

目 录

1 EIGRP.....	1-1
1.1 EIGRP 简介.....	1-1
1.1.1 EIGRP 的特点.....	1-1
1.1.2 EIGRP 报文类型及传输方式.....	1-1
1.1.3 EIGRP 开销值.....	1-2
1.1.4 EIGRP 拓扑表.....	1-3
1.1.5 EIGRP 运行机制.....	1-4
1.1.6 EIGRP 路由的计算过程.....	1-4
1.1.7 EIGRP SIA 状态.....	1-6
1.1.8 协议规范.....	1-6
1.2 EIGRP 配置任务简介.....	1-6
1.3 配置 EIGRP 基本功能.....	1-7
1.3.1 启动 EIGRP.....	1-7
1.3.2 配置 EIGRP 的 Router ID.....	1-7
1.4 配置 EIGRP 的路由信息控制.....	1-8
1.4.1 配置 EIGRP 路由自动聚合.....	1-8
1.4.2 配置 EIGRP 水平分割.....	1-9
1.4.3 配置 EIGRP 引入外部路由.....	1-9
1.4.4 配置 EIGRP 路由的优先级.....	1-10
1.4.5 配置 NULL0 路由的优先级.....	1-11
1.4.6 配置 EIGRP 支持的最大等价路由条数.....	1-11
1.5 配置 EIGRP 开销值.....	1-12
1.5.1 配置 EIGRP 开销值计算系数.....	1-12
1.5.2 配置 EIGRP 接口的开销值.....	1-12
1.6 调整和优化 EIGRP 网络.....	1-13
1.6.1 配置 EIGRP 报文定时器.....	1-13
1.6.2 配置 EIGRP 路由的收敛等待时间.....	1-13
1.6.3 配置 EIGRP 协议报文的 DSCP 优先级.....	1-14
1.6.4 配置 EIGRP 作为 GR Helper 时的路由老化时间.....	1-14
1.7 EIGRP 显示和维护.....	1-14
1.8 EIGRP 典型配置举例.....	1-15
1.8.1 EIGRP 基本功能配置举例.....	1-15
1.8.2 EIGRP 接口开销值配置举例.....	1-16

1.8.3 EIGRP 引入外部路由配置举例	1-19
1.8.4 EIGRP 聚合路由配置举例	1-20
1.9 常见配置错误举例	1-22
1.9.1 EIGRP 邻居无法建立	1-22

1 EIGRP

1.1 EIGRP简介

EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol, 增强型内部网关路由协议) 是一种采用 D-V 算法的动态路由协议。

1.1.1 EIGRP 的特点

EIGRP 具有如下特点:

- **多进程机制:** EIGRP 支持多进程, 使用 AS 号来区分同一台路由器不同的 EIGRP 进程。不同进程之间互不干扰, 不同进程的路由信息可以相互引入。EIGRP 协议的报文中携带进程号, 可以在同一接口上运行多个 EIGRP 进程。
- **触发更新和部分更新:** 仅在路由信息发生变化时, EIGRP 邻居路由器之间才进行路由信息的交换, 并且只交换发生了变化的路由信息, 减小了对网络带宽的占用。
- **适应较大范围的网络:** EIGRP 的开销值取值范围大, 可以使 EIGRP 可以适应较大范围的网络。
- **快速收敛、无环路的路由计算:** EIGRP 使用 DUAL (Diffusing Update Algorithm, 扩散更新算法) 对收到的路由信息进行处理, 计算出到达各个目标网络的最优路由。当网络拓扑结构变化时, EIGRP 的路由计算仅会涉及发生变化的路由和路由器, 而不会扩散到全网, 有效地降低了计算复杂度和协议开销, 加快了路由的收敛, 同时从算法本身保证了不会生成环路。

1.1.2 EIGRP 报文类型及传输方式

EIGRP 使用 RTP (Reliable Transport Protocol, 可靠传输协议) 管理报文的发送和接收, RTP 协议包含可靠和不可靠两种传输方式:

- **可靠传输:** 本端有序地发送序列号不为零的报文, 并要求对端对收到的每个报文进行确认, 本端只有收到确认后才会继续发送下一个报文; 否则, 重传未确认的报文。
- **不可靠传输:** 是指发送序列号为零的报文, 无需确认。

EIGRP 协议报文直接封装为 IP 报文, 协议号为 88。

EIGRP 的协议报文包括如下几种:

- **Hello 报文:** 用来发现和维持 EIGRP 邻居关系, 以组播形式周期性进行发送, 使用不可靠传输方式。
- **ACK 报文:** 用于对可靠传输的报文进行确认, 以单播形式进行发送, 使用不可靠传输方式。
- **Query 报文和 Reply 报文:** Query 报文用于向邻居查询是否存在到达目的网络的路径; Reply 报文用于对 Query 报文进行应答。Query 报文以组播形式进行发送, Reply 报文以单播形式进行发送。这两种报文均使用可靠传输方式。
- **SIA-Query 和 SIA-Reply 报文:** SIA-Query 报文用于向邻居确认指定路由是否仍处于收敛中; SIA-Reply 报文用于对 SIA-Query 报文进行应答。这两种报文使用可靠传输方式, 以单播形式发送。

- **Update 报文：**用于在 EIGRP 邻居之间交换路由信息。当两台路由器首次建立邻居关系时，路由器以单播方式发送包含本地所有路由信息的 Update 报文；之后，当路由发生变化时，路由器将以组播方式向所有的邻居路由器发送包含路由更新信息的 Update 报文。Update 报文使用可靠传输方式。
- **Request 报文：**最初打算提供给路由服务器使用，目前并没有使用。

1.1.3 EIGRP 开销值

EIGRP 根据网络延时、带宽、可靠性等参数计算路由的开销值，即 Metric 值，可以较为准确地反映网络链路的情况。计算 EIGRP 开销值时使用如下变量：

- **Bandwidth：**本地路由器到达目的网络路径上所有接口的最小带宽。
- **Delay：**本地路由器到达目的网络路径上所有接口的延迟总和。
- **Reliability：**本地路由器到达目的网络路径上所有接口可靠性值的最小值。
- **Load：**本地路由器到达目的网络路径上所有接口的最大负载值。
- **MTU：**本地路由器到达目的网络路径上所有接口的最小 MTU 值。

EIGRP 对各个变量赋予不同的权值，通过加权求和的方式计算 Metric 值。EIGRP 开销值计算系数 K 与变量的对应关系为：K1 表示带宽的计算系数，K2 表示负载的计算系数，K3 表示延迟的计算系数，K4 表示可靠性的计算系数，K5 表示 MTU 的计算系数。

计算 EIGRP 开销值时，如果 K5 值为 0，则开销值为：

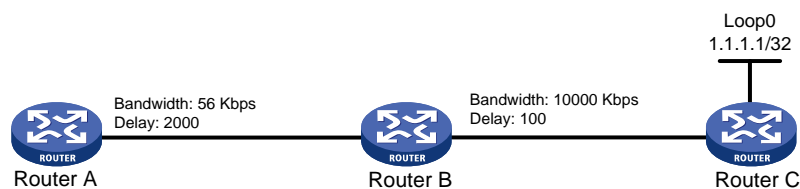
$$\text{Metric1} = 256 \times [K1 \times \text{Bandwidth} + (K2 \times \text{Bandwidth}) / (256 - \text{Load}) + K3 \times \text{Delay}]$$

