

高等工科院校电子、信息类教材

计算机网络教程

An Introduction to Computer Networks

(第二版)

高 飞 李 硕 黄伟力 张宇昕 编著

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

计算机网络教程

Computer Network Technology

(第2版)

王卫平 王 明 李 强 王 强 王 强 王 强

&

清华大学出版社



计算机网络教程

(第二版)

高 飞 李 硕 编著
黄伟力 张宇昕

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书系统地介绍了计算机网络的基本概念、网络体系结构、OSI 参考模型和 TCP/IP 模型及相关协议,对局域网技术、广域网技术、网络互联技术、Internet 应用与网络安全进行了详细的介绍。本书在讨论计算机网络基本工作原理的同时,注重反映网络技术的新发展。

全书共分八章,分别介绍了计算机网络基础、网络体系结构、数据通信基础知识、局域网、广域网、网络互联与 Internet、网络操作系统、网络安全基础等内容。

本书可作为高等院校电子信息类以及其他相关专业本科生的教科书,也可供从事相关专业的教学、科研和工程技术人员参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机网络教程 / 高飞等编著. —2 版. —北京: 北京理工大学出版社, 2006. 8

ISBN 7 - 5640 - 0692 - 7

I. 计… II. 高… 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 (2006) 第 101753 号

出版发行/ 北京理工大学出版社

社 址/ 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编/ 100081

电 话/ (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址/ [http:// www. bitpress. com. cn](http://www.bitpress.com.cn)

经 销/ 全国各地新华书店

印 刷/ 北京国马印刷厂

开 本/ 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张/ 22.75

字 数/ 540

版 次/ 2006 年 8 月第 2 版 2006 年 8 月第 2 次印刷

印 数/ 4001 ~ 8000 册

定 价/ 35.00 元

责任校对/ 张 宏

责任印制/ 刘京凤

图书出现印装质量问题, 本社负责调换

前言

计算机网络是计算机科学与技术中发展最为迅速、应用最为活跃的领域，也是支撑全球信息系统的重要基础。在当今的信息时代，正是计算机网络大大地缩短了人与人之间的时间与空间距离，扩大了人与人之间的交互与协作范围。计算机网络正在改变着人们的工作方式、生活方式与思维方式，必将对人类社会的进步产生重要而深远的影响。

计算机网络作为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学科，已经成为高等院校计算机专业和通信专业的重要核心课程。随着信息技术与信息产业的发展，计算机网络已经成为很多专业的必修课程，同时也是各行各业相关专业人员必须掌握的知识。

本书在第一版出版的时候，为了强化网络安全，书名为《计算机网络和网络安全基础》。在修订出版第二版时，由于网络安全已经成为计算机网络的一部分，学习计算机网络，必然学习网络安全，因此更名为《计算机网络教程》。

计算机网络技术经过近 50 年的发展，已经形成了比较完善的体系。针对网络技术发展迅速、应用广泛、知识更新快的特点，本书在组织教学体系时，一方面注意能够让读者学会处理网络的最基本方法，掌握网络最基本的工作原理，使读者面对发展迅速的技术，具有学习和跟踪的基础和能力；另一方面注意反映一些网络的新技术。目的是做到既保证知识的系统性，又能反映当前网络技术发展的最新成果。

全书共分 8 章。第 1 章计算机网络基础，讨论了计算机网络的基本概念、发展和应用。第 2 章计算机网络体系结构，讨论了网络体系结构与网络协议的基本概念，详细地介绍了计算机网络各个层次的主要功能，重点介绍了物理层的重要标准和数据链路层的协议，并对 OSI 参考模型和 TCP/IP 参考模型进行了比较与分析。第 3 章数据通信基础知识，介绍了数据通信的基础知识与概念。第 4 章局域网，讨论了介质访问控制方法及局域网技术，同时介绍了交换局域网、虚拟局域网和无线局域网。第 5 章广域网，讨论了 X.25 分组交换网、帧中继网络、综合业务数字网 ISDN 和 ATM 网络等典型的广域网。第 6 章网络互联与 Internet，以 TCP/IP 模型为主线，讨论了网络互联技术、路由器与路由选择及 TCP/IP 协议族，并讨论了 Internet 技术及其提供的服务。第 7 章常用网络操作系统与网络管理，讨论了网络操作系统的功能、几种常用的网络操作系统与网络管理的相关概念与技术。第 8 章网络安全基础，讨论了网络安全的重要性、网络安全技术研究的基本问题、加密、认证、入侵检测、防火墙等。

