



普通高等学校职业教育教改示范教材

计算机网络基础与实训

李真 李辉 孙宁青 编著 蒋旻 主审



中国轻工业出版社

普通高等学校职业教育教改示范教材

计算机网络基础与实训

李 真 李 辉 孙宁青 编著
蒋 旻 主审



372173

广西工学院鹿山学院图书馆



d372173



中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机网络基础与实训/李真, 李辉, 孙宁青编著.

北京: 中国轻工业出版社, 2005.6

普通高等学校职业教育教改示范教材

ISBN 7-5019-4851-8

I. 计… II. ①李…②李…③孙… III. 计算机网络-

高等学校: 技术学校-教材 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 029238 号

著者: 李真 李辉 孙宁青
审主: 曼 莉



责任编辑: 王 淳

策划编辑: 王 淳

责任终审: 孟寿萱

封面设计: 邱亦刚

版式设计: 丁 夕 马金路

责任校对: 李 靖

责任监印: 胡 兵

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 三河艺苑印刷厂

经 销: 各地新华书店

版 次: 2005 年 6 月第 1 版 2005 年 6 月第 1 次印刷

开 本: 787×1092 1/16 印张: 14.5

字 数: 336 千字

书 号: ISBN 7-5019-4851-8/TP·074 定价: 24.00 元

读者服务部邮购热线电话: 010-65241695 85111729 传真: 85111730

发行电话: 010-65141375 65128898

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社读者服务部联系调换

40569J4X101ZBW

前 言

根据教育部组织制定的《高职高专教育专门课课程基本要求》和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》，以及在《新世纪高职高专教育人才培养模式和内容体系改革与建设项目计划》等基本精神指导下，通过教学实践，我们编写了此教材。

为适应两年制普通高等学校职业技术教育的需要，根据高职高专学生的特点和工作岗位的需求，以培养动手能力强、高等技术应用型专门人才为目标，满足社会对网络专业人才的广泛需求，使计算机专业以及其他专业的学生尽快掌握计算机网络的理论和实践知识，我们编写了这本《计算机网络基础与实训》。该书从计算机网络的理论知识和实际应用出发，包括 TCP/IP 协议原理、网络硬件、局域网组网、网络管理、网络安全等较为全面的知识。通过本课程的学习，使学生能够掌握局域网的原理、TCP/IP 协议、网络管理及安全等必备的基础理论，掌握网络的规划组建、接入技术、硬件安装配置等实践动手知识，并具备一定的分析及处理网络故障、网络管理以及网络安全设置的能力。

本书的特点是理论知识简洁精要，在基本理论的基础上突出实践。每一部分的理论知识均与上机实验配套，使学生在动手实践的过程中，不但巩固了理论知识，而且进行了充分的实践技能训练。

全书共分为 11 章，各主要章节都给出了针对本章内容的实际技能训练以及相应的练习题，并在最后一章详细列出了本书中主要实验实训的实验指导书。

本书第一章是计算机网络概述，对计算机网络的基本概念、功能、体系结构、协议、拓扑结构等知识进行了阐述，并介绍了目前常用的对等网和客户机/服务器网的知识。

第二章是局域网标准，介绍局域网 IEEE802 标准的三个主要部分：802.3、802.4、802.5，并详细讲解其相关理论知识。

第三至五章主要是讲解 TCP/IP 的原理，包括网络互联的知识、IP 协议、ARP 协议、ICMP 协议，传输层的 TCP、UDP 协议，以及应用层的 DNS、FTP、Telnet、HTTP 协议等，并配有相应的实际技能训练和练习题来理解和巩固这些基本理论知识。

第六章介绍了计算机网络中常用的网络硬件设备，如各种线缆、网卡、集线器、交换机、路由器的使用及配置，最后对现在流行的结构化布线系统做了介绍。

第七和八章讲解了计算机网络的一些实践知识，包括 Windows 2000 Server 组网、Internet 常见服务 WWW、FTP、DNS 服务的设置，接入技术等，并介绍了中小型办公局域网规划与组建和网吧的规划、组建和管理。

