

第 5 章 路由协议 EIGRP 和路由重分布配置案例

5.1 EIGRP 的负载均衡

1. 实验目的

- (1) 掌握 EIGRP 等价负载均衡的实现方法。
- (2) 掌握 EIGRP 非等价负载均衡的实现方法。
- (3) 掌握修改 EIGRP 度量值的方法。
- (4) 理解可行距离(FD)、通告距离(RD)以及可行性条件(FC)的深层含义。

2. 实验拓扑

实验拓扑如图 5-1 所示。

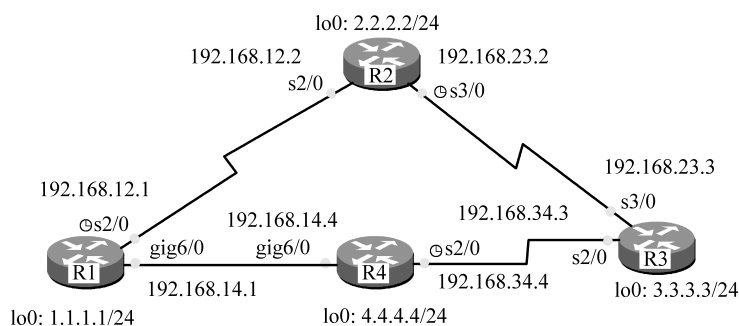


图 5-1 EIGRP 的负载均衡

3. 实验配置步骤

在路由器 R1 上的主要配置：

```
hostname R1
interface lo0
ip address 1.1.1.1 255.255.255.0
interface s2/0
ip address 192.168.12.1 255.255.255.0
clock rate 64000
interface gig6/0
ip address 192.168.14.1 255.255.255.0
router eigrp 1
network 192.168.12.0
network 192.168.14.0
no auto-summary
```

在路由器 R2 上的主要配置：

```
hostname R2
```

```

interface lo0
ip address 2.2.2.2 255.255.255.0
interface s2/0
ip address 192.168.12.2 255.255.255.0
interface s3/0
ip address 192.168.23.2 255.255.255.0
clock rate 64000
router eigrp 1
network 192.168.12.0
network 192.168.23.0
network 2.2.2.0 0.0.0.255
no auto-summary

```

在路由器 R3 上的主要配置：

```

hostname R3
interface lo0
ip address 3.3.3.3 255.255.255.0
interface s2/0
ip address 192.168.34.3 255.255.255.0
interface s3/0
ip address 192.168.23.3 255.255.255.0
router eigrp 1
network 192.168.23.0
network 192.168.34.0
no auto-summary

```

在路由器 R4 上的主要配置：

```

hostname R4
interface lo0
ip address 4.4.4.4 255.255.255.0
interface s2/0
ip address 192.168.34.4 255.255.255.0
clock rate 64000
interface gig6/0
ip address 192.168.14.4 255.255.255.0
router eigrp 1
network 192.168.14.0
network 192.168.34.0
network 4.4.4.0 0.0.0.255
no auto-summary

```

4. 检测结果及说明

(1) 在路由器 R2 上查看路由表。

```

      2.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C      2.2.2.0 is directly connected, Loopback0

```

```

4.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
D    4.4.4.0 [90/20640256] via 192.168.12.1, 00:21:39, Serial2/0
C    192.168.12.0/24 is directly connected, Serial2/0
D    192.168.14.0/24 [90/20512256] via 192.168.12.1, 00:25:14, Serial2/0
C    192.168.23.0/24 is directly connected, Serial3/0
D    192.168.34.0/24 [90/21024000] via 192.168.23.3, 00:24:06, Serial3/0

```

从路由器 R2 到 R4 的 Loopback0 有两条路径,路由器将 FD 最小的放入路由表,最佳路由选的是 R2→R1→R4,另外一条路径是不是可行后继路由呢?

