# H3CSE 实验指导书

嘉华盛世网络实验室

By 周常青

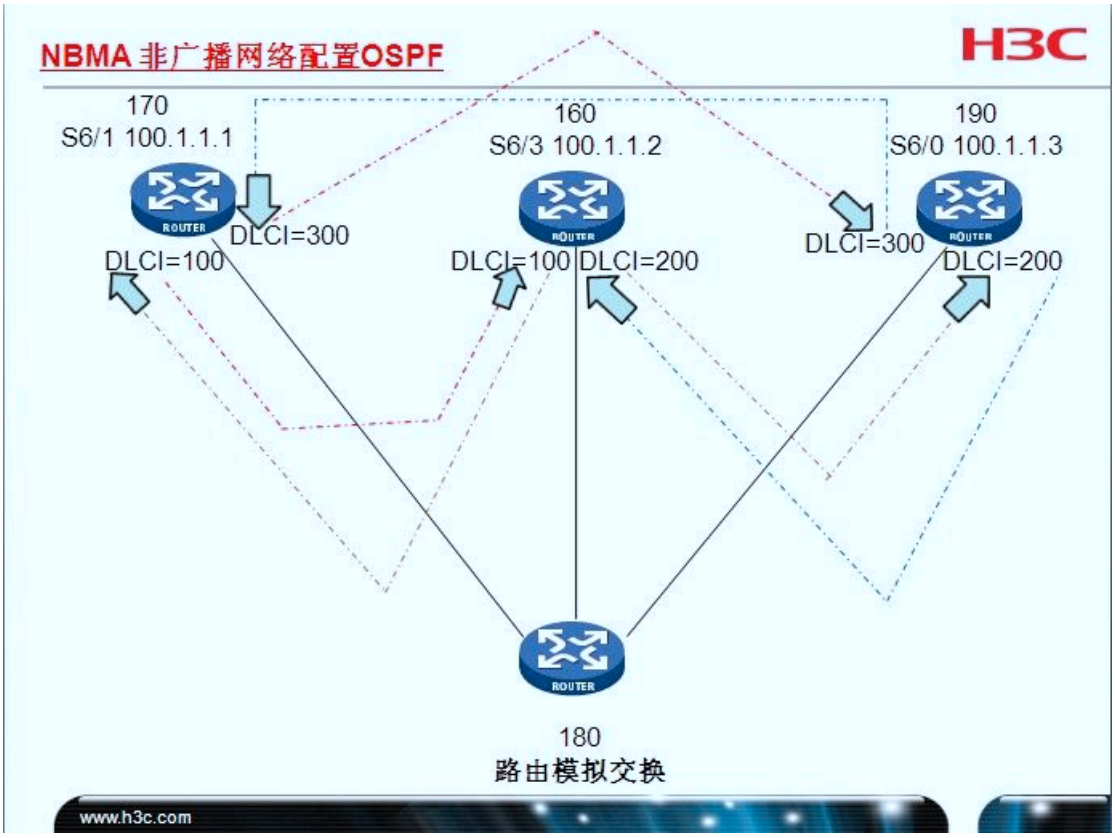
2011/5/24

## H3CSE 实验指导书目录

# 第一部分：OSPF 路由实验

## 实验 1—— NBMA 非广播网络配置 OSPF

【拓扑图】




【实验目的】：在帧中继网络中运行 ospf，使 OSPF PEER 都能 full

【实验配置】:

170 上的配置：

1. 配置 FR:

```
interface    Serial6/1
 link-protocol fr
 fr map ip 100.1.1.2 100    broadcast  （广播）
 fr map ip 100.1.1.3 300    broadcast  （广播）
 ip address 100.1.1.1 255.255.255.0
 ospf    network-type    nbma
 ospf    dr-priority 20    （定义 DR 优先级为 20）
```

2.配置 OSPF:

```
 ospf 1
 peer 100.1.1.2（当链路层协议是 FR 时 OSPF 缺省认为网络类型是 NBMA。此时手工配置邻
```

居 IP 地址）

peer 100.1.1.3（当链路层协议是 FR 时 OSPF 缺省认为网络类型是 NBMA。此时手工配置邻居 IP 地址）

area 0.0.0.0

network 100.1.1.0 0.0.0.255

160 上的配置：

1. 配置 FR:

interface Serial6/3

link-protocol fr

fr map ip 100.1.1.1 100 broadcast （广播）

fr map ip 100.1.1.3 200 broadcast （广播）

ip address 100.1.1.2 255.255.255.0

ospf network-type nbma

ospf dr-priority 30 （定义 DR 优先级为 30）

配置 OSPF:

ospf 1

peer 100.1.1.1 （当链路层协议是 FR 时 OSPF 缺省认为网络类型是 NBMA。此时手工配置邻居 IP 地址）

peer 100.1.1.3（当链路层协议是 FR 时 OSPF 缺省认为网络类型是 NBMA。此时手工配置邻居 IP 地址）

area 0.0.0.0

network 100.1.1.0 0.0.0.255

在 190 上的配置：

配置 FR:

Interface Serial6/0

link-protocol fr

fr map ip 100.1.1.2 200 broadcast （广播）

fr map ip 100.1.1.1 300 broadcast （广播）

ip address 100.1.1.3 255.255.255.0

ospf network-type nbma

配置 OSPF：

ospf 1

peer 100.1.1.1（当链路层协议是 FR 时 OSPF 缺省认为网络类型是 NBMA。此时手工配置邻居 IP 地址）

peer 100.1.1.2（当链路层协议是 FR 时 OSPF 缺省认为网络类型是 NBMA。此时手工配置邻居 IP 地址）

area 0.0.0.0

network 100.1.1.0 0.0.0.255

在 180 上的配置：（路由器模拟交换机）

```
fr switching
interface Serial6/0
 link-protocol fr
 fr interface-type dce
 fr dlci-switch 200 interface Serial6/3 dlci 200
 fr dlci-switch 300 interface Serial6/1 dlci 300

#
interface Serial6/1
 link-protocol fr
 fr interface-type dce
 fr dlci-switch 100 interface Serial6/3 dlci 100
 fr dlci-switch 300 interface Serial6/0 dlci 300



interface Serial6/3
 link-protocol fr
 fr interface-type dce
 fr dlci-switch 100 interface Serial6/1 dlci 100
 fr dlci-switch 200 interface Serial6/0 dlci 200
```

【注意事项】：1 当链路层协议是 FR 时 OSPF 缺省认为网络类型是 NBMA；

2 帧中继 MAP 需要配置正确是路由器之间可以互相 ping 通；

3 在交换机上配置帧中继时必须是进接口的 DLCI 指向出接口和出接口的 DLCI

2. NBMA 需指 PEER；
3. 注意将 core 的路由器 160 配置为 DR，否则如果 FR 没有全互连，即会导致分支路由器路由发生丢失！
   a) 解决方法：手工指定 DR；
      1. 在 core 路由器上划分子接口（p2p 和 p2mp）
4. NBMA 与 P2MP 网络之间的区别如下：

NBMA 网络是指那些全互连的。而 P2MP 网络，则并不需要一定是全连通的。

在 NBMA 网络中需要选举 DR 与 BDR，而在 P2MP 网络中没有 DR 与 BDR。

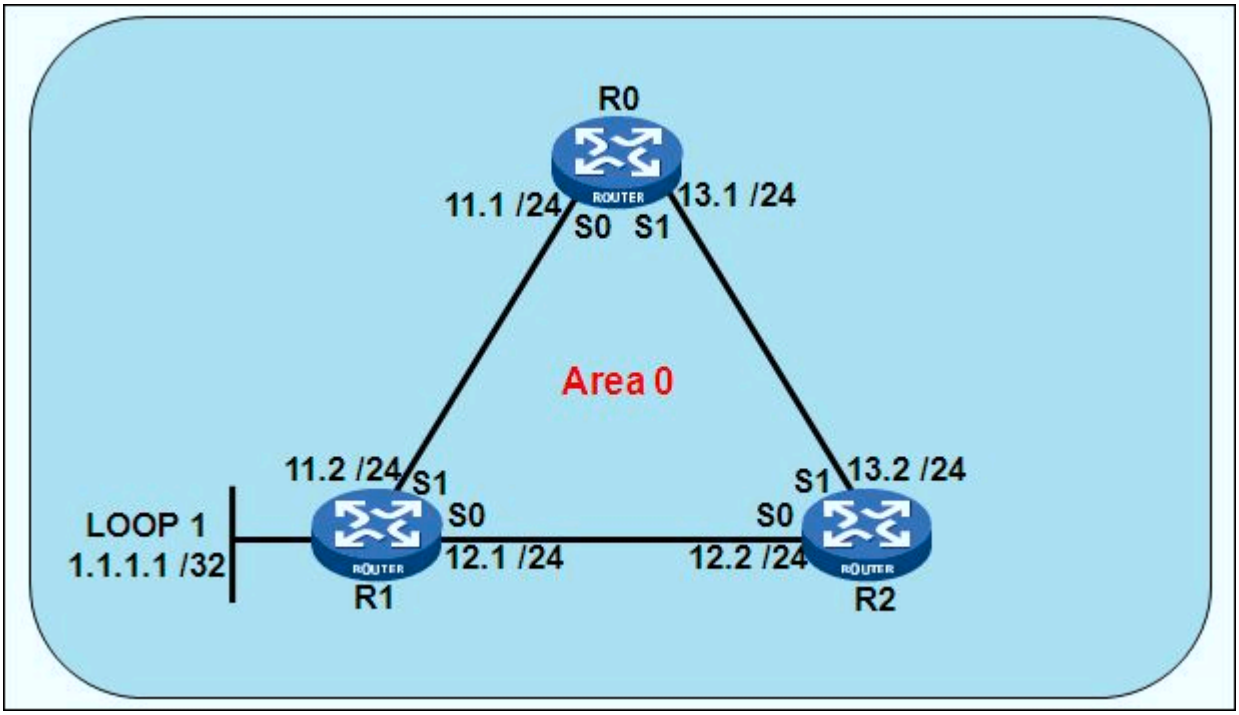
在 NBMA 网络或者是广播类型网络，则需要选举 DR 与 BDR；

NBMA 是一种缺省的网络类型，而 P2MP 网络必须是由其它的网络强制更改的。最常见的做法是将 NBMA 网络改为 P2MP 网络。

NBMA 网络采用单播发送报文，需要手工配置邻居。P2MP 网络采用组播方式发送报文。

# 实验 2—— OSPF 静默端口

【拓扑图】:




【实验命令描述】: 用 silent-interface 命令来禁止接口发送 OSPF 报文。缺省情况下，允许接口发送 OSPF 报文。

禁止接口发送 OSPF 报文后，它将成为被动接口（Passive interface），不再发送 Hello 报文。

如果要使 OSPF 路由信息不被某一网络中的路由器获得，可使用本命令禁止在此接口上发送 OSPF 报文。

【实验配置】:

[rt0]:

```
#
interface Serial0/2/0
 link-protocol ppp
 ip address 11.11.11.1 255.255.255.0
#
interface Serial0/2/1
 link-protocol ppp
 ip address 13.13.13.1 255.255.255.0
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 11.11.11.0 0.0.0.255
```

```
  network 13.13.13.0 0.0.0.255
#
```

[rt1]：

```
#
interface Serial0/2/0
 link-protocol ppp
 ip address 12.12.12.1 255.255.255.0
#
interface Serial0/2/1
 link-protocol ppp
 ip address 11.11.11.2 255.255.255.0
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
#
ospf 1
 silent-interface Serial0/2/0
 area 0.0.0.0
  network 1.1.1.1 0.0.0.0
  network 11.11.11.0 0.0.0.255
  network 12.12.12.0 0.0.0.255
#
```

[rt2]：

```
#
interface Serial0/2/0
 link-protocol ppp
 ip address 12.12.12.2 255.255.255.0
#
interface Serial0/2/1
 link-protocol ppp
 ip address 13.13.13.2 255.255.255.0
#
ospf 1
 silent-interface Serial0/2/0
 area 0.0.0.0
  network 13.13.13.0 0.0.0.255
  network 12.12.12.0 0.0.0.255
#
```

做静默端口前的路由表：

```
[rt2]dis ip routing-table
Routing Tables: Public
```

Destinations : 11 Routes : 12

| Destination/Mask | Proto | Pre | Cost | NextHop | Interface |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.1.1.1/32 | OSPF | 10 | 1562 | 12.12.12.1 | S0/2/0 |
| 11.11.11.0/24 | OSPF | 10 | 3124 | 12.12.12.1 | S0/2/0 |
| | OSPF | 10 | 3124 | 13.13.13.1 | S0/2/1 |
| 12.12.12.0/24 | Direct | 0 | 0 | 12.12.12.2 | S0/2/0 |
| 12.12.12.1/32 | Direct | 0 | 0 | 12.12.12.1 | S0/2/0 |
| 12.12.12.2/32 | Direct | 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 13.13.13.0/24 | Direct | 0 | 0 | 13.13.13.2 | S0/2/1 |
| 13.13.13.1/32 | Direct | 0 | 0 | 13.13.13.1 | S0/2/1 |
| 13.13.13.2/32 | Direct | 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 127.0.0.0/8 | Direct | 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 127.0.0.1/32 | Direct | 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |

做静默端口后的路由表：

[rt2]dis ip routing-table

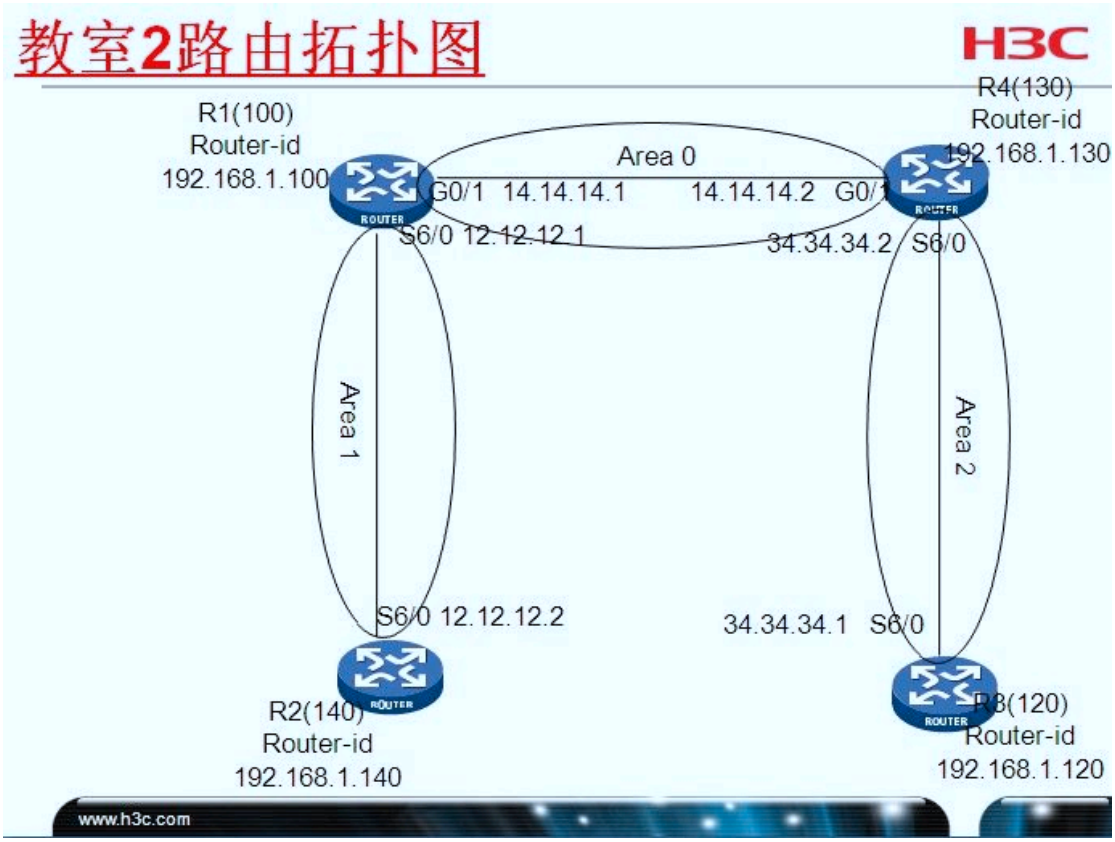
Routing Tables: Public

Destinations : 11 Routes : 11

| Destination/Mask | Proto | Pre | Cost | NextHop | Interface |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.1.1.1/32 | OSPF | 10 | 3124 | 13.13.13.1 | S0/2/1 |
| 11.11.11.0/24 | OSPF | 10 | 3124 | 13.13.13.1 | S0/2/1 |
| 12.12.12.0/24 | Direct | 0 | 0 | 12.12.12.2 | S0/2/0 |
| 12.12.12.1/32 | Direct | 0 | 0 | 12.12.12.1 | S0/2/0 |
| 12.12.12.2/32 | Direct | 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 13.13.13.0/24 | Direct | 0 | 0 | 13.13.13.2 | S0/2/1 |
| 13.13.13.1/32 | Direct | 0 | 0 | 13.13.13.1 | S0/2/1 |
| 13.13.13.2/32 | Direct | 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 127.0.0.0/8 | Direct | 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 127.0.0.1/32 | Direct | 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |

# 实验 3—— OSPF 路由聚合

【拓扑图】:




试验一（在 Stub 区域的 ABR 上做聚合）

【试验步骤】: ①区域 2 划为 STUB 区域，

②在 R3 上做两个 LOOPBACK 口 IP 分别为：10.10.10.10，10.10.10.20 在区域 2 中宣告

③在 R4 上做聚合：在区域 2 视图下：abr-summary 10.10.10.0 24

【实验现象】:

R4 上：

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 10.10.10.0/24 | OSPF | 255 | 0 | 0.0.0.0 | NULL0 |
| 10.10.10.10/32 | OSPF | 10 | 1562 | 34.34.34.1 | S5/2 |
| 10.10.10.20/32 | OSPF | 10 | 1562 | 34.34.34.1 | S5/2 |

→R4 上既有明细也有聚合

在 R3 上:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 10.10.10.10/32 | Direct 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |

10.10.10.20/32 Direct 0 0 127.0.0.1 InLoop0

R3 上有两条明细

R1 和 R2：

10.10.10.0/24 OSPF 10 3124 14.14.14.2 S5/3

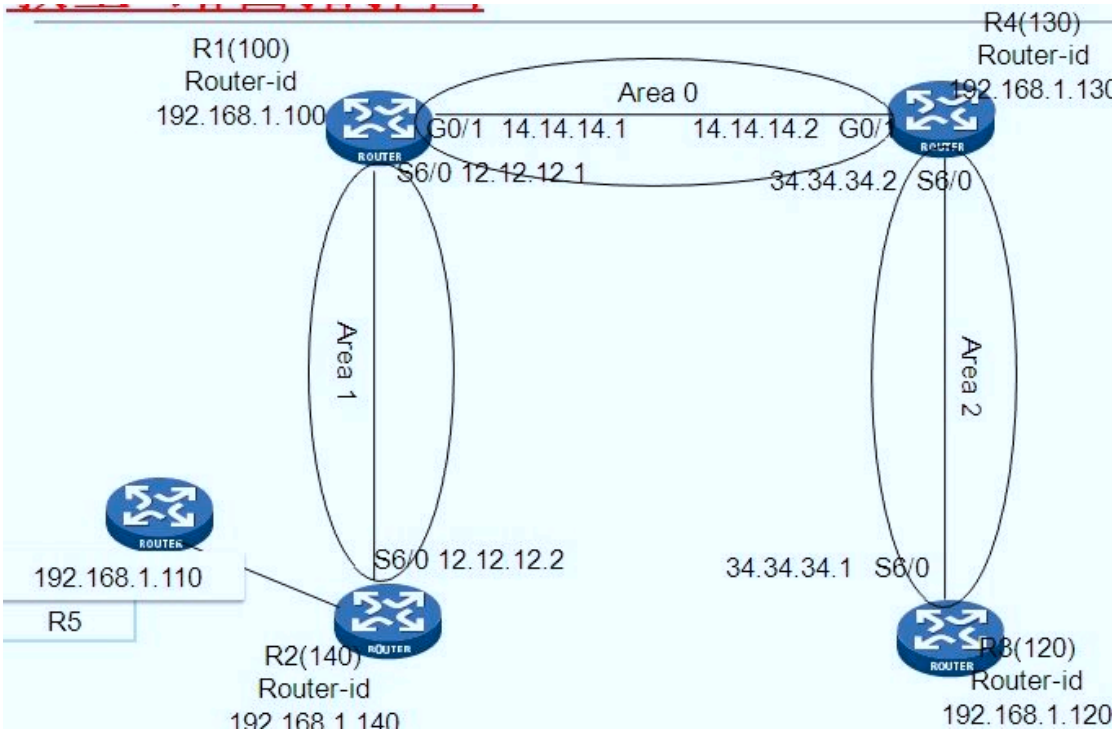
只有聚合

【实验问题】：

在 R4 上的路由 10.10.10.0/24 OSPF 255 0 0.0.0.0 NULL0 有什么用？

* 黑洞路由 防止环路！

试验 2（在 NSSA 区域的 ASBR 上做聚合）




【试验目的】：NSSA 区域对外部路由的聚合方式有几种方式，并观察聚合后的 LSA 以及路由；

【试验步骤】 ：

1， 把区域 1 配置为 NSSA 区域，

2， 在 R5 上创建两个 LOOP 口 IP 分别为 1.1.1.1 1.1.1.2

3， 在 R2 上配置两条静态，并引入 OSPF 中

4， 在 R2 上的 OSPF 视图下做 ASBR 聚合：asbr-summary 1.1.1.0 255.255.255.0

【试验现象】:

R2:

```
1.1.1.1/32      STATIC   60   0   25.25.25.2        Ethernet0/1
1.1.1.2/32      STATIC 60     0    25.25.25.2        Ethernet0/1
```

R1:

```
1.1.1.0/24              O_NSSA 150   2          12.12.12.2        S5/0
```

R4:

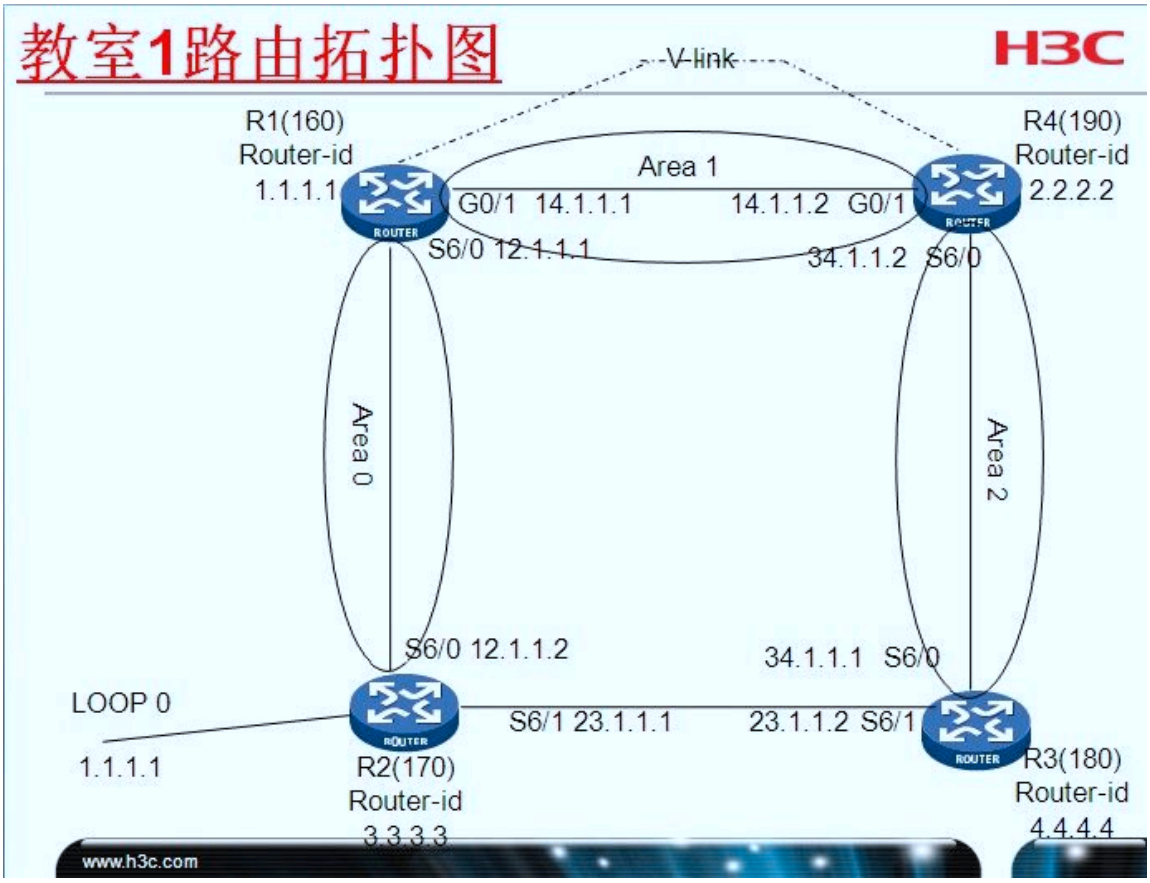
```
1.1.1.0/24              O_ASE   150   2          14.14.14.1        S5/3
```

注意点：也可以在 ABR 上也可以聚合外部路由 和在 ASBR 上聚合是一样的配置。

# 实验 4—— OSPF 聚合+虚连接

**********

【拓扑图】:




【试验需求】:

1.如图起好 OSPF，划好区域，

2. 在 R1 和 R4 之间做虚连接.

3.在 R1 上做 area 0 的路由汇聚，在 R4 上做 area 2 的路由汇聚

4.在 R2 上起 loop0，并且在 R3 上引入去往 LOOP 0 的静态。然后在 R3 上把此静态公告到 OSPF 中。

【试验命令】:

1.在 OSPF 对应区域视图下宣告网段如：network 12.1.1.2 0.0.0.3

2.在 R1 上，OSPF 区域 1 视图下：vlink-peer 2.2.2.2

在 R2 上，OSPF 区域 1 视图下：vlink-peer 1.1.1.1

3.在 R1 区域 0 视图下：abr-summary 12.1.1.0 255.255.255.0

4.在 R4 区域 2 视图下：abr-summary 34.1.1.0 255.255.255.0

5.在 R2 上，int loop 0, ip add 1.1.1.1 32

在 R3 上，ip router-static 1.1.1.1 255.255.255.0 23.1.1.1

在 R3 OSPF 视图模式下 import static

【试验现象】:

1.R1, R2 上都有去 1.1.1.1 的路由。

2.R3,R4 没有去 12.1.1.0 的汇聚路由，只有明细路由。

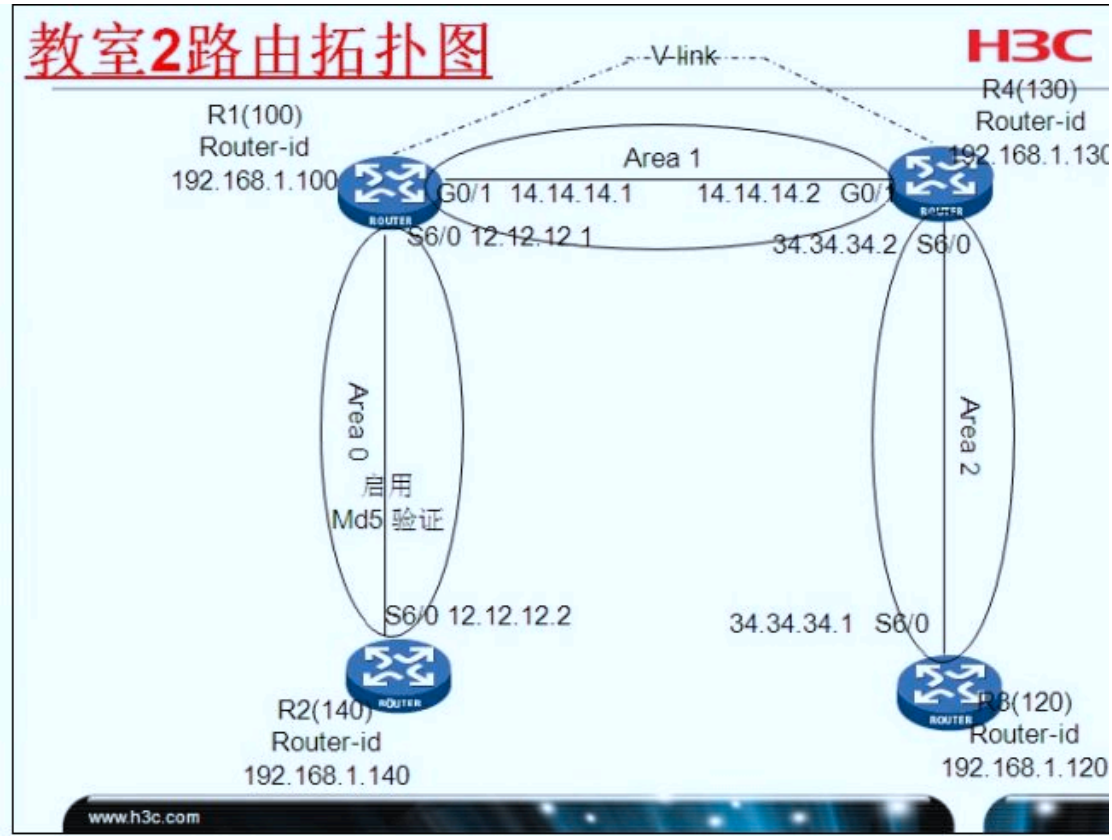
3.R1 ,R2 有去往 34.1.1.0 的汇聚路由；

【实验分析】：R4 上的接口 G0/1 被划入虚连接相当于 R4 和区域 0 直接相连（此时可以把 R4 看成属于区域 0），所以根据聚合路由只能传播给生成区域之外的区域，却不在本区域内路由器传播的原则，可以得到如上试验结果。

注意：路由聚合只有在 ABR/ASBR 上配才有效

# 实验 5—— OSPF 虚连接+区域做 MD5 验证

【拓扑图】：




【实验环境】:

区域 0 中作 MD5 验证，实现区域 2 通过 vlink 和区域 0 互通信；

【实验现象】:

区域 0 中作 MD5 验证后，R1 和 R4 之间的 v-link peer 无法 up ；

【实验配置】:

一，如图起好 OSPF,在 AREA 1 做虚连接

二，在 AREA 0 做 MD5 验证：

在 R2 上的配置：OSPF 区域 0 视图下：**authentication-mode** md5.

在 S6/0 接口模式下：**ospf authentication-mode md5** *1* **plain 123**

**在 R1 上的：OSPF 区域 0 视图下：authentication-mode** md5.

在 S6/0 接口模式下：**ospf authentication-mode md5** *1* **plain 123**

**在 R1 上的配置：** [R-1-ospf-1-area-0.0.0.1]vlink-peer 192.168.1.130 md5 1 plain 123

**此时会发现 R4 和 R1 的虚连接邻居无法 UP**

**【r1】display ospf peer**

**。。。。。《为空》。。。。。。**

**【解决办法】：在 R4 上需要做区域 0 的 MD5 验证 （）**

**在 R4 上的配置 ：[R-4-ospf-1-area-0.0.0.1]vlink-peer 192.168.1.100 md5 1 plain 123**

**创建区域视 0 并启用 MD5 验证：**

**[R4]OSPF 1**

**[R4-OSPF 0]AREA 0**

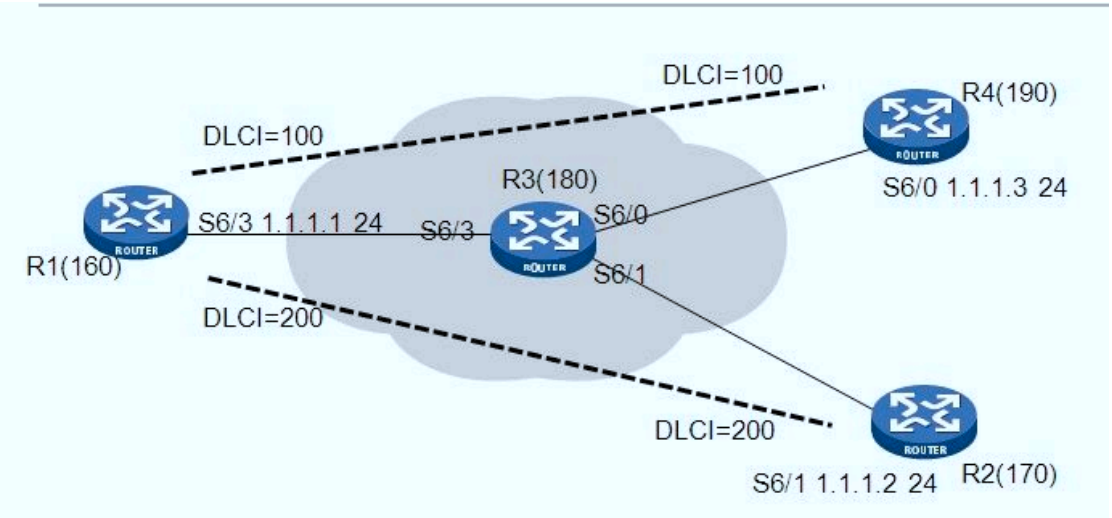
**[R4 –OPSF 1 –AREA 0.0.0.0]authentication-mode** md5.

**此时 VLINK 邻居 UP；**

**【试验分析】：在区域 0 做 MD5 验证则 区域内所有 OSPF 路由器都需要配置 MD5 验证，R4 间接和区域 0 相连，也就是说 R4 属于区域 0 的路由器。既然属于区域 0 的路由器就需要配置 MD5 验证**

# 实验 6——在帧中继非全互连环境中运行 OSPF

【拓扑图】:




【实验要求】

1. 验证 FR 的水平分割机制;
2. 验证帧中继中运行 OSPF 的特殊性
   a) 手动指定 Peer X.X.X.X
   b) DR 必须强制定义为 core 的路由器 160;
3. 把路由 R3(180)改作为交换;但是要启用一下(fr switching)

【实验步骤】

1. FR 配置:
2. R1(160): [r1]int s6/3
   [r1-Serial6/3]ip add 1.1.1.1 24
   [r1-Serial6/3]link-protocol fr
   [r1-Serial6/3]fr map ip 1.1.1.3 100 broadcast
   [r1-Serial6/3]fr map ip 1.1.1.2 200 broadcast

   R2(170): [R2]interface s6/1
   [R2-Serial6/1]link-protocol fr
   [R2-Serial6/1]ip address1.1.1.2 24
   [R2-Serial6/1]fr map ip 1.1.1.1 dlci 200

   R4(190):[R4]interface sl 6/0
   [R4-Serial6/0]link-protocol fr
   [R4-Serial6/0]ip address1.1.1.3 24
   [R4-Serial6/0]fr map ip 1.1.1.1 dlci 100

   R3(180): [R3]:fr switching
   [R3]int s6/3
   [R3-Serial6/3]link-protocol fr

[R3-Serial6/3]fr interface-type dce
[R3-Serial6/3]fr dlci 100
[R3-Serial6/3]fr dlci 200
[R3-Serial6/3]fr dlci-switch 100 int face s6/0 dlci 100
[R3-Serial6/3]fr dlci-switch 200 int face s6/1 dlci 200
[R3-Serial6/0]link-protocol fr
[R3-Serial6/0]fr interface-type dce
[R3-Serial6/0]fr dlci 100
[R3-Serial6/0]fr dlci-switch 100 int face s6/3 dlci 100
[R3-Serial6/1]link-protocol fr
[R3-Serial6/1]fr interface-type dce
[R3-Serial6/1]fr dlci 200
[R3-Serial6/1]fr dlci-switch 200 int face s6/3 dlci 200

OSPF 配置：

[R1]160 int loo 0
ip add 10.10.10.10 24
ospf
area 0
network 10.10.10.10 0.0.0.0
network 1.1.1.1 0.0.0.0
[R4 ]190 int loo 0
ip add 20.20.20.20 24
ospf
area 0
network 20.20.20.20 24
network 1.1.1.3 0.0.0.255
[R2] 170 int loo .
ip add 30.30.30.30 24
ospf
area 0
network 30.30.30.30 24
network 1.1.1.2 0.0.0.255

手动指定 Peer：

[R1]ospf 1
peer 1.1.1.2（当链路层协议是 FR 时 OSPF 缺省认为网络类型是 NBMA。此时手工配置邻居 IP 地址）
peer 1.1.1.3（当链路层协议是 FR 时 OSPF 缺省认为网络类型是 NBMA。此时手工配置邻居 IP 地址）
[R2]ospf 1
peer 1.1.1.1（当链路层协议是 FR 时 OSPF 缺省认为网络类型是 NBMA。此时手工配置邻居 IP 地址）
[R4]ospf 1

peer 1.1.1.1（当链路层协议是 FR 时 OSPF 缺省认为网络类型是 NBMA。此时手工配置邻居 IP 地址）

【总结】

1. OSPF 中的 Peer + 邻居接口的 ip 地址；
2. FR 的交换机配置中需要做相应的 dlci-switch；
3. Map 注意加上 broadcast；
4. 当链路层协议是 FR 时 OSPF 缺省认为网络类型是 NBMA;
5. 帧中继 MAP 需要配置正确的现象：路由器直连接口之间可以互相 ping 通;
6. 在交换机上配置帧中继路由时必须是交换机上的进接口的 DLCI 对应交换机上的出 接口和出接口对应的 DLCI;
7. NBMA 和广播网络中需要选 DR/BDR，其中在帧中继网络中需要指 peer

实验中遇到的问题：160 只有去往 190 的路由没有去 170 的路由。

导致此现象的原因：因为 160 是 BDR，190 是 DR ，170 是 Drother， 所以 160 和 170 之间是不传递路由信息的

【解决办法】：1.用帧中继实现全互联

2. 把 160 的的优先级强制改为 100，190 和 170 的优先级改为 0 这样 190 和 170 就不参与 DR 的选举。

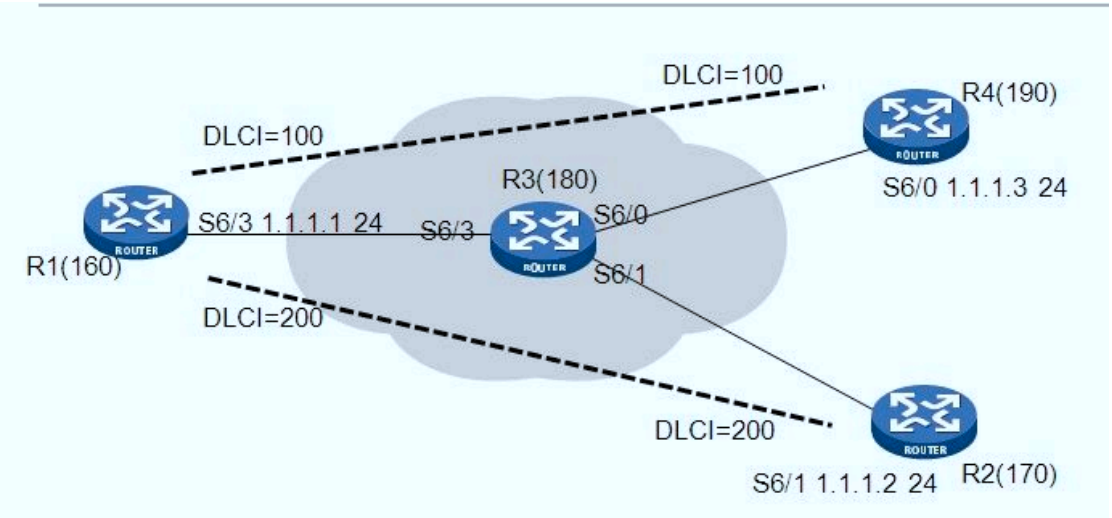
3.在 160 上划分子接口，此时 2 个 P2P 网段会选出 2 个 DR

为什么会选出 2 个 dr?

答：只有在同一网段的接口才会选 DR 包括 NBMA 也是同一网段才会选 DR。不同网段会有不同的 DR

# 实验 7——在帧中继环境中运行 OSPF

【实验环境】:




【实验要求】

4. 验证 FR 的水平分割机制;
5. 验证帧中继中运行 OSPF 的特殊性
   a) 手动指定 Peer X.X.X.X
6. 把路由 R3(180)改作为交换;但是要启用一下(fr switching)

【实验步骤】

3. FR 配置:
4. R1(160): [r1]int s6/3
   [r1-Serial6/3]ip add 1.1.1.1 24
   [r1-Serial6/3]link-protocol fr
   [r1-Serial6/3]fr map ip 1.1.1.3 100 broadcast
   [r1-Serial6/3]fr map ip 1.1.1.2 200 broadcast
   ospf network-type nbma

   R2(170): [R2]interface s6/1
   [R2-Serial6/1]link-protocol fr
   [R2-Serial6/1]ip address1.1.1.2 24
   [R2-Serial6/1]fr map ip 1.1.1.1 dlci 200
   ospf network-type nbma

   R4(190):[R4]interface sl 6/0
   [R4-Serial6/0]link-protocol fr
   [R4-Serial6/0]ip address1.1.1.3 24
   [R4-Serial6/0]fr map ip 1.1.1.1 dlci 100
   ospf network-type nbma

   R3(180): [R3]:fr switching

```
[R3]int s6/3
[R3-Serial6/3]link-protocol fr
[R3-Serial6/3]fr interface-type dce
[R3-Serial6/3]fr dlci 100
[R3-Serial6/3]fr dlci 200
[R3-Serial6/3]fr dlci-switch 100 int face s6/0 dlci 100
[R3-Serial6/3]fr dlci-switch 200 int face s6/1 dlci 200
[R3-Serial6/0]link-protocol fr
[R3-Serial6/0]fr interface-type dce
[R3-Serial6/0]fr dlci 100
[R3-Serial6/0]fr dlci-switch 100 int face s6/3 dlci 100
[R3-Serial6/1]link-protocol fr
[R3-Serial6/1]fr interface-type dce
[R3-Serial6/1]fr dlci 200
[R3-Serial6/1]fr dlci-switch 200 int face s6/3 dlci 200
```

OSPF 配置：

```
[R1]160    int loo 0
           ip add 10.10.10.10 24
           ospf
           area 0
           network 10.10.10.10 0.0.0.0
           network 1.1.1.1 0.0.0.0
[R4 ]190   int loo 0
           ip add 20.20.20.20 24
           ospf
           area 0
           network 20.20.20.20 24
           network 1.1.1.3 0.0.0.255
[R2] 170   int loo .
           ip add 30.30.30.30 24
           ospf
           area 0
           network 30.30.30.30 24
           network 1.1.1.2 0.0.0.255
```

手动指定 Peer：

```
[R1]ospf 1
    peer 1.1.1.2（当链路层协议是 FR 时 OSPF 缺省认为网络类型是 NBMA。此时手工配置
                 邻居 IP 地址）
    peer 1.1.1.3（当链路层协议是 FR 时 OSPF 缺省认为网络类型是 NBMA。此时手工配置
                 邻居 IP 地址）
[R2]ospf 1
    peer 1.1.1.1（当链路层协议是 FR 时 OSPF 缺省认为网络类型是 NBMA。此时手工配置
```

邻居 IP 地址）

[R4]ospf 1

peer 1.1.1.1（当链路层协议是 FR 时 OSPF 缺省认为网络类型是 NBMA。此时手工配置邻居 IP 地址）

【总结】

8. OSPF 中的 Peer + 邻居接口的 ip 地址；
9. FR 的交换机配置中需要做相应的 dlci-switch；
10. Map 注意加上 broadcast；
11. 如果接口类型为 P2MP 时候；
12. 当链路层协议是 FR 时 OSPF 缺省认为网络类型是 NBMA;
13. 帧中继 MAP 需要配置正确是路由器之间可以互相 ping 通;
14. 在交换机上配置帧中继时必须是源接口和 DLCI 指向目的 接口和 DLCI;
15. NBMA 指 Peer;

实验中遇到的问题：160 只有去往 190 的路由没有去 170 的路由。

导致此现象的原因：因为 160 是 BDR，190 是 DR ，170 是 Drother， 所以 160 和 170 之间是不传递路由信息的

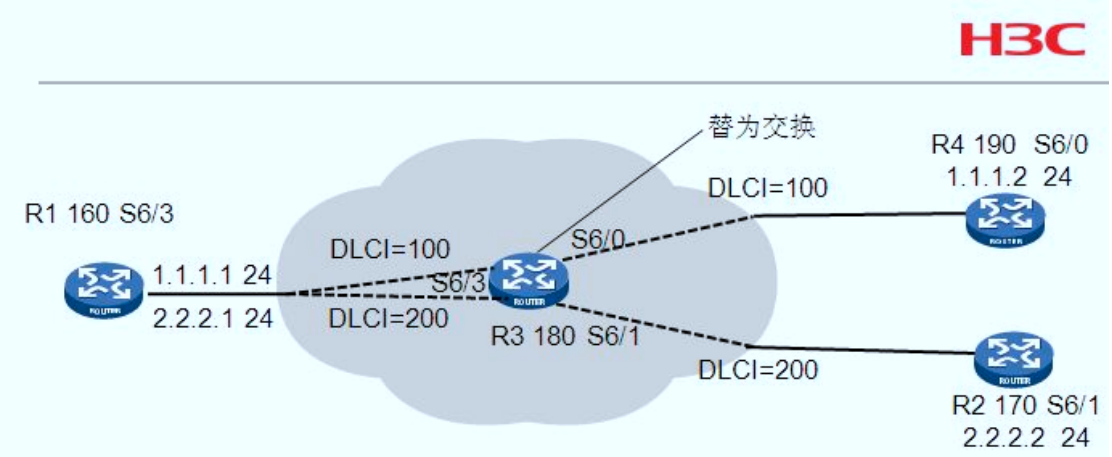
解决办法：1.用帧中继实现全互联

2 把 160 的的优先级强制改为 100，190 和 170 的优先级改为 0 这样 190 和 170 就不参与 DR 的选举。

3.在 160 上划分子接口

# 实验 8——帧中继+ospf+p2p 类型的子接口

【拓扑图】:




【实验环境】:

R1 划分子接口 s6/3.1 和 s6/3.2，类型为 P2P，来验证通过划分子接口解决水平分割导致路由缺失问题

【实验要求】:

1. 为什么需要划分子接口？

   帧中继的水平分割机制，导致分支之间的路由缺失，因此决定划分子接口；

【实验配置】:

【R1】160：
```
interface Serial6/3
 link-protocol fr
```

【子接口配置】:
```
interface Serial6/3.1 P2P
 fr map ip 1.1.1.2 100 broadcast
 fr dlci 100
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.0

interface Serial6/3.2 p2p
fr map ip 2.2.2.2 200 broadcast
 fr dlci 200
 ip address 2.2.2.1 255.255.255.0

interface LoopBack0
ip address 10.10.10.10 255.255.255.255
```

【OSPF 配置】:
```
ospf 1
 peer 1.1.1.2
 peer 2.2.2.2
 area 0.0.0.0
```

network 1.1.1.0 0.0.0.255
network 2.2.2.0 0.0.0.255
network 10.10.10.10 0.0.0.0

【R3】180：

fr switching
interface Serial6/0
link-protocol fr
fr interface-type dce
fr dlci-switch 100 interface Serial6/3 dlci 100
fr dlci 100
ip address 34.1.1.1 255.255.255.252

interface Serial6/1
link-protocol fr
interface-type dce
fr dlci-switch 200 interface Serial6/3 dlci 200
fr dlci 200

interface Serial6/3
fr dlci 100
fr dlci 200
fr dlci-switch 100 interface Serial6/0 dlci 100
dlci-switch 200 interface Serial6/1 dlci 200
link-protocol fr
fr interface-type dce

【R4】190： interface Serial6/0
link-protocol fr
fr map ip 1.1.1.1 100 broadcast
fr dlci 100
ip address 1.1.1.2 255.255.255.0

interface LoopBack0
ip address 40.40.40.40 255.255.255.255

【OSPF 配置】: ospf 1
peer 1.1.1.1
area 0.0.0.0
network 1.1.1.0 0.0.0.255
network 40.40.40.40 0.0.0.0

【R2】170: interface Serial6/1

link-protocol fr
fr map ip 2.2.2.1 200 broadcast
fr dlci 200
ip address 2.2.2.2 255.255.255.0

interface LoopBack0
ip address 20.20.20.20 255.255.255.255

【OSPF 配置】: ospf 1
peer 2.2.2.1
area 0.0.0.0
network 2.2.2.0 0.0.0.255
network 20.20.20.20 0.0.0.0

【实验总结】

R1(160):因为路由缺失，才需要划分点到点子接口,每个子接口对应一个点到点的连接,所以每个链路都会有一个 DR.

*[r1]dis ospf p

OSPF Process 1 with Router ID 1.1.1.1
Neighbor Brief Information

Area: 0.0.0.0

| Router ID | Address | Pri | Dead-Time | Interface | State |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.2.2.2 | 2.2.2.2 | 1 | 100 | S6/3.2 | Full/DR |
| 192.168.1.190 | 1.1.1.2 | 1 | 108 | S6/3.1 | Full/DR |

[r2]dis ospf p

OSPF Process 1 with Router ID 2.2.2.2
Neighbor Brief Information

Area: 0.0.0.0

| Router ID | Address | Pri | Dead-Time | Interface | State |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.1.1.1 | 2.2.2.1 | 1 | 102 | S6/1 | |

1. ☆☆☆：在 190 上接口默认 NBMA 类型，强制改成 p2p 类型后，邻居消失!! 为什么呢？不是说邻居依然 full 只是学不到路由吗？
答：以上说情况只适用于 p2p 和广播类型对应，
2. ☆☆☆:[H3C]undo interface s6/3.1 :删除子接口
3. ☆☆☆:无论是 P2P/P2MP 网络类型接口,邻居依然 UP
如下所示：

[r1]dis ospf p

OSPF Process 1 with Router ID 1.1.1.1
Neighbor Brief Information
Area: 0.0.0.0

把 160 的子接口分别改为 p2p 和 p2mp 分别有什么现象-------SYV0.1:帧中继+ospf+p2p 类型的子接口

答：改成 P2MP 邻居消失，改成 P2P 邻居不消失

P2P 不需要指 PEER,P2MP 需要指 peer，这是因为 P2P 一对一，P2MP 一对多

| Router ID | Address | Pri | Dead-Time | Interface | State |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.2.2.2 | 2.2.2.2 | 1 | 96 | S6/3.2 | Full/DR |
| 192.168.1.190 | 1.1.1.2 | 1 | 112 | S6/3.1 | Full/DR |

【注意事项】：1.子接口网络类型(P2MP/P2P)是帧中继里面的，子接口的网络类型还是和主接口的网络类型一致，在帧中继网络中默认为 NBMA

2.当帧中继接口类型是 DCE 或 NNI（Network-to-Network Interface）时，必须为接口（不论是主接口还是子接口）手工配置虚电路 dlci。当帧中继接口类型是 DTE 时，如果接口是主接口，则系统会根据对端设备自动确定虚电路，也可以手工配置虚电路；而如果是子接口，则必须手动为接口配置虚电路。

虚电路号在一个物理接口上是唯一的。

# 实验 9——多区域 OSPF 邻居 Down 的原因有哪些?

1).数据链路层协议 Down 的时候
2).建立邻居的物理接口 Down 的时候
3).下一跳不可达时
4).双方接口网络类型不同：
P2P – Broadcast 可以
P2p – p2mp 不行
P2p—nbma 不可以
Broadcast – p2mp 不行
Broadcast – nbma 不行
Nbma -- p2mp 可以（不同网络接口类型可以 UP 的原因：Hello/dead 间隔不匹配）

5).接口上没有激活 OSPF
:就是在 network 语句的时候没有匹配清楚，比如配置了错误的反掩码不对，在 dis ip ospf interface 的时候就不会显示你所希望激活的接口
6).在广播链路上的子网掩码不匹配
7).Hello/dead 间隔不匹配（可以手工改吗？）
8).认证方式或者认证密码不匹配
9).双方路由器的 Area-ID 不同；
10).Stub/NSSA 区域类型不匹配
12).双方的 MTU 值不匹配（默认 MTU=0）（怎么查看？）
13).在广播/NBMA 网络上需要选择 DR,而这时双方优先级却都是零（DRother 之间为 2Way 是正常情况）至少有一个接口的路由器优先级大于零。
14).网络拥塞的时候也会导致 Peer Down
16).在 NBMA 类型的网络中必须手工配置邻居（peer X.X.X.X）
17).区域的 Stub 属性必须一致
18）ROUTER ID 有重复
19）检查 OSPF 定时器，在同一接口上邻居失效时间应至少为 Hello 报文发送时间间隔的 4 倍。

---

什么情况下会导致 OSPF 邻居 UP 了；但是又 Down 了
1).网络拥塞的时候会导致 Peer 一会 UP ；一会 Down；
2).

