



高等院校规划教材
计算机科学与技术系列

计算机网络技术与应用

魏权利 李丽萍 邵 敏 杨爱光 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

013025219

TP393
1275

高等院校规划教材·计算机科学与技术系列

计算机网络技术与应用

魏权利 李丽萍 邵 敏 杨爱光 编著



机械工业出版社



北航

C1632046

TP393
1275

本书分为 11 章, 主要内容包括: 绪论、计算机网络的体系结构、物理层、数据链路层、局域网技术、网络层、传输层、应用层、计算机网络应用、网络操作系统、计算机网络实验。本书在讲述计算机网络基本理论的基础上, 还增加了计算机网络在工程应用方面的内容, 主要包括: 网络驱动程序的设计开发技术; 基于 C/S 模式的编程方法和程序设计; 基于 B/S 模式的编程方法和 Web 网站的开发等, 为读者开发嵌入式网络以及网络应用软件奠定良好的基础。本书还增加了 WWW、FTP、DNS 等网络服务器和网络组件的配置和管理等方向的知识, 为网络的建设者和维护管理者提供良好的学习参考资料。

本书内容简明、层次分明、逻辑性强、概念清晰、讲述精炼, 具有很强的专业性、技术性和实用性。

本书既适合作为高等院校计算机网络课程教材, 也适合作为相关科技人员和 IT 从业人员的参考用书。

本书配套授课电子课件, 需要的教师可登录 www.cmpedu.com 免费注册、审核通过后下载, 或联系编辑索取 (QQ: 2399929378, 电话: 010-88379750)

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机网络技术与应用/魏权利等编著. —北京: 机械工业出版社, 2013. 2
ISBN 978-7-111-40679-2

I. ① 计… II. ① 魏… III. ① 计算机网络 IV. ① TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 033772 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 郝建伟 王 凯

责任印制: 乔 宇

三河市国英印务有限公司印刷

2013 年 4 月第 1 版 · 第 1 次印刷

184mm × 260mm · 16 印张 · 396 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-40679-2

定价: 34.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售一部: (010) 68326294

机工官网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部: (010) 88379649

机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线: (010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

出版说明

计算机技术在科学研究、生产制造、文化传媒、社交网络等领域的广泛应用,极大地促进了现代科学技术的发展,加速了社会发展的进程,同时带动了社会对计算机专业应用人才的需求持续升温。高等院校为顺应这一需求变化,纷纷加大了对计算机专业应用型人才的培养力度,并深入开展了教学改革研究。

为了进一步满足高等院校计算机教学的需求,机械工业出版社聘请多所高校的计算机专家、教学及教务部门针对计算机教材建设进行了充分的研讨,达成了许多共识,并由此形成了教材的体系架构与编写原则,策划开发了“高等院校规划教材”。

本套教材具有以下特点:

- 1) 涵盖面广,包括计算机教育的多个学科领域。
- 2) 融合高校先进教学理念,包含计算机领域的核心理论与最新应用技术。
- 3) 符合高等院校计算机及相关专业人才培养目标及课程体系的设置,注重理论与实践相结合。
- 4) 实现教材“立体化”建设,为主干课程配备电子教案、素材和实验实训项目等内容,并及时吸纳新兴课程和特色课程教材。
- 5) 可作为高等院校计算机及相关专业的教材,也可作为从事信息类工作人员的参考书。

对于本套教材的组织出版工作,希望计算机教育界的专家和老师能提出宝贵的意见和建议。衷心感谢广大读者的支持与帮助!

机械工业出版社

前 言

学以致用是学习专业技术课程的要旨。目前计算机网络的使用“无处不在，无时不在”，所以要使广大读者学好计算机网络、用好计算机网络是作者编写此书所希望达到的目标。在这本书的编写过程中，编者力求做到：通过本书的学习，读者能够较为轻松地掌握计算机网络的基本概念、计算机网络的体系结构、计算机网络各层的功能与使用的协议格式内容；能够了解计算机网络应用工作者能够从事的工作范畴，包括网络的组建、网络管理、网络驱动程序的开发、网络应用服务 C/S 程序的开发、B/S 程序的开发；通过对最后两章的学习和实践，读者能够进行计算机网络操作系统常用服务组件的配置，包括域名服务系统 DNS、WWW 服务器、电子邮件（E-mail）服务器等，以及常用网络测试工具软件的应用等。

