

目 录

实验 3-1	路由器的命令行界面配置.....	2
实验 3-2	路由器的全局配置.....	5
实验 3-3	路由器端口的基本配置	7
实验 3-4	查看路由器的系统和配置信息	11
实验 3-5	静态路由	14
实验 3-6	RIP 路由协议.....	20
实验 3-7	OSPF 单区域.....	28
实验 3-8	广域网协议的封装.....	35

实验 3-1 路由器的命令行界面配置

【实验名称】

使用命令行界面

【实验目的】

掌握路由器命令行各种操作模式的区别，以及模式之间的切换。

【背景描述】

你是某公司新进的网管，公司要求你熟悉网络产品，公司采用全系列锐捷网络产品，首先要求你登录路由器，了解、掌握路由器的命令行操作。

【技术原理】

路由器的管理方式基本分为两种：带内管理和带外管理。通过路由器的 Console 口管理交换机属于带外管理，不占用路由器的网络接口，但特点是线缆特殊，需要近距离配置。第一次配置路由器时必须利用 Console 进行配置，使其支持 telnet 远程管理。

路由器的命令行操作模式，主要包括：用户模式、特权模式、全局配置模式、端口模式等等几种。

用户模式 进入路由器后得到的第一个操作模式，该模式下可以简单查看路由器的软、硬件版本信息，并进行简单的测试。用户模式提示符为 Red-Giant>

特权模式 由用户模式进入的下一级模式，该模式下可以对路由器的配置文件进行管理，查看路由器的配置信息，进行网络的测试和调试等。特权模式提示符为 Red-Giant#

全局配置模式 属于特权模式的下一级模式，该模式下可以配置路由器的全局性参数（如主机名、登录信息等）。在该模式下可以进入下一级的配置模式，对路由器具体的功能进行配置。全局模式提示符为 Red-Giant (config)#

端口模式 属于全局模式的下一级模式，该模式下可以对路由器的端口进行参数配置。

Exit 命令是退回到上一级操作模式，

end 命令是直接退回到特权模式

交换机命令行支持获取帮助信息、命令的简写、命令的自动补齐、快捷键功能。

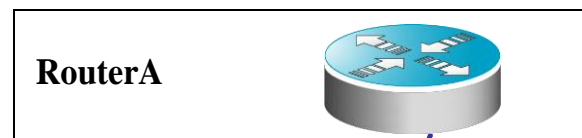
【实现功能】

熟练掌握路由器的命令行操作模式

【实验设备】

R1762 路由器（1 台）

【实验拓扑】



【实验步骤】

步骤1. 路由器命令行操作模式的进入。

Red-Giant>enable !进入特权模式

Red-Giant#

Red-Giant#configure terminal !进入全局配置模式

Red-Giant(config)#

```

Red-Giant(config)#interface fastethernet 1/0    !进入路由器 F1/0 的接口模式
Red-Giant(config-if)
Red-Giant(config-if)#exit                      !退回到上一级操作模式
Red-Giant(config)#
Red-Giant(config-if)#end                      !直接退回到特权模式
Red-Giant#

```

步骤**2.** 路由器命令行基本功能。

帮助信息

```

Red-Giant> ?                                !显示当前模式下所有可执行的命令

Exec commands:
<1-99>                                     Session number to resume
disable                                   Turn off privileged commands
disconnect                               Disconnect an existing network connection
enable                                   Turn on privileged commands
exit                                     Exit from the EXEC
help                                     Description of the interactive help system
ping                                     Send echo messages
show                                     Show running system information
start-terminal-service Start terminal service
telnet                                   Open a telnet connection
traceroute                               Trace route to destination
Red-Giant#co?                             !显示当前模式下所有以 co 开头的命令
configure copy
Red-Giant#copy ?                           !显示 copy 命令后可执行的参数
flash:                                     Copy from flash: file system
  running-config                         Copy from current system configuration
  startup-config                         Copy from startup configuration
tftp:                                     Copy from tftp: file system
xmodem                                   Copy from xmodem file system

```

命令的简写

```

Red-Giant#conf ter
!路由器命令行支持命令的简写，该命令代表 configure terminal
Red-Giant(config)#

```

命令的自动补齐

```

Red-Giant#con  !(按键盘的 Tab 键自动补齐 configure)，路由器支持命令的自动补齐
Red-Giant#configure

```

命令的快捷键功能

```

Red-Giant(config-if)# ^Z                    !ctrl+Z 退回到特权模式
Red-Giant#
Red-Giant#ping 1.1.1.1
!ping 一个不存在的地址，命令完成需要一定的时间，利用 ctrl+c 终止未执行完成的
命令

```

```

Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 1.1.1.1,
timeout is 2000 milliseconds.

```

Red-Giant#

例如上文中在交换机特权模式下执行 `ping 1.1.1.1` 命令，发现不能 `ping` 通目标地址，交换机默认情况下需要发送 5 个数据包，若不想等到 5 个数据包均不能 `ping` 通目标地址的反馈出现，可在数据包未发出 5 个之前通过执行 `Ctrl+C` 终止当前操作。

【注意事项】

- 1、命令行操作进行自动补齐或命令简写时，要求所简写的字母必须能够唯一区别该命令。如 Red-Giant# `conf` 可以代表 `configure`，但 Red-Giant#`co` 无法代表 `configure`，因为 `co` 开头的命令有两个 `copy` 和 `configure`，设备无法区别。
- 2、注意区别每个操作模式下可执行的命令种类。交换机不可以跨模式执行命令。
- 3、实验一、实验二、实验三、实验四为连续实验，均为路由器基本操作。

实验 3-2 路由器的全局配置

【实验名称】

路由器的全局配置。

【实验目的】

掌握路由器的全局的基本配置。

【背景描述】

你是某公司新进的网管，公司有多台路由器，为了进行区分和管理，公司要求你进行路由器设备名的配置，配置路由器登录时的描述信息。

【技术原理】

配置路由器的设备名称和配置交换机的描述信息必须在全局配置模式下执行。

Hostname 配置路由器的设备名称即命令提示符的前部分信息。

当用户登录路由器时，你可能需要告诉用户一些必要的信息。你可以通过设置标题来达到这个目的。你可以创建两种类型的标题：每日通知和登录标题。

Banner motd 配置路由器每日提示信息 motd message of the day。

Banner login 配置路由器远程登录提示信息，位于每日提示信息之后。

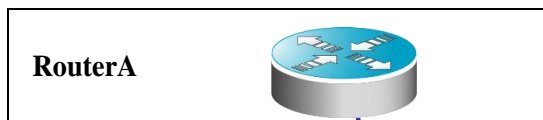
【实现功能】

配置路由器的设备名称和每次登录路由器时提示相关信息。

【实验设备】

R1762（1 台）、直连线或交叉线（1 条）

【实验拓扑】



【实验步骤】

步骤3. 路由器设备名称的配置。

```
Red-Giant> enable
```

```
Red-Giant# configure terminal
```

```
Red-Giant(config)#hostname RouterA
```

```
RouterA(config)#
```

步骤4. 路由器每日提示信息的配置。

```
RouterA(config)#banner motd & !配置每日提示信息 &为终止符
```

```
2006-03-14 17:26:54 @5-CONFIG:Configured from outband
```

```
Enter TEXT message. End with the character '&'.
```

```
Welcome to RouterA,if you are admin,you can config it.
```

```
If you are not admin,please EXIT
```

```
&
```

!输出描述信息

!输入&符号终止输入

验证测试：

```
RouterA(config)#exit
```

```
RouterA#exit
```

```
Press RETURN to get started!
```

welcome to RouterA, if you are admin, you can config it

if you are not admin, please EXIT

RouterA>

【注意事项】

- 1、配置设备名称的有效字符是 22 个字节。
- 2、配置每日提示信息时，注意终止符不能在描述文本中出现。如果键入结束的终止符后仍然输入字符，则这些字符将被系统丢弃。
- 3、实验一、实验二、实验三、实验四为连续实验，均为路由器基本操作。