第九章是网络管理的内容，介绍了网络管理的概念、功能，网络管理软件等，并对于网络管理中如何进行网络故障检测和排除做了详细讲解。

第十章是网络安全，介绍了网络安全的概念，并针对网络安全存在的缺陷和威胁给出了保障网络安全的具体措施，然后着重对防火墙和计算机病毒做了详细的阐述。

第十一章是实验实训，对于全书中的一些重点实验给出了实验指导书，在实验指导书中详细说明了各实验的实验目的、实验内容要求、实验方法和步骤等。

本教材可作为高等工科院校计算机及其他专业的计算机网络教材，也可作为高职高专教

育、成人教育的相关课程教材，还可以供计算机行业的工程技术人员用作参考书或培训教材。

参加编写的有：李真（第一、二、三、四、五、九、十章），李辉（第一、七、八、十一章），孙宁青（第六章）。蒋旻主审。在本书编写前期和编写过程中，楚文波、常新宇、金海月、许亮、张冬青、李灵佳、吕众、刘桂敏、诸葛晓舟等老师根据自己教学实践经验，为此书提出许多具体编写方案和改写意见，在此表示感谢。

限于编者知识水平，加之编写时间仓促，书中不妥之处，敬请读者批评指正。此外在本书的编写过程中参阅了多种同类教材和著作，特向其编、著者致谢。

编者

本书共分11章，主要介绍网络基础知识、局域网、广域网、网络互连、网络管理、网络安全、网络应用、网络协议、网络标准、网络发展、网络未来。本书可作为高等院校计算机专业及相关专业的教材，也可作为从事网络工作的工程技术人员参考。

