



普通高等教育“十三五”规划教材

卓越工程师培养计划系列教材

网络工程 综合实践教程

| 俞 研 付安民 吕建勇 陆一飞 陈清华 编著

 中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

普通高等教育“十三五”规划教材
卓越工程师培养计划系列教材

网络工程综合实践教程

俞 研 付安民 吕建勇 陆一飞 陈清华 编著



本书针对计算机网络与网络安全所具有的高层次与基础性特点，在相关基本概念、原理和方法的基础上，有针对性地设计了关键知识的实验内容，力求在做到内容全面的前提下，对于不同读者群又兼具针对性和自包含的特点，使得实践内容既涵盖网络工程与网络安全的关键知识，又能够使读者根据自身特点与需求独立选择难易程度不同的内容，强调了内容的递进性、自包含性与实用性。

本书既可以作为高等院校相关专业高年级本科生和研究生深入理解网络工程与网络安全的专业书籍与实践教材，也可以作为从事计算机网络与网络安全工作的工程技术人员自学参考。

本书是在俞研、付安民、吕建勇、陆一飞、陈清华等作者长期从事网络工程与网络安全理论与实践教学以及相关科研工作的基础上，结合多年从事网络工程与网络安全工作的经验编写而成的。本书在编写过程中，得到了工业出版社的编辑为本书的出版做了大量的工作，作者对他们表示衷心的感谢。本书涉及的实验内容基于杭州华三通信技术有限公司的平台和设备进行，对在本书编写过程中给予帮助的杭州华三通信技术有限公司和南京信网诚信息技术有限公司表示感谢。另外，本书在编写过程中参考了国内外的有关著作和文献，在此致以真诚的敬意和衷心的感谢。

电子工业出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京·BEIJING

内 容 简 介

本书针对不同阶段计算机网络与网络安全实验需求,系统全面地介绍计算机网络与网络安全的相关原理与实验方法,详细讨论所涉及的网络基础知识、局域网与广域网组网原理、网络安全理论与方法,以及软件定义网络 SDN 等网络新技术,并结合计算机网络与网络安全知识学习的特点与关键知识,深入浅出、逐次递进地给出了相关的实验内容。本书内容系统全面,内容贯穿了计算机网络与网络安全所涉及的主要知识与关键实验内容,并注重相关内容的层次化和连续性,力求使读者通过本书的学习既可以全面理解和掌握计算机网络与网络安全的基础理论与技术,也可以根据自身的知识基础和需要有针对性地进行学习。

本书可作为高等院校相关专业高年级本科生和研究生了解和掌握计算机网络与网络安全的专业书籍与实验教材,也可以作为从事计算机网络与网络安全工作的工程技术人员的参考读物。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

网络工程综合实践教程 / 俞研等编著. —北京:电子工业出版社, 2017.4

ISBN 978-7-121-31117-8

I. ①网… II. ①俞… III. ①计算机网络—高等学校—教材 IV. ①TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 055496 号

策划编辑:戴晨辰

责任编辑:郝黎明

印 刷:涿州市京南印刷厂

装 订:涿州市京南印刷厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编:100036

开 本:787×1092 1/16 印张:15.5 字数:396.8 千字

版 次:2017 年 4 月第 1 版

印 次:2017 年 4 月第 1 次印刷

定 价:39.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888,88258888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式:192910558(QQ 群)。

前 言

计算机网络技术的飞速发展和广泛应用,使其在社会中的地位和作用越来越重要,日益成为社会生活和发展的的重要组成部分。计算机网络以及与之相关的网络安全技术是支撑网络基础设施与正常运行的关键和核心技术。

网络工程涵盖了计算机网络与网络安全的相关知识,是一门涉及计算机科学、网络通信技术、数学等多学科和技术的综合性、多学科交叉的技术。

本书针对计算机网络与网络安全所涉及的理论知识与应用技术,结合实践教学的特点与规律,按照层次式、递阶性的方式有针对性地将实验内容组织为初级、中级和高级网络实验三个自包含部分,使得教师和学生可以根据自身的特点和需求有选择性地选择相关的实验内容。本书的内容包括局域网、广域网、网络安全、模拟组网与故障排除和软件定义网络 SDN 等内容。局域网实验部分介绍了局域网理论基础、常用命令、有线与无线接入以及安全认证等理论知识与实验方法,详细给出了局域网络所涉及的网络部署与网络安全技术与方法;广域网实验部分讨论和介绍了广域网理论知识、路由协议、网络设备配置等方法与手段,使读者能够进一步理解网络互连的概念;网络安全部分则详细讨论了计算机网络所面临的安全威胁与相应的安全机制,介绍了防火墙、安全网关等安全机制与安全配置方法;模拟组网与故障排除部分则针对高级网络需求,设计并讨论了网络故障的特点、排查机制与解决方法;最后,介绍了软件定义网络 SDN 的相关原理与技术,以及 SDN 网络的部署与应用方法,为读者提供了进一步研究网络新技术的网络解决方案。

本书针对计算机网络与网络安全所具有的理论与实践紧密结合的特点,在首先解释相关基本概念、原理和方法的基础上,有针对性地设计了关键知识的实验内容,力求在做到内容全面的前提下,对于不同读者群又兼具针对性和自包含的特点,使得实践内容既涵盖了计算机网络与网络安全的关键知识,又能够使读者根据自身特点与需求独立选择所需要的知识内容,强调了内容的递进性、自包含性与实用性。

本书既可以作为高等院校相关专业高年级本科生和研究生深入了解计算机网络与网络安全的专业书籍与实践教材,也可以作为从事计算机网络与网络安全工作的工程技术人员参考读物。