(2) 在路由器 R2 上查看拓扑表。

```

P 192.168.12.0/24, 1 successors, FD is 20512000
    via Connected, Serial2/0
P 192.168.14.0/24, 1 successors, FD is 20512256
    via 192.168.12.1(20512256/2816), Serial2/0
P 192.168.23.0/24, 1 successors, FD is 20512000
    via Connected, Serial3/0
P 192.168.34.0/24, 1 successors, FD is 21024000
    via 192.168.23.3(21024000/20512000), Serial3/0
    via 192.168.12.1(21024256/20512256), Serial2/0
P 4.4.4.0/24, 1 successors, FD is 20640256
    via 192.168.12.1(20640256/130816), Serial2/0
    via 192.168.23.3(21152000/20640000), Serial3/0
P 2.2.2.0/24, 1 successors, FD is 128256
    via Connected, Loopback0

```

从上面的输出中可以看到,FD 为 20640256,选 s2/0 为最佳路由,路由器 R2 到达路由器 R4 的第二条路径(走 s3/0 接口)的 AD 为 20640000(拓扑表中括号内的数字表示将全路径度量值放入 FD 字段,FD/AD), $AD < FD$,满足可行性条件,所以第二条路径是可行后继。

(3) 配置等价路由。

通过适当的配置,使得在路由器 R2 上看路由器 R4 的 Loopback0 的路由条目为等价路由,从而实现等价负载均衡。根据主教材讲的 EIGRP 度量值的计算公式,这两条路径的最小带宽都是 128kb/s,是相同的,因而只要使得路由器 R1 与 R4 之间的 gig6/0 的延迟(原来为 $10\mu s$)变为与右边串行接口的延时($2000\mu s$)相同,就能使两条路径的延迟之和相同,就能产生等价路由。

在路由器 R1、R4 上修改 gig6/0 的延迟,结果如下:

```

R1(config)#interface gig6/0
R1(config-if)#delay 20000          /* 在接口下用 delay 命令修改的延迟在计算度量值时
                                     不需要再除以 10 */

```

再在路由器 R2 上查看路由表:

```

2.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C    2.2.2.0 is directly connected, Loopback0
4.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
D    4.4.4.0 [90/21152000] via 192.168.23.3, 01:00:46, Serial3/0

```

```

[90/21152000] via 192.168.12.1, 00:00:07, Serial2/0
C 192.168.12.0/24 is directly connected, Serial2/0
D 192.168.14.0/24 [90/21024000] via 192.168.12.1, 00:00:09, Serial2/0
C 192.168.23.0/24 is directly connected, Serial3/0
D 192.168.34.0/24 [90/21024000] via 192.168.23.3, 01:03:12, Serial3/0

```

可以发现从路由器 R2 到达路由器 R4 有两条等价路由,都出现在路由表中。

(4) 配置非等价路由。

先把路由器 R1、R4 的 gig6/0 的延迟恢复为原来的值:

```

R1(config)#interface gig6/0
R1(config-if)#no delay

```

通过 variance 命令研究 EIGRP 的非等价负载均衡。variance 的值默认为 1,代表等价链路的负载均衡。variance 的取值范围是 1~128,1 以外的值代表不等价链路的度量值的倍数。若某条路由的度量值小于此 variance 的值乘以 FD 的值(最小路由的度量值,即可行距离),则也将这条不等价的路由放入路由表。在路由器 R2 的拓扑表中有如下记录:

```

P 4.4.4.0/24, 1 successors, FD is 20640256
    via 192.168.12.1(20640256/130816), Serial2/0
    via 192.168.23.3(21152000/20640000), Serial3/0

```

第二条路由的度量值为 21152000, $21152000/20640256=1.05$,因而只要取 variance 的值大于 1.05 的一个整数,就能使得这两条路径在路由表中都可见和可用,实现不等价负载均衡。

现在只需要在 R2 路由器上调整 variance 的值。

对路由器 R2 的配置如下:

```

R2(config)#router eigrp 1
R2(config-router)#variance 2

```

再在路由器 R2 上查看路由表:

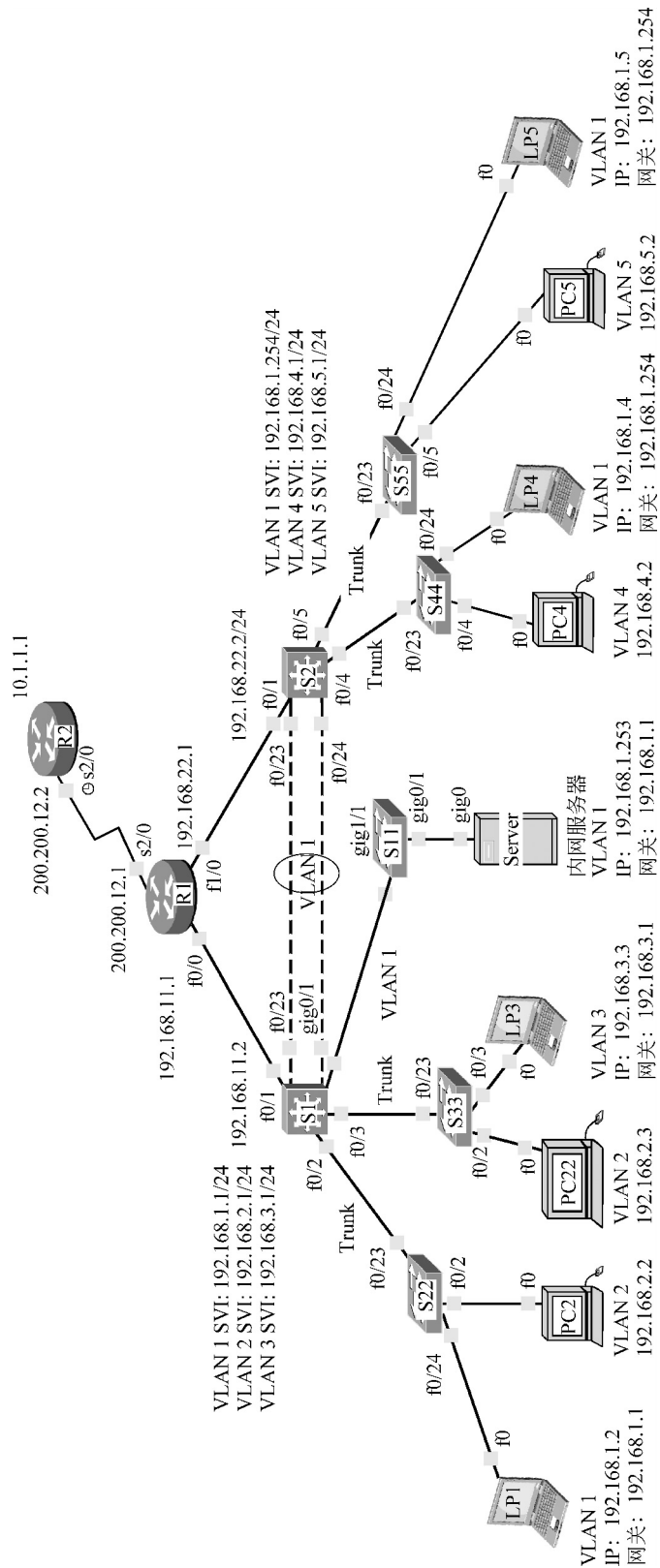
```

2.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C    2.2.2.0 is directly connected, Loopback0
4.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
D    4.4.4.0 [90/20640256] via 192.168.12.1, 00:01:31, Serial2/0
      [90/21152000] via 192.168.23.3, 00:01:28, Serial3/0
C 192.168.12.0/24 is directly connected, Serial2/0
D 192.168.14.0/24 [90/20512256] via 192.168.12.1, 00:02:54, Serial2/0
C 192.168.23.0/24 is directly connected, Serial3/0
D 192.168.34.0/24 [90/21024000] via 192.168.23.3, 00:02:58, Serial3/0
      [90/21024256] via 192.168.12.1, 00:01:31, Serial2/0

```

5.2 园区网 EIGRP、路由重分布综合案例分析

如图 5-2 所示,一个园区网络,通过两台三层交换机汇聚连接园区内所有子网,为防止拥塞,在两台三层交换机之间增加一条聚合链路,这里由 f0/23 和 f0/24 两条聚合而成。



(1) 园区中有一个专用子网,有一台应用服务器 Server,这里使用 VLAN 1,该子网分布在整个园区内不同的汇聚层,要求此子网能够快速二层转发(如代表无线网或移动互联网或园区一卡通等某一应用类子网)。

