

目 录

1 IPv6 BGP配置	1-1
1.1 IPv6 BGP简介	1-1
1.2 配置任务简介.....	1-1
1.3 配置IPv6 BGP的基本功能	1-2
1.3.1 配置准备	1-2
1.3.2 配置IPv6 对等体.....	1-3
1.3.3 配置IPv6 BGP发布本地IPv6 路由.....	1-3
1.3.4 配置路由首选值	1-3
1.3.5 配置IPv6 BGP连接所使用的本地接口	1-4
1.3.6 配置非直接相连的邻居建立EBGP连接.....	1-5
1.3.7 配置IPv6 对等体/IPv6 对等体组的描述信息.....	1-5
1.3.8 禁止与IPv6 对等体/IPv6 对等体组建立会话.....	1-6
1.3.9 记录指定IPv6 对等体/IPv6 对等体组的会话状态和事件信息.....	1-6
1.4 控制路由信息的发布与接收.....	1-6
1.4.1 配置准备	1-7
1.4.2 配置IPv6 BGP引入其他路由.....	1-7
1.4.3 配置IPv6 BGP路由聚合	1-7
1.4.4 配置向IPv6 对等体/IPv6 对等体组发送缺省路由.....	1-8
1.4.5 配置路由信息的发布策略.....	1-8
1.4.6 配置路由信息的接收策略.....	1-9
1.4.7 配置IPv6 BGP与IGP路由同步	1-10
1.4.8 配置路由衰减.....	1-10
1.5 配置IPv6 BGP的路由属性	1-11
1.5.1 配置准备	1-11
1.5.2 配置IPv6 BGP路由管理的优先级、缺省LOCAL_PREF及NEXT_HOP属性.....	1-11
1.5.3 配置MED属性	1-12
1.5.4 配置AS_PATH属性.....	1-12
1.6 调整和优化IPv6 BGP网络	1-13
1.6.1 配置准备	1-14
1.6.2 配置IPv6 BGP的时钟.....	1-14
1.6.3 配置IPv6 BGP软复位.....	1-14
1.6.4 使能IPv6 BGP ORF能力功能	1-15
1.6.5 使能 4 字节AS号抑制功能.....	1-16

1.6.6	配置最大等价路由的条数	1-17
1.6.7	配置IPv6 BGP建立TCP连接时进行MD5 认证	1-17
1.6.8	配置IPv6 BGP IPsec安全策略	1-18
1.6.9	配置BGP GTSM安全检测	1-18
1.7	组建大型IPv6 BGP网络	1-19
1.7.1	配置准备	1-20
1.7.2	配置IPv6 BGP对等体组	1-20
1.7.3	配置IPv6 BGP团体	1-21
1.7.4	配置IPv6 BGP路由反射器	1-22
1.8	配置 6PE	1-23
1.8.1	配置准备	1-24
1.8.2	配置 6PE基本功能	1-24
1.8.3	配置 6PE可选功能	1-25
1.9	配置IPv6 BGP与BFD联动	1-26
1.10	IPv6 BGP显示和维护	1-27
1.10.1	IPv6 BGP显示	1-27
1.10.2	复位IPv6 BGP连接	1-28
1.10.3	清除IPv6 BGP信息	1-28
1.11	IPv6 BGP典型配置举例	1-29
1.11.1	IPv6 BGP基本配置	1-29
1.11.2	配置IPv6 BGP路由反射	1-31
1.11.3	配置 6PE	1-32
1.11.4	配置IPv6 BGP IPsec安全策略	1-37
1.11.5	配置IPv6 BGP与BFD联动	1-41
1.12	IPv6 BGP常见错误配置举例	1-45
1.12.1	IPv6 BGP对等体关系不能建立	1-45

1 IPv6 BGP配置



说明

本章只列出了 IPv6 BGP 专有的配置与操作，其他相关内容请参见“三层技术-IP 路由配置指导”中的“BGP”。

1.1 IPv6 BGP简介

传统的 BGP-4 只能管理 IPv4 的路由信息，对于使用其它网络层协议（如 IPv6 等）的应用，在跨自治系统传播时就受到一定限制。

为了提供对多种网络层协议的支持，IETF 对 BGP-4 进行了扩展，形成 IPv6 BGP，目前的 IPv6 BGP 标准是 RFC 2858（Multiprotocol Extensions for BGP-4，BGP-4 多协议扩展）。

为了实现对 IPv6 协议的支持，IPv6 BGP 需要将 IPv6 网络层协议的信息反映到 NLRI（Network Layer Reachability Information，网络层可达信息）及 NEXT_HOP 属性中。

IPv6 BGP 中引入的两个 NLRI 属性分别是：

- MP_REACH_NLRI: Multiprotocol Reachable NLRI，多协议可达 NLRI。用于发布可达路由及下一跳信息。
- MP_UNREACH_NLRI: Multiprotocol Unreachable NLRI，多协议不可达 NLRI。用于撤销不可达路由。

IPv6 BGP 中的 NEXT_HOP 属性用 IPv6 地址来表示，可以是 IPv6 全球单播地址或者链路本地地址。IPv6 BGP 是利用 BGP 的多协议扩展属性，来达到在 IPv6 网络中应用的目的，BGP 协议原有的消息机制和路由机制并没有改变。

1.2 配置任务简介

表1-1 配置任务简介

	配置任务	说明	详细配置
配置 IPv6 BGP 基本功能	配置 IPv6 对等体	必选	1.3.2
	配置 IPv6 BGP 发布本地 IPv6 路由	可选	1.3.3
	配置路由首选值	可选	1.3.4
	配置 IPv6 BGP 连接所使用的本地接口	可选	1.3.5
	配置 EBGP 连接的最大跳数	可选	1.3.6
	配置 IPv6 对等体/IPv6 对等体组的描述信息	可选	1.3.7
	禁止与 IPv6 对等体/IPv6 对等体组建立会话	可选	1.3.8

配置任务		说明	详细配置
	记录指定 IPv6 对等体/IPv6 对等体组的会话状态和事件信息	可选	1.3.9
控制路由信息的发布与接收	配置 IPv6 BGP 引入其他路由	可选	1.4.2
	配置 IPv6 BGP 路由聚合	可选	1.4.3
	配置向 IPv6 对等体/IPv6 对等体组发送缺省路由	可选	1.4.4
	配置路由信息的发布策略	可选	1.4.5
	配置路由信息的接收策略	可选	1.4.6
	配置 IPv6 BGP 与 IGP 路由同步	可选	1.4.7
	配置路由衰减	可选	1.4.8
配置 IPv6 BGP 的路由属性	配置 IPv6 BGP 路由管理的优先级、缺省 LOCAL_PREF 及 NEXT_HOP 属性	可选	1.5.2
	配置 MED 属性	可选	1.5.3
	配置 AS_PATH 属性	可选	1.5.4
调整和优化 IPv6 BGP 网络	配置 IPv6 BGP 的时钟	可选	1.6.2
	配置 IPv6 BGP 软复位	可选	1.6.3
	配置 BGP ORF 能力	可选	1.6.4
	配置最大等价路由的条数	可选	1.6.6
	配置 IPv6 BGP 建立 TCP 连接时进行 MD5 认证	可选	1.6.7
	配置 IPv6 BGP IPsec 安全策略	可选	1.6.8
	配置 BGP GTSM 安全检测	可选	1.6.9
组建大型 IPv6 BGP 网络	配置 IPv6 BGP 对等体组	可选	1.7.2
	配置 IPv6 BGP 团体	可选	1.7.3
	配置 IPv6 BGP 路由反射器	可选	1.7.4
配置 6PE	配置 6PE 基本功能	必选	1.8.2
	配置 6PE 可选功能	可选	1.8.3
配置 IPv6 BGP 与 BFD 联动		可选	1.9

1.3 配置IPv6 BGP的基本功能

1.3.1 配置准备

在配置 IPv6 BGP 基本功能之前，需完成以下任务：

- 配置接口的网络层地址
- 使能 IPv6 功能



说明

必须首先创建对等体组，才能配置对等体组的基本功能。关于对等体组的创建请参见“[1.7.2 配置 IPv6 BGP对等体组](#)”。

1.3.2 配置IPv6 对等体

表1-2 配置 IPv6 对等体

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
启动 BGP，进入 BGP 视图	bgp as-number	必选 缺省情况下，系统没有运行 BGP
为路由器指定 ID	router-id router-id	可选 如果 Loopback 和其它接口没有配置 IP 地址，则该任务为必选
进入 IPv6 地址族视图	ipv6-family	-
配置对等体	peer ipv6-address as-number as-number	必选

