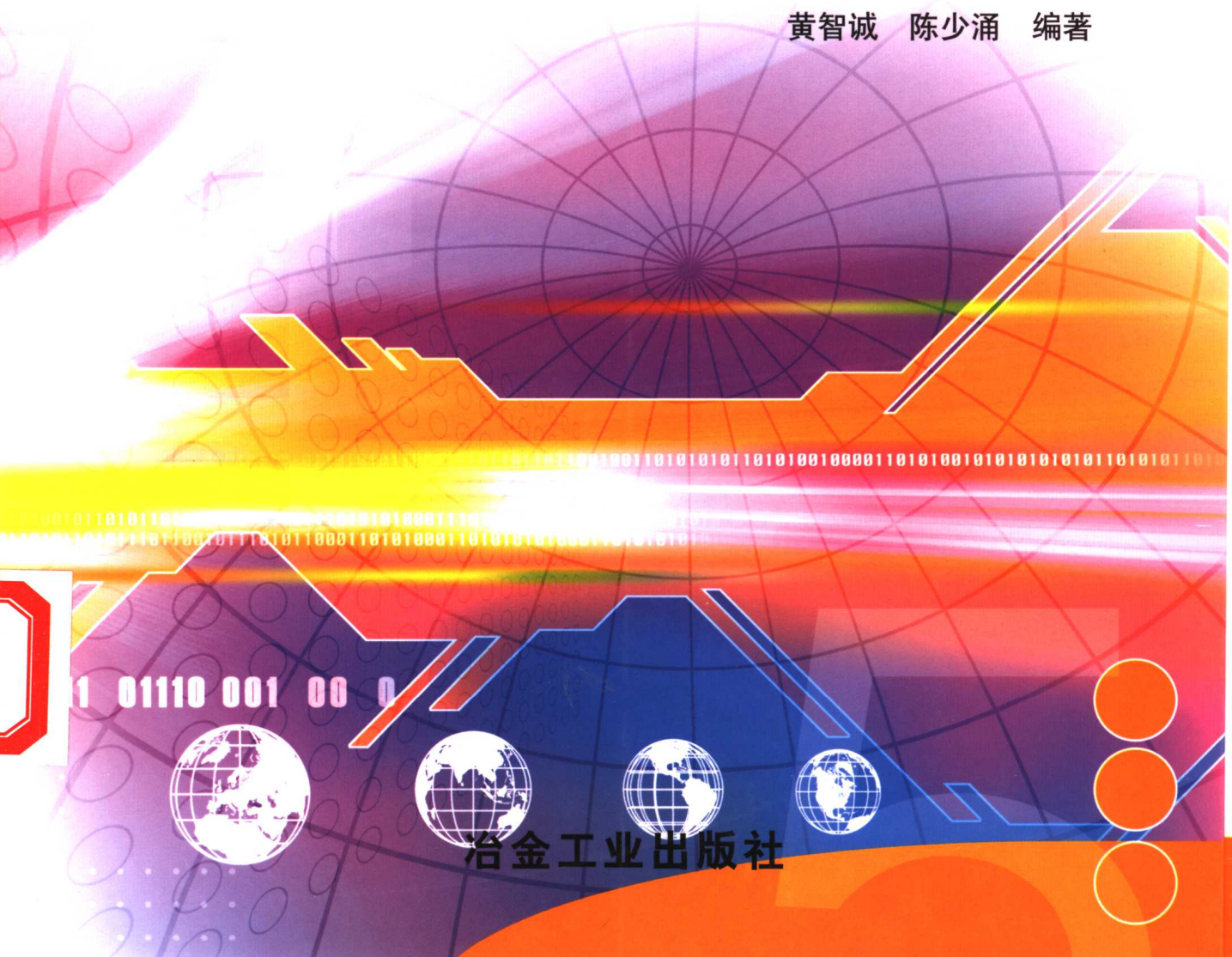


● 高等学校21世纪计算机教材

计算机 网络技术基础

黄智诚 陈少涌 编著



冶金工业出版社

高等学校 21 世纪计算机教材

计算机网络技术基础

黄智诚 陈少涌 编著

冶金工业出版社

2003

内 容 简 介

本书系统地介绍了计算机网络的基础知识,内容包括计算机网络概述、网络数据通信基础、计算机网络体系结构与协议、网络拓扑结构、网络硬件、计算机局域网技术、计算机广域网技术、网络操作系统、网络编程基础、Internet 技术及其应用、网络与信息安全、网络管理与维护以及实践与操作。

本书既注重基础知识的介绍,让读者对计算机网络理论有所认识,又注重实用性和先进性,以增强读者的实践能力。本书图文并茂、通俗易懂,便于初学者学习和掌握,可作为大专院校相关专业的教材和网络技术的培训教材,也可作为网络技术人员的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络技术基础 / 黄智诚等编著. —北京:冶金工业出版社, 2003.8
ISBN 7-5024-3316-3

I. 计... II. 黄... III. 计算机网络—基本知识
IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 058206 号

出版人 曹胜利 (北京沙滩嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009)

责任编辑 戈兰

中山市新华印刷厂有限公司印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

2003 年 8 月第 1 版, 2003 年 8 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16; 23.25 印张; 551 千字; 362 页; 1-5000 册
35.00 元

冶金工业出版社发行部 电话: (010) 64044283 传真: (010) 64027893

冶金书店 地址: 北京东四西大街 46 号 (100711) 电话: (010) 65289081

(本社图书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

前 言

一、关于本书

当今世界是网络的时代，Internet 的飞速发展，使全世界的人们通过网络紧密地联系在一起，人们的学习、工作和生活都已经和网络密切相关。因此，国家组织的两大系列计算机考试：计算机等级考试、计算机软件专业技术资格与水平考试，都将网络技术列入到其考试范围。

本书从计算机网络的发展入手，对网络进行了由浅入深的介绍。本书覆盖的知识面广，涉及到网络的方方面面：从计算机网络的发展和形成到计算机网络的理论体系结构；从一般网络的拓扑结构到计算机广域网的专题论述；从网络的基本通信知识到网络的安全和管理；从占主流地位的网络操作系统到 Internet 等都作了详细的介绍。

