

思科系列丛书



思科网络实验室

CCNP

(路由技术)

实验指南 (第2版)

◆ 梁广民 徐 磊 谢晓广 编著
◆ 李涤非 审校



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

思科系列丛书

思科网络实验室 CCNP (路由技术) 实验指南

(第2版)

梁广民 徐磊 谢晓广 编著

李涤非 审校



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书以 Cisco2911 路由器和 Catalyst3560 交换机为硬件平台,以新版 CCNP 内容为基础,以实验为依托,从行业的实际需求出发组织全部内容,全书共 9 章,主要包括:实验准备、IP 路由原理、EIGRP、OSPF、IS-IS、路由重分布与路径控制、BGP、分支连接和 IPv6。

本书既可以作为思科网络技术学院的配套实验教材,用来增强学生的网络知识和操作技能,也可以作为电子和计算机等专业的网络集成类课程的教材或者实验指导书,还可以作为相关企业的培训教材;同时,对于从事网络管理和维护的技术人员,也是一本很实用的技术参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

思科网络实验室 CCNP(路由技术)实验指南 / 梁广民, 徐磊, 谢晓广编著. —2 版. —北京: 电子工业出版社, 2019.3

(思科系列丛书)

ISBN 978-7-121-35957-6

I. ①思… II. ①梁… ②徐… ③谢… III. ①计算机网络—路由选择—实验—指南 IV. ①TN915.05-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 015336 号

策划编辑: 宋 梅

责任编辑: 宋 梅

印 刷: 保定市中国画美凯印刷有限公司

装 订: 保定市中国画美凯印刷有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 21.25 字数: 544 千字

版 次: 2012 年 3 月第 1 版

2019 年 3 月第 2 版

印 次: 2019 年 3 月第 1 次印刷

定 价: 89.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式: mariams@phei.com.cn。

前 言

作为全球领先的互联网设备供应商，思科公司的产品涉及路由、交换、安全、语音、无线和存储等诸多方面。而思科推出的系列职业认证 CCNA、CCNP 和 CCIE 无疑是 IT 领域最为成功的职业认证规划之一。本书以 CCNP（路由技术）职业认证为依托，从实际应用的角度出发，以思科网络实验室为背景设计拓扑，全面、详细地介绍了新版 CCNP 中路由技术的内容。本书的特色如下：

在目标上，以企业实际需求为导向，以培养学生的网络设计能力、对网络设备的配置和调试能力、分析和解决问题能力以及创新能力为目标，讲求实用。

在内容选取上，集先进性、科学性和实用性为一体，全面覆盖新版 CCNP（路由技术）的内容，但又不局限于 CCNP 范围，尽可能覆盖最新、最实用的技术。如本书对 IS-IS 路由协议、IPv6 技术、IPSec VPN 技术、PPPoE 技术等做了适当的扩展和有益的补充。

在内容表现形式上，把握“理论够用、技能为主”的原则，用最简单和最精练的描述讲解网络基本知识，然后通过详尽的实验现象分析来分层、分步骤地讲解网络技术；而对实验调试信息，笔者根据多年实验调试的经验加以汇总和注释，写入本书，直观、易懂。

在内容结构上，本书按照 CCNP（路由技术）新版教材的结构和布局设计为 9 章：第 1 章实验准备、第 2 章 IP 路由原理、第 3 章 EIGRP、第 4 章 OSPF、第 5 章 IS-IS、第 6 章路由重分布与路径控制、第 7 章 BGP、第 8 章分支连接和第 9 章 IPv6，从配置开始，逐渐展开，结合实验调试结果来巩固和深化所学的内容，最后达到学习知识和培养能力的目的。

本书以 Cisco2911 路由器和 Catalyst3560 交换机为硬件平台来搭建实验环境，由于各个实验室的具体情况不同，在实际使用过程中，教师可能需要做稍微的改动，以适应自己实验室不同实验设备和环境。

本书既可以作为思科网络技术学院的配套实验教材，用来增强学生的网络知识和操作技能，也可以作为电子和计算机等专业的网络集成类课程的教材或者实验指导书使用，还可以作为相关企业的培训教材；同时，对于从事网络管理和维护的技术人员，也是一本很实用的技术参考书。

