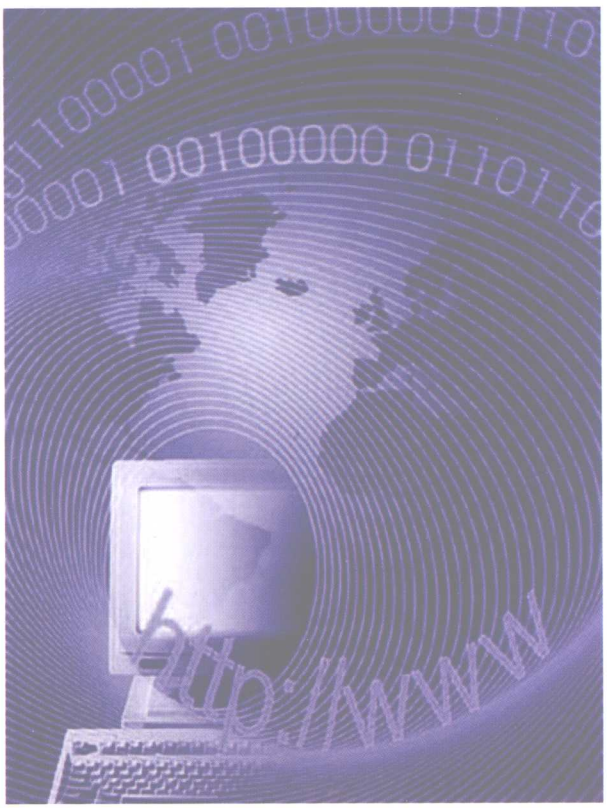
高等学校计算机应用规划教材

计算机网络实用技术

- OSI七层结构模型和TCP/IP结构模型
- IP地址的类型及划分
- 常用网络协议
- 网络连接设备
- 网络传输介质的种类及特点
- 局域网有关知识
- 网络服务器的配置和管理
- 交换机基础及相关配置
- 路由器基础及相关配置
- 广域网技术
- 网络安全及相关设备应用
- 网络故障检测



朱居正 宋亚磊 高珉 宋斌 编著

清华大学出版社

高等学校计算机应用规划教材

计算机网络实用技术

朱居正　宋亚磊　高珉　宋斌　编著

清华大学出版社

北　京

内 容 简 介

本书系统地介绍了计算机网络技术的相关知识，并对计算机网络技术等内容进行了归纳和总结，集中从7个方面向读者讲解计算机网络技术。内容包括计算机网络概述、网络服务器的配置和管理、交换机基础及相关配置、路由器基础及相关配置、广域网技术、网络工程及综合布线技术、网络安全及相关设备应用、网络故障检测等。此外，本书每章最后都附有思考与练习，读者通过这些习题可以及时巩固所学的知识。

本书内容详尽、结构清晰、通俗易懂，既突出基础性内容，又重视实践性应用；既有传统的理论知识，又有当前最新的网络技术。同时，本书还穿插了笔者在实际网络实践过程中积累的大量经验。

本书既可以作为计算机网络技术短期培训、大中专院校计算机网络专业学习的教材，也可以作为从事计算机网络工作、计算机网络爱好者必备的参考书。

本书对应的电子教案和习题答案可以到 http://www.tupwk.com.cn/downpage 网站下载。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络实用技术/朱居正，宋亚磊，高珉、宋斌 编著. —北京：清华大学出版社，2009.7

(高等学校计算机应用规划教材)

ISBN 978-7-302-20453-4

Ⅰ. 计…　Ⅱ. ①朱…②宋…③高…④宋…　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(2009)第 107246 号