如果 K5 值不为 0，则在以上公式的基础上，还需乘以一个系数：

$$\text{Metric2} = \text{Metric1} \times [K5 / (\text{Reliability} + K4)]$$

其中：Bandwidth = 10000000 / 路径上所有接口最小带宽

图1-1 EIGRP 开销值计算示意图



如图 1-1 所示，Router A→Router B 的带宽为 56kbps，延时为 2000（单位为 10 微秒），Router B→Router C 的带宽为 10000kbps，延迟为 100（单位为 10 微秒），K1 为 1、K2 为 0、K3 为 1、K4 为 0、K5 为 0。对于给定的目标网络 1.1.1.1/32，开销值计算方法为：

- Router A→Router B 为： $256 \times (10000000/56 + 2000) = 46226285$
- Router B→Router C 为： $256 \times (10000000/10000 + 100) = 281600$
- Router A→Router B→Router C 为： $256 \times [10000000/56 + (2000 + 100)] = 46251885$

从计算结果可以看出 Router A→Router B→Router C 的 Metric 并不等于 Router A→Router B 和 Router B→Router C 两段路径的 Metric 相加，而是根据 Metric 的各个分量重新计算的结果。为了简化说明，下文计算路径的开销时采用不同路径开销的简单叠加。

1.1.4 EIGRP 拓扑表

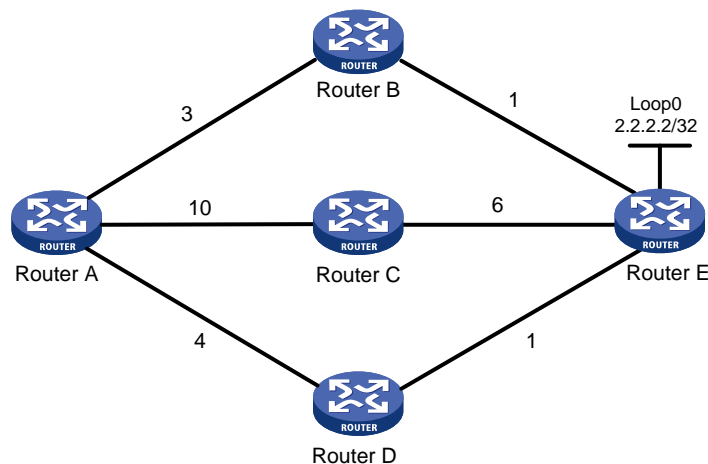
EIGRP 将邻居通告的路径信息保存在拓扑表中，形成对全网的认知，并从中优选出最优路径。

EIGRP 拓扑表中包含了如下信息：

- 目标网络地址。
- FD (Feasible Distance, 可行距离)：本地路由器到达目的网络的最小开销。
- CD (Computed Distance, 计算距离)：本地路由器通过每一个邻居路由器到达目的网络的开销。
- 邻居通告的路径信息：
 - 邻居地址及所在接口。
 - RD (Reported Distance, 通告距离)：邻居路由器通告的到达目的网络的开销。
- 路由状态：对于特定的目的网络，当至少有一个邻居提供的路径满足 FC (Feasibility Condition, 可行性后继条件)，即邻居通告的 RD 值小于本地路由器计算的 FD 值，则该路由为 Passive 状态；否则，为 Active 状态。处于 Passive 状态的路由无需进行路由重计算，可以用于流量转发；处于 Active 状态的路由不能用于转发流量，需要和邻居交互，计算出开销值最小的无环路径，从而回到 Passive 状态。
- FS (Feasible Successor, 可行后继路由器)：如果邻居路由器所通告的到达目的网络的 RD 值满足 FC 条件，那么这些邻居路由器就成为本地路由器到达该目的网络的可行后继路由器。通过可行后继路由器到目的网络的路径并不一定是最优的，但能保证无环。
- Successor：后继路由器。如果本地路由器通过某个邻居路由器到达目的网络的开销值最小，则该邻居路由器就成为本地到达该目的网络的后继路由器。

对于拓扑表中的每个目的网络，FS 和 Successor 的选择如[图 1-2](#)所示：

图1-2 EIGRP 后继路由器选择示意图



如[图 1-2](#)所示，对于 Router A 而言，到达目标网络 2.2.2.2/32 共存在三条路径。简单起见，用数字表示邻居路由器之间的开销值，将 Router A 到邻居路由器的开销值与邻居路由器到目的网络的开销值相加，得出三条路径的 CD 值：Router A→Router B→Router E 的 CD 值为 4；Router A→Router C→Router E 的 CD 值为 16；Router A→Router D→Router E 的 CD 值为 5。

通过计算,可以看出到达目标网络 CD 值最小的路径为 Router A→Router B→Router E,则 Router B 成为 Router A 到达目标网络的 Successor, FD 值为 4。同时,因为 Router D→Router E 的开销值为 1,小于 FD, Router D 将成为 Router A 的 FS。

1.1.5 EIGRP 运行机制

EIGRP 的工作过程为:

- (1) 建立邻居关系: 路由器启动 EIGRP 后,便会使用组播地址 224.0.0.10 向相邻的路由器发送 Hello 报文。EIGRP 邻居路由器检查 Hello 报文中携带的 AS 号、系数 K 值是否与自己的一致。如果一致,则建立邻居关系。
- (2) 发现网络拓扑,选择最短路径: 邻居关系建立后,路由器通过 Update 报文将本地拓扑表中的路由发送给邻居,邻居将接收到的信息保存到自己的拓扑表中,并根据该信息计算出最优路由。
- (3) 维护邻居关系: EIGRP 通过周期性发送 Hello 报文,来维持邻居关系。
- (4) 路由的更新和查询: 当路由信息发生变化且当前使用的 Successor 失效时,如果拓扑表中存在 FS,且通过 FS 到达目的网络的开销最小,则选择该 FS 所在的路径作为当前的流量转发路径,并通过 Update 报文将路由更新消息发送给邻居;如果拓扑表中不存在 FS,或者存在 FS 但通过这些 FS 到达目的网络的开销不是最小,则路由器会向所有的邻居发送 Query 报文,寻找到达目的网络的路由。

1.1.6 EIGRP 路由的计算过程

EIGRP 通过 DUAL 算法进行路由计算,确保路由的收敛。当路由器感知到网络变化(例如直连链路的状态或开销变化、收到 Update 报文)时,针对某条受影响的路由,路由器会计算到达目的网络的开销,从中选出 CD 最小的路径,判断该路径是否满足 FC 条件:

- 如果满足 FC 条件,则发布该路由的邻居作为后继路由器,该路由的 CD 作为 FD。如果更新后的 FD 与网络变化前的 FD 不同,则会向所有的邻居发送 Update 报文。
- 如果不满足 FC 条件,拓扑表中关于指定目的网络的路由进入 Active 状态,路由器会向所有邻居路由器发送 Query 报文,进行扩散更新计算,查找到达目的网络的路由。

