

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：	张 溢 弛
学 院：	计算机学院
系：	软件工程
专 业：	软件工程
学 号：	3180103772
指导教师：	邱劲松

2020 年 11 月 8 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

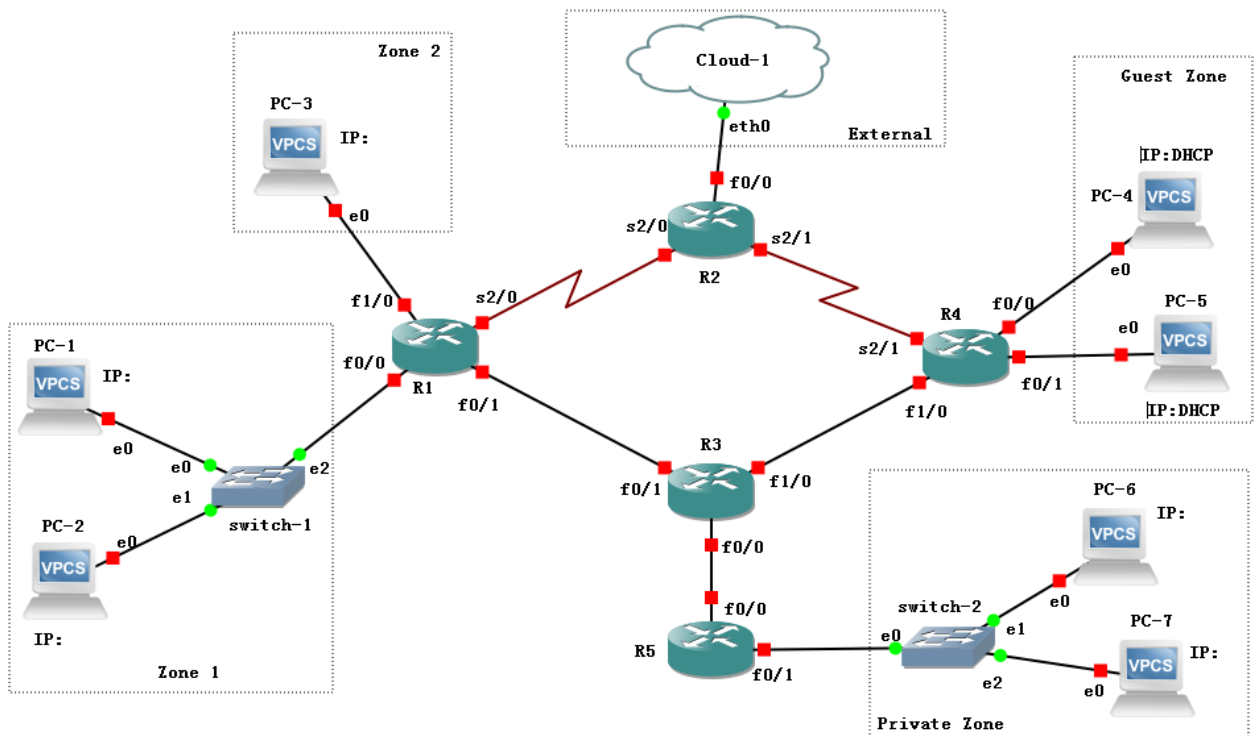
- 分别采用静态地址分配、动态地址分配构建多种类型的局域网；
- 使用多个路由器连接多个局域网；
- 分别采用以太网、高速串口等方式连接路由器；
- 通过路由器连接真实网络并实现数据通信；
- 在路由器上配置 NAT，实现私有网络和共有网络的互联；
- 在各路由器上配置静态路由，实现网络互联互通。