本书由梁广民（CCIE#14496 R/S, Security）、徐磊和谢晓广组织编写并统稿，参加编写的还有王隆杰、张喜生、石淑华、杨旭、刘平、张立涓、石光华、邹润生、杨名川、成荣、周鸣琦、韦凯和齐治文等。从复杂和庞大的 Cisco 网络技术中，编写一本简明的、适合实验室使用的实验教材确实不是一件容易的事情，衷心感谢思科大中华区网络技术学院技术经理李涤非老师在百忙之中审校全书。感谢沃尔夫网络实验室（www.wolf-lab.com）对本书中的关键技术给予的指导和帮助。如果没有他们的帮助，本书是不可能在很短的时间内高质量完成的。

由于时间仓促，加上作者水平有限，书中难免有不妥和错误之处，恳请同行专家指正。
E-mail: gmliang@szpt.edu.cn。

编 著 者
2019 年 3 月于深圳

目 录

第 1 章 实验准备	1
1.1 实验拓扑搭建	1
1.1.1 网络设备之间的连接	1
1.1.2 终端访问服务器的连接	2
1.1.3 终端访问服务器的配置	3
1.2 准备实验软件	5
1.2.1 准备操作系统软件	5
1.2.2 工具软件	6
本章小结	7
第 2 章 IP 路由原理	8
2.1 IP 路由概述	8
2.1.1 静态路由特征	8
2.1.2 动态路由协议特征	8
2.1.3 填充路由表	10
2.1.4 查找路由表	12
2.2 RIP 概述	13
2.2.1 RIP 特征	13
2.2.2 RIP 数据包格式	14
2.3 配置静态路由和 RIPv2	15
2.3.1 实验 1: 配置静态路由	15
2.3.2 实验 2: 配置 RIPv2	19
本章小结	24
第 3 章 EIGRP	25
3.1 EIGRP 概述	25
3.1.1 EIGRP 特征	25
3.1.2 DUAL 算法	25
3.1.3 EIGRP 数据包类型	26
3.1.4 EIGRP 数据包格式	27
3.1.5 EIGRP 的 SIA 及查询范围的限定	30

3.2 配置 EIGRP.....	31
3.2.1 实验 1: 配置基本 EIGRP.....	31
3.2.2 实验 2: 配置高级 EIGRP.....	39
3.2.3 实验 3: 配置 EIGRP stub.....	46
3.2.4 实验 4: 配置命名 EIGRP.....	50
本章小结.....	54
第 4 章 OSPF.....	55
4.1 OSPF 概述.....	55
4.1.1 OSPF 特征.....	55
4.1.2 OSPF 术语.....	55
4.1.3 OSPF 路由器类型.....	56
4.1.4 OSPF 网络类型.....	57
4.1.5 OSPF 区域类型.....	57
4.1.6 OSPF LSA 类型.....	58
4.1.7 OSPF 数据包格式.....	58
4.1.8 OSPF 邻居关系建立.....	63
4.1.9 OSPF 运行步骤.....	64
4.2 配置单区域 OSPF.....	65
4.2.1 实验 1: 配置单区域 OSPF.....	65
4.2.2 实验 2: 配置 OSPF 验证.....	74
4.3 配置多区域 OSPF.....	81
4.3.1 实验 3: 配置多区域 OSPF.....	81
4.3.2 实验 4: 配置 OSPF 路由手工汇总.....	86
4.3.3 实验 5: 配置 OSPF 末节区域和完全末节区域.....	89
4.3.4 实验 6: 配置 OSPF NSSA 区域.....	91
4.3.5 实验 7: 配置虚链路.....	95
本章小结.....	99
第 5 章 IS-IS.....	100
5.1 IS-IS 概述.....	100
5.1.1 IS-IS 特征.....	100
5.1.2 IS-IS 术语.....	100
5.1.3 IS-IS 路由器类型.....	102
5.1.4 IS-IS 数据包格式.....	102
5.2 配置集成 IS-IS.....	108
5.2.1 实验 1: 配置单区域集成 IS-IS.....	108
5.2.2 实验 2: 配置多区域集成 IS-IS.....	114
5.2.3 实验 3: 配置集成 IS-IS 验证.....	119

