

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： 李秋宇

学 院： 计算机学院

系： 计算机

专 业： 计算机科学与技术

学 号： 3220103373

指导教师： 邱劲松

2024 年 11 月 19 日

浙江大学实验报告

一、 实验目的：

- 理解路由器的工作原理，以及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。

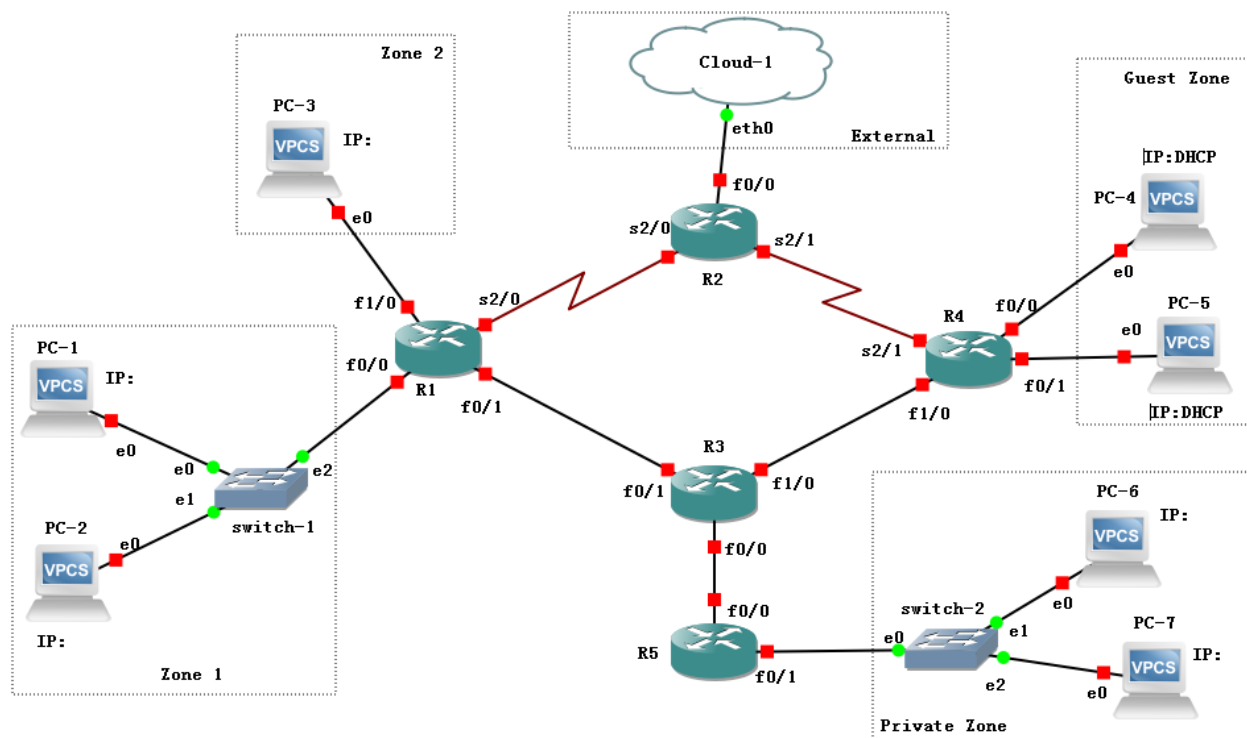
三、 主要仪器设备

PC 机、路由器、交换机、网线、高速串行线。

物理设备不足时，本实验可使用 GNS3 模拟完成，具体操作请参考《使用 GNS3 软件模拟 IOS 指南》（以下简称 GNS3 指南）。

四、 操作方法与实验步骤

- 按下述拓扑图连接路由器、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。

- 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(应该与所在的区域子网一致,且唯一);
- 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 (进入接口配置模式)

R1(config-if)# ip address IP 地址 掩码 (配置 IP 地址)

R1(config-if)# no shutdown (激活端口)

- 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 ACL(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, 其中, 1 是 ACL 编号, 0.0.0.255 是通配码, 表示匹配前 24 位;
 - 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 ACL 编号 interface 外部接口 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 GNS3 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

