

普通高校本科计算机专业

特色

教材精选

网络工程技术与实验教程

张新有 主编

<http://www.tup.com.cn>



清华大学出版社

普通高校本科计算机专业 **特色** 教材 精选

网络工程技术 与实验教程

主 编：张新有

参 编：贾 真 田 克 宋 泉

李 勇 程丽云

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书系统而全面地讲述了目前网络工程中常用网络技术的概念、原理以及在实际工程中的具体应用。主要包括协议分析、综合布线及测试、交换、路由、安全、无线网络、认证、管理、网络接入、网络高可用性等方面内容。针对每种网络技术,分别采用相关的网络设备(软件、硬件)设计实验环境,详细介绍该技术的具体实现过程。虽然不同的设备在实验过程中有一定的差异,但差异通常不大。理论与实际相结合是本教材的最终目的。

本书供计算机网络相关专业(如计算机科学、网络工程、信息安全)及有一定计算机网络基础的学生使用,适合作为网络工程实验、网络工程技术与设计、计算机网络实验等课程的教材,也非常适用于广大网络工程技术人员以及网络爱好者。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

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。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

网络工程技术与实验教程/张新有主编. —北京:清华大学出版社,2005.11

(普通高校本科计算机专业特色教材精选)

ISBN 7-302-11086-7

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 052530 号

出 版 者: 清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社 总 机: 010-62770175

地 址: 北京清华大学学研大厦

邮 编: 100084

客户服务: 010-62776969

组稿编辑: 王听讲

文稿编辑: 王冰飞

印 刷 者: 北京密云胶印厂

装 订 者: 北京市密云县京文制本装订厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×260 印张: 27.5 字数: 629 千字

版 次: 2005 年 11 月第 1 版 2005 年 11 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-11086-7/TP·7341

印 数: 1~3000

定 价: 35.00 元

编审委员会

主任：蒋宗礼

副主任：李仲麟 何炎祥

委员：（排名不分先后）

王向东 宁 洪 朱庆生 吴功宜 吴 跃

张 虹 张 钢 张为群 余雪丽 陈志国

武 波 孟祥旭 孟小峰 胡金初 姚放吾

原福永 黄刘生 廖明宏 薛永生

秘书长：王听讲

出版说明

INTRODUCTION

在我国高等教育逐步实现大众化后,越来越多的高等学校将会面向国民经济发展的第一线,为行业、企业培养各级各类高级应用型专门人才。为此,教育部已经启动了“高等学校教学质量和教学改革工程”,强调要以信息技术为手段,深化教学改革和人才培养模式改革。如何根据社会的实际需要,根据各行各业的具体人才需求,培养具有特色显著的人才,是我们共同面临的重大问题。具体地说,培养具有一定专业特色的和特定能力强的计算机专业应用型人才则是计算机教育要解决的问题。

为了适应 21 世纪人才培养的需要,培养具有特色的计算机人才,急需一批适合各种人才培养特点的计算机专业教材。目前,一些高校在计算机专业教学和教材改革方面已经做了大量工作,许多教师在计算机专业教学和科研方面已经积累了许多宝贵经验。将他们的教研成果转化为教材的形式,向全国其他学校推广,对于深化我国高等学校的教学改革是一件十分有意义的事。

清华大学出版社在经过大量调查研究的基础上,决定组织出版一套《普通高校本科计算机专业特色教材精选》。本套教材是针对当前高等教育改革的新形势,以社会对人才的需求为导向,主要以培养应用型计算机人才为目标,立足课程改革和教材创新,广泛吸纳全国各地的高等院校计算机优秀教师参与编写,从中精选出版确实反映计算机专业教学方向的特色教材,供普通高等院校计算机专业学生使用。

本套教材具有以下特点:

1. 编写目的明确

本套教材是在深入研究各地各学校办学特色的基础上,面向普通高校的计算机专业学生编写的。学生通过本套教材,主要学习计算机科学与技术专业的基本理论和基本知识,接受利用计算机解决实际问题的基本训练,培养研究和开发计算机系统,特别是应用系统的基本能力。

