

连接的物理结构如下：



2. 配置主机 ip

根据以上网络拓扑结构图，配置本地的 ip 地址和默认网关如下(其他主机类似):

```
默认网关. . . . . : 10.236.88.1
以太网适配器 本地连接:

    连接特定的 DNS 后缀. . . . . :
    本地连接 IPv6 地址. . . . . : fe80::3d86:1465:8ae1:55b7%11
    IPv4 地址. . . . . : 200.100.2.2
    子网掩码. . . . . : 255.255.255.0
    默认网关. . . . . : 200.100.2.1
```

- 使用 ping 命令检验对 PC4 的连通性(测试通过):

```
C:\Users\Sugon>ping 200.100.2.3

正在 Ping 200.100.2.3 具有 32 字节的数据:
来自 200.100.2.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 200.100.2.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 200.100.2.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 200.100.2.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
```

- 使用 ping 命令检验对 PC1 和 2 的连通性(此时无法连接), 因为还没有配置路由
器信息:

```
C:\Users\Sugon>ping 200.100.0.2

正在 Ping 200.100.0.2 具有 32 字节的数据:
请求超时。
请求超时。
请求超时。
请求超时。

200.100.0.2 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 0, 丢失 = 4 (100% 丢失),

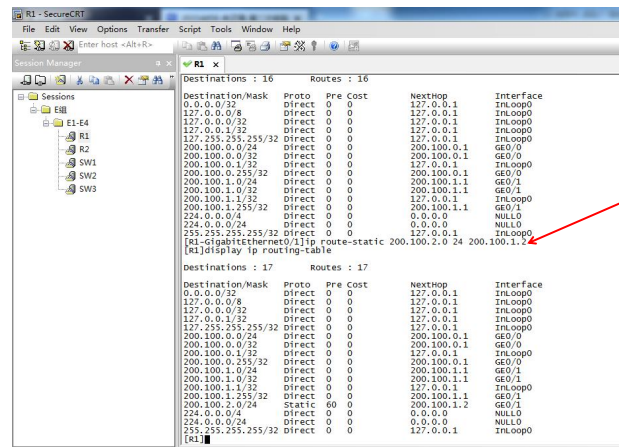
C:\Users\Sugon>ping 200.100.0.3

正在 Ping 200.100.0.3 具有 32 字节的数据:
请求超时。
请求超时。
请求超时。
请求超时。

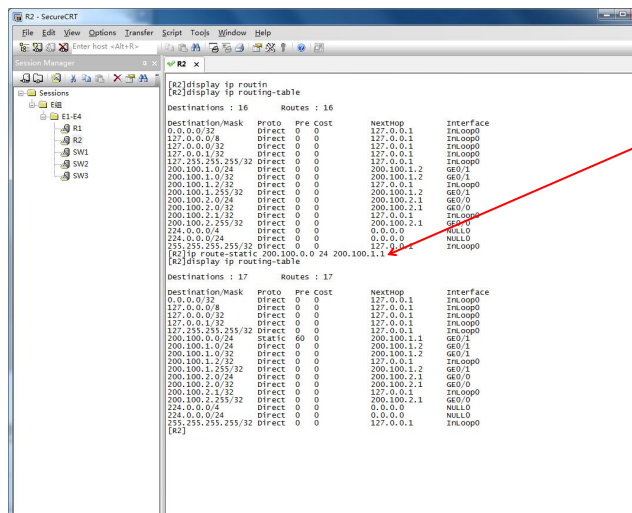
200.100.0.3 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 0, 丢失 = 4 (100% 丢失),
```

3. 配置路由器 R1 和 R2—静态路由配置

- 配置 R1 的静态路由及路由表信息如下:



- 配置 R2 的静态路由及路由表信息如下:



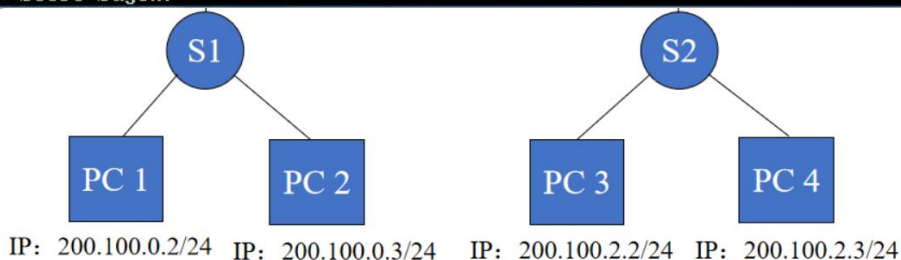
• 使用 ping 命令测试连通性(结果展示)

```
C:\Users\Sugon>ping -S 200.100.2.2 200.100.0.2

正在 Ping 200.100.0.2 从 200.100.2.2 具有 32 字节的数据:
来自 200.100.0.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=126
来自 200.100.0.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=126
来自 200.100.0.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=126
来自 200.100.0.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=126

200.100.0.2 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 = 0ms, 最长 = 0ms, 平均 = 0ms

C:\Users\Sugon>
```



如图，从 PC3 能够 ping 通 PC1，其余也能 ping 通，由此说明了实验的正确性。

4. 缺省路由配置(环路观察)

删除静态路由，对路由器进行缺省路由配置(以 R2 为例)，得到的路由表信息如下：

```
<R2>-sys
System View: return to User View with Ctrl+Z.
[R2]undo ip route-static 200.100.0.0 255.255.255.0
[R2]ip route-static 0.0.0.0 0.0.0.0 200.100.1.1
[R2]display routing-table
^
% Unrecognized command found at '^' position.
[R2]display ip routing-table

Destinations : 17      Routes : 17

Destination/Mask    Proto   Pre  Cost   NextHop         Interface
0.0.0.0/0           Static  60    0       200.100.1.1     GE0/1
0.0.0.0/32          Direct  0     0       127.0.0.1       INLoop0
127.0.0.0/8         Direct  0     0       127.0.0.1       INLoop0
127.0.0.0/32        Direct  0     0       127.0.0.1       INLoop0
127.0.0.1/32        Direct  0     0       127.0.0.1       INLoop0
127.255.255.255/32  Direct  0     0       127.0.0.1       INLoop0
200.100.1.0/24       Direct  0     0       200.100.1.2     GE0/1
200.100.1.0/32       Direct  0     0       200.100.1.2     GE0/1
200.100.1.2/32       Direct  0     0       127.0.0.1       INLoop0
200.100.1.255/32     Direct  0     0       200.100.1.2     GE0/1
200.100.2.0/24       Direct  0     0       200.100.2.1     GE0/0
200.100.2.0/32       Direct  0     0       200.100.2.1     GE0/0
200.100.2.1/32       Direct  0     0       127.0.0.1       INLoop0
200.100.2.255/32     Direct  0     0       200.100.2.1     GE0/0
224.0.0.0/4          Direct  0     0       0.0.0.0         NULL0
224.0.0.0/24         Direct  0     0       0.0.0.0         NULL0
255.255.255.255/32  Direct  0     0       127.0.0.1       INLoop0
[R2]
```

