



普通高等教育“十二五”规划教材·大学计算机
工业和信息产业科技与教育专著出版资金立项出版

计算机网络基础

■ 薛 涛 加云岗 赵 旭 编著
■ 王会燃 石美红 主审



COMPUTER
TECHNOLOGY



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

普通高等教育“十二五”规划教材·大学计算机
工业和信息化部科技与教育专著出版资金立项出版

计算机网络基础

薛 涛 加云岗 赵 旭 编著

王会燃 石美红 主审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书系统全面地讲解了计算机网络的基本概念和基本原理,采用最新的自顶向下的方法来组织,以常用 Internet 应用为起点,自顶向下,由广域网到局域网,逐步分析支撑计算机网络应用的网络技术,使读者能比较全面、深入地认识计算机网络。

全书共 13 章,主要包括计算机网络基本概念、因特网通信协议和应用、局域网、网络互连与设备、网络操作系统、数据通信基础知识、网络安全的理论与实验等内容。为了让读者能够及时地检查学习效果,巩固所学知识,理论篇每章最后还附有丰富的习题。为进一步提高读者网络实际应用的能力,实验篇精心设计了 16 个实验,本书还提供电子课件,供教学使用,读者可以登录华信教育资源网(www.hxedu.com.cn)免费注册下载。

本书可作为高等院校非计算机专业的计算机网络课程教材,同时也可作为计算机网络培训或技术人员自学的参考资料。

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

计算机网络基础 / 薛涛, 加云岗, 赵旭编著. —北京: 电子工业出版社, 2015.2

普通高等教育“十二五”规划教材·大学计算机

ISBN 978-7-121-25512-0

I. ①计… II. ①薛… ②加… ③赵… III. ①计算机网络—高等学校—教材 IV. ①TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 027643 号

策划编辑: 索蓉霞

责任编辑: 索蓉霞 文字编辑: 任欢欢

印 刷: 三河市鑫金马印装有限公司

装 订: 三河市鑫金马印装有限公司

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: 787×1 092 1/16 印张: 18.25 字数: 467.2 千字

版 次: 2015 年 2 月第 1 版

印 次: 2015 年 2 月第 1 次印刷

定 价: 45.00 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

计算机网络技术是 20 世纪对人类社会影响最深远的科技成就之一。当前,随着计算机技术和通信技术的迅速发展和相互渗透,随着因特网技术的发展和信息基础设施的完善,计算机网络已进入了社会的每一个领域,进而推动着社会的信息化步伐。在这种形势下,要想在网络技术飞速发展的今天有所作为,必须学习、理解、掌握计算机网络技术的基本知识,了解网络技术发展的最新动态。计算机网络技术不仅是从事计算机专业的人员必须掌握的知识,也是广大读者特别是青年学生应该了解和掌握的知识。系统地学习、理解和把握计算机网络技术及其未来发展并应用于社会生活的每一个领域,已成为社会普遍的需求。

本教材由“工业和信息产业科技与教育专著出版资金”支持,旨在推动以大学生计算思维能力培养为重点的大学计算机课程改革,着力提升大学生信息素养和应用能力。在知识面要宽,基本理论和原理知识要适度,加强技术技能培养等要求的前提下,本教材编写时,对于网络技术的理论知识和工作原理介绍得相对浅一些;理论联系实际多一些,加重网络的应用技术和网络应用方面的知识,体现出注重培养学生掌握网络实际应用技术能力的特点。在内容上,全面讲解了计算机网络的基本概念和基本原理,采用最新的自顶向下的方法来组织,以常用 Internet 应用为起点,自顶向下,逐步分析支撑计算机网络应用的网络技术,使读者能比较全面、深入地认识计算机网络。本书还精心设计了 16 个实验,包括网络协议、网站制作、组网实验、交换机和路由器的配置实验、双绞线制作等内容,进一步提高学生掌握网络实际应用的能力。本书在编写过程中,力求体现教材的系统性、先进性和实用性。

全书共 13 章,第 1 章~第 7 章理论篇主要包括计算机网络基本概念、因特网通信协议和应用、局域网、网络互连与设备、网络操作系统、数据通信基础知识、网络安全等内容。第 8 章~第 13 章是对应的实验篇。为了让读者能够及时检查学习效果,巩固所学知识,每章最后附有丰富的习题。本书还提供电子课件,供教学使用,读者可以登录华信教育资源网(www.hxedu.com.cn)免费注册下载。

全书内容安排合理,逻辑性强,文字简明,循序渐进,通俗易懂,可作为高等院校非计算机专业的计算机网络课程教材,同时也可作为计算机网络培训或技术人员自学的参考资料。

本书由薛涛、加云岗、赵旭主编,参加编写的人员还有薛文生、薛纪文、陈慧娟、石洋同志。薛涛编写了第 6 章和第 7 章,加云岗编写了第 3 章,赵旭编写了第 5、8、9、10、12 章,薛文生编写了第 1 章和第 2 章,石洋编写了第 4 章,陈慧娟编写了第 11 章,薛纪文编写了第 13 章。全书由王会燃教授和石美红教授审校。本书在编写过程中,参阅并借鉴了国内外同类的优秀教材和专著及大量的网络资料,在书中无法一一列出,在此一并表示感谢!

