

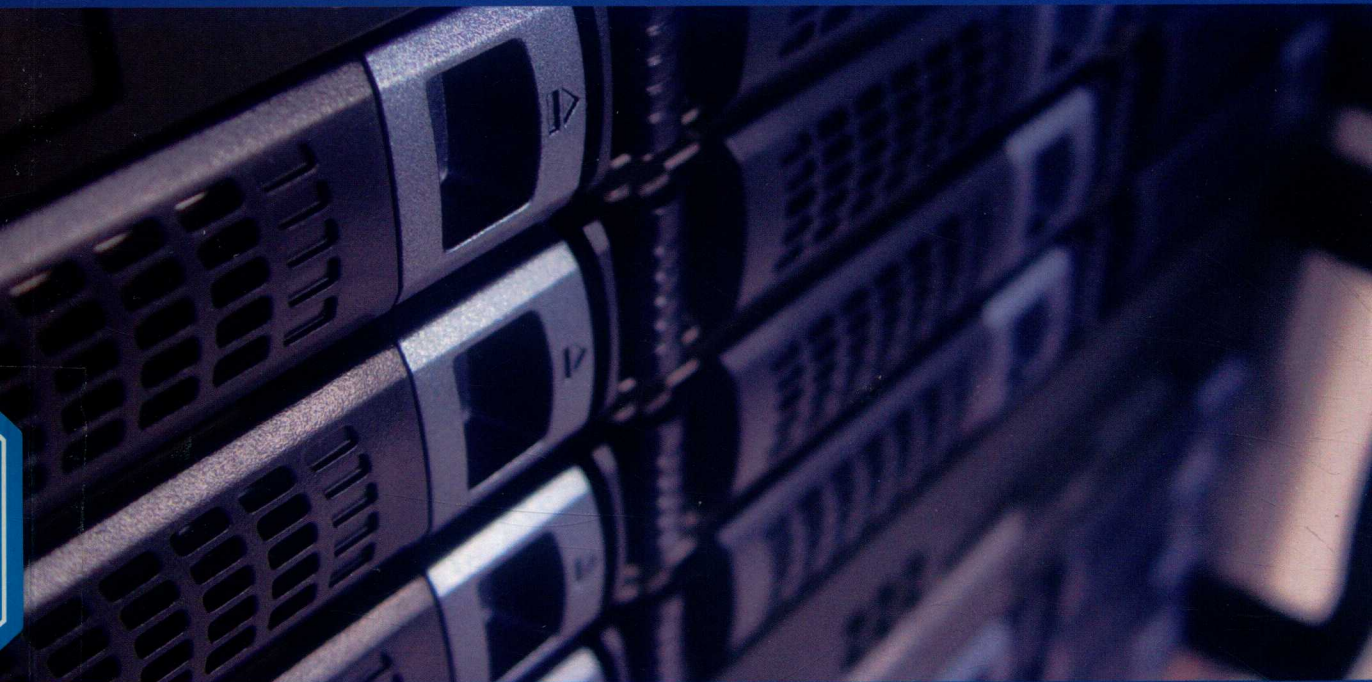
51CTO 学院丛书


异步图书  
www.epubit.com

# 华为 HCNA 路由与交换 学习指南

51CTO 学院策划

韩立刚 李圣春 韩利辉 著



 中国工信出版集团

 人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS

51CTO学院丛书

异步图书  
www.epubit.com

# 华为 HCNA 路由与交换 学习指南

51CTO 学院策划

韩立刚 李圣春 韩利辉 著



人民邮电出版社

北京

## 图书在版编目 (CIP) 数据

华为HCNA路由与交换学习指南 / 韩立刚, 李圣春, 韩利辉著. — 北京: 人民邮电出版社, 2019. 6  
(51CTO学院丛书)  
ISBN 978-7-115-50776-1

I. ①华… II. ①韩… ②李… ③韩… III. ①计算机  
网络—路由选择—指南②计算机网络—信息交换机—指南  
IV. ①TN915.05-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第024449号

