

审计署计算机审计中级培训系列教材



2010版

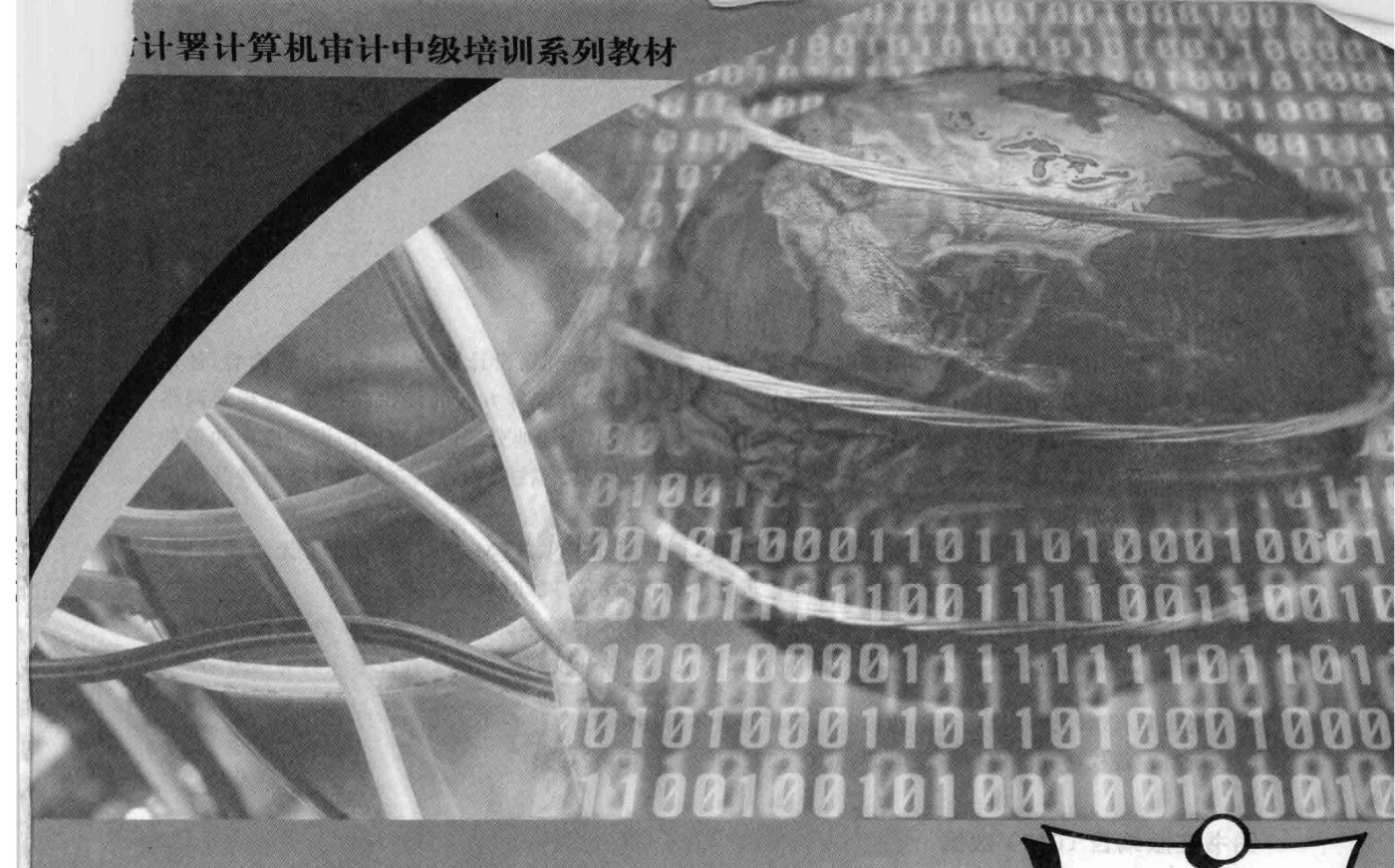
计算机网络应用技术

赵宇 李春强 编著



清华大学出版社

计署计算机审计中级培训系列教材



2010版

计算机网际应用技术

赵宇 李春强 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书从应用的角度系统地介绍了网络平台、网络技术、网络产品、设计调试、网络安全等内容,使读者能够快速地学习、掌握从计算机网络原理到产品、设计、规划、管理等方面的知识和技能,获得对网络建设与管理方案和网络安全策略进行评估与考核的能力。本书合理地分配网络理论知识和应用知识的比例,既为读者提供足够支持理解网络产品与技术的基础知识,又把主要内容放在解决网络所涉及的应用技术问题方面。