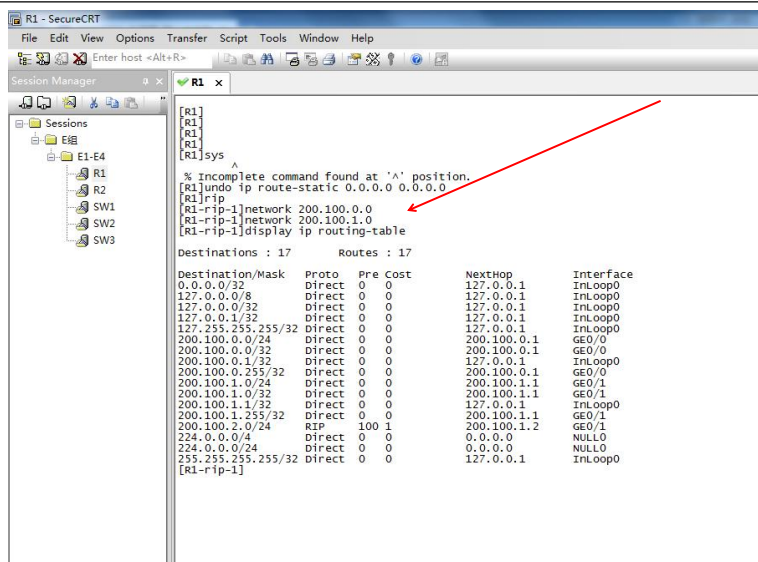
与之前的路由表比较，多了如箭头所示的路由表项；经过测试，此时路由器能够 ping 通各个计算机。

★ 内容二：距离向量的 RIP 动态路由实验

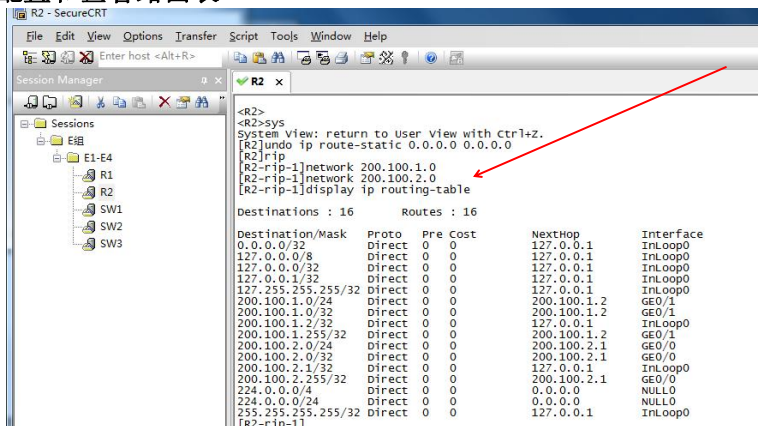
1. 网络拓扑设计仍保持内容一不变

2. 配置路由器

- R1 配置和查看路由表

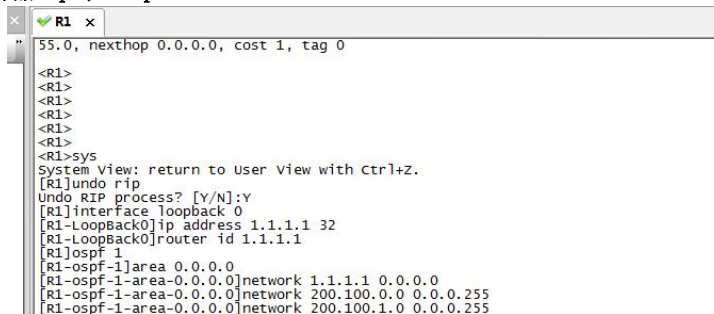


• R2 配置和查看路由表



★ 内容三：链路状态的 OSPF 动态路由实验

1. 网络拓扑设计仍保持内容一不变
2. 配置路由器 ip 和 ospf



```

R2 x
[R2-ospf-1]
[R2-ospf-1-area-0.0.0.0]
[R2-ospf-1-area-0.0.0.0]network 2.2.2.2 0.0.0.0
[R2-ospf-1-area-0.0.0.0]network 200.100.1.0 0.0.0.255
[R2-ospf-1-area-0.0.0.0]network 200.100.2.0 0.0.0.255
PF 1 Neighbor 200.100.1.1(GigabitEthernet0/1) changed from LOADING to FULL.
[R2-ospf-1-area-0.0.0.0]
[R2-ospf-1-area-0.0.0.0]network 200.100.2.0 0.0.0.255