2. 理论知识与实践训练相结合

根据计算学科的三个学科形态及其关系，本套教材力求突出学科的理论与实践紧密结合的特征，结合实例讲解理论，使理论来源于实践，又进一步指导实践。学生通过实践深化对理论的理解，更重要的是使学生学会理论方法的实际运用。在编写教材时突出实用性，并做到通俗易懂，易教易学，使学生不仅知其然，知其所以然，还要会其如何然。

3. 注意培养学生的动手能力

每种教材都增加了能力训练部分的内容，学生通过学习和练习，能比较熟练地应用计算机知识解决实际问题。既注重培养学生分析问题的能力，也注重培养学生解决问题的能力，以适应新经济时代对人才的需要，满足就业要求。

4. 注重教材的立体化配套

大多数教材都将陆续配套教师用课件、习题及其解答提示，学生上机实验指导等辅助教学资源，有些教材还提供能用于网上下载的文件，以方便教学。

由于各地区各学校的培养目标、教学要求和办学特色均有所不同，所以对特色教学的理解也不尽一致，我们恳切希望大家在使用教材的过程中，及时地给我们提出批评和改进意见，以便我们做好教材的修订改版工作，使其日趋完善。

我们相信经过大家的共同努力，这套教材一定能成为特色鲜明、质量上乘的优秀教材，同时，我们也希望通过本套教材的编写出版，为“高等学校教学质量和教学改革工程”作出贡献。

清华大学出版社

前言

PREFACE

随着 Internet 应用的不断深入, 社会对计算机网络技术人才的需求不断增加。为了适应形势的变化, 目前国内许多高校都成立了网络工程专业。由于是一个新兴专业, 该专业的教学计划没有统一的规划, 但大多数高校都把“网络工程实验”或“计算机网络应用实验”课程作为该专业及相关专业(如信息安全、计算机科学与技术)的必修课。这一点也和这些专业的培养目标——培养实用型网络人才是相符合的。

目前, 网络工程实验课程的实验环境和实验教学内容仍处在探索阶段, 没有形成统一的教学方案。本书作者根据多年来从事网络工程实验(或称计算机网络实验)教学的实践经验, 经过精心的内容选择编写成本实验教程, 经几个学校的实际应用, 效果反映较好。

本教材的实验内容选取考虑到如下几个因素:

- ① 选取在实际网络工程中普遍应用的网络技术作为实验内容, 覆盖面要广。
- ② 紧密结合“计算机网络原理”课程教学内容, 做到理论和实际相结合, 加深对相关知识的理解。
- ③ 实验环境尽量接近工程实际且不宜太复杂, 实验设备不宜太昂贵。
- ④ 内容的编写同样要适于网络工程技术人员。

本教材内容共分 18 章, 满足一个学期(约 16 周)的实验教学计划。内容分别包括计算机网络体系结构的理论、TCP/IP 协议配置与协议分析、传输介质组网技术与综合布线系统测试、交换技术及应用、路由器应用、路由协议配置、防火墙技术、无线局域网技术、AAA 技术、VPN 技术、网络管理技术、网络接入技术、网络高可用性技术。除计算机网络体系结构、TCP/IP 配置与网络实用程序、高可用性与网络存储技术和网络工程设计实例这 4 章外, 其余每章都有相应的实验设计(包括实验目的、实验内容、实验环境与实验步骤)。各章都配有基础知识介绍和思考题。

作为一门实验课, 网络工程实验有自己的特点, 本书附录 A 介绍了网

络工程的实验环境规划及实验内容的具体安排。附录 B 介绍了 Cisco 交换机及路由器维护技术。

本书由张新有主编，负责全书的统稿、编写、修改及定编工作。参与编写的同志还有：贾真参与第 6 章、第 7 章的编写，田克参与第 8 章的编写，宋泉参与第 13 章的编写，程丽云参与第 14 章的编写，李勇参与第 16 章实验部分的编写。本书中的所有实验都经调试通过。

感谢李成忠教授对本书的内容安排提出的宝贵建议。我们希望本书能对计算机网络相关专业的学生，以及所有渴望学习、运用网络工程技术的读者有所帮助。由于编写时间仓促，加之水平所限，书中可能有不当之处，望广大读者提出意见和建议。

