

21世纪高等院校
计算机专业
规划教材

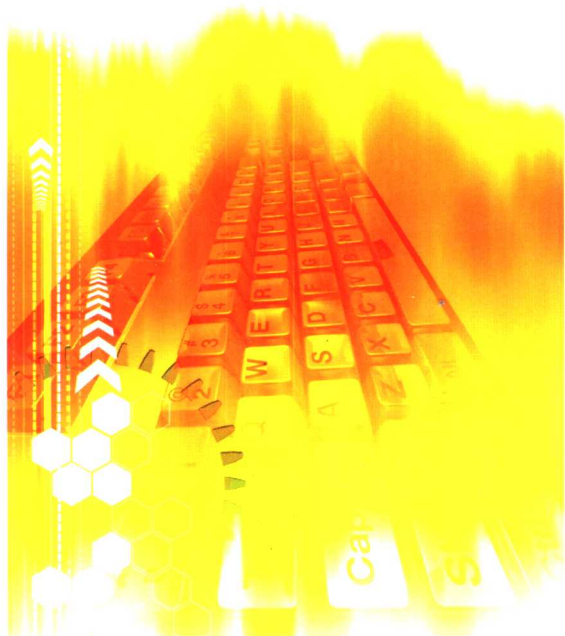
计算机网络实验教程

陆卫忠 主编

华泽 贾长云 副主编

国防工业出版社

<http://www.ndip.cn>



21 世纪高等院校计算机专业规划教材

计算机网络实验教程

陆卫忠 主编 华泽 贾长云 副主编

国防工业出版社

·北京·

内容简介

本书是《计算机网络》课程实践教学的配套教材,内容分为网络原理和网络技术两部分,可以满足不同培养目标的教學需要。计算机网络原理实验内容包括:物理层实验(RS-232)、数据链路层实验(停止等待协议、ARQ 协议)、网络层实验(路由选择)、应用层实验(文件传输)及 TCP/IP 网络编程实验。网络技术实验内容包括局域网规划及组网、网络客户软件安装配置、Windows 2000 Server 安装和管理、DNS 和 DHCP 服务器配置、常用因特网接入设备的安装与配置、网络管理、IIS 配置与管理、网络互连、VLAN 规划与实现、代理服务器安装与配置等。

本书可作为普通高等学校计算机科学与技术以及通信、电子信息工程、自动化等专业计算机网络课程的实验教材,也可作为网络培训或工程人员自学的教材。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络实验教程/陆卫忠主编. —北京:国防工业出版社,2004.10

21 世纪高等院校计算机专业规划教材

ISBN 7-118-03566-1

I. 计... II. 陆... 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(2004)第 084779 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 12 273 千字

2004 年 10 月第 1 版 2004 年 10 月北京第 1 次印刷

印数:1—4000 册 定价:18.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店: 68428422

发行邮购: 68414474

发行传真: 68411535

发行业务: 68472764

前 言

《计算机网络》课程是计算机科学与技术专业及其相关专业的重要专业课程之一。随着计算机网络技术的迅速发展和在当今信息社会中的广泛应用，给《计算机网络》课程的教学提出了更高更新的要求。

计算机网络是一门理论性和实践性较强的课程，综合性强，学习难度大，学生必须经过严格的实践（实验）过程，使理论教学与实践环节紧密结合，才能真正掌握该课程。由于目前缺乏适用的网络原理实验教材，大多数的计算机网络实践教学只停留在网络互连、网络操作系统管理等应用层次方面，各种协议的原理与算法的实现大多停留在理论上，缺乏协议实现过程及网络编程训练的实践教学，这不利于创新人才的培养。必须加强网络体系结构方面的实践教学，才能使学生在实践中得到应有的锻炼和培养。为此编者结合教学实践编写了本教材。

本教材分网络原理和网络技术两部分，以满足不同培养目标的教学需要。计算机网络原理实验的物理环境是由 PC 上的 2 个 RS-232 串行通信接口互连而成的物理系统，在此基础上进行各层实验，内容包括：物理层实验（RS-232）、数据链路层实验（停止等待协议、ARQ 协议）、网络层实验（路由选择）、应用层实验（文件传输）。此外为了深入学习和掌握 TCP/IP 协议原理及其应用程序设计方法，设计了 TCP/IP 应用编程实验。通过计算机网络原理实验，可进一步加深对计算机网络体系结构的理解，掌握计算机网络实现的原理以及 Winsock API 编程技术。