本书根据国家审计署计算机审计中级培训大纲,调整了 ISDN、ATM 等内容,增加了无线局域网、3G 网络和网络安全章节的篇幅,使教材更贴近近代网络技术的发展,时效性较强。

本书作为国家审计署计算机审计中级培训教材,也适合本科教学。适合的专业有信息管理与信息系统、计算机审计、电子商务和管理科学等,也可作为从事软件开发和应用的工程技术人员的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络应用技术 / 赵宇,李春强编著. --北京:清华大学出版社,2010.7

(审计署计算机审计中级培训系列教材)

ISBN 978-7-302-22985-8

I. ①计… II. ①赵… ②李… III. ①计算机网络—技术培训—教材 IV. ①TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 105489 号

责任编辑:王 青

责任校对:王凤芝

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 刷 者:北京密云胶印厂

装 订 者:三河市漂源装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:16

字 数:369 千字

版 次:2010 年 7 月第 1 版

印 次:2010 年 7 月第 1 次印刷

印 数:1~5000

定 价:27.00 元

产品编号:038561-01

强化计算机培训
加快审计信息化
建设。

李金生



己丑年
五月

审计署计算机审计中级培训系列教材编写委员会

主 任：石爱中(副审计长)

副主任：王智玉(审计署计算机技术中心主任)

杜林(北京信息科技大学校长)

委 员：陈太辉(审计署培训中心主任)

胡大华(审计署人事教育司副司长)

许晓革(北京信息科技大学副校长)

李 玲(审计署南京特派员办事处特派员)

刘汝焯(原审计署京津冀特派员办事处特派员)

于广军(审计署计算机技术中心副主任)

审计署计算机审计中级培训系列教材编写组

组 长：王智玉(审计署计算机技术中心主任)

副组长：于广军(审计署计算机技术中心副主任)

杜光宇(审计署人事教育司教育职称处处长)

程建勤(审计署计算机技术中心应用技术推广处处长)

李 忱(北京信息科技大学信息管理学院院长)

万建国(审计署南京特派办计算机审计处副处长)

成 员：吕继祥(北京信息科技大学信息管理学院教师)

车 蕾(北京信息科技大学信息管理学院教师)

王晓波(北京信息科技大学信息管理学院教师)

刘晓梅(北京信息科技大学信息管理学院教师)

宋燕林(北京信息科技大学信息管理学院教师)

赵 宇(北京信息科技大学信息管理学院教师)

乔 鹏(审计署计算机技术中心高级工程师)

李湘蓉(北京信息科技大学信息管理学院教师)

吴笑凡(审计署南京特派办计算机审计处审计师)

李春强(北京信息科技大学信息管理学院教师)

卢益清(北京信息科技大学信息管理学院教师)

张 莉(北京信息科技大学信息管理学院教师)

序

从一定意义上讲,中国审计的根本出路在于信息化,信息化的关键在于数字化。审计信息化、数据化不只是一种理念,更是一种手段、一种方式和一种发展趋势。当前的审计信息化建设,以金审工程为依托,以创新审计方法和技术手段为基础,着力提高审计工作的技术含量和技术水平,目的是促进公共管理行为的进一步规范,促进公共管理绩效的进一步提高,维护国家经济安全,发挥审计保障国家经济社会健康运行的“免疫系统”功能。

建立数字化审计工作模式,除了计算机和网络等物质条件外,更需要广大审计干部发挥聪明才智,积极探索符合我国审计工作实际的先进技术方法。要提高对审计信息化建设重要性、紧迫性的认识,重视信息化的工程建设,还要创造条件培养更多的高技术人才,让掌握先进技术的人员发挥更大作用。