本书共分11章，主要介绍网络基础知识、局域网、广域网、网络互连、网络管理、网络安全、网络应用、网络协议、网络标准、网络发展、网络未来。

本书共分11章，主要介绍网络基础知识、局域网、广域网、网络互连、网络管理、网络安全、网络应用、网络协议、网络标准、网络发展、网络未来。

本书共分11章，主要介绍网络基础知识、局域网、广域网、网络互连、网络管理、网络安全、网络应用、网络协议、网络标准、网络发展、网络未来。

本书共分11章，主要介绍网络基础知识、局域网、广域网、网络互连、网络管理、网络安全、网络应用、网络协议、网络标准、网络发展、网络未来。

本书共分11章，主要介绍网络基础知识、局域网、广域网、网络互连、网络管理、网络安全、网络应用、网络协议、网络标准、网络发展、网络未来。

本书共分11章，主要介绍网络基础知识、局域网、广域网、网络互连、网络管理、网络安全、网络应用、网络协议、网络标准、网络发展、网络未来。

本书共分11章，主要介绍网络基础知识、局域网、广域网、网络互连、网络管理、网络安全、网络应用、网络协议、网络标准、网络发展、网络未来。

本书共分11章，主要介绍网络基础知识、局域网、广域网、网络互连、网络管理、网络安全、网络应用、网络协议、网络标准、网络发展、网络未来。

本书共分11章，主要介绍网络基础知识、局域网、广域网、网络互连、网络管理、网络安全、网络应用、网络协议、网络标准、网络发展、网络未来。

本书共分11章，主要介绍网络基础知识、局域网、广域网、网络互连、网络管理、网络安全、网络应用、网络协议、网络标准、网络发展、网络未来。

本书共分11章，主要介绍网络基础知识、局域网、广域网、网络互连、网络管理、网络安全、网络应用、网络协议、网络标准、网络发展、网络未来。

本书共分11章，主要介绍网络基础知识、局域网、广域网、网络互连、网络管理、网络安全、网络应用、网络协议、网络标准、网络发展、网络未来。

本书共分11章，主要介绍网络基础知识、局域网、广域网、网络互连、网络管理、网络安全、网络应用、网络协议、网络标准、网络发展、网络未来。

本书共分11章，主要介绍网络基础知识、局域网、广域网、网络互连、网络管理、网络安全、网络应用、网络协议、网络标准、网络发展、网络未来。

本书共分11章，主要介绍网络基础知识、局域网、广域网、网络互连、网络管理、网络安全、网络应用、网络协议、网络标准、网络发展、网络未来。

本书共分11章，主要介绍网络基础知识、局域网、广域网、网络互连、网络管理、网络安全、网络应用、网络协议、网络标准、网络发展、网络未来。

本书共分11章，主要介绍网络基础知识、局域网、广域网、网络互连、网络管理、网络安全、网络应用、网络协议、网络标准、网络发展、网络未来。

本书共分11章，主要介绍网络基础知识、局域网、广域网、网络互连、网络管理、网络安全、网络应用、网络协议、网络标准、网络发展、网络未来。

本书共分11章，主要介绍网络基础知识、局域网、广域网、网络互连、网络管理、网络安全、网络应用、网络协议、网络标准、网络发展、网络未来。

本书共分11章，主要介绍网络基础知识、局域网、广域网、网络互连、网络管理、网络安全、网络应用、网络协议、网络标准、网络发展、网络未来。

本书共分11章，主要介绍网络基础知识、局域网、广域网、网络互连、网络管理、网络安全、网络应用、网络协议、网络标准、网络发展、网络未来。

目 录

第 1 章 计算机网络概述	1
1.1 计算机网络概念	1
1.1.1 计算机网络的定义	1
1.1.2 计算机网络的功能	2
1.1.3 计算机网络的分类	2
1.2 网络体系结构	3
1.2.1 层次化的体系结构	3
1.2.2 开放系统互联参考模型	5
1.2.3 TCP/IP 网络模型	7
1.3 计算机网络协议	8
1.3.1 网络协议的功能	8
1.3.2 网络协议的应用	9
1.3.3 三个常用网络协议	9
1.4 网络操作系统概述	10
1.4.1 网络操作系统的功能	10
1.4.2 网络操作系统的特征	10
1.4.3 网络操作系统的选择	11
1.5 计算机网络拓扑结构	12
1.5.1 计算机网络拓扑的定义	12
1.5.2 计算机网络拓扑结构的分类	12
1.6 对等网、客户机/服务器网	15
1.6.1 对等网	15
1.6.2 客户机/服务器网	15
【实际技能训练】	16
【练习题】	16
第 2 章 局域网标准	18
2.1 局域网的 IEEE802 标准简介	18
2.2 以太网: IEEE802.3 标准	18
2.2.1 线缆类型	19
2.2.2 帧格式	20
2.2.3 特点	20
2.3 令牌环: IEEE802.5 标准	21
2.4 令牌总线: IEEE802.4 标准	22
【练习题】	23
第 3 章 网络互联	24

3.1	概述	24
3.1.1	面向连接的服务	24
3.1.2	面向无连接的服务	24
3.2	IP 地址	25
3.2.1	IP 编址	25
3.2.2	IP 地址分类	26
3.2.3	点分十进制表示法	27
3.2.4	特殊 IP 地址	28
3.2.5	子网编址	28
3.2.6	子网规划举例	30
3.2.7	ipconfig 命令	31
3.3	ARP 协议	33
3.3.1	ARP 的功能	33
3.3.2	ARP 的原理	33
3.3.3	RARP	36
3.3.4	ARP 命令	36
3.4	IP 数据报	37
3.4.1	IP 数据报的格式	37
3.4.2	封装、MTU、分片与重组	38
3.5	路由选择	41
3.5.1	路由概述	41
3.5.2	静态路由	43
3.5.3	动态路由	45
3.5.4	路由选择协议	45
3.5.5	netstat 命令	49
3.6	ICMP 协议	50
3.6.1	ICMP 的作用	50
3.6.2	ICMP 报文格式	51
3.6.3	ICMP 报文传送	53
3.6.4	ping 程序	54
3.6.5	tracert 命令	55
	【实际技能训练】	57
	【练习题】	57
第 4 章	传输层	58
4.1	传输层概述	58
4.1.1	提供的服务	58
4.1.2	端口的概念	58
4.2	TCP 传输控制协议	59
4.2.1	TCP 提供的服务	59
4.2.2	TCP 数据报格式	59

4.2.3	TCP 连接和释放	61
4.2.4	TCP 提供的服务	62
4.3	UDP 用户数据报协议	64
4.3.1	UDP 提供的服务	64
4.3.2	UDP 数据报格式	64
	【实际技能训练】	65
	【练习题】	65
第 5 章 应用层		66
5.1	DNS 协议	66
5.1.1	域名	66
5.1.2	nslookup 命令	70
5.2	FTP 协议	71
5.2.1	FTP 连接	71
5.2.2	匿名 FTP 访问	72
5.3	Telnet 协议	74
5.3.1	Telnet 的使用	75
5.3.2	Telnet 命令	75
5.4	HTTP 协议	76
5.4.1	HTTP 通讯过程	76
5.4.2	HTML 语言	79
5.4.3	WWW 服务器和浏览器	84
	【实际技能训练】	85
	【练习题】	86
第 6 章 网络硬件设备		87
6.1	双绞线	87
6.1.1	双绞线的类别	87
6.1.2	双绞线的连接方式	89
6.1.3	双绞线连接线的制作	90
6.1.4	双绞线的识别和选择	91
6.1.5	RJ-45 连接器的识别和选择	93
6.1.6	双绞线制作工具的选择	93
6.2	光纤	93
6.2.1	光纤的通信原理	94
6.2.2	光纤的分类和特点	94
6.2.3	光纤在网络中的应用	95
6.3	网卡	95
6.3.1	网卡的类型及其特点	95
6.3.2	网卡的中断值及查看方法	97
6.3.3	网卡的 I/O 端口地址及查看方法	98
6.3.4	网卡的内存	100