在本书的立项、编写大纲和内容的确定及编写过程中得到了电子工业出版社领导和编辑的大力支持和帮助,在此编者表示衷心的感谢。

由于时间仓促和作者水平有限,书中难免存在缺点和不足之处,恳请各位学者、专家、老师和同学提出宝贵意见。

编 者
于西安

目 录

理 论 篇

第1章 计算机网络概述	1
1.1 计算机网络的概念	1
1.2 计算机网络的发展	1
1.2.1 联机系统	2
1.2.2 计算机互连网络	3
1.2.3 标准化网络	4
1.2.4 网络互连与高速网络	5
1.3 计算机网络的组成	6
1.3.1 通信子网	6
1.3.2 资源子网	6
1.4 计算机网络的分类	6
1.4.1 按照地理范围分类	7
1.4.2 按照拓扑结构分类	8
1.5 计算机网络的层次结构	12
1.5.1 分层的体系结构	12
1.5.2 OSI 参考模型	13
1.5.3 TCP/IP 参考模型	17
1.5.4 OSI 参考模型与 TCP/IP 参考模型 的比较	19
1.6 计算机网络的性能指标	19
1.7 计算机网络的应用	21
习题 1	22

第2章 因特网通信协议和应用	25
2.1 因特网概述	25
2.1.1 因特网的概念	25
2.1.2 因特网的发展	25
2.1.3 因特网的组织和管理	27
2.2 网络系统的计算模式	28
2.2.1 客户机/服务器模式	28
2.2.2 浏览器/服务器模式	29
2.2.3 对等网络模式	29
2.3 因特网接入	30

2.3.1 电话拨号接入	31
2.3.2 ADSL 接入	31
2.3.3 电缆调制解调器接入	32
2.3.4 以太网接入	33
2.4 TCP/IP 协议概述	34
2.4.1 TCP/IP 协议的组成	34
2.4.2 传输控制协议 TCP	34
2.4.3 用户数据报协议 UDP	36
2.5 IP 网际层协议	37
2.5.1 IP 地址	37
2.5.2 IP 数据报	39
2.5.3 IPv6	40
2.6 应用层协议和基本服务	42
2.6.1 WWW 服务和超文本传输 协议	42
2.6.2 FTP 服务和文件传输协议	46
2.6.3 电子邮件服务和电子邮件 协议	49
2.6.4 域名服务	51
2.7 常用网络测试工具和命令	54
习题 2	54

第3章 局域网	57
3.1 局域网概述	57
3.1.1 局域网的特点和组成	57
3.1.2 局域网的技术特征	58
3.1.3 局域网的体系结构	59
3.2 共享介质局域网	63
3.2.1 传统以太网	63
3.2.2 快速以太网	65
3.2.3 千兆位以太网	66
3.2.4 万兆位以太网	68
3.2.5 光纤分布式数据接口 FDDI	70

3.2.6 其他共享介质局域网	71	5.4 Windows 环境下常用的网络设置	125
3.3 交换式局域网	72	5.4.1 本地连接设置	125
3.3.1 交换式局域网基本概念	72	5.4.2 文件共享设置	127
3.3.2 交换式局域网技术	73	5.4.3 打印机共享设置	129
3.3.3 ATM 网络概述	78	习题 5	135
3.4 虚拟局域网	78	第 6 章 数据通信基础	138
3.4.1 虚拟局域网背景	78	6.1 数据通信基本概念	138
3.4.2 虚拟局域网的划分方法	79	6.1.1 信息、数据与信号	138
3.5 无线局域网	80	6.1.2 数据通信模型	139
3.5.1 无线局域网的概念	80	6.1.3 数字通信和模拟通信	140
3.5.2 无线局域网标准	80	6.1.4 数据通信的主要技术指标	140
3.5.3 无线局域网的组网	81	6.2 数据通信方式	142
3.5.4 无线局域网特点及发展前景	82	6.2.1 并行传输与串行传输	142
习题 3	82	6.2.2 单工、半双工和全双工传输	142
第 4 章 网络互连与设备	84	6.2.3 数据同步	143
4.1 网络互连的基本概念	84	6.2.4 基带传输和频带传输	145
4.2 网络互连的层次结构	85	6.3 数据传输介质	145
4.3 网络互连设备	87	6.3.1 同轴电缆	146
4.3.1 网络适配器	87	6.3.2 双绞线	146
4.3.2 中继器与共享式集线器	90	6.3.3 光纤	147
4.3.3 网桥与交换式集线器	91	6.3.4 无线介质	148
4.3.4 路由器	97	6.4 数据编码技术	150
4.3.5 网关	99	6.4.1 数据编码类型	151
4.4 无线路由器	100	6.4.2 数字数据编码	151
4.4.1 无线路由器配置	101	6.4.3 模拟数据编码	152
4.4.2 无线路由器测试	104	6.4.4 脉冲编码调制	153
习题 4	105	6.5 信道复用技术	153
第 5 章 网络操作系统	108	6.5.1 频分多路复用	154
5.1 网络操作系统概述	108	6.5.2 时分多路复用	154
5.1.1 网络操作系统的概念	108	6.5.3 波分多路复用	155
5.1.2 网络操作系统的分类	108	6.5.4 码分多路复用	156
5.2 Windows Server 2008	108	6.6 数据交换技术	156
5.2.1 Windows Server 2008 的特点	108	6.6.1 线路交换	156
5.2.2 本地用户和组	109	6.6.2 报文交换	157
5.2.3 建立域环境	111	6.6.3 分组交换	158
5.2.4 监视服务器性能	119	6.6.4 其他数据交换技术	159
5.3 Linux	120	6.7 差错检测与控制	160
5.3.1 Linux 系统的特点	120	6.7.1 差错原因	160
5.3.2 Linux 系统的安装	121		

