



高等院校计算机教材系列

计算机网络

肖明 主编
石勇 马建华 储朝霞 等编著

为教师配有电子教案



机械工业出版社
China Machine Press

高等院校计算机教材系列

计算机网络

肖明 主编
石勇 马建华 储朝霞 等编著

TP393
SY2



机械工业出版社
China Machine Press

本书全面介绍计算机网络的基础知识和基本技术, 主要包括计算机网络的基本概念、数据通信的基础知识、网络体系结构、网络互连设备、网络操作系统、局域网技术、广域网技术、因特网协议、因特网应用、网络管理、网络安全等内容。

本书注重理论与实践相结合, 在各章开头给出学习要求, 各章正文穿插多篇人物小传、习题精解和知识扩展, 并附有相关习题和实验指导。

本书可以作为普通高等院校信息管理与信息系统、电子商务、管理科学与工程、计算机等专业的教材或者参考书, 也可供从事计算机网络建设、管理和应用的工程技术人员学习参考。

版权所有, 侵权必究。

本书法律顾问 北京市展达律师事务所

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机网络/肖明主编. —北京: 机械工业出版社, 2007. 9

(高等院校计算机教材系列)

ISBN 978-7-111-22191-3

I. 计… II. 肖… 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 (2007) 第128830号

机械工业出版社 (北京市西城区百万庄大街22号 邮政编码 100037)

责任编辑: 朱 劼 王 玉

北京瑞德印刷有限公司印刷 · 新华书店北京发行所发行

2007年9月第1版第1次印刷

184mm × 260mm · 20印张

定价: 30.00元

凡购本书, 如有倒页、脱页、缺页, 由本社发行部调换
本社购书热线: (010) 68326294

前言

计算机网络是计算机技术与通信技术相结合的产物,它对人类进步和社会发展产生了深远影响。随着我国信息技术和信息产业的发展,迫切需要一大批掌握计算机网络和通信技术的专门人才。目前,计算机网络已经受到我国高等院校广大师生的重视和喜爱,被许多专业列为必修课程或者选修课程,这对计算机网络教材的编写提出了更高的要求。遗憾的是,目前市面上所能见到的计算机网络教材大多是面向计算机和通信类专业的教学需要,不能很好地满足信息管理与信息系统、电子商务、管理科学与工程等众多管理类以及其他相近专业的计算机网络课程的教学需要。与计算机和通信类专业相比,管理类专业的计算机网络课程教学在教学内容、教学方法等方面都存在着较大差异。本书正是为了适应我国高等院校管理类专业的计算机网络课程教学需要而编写的。

本书参考学时数为78~90学时(课堂教学为48~60学时,实验教学为30学时)。选用本书的任课教师可以根据实际情况加以取舍,灵活掌握。全书分为11章,分别介绍了计算机网络的基本概念、数据通信基础知识、网络体系结构、网络互连设备、网络操作系统、局域网技术、广域网技术、因特网协议、因特网应用、网络管理和网络安全等内容。学完本书以后,学生应该能够熟练掌握计算机网络的相关知识和技能,为后续相关课程的学习打下坚实基础。

在本书编写过程中,编者充分考虑了管理类专业教育的特点,始终遵循“适用、够用、会用、好用”的编写原则,注重理论与实践相结合,突出先进性和科学性,强调实用性和可操作性。在内容安排上,重点介绍了一些网络技术问题,以帮助学生把握网络技术的现状和发展动态。在体系结构上,尝试做到合理安排、重点突出、难点分散、便于掌握。在写作风格上,力求做到深入浅出、图文并茂,便于自学。此外,本书还运用了大量实例和例题来讲解计算机网络知识,以达到“易读、易懂、易学、易用”的编写目标。

概括而言,本书具有五个特点:

1) 定位准确。本书特别适合作为普通高等院校信息管理与信息系统、电子商务、管理科学与工程、计算机等专业的本科生和研究生教材或者参考书,也可供从事计算机网络建设、管理和应用的工程技术人员学习参考。

2) 内容全面。本书体系完整,内容全面,系统介绍了与计算机网络相关的基础理论和主流技术。

3) 注重实践。本书特别注重计算机网络的实际应用与操作,每章后面都安排了多个相关实验,通过实验来加深学生对教材内容的理解,提升学生的实际动手能力。

4) 方便教学。本书各章开头给出了学习要求,正文中穿插了人物小传、知识扩展和习题精解,各章末尾附有各类习题和实验指导。

5) 资源配套。除主教材以外,本书还配有电子教案,以满足多媒体教学需要,做到易教易学。读者可从华章网站免费下载教学课件、各章案例故事、两套模拟试卷和参考答案以及计算机网络术语和缩略语。

本书初稿由北京师范大学从事计算机网络教学和科研工作的相关人员完成,北京师范大学管理学院的肖明副教授担任主编,石勇、马建华和储朝霞等参与编著。具体分工为:肖明(第1章、第2章),石勇(第3章、第9章、第10章),马建华(第4章、教辅资源),李绍辉(第5章),储朝霞(第6章、案例材料),鲍建樟(第7章),刘明政(第8章),陈颖(第9章),李晓兵(第10章),刘喆、王宇(第11章)。全书由肖明进行统稿和审校。

在本书编写过程中,参考了国内外有关计算机网络的大量教材和资料(见参考文献)。在此,向这些作者表示衷心的感谢。美国纽约州立大学的汪五友博士对本书提出了许多中肯的意见和建议。机械工业出版社华章分社对本书编写工作给予了极大支持。另外,本书部分插图由国家信访局信息中心的王永红工程师制作。北京师范大学管理学院信息管理与信息系统专业的刘锟发、宋义、孙荣冠、李京京、杨亮、周舟等同学帮我创建了与本教材配套的教学网站,并且成功地申请到北京师范大学本科生科研项目“计算机网络立体化课件包的理论与实践研究”。在这里,一并向上述有关人员表示衷心的感谢!