6.3.5	使用网卡时应注意的问题	100
6.3.6	网卡的安装和参数设置	101
6.3.7	网卡的优化配置	102
6.3.8	网卡的识别和选择	104
6.4	集线器	106
6.4.1	集线器的特点	106
6.4.2	集线器的分类	107
6.4.3	局域网集线器选择	108
6.5	交换机	109
6.5.1	集线器与交换机的区别	110
6.5.2	交换机的相关技术及其特点	111
6.5.3	交换机与交换式局域网	111
6.5.4	局域网交换机的选择	112
6.6	路由器	112
6.6.1	路由器的性能和特点	112
6.6.2	路由器的主要功能	113
6.6.3	路由器的分类及其特点	114
6.6.4	路由器与交换机的区别	114
6.6.5	路由器的优缺点	115
6.6.6	路由器的选择	115
6.7	网络布线	116
6.7.1	结构化布线系统的特点	116
6.7.2	结构化布线系统优势	117
6.7.3	布线系统构成	117
	【实际技能训练】	119
	【练习题】	119
第7章	Windows 2000 Server 组网	120
7.1	Windows 2000 Server 的新功能和新特点	120
7.2	安装、设置及活动目录的应用和管理	121
7.2.1	安装 Windows 2000 Server	121
7.2.2	活动目录 (active directory) 的安装	125
7.2.3	活动目录 (active directory) 的应用和管理	129
7.2.4	共享文件夹的建立及管理	137
7.3	客户端接入 Windows 2000 Server 服务器的方式	143
7.3.1	Windows 95/98/Me 客户端接入方式	143
7.3.2	Windows 2000 客户端接入方式	144
7.3.3	Windows XP 客户端接入方式	146
7.4	客户机登录服务器过程	147
7.5	在客户机上远程操作和管理活动目录	147
	【实际技能训练】	148
	【练习题】	149

第 8 章 Internet 接入技术	150
8.1 Internet 及其常见服务	150
8.2 WWW 服务的实现	151
8.2.1 在服务器上绑定多个 IP 地址	151
8.2.2 设计网站	152
8.2.3 “默认 Web 站点”的设置及访问	152
8.2.4 新建一个 Web 站点及访问	155
8.2.5 “管理 Web 站点”的设置及访问	156
8.3 FTP 服务的实现	159
8.3.1 “默认 FTP 站点”的设置	159
8.3.2 “默认 FTP 站点”的测试	161
8.4 DNS 服务的实现	162
8.4.1 DNS 的设置	162
8.4.2 DNS 设置后的验证	166
8.5 局域网与因特网的连接	166
8.5.1 常用因特网接入技术	166
8.5.2 Modem、ISDN 和 ADSL 接入的比较	167
8.5.3 其他接入方式	168
8.6 中小型办公局域网规划与组建	169
8.6.1 中小型办公局域网的结构选型	169
8.6.2 中小型办公局域网的硬件安装和设置	171
8.7 网吧的规划、组建和管理	172
8.7.1 网吧的结构选型	173
8.7.2 网吧的硬件选购和成本核算	175
8.7.3 网吧对等网的规划和组建	177
【实际技能训练】	178
【练习题】	178
第 9 章 网络管理	180
9.1 网络管理概述	180
9.1.1 网络管理的基本概念	180
9.1.2 网络管理的功能	180
9.1.3 网络管理员的职责	182
9.2 网络管理软件	182
9.2.1 SNMP 协议介绍	182
9.2.2 SNMP 网络管理结构	183
9.2.3 常用网络管理软件	183
9.3 网络故障检测与排除	184
9.3.1 故障检测	184
9.3.2 故障排除	185
9.3.3 网络测试工具	186
9.3.4 检测和排除网络故障实例	189
【实际技能训练】	193