本书适合作为高等院校电子信息类以及其他相关专业本科生的教科书，根据不同对象的教学需要，对本书的内容可以在教学的过程中有选择地讲授。本书也可供从事相关专业的教学、科研和工程技术人员参考。

本书由高飞、李硕、黄伟利、张宇昕编写。其中第 1 章、第 6 章、第 7 章由高飞编写，第 4 章、第 8 章由李硕编写，第 3 章、第 5 章由黄伟利编写，第 2 章由张宇昕编写。本书在编写过程中得到了苏广川教授的大力支持和悉心指导，在此谨致谢意。在本书的出版过程中，

得到了北京理工大学出版社的大力支持和热心帮助，在此表示衷心的感谢。

由于计算机网络技术发展迅速，编写者水平有限，不足之处在所难免，诚恳地希望读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 计算机网络基础	1
1.1 计算机网络的产生与发展	1
1.2 网络标准化组织简介	3
1.3 计算机网络的定义	4
1.4 计算机网络的分类	5
1.5 计算机网络的主要性能指标	10
习题	12
第 2 章 计算机网络体系结构	14
2.1 网络的层次结构	14
2.2 服务、接口和协议	14
2.3 OSI 网络参考模型	16
2.4 TCP/IP 体系结构	46
习题	48
第 3 章 数据通信基础知识	50
3.1 数据通信基本概念	50
3.2 数据传输介质	53
3.3 数据传输方式	60
3.4 数据编码技术	64
3.5 多路复用技术	68
3.6 数据交换技术	74
3.7 差错控制方法	78
习题	80
第 4 章 局域网	81
4.1 局域网概述	81
4.2 局域网参考模型与协议	83
4.3 传统以太网	86
4.4 高速以太网	92
4.5 令牌环网	94

4.6	FDDI 网	100
4.7	交换式局域网	105
4.8	虚拟局域网	109
4.9	无线局域网	112
	习题	114
第 5 章	广域网	116
5.1	广域网基础	116
5.2	公共电话交换网 (PSTN)	120
5.3	公共分组交换网 (X.25)	122
5.4	综合业务数字网 (ISDN)	127
5.5	数字数据网 (DDN) 简介	132
5.6	帧中继网络	135
5.7	ATM 网络	140
	习题	146
第 6 章	网络互联与 Internet	148
6.1	网络互联方式	148
6.2	网络互联技术	152
6.3	局域网互联	155
6.4	广域网互联	157
6.5	网际协议	160
6.6	Internet 地址	166
6.7	TCP/IP 协议族的其他协议	179
6.8	路由器体系结构	187
6.9	IP 数据报的路由选择	188
6.10	内部网关协议	190
6.11	外部网关协议	194
6.12	边界网关协议	196
6.13	TCP/IP 应用层	197
	习题	228
第 7 章	常用网络操作系统与网络管理	229
7.1	网络操作系统概述	229
7.2	Windows 2000 Server 网络操作系统	232
7.3	Linux 操作系统的使用	236
7.4	Novell NetWare 操作系统	259
7.5	网络管理	265
7.6	构造网络系统	282

习题.....	283
第 8 章 网络安全基础	285
8.1 网络安全概述.....	285
8.2 常规密钥密码体制.....	297
8.3 公开密钥密码体制.....	300
8.4 认证服务.....	302
8.5 密钥分配.....	313
8.6 访问控制.....	319
8.7 防火墙.....	323
8.8 虚拟专用网 (VPN)	329
8.9 因特网的网络层安全协议族 IPSec.....	333
8.10 入侵检测.....	346
习题.....	353
参考文献	354

