全国高等职业教育规划教材

计算机网络技术类项目课程教材

计算机网络系统安全

姜继勤　主编

辜川毅　副主编

电子教案下载网址
www.cmpedu.com

- **设计理念先进**：从网络安全体系的终端安全、服务器安全、节点安全设计学习情境，突出职业能力培养，体现高等职业教育课程建设的发展方向。
- **能力体系完整**：围绕网络系统安全管理人员能力标准，整合项目任务内容，构建理论与实践一体化教材结构；从项目过程性知识入手，帮助学习者解决项目经验、策略问题。
- **学习资源丰富**：课程标准、学习材料、网络资源、教学建议等资源齐备，形成活页式教学（学习）材料。

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

全国高等职业教育规划教材
计算机网络技术类项目课程教材

计算机网络系统安全

主　编　姜继勤
副主编　辜川毅
参　编　张文科　赵善勇

机械工业出版社

本书从实用的角度出发，运用中澳职教项目成果，按照学习领域课程开发方法和项目课程教材开发模式，以福建星网锐捷网络有限公司产品及工作环境为网络安全技术职场环境支撑，以项目为导向、以任务为驱动，整体介绍了计算机网络系统安全的基本原理和基本安全技术，使学习者胜任计算机网络系统的安全设计、管理及维护工作。

本书可作为高等职业院校计算机网络技术、计算机应用技术、计算机信息管理、网络系统管理、软件技术等相关专业的教材或自学使用，也可作为各类网络工程技术人员、网络管理员和信息安全管理人员的技术参考书。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络系统安全/姜继勤主编. —北京：机械工业出版社，2009.5
(全国高等职业教育规划教材·计算机网络技术类项目课程教材)
ISBN 978-7-111-27059-1

Ⅰ. 计… Ⅱ. 姜… Ⅲ. 计算机网络-安全技术-高等学校：技术学校-教材
Ⅳ. TP393.08

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 070665 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号　邮政编码 100037)
责任编辑：王　颖
责任印制：李　妍
北京振兴源印务有限公司印刷厂印刷

2009 年 6 月第 1 版·第 1 次印刷
184mm×260mm·11.75 印张·287 千字
0001-3000 册
标准书号：ISBN 978-7-111-27059-1
定价：22.00 元

凡购本书，如有缺页，倒页，脱页，由本社发行部调换
销售服务热线电话：(010)68326294　68993821
购书热线电话：(010)88379639　88379641　88379643
编辑热线电话：(010)88379753　88379739

全国高等职业教育规划教材计算机专业
编委会成员名单

出 版 说 明

根据《教育部关于以就业为导向深化高等职业教育改革的若干意见》中提出的高等职业院校必须把培养学生动手能力、实践能力和可持续发展能力放在突出的地位，促进学生技能的培养，以及教材内容要紧密结合生产实际，并注意及时跟踪先进技术的发展等指导精神，机械工业出版社组织全国近60所高等职业院校的骨干教师对在2001年出版的“面向21世纪高职高专系列教材”进行了全面的修订和增补，并更名为“全国高等职业教育规划教材”。

本系列教材是由高职高专计算机专业、电子技术专业和机电专业教材编委会分别会同各高职高专院校的一线骨干教师，针对相关专业的课程设置，融合教学中的实践经验，同时吸收高等职业教育改革的成果而编写完成的，具有“定位准确、注重能力、内容创新、结构合理和叙述通俗”的编写特色。在几年的教学实践中，本系列教材获得了较高的评价，并有多个品种被评为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。在修订和增补过程中，除了保持原有特色外，针对课程的不同性质采取了不同的优化措施。其中，核心基础课的教材在保持扎实的理论基础的同时，增加实训和习题；实践性较强的课程强调理论与实训紧密结合；涉及实用技术的课程则在教材中引入了最新的知识、技术、工艺和方法。同时，根据实际教学的需要对部分课程进行了整合。

归纳起来，本系列教材具有以下特点：

1）围绕培养学生的职业技能这条主线来设计教材的结构、内容和形式。

2）合理安排基础知识和实践知识的比例。基础知识以“必需、够用”为度，强调专业技术应用能力的训练，适当增加实训环节。

3）符合高职学生的学习特点和认知规律。对基本理论和方法的论述要容易理解、清晰简洁，多用图表来表达信息；增加相关技术在生产中的应用实例，引导学生主动学习。

4）教材内容紧随技术和经济的发展而更新，及时将新知识、新技术、新工艺和新案例等引入教材。同时注重吸收最新的教学理念，并积极支持新专业的教材建设。

5）注重立体化教材建设。通过主教材、电子教案、配套素材光盘、实训指导和习题及解答等教学资源的有机结合，提高教学服务水平，为高素质技能型人才的培养创造良好的条件。

由于我国高等职业教育改革和发展的速度很快，加之我们的水平和经验有限，因此在教材的编写和出版过程中难免出现问题和错误。我们恳请使用这套教材的师生及时向我们反馈质量信息，以利于我们今后不断提高教材的出版质量，为广大师生提供更多、更适用的教材。