2001年,审计署开始计算机审计中级培训,其目标是使参加中级培训的审计人员成为计算机审计骨干,标准是“五能”,即:一能打开被审计单位数据库;二能将被审计单位的数据导出到审计人员的计算机中并转换成为审计人员可阅读的数据格式;三能使用具有查询分析功能的通用软件或审计软件来查询、分析数据;四能在审计现场搭建临时网络;五能排除常见的软硬件故障。2001年印发了中级培训大纲,编写了中级培训教材;2007年又对中级培训大纲进行了修改。

近10年来,审计署举办了29期集中培训,同时指导地方审计机关参照审计署的模式自行培训,组织了42次计算机审计中级水平考试,共有3314人通过了严格的考试。这些同志中的绝大多数在审计一线发挥了骨干作用,更重要的是经过强化训练,建立了信息化条件下如何开展审计的思维,建立了现代计算机技术用于审计工作的思维,提高了这些审计业务骨干的综合素养,使我们的审计工作效率得到了很大的提高,审计工作的知识含量和信息化水平也得到了很大的提高。

计算机技术在发展,审计的手段和方式也在变革,中级培训工作也应与时俱进地革新。本着创新、继承和调整的改革原则,审计署计算中心与北京信息科技大学结合教学实践和计算机技术的新发展,对中级培训各门课程的大纲和教材的修改逐一进行了反复研究,最终确定了课程保留、调整、完善的内容,形成了《审计署计算机审计中级培训大纲(2010版)》,重新编写了《审计署计算机审计中级培训系列教材(2010版)》。期待更多的审计人员通过中级培训教材的学习,理论联系实际,成为计算机审计的能手。



2010年5月于中央党校

前 言

计算机网络是当今信息化革命的基础。21 世纪的前 10 年,计算机网络的发展使人类社会发生了巨大变化,塑造出一种与农业社会和工业社会不同的社会文明形态——网络社会文明形态。随着现代通信技术、计算机网络技术以及信息产业的飞速发展,数字化、网络化和信息化正日益融入社会经济、政治活动和人们的日常生活,并对之产生了重大影响。为了应对这一形势,掌握现代网络技术已经成为工作、学习和生活的必需。

计算机网络技术涵盖了电子技术、计算机技术、通信技术,是信息科学中最活跃的领域。编写能够从这些技术领域中抽取必要的理论知识和应用技术知识,把握两者的比例,融合足够背景资料的计算机网络教材,即使对于专门从事网络技术教学或研究的人员,也是一大挑战。幸运的是作者在多年的网络专业课程教学中,注意到了这方面的把握,并不断予以改进、充实,以适应网络专业和非网络专业不同学生的需求,同时适应新学科、新技术、新方法、新融合不断涌现对网络科学的影响。作者将以适当的角度和切入点,展开对计算机网络技术的介绍。

本书以希望对网络应用技术有中等程度了解的读者为对象,以介绍计算机网络技术应用所涉及的技术、原理和解决方案为目的。因此,本书将回避网络学科研究读者所需要的数据处理原理和通信原理的理论分析,也会回避专业的网络工作者所需要的产品选型、配置命令学习与分析的内容。本书将对网络传输介质、网络分割、网络组建、网络服务器、广域网应用、互联网应用和网络管理与网络安全的原理和方法进行认真的阐述。为了体现中等深度,避免肤浅的描述,本书也将讨论信号传输的基本原理和性质、报文封装与寻址、网络协议与标准等计算机网络基础知识,以体现深入浅出的教学目标。为了使读者得到较为系统的技术知识和应用背景,本书还将介绍诸如测试标准规范、产品性能分析、某项具体技术在我国目前的现状等方面的内容。

