



21 世纪高等院校计算机网络与通信教材

计算机网络原理

北京希望电子出版社 总策划
何忠龙 卢昱 卢鋈等 编著



 科学出版社
www.sciencep.com



21 世纪高等院校计算机网络与通信教材

计算机网络原理

北京希望电子出版社 总策划
何忠龙 卢昱 卢鋈等 编著



 科学出版社
www.sciencep.com

内容简介

为了适应计算机科学与技术学科的发展和现代计算机教学的需要,作者在多年大专生、本科生和研究生的计算机网络教学、实践的基础上编写了此书,主要介绍了计算机网络的概念、发展、体系结构及物理层、数据链路层、介质访问子层、网络层、传输层、应用层、局域网组网、网络管理、网络安全和网络控制的原理,旨在提高读者分析问题、解决问题的能力。

本书注重计算机网络基本原理的介绍,层次清晰,概念准确,内容丰富,图文并茂,适合学生系统地循序渐进地学习计算机网络各方面的知识。每章后面都有精选的习题。本书可作为计算机专业的大专、本科或研究生以及电子信息类专业的本科或研究生教材,也可供从事计算机网络研究或信息技术工程工作的人员学习参考。

需要本书或需要得到技术支持的读者,请与北京中关村 083 信箱(邮编 100080)发行部联系,电话:010-82702660 010-82702658 010-62978181 转 103 或 238,传真:010-82702698, E-mail: tbd@bhp.com.cn

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络原理/何忠龙等编著. —北京:科学出版社, 2005.5

21 世纪高等院校计算机网络与通信教材

ISBN 7-03-014763-4

I. 计... II. ①何... 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(2004)第 134136 号

责任编辑:曾 华 / 责任校对:张月岭
责任印刷:媛 明 / 封面设计:梁运丽

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号
邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京市媛明印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2005 年 5 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16
2005 年 5 月第一次印刷 印张: 17
印数: 1-5 000 册 字数: 391 千字

定价: 25.00 元

21 世纪高等院校计算机网络与通信教材

编委会

主任 曲 炜

副主任 陆卫民 卢 昱 赵洪利 李新明

委员 (以姓氏笔画为序)

马彦恒 万定生 王擎天 王成友 王向阳

朱诗兵 刘作学 吴善培 何新华 何忠龙

张 文 周 辉 郑明红 罗建华 杨喜权

赵立军 姚秀芳 徐建华 徐远超 郭德纯

梁计春 韩素华 葛洪华 樊秀梅 穆道生

序

目前,中国固定和移动两大网络的规模都已位居世界第2位,上网用户2004年总数达9400万,中国的信息通信制造业也得到很大的发展。今后5年中国信息产业预计将仍会以高于20%的速度增长。中国将加快建设新一代信息通信网络,全面振兴信息通信产品制造业和软件业,建立能够支撑信息通信业发展的技术、生产体系。在向数字化、集成化、网络化转变的过程中,简单服务要向个性化服务发展,低带宽要向高带宽发展,电路交换要向分组交换发展。无线网络、网络多媒体、多媒体计算、人机自然语音通信是网络与通信专业重点建设的四大方向。

面对潜力巨大的中国市场,我国大学的相关专业需要培养具有知识创新能力的高素质人才,在通信高新技术的研究上争创国际先进水平,为我国在信息领域达到国际一流的目标作出贡献。

科技的发展使得教育要跟上时代发展的步伐,但是目前市面上还没有一套系统、完整的关于计算机网络与通信方面的教材。现有的教材有些偏重理论,有些则偏重实用,不太适合于课堂教学。而对于学习网络与通信的学生来说,不仅要懂得原理,还必须学会技术,这样才能符合“培养人才、创造知识、转化成果、服务社会”的教学宗旨,在人才培养、科学研究和技术应用等方面有所成就,为我国通信与信息领域的发展做出贡献。

为了获得与国际接轨的教学内容,达到提高整体教学水平的目的,北京希望电子出版社组织国内各大高校相关专业的教授、专家、学者,共同编选本套丛书。本套丛书强化学生实践能力和创新意识的培养,定位准确、内容创新、结构合理。在选材上主要采用了成熟的理论,并通过对目前研究现状的跟踪,补充了最新的研究成果;充分考虑了内容组织的系统性和完整性,从学生的认知规律出发,力求做到简明和便于教学的特色;以培养学生分析问题和解决问题的能力为目标,着重基本概念、基本原理和基本分析方法的论述。本套丛书特别突出了各项技术的实用性,可作为计算机网络和通信专业或相近专业本科生、研究生的教科书,同时,还可以作为从事网络系统开发的科研人员和相关行业技术人员、管理人员有用的参考资料。

在撰写过程中参阅了大量的参考书、论文和资料,这里谨向所有的作者致以崇高的敬意!

