

21世纪高等学校规划教材 | 计算机应用

计算机网络 实验教程

何怀文 肖涛 傅瑜 编著



清华大学出版社

013024467

TP393-43
367

21世纪高等学校规划教材

计算机类

本书是“21世纪高等学校规划教材·计算机类”系列中的一本，是根据教育部颁布的《计算机专业人才培养方案》和《计算机专业教学大纲》的要求，结合我国计算机专业教学改革的实际，在广泛调研的基础上，参考国外同类教材的优点，精心编写而成的。本书可作为高等院校计算机专业及相关专业的教材，也可供从事计算机工作的工程技术人员参考。

本书共分10章。第1章介绍计算机网络的产生、发展、组成、分类、应用及发展趋势；第2章介绍局域网的组成、分类、协议、组网及配置；第3章介绍广域网的组成、分类、协议、组网及配置；第4章介绍网络互连设备及其配置；第5章介绍网络层协议及其配置；第6章介绍传输层协议及其配置；第7章介绍应用层协议及其配置；第8章介绍网络管理协议及其配置；第9章介绍网络安全协议及其配置；第10章介绍网络新技术及其配置。

本书可作为高等院校计算机专业及相关专业的教材，也可供从事计算机工作的工程技术人员参考。

清华大学出版社 北京 清华大学出版社 北京 清华大学出版社 北京

计算机网络 实验教程



何怀文 肖涛 傅瑜 编著

TP393-43
367



北航

C1631912

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是高等院校的计算机网络基础的配套实验教材。全书分为两部分：第一部分为基础实验部分，包括双绞线的制作，交换机的配置管理，VLAN 的配置，EtherChannel 的配置，STP、RSTP 配置，路由器的基本配置、安全配置，路由协议（静态路由、RIP 协议、OSPF 协议）的配置，PPP，帧中继的配置，访问控制列表（ACL）的配置，NAT、DHCP、GRE 隧道的配置，网关冗余和负载均衡、IPv6 的配置等；第二部分为综合实验部分，包含 9 个综合实验，可以用来作为期末考核或实践考核题目。

本书的主要特点在于：每个实验理论部分均使用详尽的图例讲解，使学生更好理解；强化实验过程的考核，设计好每个实验环节，提供完整的实验数据记录表格，培养学生的分析能力；提供课前预习题目和课后复习题目，巩固学生所学的实验知识；综合案例考查，方便教师的实验教学使用，同时加强学生对各个分割的知识的综合运用。

本书可作为独立学院、一般本科以及高职院校的网络工程专业和计算机专业学生的教材，也可作为计算机网络技术人员的参考资料和网络技术培训的教材。

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

计算机网络实验教程/何怀文等编著.--北京：清华大学出版社，2013.2

21 世纪高等学校规划教材·计算机应用

ISBN 978-7-302-30520-0

I. ①计… II. ①何… 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(2012)第 257423 号

责任编辑：刘向威 王冰飞

封面设计：傅瑞学

责任校对：焦丽丽

责任印制：何 芊

出版发行：清华大学出版社

网 址：<http://www.tup.com.cn>，<http://www.wqbook.com>

地 址：北京清华大学学研大厦 A 座 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

课 件 下 载：<http://www.tup.com.cn>，010-62795954

印 装 者：北京密云胶印厂

经 销：全国新华书店

开 本：185mm×260mm 印 张：22.25 字 数：540 千字

版 次：2013 年 2 月第 1 版 印 次：2013 年 2 月第 1 次印刷

印 数：1~2500

定 价：39.00 元

产品编号：044493-01

编审委员会成员

(按地区排序)