特别是近年来随着嵌入式系统广泛应用于工业控制和现场工况参量的监测，要求开发者了解从底层的网络驱动程序到应用层网络服务程序的开发，必须清楚网络各个层的工作原理和软件实现方法，才能在硬件资源有限的条件下，开发出“瘦服务器”型网络软件。全书共有 11 章，各章的内容介绍如下：

第 1 章介绍了计算机网络的发展，较为详细地讲述了计算机网络的基本概念、基本构成、分类和应用。

第 2 章重点讲述了划分为七层的计算机网络体系结构 OSI/RM 模型的组成、基本概念和各层的基本功能等。由于 TCP/IP 网络体系结构已成为事实上的国际标准，本章以比对的方式讲述了分为四层的 TCP/IP 网络体系结构和协议规范。最后从教学和研究的角度出发，将 OSI/RM 又归结为五层网络体系结构进行讲述，全书是按照这一路线进行讲述的。

第 3 章讲述了物理传输媒体、数据的传输方式、信道的复用、奈奎斯特准则、香农定理、数字信号的编解码技术以及与之相关联的基本概念等。

第 4 章讲述了数据链路层的功能、协议和差错校验等；数据链路层协议应用举例——高级数据链路控制规程 HDLC 和 Internet 中的 PPP；数据链路层 IEEE802 中的相关技术等。

第 5 章简述了应用广泛的以太网技术发展，重点讲述了 10 Mbit/s 以太网、100 Mbit/s 以太网、1000 Mbit/s 以太网、10 Gbit/s 以太网的物理层类型以及位时的变化对网络参数的影响，并且简要介绍了无线局域网、令牌环网和令牌环总线网。

第 6 章主要讲述了 IPv4 地址分类、子网的划分、网络层的主要协议及其功能、路由算法和路由协议等。最后介绍 IPv6 协议及其相关概念。

第 7 章主要讲述了面向链接的、可靠的、但效率低的 TCP 和无链接的、高效的、但可靠性差的 UDP 格式、功能及其相关概念。

第 8 章讲述了计算机网络中用于访问资源的域名服务系统 DNS、目前在 Internet 上应用最为广泛的 WWW 服务以及与之相关的技术、使用广泛的电子邮件系统及其有关技术以及文件传输系统 FTP 工作原理。

第 9 章简述计算机网络的应用场合，并讲述了基于网络芯片 RTL8019AS 驱动程序设计

的设计实例、基于 WinSocket C/S 的程序设计实例、基于 C# 的 B/S 的程序设计实例。

第 10 章介绍了网络操作系统的基本概念。讲述了 Windows Server 2003 网络操作系统的安装和配置,以及网络操作系统中诸多网络服务器的安装与配置,如 DNS 服务器、WWW 服务器、电子邮件服务器(E-mail)、FTP 服务器、DHCP 服务器等。

第 11 章是实验安排,提供了 3 个实验项目,共 8 个实验科目,计划 16 个学时,密切配合课堂教学。读者通过实验课程的亲自实践,加深对计算机网络理论知识的理解,以提高使用计算机网络的应用能力。

本书需要讲授的学时数建议在 40~64 学时,教学时可根据学生的实际情况进行调整。

本书主要由魏权利教授编写,他提出了编写本书的结构体系和内容,并且对全书的内容进行了审定。高级实验师李丽萍老师编写了第 9.3、9.4 节,第 10、11 章,并进行整本书籍的编辑工作。从事本课程教学多年的邵敏老师编写了第 7 章,同时和杨爱光老师根据教学的实际情况提出了宝贵意见,并对全书的文字进行了校对。本教材为青岛科技大学教材建设项目。机械工业出版社为本书的出版做了细致周到的工作,使本书得以顺利出版,在此表示由衷的感谢。