## 内 容 提 要

本书专门介绍华为认证网络工程师 (HCNA) 路由与交换技术的相关内容。全书共分为 13 章。本书首先介绍了计算机网络的产生和演进、计算机通信使用的协议、IP 地址和子网划分; 然后介绍了使用华为设备进行企业组网的基本技术, 包括路由器和交换机的基本配置、IP 地址的规划、静态路由和动态路由的配置、使用交换机进行组网; 最后讲解了高级网络技术, 其中涉及网络安全的实现、网络地址转换和端口映射、将路由器配置为 DHCP 以实现 IP 地址的自动分配, 以及 IPv6、广域网、VPN 相关的知识。

本书以理论知识为铺垫, 重点凸显内容的实用性, 旨在通过以练代学的方式提升读者的理论理解能力和实操能力。本书适合备考华为 HCNA 认证的考生阅读, 也适合有志投身于网络技术领域的初学者阅读, 还可作为网络专业课程的教材。

- 
- ◆ 策 划 51CTO 学院  
著 韩立刚 李圣春 韩利辉  
责任编辑 武晓燕  
责任印制 焦志炜
  - ◆ 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>  
北京鑫正大印刷有限公司印刷
  - ◆ 开本: 800×1000 1/16  
印张: 23.75  
字数: 523 千字  
印数: 1-2 400 册
- 2019 年 6 月第 1 版  
2019 年 6 月北京第 1 次印刷
- 

定价: 89.00 元

读者服务热线: (010) 81055410 印装质量热线: (010) 81055316

反盗版热线: (010) 81055315

广告经营许可证: 京东工商广登字 20170147 号

# 作者简介



韩立刚，微软最有价值专家（MVP），具有 18 年的微软、思科、华为技术培训和实战经验；现任国内最大的 IT 在线教育网站 51CTO 学院金牌讲师，课程访问量超过 1000 万次，有 2000 余名正式学生。

在 IT 教育领域倡导“视频教学+QQ 答疑”和“终身师徒关系”的教学模式，是多本计算机相关图书的作者。

共录制了 40 余门课程，其中有从零起点到能够胜任企业高端 IT 运维职位的系列课程，还有部分课程涵盖了网络、Windows 和 Linux 服务器、虚拟化和云计算、数据库等主流的 IT 技术。



李圣春，思科互联网认证专家、华为互联网认证专家，51CTO 认证讲师。

计算机网络技术专家，思科、华为系列培训主管，具有丰富的工程项目和扎实的理论知识，讲课风格亲切自然、课程内容贴近实战。善于举例，喜欢通过生活案例来诠释技术原理，强调培养学习能力的重要性。



韩利辉，思科网络工程师 CCNP，华为网络工程师。精通计算机网络、Windows 服务器、微软数据库管理和设计。先后就职于国内大型上市软件公司、IT 集成商、世界 500 强外企等，担任资深技术专家、技术总监等职务。

# 前 言

我大学学的专业是无机化工，1999 年毕业后到化肥厂工作。我的直觉告诉我 IT 技术在未来必将得到广泛应用，IT 技术更能体现个人价值，且学高端 IT 技术只需一台计算机。于是怀揣着对未来美好生活的期待，我毅然决定改行，进军 IT 领域，开始学习 IT 技术。

从一名非计算机专业的大学生到一位 IT 职业培训讲师，从 IT 菜鸟到出版了 10 多本计算机图书的作者，从化工技术员到微软最有价值专家，我历经 18 年，这期间有对学习 IT 技术持之以恒的坚持，也有对 IT 职业化培训的思考。面对互联网时代的到来，我敏锐地察觉到 IT 培训要和互联网结合，要通过在线教育打破教学的时间和空间限制。

由于我自己学的是非计算机专业，我从零基础开始学习计算机网络，后成为计算机网络课程的讲师，因此我非常了解零基础的学生学习计算机网络时所遇到的困惑，所以我的授课内容易学易懂。在微软高级培训中心我经常给企业网管做培训，帮他们解决工作中的问题。我还录了实战风格的网络课程，很多计算机专业的学生学习我的网络课程，也能感觉到我和学院派讲师的差别。

