


高等院校计算机科学与技术  
“十五”规划教材

# 3 计算机网络程序设计

罗惠琼 杨国渝 杨亚玲 丁旭阳 编著

 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



ISBN 7-111-13501-6/TP · 3337 (课)

◎ 策划  
胡毓坚

◎ 封面设计  
旭洲企划

## 高等院校计算机科学与技术“十五”规划教材

- 计算机科学与技术应用基础
- 计算机导论
- 离散数学
- 数值分析与算法
- 数值分析算法描述与习题解答
- 数字逻辑
- 计算机组成与结构
- 8086/8088 系列微型计算机汇编语言程序设计
- 微机原理与接口技术
- 计算机接口技术
- 单片机原理与应用技术
- C 语言程序设计
- Visual Basic 程序设计
- Visual Basic 程序设计实践教程
- Java 程序设计
- 面向对象的程序设计语言
- Windows CE 应用程序设计
- 数据结构
- 编译原理
- 操作系统原理与实例分析
- 数据库原理及应用
- 多媒体技术及其应用
- 多媒体及其通信技术
- 计算机图形学理论及应用技术
- 计算机网络技术基础
- 计算机网络多媒体技术与应用
- 计算机网络程序设计
- 计算机支持协同工作
- 应用密码学
- 基于数据仓库的数据挖掘技术
- 人工神经网络原理及仿真实例

### 相关教材

- 计算机基础应用上机实践指导教程
- C 语言上机实践指导教程
- Visual Basic 上机实践指导教程
- Visual FoxPro 上机实践指导教程
- C++ 上机实践指导教程
- Delphi 上机实践指导教程
- Java 上机实践指导教程
- AutoCAD 上机实践指导教程
- 多媒体技术上机实践指导教程
- 网页设计与制作上机实践指导教程
- 平面设计与制作上机实践指导教程

ISBN 7-111-13501-6



9 787111 135012 >

地址: 北京市百万庄大街22号 邮政编码: 100037  
联系电话: (010) 68326294 网址: <http://www.cmpbook.com>  
E-mail: [online@cmpbook.com](mailto:online@cmpbook.com)

定价: 25.00 元 .....

高等院校计算机科学与技术“十五”规划教材

# 计算机网络程序设计

罗惠琼 杨国渝 杨亚玲 丁旭阳 编著



机械工业出版社

本书介绍了计算机网络的基础知识和基本原理, 深入讨论了网络编程技术, 网络通信软件在各个层次上的实现原理和方法, 介绍了网络操作系统在网络中的重要作用, 进一步介绍了网站的编程技术。全书共分 7 章, 包括计算机网络的基本概念和术语、计算机网络协议、计算机网络操作系统、RS232 的驱动程序及 Windows 中串口编程、基于套接字的网络编程、实现网页和网站的制作技术等重要内容, 还介绍了网络技术的发展及个性化设计在网络中的重要意义等。

本书可作为高等学校计算机或通信专业以及其他有关数据通信与计算机网络课程的本科生教材, 也可供从事数据通信和计算机网络方面工作的广大工程技术人员及有关专业的高等院校师生学习参考和继续教育之用。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

计算机网络程序设计 / 罗惠琼等编著. —北京: 机械工业出版社, 2004.1  
(高等院校计算机科学与技术“十五”规划教材)

ISBN 7-111-13501-6

I. 计... II. 罗... III. 计算机网络—程序设计—高等学校—教材  
IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 108387 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策 划: 胡毓坚

责任编辑: 蔡 岩

责任印制: 施 红

北京忠信诚胶印厂印刷·新华书店北京发行所发行

2004 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm  $\frac{1}{16}$ ·17.75 印张·438 千字

0001—5000 册

定价: 25.00 元

凡购本图书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68993821、88379646

封面防伪标均为盗版

## 出版说明

信息技术高度普及的今天，具备一定层次的信息技术素养成为社会素质教育的一个重要目标，由此对高等院校的计算机专业教育提出了更高更新的要求。教育水平提高的关键是教学质量，那么对教学质量有直接影响的教材建设就成为了计算机专业教育的根本，为重中之重。

适逢高等院校计算机专业教育改革的关键时期，为配合相关的教材建设，机械工业出版社会同全国在该领域内享誉盛名、具备雄厚师资和技术力量的高等院校，包括清华大学、上海交通大学、南京大学、成都电子科技大学、东南大学、西安电子科技大学、解放军理工大学、北京科技大学等重点名校，组织了多位长期从事教学工作的骨干教师，集思广益，对当前高等院校的教学现状开展了广泛而深入的研讨，继而紧密结合当前技术发展需要并针对教学改革所提出的问题，精心编写了这套面向普通高等院校计算机专业的系列教材，并陆续出版。

