



普通高等教育规划教材

计算机网络

袁宗福 主编

第2版



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

第 2 版

主 编	袁宗福	
副主编	邓秀慧	
参 编	温志萍	程 初
	毛云贵	赵力辉
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、计算机网络体系结构、局域网技术与广域网技术、网络互连与网络技术、TCP/IP、网络规划与设计和网络安全技术,并以具体实例介绍了交换机和路由器等网络设备的基本操作原理和配置过程。本书注重实际应用和理论相结合,并反映了计算机网络的新技术。各章均附有一定量的习题。

本书概念正确,内容丰富,知识实用。本书是普通高等教育应用型人才培养规划教材,可作为普通高等学校计算机专业“计算机网络”课程的教材,同时也适合作为普通高校其它相关专业的“计算机网络”课程的教材,也可作为从事计算机网络与通信技术研究的工程技术人员和网络爱好者的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络/袁宗福主编. —2版. —北京:机械工业出版社,2013.1
普通高等教育规划教材
ISBN 978-7-111-41243-4

I. ①计… II. ①袁… 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(2013)第013838号

机械工业出版社(北京百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:王小东 责任编辑:王小东 李 宁 版式设计:霍永明
责任校对:陈 越 杜雨霏 封面设计:饶 微 责任印制:乔 宇
保定市中华美凯印刷有限公司印刷

2013年3月第2版第1次印刷

184mm×260mm·16.75印张·412千字

标准书号:ISBN 978-7-111-41243-4

定价:32.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 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

主 任：黄陈蓉 南京工程学院

副主任：吴伟昶 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

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。

航天工程的前驱、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,强调结论的唯一性。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

第2版前言

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,使计算机网络的硬、软件不断地更新换代,因此,计算机网络的教学内容具有时间性。本教材的内容力求在一定的理论基础上,注重实践能力的培养,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。

为了在教学中有一本更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以及网络资料,结合编写者多年的教学经验和积累,完成此次的再版工作。此次再版,除了对原书的前4章进行适当的修订外,对后面的章节在内容和次序上进行了全面的改编,使读者在对知识点的掌握方面更具条理性,内容由浅入深,由易到难。另外,在内容上更具有先进性和时代性,还增加了网络技术、网络规划与设计等章节,并加强了实践方面的知识。

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、标准;介绍局域网和广域网技术、网络互连和网络技术、Internet 技术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原理和配置过程。本书注重实际应用和理论相结合,并反映了计算机网络的新技术。

本教材的参考学时数为 64 学时左右。全书共分为 10 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定义和一些基本概念;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 OSI 体系结构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 章是关于局域网技术的基本原理和结构,介绍了 IEEE802 系列的主要标准,包括传统以太网、高速局域网和无线局域网;第 5 章介绍 TCP/IP,详细介绍了 TCP/IP 体系结构的各层协议和功能,包括 IP 地址、IP 报文格式、ICMP 报文格式、ARP 报文格式、TCP 和 UDP 报文格式以及上述协议的工作原理,介绍了应用层的主要协议;第 6 章介绍了网络互连的设备和互连的方法,包括交换机和路由器的物理连接和配置技术、交换机和路由器的工作原理和过程;第 7 章介绍了几种主要的网络技术和网络测试方法;第 8 章介绍了网络拓扑层次化各层的功能及特点;第 9 章介绍广域网的特点、广域网的协议和各种公共通信网的作用和特点;第 10 章介绍网络安全的特点、策略以及局域网和广域网的安全技术。各章后均附有一定量的习题。

本书由袁宗福、邓秀慧、温志萍、程初、毛云贵、赵力辉编写,詹永照教授主审。全书由袁宗福主编和统稿。在本书的编写过程中,参考了许多优秀的教材或论文以及文献资料,并查阅了许多网络资料,在此对所有的作者表示感谢。限于水平,书中难免有不足与疏漏之处,恳请广大读者批评指正。