由于作者的学识和水平有限,书中难免存在错误和疏漏之处,殷切希望广大读者批评指正。

编 者

目 录

出版说明

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 计算机网络的发展	1
1.1.1 计算机网络的发展历程	1
1.1.2 计算机网络的发展方向	2
1.2 计算机网络的基本概念	2
1.2.1 计算机网络的定义	2
1.2.2 计算机网络的拓扑结构	3
1.2.3 计算机网络协议的概念	4
1.3 计算机网络的分类	4
1.3.1 局域网 LAN	5
1.3.2 广域网 WAN	5
1.3.3 城域网 MAN	6
1.3.4 互联网	6
1.4 计算机网络的硬件构成及常用网络设备	6
1.5 计算机网络的应用	8
1.5.1 常见的网络应用	8
1.5.2 计算机网络在商务管理中的应用	8
1.5.3 计算机网络在工业控制管理中的应用	8
习题	9
第 2 章 计算机网络体系结构	10
2.1 计算机网络体系结构的形成	10
2.2 ISO/OSI 网络体系结构	11
2.2.1 计算机网络的双子网结构	11
2.2.2 计算机网络的层次结构	12
2.2.3 OSI 的一些基本概念	14
2.2.4 OSI/RM 网络参考模型各层的含义及功能概述	15
2.3 TCP/IP 网络体系结构	18
2.3.1 TCP/IP 及其发展	18
2.3.2 TCP/IP 网络体系结构	18
2.4 五层网络体系结构	20
习题	21
第 3 章 物理层	22
3.1 物理传输媒体	22
3.1.1 有线传输介质	22

3.1.2 无线传输介质	24
3.2 数据的传输方式	26
3.2.1 单工、半双工和全双工传输	26
3.2.2 异步传输和同步传输	26
3.3 模拟传输与数字传输	27
3.3.1 相关概念	28
3.3.2 模拟传输系统	28
3.3.3 数字传输系统	29
3.4 信道复用技术	31
3.4.1 模拟信道的复用 FDM	31
3.4.2 数字信道的复用 TDM	32
3.4.3 光缆信道的复用 DWDM	33
3.5 数据交换方式与服务类型	34
3.5.1 数据交换方式	34
3.5.2 服务类型	35
3.6 数字通信的性能指标	36
3.6.1 比特率和波特率	36
3.6.2 奈奎斯特准则和香农定理	36
习题	37
第4章 数据链路层	39
4.1 数据链路层的功能	39
4.2 数据链路层的控制机制	40
4.2.1 流量控制的机制和方法	40
4.2.2 差错控制的机制和措施	40
4.3 滑动窗口机制	41
4.3.1 滑动窗口的概念	41
4.3.2 滑动窗口的工作过程	41
4.4 数据链路层 ARQ 协议	42
4.4.1 停等 ARQ 协议	42
4.4.2 回退 - N ARQ 协议	43
4.4.3 选择重传 ARQ 协议	44
4.5 差错校验	44
4.5.1 奇偶校验	45
4.5.2 校验和校验	45
4.5.3 CRC 冗余循环校验	46
4.6 数据链路层协议应用举例	47
4.6.1 高级数据链路控制规程 HDLC	48
4.6.2 Internet 中的 PPP	51
4.7 数据链路层 IEEE802	53
4.7.1 数据链路 IEEE802 中的相关概念	54
4.7.2 逻辑链路控制 (LLC) 子层	55
4.7.3 介质访问控制 (MAC) 子层	56

习题	59
第5章 局域网技术	61
5.1 局域网技术概述	61
5.2 以太网技术	61
5.2.1 以太网技术的发展	62
5.2.2 以太网介质访问控制 CSMA/CD 协议	63
5.2.3 以太网的帧格式、各字段的形成与数据封装	67
5.2.4 以太网的工作原理	68
5.2.5 网络接口卡 NIC 和局域网连网设备	70
5.2.6 传统 10 Mbit/s 以太网技术	73
5.2.7 100 Mbit/s 以太网技术	75
5.2.8 1000 Mbit/s 以太网技术	76
5.2.9 万兆位以太网技术	77
5.3 虚拟局域网 VLAN	78
5.3.1 VLAN 的特点	78
5.3.2 VLAN 的划分	79
5.3.3 VLAN 的帧格式	79
5.3.4 VLAN 的操作	79
5.4 无线局域网 WLAN 技术	80
5.4.1 WLAN 标准 IEEE802.11	81
5.4.2 WLAN 的物理层实现	82
5.4.3 WLAN 的数据链路层实现	82
5.5 非主流局域网技术	84
5.5.1 令牌环网技术	85
5.5.2 令牌总线网技术	86
习题	86
第6章 网络层	89
6.1 网络层协议	89
6.1.1 网络层概述	89
6.1.2 IPv4 地址分类及子网的划分	91
6.1.3 地址解析协议 ARP 与逆向地址解析协议 RARP	94
6.1.4 网络协议 IP	97
6.1.5 因特网控制信息协议 ICMP	104
6.1.6 路由信息协议 RIP	106
6.2 新一代网际协议 IPv6	108
6.2.1 IPv6 产生的背景与特点	108
6.2.2 IPv6 地址	109
6.2.3 IPv6 数据报格式	110
6.2.4 IPv4 向 IPv6 的过渡	111
习题	112
第7章 传输层	115
7.1 传输层概述	115