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。

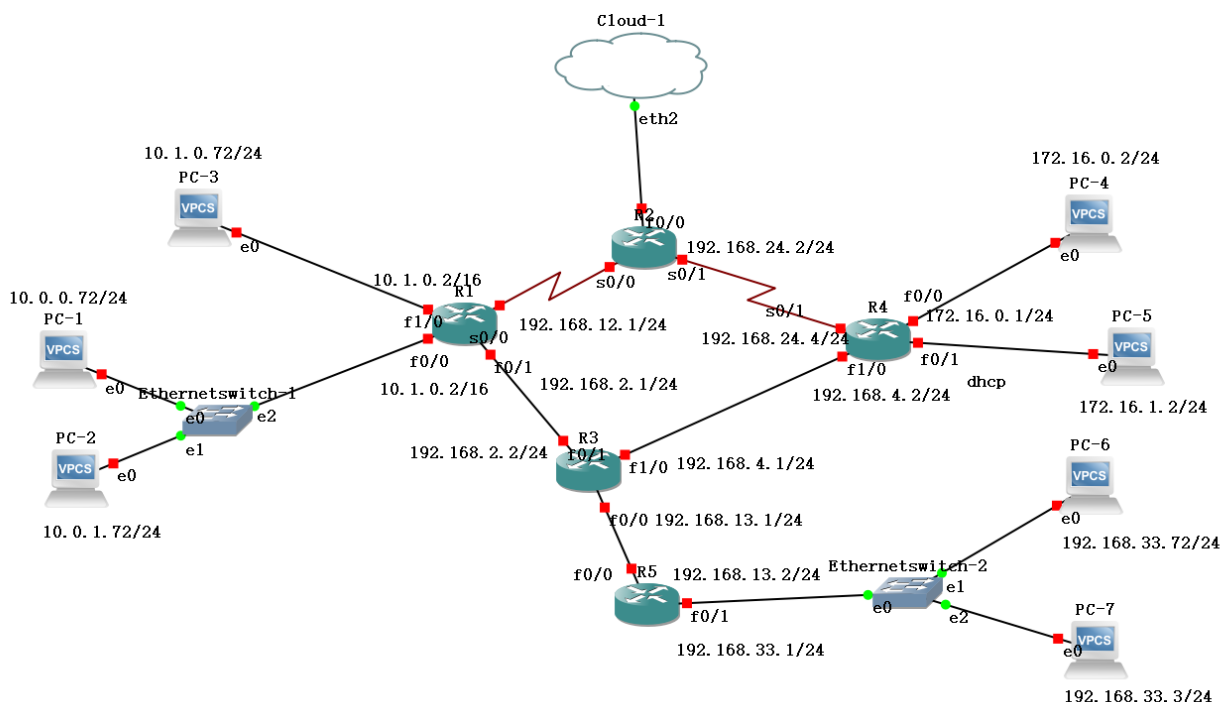
五、实验数据记录和处理

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:



如图所示，IP 地址需要按照下面的步骤一步步进行分配

在连接完线路的时候我还没有决定一些 IP 地址怎么设置，所以先没有定下 IP 地址

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）。

学号后两位是 72

Ping 结果截图:

```
PC-1> ip 10.0.0.72/24
Checking for duplicate address...
PC1 : 10.0.0.72 255.255.255.0

PC-1> show

NAME      IP/MASK      GATEWAY      MAC      LPORT  RHOST:PORT
PC-1      10.0.0.72/24  0.0.0.0      00:50:79:66:68:00  10064  127.0.0.1:10065
fe80::250:79ff:fe66:6800/64
```

```
PC-2> ip 10.0.1.72/24
Checking for duplicate address...
PC1 : 10.0.1.72 255.255.255.0

PC-2> show
```

NAME	IP/MASK	GATEWAY	MAC	LPORT	RHOST:PORT
PC-2	10.0.1.72/24	0.0.0.0	00:50:79:66:68:01	10062	127.0.0.1:10063
	fe80::250:79ff:fe66:6801/64				

```
PC-2> ping 10.0.0.72
No gateway found

PC-2> █
```

- 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> ip 10.0.0.72/16
Checking for duplicate address...
PC1 : 10.0.0.72 255.255.0.0
```

```
PC-1> show
```

NAME	IP/MASK	GATEWAY
PC-1	10.0.0.72/16	0.0.0.0
	fe80::250:79ff:fe66:6800/64	