责任编辑：胡辰浩(huchenhao@263.net)　袁建华
装帧设计：孔祥丰
责任校对：成凤进
责任印制：何　芊
出版发行：清华大学出版社　　**地　　址**：北京清华大学学研大厦 A 座
http://www.tup.com.cn　　**邮　　编**：100084
社　总　机：010-62770175　　**邮　购**：010-62786544
投稿与读者服务：010-62776969，c-service@tup.tsinghua.edu.cn
质　量　反　馈：010-62772015，zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn
印 装 者：三河市春园印刷有限公司
经　　销：全国新华书店
开　　本：185×260　**印　张**：19　**字　数**：474 千字
版　　次：2009 年 7 月第 1 版　　**印　　次**：2009 年 7 月第1 次印刷
印　　数：1～5000
定　　价：29.00 元

前　言

本书重实用、重操作，结合实际，有针对性地讲解了网络服务器、网络交换机、路由器、网络安全产品、网络故障检测与排除等方面的知识，摈弃了传统的计算机网络教材只讲理论，不重实际操作和应用的缺点，把理论教学和对实践技能的培养结合起来，是一本非常实用的教材。

本书分为 7 章，各章的具体内容如下。

第 1 章重点介绍了网络技术相关的基础知识。内容包括：OSI 七层结构模型和 TCP/IP 结构模型；IP 地址的结构、类型及划分、常用的网络协议；网络相关设备，包括服务器、交换机、路由器、集线器等；网络传输介质的种类及特点，包括双绞线、同轴电缆、光纤、无线传输介质等；局域网的相关知识。

第 2 章主要介绍了网络操作系统和网络应用服务器的架设，本章利用 Windows 所集成的 TCP/IP 服务功能，主要讲解计算机网络中各种应用服务器的配置和管理方法，这些服务器包括：DNS 服务器、DHCP 服务器、WWW 服务器、FTP 服务器、E-Mail 服务器等。

第 3 章首先介绍了交换机的基础知识和当前的交换设备，接下来结合实际，重点介绍了交换机的基本配置、交换机的命令状态、VLAN 的配置和管理、VLAN 之间的通信等知识，并且结合 CISCO 交换机列举了大量实例。

第 4 章重点介绍了路由器的相关知识及相关配置。内容包括路由的基本配置和管理、静态路由和默认路由的配置和管理、ACL 的简介与配置、RIP 的配置和管理、OSPF 的配置和管理等，并结合 CISCO 路由器列举了大量实例。

第 5 章主要介绍了广域网和网络接入的相关技术，内容包括广域网的基本概念和特点，广域网接入技术如数字数据网(DDN)、帧中继网络、DSL、异步传输模式(ATM)等技术。然后着重讲解近年来非常普及的 NAT、VPN、广域网优化等技术。并结合实例讲解了各种技术的应用情况和适用环境。

第 6 章重点介绍了计算机网络的安全技术及相关网络安全产品的应用。涵盖了网络安全的基础知识，网络加密技术、防火墙技术、入侵检测、病毒攻击防范等技术。并简要介绍了网络机房的安全维护等常识。通过学习这部分内容，读者可以了解网络安全的知识和目前网络系统中存在的安全隐患，掌握相应的网络安全技术，并树立良好的网络安全防范意识。

第 7 章讲述了网络和设备的故障检测与排除等技术，包括网络故障检测和诊断的方法，网络故障诊断的命令，测试的指标和测试工具、测试方法，局域网故障的检测、调试和排除技术，如何规划和设计校园网络，故障排除实例等。

本书内容翔实，结构紧凑，作者根据自己长期从事网络设计和建设的经验，通过众多的典型实例对网络技术进行了全面讲解。不仅适合作为高等院校计算机网络及相关专业的

教材，还可以作为从事计算机网络设计开发、工程建设和系统集成等工程技术人员的参考书。

在本书的编写过程中，参考了一些有关文献，在此向这些文献的作者深表感谢。

本书是多人智慧的集成，朱居正主要编写了第 1、6 章并负责审编全书，宋亚磊主要编写了第 4、5 章，高珉主要编写了第 2、3、7 章。参与资料整理和制作的人员还有宋斌、马自平、彭磊、陈阳、田艳超、邵科圃、贾志永、刘铮艳、杨平、赵永生、吴晓侠、李秋歌、罗彩群、李敏、张博、刘彦军、陈国亮、刘建峰、孙飞、杜伟荔等。由于作者水平有限，本书不足之处在所难免，欢迎广大读者批评指正。我们的信箱是 huchenhao@263.net，电话 010-62796045.

