

浙江大学

本科实验报告

课程名称:	计算机网络
实验名称:	静态路由配置
姓 名:	黄炯睿 雷骁
学 院:	计算机学院
系:	
专 业:	信息安全
学 号:	3170103455 3170105063
指导教师:	陆魁军

2019 年 11 月 22 日

浙江大学实验报告

一、实验目的：

- 学习掌握路由器的工作原理和配置方法；
- 加深路由和交换功能的区别和联系；
- 理解路由表的原理，掌握子网划分原则；
- 理解静态路由的概念，掌握设置静态路由和默认路由的方法；

二、实验内容

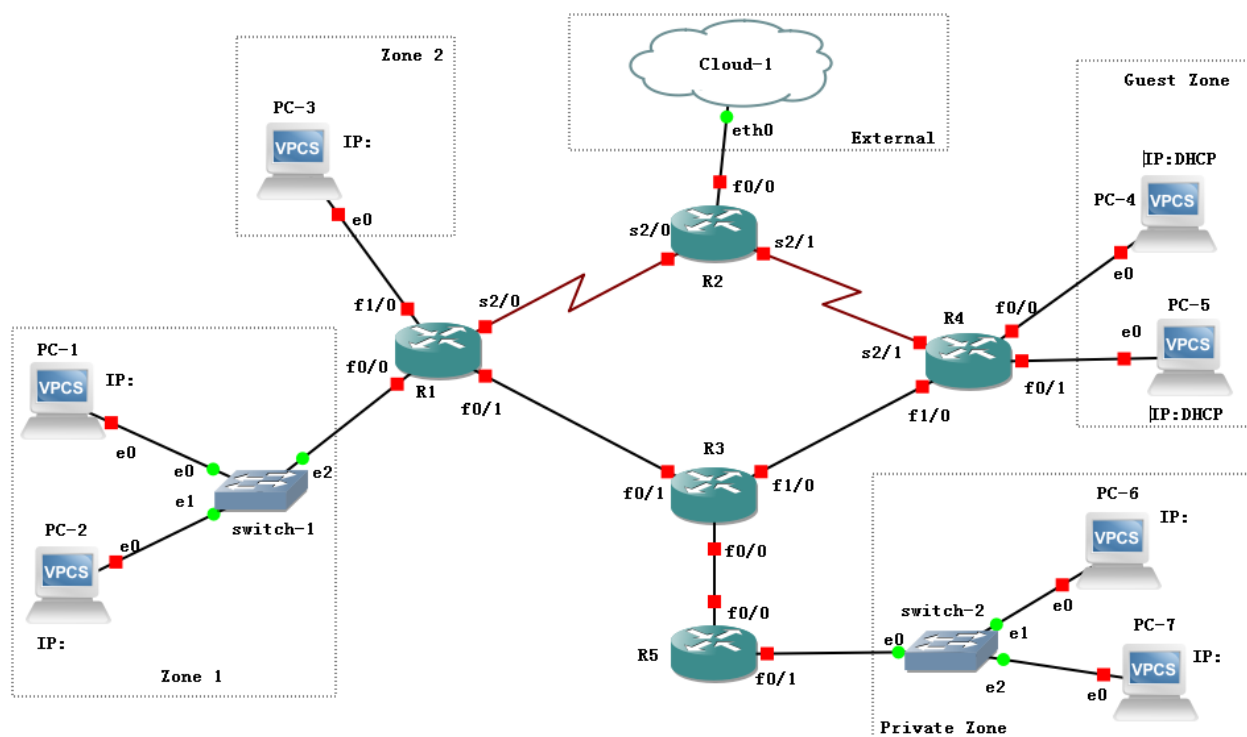
- 分别采用静态地址分配、动态地址分配构建多种类型的局域网；
- 使用多个路由器连接多个局域网；
- 分别采用以太网、高速串口等方式连接路由器；
- 通过路由器连接真实网络并实现数据通信；
- 在路由器上配置 NAT，实现私有网络和共有网络的互联；
- 在各路由器上配置静态路由，实现网络互联互通。

三、主要仪器设备

联网的 PC 机、路由器、交换机（如果物理设备不足，可以使用模拟软件）。

四、操作方法与实验步骤

- 按拓扑图连接路由器、交换机和 PC 机；



- 设计好每个区域内 PC 和路由器接口的 IP 地址及掩码，其中：
Zone1 区域的 IP 子网为 10.0.0.0/16；
Zone2 区域的 IP 子网为 10.1.0.0/16；
Guest 区域使用 DHCP 动态地址分配，IP 子网为 172.16.0.0/24 和 172.16.1.0/24；

Private 区域需要经过 NAT 转换后再和其他区域通信, IP 子网为 192.168.0.0/24;

External 区域代表外部实际网络(即 R2 的 f0/0 接口连接的是外部真实网络,如校园网),使用 GNS3 模拟时,是通过 Cloud-1 这个特殊设备连接外部网络(具体请参考 GNS3 指南)。

- 为便于记忆,建议路由器之间的接口统一采用 192.168.X.Y/24 的形式,其中 X 为两个路由器的编号组合,如 12 代表 R1 和 R2 之间的子网,Y 为路由器编号,如 192.168.12.1 分配给 R1 的 s2/0 接口,192.168.12.2 分配给 R2 的 s2/0 接口。
- 按照上述设计给 PC 配置合适的 IP 地址及掩码;
- 按照上述设计给各路由器接口分配合适的 IP 地址、掩码并激活接口(命令参考下面):
R1(config)# interface 接口名
R1(config-if)# ip address IP 地址 掩码
R1(config-if)# no shutdown
- 给 PC 配置默认路由器地址,测试跨路由器通信;
- 在 R4 路由器上配置 DHCP 服务,步骤如下:
 - a) 配置路由器接口的 IP 地址;
 - b) 定义第一个子网的 DHCP 地址池(命令: ip dhcp pool 地址池编号);
 - c) 定义 DHCP 网络地址(命令: network IP 地址 /子网掩码长度);
 - d) 定义 DHCP 默认网关(命令: default-router 默认路由器 IP 地址);
 - e) 根据需要定义第二个子网的 DHCP 地址池;
 - f) 启动 DHCP 服务(命令: service dhcp);
 - g) 在 PC 上运行 ip dhcp, 获取 IP 地址, 并查看获得的 IP 地址。
- 配置 R1、R2 路由器之间的串口的数据链路层协议为 HDLC, 并设置 IP 地址;
- 配置 R2、R4 路由器之间的串口的数据链路层协议为 PPP, 并设置 IP 地址;
- 在各路由器上配置静态路由, 使得不相邻路由器之间能够相互通信(命令: ip route 目标网络 子网掩码 下一跳地址);
- 在 R5 路由器上配置 NAT 服务, 使得 PC6、PC7 以 R5 的 f0/0 接口的 IP 地址对外通信。配置步骤如下:
 - a) 定义内部接口(命令: interface fa0/1, ip nat inside), 假设 fa0/1 是连接内部网络的接口;
 - b) 定义外部接口(命令: interface fa0/0, ip nat outside), 假设 fa0/0 是连接外部网络的接口;
 - c) 设置访问控制列表(命令: access-list 1 permit 192. 168. 0. 0 0. 0. 0. 255), 允许网络(假设是 192. 168. 0. 0/24) 向外访问;
 - d) 定义从内到外的访问需要进行源地址转换, 使用路由器的外部接口地址作为转换后的外部地址(命令: ip nat inside source list 1 interface fa0/0 overload)。
- 配置 R2 的 f0/0 接口, 使其能够与外部真实网络上的主机进行通信(请参考《使用 GNS3 软件模拟 IOS 指南》中的第十二节“增加网络云”相关内容);
- 使用 Ping 命令测试各个区域的 PC 之间的连通性, 根据需要在相应的路由器上补充静态路由设置。

