

普通高等学校“十二五”规划教材

计算机 网络技术与应用

李娟芳 陈瑞志 主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

普通高等学校“十二五”规划教材

计算机网络技术与应用

主 编 李娟芳 陈瑞志

副主编 申青莲 赵圆圆

参 编 李继莲 黄凤辉

主 审 王军民 李国华

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书针对应用型人才培养特点和社会需求编写,强调了教学内容和实践的结合,应用国际先进的教学实验理念与平台,内容充实、思路清晰、实例丰富,突出学以致用原则,注重读者基本技能、创新能力和综合应用能力的培养。

全书分为两部分:理论部分和实验实践部分,共12章,包括计算机网络基础、数字通信技术基础、计算机网络体系结构、交换机的配置与应用、路由器的配置与应用、服务器的构建与应用、广域网技术与设计、网络安全技术与应用、网络管理与维护、网络设计软件平台、基础专项实验、综合设计实验,能满足读者对中小型网络组建、配置和管理的需要。

本书的特点是理论以够用为度,实验步骤清楚、易懂,实验任务明确,侧重实用,力图反映出目前网络的实际应用情况。本书所有实验都是基于思科网络模拟软件、虚拟机等软件实现并经过实际验证的,不受制于实际网络设备和传输介质的影响,适合大规模教学、实验实践的需求,弥补了试验设备和条件水平不足的问题。本书既可作为高等学校计算机及相关专业“计算机网络”、“网络工程与实践”等课程的教材,也可以作为从事计算机网络设计、建设、管理和维护的工程技术人员参考书。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络技术与应用/李娟芳,陈瑞志主编. —
北京:中国铁道出版社,2013.9
普通高等学校“十二五”规划教材
ISBN 978-7-113-17353-1

I. ①计… II. ①李… ②陈… 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(2013)第219499号

书 名: 计算机网络技术与应用
作 者: 李娟芳 陈瑞志 主编

策 划: 唐 旭
责任编辑: 杜 鹏 贾淑媛
编辑助理: 赵 迎
封面设计: 刘 颖
封面制作: 白 雪
责任印制: 李 佳

读者热线: 400-668-0820

出版发行: 中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址: <http://www.51eds.com>

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

版 次: 2013年9月第1版 2013年9月第1次印刷

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 22 字数: 534千

印 数: 1~3 000册

书 号: ISBN 978-7-113-17353-1

定 价: 42.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社教材图书营销部联系调换。电话:(010) 63550836

打击盗版举报电话:(010) 63549504

随着计算机网络与通信技术的飞速发展,特别是网络工程领域,有许多新的网络设备投入市场,许多新的组网技术、网络安全技术不断出现。社会对网络技术人才的需求量增加,培养网络技术人才成为高等教育的重要任务之一,为了适应教学转型的需要,针对“计算机网络”“网络工程”等相关实践性课程的特点,突出能力培养,本书在利用主干教材教学的基础上,以实验指导为辅助,丰富教学实验内容,将枯燥、难理解的网络理论和技术变得容易掌握,充分体现学以致用原则,注重读者基本技能、创新能力和综合应用能力的培养。本书的编写正是基于上述原则,并且充分吸取了思科(Cisco)网络认证考试与思科网络学院网络教学模式的优点,结合编者多年从事网络课程教学与实践工作的经验,进行了教学内容的调整,对部分实验进行了创新,深化读者对课程教学内容的理解。

本书综合国内外教材的编写思想,实现了理论、应用、技术三位一体的结合,为各类有志从事网络工作的人士提供了一本入门与提高的专业书籍,同时为众多热衷于网络教学的教师提供了一本合格的教学用书。本书附有大量的实验内容供学生提高动手能力,教师可以根据实际情况选用。本书可以作为应用型本科学生“计算机网络”课程及配套实验教材或“计算机网络工程”课程的教材使用。

本书的特点是理论以够用为度,实验步骤清楚、易懂,实验任务明确,侧重实用,力图反映出目前网络的实际应用情况。所有试验都是基于思科网络模拟软件 Cisco Packet Tracer 5.2/5.3 实现是均经过实际验证的,不受制于实际网络设备和传输介质的影响,适合大规模教学、实验实践的需求,弥补了实验设备和条件水平不足的问题。

全书分为理论和实验实践两大部分。

理论部分包括 1~9 章。

第 1 章计算机网络基础,重点介绍计算机网络的产生与发展、计算机网络的组成与分类、计算机网络拓扑结构、计算机网络的主要性能指标。

第 2 章数字通信技术基础,重点介绍数据通信基本知识、网络传输介质、数字传输技术、数据交换技术等。

第 3 章计算机网络体系结构,重点介绍开放系统互连参考模型、TCP/IP 体系结构、TCP/IP 等。

第 4 章交换机的配置与应用,重点介绍交换机的配置、交换机互连技术、虚拟局域网技术和生成树技术等。

第 5 章路由器的配置与应用,重点介绍路由器的基本配置、路由选择与路由表、路由协议与配置、访问控制列表和网络地址转换等技术。

第 6 章服务器的构建与应用,重点介绍常用网络服务器及其安装配置,包括下列服务器:

Web 服务器、FTP 服务器、DHCP 服务器、DNS 服务器等。

第 7 章广域网技术与设计，重点介绍电话网络 PSTN、公共数据交换网、帧中继、综合业务数字网、数字数据网等广域网技术和广域网的设计。

第 8 章网络安全技术与应用，重点介绍网络安全体系结构、PPPOE 安全认证及配置、虚拟专用网技术及配置等。

第 9 章网络管理与维护，重点介绍简单网络管理协议及其配置、网络测试与故障排除。

实验实践部分包括第 10~12 章。第 10 章是实验平台的搭建；第 11 章是基础性实验，有近 20 个实验，主要是对网络工程基本知识和理论的掌握和巩固，是基本知识和技术的分散、细化；第 12 章是综合设计实验，选取了 6 个实验，为综合性和设计性实验，是知识与技术的综合（至少 3 个知识点或技术实现），主要是对网络工程知识的提高和创新。

本书由李娟芳、陈瑞志任主编，申青莲、赵圆圆任副主编，李继莲、黄凤辉参编，王军民任主审。主要编写分工如下：广东技术师范学院天河学院申青莲、黄凤辉编写第 1 章和第 2 章，广东海洋大学寸金学院陈瑞志编写第 3、4、5、10、11、12 章，赵圆圆编写第 6 章和第 7 章，李娟芳编写第 8 章和第 9 章。全书由广东海洋大学寸金学院副院长李娟芳副教授和陈瑞志统稿，由广东海洋大学寸金学院信息系主任李国华副教授和王军民副教授定稿。在文字、格式、内容上得到李继莲和中国铁道出版社编辑提供的不少宝贵意见和帮助；书中参考了许多作者的相关资料和文献，在此一并致谢。

由于时间仓促和编者水平有限，书中错误在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

2013 年 7 月

第一部分 理 论

第 1 章 计算机网络基础	1
1.1 计算机网络的产生与发展	1
1.1.1 早期的计算机通信	1
1.1.2 分组交换网络	2
1.1.3 以太网	2
1.1.4 Internet	3
1.2 计算机网络的组成与分类	4
1.2.1 计算机网络的定义	4
1.2.2 计算机网络的组成	4
1.2.3 计算机网络的分类	6
1.3 计算机网络的功能与应用	7
1.3.1 计算机网络的功能	7
1.3.2 计算机网络的应用	8
1.4 计算机网络拓扑结构	9
1.4.1 总线型拓扑结构	9
1.4.2 星状拓扑结构	10
1.4.3 环状拓扑结构	10
1.4.4 树状拓扑结构	11
1.4.5 混合型拓扑结构	11
1.5 计算机网络的主要性能指标	12
思考题	13
第 2 章 数字通信技术基础	14
2.1 数据通信基本知识	14
2.1.1 基本概念	14
2.1.2 数据通信系统	15
2.1.3 数据通信的主要 技术指标	16
2.1.4 数据的编码和调制技术	17
2.2 网络传输介质	20
2.2.1 双绞线	20
2.2.2 同轴电缆	22
2.2.3 光纤	22

2.2.4 无线传输介质与方法	24
2.3 物理层网络设备选型	25
2.3.1 设备选型原则	25
2.3.2 方案选型	26
2.3.3 网卡选型	26
2.3.4 集线器选型	27
2.3.5 无线局域网设备选型	27
2.4 数据传输技术	29
2.4.1 数据传输方式	29
2.4.2 同步传输与异步传输	30
2.4.3 信道复用技术	31
2.5 数据交换技术	33
2.5.1 电路交换	33
2.5.2 报文交换	35
2.5.3 分组交换	35
思考题	37
第 3 章 计算机网络体系结构	38
3.1 计算机网络体系结构概述	38
3.1.1 网络体系结构的产生	38
3.1.2 网络体系结构的基本 概念	39
3.1.3 网络体系结构	40
3.2 开放系统互连参考模型	41
3.2.1 开放系统	41
3.2.2 OSI/RM 划分层次 的原则	41
3.2.3 OSI/RM 七层模型	41
3.2.4 OSI/RM 七层功能	42
3.3 TCP/IP 体系结构	44
3.3.1 TCP/IP 体系结构的特点	44
3.3.2 TCP/IP 的层次结构	45
3.3.3 TCP/IP 各层功能简介	45
3.4 TCP/IP	46
3.4.1 应用层协议	47