作　者

2009 年 6 月

目　录

第1章　网 络 概 述

计算机网络被越来越多地应用到政治、经济、军事、生产、教育、科学技术及日常生活等各个领域中。本章将重点介绍网络的 OSI 七层结构模型和 TCP/IP 结构模型，以及它们之间的区别和联系，网络传输协议，传输介质，网络连接设备，局域网的基础知识，网络拓扑结构，IP 地址的划分等知识。

本章的学习目标：

- OSI 七层结构模型和 TCP/IP 结构模型的区别和联系
- IP 地址的类型及划分
- 常用网络协议
- 网络连接设备
- 网络传输介质的种类及特点
- 局域网有关知识

1.1　网络基础知识

1.1.1　OSI 七层模型

计算机网络是计算机技术与通信技术相结合的产物，它实现了远程通信、远程信息处理和资源共享等。自 20 世纪 60 年代以来，经过半个世纪特别是最近 10 多年的迅猛发展，计算机网络被越来越多地应用到政治、经济、军事、生产、教育、科学技术及日常生活等各个领域中。

1979 年，美国国防部设计了一种网络形式，叫 APARTNET，即为互联网的前身，后来又有了计算机网络的体系结构和网络的七层模型等概念。

通常所说的计算机网络体系结构是指对构成计算机网络的各个组成部分之间的关系及所要实现功能的一组精确的定义。国际标准化组织(ISO)曾经提出“开放系统互联(OSI)参考模型”作为网络体系结构的国际标准，这一标准将所有互联的开放系统划分为功能上相对独立的 7 层，OSI 参考模型及各层的功能如表 1-1 所示。

表 1-1　OSI 七层参考模型及各层的功能

	OSI 各层	功　能	信息交换的单位
7	应用层	在程序之间传递信息	报文(message)
6	表示层	处理文本格式化、显示代码转换	报文(message)
5	会话层	建立、维持和协调通信	报文(message)
4	传输层	确保数据正确发送	传输协议数据单元(TPDU)
3	网络层	决定传输路由、处理信息传递	分组(Packet)
2	数据链路层	编码、编址和传输信息	帧(Frame)
1	物理层	管理硬件连接	位(Bit)

开放系统互联(OSI)参考模型是一个描述网络层次结构的模型，其标准保证了各种类型网络技术的兼容性和互操作性，同时它描述了网络传输介质(光纤等)、信息和数据是如何从一台计算机的一个应用程序到达网络中的另一台计算机的一个应用程序上的。当信息在一个 OSI 参考模型中逐层传送的时候，它会转变为只有计算机才能明白的数字“0”和“1”的组合。

OSI 参考模型只是个理论模型，实际的网络协议通常不是严格地针对某一层的通信。例如在实际应用中使用最广泛的 TCP/IP 协议，实际上是一组对应于 OSI 中的 5 层(3 到 7 层)功能的协议，但也对 1、2 层的底层协议开放，以利于用户在各层协议上运行。这也就是它成为 Internet 通用的唯一标准协议的原因。

1. 物理层

OSI 模型的最底层是物理层(Physical Layer)。物理层(Physical Layer)负责在网络上传输数据比特流，与数据通信的物理或电气特性有关。

物理层以比特流的方式传送来自数据链路层的数据，而不理会数据的含义或格式。同样，物理层接收到数据后，不加分析便直接传给数据链路层。典型的传输介质有双绞线、同轴电缆、光纤、卫星、微波塔和无线电波。物理层的典型标准有 RS-232、RS-422、RS-432、V2.4、V2.5、X.21 和局域网标准 IEEE 802.3、802.4、802.5 等。依据这些不同的标准，即可获得许多有关可靠性和传输速率的不同数值。