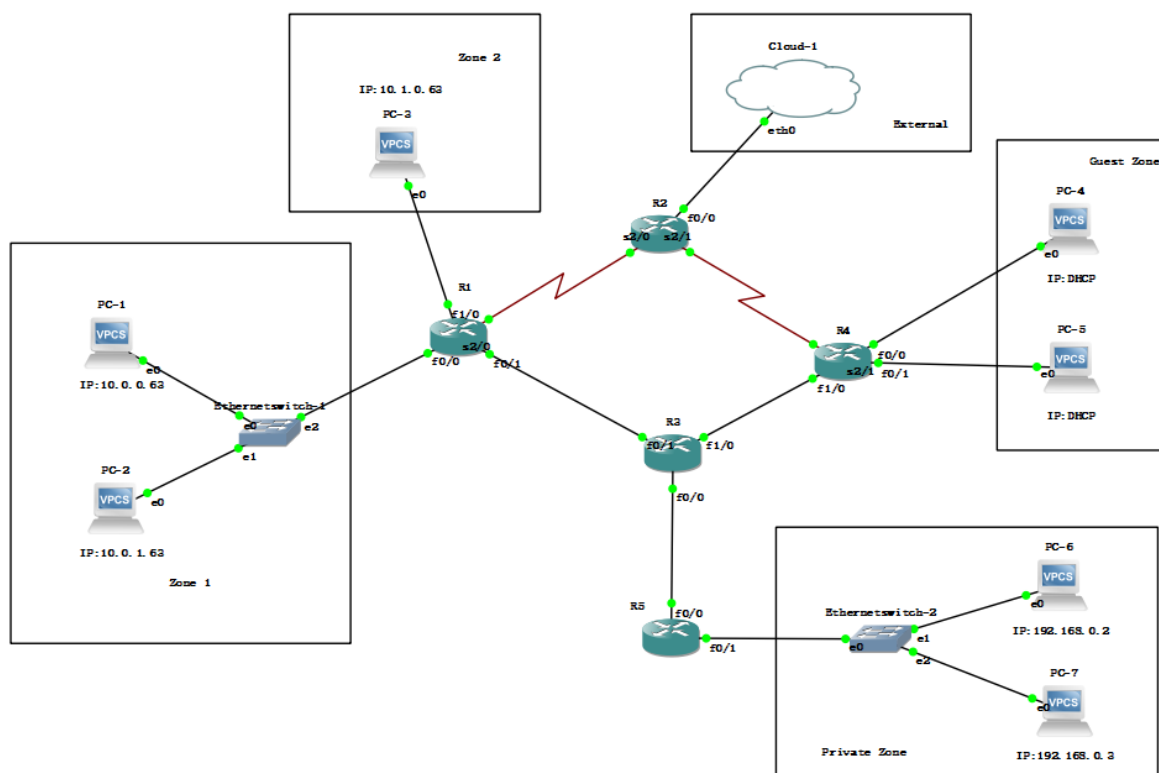
五、实验数据记录和处理

以下实验记录均需结合屏幕截图进行文字标注和描述, 图片应大小合适、关键部分清晰可见, 可直接在图片上进行标注

(本文档中的截图仅用于示例, 请更换成你自己的)。记录输入的命令时, 直接粘贴文字即可(保留命令前面的提示符, 如 R1#)。

1. 设计好每个 PC、路由器各接口的 IP 地址及掩码，并标注在拓扑图上（后续全部按照这个图进行配置）。

设计的拓扑图:



2. 给 PC1 配置 IP 地址为 10.0.0.X, 给 PC2 配置 IP 地址为 10.0.1.X, 其中 X 为你的学号后 2 位或后 3 位（如果 3 位都为 0, 往前取, 直到 3 位不全为 0, 后同不再说明），均使用 24 位长度的掩码（即 255.255.255.0）。
然后用 Ping 检查 PC1、PC2 之间的连通性（思考为什么不通）。

Ping 结果截图:

```
PC-2> ip 10.0.1.63/24
Checking for duplicate address...
PC1 : 10.0.1.63 255.255.255.0

PC-2> ping 10.0.0.63
No gateway found
```

ping 不通是因为在掩码为 255.255.255.0 的情况下，PC1 和 PC2 不在一个子网内。

3. 将 PC1、PC2 的掩码长度均改为 16 位（即 255.255.0.0）。然后用 Ping 检查 PC1、PC2 之间的连通性。

Ping 结果截图:

```
PC-2> ip 10.0.1.63/16
Checking for duplicate address...
PC1 : 10.0.1.63 255.255.0.0

PC-2> ping 10.0.0.63
84 bytes from 10.0.0.63 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.128 ms
84 bytes from 10.0.0.63 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.134 ms
84 bytes from 10.0.0.63 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.132 ms
84 bytes from 10.0.0.63 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.389 ms
84 bytes from 10.0.0.63 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.317 ms
```

4. 给 R1 的两个接口 f0/0、f1/0 分别配置合适的 IP 地址，掩码长度均为 16，并激活接口。然后查看路由表信息。

输入的配置命令（此处示例为截图形式，请替换成文本形式，下同）：

```
config t
interface fa0/0
ip address 10.0.0.1 255.255.0.0
no shutdown
exit
interface fa1/0
ip address 10.1.0.1 255.255.0.0
no shutdown
exit
```

```

R1#config t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#interface f0/0
R1(config-if)#ip address 10.0.0.1 255.255.0.0
R1(config-if)#no shutdown
R1(config-if)#
*Mar 1 00:09:55.271: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
*Mar 1 00:09:56.271: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
R1(config-if)#end
R1#
*Mar 1 00:10:02.171: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R1#config t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#inter
R1(config)#interface f1/0
R1(config-if)#ip address 10.1.0.1 255.255.0.0
R1(config-if)#no shutdown
R1(config-if)#exit
R1(config)#

```

路由表信息截图:

```

R1#show ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, 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
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

    10.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
C       10.0.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C       10.1.0.0 is directly connected, FastEthernet1/0

```

5. 给 PC3 配置 IP 地址 10.1.0.X, 其中 X 为你的学号后 2 位或后 3 位, 掩码长度 16 位 (即 255.255.0.0)。然后用 Ping 检查 PC1、PC3 之间的连通性。

