

高等学校计算机规划教材

计算机网络技术与应用

■ 解文彬 逯燕玲 主编
■ 聂培颖 张凯昀 周 鹏 吴 鹏 副主编
■ 高 林 游录祥 邹柏贤 主审



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

高等学校计算机规划教材

计算机网络技术与应用

解文彬 逯燕玲 主 编

聂培颖 张凯昀 周鹏 吴鹏 副主编

高 林 游录祥 邹柏贤 主 审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书共 10 章, 全面、系统地介绍了网络基本知识、网络协议与网络体系结构、局域网技术、网络基本设备、Internet 基础与常用网络命令、虚拟网络环境的建立、网络服务 (FTP 和 WWW) 交换机与路由器的配置管理、网络安全管理及未来网络技术展望。本书为教师提供教学视频和电子教案。

本书重点突出了技术应用性, 章后附有大量的习题和实训练习。本书适合作为高等院校本科生 (或专科生) 相关课程的教材, 也可供网络管理员参考使用。

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, 侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络技术与应用 / 解文彬, 逯燕玲主编. —北京: 电子工业出版社, 2010.6

高等学校计算机规划教材

ISBN 978-7-121-11030-6

I. ① 计… II. ① 解… ② 逯… III. ① 计算机网络—高等学校—教材 IV. ① TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 104114 号

策划编辑: 章海涛

责任编辑: 章海涛

特约编辑: 王 纲

印 刷:

装 订: 北京京师印务有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 18.25 字数: 464 千字

印 次: 2010 年 6 月第 1 次印刷

印 数: 4000 册 定价: 32.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

计算机网络是当今计算机科学与技术学科中发展最为迅速的技术之一，也是计算机应用中一个空前活跃的领域。21 世纪的一个重要特征是网络化、信息化和数字化，而它的基础正是支持全社会的计算机网络。

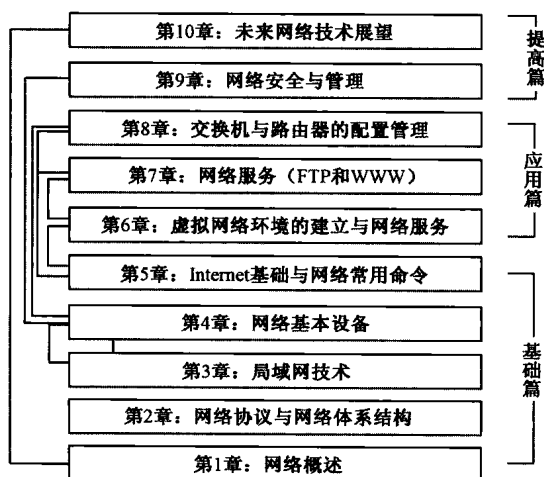
网络工程是计算机技术与通信技术紧密结合的一门交叉科学。在网络普及的今天，大到一个国家或地区，小到一个单位或家庭，计算机网络化的情况，都可以从一个侧面反映出其信息化发展的水平。目前，计算机网络正在越来越多的领域中得到推广和应用，网络化已经成为计算机发展的必然趋势。

本书对所涉及内容的深度和广度进行了精心安排设计；强调网络技术的基础知识和基本技能；在实验环节中，引入任务驱动的方法，着重培养学生的应用能力，最终达到“学而用，用而思，思而学”这一循环求知的良好效果。

书中所涉及的全部实验内容，都采用虚拟机所构建的局域网环境平台，将各个网络服务构建在其中，不仅讲解其各自服务功能和用途，而且着重解读其在整个网络中的地位以及服务与服务之间的联系与影响，从而使个体服务融于网络这一整体之中；同时，网络这一整体又从全局映射出个体服务的作用。这样，既使读者从整体上把握住了网络服务，又从个体上理解了如何服务“于”网络。

本着“简则明，繁则惑”的思想，在突出网络技术精华部分的同时，对数据通信和网络编程语言等专业性和理论性过强、后续还单独开课的内容，本书进行了适度删节和缩减。此外，本书也对无线局域网、虚拟服务器、全光网、IPv6、云计算和框计算等近年来新兴的、实用的网络技术进行了重点介绍。

全书共 10 章，主要内容包括：第 1 章网络概述，第 2 章网络协议与网络体系结构，第 3 章局域网技术，第 4 章网络基本设备，第 5 章 Internet 基础与网络常用命令，第 6 章虚拟网络环境的建立与网络服务，第 7 章网络服务（FTP 和 WWW），第 8 章交换机与路由器的配置管理，第 9 章网络安全与管理，第 10 章未来网络技术展望。其中，第 1~5 章为基础篇，第 6~8 章为应用篇，第 9~10 章为提高篇，如下图所示。



