轻中心计算机的负载，在通信线路和计算机之间设置了一个前端处理机 FEP 或通信控制器 CCU 专门负责与终端之间的通信控制，使数据处理和通信控制分工。在终端机较集中的地区，采用了集中管理器（集中器或多路复用器）用低速线路把附近群集的终端连起来，通过 Modem 及高速线路与远程中心计算机的前端机相连。这样的远程联机系统既提高了线路的利用率，又节约了远程线路的投资。

20 世纪 60 年代初美国航空公司建成的由一台计算机与分布在全美国的 2 000 多个终端组成的航空订票系统 SABRE-1 就是这种计算机通信网络。

1.1.3 多主机互联系统

随着计算机应用的发展，出现了多台计算机互联的需求。这种需求主要来自军事、科学研究、地区与国家经济信息分析决策、大型企业经营管理。用户希望将分布在不同地点的计算机通过通信线路互联成为计算机—计算机网络。网络用户可以通过计算机使用本地计算机的软件、硬件与数据资源，也可以使用连网的其他地方的计算机软件、硬件与数据资源，以达到计算机资源共享的目的。这一阶段研究的典型代表是美国国防部高级研究计划局（Advanced Research Projects Agency, ARPA）的 ARPAnet（通常称为 ARPA 网）。1969 年美国国防部高级研究计划局提出将多个大学、公司和研究所的多台计算机互联的课题。1969 年 ARPA 网只有 4 个节点，1973 年发展到 40 个节点，1983 年已经达到 100 多个节点。ARPA 网通过有线、无线与卫星通信线路，使网络覆盖了从美国本土到欧洲与夏威夷的广阔地域。ARPR 网是计算机网络技术发展的一个重要的里程碑，它对发展计算机网络技术的主要贡献表现在以下几个方面。

- （1）完成了对计算机网络的定义、分类与子课题研究内容的描述。
- （2）提出了资源子网、通信子网的两级网络结构的概念。
- （3）研究了报文分组交换的数据交换方法。
- （4）采用了层次结构的网络体系结构模型与协议体系。

ARPR 网络研究成果对推动计算机网络发展的意义是深远的。在它的基础之上，20 世纪七八十年代计算机网络发展十分迅速，出现了大量的计算机网络，仅美国国防部就资助建立了多个计算机网络。同时还出现了一些研究试验性网络、公共服务网络、校园网，例如，美国加利福尼亚大学劳伦斯原子能研究所研究的 OCTOPUS 网、法国信息与自动化研究所的 CYCLADES 网、国

际气象监测网 WWWN、欧洲情报网 EIN 等。

计算机网络的资源子网与通信子网的结构使网络的数据处理与数据通信有了清晰的功能界面。计算机网络可以分成资源子网与通信子网来组建。通信子网可以是专用的，也可以是公用的。为每一个计算机网络都建立一个专用通信子网的方法显然是不可取的，因为专用通信子网造价很高、线路利用率低，重复组建通信子网投资很大，同时也没有必要。随着计算机网络与通信技术的发展，20 世纪 70 年代中期世界上便出现了由国家邮电部门统一组建和管理的公用通信子网，即公用数据网 PDN。早期的公用数据网采用模拟通信的电话通信网，新型的公用数据网采用数字传输技术和报文分组交换方法。典型的公用分组交换数据有美国的 TELENET、加拿大的 DATAPAC、法国的 TRANSPAC、英国的 PSS、日本的 DDX 等。公用分组交换网的组建为计算机网络的发展提供了良好的外部通信条件。

以上所讲的是利用远程通信线路组建的远程计算机网络，也称为广域网（WAN，Wide Area Network）。随着计算机的广泛应用，局部地区计算机连网的需求日益强烈。20 世纪 70 年代初，一些大学和研究所为实现实验室或校园内多台计算机共同完成科学计算和资源共享的目的，开始了局部计算机网络的研究。1972 年美国加州大学研制了 Newhall 环网；1976 年美国 Xerox 公司研究了总线拓扑的实验性 Ethernet 网；1974 年英国剑桥大学研制了 Cambridge ring 环网。这些都为 20 世纪 80 年代多种局部网产品的出现提供了理论研究 with 实现技术的基础，对局部网络技术的发展起到了十分重要的作用。