此外,还应该感谢我的家人,他们在过去的一年中给了我无微不至的关怀,不断地激励我克服困难,最终完成了本书的写作。令我特别感动的是我正在上幼儿园小班的儿子,尽管他每天放学回家后总是十分殷勤地帮我“干活”(开机和关机),但他从来不独占我的笔记本电脑,因为他知道晚上是爸爸写书的时间。

由于作者的知识水平和教学经验所限,加之时间仓促,书中难免存在错误和不妥之处,真诚地希望使用本书的广大读者来信批评指正,我的邮箱是:ming_xiao02@sohu.com。

肖 明

2007年夏于北京师范大学管理学院

目 录

前言

第1章 计算机网络概述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阶段1

1.1.2 以通信子网为中心的网络阶段3

1.1.3 开放式标准化网络阶段4

1.1.4 高速智能化网络阶段4

1.2 我国计算机网络的发展5

1.2.1 我国计算机网络发展概述5

1.2.2 金字系列工程5

1.2.3 国内互连网络7

1.3 计算机网络概述9

1.3.1 计算机网络的定义9

1.3.2 计算机网络的功能11

1.3.3 计算机网络的应用12

1.3.4 计算机网络的结构与组成13

1.4 计算机网络的主要类型14

1.4.1 按网络覆盖范围分类14

1.4.2 按网络传输介质分类15

1.4.3 按网络通信方式分类15

1.4.4 按网络通信速率或网络带宽分类15

1.4.5 按网络应用范围分类15

1.4.6 按网络控制方式分类16

1.4.7 按网络拓扑结构分类16

1.4.8 按网络组件功能分类19

1.4.9 其他分类方法19

1.5 练习20

1.6 实验22

第2章 数据通信基础23

2.1 数据通信的基本概念23

2.1.1 数据、信息和信号23

2.1.2 数据通信系统24

2.2 信道及其主要特性27

2.2.1 傅里叶级数27

2.2.2 信道的基本概念27

2.2.3 信道容量28

2.2.4 数据传输方式30

2.3 传输介质33

2.3.1 双绞线33

2.3.2 同轴电缆34

2.3.3 光纤34

2.3.4 无线传输方式35

2.4 数据编码技术36

2.4.1 数字数据的数字信号编码36

2.4.2 数字数据的模拟信号编码37

2.4.3 模拟数据的数字信号编码38

2.4.4 模拟数据的模拟信号调制38

2.5 多路复用技术39

2.5.1 频分多路复用技术39

2.5.2 时分多路复用技术39

2.5.3 波分多路复用技术40

2.5.4 码分多路复用技术41

2.6 数据交换技术42

2.6.1 线路交换42

2.6.2 报文交换42

2.6.3 分组交换43

2.6.4 快速分组交换44

2.7 差错控制技术44

2.7.1 差错控制概述44

2.7.2 常用差错控制编码46

2.8 练习50

2.9 实验53

第3章 计算机网络体系结构55

3.1 计算机网络体系结构概述55

3.1.1 网络体系结构的提出与发展55

3.1.2 网络体系结构的分层原理56

3.1.3 网络体系结构的基本概念57

3.2 计算机网络与通信标准化组织58

3.2.1 国际标准化组织59

3.2.2 国际电信联盟59

3.2.3 因特网体系结构委员会59

3.2.4 国际电子与电气工程师协会	59	4.7 练习	93
3.2.5 其他组织	60	4.8 实验	96
3.3 OSI参考模型	60	第5章 网络操作系统	97
3.3.1 OSI划分层次的原则	60	5.1 网络操作系统概述	97
3.3.2 物理层	61	5.1.1 网络操作系统提供的基本服务	97
3.3.3 数据链路层	62	5.1.2 网络操作系统的基本特征	98
3.3.4 网络层	64	5.2 Windows Server 2003简介	99
3.3.5 传输层	67	5.2.1 Windows Server 2003的组成	100
3.3.6 高层协议	68	5.2.2 Windows Server 2003的网络体系结构	101
3.4 TCP/IP模型	69	5.2.3 Windows Server 2003活动目录管理	102
3.4.1 TCP/IP模型中的各个层次	70	5.2.4 Windows Server 2003文件系统管理	105
3.4.2 TCP/IP模型与OSI参考模型的简单比较	71	5.3 Linux操作系统简介	107
3.5 练习	72	5.3.1 Linux操作系统的组成	108
3.6 实验	74	5.3.2 Linux操作系统的特征	109
第4章 常用网络设备	75	5.3.3 Linux用户与组账号管理	109
4.1 网络接口卡	75	5.3.4 Linux文件系统	112
4.1.1 网络接口卡概述	75	5.3.5 Linux网络文件系统	116
4.1.2 网卡的功能	75	5.4 NetWare操作系统	117
4.1.3 网卡的类型	76	5.4.1 NetWare管理工具	118
4.1.4 网卡的构造	77	5.4.2 NetWare目录服务	119
4.1.5 网卡的工作原理	78	5.4.3 NetWare安全性管理	120
4.1.6 提高网卡性能的技术	78	5.5 练习	124
4.2 中继器与集线器	80	5.6 实验	125
4.2.1 中继器	80	第6章 局域网技术	126
4.2.2 集线器	80	6.1 局域网概述	126
4.3 网桥与以太网交换机	83	6.1.1 局域网的定义与组成	126
4.3.1 网桥	83	6.1.2 局域网的体系结构	127
4.3.2 以太网交换机	84	6.2 局域网的介质访问控制方法	129
4.4 路由器	86	6.2.1 载波侦听多路访问/冲突检测	129
4.4.1 路由器概述	86	6.2.2 令牌环访问控制	130
4.4.2 路由器的工作原理	88	6.2.3 令牌总线访问控制	133
4.4.3 路由器的结构	89	6.3 传统以太网	134
4.4.4 路由器技术的研究与发展	89	6.3.1 以太网的产生和发展	134
4.5 网关	90	6.3.2 以太网的物理层标准	135
4.5.1 网关概述	90	6.3.3 MAC帧格式	136
4.5.2 网关的类型	91	6.3.4 同轴电缆以太网	137
4.6 调制解调器	91	6.3.5 双绞线以太网	138
4.6.1 调制解调器的功能	91	6.3.6 光纤以太网	138
4.6.2 调制解调器的类型	92		
4.6.3 调制解调器的标准	92		