1.3.3 配置IPv6 BGP发布本地IPv6 路由

表1-3 配置 IPv6 BGP 发布本地 IPv6 路由

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
进入 BGP 视图	bgp as-number	必选
进入 IPv6 地址族视图	ipv6-family	-
将路由通告到 IPv6 BGP 路由表中	network ipv6-address prefix-length [short-cut route-policy route-policy-name]	必选 缺省情况下，IPv6 BGP 不通告任何路由

1.3.4 配置路由首选值

表1-4 配置路由首选值

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
进入 BGP 视图	bgp as-number	必选

操作	命令	说明
进入 IPv6 地址族视图	ipv6-family	-
为从 IPv6 对等体/IPv6 对等体组接收的路由分配首选值	peer { ipv6-group-name ipv6-address } preferred-value value	可选 缺省情况下，从 IPv6 对等体/IPv6 对等体组接收的路由的首选值为 0

注意

如果同时通过路由策略和 **peer { ipv6-group-name | ipv6-address } preferred-value value** 命令为从对等体/对等体组接收的 IPv6 路由设置首选值，通过路由策略过滤的 IPv6 路由的首选值将取路由策略中设置的首选值而不是 **peer { ipv6-group-name | ipv6-address } preferred-value value** 命令里设置的首选值，只有当路由策略里设置的首选值为 0 时，IPv6 路由的首选值才会取 **peer { ipv6-group-name | ipv6-address } preferred-value value** 命令里设置的值；没有通过路由策略过滤的 IPv6 路由的首选值仍取 **peer { ipv6-group-name | ipv6-address } preferred-value value** 命令里设置的首选值。通过路由策略配置 BGP IPv6 路由信息首选值的相关配置可参考命令 **peer { group-name | ipv4-address | ipv6-address } route-policy route-policy-name { import | export }** 和“三层技术-IP 路由命令参考/路由策略”中的 **apply preferred-value preferred-value**。

1.3.5 配置 IPv6 BGP 连接所使用的本地接口

表1-5 配置 IPv6 BGP 连接所使用的本地接口

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
进入 BGP 视图	bgp as-number	必选
进入 IPv6 地址族视图	ipv6-family	-
指定与 IPv6 对等体/IPv6 对等体组创建 BGP 会话时建立 TCP 连接使用的源接口	peer { ipv6-group-name ipv6-address } connect-interface interface-type interface-number	必选 缺省情况下，IPv6 BGP 使用到达 IPv6 对等体的最佳路由的出接口作为与 IPv6 对等体/IPv6 对等体组创建 BGP 会话时建立 TCP 连接的源接口



说明

- 为了提高 IPv6 BGP 连接的可靠性和稳定性，可将 IPv6 BGP 连接所使用的本地接口配置成 Loopback 接口，这样当网络中存在冗余链路时，不会因为其中某个接口或链路的故障而使 IPv6 BGP 连接中断。
- 当建立 BGP 连接时，如果没有明确指定建立 TCP 连接的源接口，可能会由于无法根据到达 BGP 对等体的最优路由确定 TCP 连接源接口从而导致无法建立 TCP 连接，因此建议用户在此情况下配置 BGP 对等体时明确配置 BGP 会话建立 TCP 连接的源接口为指定接口。

1.3.6 配置非直接相连的邻居建立EBGP连接

表1-6 配置非直接相连的邻居建立 EBGP 连接

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
进入 BGP 视图	bgp as-number	必选
进入 IPv6 地址族视图	ipv6-family	-
配置允许同非直接相连网络上的邻居建立 EBGP 连接	peer { ipv6-group-name ipv6-address } ebgp-max-hop [hop-count]	必选 缺省情况下，不允许同非直接相连网络上的邻居建立 EBGP 连接



注意

通常情况下，EBGP 对等体之间必须具有直连的物理链路，如果不满足这一要求，则必须使用 **peer ebgp-max-hop** 命令允许它们之间经过多跳建立 TCP 连接。但是，对于直连 EBGP 使用 Loopback 接口建立邻居关系，不需要 **peer ebgp-max-hop** 命令的配置。

1.3.7 配置IPv6 对等体/IPv6 对等体组的描述信息

表1-7 配置 IPv6 对等体/IPv6 对等体组的描述信息

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
进入 BGP 视图	bgp as-number	必选
进入 IPv6 地址族视图	ipv6-family	-
配置 IPv6 对等体/IPv6 对等体组的描述信息	peer { ipv6-group-name ipv6-address } description description-text	可选 缺省情况下，IPv6 对等体/IPv6 对等体组无描述信息



说明

如果配置对等体组的描述信息，需要先创建对等体组。

1.3.8 禁止与IPv6对等体/IPv6对等体组建立会话

表1-8 禁止与IPv6对等体/IPv6对等体组建立会话

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
进入 BGP 视图	bgp as-number	必选
进入 IPv6 地址族视图	ipv6-family	-
禁止与 IPv6 对等体/IPv6 对等体组建立会话	peer { ipv6-group-name ipv6-address } ignore	必选 缺省情况下，允许与 IPv6 对等体/IPv6 对等体组建立会话

1.3.9 记录指定IPv6对等体/IPv6对等体组的会话状态和事件信息

表1-9 记录指定 IPv6 对等体/IPv6 对等体组的会话状态和事件信息

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
进入 BGP 视图	bgp as-number	必选
全局使能 BGP 日志记录功能	log-peer-change	可选 缺省情况下，使能 BGP 日志记录功能
进入 IPv6 地址族视图	ipv6-family	-
记录指定 IPv6 对等体/IPv6 对等体组的会话状态和事件信息	peer { ipv6-group-name ipv6-address } log-change	可选 缺省情况下，记录 IPv6 对等体/IPv6 对等体组的会话状态和事件信息



说明

有关 **log-peer-change** 命令的详细信息请参见“三层技术-IP 路由命令参考”中的“BGP”。

1.4 控制路由信息的发布与接收

控制 IPv6 BGP 的路由信息的发布和接收，包括对路由信息进行过滤，应用路由策略，路由衰减。

1.4.1 配置准备

在控制路由信息的发布与接收之前，需完成以下任务：

- 使能 IPv6 功能
- 配置 IPv6 BGP 基本功能

1.4.2 配置IPv6 BGP引入其他路由

表1-10 配置 IPv6 BGP 引入和过滤外部路由

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
进入 BGP 视图	bgp as-number	必选
进入 IPv6 地址族视图	ipv6-family	-
允许将缺省路由引入到 IPv6 BGP 路由表中	default-route imported	可选 缺省情况下，IPv6 BGP 不允许将缺省路由引入到 IPv6 BGP 路由表中
配置引入其它协议路由信息并通告	import-route protocol [process-id [med med-value route-policy route-policy-name] *]	必选 缺省情况下，IPv6 BGP 不引入且不通告其它协议的路由



说明

如果没有配置 **default-route imported** 命令，则使用 **import-route** 命令引入 IGP 路由时，不能引入 IGP 的缺省路由。

1.4.3 配置IPv6 BGP路由聚合

在中型或大型 BGP 网络中，在向对等体发布 IPv6 路由信息时，可以配置路由聚合，减小对等体路由表中的路由数量。BGP 仅支持 IPv6 路由的手动聚合。

表1-11 配置 IPv6 路由聚合

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
进入 BGP 视图	bgp as-number	-
进入 IPv6 地址族视图	ipv6-family	-
配置手动路由聚合	aggregate ipv6-address prefix-length [as-set attribute-policy route-policy-name detail-suppressed origin-policy route-policy-name suppress-policy route-policy-name] *	必选 缺省情况下，不进行路由聚合

1.4.4 配置向IPv6对等体/IPv6对等体组发送缺省路由

表1-12 配置向 IPv6 对等体/IPv6 对等体组发送缺省路由

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
进入 BGP 视图	bgp as-number	必选
进入 IPv6 地址族视图	ipv6-family	-
配置向 IPv6 对等体/IPv6 对等体组发送缺省路由	peer { ipv6-group-name ipv6-address } default-route-advertise [route-policy route-policy-name]	必选 缺省情况下，不向 IPv6 对等体/IPv6 对等体组发布缺省路由



说明

执行 **peer default-route-advertise** 命令后，不论本地路由表中是否存在缺省路由，都将向指定 IPv6 对等体/IPv6 对等体组发布一条下一跳地址为本地地址的缺省路由。