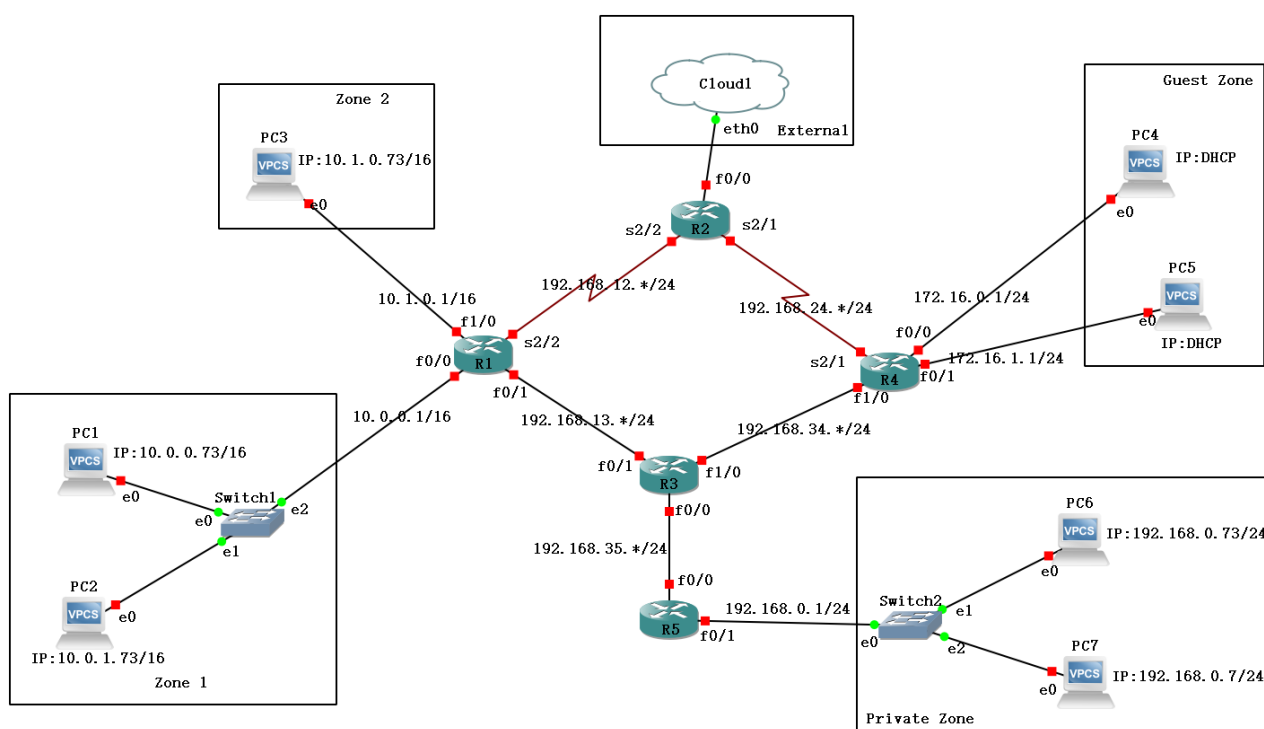
以下实验记录均需结合屏幕截图进行文字标注和描述，图片应大小合适、关键部分清晰可见，可直接在图片上进行标注

（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. 根据第四节的要求，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:



-- Part 1: 单路由器局域网互联 --

目标: 使 PC1、PC2 通过交换机 1 互通并能和 PC3 通过路由器 R1 互通

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)。

(GN3 模拟时, 配置命令为: **ip 地址 掩码**)。然后用 Ping 检查 PC1、PC2 之间的连通性。

PC1 配置地址截图:

```
PC1> ip 10.0.0.73 255.255.255.0
Checking for duplicate address...
PC1 : 10.0.0.73 255.255.255.0

PC1> █
```

PC2 配置地址截图:

```
PC2> ip 10.0.1.73 255.255.255.0
Checking for duplicate address...
PC2 : 10.0.1.73 255.255.255.0

PC2> █
```

Ping 结果截图:

```
PC2> ping 10.0.0.73

host (255.255.255.0) not reachable

PC2> █
```

为什么不通? 不在同一个子网下

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。

PC1 配置地址截图:

```
PC1> ip 10.0.0.73 255.255.0.0
Checking for duplicate address...
PC1 : 10.0.0.73 255.255.0.0

PC1> █
```

PC2 配置地址截图:

```
PC2> ip 10.0.1.73 255.255.0.0
Checking for duplicate address...
PC2 : 10.0.1.73 255.255.0.0

PC2> █
```

Ping 结果截图:

```
PC1> ping 10.0.1.73

84 bytes from 10.0.1.73 icmp_seq=1 ttl=64 time=21.859 ms
84 bytes from 10.0.1.73 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.840 ms
84 bytes from 10.0.1.73 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.438 ms
84 bytes from 10.0.1.73 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.192 ms
84 bytes from 10.0.1.73 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.222 ms

PC1> █
```

为什么通了? 同一个子网内

4. 给 R1 的两个接口 f0/0、f1/0 分别配置合适的 IP 地址（子网分别为 10.0.0.0 和 10.1.0.0），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：

```
R1(config)# int fa0/0 (进入 f0/0 接口配置模式)
R1(config-if)# ip addr 10.0.0.1 255.255.0.0 (配置 IP 地址)
R1(config-if)# no shutdown (激活端口)
R1(config)# int fa1/0 (进入 f1/0 接口配置模式)
R1(config-if)# ip addr 10.1.0.1 255.255.0.0 (配置 IP 地址)
R1(config-if)# no shutdown (激活端口)
```

R1 路由表信息截图（命令：show ip route）：

```
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。

PC3 配置地址截图：

```
PC3> ip 10.1.0.73 255.255.0.0
Checking for duplicate address...
PC3 : 10.1.0.73 255.255.0.0
PC3>
```

Ping 结果截图：

```
PC1> ping 10.1.0.73

host (255.255.0.0) not reachable
PC1>
```

为什么不通： 不在同一个子网

6. 给 PC1、PC3 配置合适的路由器地址（GNS3 模拟时，配置命令为：**ip 地址 掩码 路由器地址**），并再次检查两者之间的连通性。

配置命令截图：

PC1:

```
PC1> ip 10.0.0.73 255.255.0.0 10.0.0.1
Checking for duplicate address...
PC1 : 10.0.0.73 255.255.0.0 gateway 10.0.0.1
```

PC3:

```
PC3> ip 10.1.0.73 255.255.0.0 10.1.0.1
Checking for duplicate address...
PC3 : 10.1.0.73 255.255.0.0 gateway 10.1.0.1
```

Ping 结果截图:

```
PC1> ping 10.1.0.73

84 bytes from 10.1.0.73 icmp_seq=1 ttl=63 time=19.051 ms
84 bytes from 10.1.0.73 icmp_seq=2 ttl=63 time=15.625 ms
84 bytes from 10.1.0.73 icmp_seq=3 ttl=63 time=13.137 ms
84 bytes from 10.1.0.73 icmp_seq=4 ttl=63 time=12.720 ms
84 bytes from 10.1.0.73 icmp_seq=5 ttl=63 time=12.003 ms

