

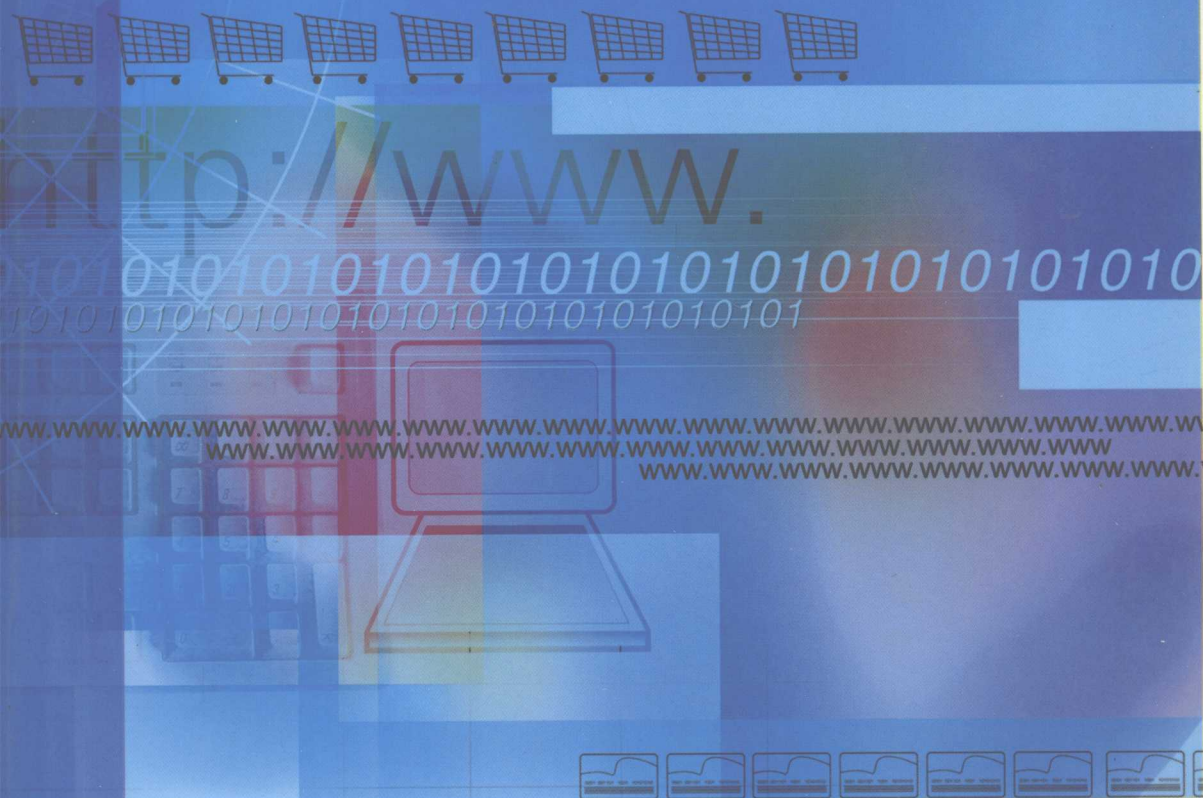


高等职业教育人才培养创新教材出版工程

高职高专电子信息类教材系列

# 计算机网络技术

■ 主编 晋玉星



科学出版社  
www.sciencep.com

TP393  
J854:1

容 内

● 高等职业教育人才培养创新教材出版工程

高职高专电子信息类教材系列

# 计算机网络技术

主 编 晋玉星

副主编 李继方 周晓兵

主 审 徐宏兰



科学出版社

北 京

## 内 容 简 介

本书是由中国高等职业技术教育研究会规划的 21 世纪高职高专精品教材,编写人员由具有多年高职“计算机网络”教学经验和计算机网络工程设计、施工实践经验的人员组成。本书立足于培养 21 世纪的计算机应用型人才,突出网络的应用技术特点及网络工程构建等方面的内容。按照精选内容、突出重点、提高质量的原则,编写内容注重实用性,系统介绍了有关计算机网络的构建、维护技术。本书层次清楚,概念准确,深入浅出、通俗易懂,对计算机网络的基本原理、局域网技术、交换机、路由器的典型配置、实用组网技术和组网方法以及网络安全等内容做了比较系统全面的介绍。对网络发展前沿的内容也有所涉及,突出了对高职高专院校学生动手能力的培养。