二、本书结构

本书分为十三章，主要内容如下：

第 1 章：计算机网络概述。主要介绍了计算机网络的产生和发展、计算机网络的定义及结构、计算机网络的分类、计算机网络的功能和服务以及未来的网络等内容。

第 2 章：网络数据通信基础。主要介绍了数据通信的基本概念、传输介质及其主要特征、数据交换技术、网络通信的两种方式、通信控制系统、终端设备、调制解调器、多路复用技术及差错控制方法等内容。

第 3 章：计算机网络体系结构与协议。主要介绍了网络体系结构的基本概念、网络结构的分层、OSI 模型（物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层和应用层）及网络协议等内容。

第 4 章：网络拓扑结构。主要介绍了局域网拓扑结构、企业网拓扑结构和广域网拓扑结构等内容。

第 5 章：网络硬件。主要介绍了网络接口卡、中继器、集线器、网桥、交换机、路由器和网关等内容。

第 6 章：计算机局域网技术。主要介绍了局域网概述、局域网的组成和控制方法、局域网的参考模型、IEEE 标准系列以及局域网的组建和管理等内容。

第 7 章：计算机广域网技术。主要介绍了广域网概述、公用交换电话网、点到点通信、综合业务数字网、公用分组交换数据网、帧中继、ATM 网、SONET/SDH 技术、数字数据网、光纤通信的新技术等内容。

第 8 章：网络操作系统。主要介绍了当今主流四个网络操作系统，包括 Windows、Unix、Linux 和 NetWare 等内容。

第 9 章：网络编程基础。主要介绍了网页技术基础、HTML 语言基础、JavaScript 语言、FrontPage 2002 网页设计等内容。

第 10 章：Internet 技术及其应用。主要介绍了 Internet 概述、TCP/IP 协议、IP 地址和域名、万维网、文件传输协议、电子邮件、远程登录、电子公告栏、网络新闻组、客户机/服务

器交互模式等内容。

第 11 章：网络与信息安全。主要介绍了网络安全概述、网络安全问题的鉴别、网络安全策略、密码技术、防火墙技术、网络防病毒技术、黑客攻击及防范技术、计算机信息系统的安全标准、网络安全技术的发展趋势等内容。

第 12 章：网络管理与维护。主要介绍了网络管理的基本概念、Internet 网络管理模型、OSI 管理功能、网络管理协议、网络管理系统、网络故障诊断与排除、网络维护与升级等内容。

第 13 章：实践与操作。主要通过实例介绍了家庭简易网络的组建、Windows 2000 终端服务的安装和设置、组建 VPN 虚拟专用网络、超级终端等内容。

三、本书特点

本书内容丰富，条理清晰，由浅入深地介绍了计算机网络的实用技术。书中介绍知识时注重理论联系实际，并配有大量的插图和表格加以辅助说明，这种形象化的表达方式有助于读者理解和掌握本书的内容。

在每章的后面对该章的内容进行了总结，以帮助读者复习本章的内容，做到温故而知新。在概念和理论讲述之后还设计了综合练习，帮助读者进一步消化和吸收所学的知识。实践题中的每个例子是实际工作中经常遇到的问题，为读者提供了实践操作的机会。

四、本书使用对象

本书主要是针对那些需要系统地了解网络知识以及需要掌握网络实用技术的专业人士而编写的，它给读者一个真正的网络学习过程和实际演练过程，为读者掌握各种各样的计算机网络技术打下坚实的基础。

本书可作为大专院校相关专业的教材和网络技术的培训教材，也可作为网络技术人员的参考资料。

读者在阅读本书的过程中如遇到疑难问题或觉得不妥之处，可以发 E-mail 到 service@cnbook.net，也可登录 <http://www.cnbook.net>，在该网站的论坛进行讨论，此外，该网站还提供了本书综合练习的参考答案，读者可免费下载。

由于水平有限，时间仓促，缺点错误在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

2003 年 6 月

目 录

第1章 计算机网络概述.....1

1.1 计算机网络的产生和发展	1
1.1.1 计算机网络的产生过程	1
1.1.2 分组交换技术与 ARPANET	2
1.1.3 计算机网络的发展阶段	4
1.1.4 计算机网络的现状	7
1.2 计算机网络的定义及结构	7
1.2.1 计算机网络定义的基本内容	8
1.2.2 关于资源共享	9
1.2.3 计算机网络的特点	10
1.2.4 计算机网络结构	11
1.2.5 计算机网络体系结构 和协议标准化	13
1.3 计算机网络的分类	14
1.4 计算机网络的功能和服务	15
1.4.1 网络的基本功能	15
1.4.2 网络的基本服务	16
1.5 未来的网络	18
小结	21
综合练习一	22
一、选择题	22
二、填空题	22
三、思考题	23
四、实践题	23

第2章 网络数据通信基础.....24

2.1 数据通信的基本概念	24
2.1.1 基本术语	24
2.1.2 数据传输类型	26
2.1.3 数据通信方式	27
2.1.4 数据传输的质量指标	30
2.2 传输介质及其主要特征	31
2.2.1 主要的传输介质	31
2.2.2 其他传输介质	34
2.2.3 传输介质的正确选择	36
2.3 数据交换技术	36
2.3.1 电路交换	36

2.3.2 报文交换	37
2.3.3 分组交换	39
2.3.4 帧方式	39
2.3.5 信元方式	40
2.4 网络通信的两种方式	40
2.5 通信控制系统	42
2.5.1 前端系统	42
2.5.2 后端系统	42
2.5.3 终端系统	42
2.6 终端设备	43
2.6.1 终端设备的作用和任务	43
2.6.2 终端设备的功能和组成	43
2.6.3 智能终端和虚拟终端	44
2.7 调制解调器	45
2.7.1 调制解调器概述	45
2.7.2 调制解调器的分类	46
2.7.3 调制解调器的选择	46
2.7.4 调制解调器的安装与使用	47
2.8 多路复用技术	47
2.8.1 频分复用技术	48
2.8.2 时分复用技术	49
2.8.3 波分复用技术	49
2.9 差错控制方法	50
2.9.1 差错产生的原因及其特点	50
2.9.2 差错控制	50
2.9.3 几种常用的校验码	51
小结	54
综合练习二	54
一、选择题	54
二、填空题	55
三、思考题	56
四、实践题	56