Ping 结果截图:

```

PC-3> ip 10.1.0.63/16
Checking for duplicate address...
PC1 : 10.1.0.63 255.255.0.0

PC-3> ping 10.0.0.63
No gateway found

```

6. 如果上一步 Ping 的结果是不通, 请给 PC1、PC3 配置合适的路由器地址 (Gateway), 并再次检查两者之间的连通性。

配置命令 (此处示例为截图形式, 请替换成文本形式):

ip 10.0.0.63/16 10.0.0.1

```

PC-1> ip 10.0.0.63/16 10.0.0.1
Checking for duplicate address...
PC1 : 10.0.0.63 255.255.0.0 gateway 10.0.0.1

```

ip 10.1.0.63/16 10.1.0.1

```
PC-3> ip 10.1.0.63/16 10.1.0.1
Checking for duplicate address...
PC1 : 10.1.0.63 255.255.0.0 gateway 10.1.0.1
```

Ping 结果截图:

```
PC-3> ping 10.0.0.63
84 bytes from 10.0.0.63 icmp_seq=1 ttl=63 time=15.567 ms
84 bytes from 10.0.0.63 icmp_seq=2 ttl=63 time=16.744 ms
84 bytes from 10.0.0.63 icmp_seq=3 ttl=63 time=13.471 ms
84 bytes from 10.0.0.63 icmp_seq=4 ttl=63 time=19.974 ms
84 bytes from 10.0.0.63 icmp_seq=5 ttl=63 time=18.457 ms
```

7. 给 R4 的 f0/0、f0/1 两个接口配置 IP 地址并激活接口。

配置命令（此处示例为截图形式，请替换成文本形式）：

```
interface fa0/0

ip address 172.16.0.1 255.255.255.0

no shutdown

exit

interface fa0/1

ip address 172.16.1.1 255.255.255.0

no shutdown

exit
```

```
R4#config t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R4(config)#interface fa0/0
R4(config-if)#ip address 172.16.0.1 255.255.255.0
R4(config-if)#no shutdown
R4(config-if)#exit
R4(config)#int
*Mar  1 01:06:26.647: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
*Mar  1 01:06:27.647: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
R4(config)#interface fa0/1
R4(config-if)#ip ad
R4(config-if)#ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
R4(config-if)#no shutdown
R4(config-if)#exit
```

8. 在 R4 上为第一个接口（f0/0）连接的子网配置 DHCP 服务。

配置命令（此处示例为截图形式，请替换成文本形式）：

```
ip dhcp pool 1

network 172.16.0.0 /24

default-router 172.16.0.1
```

```
R4(config)#ip dhcp pool 1
R4(dhcp-config)#network 172.16.0.0 /24
R4(dhcp-config)#default-router 172.16.0.1
R4(dhcp-config)#exit
```

9. 在 PC4 上使用 DHCP 动态分配地址，查看获得的 IP 地址。

配置命令及获得的 IP 地址截图：

ip dhcp

ip: 172.16.0.2

```
PC-4> ip dhcp
DDORA IP 172.16.0.2/24 GW 172.16.0.1
```

10. 在 R4 上为第二个接口（f0/1）配置 DHCP 服务。

配置命令（此处示例为截图形式，请替换成文本形式）：

ip dhcp pool 2

network 172.16.1.0 /24

default-router 172.16.1.1

```
R4(config)#ip dhcp pool 2
R4(dhcp-config)#network 172.16.1.0 /24
R4(dhcp-config)#default-router 172.16.1.1
R4(dhcp-config)#exit
```

11. 在 PC5 上使用 DHCP 动态分配地址，查看获得的 IP 地址。

配置命令及获得的 IP 地址截图：

ip dhcp

ip: 172.16.1.2

```
PC-5> ip dhcp
DDORA IP 172.16.1.2/24 GW 172.16.1.1
```

12. 用 Ping 命令测试 PC4、PC5 之间的连通性。

Ping 结果截图：

```
PC-5> ping 172.16.0.2
172.16.0.2 icmp_seq=1 timeout
172.16.0.2 icmp_seq=2 timeout
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=3 ttl=63 time=16.174 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=4 ttl=63 time=13.023 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=5 ttl=63 time=16.528 ms
```

13. 显示 R4 上的已分配 DHCP 主机信息

```
R4#show ip dhcp binding
Bindings from all pools not associated with VRF:
IP address          Client-ID/
                    Hardware address/
                    User name
172.16.0.2           0100.5079.6668.03   Mar 02 2002 01:12 AM   Automatic
172.16.1.2           0100.5079.6668.04   Mar 02 2002 01:14 AM   Automatic
```


14. 配置 R1、R2 路由器之间的串口，设置数据链路层协议为 HDLC（命令：`encapsulation hdlc`），在其中一台路由器上设置时钟速率（命令：`clock rate 速率值`），设置 IP 地址，激活接口，并测试两个路由器之间的连通性。

配置命令：

```
interface serial 2/0  
  
ip address 192.168.12.1 255.255.255.0  
  
encapsulation hdlc  
  
no shutdown
```

```
R1(config)#interface serial 2/0  
R1(config-if)#ip address 192.168.12.1 255.255.255.0  
R1(config-if)#en  
R1(config-if)#encapsulation hdlc  
R1(config-if)#no shutdown
```

```
interface serial 2/0  
  
ip address 192.168.12.2 255.255.255.0  
  
encapsulation hdlc  
  
clock rate 128000  
  
no shutdown
```

```
R2(config)#interface serial 2/0  
R2(config-if)#ip address 192.168.12.2 255.255.255.0  
R2(config-if)#encapsulation hdlc  
R2(config-if)#clock rate 128000  
R2(config-if)#no shutdown
```

Ping 结果截图：

```
R1#ping 192.168.12.2  
  
Type escape sequence to abort.  
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.12.2, timeout is 2 seconds:  
!!!!  
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 4/16/32 ms
```

15. 配置 R4、R2 路由器之间的串口，设置 IP 地址，设置数据链路层协议为 PPP（命令：`encapsulation ppp`），设置 PPP 认证模式为 CHAP（命令：`ppp authentication chap`），为对方设置认证用户名和密码（命令：`username R4 password 1234`），用户名默认就是对方的路由器 hostname（区分大小写），密码要设置成一样的。激活接口，查看串口状态并测试两个路由器之间的连通性。

配置命令：

```
interface serial 2/1  
  
ip address 192.168.24.2 255.255.255.0
```

encapsulation ppp

ppp authentication chap

no shutdown

username R4 password 1234

```
R2(config)#interface serial 2/1
R2(config-if)#ip address 192.168.24.2 255.255.255.0
R2(config-if)#encapsulation ppp
R2(config-if)#ppp authentication chap
R2(config-if)#no shutdown
R2(config-if)#exit
```

interface serial 2/1

ip address 192.168.24.4 255.255.255.0

encapsulation ppp

ppp authentication chap

no shutdown

username R2 password 1234

```
R4(config)#interface serial 2/1
R4(config-if)#ip address 192.168.24.4 255.255.255.0
R4(config-if)#enca
R4(config-if)#encapsulation ppp
R4(config-if)#pp au
R4(config-if)#ppp au
R4(config-if)#ppp authenti
R4(config-if)#ppp authentication chap
R4(config-if)#no shutdown
R4(config-if)#exit
```