6.7.2 检错技术	160	7.2.7 身份认证	178
6.7.3 差错控制机制	162	7.3 网络攻击与防范	180
习题 6	163	7.3.1 网络攻击概述	180
第 7 章 网络安全	166	7.3.2 网络攻击步骤	181
7.1 网络安全概述	166	7.3.3 网络攻击方式和防御	181
7.1.1 网络安全的定义和特性	166	7.4 防火墙技术	185
7.1.2 网络面临的安全性威胁	166	7.4.1 防火墙概述	185
7.1.3 威胁网络安全的因素	168	7.4.2 主要的防火墙技术	186
7.1.4 网络安全标准	168	7.4.3 防火墙的局限性和攻击	189
7.1.5 网络安全策略和网络安全 管理	169	7.5 通信加密	190
7.2 密码学	170	7.5.1 IP 安全技术	190
7.2.1 密码学发展	170	7.5.2 虚拟私有网络	193
7.2.2 数据加密模型	171	7.6 计算机病毒防护	194
7.2.3 古典加密技术	172	7.6.1 计算机病毒概述	195
7.2.4 对称密钥	173	7.6.2 计算机病毒发展趋势	197
7.2.5 公开密钥	174	7.6.3 计算机病毒的防治	199
7.2.6 数字签名	175	习题 7	200

实 验 篇

第 8 章 计算机网络概述	203	实验 11.3 交换机的基本配置	239
实验 8.1 利用 Visio 软件绘制网络 拓扑结构图	203	实验 11.4 交换机的 Telnet 远程 登录配置	244
第 9 章 因特网通信协议和应用	206	实验 11.5 交换机 VLAN 划分实验	249
实验 9.1 网络命令使用	206	实验 11.6 路由器的安装配置	253
实验 9.2 配置 WWW 服务	209	实验 11.7 静态路由实验	260
实验 9.3 网站制作	214	实验 11.8 路由器 RIP 路由协议 的配置	267
第 10 章 局域网	220	第 12 章 数据通信基础	277
实验 10.1 组建小型局域网	220	实验 12.1 双绞线的制作与应用	277
实验 10.2 组建无线局域网	223	第 13 章 网络安全	280
第 11 章 网络互连与设备	226	实验 13.1 防火墙软件的使用	280
实验 11.1 认识模拟器软件 Packet Tracer	226	参考文献	282
实验 11.2 网络故障检测	236		

理 论 篇

第1章 计算机网络概述

近年来,现代计算机网络作为信息社会的基础设施已经渗透到社会的各个方面。本章从计算机网络的基本概念入手,主要介绍计算机网络的发展、组成、分类,以及计算机网络的协议分层、OSI参考模型、TCP/IP参考模型,并简要介绍计算机网络的主要性能指标和主要应用。

1.1 计算机网络的概念

计算机网络:是指将多台地理位置上分散、互相连接,并且具有独立功能的计算机,用通信设备和通信线路相互连接起来,按照统一网络协议进行通信,以实现信息传输和资源共享的一种计算机系统。

一个计算机网络系统一般有以下三个主要组成部分。

第一个部分是有若干台主机,这些主机可以向各个用户提供各种网络服务。

第二个部分是有一个通信子网,通信子网由一些专用的节点交换设备和连接这些节点交换设备的通信链路所组成,通信子网是各主机之间进行通信和数据传输的物质保证。

第三个部分是有一套协议,这些协议是为主机之间或者主机和子网之间通信而用的,协议是各主机之间进行数据交换的重要保障。

计算机网络具有以下三个基本特征。

第一个特征是,互连的计算机之间相互独立。首先,从数据处理能力方面来看,计算机既可以单机工作,也可以连网工作,并且计算机在连网工作时,网内的一台计算机不能强制性地控制另一台计算机;其次,从计算机分布的地理位置来看,计算机是独立的个体,可以“远在天边”,也可以“近在眼前”。

第二个特征是,连网计算机之间的通信必须遵循共同的网络协议。要保证网络中计算机能有条不紊地交换数据,就必须要求网络中的每台计算机在交换数据的过程中都要遵守事先约定好的通信规则,即网络协议。

第三个特征是,计算机网络建立的主要目的是实现计算机资源的共享。处于计算机网络中的任何一台计算机,都可以将计算机本身的资源共享给其他处于该网络中的计算机使用,这些被共享的资源可以是硬件,也可以是软件和信息资源等。

1.2 计算机网络的发展

计算机网络是计算机技术与通信技术紧密结合的产物。计算机与通信的相互结合主要有两个方面。一方面,通信网络为计算机之间的数据传递和交换提供了必要的手段;另一方面,

数字计算技术的发展渗透到通信技术中，又提高了通信网络的各种性能。当然，这两个方面的发展都离不开人们在半导体技术，尤其是超大规模集成电路技术上取得的辉煌成就。

随着计算机的广泛应用，计算机网络的影响也越来越大，计算机网络从形成、发展到广泛应用，大致经历了以下几个阶段。

第一阶段：（20 世纪 60 年代）以单个计算机为中心的面向终端的计算机网络系统。这种网络系统是以批处理信息为主要目的。

第二阶段：（20 世纪 70 年代）以分组交换网为中心的多主机互连的计算机网络系统。为了克服第一代计算机网络的缺点，提高网络的可靠性和可用性，人们开始研究如何将多台计算机相互连接。

第三阶段：（20 世纪 80 年代）具有统一的网络体系结构，遵循国际标准化协议的计算机网络。随着计算机网络的普及和应用推广，越来越多的用户都希望将自己的计算机连网。然而要实现不同系列、不同品牌的计算机互连，相互通信的计算机必须高度协调工作，为此国际标准化组织提出了 OSI 参考模型；同时，工业界也提出了 TCP/IP 参考模型。

