

计算机教育丛书



浩强创作室
HAO QIANG STUDIO

谭浩强 主编

计算机网络系列

计算机网络教程 (第二版)

● 吴功宜 吴英 编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

URL: <http://www.phei.com.cn>



计算机教育丛书 计算机网络系列

谭浩强 主编

计算机网络教程 (第二版)

吴功宜 吴 英 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

为适应读者对网络应用基础知识与网络系统集成技术学习的需要,本书对原《计算机网络教程》的内容做了较大的改动,较系统地讨论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、局域网及应用技术、网络互联、Internet 与 Intranet,以及网络安全与网络管理技术。

本书层次清晰,内容丰富,注重理论与实践的结合,力求反映网络技术的最新发展,适合学生循序渐进地学习。每章附有习题,书后附有参考答案。本书既可作为非计算机专业的本科学生教材,也可作为计算机专业专科学学生、各类网络与通信技术培训班教材,同时也可供从事计算机应用与信息技术的工程人员、管理干部学习时使用。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,翻版必究。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络教程/吴功宜等编著. - 2 版. - 北京:电子工业出版社, 2001.8

(计算机教育丛书 计算机网络系列)

ISBN 7-5053-6880-X

I. 计… II. 吴… III. 计算机网络 - 教材 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 055750 号

丛 书 名: 计算机教育丛书 计算机网络系列

书 名: 计算机网络教程(第二版)

主 编: 谭浩强

编 著 者: 吴功宜 吴 英

责任编辑: 陈晓明

特约编辑: 李双庆

排版制作: 电子工业出版社计算机排版室

印 刷 者: 北京牛山世兴印刷厂

出版发行: 电子工业出版社 URL: <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 17 字数: 435 千字

版 次: 2001 年 8 月第 2 版 2001 年 8 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-5053-6880-X
TP·3907

印 数: 6000 册 定价: 19.80 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页、所附磁盘或光盘有问题者,请向购买书店调换;

若书店售缺,请与本社发行部联系调换。电话 68279077

305061

《计算机教育丛书》序

20世纪90年代初,我国出现了第二次计算机普及高潮。与20世纪80年代初出现的第一次计算机普及高潮相比,这次高潮具有全方位、多层次的特点,各行各业的人都迫切地要求学习计算机知识,掌握计算机的应用。计算机知识已成为当代知识分子知识结构中不可缺少的重要组成部分。计算机既是先进科学技术的结晶,又是大众化的工具。这个特点只有计算机才具备。

过去,计算机只能为少数人所掌握,今天我们要向全中国千百万人民群众普及计算机知识。我们的目标是:把计算机从少数专家手中解放出来,使之成为广大群众手中的工具。我们要破除对计算机的神秘感。实践表明:具有高中以上文化程度的人,是很容易学会计算机的初步操作和应用的。

当然,计算机的应用是分层次的,不同的人在不同的层次上使用着计算机。计算机科学技术内容极为丰富,浩如翰海,它的发展又极为迅速,要在短时期内全部、深入地掌握计算机的知识和应用,几乎是不可能的,我们必须循序渐进、由浅入深、逐步提高。我们说,入门不算难,提高需要下功夫。

对各行各业学习计算机的人员来说,学习计算机的目的是为了应用。应当强调:以应用为目的,以应用为出发点,根据不同工作岗位的特点,需要什么就学什么。实践证明,从学习计算机的应用入手,是学习计算机知识的捷径。

普及计算机教育需要有适用的教材和参考用书。它们应当百花齐放,风格各异,让读者在琳琅满目的书架上能找到自己所需要的书。几年前,我们开始出版《计算机教育丛书》,根据读者的需要,陆续出版了十几本书(主要是供大学生用的教材)。受到社会广大读者的欢迎。许多读者热情地鼓励我们扩展题材,区分层次,不拘一格,推动应用。我们愿意为推动计算机教育与普及贡献自己绵薄之力。