机械工业出版社

前　言

计算机网络技术的迅猛发展以及网络系统应用的日益普及和深入，给人们的生产方式、生活方式和思维方式带来了重大的变化，极大地推动了人类社会的发展和人类文明的进步，把人类带入了信息化时代。通过计算机网络，人们可以非常方便地存储、交换以及搜索信息，人们在工作、生活以及娱乐中都享受到了极大的便利。与此同时，也受到计算机网络本身所暴露出的各种安全问题的困扰。这些安全问题给人类社会所依赖的“网络社会”蒙上了阴影，它不仅影响到信息社会的个人生活，而且也影响到电子政务、电子商务、金融、证券等政治和经济活动。

计算机网络安全问题已成为一个世界性的现实问题。可以说没有网络安全，就没有完全意义上的国家安全，也没有真正的政治安全、军事安全和经济安全。因此，加速计算机网络安全的研究和发展，增强计算机网络的安全保障能力，提高全民的网络安全意识，培养网络安全高技能专门人才已成为我国网络化和信息化发展的当务之急。

编者根据多年从事计算机网络安全教学研究和网络管理一线实践，结合高职计算机网络技术类课程改革，编写了本书。通过对网络安全体系结构与功能阐述，在网络安全体系的终端安全、服务器安全、节点安全等学习情境，设计与网络体系安全构建相关的项目案例、学习材料和教学建议等，让读者在网络系统的安全设计、管理及维护方面有所启发。本课程建议授课68学时，其中实践45学时，先导课程为计算机网络基础或TCP/IP技术。

编者在本书的编写过程中力求体现教材在教学内容方面的先进性，在教学方法与手段方面的多样性，在能力鉴定测试方面的科学性特点。使读者通过对本书各能力单元的实训和相关学习材料的学习，系统地掌握计算机网络安全的基础知识并具有解决实际问题的能力。

在本书的编写过程中参阅了国内外大量的网络安全技术相关文献和资料，并结合以锐捷网络为平台的网络系统安全，设计了课程标准和5个能力单元。其中课程标准由姜继勤编写，姜继勤、辜川毅、张文科、赵善勇等老师参与各能力单元、相关学习资源的编写及调试工作。

本书的编写工作得到了重庆市高等职业教育研究会、重庆城市管理职业学院及星网锐捷网络（重庆）分公司领导和同事的大力支持和帮助，在此一并表示衷心的感谢！

由于计算机网络安全技术发展很快，本书的选材和教学资源还有不尽如人意的地方，加之编者学识水平有限，书中难免有不妥之处，恳请广大读者批评指正。

为了配合教学，本书为读者提供电子教案，可在机械工业出版社教材服务网www.cmpedu.com下载。

编　者

于重庆城市管理职业学院

目　录

能力单元1　叙述网络安全体系

单元教学目的

通过深入分析网络体系结构，让学习者了解计算机网络系统所面临的安全问题，理解计算机网络安全体系结构及网络安全功能的基本内容，并了解网络安全的现状和发展。

1.1　熟知网络体系结构

随着计算机技术的飞速发展和社会信息化进程的加快，人们的生活、工作、学习、娱乐和交往都已离不开计算机网络。利用计算机网络，人们可以非常方便地存储、交换和搜索信息。尽管计算机网络为人们提供了极大方便，但是受技术和各种社会因素的影响，计算机网络一直存在着很多安全缺陷，并经常遭到恶意攻击和非法入侵。这给计算机网络安全造成了极大的威胁。目前，计算机网络安全问题已经成为一个世界性的问题，可以说，没有网络安全，就没有真正意义上的国家安全，也没有真正的政治安全、军事安全和经济安全。因此，加速计算机网络安全的研究和发展，增强计算机网络安全保障能力，提高全民的网络安全意识，已经成为我国网络化和信息化发展的当务之急。

为了更好地学习网络安全知识，灵活运用网络安全技术，掌握计算机网络基础知识并熟知网络体系结构是非常必要的。

1.1.1　OSI/RM 和 Internet 体系结构

1. 计算机网络定义

计算机网络是指将地域上分散布置的具有独立功能的多个计算机系统，用通信设备和线路连接起来，并配以功能完善的网络软件，按照特定的通信协议进行信息交流，实现资源共享的系统。这一定义说明计算机网络具有以下 3 个特点。

