



教育部高职高专规划教材

计算机网络

● 耿长清 主编
郝小会 主审

3-43



化学工业出版社
教材出版中心

教育部高职高专规划教材

计 算 机 网 络

耿长清 主 编
马国峰 副主编
郝小会 主 审



化学工业出版社
教材出版中心

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机网络/耿长清主编. —北京: 化学工业出版社,
2005. 7
教育部高职高专规划教材
ISBN 7-5025-7533-2

I. 计… II. 耿… III. 计算机网络-基本知识-高等
学校: 技术学院-教材 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 089008 号

教育部高职高专规划教材

计算机网络

耿长清 主 编

马国峰 副主编

郝小会 主 审

责任编辑: 张建茹

文字编辑: 云 雷

责任校对: 李 林

封面设计: 郑小红

化学工业出版社
教材出版中心 出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010) 64982530

(010) 64918013

购书传真: (010) 64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

化学工业出版社印刷厂印装

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 13¼ 字数 323 千字

2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7533-2

定 价: 22.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

出版说明

高职高专教材建设工作是整个高职高专教学工作中的重要组成部分。改革开放以来,在各级教育行政部门、有关学校和出版社的共同努力下,各地先后出版了一些高职高专教育教材。但从整体上看,具有高职高专教育特色的教材极其匮乏,不少院校尚在借用本科或中专教材,教材建设落后于高职高专教育的发展需要。为此,1999年教育部组织制定了《高职高专教育专门课课程基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》),通过推荐、招标及遴选,组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师,成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍,并在有关出版社的积极配合下,推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种,用5年左右时间完成。这500种教材中,专门课(专业基础课、专业理论与专业能力课)教材将占很高的比例。专门课教材建设在很大程度上影响着高职高专教学质量。专门课教材是按照《培养规格》的要求,在对有关专业的人才培养模式和教学内容体系改革进行充分调查研究和论证的基础上,充分汲取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用型专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的。这套教材充分体现了高等职业教育的应用特色和能力本位,调整了新世纪人才必须具备的文化基础和技术基础,突出了人才的创新素质和创新能力的培养。在有关课程开发委员会组织下,专门课教材建设得到了举办高职高专教育的广大院校的积极支持。我们计划先用2~3年的时间,在继承原有高职高专和成人高等学校教材建设成果的基础上,充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用型专门人才方面取得的成功经验,解决新形势下高职高专教育教材的有无问题;然后再用2~3年的时间,在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,通过研究、改革和建设,推出一大批教育部高职高专规划教材,从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

本套教材适用于各级各类举办高职高专教育的院校使用。希望各用书学校积极选用这批经过系统论证、严格审查、正式出版的规划教材,并组织本校教师以对事业的责任感对教材教学开展研究工作,不断推动规划教材建设工作的发展与提高。

教育部高等教育司

2001年4月3日

前 言

根据高职高专人才培养的具体要求,计算机网络是计算机应用、计算机信息管理、通信专业以及其他相关专业的一门重要的专业基础课程,是计算机应用、计算机信息管理专业的核心课程之一。本教材是为了配合高职高专的计算机网络教学而编写的。

本教材共分8章,比较系统地介绍了计算机网络的基础知识,注意内容尽量符合高职高专人才培养目标。本书编写力求理论深度适中、叙述简练、条理清晰、适应教学、注重实用。对于计算机网络的最新发展以及新技术的应用也用了一定的篇幅给予介绍。

本教材在编写上,力求理论深度适中,基本知识简练准确,条理清晰、实用性强。为了锻炼学生的动手能力,突出高等职业教育特点,在本书的附录部分编写了参考实验项目。

本教材参考教学时数为70学时。在实施教学时,可以根据专业设置要求和具体教学情况,适当调整教学时数,灵活安排授课、实验和实训内容。

本教材由耿长清任主编并编写第一章和第六章;马国峰任副主编,编写第二章和附录部分;韩趁霞编写第三章;杨俊红编写第四章;苏文芝编写第五章与第七章;吴政江编写第八章。全书由郝小会主审。

由于时间仓促加之编者水平有限,书中不妥之处难免存在,恳请读者批评指正。

编者

2005年6月

内 容 提 要

本书是教育部高职高专规划教材。全书共分 8 章，第一章介绍计算机网络形成发展的阶段及每个发展阶段计算机网络的特征，讲述计算机网络的组成与结构、计算机网络的类型及其特征。第二章介绍有关通信的基础知识。第三章介绍计算机网络的体系结构，全面介绍开放系统互联参考模型（OSI/RM）。第四章介绍主要的局域网标准以及局域网的组网技术。第五章讲述 TCP/IP 协议的有关内容和 IP 地址分类与使用及 IP 格式。第六章介绍网络互联技术以及网络互联所需要的连接设备。第七章介绍因特网的接入技术以及因特网的应用。第八章介绍网络安全的措施和方法及网络的管理技术。

