新思维

新思维计算机教育系列教材
国家教育部电教办岗位考试指定用书

计算机网络操作技术

钱朝阳 吴伟 洪建 编
虞焰智 主审

上海交通大学出版社

新思维

新思维计算机教育系列教材
国家教育部电教办岗位考试指定用书

计算机网络操作技术

钱朝阳 吴 伟 洪 建 编　虞焰智 主审

上海交通大学出版社

内容简介

本书从实际应用出发，系统地介绍了计算机网络的基础知识，Windows 2003 Server 的设置、Internet 的接入和使用、常用的 WWW/IMail/FTP 服务器的安装与配置、网络安全的基础知识和基本的防御方法以及校园网和企业网的组建。

本书可作为各类电脑学校及培训机构的网络基础教材，也可作为设计和实施计算机网络的工程技术人员的参考用书。

图书在版编目（CIP）数据

计算机网络操作技术/钱朝阳，吴伟，洪建编. —上海：上海交通大学出版社，2005

新思维计算机系列教材

ISBN 7-313-03895-X

Ⅰ.计... Ⅱ.①钱...②吴...③洪... Ⅲ.计算机网络—教材 Ⅳ.TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 012826 号

计算机网络操作技术

钱朝阳 吴 伟 洪 建 编

上海交通大学出版社出版发行

（上海市番禺路 877 号 邮政编码 200030）

电话：64071208 出版人：张天蔚

合肥学苑印务公司印刷 全国新华书店经销

开本：787mm×1092mm 1/16 印张：12.25 字数：294 千字

2005 年 2 月第 1 版 2005 年 2 月第 1 次印刷

印数：1～6050

ISBN 7-313-Q3895-X/TP・609 定价：12 元

序

当今社会正处于知识经济时代，这个时期的计算机教育应着眼于 21 世纪复合型 IT 行业人才的培养。因此，传统的计算机教育观念需要更新（不再是传统的长期在校学习），内容需要更新（更注重实用），方法也需要更新（以案例方式进行教学得到越来越多的学校和学习者的认可）。正是因为如此，各类计算机教育培训机构、中专、高职学校，就如一枚枚灿灿的探空火箭，冲破传统电脑教育的天幕，进行了各种改革与尝试，也给计算机图书的出版带来了一种新的思维。

中国计算机函授学院图书编写中心在经过对计算机教育市场的反复调研，充分整合中国计算机函授学院在 IT 教育培训方面的优质资源和国内最优秀的教育合作伙伴，精心打造出一套可以培养出拥有广博的理论基础、精深的专业技能、丰富的实践经验的人才的丛书——新思维计算机教育系列丛书。

本套丛书各分册探讨的角度和内容虽然不同，但却都统一在一个新的思维理念中。丛书的每一册就如同一座建筑的沙石与砖块，共同构成了这套丛书理论结构的整体。

该套丛书的特点如下：

- ✧ 思维最新。弘扬人文精神和科学精神，从多个角度、多个层面开拓新的领域。
- ✧ 权威性高。该套丛书是国家教育部电教办计算机教育岗位任职考试指定用书，是由一线具有丰富教学经验的老师亲自执笔，国内顶级专家审校。
- ✧ 内容前卫。内容把握信息技术前沿，案例经典，深入浅出，图文并茂。
- ✧ 版式新颖。互动、人性化的编排设计让读者学习起来倍感时尚气息和轻松感觉。
- ✧ 写法独特。在写作形式上取各家之长，写作思路清晰，既有详细的制作步骤，又重点标明了案例的技巧性操作、要点提示和注意事项。
- ✧ 适用范围广。该套丛书适合于初、中级电脑爱好者、各类计算机教育培训学校的学员、各类中专、高职学校的在校学生使用。
- ✧ 性价比高。

最后，需要说明的是本丛书各选题的理论框架、编写大纲均由中国计算机函授学院图书编写中心构思设计。为了把它具体化为现实成果，本丛书的众作者在撰写过程中殚精竭虑，付出了心血与汗水，其内容框架经过了全国几十家电脑培训机构的审阅。所以，这套丛书是众多专家智慧凝聚的结晶，是他们潜心创造的成果。因此，我们在此怀着诚挚之心，感谢为本丛书的出版一丝不苟、付出辛勤劳动的作者及审阅专家们。

中国计算机函授学院图书编写中心

2005 年 2 月

编 者 的 话

随着计算机技术的不断发展，尤其是 Internet 的日益普及，越来越多的人在学习网络知识和上网遨游，他们渴望有这样的一本指导书，能够帮助他们在较短的时间内掌握必需的网络基本知识，而且能掌握常用的网络操作系统与网络应用软件的安装，网络设备的配置等技术。本书正是在这一需求下应运而生的。