本套教材内容覆盖了普通高等院校计算机专业学生的必修课程，另外还恰如其分地添加了一些选修课程，总体上分为基础、软件、硬件、网络和多媒体五大类。在编写过程中，对教学改革力度比较大、内容新颖以及各院校急需的并且适应社会经济发展的新教材，优先选择出版。

本套教材注重系统性、普及性和实用性，力求达到专业基础课教材概念清晰、深度合理的标准，并且注意与专业课教学的衔接；专业课教材覆盖面广、深浅适中，在体现相关领域最新发展的同时注重理论联系实际。全套教材体现了教育改革的最新思想，可作为高等院校计算机科学与技术专业的教学用书，同时也是培训班和自学使用的最佳教材。

机械工业出版社

# 前 言

据 OCLC 统计, 到 2002 年, 全球接入 Internet 的站点数已达 900 万。相应地, Internet 中的信息也迅速增长。1998 年年初 Internet 中的页面总数为 3.2 亿。1999 年 2 月这个数字上升为 8 亿, 到 2000 年 7 月这个数字已经发展成为 21 亿, 而且仍在以每天 700 万的速度增加。Internet 已经成为全球最大、最为方便快捷的数字图书馆, 而且每天以极快的速度更新。怎样更好地利用网络上的这些资源? 如何最大限度地满足用户当前和今后应用的需要? 构造网络应用系统, 必须熟悉各种网络系统的组成原理、性能指标、网络协议标准、组网规则以及相关产品等, 只有这样才能在众多的网络及其产品中作出最佳的选择, 开发的网络应用软件性价比才能更高, 更好地提供服务。欲行千里始于脚下, 掌握网络编程技术是实现网络应用服务的基本功。

例如, 在网络软件上, 当前最引人注目的是个性化服务。个性化服务是指针对不同用户提供不同的服务策略和服务内容的服务模式。与不区分用户的普通服务模式相比, 个性化服务显然具有更高的服务质量。Internet 个性化服务是个性化服务在 Internet 中的拓展, 也是个性化服务新的应用和发展领域。实现个性化服务必须有良好的编程技术, 才能将人们的构思付诸实现。

基于此, 本书主要介绍了网络编程技术及相关的内容。全书共分 7 章。第 1 章是对计算机网络概述、通信协议及标准、网络设备、网络规划及应用进行的概要描述。第 2 章是计算机通信基础, 介绍了数据通信的必备知识和常用术语, 讨论了数据传输信道, 介绍了信道的分类、传输信道的传输特性, 还介绍了数据通信时所采用的各种技术。第 3 章详细介绍了广泛应用的计算机串口通信技术, 深入讨论了串口工作的基本原理及在 Windows 中高级串口编程技术的实现。第 4 章介绍了 TCP/IP 协议, 描述了网络接口及网际层中的 IP、ICMP、ARP、RARP 四个协议, 还介绍了用户数据报协议, 为实现网络编程奠定了理论基础。第 5 章是基于 TCP/IP 协议的网络编程, 讨论了 Socket 编程, 并针对 Windows 环境下的 Winsock 编程原理及编程进行了讨论。第 6 章介绍了 Web 浏览器和 HTML 语言的概念及应用, 深入讨论了网页的制作和网站的建立。第 7 章是通信与网络技术的发展, 简要介绍了近年来数据通信技术的一些最新进展, 特别介绍了无线网络技术及个性化网络软件设计思想。附录中介绍了 Windows Socket 库函数及书中提到的相关的通信协议和标准。

在本教材的编写过程中, 得到了计算机学院的关照, 并提出了许多宝贵的意见。对此编者表示诚挚的谢意。本教材还得到出版社的大力支持, 使本书得以尽快完成。由于编者水平有限, 书中难免存在一些缺点和错误, 恳请专家和读者批评指正。