3.4.2 传输层协议	47	4.6.2 生成树协议的配置	82
3.4.3 网际层协议	51	思考题	84
3.4.4 网络接口层协议	58	第5章 路由器的配置与应用	85
思考题	58	5.1 路由器配置基础	85
第4章 交换机的配置与应用	59	5.1.1 路由器的管理方式	85
4.1 交换机概述	59	5.1.2 路由器的功能	86
4.1.1 交换机的定义	59	5.1.3 路由器的工作原理	86
4.1.2 交换机的工作原理	59	5.1.4 路由器选型	89
4.1.3 交换机基本功能	60	5.2 路由器的基本配置	90
4.1.4 交换机的分类	60	5.2.1 设备路由器的启动	90
4.1.5 交换机选型	62	5.2.2 Cisco IOS的配置形式与 访问方式	91
4.2 交换机的配置	62	5.2.3 路由器配置命令模式	92
4.2.1 交换机的管理方式	62	5.2.4 常用配置命令	92
4.2.2 交换机的命令模式	63	5.2.5 路由器接口配置	95
4.2.3 交换机的基本配置	64	5.2.6 默认网关	99
4.2.4 交换机的接口类型与配置	67	5.3 路由选择与路由表	99
4.2.5 交换机接口管理（端口 聚合）	69	5.3.1 路径选择与转发	99
4.3 交换机互连技术	72	5.3.2 路由与路由表	99
4.3.1 交换机互连方式	72	5.3.3 路由选择算法	101
4.3.2 交换机堆叠的管理	74	5.3.4 层次路由结构	103
4.3.3 交换机堆叠下的优先级 配置	75	5.4 路由协议与路由设计	103
4.4 交换机的虚拟局域网技术	76	5.4.1 路由协议概述	103
4.4.1 虚拟局域网概述	76	5.4.2 静态路由与默认路由	105
4.4.2 虚拟局域网的原理	76	5.4.3 路由选择信息协议	106
4.4.3 虚拟局域网的划分方式	77	5.4.4 内部网关路由协议	109
4.4.4 虚拟局域网的基本配置	78	5.4.5 增强内部网关路由协议	111
4.4.5 虚拟局域网之间的通信	79	5.4.6 开放最短路径优先	114
4.5 交换机的虚拟局域网中继协议	80	5.4.7 路由优先级	119
4.5.1 虚拟局域网中继协议 概述	80	5.4.8 重新分配路由	120
4.5.2 虚拟局域网中继协议 的模式分类	81	5.4.9 路由设计	124
4.5.3 虚拟局域网中继协议的 基本配置命令	81	5.5 路由器上链路层协议及配置	126
4.6 交换机的生成树协议	82	5.5.1 PPP	126
4.6.1 生成树协议概述	82	5.5.2 帧中继协议	129
		5.5.3 HDLC协议	131
		5.6 访问控制列表	134
		5.6.1 访问控制列表的定义	134
		5.6.2 访问控制列表的类型	134

5.6.3 访问控制列表的作用	135	6.6 邮件服务器	156
5.6.4 访问控制列表的工作 原理	135	6.6.1 邮件服务器简介	156
5.6.5 访问控制列表的基本 配置	137	6.6.2 安装邮件服务器	156
5.7 网络地址转换	138	6.7 服务器优化	156
5.7.1 网络地址转换概述	138	6.7.1 集群与负载均衡技术	156
5.7.2 网络地址转换技术的 实现方式	138	6.7.2 服务器选型	157
5.7.3 端口映射	142	思考题	158
思考题	143	第 7 章 广域网技术与设计	159
第 6 章 服务器的构建与应用	144	7.1 公用电话交换网 (PSTN)	159
6.1 网络操作系统	144	7.1.1 PSTN概述	159
6.1.1 网络操作系统概述	144	7.1.2 PSTN技术	159
6.1.2 网络操作系统的功能 及特性	144	7.1.3 PSTN的配置	160
6.1.3 网络操作系统的组成	145	7.2 公共数据交换网 (X.25)	161
6.2 DHCP服务器	146	7.2.1 X.25概述	161
6.2.1 DHCP服务器简介	146	7.2.2 X.25及其配置	162
6.2.2 安装DHCP服务	148	7.3 帧中继	165
6.2.3 配置DHCP服务	148	7.3.1 帧中继概述	165
6.2.4 在路由器上配置DHCP 服务器	149	7.3.2 帧中继的特点	166
6.2.5 在路由器上配置DHCP 中继服务	150	7.3.3 帧中继的应用	167
6.3 Web服务器	150	7.3.4 帧中继的配置	167
6.3.1 Web服务器概述	150	7.4 综合业务数字网 (ISDN)	170
6.3.2 Web信息服务平台简介	151	7.4.1 ISDN概述	170
6.3.3 安装Web服务器	152	7.4.2 ISDN 的组成	171
6.3.4 配置Web服务器	152	7.4.3 通路类型和接口结构	171
6.4 DNS服务器	153	7.4.4 ISDN的应用	172
6.4.1 DNS简介	153	7.4.5 ISDN的配置	172
6.4.2 安装DNS服务器	154	7.5 数字用户线路网 (DSL)	173
6.4.3 配置DNS服务器	154	7.5.1 DSL概述	173
6.5 FTP服务器	154	7.5.2 DSL技术分类	173
6.5.1 FTP服务器简介	154	7.5.3 DSL工作原理	174
6.5.2 安装FTP服务器	155	7.6 数字数据网 (DDN)	175
6.5.3 配置FTP服务器	155	7.6.1 DDN概述	175
		7.6.2 DDN的组成	175
		7.6.3 DDN的网络结构	176
		7.6.4 DDN网络业务	176
		7.6.5 其他广域网技术	176
		7.7 广域网设计	176
		7.7.1 广域网设计的要点	176