1.4.5 配置路由信息的发布策略

表1-13 配置路由信息的发布策略

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
进入 BGP 视图	bgp as-number	必选
进入 IPv6 地址族视图	ipv6-family	-
对发布的路由进行过滤	filter-policy { acl6-number ipv6-prefix ipv6-prefix-name } export [protocol process-id]	必选 缺省情况下，没有对发布的路由信息进行过滤
配置出方向路由策略	peer { ipv6-group-name ipv6-address } route-policy route-policy-name export	必选 缺省情况下，没有指定 IPv6 对等体/IPv6 对等体组的路由策略
配置基于 IPv6 ACL 的路由过滤策略	peer { ipv6-group-name ipv6-address } filter-policy acl6-number export	必选 缺省情况下，没有为 IPv6 对等体/IPv6 对等体组配置基于 IPv6 ACL 的过滤策略
配置基于 AS 路径过滤列表的 IPv6 BGP 路由过滤策略	peer { ipv6-group-name ipv6-address } as-path-acl as-path-acl-number export	必选 缺省情况下，没有为 IPv6 对等体/IPv6 对等体组配置基于 AS 路径过滤列表的 IPv6 BGP 路由过滤策略

操作	命令	说明
配置基于 IPv6 地址前缀列表的路由过滤策略	peer { ipv6-group-name ipv6-address } ipv6-prefix ipv6-prefix-name export	必选 缺省情况下, 没有指定 IPv6 对等体/IPv6 对等体组基于 IPv6 前缀列表的过滤策略

说明

IPv6 BGP 对引入的路由信息进行过滤后, 会将符合条件的路由信息发布给 IPv6 BGP 对等体 (Export)。指定 *protocol* 参数可以只对特定路由协议的信息进行过滤, 如果没有指定此参数, 则对所有要发布的 IPv6 BGP 路由信息进行过滤, 包括引入的路由和使用 **network** 命令发布的路由。

1.4.6 配置路由信息的接收策略

表1-14 配置路由信息的接收策略

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
进入 BGP 视图	bgp as-number	必选
进入 IPv6 地址族视图	ipv6-family	-
对接收的路由信息进行过滤	filter-policy { acl6-number ipv6-prefix ipv6-prefix-name } import	必选 缺省情况下, 不对接收的路由信息进行过滤
对接收的路由信息应用路由策略	peer { ipv6-group-name ipv6-address } route-policy route-policy-name import	必选 缺省情况下, 没有指定 IPv6 对等体/IPv6 对等体组的路由策略
配置基于 IPv6 ACL 的路由过滤策略	peer { ipv6-group-name ipv6-address } filter-policy acl6-number import	必选 缺省情况下, 没有为 IPv6 对等体/IPv6 对等体组设置基于 IPv6 ACL 的路由过滤策略
配置基于 AS 路径过滤列表的 IPv6 BGP 路由过滤策略	peer { ipv6-group-name ipv6-address } as-path-acl as-path-acl-number import	必选 缺省情况下, 没有为 IPv6 对等体/IPv6 对等体组设置基于 AS 路径过滤列表的 IPv6 BGP 路由过滤策略
配置基于 IPv6 地址前缀列表的路由过滤策略	peer { ipv6-group-name ipv6-address } ipv6-prefix ipv6-prefix-name import	必选 缺省情况下, 没有为 IPv6 对等体/IPv6 对等体组设置基于 IPv6 前缀列表的路由过滤策略
配置允许从 IPv6 对等体/IPv6 对等体组接收的最大 IPv6 地址前缀数	peer { ipv6-group-name ipv6-address } route-limit limit [percentage]	可选 缺省情况下, 允许从 IPv6 对等体/IPv6 对等体组接收的 IPv6 地址最大地址前缀数无限制



说明

- 对 IPv6 BGP 接收的路由进行过滤，只有满足某些条件的路由才能被 IPv6 BGP 接收，并加到路由表中。
- 对等体组的成员可以与所在的组使用不同的入方向路由策略，即接收路由时，各对等体可以选择自己的策略。

1.4.7 配置 IPv6 BGP 与 IGP 路由同步

使能同步特性后，如果一个 AS 由一个非 IPv6 BGP 路由器提供转发服务，那么该 AS 中的 IPv6 BGP 发言者不能对外部 AS 发布路由信息，除非该 AS 中的所有路由器都知道更新的路由信息。

IPv6 BGP 路由器收到一条 IBGP 路由，缺省只检查该路由的下一跳是否可达。如果可达，IPv6 BGP 路由器就将这条 IBGP 路由发布给 EBGP 对等体。如果配置了同步特性，则需要同时满足以下条件，IPv6 BGP 路由器才会将该 IBGP 路由发布给 EBGP 对等体：

- 该路由的下一跳可达；
- 在 IGP 路由表中存在一条 active 的路由，与该 IBGP 路由的目的地址和掩码完全相同。

表1-15 配置 IPv6 BGP 与 IGP 路由同步

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
进入 BGP 视图	bgp as-number	必选
进入 IPv6 地址族视图	ipv6-family	-
配置 IPv6 BGP 与 IGP 路由同步	synchronization	必选 缺省情况下，IPv6 BGP 和 IGP 路由不同步

1.4.8 配置路由衰减

表1-16 配置路由衰减

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
进入 BGP 视图	bgp as-number	必选
进入 IPv6 地址族视图	ipv6-family	-
配置 IPv6 BGP 路由衰减	dampening [half-life-reachable half-life-unreachable reuse suppress ceiling route-policy route-policy-name]*	可选 缺省情况下，没有配置路由衰减

1.5 配置IPv6 BGP的路由属性

本节主要介绍使用各类路由属性来改变 IPv6 BGP 的选路策略。包括如下属性：

- IPv6 BGP 协议的优先级
- 缺省 LOCAL_PREF 属性值
- MED 属性
- NEXT_HOP 属性
- AS_PATH 属性

1.5.1 配置准备

在配置 IPv6 BGP 的路由属性之前，需完成以下任务：

- 使能 IPv6 功能
- 配置 IPv6 BGP 基本功能

1.5.2 配置IPv6 BGP路由管理的优先级、缺省LOCAL_PREF及NEXT_HOP属性

表1-17 配置 IPv6 BGP 协议的优先级、缺省 LOCAL_PREF 及 NEXT_HOP 属性

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
进入 BGP 视图	bgp as-number	必选
进入 IPv6 地址族视图	ipv6-family	-
设定 IPv6 BGP 路由管理的优先级	preference { <i>external-preference</i> <i>internal-preference</i> <i>local-preference</i> route-policy <i>route-policy-name</i> }	可选 缺省情况下，EBGP 路由的管理优先级为 255，IBGP 路由的管理优先级为 255，本地产生的 IPv6 BGP 路由的管理优先级为 130
配置本地优先级的缺省值	default local-preference <i>value</i>	可选 缺省情况下，本地优先级的缺省值为 100
配置发布路由时将自身地址作为下一跳	peer { <i>ipv6-group-name</i> <i>ipv6-address</i> } next-hop-local	可选 缺省情况下，向 EBGP IPv6 对等体/IPv6 对等体组发布路由时，将自身地址作为下一跳；向 IBGP IPv6 对等体/IPv6 对等体发布路由时，不将自身地址作为下一跳



说明

- 在某些组网环境中，为保证 IBGP 邻居能够找到正确的下一跳，可以配置在向 IBGP IPv6 对等体/IPv6 对等体组发布路由时，改变下一跳地址为自身地址。如果配置了 IPv6 BGP 负载分担，则不论是否配置了 **peer next-hop-local** 命令，本地路由器向 IBGP IPv6 对等体/IPv6 对等体组发布路由时都先将下一跳地址改变为自身地址。
- 在第三方下一跳（即两个 BGP 连接在同一网段的广播网）这种特殊的组网环境中，缺省情况下，向 EBGP IPv6 对等体/IPv6 对等体组发布路由时，不将自身地址作为下一跳；只有配置了 **peer next-hop-local** 命令，才将自身地址作为下一跳。

1.5.3 配置MED属性

表1-18 配置 MED 属性

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
进入 BGP 视图	bgp as-number	必选
进入 IPv6 地址族视图	ipv6-family	-
配置系统的缺省 MED 值	default med med-value	可选 缺省情况下，系统缺省的 MED 值为 0
配置允许比较来自不同 AS 邻居的路由的 MED 属性值	compare-different-as-med	可选 缺省情况下，不允许比较来自不同 AS 邻居的路由的 MED 属性值
配置根据路由来自的 AS 进行分组对 MED 排序优选	bestroute compare-med	可选 缺省情况下，不根据路由来自的 AS 进行分组对 MED 排序优选
配置允许比较联盟对等体的路由按 MED 值进行优选	bestroute med-confederation	可选 缺省情况下，比较联盟对等体的路由时不考虑 MED 值

