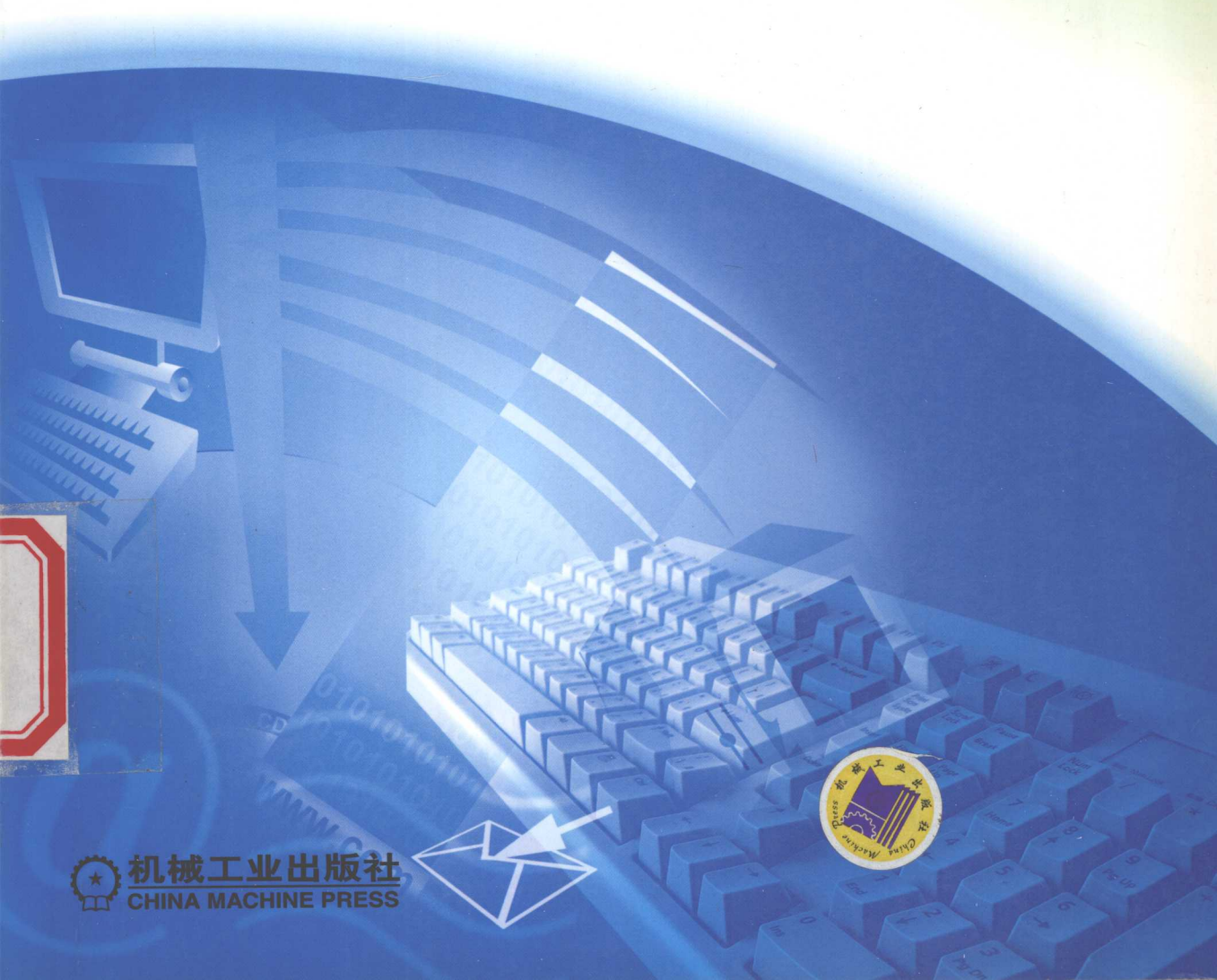




普通高等教育规划教材

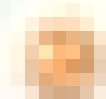
计算机网络

袁宗福 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS





普通高等教育规划教材

计算机网络

黄家骥 主编



普通高等教育规划教材

计 算 机 网 络

主 编 袁宗福
副主编 龚小红
参 编 胡忠望
主 审 詹永照



机 械 工 业 出 版 社

本书介绍了计算机网络的基本理论和基本知识、局域网和广域网技术、网络互连和 Internet 以及计算机网络安全技术,并以具体实例介绍了交换机和路由器的基本操作和配置过程。本书注重实际应用和基础理论结合,并反映计算机网络的新技术。

本书是普通高等教育应用型本科计算机专业规划教材,同时也适合作为普通高等学校其他相关专业的计算机网络课程教材,也可供从事计算机网络与通信技术研究开发的工程技术人员和自考学生参考。