本章小结	123
第 6 章 路由重分布与路径控制	124
6.1 路由重分布概述	124
6.1.1 路由重分布种子度量值	124
6.1.2 路由重分布存在的问题	124
6.2 路径控制概述	125
6.2.1 路由映射表 (Route Map)	125
6.2.2 分布列表、前缀列表和偏移列表	126
6.2.3 IP SLA	126
6.2.4 策略路由 (PBR)	127
6.2.5 VRF	127
6.3 路由重分布	128
6.3.1 实验 1: 路由重分布基本配置	128
6.3.2 实验 2: 路由重分布中次优路由和路由环路问题及其解决方案	133
6.4 控制路由更新	139
6.4.1 实验 3: 配置被动接口和分布列表控制路由更新	139
6.4.2 实验 4: 配置前缀列表和路由映射表控制路由更新	142
6.4.3 实验 5: 配置 Cisco IP SLA 控制路径选择	145
6.5 策略路由	150
6.5.1 实验 6: 配置基于源 IP 地址的策略路由	150
6.5.2 实验 7: 配置基于数据包长度的策略路由	152
6.5.3 实验 8: 配置基于应用的策略路由	154
6.6 VRF Lite	155
6.6.1 实验 9: 配置 VRF Lite	155
本章小结	160
第 7 章 BGP	161
7.1 BGP 概述	161
7.1.1 BGP 特征	161
7.1.2 BGP 术语	161
7.1.3 BGP 属性	162
7.1.4 BGP 消息类型及格式	163
7.1.5 BGP 路由决策	166
7.1.6 BGP 路由抑制	167
7.1.7 BGP 邻居状态	168
7.2 配置基本 BGP	169
7.2.1 实验 1: 配置 IBGP 和 EBGP	169
7.2.2 实验 2: 配置 BGP 验证、路由抑制和 EBGP 多跳	177

7.3	配置高级 BGP	180
7.3.1	实验 3: 配置 BGP 地址聚合	180
7.3.2	实验 4: 配置路由反射器 (RR)	185
7.3.3	实验 5: 配置 BGP 联邦	188
7.3.4	实验 6: 配置 BGP 团体	191
7.4	配置 BGP 属性控制选路	195
7.4.1	实验 7: 配置 BGP ORIGIN 属性控制选路	195
7.4.2	实验 8: 配置 BGP AS-PATH 属性控制选路	198
7.4.3	实验 9: 配置 BGP LOCAL_PREF 属性控制选路	199
7.4.4	实验 10: 配置 BGP Weight 属性控制选路	200
7.4.5	实验 11: 用 MED 属性控制选路	201
	本章小结	205
第 8 章	分支连接	206
8.1	分支连接概述	206
8.1.1	公共 WAN 基础设施远程连接	206
8.1.2	专用 WAN 基础设施远程连接	207
8.2	PPPoE 概述	208
8.2.1	PPPoE 简介	208
8.2.2	PPPoE 数据包类型	208
8.2.3	PPPoE 会话建立过程	208
8.3	隧道技术概述	210
8.3.1	GRE 简介	210
8.3.2	IPSec VPN 简介	212
8.3.3	AH 和 ESP	212
8.3.4	安全关联和 IKE	214
8.3.5	IPSec 操作步骤	215
8.4	配置 PPPoE	216
8.4.1	实验 1: 配置 ADSL	216
8.4.2	实验 2: 配置 PPPoE 服务器和客户端	219
8.5	配置隧道	221
8.5.1	实验 3: 配置 GRE 隧道	221
8.5.2	实验 4: 配置 Site To Site VPN	225
8.5.3	实验 5: 配置 Remote VPN	233
8.5.4	实验 6: 配置 GRE Over IPSec	239
8.5.5	实验 7: 配置 Redundancy VPN	244
8.5.6	实验 8: 配置 DMVPN	248
	本章小结	257
第 9 章	IPv6	258