第四阶段：（20 世纪 90 年代）网络互连与高速网络。自 OSI 参考模型推出后，计算机网络一直沿着标准化的方向在发展，而网络标准化的最大体现是 Internet 的飞速发展。

1.2.1 联机系统

所谓联机系统，即以一台中央主计算机连接大量在地理上处于分散位置的终端，如图 1-1 所示。所谓终端通常指一台计算机的外部设备，包括显示器、键盘等。

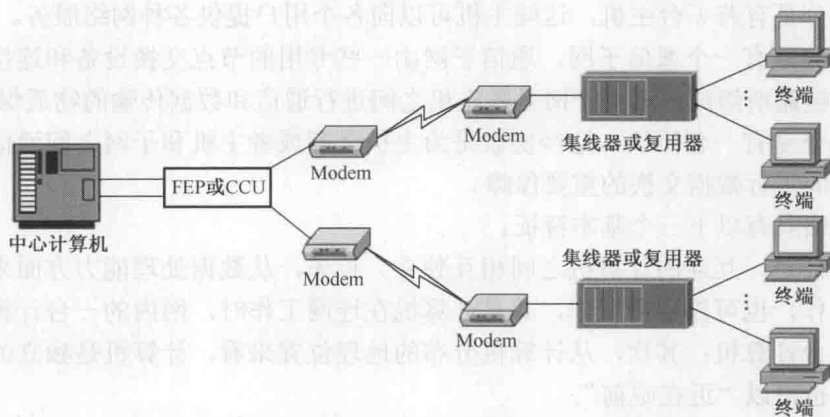


图 1-1 单计算机为中心的远程联机系统结构示意图

早在 20 世纪 50 年代，人们利用通信线路，将多台终端设备连到一台计算机上，构成“主机—终端”系统。这种面向终端的计算机网络雏形，称之为第一代计算机网络。

第一代计算机网络——“主机-终端”系统，由于终端没有独立处理数据的能力，因此并不是真正意义上的计算机网络。但在这个阶段，人们逐步开始了计算机技术与通信技术相结合的研究，这是当代计算机网络发展的基础。

面向终端的计算机网络在其应用与发展的过程中，通信问题表现得越来越突出和重要。存在的主要问题是：（1）通信资源主要来源于租用电话、电报网线路，传输质量和速率等方面不能满足数据通信的要求；（2）传统电话网的线路交换和电报网的交换方式不能在线路利用率和传输迟延两方面获得很好的折中；（3）没有统一的数据通信体制和网络体系结构，各家网络各

行其是，搞重复建设，又互不兼容，网络间无法互通。因此，在 60 年代中期面向终端网络蓬勃发展的同时，一场新的通信体制的革命悄然进行，最终导致“分组交换网”的出现。

1.2.2 计算机互连网络

计算机互连网络如图 1-2 所示。这一阶段计算机网络的主要特点是：资源的多向共享、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，这些特点往往被认为是现代计算机网络的典型特征。

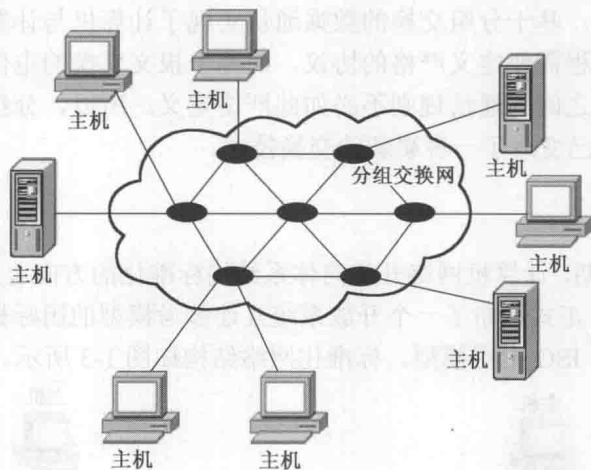


图 1-2 以多计算机为中心的计算机互连网络结构示意图

在 20 世纪 60 年代，计算机应用普及范围逐渐增大，许多行业都开始配置大、中型计算机系统。正因为如此，地理位置分散的各个部门间的信息交换量也越来越大，使得多个计算机系统通过通信线路连接成为一个计算机通信网络，以方便信息交换。在这种计算机网络中，各个计算机都具有独立处理数据的能力，并且不存在主从关系。通常情况下，称这种计算机网络为第二代计算机网络，它实现了计算机之间的通信。

第二代计算机网络，主要特征在于用了分组交换技术。所谓分组，就是将一个报文 (Message) 划分成若干个较小的数据段，并给每个数据段添加控制信息，封装成一个分组 (Packet)。在第二代计算机网络中，面向无连接的分组交换方式诞生了。

1964 年，巴兰 (Baran) 在美国兰德 (Rand) 公司“论分布式通信”的研究报告中提出了存储转发 (store and forward) 的概念。1962—1965 年，美国国防部的高级研究计划署 (Advanced Research Projects Agency, ARPA) 和英国的国家物理实验室 (National Physics Laboratory, NPL) 都在对新型的计算机通信技术进行研究。英国 NPL 的戴维德 (David) 于 1966 年首次提出了“分组” (Packet) 这一概念。1969 年 12 月，美国的分组交换网中传送的信息被划分成分组，该网络称为分组交换网，即 ARPANET (当时仅有 4 个交换点投入运行)。

