

第 5 章 EIGRP

EIGRP(Enhanced Interior Gateway Routing Protocol, 增强型内部网关路由协议)是 Cisco 公司开发的一个平衡混合型路由协议, 它融合了距离向量和链路状态两种路由协议的优点, 支持 IP、IPX、AppleTalk 等多种网络层协议。由于 TCP / IP 是当今网络中最常用的协议, 因此本书只讨论 IP 网络环境中的 EIGRP。

5.1 EIGRP 概述

EIGRP 是一个高效的路由协议, 它的特点如下:

1. 通过发送和接收 Hello 包来建立和维持邻居关系, 并交换路由信息;
2. 采用组播 (224.0.0.10) 或单播进行路由更新;
3. EIGRP 的管理距离为 90 或 170;
4. 采用触发更新, 减少带宽占用;
5. 支持可变长子网掩码 (VLSM), 默认开启自动汇总功能;
6. 支持 IP、IPX、AppleTalk 等多种网络层协议;
7. 对每一种网络协议, EIGRP 都维持独立的邻居表、拓扑表和路由表;
8. EIGRP 使用 Diffusing Update 算法 (DUAL) 来实现快速收敛, 并确保没有路由环路;
9. 存储整个网络拓扑结构的信息, 以便快速适应网络变化;
10. 支持等价和非等价的负载均衡;
11. 使用可靠传输协议 (RTP) 保证路由信息传输的可靠性;
12. 无缝连接数据链路层协议和拓扑结构, EIGRP 不要求对 OSI 参考模型的 2 层协议做特别的配置。

5.2 实验 1: EIGRP 基本配置

1. 实验目的

通过本实验可以掌握:

- (1) 在路由器上启动 EIGRP 路由进程
- (2) 启用参与路由协议的接口, 并且通告网络
- (3) EIGRP 度量值的计算方法
- (4) 可行距离 (FD)、通告距离 (RD) 以及可行性条件 (FC)
- (5) 邻居表、拓扑表以及路由表的含义
- (6) 查看和调试 EIGRP 路由协议相关信息

2. 实验拓扑

本实验拓扑结构如图 5-1 所示。

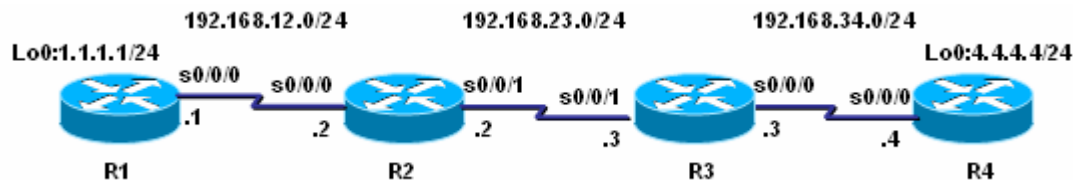


图 5-1 EIGRP 基本配置

3. 实验步骤

- (1) 步骤 1: 配置路由器 R1

```
R1(config)#router eigrp 1
```

```

R1(config-router)#no auto-summary
R1(config-router)#network 1.1.1.0 0.0.0.255
R1(config-router)#network 192.168.12.0
(2) 步骤 2: 配置路由器 R2
R2(config)#router eigrp 1
R2(config-router)#no auto-summary
R2(config-router)#network 192.168.12.0
R2(config-router)#network 192.168.23.0
(3) 步骤 3: 配置路由器 R3
R3(config)#router eigrp 1
R3(config-router)#no auto-summary
R3(config-router)#network 192.168.23.0
R3(config-router)#network 192.168.34.0
(4) 步骤 4: 配置路由器 R4
R4(config)#router eigrp 1
R4(config-router)#no auto-summary
R4(config-router)#network 4.4.4.0 255.255.255.0
R4(config-router)#network 192.168.34.0

```

【说明】

EIGRP 协议在通告网段时，如果是主类网络(即标准 A、B、C 类的网络，或者说没有划分子网的网络)，只需输入此网络地址；如果是子网的话，则最好在网络号后面写子网掩码或者反掩码，这样可以避免将所有的子网都加入 EIGRP 进程中。

反掩码是用广播地址 (255.255.255.255) 减去子网掩码所得。如掩码地址是 255.255.248.0，则反掩码地址是 0.0.7.255。在高级的 IOS 中也支持网络掩码的写法。