1.5.4 配置AS_PATH属性

表1-19 配置 AS_PATH 属性

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
进入 BGP 视图	bgp as-number	必选
进入 IPv6 地址族视图	ipv6-family	-

操作	命令	说明
配置允许本地 AS 号在所接收的路由的 AS_PATH 属性中出现,并可同时配置允许重复的次数	peer { ipv6-group-name ipv6-address } allow-as-loop [number]	可选 缺省情况下,不允许本地 AS 号重复
为 IPv6 对等体/IPv6 对等体组配置一个虚拟的本地自治系统号	peer { ipv6-group-name ipv6-address } fake-as as-number	可选 缺省情况下,没有为 IPv6 对等体/IPv6 对等体组配置虚拟的本地自治系统号
禁止路由器将 AS_PATH 当作选路算法中的一个因素	bestroute as-path-neglect	可选 缺省情况下,路由器可以将 AS_PATH 当作选路算法中的一个因素
配置发送 IPv6 BGP 更新报文时不携带私有 AS 编号	peer { ipv6-group-name ipv6-address } public-as-only	可选 缺省情况下,发送 IPv6 BGP 更新报文时携带私有自治系统号
配置用本地 AS 号替换 AS_PATH 属性中指定 IPv6 对等体/IPv6 对等体组的 AS 号	peer { ipv6-group-name ipv6-address } substitute-as	可选 缺省情况下,没有用本地 AS 号替换 AS_PATH 属性中指定 IPv6 对等体/IPv6 对等体组的 AS 号

1.6 调整和优化IPv6 BGP网络

本节主要介绍配置 IPv6 BGP 时钟、软复位 IPv6 BGP 连接和配置最大等价路由的条数。

(1) IPv6 BGP 时钟

当对等体间建立了 IPv6 BGP 连接后,它们定时向对端发送 **Keepalive** 消息,以防止路由器认为 IPv6 BGP 连接已中断。若路由器在设定的连接保持时间 (**Holdtime**) 内未收到对端的 **Keepalive** 消息或任何其它类型的报文,则认为此 IPv6 BGP 连接已中断,从而退出此 IPv6 BGP 连接。

路由器在与对等体建立 IPv6 BGP 连接时,将比较双方保持时间,以数值较小者做为协商后的保持时间。如果协商结果为 0,则不发送 **Keepalive** 消息,且不检测 **Holdtime** 是否超时。

(2) 软复位 IPv6 BGP 连接

IPv6 BGP 的选路策略改变后,为了使新的策略生效,必须复位 IPv6 BGP 连接,但这样会造成短暂的 IPv6 BGP 连接中断。在目前的实现中,IPv6 BGP 支持 **Route-refresh** 功能。当策略改变后,系统可以在不中断 IPv6 BGP 连接的情况下,自动对 IPv6 BGP 路由表进行动态刷新。

在所有 IPv6 BGP 路由器使能 **Route-refresh** 功能的情况下,如果 IPv6 BGP 的路由策略发生了变化,本地路由器会向对等体发布 **Route-refresh** 消息,收到此消息的对等体会将其路由信息重新发给本地 IPv6 BGP 路由器。这样,在不中断 IPv6 BGP 连接的情况下,就可以对 IPv6 BGP 路由表进行动态更新,并应用新的策略。

如果网络中存在有不支持 **Route-Refresh** 的路由器,则需要配置 **peer keep-all-routes** 命令,将其所有路由更新保存在本地;当路由策略发生变化时,系统将对 IPv6 BGP 路由表进行动态更新,并应用新的策略。

1.6.1 配置准备

在调整 IPv6 BGP 的时钟之前，需完成以下任务：

- 使能 IPv6 能力
- 配置 IPv6 BGP 基本功能

1.6.2 配置IPv6 BGP的时钟

表1-20 配置 IPv6 BGP 的时钟

步骤	操作	命令
进入系统视图	system-view	-
进入 BGP 视图	bgp as-number	必选
进入 IPv6 地址族视图	ipv6-family	-
配置 IPv6 BGP 定时器	配置 IPv6 BGP 的存活时间间隔与保持时间	timer keepalive keepalive hold holdtime
	配置指定 IPv6 对等体/IPv6 对等体组的存活和保持时间	peer { ipv6-group-name ipv6-address } timer keepalive keepalive hold holdtime
配置 IPv6 对等体/IPv6 对等体组的发送同一路由更新报文的时间间隔	peer { ipv6-group-name ipv6-address } route-update-interval interval	可选 缺省情况下，存活时间间隔为 60 秒，保持时间为 180 秒 可选 缺省情况下，向 IBGP 对等体发送同一路由更新的时间间隔为 15 秒，向 EBGP 对等体发送同一路由更新的时间间隔为 30 秒 配置时间间隔为 0 时，表示立即向 BGP 对等体发送同一路由更新报文。

说明

- 使用 **timer** 命令配置的定时器比使用 **peer timer** 命令配置的定时器优先级要低。
- 设置的保持时间应该至少为存活时间间隔的三倍。

1.6.3 配置IPv6 BGP软复位

1. 使能Route-refresh功能

表1-21 使能 Route-refresh 功能

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
进入 BGP 视图	bgp as-number	必选

操作	命令	说明
进入 IPv6 地址族视图	ipv6-family	-
使能 IPv6 BGP 路由刷新功能	peer { ipv6-group-name ipv6-address } capability-advertise route-refresh	可选 缺省情况下，使能 IPv6 BGP 路由刷新功能

2. 手工软复位IPv6 BGP

表1-22 手工软复位 IPv6 BGP

步骤	操作	命令
进入系统视图	system-view	-
进入 BGP 视图	bgp as-number	必选
进入 IPv6 地址族视图	ipv6-family	-
保存所有来自 IPv6 对等体/IPv6 对等体组的原始路由信息，即使这些路由没有通过已配置的入口策略	peer { ipv6-group-name ipv6-address } keep-all-routes	可选 缺省情况下，不保存 IPv6 对等体/IPv6 对等体组的原始路由信息
返回用户视图	return	-
手工对 IPv6 BGP 连接进行软复位	refresh bgp ipv6 { all ipv6-address group ipv6-group-name external internal } { export import }	必选



说明

配置命令 **peer keep-all-routes** 后，不论是否使用了过滤策略，都将保存指定对等体发来的所有路由更新。当软复位 IPv6 BGP 连接时，这些信息可以用来重新生成 IPv6 BGP 路由。

1.6.4 使能IPv6 BGP ORF能力功能

BGP ORF 是将本地入口策略通过 Route-refresh 报文推给邻居，当邻居需要向 BGP 对等体发送 Update 更新报文时，通过本地的路由策略后最后还需要进行 ORF 策略的过滤，只有通过 ORF 策略的路由信息才会发给 BGP 对等体，以达到减少 BGP 邻居间 Update 更新报文的交互，节省网络资源的目的。

使能 BGP ORF 能力后，本地和 BGP 对等体会通过 Open 报文协商 ORF 能力（即收发的报文里是否允许携带 ORF 信息，如果允许携带，是否可以携带非标准的 ORF 信息），当协商完毕并成功建立邻居关系后，可以通过特殊的 Route-refresh 报文交互 ORF 信息。

ORF能力协商成功需要两端的配置来保证，关于两端参数的选择请参见 [表 1-24](#)。

表1-23 配置 BGP ORF 能力

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
进入 BGP 视图	bgp as-number	必选
进入 IPv6 地址族视图	ipv6-family	-
使能 BGP 路由刷新功能	peer { group-name ipv6-address } capability-advertise route-refresh	必选 缺省情况下, BGP 路由刷新功能处于使能状态
使能 BGP ORF 非标准功能	peer { group-name ipv6-address } capability-advertise orf non-standard	可选 缺省情况下, BGP ORF 能力支持 RFC5291,RFC5292 的标准能力
使能 BGP ORF 地址前缀能力协商功能	peer { group-name ip-address ipv6-address } capability-advertise orf ip-prefix { both receive send }	必选 缺省情况下, BGP 不支持 ORF 地址前缀的能力协商

表1-24 both、send、receive 参数选择以及配置效果描述表

本地选择参数	对端选择参数	协商成功后
send	receive	本端的 ORF 发送能力, 对端的 ORF 接收能力
	both	
receive	send	本端的 ORF 接收能力, 对端的 ORF 发送能力
	both	
both	both	双向的 ORF 发送和接收能力