## OSPF 路由信息不正确

**故障现象**

OSPF 不能发现其他区域的路由。

**分析**

应保证骨干区域与所有的区域相连接。若一台路由器配置了两个以上的区域，则至少有一个区域应与骨干区域相连。骨干区域不能配置成 Stub 区域。

在 Stub 区域内的路由器不能接收外部 AS 的路由。如果一个区域配置成 Stub 区域，则与这个区域相连的所有路由器都应将此区域配置成 Stub 区域。

**处理过程**

使用 display ospf peer 命令查看 OSPF 邻居状态。

使用 display ospf interface 命令查看 OSPF 接口的信息。

使用 display ospf lsdb 查看 LSDB 的信息是否完整。

使用 display current-configuration configuration ospf 命令查看区域是否配置正确。若配置了两个以上的区域，则至少有一个区域与骨干区域相连。

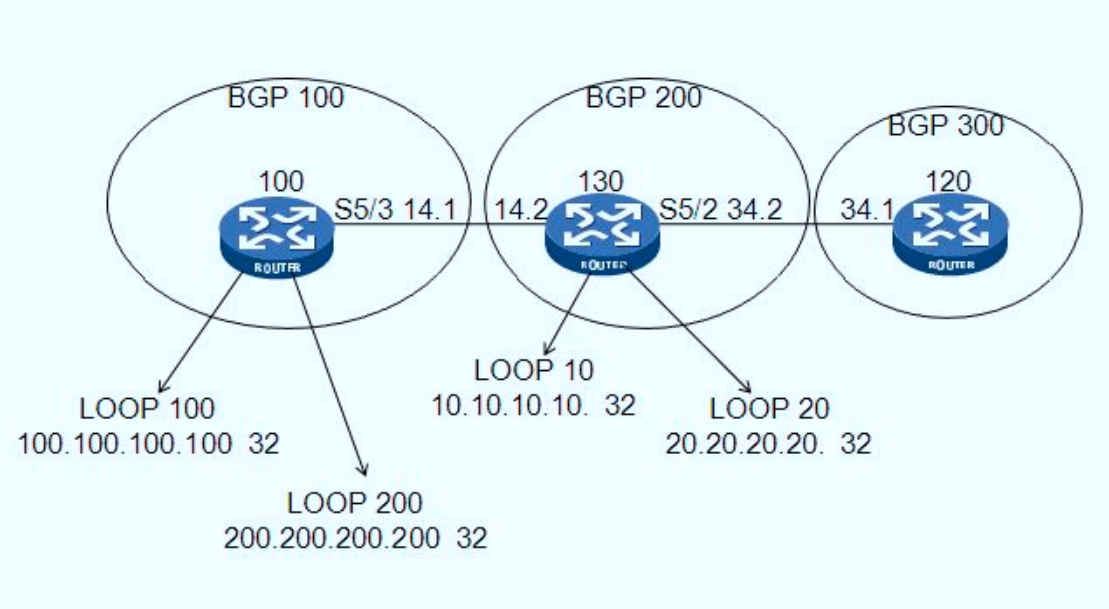
如果某区域是 Stub 区域，则该区域中的所有路由器都要配置 stub 命令；如果某区域是 NSSA 区域，则该区域中的所有路由器都要配置 nssa 命令。

如果配置了虚连接，使用 display ospf vlink 命令查看 OSPF 虚连接是否正常。

# 第二部分 BGP 路由实验

## 实验 10—— BGP as-path acl 拒绝+允许模式

【拓扑图】:




【实验配置】:

100：bgp 100
network 100.100.100.100 255.255.255.255
network 200.200.200.200 255.255.255.255
undo synchronization
peer 14.14.14.2 as-number 200
group 200 external
peer 14.14.14.2 group 200
interface LoopBack100
ip address 100.100.100.100 255.255.255.25
interface LoopBack200
ip address 200.200.200.200 255.255.255.255

130：bgp 200
network 10.10.10.10 255.255.255.255
network 20.20.20.20 255.255.255.255
undo synchronization
peer 14.14.14.1 as-number 100
peer 34.34.34.1 as-number 300
group 100 external
peer 14.14.14.1 group 100

```
group 300 external
peer 34.34.34.1 group 300
interface LoopBack10
ip address 10.10.10.10 255.255.255.255
interface LoopBack20
ip address 20.20.20.20 255.255.255.255
```

```
120： bgp 300
undo synchronization
peer 34.34.34.2 as-number 200
group 200 external
peer 34.34.34.2 group 200
```

**********

第一种策略方法(Acl+拒绝模式);

```
130： acl number 2000
rule 10 permit source 100.100.100.100 0
rule 20 permit source 200.200.200.200 0
rule 30 deny
acl number 2001
rule 10 permit source 10.10.10.10 0
rule 20 permit source 20.20.20.20 0
rule 30 den
route-policy 1 deny node 0
if-match acl 2000
route-policy 1 permit node 1
if-match acl 2001
peer 34.34.34.1 route-policy 1 export
```

```
120: [R-3-bgp]dis bgp rou
BGP Local router ID is 192.168.1.120
     Network          NextHop        MED        LocPrf     PrefVal Path/Ogn
*>   10.10.10.10/32   34.34.34.2     0                     0          200i
*>   20.20.20.20/32   34.34.34.2     0                     0          200i
```

第二种策略方法(as-path acl+拒绝模式);

```
120: ip as-path 1 permit _100$
ip as-path 1 deny .*
ip as-path 2 permit _200$
ip as-path 2 deny .*
route-policy 1 deny node 0
if-match as-path 1
route-policy 1 permit node 1
if-match as-path 2
```

bgp 300
peer 34.34.34.2 route-policy 1 import
120: [R-3-bgp]dis bgp rou
BGP Local router ID is 192.168.1.120

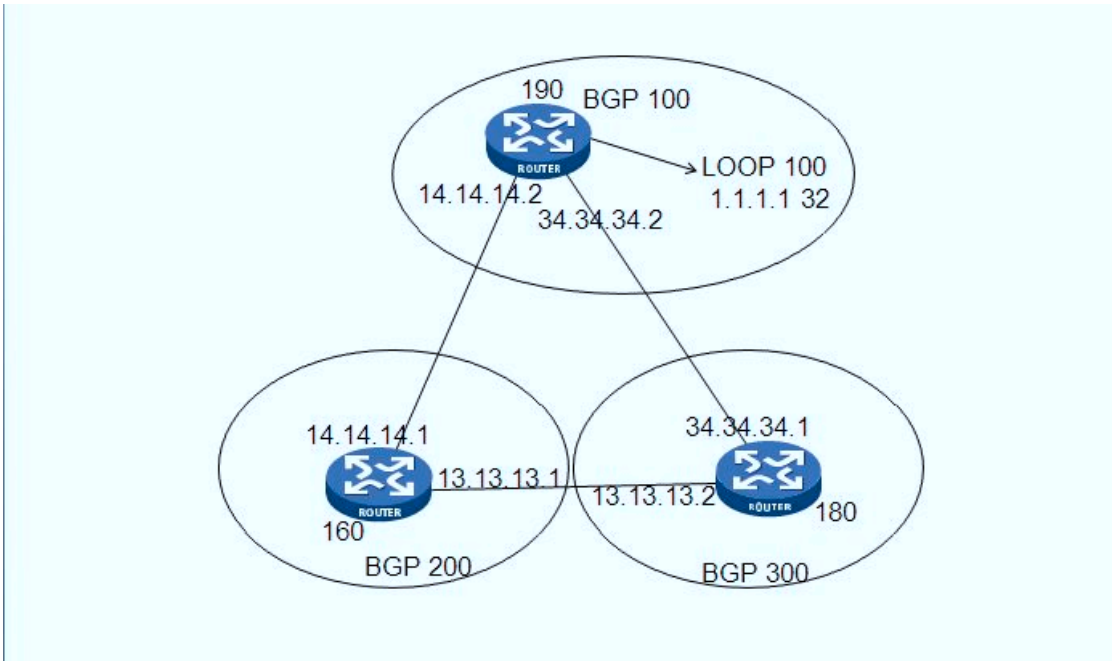
| | Network | NextHop | MED | LocPrf | PrefVal Path/Ogn |
|---|---|---|---|---|---|
| *> | 10.10.10.10/32 | 34.34.34.2 | 0 | 0 | 200i |
| *> | 20.20.20.20/32 | 34.34.34.2 | 0 | 0 | 200i |

第三种策略方法(as-path+允许模式);
120: ip as-path 1 permit _200$
ip as-path 1 deny .*
route-policy 1 permit node 0
if-match as-path 1
peer 34.34.34.2 route-policy 1 import
120: [R-3]dis bgp rou
BGP Local router ID is 192.168.1.120

| | Network | NextHop | MED | LocPrf | PrefVal Path/Ogn |
|---|---|---|---|---|---|
| *> | 10.10.10.10/32 | 34.34.34.2 | 0 | 0 | 200i |
| *> | 20.20.20.20/32 | 34.34.34.2 | 0 | 0 | 200i |

# 实验 11—— BGP as-path 属性

【拓扑图】:




【实验目的】: 190 上的私网；在 160 或 180 看 BGP 路由表；可得到路径短的走；
（基本环境起好后；直接查看 BGP 路由表；可获知 as-path 属性值）

【实验配置】:

190：bgp 100
network 1.1.1.1 255.255.255.255
undo synchronization
peer 14.14.14.1 as-number 200
peer 34.34.34.1 as-number 300
group 200 external
peer 14.14.14.1 group 200
group 300 external
peer 34.34.34.1 group 300
interface LoopBack100
ip address 1.1.1.1 255.255.255.255

160：bgp 200
undo synchronization
peer 13.13.13.2 as-number 300
peer 14.14.14.2 as-number 100
group 100 external
peer 14.14.14.2 group 100
group 300 external
peer 13.13.13.2 group 300

180：bgp 300

undo synchronization
peer 13.13.13.1 as-number 200
peer 34.34.34.2 as-number 100
group 100 external
peer 34.34.34.2 group 100
group 200 external
peer 13.13.13.1 group 200

☆☆☆：查看 160 路由表；可以看到 1.1.1.1 经过 14.14.14.0 网段去往 160；（经过一个 AS）；
*> 1.1.1.1/32 14.14.14.2 0 0 100i（一跳）

☆☆☆：查看 160 路由表；可以看到还有一条 1.1.1.1 经过 AS300 然后到 160；（经过两个 AS）；
* 13.13.13.2 0 300 100i（两跳）
☆☆☆：160 会优选 AS 路径跳数短的路由；（180 也是一样）
160：[R-1]dis bgp rou

Total Number of Routes: 2

BGP Local router ID is 192.168.1.160
Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
h - history, i - internal, s - suppressed, S - Stale
Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

| | Network | NextHop | MED | LocPrf | PrefVal | Path/Ogn |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *> | 1.1.1.1/32 | 14.14.14.2 | 0 | | 0 | 100i（一跳） |
| * | | 13.13.13.2 | | | 0 | 300 100i |

180：[R-3]dis bgp rou

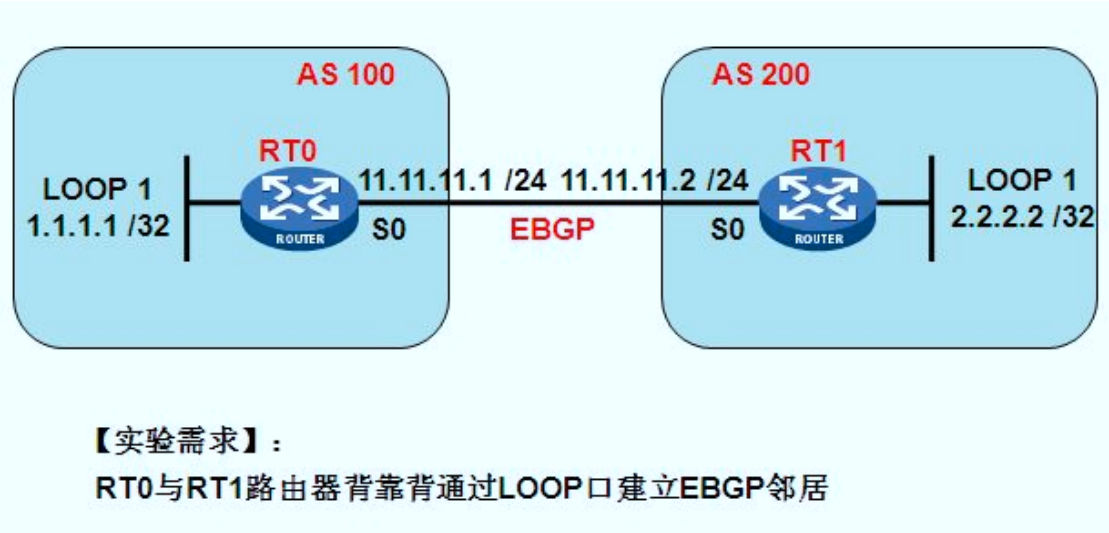
Total Number of Routes: 2

BGP Local router ID is 192.168.1.180
Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
h - history, i - internal, s - suppressed, S - Stale
Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

| | Network | NextHop | MED | LocPrf | PrefVal | Path/Ogn |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *> | 1.1.1.1/32 | 34.34.34.2 | 0 | | 0 | 100i |
| * | | 13.13.13.1 | | | 0 | 00 100i |

# 实验 12——BGP BGP 路由器通过 LOOP 口建立 EBGP 邻居

【拓扑图】:




【实验配置】:

rt0:

```
interface Serial0/2/0
 link-protocol ppp
 ip address 11.11.11.1 255.255.255.0
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
#
bgp 100
 undo synchronization
 peer 2.2.2.2 as-number 200
 group 200 external
 peer 2.2.2.2 group 200
 peer 2.2.2.2 ebgp-max-hop 64          //:当前路由器要与另外一个路由器建立 EBGP 连接，
                                         它们必须具有直连的物理链路，如果不满足这一要
                                         求，则必须使用 peer ebgp-max-hop 命令允许它们
                                         之间经过多跳建立 TCP 连接。

 peer 2.2.2.2 connect-interface LoopBack1     //:配置建立 TCP 连接使用的源接口为 LOOP 口.
#
 ip route-static 2.2.2.2 255.255.255.255 11.11.11.2     //:因为不启用静态;则没有对方的路由;
                                                           相应的就无法建立 EBGP 邻居.
```

rt1:

```
interface Serial0/2/0
 link-protocol ppp
```

```
 ip address 11.11.11.2 255.255.255.0
#
interface NULL0
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
bgp 200
 undo synchronization
 peer 1.1.1.1 as-number 100
 group 100 external
 peer 1.1.1.1 group 100
 peer 1.1.1.1 ebgp-max-hop 64          //:当前路由器要与另外一个路由器建立 EBGP 连接，
                                         它们必须具有直连的物理链路，如果不满足这一要
                                         求，则必须使用 peer ebgp-max-hop 命令允许它们
                                         之间经过多跳建立 TCP 连接。

 peer 1.1.1.1 connect-interface LoopBack1      //:配置建立 TCP 连接使用的源接口为 LOOP
口.

#
 ip route-static 1.1.1.1 255.255.255.255 11.11.11.1      //:因为不启用静态;则没有对方的路由;
                                                           相应的就无法建立 EBGP 邻居.


[rt0]dis bgp peer

 BGP local router ID : 1.1.1.1
 Local AS number : 100
 Total number of peers : 1                 Peers in established state : 1

  Peer            V     AS  MsgRcvd  MsgSent  OutQ PrefRcv Up/Down  State

  2.2.2.2         4    200       42       43     0        0 00:34:58 Established

[rt1]dis bgp peer

 BGP local router ID : 2.2.2.2
 Local AS number : 200
 Total number of peers : 1                 Peers in established state : 1

  Peer            V     AS  MsgRcvd  MsgSent  OutQ PrefRcv Up/Down  State

  1.1.1.1         4    100       42       42     0        0 00:36:43 Established
```

**配置建立TCP连接使用的源接口**

BGP使用TCP作为其传输层协议，缺省情况下，BGP使用到达对等体最佳路由的出接口作为与对等体/对等体组建立TCP连接的源接口。

当建立BGP连接的路由器之间存在冗余链路时，如果路由器上的一个接口发生故障down掉，建立TCP连接的源接口可能会随之发生变化，导致BGP需要重新建立TCP连接，造成网络振荡。

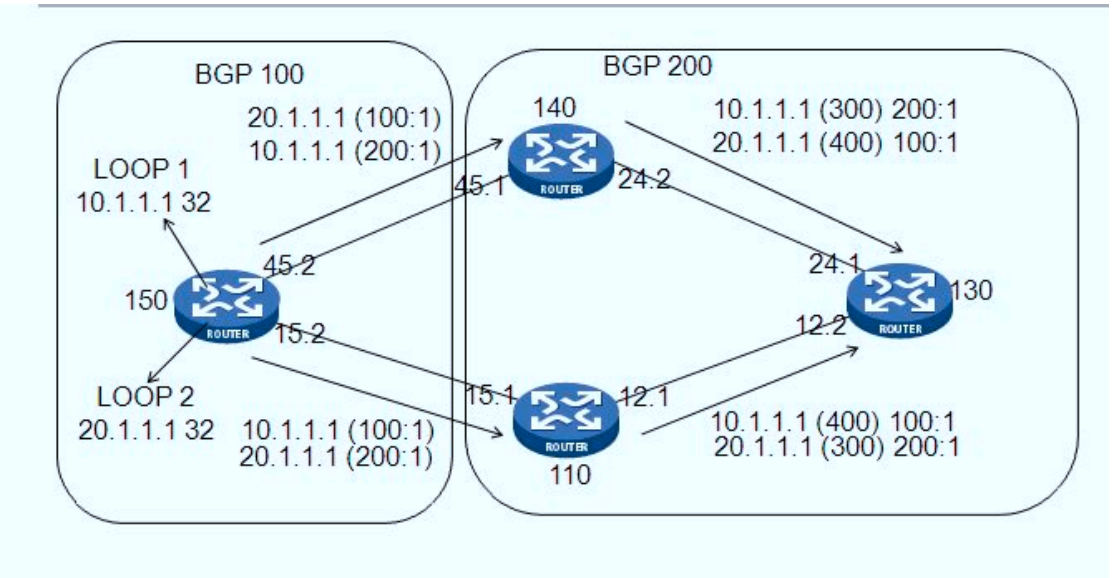
BGP对等体利用逻辑链路也可以建立对等体关系，并且Loopback接口通常比较稳定，建议网络管理员将建立TCP连接使用的源接口配置为Loopback接口，在网络中存在冗余链路时不会因为其中某个接口或链路的故障而使BGP连接中断，从而提高BGP连接的可靠性和稳定性。

表1-4 配置建立TCP连接使用的源接口

| 操作 | 命令 | 说明 |
| --- | --- | --- |
| 进入系统视图 | **system-view** | - |
| 进入BGP视图 | **bgp** *as-number* | - |
| 配置与对等体/对等体组创建BGP会话时建立TCP连接使用的源接口 | **peer** { *group-name* \| *ip-address* } **connect-interface** *interface-type interface-number* | 必选<br>缺省情况下，BGP使用到达BGP对等体的最佳路由的出接口作为与对等体/对等体组创建BGP会话时建立TCP连接的源接口 |

# 实验 13—— BGP Community+local-preference

【拓扑图】:




【实验需求】: 通过团体属性做策略使 130 去 10.1.1.1 从 110 走，去 20.1.1.1 从 140 走；

【实验配置】:

150：interface LoopBack1
ip address 10.1.1.1 255.255.255.255
interface LoopBack2
ip address 20.1.1.1 255.255.255.255
acl number 3001
rule 10 permit ip source 10.1.1.1 0
acl number 3002
rule 10 permit ip source 20.1.1.1 0
bgp 100
network 10.0.0.0
network 10.1.1.1 255.255.255.255
network 20.0.0.0
network 20.1.1.1 255.255.255.255
undo synchronization
peer 45.45.45.1 as-number 200
peer 15.15.15.1 as-number 200
group 200 external
peer 15.15.15.1 group 200
peer 15.15.15.1 route-policy 10 export
peer 15.15.15.1 advertise-community
peer 45.45.45.1 group 200

```
peer 45.45.45.1 route-policy 20 export
peer 45.45.45.1 advertise-community

route-policy 10 permit node 10
if-match acl 3001
apply community 100:1
route-policy 10 permit node 20
if-match acl 3001
apply community 200:1
route-policy 20 permit node 10
if-match acl 3002
apply community 100:1
```

110：

```
bgp 200
undo synchronization
peer 15.15.15.2 as-number 100
peer 15.15.15.2 route-policy 10 import
group 100 external
group 200 internal
peer 12.12.12.2 group 200
peer 12.12.12.2 next-hop-local
route-policy 10 permit node 10
if-match community 1
apply local-preference 400
route-policy 20 permit node 20
if-match community 2
apply local-preference 300
ip community-list 1 permit    100:1
ip community-list 2 permit    200:1
```

140：

```
bgp 200
undo synchronization
peer 45.45.45.2 as-number 100
group 200 internal
peer 24.24.24.1 group 200
peer 24.24.24.1 next-hop-local
group 100 external
peer 45.45.45.2 group 100
peer 45.45.45.2 route-policy 20 import
route-policy 20 permit node 20
if-match community 1
apply local-preference 400
route-policy 20 permit node 30
if-match community 2
apply local-preference 300
```

```
ip community-list 1 permit    100:1
ip community-list 2 permit    200:1
```

130 路由表：未做策略之前

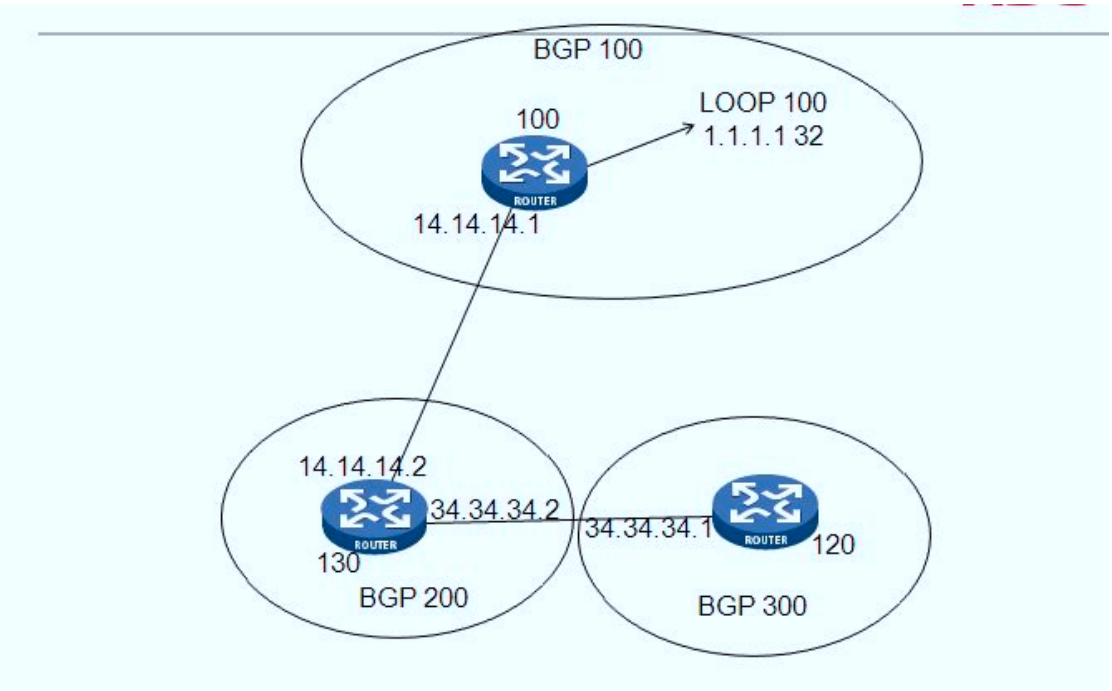
```
[R-130]dis bgp ro

 Total Number of Routes: 4

 BGP Local router ID is 192.168.1.130
 Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
               h - history,    i - internal, s - suppressed, S - Stale
               Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
      Network            NextHop          MED        LocPrf     PrefVal Path/Ogn

 *>i 10.1.1.1/32         12.12.12.1       0          100        0       100i
 * i                     24.24.24.2       0          100        0       100i
 *>i 20.1.1.1/32         12.12.12.1       0          100        0       100i
 * i                     24.24.24.2       0          100        0       100i
```

做策略之后的路由表

```
[R-130]dis bgp ro

 Total Number of Routes: 2

 BGP Local router ID is 192.168.1.130
 Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
               h - history,    i - internal, s - suppressed, S - Stale
               Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
      Network            NextHop          MED        LocPrf     PrefVal Path/Ogn

 *>i 10.1.1.1/32         12.12.12.1       0          400        0       100i
 *>i 20.1.1.1/32         24.24.24.2       0          400        0       100i
```

# 实验 14—— BGP Community 属性 1

【拓扑图】:




【实验目的】: 通过 100 上配置 no-export 团体属性；使得 AS100 发布到 AS200 中的路由，不再被 AS200 向其他 AS 公布；

【实验配置】:

100：bgp 100
Network 100.100.100.100 255.255.255.255
undo synchronization
peer 14.14.14.2 as-number 200
group 200 external
peer 14.14.14.2 group 200
peer 14.14.14.2 route-policy 1 export
peer 14.14.14.2 advertise-community
route-policy 1 permit node 0
apply community no-export
interface LoopBack100
ip address 100.100.100.100 255.255.255.255

120：bgp 300
undo synchronization
peer 34.34.34.2 as-number 200
group 200 external

peer 34.34.34.2 group 200

130： bgp 200

undo synchronization

peer 14.14.14.1 as-number 100

peer 34.34.34.1 as-number 300

group 100 external

peer 14.14.14.1 group 100

group 300 external

peer 34.34.34.1 group 300

130： [R-4]dis bgp rou

[R-4]dis bgp routing-table 100.100.100.100 //:查看 loop 100 明细 BGP 路由表;

BGP local router ID : 20.20.20.20

Local AS number : 200

Paths: 1 available, 1 best

BGP routing table entry information of 100.100.100.100/32:

From : 14.14.14.1 (192.168.1.100)

Original nexthop: 14.14.14.1

Community: No-Export（不通告给联盟/AS 外的 BGP 相邻体）

AS-path : 100

Origin : igp

Attribute value : MED 0, pref-val 0, pre 255

State : valid, external, best,

Not advertised to any peers yet

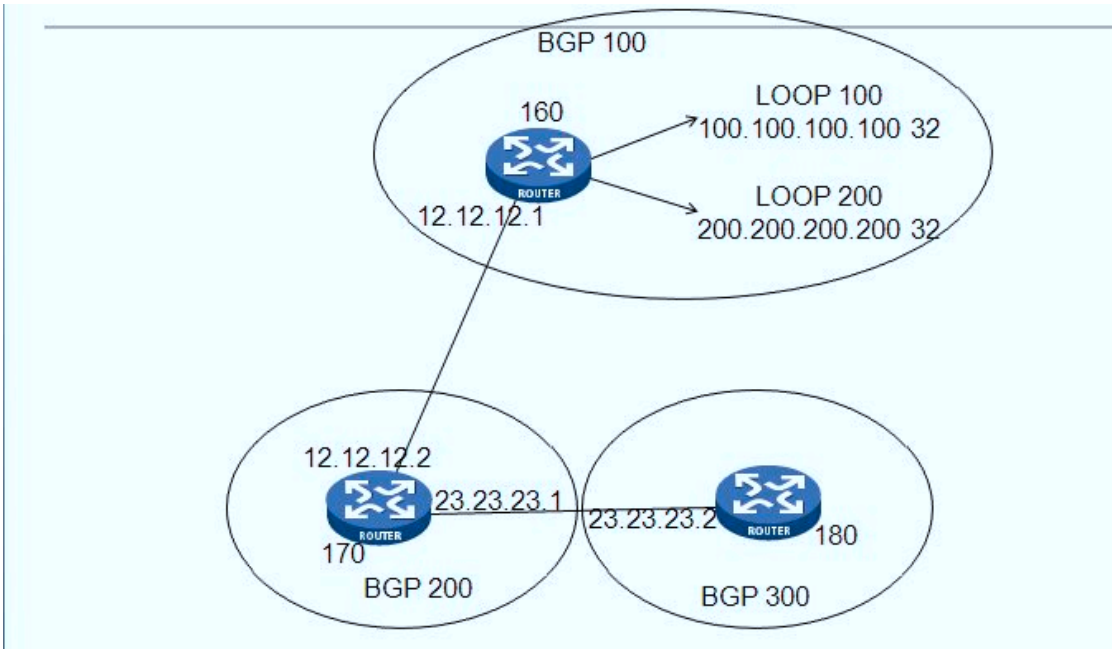
☆☆☆:此时 AS300 中的 120 路由器的路由表为空；

【注意】:

- no-export
  → 不通告给联盟/AS 外的 BGP 相邻体
- no-advertise
  → 不通告给任何 BGP 相邻体
- local-AS
  → 不通告给 EBGP 相邻体

# 实验 15—— BGP Community 属性 2

【实验环境】:




【实验目的】: 利用团体属性使 180 可以学到 200.200.200.200 的路由；却不可以学到 100.100.100.100 路由；

【实验配置】:

160： bgp 100
network 100.100.100.100 255.255.255.255
network 200.200.200.200 255.255.255.255
undo synchronization
peer 12.12.12.2 as-number 200
group 200 external
peer 12.12.12.2 group 200
interface LoopBack100
ip address 100.100.100.100 255.255.255.255
interface LoopBack200
ip address 200.200.200.200 255.255.255.255

170： bgp 200
undo synchronization
peer 12.12.12.1 as-number 100
peer 23.23.23.2 as-number 300
group 100 external
peer 12.12.12.1 group 100
group 300 external
peer 23.23.23.2 group 300

180： bgp 300
undo synchronization
peer 23.23.23.1 as-number 200
group 200 external
peer 23.23.23.1 group 200

# 错误的配置

160： acl number 2000
rule 0 permit source 200.200.200.200 0
rule 1 deny
acl number 2001
rule 10 permit source 100.100.100.100 0
rule 20 deny
route-policy 1 permit node 0
if-match acl 2000
apply community no-export
peer 12.12.12.2 route-policy 1 export
peer 12.12.12.2 advertise-community

170： [R-2-bgp]dis bgp rou
BGP Local router ID is 192.168.1.170
Network NextHop MED LocPrf PrefVal Path/Ogn

*> 200.200.200.200/32 12.12.12.1 0 0 100i

180： [R-3]dis bgp rou
Total Number of Routes: 0 ☆☆☆：此时 180 路由表为空；

170： [R-2-bgp]dis bgp rou 100.100.100.100
No such a network in BGP routing table
[R-2-bgp]
[R-2-bgp]
[R-2-bgp]dis bgp rou 200.200.200.200
BGP local router ID : 192.168.1.170
Local AS number : 200
Paths: 1 available, 1 best

BGP routing table entry information of 200.200.200.200/32:
From : 12.12.12.1 (10.10.0.1)

Original nexthop: 12.12.12.1
Community : No-Export
AS-path : 100
Origin : igp
Attribute value : MED 0, pref-val 0, pre 255
State : valid, external, best,
Not advertised to any peers yet

# 正确的配置

160：acl number 2000
rule 10 permit source 100.100.100.100 0
rule 20 deny
acl number 2001
rule 10 permit source 200.200.200.200 0
rule 20 deny
route-policy 1 permit node 0
if-match acl 2000
apply community no-export

route-policy 1 permit node 1
if-match acl 2001
apply community internet
peer 12.12.12.2 route-policy 1 export
peer 12.12.12.2 advertise-community

170：[R-2]dis bgp rou
BGP Local router ID is 192.168.1.170

| | Network | NextHop | MED | LocPrf | PrefVal | Path/Ogn |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *> | 100.100.100.100/32 | 12.12.12.1 | 0 | 0 | | 100i |
| *> | 200.200.200.200/32 | 12.12.12.1 | 0 | 0 | | 100i |

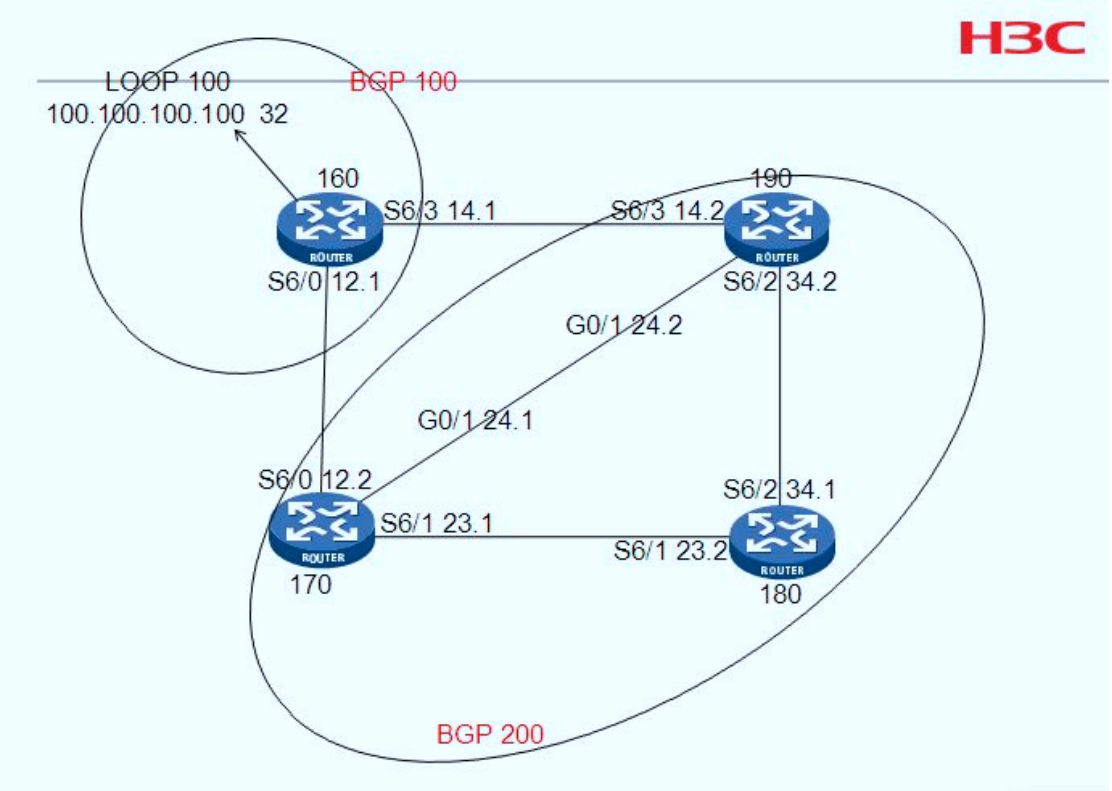
180：[R-3]dis bgp rou
BGP Local router ID is 192.168.1.180

| | Network | NextHop | MED | LocPrf | PrefVal | Path/Ogn |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *> | 200.200.200.200/32 | 23.23.23.1 | | 0 | 200 | 100i |

# 实验 16—— BGP 属性（选路）

【拓扑图】：

**<Local-Preference 属性>**




【实验配置】:

**160：** bgp 100
network 100.100.100.100 255.255.255.255
undo synchronization
peer 12.12.12.2 as-number 200
peer 14.14.14.2 as-number 200
group 200 external
peer 12.12.12.2 group 200
peer 14.14.14.2 group 200
interface LoopBack 100
ip address 100.100.100.100 32

**170：** bgp 200
undo synchronization
peer 12.12.12.1 as-number 100
group 100 external
peer 12.12.12.1 group 100
group 200 internal

peer 23.23.23.2 group 200
peer 24.24.24.2 group 200

180：bgp 200
undo synchronization
group 200 interna
peer 34.34.34.2 group 200
peer 23.23.23.1 group 200
190：bgp 200
preference 200 200 200
undo synchronization
peer 14.14.14.1 as-number 100
group 100 external
peer 14.14.14.1 group 100
group 200 internal
peer 34.34.34.1 group 200
peer 24.24.24.1 group 200

（1）在 170 上指定下一跳为本地；在 190 上不指定下一跳为本地；

180：
[R-3]dis bgp rou
BGP Local router ID is 192.168.1.180

| | Network | NextHop | MED | LocPrf | PrefVal | Path/Ogn |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *>i | 100.100.100.100/32 | 23.23.23.1 | 0 | 100 | 0 | 100i |
| i | | 14.14.14.1 | 0 | 100 | 0 | 100i |

☆☆☆：因为去往 100 的下一跳 14.1 不可达所以不是最优的；

（2）在 190 上指定下一跳为本地后；
180：
[R-3]dis bgp rou
BGP Local router ID is 192.168.1.180

| | Network | NextHop | MED | LocPrf | PrefVal | Path/Ogn |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *>i | 100.100.100.100/32 | 23.23.23.1 | 0 | 100 | 0 | 100i |
| * i | | 34.34.34.2 | 0 | 100 | 0 | 100i |

☆☆☆：因为 170 的 Route-id 是 192.168.1.170；190 的 Route-id 是 192.168.1.190； 170 的 Route-id 小于 190 的 Route-id；所以去往 100 的路由不会从 34.34.34.0 的网段走；

（3）在 190：[R-4-bgp]default local-preference 200（修改本地优先级为 200）

180：[R-3]dis bgp rou

BGP Local router ID is 192.168.1.180

| | Network | NextHop | MED | LocPrf | PrefVal | Path/Ogn |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *>i | 100.100.100.100/32 | 34.34.34.2 | 0 | 200 | 0 | 100i |
| * i | | 3.23.23.1 | 0 | 100 | 0 | 100i |

☆☆☆：此时 180 去往 100 网段的下一跳变为 34.34.34.2

（4）在 170 和 190 之间建立 IBGP 关系；

190：interface LoopBack100
ip address 200.200.200.200 32
bgp 200
network 200.200.200.200 32

170：[R-2]dis bgp rou
BGP Local router ID is 192.168.1.170

| | Network | NextHop | MED | LocPrf | PrefVal | Path/Ogn |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *> | 100.100.100.100/32 | 12.12.12.1 | 0 | | 0 | 100i |
| i | | 14.14.14.1 | 0 | 200 | 0 | 100i |
| *>i | 200.200.200.200/32 | 24.24.24.2 | 0 | 200 | | |

☆☆☆：红色 i 代表 170 去往 200 网段的路由是从 IBGP 邻居 190 学到的；并不是从 EBGP 邻居 160 学到的；

（5）：在 190：[R-4]bgp 200
peer 24.24.24.1 next-hop-local

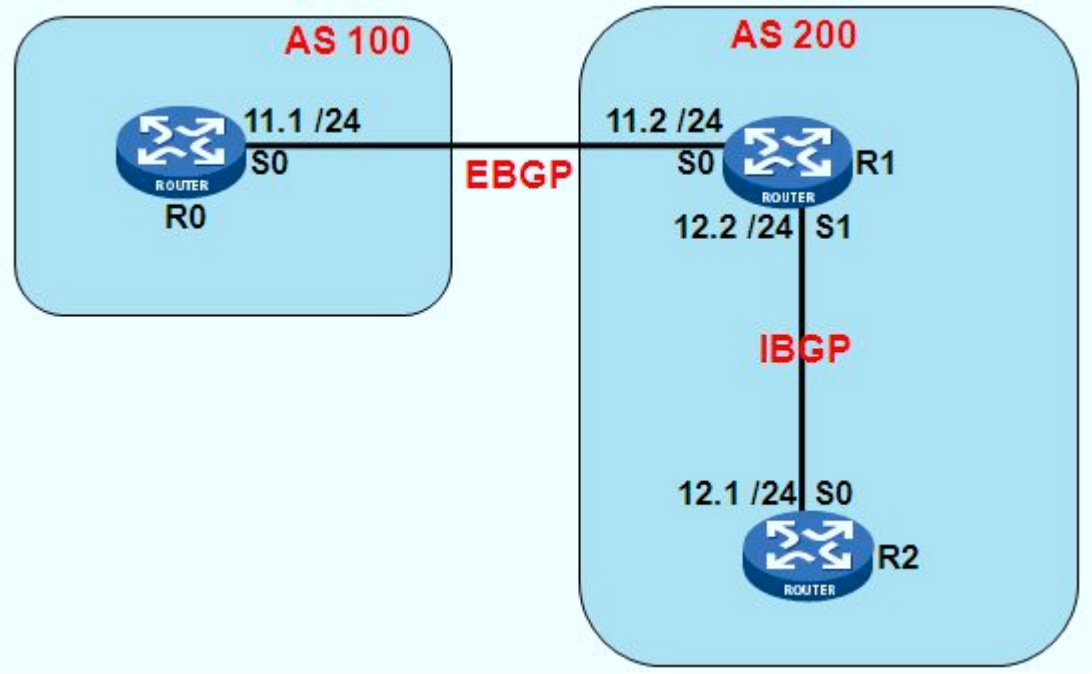
170：[R-2]dis bgp rou
BGP Local router ID is 192.168.1.170

| Network | NextHop | MED | LocPrf | PrefVal | Path/Ogn |
|---|---|---|---|---|---|
| *>i 100.100.100.100/32 | 24.24.24.2 | 0 | 200 | 0 | 100i |
| * | 12.12.12.1 | 0 | | 0 | 100i |
| *>i 200.200.200.200/32 | 24.24.24.2 | 0 | 200 | 0 | i |

☆☆☆：重启 BGP 邻居：《》refresh bgp 100

# 实验 17—— BGP MD5 认证

【拓扑图】:




【实验命令描述】: 用 peer password 命令来配置 BGP 建立 TCP 连接时进行 MD5 认证。

缺省情况下，BGP 在建立 TCP 连接时不进行 MD5 认证。

如果启用 MD5 认证，参与认证的双方必须配置完全一致的认证方式和密码，否则将因为无法通过认证而不能建立 TCP 连接。

【实验目的】: 用 peer password 命令来建立 R0-R1/R1=R2 路由器间的 MD5 验证。

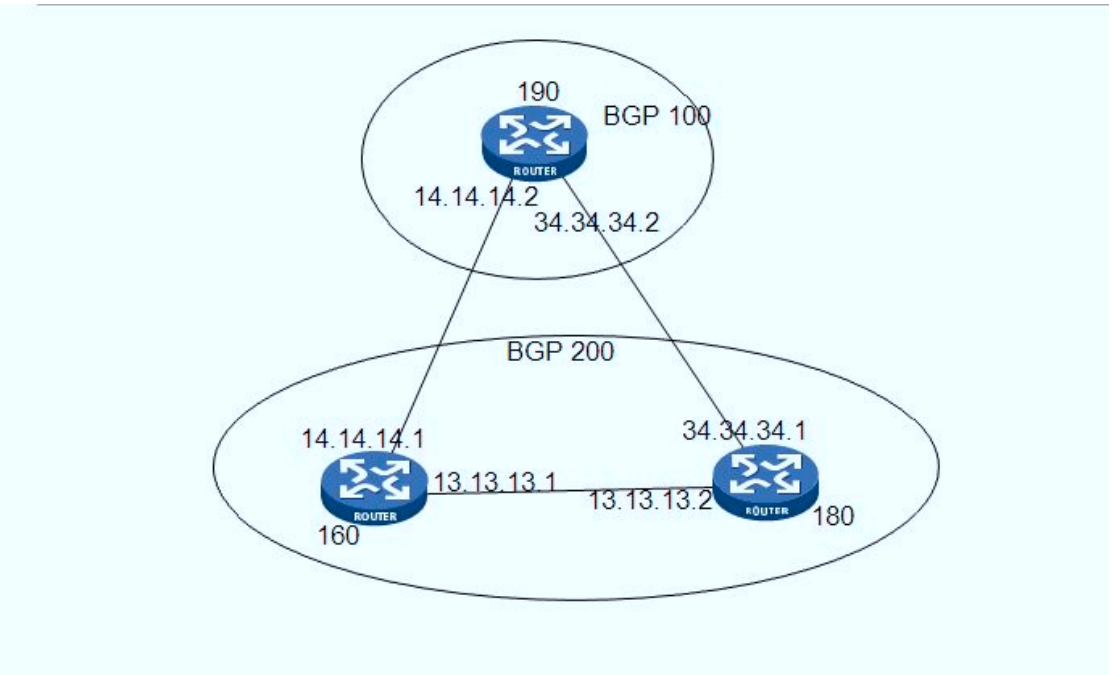
【实验配置】:

```
[rt0]:
#
interface Serial0/2/0
 link-protocol ppp
 ip address 11.11.11.1 255.255.255.0
#
bgp 100
 undo synchronization
 peer 11.11.11.2 as-number 200
 group 200 external
 peer 11.11.11.2 group 200
 peer 11.11.11.2 password simple wbb
#
```

```
[rt1]:
#
interface Serial0/2/0
 link-protocol ppp
 ip address 11.11.11.2 255.255.255.0
#
interface Serial0/2/1
 link-protocol ppp
 ip address 12.12.12.2 255.255.255.0
#
bgp 200
 undo synchronization
 peer 11.11.11.1 as-number 100
 group 100 external
 peer 11.11.11.1 group 100
 peer 11.11.11.1 password simple wbb
 group 200 internal
 peer 12.12.12.1 group 200
 peer 12.12.12.1 password simple wangbingbing
#

[rt2]:
#
interface Serial0/2/0
 link-protocol ppp
 ip address 12.12.12.1 255.255.255.0
#
bgp 200
 undo synchronization
 group 200 internal
 peer 12.12.12.2 group 200
 peer 12.12.12.2 password simple wangbingbing
#
```

# 实验 18—— BGP med 属性

【拓扑图】:




【实验目的】: 190 去往 13 网段会有 2 个途径；可以通过设置 MED 属性；优先从管理员希望走的路径去往 13 网段。

【实验配置】:

190：bgp 100
undo synchronization
peer 14.14.14.1 as-number 200
peer 34.34.34.1 as-number 200
group 200 external
peer 14.14.14.1 group 200
peer 34.34.34.1 group 200

160：bgp 200
network 13.13.13.0 255.255.255.252
undo synchronization
peer 14.14.14.2 as-number 100
group 100 external
peer 14.14.14.2 group 100
group 200 internal
peer 13.13.13.2 group 200

180：bgp 200
network 13.13.13.0 255.255.255.252
undo synchronization
peer 34.34.34.2 as-number 100

group 100 external
peer 34.34.34.2 group 100
group 200 internal
peer 13.13.13.1 group 200

190：[R-4]dis bgp rou
Total Number of Routes: 2

BGP Local router ID is 192.168.1.190
Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
h - history, i - internal, s - suppressed, S - Stale
Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

| | Network | NextHop | MED | LocPrf | PrefVal | Path/Ogn |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *> | 13.13.13.0/30 | 14.14.14.1 | 0 | 0 | | 200i |
| * | | 34.34.34.1 | 0 | 0 | | 200i |

☆☆☆：改变 160 的 med 值为 10；此时就会使得 190 去往 13.13.13.0 会走 med 默认为 0 的 180 走；

160：[R-1-bgp]default med 10

Med：以小为优；默认为 0；

190：[R-4]dis bgp rou

Total Number of Routes: 2

BGP Local router ID is 192.168.1.190
Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
h - history, i - internal, s - suppressed, S - Stale
Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

| | Network | NextHop | MED | LocPrf | PrefVal | Path/Ogn |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *> | 13.13.13.0/30 | 34.34.34.1 | 0 | 0 | | 200i |
| * | | 14.14.14.1 | 10 | 0 | | 200i |

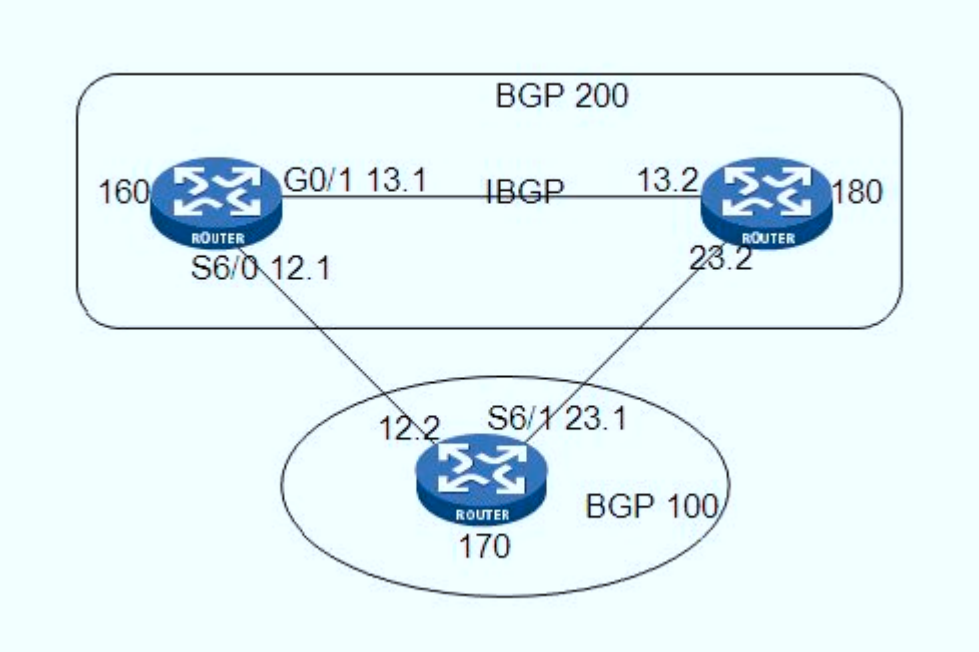
【实验总结】：MED 属性仅在相邻两个 AS 之间交换，收到此属性的 AS 一方不会再将其通告给任何其他第三方 AS。

MED 属性相当于 IGP 使用的度量值（metrics），它用于判断流量进入 AS 时的最佳路由。当一个运行 BGP 的路由器通过不同的 EBGP 对等体得到目的地址相同但下一跳不同的多条路由时，在其它条件相同的情况下，将优先选择 MED 值较小者作为最佳路由。

☆☆☆：可以通过配置 **compare-different-as-med** 命令，可以强制 BGP 比较来自不同 AS 的路由的 MED 属性值。

# 实验 19—— BGP Origin 属性

【拓扑图】:




【实验目的】: 在 160network 13 网络；在 180import-route direct ；从 170 可以看出；network 的 i； 比 import-route direct 的要优。

【实验配置】:

170: bgp 100
undo synchronization
peer 12.12.12.1 as-number 200
peer 23.23.23.2 as-number 200
group 200 external
peer 12.12.12.1 group 200
peer 23.23.23.2 group 200

160: bgp 200
network 13.13.13.0 30 路由是 i
undo synchronization
peer 12.12.12.2 as-number 100
group 100 external
peer 12.12.12.2 group 100
group 200 internal
peer 13.13.13.2 group 200

180: bgp 200
import-route direct 路由是？
undo synchronization
peer 23.23.23.1 as-number 100

group 100 external
peer 23.23.23.1 group 100
group 200 internal
peer 13.13.13.1 group 200

170: [R-2]dis bgp rou

| | Network | NextHop | MED | LocPrf | PrefVal | Path/Ogn |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *> | 13.13.13.0/30 | 12.12.12.1 | 0 | 0 | | 200i |
| * | | 23.23.23.2 | 0 | 0 | | 200? |

**********

160： [R-1-bgp]default med 100
180： [R-3-bgp]default med 50

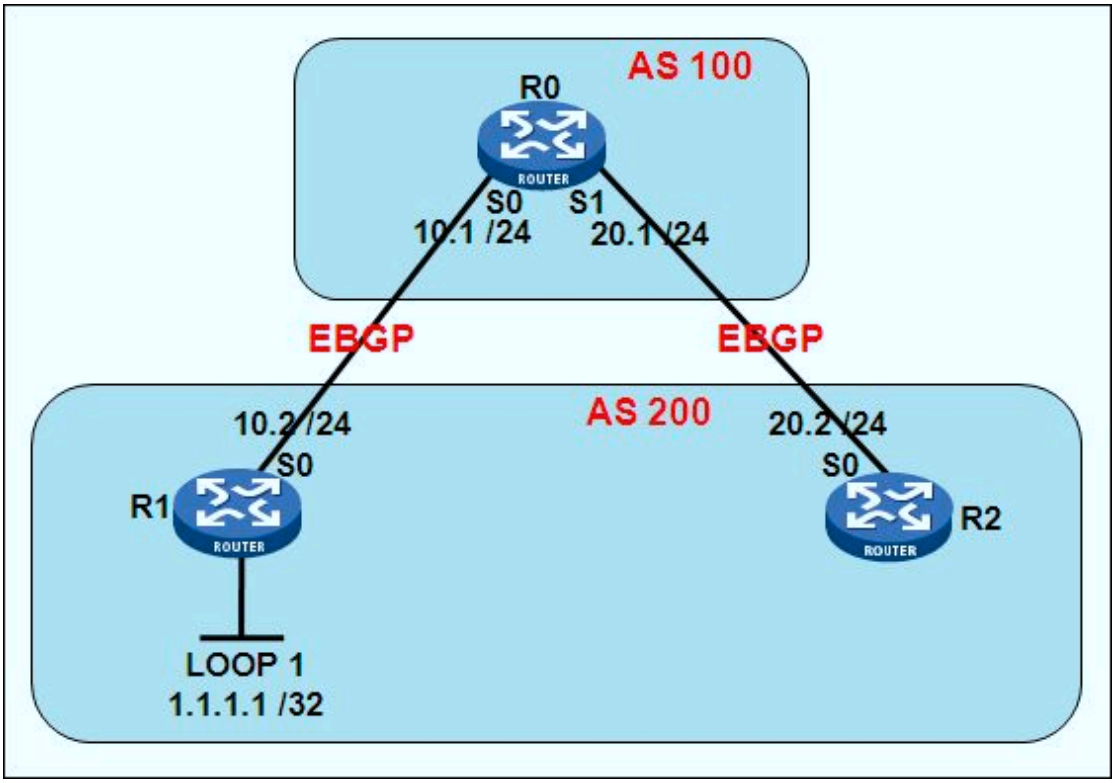
170： [R-2]dis bgp rou
BGP Local router ID is 192.168.1.170

| | Network | NextHop | MED | LocPrf | PrefVal | Path/Ogn |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *> | 13.13.13.0/30 | 12.12.12.1 | 100 | 0 | | 200i |
| * | | 23.23.23.2 | 50 | 0 | | 200? |

☆☆☆：修改了 med 值后并没有改变下一跳；说明优先匹配起源属性；

# 实验 20—— BGP peer allow-as-loop

【拓扑图】:




【实验命令描述】: peer allow-as-loop 命令用来配置允许本地 AS 号在所接收的路由的 AS_PATH 属性中出现，并可同时配置允许重复的次数。缺省情况下，不允许本地 AS 号重复。

【实验配置】:

[rt0]:

```
interface Serial0/2/0
 link-protocol ppp
 ip address 10.10.10.1 255.255.255.0
#
interface Serial0/2/1
 link-protocol ppp
 ip address 20.20.20.1 255.255.255.0
#
bgp 100
 undo synchronization
 peer 20.20.20.2 as-number 200
 peer 10.10.10.2 as-number 200
 group 200 external
 peer 10.10.10.2 group 200
 peer 20.20.20.2 group 200
```

```
#
[rt1]:
#
interface Serial0/2/0
 link-protocol ppp
 ip address 10.10.10.2 255.255.255.0
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
#
bgp 200
 network 1.1.1.1 255.255.255.255
 undo synchronization
 peer 10.10.10.1 as-number 100
 group 100 external
 peer 10.10.10.1 group 100
 group 200 internal
 peer 12.12.12.2 group 200
#
[rt2]:
#
interface Serial0/2/1
 link-protocol ppp
 ip address 20.20.20.2 255.255.255.0
#
bgp 200
 undo synchronization
 peer 20.20.20.1 as-number 100
 group 100 external
 peer 20.20.20.1 group 100
 peer 20.20.20.1 allow-as-loop
 group 200 internal
 peer 12.12.12.1 group 200
#
```

没有配置 peer 20.20.20.1 allow-as-loop 1 前的路由表：<为空>

```
[rt2-bgp]dis bgp routing-table

 Total Number of Routes: 0
```

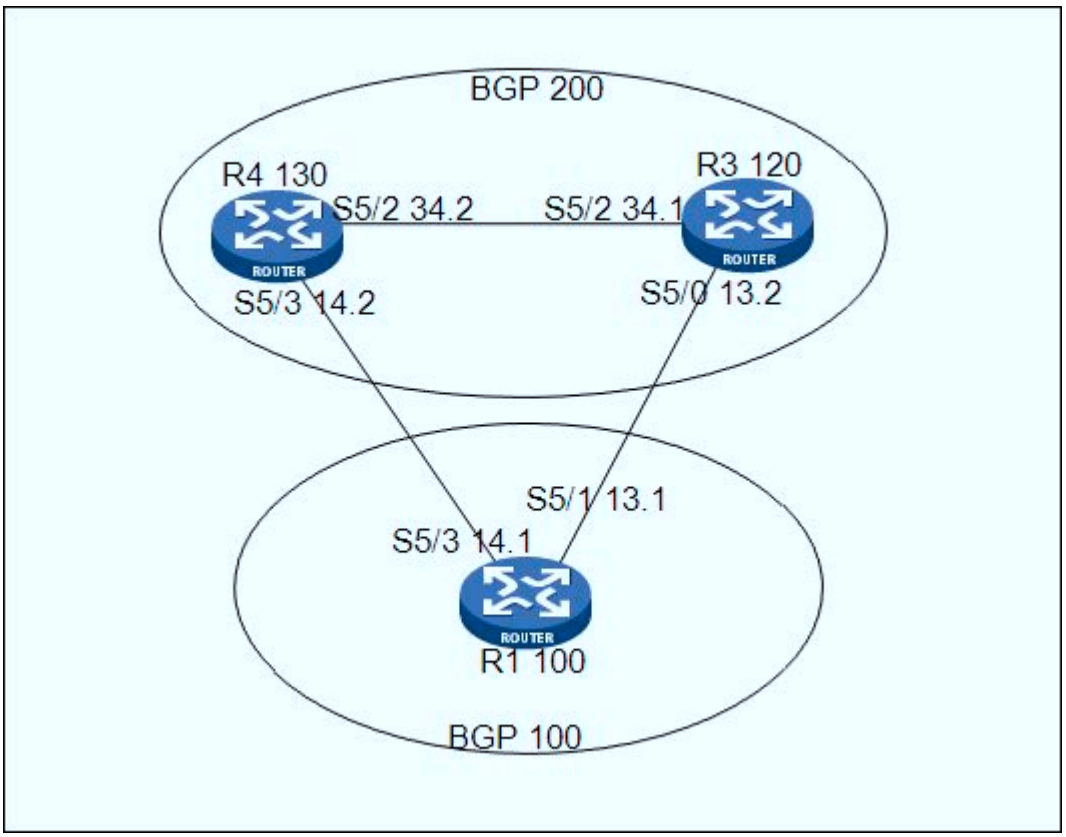
配置 peer 20.20.20.1 allow-as-loop 1 后的路由表：<已经学到>

```
[rt2-bgp]dis bgp routing-table
```

```
Total Number of Routes: 1

BGP Local router ID is 20.20.20.2
Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
                  h - history,    i - internal, s - suppressed, S - Stale
                  Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
     Network            NextHop            MED        LocPrf     PrefVal Path/Ogn

*>   1.1.1.1/32         20.20.20.1                    0          100 200i
```

# 实验 21—— BGP preferred-value 属性

【拓扑图】:




【实验目的】: 在 R3/R4network34 网段；从 100 可以利用 preferred-value 属性；优选属性值大的路径走。

【实验配置】:

130: bgp 200
undo synchronization
peer 14.14.14.1 as-number 100
group 100 external
peer 14.14.14.1 group 100
group 200 internal
peer 34.34.34.1 group 200

120: bgp 200
undo synchronization
peer 13.13.13.1 as-number 100
group 100 external
peer 13.13.13.1 group 100
group 200 internal
peer 34.34.34.2 group 200

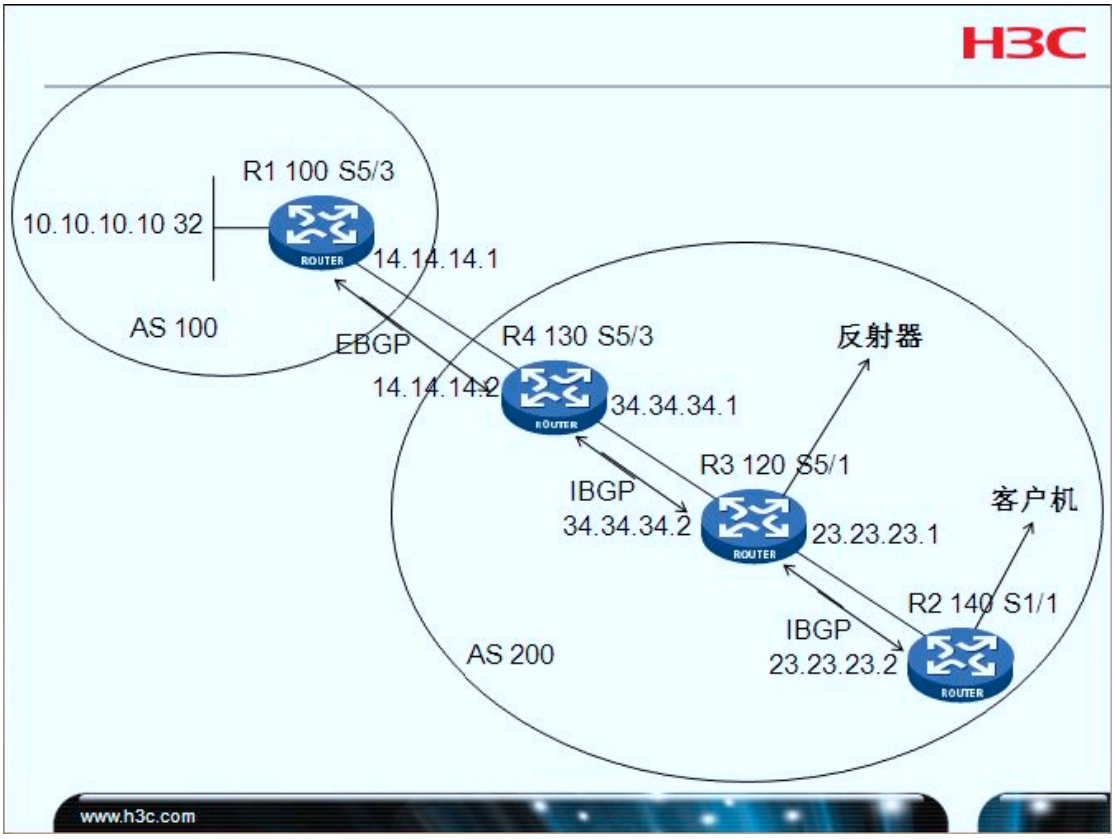
100:bgp 100

```
network 1.1.1.1 255.255.255.255
undo synchronization
peer 13.13.13.2 as-number 200
peer 14.14.14.2 as-number 200
[R-1-bgp]peer 13.13.13.2 preferred-value 200
group 200 external
peer 14.14.14.2 group 200
[R-1-bgp]peer 14.14.14.2 preferred-value 100
```

☆☆☆：**preferred-value** 值越大越优；（选路）

# 实验 22—— BGP 反射

【拓扑图】:




【实验目的】

1. 验证 BGP 在 AS 内部的水平分割机制
2. 验证通过反射解决 AS 内部 IBGP 全互连;

【实验配置】:

R1 100 :int loo 0

Ip add 10.10.10.10 32

Bgp 100

Group as200 external (外部)

Peer 14.14.14.2 group as200 as-number 200

Network 10.10.10.10 32 (向 R4 130 公告此条路由)

R4 130: bgp 200

Group as100 external (外部)

Peer 14.14.14.1 group as100 as-number 100

Group as200 internal (内部)

Peer 34.34.34.1 group as200 (指 R3 120)

Peer 34.34.34.1 next-hop-local (强制改下一跳)

R3 120： bgp 200
Group as200 internal (内部)
Peer 34.34.34.2 group as200
Peer 23.23.23.1 group as200 （指 R2 140）

R2 140: bgp 200
Group as200 internal (内部)
Peer 23.23.23.2 group as200

【配置反射器】:

R3 120： ①:reflector cluster-id 10 :定义反射群的 ID 号

*:如果不定义,BGP 反射器默认选择自己的 Router-id 作为反射群的 ID 号

②:Peer 23.23.23.2 reflect-client :配置此邻居是我的客户机

.【注意事项】:
☆☆: Reflect between-clients :默认是开的；配置客户机之间反射;如果客户机过多;最好关闭;
☆☆☆: Undo reflect between-clients ： 取消配置客户机之间反射
☆☆☆: 反射群 ID 号范围:（1-4294967295）
☆☆: 在 R1 100 上查看：dis bgp routing 10.10.10.10

【实验现象】:
在 R2 140 : dis bgp rou
查看结果：路由不可达
【解决方法】:
在 R3 120 ：
方法一：IGP :在 AS 内部路由器 R3、R4、R2 上运行 IGP，实现下一跳可达
130：[R-1-bgp]import-route ospf 1
120 [R-4-bgp]import-route direct（引入直连） 通
在 190 上 network 34.34.34.2 30 就不通 ？？？

| Network | NextHop | MED | LocPrf | PrefVal | Path/Ogn |
|---|---|---|---|---|---|
| *>i 1.1.1.1/32 | 14.14.14.1 | 0 | 100 | 0 | 100i |
| * i 34.34.34.0/30 | 34.34.34.2 | 0 | 100 | 0 | i |

方法二：Ip route-static 34.34.34.2 30 23.23.23.1 :通过静态路由实现下一跳可达

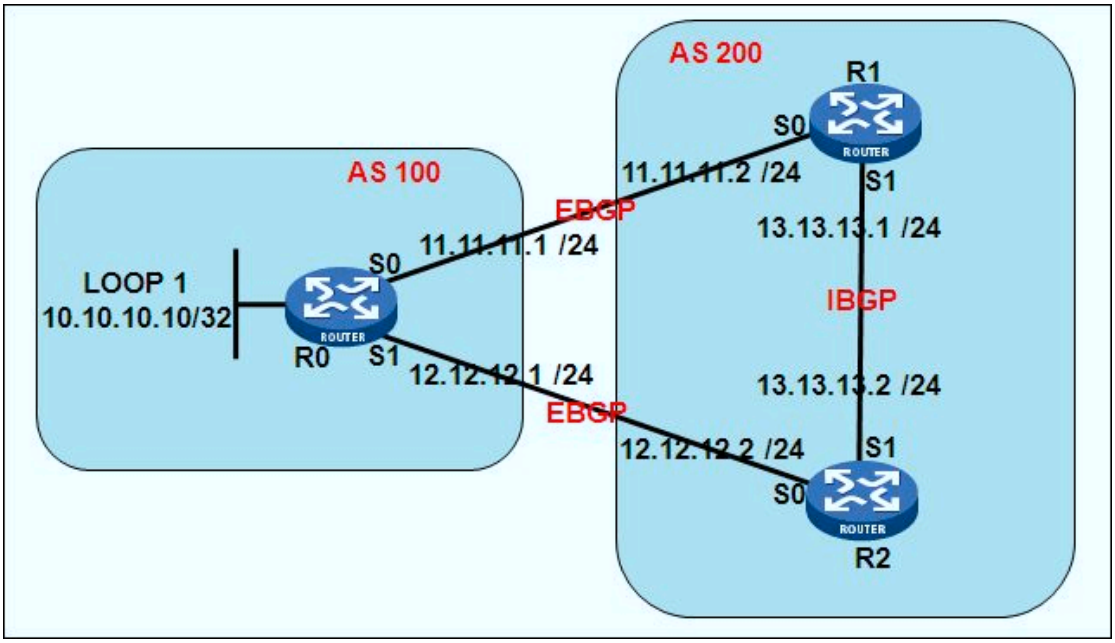
120 ：network 23.23.23.0 30（只可在 120 公布）

方法三：120 R3 通过 BGP，Network 34.34.34.0 30 （为了下一条可达）

Network 23.23.23.0 30 :（为了使 100 有去往 23 的返回路由）

# 实验 23—— BGP 负载分担

【拓扑图】:




【实验需求】: 所有路由器都配置 BGP，R0 在 AS 100 中，R1 和 R2 在 AS 200 中。

R0 与 R1、R2 之间运行 EBGP，R1 和 R2 之间运行 IBGP。

在 R0 上配置负载分担的路由条数为 2，以提高链路利用率。

【实验配置】:

[r0]:

```
bgp 100
  network 10.10.10.10 255.255.255.255
  undo synchronization
  balance 2
  peer 12.12.12.2 as-number 200
  peer 11.11.11.2 as-number 200
  group 200 external
  peer 11.11.11.2 group 200
  peer 12.12.12.2 group 200
#
```

[r1]:

```
bgp 200
  network 13.13.13.0 255.255.255.0
  undo synchronization
  peer 11.11.11.1 as-number 100
  group 100 external
  peer 11.11.11.1 group 100
```

```
 group 200 internal
 peer 13.13.13.2 group 200
#
```

[R2]：

```
bgp 200
 network 13.13.13.0 255.255.255.0
 undo synchronization
 peer 12.12.12.1 as-number 100
 group 100 external
 peer 12.12.12.1 group 100
 group 200 internal
 peer 13.13.13.1 group 200
```

[r0]di bgp rou //:负载分担前 bgp 路由表

```
 Total Number of Routes: 3

 BGP Local router ID is 12.12.12.1
 Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
               h - history,  i - internal, s - suppressed, S - Stale
               Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
     Network          NextHop        MED        LocPrf     PrefVal Path/Ogn
*>   10.10.10.10/32   0.0.0.0        0                     0          i
*>   13.13.13.0/24    11.11.11.2     0                     0          200i
*                     12.12.12.2     0                     0          200i
```

从路由表中可以看出，到目的地址 13.13.13.0/24 有两条有效路由，其中下一跳为 11.11.11.2 的路由是最优路由（因为 R1 的路由器 ID 要小一些）。

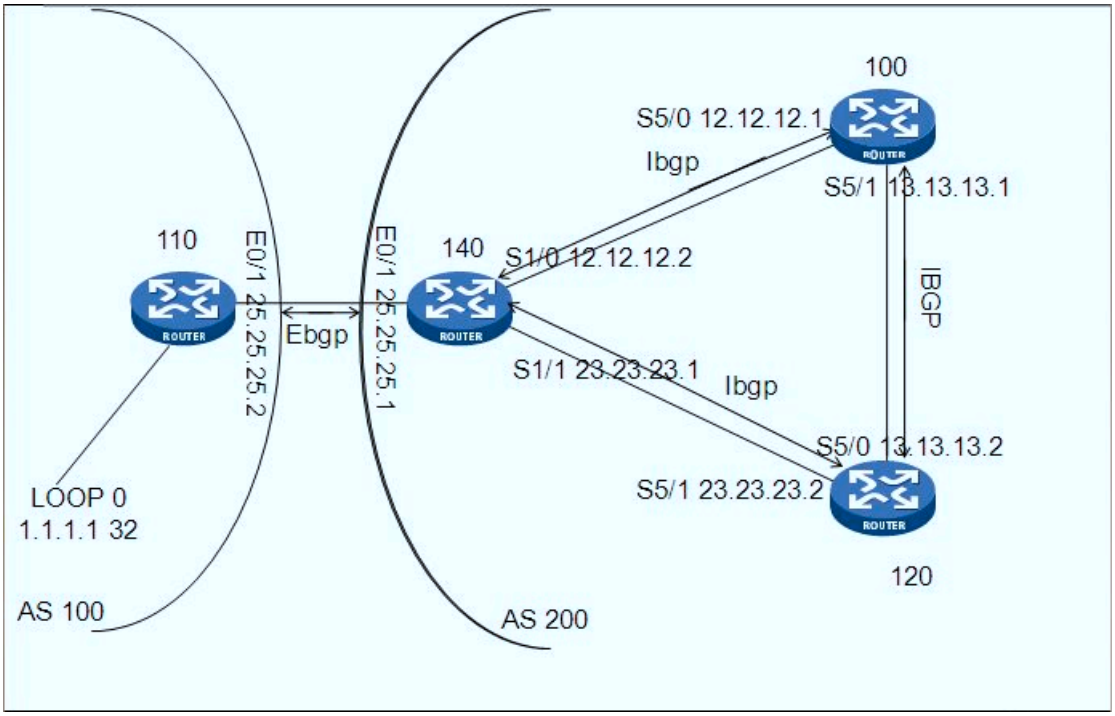
[r0]di bgp rou //:负载分担后 bgp 路由表

```
 Total Number of Routes: 3

 BGP Local router ID is 12.12.12.1
 Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
               h - history,  i - internal, s - suppressed, S - Stale
               Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
     Network          NextHop        MED        LocPrf     PrefVal Path/Ogn
*>   10.10.10.10/32   0.0.0.0        0                     0          i
*>   13.13.13.0/24    11.11.11.2     0                     0          200i
*>                    12.12.12.2     0                     0          200i
```

从路由表中可以看到，R0 的 BGP 路由去往 13.13.13.0/24 存在两个下一跳，分别是 11.11.11.2 和 12.12.12.2，且都是最优路由。

# 实验 24—— 基本 BGP 配置

【拓扑图】:




**********

【试验环境】: 110 和 140 Ebgp 关系;140,120,100 之间 Ibgp 全连接;

【试验目的】: 验证 BGP 路由通告原则

（在 100/120 路由器 Ping 通 1.1.1.1）

【实验配置】:

```
110: bgp 100
     network 1.1.1.1 255.255.255.255
     undo synchronization
     group 200 external
     peer 25.25.25.1 group 200 as-number 200
     interface LoopBack0
     ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
140: bgp 200
     import-route direct
     undo synchronization
     group 100 external
     peer 25.25.25.2 group 100 as-number 100
     group 200 internal
```

peer 200 next-hop-local (此命令只可运行在 ARP 型号路由器上;MSR 型号路由器是 peer +ip 地址+next-hop-local)

peer 12.12.12.1 group 200

peer 23.23.23.2 group 200

100:

bgp 200

network 12.0.0.0

undo synchronization

group 200 internal

peer 12.12.12.2 group 200

peer 13.13.13.2 group 200

120: bgp 200

undo synchronization

group 200 internal

peer 13.13.13.1 group 200

peer 23.23.23.1 group 200

**********

100:[R-1]dis bgp routing-table

| | Network | NextHop | MED | LocPrf | PrefVal | Path/Ogn |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *>i | 1.1.1.1/32 | 12.12.12.2 | 0 | 100 | 0 | 100i |
| * i | 12.12.12.0/30 | 12.12.12.2 | | 100 | 0 | ? |
| * i | 12.12.12.1/32 | 12.12.12.2 | | 100 | 0 | ? |
| *>i | 23.23.23.0/30 | 12.12.12.2 | | 100 | 0 | ? |
| *>i | 23.23.23.2/32 | 12.12.12.2 | | 100 | 0 | ? |
| *>i | 25.25.25.0/30 | 12.12.12.2 | | 100 | 0 | ? |
| * i | 192.168.1.0 | 12.12.12.2 | | 100 | 0 | ? |

140:[R-2]dis bgp routing

| | Dest/Mask | Next-Hop | Med | Local-pref | Origin | Path |
|---|---|---|---|---|---|---|
| #^ | 1.1.1.1/32 | 25.25.25.2 | 0 | 0 | IGP | 100 |
| #^ | 12.12.12.0/30 | 0.0.0.0 | 0 | 100 | INC | |
| #^ | 12.12.12.1/32 | 0.0.0.0 | 0 | 100 | INC | |
| #^ | 23.23.23.0/30 | 0.0.0.0 | 0 | 100 | INC | |
| #^ | 23.23.23.2/32 | 0.0.0.0 | 0 | 100 | INC | |
| #^ | 25.25.25.0/30 | 0.0.0.0 | 0 | 100 | INC | |
| #^ | 192.168.1.0 | 0.0.0.0 | 0 | 100 | INC | |

110:[R-5]dis bgp routing

| Dest/Mask | Next-Hop | Med | Local-pref | Origin | Path |
|---|---|---|---|---|---|

```
------------------------------------------------------------------------------
#^   1.1.1.1/32          0.0.0.0          0          100          IGP
#^   12.12.12.0/30       25.25.25.1       0          0            INC      200
#^   12.12.12.1/32       25.25.25.1       0          0            INC      200
#^   23.23.23.0/30       25.25.25.1       0          0            INC      200
#^   23.23.23.2/32       25.25.25.1       0          0            INC      200
#    25.25.25.0/30       25.25.25.1       0          0            INC      200
#    192.168.1.0         25.25.25.1       0          0            INC      200
```

【注意事项】: 1:在 140 上宣告下一跳为本地(peer 200 next-hop-local);否则 100 和 120 路由器去往 1.1.1.1 的路由下一跳不可达;造成此路由不是可用路由;

2:在 140 未输入:import-route direct 时;在 100Ping 不通 1.1.1.1 的原因?

因为 110 上没有去 12.12.12.0 网段的路由

3:在 100 输入: import-route direct;去往 12.12.12.0 的下一跳是 0.0.0.0?

原因:?

```
     Network          NextHop      MED    LocPrf    PrefVal Path/Ogn
*>i  1.1.1.1/32       12.12.12.2   0          100          0        100i
*>   12.12.12.0/30    0.0.0.0      0                       0        ?
*>   12.12.12.1/32    0.0.0.0      0                       0        ?
*>   12.12.12.2/32    0.0.0.0      0                       0        ?
*>   13.13.13.0/30    0.0.0.0      0                       0        ?
*>   13.13.13.1/32    0.0.0.0      0                       0        ?
*>   13.13.13.2/32    0.0.0.0      0                       0        ?
*>   14.14.14.0/30    0.0.0.0      0                       0        ?
*>   14.14.14.1/32    0.0.0.0      0                       0        ?
*>   14.14.14.2/32    0.0.0.0      0                       0        ?
*>   192.168.1.0      0.0.0.0      0                       0        ?
*>   192.168.1.100/32 0.0.0.0      0                       0        ?
```

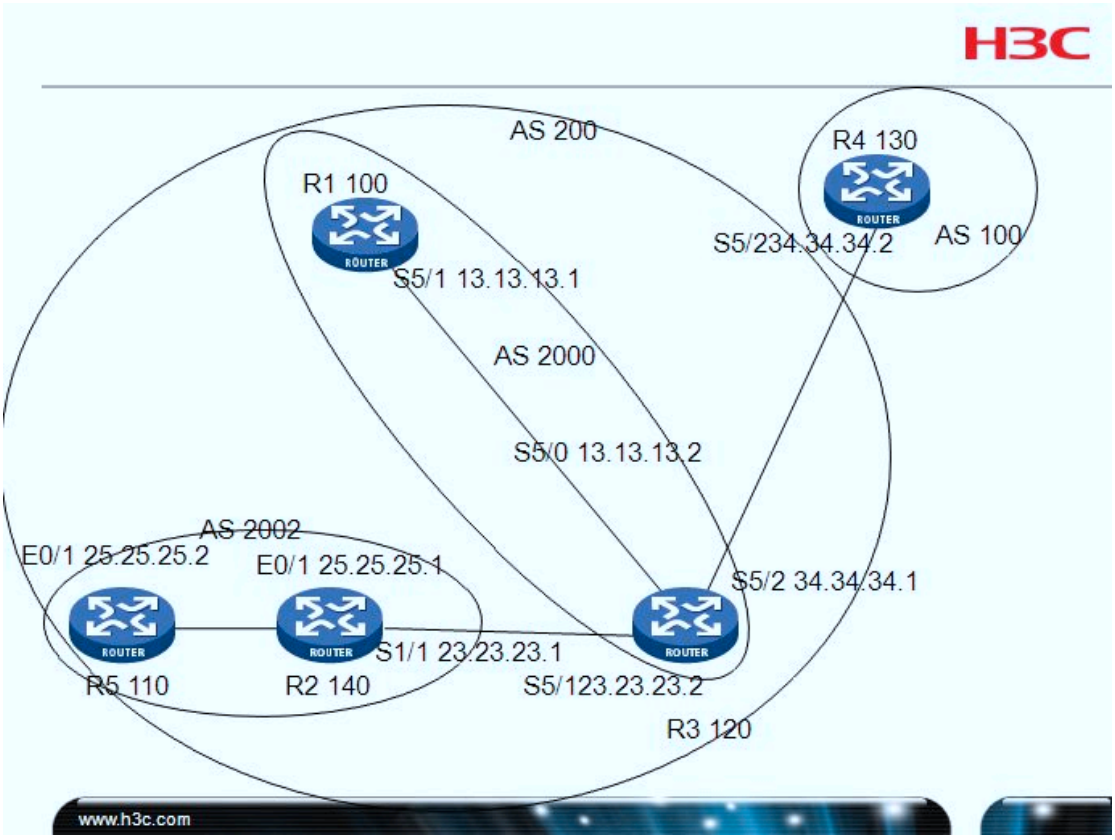
4:在 100 undo import-route direct;在 100 输入 network 12.12.12.0 30;

```
     Network          NextHop      MED    LocPrf    PrefVal Path/Ogn
*>i  1.1.1.1/32       12.12.12.2   0          100          0        100i
```

为什么没有 12.12.12.0 的路由?

# 实验 25—— BGP 联盟

【拓扑图】:




【实验目的】

1. 验证联盟如何解决 AS 内部 IBGP 全互连;
2. 验证 BGP 通告机制中的水平分割;

【实验配置】:

R4 130: bgp 100

Group as200 external (外部)

Peer 34.34.34.1 group as-number 200 /R4 的对等体必须指向联盟 ID 即大的 AS 号;

R3 120: bgp 2000

Confederatin id 200 : 配置联盟 ID 是主的大的 AS 号码

Confederation peer-as 2002 :配置我的相邻的子 AS 号

Group as100 external (外部)

Group as2002 external (外部)

Group as2000 internal (内部)

Peer 34.34.34.2 group as100 as-number 100 : 指邻居 R4 130

Peer 13.13.13.1 group as2000 : 指邻居 R1 100

Peer 23.23.23.1 group as-number 2002 ：指邻居 R2 140

R2 140 :bgp 2002

Confederation id 200

Confederation peer-as 2000

Group as2000 external (外部)

Group as2002 internal (内部)

Peer 23.23.23.2 group as2000 as-number 2000

Peer 25.25.25.2 group as2002

R1 100: bgp 2000

Group as2000 internal (内部)

Peer 13.13.13.2 group as2000

☆☆☆:它是子 AS 里的路由器；所以不用配置联盟

R5 110: bgp 2002

Group as2002 internal (内部)

Peer 25.25.25.1 group as2002

**********

【如题】 在 R4 130 上引入一条 21..1.1.0 24 的路由

【配置】:

R4 130 :

ip route-static 210.1.1.0 24 NULL 0

bgp 100

import-route static

R3 120 :

因为路由不可达，所以要改变它的下一跳；

Peer 13.13.13.1 next-hop-local :指本地下一跳往 R1 100

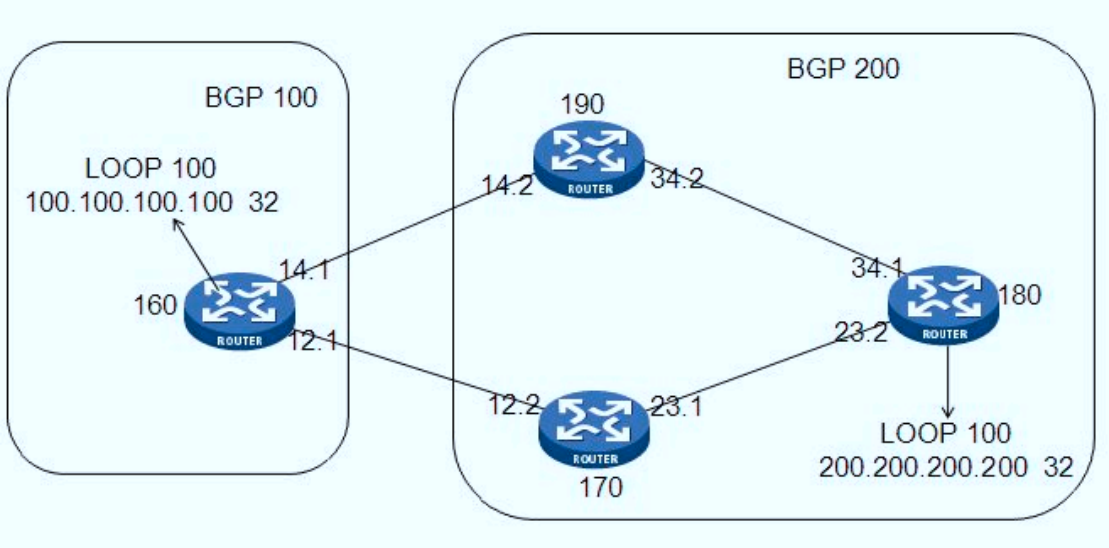
Peer 23.23.23.1 next-hop-local :指本地下一跳往 R2 140

R2 140:

Peer 25.25.25.2 as-2002 next-hop-local :指本地下一跳往 R5 110

# 实验 26—— BGP 路径选择

【拓扑图】:




【实验配置】:

160：bgp 100
network 100.100.100.100 255.255.255.255
undo synchronization
peer 12.12.12.2 as-number 200
peer 14.14.14.2 as-number 200
group 200 external
peer 14.14.14.2 group 200
peer 12.12.12.2 group 200
interface LoopBack100
ip address 100.100.100.100 255.255.255.255

170：bgp 200
undo synchronization
peer 12.12.12.1 as-number 100
group 100 external
peer 12.12.12.1 group 100
group 200 internal
peer 23.23.23.2 group 200
peer 23.23.23.2 next-hop-local

190：bgp 200
undo synchronization
peer 14.14.14.1 as-number 100
group 200 internal

```
 peer 34.34.34.1 group 200
 peer 34.34.34.1 next-hop-local
 group 100 external
 peer 14.14.14.1 group 100
180：bgp 200
 network 200.200.200.200 255.255.255.255
 undo synchronization
 group 200 internal
 peer 23.23.23.1 group 200
 peer 34.34.34.2 group 200
 interface LoopBack100
 ip address 200.200.200.200 255.255.255.255
```

☆☆☆：未定义路由策略前的路由表；

```
160; [R-1]dis bgp rou
 BGP Local router ID is 192.168.1.160
 Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
               h - history,  i - internal, s - suppressed, S - Stale
               Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
     Network          NextHop        MED        LocPrf     PrefVal Path/Ogn

 *>  100.100.100.100/32 0.0.0.0          0                     0       i
 *>  200.200.200.200/32 12.12.12.2                            0       200i
 *                      14.14.14.2                            0       200i

180：[R-3]dis bgp rou
 BGP Local router ID is 192.168.1.180
 Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
               h - history,  i - internal, s - suppressed, S - Stale
               Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
     Network          NextHop        MED        LocPrf     PrefVal Path/Ogn
*>i 100.100.100.100/32 23.23.23.1     0          100        0       100i
 * i                   34.34.34.2     0          100        0       100i
 *>  200.200.200.200/32 0.0.0.0       0                     0       i
```

```
route-policy 1 permit node 0
 if-match acl 2000
 apply cost 100
route-policy 2 permit node 0
 if-match acl 2000
 apply cost 50
[R-1-bgp]peer 14.14.14.2 route-policy 2 export
[R-1-bgp]peer 12.12.12.2 route-policy 1 export
```

☆☆☆：定义路由策略后的路由信息；

160：[R-1]dis bgp rou

```
 BGP Local router ID is 192.168.1.160
 Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
               h - history,  i - internal, s - suppressed, S - Stale
               Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
     Network            NextHop        MED        LocPrf     PrefVal Path/Ogn
 *>  100.100.100.100/32 0.0.0.0         0                     0          i
 *>  200.200.200.200/32 12.12.12.2                            0          200i
 *                       14.14.14.2                          0          200i
```

180：[R-3]dis bgp rou

```
BGP Local router ID is 192.168.1.180
 Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
               h - history,  i - internal, s - suppressed, S - Stale
               Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
     Network            NextHop        MED        LocPrf     PrefVal Path/Ogn
 *>i 100.100.100.100/32 34.34.34.2      50         100        0          100i
 * i                     23.23.23.1      100        100        0          100i
 *>  200.200.200.200/32 0.0.0.0         0                     0          i
```

☆☆☆：160 到 200.200.200.200 路由从 190 走;有以下几种方法:

1):在 180 上做路由策略;(export)

180:

```
acl number 2000
rule 0 permit source 200.200.200.200 0
route-policy 1 permit node 0
if-match acl 2000
apply cost 50
peer 23.23.23.1 route-policy 1 export
```

160:

```
[R-1]dis bgp rou
BGP Local router ID is 192.168.1.160
     Network            NextHop        MED        LocPrf     PrefVal Path/Ogn

 *>  100.100.100.100/32 0.0.0.0         0                     0          i
 *>  200.200.200.200/32 12.12.12.2                            0          200i
 *                       14.14.14.2                          0          200i
```

170: [R-2]dis bgp rou

BGP Local router ID is 192.168.1.170

| | Network | NextHop | MED | LocPrf | PrefVal | Path/Ogn |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *> | 100.100.100.100/32 | 12.12.12.1 | 0 | | 0 | 100i |
| *>i | 200.200.200.200/32 | 23.23.23.2 | 50 | 100 | 0 | i |

190: [R-4]dis bgp rou

BGP Local router ID is 192.168.1.190

| | Network | NextHop | MED | LocPrf | PrefVal | Path/Ogn |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *> | 100.100.100.100/32 | 14.14.14.1 | 0 | | 0 | 100i |
| *>i | 200.200.200.200/32 | 34.34.34.1 | 0 | 100 | 0 | i |

2):在 160 上做路由策略;(import)

160:acl number 2001

rule 0 permit source 200.200.200.200 0

rule 1 deny

route-policy 1 permit node 0

if-match acl 2001

apply cost 50

route-policy 2 permit node 0

if-match acl 2001

apply cost 100

peer 14.14.14.2 route-policy 1 import

peer 12.12.12.2 route-policy 2 import

160: [R-1]dis bgp rou

BGP Local router ID is 192.168.1.160

| | Network | NextHop | MED | LocPrf | PrefVal | Path/Ogn |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *> | 100.100.100.100/32 | 0.0.0.0 | 0 | | 0 | i |
| *> | 200.200.200.200/32 | 14.14.14.2 | 50 | | 0 | 200i |
| * | | 12.12.12.2 | 100 | | 0 | 200i |

3):在 170 修改 med 为 100; [R-2-bgp]default med 100

4):在 170 上用策略修改 med 为 100;

170: acl number 2000

rule 0 permit source 200.200.200.200 0

route-policy 1 permit node 0

if-match acl 2000

apply cost 100

[R-2-bgp]peer 12.12.12.1 route-policy 1 export

160: [R-1]dis bgp rou

BGP Local router ID is 192.168.1.160

| | Network | NextHop | MED | LocPrf | PrefVal | Path/Ogn |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *> | 100.100.100.100/32 | 0.0.0.0 | 0 | | 0 | i |
| *> | 200.200.200.200/32 | 14.14.14.2 | | | 0 | 200i |
| * | | 12.12.12.2 | 100 | | 0 | 200i |

BGP 路径选择次序

1、如果下一跳不可达，不考虑下一跳。
2、优先选取有最大权重的路径。WEIGHT　preferred-value
3、如果多余路由有同样的权重，优先选取具有最高本地优先级的路由。LOCAL　PREF
4、如果有多条路由有相同的本地优先级，优先选取源自于本路由器上的 BGP 路由。
5、如果没有路由是源，优先选取具有最短 AS 路径的路由。
6、如果所有路径具有同样的 AS 长度，优先选取有最低源编码（IGP〈EGP〈INCOMPLETE）
7、如果源编码相同，优先选取具有最低多出口区分（MED）的路径。
8、如果 MED 相同，外部路径比内部路径优先选取。
9、如果 MED 相同，优先选取通过最近 IGP 邻居的路径。
10、如果 MED 仍都相同，优先选取一具有最低 BGP 路由器 ID 的路径。

## BGP 的选路规则

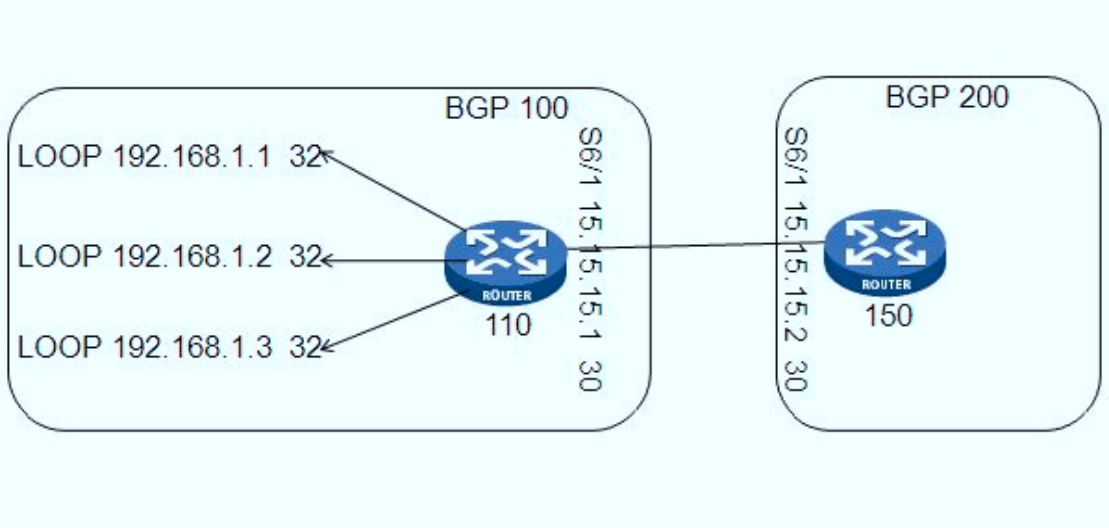
### BGP 选择路由的策略

在目前的实现中，BGP 选择路由时采取如下策略：

首先丢弃下一跳（NEXT_HOP）不可达的路由；
优选 Preferred-value 值最大的路由；
优选本地优先级（LOCAL_PREF）最高的路由；
优选聚合路由；
优选 AS 路径（AS_PATH）最短的路由；
依次选择 ORIGIN 类型为 IGP、EGP、Incomplete 的路由；
优选 MED 值最低的路由；
依次选择从 EBGP、联盟、IBGP 学来的路由；
优选下一跳 Cost 值最低的路由；
优选 CLUSTER_LIST 长度最短的路由；
优选 ORIGINATOR_ID 最小的路由；
优选 Router ID 最小的路由器发布的路由。
优选地址最小的对等体发布的路由。

# 实验 27—— BGP 路由聚合

【拓扑图】:




【实验配置】:

110： interface LoopBack1
ip address 192.168.1.1 255.255.255.255
interface LoopBack2
ip address 192.168.1.2 255.255.255.255
interface LoopBack3
ip address 192.168.1.3 255.255.255.255
bgp 100
import-route direct
undo synchronization
peer 15.15.15.2 as-number 200
group 200 external
peer 15.15.15.2 group 200

[R-150]dis bgp rou

| | Network | NextHop | MED | LocPrf | PrefVal Path/Ogn |
|---|---|---|---|---|---|
| * | 15.15.15.0/30 | 15.15.15.1 | 0 | 0 | 100? |
| * | 15.15.15.2/32 | 15.15.15.1 | 0 | 0 | 100? |
| * | 192.168.1.0 | 15.15.15.1 | 0 | 0 | 100? |
| *> | 192.168.1.1/32 | 15.15.15.1 | 0 | 0 | 100? |
| *> | 192.168.1.2/32 | 15.15.15.1 | 0 | 0 | 100? |
| *> | 192.168.1.3/32 | 15.15.15.1 | 0 | 0 | 100? |

为什么缺省聚合的不是最佳的？

自动聚合：

[R-110]bgp 100

[R-110-bgp]summary automatic

```
[R-150]dis bgp rou
     Network          NextHop        MED        LocPrf     PrefVal Path/Ogn

 *>  15.0.0.0         15.15.15.1                             0          100?
 *   192.168.1.0      15.15.15.1     0                       0          100?
```

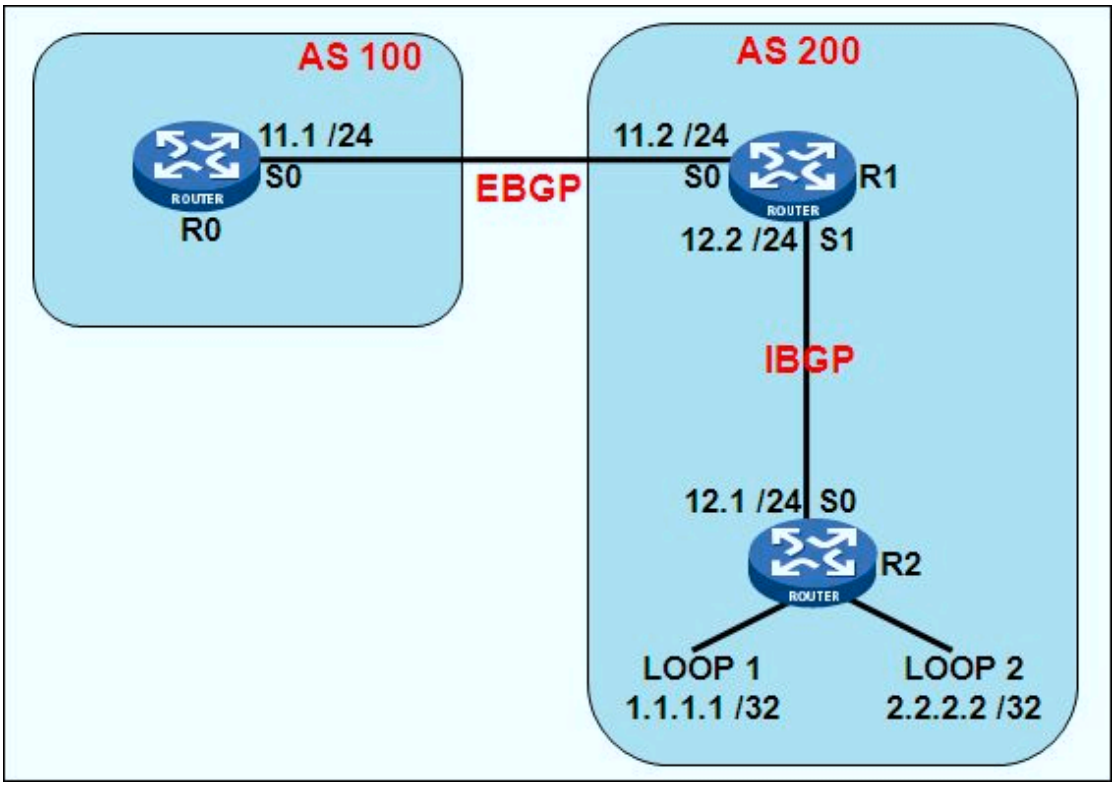
手动聚合：

```
[R-110]bgp 100
[R-110-BGP]aggregate 192.168.0.0    16
```

```
[R-150]dis bgp rou
     Network          NextHop        MED        LocPrf     PrefVal Path/Ogn
 *   15.15.15.0/30    15.15.15.1     0                       0          100?
 *   15.15.15.2/32    15.15.15.1     0                       0          100?
 *>  192.168.0.0/16   15.15.15.1     0                       0          100?
 *   192.168.1.0      15.15.15.1     0                       0          100?
 *>  192.168.1.1/32   15.15.15.1     0                       0          100?
 *>  192.168.1.2/32   15.15.15.1     0                       0          100?
 *>  192.168.1.3/32   15.15.15.1     0                       0          100?
```

# 实验 28—— BGP 衰减

【拓扑图】:




【实验命令描述】: 用 dampening 命令用来配置 BGP 路由衰减；缺省情况下，没有配置 BGP 路由衰减。该命令只对从 EBGP 邻居学到的路由进行衰减，对 IBGP 路由不进行衰减。

【实验配置】:

[R0]:

```
interface Serial0/2/0
 link-protocol ppp
 ip address 11.11.11.1 255.255.255.0
#
bgp 100
 dampening
 undo synchronization
 peer 11.11.11.2 as-number 200
 group 200 external
 peer 11.11.11.2 group 200
#
```

[R1]:

```
interface Serial0/2/0
 link-protocol ppp
```

```
 ip address 11.11.11.2 255.255.255.0
#
interface Serial0/2/1
 link-protocol ppp
 ip address 12.12.12.2 255.255.255.0
#
bgp 200
 undo synchronization
 peer 11.11.11.1 as-number 100
 group 100 external
 peer 11.11.11.1 group 100
 group 200 internal
 peer 12.12.12.1 group 200
#
```

[R2]:

```
interface Serial0/2/0
 link-protocol ppp
 ip address 12.12.12.1 255.255.255.0
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
#
interface LoopBack2
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
#
bgp 200
 network 1.1.1.1 255.255.255.255
 network 2.2.2.2 255.255.255.255
 undo synchronization
 group 200 internal
 peer 12.12.12.2 group 200
#
```

没有配置衰减前的正常路由表：

```
[R0-bgp]dis ip routing-table
Routing Tables: Public
         Destinations : 7        Routes : 7

Destination/Mask    Proto   Pre  Cost      NextHop         Interface

1.1.1.1/32          BGP     255  0         11.11.11.2      S0/2/0
```

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.2.2.2/32 | BGP | 255 | 0 | 11.11.11.2 | S0/2/0 |
| 11.11.11.0/24 | Direct | 0 | 0 | 11.11.11.1 | S0/2/0 |
| 11.11.11.1/32 | Direct | 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 11.11.11.2/32 | Direct | 0 | 0 | 11.11.11.2 | S0/2/0 |
| 127.0.0.0/8 | Direct | 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 127.0.0.1/32 | Direct | 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |

[R0-bgp]dis bgp routing-table

Total Number of Routes: 2

BGP Local router ID is 11.11.11.1
Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
h - history, i - internal, s - suppressed, S - Stale
Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

| | Network | NextHop | MED | LocPrf | PrefVal | Path/Ogn |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *> | 1.1.1.1/32 | 11.11.11.2 | | | 0 | 200i |
| *> | 2.2.2.2/32 | 11.11.11.2 | | | 0 | 200i |

配置衰减后的路由表现象：<而且 IP 路由表里已经不存在 1/2 的路由了;>
[R0]dis bgp routing-table

Total Number of Routes: 2
BGP Local router ID is 11.11.11.1
Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
h - history, i - internal, s - suppressed, S - Stale
Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

| | Network | NextHop | MED | LocPrf | PrefVal | Path/Ogn |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *h | 1.1.1.1/32 | 11.11.11.2 | | | 0 | 200i |
| *h | 2.2.2.2/32 | 11.11.11.2 | | | 0 | 200i |

注释:*h:是代表此路由是历史路由.

[R0]dis ip routing-table
Routing Tables: Public
Destinations : 5 Routes : 5

| Destination/Mask | Proto | Pre | Cost | NextHop | Interface |
|---|---|---|---|---|---|
| 11.11.11.0/24 | Direct | 0 | 0 | 11.11.11.1 | S0/2/0 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 11.11.11.1/32 | Direct 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 11.11.11.2/32 | Direct 0 | 0 | 11.11.11.2 | S0/2/0 |

模拟 R2 的物理链路连续 UP/DOWM;

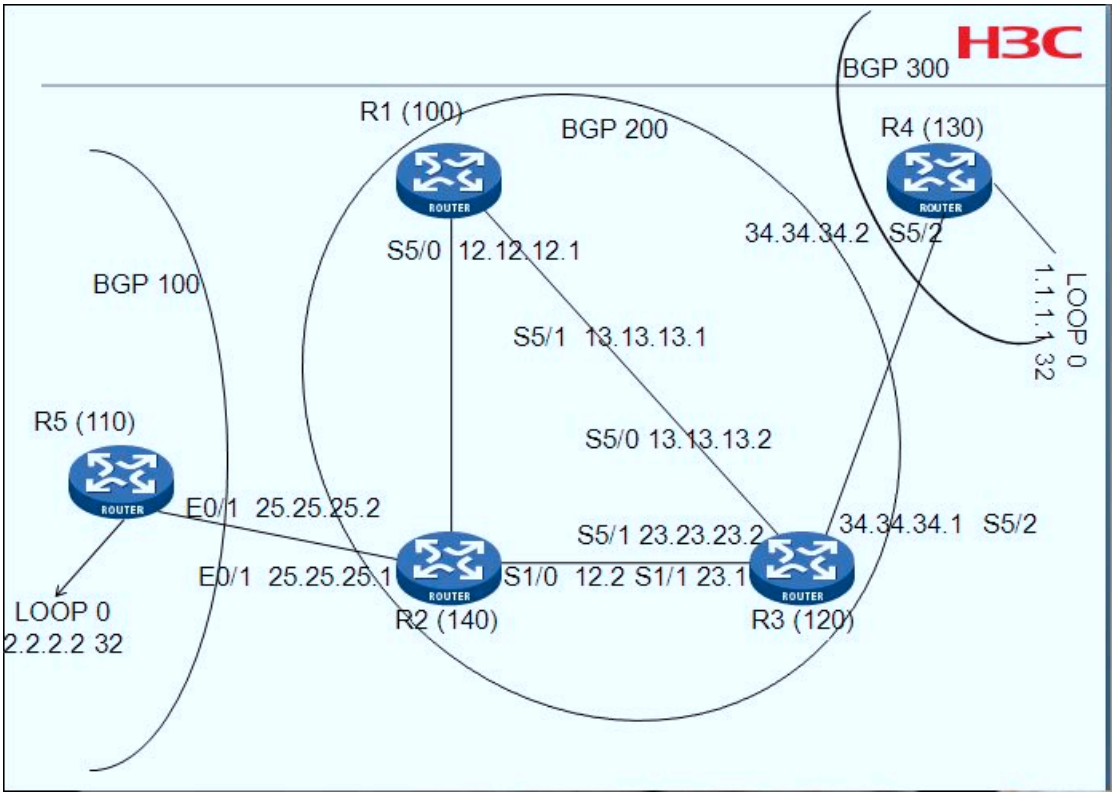
可以在 R2 上的 S0/2/0 接口里:

```
[H3C-Serial0/2/0]shutdown
[H3C-Serial0/2/0]un sh
[H3C-Serial0/2/0]un shutdown
[H3C-Serial0/2/0]sh
[H3C-Serial0/2/0]shutdown
[H3C-Serial0/2/0]un sh
[H3C-Serial0/2/0]un shutdown
[H3C-Serial0/2/0]sh
[H3C-Serial0/2/0]shutdown
[H3C-Serial0/2/0]sh
[H3C-Serial0/2/0]un sh
[H3C-Serial0/2/0]un shutdown
[H3C-Serial0/2/0]sh
[H3C-Serial0/2/0]shutdown
[H3C-Serial0/2/0]un sh
[H3C-Serial0/2/0]un shutdown
[H3C-Serial0/2/0]sh
[H3C-Serial0/2/0]shutdown
[H3C-Serial0/2/0]un sh
[H3C-Serial0/2/0]un shutdown
[H3C-Serial0/2/0]sh
[H3C-Serial0/2/0]shutdown
[H3C-Serial0/2/0]un sh
[H3C-Serial0/2/0]sh
[H3C-Serial0/2/0]un sh
[H3C-Serial0/2/0]sh
[H3C-Serial0/2/0]un sh
[H3C-Serial0/2/0]sh
[H3C-Serial0/2/0]un sh
[H3C-Serial0/2/0]sh
[H3C-Serial0/2/0]un sh
```

:之后即可在 R0 上看检验结果.