本书可作为计算机网络技术的中级教材,难易程度与 CCNA 相同,根据教学目标的不同,互有取舍,也可作为有关专业技术人员学习计算机网络技术的参考书。

本书的第 1~7、9、10 章由赵宇编写,第 8、11 章由李春强编写。计算机网络教材之所以晦涩,是因为作者对于每个关键点的阐述都力求完整、系统与概括。为了体现对知识的理解应该从特殊到一般的客观规律,本书在原理阐述、术语定义、报文格式分析等方面更强调特殊性和本质,有可能不够全面与完整,望同行谅解。由于计算机网络技术覆盖面广且发展迅速,加之成书时间较紧,作者的学术水平有限,书中难免有错误和不妥之处,恳请同行和广大读者,特别是使用本书的教师和同学批评指正。

本书的编写受到了李忱同志和程建琴同志的关怀和帮助,特此表示感谢。

作 者

2010 年 5 月于北京信息科技大学

• V •

目 录

第 1 章 计算机网络概述	1
1.1 计算机网络的组成与分类	1
1.1.1 计算机网络的组成	1
1.1.2 计算机网络的分类	3
1.2 计算机网络的发展	6
1.2.1 早期的计算机通信	6
1.2.2 分组交换网络	7
1.2.3 以太网	7
1.2.4 互联网	8
小结	9
第 2 章 网络传输介质	10
2.1 数据传输的基本概念	10
2.1.1 信息、数据和信号	10
2.1.2 模拟信号与数字信号	11
2.1.3 信号带宽与电缆带宽	11
2.2 电缆传输介质	12
2.2.1 主要的电缆传输介质	12
2.2.2 网络电缆的频率特性	14
2.2.3 双绞线的端接	15
2.2.4 双绞线及双绞线端接的测试	17
2.3 光纤传输介质	20
2.3.1 光缆	20
2.3.2 光纤数据传输的原理	21
2.4 无线传输介质	23
2.4.1 无线传输使用的频段	23
2.4.2 无线网络的构成和设备	23
2.5 网络系统布线	24
2.5.1 网络布线系统的构成	24
2.5.2 局域网的布线结构	26
2.5.3 网络系统布线要点	27
2.6 网络测试标准规范	28
小结	30

第 3 章 组建简单网络	31
3.1 网络通信控制的基本知识	31
3.1.1 数据分段与报文封装	31
3.1.2 网络的三级寻址	32
3.1.3 帧校验	33
3.2 简单网络设备	34
3.2.1 网络适配器	34
3.2.2 集线器	34
3.2.3 以太网交换机	35
3.3 搭建简单网络	37
3.3.1 以太网	37
3.3.2 802.3 数据帧的帧结构	38
3.3.3 简单的主机配置和测试	39
3.3.4 网络中的交换机选择	41
小结	41
第 4 章 网络协议与标准	43
4.1 网络通信的基本控制	43
4.1.1 通信连接	43
4.1.2 出错重发与流量控制	44
4.1.3 传输介质访问控制	44
4.2 网络模型与协议	45
4.2.1 OSI 七层模型	45
4.2.2 网络协议	47
4.3 TCP/IP 协议	48
4.3.1 应用层协议	50
4.3.2 传输层协议	50
4.3.3 网络层协议	57
4.4 IEEE 802 标准	58
4.4.1 IEEE 标准与 OSI 模型	58
4.4.2 主要的 IEEE 标准	59
小结	62
第 5 章 网络寻址	64
5.1 IP 地址寻址	64
5.1.1 IP 地址分类	64
5.1.2 IP 地址表现网络地址	67
5.2 IPv6 协议	68