本书可作为高职高专计算机网络课程的教材,也可供从事计算机网络及相关专业研究或应用的科研工作者、工程技术人员学习参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

计算机网络技术/晋玉星主编. —北京:科学出版社,2004

高等职业教育人才培养创新教材出版工程,高职高专电子信息类教材系列  
ISBN 7-03-013711-6

I. 计… II. 晋… III. 计算机网络-高等学校:技术学校-教材 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 059677 号

责任编辑:许 远 / 责任校对:包志虹  
责任印制:安春生 / 封面设计:王凌波

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2004年8月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2004年8月第一次印刷 印张:22 3/4

印数:1—4 000 字数:431 000

定价:30.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

# 《高等职业教育人才培养创新教材》

## 出版工程说明

### 一、特色与创新

随着高等教育改革的进一步深化,我国高等职业教育事业迅速发展,办学规模不断扩大,办学思路日益明确,办学形式日趋多样化,取得了显著的办学效益和社会效益。

毋庸置疑,目前已经出版的一批高等职业教育教材在主导教学方向、稳定教学秩序、提高教学质量方面起到了很好的作用。但是,有关专家也诚恳地指出,目前高等职业教育教材出版中还存在一些问题,主要是:教材建设仍然是以学校的选择为依据、以方便教师授课为标准、以理论知识为主体、以单一纸质材料为教学内容的承载方式,没有从根本上体现以应用性职业岗位需求为中心,以素质教育、创新教育为基础,以学生能力培养为本位的教育观念。

经过细致的调研,科学出版社和中国高等职业技术教育研究会共同启动了“高等职业教育人才培养创新教材出版工程”。在教材出版过程中,力求突出以下特色:

(1) 理念创新:秉承“教学改革与学科创新引路,科技进步与教材创新同步”的理念,根据新时代对高等职业教育人才的需求,策划出版一系列体现教学改革最新理念,内容领先、思路创新、突出实训、成系配套的高职高专教材。

(2) 方法创新:摒弃“借用教材、压缩内容”的滞后方法,专门开发符合高职特点的“对口教材”。在对职业岗位(群)所需的专业知识和专项能力进行科学分析的基础上,引进国外先进的课程开发方法,以确保符合职业教育的特色。

(3) 特色创新:加大实训教材的开发力度,填补空白,突出热点,积极开发紧缺专业、热门专业的教材。对于部分教材,提供“课件”、“教学资源支持库”等立体化的教学支持,方便教师教学与学生学习。对于部分专业,组织编写“双证教材”,注意将教材内容与职业资格、技能证书进行衔接。

(4) 内容创新:在教材的编写过程中,力求反映知识更新和科技发展的最新动态。将新知识、新技术、新内容、新工艺、新案例及时反映到教材中来,更能体现高职教育专业设置紧密联系生产、建设、服务、管理一线的实际要求。



## 二、精品与奉献

“高等职业教育人才培养创新教材出版工程”的启动，得到了教育部高等教育司高职高专处领导的认可，吸引了一批职业教育和高等教育领域的权威专家积极参与，共同打造精品教材。其实施的过程可以总结为：教育部门支持、权威专家指导、一流学校参与、学术研究推动。

国内的高等职业教育院校特别是北京联合大学、天津职业大学以及中国高等职业技术教育研究会的其他副会长、常务理事、理事单位等积极参加本教材出版工程，提供了先进的教学经验，在此基础上出版一大批特色教材。

在教材的编写过程中，得到了许多行业部委、行业协会的支持，对教材的推广起到促进作用。

先进的理念、科学的方法、有力的支持，必然导致精品的诞生。“高等职业教育人才培养创新教材出版工程”主要包括高职高专层次的基础课、公共课教材；各类紧缺专业、热门专业教材；实训教材、引进教材等特色教材；还包含部分应用型本科层次的教材。根据我们的规划，下列教材即将与读者见面：

### (一) 高职高专基础课、公共课教材

#### (1) 基础课教材系列

#### (2) 公共选修课教材系列

### (二) 高职高专专业课教材

#### (1) 紧缺专业教材

—— 软件类专业系列教材

—— 数控技术专业教材

—— 汽车类专业教材

……

#### (2) 热门专业教材

—— 电子信息类专业教材

—— 交通运输类专业教材

—— 财经类专业教材

—— 旅游类专业教材

—— 生物技术类专业教材

—— 食品类专业教材

—— 精细化工类专业教材

—— 广告类专业教材

—— 艺术设计类专业教材

.....

