



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

DCN |  神州数码
Digital China

路由型与交换型 互联网基础

第2版

全国职业技能大赛推荐参考书

神州数码网络认证指定教材

校企合作新课改教材

程庆梅 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS





“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

路由型与交换型互联网基础

第2版

主 编 程庆梅
副主编 徐雪鹏
参 编 陈 戌 王凯旋 徐 鹏 赵 鹏
陈中举 张 鹏 吴 丹



机械工业出版社

本书是“十二五”职业教育国家规划教材，根据《教育部关于“十二五”职业教育教材建设的若干意见》及教育部新颁布的《高等职业学校专业教学标准（试行）》，同时参考相关职业资格标准，在第1版的基础上修订而成。

本书分为3个部分，共12章，内容以学生能够完成中小企业交换及路由网络调试实施和故障排除为目标。第1部分为网络基础知识；第2部分为交换技术与设备，包括第2~7章，主要介绍交换型网络结构和功能特点；第3部分为路由技术与设备，包括第8~12章，主要介绍路由型网络结构和功能特点。本书突出对职业能力、实践技能的培养，设计了典型工作情景下的工作案例，职业应用性强。全书图文并茂，步骤清晰。

为便于教学，本书配有电子课件，选择本书作为教材的教师可来电（010-88379194）索取，或登录www.cmpedu.com网站，注册、免费下载。

本书可作为高等职业院校计算机应用专业和网络技术应用专业教材，或者作为交换机、路由品牌网络管理和网络维护的自学指导书，也可作为计算机网络工程技术岗位培训教材。

图书在版编目（CIP）数据

路由型与交换型互联网基础/程庆梅主编.—2版.—北京：
机械工业出版社，2014.11

“十二五”职业教育国家规划教材
ISBN 978-7-111-48074-7

I. ①路… II. ①程… III. ①互联网络—路由选择—高等职业教育—教材
IV. ①TN915.05

中国版本图书馆CIP数据核字（2014）第222480号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22号 邮政编码100037）

策划编辑：梁伟 责任编辑：蔡岩

责任校对：赵蕊 封面设计：鞠杨

责任印制：乔宇

北京机工印刷厂印刷（三河市南杨庄国丰装订厂装订）

2014年11月第2版第1次印刷

184mm×260mm·10.5印张·250千字

0 001—3 000册

标准书号：ISBN 978-7-111-48074-7

定价：26.00元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心：（010）88361066 教材网：<http://www.cmpedu.com>

销售一部：（010）68326294 机工官网：<http://www.cmpbook.com>

销售二部：（010）88379649 机工官博：<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线：（010）88379203 封面无防伪标均为盗版

第2版前言



本书是按照教育部《关于开展“十二五”职业教育国家规划教材选题立项工作的通知》，经过出版社初评、申报，由教育部专家组评审确定的“十二五”职业教育国家规划教材，根据《教育部关于“十二五”职业教育教材建设的若干意见》及教育部新颁布的《高等职业学校专业教学标准（试行）》，同时参考相关职业资格标准，在第1版的基础上修订而成。全书以提升学生专业能力和职业素养为宗旨，坚持理论结合实际的设计原则，明确计算机网络人才的培养定位。

本书主要介绍了计算机网络体系结构，以及组网过程中常见的交换、路由知识和交换、路由设备。其中第1部分为网络基础知识，对网络系统的架构组成进行了系统的介绍和分析；第2部分为交换技术与设备，在对交换网络中常用功能的协议分析的同时，也对交换设备配套功能的实习进行了详细阐述；第3部分为路由技术与设备，在对路由网络中常用协议分析的同时，也对路由设备配套功能的实习进行了详细阐述。本书编写过程中力求体现技术更新，与时俱进，书中介绍的知识均源于目前实际工程项目的真实需求；知识体系由简入繁，循序渐进；侧重实际能力的培养，学以致用。本书编写模式新颖，采用模块化设计，结构清晰，易于教学，实用性强。