运行 EIGRP 的整个网络 AS 号码必须一致，其范围为 1-65535 之间。

4. 实验调试

(1) show ip route

```
R2#show ip route
```

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP

D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area

N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2

E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2

i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2

ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route

o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

```

C    192.168.12.0/24 is directly connected, Serial0/0/0
    1.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
D    1.1.1.0 [90/20640000] via 192.168.12.1, 00:04:19, Serial0/0/0
    4.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
D    4.4.4.0 [90/21152000] via 192.168.23.3, 00:00:06, Serial0/0/1

```

C 192.168.23.0/24 is directly connected, Serial0/0/1

D 192.168.34.0/24 [90/21024000] via 192.168.23.3, 00:05:34, Serial0/0/1

以上输出表明路由器 R2 通过 EIGRP 学到了 3 条 EIGRP 路由条目，管理距离是 90，注意 EIGRP 协议代码用字母“D”表示，如果通过重分布方式进入 EIGRP 网络的路由条目，默认管理距离为 170，路由代码用“D EX”表示，也说明 EIGRP 路由协议能够区分内部路由和外部路由。

对于 EIGRP 度量值的计算，不妨以“D 1.1.1.0 [90/20640000] via 192.168.12.1, 00:04:19, Serial0/0/0”路由条目为例来说明。

EIGRP 度量值的计算公式= $[K1 * Bandwidth + (K2 * Bandwidth)/(256 - Load) + K3 * Delay] * [K5 / (Reliability + K4)] * 256$

默认情况下， $K1 = K3 = 1$ ， $K2 = K4 = K5 = 0$ 。

$Bandwidth = 10^7 /$ 所经由链路中入口带宽（单位为 Kbps）的最小值

$Delay =$ 所经由链路中入口的延迟之和（单位为 μs ）/10

接下来看一下在路由器 R2 中的“1.1.1.0”路由条目的度量值是如何计算的？

首先看带宽应该是从 R1 的 Loopback0 到 R2 最小的，应该是 R2 的 s0/0/0 接口的带宽，为 128K，而延迟是路由器 R1 的 Loopback0 和路由器 R2 的 s0/0/0 接口的延迟之和，所以最后的度量值应该是 $[10^7 / 128 + (5000 + 20000) / 10] * 256 = 20640000$ ，和路由器计算的结果是一致的。

【提示】

接口的带宽和延迟可以通过“show interface”查看。

(2) show ip protocols

R2#show ip protocols

Routing Protocol is “eigrp 1”

//AS 号码为 1

Outgoing update filter list for all interfaces is not set

Incoming update filter list for all interfaces is not set

Default networks flagged in outgoing updates

Default networks accepted from incoming updates

EIGRP metric weight K1=1, K2=0, K3=1, K4=0, K5=0

// 显示计算度量值所用的 K 值

EIGRP maximum hopcount 100

//EIGRP 支持的最大跳数

EIGRP maximum metric variance 1

// variance 值默认为 1，即默认时只支持等价路径的负载均衡

Redistributing: eigrp 1

EIGRP NSF-aware route hold timer is 240s

//不间断转发的持续时间

Automatic network summarization is not in effect

//显示自动汇总已经关闭，默认自动汇总开启的

Maximum path: 4

Routing for Networks:

192.168.12.0

```

192.168.23.0
Routing Information Sources:
  Gateway         Distance      Last Update
  192.168.12.1     90           00:10:44
  192.168.23.3     90           00:10:15
Distance: internal 90 external 170

```

(3) show ip eigrp neighbors

R2#show ip eigrp neighbors

IP-EIGRP neighbors for process 1

H	Address	Interface	Hold (sec)	Uptime	SRTT (ms)	RT0	Q Cnt	Seq Num
1	192.168.23.3	Se0/0/1	12	00:11:05	7	1140	0	5
0	192.168.12.1	Se0/0/0	12	00:11:29	7	1140	0	3

以上输出各字段的含义如下：

- ① H: 表示与邻居建立会话的顺序；
- ② Address: 邻居路由器的接口地址；
- ③ Interface: 本地到邻居路由器的接口；
- ④ Hold: 认为邻居关系不存在所能等待的最大时间；
- ⑤ Uptime: 从邻居关系建立到目前的时间；
- ⑥ SRTT: 是向邻居路由器发送一个数据包以及本路由器收到确认包的时间；
- ⑦ RT0: 路由器在重新传输包之前等待 ACK 的时间；
- ⑧ Q Cnt: 等待发送的队列；
- ⑨ Seq Num: 从邻居收到的发送数据包的序列号。