本书是在俞研、付安民、吕建勇、陆一飞和陈清华等作者长期从事计算机网络与网络安全理论与实践教学以及相关科研工作的基础上编写而成,南京理工大学的邵黎、冯元、魏松杰、濮存来、苏锐、黄婵颖、秦斐和唐玲等老师也参与了本书的编写工作,并提供了宝贵建议和帮助,电子工业出版社的编辑为本书的出版做了大量的工作,作者对他们表示由衷的谢意。同时,本书涉及的实验内容基于杭州华三通信技术有限公司的平台和设备进行,对在本书编写过程中给予帮助的杭州华三通信技术有限公司和南京信同诚信息技术有限公司表示感谢。另外,本书在编写过程中参考了国内外的有关著作和文献,在此致以真诚的敬意和衷心的感谢。

由于编者水平所限,书中难免存在缺点和错误,殷切希望广大读者批评指正。

编 者

2017年2月

• III •

目 录

第0章 计算机网络概述	1
0.1 计算机网络常见分类	1
0.1.1 三种主要网络	1
0.1.2 按照网络拓扑结构分类	3
0.1.3 按照地理覆盖范围分类	3
0.1.4 按照网络的用途分类	4
0.2 计算机网络常用名词	4
0.3 计算机网络常用硬件设备	6
第1章 局域网实验	13
1.1 局域网基础理论	13
1.1.1 局域网分类	14
1.1.2 局域网安全	17
1.1.3 无线局域网	19
1.1.4 虚拟局域网	24
1.1.5 动态主机分配协议 DHCP	27
1.1.6 无线 802.11 协议	29
1.1.7 双绞线	29
1.1.8 三层交换机	31
1.2 常用网络检测命令及使用	31
1.2.1 网络测试命令 Ping	31
1.2.2 检查 IP 的配置	32
1.2.3 故障排查	32
1.3 局域网实验内容	34
1.4 网线制作及网络工具使用实验	35
1.5 网络设备基本连接实验	36
1.6 局域网有线用户的接入实验	43
1.7 局域网无线用户的接入实验	52
*1.8 用户接入认证	59
1.9 局域网设备的管理维护实验	66
第2章 广域网实验	68
2.1 广域网基础理论	68

2.1.1	广域网介绍	68
2.1.2	广域网实例	73
2.1.3	广域网路由协议	79
2.2	广域网设备介绍	83
2.3	广域网实验内容	86
2.3.1	实验总体架构图(图 2-5)	86
2.3.2	实验组图说明	86
2.4	路由设备基本连接实验	86
2.5	广域网路由协议实验	92
2.6	路由策略实验	110
第 3 章	网络安全实验	122
3.1	网络安全基础理论	122
3.1.1	概述	122
3.1.2	解决方案与安全分析	126
3.1.3	技术原理	127
3.2	安全设备基本介绍	134
3.3	局域网内网络设备安全	140
3.4	防火墙基本操作实验	148
3.5	广域网安全网关安全	152
*第 4 章	模拟组网与故障排除实验	183
4.1	组网基本概念	183
4.1.1	组网相关概念	183
4.1.2	组网相关技术介绍	185
4.2	故障排除相关概念	191
4.3	模拟组网实验	193
4.4	故障排除实验	208
*第 5 章	SDN 实验	213
5.1	SDN 技术介绍	213
5.1.1	传统网络的弊病	213
5.1.2	SDN 的提出	214
5.1.3	SDN 的南北向接口	214
5.1.4	OpenFlow 协议	215
5.1.5	Google 的 SDN 应用部署	218
5.2	方案介绍	219
5.2.1	用户组	219

5.2.2 安全策略	219
5.2.3 策略控制	220
5.3 实验内容和目的	220
5.4 实验组网图	220
5.5 交换机配置	221
5.6 功能实验	223
5.6.1 登录 VCFC	223
5.6.2 策略跟随应用	223
5.6.3 北向接口功能支持	235

参考文献	240
------	-----

计算机网络是计算机技术和通信技术紧密结合的产物。不同的网络定义反映了人们对网络的不同理解,也体现了科学技术的发展水平与阶段。广义的观点实质上定义了计算机网络中的通信网络,主要应用在主机-终端系统中,目前已经不适用。用户透明的观点实质上定义了分布式计算机系统,分布式系统和计算机网络系统是两个不同的概念,但二者有十分密切的关系。资源共享的观点实质上是从计算机网络的基本功能来定义计算机网络的,比较符合当前人们对计算机网络本质的认识。计算机网络是将地理位置不同的具有独立功能的多台计算机,连同其外部设备,通过通信线路连接起来,在网络操作系统、网络管理软件及网络通信协议的管理和协调下,实现资源共享和信息传递的计算机通信系统。简单地说,计算机网络就是通过电缆、电话线或无线通信将两台以上的计算机互连起来的集合。它能够实现快速的信息传递,实现广泛的资源共享。计算机网络的基本功能是资源共享和数据通信。资源共享是非实时性的数据交换,在数据已处理好的基础上通过某种形式在计算机网络上交换从而实现资源的共享,针对不同的资源所需的数据量和数据类型不同,该功能对网络性能的要求也各不相同。数据通信是实时性的数据交换,在数据形成过程中实时进行交换从而实现各种具体的网络功能,如网络电话、网络广播、网络直播、网络课堂等。这些实时数据交换功能对计算机网络的性能要求一般比较高。计算机还有其他一些功能,如提高计算机系统的可靠性与可用性,为负载均衡技术(协调处理)提供实现平台,为分布式计算机系统提供可靠的运行环境,为各种联机协作型应用程序提供执行环境等。