本书在内容处理上主要有以下几点说明：

1) 教学实施中建议每章节2~4课时，以理论讲解为主配置现场演示，全书总课时建议为52学时，授课讲师也可根据实际情况酌情安排。

2) 教学实施中可以预留时间，组织学生进行课堂讨论或现场答疑。

3) 由于本书以理论内容为主，建议与《路由型与交换型互联网基础实训手册》教材配合使用。

本书由程庆梅任主编，徐雪鹏任副主编。参与编写的还有陈戌、王凯旋、徐鹏、赵鹏、陈中举、张鹏、吴丹。

本书编写过程中，参阅了国内外出版的有关教材和资料，得到了北京市供销学校赵鹏、石家庄市职教中心黄琨老师的有益指导，在此一并表示衷心感谢！

由于编者水平有限，书中不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

编者

第1版前言

伴随计算机网络的发展，各个行业都在积极地发展和升级计算机网络系统，以提升网络办公的效率，这就需要越来越多的计算机网络工程技术人才投身到这个行业中。本书就是应这样的时代需求而编写的工程师入门级教材。

● 指导思想

作为整体网络的搭建者和管理者，神州数码网络公司集多年在网络搭建和管理项目中的经验，为广大网络工程师提供了发挥能力的舞台，同时也形成了关于网络组建技术的一整套的工程技术实施方法。全书从初级网络技术人员视角，针对组建网络急需解决的几个问题，使用直观、简洁的方式，以典型中小网络的真实需求和方案为背景，既体现了企业解决方案的实用性，又融合了培训讲授过程的系统性，神州数码网络希望为广大致力于从事网络工程相关工作的在校学生以及其他技术人员提供快速、有效的入门指导。

● 本书的特点

- 1) 注重实践操作，知识点围绕操作过程按需介绍。
- 2) 内容由浅入深，由简入繁，循序渐进。
- 3) 侧重实际能力的培养，抛开复杂的理论说教，学以致用。

● 编写思路

本书通过对以往相关图书的知识点的梳理，结合当代计算机网络的发展情况，充分考虑了网络知识在广大读者中的普及度和深度，将与计算机网络技术相关的理论和实践按照系统思路整合成由浅入深的知识序列，配合本书的实训指导手册，读者将很容易做到在实践中体会理论，在实践中升华理论的学习过程。

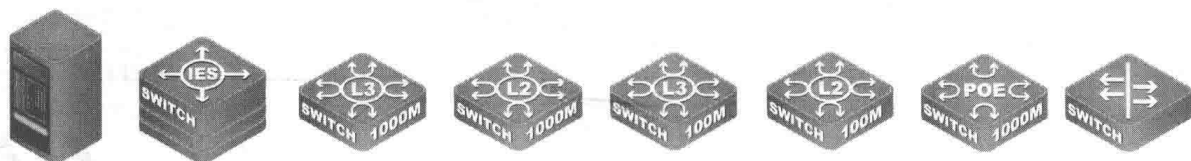
● 本书的读者

- 1) 从事网络工程技术工作的入门级网络工程师。
- 2) 为终端客户提供网络搭建解决方案的网络工程师。
- 3) 提供网络整体解决方案的售前售后工程师。
- 4) 高等或中等职业技术院校的计算机相关专业二年级学生。

本书全体编者衷心感谢提供各类资料及项目素材的神州数码网络工程师、产品经理及技术部的同仁，同时也要感谢来自职业教育干线的合作教师们提供的大量需求建议，并参与了部分内容的校对和整理工作。