第 1 章 计算机网络基础

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，它为提高信息产业的生产力提供了一种全社会的、经济的、快速的存储信息的手段。因此，计算机网络对信息社会的发展起着十分重要的作用。本章在讨论计算机网络的发展历史的基础上，对计算机网络的定义、分类、计算机网络的性能指标等进行系统讨论，使读者对计算机网络有一个全面、准确的认识。

1.1 计算机网络的产生与发展

计算机是 20 世纪中叶的发明，通信技术则是一门古老的技术。在 19 世纪 30 年代就发明了电报，19 世纪 70 年代发明了电话，而计算机技术与通信技术的真正结合则是最近几十年的事情。

综观计算机网络产生、发展到广泛应用的历史，大约经历了 40 年时间。它和其他事物的发展一样经历了从简单到复杂、从低级到高级的过程。总体来看，计算机网络的发展可以划分为四个时代。

第一代可以追溯到 20 世纪 50 年代。当时电子技术广泛应用于通信网络，微波传输、电子多路通信网络、大西洋电话电缆、卫星远程通信相继实现。与此同时，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，奠定了理论基础。这一阶段的网络是以单台计算机为中心的远程联机系统，称为“面向终端的计算机通信网络”，它是计算机技术和网络技术相结合而形成的计算机网络的雏形。例如 1963 年美国使用的“全美飞机订票系统”，以一台计算机为网络中心，将全国 2000 多台终端利用电话线连接起来，从而实现自动化订票任务。远程联机系统如图 1.1.1 所示。

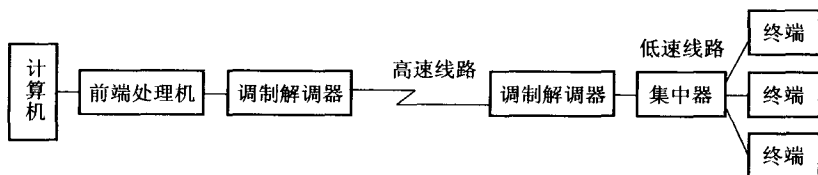


图 1.1.1 远程联机系统

第二代网络是在计算机通信网的基础上，完成了计算机网络体系结构和协议的研究，并解决了网络内部设备互联的问题，形成了计算机初期网络。这一阶段网络的发展以 20 世纪

60 年代第一个远程分组交换网 ARPANET 的问世为标志。1969 年，美国国防部的国防高级研究计划局（DARPA）建立了全世界第一个远程分组交换网 ARPANET，即 Internet 的前身。它是计算机网络技术发展中的一个里程碑，其研究成果对世界计算机网络的发展起到了重要作用，为 Internet 的形成奠定了基础。

ARPANET 结构如图 1.1.2 所示。ARPANET 将计算机网络分为资源子网和通信子网，是一个分组交换网。其中接口信息处理机负责通信处理和信息控制，包括报文分组、存储转发、信号收发，主机负责数据处理，终端接口信息处理机负责将终端集中后送入主机。