高等学校非计算机专业的学生占全体大学生数90%以上,在这部分学生中进行计算机教育对提高大学生的业务水平和整体素质十分重要。针对当前高校非计算机专业的需要,在本丛书中设置了“大学计算机公共课系列”和“非计算机专业教材系列”。在这两个系列中组织了三个层次的教材(计算机公共基础、计算机技术基础和计算机应用基础),供各校选用,在“非计算机专业教材”系列中还包括了全国计算机等级考试的部分教材,以推动社会上的计算机普及教育。

本丛书的作者多数在各高等学校或研究单位工作,具有丰富教学和研究经验的专家、教授,其中有的同志在我国计算机教育界中享有盛名,颇有建树,并且编写过多种计算机书籍。本丛书遵循的原则是:内容新颖、概念清晰、实用性强、通俗易懂、层次配套。十几年来我们按照这个原则组织了一批教材和其他计算机读物,受到广大读者的欢迎。我们始终认为:作者必须充分了解读者、理解读者、多为读者设想,写出受读者欢迎的作品。我们愿与大家共同努力以实现这个目标。

本系列丛书是由浩强创作室策划和组织编写的。参加工作的有:谭浩强、朱桂兰、薛淑斌、李盘林、徐士良、赵鸿德、边奠英、曲建民、于长云、鲁声清、韩劭、周晓玉、许向荣、孟宪福、高福

成、朱淑文等。

由于计算机技术发展十分迅速,加以我们水平有限,本丛书肯定会有不少缺点或不如人意之处,敬请广大读者批评指正。

《计算机教育丛书》主编
谭浩强

前 言

计算机网络是当今计算机科学与工程中迅速发展的高新技术之一,也是计算机应用中一个空前活跃的领域。计算机网络是计算机技术与通信技术相互渗透、密切结合而形成的一门交叉科学。目前,网络技术已广泛应用于办公自动化、企业管理与生产过程控制、金融与商业电子化、军事、科研、教育信息服务、医疗卫生等领域。Internet 技术发展迅速,全球性信息高速公路建设的浪潮正在兴起。人们已经意识到:计算机网络正在改变着人们的工作方式与生活方式,网络与通信技术已成为影响一个国家与地区经济、科学与文化发展的重要因素之一。计算机网络作为支持未来全球信息基础结构 GII 的主要技术之一,已经引起全社会广泛的关注。我国信息技术与信息产业的发展,需要大量掌握计算机网络与通信技术的人才。因此网络技术已经成为广大学生学习的一门重要课程,也是从事计算机应用与信息技术的研究、应用人员应该掌握的重要知识之一。

计算机网络作为一门交叉科学,涉及计算机技术与通信技术两个学科。网络技术经过近 40 年的发展,已经形成了自身比较完善的体系。目前该技术发展迅速,应用广泛,知识更新快。如果用“日新月异”来描述网络技术的发展一点也不显得过分。以 Internet 为代表的网络应用技术和以异步传输模式 ATM 为代表的高速网络技术,使得网络技术发展到了一个更高的阶段。为了适应计算机网络课程学习的要求,作者根据多年教学与科研实践经验编写了本书,希望给广大读者提供一本既能保持教学的系统性,又能反映当前网络技术发展最新成果的教科书。本书在教学体系的安排中也考虑了全国计算机等级考试与全国计算机专业水平考试所要求的基本内容,因此通过本书的学习也会有助于学生通过相关的考试科目。