本书的特色是：

1. 理论与实际相结合。本书系统地介绍了在组网中常用的网络基础知识、Windows 2003 Server 服务器的安装及配置、Internet 的接入方法、常用的 WWW/Mail/Ftp 服务器的组建、网络安全、校园网及企业网的组建。

2. 内容新颖。本书在实际应用的基础上舍弃了许多陈旧的内容，取而代之的是能够反映出当前网络特点的较新、较成熟的内容。

3. 以互联网为主。不论是在理论部分还是实践部分，本书都以互联网上使用的 TCP/IP 协议为主线，将 TCP/IP 的原理和应用分门别类地融入到了各个章节，以使读者能迅速掌握互联网的有关技术。

4. 化难为易。本书将路由器、交换机、防火墙以及双机容错中较难理解的概念有机地插入到应用实例中，以便于读者对这些概念的把握。

本书每章后配有少量习题，以帮助读者巩固所学的知识。本书可作为计算机网络培训教程，还可作为各类大专院校相关专业的计算机网络课程教材，也可供计算机网络爱好者和工程技术人员学习参考。

本书的主编为钱朝阳（Email:lantian1@mail.hf.ah.cn），副主编为吴伟。本书的编写得到了辛钧、王士青、张峻、李晓亮等人的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，书中难免有错误或不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

2005 年 1 月

目　录

第 1 章　计算机网络基础知识 …… (1)
1.1　网络的概念、分类及拓扑结构 …… (1)
1.1.1　计算机网络的基本概念 …… (1)
1.1.2　计算机网络的分类 …… (1)
1.1.3　局域网的拓扑结构和工作模式 …… (2)
1.2　以太网 …… (4)
1.2.1　以太网的工作原理 …… (4)
1.2.2　MAC 地址及结构 …… (5)
1.2.3　快速以太网 …… (5)
1.2.4　千兆以太网 …… (5)
1.3　OSI 参考模型和 IEEE 802 标准 …… (6)
1.3.1　OSI 参考模型 …… (6)
1.3.2　IEEE 802 标准 …… (8)
1.4　TCP/IP 协议 …… (9)
1.4.1　TCP/IP 参考模型 …… (9)
1.4.2　常用的 TCP/IP 协议简介 …… (9)
1.4.3　IP 地址 …… (11)
1.5　网络互连技术 …… (14)
1.5.1　网络互连的基本概念及设备 …… (14)
1.5.2　常用路由协议 …… (16)
1.6　数据通信技术 …… (17)
1.6.1　计算机数据传输 …… (17)
1.6.2　计算机网络常用的传输介质 …… (20)
1.7　常用的 TCP/IP 服务简介 …… (22)
1.7.1　DHCP 服务 …… (22)
1.7.2　DNS …… (23)
1.7.3　WINS …… (24)
1.8　习题 …… (25)
第 2 章　Windows 2003 操作系统 …… (26)
2.1　Windows 2003 的安装和配置 …… (26)
2.1.1　系统配置需求 …… (26)
2.1.2　安装和设置 Windows 2003 Server … (26)
2.2　Windows 2003 的网络服务 …… (29)
2.2.1　DNS 服务的安装和配置 …… (29)
2.2.2　DHCP 服务的安装和配置 …… (34)
2.2.3　WINS 服务的安装和配置 …… (35)
2.3　活动目录（active directory） …… (37)
2.3.1　安装活动目录 …… (37)
2.3.2　备份与恢复活动目录 …… (38)
2.3.3　用户和计算机账户管理 …… (39)
2.3.4　用户组管理 …… (40)
2.4　在 Windows 2003 中配置 NAT 服务器 …… (41)
2.4.1　服务器网卡要求 …… (42)
2.4.2　设置服务器内网网卡的 IP 地址 …… (43)
2.4.3　设置路由和远程访问 NAT 服务器 …… (43)
2.5　Windows 2003 常用的网络命令 …… (44)
2.5.1　ping …… (44)
2.5.2　Ipconfig …… (44)
2.5.3　route …… (45)
2.5.4　netstat …… (46)
2.5.5　Tracert …… (46)
2.6　习题 …… (47)
第 3 章　Internet 的接入和使用 …… (48)
3.1　通过调制解调器接入 Internet …… (48)
3.1.1　调制解调器的工作原理 …… (48)
3.1.2　安装调制解调器及建立拨号连接 … (48)
3.2　通过 ADSL 接入 Internet …… (53)
3.2.1　ADSL 调制技术 …… (53)
3.2.2　ADSL 的连接 …… (55)
3.2.3　ADSL 的安装及配置 …… (56)
3.2.4　双机互联共享 ADSL 上网 …… (60)
3.3　其他接入方式 …… (64)
3.3.1　通过以太网方式接入 Internet …… (64)
3.3.2　通过 ISDN 接入 Internet …… (66)
3.3.3　通过 DDN 上网（数字数据网） …… (67)
3.4　WWW（万维网） …… (69)
3.4.1　WWW 的工作原理 …… (69)
3.4.2　HTML 及 HTTP …… (69)
3.4.3　统一资源定位器（URL） …… (70)
3.4.4　浏览器 IE 6.0 …… (70)
3.4.5　常用网络软件介绍 …… (75)
3.5　习题 …… (77)
第 4 章　常用网络服务器的安装与使用 …… (78)