为了配合教学，本书在每章后附有大量的习题和实训练习，以巩固学习效果。

本书由解文彬、逯燕玲、聂培颖、张凯昀、周鹏、吴鹏完成了全书的编写工作，全书由解文彬统稿，由高林、游录祥、邹柏贤审稿。各位老师都具有丰富的专业知识和理论学养，他们在百忙之中，抽出大量时间，不厌其烦地参与到本书的编写和统稿工作；同时，在本书的编写和修订过程中，我们得到了北京联合大学、北京市石景山区教育委员会会计核算中心和北京市石景山区教育委员会信息中心的大力支持，在此表示衷心感谢。

限于作者的水平和学识有限，书中难免会有错误和不妥之处，恳请读者雅正，在此表示感谢。

本书为任课教师提供配套的教学资源（包含教学视频和电子教案），需要者可登录华信教育资源网站（<http://www.hxedu.com.cn>），注册之后进行免费下载，或发邮件到 unicode@phei.com.cn 进行咨询。

作 者

2010年5月

目 录

第 1 章 网络概述	1
1.1 计算机网络的形成与发展.....	1
1.1.1 网络发展的主要阶段.....	2
1.1.2 我国网络的发展历程.....	3
1.2 计算机网络的定义与分类.....	3
1.3 计算机网络拓扑构型.....	5
1.4 数据通信服务.....	7
习题 1.....	9
第 2 章 网络协议与网络体系结构	11
2.1 网络协议.....	11
2.2 OSI 参考模型.....	13
2.3 TCP/IP 模型与协议.....	17
2.4 OSI 参考模型与 TCP/IP 模型比较.....	20
习题 2.....	21
第 3 章 局域网技术	23
3.1 局域网.....	23
3.2 局域网的拓扑结构.....	24
3.3 共享式局域网与交换式局域网.....	26
3.4 局域网协议标准——局域网的介质访问控制方法.....	26
3.5 高速局域网技术.....	32
3.6 综合布线系统.....	38
3.6.1 综合布线系统的特点和应用.....	38
3.6.2 综合布线系统的结构.....	39
3.6.3 综合布线系统的标准与系统测试.....	41
习题 3.....	42
第 4 章 网络基本设备	43
4.1 网络传输介质.....	43
4.1.1 同轴电缆.....	43
4.1.2 双绞线.....	44
4.1.3 光纤.....	48
4.1.4 无线传输.....	53
4.2 网络的互连访问设备.....	55
4.2.1 网卡.....	55
4.2.2 中继器.....	57

4.2.3	集线器	57
4.2.4	网桥	60
4.2.5	路由器	63
4.2.6	防火墙	65
4.2.7	网关	67
4.3	交换机	68
4.3.1	交换机的发展与分类	69
4.3.2	交换机的功能、交换方式和技术	70
4.3.3	交换机的连接	72
4.4	服务器	75
	习题 4	77
第 5 章	Internet 基础与网络常用命令	79
5.1	Internet 简介	79
5.2	IP 协议	79
5.3	IP 地址	81
5.4	UDP 和 TCP 协议	88
5.5	Internet 的服务	91
5.6	网络基本命令	92
5.6.1	IP 地址的配置与 IPCONFIG 命令	92
5.6.2	PING 命令	95
5.6.3	TRACERT 命令	99
5.6.4	NETSTAT 命令	101
5.6.5	NSLOOKUP 命令	103
	习题 5	105
第 6 章	虚拟网络环境的建立与网络服务	107
6.1	基于虚拟机的 C/S 模式网络实践方法	107
6.1.1	虚拟机的安装	107
6.1.2	虚拟机的使用	108
6.2	DHCP 服务的创建	112
6.2.1	DHCP 服务器配置前的准备工作	112
6.2.2	DHCP 服务器作用域的新建	114
6.2.3	DHCP 服务器作用域的配置	115
6.2.4	DHCP 服务器作用域的激活	116
6.2.5	DHCP 服务器功能的验证	117
6.3	DNS 服务的创建	120
6.3.1	DNS 服务器配置前的准备工作	120
6.3.2	DNS 服务器正向查找区域的建立	122
6.3.3	DNS 服务器反向查找区域的建立	125
6.3.4	DNS 服务器转发器的建立	126