全书共分 9 章。第 1 章讨论了计算机网络的基本概念,这是全书的基础。第 2 章讨论了数据通信与广域网技术,为初学者奠定了数据通信技术基础,同时系统地介绍了广域网的基本知识。第 3 章讨论了网络体系结构与网络协议的基本概念,对 OSI 参考模型与 TCP/IP 参考模型进行了分析与比较。第 4 章讨论了局域网技术,介绍了共享局域网、交换局域网、虚拟局域网技术。第 5 章讨论了局域网组网技术,介绍了组网需要的设备、组网的基本方法,包括快速以太网与千兆以太网组网方法,以及局域网结构化布线技术。第 6 章对局域网操作系统的发展、分类、基本服务功能进行了系统的讨论,并介绍了几种常用的局域网操作系统的特点。第 7 章讨论了网络互联的基本概念、互联的类型与层次、典型网络互联设备的基本工作原理、三层交换技术,以及 ATM 局域网仿真技术等。第 8 章讨论了 Internet 的基础与应用知识、通信协议与服务功能、Internet 的接入方式与 Intranet 技术,以及电子商务应用。第 9 章讨论了网络安全的重要性、网络安全技术研究的基本问题、网络安全策略的设计、防火墙技术与网络防病毒技术,以及网络管理技术的基本概念和典型的网络管理软件的使用。为了使读者能检查学习效果,每章附有习题,书后附有各章习题的参考答案。

本书在编写过程中注意保持了教学内容的系统性,同时以 Internet 技术及应用为主线,加入了高速网络技术、网络系统集成方法、Intranet 工程、网络安全与网络管理等新内容,力求能反映网络的最新发展成果。在本书编写过程中,作者主要参考了 1999 年以来的最新文献资料。在写作中,作者力求做到层次清楚,语言简捷流畅,内容丰富,既便于读者循序渐进地系统

学习,又能使读者了解到网络技术新的发展,希望本书对读者掌握网络应用技术有一定的帮助。

本书的第1,2,3,4,7,9章由吴功宜执笔完成,第5,6,8章由吴英执笔完成。书中的插图全部由吴英完成,全书由吴功宜统稿。

本书在编写过程中得到了谭浩强教授、刘瑞挺教授的关心与帮助,同时也得到了徐敬东副教授、张建忠副教授的多方帮助,在此谨表衷心的感谢。

限于作者的学术水平,错误与不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

作者

2001年4月于南开大学

目 录

第 1 章 计算机网络概论	(1)
1.1 计算机网络的形成与发展	(1)
1.1.1 计算机网络发展阶段的划分	(1)
1.1.2 计算机网络的形成	(2)
1.1.3 网络体系结构与协议标准化的研究	(3)
1.1.4 Internet 的应用与高速网络技术发展	(4)
1.2 计算机网络的定义	(5)
1.2.1 计算机网络定义的基本内容	(5)
1.2.2 计算机网络与分布式系统的区别	(6)
1.3 计算机网络的组成与结构	(6)
1.3.1 资源子网的概念	(7)
1.3.2 通信子网的概念	(7)
1.4 计算机网络的拓扑构型	(8)
1.4.1 计算机网络拓扑的定义	(8)
1.4.2 计算机网络拓扑的分类	(8)
1.5 计算机网络的分类	(9)
1.5.1 按网络传输技术进行分类	(9)
1.5.2 按网络的覆盖范围进行分类	(10)
1.6 典型计算机网络	(11)
1.6.1 ARPANET	(11)
1.6.2 NSFNET	(11)
1.6.3 Internet	(12)
1.7 数据通信服务	(14)
1.7.1 未来通信子网应具备的特征	(14)
1.7.2 交换多兆位数据服务	(14)
1.7.3 X.25 网	(15)
1.7.4 帧中继	(16)
1.7.5 宽带综合业务数据网	(17)
1.7.6 异步传输模式	(19)
1.8 计算机网络的应用	(21)
1.8.1 计算机网络在单位信息管理中的应用	(21)
1.8.2 计算机网络在个人信息服务中的应用	(22)
1.9 计算机网络应用带来的社会问题	(23)
本章小结	(24)
习题	(24)
第 2 章 数据通信与广域网技术	(26)
2.1 数据通信的基本概念	(26)
2.1.1 信息、数据与信号	(26)