5.2.1	IPv6 地址表示	69
5.2.2	IPv6 对网络性能的改进	69
5.3	子网划分与 IP 地址分配	70
5.3.1	子网划分	70
5.3.2	子网掩码	71
5.3.3	子网中的地址分配	73
5.3.4	IP 地址设计	74
5.4	地址间转换	76
5.4.1	MAC 地址与 IP 地址间的解析	76
5.4.2	域名解析	78
5.5	地址获取	82
5.5.1	地址的获取	82
5.5.2	动态 IP 地址分配	84
5.5.3	地址冲突	86
小结		88
第 6 章	网络分割	89
6.1	网段分割	89
6.1.1	网段分割的目的	89
6.1.2	网段分割的主要设备	90
6.2	路由技术	92
6.2.1	路由器的作用和工作原理	92
6.2.2	路由协议	96
6.2.3	默认网关的作用及设置方法	98
小结		100
第 7 章	建设局域网	101
7.1	局域网的构造	101
7.1.1	构建带子网的局域网	101
7.1.2	局域网的层次结构	102
7.2	局域网中的常用技术	103
7.2.1	网络间的访问控制	103
7.2.2	交换机线级	106
7.2.3	构建带冗余链路的交换机网络	107
7.2.4	虚拟子网技术	108
7.2.5	子网互联	113
7.2.6	三层路由交换机	114
7.3	无线局域网	116

7.3.1	无线局域网的组成和主要设备	116
7.3.2	无线局域网的标准规范	117
7.3.3	无线局域网的配置	119
7.4	局域网建设	122
7.4.1	建设方案与原则	122
7.4.2	网络建设的实施	123
小结		125
第 8 章	网络服务器	127
8.1	网络服务器的性能与分类	127
8.1.1	网络服务器的性能	127
8.1.2	网络服务器的分类	128
8.2	服务器操作系统	130
8.2.1	基于 Windows 的网络服务器与安装	130
8.2.2	基于 Windows 的网络终端及配置	144
8.2.3	基于 UNIX 和 Linux 的服务器与终端	146
8.3	服务器数据安全	151
8.3.1	磁盘镜像	151
8.3.2	服务器容错	155
8.3.3	常用的备份软件	157
小结		163
第 9 章	广域网	164
9.1	广域网的基本概念	164
9.1.1	广域网的建设方案	164
9.1.2	调制解调器	166
9.1.3	DTE 设备与 DCE 设备	168
9.2	远程连接局域网	168
9.2.1	使用光缆远程连接局域网	168
9.2.2	使用电话网远程连接局域网	169
9.2.3	使用专线远程连接局域网	173
小结		177
第 10 章	互联网	178
10.1	互联网的概念	178
10.1.1	什么是互联网	178
10.1.2	我国的互联网骨干网	179
10.1.3	互联网接入的概念	182

10.1.4	互联网接入技术分类	183
10.2	互联网接入技术	184
10.2.1	光缆到局网 FTTX+LAN	184
10.2.2	非对称数字用户线(ADSL)	185
10.2.3	电缆调制解调器	194
10.2.4	3G 无线接入	197
10.3	局域网的互联网接入	199
10.3.1	接入路由器	199
10.3.2	网络地址转换	203
	小结	205
第 11 章	网络管理与网络安全	206
11.1	网络管理	206
11.1.1	什么是网络管理	206
11.1.2	SNMP 协议与网络管理	209
11.2	网络安全	212
11.2.1	网络安全隐患	212
11.2.2	安全策略与流程	213
11.3	网络安全防范的常用技术	215
11.3.1	恶意软件防护	215
11.3.2	网络防火墙	218
11.3.3	入侵检测	223
11.3.4	网络安全隔离技术	225
11.3.5	公钥、文件加密与数字签名	226
11.3.6	Windows 用户安全策略与配置方法	230
11.4	网络故障诊断	232
11.4.1	常见的网络故障	233
11.4.2	常用的网络故障测试设备	234
	小结	239
	参考文献	241

第 1 章 计算机网络概述

计算机网络是将处在不同空间位置、操作相对独立、彼此间需要互相通信和资源共享的计算机、服务器、外部设备用通信线路、软硬件设备互联起来的系统。计算机网络这个术语既包括完成信息传递任务的通信线路和软硬件设备,也包括进行通信的计算机、服务器和外部设备。现代网络的概念中还包括被传递的信息和提供给网络的服务内容。

网络可以是一个由计算机、传输介质和交换机设备组成的简单组合,也可以是复杂的大型网络。从企业网络、校园网络、政府网络到互联网,全球数百万个简单的和复杂的、小型的和大型的计算机网络是数字化和信息化社会的基础,在当今信息时代它对信息的收集、传输、存储和处理都起着非常重要的作用。