我听过很多老师的计算机网络课程，有些老师参照书本制作 PPT，上课照着 PPT 讲解，所讲内容仅限于书中的内容，对知识没有进一步扩展，和实际不进行关联，这其实和学生自己看书差不多。这些老师尊重知识、尊重书本、尊重作者，但这种教学方式却没有尊重学生。作为老师，一定要了解学生，才能把课讲好。

我讲“计算机网络”课程 18 年，讲“计算机网络原理”课程 10 年，每一年都有新的提高，每一遍都有新的认识。如今我把对网络的认识写成书，用直白的语言、通俗的案例给大家阐述计算机网络技术，将实战融入理论。本书还讲解了如何使用华为路由器和交换机搭建计算机网络的学习环境。读者在阅读完本书之后，能够掌握计算机网络通信理论，使用华为路由器和交换机组建企业局域网和广域网，熟练配置华为网络设备。

---

## 本书特色

---

相较于市面上已有的其他图书，本书具有如下特色。

- 理论与实践并重，用理论引导实践，用实践验证理论。
- 无须购买硬件设备，可使用 eNSP 软件来模拟网络设备，搭建学习环境。

- 一图胜千言。本书所讲的内容大多数配有形象的示意图，以降低读者的学习门槛。
- 每章配备课后习题，帮助读者夯实对每章内容的理解。
- 配有完备的 PPT 以及视频课程（收费），多角度进一步帮助读者理解、掌握本书的内容。

---

## 本书组织结构

---

本书共分为 13 章，每章讲解的主要内容如下。

- 第 1 章，认识计算机网络，讲解 Internet 的产生和发展、局域网组网设备的演进、企业局域网的规划和设计。
- 第 2 章，TCP/IP 协议，介绍计算机通信使用的应用层协议、传输层协议、网络层协议和数据链路层协议。
- 第 3 章，IP 地址和子网划分，介绍 IP 地址的组成和 IP 地址分类、子网划分和变长子网划分、使用超网合并网段。
- 第 4 章，管理华为设备，展示 eNSP 搭建实验环境，通过 Console 口、telnet 接口对路由器进行常规配置，创建登录账户和密码，管理路由器配置文件，使用抓包工具捕获链路中的数据包。
- 第 5 章，静态路由，讲解网络畅通的条件、在路由器上添加静态路由、通过路由汇总和默认路由来简化路由表。
- 第 6 章，动态路由，介绍 RIP 协议和 OSPF 协议的工作特点、配置路由器使用的 RIP 协议和 OSPF 协议构造路由表。
- 第 7 章，交换机组网，介绍配置交换机的端口安全、生成树协议阻断交换机组网的环路、创建 VLAN 隔绝网络广播、使用 3 层交换和单臂路由器实现 VLAN 间路由。
- 第 8 章，网络安全，讲解在路由器上创建基本访问控制列表和高级访问控制列表以实现数据包过滤，实现网络安全，使用 ACL 保护路由器 telnet 安全。
- 第 9 章，网络地址转换和端口映射，介绍在路由器上配置 NAT，实现私网访问 Internet，配置端口映射实现 Internet 访问内网服务器。
- 第 10 章，将路由器配置为 DHCP 服务器，配置路由器作为 DHCP 服务器为网络中的计算机分配 IP 地址，实现跨网段分配 IP 地址。
- 第 11 章，IPv6，讲解 IPv6 地址分类和地址格式、IPv6 静态路由和动态路由，以及 IPv6 和 IPv4 共存技术。
- 第 12 章，广域网，介绍广域网链路使用的数据链路层协议，HDLC、PPP、帧中继，将路由器配置为 PPPoE 客户端和 PPPoE 服务器。
- 第 13 章，VPN，介绍站点间 VPN，配置 GRE 隧道 VPN、IPSec VPN 和基于 tunnel 接口的 IPSec VPN，配置远程访问 VPN。
- 习题答案，给出了每章课后习题的答案。