7.7.2 广域网技术选型	177	第9章 网络管理与维护	204
7.7.3 优化广域网的性能	178	9.1 网络管理系统	204
7.7.4 典型广域网设计举例	179	9.1.1 网络管理的意义	204
思考题	179	9.1.2 网络管理系统的组成	204
第8章 网络安全技术与应用	180	9.1.3 网络管理的功能	205
8.1 网络安全技术	180	9.1.4 网络管理体系结构	206
8.1.1 网络安全技术概述	180	9.1.5 网络管理体系的协议	207
8.1.2 网络安全风险	181	9.2 简单网络管理协议	207
8.1.3 网络攻击手段	182	9.2.1 简单网络管理协议 简介	207
8.1.4 网络安全的目标	184	9.2.2 简单网络管理协议 原理	208
8.1.5 网络安全防范的主要 内容	185	9.2.3 简单网络管理协议的 操作	210
8.1.6 网络安全体系结构	185	9.3 网络综合测试	210
8.1.7 网络安全防范体系层次	186	9.3.1 网络测试的范围	210
8.2 安全结构设计	186	9.3.2 网络评测指标	211
8.2.1 网络安全的隐患	186	9.3.3 网络测试范畴	212
8.2.2 防火墙	187	9.3.4 网络测试方法	213
8.2.3 网络安全结构设计	188	9.3.5 网络测试工具	213
8.3 加密与认证技术	190	9.4 网络维护与故障排除	214
8.3.1 加密与认证技术概述	190	9.4.1 网络故障排查方法	214
8.3.2 认证、授权与审计	191	9.4.2 网络故障分层检测方法	214
8.3.3 IEEE 802.1x协议	192	9.4.3 常用网络命令工具	215
8.3.4 RADIUS服务器	192	9.4.4 常见网络故障的表现、 分析与诊断	215
8.3.5 基于RADIUS认证系统 的组成	193	思考题	218
8.4 基于以太网的点到点协议 (PPPoE)	194	第二部分 实验实践	
8.4.1 PPPoE概述	194	第10章 网络设计软件平台	219
8.4.2 PPPoE工作流程	194	10.1 网络设计软件	219
8.4.3 PPPoE基本命令	195	10.1.1 网络模拟器	219
8.4.4 PPPoE监控和调试	197	10.1.2 网络设计绘图软件	220
8.5 虚拟专用网	197	10.2 网络模拟器Cisco Packet Tracer	220
8.5.1 虚拟专用网技术概述	197	10.2.1 Cisco Packet Tracer 5.3 的安装	220
8.5.2 安全认证技术	198	10.2.2 Cisco Packet Tracer 5.3	
8.5.3 VPN的工作过程	199		
8.5.4 IPSec基本原理	199		
8.5.5 VPN配置详解	202		
思考题	203		

的工作环境.....	221	11.4 虚拟局域网的配置与实现.....	241
10.2.3 在Cisco Packet Tracer		11.4.1 实验目的.....	241
5.3中组建网络.....	223	11.4.2 实验内容.....	241
10.2.4 在Cisco Packet Tracer		11.4.3 网络设计.....	241
5.3中配置网络.....	224	11.4.4 实验步骤.....	241
10.2.5 cisco packet tracer 5.3的		11.5 路由器的连接和基本配置.....	244
汉化.....	225	11.5.1 实验目的.....	244
10.3 网络模拟器Boson		11.5.2 实验内容.....	244
Netsim.....	225	11.5.3 网络设计.....	244
10.3.1 安装并启动Boson		11.5.4 实验步骤.....	245
NetSim.....	225	11.6 网络管理协议SNMP配置交换机、	
10.3.2 熟悉Boson的三大组件 ...	225	路由器.....	247
10.3.3 Boson的简单应用.....	226	11.6.1 实验目的.....	247
10.3.4 Boson的高级应用.....	226	11.6.2 实验内容.....	247
10.4 虚拟机在计算机网络中的		11.6.3 网络设计.....	247
应用.....	227	11.6.4 实验步骤.....	247
10.4.1 网络实验室的搭建.....	228	11.7 静态路由与默认路由的配置	
10.4.2 Microsoft Virtual PC 2007		与实现.....	250
虚拟机安装及系统安装...228		11.7.1 实验目的.....	250
10.4.3 虚拟机在计算机网络教		11.7.2 实验内容.....	250
学中的应用.....	231	11.7.3 网络设计.....	250
思考题.....	231	11.7.4 实验过程.....	251
第 11 章 基础专项实验.....	232	11.8 动态路由协议RIP的配置与	
11.1 熟悉界面.....	232	实现.....	253
11.1.1 实验目的.....	232	11.8.1 实验目的.....	253
11.1.2 实验内容.....	232	11.8.2 实验内容.....	253
11.1.3 网络设计.....	233	11.8.3 网络设计.....	253
11.1.4 实验步骤.....	233	11.8.4 实验步骤.....	253
11.2 交换机的基本配置.....	235	11.9 动态路由协议EIGRP的配置	
11.2.1 实验目的.....	235	与实现.....	254
11.2.2 实验内容.....	235	11.9.1 实验目的.....	254
11.2.3 网络设计.....	235	11.9.2 实验内容.....	254
11.2.4 实验步骤.....	236	11.9.3 网络设计.....	254
11.3 交换机端口的配置与管理.....	238	11.9.4 实验步骤.....	255
11.3.1 实验目的.....	238	11.10 动态路由协议OSPF的配置	
11.3.2 实验内容.....	238	与实现.....	257
11.3.3 网络设计.....	238	11.10.1 实验目的.....	257
11.3.4 实验步骤.....	239	11.10.2 实验内容.....	258
		11.10.3 网络设计.....	258