袁宗福 主编
王小东 主 编
饶 薇 参 审
李 妍 审 主

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络/袁宗福主编. —北京:机械工业出版社, 2004.6
普通高等教育规划教材
ISBN 7-111-14338-8

I. 计... II. 袁... 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 033346 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
策划编辑:王小东 责任编辑:马军平 版式设计:霍永明
封面设计:饶 薇 责任校对:刘志文 责任印制:李 妍
北京蓝海印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2004 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·15.5 印张·382 千字

定价:22.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010) 68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

普通高等教育应用型人才培养规划教材

编审委员会名单

主 任：刘国荣 湖南工程学院

副主任：左健民 南京工程学院

陈力华 上海工程技术大学

鲍 泓 北京联合大学

王文斌 机械工业出版社

委 员：（按姓氏笔画排序）

刘向东 华北航天工业学院

任淑淳 上海应用技术学院

何一鸣 常州工学院

陈文哲 福建工程学院

陈 峻 扬州大学

苏 群 黑龙江工程学院

娄炳林 湖南工程学院

梁景凯 哈尔滨工业大学（威海）

童幸生 江汉大学

计算机科学与技术专业分委员会名单

单各会员委审审

主任：黄陈蓉 南京工程学院

副主任：吴永昶 上海应用技术学院

委员：(按姓氏笔画排序)

汤惟 江汉大学

沈洁 扬州大学

陈文强 福建工程学院

肖建华 湖南工程学院

邵祖华 浙江科技学院

靳敏 黑龙江工程学院

李依常 湖南工程学院

李野 湖南工程学院

李野 湖南工程学院

李野 湖南工程学院

李野 湖南工程学院

(表列) 李野 湖南工程学院

李野 湖南工程学院

序

工程科学技术在推动人类文明的进步中一直起着发动机的作用。随着知识经济时代的到来,科学技术突飞猛进,国际竞争日趋激烈。特别是随着经济全球化发展和我国加入 WTO,世界制造业将逐步向我国转移。有人认为,我国将成为世界的“制造中心”。有鉴于此,工程教育的发展也因此面临着新的机遇和挑战。

迄今为止,我国高等工程教育已为经济战线培养了数百万专门人才,为经济的发展作出了巨大的贡献。但据 IMD1998 年的调查,我国“人才市场上是否有充足的合格工程师”指标排名世界第 36 位,与我国科技人员总数排名世界第一形成很大的反差。这说明符合企业需要的工程技术人员特别是工程应用型技术人才市场供给不足。在此形势下,国家教育部近年来批准组建了一批以培养工程应用型本科人才为主的高等院校,并于 2001、2002 年两次举办了“应用型本科人才培养模式研讨会”,对工程应用型本科教育的办学思想和发展定位作了初步探讨。本系列教材就是在这种形势下组织编写的,以适应经济、社会发展对工程教育的新要求,满足高素质、强能力的工程应用型本科人才培养的需要。

航天工程先驱、美国加州理工学院的马·卡门教授有句名言:“科学家研究已有的世界,工程师创造未有的世界。”科学在于探索客观世界中存在的客观规律,所以科学强调分析,强调结论的惟一性。工程是人们综合应用科学(包括自然科学、技术科学和社会科学)理论和技术手段去改造客观世界的实践活动,所以它强调综合,强调方案优缺点的比较并做出论证和判断。这就是科学与工程的主要不同之处。这也就要求我们对工程应用型人才的培养和对科学研究型人才的培养应实施不同的培养方案,采用不同的培养模式,采用具有不同特点的教材。然而,我国目前的工程教育没有注意到这一点,而是:①过分侧重工程科学(分析)方面,轻视了工程实际训练方面,重理论,轻实践,没有足够的工程实践训练,工程教育的“学术化”倾向形成了“课题训练”的偏软现象,导致学生动手能力差。②人才培养模式、规格比较单一,课程结构不合理,知识面过窄,导致知识结构单一,所学知识中有一些内容已陈旧,交叉学科、信息学科的内容知之甚少,人文社会科学知识薄弱,学生创新能力不强。③教材单一,注重工程的科学分析,轻视工程实践能力的培养;注重理论知识的传授,轻视学生个性特别是创新精神的培养;注重教材的系统性和完整性,造成课程方面的相互重复、脱节等现象;缺乏工程应用背景,存在内容陈旧的现象。④老师缺乏工程实践经验,自身缺乏“工程训练”。⑤工程教育在实践中与经济、产业的联系不密切。要使我国工程教育适应经济、社会的发展,培养更多优秀的工程技术人员,我们必须努力改革。

组织编写本套系列教材,目的在于改革传统的高等工程教育教材,建设一套富有特色、有利于应用型人才培养的本科教材,满足工程应用型人才培养的要求。

本套系列教材的建设原则是:

1. 保证基础,确保后劲

科技的发展,要求工程技术人员必须具备终生学习的能力。为此,从内容安排上,保证学生有较厚实的基础,满足本科教学的基本要求,使学生日后具有较强的发展后劲。

2. 突出特色, 强化应用

围绕培养目标, 以工程应用为背景, 通过理论与工程实际相结合, 构建工程应用型本科教育系列教材特色。本套系列教材的内容、结构遵循如下9字方针: 知识新、结构新、重应用。教材内容的要求概括为: “精”、“新”、“广”、“用”。“精”指在融会贯通教学内容的基础上, 挑选出最基本的内容、方法及典型应用; “新”指在将本学科前沿的新进展和有关的技术进步新成果、新应用等纳入教学内容, 以适应科学技术发展的需要。妥善处理好传统内容的继承与现代内容的引进。用现代的思想、观点和方法重新认识基础内容和引入现代科技的新内容, 并将这些按新的教学系统重新组织; “广”指在保持本学科基本体系下, 处理好与相邻以及交叉学科的关系; “用”指注重理论与实际融会贯通, 特别是注入工程意识, 包括经济、质量、环境等诸多因素对工程的影响。

3. 抓住重点, 合理配套

工程应用型本科教育系列教材的重点是专业课(专业基础课、专业课)教材的建设, 并做好与理论课教材建设同步的实践教材的建设, 力争做好与之配套的电子教材的建设。

4. 精选编者, 确保质量

遴选一批既具有丰富的工程实践经验, 又具有丰富的教学实践经验的教师担任编写任务, 以确保教材质量。

我们相信, 本套系列教材的出版, 对我国工程应用型人才培养质量的提高, 必将产生积极作用, 会为我国经济建设和社会发展作出一定的贡献。

机械工业出版社颇具魄力和眼光, 高瞻远瞩, 及时提出并组织编写这套系列教材, 他们为编好这套系列教材做了认真细致的工作, 并为该套系列教材的出版提供了许多有利的条件, 在此深表衷心感谢!

编 委 会 主 任 刘国荣教授
湖南工程学院院长

前言

计算机网络是计算机技术和通信技术相结合的产物，是当今计算机应用中空前活跃的领域。近年来，计算机网络的发展非常迅速，各大计算机及网络生产商不断推出新的网络产品，使计算机网络的软硬件不断地更新换代。为了在教学中有一本能适合普通高等学校计算机专业的应用型本科规划教材，我们参阅了国内外计算机网络方面的有关教材和论著，结合多年的教学经验，编写完成了本教材。本教材的内容力求在一定的理论基础上，注重能力的培养，符合工科院校的需要，并力图反映计算机网络技术的新发展，使教材更具有针对性和应用性。

本书内容主要针对计算机网络的理论及应用，围绕 ISO/OSI 参考模型介绍计算机网络的基本原理、基本概念以及有关协议和标准，介绍局域网和广域网技术、网络互连和 Internet 以及计算机网络安全技术，并以具体实例介绍了交换机和路由器的基本操作和配置过程。本书注重实际应用和基础理论结合，并反映计算机网络的新技术。

本书的参考教学时数为 64 学时左右。全书共分为 9 章，第 1 章对计算机网络进行了初步介绍，叙述了计算机网络的一些基本概念；第 2 章是有关数据通信的基础知识，介绍了数据通信的基本概念和通信原理；第 3 章以 ISO/OSI 为主体介绍计算机网络的体系结构及各层的功能和协议；第 4 章是关于计算机局域网的基本原理和结构，介绍了 IEEE 802 系列的主要标准，包括高速局域网和无线局域网；第 5 章介绍 TCP/IP 协议；第 6 章介绍了网络互连、虚拟局域网技术和路由技术；第 7 章介绍广域网技术；第 8 章介绍了交换机和路由器的基本概念以及配置、管理；第 9 章介绍计算机网络安全。各章后均附有习题。

本书第 1~5 章由袁宗福编写，第 6~8 章由龚小红编写，第 9 章由胡忠望编写，全书由袁宗福负责统稿。江苏大学詹永照教授审阅了全部书稿，并提出了许多宝贵意见和建议，在此表示衷心感谢。本书的出版，得到了编者所在学校及教务处、系领导和同事的关心和帮助，李逊林先生对本书的完稿给予了关心和支持，在此一并致谢。在本书的编写过程中，编者参考了国内外有关计算机网络的书籍及文献资料，在此对文献的作者表示感谢。