4.1 构建 Web 服务器 …… (78)
4.1.1 Web 服务器的工作原理 …… (78)
4.1.2 Web 服务器的构建 …… (78)
4.2 使用 IMail 建立邮件服务器 …… (81)
4.2.1 安装和配置 IMail …… (81)
4.2.2 客户端收发邮件（以 Outlook Express 为例） …… (84)
4.3 安装 FTP 文件传输服务 …… (86)
4.3.1 FTP 文件传输的基本概念 …… (86)
4.3.2 Serv-U 的安装与配置 …… (86)
4.3.3 Serv-U 的服务管理 …… (88)
4.3.4 FTP 客户端的使用 …… (90)
4.4 配置代理服务器 …… (92)
4.4.1 代理服务器的工作原理 …… (92)
4.4.2 WinGate 的安装与配置 …… (93)
4.4.3 客户端的设置与使用 …… (96)
4.5 习题 …… (97)
第 5 章 网络安全 …… (98)
5.1 网络安全的基本概念 …… (98)
5.1.1 网络安全的概念 …… (98)
5.1.2 威胁网络安全的因素 …… (98)
5.2 IE 中的安全设置 …… (100)
5.2.1 IE 中的安全性 …… (100)
5.2.2 控制访问不合适的 Internet 内容 …… (102)
5.2.3 3721 上网助手的使用 …… (103)
5.3 黑客及网络攻击方式 …… (104)
5.3.1 黑客简介 …… (104)
5.3.2 黑客的常用攻击手段 …… (105)
5.3.3 对付网络攻击常用的防范措施 …… (107)
5.3.4 防黑客软件（以天网防火墙为例） (109)
5.4 防火墙简介 …… (112)
5.4.1 防火墙的概念及其放置 …… (112)
5.4.2 微软 ISA 防火墙配置 …… (114)
5.5 入侵检测 …… (118)
5.5.1 入侵检测系统功能 …… (119)
5.5.2 入侵检测的实例 …… (119)
5.6 网络防病毒服务 …… (121)
5.6.1 Norton AntiVirus 服务器的安装 …… (122)
5.6.2 配置防病毒服务器 …… (126)
5.7 习题 …… (130)
第 6 章 校园局域网组建实例 …… (131)
6.1 组建校园网的初步规划 …… (131)
6.1.1 组建校园局域网的意义 …… (131)
6.1.2 需求分析 …… (131)
6.1.3 网络结构与拓扑图 …… (132)
6.1.4 IP 地址的分配 …… (133)
6.2 网络设备选型 …… (134)
6.2.1 交换机 …… (135)
6.2.2 路由器 …… (138)
6.2.3 服务器 …… (144)
6.2.4 综合布线 …… (144)
6.2.5 组建基于服务器的网络 …… (148)
6.3 网络维护 …… (153)
6.3.1 使用 Telnet 远程登陆到 Windows 服务器 …… (153)
6.3.2 使用终端服务远程管理服务器 …… (155)
6.3.3 使用 pcAnywhere 远程管理服务器 …… (156)
6.4 习题 …… (160)
第 7 章 企业网组建实例 …… (161)
7.1 需求分析及解决方案 …… (161)
7.1.1 需求分析 …… (161)
7.1.2 解决方案 …… (161)
7.1.3 本实例所涉及的交换机简介 …… (162)
7.2 VLAN 技术简介及配置 …… (163)
7.2.1 VLAN 概述及分类 …… (163)
7.2.2 局域网使用 VLAN 的必要性 …… (164)
7.2.3 本例中 VLAN 的规划及 IP 地址的分配 …… (165)
7.3 防火墙的配置 …… (169)
7.3.1 Cisco pix 525 防火墙简介 …… (169)
7.3.2 策略的制定 …… (170)
7.3.3 配制步骤 …… (170)
7.4 双机热备份 …… (174)
7.4.1 双机热备份的必要性 …… (174)
7.4.2 Octopus 4.0 双机容错软件简介 …… (174)
7.4.3 Octopus 4.0 对系统的要求 …… (175)
7.4.4 实现步骤 …… (176)
7.5 习题 …… (181)
附录 习题答案 …… (183)