物理层上的设备包括：集线器、网卡、放大器等。

2. 数据链路层

数据链路层(Data Link Layer)的作用是构造帧，每一帧均以特定的方式进行格式化，使得数据传输可以同步，以便将数据可靠地在节点间传送。数据链路层具有保护数据包正确成帧和成序的功能，并负责监督相邻网络节点的信息流动。除了执行错误检测、校正以及在数据丢失时进行重新传输外，数据链路层还区分点到点、点到多点的连接，并区分全双工、半双工和单工链路以及控制多存取过程和同步。数据链路层还要解决流量控制的问题：流量太大，网络会出现阻塞；流量太小，又会使发送方和接收方等待的时间过长。

数据链路层包含两个重要的子层：逻辑链接控制(Logic Link Control，LLC)和介质访问控

制(Media Access Control，MAC)。MAC用来检验包含在每一帧中的地址信息，例如，工作站上的MAC子层检验工作站接收到的每一个帧，如果帧的地址与工作站的地址相匹配，就将该帧发送到高一级的层中；如果帧的地址与工作站的地址不匹配，就将该帧丢弃。大多数网络设备都有自己唯一的地址，该地址永久保存在网络接口芯片上，以十六进制编码，又被称为设备地址或物理地址。例如0004AC8428DE，前半部分的地址指的是特定的网络厂商；后半部分的地址对应于接口或设备。

LLC用于两个节点之间的通信链接进行初始化，并防止链接的中断，从而确保可靠的通信。用于LLC子层和网络层(协议栈中数据链路层的高一级)之间的通信服务有两种：无连接服务和面向连接的服务。无连接服务不建立发送和接收节点间的逻辑连接。面向连接的服务在完整的通信开始之前，先在发送节点和接收节点之间建立逻辑连接。帧中包含有顺序号，由接收节点进行检查，以确保其按发送时的顺序进行处理。

数据链路层与物理层一样，可以通过电桥和智能集线器实现局域网或分系统间的连接，这类实例有高级数据链路控制协议(HDLC)、逻辑链路控制(LLC)、时分多路存取(TDMA)、令牌和载波侦听多路存取/冲突检测(CSMA/CD)等。

数据链路层上的设备包括：交换机、网桥等。

3. 网络层

网络层(Network Layer)主要功能是将网络地址翻译成对应的物理地址，并决定如何将数据从发送方路由到接收方。网络层管理路由策略，并提供通信节点间的连接，区分网络中的电路交换或面向数据包的传输和执行路由等功能。

网络层通过综合考虑发送优先权、网络拥塞程度、服务质量以及可选路由的代价来决定从一个网络的节点A到另一个网络的节点B的最佳路径。由于网络层处理路由，而路由器连接各段网络，并智能指导数据的传送，所以，路由器属于网络层。在网络中，“路由”是基于编址方案、使用模式以及可达性来指导数据的发送的。网络层协议还要补偿数据发送、传输以及接收设备能力的不平衡性。为了完成这个任务，网络层对数据包进行分段和重组。分段指的是当数据从一个能处理较大数据单元的网络段传送到仅能处理较小数据单元的网络段时，网络层减小数据单元大小的过程。重组指的是重构被分段的数据单元的过程。

网络层为运输层提供建立端对端通信的功能。它使得运输层可以专注于本职工作，而不必关心两站点间来回传送信息的具体细节。网络层典型的评估标准有拓扑、故障修复和寻址，例如互联网协议(IP)、X.25或异步传输模式(ATM)等。

网络层上的设备主要就是路由器。

4. 传输层

传输层(Transport Layer)是处理端对端通信的最低层(更低层处理网络本身)。传输层的功能是保证数据可靠地从发送节点传送到目标节点。

传输层负责建立端到端的可靠有效的网络连接，用于传输层通信的协议采用了多种可靠性措施。0类协议是最简单的协议，它不执行错误校验或流控制，依靠网络层执行这些功能。1类协议监控包传输错误，如果检查到错误，就通知发送节点的传输层，让它重新发送该包。2类协议监控传输层和会话层之间的传输错误并提供流控制。流控制功能用于确保设备不会