1）网络实体。至少有两台或者两台以上的具有共享需求且功能独立的计算机系统相互连接起来，才能构成网络。

2）通信媒介。计算机互联，互相通信、交换信息，必须有一种通道。这条通道的连接是由物理介质和通信设备实现的。它们可以是铜线、光缆等“有线”传输介质，也可以是微波、红外线或卫星等“无线”传输介质。

3）通信协议。计算机系统之间交换信息，必须有某种约定和规则，使得通信双方能进行信息的交换和解释。

2. 计算机网络协议

共享计算机网络的资源，以及在网络中交换信息，就必须实现不同系统中的实体的通信。一般来说，实体是能发送和接收信息的任何东西，可以指用户应用程序、文件传送包、数据库管理系统、电子邮件设备和终端等。两个实体之间要想成功通信，就必须能够相互理

解，共同遵守有关实体的某种互相能接受的规则。这些规则的集合即为协议。因此协议可被定义为实体之间控制数据交换的规则的集合。简单说，协议就是通信双方的约定。一个网络协议主要由3个要素组成。

1）语法。语法包括数据格式、编码及信号电平等。

2）语义。语义包括用于协调和差错处理的控制信息，即描述需要发出何种控制信息、完成何种动作以及作出何种应答。

3）同步。同步包括速度匹配和排序，即描述实体通信实现的顺序。

由此可见，网络协议是计算机网络不可缺少的组成部分。

3. 计算机网络的组成

由于计算机网络的基本功能可分为数据处理和数据通信两大部分，因此，它所对应的结构也可以分成相应的两个部分。

1）资源子网。资源子网由主计算机系统、终端、终端控制器、联网的外部设备、软件资源和数据资源组成，负责全网的数据处理业务，并向网络客户提供各种网络资源和网络服务。

2）通信子网。通信子网由通信控制处理机（Communication Control Processor，CCP）、通信线路和其他通信设备组成，负责全网的数据传输、转发及通信处理等工作。

4. OSI/RM 体系结构

为了简化问题、降低网络设计的复杂性，大多数网络都采用一种层次结构，按层次的方式来组织网络。这种网络分层体系结构模型的概念，为计算机网络的设计和实现提供了很大的方便。1979年，国际标准化组织（ISO）公布了开放系统互联参考模型OSI/RM（Open System Interconnection/Reference Model）。OSI定义了一种互联网标准的框架结构，逐渐成为向其他计算机网络系统结构靠拢的标准。

在这里“系统”是指一台或多台计算机，外部设备、终端、信息传输设备、操作员及相应软件的集合。“开放”是指按照OSI/RM建立的任意两个系统间的连接或者操作。当一个系统能按照OSI标准与另一个系统进行通信时，就称该系统为开放系统。可见，开放系统要求建立一整套能保证任意异构网络间都能进行通信的标准。

ISO的开放系统互联参考模型，如图1-1所示。它采用结构描述方法，即分层描述的方法，将整个网络的通信功能划分成7个层次，由低层至高层分别称为物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层和应用层。这种划分使每一层都能执行本层所承担的具体任务，各层功能相对独立，通过接口，即服务访问点SAP（Servive Access Point，SAP）与其相邻层连接。每一层通过接口获得其下层提供的服务，同时又为其上层提供更高级的增值服务，最高层则提供能运行分布式应用程序的服务。

开放系统互联参考模型是一种将异构系统互联的分层结构；它提供了控制互联系统交互规则的标准框架；它定义的是一种抽象结构，而并非具体实现的描述；不同系统上的相同层的实体为同等层实体；同等层实体之间的通信由该层的协议管理；相邻层间的接口定义了原语操作和低层向上层提供的服务；所提供的公共服务是面向连接的或面向无连接的数据服务；每层完成所定义的功能，修改当前层的功能不会影响其他层。以下是各层的主要功能描述。