### (三) 高职高专特色教材

—— 高职高专院校实训教材

—— 国外职业教育优秀教材

.....

### (四) 应用型本科教材系列

.....

欢迎广大教师、学生在使用中提出宝贵意见,以便我们改进教材出版工作、提高质量。

中国高等职业技术教育研究会

科学出版社

# 前 言

目前, 计算机网络技术与产品已有极大的发展, 特别是局域网技术, 不仅具备了比较高的网络传输率和比较大的覆盖范围, 而且在组网的产品种类上也有相当大的发展。局域网普遍地构建在各个新建的楼宇和园区内。它应用在办公大楼、学校、住宅小区、工矿企业以及金融业等各行各业中, 计算机网络已被广泛地应用于各个领域。我国信息产业“十五”规划纲要的确定, 政府上网、企业上网、家庭上网工程的启动以及一系列信息化基础设施建设的实施, 都急需大量掌握计算机网络知识和应用技术的专门人才。因此网络技术已经成为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研究、开发人员应该掌握的重要知识之一。

高职高专教育旨在培养应用型人才, 随着我国高等教育改革的进一步深化, 高等职业教育获得了较大的发展机遇。高职高专教育是以能力培养为基础的专业技术教育, 要求高职高专学生在了解必备的理论知识的基础上, 主要应具备较强的实际应用和操作能力。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突出计算机网络实用技术的教科书。本书重点介绍了计算机局域网的安装、调试、互连、管理以及因特网的接入技术, 突出培养学生对网络的规划、组建、操作、管理、应用和维护等实际动手能力。

全书共分 9 章。第 1 章阐述了计算机网络基础知识, 包括计算机网络的组成、常见的几种网络操作系统、数据通信基础和几种广域网接入技术。第 2 章介绍了计算机网络体系结构, 包括 ISO/OSI 参考模型的层次结构和各层功能、网络协议的概念、TCP/IP 体系结构的各层功能和 IP 地址的规划。第 3 章讨论了计算机网络的硬件组成, 包括网络的硬件组成和各种网络设备的功能与应用场合、对设备的选型与选购。第 4 章介绍了综合布线系统, 包括综合布线的标准及设计要点以及综合布线的施工、验收。第 5 章介绍了网络互连技术, 包括典型网络互连设备的连接, 互连的类型与层次第三层交换技术、虚拟局域网技术, 并重点介绍了交换机、VLAN、路由器的基本配置方法。第 6 章阐述了局域网组网技术, 包括流行的局域网技术网和组网需要的设备、组网的基本方法, 包括快速以

太网与千兆位以太网组网方法。第7章阐述了 Windows 2000 Server, 主要介绍 Windows 2000 的基本概念和基本操作。通过阅读教材和实训, 真正理解活动目录的概念。文件共享和用户账户管理则是文件服务器配置的两项主要内容。第8章阐述了 Windows 2000 Server 网络服务, 包括 Windows 2000 Server 网络服务的安装与配置, 重点介绍了利用 Windows 2000 Server 架设并维护 Intranet 站点。第9章讨论网络安全的网络安全策略和防火墙技术与网络防病毒技术。为了使读者能检查学习效果, 每章附有小结和习题。

本书的第1章由石磊编写; 第2章由吴丽征编写; 第3章由蔡向阳编写; 第4章由刘斐、葛磊编写; 第5章由晋玉星、张六成编写; 第6章由李继方编写; 第7章由张新成编写; 第8章由周晓兵编写; 第9章由张才千、崔丹丹编写。书中的插图全部由崔丹丹完成, 全书由晋玉星统稿, 徐宏兰主审。

