## 第3章

# 路由器的配置和应用

与交换机不同,路由器主要工作在开放系统互联(Open Systems Interconnection,OSI) 参考模型的网络层,它以分组(Packet)作为数据交换的基本单位,属于通信子网的最高层设 备。路由器是局域网接入广域网以及局域网之间互联时所需要的设备,掌握路由器的选择、 配置和管理方法是计算机网络相关专业学生应具备的一项重要技能。与交换机一样,目前 路由器的品牌较多,而且不同品牌的配置命令一般都不相同。考虑到实际应用的现状,本章 仍然以 Cisco 设备为主进行介绍。如果使用的是其他品牌的设备,可在掌握本章内容并参 考具体设备操作说明的基础上完成相应的配置。

### 3.1 实验1 路由器的基本操作和配置

由于设备在网络中所处位置和所具备的主要功能都不同,它们之间使用的主要连接介质一般也不同。交换机主要负责用户设备的接入和多设备的汇集,主要使用双绞线和光纤作为连接介质。而路由器主要位于一个网络的边缘,负责网络的远程互联和局域网接入广域网,所以路由器上所使用的连接模块远比交换机丰富。

#### 3.1.1 实验概述

路由器是构建网络的关键设备,它可以在源网络和目标网络之间提供一条高效的数据 传输路径,将数据从一个网络发送到另一个网络。

#### 1. 实验目的

在掌握交换机相关配置的基础上,掌握路由器的基本配置方法,包括名称、远程管理 IP 地址、登录和配置密码等。



#### 2. 实验原理

46

路由器工作在 OSI 参考模型的网络层,以数据分组作为信息的交换单元。路由器的寻 址依据是位于路由器中的路由表,属于逻辑寻址方式。由于目前计算机网络多使用 TCP/IP,因此本实验主要介绍 IP 路由的相关设置。另外,由于路由器多工作在网络的边 缘,为了适应不同的网络连接,需要提供相应的连接端口。虽然使用的连接方式(主要反映 在端口上)不同,相关的配置也不尽相同,但基本的配置思路是一样的。

本实验需要完成对路由器的第1次配置,在设备连接上,使用直连双绞线将 PC 与路由器相连;另外,使用 Console 配置电缆连接路由器的 Console 端口和 PC 的 COM 端口 (COM1或 COM3),如图 3-1 所示。



#### 3. 实验内容和要求

(1) 掌握路由器的基本工作原理和方法。

- (2) 掌握 PC 与路由器之间的连接方式。
- (3) 掌握路由器的基本配置方法。
- (4) 掌握 PC 与路由器之间连通性的测试方法。

(5) 熟悉路由器命令行的帮助功能。

#### 3.1.2 实验规划

#### 1. 实验设备

在 Packet Tracer 软件的设备类型库中选择以下设备。

(1) 路由器(1台): 在设备类型库中选择 Network Devices→Routers→2811, 如图 3-2 所示。

(2) PC(至少1台): 在设备类型库中选择 End Devices→End Devices→PC。

(3) Console 配置电缆(1根): 在设备类型库中选择 Connections→Connections→Console。

(4) 直连双绞线(1 根): 在设备类型库中选择 Connections→Connections→Copper Straight-Through。

#### 2. 实验拓扑

在 Packet Tracer 软件的逻辑工作空间中使用直连双绞线将 PC 的 FastEthernet 0 端口 与路由器的 f 0/1 端口(即 FastEthernet 0/1,第 1 个快速以太网端口)相连。然后,使用 Console 配置电缆连接路由器的 Console 端口和 PC 的 RS232 串行端口。连接完成后,如 图 3-3 所示,可以看到 PC 与路由器之间的直连线缆是不通的。



图 3-2 选择路由器 2811



图 3-3 路由器配置的拓扑

#### 3.1.3 实验步骤

(1) 配置 PC 终端,登录路由器。主要是配置 PC 终端的串口参数,与一般交换机、路由器初始配置时的方法一样,如图 3-4 所示。

单击 OK 按钮就可以进入配置窗口,输入 no 进入命令行方式,再按 Enter 键进入路由器的用户模式,如图 3-5 虚线框中所示。

(2) 进入路由器的多个模式。路由器与交换机类似,也有多个模式,如下列命令所示。

- 计算机网络技术实训(微课视频版)-

Physical	Config	Desktop	Programming	Attributes	 
ercinal Cont	gunation	S.			х
Port Configu	ration				
Bits Per Se	cond:			9600	-
Data Bits:				8	•
Parity:				None	•
Stop Bits:				1	•
Flow Contr	ot			None	-
					ОК

图 3-4 PC 终端的串口参数配置

Physical Config Desktop Programming Attributes         Processor         export@cisco.com.         cisco 2811 (HPC860) processor (revision 0x200) with 60416K/5120K         bytes of memory         Processor board ID JAD05150HTZ (4252891455)         M860 processor: part number 0, mask 45         2 FastEtherner/IEEE 802.3 interface(s)         235K bytes of non-volatile configuration memory.         62720K bytes of ATA CompactFlash (Read/Write)         Cisco IOS Software, 2800 Software (C2800NM-ADVIPSERVICESKS-M),         Version 12.4(1571, REIEASE SOFTWARE (fc2)         Technical Support: http://www.isco.com/techsupport         Copyright (c) 1986-2007 by Cisco Systems, Inc.         Compiled Wed 18-Jul-07 06:21 by pt_rel_team         System Configuration Dialog         Would you like to enter the initial configuration dialog? [yes/no]: no         Press RETURN to get started!	100							U	
exportScisco.com. cisco 2811 (MSC860) processor (revision 0x200) with 60416K/5120K bytes of memory Processor board ID JAD05150MTZ (4252891455) M860 processor: part number 0, mask 45 2 FastEhrene/IEEE 802.3 interface(s) 239K bytes of non-volatile configuration memory. 62730K bytes of NTA CompactFlash (Read/Write) Cisco IOS Software. 2000 Software (C2800MA-ADVIPSERVICESKS-M), Version 12.4(15)T1, RIEASE SOFTWARE (fc2) Technical Support: http://www.cisco.com/techsupport Copyright (c) 1986-2007 by Cisco Systems, Inc. Compiled Wed 18-Jul-07 06:21 by pt_rel_team System Configuration Dialog Would you like to enter the initial configuration dialog? [yes/no]: no Press RETURN to get started!	Physical	Config	Desktop	Programming	Attributes				
exportScisco.com. cisco 2011 (MEC060) processor (revision 0x200) with 60416K/5120K bytes of memory Brocessor board ID JAD05150MTZ (4292891455) M060 processor: part number 0, mask 45 2 FastEtherne/IEEE 802.3 interface(s) 239K bytes of ATA CompactFlash (Read/White) Cisco IOS Software, 2000 Software (C2000NM-ADVIPSERVICESK9-M), Version 12.4(15)T1, RIELBASE SOFTWARE (fc2) Technical Support: http://www.cisco.com/techsupport Copyright (c) 1986-2007 by Cisco Systems, Inc. Compiled Wed 10-Jul-07 06:21 by pt_rel_team System Configuration Dialog Would you like to enter the initial configuration dialog? [yes/no]: no Press RETURN to get started!	lerminal.								х
Would you like to enter the initial configuration dialog? [yes/no]: no Press RETURN to get started!	exporté cisco 2 bytes c Process 239K by 62720K Císco 1 Versior Technic Copyric Compile	<pre>@cisco.cc 2011 (MP) of memory sor board rocessor Ethernet, ytes of 10S Soft n 12.4(1) cal Supp ght (c) : ed Wed 10  S;</pre>	om. C860) prod y d ID JAD03 : part num /IEEE 802 non-volat: & ATA Cos ware, 2806 5)T1, REL 5071; REL 1986-2007 8-Jul-07 ( ystem Const	cessor (revi 5150MTZ (429; mber 0, mask 3 interface the configur. mpactFlash () 0 Software () LeSSI SOFTWAR (//www.cisco by Cisco Sy 06:21 by pt_ figuration D	sion 0x200) 2891495) 45 (s) stion memor Read/Write) 22000RM-ADV (fc2) .com/techsu stems, Inc. cel_team ialog	with 6041 y. IPSERVICES pport	.6K/512 SK9-M),	OK	^
Pres <u>s RETURN to</u> get started!	Would y	you like	to enter	the initial	configurat	ion dialog	? (yes	/no]:	ł
	Press 3	RETURN to	g <u>et st</u> an	r <u>ted!</u>			-	_	1
Router>	Router	×							

图 3-5 进入路由器的配置

(用户模式下输入 enable,进入特权模式)
(已进入特权模式)
(特权模式下输入 configure terminal,进入全局配置模式)
(已进入全局配置模式)
thernet 0/1(全局配置模式下进入 f 0/1 端口配置模式)
(显示已进入端口配置模式)