【技术要点】

运行 EIGRP 路由协议的路由器不能建立邻居关系的可能原因：

- ① EIGRP 进程的 AS 号码不同
- ② 计算度量值的 K 值不同

(4) show ip eigrp topology

R2#show ip eigrp topology

IP-EIGRP Topology Table for AS(1)/ID(192.168.23.2)

Codes: P - Passive, A - Active, U - Update, Q - Query, R - Reply,
r - reply Status, s - sia Status

```

P 1.1.1.0/24, 1 successors, FD is 20640000
    via 192.168.12.1 (20640000/128256), Serial0/0/0
P 4.4.4.0/24, 1 successors, FD is 21152000
    via 192.168.23.3 (21152000/20640000), Serial0/0/1
P 192.168.34.0/24, 1 successors, FD is 21024000
    via 192.168.23.3 (21024000/20512000), Serial0/0/1
P 192.168.12.0/24, 1 successors, FD is 20512000
    via Connected, Serial0/0/0

```

P 192.168.23.0/24, 1 successors, FD is 20512000

via Connected, Serial0/0/1 (5)show ip eigrp interface

以上输出可以清楚地看到每条路由条目的 FD 和 RD 的值。而拓扑结构数据库中状态代码最常见的是“P”，“A”和“s”，含义如下：

- ① P：代表 passive，表示网络处于收敛的稳定状态；
- ② A：代表 active，当前网络不可用，正处于发送查询状态；
- ③ s：在 3 分钟内，如果被查询的路由没有收到回应，查询的路由就被置为“stuck in active”状态。

【术语】

可行距离（FD）：到达一个目的网络的最小度量值；

通告距离（RD）：邻居路由器所通告的它自己到达目的网络的最小的度量值；

可行性条件（FC）：是 EIGRP 路由器更新路由表和拓扑表的依据。可行性条件可以有效地阻止路由环路，实现路由的快速收敛。可行性条件的公式为： $AD < FD$ 。

(5) show ip eigrp interfaces

R2#show ip eigrp interfaces

IP-EIGRP interfaces for process 1

Interface	Peers	Xmit Queue Un/Reliable	Mean SRTT	Pacing Time Un/Reliable	Multicast Flow Timer	Pending Routes
Se0/0/0	1	0/0	7	5/190	218	0
Se0/0/1	1	0/0	7	5/190	222	0

以上输出各字段的含义如下：

- ① Interface：运行 EIGRP 协议的接口；
- ② Peers：该接口的邻居的个数；
- ③ Xmit Queue Un/Reliable：在不可靠/可靠队列中存留的数据包的数量；
- ④ Mean SRTT：平均的往返时间，单位是秒；
- ⑤ Pacing Time Un/Reliable：用来确定不可靠/可靠队列中数据包被送出接口的时间间隔；
- ⑥ Multicast Flow Timer：组播数据包被发送前最长的等待时间；
- ⑦ Pending Routes：在传送队列中等待被发送的数据包携带的路由条目。

(6) show ip eigrp traffic

R2#show ip eigrp traffic

IP-EIGRP Traffic Statistics for AS 1

Hellos sent/received: 364/361

Updates sent/received: 10/8

Queries sent/received: 0/0

Replies sent/received: 0/0

Acks sent/received: 4/5

Input queue high water mark 1, 0 drops

SIA-Queries sent/received: 0/0

SIA-Replies sent/received: 0/0

Hello Process ID: 187

PDM Process ID: 167

以上输出显示了 EIGRP 发送和接收到的数据包的统计情况。

(7) debug eigrp neighbors

该命令可以动态查看 EIGRP 邻居关系的情况。在路由器 R1 先将 s0/0/0 接口 shutdown 掉，然后再 no shutdown，可以看到 EIGRP 邻居建立的过程。

R2#debug eigrp neighbors

EIGRP Neighbors debugging is on

*Feb 10 02:59:31.199: %LINK-3-UPDOWN: Interface Serial0/0/0, changed state to down

*Feb 10 02:59:31.199: %DUAL-5-NBRCHANGE: IP-EIGRP(0) 1: **Neighbor 192.168.12.1 (Serial0/0/0) is down: interface down**

*Feb 10 02:59:31.199: Going down: Peer 192.168.12.1 total=1 stub 0 template=1, iidb-stub=0 iid-all=0

*Feb 10 02:59:31.199: EIGRP: Neighbor 192.168.12.1 went down on Serial0/0/0

*Feb 10 02:59:32.199: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial0/0/0, changed state to down

*Feb 10 02:59:48.199: %LINK-3-UPDOWN: Interface Serial0/0/0, changed state to up

*Feb 10 02:59:49.199: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial0/0/0, changed state to up