由于编写时间仓促和水平所限，书中错漏之处恐在所难免，恳请广大读者指正。

编者

2004 年 1 月

目 录

序	2.4.2 同步和异步通信	21
前言	2.4.3 线路通信方式	22
第1章 计算机网络基础	2.4.4 传输媒体	23
1.1 计算机网络的发展	2.5 多路复用技术	24
1.1.1 计算机网络的发展过程	2.5.1 频分多路复用	25
1.1.2 计算机网络的现状	2.5.2 时分多路复用	25
1.2 计算机网络的组成	2.6 数据交换技术	26
1.2.1 计算机网络的硬件组成	2.6.1 线路交换	26
1.2.2 计算机网络的软件组成	2.6.2 报文交换	27
1.2.3 通信子网和资源子网	2.6.3 报文分组交换	27
1.3 计算机网络的功能及分类	2.7 差错控制	28
1.3.1 计算机网络的功能	2.7.1 奇偶校验	28
1.3.2 计算机网络分类	2.7.2 循环冗余码校验	28
1.4 计算机网络的拓扑结构	习题	30
1.4.1 总线型	第3章 计算机网络体系结构	31
1.4.2 星形	3.1 网络体系结构及网络协议	31
1.4.3 环形	3.1.1 体系结构和网络协议的概念	31
1.4.4 星形总线型	3.1.2 ISO/OSI 开放系统互连参考模型	32
1.4.5 网形	3.2 物理层	34
习题	3.2.1 物理层功能及特性	35
第2章 数据通信基础	3.2.2 物理层接口标准	35
2.1 数据通信的基本概念	3.2.3 调制解调器 (Modem)	38
2.1.1 数据通信系统	3.3 数据链路层	40
2.1.2 数据和信息	3.3.1 数据链路层的功能及其提供的服务	40
2.1.3 信号	3.3.2 数据链路层协议	41
2.2 信息编码技术	3.3.3 流量控制	43
2.2.1 数字调制技术	3.4 网络层	44
2.2.2 二进制数据编码技术	3.4.1 网络层的功能及其提供的服务	44
2.2.3 模拟信号的数字编码技术	3.4.2 虚电路和数据报	45
2.3 数据传输	3.4.3 网络层的路由选择	46
2.3.1 数据传输的形式	3.4.4 网络层的流量控制	47
2.3.2 基带传输	3.4.5 网络层的拥挤控制	47
2.3.3 频带传输		
2.3.4 数据通信的主要技术指标		
2.4 通信方式及传输媒体		
2.4.1 并行和串行通信		

3.4.6 X.25 协议	47	4.7.3 无线局域网的技术要求	94
3.5 传输层	48	4.7.4 无线局域网射频技术	95
3.5.1 传输层的主要功能和服务	48	4.7.5 无线局域网的天线系统	96
3.5.2 传输层协议的分类及实现机制	49	4.7.6 无线局域网的网络安全性	96
3.5.3 TCP/IP 协议	50	4.7.7 无线局域网的标准	97
3.6 高层协议	51	习题	98
3.6.1 会话层	51	第 5 章 TCP/IP 协议	99
3.6.2 表示层	53	5.1 TCP/IP 参考模型	99
3.6.3 应用层	55	5.1.1 TCP/IP 分层模式	99
习题	58	5.1.2 TCP/IP 各层功能	100
第 4 章 计算机局域网	59	5.2 TCP/IP 网络	100
4.1 局域网概述	59	5.2.1 IP 协议	101
4.1.1 局域网的特点	59	5.2.2 IP 地址及其规划	103
4.1.2 局域网的拓扑结构	60	5.2.3 IPv6	107
4.2 局域网层次结构及标准化模型	61	5.2.4 TCP/UDP 协议	108
4.2.1 局域网的层次结构	61	5.3 TCP/IP 体系的应用层协议	111
4.2.2 局域网标准	62	5.3.1 文件传输协议 FTP	111
4.3 IEEE 802.3 标准	65	5.3.2 远程登录协议 TELNET	112
4.3.1 总线型网的结构	65	5.3.3 简单邮件传输协议 SMTP	112
4.3.2 总线竞争型媒体访问控制方法	65	5.3.4 简单文件传输协议 TFTP	112
4.3.3 以太网 (Ethernet)	69	5.4 TCP/UDP 网络通信实例	113
4.4 IEEE 802.4 标准	72	习题	118
4.4.1 令牌总线操作原理	72	第 6 章 网络互连技术	119
4.4.2 令牌总线的特点	73	6.1 网络互连概述	119
4.4.3 令牌总线的帧格式及类型	73	6.1.1 网络互连的概念	119
4.4.4 令牌总线的管理	74	6.1.2 网络互连的复杂性	119
4.5 IEEE 802.5 标准	74	6.1.3 网络互连的类型	120
4.5.1 环形网的拓扑结构和传输媒体	75	6.1.4 网络互连的不同层次	121
4.5.2 令牌环媒体访问控制	75	6.2 网络互连设备	122
4.5.3 三种局域网的比较	81	6.2.1 中继器和集线器	122
4.6 高速局域网	82	6.2.2 网桥 (Bridge)	123
4.6.1 光纤分布式数字接口 (FDDI)	82	6.2.3 路由器 (Router)	124
4.6.2 快速以太网	86	6.2.4 交换机 (Switch)	125
4.6.3 IEEE 802.12 标准——100VG-AnyLAN	89	6.2.5 网关 (Gateway)	127
4.6.4 千兆以太网	90	6.3 桥接技术	127
4.7 无线局域网	92	6.3.1 透明桥和生成树	127
4.7.1 无线局域网概念	92	6.3.2 源路由桥接	130
4.7.2 无线局域网的特点	93	6.4 虚拟局域网技术	131
		6.4.1 虚拟局域网概述	131
		6.4.2 VLAN 的划分方法	133