2.1.2	数据传输类型与通信方式	(28)
2.2	传输介质及主要特性	(32)
2.2.1	传输介质的主要类型	(32)
2.2.2	双绞线的主要特性	(33)
2.2.3	同轴电缆的主要特性	(34)
2.2.4	光缆的主要特性	(35)
2.3	无线与卫星通信技术	(36)
2.3.1	电磁波谱与移动通信	(36)
2.3.2	无线通信	(38)
2.3.3	微波通信	(38)
2.3.4	蜂窝无线通信	(39)
2.3.5	卫星通信	(39)
2.4	数据编码技术	(41)
2.4.1	数据编码类型	(41)
2.4.2	模拟数据编码方法	(42)
2.4.3	数字数据编码方法	(45)
2.4.4	脉冲编码调制方法	(46)
2.5	基带传输技术	(48)
2.5.1	基带传输的定义	(48)
2.5.2	通信信道带宽对基带传输的影响	(48)
2.5.3	数据传输速率的定义与信道速率的极限	(50)
2.6	频带传输技术	(51)
2.6.1	频带传输的定义	(51)
2.6.2	调制解调器的基本工作原理	(51)
2.6.3	调制解调器的分类与标准	(54)
2.6.4	典型调制解调器的应用	(55)
2.7	多路复用技术	(55)
2.7.1	多路复用技术的分类	(56)
2.7.2	频分多路复用	(56)
2.7.3	波分多路复用	(56)
2.7.4	时分多路复用	(57)
2.8	广域网中的数据交换技术	(59)
2.8.1	线路交换方式	(60)
2.8.2	存储转发交换方式	(61)
2.8.3	数据报方式	(62)
2.8.4	虚电路方式	(63)
2.8.5	ATM 交换方式	(65)
2.9	差错控制方法	(69)
2.9.1	差错产生的原因与差错类型	(69)
2.9.2	误码率的定义	(70)
2.9.3	检错码与纠错码	(71)
2.9.4	循环冗余编码工作原理	(71)
2.9.5	差错控制机制	(74)
	本章小结	(75)

习题	(76)
第3章 网络体系结构与网络协议	(79)
3.1 网络体系结构的基本概念	(79)
3.2 OSI 参考模型	(82)
3.2.1 OSI 参考模型的基本概念	(82)
3.2.2 OSI 参考模型的结构	(83)
3.2.3 OSI 参考模型各层的功能	(83)
3.2.4 OSI 环境中的数据传输过程	(84)
3.3 TCP/IP 参考模型	(86)
3.3.1 TCP/IP 参考模型的发展	(86)
3.3.2 TCP/IP 参考模型各层功能	(87)
3.4 OSI 参考模型与 TCP/IP 参考模型的比较	(90)
3.4.1 对 OSI 参考模型的评价	(90)
3.4.2 对 TCP/IP 参考模型的评价	(90)
3.4.3 一种建议的参考模型	(91)
本章小结	(91)
习题	(92)
第4章 局域网基本工作原理	(94)
4.1 局域网的技术特点	(94)
4.2 局域网的拓扑结构	(95)
4.2.1 总线型拓扑结构	(95)
4.2.2 环型拓扑结构	(96)
4.2.3 星型拓扑结构	(97)
4.3 IEEE 802 模型与协议	(98)
4.3.1 传输介质类型与介质访问控制方法	(98)
4.3.2 IEEE 802 参考模型	(98)
4.4 共享介质局域网的工作原理	(100)
4.4.1 以太网的工作原理	(100)
4.4.2 Token Bus 的工作原理	(101)
4.4.3 Token Ring 的工作原理	(103)
4.5 高速局域网的工作原理	(104)
4.5.1 高速局域网的研究方法	(104)
4.5.2 光纤分布式数据接口	(106)
4.5.3 快速以太网	(107)
4.5.4 千兆以太网	(109)
4.6 交换式局域网的工作原理	(110)
4.6.1 交换式局域网的基本结构	(110)
4.6.2 局域网交换机的工作原理	(111)
4.6.3 局域网交换机的技术特点	(112)
4.7 虚拟局域网的工作原理	(113)
4.7.1 虚拟网络的概念	(113)
4.7.2 虚拟局域网的实现技术	(114)
本章小结	(116)
习题	(117)