第3章 计算机网络体系结构与协议.....58

3.1 网络体系结构的基本概念	58
3.2 网络结构的分层	58
3.2.1 层次体系结构	58

3.2.2 开放系统互连参考模型	59	二、填空题	88
3.2.3 OSI 中的重要概念和术语	61	三、思考题	89
3.3 物理层	62	四、实践题	89
3.3.1 传输媒体	62	第 4 章 网络拓扑结构	91
3.3.2 信道	63	4.1 局域网拓扑结构	91
3.3.3 物理层常用的几种标准	64	4.1.1 总线型结构	91
3.4 数据链路层	65	4.1.2 环型结构	92
3.4.1 数据链路层基本设计内容	65	4.1.3 星型结构	92
3.4.2 二进制同步通信规程	68	4.1.4 树型结构	93
3.4.3 数据链路控制规程	69	4.1.5 混合型结构	93
3.5 网络层	70	4.2 企业网拓扑结构	95
3.5.1 网络层的设计及其实现	70	4.2.1 主干网络	95
3.5.2 路由选择	71	4.2.2 网状网络	96
3.5.3 流量控制	73	4.3 广域网拓扑结构	96
3.5.4 X.25 协议	75	4.3.1 端到端结构	96
3.6 传输层	77	4.3.2 环型结构	97
3.6.1 传输层的服务和功能	77	4.3.3 星型结构	97
3.6.2 传输层的协议和机制	78	4.3.4 网状结构	97
3.6.3 传输层的差错检测和差错恢复	80	4.3.5 分层结构	97
3.6.4 传输层的流量控制	80	小结	98
3.6.5 TCP/IP 协议	81	综合练习四	98
3.7 会话层	82	一、选择题	98
3.8 表示层	83	二、填空题	99
3.8.1 语法转换	83	三、思考题	99
3.8.2 表示上下文	83	四、实践题	100
3.8.3 表示服务原语	84	第 5 章 网络硬件	101
3.8.4 抽象语法表示法	84	5.1 网络接口卡	101
3.9 应用层	84	5.1.1 网络接口卡的分类	101
3.9.1 文件传送、访问和管理	84	5.1.2 网络接口卡的正确选择	102
3.9.2 电子邮件	84	5.2 中继器	102
3.9.3 虚拟终端	84	5.3 集线器	103
3.9.4 简单网络管理	85	5.3.1 各种类型的集线器	104
3.9.5 查询服务和远程作业登录	85	5.3.2 集线器的安装	104
3.10 网络协议	85	5.3.3 集线器的正确选择	105
3.10.1 TCP/IP 协议	85	5.4 网桥	105
3.10.2 IPX/SPX 协议	85	5.4.1 网桥的基本特征	105
3.10.3 NetBIOS 和 NetBEUI 协议	87	5.4.2 网桥的基本工作原理	106
3.10.4 AppleTalk 协议	87	5.4.3 网桥的应用环境	106
小结	87	5.5 交换机	107
综合练习三	88		
一、选择题	88		

5.5.1 交换机的工作原理.....	107	二、填空题.....	135
5.5.2 交换机的交换方式.....	108	三、思考题.....	135
5.5.3 交换机的主要技术特点.....	108	四、实践题.....	136
5.6 路由器.....	109	第7章 计算机广域网技术.....	138
5.6.1 路由器的特性和功能.....	109	7.1 广域网概述.....	138
5.6.2 路由器的工作原理.....	110	7.2 公用交换电话网.....	138
5.6.3 路由表和路由.....	110	7.2.1 电话网的基本构成.....	138
5.7 网关.....	111	7.2.2 传统的五级电话网.....	139
5.7.1 网关概述.....	111	7.2.3 现代电话网.....	139
5.7.2 网关的基本类型.....	111	7.2.4 程控交换机.....	139
5.7.3 常用的网关.....	112	7.2.5 利用电话网进行计算机通信.....	139
小结.....	112	7.3 点到点通信.....	140
综合练习五.....	113	7.3.1 串行线路接口协议.....	140
一、选择题.....	113	7.3.2 点对点协议.....	141
二、填空题.....	114	7.4 综合业务数字网.....	142
三、思考题.....	114	7.4.1 ISDN 的通信技术.....	142
四、实践题.....	114	7.4.2 ISDN 协议参考模型.....	143
第6章 计算机局域网技术.....	117	7.4.3 宽带 ISDN.....	143
6.1 局域网概述.....	117	7.5 公用分组交换数据网.....	144
6.1.1 局域网的特点.....	117	7.5.1 X.25 协议简介.....	144
6.1.2 局域网的分类.....	118	7.5.2 X.25 分组格式.....	145
6.2 局域网的组成和控制方法.....	118	7.5.3 分组交换网基本原理.....	145
6.2.1 局域网的组成.....	118	7.6 帧中继.....	147
6.2.2 局域网的介质访问控制方法.....	121	7.6.1 帧中继技术简介.....	147
6.3 局域网的参考模型.....	123	7.6.2 帧中继协议.....	147
6.3.1 局域网的体系结构.....	123	7.6.3 帧中继的连接.....	148
6.3.2 局域网的标准.....	123	7.7 ATM 网.....	149
6.3.3 逻辑链路控制 LLC 子层.....	124	7.7.1 ATM 技术简介.....	149
6.3.4 媒体接入控制子层 MAC.....	126	7.7.2 ATM 的结构.....	150
6.4 IEEE 标准系列.....	126	7.7.3 ATM 协议.....	151
6.4.1 IEEE802.3 标准.....	127	7.7.4 ATM 服务类型.....	153
6.4.2 IEEE802.4 标准.....	128	7.8 SONET/SDH 技术.....	153
6.4.3 IEEE802.5 标准.....	129	7.8.1 同步传输信号.....	153
6.5 局域网的组建和管理.....	130	7.8.2 SONET 的分层结构.....	154
6.5.1 局域网的综合分析选型法.....	131	7.8.3 SONET 传输系统.....	154
6.5.2 局域网的组建.....	131	7.9 数字数据网.....	155
6.5.3 局域网的互联.....	133	7.9.1 DDN 的特性.....	155
小结.....	134	7.9.2 PCM 设备.....	155
综合练习六.....	135	7.9.3 网络结构.....	155
一、选择题.....	135	7.10 光纤通信的新技术.....	156

