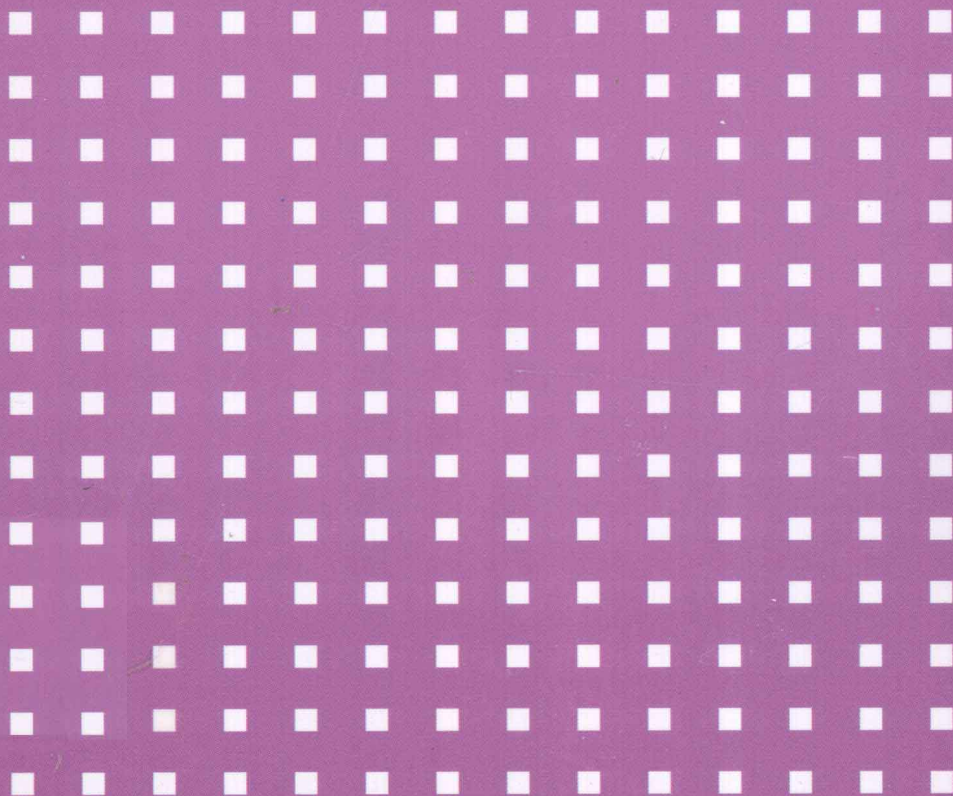


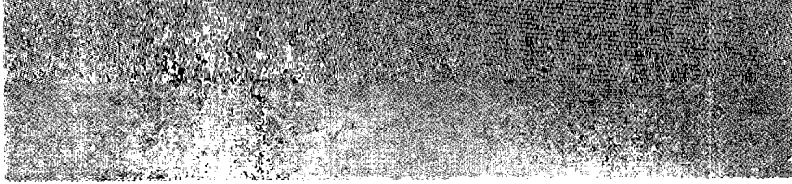
计算机网络

——原理、技术及应用

刘永华 主编



清华大学出版社



高等学校计算机专业教材精选·网络与通信技术

计算机网络 ——原理、技术及应用

刘永华 主 编

孟凡楼 赵艳杰 王公堂 董春平 副主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书以计算机网络原理、技术及应用为主线,系统地阐述了计算机网络的基本原理,介绍了当前常用的先进的网络技术以及网络的实际应用。

全书共 15 章,分别讲述计算机网络概述、计算机网络体系结构、物理层、数据链路层、局域网技术、广域网技术、网络层、传输层、应用层、接入网技术、网络安全技术、网络管理技术、网络系统规划与设计、网络技术综合应用以及因特网的音视频技术。此外,在附录中给出了与本教材内容相配套的验证性、设计性及应用性实验。

本书层次清晰、概念准确、内容新颖、图文并茂,注重理论与实践的结合,适合学生循序渐进地学习。本书可作为普通高等院校计算机科学与技术、网络工程、通信工程、软件工程、数字媒体技术以及电子信息类相关专业本科教材使用,也可作为成人高等教育计算机网络技术教材使用,同时也可供从事计算机网络应用与信息技术的广大工程技术人员学习参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络:原理、技术及应用/刘永华主编.--北京:清华大学出版社,2012.5

