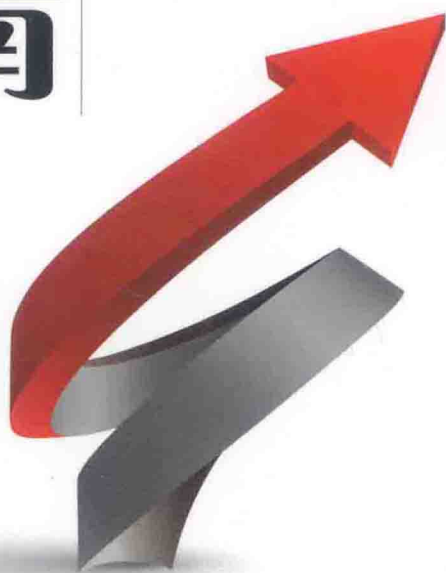


华为技术认证

HCNA网络技术 学习指南

华为技术有限公司 主编



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

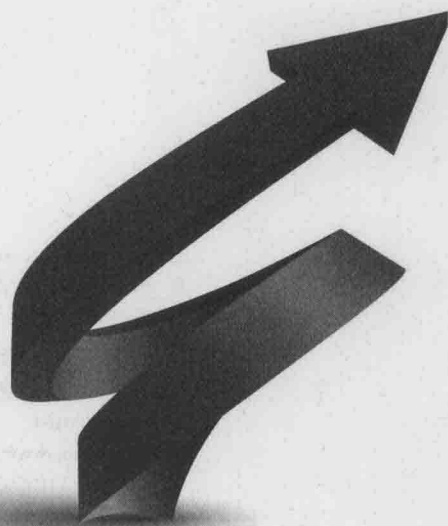


> 华为ICT认证系列丛书

华为技术认证

HCNA网络技术 学习指南

华为技术有限公司 主编



人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

HCNA网络技术学习指南 / 华为技术有限公司主编

— 北京 : 人民邮电出版社, 2015.5

(华为ICT认证系列丛书)

ISBN 978-7-115-38634-2

I. ①H… II. ①华… III. ①企业—计算机网络

IV. ①TP393.18

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第056754号

内 容 提 要

本书是一本配套华为 HCNA 认证的学习指导用书,旨在帮助读者学习并理解 HCNA 网络技术原理知识中的要点和难点,内容包括:网络通信基础知识、华为 VRP 操作系统、以太网的工作原理、STP 协议、VLAN 原理、IP 基础知识、TCP 与 UDP、路由协议基础、RIP 协议、OSPF 协议、VLAN 间的三层通信、链路聚合技术、Smart Link 与 Monitor Link、DHCP、地址转换技术、PPP 与 PPPoE、网络安全与网络管理。

2014 年 5 月出版的《HCNA 网络技术实验指南》一书是一本实验指导用书,其目的是帮助读者提升实际的动手操作能力。与之相应,本书的目的在于帮助读者对于原理性知识的理解和掌握。希望读者朋友们能够结合使用这两本书,从中获得双倍的学习效率和学习效果。

◆ 主 编 华为技术有限公司

责任编辑 李 静

责任印制 彭志环

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号

邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京隆昌伟业印刷有限公司印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 21

2015 年 5 月第 1 版

字数: 487 千字

2015 年 5 月北京第 1 次印刷

定价: 59.00 元

读者服务热线: (010)81055488 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

序

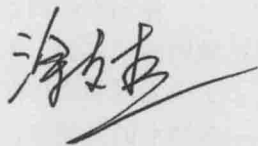
作为全球领先的信息与通信解决方案供应商，华为以“丰富人们的沟通和生活”为愿景，利用在 ICT 领域的专业技术和经验，帮助不同地区的人们平等、自由地接入到信息社会，确保所有人都能享受到信息和通信服务的基本权利，消除数字鸿沟。我们提倡和致力于信息和通信技术的普及，增加教育机会并培养 ICT 人才。

