

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:	彭子帆
学 院:	计算机学院
系:	软件工程
专 业:	软件工程
学 号:	3170105860
指导教师:	陆系群

2019 年 12 月 18 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

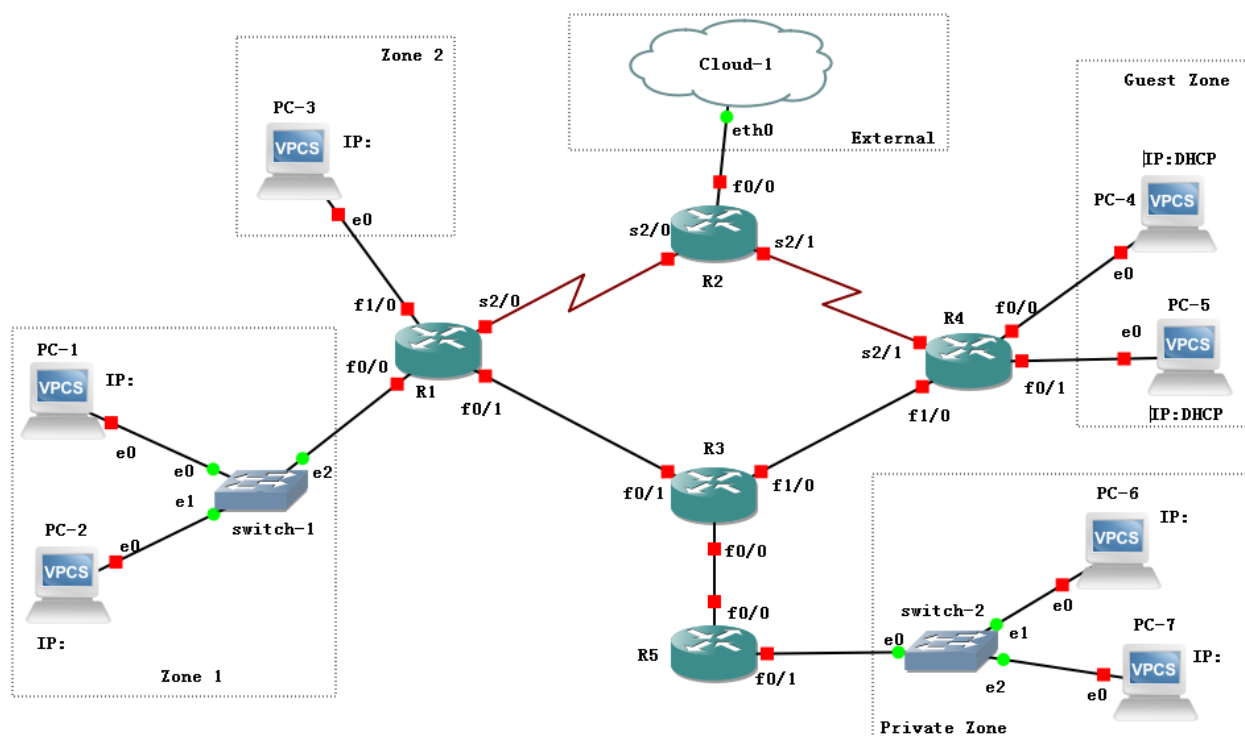
- 分别采用静态地址分配、动态地址分配构建多种类型的局域网；
- 使用多个路由器连接多个局域网；
- 分别采用以太网、高速串口等方式连接路由器；
- 通过路由器连接真实网络并实现数据通信；
- 在路由器上配置 NAT，实现私有网络和共有网络的互联；
- 在各路由器上配置静态路由，实现网络互联互通。

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 之间的联通性, 根据需要在相应的路由器上补充静态路由设置。