(高等学校计算机专业教材精选·网络与通信技术)

ISBN 978-7-302-28201-3

I. ①计… II. ①刘… 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(2012)第 035965 号

责任编辑:汪汉友

封面设计:常雪影

责任校对:焦丽丽

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:24

字 数:584 千字

版 次:2012 年 5 月第 1 版

印 次:2012 年 5 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:39.00 元

产品编号:042682-01

出版说明

我国高等学校计算机教育近年来迅猛发展,应用所学计算机知识解决实际问题,已经成为当代大学生的必备能力。

时代的进步与社会的发展对高等学校计算机教育的质量提出了更高、更新的要求。现在,很多高等学校都在积极探索符合自身特点的教学模式,涌现出一大批非常优秀的精品课程。

为了适应社会的需求,满足计算机教育的发展需要,清华大学出版社在进行了大量调查研究的基础上,组织编写了《高等学校计算机专业教材精选》。本套教材从全国各高校的优秀计算机教材中精挑细选了一批很有代表性且特色鲜明的计算机精品教材,把作者们对各自所授计算机课程的独特理解和先进经验推荐给全国师生。

本系列教材特点如下。

(1) 编写目的明确。本套教材主要面向广大高校的计算机专业学生,使学生通过本套教材,学习计算机科学与技术方面的基本理论和基本知识,接受应用计算机解决实际问题的基本训练。

(2) 注重编写理念。本套教材作者群为各高校相应课程的主讲,有一定经验积累,且编写思路清晰,有独特的教学思路和指导思想,其教学经验具有推广价值。本套教材中不乏各类精品课配套教材,并力图把不同学校的教学特点反映到每本教材中。

(3) 理论知识与实践相结合。本套教材贯彻从实践中来到实践中去的原则,书中的许多必须掌握的理论都将结合实例来讲,同时注重培养学生分析问题、解决问题的能力,满足社会用人要求。

(4) 易教易用,合理适当。本套教材编写时注意结合教学实际的课时数,把握教材的篇幅。同时,对一些知识点按教育部教学指导委员会的最新精神进行合理取舍与难易控制。

(5) 注重教材的立体化配套。大多数教材都将配套教师用课件、习题及其解答,学生上机实验指导、教学网站等辅助教学资源,方便教学。

随着本套教材陆续出版,我们相信它能够得到广大读者的认可和支持,为我国计算机教材建设及计算机教学水平的提高,为计算机教育事业的发展做出应有的贡献。

清华大学出版社

前言

《计算机网络——原理、技术及应用》与目前市面上的计算机网络教材相比,在内容和结构进行了较大的修正、补充、调整和完善。全书以计算机网络原理、技术及应用为主线,系统地阐述了计算机网络的基本原理,介绍了当前常用的先进的网络技术以及网络的实际应用,删节了对一些过时的技术的介绍,使全书知识点更加紧凑、连贯。在一些实用技术上加大了篇幅,同时,本着以实践促教学的原则,加入了实验指导,以期读者能更好地理解所学理论知识。

本书遵循先简单后复杂、先原理后应用的认知规律,内容新颖,概念清晰,深入浅出,易学易懂。本书给出了大量的图和一定数量的应用实例,其目的是希望通过本书的学习能够较容易地掌握计算机网络基本原理和实用的网络技术及应用,了解计算机网络最新技术和发展动态,并具有简单的网络组建、规划和设计选型的能力。