1.6.5 使能 4 字节 AS 号抑制功能

通常情况下, 设备在与对端设备建立邻居时会发送协商报文, 并在报文中携带能力来说明本设备支持长度为 4 字节的 AS 号。但是如果对端设备只支持长度为 2 字节的 AS 号时, 对端设备可能会因为不识别该能力而无法建立邻居。此时, 使能 4 字节 AS 号抑制功能, 重新建立连接, 就能避免发生该情况。

表1-25 使能 4 字节 AS 号抑制功能

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
进入 BGP 视图	bgp as-number	-
进入 IPv6 地址族视图	ipv6-family	-

操作	命令	说明
使能 4 字节 AS 号抑制功能	peer { <i>group-name</i> <i>ip-address</i> } capability-advertise suppress-4-byte-as	必选 缺省情况下，设备没有使能 4 字节 AS 号抑制功能



注意

如果对端设备支持 4 字节 AS 号能力时，请不要使能该功能，否则会导致对等体无法建立。

1.6.6 配置最大等价路由的条数

表1-26 配置最大等价路由的条数

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
进入 BGP 视图	bgp <i>as-number</i>	必选
进入 IPv6 地址族视图	ipv6-family	-
配置进行 IPv6 BGP 负载分担的路由条数	balance <i>number</i>	必选 缺省情况下，不进行负载分担

1.6.7 配置IPv6 BGP建立TCP连接时进行MD5 认证

IPv6 BGP 使用 TCP 作为传输层协议，可靠性有一定保证。为了提高 IPv6 BGP 的安全性，可以配置 IPv6 BGP 在建立 TCP 连接时进行 MD5 认证，认证通过后才能建立 TCP 连接。如果认证失败，则不能建立 TCP 连接。

表1-27 配置 IPv6 BGP 建立 TCP 连接时进行 MD5 认证

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
进入 BGP 视图	bgp <i>as-number</i>	必选
进入 IPv6 地址族视图	ipv6-family	-
配置 IPv6 BGP 建立 TCP 连接时进行 MD5 认证	peer { <i>ipv6-group-name</i> <i>ipv6-address</i> } password { <i>cipher</i> <i>simple</i> } <i>password</i>	可选 缺省情况下，IPv6 BGP 建立 TCP 连接时不进行 MD5 认证



说明

- IPv6 BGP 的 MD5 认证并不能对 BGP 报文进行认证。
- 如果启用 MD5 认证，参与认证的双方必须配置完全一致的认证方式和密码，否则将因为无法通过认证而不能建立 TCP 连接。

1.6.8 配置IPv6 BGP IPsec安全策略

从安全性角度来考虑，为了避免路由信息外泄或者对路由器进行恶意攻击，IPv6 BGP 提供基于 IPsec 的报文验证功能。

路由器在发送的 IPv6 BGP 报文中会携带配置好的 IPsec 安全策略的 SPI (Security Parameter Index, 安全参数索引) 值，接收报文时通过 SPI 值进行 IPsec 安全策略匹配：只有策略匹配的报文才能接收；否则将不会接收报文，不能正常建立邻居和学习路由。

1. 配置准备

配置 IPv6 BGP IPsec 安全策略之前，需要满足下面配置：

- 安全提议已经创建；
- IPsec 安全策略已经创建。

关于安全提议和 IPsec 安全策略的详细配置过程，请参考“安全配置指导”中的“IPsec”。

2. 配置IPv6 BGP IPsec安全策略

表1-28 配置 IPv6 BGP IPsec 安全策略

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
进入 BGP 视图	bgp as-number	-
进入 IPv6 地址族视图	ipv6-family	-
配置 IPv6 BGP 对等体/对等体组应用 IPsec 安全策略	peer { group-name ip-address } ipsec-policy policy-name	必选 缺省情况下，IPv6 BGP 对等体/对等体组没有应用 IPsec 安全策略



说明

IPv6 BGP IPsec 安全策略只支持手工配置方式，具体配置请参见“安全配置指导”中的“IPsec”。

1.6.9 配置BGP GTSM安全检测

当网路设备收到“有效报文”攻击时，往往会因为有限资源（如 CPU）消耗过大，而不能处理正常业务甚至瘫痪。例如，攻击者向某台路由器不断的发送仿真 BGP 协议报文，路由器收到这些报文

后，发现是发送给本设备的，则不辨别其“合法性”，直接上送 CPU 处理，从而导致系统异常繁忙，CPU 占用率高。GTSM（Generalized TTL Security Mechanism，通用 TTL 安全保护机制）功能能够帮助解决这个问题。

GTSM 通过检查 IPv6 报文头中的 Hop Limit 值是否在一个预先定义好的范围内，对 IP 层以上业务进行保护，增强系统的安全性，避免设备受到 CPU 利用（CPU-utilization）类型的攻击（如 CPU 过载等）。其基本原理为：配置 BGP GTSM 安全检测功能时，用户可以指定 GTSM 安全检测的合法跳数为 *hop-count*，则合法的 TTL 范围为[255-“*hop-count*”+1,255]。当底层检测到来自该邻居的报文 Hop Limit 值在该合法范围内时，才上送 CPU 处理；当底层检测到来自该邻居的报文 Hop Limit 值不在该合法范围内时，则直接丢弃，不再上送 CPU 处理。

另外，当配置 GTSM 安全检测后，设备会将发送报文的初始 Hop Limit 设置为 255。所以，GTSM 主要用于检测直连 EBGP 邻居报文的有效性，此时可以提供最佳保护效果；对于非直连 EBGP 或 IBGP 邻居的保护效果依赖于组网中间设备的安全性（因为中间设备可能对 Hop Limit 值进行篡改）。

表1-29 配置 BGP GTSM 安全检测

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
进入 BGP 视图	bgp as-number	-
进入 IPv6 地址族视图	ipv6-family	-
配置对邻居的 IPv6 报文进行 GTSM 安全检测	peer { group-name ipv6-address } ttl-security hops hop-count	必选 缺省情况下，不对邻居的 IPv6 报文进行 GTSM 安全检测



注意

- 该配置命令和 **peer ebgp-max-hop** 命令互斥，不能同时配置。
- 使用 BGP GTSM 安全检测功能时，要求本设备和邻居设备同时配置本特性，*hop-count* 值可以不同，只要能够满足合法性检查。

1.7 组建大型IPv6 BGP网络

为方便管理，减少重复配置操作，管理员将一些享有相同更新策略的 IPv6 BGP 对等体划分到一个逻辑组织，这些组织就称为对等体组。只须对一个等体组配置策略，该策略对组内所有成员都有效。当对等体组的配置变化时，每个组员的配置也相应变化。对某些属性可以指定组员的 IPv6 地址进行配置，从而使指定组员在这些属性上不受对等体组配置的影响。

通常将同一自治系统的对等体配置为一个对等体组，当然，也可以将其它自治系统的对等体加入到该组。所有 IBGP 对等体可配置为另一个对等体组，也可以根据业务逻辑创建对等体组。

对等体组可以使一组对等体共享相同的策略，而利用团体可以使多个 AS 中的一组 IPv6 BGP 路由器共享相同的策略。团体是一个路由属性，在 IPv6 BGP 对等体之间传播，它并不受到 AS 范围的限制。

为保证 IBGP 对等体之间的连通性，需要在 IBGP 对等体之间建立全连接关系。当 IBGP 对等体数目很多时，建立全连接网的开销很大。路由反射器和联盟是解决这个问题的两种方法。

IPv6 BGP 联盟的配置方式与 BGP 相同，这里不再赘述。以下主要介绍：

- 配置 IPv6 BGP 对等体组
- 配置 IPv6 BGP 团体
- 配置 IPv6 BGP 路由反射器

1.7.1 配置准备

在配置 IPv6 BGP 对等体组之前，需完成以下任务：

- 相邻节点网络层互通
- 启动 BGP，配置 Router ID

1.7.2 配置 IPv6 BGP 对等体组

1. 创建 IBGP 对等体组

表1-30 创建 IBGP 对等体组

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
启动 BGP，进入 BGP 视图	bgp as-number	必选 缺省情况下，系统没有运行 BGP
进入 IPv6 地址族视图	ipv6-family	-
创建 IBGP 对等体组	group ipv6-group-name [internal]	必选
将对等体加入已存在的对等体组	peer ipv6-address group ipv6-group-name [as-number as-number]	必选 缺省情况下，对等体不属于任何对等体组