# 实验 29—— BGP 同步

【拓扑图】:




【实验原理】: 同步问题的所在就是 100 没有去往 2.2.2.2 的路由（100 没有启 BGP）；所以 120 在把 2.2.2.2 传给 130 路由器时；它会首先检查去往 2.2.2.2 的路由是否可达（主要是看 IGP 路由器是否存在这条路由）；如果不可达；120 则不会把这条传给 130；前提是同步开启的情况下；

【实验配置】:

**R5 110:** interface LoopBack0
ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
bgp 100
network 2.2.2.2 255.255.255.255
undo synchronization
group 200 external
peer 25.25.25.1 group 200 as-number 200

**R2 140:** bgp 200
undo synchronization
group 100 external
peer 25.25.25.2 group 100 as-number 100
group 200 internal
peer 200 next-hop-local
peer 13.13.13.2 group 200

ospf 1
area 0.0.0.0
network 12.12.12.0 0.0.0.3

R1 100: ospf 1
area 0.0.0.0
network 12.12.12.0 0.0.0.3
network 13.13.13.0 0.0.0.3
R3 120: bgp 200
synchronization
peer 34.34.34.2 as-number 300
group 200 internal
peer 12.12.12.2 group 200
group 300 external
peer 34.34.34.2 group 300
ospf 1
area 0.0.0.0
network 13.13.13.0 0.0.0.3
R4130: bgp 300
undo synchronization
peer 34.34.34.1 as-number 200
group 200 external
peer 34.34.34.1 group 200
【实验现象】：路由器同步默认是不开的：（undo synchronization）

130：[R-4]dis bgp rou

| | Network | NextHop | MED | LocPrf | PrefVal Path/Ogn |
|---|---|---|---|---|---|
| *> | 2.2.2.2/32 | 34.34.34.1 | | 0 | 200 100i |

此时 ping25.25.25.2 是不通的；
原因：100 没有去往 25.25.25.0 的路由；
100：[R-1]dis ip rou

| Destination/Mask | Proto | Pre | Cost | NextHop | Interface |
|---|---|---|---|---|---|
| 12.12.12.0/30 | Direct | 0 | 0 | 12.12.12.1 | S5/0 |
| 12.12.12.1/32 | Direct | 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 12.12.12.2/32 | Direct | 0 | 0 | 12.12.12.2 | S5/0 |
| 13.13.13.0/30 | Direct | 0 | 0 | 13.13.13.1 | S5/1 |
| 13.13.13.1/32 | Direct | 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 13.13.13.2/32 | Direct | 0 | 0 | 13.13.13.2 | S5/1 |
| 14.14.14.0/30 | Direct | 0 | 0 | 14.14.14.1 | S5/3 |
| 14.14.14.1/32 | Direct | 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 14.14.14.2/32 | Direct | 0 | 0 | 14.14.14.2 | S5/3 |

在 120 开启同步：（[R-3-bgp]synchronization）

130：[R-4]dis bgp rou

Total Number of Routes: 0

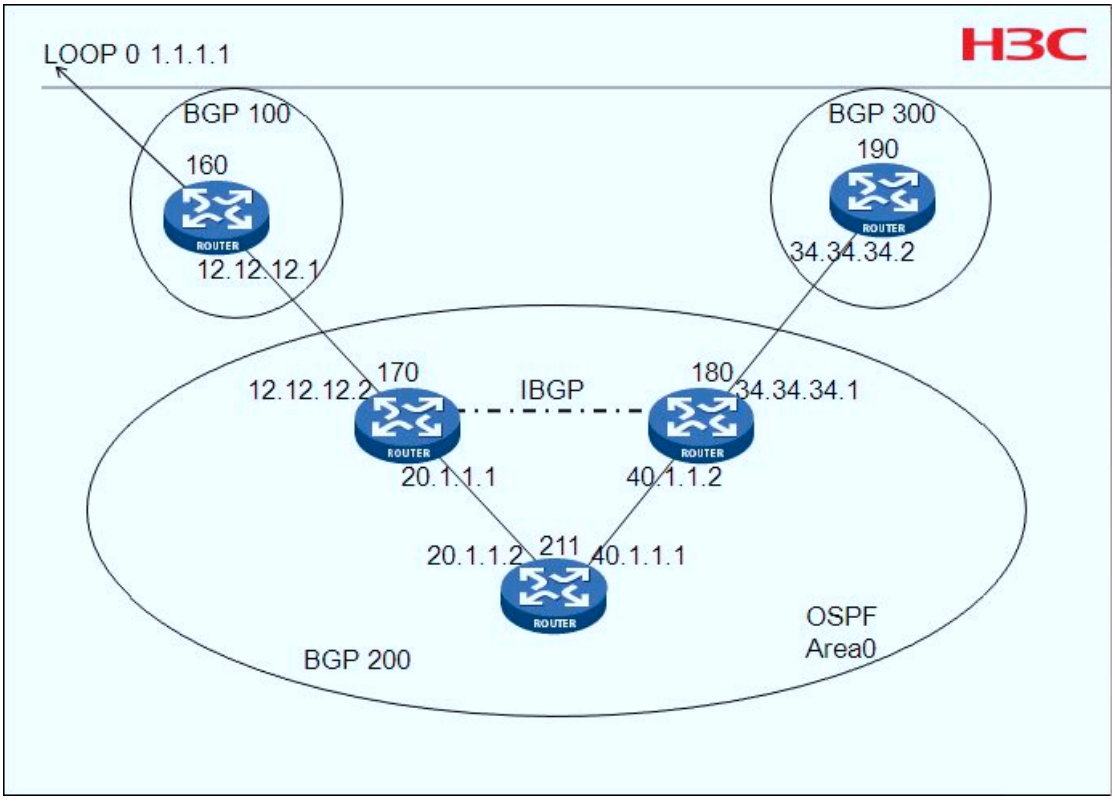
【解决同步办法】：1.引入静态

2.把 BGP 导入到 OSPF 中

3.IBGP 全互连

# 实验 30—— BGP 同步解决办法

【拓扑图】:




1.引入静态:【实验配置】:

160: bgp 100
network 1.1.1.1 255.255.255.255
undo synchronization
peer 12.12.12.2 as-number 200
group 200 external
peer 12.12.12.2 group 200
interface LoopBack0
ip address 1.1.1.1 255.255.255.255

170: bgp 200
undo synchronization
peer 12.12.12.1 as-number 100
group 100 external
peer 12.12.12.1 group 100
group 200 internal
peer 40.1.1.2 group 200
peer 40.1.1.2 next-hop-local

【OSPF 配置】: ospf 1
area 0.0.0.0
network 20.1.1.0 0.0.0.3

180： bgp 200
network 34.34.34.0 255.255.255.252
undo synchronization
peer 34.34.34.2 as-number 300
group 200 internal
peer 20.1.1.1 group 200
group 300 external
peer 34.34.34.2 group 300

【OSPF 配置】: ospf 1
area 0.0.0.0
network 40.1.1.0 0.0.0.3

211： ospf 1
area 0.0.0.0
import-route static
network 20.1.1.0 0.0.0.3
network 40.1.1.0 0.0.0.3
ip route-static 1.1.1.1 255.255.255.255 20.1.1.1
ip route-static 34.34.34.0 255.255.255.252 40.1.1.2

190： bgp 300
network 34.34.34.0 255.255.255.252
undo synchronization
peer 34.34.34.1 as-number 200
group 200 external
peer 34.34.34.1 group 200

130： [R-4]dis bgp rou
Total Number of Routes: 0

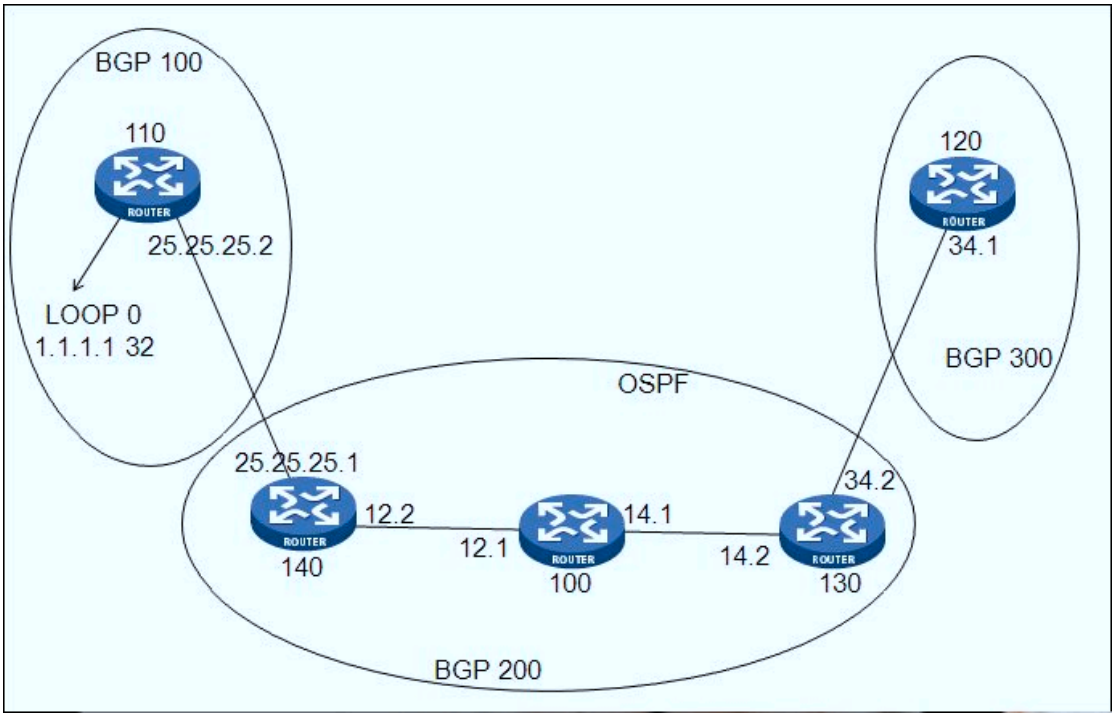
2.把 BGP 导入到 OSPF 中
[R-2-ospf-1]import-route bgp

3.IBGP 全互连

注意事项：没起 IGP 之前 170 和 180 的 BGP 邻居是 down 的，因为他们之间无法建立 tcp 连接.

# 实验 31—— BGP 同步解决方法

【拓扑图】:




【实验环境】: 140 和 130 之间是 IBGP 关系；140 和 100 和 130 之间运行 IGP;

【实验目的】: 120 能 Ping 通 1.1.1.1

【实验配置】:

110：interface LoopBack0
ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
bgp 100
network 1.1.1.1 255.255.255.255
undo synchronization
group 200 external
peer 25.25.25.1 group 200 as-number 200

140：bgp 200
Preferences 100 100 100
undo synchronization
group 100 external
peer 25.25.25.2 group 100 as-number 100
group 200 internal
peer 200 next-hop-local
peer 14.14.14.2 group 20
ospf 1
import-route static(把 1.1.1.1 公布到 OSPF 区域中,使 IGP 路由器全部学习到此路由)

area 0.0.0.0
network 12.12.12.0 0.0.0.3
ip route-static 1.1.1.1 32 25.25.25.2

100：ospf 1
area 0.0.0.0
network 12.12.12.0 0.0.0.3
network 14.14.14.0 0.0.0.3

130：bgp 200
network 34.34.34.0 255.255.255.252
preferences 100 100 100
undo synchronization
peer 34.34.34.1 as-number 300
group 300 external
peer 34.34.34.1 group 300
group 200 internal
peer 12.12.12.2 group 200
peer 12.12.12.2 next-hop-local(此命令缺失,导致 140 无法学到 34 网段的路由)
ospf 1
area 0.0.0.0
network 14.14.14.0 0.0.0.3

120：bgp 300
network 34.34.34.0 255.255.255.252
undo synchronization
peer 34.34.34.2 as-number 200
group 200 external
peer 34.34.34.2 group 200

注意事项:在 130 上 undo peer 12.12.12.2 next-hop-local

140： [R-2]dis bgp routing

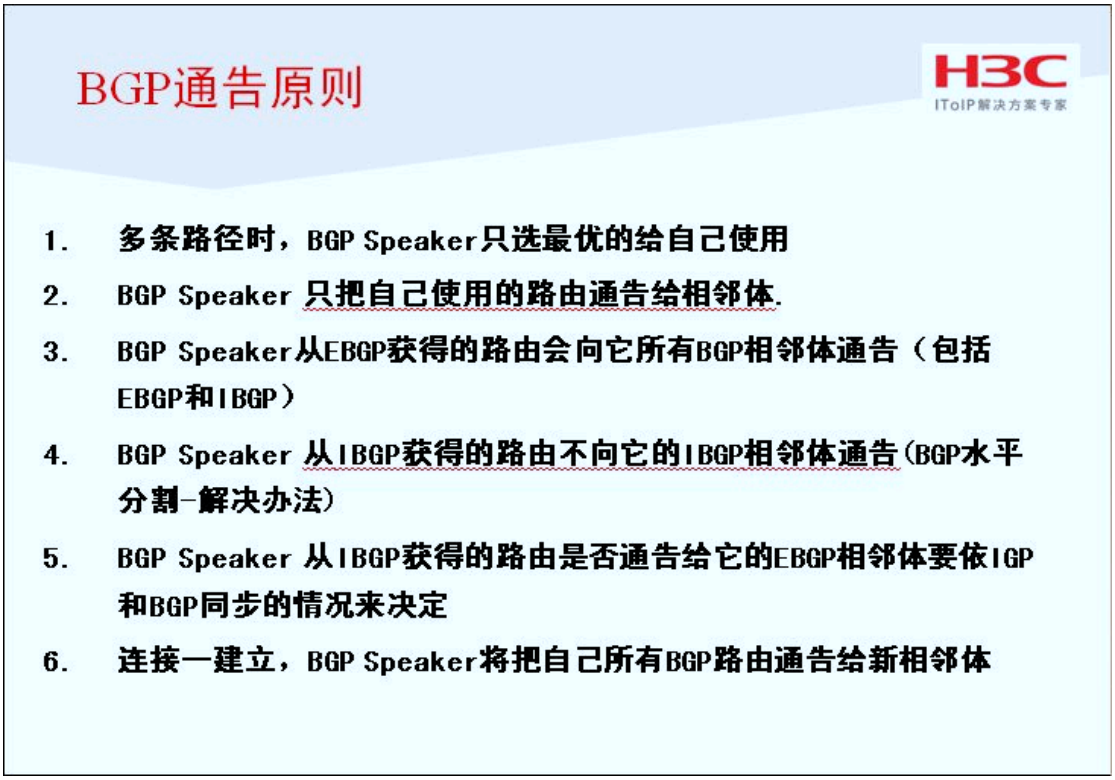
| | Dest/Mask | Next-Hop | Med | Local-pref | Origin | Path |
|---|---|---|---|---|---|---|
| #^ | 1.1.1.1/32 | 0.0.0.0 | 0 | 100 | | INC |
| # I | | 14.14.14.2 | 0 | 100 | | INC |
| # | | 25.25.25.2 | 0 | 0 | IGP | 100 |
| #^I | 34.34.34.0/30 | 34.34.34.1 | 0 | 100 | IGP | 300 |

本应出现的现象是 140 的路由表没有 34 的路由。
在 140 重启 BGP 路由进程 reset bgp all
140： <R-2> dis bgp routing

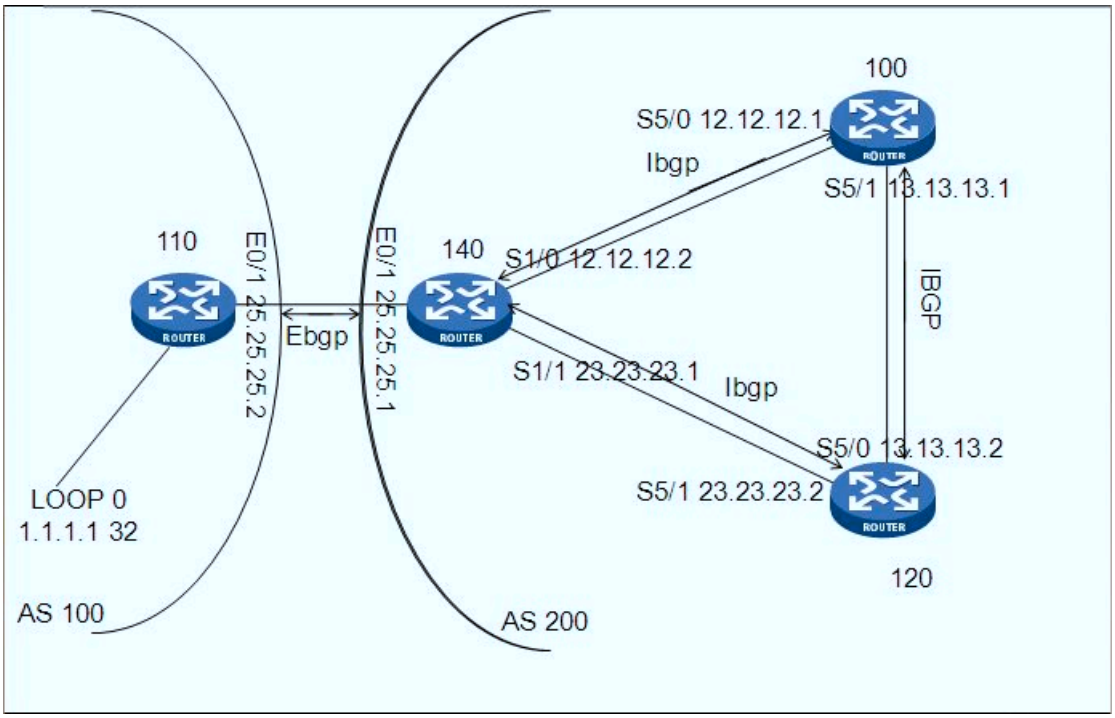
```
Flags:  # - valid          ^ - active          I - internal
        D - damped         H - history         S - aggregate suppressed

      Dest/Mask          Next-Hop          Med          Local-pref  Origin
Path
     ------------------------------------------------------------------------
     #^  1.1.1.1/32       0.0.0.0           0            100         INC
     #                    25.25.25.2        0            0           IGP
100
```

此时得到所希望得到的实验现象，既在 130 上取消指定本地为下一跳，140 学通过 BGP 不到 34 网段的路由，原因是 下一跳不可达。

# 实验 32—— BGP 验证通告原则




【拓扑图】:




【实验目的】: 验证 BGP 路由通告原则第二条和第四条；

☆☆☆：第二条：BGP Speaker 只把自己使用的路由通告给相邻体

【实验配置】：

110：bgp 100
network 1.1.1.1 255.255.255.255
undo synchronization
group 200 external
peer 25.25.25.1 group 200 as-number 200
interface LoopBack0
ip address 1.1.1.1 255.255.255.255

140：bgp 200
undo synchronization
group 100 external
peer 25.25.25.2 group 100 as-number 100
group 200 internal
peer 12.12.12.1 group 200
peer 23.23.23.2 group 200

100：bgp 200
network 13.13.13.0 255.255.255.252
undo synchronization
group 200 internal
peer 12.12.12.2 group 200
peer 13.13.13.2 group 200

120：bgp 200
network 13.13.13.0 255.255.255.252
undo synchronization
group 200 internal
peer 13.13.13.1 group 200
peer 23.23.23.1 group 200

检验 140： [R-2]dis bgp rou

| | Dest/Mask | Next-Hop | Med | Local-pref | Origin | Path |
|---|---|---|---|---|---|---|
| #^ | 1.1.1.1/32 | 25.25.25.2 | 0 | 0 | IGP | 100 |
| #^I | 13.13.13.0/30 | 12.12.12.1 | 0 | 100 | IGP | |

检验 110： [R-5]dis bgp rou

| | Dest/Mask | Next-Hop | Med | Local-pref | Origin | Path |
|---|---|---|---|---|---|---|
| #^ | 1.1.1.1/32 | 0.0.0.0 | 0 | 100 | IGP | |
| #^ | 13.13.13.0/30 | 25.25.25.1 | 0 | 0 | IGP | 200 |

【实验结果】：此实验验证了 BGP Speaker 只把自己使用的路由通告给相邻体;140 使用了 13.13.13.0 的路由；所以它把 13.13.13.0 路由通告给了 110；

《1》若 100 上不 network 13.13.13.1：

| Network | NextHop | MED | LocPrf | PrefVal | Path/Ogn |
|---|---|---|---|---|---|
| i 1.1.1.1/32 | 25.25.25.2 | 0 | 100 | 0 | 100i |
| *> 2.2.2.2/32 | 0.0.0.0 | 0 | | 0 | i |
| * i 13.13.13.0/30 | 13.13.13.2 | 0 | 100 | 0 | i |

为什么* i 13.13.13.0/30 不是最优的？

因为这条路由是从 BGP 邻居学到的，其优先级为 255，而本地 13.13.13.0/30 直连优先级为 0，因此本 BGP 路由器选择优先级小的直连路由；

《2》若 100 上 network 13.13.13.1：

| Network | NextHop | MED | LocPrf | PrefVal | Path/Ogn |
|---|---|---|---|---|---|
| i 1.1.1.1/32 | 25.25.25.2 | 0 | 100 | 0 | 100i |
| *> 2.2.2.2/32 | 0.0.0.0 | 0 | | 0 | i |
| *> 13.13.13.0/30 | 0.0.0.0 | 0 | | 0 | i |
| * i | 13.13.13.2 | 0 | 100 | 0 | |

此时，BGP 从本地 IGP 和 BGP 邻居都可以去往 13.13.13.0 /30，此时 BGP 优先选择从本地始发的 BGP 路由；（此时两条 13.13.13.0/30 路由的优先级全为 255，BGP 根据本地始发优选）

☆☆☆：第四条：BGP Speaker 从 IBGP 获得的路由不向它的 IBGP 相邻体通告（BGP 水平分割-解决办法）

【实验配置】：

110：bgp 100
 network 1.1.1.1 255.255.255.255
 undo synchronization
 group 200 external
 peer 25.25.25.1 group 200 as-number 200
 interface LoopBack0
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255

140：bgp 200
 undo synchronization
 group 100 external
 peer 25.25.25.2 group 100 as-number 100
 group 200 internal
 peer 12.12.12.1 group 200
 peer 23.23.23.2 group 200

100：bgp 200
 network 2.2.2.2 255.255.255.255
 network 13.13.13.0 255.255.255.252

```
undo synchronization
group 200 internal
peer 12.12.12.2 group 200
peer 13.13.13.2 group 200
interface LoopBack0
ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
120：bgp 200
network 13.13.13.0 255.255.255.252
undo synchronization
group 200 internal
peer 13.13.13.1 group 200
peer 23.23.23.1 group 200
```

【实验结果】：此实验验证了 BGP Speaker 从 IBGP 获得的路由不向它的 IBGP 相邻体通告；140 从 100 学到的 2.2.2.2 路由；是不会传给 120 的；因为 120 是 140 的 IBGP 相邻体；

检验 140： [R-2]dis bgp rou

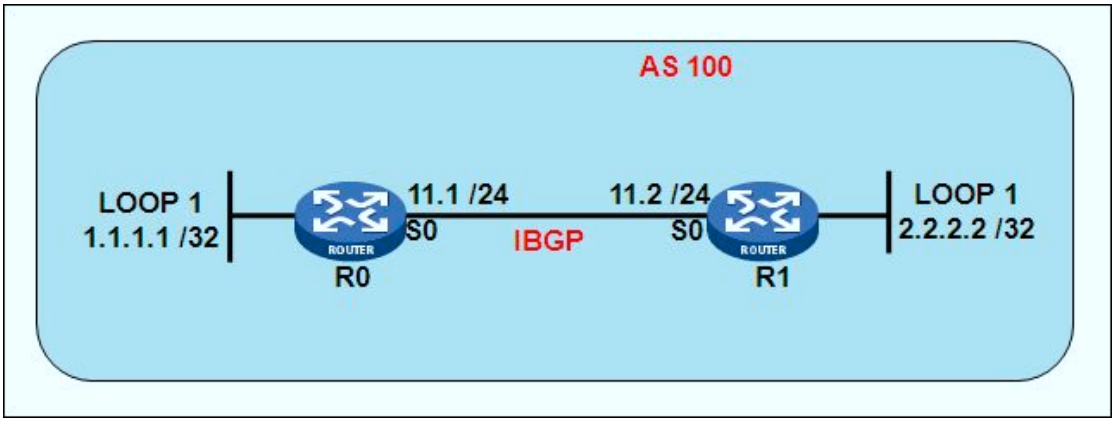
```
Dest/Mask          Next-Hop        Med        Local-pref Origin Path
                  ------------------------------------------------------------------------
#^   1.1.1.1/32          25.25.25.2      0          0          IGP     100
#^I 2.2.2.2/32          12.12.12.1      0          100        IGP
```

检验 120： [R-3]dis bgp rou

```
Network            NextHop         MED        LocPrf     PrefVal Path/Ogn
i 1.1.1.1/32       25.25.25.2      0          100        0       100i
```

# 实验 33—— BGP 引入缺省

【拓扑图】:




【实验目的】: 缺省情况下，BGP 不允许将缺省路由引入到 BGP 路由表中。可以通过 default-route imported 允许将缺省路由引入到 BGP 路由表中; default-route imported 命令不能引入缺省路由，如果要引入缺省路由，必须使用 import-route 命令.

【实验配置】:

R0:

```
bgp 100
default-route imported     //:命令用来允许将缺省路由引入到 BGP 路由表中
import-route static
undo synchronization
group 100 internal
peer 11.11.11.2 group 100
#
ip route-static 0.0.0.0 0.0.0.0 11.11.11.2
```

R1:

```
bgp 100
network 2.2.2.2 255.255.255.255
undo synchronization
group 100 internal
peer 11.11.11.1 group 100
```

[R0]:di bgp ro  //:为引入前的路由表。

```
Total Number of Routes: 1

BGP Local router ID is 1.1.1.1
Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
                  h - history,   i - internal, s - suppressed, S - Stale
                  Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
```

| Network | NextHop | MED | LocPrf | PrefVal | Path/Ogn |
|---|---|---|---|---|---|
| *>i 2.2.2.2/32 | 11.11.11.2 | 0 | 100 | 0 | i |

[R0]:di bgp rou //:引入后的路由表.

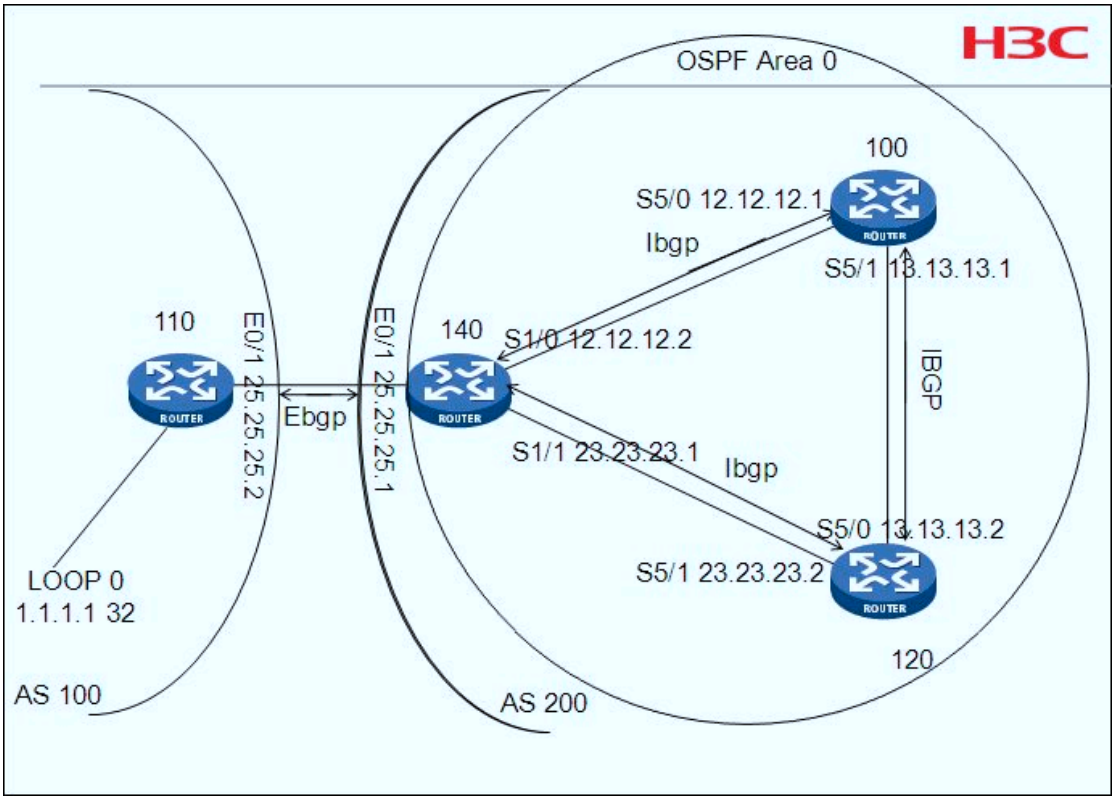
Total Number of Routes: 2

BGP Local router ID is 1.1.1.1
Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
h - history, i - internal, s - suppressed, S - Stale
Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

| Network | NextHop | MED | LocPrf | PrefVal | Path/Ogn |
|---|---|---|---|---|---|
| *> 0.0.0.0 | 0.0.0.0 | 0 | | 0 | ? |
| *>i 2.2.2.2/32 | 11.11.11.2 | 0 | 100 | 0 | i |

# 实验 34—— BGP 与 IGP 交互配置

【拓扑图】:




**********

【试验环境】: 110 和 140 Ebgp 关系;140,120,100 之间 Ibgp 全连接;AS200 中跑 OSPF;

【试验目的】: 为实现在 110 能 Ping 通 13.13.13.0 网段;

【实验配置】:

```
110: bgp 100
     network 1.1.1.1 255.255.255.255
     undo synchronization
     group 200 external
     peer 25.25.25.1 group 200 as-number 200
     interface LoopBack0
     ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
140: bgp 200
     import-route direct
     undo synchronization
     group 100 external
     peer 25.25.25.2 group 100 as-number 100
     group 200 internal
```

peer 200 next-hop-local (此命令只可运行在 ARP 型号路由器上;MSR 型号路由器是 peer +ip 地址+next-hop-local)

peer 12.12.12.1 group 200

peer 23.23.23.2 group 200

import-route ospf 1 ：把 OSPF 引入 BGP 中;

【OSPF 配置】:

ospf 1

area 0.0.0.0

network 12.12.12.0 0.0.0.3

network 23.23.23.0 0.0.0.3

100:

bgp 200

network 12.0.0.0

undo synchronization

group 200 internal

peer 12.12.12.2 group 200

peer 13.13.13.2 group 200

【OSPF 配置】:

ospf 1

area 0.0.0.0

network 12.12.12.0 0.0.0.3

network 13.13.13.0 0.0.0.3

120: bgp 200

undo synchronization

group 200 internal

peer 13.13.13.1 group 200

peer 23.23.23.1 group 200

【OSPF 配置】:

ospf 1

area 0.0.0.0

network 13.13.13.0 0.0.0.3

network 23.23.23.0 0.0.0.3

**********

【现象分析】:

110：[R-2]dis ip rou

| Destination/Mask | Protocol | Pre | Cost | Nexthop | Interface |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.1.1.1/32 | DIRECT | 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoopBack0 |
| 13.13.13.0/30 | BGP | 256 | 3124 | 25.25.25.1 | Ethernet0/1 |
| 25.25.25.0/30 | DIRECT | 0 | 0 | 25.25.25.2 | Ethernet0/1 |
| 25.25.25.2/32 | DIRECT | 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoopBack0 |

1：为什么 110 没有去 12.12.12.0 网段路由？

答：因为 12.12.12.0 和 140 是直连的；COST 比从 OSPF 学到的路由低；根据路由器只把最优的路由传给 BGP 邻居；所以 140 不会把从 OSPF 学到的 12.12.12.0 传给 110；

【解决办法】：在 140 的 BGP 视图下引入直连：[R-2-bgp]import-route direct

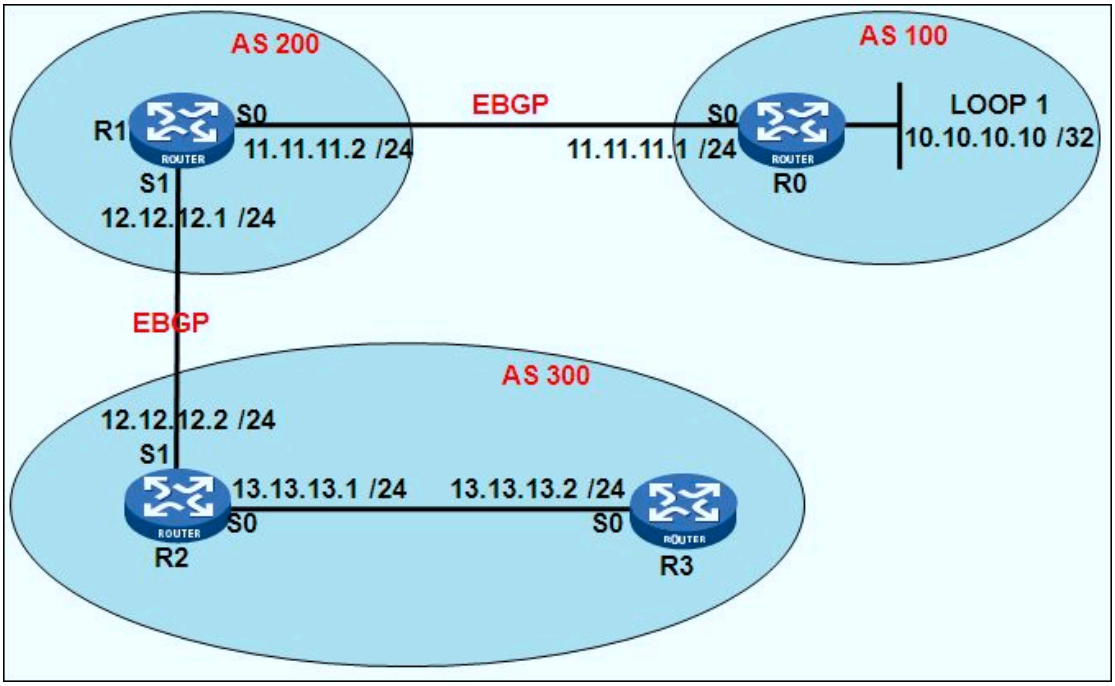
2：140：dis bgp rou

| | Dest/Mask | Next-Hop | Med | Local-pref | Origin | Path |
|---|---|---|---|---|---|---|
| #^ | 1.1.1.1/32 | 25.25.25.2 | 0 | 0 | IGP | 100 |
| #^ | 12.12.12.0/30 | 0.0.0.0 | 0 | 100 | INC | |
| #^ | 12.12.12.1/32 | 0.0.0.0 | 0 | 100 | INC | |
| #^ | 13.13.13.0/30 | 0.0.0.0 | 3124 | 100 | INC | |
| #^ | 23.23.23.0/30 | 0.0.0.0 | 0 | 100 | INC | |
| #^ | 23.23.23.2/32 | 0.0.0.0 | 0 | 100 | INC | |
| #^ | 25.25.25.0/30 | 0.0.0.0 | 0 | 100 | INC | |

为什么下一跳都是零？

# 实验 35—— BGP 下一跳（NEXT_HOP）属性

【拓扑图】:




【实验目的】：验证 BGP 下一跳属性取值情况（三种）。

【实验配置】:

**R0:** bgp 100
network 10.10.10.10 255.255.255.255
undo synchronization
peer 11.11.11.2 as-number 200
group 200 external
peer 11.11.11.2 group 200

**R1:** bgp 200
undo synchronization
peer 12.12.12.2 as-number 300
peer 11.11.11.1 as-number 100
group 100 external
peer 11.11.11.1 group 100
group 300 external
peer 12.12.12.2 group 300

**R2:** bgp 300
undo synchronization
peer 12.12.12.1 as-number 200
group 200 external

peer 12.12.12.1 group 200
group 300 internal
peer 13.13.13.2 group 300
R3: bgp 300
undo synchronization
group 300 internal
peer 13.13.13.1 group 300

下一跳（NEXT_HOP）属性

BGP 的下一跳属性和 IGP 的有所不同，不一定就是邻居路由器的 IP 地址。

下一跳属性取值情况分为三种，

<1>:BGP 发言者把自己产生的路由发给所有邻居时，将把该路由信息的下一跳属性设置为自己与对端连接的接口地址；

[R1]： di bgp rou
Total Number of Routes: 1
BGP Local router ID is 12.12.12.1
Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
h - history, i - internal, s - suppressed, S - Stale
Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

| | Network | NextHop | MED | LocPrf | PrefVal | Path/Ogn |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *> | 10.10.10.10/32 | 11.11.11.1 | 0 | | 0 | 100i |

<2>BGP 发言者把接收到的路由发送给 EBGP 对等体时，将把该路由信息的下一跳属性设置为本地与对端连接的接口地址；

[R2]:di bgp rou
Total Number of Routes: 1
BGP Local router ID is 13.13.13.1
Status codes: * - valid, > - best, d - damped,
h - history, i - internal, s - suppressed, S - Stale

Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

| | Network | NextHop | MED | LocPrf | PrefVal | Path/Ogn |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *> | 10.10.10.10/32 | 12.12.12.1 | | 0 | | 200 100i |

<3>BGP 发言者把从 EBGP 邻居得到的路由发给 IBGP 邻居时，并不改变该路由信息的下一跳属性。如果配置了负载分担，路由被发给 IBGP 邻居时则会修改下一跳属性。

[R3：]di bgp rou

Total Number of Routes: 1

BGP Local router ID is 13.13.13.2

Status codes: * - valid, > - best, d - damped,

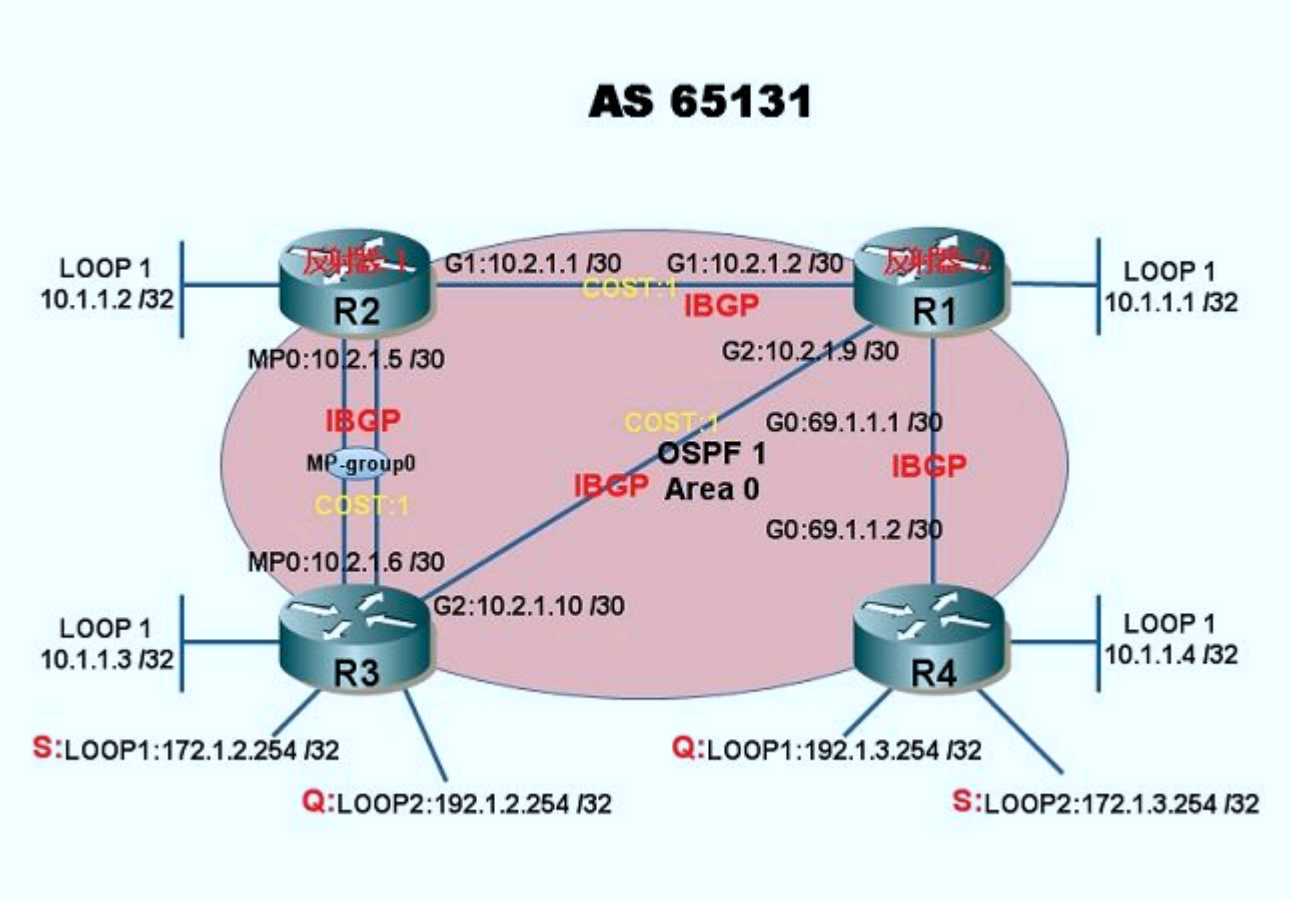
h - history, i - internal, s - suppressed, S - Stale

Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

| | Network | NextHop | MED | LocPrf | PrefVal | Path/Ogn |
|---|---|---|---|---|---|---|
| i | 10.10.10.10/32 | 12.12.12.1 | 100 | 0 | | 200 100i |

# 实验 36—— BGP 双反射

【拓扑图】:




【实验目的】:验证使得 R2/R3 学到 R4 上的 S/Q 路由;验证使得 R4 学到 R3 上的 S/Q 路由。

【实验配置】:

[rt1]:

```
#
interface Serial0/2/0
 link-protocol ppp
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.252
 ospf cost 1
#
interface Serial0/2/1
 link-protocol ppp
 ip address 10.2.1.9 255.255.255.252
 ospf cost 1
#
interface Serial0/2/2
 link-protocol ppp
 ip address 69.1.1.1 255.255.255.252
```

```
#
interface LoopBack1
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.255
#
bgp 65131
 reflector cluster-id 2
 undo synchronization
 group 65131 internal
 peer 10.1.1.2 group 65131
 peer 10.1.1.2 reflect-client
 peer 10.1.1.2 connect-interface LoopBack1
 peer 10.1.1.3 group 65131
 peer 10.1.1.3 reflect-client
 peer 10.1.1.3 connect-interface LoopBack1
 peer 10.1.1.4 group 65131
 peer 10.1.1.4 reflect-client
 peer 10.1.1.4 connect-interface LoopBack1
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.1 0.0.0.0
  network 10.2.1.0 0.0.0.3
  network 10.2.1.8 0.0.0.3
  network 69.1.1.0 0.0.0.3
#
```

[rt2]：

```
#
interface Serial0/2/0
 link-protocol ppp
 ip address 10.2.1.1 255.255.255.252
 ospf cost 1
#
interface Serial0/2/1
 link-protocol ppp
 ppp mp Mp-group 0
#
interface Serial0/2/2
 link-protocol ppp
 ppp mp Mp-group 0
#
interface Mp-group0
 ip address 10.2.1.5 255.255.255.252
```

```
 ospf cost 1
#
interface LoopBack1
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.255
#
bgp 65131
 reflector cluster-id 1
 undo synchronization
 group 65131 internal
 peer 10.1.1.1 group 65131
 peer 10.1.1.1 reflect-client
 peer 10.1.1.1 connect-interface LoopBack1
 peer 10.1.1.3 group 65131
 peer 10.1.1.3 reflect-client
 peer 10.1.1.3 connect-interface LoopBack1
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.2 0.0.0.0
  network 10.2.1.0 0.0.0.3
  network 10.2.1.4 0.0.0.3
#
```

[rt3]：

```
#
interface Serial0/2/0
 link-protocol ppp
 ip address 10.2.1.10 255.255.255.252
 ospf cost 1
#
interface Serial0/2/1
 link-protocol ppp
 ppp mp Mp-group 0
#
interface Serial0/2/2
 link-protocol ppp
 ppp mp Mp-group 0
#
interface Mp-group0
 ip address 10.2.1.6 255.255.255.252
 ospf cost 1
#
interface LoopBack1
```

```
 ip address 10.1.1.3 255.255.255.255
#
interface LoopBack10
 ip address 172.1.2.254 255.255.255.255
#
interface LoopBack20
 ip address 192.1.2.254 255.255.255.255
#
bgp 65131
 network 172.1.2.254 255.255.255.255
 network 192.1.2.254 255.255.255.255
 undo synchronization
 group 65131 internal
 peer 10.1.1.2 group 65131
 peer 10.1.1.2 connect-interface LoopBack1
 peer 10.1.1.1 group 65131
 peer 10.1.1.1 connect-interface LoopBack1
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.3 0.0.0.0
  network 10.2.1.8 0.0.0.3
  network 10.2.1.4 0.0.0.3
#
```

[rt4]：

```
#
interface Serial0/2/0
 link-protocol ppp
 ip address 69.1.1.2 255.255.255.252
#
interface LoopBack1
 ip address 10.1.1.4 255.255.255.255
#
interface LoopBack10
 ip address 172.1.3.254 255.255.255.255
#
interface LoopBack20
 ip address 192.1.3.254 255.255.255.255
#
bgp 65131
 network 172.1.3.254 255.255.255.255
 network 192.1.3.254 255.255.255.255
```

```
 undo synchronization
 group 65131 internal
 peer 10.1.1.1 group 65131
 peer 10.1.1.1 connect-interface LoopBack1
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.4 0.0.0.0
  network 69.1.1.0 0.0.0.3
#
```

下面是反射过后的路由：

```
[rt4]dis ip routing-table
Routing Tables: Public
         Destinations : 18        Routes : 18

Destination/Mask    Proto   Pre  Cost      NextHop         Interface

10.1.1.1/32         OSPF    10   1562      10.2.1.13       Tun1
10.1.1.2/32         OSPF    10   1563      10.2.1.13       Tun1
10.1.1.3/32         OSPF    10   1563      10.2.1.13       Tun1
10.1.1.4/32         Direct  0    0         127.0.0.1       InLoop0
10.2.1.0/30         OSPF    10   1563      10.2.1.13       Tun1
10.2.1.4/30         OSPF    10   1564      10.2.1.13       Tun1
10.2.1.8/30         OSPF    10   1563      10.2.1.13       Tun1
10.2.1.12/30        Direct  0    0         10.2.1.14       Tun1
10.2.1.14/32        Direct  0    0         127.0.0.1       InLoop0
69.1.1.0/30         Direct  0    0         69.1.1.2        S0/2/0
69.1.1.1/32         Direct  0    0         69.1.1.1        S0/2/0
69.1.1.2/32         Direct  0    0         127.0.0.1       InLoop0
127.0.0.0/8         Direct  0    0         127.0.0.1       InLoop0
127.0.0.1/32        Direct  0    0         127.0.0.1       InLoop0
172.1.2.254/32      BGP     255  0         10.1.1.3        Tun1
172.1.3.254/32      Direct  0    0         127.0.0.1       InLoop0
192.1.2.254/32      BGP     255  0         10.1.1.3        Tun1
192.1.3.254/32      Direct  0    0         127.0.0.1       InLoop0


[rt2]dis ip routing-table
Routing Tables: Public
         Destinations : 18        Routes : 19
```

| Destination/Mask | Proto | Pre | Cost | NextHop | Interface |
|---|---|---|---|---|---|
| 10.1.1.1/32 | OSPF | 10 | 1 | 10.2.1.2 | S0/2/0 |
| 10.1.1.2/32 | Direct | 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 10.1.1.3/32 | OSPF | 10 | 1 | 10.2.1.6 | Mp-group0 |
| 10.1.1.4/32 | OSPF | 10 | 1563 | 10.2.1.2 | S0/2/0 |
| 10.2.1.0/30 | Direct | 0 | 0 | 10.2.1.1 | S0/2/0 |
| 10.2.1.1/32 | Direct | 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 10.2.1.2/32 | Direct | 0 | 0 | 10.2.1.2 | S0/2/0 |
| 10.2.1.4/30 | Direct | 0 | 0 | 10.2.1.5 | Mp-group0 |
| 10.2.1.5/32 | Direct | 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 10.2.1.6/32 | Direct | 0 | 0 | 10.2.1.6 | Mp-group0 |
| 10.2.1.8/30 | OSPF | 10 | 2 | 10.2.1.2 | S0/2/0 |
| | OSPF | 10 | 2 | 10.2.1.6 | Mp-group0 |
| 10.2.1.12/30 | OSPF | 10 | 1563 | 10.2.1.2 | S0/2/0 |
| 127.0.0.0/8 | Direct | 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 127.0.0.1/32 | Direct | 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 172.1.2.254/32 | BGP | 255 | 0 | 10.1.1.3 | Mp-group0 |
| 172.1.3.254/32 | BGP | 255 | 0 | 10.1.1.4 | S0/2/0 |
| 192.1.2.254/32 | BGP | 255 | 0 | 10.1.1.3 | Mp-group0 |
| 192.1.3.254/32 | BGP | 255 | 0 | 10.1.1.4 | S0/2/0 |

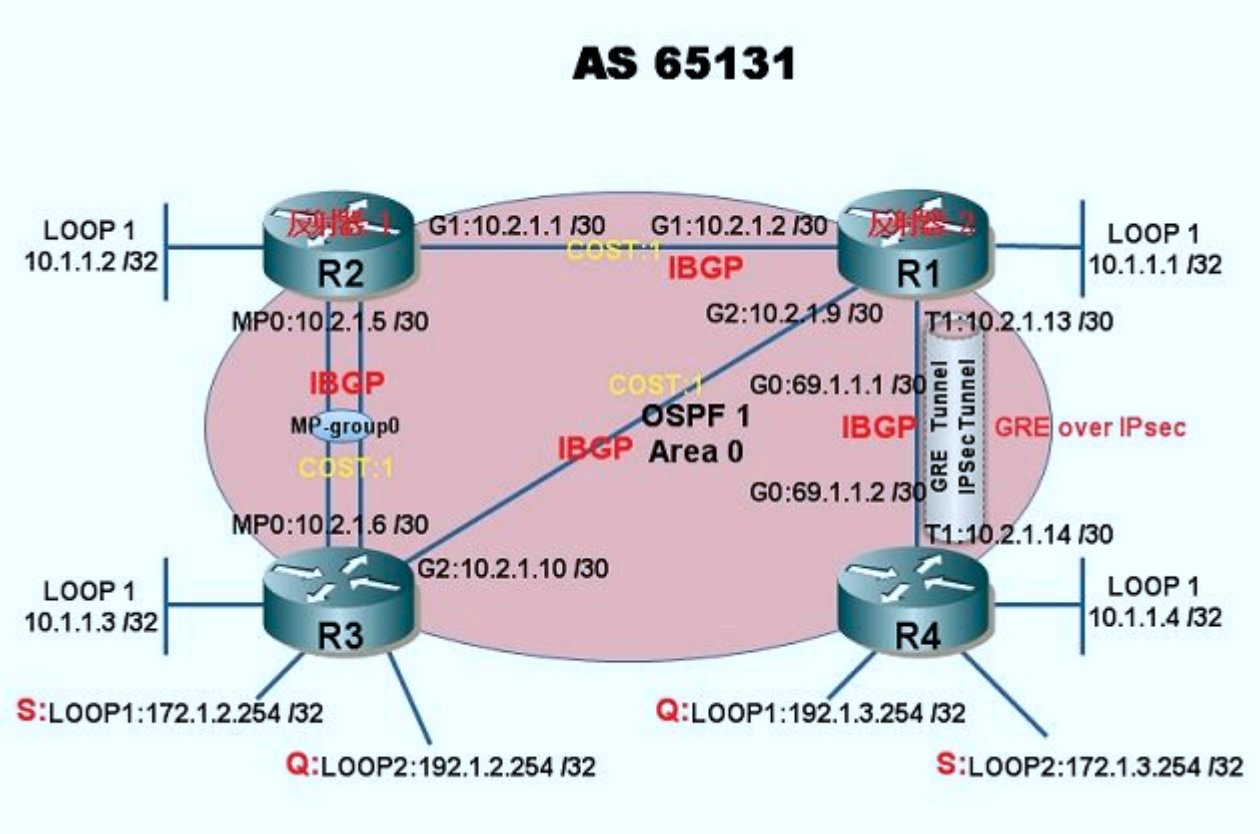
[rt3]dis ip routing-table
Routing Tables: Public
Destinations : 18 Routes : 19

| Destination/Mask | Proto | Pre | Cost | NextHop | Interface |
|---|---|---|---|---|---|
| 10.1.1.1/32 | OSPF | 10 | 1 | 10.2.1.9 | S0/2/0 |
| 10.1.1.2/32 | OSPF | 10 | 1 | 10.2.1.5 | Mp-group0 |
| 10.1.1.3/32 | Direct | 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 10.1.1.4/32 | OSPF | 10 | 1563 | 10.2.1.9 | S0/2/0 |
| 10.2.1.0/30 | OSPF | 10 | 2 | 10.2.1.9 | S0/2/0 |
| | OSPF | 10 | 2 | 10.2.1.5 | Mp-group0 |
| 10.2.1.4/30 | Direct | 0 | 0 | 10.2.1.6 | Mp-group0 |
| 10.2.1.5/32 | Direct | 0 | 0 | 10.2.1.5 | Mp-group0 |
| 10.2.1.6/32 | Direct | 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 10.2.1.8/30 | Direct | 0 | 0 | 10.2.1.10 | S0/2/0 |
| 10.2.1.9/32 | Direct | 0 | 0 | 10.2.1.9 | S0/2/0 |
| 10.2.1.10/32 | Direct | 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 10.2.1.12/30 | OSPF | 10 | 1563 | 10.2.1.9 | S0/2/0 |
| 127.0.0.0/8 | Direct | 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 127.0.0.1/32 | Direct | 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 172.1.2.254/32 | Direct | 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 172.1.3.254/32 | BGP | 255 | 0 | 10.1.1.4 | S0/2/0 |
| 192.1.2.254/32 | Direct | 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 192.1.3.254/32 | BGP | 255 | 0 | 10.1.1.4 | S0/2/0 |