（1）物理层

物理层（Physical Layer）提供为建立、维护和拆除物理链路所需要的机械、电气、功能

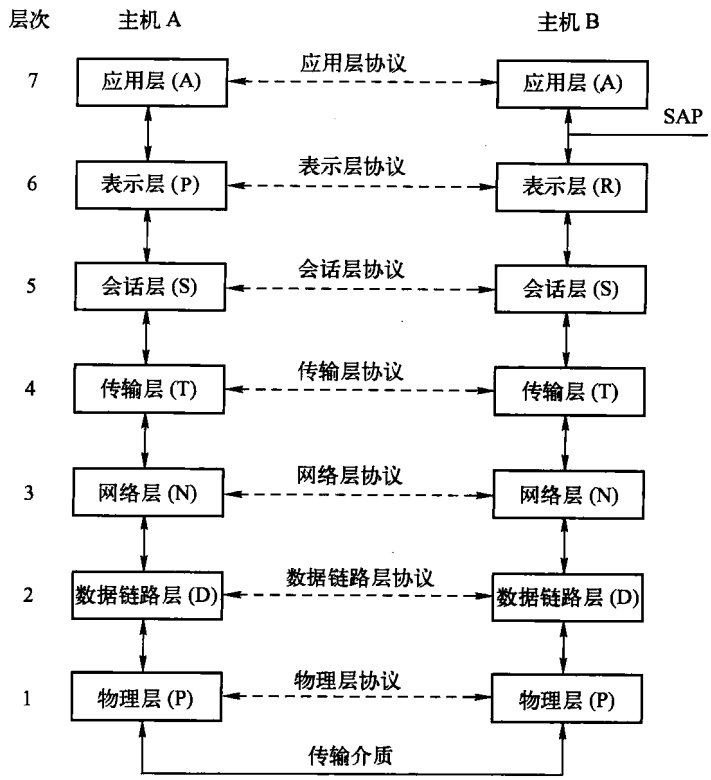

图 1-1　开放系统互联参考模型

和规程的特性，提供有关在物理链路上传输非结构的位流以及故障检测指示。物理层与具体传输介质和设备有关，如光纤及收发器、集线器等。

（2）数据链路层

数据链路层（Data Link Layer）在网络层实体间提供数据发送与接收的功能和过程，提供数据链路的流量控制，检测和校正物理链路产生的差错。它位于物理层之上，通过将传输的数据增加同步信息、校验信息及地址信息封装成数据帧。

（3）网络层

网络层（Network Layer）控制分组传送系统的操作，实现路由选择、拥塞控制、网络互连等功能，它的作用是将具体的物理传送对高层透明，它根据传输层的要求选择服务技术，并且向传输层报告未恢复的差错。网络层根据接收端地址，寻找最合适的路径传递数据报，又称为分组。

（4）传输层

传输层（Transport Layer）的基本功能是从上层接收数据，并且在必要时把它分成较小的数据段，传递给网络层，并保证到达对方的各段信息的正确性。它提供了端系统间可靠的透明的数据传送，并实现了错误恢复和流量控制。传输层可提供面向连接和面向无连接两类数据传输服务。

（5）会话层

会话层（Session Layer）提供两进程间建立、维护和结束会话连接的功能，提供交互会

话的管理功能，如允许信息同时双向传输或任一时刻只能单向传输。

（6）表示层

表示层（Presentation Layer）提供通信实体间数据交换的标准接口，完成数据编码格式的转换、数据压缩与恢复、建立数据交换格式、数据的安全与保密等特定功能。

（7）应用层

应用层（Application Layer）提供给用户网络服务的应用程序，如电子邮件、文件传输、远程登录等，每个应用程序必须使用自己的协议与下层协议进行通信。应用层是用户应用程序与网络间的接口，它使得用户的应用程序能够与网络进行交互式联系。

5. Internet 体系结构

OSI/RM 体系结构研究的初衷是希望为网络体系结构与协议的发展提供一个国际标准，但事实上这一目标并没有达到。而 Internet 的飞速发展使其所遵循的 TCP/IP 模型得到了广泛的应用。目前还没有实际网络是建立在 OSI/RM 基础上的，OSI 仅仅作为理论的参考模型被广泛使用。

Internet 又称互联网，是国际互联网的英文简称，是世界上规模最大的计算机网络，或者叫做网间网。Internet 是由各种网络组成的一个全球信息网。凡是 Internet 的用户都可以通过各种工具访问网络上的所有信息资源，获取自己想要的信息。互联网是一个特殊的计算机网络，无论从它的硬件和软件组件上看，还是从它所提供的服务上看，它都非常复杂。但从总体上看，互联网主要涉及网络的互联和网络的通信两大问题。

Internet 是怎么把各种各样的网络连接到一起的呢？Internet 是用一种称为路由器的专用设备将网络互联在一起的。当然，单纯的将计算机硬件互联在一起并不能形成 Internet，互联的计算机还需要在软件的指挥下才能正常工作。Internet 连接了不同国家和地区无数不同类型的计算机，硬件千差万别，使用的操作系统与应用软件也各不相同，要保证这些计算机之间能够畅通无阻地交换信息，必须要有相通的语言，即统一的通信协议。

Internet 体系结构所遵循的 TCP/IP 协议模型具有较少的层次，显得更为简单，而且 TCP/IP 一开始就考虑到多种异构网络的互联问题，并将 IP 作为 TCP/IP 的重要组成部分。TCP/IP 作为从 Internet 上发展起来的协议，已经成为网络互联的事实标准。