001 【练习题】	193
第 10 章 网络安全	194
10.1 计算机网络安全概述	194
10.1.1 网络安全的概念	194
10.1.2 网络的缺陷	195
10.1.3 网络安全的威胁	196
10.1.4 网络安全措施	199
10.2 防火墙	203
10.2.1 防火墙的基本概念	203
10.2.2 防火墙的功能	203
10.2.3 防火墙的基本类型	204
10.3 计算机病毒	205
10.3.1 计算机病毒概述	205
10.3.2 计算机病毒的种类	206
10.3.3 计算机病毒防范技术	207
【实际技能训练】	209
【练习题】	209
第 11 章 实验实训	210
11.1 实验一 对等网的组建	210
11.1.1 实验目的	210
11.1.2 实验内容和要求	210
11.1.3 实验工具与方法	210
11.1.4 实验步骤	210
11.1.5 实验报告要求	212
11.1.6 回答问题	212
11.2 实验二 Windows 2000 Server 的安装与设置	212
11.2.1 实验目的	212
11.2.2 实验内容和步骤	212
11.2.3 实验报告要求	213
11.3 实验三 IIS 服务器的设置	213
11.3.1 实验目的	213
11.3.2 实验内容和步骤	214
11.3.3 实验报告要求	214
11.4 实验四 ADSL 共享接入 Internet	215
11.4.1 实验目的	215
11.4.2 实验内容和步骤	215
11.4.3 实验报告要求	215
11.5 实验五 设置本地和网络打印机	215
11.5.1 实验目的	215
11.5.2 内容和步骤	216
11.5.3 实验报告要求	220
参考文献	222

第 1 章 计算机网络概述

近年来，计算机网络得到了飞速的发展，虽然网络走进现代人生活还不足 10 年的时间，但已与人们的生活紧密相连。网络被用于许多行业，如工业、商业、军事、教育等，同时，扮演着越来越重要的角色。一旦网络不能正常运行，人们正常的工作、生活、学习都会受到影响。

1.1 计算机网络概念

1.1.1 计算机网络的定义

关于计算机网络的定义，对于其不同的发展阶段有不同的认识。通常认为，计算机和通信的结合，产生了计算机网络。这指明了组成计算机网络的两个必不可少的因素：计算机和通信。

利用通信设备和线路将独立的计算机连接起来，并能实现计算机之间资源共享和通信的系统，称为计算机网络。

从计算机网络的定义可知，计算机网络从结构上分成两大部分，一是用来连接分布在各地的计算机并使之能够相互通信的通信子网；另一部分是用来共享资源的独立计算机，即资源子网。如图 1-1 所示。