为帮助广大 ICT 从业人员更好地学习信息和网络技术，华为技术有限公司于 2012 年 9 月发布了业界首款免费的企业网络仿真软件平台 eNSP (Enterprise Network Simulation Platform)。eNSP 一经推出就受到社会的广泛关注和欢迎，下载量已超过百万，迅速成为 ICT 从业人员学习信息和网络技术的首选工具。2014 年 5 月出版的、与 eNSP 配套使用的《HCNA 网络技术实验指南》一书，更是让广大的读者朋友们体验到了利用 eNSP 学习信息和网络技术的高效性和趣味性。

细心的读者可能已经注意到，此次出版的《HCNA 网络技术学习指南》一书，在书名上只与《HCNA 网络技术实验指南》一书相差两字。正是如此，《HCNA 网络技术实验指南》是一本实验指导用书，目的是提升读者朋友们对于各种网络设备和组网的实际操作能力，重在动手，重在实践；与之相应，《HCNA 网络技术学习指南》旨在帮助读者朋友们对于各种网络技术原理知识的理解和掌握，重在分析，重在理论。关于理论与实践相结合之必要性，在此自不必多言。

本书主编江永红博士在华为工作已近 20 年，现为华为资深技术专家，且之前于国内外高校从事过多年的教学工作，对于知识的学习及传授方法有着深刻的领悟。本书是江永红博士及其写作团队的潜心专力之作，书中的各种比喻形象而生动，原理图绘制细致入微，文字描述上更是一丝不苟，几可谓字斟句酌。众所周知，对于原理性知识的阐释，除了整体上逻辑的连贯之外，最为重要的便是细节描述上的正确与严谨。本书之表现，正是对这一浅显道理的深刻体现。

总之，就 HCNA 网络技术知识的学习而言，相信《HCNA 网络技术实验指南》和《HCNA 网络技术学习指南》这两本书一定会让读者朋友们爱不释手。同时也相信，在不久的将来，ICT 领域的许多拔萃之才曾经正是这两本书的忠实读者！



全球培训与认证部部长
华为企业业务集团
2015 年 1 月

前 言

特别声明

本书是一本配套华为 HCNA 认证的学习指导用书,旨在帮助读者朋友们学习并理解 HCNA 网络技术原理知识中的要点和难点。除了本书所涵盖的要点和难点知识外,HCNA 还涉及了许多其他的知识点,如:RSTP、MSTP、DNS、FTP、VRRP、NAC、802.1x、SSH、xDSL、HDLC、FR、GRE、IPSec、WLAN、VoIP、数据中心、云计算、3G/4G、IPv6 等。对于希望考取 HCNA 认证的读者朋友,除了应熟练地掌握本书所涵盖的要点和难点知识外,还应对其他各个知识点有一个基本的了解。

本书内容组织

本书采用了章、节、小节三级结构,分别对应了一级、二级、三级目录。本书共分 13 章,其中第 1 和第 2 章为本书的铺垫性内容,第 3~13 章为本书的核心内容。最后为附录,附录中给出了书中所有练习题的答案。

第 1 章:网络通信基础

学习网络通信技术知识,必须首先了解 OSI 和 TCP/IP 这两种基础模型。本章对这两种基础模型进行了比较详细的介绍,重点对它们之间的差异性进行了描述。本章还对网络的典型拓扑形态、局域网与广域网、传输介质、通信方式等基础知识进行了简单的介绍。

第 2 章:VRP 基础

本书的主要目的是帮助读者学习和理解网络通信技术的基本原理。为了减轻这些原理性知识的“抽象感”,增强“触摸感”,书中适量地加入了一些示意性的配置实验内容;学习这些配置实验内容之前,必须对 VRP (Versatile Routing Platform) 有一个基本的了解。VRP 是华为公司从低端到高端的全系列路由器、交换机等数据通信产品的通用网络操作系统,本章对于 VRP 的基本使用方法进行了系统的介绍。学习好本章的知识内容,是掌握华为产品技术的基本前提。

第 3 章:以太网

在当今的网络通信技术领域中,以太网的重要性是不言而喻的,它也几乎成为了局域网的代名词。本章以计算机及交换机上的以太网卡为切入点,系统而详细地描述了关于以太网的原理性知识,这些知识的关键点包括:计算机上的以太网卡与交换机上的以太网卡的异同点,MAC 地址的结构和分类,以太帧的结构和分类,交换机的转发原理及 MAC 地址表的生成过程和动态属性,ARP 的工作原理。