## 本书资源

作者为本书提供了完整的 PPT 以及完全配套的视频课程。PPT 资源可通过本书在异步社区的相应页面进行下载，也可以向本书作者索要。与本书完全配套的视频课程，可到 51CTO 学院官方网站搜索“华为认证网络工程师（HCNA）路由交换视频教程”，找到韩立刚录制的课程，然后进行访问（注意，视频课程为收费课程）。

由于作者水平有限，书中错漏之处在所难免，恳请广大读者批评指正。欢迎各位读者扫描下方二维码，关注我的微信公众号，或者加入 QQ 群（群号：301678170）与我进行沟通。



微信公众号



扫码加入 QQ 群



韩立刚微信

# 资源与支持

本书由异步社区出品，社区（<https://www.epubit.com/>）为您提供相关资源和后续服务。

## 配套资源

本书提供如下资源：

- 配套 PPT。

要获得以上配套资源，请在异步社区本书页面中点击 **配套资源**，跳转到下载界面，按提示进行操作即可。注意：为保证购书读者的权益，该操作会给出相关提示，要求输入提取码进行验证。

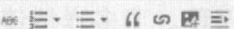
## 提交勘误

作者和编辑尽最大努力来确保书中内容的准确性，但难免会存在疏漏。欢迎您将发现的问题反馈给我们，帮助我们提升图书的质量。

当您发现错误时，请登录异步社区，按书名搜索，进入本书页面，点击“提交勘误”，输入勘误信息，单击“提交”按钮即可。本书的作者和编辑会对您提交的勘误进行审核，确认并接受后，您将获赠异步社区的 100 积分。积分可用于在异步社区兑换优惠券、样书或奖品。

详细信息    写书评    **提交勘误**

页码:     页内位置 (行数):     勘误印次:

**B I U**    

字数统计

**提交**



## 扫码关注本书

扫描下方二维码，您将会在异步社区微信服务号中看到本书信息及相关的服务提示。



## 与我们联系

我们的联系邮箱是 [contact@epubit.com.cn](mailto:contact@epubit.com.cn)。

如果您对本书有任何疑问或建议，请您发邮件给我们，请在邮件标题中注明本书书名，以便我们更高效地做出反馈。

如果您有兴趣出版图书、录制教学视频，或者参与图书翻译、技术审校等工作，可以发邮件给我们；有意出版图书的作者也可以到异步社区在线提交投稿（直接访问 [www.epubit.com/selfpublish/submission](http://www.epubit.com/selfpublish/submission) 即可）。

如果您是学校、培训机构或企业，想批量购买本书或异步社区出版的其他图书，也可以发邮件给我们。

如果您在网上发现有针对异步社区出品图书的各种形式的盗版行为，包括对图书全部或部分内容的非授权传播，请您将怀疑有侵权行为的链接发邮件给我们。您的这一举动是对作者权益的保护，也是我们持续为您提供有价值的内容的动力之源。

## 关于异步社区和异步图书

“异步社区”是人民邮电出版社旗下 IT 专业图书社区，致力于出版精品 IT 技术图书和相关学习产品，为作译者提供优质出版服务。异步社区创办于 2015 年 8 月，提供大量精品 IT 技术图书和电子书，以及高品质技术文章和视频课程。更多详情请访问异步社区官网 <https://www.epubit.com>。

“异步图书”是由异步社区编辑团队策划出版的精品 IT 专业图书的品牌，依托于人民邮电出版社近 30 年的计算机图书出版积累和专业编辑团队，相关图书在封面上印有异步图书的 LOGO。异步图书的出版领域包括软件开发、大数据、AI、测试、前端、网络技术等。