本书主要作为高职高专计算机和信息管理及其他相关专业的计算机网络课程教学用书，也可以作为计算机网络知识的培训教材和计算机网络爱好者的自学用书。

目

录

第一章 概述	1
第一节 计算机网络的形成与发展	1
第二节 计算机网络的组成与结构	5
第三节 计算机网络的类型及其特征	10
本章小结	11
本章习题	12
第二章 数据通信基础	13
第一节 数据通信模型	13
第二节 数据传输技术	14
第三节 数据交换技术	24
第四节 多路复用	28
第五节 传输介质	31
第六节 差错控制方法	36
本章小结	40
本章习题	41
第三章 计算机网络体系结构与协议	42
第一节 网络体系结构	42
第二节 物理层协议	48
第三节 数据链路层协议	51
第四节 网络层协议	63
第五节 传输层协议	69
第六节 高层协议	72
本章小结	77
本章习题	77
第四章 计算机局域网技术	78
第一节 局域网概述	78
第二节 以太网技术	83
第三节 高速局域网	88
第四节 虚拟局域网	95
第五节 无线局域网	99
第六节 其他类型的局域网	105
本章小结	108

本章习题	109
第五章 TCP/IP 协议	111
第一节 TCP/IP 简介	111
第二节 IP 协议	112
第三节 TCP 协议	123
本章小结	126
本章习题	126
第六章 网络互联技术	127
第一节 网络互联概述	127
第二节 网络互联技术及互联设备	132
本章小结	144
本章习题	144
第七章 计算机网络应用技术	145
第一节 概述	145
第二节 Internet 的接入	147
第三节 Internet 的应用	149
本章小结	157
本章习题	157
第八章 计算机网络安全与管理	158
第一节 网络安全概述	158
第二节 网络安全技术	166
第三节 网络系统管理	177
本章小结	187
本章习题	188
附录 参考实验方案	189
实验一 双绞线的制作	189
实验二 安装网卡	191
实验三 交换机基本配置	191
实验四 交换机 VLAN 配置	194
实验五 路由器的基本配置	196
主要参考文献	202

第一章 概述

计算机网络的应用正在改变着人们的工作方式与生活方式、并正在进一步引起世界范围内产业结构的变化,促进了全球信息产业的发展,在各国的经济、文化、科学研究、军事、政治、教育和社会生活等各个领域发挥着越来越重要的作用。因此,计算机网络技术也引起了人们高度的重视。

读者通过本章的学习可以了解计算机网络的发展形成阶段以及各阶段计算机网络的特点;掌握计算机网络的功能;了解计算机网络的组成与结构;了解计算机网络的各种分类方法以及特征。

第一节 计算机网络的形成与发展

计算机网络是计算机及其应用技术与通信技术逐步发展、日益密切结合的产物,是随着社会对资源共享和信息传递的日益增强的需求而发展起来的。概括地说,计算机网络的形成与发展一般可以划分为四个阶段:即面向终端的计算机网络阶段,面向通信的分组交换计算机网络阶段,面向应用的开放式标准化计算机网络阶段以及进一步发展与广泛应用阶段。

一、面向终端的计算机网络

以单个计算机为中心的远程联机系统,构成面向终端的计算机网络。

所谓联机系统,就是在整个系统中只有一台具有独立处理能力的中央计算机,由中央计算机连接大量地理上处于分散位置的终端。

计算机应用的早期,使用计算机的用户必须亲自携带程序和数据,到机房或者委托机房操作员用手工方式上机。这种工作方式使用户、尤其是远地用户感觉非常的不方便。为了使用计算机,用户需要付出大量的时间、精力和资金。随着社会对计算机使用越来越广泛,迫切需要对分散在各地的用户数据进行集中处理,从而促使批量处理系统采用通信技术,出现了具有通信功能的远程联机系统,如图 1-1(a) 所示。其基本思想是在计算机上增加通信功能,将远地用户终端通过通信线路直接与中心计算机相连,用户通过远程终端向计算机发送数据,计算机一边从远程终端获得输入数据,一边处理数据。最后的处理结果也经过通信线路直接回送到远地的用户终端。

终端设备与计算机之间可以采取多种形式的连接方式。最初,一台终端占用一条专用线路,线路利用率很低,随着进一步采用先进的通信技术,可以使多台终端共用一条线路与主机相连,利用现有的公用电信网实现终端与计算机之间传输信息,如图 1-1(b) 所示。

1951 年开始设计,1958 年投入运行的美国半自动地面防空系统 SAGE (Semi-Automatic Ground Environment) 将远距离的雷达观测站、机场、防空导弹和高炮阵地,利用通信线路与中心计算机连接起来,形成终端联机计算机系统。从而开创了把计算机技术和通信技术相结合的尝试。