● 关于图标

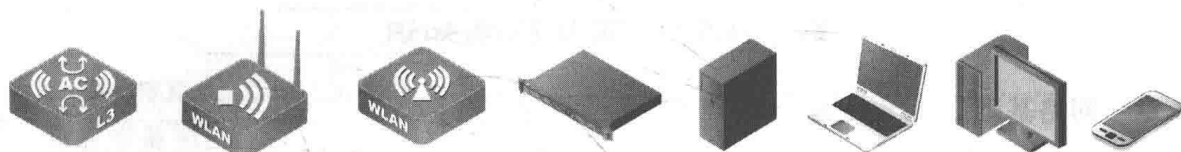
本书图标采用了神州数码图标库标准图标，除真实设备外，所有图标的逻辑示意如下。



高端路由交换机 机架式三层交换机 千兆三层交换机 千兆二层交换机 百兆三层交换机 百兆二层交换机 POE千兆交换机 通用网管交换机



核心路由器 汇聚路由器 接入路由器 通用路由器 多核安全网关 WEB应用安全防火墙 通用防火墙

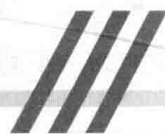


盒式AC 无线发射器 室外AP 机架式服务器 塔式服务器 笔记本 台式机 手机

由于本书编者的经验和水平有限，书中不足之处在所难免，欢迎提出批评指正。编者邮箱：xuxp@digitalchina.com。

编者

目 录



第 2 版前言

第 1 版前言

第 1 部分 网络基础知识

第 1 章 网络基础.....	2
1.1 网络分层模型.....	2
1.2 TCP/IP 模型.....	8
1.3 冲突域与广播域.....	21

第 2 部分 交换技术与设备

第 2 章 交换机基础.....	26
2.1 交换机工作原理.....	26
2.2 存储组件.....	32
2.3 交换机的功能.....	33
2.4 交换机的交换方式.....	37
第 3 章 交换机管理.....	39
3.1 登录和管理方式.....	39
3.2 升级维护.....	52
第 4 章 虚拟局域网 VLAN.....	59
4.1 VLAN 协议简介.....	59
4.2 单交换机 VLAN.....	61
4.3 跨交换机 VLAN (IEEE 802.1q).....	62
第 5 章 生成树协议.....	67
5.1 生成树协议简介.....	67
5.2 快速生成树.....	73
5.3 多实例生成树.....	83
第 6 章 链路聚合技术.....	88
6.1 链路聚合概述.....	88
6.2 链路聚合的实现.....	90

6.3 聚合类型.....	91
6.4 Port Group.....	92
第7章 端口安全.....	93
7.1 MAC 地址绑定.....	93
7.2 访问管理 AM.....	94

第3部分 路由技术与设备

第8章 路由基础.....	96
8.1 路由概述.....	96
8.2 路由查询.....	98
8.3 路由转发.....	101
第9章 设备简介.....	106
9.1 工作原理.....	106
9.2 设备登录和管理方式.....	110
9.3 升级维护.....	113
第10章 路由器路由技术基础.....	118
10.1 直连路由与静态路由.....	118
10.2 静态路由最长掩码匹配.....	119
10.3 单臂路由.....	120
10.4 距离矢量路由协议.....	120
第11章 动态路由协议.....	126
11.1 RIP 路由协议.....	126
11.2 OSPF 路由协议.....	135
第12章 广域网连接.....	140
12.1 点对点协议.....	140
12.2 ACL 控制访问列表.....	143
12.3 网络地址转换 (NAT).....	147
12.4 虚拟专用网 (VPN).....	149
参考文献.....	160

第 1 部分

.....

.....

网络基础知识

第1章 网络基础



计算机网络：利用通信设备和线路将地理位置不同的、功能独立的多个计算机系统互连起来，以功能完善的网络软件（即网络通信协议、信息交换方式、网络操作系统等）实现网络中资源共享和信息传递的系统。

1.1 网络分层模型

计算机网络是用来在网络用户之间提供通信和信息共享功能的。为了完成这种通信过程，计算机网络中的设备需要协同操作，对某些约定也需要达成共识。在很多方面，网络通信与人与人之间的通信很类似。本节使用人与人之间的通信过程以示范网络通信的基本过程。

假设一个叫做 John 的人想写一封信发给另一个叫 Jane 的人。John 需要纸和笔，纸和笔相当于他为表达信件内容所使用的“应用程序”。例如用来生成信件、备忘录和其他类型文档的字处理器。

John 和 Jane 使用相同的语言——英语来沟通。John 将用英语写信给 Jane，这就是 John 表达自己思想的方式，把要传达的信息写在纸上。这个过程类似诸如字处理器的应用程序在计算机上以特定的语言或者格式存储信息。

John 开始写信，信的开头是称呼，完成信的主体后以结束语收尾。当人们使用计算机通过计算机网络通信时，会发生一个类似的过程，这个过程称为会话。网络会话由下列部分构成：读取已经准备好的消息，在选定的应用程序中（纸和笔）以相同的语言（英语）写，在接收者和发送者之间建立一个对话。发送者告诉接收者有一条消息要发送，接收者同意（有时不同意）接收消息，当接收者接收完毕整个消息，再与发送者协调结束对话，完成会话过程。接收者则可以打开并使用相同的语言 and 应用程序读取消息。