7.10.1 DWDM 技术.....	156	9.1.1 网页技术的基本概念.....	219
7.10.2 光孤子通信.....	157	9.1.2 静态网页设计.....	219
7.10.3 全光通信网.....	158	9.1.3 动态网页设计.....	220
小结.....	159	9.1.4 常用的网页设计工具.....	223
综合练习七.....	159	9.2 HTML 语言基础.....	223
一、选择题.....	159	9.2.1 HTML 基本标志.....	223
二、填空题.....	160	9.2.2 页面格式标志.....	225
三、思考题.....	161	9.2.3 文本标志.....	227
四、实践题.....	161	9.2.4 图像标志.....	228
第 8 章 网络操作系统.....	162	9.2.5 表格标志.....	229
8.1 网络操作系统的功能.....	162	9.2.6 链接标志.....	232
8.1.1 网络操作系统简介.....	162	9.2.7 帧标志.....	234
8.1.2 网络操作系统的种类.....	162	9.2.8 表单标志.....	236
8.2 Windows 操作系统.....	165	9.2.9 多媒体标志.....	238
8.2.1 Windows NT.....	165	9.3 JavaScript 语言.....	239
8.2.2 Windows 2000.....	169	9.3.1 JavaScript 简介.....	239
8.2.3 Windows XP.....	176	9.3.2 JavaScript 基本数据结构.....	242
8.2.4 Windows Server 2003.....	177	9.3.3 JavaScript 程序构成.....	247
8.3 Unix 操作系统.....	194	9.4 FrontPage 2002 网页设计.....	250
8.3.1 Unix 概述.....	194	9.4.1 启动 FrontPage 2002.....	250
8.3.2 Unix 的常用命令.....	197	9.4.2 FrontPage 2002 的简单应用.....	251
8.3.3 用户账号和组管理.....	200	小结.....	254
8.3.4 文件、目录和权限.....	203	综合练习九.....	254
8.4 Linux 操作系统.....	206	一、选择题.....	254
8.4.1 Linux 简介.....	206	二、填空题.....	254
8.4.2 Linux 特性综述.....	207	三、思考题.....	255
8.4.3 Linux 发行版本.....	208	四、实践题.....	255
8.5 NetWare 操作系统.....	209	第 10 章 Internet 技术及其应用.....	256
8.5.1 Novell 网络的基本知识.....	209	10.1 Internet 概述.....	256
8.5.2 NetWare 文件服务器管理.....	211	10.1.1 Internet 的功能和应用.....	256
8.5.3 NetWare 的新特性.....	214	10.1.2 Internet 的起源和发展.....	257
小结.....	215	10.1.3 Internet 在中国的发展.....	258
综合练习八.....	216	10.2 TCP/IP 协议.....	259
一、选择题.....	216	10.2.1 网络互联与 TCP/IP 的重要性.....	259
二、填空题.....	216	10.2.2 TCP/IP 协议的分层参考模型.....	259
三、思考题.....	217	10.2.3 重要的 TCP/IP 子协议.....	260
四、实践题.....	217	10.3 IP 地址和域名.....	262
第 9 章 网络编程基础.....	219	10.3.1 IP 地址.....	262
9.1 网页技术基础.....	219	10.3.2 域名系统.....	263
		10.3.3 IPv6.....	266

10.4 万维网.....	268	11.1.1 网络安全的五大原则.....	295
10.4.1 什么是万维网.....	268	11.1.2 网络安全的内容.....	296
10.4.2 WWW 的特点和工作原理.....	269	11.2 网络安全问题的鉴别.....	298
10.4.3 WWW 浏览器.....	270	11.2.1 与人有关的网络安全问题.....	298
10.4.4 Internet Explorer.....	271	11.2.2 与硬件和网络设计有关的 网络安全问题.....	298
10.4.5 在 WWW 上搜索信息.....	273	11.2.3 与协议和软件有关的 网络安全问题.....	299
10.5 文件传输协议.....	274	11.2.4 与 Internet 访问有关的 网络安全问题.....	300
10.5.1 什么是 FTP.....	274	11.3 网络安全策略.....	300
10.5.2 FTP 的特点.....	275	11.3.1 网络安全策略的设计.....	300
10.5.3 FTP 的使用.....	275	11.3.2 网络安全策略制定方法 与基本内容.....	302
10.5.4 CuteFTP 的使用.....	277	11.4 密码技术.....	304
10.6 电子邮件.....	278	11.4.1 数据加密原理和体制.....	304
10.6.1 什么是 E-mail.....	279	11.4.2 对称密码加密系统.....	304
10.6.2 E-mail 的地址和账号.....	279	11.4.3 公钥密码加密系统.....	305
10.6.3 E-mail 服务器和协议.....	279	11.5 防火墙技术.....	305
10.6.4 E-mail 的使用.....	280	11.5.1 防火墙的基本概念.....	305
10.7 远程登录.....	281	11.5.2 防火墙的结构.....	306
10.7.1 Telnet 简介.....	281	11.6 网络防病毒技术.....	308
10.7.2 Telnet 的使用.....	282	11.6.1 病毒的危害.....	308
10.8 电子公告栏.....	283	11.6.2 病毒的种类与特征.....	309
10.8.1 什么是 BBS.....	283	11.6.3 病毒的防护方法.....	311
10.8.2 BBS 的功能.....	284	11.7 黑客攻击及防范技术.....	312
10.8.3 BBS 的使用.....	284	11.7.1 常见的黑客攻击方法.....	313
10.9 网络新闻组.....	286	11.7.2 保护网络安全的常用手段.....	314
10.9.1 什么是 Usenet.....	286	11.8 计算机信息系统的安全标准.....	315
10.9.2 Usenet 的分类.....	286	11.9 网络安全技术的发展趋势.....	317
10.9.3 Usenet 的使用.....	286	小结.....	318
10.10 客户机/服务器交互模式.....	287	综合练习十一.....	318
10.10.1 交互模式的基本概念.....	287	一、选择题.....	318
10.10.2 交互模式的特点.....	288	二、填空题.....	319
10.10.3 服务器.....	288	三、思考题.....	319
10.10.4 中间件.....	289	四、实践题.....	319
小结.....	290	第 12 章 网络管理与维护.....	323
综合练习十.....	290	12.1 网络管理的基本概念.....	323
一、选择题.....	290	12.2 Internet 网络管理模型.....	324
二、填空题.....	291	12.3 OSI 管理功能.....	325
三、思考题.....	292		
四、实践题.....	292		
第 11 章 网络与信息安全.....	295		
11.1 网络安全概述.....	295		