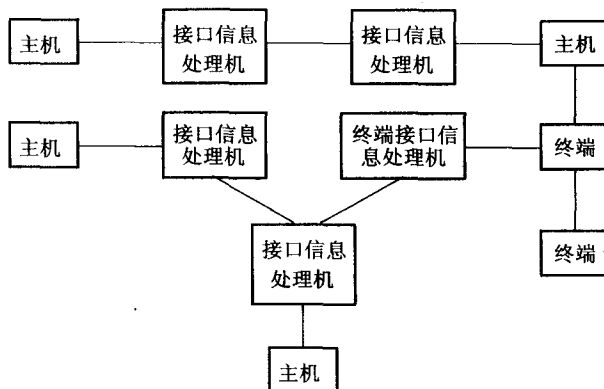


图 1.1.2 ARPANET 结构示意图

第三代网络称为开放式标准化网络。该阶段应从 20 世纪 70 年代中期谈起。在 ARPANET 研究成果的基础上，20 世纪七八十年代，计算机网络发展十分迅速，出现了各种广域网、局域网与公用分组交换网，还出现研究试验性网络、公共服务网络与校园网等，各个计算机生产商也纷纷发展各自的计算机网络系统。为了解决不同生产商的计算机网络不能互联的问题，国际标准化组织（International Standards Organization, ISO）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，对网络体系结构的形成与网络技术的发展起了重要作用。DARPA 也组织有关专家开发了 ARPANET 第三代网络协议——TCP/IP，并在 ARPANET 上正式启用。同时，TCP/IP 协议被广泛关注并采用，这也正是 Internet 网迅速发展的重要原因之一。总之，这一阶段在解决了计算机联网和网络互联标准的基础上，提出了开放系统互联的参考模型以及相应协议，大大促进了网络技术的标准化工作，为网络的普及奠定了良好的基础。在开放式网络环境下，所有计算机设备和通信设备只要遵循共同制订的国际标准，就可以实现不同产品在同一网络中的通信。

第四代网络是各种类型网络的全面互联，并向宽带化、高速化、智能化方向发展的时代。该阶段是从 20 世纪 90 年代至今。这一阶段最有代表性的网络技术是 Internet 和异步传输（Asynchronous Transfer Mode, ATM）技术。Internet 是全球最大的、最开放的、由众多网络互联而成的世界性信息网络，正以超常规的速度发展，对信息技术的发展、信息市场的开拓以及信息社会的发展都起着十分重要的作用。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。

未来网络的发展趋势必将导致计算机网络、通信网络、广播电视网络三网合一。网络安全、服务质量、多媒体信息特别是视频信息的快速传输将成为网络性能的关键。计算机网络

产生与发展一直依赖两个必备条件：一是计算机科学技术和通信科学技术的支撑，二是网络应用的强烈社会需求。计算机网络用户的范围可以从家庭到办公室，从企业到政府部门，从一幢大楼到一个城市、一个国家、全世界甚至宇宙。它正在影响着人们的工作方式、生活方式和思维方式。如今计算机网络从体系结构到实用技术已逐步走向系统化、科学化和工程化。作为一门极具生命力的学科，它具有很强的理论性、综合性和依赖性，同时又具有自身特性的丰富的研究内容。今后对计算机网络的研究必然是在一定的条件下，重点研究合理、有效地管理和调度网络的链路、带宽和信息等资源，以提供适应不同应用需求的网络服务并拓展新的网络应用领域。

1.2 网络标准化组织简介

网络标准化不但是广大用户的强烈要求，也是市场竞争的必然结果。标准有“既成事实”(de facto)和“法定的”(de jure)两种类型。“法定的”标准是由某些权威标准化机构制定的正式的标准。“既成事实”标准则由一家公司或一个团体控制着，它是由于该标准被广泛使用和实现而客观造成的。例如，TCP/IP 就是由于广泛使用和实现而成为“既成事实”标准；ISO/OSI 模型则是“法定的”标准。

正式标准化团体通常分为两类，一类是由国家政府间按条约建立的机构，另一类是义务性的非条约机构。最有影响的几大正式标准化组织是美国电气和电子工程师学会 (IEEE)，美国国家标准学会 (ANSI)，早期的国际电报电话咨询委员会 (CCITT)，国际标准化组织 (ISO)，以及现在的国际电信联盟 (ITU)。

IEEE 英文全称是 Institute of Electrical and Electronics Engineers，是一个由电气和电子工程师组成的世界上最大的专业性学会，拥有 275000 多个成员，划分成许多部门。在计算机通信领域，IEEE 的 802 团体是最知名的。802 团体制定了众多的计算机通信标准，涉及的范围包括从网络管理到都市网络，从有线网络到无线网络。

表 1.2.1 列出了 OSI 与几个 IEEE 802 标准的关系。

表 1.2.1 OSI 与几个 IEEE 802 标准的关系

OSI	IEEE 802			
较高层	802.1 较高界面标准(系统结构和网络互联)			
数据链路层	802.2 逻辑链路控制标准(LLC)			
	802.3 CSMA/CD	802.4 Token Bus	802.5 Token Ring	802.6MAN
物理层	CSMA/CD 介质	Token Bus 介质	Token Ring 介质	MAN 介质

