教育部–神州数码网络教学改革合作项目成果教材

神州数码网络认证教材

DCN | 神州数码 Digital China

路由型与交换型互联网基础

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

教育部—神州数码网络教学改革合作项目成果教材

神州数码网络认证教材

路由型与交换型互联网基础

主　编　程庆梅

参　编　徐雪鹏　杜婉琛　赵　飞　李东方

郭　薇　段　超　杨海涛　岳大安

范　超　张向东　李亚峰　张海军

王永才　朱建英　吕　凯　陈　戎

机械工业出版社

本书主要围绕网络工程师所需的技术要点，由浅入深地讲解了网络基础概念和网络协议基础，深入探讨有关交换机和路由器常规功能的实现和各种常用应用的配置方法。本书以理论为主，结合实际应用讲解必要的协议理论，目的在于培养应用级网络人才。全书共7章，其中第1、2两章为网络基础知识介绍；第3、4两章为路由交换设备基础知识；第5章讲述网络安全基础知识；第6章讲解网络管理员常用的排错和维护命令；第7章讲述除路由交换技术外的其他网络常用技术和常见设备的功能。

本书读者对象为：本科、职业院校开设计算机网络技术等专业相关课程的师生；参加各省市及全国职业技能大赛的师生；拟考神州数码网络认证的人士（与工业和信息化部、人力资源和社会保障部联合认证事宜请参考神州数码网络有限公司网站www.dcnetworks.com.cn）；从事大中型局域网工程技术工作的人士以及热爱计算机网络技术的各界人士。

本书配有电子课件以方便教师教学，需要者可到机械工业出版社教材服务网www.cmpedu.com以教师身份免费注册下载，或联系责任编辑（liangwei18@ gmail.com）索取，也可联系神州数码网络有限公司相关业务人员索取。

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. —北京：机械工业出版社，2010.8
教育部—神州数码网络教学改革合作项目成果教材
神州数码网络认证教材
ISBN 978-7-111-31708-1

Ⅰ.路 … Ⅱ.①程 … Ⅲ.①互联网络—路由选择—教材 Ⅳ.①TN915.05

中国版本图书馆CIP数据核字（2010）第169214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：梁 伟
封面设计：鞠 杨 责任印制：杨 曦

北京双青印刷厂印刷
2010年10月第1版第1次印刷
184mm×260mm · 12.5印张 · 307千字
0 001 —3 000册
标准书号：ISBN 978-7-111-31708-1
定价：27.00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
社服务中心：（010）88361066
销 售 一 部：（010）68326294
销 售 二 部：（010）88379649
读者服务部：（010）68993821

网络服务
门户网：http://www.cmpbook.com
教材网：http://www.cmpedu.com

序

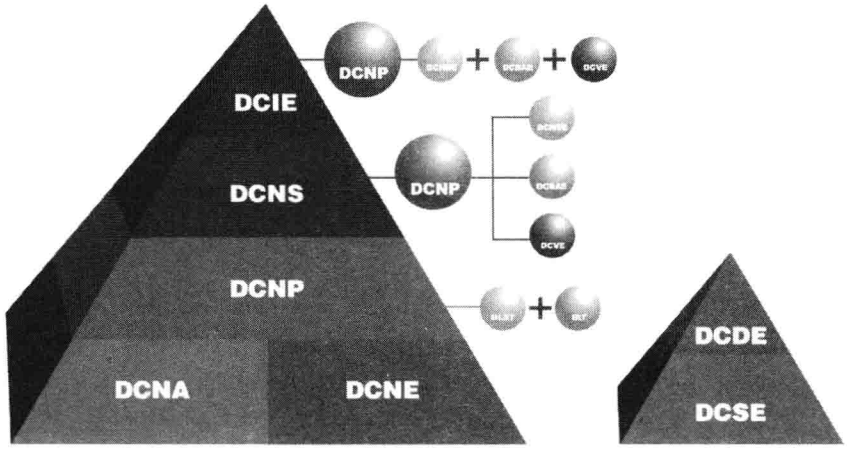
神州数码网络大学

——专业网络工程师的培训基地

神州数码网络大学是神州数码网络有限公司的网络技术教育机构，是专业网络工程师的培训基地，旨在培训网络管理员、网络设计工程师、网络工程师、高级网络工程师、网络专家、网络互连专家等网络专业人才，帮助企业提升网络应用水平。