```
PC-2> ip 10.0.1.72/16
Checking for duplicate address...
PC1 : 10.0.1.72 255.255.0.0
```

```
PC-2> show
```

NAME	IP/MASK	GATEWAY	MAC	LPORT	RHOST:PORT
PC-2	10.0.1.72/16	0.0.0.0	00:50:79:66:68:01	10062	127.0.0.1:10063
	fe80::250:79ff:fe66:6801/64				

```
PC-2> ping 10.0.0.72
84 bytes from 10.0.0.72 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.077 ms
84 bytes from 10.0.0.72 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.199 ms
84 bytes from 10.0.0.72 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.126 ms
84 bytes from 10.0.0.72 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.101 ms
84 bytes from 10.0.0.72 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.124 ms
```

- 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)#int f0/0
R1(config-if)#ip address 10.0.0.2 255.255.255.0
R1(config-if)#no shutdown
R1(config-if)#
*Mar  1 00:04:08.475: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
*Mar  1 00:04:09.475: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
R1(config-if)#exit
R1(config)#int f1/0
R1(config-if)#ip add 10.1.0.2 255.255.255.0
R1(config-if)#no shutdown
```

R1(config)#int f0/0

R1(config-if)#ip address 10.0.0.2 255.255.255.0

R1(config-if)#no shutdown

R1(config-if)#exit

R1(config)#int f1/0

R1(config-if)#ip add 10.1.0.2 255.255.255.0

R1(config-if)#no shutdown

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

    10.0.0.0/24 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 10.1.0.72/16
Checking for duplicate address...
PC1 : 10.1.0.72 255.255.0.0

PC-3> ping 10.0.0.72
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）：

PC1: ip 10.0.0.72/16 10.0.0.2

PC2: ip 10.1.0.72/16 10.1.0.2

Ping 结果截图:

```
PC-1> ip 10.0.0.72/16 10.0.0.2
Checking for duplicate address...
PC1 : 10.0.0.72 255.255.0.0 gateway 10.0.0.2
```

```
PC-3> ip 10.1.0.72/16 10.1.0.2
Checking for duplicate address...
PC1 : 10.1.0.72 255.255.0.0 gateway 10.1.0.2

PC-3> ping 10.0.0.72
10.0.0.72 icmp_seq=1 timeout
84 bytes from 10.0.0.72 icmp_seq=2 ttl=63 time=32.111 ms
84 bytes from 10.0.0.72 icmp_seq=3 ttl=63 time=29.614 ms
84 bytes from 10.0.0.72 icmp_seq=4 ttl=63 time=32.442 ms
84 bytes from 10.0.0.72 icmp_seq=5 ttl=63 time=32.143 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 t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R4(config)#int f0/0
R4(config-if)#ip 172.16.0.1 255.255.255.0
      ^
% Invalid input detected at '^' marker.

R4(config-if)#ip add 172.16.0.1 255.255.255.0
R4(config-if)#no shutdown
R4(config-if)#
*Mar  1 00:06:55.451: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
*Mar  1 00:06:56.451: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
R4(config-if)#exit
R4(config)#int f0/1
R4(config-if)#ip add 172.16.1.1 255.255.255.0
R4(config-if)#no shutdown
R4(config-if)#exit
```

R4(config-if)#int f0/0

R4(config-if)#ip add 172.16.0.1 255.255.255.0

R4(config-if)#no shutdown

R4(config-if)#exit

R4(config)#int f0/1

R4(config-if)#ip add 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）：

```
R4(config)#ip dhcp pool 1
R4(dhcp-config)#network 172.16.0.0/24
^
% Invalid input detected at '^' marker.
R4(dhcp-config)#network 172.16.0.0 /24
R4(dhcp-config)#default-route 172.16.0.1
```

```
R4(config)#ip dhcp pool 1
```

```
R4(dhcp-config)#network 172.16.0.0 /24
```

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
^
% Invalid input detected at '^' marker.
R4(dhcp-config)#default-route 172.16.1.1
```

```
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=12.803 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=4 ttl=63 time=16.558 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=5 ttl=63 time=11.556 ms
```

13. 显示 R4 上的已分配 DHCP 主机信息