7.1.1	传输层的功能	115
7.1.2	TCP 层的两个并列协议	115
7.2	传输层端口	116
7.2.1	端口及其作用	116
7.2.2	端口的分类	116
7.3	用户数据报协议 UDP	117
7.4	传输控制协议 TCP	118
7.4.1	TCP 的编号与确认	118
7.4.2	传输控制协议 TCP 的格式	119
7.4.3	TCP 连接管理	122
7.4.4	TCP 的流量控制与差错控制	125
	习题	126
第 8 章	应用层	128
8.1	应用层概述	128
8.2	域名系统 DNS	129
8.2.1	Internet 的域名结构	130
8.2.2	域名解析	130
8.3	全球信息网 WWW	133
8.3.1	WWW 的工作原理	134
8.3.2	超文本传输协议 HTTP	135
8.3.3	超文本标记语言 HTML	137
8.3.4	表单 Form 与通用网关接口 CGI	141
8.4	电子邮件系统 E-mail	142
8.4.1	电子邮件系统的组成和邮件传输过程	142
8.4.2	电子邮件的格式	144
8.4.3	简单邮件传输协议 SMTP	146
8.4.4	邮局协议 POP	147
8.5	文件传输协议 FTP	147
8.5.1	FTP 的工作机制	147
8.5.2	FTP 的访问控制	148
	习题	148
第 9 章	计算机网络应用	150
9.1	计算机网络应用概述	150
9.2	基于网络芯片 RTL8019AS 程序的设计	151
9.2.1	RTL8019AS 以太网控制器介绍及在系统中的使用	151
9.2.2	硬件接口电路的设计	155
9.2.3	以太网网络 MAC 层驱动程序的设计	156
9.3	基于 .NET Socket 类的 C/S 程序设计	162
9.3.1	网络编程的关键技术	163
9.3.2	Socket 编程相关类简介	164
9.3.3	应用举例	166
9.4	基于 C# 的 B/S 程序设计	172

9.4.1	Web 基础知识	173
9.4.2	ASP.NET 开发平台与运行环境	175
9.4.3	ASP.NET 程序结构	175
9.4.4	ASP.NET 服务器控件	178
9.4.5	ASP.NET 的常用对象	181
9.4.6	ADO.NET 访问数据库	183
习题		189
第 10 章 网络操作系统		190
10.1	NOS 概述	190
10.1.1	NOS 的功能	190
10.1.2	NOS 的组成	191
10.1.3	NOS 的组网模式	192
10.2	Windows Server 2003 操作系统	193
10.2.1	Windows Server 2003 的特点	193
10.2.2	Windows Server 2003 的组网模式	195
10.2.3	Windows Server 2003 标准版的安装与基本管理	197
10.3	Windows Server 2003 网络服务器的安装与配置	200
10.3.1	动态主机配置协议 DHCP 服务器的安装与配置	200
10.3.2	Windows 因特网名字服务 WINS	201
10.3.3	域名系统 DNS 服务器的安装与配置	204
10.3.4	文件传输协议 FTP 服务器的安装与配置	207
10.3.5	WWW 服务器的安装与配置	209
10.3.6	电子邮件服务器的安装与配置	212
习题		217
第 11 章 计算机网络实验		218
11.1	网络组建与组件	218
11.1.1	网线制作	218
11.1.2	组建局域网	220
11.1.3	基于 Windows Server 2003 DNS 服务器/客户端的安装配置与使用	225
11.1.4	Windows Server 2003 Active Directory 的安装与使用	230
11.2	网络测试与分析	230
11.2.1	常用网络设备和诊断工具使用实验	230
11.2.2	协议分析软件 Ethereal 使用实验	233
11.3	Internet 信息服务	236
11.3.1	基于 Windows Server 2003 FTP 服务器的建立、管理和使用	236
11.3.2	基于 Windows Server 2003 Web 服务器的建立、管理和使用	238
11.3.3	电子邮件系统的建立、管理和使用	239
附录 计算机网络英汉缩写词对照表		243
参考文献		246