6.3.5 DNS 服务器功能的验证	127
习题 6	128
第 7 章 网络服务 (FTP 和 WWW)	129
7.1 FTP 服务的创建	129
7.1.1 FTP 服务器配置前的准备工作	129
7.1.2 FTP 服务器站点的配置	131
7.1.3 FTP 服务器站点的本机测试	132
7.1.4 FTP 服务器功能的验证	133
7.1.5 FTP 服务器站点的虚拟目录创建	135
7.1.6 FTP 服务器站点的非匿名用户访问实现	136
7.1.7 FTP 服务器站点的文件下载设置	138
7.2 WWW 服务的创建	140
7.2.1 WWW 服务器配置前的准备工作	141
7.2.2 WWW 服务器 IP 地址方式浏览访问的配置	143
7.2.3 WWW 服务器的本机测试	145
7.2.4 WWW 服务器功能的验证	146
7.2.5 WWW 服务器 IP 地址端口方式浏览访问的配置	147
7.2.6 WWW 服务器域名解析方式的配置	148
习题 7	151
第 8 章 交换机与路由器的配置管理	152
8.1 基于虚拟机的交换机与路由器配置管理实践方法	152
8.1.1 虚拟机的安装	152
8.1.2 虚拟机的配置	154
8.2 基于模拟方式的交换机配置管理	158
8.2.1 交换机的基本操作	158
8.2.2 交换机 VLAN 的实现	165
8.2.3 交换机 Trunk 的实现	172
8.2.4 交换机 VTP 的实现	178
8.3 基于模拟方式的路由器配置管理	197
8.3.1 路由器静态路由的实现	197
8.3.2 路由器动态路由 RIP 的实现	209
习题 8	221
第 9 章 网络安全与管理	225
9.1 网络安全	225
9.1.1 网络安全的定义	225
9.1.2 网络安全的模型	226
9.1.3 网络安全的管理	227
9.2 网络管理	228
9.2.1 网络管理的定义	228

9.2.2	网络管理的功能	228
9.2.3	网络管理的协议	231
9.3	防火墙	233
9.3.1	防火墙的定义	233
9.3.2	防火墙的种类	235
9.3.3	防火墙的配置实例——思科 PIX 防火墙	238
9.4	常用网络安全技术	244
9.4.1	信息加密	244
9.4.2	数字签名	245
9.4.3	身份认证	247
9.5	双机热备	249
9.5.1	双机热备的定义	249
9.5.2	双机热备的配置实例	250
9.6	UPS 供电	252
9.6.1	UPS 的定义	252
9.6.2	UPS 的种类	252
9.6.3	UPS 的安装、调试与维护	254
	习题 9	255
*第 10 章	网络技术展望	257
10.1	“无网”不利——无线局域网技术	257
10.1.1	无线局域网的特点、技术要求和设备	257
10.1.2	无线局域网的网络结构和发展前景	259
10.2	避实就“虚”——虚拟服务器技术	260
10.3	“光”前裕后——全光网技术	262
10.3.1	全光网的发展	262
10.3.2	全光网的特点	263
10.3.3	全光网的发展前景	263
10.4	“六”通四达——IPv6 技术	263
10.4.1	IPv4 协议的局限性	263
10.4.2	IPv6 协议的发展与特点	264
10.4.3	IPv6 地址的表示方法	266
10.4.4	从 IPv4 到 IPv6 的过渡方法	267
10.5	风起“云”涌——云计算	268
10.5.1	云计算的定义和原理	268
10.5.2	云计算的特点和优势	269
10.5.2	云计算的主要应用领域	271
10.5.3	云计算的发展前景	272
10.6	“框”广天地——框计算	273
	习题 10	278
附录 A	科技论文的撰写	279
参考文献		281

第1章 网络概述

网络的出现可以追溯到 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，奠定了理论基础。我国的 Internet 的发展以 1987 年通过中国学术网 CANET 向世界发出第一封 E-mail 为标志。经过几十年的发展，我国的互联网事业有了长足的进步，截至 2008 年 6 月底，我国网民数量已达到 2.53 亿，跃居世界第一位。本章将详细介绍网络的形成发展、分类标准和基本结构。

1.1 计算机网络的形成与发展

从某种意义上说，Internet 是美苏冷战的产物。在美国，20 世纪 60 年代是一个很特殊的时期。60 年代初，古巴核导弹危机发生，美国和原苏联之间的冷战状态随之升温，核毁灭的威胁成了人们日常生活的话题。在美国对古巴封锁的同时，越南战争爆发，许多第三世界国家发生政治危机。由于美国联邦经费的刺激和公众恐惧心理的影响，“实验室冷战”随即展开。人们认为，能否保持科学技术上的领先地位，将决定战争的胜负。而科学技术的进步依赖于计算机领域的发展。到了 60 年代末，每一个主要的联邦基金研究中心，包括纯商业性组织、大学，都有了由美国新兴计算机领域提供的最新技术装备的计算机设备。计算机中心互连以共享数据的思想得到了迅速发展。

美国国防部认为，如果仅有一个集中的军事指挥中心，一旦这个中心被敌方的核武器摧毁，全国的军事指挥将处于瘫痪状态，其后果不堪设想。因此，有必要设计这样一个分散的指挥系统——由一个个分散的指挥点组成，当部分指挥点被摧毁后，其他点仍能正常工作，而这些分散的点又能通过某种形式的通信网取得联系。1969 年，美国国防部高级研究计划管理局 ARPA (Advanced Research Projects Agency) 开始建立一个命名为 ARPANET 的网络，把美国的几个军事及研究用计算机主机连接起来。当初，ARPANET 只连接 4 台主机，从军事上要求置于美国国防部高级机密的保护之下，从技术上，它还不具备向外推广的条件。