网络技术实验内容包括局域网规划及组网、网络客户软件安装与配置、Windows 2000 Server 安装和管理、DNS 和 DHCP 服务器配置、常用因特网接入设备的安装与配置、网络管理、IIS 配置与管理、网络互连、VLAN 规划与实现、代理服务器安装与配置等。

为便于实验教学活动的开展，每个实验提供了与本实验相关的基础知识，用于复习巩固所学知识，提高实验的效果。每个实验中还提供了难度不等的思考题和实验题若干，供学生学习时选择。教材中的每个实验采用如下结构：

- (1) 实验目的。
- (2) 实验内容。
- (3) 相关知识（介绍与实验内容相关的知识点）。
- (4) 实验指导（或实验步骤）。
- (5) 分析与思考。

为了便于教学，本书还提供了计算机网络原理实验部分（第 2 章～第 6 章）相关的

源代码，指导教师可以到国防工业出版社网站上下载，网址：<http://www.ndip.cn>。

由于计算机技术发展迅速，网络实验涉及许多技术细节，加之编者水平有限，书中的缺点与错误在所难免，谨请读者及时批评指正。

编者(luwz@mail.usts.edu.cn)

2004年9月

目 录

第 1 章 概述	1	第 3 章 数据链路层实验	24
1.1 计算机网络体系结构	1	3.1 实验目的.....	24
1.1.1 协议的分层设计	1	3.2 实验内容.....	24
1.1.2 ISO OSI 参考模型	2	3.3 相关知识.....	24
1.1.3 TCP/IP 参考模型	4	3.3.1 数据链路层概述.....	24
1.1.4 局域网络参考模型	5	3.3.2 数据成帧方法.....	25
1.2 计算机网络原理实验模型		3.3.3 差错控制与流量控制.....	26
设计	6	3.3.4 数据链路层协议.....	27
1.2.1 计算机网络原理实验		3.3.5 面向比特的链路控制	
物理模型	6	规程 HDLC	31
1.2.2 协议实现的方法	6	3.4 实验指导.....	32
1.3 C++ Builder 6 使用简介	7	3.4.1 数据链路层帧的设计.....	32
1.3.1 C++ Builder 6 集成		3.4.2 与数据链路层功能	
开发环境简介	7	相关的文件.....	32
1.3.2 C++ Builder 6 应用		3.4.3 部分源程序清单.....	33
程序开发步骤	9	3.5 分析与思考.....	43
1.4 实验要求.....	10	第 4 章 网络层实验	44
第 2 章 物理层实验	12	4.1 实验目的.....	44
2.1 实验目的.....	12	4.2 实验内容.....	44
2.2 实验内容.....	12	4.3 相关知识.....	44
2.3 相关知识.....	12	4.3.1 网络层概述.....	45
2.3.1 EIA RS-232C 及其		4.3.2 网络层路由选择.....	46
连接.....	12	4.3.3 网络层流量控制.....	47
2.3.2 串行口通信的实现		4.3.4 分片与重装.....	47
方法.....	13	4.4 实验指导.....	48
2.4 实验指导.....	15	4.4.1 分组及其他数据	
2.4.1 串口通信程序设计		结构设计.....	48
方法.....	15	4.4.2 与网络层功能相关	
2.4.2 与物理层功能相关		的文件.....	49
的文件.....	15	4.4.3 部分源程序清单.....	49
2.4.3 部分源程序清单.....	16	4.5 分析与思考.....	56
2.5 分析与思考.....	23	第 5 章 应用层协议实验	57