6.4.3 VLAN 标记协议	134	8.2.2 配置广域网协议	192
6.5 路由技术	136	8.2.3 配置路由协议	196
6.5.1 路由概述	136	8.3 数据包过滤和网络地址转换	199
6.5.2 路由算法	138	8.3.1 访问列表概述	199
6.5.3 因特网的路由结构	142	8.3.2 IP 访问控制列表	201
6.5.4 路由协议	146	8.3.3 网络地址转换	205
习题	152	8.4 交换机的配置和使用	207
第 7 章 广域网技术	154	8.4.1 交换机简介	208
7.1 广域网概述	154	8.4.2 交换机的配置	208
7.1.1 广域网的主要特点	154	8.4.3 VLAN 配置	211
7.1.2 广域网的数据交换方式	155	习题	214
7.1.3 广域网的常用设备	155	第 9 章 计算机网络安全	215
7.2 广域网接入技术	157	9.1 网络安全概述	215
7.2.1 公共交换电话网 PSTN	157	9.1.1 网络安全案例	215
7.2.2 综合业务数字化网络 ISDN	158	9.1.2 网络安全问题	216
7.2.3 非对称的数字用户环路 ADSL	161	9.1.3 网络安全措施	220
7.2.4 数字数据网 DDN	163	9.2 数据加密技术	222
7.2.5 混合光纤/同轴网 HFC	165	9.2.1 密码通信系统的模型	222
7.2.6 光纤接入网 OAN	167	9.2.2 密码学与密码体制	223
7.3 广域网通信协议	170	9.2.3 加密方式和加密的实现方法	225
7.3.1 点到点的数据链路协议	170	9.2.4 常用数据加密技术	226
7.3.2 X.25 分组交换协议	174	9.2.5 密码技术的应用——SSL 安全协议	228
7.3.3 帧中继协议 FR	176	9.2.6 SET 安全协议	229
7.3.4 异步传输模式 ATM	178	9.3 防火墙技术	231
习题	182	9.3.1 防火墙的概念	232
第 8 章 路由器和交换机	183	9.3.2 防火墙技术的类型	232
8.1 路由器基础	183	9.3.3 防火墙选择策略	235
8.1.1 CISCO 路由器概述	183	习题	236
8.1.2 路由器的基本操作	185	参考文献	237
8.2 路由器的配置	189		
8.2.1 路由器的基本配置和管理	189		



第 1 章 计算机网络基础

计算机网络从 20 世纪 70 年代开始发展至今，已形成从小型的办公室局域网到全球性的大型广域网，对现代人类的生 产、经济、生活等各个方面都产生了巨大的影响。在过去的 30 年里，计算机和计算机网络技术取得了惊人的发展，处理信息的计算机和传输信息的计算机网络成了信息社会的基础，不论是企业、机关、团体或个人，他们的生产率和工作效率都由于使用这些革命性的工具而有了实质性的增长。在当今的信息社会中几乎没有一天不用计算机网络来处理个人和工作上的事务，而这种趋势正在加剧并显示出计算机和计算机网络的强大能力。

1.1 计算机网络的发展

计算机网络是计算机技术与通信技术结合的产物。通信技术是 19 世纪就已产生的技术，而计算机则是 20 世纪中叶的发明。从 20 世纪 80 年代末开始，计算机技术进入了一个新的发展阶段，它以光纤通信技术应用于计算机网络、多媒体技术、综合业务数据网络、人工智能网络的出现和发展为主要标志。20 世纪 90 年代至本世纪初是计算机网络高速发展的时期，尤其是 Internet 的建立，推动了计算机网络向更高层次发展。

1.1.1 计算机网络的发展过程

计算机网络的发展大致可分为以下四个阶段。

1. 面向终端的计算机通信系统

面向终端的通信系统由一台计算机与若干远程终端通过通信线路按点到点方式直接相连，进行远程数据通信，如图 1-1 所示。图中 Host 表示主计算机，T 表示远程终端。早期的这种计算机通信系统的主计算机既要管理数据通信，又要对数据进行加工处理，负担很重，而每条通信线路的使用率也很低。为了减轻主计算机的负担，提高其利用率，在主计算机前设置了一个通信控制处理机