PC1> █
```

-- Part 2: 动态地址分配 DHCP --

目标: 让 PC4、PC5 能够动态获得 IP 地址、掩码等配置

7. 给 R4 的 f0/0、f0/1 两个接口配置 IP 地址（子网分别为 172.16.0.0/24 和 172.16.1.0/24）并激活接口。

配置命令:

```
R4(config)# int fa0/0 (进入 f0/0 接口配置模式)
R4(config-if)# ip addr 172.16.0.1 255.255.255.0 (配置 IP 地址)
R4(config-if)# no shutdown (激活端口)
R4(config)# int fa0/1 (进入 f0/1 接口配置模式)
R4(config-if)# ip addr 172.16.1.1 255.255.255.0 (配置 IP 地址)
R4(config-if)# no shutdown (激活端口)
```

8. 在 R4 上为第一个接口（f0/0）连接的子网配置 DHCP 服务（命令参考前述第 4 节说明）。

配置命令:

```
R4(config)# ip dhcp pool 1 (进入 DHCP 地址池 1 配置模式)
R4(dhcp-config)# network 172.16.0.0 /24 (设置子网和掩码长度)
R4(dhcp-config)# default-router 172.16.0.1 (设置默认路由器地址为 f0/0 的 ip 地址)
```

9. 在 PC4 上使用 DHCP 动态分配地址（GNS3 模拟时，配置命令为: **ip dhcp**），查看获得的 IP 地址。

配置命令及获得的 IP 地址截图（换成你自己的）：

```
PC4> ip dhcp
DDORA IP 172.16.0.2/24 GW 172.16.0.1
PC4> █
```

10. 在 R4 上为第二个接口（f0/1）配置 DHCP 服务。

配置命令：

```
R4(config)# ip dhcp pool 2 (进入 DHCP 地址池 2 配置模式)
R4(dhcp-config)# network 172.16.1.0 /24 (设置子网和掩码长度)
R4(dhcp-config)# default-router 172.16.1.1 (设置默认路由器地址为 f0/1 的 ip 地址)
```

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：

```
PC5> ip dhcp
DDORA IP 172.16.1.2/24 GW 172.16.1.1
PC5> █
```

12. 用 Ping 命令测试 PC4、PC5 之间的连通性（如果不通，请检查 DHCP 的设置）。

Ping 结果截图：

```
PC4> ping 172.16.1.2
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=1 ttl=63 time=82.923 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=2 ttl=63 time=31.763 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=3 ttl=63 time=34.291 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=4 ttl=63 time=34.901 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=5 ttl=63 time=34.479 ms
PC4> █
```

13. 显示 R4 上的已分配 DHCP 主机信息（命令：**show ip dhcp binding**）

DHCP 主机绑定信息截图（换成你自己的）：

```
PC4> ping 172.16.1.2
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=1 ttl=63 time=82.923 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=2 ttl=63 time=31.763 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=3 ttl=63 time=34.291 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=4 ttl=63 time=34.901 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=5 ttl=63 time=34.479 ms
PC4> █
```

-- Part 3: 多路由器局域网互联 --

目标：使 PC1/PC2、PC3、PC4/PC5 能够跨多个路由器互通

一、配置路由器之间的以太网连接

14. 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)# int fa0/1 (进入接口配置模式)

R1(config-if)# ip addr 192.168.13.1 255.255.255.0 (配置 IP 地址)

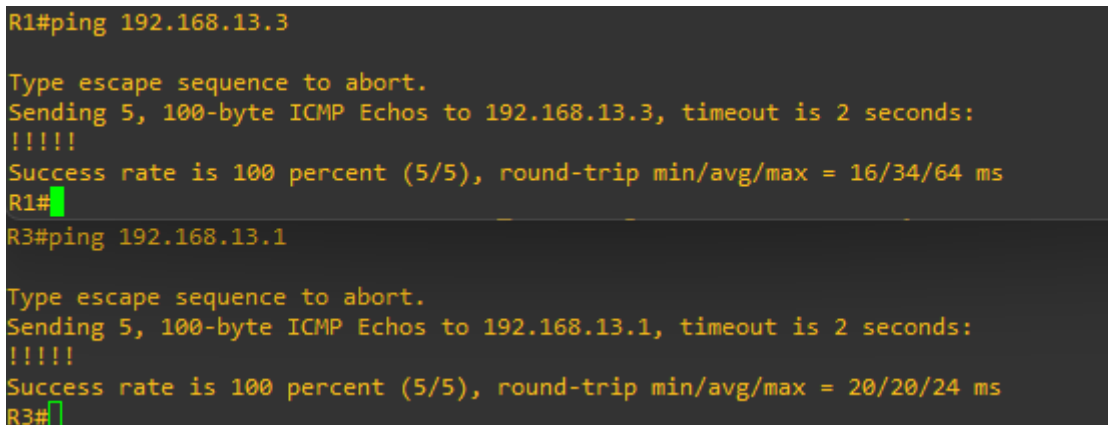
R1(config-if)# no shutdown (激活端口)

R3(config)# int fa0/1 (进入接口配置模式)

R3(config-if)# ip addr 192.168.13.3 255.255.255.0 (配置 IP 地址)

R3(config-if)# no shutdown (激活端口)

Ping 结果截图：