ARPANET 的成功，标志着计算机网络的发展进入了一个新纪元。现在大家都公认 ARPANET 为分组交换网之父，并将分组交换网的出现作为现代电信时代的开始。

分组交换网是由若干节点交换机和连接这些交换机的链路组成，每一个节点就是一个小型计算机。它的工作机理是：首先将待发的数据报文划分成若干个大小有限的短数据块，在每个数据块前面加上一些控制信息 (即首部)，包括诸如数据收发的目的地址、源地址，数据块的序号等，形成一个个分组，然后各分组在交换网内采用“存储转发”机制将数据从源端发送到目的端。

由于节点交换机暂时存储的是一个个短的分组，而不是整个长报文，且每一分组都暂存在交换机的内存中并可进行相应的处理，这就使得分组的转发速度非常快。通信与计算机的相互结合，不仅为计算机之间的数据传递和交换提供了必要的手段，而且也大大提高了通信网络的各种性能。

采用存储转发的分组交换技术，实质上是在计算机网络的通信过程中动态分配传输线路或信道带宽的一种策略。值得说明的是，分组交换技术所采用的存储转发原理并不是一个全新的概念，它是借鉴了电报通信中基于存储转发原理的报文交换的思想。它们的关键区别在于通信对象发生了变化。基于分组交换的数据通信实现了计算机与计算机之间或计算机与人之间的通信，其通信过程需要定义严格的协议。而基于报文交换的电信通信则是完成人与人之间的通信，因此双方之间的通信规则不必如此严格定义。所以，分组交换尽管采用了古老的交换思想，但实际上已变成了一种崭新的交换技术。

1.2.3 标准化网络

20 世纪 70 年代中期，计算机网络开始向体系结构标准化的方向迈进，即正式步入网络标准化时代。1983 年 ISO 正式颁布了一个开放系统互连参考模型的国际标准 ISO 7498。模型分为七个层次，也被称为 ISO 七层模型。标准化网络结构如图 1-3 所示。

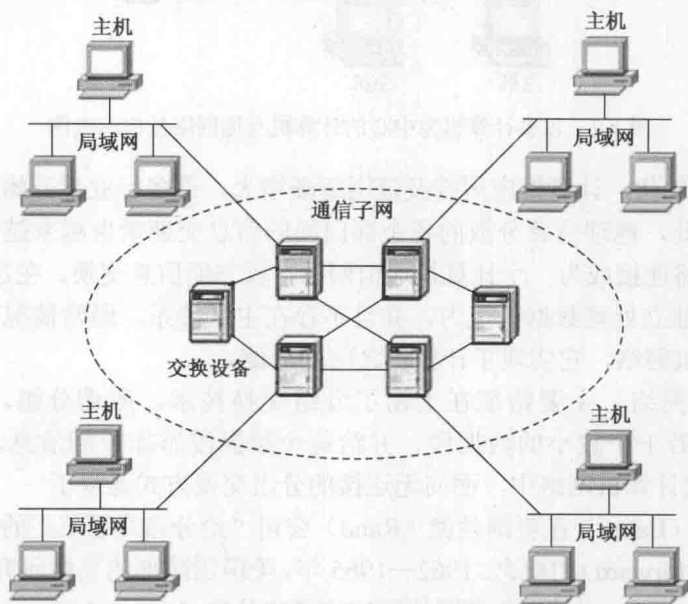


图 1-3 标准化网络结构示意图

随着 ARPANET 的建立，一些大公司都建立了自己的网络体系结构，如 IBM 公司研制的分层网络体系结构 SNA(System Network Architecture)，DEC 公司开发的网络体系结构 DNS(Digital Network Architecture)。这些网络体系结构的出现，使得一个公司生产的各种类型的计算机和网络设备可以非常方便地进行互连。但是，由于各个网络体系结构都不相同，协议也不一致，使得不同系列、不同公司的计算机网络难以实现互连。这为全球网络的互连、互通带来了困难。

20 世纪 80 年代开始，人们着手研究统一的网络体系结构和协议。国际标准化组织 ISO(International Standard Organization)于 1977 年成立了专门机构研究该问题，并于 1984 年正式颁布了开放系统互连参考模型 OSI-RM(Open Systems Interconnection Reference Model,

OSI)。所谓“开放”，就是指只要遵循 OSI 标准模型的任何系统，不论位于何地，都可以进行互连、互通。这一点非常像世界范围的电话和邮政系统。这里的“开放系统”，是指在实际网络系统中与互连有关的各个部分，它也是对当时各个封闭的网络系统而言的。OSI-RM 的产生，标志着第三代计算机网络的诞生，它对网络技术的发展产生了极其重要的影响。

在计算机网络发展的进程中，另一个重要的里程碑就是出现了局域网 LAN (Local Area Network)。局域网可使得一个单位或一个校园的微型计算机互连在一起，互相交换信息和共享资源。由于局域网的覆盖范围有限、连网的拓扑结构规范、协议简单，使得局域网连网容易、传输速率高、使用方便、价格也便宜，很受广大用户的青睐。因此，局域网在 20 世纪 80 年代得到了很大的发展，尤其是 1980 年 2 月份美国电气和电子工程师学会组织颁布的 IEEE802 系列标准，对局域网的发展和普及起到了巨大的推动作用。

1.2.4 网络互连与高速网络

1993 年美国宣布建立国家信息基础设施后，全世界许多国家都纷纷制定和建立本国的国家信息基础设施 NII (National Information Infrastructure)，从而极大地推动了计算机网络技术的发展，使计算机网络的发展进入一个崭新的阶段，这就是计算机网络互连与高速网络阶段，如图 1-4 所示。网络互连和高速计算机网络被称为第四代计算机网络。