```

- 查看路由器 OSPF 邻居状态: `display ospf peer`

---R1:

```

[R1-ospf-1-area-0.0.0.0]network 200.100.1.0 0.0.0.255
[R1-ospf-1-area-0.0.0.0]display ospf peer

OSPF Process 1 with Router ID 1.1.1.1
Neighbor Brief Information

```

---R2:

```

[R2-ospf-1-area-0.0.0.0]display ospf peer

OSPF Process 1 with Router ID 2.2.2.2
Neighbor Brief Information

Area: 0.0.0.0
Router ID      Address      Pri Dead-Time  State      Interface
1.1.1.1        200.100.1.1  1   34          Full/DR    GE0/1

```

- 路由器的 OSPF 路由表: `display ospf routing`

---R1:

```

[R1-ospf-1-area-0.0.0.0]display ospf routing

OSPF Process 1 with Router ID 1.1.1.1
Routing Table

Routing for network
Destination    Cost      Type      NextHop      AdvRouter     Area
200.100.0.0/24 1          Stub      0.0.0.0      1.1.1.1       0.0.0.0
200.100.1.0/24 1          Stub      0.0.0.0      1.1.1.1       0.0.0.0
1.1.1.1/32     0          Stub      0.0.0.0      1.1.1.1       0.0.0.0

Total nets: 3
Intra area: 3 Inter area: 0 ASE: 0 NSSA: 0

```

---R2:

```

[R2-ospf-1-area-0.0.0.0]display ospf routing

OSPF Process 1 with Router ID 2.2.2.2
Routing Table

Routing for network
Destination    Cost      Type      NextHop      AdvRouter     Area
200.100.0.0/24 2          Stub      200.100.1.1  1.1.1.1       0.0.0.0
200.100.1.0/24 1          Transit   0.0.0.0      1.1.1.1       0.0.0.0
200.100.2.0/24 1          Stub      0.0.0.0      2.2.2.2       0.0.0.0
2.2.2.2/32     0          Stub      0.0.0.0      2.2.2.2       0.0.0.0
1.1.1.1/32     1          Stub      200.100.1.1  1.1.1.1       0.0.0.0

Total nets: 5
Intra area: 5 Inter area: 0 ASE: 0 NSSA: 0

```

- 查看路由器全局路由: `display ip routing-table`

---R1:


```

R1# <ctrl>+a Ed. 2 R1# <ctrl>+a Ed. V R1# <ctrl>+a Ed. V R1# <ctrl>+a Ed. V
[R1-ospf-1-area-0.0.0.0]display ip routing-table

Destinations : 17          Routes : 17

Destination/Mask    Proto    Pre  Cost           NextHop          Interface
0.0.0.0/32          Direct   0    0              127.0.0.1        InLoop0
1.1.1.1/32          Direct   0    0              127.0.0.1        InLoop0
127.0.0.0/8         Direct   0    0              127.0.0.1        InLoop0
127.0.0.0/32        Direct   0    0              127.0.0.1        InLoop0
127.0.0.1/32        Direct   0    0              127.0.0.1        InLoop0
127.255.255.255/32  Direct   0    0              127.0.0.1        InLoop0
200.100.0.0/24       Direct   0    0              200.100.0.1      GE0/0
200.100.0.0/32       Direct   0    0              200.100.0.1      GE0/0
200.100.0.1/32       Direct   0    0              127.0.0.1        InLoop0
200.100.0.255/32    Direct   0    0              200.100.0.1      GE0/0
200.100.1.0/24       Direct   0    0              200.100.1.1      GE0/1
200.100.1.0/32       Direct   0    0              200.100.1.1      GE0/1
200.100.1.1/32       Direct   0    0              127.0.0.1        InLoop0
200.100.1.255/32    Direct   0    0              200.100.1.1      GE0/1
224.0.0.0/4          Direct   0    0              0.0.0.0          NULL0
224.0.0.0/24         Direct   0    0              0.0.0.0          NULL0
255.255.255.255/32  Direct   0    0              127.0.0.1        InLoop0
[R1-ospf-1-area-0.0.0.0]