由于作者的学术水平有限, 书中错误与不妥之处在所难免, 敬请读者批评指正, 不吝赐教。

编者

2004年4月



# 目 录

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| <b>第 1 章 计算机网络基础知识</b> .....       | 1   |
| 1.1 计算机网络的产生与发展 .....              | 1   |
| 1.2 计算机网络的基本概念 .....               | 7   |
| 1.3 网络操作系统简介 .....                 | 11  |
| 1.4 数据通信基础 .....                   | 17  |
| 1.5 广域网接入技术 .....                  | 29  |
| 本章小结 .....                         | 42  |
| 习题 .....                           | 43  |
| <b>第 2 章 计算机网络体系结构</b> .....       | 44  |
| 2.1 网络体系结构的基本概念 .....              | 44  |
| 2.2 ISO/OSI 参考模型 .....             | 46  |
| 2.3 TCP/IP 体系结构 .....              | 52  |
| 2.4 OSI 参考模型与 TCP/IP 参考模型的比较 ..... | 56  |
| 2.5 IP 地址 .....                    | 57  |
| 本章小结 .....                         | 66  |
| 习题 .....                           | 66  |
| <b>第 3 章 计算机网络的硬件组成</b> .....      | 67  |
| 3.1 计算机网络的拓扑结构 .....               | 67  |
| 3.2 传输介质 .....                     | 71  |
| 3.3 网络设备 .....                     | 79  |
| 本章小结 .....                         | 98  |
| 习题 .....                           | 99  |
| <b>第 4 章 综合布线系统</b> .....          | 100 |
| 4.1 综合布线概述 .....                   | 100 |
| 4.2 综合布线标准及设计要点 .....              | 107 |
| 4.3 综合布线的施工 .....                  | 108 |
| 4.4 综合布线的验收 .....                  | 110 |
| 4.5 综合布线方案分析与实例 .....              | 112 |
| 本章小结 .....                         | 114 |
| 习题 .....                           | 114 |
| <b>第 5 章 网络互连技术</b> .....          | 115 |
| 5.1 网络互连的概念 .....                  | 115 |
| 5.2 中继器互连方式 .....                  | 120 |

|              |                                       |     |
|--------------|---------------------------------------|-----|
| 5.3          | 网桥互连方式 .....                          | 123 |
| 5.4          | 交换机技术与配置基础 .....                      | 131 |
| 5.5          | 虚拟局域网与第三层交换 .....                     | 148 |
| 5.6          | 路由器技术及配置基础 .....                      | 169 |
|              | 本章小结 .....                            | 185 |
|              | 习题 .....                              | 186 |
| <b>第 6 章</b> | <b>局域网组网技术</b> .....                  | 189 |
| 6.1          | 局域网技术概论 .....                         | 189 |
| 6.2          | 几种典型的局域技术 .....                       | 193 |
| 6.3          | 局域网组网方法 .....                         | 212 |
| 6.4          | 局域网络建立实例 .....                        | 220 |
|              | 本章小结 .....                            | 235 |
|              | 习题 .....                              | 235 |
| <b>第 7 章</b> | <b>Windows 2000 Server</b> .....      | 236 |
| 7.1          | 概念 .....                              | 236 |
| 7.2          | Windows 2000 Server 的安装 .....         | 239 |
| 7.3          | 用户账户的管理 .....                         | 248 |
| 7.4          | 组的管理 .....                            | 256 |
| 7.5          | 文件管理 .....                            | 258 |
|              | 本章小结 .....                            | 274 |
|              | 习题 .....                              | 274 |
| <b>第 8 章</b> | <b>Windows 2000 Server 网络服务</b> ..... | 275 |
| 8.1          | DHCP 服务 .....                         | 275 |
| 8.2          | DNS 服务 .....                          | 285 |
| 8.3          | IIS 简介 .....                          | 298 |
| 8.4          | Web 服务器 .....                         | 301 |
| 8.5          | FTP 服务 .....                          | 320 |
|              | 本章小结 .....                            | 332 |
|              | 习题 .....                              | 333 |
| <b>第 9 章</b> | <b>网络安全</b> .....                     | 334 |
| 9.1          | 网络安全概述 .....                          | 334 |
| 9.2          | 网络安全的结构层次 .....                       | 335 |
| 9.3          | 计算机网络的安全策略 .....                      | 339 |
| 9.4          | 防火墙技术简介 .....                         | 343 |
| 9.5          | 信息加密技术 .....                          | 347 |
|              | 本章小结 .....                            | 351 |
|              | 习题 .....                              | 351 |
|              | 参考文献 .....                            | 352 |

