

## 第 22 章 IPv6

无论是 NAT，还是 CIDR 等都是缓解 IP 地址短缺的手段，而 IPv6 才是解决地址短缺的最终方法。IPv6 是由 IETF 设计的下一代互联网协议，目的是取代现有的互联网协议 IPv4。

### 22.1 IPv6 概述

#### 22.1.1 IPv6 优点

IPv4 的设计思想成功地造就了目前的国际互联网，其核心价值体现在简单、灵活和开放性。但随着新应用的不断涌现，传统的 IPv4 协议已经难以支持互联网的进一步扩张和新业务的特性，比如实时应用和服务质量保证等。IPv6 能够解决 IPv4 存在的许多问题，如地址短缺、服务质量保证等。同时，IPv6 还对 IPv4 作了大量的改进，包括路由和网络自动配置等。IPv6 和 IPv4 将在过渡期内共存几年，并由 IPv6 渐渐取代 IPv4。IPv6 的特点如下：

1. 128 比特的地址方案，为将来数十年提供了足够的地址空间；
2. 充足的地址空间将极大地满足那些伴随着网络智能设备的出现而对地址增长的需求，例如个人数据助理、移动电话、家庭网络接入设备等；
3. 多等级编址层次有助于路由聚合，提高了路由选择的效率和可扩展性；
4. 自动配置使得在 Internet 上大规模布置新设备成为可能；
5. ARP 广播被本地链路多播代替；
6. IPv6 对数据包头作了简化，以减少处理器开销并节省网络带宽；
7. IPv6 中流标签字段可以提供流量区分；
8. IPv6 的组播可以区分永久性与临时性地址，更有利于组播功能的实现；
9. IPv6 地址本身的分层体系更加支持了域名解析体系中的地址集聚和地址更改；
10. IPv6 协议内置安全机制，并已经标准化；
11. IPv6 协议更好地支持移动性；
12. IPv6 提供了更加优秀的 QOS 保障；
13. IPv6 中没有广播地址，它的功能正在被组播地址所代替。

#### 22.1.2 IPv6 地址

IPv4 地址表示为点分十进制格式，而 IPv6 采用冒号分十六进制格式。例如：

2007:00D3:0000:2F3B:02BB:00FF:FE28:2000 是一个完整的 IPv6 地址。

##### 【提示】

1. IPv6 地址中每个 16 位分组中的前导零位可以去除做简化表示；
2. 可以将冒号十六进制格式中相邻的连续零位合并，用双冒号 “::” 表示；
3. 要在一个 URL 中使用文本 IPv6 地址，文本地址应该用符号 “[” 和 “]” 来封闭。

IPv6 地址有三种类型：单播、任意播和组播，在每种地址中又有一种或者多种类型的地址，如单播有本地链路地址、本地站点地址、可聚合全球地址、回环地址和未指定地址；

任意播有本地链路地址、本地站点地址和可聚合全球地址；多播有指定地址和请求节点地址。

下面主要介绍几个常用地址类型：

## 1. 本地链路地址

当在一个节点上启用 IPv6 协议栈，启动时节点的每个接口自动配置一个本地链路地址，前缀为 FE80::/10。

## 2. 本地站点地址

本地站点地址与 RFC1918 所定义的私有 IPv4 地址空间类似，因此本地站点地址不能在全球 IPv6 因特网上路由，前缀为 FEC0::/10。

## 3. 可聚合全球单播地址

IANA 分配 IPv6 寻址空间中的一个 IPv6 地址前缀作为可聚合全球单播地址。

## 4. IPv4 兼容地址

IPv4 兼容的 IPv6 地址是由过渡机制使用的特殊单播 IPv6 地址，目的是在主机和路由器上自动创建 IPv4 隧道以在 IPv4 网络上传送 IPv6 数据包。