*Feb 10 02:59:49.687: EIGRP: New peer 192.168.12.1 total=2 stub 0 template=1 idbstub=0 iidball=1

*Feb 10 02:59:49.687: %DUAL-5-NBRCHANGE: IP-EIGRP(0) 1: **Neighbor 192.168.12.1 (Serial0/0/0) is up: new adjacency**

(8) debug eigrp packets

该命令可以显示 EIGRP 发送和接收的数据包。

R2#debug eigrp packets

EIGRP Packets debugging is on

(UPDATE, REQUEST, QUERY, REPLY, HELLO, IPXSAP, PROBE, ACK, STUB, SIAQUERY, SIAREPLY)

*Feb 10 03:01:08.107: EIGRP: Received HELLO on Serial0/0/0 nbr 192.168.12.1

*Feb 10 03:01:08.107: AS 1, Flags 0x0, Seq 0/0 idbQ 0/0 iidbQ un/rely 0/0 peerQ un/rely 0/0

*Feb 10 03:01:08.843: EIGRP: Received HELLO on Serial0/0/1 nbr 192.168.23.3

*Feb 10 03:01:08.843: AS 1, Flags 0x0, Seq 0/0 idbQ 0/0 iidbQ un/rely 0/0 peerQ un/rely 0/0

*Feb 10 03:01:10.927: EIGRP: Sending HELLO on Serial0/0/0

*Feb 10 03:01:10.927: AS 1, Flags 0x0, Seq 0/0 idbQ 0/0 iidbQ un/rely 0/0

*Feb 10 03:01:12.471: EIGRP: Sending HELLO on Serial0/0/1

*Feb 10 03:01:12.471: AS 1, Flags 0x0, Seq 0/0 idbQ 0/0 iidbQ un/rely 0/0

以上输出显示 R2 发送和接收的 EIGRP 数据包，由于当前网络是收敛的，所以只有 HELLO 数据包发送和接收的报告。

【术语】

在 EIGRP 中，有五种类型的数据包：

- ① Hello：以组播的方式定期发送，用于建立和维持邻居关系；
- ② 更新：当路由器收到某个邻居路由器的第一个 Hello 包时，以单播传送方式回送一

个包含它所知道的路由信息的更新包。当路由信息发生变化时，以组播的方式发送只包含变化信息的更新包；

③ 查询：当一条链路失效，路由器重新进行路由计算，但在拓扑表中没有可行的后继路由时，路由器就以组播的方式向它的邻居发送一个查询包，以询问它们是否有一条到目的地的后继路由；

④ 答复：以单播的方式回传给查询方，对查询数据包进行应答；

⑤ 确认：以单播的方式传送，用来确认更新、查询、答复数据包。

(9) 在路由器 R1 上通过 “**ip default-network**” 向 EIGRP 网络注入一条默认路由，具体配置如下：

```
R1(config-if)#ip address 1.1.1.1 255.0.0.0
R1(config)#router eigrp 1
R1(config-router)#no network 1.1.1.0 0.0.0.255
R1(config-router)#network 1.0.0.0
R1(config)#ip default-network 1.0.0.0
```

在 R2 上查看路由表：

```
R2#show ip route
```

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP

D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area

N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2

E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2

i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2

ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route

o - ODR, P - periodic downloaded static route

```
Gateway of last resort is 192.168.12.1 to network 1.0.0.0
```

```
C    192.168.12.0/24 is directly connected, Serial0/0/0
```

```
1.0.0.0/8 is subnetted, 1 subnets
```

```
D*    1.0.0.0 [90/20640000] via 192.168.12.1, 00:00:08, Serial0/0/0
```

```
4.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
```

```
D      4.4.4.0 [90/21152000] via 192.168.23.3, 00:05:35, Serial0/0/1
```

```
C    192.168.23.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
```

```
D    192.168.34.0/24 [90/21024000] via 192.168.23.3, 00:05:35, Serial0/0/1
```