计算机网络的发展经历了由单结点的单结计算机网、计算机网对计算机网和开放式标准化计算机网三个阶段。它的基本组成包括计算机、网络操作系统、传输介质(可以有形,也可以是无形的,如无线网络的传输介质就是看不见的电磁波)以及相应的应用软件四部分。计算机网络系统由网络硬件和网络软件两部分组成。网络硬件是计算机网络系统的物理要素,一般指网络的计算机、传输介质和网络连接设备等。网络软件是网络系统中的技术支撑,一般指网络操作系统、网络通信协议等。两者相互作用,共同完成网络功能。

0.1 计算机网络常见分类

0.1.1 三种主要网络

电信网是由传输、交换、终端设施和信令过程、协议,以及相应的运行支撑系统。

第0章

计算机网络概述

计算机网络是计算机技术和通信技术紧密结合的产物。不同的网络定义反映了人们对网络本质的不同理解,也体现了网络技术的发展水平与阶段。广义的观点实质上定义了计算机网络中的通信网络,主要应用在主机-终端系统中,目前已经不适用。用户透明的观点实质上定义了分布式计算机系统,分布式系统和计算机网络系统是两个不同的概念,但二者有十分密切的关系。资源共享的观点实质上是从计算机网络的基本功能来定义计算机网络的,比较符合当前人们对计算机网络本质的认识。计算机网络是将地理位置不同的具有独立功能的多台计算机,连同其外部设备,通过通信线路连接起来,在网络操作系统、网络管理软件及网络通信协议的管理和协调下,实现资源共享和信息传递的计算机通信系统。简单地说,计算机网络就是通过电缆、电话线或无线通信将两台以上的计算机互连起来的集合。它能够利用快速的信息传送,实现广泛的资源共享。计算机网络的基本功能是资源共享和数据通信。资源共享是非实时性的数据交换,在数据已处理好的基础上通过某种形式在计算机网络上交换从而实现资源的共享,针对不同的资源所需的数据量和数据类型不同,该功能对网络性能的要求也各不相同。数据通信是实时性的数据交换,在数据形成过程中实时进行交换从而实现各种具体的网络功能,如网络电话、网络广播、网络直播、网络课堂等,这些实时数据交换功能对计算机网络的性能要求一般比较高。计算机还有其他一些功能,如提高计算机系统的可靠性与可用性,为负载均衡技术(协同处理)提供实现平台,为分布式计算机系统提供可靠的运行环境,为各种联机协作型应用程序提供执行环境等。

计算机网络的发展经历了面向终端的单级计算机网络、计算机网络对计算机网络和开放式标准化计算机网络三个阶段。它的基本组成包括计算机、网络操作系统、传输介质(可以是有形的,也可以是无形的,如无线网络的传输介质就是看不见的电磁波)以及相应的应用软件四部分。计算机网络系统由网络硬件和网络软件两部分组成。网络硬件是计算机网络系统的物理实现,一般指网络的计算机、传输介质和网络连接设备等。网络软件是网络系统中的技术支持,一般指网络操作系统、网络通信协议等,两者相互作用,共同完成网络功能。

0.1 计算机网络常见分类

0.1.1 三种主要网络

电信网是由传输、交换、终端设施和信令过程、协议,以及相应的运行支撑系统

组成的综合系统，它从概念上可分为装备（物理）网和业务网。装备网是许多业务网的承载者，一般由终端设备、传输设备和交换设备等组成。业务网是承担各种业务（语音、数据、图像、广播电视等）中的一种或几种的电信网，一般由终端、传输、交换和网路等技术组成，网内各个同类终端之间可根据需要接通，有时也可固定连接。简单的电信系统可以没有交换系统。而复杂的电信网除了终端、传输和交换设备外，还有维护监控网、信令网、网路管理网以及特种服务中心等。随着电信网综合化、智能化的发展以及电信新业务不断增多，对电信网的构成在概念上提出了一些新的划分方法，如将电信网分为承载层、支撑层、业务层等。承载层相当于装备网及其拓扑结构总体，承担电信网中沟通信息交流的承载部分。将电信网的维护监控管理系统、网内信令、信息处理系统和数字同步系统等划分出来作为支撑层。而业务层近似于业务网，是电信网中面向电信用户业务的部分。这种划分有利于电信网向智能网（IN）和综合业务数字网（ISDN）方向发展，但国际上尚无统一的划分标准。现在世界各国的通信体系正向数字化的电信网发展，将逐渐代替模拟通信的传输和交换，并且向智能化、综合化的方向发展，但是由于电信网具有全程全网互通的性质，已有的电信网不能同时更新，因此，电信网的发展是一个逐步的过程。

有线电视网是高效廉价的综合网络。有线电视网利用有线电视铺设的同轴电缆进行数据信号的传递，它具有频带宽、容量大、多功能、成本低、抗干扰能力强、支持多种业务、连接千家万户的优势，它的发展为信息高速公路的发展奠定了基础。同时，由于其免去了铺设线缆的麻烦，只需要在用户端增加设备即可访问网络，极大地便利了网络的普及。数字化和网络化是广播电视的主要发展趋势。网络整合有效促进了网络规模效益的实现，网络整合不仅突破了有线网络本地分散发展的空间限制，同时也集中优势打造出了引领有线网络发展的骨干企业，为站在更高起点上加快有线网络数字化、双向化发展，推进网络产业化、集约化运营提供了基础和条件。