6.3.7 全双工以太网	139	接入	183
6.4 高速局域网	140	7.7 帧中继	184
6.4.1 快速以太网技术	140	7.7.1 帧中继概述	184
6.4.2 千兆位以太网	141	7.7.2 帧中继网的特点	185
6.4.3 万兆位以太网	143	7.7.3 帧中继的业务范围	186
6.4.4 虚拟局域网	144	7.8 异步传输模式	186
6.4.5 光纤分布式数据接口	147	7.8.1 ATM的传输模式	186
6.5 无线局域网	149	7.8.2 ATM的特点	187
6.5.1 无线局域网概述	149	7.8.3 ATM的基本原理	187
6.5.2 无线局域网的主要标准	150	7.8.4 B-ISDN/ATM标准与分层结构	192
6.5.3 无线局域网协议	151	7.9 练习	193
6.6 局域网组网工程	153	7.10 实验	195
6.6.1 局域网规划	153	第8章 TCP/IP主要协议及技术	196
6.6.2 局域网设计	153	8.1 TCP/IP协议概述	196
6.6.3 综合布线系统	154	8.1.1 TCP/IP的起源	196
6.7 练习	156	8.1.2 TCP/IP的作用	197
6.8 实验	159	8.2 网络层协议	197
第7章 广域网技术	160	8.2.1 IP v4	197
7.1 广域网概述	160	8.2.2 下一代网际协议	204
7.2 广域网的帧封装格式	161	8.2.3 因特网的路由选择协议	207
7.2.1 HDLC协议	162	8.2.4 网络信息协议	215
7.2.2 PPP协议	165	8.2.5 组播协议	216
7.3 公共传输系统	166	8.3 传输层协议	217
7.3.1 公共电话交换网	166	8.3.1 传输层概述	217
7.3.2 SONET/SDH光传输系统	167	8.3.2 用户数据报协议	218
7.3.3 ADSL	169	8.3.3 传输控制协议	218
7.3.4 HFC	172	8.4 练习	223
7.3.5 其他宽带接入方法	172	8.5 实验	226
7.4 综合服务数字网	174	第9章 因特网主要应用	227
7.4.1 ISDN概念	174	9.1 域名服务	227
7.4.2 ISDN的网络结构与功能	175	9.1.1 DNS概述	227
7.5 数字数据网	176	9.1.2 域名解析	229
7.5.1 DDN概述	176	9.2 远程登录	231
7.5.2 DDN的组成及网络结构	177	9.2.1 远程登录概述	231
7.5.3 用户接入DDN的方式	179	9.2.2 Telnet协议	231
7.5.4 DDN网络的业务功能	179	9.2.3 Telnet工作原理	231
7.6 X.25分组交换网	179	9.2.4 网络虚拟终端	232
7.6.1 X.25分组交换网概述	180	9.2.5 Telnet选项协商	232
7.6.2 X.25分层	180	9.3 电子邮件	233
7.6.3 X.25分组交换网的主要特点	182	9.3.1 电子邮件概述	233
7.6.4 X.25分组交换网的组成与用户		9.3.2 电子邮件的相关协议	235

9.4 文件传输	237	10.2.4 数据加密产品简介	266
9.4.1 文件传输概述	237	10.2.5 数据加密技术的主要应用	267
9.4.2 FTP命令	239	10.3 身份认证与访问控制	268
9.5 万维网	239	10.4 防火墙技术	269
9.5.1 万维网概述	239	10.4.1 防火墙概述	269
9.5.2 HTTP协议	240	10.4.2 防火墙的主要类型	270
9.5.3 WWW工作语言	242	10.4.3 防火墙的体系结构	272
9.5.4 WWW交互式动态页面开发技术	243	10.5 入侵检测技术	273
9.6 即时通信服务	244	10.5.1 入侵检测技术概述	273
9.6.1 因特网即时通信软件	244	10.5.2 入侵检测技术的发展	276
9.6.2 局域网即时通信软件	246	10.6 练习	277
9.7 IP电话	246	10.7 实验	279
9.7.1 IP电话简介	246	第11章 网络管理	280
9.7.2 IP电话的传送方式	247	11.1 网络管理概述	280
9.7.3 IP电话的应用	247	11.1.1 网络管理的基本要求	280
9.8 其他应用	248	11.1.2 网络管理的功能	280
9.8.1 代理服务	248	11.1.3 网络管理系统	282
9.8.2 网络新闻组	248	11.1.4 网络管理标准	284
9.8.3 电子公告板	249	11.2 网络管理协议	285
9.8.4 菜单式信息查询工具	249	11.2.1 简单网络管理协议	286
9.8.5 广域信息服务	249	11.2.2 公共管理信息协议	290
9.8.6 自动标题搜索服务	249	11.2.3 RMON规范	291
9.8.7 网络电视	250	11.3 网络管理系统软件	293
9.8.8 宽带网络应用新业务	250	11.3.1 网络管理系统软件概述	293
9.9 练习	251	11.3.2 流行的网络管理系统软件	293
9.10 实验	252	11.4 网络管理的发展趋势	296
第10章 网络安全	254	11.4.1 网络管理层次化	296
10.1 计算机网络安全概述	254	11.4.2 网络管理集成化	297
10.1.1 网络安全基本概念	254	11.4.3 网络管理Web化	298
10.1.2 网络安全漏洞与威胁	257	11.4.4 网络管理智能化	298
10.1.3 信息安全评价标准	258	11.5 网络维护和故障处理	299
10.1.4 我国信息安全保护制度	259	11.5.1 网络维护	299
10.2 数据加密技术	260	11.5.2 网络故障	301
10.2.1 数据加密理论基础	261	11.6 练习	302
10.2.2 数据加密的概念	263	11.7 实验	306
10.2.3 数据加密算法	264	参考文献	307