(2) 路由器 R1 为园区网出口路由,上连接到 ISP 的路由器为 R2,在路由器 R2 上有一个环回口 10.1.1.1,代表外部网络。

(3) 内网启用 EIGRP,使全园区网互通。

(4) 在出口路由器 R1 上定义默认路由,并重分布到 EIGRP 的网络中。

(5) 内部局域网之间的路由全部由两台交换机之间的聚合链路转发。

1. 实验拓扑

实验拓扑如图 5-2 所示。

2. 实验目的

(1) 理解 EIGRP 的工作过程。

(2) 熟悉 EIGRP 的配置方法。

(3) 熟练使用 show ip eigrp 命令检测 EIGRP 的各表项。

(4) 掌握 debug、tracert、tracert、ping 命令的排错方法。

(5) 了解不同的聚合链路和接口配置在 EIGRP 下不同的度量结果。

3. 配置步骤

首先按照 3.2 节中的小型园区网 RIP 一样配置,把两台三层交换机之间的聚合链路定义为 VLAN 1 的 Access 链路聚合,而把三层交换机到出口路由器 R1 之间配置为路由口,结果发现到达园区网内部的子网经路由口的度量值为 25630720,而经 Trunk 聚合链路的度量值为 51225600,没有达到内网通过三层交换机转发的目的,而全部经过出口路由器转发,加重了出口路由器的负担。

下面先配置,检查效果,然后修改配置,再检查效果,最后总结规则。

在所有二层交换机上的配置见图 5-2,定义接口(Access 或 Trunk),并划入相应的 VLAN 中,这里省略配置过程。

(1) 在交换机 S1 上的主要配置。

```
ip routing                                     /* 启动路由功能 */
/* 定义连接到路由器的端口为路由口 */
interface f0/1
no switchport
ip address 192.168.11.2 255.255.255.0
/* 创建 VLAN 2 和 VLAN 3,指定端口为 Trunk 口 */
interface f0/2
switchport access vlan 2
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport mode trunk
interface f0/3
switchport access vlan 3
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport mode trunk
```

```
/* 将 f0/23 和 f0/24 捆绑为聚合口 2, 定义为 Access 口, 属于 VLAN 1 */
interface range f0/23-24
channel-group 2 mode desirable
switchport mode access
/* 将聚合口 2 定义为 Access 口, 属于 VLAN 1 */
interface port-channel 2
switchport mode access
/* 定义 VLAN 1~VLAN 3 的 SVI */
interface vlan 1
ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
interface vlan 2
ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
interface vlan 3
ip address 192.168.3.1 255.255.255.0
/* 启动 EIGRP, AS 为 10 */
router eigrp 10
network 192.168.1.0 0.0.0.255
network 192.168.2.0 0.0.0.255
network 192.168.3.0 0.0.0.255
network 192.168.11.0 0.0.0.255
```

在交换机 S2 上的配置与上面类似(具体过程略)。

(2) 在路由器 R1 上的配置。

```
interface f0/0
ip address 192.168.11.1 255.255.255.0
interface f0/1
ip address 192.168.22.1 255.255.255.0
interface s2/0
ip address 200.200.12.1 255.255.255.0
/* 启动 EIGRP, AS 为 10 */
router eigrp 10
/* 将静态路由重分布到 EIGRP 中 */
redistribute static metric 1000 100 255 1 1500
network 192.168.11.0
network 192.168.22.0
/* 定义默认路由 */
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 200.200.12.2
/* 为减小复杂度, 重点放在 EIGRP 的选路上, 本案例省略出口路由的 NAT 转换部分 */
```

(3) 在路由器 R2 上的配置。

```
/* 定义环回口和物理口 */
interface lo1
ip address 10.1.1.1 255.0.0.0
interface s2/0
ip address 200.200.12.2 255.255.255.0
```

```
/* 定义默认路由 */
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 200.200.12.1
```

4. 检测

(1) 显示邻居表。

在交换机 S1 上显示有两个邻居,路由器 R1(连接地址 192.168.11.1)和交换机 S2(连接地址 192.168.1.254),如图 5-3 所示。

S1#show ip eigrp neighbors								
IP-EIGRP neighbors for process 10								
H	Address	Interface	Hold (sec)	Uptime	SRTT (ms)	RTO	Q Cnt	Seq Num
0	192.168.11.1	Fa0/1	12	00:37:39	40	1000	0	13
1	192.168.1.254	Vlan	11	00:36:34	40	1000	0	10

图 5-3 交换机 S1 的邻居表

在交换机 S2 上显示有两个邻居,路由器 R1(连接地址 192.168.22.1)和交换机 S1(连接地址 192.168.1.1),如图 5-4 所示。

S2#show ip eigrp neighbors								
IP-EIGRP neighbors for process 10								
H	Address	Interface	Hold (sec)	Uptime	SRTT (ms)	RTO	Q Cnt	Seq Num
0	192.168.22.1	Fa0/1	11	00:38:33	40	1000	0	13
1	192.168.1.1	Vlan	14	00:37:28	40	1000	0	10