以上输出表明路由器 R2 收到一条默认路由，同理，在 R3, R4 上也会收到一条默认路由。

5.3 EIGRP 负载均衡、汇总和认证

5.3.1 实验 2：EIGRP 负载均衡

1. 实验目的

通过本实验可以掌握：

(1) EIGRP 等价负载均衡的实现方法

(2) EIGRP 非等价负载均衡的实现方法

(3) 修改 EIGRP 度量值的方法

(4) 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

本实验拓扑结构如图 5-2 所示。

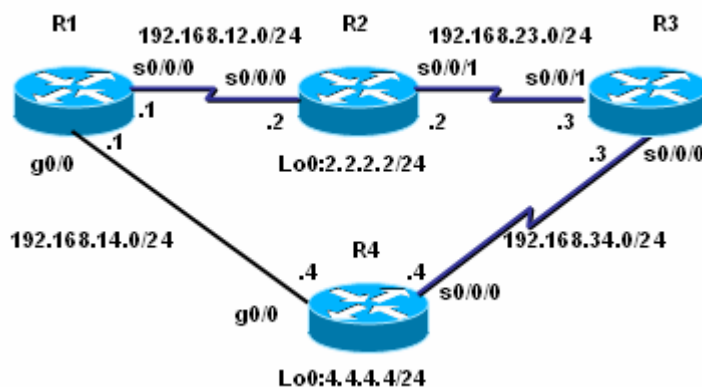


图 5-2 EIGRP 负载均衡

3. 实验步骤

(1) 步骤 1: 配置路由器 R1

```
R1(config)#router eigrp 1
R1(config-router)#no auto-summary
R1(config-router)#network 192.168.14.0
R1(config-router)#network 192.168.12.0
```

(2) 步骤 2: 配置路由器 R2

```
R2(config)#router eigrp 1
R2(config-router)#no auto-summary
R2(config-router)#network 192.168.12.0
R2(config-router)#network 192.168.23.0
R2(config-router)#network 2.2.2.0 255.255.255.0
```

(3) 步骤 3: 配置路由器 R3

```
R3(config)#router eigrp 1
R3(config-router)#no auto-summary
R3(config-router)#network 192.168.23.0
R3(config-router)#network 192.168.34.0
```

(4) 步骤 4: 配置路由器 R4

```
R4(config)#router eigrp 1
R4(config-router)#no auto-summary
R4(config-router)#network 4.4.4.0 255.255.255.0
R4(config-router)#network 192.168.34.0
R4(config-router)#network 192.168.14.0
```

4. 实验调试

(1) 按照上面的配置，在 R4 查看路由表：

```
R4#show ip route
```

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP

D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

```
D    192.168.12.0/24
      [90/20514560] via 192.168.14.1, 00:00:15, GigabitEthernet0/0
      2.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
D      2.2.2.0 [90/20642560] via 192.168.14.1, 00:00:15, GigabitEthernet0/0
C    192.168.14.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0
      4.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C      4.4.4.0 is directly connected, Loopback0
D    192.168.23.0/24 [90/21024000] via 192.168.34.3, 00:00:15, Serial0/0/0
C    192.168.34.0/24 is directly connected, Serial0/0/0
```

本实验只关注路由器 R2 的 Loopback 0，虽然路由器 R4 到达路由器 R2 的 Loopback 0 有两条路径，但是路由器会将 FD 最小的放入路由表，选择走 g0/0 接口。那么另外一条路径是不是可行后继路由呢？在路由器 R4 上查看拓扑表如下：

R4#show ip eigrp topology

IP-EIGRP Topology Table for AS(1)/ID(4.4.4.4)

Codes: P - Passive, A - Active, U - Update, Q - Query, R - Reply,
r - reply Status, s - sia Status

```
P 2.2.2.0/24, 1 successors, FD is 20642560
    via 192.168.14.1 (20642560/20640000), GigabitEthernet0/0
    via 192.168.34.3 (21152000/20640000), Serial0/0/0
P 4.4.4.0/24, 1 successors, FD is 128256
    via Connected, Loopback0
P 192.168.34.0/24, 1 successors, FD is 20512000
    via Connected, Serial0/0/0
P 192.168.12.0/24, 1 successors, FD is 20514560
    via 192.168.14.1 (20514560/20512000), GigabitEthernet0/0
P 192.168.14.0/24, 1 successors, FD is 28160
    via Connected, GigabitEthernet0/0
P 192.168.23.0/24, 1 successors, FD is 21024000
    via 192.168.34.3 (21024000/20512000), Serial0/0/0
```

从上面的输出中可以看到，第二条路径（走 s0/0/0 接口）的 AD 为 **20640000**，而最优路由（走 g0/0 接口）的 FD 为 **20642560**，**AD < FD**，满足可行性条件，所以第二条路径（走 s0/0/0 接口）是最优路由（走 g0/0 接口）的可行后继。