图 1-1 计算机直接与远程终端相连的通信系统

(CCP, Communication Control Processor) 或称之为前端处理机 (FEP, Front End Processor) 的设备，专门负责与终端的通信工作，使主计算机有更多的时间进行信息的处理。除此以外，在终端比较集中的地区设置线路集中器，通过低速线路连接若干终端，再用高速线路把集中器和主计算机的通信控制处理机连接在一起。这里的集中器负责汇总来自多个终端的信息通过高速线路发往主机，并且接收主机发往终端的信息，再转送给目的终端，如图 1-2 所示。当时的通信控制处理机 (CCP) 和线路集中器常采用小型机，来完成通信处理、信息压缩和代码转换等功能。

2. 计算机—计算机通信网络

20 世纪 60 年代后期，出现了通过通信线路将分散在各地的计算机系统连接起来的通信

网络系统，其结构如图 1-3 所示。这种通信网络的主要作用是进行计算机系统之间的信息交换和传递，这是计算机网络的雏形。

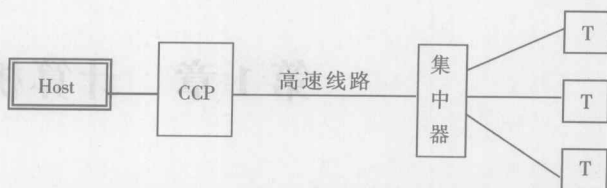


图 1-2 具有 CCP 的面向终端通信系统

1964 年 8 月，巴兰（Baran）首先提出了分组交换的概念。1966 年 6 月，英国国家物理实验室（NPL）的戴维斯

（Davies）首次提出了“分组”这一名词，从而使计算机网络的通信方式由终端与计算机之间的通信发展到计算机与计算机之间的直接通信。从此，计算机网络的发展就进入了一个崭新的发展阶段，标志着现代通信时代的开始。

这一阶段研究的典型代表是美国国防部高级研究计划局 1969 年 12 月投入运行的 ARPANET，该网络是一个典型的以实现资源共享为目的的具有通信功能的多机系统。它为计算机网络的发展奠定了基础，其核心技术是分组交换技术。

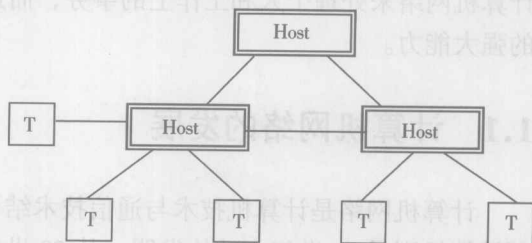


图 1-3 计算机—计算机通信网络

在这里，先介绍一下 ARPANET，因为 ARPANET 的出现标志着计算机网络时代的开始，而且它对计算机网络的发展也作出了一定的贡献。

早期的 ARPANET 由 4 个节点组成的试验网，后来扩充到 15 个节点的 ARPA 研究中心。到 20 世纪 70 年代后期，网络节点超过 60 个，主计算机超过 100 台。其地理范围覆盖了美洲大陆，连通了许多大学和研究机构，并通过无线通信连通了夏威夷和欧洲的计算机。ARPANET 的研究成果为计算机网络的发展奠定了基础，现在计算机网络的许多概念都来自 ARPANET。ARPANET 于 1990 年 6 月停止运行，被因特网（Internet）取而代之，完成了它的历史使命。

ARPANET 的试验成功使计算机网络的概念发生了根本的变化。计算机网络要完成数据处理与数据通信两大基本功能，它在结构上必然可以分成两个部分：负责数据处理的计算机终端和负责数据通信处理的通信控制处理机与通信线路。

分组交换网由通信子网和资源子网组成，以通信子网为中心，不仅共享通信子网的资源，还可共享资源子网的硬件和软件资源。

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，资源子网负责全网的数据处理，向网络用户提供各种网络资源与网络服务。主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。主机要为本地用户访问网络其他主机设备与资源提供服务，同时为远程用户共享本地资源提供服务。通信子网由通信控制处理机、通信线路与其他通信设备组成，完成网络数据传输、转发等通信处理任务。

这个阶段，在计算机通信网络的基础上，人们完成了网络体系结构与协议的研究，形成了计算机网络。

3. 计算机网络标准化阶段

20 世纪 70 年代以后，随着计算机技术与通信技术的密切结合和高度发展，以及价廉物

美的个人计算机的问世,使得拥有多台计算机的企业和部门希望在这些计算机之间不仅仅能够通信,而且能够共享资源。因此,通信网络从仅具有通信功能的网络系统,发展为通过各种通信手段使分布在各地众多的各种计算机系统有机地连接在一起,以共享资源为目的,组成一个规模更大,功能更强,可靠性更高的,由网络操作系统管理的,遵循国际标准化网络体系结构的计算机网络。国际标准化组织(ISO)于1997年成立了研究计算机网络互连的专门机构,并提出了一个能使各种计算机在全世界范围内互连成网络的标准框架,即开放系统互连参考模型,简称OSI/RM。第三代计算机网络从此开始。