编 者



# 目 录

出版说明

前言

<b>第 1 章 计算机网络概述</b> .....	1
1.1 计算机网络的定义 .....	1
1.2 计算机网络的通信协议 .....	3
1.3 网络协议的标准化概述 .....	6
1.3.1 ISO 国际标准化组织 .....	6
1.3.2 国际电信联盟 ITU .....	8
1.3.3 因特网活动委员会 IAB .....	12
1.4 网络互联技术 .....	12
1.4.1 中继器 .....	13
1.4.2 网桥 .....	13
1.4.3 路由器 .....	14
1.4.4 网关 .....	16
1.4.5 网络规划原则 .....	16
1.5 网络操作系统 .....	18
1.5.1 网络操作系统的描述 .....	18
1.5.2 网络操作系统的资源管理 .....	19
1.5.3 网络操作系统的安全性 .....	25
1.5.4 网络编程技术 .....	26
1.6 习题 .....	26
<b>第 2 章 计算机通信基础</b> .....	28
2.1 数据的编码 .....	28
2.2 传输信道 .....	30
2.2.1 模拟传输信道 .....	31
2.2.2 模拟信道的数据传输 .....	33
2.2.3 数字信道 .....	36
2.3 数据交换技术 .....	43
2.3.1 交换系统在通信网中的地位 .....	44
2.3.2 线路交换 .....	45
2.3.3 报文交换 .....	45
2.3.4 分组交换 .....	46
2.3.5 数据交换技术小结 .....	47
2.4 差错控制 .....	47
2.4.1 差错的引起 .....	47
2.4.2 检错与纠错的概念 .....	48

2.4.3	差错率 .....	50
2.5	习题 .....	51
<b>第 3 章</b>	<b>Windows 与串口通信 .....</b>	<b>52</b>
3.1	串口通信的基础知识 .....	52
3.2	基于 DOS 串口通信 .....	68
3.3	基于 Windows 串口通信 .....	72
3.3.1	串口参数配置 .....	72
3.3.2	串口操作函数 .....	84
3.3.3	串口超时设置 .....	89
3.3.4	串口数据通信的方式 .....	92
3.4	习题 .....	102
<b>第 4 章</b>	<b>TCP/IP 协议 .....</b>	<b>103</b>
4.1	引言 .....	103
4.2	网络接口 .....	104
4.3	网际层 .....	104
4.3.1	IP 地址 .....	104
4.3.2	ARP 协议和 RARP 协议 .....	107
4.3.3	IP 协议 .....	108
4.3.4	ICMP 协议 .....	113
4.4	传输层 .....	117
4.4.1	TCP 协议 .....	117
4.4.2	用户数据报协议 .....	124
4.5	习题 .....	127
<b>第 5 章</b>	<b>基于 TCP/IP 协议的网络编程 .....</b>	<b>128</b>
5.1	客户机-服务器模型 .....	128
5.2	Socket 编程 .....	129
5.2.1	基本的套接字系统调用 .....	129
5.2.2	套接字调用的一般流程 .....	132
5.3	Winsock 编程原理 .....	132
5.3.1	阻塞与非阻塞 .....	133
5.3.2	Windows 的消息机制 .....	133
5.3.3	异步选择机制 .....	137
5.3.4	Winsock 的启动和终止 .....	138
5.3.5	Winsock 的错误处理 .....	139
5.4	Winsock 通信的一个实例 .....	139
5.4.1	客户机程序 .....	139
5.4.2	服务器程序 .....	146
5.5	MFC 中的 Windows Sockets .....	153
5.5.1	CAsyncSocket 类 .....	153



5.5.2 CSocket 类 .....	155
5.6 习题 .....	156
<b>第 6 章 浏览器及网站设计 .....</b>	<b>157</b>
6.1 Web 浏览器 .....	157
6.2 HTML 基本语法 .....	160
6.3 FrontPage2000 简介 .....	180
6.4 网站架构 .....	185
6.5 网站制作的几点注意事项 .....	192
6.6 习题 .....	195
<b>第 7 章 通信与网络发展前景 .....</b>	<b>196</b>
7.1 通信与网络的新技术 .....	197
7.2 无线局域网的发展 .....	201
7.2.1 蓝牙技术 .....	202
7.2.2 无线局域网 HiperLAN/2 .....	205
7.3 网络应用软件 .....	209
7.3.1 网络应用软件构造的新思路 .....	209
7.3.2 Internet 个性化服务 .....	210
7.4 习题 .....	216
<b>附录 A Windows Socket 库函数参考 .....</b>	<b>217</b>
<b>附录 B ASCII 码 .....</b>	<b>262</b>
<b>附录 C CCITT 关于 ISDN 的 I 系列建议 .....</b>	<b>266</b>
<b>附录 D ITU-T (CCITT) 建议和标准 .....</b>	<b>269</b>
<b>附录 E HTML 常用标记表 .....</b>	<b>270</b>
<b>参考文献 .....</b>	<b>276</b>

# 第1章 计算机网络概述

计算机网络已成为计算机应用的一个重要领域。计算机网络中涉及的通信技术与计算机技术，两者之间既相互渗透又密切结合，主要体现在两个方面：一方面，通信技术为多台计算机之间进行信息传输和交换、共享资源和协调合作提供了必要的手段；另一方面，计算机技术应用于各个通信领域，大大地提高了通信系统的各项性能。当然，集成电路技术为这两个方面的进展，也提供了很好的物质支持，从而取得了辉煌的业绩。

