

第 20 章 路由重分布

当许多运行多路由的网络要集成到一起时，必须在这些不同的路由选择协议之间共享路由信息。在路由选择协议之间交换路由信息的过程被称为路由重分布（Route Redistribution）。

20.1 路由重分布概述

路由重分布为在同一个互连网络中高效地支持多种路由协议提供了可能，执行路由重分布的路由器被称为边界路由器，因为它们位于两个或多个自治系统的边界上。

路由重分布时计量单位和管理距离是必须要考虑的。每一种路由协议都有自己度量标准，所以在进行重分布时必须转换度量标准，使得它们兼容。种子度量值（seed metric）是定义在路由重分布里的，它是一条从外部重分布进来的路由的初始度量值。路由协议默认的种子度量值如表 20-1 所示。

表 20-1 路由协议默认的种子度量值

路由协议	默认种子度量值
RIP	无限大
EIGRP	无限大
OSPF	BGP 为 1, 其它为 20
IS-IS	0
BGP	IGP 的度量值

路由重分布应该考虑到如下的一些问题：

1. 路由环路

路由器有可能从一个自治系统学到的路由信息发送回该自治系统，特别是在做双向重分布的时候，一定要注意；

2. 路由信息的兼容问题

每一种路由协议的度量标准不同，所以路由器通过重分布所选择的路径可能并非最佳路径；

3. 不一致的收敛时间

因为不同的路由协议收敛的时间不同。

20.2 实验 1：RIP、EIGRP 和 OSPF 重分布

1. 实验目的

通过本实验可以掌握

- （1）种子度量值的配置
- （2）路由重分布参数的配置
- （3）静态路由重分布
- （4）RIP 和 EIGRP 的重分布
- （5）EIGRP 和 OSPF 的重分布
- （6）重分布路由的查看和调试

2. 拓扑结构

实验拓扑如图 20-1 所示。

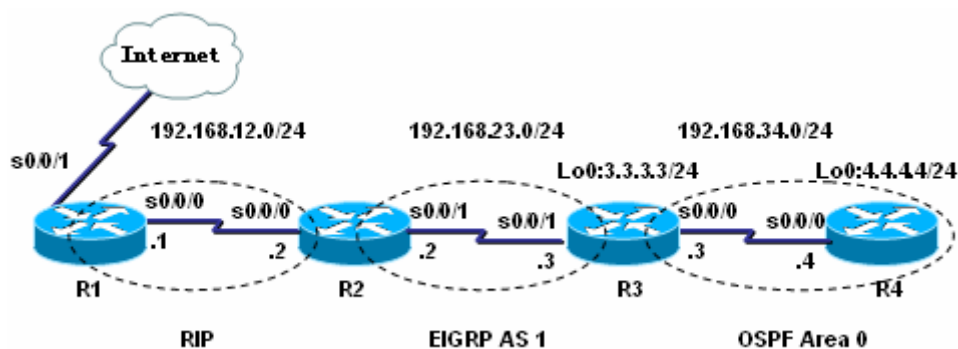


图 20-1 RIP、EIGRP 和 OSPF 重分布

3. 实验步骤

(1) 步骤 1: 配置路由器 R1

```
R1(config)#router rip
R1(config-router)#version 2
R1(config-router)#no auto-summary
R1(config-router)#network 192.168.12.0
R1(config-router)#redistribute static metric 3 //重分布静态路由
R1(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 Serial0/0/1
```

【注意】

在向 RIP 区域重分布路由的时候，必须指定度量值，或者通过“**default-metric**”命令设置缺省种子度量值，因为 RIP 默认种子度量值为无限大，但是只有重分布静态特殊，可以不指定种子度量值。

(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 192.168.23.0
R2(config-router)#redistribute rip metric 1000 100 255 1 1500
//将 RIP 重分布到 EIGRP 中
```

【提示】

因为 EIGRP 的度量相对复杂，所以重分布时需要分别指定带宽、延迟、可靠性、负载以及 MTU 参数的值。