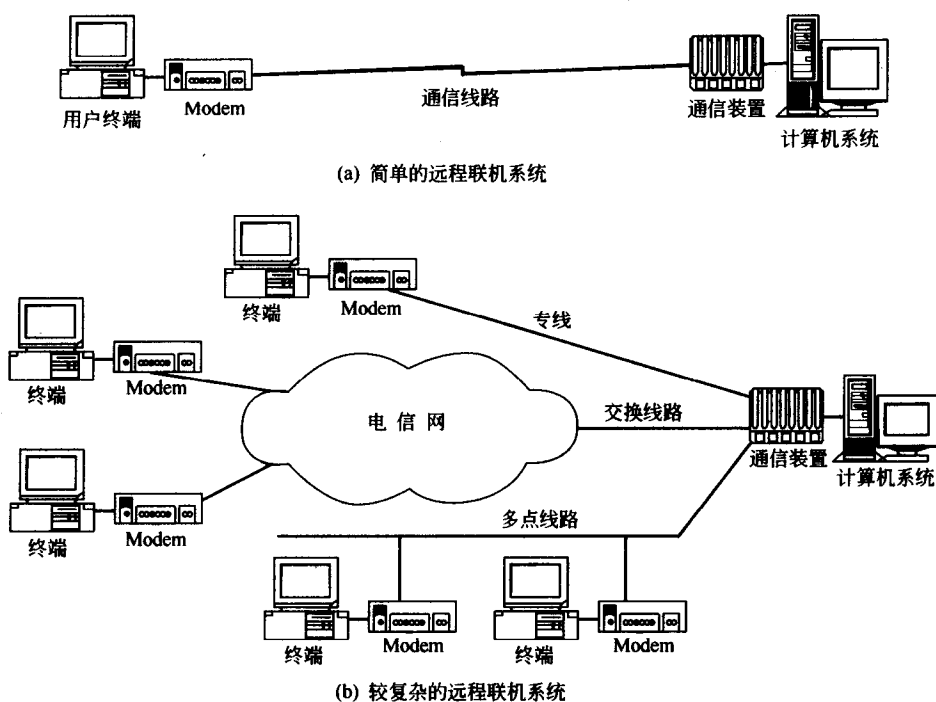


图 1-1 远程联机系统

这类简单的“终端-通信线路-计算机”系统构成了计算机网络的雏形。这种系统的特点是在整个系统中只有一台具有独立处理能力的中心计算机，其余的终端设备都没有自主处理能力。为了区别于后来发展的多个计算机互联的计算机网络，就专称这种系统为面向终端的计算机网络。这就是被人们称作第一代的计算机网络。

随着连接的终端数目的增多，为了减轻承担数据处理任务的中心计算机的通信负担，在通信线路和中心计算机之间设置了一个前置通信处理机，专门负责与终端之间的通信控制，从而出现了数据处理和通信的分工，更好地发挥了计算机的数据处理能力。另外，在用户终端比较集中的地区设置集中器，终端通过低速线路汇集到集中器上，然后再通过高速通信线路与远程计算机的前置处理机相连，构成如图 1-2 所示的具有前置处理机的远程联机系统。

二、面向通信的分组交换计算机网络

20 世纪 60 年代后期，出现了多台主计算机通过通信线路互联起来而为用户提供服务，即“计算机-计算机”网络。它和以单台计算机为中心的远程联机系统的显著区别在于：这里的多台主计算机都是具有自主处理能力的，它们之间不存在主从关系。这样的多台主计算机互联的网络才是目前常用的计算机网络。这种系统中，终端和中心计算机间的通信已发展到计算机和计算机间的通信，用单台中心计算机为所有用户需求服务的模式被大量分散而又互联在一起的多台计算机共同完成的模式所替代。ARPANET 是这一阶段计算机网络的典型代表，20 世纪 60 年代后期美国国防部高级研究计划局 ARPA（目前称为 DARPA —— Defense Advanced Research Projects Agency）提供经费，联合计算机公司和大学共同研制而发展起来的 ARPA 网（ARPANET）开始运行并投入使用，标志着目前常用的计算机网

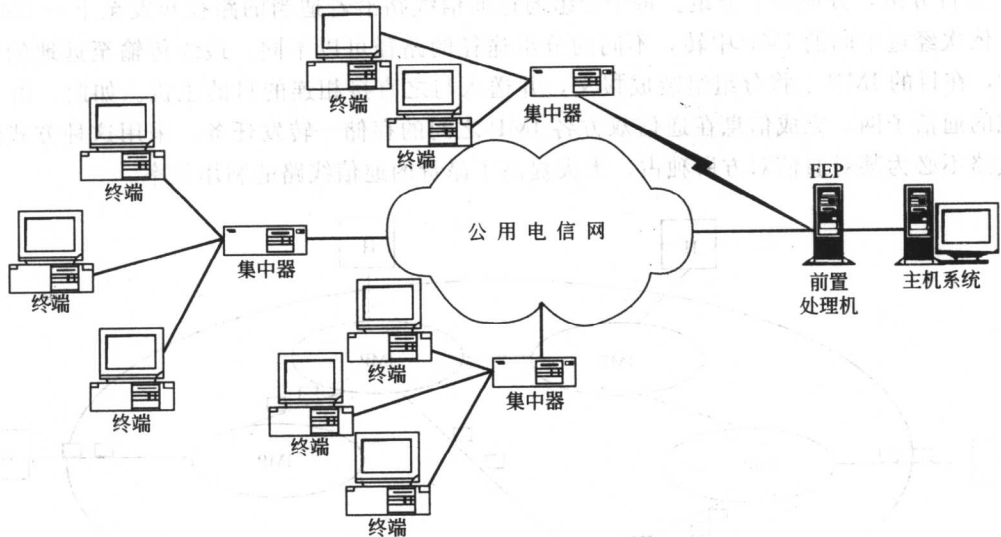


图 1-2 具有前置处理机的远程联机系统

络的兴起。ARPA 网的主要特点是：资源共享；分散控制；分组交换；采用专门的通信控制处理机；分层的网络协议。ARPANET 是一个成功的网络系统，它在概念、结构和网络设计方面都为后继的计算机网络奠定了基础。图 1-3 所示为采用分组交换的计算机网络。