信写好了之后，John 还必须把信装进一个信封写上地址，这样 Jane 才能收到信。写地址的时候，John 首先写的是 Jane 的名字，以确保信件正确投送到目的地。信件投送到了正确地址之后就会交给 Jane。John 也会在信封上适当的位置写上自己的名字。在网络中这相当于给不同的应用加上特有的标识，常称为应用端口号。

不仅 John 和 Jane 的名字都写在信封上，他们的地址也必须写在信封上。姓名连同地址使得信件送达正确的目的地和收信人。回信地址表明是谁写的这封信。我们想要在网络上发送信息，必须知道消息将要发送到的详细地址（应用程序）和一般地址（计算机处所）。正如一个地址会有多个人一样，在一台计算机上可能有多个用户应用程序。在网络中每条消息都有明确的目的地，当消息在网络中传输时，地址信息将帮助沿途的设备选择正确的路径投递。

John 写完地址和收信人等相关信息后，开始投信。信件可以通过多种途径送给投递员，

投递员可以通过步行、驾驶汽车或者驾驶飞机把这封信和其他的信件运送到目的邮局。信件在邮局分拣，邮局人员可以把它们送到最终目的地，也可能使用不同的运输手段，如卡车。在网络中，信息也是从一个地方传送到另外一个地方直至目的地。像我们给出的例子一样，在网络中传送信息也有很多种方式。网络的终端设备就是通过这些不同种类的传送信息方式建立连接的。在网络中，这个过程相当于网络设备在投递过程中选择了不同类型的网络传输这一消息，比如有时用了租用的线路，而有时用到了局域网的线路等。

从上面的例子中不难发现，在一个人给另一个人寄一封信的过程中要发生很多事情。类似的，通过网络发送信息的时候也会发生很多事情。

理解了这些过程与网络传输消息的对应关系后，用户也许对网络中为何需要那些不胜枚举的协议有了一些认识了。网络协议的作用就是帮助各种各样的网络设备准确无误地传递各种消息，因为在传输过程中，电信号会受到各种各样的干扰而变形甚至丢失，因此，网络协议也尽可能考虑到各种情况而制定，以实现消息的无误传输。

下面着重了解 OSI 参考模型。

OSI 模型有七层，逻辑上分为两个部分：底层的一至四层关心的是原始数据的传输，高层的五至七层关心的是基于网络的应用程序。学习 OSI 参考模型有如下两个重要原因。

1) 当前，OSI 模型的使用非常广泛，近期的数据通信文本是以 OSI 模型来表示其结构的。

2) 更为重要的是，理解了 OSI 各层的功能才可能理解许多不同种类的网络协议、产品和服务。

在计算机网络产生之初，每个计算机厂商都有一套自己的网络体系结构的概念，它们之间互不相容。为此，国际标准化组织 (ISO) 在 1979 年建立了一个分委员会来专门研究一种用于开放系统互连的体系结构 (Open Systems Interconnection, OSI)。这个分委员提出了开放系统互连，即 OSI 参考模型，它定义了连接各种计算机的标准框架，即分为应用层 (Application Layer)、表示层 (Presentation Layer)、会话层 (Session Layer)、传输层 (Transport Layer)、网络层 (Network Layer)、数据链路层 (Data Link Layer) 和物理层 (Physical Layer)。

1.1.1 应用层

应用层用于确定进程之间通信的性质，以满足用户需要以及提供网络与用户应用软件之间的接口服务。

1.1.2 表示层

表示层主要解决用户信息的语法表示问题。它将欲交换的数据从适合于某一用户的抽象语法，转换为适合于 OSI 系统内部使用的传送语法，即提供格式化的表示和转换数据服务。数据的压缩和解压缩、加密和解密等工作都由表示层负责。

表示层是处理有关计算机如何表示数据和在计算机内如何存储数据的过程。

在我们先前的例子中，英语就是我们用何种语言和字词来表达我们的思想的例子。这个概念和 OSI 模型中的表示层是类似的，即处理信息在计算机上的表示。换句话说，表示层处理计算机存储信息的格式。

表示层提供了下列关于数据表示方式的服务。

1) 数据表示——表示层解决了连接到网络的不同计算机之间数据表示的差异。例如，可以处理使用 EBCDIC 字符编码的 IBM 大型机和一台使用 ASCII 字符编码的 IBM 或其兼容个人计算机之间的通信。