计算机网络自 20 世纪 60 年代出现以来,至今已有 40 多年的历史。今天,现代计算机网络具备的尖端技术、规模与应对未来升级变化的能力,确保了无与伦比的链路覆盖与超级的灵活性。今天的网络不仅具备满足当前网络的需要,而且能应对未来各类信息化产品对带宽、联网方式无休止需求的挑战。

1.1 计算机网络的组成与分类

1.1.1 计算机网络的组成

如图 1.1 所示,计算机网络由传输介质、交换机设备、网间互联设备、转换设备、网络安全设备以及发起数据传输和接收数据的计算机、计算机化设备、各种数据服务器组成,用于计算机和计算机化设备之间跨地理位置的数据通信。

我们把发起数据传输和接收数据的计算机、服务器和各种计算机化设备称为网络系统的终端系统,而由传输介质、交换机设备、网间互联设备、转换设备、网络安全设备组成的系统称为网络系统的传输系统。

计算机、服务器等用户终端既是网络的使用者,又是网络的组成部分。计算机、服务器等用户终端中的操作系统负责把要传输的数据进行分组、封装,发送到网络中;把接收到的数据报文还原成数据,存储在终端中。同时,网络终端还承担了网络通信所需要的数据校验、出错重发、流量控制等必要的操作。

计算机、服务器等用户终端设备需要完成必要的网络传输的发起和接收任务。Windows、UNIX、Linux 等现代计算机操作系统中都有完成网络通信所需要的各种程序,是现代计算机操作系统的一个重要组成部分。使用计算机网络的手机和电子设备的嵌入式操作系统也内嵌了必要的网络通信程序。

网络终端也称网络工作站,如计算机、网络打印机等。在客户/服务器网络中,客户机

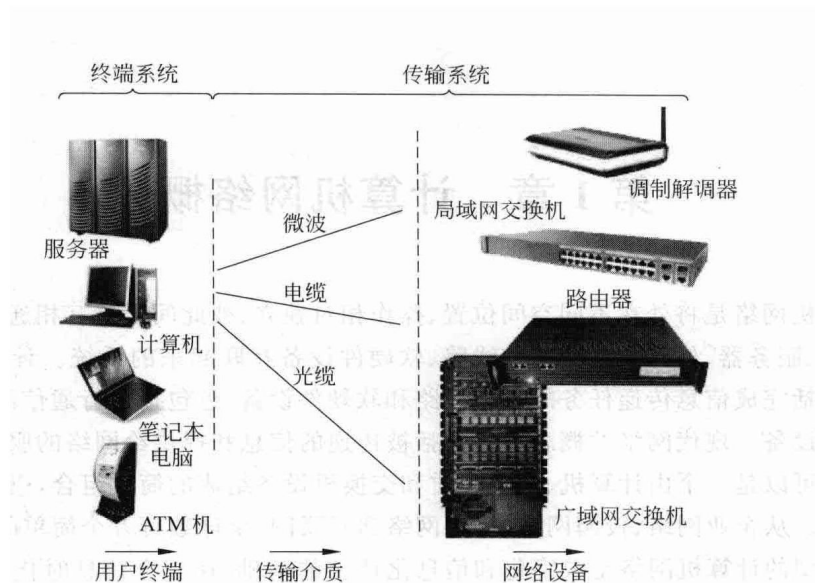


图 1.1 计算机网络的组成

是指网络终端,服务器称为服务器终端。服务器是被网络终端访问的计算机系统,是专门为客户机提供应用服务和数据服务的高性能计算机,例如大型机、小型机、UNIX 工作站和 PC 服务器。安装上服务器软件后构成的网络服务器,被分别称为大型机服务器、小型机服务器、UNIX 工作站服务器和 PC 服务器

网络服务器是计算机网络中提供信息、服务和数据共享的核心设备。网络中可共享的资源,如信息、数据库、大容量磁盘、外部设备和多媒体节目等,通过服务器提供给网络终端。服务器按照可提供的服务可分为应用服务器、文件服务器、数据库服务器、打印服务器、Web 服务器、电子邮件服务器和代理服务器等。