# 第 1 章

## 计算机网络基础知识

各自独立运行、又彼此互相通信的计算机和连接它们的通信设施就构成了计算机网络，计算机网络的应用已渗透到各个领域。掌握计算机网络的基础知识是对每个大学生的最低要求，同时也是我们学好本课程的基础。

### 学习目标：

- 了解计算机网络的产生及发展趋势
- 掌握计算机网络的组成、功能
- 熟悉常见的几种网络操作系统，了解它们的技术特点
- 掌握数据通信的基本概念和数据的传送方式，了解数据编码与数据交换
- 认识 ADSL、ISDN、DDN 等几种广域网接入技术

### 1.1 计算机网络的产生与发展

#### 1.1.1 现代计算环境与网络

1987 年 Sun 公司总裁提出了“网络就是计算机”的名言。现代计算机环境是指 20 世纪 90 年代以来，各种计算机应用所处的环境。现代计算环境的主要特点都和网络密切相关。这就是：

(1) 信息的收集、传送、存储和处理之间的差别逐渐地消失，孤立的计算机已经越来越少，网络与计算机正进一步融合。网络的广泛互联使通过网络获得计算与信息服务的 C/S 方式成了一种基本的工作模式，信息资源的开发利用，已经在社会上起着重要的作用。

(2) 软件行业、信息服务行业已经具有相当规模，能够为各行各业提供所需要的软件和必要的信息服务。各种算法库、模型库、数据库能支持不同类别的需求。各单位网络的服务器通常都配置了支持自身工作的各种软件资源和信息资源，网络成了办公自动化的重要工具。

(3) 信息检索和数据库查询所需要的数据密集型运算、科学计算与高清晰度图像显示所需的数值密集型运算和依赖通信才能实现的网络密集型运算已经有机地结合起来。三位一体地支持着人们的计算需求；只支持某一类应用的机器，已

经很少见到了。

(4) 微型计算机已经在各个行业和许多家庭中落户，联网的微机为人们提供的计算资源和信息资源都远大于单机所拥有的资源；为完成繁重的计算任务还可通过网络使用高性能的计算机；大量的数据可存储到网络的存储服务器的硬盘上；大家都可用高质量的网络打印机打印出高质量的文本和图像；带有图形界面的浏览器，使用户能很方便地从网上获取所需的信息。

1997年初，高性能计算机的存储规模已经达到千万亿字节，它每秒钟能进行万亿次浮点运算；超高速通信干线的传输能力已经能够达到每秒传送数亿个字符；网卡或调制解调器也成了微机中的基本成分，几百G字节的高速硬盘已经随处可见。

总之，在现代计算环境中分散在各处的计算机，经过通信设施，彼此互联在一起。共同提供着人们所需要的计算服务和信息服务。这些独立运行，又彼此互相通信的计算机和连接它们的通信设施就构成了计算机网络。正是这种计算机网络支撑着今天的计算环境，把计算能力带到了用户所需要的场所。

### 1.1.2 计算机网络发展简史

所谓联网，就是把计算机与计算机经过通信线路连接起来，使其彼此能相互通信，计算机网络的发展，经过了几个阶段：

#### 1. 联网的尝试

从20世纪50年代开始，美国军方所研制的半自动地面防空系统(SAGE)试图把各雷达站测得的数据传送到计算机进行处理。在1958年首先建成了纽约防区，到1963年共建成了17个防区。该项工程投入了80亿美元，推动了当时计算机产业的技术进步。

几乎同时，由IBM公司研制了全美航空定票系统(SABRAI)。到1964年，美国各地的旅行社就都能用它来预定航班的机票了。

严格地说，上述两个系统都只是将远程终端和主机联机的系统、只是人们联网的尝试，并没有实现计算机之间的联网。同一时期，在大学与研究机构中，为均衡计算机的负荷和共享宝贵的硬件资源，也进行着计算机间通信的试验，做了联网的种种尝试。

#### 2. ARPANET 的诞生

20世纪60年代，在数据通讯领域提出分组交换的概念，这是人们着手研究计算机间通信技术的开端。1968年美国国防部高级研究计划署(ARPA—Advanced Research Projects Agency)资助了对分组交换的进一步研究，1969年12