```
R1#ping 192.168.13.3
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.13.3, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 16/34/64 ms
R1#
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 = 20/20/24 ms
R3#
```

15. 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：

R4(config)# int fa1/0 (进入接口配置模式)

R4(config-if)# ip addr 192.168.34.3 255.255.255.0 (配置 IP 地址)

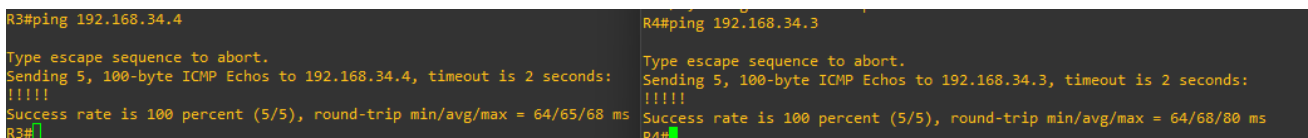
R4(config-if)# no shutdown (激活端口)

R3(config)# int fa1/0 (进入接口配置模式)

R3(config-if)# ip addr 192.168.34.4 255.255.255.0 (配置 IP 地址)

R3(config-if)# no shutdown (激活端口)

Ping 结果截图：



```
R3#ping 192.168.34.4
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.34.4, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 64/65/68 ms
R3#
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 = 64/68/80 ms
R4#
```

二、配置静态路由

16. 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, 请换成你自己的):

```
PC1> ping 172.16.0.2

*10.0.0.1 icmp_seq=1 ttl=255 time=9.735 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.1 icmp_seq=2 ttl=255 time=4.603 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.1 icmp_seq=3 ttl=255 time=8.369 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.1 icmp_seq=4 ttl=255 time=6.157 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.1 icmp_seq=5 ttl=255 time=2.720 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
```

PC1 与 PC5:

```
PC1> ping 172.16.1.2

*10.0.0.1 icmp_seq=1 ttl=255 time=15.802 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.1 icmp_seq=2 ttl=255 time=16.069 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.1 icmp_seq=3 ttl=255 time=14.543 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.1 icmp_seq=4 ttl=255 time=17.758 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.1 icmp_seq=5 ttl=255 time=15.958 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)

PC1> █
```

PC3 与 PC4:

```
PC3> ping 172.16.0.2

*10.1.0.1 icmp_seq=1 ttl=255 time=17.485 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=2 ttl=255 time=18.259 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=3 ttl=255 time=16.292 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=4 ttl=255 time=13.448 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=5 ttl=255 time=14.630 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)

PC3> █
```

PC3 与 PC5:

```
PC3> ping 172.16.1.2

*10.1.0.1 icmp_seq=1 ttl=255 time=15.130 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=2 ttl=255 time=14.314 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=3 ttl=255 time=16.477 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=4 ttl=255 time=17.060 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.1 icmp_seq=5 ttl=255 time=15.325 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)

PC3>
```

17. 查看 R1、R3、R4 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 的路由表：

```
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    192.168.13.0/24 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
R1#
```

R1 缺少了哪些网络的路由？ 172.16.0.0/24 172.16.1.0/24

（填写 IP 地址和掩码长度，如 172.16.0.0/24，下同）

R3 的路由表：

```
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    192.168.13.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
C    192.168.34.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0
R3#
```

R3 缺少了哪些网络的路由? 10.0.0.0/16 10.1.0.0/16 172.16.0.0/24 172.16.1.0/24

R4 的路由表:

```
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

    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
R4#
```

R4 缺少了哪些网络的路由? 10.0.0.0/16 10.1.0.0/16

18. 在 R1、R3、R4 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 (选择以太网线路作为下一跳路径) (命令: `ip route 目标网络 子网掩码 下一跳地址`), 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 (请根据不同路由器的需要补充多条):

R1 (此处为截图形式的示例, 看完请删除):

```
R1#config t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
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
```

R1(config)# ip route 172.16.0.0 255.255.255.0 192.168.13.3 (添加静态路由)

R1(config)# ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 192.168.13.3 (添加静态路由)

R3:

R3(config)# ip route 10.0.0.0 255.255.0.0 192.168.13.1 (添加静态路由)

R3(config)# ip route 10.1.0.0 255.255.0.0 192.168.13.1 (添加静态路由)

R3(config)# ip route 172.16.0.0 255.255.255.0 192.168.34.4 (添加静态路由)

R3(config)# ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 192.168.34.4 (添加静态路由)

R4:

R4(config)# ip route 10.0.0.0 255.255.0.0 192.168.34.3 (添加静态路由)

R4(config)# ip route 10.1.0.0 255.255.0.0 192.168.34.3 (添加静态路由)

Ping 结果截图:

PC1 与 PC4 (此处为示例, 请替换为你自己的):

```
PC1> ping 172.16.0.2

84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=1 ttl=61 time=51.520 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=2 ttl=61 time=35.083 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=3 ttl=61 time=36.647 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=39.496 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=46.895 ms
```

PC1 与 PC5:

```
PC1> ping 172.16.1.2

84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=1 ttl=61 time=47.327 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=2 ttl=61 time=54.238 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=3 ttl=61 time=46.986 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=35.868 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=36.053 ms
```

PC3 与 PC4:

```
PC3> ping 172.16.0.2

84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=1 ttl=61 time=98.243 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=2 ttl=61 time=98.463 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=3 ttl=61 time=98.563 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=98.907 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=100.547 ms
```

PC3 与 PC5:

```
PC3> ping 172.16.1.2

84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=1 ttl=61 time=97.114 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=2 ttl=61 time=99.254 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=3 ttl=61 time=100.572 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=98.831 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=98.553 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    192.168.13.0/24 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
R1#

```

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    192.168.13.0/24 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    10.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
S      10.0.0.0 [1/0] via 192.168.13.1
S      10.1.0.0 [1/0] via 192.168.13.1
C    192.168.34.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0
R3#