## 5. 回环地址

单播地址 0:0:0:0:0:0:0:1 称为回环地址。节点用它来向自身发送 IPv6 包。它不能分配给任何物理接口。

## 6. 不确定地址

单播地址 0:0:0:0:0:0:0:0 称为不确定地址。它不能分配给任何节点。

## 7. 多播指定地址

RFC2373 在多播范围内为 IPv6 协议的操作定义和保留了几个 IPv6 地址，这些保留地址称为多播指定地址。

## 8. 请求节点地址

对于节点或路由器的接口上配置的每个单播和任意播地址，都自动启动一个对应的被请求节点地址。被请求节点地址受限于本地链路。

## 22.2 IPv6 路由

### 22.2.1 实验 1：IPv6 静态路由

#### 1. 实验目的

通过本实验可以掌握

- (1) 启用 IPv6 流量转发
- (2) 配置 IPv6 地址
- (3) IPv6 静态路由配置和调试
- (4) IPv6 默认路由配置和调试

#### 2. 拓扑结构

实验拓扑如图 22-1 所示。

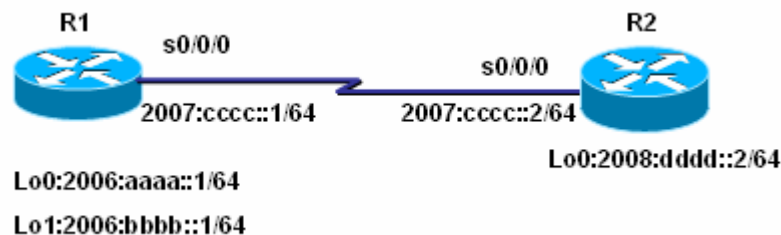


图 22-1 IPv6 静态路由

### 3. 实验步骤

(1) 步骤 1: 配置路由器 R1

```
R1(config)#ipv6 unicast-routing //启用 IPv6 流量转发
R1(config)#interface Loopback0
R1(config-if)#ipv6 address 2006:AAAA::1/64 //配置 IPv6 地址
R1(config)#interface Loopback1
R1(config-if)#ipv6 address 2006:BBBB::1/64
R1(config)#interface Serial0/0/0
R1(config-if)#ipv6 address 2007:CCCC::1/64
R1(config-if)#no shutdown
R1(config)#ipv6 route 2008:DDDD::/64 Serial0/0/0 //配置 IPv6 静态路由
```

(2) 步骤 2: 配置路由器 R2

```
R2(config)#ipv6 unicast-routing
R2(config)#interface Loopback0
R2(config-if)#ipv6 address 2008:DDDD::2/64
R2(config)#interface Serial0/0/0
R2(config-if)#ipv6 address 2007:CCCC::2/64
R2(config-if)#clockrate 128000
R2(config-if)#no shutdown
R2(config)#ipv6 route ::/0 Serial0/0/0 //配置 IPv6 默认路由
```

### 4. 实验调试

(1) show ipv6 interface

该命令用来查看 IPv6 的接口信息。

```
R1#show ipv6 interface s0/0/0
Serial0/0/0 is up, line protocol is up
    IPv6 is enabled, link-local address is FE80::C800:BFF:FE80:0
//本接口启用 IPv6, 本地链路地址自动配置
    Global unicast address(es):
        2007:CCCC::1, subnet is 2007:CCCC::/64
//全球聚合地址
    Joined group address(es):
        FF02::1
//表示本地链路上的所有节点和路由器
        FF02::2
//表示本地链路上的所有路由器
        FF02::1:FF00:1
//用于替换 ARP 机制的被请求节点的多播地址
        FF02::1:FF80:0
//与单播地址 2007:CCCC::1 相关的被请求节点多播地址
    MTU is 1500 bytes
    ICMP error messages limited to one every 100 milliseconds
    ICMP redirects are enabled
//启用 ICMP 重定向
```

ND DAD is enabled, number of DAD attempts: 1

//邻居发现和重复地址检测启动

ND reachable time is 30000 milliseconds

//ND 可达时间

Hosts use stateless autoconfig for addresses.

//使用无状态自动配置地址

## (2) **show ipv6 route**

该命令用来查看 IPv6 路由表。

**R1#show ipv6 route**

IPv6 Routing Table - 9 entries

Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, R - RIP, B - BGP

U - Per-user Static route, M - MIPv6

I1 - ISIS L1, I2 - ISIS L2, IA - ISIS interarea, IS - ISIS summary

O - OSPF intra, OI - OSPF inter, OE1 - OSPF ext 1, OE2 - OSPF ext 2

ON1 - OSPF NSSA ext 1, ON2 - OSPF NSSA ext 2

D - EIGRP, EX - EIGRP external

**C** 2006:AAAA::/64 [0/0]

via ::, Loopback0

**L** 2006:AAAA::1/128 [0/0]

via ::, Loopback0

**C** 2006:BBBB::/64 [0/0]

via ::, Loopback1

**L** 2006:BBBB::1/128 [0/0]

via ::, Loopback1

**C** 2007:CCCC::/64 [0/0]

via ::, Serial0/0/0

**L** 2007:CCCC::1/128 [0/0]

via ::, Serial0/0/0

**S** 2008:DDDD::/64 [1/0]

via ::, Serial0/0/0

**L** FE80::/10 [0/0]

via ::, Null0

**L** FF00::/8 [0/0]

via ::, Null0

**R2#show ipv6 route**

IPv6 Routing Table - 7 entries

Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, R - RIP, B - BGP

U - Per-user Static route, M - MIPv6

I1 - ISIS L1, I2 - ISIS L2, IA - ISIS interarea, IS - ISIS summary

O - OSPF intra, OI - OSPF inter, OE1 - OSPF ext 1, OE2 - OSPF ext 2

ON1 - OSPF NSSA ext 1, ON2 - OSPF NSSA ext 2

D - EIGRP, EX - EIGRP external

**S** ::/0 [1/0]

via ::, Serial0/0/0

```

C 2007:CCCC::/64 [0/0]
  via ::, Serial0/0/0
L 2007:CCCC::2/128 [0/0]
  via ::, Serial0/0/0
C 2008:DDDD::/64 [0/0]
  via ::, Loopback0
L 2008:DDDD::2/128 [0/0]
  via ::, Loopback0
L FE80::/10 [0/0]
  via ::, Null0
L FF00::/8 [0/0]
  via ::, Null0

```

以上输出表明路由器 R1 上有一条 IPv6 的静态路由, R2 上有一条 IPv6 的默认路由, IPv6 中的默认路由是没有 “\*” 的。

### (3) ping

```
R2#ping ipv6 2006:AAAA::1
```

Type escape sequence to abort.

Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 2006:AAAA::1, timeout is 2 seconds:

!!!!

Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 24/72/124 ms

## 22.2.2 实验 2: IPv6 RIPng

### 1. 实验目的

通过本实验可以掌握

- (1) 启用 IPv6 流量转发
- (2) 向 RIPng 网络注入默认路由
- (3) RIPng 配置和调试

### 2. 拓扑结构

实验拓扑如图 22-2 所示。

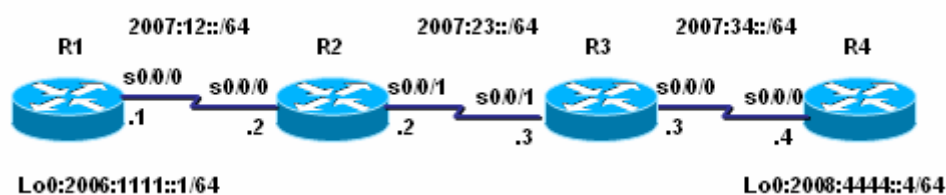


图 22-2 IPv6 RIPng 配置

### 3. 实验步骤

- (1) 步骤 1: 配置路由器 R1

```
R1(config)#ipv6 unicast-routing
```

```
R1(config)#ipv6 router rip cisco //启动 IPv6 RIPng 进程
```

```
R1(config-rtr)#split-horizon //启用水平分割
```

```
R1(config-rtr)#poison-reverse //启用毒化反转
```

```
R1(config)#interface Loopback0
```

```
R1(config-if)#ipv6 address 2006:1111::1/64
R1(config-if)#ipv6 rip cisco enable //在接口上启用 RIPng
R1(config)#interface Serial0/0/0
R1(config-if)#ipv6 address 2007:12::1/64
R1(config-if)#ipv6 rip cisco enable
R1(config-if)#ipv6 rip cisco default-information originate
//向 IPv6 RIPng 区域注入一条默认路由 (:: /0)
R1(config-if)#no shutdown
R1(config)#ipv6 route ::/0 Loopback0 //配置默认路由
```

## 【提示】

“**ipv6 rip cisco default-information only**”命令也可以向 IPv6 RIPng 区域注入一条默认路由,但是该命令只从该接口发送默认的 IPv6 路由,而该接口其它的 IPv6 的 RIPng 路由都被抑制。

## (2) 步骤 2: 配置路由器 R2

```
R2(config)#ipv6 unicast-routing
R2(config)#ipv6 router rip cisco
R2(config-rtr)#split-horizon
R2(config-rtr)#poison-reverse
R2(config)#interface Serial0/0/0
R2(config-if)#ipv6 address 2007:12::2/64
R2(config-if)#ipv6 rip cisco enable
R2(config-if)#clock rate 128000
R2(config-if)#no shutdown
R2(config)#interface Serial0/0/1
R2(config-if)#ipv6 address 2007:23::2/64
R2(config-if)#ipv6 rip cisco enable
R2(config-if)#clock rate 128000
R2(config-if)#no shutdown
```

## (3) 步骤 3: 配置路由器 R3

```
R3(config)#ipv6 unicast-routing
R3(config)#ipv6 router rip cisco
R3(config-rtr)#split-horizon
R3(config-rtr)#poison-reverse
R3(config)#interface Serial0/0/0
R3(config-if)#ipv6 address 2007:34::3/64
R3(config-if)#ipv6 rip cisco enable
R3(config-if)#clockrate 128000
R3(config-if)#no shutdown
R3(config)#interface Serial0/0/1
R3(config-if)#ipv6 address 2007:23::3/64
R3(config-if)#ipv6 rip cisco enable
R3(config-if)#no shutdown
```

(4) 步骤 4: 配置路由器 R4

```
R4(config)#ipv6 unicast-routing
R4(config)#ipv6 router rip cisco
R4(config-rtr)#split-horizon
R4(config-rtr)#poison-reverse
R4(config)#interface Loopback0
R4(config-if)#ipv6 address 2008:4444::4/64
R4(config-if)#ipv6 rip cisco enable
R4(config)#interface Serial0/0/0
R4(config-if)#ipv6 address 2007:34::4/64
R4(config-if)#ipv6 rip cisco enable
R4(config-if)#no shutdown
```

#### 4. 实验调试

(1) show ipv6 route

R2#show ipv6 route

IPv6 Routing Table - 10 entries

Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, R - RIP, B - BGP

U - Per-user Static route, M - MIPv6

I1 - ISIS L1, I2 - ISIS L2, IA - ISIS interarea, IS - ISIS summary

O - OSPF intra, OI - OSPF inter, OE1 - OSPF ext 1, OE2 - OSPF ext 2

ON1 - OSPF NSSA ext 1, ON2 - OSPF NSSA ext 2

D - EIGRP, EX - EIGRP external

```
R  ::/0 [120/2]
    via FE80::C800:AFF:FE90:0, Serial0/0/0
R  2006:1111::/64 [120/2]
    via FE80::C800:AFF:FE90:0, Serial0/0/0
C  2007:12::/64 [0/0]
    via ::, Serial0/0/0
L  2007:12::2/128 [0/0]
    via ::, Serial0/0/0
C  2007:23::/64 [0/0]
    via ::, Serial0/0/1
L  2007:23::2/128 [0/0]
    via ::, Serial0/0/1
R  2007:34::/64 [120/2]
    via FE80::C802:AFF:FE90:0, Serial0/0/1
R  2008:4444::/64 [120/3]
    via FE80::C802:AFF:FE90:0, Serial0/0/1
L  FE80::/10 [0/0]
    via ::, Null0
L  FF00::/8 [0/0]
    via ::, Null0
```