第1章 计算机网络概述

内容导读

本章将介绍计算机网络的基本知识,包括计算机网络的主流定义、发展历史、基本构成、主要功能、拓扑结构等内容。在学习完本章内容以后,读者应该能够对计算机网络的整体概况有所了解,为后续学习打下基础。

1. 重点难点

本章重点为:①了解计算机网络的基本含义;②分清单机系统、分时多用户系统、远程终端访问系统与计算机网络系统的区别;③从不同角度对计算机网络进行分类。

本章难点为:①计算机网络的拓扑结构;②计算机网络的组成要素;③几代计算机网络的不同技术;④计算机网络的不同分类。

2. 学习目标

本章学习目标包括:①掌握计算机网络的基本概念;②了解计算机网络的结构与组成;③掌握计算机网络拓扑概念;④联系日常生活中的所接触的网络,理解计算机网络的不同分类,并弄清楚所接触的网络有何功能,从不同角度认识计算机网络;⑤了解计算机网络的主要应用。

目前,计算机网络伴随着计算机的应用已成为人们工作、学习、生活中不可缺少的一部分,它也成为当今世界的一大热门研究课题,信息基础设施的建设和网络化程度已成为衡量一个国家的综合国力、科技水平、现代化水平的重要标志。身处21世纪的今天,我们已经无法想象如果没有计算机网络,世界将会变成什么样子。

1.1 计算机网络的形成与发展

计算机网络是计算机技术与通信技术相结合的产物。随着计算机技术和通信技术的不断发展,计算机网络也经历了从简单到复杂,从单机到多机的发展历程,其发展过程大致可以细分为以下四个阶段。

1.1.1 面向终端的计算机网络阶段

20世纪50~60年代,计算机网络进入到面向终端的阶段,其特点是以主机为中心,通过计算机实现与远程终端的数据通信。

1. 使用线路控制器的计算机网络

早期计算机网络的主要形式是将一台计算机经通信线路与若干终端直接相连,实现了计算机技术与通信技术的结合。当计算机在和远程终端相连时,必须在计算机上安装一个叫做线路控制器(line controller)的设备,同时还要在线路的两端各安装一台调制解调器(如图1-1所示)。这主要是因为电话线路本来是用于传送模拟的语音信号而设计的,它不适合传送计算机的数字信号,使用调制解调器的主要作用就是把计算机或者终端的数字信号转换成可以在电话线路上传送的模拟信号,同时将从电话线路上接收到的模拟信号转换成计算机或者终端可以处理的数字信号。

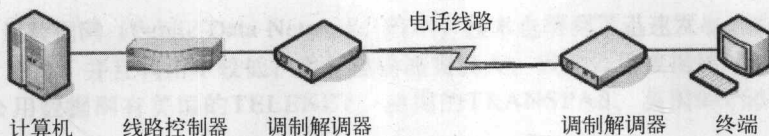


图1-1 使用线路控制器的计算机网络

最早的线路控制器只能通过一条通信线路和一个远程的终端互连，随着远程终端数量的增加，为了避免一台计算机使用多个线路控制器，20世纪60年代初出现了多重线路控制器 (multiline controller)。通过多重线路控制器，一台计算机可以通过公用电话网与多个终端相连 (如图1-2所示)。

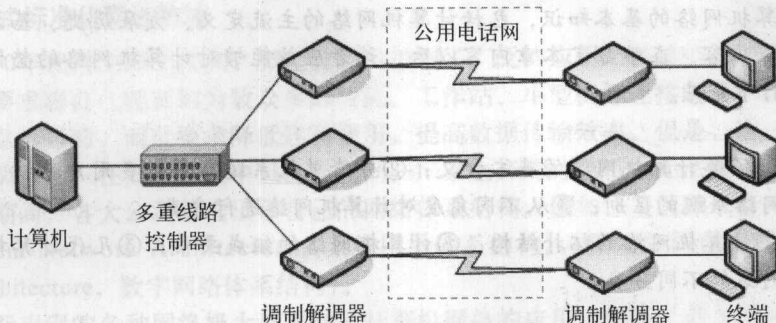


图1-2 使用多重线路控制器的计算机网络

2. 使用前端处理机的计算机网络

随着网络的出现和应用，人们逐渐发现计算机在非数值处理方面的应用远比纯粹的科学计算广泛得多。但是，多重线路控制器严重限制了网络中用户数量的增加，每当增加一个新用户时，都需要对多重线路控制器进行软件和硬件的重新配置，还需要重新编写程序。另外，多重线路控制器和线路控制器要占用大量的计算机资源，使计算机的额外开销大大增加。因此，人们又研制出了前端处理机 (Front End Processor, FEP, 简称为前端机)，并将它安置在主计算机与通信线路之间。前端机可以完成全部通信任务，将计算机解放出来专门负责数据处理，从而减轻了计算机的额外开销 (如图1-3所示)。

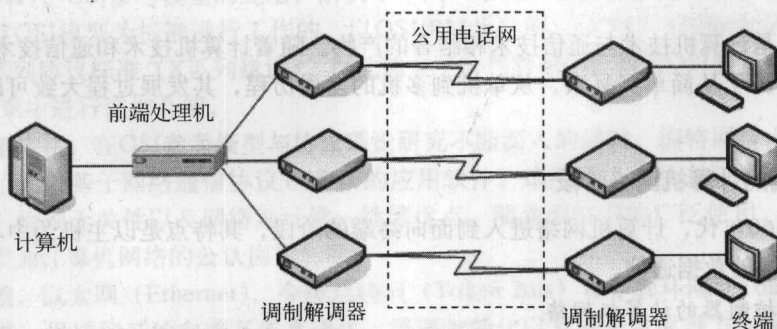


图1-3 使用前端处理机的计算机网络

3. 使用集中器的计算机网络

随着远程终端数量的不断增加，通信费用也随之增加。为了节约通信费用，可在远程终端密集的地方设置多路器或者集中器 (concentrator)，组成终端群—低速通信线路—集中器—高速通信线路—前端机—主计算机结构 (如图1-4所示)。集中器和前端机的功能相似，它也是一种通信处理机，其一端用多条低速率线路与各终端相连，另一端则用一条高速率线路与计算机相连。如果一些终