实验 3-3 路由器端口的基本配置

【实验名称】

路由器端口的的基本配置。

【实验目的】

掌握路由器端口的常用配置参数。

【背景描述】

你是一家网络工程公司就职，负责组建一个省级广域网络。现项目经理要求你根据实际需求，对路由器的端口配置基本的参数。

【技术原理】

锐捷路由器接口 Fastethernet 接口默认情况下是 10M/100M 自适应端口，双工模式也为自适应，并且在默认情况下路由器物理端口处于关闭状态。

路由器提供广域网接口（serial 高速同步串口），使用 V.35 线缆连接广域网接口链路。在广域网连接时一端为 DCE（数据通信设备），一端为 DTE（数据终端设备）。**要求必须在 DCE 端配置时钟频率（clock rate）才能保证链路的连通。**

在路由器的物理端口可以灵活配置带宽，但最大值为该端口的实际物理带宽。

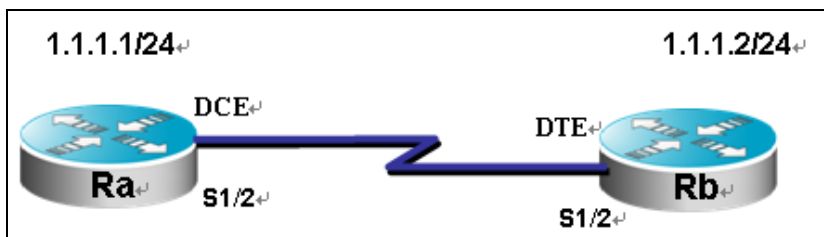
【实现功能】

给路由器接口配置 IP 地址，并在 DCE 端配置时钟频率，限制端口带宽。

【实验设备】

R1762（两台）、V.35 线缆（1 条）

【实验拓扑】



注：在使用 V.35 线缆连接两台路由器的同步串口时，注意区分 DCE 端和 DTE 端。

【实验步骤】

步骤**5**。路由器 A 端口参数的配置。

Red-Giant>enable

Red-Giant # configure terminal

Red-Giant(config)#hostname Ra

Ra(config)#interface serial 1/2

!进行 s1/2 的端口模式

Ra(config-if)#ip address 1.1.1.1 255.255.255.0

!配置端口的 IP 地址

Ra(config-if)#clock rate 64000

!在 DCE 接口上配置时钟频率 64000

Ra(config-if)#bandwidth 512

!配置端口的带宽速率为 512KB

Ra(config-if)#no shutdown

!开启该端口，使端口转发数据

!配置带宽时，以 K 为单位

步骤**6**。路由器 B 端口参数的配置。

Red-Giant>enable

```

Red-Giant # configure terminal
Red-Giant(config)#hostname Rb
Rb(config)#interface serial 1/2          !进行 s1/2 的端口模式
Rb(config-if)#ip address 1.1.1.2 255.255.255.0    !配置端口的 IP 地址
Rb(config-if)#bandwidth 512                !配置端口的带宽速率为 512KB
Rb(config-if)#no shutdown                !开启该端口，使端口转发数据

```

步骤7. 查看路由器端口配置的参数。

```

Ra#show interface serial 1/2          !查看 RA serial 1/2 接口的状态
serial 1/2 is UP , line protocol is UP    !接口的状态，是否为 UP
Hardware is PQ2 SCC HDLC CONTROLLER serial
Interface address is: 1.1.1.1/24          !接口 IP 地址的配置
MTU 1500 bytes, BW 512 Kbit              !查看接口的带宽为 512KB
Encapsulation protocol is HDLC, loopback not set
Keepalive interval is 10 sec , set
Carrier delay is 2 sec
RXload is 1 ,Txload is 1
Queueing strategy: WFQ
5 minutes input rate 17 bits/sec, 0 packets/sec
5 minutes output rate 17 bits/sec, 0 packets/sec
  511 packets input, 11242 bytes, 0 no buffer
  Received 511 broadcasts, 0 runts, 0 giants
  0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 abort
  511 packets output, 11242 bytes, 0 underruns
  0 output errors, 0 collisions, 1 interface resets
  1 carrier transitions
V35 DCE cable                            !该接口为 DCE 端

```

```

DCD=up DSR=up DTR=up RTS=up CTS=up

```

```

Ra#show ip interface serial 1/2      !查看该端口的 IP 协议相关属性
serial 1/2

```

```

IP interface state is: UP              !接口状态
IP interface type is: POINTOPOINT
IP interface MTU is: 1500
IP address is:      1.1.1.1/24(primary)    !接口 IP 地址信息
IP address negotiate is: OFF
Forward direct-boardcast is: ON
ICMP mask reply is: ON
Send ICMP redirect is: ON
Send ICMP unreachable is: ON
DHCP relay is: OFF
Fast switch is: ON
Route horizontal-split is: ON
Help address is: 0.0.0.0
Proxy ARP is: ON
Outgoing access list is not set.

```


Inbound access list is not set.

步骤8. Rb#show interface serial 1/2 !查看路由器 B serial1/2 接口的状态

serial 1/2 is UP , line protocol is UP !接口的状态, 是否为 UP

Hardware is PQ2 SCC HDLC CONTROLLER serial

Interface address is: 1.1.1.2/24 !接口 IP 地址的配置

MTU 1500 bytes, BW 512 Kbit !接口的带宽为 512K

Encapsulation protocol is HDLC, loopback not set

Keepalive interval is 10 sec , set

Carrier delay is 2 sec

RXload is 1 ,Txload is 1

Queueing strategy: WFQ

5 minutes input rate 17 bits/sec, 0 packets/sec

5 minutes output rate 17 bits/sec, 0 packets/sec

511 packets input, 11242 bytes, 0 no buffer

Received 511 broadcasts, 0 runts, 0 giants

0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 abort

511 packets output, 11242 bytes, 0 underruns

0 output errors, 0 collisions, 1 interface resets

1 carrier transitions

V35 DTE cable !该接口为 DCE 端

DCD=up DSR=up DTR=up RTS=up CTS=up

步骤9. Rb#show ip interface serial 1/2 !查看该端口的 IP 协议相关属性

serial 1/2

IP interface state is: UP !接口状态

IP interface type is: POINTOPOINT

IP interface MTU is: 1500

IP address is: 1.1.1.2/24(primary) !接口 IP 地址信息

IP address negotiate is: OFF

Forward direct-boardcast is: ON

ICMP mask reply is: ON

Send ICMP redirect is: ON

Send ICMP unreachable is: ON

DHCP relay is: OFF

Fast switch is: ON

Route horizontal-split is: ON

Help address is: 0.0.0.0

Proxy ARP is: ON

Outgoing access list is not set.

Inbound access list is not set.

步骤10. 验证配置。

步骤11. Ra#ping 1.1.1.2 !在 RA ping 对端 RBserial 1/2 接口的 IP

Sending 5, 100-byte ICMP Echoes to 1.1.1.2, timeout is 2 seconds:

< press Ctrl+C to break >

!!!!

Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/1/1 ms

【注意事项】

- 1、路由器端口默认情况下是关闭的，需要 no shutdown 开启端口。
- 2、Serial 接口正常的端口速率最大是 2.048M（2000K）。
- 3、Show interface 和 show ip interface 之间的区别。
- 4、实验一、实验二、实验三、实验四为连续实验，均为路由器基本操作。

实验 3-4 查看路由器的系统和配置信息

【实验名称】

查看路由器的系统和配置信息。

【实验目的】

查看路由器系统和配置信息，掌握当前路由器的工作状态。

【背景描述】

你是某公司新网管，第一天上班时，你必须掌握公司路由器的当前工作情况，通过查看路由器的系统信息和配置信息，了解公司的设备和网络环境。

【技术原理】

查看路由器的系统和配置信息命令要在特权模式下执行。

Show version 查看路由器的版本信息，可以查看到交换机的硬件版本信息和软件版本信息，用于进行交换机操作系统升级时的依据。

Show ip route 查看路由表信息。

Show running-config 查看路由器当前生效的配置信息。

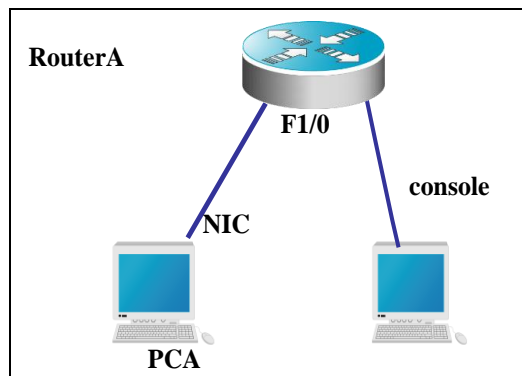
【实现功能】

查看路由器的各项参数。

【实验设备】

R1762（1 台）、主机（1 台）、直连线（1 条）

【实验拓扑】



【实验步骤】

步骤**12**. 路由器端口的基本配置。

```
Red-Giant>enable
```

```
Red-Giant# configure terminal
```

```
Red-Giant(config)#hostname RouterA
```

```
RouterA(config)#interface fastethernet 1/0
```

```
RouterA(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
```

```
RouterA(config-if)#no shutdown
```

步骤**13**. 查看交换机各项信息。

```
RouterA#show version
```

!查看路由器的版本信息

```
Red-Giant Operating System Software
```

```
RGNOS (tm) RELEASE SOFTWARE, Version 8.32(building 53)
```

!操作系统版本号

Copyright (c) 2004 by Red-Giant Network co.,Ltd

Compiled Oct 21 2005 14:10:19 by sc

Red-Giant uptime is 0 days 0 hours 11 minutes

System returned to ROM power-on

System image file is "flash:/rgnos.bin"

!操作系统文件名称

Red-Giant R1700 series R1762

Motorola Power PC processor with 65536K bytes of memory.

Processor board ID 00000001,with hardware revision 00000001

card information in the system

```
-----
slot      class id      type id      hardware ver  firmware version
slot 0    main board      MB_M8248_1762  1.11          1.00
slot 1    FNM card        FNM_2FE2HS     1.00          1.00
```

RouterA#show ip route

!查看路由器路由表信息

Codes: C - connected, S - static, R - RIP

O - OSPF, IA - OSPF inter area

N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2

E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2

* - candidate default

Gateway of last resort is no set

C 192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet 1/0

C 192.168.1.1/32 is local host.

!路由器 F1/0 的直连网段路由

RouterA#show running-config

!查看交换机当前生效的配置信息

Building configuration...

Current configuration : 505 bytes

!

version 8.32(building 53)

hostname RouterA

!主机名

!

!

interface serial 1/2

!

interface serial 1/3

clock rate 64000

!

interface FastEthernet 1/0

ip address 192.168.1.1 255.255.255.0

!F1/0 接口的 IP 地址

duplex auto

speed auto

!

interface FastEthernet 1/1

duplex auto

speed auto

```
!  
interface Null 0  
!  
line con 0  
line aux 0  
line vty 0 4  
  login  
!  
end
```

【注意事项】

- 1、Show running-config 是查看当前生效的配置信息。Show startup-config 是查看保存在 NVRAM 里的配置文件信息。
- 2、路由器的配置信息全部加载在 RAM 里生效。路由器在启动过程中是将 NVRAM 里的配置文件加载到 RAM 里生效的。
- 3、实验一、实验二、实验三、实验四为连续实验，均为路由器基本操作。

实验 3-5 静态路由

【实验名称】

静态路由

【实验目的】

掌握通过静态路由方式实现网络的连通性。

【背景描述】

假设校园网通过 1 台路由器连接到校园外的另 1 台路由器上，现要在路由器上做适当配置，实现校园网内部主机与校园网外部主机的相互通信。

【技术原理】

路由器属于网络层设备，能够根据 IP 包头的信息，选择一条最佳路径，将数据包转发出去。实现不同网段的主机之间的互相访问。

路由器是根据路由表进行选路和转发的。而路由表里就是由一条条的路由信息组成。路由表的产生方式一般有 3 种：

直连路由 给路由器接口配置一个 IP 地址，路由器自动产生本接口 IP 所在网段的路由信息。

静态路由 在拓扑结构简单的网络中，网管员通过手工的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连接。

动态路由协议学习产生的路由 在大规模的网络中，或网络拓扑相对复杂的情况下，通过在路由器上运行动态路由协议，路由器之间互相自动学习产生路由信息。

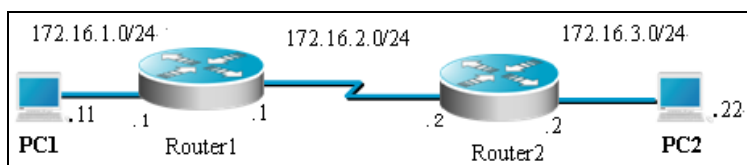
【实现功能】

实现网络的互连互通，从而实现信息的共享和传递。

【实验设备】

R1762（两台）、V35 线缆（1 条）、PC（两台）、直连线或交叉线（2 条）

【实验拓扑】



注：普通路由器和主机直连时，需要使用交叉线，在 R1762 的以太网接口支持 MDI/MDIX，使用直连线也可以连通。

【实验步骤】

步骤 14. 在路由器 Router1 上配置接口的 IP 地址和串口上的时钟频率。

```
Router1(config)# interface fastethernet 1/0
```

```
Router1(config-if)# ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
```

```
Router1(config-if)# no shutdown
```

```
Router1(config)# interface serial 1/2
```

```
Router1(config-if)# ip address 172.16.2.1 255.255.255.0
```

```
Router1(config-if)# clock rate 64000 !配置 Router1 的时钟频率 (DCE)
```

```
Router1(config)# no shutdown
```

验证测试：验证路由器接口的配置。

Router1#show ip interface brief

Interface	IP-Address(Pri)	OK?	Status
serial 1/2	172.16.2.1/24	YES	UP
serial 1/3	no address	YES	DOWN
FastEthernet 1/0	172.16.1.1/24	YES	UP
FastEthernet 1/1	no address	YES	DOWN
Null 0	no address	YES	UP

注意：查看接口的状态。

Router1#show interface serial 1/2

serial 1/2 is UP , line protocol is UP !查看端口状态
Hardware is PQ2 SCC HDLC CONTROLLER serial
Interface address is: 172.16.2.1/24 !端口 ip 地址
MTU 1500 bytes, BW 2000 Kbit
Encapsulation protocol is HDLC, loopback not set
Keepalive interval is 10 sec , set
Carrier delay is 2 sec
RXload is 1 ,Txload is 1
Queueing strategy: WFQ
5 minutes input rate 17 bits/sec, 0 packets/sec
5 minutes output rate 17 bits/sec, 0 packets/sec
85 packets input, 1870 bytes, 0 no buffer
Received 85 broadcasts, 0 runts, 0 giants
0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 abort
84 packets output, 1848 bytes, 0 underruns
0 output errors, 0 collisions, 3 interface resets
1 carrier transitions
V35 DCE cable !该端口为 DCE 端口
DCD=up DSR=up DTR=up RTS=up CTS=up

步骤**15**. 在路由器 Router1 上配置静态路由。

Router1(config)#ip route 172.16.3.0 255.255.255.0 172.16.2.2

或：

Router1(config)#ip route 172.16.3.0 255.255.255.0 serial 1/2

验证测试：验证 **Router1** 上的静态路由配置。

Router1#show ip route

Codes: C - connected, S - static, R - RIP
O - OSPF, IA - OSPF inter area
N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
* - candidate default
Gateway of last resort is no set
C 172.16.1.0/24 is directly connected, FastEthernet 1/0
C 172.16.1.1/32 is local host.