E-mail: xyzhang@home.swjtu.edu.cn。

编 者
2005 年 4 月

目 录

CONTENTS

第 1 章 计算机网络体系结构	1
1.1 网络体系结构的基本概念	1
1.1.1 层次	1
1.1.2 协议	2
1.1.3 服务	4
1.2 网络体系结构的标准化	6
1.2.1 计算机网络标准化的必要性	6
1.2.2 标准化组织及主要工作	7
1.3 ISO/OSI RM	9
1.3.1 ISO/OSI RM 分层原则	9
1.3.2 开放系统互连环境	9
1.3.3 数据封装与解封	12
1.4 TCP/IP 协议简介	13
1.5 ISO/OSI RM 和 TCP/IP 比较	15
1.6 IEEE 802 标准系列	17
1.6.1 局域网的特点	17
1.6.2 IEEE 802 标准系列简介	18
1.6.3 LAN 参考模型与实现模型	18
1.6.4 LAN 层次结构	21
1.6.5 IEEE 802.3	21
1.7 网络体系结构的发展	22
思考题	23
第 2 章 TCP/IP 配置与网络实用程序	25
2.1 网络适配器的安装	25
2.1.1 网络适配器的安装方法	25
2.1.2 网络适配器的属性	26

2.2	TCP/IP 协议配置	27
2.3	Windows 2000 网络实用程序	29
2.3.1	ping	29
2.3.2	netstat	31
2.3.3	ipconfig	32
2.3.4	arp	34
2.3.5	tracert	35
2.3.6	route	35
2.3.7	nbtstat	36
2.3.8	net	36
2.3.9	nslookup	39
2.3.10	ftp	44
2.3.11	telnet	46
2.4	常用客户与服务器程序	47
2.4.1	客户/服务器模式	47
2.4.2	常用客户程序	47
2.4.3	常用网络服务器程序	47
	思考题	48
第3章	TCP/IP 协议分析实验	49
3.1	局域网中常用的协议栈	50
3.2	局域网数据链路层的帧结构	50
3.2.1	IEEE 802.2 LLC PDU 结构	51
3.2.2	IEEE 802.3 帧结构	52
3.2.3	Ethernet V2 帧结构	53
3.2.4	IEEE 802.3 帧和 Ethernet V2 帧实例	54
3.3	IP 协议栈	55
3.3.1	网际协议	55
3.3.2	地址解析协议	58
3.4	TCP 协议栈	61
3.4.1	传输控制协议	62
3.4.2	用户数据报协议	67
3.5	协议分析实验	68
3.5.1	实验目的	68
3.5.2	实验内容	68
3.5.3	实验环境	68
3.5.4	实验步骤	68
	思考题	70



第4章 网络传输介质与应用实验	71
4.1 概述	71
4.2 电话用户线路	72
4.2.1 通信介质	72
4.2.2 介质连接器	73
4.3 同轴电缆	73
4.3.1 50Ω 同轴电缆	73
4.3.2 75Ω 同轴电缆	74
4.4 双绞线	75
4.4.1 分类	75
4.4.2 结构化布线系统	76
4.4.3 介质连接器	78
4.5 光纤	79
4.5.1 光在光纤中的传播	80
4.5.2 多模与单模光纤	81
4.5.3 光缆	81
4.5.4 光源	82
4.5.5 光纤接插件	82
4.6 介质组网	83
4.6.1 网络适配器	84
4.6.2 同轴电缆组网	85
4.6.3 双绞线组网	86
4.6.4 光纤组网	87
4.7 双绞线制作实验	88
4.7.1 实验目的	88
4.7.2 实验内容	88
4.7.3 实验设备	88
4.7.4 实验步骤	88
思考题	91
第5章 综合布线系统测试实验	93
5.1 综合布线系统测试必要性	93
5.2 综合布线系统测试标准	94
5.3 测试连接方式	95
5.3.1 基本连接方式	95
5.3.2 通道连接方式	96
5.3.3 永久链路方式	96