以高于网络或接收设备接收信息的速度来发送信息。3 类协议除了提供 1 类和 2 类协议的功能外，还可以在某些环境下恢复丢失的包。4 类协议除了具有 3 类协议的功能外，还具有扩展的错误监控和恢复能力。

传输层还具有控制地址分配、地址转换(互联网用传输控制协议)以及用服务质量参数控制服务质量的功能。错误检测可以保证报文安全到达广域网中的目的地。基本的评估标准类型有连接管理、寻址、多路复用和缓冲要求。

5. 会话层

会话层(Session Layer)允许不同主机上的应用程序进行会话，或建立虚连接，并为节点之间的通信确定正确的顺序。会话层包括在两个端用户之间建立和保持一个连接或会话所必需的协议。传输层与会话层之间的差别很模糊，传输层为会话层提供两个节点之间的连接，而会话层提供用户之间的连接。

会话层提供面向应用的服务(如远距过程调用)、多路传输链路，同时组织同步化的对话和数据交换，保证网络服务对用户行之有效。

6. 表示层

表示层(Presentation Layer)以用户可理解的格式为上层用户提供必要的数据，负责转换两种不同的数据格式，使得用户不必理会各种数据格式，而只需关心信息的内容和含义。

表示层还负责对数据进行加密。加密是将数据进行编码，使得未授权的用户不能截获或阅读。例如，计算机的账户密码可以在 LAN 上加密，信用卡号可以通过加密套接字协议层(Secure Sockets Layer，SSL)在 WAN 上加密等。

表示层的另一个功能是数据压缩。当对数据进行格式化后，在文本和数字之间的空格可能也被格式化。数据压缩将这些空格删除并压缩数据以便进行发送。传输数据后，由接收节点的表示层对数据进行解压缩。

7. 应用层

应用层(Application Layer)作为 OSI 模型中最高的一层，可直接供终端用户使用。它与会话层和表示层一样，向用户提供网络服务。应用层直接与用户和应用程序打交道，但是它并不等同于一个应用程序。应用层向用户提供电子邮件、文件传输、远程登录和资源定位等服务。