第 1 章　计算机网络基础知识

➔本章任务

- 网络的基本概念
- OSI 参考模型
- TCP/IP 协议
- 网络常用的设备及通讯介质

1.1　网络的概念、分类及拓扑结构

俗话说工欲善其事，必先利其器。学习网络，必须对网络的基础知识有一定的了解，它是构建网络的理论基础。

1.1.1　计算机网络的基本概念

随着计算机技术的普及应用，信息资源的共享和传递越来越被重视。个人计算机的硬件和软件功能一般比较有限，因此要求大型与巨型计算机的硬件和软件，以及它们所管理的信息资源为众多的微型计算机所共享。基于以上原因，促使计算机向网络化发展，将分散的计算机连接成网，组成计算机网络。

概括地说，计算机网络就是利用通信线路将独立功能的计算机连接起来而形成的计算机集合，计算机之间可以借用通信线路传递信息，实现资源共享，它是计算机和通信技术相结合的产物。

1.1.2　计算机网络的分类

计算机网络按传输的距离来分，一般可分为局域网（LAN）和广域网（WAN）两大类。

1.　LAN（Local Area Network）

局域网（LAN）通常是指 1000 英尺（32.8 米）以内的，可以通过某种介质互联的计算机、打印机、Modem 或其他设备的集合，是一个覆盖地理范围相对较小的数据网络。它包括工作站、个人计算机、打印机和其他设备。它的设计目标主要是面对有限的地理区域，典型的局域网结构如图 1-1 所示。

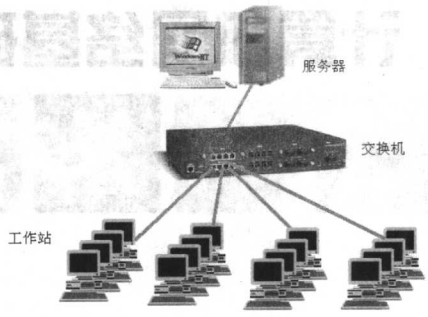

图 1-1　局域网

其中，服务器是提供和控制共享资源的计算机。在服务器上安装的操作系统一般为网络操作系统，如 Windows 2000/2003 Server、Netware、Unix、Linux 等。而客户机（有时也称为工作站）通常是使用共享资源的计算机。在客户机上安装的操作系统一般是具有连网功能的单机操作系统，如 DOS 、Windows 95/98/2000 Professional / XP Professional 等，也可以是网络操作系统，如 Windows 2000 /2003 Server 、Linux 等。在由微机组成的计算机网络中，服务器和客户机在硬件组成上是类似的，哪一台计算机上安装了网络操作系统，它就可以充当服务器的角色。

2.　WAN（Wide Area Network）

广域网（WAN）是指覆盖地理范围相对较广的数据通信网络，广域网（WAN）连接地理范围通常较大，常常是一个国家或是一个洲。其目的是让分布较远的各局域网互联。我们平常讲的 Internet 就是最典型的广域网。

1.1.3　局域网的拓扑结构和工作模式

1.　局域网的拓扑结构

局域网的拓扑结构是指网络中结点的互连构型，它是网络的接线图，主要有三种形式：总线型、星型、环型。

（1）总线型

总线型拓扑结构采用单根传输线作为传输介质，所有结点都通过相应的硬件接口直接接到传输介质上。任何一个结点发送的信号都可以沿着介质双向传播，而且能被其他所有结点接收，典型结构如图 1-2 所示。

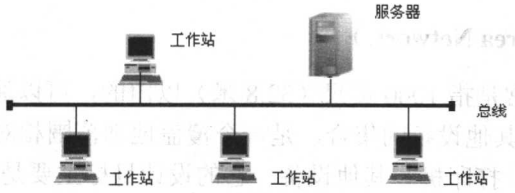

图 1-2　总线型拓扑结构

总线型拓扑结构具有电缆长度短、容易布线、易于扩充等优点，但是由于总线型拓扑结构采用单根传输线作为传输介质，一旦出现故障，便难以进行故障检测和故障隔离，任何一个工作站出现故障都会影响整个网络。

（2）星型

星型拓扑结构由中央结点和通过点到点链路连接到中央结点的各结点组成，中央结点执行集中式通信控制，一个结点要传送数据首先应向中央结点发出请求，要求与目的结点建立连接，连接建立后，该结点才向目的结点发送数据。典型的星型拓扑结构如图 1-3 所示。