神州数码网络大学作为培训业界的中流砥柱，紧跟国际先进技术趋势，引领本土技术发展，拥有完善的认证体系、经验丰富的培训讲师、遍布全国的培训网点和网上标准化考试平台，先进的教学和实验设备，为学员提供良好的实战演练环境。神州数码网络大学秉承“学以致用”的教学宗旨，以由浅入深的标准化、本土化教学课程和正式出版的培训教材，更深入力行于网络教育与普及的领域，满足人们对网络的渴求与梦想，提高全民的网络品质！

神州数码网络大学按照技术应用场合的不同，充分考虑不同层次的学习需求，为客户及学习者提供了技术认证体系、规划认证体系，形成了全方位的网络技术认证体系课程内容。



技术认证体系　　规划认证体系

神州数码网络大学根据不同背景的学习者分别建立了具有针对性课程体系的授权教育中心和网络技术学院，为社会学习者和在校学生提供了完整系统的培训服务。同时网络大学为每一位通过认证培训的学员颁发神州数码认证证书，此证书代表着当今网络界对一名

从事网络人员的专业技术水准所给予的认可。

随着网络的迅速发展，为了更好地推动社会网络教育，我们开发了一系列的培训课程，其主要有两个特点：

一是“全”：目的是让初学者对网络有整体的了解，其中包括网络规划、布线系统、设备特性、产品调试、设备集成等网络方面的知识。

二是“精”：主要培养神州数码认证的网络设计工程师（DCDE）、网络管理员（DCNA）、网络工程师（DCNE）、高级网络工程师（DCNP）、网络专家（DCNS）和神州数码网络认证讲师（DCNI）、高级讲师（DCSI），全部培训完全在真实的网络环境中讲授，并进行成功案例分析。经过神州数码网络认证的工程师完全具备利用神州数码全系列的网络产品，为用户提供全面网络解决方案的能力。

神州数码网络大学已经在北京、辽宁、吉林、黑龙江、内蒙古、广东、广西、福建、江苏、河南、安徽、四川、江西、陕西、山西、甘肃、山东、新疆等地建立了七十余家授权教育中心和八百余所网络技术学院，并将在今后继续拓展全国的培训合作发展。神州数码将与优秀的合作伙伴一道为用户提供以提升技术为基础的网络设计与实施能力的教育，共同打造神州数码认证品牌！

神州数码网络大学正在为您打开网络这扇门，21 世纪的赢家就是您！

神州数码网络有限公司董事长
神州数码网络大学名誉校长

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的视角，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网络入门级工程师。

2）为终端客户提供网络搭建解决方案的网络工程师。

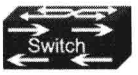
3）提供网络整体解决方案的售前售后工程师。

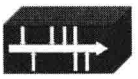
4）高等或中等职业技术院校的计算机相关专业二年级学生。

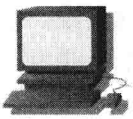
本书全体编者衷心感谢提供各类资料及项目素材的神州数码网络工程师、产品经理及技术部的同仁，同时也要感谢来自职业教育干线的合作教师们提供的大量需求建议，并参与了部分内容的校对和整理工作。

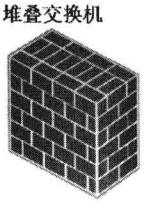
● 关于图标

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。









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：lidf@digitalchina.com

编　者

目　录

第 1 章　互联网介绍

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　网络分类

网络可按照其延伸区域的大小进行分类。一个小网络可能只包括同一间屋子里用缆线直接相连的两个结点。网络的规模和扩展依赖于要求通信的结点数以及这些结点相互关联的位置。本节介绍经典的网络分类法，如图 1-1 所示。