端处于闲置状态, 集中器可以利用由此而产生的空闲时间来传送其他处于工作状态终端的数据, 明显降低通信线路的费用。另外, 由于集中器距离终端较近, 所以在集中器与终端之间可以不再放置调制解调器。

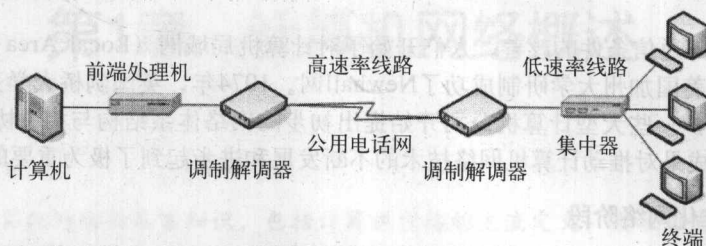


图1-4 使用集中器的计算机网络

线路控制器、前端机和集中器的使用, 标志着第一代计算机网络的问世。显然, 第一代计算机网络的结构和工作方式都非常简单, 但是其中的许多网络至今仍在使用。以主机为中心, 实现计算机远程终端的数据通信是这一阶段网络发展的主要特征, 分时访问这一技术直到今天还在大量应用。中央服务器的性能和运算速度决定终端用户的数量。

1.1.2 以通信子网为中心的网络阶段

计算机网络发展的第二个阶段是以通信子网为中心的网络阶段 (又称为“计算机-计算机网络阶段”), 它是在20世纪60年代中期发展起来的。其特征是由若干台计算机相互连接成一个系统, 即利用通信线路将多台计算机连接起来, 实现了计算机与计算机之间的通信。

为了在各主机系统之间进行信息传输, 人们使用了一个功能简单的计算机来处理终端设备的通信信息和控制通信线路, 以此来实现“计算机-计算机”之间的信息交流。这一阶段最为引人注目的成果即是ARPANET, 该网络是一个以实现资源共享为目的的典型计算机-计算机网络。

在ARPANET中运行应用程序的计算机称为主机 (Host), 它们之间利用接口信息处理机 (Interface Message Processor, IMP) 和高速通信线路相连。每一主机下可以挂接多个终端, 各终端用户共享本地主机的资源, 当然也可共享其他远程主机的部分资源。同时, 终端用户之间基于IMP也可相互进行通信, 此时, IMP具有报文的存储与转发, 以及路由选择的功能。在现在的网络中, IMP一般由路由器或网关来代替。在如图1-5所示的结构中, 各设备的功能比较独立, 还可以进一步细分成通信子网和资源子网。IMP和通信线路以及其他通信设备一起构成了通信子网, 负责整个网络的通信控制和管理。

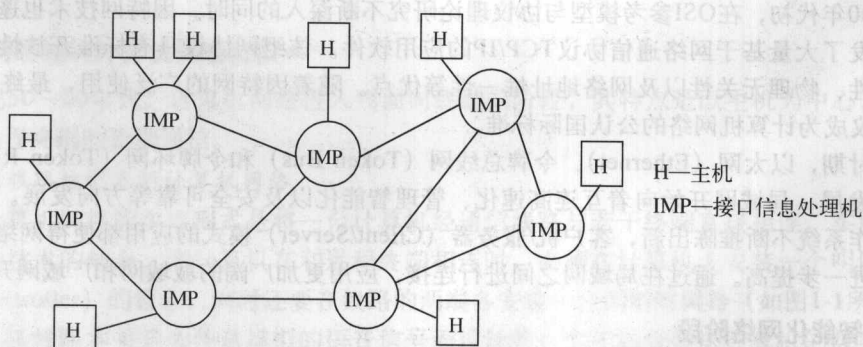


图1-5 ARPANET的组成示意图

由于ARPANET显示了计算机网络的优越性, 因此许多国家纷纷组建了较大规模的网络, 如美国的CYBERNET网络、欧洲情报网 (EIN)、英国国家物理研究所的NPL网络等。

这一时期,公用数据网(Public Data Network, PDN)技术也得到了迅速发展。由于分散的通信子网的建设造价高昂,并且利用率较低,重复建设浪费极大,因此公用数据网的出现解决了这一问题。典型的公用数据网有美国的TELENET、法国的TRANSPAS、英国的PSS和加拿大的DATAPAC等。

随着计算机外部通信条件的改善,人们开始了对计算机局域网(Local Area Network, LAN)的研究。1972年,美国加州大学研制成功了Newhall网。1974年,英国剑桥大学开发出Cambridge Ring网。与此同时,一些大型计算机公司开始提出初步的网络体系结构与相关协议。计算机网络第二阶段所取得的成果对推动计算机网络技术的不断发展和进步起到了极为重要的作用。

1.1.3 开放式标准化网络阶段

20世纪70年代末至80年代初,微型计算机得到了广泛的应用,各单位为了适应办公自动化的需要,迫切要求将自己拥有的为数众多的微机、工作站、小型机等连接起来,以达到资源共享和相互传递信息的目的,而且要求降低连网费用,提高数据传输效率。但是,这一时期计算机之间的组网是有条件的,在同一网络中只能存在同一厂家生产的计算机,无法接入其他厂家生产的计算机。在此期间,各大公司都推出了自己的网络体系结构。例如,美国IBM公司在1974年公布了SNA(System Network Architecture, 系统网络体系结构),DEC公司也推出了DNA(Digital Network Architecture, 数字网络体系结构)。

尽管不断出现的各种网络极大地推动了计算机网络的应用,但是,众多不同的专用网络体系标准给不同网络间的互连带来了很大的不便。鉴于这种情况,国际标准化组织(International Organization for Standardization, ISO)于1977年成立了专门机构,从事“开放系统互连”问题的研究,目的是设计一个标准的网络体系模型。1984年,ISO颁布了“开放系统互连基本参考模型”(Open System Interconnection Reference Model, OSI/RM)。OSI参考模型很快得到了国际上的认可,并且被许多厂商接受,由此计算机网络开始走向开放式标准化道路,同时也标志着计算机网络的发展步入了成熟阶段。