全书参考学时 54 学时。全书由 15 章组成。第 1 章是计算机网络概述,主要介绍计算机网络的发展、概念、分类与拓扑结构等问题;第 2 章是计算机网络体系结构,阐述了 OSI 及 TCP/IP 两大网络体系结构的有关基础概念;第 3 章是物理层,介绍数据通信的理论基础、物理传输媒体等知识;第 4 章是数据链路层,讲解数据链路层的基本概念、数据的检错纠错技术、数据的流量控制技术 & 点对点协议;第 5 章是局域网技术,主要介绍局域网的概念、介质访问控制方法、以太网技术以及虚拟局域网、无线局域网等较前沿的技术;第 6 章是广域网技术,介绍 x.25、ISDN、ATM 等技术;第 7 章是网络层,主要介绍网络层的基本原理并在此基础上讲解因特网的网际协议、路由选择协议、控制报文协议以及一些相关的网络互连设备;第 8 章是传输层,对传输层的基本概念及 UDP、TCP 两个协议进行介绍;第 9 章是应用层,介绍应用层的几种主要协议,如 DNS、HTTP 及电子邮件等;第 10 章主要介绍铜线接入网、光纤接入网、无线接入网、虚拟专用网 VPN 以及网络地址转换 NAT 技术;第 11 章是网络安全技术,重点对加密与认证技术、防火墙及病毒防护的知识做了介绍;第 12 章是网络管理技术,介绍网络管理有关协议、计算机网络常见故障及排除等知识;第 13 章是网络系统的规划与设计,从分层设计、IP 地址规划、布线设计等角度对网络组建进行介绍;第 14 章是网络技术综合应用,在本章中给出交换网、路由网及无线网的实例;第 15 章是因特网的音视频技术,主要介绍流媒体技术及应用。此外,在附录中给出与课本内容相配套的验证性、设计性及应用性试验实验。

本书由刘永华担任主编并为全书统稿,孟凡楼、赵艳杰、王公堂、董春平担任副主编,孙俊香、陈茜、张淑玉、刘芳参与了本书的编写。其中刘永华编写了第 1~9 章,孟凡楼编写第 10~11 章,赵艳杰编写了第 12~13 章,王公堂编写了第 14~15 章,董春平、孙俊香、陈茜、张淑玉、刘芳 5 位老师编写了实验与上机指导部分并进行了测试。

由于作者水平有限,书中难免存在缺点与不足之处,恳请广大读者和同行批评指正。

编者

2012 年 5 月

• III •

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 计算机网络的形成与发展	1
1.1.1 面向终端的计算机网络	1
1.1.2 计算机—计算机网络	2
1.1.3 开放式标准化网络	4
1.1.4 网络计算的新时代	4
1.2 计算机网络概述	5
1.2.1 计算机网络的定义	5
1.2.2 计算机网络的特点	7
1.2.3 计算机网络的功能和应用	7
1.2.4 计算机网络的组成	9
1.3 计算机网络的分类	10
1.3.1 按传输技术划分	10
1.3.2 按分布距离划分	10
1.3.3 其他几种分类方法	11
1.4 计算机网络拓扑结构	13
1.4.1 计算机网络拓扑的定义	13
1.4.2 两类网络拓扑	13
1.4.3 常见的几种网络拓扑特点	14
1.5 几种典型的计算机网络结构类型	16
1.5.1 集中处理的主机—终端机结构	16
1.5.2 对等网络结构	17
1.5.3 客户机/服务器网络结构	17
1.5.4 浏览器/服务器结构	17
1.5.5 无盘工作站网络结构	18
1.6 计算机网络的性能	18
1.6.1 计算机网络的性能指标	18
1.6.2 计算机网络的非性能特征	20
习题 1	21
第 2 章 计算机网络体系结构	23
2.1 网络体系结构	23
2.1.1 网络体系结构基本概念	23
2.1.2 计算机网络层次体系结构	24

2.1.3 计算机网络层次模型	24
2.2 开放系统互连参考模型	26
2.2.1 开放系统互连基本参考模型	26
2.2.2 层次模型中各层功能	27
2.3 TCP/IP 参考模型	31
2.3.1 TCP/IP 参考模型概述	32
2.3.2 TCP/IP 协议简介	33
2.4 OSI 参考模型与 TCP/IP 参考模型比较	35
2.5 实体、协议、服务和访问点	37
2.5.1 实体、协议、服务和访问点的概念	37
2.5.2 面向连接服务与无连接服务	39
习题 2	39