清华大学

周立柱 教授
覃 征 教授
王建民 教授
冯建华 教授
刘 强 副教授

北京大学

杨冬青 教授
陈 钟 教授
陈立军 副教授

北京航空航天大学

马殿富 教授
吴超英 副教授
姚淑珍 教授

中国人民大学

王 珊 教授
孟小峰 教授
陈 红 教授

北京师范大学

周明全 教授

北京交通大学

阮秋琦 教授
赵 宏 副教授

北京信息工程学院

孟庆昌 教授

北京科技大学

杨炳儒 教授

石油大学

陈 明 教授

天津大学

艾德才 教授

复旦大学

吴立德 教授

吴百锋 教授

杨卫东 副教授

同济大学

苗夺谦 教授

徐 安 教授

华东理工大学

邵志清 教授

华东师范大学

杨宗源 教授

应吉康 教授

东华大学

乐嘉锦 教授

孙 莉 副教授

浙江大学	吴朝晖	教授
	李善平	教授
扬州大学	李云	教授
南京大学	骆斌	教授
	黄强	副教授
南京航空航天大学	黄志球	教授
	秦小麟	教授
南京理工大学	张功萱	教授
南京邮电学院	朱秀昌	教授
苏州大学	王宜怀	教授
	陈建明	副教授
江苏大学	鲍可进	教授
中国矿业大学	张艳	教授
武汉大学	何炎祥	教授
华中科技大学	刘乐善	教授
中南财经政法大学	刘腾红	教授
华中师范大学	叶俊民	教授
	郑世珏	教授
	陈利	教授
江汉大学	颜彬	教授
国防科技大学	赵克佳	教授
	邹北骥	教授
中南大学	刘卫国	教授
湖南大学	林亚平	教授
西安交通大学	沈钧毅	教授
	齐勇	教授
长安大学	巨永锋	教授
哈尔滨工业大学	郭茂祖	教授
吉林大学	徐一平	教授
	毕强	教授
山东大学	孟祥旭	教授
	郝兴伟	教授
厦门大学	冯少荣	教授
厦门大学嘉庚学院	张思民	教授
云南大学	刘惟一	教授
电子科技大学	刘乃琦	教授
	罗蕾	教授
成都理工大学	蔡淮	教授
	于春	副教授
西南交通大学	曾华燊	教授

出版说明

随着我国改革开放的进一步深化,高等教育也得到了快速发展,各地高校紧密结合地方经济建设发展需要,科学运用市场调节机制,加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的投入力度,通过教育改革合理调整和配置了教育资源,优化了传统学科专业,积极为地方经济建设输送人才,为我国经济社会的快速、健康和可持续发展以及高等教育自身的改革发展做出了巨大贡献。但是,高等教育质量还需要进一步提高以适应经济社会发展的需要,不少高校的专业设置和结构不尽合理,教师队伍整体素质亟待提高,人才培养模式、教学内容和教学方法需要进一步转变,学生的实践能力和创新精神亟待加强。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2007年1月,教育部下发了《关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》,计划实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程”(简称“质量工程”),通过专业结构调整、课程教材建设、实践教学改革、教学团队建设等多项内容,进一步深化高等学校教学改革,提高人才培养的能力和水平,更好地满足经济社会发展对高素质人才的需要。在贯彻和落实教育部“质量工程”的过程中,各地高校发挥师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势,对其特色专业及特色课程(群)加以规划、整理和总结,更新教学内容、改革课程体系,建设了一大批内容新、体系新、方法新、手段新的特色课程。在此基础上,经教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议,清华大学出版社在多个领域精选各高校的特色课程,分别规划出版系列教材,以配合“质量工程”的实施,满足各高校教学质量和教学改革的需要。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》精神,紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”,在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下,我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”(以下简称“编委会”),旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划,讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师,其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求,“编委会”一致认为,精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求,处于一个比较高的起点上。精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要,要有特色风格、有创新性(新体系、新内容、新手段、新思路,教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量)、先进性(对原有的学科体系有实质性的改革和发展,顺应并符合21世纪教学发展的规律,代表并引领课程发展的趋势和方向)、示范性(教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性)和一定的前瞻性。教材由个人申报或各校推荐(通过所在高校的“编委会”成员推荐),经“编委会”认真评审,最后由清华大学出版