9.1 IPv6 概述.....	258
9.1.1 IPv6 特点	258
9.1.2 IPv6 地址与基本包头格式	259
9.1.3 IPv6 扩展包头.....	260
9.1.4 IPv6 地址类型.....	262
9.1.5 IPv6 邻居发现协议 (NDP)	264
9.1.6 IPv6 过渡技术.....	264
9.2 配置 IPv6 地址.....	266
9.2.1 实验 1: 手工配置 IPv6 单播地址.....	266
9.2.2 实验 2: 通过有状态 DHCPv6 获得 IPv6 地址.....	272
9.3 配置 IPv6 路由.....	275
9.3.1 实验 3: 配置 IPv6 静态路由.....	275
9.3.2 实验 4: 配置 RIPng	278
9.3.3 实验 5: 配置 OSPFv3.....	283
9.3.4 实验 6: 配置 IPv6 EIGRP	291
9.3.5 实验 7: 配置 IPv6 集成 IS-IS	296
9.3.6 实验 8: 配置 MBGP.....	300
9.4 IPv6 路由重分布和策略路由	305
9.4.1 实验 9: 配置 OSPFv3、IS-IS 和 MBGP 路由重分布.....	305
9.4.2 实验 10: 配置 IPv6 策略路由	310
9.5 配置 IPv4 向 IPv6 过渡	312
9.5.1 实验 11: 配置手工隧道	312
9.5.2 实验 12: 配置 GRE 隧道	316
9.5.3 实验 13: 配置 6to4 隧道	318
9.5.4 实验 14: 配置 ISATAP 隧道	320
9.5.5 实验 15: 配置 IPv6 静态 NAT-PT.....	322
9.5.6 实验 16: 配置 IPv6 动态 NAT-PT.....	324
本章小结	326
参考文献	327

第1章 实验准备

要顺利完成本书各个章节的实验，必须具备相应的网络设备（路由器、交换机和服务器等）、软件（IOS 和相关工具软件）以及合理的网络连接，避免每次实验都要花费大量的时间来搭建网络拓扑。本章介绍本书使用的网络设备的选型、拓扑搭建以及相关软件的选择，力求完全满足 Cisco 的 CCNP 认证（路由技术）的所有实验需要。当然，本书中涉及的实验也可以通过 GNS3 模拟器完成，某种意义上讲，用模拟器搭建实验环境更加方便。

1.1 实验拓扑搭建

为了完成本书中的实验内容，需要构建不同的网络拓扑，为此，笔者设计了一个功能强大的网络拓扑，可以满足 CCNP 课程中和路由技术相关的实验需要。

1.1.1 网络设备之间的连接

笔者设计的实验拓扑（以太网连接部分）如图 1-1 所示（注意：图中不包含终端访问服务器和各设备的连接）。该网络拓扑中的路由器和交换机均通过终端访问服务器来进行访问控制。当然，如果实验室没有搭建终端服务器所需要的设备和模块，也可以通过计算机串行通信端口（COM 口）或者 USB 端口和网络设备的控制台（Console）端口连接，但是需要经常插拔连接网络设备的 Console 线缆，非常不方便。

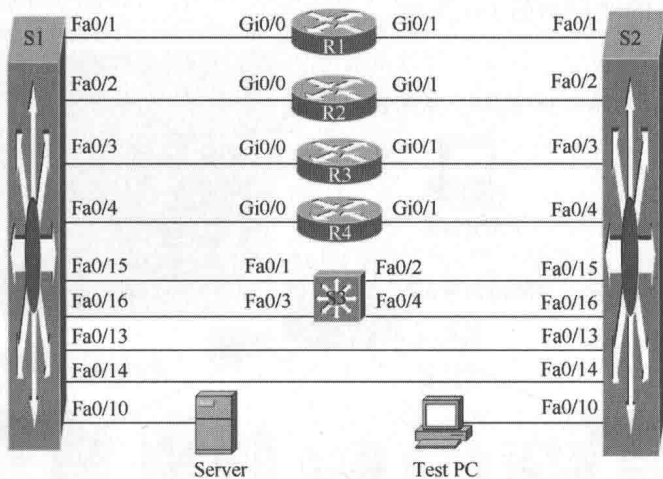


图 1-1 实验拓扑（以太网连接部分）

图 1-1 中包括 4 台（设备名称为 R1、R2、R3、R4）Cisco2911 路由器（安装 1~2 块 HWIC-2T 模块）和 3 台（设备名称为 S1、S2、S3）3560V2 交换机（24 个百兆位和 2 个千兆