5.1 实验目的	57	7.3.6 双绞线与 RJ-45 连接器	105
5.2 实验内容	57	7.4 实验步骤	106
5.3 相关知识	57	7.4.1 双绞线制作	106
5.3.1 应用层概述	57	7.4.2 组建 10/100Base T 网络	107
5.3.2 客户/服务器模型 应用程序设计	58	7.5 分析与思考	107
5.3.3 文件传输服务	58	第 8 章 网络客户软件的安装和 配置	108
5.4 实验指导	59	8.1 实验目的	108
5.4.1 “套接字”设计	59	8.2 实验内容	108
5.4.2 TFTPClient 类和 TFTPServer 类	60	8.3 相关知识	108
5.4.3 其他相关代码	61	8.3.1 网络操作系统	108
5.5 分析与思考	74	8.3.2 常用的网络协议	108
第 6 章 TCP/IP 网络编程实验	75	8.4 实验步骤	109
6.1 实验目的	75	8.4.1 通过 MS Network Client 登录 Windows NT/2000 网络	109
6.2 实验内容	75	8.4.2 Windows 9x 对等 网安装	111
6.3 相关知识	75	8.5 分析与思考	114
6.3.1 传输控制协议 TCP 与套接字	75	第 9 章 服务器软件安装	115
6.3.2 Windows Sockets	76	9.1 实验目的	115
6.3.3 HTTP 协议工作 原理	82	9.2 实验内容	115
6.4 实验指导	83	9.3 相关知识	115
6.4.1 UDP 点对点聊天 程序设计	83	9.3.1 Windows 2000 概述	115
6.4.2 HTTP 服务器程序 设计	88	9.3.2 Windows 2000 安装 需求	115
6.5 分析与思考	102	9.3.3 安装前的准备	116
第 7 章 局域网络规划及组网	103	9.3.4 Windows 2000 Server 安装方法	116
7.1 实验目的	103	9.4 实验步骤	117
7.2 实验内容	103	9.4.1 启动安装程序	117
7.3 相关知识	103	9.4.2 搜集与计算机有关 的设置	117
7.3.1 拓扑结构和传输 介质	103	9.4.3 安装网络组件	118
7.3.2 LAN/MAN 的 IEEE 802 标准	104	9.4.4 登录测试	118
7.3.3 IEEE 802.3 标准	104	9.5 分析与思考	118
7.3.4 交换以太网	105		
7.3.5 以太网设计考虑	105		

第 10 章 服务器管理	119	12.1 实验目的	140
10.1 实验目的	119	12.2 实验内容	140
10.2 实验内容	119	12.3 相关知识	140
10.3 相关知识	119	12.3.1 WWW 基本概念	140
10.3.1 活动目录(Active Directory)	119	12.3.2 Microsoft IIS 及其主要特性	141
10.3.2 Windows 2000 网络	121	12.4 实验步骤	141
10.3.3 Windows 2000 网络组件	122	12.4.1 构筑 Web 服务器	141
10.3.4 网络用户账户和组账户的管理	122	12.4.2 构筑 FTP 服务器	144
10.4 实验步骤	124	12.5 分析与思考	145
10.4.1 建立域控制器	124	第 13 章 常用 Internet 接入设备的安装与配置	146
10.4.2 用户账户的建立与管理	126	13.1 实验目的	146
10.4.3 组的建立与管理	128	13.2 实验内容	146
10.4.4 管理客户计算机	128	13.3 相关知识	146
10.4.5 设置、查看、更改或删除文件和文件夹权限	129	13.3.1 调制解调器及其基本作用	146
10.5 分析与思考	129	13.3.2 调制解调器的相关概念	147
第 11 章 DNS、DHCP 服务器的配置	130	13.3.3 ADSL 接入技术	147
11.1 实验目的	130	13.4 实验步骤	148
11.2 实验内容	130	13.4.1 安装调制解调器	148
11.3 相关知识	130	13.4.2 建立拨号连接	148
11.3.1 IP 地址	130	13.4.3 调制解调器的设置	150
11.3.2 子网掩码	131	13.4.4 拨号进入 Internet	150
11.3.3 自定义子网掩码	131	13.5 分析与思考	151
11.3.4 DNS 域名服务器	131	第 14 章 网络管理	152
11.3.5 动态主机配置协议(DHCP)	133	14.1 实验目的	152
11.4 实验步骤	133	14.2 实验内容	152
11.4.1 设置 TCP/IP 协议	133	14.3 相关知识	152
11.4.2 安装并配置 DNS	134	14.3.1 网络管理的功能与协议	152
11.4.3 安装并配置 DHCP 服务器	138	14.3.2 网络管理协议 SNMP	153
11.5 分析与思考	139	14.3.3 网络监视器	154
第 12 章 IIS 配置与管理	140	14.4 实验步骤	155
		14.4.1 网络监视器的应用	155