1.1.2 协议结构

1. TCP/IP 协议模型

TCP/IP 是 Internet 采用的协议标准，也是全世界采用的最广泛的工业标准。事实上，它是一组协议的集合，用来将各种计算机和数据通信设备组成实际的计算机网络。传输控制协议（Transmission Control Protocol，TCP）和网际协议（Internet Protocol，IP）是其中的两个最基本、最重要的协议，其他还有：用户数据报协议（User Datagram Protocol，UDP）、网间控制报文协议（Internet Control Message Protocol，ICMP）、简单邮件传输协议（Simple Mail Transfer Protocol，SMTP）、文件传输协议（File Transfer Protocol，FTP）等。

TCP 是一个面向连接的协议，它负责将数据从发送方正确地传递到接收方，是端到端的数据流传送。在传送数据前，需要建立连接。它提供可靠传送机制以保证数据可靠、有序的传递。IP 提供了一种不可靠的、无连接的、尽力而为的数据报传输服务，其功能在于对主机进行编址并以数据报的形式在主机间传输信息。

TCP/IP 协议也采用了层次体系结构，所涉及的层次包括网络接口层、互联网层、传输层和应用层。每一层都实现特定的网络功能，其中 TCP 协议负责提供传输层的服务，IP 协议实现互联网层的功能。这种层次结构系统依然遵循着对等实体通信原则，即 Internet 上两台主机之间传送数据时，都以使用相同功能通信为前提。图 1-2 描述了 TCP/IP 协议模型和 OSI 参考模型各层的对应关系。

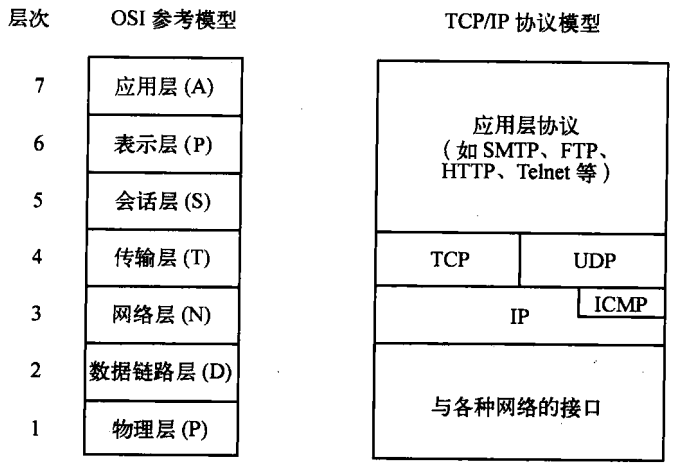

图 1-2　TCP/IP 协议模型和 OSI 参考模型各层的对应关系

下面介绍 TCP/IP 协议各层实现的具体功能和作用。

（1）网络接口层

网络接口层又叫链路层（Link Layer）或者数据链路层（Data Link Layer），是实际网络硬件的接口。TCP/IP 对这一层的描述很少，网络接口提供了 TCP/IP 与各种物理网络的接口，为数据包的传送和校验提供了可能。这些物理网络包括各种局域网和广域网，如 Ethernet、Token Ring、X. 25、ATM、FDDI 等。网络接口层也为在其之上的互联网层提供服务。

（2）互联网层

互联网层（Internet Layer）又称为网络层（Network Layer），提供了互联网的“虚拟网络”镜像（即这一层屏蔽了其高层协议，使它们不受互联网层下面的物理网络体系结构的影响）。网际协议（Internet Protocol，IP）是这一层最重要的协议。它是一种无连接协议，不负责下层的传输可靠性。IP 不提供可靠性、流量控制或者差错恢复。这些功能必须由高层提供。IP 提供了路由功能，它试图把发送的消息以最佳路经传输到它们的目的地。互联网层的协议还有 ICMP、IGMP、ARP 以及 RARP。下面具体介绍 IP 的主要功能。

1）IP 编址。连接到 TCP/IP 协议网络中的每个设备都必须有一个唯一的地址，称为 IP 地址，它用于标识网络通信中的源地址和目的地址。由于源地址和目的地址可能处于不同的网络中，于是将 IP 地址描述为网络号和主机号两部分，网络号用于区别连接到 Internet 中的无数个网络，主机号用于区分同一个网络中的主机。

IP 地址表示为 32 位的无符号的二进制数，它分成 4 段，其中每 8 位构成一段，一般用十进制数表示，段与段之间用小数点“.”隔开。例如 202. 202. 26. 202 就是一个合法的 IP 地址。