# 实验 37—— BGP 双反射加 GRE OVER IPSEC

【拓扑图】:




【实验目的】:验证使得 R2/R3 学到 R4 上的 S/Q 路由;验证使得 R4 学到 R3 上的 S/Q 路由。且为 R1/R4 加密。

【实验配置】:

[rt1]:

```
#
ike peer rt4
 pre-shared-key cipher TEzJOUGCmuE=     //:123
 remote-address 69.1.1.2
#
ipsec proposal prop
 encapsulation-mode transport
#
ipsec policy policy 1 isakmp
 security acl 3001
 ike-peer rt4
 proposal prop
#
acl number 3001
```

```
 rule 0 permit ip source 69.1.1.1 0 destination 69.1.1.2 0
#
interface Serial0/2/0
 link-protocol ppp
 ip address 10.2.1.2 255.255.255.252
 ospf cost 1
#
interface Serial0/2/1
 link-protocol ppp
 ip address 10.2.1.9 255.255.255.252
 ospf cost 1
#
interface Serial0/2/2
 link-protocol ppp
 ip address 69.1.1.1 255.255.255.252
 ipsec policy policy
#
interface LoopBack1
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.255
#
interface Tunnel1
 ip address 10.2.1.13 255.255.255.252
 source 69.1.1.1
 destination 69.1.1.2
#
bgp 65131
 reflector cluster-id 2
 undo synchronization
 group 65131 internal
 peer 10.1.1.2 group 65131
 peer 10.1.1.2 reflect-client
 peer 10.1.1.2 connect-interface LoopBack1
 peer 10.1.1.3 group 65131
 peer 10.1.1.3 reflect-client
 peer 10.1.1.3 connect-interface LoopBack1
 peer 10.1.1.4 group 65131
 peer 10.1.1.4 reflect-client
 peer 10.1.1.4 connect-interface LoopBack1
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.1 0.0.0.0
  network 10.2.1.0 0.0.0.3
```

```
  network 10.2.1.8 0.0.0.3
  network 10.2.1.12 0.0.0.3
#

[rt2]:
#
interface Serial0/2/0
 link-protocol ppp
 ip address 10.2.1.1 255.255.255.252
 ospf cost 1
#
interface Serial0/2/1
 link-protocol ppp
 ppp mp Mp-group 0
#
interface Serial0/2/2
 link-protocol ppp
 ppp mp Mp-group 0
#
interface Mp-group0
 ip address 10.2.1.5 255.255.255.252
 ospf cost 1
#
interface LoopBack1
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.255
#
bgp 65131
 reflector cluster-id 1
 undo synchronization
 group 65131 internal
 peer 10.1.1.1 group 65131
 peer 10.1.1.1 reflect-client
 peer 10.1.1.1 connect-interface LoopBack1
 peer 10.1.1.3 group 65131
 peer 10.1.1.3 reflect-client
 peer 10.1.1.3 connect-interface LoopBack1
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.2 0.0.0.0
  network 10.2.1.0 0.0.0.3
  network 10.2.1.4 0.0.0.3
#
```

```
[rt3]:
#
interface Serial0/2/0
 link-protocol ppp
 ip address 10.2.1.10 255.255.255.252
 ospf cost 1
#
interface Serial0/2/1
 link-protocol ppp
 ppp mp Mp-group 0
#
interface Serial0/2/2
 link-protocol ppp
 ppp mp Mp-group 0
#
interface Mp-group0
 ip address 10.2.1.6 255.255.255.252
 ospf cost 1
#
interface LoopBack1
 ip address 10.1.1.3 255.255.255.255
#
interface LoopBack10
 ip address 172.1.2.254 255.255.255.255
#
interface LoopBack20
 ip address 192.1.2.254 255.255.255.255
#
bgp 65131
 network 172.1.2.254 255.255.255.255
 network 192.1.2.254 255.255.255.255
 undo synchronization
 group 65131 internal
 peer 10.1.1.2 group 65131
 peer 10.1.1.2 connect-interface LoopBack1
 peer 10.1.1.1 group 65131
 peer 10.1.1.1 connect-interface LoopBack1
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.3 0.0.0.0
```

```
  network 10.2.1.8 0.0.0.3
  network 10.2.1.4 0.0.0.3
#
```

[rt4]：

```
#
ike peer rt1
 pre-shared-key cipher TEzJOUGCmuE=
 remote-address 69.1.1.1
#
ipsec proposal prop
 encapsulation-mode transport
#
ipsec policy policy 1 isakmp
 security acl 3001
 ike-peer rt1
 proposal prop
#
acl number 3001
 rule 0 permit ip source 69.1.1.2 0 destination 69.1.1.1 0
#
interface Serial0/2/0
 link-protocol ppp
 ip address 69.1.1.2 255.255.255.252
 ipsec policy policy
#
interface LoopBack1
 ip address 10.1.1.4 255.255.255.255
#
interface LoopBack10
 ip address 172.1.3.254 255.255.255.255
#
interface LoopBack20
 ip address 192.1.3.254 255.255.255.255
#
interface Tunnel1
 ip address 10.2.1.14 255.255.255.252
 source 69.1.1.2
 destination 69.1.1.1
#
bgp 65131
 network 172.1.3.254 255.255.255.255
```

```
 network 192.1.3.254 255.255.255.255
 undo synchronization
 group 65131 internal
 peer 10.1.1.1 group 65131
 peer 10.1.1.1 connect-interface LoopBack1
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.4 0.0.0.0
  network 10.2.1.12 0.0.0.3
#
```

下面是反射过后的路由：

```
[rt4]dis ip routing-table
Routing Tables: Public
         Destinations : 18        Routes : 18

Destination/Mask    Proto   Pre  Cost      NextHop         Interface

10.1.1.1/32         OSPF    10   1562      10.2.1.13       Tun1
10.1.1.2/32         OSPF    10   1563      10.2.1.13       Tun1
10.1.1.3/32         OSPF    10   1563      10.2.1.13       Tun1
10.1.1.4/32         Direct  0    0         127.0.0.1       InLoop0
10.2.1.0/30         OSPF    10   1563      10.2.1.13       Tun1
10.2.1.4/30         OSPF    10   1564      10.2.1.13       Tun1
10.2.1.8/30         OSPF    10   1563      10.2.1.13       Tun1
10.2.1.12/30        Direct  0    0         10.2.1.14       Tun1
10.2.1.14/32        Direct  0    0         127.0.0.1       InLoop0
69.1.1.0/30         Direct  0    0         69.1.1.2        S0/2/0
69.1.1.1/32         Direct  0    0         69.1.1.1        S0/2/0
69.1.1.2/32         Direct  0    0         127.0.0.1       InLoop0
127.0.0.0/8         Direct  0    0         127.0.0.1       InLoop0
127.0.0.1/32        Direct  0    0         127.0.0.1       InLoop0
172.1.2.254/32      BGP     255  0         10.1.1.3        Tun1
172.1.3.254/32      Direct  0    0         127.0.0.1       InLoop0
192.1.2.254/32      BGP     255  0         10.1.1.3        Tun1
192.1.3.254/32      Direct  0    0         127.0.0.1       InLoop0
```

```
[rt2]dis ip routing-table
Routing Tables: Public
```

Destinations : 18 Routes : 19

| Destination/Mask | Proto | Pre | Cost | NextHop | Interface |
|---|---|---|---|---|---|
| 10.1.1.1/32 | OSPF | 10 | 1 | 10.2.1.2 | S0/2/0 |
| 10.1.1.2/32 | Direct | 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 10.1.1.3/32 | OSPF | 10 | 1 | 10.2.1.6 | Mp-group0 |
| 10.1.1.4/32 | OSPF | 10 | 1563 | 10.2.1.2 | S0/2/0 |
| 10.2.1.0/30 | Direct | 0 | 0 | 10.2.1.1 | S0/2/0 |
| 10.2.1.1/32 | Direct | 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 10.2.1.2/32 | Direct | 0 | 0 | 10.2.1.2 | S0/2/0 |
| 10.2.1.4/30 | Direct | 0 | 0 | 10.2.1.5 | Mp-group0 |
| 10.2.1.5/32 | Direct | 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 10.2.1.6/32 | Direct | 0 | 0 | 10.2.1.6 | Mp-group0 |
| 10.2.1.8/30 | OSPF | 10 | 2 | 10.2.1.2 | S0/2/0 |
| | OSPF | 10 | 2 | 10.2.1.6 | Mp-group0 |
| 10.2.1.12/30 | OSPF | 10 | 1563 | 10.2.1.2 | S0/2/0 |
| 127.0.0.0/8 | Direct | 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 127.0.0.1/32 | Direct | 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 172.1.2.254/32 | BGP | 255 | 0 | 10.1.1.3 | Mp-group0 |
| 172.1.3.254/32 | BGP | 255 | 0 | 10.1.1.4 | S0/2/0 |
| 192.1.2.254/32 | BGP | 255 | 0 | 10.1.1.3 | Mp-group0 |
| 192.1.3.254/32 | BGP | 255 | 0 | 10.1.1.4 | S0/2/0 |

[rt3]dis ip routing-table
Routing Tables: Public
Destinations : 18 Routes : 19

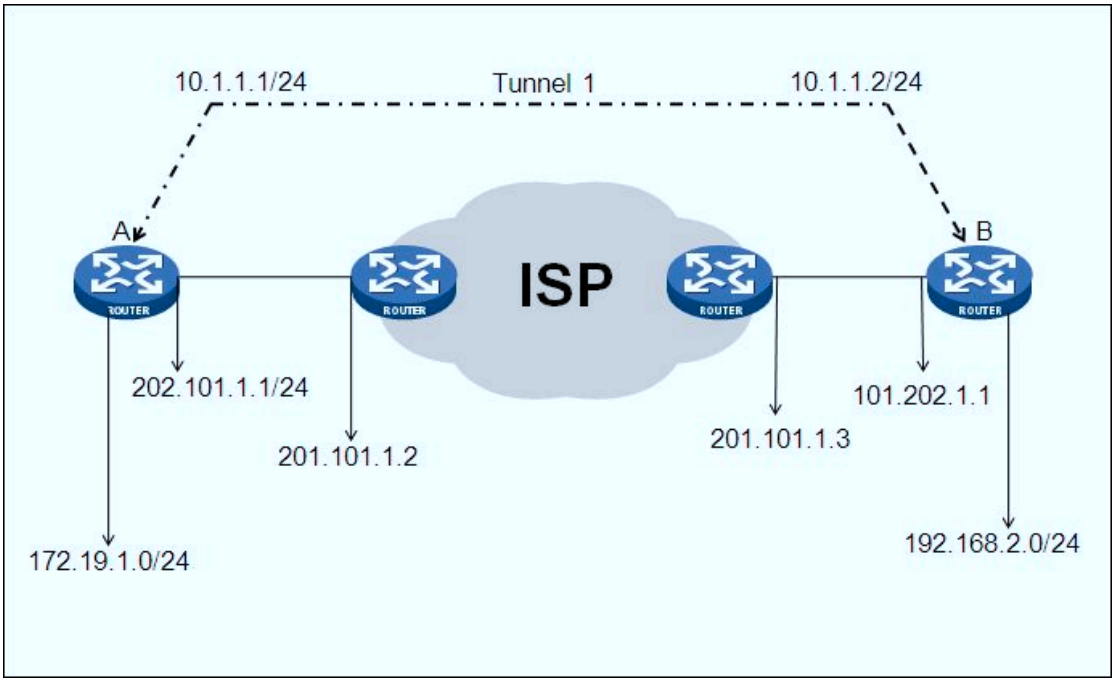
| Destination/Mask | Proto | Pre | Cost | NextHop | Interface |
|---|---|---|---|---|---|
| 10.1.1.1/32 | OSPF | 10 | 1 | 10.2.1.9 | S0/2/0 |
| 10.1.1.2/32 | OSPF | 10 | 1 | 10.2.1.5 | Mp-group0 |
| 10.1.1.3/32 | Direct | 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 10.1.1.4/32 | OSPF | 10 | 1563 | 10.2.1.9 | S0/2/0 |
| 10.2.1.0/30 | OSPF | 10 | 2 | 10.2.1.9 | S0/2/0 |
| | OSPF | 10 | 2 | 10.2.1.5 | Mp-group0 |
| 10.2.1.4/30 | Direct | 0 | 0 | 10.2.1.6 | Mp-group0 |
| 10.2.1.5/32 | Direct | 0 | 0 | 10.2.1.5 | Mp-group0 |
| 10.2.1.6/32 | Direct | 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 10.2.1.8/30 | Direct | 0 | 0 | 10.2.1.10 | S0/2/0 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 10.2.1.9/32 | Direct | 0 | 0 | 10.2.1.9 | S0/2/0 |
| 10.2.1.10/32 | Direct | 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 10.2.1.12/30 | OSPF | 10 | 1563 | 10.2.1.9 | S0/2/0 |
| 127.0.0.0/8 | Direct | 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 127.0.0.1/32 | Direct | 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 172.1.2.254/32 | Direct | 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 172.1.3.254/32 | BGP | 255 | 0 | 10.1.1.4 | S0/2/0 |
| 192.1.2.254/32 | Direct | 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 192.1.3.254/32 | BGP | 255 | 0 | 10.1.1.4 | S0/2/0 |

# 第三部分实验：VPN 及安全相关实验

## 实验 38—— GRE VPN

【拓扑图】:




【实验配置】:

RA: int tunnel 1
ip add 10.1.1.1 24
source 202.101.1.1
destination 101.202.1.1
ip route-static 192.168.2.0 24 tunnel 1
ip route-static 0.0.0.0 0 201.101.1.2 ：保证公网通信(可以缺省；可以明细)

RB:int tunnel 1
ip add 10.1.1.2 24
source 101.202.1.1
destination 202.101.1.1
ip route-static 172.19.1.0 24 tunnel 1
ip route-static 0.0.0.0 0 201.101.1.3

【注意事项】:

（1）：Tunnel 口 IP 必须处在同一网段；Rout-id 也是一样！

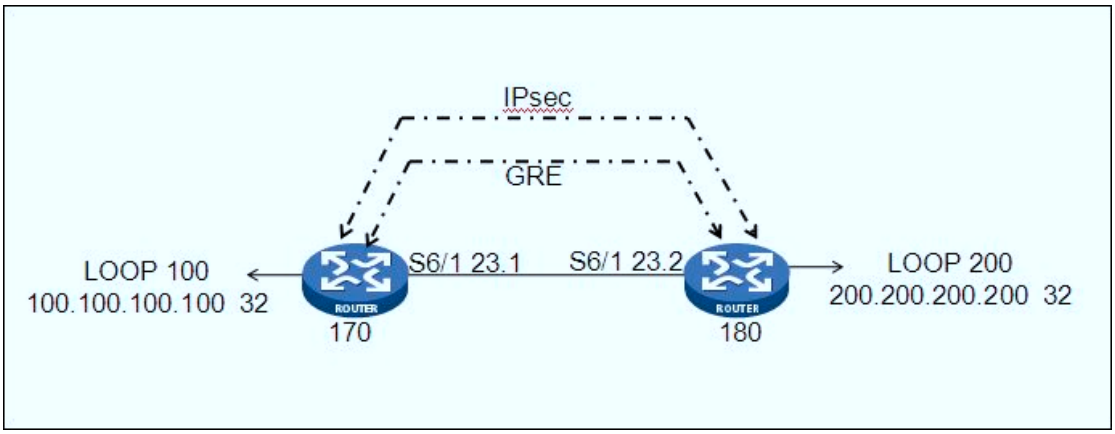
查看：dis int tunnel <tunnel-id>

调试：debugging gre packet

# 实验 39—— VPN GRE over IPsec

<先把 23.1/23.2 报文加密好；为加密好的报文启用 VPN>

【拓扑图】:




【实验配置】:

170：ike local-name 170

ike peer peer

pre-shared-key 123

remote-address 23.23.23.2（物理接口 IP；非隧道 IP;）

ipsec proposal 1

encapsulation-mode transport（改为非默认的传输模式）

ipsec policy policy 10 isakmp

security acl 3001

ike-peer peer

proposal 1

acl number 3001

rule 10 permit ip source 23.23.23.1 0 destination 23.23.23.2 0（注意）

interface Serial6/1

link-protocol ppp

ip address 23.23.23.1 255.255.255.252

ipsec policy policy

interface LoopBack100

ip address 100.100.100.100 255.255.255.255

interface Tunnel0

ip address 1.1.1.1 255.255.255.0

source 23.23.23.1

destination 23.23.23.2

ip route-static 200.200.200.200 255.255.255.255 Tunnel0

180：ike peer peer
pre-shared-key 123
remote-address 23.23.23.1
ipsec proposal 1
encapsulation-mode transport
ipsec policy policy 10 isakmp
security acl 3001
ike-peer peer
proposal 1
acl number 3001
rule 10 permit ip source 23.23.23.2 0 destination 23.23.23.1 0 （注意）
interface Serial6/1
link-protocol ppp
ip address 23.23.23.2 255.255.255.252
ipsec policy policy
interface LoopBack200
ip address 200.200.200.200 255.255.255.255
interface Tunnel0
ip address 1.1.1.2 255.255.255.0
source 23.23.23.2
destination 23.23.23.1
ip route-static 100.100.100.100 255.255.255.255 Tunnel0

一．IPSEC 加密成功的标志是 从 100 PING 200 第一个包会丢失！

二．dis ike sa

total phase-1 SAs: 1

| connection-id | peer | flag | phase | doi |
|---|---|---|---|---|
| 11 | 23.23.23.2 | RD | 1 | IPSEC |
| 12 | 23.23.23.2 | RD | 2 | IPSEC |

如果只出现一条 SA 那么 就必须

<R-2>reset ike sa

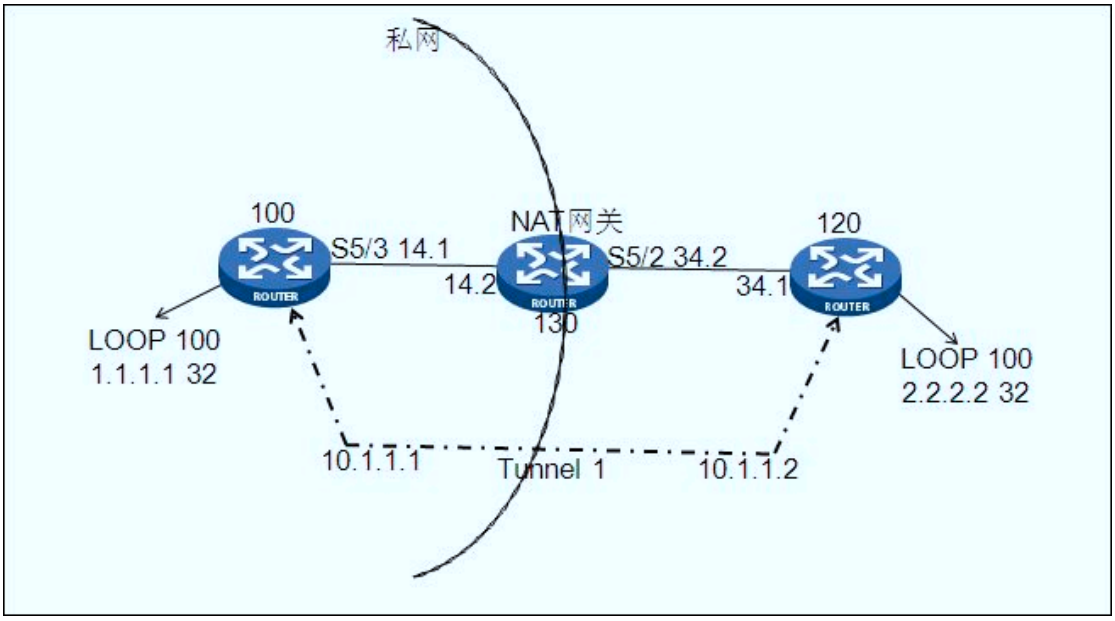
<R-2>reset ipsec sa

这样会重新建立 SA

注意点：1. ipsec proposal 1
encapsulation-mode transport（改为非默认的传输模式）
2. acl number 3001
rule 10 permit ip source 23.23.23.1 0 destination 23.23.23.2 0（注意）
3．remote-address 23.23.23.2（物理接口 IP；非隧道 IP；）

# 实验 40—— VPN GRE 穿越 NAT

【拓扑图】:




【实验配置】:

100:interface LoopBack100

ip address 1.1.1.1 255.255.255.255

ip route-static 2.2.2.2 255.255.255.255 Tunnel0

ip route-static 34.34.34.0 255.255.255.252 14.14.14.2（或使用缺省路由）

interface Tunnel0

ip address 10.1.1.1 255.255.255.0

source 14.14.14.1

destination 34.34.34.1

120:interface LoopBack100

ip address 2.2.2.2 255.255.255.255

interface Tunnel0

ip address 10.1.1.2 255.255.255.0

source 34.34.34.1

destination 34.34.34.3（此 IP 不是接口 IP；是 NAT 转换之后的 IP 地址；）

ip route-static 1.1.1.1 255.255.255.255 Tunnel0

130:nat static 14.14.14.1 34.34.34.3

interface Serial5/2（在公网出接口激活）

nat outbound static （触发转发）

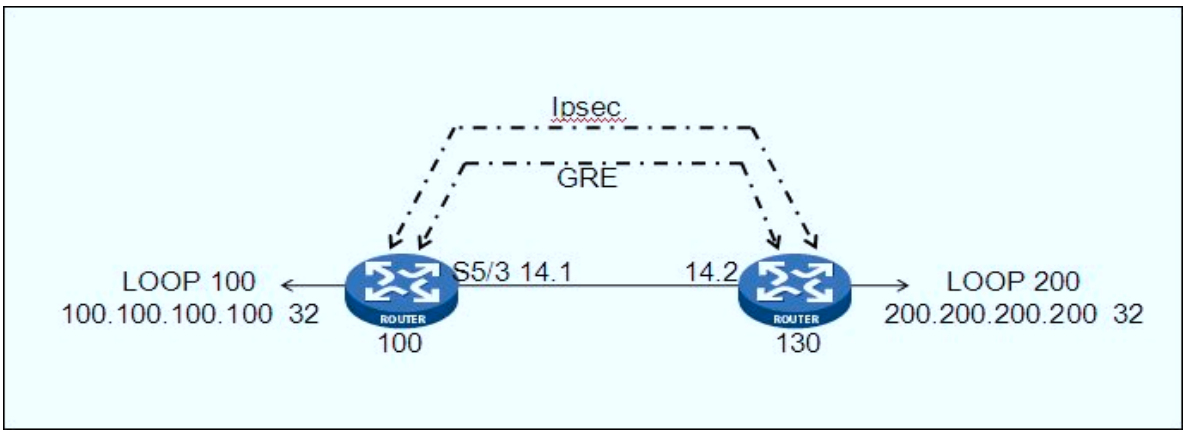
ip address 34.34.34.2 255.255.255.0(主意掩码是 24 位的 不可以使 30 位）

【注意】: 130 和 120 之间的网段掩码是 24 位的；不是 30 位的；

# 实验 41—— VPN IPsec+GRE

<先建隧道后在隧道内部为 1.1.1.1/1.1.1.2 加密>

【拓扑图】:




【实验配置】:

100：ike local-name 100

acl number 3001
rule 10 permit ip source 14.14.14.1 0 destination 14.14.14.2 0 （注意）

ike proposal 1
encapsulation-mode tunnel
transform esp
esp encryption-algorithm des
esp authentication-algorithm md5(此为默认配置；查看当前配置不显示；)

ipsec proposal 1
[R-1-ike-proposal-1]authentication-method pre-share
[R-1-ike-proposal-1]authentication-algorithm sha
[R-1-ike-proposal-1]encryption-algorithm des-cbc(此为默认配置；查看当前配置不显示；)

ike peer peer
pre-shared-key 123
remote-address 14.14.14.2 （注意是对端设备实际接口 IP！！！）

ipsec policy policy 10 isakmp
security acl 3001
ike-peer peer
proposal 1

interface Serial5/3
ipsec policy policy

interface LoopBack100
ip address 100.100.100.100 255.255.255.255

interface Tunnel1
ip address 1.1.1.1 255.255.255.0
source 14.14.14.1
destination 14.14.14.2

ip route-static 200.200.200.200 255.255.255.255 Tunnel1

130: ike local-name 130

acl number 3001
rule 10 permit ip source 14.14.14.2 0 destination 14.14.14.1 0（问题 3: 为什么源和目的不是 loopback 口?）

ike peer peer
pre-shared-key 123 (问题 1：此密钥是用来干嘛的?)

remote-address 14.14.14.1 （注意是对端设备实际接口 IP！）

ipsec proposal 1
encapsulation-mode tunnel
transform esp
esp encryption-algorithm des
esp authentication-algorithm md5(此为默认配置；查看当前配置不显示；)

ike proposal 1
[R-4-ike-proposal-1]authentication-method pre-share
[R-4-ike-proposal-1]authentication-algorithm sha (问题 2：会不会和 ipsec proposal 1 中的 esp authentication-algorithm md5 冲突？)
[R-4-ike-proposal-1]encryption-algorithm des-cbc (此为默认配置；查看当前配置不显示；)

ipsec policy policy 10 isakmp
security acl 3001
ike-peer peer
proposal 1

```
interface Serial5/3
ipsec policy policy

interface LoopBack200
ip address 200.200.200.200 255.255.255.255

interface Tunnel1
ip address 1.1.1.2 255.255.255.0
 source 14.14.14.2
 destination 14.14.14.1

ip route-static 100.100.100.100 255.255.255.255 Tunnel1
```

实验结果

```
[R-1]ping -a 100.100.100.100 200.200.200.200
  PING 200.200.200.200: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Request time out
    Reply from 200.200.200.200: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=46 ms
    Reply from 200.200.200.200: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=46 ms
    Reply from 200.200.200.200: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=46 ms
    Reply from 200.200.200.200: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=47 ms

  --- 200.200.200.200 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    4 packet(s) received
    20.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 46/46/47 ms

[R-1]dis ike
[R-1]dis ike sa
[R-1]dis ike sa
    total phase-1 SAs:  1
    connection-id  peer            flag        phase  doi
  ----------------------------------------------------------
        2          14.14.14.2      RD|ST       1      IPSEC
        3          14.14.14.2      RD|ST       2      IPSEC

  flag meaning
  RD--READY ST--STAYALIVE RL--REPLACED FD--FADING TO--TIMEOUT
[R-1]
```

必须先 PING 通触发,display ike sa 才有内容，否则为空

注意点：1 ipsec 提议是默认的.隧道模式

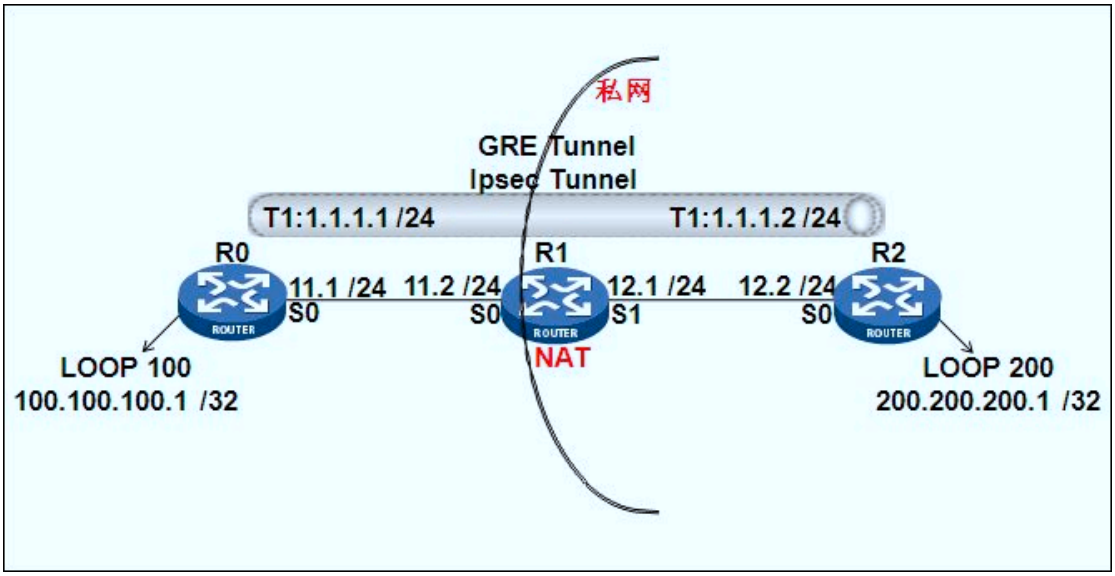
2. remote-address 14.14.14.2 （注意是对端设备实际接口 IP！！！）

3. acl number 3001

rule 10 permit ip source 14.14.14.1 0 destination 14.14.14.2 0

# 实验 42—— VPN IPsec over gre 穿越 NAT

【拓扑图】:




【实验配置】:

R0:

```
ike local-name r0（本地用户名）
ike peer peer
exchange-mode    aggressive（交换模式为野蛮模式）
pre-shared-key cipher TEzJOUGCmuE=(123)
id-type name
remote-name r2（指对端用户名）
nat traversal

ipsec proposal prop  （Ipsec 提议）

ipsec policy policy 1 isakmp
 security acl 3000
 ike-peer peer
 proposal prop

acl number 3000
 rule 10 permit ip source 100.100.100.1 0 destination 200.200.200.1 0  （指私网 IP）

interface LoopBack100
 ip address 100.100.100.1 255.255.255.255

interface Tunnel1
```

```
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.0
 source 11.11.11.1
 destination 11.11.11.3
 ipsec policy policy （只可在 Tunnel 口启用）

 ip route-static 200.200.200.1 255.255.255.255 Tunnel1 （去往 200 的路由都从
                                                    Tunnel 1 口走）

R1：<NAT>
interface Serial0/2/0
 link-protocol ppp
 nat outbound static
 ip address 11.111.11.2 255.255.255.0

 nat static 12.12.12.2 11.11.11.3

R2：
ike local-name r2（本地用户名）
ike peer peer
exchange-mode aggressive （传输模式为野蛮模式）
pre-shared-key cipher TEzJOUGCmuE=(123)
id-type name
remote-name r0（指对端用户名）
remote-address 1.1.1.1（指对端 Tunnel 口 IP）
nat traversal

ipsec proposal prop

ipsec policy policy 1 isakmp
 security acl 3000
 ike-peer peer
 proposal prop

acl number 3000
 rule 10 permit ip source 200.200.200.1 0 destination 100.100.100.1 0 （指私网 IP）

interface LoopBack200
 ip address 200.200.200.1 255.255.255.255

interface Tunnel1
 ip address 1.1.1.2 255.255.255.0
 source 12.12.12.2
 destination 11.11.11.1
```

ipsec policy policy （只可在 Tunnel 口启用）

ip route-static 0.0.0.0 0.0.0.0 12.12.12.1

ip route-static 100.100.100.1 255.255.255.255 Tunnel1（去往 100 的路由都从 Tunnel1 口走）

Ping 结果：

```
[H3C]ping -a 200.200.200.1 100.100.100.1
  PING 100.100.100.1: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Request time out
    Reply from 100.100.100.1: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=30 ms
    Reply from 100.100.100.1: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=20 ms
    Reply from 100.100.100.1: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=30 ms
    Reply from 100.100.100.1: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=10 ms

  --- 100.100.100.1 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    4 packet(s) received
    20.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 10/22/30 ms
```

在内网 ping 后，既建立后的 SA

r0:

```
[H3C]dis ike sa
    total phase-1 SAs:  1
    connection-id   peer            flag        phase   doi
  -----------------------------------------------------------
        3           1.1.1.2         RD            2     IPSEC
        2           1.1.1.2         RD            1     IPSEC

  flag meaning
  RD--READY ST--STAYALIVE RL--REPLACED FD--FADING TO--TIMEOUT
```

r2:

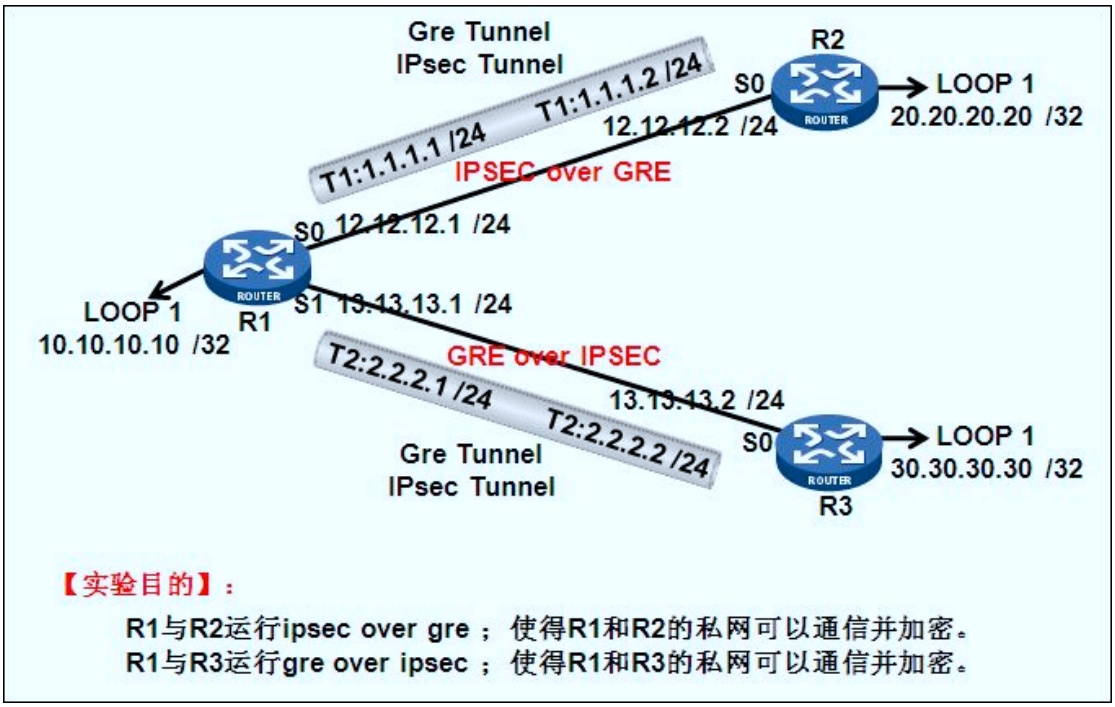
```
[H3C]dis ike sa
    total phase-1 SAs:  1
    connection-id   peer            flag        phase   doi
  -----------------------------------------------------------
        4           1.1.1.1         RD|ST         2     IPSEC
        3           1.1.1.1         RD|ST         1     IPSEC
```

```
  flag meaning
  RD--READY ST--STAYALIVE RL--REPLACED FD--FADING TO--TIMEOUT


R0:
[r0]dis ipsec sa
==============================
Interface: Tunnel1
      path MTU: 1476
==============================

  ----------------------------
  IPsec policy name: "policy"
  sequence number: 10
  mode: isakmp
  ----------------------------
    connection id: 3
    encapsulation mode: tunnel
    perfect forward secrecy: None
    tunnel:
          local    address: 1.1.1.1
          remote address: 1.1.1.2
    Flow :
          sour addr: 100.100.100.1/255.255.255.255    port: 0    protocol: IP
          dest addr: 200.200.200.1/255.255.255.255    port: 0    protocol: IP

    [inbound ESP SAs]
      spi: 4086988140 (0xf39a7d6c)
      proposal: ESP-ENCRYPT-DES ESP-AUTH-MD5
      sa remaining key duration (bytes/sec): 1887436464/3352
      max received sequence-number: 4
      udp encapsulation used for nat traversal: N

    [outbound ESP SAs]
      spi: 990771545 (0x3b0df959)
      proposal: ESP-ENCRYPT-DES ESP-AUTH-MD5
      sa remaining key duration (bytes/sec): 1887436464/3352
      max sent sequence-number: 5
      udp encapsulation used for nat traversal: N
[r0]


R2:
```

```
[r2]dis ipsec    sa
==============================
Interface: Tunnel1
      path MTU: 1476
==============================

  ----------------------------
  IPsec policy name: "policy"
  sequence number: 10
  mode: isakmp
  ----------------------------
    connection id: 3
    encapsulation mode: tunnel
    perfect forward secrecy: None
    tunnel:
          local    address: 1.1.1.2
          remote address: 1.1.1.1
    Flow :
          sour addr: 200.200.200.1/255.255.255.255    port: 0    protocol: IP
          dest addr: 100.100.100.1/255.255.255.255    port: 0    protocol: IP

    [inbound ESP SAs]
      spi: 990771545 (0x3b0df959)
      proposal: ESP-ENCRYPT-DES ESP-AUTH-MD5
      sa remaining key duration (bytes/sec): 1887436464/3327
      max received sequence-number: 4
      udp encapsulation used for nat traversal: N

    [outbound ESP SAs]
      spi: 4086988140 (0xf39a7d6c)
      proposal: ESP-ENCRYPT-DES ESP-AUTH-MD5
      sa remaining key duration (bytes/sec): 1887436464/3327
      max sent sequence-number: 5
      udp encapsulation used for nat traversal: N
[r2]
```

# 实验 43—— VPN ipsec over gre 与 gre over ipsec 双结合

【拓扑图】:




【实验配置】:

[r1]:

```
ike peer r2
 pre-shared-key cipher TEzJOUGCmuE=    (认证密钥:123)
 remote-address 1.1.1.2
#
ike peer r3
 pre-shared-key cipher TEzJOUGCmuE=
 remote-address 13.13.13.2
#
ipsec proposal prop1
#
ipsec proposal prop2
 encapsulation-mode transport
#
ipsec policy policy1 1 isakmp
 security acl 3001
 ike-peer r2
 proposal prop1
#
ipsec policy policy2 1 isakmp
 security acl 3002
```

```
 ike-peer r3
 proposal prop2
#
acl number 3001
 rule 0 permit ip source 10.10.10.10 0 destination 20.20.20.20 0
acl number 3002
 rule 0 permit ip source 13.13.13.0 0.0.0.255 destination 13.13.13.0 0.0.0.255
#
interface Serial0/2/0
 link-protocol ppp
 ip address 12.12.12.1 255.255.255.0
#
interface Serial0/2/1
 link-protocol ppp
 ip address 13.13.13.1 255.255.255.0
 ipsec policy policy2
#
interface LoopBack1
 ip address 10.10.10.10 255.255.255.255
#
interface Tunnel1
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.0
 source 12.12.12.1
 destination 12.12.12.2
 ipsec policy policy1
#
interface Tunnel2
 ip address 2.2.2.1 255.255.255.0
 source 13.13.13.1
 destination 13.13.13.2
#
 ip route-static 20.20.20.20 255.255.255.255 Tunnel1
 ip route-static 30.30.30.30 255.255.255.255 Tunnel2
#

[r2]:
#
ike peer r1
 pre-shared-key cipher TEzJOUGCmuE=
 remote-address 1.1.1.1
#
ipsec proposal prop2
#
```

```
ipsec policy policy1 1 isakmp
 security acl 3001
 ike-peer r1
 proposal prop2
#
acl number 3001
 rule 0 permit ip source 20.20.20.20 0 destination 10.10.10.10 0
#
interface Serial0/2/0
 link-protocol ppp
 ip address 12.12.12.2 255.255.255.0
#
interface LoopBack1
 ip address 20.20.20.20 255.255.255.255
#
interface Tunnel1
 ip address 1.1.1.2 255.255.255.0
 source 12.12.12.2
 destination 12.12.12.1
 ipsec policy policy1
#
 ip route-static 10.10.10.10 255.255.255.255 Tunnel1
```

[r3]:

```
ike peer r1
 pre-shared-key cipher TEzJOUGCmuE=
 remote-address 13.13.13.1
#
ipsec proposal prop2
 encapsulation-mode transport
#
ipsec policy policy2 1 isakmp
 security acl 3002
 ike-peer r1
 proposal prop2
#
acl number 3002
 rule 0 permit ip source 13.13.13.0 0.0.0.255 destination 13.13.13.0 0.0.0.255
#
interface Serial0/2/0
 link-protocol ppp
 ip address 13.13.13.2 255.255.255.0
 ipsec policy policy2
```

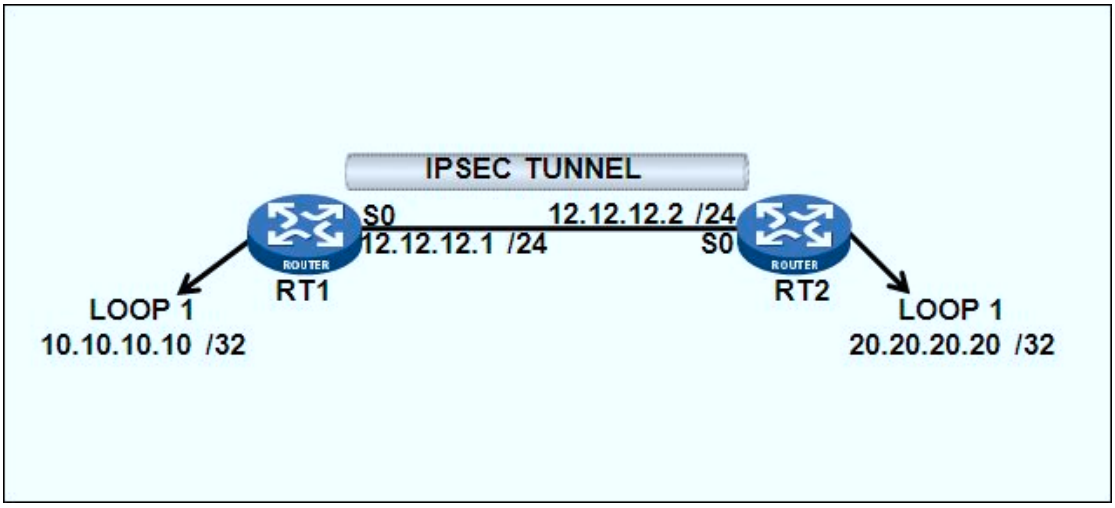
```
#
interface LoopBack1
 ip address 30.30.30.30 255.255.255.255
#
interface Tunnel2
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.0
 source 13.13.13.2
 destination 13.13.13.1
#
 ip route-static 10.10.10.10 255.255.255.255 Tunnel2
```

```
<r1>ping -a 10.10.10.10 30.30.30.30     //:触发 R1 和 R3 的 VPN
  PING 30.30.30.30: 56   data bytes, press CTRL_C to break
    Request time out
    Reply from 30.30.30.30: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=10 ms
    Reply from 30.30.30.30: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=25 ms
    Reply from 30.30.30.30: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=1 ms
    Reply from 30.30.30.30: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=10 ms

  --- 30.30.30.30 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    4 packet(s) received
    20.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 1/11/25 ms

<r1>dis ike sa
    total phase-1 SAs:   1
    connection-id   peer                flag          phase    doi
  -----------------------------------------------------------
          8             13.13.13.2        RD|ST           1       IPSEC
          9             13.13.13.2        RD|ST           2       IPSEC

  flag meaning
  RD--READY ST--STAYALIVE RL--REPLACED FD--FADING TO--TIMEOUT
<r1>ping -a 10.10.10.10 20.20.20.20     //:触发 R1 和 R2 的 VPN
  PING 20.20.20.20: 56   data bytes, press CTRL_C to break
    Request time out
    Reply from 20.20.20.20: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=20 ms
    Reply from 20.20.20.20: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=10 ms
    Reply from 20.20.20.20: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=10 ms
```

```
    Request time out

  --- 20.20.20.20 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    3 packet(s) received
    40.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 10/13/20 ms

<r1>dis ike sa
    total phase-1 SAs:   2
    connection-id   peer                flag          phase    doi
  -----------------------------------------------------------
         8          13.13.13.2       RD|ST          1       IPSEC
        11          1.1.1.2          RD|ST          1       IPSEC
        12          1.1.1.2          RD|ST          2       IPSEC
         9          13.13.13.2       RD|ST          2       IPSEC

  flag meaning
  RD--READY ST--STAYALIVE RL--REPLACED FD--FADING TO--TIMEOUT
<r1>
<r1>
```

# 实验 43—— VPN IPSEC

【拓扑图】:




【实验目的】: 在 RT1 和 RT2 之间建立一个安全隧道，对 RT1-LOOP 1 代表的子网（10.10.10.10 /32）与 RT2-LOOP 1 代表的子网（20.20.20.20 /32）之间的数据流进行安全保护.

【实验配置】:

[RT1]:

```
 sysname RT1
#
ike peer rt2
 pre-shared-key cipher TEzJOUGCmuE=    <123>
 remote-address 12.12.12.2
#
ipsec proposal prop
#
ipsec policy policy 1 isakmp
 security acl 3001
 ike-peer rt2
 proposal prop
#
acl number 3001
 rule 0 permit ip source 10.10.10.10 0 destination 20.20.20.20 0
 rule 5 deny ip
#
interface Serial0/2/0
 link-protocol ppp
 ip address 12.12.12.1 255.255.255.0
 ipsec policy policy
#
```

```
interface LoopBack1
 ip address 10.10.10.10 255.255.255.255
#
 ip route-static 20.20.20.20 255.255.255.255 12.12.12.2
#
```

[RT2]:

```
 sysname RT2
#
ike peer rt1
 pre-shared-key cipher TEzJOUGCmuE=    <123>
 remote-address 12.12.12.1
#
ipsec proposal prop
#
ipsec policy policy 1 isakmp
 security acl 3001
 ike-peer rt1
 proposal prop
#
acl number 3001
 rule 0 permit ip source 20.20.20.20 0 destination 10.10.10.10 0
 rule 5 deny ip
#
interface Serial0/2/0
 link-protocol ppp
 ip address 12.12.12.2 255.255.255.0
 ipsec policy policy
#
interface LoopBack1
 ip address 20.20.20.20 255.255.255.255
#
 ip route-static 10.10.10.10 255.255.255.255 12.12.12.1
#
```

以上配置完成后，RT1 和 RT2 之间的安全隧道就建立好了，子网 10.10.10.10 /32 与子网 20.20.20.20 /32 之间的数据流将被加密传输。

```
[RT2]ping -a 20.20.20.20 10.10.10.10    //:此时需要-a ping ，目的是为了触发更新 ipsec;
  PING 10.10.10.10: 56    data bytes, press CTRL_C to break
    Request time out
    Reply from 10.10.10.10: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=26 ms
    Reply from 10.10.10.10: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=5 ms
    Reply from 10.10.10.10: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=11 ms
```

```
    Reply from 10.10.10.10: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=20 ms

  --- 10.10.10.10 ping statistics ---
    5 packet(s) transmitted
    4 packet(s) received
    20.00% packet loss
    round-trip min/avg/max = 5/15/26 ms
[RT2]dis ike sa
    total phase-1 SAs:   1
    connection-id   peer                flag          phase    doi
  ----------------------------------------------------------
         2          12.12.12.1       RD|ST          1       IPSEC
         3          12.12.12.1       RD|ST          2       IPSEC

  flag meaning
  RD--READY ST--STAYALIVE RL--REPLACED FD--FADING TO--TIMEOUT
[RT2]dis ipsec   sa
================================
Interface: Serial0/2/0
    path MTU: 1500
================================

  -----------------------------
  IPsec policy name: "policy"
  sequence number: 1
  mode: isakmp
  -----------------------------
    connection id: 3
    encapsulation mode: tunnel
    perfect forward secrecy: None
    tunnel:
        local   address: 12.12.12.2
        remote address: 12.12.12.1
    Flow :
        sour addr: 20.20.20.20/255.255.255.255   port: 0   protocol: IP
        dest addr: 10.10.10.10/255.255.255.255   port: 0   protocol: IP

    [inbound ESP SAs]
      spi: 3725673226 (0xde11430a)
      proposal: ESP-ENCRYPT-DES ESP-AUTH-MD5
      sa remaining key duration (bytes/sec): 1887436464/3589
      max received sequence-number: 4
      udp encapsulation used for nat traversal: N
```

**[outbound ESP SAs]**

**spi: 2318457851 (0x8a30dbfb)**

**proposal: ESP-ENCRYPT-DES ESP-AUTH-MD5**

**sa remaining key duration (bytes/sec): 1887436464/3589**

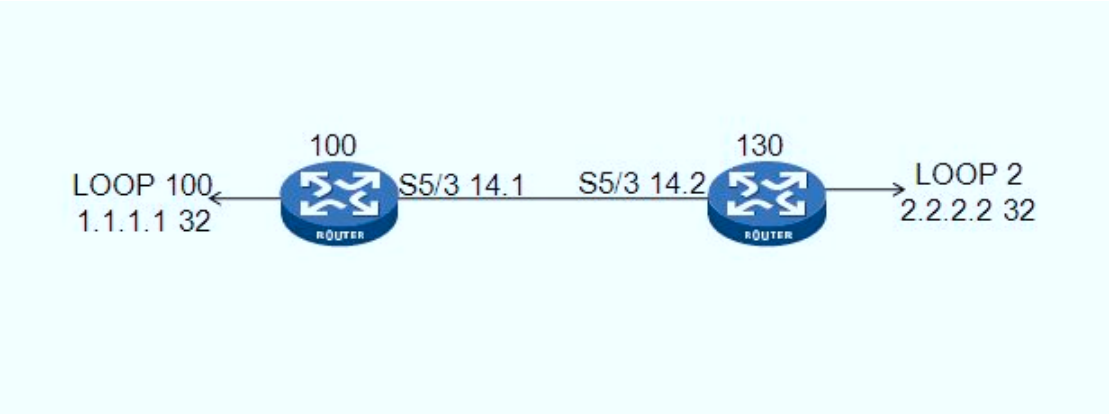
**max sent sequence-number: 5**

**udp encapsulation used for nat traversal: N**

**[RT2]**

# 实验 44—— VPN IPsec+ike

【拓扑图】:




【实验配置】:

100：ike peer peer
pre-shared-key 123
remote-address 14.14.14.2
ipsec proposal 1
ipsec policy 1 10 isakmp
security acl 3001
ike-peer peer
proposal 1
acl number 3001
rule 10 permit ip source 1.1.1.1 0 destination 2.2.2.2 0
interface Serial5/3
link-protocol ppp
*ip address 14.14.14.1 255.255.255.252*
*ipsec policy 1*
interface LoopBack100
ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
ip route-static 2.2.2.2 255.255.255.255 14.14.14.2

130:ike peer peer
pre-shared-key 123
remote-address 14.14.14.1
ipsec proposal 1
ipsec policy 1 10 isakmp
security acl 3001
ike-peer peer
proposal 1
acl number 3001
rule 10 permit ip source 2.2.2.2 0 destination 1.1.1.1 0
interface Serial5/3

```
link-protocol ppp
 ip address 14.14.14.2 255.255.255.0
 ipsec policy 1
interface LoopBack2
ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
ip route-static 1.1.1.1 255.255.255.255 14.14.14.1
```

**100：**

```
[R-1]ping -a 1.1.1.1 2.2.2.2
  PING 2.2.2.2: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 2.2.2.2: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=40 ms
    Reply from 2.2.2.2: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=40 ms
    Reply from 2.2.2.2: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=40 ms
    Reply from 2.2.2.2: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=40 ms
    Reply from 2.2.2.2: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=41 ms
```

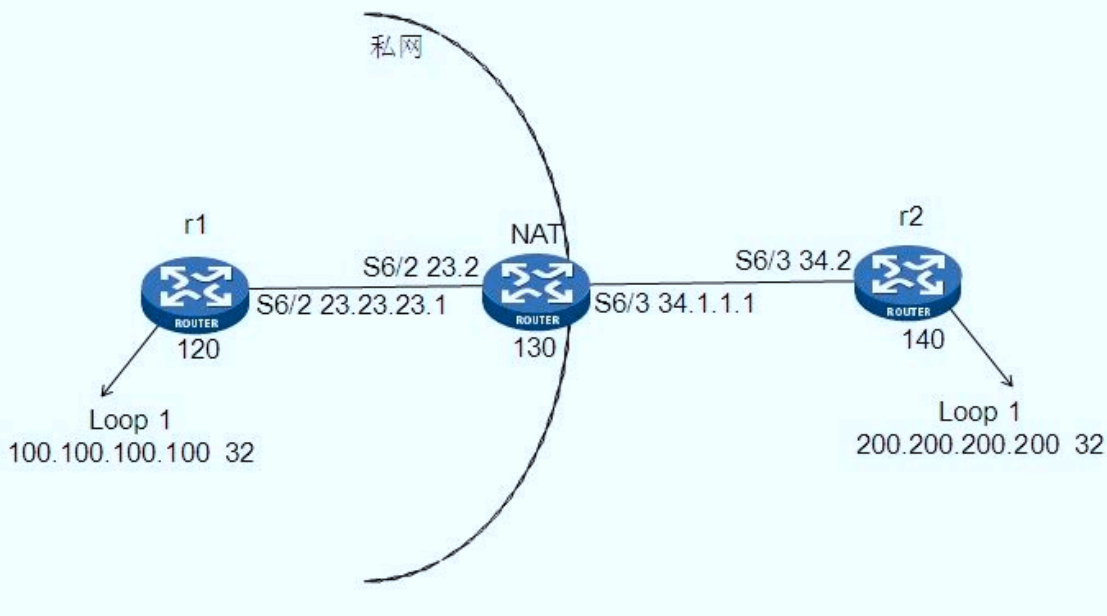
**130：**

```
[R-4]pin -a 2.2.2.2 1.1.1.1
  PING 1.1.1.1: 56  data bytes, press CTRL_C to break
    Request time out
    Reply from 1.1.1.1: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=40 ms
    Reply from 1.1.1.1: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=41 ms
    Reply from 1.1.1.1: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=40 ms
    Reply from 1.1.1.1: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=40 ms
```