4. 高速网络阶段

从20世纪80年代末开始,计算机网络开始进入其发展的第四代时期,其主要标志可归纳为:网络传输介质的光纤化、信息高速公路的建设;多媒体网络及宽带综合业务数字网的开发和应用;智能网络的发展;分布式系统的研究,促进了高速网络技术飞速发展,相继出现高速以太网、光纤分布式数据接口FDDI、快速分组交换技术,包括帧中继、异步传输模式等。

1.1.2 计算机网络的现状

20世纪90年代以来,随着世界全球性的经济增长和科学技术迅速发展,信息已成为一个国家经济和科技发展的重要因素。为此,1993年美国政府宣布了“国家信息基础设施”建设计划,简称为NII(National Information Infrastructure)计划,NII也被形象地称之为“信息高速公路”。其基本内容就是要在世界范围内建立高速计算机通信网络,开发信息资源,发展信息技术及其在各领域中的应用。至今,在世界范围内,计算机互联网络已成为世界各国人民赖以工作和学习的基本工具。NII的提出引起了世界各国的普遍关注,并且竞相制订本国的“信息高速公路”计划,以适应世界经济和信息产业的飞速发展。我国在现有各类信息系统建设的基础上,于1993年底提出了建设我国国民经济信息的通信网和“三金”工程等计划。所谓“三金”工程是:建设国家公用经济信息通信网,简称金桥工程;实施外贸专用网的联网并建立对外贸易业务有效管理的系统,简称金关工程;建设全民信用卡系统或卡基交换系统,简称金卡工程。

在众多的大型计算机网络中,因特网(Internet)是现今世界上流行的最大的计算机网络。因特网的发展,引起了我国学术界的极大关注。20世纪90年代后,我国的公用信息通信网的发展为计算机网络提供了可靠的技术支持,例如:1993年9月开通的中国公用分组交换数据网(CHAINPAC),1994年开通的中国公用数字数据网(CHAINDDN)、中国公用计算机互联网(CHINANET)、中国科技网等骨干网络,中国科学院、国家教委和一些政府职能部门也建立了自己的计算机网络,例如:中科院科技网络(CSTNET)、中国教育与科研计算机网络(CERNET)、中国金桥网(CHINAGBN)等,中国联通、中国网通等新的骨干网也已投入营运,中国因特网发展已经呈现新的发展局面。这些网络的建成为我国计算机网络的应用和普及起到了巨大的作用。

1.2 计算机网络的组成

完整的计算机网络系统是由网络硬件系统和网络软件系统组成的。根据不同应用的需

要,网络可能有不同的软、硬件配置。由于对等网规模小,配置简单,所以后面介绍的内容均以基于服务器的网络为模型。

1.2.1 计算机网络的硬件组成

计算机网络硬件系统是由网络服务器、工作站、通信处理设备等基本模块和通信介质组成的。

1. 服务器

专用服务器的 CPU 速度快,内存和硬盘的容量高。较大规模的应用系统需要配置多个服务器;小型应用系统也可以把高档微机作为服务器来使用。根据服务器所提供的资源不同,可以把服务器分为文件服务器、打印服务器、应用系统服务器、通信服务器等。

(1) 文件服务器 文件服务器管理用户的文件资源并同时处理多个客户机的访问请求,客户机从服务器下载要访问的文件到本地存储器。文件服务器对网络的性能起着非常重要的作用:文件服务器一般配备高处理速度的一个或多个 CPU,高性能、大容量的硬盘及硬盘控制器和充足的内存等。为了提高网络系统的数据安全性,往往要为文件服务器配置多个硬盘,组成磁盘阵列,甚至在网络中配置备份的文件服务器。

(2) 打印服务器 打印服务器负责处理网络上用户的打印请求。一台或多台普通的打印机和一台运行打印服务程序的计算机相连,并在网络中共享该打印机就成为打印服务器。新推出的专用网络打印机配有内置的网络适配器,可以直接与网络线缆相连成为打印服务器,这样的打印机不必连接到某个计算机的打印端口。