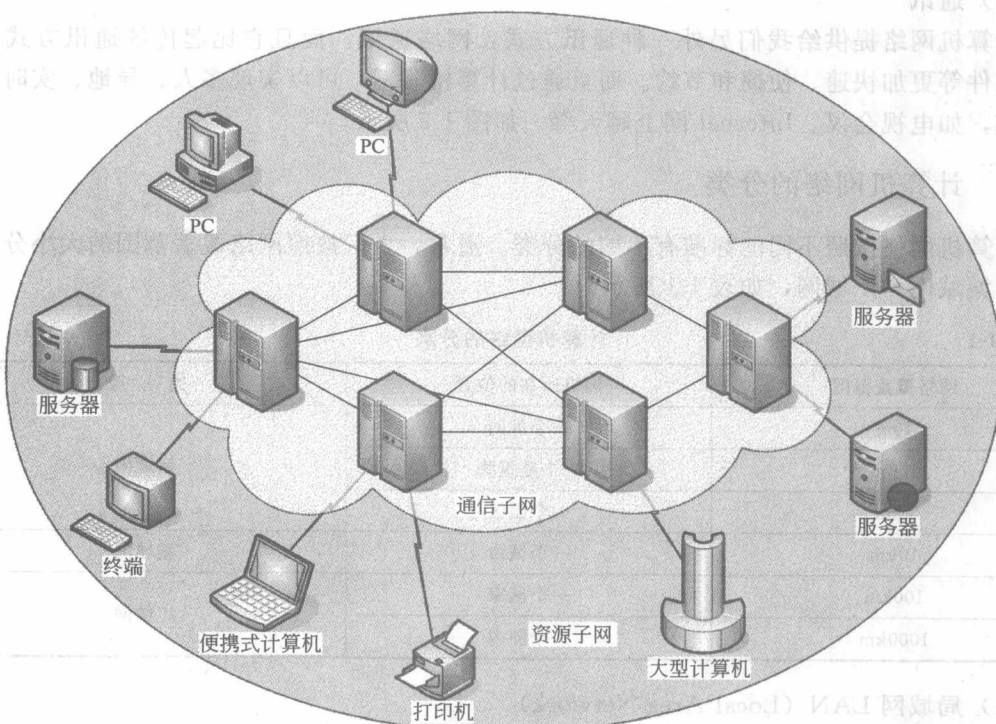


图 1-1 计算机网络结构

资源子网是计算机网络中面向用户的部分，负责数据处理、向网络用户提供网络资源和服务等。资源子网包括计算机、终端、通信控制设备、联网外设和各种软件资源等。

所谓通信子网就是计算机网络中负责整个网络数据转发、通信的部分。通信子网包括通信控制处理机、通信线路和其他通信设备。

1.1.2 计算机网络的功能

随着 Internet 的广泛应用，人们接触网络的机会越来越多，尽管人们使用网络的许多应用，如聊天、E-mail、软件下载、打印机共享等，但归纳起来，都是计算机的两大基本功能：资源共享和通讯。

(1) 资源共享

资源共享可分为两类：共享硬件资源和共享数据资源。

对于任何组织而言，共享硬件设备都会节省开销。比如，与其为 20 位雇员每人都购买打印机，不如只购一台，让这 20 位雇员通过网络共享这台设备。

数据是计算机系统的宝贵资源，在计算机未联网时，存在于各台计算机上的数据，只能用移动存储器进行拷贝，达到共享的目的。如用磁盘拷贝进行数据共享，一次只能存储小于软盘容量大小的文件，当需要传递的数据量很大时，这种方式既费时又不可靠。而文件或数据的各个版本分散在不同的计算机上，当对某台计算机上的文件或数据进行更新后，其他人无法了解它的变化，因此就无法实现真正的数据共享。而网络可以帮助确保信息的一致性和减小数据冗余。同样的数据在联网的计算机系统中只存储一份，任何人任何时间对这些数据的更新，都导致相关数据的更新，而系统中的所有用户同时都可以引用更新后的数据。

(2) 通讯

计算机网络提供给我们另外一种通讯方式：网络通讯。而且它比起传统通讯方式如电话、信件等更加快速、便捷和节约。而且通过计算机联网，可以实现多人、异地、实时的信息交流，如电视会议、Internet 网上聊天等。如图 1-2 所示。

1.1.3 计算机网络的分类

计算机网络按照不同的标准有不同的分类。通常，人们按照网络覆盖范围的大小分为局域网、城域网和广域网，如表 1-1 所示。

表 1-1 计算机网络的分类

网络覆盖范围	网络所在的位置	类 型
10m	一个房间	局域网
100m	一个建筑物	
1km	一个园区	
10km	一个城市	城域网
100km	一个国家	广域网
1000km	一个洲内	

(1) 局域网 LAN (Local Area Network)

局域网是处在同一建筑物、同一大学或方圆几公里内的专用网络。它常被用于连接公司办公室或工厂里的个人计算机和 workstation，以便共享资源和相互通讯。局域网技术发展迅速，



图 1-2 网络通讯

应用广泛，是计算机网络中最活跃的技术之一。

(2) 城域网 MAN (Metropolitan Area Network)

城域网能覆盖几十公里范围内的公司、学校或一个城市，用来实现大量用户之间的数据、音频、视频等信息的传输。

(3) 广域网 WAN (Wide Area Network)

广域网覆盖的范围从几十公里到几千公里，通常包含一个国家或一个洲。它可以利用公用网络（如公用电话网、数据网、卫星通信网等）组建，将分布在不同地区的计算机连接起来，使其能够通过计算机网络进行资源共享和通讯。

另外，两个或多个网络的连接被称为互联网，如在世界范围内的 Internet 就属于互联网。

1.2 网络体系结构

1.2.1 层次化的体系结构

随着计算机网络技术的不断发展，计算机网络的规模越来越大，各种应用不断增加，网络也因此变得越来越复杂。面对日益复杂的网络系统，必须采用结构化的方法来描述网络系统组织、结构的功能，才能够很好地研究、设计和实现网络系统。网络系统的结构化方法，是将网络系统的功能分解为多个子功能。相应地协议也分为若干层，每层实现一个功能。