以上输出表明 R1 确实向 IPv6 RIPng 网络注入一条 IPv6 的默认路由，同时收到 3 条 IPv6 RIPng 路由条目，而且所有 IPv6 RIPng 路由条目的下一跳地址均为邻居路由器接口的

“link-local”地址。可以通过“**show ipv6 rip next-hops**”命令查看 RIPng 的下一跳地址。

```
R2#show ipv6 rip next-hops
RIP process "cisco", Next Hops
  FE80::C800:AFF:FE90:0/Serial0/0/0 [3 paths]
  FE80::C802:AFF:FE90:0/Serial0/0/1 [3 paths]
```

## (2) show ip protocols

```
R2#show ipv6 protocols
IPv6 Routing Protocol is "connected"
IPv6 Routing Protocol is "static"
IPv6 Routing Protocol is "rip cisco"
Interfaces:
  Serial0/0/1
  Serial0/0/0
Redistribution:
  None
```

以上输出表明启动的 IPv6 RIPng 进程为 cisco，同时在 Serial0/0/1 和 Serial0/0/0 接口上起用 RIPng。

## (3) show ipv6 rip database

该命令用来查看 RIPng 的数据库。

```
R2#show ipv6 rip database
RIP process "cisco", local RIB
2006:1111::/64, metric 2, installed
  Serial0/0/0/FE80::C800:AFF:FE90:0, expires in 178 secs
2007:12::/64, metric 2
  Serial0/0/0/FE80::C800:AFF:FE90:0, expires in 178 secs
2007:23::/64, metric 2
  Serial0/0/1/FE80::C802:AFF:FE90:0, expires in 168 secs
2007:34::/64, metric 2, installed
  Serial0/0/1/FE80::C802:AFF:FE90:0, expires in 168 secs
2008:4444::/64, metric 3, installed
  Serial0/0/1/FE80::C802:AFF:FE90:0, expires in 168 secs
::/0, metric 2, installed
  Serial0/0/0/FE80::C800:AFF:FE90:0, expires in 178 secs
```

以上输出显示了 R2 的 RIPng 的数据库。

## (4) debug ipv6 rip

该命令用来动态查看 RIPng 的更新。

```
R2#debug ipv6 rip
RIP Routing Protocol debugging is on
R2#clear ipv6 route *
*Feb 15 14:17:34.851: RIPng: Sending multicast update on Serial0/0/1 for cisco
*Feb 15 14:17:34.851:      src=FE80::C801:AFF:FE90:0
*Feb 15 14:17:34.855:      dst=FF02::9 (Serial0/0/1)
*Feb 15 14:17:34.855:      sport=521, dport=521, length=92
```



```

*Feb 15 14:17:34.859:      command=2, version=1, mbz=0, #rte=4
*Feb 15 14:17:34.859:      tag=0, metric=2, prefix=2006:1111::/64
*Feb 15 14:17:34.859:      tag=0, metric=1, prefix=2007:12::/64
*Feb 15 14:17:34.863:      tag=0, metric=1, prefix=2007:23::/64
*Feb 15 14:17:34.863:      tag=0, metric=2, prefix=::/0
*Feb 15 14:17:34.867: RIPng: Sending multicast update on Serial0/0/0 for cisco
*Feb 15 14:17:34.867:      src=FE80::C801:AFF:FE90:0
*Feb 15 14:17:34.871:      dst=FF02::9 (Serial0/0/0)
*Feb 15 14:17:34.871:      sport=521, dport=521, length=92
*Feb 15 14:17:34.871:      command=2, version=1, mbz=0, #rte=4
*Feb 15 14:17:34.875:      tag=0, metric=1, prefix=2007:12::/64
*Feb 15 14:17:34.875:      tag=0, metric=1, prefix=2007:23::/64
*Feb 15 14:17:34.879:      tag=0, metric=2, prefix=2007:34::/64
*Feb 15 14:17:34.879:      tag=0, metric=3, prefix=2008:4444::/64
*Feb 15 14:17:43.439: RIPng: response received from FE80::C800:AFF:FE90:0 on Serial0/0/0
for cisco
*Feb 15 14:17:43.443:      src=FE80::C800:AFF:FE90:0 (Serial0/0/0)
*Feb 15 14:17:43.443:      dst=FF02::9
*Feb 15 14:17:43.447:      sport=521, dport=521, length=72
*Feb 15 14:17:43.447:      command=2, version=1, mbz=0, #rte=3
*Feb 15 14:17:43.447:      tag=0, metric=1, prefix=2006:1111::/64
*Feb 15 14:17:43.451:      tag=0, metric=1, prefix=2007:12::/64
*Feb 15 14:17:43.451:      tag=0, metric=1, prefix=::/0
R2#
*Feb 15 14:17:57.815: RIPng: response received from FE80::C802:AFF:FE90:0 on Serial0/0/1
for cisco
*Feb 15 14:17:57.819:      src=FE80::C802:AFF:FE90:0 (Serial0/0/1)
*Feb 15 14:17:57.819:      dst=FF02::9
*Feb 15 14:17:57.823:      sport=521, dport=521, length=72
*Feb 15 14:17:57.823:      command=2, version=1, mbz=0, #rte=3
*Feb 15 14:17:57.823:      tag=0, metric=1, prefix=2007:23::/64
*Feb 15 14:17:57.827:      tag=0, metric=1, prefix=2007:34::/64
*Feb 15 14:17:57.827:      tag=0, metric=2, prefix=2008:4444::/64