IP 地址根据适用范围的不同分为 5 类，如表 1-1 所示。

A 类地址通常适用于大规模的网络；B 类地址适用于中等规模的网络；C 类地址适用于一些小公司或研究机构；D 类地址用于多播（组播）地址；E 类地址暂时保留，用于某些实验和将来使用。

表 1-1　IP 地址格式

类　别	首字节最高位	网络号（位数）	主机号（位数）	每类地址范围
A	0	7	24	0. 0. 0. 0 ~ 127. 255. 255. 255
B	10	14	16	128. 0. 0. 0 ~ 191. 255. 255. 255
C	110	21	8	192. 0. 0. 0 ~ 223. 255. 255. 255
D	1110	多播（组播）地址		224. 0. 0. 0 ~ 239. 255. 255. 255
E	11110	保留地址		240. 0. 0. 0 ~ 255. 255. 255. 255

由于 Internet 爆炸式的增长，传统的 IP 地址分配方式显得非常不灵活，以至于不能轻易地改变本地网络配置。为了适应网络中的主机数的灵活变化，引进了子网划分的概念，即在实现中可将传统 IP 地址中的“主机号”字段继续划分为“子网号”字段和“主机号”字段。一般来说，在一个单位分配的 IP 地址中，当主机数量很大时（例如，一个 B 类地址，最多可以有 $2^{16}-2=65534$ 台主机），为了便于隔离和管理本单位的网络，同时防止网络内由于主机数量太多以至出现广播风暴问题而采用子网划分。图 1-3 所示将一个 B 类地址划分为 $2^6=64$ 个子网。判断两台主机是否在同一个子网中，需要用到子网掩码。子网掩码同 IP 地址一样是一个 32 位的二进制数，只是网络部分（包括 IP 网络和子网）全为“1”，主机部分全为“0”。要判断两个 IP 地址是否在同一个子网中，只需判断这两个 IP 地址分别与子网掩码做逻辑“与”运算的结果是否相同。如果相同则说明在同一个子网中。例如 B 类地址的子网掩码为 255. 255. 0. 0。

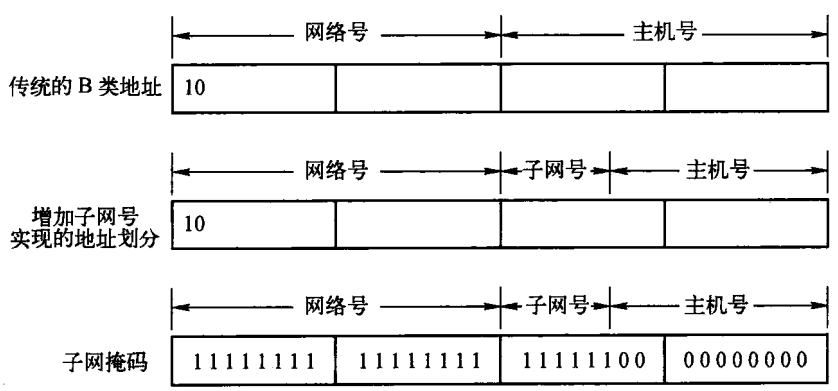

图 1-3　利用子网掩码实现子网的划分

2）IP 路由。数据包在网络传输过程中要由 IP 通过路径选择算法，在发送端与接收端之间选择一条最佳的路径。

3）数据包的分片与重组。数据包在传输过程中要经过多个网络链路，因为每种网络链路所规定的传输分组的长度，即最大传输单元（Maximum Transfer Unit，MTU）不等，当数据包经过只能传输长度较小的分组的网络时，就需要将数据包分割成适合的小段才能通过。

当数据包全部到达接收端后，还需要由 IP 将它们重新组装为原始的数据包。

综上所述，IP 协议规定了 Internet 上的计算机之间通信所必须遵守的规则。IP 定义 Internet 上 IP 地址的格式，并通过路由选择，将数据包由一台计算机传递到另一台计算机。但 IP 只负责传送数据包，而不考虑传输的可靠性和数据包的流量控制等因素。因此与 IP 配合使用的还有 3 个协议：Internet 控制报文协议（Internet Control Message Protocol，ICMP），用于报告差错和传输控制信息；地址解析协议（Address Resolution Protocol，ARP），用于将 IP 地址解析为物理地址；反向地址解析协议（Reverse Address Resolution Protocol，RARP），用于将物理地址解析为 IP 地址。

（3）传输层

传输层提供了端到端的数据传输，把数据从一个应用传输到它的远程对等实体。传输层可以支持多个应用。最常用的传输层协议是 TCP 和 UDP。

TCP 是一个可靠的、面向连接的协议，允许从一台机器发出的消息无差错地发往 Internet 上的其他机器。在发送端，TCP 把从上层输入的消息分成数据段并传给互联网层。在接收端，TCP 接收进程把收到的数据段再组装成消息输出。TCP 要处理传输中的流量控制，以避免高速的发送方向低速的接收方发送过多的数据段而使得接收方来不及处理问题。