```

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

    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, 2 subnets
S      10.0.0.0 [1/0] via 192.168.34.3
S      10.1.0.0 [1/0] via 192.168.34.3
C     192.168.34.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0
R4#

```

三、配置路由器之间的高速串行连接

19. 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)# int ser 2/2 (进入 serial 2/0 接口配置模式)

R1(config-if)# ip addr 192.168.12.1 255.255.255.0 (配置 IP 地址)

R1(config-if)# en hd (配置数据链路层协议为 HDLC)

R1(config-if)# no shutdown (激活端口)

R2(config)# int ser 2/2 (进入 serial 2/0 接口配置模式)

R2(config-if)# ip addr 192.168.12.2 255.255.255.0 (配置 IP 地址)

R2(config-if)# en hd (配置数据链路层协议为 HDLC)

R2(config-if)# clock rate 128000 (配置时钟速率)

R2(config-if)# no shutdown (激活端口)

Ping 结果截图（换成你自己的）：

```

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 = 8/15/28 ms
R1#

```

20. 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（命令：`show interface 接口`）并测试两个路由器之间的连通性。

配置命令：

```
R2(config)# username R4 password 1234 (设置认证的用户名、密码)
R2(config)# int ser 2/1 (进入 serial 2/1 接口配置模式)
R2(config-if)# ip addr 192.168.24.2 255.255.255.0 (配置 IP 地址)
R2(config-if)# en ppp (配置数据链路层协议为 PPP)
R2(config-if)# ppp authen chap (配置认证协议为 CHAP)
R2(config-if)# no shutdown (激活端口)

R4(config)# username R2 password 1234 (设置认证的用户名、密码)
R4(config)# int ser 2/1 (进入 serial 2/1 接口配置模式)
R4(config-if)# ip addr 192.168.24.4 255.255.255.0 (配置 IP 地址)
R4(config-if)# en ppp (配置数据链路层协议为 PPP)
R4(config-if)# ppp authen chap (配置认证协议为 CHAP)
R4(config-if)# no shutdown (激活端口)
```

查看串口状态（换成你自己的）：

```
R2#show interface serial 2/1
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
```

```
R4#show interface serial 2/1
Serial2/1 is up, line protocol is up
Hardware is M4T
Internet address is 192.168.24.4/24
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
```

LCP Open 表明 PPP 的链路控制协议（LCP）已经协商完成，身份验证通过，可以进行 IP 通信。

Ping 结果截图（换成你自己的）：

```
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 = 1/14/28 ms
R2#
```

四、配置并测试备用路由

21. 在 R2 上为各 PC 所在的子网增加必要的静态路由，使得各 PC 将来能够通过 R2 转发数据。

R2 配置命令（根据需要补充多行）：

```
R2(config)# ip route 10.0.0.0 255.255.0.0 192.168.12.1      (添加静态路由)
R2(config)# ip route 10.1.0.0 255.255.0.0 192.168.12.1      (添加静态路由)
R2(config)# ip route 172.16.0.0 255.255.255.0 192.168.24.4  (添加静态路由)
R2(config)# ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 192.168.24.4  (添加静态路由)
```

R2 路由表：

```
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, Serial2/2
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
S    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
S    10.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
S    10.0.0.0 [1/0] via 192.168.12.1
S    10.1.0.0 [1/0] via 192.168.12.1
R2#
```

22. 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。按照下述步骤，通过实验验证一下。

配置命令：

R1（此处为示例，看完请删除）：

```
R1(config)#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 (添加备用的静态路由)

R1(config)# ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 192.168.12.2 30 (添加备用的静态路由)

R4:

R4(config)# ip route 10.0.0.0 255.255.0.0 192.168.24.2 30 (添加备用的静态路由)

R4(config)# ip route 10.1.0.0 255.255.0.0 192.168.24.2 30 (添加备用的静态路由)

A) R1-R3、R4-R3 间链路断开前:

1) 在各路由器上查看路由表

路由表信息截图（高速串口备用路由并未出现）:

R1（此处为示例，请替换为你自己的）:

```
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, Serial2/2
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
R1#
```

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, 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
    10.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
S       10.0.0.0 [1/0] via 192.168.34.3
S       10.1.0.0 [1/0] via 192.168.34.3
C       192.168.34.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0
R4#

```

2) 在 PC1 上进行路由跟踪（命令：trace 目标网络，目标网络为 Guest Zone 的地址）

目标网络为 172.16.0.0/24 的截图（此处为示例，请替换为你自己的）：

```

PC1> trace 172.16.0.1
trace to 172.16.0.1, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  10.0.0.1    13.770 ms  15.560 ms  16.556 ms
 2  192.168.13.3 49.994 ms  47.771 ms  49.877 ms
 3  *192.168.34.4 82.405 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)
PC1>

```

路由为（填路由器）： R1 --> R3 --> R4

目标网络为 172.16.1.0/24 的截图：

```

PC1> trace 172.16.1.1
trace to 172.16.1.1, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  10.0.0.1    15.469 ms  17.155 ms  16.361 ms
 2  192.168.13.3 47.527 ms  51.167 ms  48.880 ms
 3  *192.168.34.4 82.283 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)
PC1>

```

路由为（填路由器）： R1 --> R3 --> R4

B) R1-R3、R4-R3 间链路断开后（将连接线拔掉或删除）：

1) 查看路由表

路由表信息截图（替换成了高速串口这条备用路由）：

R1（此处为示例，请替换为你自己的）：

```

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, Serial2/2
C    172.16.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
S      172.16.0.0 [30/0] via 192.168.12.2
S      172.16.1.0 [30/0] via 192.168.12.2
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
R1#

```

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, Serial2/1
C      192.168.24.2/32 is directly connected, Serial2/1
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    10.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
S      10.0.0.0 [30/0] via 192.168.24.2
S      10.1.0.0 [30/0] via 192.168.24.2
R4#