2) 数据安全——表示层通过对数据进行加密与解密，使得任何即使窃取了通信信道的人也无法得到机密信息、更改传输的信息或者在信息流中插入假消息。表示层能够验证信息源，也就是确认在一个通信会话中的一方正是信息源所代表的那一方。

3) 数据压缩——表示层也能够以压缩的形式传输数据，以最优化的方式利用信道。通过压缩从应用层传递下来的数据并在接收端回传给应用层之前解压数据来实现。

1.1.3 会话层

在前面给出的例子中我们看到一封信一般由开始、正文和结尾组成。在网络中也是这样的。我们要通过一个程序初始化网络通信，之后发送信息、接收信息，最后结束通信。

会话层就是会话开始和结束，以及达成一致会话规则的地方。

会话层也可以称为对话层，在会话层及以上的高层次中，数据传送的单位不再另外命名，统称为报文。会话层不参与具体的传输，它提供包括访问验证和会话管理在内的建立和维护应用之间通信的机制，如服务器验证用户登录便是由会话层完成的。

OSI 模型中的五至七层的总结

OSI 模型中高三层的功能是向最高层的应用程序提供服务。通过一套协议和一系列服务来完成一些必须不断重复编码的任务，高层提供了使应用程序间能够更容易共享数据和交流信息的标准。总的来说，五至七层提供了如下功能。

- 处理计算机间数据表示的差别。
- 处理网络终端的物理特性的差别。
- 确保数据在网络传输中不被偷取和泄露，并且确保不允许未经授权就使用网络访问数据。
- 最高效地使用网络资源。
- 通过应用程序及活动同步来管理对话和活动。
- 在网络结点间共享数据。

OSI 参考模型中五至七层的数据通常被称为“协议数据单元 (PDU)”。

1.1.4 传输层

在前面描述了一封信是如何交到收信人手中的，即必须知道收信地点和收信人才能把信件交到正确的人手中。

- 传输层地址就是进程地址。
- 传输层负责进程的收发报文。

传输层的任务是根据通信子网的特性最佳地利用网络资源，并以可靠和经济的方式，为两个端系统（也就是源站和目的站）的会话层之间，提供建立、维护和取消传输连接的

功能，负责可靠地传输数据。

传输层提供的基本服务包括寻址、连接管理、流量控制以及缓冲。

寻址：传输层负责在一个结点内对一个特定的进程进行连接。例如，一个用户可能正在进行向文件服务器传送信息的进程，另一个用户可能正在访问同一服务器上的 Web 页面。传输层是通过使用端口号来处理结点上的进程寻址的。

连接管理：面向连接的传输层协议负责建立和释放连接，由于存在丢失和重发包的可能性，因此这是一个复杂的过程。

流量控制和缓冲：网络上的每个结点都能以一个特定的速率接收信息。这一速率由其计算机的计算能力和其他因素决定。每个结点还具有一定数量的处理器内存用于缓冲。传输层负责确保在接收方结点有足够的缓冲区，以及数据传输的速率不能超过接收方结点可以接收数据的速率。

OSI 参考模型中传输层的数据通常被称为“分段 (Segment) ”。

1.1.5 网络层

John 给 Jane 写信的例子演示了如何使用地址信息将一封信件从源地址发送到目的地。地址包含门牌号、街道名称、城市名称和州名。在网络中，网络层负责将信息通过网络从源地址传送到目的地地址。

网络层地址就是目的计算机地址。

在计算机网络中每个结点都拥有唯一的地址，网络设备依据网络层地址将数据发送到正确的目的地。这个地址是由网络层定义的。

网络层采用上层的信息（传输层）并通过添加一个头部来封装数据。头部包含有对等网络层进程使用的协议信息，以使得该分组能够到达目的地。网络层再把包传送给数据链路层。

如果结点是中间结点（路由器），在此结点中的网络层负责把包向前转发到其目的地。网络层必须处理可能使用不同通信协议以及不同寻址方案的结点类型之间的包交换，如网络层与分组路由图。