2. 创建纯 EBGP 对等体组

表1-31 创建纯 EBGP 对等体组

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
启动 BGP，进入 BGP 视图	bgp as-number	必选 缺省情况下，系统没有运行 BGP
进入 IPv6 地址族视图	ipv6-family	-
创建 EBGP 对等体组	group ipv6-group-name external	必选
配置对等体组的 AS 号	peer ipv6-group-name as-number as-number	必选 缺省情况下，对等体组无 AS 号

操作	命令	说明
在已创建的对等体组中加入 IPv6 对等体	peer ipv6-address group <i>ipv6-group-name</i>	必选 缺省情况下，对等体不属于任何对等体组



说明

- 在创建纯 EBGP 对等体时，需要指定对等体组的自治系统号。
- 如果对等体组中已经加入了对等体，那么不能够为该对等体组指定自治系统号。

3. 创建混合EBGP对等体组

表1-32 创建混合 EBGP 对等体组

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
启动 BGP，进入 BGP 视图	bgp as-number	必选 缺省情况下，系统没有运行 BGP
进入 IPv6 地址族视图	ipv6-family	-
创建 EBGP 对等体组	group ipv6-group-name external	必选
设置 IPv6 对等体的 AS 号	peer ipv6-address as-number <i>as-number</i>	必选 缺省情况下，IPv6 对等体无 AS 号
加入已创建的 IPv6 对等体	peer ipv6-address group <i>ipv6-group-name</i>	必选 缺省情况下，对等体不属于任何对等体组



说明

在创建混合 EBGP 对等体组时，需要单独创建对等体，并可设置不同的自治系统号，但不能设置对等体组的自治系统号。

1.7.3 配置IPv6 BGP团体

1. 配置向IPv6对等体/IPv6对等体组发布团体属性

表1-33 配置向 IPv6 对等体/IPv6 对等体组发布团体属性

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-

操作	命令	说明
启动 BGP，进入 BGP 视图	bgp <i>as-number</i>	必选 缺省情况下，系统没有运行 BGP
进入 IPv6 地址族视图	ipv6-family	-
配置将团体属性传给 IPv6 对等体 /IPv6 对等体组	peer { <i>ipv6-group-name</i> <i>ipv6-address</i> } advertise-community	必选 缺省情况下，不将团体属性发布给任何 IPv6 对等体/IPv6 对等体组
配置将扩展团体属性传给 IPv6 对等体/IPv6 对等体组	peer { <i>ipv6-group-name</i> <i>ipv6-address</i> } advertise-ext-community	必选 缺省情况下，不将扩展团体属性发布给任何 IPv6 对等体/IPv6 对等体组

2. 对发布的路由信息应用路由策略

表1-34 对发布的路由信息应用路由策略

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
进入 BGP 视图	bgp <i>as-number</i>	必选
进入 IPv6 地址族视图	ipv6-family	-
配置出方向路由策略	peer { <i>ipv6-group-name</i> <i>ipv6-address</i> } route-policy <i>route-policy-name</i> export	必选 缺省情况下，不指定 IPv6 对等体 /IPv6 对等体组的路由策略



说明

- 配置 IPv6 BGP 团体时，必须使用路由策略来定义具体的团体属性，然后在发布路由信息时应用此路由策略。
- 关于路由策略的配置，请参见“三层技术-IP 路由配置指导”中的“路由策略”。

1.7.4 配置IPv6 BGP路由反射器

表1-35 配置 IPv6 BGP 路由反射器

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
进入 BGP 视图	bgp <i>as-number</i>	必选
进入 IPv6 地址族视图	ipv6-family	-
配置将本机作为路由反射器，并将 IPv6 对等体/IPv6 对等体组作为路由反射器的客户	peer { <i>ipv6-group-name</i> <i>ipv6-address</i> } reflect-client	必选 缺省情况下，没有配置路由反射器及其客户

操作	命令	说明
使能客户机之间的路由反射	reflect between-clients	可选 缺省情况下，允许客户到客户的路由反射
配置路由反射器的集群 ID	reflector cluster-id cluster-id	可选 缺省情况下，每个路由反射器是使用自己的 Router ID 作为集群 ID

说明

- 通常情况下，路由反射器的客户之间不要求是全连接的，路由缺省通过反射器从一个客户反射到其它客户；如果客户之间是全连接的，可以禁止客户间的反射，以便减少开销。
- 当一个集群里有多个路由反射器时，需要给所有位于同一个集群内的路由反射器配置相同的 Cluster_ID，以避免路由循环。

1.8 配置 6PE

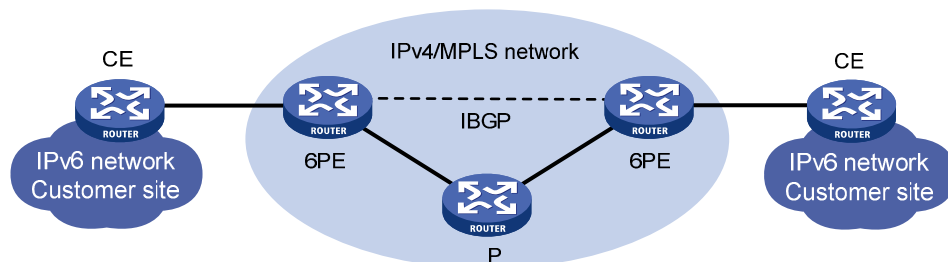
6PE（IPv6 Provider Edge，IPv6 供应商边缘）是一种过渡技术，ISP 可以利用已有的 IPv4 骨干网为分散用户的 IPv6 网络提供接入能力，使得 IPv6 孤岛的 CE（Customer Edge，用户边缘）路由器穿过当前已存在的 IPv4 PE 路由器进行通信。

6PE 的主要思想是：

- 6PE 路由器将用户的 IPv6 路由信息转换为带有标签的 IPv6 路由信息；
- 通过 BGP 会话扩散到 ISP 的 IPv4 骨干网中；
- 6PE 路由器转发 IPv6 报文时，首先会将进入骨干网隧道的数据流打上标签。隧道可以是 GRE 隧道或者 MPLS LSP 等。

运营商网络的 IGP 协议可以是 OSPF 或 IS-IS；CE 和 6PE 之间可以是静态路由、IGP 协议或者 EBGP 协议。

图1-1 6PE 组网图





说明

P (Provider) 路由器：服务提供商网络中的骨干路由器，不与 CE 直接相连。P 设备只需要具备基本 MPLS 转发能力。

当 ISP 想利用自己原有的 IPv4/MPLS 网络，使其通过 MPLS 具有 IPv6 流量交换能力时，只需要升级 PE 路由器就可以了。所以对于运营商来说，使用 6PE 技术作为 IPv6 过渡机制无疑是一个高效的解决方案，其操作风险也会小得多。

1.8.1 配置准备

在配置 6PE 之前，需完成以下任务：

- IPv4 MPLS 骨干网配置 MPLS 基本能力，具体配置请参见“MPLS 配置指导”中的“MPLS 基本”
- PE 设备之间配置 IPv6 BGP 对等体，具体请参见“三层技术-IP 路由配置指导”中的“BGP”
- 如果是对等体组，需要在 BGP 视图下创建该对等体组

1.8.2 配置 6PE 基本功能

在 PE 设备上做如下配置：

表1-36 配置 6PE

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
启动 BGP，进入 BGP 视图	bgp as-number	必选 缺省情况下，系统不运行 BGP
指定 6PE 对等体/对等体组的 AS 号	peer { ipv4-group-name ipv4-address } as-number as-number	必选 缺省情况下，6PE 对等体/对等体组无 AS 号
进入 IPv6 地址族视图	ipv6-family	-
激活指定 6PE 对等体/对等体组	peer { ipv4-group-name ipv4-address ipv6-address } enable	必选 缺省情况下，6PE 对等体/对等体组是未被激活的
配置当前路由器能够与指定 6PE 对等体交换带标签的 IPv6 路由	peer { ipv4-group-name ipv4-address } label-route-capability	必选 缺省情况下，当前路由器不能够与指定 6PE 对等体交换带标签的 IPv6 路由