第1章 绪 论

计算机网络是计算机技术和通信技术密切结合的产物,已成为计算机应用中一个必不可少的方面。当前已进入信息时代的高速发展期,计算机通信在信息的收集、存储、处理、传输和转发中扮演了重要的角色。计算机技术和通信技术都得到了迅猛的发展,且相互渗透又紧密结合。一方面,计算机技术应用到通信领域,大大提高了通信系统的性能,促进了通信由模拟向数字化并最终向综合服务的发展方向发展。另一方面,通信技术又为多个计算机之间的信息交互、资源共享提供了必要的手段,促进了计算机网络的快速发展。计算机网络综合了两方面的新技术,涉及面宽、服务范围广,对信息技术的发展有着深刻的影响,也越来越引起人们的极大兴趣和高度重视。

为了有助于读者对计算机网络有更确切的认识,了解计算机网络的发展,熟悉计算机网络的基本概念、基本构成、分类和应用,本章将对它们进行详细的讲述和介绍。

1.1 计算机网络的发展

计算机网络的发展速度迅猛,经历了一个从简单到复杂、由低级到高级的演变过程。此过程分为三个阶段:面向终端的计算机网络、计算机通信网和计算机网络。目前计算机网络正在向着高速宽带化、智能化和高可靠性等方向飞快发展。

1.1.1 计算机网络的发展历程

1. 面向终端的计算机网络

在1946年世界第一台电子计算机诞生后的一段时间内,计算机是被独立使用的。早期的计算机数量少、价格昂贵,是一种稀有资源,对计算机这样的单机应用浪费巨大。为了解决这个问题,一个带有收发器的终端在1954年被研制出来了,人们使用这种终端首次实现了将待处理的数据通过通信线路发送到远方计算机,而计算机又可以将处理的结果返回到远程终端(Terminal),这就是计算机技术与通信技术结合的开始。系统结构如图1-1所示(具有远程通信的单机系统)。

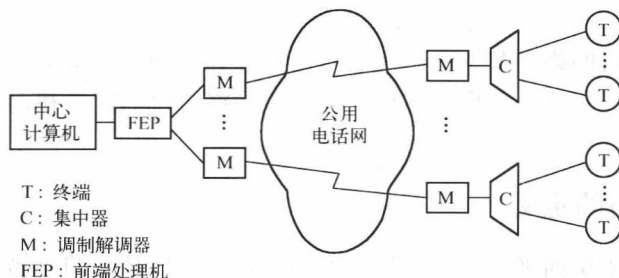


图 1-1 具有远程通信的单机系统

第一代计算机网络的一个代表是 SABREI, 这是 20 世纪 60 年代初美国航空公司投入使用的由一台中心计算机和全美范围内 2000 多个终端组成的预订飞机票系统。

2. 计算机通信网

上述系统实现的是终端与计算机之间的通信, 而且已具备了计算机网络的雏形。到了 20 世纪 60 年代中期, 随着计算机技术的发展和硬件价格的降低, 同一部门由分散在不同地区的多个主机系统组成已属常事, 并且由于业务上的联系, 主机之间需要交换信息。这就要求计算机之间能够互相通信, 协同处理一些事务, 每台计算机都具有自主处理能力, 它们之间不存在“主-从”(Master-Slave) 关系。这种由多个主机系统连接起来且以传输信息为主要目的的计算机群, 称为计算机通信网。它是计算机网络的低级形式, 也称为第二代计算机网络, 其典型代表为美国国防部的 ARPANET。

3. 计算机网络

到 20 世纪 70 年代后期, 人们在广泛使用计算机通信网的过程中逐渐由以传输信息为主转变为以共享网上计算机资源为主, 网上用户将整个网络看做一个大的计算机系统, 而不必熟悉每个子系统, 也不必知道所有资源的具体物理位置, 并且为便于对所传输信息内容的理解, 需要对信息的表示形式、传输方法等在全网内制定一套共同遵守的规则即协议 (Protocol)。将这种在协议的控制下, 以实现资源共享为主要目的, 借助于通信系统连接的计算机集合, 称为计算机网络, 亦称为第三代计算机网络。