- 11.10.4 实验步骤259
- 11.11 DHCP服务器与DCHP中继的配置与实现264
 - 11.11.1 实验目的264
 - 11.11.2 实验内容264
 - 11.11.3 网络设计265
 - 11.11.4 实验步骤266
- 11.12 访问控制列表的配置与实现269
 - 11.12.1 实验目的269
 - 11.12.2 实验内容270
 - 11.12.3 网络设计270
 - 11.12.4 实验步骤271
- 11.13 网络地址转换（NAT&PAT）的配置与实现272
 - 11.13.1 实验目的272
 - 11.13.2 实验内容272
 - 11.13.3 网络设计272
 - 11.13.4 实验步骤273
- 11.14 广域网接入技术DSL的配置与实现275
 - 11.14.1 实验目的275
 - 11.14.2 实验内容275
 - 11.14.3 网络设计275
 - 11.14.4 实验步骤276
- 11.15 广域网接入技术PSTN/POST的配置与实现278
 - 11.15.1 实验目的278
 - 11.15.2 实验内容278
 - 11.15.3 网络设计278
 - 11.15.4 实验步骤279
- 11.16 广域网接入技术帧中继的配置与实现283
 - 11.16.1 实验目的283
 - 11.16.2 实验内容283
 - 11.16.3 背景描述283
 - 11.16.4 需求分析283
 - 11.16.5 网络设计284
 - 11.16.6 设计思路285

- 11.16.7 实验步骤285
- 11.17 PPPoE认证与RADIUS协议的配置与实现289
 - 11.17.1 实验目的289
 - 11.17.2 实验内容289
 - 11.17.3 网络设计289
 - 11.17.4 实验过程290
- 11.18 虚拟专用网（VPN）技术的配置与实现293
 - 11.18.1 实验目的293
 - 11.18.2 实验内容293
 - 11.18.3 网络设计293
 - 11.18.4 实验思路294
 - 11.18.5 实验过程294

第 12 章 综合设计实验 297

- 12.1 VLAN之间的通信设计与实现297
 - 12.1.1 实验目的297
 - 12.1.2 背景描述297
 - 12.1.3 需求分析297
 - 12.1.4 网络设计298
 - 12.1.5 设计思路298
 - 12.1.6 实验步骤299
- 12.2 混合局域网的设计、升级与实现301
 - 12.2.1 实验目的301
 - 12.2.2 背景描述301
 - 12.2.3 需求分析302
 - 12.2.4 网络设计302
 - 12.2.5 设计思路303
 - 12.2.6 实验过程303
- 12.3 混合路由协议互连网络的设计、升级与实现311
 - 12.3.1 实验目的311
 - 12.3.2 背景描述311
 - 12.3.3 需求分析312
 - 12.3.4 网络设计312
 - 12.3.5 设计思路314

12.3.6 实验步骤	314	12.5.3 需求分析	327
12.4 中小型企业网络工程的设计 与实现	320	12.5.4 网络设计	327
12.4.1 实验目的	320	12.5.5 设计思路	328
12.4.2 背景描述	320	12.5.6 实验步骤	328
12.4.3 需求分析	320	12.6 网络故障排除	332
12.4.4 网络设计	320	12.6.1 实验目的	332
12.4.5 设计思路	322	12.6.2 背景描述	332
12.4.6 实验步骤	322	12.6.3 故障现象	332
12.5 企业网络PPPoE认证的设计 与实现	327	12.6.4 网络现状	333
12.5.1 实验目的	327	12.6.5 网络故障测试	334
12.5.2 背景描述	327	12.6.6 网络故障分析 与排除	336
		参考文献	338

第一部分 理 论

第 1 章 计算机网络基础

20 世纪人类最伟大的发明是计算机，关键的技术是信息技术。信息技术涉及信息的收集、存储、处理、传输与利用。而计算机与通信技术相结合产生的计算机网络为信息交流与资源共享的载体，它给世界带来了前所未有的巨大变化。计算机网络的应用改变了人们的工作方式和生活方式，引起世界范围内产业结构的变化，进一步促进了全球信息产业的发展，在世界各国的经济、文化、军事、政治、教育、科学研究和社会生活等领域发挥着越来越重要的作用。因此，计算机网络技术越来越受到重视。