```

2) 在 PC1 上进行路由跟踪

目标网络为 172.16.0.0/24 的截图（此处为示例，请替换为你自己的）：

```

PC1> trace 172.16.0.1
trace to 172.16.0.1, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  10.0.0.1  10.210 ms  10.420 ms  10.531 ms
 2  192.168.12.2  31.459 ms  31.742 ms  31.248 ms
 3  *192.168.24.4  50.316 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)
PC1>

```

路由为（填路由器）： R1 --> R2 --> R4

目标网络为 172.16.1.0/24 的截图：

```

PC1> trace 172.16.1.1
trace to 172.16.1.1, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  10.0.0.1    2.212 ms  9.494 ms  9.330 ms
 2  192.168.12.2 19.561 ms 20.727 ms 20.659 ms
 3  *192.168.24.4 30.294 ms (ICMP type:3, code:3, Destination port unreachable)
PC1>

```

路由为（填路由器）： R1 --> R2 --> R4

（如果不通，请检查 R2 上是否添加了相应的路由，并在第 21 步进行数据修正）

C) R1-R3、R4-R3 间链路重新打开后（把网线重新连上）：

稍后查看路由表，检查 172.16.0.0/24 和 172.16.1.0/24 的路由是否换回原先的 R1-R3-R4 之间的以太网线路。

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, Serial12/2
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
R1#

```

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, 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
    10.0.0.0/16 is subnetted, 2 subnets
S       10.0.0.0 [1/0] via 192.168.34.3
S       10.1.0.0 [1/0] via 192.168.34.3
C       192.168.34.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0
R4#

```

五、按需补全静态路由

23. 在 R1 上分别使用 f0/0、f0/1、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（此处为示例，请替换为你自己的）：

```

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 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 96/97/100 ms
R1#

```

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 = 64/72/100 ms
R1#

```

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 = 68/92/104 ms
R1#
```

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 = 96/98/100 ms
R1#
```

补充静态路由的配置命令（根据实际需要填写，可扩展多行）:

R1:

R1(config)# ip route 192.168.24.0 255.255.255.0 192.168.12.2 (添加静态路由)

R1(config)# ip route 192.168.34.0 255.255.255.0 192.168.13.3 (添加静态路由)

R2:

R2(config)# ip route 192.168.13.0 255.255.255.0 192.168.12.1 (添加静态路由)

R2(config)# ip route 192.168.34.0 255.255.255.0 192.168.24.4 (添加静态路由)

R3:

R3(config)# ip route 192.168.12.0 255.255.255.0 192.168.13.1 (添加静态路由)

R3(config)# ip route 192.168.24.0 255.255.255.0 192.168.34.4 (添加静态路由)

R4:

R4(config)# ip route 192.168.12.0 255.255.255.0 192.168.24.2 (添加静态路由)

R4(config)# ip route 192.168.13.0 255.255.255.0 192.168.34.3 (添加静态路由)

-- Part 4: NAT --

24. 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)# int fa0/0 (进入接口配置模式)

R3(config-if)# ip addr 192.168.35.3 255.255.255.0 (配置 IP 地址)

R3(config-if)# no shutdown (激活端口)

R5:

```
R5(config)# int fa0/0 (进入 f0/0 接口配置模式)
R5(config-if)# ip addr 192.168.35.5 255.255.255.0 (配置 IP 地址)
R5(config-if)# no shutdown (激活端口)
R5(config)# int fa0/1 (进入 f0/1 接口配置模式)
R5(config-if)# ip addr 192.168.0.1 255.255.255.0 (配置 IP 地址)
R5(config-if)# no shutdown (激活端口)
```

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 = 64/64/64 ms
R5#
```

25. 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）。

配置命令截图:

PC6:

```
PC6> ip 192.168.0.73/24 192.168.0.1
Checking for duplicate address...
PC6 : 192.168.0.73 255.255.255.0 gateway 192.168.0.1

PC6> 
```

PC7:

```
PC7> ip 192.168.0.7/24 192.168.0.1
Checking for duplicate address...
PC7 : 192.168.0.7 255.255.255.0 gateway 192.168.0.1

PC7> 
```

26. 在 R5 路由器上配置 NAT 服务，定义 fa0/1 接口为内部接口（命令：ip nat inside），定义 fa0/0 接口为外部接口（命令：ip nat outside）。创建访问列表，允许 Private Zone 的子网向外访问（命令：access-list 编号 permit IP 地址 通配码），定义 NAT 规则为使用路由器 fa0/0 接口的 IP 地址作为源地址转换（命令：ip nat inside source list 访问列表编号 interface 接口 overload）。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。

示例（看完请删除）：

```
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
```

配置命令：

R5(config)# int fa0/1 (进入 fa0/1 接口配置模式)

R5(config-if)# ip nat inside (配置为内部接口)

R5(config)# int fa0/0 (进入 fa0/0 接口配置模式)

R5(config-if)# ip nat outside (配置为外部接口)

R5(config)# access-list 1 permit 192.168.0.0 0.0.0.255

(创建访问列表)

R5(config)# ip nat inside source list 1 int fa0/0 overload

(创建 NAT 规则)