查看串口状态（LCP Open 表明 PPP 的 LCP 已经协商完成，身份验证通过）：

```
R2#show interface s2/1
Serial2/1 is up, line protocol is up
Hardware is M4T
Internet address is 192.168.24.2/24
MTU 1500 bytes, BW 1544 Kbit/sec, DLY 20000 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
Encapsulation PPP, LCP Open
Open: IPCP, CDPCP, crc 16, loopback not set
```

Ping 结果截图：

```
R2#ping 192.168.24.4

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.24.4, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 8/21/32 ms
```

16. 配置 R1、R3 路由器之间接口的 IP 地址，激活接口，并测试两个路由器之间的连通性。

配置命令：

```
interface fa0/1
```

```
ip address 192.168.13.1 255.255.255.0
```

```
no shutdown
```

```
exit
```

```
R1(config)#interface fa0/1
R1(config-if)#
R1(config-if)#ip address 192.168.13.1 255.255.255.0
R1(config-if)#
R1(config-if)#no shutdown
R1(config-if)#
R1(config-if)#exit
```

```
interface fa0/1
```

```
ip address 192.168.13.3 255.255.255.0
```

```
no shutdown
```

```
exit
```

```
R3(config)#interface fa0/1
R3(config-if)#
R3(config-if)#ip address 192.168.13.3 255.255.255.0
R3(config-if)#
R3(config-if)#no shutdown
R3(config-if)#
R3(config-if)#exit
```

Ping 结果截图:

```
R3#ping 192.168.13.1
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.13.1, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 32/57/68 ms
```

17. 配置 R4、R3 路由器之间接口的 IP 地址，激活接口，并测试两个路由器之间的连通性。

配置命令:

```
interface fa1/0
```

```
ip address 192.168.34.3 255.255.255.0
```

```
no shutdown
```

```
exit
```

```
R3(config)#interface fa1/0
R3(config-if)#
R3(config-if)#ip address 192.168.34.3 255.255.255.0
R3(config-if)#
R3(config-if)#no shutdown
R3(config-if)#
R3(config-if)#exit
```

interface fa1/0

ip address 192.168.34.4 255.255.255.0

no shutdown

exit

```
R4(config)#interface fa1/0
R4(config-if)#
R4(config-if)#ip address 192.168.34.4 255.255.255.0
R4(config-if)#
R4(config-if)#no shutdown
R4(config-if)#
R4(config-if)#exit
```

Ping 结果截图:

```
R4#ping 192.168.34.3
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.34.3, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 16/20/24 ms
```

18. 分别测试 PC1 与 PC4、PC1 与 PC5、PC3 与 PC4、PC3 与 PC5 之间的连通性。

Ping 结果截图:

PC1 与 PC4 (此处为示例):

```
PC-1> ping 172.16.0.2
*10.0.0.1 icmp_seq=1 ttl=255 time=5.572 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.1 icmp_seq=2 ttl=255 time=4.140 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.1 icmp_seq=3 ttl=255 time=4.212 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.1 icmp_seq=4 ttl=255 time=3.839 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.1 icmp_seq=5 ttl=255 time=7.048 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
```

PC1 与 PC5:

```
PC-1> ping 172.16.1.2
*10.0.0.1 icmp_seq=1 ttl=255 time=8.977 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.1 icmp_seq=2 ttl=255 time=5.970 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.1 icmp_seq=3 ttl=255 time=4.086 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.1 icmp_seq=4 ttl=255 time=5.557 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.1 icmp_seq=5 ttl=255 time=4.602 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
```

PC3 与 PC4:

```
PC-3> ping 172.16.0.2
*10.1.0.1 icmp_seq=1 ttl=255 time=10.195 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=2 ttl=255 time=7.084 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=3 ttl=255 time=8.056 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=4 ttl=255 time=5.587 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=5 ttl=255 time=2.984 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
```

PC3 与 PC5:

```
PC-3> ping 172.16.1.2
*10.1.0.1 icmp_seq=1 ttl=255 time=8.494 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=2 ttl=255 time=9.549 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=3 ttl=255 time=4.052 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=4 ttl=255 time=6.028 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=5 ttl=255 time=6.043 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
```

19. 查看各路由器的路由表信息（命令：`show ip route`），分析上述不能 Ping 通的原因是缺少了哪些路由信息，为下一步添加路由做准备。

路由表信息截图:

R1（此处为示例）:

```
C    192.168.12.0/24 is directly connected, Serial2/0
C    192.168.13.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
C    10.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
C        10.0.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C        10.1.0.0 is directly connected, FastEthernet1/0
```

R2:

```
C    192.168.12.0/24 is directly connected, Serial2/0
C    192.168.24.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C        192.168.24.0/24 is directly connected, Serial2/1
C        192.168.24.4/32 is directly connected, Serial2/1
```

R3:

```
C    192.168.13.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
C    192.168.34.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0
```

R4:

```

192.168.24.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    192.168.24.0/24 is directly connected, Serial2/1
C    192.168.24.2/32 is directly connected, Serial2/1
172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
C    172.16.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C    172.16.1.0 is directly connected, FastEthernet0/1
C    192.168.34.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0

```

20. 在各个路由器上为相应的目标网络（Zone1, Zone2, Guest zone 所在子网）添加静态路由（[优先选择以太网线路作为下一跳路径](#)），以便上述三个区内的 PC 能够互相 Ping 通（不通请仔细分析是哪一台路由器缺少了路由）。记录最后的路由表信息。

配置命令（请保留路由器提示符）：

R1（此处为截图形式的示例，请使用文本形式）：

```
ip route 172.16.0.0 255.255.255.0 192.168.13.3
```

```
ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 192.168.13.3
```

```

R1(config)#ip route 172.16.0.0 255.255.255.0 192.168.13.3
R1(config)#ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 192.168.13.3

```

R2:

```
ip route 172.16.0.0 255.255.255.0 192.168.24.4
```

```
ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 192.168.24.4
```

```
ip route 10.1.0.0 255.255.0.0 192.168.12.1
```

```
ip route 10.0.0.0 255.255.255.0 192.168.12.1
```

```
ip route 10.0.1.0 255.255.255.0 192.168.12.1
```

```

R2(config)#ip route 172.16.0.0 255.255.255.0 192.168.24.4
R2(config)#ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 192.168.24.4
R2(config)#ip route 10.1.0.0 255.255.0.0 192.168.12.1
R2(config)#ip route 10.0.0.0 255.255.255.0 192.168.12.1
R2(config)#ip route 10.0.1.0 255.255.255.0 192.168.12.1