计算机网络中按各个节点分布的地理范围分类，可分成局域网 LAN (Local Area Network) 和广域网 WAN (Wide Area Network)，两者的主要差别在于通信距离和传输速率。通常，局域网的通信距离一般限于几公里之内，传输速率为 10~100 Mbit/s，1000Mbit/s 的局域网也正在研制之中。广域网的通信距离可达几十公里、几百公里，甚至几千、几万公里，传输速率则比较低，一般为：1200bit/s~2Mbit/s。在一般情况下，局域网主要用来构造一个单位的内部网。例如，学校的校园网，企业的企业网等。它们属于该单位，而单位也拥有自主管理权，并且网络以资源共享为主要目的。广域网主要是指公用数据通信网，一般由国家委托电信部门建造、管理和经营，以数据通信为主要目的。一般用户若要使用广域网，就如同要使用电话系统那样：首先，用户要办理入网手续，安装线路和终端；然后，按月交纳租金和通信费用，这样才可入网。

计算机网络在工业、农业、交通运输、邮电通信、文化教育、金融贸易、科学研究以及国防建设等领域中获得越来越广泛的应用，工矿企业借助计算机网络进行生产过程的检测和控制，实现管理和辅助决策；交通运输部门利用网络进行交通运输信息的收集、分析，实现运行管理和车船调度；邮电部门则利用遍及全国乃至全球的计算机通信网为用户提供快速而廉价的电子邮件服务；文化教育部门可运用计算机网络进行情报资料检索和计算机辅助教育；金融贸易部门利用网络实现范围广泛的金贸服务；科学研究部门利用它进行大型的科学计算；国防部门则利用计算机网络进行情报收集、跟踪、控制与指挥。目前，计算机应用领域已逐渐深入到人们家庭的日常生活当中，这些都与计算机网络的建设分不开。因此各单位、各部门都在组建计算机网络。

## 1.1 计算机网络的定义

计算机网络的确切定义至今尚未统一，其原因是处于不同阶段或从不同角度往往能作出不尽相同的定义。

计算机网络最简单的定义是：以实现远程通信为目的，一些互连的、独立自主的计算机的集合。这里，所谓“互连”是指各计算机之间通过有线通信信道或无线通信信道彼此交换信息，而“独立自主”则强调它们之间没有明显的主从关系。若按此定义，则早期的面向终端的计算机系统就有名不副实之嫌，而只能称为联机系统，因为当时的许多终端并不具有智能的特征。后来随着硬件价格的下降，“终端”和“自治的计算机”之间的严格界限逐渐模

糊，尤其是实现了终端智能化之后，无论是面向终端的计算机系统，还是面向计算机的计算机系统，以及以后发展起来的以共享通信子网为特征的公用数据网系统均可视为计算机网络，面向终端的计算机系统解决了计算机通信的许多基本方法，而面向计算机的计算机系统则解决了计算机之间通信的一系列问题。

随着计算机网络的发展，计算机网络又被定义为：以相互共享资源（硬件、软件和数据）方式而连接起来，且各自具有独立功能的计算机系统的集合。这一定义是由美国信息学会联合会于1970年春提出来的，并被广泛采纳。此定义的含义有三个：

第一，计算机之间相互通信的目的是为了共享计算机网络中硬件、软件和数据等资源。

第二，计算机网络中的各个计算机系统不仅在地域上是分散的，而且各自具有独立的功

能。

第三，计算机网络应该有一个全网性的网络操作系统，用户只需向网络操作系统提出使用资源的要求，而不必指出资源的具体归属，由网络操作系统自动地分配给该用户所需的资源。按照此定义的上述含义，当时称得上计算机网的则寥寥无几，而极大多数的计算机网络（包括美国的分组交换网 APRANET 在内）都只能算是计算机通信网络，因为它们都没有全网性的网络操作系统。显然，这个定义侧重于应用目的，忽视了物理结构，没有充分反映计算机网络的内涵。

随着计算机网络技术的进一步发展，一般认为计算机网络应当具有三个主要的组成部分（或三大组成要素）即：

（1）能向用户提供服务的若干主机。

（2）由一些专用的通信处理机（即通信子网中的节点交换机）和连接这些节点的通信链路所组成的一个通信子网。

（3）为主机与主机、主机与通信子网，或者通信子网中各个节点之间通信而建立的一系列协议，即通信双方事先约定的、共同遵守的一组规则。

计算机网络的结构形式多种多样，一般的基本结构形式有总线型、环型、星型和树型。在这些基本结构形式的基础上可构成各种各样的拓朴结构。

计算机网络的功能主要体现在以下几个方面。

### 1. 可实现资源共享

这里所描述的资源包括硬件、软件和数据。硬件资源有：处理机、内（外）存储器和输入输出设备等，它是共享其他资源的基础。软件资源是指各种语言处理程序、服务程序和应用程序等。数据则包括各种数据文件和数据库中的数据等。通过资源共享，消除了用户使用计算机资源受地理位置的限制，也避免了资源的重复设置所造成的浪费。