```
R2(config)#router rip
R2(config-router)#version 2
R2(config-router)#no auto-summary
R2(config-router)#network 192.168.12.0
R2(config-router)#redistribute eigrp 1 //将 EIGRP 重分布到 RIP 中
R2(config-router)#default-metric 4 //配置默认种子度量值
```

【注意】

在“**redistribute**”命令中用参数“**metric**”指定的种子度量值优先于路由模式下使用“**default-metric**”命令设定的缺省的种子度量值。

(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 3.3.3.0 0.0.0.255
R3(config-router)#network 192.168.23.0
R3(config-router)#redistribute ospf 1 metric 1000 100 255 1 1500
//将 OSPF 重分布到 EIGRP 中
R3(config-router)#distance eigrp 90 150 //配置 EIGRP 默认管理距离
R3(config)#router ospf 1
R3(config-router)#router-id 3.3.3.3
R3(config-router)#network 192.168.34.0 0.0.0.255 area 0
R3(config-router)#redistribute eigrp 1 metric 30 metric-type 1 subnets
//将 EIGRP 重分布到 OSPF 中
R3(config-router)#default-information originate always
```

(4) 步骤 4: 配置路由器 R4

```
R4(config)#router ospf 1
R4(config-router)#router-id 4.4.4.4
R4(config-router)#network 4.4.4.0 0.0.0.255 area 0
R4(config-router)#network 192.168.34.0 0.0.0.255 area 0
```

4. 实验调试

(1) 在 R1 上查看路由表:

```
R1#show ip route
```

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

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

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

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

i - IS-IS, 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 0.0.0.0 to network 0.0.0.0

```
C    192.168.12.0/24 is directly connected, Serial0/0/0
      3.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
R      3.3.3.0 [120/4] via 192.168.12.2, 00:00:08, Serial0/0/0
      4.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
R      4.4.4.4 [120/4] via 192.168.12.2, 00:00:08, Serial0/0/0
C    202.96.134.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
R    192.168.23.0/24 [120/4] via 192.168.12.2, 00:00:08, Serial0/0/0
R    192.168.34.0/24 [120/4] via 192.168.12.2, 00:00:08, Serial0/0/0
S*   0.0.0.0/0 is directly connected, Serial0/0/1
```

以上输出表明路由器 R1 通过 RIPv2 学到从路由器 R2 重分布进 RIP 的路由。

(2) 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, 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 0.0.0.0

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

3.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

D 3.3.3.0 [90/2297856] via 192.168.23.3, 00:00:21, Serial0/0/1

4.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets

D EX 4.4.4.4 [170/3097600] via 192.168.23.3, 00:00:21, Serial0/0/1

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

D EX 192.168.34.0/24 [170/3097600] via 192.168.23.3, 00:00:21, Serial0/0/1

R* 0.0.0.0/0 [120/3] via 192.168.12.1, 00:00:05, Serial0/0/0

以上输出表明从路由器 R1 上重分布进 RIP 的默认路由被路由器 R2 学习到, 路由代码为 “R*”; 在路由器 R3 上重分布进来的 OSPF 路由也被路由器 R2 学习到, 路由代码为 “D EX”, 这也说明 EIGRP 能够识别内部路由和外部路由, 默认的时候, 内部路由的管理距离是 90, 外部路由的管理距离是 170。

(3) 在 R3 上查看路由表:

R3#show ip route

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

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

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

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

i - IS-IS, 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 192.168.23.2 to network 0.0.0.0

D EX 192.168.12.0/24 [150/3097600] via 192.168.23.2, 00:13:43, Serial0/0/1

3.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets

C 3.3.3.0 is directly connected, Loopback0

4.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets

O 4.4.4.4 [110/65] via 192.168.34.4, 00:13:43, Serial0/0/0

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

```
C    192.168.34.0/24 is directly connected, Serial0/0/0
```

```
D*EX 0.0.0.0/0 [150/3097600] via 192.168.23.2, 00:06:08, Serial0/0/1
```

以上输出表明，从路由器 R2 上重分布进 EIGRP 的路由被路由器 R3 学习到，路由代码为“D*EX”，同时 EIGRP 外部路由的管理距离被修改成 150。