```

R3:

```
ip route 172.16.0.0 255.255.255.0 192.168.34.4
```

```
ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 192.168.34.4
```

```
ip route 10.1.0.0 255.255.0.0 192.168.13.1
```

```
ip route 10.0.0.0 255.255.255.0 192.168.13.1
```

```
ip route 10.0.1.0 255.255.255.0 192.168.13.1
```

```
R3(config)#ip route 172.16.0.0 255.255.255.0 192.168.34.4
R3(config)#ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 192.168.34.4
R3(config)#ip route 10.1.0.0 255.255.0.0 192.168.13.1
R3(config)#ip route 10.0.0.0 255.255.255.0 192.168.13.1
R3(config)#ip route 10.0.1.0 255.255.255.0 192.168.13.1
```

R4:

```
ip route 10.1.0.0 255.255.0.0 192.168.34.3
```

```
ip route 10.0.0.0 255.255.255.0 192.168.34.3
```

```
ip route 10.0.1.0 255.255.255.0 192.168.34.3
```

```
R4(config)#ip route 10.1.0.0 255.255.0.0 192.168.34.3
R4(config)#ip route 10.0.0.0 255.255.255.0 192.168.34.3
R4(config)#ip route 10.0.1.0 255.255.255.0 192.168.34.3
```

Ping 结果截图:

PC1 与 PC4:

```
PC-1> ping 172.16.0.2
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=1 ttl=61 time=52.667 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=2 ttl=61 time=60.139 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=3 ttl=61 time=37.285 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=52.721 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=320.958 ms
```

PC1 与 PC5:

```
PC-1> ping 172.16.1.2
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=1 ttl=61 time=62.075 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=2 ttl=61 time=58.657 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=3 ttl=61 time=58.957 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=56.736 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=56.214 ms
```

PC3 与 PC4:

```
PC-3> ping 172.16.0.2
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=1 ttl=61 time=50.702 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=2 ttl=61 time=46.598 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=3 ttl=61 time=40.969 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=61.972 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=64.773 ms
```

PC3 与 PC5:

```
PC-3> ping 172.16.1.2
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=1 ttl=61 time=57.302 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=2 ttl=61 time=47.765 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=3 ttl=61 time=56.161 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=60.536 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=55.685 ms
```

路由表信息截图:

R1 (此处为示例):

```
Gateway of last resort is not set

C    192.168.12.0/24 is directly connected, Serial2/0
C    192.168.13.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
C    172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
S      172.16.0.0 [1/0] via 192.168.13.3
S      172.16.1.0 [1/0] via 192.168.13.3
C    10.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
C      10.0.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C      10.1.0.0 is directly connected, FastEthernet1/0
```

R2:

```
C    192.168.12.0/24 is directly connected, Serial2/0
C    192.168.24.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C      192.168.24.0/24 is directly connected, Serial2/1
C      192.168.24.4/32 is directly connected, Serial2/1
C    172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
S      172.16.0.0 [1/0] via 192.168.24.4
S      172.16.1.0 [1/0] via 192.168.24.4
C    10.0.0.0/8 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
S      10.0.0.0/24 [1/0] via 192.168.12.1
S      10.1.0.0/16 [1/0] via 192.168.12.1
S      10.0.1.0/24 [1/0] via 192.168.12.1
```

R3:

```
C    192.168.13.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
C    172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
S      172.16.0.0 [1/0] via 192.168.34.4
S      172.16.1.0 [1/0] via 192.168.34.4
C    10.0.0.0/8 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
S      10.0.0.0/24 [1/0] via 192.168.13.1
S      10.1.0.0/16 [1/0] via 192.168.13.1
S      10.0.1.0/24 [1/0] via 192.168.13.1
C    192.168.34.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0
```

R4:


```

    192.168.24.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    192.168.24.0/24 is directly connected, Serial2/1
C    192.168.24.2/32 is directly connected, Serial2/1
    172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
C    172.16.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C    172.16.1.0 is directly connected, FastEthernet0/1
    10.0.0.0/8 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
S    10.0.0.0/24 [1/0] via 192.168.34.3
S    10.1.0.0/16 [1/0] via 192.168.34.3
S    10.0.1.0/24 [1/0] via 192.168.34.3
C    192.168.34.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0

```

21. 在 R1 和 R4 上增加备用路由，选择串口线路作为下一跳的路径，并将路由距离设置成 30（命令：ip route 目标网络 子网掩码 下一跳地址 距离）。此时查看路由表，该新增路由信息并不会出现，但在主路由链路断开时（在 R1、R4 上关闭与 R3 连接的端口），该路由会被自动添加进路由表。通过实验验证一下。

配置命令：

R1:

```
ip route 172.16.0.0 255.255.255.0 192.168.12.2 30
```

```
R1(config)#ip route 172.16.0.0 255.255.255.0 192.168.12.2 30
```

R4:

```
ip route 10.1.0.0 255.255.0.0 192.168.24.2 30
```

```
ip route 10.0.1.0 255.255.255.0 192.168.24.2 30
```

```
ip route 10.0.0.0 255.255.255.0 192.168.24.2 30
```

```

R4(config)#ip route 10.1.0.0 255.255.0.0 192.168.12.2 30
R4(config)#ip route 10.0.1.0 255.255.255.0 192.168.12.2 30
R4(config)#ip route 10.0.0.0 255.255.255.0 192.168.12.2 30

```

A) R1-R3、R4-R3 间链路断开前：

R1 路由表信息截图

```

C    192.168.12.0/24 is directly connected, Serial2/0
C    192.168.13.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
    172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
S    172.16.0.0 [1/0] via 192.168.13.3
S    172.16.1.0 [1/0] via 192.168.13.3
    10.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
C    10.0.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C    10.1.0.0 is directly connected, FastEthernet1/0

```

R4 路由表信息截图

```

    192.168.24.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    192.168.24.0/24 is directly connected, Serial2/1
C    192.168.24.2/32 is directly connected, Serial2/1
    172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
C    172.16.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C    172.16.1.0 is directly connected, FastEthernet0/1
    10.0.0.0/8 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
S    10.0.0.0/24 [1/0] via 192.168.34.3
S    10.1.0.0/16 [1/0] via 192.168.34.3
S    10.0.1.0/24 [1/0] via 192.168.34.3
C    192.168.34.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0

```

PC1 上的路由跟踪截图（命令：trace 目标网络）：

```

PC-1> trace 172.16.0.1
trace to 172.16.0.1, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  10.0.0.1  10.230 ms  9.471 ms  10.049 ms
 2  192.168.13.3  30.198 ms  31.112 ms  31.285 ms
 3  *192.168.34.4  40.889 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

```

B) R1-R3、R4-R3 间链路断开后：

R1 路由表信息截图：

```

C    192.168.12.0/24 is directly connected, Serial2/0
    172.16.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
S    172.16.0.0 [30/0] via 192.168.12.2
    10.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
C    10.0.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C    10.1.0.0 is directly connected, FastEthernet1/0