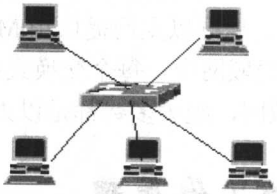

图 1-3　星型拓扑结构

与总线型拓扑结构相比较，如果星型网络上与中央节点连接的一台计算机或电缆发生故障，那么只是此台计算机不能够发送或接收网络数据，网络的其余部分仍然能够正常工作。另外，每个节点跟中央节点都有单独的传输线路，因此这些节点具有同时跟中央节点通信的条件，传输速度可以很高。这就是为什么星型拓扑结构现在被大量采用的主要原因，但这种结构对中央节点的性能要求更高，一旦中央节点出现故障，可能导致整个网络系统崩溃。

（3）环型

环型拓扑结构是由一些网络连接设备，如中继器和连接到中继器的点到点链路组成的闭合环，一般用在令牌环网、FDDI(光纤分布式数据接口)等网络中，在实际组网中很少遇到。在此不再赘叙。

2.　局域网的工作模式

计算机网络的模式主要有两种，分别为对等网络模式和客户 / 服务器网络模式。

（1）对等网络模式

在对等网络模式中，相连的机器之间彼此处于同等地位，没有主从之分，故又称为点到点网络（peer-to-peer network）。它们能够相互共享资源，每台计算机都能以同样方式作用于对方。

（2）客户机 / 服务器网络模式

客户机 / 服务器网络是一种基于服务器的网络。与对等网络相比，基于服务器的网络提供了更好的运行性能，可靠性也有所提高，并且不需要将工作站计算机的硬盘与他人共享，共享数据全部都集中存放在服务器上。

客户机 / 服务器模式有许多优点，首先，它有助于系统配置的规模缩小化；其次，由于在客户机 / 服务器网络中是由服务器完成主要的数据处理任务，这样在服务器和客户机

之间减少了网络传输的数据。另外，客户机 / 服务器网络中的数据都集中管理，这种结构对数据提供更严密的安全保护功能，有助于数据的保护和恢复。

1.2 以太网

以太网技术最早是由美国施乐公司于 20 世纪 70 年代研制出来的。以太网是建立在“包广播”技术基础上的一种局域网络，早期的局域网的传输带宽是 10Mbps（网络传输速率单位是 bps，意思是每秒多少位）。标准以太网提供 10Mbps 的带宽，同一公共通信信道上的所有用户共享带宽。 在交换式局域网中，每个交换式端口都是一个以太网总线，它采用星型的拓扑结构。现在使用的局域网，绝大多数都是以太网。

1.2.1 以太网的工作原理

以太网是基于介质竞争的共享链路带宽的网络，即在任意时刻只允许一台设备占用以太网的所有带宽。一旦出现两台或多台设备同时传送数据（即同时分享带宽），就会产生冲突，造成数据帧碰撞并被毁坏成碎片（长度小于 64 字节，也称为片段）使传送失败，数据需要重发。为了避免冲突，以太网使用载波监听多路访问/冲突检测机制(CSMA/CD)来进行协调，载波监听在数据发送之前、发送过程中检测。回退是检测到冲突后的处理。如图 1-4 所示。

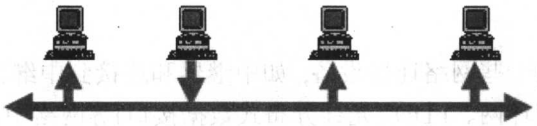

图 1-4　CSMA/CD 检测机制

1. 冲突和广播

① 冲突：在同一个以太网中两个设备同时发送数据时所产生的结果。

② 广播：一个网段中的某一个设备发送广播帧，本网段中所有其他设备都可以收到。

2. 冲突域和广播域

① 冲突域：如果一个网段上所有节点中，任意两个节点在同一时刻发送数据就会产生冲突，则该网段上的所有节点属于同一个冲突域。在同一个冲突域中，所有节点都要竞争同一链路并共享链路带宽，所以冲突域的规模越大，产生冲突的几率就越大。

② 广播域：一个网段中的一个设备发送广播帧时，该网段中每个设备都要花时间去分析广播信息，网络中过量的广播信息会显著地降低网络性能，因此广播域过大时就要分割广播域。

1.2.2 MAC 地址及结构

1. MAC 地址

MAC 地址是用于标识网络设备的一个物理地址。在计算机网络中，任何网络设备进行通信时，最终都是通过 MAC 地址来实现的。它是由 48 个字节组成的地址，为方便起见，通常用 12 位 16 进制表示，前 6 位 16 进制数字由 IEEE 负责统一分发，后 6 位 16 进制数字由各厂商自己负责管理。