```

---R2:

```

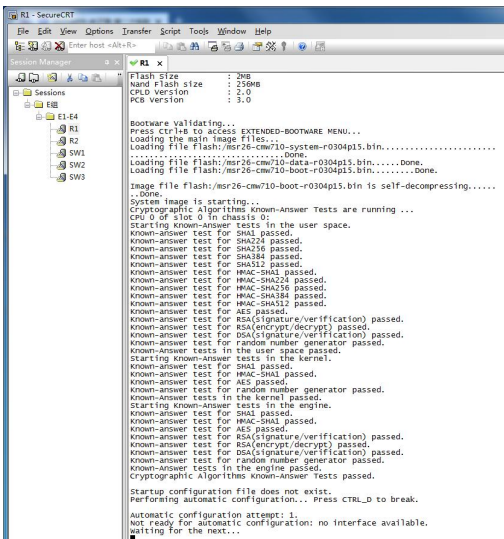
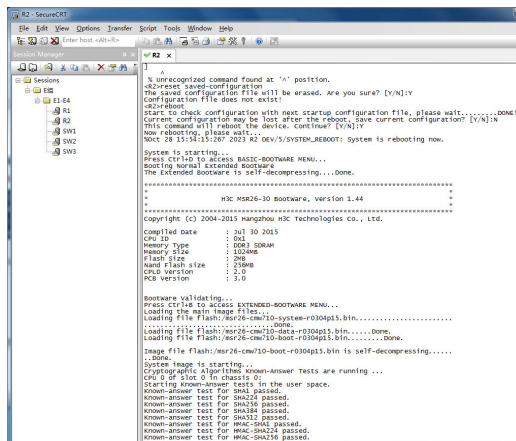
R2# <ctrl>+a Ed. 2 R2# <ctrl>+a Ed. V R2# <ctrl>+a Ed. V R2# <ctrl>+a Ed. V
[R2-ospf-1-area-0.0.0.0]display ip routing-table

Destinations : 19          Routes : 19

Destination/Mask    Proto    Pre  Cost           NextHop          Interface
0.0.0.0/32          Direct   0    0              127.0.0.1        InLoop0
1.1.1.1/32          O_INTRA 10   1              200.100.1.1      GE0/1
2.2.2.2/32          Direct   0    0              127.0.0.1        InLoop0
127.0.0.0/8         Direct   0    0              127.0.0.1        InLoop0
127.0.0.0/32        Direct   0    0              127.0.0.1        InLoop0
127.0.0.1/32        Direct   0    0              127.0.0.1        InLoop0
127.255.255.255/32  Direct   0    0              127.0.0.1        InLoop0
200.100.0.0/24       O_INTRA 10   2              200.100.1.1      GE0/1
200.100.1.0/24       Direct   0    0              200.100.1.2      GE0/1
200.100.1.0/32       Direct   0    0              200.100.1.2      GE0/1
200.100.1.2/32       Direct   0    0              127.0.0.1        InLoop0
200.100.1.255/32    Direct   0    0              200.100.1.2      GE0/0
200.100.2.0/24       Direct   0    0              200.100.2.1      GE0/0
200.100.2.0/32       Direct   0    0              200.100.2.1      GE0/0
200.100.2.1/32       Direct   0    0              127.0.0.1        InLoop0
200.100.2.255/32    Direct   0    0              200.100.2.1      GE0/0
224.0.0.0/4          Direct   0    0              0.0.0.0          NULL0
224.0.0.0/24         Direct   0    0              0.0.0.0          NULL0
255.255.255.255/32  Direct   0    0              127.0.0.1        InLoop0
---- More ----