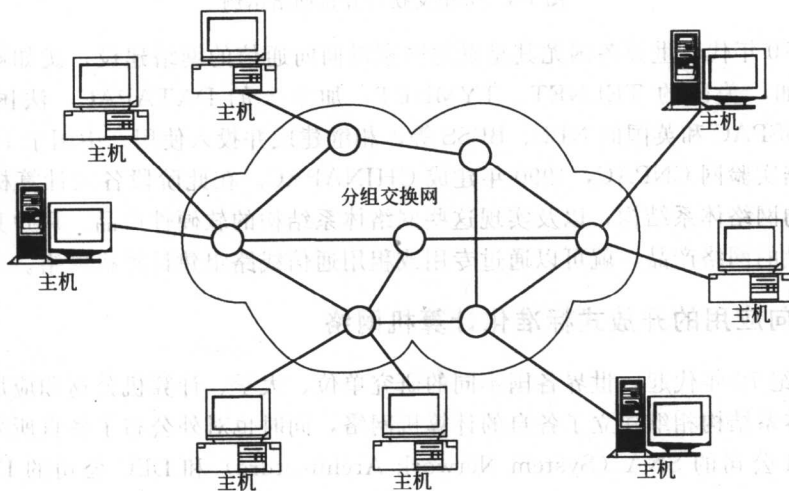


图 1-3 采用分组交换的计算机网络

ARPANET 中存储—转发的信息基本单元是分组（Packet），它是将整个要交换的信息报文分成若干信息分组，对每个分组按存储—转发的方式在通信子网上传输，因此把这种以存储—转发方式传输分组的通信子网又称为分组交换数据网（PSDN）。

ARPANET 是由一种通信子网和资源子网组成的两级结构的计算机网络。由接口报文处理机 IMP 和它们之间互联的通信线路一起负责主机之间的通信任务，构成了通信子网，实现信息传输与交换。由通信子网互联的主机组成资源子网，它负责信息处理、运行用户应用程序、向网络用户提供可共享的软硬件资源。如图 1-4 所示，当某主机（例如 H1）要与远地另一主机（例如 H2）通信、交换信息时，H1 首先将信息送至本地直接与其相连的

IMP 进行分组，分成多个分组。每个分组通过通信线路沿着适当的路径转发至下一 IMP 暂存，依次经过中间的 IMP 中转，不同的分组途径的路径可以不同。最终传输至远地的目的 IMP，在目的 IMP 上将分组组装成报文，并送入与之直接相连的目的主机。如此，由 IMP 组成的通信子网，完成信息在通信双方各 IMP 之间的存储—转发任务。采用这种方式使通信线路不必为某对通信双方所独占，大大提高了昂贵的通信线路的利用效率。

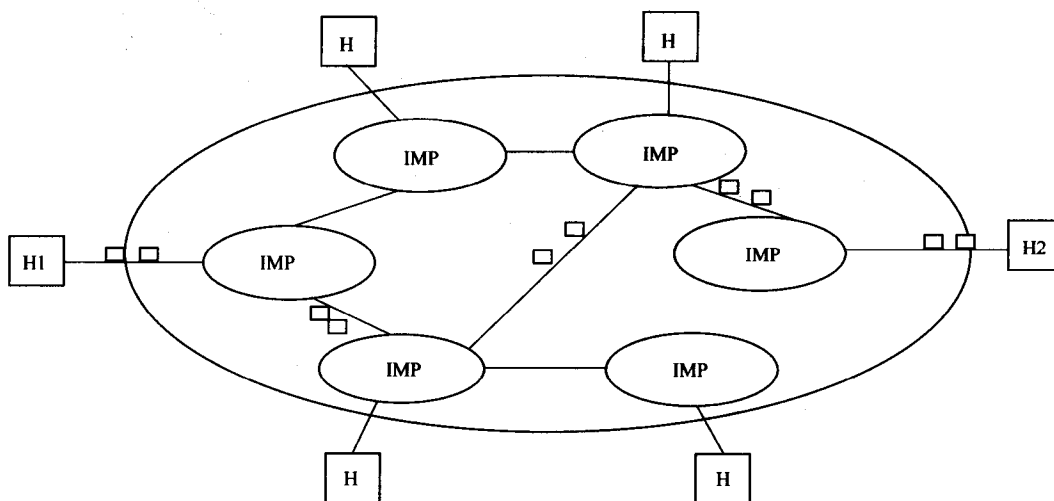


图 1-4 分组交换计算机网络示例

20 世纪 70 年代，世界各国尤其是发达国家对面向通信的网络建设，犹如雨后春笋，迅速发展。例如，美国的 TELNET、TYMNET，加拿大的 DATAPAC，法国的 CYCLADES、TRANSPAC 和英国的 NPL、BPSS 等，相继建成并投入使用。中国于 1988 年建成第一个公共数据实验网 CNPAC，1990 年建成 CHINAPAC。在此阶段各大计算机公司也都陆续推出自己的网络体系结构，以及实现这些网络体系结构的软硬件产品。用户只要购买某计算机公司提供的网络产品，就可以通过专用或租用通信线路组建计算机网络。