1.1.2　数据在 OSI 各层中的流向

1. 数据流动的过程

在图 1-1 所示中，给出了一个完整的 OSI 数据传递与流动的过程。从图 1-1 中可以看出 OSI 环境中数据流动的过程。

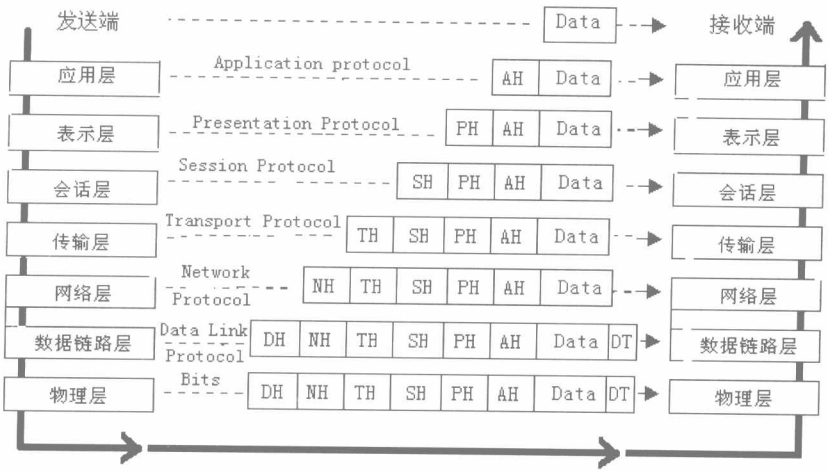


图 1-1　数据在 OSI 各层中的流向

在这里讲解一下网络传送技术中的一个很重要的盖念：封装。或许可以用邮局系统来更形象地看看封装过程是怎样工作的。

当有一份报价单(data)要寄给海外的客户，将之交给秘书之后，秘书会把信封(header1)打好，然后贴好邮票投进邮筒，邮局再将信件分好类，把相同地区的邮件放进更大的邮包(header2)附运，然后航空公司也会把邮件和其他货物一起用飞机货柜(hearder3)运达目标机场；好了，目的地机场只接管不同飞机所运来的货物，然后把邮包(header2)交给对方邮局，邮局把邮件分好类之后，再把信封(header1)递送到客户那里，然后客户打开信封就可以看到报价单(data)了。

由此可见，网络的层级分工，其实跟日常的生活模式也有许多相似的功能。上例中的飞机好比是“实体层”，当然也可以选择使用轮船或汽车等运输工具；可以把机场管理局，或码头、车站的管理机构看成是“资料连接层”，它们会规定不同的交通工具使用的不同规则，例如：班次、泊位、进场/出场时间间隔、接管/分发货物、等等；邮局可以说是“网络层”，到底使用那个机场、港口、车站，或是货物经由哪条路径传递最迅速，这些都由邮局来管好了；要是寄的资料有一本书那么厚，但邮局一次最多只能寄 10 页，那么就得将资料拆开，编好序号，分装在好几个信封里，再进行邮寄，这和“传送层”的“打包”功能差不多。如果同时和好几个客户洽谈好几样事务，还得分辨出哪些资料是属于哪个客户的，“传送层”也有类似的追踪功能。

“会谈层”相信也不难理解，先假设和客户之间的沟通都必须使用邮件(没有电话，传真，更没有 email)，这时总不会茂然地就先把报价单寄出去吧？需要先征询对方的同意，才会开始寄出去，然后可以告诉对方报价单全部寄送完毕，那么得到对方确认之后，就可以说完成一次“会谈”了；如果秘书聪明能干，还能够翻译各国语言和文件格式，那就可以认为已经拥有“表现层”了。

“应用层”更不用多说了，人们和客户之间不会只收发报价单吧？还有很多合同、预算、策略、邀请等一大堆东西，可能除了生意上的，间或还会聊聊男人和女人呢！

这里不难看出：每一个上层封包对下层来说，都是下层封包的数据；下层协议无需理会上层如何进行封装，一律照单全收，然后加以自己的封装，再把整个加封后的封包传给更下一层。

OSI 协议模型可以说是网络通信的基石，尤其是层级与层级之间、上层和下层的关系，更是网络学习中的关键概念。对 OSI 模型的理解程度，将直接影响日后整个网络管理生涯，这包括软硬件的选择、通讯服务程序的开发和日常的网络管理。

2. 分层协议的缺点

从前面的说明中，可以体会到分层协议设计的一个基本构思：让协议设计者将复杂的问题分成数个子问题，然后再分别处理。然而，所付出的代价是：会使各分层的软件变得非常低效。比方说：应用程序将一串字节交到传送层，经过封包切割之后，再传到网络上。在此一过程中，传送层会选择最大的封包体积，以达到传输的最佳化，以配合讯框在实体网络中传送的最佳化。倘若软件的分层过严的话，传送层就无法知道底层的路由状况，也不知道与之直接相连的网络有哪些。更甚者，传送层也不可能知道讯框的格式，也就不能知道如何界定封包体积的大小。所以，分层过严反而会成为传送最佳化的障碍。

因此，协议设计者在设计协议软件时，通常会略为放宽限制，以允许路由选择、MTU 之类的讯息广播。同时在分配缓冲区的时候，会预先留下标头空间让低层填充信息，或在高层协议传送讯框时保留标头信息。如此设计便能在最佳化与分层结构中取得平衡。