UDP 是一个不可靠的、面向无连接协议，用于不需要 TCP 的顺序和流量控制功能而是自己完成这些功能的应用程序。它被广泛地应用于只有一次的客户机/服务器模型（C/S 模型）的请求——应答查询，以及快速递交比准确递交更重要的应用程序，如传输语音或影像等。UDP 以其快速简便性也深受众多应用程序的青睐。

TCP 和 UDP 都使用了端口（Port）进行寻址，使用端口号区分一个主机中的多个进程通信。端口号是一个 16 位的地址，对于一些最常用的应用层服务，都各有一个对应的端口号（附录中有常见端口号的相关描述），如应用层提供的 FTP 服务端口为 21、WWW 服务端口为 80 等。

（4）应用层

TCP/IP 协议模型中没有描述会话层和表示层。传输层的上面是应用层，它包含所有的高层协议。最早引入的是以下 3 种协议。

1）虚拟终端协议（Telnet）。它允许一台机器上的用户登录到远程机器上并且进行工作。

2）文件传输协议（FTP）。它提供了有效地把文件数据从一台机器传输到另一台机器的方法。

3）简单邮件传输协议（SMTP）。简单邮件传输协议最初仅实现一种文件的传输，后来形成了提供邮件服务的专用协议。

随着 Internet 的迅猛发展，逐步形成了针对各种应用的应用层协议簇。例如用于把网络域名映射到网络地址的域名系统服务（DNS）；用于传递网络新闻文章的网络新闻传输协议（NNTP）；用于在万维网（WWW）上获取主页的超文本传输协议（HTTP）等。从应用开发角度出发，在 Internet 上已经开发出许多实用程序，如 Netscape、Internet Explorer 浏览器等。这些实用程序通过 Socket 套接字接口与各种应用协议相连接。例如 TCP/IP 基于 Windows 的应用程序接口为 Winsock。

2. Internet 服务

目前，Internet 所提供的各种服务已经日益渗透到人们的生活和工作之中，成为日常交流中不可缺少的组成部分。这里简要概括 Internet 上基于客户机/服务器的模型的基本服务与应用。

（1）电子邮件服务

电子邮件（E-mail）服务是 Internet 提供的一项最基本、最重要的服务，通过 E-mail 可以实现 Internet 上的信息传递。与传统的通信方式相比，电子邮件的最大特点是快速、方便、费用低廉，特别适合远距离用户之间的相互通信。

Internet 的电子邮件系统模仿普通的邮政服务，通过在一些特定服务器（如 ISP 服务器）设定“邮局”（实现“邮局”功能的服务器又称为邮件服务器），用户可以在该“邮局”上租用一个“电子信箱（Mail Box）”。当用户向 ISP 申请“电子信箱”时，ISP 在邮件服务器上建立该用户的电子邮件账户，包括用户名（User Name）和用户密码（Password）。当需要进行邮件的收发处理时，用户可以在任何时间、任何地点与自己的“邮局”连接，并输入自己信箱的用户名和密码打开电子信箱，进行邮件的收发以及管理等。

每个电子信箱都有一个邮箱地址，称为电子邮件地址（E-mail Address）。电子邮件地址的格式是固定的，并且在全球范围内是唯一的。电子邮件地址 = 用户名@ 邮件服务器名，其中“@”符号，读作“at”。邮件服务器名是指拥有独立 IP 地址的邮件服务器的名字，用户名是指该服务器上为用户建立的电子邮件账号。例如，在“sina. com”服务器上，有一个名为“gucy”的用户，那么该用户的 E-mail 地址为 gucy@ sina. com。

常见的电子邮件服务协议有向用户提供高效、可靠邮件传输的简单邮件传输协议（Simple Mail Transfer Protocal，SMTP）、用于邮件接收的邮局协议（Post Office Protocol，POP3）、实现二进制附件消息的多用途网际邮件扩充协议（Multipurpose Internet Mail Extensions，MIME）以及比 POP3 协议更强大的消息访问协议（Internet Message Access Protocol，IMAP）等。

（2）文件传输服务

文件传输服务是在两台主机之间以文件为单位传输信息，实现资源共享的服务方式。最常用的文件传输协议是基于 TCP 的 FTP（File Transfer Protocol），它实现了文件的上载和下载。这时，浏览器地址栏中使用的 URL 的协议部分必须指明为 FTP 协议，如 ftp：//ftp. microsoft. com。