以上配置命令和过程与交换机相同。

(3) 配置路由器的名称。

Router(config) # hostname Router - A	(使用 hostname 命令将路由器的名称更改为 Router – A)
Router - A(config) #	(显示路由器的名称已更改为 Router - A)

以上配置命令和过程与交换机相同。

48

(4) 配置路由器的管理地址。

需要说明的是,由于交换机属于 OSI 的数据链路层设备,所以无法直接在物理端口上 配置 IP 地址(只能配置在 VLAN 上)。而路由器属于网络层的设备,可以直接在物理端口 上配置 IP 地址,此 IP 地址即成为管理地址。此外,与交换机的配置相同,在配置了路由器 的端口后也需要使用 no shutdown 命令将其开启。此时,可以看到 PC 与路由器之间的直 连线缆已经畅通,如图 3-6 所示。



图 3-6 路由器与 PC 之间的直连线缆已经畅通

(5) 配置路由器的密码。

步骤 1: 配置开机密码(Console Password)。

```
Router - A (config) # line console 0
Router - A (config - line) # password cisco (设置开机密码为 cisco)
Router - A (config - line) # login
```

步骤 2: 配置远程登录(Telnet)密码。

```
Router - A (config) # line vty 0 4
Router - A (config - line) # password cisco
Router - A (config - line) # login
```

步骤 3: 配置特权模式(Enable Password)密码。

Router - A (config) # enable password cisco (设置明文密码为 cisco)

或			
	Router - A (config) # enable secret cisco	(设置加密密码	马为 cisco)
	锐捷(RG)路由器的配置如下。 配置远程登录(Telnet)密码。		
	Router - A (config) # enable secret level 1 0	RG	(加密)
或			
	Router - A (config) # enable password level 1	0 RG	(明文)
	配置特权模式(Enable Password)密码。		
	Router - A (config) # enable secret level 15	0 RG	(加密)
或			
	Router - A (config) # enable password level 1	.5 0 RG	(明文)

以上配置与交换机相同。

(6)保存配置。在路由器上的配置参数需要保存在存储器中,否则如果因为断电等原因重新启动系统,未保存的参数将会全部丢失。

Router - A # write memory

或

Router – A  $\ddagger$  Copy running – config startup – config

以上配置与交换机相同。

#### 3.1.4 结果验证

在对路由器进行配置后,可以通过以下方法进行验证。

(1) 设置 PC 的 IP 地址。由于 PC 与路由器的 f 0/1 端口直接相连,而 f 0/1 的 IP 地址 被配置为 192.168.1.1,所以 PC 的 IP 地址应该设置为 192.168.1.2~192.168.1.254,子 网掩码为 255.255.255.0。

(2) 验证 Telnet 登录密码。首先在 PC 上进入命令提示符窗口,并输入 telnet

50

192.168.1.1 命令,这时将会出现如图 3-7 所示的登录界面,在"Password:"(图 3-7 中的第 1 个 Password:)后面输入已设置的远程登录密码,按 Enter 键后将出现 Router-A >提示符, 说明已经进入用户模式。



图 3-7 利用 telnet 命令远程登录到路由器

(3)验证特权模式密码。在用户模式(Router-A>)下,输入 enable 命令,在"Password:" (图 3-7 中的第 2 个 Password:)后面输入已设置的进入特权模式的密码,按 Enter 键后将出现 Router-A # 提示符,说明已经进入了特权模式。

另外,还可以使用 show run 命令查看当前路由器的配置情况,如图 3-8 所示。

Physical Config Desktop Programming Attributes		
Command Prompt		×
Packet Tracer DC Command Line 1 0		ľ
C:\>telnet 192.168.1.1		1
Trying 192,168,1.1 Open		1
		1
		1
User Access Verification		1
Password:		1
Router-A>en		1
Password:		1
Router-A#show run		1
Building configuration		1
Connect and firmulation of (2) but as		1
, current configuration : 651 bytes		1
version 12 4		1
no service timestamps log datetime msec		1
no service timestamps debug datetime msec		1
no service password-encryption		
1		
hostname Router-A		
1		
· /		
1		
enable password cisco	 	

图 3-8 使用 show run 命令查看路由器的配置

也可以使用 show ip interface f 0/1 命令查看路由器的管理 IP 地址,如图 3-9 所示。

以上配置与交换机相同。需要说明的是,在路由器的配置中,与交换机一样,可以使用 系统提供的帮助功能(输入"?")获得相应模式下所支持的命令列表;另外,也可以使用命令 简化功能;同样,也可以使用 Tab 键输入某一命令的剩余字母。

通过以上配置,说明交换机和路由器的许多基本配置命令是相同的,只是在管理地址的 配置上有所不同,这是由于交换机工作在 OSI 参考模型的数据链路层,而路由器工作在网 络层。 - 计算机网络技术实训(微课视频版)

52

Character of	Contin	Decision	December 1	Ancheses				
Hiysical	Config	Desktop	Hogramming	Attributes				
Command P	tompt							x
duplex	auto							-
						-		
Router-	Alshow	ip interf	ace f0/1			1		
FastEth	ernet0/	l is up,	line protoco	l is up (com	nnected)	1		
Inter	net add	ress is 1	92.168.1.1/2	4		1		
Broad	cast ad	dress is	255.255.255.	255		1		
Addre	ss dete	rmined by	setup comma	nd		i i		
MTU 1	s 1500	bytes				i		
neipe	r addre	ss is not	sec	dischief and				
Outrec	ing acc	adcast Io	rwarding is	disabled		4		
Tabou	nd acc	ace list	is not set			1		
Proxy	ARP is	enabled	ta not set			1		
Secur	ity lev	el is def	ault			1		
Split	horizo	n is enab	led			1		
ICMP	redirec	ts are al	ways sent			1		
ICMP	unreach	ables are	always sent			1		
ICMP :	mask re	plies are	never sent			1		11
IP fa	st swit	ching is	disabled			1		
IP fa	st swit	ching on	the same int	erface is d	isabled	1		
IP Fl	ow swit	ching is	disabled			1		
IP Fa:	st swit	ching tur	bo vector			1		
IP mu.	lticast	fast swi	tching is di	sabled	10022102	1		
IP mu	lticast	distribu	ted fast swi	tching is d	isabled	1		
Route	r Disco	very is d	isabled			1		
More								

图 3-9 使用 show ip interface f 0/1 命令显示路由器的管理 IP 地址



路由器通过路由表完成逻辑寻址,实现数据转发。路由表中存储着与每个网络互联的 相关信息。在静态路由配置中,相关的路由信息通过手工输入,系统无法自动根据网络的变 化进行调整。静态路由主要用于结构比较简单且相对稳定的网络中。

#### 3.2.1 实验概述

由于静态路由选择效率高、占用系统资源较少,且配置简单、维护方便,所以应用较为广 泛。目前,多数局域网之间的远距离连接,以及局域网接入 Internet,都使用静态路由。对 于结构复杂的大型网络,网络管理人员难以全面了解整个网络的拓扑结构,而且网络拓扑结 构和链路状态可能会经常发生变化,因此大型环境一般不适宜采用静态路由。

1. 实验目的

在掌握路由器基本配置方法的基础上,继续学习路由配置的相关概念和静态路由的实现方法,并了解静态路由在实际网络互联中的重要性。

#### 2. 实验原理

在目前广泛使用的 TCP/IP 网络中,基于 IP 分组的路由选择是网络互联的基础。根据路由选择策略的不同,可以分为动态路由选择和静态路由选择两类。所谓静态路由选择,是指路由器中的路由表是静态的,路由器之间不需要进行路由信息的交换。

1) 路由表产生的 3 种方式

路由器是根据路由表进行路由选择和数据转发的。路由表的产生一般分为3种方式。

(1) 直连路由。当给路由器的端口配置一个 IP 地址后,路由器将自动产生本端口 IP 地址所在网段的路由信息。

(2) 静态路由。在拓扑结构相对简单且固定的网络中,网络管理人员通过手工方式配置本路由器未知网段的路由信息,从而实现不同网段之间的互联。

(3)由动态路由协议产生的路由。在规模较大且网络拓扑结构相对复杂的网络中,通过路由器上运行的动态路由协议产生路由信息,如路由信息协议(Routing Information Protocol, RIP)和开放最短路径优先(Open Shortest Path First, OSPF)协议。动态路由信息通过路由器之间的相互学习而得。

2) 静态路由的配置命令

静态路由的配置命令为

ip route [网络号] [子网掩码] [转发路由器的 IP 地址/本地端口]