近年来，IEEE 还在公钥密码技术的标准化上做了许多工作，着手制定了包括 RSA 公钥密码、椭圆曲线公钥密码和密码交换等方面内容的标准。

计算机通信标准的另一个来源是 ANSI 标准。ANSI 不是美国政府设立的标准化机构，而是一个独立的标准化组织。由全美 1 000 多家制造商、专业性协会、贸易协会、管理团体和用户协会组成。其资金来源于出售制定的各种标准。ANSI 向 ISO 推荐了许多 IEEE 的标准和自己制定的标准。

CCITT 英文全称是 Consultative Committee for International Telegraph and Telephone。它主要涉及电话的数据通信系统。CCITT 是国际电信联合会的一个工作组，国际电信联合会（International Telecommunication Union, ITU）是联合国内部的一个机构。CCITT 成员共分为 A、B、C、D、E 五类。只有 A 类成员享有表决权，就像只有联合国安理会常任理事国才享有表决权一样。CCITT 的 A 类成员是国家级电信工作组；B 类成员是公认的私立管理机构；C 类成员是科学和工业组织；D 类成员是其他国家组织；E 类成员是其他专业领域的组织。从上述五类成员的组成来看，CCITT 代表了各个公立的和私立的组织。CCITT 的任务是建立电话、电报和数据接口的标准，包括互联不同国家的电话网络，以及使用调制解调器的信号系统。

世界上最大的标准化组织是 ISO（International Standards Organization），它是一个义务性非条约组织，1946 年成立，现有 89 个成员，都是各个国家的标准化组织。ISO 几乎制定了所有领域的标准，如电影胶片放映速度、网络连接、螺帽螺钉、公用天线等等。OSI 就是 ISO 制定的一套计算机标准，其中 OSI（Open System Interconnection）参考模型定义了开放系统互联的各层协议和服务，对网络的发展起到关键作用。在电信标准制定过程中，ISO 和 CCITT 有时联合起来，避免产生矛盾和互不兼容的国际标准。例如，OSI 模型在这两个组织中都是统一的；CCITT 建议的 X. 200，在 ISO 中是 ISO 7498 标准；而 ISO 制定的存储转发电子报文标准是 ISO 10021，在 CCITT 中即为 X.400 标准。在 OSI 七层网络模式模型中，下面的三层基本上是由 CCITT 定义的，上面的四层是由 ISO 定义的。

Internet 体系结构委员会（Internet Architecture Board, IAB）下设两个主要部门：Internet 工程特别工作组（Internet Engineering Task Force, IETF）和 Internet 研究特别工作组（Internet Research Task Force, IRTF）。IAB 根据 Internet 的发展来制定技术规范。TCP/IP 协议是今天众多网络通信协议中应用最广泛的协议。这个协议支持的 Internet 网成为今天规模最大的全球网络。为了实现互联、互通、互操作，协议的支持是最重要的。Internet 协会是许多协议的酝酿、倡导和实验者。该组织吸收了许多学者的建议，并把这些建议作为草案公布，逐步在研究使用中完善，最后定为协议标准。由于信息安全已成为 Internet 使用的关键，因此，Internet 协会又针对安全服务应用编程接口、简单网络管理协议、网络认证服务、多用途电子邮件安全等方面提出了一系列安全协议。

美国电子工业协会（Electronic Industries Association, EIA）是美国电子公司贸易协会，是 ANSI 的成员。它制定了涉及电气和电子领域的 400 多个标准，主要工作是建立了数据终端设备和数据通信设备间的接口标准，如 RS232C 等。

欧洲计算机制造商协会（European Computer Manufacturers Association, ECMA）是包括美国在欧洲供应计算机的厂商在内的组织。它致力于计算机技术的各种标准的制定和颁布。该组织在 ISO 和 CCITT 中是一个没有表决权的成员。

1.3 计算机网络的定义

计算机网络是地理上分散的多台自主计算机互联的集合。计算机互联由通信设备、通信链路及网络软件实现。网络上互联的计算机必须遵守约定的通信网络协议。

计算机网络可以实现信息交互、资源共享、协同工作以及在线处理等功能。

计算机网络的定义包含以下三个方面的含义:

① 计算机网络是指自主计算机的互联集合。两台计算机如能互相交换信息就称为互联。互联使用铜缆、光纤等有线传输介质实现,也可以通过微波、红外、激光等无线传输介质实现。自主计算机这一概念排除了网络系统中计算机的主从关系。如果一台计算机可以强制地启动、停止或控制另一台计算机,这些计算机就不是自主的,就不构成计算机网络。

② 互联必须遵守约定的通信协议,并通过相应的软、硬件实现。互联的计算机要互相交换信息就需要实现不同系统中的实体的通信。为了成功地通信,它们必须具有同样的语言,交流什么、怎样交流以及何时交流,都必须遵从有关实体间某种互相能接受的规则,这些规则的集合称为通信协议。同时需要用相应的软、硬件来实现这些规则。

③ 计算机网络可以实现交互通信、资源共享、协同工作以及在线处理等功能。

1.4 计算机网络的分类

目前已经出现了多种形式的计算机网络。研究网络的分类有助于更好地理解计算机网络。计算机网络分类的方法有多种,如:

- ▶ 按通信介质的不同可分为有线网络和无线网络;
- ▶ 按传输技术的不同可分为点到点式网络和广播式网络;
- ▶ 按覆盖地理范围的不同可分为局域网、城域网和广域网;
- ▶ 按拓扑结构的不同可分为总线型网、星型网、环型网、树型网等;
- ▶ 按交换方式的不同可分为电路交换网、分组交换网、帧中继交换网、信元交换网等;
- ▶ 按网络协议的不同可分为采用 TCP/IP、SNA、SPX/IPX、AppleTalk 等协议的网路;
- ▶ 按应用规模的不同可分为 Intranet、Extranet、Internet。

下面介绍其中最主要的三种分类方法,即根据网络所采用的传输技术分类、根据网络的覆盖范围分类以及根据应用规模分类。

1.4.1 根据网络传输技术进行分类

网络所采用的传输技术决定了网络的主要技术特点,因此根据网络所采用的传输技术对网络进行分类是一种很重要的方法。

在通信技术中,通信信道的类型有两种:广播通信信道和点到点通信信道。在广播通信信道中,多个结点共享一个公共的通信信道,一个结点广播信息,其他结点必须接收信息。在点到点通信信道中,一条通信线路只能连接一对结点,如果两个结点之间没有直接连接的线路,那么它们只能通过中间结点转接。

因为网络要通过通信信道完成数据传输,网络所采用的通信方式也只可能有两种,即广播(Broadcast)方式和点到点(Point-to-Point)方式,所以相应的计算机网络可以分为两类:广播式网络(Broadcast Network)和点到点式网络(Point-to-Point Network)。

1. 广播式网络

广播式网络是指所有的结点共享一个公共的通信信道。一台计算机发送的数据可以被连接到共享信道上的所有其他的计算机所接收。由于发送的数据中带有目的地址和源地址,接收到该数据的计算机都将检查目的地址是否与本结点的地址相同,以判断该数据是否为发给

自己的。如果地址相同,则接收该数据,否则丢弃之。

在广播式网络中传输的消息类型有三种:单播(Unicast)消息、组播(Multicast)消息和广播(Broadcast)消息。其中,单播消息的目的地址只有一个,它只发给接收者;组播消息的目的地址有一组,它发给一组接收者;广播消息发送到连接在网络中的所有主机,它是一种特殊类型的组播消息。

广播式网络主要应用于局域网中的总线型网、星型网和树型网,在广域网中主要以微波、卫星方式进行通信。

此外,由于多个结点共享相同的通信信道,必然存在信道竞争,引起信道访问冲突,因此需要相应的信道访问控制机制。

2. 点到点式网络

与广播式网络不同,点到点式网络是指网络中每条物理线路连接两个结点,即每两台主机之间、两台交换机之间或主机与交换机之间都存在一条物理信道。如果两个结点之间没有直接连接的线路,则它们之间的数据传输就要通过若干个中间结点的接收、存储、转发直至目的结点。