网络终端和网络服务器是通过网络传输介质将数据发送到网络中的。网络传输介质承担网络数据跨地域传输的任务。有四种主要的网络传输介质,分别是双绞线电缆、光纤、微波和同轴电缆(由于同轴电缆在现代网络中只起辅助作用,所以在图 1.1 中没有予以表现)。

在局域网中的主要传输介质是双绞线,这是一种不同于电话线的 8 芯电缆,具有传输 1000Mbps 的能力。局域网中另外一种重要的传输介质是光缆。光缆在局域网中大多承担干线部分的数据传输。另外,使用微波的无线局域网由于其灵活性而逐渐普及,尤其是在非政府部门的局域网中得到了越来越广泛的应用。早期的局域网中曾经使用过网络同轴电缆,从 1995 年开始,网络同轴电缆逐渐被淘汰,已经不在局域网中使用了。由于 Cable Modem 的使用,电视同轴电缆还在充当互联网连接的一种传输介质。

作为网络系统除了网络终端设备、网络传输介质之外的第三个主要组成部分,网络设备的核心任务是把网络终端传来的数据报文转发给目的地终端(在网络中分别称这两种终端为源终端和目标终端)。最有代表性的网络设备是网络交换机和网络路由器。其中,局域网交换机是把计算机连接在一起的基本网络设备,计算机之间的数据报可以通过局域网交换机转发。计算机要连接到网络中,必须首先连接到局域网交换机上。不同种类

的网络使用不同的交换机。目前绝大多数用于局域网的交换机是以太网交换机。

也可以使用被称为 Hub 的网络集线器设备来替代局域网交换机。Hub 的价格低廉,但通信效率低。由于局域网交换机价格的大幅下降,所以正式网络中已经不再使用 Hub。

通过局域网交换机与计算机终端的连接,可以组成简单的数据传输网络。将这些小的简单网络互联,可以组成规模更大、更复杂的网络。将小的简单网络互联起来的设备是路由器。

路由器是连接网络的必要设备,用于在网络之间转发数据报。路由器不仅提供同类网络之间的互相连接,还提供不同网络之间的通信,比如,局域网与广域网的连接、以太网与帧中继网络的连接等。

在网络远程连接中,调制解调器是一个重要的设备。调制解调器用于将数字信号调制成频率带宽更窄的信号,以便在远距离电缆传输中传输数字信号。在网络远程连接中,还会用到 ATM 交换机、帧中继交换机、中继器等网络设备。

如图 1.2 所示,复杂的网络系统仍然是由上述网络设备构建而成的。由图可见,计算机首先被交换机连接起来,组成小的、简单的网络。一个个小的简单网络被路由器连接在一起,最后形成规模较大的局域网络。处于不同地理位置的局域网,通过各个局域网的边界路由器互联,可建成跨地理位置的大型广域网络。