(1) [网络号]和[子网掩码]为目标网络的 IP 地址和子网掩码,使用点分十进制表示。

(2) [转发路由器的 IP 地址/本地端口]指定该条路由的下一跳 IP 地址(用点分十进制 表示)或发送端口的名称。在具体配置时,使用转发路由器的 IP 地址还是本地端口,需要根 据实际情况来定。对于支持网络地址(即 IP 地址)到数据链路层地址(即 MAC 地址)解析 的端口,或点到点的直连端口,一般使用本地端口即可。目前大多数路由器同时支持以上两 种方式。

删除静态路由时,可使用以下命令。

no ip route [网络号] [子网掩码]

3) 静态路由的配置步骤

在配置静态路由时,一般可通过以下几个步骤进行。

(1) 为每条链路分配 IP 地址。

(2) 为每个路由器标识非直连的链路地址。

(3)为每个路由器写出非直连网络的路由语句。需要注意的是,在路由器中写出直连 网络(或链路)的地址是没有意义的。

4) 举例说明

如图 3-10 所示,两台路由器 Router-A 和 Router-B 之间使用串行电缆进行互联,连接 端口都为 Serial 0,地址分别为 192.168.0.1 和 192.168.0.2,子网掩码为 255.255.255.0。 路由器 Router-A 的另一个端口 Ethernet0(图中简写为 E0)直接与计算机(也可以与交换 机)相连,IP 地址为 172.16.1.1,Router-A 连接的网络为 172.16.1.0/24,PC1 的 IP 地址设



图 3-10 路由器之间的连接和配置方式

·计算机网络技术实训(微课视频版)-

54

置为 172.16.1.254;路由器 Router-B 的 Ethernet0 端口的 IP 地址为 10.10.1.1,连接的网 络为 10.10.1.0/24, PC2 的 IP 地址为 10.10.1.254。

需要说明的是,图 3-10 中路由器之间是通过串口直接连接的。因此,其中一端的串口 要被视作数据通信设备(Data Communication Equipment, DCE)端,在实际设备的配置中, 需要使用 clock rate 命令为其配置时钟频率。

#### 3. 实验内容和要求

(1) 掌握路由选择的基本方法。

(2) 掌握静态路由的配置方法。

(3) 掌握路由表的查看方法。

(4) 掌握路由器之间连通性的测试方法。

#### 3.2.2 实验规划

#### 1. 实验设备

在 Packet Tracer 软件的设备类型库中选择以下设备。

(1)路由器(3台):在设备类型库中选择 Network Devices→Routers→2901。由于初始的 2901路由器没有串口模块,现在为其添加一个。单击 2901 图标,在弹出的对话框的 Physical 标签页中,关闭设备,选择 HWIC-2T 串行高速 WAN 接口卡,它提供了两个串口,将 HWIC-2T 拖动到空的槽位中,再开启设备,如图 3-11 所示。



图 3-11 为路由器添加串口模块

(2) 交换机(3台): 在设备类型库中选择 Network Devices→Switches→2960。

(3) PC(6台): 在设备类型库中选择 End Devices→End Devices→PC。

(4) 直连双绞线(4 根): 在设备类型库中选择 Connections→Connections→Copper Straight-Through。

(5) 交叉双绞线(3 根): 在设备类型库中选择 Connections→Connections→Copper

 $Cross\text{-}Over_{\,\circ}$ 

(6) 串口 DCE 线缆(2 根): 在设备类型库中选择 Connections→Connections→ Serial DCE。

#### 2. 实验拓扑

在 Packet Tracer 软件的逻辑工作空间中放置 3 台 2901 路由器、3 台 2960 交换机、4 台 PC,并将 PC 连接到交换机端口上,各台交换机的 g 0/1 端口连接到对应路由器的 g 0/0 端口,路由器之间通过串行口连接,如图 3-12 所示。



需要注意的是,由于实验环境中的 Router-A 是背对背连接,因此需要把两个背对背连接的串口(即 Router-A 的 Se 0/3/0 和 Se 0/3/1 端口,注意上面有两个"小时钟")其中一个设置为 DCE,这样,在使用 DCE 线缆进行连接时,需要将起始端连接在 Router-A 的串口上,终止端连接在 Router-B 和 Router-C 的串口上。可以在图 3-12 中看到,在没有配置路由器时,路由器之间、路由器与交换机之间的链路都是不通的,这体现了三层设备和二层设备之间的区别。对于二层设备,链路在连接后就能互通;而三层设备则需要在 IP 层上进行配置。

#### 3.2.3 实验步骤

(1) 在 Router-A 上配置端口的 IP 地址和串口的时钟频率。需要注意的是,由于 Router-A 是作为 DCE 背对背连接的,只需要在 Router-A 的 Se 0/3/0 和 Se 0/3/1 端口的 其中一个端口上设置时钟频率即可。Router-A 的配置如下。

```
Router # configure terminal
                                      (进入全局配置模式)
                                      (已进入全局配置模式)
Router(config) #
                                      (使用 hostname 命令将路由器名称更改为 Router - A)
Router(config) # hostname Router - A
Router – A(config)  # interface g 0/0
                                     (进入路由器g0/0的端口配置模式)
Router - A(config - if) # ip address 192.168.3.1 255.255.255.0 (将路由器面向下联交换机的 g
0/0 端口的地址配置为 192.168.3.1, 子网掩码为 255.255.255.0)
Router - A(config - if) # no shutdown
                                     (开启路由器的 q 0/0 端口)
Router - A(config - if) # exit
                                     (返回全局配置模式)
Router - A(config) \neq interface se 0/3/0
                                     (进入串口 Se 0/3/0 端口配置模式)
Router - A(config - if) # ip address 192, 168, 1, 2 255, 255, 255, 0 (将路由器 Se 0/3/0 端口的地址
配置为 192.168.1.2, 子网掩码为 255.255.255.0)
Router - A(config - if) # clock rate 64000 (配置 Router - A的时钟频率 DCE)
Router - A(config - if) # no shutdown
                                     (开启路由器 Se 0/3/0 端口)
Router - A(config - if) # interface Se 0/3/1 (进入串口 Se 0/3/1 端口配置模式)
Router - A(config - if) # ip address 192.168.2.1 255.255.255.0 (将路由器 Se 0/3/1 端口的地
址配置为 192.168.2.1, 子网掩码为 255.255.255.0)
Router - A(config - if) # no shutdown
                                     (开启路由器 Se 0/3/1 端口)
```

与二层交换机的配置不同,由于路由器工作在 OSI 参考模型的网络层,所以可以直接 在物理端口上配置 IP 地址;另外,在配置了路由器的端口后也需要使用 no shutdown 命令 将其开启;还有,如果两台路由器通过串口直接连接,则必须在其中一端设置时钟频率,在 这里由于 Router-A 的两个串口是背对背的,所以只需要在其中一个设置时钟频率即可。

(2) 路由器 Router-A 上静态路由的配置。

Router - A(config) # ip route 172.16.1.0 255.255.0 192.168.1.1 (利用转发路由器的 IP 地 址方式进行数据转发,意义是将凡是发往 172.16.1.0/24 网络的分组全部转发到 192.168.1.1 端口) Router - A(config) # ip route 10.10.1.0 255.255.255.0 Se 0/3/1 (Se 0/3/1 是 Router - A 的串口, 利用本地端口进行数据转发,意义是将凡是发往 10.10.1.0/24 网络的分组全部从端口 Se 0/3/1 转 发出去) Router - A(config) # end (返回特权模式) Router - A # write memory (保存当前的配置)

需要注意的是,对于 Router-A,192.168.1.0/24、192.168.2.0/24 和 192.168.3.0/24 网络是直连链路,所以不需要写出直连路由。

(3) 在路由器 Router-B 上配置端口的 IP 地址和路由。

Router #configure terminal	(进入全局配置模式)
Router(config) #	(已进入全局配置模式)
Router(config) # hostname Router - B	(使用 hostname 命令将路由器名称更改为 Router - B)
Router - B(config) # interface g 0/0	(进入路由器 g 0/0 端口的配置模式)
Router - B(config - if) # ip address 172.16.	1.1 255.255.255.0 (将路由器面向下联交换机的
g 0/0 端口的地址配置为 172.16.1.1,子网掩裙	冯为 255.255.255.0)
Router - B(config - if) # no shutdown	(开启路由器的g0/0端口)
Router - B(config - if) # exit	(返回全局配置模式)
Router - B(config) $\#$ interface Se 0/3/0	(进入串口 Se 0/3/0 的端口配置模式)
Router - B(config - if) # ip address 192.168	.1.1 255.255.255.0 (将路由器 Se 0/3/0 端口的地
址配置为 192.168.1.1,子网掩码为 255.255.	255.0)