1983 年，ARPA 和美国国防部通信局研制成功了用于异构网络的 TCP/IP 协议，美国加利福尼亚伯克利分校把该协议作为其 BSD UNIX 的一部分，使得该协议得以在社会上流行起来，从而诞生了真正的 Internet。

1986 年，美国国家科学基金会 NSF (National Science Foundation) 利用 ARPANET 发展出来的 TCP/IP 的通信协议，在 5 家科研教育服务超级计算机中心的基础上建立了 NSFNET 广域网。由于美国国家科学基金会的鼓励和资助，很多大学、政府资助的研究机构甚至私营的研究机构纷纷把自己的局域网并入 NSFnet 中。那时，ARPANET 的军用部分已脱离母网，建立自己的网络——Milnet。ARPANET——网络之父，逐步被 NSFnet 所替代。到 1990 年，ARPANET 已退出了历史舞台。如今，NSFnet 已成为 Internet 的重要骨干网之一。

1989 年，WWW 出现，为 Internet 实现广域超媒体信息截取/检索奠定了基础。

到了 20 世纪 90 年代初期，Internet 事实上已成为一个“网中网”——各子网分别负责自

己的架设和运作费用，而这些子网又通过 NSFnet 互连起来。由于 NSFnet 是由政府出资的，因此当时 Internet 最大的老板还是美国政府，只不过在一定程度上加入了一些私人小老板。Internet 在 20 世纪 80 年代的扩张不仅带来量的改变，同时也带来质的某些改变。由于多种学术团体、企业研究机构，甚至个人用户的进入，Internet 的使用者不再限于计算机专业人员。新的使用者发觉，加入 Internet 除了可共享 NSFNET 的巨型机外，还能进行相互间的通信，而这种相互间的通信对他们来讲更有吸引力。于是，他们逐步把 Internet 当作一种交流与通信的工具，而不仅仅是共享 NSFNET 巨型机的运算能力。

20 世纪 90 年代以前，Internet 的使用一直仅限于研究与学术领域。商业性机构进入 Internet 一直受到这样或那样的法规或传统问题的困扰。事实上，美国国家科学基金会等曾经出资建造 Internet 的政府机构对 Internet 上的商业活动并不感兴趣。

1991 年，美国的三家公司分别经营着自己的 CERFnet、PSInet 及 Alternet 网络，可以在一定程度上向客户提供 Internet 联网服务。他们组成了“商用 Internet 协会”（CIEA），宣布用户可以把它们的 Internet 子网用于任何商业用途。Internet 商业化服务提供商的出现，使工商企业终于可以堂堂正正地进入 Internet。商业机构一踏入 Internet 这一陌生的世界就发现了它在通信、资料检索、客户服务等方面的巨大潜力。于是，其势一发不可收拾。世界各地无数的企业及个人纷纷涌入 Internet，带来了 Internet 发展史上一个新的飞跃。

1.1.1 网络发展的主要阶段

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，奠定了理论基础。

第二阶段：以 20 世纪 60 年代美国的 ARPANET 与分组交换技术为重要标志。

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的发展起到了重要的作用，并为 Internet 的最终形成奠定了坚实的基础。

第三阶段：从 20 世纪 70 年代中期开始。

当时，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，各家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）的 OSI 参考模型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，对网络体系的形成与网络技术的发展产生了重要的作用，但是它同时也面临着 TCP/IP 严峻的挑战。

第四阶段：从 20 世纪 90 年代开始。

20 世纪 90 年代，网络技术最富有挑战性的话题是 Internet 和 ATM（Asynchronous Transfer Mode，异步传输模式）技术。Internet 作为世界性的信息网络，正在对当今经济、文化、科学研究、教育与人类社会生活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为全球信息高速公路的建设提供了技术支持。

如今，ARPANET 已从最初的 4 个节点发展成为横跨全世界 100 多个国家和地区、挂载有几万个网络、上千万台计算机、数亿用户的 Internet。Internet 是当今世界上最大的国际性计算机互联网络，而且还以惊人的速度在迅猛发展。

1.1.2 我国网络的发展历程

我国 Internet 的发展以 1987 年通过中国学术网 CANET 向世界发出第一封 E-mail 为标志。经过几十年的发展,形成了四大主流网络体系,即:中科院的科学技术网 CSTNET、国家教育部的教育和科研网 CERNET、原邮电部的 CHINANET 和原电子部的金桥网 CHINAGBN。Internet 在中国的发展历程可以大致划分为三个阶段。

第一阶段:从 1987 年至 1993 年,研究试验阶段。在此期间,我国一些科研部门和高等院校开始研究 Internet 技术,并开展了科研课题和科技合作工作,但这个阶段的网络应用仅限于小范围内的电子邮件服务。