第 4 章:STP 协议

由计算机和交换机组成的以太网所面临的一个主要问题是二层环路的问题,解决这

一问题的根本方法是在交换机上运行 STP 协议或 STP 协议的改进型协议（如 RSTP、MSTP 等）。本章系统而详细地描述了 STP 协议的产生原因及工作原理和过程；对于其他改进型防环协议，本章未做描述。

第 5 章：VLAN

由计算机和交换机组成的以太网所面临的另一个主要问题是如何灵活而有效地划分二层广播域，通用的方法是采用 VLAN 技术。本章系统而详细地描述了 VLAN 的基本原理、VLAN 帧的格式、VLAN 的链路类型和端口类型、VLAN 帧的转发过程。本章还对 GVRP 协议的功能作用进行了说明。

第 6 章：IP 基础

第 3、第 4 和第 5 章都只涉及数据链路层的知识，本章开始介绍 IP 层面的基础知识，主要包括 IP 编址、IP 报文格式、IP 转发这 3 方面的内容。学习完本章内容之后，读者应该对二层通信、三层通信、internet、Internet 等诸多容易混淆的基本概念有一个清晰的认识。

第 7 章：TCP 与 UDP

本章对传输层的 TCP 和 UDP 进行了简单的描述，重点是对无连接的通信方式与面向连接的通信方式进行了比较分析，同时也着重分析了 TCP 会话的建立过程以及 TCP 的确认与重传机制。

第 8 章：路由协议基础

路由协议一向被认为是 IP 网络知识的难点内容，本章的目的是希望帮助读者在此方面打下一个坚实的基础。本章首先讲述了路由的含义、路由的来源、路由的优先级、路由的开销、静态路由、动态路由、默认路由、路由表等基本概念，然后选择了 RIP 这种最为简单的路由协议进行了全面而深入的分析。对于 OSPF 协议，本章只对其进行了概念性的描述。本章未涉及 IS-IS、BGP 等其他路由协议的内容。

第 9 章：VLAN 间的三层通信

不同的 VLAN 之间虽然无法实现二层通信，但是仍然可以实现三层通信。本章描述了实现 VLAN 之间三层通信的几种方法：多臂路由器方法、单臂路由器方法和三层交换机方法。本章的重点是关于三层交换机在数据转发原理方面与二层交换机和传统路由器的差异性。

第 10 章：链路技术

链路聚合是一种常见的链路技术，它可以灵活地增加设备之间的连接带宽，同时又可增强设备之间连接的可靠性。本章详细地描述了链路聚合的基本概念、适用场景、原理过程。本章还对 Smart Link 和 Monitor Link 这两种华为专有的、用以增强网络连接可靠性的链路技术进行了介绍和说明。

第 11 章：DHCP 及网络地址转换技术

本章描述了 DHCP 的基本概念和工作流程，同时也对 DHCP 中继进行了简单的介绍。本章还对网络地址转换技术的基本概念、基本原理、使用场景进行了适当的描述和分析。

第 12 章：PPP 与 PPPoE

本书只涉及两种典型的数据链路层技术：一种是以以太网技术；另一种是 PPP 技术。本章首先对 PPP 技术的基本概念、PPP 帧的格式、PPP 的工作流程、PPP 的主要工作阶

段进行了系统的描述和分析，然后对 PPP 技术与以太网技术的结合体——PPPoE 进行了适当的描述和分析。

第 13 章：网络安全与网络管理

网络安全与网络管理是网络技术领域中的两个特别重要的分支，但本章只是简单地触碰了一下这两方面的内容。本章首先讲解了经常用于网络安全中的 ACL 技术，然后对网络管理系统中所使用的 3 个基本协议（SMI、MIB、SNMP）进行了简单的介绍。

附录：练习题答案

为了帮助读者朋友们自检学习效果，本书的许多章节都留有适量的练习题。本章给出了所有这些练习题的答案。

适用读者对象

本书的基本定位是一本配套华为 HCNA 认证的学习指导用书，特别适合于学习和备考 HCNA 的读者朋友。本书对于路由交换基础知识中的要点和难点进行了非常详细而透彻的讲解，对于希望准确而深刻地理解路由交换原理知识的高校学生、ICT 从业人员以及网络技术爱好者，阅读本书无疑是一种很好的选择。