5.4 双绞线的测试参数	98
5.4.1 长度	98
5.4.2 传输延迟和延迟偏差	99
5.4.3 衰减	99
5.4.4 脉冲噪声	99
5.4.5 特性阻抗	100
5.4.6 串扰	100
5.4.7 额定传输率	102
5.4.8 衰减串扰比	102
5.4.9 回波损耗	102
5.4.10 总能量值	103
5.5 Fluke DSP-4300 线缆测试仪简介	103
5.5.1 DSP-4300 组成	103
5.5.2 DSP-4300 技术指标	104
5.5.3 DSP-4300 的其他功能	105
5.5.4 DSP-4300 结构及功能	105
5.5.5 主机旋转开关的功能	109
5.6 Fluke DSP-4300 应用实验	111
5.6.1 实验目的	111
5.6.2 实验内容	111
5.6.3 实验设备	111
5.6.4 实验步骤	111
思考题	116
第6章 交换机及应用实验	119
6.1 交换机概述	119
6.2 交换机原理	120
6.2.1 透明网桥	120
6.2.2 交换机的交换方式	123
6.2.3 交换机的特性	123
6.2.4 交换机的分类	124
6.3 虚拟局域网	125
6.3.1 VLAN 技术	125
6.3.2 VLAN 功能	126
6.3.3 划分 VLAN 的方法	127
6.4 中继技术	128
6.4.1 中继工作原理	128
6.4.2 VTP 协议	128

6.5	生成树协议	129
6.5.1	STP 功能	129
6.5.2	STP 工作原理	130
6.5.3	STP 配置参数	131
6.6	Catalyst 1900 系列交换机	132
6.6.1	Catalyst 1900 系列交换机简介	132
6.6.2	Catalyst 1924 外部结构	133
6.7	交换机配置与 VLAN 划分实验	136
6.7.1	实验目的	136
6.7.2	实验内容	136
6.7.3	实验环境	136
6.7.4	实验步骤	136
6.8	交换机间 Trunk 配置实验	147
6.8.1	相关命令	147
6.8.2	实验目的	148
6.8.3	实验内容	148
6.8.4	实验环境	148
6.8.5	实验步骤	149
	思考题	151
第 7 章	路由器及基本配置实验	153
7.1	路由器的功能和特性	153
7.2	路由器对 IP 数据包的处理过程	154
7.3	路由协议	156
7.3.1	Internet 结构与寻址	156
7.3.2	自治系统	158
7.3.3	外部网关协议	158
7.3.4	内部网关协议	159
7.4	Cisco 路由器基础	159
7.4.1	硬件结构	159
7.4.2	软件组成	161
7.4.3	Cisco 路由器配置方式	162
7.4.4	路由器基本配置过程	162
7.4.5	配置访问控制列表	165
7.4.6	网络地址转换	168
7.5	Cisco 2600 系列路由器简介	171
7.5.1	Cisco 2600 路由器特性和功能	171
7.5.2	Cisco 2621 外部结构	172

7.6 路由器 NAT 配置实验	173
7.6.1 实验目的	173
7.6.2 实验内容	174
7.6.3 实验环境	174
7.6.4 实验步骤	175
7.7 Windows 2000 Internet 连接共享设置	178
思考题	181
第 8 章 三层交换技术及应用实验	183
8.1 以太网交换技术概述	183
8.1.1 CSMA/CD	183
8.1.2 网桥与交换机	184
8.1.3 路由器	184
8.2 基于二层交换机+路由器的 VLAN 间通信过程	185
8.3 三层交换机工作原理	187
8.3.1 两种三层交换技术原理	187
8.3.2 两种三层交换技术比较	191
8.3.3 三层交换技术发展趋势	191
8.4 流交换技术实现	192
8.4.1 NHRP	192
8.4.2 标记交换	192
8.5 Cisco 3550-24 智能三层交换机	194
8.6 基于二层交换机+路由器实现 VLAN 间通信实验	195
8.6.1 实验目的	195
8.6.2 实验内容	195
8.6.3 实验环境	195
8.6.4 实验步骤	196
8.7 基于三层交换机的 VLAN 间通信实验	199
8.7.1 实验目的	199
8.7.2 实验内容	199
8.7.3 实验环境	199
8.7.4 实验步骤	200
思考题	202
第 9 章 距离矢量路由协议与应用实验	203
9.1 距离矢量路由协议简介	203
9.1.1 DV 路由协议的特点与工作原理	203
9.1.2 DV 路由协议的路由选择问题	204