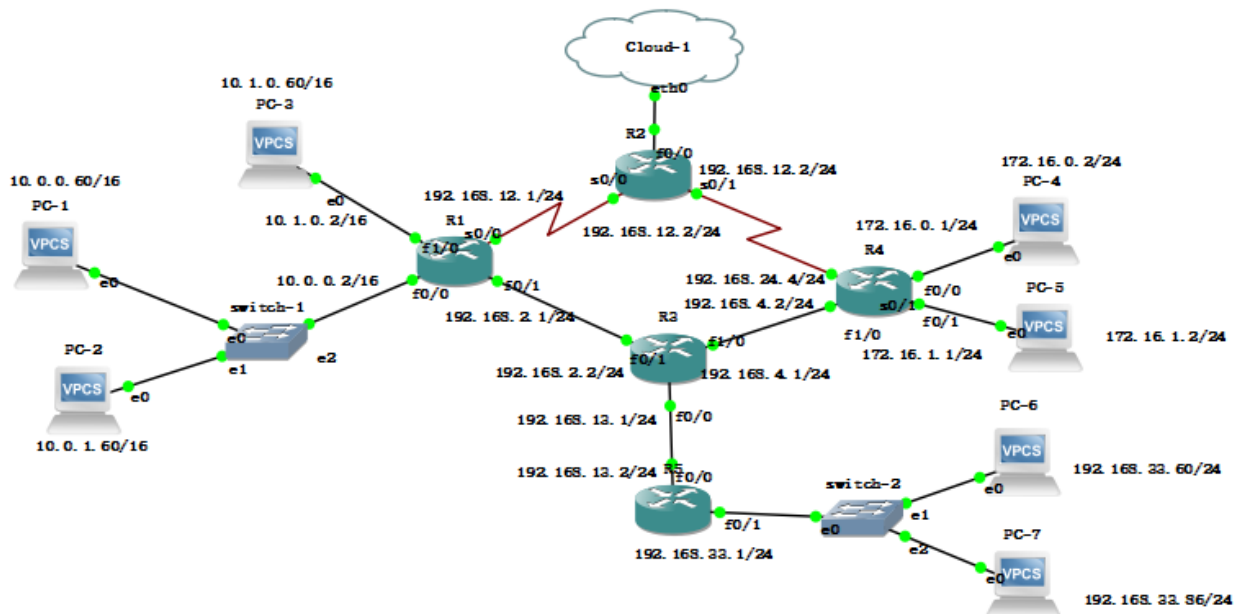
五、实验数据记录和处理

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-1> ip 10.0.0.60
Checking for duplicate address...
PC1 : 10.0.0.60 255.255.255.0
```

```
PC-2> ip 10.0.1.60
Checking for duplicate address...
PC1 : 10.0.1.60 255.255.255.0

PC-2> ping 10.0.0.243
No gateway found
```

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-1>  
PC-1> ip 10.0.0.60/16  
Checking for duplicate address...  
PC1 : 10.0.0.60 255.255.0.0
```

```
PC-2>  
PC-2> ip 10.0.1.60/16  
Checking for duplicate address...  
PC1 : 10.0.1.60 255.255.0.0  
  
PC-2> ping 10.0.0.60  
84 bytes from 10.0.0.60 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.119 ms  
84 bytes from 10.0.0.60 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.209 ms  
84 bytes from 10.0.0.60 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.992 ms  
84 bytes from 10.0.0.60 icmp_seq=4 ttl=64 time=1.032 ms  
84 bytes from 10.0.0.60 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.821 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）：

R1#config

R1(config)#inter f0/0

R1(config-if)#ip address 10.0.0.2 255.255.0.0

R1(config-if)#no shut

R1(config-if)#exit

R1(config)#inter f1/0

R1(config-if)#ip address 10.1.0.2 255.255.0.0

R1(config-if)#no shut

R1(config-if)#exit

R1(config)#exit

R1#show ip route

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
R1#

```

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>
PC-3> ip 10.1.0.60 255.255.0.0
Checking for duplicate address...
PC1 : 10.1.0.60 255.255.0.0

PC-3> ping 10.0.0.60
host (255.255.0.0) not reachable

```

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）:

PC-1> ip 10.0.0.60/16 10.0.0.2

PC-3> ip 10.1.0.60/16 10.1.0.2

Ping 结果截图:

```

PC-3> ping 10.0.0.60
10.0.0.60 icmp_seq=1 timeout
84 bytes from 10.0.0.60 icmp_seq=2 ttl=63 time=20.093 ms
84 bytes from 10.0.0.60 icmp_seq=3 ttl=63 time=15.018 ms
84 bytes from 10.0.0.60 icmp_seq=4 ttl=63 time=29.189 ms
84 bytes from 10.0.0.60 icmp_seq=5 ttl=63 time=40.271 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）：

```
R4#config
R4(config)#inter f0/0
R4(config-if)#ip address 172.16.0.1 255.255.255.0
R4(config-if)#no shut
R4(config-if)#exit
R4(config)#inter
R4(config)#inter f0/1
R4(config-if)#ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
R4(config-if)#no shut
R4(config-if)#exit
```

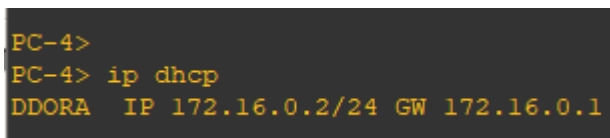
8. 在 R4 上为第一个接口（f0/0）连接的子网配置 DHCP 服务。

配置命令（此处示例为截图形式，请替换成文本形式）：

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

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：



```
PC-4>
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）：

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

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：