阅读注意事项

读者在阅读本书的过程中，需要注意以下事项。

1. 对于超出本书知识范围或难度的知识点，书中会以“不做介绍”、“不做描述”、“不做分析”、“不做讨论”、“不做深究”、“不做解释”等文字进行明确的提示。是否掌握了这些知识点，几乎不会影响到对于本书知识内容的阅读理解。

2. 本书中的以太网均是指星型以太网。对于早期的总线型以太网以及与总线型以太网紧密相关的 CSMA/CD（Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection）协议和冲突域等概念，本书未做任何描述和分析。对以太网的发展历史感兴趣的读者，可以自行查阅相关资料以做了解。需要说明的是，不了解这些“历史知识”，完全不会影响到对于本书知识内容的阅读理解。

3. 本书未涉及关于 IPv6 的任何具体描述。若无特别说明，本书中的 IP 一律是指 IPv4。

4. 关于数据链路层技术的具体描述和分析，本书只涉及了以太网技术和 PPP 技术。若无特别说明，书中的“网卡”、“网口”、“接口”、“端口”等等默认是指“以太网卡”、“以太网口”、“以太网接口”、“以太网端口”等；若无特别说明，书中的“帧”默认是指“以太网帧”。

5. 本书习惯上把路由器或计算机上的网口称为“接口”，把交换机上的网口称为“端口”，这种差异仅仅是称谓习惯上的差异。在平时的交流中，“接口”一词与“端口”一词完全可以混用。

6. 若无特别说明，本书中的“交换机”一词默认是指不具备三层转发功能的以太网二层交换机。

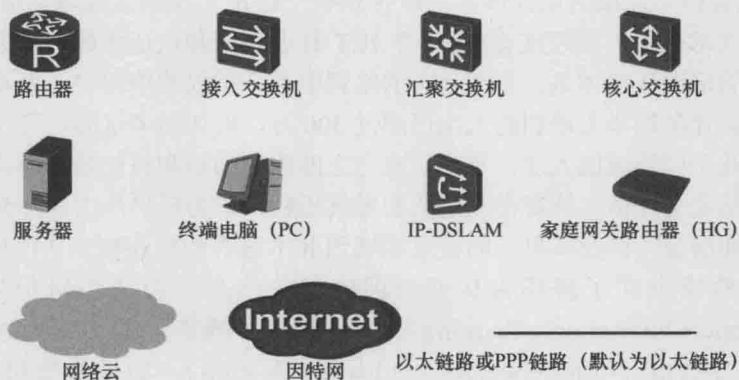
7. 本书 8.1.2 小节（路由信息的来源）中描述静态路由配置时包含了这样的陈述：静态路由的 Cost 的值可以人为地设定为 0，也可以是其他我们希望的数值。这种说法在理论上总是成立的，但实际上许多网络设备商在实现静态路由配置时，Cost 的值总是规定

为固定值 0，而不允许进行任意的设定或修改。

8. 许多网络设备商在实现 RIP 协议时，规定最小的 RIP 跳数为 0，即路由器到达其直连网络的 RIP 跳数为 0。但是，RIP 标准协议中规定的最小 RIP 跳数却是 1，即路由器到达其直连网络的 RIP 跳数为 1。这种差异是历史的原因造成的，但这种差异本身并不会影响到 RIP 的实际部署和正常工作。本书 8.2.1 至 8.2.7 小节中，最小 RIP 跳数的定义是 1；8.2.8 小节（RIP 基本配置示例）中，最小 RIP 跳数的定义是 0。

9. 对于本书的任何意见和建议，敬请发送邮件至 Learning@huawei.com。

本书常用图标



以下是参与本书编写人员的名单（排名不分先后）

主 编：江永红

编委人员：陈 哲、吴 平、胡园园、霍迪雅、周剑毫、姚成霞、白 杰、刘怀毅、
王琳琢、周 欢、戚鹏飞、宗 悦、王超伟、叶 涛、秦章伟、陈 莹、
付 海、王晓露、苏 蒙、张梦实、王振科、赵芳芳、高继国、李 丽、
张宜清、张 超、马 骞、屠晓峰、徐一鸣、刘 洋