异步社区



微信服务号

# 目 录

<b>第 1 章 认识计算机网络</b> .....	1
1.1 Internet 的产生和中国的 ISP.....	1
1.1.1 Internet 的产生和发展.....	1
1.1.2 中国的 ISP.....	3
1.1.3 跨 ISP 访问网络带来的问题.....	3
1.1.4 多层级的 ISP 结构.....	4
1.2 局域网的发展.....	5
1.2.1 局域网和广域网.....	5
1.2.2 同轴电缆组建的局域网.....	6
1.2.3 集线器组建的局域网.....	7
1.2.4 网桥优化以太网.....	8
1.2.5 网桥 MAC 地址表构建过程.....	9
1.2.6 交换机组网.....	11
1.2.7 以太网网卡.....	12
1.3 企业局域网的规划和设计.....	13
1.3.1 二层结构的局域网.....	13
1.3.2 三层结构的局域网.....	14
1.4 习题.....	15
<b>第 2 章 TCP/IP 协议</b> .....	17
2.1 介绍 TCP/IP 协议.....	17
2.1.1 理解协议.....	17
2.1.2 TCP/IP 协议的分层.....	20
2.2 应用层协议.....	22
2.2.1 应用和应用层协议.....	22
2.2.2 应用层协议标准化.....	23
2.2.3 以 HTTP 协议为例认识应用层协议.....	24

2.2.4	抓包分析应用层协议	28
2.2.5	应用层协议和高级防火墙	30
2.3	传输层协议	34
2.3.1	TCP 和 UDP 的应用场景	34
2.3.2	TCP 协议可靠传输的实现	37
2.3.3	TCP 协议功能和首部	38
2.3.4	传输层协议和应用层协议之间的关系	39
2.3.5	服务和端口之间的关系	42
2.3.6	端口和网络安全的关系	44
2.3.7	使用 Windows 防火墙和 TCP/IP 筛选实现网络安全	45
2.4	网络层协议	51
2.4.1	IP 协议	51
2.4.2	ARP 协议	53
2.4.3	ICMP 协议	54
2.4.4	IGMP 协议	56
2.5	数据链路层协议	58
2.6	物理层协议	59
2.7	OSI 参考模型	60
2.7.1	OSI 参考模型和 TCP/IP 协议	60
2.7.2	OSI 参考模型每层功能	61
2.8	习题	62
<b>第 3 章</b>	<b>IP 地址和子网划分</b>	<b>65</b>
3.1	学习 IP 地址的预备知识	65
3.1.1	二进制和十进制	65
3.1.2	二进制数的规律	67
3.2	理解 IP 地址	68
3.2.1	MAC 地址和 IP 地址	68
3.2.2	IP 地址的组成	69
3.2.3	IP 地址格式	70
3.2.4	子网掩码的作用	70
3.3	IP 地址分类	73
3.3.1	A 类地址	73
3.3.2	B 类地址	74
3.3.3	C 类地址	74
3.3.4	D 类和 E 类地址	74

3.3.5	保留的 IP 地址	75
3.3.6	实战：本地环回地址	77
3.3.7	实战：给本网段发送广播	78
3.4	公网地址和私网地址	79
3.4.1	公网地址	79
3.4.2	私网地址	81
3.5	子网划分	82
3.5.1	地址浪费	83
3.5.2	等长子网划分	83
3.5.3	B 类网络子网划分	87
3.5.4	A 类网络子网划分	88
3.6	变长子网划分	89
3.6.1	变长子网划分介绍	90
3.6.2	点到点网络的子网掩码	91
3.6.3	子网掩码的另一种表示方法——CIDR	92
3.6.4	判断 IP 地址所属的网段	93
3.6.5	子网划分需要注意的几个问题	94
3.7	超网合并网段	95
3.7.1	合并网段	95
3.7.2	不是任何连续的网段都能合并	96
3.7.3	哪些网段能够合并	97
3.7.4	网段合并的规律	99
3.7.5	判断一个网段是超网还是子网	99
3.8	习题	100
<b>第 4 章</b>	<b>管理华为设备</b>	<b>104</b>
4.1	介绍华为网络设备操作系统	104
4.2	介绍 eNSP	105
4.2.1	安装 eNSP	105
4.2.2	华为路由器型号	106
4.3	路由器的基本操作	108
4.3.1	通过 Console 配置路由器	108
4.3.2	配置路由器名称和接口地址	110
4.3.3	配置路由器安全	114
4.3.4	配置 eNSP 和物理网络连接	116
4.3.5	配置路由器允许 telnet 配置	117