C 172.16.2.0/24 is directly connected, serial 1/2
 C 172.16.2.1/32 is local host.
 S 172.16.3.0/24 [1/0] via 172.16.2.2

步骤**16.** 在路由器 Router2 上配置接口的 IP 地址和串口上的时钟频率。

```
Router2(config)# interface fastethernet 1/0
Router2(config-if)# ip address 172.16.3.2 255.255.255.0
Router2(config-if)# no shutdown
!
Router2(config)# interface serial 1/2
Router2(config-if)# ip address 172.16.2.2 255.255.255.0
Router2(config-if)# no shutdown
```

验证测试：验证路由器接口的配置。

Router2#show ip interface brief

Interface	IP-Address(Pri)	OK?	Status
serial 1/2	172.16.2.2/24	YES	UP
serial 1/3	no address	YES	DOWN
FastEthernet 1/0	172.16.3.2/24	YES	UP
FastEthernet 1/1	no address	YES	DOWN
Null 0	no address	YES	UP

Router2# show interface serial 1/2

```
serial 1/2 is UP , line protocol is UP
Hardware is PQ2 SCC HDLC CONTROLLER serial
Interface address is: 172.16.2.2/24
  MTU 1500 bytes, BW 2000 Kbit
  Encapsulation protocol is HDLC, loopback not set
  Keepalive interval is 10 sec , set
  Carrier delay is 2 sec
  RXload is 1 ,Txload is 1
  Queueing strategy: WFQ
  5 minutes input rate 53 bits/sec, 0 packets/sec
  5 minutes output rate 53 bits/sec, 0 packets/sec
    110 packets input, 2970 bytes, 0 no buffer
    Received 105 broadcasts, 0 runts, 0 giants
    0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 abort
    111 packets output, 2992 bytes, 0 underruns
    0 output errors, 0 collisions, 3 interface resets
    1 carrier transitions
  V35 DTE cable
  DCD=up DSR=up DTR=up RTS=up CTS=up
```

步骤**17.** 在路由器 Router2 上配置静态路由。

```
Router2(config)#ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 172.16.2.1
```

或：

```
Router2(config)#ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 serial 1/2
```


验证测试：验证 Router2 上的静态路由配置。

Router2#show ip route

Codes: C - connected, S - static, R - RIP
O - OSPF, IA - OSPF inter area
N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
* - candidate default
Gateway of last resort is no set
S 172.16.1.0/24 [1/0] via 172.16.2.1 !配置的静态路由
C 172.16.2.0/24 is directly connected, serial 1/2
C 172.16.2.2/32 is local host.
C 172.16.3.0/24 is directly connected, FastEthernet 1/0
C 172.16.3.2/32 is local host.

步骤 18. 测试网络的互连互通性。

C:\>ping 172.16.3.22 !从 PC1 ping PC2

Pinging 172.16.3.22 with 32 bytes of data:
Reply from 172.16.3.22: bytes=32 time<10ms TTL=126
Reply from 172.16.3.22: bytes=32 time<10ms TTL=126
Reply from 172.16.3.22: bytes=32 time<10ms TTL=126
Reply from 172.16.3.22: bytes=32 time<10ms TTL=126

C:\>ping 172.16.1.11 !从 PC2 ping PC1

Pinging 172.16.1.11 with 32 bytes of data:
Reply from 172.16.1.11: bytes=32 time<10ms TTL=126
Reply from 172.16.1.11: bytes=32 time<10ms TTL=126
Reply from 172.16.1.11: bytes=32 time<10ms TTL=126
Reply from 172.16.1.11: bytes=32 time<10ms TTL=126

【注意事项】

如果两台路由器通过串口直接互连，则必须在其中一端设置时钟频率（DCE）。

【参考配置】

Router1#show running-config ! 显示路由器 Router1 的全部配置

Building configuration...
Current configuration : 517 bytes
!
version 8.32(building 53)
hostname Router1
interface serial 1/2
ip address 172.16.2.1 255.255.255.0
clock rate 64000
interface serial 1/3
clock rate 64000
!
interface FastEthernet 1/0
ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
duplex auto

```

speed auto
!
interface FastEthernet 1/1
duplex auto
speed auto
shutdown
!
interface Null 0
!
ip route 172.16.3.0 255.255.255.0 172.16.2.2
!
line con 0
line aux 0
line vty 0 4
login
!
end

```

Router2#show running-config

! 显示路由器 Router2 的全部配置

```

Building configuration...
Current configuration : 498 bytes
!
version 8.32(building 53)
hostname Router2
interface serial 1/2
ip address 172.16.2.2 255.255.255.0
interface serial 1/3
clock rate 64000
!
interface FastEthernet 1/0
ip address 172.16.3.2 255.255.255.0
duplex auto
speed auto
interface FastEthernet 1/1
duplex auto
speed auto
shutdown
!
interface Null 0
!
ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 172.16.2.1
!
line con 0
line aux 0
line vty 0 4

```

```
login  
!  
end
```

实验 3-6 RIP 路由协议

【实验名称】

RIP V2 配置。

【实验目的】

掌握在路由器上配置 RIP V2。

【背景描述】

假设校园网通过 1 台三层交换机连到校园网出口路由器，路由器再和校园外的另 1 台路由器连接，现做适当配置，实现校园网内部主机与校园网外部主机的相互通信。

本实验以两台 R1762 路由器、1 台三层交换机为例。S3550 上划分有 VLAN10 和 VLAN50，其中 VLAN10 用于连接 Router1，VLAN50 用于连接校园网主机。

路由器分别命名为 Router1 和 Router2，路由器之间通过串口采用 V35 DCE/DTE 电缆连接，DCE 端连接到 Router1（R1762）上。

PC1 的 IP 地址和缺省网关分别为 172.16.5.11 和 172.16.5.1，PC2 的 IP 地址和缺省网关分别为 172.16.3.22 和 172.16.3.1，网络掩码都是 255.255.255.0。

【技术原理】

RIP（Routing Information Protocols，路由信息协议）是应用较早、使用较普遍的 IGP（Interior Gateway Protocol，内部网关协议），适用于小型同类网络，是典型的距离矢量（distance-vector）协议。

RIP 协议跳数做为衡量路径开销的，RIP 协议里规定最大跳数为 15。

RIP 协议有两个版本 RIPv1 和 RIPv2。

RIPv1 属于有类路由协议，不支持 VLSM（变长子网掩码），RIPv1 是以广播的形式进行路由信息的更新的；更新周期为 30 秒。

RIPv2 属于无类路由协议，支持 VLSM（变长子网掩码），RIPv2 是以组播的形式进行路由信息的更新的，组播地址是 224.0.0.9。RIPv2 还支持基于端口的认证，提高网络的安全性。

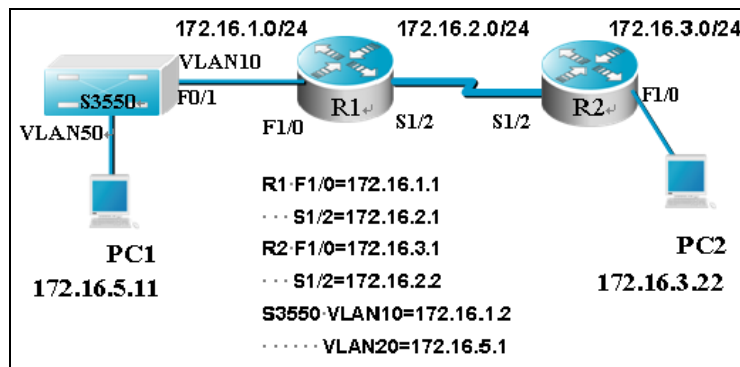
【实现功能】

实现网络的互连互通，从而实现信息的共享和传递。

【实验设备】

S3550 交换机（1 台）、R1762 路由器（两台）、V35 线缆（1 根）、直连线或交叉线（1 条）

【实验拓扑】



注：路由器和主机直连时，需要使用交叉线，在 R1762 的以太网接口支持 MDI/MDIX，使用直连线也可以连通。R1 的 S1/2 为 DCE 接口。

【实验步骤】

步骤19. 基本配置。

三层交换机基本配置

switch#configure terminal

switch(config)#hostname S3550

S3550(config)#vlan 10

S3550(config-vlan)#exit

S3550(config)#vlan 50

S3550(config-vlan)#exit

S3550(config)#interface f0/1

S3550(config-if)#switchport access vlan 10

S3550(config-if)#exit

S3550(config)#interface f0/5

S3550(config-if)#switchport access vlan 50

S3550(config-if)#exit

S3550(config)#interface vlan 10

!创建 VLAN 虚接口，并配置 IP

S3550(config-if)#ip address 172.16.1.2 255.255.255.0

S3550(config-if)#no shutdown

S3550(config-if)#exit

S3550(config)#interface vlan 50

!创建 VLAN 虚接口，并配置 IP

S3550(config-if)#ip address 172.16.5.1 255.255.255.0

S3550(config-if)#no shutdown

S3550(config-if)#exit

步骤20. 验证测试：

S3550#show vlan

VLAN Name	Status	Ports
1 default	active	Fa0/2 ,Fa0/3 Fa0/4 ,Fa0/6 ,Fa0/7 Fa0/8 ,Fa0/9 ,Fa0/10 Fa0/11,Fa0/12,Fa0/13 Fa0/14,Fa0/15,Fa0/16