【术语】

后继：是一个直接连接的邻居路由器，通过它到达目的网络的路由最优；

可行后继：是一个邻居路由器，但是通过它到达目的地的度量值比其它路由器高，但它的通告距离小于通过后继路由器到达目的网络的可行距离，因而被保存在拓扑表中，用做备份路由。

(2)通过适当的配置，使得在路由器 R4 上看 R2 的 Loopback 0 的路由条目为等价路由，从而实现等价负载均衡。根据前面讲的 EIGRP 度量值的计算公式，这两条路径的最小带宽是相同的，只要它们的延迟之和相同，就是等价路由，为此，在路由器 R4 上做如下的配置：

```
R4(config)#interface gigabitEthernet 0/0
R4(config-if)#delay 2000
```

【提示】

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。

在 R4 上查看路由表：

```
R4#show ip route eigrp
```

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP

D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area

N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2

E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2

i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2

ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route

o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

```
D    192.168.12.0/24
      [90/21024000] via 192.168.14.1, 00:00:15, GigabitEthernet0/0
      2.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
D      2.2.2.0 [90/21152000] via 192.168.34.3, 00:00:15, Serial0/0/0
      [90/21152000] via 192.168.14.1, 00:00:15, GigabitEthernet0/0
D    192.168.23.0/24 [90/21024000] via 192.168.34.3, 00:00:15, Serial0/0/0
```

以上输出表明路由条目“2.2.2.0”确实有两条等价路径，表明 EIGRP 是支持等价负载均衡的。

(3) 将 R4 的以太网口 g0/0 的 delay 恢复到原来的值，通过“variance”命令来研究 EIGRP 的非等价负载均衡。在 (1) 的结果中发现，对于“2.2.2.0”路由条目，在路由器 R4 的拓扑结构数据库中存在如下的记录：

```
P 2.2.2.0/24, 1 successors, FD is 20642560
    via 192.168.14.1 (20642560/20640000), GigabitEthernet0/0
    via 192.168.34.3 (21152000/20640000), Serial0/0/0
```

现在只需要在 R4 的路由器上调整 variance 的值，使得这两条路径在路由表中都可见和

可用，R4 上的配置如下：

```
R4(config)#router eigrp 1
R4(config-router)#variance 2
```

在 R4 上查看路由表：

```
R4#show ip route eigrp
```

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP

D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area

N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2

E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2

i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2

ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route

o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

```
D    192.168.12.0/24
      [90/20514560] via 192.168.14.1, 00:00:02, GigabitEthernet0/0
      2.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
D      2.2.2.0 [90/21152000] via 192.168.34.3, 00:00:02, Serial0/0/0
      [90/20642560] via 192.168.14.1, 00:00:02, GigabitEthernet0/0
D    192.168.23.0/24 [90/21024000] via 192.168.34.3, 00:00:02, Serial0/0/0
```

以上输出表明路由条目“2.2.2.0”有两条路径可达，但是它们的度量值不同，这就是所说的非等价路由，从而证明 EIGRP 是支持非等价负载均衡的。

【技术要点】

EIGRP 非等价负载均衡是通过“variance”命令实现的，“variance”默认是 1（即代表等价路径的负载均衡），variance 值的范围是 1-128。这个参数代表了可以接受的不等价路径的度量值的倍数，在这个范围内的链路都将被接受，并且被放入路由表中。