网络层为传输层提供下列服务。

- 为每一个结点提供了一个唯一的地址。
- 为电路交换网络建立和维护虚电路。
- 对于每个分组交换网络，通过每个中间结点完成每个分组的独立路由选择。

OSI 参考模型中网络层的数据通常被称为“分组或报文 (Packet / Datagram) ”。

1.1.6 数据链路层

在 John 给 Jane 写信的例子中，那封信是通过两个结点传输到收信人地址的：一个是步行的邮递员，还有一个是卡车。这就是数据链路层功能的例子。它的任务就是将网络层的信息即分组传输到网络中的下一个结点。在到达目的地的时候，分组可能经过的物理路径是不相同的（就像小街巷、陆路和空路一样）。

数据链路层地址就是 NIC（网络接口卡）地址（或称物理地址）。

OSI 参考模型中数据链路层的数据通常被称为“数据帧 (Fragment)”。

数据链路层是 OSI 参考模型的第二层。数据链路层通过物理连接，与帧的传输有关而不是与位有关。数据链路层是这样为网络层服务的：将一个分组信息封装在帧中，再通过一个单一的链路发送帧。

通常数据链路层用来将诸如分组的信息传到网络中的下一个结点。下一个结点可能就是目的结点，也可能是一个可以提供将信息传递到目的结点的路由设备。数据链路层不关心分组中是什么，只是将数据帧传递到网络中的下一站。

帧头部包含目的地址和源地址。目的地址包括网络中下一站的地址，源地址指示帧的发起地点。帧通常由 NIC 产生。分组传递到 NIC 后，NIC 通过添加头部和尾部将分组封装。之后这个帧沿着链路再传送到到达目的地址的下一站。因此，数据链路层为网络层提供的服务就是将一个分组传送到网络的下一个结点。

当经过一个新的链路的时候，就产生了一个新的帧。然而分组内容却保持不变，图 1-1 中的“目的 MAC”表示目的端数据链路层地址；“源 MAC”表示源数据链路层地址；“目的 IP”表示目的端网络层地址；“源 IP”表示源网络层地址。

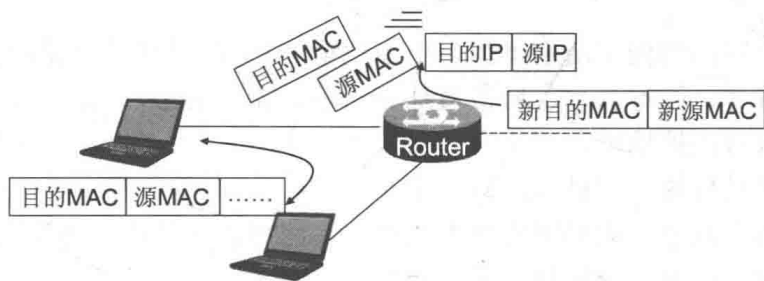


图 1-1 网络数据包的传递

1.1.7 物理层

在前面给出的例子中，从源到目的有两种寄信的方法：步行或是通过卡车。其中使用到了两种物理媒介规则，走路用的人行道规则或开卡车用的机动车道规则。这个例子中的媒介规则就是物理层的内容。

物理层处理的是经过物理媒介的比特。

物理层是 OSI 参考模型的最底层。物理层负责通过通信信道传输比特流。信道可以是同轴电缆、光缆、卫星链路以及普通的电话线。

物理层进程通过物理连接提供传输比特的服务。进程不必了解所荷载的帧、分组和报文的意义或结构就可以做到这些。进程不知道所传输的是 8 位的字节还是 7 位的 ASCII 字符。类似的一些错误可以被检测到，错误标记传送到更高层，但是大多数的检错和所有的纠错是更高层的任务。

物理层进程使用的传输协议根据连接的特性不同而不同。它与下述事项有关。

- 如何表示 0 和 1 比特。
- 怎样表示传输何时开始和结束。
- 在同一时刻比特只能向一个方向流动还是可以在双向流动。

1.1.8 对等层

按照 OSI 参考模型的定义,任何开放式的网络系统中都存在与 OSI 参考模型对应的层次,这样在与其他开放式网络系统通信的过程中,均可以抽象出各个层次与对端系统的对应层次的对应关系。两个系统之间的通信可以理解为两个系统之间各个对等层之间的通信的有机结合。