```

以上输出显示路由器 R2 发送和接收 RIPng 的信息。

## 22.2.3 实验 3: OSPFv3

### 1. 实验目的

通过本实验可以掌握

- (1) 启用 IPv6 流量转发
- (2) 向 OSPFv3 网络注入默认路由
- (3) OSPFv3 多区域配置和调试

### 2. 拓扑结构

实验拓扑如图 22-3 所示。

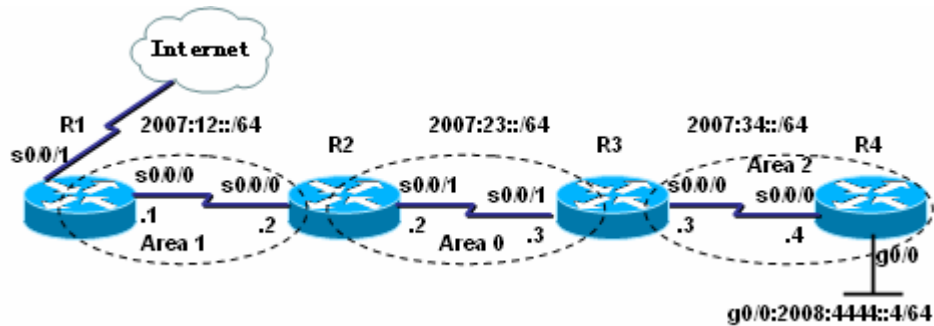


图 22-3 OSPFv3 配置

### 3. 实验步骤

(1) 步骤 1: 配置路由器 R1

```
R1(config)#ipv6 unicast-routing
R1(config)#ipv6 router ospf 1           //启动 OSPFv3 路由进程
R1(config-rtr)#router-id 1.1.1.1       //定义路由器 ID
R1(config-rtr)#default-information originate metric 30 metric-type 2
//向 OSPFv3 网络注入一条默认路由
R1(config)#interface Serial0/0/0
R1(config-if)#ipv6 address 2007:12::1/64
R1(config-if)#ipv6 ospf 1 area 1       //在接口上启用 OSPFv3, 并声明接口所在区域
R1(config-if)#no shutdown
R1(config)#ipv6 route ::/0 s0/0/1 //配置默认路由
```

(2) 步骤 2: 配置路由器 R2

```
R2(config)#ipv6 unicast-routing
R2(config)#ipv6 router ospf 1
R2(config-rtr)#router-id 2.2.2.2
R2(config)#interface Serial0/0/0
R2(config-if)#ipv6 address 2007:12::2/64
R2(config-if)#ipv6 ospf 1 area 1
R2(config-if)#clock rate 128000
R2(config-if)#no shutdown
R2(config)#interface Serial0/0/1
R2(config-if)#ipv6 address 2007:23::2/64
R2(config-if)# ipv6 ospf 1 area 0
R2(config-if)#clock rate 128000
R2(config-if)#no shutdown
```

(3) 步骤 3: 配置路由器 R3

```
R3(config)#ipv6 unicast-routing
R3(config)#ipv6 router ospf 1
R3(config-rtr)#router-id 3.3.3.3
R3(config)#interface Serial0/0/0
R3(config-if)#ipv6 address 2007:34::3/64
R3(config-if)#ipv6 ospf 1 area 2
R3(config-if)#clockrate 128000
```

```
R3(config-if)#no shutdown
R3(config)#interface Serial0/0/1
R3(config-if)#ipv6 address 2007:23::3/64
R3(config-if)#ipv6 ospf 1 area 0
R3(config-if)#no shutdown
```

(4) 步骤4: 配置路由器 R4

```
R4(config)#ipv6 unicast-routing
R4(config)#ipv6 router ospf 1
R4(config-rtr)#router-id 4.4.4.4
R4(config)#interface gigabitEthernet0/0
R4(config-if)#ipv6 address 2008:4444::4/64
R4(config-if)# ipv6 ospf 1 area 2
R4(config-if)#no shutdown
R4(config)#interface Serial0/0/0
R4(config-if)#ipv6 address 2007:34::4/64
R4(config-if)#ipv6 ospf 1 area 2
R4(config-if)#no shutdown
```