1.1.3　TCP/IP 模型

TCP/IP 是 Internet 的基本协议，是 Transmission Control Protocol/Internet Protocol 的简称。TCP/IP 协议定义了网络通信的过程，定义了数据单元应该采用什么样的外观以及它应该包含什么信息，使得接收端的计算机能够正确地翻译对方发送来的信息，TCP/IP 协议还定义了如何在支持 TCP/IP 协议的网络上处理、发送和接收数据。至于网络通信的具体实现，是由 TCP/IP 协议软件的软件组件来实现的。事实上，国际间并没有一套公认的层级模型来描述 TCP/IP，但许多技术文件都把 OSI 的 7 层架构精简为 3～5 层不等。这里所描述的将采用 4 层架构模型，如图 1-2 所示。

应用层 (Application Layer)
传输层 (Transport Layer)
网络层 (Internet Layer)
数据链路层 (Network Access Layer)

图 1-2　TCP/IP 层级模型

1. TCP/IP 层级模型

TCP/IP 层级模型，主要由构筑在硬件层上的 4 个概念性层次构成，即应用层、传输层、网络层和数据链路层，TCP/IP 参考模型中的 4 层分别对应于 OSI 参考模型中的一层或多层，如图 1-3 所示。

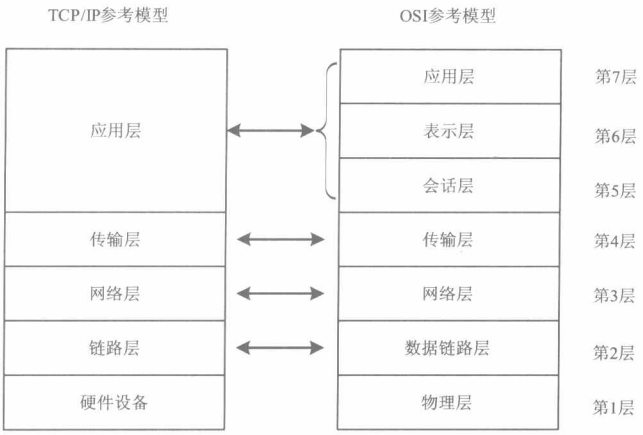


图 1-3　TCP/IP 参考模型与 OSI 参考模型的对应关系

TCP/IP 是个协议簇，是由一系列支持网络通信的协议组成的集合，如图 1-4 所示的图描述了 TCP/IP 的协议簇。

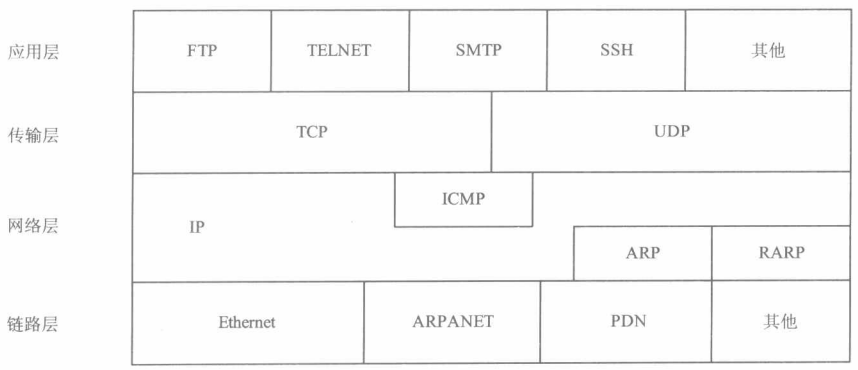


图 1-4　TCP/IP 协议簇

(1) 应用层

应用层处于分层模型的最高层，用户调用应用程序来访问 TCP/IP 互联网络，使用网络提供的各种服务。应用程序负责向传输层发送信息和处理从传输层接收到的信息。每个应用程序可以选择所需要的传输服务类型，例如，IE、NetScape 只发送和接收 HTTP 的数据；WS-FTP 只发送和接收 FTP 的数据等。SMTP、FTP、HTTP 等协议属于应用层。