NAT 信息截图（请替换为你自己的）：

```
R5#show ip nat translations
Pro Inside global      Inside local      Outside local      Outside global
icmp 192.168.35.5:14816 192.168.0.7:14816 192.168.35.3:14816 192.168.35.3:14816
icmp 192.168.35.5:15072 192.168.0.7:15072 192.168.35.3:15072 192.168.35.3:15072
icmp 192.168.35.5:15328 192.168.0.7:15328 192.168.35.3:15328 192.168.35.3:15328
icmp 192.168.35.5:15584 192.168.0.7:15584 192.168.35.3:15584 192.168.35.3:15584
icmp 192.168.35.5:15840 192.168.0.7:15840 192.168.35.3:15840 192.168.35.3:15840
icmp 192.168.35.5:16096 192.168.0.7:16096 192.168.35.3:16096 192.168.35.3:16096
icmp 192.168.35.5:16352 192.168.0.7:16352 192.168.35.3:16352 192.168.35.3:16352
icmp 192.168.35.5:16608 192.168.0.7:16608 192.168.35.3:16608 192.168.35.3:16608
icmp 192.168.35.5:16864 192.168.0.7:16864 192.168.35.3:16864 192.168.35.3:16864
icmp 192.168.35.5:11744 192.168.0.73:11744 192.168.35.3:11744 192.168.35.3:11744
icmp 192.168.35.5:12000 192.168.0.73:12000 192.168.35.3:12000 192.168.35.3:12000
icmp 192.168.35.5:12256 192.168.0.73:12256 192.168.35.3:12256 192.168.35.3:12256
icmp 192.168.35.5:12512 192.168.0.73:12512 192.168.35.3:12512 192.168.35.3:12512
```

```

icmp 192.168.35.5:15072 192.168.0.7:15072 192.168.35.3:15072 192.168.35.3:15072
icmp 192.168.35.5:15328 192.168.0.7:15328 192.168.35.3:15328 192.168.35.3:15328
icmp 192.168.35.5:15584 192.168.0.7:15584 192.168.35.3:15584 192.168.35.3:15584
icmp 192.168.35.5:15840 192.168.0.7:15840 192.168.35.3:15840 192.168.35.3:15840
icmp 192.168.35.5:16096 192.168.0.7:16096 192.168.35.3:16096 192.168.35.3:16096
icmp 192.168.35.5:16352 192.168.0.7:16352 192.168.35.3:16352 192.168.35.3:16352
icmp 192.168.35.5:16608 192.168.0.7:16608 192.168.35.3:16608 192.168.35.3:16608
icmp 192.168.35.5:16864 192.168.0.7:16864 192.168.35.3:16864 192.168.35.3:16864
icmp 192.168.35.5:11744 192.168.0.73:11744 192.168.35.3:11744 192.168.35.3:11744
icmp 192.168.35.5:12000 192.168.0.73:12000 192.168.35.3:12000 192.168.35.3:12000
icmp 192.168.35.5:12256 192.168.0.73:12256 192.168.35.3:12256 192.168.35.3:12256
icmp 192.168.35.5:12512 192.168.0.73:12512 192.168.35.3:12512 192.168.35.3:12512
icmp 192.168.35.5:12768 192.168.0.73:12768 192.168.35.3:12768 192.168.35.3:12768
icmp 192.168.35.5:13024 192.168.0.73:13024 192.168.35.3:13024 192.168.35.3:13024
icmp 192.168.35.5:13280 192.168.0.73:13280 192.168.35.3:13280 192.168.35.3:13280
icmp 192.168.35.5:13536 192.168.0.73:13536 192.168.35.3:13536 192.168.35.3:13536
icmp 192.168.35.5:13792 192.168.0.73:13792 192.168.35.3:13792 192.168.35.3:13792
icmp 192.168.35.5:14048 192.168.0.73:14048 192.168.35.3:14048 192.168.35.3:14048
icmp 192.168.35.5:14304 192.168.0.73:14304 192.168.35.3:14304 192.168.35.3:14304
icmp 192.168.35.5:14560 192.168.0.73:14560 192.168.35.3:14560 192.168.35.3:14560
icmp 192.168.35.5:1024 192.168.0.73:14816 192.168.35.3:14816 192.168.35.3:1024
R5#

```

PC6 的源地址 192.168.0.73 源端口 14560 被转换成了地址 192.168.35.3 端口 14560

PC7 的源地址 192.168.0.7 源端口 14816 被转换成了地址 192.168.35.3 端口 14816

27. 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（请根据需要添加多行）：

R1:

R1(config)# ip route 192.168.35.0 255.255.255.0 192.168.13.3 (添加静态路由)

R2:

R2(config)# ip route 192.168.35.0 255.255.255.0 192.168.24.4 (添加静态路由)

R3:

R3(config)# _____ (添加静态路由)

R4:

R4(config)# ip route 192.168.35.0 255.255.255.0 192.168.34.3 (添加静态路由)

R5:

R5(config)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.35.3 (添加静态路由)

Ping 结果截图（请替换成你自己的）：

PC6 与 PC1:

```
PC6> ping 10.0.0.1

10.0.0.1 icmp_seq=1 timeout
84 bytes from 10.0.0.1 icmp_seq=2 ttl=253 time=38.755 ms
84 bytes from 10.0.0.1 icmp_seq=3 ttl=253 time=40.759 ms
84 bytes from 10.0.0.1 icmp_seq=4 ttl=253 time=51.784 ms
84 bytes from 10.0.0.1 icmp_seq=5 ttl=253 time=44.038 ms

PC6> █
```

PC6 与 PC3:

```
PC6> ping 10.1.0.73

84 bytes from 10.1.0.73 icmp_seq=1 ttl=61 time=114.821 ms
84 bytes from 10.1.0.73 icmp_seq=2 ttl=61 time=100.801 ms
84 bytes from 10.1.0.73 icmp_seq=3 ttl=61 time=100.742 ms
84 bytes from 10.1.0.73 icmp_seq=4 ttl=61 time=98.273 ms
84 bytes from 10.1.0.73 icmp_seq=5 ttl=61 time=97.962 ms

PC6> █
```

PC6 与 PC4:

```
PC6> ping 172.16.0.2

84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=1 ttl=61 time=113.970 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=2 ttl=61 time=99.480 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=3 ttl=61 time=100.148 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=97.658 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=100.711 ms

PC6> █
```