# 实验 45—— Ipsec 隧道模式穿越 NAT

<对 100.100.100.100/200.200.200.200 之间的信息加密>

【拓扑图】:




【实验配置】:

120：

ike local-name r1
ike peer peer
exchange-mode aggressive （野蛮模式）
pre-shared-key 123
id-type name
remote-name r2
remote-address 34.1.1.2 (私网需要同时指对端名字和 IP)
nat traversal （配置 NAT 穿越）
ipsec proposal prop
ipsec policy policy 1 isakmp
security acl 3001
ike-peer peer
proposal prop
acl number 3001
rule 10 permit ip source 100.100.100.100 0 destination 200.200.200.200 0
rule 20 deny ip
interface Serial6/2
link-protocol ppp
ip address 23.23.23.1 255.255.255.252
ipsec policy policy

interface LoopBack1
ip address 100.100.100.100 255.255.255.255
ip route-static 0.0.0.0 0.0.0.0 23.23.23.2

130： nat static 23.23.23.1 34.1.1.1 （由于隧道模式对整个报文加密路由器看不到源 IP，所以 NAT 转换的不是 100.100.100.100）
interface Serial6/3
nat outbound static
ip route-static 100.100.100.100 255.255.255.255 23.23.23.1
ip route-static 200.200.200.200 255.255.255.255 34.1.1.2

140：ike peer peer
exchange-mode aggressive
pre-shared-key 123
id-type name
remote-name r1 （公网端不用指对方 IP）
nat traversal
ipsec proposal prop
ipsec policy policy 1 isakmp
security acl 3001
ike-peer peer
proposal prop

acl number 3001
rule 10 permit ip source 200.200.200.200 0 destination 100.100.100.100 0
rule 20 deny ip

interface Serial6/3
link-protocol ppp
ip address 34.1.1.2 255.255.255.252
ipsec policy policy
interface LoopBack1
ip address 200.200.200.200 255.255.255.255
ip route-static 100.100.100.100 255.255.255.255 34.1.1.1 隧道模式下需要指向 100.100.100.100 的路由，传输模式不需要指）

实验现象[room1-r2]ping -a 100.100.100.100 200.200.200.200
PING 200.200.200.200: 56 data bytes, press CTRL_C to break
Request time out （有一个包丢失代表触发成功）
Reply from 200.200.200.200: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=87 ms
Reply from 200.200.200.200: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=87 ms
Reply from 200.200.200.200: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=88 ms
Reply from 200.200.200.200: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=87 ms

--- 200.200.200.200 ping statistics ---
5 packet(s) transmitted
4 packet(s) received
20.00% packet loss
round-trip min/avg/max = 87/87/88 m

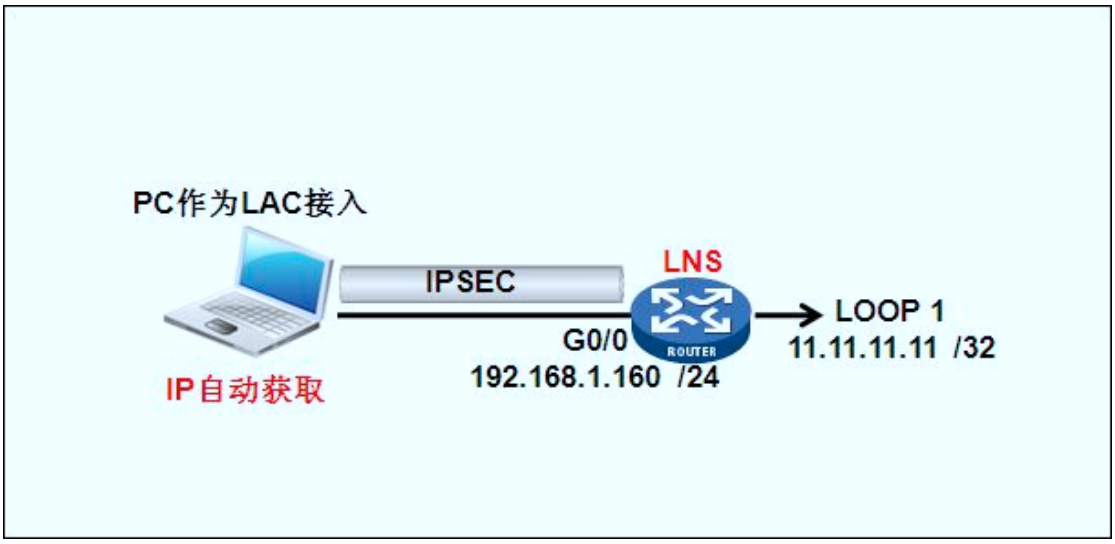
问题一：IPSEC 传输模式穿越 NAT 怎么做？

1. 传输模式，IP 未被加密此时应该 nat static 100.100.100.100 34.1.1.1
2. 取消公网端去往 100.100.100.100 的路由

问题二：由于公网有去 100.100.100.100 的路由了， 此时的 nat static 23.23.23.1 34.1.1.1 是不是多余的？实验证明去掉 NAT 之后不通 为什么？

# 实验 46—— OVER IPSEC（LNS）

【拓扑图】:




【实验目的】: 移动用户通过 L2TP 客户端软件（Sec-Point）接入 LNS 以访问总部内网，在 PC 和 LNS 之间交互的数据通过 IPsec 加密后传输。

【实验配置】:

```
#
 l2tp enable
#
 ike local-name lns
#
 domain default enable system
dhcp-snooping
vlan 1

domain h3c
 access-limit disable
 state active
 idle-cut disable
 self-service-url disable
 ip pool 1 10.10.10.10 10.10.10.20
domain system
 access-limit disable
 state active
 idle-cut disable
 self-service-url disable

ike peer pc
 exchange-mode aggressive
```

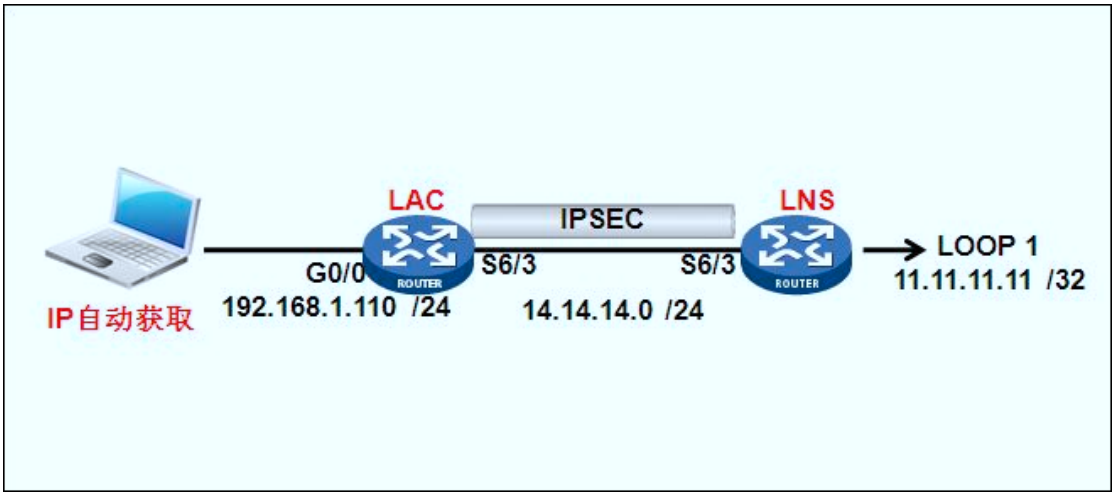
```
 pre-shared-key 123
 id-type name
 remote-name pc

ipsec proposal 1
ipsec policy-template 1 1
 ike-peer pc
 proposal 1
ipsec policy pc 1 isakmp template 1
local-user usera
 password simple 111111
 service-type ppp

l2tp-group 1
 undo tunnel authentication
 allow l2tp virtual-template 0
#
interface Virtual-Template0
 ppp authentication-mode pap domain h3c
 remote address pool 1
 ip address 10.10.10.9 255.255.255.0
interface LoopBack1
 ip address 11.11.11.11 255.255.255.255
#
interface GigabitEthernet0/0
 port link-mode route
ip address 192.168.1.160 255.255.255.0
 ipsec policy pc
```

拨号成功后；LNS 路由器反馈的日志信息：

```
%Oct 14 16:00:38:712 2009 RT1 IFNET/4/UPDOWN:
 Line protocol on the interface Virtual-Template0:0 is UP
%Oct 14 16:00:38:744 2009 RT1 IFNET/4/UPDOWN:
 Protocol PPP IPCP on the interface Virtual-Template0:0 is UP
```

# 实验 47—— OVER IPSEC

【拓扑图】:




【实验目的】:

【实验配置】:

```
 [LAC]di cu
#
 version 5.20, Release 1509P01, Standard
#
 sysname LAC
#

#
 l2tp enable
#
 ike local-name 110
#
 domain default enable system
#
 telnet server enable
#
#
domain h3c
 authentication ppp local
 access-limit disable
 state active
 idle-cut enable 20
 self-service-url disable
domain system
 access-limit disable
```

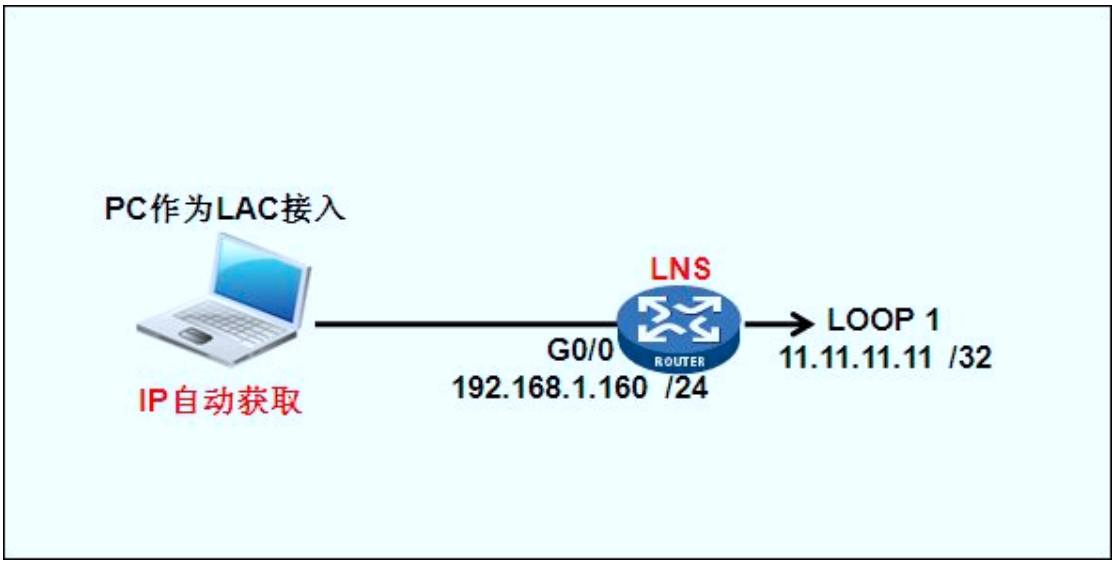
```
 state active
 idle-cut disable
 self-service-url disable
#
ike peer 140
 exchange-mode aggressive
 pre-shared-key 123
 id-type name
 remote-name 140
 remote-address 14.14.14.4
#
ipsec proposal prop
#
ipsec policy policy 10 isakmp
 security acl 3001
 ike-peer 140
proposal prop    （隧道模式）

#
local-user wbb
 password simple 111111
 service-type ppp
#
acl number 3001
 rule 10 permit ip source 14.14.14.1 0 destination 14.14.14.4 0
 rule 20 deny ip
#
l2tp-group 1
 undo tunnel authentication
 start l2tp ip 14.14.14.4 domain h3c

interface Serial6/3
 link-protocol ppp
 ip address 14.14.14.1 255.255.255.0
 ipsec policy policy
#
interface Virtual-Template1
 ppp authentication-mode chap domain h3c
 ppp chap user wbb
#

interface GigabitEthernet0/0
 port link-mode route
```

```
 pppoe-server bind Virtual-Template 1
 ip address 192.168.1.110 255.255.255.0
#
 [LNS]di cu
#
 version 5.20, Release 1509P01, Standard
#
 sysname LNS
#
 l2tp enable
#
 ike local-name 140
#
 domain default enable system
#
domain h3c
 authentication ppp local
 access-limit disable
 state active
 idle-cut disable
 self-service-url disable
 ip pool 1 20.20.20.20 20.20.20.30
domain system
 authorization login local
 access-limit disable
 state active
 idle-cut disable
 self-service-url disable
#
ike peer 110
 exchange-mode aggressive
 pre-shared-key 123
 id-type name
 remote-name 110
 remote-address 14.14.14.1
#
ipsec proposal prop （隧道模式）
#
ipsec policy-template 1 1
 ike-peer 110
 proposal prop
#
ipsec policy policy 1 isakmp template 1
```

```
#
local-user wbb
 password simple 111111
 service-type ppp
#
l2tp-group 1
 undo tunnel authentication
 allow l2tp virtual-template 1
#
#
interface Serial6/3
 link-protocol ppp
 ip address 14.14.14.4 255.255.255.0
 ipsec policy policy
#
interface Virtual-Template1
 ppp authentication-mode chap domain h3c
 remote address pool 1
 ip address 20.20.20.19 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet0/0
 port link-mode route
 ip address 192.168.1.140 255.255.255.0
```

# 实验 48——L2TP（LNS）

【拓扑图】:




【实验目的】：移动用户通过 L2TP 客户端软件（Sec-Point）接入 LNS 以访问总部内网。

【实验配置】:

[RT1]：

```
sysname RT1
l2tp enable
domain h3c
ip pool 1 10.10.10.10 10.10.10.20
local-user usera
 password simple 111111
 service-type ppp
l2tp-group 1
 undo tunnel authentication
 allow l2tp virtual-template 0
interface Virtual-Template0
 ppp authentication-mode pap domain h3c
 remote address pool 1
 ip address 10.10.10.9 255.255.255.0
#
interface LoopBack1
 ip address 11.11.11.11 255.255.255.255
#
interface GigabitEthernet0/0
 port link-mode route
ip address 192.168.1.160 255.255.255.0
```

拨号成功后在主机上 ping ； LNS 上的 loop 口；可通！
Microsoft Windows XP [版本 5.1.2600]
(C) 版权所有 1985-2001 Microsoft Corp.

C:\Documents and Settings\Administrator>ping 11.11.11.11

Pinging 11.11.11.11 with 32 bytes of data:

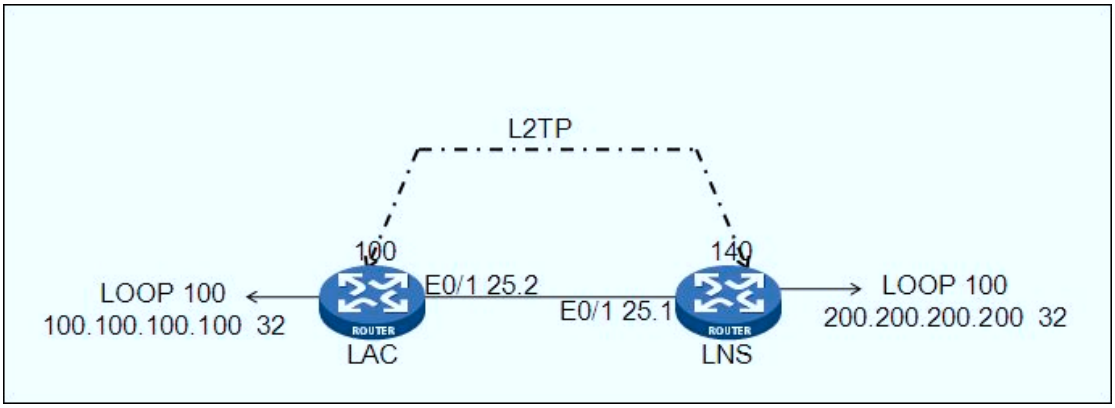
Reply from 11.11.11.11: bytes=32 time=16ms TTL=255
Reply from 11.11.11.11: bytes=32 time=2ms TTL=255
Reply from 11.11.11.11: bytes=32 time=2ms TTL=255
Reply from 11.11.11.11: bytes=32 time=2ms TTL=255

Ping statistics for 11.11.11.11:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 2ms, Maximum = 16ms, Average = 5ms

//:在 LNS 上 UNDO L2TP ENABLE 之后;在主机上 ping 不通 LOOP 口;且 VPN 本地连接断开;

# 实验 49—— VPN L2TP

【拓扑图】:



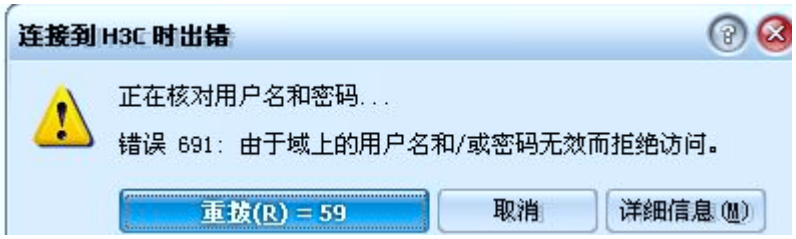

【实验配置】:

100:local-user wbb
password simple 111111
level 3
service-type ppp
interface Virtual-Template100
ppp authentication-mode chap domain aaa.net
ppp timer negotiate 10（因为 chap 验证比 pap 验证耗时;所以把 ppp 协商时间修改大一点;这样能让 LAC 有足够时间去协商;默认时间为 1 秒;）
interface Ethernet0/0
pppoe-server bind Virtual-Template 100
ip address 192.168.1.110 255.255.255.0
interface LoopBack100
ip address 100.100.100.100 255.255.255.255
l2tp-group 1
undo tunnel authentication
tunnel name lac
start l2tp ip 25.25.25.1 domain aaa.net

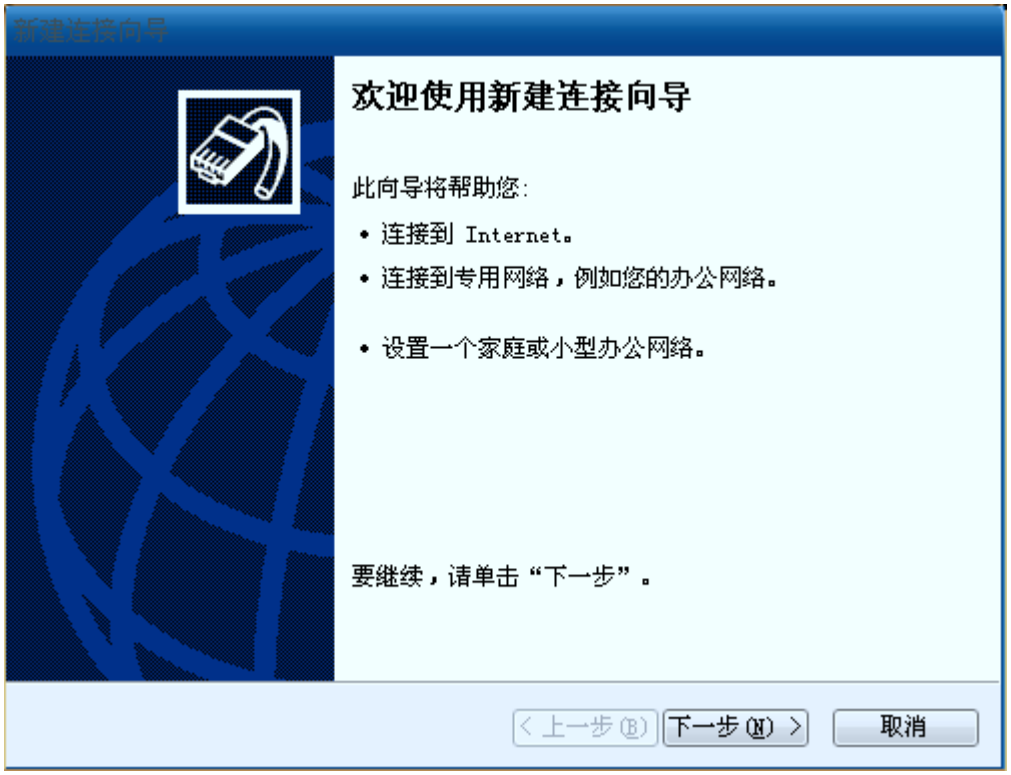
140:domain aaa.net
authentication ppp local
ip pool 1 200.200.200.100 200.200.200.150
local-user wbb
password simple 111111
level 3
service-type ppp
interface Virtual-Template1
ppp authentication-mode chap domain aaa.net
ppp timer negotiate 10

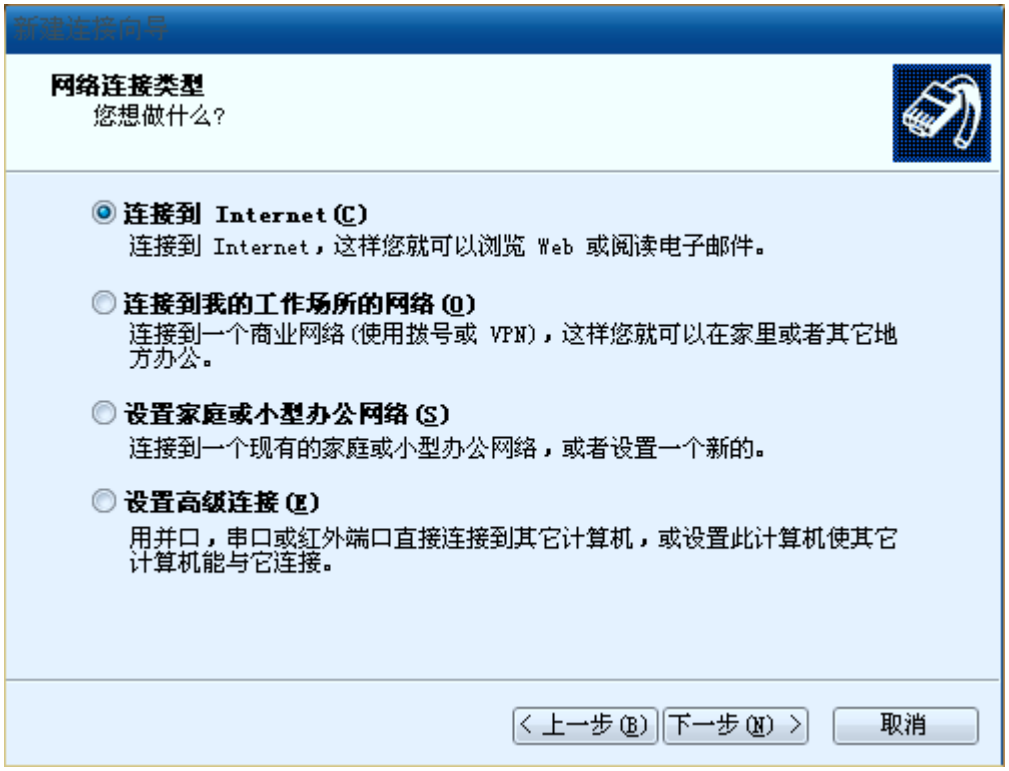
ip address 200.200.200.99 255.255.255.0 (虚模板 IP)
remote address pool 1
interface LoopBack200
ip address 200.200.200.200 255.255.255.255
l2tp-group 1
undo tunnel authentication
allow l2tp virtual-template 1
tunnel name lns

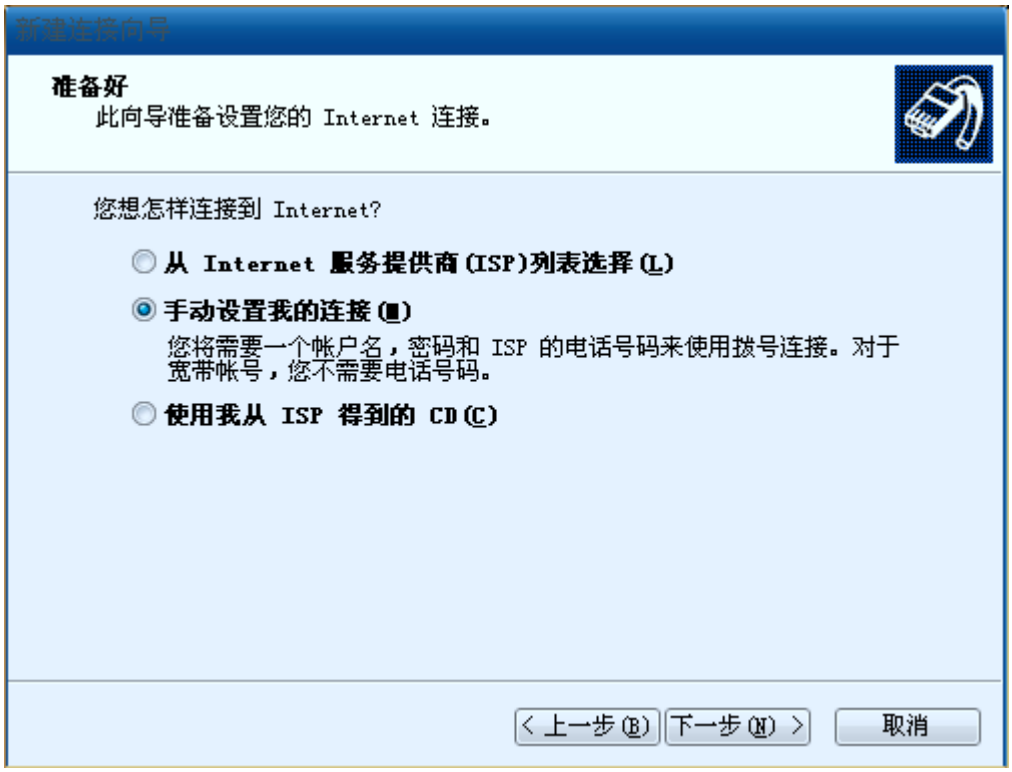
【注意事项】：如果无 service-type ppp 拨号不成功出现的提示

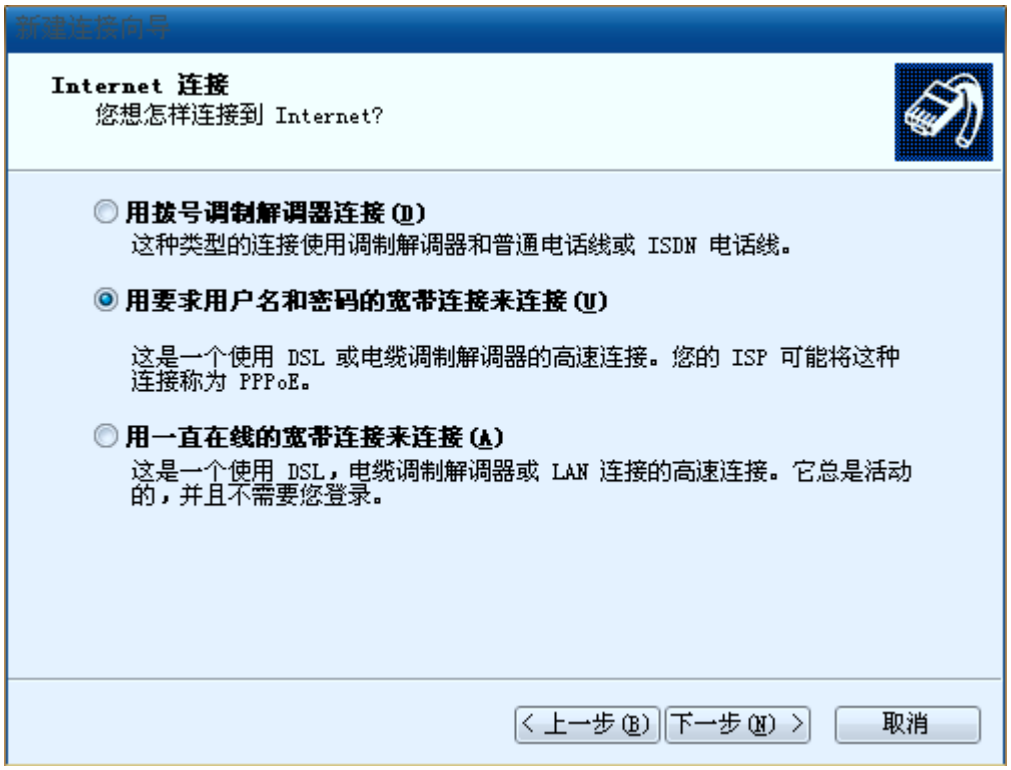


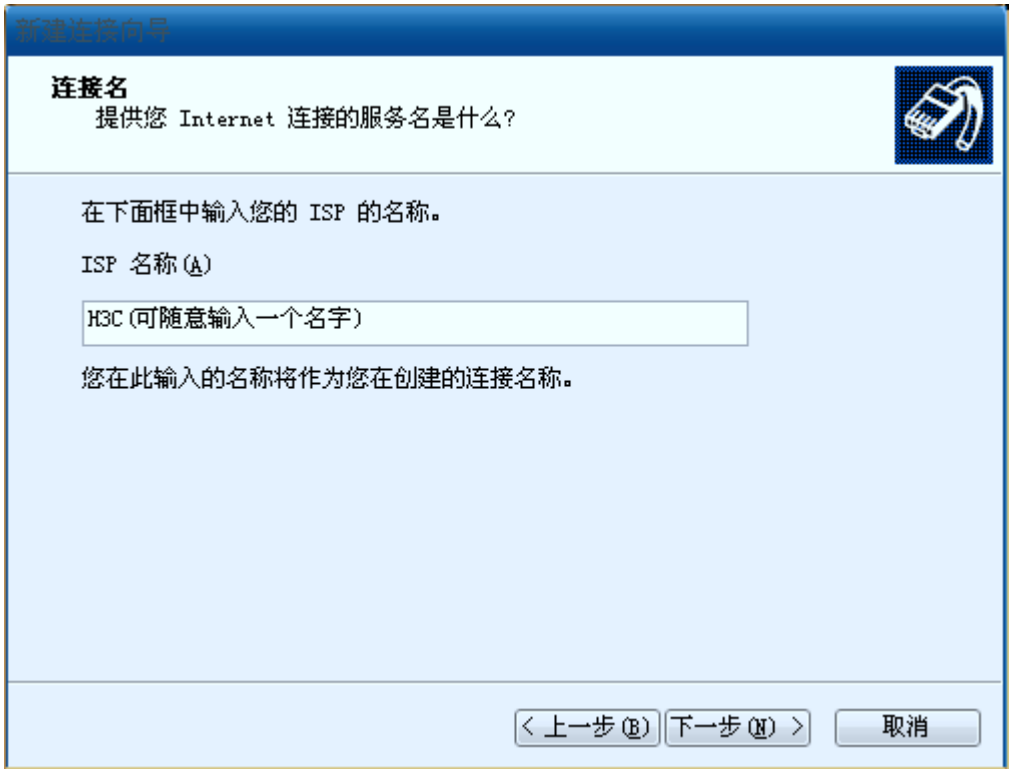

# 1）创建新的连接：




新建连接向导
网络连接类型
您想做什么?
连接到 Internet(C)
连接到 Internet，这样您就可以浏览 Web 或阅读电子邮件。
连接到我的工作场所的网络(O)
连接到一个商业网络(使用拨号或 VPN)，这样您就可以在家里或者其它地方办公。
设置家庭或小型办公网络(S)
连接到一个现有的家庭或小型办公网络，或者设置一个新的。
设置高级连接(E)
用并口，串口或红外端口直接连接到其它计算机，或设置此计算机使其它计算机能与它连接。
< 上一步(B)
下一步(N) >
取消


新建连接向导
准备好
此向导准备设置您的 Internet 连接。
您想怎样连接到 Internet?
从 Internet 服务提供商(ISP)列表选择(L)
手动设置我的连接(M)
您将需要一个帐户名，密码和 ISP 的电话号码来使用拨号连接。对于宽带帐号，您不需要电话号码。
使用我从 ISP 得到的 CD(C)
< 上一步(B)
下一步(N) >
取消


新建连接向导
Internet 连接
您想怎样连接到 Internet?
用拨号调制解调器连接(D)
这种类型的连接使用调制解调器和普通电话线或 ISDN 电话线。
用要求用户名和密码的宽带连接来连接(U)
这是一个使用 DSL 或电缆调制解调器的高速连接。您的 ISP 可能将这种连接称为 PPPoE。
用一直在线的宽带连接来连接(A)
这是一个使用 DSL，电缆调制解调器或 LAN 连接的高速连接。它总是活动的，并且不需要您登录。
< 上一步(B)
下一步(N) >
取消


新建连接向导
连接名
提供您 Internet 连接的服务名是什么?
在下面框中输入您的 ISP 的名称。
ISP 名称(A)
H3C(可随意输入一个名字)
您在此输入的名称将作为您在创建的连接名称。
< 上一步(B)
下一步(N) >
取消

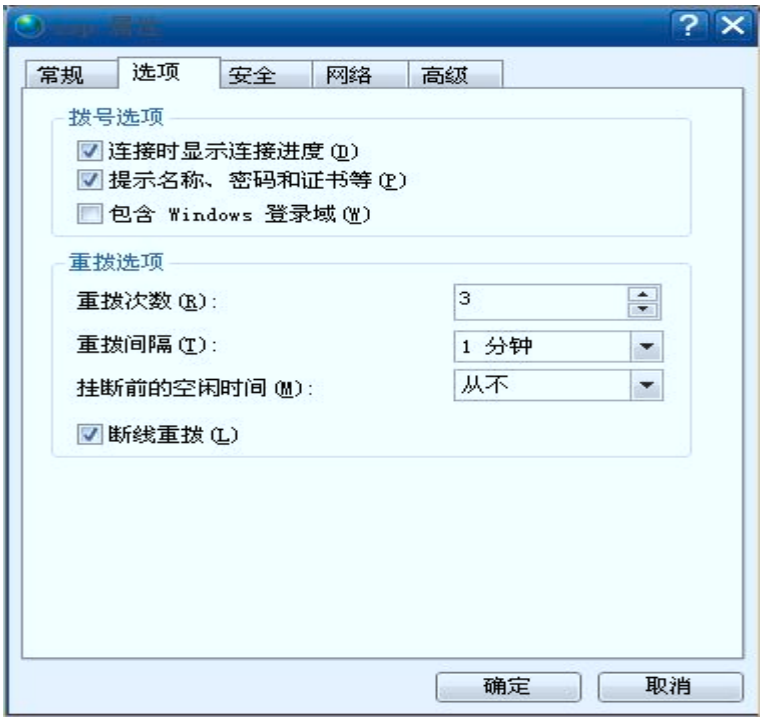

新建连接向导
Internet 帐户信息
您将需要帐户名和密码来登录到您的 Internet 帐户。
输入一个 ISP 帐户名和密码，然后写下保存在安全的地方。（如果您忘记了现存的帐户名或密码，请和您的 ISP 联系）
用户名(U):
wbb@aaa.net
密码(P):
******
确认密码(C):
******
任何用户从这台计算机连接到 Internet 时使用此帐户名和密码(S)
把它作为默认的 Internet 连接(M)
< 上一步(B)
下一步(N) >
取消


新建连接向导
正在完成新建连接向导
您已成功完成创建下列连接需要的步骤:
H3C
• 设置为默认连接
• 与此计算机上的所有用户共享
• 对每个人使用相同的用户名和密码
此连接将被存入“网络连接”文件夹。
在我的桌面上添加一个到此连接的快捷方式(S)
要创建此连接并关闭向导，单击“完成”。
< 上一步(B)
完成
取消


点“连接”后；


## 2）配置 PPPOE 拨号程序属性：


（服务名：本地网关名）




**Pap 的安全选项选择典型；**

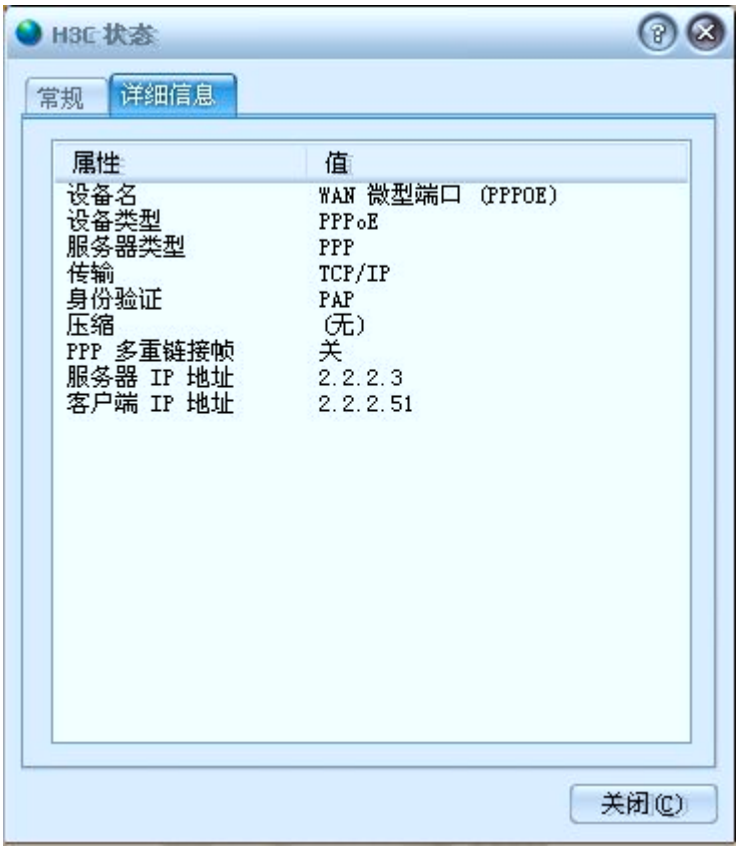

**CHAP 的安全选项选择高级；//不管是否设置为高级都可以拨号成功的!**


**Chap 验证的高级选项卡；**


数据加密(D):
可选加密 (没有加密也可以连接)
登录安全措施
使用可扩展的身份验证协议(EAP)(E)
属性(R)
允许这些协议(P)
不加密的密码(PAP)(U)
Shiva 密码身份验证协议(SPAP)(S)
质询握手身份验证协议(CHAP)(C)
Microsoft CHAP (MS-CHAP)(M)
允许为 Windows95 服务器使用旧版 MS-CHAP(W)
Microsoft CHAP 版本 2 (MS-CHAP v2)(I)
对基于 MS-CHAP 的协议，自动使用我的 Windows 登录名和密码(及域，如果有的话)(F)
确定
取消

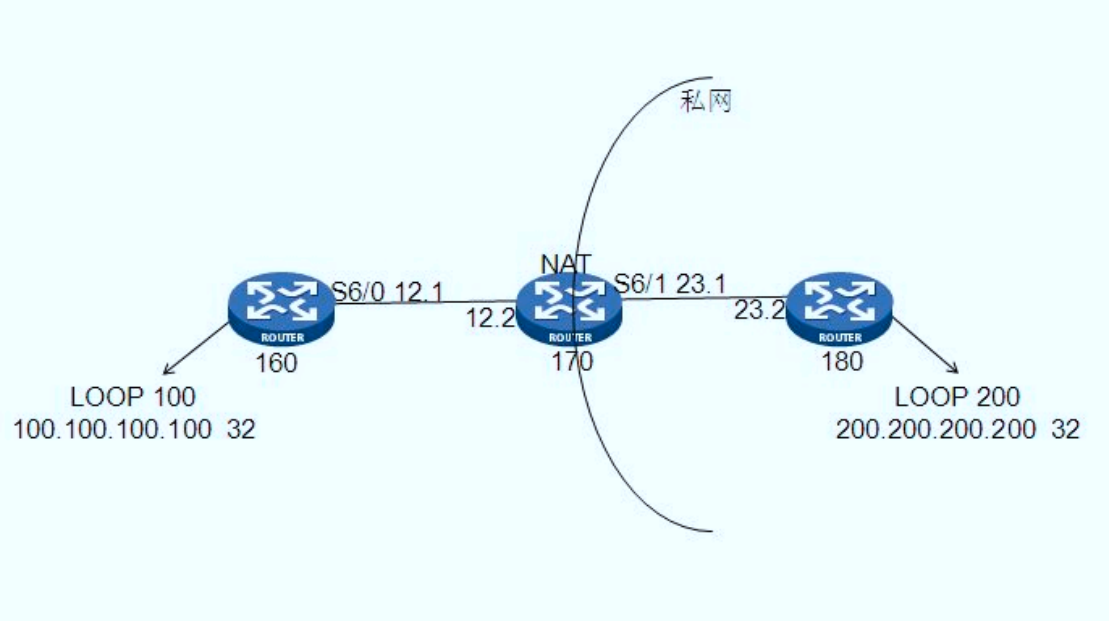
连接成功：


H3C 状态
常规
详细信息
连接
状态: 已连接上
持续时间: 00:09:04
速度: 54.0 Mbps
活动
发送
收到
字节: 67,097 44,192
压缩: 0 % 0 %
错误: 0 0
属性(P)
断开(D)
关闭(C)


H3C 状态
常规
详细信息
属性 值
设备名 WAN 微型端口 (PPPOE)
设备类型 PPPoE
服务器类型 PPP
传输 TCP/IP
身份验证 PAP
压缩 (无)
PPP 多重链接帧 关
服务器 IP 地址 2.2.2.3
客户端 IP 地址 2.2.2.51
关闭(C)

# 实验 50—— VPN L2TP 穿越 NAT

【拓扑图】:




【实验配置】:

160:l2tp enable

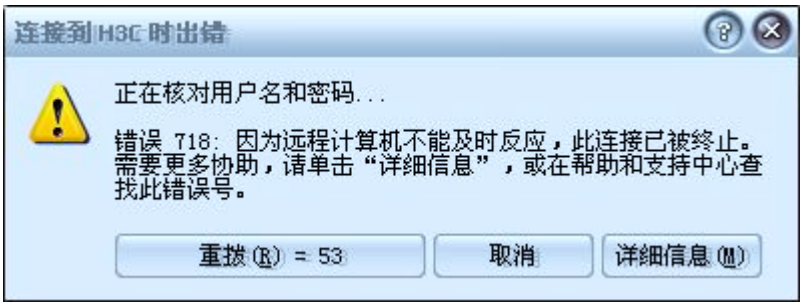
domain aaa.net

authentication ppp local

local-user wbb

password simple 111111

level 3 //:如果不配置;则会出现代码为 718 的错误;




service-type ppp

l2tp-**group 1**

tunnel password simple 123(指定隧道验证密码)

start l2tp ip 12.12.12.2 domain aaa.net

interface Virtual-Template0

ppp authentication-mode pap domain aaa.net / ppp timer negotiate 10

interface LoopBack100

ip address 100.100.100.100 255.255.255.255

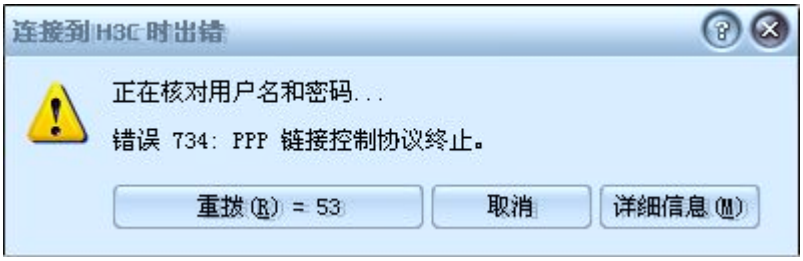
interface GigabitEthernet0/0

pppoe-server bind Virtual-Template 0
ip address 192.168.1.160 255.255.255.0
NAT170: interface Serial6/0
nat server protocol udp global 12.12.12.2 1701 inside 23.23.23.2 1701
180: l2tp enable
domain aaa.net
authentication ppp local
ip pool 1 200.200.200.100 200.200.200.150 （定义地址池）

local-user wbb
password simple 111111
level 3
service-type ppp
l2tp-group 1
allow l2tp virtual-template 1
tunnel password simple 123
interface Virtual-Template1
ppp authentication-mode pap domain aaa.net
ppp timer negotiate 10
remote address pool 1 （给对端用户分配地址）
ip address 200.200.200.99 255.255.255.0（此 IP 充当内网网关，不能在地址池内，但必须和地址池同一网段）
interface LoopBack200
ip address 200.200.200.200 255.255.255.255
ip route-static 0.0.0.0 0.0.0.0 23.23.23.1

【严重注意事项】：1)Tunnel 验证是默认开启的；但密码为空；
若：不配置密码；则拨号不成功；
配置密码；则拨号成功；
2)也可以 undo tunnel authentication 取消 tunnel 验证;

ppp timer negotiate 10 //如果不配置则会出现如下错误!

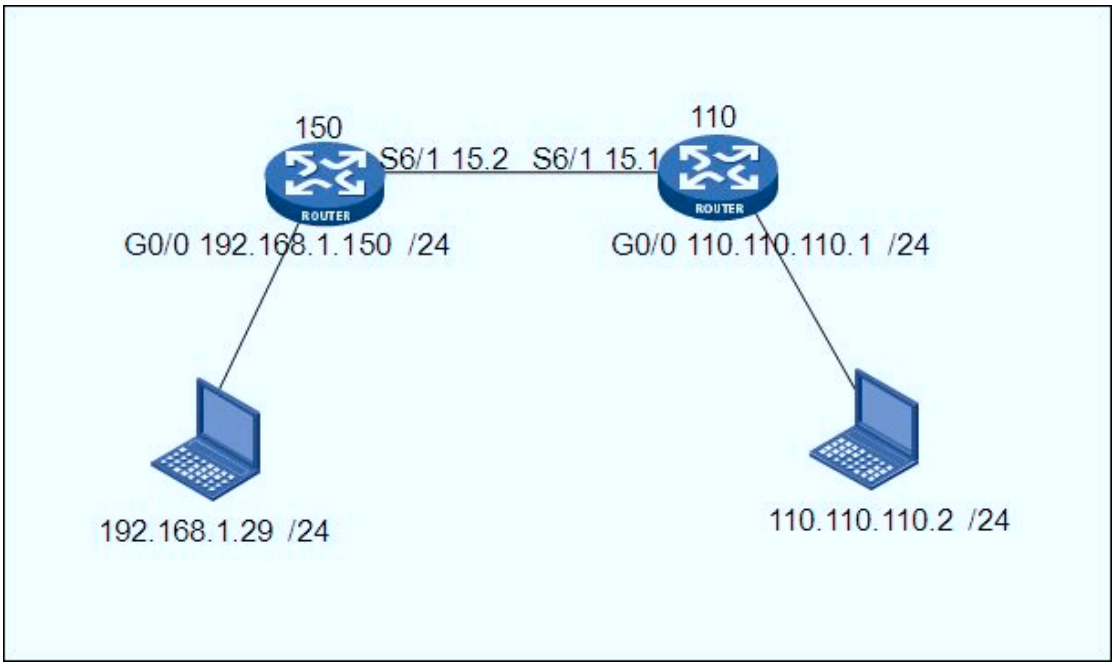


如果 VT 下更改为 PAP 方式://可以在 LAC 端配置:ppp timer negotiate 10 即可拨号成功!
//如果在 LNS 端配置: ppp timer negotiate 10 即拨号不成功!