开放系统互连参考模型是一个能在世界范围内将计算机互连成网的标准框架,该模型共分为七层,从下到上依次是物理层(physical layer)、数据链路层(data link layer)、网络层(network layer)、传输层(transport layer)、会话层(session layer)、表示层(presentation layer)和应用层(application layer)。OSI参考模型的提出,解决了不同厂家生产的计算机之间的互连问题。现代计算机网络便是以OSI模型为标准进行工作的。以OSI/RM为参照,CCITT(国际电话电报咨询委员会)开发了一系列协议标准(X系列建议),据此建立了公用数据网。有关OSI参考模型的详细内容将在本书的第3章中进行详细介绍。

20世纪80年代初,在OSI参考模型与协议理论研究不断深入的同时,因特网技术也蓬勃发展起来,人们开发了大量基于网络通信协议TCP/IP的应用软件。该组网协议具有标准开放性、网络环境相对独立性、物理无关性以及网络地址惟一性等优点。随着因特网的广泛使用,最终TCP/IP参考模型与协议成为计算机网络的公认国际标准。

在这一时期,以太网(Ethernet)、令牌总线网(Token Bus)和令牌环网(Token Ring)取得了突破性的发展,局域网开始向着互连高速化、管理智能化以及安全可靠等方向发展。传输介质和局域网操作系统不断推陈出新,客户机/服务器(Client/Server)模式的应用都使得网络信息服务的功能得到进一步提高。通过在局域网之间进行连接,应用更加广阔的城域网和广域网开始出现。

1.1.4 高速智能化网络阶段

20世纪90年代以后,随着数字通信的出现,计算机网络进入到第四个发展阶段,其主要特征是综合化、高速化、智能化和全球化。

- **综合化** 综合化是指采用交换的数据传送方式将多种业务综合到一个网络中完成。例如,人们一直在使用一种与计算机网络很不相同的电话网传送语音信息,但是,现在已经可以将多

种业务,如语音、数据、图像等信息以二进制代码的数字形式综合到一个网络之中进行传送。

- **高速化** 网络的高速化在近年来显得非常突出。随着通信技术(特别是光纤通信技术)的发展,计算机网络技术得到了迅猛的发展。光纤作为一种高速率、高带宽、高可靠性的传输介质,在各国的信息基础建设中使用越来越广泛,这为建立高速网络奠定了基础。千兆位乃至万兆位传输速率的以太网已经被越来越多地用于局域网和城域网中,而基于光纤的广域网链路的主干带宽也已达10 Gb/s数量级。以太网速率在短短的十几年间也从最初的10 Mb/s,发展到后来的100 Mb/s、1000 Mb/s,现在10000 Mb/s的万兆以太网也得到了广泛应用。

- **智能化** 网络带宽的不断增加更加刺激了网络应用的多样化和复杂化,多媒体应用在计算机网络中所占的份额越来越高。同时,用户不仅对网络的传输带宽提出越来越高的要求,对网络的可靠性、安全性和可用性等也提出了新的要求。为了向用户提供更高的网络服务质量,网络管理也逐渐进入了智能化阶段,网络的配置管理、故障管理、计费管理、性能管理和安全管理等网络管理任务都可以通过智能化程度很高的网络管理软件来实现。由此,计算机网络进入了高速、智能化的发展阶段。

- **全球化** 网络的全球化将地球变得更像一个“村落”,它将人类彼此之间的联系变得更为紧密。宽带综合业务数据网、帧中继、ATM、高速局域网,甚至虚拟网络的出现标志着网络高速地蓬勃发展。能够进行动态网络资源分配和通信业务自适应能力的智能化网络(Intelligent Network)已经进入了人们的研究视线。电子商务、远程教育、远程医疗等个性化的网络服务成为了新的经济增长点。网络的发展对人们生活的改变正悄然而至。学习网络的发展史可以更好地了解网络、认识网络,为今后网络知识的系统学习打下良好的基础。

1.2 我国计算机网络的发展

本节将根据中国互联网络信息中心(简称CNNIC)以及其他权威部门发布的相关资料,简要介绍我国计算机网络(特别是因特网)的发展概况。

1.2.1 我国计算机网络发展概述

我国计算机网络起步得相对晚一些,其发展历程大体上可以细分成以下三个阶段。第一阶段(1986~1993年)是研究试验阶段。在此期间,中国的一些科研部门和高等院校开始研究因特网联网技术,并且开展相关科研课题和科技合作,但网络应用仅限于小范围内的电子邮件等服务。第二阶段(1994~1996年)是起步阶段。1994年4月,中关村地区教育与科研示范网络工程进入互联网,实现和因特网的TCP/IP连接,从而开通了因特网全功能服务。从此,中国被国际上正式承认有互联网的国家。此后,CHINANET、CERNET、CSTNET、CHINAGBN等多个互联网络项目在全国范围相继启动,互联网开始进入公众生活,并在中国得到了迅速发展。第三阶段(从1997年至今)是快速增长阶段。国内互联网用户数在1997年以后基本保持每半年翻一番的增长速度。目前,中国有10多家具有独立国际出入口线路的互联网骨干单位,全国共有数百家网络接入服务提供商(ISP)。

目前,中国计算机网络得到了飞速发展,适应不同行业的专用网络开始组建和运行,并且实施了一系列以“金”字开头的国家工程。

1.2.2 金字系列工程

1993年底,我国正式启动了国民经济信息化的起步工程——“三金工程”,即金桥工程、金关工程、金卡工程。此后,“金字工程”的数量也在不断增加,并在各行各业中发挥着非常重要的作用。2002年,国务院17号文件中正式提出“加快十二个重要业务系统建设:继续完善已取得初步成效的办公业务资源系统、金关、金税和金融监管(含金卡)四个工程”,“启动和加快建设宏观经济管理、金财、金盾和金审、社会保障、金农、金质、金水等八业务系统工程建设”,业界称之为