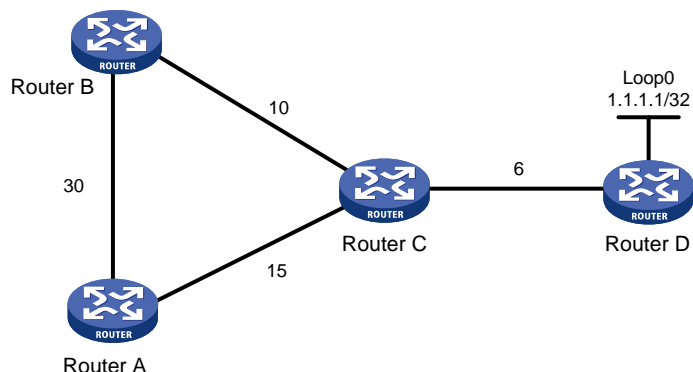
当邻居路由器收到 Query 报文之后,将执行本地计算,按照如下规则进行处理:

- 如果被查询的路由处于 Passive 状态,那么接收路由器将检查这条路由所在的路径是否满足 FC: 如果满足 FC,路由器会选择出最优的可行后继,并马上向查询者发送 Reply 报文;如果不满足 FC,拓扑表中的路由会进入 Active 状态,并将查询搁置起来,向所有的邻居路由器发出 Query 报文,直到路由收敛,回到 Passive 状态,才会对搁置的查询进行应答,即向查询者发送 Reply 报文。
- 如果被查询的路由正处于 Active 状态,那么接收路由器将检查查询者是否为这条路由目前正在使用的后继路由器: 若查询者不是后继路由器,那么立即向查询路由器发送 Reply 报文;若查询者是后继路由器,那么搁置查询,向其他路由器发送 Query 报文,待这条路由收敛,回到 Passive 状态时,再对查询者发送 Reply 报文。

路由器在发起查询后,在收到所有邻居路由器的 Reply 报文之前不会改变路由的后继路由器、FD 及发送报文中通告给邻居路由器的开销。收到所有邻居的 Reply 报文后,EIGRP 路由器重

新检查 FC 条件，如果条件满足，那么路由收敛，回到 Passive 状态；否则，发起新的查询，重新开始扩散计算，直至路由收敛。

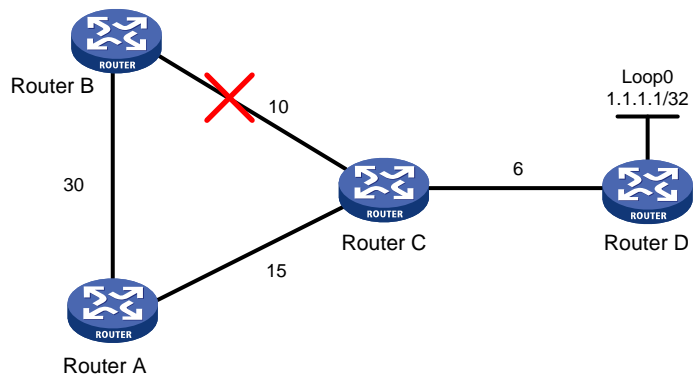
图1-3 EIGRP 扩散更新计算示意图（链路正常）



如图 1-3 所示，Router A→Router B 的 Metric 为 30；Router B→Router C 的 Metric 为 10；Router A→Router C 的 Metric 为 15；Router C→Router D 的 Metric 为 6。那么对于目标网络 1.1.1.1/32：

- Router A 到达目标网络的最短路径是 Router A→Router C→Router D，Metric 为 21。因此 Router C 为 Router A 的后继路由器，FD 为 21；
- Router B 到达目标网络的最短路径就是 Router B→Router C→Router D，Metric 为 16。因此 Router C 为 Router B 的后继路由器，FD 为 16；
- Router C 到达目标网络的最短路径就是 Router C→Router D，Metric 为 6，Router D 和 Router C 直连，Router D 为 Router C 后继路由器，FD 为 6；
- 对于 Router A，Router B 通告的 RD 为 16，小于 FD，因此 Router B 为 Router A 的可行后继路由器；
- 对于 Router B，Router A 通告的 RD 为 21，大于 FD，因此 Router A 不是 Router B 可行后继路由器。

图1-4 EIGRP 扩散更新计算示意图（链路断开）



如图 1-4 所示，当 Router B→Router C 之间的链路断开时，Router B 到目的网络的最短路径为 Router B→Router A→Router C→Router D，由于 Router A 通告的开销不满足 FC 条件(21>16)，因此执行以下操作，查找到达目标网络的路由：

- (1) Router B 上到达目标网络的拓扑表项进入 Active 状态，并向 Router A 发送 Query 报文。

- (2) Router A 收到了 Router B 的 Query 报文，查询拓扑表，发现自己还有后继 Router C，Router A 上到达目标网络的拓扑表项处于 Passive 状态，Router A 立刻向 Router B 发送 Reply 报文，告诉 Router B 这条路由。
- (3) Router B 收到了 Router A 的 Reply 报文，即收到全部的 Reply 报文，Router B 重新计算路由，路由的 CD 为 41，Successor 为 Router A，Router B 上的路由收敛，回到 Passive 状态。

1.1.7 EIGRP SIA 状态

通常情况下，当路由进入 Active 状态，向外发送 Query 报文后，能够在较短的时间内收到所有邻居发送的 Reply 报文，从而收敛并回到 Passive 状态。但是，在某些特殊的网络环境中，例如：在拥有很多低速带宽或质量较差的链路的大型网络中，路由器在收敛等待时间内没有收到 Reply 报文，导致路由长时间滞留在 Active 状态，无法收敛，这种情况称之为 SIA（Stuck In Active，陷入失效状态）。

EIGRP 使用收敛等待定时器及 SIA 报文来防止路由长时间处于 Active 状态。具体过程为：

- (1) 路由器向外发送 Query 报文后，会同步启动收敛等待定时器，等待邻居应答。
- (2) 在二分之一收敛等待时间内还未收到应答，则向没有应答的邻居发送 SIA-Query 报文，如果邻居此时仍未完成路由收敛，则使用 SIA-Reply 报文进行应答。
- (3) 路由器收到 SIA-Reply 报文之后，则认为该邻居仍然在进行扩散计算，因此重置收敛等待定时器，重复步骤 2，继续等待应答。
- (4) 当满足以下条件之一，路由器认为邻居失效，视作其应答了一个无穷大度量的消息，同时删除该邻居：
 - 发出 SIA-Query 报文后，在收敛等待定时器超时前，未收到 SIA-Reply 报文。
 - 发出 3 个 SIA-Query 报文后，仍然未收到 Reply 报文。