12.3.1 配置管理	325	二、填空题	342
12.3.2 故障管理	326	三、思考题	343
12.3.3 性能管理	326	四、实践题	343
12.3.4 安全管理	327	第 13 章 实践与操作	344
12.3.5 记账管理	328	13.1 家庭简易网络的组建	344
12.4 网络管理协议	328	13.1.1 硬件设备准备	344
12.4.1 网络管理协议概述	328	13.1.2 软件准备与安装	345
12.4.2 简单网络管理协议	329	13.1.3 共享上网设置	345
12.4.3 公共管理信息协议	330	13.2 Windows 2000 终端服务的 安装和设置	347
12.5 网络管理系统	331	13.2.1 终端服务的安装	347
12.5.1 HP OpenView	331	13.2.2 终端服务的设置	349
12.5.2 Sun NetManager	331	13.2.3 终端服务的使用	351
12.5.3 IBM NetView	332	13.3 组建 VPN 虚拟专用网络	351
12.5.4 Cabletron Spectrum	332	13.3.1 配置 VPN 服务器	351
12.5.5 Cisco 网管方案	332	13.3.2 赋予用户拨入的权限	354
12.6 网络故障诊断与排除	333	13.3.3 通过局域网来进行的 VPN 连接	355
12.6.1 查看故障症状	334	13.3.4 通过 Internet 连接 VPN	356
12.6.2 验证用户权限	335	13.4 超级终端	356
12.6.3 确定故障范围	335	13.4.1 创建连接	356
12.6.4 重现故障	336	13.4.2 设置超级终端	358
12.6.5 检查物理连接	337	13.4.3 远程文件传输	360
12.6.6 检查逻辑连接	338	小结	360
12.6.7 参考最近网络设备的变化	338	综合练习十三	360
12.6.8 实施解决方案	339	一、选择题	360
12.6.9 检验解决方案	339	二、填空题	361
12.7 网络维护与升级	339	三、思考题	361
12.7.1 网络软件的维护与升级	340	四、实践题	361
12.7.2 网络硬件的维护与升级	341	参考文献	362
小结	342		
综合练习十二	342		
一、选择题	342		

第 1 章 计算机网络概述

计算机网络涉及到计算机和通信两个领域。计算机技术和通信技术的相互结合,以及半导体技术(包括大规模集成电路 LSI 和超大规模集成电路 VLSI 技术)的蓬勃发展,开创了计算机网络发展的新时代。今天,计算机网络已成为信息社会的基础设施,它是信息交换、资源共享和分布式应用的重要途径。

1.1 计算机网络的产生和发展

本节主要介绍计算机网络从简单到复杂的一个演变过程,并介绍了计算机网络的发展和未来方向的展望。

1.1.1 计算机网络的产生过程

计算机网络发展很快,经历了一个从简单到复杂的演变过程。早在 20 世纪 50 年代,计算机的生产数量很少,价格十分昂贵。对于计算机的运行和维护,一般都要成立一个计算中心。那时候使用计算机进行科学计算时,由于计算机系统没有提供管理程序与操作系统,人们只能亲自携带程序和数据,并采用手工方式上机,这种工作方式对于远地用户显然是极不方便的。到了 60 年代初期,计算机软件开始采用批处理方法:用户使用作业控制语言编写上机操作说明,并将程序与数据一起输入到计算机,计算机自动完成所要求的计算任务。与此同时,当时的工业、商业与军事部门迫切要求将部门信息数据化,计算机的使用是效率提高的前提,它们需要将分散在不同地方的数据进行集中处理,这大大促使了批处理系统的发展,从而可以让远地用户不需要亲自到计算中心上机。但是由于这种“脱机”方式需要操作员来干预远程输入及输出过程,显然其工作效率是比较低的。

“脱机”毕竟是人工处理的方式,烦琐且效率低下,于是寻求自动通信的新方法就显得格外重要。于是人们在计算机中增加了通信控制设备,远地用户的输入输出设备可以通过通信线路和通信控制设备直接与计算机连接。这样用户可以在不需要操作员干预的情况下,边输入数据边接收计算机处理结果。而实际上,这仍然是一种联机方式。

计算机的应用还在不停的扩展,除了信息处理之外,如果与其他领域的设备相结合,它还可以完成很多任务。如在控制领域的自动控制与自动监测,在化工领域的质量检测等,都要求计算机可以与各种检测控制设备相连。于是人们除了研究以上用于科学计算与信息处理的通用输入输出设备之外,又研制了大量能与计算机连接的监测、控制设备,也就是人们常说的能通过通信线路与计算机连接的终端设备。