第5章 局域网组网技术	(119)
5.1 局域网的传输介质	(119)
5.2 局域网组网需要的设备	(120)
5.2.1 网卡	(120)
5.2.2 集线器	(122)
5.2.3 局域网交换机	(124)
5.3 局域网的组网方法	(128)
5.3.1 同轴电缆组网方法	(128)
5.3.2 双绞线组网方法	(129)
5.3.3 快速以太网组网方法	(132)
5.3.4 千兆以太网组网方法	(132)
5.4 局域网结构化布线技术	(133)
5.4.1 结构化布线的基本概念	(133)
5.4.2 结构化布线系统的应用环境	(136)
5.4.3 结构化布线系统的组成与安装	(138)
本章小结	(141)
习题	(142)
第6章 网络操作系统	(144)
6.1 网络操作系统的基本概念	(144)
6.1.1 网络操作系统的概念	(144)
6.1.2 网络操作系统的发展	(145)
6.1.3 网络操作系统的基本功能	(147)
6.2 Windows NT Server 操作系统	(149)
6.2.1 Windows NT Server 的发展	(149)
6.2.2 Windows NT Server 的特点	(150)
6.2.3 Windows 2000 Server 操作系统	(151)
6.3 NetWare 操作系统	(152)
6.3.1 NetWare 操作系统的发展	(152)
6.3.2 NetWare 操作系统的特点	(153)
6.3.3 IntranetWare 操作系统	(155)
6.4 UNIX 操作系统	(156)
6.4.1 UNIX 操作系统的发展	(156)
6.4.2 UNIX 操作系统的特点	(157)
6.5 Linux 操作系统	(157)
6.5.1 Linux 操作系统的发展	(157)
6.5.2 Linux 操作系统的特点	(158)
本章小结	(158)
习题	(159)
第7章 网络互联技术	(161)
7.1 网络互联的基本概念	(161)
7.1.1 网络互联的概念	(161)
7.1.2 网络互联的要求	(162)
7.2 网络互联的类型与层次	(164)
7.2.1 网络互联的类型	(164)

7.2.2 网络互联的层次	(165)
7.3 典型网络互联设备的工作原理	(166)
7.3.1 网桥	(166)
7.3.2 路由器	(169)
7.3.3 网关	(175)
7.4 第三层交换技术与应用	(176)
7.4.1 第三层交换产生的背景	(176)
7.4.2 网桥、交换机与第二层交换	(177)
7.4.3 第三层交换技术与产品	(177)
7.5 ATM 局域网仿真技术	(178)
7.5.1 ATM 与传统局域网的区别	(178)
7.5.2 ATM 局域网仿真的概念	(178)
7.6 IP over ATM 技术	(180)
7.6.1 IP over ATM 的概念	(180)
7.6.2 IP over ATM 的结构	(181)
本章小结	(182)
习题	(182)
第 8 章 Internet 的基础与应用	(184)
8.1 Internet 的基本概念	(184)
8.1.1 Internet 的定义	(184)
8.1.2 Internet 的组成部分	(185)
8.1.3 Internet 的管理组织	(187)
8.1.4 我国 Internet 的发展前景	(188)
8.2 Internet 的通信协议	(190)
8.2.1 TCP/IP 协议	(190)
8.2.2 IP 地址	(191)
8.2.3 域名机制	(193)
8.3 Internet 的服务功能	(194)
8.3.1 WWW 服务	(195)
8.3.2 电子邮件服务	(198)
8.3.3 文件传输服务	(200)
8.3.4 新闻与公告类服务	(202)
8.4 Internet 的接入方式	(203)
8.4.1 ISP 的作用	(203)
8.4.2 通过局域网接入 Internet	(204)
8.4.3 通过电话网接入 Internet	(204)
8.5 Intranet 技术	(205)
8.5.1 企业网技术的发展	(205)
8.5.2 Intranet 的基本概念	(207)
8.5.3 Intranet 的基本结构	(208)
8.6 电子商务技术	(210)
8.6.1 电子商务的基本概念	(210)
8.6.2 电子商务的基本工作模式	(213)
8.6.3 电子商务中的网络技术	(214)