4.4	配置文件的管理	122
4.4.1	保存当前配置	122
4.4.2	设置下一次启动加载的配置文件	124
4.4.3	文件管理	124
4.4.4	将配置导出到 FTP 或 TFTP 服务器	126
4.5	捕获数据包	130
4.6	习题	133
<b>第 5 章</b>	<b>静态路由</b>	<b>136</b>
5.1	什么是路由	136
5.1.1	网络层实现的功能	136
5.1.2	网络畅通的条件	137
5.1.3	静态路由	138
5.2	实战: 配置静态路由	141
5.2.1	查看路由表	141
5.2.2	添加静态路由	142
5.2.3	测试网络是否畅通	143
5.2.4	删除静态路由	143
5.3	路由汇总	144
5.3.1	通过路由汇总简化路由表	144
5.3.2	路由汇总例外	146
5.3.3	无类域间路由 (CIDR)	147
5.4	默认路由	147
5.4.1	全球最大的网段	148
5.4.2	使用默认路由作为指向 Internet 的路由	148
5.4.3	让默认路由代替大多数网段的路由	150
5.4.4	默认路由和环状网络	150
5.4.5	使用默认路由和路由汇总简化路由表	152
5.4.6	默认路由造成的往复转发	153
5.4.7	Windows 上的默认路由和网关	154
5.5	网络排错案例	157
5.5.1	排除网络故障要俯视全网	158
5.5.2	计算机网关也很重要	158
5.6	习题	159
<b>第 6 章</b>	<b>动态路由</b>	<b>165</b>
6.1	动态路由	165

6.2	RIP 协议	166
6.2.1	RIP 协议的特点	166
6.2.2	RIP 协议的工作原理	166
6.2.3	在路由器上配置 RIP 协议	168
6.2.4	查看路由表	170
6.2.5	观察 RIP 协议的路由更新活动	173
6.2.6	测试 RIP 协议的健壮性	174
6.2.7	RIP 协议数据包报文格式	175
6.2.8	RIP 协议定时器	177
6.3	动态路由——OSPF 协议	177
6.3.1	什么是最短路径优先	178
6.3.2	OSPF 术语	179
6.3.3	OSPF 协议的工作过程	181
6.3.4	OSPF 的 5 种报文	182
6.3.5	OSPF 支持多区域	182
6.4	配置 OSPF 协议	184
6.4.1	配置 OSPF 协议	184
6.4.2	查看 OSPF 协议的 3 张表	186
6.4.3	OSPF 协议配置排错	190
6.5	习题	191
<b>第 7 章</b>	<b>交换机组网</b>	<b>197</b>
7.1	交换机常规配置	198
7.2	交换机端口安全	199
7.2.1	交换机端口安全详解	199
7.2.2	配置交换机端口安全	199
7.2.3	镜像端口监控网络流量	202
7.3	生成树协议	204
7.3.1	交换机组网	204
7.3.2	生成树协议的工作过程	205
7.3.3	生成树的端口状态	207
7.3.4	STP 改进	208
7.3.5	实战：查看和配置 STP	208
7.4	VLAN	212
7.4.1	什么是 VLAN	212
7.4.2	理解 VLAN	213