社审定出版。

目前,针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”,即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。推出的特色精品教材包括:

(1) 21 世纪高等学校规划教材·计算机应用——高等学校各类专业,特别是非计算机专业的计算机应用类教材。

(2) 21 世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。

(3) 21 世纪高等学校规划教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。

(4) 21 世纪高等学校规划教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。

(5) 21 世纪高等学校规划教材·信息管理与信息系统。

(6) 21 世纪高等学校规划教材·财经管理与应用。

(7) 21 世纪高等学校规划教材·电子商务。

(8) 21 世纪高等学校规划教材·物联网。

清华大学出版社经过三十多年的努力,在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌,为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材形成了技术准确、内容严谨的独特风格,这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

清华大学出版社教材编审委员会

联系人:魏江江

E-mail: weijj@tup.tsinghua.edu.cn

前言

随着互联网的普及,计算机网络技术已经渗透到人类日常生活的各个方面,对社会生产、学习、工作、科学研究产生越来越重要的影响。计算机网络技术成为计算机专业及电子通信专业的必修课程之一,掌握计算机网络知识成为社会对人才的基本需求。在当前形势下,除了掌握计算机网络的基本理论,了解网络协议的工作原理之外,如何培养和增强学生的动手实践能力、综合运用网络知识能力,成为当前计算机网络基础教学中的重要问题。

目前,虽然大多数高校都开设了计算机网络课程,并开设了相应的实验,但是由于计算机网络技术更新较快、网络通信设备价格昂贵、实验室建设成本高等问题,目前完善的实验教材并不多见。本书是编者在多年的计算机网络教学、实验和网络实验室建设的实践基础上,充分考虑到目前计算机网络发展的新动态,以实用为原则,方便学生自学,教师教学而编写的教材。

本书可以作为一般本科和独立学院的计算机网络基础实验教材,本书通过详尽的图解来阐述复杂的理论,通过设计综合案例来增加学生对分割知识点的理解和综合运用。本书为每个实验都精心设计了实验步骤、结果记录分析、预习内容。通过任务驱动的方式使学生能够自主完成实验任务,从传统的验证性实验提升到设计性实验,摆脱单纯的敲打命令的教学误区。

在内容组织上,主要分为基础实验部分和综合实验部分,适用于不同层次的学生和读者使用。基础部分包括 18 章内容,涵盖计算机组网中的物理层、数据链路层、网络层和运输层用到的相关知识理论,其中包括双绞线的制作,交换机的配置,VLAN、EtherChannel 的配置,生成树协议,路由器的基本配置,RIP 协议,OSPF 协议,NAT,DHCP,ACL,PPP 和 HDLC,帧中继等基础实验,也包括 IPv6、GRE 协议、网关冗余平衡等高级话题,可供学有余力的学生自学使用。综合实验部分共设 9 个实验,每个实验都包含基础实验的大部分知识,可以作为课程的综合考核题目或者网络竞赛试题。

另外,为了方便教师的实验教学,本书在每章实验里面都设置了具体的实验任务,既提高了学生的自学能力,也方便了教师的实验教学。

本书的所有实验均在 Cisoc R2811 和 Cytalist 2960 上验证完成,由于思科设备在业界的广泛应用,具有一定的通用性,所以本书中的大部分命令稍作修改即可在其他厂商的网络设备上使用。

本书由何怀文组织编写和设计。实验 1、3、5、7、9、11、13、14、17 由何怀文编写,实验 2、4、6、8、10、12、14、16、18 由肖涛编写;综合实验 1、2、3、8、9 由何怀文编写,综合实验 4、5、6、7 由肖涛编写。傅瑜教授负责全书审核。本书编写过程中参考了思科公司的有关培训教材和相关著作文献,同时还查阅了大量的网络资料,在此对所有的作者表示感谢。