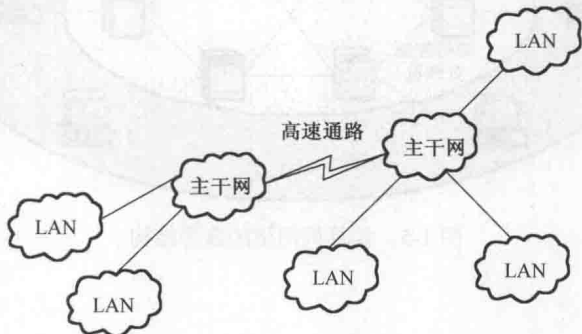


图 1-4 网络互连与高速网络结构示意图

从 20 世纪 90 年代开始，微电子技术、大规模集成电路技术、光通信技术和计算机技术不断发展，为计算机网络技术的发展提供了有力的支持。而在 Internet 中实现了全球范围的电子邮件、WWW、文件传输、图像通信等数据服务，这些都对计算机网络的传输速度提出了更高的要求。由此可见，信息综合化和传输高速化是第四代计算机网络的特点。

Internet 是计算机网络最辉煌的成就，它已成为世界上最大的国际性计算机互联网，并已影响着人们生活的各个方面。由于 Internet 也使用分层次的体系结构，即 TCP/IP 网络体系结构，使得凡遵循 TCP/IP 的各种计算机网络都能相互通信。进入 20 世纪 90 年代后，网络进一步向着开放、高速、高性能方向发展。

由于 Internet 还存在着技术和功能上的不足，加上用户数量猛增，使得现有的 Internet 不堪重负。1993 年美国提出了 NGII (Next Generation Internet Initiative) 行动计划，该计划的目标是：开发规模更大、速度更快的下一代网络结构，使端到端的数据传输速率超过 100 Mb/s 甚至 10 Gb/s；提供更为先进、实时性更高的网络应用服务，如远程教育、远程医疗、高性能的全球通信、环境监测和预报等。NGII 计划将使用超高速全光网络，能实现更快速的交换和路径选择；保证网络信息的可靠性和安全性。

计算机网络技术正逐步走向系统化、科学化和工程化，它将进一步朝着开放、综合、高速、智能的方向发展，从而应用到更广泛的领域、满足用户更多的需求。

1.3 计算机网络的组成

不同的计算机网络在网络规模、网络结构、通信协议和通信系统、计算机硬件及软件配置方面都有着很大的差异。无论网络的复杂程度如何，根据网络的定义，从系统组成上来说，一个计算机网络主要分为计算机系统、数据通信系统、网络软件及协议三大部分。

从计算机网络的功能来讲，计算机网络主要具有完成网络通信和资源共享两大功能。为了实现这两个功能，计算机网络必须具有数据通信和数据处理两种能力。从这个前提出发，计算机网络可以从逻辑上被划分成两个子网：通信子网和资源子网，计算机网络的典型结构如图 1-5 所示。

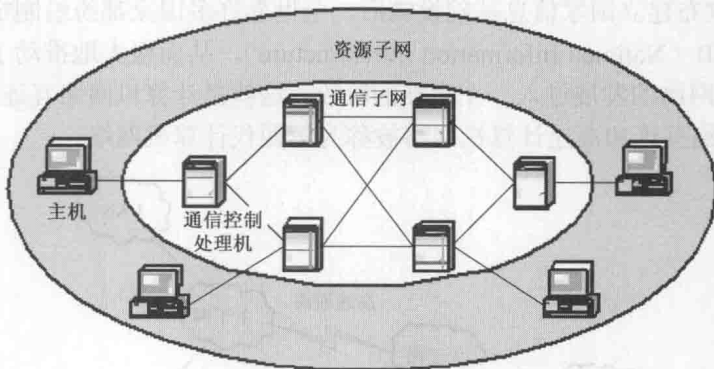


图 1-5 计算机网络的典型结构

1.3.1 通信子网

通信子网也叫网络核心，主要负责网络的数据通信，为网络用户提供数据传输、转发、加工和变换等数据信息处理工作。

通信子网由通信控制处理机、通信线路、网络通信协议及通信控制软件等组成。

通信控制处理机在网络拓扑结构中被称为网络节点。通信线路为通信控制处理机与通信控制处理机、通信控制处理机与主机之间提供通信信道。

1.3.2 资源子网

资源子网也叫网络边缘，主要用于网络的数据处理功能，向网络用户提供各种网络资源和网络服务。

资源子网实现全网的面向应用的数据处理和网络资源共享，它由各种硬件和软件组成。主要包括主机系统、终端、终端控制器、连网外设、各种软件资源与信息资源等。

1.4 计算机网络的分类

计算机网络的分类目的，应是能体现出不同类网络之间在更多的特性方面有较大的差别。

最普遍且最能为大众接受的分类,就是按网络规模或者地理范围来区分的分类方法。按这种分法可以把计算机网络分为:局域网 LAN (Local Area Network)、城域网 MAN (Metropolitan Area Network) 和广域网 WAN (Wide Area Network)。