1.8.3 配置 6PE 可选功能

表1-37 配置 6PE 可选功能

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
启动 BGP，进入 BGP 视图	bgp as-number	必选 缺省情况下，系统不运行 BGP
指定 6PE 对等体/对等体组的 AS 号	peer { ipv4-group-name ipv4-address } as-number as-number	必选 缺省情况下，对等体/对等体组无 AS 号
进入 IPv6 地址族视图	ipv6-family	-
使能 6PE 对等体	peer { ipv4-group-name ipv4-address ipv6-address } enable	必选 缺省情况下，没有使能 6PE 对等体/对等体组
配置将团体属性发布给 6PE 对等体/对等体组	peer { group-name ipv4-address } advertise-community	可选 缺省情况下，不将团体属性发布给任何 6PE 对等体/对等体组
配置将扩展团体属性发布给 6PE 对等体/对等体组	peer { group-name ipv4-address } advertise-ext-community	可选 缺省情况下，不将扩展团体属性发布给任何 6PE 对等体/对等体组
配置允许本地 AS 号在所接收的路由的 AS_PATH 属性中出现，并可同时配置允许重复的次数	peer { group-name ipv4-address } allow-as-loop [number]	可选 缺省情况下，不允许本地 AS 号重复
为 6PE 对等体/对等体组 I 配置基于 AS 路径过滤列表的 IPv6 BGP 路由过滤策略	peer { group-name ipv4-address } as-path-acl as-path-acl-number { import export }	可选 缺省情况下，没有为 6PE 对等体/对等体组配置基于 AS 路径过滤列表的 IPv6 BGP 路由过滤策略
向 6PE 对等体/对等体组发送缺省路由	peer { group-name ipv4-address } default-route-advertise [route-policy route-policy-name]	可选 缺省情况下，不向 6PE 对等体/对等体组发送缺省路由
为 6PE 对等体/对等体组配置基于 IPv6 ACL 的过滤策略	peer { group-name ipv4-address } filter-policy acl6-number { import export }	可选 缺省情况下，没有为 6PE 对等体/对等体组配置基于 IPv6 ACL 的过滤策略
将 6PE 对等体加入已存在的对等体组	peer ipv4-address group group-name [as-number as-number]	可选 缺省情况下，6PE 对等体不属于任何对等体组
配置 6PE 对等体/对等体组基于 IPv6 地址前缀列表的路由过滤策略	peer { group-name ipv4-address } ipv6-prefix ipv6-prefix-name { import export }	可选 缺省情况下，没有 6PE 为对等体/对等体组配置基于 IPv6 前缀列表的路由过滤策略

操作	命令	说明
保存所有来自 6PE 对等体/对等体组的原始路由信息，即使这些路由没有通过已配置的入口策略	peer { <i>group-name</i> <i>ipv4-address</i> } keep-all-routes	可选 缺省情况下，不保存 6PE 对等体/对等体组的原始路由信息
配置将本机作为路由反射器，并将 6PE 对等体/对等体组作为路由反射器的客户	peer { <i>group-name</i> <i>ipv4-address</i> } reflect-client	可选 缺省情况下，没有配置路由反射器及其客户
配置允许从 6PE 对等体/对等体组接收的最大 IPv6 地址前缀数	peer { <i>group-name</i> <i>ipv4-address</i> } route-limit <i>limit</i> [<i>percentage</i>]	可选 缺省情况下，允许从 6PE 对等体/对等体组接收的最大 IPv6 地址前缀数无限制
对来自 6PE 对等体/对等体组的路由或向对等体/对等体组发布的路由指定路由策略	peer { <i>group-name</i> <i>ipv4-address</i> } route-policy <i>route-policy-name</i> { import export }	可选 缺省情况下，不指定 6PE 对等体/对等体组的路由策略
显示 6PE 对等体/对等体组信息	display bgp ipv6 peer [<i>group-name</i> log-info <i>ipv4-address</i> verbose] [[{ begin exclude include } <i>regular-expression</i>]	可选 display 命令可在任意视图下执行
显示向指定的 6PE 对等体发送或者从指定的对等体收到的路由信息	display bgp ipv6 routing-table peer <i>ipv4-address</i> { advertised-routes received-routes } [<i>network-address</i> <i>prefix-length</i> statistic] [[{ begin exclude include } <i>regular-expression</i>]	可选 display 命令可在任意视图下执行
软复位指定的 BGP 6PE 连接	refresh bgp ipv6 <i>ipv4-address</i> { export import }	可选 refresh 命令在用户视图下执行
复位指定的 BGP 6PE 连接	reset bgp ipv6 <i>ipv4-address</i>	可选 reset 命令在用户视图下执行

1.9 配置IPv6 BGP与BFD联动

IPv6 BGP 协议通过存活时间（Keepalive）定时器和保持时间（Holdtime）定时器来维护邻居关系。但这些定时器都是秒级的，而且根据协议规定，设置的保持时间应该至少为存活时间间隔的三倍。这样使得 IPv6 BGP 邻居关系的检测比较慢，对于报文收发速度快的接口会导致大量报文丢失。通过配置 IPv6 BGP 与 BFD 联动，使得 BFD 能够为 IPv6 BGP 邻居之间的链路提供更快速的检测。当邻居之间的链路出现故障时，能够加快 IPv6 BGP 协议的收敛速度。

表1-38 配置 IPv6 BGP 与 BFD 联动

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
启动 BGP，进入 BGP 视图	bgp <i>as-number</i>	必选 缺省情况下，系统不运行 BGP
进入 IPv6 地址族视图	ipv6-family	-

操作	命令	说明
在指定邻居上使能 BFD	peer ipv6-address bfd	必选 缺省情况下，IPv6 BGP 的所有对等体邻居上都没有使能 BFD 链路检测功能



说明

- 配置 BFD 之前，需要使能 BGP 功能。
- 在 BGP 使能 GR 能力后，请慎用 BFD。因为当链路故障时，系统可能还没来得及启用 GR 处理流程，BFD 已经检测到链路故障了，从而导致 GR 失败。
- 有关 BFD 的介绍和基本功能配置，请参见“可靠性配置指导”中的“BFD”。

1.10 IPv6 BGP 显示和维护

1.10.1 IPv6 BGP 显示

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 IPv6 BGP 的运行情况，通过查看显示信息验证配置的效果。

表1-39 显示 IPv6 BGP 的运行状态

操作	命令
显示对等体组信息	display bgp ipv6 group [<i>ipv6-group-name</i>] [{ begin exclude include } <i>regular-expression</i>]
显示 IPv6 BGP 发布的 IPv6 路由信息	display bgp ipv6 network [{ begin exclude include } <i>regular-expression</i>]
显示 AS 路径信息	display bgp ipv6 paths [<i>as-regular-expression</i>] [{ begin exclude include } <i>regular-expression</i>]
显示 IPv6 对等体/IPv6 对等体组信息	display bgp ipv6 peer [<i>group-name log-info</i> <i>ipv4-address verbose</i> <i>ipv6-address</i> { log-info verbose }] [{ begin exclude include } <i>regular-expression</i>]
显示收到的邻居 ORF 信息中的前缀信息	display bgp ipv6 peer { <i>ip-address</i> <i>ipv6-address</i> } received ipv6-prefix [{ begin exclude include } <i>regular-expression</i>]
显示 IPv6 BGP 路由信息	display bgp ipv6 routing-table [<i>ipv6-address prefix-length</i>] [{ begin exclude include } <i>regular-expression</i>]
显示匹配指定 AS 路径过滤列表的路由	display bgp ipv6 routing-table as-path-acl <i>as-path-acl-number</i> [{ begin exclude include } <i>regular-expression</i>]
显示指定 IPv6 BGP 团体的路由信息	display bgp ipv6 routing-table community [<i>aa:nn<1-13></i>] [no-advertise no-export no-export-subconfed]* [whole-match] [{ begin exclude include } <i>regular-expression</i>]
显示匹配指定 IPv6 BGP 团体列表的路由信息	display bgp ipv6 routing-table community-list { { <i>basic-community-list-number</i> <i>comm-list-name</i> } [whole-match] <i>adv-community-list-number</i> } &<1-16> [{ begin exclude include } <i>regular-expression</i>]

操作	命令
显示 IPv6 BGP 衰减的路由	display bgp ipv6 routing-table dampened [{ begin exclude include } <i>regular-expression</i>]
显示 IPv6 BGP 路由衰减参数	display bgp ipv6 routing-table dampening parameter [{ begin exclude include } <i>regular-expression</i>]
显示来自不同自治系统的 IPv6 BGP 路由	display bgp ipv6 routing-table different-origin-as [{ begin exclude include } <i>regular-expression</i>]
显示 IPv6 BGP 路由振荡统计信息	display bgp ipv6 routing-table flap-info [<i>regular-expression</i> <i>as-regular-expression</i> [as-path-acl <i>as-path-acl-number</i> <i>ipv6-address prefix-length</i> [longer-match]] [{ begin exclude include } <i>regular-expression</i>]]
显示 IPv6 BGP 的 IPv6 标签路由信息	display bgp ipv6 routing-table label [{ begin exclude include } <i>regular-expression</i>]
显示向指定的 IPv4/IPv6 BGP 对等体发送或者从指定的 IPv4/IPv6 BGP 对等体收到的路由信息	display bgp ipv6 routing-table peer { <i>ipv4-address</i> <i>ipv6-address</i> } { advertised-routes received-routes } [<i>network-address prefix-length</i> statistic] [{ begin exclude include } <i>regular-expression</i>]
显示匹配 AS 正则表达式的 IPv6 路由信息	display bgp ipv6 routing-table regular-expression <i>as-regular-expression</i>
显示 IPv6 BGP 的路由统计信息	display bgp ipv6 routing-table statistic [{ begin exclude include } <i>regular-expression</i>]