我们欢迎更多的优秀教师参与到教材建设中来,真诚希望广大教师、学生与读者朋友在使用本丛书过程中提出宝贵的意见和建议。若有投稿或建议,请发至本丛书出版者电子邮件: textbook@bhp.com.cn

21世纪高等院校计算机网络与通信教材编委会

前 言

计算机网络是计算机技术和通信技术紧密结合的产物，它逐渐成为推动社会信息化的强大动力，是计算机专业学生学习的一门重要课程，同时也是从事有关计算机研究和应用的人员必须掌握的知识。它的概念大多复杂，协议和标准也多种多样，这使得许多初学者感到无从下手。本书以通俗易懂、能被各种水平读者接受的方式，讲述了计算机网络的基本概念、特征和原理等内容，使读者能够充分掌握计算机网络的原理，深化对基本概念和关键技术的理解，提高分析和解决问题的能力。

本书按照计算机网络自底向上的层次结构编写，对网络的相关技术进行了探讨，内容共分 12 章，第 1 章介绍了计算机网络的发展过程和趋势以及计算机网络的标准化组织，阐述了计算机网络的基本概念、分类方式和性能指标；第 2 章介绍了计算机网络的体系结构，重点讲解了 OSI/RM 七层协议模型和 TCP/IP 协议体系；第 3 章讲述了物理层，包括通信信道、多路复用、数据编码和交换方式等方面的内容；第 4 章讲述了数据链路层，从数据链路层的基本概念出发，讨论了差错控制的方式、数据链路层协议及其链路控制规程；第 5 章介绍了介质访问控制子层 MAC，讨论了 ALOHA 协议，讲解了以太网、令牌总线网、令牌环网、FDDI、交换式局域网、虚拟局域网和无线局域网的基本概念和工作原理；第 6 章介绍了网络层，讲述了路由控制、拥塞控制和 Internet 上的网络层等内容，特别讲解了 IP 协议和几种常用的路由协议，讨论了下一代网络协议 IPv6 和 IP 网络安全协议 IPSec；第 7 章介绍了传输层，包括传输层的基本概念，着重讲解了传输控制协议 TCP 和用户数据报协议 UDP；第 8 章介绍了应用层，探讨了几种常见的应用层服务，尤其是电子邮件服务的相关协议 SMTP、POP 以及 IMAP；第 9 章是局域网组网，主要涉及局域网的硬件组成、网络操作系统和网络各个层次互联设备的内容，还介绍了计算机网络工程的相关知识；第 10 章是网络管理，包括网络管理的基本概念和功能，简单网络管理协议 SNMP 的发展及其管理模型以及网络管理的智能化；第 11 章阐述了计算机网络安全，从网络面临的威胁出发，对应于 OSI/RM 七层模型，讨论了 OSI 网络安全体系结构，讲解了几种典型的网络安全技术；第 12 章讲解的是网络控制，讨论了网络控制的几种形式及其结构、网络智能控制以及受控网络体系结构等内容。

作为教材，本书充分考虑了教学的特点，每章结尾都有小结，并且提供了大量精选的习题，以帮助学生在课后复习。

本书由何忠龙、卢昱、卢鋈、顾丽娜和韩宝礼编写，张东亮、黄程林、杨媛媛、陈小青也参加了部分编写工作，最后由何忠龙对全书进行统稿，朱诗兵审核定稿。

由于计算机网络发展迅速，本教材内容涉及面广，加之作者水平的限制，书中难免有错误和不妥之处，恳请广大读者批评指正。

作 者

目 录

第1章 计算机网络概述.....	1	2.1.3 网络体系结构.....	30
1.1 计算机网络的发展概况.....	1	2.1.4 服务和类型.....	31
1.1.1 计算机网络的产生和发展.....	1	2.1.5 服务原语.....	33
1.1.2 Internet 和 Intranet.....	4	2.2 OSI 参考模型.....	35
1.2 计算机网络的基本概念.....	8	2.2.1 OSI/RM 简介.....	35
1.2.1 计算机网络的定义.....	8	2.2.2 OSI/RM 的结构.....	35
1.2.2 计算机网络的组成.....	8	2.2.3 OSI/RM 的数据传输过程.....	37
1.2.3 计算机网络的功能和应用.....	9	2.3 TCP/IP 参考模型.....	38
1.2.4 与其他网络的关系.....	10	2.3.1 TCP/IP 简介.....	38
1.3 计算机网络分类.....	11	2.3.2 TCP/IP 参考模型的结构.....	38
1.3.1 按拓扑类型分类.....	11	2.4 OSI/RM 和 TCP/IP 参考模型比较.....	39
1.3.2 按网络通信方式分类.....	14	2.5 本章小结.....	40
1.3.3 按网络的覆盖范围分类.....	15	2.6 习题.....	40
1.4 计算机网络的性能.....	17	第3章 物理层.....	41
1.4.1 带宽.....	17	3.1 物理层的基本概念.....	41
1.4.2 时延和时延抖动.....	18	3.1.1 物理层的基本特性.....	42
1.4.3 时延带宽积和往返时延.....	19	3.1.2 物理层接口标准.....	42
1.5 计算机网络的标准化.....	20	3.1.3 物理层的功能和提供的服务.....	43
1.5.1 国际标准化组织.....	20	3.2 通信信道.....	44
1.5.2 其他标准化机构.....	21	3.2.1 信道的基本概念.....	44
1.5.3 Internet 的组织机构.....	22	3.2.2 信道的分类.....	44
1.5.4 RFC 文档.....	23	3.2.3 信道的频率特性.....	45
1.6 计算机网络发展趋势.....	23	3.2.4 信道的传输速率.....	45
1.6.1 下一代网络.....	23	3.2.5 信道容量.....	46
1.6.2 下一代互联网.....	24	3.3 数据通信.....	47
1.6.3 智能网.....	24	3.3.1 数据通信的概念.....	47
1.6.4 融合网络.....	25	3.3.2 数据通信过程.....	48
1.6.5 网格.....	25	3.3.3 数据通信方向.....	48
1.7 本章小结.....	26	3.3.4 数据通信方式.....	49
1.8 习题.....	26	3.3.5 传导型介质和辐射型介质.....	52
第2章 计算机网络体系结构.....	27	3.4 多路复用.....	58
2.1 基本概念.....	27	3.4.1 频分多路复用.....	58
2.1.1 网络协议.....	27	3.4.2 时分多路复用.....	59
2.1.2 协议的分层结构.....	28	3.4.3 波分多路复用.....	60
		3.4.4 码分多址.....	61