另外一种常见的分类方法,就是按网络的拓扑结构来区分的分类方法。按这种分法可以把计算机网络分为:总线型、星型、环型和树型等。

1.4.1 按照地理范围分类

按照地理范围可以把计算机网络分为:局域网、城域网和广域网三类。

1. 局域网

局域网是指在较小的地理范围内,将有限的通信设备互连起来的计算机网络。局域网具有如下特点。

(1) 共享传输信道。在局域网中,多个系统一般是连接到一个共享的介质(如总线)或者共享的设备(如集线器)上。

(2) 覆盖范围有限。通常局域网仅为一个单位所拥有,为一个单位服务,只在一个相对独立的有限局部范围内连网,如一座大楼或一个建筑群内。

(3) 用户数有限。局域网的用户通常是一个单位的员工,用户仅限于单位内部员工,数量有限。

(4) 传输速率高。局域网的传输速率相对较高,低的 10Mb/s,高的 1000Mb/s,有的高达 10Gb/s,能支持计算机之间的高速数据通信,而且传输时延较低。

(5) 误码率低。因为局域网是近距离传输,而且一般是专用线路传输,所以误码率很低,一般在 $10^{-8} \sim 10^{-11}$ 之间,因而可靠性比较高。

(6) 拓扑结构简单。局域网常用的拓扑结构有总线型、星型、环型等基本的拓扑结构类型。

2. 城域网

城域网是介于广域网与局域网之间的一种高速网络,城域网的作用范围是覆盖一个大城市的区域。城域网具有如下特点。

(1) 网络的覆盖范围取决于城市的大小。

(2) 城域网设计的目标是要满足几十千米范围内的大量企业、机关、公司的多个局域网互连的需求。

(3) 城域网具有多功能、多用途的综合服务能力,可以实现大量用户之间的数据、语音、图形与视频等多种信息的传输。

(4) 城域网多采用共享信道的无竞争的信道资源分配。

(5) 城域网在技术上与局域网类似。

3. 广域网

广域网也称为远程网,它能跨越任意远的距离,连接任意多台计算机的网络,并且是可扩展的,其作用范围是覆盖一个比较广阔的区域。广域网具有如下特点。

(1) 广域网的覆盖范围很宽广,覆盖的地理范围从几十千米到几千千米。

(2) 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。

(3) 广域网的通信子网主要使用分组交换技术。

(4) 广域网的网络组织结构形式复杂, 它将分布在不同地区的计算机系统互连起来, 达到资源共享的目的。

(5) 广域网多采用转接信道的交换型传输机制。

4. 局域网与广域网的对比

(1) 作用范围的比较

局域网的网络分布通常在一座办公大楼或集中的楼群内, 为一个单位或一个部门所有, 覆盖范围一般只有几百米到几千米; 广域网的网络分布通常是一个地区、一个国家乃至全球范围, 覆盖范围从几十千米到几十万千米。

(2) 通信介质的比较

局域网通信所选用的通信介质通常是专用的同轴电缆、双绞线、光纤等专用线缆, 若使用无线介质, 通常选用红外线; 广域网通信所选用的通信介质通常是公用线路, 如电话线、光纤等, 若使用无线介质, 通常选用微波。

(3) 通信方式的比较

局域网通信使用的通信介质通常是用来对数字信号直接进行传输的专用线路, 所以局域网通信通常采用的是数字通信方式; 广域网通信通常是利用公用线路, 如公用电话线等, 所以广域网通信通常采用是借助电话线传输的模拟通信方式, 借助卫星进行通信的微波通信方式和借助于光纤通信系统实施的光波远程高速信息通信方式。

(4) 通信管理的比较

局域网信息传输延时小、信息响应快, 所以局域网的通信管理相对简单; 广域网信息传输延时大, 远程通信要配置较强功能的计算机, 配置各种通信软件和通信设备, 通信管理复杂。

(5) 通信效率的比较

局域网信息传输效率高、误码率低, 误码率一般在 10^{-8} 到 10^{-11} 之间; 广域网信息传输误码率要比局域网高得多, 一般在 10^{-4} 到 10^{-6} 之间。

(6) 服务范围的比较

局域网的服务对象是一个或几个拥有网络管理或使用权限的特定用户, 它不是一种公用或商用的设施, 通常局域网是为某个部门或单位的特殊业务工作的需要而构建的网络, 所以它是具有专用性质的专用网络; 广域网不仅具有专用服务特性, 它还具有公用服务特性, 所以在数据信息的安全保密性、防止非法用户使用、防止网络犯罪方面, 对广域网络要求更高。

(7) 网络性能的比较

局域网和广域网具有共同的网络功能特性, 但从整体上分析, 局域网与广域网侧重点是完全不一样的。局域网侧重信息的处理, 而广域网侧重的却是信息准确无误、安全的传输。

(8) 投资费用的比较

局域网建设投资少, 运行费用低; 广域网不仅建设投资大, 而且需要高额的运行费用及系统维护费用。

1.4.2 按照拓扑结构分类

拓扑学首先把实体抽象成与其大小、形状无关的点, 将连接实体的线路抽象成线, 进而研究点、线、面之间的关系。

拓扑是一种研究与大小和形状无关的点、线、面特点的方法。我们可以把工作站、服务

器等网络单元抽象为“点”，把网络中的电缆等通信媒体抽象为“线”，从拓扑学的观点看计算机和网络系统，就形成了点和线组成的平面几何图型，从而抽象出网络系统的具体结构。

计算机网络拓扑是通过网络中节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。

拓扑设计对网络性能、系统可靠性与通信费用等都有重大影响。拓扑结构和传输介质决定了各种计算机网络的特点，决定了它们的数据速率和通信效率，也决定了适合于传输的数据类型，甚至决定了网络的应用领域。计算机网络的常用拓扑结构有：总线型、环型、星型、树型等。