编者

目 录

序

第2版前言

第1章 计算机网络基础 1

1.1 计算机网络的定义和发展 1

1.1.1 计算机网络的定义 1

1.1.2 计算机网络的发展过程 1

1.1.3 计算机网络的现状 3

1.2 计算机网络的组成 4

1.2.1 计算机网络的硬件组成 4

1.2.2 计算机网络的软件组成 5

1.2.3 资源子网和通信子网 6

1.3 计算机网络的功能及分类 7

1.3.1 计算机网络的功能 7

1.3.2 计算机网络分类 8

1.4 计算机网络的拓扑结构 8

1.4.1 总线型 9

1.4.2 星形 10

1.4.3 环形 10

1.4.4 星状总线型 11

1.4.5 网形 12

习题 12

第2章 数据通信基础 13

2.1 数据通信的基本概念 13

2.1.1 数据通信系统 13

2.1.2 数据和信息 14

2.1.3 信号 15

2.2 信息编码技术 15

2.2.1 数字调制技术 15

2.2.2 二进制数据编码技术 16

2.2.3 模拟信号的数字编码技术 17

2.3 数据传输和通信方式 19

2.3.1 数据传输的形式 19

2.3.2 基带传输和频带传输 19

2.3.3 线路通信方式 20

2.3.4 并行和串行通信 20

2.3.5 同步和异步通信 21

2.3.6 数据通信的主要技术指标 22

2.4 传输媒体 23

2.5 多路复用技术 25

2.5.1 频分多路复用 25

2.5.2 时分多路复用 26

2.5.3 码分多路复用 27

2.5.4 波分多路复用 27

2.6 数据交换技术 27

2.6.1 线路交换 28

2.6.2 报文交换 28

2.6.3 报文分组交换 29

2.7 差错控制 29

2.7.1 奇偶校验 29

2.7.2 循环冗余码校验 30

习题 31

第3章 计算机网络体系结构 32

3.1 网络体系结构及网络协议 32

3.1.1 体系结构和网络协议的概念 32

3.1.2 ISO/OSI 开放系统互连参考模型 34

3.2 物理层 36

3.2.1 物理层功能及特性 36

3.2.2 物理层接口标准 37

3.2.3 调制解调器 (Modem) 39

3.3 数据链路层 41

3.3.1 数据链路层的功能及其提供的服务 41

3.3.2 数据链路层协议 42

3.3.3 流量控制 44

3.4 网络层 46

3.4.1 网络层的功能及其提供的服务 46

3.4.2 虚电路和数据报 46

3.4.3 网络层的路由选择 48

3.4.4 网络层的流量控制 48

3.4.5 网络层的拥挤控制 48

3.4.6 X.25 协议 48

3.5 传输层 49

3.5.1 传输层的主要功能和服务 49

3.5.2 传输层协议的分类及实现机制	50	5.1 TCP/IP 概述	100
3.5.3 TCP 和 UDP	52	5.2 网络层协议	101
3.6 高层协议	52	5.2.1 IPv4	101
3.6.1 会话层	52	5.2.2 IPv6	107
3.6.2 表示层	54	5.2.3 ARP 和 RARP	110
3.6.3 应用层	56	5.2.4 ICMP	111
习题	58	5.3 传输层协议	114
第4章 局域网技术	59	5.3.1 传输层端口概念	114
4.1 局域网概述	59	5.3.2 TCP	115
4.1.1 局域网的特点	59	5.3.3 UDP	119
4.1.2 局域网的拓扑结构	60	5.4 应用层协议	119
4.2 局域网层次结构及标准化模型	61	5.4.1 文件传输协议	120
4.2.1 局域网的层次结构	61	5.4.2 远程登录协议	120
4.2.2 局域网标准	62	5.4.3 简单邮件传输协议	121
4.3 IEEE 802.3 标准	65	5.4.4 简单文件传输协议	121
4.3.1 总线型网的结构	65	5.4.5 DNS 协议	121
4.3.2 总线竞争型媒体访问控制方法	66	5.4.6 HTTP	123
4.3.3 以太网 (Ethernet)	68	5.5 网络应用编程接口	124
4.4 IEEE 802.4 标准	72	习题	129
4.4.1 令牌总线操作原理	72	第6章 网络设备与网络互连	131
4.4.2 令牌总线的特点	73	6.1 网络互连概述	131
4.4.3 令牌总线的帧格式及类型	74	6.2 网络互连设备	132
4.4.4 令牌总线的管理	74	6.2.1 网络适配器	132
4.5 IEEE 802.5 标准	75	6.2.2 中继器和集线器	133
4.5.1 环形网的拓扑结构和传输媒体	75	6.2.3 网桥和二层交换机	135
4.5.2 令牌环媒体访问控制	75	6.2.4 路由器	139
4.5.3 3种局域网的比较	81	6.2.5 三层交换机	143
4.6 高速局域网	82	6.2.6 网关	144
4.6.1 光纤分布式数字接口 (FDDI)	83	6.3 网络设备基本配置操作	145
4.6.2 快速以太网	86	6.3.1 交换机基本操作	145
4.6.3 IEEE 802.12 标准——100VG-AnyLAN	89	6.3.2 路由器基本操作	149
4.6.4 千兆以太网	91	6.4 交换机地址和路由器管理	151
4.7 无线局域网	93	6.5 网络互连	154
4.7.1 无线局域网概念	93	6.5.1 路由概念	154
4.7.2 无线局域网的特点	93	6.5.2 路由信息选择方式和路由决策	158
4.7.3 无线局域网的技术要求	95	6.5.3 有类路由和无类路由	159
4.7.4 无线局域网射频技术	96	6.5.4 内部和外部网关协议	160
4.7.5 无线局域网的天线系统	97	6.5.5 距离向量路由选择协议和链路状态路由选择协议	161
4.7.6 无线局域网的网络安全性	97	习题	164
4.7.7 无线局域网的标准	98	第7章 网络技术	166
习题	98	7.1 VLAN 技术	166
第5章 TCP/IP	100	7.1.1 VLAN 概念	166