三、面向应用的开放式标准化计算机网络

自 20 世纪 70 年代起，世界各国不同的研究单位、大学、计算机公司和应用部门，按照不同的网络体系结构相继建立了各自的计算机网络，同时也对外公布了各自所采用的网络体系结构，IBM 公司的 SNA (System Network Architecture) 和 DEC 公司的 DNA (Digital Network Architecture) 就是两个最著名的网络体系结构的例子。凡是按 SNA 组建的网络都称为 SNA 网，而凡是按 DNA 组建的网络都可称为 DNA 网或 DECNET。

由于第二代计算机网络是由不同的研究单位、大学、应用部门、计算机公司各自独立研制的，没有统一的网络体系结构。在不同的网络中计算机可能不是同一公司的产品、不是同一类型，它们具有不同的接口、不同的功能、不同的体系结构，使用不同的操作系统。由于这些原因，在这一阶段的计算机通信中，只有各自封闭的计算机网络，即只有同一计算机制造商生产的计算机才可以相互通信。不同结构的计算机和不同网络之间均无法通信。例如：把一台 IBM 公司的计算机接入一个 SNA 网是不困难的，但要把一台 IBM 公司生产的计算机接入 DECNET 就不是一件容易的事情，同样，要把一台 DEC 公司生产的计算机接入 SNA 网也不是一件容易的事情。要把多种不同的计算机和网络互联在一起就更难了。

为了促进异种机互联网络的研究和发展,20世纪70年代后期,国际标准化组织(ISO)制定了一个参考模型,为协调标准的研究提供了一个共同基础,允许现存的和正在演变中的标准化活动有一致的框架和前景。其最终目标是,允许任一支持某种可用标准的计算机的应用进程自由地同任何其他支持同一标准的计算机的应用进程进行通信,而不管计算机是由哪个厂商制造的。该模型称为ISO开放系统互联参考模型(Open System Interconnection Basic Reference Model),简称ISO/OSI RM。这个模型不涉及具体计算机通信网络的应用。它所描述的是通信软件的结构,借助这种结构,提供可靠的数据透明通信服务,而与任何具体厂商的设备或规约无关,从而支持全球范围的应用。

四、进一步发展与广泛应用

第四阶段最主要的标志是Internet的广泛应用,高速网络技术、网络计算与网络安全技术的研究与发展。

20世纪90年代以来,Internet作为国际性的网际网与大型信息服务系统,在经济、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。Internet是通过路由器实现多个广域网和局域网互联的大型网际网,它对推动世界科学、文化、经济和社会的发展有着不可估量的作用。对于广大用户来说,它好像是一个庞大的广域计算机网络。如果用户将自己的计算机连入Internet,便可以在这个信息资源宝库中漫游。Internet中的信息资源涉及到商业、金融、政府、医疗卫生、信息服务、科研教育、休闲娱乐等多个方面。用户还可以使用Internet的www服务、电子邮件服务、IP电话服务。更高性能的Internet 2正在发展之中。宽带网络技术的发展,为社会信息化提供了技术基础,网络与信息安全技术为网络应用提供了重要的安全保障。

以高速以太网为代表的高速局域网技术发展迅速。目前,在传输速率为10Mbps的传统以太网的基础上,速率为100Mbps与1 Gbps的高速以太网已经广泛地应用。

宽带网络的建设,正在全球范围内掀起一个高潮,很多国家的政府与企业投入巨额资金,把宽带网络作为战略产业来发展。近年来世界各大电信运营商纷纷进行了大规模的战略重组,同时采用宽带网络技术建设了新的基础性电信网络,或是用宽带技术改造了现有的网络。宽带网络在基础设施、网络产品、信息服务等多个层面上提供了巨大的市场机会。宽带网络的发展还为新的网络服务运营商提供了发展的空间。从而也带动了网络产业的结构调整。

宽带网络是相对于传统网络而言的,它是具备较高数据传输速率和数据吞吐量的新一代网络。宽带网络可分为宽带骨干网和宽带接入网两个部分,因此建设宽带网络的两个关键技术是骨干网技术和接入网技术。基于光纤通信技术的宽带城域网与接入网技术,以及移动计算网络、网络多媒体计算、网络并行计算、网络计算与存储区域网络正在成为网络应用与研究的热点问题。

第二节 计算机网络的组成与结构

一、计算机网络的组成

计算机网络是一个复杂的系统,它与任何独立的计算机系统一样由网络硬件系统和网络

软件系统组成。网络软件系统和网络硬件系统是网络必备的基本条件。对于不同的应用需求和不同的网络规模，网络的软、硬件配置有很大的差别。

(一) 计算机网络的硬件系统

网络硬件是计算机网络系统的物质基础。要构成一个计算机网络系统，首先要将计算机及其附属硬件设备与网络中的其他计算机系统连接起来。不同的计算机网络系统，在硬件方面存在着巨大的差别。随着计算机技术和网络技术的发展，网络硬件日趋多样化，功能更加强大，更加复杂。尽管不同计算机网络的硬件配置有较大的差别，但是，计算机网络的硬件系统主要是由服务器、工作站、网络接入控制设备和通信介质组成的。