注意：IEEE（Institute of Electrical and Electronics Engineers）电气和电子工程师协会，1963 年由美国电气工程师学会(AIEE)和美国无线电工程师学会(IRE)合并而成，是美国规模最大的专业学会。IEEE 的标准制定内容有：电气与电子设备、试验方法、原器件、符号、定义以及测试方法等。

2. 帧结构

表 1-1 所示为以太网的帧结构。

表 1-1 以太网的帧结构

同步	目标 MAC	源 MAC	类型	DATE	CRC

① 同步字段占八个字节，前七个字节都是由 10101010 组成，最后一个字节是 10101011，表示要传出的帧数据的开始。

② 目标和源字段占六个字节，分别表示帧数据的目的和源地址。

③ 类型字段占两个字节，表示接收数据的上层协议的类型。

④ DATE 字段最小为 64 字节，表示要传送的数据，最大为 1500 字节。

⑤ CRC 循环冗余校验字段占四个字节，用来检验数据帧传输过程中是否发生了错误。

1.2.3 快速以太网

快速以太网和以太网基本相同，但是速度是以太网的 10 倍。快速以太网的速度是通过提高时钟频率和使用不同的编码方式获得的。其帧结构、媒体访问控制方式完全沿袭了 802.3 的基本标准。快速以太网技术及其产品推出后，迅速获得了广泛的应用，目前几乎所有的局域网都采用了快速以太网技术和产品。 快速以太网提供全双工通信，它的总带宽可以达到 200Mbps，每个方向 100 Mbps。全双工快速以太网仅在使用光纤和某些双绞线介质的点对点链路有效，因为每个 100Mbps 的信道都是由独立的线支持的。

1.2.4 千兆以太网

千兆以太网与快速以太网很相似，只是传输和访问速度更快，为系统扩展带宽提供了有效保障。作为骨干网络的千兆以太网能够在不降低性能的前提下支持更多的网络分段和

结点，解决了快速以太网转发的瓶颈问题。千兆以太网保持了传统以太网的大部分简单特征，它使用 CSMA/CD 检测冲突、以 1000Mbps 提供全双工和半双工通信、保持了原有的帧格式/帧长度。

1.3 OSI 参考模型和 IEEE 802 标准

本节介绍网络中一个最重要的模型——OSI 参考模型及局域网的各种标准。基于 OSI 参考模型的框架，各协议规范可进一步详细地规定每一层的功能，而每一层使用下层提供的服务，并向其上一层提供服务。

1.3.1 OSI 参考模型

1. 引入 OSI 参考模型的必要性

为了实现各种网络的互联，国际标准化组织（ISO，International Standards Organization）发布了开放系统互连（OSI，Open System Interconnection）参考模型。所谓开放，就是表示这个标准允许网络间的互连，只要求使用的通信软件遵循这个标准，而无须考虑低层的硬件。OSI 模型有七层，分别为物理层、（数据）链路层、网络层、传输层、会话层、表示层、应用层。OSI 模型在逻辑上可分为两个部分，低层（一到三层）关注的是原始数据的传输；高层（四到七层）关注的是在下三层的基础上保证数据传输的可靠性。每一层都有明确的网络功能，并提供不同的服务。每一层都与相邻的上层和下层通信，并协调工作。OSI 参考模型提供了一个讨论不同网络协议的参考点。

2. OSI 参考模型分层的优点

把网络分层有下面的优点：

① 简化相关的网络操作。

② 提供即插即用的兼容不同厂商之间集成的标准接口。

③ 使工程师们能够专注于设计和优化不同网络互连设备的互操作性。

④ 防止一个区域的网络变化影响另外一个区域的网络，每个区域的网络都能够单独快速地升级。

⑤ 把复杂的网络连接问题分解成小的简单的问题，易于学习和操作。

3. OSI 各层的作用简介

OSI 参考模型，如表 1-2 所示。

表 1-2 OSI 参考模型

应用层
表示层
会话层

传输层
网络层
链路层
物理层

（1）物理层

物理层涉及信道上传输的原始信号，该层主要定义以下四个方面的内容。

① 机械特性。

定义物理连接的边界点，即接插装置。如网络接插件的尺寸大小，多少针脚构成以及针脚如何分布等机械特性。

② 电气特性。

定义物理连接点的电气特性。如在一些情况下，可规定高电位代表二进制的“1”，在另一些情况下，用高电位来代表二进制的“0”。

③ 功能特性。

定义各物理线路的功能。如定义网络插件各连接引脚的功能等。

④ 规程特性。

定义各物理线路工作的时序过程。连接两端的通信必须按照一定的规程进行，如怎样建立连接及完成通信后又如何拆除连接等。

（2）数据链路层

数据链路层的主要任务是加强物理层传输原始信号的功能。发送方把数据封装在数据帧（Data Frame）里，按顺序传送，并处理接收方送回的确认帧（Acknowledgement Frame），因为物理层仅仅接收和传送比特流，并不关心它的意义和结构。数据链路层有两个重要的功能。