(3) 应用系统服务器 应用系统服务器运行客户/服务器应用程序的服务器端软件,这样的服务器往往保存大量的信息供用户查询,在客户机上运行客户端程序。客户端程序向应用系统服务器发送查询请求,服务器处理查询请求,只将查询的结果返回给客户机。这和文件服务器将整个文件下载到客户机上是完全不同的。假设服务器是 SQL Server,用户可以通过任何支持结构化查询语言 SQL 的前端软件来查询数据库中的数据。又如,WWW 中的 Web 服务器软件也是服务器应用系统,而浏览器是客户端软件。开放数据库连接(ODBC, Open Database Connectivity)驱动程序使得用户可以访问服务器上各种类型的数据库。

(4) 通信服务器 通信服务器负责处理本网络与其他网络的通信,或者通过通信线路处理远程用户对本网络的数据传输。如果利用公共电话网通信,需要安装 Modem。一个调制解调器服务器可以配置一台或多台调制解调器。

有时为了充分发挥高性能服务器的潜力或节省开支等其他的原因,往往将两种网络服务器合二为一,从而一台计算机执行两种网络服务器功能。例如,将文件服务器连接打印机就同时作为打印服务器使用。

2. 工作站

将计算机与网络连接起来就成为网络工作站。有些应用系统需要高性能的专用工作站,如计算机辅助设计需要配置图形工作站。对于一般网络应用系统来说,工作站的配置比较低,因为它们可以访问网络服务器中的共享资源。无盘工作站不带硬盘,这些工作站只能使用网络服务器上的可用磁盘空间。无盘工作站无法自己启动计算机,所以需要配置带有远程启动芯片的网卡。

网络工作站需要运行网络操作系统的客户端软件。NetWare 网络操作系统支持与 IBM 兼

容的 PC 工作站（如运行 DOS、各种 Windows 和 OS/2 的工作站）、Macintosh 工作站和 UNIX 工作站。Windows NT 网络操作系统支持的工作站客户有各种 Windows 工作站、OS/2 工作站、DOS 工作站、Novell NetWare 和 Macintosh 工作站。

3. 网卡

服务器和工作站均需要安装网卡。网卡也称为网络适配器，它是计算机和网络缆线之间的物理接口。网卡一方面将发送给其他计算机的数据转变成在网络缆线上传输的信号发送出去，另一方面又从网络缆线接收信号并把信号转换成在计算机内传输的数据。数据在计算机内并行传输，而在网络缆线上传输的信号一般是串行的光信号或电信号。网卡的基本功能是：并行数据和串行信号之间的转换，数据帧的装配与拆装，网络访问控制和数据缓冲等。

4. 通信介质

通信介质是计算机网络中发送方和接收方之间的物理通路。由于传输过程中不可避免地产生信号衰减或其他的损耗，而且距离越远衰减或耗损就越大。不同的通信介质的传输数据的性能不同。计算机网络通常使用以下几种介质：双绞线、同轴电缆、光导纤维、无线传输介质（包括微波、红外线和激光）、卫星线路。

5. 网络互连设备

调制解调器（Modem）是远程的计算机和网络相连所需的设备。中继器、集线器、交换机和路由器等都用于网络互连，在第 6 章网络互连技术中将详细地介绍各种网络互连设备。

1.2.2 计算机网络的软件组成

独立的计算机必须有软件才能运行，计算机网络也必须有网络软件系统才能运行。计算机网络的软件系统比单机的软件系统要复杂得多。计算机网络软件系统包括网络操作系统（NOS, Network Operation System）、网络应用服务系统等。

1. 网络操作系统

网络操作系统是为计算机网络配置的操作系统，网络中的各台计算机都配置有各自的操作系统，而网络操作系统把它们有机地联系起来。网络操作系统除了具有常规操作系统所应具有的功能外，还应具有以下网络管理功能：网络通信功能、网络范围内的资源管理功能和网络服务功能等。有的网络操作系统是在计算机单机操作系统的基础上建立起来的，有的网络操作系统把单机操作系统和网络功能结合起来。例如，Windows 95/98 既可作为单机操作系统，又可以用于建立对等网络；再如 Windows NT 可以单机运行，同时又是网络操作系统。在对等网络中，网络操作系统软件平等地分布在所有网络节点上，例如 Windows 98 网络中各台计算机都运行 Windows 98。在基于服务器的网络中，服务器运行网络操作系统的主要部分，工作站运行网络操作系统的客户端程序，所以有时也称工作站为客户机。

严格地讲，客户机和服务器是针对服务而言的，请求服务的应用系统称为客户，为其提供服务的应用系统或系统软件称为服务器，组成客户机/服务器计算模式。

2. 网络操作系统组成

网络操作系统主要包括三个部分，即网络适配器驱动程序、子网协议和应用协议。

网卡驱动程序介于网络适配器硬件和子网协议之间，起着中间联系作用。网卡驱动程序完成网卡接收和发送数据包的复杂处理过程，它直接对网卡的各种控制、状态寄存器、DMA 和 I/O 端口进行硬件级操作。为网卡选择正确的网卡驱动程序并设置各种参数是建立网络的