月,在西海岸建成有四个通信结点的分组交换网,这就是最初的 ARPANET。随后,ARPANET 的规模不断扩大,很快就遍布在美国的西海岸和东海岸之间了。

ARPANET 实际上分成了两个基本的层次,底层是通信子网,上层是资源子网。初期的 ARPANET 租用专线连接专门负责分组交换的通信结点,通信结点实际上是专用的小型计算机,线路和结点组成了底层的通信子网。大型主机通常分接到通信结点上,由通信结点支持它的通信需求。由于这些大型主机提供了网上最重要的计算资源和数据资源,故有些文献说联网的主机及其终端构成了 ARPANET 上的资源子网。这种把网络分层的作法,极大地简化了整个网络的设计。

分组交换和进行网络服务的分层对计算机网络的发展都起了重要的作用。

### 3. 多种网络技术的并存

20 世纪 70 年代是多种网络技术并存的发展阶段,也是标准化备受关注的时期,微机和局域网的诞生是这一时期的两个重大事件。

(1) 各公司自行制定了网络的体系结构 在 20 世纪 70 年代,IBM、DEC 等计算机公司分别制定了自己计算机产品的联网方案。在公司内部以及自身的用户群中建立了一批专门性的网络,并分别确定了网络的体系结构。IBM 所生产的各种计算机,能够以系统网络体系结构(SNA)组网;DEC 生产的各种型号的计算机则能够以 Digit 网络体系结构(DNA)组网,不同的计算机公司,用以组成网络的硬件、软件和通讯协议都各不兼容,难以互相连接。

(2) 标准化备受关注 在这个阶段,人们开始在标准化方面进行大量的工作。当时的电报电话咨询委员会(CCITT)制定了分组交换的 X.25 标准。从西欧开始,先后在世界各地建立了遵循 X.25 标准的公共数据网(PDN)。公共数据网的建立对组建远程计算机网络起了重大作用。

同期,国际标准化组织(ISO)在当时负责信息处理与计算机方面标准制订的技术委员会(TC97)的几个子委员会的努力下,分别建立了开放系统的互联参考模型(OSI/RM)和在这一框架模型下相关的各项标准。制定这个参考模型的目的是规定计算机系统在与其它计算机系统通信时应当遵循的通信协议。这样,不管系统本身多么不同,只要在与别的系统通信时遵循相同的协议与规则,就被认为是开放系统。

(3) 局域网 局域网(LAN)诞生于 20 世纪 70 年代中期,随着微电子技术的进步,其性能价格比都在急剧提高。到了 20 世纪 80 年代,经济低廉的微型计算机的性能早已超过了早期的大型计算机,这极大地促进了计算机应用的普及。局域网则在近距离内,通过可共享的信道连接了多台计算机。这种简易、低



成本又安全可靠的网络结构解决了微型计算机彼此通信的问题,使局域网上的激光打印机、大型主机、高档工作站、超级小型机和大容量的存储设备都可以被网上多台微型计算机所共享,这就使计算机应用的成本近一步降低了,因此 LAN 被各行各业普遍接受了。

几乎是在同一时期,为满足不同的需要,开发了几种不同的 LAN 技术,各种局域网的性能、价格和通信协议各不相同。当然,这也为相互联网增加了一些难度。

局域网与远程网络的互联,使局域网上每个用户都能访问远方的主机,这又反过来提出了如何使不同计算机、网络广泛互联的新课题,这种广泛互联的需求促使 Internet 崛起了。

#### (4) Internet-TCP/IP 的崛起

① Internet 的由来 20 世纪 80 年代初期,为了使不同型号的计算机和执行不同协议的网络都能彼此互联,ARPA 资助了相关的研究项目,特别是为了使互不兼容的 LAN 都能与 WAN 互联,建立了 Internet 项目组。众所周知,Internet 是 Internetwork 的缩写,原意是网与网的互联,可译为互联网,或“因特网”。

② TCP/IP 协议集的诞生 在 Internet 项目的研究中,人们重新改写了 ARPANET 的通信协议:为了广泛互联,制定了新的互联网数据报协议(Internet Protocol)简称 IP 协议。IP 协议定义了计算机间通信应遵守的规则、数据报(即 Internet 上面的分组)的格式以及存储转发数据报的方法。IP 协议着眼于各个网络的互联,相应的协议既解决了如何把底层不同的网络与 IP 网络相对应的问题,又对用户屏蔽了底层网络技术的细节。使底层的各种网络仅以 IP 网络的形式呈现在用户面前,并实现了不同主机上应用进程间的通信。