```
PC-5>
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=14.043 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=4 ttl=63 time=16.352 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=5 ttl=63 time=20.451 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/   Lease expiration   Type
User name
172.16.0.2          0100.5079.6668.03  Mar 02 2002 12:10 AM  Automatic
172.16.1.2          0100.5079.6668.04  Mar 02 2002 12:15 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：

```
R1#config
R1(config)#inter s0/0
R1(config-if)#ip address 192.168.12.1 255.255.255.0
R1(config-if)#encap hdlc
R1(config-if)#no shut
R1(config-if)#exit

R2#config t
R2(config)#inter s0/0
R2(config-if)#ip address 192.168.12.2 255.255.255.0
R2(config-if)#enca hdlc
```

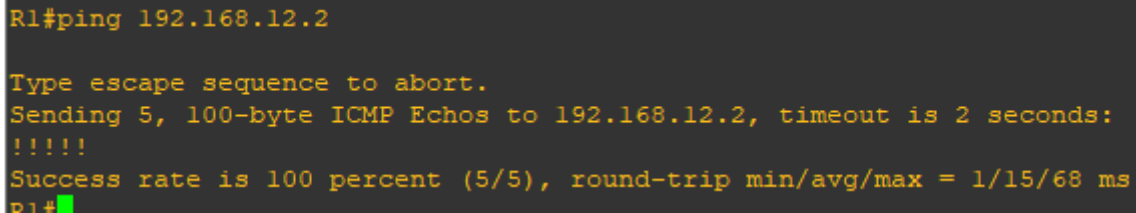


```
R2(config-if)#clock rate 128000
```

```
R2(config-if)#no shut
```

```
R2(config-if)#exit
```

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 = 1/15/68 ms
R1#
```

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：

```
R2(config)#username R4 password 1234
```

```
R2(config)#inter s0/1
```

```
R2(config-if)#ip address 192.168.24.2 255.255.255.0
```

```
R2(config-if)#encap ppp
```

```
R2(config-if)#ppp authentication chap
```

```
R2(config-if)#no shut
```

```
R2(config-if)#exit
```

```
R4(config)#inter s0/1
```

```
R4(config-if)#ip address 192.168.24.4 255.255.255.0
```

```
R4(config-if)#encap ppp
```

```
R4(config-if)#ppp authentication chap
```

```
R4(config-if)#no shut
```

```
R4(config-if)#exit
```

```
R4(config)#username R2 password 1234
```

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 s0/1
Serial0/1 is up, line protocol is up
Hardware is GT96K Serial
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, loopback not set
Keepalive set (10 sec)
Last input 00:00:53, output 00:00:09, output hang never
Last clearing of "show interface" counters 00:05:23
Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 0
```

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 = 1/16/76 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:

```
R1#config
```

```
R1(config)#inter f0/1
```

```
R1(config-if)#ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
```

```
R1(config-if)#no shut
```

```
R1(config-if)#exit
```

```
R3#config
```

```
R3(config)#inter f0/1
```

```
R3(config-if)#ip address 192.168.2.2 255.255.255.0
```

```
R3(config-if)#no shut
```

```
R3(config-if)#exit
```

Ping 结果截图:

```
R3#ping 192.168.2.1

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.2.1, timeout is 2 seconds:
.!!!!
Success rate is 80 percent (4/5), round-trip min/avg/max = 32/56/120 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:

```
R3#config
```

```
R3(config)#inter f1/0
```

```
R3(config-if)#ip address 192.168.4.1 255.255.255.0
```

```
R3(config-if)#no shut
```

```
R3(config-if)#exit
```

```
R4#config
```

```
R4(config)#inter f1/0
```

```
R4(config-if)#ip address 192.168.4.2 255.255.255.0
```

```
R4(config-if)#no shut
```

```
R4(config-if)#exit
```

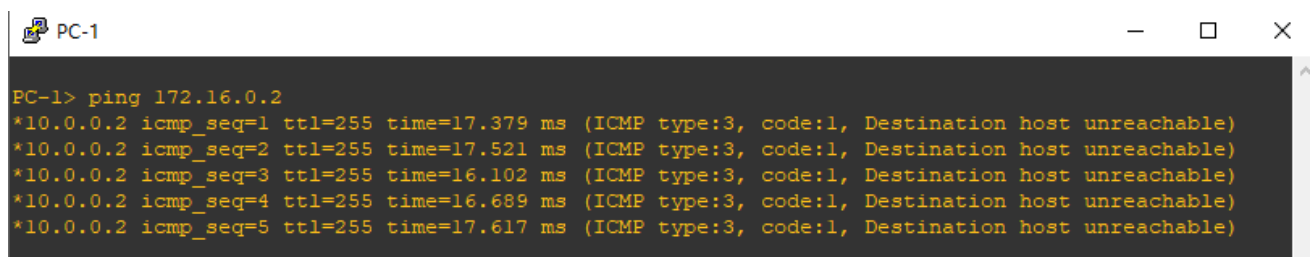
Ping 结果截图:

```
R4#ping 192.168.4.1
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.4.1, timeout is 2 seconds:
.!!!!
Success rate is 80 percent (4/5), round-trip min/avg/max = 64/78/112 ms
```

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

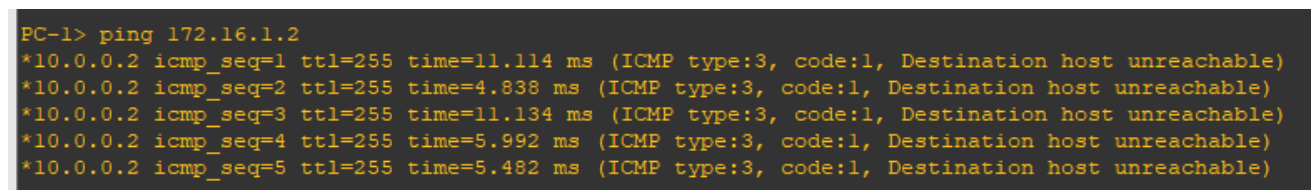
Ping 结果截图:

PC1 与 PC4 (此处为示例):



```
PC-1
PC-1> ping 172.16.0.2
*10.0.0.2 icmp_seq=1 ttl=255 time=17.379 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.2 icmp_seq=2 ttl=255 time=17.521 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.2 icmp_seq=3 ttl=255 time=16.102 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.2 icmp_seq=4 ttl=255 time=16.689 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.2 icmp_seq=5 ttl=255 time=17.617 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
```

PC1 与 PC5:



```
PC-1> ping 172.16.1.2
*10.0.0.2 icmp_seq=1 ttl=255 time=11.114 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.2 icmp_seq=2 ttl=255 time=4.838 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.2 icmp_seq=3 ttl=255 time=11.134 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.2 icmp_seq=4 ttl=255 time=5.992 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.2 icmp_seq=5 ttl=255 time=5.482 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
```

PC3 与 PC4:

PC-3

```
PC-3> ping 172.16.0.2
*10.1.0.2 icmp_seq=1 ttl=255 time=9.259 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.2 icmp_seq=2 ttl=255 time=3.114 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.2 icmp_seq=3 ttl=255 time=10.504 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.2 icmp_seq=4 ttl=255 time=3.475 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.2 icmp_seq=5 ttl=255 time=5.686 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
```

PC3 与 PC5:

```
PC-3> ping 172.16.1.2
*10.1.0.2 icmp_seq=1 ttl=255 time=11.073 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.2 icmp_seq=2 ttl=255 time=1.437 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.2 icmp_seq=3 ttl=255 time=7.434 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.2 icmp_seq=4 ttl=255 time=1.982 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.2 icmp_seq=5 ttl=255 time=9.083 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:

```
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

C    192.168.12.0/24 is directly connected, Serial0/0
    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
C    192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
```

R2:

```

R2#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

C     192.168.12.0/24 is directly connected, Serial0/0
      192.168.24.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.24.0/24 is directly connected, Serial0/1
C       192.168.24.4/32 is directly connected, Serial0/1

```

R3:

```

R3#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

C     192.168.4.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0
C     192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1

```

R4:

```

R4#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

      192.168.24.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.24.0/24 is directly connected, Serial0/1
C       192.168.24.2/32 is directly connected, Serial0/1
      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     192.168.4.0/24 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）：

```
R1#config t
R1(config)#ip route 172.16.0.0 255.255.255.0 192.168.2.2
R1(config)#ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 192.168.2.2
```

R2:

```
R2#config
R2(config)#ip route 172.16.0.0 255.255.255.0 192.168.24.4
R2(config)#ip route 10.0.0.0 255.255.0.0 192.168.12.1
R2(config)#exit
```

R3:

```
R3#config t
R3(config)#ip route 172.16.0.0 255.255.255.0 192.168.4.2
R3(config)#ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 192.168.4.2
R3(config)#ip route 10.0.0.0 255.255.0.0 192.168.2.1
R3(config)#ip route 10.1.0.0 255.255.0.0 192.168.2.1
R3(config)#exit
```

R4:

```
R4#config t
R4(config)#ip route 10.1.0.0 255.255.0.0 192.168.4.1
R4(config)#ip route 10.0.0.0 255.255.0.0 192.168.4.1
R4(config)#exit
```

Ping 结果截图:

PC1 与 PC4:

```
PC-1> 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=61 time=36.758 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=56.302 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=50.150 ms
```

PC1 与 PC5:

```
PC-1> ping 172.16.1.2
172.16.1.2 icmp_seq=1 timeout
172.16.1.2 icmp_seq=2 timeout
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=3 ttl=61 time=57.750 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=48.322 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=63.722 ms
```

PC3 与 PC4:

```
PC-3> ping 172.16.0.2
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=1 ttl=61 time=50.308 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=2 ttl=61 time=35.616 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=3 ttl=61 time=52.820 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=55.226 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=51.208 ms
```

PC3 与 PC5:

```
PC-3> ping 172.16.1.2
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=1 ttl=61 time=107.364 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=2 ttl=61 time=66.316 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=3 ttl=61 time=60.798 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=59.015 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=57.605 ms
```

路由表信息截图:

R1:

```

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

C    192.168.12.0/24 is directly connected, Serial0/0
    172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
      S    172.16.0.0 [1/0] via 192.168.2.2
      S    172.16.1.0 [1/0] via 192.168.2.2
    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
      C    192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1

```

R2:

```

R2#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

C    192.168.12.0/24 is directly connected, Serial0/0
    192.168.24.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
      C    192.168.24.0/24 is directly connected, Serial0/1
      C    192.168.24.4/32 is directly connected, Serial0/1
    172.16.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
      S    172.16.0.0 [1/0] via 192.168.24.4
    10.0.0.0/16 is subnetted, 1 subnets
      S    10.0.0.0 [1/0] via 192.168.12.1

```

R3:

```

R3#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

    172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
      S    172.16.0.0 [1/0] via 192.168.4.2
      S    172.16.1.0 [1/0] via 192.168.4.2
      C    192.168.4.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0
    10.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
      S    10.0.0.0 [1/0] via 192.168.2.1
      S    10.1.0.0 [1/0] via 192.168.2.1
      C    192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1

```

R4:


```

R4#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

    192.168.24.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.24.0/24 is directly connected, Serial0/1
C       192.168.24.2/32 is directly connected, Serial0/1
    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       192.168.4.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0
    10.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
S       10.0.0.0 [1/0] via 192.168.4.1
S       10.1.0.0 [1/0] via 192.168.4.1
R4#

```

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:

```

R1#config t
R1(config)#ip route 172.16.0.0 255.255.255.0 192.168.12.2 30
R1(config)#exit

```

R4:

```

R4#config t
R4(config)#ip route 10.0.0.0 255.255.0.0 192.168.24.2 30
R4(config)#exit

```

A) R1-R3、R4-R3 间链路断开前:

R1 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

C    192.168.12.0/24 is directly connected, Serial0/0
C    172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
S      172.16.0.0 [1/0] via 192.168.2.2
S      172.16.1.0 [1/0] via 192.168.2.2
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
C    192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
```

R4 路由表信息截图

```
R4#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

C    192.168.24.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    192.168.24.0/24 is directly connected, Serial0/1
C    192.168.24.2/32 is directly connected, Serial0/1
C    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    192.168.4.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0
C    10.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
S      10.0.0.0 [1/0] via 192.168.4.1
S      10.1.0.0 [1/0] via 192.168.4.1
```

PC1 上的路由跟踪截图（命令：trace 目标网络）：

```
PC-1> trace 172.16.0.2
trace to 172.16.0.2, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  10.0.0.2    9.831 ms   9.937 ms   9.963 ms
 2  192.168.2.2 19.379 ms  19.434 ms  20.893 ms
 3  192.168.4.2 51.071 ms  29.500 ms  41.399 ms
 4  * * *
 5  *172.16.0.2 58.674 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:

```
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

C    192.168.12.0/24 is directly connected, Serial0/0
     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:

```
R4#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

     192.168.24.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    192.168.24.0/24 is directly connected, Serial0/1
C    192.168.24.2/32 is directly connected, Serial0/1
     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
     10.0.0.0/16 is subnetted, 1 subnets
S    10.0.0.0 [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 172.16.0.2
trace to 172.16.0.2, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  10.0.0.2  45.360 ms  11.034 ms  20.781 ms
 2  192.168.12.2  31.851 ms  7.902 ms  16.857 ms
 3  192.168.24.4  48.189 ms  15.260 ms  16.608 ms
 4  * * *
 5  *172.16.0.2  44.979 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:

```
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

C    192.168.12.0/24 is directly connected, Serial0/0
     172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
S     172.16.0.0 [1/0] via 192.168.2.2
S     172.16.1.0 [1/0] via 192.168.2.2
     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
C    192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
```

R4 路由表信息截图:

```
R4#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

     192.168.24.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C     192.168.24.0/24 is directly connected, Serial0/1
C     192.168.24.2/32 is directly connected, Serial0/1
     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    192.168.4.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0
     10.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
S     10.0.0.0 [1/0] via 192.168.4.1
S     10.1.0.0 [1/0] via 192.168.4.1
R4#
```

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 10.0.0.2

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 10.0.0.2
.!!!!
Success rate is 80 percent (4/5), round-trip min/avg/max = 8/36/68 ms
```

R1 的 f0/1 与 R4 的 s2/1:

```
R1#ping 192.168.24.4 source 192.168.2.1

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 192.168.2.1
!!!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 8/19/24 ms
```

R1 的 f1/0 与 R4 的 s2/1:

```
R1#ping 192.168.24.4 source 10.1.0.2

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 10.1.0.2
!!!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 36/59/68 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 = 36/55/68 ms
```

补充静态路由的配置命令:

R1:

```
R1#config t
```

```
R1(config)#ip route 192.168.24.0 255.255.255.0 192.168.12.2
```

```
R1(config)#exit
```

R2:

无

R3:

```
R3#config t
```

```
R3(config)#ip route 192.168.24.0 255.255.255.0 192.168.4.2
```

```
R3(config)#exit
```

```
R3(config)#ip route 192.168.12.0 255.255.255.0 192.168.2.1
```

R4:

```
R4#config t
```

```
R4(config)#ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 192.168.4.1
```

```
R4(config)#ip route 192.168.12.0 255.255.255.0 192.168.4.1
```

```
R4(config)#exit
```

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:

```
R3(config)#inter f0/0
```

```
R3(config-if)#ip address 192.168.13.1 255.255.255.0
```

```
R3(config-if)#no shut
```

```
R3(config-if)#exit
```

R5:

```
R5#config
```

```
R5(config)#inter f0/0
```

```
R5(config-if)#ip address 192.168.13.2 255.255.255.0
```

```
R5(config-if)#no shut
```

```
R5(config-if)#exit
```

```
R5(config)#inter f0/1
```

```
R5(config-if)#ip address 192.168.33.1 255.255.255.0
```

```
R5(config-if)#no shut
```

```
R5(config-if)#exit
```

Ping 结果截图:

```
R3#ping 192.168.13.2
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.13.2, timeout is 2 seconds:
.!!!!
Success rate is 80 percent (4/5), round-trip min/avg/max = 64/67/72 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学号后 2 位或后 3 位（规则同前）。

配置命令：

PC-6> ip 192.168.33.60/24 192.168.33.1

PC-7> ip 192.168.33.86/24 192.168.33.1

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）：

```
R5#config t
R5(config)#inter f0/1
R5(config-if)#ip nat inside
R5(config-if)#exit
R5(config)#inter f0/0
R5(config-if)#ip nat outside
R5(config-if)#exit
R5(config)#access-list 1 permit 192.168.33.0 0.0.0.255
R5(config)#ip nat inside source list 1 interface f0/0 overload
R5(config)#exit
```

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:

```
R1(config)#ip route 192.168.13.0 255.255.255.0 192.168.2.2
```

R2:

```
R2(config)#ip route 192.168.13.0 255.255.255.0 192.168.24.4
```

R3:

无

R4:

```
R4(config)#ip route 192.168.13.0 255.255.255.0 192.168.4.1
```

R5:

```
R5(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.13.1
```

Ping 结果截图:

PC6 与 PC1:

```
PC-6> ping 10.0.0.60
10.0.0.60 icmp_seq=1 timeout
10.0.0.60 icmp_seq=2 timeout
10.0.0.60 icmp_seq=3 timeout
84 bytes from 10.0.0.60 icmp_seq=4 ttl=61 time=67.092 ms
84 bytes from 10.0.0.60 icmp_seq=5 ttl=61 time=94.270 ms
```

PC6 与 PC3:

```
PC-6> ping 10.1.0.60
10.1.0.60 icmp_seq=1 timeout
84 bytes from 10.1.0.60 icmp_seq=2 ttl=61 time=94.109 ms
84 bytes from 10.1.0.60 icmp_seq=3 ttl=61 time=69.605 ms
84 bytes from 10.1.0.60 icmp_seq=4 ttl=61 time=62.443 ms
84 bytes from 10.1.0.60 icmp_seq=5 ttl=61 time=62.596 ms
```

PC6 与 PC4:

```
PC-6> ping 172.16.0.2
172.16.0.2 icmp_seq=1 timeout
172.16.0.2 icmp_seq=2 timeout
172.16.0.2 icmp_seq=3 timeout
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=48.881 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=55.434 ms
```


PC6 与 PC5:

```
PC-6> ping 172.16.1.2
172.16.1.2 icmp_seq=1 timeout
172.16.1.2 icmp_seq=2 timeout
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=3 ttl=61 time=93.486 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=91.589 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=93.647 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)#inter f0/0
```

```
R2(config-if)#ip address dhcp
```

```
R2(config-if)#no shut
```

```
R2(config-if)#exit
```

电脑主机与 R2 之间 Ping 结果截图:

```
C:\Users\帆>ping 192.168.80.129

正在 Ping 192.168.80.129 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.80.129 的回复: 字节=32 时间=36ms TTL=255
来自 192.168.80.129 的回复: 字节=32 时间=11ms TTL=255
来自 192.168.80.129 的回复: 字节=32 时间=5ms TTL=255
来自 192.168.80.129 的回复: 字节=32 时间=8ms TTL=255
```

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
```

```
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
```

R1 配置命令:

```
R1#config t
```

```
R1(config)#no ip route 10.180.80.0 255.255.240.0
```

```
R1(config)#ip route 192.168.60.1 255.255.255.0 192.168.12.2
```

```
R1(config)#exit
```

电脑主机的 IP 地址:

```
以太网适配器 VMware Network Adapter VMnet1:

   连接特定的 DNS 后缀 . . . . . : 
   描述. . . . . : VMware Virtual Ethernet Adapter for VMnet1
   物理地址. . . . . : 00-50-56-C0-00-01
   DHCP 已启用 . . . . . : 是
   自动配置已启用. . . . . : 是
   本地链接 IPv6 地址. . . . . : fe80::d59f:c27d:44e9:1029%7(首选)
   IPv4 地址 . . . . . : 192.168.80.1(首选)
   子网掩码 . . . . . : 255.255.255.0
   获得租约的时间 . . . . . : 2019年12月19日 13:19:58
   租约过期的时间 . . . . . : 2019年12月19日 14:49:59
   默认网关. . . . . : 
   DHCP 服务器 . . . . . : 192.168.80.254
   DHCPv6 IAID . . . . . : 167792726
   DHCPv6 客户端 DUID . . . . . : 00-01-00-01-23-B7-95-C8-C8-5B-76-68-86-36
   DNS 服务器 . . . . . : fec0:0:0:ffff::1%1
                           fec0:0:0:ffff::2%1
                           fec0:0:0:ffff::3%1
   TCP/IP 上的 NetBIOS . . . . . : 已启用
```

PC1 与电脑主机 Ping 结果截图（请关闭电脑上的防火墙）:

```
PC-1> ping 192.168.80.1
*10.0.0.2 icmp_seq=1 ttl=255 time=9.780 ms (ICMP type=3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.2 icmp_seq=2 ttl=255 time=5.149 ms (ICMP type=3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.2 icmp_seq=3 ttl=255 time=2.739 ms (ICMP type=3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.2 icmp_seq=4 ttl=255 time=3.136 ms (ICMP type=3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.2 icmp_seq=5 ttl=255 time=4.321 ms (ICMP type=3, code:1, Destination host unreachable)
```

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。

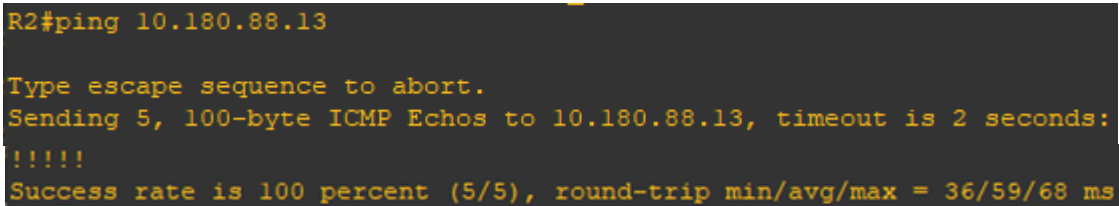
R2 配置命令：

```
R2#config t
R2(config)#int fa0/0
R2(config-if)#ip address 10.180.88.14 255.255.240.0
R2(config-if)#no shut
R2(config-if)#exit
R2(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.180.80.1
```