第 3 章 物理层	41
3.1 物理层的基本特性	41
3.2 数据通信的理论基础	42
3.2.1 傅里叶分析	42
3.2.2 有限带宽信号	42
3.2.3 数字通信系统	44
3.2.4 数据编码	46
3.2.5 数字调制技术	50
3.2.6 脉冲编码调制	52
3.3 通信方式与交换方式	54
3.3.1 数据通信方式	54
3.3.2 异步传输和同步传输	54
3.3.3 交换方式	58
3.4 多路复用技术	59
3.4.1 多路复用的基本概念	60
3.4.2 频分多路复用	60
3.4.3 同步时分多路复用	61
3.4.4 统计时分多路复用	62
3.4.5 两种多路复用技术的比较	63
3.4.6 波分复用技术	63
3.4.7 码分复用	65
3.5 计算机网络的传输介质	66
3.5.1 有线传输介质	66
3.5.2 无线传输介质	68
3.6 同步光纤网 SONET 和同步数字系列 SDH	69
习题 3	71

第 4 章 数据链路层	74
4.1 数据链路层的设计问题	74
4.1.1 几个主要概念	74
4.1.2 数据链路层的目的	75
4.1.3 数据链路层的主要功能	75
4.2 差错控制技术	77
4.2.1 差错控制原理	77
4.2.2 差错控制编码	78
4.2.3 差错控制方式	79
4.2.4 几种纠错方式	80
4.3 流量控制技术	80
4.3.1 停等流量控制	81
4.3.2 滑动窗口流量控制	81
4.3.3 自动请求重发	82
4.3.4 停等 ARQ	83
4.3.5 返回 N 帧 ARQ	84
4.3.6 选择性重发 ARQ	85
4.4 点对点协议	85
4.4.1 PPP 协议的作用	86
4.4.2 PPP 协议的组成部分	86
4.4.3 PPP 帧结构	87
4.4.4 PPP 协议的工作状态	88
4.5 HDLC 协议	89
习题 4	90
第 5 章 局域网技术	92
5.1 局域网的基本概念	92
5.1.1 局域网的主要特点及实现技术	92
5.1.2 局域网参考模型	93
5.1.3 LAN 的 IEEE 802 标准	94
5.1.4 逻辑链路控制子层	95
5.1.5 介质访问控制子层	97
5.2 局域网的介质访问控制方法	98
5.2.1 CSMA/CD 和 IEEE 802.3 标准	99
5.2.2 令牌总线访问控制和 IEEE 802.4 标准	102
5.2.3 令牌环访问控制 IEEE 802.5 标准	103
5.3 传统以太网技术	105
5.3.1 粗缆以太网	105
5.3.2 细缆以太网	106

5.3.3	双绞线以太网	106
5.3.4	3种布线方案的比较	107
5.4	交换式以太网	108
5.5	虚拟局域网 VLAN	110
5.5.1	为什么要划分 VLAN	110
5.5.2	VLAN 的主要类型	111
5.5.3	VLAN 的主要标准	113
5.5.4	VLAN 标签交换	114
5.5.5	配置 VLAN	115
5.5.6	设计 VLAN	116
5.6	高速局域网技术	117
5.6.1	快速以太网	117
5.6.2	吉比特以太网	118
5.6.3	十吉比特以太网	119
5.7	无线局域网 WLAN	121
5.7.1	WLAN 组网方式	121
5.7.2	WLAN 硬件	125
5.7.3	IEEE 802.11 MAC 层	127
5.7.4	IEEE 802.11 物理层	129
5.7.5	IEEE WLAN 的安全技术	130
习题 5		130

第 6 章	广域网技术	133
6.1	广域网的基本概念	133
6.1.1	广域网的构成	133
6.1.2	广域网的分组转发机制	134
6.2	x.25 分组交换网	136
6.3	帧中继 FR	137
6.3.1	帧中继的帧格式	138
6.3.2	帧中继的应用	139
6.3.3	两种可能的广域连接方法	139
6.3.4	帧中继用户接入设备	139
6.3.5	帧中继交换机	140
6.4	综合业务数字网 ISDN	140
6.4.1	ISDN 概述	141
6.4.2	宽带 ISDN	142
6.5	异步传输模式 ATM	143
6.5.1	ATM 概述	143
6.5.2	ATM 协议参考模型	144