由于作者水平有限,不妥和错误之处望读者批评指正。E-mail:hehuaiwen@gmail.com 或者 xiaotao_mail@126.com。

作者

2012 年 10 月于中山

目 录

第 1 章 双绞线的制作与测试	1
1.1 双绞线的基本知识	1
1.1.1 实验目的.....	1
1.1.2 实验原理.....	1
1.1.3 实验任务.....	6
1.2 小结与思考	8
第 2 章 交换机的配置	9
2.1 交换机的基本配置	9
2.1.1 实验目的.....	9
2.1.2 实验原理.....	9
2.1.3 实验任务	15
2.2 交换机的密码恢复和 IOS 的备份及恢复	16
2.2.1 实验目的	16
2.2.2 实验原理	16
2.2.3 实验任务	19
2.3 交换机的安全配置.....	20
2.3.1 实验目的	20
2.3.2 实验原理	20
2.3.3 实验任务	23
2.4 小结与思考.....	24
第 3 章 VLAN、EtherChannel 的配置	25
3.1 VLAN 的配置	25
3.1.1 实验目的	25
3.1.2 实验原理	25
3.1.3 实验任务	34
3.2 EtherChannel 的配置	35
3.2.1 实验目的	35
3.2.2 实验原理	36
3.2.3 实验任务	40
3.3 小结与思考.....	41

第 4 章 生成树协议	42
4.1 生成树协议的基本理论与配置	42
4.1.1 实验目的	42
4.1.2 实验原理	42
4.1.3 实验任务	49
4.2 基于 VLAN 的生成树协议	49
4.2.1 实验目的	49
4.2.2 实验原理	49
4.2.3 实验任务	53
4.3 快速生成树协议	54
4.3.1 实验目的	54
4.3.2 实验原理	54
4.3.3 实验任务	56
4.4 小结与思考	57
第 5 章 路由器的配置	58
5.1 路由器的功能及基本操作	58
5.1.1 实验目的	58
5.1.2 实验原理	58
5.1.3 实验任务	65
5.2 小结与思考	67
第 6 章 静态路由的配置	68
6.1 静态路由和总结静态路由	68
6.1.1 实验目的	68
6.1.2 实验原理	68
6.1.3 实验任务	75
6.2 默认路由	77
6.2.1 实验目的	77
6.2.2 实验原理	77
6.2.3 实验任务	78
6.3 小结与思考	79
第 7 章 路由信息协议	80
7.1 RIP 协议的基本配置	80
7.1.1 实验目的	80
7.1.2 实验原理	80
7.2 不连续子网中 RIP 的配置	87

7.2.1 实验目的	87
7.2.2 实验原理	87
7.3 RIP 的计时器配置	90
7.3.1 实验目的	90
7.3.2 实验原理	90
7.3.3 实验任务	92
7.4 RIP 的安全配置	94
7.4.1 实验目的	94
7.4.2 实验原理	94
7.4.3 实验任务	97
7.5 小结与思考	99
第 8 章 OSPF 路由协议	100
8.1 OSPF 单区域配置	100
8.1.1 实验目的	100
8.1.2 实验原理	100
8.1.3 实验任务	109
8.2 配置 OSPF 在多路链路上的访问	111
8.2.1 实验目的	111
8.2.2 实验原理	111
8.2.3 实验任务	117
8.3 OSPF 多区域配置	118
8.3.1 实验目的	118
8.3.2 实验原理	118
8.3.3 实验任务	123
8.4 OSPF 的安全认证	125
8.4.1 实验目的	125
8.4.2 实验原理	125
8.4.3 实验任务	128
8.5 OSPF 默认路由重分布	129
8.5.1 实验目的	129
8.5.2 实验原理	129
8.5.3 实验任务	132
8.6 小结与思考	133
第 9 章 网络地址转换	135
9.1 静态 NAT 配置	135
9.1.1 实验目的	135
9.1.2 实验原理	135