1.1.8 协议规范

与 EIGRP 相关的协议规范有：

RFC 7868: Cisco's Enhanced Interior Gateway Routing Protocol

1.2 EIGRP配置任务简介

EIGRP 配置任务如下：

- (1) [配置 EIGRP 基本功能](#)
 - [启动 EIGRP](#)
 - （可选）[配置 EIGRP 的 Router ID](#)
- (2) （可选）[配置 EIGRP 的路由信息控制](#)
 - [配置 EIGRP 路由自动聚合](#)
 - [配置 EIGRP 水平分割](#)
 - [配置 EIGRP 引入外部路由](#)
 - [配置 EIGRP 路由的优先级](#)
 - [配置 NULL0 路由的优先级](#)
 - [配置 EIGRP 支持的最大等价路由条数](#)

- (3) (可选) [配置 EIGRP 开销值](#)
 - [配置 EIGRP 开销值计算系数](#)
 - [配置 EIGRP 接口的开销值](#)
- (4) (可选) [调整和优化 EIGRP 网络](#)
 - [配置 EIGRP 报文定时器](#)
 - [配置 EIGRP 路由的收敛等待时间](#)
 - [配置 EIGRP 协议报文的 DSCP 优先级](#)
 - [配置 EIGRP 作为 GR Helper 时的路由老化时间](#)

1.3 配置EIGRP基本功能

1.3.1 启动 EIGRP

1. 功能简介

EIGRP 进程只在指定网段所在的接口上运行，因此，EIGRP 启动后必须指定其工作网段。

2. 配置限制和指导

如果在启动 EIGRP 前在接口视图下配置了 EIGRP 相关命令，这些配置只有在 EIGRP 启动后才会生效。

在同一物理接口下可以同时开启多个 EIGRP 进程。

支持将同一网段发布到多个 EIGRP 进程中。

3. 配置步骤

- (1) 进入系统视图。

```
system-view
```

- (2) 启动 EIGRP，并进入 EIGRP 进程视图。

```
eigrp [ eigrp-as ] [ vpn-instance vpn-instance-name ]
```

缺省情况下，系统未运行 EIGRP 进程。

- (3) 创建 EIGRP IPv4 地址族，并进入 EIGRP IPv4 地址族视图。

```
address-family ipv4
```

- (4) 配置在指定网段上开启 EIGRP。

```
network network-address [ wildcard-mask ]
```

缺省情况下，没有网段开启 EIGRP。

1.3.2 配置 EIGRP 的 Router ID

1. 功能简介

EIGRP 采用 Router ID 来唯一的标识一个自治系统中路由的发布者。如果收到一条 Router ID 为自身的路由，则该路由会被丢弃。

当未配置 EIGRP 进程的 Router ID 时，则使用全局配置的 Router ID；如果没有配置全局 Router ID，则按照下面的规则进行选择：

- 如果存在配置 IP 地址的 Loopback 接口，则选择 Loopback 接口地址中最大的作为 Router ID；
- 如果没有配置 IP 地址的 Loopback 接口，则从其他接口的 IP 地址中选择最大的作为 Router ID（不考虑接口的 up/down 状态）。

2. 配置限制和指导



注意

邻居关系建立后，修改 EIGRP 进程的 Router ID 会导致邻居关系重置，请谨慎使用。

指定 EIGRP 进程的 Router ID 时，必须保证同一自治系统中任意两台路由器的 Router ID 不同。通常的做法是将路由器的 ID 配置为与该路由器某个接口的 IP 地址一致。为了增加网络的可靠性，建议将 Router ID 手工配置为 Loopback 接口的 IP 地址。

Router ID 取值不能为 0.0.0.0 和 255.255.255.255。

3. 配置步骤

- (1) 进入系统视图。

```
system-view
```

- (2) （可选）配置全局 Router ID。

```
router id router-id
```

缺省情况下，未配置全局 Router ID。

- (3) 进入 EIGRP 视图。

```
eigrp [ eigrp-as ] [ vpn-instance vpn-instance-name ]
```

- (4) 进入 IPv4 地址族视图。

```
address-family ipv4
```

- (5) （可选）配置 EIGRP 进程的 Router ID。

```
router-id router-id
```

缺省情况下，未配置 EIGRP 进程的 Router ID，使用全局配置的 Router ID。

1.4 配置 EIGRP 的路由信息控制

1.4.1 配置 EIGRP 路由自动聚合

1. 功能简介

EIGRP 路由自动聚合是指路由器把同一自然网段内的连续子网的路由聚合成一条路由向外发送，从而减小路由表的规模和网络上传输的流量，提高网络的可扩展性以及路由器的处理速度。例如路由表里有 192.1.1.0/24、192.1.2.0/24、192.1.3.0/24 三条路由，可以通过本配置把它们聚合成一条路由 192.1.0.0/16 向外发送，这样邻居路由器只接收到一条路由 192.1.0.0/16。

当 EIGRP 开启自动路由聚合功能，将多条路由聚合成一条路由时，聚合路由的 Metric 值将取所有路由 Metric 的最小值。

2. 配置限制和指导

执行 **undo summary automatic** 命令后，原来被聚合的路由将重新发布。

3. 配置步骤

(1) 进入系统视图。

```
system-view
```

(2) 进入 EIGRP 视图。

```
eigrp [ eigrp-as ] [ vpn-instance vpn-instance-name ]
```

(3) 进入 IPv4 地址族视图。

```
address-family ipv4
```

(4) 开启自动路由聚合功能。

```
summary automatic
```

缺省情况下，EIGRP 自动路由聚合功能处于关闭状态。

1.4.2 配置 EIGRP 水平分割

1. 功能简介

水平分割指的是从一个接口学到的路由不能通过此接口向外发布，从而避免相邻路由器间的路由环路。

2. 配置限制和指导

通常情况下，建议不要关闭该功能。在 X.25 等 NBMA（Non-Broadcast Multi-Access，非广播多路访问）网络中，当主接口和点到多点子接口配置了多条虚电路时，为了保证路由信息的正确传播，需要关闭水平分割功能。

3. 配置步骤

(1) 进入系统视图。

```
system-view
```

(2) 进入接口视图。

```
interface interface-type interface-number
```

(3) 开启水平分割功能。

```
eigrp eigrp-as split-horizon
```

缺省情况下，水平分割功能处于开启状态。

1.4.3 配置 EIGRP 引入外部路由

1. 功能简介

如果在路由器上不仅同时运行多个 EIGRP 进程，还运行着其它路由协议，可以通过本配置从其他路由协议或其它 EIGRP 进程引入路由信息。

2. 配置限制和指导

只能引入路由表中状态为 Active 的路由，是否为 Active 状态可以通过 **display ip routing-table protocol** 命令来查看。

3. 配置步骤

- (1) 进入系统视图。

```
system-view
```

- (2) 进入 EIGRP 视图。

```
eigrp [ eigrp-as ] [ vpn-instance vpn-instance-name ]
```

- (3) 进入 IPv4 地址族视图。

```
address-family ipv4
```

- (4) 配置引入外部路由信息。

- 配置引入其他 EIGRP 进程的路由。

```
import-route eigrp [ eigrp-as | all-as ] [ allow-direct | metric  
min-bandwidth total-delay reliability load mtu | route-policy  
route-policy-name ] *
```

- 配置引入 BGP 协议的路由。

```
import-route bgp [ as-number ] [ allow-ibgp | metric min-bandwidth  
total-delay reliability load mtu | route-policy route-policy-name ]  
*
```