```

R4 路由表信息截图：

```

    192.168.24.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    192.168.24.0/24 is directly connected, Serial2/1
C    192.168.24.2/32 is directly connected, Serial2/1
    172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
C    172.16.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C    172.16.1.0 is directly connected, FastEthernet0/1
    10.0.0.0/8 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
S    10.0.0.0/24 [30/0] via 192.168.24.2
S    10.1.0.0/16 [30/0] via 192.168.24.2
S    10.0.1.0/24 [30/0] via 192.168.24.2

```

PC1 上的路由跟踪截图（如果不通，请检查 R2 上是否添加了相应的路由）：

```

PC-1> trace 172.16.0.1
trace to 172.16.0.1, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  10.0.0.1  10.157 ms  9.875 ms  9.552 ms
 2  192.168.12.2  30.491 ms  30.772 ms  31.016 ms
 3  *192.168.24.4  40.853 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)

```

C) R1-R3、R4-R3 间链路重新打开后：

R1 路由表信息截图：

```

C    192.168.12.0/24 is directly connected, Serial2/0
C    192.168.13.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
    172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
S    172.16.0.0 [1/0] via 192.168.13.3
S    172.16.1.0 [1/0] via 192.168.13.3
    10.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
C    10.0.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C    10.1.0.0 is directly connected, FastEthernet1/0

```

R4 路由表信息截图:

```

    192.168.24.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    192.168.24.0/24 is directly connected, Serial2/1
C    192.168.24.2/32 is directly connected, Serial2/1
    172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
C    172.16.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C    172.16.1.0 is directly connected, FastEthernet0/1
    10.0.0.0/8 is variably subnetted, 3 subnets, 2 masks
S    10.0.0.0/24 [1/0] via 192.168.34.3
S    10.1.0.0/16 [1/0] via 192.168.34.3
S    10.0.1.0/24 [1/0] via 192.168.34.3
C    192.168.34.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0

```

22. 在 R1 上分别使用 f1/0、s2/0 接口的 IP 地址作为源地址，测试到 R4 的 s2/1 接口地址的连通性（命令：
ping 目标 IP 地址 source 源 IP 地址），如果有哪个不通，在各个路由器上增加相应的静态路由信息。

Ping 结果截图（通了后再截图）：

R1 的 f0/0 与 R4 的 s2/1:

```

R1#ping 192.168.24.4 source 10.0.0.1
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.24.4, timeout is 2 seconds:
Packet sent with a source address of 10.0.0.1
.!!!!
Success rate is 80 percent (4/5), round-trip min/avg/max = 28/43/56 ms

```

R1 的 f0/1 与 R4 的 s2/1:

```

R1#ping 192.168.24.4 source 192.168.13.1
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.24.4, timeout is 2 seconds:
Packet sent with a source address of 192.168.13.1
!!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 96/98/108 ms

```

R1 的 f1/0 与 R4 的 s2/1:

```
R1#ping 192.168.24.4 source 10.1.0.1

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.24.4, timeout is 2 seconds:
Packet sent with a source address of 10.1.0.1
!!!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 32/37/44 ms
```

R1 的 s2/0 与 R4 的 s2/1:

```
R1#ping 192.168.24.4 source 192.168.12.1

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.24.4, timeout is 2 seconds:
Packet sent with a source address of 192.168.12.1
!!!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 16/37/44 ms
```

补充静态路由的配置命令:

R1:

```
ip route 192.168.24.0 255.255.255.0 192.168.12.2
```

```
ip route 192.168.34.0 255.255.255.0 192.168.13.3
```

R2:

```
ip route 192.168.13.0 255.255.255.0 192.168.12.1
```

```
ip route 192.168.34.0 255.255.255.0 192.168.24.4
```

R3:

```
ip route 192.168.24.0 255.255.255.0 192.168.34.4
```

```
ip route 192.168.12.0 255.255.255.0 192.168.13.1
```

R4:

```
ip route 192.168.12.0 255.255.255.0 192.168.24.2
```

```
ip route 192.168.13.0 255.255.255.0 192.168.34.3
```

23. 给 R3 的 f0/0 (R3-R5 之间) 接口配置 IP 地址, 给 R5 各接口配置 IP 地址, 激活接口, 并测试两个路由器之间的连通性。

配置命令:

R3:

```
interface fa0/0
```

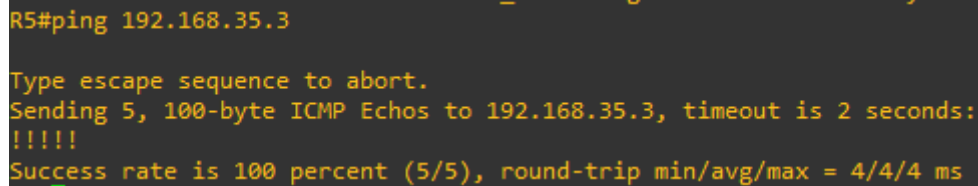
```
ip address 192.168.35.3 255.255.255.0
```

```
no shutdown
```

R5:

```
interface fa0/0  
  
ip address 192.168.35.5 255.255.255.0  
  
no shutdown
```

Ping 结果截图:

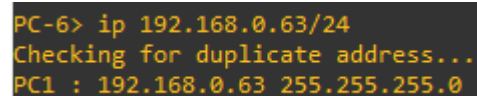


```
R5#ping 192.168.35.3  
  
Type escape sequence to abort.  
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.35.3, timeout is 2 seconds:  
!!!!  
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 4/4/4 ms
```

24. 给 PC6、PC7 配置 IP 地址及默认路由器地址（选 R5 作为默认路由器），其中 PC6 地址的主机部分为你的学号后 2 位或后 3 位（规则同前）。

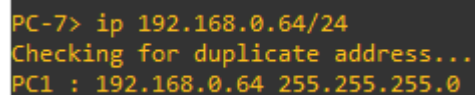
配置命令:

```
ip 192.168.0.63/24
```



```
PC-6> ip 192.168.0.63/24  
Checking for duplicate address...  
PC1 : 192.168.0.63 255.255.255.0
```

```
ip 192.168.0.64
```



```
PC-7> ip 192.168.0.64/24  
Checking for duplicate address...  
PC1 : 192.168.0.64 255.255.255.0
```

25. 在 R5 路由器上配置 NAT 服务，定义 fa0/1 接口为外部接口，定义 fa0/0 接口为内部接口。配置完成后同时在 PC6、PC7 上持续 Ping 路由器 R3 的 fa0/0 接口地址（命令 `ping ip 地址 -t`），Ping 通后在 R5 上显示 NAT 信息（命令: `show ip nat translation`），可以看出内部的源 IP 地址被转换成了外部 IP 地址。

配置命令（此处为截图形式的示例，请使用文本形式）:

```
interface fa0/1  
  
ip nat inside  
  
exit  
  
interface fa0/0  
  
ip nat outside
```

exit

access-list 1 permit 192.168.0.0 0.0.0.255

ip nat inside source list 1 interface fa0/0 overload

```
R5#config t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R5(config)#interface fa0/1
R5(config-if)#ip nat inside
R5(config-if)#exit
R5(config)#interface fa0/0
R5(config-if)#ip nat outside
R5(config-if)#exit
R5(config)#access-list 1 permit 192.168.0.0 0.0.0.255
R5(config)#ip nat inside source list 1 interface fa0/0 overload
```