# 第四部分 QOS 及路由过滤

## 实验 51—— QOS CAR

【拓扑图】:




【实验配置】:

150:acl number 3001

rule 10 permit ip source 192.168.1.29 0 destination 110.110.110.2 0

ip route-static 110.110.110.0 255.255.255.0 15.15.15.1

110:acl number 3001

rule 10 permit ip source 192.168.1.29 0 destination 110.110.110.2 0

interface Serial6/1

qos car outbound acl 3001 cir 8000 cbs 100000 ebs 0 green pass red discard

ip route-static 192.168.1.29 255.255.255.255 192.168.1.210

【注意】: int s6/1

qos car outbound acl 3001 cir 8000 cbs 100000 ebs 0 green pass red discard

shutdown----------触发

undo shutdown----------触发

shutdown

undo shutdown

【GTS】: [R-150]acl nu 3001

[R-150-acl-adv-3001]rule 10 permit ip source 192.168.1.29 0 destination 110.110.110.2 0

```
[R-150]int s6/1
[R-150-Serial6/1]qos gts acl 3001 cir 100 cbs 2000 ebs 0 queue-length
                 100
[R-150-Serial6/1]shutdown
[R-150-Serial6/1]undo shutdown
 [R-150-Serial6/1]shutdown
 [R-150-Serial6/1]undo shutdown
```

【LR】:

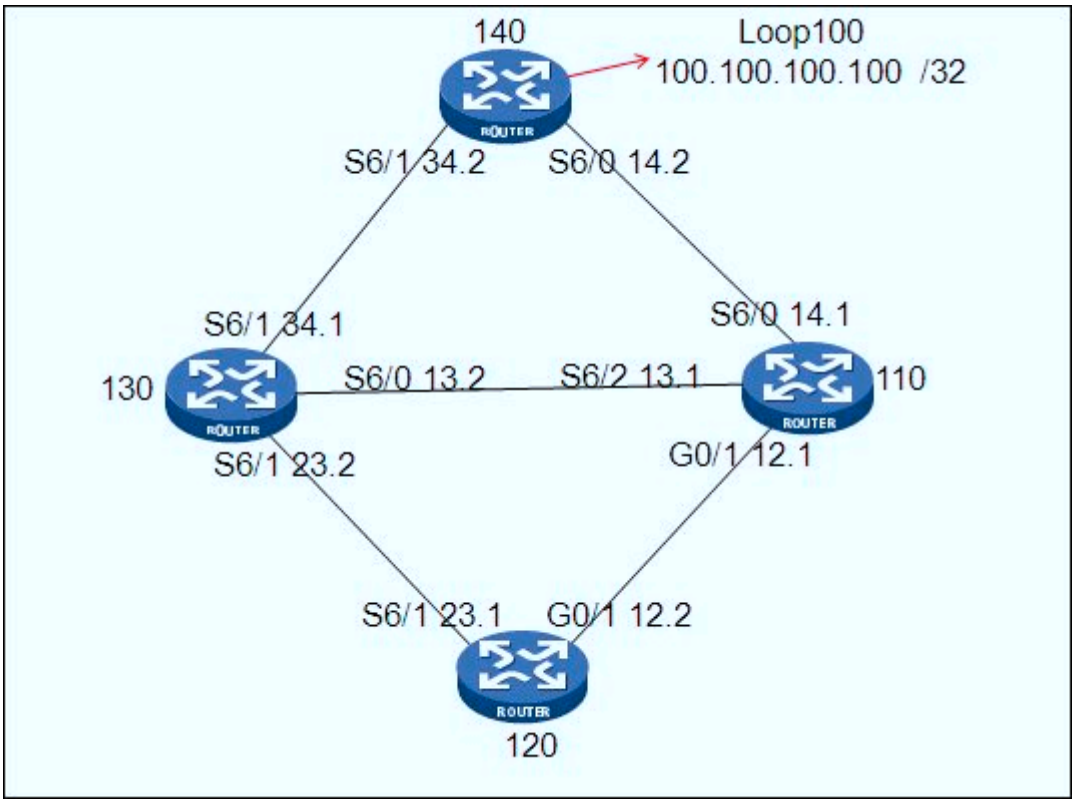
```
acl number 3001
rule 10 permit ip source 192.168.1.29 0 destination 110.110.110.2 0
interface Serial6/1
qos lr outbound cir 1000 cbs 10000 ebs 0
ip route-static 110.110.110.0 255.255.255.0 15.15.15.1
```

【CBS】:

```
traffic classifier 3 operator and
if-match acl 3001
traffic classifier 2 operator and
if-match dscp ef
traffic behavior 3
 remark dscp ef
traffic behavior 2
queue ef bandwidth 30 cbs 1500
qos policy policy
classifier 2 behavior 2
qos policy 2
classifier 3 behavior 3
acl number 3001
rule 10 permit ip source 192.168.1.0 0.0.0.255 destination
        110.110.110.0 0.0.0.255
rule 15 deny ip
acl number 3003
rule 10 permit ip source 192.168.1.150 0 destination
        110.110.110.2 0
interface Serial6/1
link-protocol ppp
ip address 15.15.15.2 255.255.255.252
 qos apply policy policy outbound
Interface GigabitEthernet0/0
port link-mode route
ip address 192.168.1.150 255.255.255.0
 qos apply policy 2 inbound
ip route-static 110.110.110.0 255.255.255.0 15.15.15.1
```

# 实验 52——策略路由

【拓扑图】:




【实验目的】: 控制源 100.100.100.100 目的 23.23.23.1 的数据流到 130 时从 34.34.34.2 走;

【实验配置】:

```
110：interface Serial6/1
 link-protocol ppp
 ip address 14.14.14.1 255.255.255.252
 ipsec policy r1
ospf 2
 area 0.0.0.0
  network 12.12.12.0 0.0.0.3
  network 14.14.14.0 0.0.0.3
  network 13.13.13.0 0.0.0.3
#
 ip route-static 100.100.100.100 255.255.255.255 14.14.14.2

[roon1-110]dis ip rou

0.0.0.0/0          Static 60   0          14.14.14.1      S6/1
10.10.1.0/24       Direct 0    0          10.10.1.1       Tun0
10.10.1.1/32       Direct 0    0          127.0.0.1       InLoop0
```

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 12.12.12.0/30 | Direct | 0 | 0 | 12.12.12.1 | S6/0 |
| 12.12.12.1/32 | Direct | 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 12.12.12.2/32 | Direct | 0 | 0 | 12.12.12.2 | S6/0 |
| 13.13.13.0/30 | Direct | 0 | 0 | 13.13.13.1 | S6/2 |
| 13.13.13.1/32 | Direct | 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 13.13.13.2/32 | Direct | 0 | 0 | 13.13.13.2 | S6/2 |
| 14.14.14.0/30 | Direct | 0 | 0 | 14.14.14.1 | S6/1 |
| 14.14.14.1/32 | Direct | 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 14.14.14.2/32 | Direct | 0 | 0 | 14.14.14.2 | S6/1 |
| 23.23.23.0/30 | OSPF | 10 | 3124 | 13.13.13.2 | S6/2 |
| 34.34.34.0/30 | OSPF | 10 | 3124 | 14.14.14.2 | S6/1 |
| | OSPF | 10 | 3124 | 13.13.13.2 | S6/2 |
| 100.100.100.100/32 | OSPF | 10 | 1562 | 14.14.14.2 | S6/1 |
| 192.168.1.0/24 | Direct | 0 | 0 | 192.168.1.110 | GE0/0 |
| 192.168.1.110/32 | Direct | 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |

120：ip route-static 100.100.100.100 255.255.255.255 12.12.12.1

[room1-120]dis ip rou

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 12.12.12.0/30 | Direct | 0 | 0 | 12.12.12.2 | S6/0 |
| 12.12.12.1/32 | Direct | 0 | 0 | 12.12.12.1 | S6/0 |
| 12.12.12.2/32 | Direct | 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 23.23.23.0/30 | Direct | 0 | 0 | 23.23.23.1 | S6/2 |
| 23.23.23.1/32 | Direct | 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 23.23.23.2/32 | Direct | 0 | 0 | 23.23.23.2 | S6/2 |
| 100.100.100.100/32 | Static | 60 | 0 | 12.12.12.1 | S6/0 |

130：acl number 2000

rule 10 permit source 100.100.100.100 0

rule 20 deny

interface Serial6/3

ip policy-based-route policy

ospf 2

area 0.0.0.0

network 13.13.13.0 0.0.0.3

network 23.23.23.0 0.0.0.3

network 34.34.34.0 0.0.0.3

network 200.200.200.200 0.0.0.0

policy-based-route policy permit node 10

if-match acl 2000

apply output-interface Serial6/3

```
room1-130]dis ip rou
1.1.1.1/32          Direct 0    0          127.0.0.1       InLoop0
2.2.2.2/32          Direct 0    0          127.0.0.1       InLoop0
10.1.1.0/24         Direct 0    0          10.1.1.1        Tun0
10.1.1.1/32         Direct 0    0          127.0.0.1       InLoop0
12.12.12.0/30       OSPF   10   3124         13.13.13.1      S6/0
13.13.13.0/30       Direct 0    0          13.13.13.2      S6/0
13.13.13.1/32       Direct 0    0          13.13.13.1      S6/0
13.13.13.2/32       Direct 0    0          127.0.0.1       InLoop0
14.14.14.0/30       OSPF   10   3124         34.34.34.2      S6/3
                    OSPF   10   3124         13.13.13.1      S6/0
23.23.23.0/30       Direct 0    0          23.23.23.2      S6/2
23.23.23.1/32       Direct 0    0          23.23.23.1      S6/2
23.23.23.2/32       Direct 0    0          127.0.0.1       InLoop0
34.34.34.0/30       Direct 0    0          34.34.34.1      S6/3
34.34.34.1/32       Direct 0    0          127.0.0.1       InLoop0
34.34.34.2/32       Direct 0    0          34.34.34.2      S6/3
100.100.100.100/32  OSPF   10   1562         34.34.34.2      S6/3
```

140：

```
interface Serial6/3
ip policy-based-route policy
interface LoopBack100
 ip address 100.100.100.100 255.255.255.255
ospf 2
 area 0.0.0.0
  network 100.100.100.100 0.0.0.0
  network 14.14.14.0 0.0.0.3
  network 34.34.34.0 0.0.0.3
policy-based-route policy permit node 0
    if-match acl 2000
    apply ip-address next-hop 14.14.14.1
 ip route-static 23.23.23.0 255.255.255.252 34.34.34.1
```

```
Destination/Mask    Proto   Pre  Cost      NextHop         Interface
12.12.12.0/30       OSPF    10   3124        14.14.14.1      S6/1
13.13.13.0/30       OSPF    10   3124        34.34.34.1      S6/3
```

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | OSPF | 10 | 3124 | 14.14.14.1 | S6/1 |
| 14.14.14.0/30 | Direct 0 | 0 | | 14.14.14.2 | S6/1 |
| 14.14.14.1/32 | Direct 0 | 0 | | 14.14.14.1 | S6/1 |
| 14.14.14.2/32 | Direct 0 | 0 | | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 23.23.23.0/30 | OSPF | 10 | 3124 | 34.34.34.1 | S6/3 |
| 34.34.34.0/30 | Direct 0 | 0 | | 34.34.34.2 | S6/3 |
| 34.34.34.1/32 | Direct 0 | 0 | | 34.34.34.1 | S6/3 |
| 34.34.34.2/32 | Direct 0 | 0 | | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 100.100.100.100/32 | Direct 0 | 0 | | 127.0.0.1 | InLoop0 |

路由走向：

[room1-140]tracert -a 100.100.100.100 23.23.23.1traceroute to 23.23.23.1(23.23.23.1) 30 hops max,40 bytes packet, press CTRL_C to break

1 34.34.34.1 17 ms 17 ms 17 ms

2 34.34.34.2 15 ms 15 ms 15 ms

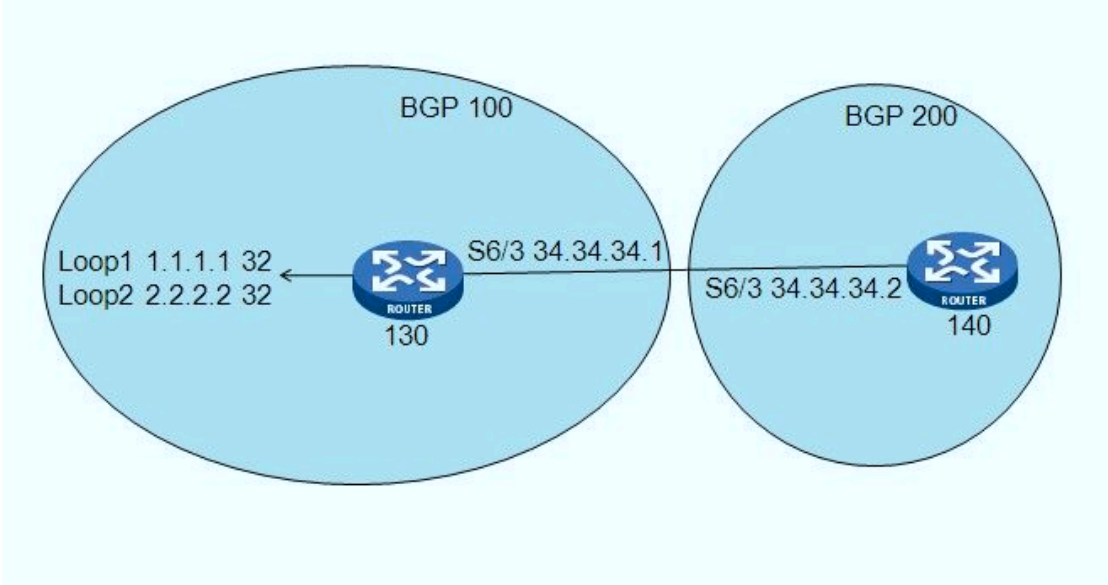
3 14.14.14.1 31 ms 31 ms 31 ms

4 13.13.13.2 38 ms 38 ms 38 ms

5 23.23.23.1 54 ms 54 ms 54 ms

# 实验 53—— BGP 路由发布时的过滤

【拓扑图】:




【实验配置】:

130：acl number 3001

rule 10 deny ip source 2.2.2.2 0

rule 20 permit ip

（acl 也可以这样定义 acl number 3001

rule 10 permit ip source 1.1.1.1 0

rule 20 deny ip）

route-policy 1 permit node 1

if-match acl 3001

interface LoopBack1

ip address 1.1.1.1 255.255.255.255

interface LoopBack2

ip address 2.2.2.2 32

bgp 100

network 1.1.1.1 255.255.255.255

network 2.2.2.2 255.255.255.255

peer 34.34.34.2 as-number 200

group 200 external

peer 34.34.34.2 group 200

peer 34.34.34.2 route-policy 1 export

140：

```
bgp 200
 undo synchronization
 peer 34.34.34.1 as-number 100
 group 100 external
 peer 34.34.34.1 group 100
```

1）过滤之前的路由表：

140：[room1-r4]dis bgp rou

| | Network | NextHop | MED | LocPrf | PrefVal Path/Ogn |
|---|---|---|---|---|---|
| *> | 1.1.1.1/32 | 34.34.34.1 | 0 | 0 | 100i |
| *> | 2.2.2.2/32 | 34.34.34.1 | 0 | 0 | 100i |

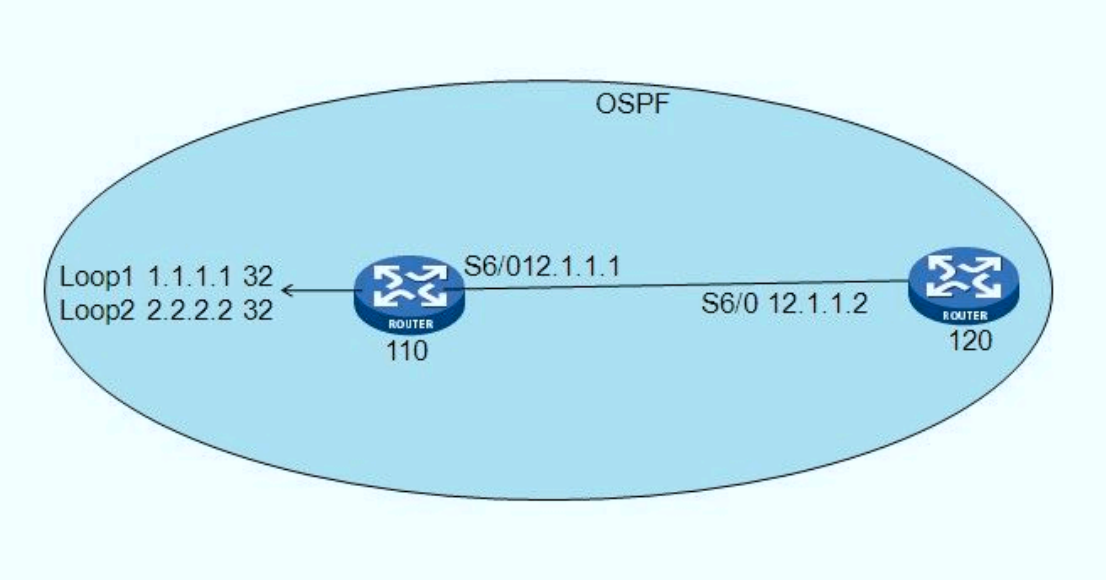
1）过滤之后的路由表：

140：[room1-r4]dis bgp rou

| | Network | NextHop | MED | LocPrf | PrefVal Path/Ogn |
|---|---|---|---|---|---|
| *> | 1.1.1.1/32 | 34.34.34.1 | 0 | 0 | 100i |

# 实验 54—— OSPF 路由接受时的过滤

【拓扑图】:




【实验配置】:

**110:**

```
ospf 1
area 0.0.0.0
network 1.1.1.1 0.0.0.0
network 2.2.2.2 0.0.0.0
network 12.1.1.0 0.0.0.3
```

**120:**

```
acl number 3001
rule 10 deny ip source 2.2.2.2 0
rule 20 permit ip

ospf 1
filter-policy 3001 import      :
 area 0.0.0.0
 network 12.1.1.0 0.0.0.3
```

**120:** [room1-r2]dis ip rou

| Destination/Mask | Proto | Pre | Cost | NextHop | Interface |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.1.1.1/32 | OSPF | 10 | 1562 | 12.1.1.1 | S6/0 |
| 2.2.2.2/32 | OSPF | 10 | 1562 | 12.1.1.1 | S6/0 |

过滤之后的路由表:

**120:** [room1-r2]dis ip rou

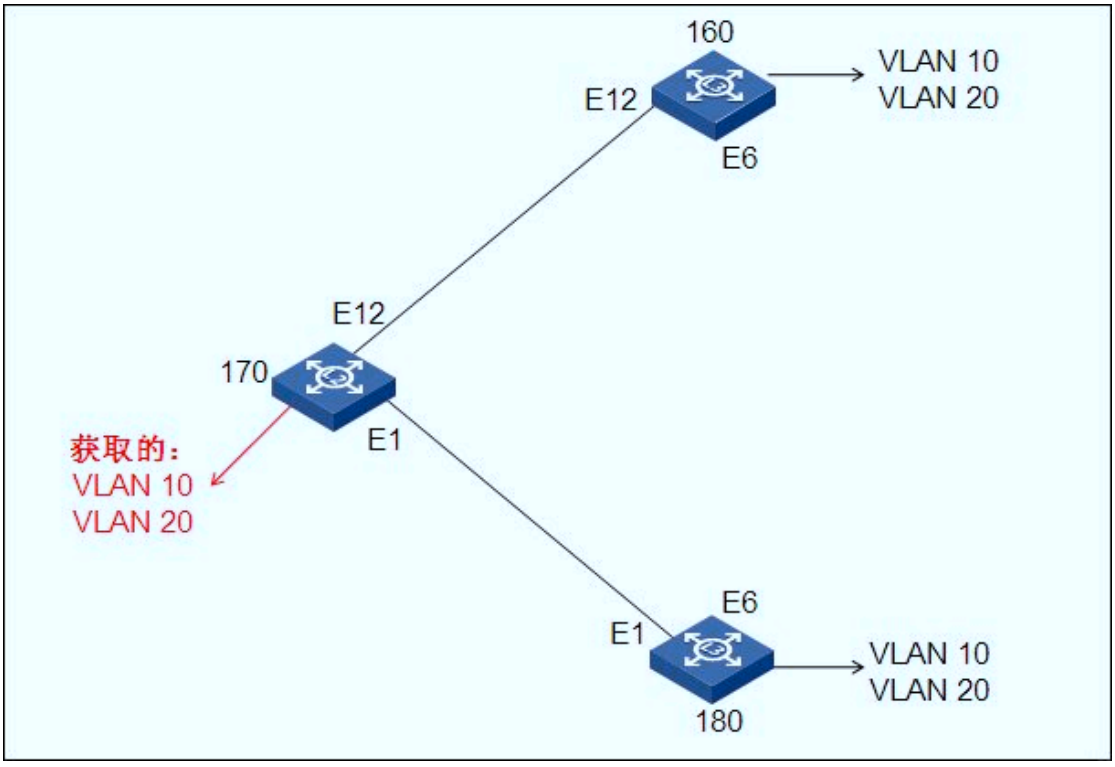
| Destination/Mask | Proto | Pre | Cost | NextHop | Interface |
|---|---|---|---|---|---|

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **1.1.1.1/32** | **OSPF** | **10** | **1562** | **12.1.1.1** | **S6/0** |

# 第五部分 交换机配置相关实验

## 实验 55—— GVRP

【拓扑图】:



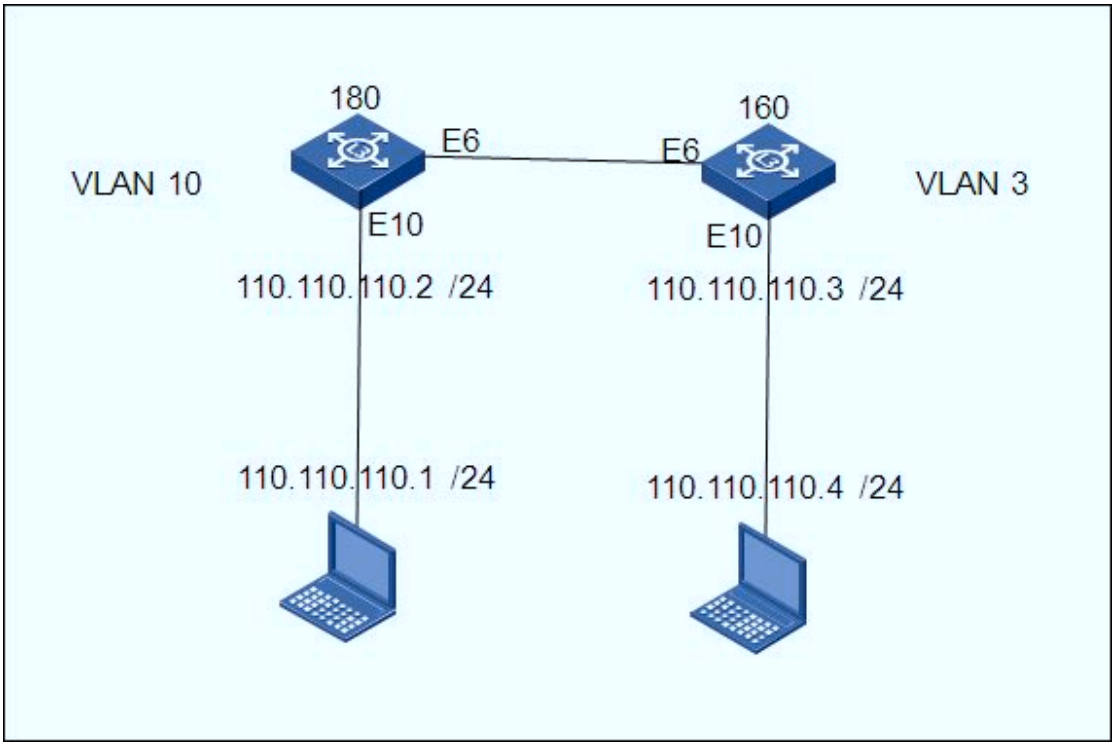

【实验目的】: 通过 GARP 机制，维护交换机中的 VLAN 动态注册信息，并传播该信息到其它的交换机中；一个末梢 GARP 成员上的配置信息会迅速传播到整个交换网。GARP 成员可以是终端工作站或网桥。GARP 成员通过声明或回收声明通知其它的 GARP 成员注册或注销自己的属性信息，并根据其它 GARP 成员的声明或回收声明注册或注销对方的属性信息。

【实验配置】:

【注意事项】: 只需在网络的末梢设备上做就可以了；中间的设备就可以学到；

# 实验 56—— VLAN

【拓扑图】:




【实验目的】: 实现 VLAN3 和 VLAN10 互通。

【实验配置】:

160： interface Ethernet1/0/6
port link-type hybrid
port hybrid vlan 3 untagged
port hybrid pvid vlan 3

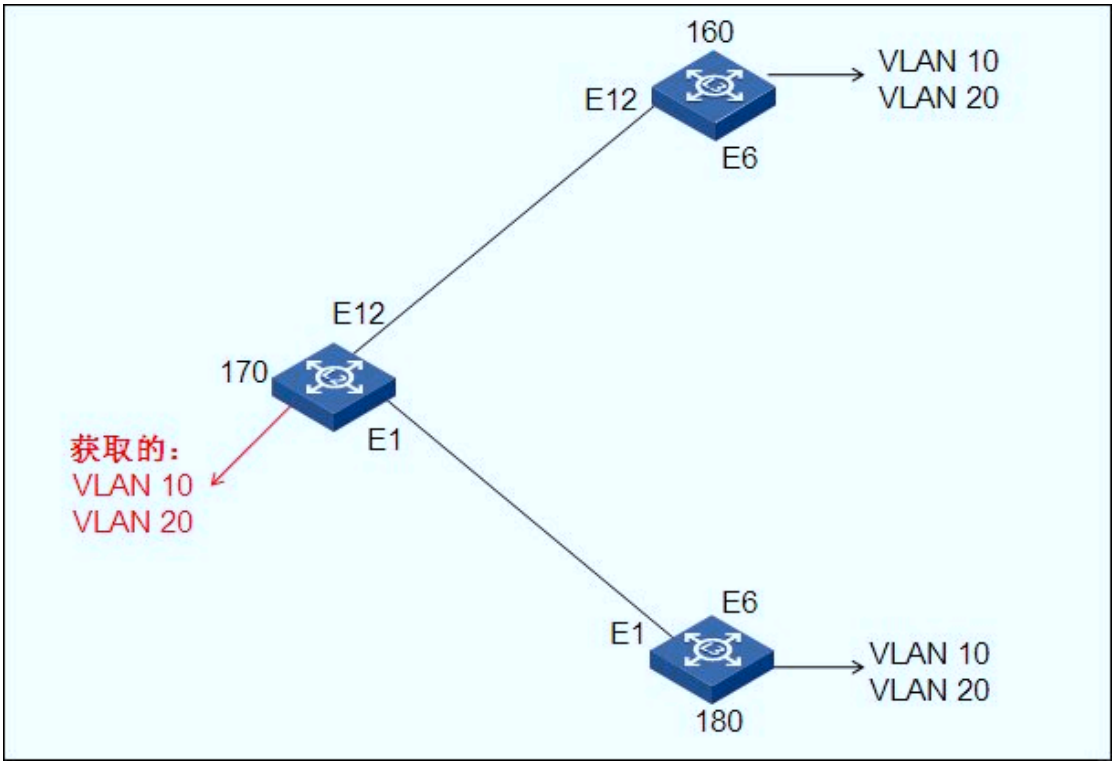
180： interface Ethernet1/0/6
port link-type hybrid
port hybrid vlan 1 10 untagged
port hybrid pvid vlan 10

110.110.110.4： ping 结果

```
<room1-120>ping 110.110.110.1
  PING 110.110.110.1: 56    data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 110.110.110.1: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=1 ms
    Reply from 110.110.110.1: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=1 ms
    Reply from 110.110.110.1: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=1 ms
    Reply from 110.110.110.1: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=1 ms
    Reply from 110.110.110.1: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=1 ms
```

# 实验 57—— GVRP

【拓扑图】:



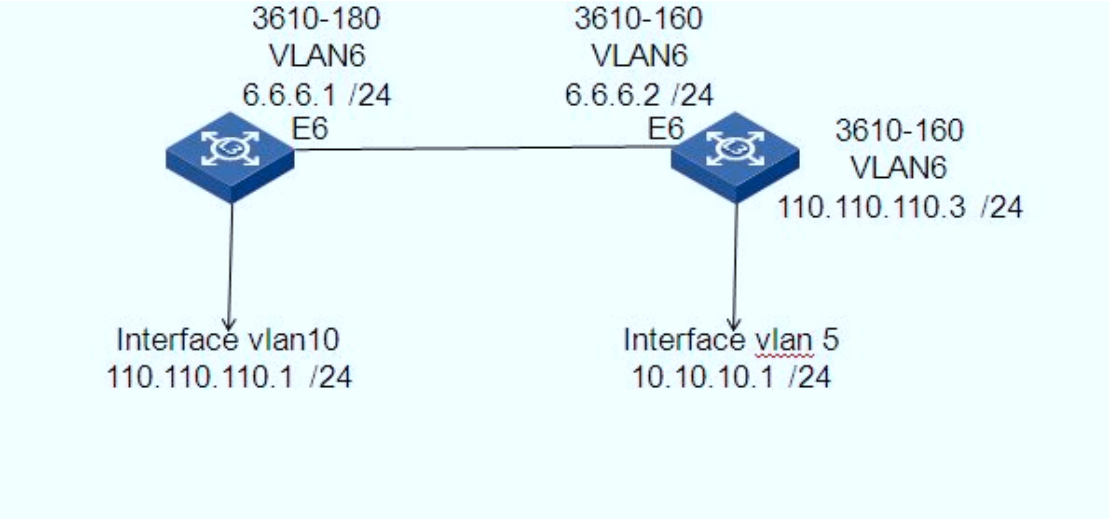

【实验目的】: 通过 GARP 机制，维护交换机中的 VLAN 动态注册信息，并传播该信息到其它的交换机中；一个末梢 GARP 成员上的配置信息会迅速传播到整个交换网。GARP 成员可以是终端工作站或网桥。GARP 成员通过声明或回收声明通知其它的 GARP 成员注册或注销自己的属性信息，并根据其它 GARP 成员的声明或回收声明注册或注销对方的属性信息。

【实验配置】:

【注意事项】: 只需在网络的末梢设备上做就可以了；中间的设备就可以学到；

# 实验 58—— VLAN 间路由

【拓扑图】:




【实验配置】:

160:

```
vlan 1
vlan 5
vlan 6
#
interface Vlan-interface5
 ip address 10.10.10.1 255.255.255.0
#
interface Vlan-interface6
 ip address 6.6.6.2 255.255.255.0
#
#
interface Ethernet1/0/6
 port link-type trunk
 port trunk permit vlan all
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 6.6.6.2 0.0.0.0
  network 10.10.10.1 0.0.0.0
```

查看 160 的 FIB 表:

```
[room1-160]dis fib
 FIB Table:
 Total number of Routes : 9

 Flag:
```

U:Useable G:Gateway H:Host B:Blackhole D:Dynamic S:Static
R:Reject L:Generated by ARP or ESIS

| Destination/Mask | Nexthop | Flag | TimeStamp | Interface |
|---|---|---|---|---|
| 110.110.110.0/24 | 6.6.6.1 | DGU | t[956751999] | Vlan6 |
| 6.6.6.2/32 | 127.0.0.1 | HU | t[956751679] | InLoop0 |
| 6.6.6.0/24 | 6.6.6.2 | U | t[956751679] | Vlan6 |
| 10.10.10.1/32 | 127.0.0.1 | HU | t[956751536] | InLoop0 |
| 10.10.10.0/24 | 10.10.10.1 | U | t[956751536] | Vlan5 |
| 192.168.1.160/32 | 127.0.0.1 | HU | t[956750426] | InLoop0 |
| 192.168.1.0/24 | 192.168.1.160 | U | t[956750426] | Vlan1 |
| 127.0.0.1/32 | 127.0.0.1 | HU | t[956750422] | InLoop0 |
| 127.0.0.0/8 | 127.0.0.1 | U | t[956750422] | InLoop0 |

查看 160 的 ARP 表：

[room1-160]dis arp all

Type: S-Static D-Dynamic

| IP Address | MAC Address | VLAN ID | Interface | Aging | Type |
|---|---|---|---|---|---|
| 192.168.1.184 | 0017-c426-5f59 | 1 | Eth1/0/6 | 20 | D |
| 192.168.1.100 | 000f-e273-6e0a | 1 | Eth1/0/6 | 11 | D |
| 192.168.1.29 | 0019-d2a0-7623 | 1 | Eth1/0/6 | 18 | D |
| 6.6.6.1 | 000f-e266-f136 | 6 | Eth1/0/6 | 20 | D |

180：

```
vlan10
vlan6
vlan1

interface Vlan-interface1
 ip address 192.168.1.180 255.255.255.0
#
interface Vlan-interface6
 ip address 6.6.6.1 255.255.255.0
#
interface Vlan-interface10
 ip address 110.110.110.2 255.255.255.0
#
interface Ethernet1/0/6
 port link-type trunk
 port trunk permit vlan all
#
#
interface Ethernet1/0/10
 port access vlan 10
```

```
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 6.6.6.1 0.0.0.0
  network 110.110.110.0 0.0.0.255
#
 ip route-static 10.10.10.0 255.255.255.0 6.6.6.2
```

查看 180 的 FIB 表：

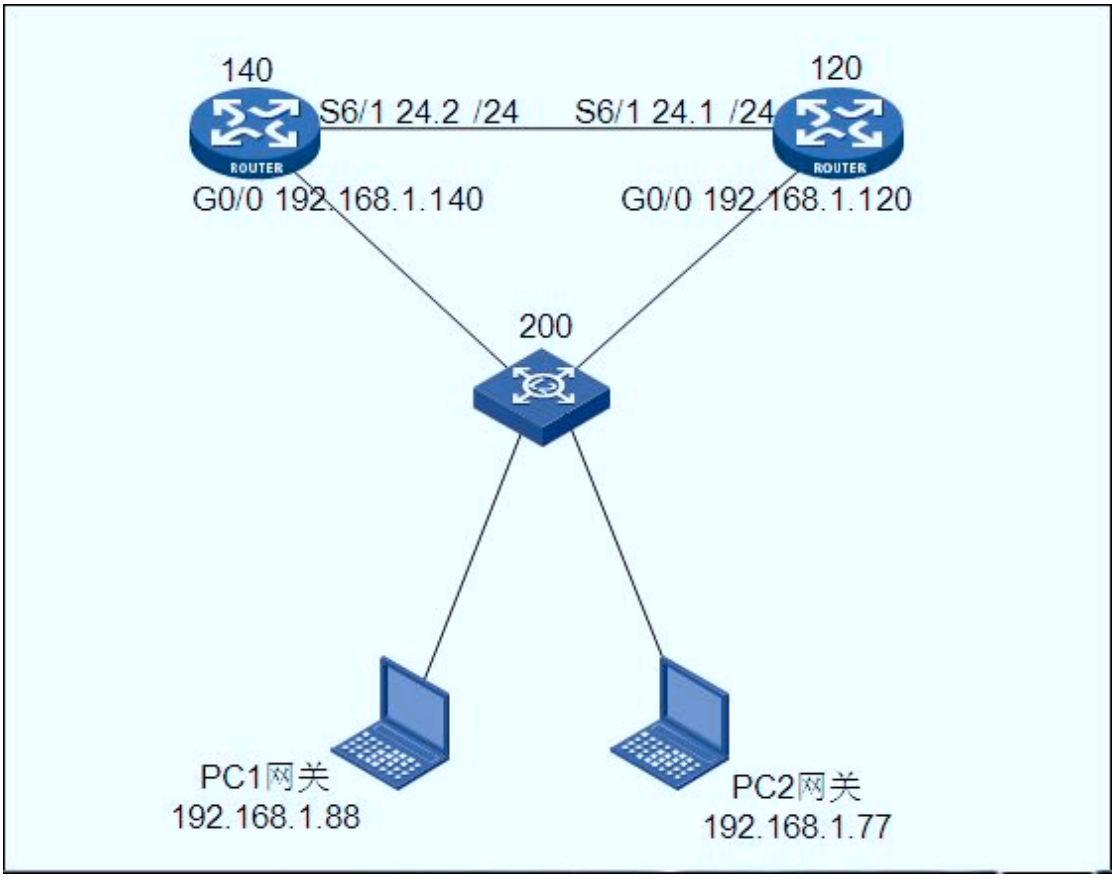
```
[room1-180]dis fib
 FIB Table:
 Total number of Routes : 9

 Flag:
  U:Useable    G:Gateway    H:Host    B:Blackhole    D:Dynamic    S:Static
  R:Reject    L:Generated by ARP or ESIS

Destination/Mask    Nexthop          Flag   TimeStamp       Interface
10.10.10.0/24       6.6.6.2          DGU    t[956751958]    Vlan6
6.6.6.1/32          127.0.0.1        HU     t[956751635]    InLoop0
6.6.6.0/24          6.6.6.1          U      t[956751635]    Vlan6
110.110.110.2/32    127.0.0.1        HU     t[956750988]    InLoop0
110.110.110.0/24    110.110.110.2    U      t[956750988]    Vlan10
192.168.1.180/32    127.0.0.1        HU     t[956750426]    InLoop0
192.168.1.0/24      192.168.1.180    U      t[956750426]    Vlan1
127.0.0.1/32        127.0.0.1        HU     t[956750422]    InLoop0
127.0.0.0/8         127.0.0.1        U      t[956750422]    InLoop0
```

查看 180 的 ARP 表：

```
[room1-180]dis arp
                          ^
 % Incomplete command found at '^' position.
[room1-180]dis arp all
                  Type: S-Static      D-Dynamic
IP Address        MAC Address       VLAN ID   Interface                 Aging Type
192.168.1.184     0017-c426-5f59    1         Eth1/0/1                  20    D
192.168.1.29      0019-d2a0-7623    1         Eth1/0/1                  18    D
6.6.6.2           000f-e275-8586    6         Eth1/0/6                  20    D
```

# 实验 59—— VRRP

【拓扑图】:




【实验目的】:

【实验配置】:

**140：** interface GigabitEthernet0/0
port link-mode route
address 192.168.1.140 255.255.255.0
vrrp vrid 1 virtual-ip 192.168.1.88
vrrp vrid 1 priority 120
vrrp vrid 2 virtual-ip 192.168.1.77

**120：** interface GigabitEthernet0/0
port link-mode route
pppoe-server bind Virtual-Template 0
ip address 192.168.1.120 255.255.255.0
vrrp vrid 1 virtual-ip 192.168.1.88
vrrp vrid 2 virtual-ip 192.168.1.77
vrrp vrid 2 priority 200

**120：** dis vrrp verbose
IPv4 Standby Information:
Run Method : VIRTUAL-MAC

Virtual IP Ping : Enable
Interface : GigabitEthernet0/0
VRID : 1 Adver. Timer : 1
Admin Status : UP State : Backup
Config Pri : 100 Run Pri : 100
Preempt Mode : YES Delay Time : 0
Auth Type : NONE
Virtual IP : 192.168.1.88
Master IP : 192.168.1.140

Interface : GigabitEthernet0/0
VRID : 2 Adver. Timer : 1
Admin Status : UP State : Master
Config Pri : 200 Run Pri : 200
Preempt Mode : YES Delay Time : 0
Auth Type : NONE
Virtual IP : 192.168.1.77
Virtual MAC : 0000-5e00-0102
Master IP : 192.168.1.120

140：dis vrrp verbose
IPv4 Standby Information:
Run Method : VIRTUAL-MAC
Virtual IP Ping : Enable
Interface : GigabitEthernet0/0
VRID : 1 Adver. Timer : 1
Admin Status : UP State : Master
Config Pri : 120 Run Pri : 120
Preempt Mode : YES Delay Time : 0
Auth Type : NONE
Track IF : Serial6/1 Pri Reduced : 40
Virtual IP : 192.168.1.88
Virtual MAC : 0000-5e00-0101
Master IP : 192.168.1.140

Interface : GigabitEthernet0/0
VRID : 2 Adver. Timer : 1
Admin Status : UP State : Backup
Config Pri : 100 Run Pri : 100
Preempt Mode : YES Delay Time : 0
Auth Type : NONE
Virtual IP : 192.168.1.77
Master IP : 192.168.1.120

此时在 140 配置监视接口：vrrp vrid 1 track interface Serial6/1 reduced 40

把 140 s6/1 口 shutdown：

查看 140：

```
dis vrrp v
IPv4 Standby Information:
Run Method          : VIRTUAL-MAC
Virtual IP Ping : Enable
Interface           : GigabitEthernet0/0
VRID                : 1                    Adver. Timer     : 1
Admin Status        : UP                   State            : Backup
Config Pri          : 120                  Run Pri          : 80
Preempt Mode        : YES                  Delay Time       : 0
Auth Type           : NONE
Track IF            : Serial6/1            Pri Reduced      : 40
Virtual IP          : 192.168.1.88
Master IP           : 192.168.1.120

Interface           : GigabitEthernet0/0
VRID                : 2                    Adver. Timer     : 1
Admin Status        : UP                   State            : Backup
Config Pri          : 100                  Run Pri          : 100
Preempt Mode        : YES                  Delay Time       : 0
Auth Type           : NONE
Virtual IP          : 192.168.1.77         Master IP        : 192.168.1.120
```

查看 120：

```
is vrrp verbose
IPv4 Standby Information:
Run Method          : VIRTUAL-MAC
Virtual IP Ping : Enable
Interface           : GigabitEthernet0/0
VRID                : 1                    Adver. Timer     : 1
Admin Status        : UP                   State            : Master
Config Pri          : 100                  Run Pri          : 100
Preempt Mode        : YES                  Delay Time       : 0
Auth Type           : NONE
Virtual IP          : 192.168.1.88
Virtual MAC         : 0000-5e00-0101
Master IP           : 192.168.1.120

Interface           : GigabitEthernet0/0
VRID                : 2                    Adver. Timer     : 1
Admin Status        : UP                   State            : Master
Config Pri          : 200                  Run Pri          : 200
Preempt Mode        : YES                  Delay Time       : 0
```

Auth Type : NONE
Virtual IP : 192.168.1.77
Virtual MAC : 0000-5e00-0102
Master IP : 192.168.1.120

再把 140 的 S6/1 undo shutdown

过一会查看 140：

dis vrrp v

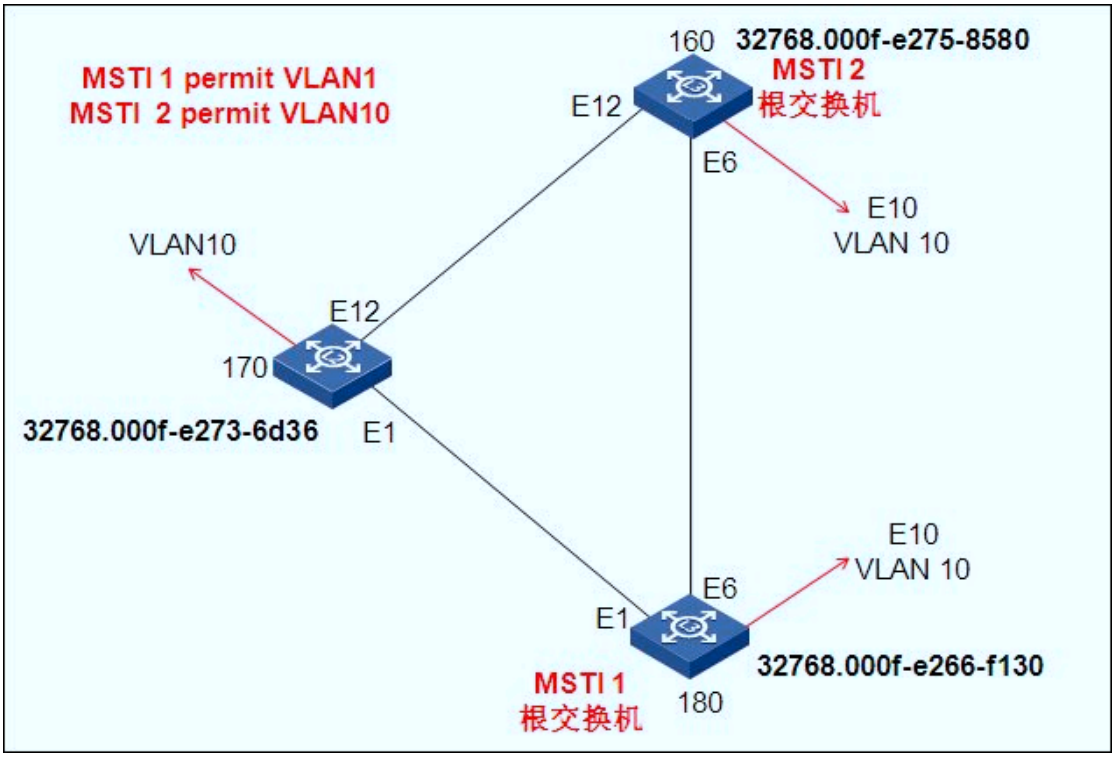
IPv4 Standby Information:
Run Method : VIRTUAL-MAC
Virtual IP Ping : Enable
Interface : GigabitEthernet0/0
VRID : 1 Adver. Timer : 1
Admin Status : UP State : Master
Config Pri : 120 Run Pri : 120
Preempt Mode : YES Delay Time : 0
Auth Type : NONE
Track IF : Serial6/1 Pri Reduced : 40
Virtual IP : 192.168.1.88
Virtual MAC : 0000-5e00-0101
Master IP : 192.168.1.140

Interface : GigabitEthernet0/0
VRID : 2 Adver. Timer : 1
Admin Status : UP State : Backup
Config Pri : 100 Run Pri : 100
Preempt Mode : YES Delay Time : 0
Auth Type : NONE
Virtual IP : 192.168.1.77
Master IP : 192.168.1.120

此时 140 重新恢复 MASTER 地位

# 实验 60—— MSTP

【拓扑图】:




【实验目的】:用少量资源在网络中实现多个生成树;在多条 Trunk 链路上实现 VLAN 级负载均衡

【实验配置】:

160：

```
vlan 1
vlan 10
stp instance 2 root primary （指定 160 为实例 2 的根）
  stp enable
stp region-configuration
  region-name aaa
  instance 1 vlan 1
  instance 2 vlan 10
  active region-configuration
interface Ethernet1/0/12
  port link-type trunk
  port trunk permit vlan all
interface Ethernet1/0/6
  port link-type trunk
  port trunk permit vlan all
```

```
[room1-160]dis stp root
 MSTID   Root Bridge ID           ExtPathCost IntPathCost Root Port
    0    32768.000f-e266-f130     0           200         Ethernet1/0/6
    1    32768.000f-e266-f130     0           200         Ethernet1/0/6
    2    0.000f-e275-8580         0           0

room1-160]dis stp b
 MSTID        Port                    Role  STP State     Protection
    0         Ethernet1/0/2           ALTE  DISCARDING    NONE
    0         Ethernet1/0/6           ROOT  FORWARDING    NONE
    0         Ethernet1/0/10          DESI  FORWARDING    NONE
    0         Ethernet1/0/12          ALTE  DISCARDING    NONE
    1         Ethernet1/0/2           ALTE  DISCARDING    NONE
    1         Ethernet1/0/6           ROOT  FORWARDING    NONE
    1         Ethernet1/0/12          ALTE  DISCARDING    NONE
    2         Ethernet1/0/6           DESI  FORWARDING    NONE
    2         Ethernet1/0/10          DESI  FORWARDING    NONE
    2         Ethernet1/0/12          DESI  FORWARDING    NONE

170:
stp enable
stp region-configuration
 region-name aaa
 instance 1 vlan 1
 instance 2 vlan 10
 active region-configuration
 interface Ethernet1/0/12
  port link-type trunk
  port trunk permit vlan all
 interface Ethernet1/0/1
  port link-type trunk
  port trunk permit vlan all
 #

vlan 1
vlan 10
<room1-170>dis stp b
 MSTID        Port                    Role  STP State     Protection
    0         Ethernet1/0/1           ROOT  FORWARDING    NONE
    0         Ethernet1/0/9           ALTE  DISCARDING    NONE
    0         Ethernet1/0/12          DESI  FORWARDING    NONE
    1         Ethernet1/0/1           ROOT  FORWARDING    NONE
    1         Ethernet1/0/9           ALTE  DISCARDING    NONE
```

```
    1          Ethernet1/0/12          DESI   FORWARDING        NONE
    2          Ethernet1/0/1           ALTE   DISCARDING        NONE
    2          Ethernet1/0/12          ROOT   FORWARDING        NONE

room1-170>dis stp instance 2
-------[MSTI 2 Global Info]-------
MSTI Bridge ID          :32770.000f-e273-6d36
MSTI RegRoot/IRPC       :2.000f-e275-8580 / 200
MSTI RootPortId         :128.12
Master Bridge           :32768.000f-e266-f130
Cost to Master          :200
TC or TCN received      :11

  ----[Port1(Ethernet1/0/1)][DISCARDING]----
  Port Role               :Alternate Port
  Port Priority           :128
  Port Cost(Legacy)       :Config=auto / Active=200
  Desg. Bridge/Port       :32770.000f-e266-f130 / 128.1
  Num of Vlans Mapped :1
  Port Times              :RemHops 19

  ----[Port12(Ethernet1/0/12)][FORWARDING]----
  Port Role               :Root Port
  Port Priority           :128
  Port Cost(Legacy)       :Config=auto / Active=200
  Desg. Bridge/Port       :2.000f-e275-8580 / 128.12
  Num of Vlans Mapped :1
  Port Times              :RemHops 20
180：
vlan 1
vlan 10
stp enable
stp region-configuration
  region-name aaa
  instance 1 vlan 1
  instance 2 vlan 10
  active region-configuration

interface Ethernet1/0/6
  port link-type trunk
  port trunk permit vlan all
interface Ethernet1/0/1
  port link-type trunk
```

```
 port trunk permit vlan all
room1-180>dis stp root
 MSTID   Root Bridge ID           ExtPathCost IntPathCost Root Port
    0    32768.000f-e266-f130    0           0
    1    32768.000f-e266-f130    0           0
    2    0.000f-e275-8580        0           200         Ethernet1/0/6
<room1-180>dis stp b
 MSTID        Port                        Role  STP State        Protection
    0         Ethernet1/0/1               DESI  FORWARDING       NONE
    0         Ethernet1/0/6               DESI  FORWARDING       NONE
    0         Ethernet1/0/10              DESI  FORWARDING       NONE
    0         Ethernet1/0/12              DESI  FORWARDING       NONE
    1         Ethernet1/0/1               DESI  FORWARDING       NONE
    1         Ethernet1/0/6               DESI  FORWARDING       NONE
    1         Ethernet1/0/12              DESI  FORWARDING       NONE
    2         Ethernet1/0/1               DESI  FORWARDING       NONE
    2         Ethernet1/0/6               ROOT  FORWARDING       NONE
    2         Ethernet1/0/10              DESI  FORWARDING       NONE
```

【注意事项】1.：必须把整个拓扑的接口类型改为 trank 类型；也可以改为混合类型；但一般建议不要改为混合类型；

2:在本试验环境中每台交换机都必须启 VLAN1 和 VLAN10;否则不启 VLAN1 和 VLAN10 的交换机无法进行数据的转发;

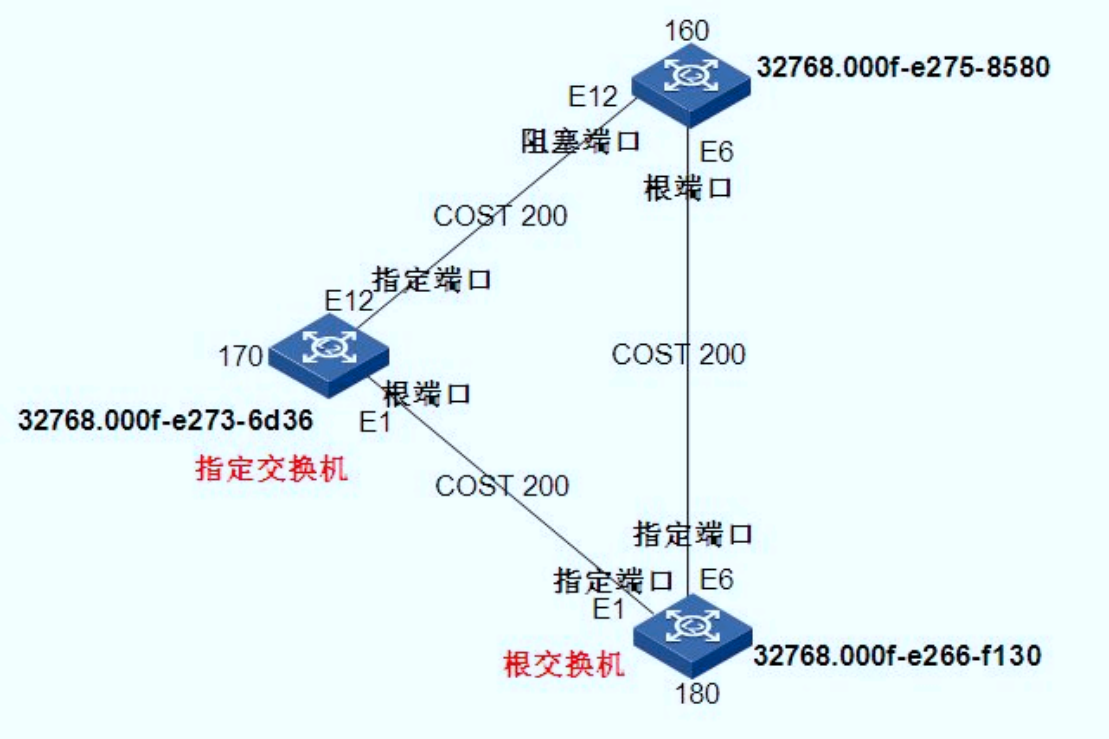
[room1-170]stp instance 3 root primary：指定 170 为实例 3 的根

解释：

```
[room1-160]dis stp instance 3
-------[MSTI 3 Global Info]-------
MSTI Bridge ID          :32768.000f-e275-8580          //MSTP 域桥 ID（BID）
MSTI RegRoot/IRPC       :32768.000f-e275-8580 / 0      //域根
MSTI RootPortId         :0.0
Master Bridge           :32768.000f-e275-8580          // MSTI 域的 MASTER 接口所在的桥 id
Cost to Master          :0
TC received             :0

  ----[Port2(Ethernet1/0/2)][DISCARDING]----
  Port Role               :Alternate Port
  Port Priority           :128
  Port Cost(Legacy)       :Config=auto / Active=200
  Desg. Bridge/Port       :32768.000f-e275-8580 / 128.2
  Num of Vlans Mapped :1
  Port Times              :RemHops 20
```

# 实验 61——Stp 初始化端口选择分析

【拓扑图】:




查看 STP 信息:

160: dis stp

-------[CIST Global Info][Mode MSTP]-------

CIST Bridge :32768.000f-e275-8580 （本交换机 ID）

Bridge Times :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s MaxHop 20

CIST Root/ERPC :32768.000f-e266-f130 / 200 (跟交换机 ID)

CIST RegRoot/IRPC :32768.000f-e275-8580 / 0 MSTP 的域根的 BID

CIST RootPortId :128.6 (端口 ID,前面是端口优先级，后面是端口号)

BPDU-Protection :disabled

Bridge Config-

Digest-Snooping :disabled

TC or TCN received :27

Time since last TC :0 days 2h:24m:39s

----[Port6(Ethernet1/0/6)][FORWARDING]----

Port Protocol :enabled

Port Role :CIST Root Port （端口角色：根端口）

Port Priority :128 （端口优先级）

Port Cost(Legacy) :Config=auto / Active=200

Desg. Bridge/Port :32768.000f-e266-f130 / 128.6

Port Edged :Config=disabled / Active=disabled

Point-to-point :Config=auto / Active=true

```
 Transmit Limit          :10 packets/hello-time
 Protection Type         :None
 MST BPDU Format         :Config=auto / Active=legacy
 Port Config-
 Digest-Snooping         :disabled
 Num of Vlans Mapped :1
 PortTimes               :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s MsgAge 0s RemHop 20
 BPDU Sent               :7
                 TCN: 0, Config: 0, RST: 0, MST: 7
 BPDU Received           :4338
                 TCN: 0, Config: 0, RST: 0, MST: 4338
----[Port12(Ethernet1/0/12)][DISCARDING]----
 Port Protocol           :enabled
 Port Role               :CIST Alternate Port
 Port Priority           :128
 Port Cost(Legacy)       :Config=auto / Active=200
 Desg. Bridge/Port       :32768.000f-e273-6d36 / 128.12
 Port Edged              :Config=disabled / Active=disabled
 Point-to-point          :Config=auto / Active=true
 Transmit Limit          :10 packets/hello-time
 Protection Type         :None
 MST BPDU Format         :Config=auto / Active=legacy
 Port Config-
 Digest-Snooping         :disabled
 Num of Vlans Mapped :1
 PortTimes               :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s MsgAge 1s RemHop 20
 BPDU Sent               :5
                 TCN: 0, Config: 0, RST: 0, MST: 5
 BPDU Received           :4395
                 TCN: 0, Config: 0, RST: 0, MST: 4395

<room1-160>dis stp b
 MSTID        Port                        Role  STP State        Protection
   0          Ethernet1/0/6               ROOT  FORWARDING       NONE
   0          Ethernet1/0/12              ALTE  DISCARDING       NONE

170：<room1-170>dis stp
-------[CIST Global Info][Mode MSTP]-------
CIST Bridge             :32768.000f-e273-6d36
Bridge Times            :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s MaxHop 20
CIST Root/ERPC          :32768.000f-e266-f130 / 200
CIST RegRoot/IRPC       :32768.000f-e273-6d36 / 0
CIST RootPortId         :128.1
```

```
BPDU-Protection          :disabled
TC-Protection            :enabled / Threshold=6
Bridge Config
Digest Snooping          :disabled
TC or TCN received    :13
Time since last TC    :0 days 2h:26m:40s
----[Port1(Ethernet1/0/1)][FORWARDING]----
  Port Protocol          :enabled
  Port Role              :CIST Root Port
  Port Priority          :128
  Port Cost(Legacy)      :Config=auto / Active=200
  Desg. Bridge/Port      :32768.000f-e266-f130 / 128.1
  Port Edged             :Config=disabled / Active=disabled
  Point-to-point         :Config=auto / Active=true
  Transmit Limit         :10 packets/hello-time
  Protection Type        :None
  MSTP BPDU format       :Config=legacy
----[Port12(Ethernet1/0/12)][FORWARDING]----
  Port Protocol          :enabled
  Port Role              :CIST Designated Port
  Port Priority          :128
  Port Cost(Legacy)      :Config=auto / Active=200
  Desg. Bridge/Port      :32768.000f-e273-6d36 / 128.12
  Port Edged             :Config=disabled / Active=disabled
  Point-to-point         :Config=auto / Active=true
  Transmit Limit         :10 packets/hello-time
  Protection Type        :None
  MSTP BPDU format       :Config=legacy
  Port Config
  Digest Snooping        :disabled
  Num of Vlans Mapped :1
  PortTimes              :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s MsgAge 1s RemHop 20
  BPDU Sent              :4474
             TCN: 0, Config: 0, RST: 0, MST: 4474
  BPDU Received          :5
             TCN: 0, Config: 0, RST: 0, MST: 5
<room1-170>dis stp brief
  MSTID        Port                    Role    STP State        Protection
    0          Ethernet1/0/1           ROOT    FORWARDING       NONE
    0          Ethernet1/0/12          DESI    FORWARDING       NONE
180：<room1-180>dis stp
-------[CIST Global Info][Mode MSTP]-------
CIST Bridge              :32768.000f-e266-f130
```

```
Bridge Times            :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s MaxHop 20
CIST Root/ERPC          :32768.000f-e266-f130 / 0
CIST RegRoot/IRPC       :32768.000f-e266-f130 / 0
CIST RootPortId         :0.0
BPDU-Protection         :disabled
Bridge Config-
Digest-Snooping         :disabled
TC or TCN received      :7
Time since last TC      :0 days 2h:24m:54s
----[Port1(Ethernet1/0/1)][FORWARDING]----
  Port Protocol         :enabled
  Port Role             :CIST Designated Port
  Port Priority         :128
  Port Cost(Legacy)     :Config=auto / Active=200
  Desg. Bridge/Port     :32768.000f-e266-f130 / 128.1
  Port Edged            :Config=disabled / Active=disabled
  Point-to-point        :Config=auto / Active=true
  Transmit Limit        :10 packets/hello-time
  Protection Type       :None
  MST BPDU Format       :Config=auto / Active=legacy
----[Port6(Ethernet1/0/6)][FORWARDING]----
  Port Protocol         :enabled
  Port Role             :CIST Designated Port
  Port Priority         :128
  Port Cost(Legacy)     :Config=auto / Active=200
  Desg. Bridge/Port     :32768.000f-e266-f130 / 128.6
  Port Edged            :Config=disabled / Active=disabled
  Point-to-point        :Config=auto / Active=true
  Transmit Limit        :10 packets/hello-time
  Protection Type       :None
  MST BPDU Format       :Config=auto / Active=legacy
  Port Config-
  Digest-Snooping       :disabled
  Rapid transition      :true
  Num of Vlans Mapped :1
  PortTimes             :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s MsgAge 0s RemHop 20
  BPDU Sent             :4491
                TCN: 0, Config: 0, RST: 0, MST: 4491
  BPDU Received         :4
                TCN: 0, Config: 0, RST: 0, MST: 4
<room1-180>dis stp brief
 MSTID        Port                        Role  STP State       Protection
   0          Ethernet1/0/1               DESI  FORWARDING      NONE
```