与此同时，一些大的计算机公司纷纷开展了计算机网络研究与产品开发工作，提出了各种网络体系结构与网络协议，如 IBM 公司的 SNA（System Network Architecture）、DEC 公司的 DNA（Digital Network Architecture）与 UNIVAC 公司的 DCA（Distributed Computer Architecture）。

计算机网络发展第二阶段所取得的成果对推动网络技术的成熟和应用极其重要，它研究的网络体系结构与网络协议的理论成果为以后网络理论的发展奠定了基础。很多网络系统经过适当修改与充实后仍在广泛使用。目前国际上应用广泛的 Internet 网络就是在 ARPA 网的基础上发展起来的。但是，20 世纪 70 年代后期人们已经看到了计算机网络发展中出现的危机，那就是网络体系结构与协议标准的不统一限制了计算机网络自身的发展和应用。网络体系结构与网络协议标准必须走国际化的道路。

1.1.4 标准化计算机网络

计算机网络发展的第三阶段是加速体系结构与协议国际化的研究与应用。国际标准化组织 ISO 的计算机与信息处理标准化技术委员会 TC97 成立了一个分委员会 SC16，研究网络体系结构与网络协议国际化问题。经过多年卓有成效的工作，ISO 正式制订、颁布了“开放系统互连参考模型”（OSI RM，Open System Interconnection Reference Model），即 ISO/IEC 7498 国际标准。ISO/OSI RM 已被国际社会所公认，成为研究和制订新一代计算机网络标准的基础。20 世纪 80 年代，ISO 与 CCITT（国际电话电报咨询委员会）等组织为参考模型的各个层次制订了一系列的协议标准，组成了一个庞大的 OSI 基本协议集。我国也于 1989 年在《国家经济系统设计与应用标准化规范》中明确规定选定 OSI 标准作为我国网络建设标准。ISO/OSI RM 及标准协议的制定和完善正在推动计算机网络朝着健康的方向发展。很多大的计算机厂商相继宣布支持 OSI 标准，并积极研究和开发符合 OSI 标准的产品。各种符合 OSI RM 与协议标准的远程计算机网络、

局部计算机网络与城市地区计算机网络已开始广泛应用。随着研究的深入, OSI 标准将日趋完善。

如果说远程计算机网络扩大了信息社会中资源共享的范围, 那么局部网络则是增强了信息社会中资源共享的深度。局部网络是继远程网之后又一个网络研究与应用的热点。远程网技术与微型机的广泛应用推动了局部网络技术研究的发展。局域网络可分为局部区域网 (LAN)、高速局部网 (HSLN) 和计算机交换机 (CBX) 三类。到了 20 世纪八九十年代, 局域网技术发生了突破性进展。在局域网领域中, 采用 Ethernet、Token Bus、Token Ring 原理的局域网产品形成了三足鼎立之势, 采用光纤传输介质的 FDDI 产品在高速与主干环网应用方面起到了重要作用。20 世纪 90 年代局域网技术在传输介质、局域网操作系统与客户/服务器 (Client/Server) 应用方面取得了重要的进展。由于数据通信技术的发展, 在 Ethernet 网中用非屏蔽双绞线实现了 10Mbit/s 的数据传输。在此基础上形成了网络结构化布线技术, 使 Ethernet 网在办公自动化环境中得到更为广泛的应用。局域网操作系统 Novell NetWare、Windows NT Server、IBM LAN Server 使局域网应用进入成熟的阶段。客户/服务器应用使网络服务功能达到更高水平。

1.1.5 计算机网络的发展

目前计算机网络的发展正处于第四阶段。这一阶段计算机网络发展的特点是: 互联、高速、智能与更为广泛的应用。

Internet 是覆盖全球的信息基础设施之一, 对于用户来说, 它像是一个庞大的远程计算机网络。用户可以利用 Internet 实现全球范围的电子邮件、电子传输、信息查询、话音与图像通信服务功能。实际上 Internet 是一个用路由器 (Router) 实现多个远程网和局域网互联的网际网, 到 1998 年连入 Internet 的计算机数量已达 4 000 万台之多。它将对推动世界经济、社会、科学、文化的发展产生不可估量的作用。