在复杂的结构中,点到点式网络中可能包括数千个在相邻结点间互联的结点。如果一个结点需要与不相邻的结点通信,它通过其他相邻的结点间接完成通信,那么从源结点到目的结点之间可能存在许多条路由,决定数据从网络中的源结点到达目的结点的路由需要路由选择算法。因此,点到点式网络的重要特征是采用存储转发和路由选择机制,主要应用于广域网中。

与广播式网络相比,在点到点式网络中没有信道竞争,几乎不存在访问控制问题。但是,显然点到点信道会浪费一些带宽。由于在长距离信道上一旦发生信道访问冲突,进行控制是相当困难的,所以广域网都采用点到点信道,用牺牲带宽来换取信道访问控制的简化。

1.4.2 根据网络的覆盖范围进行分类

由于网络覆盖的地理范围不同,它们所采用的传输技术也不相同,因此形成了不同的网络技术特点和网络服务功能。在不同的网络分类方法中,唯有按照覆盖范围的不同进行分类才能更好地反映不同类型网络的技术特征,而其他的分类方式只能给出网络某一方面的特征,并不能反映网络技术的本质。

按照覆盖的地理范围划分,计算机网络可以分为以下3类:

- 局域网(Local Area Network, LAN)
- 广域网(Wide Area Network, WAN)
- 城域网(Metropolitan Area Network, MAN)

1. 局域网

局域网用于将有限范围内(如一个实验室、一幢大楼、一个校园)的各种计算机、终端与外部设备互联成网。经过各种有线传输介质或无线传输介质,局域网也能和相距很远或无法直接连接的另一个局域网相连。局域网按照采用的技术、应用范围和协议标准的不同,可以分为共享局域网和交换局域网。局域网技术发展非常迅速,并且应用日益广泛,是计算机网络中最为活跃的分支。

局域网一般由一个机构所拥有、使用和管理,因此,组网方便、使用灵活。数据传输速

率一般小于或等于 100 Mb/s, 误码率也很低。

20 世纪 90 年代以来, 数据传输速率超过 100 Mb/s 的局域网相继出现, 通常称之为高速局域网, 而把以前的数据传输速率小于 100 Mb/s 的局域网称为传统局域网。局域网大多采用共享介质的访问控制方法, 即把传输介质作为网络上各个站点共享的资源, 将传输介质的频带有效地分配给网络上各个站点的用户。在共享介质的访问控制方法仍然被广泛采用的同时, 为了提高网络的吞吐率, 又采用了局域网的交换技术实现各种交换, 产生了交换局域网。

2. 广域网

广域网又称远程网。它的覆盖范围从数十千米到数千千米。广域网可以覆盖一个国家、地区, 或横跨几个洲, 形成国际性的远程网络, 是可以在任何一个广阔的地理范围内进行数据、语音、图像和视频等多种信息传输的通信网络, 能够提供大范围的公共服务。

广域网可以采用不同通信技术, 种类繁多, 包括公用交换电话网、综合业务数字网、分组交换网、帧中继网、ATM 网、数字数据网 (DDN)、移动通信网以及卫星通信网等。

广域网从 20 世纪 60 年代开始发展, 典型代表是美国国防部的 ARPANET 网, 即 Internet 网的前身, Internet 是目前最大的广域网。中国公用计算机互联网 CHINANET、国家公用信息通信网 (又名金桥网) CHINAGBN、中国教育科研计算机网 CERNET 均是广域网。

与局域网相比, 广域网的主要特征是: 投资大; 传输速率慢, 通常为 64 Kb/s、2 Mb/s 或 10 Mb/s; 误码率高。

3. 城域网

城市地区网络简称城域网。它是介于局域网和广域网之间的一种高速网络。城域网所采用的技术基本上与局域网类似, 只是规模上大一些。它的地理覆盖范围是 5~100 km, 主要满足大量企业、机关、公司的多个局域网互联的需求, 以高传输速率支持大量用户之间的数据、语音、图像和视频等多种信息的传输。

城域网以光纤为主要传输介质, 其传输速率为 100 Mb/s 或更高。城域网是城市通信的主干网, 它充当不同局域网之间的桥梁, 并向外连入广域网。城域网提供高速综合业务服务。它一般采用简单、规则的网络拓扑结构和高效的介质访问控制方式, 避免复杂的路由选择和流量控制, 以达到高传输率和低误码率。城域网还允许灵活的网络结构和站点增减。较典型的城域网有:

① 光纤分布数据接口 (FDDI)。它除了作为局域网外, 也可以作为城域网使用。标准的传输速率为 100 Mb/s, 相应的国际标准为 ISO 9314。

② 曼哈顿街道网 (MSN)。拓扑结构为规则的方格网络, 如同整齐的道路, 站点在线路交叉点上。

③ 混洗交换网。它效仿并行处理机中使用的混洗交换开关网络, 信息可以从发送站点经过混洗交换网达到任一目标站点。

④ 分布式队列双总线 (DQDB)。它采用两条总线, 流向相反。总线的标准速率为 150 Mb/s, 最高可达 600 Mb/s。DQDB 的帧格式与带宽综合业务数字网中采用的 ATM 帧格式相似, 以便 DQDB 向宽带综合业务数字网发展, 相应的国际标准为 802.6。

1.4.3 根据网络的应用规模进行分类

按照网络的应用规模的不同, 可以将计算机网络分为因特网 (Internet)、内部网 (Intranet)

和外部网（Extranet）。

1. 因特网

因特网又称国际互联网，是全球最大的、开放的、由众多网络互联而成的计算机互联网，采用开放的 TCP/IP 协议。

全世界已有几十万个网络、几千万台计算机接入 Internet，它拥有两亿多个用户，因此成为全球最大的计算机互联网。更为重要的是，Internet 提供了极其丰富的信息资源和应用服务，为发展信息网络技术和网络应用提供了丰富的经验，对信息市场的开拓和信息社会的发展具有深远的影响，已成为未来全球信息基础设施（GII）的原型。

2. 内部网

内部网又称内联网。内部网基于 TCP/IP 协议，使用万维网（WWW）工具，采用防止外部侵入的安全措施与外界连接，是企业或单位内部服务的网络。Intranet 有以下几点特性：

① Intranet 是根据企业内部的需求而设置的，它的规模和功能是根据企业经营和发展的需求确定的。

② Intranet 能方便地与外界连接，尤其是和 Internet 连接。

③ Intranet 采用 TCP/IP 协议及相应的技术和工具，是一个开放的系统。

④ Intranet 根据企业的安全需求，设置相应的防火墙、安全代理等，以保护企业内部的信息，防止外界侵入。

⑤ Intranet 广泛使用万维网（WWW）工具，使企业员工和用户能方便地浏览和使用企业内部信息、Internet 的丰富信息资源以及进行交互式工作。这些工具包括超文本标记语言（HTML）、HTTP 协议、公共网关接口（CGI）以及 Java 编程语言等。

3. 外部网

外部网又称外联网。外部网是在内部网的基础上，通过企业间的计算技术形成了扩展的企业，使企业延伸到客户、供应商、合作伙伴、甚至竞争对手，从一个有形的企业变成一个虚拟企业的网络。这种变化的结果，不仅可使企业降低成本、加速通信和提供及时的信息，更重要的是改变了现有的人际交往和组织间的通信方式，建立起新的人际关系和组织间的关系，改变着企业和外界的关系。

1.4.4 计算机网络的拓扑结构

计算机网络的拓扑结构引入了拓扑学的概念，通过网络中结点与通信线路之间的几何关系表示网络结构，反映出网络中各实体间的结构关系。计算机网络组网的第一步就是进行拓扑结构设计，即解决在给定计算机的位置并保证一定的网络响应时间、吞吐量和可靠性的条件下，通过选择适当的线路、线路容量与连接方式，使整个网络的结构合理、成本低廉。拓扑结构设计是计算机网络组网关键的一步，它是实现各种网络协议的基础，对网络性能、系统可靠性与通信费用都有重大影响。

在计算机网络中，以计算机作为结点，以通信线路作为连线，可以构成不同的几何图形。典型的计算机网络拓扑类型主要有总线型、环型、星型、树型和混合型。

1. 总线型

在总线型拓扑结构中，所有各个结点的设备是用一条总线连接起来的，如图 1.4.1 所示。