### 2. 有利于均衡负荷

计算机网络还具有均衡网络负荷的功能。通过合理的网络管理，将某时刻处于重负荷计算机上的任务分送给别的轻负荷的计算机去处理，可达到均衡负荷的目的。这对地域跨度大的远程网络来说，充分利用时差因素来达到均衡负荷尤为重要。

### 3. 提供多种网络服务

网络服务实质上是提供给用户和系统的高级应用接口，用户通过这些高级应用接口能方便地使用网络资源。例如，文件传送，电子邮件，作业的传递和管理，虚终端，查询服务等。

#### 4. 提供了非常灵活的工作环境

用户通过网络把终端连接到办公地点的计算机上，就可以在家里工作。商业经营人员携带着终端或便携式计算机外出进行商务活动，在各经营点利用电话与他们自己的网络连接，这样就可以与主管部门及时交换销售、管理等方面的重要数据，确定商务对策。

## 1.2 计算机网络的通信协议

计算机网络中都有多台计算机，相互之间有复杂的数据传输关系，怎样相互配合？为了讲出该问题，先假设多台计算机相互通信时会出现的问题。

(1) 硬件故障。网络传输路径上可能出现不通的情况，例如线路连接不通，或某些硬件失效等，希望通信软件能检查出这些问题，以使用户处理。

(2) 网络拥挤。网络中信息传输是随机的，信息量忽多忽少，网络传输中允许的信息流是有限的，例如 NOVELL 网的传输率为 10Mb/s。需要通信软件采取一些措施来均衡传输的信息流量，信息传输高峰时，多的数据暂时存放，不忙时再传输，使得网络资源得到更充分的利用。

(3) 重包。在网络中一般采用信息包传输，从源结点到目的结点常常有多条线路可到达，由于出现中断等意外情况，会在目的结点上收到多个相同的信息包，需要通信软件能够具有相应的措施，去掉相同的信息包，以保证信息的正确性。

(4) 包丢失。网络中由于线路接触不可靠或信息包传输失误，可能会引起信息包丢失。需要通信软件能够检测到这种情况，并进行相应的处理，例如要求信息重发，以弥补丢失的信息包。

(5) 数据出错。信息包在长距离的传输中，由于电磁干扰，可能使接收到的数据内容出错。需要通信软件能够进行数据校验，并对其校验结果进行相应的处理，以保证接收数据的可靠性。

(6) 包延时 (TIME OUT)。网络中常常采用应答式包交换。由于硬件或软件故障，使发出去的信息包在规定的时间内没有收到应答信息，则说明传输中出现了问题，需要通信软件能够按照一定的算法，进行相应的处理。

以上描述的是传输中出现的主要问题，当然，在网络中还有许多其他的问题。例如，多用户多任务等等问题。前面还描述了网络的主要功能。要实现这些功能和解决这些问题，对一个完整的通信软件来讲是极其复杂的。在设计通信系统软件时，一般采用分层的设计方法，可以将复杂的问题分解成一些简单的问题，然后按层次进行软件设计，也容易实现。各层之间相互独立，每一层都有自己的格式，上层与下层之间有一定的依赖关系，使得各层的添加和修改功能变得容易，这样就将复杂的问题简化了。

ISO (The International Standards Organization) 是国际标准组织，它是世界性的机构，由各成员国的标准机构派代表参加并制定各种标准。1980 年该组织提出的七层通信参考模型为不同计算机网络系统的互联规定了一种通用体制，如图 1-1 所示。

第一层：物理层。传送数据位的物理硬件所遵守的规则，也就是电器特性。当发送方给出一个二进制“1”时，接收方收到的

应用层
表示层
会话层
传输层
网络层
数据链路层
物理层

图 1-1 七层通信参考模型

也是“1”。当发送方给出一个二进制“0”时，接收方收到的也是“0”。这是靠电路来保证的。物理层只关心接收和发送位，不关心它的意义和结构。

第二层：数据链路层。这一层规定了数据包的格式，以便两台计算机能辨认包的边界，辨认数据包中各域的含义，例如：目的地址、源地址、数据域等等。目的地址决定了包的去向，源地址表明发送者是谁，数据域是发送信息，还规定了数据包发送的规程和接收规程，以便计算机之间相互了解是在什么条件下，才能发送和接收数据包，又是在什么时候发送成功的。