- 配置引入 IS-IS、OSPF 或 RIP 协议的路由。

```
import-route { isis | ospf | rip } [ process-id | all-processes ]  
[ allow-direct | metric min-bandwidth total-delay reliability load  
mtu | route-policy route-policy-name ] *
```

- 配置引入直连或静态路由。

```
import-route { direct | static } [ metric min-bandwidth total-delay  
reliability load mtu | route-policy route-policy-name ] *
```

缺省情况下，不引入外部路由信息。

执行 **import-route** 命令时可以指定开销计算时各变量的值，如果未指定，则根据 **default-metric** 命令配置的默认开销变量值来计算引入路由的开销。

- (5) （可选）配置计算引入路由开销值的变量。

```
default-metric min-bandwidth total-delay reliability load mtu
```

缺省情况下，路由所在路径的最小带宽为 10000kbps，路由所在路径的总延时为 100 微秒，路径上的最小可靠性值为 255，路径的最大负载值为 1，路径的最小 MTU 值为 1500 字节。

1.4.4 配置 EIGRP 路由的优先级

1. 功能简介

当存在不同路由协议发现的去往同一目的地的多条路由时，为了判断出最优的路由，路由器会给每一种路由协议发现的路由指定一个优先级，优先级高的路由将被选为最优路由用来转发流量。通过配置本功能，可以改变 EIGRP 协议路由的优先级，便于用户对流量转发所使用的路由进行控制。

EIGRP 内部路由是指在一个 EIGRP 进程中通过邻居学习到的路由，EIGRP 外部路由是指引入其他 EIGRP 进程或其他路由协议的路由。

2. 配置步骤

- (1) 进入系统视图。

```
system-view
```

- (2) 进入 EIGRP 视图。

```
eigrp [ eigrp-as ] [ vpn-instance vpn-instance-name ]
```

- (3) 进入 IPv4 地址族视图。

```
address-family ipv4
```

- (4) 配置 EIGRP 路由的优先级。

```
preference internal-preference external-preference
```

缺省情况下，对于内部路由，EIGRP 协议的路由优先级为 90；对于外部路由，EIGRP 协议的路由优先级为 170。

1.4.5 配置 NULL0 路由的优先级

1. 功能简介

本命令用来配置路由聚合产生的 NULL0 路由的优先级。

2. 配置步骤

- (1) 进入系统视图。

```
system-view
```

- (2) 进入 EIGRP 视图。

```
eigrp [ eigrp-as ] [ vpn-instance vpn-instance-name ]
```

- (3) 进入 IPv4 地址族视图。

```
address-family ipv4
```

- (4) 配置 NULL0 路由的优先级。

```
discard-route { external external-preference | internal  
internal-preference } *
```

缺省情况下，EIGRP 外部路由和内部路由自动聚合产生的 NULL0 路由的优先级均为 5。

1.4.6 配置 EIGRP 支持的最大等价路由条数

1. 功能简介

通过配置最大等价路由条数，可以实现在到达同一目的地的多条等价路由间进行负载分担，从而提高链路的利用率。

2. 配置步骤

- (1) 进入系统视图。

```
system-view
```

- (2) 进入 EIGRP 视图。

```
eigrp [ eigrp-as ] [ vpn-instance vpn-instance-name ]
```

- (3) 进入 IPv4 地址族视图。

address-family ipv4

- (4) 配置 EIGRP 支持的最大等价路由条数。

maximum load-balancing number

缺省情况下，EIGRP 支持的等价路由的最大条数为 32。

1.5 配置EIGRP开销值

1.5.1 配置 EIGRP 开销值计算系数

1. 配置限制和指导

同一 AS 内所有 EIGRP 路由器上配置的开销值计算系数必须相同。

2. 配置步骤

- (1) 进入系统视图。

system-view

- (2) 进入 EIGRP 视图。

eigrp [eigrp-as] [vpn-instance vpn-instance-name]

- (3) 进入 IPv4 地址族视图。

address-family ipv4

- (4) 配置 EIGRP 开销值的计算系数。

metric weights K1 K2 K3 K4 K5

缺省情况下，K1 为 1，K2 为 0，K3 为 1，K4 为 0，K5 为 0。

1.5.2 配置 EIGRP 接口的开销值

1. 功能简介

可通过本配置改变路径上每个接口的 EIGRP 开销值。

2. 配置步骤

- (1) 进入系统视图。

system-view

- (2) 进入接口视图。

interface interface-type interface-number

- (3) 设置接口的 EIGRP 开销值。

eigrp eigrp-as metric { bandwidth bandwidth | delay delay | load load | reliability reliability } *

缺省情况下，未设置接口的 EIGRP 开销值。

1.6 调整和优化EIGRP网络

1.6.1 配置 EIGRP 报文定时器

1. 功能简介

用户可以在接口上配置下列 EIGRP 报文定时器：

- **Hello 定时器**：接口向邻居发送 Hello 报文的时间间隔。EIGRP 邻居之间的 Hello 定时器的值要保持一致。
- **Hold 定时器**：邻居关系的保持时间。本地路由器将该时间通告给邻居，如果邻居在该时间内未收到本地路由器发送的 Hello 报文，则会宣告该邻居关系无效。

2. 配置限制和指导

建议邻居保持时间值至少配置为 Hello 报文发送时间间隔的 3 倍。

3. 配置步骤

- (1) 进入系统视图。

```
system-view
```

- (2) 进入接口视图。

```
interface interface-type interface-number
```

- (3) 配置接口发送 Hello 报文的时间间隔。

```
eigrp eigrp-as timer hello seconds
```

缺省情况下，对于 NBMA 网络，Hello 报文的发送时间间隔为 60 秒；对于其他网络，Hello 报文的发送时间间隔为 5 秒。

发送 Hello 报文的时间间隔越小，发现网络拓扑改变的速度越快，但这样会占用较多的系统资源，请根据网络的实际情况修改 Hello 报文的时间间隔。

- (4) 配置邻居关系保持时间。

```
eigrp eigrp-as timer hold seconds
```

缺省情况下，邻居保持时间为 Hello 报文发送时间间隔的 3 倍。

1.6.2 配置 EIGRP 路由的收敛等待时间

- (1) 进入系统视图。

```
system-view
```

- (2) 进入 EIGRP 视图。

```
eigrp [ eigrp-as ] [ vpn-instance vpn-instance-name ]
```

- (3) 进入 IPv4 地址族视图。

```
address-family ipv4
```

- (4) 配置 EIGRP 路由的收敛等待时间。

```
timers active-time { time-limit | disable }
```

缺省情况下，EIGRP 路由的收敛等待时间为 3 分钟。

如果配置 **disable** 参数，则不限制路由收敛时间。通常情况下，不建议配置该参数。

1.6.3 配置 EIGRP 协议报文的 DSCP 优先级

1. 功能简介

DSCP (Differentiated Services Code Point, 差分服务编码点) 携带在 IP 报文中的 ToS 字段, 用来体现报文自身的优先等级, 决定报文传输的优先程度。DSCP 数值越大, 表示报文的优先级越高。通过本功能可修改 EIGRP 协议报文的 DSCP 优先级。