本章要点：

- 计算机网络的产生与发展。
- 计算机网络的组成与分类。
- 计算机网络的功能与应用。
- 计算机网络拓扑结构。
- 计算机网络的主要性能指标。

1.1 计算机网络的产生与发展

尽管电子计算机在 20 世纪 40 年代已经研制成功，但是到了 20 世纪 80 年代初期，计算机网络仍被认为是一个昂贵而奢侈的技术。近 30 年来，计算机网络技术取得了长足的发展。在今天，计算机网络技术已经和计算机技术一样精彩纷呈，普及到人们的日常生活和商业活动中，对社会各个领域产生了广泛而深远的影响。

1.1.1 早期的计算机通信

在 PC 出现之前，具有计算能力的计算机主机挂接多台终端设备。终端设备没有数据处理能力，只提供键盘和显示器，用于将程序和数据输入给计算机主机和从主机获得计算结果。计算机主机分时、轮流地为各个终端执行计算任务。这种计算机主机与终端之间的数据传输就是最早的计算机通信，如图 1-1 所示。

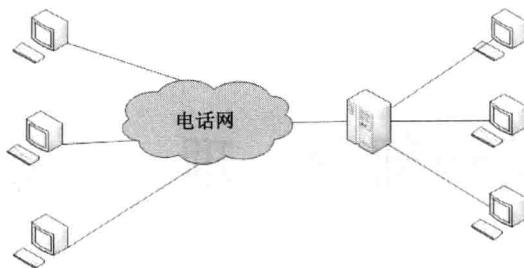


图 1-1 计算机主机与终端之间的数据传输

尽管有的应用中计算机主机与终端之间采用电话线路连接，距离可以达到数百千米，但是在这种体系架构下构成的计算机终端与主机的通信网络，仅仅是为了实现人与计算机之间的对话，并不是真正意义上的计算机与计算机之间的网络通信。

1.1.2 分组交换网络

直到 1964 年美国 Rand 公司提出“存储转发”和 1966 年英国国家物理实验室的 DAVIES 提出“分组交换”方法，独立于电话网络的、实用的计算机网络才开始了真正的发展。

分组交换的概念是将整块待发送的数据划分为一个个更小的数据段，在每个数据段前安装上报头，构成一个个的数据分组 (Packet)。每个 Packet 的报头中存放有目标计算机的地址和报文包的序号，网络中的交换机根据数据的地址决定数据向哪个方向转发。这种概念下由传输线路、交换设备和通信计算机建设起来的网络，被称为分组交换网络。

分组交换网络是计算机通信脱离电话通信线路交换模式的里程碑，是在电话通信线路交换的模式下，在通信之前需要先通过用户的呼叫（拨号），由网络为本次通信建立线路。这种通信方式不适合计算机数据通信的突发性、密集性特点。而分组交换网络的数据可以随时以分组的形式发送到网络中，分组交换网络中的每个数据包（分组）的报头中都有目标主机的地址，网络交换设备根据这个地址可以随时为单个数据包提供转发，然后逐渐送往目标主机。

美国的分组交换网 ARPANet 于 1969 年 12 月投入运行，被公认是最早的分组交换网。法国的分组交换网 CYCLADES 开通于 1973 年，同年，英国的 NPL 也开通了英国第一个分组交换网。如今，以太网、帧中继、Internet 等计算机网络都是分组交换网络。

1.1.3 以太网

目前，以太网在全球的局域网技术中占有支配地位。以太网的研究起始与 1970 年早期的夏威夷大学，目的是要解决多台计算机同时使用同一传输介质而相互之间不产生干扰的问题。夏威夷大学的研究结果奠定了以太网共享传输介质的技术基础，形成了享有盛名的载波监听多路访问/冲突检测 (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detect, CSMA/CD) 机制。

以太网的 CSMA/CD 是一种争用型的介质访问控制协议，该协议在一台计算机需要使用共享传输介质通信时，先侦听该共享传输介质是否已经被占用。当共享传输介质空闲时，计算机就可以抢用该介质进行通信。

20 世纪 80 年代，PC 的大量出现和以太网不断变得廉价使计算机网络逐渐不再是一个奢侈的技术。10 Mbit/s 的数据传输速率很好地满足了当时相对较慢的 PC 需求。进入 20 世纪 90 年代，计算机的速度和需要传输的数据量越来越高，100 Mbit/s 的以太网技术随之出现。满足 100 Mbit/s 数据

传输速率的以太网标准被称为快速以太网标准。1999年,IEEE又发布了千兆以太网标准,2002年7月,IEEE通过了802.3ae满足10 Gbit/s的数据传输速率,该以太网又称万兆以太网。2010年6月,融合40/100 Gbit/s的IEEE 802.3ba规范将获得批准,10万兆以太网标准将考虑应用中。