1.1.2 计算机网络的发展方向

随着第三代计算机网络的诞生, 网络访问、网络服务、网络管理和安全等技术的逐步完善以及标准化工作的不断进行, 计算机网络的应用几乎遍及人类活动的各个领域, 并继续向着“无处不在、无所不能”的方向迅速发展。光纤网络的传输速率已达到 Gbit/s 级, 计算机局域网 LAN (Local Area Network) 到处可见, 10 Gbit/s 传输速率的网络已经问世, 网络已成为人们获取信息的重要工具。计算机网络本身的发展也已进入一个新的阶段。

当前计算机的发展有许多引人注目的方向。

- 1) 计算机网络的高速宽带化、智能化和高可靠性。
- 2) 网络应用能够实时传输和处理多媒体信息, 提供高质量的服务。
- 3) 三网或者多网技术的融合应用。三网即计算机网络、电视网络和电话网络。

1.2 计算机网络的基本概念

本节讲述的计算机网络的基本概念主要包括: 计算机网络的定义; 计算机网络的拓扑结构, 主要包括总线型、星形、环形和树形; 计算机网络协议的定义和内容; 计算机网络中使用的三种地址。

1.2.1 计算机网络的定义

计算机网络从技术层面来讲是计算机技术与通信技术相结合的产物, 从构成层面来讲是指互连起来的独立自主的计算机集合。“互连”意味着相互连接的计算机能够互相交换信息。互连包含两个层次, 一是指物理上的连接, 通过传输介质和网络设备实现; 二是指逻辑

上的连接，通过网络协议和软件实现。

1.2.2 计算机网络的拓扑结构

拓扑结构是指网络中计算机及其网络设备的连接关系和物理布局。拓扑结构隐去了网络的具体物理特性而抽象出节点之间的关系进行研究。典型的拓扑结构有以下几种：

1. 总线型

总线型结构就是将各个节点（服务器、工作站等）用一根总线（如同轴电缆、双绞线、光缆等）连接起来。总线型拓扑结构的特点是计算机都连接在同一条公共传输介质（总线）上，计算机相对于总线的位置关系是平等的，如表 1-1 所示。总线结构的优点是节点的插入和拆卸非常方便，易于网络扩充，网络的可靠性较高。缺点是存在总线访问冲突和竞争，不适用于实时性要求很高的环境。

2. 星形

星形结构以中央节点为中心，使用单独的线路使中央节点与其他节点相连，各节点通信都要通过中央节点。这种结构主要用于分级的主从式网络，采用集中控制，中央节点就是控制中心。星形拓扑结构的特点是计算机均连接到一个中央节点上，计算机相对于中央节点的位置关系是平等的，如表 1-1 所示。星形结构的优点是增加节点容易，成本低。缺点是中央节点故障时会导致整个系统瘫痪，所以可靠性较差。

3. 环形

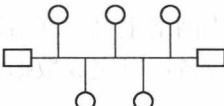
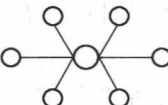
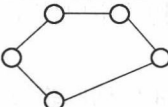
环形拓扑结构的特点是计算机相互连接而形成一个环，实际上参与连接的不是计算机本身而是环接口（一种数据收发设备），计算机连接环接口，环接口又逐段连接起来而形成一个环，如表 1-1 所示。环形拓扑结构的优点是无信道竞用问题，网络管理软件比较简单。缺点是网络吞吐量小，不适宜传输大流量信息。

4. 树形

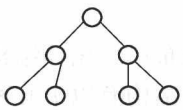
树形结构的特点是计算机既连接它的父节点又连接它的子节点，连接关系表现为树状结构，如表 1-1 所示。

几种拓扑结构的比较如表 1-1 所示。

表 1-1 局域网的主要拓扑结构及比较

总线类型	拓 扑 结 构	局域网代表	优 点	缺 点
总线形		总线以太网 10Base-5	网络节点地位平等，较易于网络扩充	存在广播介质的竞用问题
星形		星形以太网 10Base-T、100Base-T	网络主机地位平等，容易网络扩充，成本低	中心节点网络设备的故障会使整个系统无法工作
环形		IBM 的令牌环网	无信道竞用问题，网络管理软件较为简单	网络吞吐量小，不适宜传输大流量信息