3.4.5	空分多址	61
3.5	数据编码	61
3.5.1	模拟信号和数字信号	62
3.5.2	数据编码技术	62
3.5.3	调制解调器的概念	65
3.5.4	调制解调器的分类	66
3.6	信息交换方式	67
3.6.1	电路交换	67
3.6.2	报文交换	69
3.6.3	分组交换	70
3.6.4	高速交换	72
3.7	本章小结	73
3.8	习题	73
第4章	数据链路层	74
4.1	数据链路层的基本概念	74
4.1.1	数据链路层的功能	74
4.1.2	数据链路层向网络层提供的服务	75
4.2	差错控制	75
4.2.1	差错	75
4.2.2	差错控制	76
4.2.3	奇偶校验码和循环冗余编码 CRC	78
4.3	流量控制	81
4.4	数据链路层协议	82
4.4.1	传统 ARQ 协议	82
4.4.2	返回 NARQ 协议	83
4.4.3	选择重传 ARQ 协议	84
4.5	链路控制规程	84
4.5.1	二进制同步通信 BSC	85
4.5.2	高级数据链路控制 HDLC	88
4.6	Internet 的数据链路层协议	90
4.6.1	串行线路接口协议 SLIP	90
4.6.2	点到点协议 PPP	91
4.7	协议描述和验证	92
4.7.1	协议描述	92
4.7.2	有限状态机 FSM 模型	93
4.7.3	Petri 网模型	94
4.8	本章小结	95
4.9	习题	95

第5章	介质访问控制子层	97
5.1	介质访问控制子层的基本概念	97
5.1.1	局域网和城域网	97
5.1.2	IEEE 802 参考模型和标准	98
5.1.3	MAC 地址	101
5.2	ALOHA	101
5.2.1	纯 ALOHA	101
5.2.2	时隙 ALOHA	103
5.3	以太网	104
5.3.1	以太网和 IEEE 802.3	104
5.3.2	以太网的帧结构	106
5.3.3	载波侦听多路访问 CSMA	107
5.3.4	带冲突检测的载波侦听多路访问 CSMA/CD	108
5.3.5	以太网的工作过程	110
5.3.6	快速以太网、千兆以太网和 10GB 以太网	110
5.3.7	交换式以太网	114
5.4	令牌总线网	115
5.4.1	令牌总线网的工作原理	115
5.4.2	令牌总线网和 IEEE 802.4	116
5.5	令牌环网	117
5.5.1	令牌环网的工作原理	117
5.5.2	令牌环网和 IEEE 802.5	119
5.6	光纤分布式数据接口 FDDI	121
5.7	交换式局域网	123
5.8	虚拟局域网	124
5.8.1	虚拟局域网的概念	124
5.8.2	虚拟局域网的划分	126
5.8.3	虚拟局域网的特点	127
5.9	无线局域网	128
5.9.1	无线局域网的概念	128
5.9.2	无线局域网的优缺点	128
5.9.3	无线局域网的结构	130
5.9.4	无线局域网的技术和标准	131
5.10	本章小结	133
5.11	习题	133
第6章	网络层	134

6.1 网络层的基本概念.....	134
6.1.1 通信子网.....	134
6.1.2 为传输层提供服务.....	135
6.1.3 网络互联.....	135
6.2 路由控制.....	137
6.2.1 IP 地址和无类别域间路由 CIDR.....	137
6.2.2 路由选择和数据交换.....	141
6.2.3 路由算法的分类.....	144
6.3 拥塞控制.....	147
6.3.1 拥塞.....	147
6.3.2 拥塞控制和流量控制.....	147
6.4 Internet 的网络层协议.....	148
6.4.1 网际协议 IP.....	148
6.4.2 ARP 和 RARP.....	150
6.4.3 Internet 控制报文协议 ICMP.....	152
6.4.4 路由信息协议 RIP.....	153
6.4.5 最短路径优先协议 OSPF.....	157
6.4.6 IGRP 和 EIGRP.....	160
6.4.7 边界网关协议 BGP.....	161
6.5 IPv6.....	161
6.5.1 IPv6 的特点.....	162
6.5.2 IPv6 的地址格式.....	162
6.5.3 IPv6 数据报格式.....	163
6.5.4 从 IPv4 向 IPv6 过渡.....	164
6.6 IPSec.....	165
6.6.1 IPSec 的概念.....	165
6.6.2 IPSec 协议组成.....	165
6.7 本章小结.....	166
6.8 习题.....	166
第 7 章 传输层.....	168
7.1 传输层的基本概念.....	168
7.1.1 传输层的功能.....	168
7.1.2 传输层提供给高层的服务.....	168
7.1.3 传输服务原语.....	169
7.1.4 服务质量.....	170
7.1.5 传输层的协议.....	171
7.2 传输控制协议.....	172
7.2.1 TCP 报文格式.....	172