2. 配置步骤

- (1) 进入系统视图。

```
system-view
```

- (2) 进入 EIGRP 视图。

```
eigrp [ eigrp-as ] [ vpn-instance vpn-instance-name ]
```

- (3) 进入 IPv4 地址族视图。

```
address-family ipv4
```

- (4) 配置 EIGRP 协议报文的 DSCP 优先级。

```
dscp dscp-value
```

缺省情况下, EIGRP 协议报文的 DSCP 优先级值为 48。

1.6.4 配置 EIGRP 作为 GR Helper 时的路由老化时间

1. 功能简介

在 GR 过程中, GR Restarter 和 GR Helper 会交互路由信息。如果在路由老化定时器超时没有完成路由信息的交互, 则 GR Helper 会强制退出 GR 过程, 根据已经学习到的 EIGRP 路由信息更新 RIB 表项, 删除老化的 RIB 表项。

目前, 设备仅支持作为 GR Helper。

2. 配置步骤

- (1) 进入系统视图。

```
system-view
```

- (2) 进入 EIGRP 视图。

```
eigrp [ eigrp-as ] [ vpn-instance vpn-instance-name ]
```

- (3) 进入 IPv4 地址族视图。

```
address-family ipv4
```

- (4) 配置 GR Helper 的路由老化时间。

```
timers graceful-restart purge-time seconds
```

缺省情况下, EIGRP 作为 GR Helper 时的路由老化时间为 240 秒。

1.7 EIGRP 显示和维护

在完成上述配置后, 在任意视图下执行 **display** 命令可以显示配置后 EIGRP 的运行情况, 通过查看显示信息验证配置的效果。

在用户视图下执行 **reset** 命令可以清除 EIGRP 的相关信息。

表1-1 EIGRP 显示和维护

操作	命令
显示EIGRP的进程信息	<code>display eigrp [eigrp-as]</code>
显示EIGRP接口信息	<code>display eigrp [eigrp-as] interface [interface-type interface-number] [verbose]</code>
显示EIGRP进程中的邻居信息	<code>display eigrp [eigrp-as] peer [interface interface-type interface-number] [neighbor-ip] [verbose]</code>
显示EIGRP邻居的统计信息	<code>display eigrp [eigrp-as] peer statistics [interface interface-type interface-number]</code>
显示EIGRP的统计信息	<code>display eigrp [eigrp-as] statistics [error]</code>
显示EIGRP的拓扑信息	<code>display eigrp [eigrp-as] topology [ip-address { mask-length mask }] [all-links verbose]</code> <code>display eigrp [eigrp-as] topology statistics</code>
清除EIGRP的邻居信息	<code>reset eigrp [eigrp-as] peer [interface interface-type interface-number ip-address]</code>
重启EIGRP的IPv4地址族	<code>reset eigrp [eigrp-as] process address-family ipv4</code>
清除EIGRP的统计信息	<code>reset eigrp [eigrp-as] statistics</code>

1.8 EIGRP典型配置举例

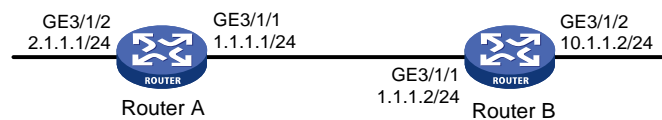
1.8.1 EIGRP 基本功能配置举例

1. 组网需求

Router A 和 Router B 之间通过 EIGRP 交互路由信息，实现网络互连。

2. 组网图

图1-5 EIGRP 基本功能配置组网图



3. 配置步骤

(1) 配置各接口的 IP 地址（略）

(2) 配置 EIGRP

配置 Router A，创建 EIGRP 进程 1，在指定网段上开启 EIGRP。

```

<RouterA> system-view
[RouterA] eigrp 1
[RouterA-eigrp-1] address-family ipv4
[RouterA-eigrp-1-ipv4] network 1.1.1.0 0.0.0.255
[RouterA-eigrp-1-ipv4] network 2.1.1.0 0.0.0.255
[RouterA-eigrp-1-ipv4] quit
  
```

配置 Router B, 创建 EIGRP 进程 1, 在指定网段上开启 EIGRP。

```
<RouterB> system-view
[RouterB] eigrp 1
[RouterB-eigrp-1] address-family ipv4
[RouterB-eigrp-1-ipv4] network 1.1.1.0 0.0.0.255
[RouterB-eigrp-1-ipv4] network 10.0.0.0 0.0.0.255
[RouterB-eigrp-1-ipv4] quit
```

4. 配置验证

查看 Router A 的 EIGRP 1 邻居信息。

```
[RouterA] display eigrp 1 peer
```

```
Brief EIGRP neighbor Information for AS 1
```

Address	State	Hold time	Interface
1.1.1.2	Up	14	GE3/1/1

查看 Router B 的 EIGRP 1 邻居信息。

```
[RouterB] display eigrp 1 peer
```

```
Brief EIGRP neighbor Information for AS 1
```

Address	State	Hold time	Interface
1.1.1.1	Up	10	GE3/1/1

查看 Router A 的 EIGRP 1 的拓扑信息。

```
[RouterA] display eigrp 1 topology
```

```
EIGRP topology for AS 1 with Router ID 3.1.1.1
```

Destination	FD	State	Successor	Out interface
1.1.1.0/24	5120	Passive	Directed	GE3/1/1
2.1.1.0/24	5120	Passive	Directed	GE3/1/2
10.1.1.0/24	7680	Passive	1.1.1.2	GE3/1/1

查看 Router B 的 EIGRP 1 的拓扑信息。

```
[RouterB] display eigrp 1 topology
```

```
EIGRP topology for AS 1 with Router ID 10.2.1.1
```

Destination	FD	State	Successor	Out interface
1.1.1.0/24	5120	Passive	Directed	GE3/1/1
2.1.1.0/24	7680	Passive	1.1.1.1	GE3/1/1
10.1.1.0/24	5120	Passive	Directed	GE3/1/2

1.8.2 EIGRP 接口开销值配置举例

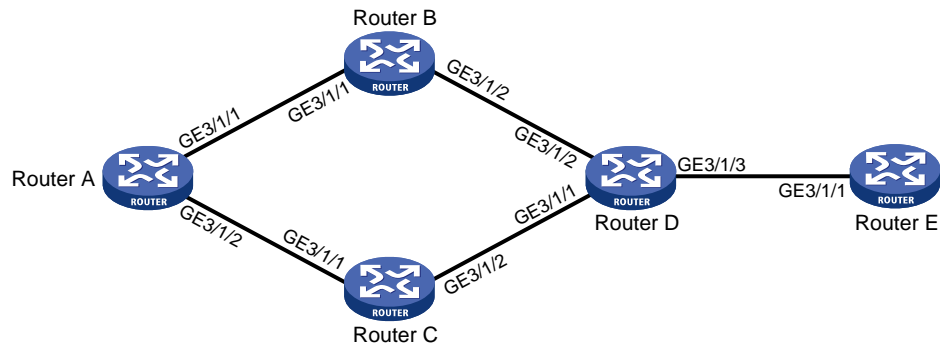
1. 组网需求

- Router A、Router B、Router C、Router D 和 Router E 使用 EIGRP 进行网络互连。

- Router A 有两条链路可以到达 Router D，其中，通过 Router B 到达 Router D 的链路与通过 Router C 到达 Router D 的链路有相同的带宽值 1000000kbps 和延时值 100 微秒。
- 在 Router A 的 GigabitEthernet3/1/2 上配置接口的 EIGRP 度量值，使得 Router A 优选从 Router C 学到的 1.1.5.0/24 网段的路由。