Router - B(config - if) # no shutdown	(开启路由器的 Se 0/3/	′0 端口)
Router - B(config) # ip route 192.168.3.0	255.255.255.0 192.168.1.2	(192.168.3.0/24 网络路由)
Router - B(config) # ip route 10.10.1.0	255.255.255.0 192.168.1.2	(10.10.1.0/24 网络路由)
Router - B(config) # end	(返回特权模式)	
Router - B # write memory	(保存当前的配置)	

需要强调的是,在线路两端,只能为其中的一个串行端口配置时钟频率,而不能在两个端口上同时配置,否则这条链路将无法正常通信。本实验中,由于已经给 Router-A 的 Se 0/3/0 端口配置了时钟频率,所以在 Router-B 上将不再为 Se 0/3/0 端口配置时钟频率。 (4) 在 Router-C 上配置端口的 IP 地址和路由。

Router # configure terminal (进入全局配置模式) Router(config) # (已进入全局配置模式) Router(config) # hostname Router - C (使用 hostname 命令将路由器名称更改为 Router - C) Router - C(config) # interface g 0/0 (进入路由器 q 0/0 端口的配置模式) Router - C(config - if) # ip address 10.10.1.1 255.255.255.0 (将路由器面向下联交换机的 g 0/0 端口的地址配置为 10.10.1.1, 子网掩码为 255.255.255.0) Router - C(config - if) # no shutdown(开启路由器的 q 0/0 端口) Router - C(config - if) # exit (返回全局配置模式) Router - C(config) ♯ interface Se 0/3/0 (进入串口 Se 0/3/0 的端口配置模式) Router - C(config - if) ♯ ip address 192.168.2.2 255.255.255.0 (将路由器 Se 0/3/0 端口的地 **址**配置为 192.168.2.2,子网掩码为 255.255.255.0) Router - C(config - if) # no shutdown (开启路由器的 Se 0/3/0 端口) Router - C(config) # ip route 192.168.3.0 255.255.255.0 192.168.2.1 (192.168.3.0/24 网络路由) Router - C(config) # ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 192.168.2.1 (172.16.1.0/24 网络路由) Router - C(config) # end (返回特权模式) Router - C # write memory (保存当前的配置)

同样,在线路两端,只能为其中的一个串行端口配置时钟频率,而不能在两个端口上同时配置,否则这条链路将无法正常通信。本实验中,由于已经给 Router-A 的 Se 0/3/0 端口 配置了时钟频率,所以在 Router-C 上将不再为 Se 0/3/0 端口配置时钟频率。

另外,当设置静态路由时,如果将目标网络写成 0.0.0.0.0.0.0.0,就变成了默认路由。 例如:

Router-A(config) # ip route 0.0.0.0 0.0.0 192.168.1.1

即 Router-A 在路由表中没有找到去往特定目标网络的路由信息时,自动将该目标网络的所 有数据发送到默认路由指定的端口(192.168.1.1)。另外,直连路由无须配置。

#### 3.2.4 结果验证

(1) 使用 show ip interface brief 命令验证 Router-A 的端口配置,使用 show ip route 命 令验证 Router-A 静态路由配置,如图 3-13 所示。

其中,S表示静态路由连接的子网;C表示直接连接的子网;L表示直接连接的端口。

Phys	ical Config CLI	Attributes					
		1	OS Command Line Int	erface			
Rou	ter-A>en				1		^
Rou	ter-A#show ip int	erface brief	ovo Neebed		-		
Cia	errace	102 169 3 1	VFC manual	status	Protoci	21	
Gig	abitEthernet0/1	unassigned	YES unset	administratively	down down		
Ser	ia10/3/0	192.168.1.2	YES manual	up	up		
Ser	ia10/3/1	192.168.2.1	YES manual	up	up I		
¥1a	n1	unassigned	YES unset	administratively	down down		
Rou	ter-Alshow ip rou	te					
Cod	es: L - local, C	- connected, S	- static, R - 1	RIP, M - mobile,	B - BGP I		
	D - EIGRP, EX	- EIGRP extern	al, 0 - OSPF,	IA - OSPF inter a	rea l		
	N1 - OSPF NSS	A external type	1, N2 - OSPF	ISSA external typ	e 2		
	E1 - OSPF ext	ernal type 1, E	2 - OSPF exter	nal type 2, E - E	GP		
	i - IS-IS, L1	- IS-IS level-	1, L2 - IS-IS	level-2, ia - IS-	IS inter area	a	
	* - candidate	default, U - p	er-user static	route, o - ODR	i		
	P - periodic	downloaded stat	ic route		1		
Gat	eway of last reso	rt is not set					
	10.0.0.0/24 15	subnetted, 1 su	bnets				
s	10.10.1.0/24	is directly co	nnected, Seria	10/3/1			
22	172.16.0.0/24 1	s subnetted, 1	subnets				
s	172.16.1.0/2	4 [1/0] via 192	.168.1.1		1		-
	192.168.1.0/24	is variably sub	netted, 2 subn	ets, 2 masks	1		
C	192.168.1.0/	24 is directly	connected, Ser	a10/3/0			
L	192.168.1.2/	32 is directly	connected, Ser	a10/3/0			
	192.168.2.0/24	is variably sub	netted, 2 subn	ets, 2 masks	i		
C	192.168.2.0/	24 is directly	connected, Ser	a10/3/1	1		
L	192.168.2.1/	32 is directly	connected, Ser	ia10/3/1	1		
	192.168.3.0/24	is variably sub	netted, 2 subn	ets, 2 masks			
C	192.168.3.0/	24 is directly	connected, Gig	abitEthernet0/0			
L	192.168.3.1/	32 is directly	connected, Gig	abitEthernet0/0	i		۷
-					manned		_

图 3-13 Router-A 端口和静态路由配置情况

需要注意的是,如果在运行 show ip route 命令后,出现 ip redirect cache is empty 的提示信息,说明路由器(或三层交换机)的路由功能没有启用。这时,在全局配置模式下输入 ip routing 命令即可。

(2) 使用 show ip interface brief 命令验证 Router-B 的端口配置,使用 show ip route 命令验证 Router-B 静态路由配置,如图 3-14 所示。

Hysical Config Co	E Chill Bolics				
	IOS Co	mand Line Interfa	ce		
Router-B>en					
Router-B#show 1p 1nt Interface Protocol	IP-Address	OK? Method	Status		
GigabitEthernet0/0	172.16.1.1	YES manual	ND		up I
GigabitEthernet0/1	unassigned	YES unset	administrativ	elv down	down
Serial0/3/0	192.168.1.1	YES manual	up		up
Serial0/3/1	unassigned	YES unset	administrativ	ely down	down
Viani Router-Bishow ip rou	unassigned	YES_untet_	_administrativ	ely_down_	down
N1 - OPPF MS: E1 - OPPF ext i - 15-15, L + - candidat P - periodic Gateway of last reso 10.0.0.0/24 is 10.10.1.0/2 172.16.0.0/16 (172.16.1.0/2 L 172.16.1.0/2 L 172.166.1.0/24 C 192.166.1.0 192.166.1.0	A external type ternal type 1, 82 1 - IS-IS level-1 s default, U - pe downloaded stati bort is not set subnetted, 1 sub 4 [1/0] via 192.1 is variably subnetty co 32 is directly co 1s variably subn /24 is directly co	1, N2 - OSPF exter - OSPF exter - USPF exter - USP exter - USP exter - USP exter - USP exter - USPF exter - USP exter - USPF exter -	NSSA external nal type 2, E level-2, ia - :route, o - OD troute, o - OD biEthernet0/0 biEthernet0/0 biEthernet0/0 biEthernet0/0 ial0/3/0	type 2 - EGP IS-IS int R	er atea
\$ 192,168.3.0/24	[1/0] via 192.16	8.1.2	55772.655		1
				Connu	Paste

图 3-14 Router-B 端口和静态路由配置情况

(3) 使用 show ip interface brief 命令验证 Router-C 的端口配置,使用 show ip route 命 令验证 Router-C 静态路由配置,如图 3-15 所示。