第二阶段:从 1994 年至 1996 年,起步阶段。1994 年 4 月,中关村地区教育与科研示范网络工程进入 Internet,从此中国被国际上正式承认为有 Internet 的国家。之后,CHINANET、CERNET、CSTNET 等多个互联网项目在全国范围相继启动,Internet 开始进入公众生活,并在中国得到了迅速的发展。至 1996 年年底,中国互联网用户数已达 20 万,利用互联网开展的业务与应用逐步增多。

第三阶段:从 1997 年至今,Internet 在我国发展最为快速的阶段。国内 Internet 用户数自 1997 年以后基本保持每半年翻一番的增长速度。据中国互联网络信息中心(CNNIC)公布的统计报告显示,据 CNNIC 发布《第 22 次中国互联网络发展状况统计报告》显示,截至 2008 年 6 月底,我国网民数量由最初的 1000 万上涨到 2.53 亿,大幅超过美国跃居世界第一位。据不完全统计,2009 年年底,我国的网民数量已经超过 3 亿,并继续保持世界第一位。

中国目前有 5 家具有独立国际出入口线路的商用性 Internet 骨干单位,还有面向教育、科技、经贸等领域的非营利性 Internet 骨干单位。现在有 600 多家网络接入服务提供商(ISP),其中跨省经营的有 140 家。随着网络基础的改善、用户接入方面新技术的采用、接入方式的多样化和运营商的服务能力提高,由于接入网速率较慢所形成的瓶颈问题将会得到进一步改善,上网速度将会更快,从而促进更多的应用在网上实现。

1.2 计算机网络的定义与分类

1. 计算机网络的定义

凡是具有独立功能的两个或两个以上的计算机系统及网络设备通过通信设备和线路(有线或无线)将其连接起来,并由功能完善的网络软件(网络协议、网络操作系统等)实现网络资源共享和信息交换的系统,就称之为计算机网络。

一个完善的计算机网络包含了以下三个主要方面:

- ◎ 连接对象与设备(也被称作元件或元件组合)。
- ◎ 连接的对象与设施采用的接口、介质(如公路、渠道、双绞线、光纤、空气等)和控制机制(如约定、协议)。
- ◎ 连接方式与结构(如星型、环型)。

2. 计算机网络的分类

从本质上来讲,网络划分标准应该是以计算机网络的覆盖范围来决定的。按网络覆盖范围的大小,计算机网络可分为局域网(LAN)、城域网(MAN)和广域网(WAN)。

(1) 局域网 (Local Area Network, LAN)

局域网是指范围在几百米到十几千米内的办公楼群或校园内的计算机相互连接所构成的网络系统。计算机局域网被广泛应用于连接校园、工厂以及个人的计算机或工作站，以利于各计算机或工作站之间共享软/硬件资源和数据通信。局域网区别于其他网络主要体现在以下三方面：网络所覆盖的物理范围，网络所使用的传输技术，网络所采用的拓扑结构。

(2) 城域网 (Metropolitan Area Network, MAN)

城域网所采用的技术基本上与局域网相类似，只是规模上要大一些，是介于局域网和广域网之间的一种网络体系。城域网既可以覆盖相距不远的几栋办公楼，也可以覆盖一个城市；既可以是私人网，也可以是公用网。城域网既可以支持数据和语音的传输，也可以与有线电视相连。城域网一般只包含一两根电缆，没有交换设备，所以其设计就比较简单。早期的城域网主要采用光纤分布式数据接口 (FDDI, Fiber Distributed Data Interface)。

(3) 广域网 (Wide Area Network, WAN)

广域网通常跨越很大的物理范围，如一个国家。广域网包含很多用来运行用户应用程序的机器集合，通常把这些机器叫作主机 (Host)；把这些主机连接在一起的是通信子网 (Communication Subnet)，通信子网的任务是在主机之间传送报文。将计算机网络中的纯通信部分的子网与应用部分的主机分离开，可以大大简化网络的设计。在大多数广域网中，通信子网一般都包括以下两部分：传输信道和转接设备。传输信道用于机器间的传送数据。转接设备是一种专用计算机，用来连接两条或多条传输线。并且在绝大多数广域网中，通信子网包含大量租用线路或专用线路。LAN、MAN 和 WAN 的相关性能参数如表 1-1 所示。

表 1-1 LAN、MAN 和 WAN 的相关性能参数

网络名称	英文缩写	覆盖范围	使用环境	传输速率
局域网	LAN	10 m	房屋	4 Mbps~10 Gbps
		100 m	建筑物	
		1000 m	楼宇间	
城域网	MAN	10 km	城市	50 kbps~1 Gbps
广域网	WAN	100~1000 km	国家	9.6 kbps~2 Gbps

除了按照网络覆盖范围分类以外，比较重要的划分方式是根据网络所使用的传输技术划分，可分为两类：广播式网络 (Broadcast Network) 和点对点式网络。

广播式网络中仅有一条通信信道，这条信道由网络上的所有站点共享。在传输信息时，任何一个站点都可以发送数据分组，并传输到每台机器上，被其他所有站点接收。这些计算机再根据数据包中的目的地址进行判断，如果是发给自己的，则接收，否则将其丢弃。采用这种信息传输技术的网络被称为广播式网络。常见的总线型以太网就是广播式网络的代表。