7.1.2 VLAN 种类	166	9.4.3 PPP	212
7.1.3 VLAN 帧结构	167	9.4.4 FR 协议	216
7.1.4 VLAN 的实现	168	9.5 公共通信网	220
7.2 冗余链路	169	9.5.1 公共交换电话网	220
7.2.1 交换技术与冗余链路	169	9.5.2 公用分组交换数据网	221
7.2.2 冗余链路存在问题	170	9.5.3 帧中继网	222
7.2.3 生成树协议	171	9.5.4 数字数据网	224
7.2.4 生成树配置方法	172	9.5.5 综合业务数字网	225
7.2.5 链路聚合	172	9.5.6 非对称数字用户环路	227
7.3 网络地址转换	173	9.5.7 光纤同轴混合网	230
7.3.1 网络地址转换技术的定义	173	9.5.8 光纤接入网	232
7.3.2 NAT 分类	173	9.5.9 无线通信网	234
7.3.3 NAT 技术原理和配置方式	174	9.5.10 电力供电网络	237
7.4 访问控制列表	176	9.6 Windows 常用网络命令	237
7.4.1 ACL 的功能	176	习题	240
7.4.2 ACL 的类型和格式	177	第 10 章 网络安全	241
7.4.3 基于时间的 ACL	182	10.1 网络安全概述	241
7.4.4 ACL 工作准则和流程	183	10.2 网络安全的特征	242
7.4.5 访问控制列表的应用	184	10.3 网络安全的威胁	244
7.5 网络通信检测工具	186	10.4 网络安全策略	244
习题	188	10.4.1 物理安全策略	244
第 8 章 网络规划与设计	190	10.4.2 访问控制策略	245
8.1 网络拓扑层次化结构设计	190	10.4.3 防火墙控制策略	247
8.1.1 网络拓扑层次化结构设计思想	190	10.4.4 信息加密策略	247
8.1.2 层次化结构设计中各层的工作 原理及特点	192	10.4.5 网络安全管理策略	248
8.2 网络综合布线	195	10.5 防火墙技术	248
8.2.1 综合布线系统构成	195	10.6 局域网安全防范技术	252
8.2.2 综合布线的特点	199	10.6.1 网络分段	253
8.2.3 网络综合布线案例	200	10.6.2 以交换式集线器代替共享式 集线器	253
习题	205	10.6.3 VLAN 的划分	253
第 9 章 广域网技术	206	10.7 广域网安全技术	254
9.1 广域网概述	206	10.7.1 加密技术	254
9.2 广域网的主要特点	207	10.7.2 VPN 技术	254
9.3 广域网数据交换	207	10.7.3 身份认证技术	254
9.4 广域网协议	208	习题	254
9.4.1 广域网协议概述	208	参考文献	256
9.4.2 HDLC 协议	209		

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,对现代人类的生产和生活等各个方面都产生了巨大的影响。在此期间,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不断显示出计算机和计算机网络的强大能力。