14.4.2	Windows 2000 中 MIB 变量的监视···	158	16.3.2	VLAN 成员的分配 模式·····	171
14.5	分析与思考·····	161	16.3.3	什么是 VTP (VLAN Trunk Protocol)·····	171
第 15 章	网络互连 ·····	162	16.3.4	VTP 的工作模式···	172
15.1	实验目的·····	162	16.3.5	VTP 的工作过程···	172
15.2	实验内容·····	162	16.3.6	VLAN 的配置···	173
15.3	相关知识·····	162	16.3.7	定义 Trunk 口 方法·····	173
15.3.1	网络互连概述·····	162	16.3.8	添加查看 VLAN···	174
15.3.2	计算机与网络 设备的连接·····	163	16.3.9	指定和查看交换机 端口所属的 VLAN···	174
15.3.3	Cisco 路由器的 结构及连接·····	163	16.4	实验步骤·····	174
15.3.4	配置路由器·····	164	16.5	分析与思考·····	177
15.3.5	Windows 2000 Ser- ver 软件路由器···	165	第 17 章	代理服务器安装与配置 ···	178
15.4	实验步骤·····	166	17.1	实验目的·····	178
15.4.1	配置 Windows 2000 Server 作为路 由器·····	166	17.2	实验内容·····	178
15.4.2	用路由器互连两个 局域网·····	167	17.3	相关知识·····	178
15.4.3	连接路由器和 控制台·····	168	17.3.1	代理服务器的 优点·····	178
15.4.4	路由器的配置·····	168	17.3.2	代理服务器的 实现方案·····	178
15.5	分析与思考·····	169	17.4	实验步骤·····	179
第 16 章	VLAN 规划与实现 ·····	170	17.4.1	WinGate 安装与 设置·····	179
16.1	实验目的·····	170	17.4.2	Sygate 代理服务器 软件的安装与设置···	183
16.2	实验内容·····	170	17.5	分析与思考·····	183
16.3	相关知识·····	170	参考文献 ·····		184
16.3.1	基本概念·····	170			

第 1 章 概 述

1.1 计算机网络体系结构

计算机网络系统是由各种各样的计算机和终端设备通过通信线路连接起来的复杂系统。由于系统中的计算机类型、通信线路类型、连接方式、同步方式、通信方式等各不相同，给网络中各节点的通信带来诸多不便。要使这些不同的设备真正以协同方式进行通信是一件十分复杂的工作。要解决这个问题，将涉及到通信体系结构设计和各厂家共同遵守约定标准等问题，这也就是计算机网络体系结构和协议的问题。

1.1.1 协议的分层设计

1. 协议的定义和组成

协议就是通信双方进行信息交换时必须遵守的规则。网络协议就是网络中两个实体间控制数据通信的规定和约定的集合。网络协议有3个要素，它们分别是：语法（Syntax）——定义数据格式、编码和信号电平等；语义（Semantics）——用于协调和差错处理的控制信息；时序（Timing）——用于传输速率匹配和先后顺序处理。

为了减少协议设计的复杂性，大多数网络都按层或级的方式来组织，每一层都建立在它的下层之上。每一层的目的都是向它的上一层提供一定的服务，而把如何实现这一服务的细节对上一层加以屏蔽。不同的网络，其层的数量、各层的名字、内容和功能都不尽相同。

协议分层易于协议的设计、分析、实现和测试。一台机器上的第n层与另一台机器上的第n层进行对话。对话的规则就是第n层协议。图1-1说明了一个5层的协议。不同机器里包含对应层的实体叫对等进程。计算机网络中，正是对等进程利用协议进行通信。每一相邻层之间有一个接口（Interface），它定义了下层向上层提供的原语操作和服务。

网络通信功能的层次构成、各层的通信协议规范和相邻层的接口协议规范的集合模型被称为网络体系结构，即从功能的角度描述计算机网络的结构。网络体系结构仅仅定义了网络及其部件通过协议应完成的功能，不定义协议的实现细节和各层协议之间的接口关系。协议实现的细节和接口的描述都不是体系结构的内容，因为它们都隐藏在机器内部，对外部来说是不可见的。只要机器都能正确地使用全部协议，网络上所有机器的接口不必完全相同。

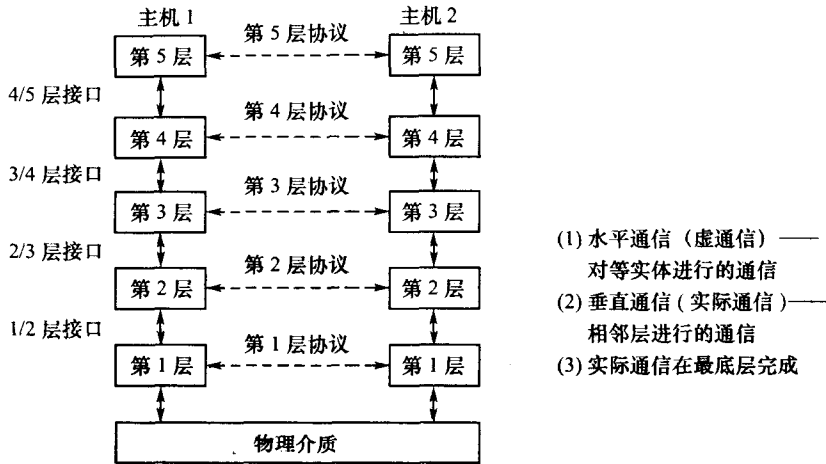


图 1-1 计算机网络分层协议

服务和协议是完全不同的概念。服务是各层向它的上层提供的一组原语（操作），未涉及这些操作是如何完成的。协议是定义同一层对等实体之间交换的帧、分组和报文的格式及意义的一组规则。只要不改变提供给用户的服务，实体可以任意改变它们的协议。这样，服务和协议就被完全分离开来。