还有一种更为复杂的联机系统是实时控制或分时系统,它们需要一台主计算机和与之相连的多台终端设备,这种连接称为远程批处理系统、远程分时处理系统与远程实时控制系统。早期的联机系统多是利用专用的点到点通信线路,将多个终端与主机连接起来。连接大量终端的联机系统有两个显著的缺点:一是主机除了要完成数据处理任务之外,还要承担繁重的通信管理任务,这样将大大增加主机系统的负荷,降低主机的信息处理能力;二是通信线路的利用率较低。为了克服第一个缺点,人们在主机之前设置了一个前置处理机 FEP(Front End

Processor), 专门用于处理终端与主机的通信任务, 从而减轻主机的负荷, 提高了系统的工作效率。为了克服第二个缺点, 人们通常是在终端比较集中的地区设置一个线路集中器。多个终端使用低速通信线路汇集到线路集中器, 线路集中器使用一条高速通信线路连接到主机, 从而提高了通信线路的利用率。使用专用通信线路的造价较高, 为了能使用电话线路传送终端与计算机的数据信息, 需要使用一种叫调制解调器的设备。我们通常将这个通用的联机系统称为面向终端的计算机通信网。

在 20 世纪 60 年代, 面向终端的计算机通信网得到了很大的发展。在专用的计算机通信网中, 最著名的是美国半自动地面防空系统 SAGE 与美国飞机票系统 SABRE II。SAGE 系统首先使用了人机交互的显示器, 研制了用小型计算机做成的前置处理机, 制定了 1600bps (比特/秒) 数据线路的技术规范, 并研究了高可靠性的路由选择方法。在商用网络中, 美国通用电气公司的信息服务网 (GE Information Service Network) 是世界上最大的商用数据处理分时网络之一, 其地理覆盖范围从美国延伸到加拿大、欧洲、澳大利亚和日本。SAGE 系统和分时计算机系统的研究对数据通信技术的发展起到了重要的推动作用, 同时也为网络技术发展奠定了基础。

随着信息社会的蓬勃发展和计算机网络技术的不断更新, 相信在不久的将来, 所有的计算机, 包括个人计算机和家用电脑都会以某种形式连接到计算机网络上, 以便在更大的范围内, 以更快的速度相互交换信息、共享资源和协同工作。为了给读者对计算机网络一个清晰的认识, 本章从计算机网络的产生和发展开始论述, 讨论计算机网络的定义和分类, 并以典型的计算机网络与数据通信服务为例, 对网络在企业、机关信息管理与个人信息服务中的各种应用, 以及网络应用所带来的社会影响进行了全面的探讨。

1.1.2 分组交换技术与 ARPANET

报文分组交换 (Packet Switching) 对计算机网络发展起了极大的推进作用, 因此涉及计算机网络的历史就必须介绍一下报文分组交换技术。报文分组交换又称为分组交换, 它最初是在 1964 年 8 月由巴兰 (Baran) 在美国兰德 (Rand) 公司的“论分布式通信”的研究报告会中提出来的, 它是现代计算机网络技术的一个飞跃。

计算机应用的发展, 必然出现了多台计算机互连的需求。在军事、科研、大型企业经营管理 and 国家经济信息分析决策中, 它们的迅速发展希望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, 也可以使用网络中的其他计算机的软件、硬件与数据资源, 以达到计算机资源共享的目的。也就是将分布在不同地点的计算机, 通过通信线路互连成为计算机-计算机的网络。因此, 这一发展需求吸引了很多专家来对网络的通讯方式进行研究。这一阶段研究的典型代表是美国国防部高级研究计划局 (ARPA, Advanced Research Project Agency) 的 APRANET (称为 ARPA 网), 其核心技术是分组交换技术。其背景是当时是 20 世纪 60 年代中期, 正处于冷战的高潮时期, 美国军方需要有一个命令与控制信息的传输网络, 这个网络也叫“可生存系统”, 它就意味着这种网络在遭到核战争或自然灾害后仍能继续工作。在早期的电话交换网中, 一条中继线路或一个交换机的损坏, 就有可能导致所有电话通信的中断, 可见传统的通信线路与电话交换网根本无法实现这种要求。针对这种情况, 美国国防部开始着手进行分组交换网的研究工作。

要设计一个计算机网络, 就必须选择合适的通信系统。在早期的通信系统中, 最重要且

应用最广泛的应该说是电话交换系统。虽然经历了一百多年,电话交换机经过了多次的更新换代,从人工接续、步进制、纵横制直至现代的程控交换机,但其本质始终未变,都是线路交换(Circuit Switching)。如果利用线路交换来传送计算机或终端的数据,存在的严重弊病是计算机的数据是突发性地出现在传输线路上的,这和电话传送的连续的语音信号不同。而用户应支付的通信线路费用是按用户占用线路的时间长短来计算的,因此,据统计,在整个计费时间内,计算机通信时,线路上真正用来传送数据的时间往往不到10%,甚至是低于1%。通信线路实际上大部分是空闲的,通信线路资源被严重浪费,而用户的通信费用却很高,并且对计算机的通信要求而言,传统的电话线路也不适用。

首先,计算机通信要求快速响应,但在电话线路交换中,用于建立通路的呼叫过程太长。因为线路交换是为语音通信而设计的,打电话平均时间约为几分钟,因此呼叫过程(约10~20秒)不算太长。但是,1000bit的数据在2400bp/s的线路上传输时,需要的时间还不到0.5秒钟。相比之下,呼叫过程占用的时间就太多了。

其次,计算机通信要求相互之间的兼容性。在电话线路交换中,由于计算机与各种终端的传送速率不同,不同类型、不同规格、不同速率的终端很难相互进行通信。

再次,计算机通信需要可靠,并准确无误地传送每一个比特,因此需要采取有效的差错控制技术,而传统的线路是不具备的。基于以上原因,我们必须寻找出适用于计算机通信的新交换技术。

美国国防部高级研究计划局 ARPA 的早期研究的项目包括了分组交换基本概念与理论的研究课题。1967 年初 ARPA 着手于计算机联网的课题,1967 年 6 月正式公布了研究计划,打算用租用线路来连接分组交换装置,分组交换装置将采用小型机。这个分组交换网就是 ARPANET。