7.2.2 TCP 连接.....	175
7.2.3 TCP 的可靠性.....	176
7.3 用户数据报协议.....	177
7.3.1 UDP 报文格式.....	177
7.3.2 UDP 的可靠性.....	177
7.4 本章小结.....	178
7.5 习题.....	178
第 8 章 应用层.....	179
8.1 应用层的概念.....	179
8.2 域名系统.....	179
8.2.1 IP 地址与域名.....	179
8.2.2 域名系统.....	181
8.2.3 域名解析原理.....	181
8.3 电子邮件.....	183
8.3.1 电子邮件的基本概念.....	183
8.3.2 简单邮件传输协议 SMTP.....	183
8.3.3 邮局协议 POP.....	184
8.3.4 Internet 消息访问协议 IMAP.....	185
8.4 万维网 WWW.....	186
8.4.1 什么是 WWW.....	186
8.4.2 WWW 服务的工作原理.....	186
8.4.3 WWW 服务的主要特点.....	187
8.4.4 超文本传输协议 HTTP.....	188
8.4.5 统一资源定位器 URL.....	188
8.5 文件传输协议 FTP.....	189
8.6 其他服务.....	190
8.6.1 远程登录 Telnet.....	190
8.6.2 网络新闻组 Usenet.....	191
8.7 本章小结.....	192
8.8 习题.....	192
第 9 章 局域网组网.....	193
9.1 网络的组成部分.....	193
9.1.1 工作站.....	193
9.1.2 服务器.....	193
9.1.3 网络接口卡.....	194
9.2 网络操作系统.....	196
9.2.1 网络操作系统概述.....	196
9.2.2 UNIX 操作系统.....	198

9.2.3	NetWare 操作系统.....	201
9.2.4	Linux 操作系统.....	203
9.2.5	Windows NT 操作系统.....	204
9.3	网络互联设备.....	204
9.3.1	中继器和集线器.....	204
9.3.2	网桥.....	206
9.3.3	交换机.....	208
9.3.4	路由器.....	209
9.3.5	网关.....	211
9.4	计算机网络工程.....	212
9.4.1	计算机网络工程的概念.....	212
9.4.2	网络规划.....	212
9.4.3	网络设计.....	213
9.4.4	网络实施和网络测试.....	214
9.5	本章小结.....	214
9.6	习题.....	215
第 10 章	网络管理.....	216
10.1	网络管理的概念.....	216
10.2	网络管理的功能.....	216
10.3	简单网络管理协议 SNMP.....	218
10.3.1	SNMP 的产生与发展.....	218
10.3.2	SNMP 管理模型.....	220
10.4	网络智能管理.....	223
10.4.1	网络智能管理的概念.....	223
10.4.2	分布式的网络智能管理.....	223
10.4.3	动态构造的网络智能管理.....	224
10.4.4	基于 Policy 的网络智能管理.....	224
10.5	本章小结.....	225
10.6	习题.....	225
第 11 章	计算机网络安全.....	226
11.1	网络安全基本概念.....	226
11.1.1	什么是网络安全.....	226
11.1.2	安全威胁.....	226
11.1.3	安全服务.....	227
11.1.4	安全机制.....	228
11.2	网络安全层次模型.....	229

11.2.1	网络层的安全.....	230
11.2.2	传输层的安全.....	230
11.2.3	应用层的安全.....	230
11.3	网络安全技术.....	231
11.3.1	数据加密.....	231
11.3.2	身份认证.....	233
11.3.3	访问控制.....	233
11.3.4	数字签名.....	233
11.3.5	防火墙.....	234
11.3.6	入侵检测.....	237
11.3.7	入侵防护.....	239
11.3.8	虚拟专用网 VPN.....	241
11.3.9	安全隔离.....	243
11.4	本章小结.....	244
11.5	习题.....	244
第 12 章	网络控制.....	245
12.1	网络控制的概念.....	245
12.2	网络控制的形式.....	245
12.2.1	结构控制.....	246
12.2.2	接入控制.....	246
12.2.3	传输控制.....	247
12.2.4	访问控制.....	248
12.3	网络控制的结构.....	248
12.3.1	集中控制结构.....	248
12.3.2	分散控制结构.....	249
12.3.3	递阶控制结构.....	253
12.4	网络的智能控制.....	255
12.4.1	网络智能控制的概念.....	255
12.4.2	网络智能控制的分类.....	255
12.4.3	网络的分布式智能控制.....	256
12.5	受控网络体系结构.....	259
12.5.1	受控网络体系结构基本概念.....	259
12.5.2	受控网络参考模型.....	260
12.6	本章小结.....	261
12.7	习题.....	262
参考文献	263