位以太网接口)。读者也可以根据实验室中实验设备的具体情况选择合适的设备搭建网络拓扑。路由器也可以采用 Cisco ISR 的 4300、4400、1900、3900 系列路由器或者早期的 1800、2800 和 3800 系列路由器,不同的路由器支持的模块数量和模块类型可能不同。当然,操作系统软件也需要匹配。交换机也可以采用 2960、3650、3850 系列以及早期的 3750 系列的设备。路由器 R1~R4 的 Gi0/0 以太网接口与交换机 S1 的 Fa0/1~ Fa0/4 接口相连接;Gi0/1 以太网接口与交换机 S2 的 Fa/1~ Fa0/4 接口相连接。交换机 S1 和 S2 之间通过 Fa0/13 和 Fa0/14 接口进行连接;交换机 S3 的 Fa0/1 和 Fa0/3 接口连接到交换机 S1 的 Fa0/15 和 Fa0/16 接口上,交换机 S3 交换机的 Fa0/2 和 Fa0/4 接口连接到交换机 S2 的 Fa0/15 和 Fa0/16 接口上。交换机 S1 的 Fa0/10 接口连接 Server 网卡,交换机 S2 的 Fa0/10 接口连接 Test PC 网卡,读者可以根据实验的实际需要灵活地连接 Test PC 到交换机的相应以太网接口。

实验拓扑(串行连接部分)如图 1-2 所示。路由器 R1 的 Se0/0/0 和 Se0/0/1 串行口和路由器 R2 的 Se0/0/0 和 Se0/1/1 串行口连接,路由器 R2 的 Se0/0/1 串行口和路由器 R3 的 Se0/0/1 串行口连接,路由器 R2 的 Se0/1/0 串行口和路由器 R4 的 Se0/0/1 串行口连接,路由器 R3 的 Se0/0/0 串行口和路由器 R4 的 Se0/0/0 串行口连接。

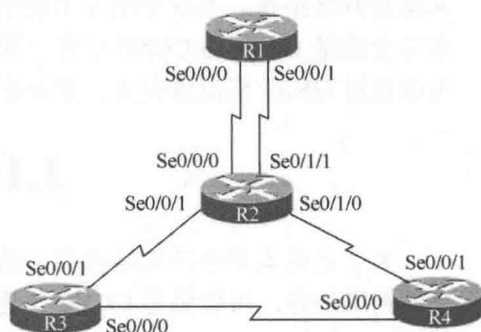


图 1-2 实验拓扑(串行连接部分)

1.1.2 终端访问服务器的连接

在实验过程中,综合和复杂的实验会用到多台路由器或者交换机,如果通过计算机串行通信端口(COM 端口)和网络设备的控制台(Console)端口连接,就需要多台计算机或者经常性插拔连接网路设备的 Console 线缆,非常不方便,而且如果带电插拔线缆,也可能把网络设备的 Console 端口烧掉,造成设备损坏。终端访问服务器可以解决这个问题,终端访问服务器和网络设备的连接如图 1-3 所示。

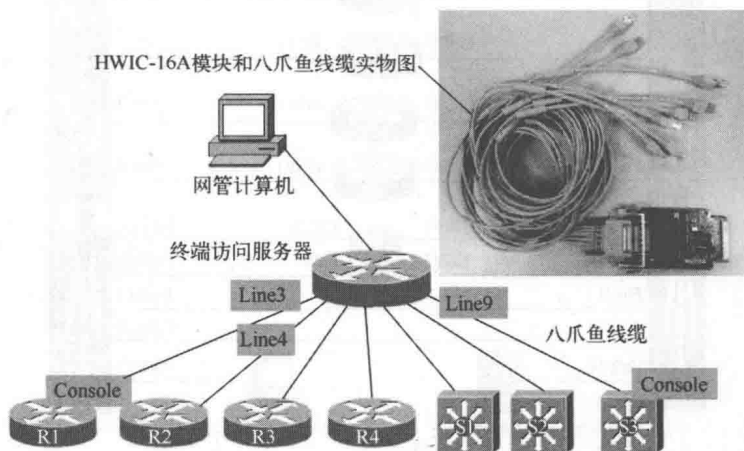


图 1-3 终端访问服务器和网络设备的连接

终端访问服务器通常由一台配置了 HWIC-8A 模块或者 HWIC-16A 模块的路由器来充当,从它引出多条连接线到各个被控设备的 Console 端口。使用时,用户首先通过计算机 COM 端