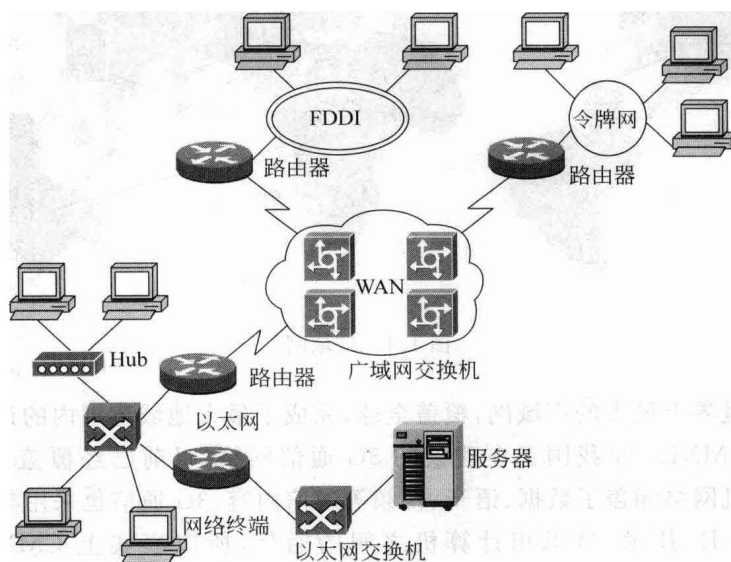


图 1.2 网络的构建

在没有条件直接布放光缆连接局域网的情况下,也可以租用通信公司的公共网络实现局域网互联。通信公司公共网络中使用的交换机称为广域网交换机。

1.1.2 计算机网络的分类

可以从不同的角度对计算机网络进行分类。学习并理解计算机网络的分类,有助于

我们更好地理解计算机网络。

1) 根据计算机网络覆盖的地理范围分类

按照计算机网络所覆盖的地理范围的大小进行分类,计算机网络可分为局域网、城域网和广域网。了解一个计算机网络所覆盖的地理范围的大小,可以使人们一目了然地了解该网络的规模和主要技术。

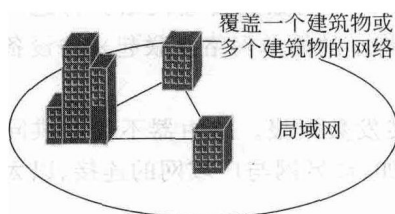


图 1.3 局域网

局域网(LAN)的覆盖范围一般在方圆几十米到几千米(见图 1.3)。一个办公室、一个办公楼、一个园区范围内的网络就是典型的例子。在企业、院校、政府部门内部建设的网络也是局域网。

当网络的覆盖范围达到一个城市的大小时,则称之为城域网。网络覆盖到多个城市甚至全球的时候,就属于广域网的范畴了(见图 1.4)。我国著名的公共广域网是 ChinaNet、ChinaPAC、ChinaFrame、ChinaDDN、CMNET 等。大型企业、院校、政府机关通过租用公共广域网的线路,可以构成自己的广域网。

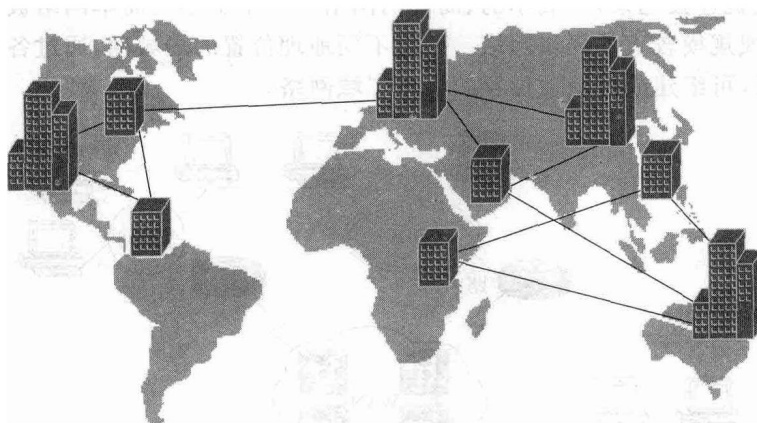


图 1.4 广域网

互联网是世界上最大的广域网,覆盖全球,完成了最大地域范围内的计算机之间的网络通信传输。CMNET 是我国正在建设的 3G 通信网络,目前已经覆盖了 31 个主要城市。由于计算机网络涵盖了数据、语音、视频等通信内容,3G 通信也采用与计算机网络完全相同的 TCP/IP 技术,且承担计算机之间的通信,所以事实上 CMNET 是一个与 ChinaNet 等网络平行的计算机广域网络。

2) 根据链路传输控制技术分类

链路传输控制技术是指如何分配网络传输线路、网络交换设备资源,以避免网络通信链路资源冲突,同时为所有网络终端和服务端进行数据传输。典型的网络链路传输控制技术有总线争用技术、令牌技术、FDDI 技术、ATM 技术、帧中继技术和 ISDN 技术。对应上述技术的网络分别是以太网、令牌网、FDDI 网、ATM 网、帧中继网和 ISDN 网。

总线争用技术是以太网的标志。总线争用,顾名思义,即需要使用网络通信的计算机