第1章 计算机网络概述

计算机网络的发展水平已经成为衡量一个国家和社会现代化程度的重要标志之一。近年来,人们对资源共享以及信息交换与传递的需求更加迫切,使得计算机技术和通信技术的结合更加紧密,发展更加迅速。本章将介绍计算机网络的基本知识,包括计算机网络的发展过程以及 Internet 和 Intranet 的概念、结构和特点;计算机网络的概念、基本组成、功能、应用和分类;带宽和时延对网络性能的影响;推进网络发展标准化进程的标准化组织以及下一代网络的发展趋势。

1.1 计算机网络的发展概况

1.1.1 计算机网络的产生和发展

1946年,世界上第1台电子数字计算机 ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Calculator or Computer) 在美国诞生时,计算机技术与通信技术还没有直接的联系。但随着计算机技术和通信技术的迅速发展以及相互渗透和紧密结合,加之社会对资源共享以及信息交换与传递的迫切需要,逐步形成了计算机网络。

纵观计算机网络形成与发展的历史,可将它分为以下4个阶段:

1. 第1代计算机网络:以单个计算机为中心的远程联机系统

早期的计算机系统是高度集中的,所有的设备都安装在单独的大房间中。后来相继出现了批处理系统和分时系统,分时系统中连接的多个终端必须紧接着主计算机。20世纪50年代中后期,许多系统都将地理上分散的多个终端通过通信线路连到一台中心计算机上,这样就出现了第1代计算机网络。

第1代计算机网络是以单个计算机为中心的远程联机系统,终端是没有处理器 CPU (Central Processing Unit) 和内存的计算机的外部设备,比如阴极射线管 CRT (Cathode Ray Tube) 控制器和键盘等设备。随着远程终端的增多,在主机前增加了前端处理机 FEP (Front End Processor)。前端处理机 FEP 专门负责与用户终端的通信控制,以减轻主机负担,更好地发挥主机的数据处理能力。当时计算机网络是以传输信息为目的连接起来,以实现远程信息处理或资源共享的系统。这样的通信系统已经具备了通信的雏形,如图 1-1 所示。第1代网络的缺点是主机负荷较重,通信线路的利用率低,网络结构属于集中控制方式,可靠性低。

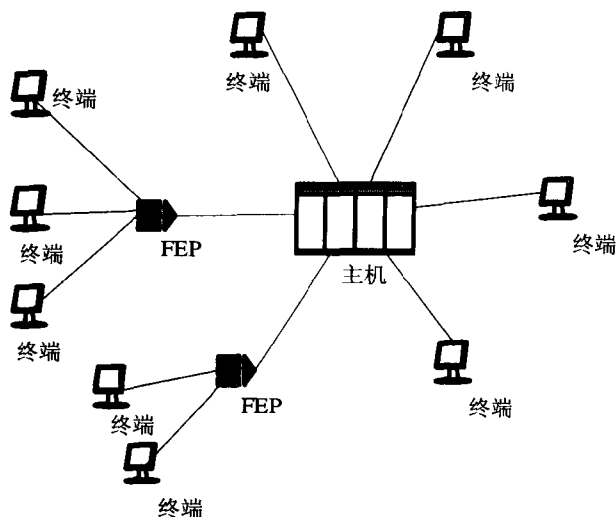


图 1-1 以单个计算机为中心的远程联机系统

第 1 代计算机网络的典型代表是 20 世纪 50 年代初，由于美国军方的需要所研制的美国半自动地面防空系统 SAGE (Semi-Automatic Ground Environment)。这个系统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 万公里的通信线路，与一台 IBM 计算机相连，进行集中的防空信息处理与控制。要实现这个目的，首先需要完成数据通信技术的基础研究，在此基础上，再将地理位置分散的多个终端连到一台中心计算机上。用户可以在自己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，分时访问并使用其上的资源进行信息处理，处理结果再通过通信线路返回给用户终端显示或打印。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各地的 2000 多个终端组成的航空订票系统 SABRE-1 也是第 1 代计算机通信网络的实例。

2. 第 2 代计算机网络：计算机—计算机网络

第 2 代计算机网络兴起于 20 世纪 60 年代后期，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、科研、地区与国家经济信息分析决策以及大型企业经营管理等领域，需要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。多个主机通过通信线路互联起来，为用户提供服务，主机之间不是直接用线路相连，而是通过接口报文处理机 IMP (Interface Message Processor) 转接互联。IMP 和它们之间互联的通信线路一起负责主机间的通信，各个主机负责运行程序，提供资源共享。20 世纪 70 年代到 20 世纪 80 年代，第 2 代计算机网络得到了迅猛的发展，这个时期，网络是以共享资源为目的互联起来的具有独立功能的计算机的集合体，以远程大规模互联为主要特点，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，也可以使用联网的其他地方的计算机软件、硬件与数据资源，以达到资源共享的目的。计算机—计算机网络的示意图如图 1-2 所示。