9.2	动态 NAT 配置	140
9.2.1	实验目的	140
9.2.2	实验原理	140
9.2.3	实验任务	143
9.3	端口 NAT 配置	144
9.3.1	实验目的	144
9.3.2	实验原理	145
9.4	端口映射与 NAT 负载均衡	150
9.4.1	实验目的	150
9.4.2	实验原理	150
9.4.3	实验任务	154
9.5	小结与思考	155
第 10 章	访问控制列表	156
10.1	标准 ACL	156
10.1.1	实验目的	156
10.1.2	实验原理	156
10.1.3	实验任务	163
10.2	扩展 ACL	164
10.2.1	实验目的	164
10.2.2	实验原理	164
10.2.3	实验任务	167
10.3	命名的 ACL	168
10.3.1	实验目的	168
10.3.2	实验原理	168
10.3.3	实验任务	172
10.4	基于时间的 ACL	174
10.4.1	实验目的	174
10.4.2	实验原理	174
10.4.3	实验任务	177
10.5	动态 ACL	178
10.5.1	实验目的	178
10.5.2	实验原理	179
10.5.3	实验任务	183
10.6	小结与思考	184
第 11 章	DHCP 的配置	185
11.1	DHCP 的工作原理及基本配置	185
11.1.1	实验目的	185

11.1.2	实验原理	185
11.1.3	实验任务	192
11.2	小结与思考	193
第 12 章	HDLC 和 PPP 的配置	194
12.1	HDLC 和 PPP 封装	194
12.1.1	实验目的	194
12.1.2	实验原理	194
12.1.3	实验任务	198
12.2	PAP 认证	199
12.2.1	实验目的	199
12.2.2	实验原理	200
12.2.3	实验任务	202
12.3	CHAP 认证	203
12.3.1	实验目的	203
12.3.2	实验原理	204
12.3.3	实验任务	205
12.4	小结与思考	206
第 13 章	帧中继	207
13.1	帧中继网络基本配置	207
13.1.1	实验目的	207
13.1.2	实验原理	207
13.2	帧中继网络 DLCI 映射的配置	212
13.2.1	实验目的	212
13.2.2	实验原理	212
13.2.3	实验任务	214
13.3	帧中继网络中 RIP 协议的配置	215
13.3.1	实验目的	215
13.3.2	实验原理	215
13.3.3	实验任务	219
13.4	帧中继的点到点子接口	220
13.4.1	实验目的	220
13.4.2	实验原理	220
13.4.3	实验任务	221
13.5	帧中继的点到多点子接口	224
13.5.1	实验目的	224
13.5.2	实验原理	224
13.5.3	实验任务	224

13.6	小结与思考	226
第 14 章	VLAN 之间的通信	227
14.1	多臂路由实现 VLAN 间互联	227
14.1.1	实验目的	227
14.1.2	实验原理	227
14.1.3	实验任务	230
14.2	单臂路由	231
14.2.1	实验目的	231
14.2.2	实验原理	231
14.2.3	实验任务	234
14.3	三层交换实现 VLAN 间路由	235
14.3.1	实验目的	235
14.3.2	实验原理	235
14.3.3	实验任务	237
14.4	小结与思考	238
第 15 章	网关冗余与负载平衡	239
15.1	热备份路由器协议	239
15.1.1	实验目的	239
15.1.2	实验原理	239
15.1.3	实验任务	247
15.2	虚拟路由器冗余协议	248
15.2.1	实验目的	248
15.2.2	实验原理	249
15.2.3	实验任务	254
15.3	网关负载平衡协议	255
15.3.1	实验目的	255
15.3.2	实验原理	256
15.3.3	实验任务	261
15.4	小结与思考	262
第 16 章	GRE 协议	263
16.1	GRE 协议的基本理论与配置	263
16.1.1	实验目的	263
16.1.2	实验原理	263
16.1.3	实验任务	267
16.2	小结与思考	269