#### 4. 实验调试

(1) show ipv6 route

```
R4#show ipv6 route
```

IPv6 Routing Table - 11 entries

Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, R - RIP, B - BGP

U - Per-user Static route, M - MIPv6

I1 - ISIS L1, I2 - ISIS L2, IA - ISIS interarea, IS - ISIS summary

O - OSPF intra, OI - OSPF inter, OE1 - OSPF ext 1, OE2 - OSPF ext 2

ON1 - OSPF NSSA ext 1, ON2 - OSPF NSSA ext 2

D - EIGRP, EX - EIGRP external

```
OE2 ::/0 [110/30], tag 1
    via FE80::C802:AFF:FE90:0, Serial0/0/0
OI 2007:12::/64 [110/192]
    via FE80::C802:AFF:FE90:0, Serial0/0/0
OI 2007:23::/64 [110/128]
    via FE80::C802:AFF:FE90:0, Serial0/0/0
C 2007:34::/64 [0/0]
    via ::, Serial0/0/0
L 2007:34::4/128 [0/0]
    via ::, Serial0/0/0
C 2008:4444::/64 [0/0]
    via ::, GigabitEthernet0/0
L 2008:4444::4/128 [0/0]
    via ::, GigabitEthernet0/0
L FE80::/10 [0/0]
    via ::, Null0
L FF00::/8 [0/0]
```

```
via ::, Null0
```

以上输出表明 OSPFv3 的外部路由代码为“OE2”或“OE1”，区域间路由代码为“OI”，区域内路由代码为“O”。

## (2) show ip protocols

```
R2#show ipv6 protocols
```

```
IPv6 Routing Protocol is "connected"
```

```
IPv6 Routing Protocol is "static"
```

```
IPv6 Routing Protocol is "ospf 1"
```

```
Interfaces (Area 0):
```

```
Serial0/0/1
```

```
Interfaces (Area 1):
```

```
Serial0/0/0
```

```
Redistribution:
```

```
None
```

以上输出表明启动的 OSPFv3 进程 ID 为 1，Serial0/0/1 和 Serial0/0/0 接口上启用 OSPFv3，Serial0/0/1 属于区域 0，Serial0/0/0 属于区域 1。

## (3) show ipv6 ospf database

该命令用来查看 OSPFv3 拓扑结构数据库。

```
R4#show ipv6 ospf database
```

```
OSPFv3 Router with ID (4.4.4.4) (Process ID 1)
```

```
Router Link States (Area 2)
```

ADV Router	Age	Seq#	Fragment ID	Link count	Bits
3.3.3.3	418	0x80000002	0	1	B
4.4.4.4	375	0x80000004	0	1	None

```
Inter Area Prefix Link States (Area 2)
```

ADV Router	Age	Seq#	Prefix
3.3.3.3	450	0x80000001	2007:23::/64
3.3.3.3	440	0x80000001	2007:12::/64

```
Inter Area Router Link States (Area 2)
```

ADV Router	Age	Seq#	Link ID	Dest RtrID
3.3.3.3	440	0x80000001	16843009	1.1.1.1

```
Link (Type-8) Link States (Area 2)
```

ADV Router	Age	Seq#	Link ID	Interface
4.4.4.4	415	0x80000001	3	Fa0/0
3.3.3.3	463	0x80000001	4	Se1/0

4.4.4.4	437	0x80000001	4	Se1/0
---------	-----	------------	---	-------

#### Intra Area Prefix Link States (Area 2)

ADV Router	Age	Seq#	Link ID	Ref-lstyp	Ref-LSID
3.3.3.3	463	0x80000001	0	0x2001	0
4.4.4.4	430	0x80000002	0	0x2001	0

#### Type-5 AS External Link States

ADV Router	Age	Seq#	Prefix
1.1.1.1	6	0x80000013	::/0

以上输出显示了路由器 R4 的 OSPFv3 的拓扑结构数据库。

#### (4) show ipv6 ospf neighbor

R2#show ipv6 ospf neighbor

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Interface ID	Interface
3.3.3.3	1	FULL/ -	00:00:30	5	Serial0/0/1
1.1.1.1	1	FULL/ -	00:00:37	4	Serial0/0/0

以上输出表明路由器 R2 有两个 OSPFv3 的邻居。

#### (5) show ipv6 ospf interface

R2#show ipv6 ospf interface s0/0/0

Serial0/0/0 is up, line protocol is up

Link Local Address FE80::C801:AFF:FE90:0, Interface ID 4

Area 1, Process ID 1, Instance ID 0, Router ID 2.2.2.2

Network Type POINT\_TO\_POINT, Cost: 64

Transmit Delay is 1 sec, State POINT\_TO\_POINT,

Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5

Hello due in 00:00:04

Index 1/1/1, flood queue length 0

Next 0x0(0)/0x0(0)/0x0(0)

Last flood scan length is 1, maximum is 1

Last flood scan time is 0 msec, maximum is 0 msec

Neighbor Count is 1, Adjacent neighbor count is 1

Adjacent with neighbor 1.1.1.1

Suppress hello for 0 neighbor(s)