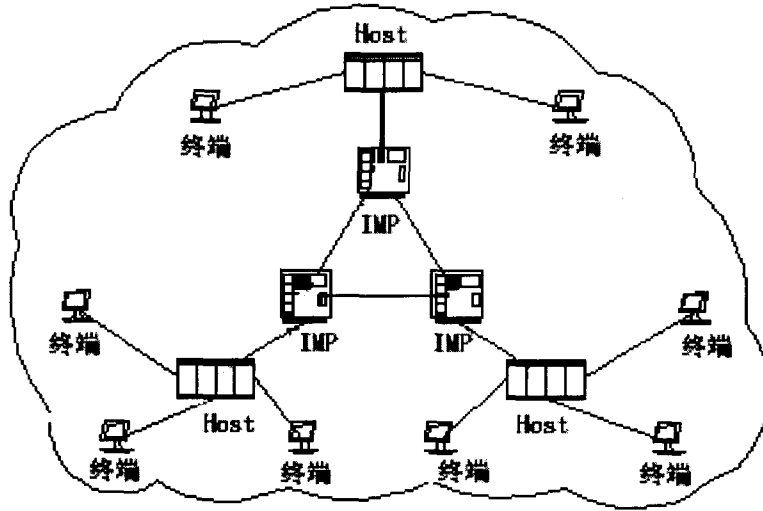


图 1-2 计算机—计算机网络

第 2 代计算机网络的典型代表是 1969 年开始运行的美国国防部 DoD (Department of Defense) 高级研究计划署 ARPA (Advanced Research Projects Agency) 的 ARPANET, 也称为 ARPA 网或阿帕网。ARPA 网的主要特点是资源共享、分散控制、分组交换。在 ARPA 网中, 协议按功能分成若干层次, 如何分层以及各层中具体采用的协议的总和, 称为网络体系结构, 体系结构是个抽象的概念, 其具体实现是通过特定的硬件和软件来完成的。这个阶段, 每个大公司都有自己的网络体系结构, 如 IBM 的系统网络体系结构 SNA (System Network Architecture) 和 DEC 的数字网络体系结构 DNA (Digital Network Architecture) 等, 但难于互联。

3. 第 3 代计算机网络: 遵循网络体系结构标准建成的网络

第 3 代计算机网络具有统一的网络体系结构, 而且是遵循国际标准的开放式和标准化的网络。依据标准化水平可分为两个阶段, 即各计算机制造厂商网络结构标准化阶段和国际网络体系结构标准化。20 世纪 70 年代后, 出现了局域网, 同时由于大规模集成电路的出现, 局域网投资少、方便灵活等特点, 使其得到了广泛的应用和迅速的发展。20 世纪 80 年代, 国际电话电报咨询委员会 CCITT (International Telephone and Telegraph Consultative Committee) 建立了使用国际线路传输声音数据的国际标准。国际标准化组织 ISO (International Standardization Organization) 在 1984 年颁布了开放系统互联参考模型 OSI / RM, 由于该模型分为 7 个层次, 也称为 OSI 七层模型。OSI/RM 是公认的新一代计算机网络体系结构的基础。

4. 第 4 代计算机网络: 计算机网络大发展阶段

从 20 世纪 80 年代末开始, 局域网技术发展成熟, 出现光纤等高速网络技术, 整个网络就像一个对用户透明的大计算机系统, ARPANET 逐渐发展成为以 Internet 为代表的互联

网。20 世纪 90 年代是计算机网络大发展的年代,网络功能不断完善,速度更快、更普及,计算机网络已经成为社会重要的信息基础设施。1993 年美国正式提出国家信息基础设施 NII (National Information Infrastructure),即信息高速公路计划。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。

1.1.2 Internet 和 Intranet

1. Internet

(1) Internet 的发展

Internet 起源于 ARPANET,是由 ARPANET 发展和演化而成的。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。节点通过通信线路连接起来,构成了专门完成节点之间通信任务的通信子网,通过通信子网互联的主机负责运行用户程序,向用户提供共享资源,构成了资源子网。该网络采用分组交换技术传送信息,能够保证某条通信线路因某种原因被切断以后,信息仍然能够通过其他线路在主机之间传递,ARPA 网是全世界第一个分组交换网。BBN 的 Ray Tomlinson 在地址中加了一个 @ 符号,创造了电子邮件。

斯坦福的 Vinton Cerf 和 DARPA 来的 Bob Kahn 开始研究一种新的协议,为其起名为传输控制协议 TCP。TCP/IP 协议为 Internet 的发展奠定了基础。在一篇关于 TCP 的论文中,Cerf 和 Kahn 创造了术语 Internet,而且需要增加 ARPANET 上用户数目以及需在不同平台间通信的要求使 TCP 进一步改进为 TCP/IP,即 Internet 协议组。

从 1983 年到 1994 年是 Internet 发展的第二阶段,核心是美国国家科学基金网 NSFNET 的形成和发展,这是 Internet 在教育和科研领域被广泛使用的实用阶段。1987 年,美国国家科学基金会 NSF (National Science Foundation) 采用招标的形式,由 IBM、MCI 和 Merit3 家公司共同协助组建了一个先进网络服务公司 ANS (Advanced Network Services) 专门为 NSFNET 提供服务。美国其他部门的计算机网络相继加入该网,形成了目前的 Internet 主干网 ANSnet,由此推动了 Internet 的快速发展。