为“十二金”工程。所谓“十二金”工程，实质上是指我国电子政务重点推进的12个业务系统。下面简要介绍我国已经实施或者正在实施的一些有代表性的金字工程。

- **金桥工程** 金桥工程属于信息化的基础设施建设，是中国信息高速公路的主体。金桥网是国家经济信息网，它以光纤、微波、程控、卫星、无线移动等多种方式形成空、地一体的网络结构，建立起国家公用信息平台。其目标是：覆盖全国，与国务院部委专用网相连，并与31个省、市、自治区及500个中心城市、1.2万个大中型企业、100个计划单列的重要企业集团以及国家重点工程连接，最终形成电子信息高速公路大干线，并与全球信息高速公路互连。
- **金关工程** 金关工程即国家经济贸易信息网络工程，可延伸到用计算机对整个国家的物资市场流动实施高效管理。它还将对外贸企业的信息系统实行连网，推广电子数据交换（EDI）业务，通过网络交换信息取代磁介质信息，消除进出口统计不及时、不准确，以及在许可证、产地证、税额、收汇结汇、出口退税等方面存在的弊端，以达到减少损失、实现通关自动化、与国际EDI通关业务接轨的目的。
- **金卡工程** 金卡工程也叫电子货币工程，是为实现电子货币的大范围流通而实施的社会化系统工程。金卡工程可以实现全国连网，出差旅游不必带过多的现金，只要带一张银行卡就可到任何一家连网的银行或自动取款机上取款。实施“金卡工程”，对于国家、银行、商店，乃至个人都有重大意义。金卡工程是1993年6月由江泽民总书记亲自倡导实施的、以电子货币应用为重点启动的各类卡基应用系统工程，它是一项跨部门、跨地区、跨世纪的庞大社会系统工程，计划在3亿城市人口中推广普及金融交易卡，实现支付手段革命性变化，进入电子货币时代，并逐步将信用卡发展成为个人与社会的全面信息凭证。
- **金盾工程** 金盾工程即公安通信网络与计算机信息系统建设工程，其目的是实现以全国犯罪信息中心（CCIC）为核心，以各项公安业务应用为基础的信息共享和综合利用，为各项公安工作提供强有力的信息支持。总体工程建议由公安部于1998年提出，计划在5年内完成，分两期进行建设。其中，金盾工程一期（1999~2002年）的主要任务是建设好一、二、三级信息通信网络以及大部分应用数据库和共享平台等工程。金盾工程二期（2002~2004年）的主要任务是完善三级网及延伸终端建设，全面完成基础研究部门所需要的应用系统。
- **金农工程** 金农工程即农业综合管理及服务信息化系统，它包括三部分：①农业生产者、农产品市场和最终用户的信息网络系统建设，它将使农业从无序化走向有序化，减少农业的风险。②农业保证系统和农业服务体系信息化建设，如农业专家系统、农业生产资料信息系统、动力供应信息系统、气象信息咨询系统、农业保险体系和农业综合预测系统等。③建立生物生长信息数据库，指导农民和技术人员进行田间管理，饲养家畜家禽，防治病虫害等，使农业走向高效、优质、高产、低成本，走向产业化、信息化。
- **金水工程** 金水工程又称国家防汛指挥系统工程，从“九五”期间开始实施，今后一定时期内还会继续向纵深方向发展，计划搭建一个先进、实用、高效、可靠并且具有国际先进水平的国家防汛抗旱指挥系统。金水系统将覆盖7大江河重点防洪地区和易旱地区，能为各级防汛抗旱部门及时、准确地提供各类防汛抗旱信息，并能较准确地做出降雨、洪水和旱情的预测，为防洪抗旱调度决策和指挥抢险救灾提供有力的技术支持和科学依据。
- **金旅工程** 金旅工程由两个基本部分组成，一是政府旅游管理电子化，利用现代化技术手段管理旅游业；二是利用网络技术发展旅游电子商务，与国际接轨。总的目标是最大限度地整合国内外旅游信息资源，力争建设和完善政府系统办公自动化网络和面向旅游市场的电子商务系统。
- **金审工程** 金审工程是审计信息化建设项目的简称，属于国家确定加快建设的六个业务系统建设工程项目之一，是国家电子政务一期工程的重要组成部分。金审工程的主要任务包括应用系统建设、局域网建设、安全系统建设、标准规范建设、人员培训等。金审工程的建成将是审计领域的一场革命，必将使审计手段发生一些重大变革。

- **金保工程** 金保工程是全国劳动保障信息系统的总称,可以用“一二三四”来加以概括,即一个工程,二大系统,三层结构,四大功能。也就是说,在全国范围内建立一个统一、高效、简便、实用的劳动和社会保障信息系统,包括社会保险和劳动力市场两大主要系统,由市、省、中央三层数据分布和网络管理结构组成,具备业务经办、公共服务、基金监管、决策支持四大功能。
- **金质工程** 金质工程是国家电子政务建设的重要组成部分,是我国电子政务建设中的12个重点应用系统之一,其建设内容可以用“一网一库三系统”的建设来概括,即建设质检业务监督管理系统、质检业务申报审批系统、质检信息服务系统,建设质检业务数据库群,建设软硬件及网络平台。
- **金财工程** 金财工程即政府财政管理信息系统(简称GFMIS),它由两大部分组成:一是财政业务应用系统;二是覆盖全国各级财政管理部门和财政资金使用部门的信息网络系统。金财工程由财政部牵头,有关部门配合,预计在2008年全面完成。
- **金宏工程** 金宏工程是指国民经济宏观决策支持系统工程,其目标是建立地方经济运行数据库,为党政领导的宏观经济决策提供及时、准确、完备的经济信息。
- **金贸工程** 金贸工程是将对外贸易部以及外贸业务相关的海关总署、中国银行、国家税务总局、商检局、外汇管理局、国家统计局和远洋运输公司等众多专用网实行连网,用电子数据交换手段实现国内外贸易信息化的系统工程。在外贸和海关系统建立电子数据交换网,实现出口退税、配额许可证、进出口收汇结汇等与国际接轨,提高外经外贸领域的工作效率,方便进出口商品流通。
- **金信工程** 金信工程是工商系统信息化建设的一项系统工程,主要是为了在全系统内建设企业信用监管体系。金信工程的重点是完善企业信息网络,为实施有效的监管提供有力的技术保障;按照企业信用监管指标体系和实施分类管理的要求,在全国范围内统一指挥体系,统一技术标准,建立统一的信用监管平台,通过连网,实现资源共享,进一步提高企业的信用监管功能。
- **金智工程** 金智工程是指与教育科研有关的网络工程,其主体部分是1994年12月由国家计委正式批复立项实施的“中国教育和科研计算机网示范工程”(即CERNET)。CERNET由教育部主持,清华大学、北京大学、上海交通大学等10所高校承担建设任务,包括全国主干网、地区网和校园网三级网络层次结构,网络中心设在清华大学。金智工程的最终目的是实现世界范围内的资源共享、科学计算、学术交流和科技合作。