与广播式网络相反，点对点网络则是由一对主机间的多条连接所构成的。在每一对计算机之间都有一条专用的通信信道，因此在该网络中，不存在信道共享与复用的问题。当一台计算机发送数据分组后，它会根据目的地址，经过一系列的中间设备的转发，直接传输到目的地址所指向的接收端，这种传输技术被称为点对点传输技术。采用点对点传输技术的网络被称为点对点式网络。

此外，典型的计算机网络还可以从逻辑上划分为通信子网和资源子网两类。通信子网是为资源子网提供信息传输服务，在计算机网络中负责数据通信的部分。资源子网是主机的集

合，它提供各种网络资源，建立在通信子网基础之上，可多系统并存，在计算机网络中面向用户的部分，负责全网面向应用的数据处理工作。

而通信双方必须共同遵守的规则和约定就称为通信协议，它的存在与否是计算机网络与一般计算机互连系统的根本区别。所以从这一点上来说，应该更能明白计算机网络为什么是计算机技术和通信技术发展的产物了，其关系如图 1-1 所示。

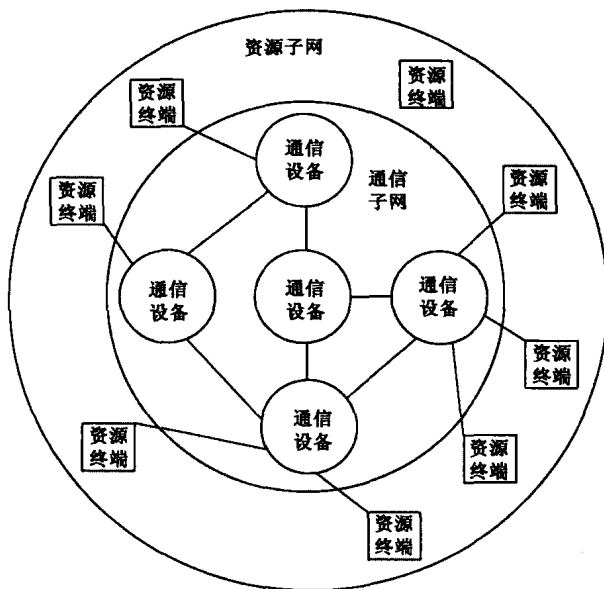


图 1-1 通信子网与资源子网关系图

计算机网络的分类标准还很多，如按拓扑结构、按网络协议、按传输介质类型、按使用的网络操作系统划分等。

① 按网络的拓扑结构划分，计算机网络可分为总线型拓扑结构网络、环型拓扑结构网络、星型拓扑结构网络、树型拓扑结构网络、网状拓扑结构网络和混合型拓扑结构网络。例如，以总线型物理拓扑结构组建的网络被称为总线型网络，同轴电缆以太网系统就是总线型网络的代表；以星型物理拓扑结构组建的网络被称为星型网络，交换网和双绞线以太网系统是星型网络的代表。

② 按网络协议的不同，计算机网络可分为以太网 (Ethernet, 使用 IEEE 802.3 标准协议)、令牌环网 (Token Ring, 使用 IEEE 802.5 协议)、FDDI 网、ATM 网、X.25 网、TCP/IP 网等。

③ 按使用的传输介质，计算机网络可分为双绞线网络 (以双绞线为传输介质)、光纤网络 (以光纤为传输介质)、同轴电缆网络 (以同轴电缆为传输介质)、无线网络 (以无线电波为传输介质) 和卫星数据通信网 (通过卫星进行数据通信) 等。

④ 按使用的网络操作系统，计算机网络可分为 Netware 网、UNIX 网、Windows NT 网等。

1.3 计算机网络拓扑构型

1. 计算机网络拓扑的定义

为了进行复杂的计算机网络结构设计，人们从离散数学的图论中引入拓扑结构的概念，

对复杂的网络结构设计进行简化。拓扑结构首先将实体抽象为与其大小、形状无关的“节点”，并将连接实体的线路抽象为“路径”，进而研究点与线在平面中的图形关系。计算机网络拓扑是指通过计算机网络中各个节点与通信缆线之间的几何关系来表示网络结构，反映出网络中各实体之间的结构关系。

通常将网络中的计算机和其他网络设备抽象成节点，通信缆线抽象为路径，而将各节点与路径连接而成的几何图形称为网络物理拓扑结构图，简称为网络拓扑结构。网络拓扑结构可以反映出网络中各实体之间的结构关系。

网络拓扑的设计选型是计算机网络设计的第一步。因为拓扑结构是影响网络性能的主要因素之一，也是实现各种协议的基础，所以网络拓扑结构的选择将直接关系到网络的性能、系统可靠性、通信和投资费用等因素。