计算机网络，是指将地理位置不同的具有独立功能的多台计算机及其外部设备，通过通信线路连接起来，在网络操作系统、网络管理软件及网络通信协议的管理和协调下，实现资源共享和信息传递的计算机系统。通俗地讲就是将“自治”的计算机互连起来的集合，以功能完善的网络软件（在协议的控制下）实现网络中的资源共享和数据交换。

按广义定义来说，计算机网络也称计算机通信网。关于计算机网络的最简单定义是一些相互连接的、以共享资源为目的的、自治的计算机的集合。若按此定义，则早期的面向终端的网络都不能算是计算机网络，而只能称为联机系统（因为那时的许多终端不能算是自治的计算机）。但随着硬件价格的下降，许多终端都具有一定的智能，因而“终端”和“自治的计算机”逐渐失去了严格的界限。若用微型计算机作为终端使用，按上述定义，则早期的那种面向终端的网络也可称为计算机网络。

另外，从逻辑功能上看，计算机网络是以传输信息为基础目的，用通信线路将多个计算机连接起来的计算机系统的集合，一个计算机网络组成包括传输介质和通信设备。

从用户角度看，计算机网络是这样定义的：存在着一个能为用户自动管理的网络操作系统，由它调用完成用户所调用的资源，而整个网络像一个大的计算机系统一样，对用户是透明的。

一个比较通用的定义是：利用通信线路将地理上分散的、具有独立功能的计算机系统和通信设备按不同的形式连接起来，以功能完善的网络软件及协议实现资源共享和信息传递的系统。

从整体上来说计算机网络就是把分布在不同地理区域的计算机与专门的外部设备用通信线路互连成一个规模大、功能强的系统，从而使众多的计算机可以方便地互相传递信息，共享硬件、软件、数据信息等资源。简单来说，计算机网络就是由通信线路互相连接的许多自主工作的计算机构成的集合体。最简单的计算机网络只有两台计算机和连接它们的一条链路，即两个节点和一条链路。

按连接定义来说，计算机网络就是通过线路互连起来的、资质的计算机集合，确切地说就是将分布在不同地理位置上的具有独立工作能力的计算机、终端及其附属设备用通信设备和通信线路连接起来，并配置网络软件，以实现计算机资源共享的系统。

按需求定义来说，计算机网络就是由大量独立但相互连接起来的计算机来共同完成计算机任务。这些系统称为计算机网络（Computer Networks）。

在这三种网络中，计算机网络的发展最快，其技术已成为信息时代的核心技术。

0.1.2 按照网络拓扑结构分类

按照网络拓扑结构划分，计算机网络分为星状（Star）、环状（Ring）、总线网（Bus）、阶层树状（Hierarchical Tree）和网状（Distributed Mesh），如图 0-1 所示。

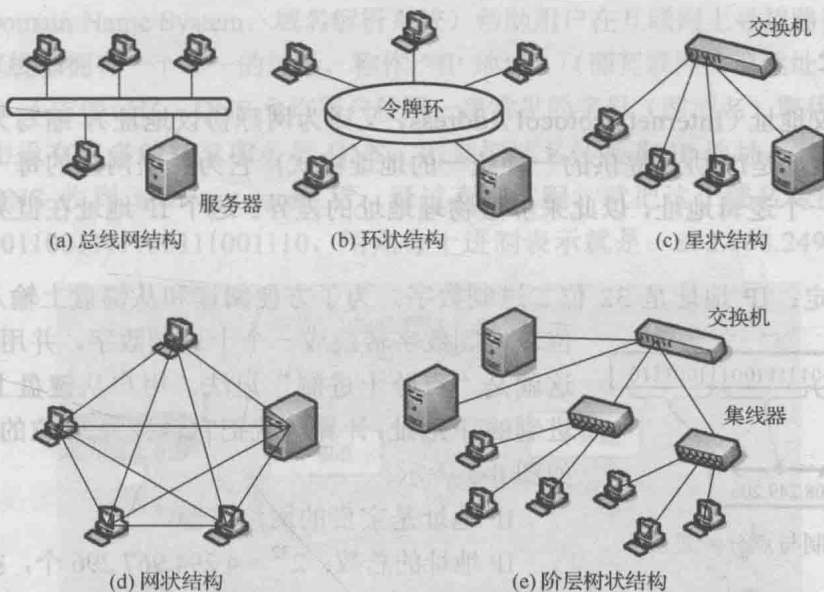


图 0-1 拓扑结构网络分类

0.1.3 按照地理覆盖范围分类

按照地理覆盖范围划分，计算机网络分为局域网（LAN，Local Area Network）、城域网（MAN，Metropolitan Area Network）、广域网（WAN：Wide Area Network）。

广域网、城域网、接入网以及局域网的关系如图 0-2 所示。

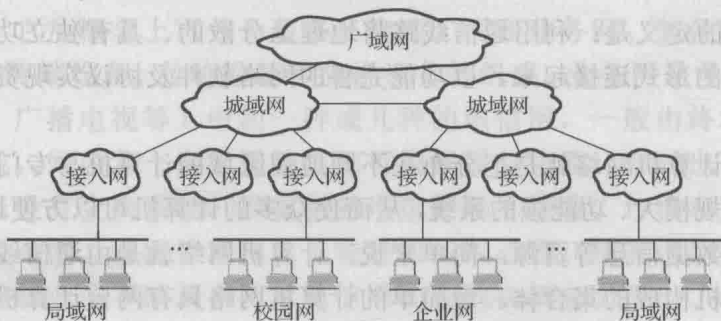


图 0-2 广域网、城域网、接入网以及局域网的关系

0.1.4 按照网络的用途分类

按照网络的用途划分,可将计算机网络分为公用网(Public Network)和专用网(Private Network)。

公用网一般是国家的邮电部门建造的网络,是为公众提供服务的网络。

专用网是某些公司或部门为本系统的工作业务需要而建造的网络,一般不向本单位以外的人提供服务。

0.2 计算机网络常用名词

1. IP 地址

互联网协议地址(Internet Protocol Address, 又译为网际协议地址),缩写为 IP 地址(IP Address)。IP 地址是 IP 协议提供的一种统一的地址格式,它为互联网上的每一个网络和每一台主机分配一个逻辑地址,以此来屏蔽物理地址的差异。这个 IP 地址在世界范围内必须是唯一的。