```
PC-4> ip dhcp binding

ip ARG ... [OPTION]
  Configure the current VPC's IP settings
  ARG ...:
    address [mask] [gateway]
    address [gateway] [mask]
    Set the VPC's ip, default gateway ip and network mask
    Default IPv4 mask is /24, IPv6 is /64. Example:
    ip 10.1.1.70/26 10.1.1.65 set the VPC's ip to 10.1.1.70,
    the gateway to 10.1.1.65, the netmask to 255.255.255.192.
    In tap mode, the ip of the tapx is the maximum host ID
    of the subnet. In the example above the tapx ip would be
    10.1.1.126
    mask may be written as /26, 26 or 255.255.255.192
  auto Attempt to obtain IPv6 address, mask and gateway using SLAAC
  dhcp [OPTION] Attempt to obtain IPv4 address, mask, gateway, DNS via DHCP
    -d Show DHCP packet decode
    -r Renew DHCP lease
    -x Release DHCP lease
  dns ip Set DNS server ip, delete if ip is '0'
  domain NAME Set local domain name to NAME
```

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)#int s0/0
R1(config-if)#ip add 192.168.12.1 255.255.255.0
R1(config-if)#encapsulation hdlc
R1(config-if)#no shutdown
```

```
R1#config t
R1(config)#int s0/0
R1(config)#ip add 192.168.12.1 255.255.255.0
R1(config)#int s0/0
R1(config-if)#ip add 192.168.12.1 255.255.255.0
R1(config-if)#encapsulation hdlc
R1(config-if)#no shutdown
```

```
R2#config t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R2(config)#int s0/0
R2(config-if)#ip add 192.168.12.2 255.255.255.0
R2(config-if)#encapsulation hdlc
R2(config-if)#clock rate 128000
R2(config-if)#no shutdown
```

```
R2(config)#int s0/0
R2(config-if)#ip add 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 = 1/2/4 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:

```
R2(config-if)#int s0/1
R2(config-if)#ip add 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)#username
*Mar  1 00:14:02.087: %LINK-3-UPDOWN: Interface Serial0/1, changed state to up
R2(config-if)#username R4 password 1234
```

```
R2(config-if)#int s0/1
R2(config-if)#ip add 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)#username R4 password 1234
```

```
R4(config)#int s0/1
R4(config-if)#ip add 192.168.24.4 255.255.255.0
R4(config-if)#encapsulation ppp
R4(config-if)#ppp authentication chap
R4(config-if)#no shutdown
R4(config-if)#exit
*Mar  1 00:20:42.823: %LINK-3-UPDOWN: Interface Serial0/1, changed state to up
R4(config-if)#exit
R4(config)#username R2 password 1234
```

```
R4#config t
R4(config)#int s0/1
R4(config-if)#ip address 192.168.24.4 255.255.255.0
R4(config-if)#encapsulation ppp
R4(config-if)#ppp authentication chap
R4(config-if)#no shutdown
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 int 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 00:00:28, output 00:00:00, output hang never
  Last clearing of "show interface" counters 00:02:26
  Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 0
  Queueing strategy: weighted fair
  Output queue: 0/1000/64/0 (size/max total/threshold/drops)
    Conversations 0/1/256 (active/max active/max total)
    Reserved Conversations 0/0 (allocated/max allocated)
    Available Bandwidth 1158 kilobits/sec
  5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
  5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
    35 packets input, 597 bytes, 0 no buffer
    Received 0 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles
    0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored, 0 abort
    60 packets output, 1402 bytes, 0 underruns
    0 output errors, 0 collisions, 10 interface resets
--More--
```

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 = 1/3/8 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)#int f0/1
R1(config-if)#ip add 192.168.2.1 255.255.255.0
R1(config-if)#no shutdown
R1(config-if)#exit
*Mar  1 00:26:30.851: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/1
*Mar  1 00:26:31.851: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Int
R1(config-if)#exit
```