6.5.3	ATM 的信元格式	146
6.5.4	ATM 交换机	147
6.5.5	ATM 网络技术的应用	148
习题 6		150
第 7 章 网络层		151
7.1	网络层概述	151
7.1.1	网络层的设计问题	151
7.1.2	虚电路与数据报	152
7.2	网际协议 IP	155
7.2.1	IP 协议提供的服务	155
7.2.2	IPv4 与 IPv6	155
7.2.3	IP 地址	158
7.2.4	子网及子网掩码	159
7.2.5	无分类编址 CIDR	161
7.3	因特网路由选择协议	162
7.3.1	内部网关协议	163
7.3.2	外部网关协议	170
7.4	因特网控制报文协议 ICMP	174
7.5	网络互连设备	176
7.5.1	中继器	176
7.5.2	网桥	178
7.5.3	路由器	181
7.6	因特网中的多播	184
7.6.1	IP 多播的基本概念	184
7.6.2	因特网组管理协议 IGMP	186
7.6.3	多播路由选择	187
习题 7		188
第 8 章 传输层		191
8.1	传输层概述	191
8.1.1	传输层的设计问题	191
8.1.2	端口	192
8.2	用户数据报协议 UDP	193
8.2.1	UDP 概述	193
8.2.2	UDP 用户数据报	194
8.2.3	UDP 协议的几个特性	195
8.2.4	使用 UDP	195
8.3	传输控制协议 TCP	196

8.3.1	TCP 概述	196
8.3.2	TCP 报文段	197
8.3.3	TCP 的可靠性	198
8.3.4	TCP 连接管理	200
8.3.5	滑动窗口与流量控制	201
8.4	TCP 的拥塞控制	202
8.4.1	慢开始和拥塞避免	203
8.4.2	快重传和快恢复	205
8.5	TCP 的重传机制	206
习题 8		208
第 9 章	应用层	211
9.1	应用层概述	211
9.1.1	概念	211
9.1.2	应用层的主要协议	211
9.2	域名解析协议 DNS	212
9.2.1	域名系统	212
9.2.2	域名解析	214
9.3	文件传输协议	214
9.3.1	文件传输协议 FTP	214
9.3.2	简单文件传送协议 TFTP	215
9.4	远程终端协议 Telnet	216
9.5	电子邮件	218
9.5.1	电子邮件系统构成	218
9.5.2	邮件地址与基本格式	220
9.5.3	通用 Internet 邮件扩展协议 MIME	221
9.5.4	因特网报文存取协议 IMAP	221
9.6	万维网	222
9.7	动态主机配置协议 DHCP	226
9.8	应用进程跨越网络的通信	228
9.8.1	系统调用和应用编程接口	228
9.8.2	服务器的两种工作方式	230
9.8.3	进程通过系统调用接口进行通信的过程	231
习题 9		233
第 10 章	接入网技术	236
10.1	铜线接入网技术	236
10.1.1	xDSL 技术	236
10.1.2	CATV	241

10.2	Cable Modem 接入技术	243
10.2.1	Cable Modem	243
10.2.2	Cable Modem 分类	243
10.2.3	Cable Modem 技术原理	244
10.2.4	Cable Modem 标准和规范	245
10.2.5	Cable Modem 接入实现	245
10.2.6	现行 HFC 网改造	246
10.2.7	Cable Modem 的应用前景	247
10.3	光纤接入网技术	247
10.4	无线接入网技术	248
10.4.1	GSM/GPRS	249
10.4.2	WAP	251
10.5	虚拟专用网 VPN	253
10.6	网络地址转换 NAT	258
习题 10		260
第 11 章	网络安全技术	262
11.1	网络安全问题概述	262
11.1.1	网络安全的概念和安全控制模型	262
11.1.2	安全威胁	263
11.2	加密与认证技术	266
11.2.1	密码学的基本概念	267
11.2.2	常规密钥密码体制	271
11.2.3	公开密钥加密技术	272
11.2.4	数字签名	274
11.2.5	身份认证技术	274
11.3	防火墙技术	275
11.3.1	防火墙概述	275
11.3.2	防火墙系统结构	276
11.3.3	防火墙分类	277
11.3.4	防火墙的作用	277
11.3.5	防火墙的设计策略	278
11.4	病毒与病毒的防治	279
11.4.1	病毒的种类及特点	279
11.4.2	病毒的传播途径与防治	280
11.5	因特网商务中的加密	281
11.5.1	安全插口层 SSL	282
11.5.2	安全电子交易	283
11.6	因特网的网络层安全协议族	284