IP 协议规定:IP 地址是 32 位二进制数字。为了方便阅读和从键盘上输入,可把每 8 位二进制数字转换成一个十进制数字,并用小数点隔开,这就是“点分十进制”记法。用户从键盘上输入点分十进制的 IP 地址,计算机就把它转换为 32 位的二进制数字,如图 0-3 所示。

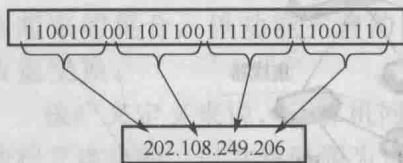


图 0-3 二进制与点分十进制

IP 地址是宝贵的网络资源。

IP 地址的总数: $2^{32} = 4\,294\,967\,296$ 个,接近 43 亿个。

由于 IP 地址的总数有限,因此 IP 地址是非常宝贵的资源,需要使用大量 IP 地址的单位必须向有关机构进行申请。

考虑到 IP 地址不久会用尽,因此现在已考虑对 IP 协议进行版本升级,即从现在的 IPv4 升级到新的版本 IPv6。

2. MAC 地址

MAC(Media Access Control 或者 Medium Access Control)地址,意译为媒体访问控制,或称为物理地址、硬件地址,用来定义网络设备的位置。在 OSI 模型中,第三层网络层负

负责 IP 地址，第二层数据链路层则负责 MAC 地址。因此一个主机会拥有一个 MAC 地址，而每个网络位置会有一个专属于它的 IP 地址。MAC 地址是由网卡决定的，是固定的。

3. 域名

域名 (Domain Name) 其实就是通常所说的网址，只是因为使用分级管理，因特网使用多级的域，因此就出现了“域名”这个名词。

因特网的域名分为顶级域名、二级域名、三级域名、四级域名等，如图 0-4 所示。

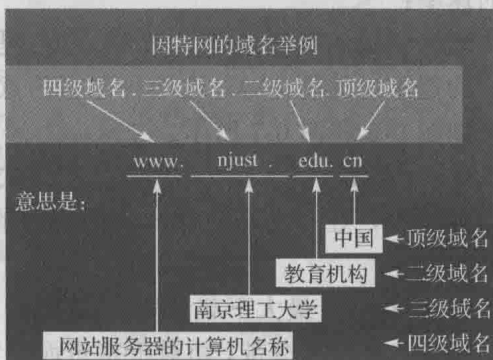


图 0-4 域名举例

4. DNS

DNS (Domain Name System, 域名解析系统) 帮助用户在互联网上寻找路径。在互联网上的每一台计算机都拥有一个唯一的地址，称作“IP 地址”（即互联网协议地址）。由于 IP 地址（为一串数字）不方便记忆，DNS 允许用户使用一串常见的字母（即域名）取代。

因特网中设有很多的域名服务器 DNS，用来把域名转换为 IP 地址，如图 0-5 所示。

例如，DNS 收到 www.cctv.com 后，经过查询过程，就把这个域名转换为 IP 地址：

11001010011011001111100111001110，用点分十进制表示就是：202.108.249.206。

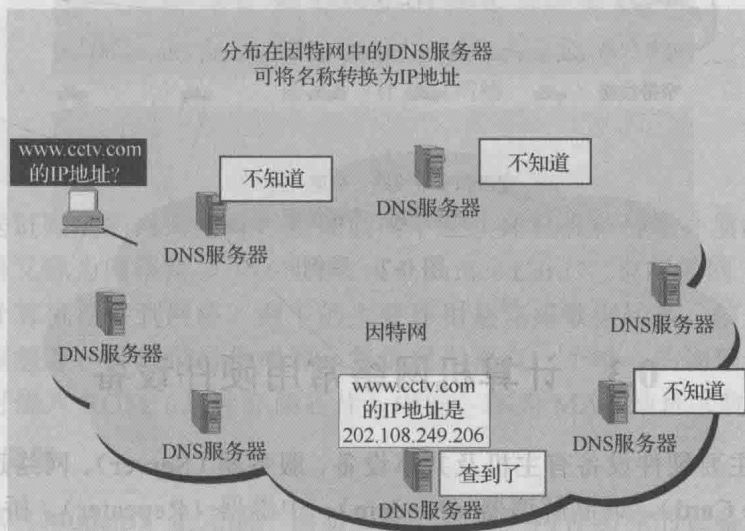


图 0-5 域名转化为 IP 地址

5. 带宽

计算机网络的带宽是指网络可通过的最高数据率，即每秒多少比特。描述带宽也常常把“比特/秒”省略。例如，带宽是10M，实际上是10Mb/s。

一些错误的观念：

有些人愿意用“汽车在公路上跑”来比喻“比特在网络上传输”，认为宽带传输的好处就是传输更快，好比汽车在高速公路上可以跑得更快一样。

在网络中有两种不同的速率：

信号（即电磁波）在传输媒体上的传播速率（米/秒，或公里/秒）。

计算机向网络发送比特的速率（比特/秒），这两种速率的意义和单位完全不同。

宽带线路和窄带线路，如图0-6和图0-7所示。

宽带：在数字通信中通常指64Kb/s以上信号的带宽，可通过较高数据率的线路。宽带是相对的概念，并没有绝对的标准，在目前对于接入到因特网的用户来说，每秒传送几个兆比特就可以算是宽带速率。