NAT 信息截图:

```
R5#show ip nat translations
Pro Inside global      Inside local      Outside local      Outside global
icmp 192.168.35.5:21911 192.168.0.63:21911 192.168.35.3:21911 192.168.35.3:21911
icmp 192.168.35.5:22423 192.168.0.63:22423 192.168.35.3:22423 192.168.35.3:22423
icmp 192.168.35.5:22679 192.168.0.63:22679 192.168.35.3:22679 192.168.35.3:22679
icmp 192.168.35.5:22935 192.168.0.63:22935 192.168.35.3:22935 192.168.35.3:22935
icmp 192.168.35.5:23191 192.168.0.63:23191 192.168.35.3:23191 192.168.35.3:23191
icmp 192.168.35.5:23447 192.168.0.63:23447 192.168.35.3:23447 192.168.35.3:23447
icmp 192.168.35.5:23703 192.168.0.63:23703 192.168.35.3:23703 192.168.35.3:23703
icmp 192.168.35.5:23959 192.168.0.63:23959 192.168.35.3:23959 192.168.35.3:23959
icmp 192.168.35.5:1024 192.168.0.63:24215 192.168.35.3:24215 192.168.35.3:1024
icmp 192.168.35.5:1025 192.168.0.63:24471 192.168.35.3:24471 192.168.35.3:1025
icmp 192.168.35.5:24727 192.168.0.63:24727 192.168.35.3:24727 192.168.35.3:24727
icmp 192.168.35.5:24983 192.168.0.63:24983 192.168.35.3:24983 192.168.35.3:24983
icmp 192.168.35.5:1026 192.168.0.63:25239 192.168.35.3:25239 192.168.35.3:1026
icmp 192.168.35.5:1027 192.168.0.63:25495 192.168.35.3:25495 192.168.35.3:1027
icmp 192.168.35.5:1028 192.168.0.63:25751 192.168.35.3:25751 192.168.35.3:1028
icmp 192.168.35.5:1029 192.168.0.63:26007 192.168.35.3:26007 192.168.35.3:1029
icmp 192.168.35.5:1030 192.168.0.63:26263 192.168.35.3:26263 192.168.35.3:1030
icmp 192.168.35.5:1031 192.168.0.63:26519 192.168.35.3:26519 192.168.35.3:1031
icmp 192.168.35.5:24215 192.168.0.64:24215 192.168.35.3:24215 192.168.35.3:24215
icmp 192.168.35.5:24471 192.168.0.64:24471 192.168.35.3:24471 192.168.35.3:24471
icmp 192.168.35.5:25239 192.168.0.64:25239 192.168.35.3:25239 192.168.35.3:25239
icmp 192.168.35.5:25495 192.168.0.64:25495 192.168.35.3:25495 192.168.35.3:25495
```

26. 在各路由器上增加静态路由信息，使得 PC6 能够与 Zone1、Zone2、Guest Zone 的 PC 机通信。提示：在 R5 上可以通过设置默认路由方式简化路由配置（命令：ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 默认路由器 IP 地址），而 Private Zone 对其他区域是不可见的，所以在外部路由器上是不需要为其添加路由的（只需要添加 R3-R5 之间的子网）。

配置命令（请保留路由器提示符）：

R1:

```
ip route 192.168.0.0 255.255.255.0 192.168.13.3
```

R2:

```
ip route 192.168.0.0 255.255.255.0 192.168.24.4
```

R3:

```
ip route 192.168.0.0 255.255.255.0 192.168.35.5
```

R4:

```
ip route 192.168.0.0 255.255.255.0 192.168.34.3
```

R5:

```
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.35.5
```

Ping 结果截图:

PC6 与 PC1:

```
PC-6>
PC-6> ping 10.0.0.63
10.0.0.63 icmp_seq=1 timeout
10.0.0.63 icmp_seq=2 timeout
84 bytes from 10.0.0.63 icmp_seq=3 ttl=61 time=61.091 ms
84 bytes from 10.0.0.63 icmp_seq=4 ttl=61 time=47.879 ms
84 bytes from 10.0.0.63 icmp_seq=5 ttl=61 time=49.870 ms
```

PC6 与 PC3:

```
PC-6>
PC-6> ping 10.1.0.63
10.1.0.63 icmp_seq=1 timeout
10.1.0.63 icmp_seq=2 timeout
84 bytes from 10.1.0.63 icmp_seq=3 ttl=61 time=56.807 ms
84 bytes from 10.1.0.63 icmp_seq=4 ttl=61 time=43.897 ms
84 bytes from 10.1.0.63 icmp_seq=5 ttl=61 time=58.805 ms
```

PC6 与 PC4:

```
PC-6> ping 172.16.0.2
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=1 ttl=61 time=55.853 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=2 ttl=61 time=57.883 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=3 ttl=61 time=57.817 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=60.838 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=59.799 ms
```


PC6 与 PC5:

```
PC-6> ping 172.16.1.2
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=1 ttl=61 time=44.896 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=2 ttl=61 time=60.794 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=3 ttl=61 time=49.866 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=54.851 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=55.863 ms
```

27. 默认情况下，Cloud-1 的 eth0 接口工作在仅主机模式，IP 地址是动态分配的，与电脑主机的某个虚拟网卡处于同一个子网。因此配置 R2 的 f0/0 接口 IP 地址时也采用动态分配方式（命令：ip address dhcp）。配置完成后查看 R2 获得的 IP 地址，然后在电脑主机上打开命令行，Ping 一下 R2 的 IP 地址。

配置命令：

```
R2#config t
R2(config)#int f0/0
R2(config-if)#ip address dhcp
R2(config-if)#no shutdown
R2(config-if)#exit
```

电脑主机与 R2 之间 Ping 结果截图:

```
PING 172.16.138.129 (172.16.138.129): 56 data bytes
64 bytes from 172.16.138.129: icmp_seq=0 ttl=255 time=18.120 ms
64 bytes from 172.16.138.129: icmp_seq=1 ttl=255 time=4.356 ms
64 bytes from 172.16.138.129: icmp_seq=2 ttl=255 time=3.235 ms
64 bytes from 172.16.138.129: icmp_seq=3 ttl=255 time=1.318 ms
^C
--- 172.16.138.129 ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 packets received, 0.0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 1.318/6.757/18.120/6.650 ms
```

28. 在 R2 上配置 NAT 服务，并且在 R1 上添加电脑主机的子网路由，使得 Zone 1 的 PC 机也能与电脑主机通信。提示：定义 f0/0 接口为外部接口，s2/0 为内部接口。

R2 配置命令：

```
R2(config)#int f0/0
R2(config-if)#ip nat outside
R2(config-if)#exit
R2(config)#int s0/0
R2(config-if)#ip nat inside
```