2. 网络拓扑分类方法

网络拓扑可以根据通信子网中通信信道类型分为两类：广播信道通信子网的拓扑和点对点线路通信子网的拓扑。采用广播信道通信子网的基本拓扑构型有总线型。采用点对点线路的通信子网的基本拓扑构型有星型、环型、树型与网状型。

3. 典型网络拓扑的特点

典型的网络拓扑结构包括总线型拓扑结构、星型拓扑结构、环型拓扑结构、树型拓扑结构和网状型拓扑结构等。

(1) 总线型拓扑结构

总线型拓扑结构使用一根传输线路（总线）作为传输介质，网络上各节点都通过端口，采用串联方式连接在总线上。在总线型拓扑结构中，每个节点发送的信号都在总线中传送，并被网络中其他各节点所接收，但是任何时刻只能由一个节点使用公用总线发送信息。一个网络之内的所有节点共同使用总线的带宽和信道。因此，总线的带宽便成为网络性能的瓶颈，网络的效率也随着节点数目的增加而急剧下降，其结构如图 1-2 所示。

(2) 星型拓扑结构

星型拓扑结构中，每个节点都由一个单独的通信线缆与网络的中央节点相连接。中央节点控制全网的通信，任何两个节点的相互通信都必须经过中央节点进行传递。因此，中央节点的负荷较重，是网络性能的瓶颈，一旦中央节点发生故障，将导致全网的瘫痪。星型拓扑结构属于集中控制式网络，其结构如图 1-3 所示。

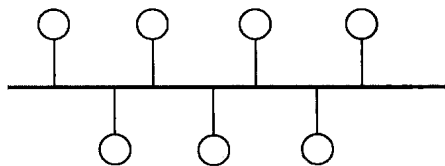


图 1-2 总线型拓扑结构

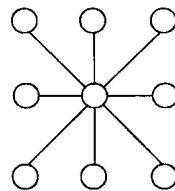


图 1-3 星型拓扑结构

(3) 环型拓扑结构

环型拓扑结构中的各节点通过点到点的通信线路依次首尾相接，形成一个闭合的环路，环路中的数据沿同一方向传递。由于信号单向传递，因此其缆线较适宜使用光纤介质，从而可以构成高速网络。环型拓扑的结构简单，传输延迟固定；但是在环型网络中，其任何一个

节点发生故障，都将导致全网的瘫痪，因此各节点都可能成为网络性能的瓶颈。并且，环上节点的加入和撤出的过程都很复杂，网络扩展和维护都不方便，其结构如图 1-4 所示。

(4) 树型拓扑结构

树型拓扑结构也可以看成星型拓扑结构的扩展，因此也被称为多层星型拓扑结构。树型拓扑结构采用了层次化的结构，具有一个根节点和多层分支节点。在树型网络中，除了叶节点之外，所有的根节点和各层分支节点都是转发节点，各节点按层次进行连接，信息的交换主要在上下节点间进行，相邻节点之间一般不进行数据交换。树型拓扑属于集中控制式网络，适用于分级管理或控制型网络，其结构如图 1-5 所示。

(5) 网状型拓扑结构

网状结构的网络是由分布在不同地理位置的网络设备经传输介质和通信设备连接而成的。在网状拓扑结构中，节点之间的连接是任意的、无规律的。每两个节点之间的通信链路可能有一条或多条，因此必须使用路由选择算法对传输数据所要使用的链路进行选择。网状结构的优点是网络系统可靠性高，缺点是结构复杂。目前，大型广域网和远程计算机网络多采用网状拓扑结构。其目的在于通过邮电部门提供的线路和服务，将若干个不同位置的局域网络连接在一起，并大幅提高其网络安全性，其结构如图 1-6 所示。

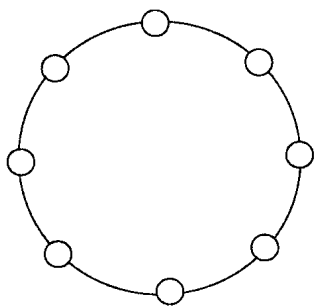


图 1-4 环型拓扑结构

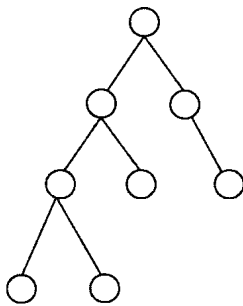


图 1-5 树型拓扑结构图

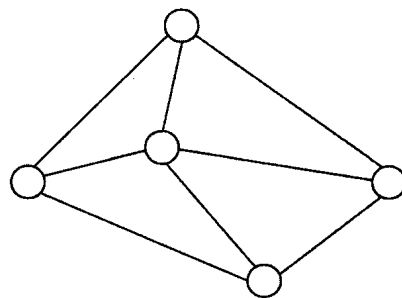


图 1-6 网状型拓扑结构图

在实际的网络应用中，网络拓扑结构往往不是单一类型存在使用的，而是上述几种基本类型的混合体。例如，有的网络主干部分是环型拓扑结构，而其分支部分却采用了总线型、树型或星型拓扑结构。