回顾令牌(俗称令牌)网、FDDI网,甚至ATM网络技术对以太网技术的挑战。以太网以其简单易行、价格低廉、方便的可扩展性和可靠的特性,最终淘汰或正在淘汰这些技术,成为计算机局域网、城域网甚至广域网中的主流技术。以太网技术当前在局域网范围市场占有率超过90%。

1.1.4 Internet

Internet是全球规模最大、应用最广的计算机网络。它是由院校、企业、政府的局域网自发地加入而发展壮大起来的超级网络,连接数千万台的计算机、服务器。通过在Internet上发布商业、学术、政府、企业的信息,以及新闻和娱乐的内容和节目,极大地改变了人们的工作和生活方式。

Internet的前身是1969年问世的美国ARPANet。到了1983年,ARPANet已连接300多台计算机。1984年,ARPANet被分解为两个网络,一个民用,仍然称为ARPANet;另外一个军用,称为MILNET。美国国家科学基金组织NSF从1985年到1990年期间建设由主干网、地区网和校园网组成的三级网络,称为NSFNet,并与ARPANet相连。到了1990年,NSFNet和ARPANet融合在一起,改名为Internet。随后,Internet上计算机接入的数目与日俱增,为进一步扩大Internet,美国政府将Internet的主干网交由非私营公司经营,并开始对Internet上的传输收费,Internet得到了迅猛发展。

我国最早的Internet是于1994年4月完成的NCFC与Internet的接入。由中国科学院主持,联合北京大学和清华大学共同完成的NCFC(中国国家计算与网络设施,The National Computing and Networking Facility of China)是一个在北京中关村地区建设的超级计算中心。NCFC通过光缆将中科院中关村地区的30多个研究所及清华、北大两所高校连接起来,形成NCFC的计算机网络。到1994年5月,NCFC已连接了150多个以太网,3000多台计算机。

从1993年开始,几个全国范围的计算机网络工程相继启动,从而使Internet在我国出现了迅猛发展的势头。在我国已形成四大互连网络:中国公用计算机互联网(ChinaNet)、中国教育与科研网(Cernet)、中国科学技术网(CSTNET)、中国金桥网(ChinaGBN)。

我国的商业Internet——ChinaNet由中国电信和中国网通始建于1995年。ChinaNet通过美国MCI公司、GLOBAL ONE公司、新加坡TELECOM公司、日本KDD公司与国际Internet连接。目前,ChinaNet骨干网已经遍布全国31个省、市、自治区,干线速度达到数十Gbit/s,成为国际Internet的重要组成部分。

中国科学技术网又称中关村地区教育与科研示范网络,它是由世界银行贷款、国家计委、国家科委、中国科学院等配套投资和扶持。项目由中国科学院主持,联合北京大学清华大学共同实施。

中国教育和科研网是为了配合我国各院校更好地进行教育与科研工作,由国家教委主持兴建的一个全国范围的教育科研互联网。网络于1994年开始兴建,同年10月,Cernet开始启动。该项目的目标是建设一个全国性的教育科研基础设施,利用先进实用的计算机技术和网络通信技术,把全国大部分高等学位和中学连接起来,推动这些学位校园网的建设和住处资源的交流共享。目前,它已经连接了全国1000多所院校,共30000多用户。该网络并非商业网,以公益性经营为主,所以采用免费服务或低收费方式经营。

目前,我国主要骨干网络有:中国公用计算机互联网、中国教育与科研计算机网络、中国科学技术网、中国联通互联网(UNINET)、中国网通公用互联网(CNCNET)、中国国际经济贸易互

联网 (CIETNET)、中国移动互联网 (CMNET)、中国长城互联网 (CGWNET)、中国卫星集团互联网 (CSNET)、中国高速互连研究实验网 (NSFNET) 十大全国范围的公用计算机网络。

1.2 计算机网络的组成与分类

1.2.1 计算机网络的定义

随着计算机技术的不断发展,人们对计算机网络这个概念有着不同的理解和定义。目前通常从资源共享角度来定义计算机网络:将地理位置不同的具有独立功能的计算机或由计算机控制的外围设备通过通信设备和线路连接起来,在网络操作系统的控制下,按照约定的通信协议进行信息交换,实现资源共享的系统称为计算机网络。

从这个简单定义可以看出,计算机网络涉及三方面问题:

- ① 两台或两台以上的计算机相互连接起来才能构成网络,达到资源共享的目的。
- ② 两台或两台以上的计算机连接,互相通信交换信息,需要有一条通道。这条通道的连接是物理的,由硬件实现,这就是连接介质 (有时称为信息传输介质)。它们可以是双绞线、同轴电缆或光纤等“有线”介质;也可以是激光、微波或卫星等“无线”介质。
- ③ 计算机之间要通信交换信息,彼此需要有某些约定和规则,这就是协议。

因此,可以把计算机网络定义为:把分布在不同地点且具有独立功能的多个计算机通过通信设备和线路连接起来,在功能完善的网络软件运行下,以实现网络中资源共享为目标的系统。