(4) 在 R4 上查看路由表：

```
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, 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 192.168.34.3 to network 0.0.0.0
```

```
O E1 192.168.12.0/24 [110/94] via 192.168.34.3, 00:25:26, Serial0/0/0
```

```
3.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
```

```
O E1    3.3.3.0 [110/94] via 192.168.34.3, 00:25:26, Serial0/0/0
```

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

```
C        4.4.4.0 is directly connected, Loopback0
```

```
O E1 192.168.23.0/24 [110/94] via 192.168.34.3, 00:25:26, Serial0/0/0
```

```
C    192.168.34.0/24 is directly connected, Serial0/0/0
```

```
O*E2 0.0.0.0/0 [110/1] via 192.168.34.3, 00:25:26, Serial0/0/0
```

以上输出表明，从路由器 R3 上重分布进 OSPF 的路由被路由器 R4 学习到，路由代码为“O E1”；同时学到由 R3 注入的路由代码为“O E2”的默认路由。

(5) show ip protocols

```
R3#show ip protocols
```

```
Routing Protocol is "eigrp 1" // 运行 AS 为 1 的 EIGRP 进程
```

```
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
```

```
EIGRP maximum hopcount 100
```

```
EIGRP maximum metric variance 1
```

```
Redistributing: eigrp 1, ospf 1 (internal, external 1 & 2, nssa-external 1 & 2)
```

```
//将 OSPF 进程 1 重分布 EIGRP 中
```

```
EIGRP NSF-aware route hold timer is 240s
```

```
Automatic network summarization is not in effect
```

```
Maximum path: 4
```

```
Routing for Networks:
```

```
3.3.3.0/24
```

```
192.168.23.0
```

Routing Information Sources:

Gateway	Distance	Last Update
192.168.23.2	90	00:51:05

Distance: **internal 90 external 150**

Routing Protocol is "**ospf 1**" //运行 OSPF 进程，进程号为 1

Outgoing update filter list for all interfaces is not set

Incoming update filter list for all interfaces is not set

Router ID 3.3.3.3

It is an autonomous system boundary router //自治系统边界路由器（ASBR）

Redistributing External Routes from,

eigrp 1 with metric mapped to 30, includes subnets in redistribution

//将 EIGRP1 重分布 OSPF 中

Number of areas in this router is 1. 1 normal 0 stub 0 nssa

Maximum path: 4

Routing for Networks:

192.168.34.0 0.0.0.255 area 0

Routing Information Sources:

Gateway	Distance	Last Update
4.4.4.4	110	00:58:42
3.3.3.3	110	00:58:42

Distance: (default is 110)

以上输出表明路由器 R3 运行 EIGRP 和 OSPF 两种路由协议，而且实现了双向重分布。

20.3 实验 2：ISIS 和 OSPF 重分布

1. 实验目的

通过本实验可以掌握

- (1) 直连路由的重分布
- (2) IS-IS 和 OSPF 的重分布
- (3) 重分布路由的查看和调试

2. 拓扑结构

实验拓扑如图 20-2 所示。

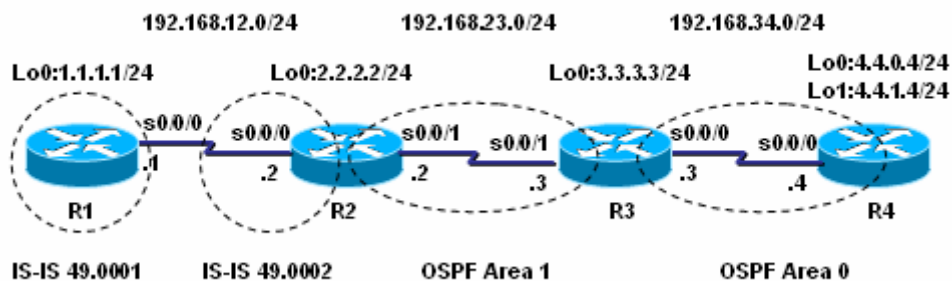


图 20-2 ISIS 和 OSPF 重分布

3. 实验步骤

(1) 步骤 1: 配置路由器 R1

```
R1(config)#router isis
R1(config-router)#net 49.0001.1111.1111.1111.00
R1(config-router)#is-type level-2-only
R1(config)#interface Loopback0
R1(config-if)#ip address 1.1.1.1 255.255.255.0
R1(config-if)#ip router isis
R1(config)#interface Serial0/0/0
R1(config-if)#ip address 192.168.12.1 255.255.255.0
R1(config-if)#ip router isis
R1(config-if)#no shutdown
```