5.3.2 实验 3：EIGRP 路由汇总

1. 实验目的

通过本实验可以掌握：

- （1）路由汇总的目的
- （2）EIGRP 自动汇总
- （3）EIGRP 手工汇总
- （4）指向 null0 路由的含义

2. 实验拓扑

本实验拓扑结构如图 5-3 所示。

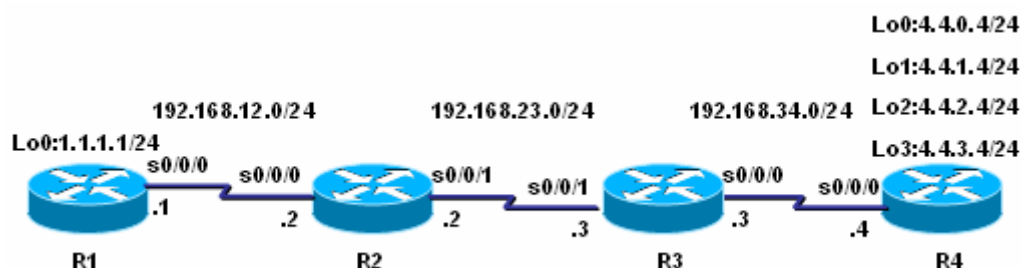


图 5-3 EIGRP 路由汇总

3. 实验步骤

本实验只给出路由器 R4 的配置，路由器 R1、R2 和 R3 的配置同 5.2 的**实验 1** 完全相同。默认的时候 EIGRP 的自动汇总是开启的，自动汇总只对本地产生的 EIGRP 路由汇总，可以通过 “no auto-summary” 命令关闭自动汇总，然后进行手工汇总，R4 的配置如下：

```
R4(config)#router eigrp 1
R4(config-router)#no auto-summary
R4(config-router)#network 4.4.0.0 255.255.252.0
R4(config-router)#network 192.168.34.0
R4(config)#interface s0/0/0
R4(config-if)#ip summary-address eigrp 1 4.4.0.0 255.255.252.0
//配置 EIGRP 手工路由汇总
```

4. 实验调试

(1) 在 R4 s0/0/0 执行汇总之前，在 R3 上查看路由表：

```
R3#show ip route eigrp
```

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP

D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area

N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2

E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2

i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2

ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route

o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

```
D    192.168.12.0/24 [90/21024000] via 192.168.23.2, 00:23:31, Serial0/0/1
```

```
    1.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
```

```
D       1.1.1.0 [90/21152000] via 192.168.23.2, 00:00:18, Serial0/0/1
```

```
    4.0.0.0/24 is subnetted, 4 subnets
```

```
D          4.4.0.0 [90/20640000] via 192.168.34.4, 00:01:02, Serial0/0/0
```

```
D          4.4.1.0 [90/20640000] via 192.168.34.4, 00:01:02, Serial0/0/0
```

```
D          4.4.2.0 [90/20640000] via 192.168.34.4, 00:01:02, Serial0/0/0
```

```
D          4.4.3.0 [90/20640000] via 192.168.34.4, 00:01:02, Serial0/0/0
```

以上输出表明路由器 R3 的路由表中有 4 条明细路由。

(2) 在路由器 R4 s0/0/0 接口执行汇总，在 R3 和 R4 上查看路由表：

```
R4#show ip route eigrp
```

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

```
D    192.168.12.0/24 [90/21536000] via 192.168.34.3, 00:04:36, Serial0/0/0
    1.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
D      1.1.1.0 [90/21664000] via 192.168.34.3, 00:03:41, Serial0/0/0
    4.0.0.0/8 is variably subnetted, 5 subnets, 2 masks
D      4.4.0.0/22 is a summary, 00:01:33, Null0
D    192.168.23.0/24 [90/21024000] via 192.168.34.3, 00:26:55, Serial0/0/0
```

R3#show ip route eigrp

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

```
D    192.168.12.0/24 [90/21024000] via 192.168.23.2, 00:27:30, Serial0/0/1
    1.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
D      1.1.1.0 [90/21152000] via 192.168.23.2, 00:04:17, Serial0/0/1
    4.0.0.0/22 is subnetted, 1 subnets
D      4.4.0.0 [90/20640000] via 192.168.34.4, 00:02:09, Serial0/0/0
```

以上输出说明，在路由器 R4 的 s0/0/0 执行手工汇总后，会在自己路由表产生一条指向“null0”的 EIGRP 路由，主要是为了防止路由环路的；在路由器 R3 上收到被汇总的路由条目“4.4.0.0/22”。

【提示】

当被汇总的明细路由全部 down 掉以后，汇总路由才自动从路由表里被删除，从而可以有效避免路由抖动。

【思考】

如果把上面的实验的 R4 的环回接口 lo0~lo4 的地址改为 192.168.96.4/24, 192.168.97.4/24, 192.168.98.4/24, 192.168.99.4/24, 那么在路由器 R4 的 s0/0/0 接口还能够实现汇

总吗？在路由器 R4 上实施的配置如下：

```
R4(config)#router eigrp 1
R4(config-router)#network 192.168.96.0 255.255.252.0
R4(config)#interface s0/0/0
R4(config-if)#ip summary-address eigrp 1 192.168.96.0 255.255.252.0
```

分别在 R4 和 R3 上查看路由表：

R4#show ip route eigrp

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP

D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area

N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2

E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2

i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2

ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route

o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

```
D 192.168.12.0/24 [90/21536000] via 192.168.34.3, 00:04:36, Serial0/0/0
    1.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
```

```
D 1.1.1.0 [90/21664000] via 192.168.34.3, 00:03:41, Serial0/0/0
```

```
D 192.168.96.0/22 is a summary, 00:01:40, Null0
```

```
D 192.168.23.0/24 [90/21024000] via 192.168.34.3, 00:26:55, Serial0/0/0
```