第三层：网络层。这一层规定了相互通信的逻辑链路（主要是通过中断信号实现连接请求和接收请求），主要功能是路由选择，对拥挤和超时等问题进行处理，以保证信息包能按照它们的传送顺序传送到远程计算机中。

第四层：传输层。这一层主要有三个功能：

(1) 能实现分组交换机制，当信息文件太大时，能按照规定的格式组装成信息包。

(2) 保证数据可靠接收。保证信息和文件的完整性，防止重包和丢失包的处理。防止电磁干扰破坏数据内容，进行包校验。

(3) 提供通信接口。即给出有关信息传输的调用接口。

第五层：会话层。这一层控制着通信会话的建立过程和结束过程，用于判断用户提交的传输内容是否完整的进行，而不是基于包的考虑。用户和通信之间能相互会话，以便用户进行处理，成功为成功的处理方式，失败为失败的处理方式。

第六层：表示层。这一层提供了一套格式化服务：代码转换，报文压缩，报文的加密与解密等等。例如在给定通信中使用某字符集和数据代码，也控制着打印机和屏幕显示，要把一个字符集转换成另一个字符集或把字符流压缩成更小的位流均受这一层控制。

第七层：应用层。在网络中面向用户服务的各种软件。如数据的存取协议，电子邮件，文件传输等，CCITT 制定的电子邮件协议，称为 X.400 标准。

自 ISO 参考模型公布之后，各国建网都尽可能以此模型为参考，规范各公司开发出的通信协议，由于 ISO 并非是协议标准，各公司开发的通信协议在细节上也不完全一样，因此下面就简要介绍四个通信协议。

第一个是由 NOVELL 网公司开发的网络通信协议，该通信协议也是按层次结构实现的，但与 ISO 的七层参考模型有一定的区别，其对照关系如图 1-2 所示。

ISO 参考模型	NOVELL 网通信协议	
应用层 表示层	应用程序：电子邮件、远程文件传输等	
	PC DOS	NETWARE 增值服务
	NETWARE 核心服务程序	
	NETWARE 核心协议（NETWARE 文件系统）	
会话层 传输层 网络层	NETBIOS 仿真	
	SPX/IPX	
数据链路层	IEEE 802.3	IEEE802.5
物理层	网卡	

图 1-2 NOVELL 网络通信协议与七层参考模型对照图

从图中可以看出 NOVELL 网通信协议的层次少，但实现的功能很丰富，有较强的实用性。

第二个是 SUN 工作站中的通信协议。SUN 工作站中的通信协议与七层参考模型很接近。其对照关系如图 1-3 所示。

ISO 参考模型	SUN 工作站网络通信协议	
应用层	电子邮件、网络文件系统、分步式数据库等	
表示层	外部数据表示 XDR (将所有的数据结构转换成与机器无关的数据流)	
会话层	远过程调用 RPC (可用于异构机器)	
传输层	TCP	UDP
网络层	IP	
数据链路层	IEEE 802.2	IEEE 802.3
物理层	网卡	

图 1-3 SUN 工作站通信协议与七层参考模型对照图

从图中可见 SUN 工作站的通信协议是按层次结构的，各层的功能明确，各层之间相互依赖。SUN 工作站有较强的适应性和开放性。

第三个是 3COM 公司开发的 3+网上的通信协议。该通信协议与七层参考模型的对照关系如图 1-4 所示。

ISO 参考模型	3+ Ether Servies 网络通信协议
应用层	应用程序：电子邮件、远程文件传输等
表示层	Ether 网络系统软件 (调用模块、硬盘操作模块和打印机模块)
会话层	
传输层	
网络层	网络驱动程序
数据链路层	Ether Link 网络收发器 3+网卡
物理层	

图 1-4 3+网络通信协议与七层参考模型对照图

从图中可见 3+网的通信协议也是按层次结构的，其层次数是介于 NOVELL 网和 SUN 工作站之间，3+网通信协议具有一般网络的功能，但在开放性上是不如 NOVELL 网和 SUN 工作站的。

第四个是 MICROSOFT 公司开发的 Windows NT 网上的通信协议。该通信协议与七层参考模型的对照关系如图 1-5 所示。其中：

TDI 为高层提供网络接口，能支持有连接和无连接的服务，不需要考虑在接口下采用何种协议。

NDIS 网络设备接口规范。通过调用 NDIS 接口将网络请求引导到网络接口卡上。

以上是简单描述四种网络通信协议与七层参考模型对照情况，而实际的通信软件涉及的内容是很多的，相互之间的关系复杂，不同的网络层次有不同的协议标准。

ISO 参考模型	Windows NT 网络通信协议			
应用层	电子邮件、文件系统等			
表示层				
会话层	TDI 传输驱动程序接口			
传输层	TCP/IP	NWLink (SPX/IPX)	NetBEUI	DLC
网络层	NDIS 网络设备接口规范			
数据链路层 物理层	NDIS Wrapper DLL			
	NDIS NIC Driver			
	NIC			