从 1962 至 1965 年,美国国防部高级研究计划局 NPL 与英国国家物理实验室都在对新型的计算机通信网进行研究。分组交换的概念最初是在 1964 年提出来的,1969 年 12 月美国第一个使用分组交换技术的 ARPANET 投入运行,虽然当时仅有 4 个节点,但它对分组贡献表现在以下几个方面:

- (1) 完成了对计算机网络定义、分类的研究。
- (2) 提出了资源子网、通信子网的网络结构概念。
- (3) 研究了分组交换方法。
- (4) 采用了层次结构的网络体系结构模型与协议体系。

ARPANET 的成功使计算机网络的概念发生了根本的变化,由面向终端的计算机网络转变为以通信子网为中心的网络,主机和终端都处在网络的外围,两者构成用户资源子网。用户可以同时共享通信子网和用户资源子网的软硬件资源,它是分组交换网之父。

从分析分组交换的主要特点就可以知道 ARPANET 的工作原理,同时也是在它基础上的总结和提高,更具有推广意义。

从计算机网络组成的角度看,典型的计算机网络从逻辑功能上可以分为资源子网和通信子网两部分,资源子网由主计算机系统、终端、终端控制器、联网外设、各种软件资源与信息资源组成,而通信子网则不包括主机和终端。前者负责全网的数据处理业务,向网络用户提供各种网络资源与网络服务,后者具体地讲则是负责分组的存储、转发以及选择合适的路由。

如图 1-1 所示, 网络中主计算机 (简称为主机) 可以是大型机、中型机、小型机、工作站或微机, 是资源子网的主要组成单元, 它通过高速通信线路与通信子网的通信控制处理机相连接。图中 H1 ~ H5 称为主机, 虚线部分是通信子网, A 到 F 是分组交换网中的节点, 一般把分组交换网中节点上的计算机称为节点交换机。

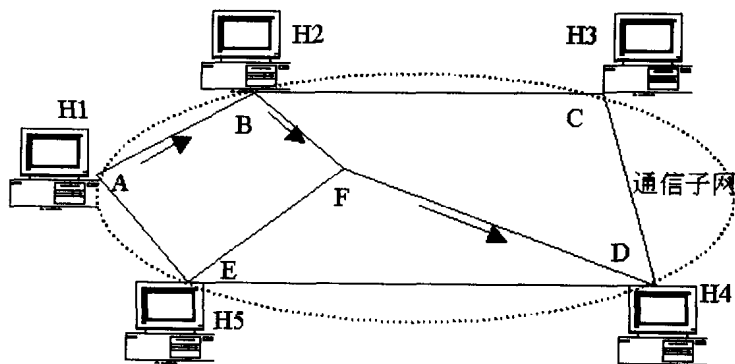


图 1-1

当主机 H1 要向主机 H4 发送数据时, 先把数据分组后送给节点 A。A 将接收的分组信息暂存到缓冲区, 然后根据已有的路由表来确定分组信息该往哪个节点发送。图中画出了具体路由的过程是 A→B→F→D。这里要注意的是发送过程中是以短的分组为单位的, 而不是以整个报文为单位的。在传送分组的过程中, 由于采用了专门的措施, 因而保证了数据的传送具有非常高的可靠性, 从存储转发的分组交换可以看出, 其实质是采用了断续/动态分配传输带宽的策略。这种突发式的传送对计算机数据是非常合适的, 它大大地提高了通信线路的利用率。

1.1.3 计算机网络的发展阶段

计算机网络的发展是迅速的, 这个发展过程大致可分为三个阶段: 计算机终端网络、计算机通信网络、计算机网络。

1. 计算机终端网络

计算机终端网络又称为分时多用户联机系统或具有通信功能的多机系统, 实际上是以单个计算机为中心的远程联机系统。这样的系统中除了一台中心计算机, 其余都是不具备自主处理功能的终端。在系统中主要存在的是终端和中心计算机的通信。

早期的计算机系统价格昂贵, 是一种珍贵的资源, 设置在专用机房。为了解决用户上机的需求, 利用通信设备和线路连接多个终端设备。各个用户在通信软件的控制下, 在具有特殊的编辑和会话功能终端上, 分时轮流地使用中心计算机系统的资源。

一台计算机所能连接的终端数量随其中心计算机的性能而定。20 世纪 60 年代初期, 美国航空公司投入使用的由一台中心计算机和全美范围内 2000 多个终端组成的预定飞机票系统 SABRE I, 就是这种远程联机系统的一个代表。

在计算机终端网络中, 随着所连接远程终端个数的增加, 中心计算机要承担与各终端间通信的任务也必然加重, 使以数据处理为主要任务的中心计算机增加了许多额外的开销, 实际工作效率下降。由此出现了数据处理和通信的分工, 即在中心计算机前面增加了一个前置处理机 FEP (Front End Processor, 有时也简称为前置机) 来完成通信、信息压缩、代码转换

等工作,而让中心计算机专门进行数据处理,这样可显著地提高效率。另一方面,若每台远程终端都用一条通信专线与中心计算机连接,则线路的利用率低,且随着终端个数的不断增大,通信费用将达到难以负担的程度。后来,在终端比较集中的地点设置终端控制器 TC (Terminal Controller)。

它首先通过低速线路将附近各终端连接起来,再通过高速通信线路与远程中心计算机的前置处理机相连。它可以利用一些终端的空闲时间来传送其他处于工作状态的终端的数据,提高了远程线路的利用率,降低了通信费用,其结构如图 1-2 所示。前置处理机和终端控制器也可以采用比较便宜的小型计算机和微型机来实现。这样的远程联机系统已经具备了计算机和计算机间通信的雏形。