1.4 数据通信服务

1. X.25 网络

X.25 网络是第一个面向连接的网络，也是第一个公共数据网络。其数据分组包含 3 字节头部和 128 字节数据部分。运行 10 年后，20 世纪 80 年代，X.25 网络被无错误控制、无流控制、面向连接的叫作帧中继的网络所取代。90 年代以后，出现了面向连接的 ATM 网络。

X.25 是一种很好实现的分组交换服务。所谓分组交互服务，是指在一个网络上为数据分组选择到达目的地的路由。传统上，它用于将远程终端连接到主机系统。这种服务为同时使用的用户提供任意点对任意点的连接。来自一个网络的多个用户的信号，可以通过多路选择通过 X.25 接口而进入分组交换网络，并且被分发到不同的远程地点。一种称为虚电路的通信信道在一条预定义的路径上连接端点站点通过网络。虽然 X.25 吞吐率的主要部分是用于

错误检查开销的，X.25 接口不可支持高达 64 kbps 的线路，但是 CCITT 在 1992 年重新制定了这个标准，并将速率提高到 2 Mbps。

在美国，大多数电信公司和增值电信局（VAC）提供 X.25 服务，还可以通过在用户所在地安装 X.25 交换设备，并用租用线路将这些地点连接起来，建立专用的 X.25 分组交换网络。

X.25 是在 OSI/RM（开放系统互连参考协议模型）之前提出的，所以一些用来解释 X.25 的专用术语是不同的。这种标准在低三层定义协议，与 OSI 协议栈的低三层紧密相关。

X.25 网络易于安装和维护，是根据发送的分组数据来收费的，在一些情况下还会考虑连通的时间。牢记，其他一些服务更适合于高速局域网传输（如帧中继）或专用连接。X.25 网络只是一个以虚电路服务为基础的对公用分组交换网接口的规格说明，它动态地对用户传输的信息流分配带宽，能够有效地解决突发性和大信息流传输的问题，可以对传输的信息进行加密和有效的差错控制。

分组交换网一般只用于要求传输费用比较少且远程传输速率要求不高的广域网。

2. ATM 技术

ATM（Asynchronous Transfer Mode，异步传输模式），又叫信息元中继。ATM 采用面向连接的交换方式，它以信元为单位。每个信元长 53 字节，其中报头占 5 字节。信息元中继是一种采用具有固定长度的分组（信息元）的交换技术。之所以称其为异步，是因为来自某一用户的、所含有信息的信息元的重复出现不是周期性的。

ATM 是一种面向连接的技术，是一种为支持宽带综合业务网而专门开发的新技术，它与现在的电路交换无任何衔接。当发送端想要和接收端通信时，它通过 UNI 发送一个要求建立连接的控制信号。接收端通过网络收到该控制信号并同意建立连接后，一个虚拟线路就会被建立。与同步传递模式（STM）不同，ATM 采用异步时分复用技术（统计复用）。来自不同信息源的信息汇集在一个缓冲器内排队。列中的信元逐个输出到传输线上，形成首尾相连的信息流。ATM 的特点如下：因传输线路质量高，不需要逐段进行差错控制；ATM 在通信之前需要先建立一个虚连接来预留网络资源，并在呼叫期间保持这一连接，所以 ATM 以面向连接的方式工作；信头的主要功能是标识业务本身和它的逻辑去向，功能有限；信元的长度小，时延小，实时性较好。

3. ADSL 技术

ADSL（Asymmetric Digital Subscriber Line，不对称数字用户线）作为一种传输层的技术，充分利用现有普通电话线的资源，在一对双绞线上提供上行 640kbps、下行 8Mbps 的带宽，从而克服了传统用户电话拨号的“瓶颈”，实现了真正意义上的宽带接入。

用普通的电话双绞线传输视频信号、图像及高清晰度的画面等信息，这些信息需要每秒上兆位的数据传输速率。考虑到 C/S 结构是客户机从服务器上大量读取信息而相对较少向服务器传送数据的模式，设想以不对称的形式传送信息，下行速率设计为 1.5 Mbps，上行速率为 16 kbps 或 64 kbps。这种不对称的传输方式适合于 VoD（视频点播）和从数据网上下载信息。自 1989 年来，ADSL 技术取得了很大的发展，下行信道的速率从 1.5 Mbps 上升到 8 Mbps，上行信道的速率也升到了 640 kbps。

ADSL 是一种高速的 Internet 解决方案，使用世界上用得最多的普通电话线作为传输介质。传统的 Modem 也是使用电话线传输的，但它只使用了 0~4 kHz 的低频段，而电话线理