窄带：将网络接入速度为64Kb/s（最大下载速度为8Kb/s）及其以下的网络接入方式称为“窄带”，拨号上网是最常见的一种窄带。相对于宽带而言窄带的缺点是接入速度慢。

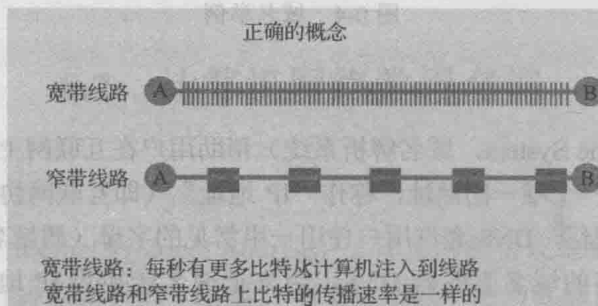


图 0-6 宽带线路和窄带线路

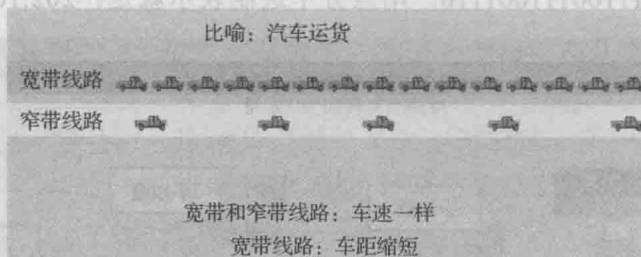


图 0-7 举例

0.3 计算机网络常用硬件设备

计算机网络主要硬件设备有主机及共享设备、服务器（Server）、网络适配器（Adapter, Network Interface Card）、调制解调器（Modem）、中继器（Repeater）、桥接器（Bridge）、路由器（Router）、网关（Gateway）、交换机（Switch）、集线器（HUB）、无线热点（AP）、无线控制器（AC）、防火墙、网线，如图0-8所示。

1. 主机及共享设备

主机及共享设备包括巨型计算机（简称巨型机）、大型机、工程工作站（Workstation）、小型机、微型机、服务器（Server）、网络打印机、绘图仪等资源设备。

2. 服务器

服务器是网络的核心控制计算机。用于管理网络资源、处理工作站提交的任务。网络操作系统主要运行在服务器上，因此一般来说服务器应具备承担服务并且保障服务的能力。服务器的构成与微机基本相似，有处理器、硬盘、内存、系统总线等，但是由于需要提供高可靠的服务，因此服务器在处理能力、稳定性、可靠性、安全性、可扩展性、可管理性等方面要求较高。在网络环境下，根据服务器提供的服务类型不同，分为文件服务器、数据库服务器、应用程序服务器、Web 服务器等。

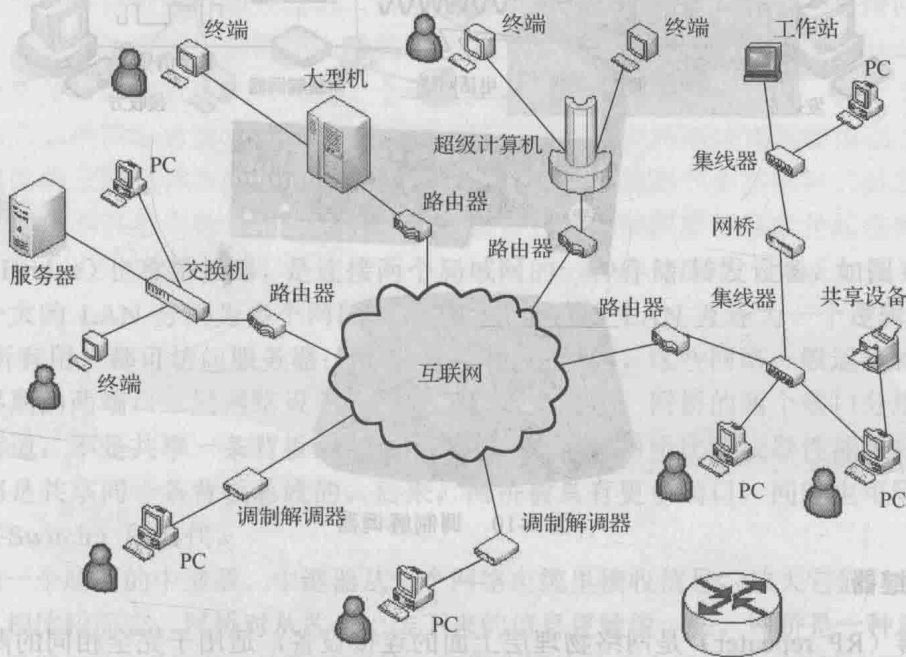


图 0-8 计算机网络

3. 网卡

工作在数据链路层的网络组件，是局域网中连接计算机和传输介质的接口。

网络适配器又称为网络接口卡（Network Interface Card），也叫做网卡，如图 0-9 所示，有了它就能将计算机连接到网络。网卡的主要作用是完成数据转换、信息包的组装、网络访问控制、数据缓存、网络信号生成等。每块网卡都有一个唯一的物理地址，它是网卡生产厂家在生产时烧入 ROM（只读存储芯片）中的，称为 MAC 地址（物理地址）。