但是,Internet 的真正飞跃发展应该归功于 20 世纪 90 年代的商业化应用。此后,世界各地无数的企业和个人纷纷加入,终于发展演变成为今天成熟的 Internet。

(2) Internet 在我国的发展

1987 年 9 月 20 日,钱天白教授发出我国第一封电子邮件“越过长城,通向世界”,揭开了中国人使用 Internet 的序幕。

1994 年 4 月,中科院计算机网络信息中心 CNIC (Computer Network Information Center, Chinese Academy of Science) 正式接入 Internet 网。目前,我国已初步建成 4 个骨干广域网,即邮电部的 CHINANET,教委的 CERNET,科学院的 CSTNET,电子部的金桥网 CHINAGBN,这 4 个网都和 Internet 直接相连。CHINANET 是电信部门经营管理的中国公用 Internet,是中国的 Internet 骨干网,向国内外所有用户提供 Internet 的接入和漫游服务。1997 年 4 月,CHINAGBN、CERNET、CSTNET 网之间实现了互联。

(3) Internet 的概念

Internet 是国际计算机互联网的英文简称, 全国自然科学名词审定委员会推荐的译名是因特网, 因此又称作因特网。**Internet** 是建立在网络互联基础上的开放性全球网络, 是世界上规模最大的计算机网络。**Internet** 把世界各地的计算机网、数据通信网以及公用电话网, 通过各种通信线路在物理上连接起来, 并且利用 TCP/IP 协议实现不同类型的网络之间的通信, 由不计其数的小网络构造出了 **Internet** 这个世界上最大最流行的计算机互联网, 拥有数千万台计算机和上亿用户, 是全球信息资源的超大集合体。除了在设备规模、统计数字、使用方式和发展方向上的明显优势外, **Internet** 正以飞快的速度在发展。

Internet 是一个网络的网络, 是由各种网络组成的一个全球信息网, 它所包含数据的丰富程度远远超过了人们的想像。**Internet** 的资源分为信息资源和服务资源两类。**Internet** 向用户提供的主要功能可分为 5 个方面, 即网上信息查询、网上交流、电子邮件、文件传输和远程登录等。从信息资源的角度看, **Internet** 是一个集各部门、各领域中的各种信息资源为一体, 供网上用户共享的信息资源网。今天, **Internet** 已在全世界范围内得到了广泛的普及和应用, 并且正在迅速地改变人们的工作方式和生活方式。今天的 **Internet** 已远远超过了网络的含义, 它就是一个社会。在国外文献中, 人们称它是“没有领导、没有法律、没有政治、没有军队, 总之是不可思议的组织结构或社会”。

由此可见, **Internet** 的概念应包含以下 3 方面的内容:

- **Internet** 是一个基于 TCP/IP 协议簇的网络, 全世界所有采用开放系统协议的计算机都能互相通信, 是全球性的计算机互联网络;
- **Internet** 由众多网络互联而成, 是一个网络用户集团, 用户使用网络资源, 也为该网络的发展壮大贡献力量;
- **Internet** 拥有无限的、并且随时都在增加的信息资源, 是所有可被访问和利用的信息资源的集合。

(4) Internet 的结构和特点

Internet 采用最流行的客户机/服务器(Client/Server)方式访问资源。当用户连接 **Internet** 后, 首先启动客户机软件, 如 Internet Explorer (简称 IE) 或者 Netscape Navigator, 生成一个请求, 通过网络将请求发送到服务器等待回答。服务器由一些更复杂的软件组成, 它接收客户端发来的请求, 分析请求并给予应答。应答信息通过网络返回到客户端, 客户端软件收到服务器发送的信息后, 将结果显示给用户。

用户并不是将自己的计算机直接连接到 **Internet** 上, 而是连接到其中的某个网络上, 再由该网络通过网络干线与其他网络相连。网络干线之间通过路由器互联, 使得各个网络上的计算机都能进行数据和信息的传输。例如, 用户的计算机通过拨号上网, 连接到本地某个 **Internet** 服务提供商 ISP (Internet Service Provider) 的主机上; 而 ISP 的主机通过高速干线与本国及世界各地的主机相连。这样, 用户只需通过 ISP 的主机, 就可遍访 **Internet**。因此可以说, **Internet** 是分布在全球的 ISP 通过高速网络干线连接而成的网络。

Internet 的结构形式决定它具有如下特点:

- 采用分布网络中典型的客户机/服务器模式, 极大地提高了网络信息服务的灵活性;
- TCP/IP 成功地解决了不同硬件平台、网络产品、操作系统间的兼容性问题, 具有灵活多样的入网方式;
- 任何地方只需通过电话线和普通计算机就可接入 Internet, 方便易行;
- 向用户提供了大量丰富的信息资源;
- 具有完善的服务功能和友好的用户界面, 操作简便。

(5) Internet 的功能

Internet 是一个涵盖极广的信息库, 其中包含的信息上至天文, 下至地理, 无所不包, 以商业、科技和娱乐信息为主。除此之外, Internet 还是一个覆盖全球的枢纽中心, 通过 Internet, 可以了解来自世界各地的信息, 可以收发电子邮件、聊天、网上购物、观看影片、阅读电子杂志等。因此, Internet 上包括实现上述功能的工具, 如 Web 浏览器、电子邮件 E-mail、文件传输 FTP、远程登录 Telnet、新闻论坛 Usenet、新闻组 News Group、电子布告栏 BBS、Gopher 搜索和文件搜寻 Archie 等, 全球用户可以在各自的电脑上使用这些工具获取 Internet 提供的信息和功能。