R2(config-if)#exit

R2(config)#access-list 2 permit 10.0.0.0 0.255.255.255

R2(config)#ip nat inside source list 2 interface f0/0 overload

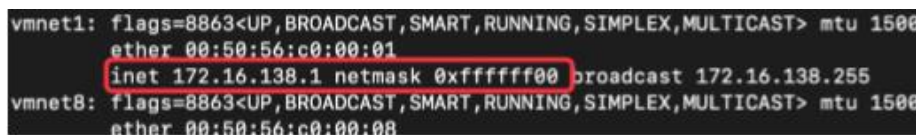
R2(config)#exit

R1 配置命令:

R1(config)#ip route 172.16.138.0 255.255.255.0 192.168.12.2

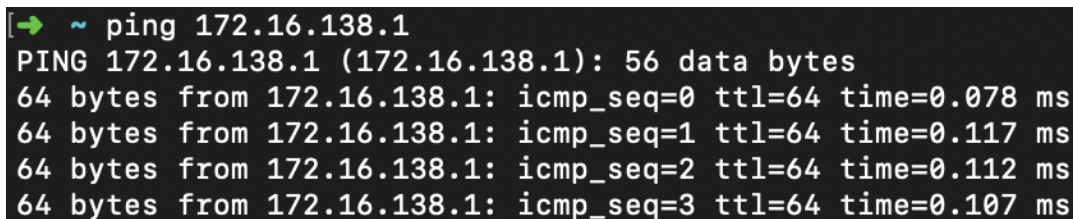
R1(config)#exit

电脑主机的 IP 地址:



```
vmnet1: flags=8863<UP,BROADCAST,SMART,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST> mtu 1500
ether 00:50:56:c0:00:01
inet 172.16.138.1 netmask 0xffffffff broadcast 172.16.138.255
vmnet8: flags=8863<UP,BROADCAST,SMART,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST> mtu 1500
ether 00:50:56:c0:00:08
```

PC1 与电脑主机 Ping 结果截图（请关闭电脑上的防火墙）:



```
➔ ~ ping 172.16.138.1
PING 172.16.138.1 (172.16.138.1): 56 data bytes
64 bytes from 172.16.138.1: icmp_seq=0 ttl=64 time=0.078 ms
64 bytes from 172.16.138.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.117 ms
64 bytes from 172.16.138.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.112 ms
64 bytes from 172.16.138.1: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.107 ms
```

29. 找一个不需要认证、没有地址绑定限制的网络环境（首选实验室、机房，或者自己搭一个环境），首先配置电脑主机的 IP 地址和默认网关，以便让电脑主机能够正常连接真实网络，再找一台该网络可以 Ping 通的主机 H。

接下来让 R2 的 f0/0 口改为连接 Cloud-1 的 eth2 接口（该接口采用桥接模式，如果没有 eth2，请参照 GNS 指南添加一个），使用静态或动态方式给 R2 的 f0/0 口配置 IP 地址（采用动态分配时需要再次输入 `ip address dhcp`，以便路由器重新获取 IP 地址），设置 R2 的默认路由地址为真实网络上的默认网关，在 R1 上为主机 H 的子网配置路由（可以简化配置成默认路由），测试 R2 以及 PC1 能否 Ping 通该主机。

R2 配置命令:

R2(config)#int f0/0

R2(config-if)#ip address 10.188.137.222 255.255.240.0

R2(config-if)#no shutdown

R2(config-if)#exit

R2(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.188.137.1

R2(config)#exit

R1 配置命令:

R1(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.12.2

R1(config)#exit

R2 与真实网络主机 H 的 Ping 结果截图:

```
R2#ping 10.188.137.222

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 10.188.137.222, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/1/4 ms
```

PC1 与真实网络主机 H 的 Ping 结果截图:

```
[PC-1> ping 10.188.137.222
84 bytes from 10.188.137.222 icmp_seq=1 ttl=254 time=10.183 ms
84 bytes from 10.188.137.222 icmp_seq=2 ttl=254 time=10.086 ms
84 bytes from 10.188.137.222 icmp_seq=3 ttl=254 time=8.241 ms
84 bytes from 10.188.137.222 icmp_seq=4 ttl=254 time=8.413 ms
84 bytes from 10.188.137.222 icmp_seq=5 ttl=254 time=8.889 ms
```

30. 整理各路由器的当前运行配置, 选择与本实验相关的内容记录在文本文件中, 每个设备一个文件, 分别命名为 R1.txt、R2.txt 等, 随实验报告一起打包上传。

六、 实验结果与分析

根据你观察到的实验数据和对实验原理的理解, 分别解答以下问题:

- 路由器的接口为什么会出现: FastEthernet0/1 is up, line protocol is down 的状态?

这边的端口已经打开了, 但是对端的 ip 可能没有设置好

- 路由起什么作用? 什么是静态路由?

路由是指路由器从一个接口上收到数据包, 根据数据包的目的地址进行定向并转发到另一个接口的过程。

静态路由是一种路由的方式, 路由项 (routing entry) 由手动配置, 而非动态决定。与动态路由不同, 静态路由是固定的, 不会改变, 即使网络状况已经改变或是重新被组态。

一般来说，静态路由是由网络管理员逐项加入路由表。

- 需要为每个 PC 的 IP 地址添加路由，还是只需要为其网络地址添加路由？

网络地址即可

- 添加静态路由时，下一跳地址是填写本路由器的端口地址，还是对方路由器的端口地址？或者是目的地网络的路由器端口地址？

对方路由器的端口地址

- 什么是默认路由？添加默认路由的命令格式是什么？

默认路由是对 IP 数据包中的目的地址找不到存在的其他路由时，路由器所选择的路由。

`ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 默认路由器 IP 地址`

- 在同一个局域网内的 2 台 PC 机，IP 地址分别为 10.0.0.x/24 和 10.0.1.x/24，都属于 VLAN1，一开始不能互相 Ping 通，为什么把子网掩码长度从 24 位变成 16 位，就通了？

24 位掩码时两台 PC 机并不在一个网段中，当子网掩码变为 16 位，这两台 PC 就处于同一个网段，并且在同一个 valn 中，所以可以通。

- 如果仅仅是为了让不同区域内的 PC 之间能够互相 Ping 通，在设置静态路由时，路由器之间互联的子网是否全部都要加入到所有路由器的路由表中？为什么？

不需要，如果只要 ping 通，那么路由的时候其实只要有一条通路能够到达目标地址就可以了。选择其中一条路并将子网地址添加到需要使用的路由器上即可，不需要全部子网加入到所有路由器的路由表中。

七、 讨论、心得

在完成本实验后，你可能会会有很多待解答的问题，你可以把它们记在这里，接下来的学习

中，你也许会逐渐得到答案的，同时也可以让老师了解到你有哪些困惑，老师在课堂可以安排针对性地解惑。等到课程结束后，你再回头看看这些问题时你或许会有不同的见解：

在实验过程中你可能会遇到的困难，并得到了宝贵的经验教训，请把它们记录下来，提供给其他人参考吧：

你对本实验安排有哪些更好的建议呢？欢迎献计献策：