同一系统中相邻两层的实体进行交互（即交换信息）的地方，称为服务访问点SAP（Service Access Point）。任何层间服务是在接口的SAP上进行的，每个SAP有唯一的识别地址，每个层间接口可以有多个SAP。

相邻两层的接口间交换的数据称接口数据单元 IDU（Interface Data Unit），它是通过 SAP 进行传送的层间信息单元。IDU 由上层的服务数据单元 SDU（Service Data Unit）和接口控制信息 ICI（Interface Control Information）组成。

对等层次上传输的数据单位，称为该层的协议数据单元PDU（Protocol Data Unit），第N层实体通过网络传送给它的对等实体的信息单元。PDU由上层的服务数据单元SDU或其分段和协议控制信息PCI（Protocol Control Information）组成。

2. 服务分类和服务原语

计算机网络中，服务分为基于连接的服务和无连接服务。

基于连接的服务是当使用服务传送数据时，首先建立连接，然后使用该连接传送数据。使用后，关闭连接。其特点是顺序性好。注意这里的连接并不意味可靠，可靠要通过确认、重传等机制来保证。

无连接服务是直接使用服务传送数据，每个包独立进行路由选择。其特点是顺序性差。

服务在形式上是由一组接口原语（或操作）来描述的，称为服务原语（primitives）。服务原语可分为4种类型：请求（Request）、指示（Indication）、响应（Response）和证实（Confirm）。

1.1.2 ISO OSI 参考模型

为了寻求多厂家间的国际合作，使从属于不同网络体系结构的网络产品能相互连接，

国际标准化组织（ISO）最终在1984年提出了开放式系统互连（OSI）的参考模型（Open System Interconnection Reference Model），它是关于如何把开放式系统（即为了与其他系统进行通信而相互开放的系统）连接起来的模型，常将它简称为OSI参考模型（OSI-RM）。OSI参考模型如图1-2所示。

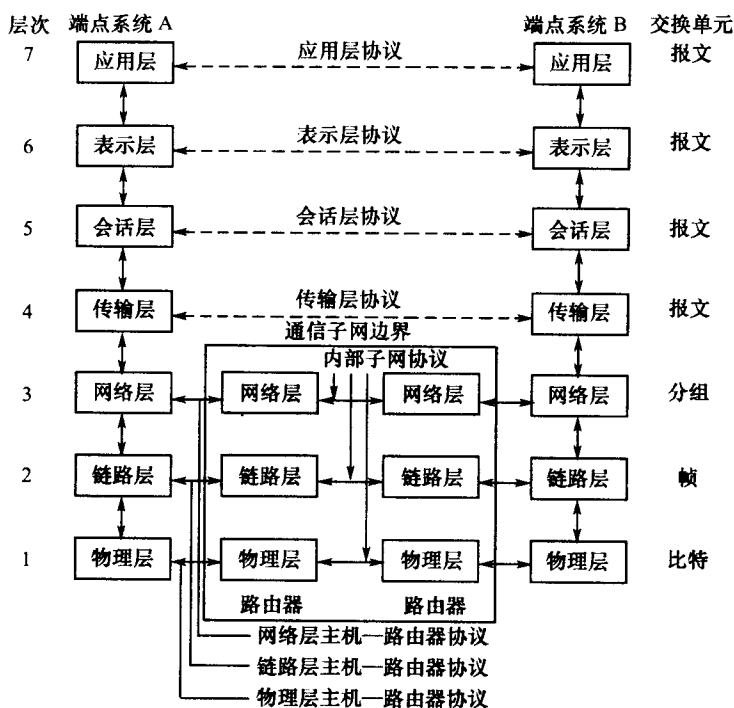


图 1-2 OSI 参考模型

OSI参考模型本身不是网络体系结构的全部内容，它并未确切地描述用于各层的协议和服务，它仅仅说明了每一层应该做什么。不过，OSI已经为各层制定了标准，但它们并不是参考模型的一部分，它们是作为单独的国际标准公布的。OSI参考模型组成如下。