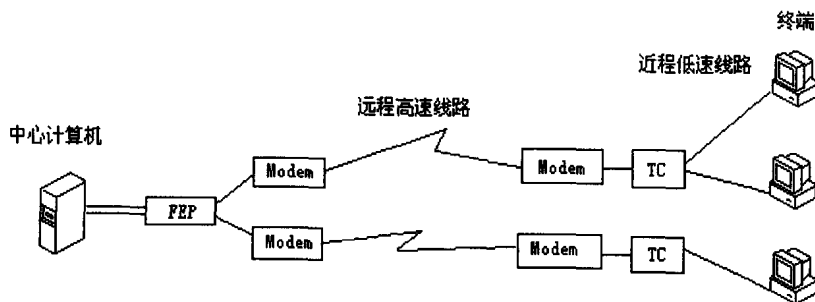


图 1-2

2. 计算机通信网络

计算机终端网络的发展,为计算机应用开拓了新的领域。特别是 20 世纪 60 年代中期,随着硬件技术的发展,价格的下降,一些大公司、企业事业部门和军事部门中,纷纷建立了多个计算机终端网络系统。这些系统分布在各个不同的地区,它们之间迫切需要交换数据,进行业务联系。

为了满足应用的需要,通过通信线路,将多个计算机终端网络系统连接起来,就形成了以传递信息为主要目的计算机通信网络。它与以单个计算机为中心的远程联机系统的显著区别在于,这里的多个主计算机都具有自主处理能力,它们之间不存在主从关系。在这种系统中,终端和中心计算机之间的通信已发展到计算机与计算机间的通信,用单台中心计算机为所有用户需求服务的模式被大量分散而又互连在一起的多台主计算机共同完成的模式代替。其典型代表是 ARPA 网 (ARPANET)。20 世纪 60 年代后期,美国国防部高级研究计划局 ARPA (目前称为 DARPA——Defense Advanced Research Projects Agency) 提供经费给美国许多大学和公司,以促进多个主计算机互联网络的研究,并最终导致一个实验性的四节点网络开始运行并投入使用。

在 ARPA 网中,互连的运行用户应用程序的主计算机称为主机 (Host)。但主机之间是通过称为接口报文处理机 IMP (Interface Message Processor) 的装置转接后连接的,并不是通过直接的通信线路。当某个主机上的用户要访问远程另一个主机时,主机首先将信息送至本地直接与其连接的 IMP 上,在通信线路有空时,信息被传送给另一个 IMP 上并被存储起来。这个过程不断重复,直至信息被传送到远程的目的 IMP,并送入与其直接连接的目的主机。这种传输方式类似邮政信件的传送方式,叫做存储转发 (store and forward)。采用存储转发方式的好处在于通信线路不为某对通信用户所独占,因而大大提高了通信线路的有效利用率。

在如图 1-3 所示的 ARPA 网结构图中, IMP 和它们之间互连的通信线路一起完成主机之间的通信任务, 构成了通信子网 (communication subnet)。通过通信子网互连的主机负责运行用户应用程序, 向网络用户提供共享的软硬件资源, 它们组成资源子网。

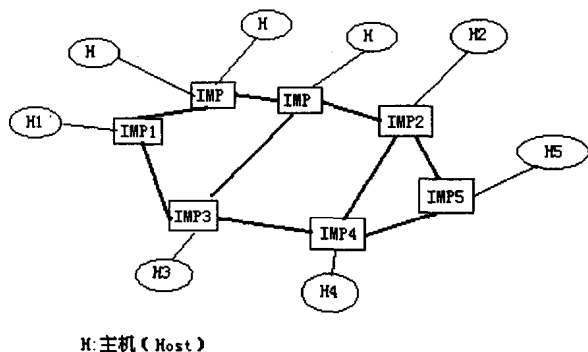


图 1-3

第一代计算机网络的远程联机系统和第二代计算机网络的差别是, 前者以被各个终端共享的单个计算机为中心, 而后者以通信子网为中心, 用户共享的资源子网则在通信子网的外围。但第二代的计算机网络仍有不少弊病, 适应不了信息社会日益发展的需要。其中主要的缺点是没有统一的网络体系结构。为实现更大范围内的信息交换和共享, 要把不同的第二代计算机网络互连十分困难, 因而计算机网络必然要向新一代发展。

3. 计算机网络

20 世纪 70 年代后期, 人们开始认识到第二代计算机网络的不足, 着手发展新一代的计算机网络。经过若干年卓有成效的工作, ISO 在 1984 年正式颁布了一个成为“开放系统互连基本参考模型” (Open System Interconnection Basic Reference Model) 的国际标准 ISO/IEC7498。这里“开放系统”是相对于第二代计算机网络中如 SNA 和 DNA 等只能与同种计算机互联的每个厂商各自封闭的系统而言的。

“开放系统”是可以与任何其他系统 (同样要遵循一样的国际标准) 通信而相互开放的。该模型分为七个层次, 有时也称为 OSI 七层模型。OSI 模型目前已被国际信息社会所普遍接受, 并公认为是新一代计算机网络的体系结构的基础。

20 世纪 80 年代中期, 以 OSI 模型为参照, ISO 以及国际电信联盟 ITU (International Telecommunication Union) 等为各个层次开发了一系列的协议标准, 组成了一个庞大的 OSI 基本标准集。我国国家计委和原国家标准局在 1986 年联合发布与试运行的“国家经济信息系统设计与应用标准化规范”中, 明确指出“选定 OSI 标准作为我国网络建设的主攻方向”, 其他已开发的非 OSI 信息系统要“有组织、有步骤、有计划地过渡到符合 OSI 标准的系统, 进而最终实现与 OSI 标准完全兼容或全盘 OSI 标准化的信息系统”。这段话实际上也概括地反映了世界范围内计算机网络的发展方向。OSI 标准不仅确保了各厂商生产的计算机间的相互连接, 同时也促进了企业间的竞争。

概括地说, 第三代计算机网络是开放式和标准化的网络, 它具有统一的网络体系结构并遵循国际标准协议。标准化将使第三代计算机网络对不同的计算机都是开放的, 能方便地互连在一起。第三代计算机网络的标准化还将带来大规模生产, 产品 VLSI 化和成本降低等好处。