口或者 Telnet 连接到终端访问服务器，然后再从终端访问服务器访问各个网络设备，这样就能在一台计算机上同时控制对多台网络设备的访问，而不用频繁插拔 Console 线缆。

1.1.3 终端访问服务器的配置

在本书设计的实验拓扑中，终端访问服务器和网络设备的物理连接如图 1-4 所示。

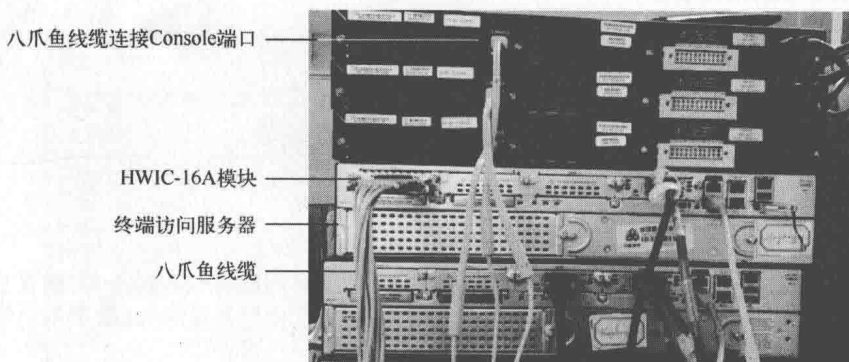


图 1-4 终端访问服务器和网络设备的物理连接

为了方便用户使用终端访问服务器，可以制作一个简单的菜单供用户使用，这样用户可以清楚地知道如何登录到相应的网络设备。本节给出终端访问服务器的配置以及使用 SecureCRT 软件同时访问多台网络设备的方法。

(1) 完成终端访问服务器的基本配置

```
Router(config)#hostname TS
TS(config)#enable secret Cisco123@ccnp
TS(config)#line vty 0 15
TS(config-line)#no login //登录时不进行密码检查
TS(config-line)#logging synchronous //日志同步
TS(config-line)#exec-timeout 0 0 //超时时间为 0
TS(config-line)#exit
TS(config)#interface gigabitEthernet 0/0
TS(config-if)#ip address 10.3.24.15 255.255.255.0
TS(config-if)#no shutdown
TS(config-if)#exit
TS(config)#no ip routing //关闭终端访问服务器路由功能，相当于一台计算机
TS(config)#ip default-gateway 10.3.24.254 //配置网关，允许从外网访问该设备
```

(2) 配置线路和制作简易使用菜单

```
TS#show line
```

	Tty	Line	Typ	Tx/Rx	A	Modem	Roty	AccO	AccI	Uses	Noise	Overruns	Int
*	0	0	CTY		-	-	-	-	-	0	0	0/0	-
	1	1	AUX	9600/9600	-	-	-	-	-	0	0	0/0	-
	2	2	TTY	9600/9600	-	-	-	-	-	0	0	0/0	-
	0/0/0	3	TTY	9600/9600	-	-	-	-	-	0	0	0/0	-
	0/0/1	4	TTY	9600/9600	-	-	-	-	-	0	0	0/0	-
	0/0/2	5	TTY	9600/9600	-	-	-	-	-	0	0	0/0	-

(此处省略部分输出)