为了保证进程间端到端的通信能够高效、可靠,在 IP 网络之上,主机内的传输控制协议(Transmission Control Protocol)软件,构成了面向字节的、有序的报文传输通路,使不同计算机上的进程能经过异构网相互通信。以 TCP、IP 两个协议为主的一整套通信协议,被称作 TCP/IP 协议集,有时也称作 TCP/IP 协议。

Internet 项目组新研制的 TCP/IP 软件开始只在小范围内试用,到了 1982 年许多大学与公司中的研究机构全部使用 TCP/IP 软件,接入了 Internet。TCP/IP 协议为不同计算机、网络的互联打下了基础。

③ Internet 的形成与发展 1982 年美国军方决定以 TCP/IP 作为不同网络互联的基础。规定从 1983 年 1 月起,军方的各种网络都必须运行在 TCP/IP 软件并彼此互联。这使 Internet 从一个实验性的原型变成了初具规模的互联网络。在随后的几年中,与 Internet 连接的主机数几乎每年都翻一番。TCP/IP 逐步成

了事实上被广泛承认的工业标准。

④ NSF 的贡献 美国国家科学基金会 (NSF) 于 1980 年前资助了旨在使各大学计算机科学系彼此联网的项目, 建立了 CSnet (计算机科学网)。它以灵活的策略, 采用不同方式实现了广泛的互联。网上的资源共享和电子邮件促进了合作与交流。

CS net 的成功, 促使 NSF 在 1985 年提出使百所大学用 TCP/IP 协议联网的计划并建立了使用 TCP/IP 协议的 NSFNET, 它与 ARPANET 在费城的卡内基梅隆大学彼此互联, NSFNET 成了 Internet 的组成部份。在 NSFNET 建成之前, 网络的使用者只是计算机科学家、军方、大公司及与政府签约的机构; 在 NSFNET 建成之后, 大学各学科的师生都能使用网络了, 这的确是个非常重大的转变。

为使美国在未来的发展中能始终领先, NSF 认为应当使每个科技人员都能使用网络。1987 年 NSF 决定用 T1 干线 (1.544Mbps) 连接几个国家级的高性能计算中心, 这个 T1 主干网于 1988 年夏天建成, 实际上替代了原有的 ARPANET 主干网。在这个形势下, ARPANET 于 1990 年宣布退出运营。NSF 在建设主干网的同时, 又资助各地区建设了中级网络。各地区的中级网络近接本地区的主要城市、各个大学校园网及各个公司的企业网, 使它们既彼此互联、又能接到 Internet 主干上, 这样就形成了主干网、中级网及校园网 (企业网) 三级网络彼此互联的层次结构。

从 1988 年起, Internet 就正式跨出了美国国门, 首先是接到了加拿大、法国和北欧、随后延伸到了地球的每个大洲的各个角落。

NSF 还陆续支持了许多项目, 鼓励地区级 (中级) 网络的建设, 特别是鼓励建设替代原有干线的新通信干线, 资助了提升干线传输速率的种种研究试验。到 1995 年, 大量由公司运行的商业性 IP 网络出现了, NSF 把 ANS 主干卖给了 American Online, 迫使各中级网络利用商业性 IP 服务相互连接。在这种形势下, 形成了 Internet 具有多个主干、数百个中级网络、数万个 LAN、数百万台主机和几千万用户的规模。

中级网络是独立运营的, 一些中级网络内还不断试验着新的网络技术。出现了诸如 ATM、帧中继等引人注目的高速网络技术。

(5) G 级网络的试验研究 G 级网络 (GigaBit Network) 指每秒传送千兆位的网络, 通常也包括速率大于 500Mbps 的全双工干线。

20 世纪 80 年代末 90 年代初, 多媒体技术有了很大进展, 实时传送多媒体信息要求更高的传输速率。近年来, 由于涉及多媒体信息传送的浏览器被广泛使用, 干线速率的提高已经刻不容缓。从 1989 年开始, ARPA 和美国国家科学基金会 NSF 就联合资助了高速网络的试验。1991 年 12 月, 美国国会通过关于国