图 1-5 Windows NT 网络通信协议与七层参考模型对照图

### 1.3 网络协议的标准化概述

不同的网络有不同的协议标准。现在有许多网络制造商和供应商，他们都有自己的网络品牌，如果不能相互协调和兼容的话，就会影响企业的发展，用户也不能得到更多的实惠，惟一的办法是建立一致同意的某种网络标准。标准不仅使不同的计算机之间有可能通信，而且可以使符合标准的产品扩大市场，导致大规模的生产、制造业的规模经济、VLSI 的实现，以及产品成本的降低，从而更进一步提高用户可接受性的好处。

国际上有许多机构和团体在为制定网络国际标准而努力。有的代表官方国际组织，重在全力制定网络标准文本，有的则只是企业的甚至是民间的团体，旨在研究如何实现网络的国际性标准化或标准化应该具备哪些内容等。标准可分为两大类：既成事实的标准和合法的标准。既成事实的标准是那些没有正式计划，而又被认可的标准，例如 IETF 的因特网技术标准已经成为事实上的国际标准，UNIX 是操作系统也是既成事实标准。合法的标准是由一些权威标准化组织采纳的、正式的、合法的标准。在众多的标准化组织中，目前国际上公认的最著名、最具权威的是国际标准化组织 ISO (International Standards Organization)、国际电信联盟 ITU (International Telecommunication Union) 和因特网活动委员会 IAB (Internet Activities Board)。下面针对这些主要的标准组织介绍各标准组织制定标准的主要方向及主要内容。

#### 1.3.1 ISO 国际标准化组织

ISO 国际标准化组织是在 1946 年成立的，当时是由 4 个国家：ANSI (美国)，BSI (英国)，AFNOR (德国)，DIN (法国) 和其他 85 个标准化组织组成。随着技术的发展，其他一些国家也加入 ISO，每个国家在 ISO 中只能有一个成员。ISO 的成员分为 P 成员和 O 成员两类。其中 P (Participation) 成员有表决权，而 O (Observer) 成员不参加 ISO 的技术工作，只是与 ISO 保持密切联系。ISO 为大量科目制定标准，从螺钉到螺帽等。已经制定了 5000 多个标准，包括 OSI (Open System Interconnection) 标准。ISO 有大约 200 个技术委员会 (TC)，按创建的顺序编号，每个委员会处理专门的主题。ISO 每个标准的出台都要经过下面的 5 个步骤：



(1) 每个技术委员会根据其工作范围拟定相应的工作计划，并报理事会下属的计划委员会批准。

(2) 相应的分技术委员会的工作组根据计划编写原始工作文件，称为工作草案。

(3) 分技术委员会或工作组再把工作草案提交技术委员会或分技术委员会作为待讨论的标准建议，称为委员会草案 CD (Committee Draft)，而 ISO 则要给每个 CD 分配一个唯一的编号，相应的文件将标记为 ISO CD xxxx。在委员会草案 CD 之前的文件叫做建议草案 DP (Draft Proposal)。

(4) 技术委员会将委员会草案发给其成员征求意见。若 CD 得到多数 P 成员的同意，则委员会草案 CD 就成为国际标准草案 DIS (Draft International Standard)，其编号不变。

(5) ISO 的中央秘书处将国际标准草案 DIS 分送给 ISO 的所有成员国投票表决。有 75% 的成员国赞成则通过。经 ISO 的理事会批准以后就成为正式的国际标准 IS (International Standard)，其编号不变，并标记为 ISO xxx。

ISO 规定每五年对国际标准进行一次复审，过时的标准将被废除。

ISO 还有一些文件被称为技术报告 TR (Technical Report)。TR 是设有提交相应委员会通过的文件，并非标准。TR 是技术委员会在制定标准过程中形成的一些中间结果，也给予一个编号，标记为 ISO TR xxxx。

当各阶段的标准文件需要补充修改时，ISO 在相应标准文件的后面会增加一个补篇 AM (Amendment)，补篇前面分别冠以标准的名称，如委员会草案补篇 CDAM。