			Fa0/17,Fa0/18,Fa0/19
			Fa0/20,Fa0/21,Fa0/22
			Fa0/23,Fa0/24
10	vlan10	active	Fa0/1
50	vlan50	active	Fa0/5

S3550#show ip interface

```

Interface          : VL10
Description        : Vlan 10
OperStatus        : UP
ManagementStatus   : Enabled
Primary Internet address: 172.16.1.1/24
Broadcast address   : 255.255.255.255
PhysAddress        : 00d0.f8ff.8ab5
Interface          : VL50
Description        : Vlan 50
OperStatus        : UP
ManagementStatus   : Enabled
Primary Internet address: 172.16.5.1/24
Broadcast address   : 255.255.255.255
PhysAddress        : 00d0.f8ff.8ab6

```

路由器基本配置

Router1(config)# interface fastethernet 1/0

Router1(config-if)# ip address 172.16.1.1 255.255.255.0

Router1(config-if)# no shutdown

Router1(config-if)#exit

Router1(config)# interface serial 1/2

Router1(config-if)# ip address 172.16.2.1 255.255.255.0

Router1(config-if)#clock rate 64000

Router1(config-if)# no shutdown

Router2(config)# interface fastethernet 1/0

Router2(config-if)# ip address 172.16.3.1 255.255.255.0

Router2(config-if)# no shutdown

Router2(config-if)#exit

Router2(config)# interface serial 1/2

Router2(config-if)# ip address 172.16.2.2 255.255.255.0

Router2(config-if)# no shutdown

验证测试：验证路由器接口的配置和状态。

Router1#show ip interface brief

Interface	IP-Address(Pri)	OK?	Status
serial 1/2	172.16.2.1/24	YES	UP
serial 1/3	no address	YES	DOWN
FastEthernet 1/0	172.16.1.1/24	YES	UP
FastEthernet 1/1	no address	YES	DOWN
Null 0	no address	YES	UP

Router2#show ip interface brief

Interface	IP-Address(Pri)	OK?	Status
serial 1/2	172.16.2.2/24	YES	UP
serial 1/3	no address	YES	DOWN
FastEthernet 1/0	172.16.3.2/24	YES	UP
FastEthernet 1/1	no address	YES	DOWN
Null 0	no address	YES	UP

步骤**21**. 配置 RIP v2 路由协议。

S3550 配置 RIP 协议

```

S3550(config)#router rip                                !开启 RIP 协议进程
S3550(config-router)#network 172.16.1.0                    !申明本设备的直连网段
S3550(config-router)#network 172.16.5.0
S3550(config-router)#version 2

```

Router1 配置 RIPv2 协议

```

Router1(config)# router rip
Router1(config-router)#network 172.16.1.0
Router1(config-router)#network 172.16.2.0
Router1(config-router)#version2                            !定义 RIP 协议 v2
Router1(config-router)#no auto-summary                     !关闭路由信息的自动汇总功能

```

Router2 配置 RIP 协议

```

Router2(config)# router rip
Router2(config-router)#network 172.16.2.0
Router2(config-router)#network 172.16.3.0
Router2(config-router)#version2
Router2(config-router)#no auto-summary

```

步骤**22**. 验证三台路由设备的路由表，查看是否自动学习了其他网段的路由信息。

S3550#show ip route

Type: C - connected, S - static, R - RIP, O - OSPF, IA - OSPF inter area
 N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
 E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2

Type	Destination IP	Next hop	Interface	Distance	Metric	Status
C	172.16.1.0/24	0.0.0.0	VL10	0	0	Active
R	172.16.2.0/24	172.16.1.1	VL10	120	2	Active
R	172.16.3.0/24	172.16.1.1	VL10	120	3	Active
C	172.16.5.0/24	0.0.0.0	VL50	0	0	Active

Router1#show ip route

Codes: C - connected, S - static, R - RIP
 O - OSPF, IA - OSPF inter area
 N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
 E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
 * - candidate default

Gateway of last resort is no set

C 10.1.1.2/32 is directly connected, serial 1/2

```

C    172.16.1.0/24 is directly connected, FastEthernet 1/0
C    172.16.1.1/32 is local host.
C    172.16.2.0/24 is directly connected, serial 1/2
C    172.16.2.1/32 is local host.
R    172.16.5.0/24 [120/1] via 172.16.1.2, 00:00:01, FastEthernet 1/0
R    172.16.3.0/24 [120/1] via 172.16.2.2, 00:00:21, serial 1/2

```

Router2#show ip route

```

Codes:  C - connected, S - static,  R - RIP
        O - OSPF, IA - OSPF inter area
        N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
        E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
        * - candidate default

```

Gateway of last resort is no set

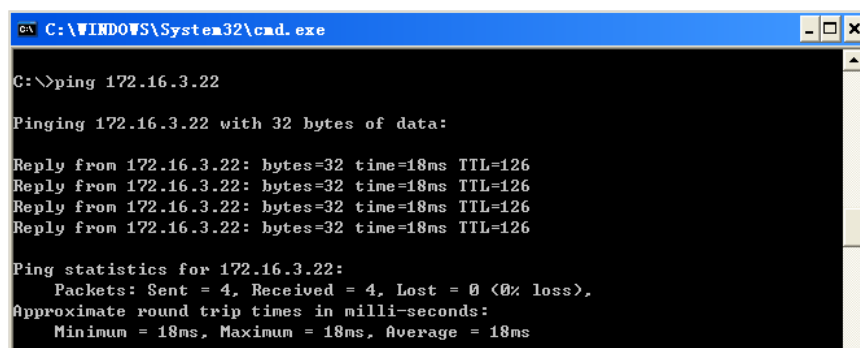
```

C    10.1.1.1/32 is directly connected, serial 1/2
R    172.16.1.0/24 [120/1] via 172.16.2.1, 00:00:03, serial 1/2
C    172.16.2.0/24 is directly connected, serial 1/2
C    172.16.2.2/32 is local host.
R    172.16.5.0/24 [120/2] via 172.16.2.1, 00:00:03, serial 1/2

```

步骤**23**. 测试网络的连通性。

C:\>ping 172.16.3.22 !从 PC1 ping PC2



```

C:\WINDOWS\System32\cmd.exe

C:\>ping 172.16.3.22

Pinging 172.16.3.22 with 32 bytes of data:

Reply from 172.16.3.22: bytes=32 time=18ms TTL=126
Reply from 172.16.3.22: bytes=32 time=18ms TTL=126
Reply from 172.16.3.22: bytes=32 time=18ms TTL=126
Reply from 172.16.3.22: bytes=32 time=18ms TTL=126

Ping statistics for 172.16.3.22:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 18ms, Maximum = 18ms, Average = 18ms

```

【注意事项】

- * 1、在串口上配置时钟频率时，一定要在电缆 DCE 端的路由器上配置，否则链路不通。
- * 2、No auto-summary 功能只有在 RIPv2 支持。
- * 3、S3550-24 没有 no auto-summary 命令。
- * 4、PC 主机网关一定要指向直连接口 IP 地址，例如 PC1 网关指向三层交换机 VLAN50 的 IP 地址。

【参考配置】

S3550#show running-config

Building configuration...