图 5-4 交换机 S2 的邻居表

在路由器 R1 上显示有两个邻居,交换机 S1(连接地址 192.168.11.2)和交换机 S2(连接地址 192.168.22.2),如图 5-5 所示。

R1#show ip eigrp neighbors								
IP-EIGRP neighbors for process 10								
H	Address	Interface	Hold (sec)	Uptime	SRTT (ms)	RTO	Q Cnt	Seq Num
0	192.168.11.2	Fa0/0	12	00:39:14	40	1000	0	9
1	192.168.22.2	Fa1/0	10	00:39:14	40	1000	0	9

图 5-5 路由器 R1 的邻居表

(2) 显示拓扑表和路由表。

在交换机 S1 上显示拓扑表,如图 5-6 所示,“P 0.0.0.0/0, 1 successors, FD is 2588160 via Rstatic(2588160/2585600)”是由路由器 R1 上静态默认路由重分布到 EIGRP 上的默认路由。且 192.168.4.0/24、192.168.5.0/24、192.168.22.0/24 都有两条不等价路径到达。例如从交换机 S1 到达 192.168.4.0/24,经过聚合链路(VLAN 1)的代价是 51225600,而经路由口(从路由器 R1)的代价是 25630720,其 FD 为 25630720。从后面交换机 S1 的路由表中(D 192.168.4.0/24 [90/25630720] via 192.168.11.1, 00:26:20, FastEthernet0/1)也可以看出,到达 192.168.4.0/24 的路由是从路由口经出口路由转发的。

在交换机 S1 上显示路由表,“D * EX 0.0.0.0/0 [170/2588160] via 192.168.11.1, 00:26:13, FastEthernet0/1”是一条外部重分布来的默认路由,192.168.4.0/24、192.168.5.0/24 和 192.168.22.0/24 取了代价最小的路径作为路由。

```
S1 # show ip route
```

```

S1#show ip eigrp top
IP-EIGRP Topology Table for AS 10/ID(192.168.11.2)

Codes: P - Passive, A - Active, U - Update, Q - Query, R - Reply,
       r - Reply status

P 0.0.0.0/0, 1 successors, FD is 2588160
   via Rstatic (2588160/2585600)
P 192.168.1.0/24, 1 successors, FD is 25625600
   via Connected, Vlan1
P 192.168.2.0/24, 1 successors, FD is 25625600
   via Connected, Vlan2
P 192.168.3.0/24, 1 successors, FD is 25625600
   via Connected, Vlan3
P 192.168.4.0/24, 1 successors, FD is 25630720
   via 192.168.11.1 (25630720/25628160), FastEthernet0/1
   via 192.168.1.254 (51225600/25625600), Vlan1
P 192.168.5.0/24, 1 successors, FD is 25630720
   via 192.168.11.1 (25630720/25628160), FastEthernet0/1
   via 192.168.1.254 (51225600/25625600), Vlan1
P 192.168.11.0/24, 1 successors, FD is 28160
   via Connected, FastEthernet0/1
P 192.168.22.0/24, 1 successors, FD is 30720
   via 192.168.11.1 (30720/28160), FastEthernet0/1
   via 192.168.1.254 (25628160/28160), Vlan1

```

图 5-6 交换机 S1 的拓扑表

```

C 192.168.1.0/24 is directly connected, Vlan 1
C 192.168.2.0/24 is directly connected, Vlan 2
C 192.168.3.0/24 is directly connected, Vlan 3
D 192.168.4.0/24 [90/25630720] via 192.168.11.1, 00:26:20, FastEthernet0/1
D 192.168.5.0/24 [90/25630720] via 192.168.11.1, 00:26:20, FastEthernet0/1
C 192.168.11.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
D 192.168.22.0/24 [90/30720] via 192.168.11.1, 00:26:20, FastEthernet0/1
D * EX 0.0.0.0/0 [170/2588160] via 192.168.11.1, 00:26:13, FastEthernet0/1