Kouter-C					-	
Physical	Config CLI	Attributes				
		IOS Com	mand Line Interface			
Router?	en	8 12 NOT				
Router	show ip inter	face brief				
Interfa	ice	IP-Address	OK? Method	Status		
Protoco	1					
Gigabit	Ethernet0/0	10.10.1.1	YES manual	up		up
Gigabit	Ethernet0/1	unassigned	YES unset	administrativel	y down	down
Seriald	/3/0	192.168.2.2	YES manual	up		up
Serial(	13/1	unassigned	Ins unset	administrativel	y down	down
Routers	1000 To Total	unassigned	ILS UNSEL	administrativel	y down	down
Codes:	L = local C	- connected S -	static R - 1	PTP M - mobile	B - B	GP
codent	D - ETGRP. EX	- ETGRP externa	1. 0 - OSPF.	TA - OSPF inter	area	
	NI - OSPF NSS	A external type	1. N2 - OSPE 1	NSSA external ty	me 2	
	E1 - OSPF ext	ernal type 1, E2	- OSPF exter	nal type 2. E -	EGP	
	1 - IS-IS, L1	- IS-IS level-1	. L2 - IS-IS	level-2, ia - IS	-IS in	ter
area						
	• - candidate	default, U - pe	r-user static	route, o - ODR		
	P - periodic	downloaded stati	c route			
Gateway	of last reso	rt is not set				
10	0.0.0/8 in v	ariably subnette	d. 2 subnets.	2 masks		
c	10.10.1.0/24	is directly con	nected, Gigab	itEthernet0/0		
L	10.10.1.1/32	is directly con	nected, Gigab	itEthernet0/0		
17	2.16.0.0/24 1	s subnetted, 1 s	ubnets			
s	172.16.1.0/2	4 [1/0] via 192.	168.2.1			
19	2.168.2.0/24	is variably subr	etted, 2 subn	ets, 2 masks		
C	192.168.2.0/	24 is directly d	onnected, Ser	ia10/3/0		
L	192.168.2.2/	32 is directly o	onnected, Ser	ia10/3/0		
S 19	2.168.3.0/24	[1/0] via 192.16	8.2.1			
					-	-
Strl+F6 to e	exit CLI focus			Copy	1	Paste

图 3-15 Router-C 端口和静态路由配置情况

(4)利用 ping 命令测试终端之间的连通性。将各终端设置好 IP 地址和网关后,如果路 由配置正确,则发现两台主机之间是连通的。

### 3.3 实验3 RIP的配置和应用



59

路由信息协议(Routing Information Protocol, RIP)是计算机网络中历史悠久的路由协议之一,是第1个作为开放标准的路由协议,也是较早推出的距离矢量路由协议。RIP 是一个最简单的距离矢量路由协议,非常适用于小型网络的应用。

#### 3.3.1 实验概述

RIP 有 RIP Version 1 和 RIP Version 2 两个版本,分别缩写为 RIP v1 和 RIP v2。其中, RIP v1 于 1988 年在 RFC 1058 文档中实现了标准化; RFC 1388 文档对 RIP v2 进行了标准化 描述。RIP v2 主要增加了对可变长子网掩码(Variable Length Subnet Mask,VLSM)的支持,其 他方面并没有太大的改进。目前,在配置 RIP 时,一般都使用 RIP v2。

#### 1. 实验目的

在理解路由器工作原理以及掌握静态路由配置方法的基础上,学习 RIP 的工作特点、 应用范围和配置方法。

#### 2. 实验原理

RIP 是以跳数(Hops Count)作为度量值计算路由的。RIP 使用单一路由 Metric 衡量

源网络到目标网络的距离。从源到目标的路径中,每经过一跳(一个路由器),RIP中的度量 值便会增加一个跳数值(此值通常为1)。当 RIP 路由器收到包含新改变的目标网络发送来 的路由更新信息时,就把其 Metric 值加1,然后存入自己的路由表,发送者的 IP 地址就作为 下一跳地址。如此一来,跳数越多,路径就越长,RIP 算法会优先选择到达目标网络跳数少 的路径。RIP 支持的最大跳数为 15,跳数为 16 的网络被 RIP 路由器认为不可到达。

RIP v1 是以组播的形式进行路由信息更新的,该组播地址为 224.0.0.9。另外,RIP v2 还支持基于端口的认证,以提高网络的安全性。

RIP 路由协议的具体配置方法如下。

(1) 在路由器全局配置模式下启动 RIP 路由协议,命令格式如下。

Router(config) # router rip

(2) 在路由器配置模式下,用 Network 命令发布每台路由器的直连网络。由于 RIP v1 不支持可变长子网掩码(VLSM),所以发布的本地网络只能是主网络,即按照默认的子网掩码进行发布,在这里子网掩码可以不输入。

Router(config - Router) # Network Network

为了使本实验贴近于实际应用,特别设计了如图 3-16 所示的网络拓扑结构。其中,路由器 Router-A和 Router-B之间使用交叉双绞线进行连接,而 Router-A与三层交换机 Switch-L3之间使用直连双绞线进行连接。互联设备的每个端口分配了具有 32 位掩码的 IP 地址 (子网掩码为 255.255.255.252),以保证连接设备的网段只有两个 IP 地址。在该实验中还使用了一台三层交换机,它不但像路由器一样可以实现 RIP,而且可以创建 VLAN,并 实现不同 VLAN 之间的路由管理。例如,可以在 Switch-L3 上创建一个 VLAN 10,并为其分配一个 172.16.1.1/24 的 IP 地址,该 VLAN 的 IP 地址将作为加入 VLAN 的所有主机的网关地址。PC1 通过f 0/2 端口与 Switch-L3 连接。PC2 连接到路由器 Router-B 的 f 0/1 端口上。



#### 3. 实验内容和要求

(1) 进一步熟悉路由器的基本配置方法。

(2) 掌握 RIP 的工作特点。

- (3) 掌握 RIP 的配置方法。
- (4) 掌握 RIP 的测试方法。

#### 3.3.2 实验规划

#### 1. 实验设备

在 Packet Tracer 软件的设备类型库中选择以下设备。

(1) 路由器(2台):在设备类型库中选择 Network Devices→Routers→2811。

(2) 三层交换机(1台): 在设备类型库中选择 Network Devices → Switches → 3560 24PS。

(3) PC(2台): 在设备类型库中选择 End Devices→End Devices→PC。

(4) 直连双绞线(3 根): 在设备类型库中选择 Connections→Connections→Copper Straight-Through。

(5) 交叉双绞线(1 根): 在设备类型库中选择 Connections→Connections→Copper Cross-Over。

#### 2. 实验拓扑

按图 3-16 所示的拓扑在 Packet Tracer 软件的逻辑工作空间中进行构建,结果如图 3-17 所示。



#### 3.3.3 实验步骤

(1) 三层交换机 Switch-L3 的基本配置。

```
Switch(config) # hostname Switch-L3
Switch-L3(config) # interface fastethernet 0/1 (进入f0/1的端口配置模式)
Switch-L3(config-if) # no switchport (将f0/1端口设置为三层端口)
Switch-L3(config-if) # ip address 192.168.1.1 255.255.252 (配置端口的 IP 地址)
Switch-L3(config-if) # no shutdown
Switch-L3(config-if) # exit
Switch-L3(config) # vlan 10 (创建 VLAN 10)
```

è

Switch- L3(config-vlan) # exit	
Switch-L3(config) # interface vlan 10	(进入 VLAN 10 的端口配置模式)
Switch- L3(config-if) # ip address 172.16.1.1 255.255.	255.0(为 VLAN 10 分配 IP 地址)
Switch - L3(config - if) $\#$ no shutdown	
Switch - L3(config - if) # exit	
Switch - L3(config) $\#$ interface fastethernet 0/2	(进入f0/2的端口配置模式)
Switch-L3(config-if) # Switchport access vlan 10 (将与 P	2C1 连接的 f 0/2 端口添加到 VLAN 10 中)
Switch - L3(config - if) $\#$ no shutdown	
Switch - L3(config - if) # exit	

### (2) 路由器 Router-A 的基本配置。

Router # configure terminal	(进入全局配置模式)
Router(config) #	(已进入全局配置模式)
Router(config) # hostname Router - A	(使用 hostname 命令将路由器名称更改为 Router - A)
Router - A(config) # interface fastethe	rnet 0/0 (进入路由器 f 0/0 的端口配置模式)
Router - A(config - if) # ip address 192	.168.0.1 255.255.255.252 (将路由器 f 0/0 端口的地址
配置为 192.168.0.1, 子网掩码为 255.25	5.255.252,本网段只有两个合法的 IP 地址)
Router - A(config - if) # no shutdown	(开启路由器的 f 0/0 端口)
Router - A(config - if) # exit	(返回全局配置模式)
Router - A(config) # interface fastethe	rnet 0/1 (进入路由器 f 0/1 端口的配置模式)
Router - A(config - if) # ip address 192	.168.1.2 255.255.255.252 (将路由器 f 0/1 端口的地址
配置为 192.168.1.2,子网掩码为 255.25	5.255.252)
Router - $A(config - if) # no shutdown$	(开启路由器的 f 0/1 端口)
Router - A(config - if) # exit	