(1) 物理层 (physical layer)。物理层的任务是在物理信道上传输原始比特流，为节点之间的比特传输提供机械、电子、功能和规程的手段，以便建立、维持及拆除物理链路。物理层规范定义了传输媒体、信令技术和编码模式，与传输媒体无关。

(2) 数据链路层 (data link layer)。数据链路层的主要任务是提供控制逻辑链路及传输数据单元而非原始比特的手段，使之对网络层呈现为一条无差错线路。该层要解决差错控制和流量控制问题，通常分为逻辑链路控制和媒体访问控制两个子层。

如果是广播式网络，在数据链路层还要处理共享信道访问的问题，它由数据链路层的一个特殊子层——介质访问子层来处理。

(3) 网络层 (network layer)。网络层负责将不同的子网互连成一个单一的具有惟一地址空间的虚拟网络。网络层协议的典型功能是中继和路由选择，使数据通过虚拟网络到达最终目的地。此外还包括拥塞控制和异种网络的互连问题。

在广播式网络中，由于选择路由问题很简单，因而网络层很弱，甚至不存在。

(4) 传输层 (transport layer)。传输层的基本功能是从会话层接收数据，并且在必要时把它分成较小的单元，传递给网络层，并确保达到对方的各段信息正确无误。传输层使会话层不受硬件技术变化的影响，同时要进行流量控制或是基于接收方可接收数据的快慢程度规定适当的发送速率。

(5) 会话层 (session layer)。会话层负责在网络中的两节点之间建立和维持通信，并允许不同机器上的用户建立会话关系。会话层有两个基本的功能：一是管理对话，使会话层允许信息同时双向传输，或任一时刻只能单向传输；二是会话服务的同步，使会话层在数据流中插入检查点，每次网络崩溃后，仅需要重传最后一个检查点以后的数据。

(6) 表示层 (presentation layer)。表示层以下的各层只关心可靠地传输比特流，而表示层关心的是所传输信息的语法和语义，保证应用程序间能相互通信，即使它们采用不同的数据表示。因此它负责提供通信期间所交换用户数据的公共语法，一个典型例子是对数据编码以便让采用不同表示方法的计算机之间能进行通信，交换中使用的数据结构可以用抽象的方式来定义，并且使用标准的编码方式。

(7) 应用层 (application layer)。应用层提供基本的面向用户的网络服务，包含大量人们普遍需要的协议。例如电子邮件的交换，或通过网络传送文件。

1.1.3 TCP/IP 参考模型

TCP/IP是20世纪70年代中期，美国国防部为其ARPANET广域网开发的网络体系结构和协议标准。到20世纪80年代它被确定为因特网的通信协议。TCP/IP虽不是国际标准，但它是为全世界广大用户和厂商接受的网络互连的事实标准。TCP/IP参考模型是将多个网络进行无缝连接的体系结构，其模型如图1-3所示。

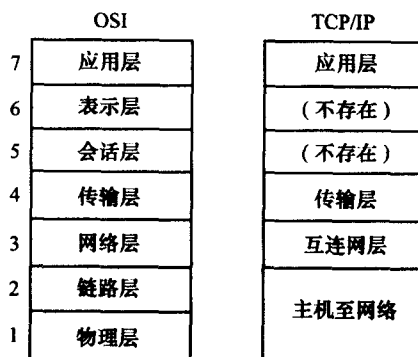


图 1-3 TCP/IP 参考模型

TCP/IP是一组通信协议的代名词，是由一系列协议组成的协议族。它本身指两个协议集：TCP为传输控制协议，IP为互连网络协议。TCP/IP参考模型组成如下。

(1) 互连网络层。互连网络层是整个体系结构的关键部分，对应于 OSI 参考模型的网络层，它提供了无连接的分组交换服务。它的主要功能是使主机可以把分组发往任何

网络并使分组独立地传向目标（可能经由不同的网络）。分组路由和避免阻塞是这层的主要工作。该层的协议包括 IP（网际协议）、ICMP（网际控制报文协议）、IGMP（网际组报文协议）以及 ARP（地址解析协议）。这些协议处理信息的路由以及主机地址解析。

（2）传输层。传输层的功能是使源端和目的端主机上的对等实体可以进行会话，大致对应于 OSI 参考模型的会话层和传输层，包括 TCP（传输控制协议）以及 UDP（用户数据报协议），这些协议负责流控制、错误校验和排序服务。所有的服务请求都使用这些协议。