8.6.4 电子商务系统的基本结构	(214)
本章小结	(215)
习题	(216)
第9章 网络安全技术	(218)
9.1 网络安全的重要性	(218)
9.2 网络安全技术研究的基本问题	(220)
9.2.1 构成对网络安全威胁的主要因素与相关技术的研究	(220)
9.2.2 网络安全服务的主要内容	(224)
9.2.3 网络安全标准	(225)
9.3 网络安全策略的设计	(226)
9.3.1 网络安全策略与网络用户的关系	(227)
9.3.2 制定网络安全策略的两种思想	(227)
9.3.3 网络用户组成、网点结构与网络安全策略的关系	(227)
9.3.4 网络安全教育与网络安全策略	(228)
9.3.5 网络安全策略的修改、完善与网络安全制度的发布	(228)
9.4 网络安全策略制定的方法与基本内容	(228)
9.4.1 网络资源的定义	(229)
9.4.2 网络使用与责任的定义	(229)
9.4.3 用户责任的定义	(230)
9.4.4 网络管理员责任的定义	(231)
9.4.5 网络安全受到威胁时的行动方案	(233)
9.5 网络安全问题的鉴别	(234)
9.5.1 访问点	(234)
9.5.2 系统配置	(235)
9.5.3 软件缺陷	(236)
9.5.4 内部威胁	(236)
9.5.5 物理安全性	(236)
9.6 Internet/Intranet 防火墙技术	(236)
9.6.1 防火墙的基本概念	(236)
9.6.2 防火墙的基本结构	(237)
9.7 网络文件的备份与恢复	(238)
9.7.1 网络文件备份与恢复的重要性	(238)
9.7.2 网络文件备份的基本方法	(239)
9.8 网络防病毒技术	(240)
9.8.1 造成网络感染病毒的主要原因	(240)
9.8.2 网络病毒的危害	(240)
9.8.3 典型网络防病毒软件的应用	(240)
9.8.4 网络工作站防病毒方法	(241)
9.9 网络管理技术	(241)
9.9.1 网络管理的基本概念	(241)
9.9.2 Internet 网络管理模型	(244)
9.9.3 OSI 管理功能域	(245)
9.9.4 简单网络管理协议	(248)
9.9.5 典型的网络管理软件	(249)

本章小结	(252)
习题	(253)
参考答案	(255)
参考文献	(258)

第 1 章 计算机网络概论

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。为了帮助读者对计算机网络有一个全面、准确的认识，本章在讨论网络形成与发展历史的基础上，对网络定义、分类与拓扑构型等问题进行了系统的讨论，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问题进行了全面的探讨。

本章学习要求：

- ◆ 了解：计算机网络的形成与发展过程
- ◆ 掌握：计算机网络的定义
- ◆ 掌握：计算机网络的组成与结构
- ◆ 掌握：计算机网络的分类
- ◆ 掌握：计算机网络拓扑构型的基本概念
- ◆ 了解：典型的计算机网络
- ◆ 了解：数据通信服务
- ◆ 了解：计算机网络的应用
- ◆ 了解：计算机网络的应用带来的社会问题

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高度发展、紧密结合的产物，网络技术的进步正在对当前信息产业的发展产生着重要的影响

1.1.1 计算机网络发展阶段的划分

计算机网络技术的发展速度与应用的广泛程度是惊人的。计算机网络从形成、发展到广泛应用大致经历了近 40 年的历史。纵观计算机网络的形成与发展历史，我们大致可以将它划分为四个阶段：