R1 配置命令：

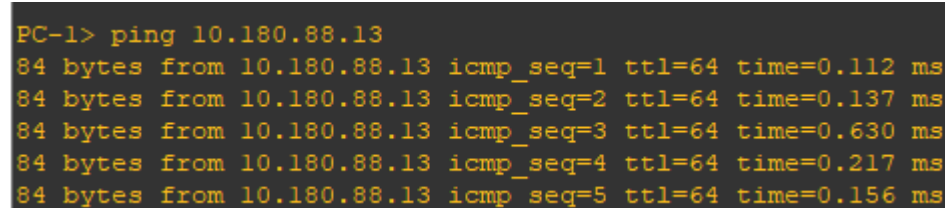
```
R1#config t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.12.2
```

R2 与真实网络主机 H 的 Ping 结果截图：



```
R2#ping 10.180.88.13
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 10.180.88.13, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 36/59/68 ms
```

PC1 与真实网络主机 H 的 Ping 结果截图：



```
PC-1> ping 10.180.88.13
84 bytes from 10.180.88.13 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.112 ms
84 bytes from 10.180.88.13 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.137 ms
84 bytes from 10.180.88.13 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.630 ms
84 bytes from 10.180.88.13 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.217 ms
84 bytes from 10.180.88.13 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.156 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？

在实验中没有遇到这个问题，通过人为模拟出了这个错误。这个状态说明该端口已经打开，但是对端的数据封装格式不匹配。（比如数据链路层协议 PPP 和 HDLC 等）。

- 路由起什么作用？什么是静态路由？

路由主要解决的是不同网络（网段）之间的通信问题，比如不同网络号的主机无法通过二层交换机通信。

- （1） 网络通信：因此路由能够提供数据包转发，实现不同网络号通信的功能。
- （2） 网络管理：此外 NAT 网络地址转换，能够帮助我们建立一个私有网络。路由也方便了我们更好地管理网络。

静态路由指的是同为人工向网络中每一个路由器的路由表中添加路由，从而达到网络间能够互相通信的目的。静态路由是固定不变的，这说明如果网络中某一段出现了故障，路由器无法动态调整路由的路线。这相对于动态路由来说是一个缺陷。当然，当网络拓扑结构复杂之后，静态路由也不能够适用。

- 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？

不需要为每个 PC 的 IP 地址添加路由，只需要为网络地址添加路由即可。因为同一网络号的主机之间通信一般通过交换机即可，一般不经过路由器。

- 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？

下一跳地址填写的是目的地网络的路由器端口地址。或者更准确地说是能够到达目的地的本路由器连接的下一个路由器的端口地址。

- 什么是默认路由？添加默认路由的命令格式是什么？

默认路由指的是当目的地址在路由表中找不到匹配项时，该包自动将被转发至默认路由。当然如果路由表中有相应的匹配项时，该包不会发至默认路由。默认路由主要解决的是数据包目的地址不存在于当前表项的问题。

默认路由的命令格式：`ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 默认路由地址`

- 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？

一开始虽然属于一个 VLAN1，但是根据子网掩码，两个主机的网络号分别为 10.0.0.0 和 10.0.1.0，因此两个主机不在同一个网段，发送的数据包需要通过路由才能互相通信。而吧子网掩码长度改为 16 位后，两个主机的网络号变为 10.0.0.0 和 10.0.0.0，在同一个网段，同时在同一个 VLAN 下，因此两个主机可以不经过路由，通过交换机转发即可完成通信。

- 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。因为设置静态路由，我们可以自己规划好包发送的路线，只需要给我们规划好的路线上的路由器设置静态路由器即可，如果仅仅是考虑让不同区域的 PC 之间能够互相 Ping 通。

七、 讨论、心得

在完成本实验后，你可能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：

1. PC1 包路由跟踪，出现一个 `destination port unreachable` 但是是能 ping 通的。
2. 交换机的具体工作方式，对于同网段和不同网段。
3. DHCP 动态分配 IP 的具体理论知识，比如租借时间等等。

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：

1. 模拟器中打开多个同一个路由器的 `console` 会出现路由器信息。
2. 网络云一开始使用的是仅主机模式，指的是与电脑主机的某个虚拟网卡处于同一个子网，因此比如在 Mac 下使用 `ifconfig` 查看 ip 的时候，要去找属于同一网段的 IP 地址，作为之后 R1 设置静态路由的目标地址。

你对本实验安排有哪些更好的建议呢？欢迎献计献策：

可以推荐一些更深入的关于路由的参考资料给我们做参考学习。