11.6.1	IPSec 因特网的网络层安全协议族与安全关联	284
11.6.2	鉴别首部 AH	284
11.6.3	封装安全有效载荷	285
习题 11		285
第 12 章	网络管理技术	287
12.1	网络管理技术概述	287
12.1.1	网络管理概述	287
12.1.2	ISO 网络管理模式	288
12.1.3	公共管理信息协议	289
12.1.4	简单网络管理协议	290
12.2	网络维护工具	291
12.3	局域网常见的故障排除	295
12.3.1	网络常见故障	295
12.3.2	网络故障的排除	296
12.4	网络安全管理	301
12.4.1	网络基础设施管理	301
12.4.2	操作系统及网络应用系统的管理	301
12.4.3	网络的安全管理	301
习题 12		303
第 13 章	网络系统规划与设计	304
13.1	确定网络设计目标	304
13.1.1	需求分析	304
13.1.2	工程论证	305
13.1.3	网络设计原则	306
13.2	确定网络设计方案	307
13.2.1	网络标准的选择	307
13.2.2	网络拓扑结构选择	307
13.2.3	建立分级三层设计模型	307
13.2.4	IP 地址规划	311
13.2.5	网络布线设计	312
13.2.6	安全设计	313
13.3	网络产品选型	315
13.3.1	网络硬件设备选型	315
13.3.2	网络软件选择	317
习题 13		318
第 14 章	网络技术综合应用	319
14.1	交换三级网	319

14.1.1	网络拓扑	320
14.1.2	IP 地址分配	321
14.1.3	VLAN 划分	322
14.1.4	安全设计	323
14.1.5	网络管理	323
14.2	路由三级网	323
14.3	无线局域网	325
14.3.1	室内无线网络	325
14.3.2	室外无线网络	327
14.4	网络构建与配置案例	328
14.4.1	项目背景介绍	328
14.4.2	项目要求	329
14.4.3	项目实施过程及配置	330
习题 14		338
第 15 章	因特网的音视频技术	340
15.1	音视频播放技术介绍	340
15.1.1	流媒体技术	340
15.1.2	视频编解码技术	341
15.1.3	数据存储技术	341
15.1.4	P2P 技术	341
15.1.5	CDN 与 PCDN	343
15.1.6	宽带接入技术	344
15.2	音视频播放技术的应用方案——IPTV	345
15.2.1	概念及特点	345
15.2.2	典型体系架构	345
15.3	流媒体技术应用	346
15.3.1	流媒体技术基础	347
15.3.2	流媒体技术原理	347
15.3.3	流媒体技术应用	348
15.3.4	流媒体技术的发展	349
习题 15		350
附录 A	实验与上机指导	351
实验 1	认识局域网	351
实验 2	常用网络测试工具的应用	352
实验 3	虚拟局域网 VLAN 的设置	354
实验 4	IP 地址分配与子网划分	355
实验 5	路由器连接局域网实验	357

实验 6 静态路由实验	358
实验 7 动态路由协议配置	359
实验 8 网络协议分析	361
实验 9 Internet 的应用	364
实验 10 NAT 网络地址转换实验	364
参考文献	368

第 1 章 概 述

计算机网络是计算机技术与通信技术紧密结合的产物,网络技术对信息产业的发展有着深远的影响。本章在介绍网络形成与发展的基础上,对计算机网络定义与拓扑结构等问题进行了系统的讨论,并对计算机网络的分类进行了较为详尽的描述。通过本章学习,应达到以下目标:

- 掌握计算机网络的形成与发展过程。
- 熟练掌握计算机网络的定义与分类方法。
- 了解计算机网络的组成与结构的基本概念。
- 熟练掌握计算机网络拓扑结构的定义、分类与特点。
- 掌握典型的计算机网络。
- 熟练掌握计算机网络的性能指标。

1.1 计算机网络的形成与发展

计算机网络的发展大致分 4 个阶段:以单台计算机为中心的远程联机系统,构成面向终端的计算机网络;多个主机互连,各主机相互独立,无主从关系的计算机网络;具有统一的网络体系结构,遵循国际标准化协议的计算机网络;网络互联与高速计算机网络。