第一阶段可以追溯到 20 世纪 50 年代。那时，人们开始将彼此独立发展的计算机技术与通信技术结合起来，完成了数据通信技术与计算机通信网络的研究，为计算机网络的产生做好了技术准备，并奠定了理论基础。

第二阶段应该从 20 世纪 60 年代美国的 ARPANET 与分组交换技术谈起。ARPANET 是计算机网络技术发展中的一个里程碑，它的研究成果对促进网络技术发展起到重要作用，并为 Internet 的形成奠定了基础。

第三阶段可以从 20 世纪 70 年代中期谈起。70 年代中期国际上各种广域网、局域网与公用分组交换网发展十分迅速，各个计算机生产商纷纷发展各自的计算机网络系统，但随之而来的是网络体系结构与网络协议的国际标准化问题。国际标准化组织（ISO, International Standards Organization）在推动开放系统参考模型与网络协议的研究方面做了大量的工作，对网络理论体系的形成与网络技术的发展起到了重要的作用，但它同时也面临着 TCP/IP 的严峻挑战。

第四阶段要从 20 世纪 90 年代谈起。这个阶段最有挑战性的话题是 Internet 与异步传输模式（ATM, Asynchronous Transfer Mode）技术。Internet 作为世界性的信息网络，正在当今经济、文化、科学研究、教育与人类社会生活等方面发挥着越来越重要的作用。以 ATM 技术为代表的高速网络技术的发展，为全球信息高速公路的建设提供了技术准备。

1.1.2 计算机网络的形成

任何一种新技术的出现都必须具备两个条件，即强烈的社会需求与先期技术的成熟。计算机网络技术的形成与发展也证实了这条规律。1946 年世界上第一台电子数字计算机 ENIAC 在美国诞生时，计算机技术与通信技术并没有直接的联系。20 世纪 50 年代初，由于美国军方的需要，美国半自动地面防空系统（SAGE）进行了计算机技术与通信技术相结合的尝试。它将远程雷达与其他测量设施测到的信息通过总长度达 241 万千米的通信线路与一台 IBM 计算机连接，进行集中的防空信息处理与控制。

要实现这样的目的，首先要完成数据通信技术的基础研究。在这项研究的基础上，完全可以将地理位置分散的多个终端通过通信线路连接到一台中心计算机上。用户可以在自己的办公室内的终端键入程序，通过通信线路传送到中心计算机，分时访问和使用其资源进行信息处理，处理结果再通过通信线路回送用户终端显示或打印。人们把这种以单个计算机为中心的联机系统称做面向终端的远程联机系统。它是计算机通信网络的一种。20 世纪 60 年代初美国航空公司建成的由一台计算机与分布在全美国的 2000 多个终端组成的航空订票系统 SABRE-1 就是一种典型的计算机通信网络。

随着计算机应用发展，出现了多台计算机互联的需求。这种需求主要来自军事、科学研究、地区与国家经济信息分析决策、大型企业经营管理。他们希望将分布在不同地点的计算机通过通信线路互联成为计算机-计算机的网络。网络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，也可以使用联网的其他地方的计算机的软件、硬件与数据资源，以达到计算机资源共享的目的。

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 Projects Agency）的 ARPANET（通常称为 ARPA 网）。1969 年美国国防部高级研究计划局提出将多个大学、公司和研究所的多台计算机互联的课题。1969 年 ARPANET 只有 4 个结点，到 1973 年 ARPANET 发展到 40 个结点，1983 年已经达到 100 多个结点。ARPANET 通过有线、无线与卫星通信线路，使网络覆盖了从美国本土到欧洲与夏威夷的广阔地域。ARPANET 是计算机网络技术发展的一个重要的里程碑，它对发展计算机网络技术的主要贡献表现在以下几个方面：

- (1) 完成了对计算机网络定义、分类与子课题研究内容的描述。
- (2) 提出了资源子网、通信子网的两级网络结构的概念。
- (3) 研究了报文分组交换的数据交换方法。