0 Ethernet1/0/6 DESI FORWARDING NONE

可以这么理解：

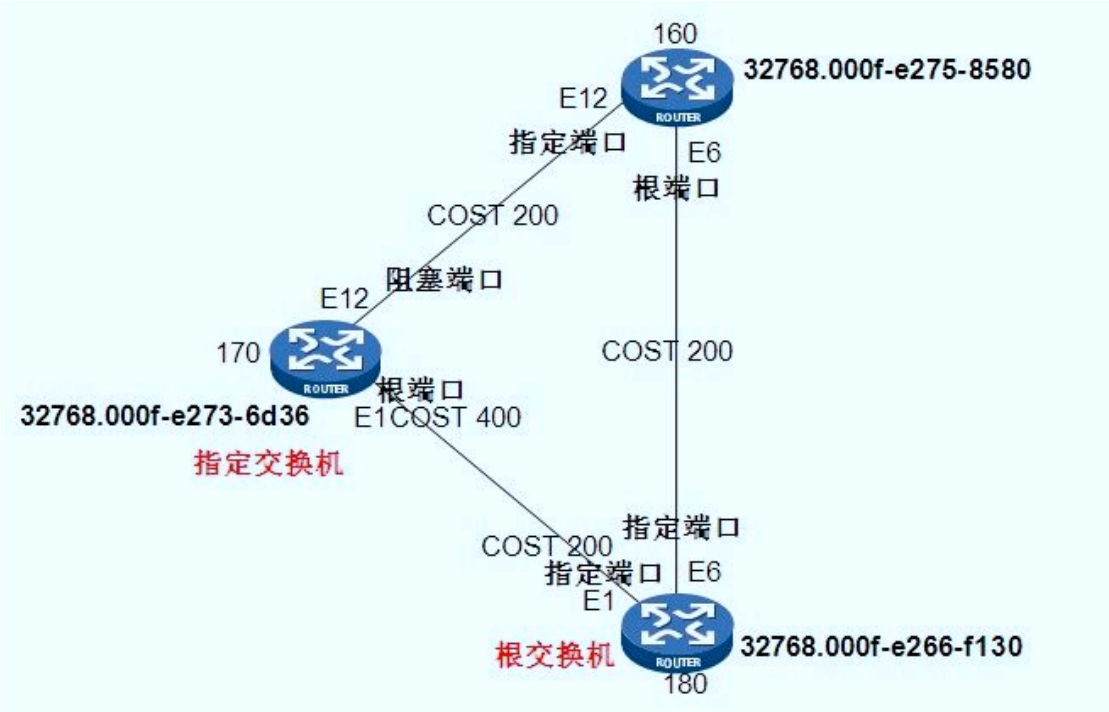
1.根桥上所有端口都是指定端口
面向根桥的是根端口，背向根桥的是指定端口，根端口和指定端口处于转发状态
当决定到达根桥路径时，首先比较到根的路径开销，然后是 BID，最后是端口 ID

2.跟端口是在一台交换机上 N 个端口中选出来的。指定端口是先在每个网段中先选出指定交换机，指定交换机上在此网段的接口为指定接口（首先比较到根的路径开销，然后是 BID，最后是端口 ID）

3.既不是跟端口也不是指定端口的接口为阻塞状态

问题：1.根端口 指定端口的作用？？？
答：一个交换机只能有一个根端口，N 个指定端口，
用户报文----→从指定端口进交换机----→从跟端口出来----→在从指定端口进入根交换机----→再从跟交换机根端口出来----→从指定端口进来----→目的地

2.端口 ID 什么时候能用到？
答：选择跟端口的时候能用到，选择指定交换机的时候用不到；
3.COST 是指经过链路的还是经过端口的开销？



## 二．现在把 E1/0/12 变成指定端口

**170：[room1-170-Ethernet1/0/1]stp cost 400 (修改端口 COST)**

**160：[room1-160]dis stp b**

| MSTID | Port | Role | STP State | Protection |
|---|---|---|---|---|
| 0 | Ethernet1/0/6 | ROOT | FORWARDING | NONE |
| 0 | Ethernet1/0/12 | DESI | FORWARDING | NONE |

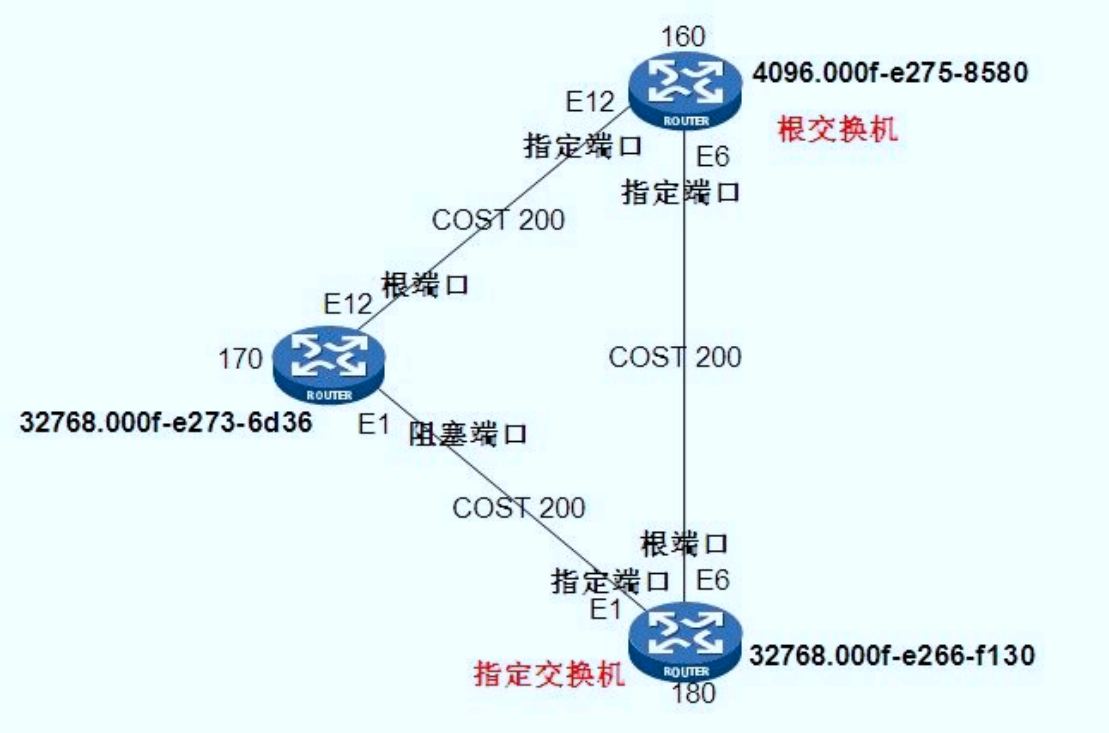
**E1/0/12 口由 DISCARDING 状态变为 FORWARDING**

**170：[room1-170]dis stp b**

| MSTID | Port | Role | STP State | Protection |
|---|---|---|---|---|
| 0 | Ethernet1/0/1 | ROOT | FORWARDING | NONE |
| 0 | Ethernet1/0/12 | ALTE | DISCARDING | NONE |

**E1/0/1 口由 FORWARDING 变为 DISCARDING 状态**

## 三．通过修改交换机优先级控制根交换机的选举：




**【实验配置】:**

**160：[room1-160]stp priority 4096**

**（stp instance 0 priority 4096 有什么区别）**

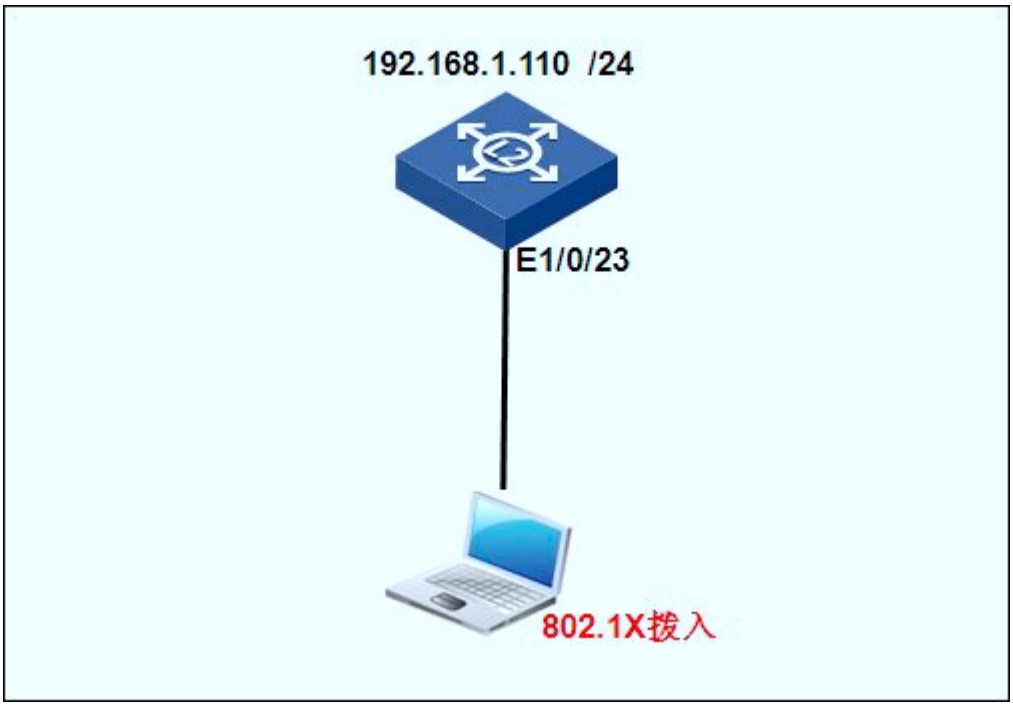
**把 160 优先级改为 4096 低于默认的 32768，则 160 当选为根交换机（优先级以小为优）**

## 四．手工指定根交换机和备份根交换机

可以干脆使用命令 **stp root primary** 和 **stp root secondary** 手工指定根交换机和备份根交换机

# 实验 63—— 802.1X+AAA

【拓扑图】:




【实验目的】: PC 直接连接到交换机的 E1/0/23 端口，配置 802.1x 协议进行访问控制。

【实验配置】:

SW-110：

```
dot1x     //:开启全局 802.1X 特性
local-user wbb        //:添加本地接入用户,启动闲置切断功能并设置相关参数
password simple 111111
service-type lan-access

 domain default enable h3c            //:配置域 h3c 为缺省用户域

radius scheme 1                       //:创建 RADIUS 方案并进入其视图
primary authentication 127.0.0.1      //:设置主认证/计费 RADIUS 服务器的 IP 地址
primary accounting 127.0.0.1
server-type standard                  //:指定设备系统支持的 RADIUS 服务器类型?
user-name-format with-domain

domain h3c
radius scheme h3c

interface Ethernet1/0/23      //:开启指定端口 E1/0/23 的 802.1X 特性
 dot1x
```

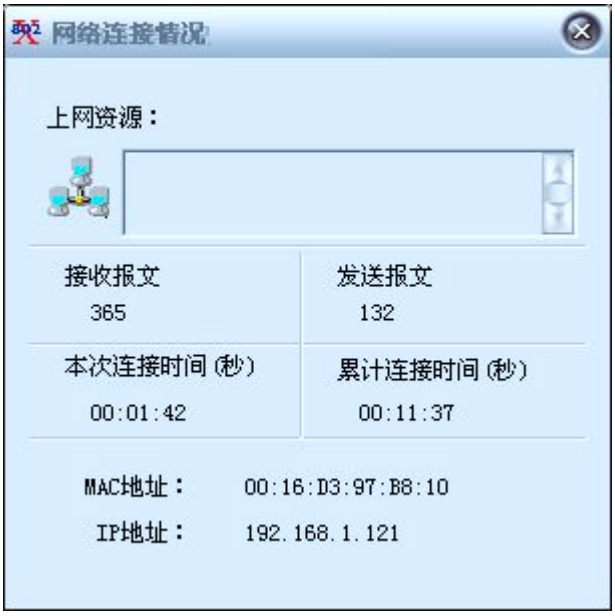
//：交换机配置完成后，在 PC 端安装 H3C802.1x 客户端软件，


之后进入软件连接界面；


1) 本地认证可以采用缺省的 Radius 方案 system，缺省的域名 system，以及缺省的本地认证服务器；

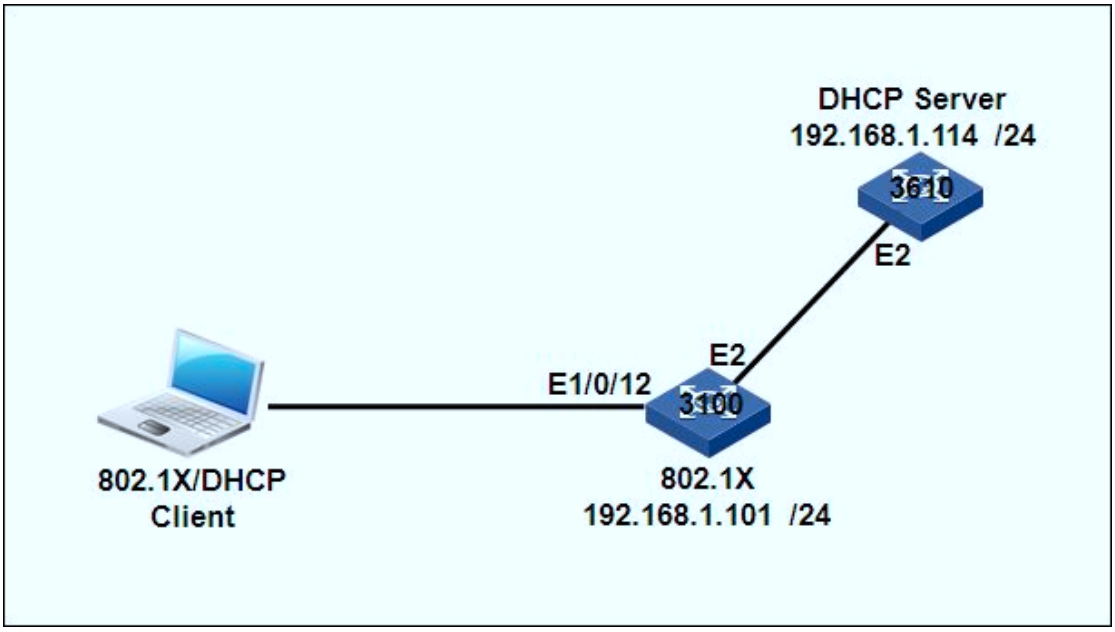
2)认证软件输入用户名为 wbb@system，密码为 111111；
3)选择 PC 本身的网络适配器；
4)点击“连接”，即可拨入；

下图为 802.1X 本地认证连接正常！


网络连接情况
上网资源：
接收报文
365
发送报文
132
本次连接时间(秒)
00:01:42
累计连接时间(秒)
00:11:37
MAC地址：
00:16:D3:97:B8:10
IP地址：
192.168.1.121

# 实验 64—— 802.1X+DHCP

【拓扑图】:




【实验目的】: PC 机和 802.1X 交换机以太口相连，802.1X 交换机和 DHCP 服务器以太口相连，PC 机事先通过 802.1X 认证，之后从 DHCP 服务器获取网络地址；此实验是为了让合法用户获取网络地址，不合法用户无法获取网络地址。

【实验配置】:

101:

```
domain default enable h3c.net
dot1x

domain h3c.net
[H3C-isp-abc.net]scheme local //:默认的，但最好敲一下！
domain system
#
local-user wbb
 password simple 111111
 service-type lan-access
#
interface Ethernet1/0/12
 dot1x port-method portbased     //:若删除;也可以拨号成功!
 dot1x
```

114：dhcp enable

```
dhcp server forbidden-ip 192.168.1.114
dhcp server ip-pool 1
```

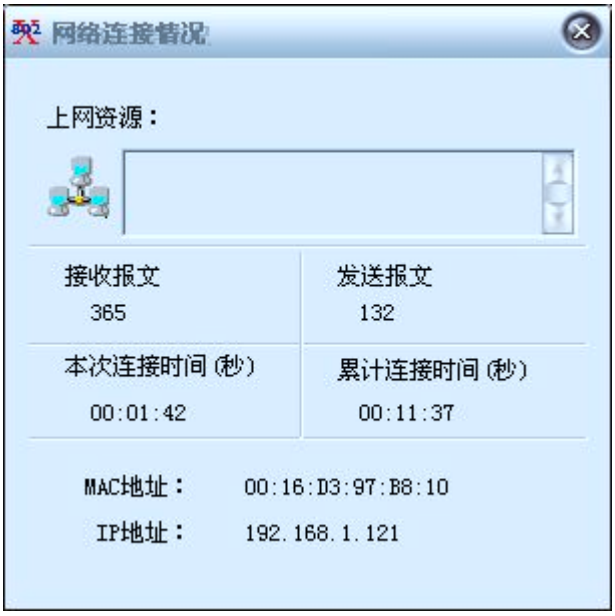
network 192.168.1.0 mask 255.255.255.0
gateway-list 192.168.1.114
expired day 0 hour 1 //表示 IP 租约是 1 个小时

//：交换机配置完成后，在 PC 端安装 H3C802.1x 客户端软件，


之后进入软件连接界面；


1)认证软件输入用户名为 wbb@h3c.net，密码为 111111；
2)选择 PC 本身的网络适配器；
2)点击“连接”，即可拨入；

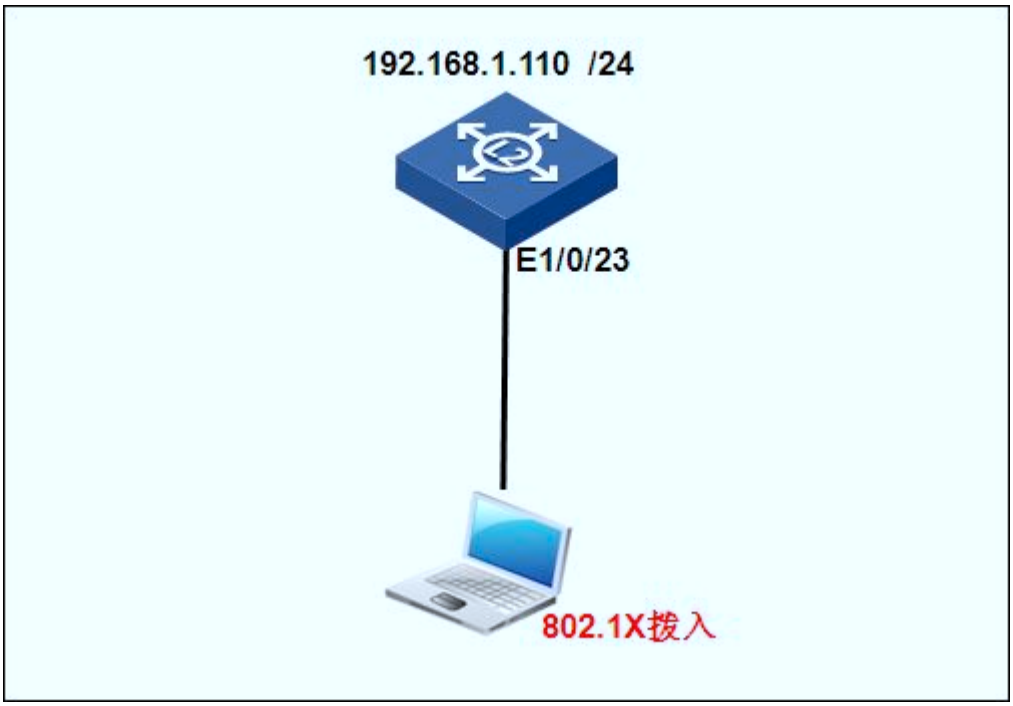
下图为 802.1X 本地认证连接正常！




**//:认证成功，获取网络地址成功！**

# 实验 65—— 802.1X 本地认证

【拓扑图】:




【实验目的】: PC 直接连接到交换机的 E1/0/23 端口，配置 802.1x 协议进行访问控制，认证方式采用本地认证。

【实验配置】:

SW-110：

```
domain default enable abc.net
dot1x

radius scheme system

domain abc.net
[H3C-isp-abc.net]scheme local //:默认的，但最好敲一下！
domain system
#
local-user wbb
 password simple 123
 service-type lan-access
#
interface Vlan-interface1
 ip address 192.168.1.102 255.255.255.0
#
interface Ethernet1/0/22
 dot1x port-method portbased     //:若删除;也可以拨号成功!
```

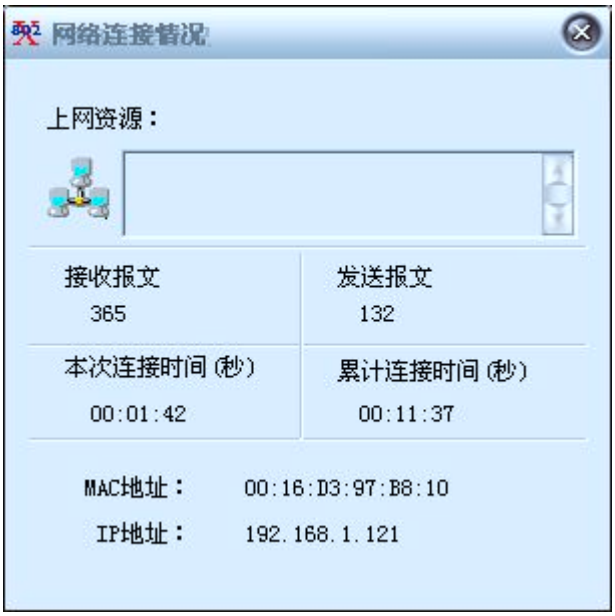
dot1x

//：交换机配置完成后，在 PC 端安装 H3C802.1x 客户端软件，


之后进入软件连接界面；


1)认证软件输入用户名为 wbb@abc.net，密码为 123；
2)选择 PC 本身的网络适配器；
2)点击“连接”，即可拨入；

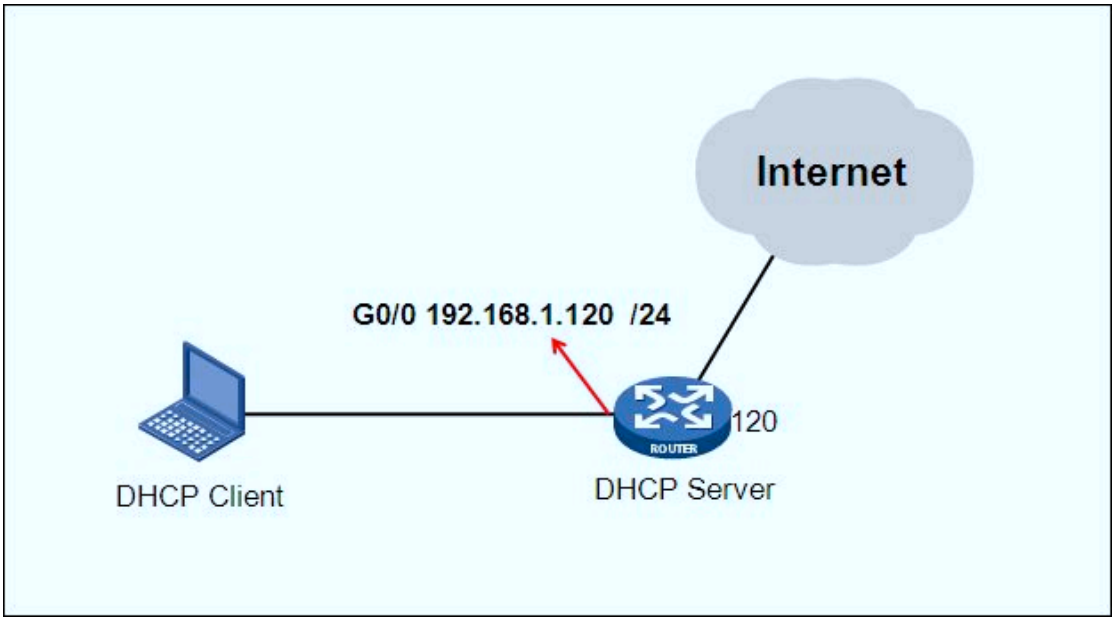
下图为 802.1X 本地认证连接正常！



# 第六部分 其它补充实验

## 实验 66——DHCP 基本配置

【拓扑图】:




【实验目的】: DHCP 可以自动为局域网中主机完成 TCP/IP 协议配置<网络地址动态获取>

【实验配置】:

120: dhcp enable

dhcp server forbidden-ip 192.168.1.120

dhcp server ip-pool 1

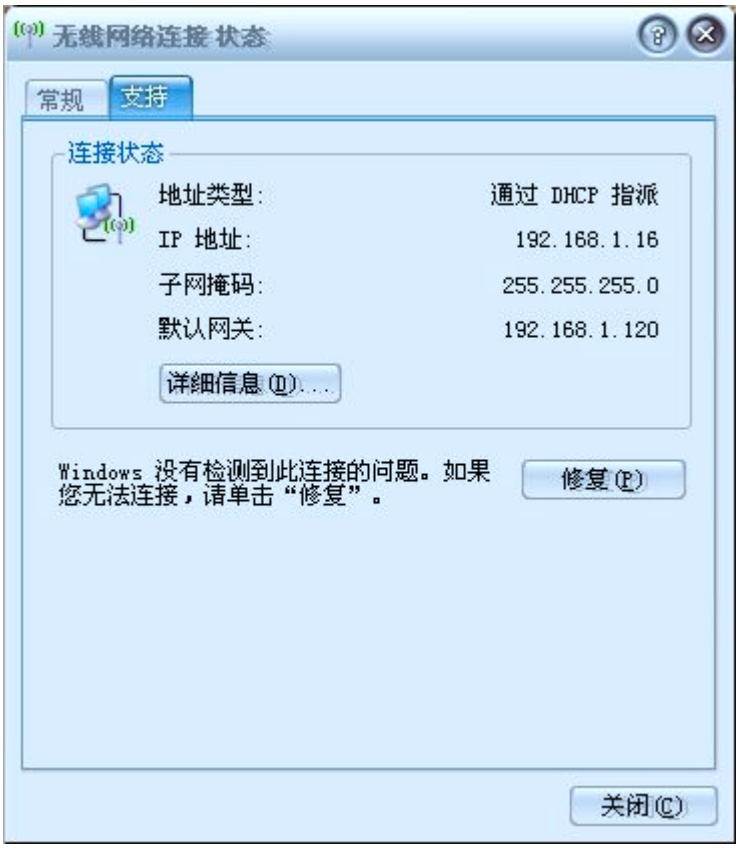
network 192.168.1.0 mask 255.255.255.0

gateway-list 192.168.1.120

expired day 0 hour 1 //表示 IP 租约是 1 个小时

1): 初始化的手动指定 IP 默认//


**2）：做过 DHCP 服务后:**




**3）：详细信息：**


【须知】:

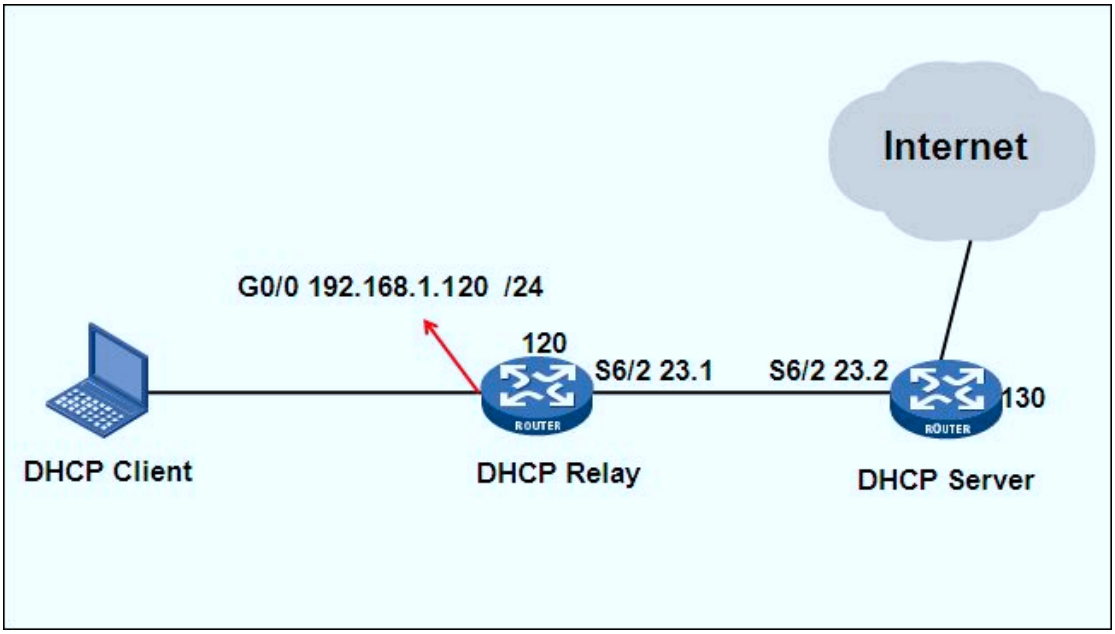
DHCP 服务器--→能提供 DHCP 功能的服务器或具有 DHCP 功能的网络设备

DHCP 中继-----→一般为路由器或三层交换机等网络设备

DHCP 客户端-→需要动态获得 IP 地址的主机

# 实验 67——DHCP 中继实验

【拓扑图】:



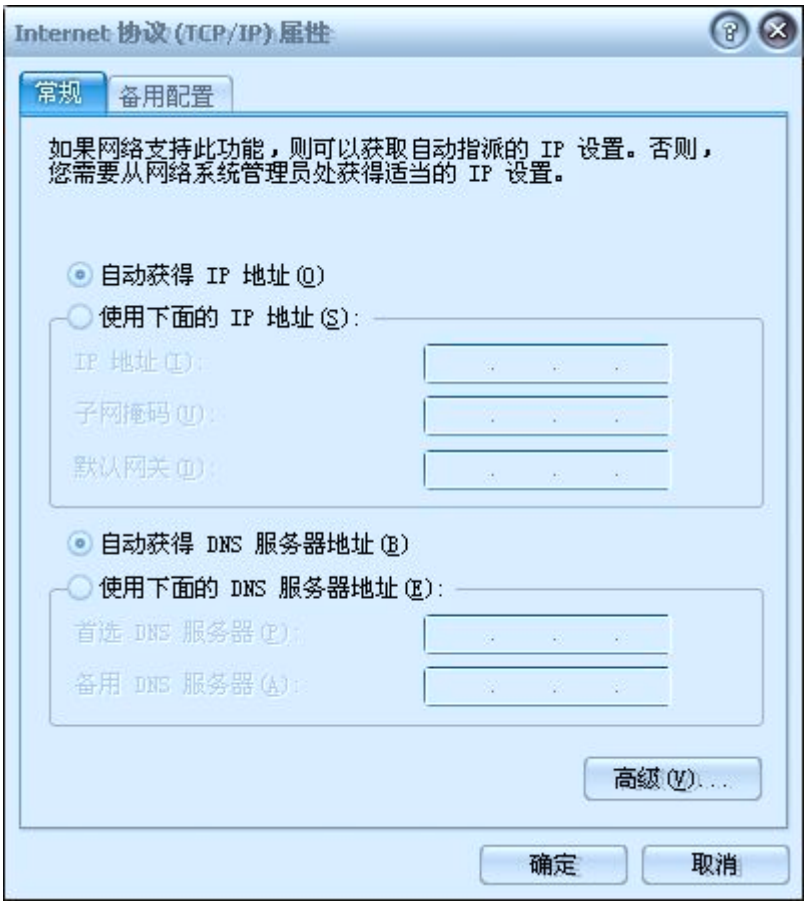

【实验配置】:

120：dhcp enable
dhcp relay server-group 1 ip 23.23.23.2 //相连接口 IP
interface GigabitEthernet0/0
dhcp select relay
dhcp relay server-select 1

130：dhcp enable
dhcp server forbidden-ip 192.168.1.130
dhcp server forbidden-ip 192.168.1.120
dhcp server ip-pool 1
network 192.168.1.0 mask 255.255.255.0
gateway-list 192.168.1.120
expired day 0 hour 1

## DHCP Client 验证：

只需将 IP 设置项改为：“自动获取 IP 地址“即可！

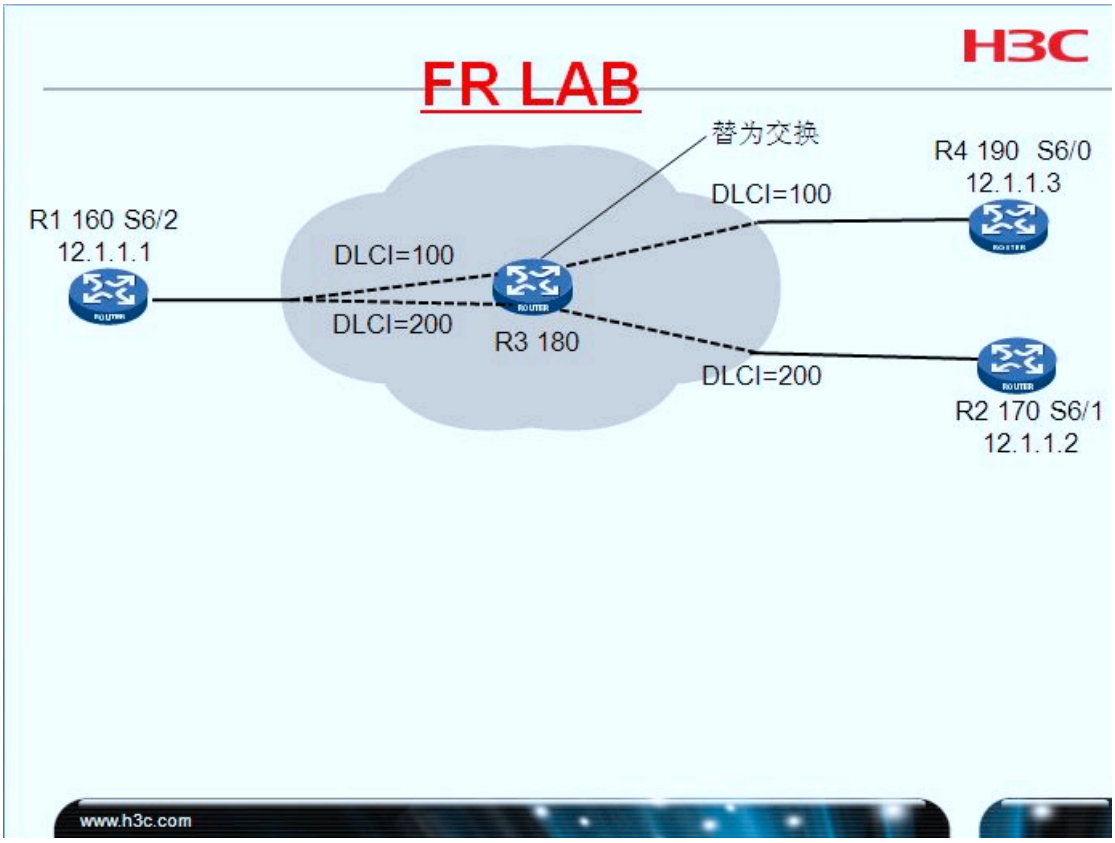

Internet 协议 (TCP/IP) 属性
常规
备用配置
如果网络支持此功能，则可以获取自动指派的 IP 设置。否则，您需要从网络系统管理员处获得适当的 IP 设置。
自动获得 IP 地址(O)
使用下面的 IP 地址(S):
IP 地址(I):
子网掩码(U):
默认网关(D):
自动获得 DNS 服务器地址(B)
使用下面的 DNS 服务器地址(E):
首选 DNS 服务器(P):
备用 DNS 服务器(A):
高级(V)...
确定
取消

查看详细信息：


网络连接详细信息
网络连接详细信息(D):
属性
数值
实际地址 00-19-D2-A0-76-23
IP 地址 192.168.1.16
子网掩码 255.255.255.0
默认网关 192.168.1.120
DHCP 服务器 192.168.1.130
获得了租约 2009-7-22 15:15:47
租约过期 2009-7-22 16:15:47
DNS 服务器
WINS 服务器
关闭(C)

# 实验 68——帧中继配置

【拓扑图】:




四台路由,其中一台是把路由(RD)改为交换(但是要启一下 fr switching)

**RA:[r1]int s6/2**

**[r1-Serial6/2]ip add 12.1.1.1 24**

**[r1-Serial6/2]link-protocol fr**

**[r1-Serial6/2]fr map ip 12.1.1.3 100 broadcast**

**[r1-Serial6/2]fr map ip 12.1.1.2 200 broadcast**

**RB:[RTB]interface serial 1/0**

**[RTB-Serial6/1]link-protocol fr**

**[RTB-Serial6/1]ip address 12.1.1.2 24**

**[RTB-Serial6/1]fr map ip 12.1.1.1 dlci 200**

**RC:[RTC]interface serial 1/0**

**[RTC-Serial1/0]link-protocol fr**

**[RTC-Serial1/0]ip address 12.1.1.3 24**

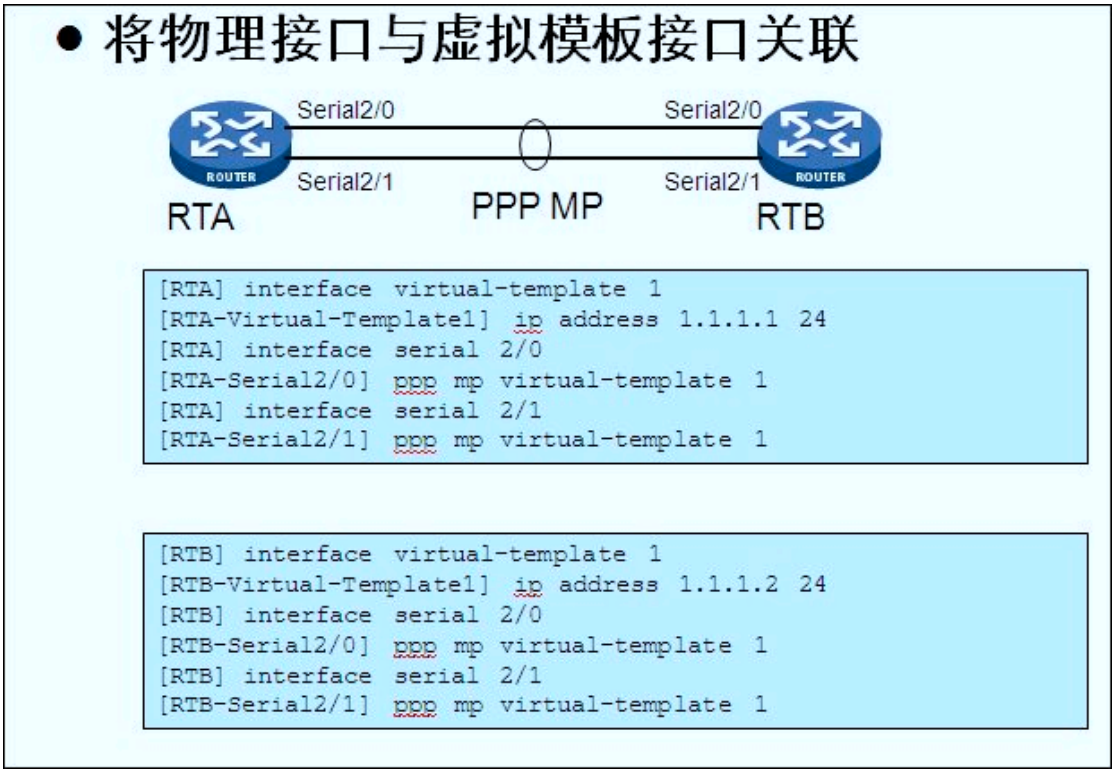
**[RTC-Serial1/0]fr map ip 12.1.1.1 dlci 100**

三台路由中间 FR 网络云里的交换机（可以用路由代替/例子如下）

**RD:fr switching**
**[RD]int s6/2**
**[RD-Serial6/2]link-protocol fr**
**[RD-Serial6/2]fr interface-type dce**
**[RD-Serial6/2]fr dlci-switch 100 int face s6/0 dlci 100**
**[RD-Serial6/2]fr dlci-switch 200 int face s6/1 dlci 200**
**[RD-Serial6/0]link-protocol fr**
**[RD-Serial6/0]fr interface-type dce**
**[RD-Serial6/0]fr dlci-switch 100 int face s6/2 dlci 100**
**[RD-Serial6/1]link-protocol fr**
**[RD-Serial6/1]fr interface-type dce**
**[RD-Serial6/1]fr dlci-switch 200 int face s6/2 dlci 200**

# 实验 69——PPP MP VT 接口

【拓扑图】:




【实验现象】:

[r1]dis ip routing-table

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 3.3.3.0/24 | Direct 0 | 0 | 3.3.3.2 | VT10 |
| 3.3.3.1/32 | Direct 0 | 0 | 3.3.3.1 | VT10 |
| 3.3.3.2/32 | Direct 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 127.0.0.0/8 | Direct 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 127.0.0.1/32 | Direct 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |

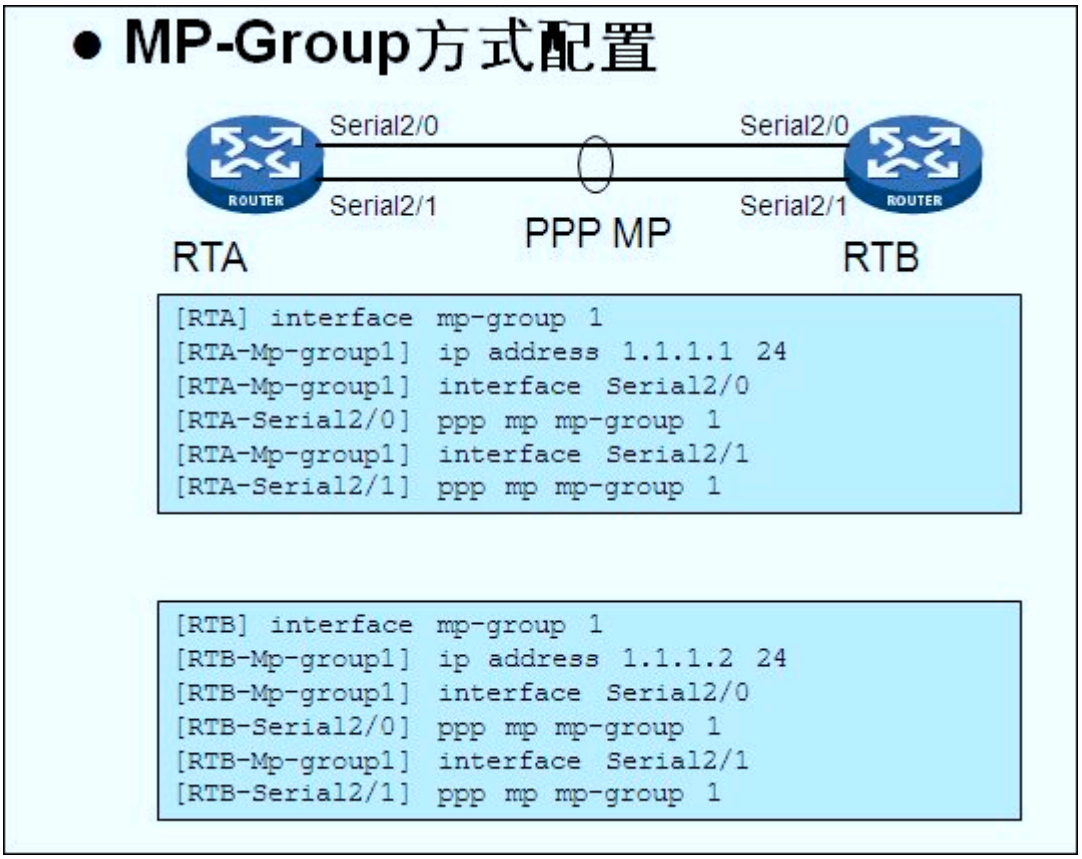
[r0]dis ip routing-table

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 3.3.3.0/24 | Direct 0 | 0 | 3.3.3.1 | VT10 |
| 3.3.3.1/32 | Direct 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 3.3.3.2/32 | Direct 0 | 0 | 3.3.3.2 | VT10 |
| 127.0.0.0/8 | Direct 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 127.0.0.1/32 | Direct 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |

【实验总结】: 在配置 ppp mp 时，不管物理接口有没有 ip 地址，都将其清理，在路由表中只能查看虚模版的路由。

## PPP MP-Group

【拓扑图】:




【实验现象】:

[r1]dis ip routing-table

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 3.3.3.0/24 | Direct 0 | 0 | 3.3.3.2 | Mp-group10 |
| 3.3.3.1/32 | Direct 0 | 0 | 3.3.3.1 | Mp-group10 |
| 3.3.3.2/32 | Direct 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 127.0.0.0/8 | Direct 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 127.0.0.1/32 | Direct 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |

[r0]dis ip routing-table

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 3.3.3.0/24 | Direct 0 | 0 | 3.3.3.1 | Mp-group10 |
| 3.3.3.1/32 | Direct 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 3.3.3.2/32 | Direct 0 | 0 | 3.3.3.2 | Mp-group10 |
| 127.0.0.0/8 | Direct 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |
| 127.0.0.1/32 | Direct 0 | 0 | 127.0.0.1 | InLoop0 |

【实验总结】: 在配置 ppp mp 时，不管物理接口有没有 ip 地址，都将其清理，在路由表中只能查看虚模版的路由。

**********

配置 PPP MP VT 口的接口变化状态：

%Aug 7 20:27:33:500 2009 r0 IFNET/4/UPDOWN:
Line protocol on the interface Serial0/2/0 is DOWN

%Aug 7 20:27:33:500 2009 r0 IFNET/4/UPDOWN:
Line protocol on the interface Serial0/2/0 is UP

%Aug 7 20:27:33:500 2009 r0 IFNET/4/UPDOWN:
Line protocol on the interface Virtual-Template10:0 is UP

%Aug 7 20:27:36:500 2009 r0 IFNET/4/UPDOWN:
Protocol PPP IPCP on the interface Virtual-Template10:0 is UP

%Aug 7 20:27:44:796 2009 r0 IFNET/4/UPDOWN:
Line protocol on the interface Serial0/2/1 is DOWN

%Aug 7 20:27:44:812 2009 r0 IFNET/4/UPDOWN:
Line protocol on the interface Serial0/2/1 is UP

配置 PPP MP-Group 的接口变化状态：

%Aug 7 20:44:25:359 2009 r0 IFNET/4/UPDOWN:
Line protocol on the interface Serial0/2/0 is DOWN

%Aug 7 20:44:25:375 2009 r0 IFNET/4/UPDOWN:
Line protocol on the interface Serial0/2/0 is UP

%Aug 7 20:44:25:375 2009 r0 IFNET/4/UPDOWN:
Line protocol on the interface Mp-group10 is UP

%Aug 7 20:44:28:359 2009 r0 IFNET/4/UPDOWN:
Protocol PPP IPCP on the interface Mp-group10 is UP

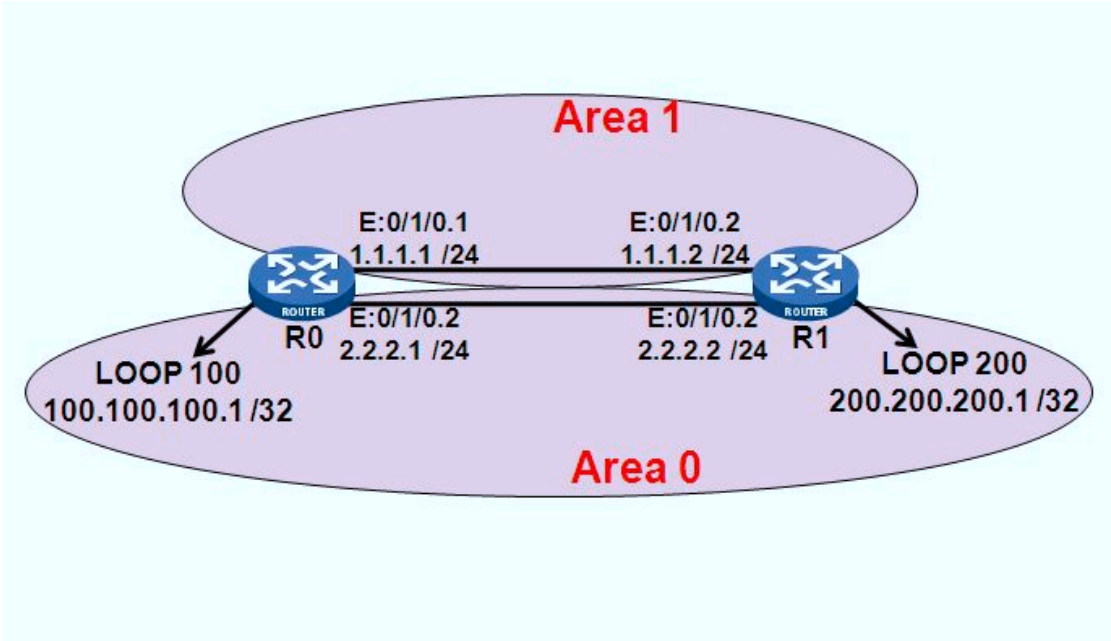
%Aug 7 20:44:37:62 2009 r0 IFNET/4/UPDOWN:
Line protocol on the interface Serial0/2/1 is DOWN

%Aug 7 20:44:37:78 2009 r0 IFNET/4/UPDOWN:
Line protocol on the interface Serial0/2/1 is UP

**********

# 实验 70——子接口配置

【拓扑图】:




【实验目的】: 两台路由器划分子接口;及 OSPF 的区域划分;要求 OSPF 邻居 UP;子接口之间可以互相 PING 通;及两台路由器下挂的 LOOP 口;也可以互相 PING 通.

【实验配置】:

```
RT0: interface Ethernet0/1/0
 port link-mode route
#
interface Ethernet0/1/0.1
 vlan-type dot1q vid 10      //打 VLAN 标签；和对方的子接口数对应（VID 双方要一样）
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.0
#
interface Ethernet0/1/0.2
 vlan-type dot1q vid 20
 ip address 2.2.2.1 255.255.255.0
#
interface LoopBack100
 ip address 100.100.100.1 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.0 0.0.0.255
 area 0.0.0.1
  network 1.1.1.0 0.0.0.255
#
```

RT1: interface Ethernet0/1/0
 port link-mode route
#
interface Ethernet0/1/0.1
 vlan-type dot1q vid 10
 ip address 1.1.1.2 255.255.255.0
#
interface Ethernet0/1/0.2
 vlan-type dot1q vid 20
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.0
#
interface LoopBack200
 ip address 200.200.200.1 255.255.255.255
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 2.2.2.0 0.0.0.255
 area 0.0.0.1
  network 1.1.1.0 0.0.0.255
#
[rt0]dis ospf peer

//查看 OSPF 的邻居：

OSPF Process 1 with Router ID 2.2.2.1
Neighbor Brief Information

 Area: 0.0.0.0

| Router ID | Address | Pri | Dead-Time | Interface | State |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.2.2.2 | 2.2.2.2 | 1 | 34 | Eth0/1/0.2 | Full/DR |

 Area: 0.0.0.1

| Router ID | Address | Pri | Dead-Time | Interface | State |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.2.2.2 | 1.1.1.2 | 1 | 34 | Eth0/1/0.1 | Full/DR |

[rt1]dis 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 | Interface | State |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.2.2.1 | 2.2.2.1 | 1 | 32 | Eth0/1/0.2 | Full/BDR |

 Area: 0.0.0.1

| Router ID | Address | Pri | Dead-Time | Interface | State |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.2.2.1 | 1.1.1.1 | 1 | 39 | Eth0/1/0.1 | Full/BDR |