为了更好地理解分层的意思，举一个现实生活中的例子来说明。

假设甲公司的王经理，要和乙公司的张经理通过寄信的方式洽谈一项合作，具体做法是：甲公司的王经理把信写好后交给他的秘书，然后秘书将信盖章，封入信封并投入信箱，然后，这封信就作为信件从邮局发送到了乙公司，乙公司的秘书检查、核对并标上接收日期送到乙公司的张经理手中。

甲、乙公司经理洽谈一事与计算机网络通信系统的工作过程十分类似，在计算机通信中，涉及以下几个基本概念。

(1) 协议 (Protocol)

协议是一种通信约定。

例如在甲、乙公司经理洽谈一事中，写信的格式、信封的标准和书写格式、信件封装以及信件封面的规定等就是通信约定。因此，在计算机网络通信过程中，为了保证计算机之间能够准确地进行数据通信，也必须制定一套通信规则，这套规则就是通信协议。

(2) 层次 (Layer)

分层是人们对复杂问题的一种基本处理方法。

当人们遇到一个复杂问题的时候，通常习惯将其分解为若干个小问题，再一一进行处理。在上面的例子中，甲、乙公司经理洽谈一事至少可以分为三个层次：最高层次为经理层，甲公司的王经理和乙公司的张经理了解他们所商谈的事情；下面一层是秘书层，这一层不必了解商谈内容，只负责装、拆信封和编号，如果王经理和张经理所用的语言不同，还负责进行翻译；最低一层是邮政层，邮局负责将信件从发送地送到接收地，这一层完全不管信件的性质、所用语言以及信件的内容。

这样分层的好处是，每一层实现一种相对独立的功能，将复杂的问题分解为若干较易处理的小问题。在我们的现实世界中，这种做法司空见惯，只不过叫分工合作罢了。计算机系统之间的通信与以上寄信过程当然有很大的差别，但其分层的含意却是一致的。

计算机网络的体系结构是将复杂问题进行“分而治之”，采取模块化的处理方法。“分层”处理方法可以大大降低问题的处理难度，是网络中各种模型分层的主要原因。

分层是计算机网络系统的一个重要概念。由于通信功能是分层实现的，因而进行通信的两个系统就必须具有相同的层次结构。两个不同的系统上的相同层称为同等层或对等层。通信在对等层上实体之间进行，双方实现第 N 层功能所遵循的共同规则，称为第 N 层协议。我们将计算机网络的各层及其协议的集合，称为网络的体系结构。也就是说，计算机网络的体系结构是计算机网络及其部件所应完成的功能的精确定义。

(3) 接口 (Interface)

接口就是同一节点内，相邻层之间交换信息的连接之点。

例如在寄信过程中，双方公司的秘书和两地邮局之间，都是双方所规定好的“接口”。由此可知，同一节点内的各相邻层之间都应有明确的接口，高层通过接口向低层提出服务请求，低层通过接口向高层提供服务。

(4) 网络体系结构 (Network Architecture)

一个功能完备的计算机网络系统，需要使用一整套复杂的协议集。如前所述，对于复杂系统来说，其组织方式最好采用层次性模型结构。因此，将网络层次性结构模型与各层次协议的集合定义为计算机网络体系结构。

为了方便，人们把网络通信的复杂过程抽象成一种层次结构模式。网络的层次体系结构

模型，包含了两个方面的内容。首先，将网络功能分解为许多层次，在每一个功能层次中，通信双方共同遵守许多约定和规程，这些约定和规程称为同层协议（简称为协议）；然后，层次之间逐层过渡，上一层向下一层提出服务要求，下一层完成上一层提出的要求。

上一层必须做好进入下一层次的准备工作，这种两个相邻层次之间要完成的过渡条件，是由接口协议（简称接口）来完成的。接口可以是硬件，当然也可以采用软件实现，例如数据格式的变换、地址的映射等。

总之，计算机网络体系结构描述了网络系统的各个部分应完成的功能，各部分之间的关系，以及它们是怎样联系到一起的。简单地说，网络体系结构是指整个网络的逻辑上的构造和功能分配。

网络体系结构划分的基本原则是：把应用程序和网络通信管理程序分开；同时又按照信息在网络中传输的过程，将通信管理程序分为若干个模块；把原来专用的通信接口转变为公用的标准化的通信接口。