(2) 步骤 2: 配置路由器 R2

```
R2(config)#router isis
R2(config-router)#net 49.0002.2222.2222.2222.00
R2(config-router)#is-type level-2-only
R2(config-router)#redistribute ospf 1 metric 20 //将 OSPF 重分布到 IS-IS 中
R2(config)#interface Loopback0
R2(config-if)#ip address 2.2.2.2 255.255.255.0
R2(config-if)#ip router isis
R2(config)#interface Serial0/0/0
R2(config-if)#ip address 192.168.12.2 255.255.255.0
R2(config-if)#clockrate 128000
R2(config-if)#ip router isis
R2(config-if)#no shutdown
R2(config)#router ospf 1
R2(config-router)#router-id 2.2.2.2
R2(config-router)#network 192.168.23.0 0.0.0.255 area 1
R2(config-router)#redistribute isis level-2 metric 50 subnets
//将 IS-IS 重分布到 OSPF 中
R2(config-router)#redistribute connected subnets
//将直连重分布到 OSPF 中
```

【技术要点】

在重分布 IS-IS 路由协议的时候, 只能将 L1 和 L2 的路由重分布进来, 而运行 IS-IS 路由协议的本地接口是不能被重分布进来的, 要通过重分布直连才可以。本实验中, 如果不重分布直连, 那么 R3 和 R4 的路由表中将没有“192.168.12.0”的路由条目, 造成局部网络不可达。

(3) 步骤 3: 配置路由器 R3

```
R3(config)#router ospf 1
R3(config-router)#router-id 3.3.3.3
R3(config-router)#network 3.3.3.0 0.0.0.255 area 0
R3(config-router)#network 192.168.23.0 0.0.0.255 area 1
R3(config-router)#network 192.168.34.0 0.0.0.255 area 0
```

(4) 步骤 4: 配置路由器 R4

```
R4(config)#ip prefix-list 1 seq 5 permit 4.4.0.0/24 //定义前缀列表
R4(config)#ip prefix-list 2 seq 5 permit 4.4.1.0/24
R4(config)#route-map conn permit 10 //定义策略, 21 章详细介绍
R4(config-route-map)#match ip address prefix-list 1 //匹配条件
R4(config-route-map)#set metric 50 //执行行为
R4(config-route-map)#set metric-type type-1
R4(config)#route-map conn permit 20
R4(config-route-map)#match ip address prefix-list 2
R4(config-route-map)#set metric 100
R4(config)#router ospf 1
R4(config-router)#router-id 4.4.4.4
R4(config-router)#network 192.168.34.0 0.0.0.255 area 0
R4(config-router)#redistribute connected subnets route-map conn
//将直连重分布到 OSPF 中
```

【说明】

(1) 路由器 R4 重分布直连的环回接口时, 对“4.4.0.0”做的控制是种子度量值设为 50, 度量值的类型为 1, 而对“4.4.1.0”做的控制是种子度量值设为 100, 度量值的类型采用默认, 即类型 2;

(2) 由于要重分布直连接口, 所以一定不能在 OSPF 的路由进程中通告“4.4.0.0”和“4.4.1.0”;