第 17 章 IPv6 技术	270
17.1 IPv6 地址与 IPv6 静态路由	270
17.1.1 实验目的	270
17.1.2 实验原理	270
17.1.3 实验任务	277
17.2 RIPng 的配置	278
17.2.1 实验目的	278
17.2.2 实验原理	278
17.2.3 实验任务	284
17.3 OSPFv3 的配置	285
17.3.1 实验目的	285
17.3.2 实验原理	285
17.3.3 实验任务	287
17.4 IPv4 向 IPv6 过渡的方案	290
17.4.1 实验目的	290
17.4.2 实验原理	290
17.4.3 实验任务	293
17.5 小结与思考	296
第 18 章 路由器的安全	298
18.1 路由器的安全访问	298
18.1.1 实验目的	298
18.1.2 实验原理	298
18.1.3 实验任务	312
18.2 路由器的密码破解和 IOS 的备份及恢复	313
18.2.1 实验目的	313
18.2.2 实验原理	314
18.2.3 实验任务	319
18.3 小结与思考	319
综合实验 1 子网划分综合实验	321
综合实验 2 ACL、NAT 综合实验	323
综合实验 3 RIP 协议综合实验	325
综合实验 4 OSPF 综合实验	327

综合实验 5	ACL 综合实验	329
综合实验 6	SSH 综合实验	331
综合实验 7	STP、EtherChannel、HSRP 综合实验	333
综合实验 8	三层交换综合实验	335
综合实验 9	CHAP、OSPF、VTP 综合实验	337

第 1 章

双绞线的制作与测试

双绞线(Twisted Pair)是目前组建以太网使用最广泛的传输介质,由两根相互绝缘的导线依照一定的规则互相缠绕而制成。双绞线既可以传输模拟信号,也可以传输数字信号。本章通过介绍双绞线的制作和测试技术,使用户了解双绞线的工作原理、双绞线的分类及其相应的用途。

1.1 双绞线的基本知识

1.1.1 实验目的

- (1) 理解双绞线的工作原理及其分类。
- (2) 了解直连线(Straight-Through cable)、交叉线(Crossover cable)和全反线(Roll-Over cable)的区别与用途。
- (3) 了解 TIA/EIA 568A 和 568B 的颜色排列标准。
- (4) 熟练掌握 RJ45 接口的双绞线制作。
- (5) 熟练掌握利用测线仪诊断网线的故障。

1.1.2 实验原理

1. 双绞线简介

在计算机网络的各种传输介质中,双绞线是使用最广泛的一种。目前常见的 100Mbps 快速以太网,普遍使用的是五类(CAT-5 UTP)或者是超五类(CAT 5e UTP)非屏蔽双绞线。

双绞线里面有 4 对相互缠绕的铜线,铜线彼此缠绕可以消除电流通过铜介质时产生的电磁辐射。4 对铜线的颜色为蓝和蓝白、绿和绿白、橙和橙白、棕和棕白。由于不同颜色的一对线的缠绕程度是不同的,缠绕程度越紧密其通信质量就越高,所以在制作双绞线时要严格按照 TIA/EIA 给出的标准来进行颜色的排列。双绞线的内部结构如图 1-1 所示。

CAT-5 UTP 使用的接口为 RJ45(Register Jack 45)接口,又称水晶头接口,如图 1-2 所示。在 RJ45 接口上,共有 8 个铜片引脚,每个引脚都负责不同的传输功能,且每个引脚刚好与双绞线的 8 根铜线相对应。计算机之间在进行网络数据传输时,首先由计算机网卡把二进制比特序列转换成数字信号,数字信号通过 RJ45 的引脚传送到双绞线上,接着传输到接收方的计算机,接收方计算机再对信号进行解码,得到原来的比特序列。