此外,从20世纪80年代起,为了适应信息技术的发展,国内许多科研院所、企事业单位和政府机关纷纷组织了内部局域网,以实现各行各业管理的现代化和办公自动化。

1.2.3 国内互连网络

从20世纪90年代开始,中国陆续建造了若干基于因特网技术并且可以与因特网互连的全国公用计算机网络。本节将主要介绍我国的10多家网络运营商。其中,中国科学技术网、中国教育和科研计算机网、中国国际经济贸易互联网和中国长城互联网属于非营利单位。

1. 中国公用计算机互联网

中国公用计算机互联网(CHINANET,即中国电信网,通常称为163网)是由原邮电部(现更名为信息产业部)组织建设和管理的。原邮电部与美国Sprint Link公司在1994年签署因特网互连协议,开始在北京、上海两个电信局进行因特网网络互连工程。目前,CHINANET在北京和上海分别有两条专线,作为国际出口。CHINANET由骨干网和接入网组成。骨干网是CHINANET的主要信息通路,连接各直辖市和省会网络接点。接入网是又各省内建设的网络结点形成的网络。

2. 中国科学技术网

中国科学技术网(China Science and Technology Network, CSTNET)是在中关村地区教育与

科研示范网和中国科学院计算机网络的基础上建设和发展起来的覆盖全国的大型计算机网络,是我国最早建设并获国家承认的具有国际信道出口的中国四大互连网络之一。

中国科学技术网为非盈利、公益性的网络,也是国家知识创新工程的基础设施,主要为科技界、科技管理部门、政府部门和高新技术企业服务。中国科学技术网的服务主要包括网络通信服务、域名注册服务、信息资源服务和超级计算服务。中国科学技术网上的科技信息资源有科学数据库、中国科普博览、科技成果、科技管理、技术资料、农业资源和文献情报等。

3. 中国教育和科研计算机网

中国教育和科研计算机网(China Education and Research Network, CERNET)是由国家投资建设、教育部负责管理、清华大学等高校承担建设和管理运行的全国性教育和科研计算机互连网络。

CERNET是我国第一个完全依靠我国科技人员设计、建设和运行的全国性计算机网络,它主要面向教育和科研单位,是全国最大的公益性互连网络。CERNET的目标是建设一个全国性的教育科研基础设施,利用先进实用的计算机技术和网络通信技术,把全国大部分高等院校和有条件的中学连接起来,改善教育环境,提供资源共享,推动我国教育和科研事业的发展。

4. 中国金桥信息网

中国金桥信息网(CHINAGBN)简称金桥网,是国家公用经济信息通信网。它是国民经济信息化的基础设施,是国务院授权的几大互连网络之一。CHINAGBN始建于1994年,1996年9月正式开通。它同样是覆盖全国,实行国际连网,并为用户提供专用信道、网络服务和信息服务的骨干网。

CHINAGBN实行天地一网,即天上卫星网和地面光纤网互连互通,互为备用,可覆盖全国各省市和自治区。金桥网是建立在金桥工程的业务网,支持金关、金税、金卡等“金”字头工程的应用。

5. 中国联通互联网

中国联通互联网(UNTNET)是经国务院批准直接进行国际连网的经营性网络。2000年9月,中国联通公用计算机互联网正式开通,它采用ATM+IP的组网模式,以ATM信元交换为核心,是一个具有电信级安全可靠保证的运营网络。目前,中国联通互联网已开通拨号上网、宽带接入、互联网专线、CDMA无线上网等多种上网方式,以满足用户的多种上网需要。

6. 中国网通公用互联网

中国网通公用互联网(CNCNET)是1999年由中国网络通信有限公司承建和运营的中国网通宽带高速互联网,也是我国率先应用IP/DWDM技术建设的大型高速宽带网络。CNCNET将承载包括语音、数据、视频等在内的综合业务及增值服务,并实现各种业务网络的无缝连接。同时,CNCNET还提供Internet新技术、新应用的研究与试验环境,已成为新一代的开放电信平台。

7. 中国移动互联网

中国移动互联网(CMNET)是一个以移动光纤传输骨干网为传输平台的全国性电信基础网络,它以宽带IP为技术核心,同时提供语音、传真、数据、图像、多媒体等服务。CMNET从网络结构上可分为骨干网和省网。CMNET以IP over DWDM为核心技术,在2000年10月底覆盖了全国所有省市。CMNET向所有用户提供IP电话、电子邮件、Web、FTP、WAP、电子商务等多种业务。

8. 中国长城互联网

中国长城互联网(简称CGWNET)是2000年1月成立的公益性互连网络,目前正在建设中。它拥有独立的广域骨干网络,建设规模大,安全保障好,技术力量强。

CGWNET为教育科研、医疗卫生和新闻媒体等用户提供中国长城专线、中国长城宽带、中国长城163等接入服务,同时还提供域名注册、远程教育、电子邮件、视频点播、在线游戏、网络广告等多项业务。