1.2.2 计算机网络的组成

计算机网络是由负责传输数据的网络传输介质和网络设备,使用网络的计算机终端设备和服务器,以及网络操作系统所组成,如图 1-2 所示。

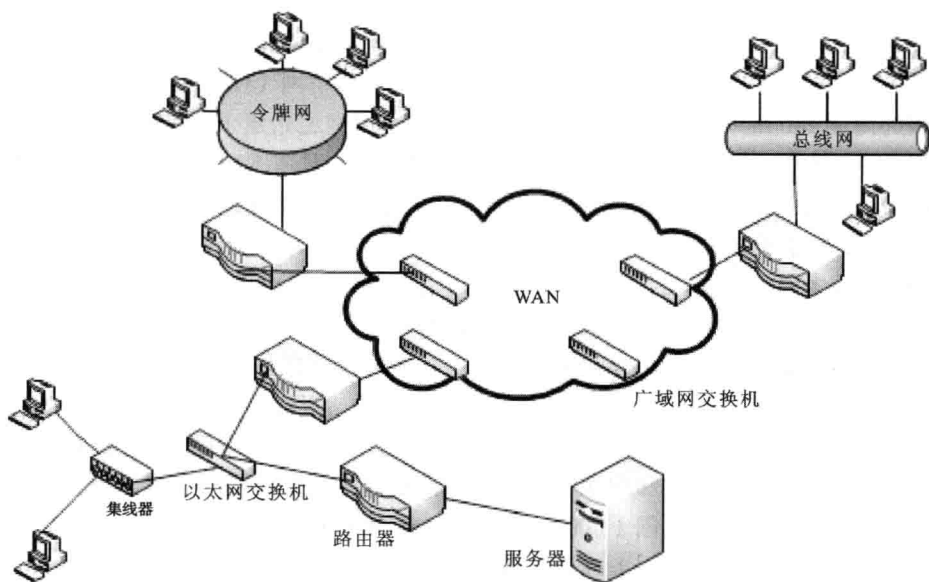


图 1-2 计算机网络的组成

1. 网络传输介质

有线网络传输介质主要有三种：双绞线、光纤、同轴电缆。无线网络传输介质主要有微波、红外线、蓝牙、卫星通信等。

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 1 000 Mbit/s 的传输能力。光纤在局域网中多承担干线部分的数据传输。使用微波的无线局域网由于其灵活性而逐渐普及。早期的局域网中使用网络同轴电缆，1995 年开始，网络同轴电缆被逐渐淘汰，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 Internet 连接的其中一种传输介质。

2. 网络交换设备

网络交换设备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通过交换机转发。因此，计算机要连接到局域网络中，必须先连接到交换机上。不同种类的网络使用不同的交换机。常见的有：以太网交换机、ATM 交换机、帧中继网络的帧中继交换机、令牌网交换机、FDDI 交换机等。

Hub 即集线器，也是一种网络连接设备。Hub 其实是多端口的中继器，可以延长网络电缆和光缆的设备，对衰减的信号起再生作用。另外，Hub 的价格低廉、接口较多、组网成本较低，但 Hub 采用半双工工作模式，不能隔离冲突和广播，会消耗大量的网络带宽资源。Hub 主要用于共享网络的组建，是解决从服务器直接到桌面最经济的组网设备方案。在交换式网络中，Hub 直接与交换机相连，将交换机端口的数据送到桌面。

与集线器一样，网桥也是一种被逐渐被淘汰的网络产品，用于改善网络带宽拥挤。和交换机不同的是：网桥一般只有两个或少数接口，交换机一般有很多接口，另外，网桥是依靠软件进行数据转发的，而交换机主要依靠硬件转发数据。交换机设备同时完成了网桥需要完成的功能，交换机的普及使用是终结网桥使命的直接原因。

3. 网络互连设备

网络互连设备主要是指路由器。路由器是连接网络的必需设备，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，如局域网与广域网的连接、以太网与帧中继网络的连接等。

在广域网与局域网的连接中，调制解调器也是一个重要设备。调制解调器用于将数字信号调制成频率带宽更窄的信号，以便适于广域网的频率带宽。常见的是使用电话网络或有线电视网络接入互联网。

4. 网络终端与服务器

网络终端又称网络工作站，是使用网络的计算机、网络打印机等。在客户机/服务器网络中，客户机是指网络终端。

网络服务器是被网络终端访问的计算机系统，通常是一台高性能的计算机，如大型机、小型机、UNIX 工作站和服务器 PC 等，这些计算机安装服务器软件后构成网络服务器，分别被称为大型机服务器、小型机服务器、UNIX 工作站服务器和 PC 服务器等。

网络服务器是计算机网络的核心设备，网络中可共享的资源（如数据库、大容量磁盘、外围设备和多媒体资源等）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、代理服务器等。

5. 网络操作系统

网络操作系统是安装在网络终端和服务器中的软件。网络操作系统完成数据发送和接收所需的数据分组、报文封装、建立连接、流量控制、出错重发等工作。现代的网络操作系统都是随计算机操作系统一同开发的，网络操作系统是现代计算机操作系统的一个重要组成部分。