标准界的另一个主角是电器和电子工程师协会 IEEE (institute of electrical and electronics engineers)，它是世界上最大的专业组织。除了每年出版大量的杂志和召开很多次会议外，在电子工程和计算机领域内，IEEE 有一个标准化组制定各种标准。例如，IEEE 802 关于局域网的标准是 LAN 的重要标准，后来 ISO 以它为基础制定了 ISO 8002。不过人们还是习惯性地用 IEEE 802 来描述。IEEE 802 是局域网标准系列，如图 1-6 所示。

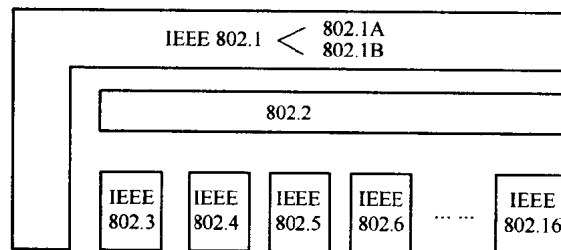


图 1-6 IEEE 802 标准系列

其中：

IEEE 802.1A：体系结构和综述。

IEEE 802.1B：寻址、网间互连及对数据链路层和物理层的管理。

IEEE 802.2：通用的 LLC 规范。描述 LLC 对网络层、MAC 层以及 LLC 子层本身管理功能的界面服务规范。

IEEE 802.3：CSMA/CD 访问控制方法和物理层技术规范。

IEEE 802.3i：10BASE-T 访问控制方法和物理层技术规范。

IEEE 802.3u: 100BASE-T 访问控制方法和物理层技术规范。

IEEE 802.4: Token-Bus 访问控制方法和物理层技术规范。

IEEE 802.5: Token-Ring 访问控制方法和物理层技术规范，由传输介质串联相接的一些站点构成。

IEEE 802.6: 城域网访问控制方法和物理层技术规范，采用分部队列双总线子网来实现。

IEEE 802.7: 宽带网访问控制方法和物理层技术规范，为开槽环局域网，信息送槽内。

IEEE 802.8: FDDI 访问控制方法和物理层技术规范。

IEEE 802.9: 综合数据/话音网络。

IEEE 802.10: 网络安全与保密。

IEEE 802.11: 无线网访问控制方法和物理层技术规范，可采用跳频扩频、直接序列扩频和红外传输三种工作方式。

IEEE 802.11a: 无线网访问控制方法和物理层技术规范，可采用跳频扩频、直接序列扩频和红外传输三种工作方式；工作频段为：5GHz；峰值数据速率为：54Mbit/s；覆盖范围为：室内 30m、室外 150m。

IEEE 802.11b: 无线网访问控制方法和物理层技术规范，可采用跳频扩频、直接序列扩频和红外传输三种工作方式；工作频段为：2.4GHz；峰值数据速率为：11Mbit/s；覆盖范围为：室内 100m。

IEEE 802.11d: 当前 802.11 标准中规定的操作仅在几个国家中是合法的，该标准旨在扩充 802.11 无线局域网在其他国家的应用。

IEEE 802.11e: 改进和管理 WLAN 的服务质量，保证能在 802.11 无线网络上进行话音、音频、视频等多媒体业务的传输。

IEEE 802.11f: 实现不同厂商无线局域网之间的互操作；保证网络内访问点之间信息的互换。

IEEE 802.11g: 是 802.11b 的扩充，通过提高数据率，增强 802.11b 兼容网络的性能和应用。工作频段为：2.4GHz；峰值数据速率为：54Mbit/s；覆盖范围比 802.11b 短一点。

IEEE 802.11h: 增强 5GHz 波段的 802.11MAC 规范及 802.11a 高速物理层规范。

IEEE 802.11i: 增强 WLAN 的安全和鉴别机制。

IEEE 802.12: 100VG-AnyLAN 访问控制方法和物理层技术规范。

IEEE 802.15: 无线个域网是在小范围内将移动通信设备、固定通信设备、各种数字数据系统甚至数字家电使用无线方式互联互通的技术，又称为蓝牙技术 (Bluetooth)。

IEEE 802.16: 以宽带无线 IP 接入为特征的无线网 (WMAN)，工作频段可支持：1GHz-2GHz、10GHz、12GHz、30GHz、66GHz 等；数据速率为：70Mbit/s。

IEEE 802 局域网标准定义了局域网的数据链路层和物理层的规范。IEEE 802 是一个标准系列，并不断地增加新的标准。

### 1.3.2 国际电信联盟 ITU

在 1865 年，欧洲许多政府的代表开会组成了今天的国际电信联盟 ITU (International Telecommunication Union) 的前身。ITU 的工作是标准化国际电信，在那时就是电报。当电话开始提供国际服务时，ITU 又接管了电话标准化的工作。在 1947 年，ITU 成为了联合国