华为认证简介

华为认证是华为公司凭借多年信息通信技术人才培养经验，以及对行业发展的深刻理解，基于 ICT（Information Communication Technology，信息通信技术）产业链人才个人职业发展生命周期，搭载华为“云—管—端”融合技术，推出的覆盖 IP、IT、CT 以及 ICT 融合技术领域的认证体系，是业界唯一的 ICT 全技术领域认证体系。

华为技术有限公司经过 20 多年在 ICT 行业培训和认证领域的积累，已经在全球形成了完整的培训认证体系，包括自有的培训中心、授权的培训中心以及与高校合作的教育项目，累计参加华为培训的人次已超过 300 万，培训与考试服务覆盖 160 多个国家。

对行业不同领域的人才，华为均有与之匹配的知识和技能培养解决方案，对其进行准确合理的能力评估。针对个人的职业发展历程，华为提供从工程师到资深工程师、专家、架构师层级，以及从单一的技术领域到 ICT 融合的职业技术认证体系。

如果希望全面了解华为认证培训的相关信息，敬请访问华为培训认证主页（<http://support.huawei.com/learning>）；如果希望了解华为认证最新动态，敬请关注华为认证官方微博（<http://e.weibo.com/hwcertification>）；如果希望和广大用户一起进行技术问题的探讨，以及考试学习资料的分享，可通过华为官方论坛链接（<http://support.huawei.com/ecommunity/bbs>）点击进入华为认证版块。华为职业技术认证包含的内容如图 1 所示。