(3)路由器 Router-B 的基本配置。

Router #configure terminal	(进入全局配置模式)
Router(config) #	(已进入全局配置模式)
Router(config) # hostname Router - B (使用 host	name 命令将路由器名称更改为 Router - B)
Router - B(config) $\#$ interface fastethernet $0/0$	(进入路由器 f 0/0 的端口配置模式)
Router - B(config - if) # ip address 192.168.0.2 25	5.255.255.252 (将路由器 f 0/0 端口的地址
配置为 192.168.0.2, 子网掩码为 255.255.255.252, 2	本网段只有两个合法的 IP 地址)
Router - B(config - if) $\#$ no shutdown	(开启路由器的 f 0/0 端口)
Router - B(config - if) # exit	(返回全局配置模式)
Router - B(config) # interface fastethernet 0/1	(进入路由器 f 0/1 的端口配置模式)
Router - B(config - if) $\#$ ip address 10.10.1.1 255.	255.255.0 (将路由器 f 0/1 端口的地址配置
为 10.10.1.1,子网掩码为 255.255.255.0)	
Router - B(config - if) $\#$ no shutdown	(开启路由器的 f 0/1 端口)
Router - B(config - if) # exit	

(4) 在三层交换机 Switch-L3 上配置 RIP v2。

Switch-L3(config) # ip routing	(启用 IP)
Switch-L3(config) # router rip	(启用 RIP)
Switch - L3(config - router) # network 192.168.1.0	(发布本设备的直连网段)
Switch - L3(config - router) # network 172.16.1.0	(发布本设备的直连网段,如果在 Switch-L3
上还创建了其他的 VLAN,其 VLAN 所在的网段也必须在	此一一进行发布)

Switch - L3(config - router) # version 2 (设置 RIP 的版本为 RIP v2) Switch - L3(config - router) # end Switch - L3 # write memory (保存配置)

(5) 在路由器 Router-A 上配置 RIP v2。

Router - A(config) # router rip	(启用 RIP)
Router - A(config - router) # network 192.168.0.0	(发布本设备的直连网段)
Router - A(config - router) # network 192.168.1.0	(发布本设备的直连网段)
Router - A(config - router) # version 2	(设置 RIP 的版本为 RIP v2)
Router - A(config - router) # end	
Router - A # write memory	(保存配置)

(6) 在路由器 Router-B 上配置 RIP v2。

Router - B(config) # router rip	(启用 RIP)
Router - B(config - router) # network 192.168.0.0	(发布本设备的直连网段)
Router - B(config - router) # network 10.10.1.0	(发布本设备的直连网段)
Router - B(config - router) # version 2	(设置 RIP 的版本为 RIP v2)
Router - B(config - router) # end	
Router - B # write memory	(保存配置)

需要注意的是,在以上通过 network 命令发布本设备的直连网段时,只需要输入要发布 网段的网络号。例如,10.10.1.1/24 地址的网络号应为 10.10.1.0。不过,目前绝大多数路 由器和三层交换机直接支持 network 0.0.0.0 命令,即发布与本路由器直连的所有网段,可 以减少输入命令的条目。

#### 3.3.4 结果验证

(1) PC1 与 PC2 之间的连通性测试。可以在 PC1 上利用 ping 命令测试 PC2 的 IP 地址,如果所有设备的配置正常,则 PC1 和 PC2 之间是连通的。

(2)验证设备端口的配置和运行状态。可以在其中一台设备上使用 show ip interface brief 命令验证所配置的端口的运行情况。下面是在 Router-B 上的显示结果。同时,也可 以使用 show ip route 命令查看 Router-B 的路由配置信息。结果如图 3-18 所示。

从显示结果看,端口 IP 地址、工作状态、协议等信息都是正确的。

(3) 使用 show ip route 命令查看三层交换机 Switch-L3 的路由配置信息,如图 3-19 所示。

(4) 使用 show ip route rip 命令显示 Router-A 的路由配置信息,如图 3-20 所示。

请认真分析以上显示信息,进一步理解端口、IP 地址和协议之间的工作关系与配置方法。另外,本实验中路由器全部使用的是快速以太网端口,如果使用串行端口,一定要在电缆 DCE 端的路由器上配置该串行口的时钟频率,一般为 64000。

63

			CONTRACTOR CONTRACTOR		
		IOS Cor	mand Line Interface		
Router	-B#show ip in	terface brief			-
Interf	ace	IP-Address	OK? Method Statu	5	i .
Protoc	01	100 100 0 0	MARK - CONTRACT		
FASCEC	hernet0/0	192.168.0.2	TES manual up		up
Vieri	nernet0/1	10.10.1.1	YES manual up	istrationly down	up
TOPPY	-	unassigned	TES Unset admin	istratively down	down
Codest	C - connecte	d C - static T	- 1/288 8 - 818 M	- mobile R - RC	1
coues.	D - STGRP, R	X - FIGRP externa	1. 0 - OSPE. TA - 0	SPF inter area	· ·
	NI - OSPE NS	SA external type	1. N2 - OSPE NSSA e	sternal type 2	
	E1 - OSPF ex	ternal type 1, E2	- OSPF external ty	ne 2. E = EGP	i
	1 - IS-IS. L	1 - IS-IS level-1	. L2 - IS-IS level-	2. ia - IS-IS in	ter
area					
	* - candidat	e default, U - pe	r-user static route	, o - ODR	
	P - periodic	downloaded stati	c route		- i -
Gatewa	y of last res	ort is not set			
1	0.0.0.0/24 1s	subnetted, 1 sub	nets		
c	10.10.1.0 1	s directly connec	ted. FastEthernet0/	1	
B 1	72.16.0.0/16	[120/2] via 192.1	68.0.1, 00:00:25, F	astEthernet0/0	
1	92.168.0.0/30	is subnetted, 1	subnets		- i -
C	192.168.0.0	is directly conn	ected, FastEthernet	0/0	
R 1	92.168.1.0/24	[120/1] via 192.	168.0.1, 00:00:25,	FastEthernet0/0	1.5
2 m 2 m 2 m	10.00000000000000000000000000000000000	nearn ra stateoirt - Sin Reidi, 1933 s			

图 3-18 Router-B 的端口配置和运行情况

	IOS Command Line Inte	rface	1
Swi	tch-L3>en		î
Swi	tch-L3#show ip route		i
Cod	les: C - connected, S - static, I - IGRE	, R - RIP, M - mobil	e, B -
100	D - EIGRP, EX - EIGRP external, O -	OSPF, IA - OSPF int	er area
	N1 - OSPF NSSA external type 1, N2	- OSPF NSSA external	type 2
	E1 - OSPF external type 1, E2 - OSF	F external type 2, E	- EGP
	i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 -	IS-IS level-2, ia -	IS-IS
int	er area		
	<ul> <li>candidate default, U - per-user</li> </ul>	static route, o - 0	DR I
	P - periodic downloaded static rout	e	1
Gat	eway of last resort is not set		1
R	10.0.0.0/8 [120/2] via 192.168.1.2, 0	0:00:09, FastEtherne	t0/1
	172.16.0.0/24 is subnetted, 1 subnets	£	
С	172.16.1.0 is directly connected,	Vlan10	i
R	192.168.0.0/24 [120/1] via 192.168.1.	2, 00:00:09,	1
Fas	tEthernet0/1		
2	192.168.1.0/30 is subnetted, 1 subnet	S PactPhbarato /1	
S .	192.166.1.0 is directly connected,	Faschchernet0/1	
Świ	teh-131		
Ctrl+F	F6 to exit CLI focus	Сору	Paste

图 3-19 三层交换机 Switch-L3 的路由配置信息

Rou	ter-A>en
Rou	ter-A\$show ip route rip
R	10.0.0.0/8 [120/1] via 192.168.0.2, 00:00:09, FastEthernet0/0
R	172.16.0.0/16 [120/1] via 192.168.1.1, 00:00:15, FastEthernet0/1
Rou	ter-A\$

图 3-20 Router-A 的路由配置信息



### 3.4 实验4 OSPF协议的配置和应用

开放最短路径优先(Open Shortest Path First,OSPF)协议中的"开放"表明该协议是一个公开的协议,它由标准化协议组织制定,各设备厂商都可以得到协议的技术细节,所以

/

64

OSPF 协议可以在几乎所有的路由器和部分三层交换机上运行。OSPF 协议是一种链路状态协议,目前广泛应用于各类网络中。

#### 3.4.1 实验概述

路由器学习路由信息、生成并维护路由表的方法包括直连(Direct)路由、静态(Static)路由和动态(Dynamic)路由。OSPF 是除 RIP 之外的另一种重要的动态路由协议。按照路由器所执行的算法,动态路由协议可分为距离矢量(Distance Vector)路由协议和链路状态(Link State)路由协议,RIP属于距离矢量路由协议,而 OSPF属于链路状态路由协议。