使用浏览器下载文件不能实现断点续传，即在文件传输过程中如果网络连接出现意外中断，则已传输的部分文件内容无效，下次必须重新传输。

对于网络上众多的信息资源，用户在进行 FTP 传送时多是用匿名（用户名为 anonymous）方式，即远程 FTP 服务器允许任何用户访问该网点并可从该网点上免费下载文件。但通常情况下，用户在登录某一台 FTP 服务器时，多是以 Anonymous 或 Guest 作为用户名，以电子邮件地址作为口令来进行身份注册。文件传输服务除了 FTP 外，还有基于 UDP 的简单文件传输协议（Trivial File Transfer Protocol，TFTP）

（3）WWW 浏览服务

在 Internet 提供的众多服务中，WWW 是最受欢迎、应用最广的一种服务。目前访问 WWW（World Wide Web）的用户正在与日俱增。WWW 提供了图文并茂的多媒体信息以及

永无止境的超链接。WWW 提供的信息是非常丰富的，其范围包括了政治、军事、科技、教育、娱乐、商业等各个领域。可以这样说，无论从事何种行业的工作，都可以在 WWW 上找到相关的内容，并且有些甚至是最前沿的信息。特别值得指出的是 WWW 在商业贸易方面具有巨大的潜力，目前一些在线的商品订购、金融投资、商业合作等已占有相当数量的比例，并且日趋增长，随着 Internet 技术、网络安全技术的不断发展，电子商务将会出现一片更加广阔的天地。另外，同电视、报纸、杂志等广告宣传媒体相比，WWW 更有无可比拟的作用和效果。

从技术角度讲，WWW 提供的是一种基于页面检索的信息服务。页面的组织方式抛开了传统的连续性而采用了符合人脑思维习惯的、具有跳跃性的页面搜索——超链接（Hyperlink）技术。这种超链接技术使得全球的 WWW 信息都有机地联系起来，用户可以轻松地从一幅页面跳转到另一幅页面上，从一台 Web 服务器跳转到千里之外的另外一台 Web 服务器上。这些具有超链接的页面文件在 Internet 上是一种通用格式，称为 Web 页面。Web 页面的编写是通过 HTML（Hypertext Markup Language，超文本标记语言）来实现的。该语言是一种类似于排版编辑用的标记语言，通过加一些特定的标记，能够将文字、图像、声音、表格等信息有机地组织起来，使 Web 页面看上去图文并茂。

WWW 服务也采用基于客户机/服务器的工作模型，客户端要运行 WWW 客户程序，它提供良好的用户界面，将用户的查询请求送给服务器。Web 服务器上存储了大量 Web 页面并连接到后台数据库，随时等待响应客户端发来的请求，执行查询后将结果返回给客户端，客户端与 Web 报务器的交互是通过超文本传输协议（Hypertext Transfer Protocol，HTTP）来完成的，而用户要查询某一台 Web 服务器是通过统一资源定位器（Uniform Resource Locator，URL）来指定的。URL 地址既可以是本地硬盘上的某个文件，也可以是 Internet 上的 Web 资源站点，如 http：//www. sina. com。其中，http 为所使用的传输协议，“//”后面跟着的是 Internet 上 Web 资源站点的域名。如果在 URL 地址中将 HTTP 换成 FTP 协议，并在“//”后面跟上相应的 FTP 服务器站点，这样就可以在 WWW 客户端程序上执行 FTP 服务。目前，WWW 客户端程序使用较广泛的是 Netscape 公司的 Netscape Navigator 和 Microsoft 公司的 Internet Explorer 两种浏览器。

（4）远程登录

具有 Interne 帐号的用户，可利用本地的终端与网络中任何其他计算机建立起连接，只需使用 UNIX 的 Telnet 命令来建立一个远程终端连接，这种连接只需在 Telnet 后面跟上远程计算机的地址即可。

通过 Telnet 进行远程操作有两项较普遍的应用：第一，许多系统都允许用 guest 为用户名免费访问该站点。第二，其他一些系统支持 Internet 的用户在他们的系统上建立个人帐号。例如，许多图书馆都用联机系统取代了原来传统的卡片目录，只要图书馆的计算机接在 Internet 网中，便可通过远程访问查询需要的目录。

（5）Internet 的其他服务

Internet 还提供了基于目录方式的信息检索工具 Gopher 分类目录服务；提供了用户参与某个方面主题讨论的网络新闻（Network News）服务；提供了网络交谈和网络实时会议的在线聊天系统（IRC）服务；提供了网络线路通话的网络电话（Web Phone）服务；提供虚拟现实（Virtual Reality）服务，即在计算机世界里创造一个逼真的现实环境，形成另一个虚拟