PC6 与 PC5:

```
PC6> ping 172.16.1.2

84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=1 ttl=61 time=114.379 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=2 ttl=61 time=99.377 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=3 ttl=61 time=99.200 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=98.083 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=98.187 ms

PC6> █
```

-- Part 5: 连接真实网络（仅适合 GNS3 模拟）--

28. 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)# int fa0/0 (进入 f0/0 接口配置模式)

R2(config-if)# ip addr dhcp

(配置 IP 地址为动态获得)

电脑主机与 R2 之间 Ping 结果截图 (请替换为你自己的):



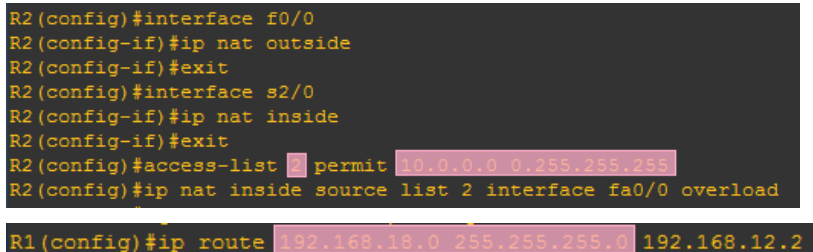
```
lqy 2024-11-20 03:15:03 ~/Desktop
→ ping 192.168.16.130

正在 Ping 192.168.16.130 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.16.130 的回复: 字节=32 时间=53ms TTL=255
来自 192.168.16.130 的回复: 字节=32 时间=18ms TTL=255
来自 192.168.16.130 的回复: 字节=32 时间=20ms TTL=255
来自 192.168.16.130 的回复: 字节=32 时间=17ms TTL=255

192.168.16.130 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 丢失 = 0 (0% 丢失),
往返行程的估计时间(以毫秒为单位):
    最短 = 17ms, 最长 = 53ms, 平均 = 27ms
```

29. 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。

示例 (看完请删除):



```
R2(config)#interface f0/0
R2(config-if)#ip nat outside
R2(config-if)#exit
R2(config)#interface s2/0
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 fa0/0 overload

R1(config)#ip route 192.168.18.0 255.255.255.0 192.168.12.2
```

R2 配置命令:

R2(config)# int fa0/0 (进入 fa0/0 接口配置模式)

R2(config-if)# ip nat outside (配置为外部接口)

R2(config)# int ser2/2 (进入 s2/0 接口配置模式)

R2(config-if)# ip nat inside (配置为内部接口)

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

(创建访问列表)

R2(config)# ip nat inside source list 2 int fa0/0 overload

(创建 NAT 规则)

R1 配置命令：

R1(config)# ip route 192.168.18.0 255.255.255.0 192.168.12.2

(配置静态路由)

电脑主机的 IP 地址（请替换成你自己的）：

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

   连接特定的 DNS 后缀 . . . . . : 
   本地链接 IPv6 地址 . . . . . : fe80::ff47:d5f:3409:a8bb%13
   IPv4 地址 . . . . . : 192.168.25.1
   子网掩码 . . . . . : 255.255.255.0
   默认网关 . . . . . :
```

PC1 与电脑主机 Ping 结果截图（请关闭电脑上的防火墙）（截图换成你自己的）：

```
PC1> ping 192.168.25.1

*10.0.0.1 icmp_seq=1 ttl=255 time=10.128 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.1 icmp_seq=2 ttl=255 time=8.671 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.1 icmp_seq=3 ttl=255 time=10.771 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.1 icmp_seq=4 ttl=255 time=10.367 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.1 icmp_seq=5 ttl=255 time=4.242 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
```

30. 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 fa0/0 (进入 fa0/0 接口配置模式)

R2(config-if)# ip addr dhcp (配置 IP 地址为动态获得)

R1 配置命令：

R1(config)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.12.2 (配置静态路由)

R2 与真实网络主机 H 的 Ping 结果截图（请换成你自己的）：

```
R2#ping 192.168.101.4
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.101.4, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 20/56/180 ms
```

PC1 与真实网络主机 H 的 Ping 结果截图（请换成你自己的）：

```
PC1> ping 192.168.101.4
84 bytes from 192.168.101.4 icmp_seq=1 ttl=62 time=74.100 ms
84 bytes from 192.168.101.4 icmp_seq=2 ttl=62 time=345.137 ms
84 bytes from 192.168.101.4 icmp_seq=3 ttl=62 time=223.985 ms
84 bytes from 192.168.101.4 icmp_seq=4 ttl=62 time=134.623 ms
84 bytes from 192.168.101.4 icmp_seq=5 ttl=62 time=631.824 ms
```

31. 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：

- 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？

此时两台主机不属于同一个子网，没有路由器的情况下无法互相 ping 通，只有把掩码从 24 位改成 16 位后二者的 IP 子网部分才一样，才属于同一个子网，此时才可以 ping 通

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

端口打开，协议错误，可能是连线两端的协议不一致或者没有正确配置

- 路由起什么作用？什么是静态路由？

路由用来实现跨网段的数据包通信，静态路由是手动指定下一跳地址的路由方式

- 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？

默认路由就是不在路由表中的地址按照默认路由进行配置下一跳

ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 <ip>

- 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，只要有一条路由是通路即可，因为此时无需 ping 路由器的端口地址，只需要 ping 主机，转发的事交给路由

器做即可

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：

暂无

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：

查阅参考文档很重要

你对本实验安排有哪些更好的建议呢？欢迎献计献策：

实验内容非常多，总体来说不难，但是有很多机械的劳动