R3#show ip route eigrp

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP

D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area

N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2

E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2

i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2

ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route

o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

```
D 192.168.12.0/24 [90/21024000] via 192.168.23.2, 00:27:30, Serial0/0/1
    1.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
```

```
D 1.1.1.0 [90/21152000] via 192.168.23.2, 00:04:17, Serial0/0/1
```

```
D 192.168.96.0/22 [90/20640000] via 192.168.34.4, 00:02:09, Serial0/0/0
```

从 R3 和 R4 的路由表的输出可以看出 EIGRP 支持 CIDR 汇总，这一点和 RIPv2 是不相同的。

5.3.3 实验 4：EIGRP 认证

1. 实验目的

通过本实验可以掌握 EIGRP 路由协议认证的配置和调试。

2. 实验拓扑

本实验拓扑结构如图 5-1 所示。

3. 实验步骤

(1) 步骤 1: 配置路由器 R1

```
R1(config)#key chain ccnp
R1(config-keychain)# key 1
R1(config-keychain-key)#key-string cisco
R1(config)#interface s0/0/0
R1(config-if)#ip authentication mode eigrp 1 md5 //认证模式为 MD5
R1(config-if)#ip authentication key-chain eigrp 1 ccnp //在接口上调用钥匙链
```

(2) 步骤 2: 配置路由器 R2

```
R2(config)#key chain ccnp
R2(config-keychain)# key 1
R2(config-keychain-key)#key-string cisco
R2(config)#interface s0/0/0
R2(config-if)#ip authentication mode eigrp 1 md5
R2(config-if)#ip authentication key-chain eigrp 1 ccnp
R2(config)#interface s0/0/1
R2(config-if)#ip authentication mode eigrp 1 md5
R2(config-if)#ip authentication key-chain eigrp 1 ccnp
```

(3) 步骤 3: 配置路由器 R3

```
R3(config)#key chain ccnp
R3(config-keychain)# key 1
R3(config-keychain-key)#key-string cisco
R3(config)#interface s0/0/0
R3(config-if)#ip authentication mode eigrp 1 md5
R3(config-if)#ip authentication key-chain eigrp 1 ccnp
R3(config)#interface s0/0/1
R3(config-if)#ip authentication mode eigrp 1 md5
R3(config-if)#ip authentication key-chain eigrp 1 ccnp
```

(4) 步骤 4: 配置路由器 R4

```
R4(config)#key chain ccnp
R4(config-keychain)# key 1
R4(config-keychain-key)#key-string cisco
R4(config)#interface s0/0/0
R4(config-if)#ip authentication mode eigrp 1 md5
R4(config-if)#ip authentication key-chain eigrp 1 ccnp
```

4. 实验调试

(1) 如果链路的一端启用了认证, 另外一端没有启用认证, 则出现下面的提示信息:

```
*Feb 10 05:46:11.119: %DUAL-5-NBRCHANGE: IP-EIGRP(0) 1: Neighbor 192.168.12.2
(Serial0/0/0) is down: authentication mode changed
```

(2) 如果钥匙链的密钥不正确, 则出现下面的提示信息:

```
*Feb 10 05:47:08.122: %DUAL-5-NBRCHANGE: IP-EIGRP(0) 1: Neighbor 192.168.12.1
(Serial0/0/0) is down: Auth failure
```

5.4 EIGRP 命令汇总

表 5-1 列出了本章涉及到的主要的命令。

表 5-1 本章命令汇总

命令	作用
show ip eigrp neighbors	查看 EIGRP 邻居表
show ip eigrp topology	查看 EIGRP 拓扑结构数据库
show ip eigrp interface	查看运行 EIGRP 路由协议的接口的状况
show ip eigrp traffic	查看 EIGRP 发送和接收到的数据包的统计情况
debug eigrp neighbors	查看 EIGRP 动态建立邻居关系的情况
debug eigrp packets	显示发送和接收的 EIGRP 数据包
ip hello-interval eigrp	配置 EIGRP 的 HELLO 发送周期
ip hold-time eigrp	配置 EIGRP 的 HELLO hold 时间
router eigrp	启动 EIGRP 路由进程
no auto-summary	关闭自动汇总
ip authentication mode eigrp	配置 EIGRP 的认证模式
ip authentication key-chain eigrp	在接口上调用钥匙链
variance	配置非等价负载均衡
delay	配置接口下的延迟
bandwidth	配置接口下的带宽
ip summary-address eigrp	手工路由汇总