1.1.9 封装与解封装

1. 封装

数据通信程序从上层接收数据,并将数据传送到下层。它们必须以某种方式与其对等程序之间通信,利用为它们所在层设置的协议来实现相应功能。在最开始的例子中,John 给对等方 Jane 写了一封英语信。John 将信件传给下层(信封)以使信件达到对等方。这层的服务就是通过“网络”发送信件到目的地。数据通信也采用类似的方式,将高层的信息封装在中、低层协议信息中,通过网络发送最初的信息。

假设一个程序将大消息分为长度短一些的块和段,就如同一封信太大不能装在一个信封中一样。一个解决办法就是采用更大的信封,但是在通信过程中,不采用这个方法;另外一个方法就是将信的分块装在不同的信封中。

采用多个信封带来的问题就是,如何通知收信人信件有很多部分,这些部分又应当以何种顺序打开。一种可行的办法就是修改消息,指示出存在多个部分和每个部分在总消息中的位置。这就需要接收者的中、低层打开每个信封看一下原始的信息,以决定这些单独的部分应当以什么样的顺序交给上层。这使得最高层对于低层的操作十分敏感,不适合作为分层架构的解决方案。

另外一种方案几乎被所有的现代通信系统所采用,就是在中层和低层仅仅是对原始的数据加上头部和尾部,即对数据进行封装。这和对信封标上序数是类似的。它允许接收者能够不打开信件,就能识别出这个部分在总体信件中的位置,如图 1-2 所示。

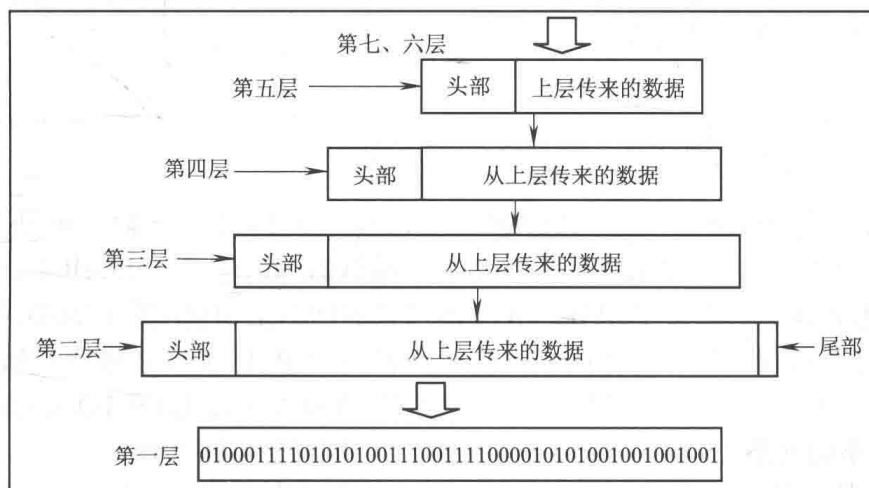


图 1-2 数据的封装

消息头部通常包含表明被封装数据的总长度的域，也至少包含一个提供关于数据信息的域。例如，如果数据是一个很长的消息，头部就会详细说明这个块在整个消息中的相对位置，也很可能指示出消息的总分块数。例如，需要将一个 Web 页面分成 20 块的分组信息，在 Web 服务器和 Web 浏览器之间传送。

2. 解封装

接收方的对等程序处理完数据之后，在把数据传送给更上层之前，要除去添加的信息（解封装）。原始的信息未受影响，高层也看不到封装的信息，如图 1-3 所示。换句话说，接收程序通过除去每层的协议信息，对协议进行了出栈操作。