4. 调制解调器

调制解调器（Modem）是完成“调制”和“解调”两种功能的设备，如图 0-10 所示。它能将计算机的数字信号翻译成可沿普通电话线传送的模拟信号，而这些模拟信号又可被线路另一端的另一个调制解调器接收，并译成计算机可懂的语言。所谓调制，就是把数字

信号转换成电话线上传输的模拟信号；解调，即把模拟信号转换成数字信号，合称调制解调器。这一简单过程完成了两台计算机间的通信。

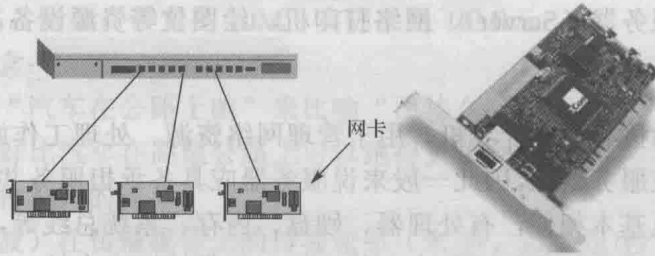


图 0-9 网卡

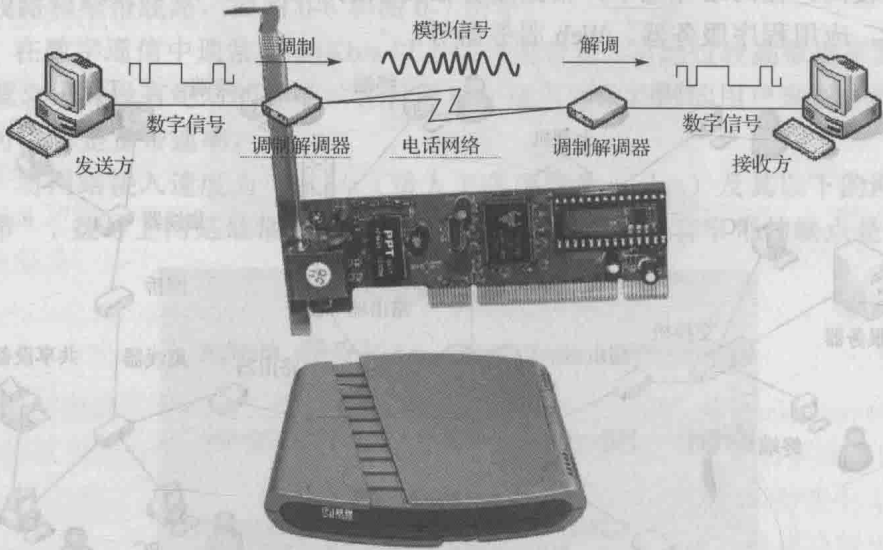


图 0-10 调制解调器

5. 中继器

中继器 (RP repeater) 是网络物理层上面的连接设备，适用于完全相同的两类网络的互连，主要功能是通过重新发送或者转发，来扩大网络传输的距离，如图 0-11 所示。中继器是最简单的网络互连设备，主要完成物理层的功能，负责在两个节点的物理层上按位传递信息，完成信号的复制、调整和放大功能，以此来延长网络的长度。由于存在损耗，在线路上传输的信号功率会逐渐衰减，衰减到一定程度时将造成信号失真，因此会导致接收错误。中继器就是为解决这一问题而设计的，它将线路中已经衰减的信号进行放大。中继器的主要作用是加强信号和整形信号，以延长传输距离将线路中已经衰减的信号进行放大，使其传送更远的距离。

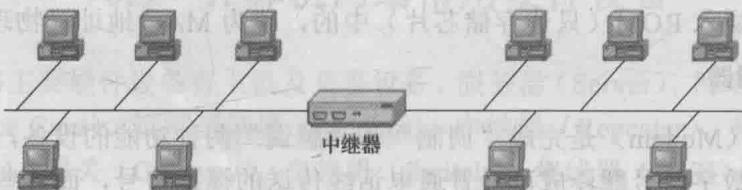


图 0-11 中继器

6. 集线器

集线器用来集中连接网络系统中的各种设备,如图 0-12 所示。集线器是将多条以太网双绞线或光纤集合连接在同一段物理介质下的设备。集线器是运作在 OSI 模型中的物理层,它可以视作多端口的中继器,若它侦测到碰撞,它会提交阻塞信号,它的主要功能是对接收到的信号进行再生整形放大,以扩大网络的传输距离,同时把所有节点集中在以它为中心的节点上。集线器(Hub)属于纯硬件网络底层设备,基本上不具有类似于交换机的“智能记忆”能力和“学习”能力,它也不具备交换机所具有的 MAC 地址表,所以它发送数据时都是没有针对性的,而是采用广播方式发送的。