距离	范围	
0.1m	电路板内	
1m	网络机柜系统	
10m	房间内	局域网
100m	建筑物内	
1km	园区内	
10km	城市内	城域网
100km	国家内	广域网
1000km	陆地板块内	
10 000 km	全球	

图　1-1

1．局域网

局域网（Local Area Network，LAN）是指某一区域内有多台计算机互连成的计算机组。LAN 可以包括几个至几百个结点，但通常局限在一个建筑物内。如图 1-2 所示，各结点之间通过一段电缆连至中心集线器。

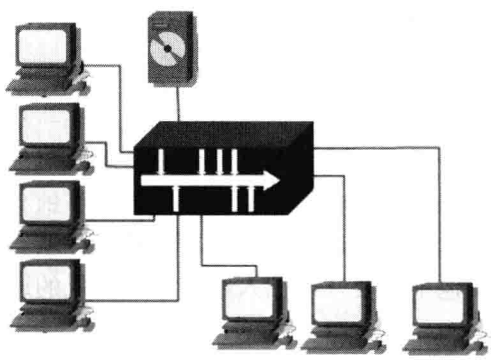


图　1-2

2．城域网

LAN 随着相连计算机的数目变化而变化，但通常是由同一个建筑物内的计算机组成。将多个建筑物内的计算机相连可构成一个更大的网络，称为城域网。

城域网是用一个机构的网络基础设施将 LAN 与 LAN 相连而建立起来的。换言之，连接城域网的 LAN 时用的设备归这个机构所有并由其来操作。当全部网络设备都属于一个机构时，这些设备称为专用设施。图 1-3 是一个典型的城域网。

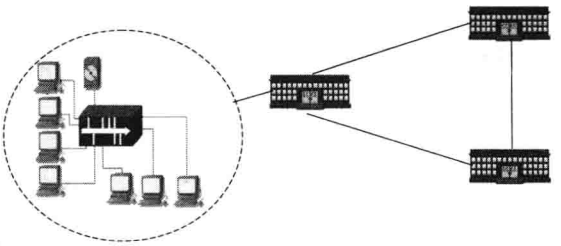


图 1-3

3．广域网

将一个地区或世界范围内的 LAN 互连可构成一个更大的网络，称为广域网（Wide Area Network，WAN）。为了将多个城市上的 LAN 相连通常需要用到本地或长距离公众设施。在一个城市内，我们可以有 LAN 连接、校园连接和 MAN 连接。网络的 WAN 部分提供城市间的通信。只有要将信息传到另一个城市的计算机上时，才需通过网络的 WAN 部分。

1.2 网络数传方法

1．单播

网络结点之间的通信就好像是人们之间的对话一样。如果一个人对另外一个人说话，那么用网络技术的术语来描述就是“单播”，此时信息的接收和传递只在两个结点之间进行。

单播在网络中得到了广泛的应用，网络上绝大部分的数据都是以单播的形式传输的。例如，在收发电子邮件、浏览网页时，必须与邮件服务器、Web 服务器建立连接，此时使用的就是单播数据传输方式。但是通常使用“点对点通信”（Point to Point）代替“单播”，因为“单播”一般与“多播”和“广播”相对应使用。

2．组播

客户机之间“一对一组”的通信模式，也就是加入了同一个组的客户机可以接受到此组内的所有数据，网络中的设备只向有需求者复制并转发其所需数据。客户机可以向路由器请求加入或退出某个组，网络中的路由器和交换机有选择地复制并传输数据，即只将组内数据传输给那些加入组的客户机。这样既能一次将数据传输给多个有需要（加入组）的客户机，又能保证不影响其他不需要（未加入组）的客户机的通信。

（1）组播的优点

1）需要相同数据流的客户机加入相同的组共享一条数据流，节省了服务器的负载。

2）由于组播协议是根据接收者的需要对数据流进行复制转发，所以服务端的服务总带宽不受客户接入端带宽的限制。IP 协议允许有 2.6 亿多个（268435456）组播地址存在，所以其提供的服务可以非常丰富。