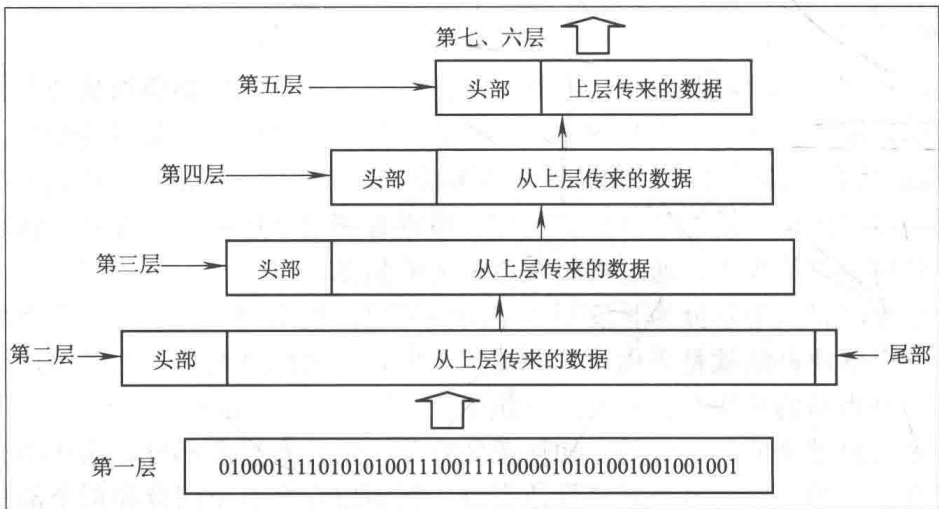


图 1-3 数据的解封装

为了以正确的顺序从信封中取得信件，接收方的低层对等程序通过对数据出栈或解封装操作来处理增加的信息。对接收到的信件而言，接收者在打开信之前要把信按顺序摆放。接收者才能以正确的顺序打开信封，重新将单独的块组成完整的信件。

原始的消息在最高层协议处理前是原封未动的，高层协议也无需了解封装信息。换句话说，接收程序通过和发送方相反的顺序除去每层增加的信息，把剩余的结果往上层传递，从而达到对附加信息的出栈操作。

1.2 TCP/IP 模型

当计算机通过 Internet 相互通信时，它们使用的协议是传输控制协议/网际协议（TCP/IP）。TCP/IP 也是大多数中等网络和大型网络的协议选择。Novell NetWare、UNIX 和 Windows 网络都可以使用 TCP/IP，在不断增长的网络上和使用客户机/服务器或者基于 Web 的应用中更是如此。在多媒体网络中使用的也是 TCP/IP，尤其在进行广播和路由方面。广泛的用户群、可靠的历史和扩展能力使 TCP/IP 成为大多数 LAN-TO-WAN 安装的首选协议。即使在小的网络上，为了以后便于扩展，常常也选用 TCP/IP。

TCP/IP 也是一种分层协议，这一点与 OSI 协议层次有些类似，但是并不完全相同，并且它和 OSI 存在着对应关系，如图 1-4 所示。TCP/IP 大约包含近 100 个非专有的协议。通

过这些协议，可以高效和可靠地实现计算机系统之间的互连。

OSI 模型	TCP/IP 分层
应用层	应用层
表示层	
会话层	
传输层	传输层
网络层	互联网层
数据链路层	网络接口层
物理层	

图 1-4 OSI 模型与 TCP/IP 分层的比较

TCP/IP 参考模型是四层结构，下面分别讨论这四层的功能。

1.2.1 网络接入层

这是 TCP/IP 模型的最底层，负责接收从 IP 层交来的 IP 数据报并将 IP 数据报通过底层物理网络发送出去，或者从底层物理网络上接收物理信号转换成数据帧，抽出 IP 数据报，交给 IP 层。

1.2.2 网际层

网际层的主要功能是负责相邻结点之间的数据传送。它的主要功能包括 3 个方面。第一，处理来自传输层的分组发送请求：将分组装入 IP 数据报，填充报头，选择去往目的结点的路径，然后将数据报发往适当的网络接口。第二，处理输入数据报：首先检查数据报的合法性，然后进行路由选择。假如该数据报已到达目的结点（本机），则去掉报头，将 IP 报文的数据部分交给相应的传输层协议；假如该数据报尚未到达目的结点，则转发该数据报。第三，处理 ICMP 报文：即处理网络的路由选择、流量控制和拥塞控制等问题。TCP/IP 网络模型的网际层在功能上非常类似于 OSI 参考模型中的网络层。

1. IP

网际协议 IP 是 TCP/IP 的“心脏”，也是网络层中最重要的协议。

(1) 协议数据包格式，见表 1-1

表 1-1 协议数据包格式

0	3	4	7	8	15	16	31
版本号		头长度		服务类型		总长度	
标识符				标志		段偏移值	
生存时间		协议类型		头校验和			
源 IP 地址							
目的 IP 地址							
可选项 (0 或多个)						填充 (可选)	
数据 (0~64k)							