以上输出给出了终端访问服务器上异步模块的各异步口所在的线路编号, 含有 Tty 列的输出显示异步模块接口和所对应的线路编号, 该终端访问服务器模块有 16 个接口, 线路编号为 3~18, 本书实验中只使用了线路 3~9。

```

TS#configure terminal
TS(config)#line 3 9
TS(config-line)#transport input telnet
//默认情况下线路允许所有输入, 本配置只允许 Telnet 输入
TS(config-line)#no exec           //不允许 line 接受 exec 会话
TS(config-line)#exec-timeout 0 0
TS(config-line)#logging synchronous
TS(config-line)#exit
TS(config)#interface loopback0
TS(config-if)#ip address 1.1.1.1 255.255.255.255 //创建环回接口 Loopback0 并配置 IP 地址
TS(config)#ip host R1 2003 1.1.1.1           //定义主机名及反向 Telnet 的端口号
TS(config)#ip host R2 2004 1.1.1.1
TS(config)#ip host R3 2005 1.1.1.1
TS(config)#ip host R4 2006 1.1.1.1
TS(config)#ip host S1 2007 1.1.1.1
TS(config)#ip host S2 2008 1.1.1.1
TS(config)#ip host S3 2009 1.1.1.1
TS(config)#alias exec cr1 clear line 3           //定义命令别名
TS(config)#alias exec cr2 clear line 4
TS(config)#alias exec cr3 clear line 5
TS(config)#alias exec cr4 clear line 6
TS(config)#alias exec cs1 clear line 7
TS(config)#alias exec cs2 clear line 8
TS(config)#alias exec cs3 clear line 9
TS(config)#privilege exec level 0 clear line      //配置命令授权
TS(config)#privilege exec level 0 clear
//通过以上两行命令授权, 使得用户在用户模式下可以执行 clear line 命令
TS(config)#banner motd #
Enter TEXT message. End with the character '#'.
*****
R1——R1      cr1——clear line 3
R2——R2      cr2——clear line 4
R3——R3      cr3——clear line 5
R4——R4      cr4——clear line 6
S1——S1      cs1——clear line 7
S2——S2      cs2——clear line 8
S3——S3      cs3——clear line 9
*****
#

```

以上是制作一个简易的操作菜单, 提醒用户: 要控制路由器 R1, 可以使用 **R1** 命令 (大小写不敏感); 要清除路由器 R1 所在的线路, 可以使用 **cr1** 命令。

```

TS#copy running-config startup-config //保存配置文件

```


(3) 使用 SecureCRT 软件建立多个会话，可以同时访问多台网络设备

开启 SecureCRT 软件，为本书实验中用到的 7 台设备分别创建一个会话，这样后续的实验就不用每次都建立新的会话进行连接了。在 SecureCRT 窗口中分别双击每台设备，这样就可以在同一个 SecureCRT 窗口打开不同设备的访问窗口。使用 SecureCRT 软件访问多个网络设备如图 1-5 所示。

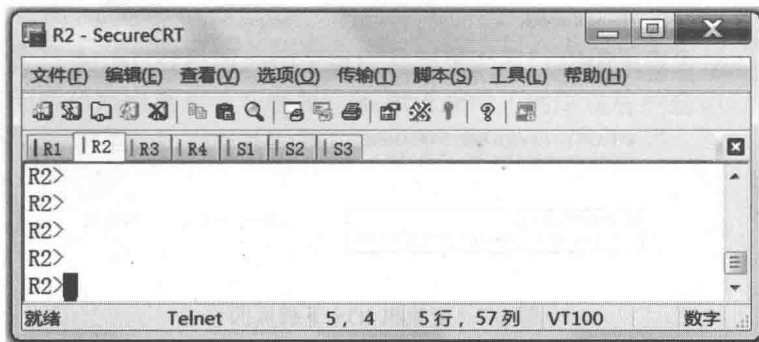


图 1-5 使用 SecureCRT 软件访问多个网络设备

1.2 准备实验软件

完成网络拓扑搭建后，接下来准备本书实验所需要的相关软件，主要包括 Cisco 路由器和交换机操作系统软件（Internetwork Operating System, IOS）和相关工具软件。

1.2.1 准备操作系统软件

不同系列和不同型号的路由器和交换机需要的 IOS 是不同的，请读者选择适合自己实验设备的 IOS。如果需要较新的 IOS，可以从 Cisco 官网（www.cisco.com）下载，并且对设备进行 IOS 升级。下载时请确认自己的网络设备是否满足 IOS 运行所需要的内存和 Flash 空间。

在本书实验环境中，路由器的型号选择 Cisco 的 ISR 2911 路由器，相应的 IOS 选择 c2900-universalk9-mz.SPA.157-3.M.bin。Cisco 官网路由器 IOS 下载页面如图 1-6 所示。