9.2	路由信息协议	205
9.3	内部网关路由协议	207
9.3.1	IGRP 原理	208
9.3.2	IGRP 度量值	209
9.4	基于 RIP 路由配置实验	210
9.4.1	实验命令简介	210
9.4.2	实验目的	210
9.4.3	实验内容	210
9.4.4	实验设备与网络结构	211
9.4.5	实验步骤	211
9.5	基于 IGRP 路由配置实验	217
9.5.1	实验命令简介	217
9.5.2	实验目的	218
9.5.3	实验内容	218
9.5.4	实验设备与网络结构	218
9.5.5	实验步骤	219
思考题		225
第 10 章	OSPF 路由协议与应用实验	227
10.1	LS 路由协议	227
10.2	OSPF 概述	228
10.2.1	OSPF 的特点	228
10.2.2	OSPF 原理简述	228
10.3	OSPF 基本概念	229
10.3.1	OSPF 区域与路由器类型	229
10.3.2	路由器 ID	229
10.3.3	Hello 报文协议	230
10.3.4	邻居与邻接关系	231
10.3.5	网络类型	232
10.3.6	指定路由器和备份指定路由器	233
10.3.7	LSA 通告扩散	233
10.3.8	LSA 主要类型	235
10.4	OSPF 算法描述	236
10.5	OSPF 报文结构	236
10.6	OSPF 协议验证与互联	238
10.7	OSPF 协议应用实验	239
10.7.1	OSPF 相关命令	239
10.7.2	实验目的	240

10.7.3	实验内容	240
10.7.4	实验环境	240
10.7.5	实验步骤	241
	思考题	248
第 11 章	防火墙技术与应用实验	249
11.1	防火墙技术	249
11.1.1	包过滤技术	249
11.1.2	应用网关	250
11.1.3	代理服务	250
11.2	防火墙的体系结构	251
11.2.1	分组过滤型	251
11.2.2	双宿主主机型	251
11.2.3	屏蔽主机型	252
11.2.4	屏蔽子网型	253
11.3	防火墙功能	253
11.3.1	访问控制列表	254
11.3.2	网络地址转换	254
11.3.3	端口映射	255
11.3.4	路由	255
11.3.5	入侵检测	256
11.3.6	防火墙技术发展	256
11.4	防火墙的优缺点	257
11.5	能士防火墙简介	258
11.5.1	能士防火墙结构	258
11.5.2	能士防火墙默认参数	259
11.5.3	能士防火墙功能简介	259
11.6	防火墙应用实验	259
11.6.1	实验目的	259
11.6.2	实验内容	260
11.6.3	实验环境与规划	260
11.6.4	防火墙串口控制台参数设置	261
11.6.5	NEsec110S 防火墙系统管理器	262
11.6.6	防火墙安全策略设置	264
11.6.7	入侵检测功能设置	269
	思考题	271

第 12 章 无线局域网技术与应用实验	273
12.1 无线局域网的优点	273
12.2 无线局域网的组成	274
12.3 无线局域网协议 802.11	275
12.3.1 IEEE 802.11 体系结构	275
12.3.2 IEEE 802.11 中的服务集概念	275
12.3.3 IEEE 802.11 中的物理层	276
12.3.4 IEEE 802.11 中的 MAC 子层	277
12.3.5 IEEE 802.11 标准的发展	280
12.4 无线局域网应用	282
12.5 无线局域网应用实验	283
12.5.1 实验目的	283
12.5.2 实验内容	283
12.5.3 实验环境	284
12.5.4 3COM Wireless Access Point 安装与配置	284
12.5.5 3COM 无线网卡的安装与配置	289
12.5.6 无线数据加密配置	292
思考题	293
第 13 章 认证技术与应用实验	295
13.1 AAA 安全体系结构	296
13.1.1 AAA 安全体系结构组成	296
13.1.2 AAA 安全服务器	296
13.1.3 AAA 认证协议	298
13.2 Radius 协议	299
13.2.1 Radius 协议的特点	299
13.2.2 Radius 协议工作过程	300
13.2.3 Radius 协议格式	301
13.2.4 Radius 属性字段	302
13.3 Tacacs+ 协议	303
13.3.1 Tacacs+ 协议的特点	303
13.3.2 Tacacs+ 协议工作过程	303
13.3.3 Tacacs+ 协议格式	305
13.3.4 Tacacs+ 和 Radius 协议比较	305
13.4 认证技术实验	306
13.4.1 实验目的	306
13.4.2 实验内容	306
13.4.3 实验环境	306