以上输出是 OSPFv3 路由器接口的基本信息，和 OSPFv2 非常的相似，包括路由器 ID、网络类型、计时器的值以及邻居的数量等信息。

## 22.2.4 实验 2: IPv6 EIGRP

### 1. 实验目的

通过本实验可以掌握

(1) 启用 IPv6 流量转发

(2) IPv6 EIGRP 配置和调试

## 2. 拓扑结构

实验拓扑如图 22-4 所示。

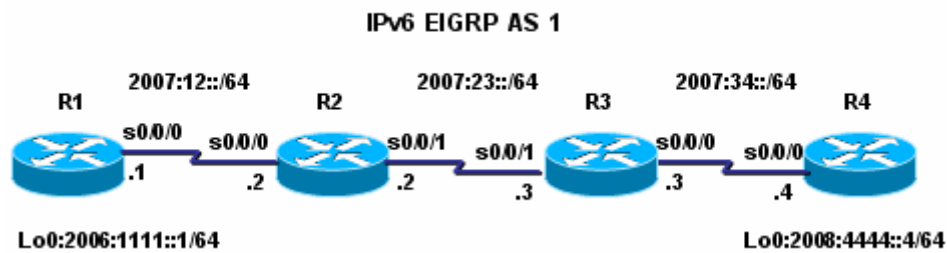


图 22-4 IPv6 EIGRP 配置

## 3. 实验步骤

(1) 步骤 1: 配置路由器 R1

```
R1(config)#ipv6 unicast-routing
R1(config)#ipv6 router eigrp 1           //配置 IPv6 EIGRP
R1(config-rtr)#router-id 1.1.1.1        //配置路由器 ID
R1(config-rtr)#no shutdown              //启动 IPv6 EIGRP 进程
R1(config-rtr)#redistribute connected metric 10000 100 255 1 1500
//将直连重分布到 IPv6 EIGRP 中
R1(config)#interface Loopback0
R1(config-if)#ipv6 address 2006:1111::1/64
R1(config)#interface Serial0/0/0
R1(config-if)#ipv6 address 2007:12::1/64
R1(config-if)#ipv6 eigrp 1               //在接口上启用 IPv6 EIGRP
R1(config-if)#no shutdown
```

(2) 步骤 2: 配置路由器 R2

```
R2(config)#ipv6 unicast-routing
R2(config)#ipv6 router eigrp 1
R2(config-rtr)#router-id 2.2.2.2
R2(config-rtr)#no shutdown
R2(config)#interface Serial0/0/0
R2(config-if)#ipv6 address 2007:12::2/64
R2(config-if)#clock rate 128000
R2(config-if)#ipv6 eigrp 1
R2(config-if)#no shutdown
R2(config)#interface Serial0/0/1
R2(config-if)#ipv6 address 2007:23::2/64
R2(config-if)#clock rate 128000
R2(config-if)#ipv6 eigrp 1
R2(config-if)#no shutdown
```

(3) 步骤 3: 配置路由器 R3

```
R3(config)#ipv6 unicast-routing
R3(config)#ipv6 router eigrp 1
```

```
R3(config-rtr)# router-id 3.3.3.3
R3(config-rtr)#no shutdown
R3(config)#interface Serial0/0/0
R3(config-if)#ipv6 address 2007:34::3/64
R3(config-if)#clockrate 128000
R3(config-if)#ipv6 eigrp 1
R3(config-if)#no shutdown
R3(config)#interface Serial0/0/1
R3(config-if)#ipv6 address 2007:23::3/64
R3(config-if)#ipv6 eigrp 1
R3(config-if)#no shutdown
```

(4) 步骤 4: 配置路由器 R4

```
R4(config)#ipv6 unicast-routing
R4(config)#ipv6 router eigrp 1
R4(config-rtr)# router-id 4.4.4.4
R4(config-rtr)#no shutdown
R4(config)#interface Loopback0
R4(config-if)#ipv6 address 2008:4444::4/64
R4(config-if)#ipv6 eigrp 1
R4(config)#interface Serial0/0/0
R4(config-if)#ipv6 address 2007:34::4/64
R4(config-if)#ipv6 eigrp 1
R4(config-if)#no shutdown
```

## 4. 实验调试

(1) show ipv6 route eigrp

该命令用来查看 IPv6 EIGRP 的路由。

```
R1#show ipv6 route eigrp
```

IPv6 Routing Table - 8 entries

Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, R - RIP, B - BGP

U - Per-user Static route, M - MIPv6

I1 - ISIS L1, I2 - ISIS L2, IA - ISIS interarea, IS - ISIS summary

O - OSPF intra, OI - OSPF inter, OE1 - OSPF ext 1, OE2 - OSPF ext 2

ON1 - OSPF NSSA ext 1, ON2 - OSPF NSSA ext 2

D - EIGRP, EX - EIGRP external

```
D 2007:23::/64 [90/21024000]
    via FE80::219:55FF:FE66:6320, Serial0/0/0
D 2007:34::/64 [90/21536000]
    via FE80::219:55FF:FE66:6320, Serial0/0/0
D 2008:4444::/64 [90/21664000]
    via FE80::219:55FF:FE66:6320, Serial0/0/0
```

```
R2#show ipv6 route eigrp
```

IPv6 Routing Table - 8 entries

Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, R - RIP, B - BGP

U - Per-user Static route, M - MIPv6

I1 - ISIS L1, I2 - ISIS L2, IA - ISIS interarea, IS - ISIS summary  
 O - OSPF intra, OI - OSPF inter, OE1 - OSPF ext 1, OE2 - OSPF ext 2  
 ON1 - OSPF NSSA ext 1, ON2 - OSPF NSSA ext 2  
 D - EIGRP, EX - EIGRP external

```

EX 2006:1111::/64 [170/20537600]
    via FE80::219:55FF:FE35:B828, Serial0/0/0
D 2007:34::/64 [90/21024000]
    via FE80::219:55FF:FE35:B548, Serial0/0/1
D 2008:4444::/64 [90/21152000]
    via FE80::219:55FF:FE35:B548, Serial0/0/1
  