1.1 计算机网络的定义和发展

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 计算机网络的定义

计算机网络就是通过线路互连起来的、资质的计算机集合,确切的说就是将分布在不同地理位置上的具有独立工作能力的计算机、终端及其附属设备用通信设备和通信线路连接起来,并配置网络软件,以实现计算机资源共享的系统。

从整体上来说计算机网络就是把分布在不同地理区域的计算机与专门的外部设备用通信线路互联成一个规模大、功能强的系统,从而使众多的计算机可以方便地互相传递信息,共享硬件、软件、数据信息等资源。简单地说,计算机网络就是由通信线路互相连接的许多自主工作的计算机构成的集合体。

1.1.2 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4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器(Communication Control Processor, CCP)或称之为前端处理器(Front End Processor, FEP)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。

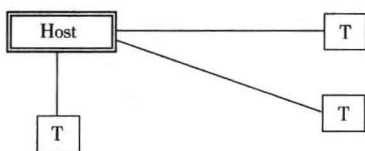


图 1-1 计算机直接与远程终端相连的通信系统

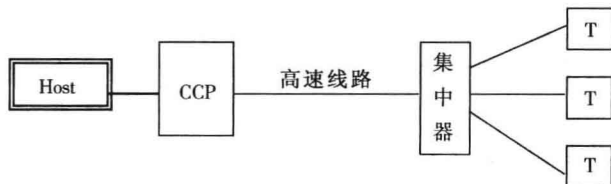


图 1-2 具有 CCP 的面向终端通信系统

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。

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。

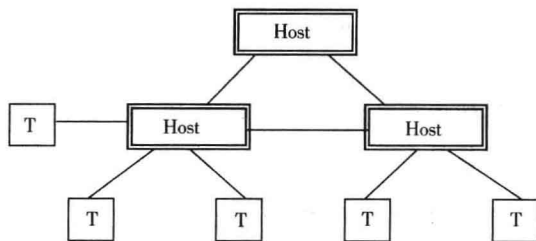


图 1-3 计算机-计算机通信网络

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。

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。

1.1.3 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,计算机互连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,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,中国移动、中国联通、中国网通等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(Open Database Connectivity, ODBC)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。

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(Network Operation System, NOS)、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 2000 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。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”模式。

2. 网络操作系统组成

网络操作系统主要包括 3 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重要操作之一。通常网络操作系统包含一些常用的网卡驱动程序。另外，网卡生产商也会随网卡提供一张光盘，光盘中包含适用于各种网络操作系统的网卡驱动程序。

子网协议是在网络范围内发送应用和系统报文所必需的通信协议。子网协议的选择直接关系到网络操作系统的性能，高速子网协议会加速网络操作系统的处理速度，低速子网协议则相反。

应用协议与子网协议进行通信，实现网络操作系统的高层服务。

1.2.3 资源子网和通信子网

计算机网络中实现网络通信功能的设备及其软件的集合称为网络的通信子网，计算机网络中实现资源共享的设备及其软件的集合称为资源子网，如图 1-4 所示。

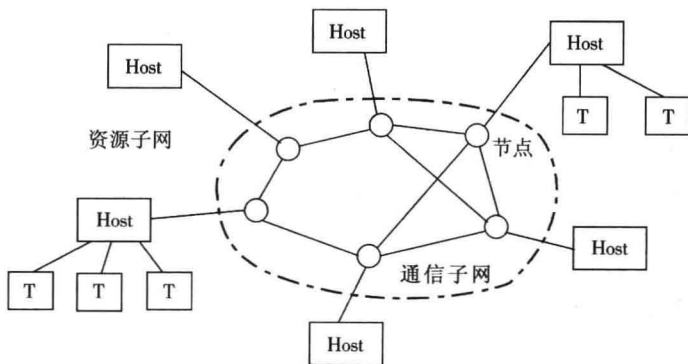


图 1-4 资源子网与通信子网

1. 资源子网

资源子网主要是对信息进行加工和处理，面向用户，接受本地用户和网络用户提交的任务，最终完成信息的处理。它包括访问网络和处理数据的硬软件设施，主要有主计算机系统、终端控制器和终端、计算机外设、有关软件和可共享的数据（如公共数据库）等。

(1) 主机 (Host) 主计算机系统可以是大型机、小型机或局域网中的微型计算机，它们是网络中的主要资源，也是数据资源和软件资源的拥有者，一般都通过高速线路将它们和