Current configuration : 383 bytes

!

version 1.0

!


```

hostname s3550
vlan 1
!
vlan 10
!
vlan 50
!
interface FastEthernet 0/1
    switchport access vlan 10
!
interface FastEthernet 0/5
    switchport access vlan 50
!
interface Vlan 10
    ip address 172.16.1.2 255.255.255.0
!
interface Vlan 50
    ip address 172.16.5.1 255.255.255.0
!
router rip
version 2
network 172.16.0.0 mask 255.255.0.0
!
end
Router1#show running-config
Building configuration...
Current configuration : 600 bytes
!
version 8.32(building 5)
hostname Router1
!
interface serial 1/2
    encapsulation PPP
    ppp authentication pap
    ip address 172.16.2.1 255.255.255.0
    clock rate 64000
!
interface serial 1/3
    clock rate 64000
!
interface FastEthernet 1/0
    ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
    duplex auto
    speed auto

```

```

!
interface FastEthernet 1/1
    duplex auto
    speed auto
!
interface Null 0
!
router rip
    no auto-summary
    version 2
    network 172.16.0.0
!
line con 0
line aux 0
line vty 0 4
    login
!
end
Router2#show running-config
Building configuration...
Current configuration : 522 bytes
!
version 8.32(building 53)
hostname r2
!
interface serial 1/2
    encapsulation PPP
    ip address 172.16.2.2 255.255.255.0
!
interface serial 1/3
    clock rate 64000
!
interface FastEthernet 1/0
    ip address 172.16.3.1 255.255.255.0
    duplex auto
    speed auto
!
interface FastEthernet 1/1
    duplex auto
    speed auto
!
interface Null 0
!
router rip

```

```
no auto-summary
version 2
network 172.16.0.0
!
line con 0
line aux 0
line vty 0 4
  login
!
End
```

实验 3-7 OSPF 单区域

【实验名称】

OSPF 单区域基本配置。

【实验目的】

掌握在路由器上配置 OSPF 单区域。

【背景描述】

假设校园网通过 1 台三层交换机连到校园网出口路由器，路由器再和校园外的另 1 台路由器连接，现做适当配置，实现校园网内部主机与校园网外部主机的相互通信。

本实验以两台 R1762 路由器、1 台三层交换机为例。S3550 上划分有 VLAN10 和 VLAN50，其中 VLAN10 用于连接 Router1，VLAN50 用于连接校园网主机。

路由器分别命名为 Router1 和 Router2，路由器之间通过串口采用 V35 DCE/DTE 电缆连接，DCE 端连接到 Router1（R1762）上。

PC1 的 IP 地址和缺省网关分别为 172.16.5.11 和 172.16.5.1，PC2 的 IP 地址和缺省网关分别为 172.16.3.22 和 172.16.3.1，网络掩码都是 255.255.255.0。

【技术原理】

OSPF（Open Shortest Path First，开放式最短路径优先）协议，是目前网络中应用最广泛的路由协议之一。属于内部网关路由协议，能够适应各种规模的网络环境，是典型的链路状态（link-state）协议。

OSPF 路由协议通过向全网扩散本设备的链路状态信息，使网络中每台设备最终同步一个具有全网链路状态的数据库（LSDB），然后路由器采用 SPF 算法，以自己为根，计算到达其他网络的最短路径，最终形成全网路由信息。

OSPF 属于无类路由协议，支持 VLSM（变长子网掩码）。OSPF 是以组播的形式进行链路状态的通告的。

在大模型的网络环境中，OSPF 支持区域的划分，将网络进行合理规划。划分区域时必须存在 area0（骨干区域）。其他区域和骨干区域直接相连，或通过虚链路的方式连接。

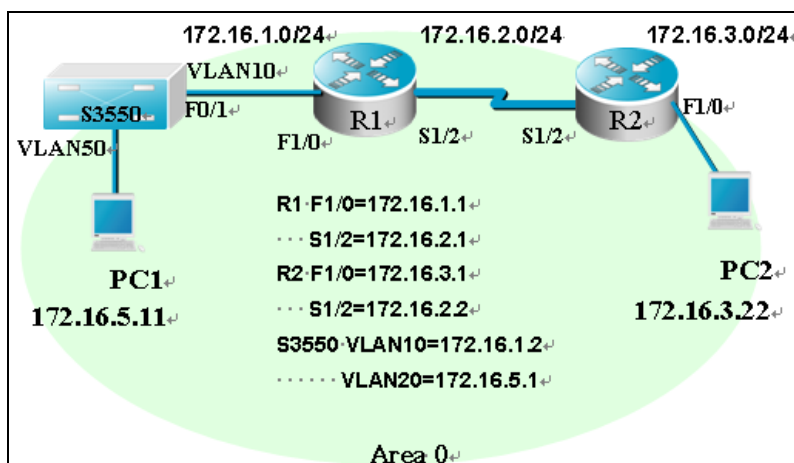
【实现功能】

实现网络的互连互通，从而实现信息的共享和传递。

【实验设备】

S3550（1 台）、R1762 路由器（两台）、V35 线缆（1 根）、交叉线或直连线（1 条）

【实验拓扑】



注：路由器和主机直连时，需要使用交叉线，在 R1762 的以太网接口支持 MDI/MDIX，使用直连线也可以连通。R1 的 S1/2 为 DCE 接口。

【实验步骤】

步骤24. 基本配置。

三层交换机基本配置

switch#configure terminal

switch(config)#hostname s3550

S3550(config)#vlan 10

S3550(config-vlan)#exit

S3550(config)#vlan 50

S3550(config-vlan)#exit

S3550(config)#interface f0/1

S3550(config-if)#switchport access vlan 10

S3550(config-if)#exit

S3550(config)#interface f0/5

S3550(config-if)#switchport access vlan 50

S3550(config-if)#exit

S3550(config)#interface vlan 10 !创建 VLAN 虚接口，并配置 IP

S3550(config-if)#ip address 172.16.1.2 255.255.255.0

S3550(config-if)#no shutdown

S3550(config-if)#exit

S3550(config)#interface vlan 50 !创建 VLAN 虚接口，并配置 IP

S3550(config-if)#ip address 172.16.5.1 255.255.255.0

S3550(config-if)#no shutdown

S3550(config-if)#exit

步骤25. 验证测试：

S3550#show vlan

VLAN Name	Status	Ports
1 default	active	Fa0/2 ,Fa0/3 Fa0/4 ,Fa0/6 ,Fa0/7 Fa0/8 ,Fa0/9 ,Fa0/10 Fa0/11,Fa0/12,Fa0/13 Fa0/14,Fa0/15,Fa0/16 Fa0/17,Fa0/18,Fa0/19 Fa0/20,Fa0/21,Fa0/22 Fa0/23,Fa0/24
10 vlan10	active	Fa0/1
50 vlan50	active	Fa0/5

S3550#show ip interface

Interface : VL10

Description : Vlan 10

OperStatus : UP

ManagementStatus : Enabled

Primary Internet address: 172.16.1.1/24
Broadcast address : 255.255.255.255
PhysAddress : 00d0.f8ff.8ab5
Interface : VL50
Description : Vlan 50
OperStatus : UP
ManagementStatus : Enabled
Primary Internet address: 172.16.5.1/24
Broadcast address : 255.255.255.255
PhysAddress : 00d0.f8ff.8ab6

路由器基本配置

Router1(config)# interface fastethernet 1/0

```
Router1(config-if)# ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
Router1(config-if)# no shutdown
Router1(config-if)#exit
Router1(config)# interface serial 1/2
Router1(config-if)# ip address 172.16.2.1 255.255.255.0
Router1(config-if)# clock rate 64000
Router1(config-if)# no shutdown
Router2(config)# interface fastethernet 1/0
Router2(config-if)# ip address 172.16.3.1 255.255.255.0
Router2(config-if)# no shutdown
Router2(config-if)#exit
Router2(config)# interface serial 1/2
Router2(config-if)# ip address 172.16.2.2 255.255.255.0
Router2(config-if)# no shutdown
```