2. 组网图

图1-6 EIGRP 接口开销值配置组网图



设备	接口	IP地址	设备	接口	IP地址
Router A	GE3/1/1	1.1.1.1/24	Router B	GE3/1/1	1.1.1.2/24
	GE3/1/2	1.1.2.1/24		GE3/1/2	1.1.3.1/24
Router C	GE3/1/1	1.1.2.2/24	Router D	GE3/1/1	1.1.4.2/24
	GE3/1/2	1.1.4.1/24		GE3/1/2	1.1.3.2/24
Router E	GE3/1/1	1.1.5.2/24		GE3/1/3	1.1.5.1/24

3. 配置步骤

- (1) 配置各接口的地址（略）
- (2) 配置 EIGRP

配置 Router A。

```
<RouterA> system-view
[RouterA] eigrp 1
[RouterA-eigrp-1] address-family ipv4
[RouterA-eigrp-1-ipv4] network 1.1.0.0 0.0.255.255
[RouterA-eigrp-1-ipv4] quit
```

配置 Router B。

```
<RouterB> system-view
[RouterB] eigrp 1
[RouterB-eigrp-1] address-family ipv4
[RouterB-eigrp-1-ipv4] network 1.1.0.0 0.0.255.255
[RouterB-eigrp-1-ipv4] quit
```

配置 Router C。

```
<RouterC> system-view
[RouterC] eigrp 1
[RouterC-eigrp-1] address-family ipv4
```

```
[RouterC-eigrp-1-ipv4] network 1.1.0.0 0.0.255.255
[RouterC-eigrp-1-ipv4] quit
```

配置 Router D。

```
<RouterD> system-view
[RouterD] eigrp 1
[RouterD-eigrp-1] address-family ipv4
[RouterD-eigrp-1-ipv4] network 1.1.0.0 0.0.255.255
[RouterD-eigrp-1-ipv4] quit
```

配置 Router E。

```
<RouterE> system-view
[RouterE] eigrp 1
[RouterE-eigrp-1] address-family ipv4
[RouterE-eigrp-1-ipv4] network 1.1.0.0 0.0.255.255
[RouterE-eigrp-1-ipv4] quit
```

在 Router A 上查看 EIGRP 1 的拓扑信息。

```
[RouterA] display eigrp 1 topology
```

```
EIGRP topology for AS 1 with Router ID 1.1.1.1
```

Destination	FD	State	Successor	Out interface
1.1.1.0/24	5120	Passive	Directed	GE3/1/1
1.1.2.0/24	5120	Passive	Directed	GE3/1/2
1.1.3.0/24	7680	Passive	1.1.1.2	GE3/1/1
1.1.4.0/24	7680	Passive	1.1.2.2	GE3/1/2
1.1.5.0/24	10240	Passive	1.1.2.2	GE3/1/2
			1.1.1.2	GE3/1/1

可以看到，到达网段 1.1.5.0/24 有两条 EIGRP 路由，下一跳分别是 Router B（IP 地址为 1.1.1.2）和 Router C（IP 地址为 1.1.2.2），可行距离为 10240。

(3) 配置 EIGRP 接口度量值

在 Router A 上配置接口 GigabitEthernet3/1/2 的 EIGRP 延时为 50 微秒。

```
[RouterA] interface gigabitethernet 3/1/2
[RouterA-GigabitEthernet3/1/2] eigrp 1 metric delay 5
```

4. 验证配置

在 Router A 上查看 EIGRP 拓扑的所有激活路由。

```
[RouterA-GigabitEthernet3/1/2] display eigrp 1 topology
```

```
EIGRP topology for AS 1 with Router ID 1.1.1.1
```

Destination	FD	State	Successor	Out interface
1.1.1.0/24	5120	Passive	Directed	GE3/1/1
1.1.2.0/24	3840	Passive	Directed	GE3/1/2
1.1.3.0/24	7680	Passive	1.1.1.2	GE3/1/1
1.1.4.0/24	6400	Passive	1.1.2.2	GE3/1/2
1.1.5.0/24	8960	Passive	1.1.2.2	GE3/1/2

可以看到，配置接口度量值之后，Router A 优选 Router C 作为后继路由器。

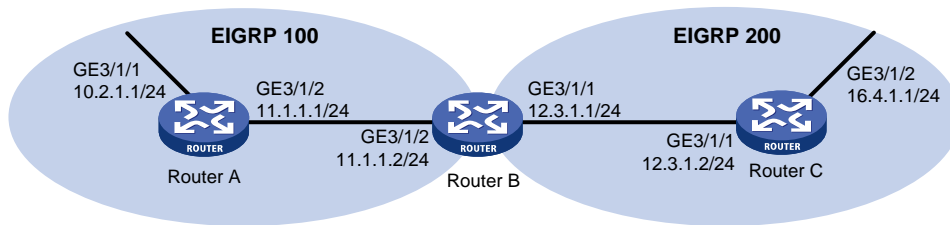
1.8.3 EIGRP 引入外部路由配置举例

1. 组网需求

- Router B 上运行两个 EIGRP 进程：EIGRP 10 和 EIGRP 20。Router B 通过 EIGRP 10 和 Router A 交换路由信息，通过 EIGRP 20 和 Router C 交换路由信息。
- 在 Router B 上配置 EIGRP 进程 20 引入直连路由和 EIGRP 进程 10 的路由，使得 Router C 能够学习到到达 10.2.1.0/24 和 11.1.1.0/24 的路由，但 Router A 不能学习到到达 12.3.1.0/24 和 16.4.1.0/24 的路由。

2. 组网图

图1-7 EIGRP 引入外部路由配置组网图



3. 配置步骤

- (1) 配置各接口的 IP 地址（略）
- (2) 配置 EIGRP 基本功能（配置方法请参见“[1.8.1 EIGRP 基本功能配置举例](#)”）
- (3) 配置 EIGRP 引入外部路由

在 Router B 配置 EIGRP 进程 20 引入直连路由和 EIGRP 进程 10 的路由。

```
<RouterB> system-view
[RouterB] eigrp 20
[RouterB-eigrp-20] address-family ipv4
[RouterB-EIGRP-20-ipv4] import-route direct
[RouterB-EIGRP-20-ipv4] import-route eigrp 10
[RouterB-EIGRP-20-ipv4] quit
```

4. 验证配置

查看路由引入后 Router C 的拓扑表信息。

```
[RouterC] display eigrp topology
```

```
EIGRP topology for AS 20 with Router ID 12.3.1.2
```