1. 服务器

服务器是网络中为网络上的用户提供共享资源、提供各种服务的设备，它是整个网络的中心。因此，服务器的工作负荷很重，这就要求它具有高性能、高可靠性、高吞吐能力、大内存容量等特点，应选那些 CPU、存储器等性能较好、系统配置较高，并在设计时充分考虑散热的专用服务器，用以保证网络的效率和可靠性。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用高档微机作为服务器使用。根据服务器所提供的作用和服务，可以将服务器划分为 Web 服务器、文件服务器、打印服务器、应用系统服务器、代理服务器、数据库服务器和邮件服务器等。

2. 工作站

当一台计算机连接到网络上就成为了网络工作站，它是网络上的一个客户。对于一般应用系统来说，工作站的配置较低，可用个人计算机承担，它们可以使用网络所提供的服务和访问网络服务器中的共享资源。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。

3. 网络接入控制设备

网络中的接入控制设备，种类繁多，但是它们完成的工作大都相似，主要是将工作站、本地局域网接入到网络，完成信号间的转换和恢复，完成网络之间的连接、控制和通信。如网卡、调制解调器、集线器、交换器、路由器等。网络接入控制设备直接影响网络的传输效率。

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。由于信号在传输过程中有噪声干扰，不可避免地会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传送介质：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。在第二章数据通信基础的第五节传输介质中将具体介绍以上各种通信介质。

(二) 计算机网络的软件系统

网络系统与计算机系统一样，也是由硬件系统和软件系统两部分组成的。如果用户的计算机已经通过通信线路连接到网络中，但是没有安装网络软件，那么这台计算机也不可能提供任何的网络服务。计算机网络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 Operating System）、网络应用服务系统等。

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单机操作系统所应具备的功能外，还应具有以下网络管理功能，即网络通信功能、网络范围内的资源管理功能和

网络服务功能等。目前常用的网络操作系统主要有 Unix、Linux、Microsoft 公司的 Windows 2000 Server、Novell 公司的 NetWare 等。

二、计算机网络的子网结构

计算机网络是利用通信设备和线路将地理位置不同的具有独立处理能力的多个计算机系统互联起来,以功能完善的网络软件(即网络通信协议、信息交换方式和网络操作系统等)实现网络资源共享和信息传递的系统。

计算机网络是计算机技术与通信技术相结合的产物。任何一个基本的计算机网络均可以看成由资源子网和通信子网两部分构成:资源子网提供网络的数据处理能力,通信子网用于实现网内的数据通信。通信子网包含传输介质、通信设备以及相关的软件等。它承担着全网的数据传输、转接、加工和变换等通信处理工作。传输介质可以是双绞线、同轴电缆及光纤,也可以是公用通信线路,如:电话线、微波等。通信设备是指通信处理机、交换设备和调制解调设备,以及用于卫星通信的地面站、微波站等。资源子网由服务器、工作站各种设备以及相应的系统软件与应用软件组成,负责全网数据处理业务,向网络用户提供各种网络资源和网络服务。图 1-5 所示为计算机网络的子网结构。其中:T 为终端;H 为主机;C 为网络接入控制设备,包括集线器、交换机、路由器、桥接器等;SW 为接点处理机,可以是交换机、路由器等;CCU 为通信控制器;L 为传输链路。

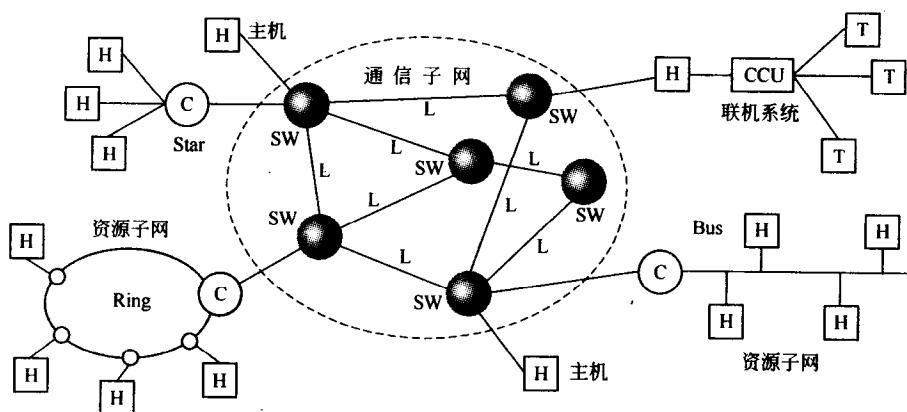


图 1-5 计算机网络的子网结构

三、计算机网络的拓扑结构

计算机网络拓扑结构指网络的几何形状,或者是网络中硬件系统相互连接的不同物理形态。计算机网络的拓扑结构主要有:星形拓扑、总线形拓扑、环形拓扑、树形拓扑、网状形拓扑。图 1-6 所示为这 5 类网络构型的拓扑图。