验证测试：验证路由器接口的配置和状态。

Router1#show ip interface brief

Interface	IP-Address(Pri)	OK?	Status
serial 1/2	172.16.2.1/24	YES	UP
serial 1/3	no address	YES	DOWN
FastEthernet 1/0	172.16.1.1/24	YES	UP
FastEthernet 1/1	no address	YES	DOWN
Null 0	no address	YES	UP

Router2#show ip interface brief

Interface	IP-Address(Pri)	OK?	Status
serial 1/2	172.16.2.2/24	YES	UP
serial 1/3	no address	YES	DOWN
FastEthernet 1/0	172.16.3.2/24	YES	UP
FastEthernet 1/1	no address	YES	DOWN
Null 0	no address	YES	UP

步骤**26**. 配置 OSPF 路由协议。

S3550 配置 OSPF

步骤**27**. S3550(config)#router ospf !开启 OSPF 路由协议进程

```
S3550(config-router)#network 172.16.5.0 0.0.0.255 area 0
```

! 申请直连网段信息, 并分配区域号

```
S3550(config-router)#network 172.16.1.0 0.0.0.255 area 0
```

```
S3550(config-router)#end
```

Router1 配置 OSPF

```
Router1(config)# router ospf
```

```
Router1(config-router)#network 172.16.1.0 0.0.0.255 area 0
```

```
Router1(config-router)#network 172.16.2.0 0.0.0.255 area 0
```

```
Router1(config-router)#end
```

Router2 配置 OSPF

```
Router2(config)#router ospf
```

```
Router2(config-router)#network 172.16.2.0 0.0.0.255 area 0
```

```
Router2(config-router)#network 172.16.3.0 0.0.0.255 area 0
```

```
Router2(config-router)#end
```

步骤**28**. 查看验证三台路由设备的路由表, 查看是否自动学习了其他网段的路由信息。

```
S3550#show ip route
```

Type: C - connected, S - static, R - RIP, O - OSPF, IA - OSPF inter area

N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2

E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2

Type	Destination IP	Next hop	Interface	Distance	Metric	Status
C	172.16.1.0/24	0.0.0.0	VL10	0	0	Active
O	172.16.2.0/24	172.16.1.1	VL10	110	51	Active
O	172.16.3.0/24	172.16.1.1	VL10	110	52	Active
C	172.16.5.0/24	0.0.0.0	VL50	0	0	Active

```
Router1#show ip route
```

Codes: C - connected, S - static, R - RIP

O - OSPF, IA - OSPF inter area

N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2

E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2

* - candidate default

Gateway of last resort is no set

```
C 10.1.1.2/32 is directly connected, serial 1/2
```

```
C 172.16.1.0/24 is directly connected, FastEthernet 1/0
```

```
C 172.16.1.1/32 is local host.
```

```
C 172.16.2.0/24 is directly connected, serial 1/2
```

```
C 172.16.2.1/32 is local host.
```

```
O 172.16.5.0/24 [110/51] via 172.16.1.2, 00:00:01, FastEthernet 1/0
```

```
O 172.16.3.0/24 [110/51] via 172.16.2.2, 00:00:21, serial 1/2
```

```
Router2# show ip route
```

Codes: C - connected, S - static, R - RIP

O - OSPF, IA - OSPF inter area

N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2

E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2

* - candidate default

Gateway of last resort is no set

C 10.1.1.1/32 is directly connected, serial 1/2

O 172.16.1.0/24 [110/51] via 172.16.2.1, 00:00:03, serial 1/2

C 172.16.2.0/24 is directly connected, serial 1/2

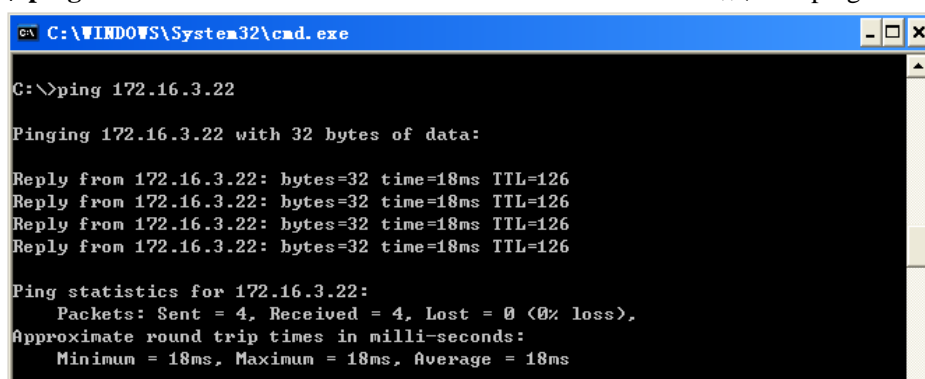
C 172.16.2.2/32 is local host.

O 172.16.5.0/24 [110/52] via 172.16.2.1, 00:00:03, serial 1/2

步骤**29**. 测试网络的连通性。

C:\>ping 172.16.3.22

!从 PC1 ping PC2



```
C:\WINDOWS\System32\cmd.exe

C:\>ping 172.16.3.22

Pinging 172.16.3.22 with 32 bytes of data:

Reply from 172.16.3.22: bytes=32 time=18ms TTL=126
Reply from 172.16.3.22: bytes=32 time=18ms TTL=126
Reply from 172.16.3.22: bytes=32 time=18ms TTL=126
Reply from 172.16.3.22: bytes=32 time=18ms TTL=126

Ping statistics for 172.16.3.22:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 18ms, Maximum = 18ms, Average = 18ms
```

【注意事项】

- 1、在串口上配置时钟频率时，一定要在电缆 DCE 端的路由器上配置，否则链路不通。
- 2、在申明直连网段时，注意要写该网段的反掩码。
- 3、在申明直连网段时，必须指明所属的区域。

【参考配置】

S3550# show running-config

Building configuration...

Current configuration : 383 bytes

!

version 1.0

!

hostname s3550

vlan 1

vlan 10

vlan 50

!

interface FastEthernet 0/1

switchport access vlan 10

!

interface FastEthernet 0/5

switchport access vlan 50

!

interface Vlan 10

ip address 172.16.1.2 255.255.255.0


```

interface Vlan 50
  ip address 172.16.5.1 255.255.255.0
!
router ospf
area 0.0.0.0
network 172.16.1.0 0.0.0.255 area 0.0.0.0
network 172.16.5.0 0.0.0.255 area 0.0.0.0
!
end
router1#show running-config
Building configuration...
Current configuration : 569 bytes
!
version 8.32(building 53)
hostname router1
interface serial 1/2
  ip address 172.16.2.1 255.255.255.0
  clock rate 64000
interface serial 1/3
  clock rate 64000
!
interface FastEthernet 1/0
  ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
  duplex auto
  speed auto
!
interface FastEthernet 1/1
  duplex auto
  speed auto
!
interface Null 0
!
router ospf
network 172.16.1.0 0.0.0.255 area 0.0.0.0
network 172.16.2.0 0.0.0.255 area 0.0.0.0
!
line con 0
line aux 0
line vty 0 4
  login
!
end
router2#show running-config
Building configuration...