传输控制协议 TCP（Transmission Control Protocol）是一个面向连接的协议，允许从一台机器发出的字节流无差错地发往互联网上的其他机器。同时 TCP 还要进行流量控制处理。

用户数据报协议 UDP（User Datagram Protocol）是一个不可靠的、无连接协议，用于不需要 TCP 的排序和流量控制能力而是由自己完成这些功能的应用程序。

（3）应用层。TCP/IP 参考模型没有会话层和表示层，传输层的上面是应用层。它包含所有的高层协议。如：虚拟终端协议（TELENET）、文件传输协议（FTP）和简单邮件传输协议（SMTP）、域名系统服务（DNS）、超文本传输协议（HTTP）、动态主机配置协议（DHCP）等。借助于这些协议，应用程序通过该层利用网络完成特定的功能。

（4）网络接口层。网络接口层大致对应于 OSI 参考模型的数据链路层和物理层。该层处理数据的格式化以及将数据传输到网络电缆。TCP/IP 参考模型没有真正描述这一部分，只是指出主机必须使用某种协议与网络连接，以便能在其上传递 IP 分组。这个协议未被定义，并且随主机和网络的不同而不同。

1.1.4 局域网络参考模型

在局域网中数据以帧为单位传输，一般不需要中间交换，其拓扑结构有总线形、星形和环形，故路径选择功能可大大简化，通常不设单独的网络层。IEEE（国际电气与电子工程师学会）802提出了局域网的参考模型（LAN-RM），如图1-4所示。

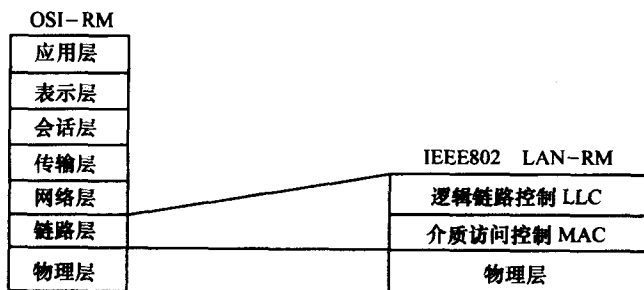


图 1-4 局域网的参考模型

由于局域网的种类繁多，其介质访问的方法也各不相同，为了使局域网中数据链路层不致过于复杂，LAN-RM 将其划分为两个子层，即介质访问控制（MAC）子层和逻辑

链路控制（LLC）子层。其中与访问各种传输介质有关的问题都放在MAC子层，当介质访问方法改变时，不会影响其他较高层协议。数据链路层中与介质访问无关的部分都集中在LLC子层。

IEEE 802介质访问控制层包括实现下列功能的协议：逻辑拓扑结构、对传输介质的访问、帧格式定义、节点地址、可靠性或帧检查序列等。

IEEE 802逻辑链路控制层包括实现下列功能的协议：管理数据链路通信、链路寻址、定义服务访问点（SAPS）、时序等。

而IEEE 802物理层包括实现下列功能的协议：物理拓扑结构、电缆和连接器类型、传输速率、信号编码、同步等。

1.2 计算机网络原理实验模型设计

1.2.1 计算机网络原理实验物理模型

本教材中的网络原理实验所使用的网络，其物理连接是通过PC的串行口（COM1和COM2）采用空Modem的方法连接而形成一个简单的物理网络，如图1-5（a）所示。也可以将一台PC的两个串行口直接相连，以便在单机上进行实验，如图1-5（b）所示。

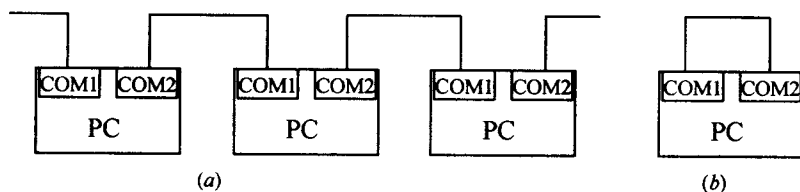


图 1-5 网络原理实验物理连接方法

1.2.2 协议实现的方法

为便于对网络原理中协议设计及实现的理解，本教材中的协议是采用面向对象的方法实现的，开发工具是 Borland 的 C++ Builder 6。由于实际的各层协议是非常复杂的，为了便于实验以便理解各层协议的功能及实现的基本方法，将各层协议功能进行了简化。因此实验中实现的协议是另行设计的自定义协议，与各种标准协议相比，在功能上要简单得多。