3）此协议和单播协议一样允许在 Internet 宽带网上传输。

（2）组播的缺点

1）与单播协议相比没有纠错机制，发生丢包错包后难以弥补，但可以通过一定的容错机制和 QoS 加以弥补。

2）现行网络虽然都支持组播的传输，但在客户认证、QoS 等方面还需要完善。

3．广播

客户机之间“一对所有”的通信模式，服务器对其中每一台客户机发出的信号都进行无条件复制并转发，所有客户机都可以接收到所有信息（不管用户是否需要）。由于不用路径选择，所以其网络成本低廉。有线电视网就是典型的广播型网络，电视机接收所有频道的信号，但只将一个频道的信号还原成画面。在数据网络中允许广播的存在，但其被限制在二层交换机的局域网范围内，禁止广播数据穿过路由器，防止广播数据影响更多的主机。

（1）广播的优点

1）网络设备简单，维护简单，布网成本低廉。

2）由于服务器不用向每台客户机单独发送数据，所以服务器流量负载极低。

（2）广播的缺点

1）无法针对每个客户的要求和时间及时提供个性化服务。

2）服务器提供数据的带宽有限，客户端的最大带宽即为服务总带宽。例如，有线电视的客户端的线路支持 100 个频道（如果采用数字压缩技术，理论上可以提供 500 个频道），即使服务商有更大的财力配置更多的发送设备，或改成光纤主干，也无法超过此极限。也就是说，无法向众多客户提供更加多样化、个性化的服务。

3）广播不能在 Internet 上传输。

1.3　OSI 七层模型

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，信的开始是称呼，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和应用程序读取消息。

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。

下面着重了解一下 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）OSI 模型的使用现在非常广泛，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、

表示层、会话层、传输层、网络层、数据链路层和物理层。

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。

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。

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。

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）。

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）。

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发送到目的。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传送到目的地。

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所示。

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）。

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至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 1-4 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。

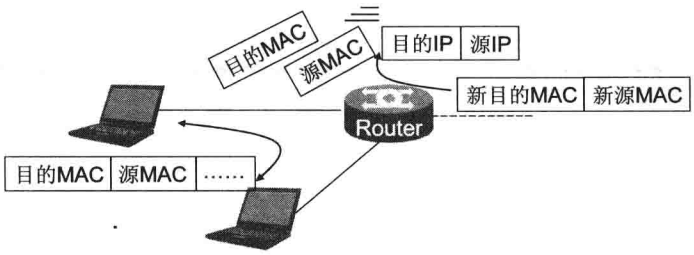


图　1-4

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。

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，如图 1-5 所示。

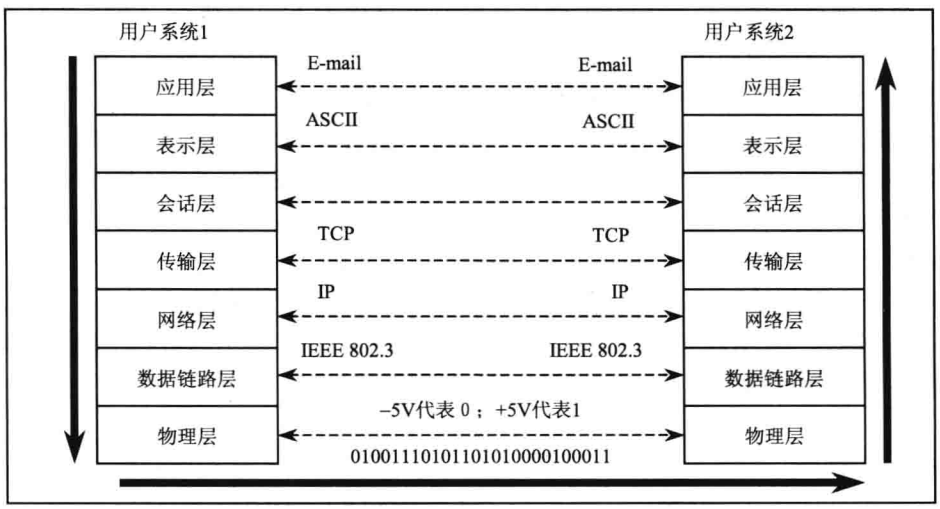


图　1-5

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