在互联网发展的同时, 高速与智能网的发展也引起人们越来越多的注意。高速网络技术发展表现在宽带综合业务数据网 B-ISDN、帧中继、异步传输模式 (ATM)、高速局域网、交换局域网与虚拟网络上。随着网络规模的增大与网络服务功能的增多, 各国正在开展智能网络 (IN, Intelligent Network) 的研究。

计算机网络技术的迅速发展和广泛应用必将对 21 世纪的经济、教育、科技、文化的发展产生重要影响。

1.2 计算机网络的基本概念

1.2.1 计算机网络的定义

对计算机网络的定义没有统一的标准, 根据计算机网络发展的阶段或侧重点的不同, 对计算机网络有几种不同的定义。根据目前计算机网络的特点, 侧重资源共享和通信的计算机网络定义更准确地描述了计算机网络的特点。

计算机网络是通过通信设备和通信线路, 将分布在不同地理位置且功能独立的多个计算机系统相互连接起来, 按照相同的通信协议, 在网络操作系统的管理和控制下, 实现资源共享和高速

通信的系统。

一般来讲, 计算机网络构成的要素有 4 点。

- (1) 两台或两台以上功能独立的计算机互连接起来, 以达到相互通信的目的。
- (2) 计算机之间要用通信设备和传输介质连接起来。
- (3) 计算机之间通信要遵守相同的网络通信协议。
- (4) 具备网络软件、硬件资源管理功能, 以达到资源共享的目的。

1.2.2 计算机网络的组成

1. 计算机网络的逻辑组成

计算机网络按逻辑功能可分为资源子网和通信子网两部分。

资源子网是计算机网络中面向用户的部分, 负责数据处理工作, 相当于 OSI 模型中的高四层的功能, 有关 OSI 模型会在本书第 3 章讲授。它包括网络中独立工作的计算机及其外围设备、软件资源和整个网络共享数据。

通信子网是网络中的数据通信系统, 它由用于信息交换的网络节点处理机和通信链路组成, 主要负责通信处理工作, 相当于 OSI 模型中的低三层的功能。如网络中的数据传输、加工、转发和变换等。

若只是访问本地计算机, 则只在资源子网内部进行, 无须通过通信子网。若要访问异地计算机资源, 则必须通过通信子网。为了使网络内各计算机之间的通信可靠、有效, 通信各方必须共同遵守统一的通信规则, 即通信协议。通过它可以使各计算机之间相互理解会话、协调工作, 如 OSI 参考模型和 TCP/IP 协议等。

2. 计算机网络的物理组成

计算机网络按物理结构可分为网络硬件和网络软件两部分, 一个计算机网络的物理组成如图 1-4 所示。

在计算机网络中, 网络硬件对网络的性能起着决定性作用, 它是网络运行的实体。而网络软件则是支持网络运行、提高效益和开发网络资源的工具。

(1) 计算机网络硬件。计算机网络硬件是计算机网络的物质基础, 一个计算机网络就是通过网络设备和通信线路将不同地点的计算机及其外围设备在物理上实现连接。因此, 网络硬件主要由可独立工作的计算机、网络设备和传输介质等组成。

① 计算机。可独立工作的计算机是计算机网络的核心, 也是用户主要的网络资源。根据用途的不同可将其分为服务器和网络工作站。

- 服务器。一般由功能强大的计算机担任, 如小型计算机、专用 PC 服务器或高档微机。

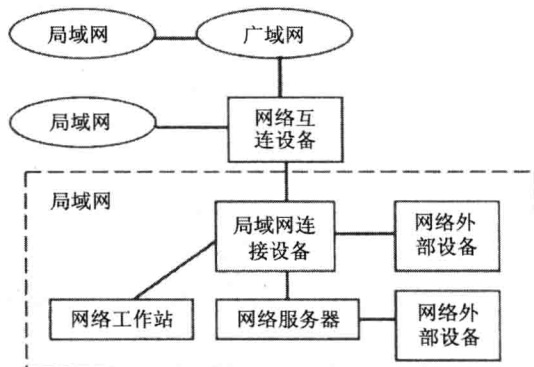


图 1-4 计算机网络的物理组成