1. 总线型拓扑结构

总线型拓扑结构是使用同一媒体或电缆连接所有终端用户的一种网络连接方式，也就是说，连接终端用户的物理媒体由所有设备共享，总线结构通常用同轴电缆相连接。同轴电缆有两种，粗同轴电缆和细同轴电缆，分别用以组建粗缆网络和细缆网络。

总线型结构采用一条单根的总线为公共的传输通道，所有节点都通过相应的硬件接口直接连接到总线上，并通过总线进行数据传输。任何一个站点发送的信号都沿着传输媒体传播，而且能被所有其他站点所接收。总线拓扑结构如图 1-6 所示。

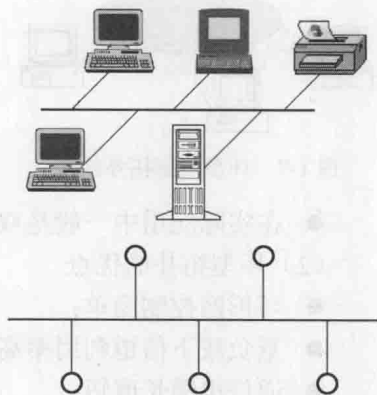


图 1-6 总线型网络拓扑结构

(1) 总线型拓扑的结构特点

- 所有节点都连接到一条作为公共传输介质的总线上；
- 各个节点地位平等，无中心节点控制；
- 总线传输介质通常采用同轴电缆或双绞线；
- 所有节点可以通过总线以“广播”方式发送或接收数据，因此出现“冲突”不可避免；
- 总线型拓扑的介质访问控制采用“共享介质”的方式，所以，必须解决多个节点访问总线的介质访问控制问题。

(2) 总线型拓扑的优点

- 结构简单，实现容易；
- 网络易于扩展，增加或减少用户比较方便；
- 使用的电缆少，且容易安装；
- 使用的设备相对简单，成本低；
- 总线是无源工作的，有较高的可靠性。

(3) 总线型拓扑的缺点

- 总线的传输距离有限，通信范围受到限制；
- 介质（总线）的故障会导致网络瘫痪；
- 维护难，故障诊断和隔离较困难；
- 总线型网络安全性低，监控比较困难。

2. 环型拓扑结构

环型拓扑结构，是使用一个连续的环将每台计算机设备连接在一起，实质上，环型拓扑

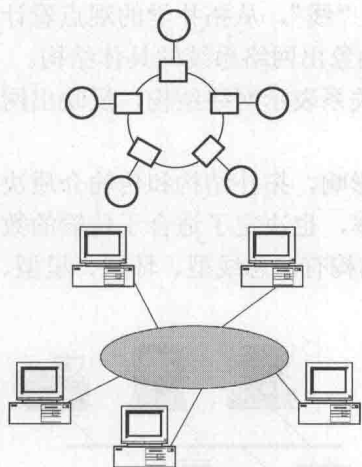


图 1-7 环型网络拓扑结构

结构是在粗同轴电缆总线结构的基础上,去掉线缆两端的终结器后,将线缆两头连接起来而形成的一个封闭的环。环型拓扑结构如图 1-7 所示。

环型结构是各个网络节点通过环接口连在一条首尾相接的闭合环型通信线路中,每个节点设备只能与它相邻的一个或两个节点设备直接通信。

(1) 环型拓扑的结构特点

- 环型结构由网络中若干节点通过点到点的链路首尾相连形成一个闭合的环;
- 数据在环路中沿着一个方向在各个节点传输,信息从一个节点传到另一个节点;
- 环中数据沿着一个方向绕环逐站传输;
- 多个节点共享一条环通路;

- 在实际应用中一般是双环结构,主环和备环。

(2) 环型拓扑的优点

- 环形网控制简单;
- 重负载下信道利用率高;
- 通信电缆长度短;
- 不存在数据冲突问题。

(3) 环型拓扑的缺点

- 环中节点过多时,影响信息传输速率,网络响应时间延长;
- 环路是封闭的,不便于扩充;
- 环的维护比较困难;
- 节点的故障会引起全网故障,因为环上的数据传输要通过接在环上的每一个节点,一旦环中某一节点发生故障就会引起全网的故障;
- 故障检测困难,这与总线型拓扑相似,因为不是集中控制,故障检测需在网上各个节点进行,因此不容易进行故障检测和隔离;
- 信道利用率低,环型拓扑结构的媒体访问控制协议都采用令牌传递的方式,在负载很轻时,信道利用率相对来说就比较低。

3. 星型拓扑结构

星型拓扑结构是,各站点通过点到点的链路与中心站相连。如果一个工作站需要传输数据,它首先必须通过中心节点。

星型结构网络上的每一台终端计算机都各自使用一条线缆连接到网络中心设备上。用于构建星型网络的主要网络设备称为集线器(Hub)。网络服务器及所有上网的终端计算机都连接在这一台集线器上。星型拓扑结构如图 1-8 所示。

星型拓扑结构便于集中控制,因为端用户之间的通信必须经过中心站。这一特点带来了易于维护和安全等优点。某个端用户

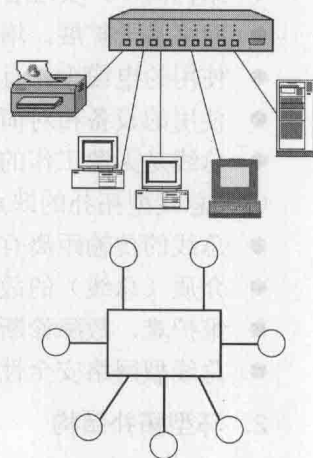


图 1-8 星型网络拓扑结构