#### 1. 实验目的

在继续学习路由器工作原理、应用特点和配置方法的基础上,掌握直连路由、静态路由和动态路由的特点。结合 RIP 路由协议的配置,学习 OSPF 路由协议的配置方法。同时,通过对 RIP 和 OSPF 工作原理的对比,掌握距离矢量路由协议和链路状态路由协议的应用特点。

#### 2. 实验原理

OSPF 是一种典型的链路状态路由协议,一般用于同一个路由域(Routing Domain)内。 在这里,路由域是指一个自治系统(Autonomous System,AS)。AS 是指一组通过统一的路 由政策或路由协议互相交换路由信息的网络,在本实验中可以把一个 AS 域看作由若干个 OSPF 区域(Area)所组成的大的自治系统,也通常叫作 OSPF 路由域。OSPF 是典型的内 部网关协议(Interior Gateway Protocol,IGP),是运行在一个 AS 内部的路由协议。在这个 AS 中,所有的 OSPF 路由器都维护一个相同的 AS 结构数据库,该数据库中存放的是该 路由域中相应链路的状态信息,OSPF 路由器正是通过这个数据库计算出 OSPF 路由 表的。

OSPF 是基于 TCP/IP 体系而开发的,即 OSPF for IP,也就是说,它是工作在 TCP/IP 网络中的。作为一种链路状态路由协议,OSPF 将链路状态广播(Link State Advertisement, LSA)数据包传送给在某一区域内的所有路由器,这一点与距离矢量路由协议(如 RIP)不同。运行距离矢量路由协议的路由器是将部分或全部的路由表传递给与其相邻的路由器。OSPF 协议通过考虑网络的规模、扩展性、自我恢复能力等高级特性进一步提高了网络的整体健壮性。OSPF 协议具有以下特点:

- 可适应大规模的网络;
- 路由变化收敛速度快;
- 无路由自环;
- 支持可变长子网掩码(VLSM);
- 支持等值路由;
- 支持区域划分;
- 提供路由分级管理;
- 支持验证;
- 支持以组播地址发送协议报文。

OSPF 协议可以运行在结构复杂的大型网络中,本实验主要实现 OSPF 协议在单区域的点对点网络中的配置,结构如图 3-21 所示。在点对点网络中,两个路由器使用 Hello 协议自动建立相邻关系,这里没有指定路由器(Designative Router,DR)和备份指定路由器(Backup Designated Router,BDR)的选举过程,因为点对点网络中只有两个路由器,不存在指定路由器和备份指定路由器。所以 OSPF 数据分组通过 224.0.0.5 组播地址来发送。



图 3-21 OSPF 协议实验的拓扑结构

#### OSPF 协议的配置命令如下。

(1) 在全局配置模式下启动 OSPF,将进入 OSPF 协议配置模式,具体命令格式如下 所示。

#### Router(confg) # router ospf process - id

像其他的路由协议一样,要允许 OSPF 的运行,首先要建立 OSPF 进程处理号,利用命 令 router ospf process-id 在端口上启动 OSPF 协议。其中,process-id 是用来在这个路由器 接口上启动的 OSPF 的唯一标识。process-id 可以作为识别在一台路由器上是否运行着多 个 OSPF 进程的依据。process-id 的取值范围为 1~65535。一个路由器的每个接口都可以 选择不同的 process-id。但一般来说,不推荐在路由器上运行多个 OSPF,因为多个 processid 会有多个拓扑数据库,给路由器会带来额外的负担。

(2) 发布 OSPF 的网络号和指定端口所在区域号的具体命令格式如下所示。

Router(config - router) # network address wildcard area area - id

address wildcard 表示运行 OSPF 端口所在网段地址以及相应的子网掩码的反码。例 如,255.255.255.0 的反码为 0.0.0.255,255.255.255.255.255 的反码为 0.0.0.3,等等。

area-id 表示 OSPF 路由器接口的区域号。OSPF 协议将 AS 进一步划分成不同的区域 (Area),一个路由器可以属于不同的区域,以端口来表示。区域用区域号标识,用十进制的 IP 地址表示。

为了使本实验更贴近于实际应用,特别设计了如图 3-21 所示的网络拓扑结构。其中,路由器 Router-A 和 Router-B 之间使用交叉双绞线进行连接,而 Router-A 与三层交换机 Switch-L3 之间使用直连双绞线进行连接。互联设备的每个端口分配了具有 32 位掩码的 IP 地址(子网掩码为 255.255.255.252),以保证连接设备的网段只有两个 IP 地址。在该实验中使用了一台三层交换机,在三层交换机上实现 OSPF,而且实现 VLAN 之间的通信。为了扩大知识面,在本实验中在 Switch-L3 上创建一个 VLAN 10,与 Router-A 相连的 f 0/1 端

口不直接分配 IP 地址,而是将其添加到 VLAN 10 中,通过 VLAN 虚拟端口实现 OSPF 的 配置。VLAN 10 的地址为 192.168.1.1,子网掩码为 255.255.255.252。另外,在 Swtich-L3 上创建一个 VLAN 20,与 PC1 连接的 f 0/2 端口添加到 VLAN 20 中进行管理,VLAN 20 的虚拟端口地址为 172.16.1.1。PC2 连接到 Router-B 的 f 0/2 端口上。

#### 3. 实验内容和要求

(1) 掌握动态路由与静态路由之间的区别。

(2) 掌握 RIP 和 OSPF 协议在工作原理上的区别。

(3) 掌握 OSPF 协议的配置方法。

(4) 掌握 OSPF 协议信息的查看方法。

(5) 了解 OSPF 协议的应用特点。

#### 3.4.2 实验规划

#### 1. 实验设备

在 Packet Tracer 软件的设备类型库中选择以下设备。

(1) 路由器(2台):在设备类型库中选择 Network Devices→Routers→2811。

(2) 三层交换机(1台): 在设备类型库中选择 Network Devices → Switches → 3560 24PS。

(3) PC(2台): 在设备类型库中选择 End Devices→End Devices→PC。

(4) 直连双绞线(3 根): 在设备类型库中选择 Connections→Connections→Copper Straight-Through。

(5) 交叉双绞线(1 根): 在设备类型库中选择 Connections→Connections→Copper Cross-Over。

#### 2. 实验拓扑

按图 3-22 所示的拓扑在 Packet Tracer 软件的逻辑工作空间中进行构建。



#### 3.4.3 实验步骤

(1) 三层交换机 Switch-L3 的基本配置。

```
Switch(config) # hostname Switch - L3
Switch-L3(config) # vlan 10
                                               (创建 VLAN 10)
Switch - L3(config - vlan) # exit
                                              (进入 VLAN 10 的端口配置模式)
Switch - L3(config) # interface vlan 10
Switch - L3(config - if) # ip address 192.168.1.1 255.255.255.252 (为 VLAN 10 分配 IP 地址)
Switch - L3(config - if) # no shutdown
Switch - L3(config - if) # exit
Switch - L3(config) # interface fastethernet 0/1 (进入f0/1的端口配置模式)
Switch-L3(config-if) # Switchport access vlan 10 (将与 Router-A 连接的 f 0/1 端口添加到
VI.AN 10 中)
Switch - L3(config - if) # no shutdown
Switch - L3(config - if) # exit
Switch - L3(config) # interface vlan 20
                                             (创建 VLAN 20 并进入端口配置模式)
Switch - L3(config - if) # ip address 172.16.1.1 255.255.255.0 (为 VLAN 20 分配 IP 地址)
Switch - L3(config - if) # no shutdown
Switch - L3(config - if) # exit
Switch-L3(config) ♯ interface fastethernet 0/2 (进入f 0/2的端口配置模式)
Switch-L3(config-if) # Switchport access vlan 20 (将与 PC1 连接的 f 0/2 端口添加到 VLAN 20 中)
Switch - L3(config - if) # no shutdown
Switch - L3(config - if) # exit
```

配置结束后,可以使用 show run 命令查看配置情况。

(2) Router-A 的基本配置。

```
(进入全局配置模式)
Router # configure terminal
                                         (已进入全局配置模式)
Router(config) #
Router(config) # hostname Router - A (使用 hostname 命令将路由器名称更改为 Router - A)
Router - A(config) ♯ interface fastethernet 0/0 (进入路由器 f 0/0 端口的配置模式)
Router - A(config - if) # ip address 192.168.0.1 255.255.255.252 (将路由器 f 0/0 端口的地址
配置为 192.168.0.1, 子网掩码为 255.255.255.252, 本网段只有两个合法的 IP 地址)
Router - A(config - if) # no shutdown
                                        (开启路由器的 f 0/0 端口)
Router - A(config - if) # exit
                                         (返回全局配置模式)
Router - A(config) ♯ interface fastethernet 0/1 (进入路由器 f 0/1 的端口配置模式)
Router - A(config - if) ♯ ip address 192.168.1.2 255.255.255.252 (将路由器 f 0/1 端口的地址
配置为 192.168.1.2, 子网掩码为 255.255.255.252)
Router - A(config - if) # no shutdown
                                        (开启路由器的 f 0/1 端口)
Router - A(config - if) # exit
```