将网络体系结构层次化的优点如下：

① 各层之间相互独立。这样，某一高层只需知道如何通过接口（界面）向下一层提出服务请求，并使用下层提供的服务，并不需要了解下层执行时的细节。

② 结构上独立分割。由于各层独立划分，因此，每层都可以选择最合适的实现技术。

③ 灵活性好。如果某一层发生变化，只要接口条件不变、则以上各层和以下各层的工作均不受影响，这样，有利于技术进步和模型的修改。例如当某一层的服务不再需要时，可以取消这层提供的服务。

④ 易于实现和维护。由于整个系统被划分为多个容易实现和维护的小部分，因此，使得整个庞大而复杂的系统变得容易实现、管理和维护。降低了网络系统运行、维护的成本，提高了网络的性能。

⑤ 有益于标准化的实现。由于每一层都有明确的定义，即功能和所提供的服务都很确切，因此，十分利于标准化的实施。

1.2.2 开放系统互联参考模型

国际标准化组织在 1984 年 10 月 15 日公布了网络体系结构的标准——开放系统互联（Open Systems Interconnection），即 OSI 标准。

OSI 标准按照以下规则将网络系统分层：

① 结构的层数要合理。层次不能太多，以免造成系统结构的繁杂；结构的层次也不能太少，否则会使每层协议过于复杂。

② 要区分不同类型的功能群时，应设置一个层次。每一层只与它相邻的上、下层发生关系，且层与层边界的选取应使通过边界的信息尽可能少。

③ 每层功能应非常明确。

依据这些原则，经反复研究讨论，OSI 参考模型采用了 7 层次的体系结构。虽然完全遵循 OSI 的网络产品还没有成为网络市场的标准，但 OSI 向人们提供一个概念上和功能上的框架。

OSI 的 7 层参考模型如图 1-3 所示。

在图 1-3 中，各层的主要功能如下。



图 1-3 OSI 参考模型

(1) 物理层 (Physical Layer)

物理层提供计算机操作系统和网络线之间的物理连接，它规定电缆引线的分配、线上的电压值等。这一层关注的问题大都是机械接口、电气接口、过程接口以及物理层以下的物理传输介质。在这一层的数据单位是比特 (bit)。

(2) 数据链路层 (Data Link Layer)

数据链路层完成传送数据的打包和拆包的工作。它把上一层传来的数据按照一定的格式分割，这个工作称之为数据帧，然后将帧顺序送出，等待并处理由接收端送回的应答帧。因为传输线路上有大量的噪声，所以传输的数据帧有可能被破坏。数据链路层主要解决数据帧的破坏、遗失和重复发送接收等问题，这样数据链路层就把一条可能出错的链路，转变成让网络层看起来好像是一条不出差错的理想链路。这一层的数据单位是帧。

(3) 网络层 (Network Layer)

网络层主要完成数据在网络中的路由选择。计算机网络通信的两台计算机之间可能要经过许多节点和链路，或者要经过若干个通信子网。网络层的任务是选择合适的路由，发送节点将从上层传送下来的数据能正确无误的找到目的节点，目的节点再把它交给上层。这一层的数据单位是数据报 (Data Gram)。

(4) 传输层 (Transport Layer)

传输层的任务是向上一层进行通信的两个进程之间提供一个可靠的端到端的服务，使得它们看不见传输层以下的数据通信细节。传输层是计算机网络体系结构中重要的一层，也是比较复杂的协议，其复杂程度取决于网络层所提供的服务类型及上层对传输层的要求。

(5) 会话层 (Session Layer)

会话层进行高通信控制。会话层可以让不同主机上的用户建立彼此间的“会话”。会话层除了可以提供普通数据的传送，还可以提供一些应用程序所需的特殊服务功能。会话层不再参与数据传输，但要对数据传输进行管理。会话层在两个相互通信的实体之间建立、组织、协调与交互。这一层的传送单位是报文。

(6) 表示层 (Presentation Layer)

表示层是完成数据格式的转换。不同的计算机使用不同的编码来表示字符，表示层所提供的服务以一致的标准将数据进行编码。

(7) 应用层 (Application Layer)

应用层是完成与用户功能进程之间的接口。在 7 层协议中应用层包含的协议是最多的，且大有增长之势。应用层是 OSI 参考模型中的最高层，为应用进程提供访问 OSI 的手段，也是用户使用 OSI 环境的唯一窗口。如常用的文件传送协议 FTP、电子邮件协议等均属应用层协议。