实验中的协议实现是从网络实体对象 TNetEntity 开始设计，并通过继承关系实现的。协议中涉及的主要对象及其关系如图 1-6 所示，它们分别位于物理层、数据链路层和网络层，在网络层之上实现了文件传输功能，相应的实体对象是 TFTPClient 和 TFTPServer。

网络中相邻层间相互通信的实现方法有两种。一种称为进程/协议模型，每个协议由一个独立的进程实现，当一条消息向协议栈的上方或下方移动时，它被从一个进程/协议传送到另一个进程/协议，即协议 n 的进程处理这个消息，然后把它传送给协议 $n-1$ ，依次类推。

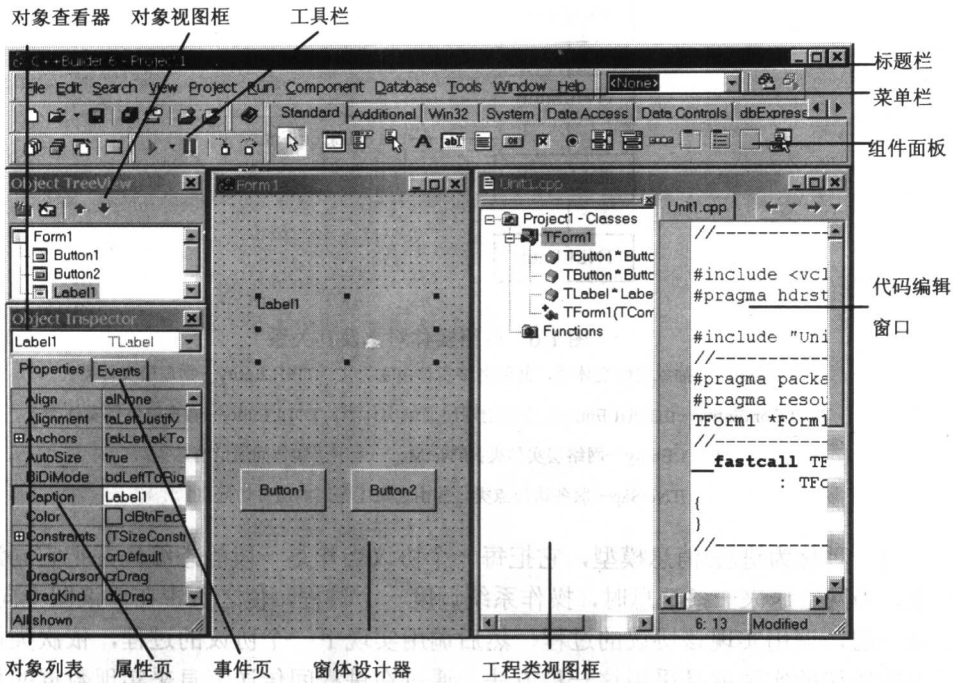


图 1-7 C++Builder 6 的 IDE 主界面

每个窗体都有一个唯一的名称，默认为Form1，以后再添加新建窗体时其默认名称分别为Form2、Form3等。一个应用程序至少应该包含一个窗体，用户使用应用程序时正是通过窗体来与程序进行交互的。

(3) 组件面板。组件面板上陈列的是构成各种Windows应用程序的组件（双称控件），它们分门别类地分布在各种组件选项卡上。常用的组件选项卡有以下几个。

标准（Standard）组件选项卡上的组件是构成Windows应用程序窗口最常用的标准元素，主要有：主菜单（MainMenu）、标签（Label）、命令按钮（Button）、单选按钮（RadioButton）、复选框（CheckBox）、列表框（ListBox）、下拉式列表框（ComboBox）等。

附加（Additional）组件选项卡上的组件是Windows应用程序常用的专门控制元素，主要有：位图按钮（BitBtn）、加速按钮（SpeedButton）、字符串网格（StringGrid）、数据网格（DrawGrid）、图片框（Image）、控制栏（ControlBar）等。

Win32组件选项卡上的组件是32位Windows应用程序的常用元素，它们具有32位应用程序的新特征，该选项卡包括：图片列表（ImageList）、多文本编辑器（RichEdit）、列表视图框(ListView)、树状目录视图框(TreeView)、工具栏(ToolBar)和状态栏(StatusBar)等。

Data Access和Data Control组件选项卡上的组件是用来设计数据库应用程序的。其中Data Access组件选项卡上的组件是数据库应用程序用来与数据库建立连接的，它们也称为数据访问组件。而Data Control组件选项卡上的组件是用来与用户交互的，它们也称为数据绑定组件。主要有：表（Table）、查询（Query）、数据源（DataSource）、数据表