```

实验结束，清空路由器配置：



四、实验结果及分析和（或）源程序调试过程

★ 结果一：静态路由表的静态路由实验

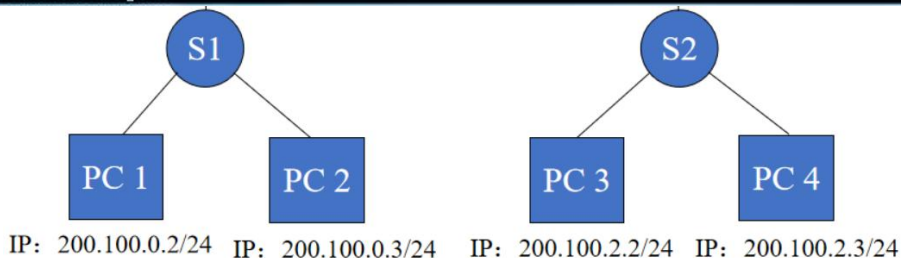
• 使用 ping 命令测试连通性(结果展示)

```
C:\Users\Sugon>ping -S 200.100.2.2 200.100.0.2

正在 Ping 200.100.0.2 从 200.100.2.2 具有 32 字节的数据:
来自 200.100.0.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=126
来自 200.100.0.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=126
来自 200.100.0.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=126
来自 200.100.0.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=126

200.100.0.2 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 = 0ms, 最长 = 0ms, 平均 = 0ms

C:\Users\Sugon>
```



如图，从 PC3 能够 ping 通 PC1，其余也能 ping 通，由此说明了实验的正确性。

★ 结果二：距离向量的 RIP 动态路由实验

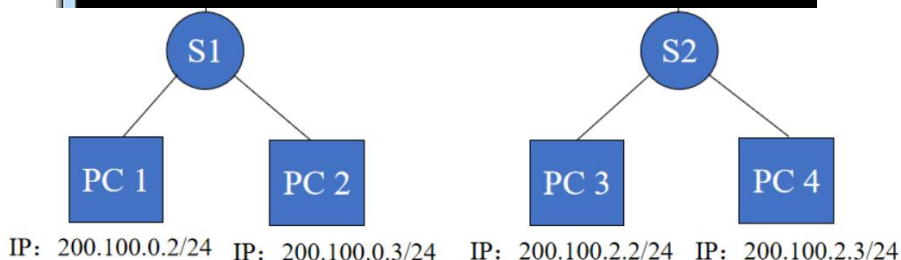
• 使用 ping 命令测试连通性

```
C:\Users\Sugon>ping -S 200.100.2.2 200.100.0.2

正在 Ping 200.100.0.2 从 200.100.2.2 具有 32 字节的数据:
来自 200.100.0.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=126
来自 200.100.0.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=126
来自 200.100.0.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=126
来自 200.100.0.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=126

200.100.0.2 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 = 0ms, 最长 = 0ms, 平均 = 0ms

C:\Users\Sugon>
```



如图，从 PC3 能够 ping 通 PC1，其余也能 ping 通，由此说明了实验的正确性。

• RIP 分析(采用 display rip 命令)

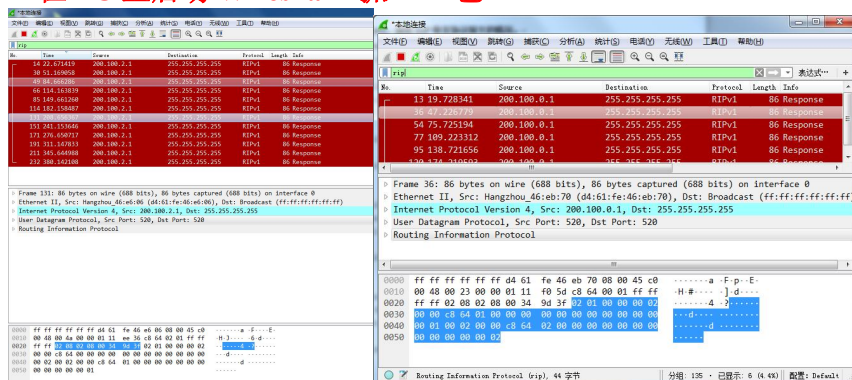
----R1 路由器建立了 200.100.0.0(PC1 和 PC2 所在子网)和 200.100.1.0(本地)的连接

```
[R1-rip-1]display rip
Public VPN-instance name:
RIP process: 1
RIP version: 1
Preference: 100
Checkzero: Enabled
Default cost: 0
Summary: Enabled
Host routes: Enabled
Maximum number of load balanced routes: 32
Update time : 30 secs Timeout time : 180 secs
Suppress time : 120 secs Garbage-collect time : 120 secs
Update output delay: 20(ms) Output count: 3
TRIP retransmit time: 5(s) Retransmit count: 36
Graceful-restart interval: 60 secs
Triggered interval: 5 50 200
Silent interfaces: None
Default routes: Disabled
Verify-source: Enabled
Networks:
    200.100.0.0          200.100.1.0
Configured peers: None
Triggered updates sent: 1
Number of routes changes: 3
Number of replies to queries: 0
[R1-rip-1]
```