注意：帧：从物理层送来的比特流信息按照一定的格式进行分割后形成的若干个信息块。

① 差错控制。

物理传输链路上出现的各种情况（如突发的电磁干扰等）都可能使传输信号出错，导致数据帧因错误而无效，即使采用高可靠性的光纤线路，也不能完全避免帧的传输错误，因此，为了保证传送可靠，常采用的方法是接收方向发送方提供有关数据接收情况的反馈信息，接收方发回特殊的控制帧，作为对输入肯定或否定的确认。如果发送方收到了关于某个帧的肯定确认，表示此帧已经正确送达；否定确认，则表示帧发生了某种差错，必须被重传。

② 流量控制。

在数据链路层及较高层中另一个重要的设计问题是如何处理发送方的传送能力比接收方的接收能力大的问题。当发送方是在一个相对快速或负载较轻的机器上运行时，而接收

方是在一个相对慢速或负载较重的机器上运行时，发送方不断高速将数据帧送出，最终会“淹没”接收方，即使传送过程中毫无差错，接收方也无能力处理收到的帧，而会丢失一些帧。因此，必须采用一些措施来防止这种情况的发生。

通常的方法是引入流量控制（Flow Control）来限制发送方所发出的数据流量，使其发送速率不要超过接收方处理的速率。这种限制量通常需要某种反馈机制（TCP/IP 中使用的滑动窗口技术），使发送方了解接收方是否能接收到。

（3）网络层

网络层提供路由及其相关功能，将多条数据链路结合为一个数据网络。这是通过设备的逻辑寻址（IP 和 IPX 等协议地址与物理 MAC 地址相对应）来实现的。网络层同时支持来自上层协议的面向连接和无连接的服务。网络层最重要的工作是确定分组（Packet or Datagram），即从源端到目的端如何选择路由。

（4）传输层

传输层的基本功能除了保证多端口多进程通信之外，另一个重要的功能是从会话层接收数据，在必要时把它分成较小的单元（Segment）传递给网络层，并确保到达对方的各段信息正确无误，而且必须高效率地完成。从某种意义上讲，传输层使会话层不受硬件技术的影响。

传输层是真正的从源到目标的“端到端”的层。也就是说，源端机上的某程序，利用报文头和控制报文与目标机上的类似程序进行对话。在传输层以下的各层中，协议是机器与直接相邻的机器间的协议，而不是最终的源端机与目标机间的协议。

（5）应用层

由于 TCP/IP 的盛行，现代网络理论简化了 OSI 七层模型，将会话层、表示层、应用层统称为应用层，包含了大量普遍需要的协议，并具有文件传输功能，其任务是把用户的数据发送到低层，为应用软件提供网络接口。

1.3.2 IEEE 802 标准

为研究局域网技术和制定相应的标准，美国电气电子工程师协会（IEEE）于 1980 年 2 月成立了一个专门的 IEEE 802 委员会，下属若干分委会，分别研究 LAN 的不同发展领域，所以以太网的标准全是以 802.X 的形式出现的，最初的五个标准为：

① 802.1：LAN 的总体结构、系统构成、管理和互连。

② 802.2：由于物理介质的不断变化，IEEE 802 委员会把 OSI 的数据链路层分为两个子层。

- 介质存取控制 (MAC)：与物理介质有关，负责对共享介质的存取。通常的协议有 802.3 和 802.5 等。
- 逻辑链路控制 (LLC)：负责处理差错检测、流量控制、分帧及 MAC 子层的编址等。常用的协议有 802.2，提供了对上层（网络层）协议的鉴别。

③ 802.3：载波监听多路访问/冲突检测（CSMA/CD），其工作原理和前面讲过的以太

网完全相同，只是在帧结构上略有差别，在以太网帧结构中源地址后为 2 字节的类型字段，而在 802.3 帧结构中源地址后为 2 字节的长度字段。

④ 802.4：Toking Passing 令牌总线网。

⑤ 802.5：Token 令牌环。

随着网络技术的发展和完善，IEEE 802 标准也在不断增加，如 IEEE802.3u 规定 100M 以太网标准，IEEE802.3z 规定 1000M 以太网标准。