```

同理,在交换机 S2 上显示拓扑表和路由表(略)。

在路由器 R1 上显示拓扑表,如图 5-7 所示,“P 0.0.0.0/0, 1 successors, FD is 2585600 via Rstatic(2585600/0)”是默认路由,且 192.168.1.0/24 有两条等价路径到达。

```

R1#show ip eigrp topology
IP-EIGRP Topology Table for AS 10/ID(200.200.12.1)

Codes: P - Passive, A - Active, U - Update, Q - Query, R - Reply,
       r - Reply status

P 0.0.0.0/0, 1 successors, FD is 2585600
   via Rstatic (2585600/0)
P 192.168.1.0/24, 2 successors, FD is 25628160
   via 192.168.22.2 (25628160/25625600), FastEthernet1/0
   via 192.168.11.2 (25628160/25625600), FastEthernet0/0
P 192.168.2.0/24, 1 successors, FD is 25628160
   via 192.168.11.2 (25628160/25625600), FastEthernet0/0
P 192.168.3.0/24, 1 successors, FD is 25628160
   via 192.168.11.2 (25628160/25625600), FastEthernet0/0
P 192.168.4.0/24, 1 successors, FD is 25628160
   via 192.168.22.2 (25628160/25625600), FastEthernet1/0
P 192.168.5.0/24, 1 successors, FD is 25628160
   via 192.168.22.2 (25628160/25625600), FastEthernet1/0
P 192.168.11.0/24, 1 successors, FD is 28160
   via Connected, FastEthernet0/0
P 192.168.22.0/24, 1 successors, FD is 28160
   via Connected, FastEthernet1/0

```

图 5-7 路由器 R1 的拓扑表

在路由器 R1 上显示路由表,192.168.1.0/24 的两条等价路由均在路由表中,“S * 0.0.0.0/0 [1/0] via 200.200.12.2”是自定义的一条默认路由。

```
R1 #show ip route
D 192.168.1.0/24 [90/25628160] via 192.168.22.2, 00:24:59, FastEthernet1/0
  [90/25628160] via 192.168.11.2, 00:24:59, FastEthernet0/0
D 192.168.2.0/24 [90/25628160] via 192.168.11.2, 00:24:59, FastEthernet0/0
D 192.168.3.0/24 [90/25628160] via 192.168.11.2, 00:24:59, FastEthernet0/0
D 192.168.4.0/24 [90/25628160] via 192.168.22.2, 00:24:59, FastEthernet1/0
D 192.168.5.0/24 [90/25628160] via 192.168.22.2, 00:24:59, FastEthernet1/0
C 192.168.11.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
C 192.168.22.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0
C 200.200.12.0/24 is directly connected, Serial2/0
S * 0.0.0.0/0 [1/0] via 200.200.12.2
```

(3) 跟踪路径。

在交换机 S1 下连的园区子网 LP1(192.168.1.0/24 属于 VLAN 1)上,跟踪到达其他子网的路径。从 LP1 到外网的路径是经过出口路由转发的,如图 5-8 所示。

```
PC>tracert 10.1.1.1

Tracing route to 10.1.1.1 over a maximum of 30 hops:

  1  0 ms      4 ms      0 ms      192.168.1.1
  2  0 ms      *        0 ms      192.168.11.1
  3  2 ms      0 ms      0 ms      10.1.1.1

Trace complete.
```

图 5-8 LP1 到达 R2 的路径

从 LP1 到达 LP5 的路径是经过二层通过聚合链路直接转发的,如图 5-9 所示。

```
PC>tracert 192.168.1.5

Tracing route to 192.168.1.5 over a maximum of 30 hops:

  1  0 ms      0 ms      0 ms      192.168.1.5

Trace complete.
```

图 5-9 跟踪从 LP1 到达 LP5 的路径

从 LP1 到达 PC2 的路径是经过上层三层交换机路由后转发的,如图 5-10 所示。

```
PC>tracert 192.168.2.2

Tracing route to 192.168.2.2 over a maximum of 30 hops:

  1  0 ms      0 ms      0 ms      192.168.1.1
  2  *        0 ms      0 ms      192.168.2.2

Trace complete.
```

图 5-10 跟踪从 LP1 到达 PC2 的路径

从 LP1 到达 PC4 的路径为 LP1→S1→R1→S2→PC4,如图 5-11 所示。

从上面显示的结果发现,园区内部的数据转发也要经过出口路由器,将增加出口路由器