7.4.3	跨交换机 VLAN	215
7.4.4	实战：配置跨交换机的 VLAN	217
7.4.5	实战：使用三层交换实现 VLAN 间路由	221
7.4.6	使用路由器实现 VLAN 间路由	222
7.4.7	实战：使用单臂路由器实现 VLAN 间路由	223
7.5	一个网段，多个 VLAN	225
7.5.1	混合端口	225
7.5.2	实战：使用混合端口控制 VLAN 间通信	226
7.5.3	实战：跨交换机的混合端口	227
7.6	端口隔离	229
7.7	链路聚合	230
7.8	习题	233
<b>第 8 章</b>	<b>网络安全</b>	<b>239</b>
8.1	基本 ACL	239
8.1.1	基本 ACL 的应用	239
8.1.2	编辑 ACL 中的规则	244
8.1.3	使用 ACL 保护路由器安全	244
8.2	高级 ACL	245
8.2.1	针对 VLAN 1 创建高级 ACL	246
8.2.2	针对 VLAN 2 创建高级 ACL	248
8.2.3	针对 VLAN 3 创建高级 ACL	248
8.3	习题	249
<b>第 9 章</b>	<b>网络地址转换和端口映射</b>	<b>252</b>
9.1	公网地址和私网地址	252
9.2	NAT 的类型	254
9.2.1	静态 NAT	254
9.2.2	动态 NAT	254
9.2.3	网络地址端口转换	255
9.3	配置静态 NAT	256
9.4	使用外网端口地址做 NAT	257
9.5	使用公网地址池做 NAT	258
9.6	配置端口映射	259
9.7	灵活运用 NAT	261
9.7.1	悄悄在公司网络中接入一个网段	261

9.7.2 实现单向访问 .....	263
9.8 习题 .....	264
<b>第 10 章 将路由器配置为 DHCP 服务器 .....</b>	<b>266</b>
10.1 静态地址和动态地址 .....	266
10.2 将华为路由器配置为 DHCP 服务器 .....	267
10.3 抓包分析 DHCP 分配地址的过程 .....	269
10.4 跨网段分配 IP 地址 .....	272
10.5 使用接口地址池为直连网段分配地址 .....	274
10.6 习题 .....	275
<b>第 11 章 IPv6 .....</b>	<b>277</b>
11.1 IPv6 的改进 .....	277
11.1.1 IPv4 和 IPv6 的比较 .....	278
11.1.2 ICMPv6 协议的功能 .....	278
11.2 IPv6 地址 .....	280
11.2.1 IPv6 地址格式 .....	280
11.2.2 IPv6 地址分类 .....	282
11.3 自动配置 IPv6 地址 .....	283
11.3.1 自动配置 IPv6 地址的两种方法 .....	284
11.3.2 IPv6 地址无状态自动配置 .....	285
11.3.3 抓包分析 RA 和 RS 数据包 .....	287
11.3.4 IPv6 地址有状态自动配置 .....	290
11.4 IPv6 路由 .....	292
11.4.1 IPv6 静态路由 .....	293
11.4.2 RIPng .....	295
11.4.3 OSPFv3 .....	296
11.5 IPv6 和 IPv4 共存技术——IPv6 over IPv4 .....	298
11.6 习题 .....	300
<b>第 12 章 广域网 .....</b>	<b>302</b>
12.1 广域网 .....	303
12.2 HDLC 协议 .....	304
12.3 PPP 协议 .....	306
12.3.1 介绍 PPP 协议 .....	306
12.3.2 配置 PPP 协议：身份验证用 PAP 模式 .....	307
12.3.3 配置 PPP 协议：身份验证用 CHAP 模式 .....	309



12.3.4	抓包分析 PPP 帧	310
12.3.5	配置 PPP 为另一端分配地址	312
12.4	PPPoE	314
12.4.1	配置 Windows PPPoE 拨号上网	314
12.4.2	配置路由器 PPPoE 拨号上网	319
12.5	帧中继	321
12.5.1	帧中继虚链路	321
12.5.2	配置点到点帧中继接口	323
12.5.3	配置点到多点帧中继接口	327
12.5.4	全互连的点到多点接口	331
12.6	习题	334
<b>第 13 章</b>	<b>VPN</b>	<b>336</b>
13.1	虚拟专用网络	336
13.1.1	专用网络	336
13.1.2	虚拟专用网络	337
13.2	配置站点间 VPN	337
13.2.1	GRE 隧道 VPN	338
13.2.2	介绍 IPSec VPN	342
13.2.3	配置 IPSec VPN	343
13.2.4	基于 Tunnel 接口的 IPSec VPN	346
13.3	远程访问 VPN	347
13.4	习题	351
<b>部分习题答案</b>		<b>353</b>