1.4 TCP/IP 协议

网络协议即网络中传递、管理信息的一些规范。计算机之间的相互通信需要共同遵守一定的规则，这些规则就称为网络协议。

一台计算机只有在遵守网络协议的前提下，才能在网络上与其他计算机进行正常的通信。网络协议通常被分为几个层次，每层完成独立的功能。通信双方只有在共同的层间才能相互联系。常见的协议有 TCP/IP 协议、IPX/SPX 协议、NetBIOS 协议等。在互联网上广泛采用的是 TCP/IP 协议，在局域网中用得比较多的是 IPX/SPX 协议。

1.4.1 TCP/IP 参考模型

TCP/IP 协议是 20 世纪 70 年代中期，美国国防部为 ARPANET 广域网开发的网络体系结构和协议标准，在 20 世纪 80 年代它被确定为 Internet 的通信协议。由于 OSI 将网络协议分为七层太过繁琐，TCP/IP 协议合并一些层，分为四层。TCP/IP 是一组通信协议的代名词，是由一系列的协议组成的协议簇，其中 TCP 和 IP 协议是该协议簇中两个最重要的协议。其结构模型以及和 OSI 各层的对应关系如表 1-3 所示。

表 1-3 TCP/IP 参考模型

OSI 七层模型		TCP/IP 模型	
第七层	应用层	应用层	telnet/ftp/smtp dns/rip/snmp
第六层	表示层		
第五层	会话层		
第四层	传输层	传输层	TCP/UDP
第三层	网络层	网络层	IP/ICMP/IGMP/ARP
第二层	数据链路层	网络接入层	以太网、帧中继、ATM
第一层	物理层		

1.4.2 常用的 TCP/IP 协议简介

1. ARP（Address Resolution Protocol，地址解析协议）

① 作用：将 IP 地址转换成 MAC（硬件地址）地址。

② 原理：假如网上 A 机和 B 机欲进行通信，且已知 B 机的 IP 地址。首先，A 广播一

个含有 B 机 IP 地址的广播包，网上所有的计算机都能收到该 ARP 请求，但只有 B 主机能识别出是自己的 IP 地址，予以接收和响应，并向 A 发回一个 ARP 响应包，送回 B 机的 MAC 地址。为减少广播次数，源节点 A 在每次广播一个 ARP 请求并接收响应后就在源主机建立一项“IP 地址和 MAC 地址”映射表（ARP Cache）。源节点寻找目标 MAC 地址之前，首先在 ARP Cache 中寻找，如果找不到则再发送 ARP 广播寻找。

2. RARP（反向地址解析协议）

作用：通过已知的 MAC 地址获取 IP 地址，常常用于无盘工作站上，当无盘工作站启动引导时，可以将网卡的 MAC 地址读入内存，当设备发现自身没有 IP 地址时，会发出一个 ARP 请求。

注意：ARP 是获取对方的 MAC 地址，RARP 是获取自身的 IP 地址，作用的方向恰好相反。

---

3. IP（Internet Protocol，因特网协议）

IP 是一个无连接的协议，在交换数据前不建立会话，其主要作用是在主机之间寻址并为数据选定路由。如果一个包的目标 IP 地址是本地地址，会直接传送到主机上去；如果目标 IP 地址是远程地址，IP 会在本地路由表中查找一个路由。

IP 是不可靠的，并不保证正确传递，但它总是为传送一个包做“最大努力”。在途中一个包可能发生丢失、传输次序紊乱、重复或延迟等错误。在主机上数据被收到时，IP 不需要收到确认，发送方或接受方在一个包丢失或次序紊乱时不会被告知。告知是高层传输协议的任务。

4. ICMP（Internet Control Message Protocol，网际消息控制协议）

由于 IP 是不可靠的，所以在网络层引入 ICMP 来监控 IP 错误状况。ICMP 作用并非是使 IP 变成一个可靠的协议，ICMP 仅用于特殊情况下的报告错误和提供反馈。ICMP 消息以 IP 数据报格式传送，因此并不可靠。

5. TCP（Transmission Control Protocol，传输控制协议）

TCP 是可靠的、面向连接的传输服务。套接字的功能是作为网络通信的终结点，其使用的端口是惟一的。端口和套接字组成相关的数字集合。TCP 会话是在三次握手过程中被初始化和结束的。

TCP 数据传输是分段进行的，数据交换时必须建立一个会话。通过为每个 TCP 传输的字段被指定顺序号，以获得可靠性。如果一个分段被分解成几个小段，接收方会知道是否所有的小段都已收到。对于发送的每一个分段，接收方必须在一个指定的时间返回一个确认（ACK）。如果发送方未收到确认（ACK），数据会被重新发送，如果收到的数据包损坏，接收方会舍弃它，并且不发送 ACK，发送方也会重新发送分段。

Sockets 实用程序使用一个协议端口号来标明自己在计算机中的惟一性，端口可以使用