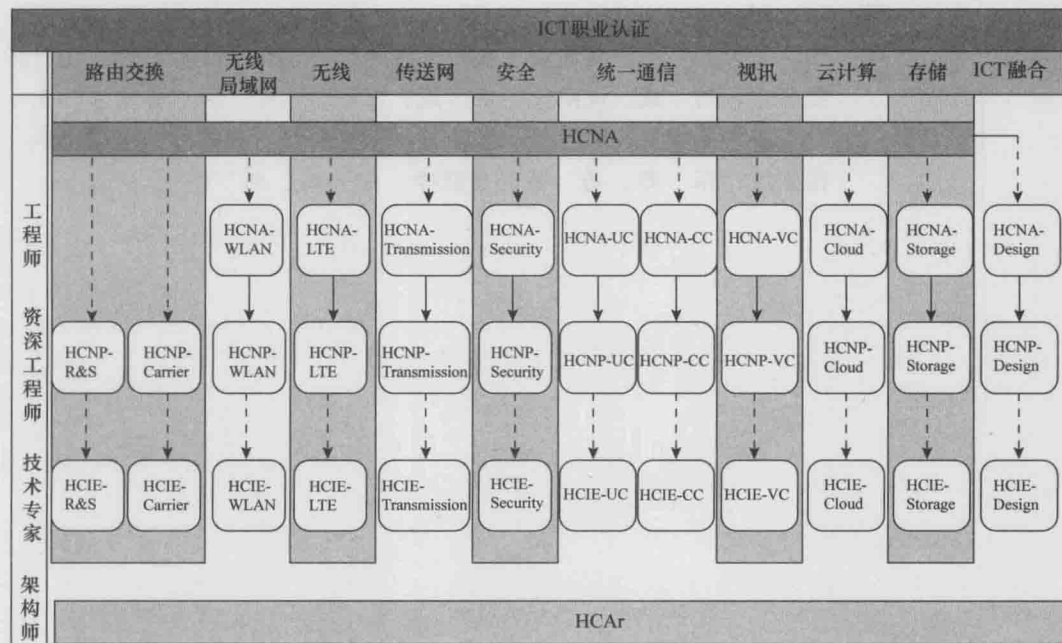


图 1 华为职业技术认证的内容

第1章 网络通信基础

1.1 通信与网络

1.2 OSI模型和TCP/IP模型

1.3 网络类型

1.4 传输介质及通信方式

目 录

第1章 网络通信基础	0
1.1 通信与网络	2
1.1.1 什么是通信	2
1.1.2 快递与网络通信	3
1.1.3 一些常见的术语	5
1.1.4 练习题	5
1.2 OSI模型和TCP/IP模型	5
1.2.1 网络协议和标准机构	6
1.2.2 OSI参考模型	7
1.2.3 TCP/IP协议簇	9
1.2.4 练习题	11
1.3 网络类型	12
1.3.1 局域网和广域网	12
1.3.2 网络拓扑形态	13
1.3.3 练习题	14
1.4 传输介质及通信方式	15
1.4.1 传输介质	15
1.4.2 通信方式	20
1.4.3 练习题	21
第2章 VRP基础	22
2.1 VRP简介	24
2.1.1 什么是VRP	24
2.1.2 VRP的演进	24
2.2 VRP命令行	25
2.2.1 命令行的基本概念	25
2.2.2 命令行的使用方法	27
2.3 登录设备	30
2.3.1 通过Console口登录设备	31
2.3.2 通过MiniUSB口登录设备	33
2.4 基本配置	37

2.4.1	配置设备名称	37
2.4.2	配置设备系统时钟	38
2.4.3	配置设备 IP 地址	38
2.4.4	用户界面配置	38
2.5	配置文件管理	42
2.5.1	基本概念	42
2.5.2	保存当前配置	42
2.5.3	设置下次启动的配置文件	43
2.6	通过 Telnet 登录设备	44
2.6.1	Telnet 简介	45
2.6.2	Telnet 登录设备	45
2.7	文件管理	45
2.7.1	基本概念	46
2.7.2	备份配置文件	46
2.7.3	传输文件	47
2.7.4	删除文件	49
2.7.5	设置系统启动文件	50
2.8	基础配置常用命令	50
2.9	练习题	51
第 3 章	以太网	54
3.1	以太网卡	56
3.1.1	计算机上的网卡	56
3.1.2	交换机上的网卡	57
3.1.3	练习题	59
3.2	以太网帧	59
3.2.1	MAC 地址	60
3.2.2	以太帧的格式	61
3.2.3	练习题	63
3.3	以太网交换机	63
3.3.1	3 种转发操作	63
3.3.2	交换机的工作原理	64
3.3.3	单交换机的数据转发示例	65
3.3.4	多交换机的数据转发示例	70
3.3.5	MAC 地址表	75
3.3.6	练习题	77
3.4	ARP	77

3.4.1 ARP 的基本原理	78
3.4.2 ARP 的报文格式	79
3.4.3 练习题	80
第 4 章 STP 协议	82
4.1 环路问题	84
4.2 STP 树的生成	86
4.2.1 选举根桥	87
4.2.2 确定根端口	87
4.2.3 确定指定端口	89
4.2.4 阻塞备用端口	90
4.3 STP 报文格式	91
4.3.1 Configuration BPDU	91
4.3.2 TCN BPDU	93
4.4 STP 端口状态	93
4.5 STP 的改进	96
4.6 STP 配置示例	96
4.7 练习题	98
第 5 章 VLAN	100
5.1 VLAN 的作用	102
5.2 VLAN 的基本原理	104
5.3 802.1Q 帧的格式	108
5.4 VLAN 的类型	110
5.5 链路类型和端口类型	111
5.6 VLAN 转发示例	113
5.7 VLAN 配置示例	116
5.8 GVRP	118
5.8.1 VLAN 属性的动态注册过程	119
5.8.2 VLAN 属性的动态注销过程	120
5.9 GVRP 配置示例	122
5.10 练习题	125
第 6 章 IP 基础	128
6.1 有类编址	130
6.2 无类编址	133
6.3 子网掩码	134
6.4 特殊 IP 地址	135