1.1.1 面向终端的计算机网络

计算机网络出现的历史不长,但发展很快,经历了一个从简单到复杂的演变过程。1946 年,世界上第一台电子计算机 ENIAC 在美国诞生时,计算机和通信之间并没有什么联系。早期的计算机系统是高度集中的,所有设备安装在单独的大房间中。最初,一台计算机只能供一个用户使用。后来随着技术的发展出现了批处理和分时系统,一台计算机虽然可同时为多个用户服务,但若不和数据通信相结合,分时系统所连接的多个终端都必须紧挨着主机,用户必须到计算中心的终端室去使用,显然是不方便的。后来,许多系统都将地理上分散的多个终端通过通信线路连接到一台中心计算机上。用户可以在自己办公室内的终端上键入程序,通过通信线路送入中心计算机,进行分时访问并使用其资源来进行处理,处理结果再通过通信线路送回到用户的终端上显示或打印出来。这样,就出现了第一代计算机网络。

第一代计算机网络实际上是以单台计算机为中心的远程联机系统。这样的系统除了一台中心计算机外,其余的终端都不具备自主处理功能,在系统中主要是终端和中心计算机间的通信。虽然历史上也曾称它为计算机网络,但为了更明确地与后来出现的多台计算机互连的计算机网络相区分,现在也称为面向终端的计算机网络。

在远程联机系统中,随着所连远程终端个数的增多,中心计算机要承担的与各终端间通信的任务也必然加重,使得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设一个前端处理机(Front End Processor, FEP,有时也简称为前端机)来完成通信工作,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专用通信线路与中心计算机连接,则线路的利用率低,且随着终端个数的不断增多,线路费用将达到难以负担的程度。因而,后来通常在终端比较集中的点设置终端控制器(Terninal Controller, TC)。终端控制器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端机相连。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。典型的结构如图 1-1 所示。图中,远程高速线路两端是调制解调器(Modem)M,它是利用模拟通信线路远程传输数字信号必须附加的设备;近程低速线路末端是终端器(Terminal)T。前端处理机(FEP)和终端控制器(TC)也可以采用比较便宜的小型计算机或微型机来实现。这样的远程联机系统可以认为是计算机和计算机间通信的雏形。

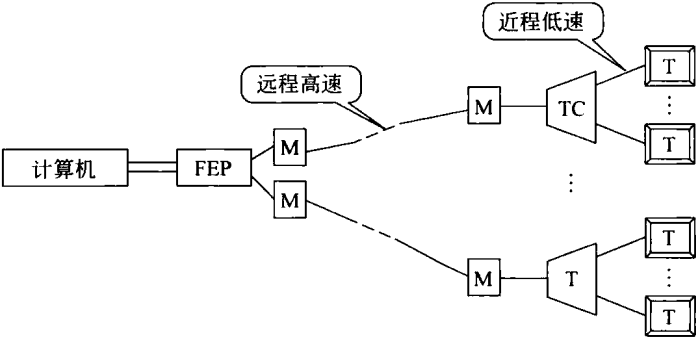


图 1-1 远程联机系统

1.1.2 计算机—计算机网络

第二代计算机网络是多台主计算机通过通信线路互连起来为用户提供服务,即所谓计算机—计算机网络。这类网络是 20 世纪 60 年代后期开始兴起的,它和以单台计算机为中心的远程联机系统的显著区别在于,这里的多台主计算机都具有自主处理能力,它们之间不存在主从关系。这样的多台主计算机互连的网络才是目前通称的计算机网络。在这种系统中,终端和中心计算机间的通信已发展到计算机和计算机间的通信,用单台中心计算机为所有用户需求服务的模式被分散而又互连在一起的多台主计算机共同完成的模式所替代。第二代计算机网络的典型代表是 ARPA 网(ARPAnet)。20 世纪 60 年代后期,美国国防部高级研究计划署(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,以促进对多台主计算机互连网络的研究,最终一个实验性的 4 结点网络开始运行并投入使用。ARPA 网后来扩展到连接数百台计算机,从欧洲到夏威夷,地理范围跨越了半个地球。目前有关计算机网络的许多知识都与 ARPA 网有关,ARPA 网中提出的一些概念和术语至今仍被引用。

ARPA 网中互连的运行用户应用程序的主计算机称为主机(Host)。但主机之间并不是通过直接的通信线路互连,而是通过称为接口报文处理机(Interface Message Processor,