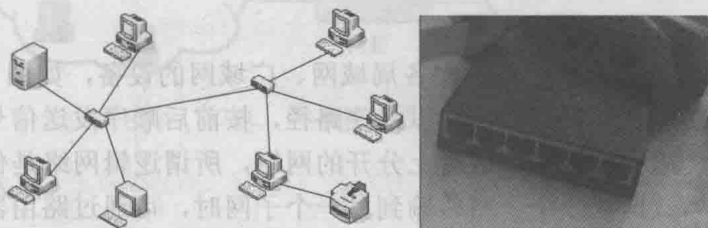


图 0-12 集线器

7. 网桥

网桥(Bridge)也称桥接器,是连接两个局域网的一种存储/转发设备,如图 0-13 所示,它能将一个大的 LAN 分割为多个网段,或将两个以上的 LAN 互连为一个逻辑 LAN,使 LAN 上的所有用户都可访问服务器;用来连接若干个网络,这些网络一般运行相同的通信协议;是早期的两端口二层网络设备,用来连接不同网段。网桥的两个端口分别有一条独立的交换信道,不是共享一条背板总线,可隔离冲突域。网桥比集线器性能更好,集线器上各端口都是共享同一条背板总线的。后来,网桥被具有更多端口,同时也可隔离冲突域的交换机(Switch)所取代。

网桥像一个聪明的中继器。中继器从一个网络电缆里接收信号,放大它们,将其送入下一个电缆。相比较而言,网桥对从网卡上传下来的信息更敏锐一些。网桥是一种对帧进行转发的技术,根据 MAC 分区块,可隔离碰撞。网桥将网络的多个网段在数据链路层连接起来。

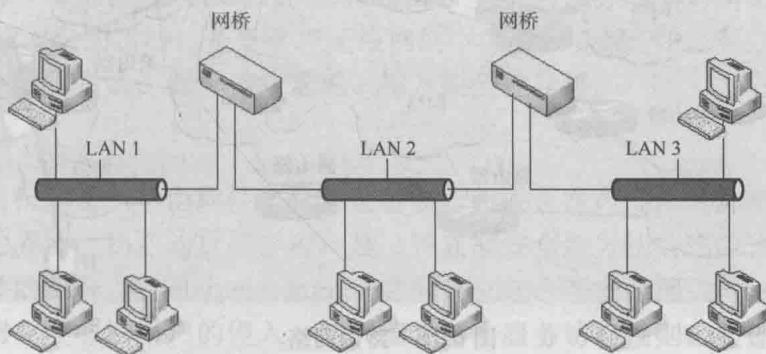


图 0-13 网桥

8. 交换机

交换机是一种用于电信号转发的网络设备,如图 0-14 所示。它可以为接入交换机的任

意两个网络节点提供独享的电信号通路。最常见的交换机是以太网交换机，其他常见的还有电话语音交换机、光纤交换机等。

H3C S5500-HI 系列交换机是 H3C 公司最新开发的增强型 IPv6 强三层万兆以太网交换机产品，具备先进的硬件处理能力和丰富的业务特性。此交换机支持最多 6 个万兆接口，实现业界 1U 设备最高的端口密度以及灵活的端口扩展能力；支持 IPv4/IPv6 硬件双栈及线速转发，使客户能够从容应对即将带来的 IPv6 时代。除此以外，其出色的安全性、可靠性、PoE 供电能力和多业务支持能力使其成为大型企业网络和园区网的汇聚、中小企业网核心，以及城域网边缘设备的第一选择。

9. 路由器

路由器 (Router)，是连接因特网中各局域网、广域网的设备，如图 0-15 所示，它会根据信道的情况自动选择和设定路由，以最佳路径，按前后顺序发送信号。路由器又称网关设备 (Gateway)，用于连接多个逻辑上分开的网络，所谓逻辑网络是代表一个单独的网络或者一个子网，当数据从一个子网传输到另一个子网时，可通过路由器的路由功能来完成。因此，路由器具有判断网络地址和选择 IP 路径的功能，它能在多网络互连环境中，建立灵活的连接，可用完全不同的数据分组和介质访问方法连接各种子网，路由器只接收源站或其他路由器的信息，属网络层的一种互连设备，用于连接多个运行不同协议的网络，主要功能是路由选择，如图 0-16 所示。

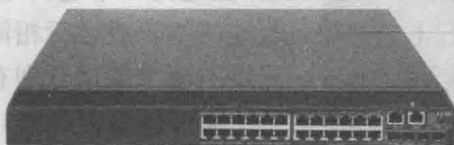


图 0-14 交换机



图 0-15 路由器设备

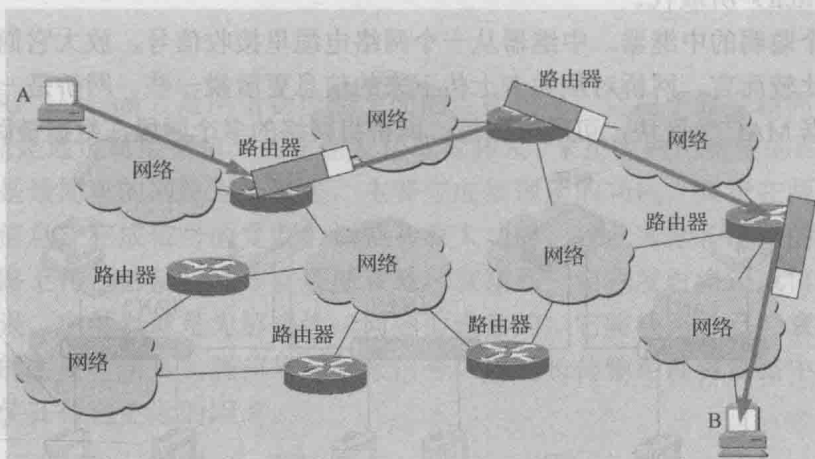


图 0-16 路由网络

10. 网关

网关 (Gateway) 可以互连不同体系结构的网络，主要用来进行高层协议之间的转换，如图 0-17 所示。网关比网桥/路由器的功能更加强大。网关又称网间连接器、协议转换器。