图 1-6 路由器 IOS 下载页面

在本书实验环境中，交换机的型号选择 Cisco 的 WS-C3560V2-24PS-S 三层交换机，相应的 IOS 选择 c3560-ip servicesk9-mz.150-2.SE11.bin。Cisco 官网交换机 IOS 下载页面如图 1-7 所示。



图 1-7 交换机 IOS 下载页面

1.2.2 工具软件

为了确保实验顺利进行并完成相应的功能，本书中使用了如下工具软件。读者也可以在学习相应内容时再下载、准备和安装相应软件。

（1）Wireshark

Wireshark 是网络数据包协议分析工具，它可以捕获网络数据，并显示数据包的尽可能详细的信息，对于读者深入理解网络技术非常有帮助。下载地址：www.wireshark.org。

（2）SecureCRT

SecureCRT 是最常用的终端仿真程序，支持通过串行通信、Telnet 或者 SSH 配置和管理路由器和交换机。下载地址：www.vandyke.com。

（3）TFTPD

请读者根据自己的操作系统是 32 位或 64 位系统选择 TFTPD32 或者 TFTPD64，两者的功能完全一样。TFTPD 是一款集成多种服务的袖珍网络服务器包，包括 SYSLOG 服务器、SNTP 服务器、DHCP 服务器、DNS 服务器、日志查看器以及 TFTP 服务器端和客户端。选择相应的服务器完成相应的实验内容，比如当完成 IOS 的升级或者恢复及配置文件备份时，需要选择 TFTP 服务器，当模拟 DHCP 服务时选择 DHCP 服务器。下载地址：tftpd32.jounin.net。

（4）Cisco Console 转 USB 驱动程序

新款的 Cisco 路由器都配置了 Mini-B USB Console 端口，以方便对设备进行网络管理，使用前需要安装此驱动程序。下载地址：www.cisco.com，或者通过搜索引擎选择下载地址。

(5) USB 转串口驱动程序

如果计算机没有 COM 端口，需要使用 USB 转串口数据线连接计算机和网络设备的控制台端口，此时需要下载相应的 USB 转串口驱动程序。

本章小结

本章介绍了贯穿本书的网络拓扑的搭建以及如何配置终端访问服务器，方便我们在一台计算机上同时访问多台路由器或者交换机。本章还介绍了网络设备的选型以及 IOS 下载和工具软件的准备，为后续各个章节实验的顺利完成做好准备。

第2章 IP路由原理

网络互联的核心任务是解决路由问题，路由器的作用就是将各个网络彼此连接起来，负责不同网络之间的数据包传送。而路由器工作的核心就是路由表，路由器使用路由表来确定转发数据包的最佳路径。路由器构建路由表的来源包括直连路由、静态路由和动态路由。在许多情况下，路由器结合使用动态路由和静态路由来构建路由表。

2.1 IP路由概述

2.1.1 静态路由特征

1. 静态路由优点

- ① 占用的 CPU 和内存资源较少。
- ② 可控性强，便于管理员了解整个网络路由信息。
- ③ 不需要动态更新路由，可以减少对网络带宽的占用。
- ④ 简单和易于配置。

2. 静态路由缺点

- ① 配置和维护耗费管理员大量时间。
- ② 配置时容易出错，尤其对于大型网络。
- ③ 当网络拓扑发生变化时，需要管理员维护变化的路由信息。
- ④ 随着网络规模的增长和配置的扩展，维护越来越麻烦。
- ⑤ 需要管理员对整个网络的情况完全了解后才能进行恰当的操作和配置。

3. 静态路由使用场合

- ① 网络中仅包含几台路由器。在这种情况下，使用动态路由协议可能会增加额外的管理负担。
- ② 网络仅通过单个 ISP 接入 Internet。因为该 ISP 就是唯一的 Internet 出口点，所以不需要在此链路间运行动态路由协议。
- ③ 路由器没有足够的 CPU 和内存来运行动态路由协议。
- ④ 通过浮动静态路由为动态路由提供备份。
- ⑤ 链路的带宽较小。因为动态路由更新和维护会带来额外的链路负担。

2.1.2 动态路由协议特征

动态路由是路由器之间通过路由协议（如 RIP、EIGRP、OSPF、IS-IS 和 BGP 等）动态