（一）拓扑结构选择

拓扑结构的选择往往与传输介质的选择及介质访问控制方法的确定紧密相关。在选择网络拓扑结构时应考虑的主要因素有以下几点。

- (1) 可靠性 尽可能提高网络的可靠性,以保证信息的正确传输和接收。
- (2) 易维护性 系统的可维护性指设备故障检测和隔离应尽可能的方便。
- (3) 灵活性 以后对网络进行扩展和改动时,能容易地重新配置网络拓扑结构,能方便

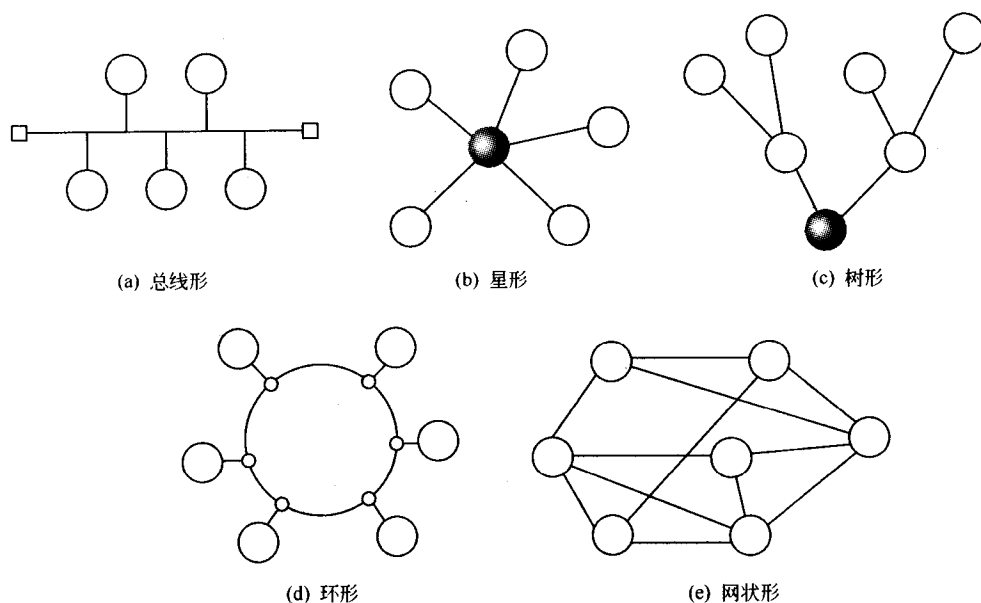


图 1-6 各种网络拓扑结构

地删除和增加新的站点。

(4) 响应时间和吞吐量 要为用户提供尽可能短的响应时间和最大的吞吐量。

(二) 网络拓扑的基本特点

1. 总线形网络

总线形拓扑结构是采用一个公共信道作为传输介质，将所有联网计算机或其他设备通过相应的硬件接口接到这条公用的信道上，该公共信道被称为总线。各个计算机共用这一总线，而在任何两台计算机之间不再有其他连接，这就形成了总线形的计算机网络结构。总线结构如图 1-6(a) 所示。

总线一般采用同轴电缆，在需要分支的地方，电缆线上配有特制的分支插口，连接模块上也装有相应的分支插头。分支插头和总线上的分插口之间的距离有一定的限制，一般要求在几厘米的范围，否则会影响总线的电气性能。

总线上传送的信息，通常以基带形式串行传送，它的传送方向总是从发送信息的结点开始向两端传送，如同广播电台发射的信息向四周扩散一样，因此，这种结构的网络又称为广播式计算机网络。

在同一时刻，只能有一台计算机发送信息，网络上其他的计算机接收信息，这种接收只是被动地接收，它不负责再生数据并将其往前发送，当总线超过一定的长度后，信号的质量将得不到保证，所以对网络总线的长度都有一定的限制。

如果要延长总线的长度，使其连接更多数量的计算机，需要增加中继器等设备将信号再生并向前发送。但不能靠中继器无限制地延长总线的长度，由于总线上的计算机要分别地独占总线，当总线上计算机的数量增加后，单台计算机需等待更长的时间才能发送数据，从而使网络的速度变慢。

由于总线作为公共传输介质为多台计算机共享，就有可能出现同一时刻有两个或两个以上的计算机利用总线同时发送数据，因此会出现冲突，造成传输失败。

总线形网络结构简单、易于安装且价格低廉，是常用的局域网拓扑结构之一。

总线形网络的主要缺点有：如果总线断开，网络就不能使用；总线的传输距离有限，通信范围受到限制；故障的诊断和隔离较困难；不能保证信息的及时传送；不具有实时功能。

2. 星形网络

星形网络结构由一中心点（如集线器）和计算机连接成网。集线器是网络的中央布线中心，各计算机通过集线器与其他计算机通信，星形网络又称为集中式网络。星形网络如图 1-6(b) 所示。

集线器（hub）是一种特殊的中继器，它可以把多个网络段连接起来。在星形网络中，如果一台计算机或该机与集线器的连线出现问题，只影响该计算机的收发数据，网络的其余部分可以正常工作；但如果集线器出现故障，则整个网络陷于瘫痪。