(续)

总线类型	拓 扑 结 构	局域网代表	优 点	缺 点
树形		较大规模的局域网， 如校园网等	网络层次结构分 等级	网络控制及寻址复杂

1.2.3 计算机网络协议的概念

数据通信和资源共享是计算机网络的两大功能，也是推动计算机网络不断发展的主要动力。其中数据通信是手段，资源共享是目的，那么在计算机网络中“通信”是怎样进行的，资源又是如何共享的呢？要回答这个问题，就要了解计算机网络中的协议。

1. 计算机网络协议的定义

计算机网络协议是指实现计算机网络中数据通信与资源共享的规则集合。

2. 计算机网络协议的内容

协议内容是指协议规范的对象及应该实现的功能。从定义中可以看到，协议的内容包括与通信有关的规则（通信协议）及与资源共享有关的规则两个部分。

1) 通信协议是指计算机网络中主机与网络节点设备共同遵守的通信约定。例如：CS-MA/CD、PPP、TCP、UDP、ARP 和 ICMP 等协议。

2) 应用软件是计算机网络为用户所提供的服务。例如：WWW 服务、电子邮件 E-mail 服务等。

3. 计算机网络中的三种地址

1) MAC 地址：是固化在网卡中的 48 bit 物理地址，也称为硬件地址。

2) IP 地址：是由 Internet 机构分配给 Internet 网络上每台主机的逻辑地址。IPv4 为 32 bit，IPv6 为 128 bit。

3) 域名地址：也是逻辑地址，与指定的 IP 地址相对应。它的特点是便于人们记忆。

1.3 计算机网络的分类

计算机网络可以分为两大类：非自组网络和自组网络 Ad hoc。

非自组网络就是本书讲述的内容。这种网络将网络节点分为网络主机与网络设备，网络主机的功能是储存共享资源、进行数据通信和数据处理。网络设备用以完成数据的存储与转发功能。

自组网络 Ad hoc 的每一个网络节点既具有网络主机的功能，同时也具有网络设备路由器的功能。当其中一个节点故障时，网络的通信链路可以重新组成。这种网络的研究应用主要起源于战争，以保证网络中不可缺少的网络设备被击毁时，网络系统仍然能够进行正常的工作而设计的。目前所谓的物联网实际上是计算机网络发展的产物，主要使用的是仪器仪表网络中的 Zigbee 技术以及其他技术。

计算机网络的分类方法很多，可以从不同的角度进行划分。如根据网络覆盖的地域范围或跨越距离，可以分为局域网、城域网和广域网；从网络使用的通信协议可分为 TCP/IP 网

络、ATM 网络和 FDDI 网络等；从网络使用的介质大类可以分为有线网络和无线网络等。

还可以有其他的分类，但最常用最有意义的还是按网络覆盖的地域范围划分，因为网络覆盖的地域范围大小将影响到网络诸方面的特性，如传输速度、拓扑结构、使用的技术和网络设备等。

按网络覆盖的地域范围，计算机网络可以分为三类，即局域网 LAN (Local Area Network)、城域网 MAN (Metropolitan Area Network) 和广域网 WAN (Wide Area Network)。

另外，若干个 LAN、MAN 或 WAN 互连在一起就构成了互联网 (Internet)。互联网是网络的集合，目前全世界的大部分网络都互连在一起，形成了互联网 (Internet)。为将不同的网络互连在一起，达到资源共享的目的，互联网使用了专门的技术。

以下介绍 LAN、MAN、WAN 和互联网 (Internet)。

1.3.1 局域网 LAN

局域网 LAN 是局部地区范围内的小规模计算机网络，一般地理范围在 10 km 以内。LAN 的使用非常广泛，世界上的大部分计算机都连接在 LAN 上。

对于 LAN，电气电子工程师协会 IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) 的局域网标准委员会提出如下定义：“局域网在以下方面与其他类型的数据网络不同，通信一般被限制在中等规模的地理区域内，例如一座办公楼或一所学校，能依靠具有从中等到较高信息传输速率的物理通信信道，而且这种信道具有始终一致的低误码率；局域网是专用的，由单一组织机构所使用。”