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

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

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

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

```
R3#config t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R3(config)#int f0/1
R3(config-if)#ip add 192.168.2.2
% Incomplete command.

R3(config-if)#ip add 192.168.2.2 255.255.255.0
R3(config-if)#no shutdown
```

R3#config t

R3(config)#int f0/1

R3(config-if)#ip add 192.168.2.2 255.255.255.0

R3(config-if)#no shutdown

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 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 8/17/24 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 t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R3(config)#int f1/0
R3(config-if)#ip add 192.168.4.1 255.255.255.0
R3(config-if)#no shutdown
R3(config-if)#exit
```

```
R4(config)#int f1/0
R4(config-if)#ip add 192.168.4.2 255.255.255.0
R4(config-if)#no shutdown
```

R3(config)#int f1/0

R3(config-if)#ip add 192.168.4.1 255.255.255.0

R3(config-if)#no shutdown

R3(config-if)#exit

R4(config)#int f1/0

R4(config-if)#ip add 192.168.4.2 255.255.255.0

R4(config-if)#no shutdown

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 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 16/21/28 ms
R4#
```

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
*10.0.0.2 icmp_seq=1 ttl=255 time=9.507 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.2 icmp_seq=2 ttl=255 time=5.886 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.2 icmp_seq=3 ttl=255 time=0.778 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.2 icmp_seq=4 ttl=255 time=4.797 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.2 icmp_seq=5 ttl=255 time=10.209 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=10.972 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.2 icmp_seq=2 ttl=255 time=3.125 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.2 icmp_seq=3 ttl=255 time=3.009 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.2 icmp_seq=4 ttl=255 time=8.983 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.0.0.2 icmp_seq=5 ttl=255 time=6.494 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
```

PC3 与 PC4:

```
PC-3> ping 172.16.0.2
*10.1.0.2 icmp_seq=1 ttl=255 time=9.765 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.2 icmp_seq=2 ttl=255 time=2.654 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.2 icmp_seq=3 ttl=255 time=7.113 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.2 icmp_seq=4 ttl=255 time=3.596 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.2 icmp_seq=5 ttl=255 time=10.423 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=2.424 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.2 icmp_seq=2 ttl=255 time=3.127 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.2 icmp_seq=3 ttl=255 time=6.441 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.2 icmp_seq=4 ttl=255 time=10.128 ms (ICMP type:3, code:1, Destination host unreachable)
*10.1.0.2 icmp_seq=5 ttl=255 time=10.469 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）:

```
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
    10.0.0.0/24 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)#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
R1(config)#exit

```

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

R1(config)#exit

R2:

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

R2(config)#ip route 172.16.0.0 255.255.255.0 192.168.24.4

R2(config)#ip route 10.0.0.0 255.255.255.0 192.168.12.1

R2(config)#exit

R3:

```
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
```

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
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
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
```

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

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=62.319 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=2 ttl=61 time=50.525 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=3 ttl=61 time=53.458 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=63.953 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=56.527 ms
```

PC1 与 PC5:

```
PC-1> ping 172.16.1.2
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=1 ttl=61 time=53.309 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=2 ttl=61 time=63.493 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=3 ttl=61 time=47.072 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=41.135 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=46.405 ms
```

PC3 与 PC4:

```
PC-3> ping 172.16.0.2
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=1 ttl=61 time=62.707 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=2 ttl=61 time=60.249 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=3 ttl=61 time=43.974 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=62.962 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=58.664 ms
```

PC3 与 PC5:

```
PC-3> ping 172.16.1.2
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=1 ttl=61 time=59.712 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=2 ttl=61 time=44.453 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=3 ttl=61 time=46.003 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=36.863 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=61.629 ms
```

路由表信息截图:

R1 (此处为示例):

```

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
     10.0.0.0/24 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
     10.0.0.0/24 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

```

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
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
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

R4:

```
R4#config t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R4(config)#ip route 10.0.0.0 255.255.0.0 192.168.24.2 30
```