星形网络便于管理、结构简单、扩展网络容易，增加或去掉某个计算机，不影响网络的其余部分，更改容易，也容易检测和隔离故障。

需要强调指出，应注意物理布局与内部控制逻辑结构的区别。有的网络用集线器连接组成的拓扑结构，在物理布局上是星形的，但在逻辑上仍是原来的内部控制结构。例如，原来是总线以太网，尽管使用了集线器形成星形布局，在逻辑上网络控制结构仍然是总线形网络。自 20 世纪 90 年代开始，以太网 10BaseT 标准的推出及集线器的使用，总线形网络逐步向星形网络拓扑演化。

3. 树形网络

树形拓扑形状像一棵倒置的树，有一个树根，树根以下带树干，树干下面带分支，每个分支下面还可以再带子分支，如图 1-5(c) 所示。树根接收各点发送的数据，然后再广播发送到全网。树形拓扑易于扩展、便于管理，故障检测和隔离容易，如果某一支的计算机或者线路发生故障，很容易将故障分支与整个网络隔离起来，网络的其余部分可以正常工作。

树形网络的缺点是，各个结点对根结点的依赖性太大，如果根发生故障，则全网就会瘫痪。

4. 环形网络

环形网络是将各个计算机与公共的缆线连接，缆线的两端连接起来形成一个封闭的环，数据包在环路上以固定方向流动。环形网络结构如图 1-6(d) 所示。

由于计算机连接成封闭的环路，所以不需要端接器来吸收反射信号。信号沿环路的一个方向进行传播，通过环路上的每一台计算机。每台计算机都接收信号，并且把信号再生放大后再传给下一台计算机。假如环路中的某一计算机发生故障，环形网络将不能正常地传送信息，从而影响到整个网络。

在环形网络中，一般通过令牌来传递数据。令牌依次穿过环路上的每一台计算机，只有获得了令牌的计算机才能发送数据。当一台计算机获得令牌后，就将数据加入到令牌中，并继续向前发送。带有数据的令牌依次穿过环路上的每一台计算机，直到令牌中的目的地址与某个计算机的地址相符合。收到数据的计算机返回一个消息，表明数据已被接收，经过验证后，原来的计算机创建一个新令牌并将其发送到环路上。令牌传送数据的方法也经常用于总线形网络，此时，各计算机形成一个逻辑环路。

环形网络中信息流控制比较简单，信息流在环路中沿固定方向单向流动，两个计算机结点之间仅有惟一的通路，故路径选择控制非常简单。所有的计算机都有平等的访问机会，用户多时也有较好的性能。

5. 网状形网络

容错能力最强的网络拓扑是网状拓扑。在这种网络中，网络上的每个计算机（或某些计算机）至少有两条或两条以上的线路与其他计算机连接。网状形网络结构如图 1-6(e) 所示。

在网状网络中，如果一个计算机或一段线缆发生故障，网络的其他部分依然可以运行。如果一段线缆发生故障，数据可以通过其他的计算机和线路到达目的计算机。

网状拓扑建网费用高、布线困难。通常，网状拓扑只用于大型网络系统和公共通信骨干网，如帧中继网络、ATM 网络或其他数据包交换型网络。这些网络主要强调网络的可靠性。

第三节 计算机网络的类型及其特征

可以按多种方法对计算机网络进行分类。如：按拓扑结构进行分类，有总线网、环形网、星形网等；按网络的覆盖范围进行分类，有局域网、城域网、广域网、互联网等；按通信介质分类，有有线网、无线网、卫星网等；按交换方式分类，有电路交换网、报文交换网、分组交换网；按资源共享方式分类，有对等网和服务/客户网；根据传输介质不同的利用方法分类，有共享介质的网络和交换式网络。其中比较常用的方法是按网络的覆盖范围分类、按资源共享方式分类和根据网络对传输介质的利用方式分类。

一、按网络的覆盖范围分类

按网络的覆盖范围分类，可以将计算机网络分为局域网、城域网、广域网和互联网。网络的规模是以网上相距最远的两台计算机之间的距离来衡量的。

1. 局域网 (LAN)

局域网是局部区域网 (Local Area Network) 的简称，这类网络的作用范围有限，是将小区域内的各种通信设备互联在一起的网路，其分布范围局限在一个房间、一幢大楼或一个校园内，用于连接个人计算机、工作站和各类外围设备构成计算机网络。一般来说，局域网的覆盖范围最大不超过 10km。

2. 城域网 (MAN)

城域网 (Metropolitan Area Network)，又称市域网，指所有主机（工作站点）分布在同一城区内，网络覆盖范围大约在 10~100 km。

3. 广域网 (WAN)

广域网 (Wide Area Network) 是广阔区域网络的简称，指网络中所有主机与工作站点分布的地理范围能够覆盖数百千米至数千千米以上的范围，网络可以覆盖一个大城市、一个国家或一个洲，甚至跨越几个洲等。

4. 互联网 (Internet)

互联网实质上是指两个或多个网络互联所形成的网络。Internet 是目前世界上最大的、应用最广泛的互联网络。

二、按资源共享方式分类

按资源共享方式分类，可将计算机网络分为对等网和服务/客户机（基于服务器）网。

1. 对等网