LAN 的一个重要特点是短距离工作，其他特点大都是由这一特点带来的，它可能应用许多不同于 WAN 所使用的传输信息的方法。LAN 的主要特点如下：

- 具有较高的带宽，信息传输速率高，一般为 10 ~ 100 Mbit/s，随着技术的发展，信息传输速率还在不断提高。
- 数据传输可靠，误码率低，通常为 $10^{-7} \sim 10^{-12}$ 。
- 大多数 LAN 采用总线型 (Bus)、环形 (Ring) 及星形 (Star) 拓扑结构，结构简单，易于实现。
- 一般使用广播信道。广播信道上的多台主机连接共享同一条信道 (Channel)，一台主机发送信息，所有主机都能收到。多台主机同时访问信道时就可能产生冲突，因此共享信道的接入控制是 LAN 要解决的重要问题。
- 一般使用数字基带传输，即传输原始的二进制码元。
- 通常是由单一组织所拥有和使用，不受公共网络所属机构的规定约束，容易进行设备的更新和使用最新技术，以不断增强网络的功能。

1.3.2 广域网 WAN

广域网 WAN 覆盖的地域可达 100 km 以上，可以覆盖一个地区、一个国家甚至更大。除距离超远以外，与 LAN 相比，WAN 在技术上还有以下特点：

- WAN 一般由主机 (Host) 和通信子网 (Communication Subnet) 组成。通信子网是由通信介质连接交换节点构成，这些往往是电信部门提供的通信网。而 LAN 一般是单位的专用网。

- WAN 一般使用的是点对点信道 (Point to Point Channel)。一条逻辑通信线路只能连接一对节点, 将分组从源端传输到目的端一般要经过多个节点的转发, 不存在介质的竞用问题。
- 多使用分组交换、存储转发技术, 动态地分配传输介质的带宽。
- LAN 的通信协议结构, 包括物理层和数据链路层, 重点是数据链路层怎样解决广播信道的竞用问题。而 WAN 通信协议还要包含网络层, 主要任务在网络层, 要解决的主要问题是路由选择问题。
- LAN 的网络拓扑一般比较单纯, 而 WAN 的拓扑结构一般比较复杂、不规整, 多为网状、树形或其他混合结构。
- WAN 对信道的利用常采用多路复用技术, 以提高通信介质的利用率, 而 LAN 一般使用基带传输。

1.3.3 城域网 MAN

城域网 MAN 的规模一般介于 LAN 与 WAN 之间, 局限在一个城市的范围内, 一般在 10 ~ 100 km 之间的区域。IEEE 也为 MAN 定义了一个标准 IEEE802.6, 称为分布式队列双总线, 但没有得到具体的应用。由于 LAN 功能不断地提高和 WAN 技术的发展, 它们都渗透应用到了 MAN 领域。

迅速发展的以太网技术从 LAN 扩展到了 MAN 领域, 千兆位以太网、万兆位以太网是 MAN 使用的技术。

WAN 中使用的同步光纤网/同步数据分级结构 (SONET/SDH)、波分多路复用 WDM 和异步传输模式 ATM 技术及 LAN 中的光纤分布接口 FDDI 技术, 也是 MAN 常使用的技术。

1.3.4 互联网

互联网也称为因特网 (Internet), 它不是一种具体的物理网络技术, 互联网是由路由器 (Router, 或称为网关) 互连在一起的物理网络的集合, 是网络的网络。

这里的物理网络可以包括 LAN、MAN 和 WAN 等, 在互联网中属于低层网络, 处在网络模型的网络层之下, 属于物理层和数据链路层。

1.4 计算机网络的硬件构成及常用网络设备

计算机网络的硬件基本组成包括四部分, 即主机系统、网络适配器、传输介质和网络设备。一般来说, 由前三部分就构成具有典型拓扑结构的计算机局域网。当构造大规模的互联网时, 还需要专门的网络互连设备, 有关内容在本书后面章节再进行讲述。

1. 主机系统

主机 (Host) 系统是计算机网络的主体。按用途和功能的不同, 主机可分为工作站与服务器。服务器系统要满足一定的配置要求, 这是由网络软件系统 and 应用环境决定的。工作站的配置一般要求低一些, 服务器的要求相对较高。主机系统是计算机网络共享资源的载体。