Destination	FD	State	Successor	Out interface
10.2.1.0/24	284160	Passive	12.3.1.1	GE3/1/1
11.1.1.0/24	284160	Passive	12.3.1.1	GE3/1/1
12.3.1.0/24	5120	Passive	Directed	GE3/1/1
16.4.1.0/24	5120	Passive	Directed	GE3/1/2

可以看到，Router C 学习到了 Router B 上 EIGRP 进程 10 的 10.2.1.0/24 和 11.1.1.0/24 这两条路由。

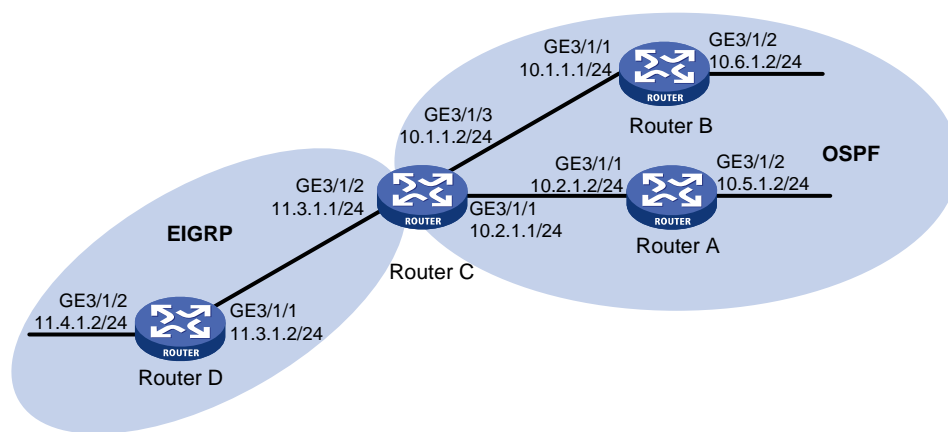
1.8.4 EIGRP 聚合路由配置举例

1. 组网需求

- Router A、Router B 运行 OSPF，Router D 运行 EIGRP，Router C 同时运行 OSPF 和 EIGRP。
- 在 Router C 上配置 EIGRP 进程引入 OSPF 路由，使 Router D 有到达 10.1.1.0/24、10.2.1.0/24、10.5.1.0/24 和 10.6.1.0/24 网段的路由。
- 为了减小 Router D 的路由表规模，在 Router C 上配置路由聚合，只发布聚合后的路由 10.0.0.0/8。

2. 组网图

图1-8 EIGRP 发布聚合路由配置组网图



3. 配置步骤

- (1) 配置各接口的地址（略）
- (2) 配置 OSPF 基本功能

配置 Router A。

```
<RouterA> system-view
[RouterA] ospf
[RouterA-ospf-1] area 0
[RouterA-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.5.1.0 0.0.0.255
[RouterA-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.2.1.0 0.0.0.255
[RouterA-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
```

配置 Router B。

```
<RouterB> system-view
[RouterB] ospf
[RouterB-ospf-1] area 0
[RouterB-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.1.1.0 0.0.0.255
[RouterB-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.6.1.0 0.0.0.255
[RouterB-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
```

配置 Router C。

```
<RouterC> system-view
```

```

[RouterC] ospf
[RouterC-ospf-1] area 0
[RouterC-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.1.1.0 0.0.0.255
[RouterC-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.2.1.0 0.0.0.255
[RouterC-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[RouterC-ospf-1] quit

```

(3) 配置 EIGRP 基本功能

配置 Router C。

```

[RouterC] eigrp 1
[RouterC-eigrp-1] address-family ipv4
[RouterC-eigrp-1-ipv4] network 11.3.1.0 0.0.0.255
[RouterC-eigrp-1-ipv4] quit

```

配置 Router D。

```

<RouterD> system-view
[RouterD] eigrp 1
[RouterD-eigrp-1] address-family ipv4
[RouterD-eigrp-1-ipv4] network 11.3.1.0 0.0.0.255
[RouterD-eigrp-1-ipv4] network 11.4.1.0 0.0.0.255
[RouterD-eigrp-1-ipv4] quit

```

在 Router C 上配置 EIGRP 引入外部路由，引入 OSPF 进程 1 的路由和直连路由。

```

[RouterC] eigrp 1
[RouterC-eigrp-1] address-family ipv4
[RouterC-eigrp-1-ipv4] import-route ospf 1
[RouterC-eigrp-1-ipv4] import-route direct
[RouterC-eigrp-1-ipv4] quit

```

查看 Router D 的拓扑信息。

```

[RouterD] display eigrp topology

```

```

EIGRP topology for AS 1 with Router ID 11.1.1.1

```

Destination	FD	State	Successor	Out interface
10.1.1.0/24	284160	Passive	11.3.1.1	GE3/1/1
10.2.1.0/24	284160	Passive	11.3.1.1	GE3/1/1
10.5.1.2/32	284160	Passive	11.3.1.1	GE3/1/1
10.6.1.2/32	284160	Passive	11.3.1.1	GE3/1/1
11.3.1.0/24	5120	Passive	Directed	GE3/1/1
11.4.1.0/24	5120	Passive	Directed	GE3/1/2

(4) 配置路由聚合

在 Router C 上配置路由聚合。

```

[RouterC] eigrp 1
[RouterC-eigrp-1] address-family ipv4
[RouterC-eigrp-1-ipv4] summary automatic
[RouterC-eigrp-1-ipv4] quit

```

4. 验证配置

查看 Router D 的拓扑信息，可以看到 Router C 只发布聚合路由 10.0.0.0/8。

```

[RouterD] display eigrp topology

```

EIGRP topology for AS 1 with Router ID 11.1.1.1

Destination	FD	State	Successor	Out interface
10.0.0.0/8	284160	Passive	11.3.1.1	GE3/1/1
11.0.0.0/8	7680	Passive	11.3.1.1	GE3/1/1
11.3.1.0/24	5120	Passive	Directed	GE3/1/1
11.4.1.0/24	5120	Passive	Directed	GE3/1/2

1.9 常见配置错误举例

1.9.1 EIGRP 邻居无法建立

1. 故障现象

EIGRP 邻居无法建立。

2. 处理过程

- (1) 使用 **display eigrp** 命令查看 EIGRP 配置参数，判断本地路由器与相邻路由器上配置的 AS 号、开销值计算系数是否相同。只有 AS 号、开销值计算系数相同，才能建立邻居关系。
- (2) 使用 **display eigrp interface** 命令查看 EIGRP 接口的信息，检查运行 EIGRP 进程的接口是否处于 UP 状态。
- (3) 使用 **display eigrp peer** 命令查看 EIGRP 邻居状态，检查邻居状态是否处于 UP。
- (4) 检查物理连接及下层协议是否正常运行，可通过 **ping** 命令测试。若从本地路由器 Ping 对端路由器不通，则表明物理连接和下层协议存在问题。
- (5) 检查 EIGRP 定时器，在同一接口上邻居失效时间建议至少为 Hello 报文发送时间间隔的 3 倍。