----R2 路由器建立了 200.100.2.0(PC1 和 PC2 所在子网)和 200.100.1.0(本地)的连接

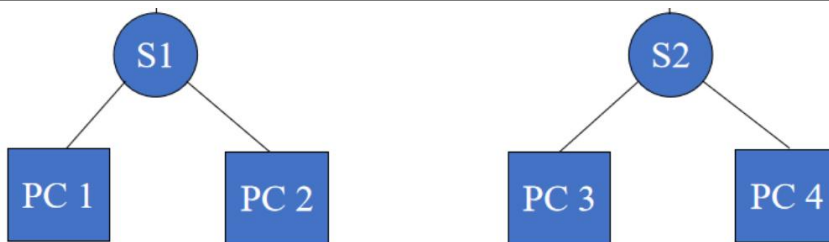
```
[R2]display rip
Public VPN-instance name:
RIP process: 1
RIP version: 1
Preference: 100
Checkzero: Enabled
Default cost: 0
Summary: Enabled
Host routes: Enabled
Maximum number of load balanced routes: 32
Update time : 30 secs Timeout time : 180 secs
Suppress time : 120 secs Garbage-collect time : 120 secs
Update output delay: 20(ms) Output count: 3
TRIP retransmit time: 5(s) Retransmit count: 36
Graceful-restart interval: 60 secs
Triggered interval: 5 50 200
Silent interfaces: None
Default routes: Disabled
Verify-source: Enabled
Networks:
    200.100.1.0          200.100.2.0
Configured peers: None
Triggered updates sent: 2
Number of routes changes: 3
---- More ----
```

• 在 PC 上启动 Wireshark 抓 RIP 包



★ 结果三：链路状态的 OSPF 动态路由实验

• PC 之间检查连通性



IP: 200.100.0.2/24 IP: 200.100.0.3/24 IP: 200.100.2.2/24 IP: 200.100.2.3/24

PC3 到 PC1,PC2 均能 ping 通

```
C:\Users\Sugon>ping -S 200.100.2.2 200.100.0.2

正在 Ping 200.100.0.2 从 200.100.2.2 具有 32 字节的数据:
来自 200.100.0.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=126
来自 200.100.0.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=126
来自 200.100.0.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=126
来自 200.100.0.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=126

200.100.0.2 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 = 0ms, 最长 = 0ms, 平均 = 0ms

C:\Users\Sugon>ping -S 200.100.2.2 200.100.0.3

正在 Ping 200.100.0.3 从 200.100.2.2 具有 32 字节的数据:
来自 200.100.0.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=126
来自 200.100.0.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=126
来自 200.100.0.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=126
来自 200.100.0.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=126

200.100.0.3 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 = 0ms, 最长 = 0ms, 平均 = 0ms

C:\Users\Sugon>
```