6.5 IP 转发原理	137
6.6 IP 报文格式	141
6.7 练习题	143
第7章 TCP 与 UDP	146
7.1 无连接的通信与面向连接的通信	148
7.2 TCP	151
7.2.1 TCP 会话的建立	151
7.2.2 TCP 会话的终止	152
7.2.3 TCP 段的格式	153
7.2.4 TCP 的确认与重传机制	155
7.2.5 应用端口	157
7.3 UDP	157
7.4 练习题	158
第8章 路由协议基础	160
8.1 路由的概念	162
8.1.1 什么是路由	162
8.1.2 路由信息的来源	164
8.1.3 路由的优先级	166
8.1.4 路由的开销	167
8.1.5 默认路由	168
8.1.6 计算机上的路由表与路由器上的路由表	168
8.1.7 静态路由配置示例	169
8.1.8 默认路由配置示例	170
8.1.9 练习题	171
8.2 RIP 协议	172
8.2.1 路由协议概述	172
8.2.2 RIP 协议的基本原理	173
8.2.3 RIP 路由表的形成	174
8.2.4 RIP 消息的格式	176
8.2.5 RIP-1 与 RIP-2	179
8.2.6 RIP 定时器	182
8.2.7 RIP 网络的路由环路问题	183
8.2.8 RIP 基本配置示例	186
8.2.9 练习题	188
8.3 OSPF 协议	189

8.3.1 OSPF 的基本原理	189
8.3.2 OSPF 与 RIP 的比较	190
8.3.3 OSPF 的区域化结构	191
8.3.4 OSPF 支持的网络类型	192
8.3.5 链路状态与 LSA	192
8.3.6 OSPF 报文的类型	194
8.3.7 单区域 OSPF 网络	195
8.3.8 多区域 OSPF 网络	197
8.3.9 邻居关系与邻接关系	198
8.3.10 DR 与 BDR	199
8.3.11 OSPF 基本配置示例	200
8.3.12 练习题	204
第 9 章 VLAN 间的三层通信	206
9.1 通过多臂路由器实现 VLAN 间的三层通信	208
9.2 通过单臂路由器实现 VLAN 间的三层通信	210
9.3 通过三层交换机实现 VLAN 间的三层通信	213
9.4 VLANIF 接口配置示例	218
9.5 练习题	220
第 10 章 链路技术	222
10.1 链路聚合	224
10.1.1 链路聚合的基本概念	224
10.1.2 链路聚合技术的适用场景	226
10.1.3 链路聚合的基本原理	227
10.1.4 LACP	233
10.1.5 链路聚合配置示例	234
10.2 Smart Link	236
10.2.1 Smart Link 的基本原理	236
10.2.2 Smart Link 配置示例	241
10.3 Monitor Link	243
10.3.1 Monitor Link 的基本原理	243
10.3.2 Monitor Link 配置示例	245
10.4 练习题	247
第 11 章 DHCP 及网络地址转换技术	250
11.1 DHCP	252
11.1.1 DHCP 的基本概念	252

11.1.2	DHCP 的基本工作流程	253
11.1.3	DHCP 中继代理	258
11.1.4	DHCP Server 配置示例	259
11.1.5	DHCP 中继代理配置示例	262
11.2	网络地址转换技术	263
11.2.1	网络地址转换技术的基本概念	263
11.2.2	静态 NAT	265
11.2.3	动态 NAT	266
11.2.4	NAPT	267
11.2.5	Easy IP	269
11.2.6	静态 NAT 配置示例	270
11.3	练习题	271
第 12 章	PPP 与 PPPoE	274
12.1	PPP	276
12.1.1	PPP 协议的基本概念	276
12.1.2	PPP 帧的格式	279
12.1.3	PPP 的基本工作流程	280
12.1.4	PPP 之链路建立阶段	281
12.1.5	PPP 之认证阶段	285
12.1.6	PPP 之网络层协议阶段	287
12.1.7	PPP 基本配置示例	289
12.2	PPPoE	292
12.2.1	PPPoE 协议的基本概念	292
12.2.2	PPPoE 报文的格式	294
12.2.3	PPPoE 的工作过程	294
12.3	练习题	298
第 13 章	网络安全与网络管理	300
13.1	访问控制列表	302
13.1.1	ACL 的基本原理	302
13.1.2	基本 ACL	303
13.1.3	高级 ACL	304
13.1.4	基本 ACL 的配置示例	306
13.2	网络管理	308
13.2.1	网络管理的基本概念	308
13.2.2	网络管理系统	309

13.2.3 SMI 协议	310
13.2.4 MIB 协议	312
13.2.5 SNMP 协议	312
13.3 练习题	314
附录 练习题答案	316