(3) Router-B的基本配置。

```
      Router # configure terminal
      (进入全局配置模式)

      Router(config) #
      (已进入全局配置模式)

      Router(config) # hostname Router - B
      (使用 hostname 命令将路由器名称更改为 Router - B)
```

 Router - B(config) # interface fastethernet 0/0
 (进入路由器 f 0/0 的端口配置模式)

 Router - B(config - if) # ip address 192.168.0.2 255.255.252
 (将路由器 f 0/0 端口的地址

 配置为 192.168.0.2,子网掩码为 255.255.255.255.252,本网段只有两个合法的 IP 地址)

 Router - B(config - if) # no shutdown
 (开启路由器的 f 0/0 端口)

 Router - B(config - if) # exit
 (返回全局配置模式)

 Router - B(config) # interface fastethernet 0/1
 (进入路由器 f 0/1 端口的配置模式)

 Router - B(config - if) # ip address 10.10.1.1 255.255.255.0
 (将路由器 f 0/1 端口的地址配置 为 10.10.1.1,子网掩码为 255.255.255.0)

 Router - B(config - if) # no shutdown
 (开启路由器的 f 0/1 端口)

 Router - B(config - if) # no shutdown
 (开启路由器的 f 0/1 端口)

 Router - B(config - if) # no shutdown
 (开启路由器的 f 0/1 端口)

 Router - B(config - if) # no shutdown
 (开启路由器的 f 0/1 端口)

 Router - B(config - if) # no shutdown
 (开启路由器的 f 0/1 端口)

(4) 在三层交换机 Switch-L3 上配置 OSPF 协议。

```
Switch-L3(config) # ip routing (启用 IP 路由协议)
Switch-L3(config) # router ospf 1 (启用进程处理号为 1 的 OSPF 协议)
Switch-L3(config-router) # network 192.168.1.0 0.0.0.3 area 0 (在区域 0 上发布本设备的直
连网段)
Switch-L3(config-router) # network 172.16.1.0 0.0.0.255 area 0 (发布本设备的直连网段,如
果在 Switch-L3 上还创建了其他的 VLAN,其 VLAN 所在的网段也必须在此一一进行发布)
Switch-L3(config-router) # end
Switch-L3 # write memory (保存配置)
```

(5) 在 Router-A 上配置 OSPF 协议。

```
Router - A(config) # router ospf 2(启用进程处理号为 2 的 OSPF 协议)Router - A(config - router) # network 192.168.1.0 0.0.0.3 area 0(发布本设备的直连网段)Router - A(config - router) # network 192.168.0.0 0.0.0.3 area 0(发布本设备的直连网段)Router - A(config - router) # network 192.168.0.0 0.0.0.3 area 0(发布本设备的直连网段)Router - A(config - router) # network 192.168.0.0 0.0.0.3 area 0(发布本设备的直连网段)Router - A(config - router) # network 192.168.0.0 0.0.0.3 area 0(发布本设备的直连网段)Router - A(config - router) # network 192.168.0.0 0.0.0.3 area 0(保存配置)
```

(6) 在 Router-B 上配置 OSPF 协议。

Router - B(config) # router ospf 3	(启用进程处理号为3的 OSPF 协议)
Router - B(config - router) # network 192.168.0.0 0.0.3 a	rea 0 (发布本设备的直连网段)
Router - B(config - router) # network 10.10.1.0 0.0.0.255 ar	ea 0 (发布本设备的直连网段)
Router - B(config - router) # end	
Router - B # write memory	(保存配置)

#### 3.4.4 结果验证

(1) PC1 与 PC2 之间的连通性测试。可以在 PC1 上利用 ping 命令测试 PC2 的 IP 地址,如果所有设备的配置正常,则 PC1 和 PC2 之间是连通的。

(2)验证设备端口的配置和运行状态。可以在其中一台设备上使用 show ip interface brief 命令验证所配置的端口的运行情况。同时,也可以使用 show ip route 命令查看路由器 Router-B 的路由配置信息,结果如图 3-23 所示。

计算机网络技术实训(微课视频版)

70

	-			
	IOS Com	mand Line Interface		
Router-B#show ip in	terface brief			! ^
Interface Protocol	IP-Address	OK7 Method	Status	1
FastEthernet0/0	192.168.0.2	YES manual	up	upi
FastEthernet0/1	10.10.1.1	YES manual	up	up I
Vlan1	unassigned	YES unset	administratively	down down!
Router-B#show ip ro	ute			
<pre>N1 - 0.8FP Rs EL - 0.8FP es i - 15-15, 1 area * - candidat P - periodic Gateway of last res 10.0.0.0.0/24 is C 10.10.1.0 i 172.166.0.0/34 0 172.166.0.0/34 C 192.168.0.0/35 C 192.168.0.0/35 C 192.168.1.0/35</pre>	SA external type 1, 52 ternal type 1, 52 1 - IS-IS level-1, downloaded statim ort is not set s ubnetted, 1 sub s directly connect is subnetted, 1 s [110/3] via 192.1. is directly connect is subnetted, 1 s [110/2] via 192.2.	1, N2 - OSFF N - OSFF extern, , L2 - IS-IS 1 r-user static c route hets ted, FastEther ubnets 68.0.1, 00:09: subnets ected, FastEth subnets 168.0.1, 00:09	SSA external type al type 2, E - EG evel-2, ia - IS-I: route, o - ODR net0/1 46, FastEthernet0 ernet0/0 <u>:46, FastEthernet</u>	2   P   S inter   /0
Children and Children a			Conu	Doste

图 3-23 Router-B 的端口配置情况和路由配置信息

从显示结果看,端口 IP 地址、工作状态、协议等信息都是正确的。

(3) 使用 show ip route 命令查看三层交换机 Switch-L3 的路由配置信息,如图 3-24 所示。

544100					<b>U</b>
Physic	al Config CLI	Attributes			
		IOS Com	nand Line Interface		
Swit	ch-L3>en				
Swit	ch-L3#show ip 1	route	5 5393 di	STANK DAM	12.12
Code	es: C - connecte	ed, S - static,	I - IGRP, R	- RIP, M - mobil	le, B -
BGP	D - FTCPD	EV - ETCEPP avte	10 - 00P	E TA - OPPE int	ar area
	NI - OSPE NS	SA - BIGRF EACE	me 1. N2 - 05	PF NSSA external	type 2
	E1 - OSPF ex	sternal type 1.	E2 - OSPF ex	ternal type 2, 1	E - EGP
	i - IS-IS, I	L1 - IS-IS leve	1-1, L2 - IS-	IS level-2, ia	IS-IS
inte	r area				
	* - candidat	te default, U -	per-user sta	tic route, o - 0	DDR
	P - periodic	c downloaded st	atic route		
Gate	way of last rea	sort is not set	8		
	10.0.0/24 1:	s subnetted, 1	subnets		
0	10.10.1.0	[110/3] via 192	.168.1.2, 00:	11:10, Vlan10	
	172.16.0.0/24	is subnetted,	1 subnets		
C	172.16.1.0	is directly co	nnected, Vlan	20	
~	192.168.0.0/30	0 is subnetted,	1 subnets	0.11.10 11.0010	
0	192.100.0.0	) is subpatted	1 subnets	officio, vianio	
c	192.168.1.0	0 is directly o	connected, Vla	n10	
Swit	ch-L3				
2rl+F6	to exit CLI focus			Сору	Paste
Top					

图 3-24 三层交换机 Switch-L3 的路由配置信息

(4)使用 show ip route ospf 命令显示 Router-A 的路由配置信息,如图 3-25 所示。 需要注意的是:如果使用串行端口连接路由器,需要在串行端口上配置时钟频率,同时 时钟频率需要配置在电缆 DCE 端的路由器上,否则网络将无法正常连通;在发布直连网段 时,需要标出该网段的子网掩码的反码;在发布直连网段时,必须标明所属的区域号(本实 验为 area 0),且在单一区域的 OSPF 网络中,区域号必须是相同的。



图 3-25 Router-A 的路由配置信息

### 本章小结

本章通过 4 个实验,在学习交换机相关配置的基础上,介绍了路由器的基本工作原理和 方法,学习了静态路由、RIP 和 OSPF 协议的实现方法。