PC1 到 PC3, PC4 也能 ping 通

```
C:\Users\Sugon>ping -S 200.100.0.3 200.100.2.3

正在 Ping 200.100.2.3 从 200.100.0.3 具有 32 字节的数据:
来自 200.100.2.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=126
来自 200.100.2.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=126
来自 200.100.2.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=126
来自 200.100.2.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=126

200.100.2.3 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 = 0ms, 最长 = 1ms, 平均 = 0ms

C:\Users\Sugon>
```

- PC 启动 Wireshark 抓 OSPF 包

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
98	14.517032	200.100.2.1	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet
164	24.516206	200.100.2.1	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet
233	34.515153	200.100.2.1	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet
295	44.514562	200.100.2.1	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet
361	54.513735	200.100.2.1	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet
428	64.512981	200.100.2.1	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet
496	74.512067	200.100.2.1	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet
554	84.511244	200.100.2.1	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet
621	94.510415	200.100.2.1	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet
687	104.509585	200.100.2.1	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet
749	114.508754	200.100.2.1	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet
818	124.507923	200.100.2.1	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet
884	134.507096	200.100.2.1	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet
950	144.506272	200.100.2.1	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet
1001	154.505430	200.100.2.1	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet
1046	164.504350	200.100.2.1	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet
1217	174.503774	200.100.2.1	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet
1260	184.502718	200.100.2.1	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet
1295	194.501843	200.100.2.1	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet
1322	204.501062	200.100.2.1	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet
1349	214.500214	200.100.2.1	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet
1377	224.499550	200.100.2.1	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet
1401	234.498715	200.100.2.1	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet
1440	244.497910	200.100.2.1	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet
1484	254.497095	200.100.2.1	224.0.0.5	OSPF	78	Hello Packet

Frame 1440: 78 bytes on wire (624 bits), 78 bytes captured (624 bits) on interface 0
 Ethernet II, Src: Hangzhou_46:e6:06 (d4:61:fe:46:e6:06), Dst: IPv4mcast_05 (01:00:5e:00:00:05)
 Destination: IPv4mcast_05 (01:00:5e:00:00:05)
 Address: IPv4mcast_05 (01:00:5e:00:00:05)

0000	01 00 5e 00 00 05 d4 61 fe 46 e6 06 00 00 45 c0a.F....E..
0010	00 40 00 e9 00 00 01 59 0d 52 c8 64 02 01 e0 00	@.....Y..R:d....
0020	00 05 02 01 00 2c 02 02 02 00 00 00 00 2e 35,.....5
0030	00 00 00 00 00 00 00 00 ff ff 00 00 0a
0040	02 01 00 00 00 28 c8 64 02 01 00 00 00 00(d.....

OSPFv2 Hello 数据包每 10 秒发送到多播地址 224.0.0.5（所有 OSPF 路由器）。这是多路访问和点对点网络上的默认计时器值，保持时间 40 秒，即如果在 40 秒内没收到 hello，则认为邻居不存在。

此外还有 224.0.0.6 多播地址，224.0.0.6 是只有 DR 路由器才能够收到，这就意味着 DR other 通过这个地址和 DR 路由器进行交换路由信息。

五、实验总结及体会

在静态路由表实验中，手动建立了路由表，并选择了最佳的路径来转发数据包。静态路由的优点是简单、易于配置，但是缺点是灵活性不够，不能自动适应网络拓扑的变化。

在 RIP 动态路由实验中，通过 RIP 协议自动建立了路由表，让我们明白了 RIP 的特点是简单、易用，但是缺点是只考虑距离而不考虑链路带宽等其他因素，容易导致环路和不稳定。

在 OSPF 动态路由实验中，我们通过 OSPF 协议建立了路由表，并根据链路状态来确定最佳路径。这个实验让我们明白了 OSPF 的优点是能够考虑链路状态和带宽等更多因素，从而选择更优质的路径，但是缺点是配置和调试相对复杂。

通过这次实验，我们对路由协议有了更深入的了解，也学到了不同路由协议的优缺点和适用场景。这些知识对于我们今后在实际工作中进行路由配置和故障排查具有重要的指导意义。