```

```
Current configuration : 561 bytes
!
version 8.32(building 53)
hostname router2
interface serial 1/2
    ip address 172.16.2.2 255.255.255.0
interface serial 1/3
    clock rate 64000
!
interface FastEthernet 1/0
    ip address 172.16.3.1 255.255.255.0
    duplex auto
    speed auto
!
interface FastEthernet 1/1
    duplex auto
    speed auto
    shutdown
!
interface Null 0
!
router ospf
network 172.16.2.0 0.0.0.255 area 0.0.0.0
network 172.16.3.0 0.0.0.255 area 0.0.0.0
!
line con 0
line aux 0
line vty 0 4
    login
!
End
```

实验 3-8 广域网协议的封装

【实验名称】

广域网协议的封装

【实验目的】

掌握广域网协议的封装类型和封装方法

【背景描述】

你是公司的网络管理员，两个分公司之间希望能够申请一条广域网专线进行连接。公司现有锐捷路由器两台，希望你了解该设备的广域网接口所支持的协议，以确定选择哪一种广域网链路。

【技术原理】

常见广域网专线技术有，DDN 专线、PSTN/ISDN 专线、帧中继专线、X.25 专线等。

数据链路层提供各种专线技术的协议，主要有 PPP、HDLC、X.25、Frame-relay 以及 ATM 等。

【实现功能】

查看路由器广域网接口支持的数据链路层协议，并进行正确的封装。

【实验设备】

R1762 路由器（1 台）

【实验拓扑】



图 1

【实验步骤】

步骤1. 查看广域网接口默认的封装类型。

```
Router1# show interface serial 1/2
```

```
serial 1/2 is UP , line protocol is UP !查看接口的状态, 是否为 UP
Hardware is PQ2 SCC HDLC CONTROLLER serial
Interface address is: 1.1.1.2/24 !查看接口 IP 地址的配置
MTU 1500 bytes, BW 512 Kbit !查看接口的带宽为 512K
Encapsulation protocol is HDLC, loopback not set !默认的封装协议是 HDLC
Keepalive interval is 10 sec , set
Carrier delay is 2 sec
RXload is 1 ,Txload is 1
Queueing strategy: WFQ
5 minutes input rate 17 bits/sec, 0 packets/sec
5 minutes output rate 17 bits/sec, 0 packets/sec
511 packets input, 11242 bytes, 0 no buffer
Received 511 broadcasts, 0 runts, 0 giants
0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 abort
```

```

511 packets output, 11242 bytes, 0 underruns
0 output errors, 0 collisions, 1 interface resets
1 carrier transitions
V35 DTE cable                                !该接口为 DTE 端
DCD=up DSR=up DTR=up RTS=up CTS=up

```

步骤2. 查看广域网接口支持的封装类型。

RouterA(config)#interface serial 1/2

```

RouterA(config-if)#encapsulation ? !encapsulation 是封装数据链路层协议的命令
frame-relay      Frame Relay networks      !帧中继协议
hdlc              serial HDLC synchronous   !高级数据链路控制协议
lapb              LAPB(X.25 Level 2)        !X.25 的二层协议
ppp              Point-to-Point protocol    !PPP 点到点协议
x25               X.25                      !X.25 协议

```

步骤3. 更改广域网接口的封装类型。

⚙️ **PPP 封装**

RouterA(config)#interface serial 1/2

!进行 serial 1/2

```

RouterA(config-if)#encapsulation ppp        !将接口协议封装为 PPP
RouterA(config-if)#end

```

RouterA#show interface serial 1/2 !查看接口的封装协议

```

serial 1/2 is UP , line protocol is DOWN
Hardware is PQ2 SCC HDLC CONTROLLER serial
Interface address is: 192.168.1.1/24
MTU 1500 bytes, BW 2000 Kbit
Encapsulation protocol is PPP, loopback not set
Keepalive interval is 10 sec , set
Carrier delay is 2 sec
RXload is 1 ,Txload is 1
LCP Reqsent                                !PPP 协议相关参数
Closed: ipcp
Queueing strategy: FIFO
Output queue 0/40, 0 drops;
Input queue 0/75, 0 drops
5 minutes input rate 14 bits/sec, 0 packets/sec
5 minutes output rate 36 bits/sec, 0 packets/sec
403 packets input, 8866 bytes, 0 no buffer
Received 246 broadcasts, 0 runts, 0 giants
15 input errors, 0 CRC, 15 frame, 0 overrun, 0 abort
1011 packets output, 29156 bytes, 0 underruns
0 output errors, 0 collisions, 59 interface resets
1 carrier transitions
V35 DCE cable
DCD=up DSR=up DTR=up RTS=up CTS=up

```

⚙️ **Frame-Relay 封装**

RouterA(config)#interface serial 1/2

!进行 serial 1/2

```

RouterA(config-if)#encapsulation frame-relay      !将接口协议封装为帧中继
RouterA(config-if)#end

RouterA#show interface serial 1/2                !查看接口的封装协议
    serial 1/2 is UP , line protocol is UP
Hardware is PQ2 SCC HDLC CONTROLLER serial
Interface address is: 192.168.1.1/24
MTU 1500 bytes, BW 2000 Kbit
Encapsulation protocol is FRAME RELAY, loopback not set !封装协议
Keepalive interval is 10 sec , set
Carrier delay is 2 sec
RXload is 1 ,Txload is 1
LMI enq sent 1, LMI status recvd 0, LMI update recvd 0, DTE LMI up
LMI enq recvd 0, LMI status sent 0, LMI update sent 0
LMI DLCI 0 LMI type is CCITT, frame relay DTE interface broadcasts 0
!帧中继协议相关参数
Queueing strategy: FIFO
Output queue 0/40, 0 drops;
Input queue 0/75, 0 drops
5 minutes input rate 15 bits/sec, 0 packets/sec
5 minutes output rate 36 bits/sec, 0 packets/sec
405 packets input, 8910 bytes, 0 no buffer
Received 246 broadcasts, 0 runts, 0 giants
15 input errors, 0 CRC, 15 frame, 0 overrun, 0 abort
1017 packets output, 29239 bytes, 0 underruns
0 output errors, 0 collisions, 61 interface resets
1 carrier transitions
V35 DCE cable
DCD=up DSR=up DTR=up RTS=up CTS=up

```

✿ X.25 封装

```

RouterA(config)#interface serial 1/2             !进行 serial 1/2
RouterA(config-if)#encapsulation X25             !将接口协议封装为 X.25
RouterA(config-if)#end

RouterA#show interface serial 1/2                !查看接口的封装协议
    serial 1/2 is UP , line protocol is DOWN
Hardware is PQ2 SCC HDLC CONTROLLER serial
Interface address is: 192.168.1.1/24
MTU 1500 bytes, BW 2000 Kbit
Encapsulation protocol is X.25, loopback not set !查看封装协议
Keepalive interval is 0 sec , no set
Carrier delay is 2 sec
RXload is 1 ,Txload is 1
LAPB DTE, modulo 8, k 7, N1 12056, N2 20
    T1 3000, interface outage (partial T3) 0, T4 0
    State SABMSENT, VS 0, VR 0, Remote VR 0, Retransmissions 2

```

```

Queues: U/S frames 0, I frames 0, unack. 0, reTx 0
IFRAMEs 0/0 RNRs 0/0 REJs 0/0 SABM/Es 2/0 FRMRs 0/0 DISCs 0/0
X25 DTE, address , state R1, modulo 8
Defaults: DEF encapsulation, idle 0, nvc 3
        input/output window sizes 2/2, packet sizes 128/128
Timers: T20 180, T21 200, T22 180, T23 180, TH 0
Channels: Incoming-only none, Two-way 1-1024, Outgoing-only none
RESTARTs 0/0 CALLs 0+0/0+0+0 DIAGs 0/0    !X.25 协议相关参数
Queueing strategy: FIFO
Output queue 0/40, 0 drops;
Input queue 0/75, 0 drops
5 minutes input rate 16 bits/sec, 0 packets/sec
5 minutes output rate 32 bits/sec, 0 packets/sec
407 packets input, 8954 bytes, 0 no buffer
Received 246 broadcasts, 0 runts, 0 giants
15 input errors, 0 CRC, 15 frame, 0 overrun, 0 abort
1021 packets output, 29269 bytes, 0 underruns
0 output errors, 0 collisions, 61 interface resets
1 carrier transitions
V35 DCE cable
DCD=up DSR=up DTR=up RTS=up CTS=up

```

【注意事项】

封装广域网协议时，要求 V.35 线缆的两个端口封装协议一致，否则无法建立链路。