R4(config)#ip route 10.0.0.0 255.255.0.0 192.168.24.2 30

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
     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
     10.0.0.0/24 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

```

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  10.0.0.2    9.845 ms  8.488 ms  9.058 ms
 2  192.168.2.2 29.339 ms 30.098 ms 30.898 ms
 3  *192.168.4.2 50.930 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, 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
    10.0.0.0/24 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

```

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  10.0.0.2    4.971 ms  9.926 ms  9.368 ms
 2  192.168.2.2 30.661 ms 29.943 ms 30.020 ms
 3  *192.168.4.2 40.387 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
    10.0.0.0/24 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
```

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 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 16/17/20 ms
R1#
```

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 = 8/18/24 ms
R1#
```

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 = 1/21/36 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 = 1/17/24 ms
```

补充静态路由的配置命令:

R1:

```
R1#config t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#ip route 192.168.24.0 255.255.255.0 192.168.12.2
R1(config)#exit
```

R2:

不需要进行多余的配置

R3:

```
R3(config)#ip route 192.168.24.0 255.255.255.0 192.168.4.2
R3(config)#ip route 192.168.12.0 255.255.255.0 192.168.2.1
R3(config)#exit
R3#
```

R4:

```
R4#config t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
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#  
R3#config t  
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.  
R3(config)#int f0/0  
R3(config-if)#ip add 192.168.13.1 255.255.255.0  
R3(config-if)#no shutdown  
R3(config-if)#exit  
R3(config)#
```

R3(config)#int f0/0

R3(config-if)#ip add 192.168.13.1 255.255.255.0

R3(config-if)#no shutdown

R3(config-if)#exit

R5:

```
R5#  
R5#config t  
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.  
R5(config)#int f0/0  
R5(config-if)#ip add 192.168.13.2 255.255.255.0  
R5(config-if)#no shutdown  
R5(config-if)#exit  
R5(config)#i  
*Mar  1 00:29:03.483: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up  
*Mar  1 00:29:04.483: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, c  
R5(config)#int f0/1  
R5(config-if)#ip add 192.168.33.1 255.255.255.0  
R5(config-if)#no shutdown  
R5(config-if)#exit
```

R5(config)#int f0/0

R5(config-if)#ip address 192.168.13.2 255.255.255.0

R5(config-if)#no shutdown

R5(config-if)#exit

R5(config)#int f0/1

R5(config-if)#ip address 192.168.33.1 255.255.255.0

R5(config-if)#no shutdown

Ping 结果截图:

```
R5#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 80 percent (4/5), round-trip min/avg/max = 20/21/24 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：

```
PC-6> ip 192.168.33.72 255.255.255.0 192.168.33.1
Checking for duplicate address...
PC1 : 192.168.33.72 255.255.255.0 gateway 192.168.33.1

PC-6> show
```

NAME	IP/MASK	GATEWAY	MAC	LPORT	RHOST:PORT
PC-6	192.168.33.72/24	192.168.33.1	00:50:79:66:68:05	10072	127.0.0.1:10073
	fe80::250:79ff:fe66:6805/64				

```
PC-7> ip 192.168.33.3 255.255.255.0 192.168.33.1
Checking for duplicate address...
PC1 : 192.168.33.3 255.255.255.0 gateway 192.168.33.1

PC-7> show
```

NAME	IP/MASK	GATEWAY	MAC	LPORT	RHOST:PORT
PC-7	192.168.33.3/24	192.168.33.1	00:50:79:66:68:06	10074	127.0.0.1:10075
	fe80::250:79ff:fe66:6806/64				

PC-6> ip 192.168.33.75 255.255.255.0 192.168.33.1

PC-7> ip 192.168.33.3 255.255.255.0 192.168.33.1

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
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R5(config)#int f0/1
R5(config-if)#ip nat inside
R5(config-if)#exit
R5(config)#int 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
```

```

R5(config)#int f0/1
R5(config-if)#ip nat inside
R5(config-if)#exit
R5(config-if)#exit
R5(config)#int 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