```

以上输出说明路由表中的下一跳是对方的本地链路地址，同时 IPv6 EIGRP 也能够区分内部路由和外部路由，外部路由代码为“EX”。

## (2) show ipv6 eigrp neighbors

该命令用来查看 IPv6 EIGRP 的邻居。

```
R2#show ipv6 eigrp neighbors
```

IPv6-EIGRP neighbors for process 1

H	Address	Interface	Hold	Uptime	SRTT	RTT	Q	Seq
			(sec)		(ms)		Cnt	Num
1	Link-local address: FE80::219:55FF:FE35:B548	Se0/0/1	14	00:33:32	13	1140	0	24
0	Link-local address: FE80::219:55FF:FE35:B828	Se0/0/0	14	00:33:32	10	1140	0	9

以上输出表明路由器 R2 有两个 IPv6 EIGRP 邻居，邻居的地址用对方的本地链路地址表示。

## (3) show ipv6 eigrp topology

该命令用来查看 IPv6 EIGRP 的拓扑结构信息。

```
R2#show ipv6 eigrp topology
```

IPv6-EIGRP Topology Table for AS(1)/ID(2.2.2.2)

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

```

P 2007:12::/64, 1 successors, FD is 20512000
    via Connected, Serial0/0/0
P 2006:1111::/64, 1 successors, FD is 20537600
    via FE80::219:55FF:FE35:B828 (20537600/281600), Serial0/0/0
P 2007:23::/64, 1 successors, FD is 20512000
    via Connected, Serial0/0/1
P 2007:34::/64, 1 successors, FD is 21024000
    via FE80::219:55FF:FE35:B548 (21024000/20512000), Serial0/0/1
P 2008:4444::/64, 1 successors, FD is 21152000
    via FE80::219:55FF:FE35:B548 (21152000/20640000), Serial0/0/1
  
```

## (4) show ipv6 protocols

```
R2#show ipv6 protocols
```



```
IPv6 Routing Protocol is "connected"
IPv6 Routing Protocol is "static"
IPv6 Routing Protocol is "eigrp 1"
// IPv6 EIGRP 进程
    EIGRP metric weight K1=1, K2=0, K3=1, K4=0, K5=0
//计算度量之的因子
    EIGRP maximum hopcount 100
//最大跳数
    EIGRP maximum metric variance 1
// variance 值为 1，表示默认只支持等价路径负载均衡
Interfaces:
    Serial0/0/0
    Serial0/0/1
//以上三行表示启用 IPv6 EIGRP 的接口
Redistribution:
    None
Maximum path: 16
//默认最大等价路径为 16 条，最多可以配置 64 条
Distance: internal 90 external 170
//IPv6 EIGRP 的内部路由管理距离为 90，外部路由管理距离为 170
```

## 22.3 IPv6 命令汇总

表 22-1 列出了本章涉及到的主要的命令。

表 22-1 本章命令汇总

命令	作用
show ipv6 route	查看 IPv6 路由表
show ipv6 interface	查看 IPv6 接口信息
show ipv6 protocols	查看和 IPv6 路由协议相关的信息
show ipv6 rip next-hops debug ipv6 rip	查看 RIPng 的下一跳地址
show ipv6 rip database	查看 RIPng 的数据库
show ipv6 ospf neighbor	查看 OSPFv3 邻居的基本信息
show ipv6 ospf interface	查看 OSPFv3 路由器接口的信息
show ipv6 ospf database	查看 OSPFv3 拓扑结构数据库
show ipv6 ospf	查看 OSPFv3 进程及其细节
show ipv6 route eigrp	查看 IPv6 EIGRP 的路由
show ipv6 eigrp topology	查看 IPv6 EIGRP 的拓扑结构信息
show ipv6 eigrp neighbors	查看 IPv6 EIGRP 的邻居
debug ipv6 rip	动态查看 RIPng 的更新
ipv6 unicast-routing	启动 IPv6 流量转发
ipv6 address	在接口下配置 IPv6 地址
ipv6 route	配置 IPv6 静态路由
ipv6 router rip	启动 IPv6 RIPng 进程
split-horizon	启用水平分割

poison-reverse	启用毒化反转
ipv6 rip <i>tag</i> enable	在接口上启用 RIPng
ipv6 rip <i>tag</i> default-information originate	向 IPv6 RIPng 区域注入一条默认路由
ipv6 router ospf	启动 OSPFv3 路由进程
router-id	配置路由器 ID
default-information originate	向 OSPFv3 网络注入一条默认路由
ipv6 ospf <i>process-id</i> area <i>area-id</i>	接口上启用 OSPFv3，并声明接口所在区域
ipv6 router eigrp	配置 IPv6 EIGRP 路由协议
ipv6 eigrp	接口下启用 IPv6 EIGRP
maximum-paths	配置能支持的等价路径的条数
variance	配置 IPv6 EIGRP 非等价负载均衡