2. Intranet

(1) Intranet 的概念

Intranet 又称作企业内部互联网或企业内部网, 为了与互联网 Internet 相对应, 简称为内联网。Intranet 是在一个单位或企业内为实现 TCP/IP 协议建立的网络, 可以是一个局域网, 也可以是一个广域网, 小到一个部门或小组, 大到一个跨国集团, 地理分布不一定集中或仅仅限定在特定区域内。内部的概念只是就职能而言的一个逻辑概念。

Intranet 技术受到了各类机构、组织和企业的极大欢迎, 近年来推广速度之迅速与 Internet 相比有过之而无不及, Intranet 的浪潮冲击着机构和企业的计算机应用。TCP/IP、HTML 及 Web 等技术也可以用于企业内部信息网的建设, 因此就引发了 Intranet 应用的高潮, 可以说 Intranet 已成为当前机构和企业计算机网络的新热点。在 Intranet 与 Internet 之间可使用防火墙等安全性设施将 Intranet 与 Internet 隔离开来, 既能防止机构内部机密的泄露, 又不影响对公共 Internet 的访问。

(2) Intranet 的结构和特点

Intranet 沿用 Internet 上的协议, 内部网络采用客户机/服务器结构。服务器端是一组 Web 服务器, 存放 Intranet 上共享的 HTML 标准格式信息和应用; 客户端是配置浏览器的用户端, 只需要配置一个浏览器软件, 就可以使用浏览器通过 HTTP 协议提出存取请求, Web 服务器就会将结果回送到用户。Intranet 通常可包含多个 Web 服务器, 一个大型国际集团的 Intranet 常常会有数百个 Web 服务器及数千个客户工作站。这些服务器有的与全局

信息和应用有关,有的仅与某个具体部门有关,这些分布组织方式不仅有利于降低系统的复杂度,也有利于开发和维护管理。由于 Intranet 采用标准的 Internet 协议,某些内部使用的信息在必要时可以方便地发布到公共的 Internet 上去。Intranet 采用 Internet 上成熟的标准技术,使得企业内部多种平台的网络应用开发工作变得十分简单和容易。

Intranet 的特点如下:

- 开放性和可扩展性。由于采用了 TCP/IP、FTP、HTML、Java 等一系列标准,Intranet 具有良好的开放性,可以支持不同计算机、操作系统、数据库、网络的互联。在这些相异的平台上,各类应用可以互移植、互操作,有机地集成为一个整体。在这个基础上,应用的规模也可以增量式扩展,先从关键的小的应用着手,在小范围内实施取得效益和经验后,再加以推广和扩展。Intranet 可将机构内部各自封闭的局域网联成一体,实现机构组织的信息交流、资源共享和业务协作;对外方面,可方便地接入 Internet 成为全球信息网的成员,实现全球信息交流和电子商务。
- 通用性。Intranet 的通用性表现在它的多媒体集成和多应用集成两个方面。在 Intranet 上,用户可以利用图、文、声、像等各类信息,实现机构所需的各种业务管理和信息交流。Intranet 从客户端、应用逻辑和信息存储 3 个层次支持多媒体集成。在客户端,Web 浏览器允许在一个程序里展现文本、声音、图像、视频等多媒体信息;在应用逻辑层,Java 提供交互的三维虚拟现实 VR (Virtual Reality) 界面;在信息存储层,面向对象数据库为多媒体的存储和管理提供了有效的手段。利用 TCP/IP、Web、Java 和分布式面向对象等开放性技术,Intranet 能支持不同内容应用在不同平台上的集成。
- 简易性和经济性。Intranet 的性价比高,网络基础设施的费用投入较少。由于采用开放的协议和技术标准,大部分机构的现有平台,包括网络和计算机,都可以继续使用。作为 Intranet 的基本组成,Web 服务器和浏览器价格较低,而且安装配置简单。作为开发语言,HTML 和 Java 等容易掌握和利用,使开发周期缩短。另外,Intranet 可扩展性支持新系统的增量式构造,可以降低开发风险,而且支持和现有系统的接口及平滑过渡,可充分利用已有资源。超文本的界面统一标准,界面友好,使用户只要简单的操纵鼠标就可浏览和存取所需的信息。Intranet 的简易性和经济性不仅表现在开发和使用时,而且也表现在管理和维护上。由于 Intranet 采用瘦客户机方式,维护更新和管理可方便地在服务器上进行。另外,由于 Intranet 开发和维护技术要求简单,可以让更多部门甚至个人参与开发,从而降低了 IT 人员的负荷和数量。
- 安全性。Intranet 的安全性是区别于 Internet 的最大特征之一。Intranet 的实现基于 Internet 技术,两个地理位置不同的部门或机构也可利用 Internet 相互联接。Intranet 与 Internet 互联时,必须采取安全防护措施,如加密数据,设置防火墙,控制内