```

NAT 信息截图：

```

R5#show ip nat translation
Pro Inside global      Inside local      Outside local      Outside global
icmp 192.168.13.2:44110 192.168.33.3:44110 192.168.13.1:44110 192.168.13.1:44110
icmp 192.168.13.2:44366 192.168.33.3:44366 192.168.13.1:44366 192.168.13.1:44366
icmp 192.168.13.2:44622 192.168.33.3:44622 192.168.13.1:44622 192.168.13.1:44622
icmp 192.168.13.2:44878 192.168.33.3:44878 192.168.13.1:44878 192.168.13.1:44878
icmp 192.168.13.2:45134 192.168.33.3:45134 192.168.13.1:45134 192.168.13.1:45134
icmp 192.168.13.2:45390 192.168.33.3:45390 192.168.13.1:45390 192.168.13.1:45390
icmp 192.168.13.2:45646 192.168.33.3:45646 192.168.13.1:45646 192.168.13.1:45646
icmp 192.168.13.2:45902 192.168.33.3:45902 192.168.13.1:45902 192.168.13.1:45902
icmp 192.168.13.2:1024 192.168.33.3:46158 192.168.13.1:46158 192.168.13.1:1024
icmp 192.168.13.2:1025 192.168.33.3:46414 192.168.13.1:46414 192.168.13.1:1025
icmp 192.168.13.2:1026 192.168.33.3:46670 192.168.13.1:46670 192.168.13.1:1026
icmp 192.168.13.2:47182 192.168.33.3:47182 192.168.13.1:47182 192.168.13.1:47182
icmp 192.168.13.2:47438 192.168.33.3:47438 192.168.13.1:47438 192.168.13.1:47438
icmp 192.168.13.2:47694 192.168.33.3:47694 192.168.13.1:47694 192.168.13.1:47694
icmp 192.168.13.2:47950 192.168.33.3:47950 192.168.13.1:47950 192.168.13.1:47950
icmp 192.168.13.2:48206 192.168.33.3:48206 192.168.13.1:48206 192.168.13.1:48206
icmp 192.168.13.2:46158 192.168.33.72:46158 192.168.13.1:46158 192.168.13.1:46158
icmp 192.168.13.2:46414 192.168.33.72:46414 192.168.13.1:46414 192.168.13.1:46414
icmp 192.168.13.2:46670 192.168.33.72:46670 192.168.13.1:46670 192.168.13.1:46670

```

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 t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#ip route 192.168.13.0 255.255.255.0 192.168.2.2
R1(config)#exit
```

ip route 192.168.13.0 255.255.255.0 192.168.2.2

R2:

```
R2#config t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R2(config)#ip route 192.168.13.0 255.255.255.0 192.168.24.4
R2(config)#exit
```

ip route 192.168.13.0 255.255.255.0 192.168.24.4

R3:

不需要配置静态路由

R4:

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

ip route 192.168.13.0 255.255.255.0 192.168.4.1

R5:

```
Enter configuration commands, one per line. End with
R5(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.13.1
R5(config)#exit
```

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 10.0.0.72
10.0.0.72 icmp_seq=1 timeout
10.0.0.72 icmp_seq=2 timeout
84 bytes from 10.0.0.72 icmp_seq=3 ttl=61 time=41.397 ms
84 bytes from 10.0.0.72 icmp_seq=4 ttl=61 time=44.369 ms
84 bytes from 10.0.0.72 icmp_seq=5 ttl=61 time=46.607 ms
```

PC6 与 PC3:

```
PC-6> ping 10.1.0.72
10.1.0.72 icmp_seq=1 timeout
10.1.0.72 icmp_seq=2 timeout
84 bytes from 10.1.0.72 icmp_seq=3 ttl=61 time=33.285 ms
84 bytes from 10.1.0.72 icmp_seq=4 ttl=61 time=62.513 ms
84 bytes from 10.1.0.72 icmp_seq=5 ttl=61 time=62.472 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
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=3 ttl=61 time=63.197 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=48.884 ms
84 bytes from 172.16.0.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=57.884 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=57.705 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=4 ttl=61 time=61.425 ms
84 bytes from 172.16.1.2 icmp_seq=5 ttl=61 time=57.198 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
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R2(config)#int f0/0
R2(config-if)#ip address dhcp
R2(config-if)#no shutdown
R2(config-if)#exit
```

```
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:

```
C:\Users\74096>ping 192.168.16.129

正在 Ping 192.168.16.129 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.16.129 的回复: 字节=32 时间=16ms TTL=255
来自 192.168.16.129 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=255
来自 192.168.16.129 的回复: 字节=32 时间=4ms TTL=255
来自 192.168.16.129 的回复: 字节=32 时间=6ms TTL=255

192.168.16.129 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 = 1ms, 最长 = 16ms, 平均 = 6ms
```

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 t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R2(config)#int f0/0
R2(config-if)#ip nat outside

*Mar  1 01:08:08.655: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface NVI0, changed state to up
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
```

```
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 t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R1(config)#ip route 192.168.222.0 255.255.255.0 192.168.12.2
```

```
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:

以太网适配器 VMware Network Adapter VMnet8:

```
连接特定的 DNS 后缀 . . . . . :  
本地链接 IPv6 地址. . . . . : fe80::4c38:48c0:aa83:992%4  
IPv4 地址 . . . . . : 192.168.222.1  
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）:

```
PC-1> ping 192.168.222.1  
*192.168.12.2 icmp_seq=1 ttl=254 time=10.396 ms  
*192.168.12.2 icmp_seq=2 ttl=254 time=6.110 ms  
*192.168.12.2 icmp_seq=3 ttl=254 time=9.078 ms  
*192.168.12.2 icmp_seq=4 ttl=254 time=5.922 ms  
*192.168.12.2 icmp_seq=5 ttl=254 time=6.509 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
```

```
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 192.168.222.0 255.255.255.0 192.168.12.2
R1(config)#
R1(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.12.2
R1(config)#exit
```

```
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 192.168.123.5
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.123.5, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/1/4 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。

详情请见附件，共有 5 个路由器的运行配置文件

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?

因为端口打开了但是封装的格式不正确

- 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接收到数据包，然后根据数据包的目的地址进行定向转发到

另一个接口的过程

静态路由是一种路由的方式，路由项需要手动配置，是固定的，不会改变，即使网络状况发生变化也不会改变，静态路由由管理员一项项加入路由表

- 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？

只需要为网络地址添加路由即可

- 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？

下一条写的是目的地的网络路由器端口地址，因为从本地路由到目的地路由需要本地的路由器可以到达下一个路由器的地址

- 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有时候选择的路由

比如 `route -p add 目的网络地址 mask 子网掩码 本机的网关地址`

- 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？

子网掩码变成 16 位的话两个 IP 就属于同一个网络号，处于同一个 VLAN 中，可以 ping 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，多写的也用不到，添加必要的路由即可

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：

- 我发现 ping 的最开始都会出现丢包的现象
- 不同的连接方式带来的 ping 的所需时间不同，一般来说连接方式越复杂需要的时间就越多

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：

- GNS3 玄学的使用体验，个人认为本软件的使用体验可以用非常糟糕来形容，并且和外界 IP 进行通信必须使用 GNS3 的虚拟机作为服务器
- 很多信息会在 GNS3 重启之后丢失，比如动态分配的 IP 地址
- 我的电脑这段时间出问题了，很容易突然死机或者崩溃，感谢我的第一台笔记本小米 Pro 15.6 寸 16G/256G 在本次实验中非常给我面子，让我完整的做完了实验

你对本实验安排有哪些更好的建议呢？欢迎献计献策：

- 建议对计算机网络的 GNS3 系列实验进行合理的删减，我认为这对于我这样基础薄弱的同学而言非常不友好甚至可以说很劝退
- 好消息是这次试验中的很多东西比如子网掩码、动态 IP 分配和路由表等知识上课已经讲过了，不至于在做实验的时候完全不理解这个实验到底要我们干嘛
- 另外我看不少同学都买了王道考研的计算机网络复习资料来刷题复习备战期末考，我不知道是教学组和同学之中的哪一方教学理念出现了问题