(3) 前缀列表(prefix-list)在路由过滤和路由控制中使用非常的广泛, 它比访问控制列表具有更大的灵活性、匹配更加精确。

4. 实验调试

(1) 在 R1 上查看路由表:

```
R1#show ip route
```

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

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

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

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

i - IS-IS, 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
```

```
C        1.1.1.0 is directly connected, Loopback0
```

```
    2.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
```

```
i L2    2.2.2.0 [115/20] via 192.168.12.2, Serial0/0/0
```

```
    3.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
```



```
i L2    3.3.3.3 [115/30] via 192.168.12.2, Serial0/0/0
        4.0.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
i L2    4.4.0.0 [115/30] via 192.168.12.2, Serial0/0/0
i L2    4.4.1.0 [115/30] via 192.168.12.2, Serial0/0/0
i L2 192.168.23.0/24 [115/30] via 192.168.12.2, Serial0/0/0
i L2 192.168.34.0/24 [115/30] via 192.168.12.2, Serial0/0/0
```

以上输出表明路由器 R1 学到整个网络的路由信息，其中路由条目“2.2.2.0”是 IS-IS 内部路由，而其它的“i L2”路由条目全部是通过路由器 R2 重分布进来的。

(2) 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, 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
i L2    1.1.1.0 [115/20] via 192.168.12.1, Serial0/0/0
        2.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C        2.2.2.0 is directly connected, Loopback0
        3.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
O IA    3.3.3.3 [110/65] via 192.168.23.3, 00:00:27, Serial0/0/1
        4.0.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
O E1    4.4.0.0 [110/178] via 192.168.23.3, 00:00:27, Serial0/0/1
O E2    4.4.1.0 [110/100] via 192.168.23.3, 00:00:27, Serial0/0/1
C    192.168.23.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
O IA 192.168.34.0/24 [110/128] via 192.168.23.3, 00:00:27, Serial0/0/1
```

以上输出表明路由器 R2 既学到了“i L2”的路由，又学到 OSPF 的“O IA”的路由，也学到从 R4 重分布进来的“O E1”和“O E2”路由。特别是对于 R4 两个环回接口的路由条目，确实达到了预期的控制要求。

(3) 在 R3 上查看路由表：

```
R3#show ip route
```

```
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
        D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
        N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
        E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
        i - IS-IS, 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

```
O E2 192.168.12.0/24 [110/20] via 192.168.23.2, 00:01:27, Serial0/0/1
    1.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
O E2   1.1.1.0 [110/50] via 192.168.23.2, 00:01:23, Serial0/0/1
    2.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
O E2   2.2.2.0 [110/20] via 192.168.23.2, 00:01:27, Serial0/0/1
    3.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C       3.3.3.0 is directly connected, Loopback0
    4.0.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
O E1   4.4.0.0 [110/114] via 192.168.34.4, 00:01:28, Serial0/0/0
O E2   4.4.1.0 [110/100] via 192.168.34.4, 00:01:28, Serial0/0/0
C   192.168.23.0/24 is directly connected, Serial0/0/1
C   192.168.34.0/24 is directly connected, Serial0/0/0
```

以上输出值得注意的是路由条目“192.168.12.0”和“2.2.2.0”，如果在路由器 R2 上 OSPF 重分布的时候，没有将直连接口重分布进来，那么路由器 R3 是不能收到这些路由条目的。

(4) 在 R4 上查看路由表：

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, 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

```
O E2 192.168.12.0/24 [110/20] via 192.168.34.3, 00:01:42, Serial0/0/0
    1.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
O E2   1.1.1.0 [110/50] via 192.168.34.3, 00:01:41, Serial0/0/0
    2.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
O E2   2.2.2.0 [110/20] via 192.168.34.3, 00:01:42, Serial0/0/0
    3.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
O       3.3.3.3 [110/65] via 192.168.34.3, 00:01:42, Serial0/0/0
    4.0.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
C       4.4.0.0 is directly connected, Loopback0
C       4.4.1.0 is directly connected, Loopback1
O IA 192.168.23.0/24 [110/128] via 192.168.34.3, 00:01:42, Serial0/0/0
C   192.168.34.0/24 is directly connected, Serial0/0/0
```

以上输出表明路由器 R4 既学到了 OSPF 的“O”和“O IA”的路由，也学到从 R2 重分布进来的“O E2”路由。

20.4 路由重分布命令汇总

表 20-2 列出了本章涉及到的主要的命令。

表 20-2 本章命令汇总

命令	作用
show ip route	查看路由表
show ip protocols	查看和路由协议相关的信息
redistribute	配置路由协议重分布
default-metric	配置默认种子度量值
ip prefix-list	定义前缀列表
distance eigrp	配置 EIGRP 默认管理距离