家研究教育网 (NREN—National Research Education Network) 的法案, 要使 NREN 成为替代 NSFNET 的非商业性网络。它必须以高于 1Gbps 的速率运行, 其目标是在 2000 年前建成 3Gbps 的国家级网络。在 NREN 名下, 又资助了一批项目, 这些就是 G 级网络的试验研究, 这些项目是由大学和工业界共同完成的。

### 1.1.3 计算机网络发展趋势

#### 1. 网络向高速发展是一个总的趋势

不断提高计算机网络的传输速率, 始终是一个不断追求的目标, 也是计算机技术、通信技术和计算机应用发展过程中不断提出的要求。

世界上第一个分组交换网络 ARPA 网最初只有四个节点, 速率为几 Kbps。1986 年成为 Internet 主干网的美国国家科学基金网 NSFNET, 传输速率提高到 56Kbps, 1989 年速率又提高到 1.544Mbps。1993 年 ANSNET 成为 Internet 的主干网, 速率再次提高到 45Mbps, 目前, Internet 主干网的速率已提高到数 Gbps。

20 世纪 90 年代中期以来, 计算机开始向千兆位迈进, 以 ATM 为代表的网络速率为 155Mbps 和 622Mbps, 可望达到 1.2Gbps、2.4Gbps; 另外千兆位以太网标准的速率可达 1Gbps。

这一切说明网络向高速化发展是一个总的趋势, 以千兆位速率为标志的高速网络时代已经到来。

#### 2. 网络向综合服务方向发展

网络专业化的主要特点是网络系统与应用模式的密切相关, 每一种网络都是根据不同应用的要求而设计的, 并根据应用的特点不断地进行优化且改进服务质量。

随着网络技术的进步, 以及新的应用模式不断涌现, 特别是多媒体技术的发展, 要求设计和建立与具体应用无关的网络系统, 即在同一网络上可同时传输文字、数据、声音和图像, 在同一网络上为各种不同性质的应用提供综合的服务, 实现不同网络类型的集成。

#### 3. 网络为不同的应用提供不同的服务质量

随着计算机技术和网络技术的发展, 计算机网络应用模式也在不断深入和拓展。一些新的应用模式在带宽、延迟、抖动等方面对计算机网络提出了不同的要求。因此, 为不同的应用提供不同的服务质量保证, 将是计算机网络发展的又一个特征。

## 1.2 计算机网络的基本概念

### 1.2.1 计算机网络的定义

按资源共享的观点, 计算机网络就是利用通信设备和线路将分布在地理位置不同的、功能独立的多个计算机系统连接起来, 以功能完善的网络软件(网络通信协议及网络操作系统等)实现网络资源共享和信息传递的系统。

按照计算机网络界权威人士特南鲍姆(Andrew S. Tanenbaum)的定义, 计算机网络是一些相互独立的计算机互连集合体。若有两台计算机通过通信线路(包括无线通信)相互交换信息, 就认为是互连的。而相互独立或功能独立的计算机是指网络中的一台计算机不受任何其它计算机的控制(如启动或停止)。

### 1.2.2 计算机网络的功能

网络的主要功能是向用户提供资源的共享和数据的传输, 它包括:

#### 1. 数据交换和通信

计算机网络中的计算机之间或计算机与终端之间, 可以快速可靠地相互传递数据、程序或文件。例如: 电子邮件(E-mail)可以使相隔万里的异地用户快速准确地相互通信; 文件传输服务(FTP)可以实现文件的实时传递, 为用户复制和查找文件提供了有力的工具。

#### 2. 资源共享

计算机网络可以实现网络资源的共享。这些资源包括硬件、软件和数据。资源共享是计算机网络组网的目标之一。

(1) 硬件共享: 用户可以使用网络中任意一台计算机所附接的硬件设备。例如: 同一网络中的用户共享打印机、共享硬盘空间等。

(2) 软件共享: 用户可以使用远程主机的软件——包括系统软件 and 用户软件。既可以将相应软件调入本地计算机执行, 也可以将数据送至对方主机, 运行其软件, 并返回结果。

(3) 数据共享: 网络用户可以使用其它主机和用户的数据。

#### 3. 系统的可靠性

通过计算机网络实现备份技术可以提高计算机系统的可靠性。当某一台计算机出现故障时, 可以立即由计算机网络中的另一台计算机来代替其完成所承担的