(2) 传输层

传输层的基本任务是提供应用程序之间的通信服务。传输层既要系统地管理数据信息的流动，又要提供可靠的传输服务以确保数据无差错、无乱序地到达目的地。因此，传输层的协议软件需要进行协商：让接收方回送确认信息以及让发送方重发丢失的分组。传输层所要提供的这些功能由两个重要的协议——传输控制协议 TCP(Transmission Control Protocol)和用户数据报协议 UDP(User Datagram Protocol)进行规范和定义。

(3) 网络层

网络层，又称 IP 层，主要用于处理机器之间的通信问题。Internet 层接收传输层请求，

传送具有目的地址信息的分组；选择下一个数据报发送的目标机；把数据报交给下面的链路层中相应的网络接口模块。Internet 层还要处理接收到的数据，检验其正确性；决定是在本地处理接收到的数据，还是继续向前发送接收到的数据。如果数据的目标机处于本机所在的网络，该层软件就把数据报的报头剥去，然后选择适当的传输层协议软件进行处理。

在 IP 层定义的协议有 ICMP、ARP 和 RARP 等，这些协议定义了网络通信中不可缺少的一系列服务标准。

(4) 链路层

链路层是 TCP/IP 协议的最底层，它定义了对网络硬件和传输媒体等进行访问的有关标准。它负责接收 IP 数据报和把数据报通过选定的网络发送出去。

由于物理网络的复杂性和多样性，TCP/IP 不可能提供一个在链路层上的完整的协议，它必须与 TCP/IP 之外的物理层的协议相结合，才能实现数据信息在底层网络的通信。例如，由 TCP/IP 定义的 SLIP 协议和 PPP 协议，就没有涉及到与其他计算机相连的网络物理连接。

2. TCP/IP 的特征

TCP/IP 作为一个发展较为成熟的互联网协议簇，包含许多重要的基本特性，主要表现在以下几个方面：逻辑编址、路由选择、域名解析、错误检测、流量控制以及对应用程序的支持等。

(1) 逻辑编址

众所周知，每一块网卡在出厂时就由厂家分配了一个唯一的物理地址(也叫 MAC 地址)。在很多局域网中，底层的硬件设备和相应的软件可以识别该物理地址。TCP/IP 有自己的地址系统—— 逻辑编址。所谓逻辑编址，就是给每台计算机分配一个逻辑地址，这个逻辑地址称为 IP 地址，可以由网络软件进行设置。一个 IP 地址一般包括：一个网络 ID 号，用来标识网络；一个子网络 ID 号，用来标识网络中的一个子网；另外，还有一个主机 ID 号，用来标识网络中的某台计算机。这样，通过已分配的 IP 地址，就可以迅速地找到一个网络中的某台计算机。

(2) 路由选择

在 TCP/IP 中包含有专门用于定义路由器如何选择网络路径的协议。简单地说，路由器就是负责读取地址信息并使数据通过正确的网络路径到达目的地的专用设备。

(3) 域名解析

虽然 TCP/IP 采用的是 32 位的 IP 地址，比起直接使用网卡上的物理地址来说更为方便，但是，设置 IP 地址的出发点是为了确定网络上的某台特定的计算机，而并没有考虑使用者的记忆习惯。例如，用户通常不会记住某个公司 Web 服务器的 IP 地址是什么，但是用户可以轻而易举地记住其域名。因此，TCP/IP 专门设计了方便用户记忆的字母式的地址结构，称为域名或 DNS(域名服务)。

(4) 错误检测与流量控制

TCP/IP 确保数据信息在网络上的可靠传递，包括检测数据信息的传输错误(保证到达目的地的数据信息没有发生变化)；确认已传递的数据信息是否成功被接收；监测网络系统中的信息流量，防止出现网络拥塞现象。具体地说，这些特性是通过传输层的 TCP 协议，以及网络访问层的一些协议来实现的。