- (4) 采用了层次结构的网络体系结构模型与协议体系。
- (5) 促进了 TCP/IP 协议的发展。
- (6) 为 Internet 的形成与发展奠定了基础。

ARPANET 研究成果对世界计算机网络发展的意义是深远的。在它的基础上, 20 世纪 70~80 年代计算机网络发展十分迅速, 出现了大量的计算机网络, 仅美国国防部就资助建立了多个计算机网络。同时, 还出现了一些研究试验性网络、公共服务网络与校园网, 例如美国加利福尼亚大学劳伦斯原子能研究所的 OCTOPUS、法国信息与自动化研究所的 CYCLADES、国际气象监测网 WWWN、欧洲情报网 EIN 等。

计算机网络可以分成资源子网与通信子网来分别组建。在 20 世纪 70 年代中期, 世界上便开始出现了由邮电部门或通信公司统一组建和管理的公用分组交换网, 即公用数据网 PDN。早期的公用数据网采用模拟通信的电话交换网, 新型的公用数据网则采用数字传输技术与分组交换方法。典型的公用分组交换网有: 美国的 TELENET、加拿大的 DATAPAC、法国的 TRANSPAC、英国的 PSS、日本 DDX 等。公用分组交换网的组建为计算机网络发展提供了良好的外部通信条件, 它可以为更多的用户提供数据通信服务。

以上我们讨论的是利用远程通信线路组建的广域网。随着计算机的广泛应用, 局域地区计算机联网的需求日益强烈。在 20 世纪 70 年代初期, 一些大学和研究为实现实验室或校园内多台计算机共同完成科学计算与资源共享的目的, 开始了局域计算机网络的研究。1972 年美国加州大学研制了 Newhall 环网; 1976 年美国 Xerox 公司研究了总线拓扑的实验性 Ethernet 网; 1974 年英国剑桥大学研制了 Cambridge Ring 环网。这些研究成果对 80 年代局域网网络技术的发展起到了十分重要的作用。

1.1.3 网络体系结构与协议标准化的研究

随着网络技术的发展与计算机网络的广泛应用, 一些大的计算机公司纷纷开展计算机网络研究与产品开发工作, 同时也提出了各种网络体系结构与网络协议, 例如 IBM 公司的 (SNA, System Network Architecture)、DEC 公司的 (DNA, Digital Network Architecture) 与 UNIVAC 公司的 (DCA, Distributed Computer Architecture)。

网络体系结构与网络协议的理论研究成果为以后网络理论体系的形成奠定了基础, 很多网络系统经过适当的修改与充实后仍在广泛使用。例如, Internet 就是在 ARPANET 的基础上发展起来的。但是, 在 20 世纪 70 年代后期, 人们看到了计算机网络发展中出现的问题, 那就是网络体系结构与协议标准的不统一, 将会限制计算机网络自身的发展和应用。因此, 网络体系结构与网络协议必须走国际化的道路。

在计算机网络发展的第三阶段中, 网络体系结构与协议标准化的研究取得了重大进展。国际标准化组织 (ISO) 成立了计算机与信息处理标准化技术委员会 (TC97), 该委员会专门成立了一个分委员会 (SC 16), 从事网络体系结构与网络协议国际化问题的研究。经过多年的努力, ISO 正式制订了开放系统互联 (OSI, Open System Interconnection) 参考模型, 即 ISO/IEC 7498 国际标准。在 20 世纪 80 年代, ISO 与 CCITT 等组织分别为参考模型的各个层次制订了一系列的协议标准, 组成了一个庞大的 OSI 基本协议集。尽管人们对 ISO/OSI 参考模型的评价褒贬不一, 但 ISO/OSI 参考模型与协议的研究成果对推动网络体系结构理论发展起了很大的作用。

如果说广域网的作用是扩大了信息社会中资源共享的范围, 那么局域网的作用则是进一