1.10.2 复位IPv6 BGP连接

当 BGP 路由策略或协议发生变化后，如果需要通过复位 IPv6 BGP 连接使新的配置生效，请在用户视图下进行下列配置。

表1-40 复位 IPv6 BGP 连接

操作	命令
手工软复位 IPv6 BGP 连接	refresh bgp ipv6 { <i>ipv4-address</i> <i>ipv6-address</i> all external group <i>ipv6-group-name</i> internal } { export import }
复位所有 IPv6 BGP 连接	reset bgp ipv6 { <i>as-number</i> <i>ipv4-address</i> <i>ipv6-address</i> [flap-info] all external group <i>group-name</i> internal }

1.10.3 清除IPv6 BGP信息

在用户视图下执行 **reset** 命令可清除 IPv6 BGP 路由的统计信息。

表1-41 清除 IPv6 BGP 信息

操作	命令
清除 IPv6 BGP 路由的衰减信息并释放被抑制的路由	reset bgp ipv6 dampening [<i>ipv6-address prefix-length</i>]

操作	命令
清除 IPv6 BGP 路由的振荡统计信息	reset bgp ipv6 flap-info [<i>ipv6-address/prefix-length</i> as-path-acl <i>as-path-acl-number</i> regex <i>as-path-regexp</i>]

1.11 IPv6 BGP典型配置举例



说明

IPv6 BGP 的配置举例多数与 BGP 的配置举例相似，本节不再一一列出。其他配置例请参见“三层技术-IP 路由配置指导”中的“BGP”。

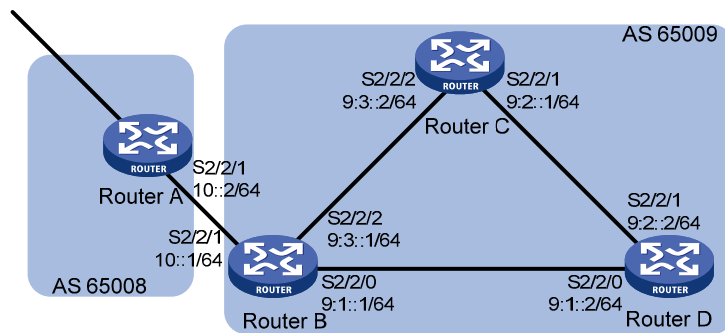
1.11.1 IPv6 BGP基本配置

1. 组网需求

- 如 图 1-2 所示，所有路由器均运行 IPv6 BGP 协议；
- Router A 和 Router B 之间建立 EBGP 连接；
- Router B、Router C 和 Router D 之间建立 IBGP 全连接。

2. 组网图

图1-2 IPv6 BGP 基本配置组网图



3. 配置步骤

(1) 配置各接口的 IPv6 地址（略）

(2) 配置 IBGP 连接

配置 Router B。

```
<RouterB> system-view
[RouterB] ipv6
[RouterB] bgp 65009
[RouterB-bgp] router-id 2.2.2.2
[RouterB-bgp] ipv6-family
[RouterB-bgp-af-ipv6] peer 9:1::2 as-number 65009
[RouterB-bgp-af-ipv6] peer 9:3::2 as-number 65009
```

```
[RouterB-bgp-af-ipv6] quit
[RouterB-bgp] quit
```

配置 Router C。

```
<RouterC> system-view
[RouterC] ipv6
[RouterC] bgp 65009
[RouterC-bgp] router-id 3.3.3.3
[RouterC-bgp] ipv6-family
[RouterC-bgp-af-ipv6] peer 9:3::1 as-number 65009
[RouterC-bgp-af-ipv6] peer 9:2::2 as-number 65009
[RouterC-bgp-af-ipv6] quit
[RouterC-bgp] quit
```

配置 Router D。

```
<RouterD> system-view
[RouterD] ipv6
[RouterD] bgp 65009
[RouterD-bgp] router-id 4.4.4.4
[RouterD-bgp] ipv6-family
[RouterD-bgp-af-ipv6] peer 9:1::1 as-number 65009
[RouterD-bgp-af-ipv6] peer 9:2::1 as-number 65009
[RouterD-bgp-af-ipv6] quit
[RouterD-bgp] quit
```

(3) 配置 EBGP 连接

配置 Router A。

```
<RouterA> system-view
[RouterA] ipv6
[RouterA] bgp 65008
[RouterA-bgp] router-id 1.1.1.1
[RouterA-bgp] ipv6-family
[RouterA-bgp-af-ipv6] peer 10::1 as-number 65009
[RouterA-bgp-af-ipv6] quit
[RouterA-bgp] quit
```

配置 Router B。

```
[RouterB] bgp 65009
[RouterB-bgp] ipv6-family
[RouterB-bgp-af-ipv6] peer 10::2 as-number 65008
[RouterB-bgp-af-ipv6] quit
[RouterB-bgp] quit
```

查看 Router B 的对等体信息。

```
[RouterB] display bgp ipv6 peer
```

```
BGP local router ID : 2.2.2.2
```

```
Local AS number : 65009
```

```
Total number of peers : 3
```

```
Peers in established state : 3
```

```
Peer          AS  MsgRcvd  MsgSent  OutQ  PrefRcv  Up/Down  State
```



```

10::2      65008      3      3      0      0 00:01:16 Established
9:3::2     65009      2      3      0      0 00:00:40 Established
9:1::2     65009      2      4      0      0 00:00:19 Established

```

查看 Router C 的对等体信息。

```
[RouterC] display bgp ipv6 peer
```

```

BGP local router ID : 3.3.3.3
Local AS number : 65009
Total number of peers : 2          Peers in established state : 2

```

Peer	AS	MsgRcvd	MsgSent	OutQ	PrefRcv	Up/Down	State
9:3::1	65009	4	4	0	0	00:02:18	Established
9:2::2	65009	4	5	0	0	00:01:52	Established

可以看出，Router A 和 Router B 之间建立了 EBGP 连接，Router B、Router C 和 Router D 之间建立了 IBGP 连接。

1.11.2 配置IPv6 BGP路由反射

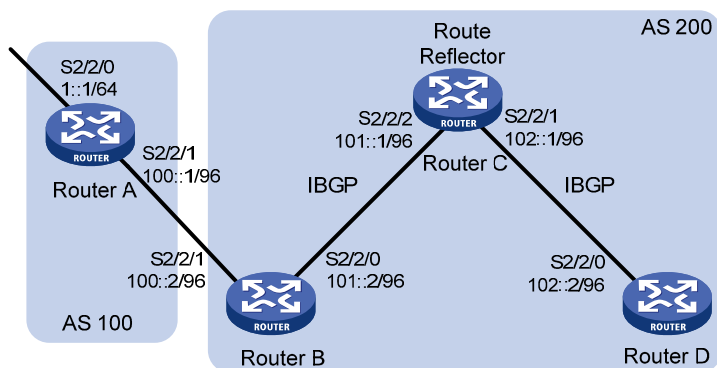
1. 组网需求

Router B 接收了一个经过 EBGP 的更新报文并将之传给 Router C。Router C 被配置为路由反射器，它有两个客户机：Router B 和 Router D。

Router B 和 Router D 间不需要建立 IBGP 连接，当 Router C 接收了来自 Router B 的路由更新时，它将此信息反射给 Router D；反之，接收到的来自 Router D 的路由信息也会被反射给 Router B。

2. 组网图

图1-3 配置 IPv6 BGP 路由反射器组网图



3. 配置步骤

- (1) 配置各接口的 IPv6 地址（略）
- (2) 配置 IPv6 BGP 基本功能

配置 Router A。

```

<RouterA> system-view
[RouterA] ipv6
[RouterA] bgp 100
[RouterA-bgp] router-id 1.1.1.1

```

```
[RouterA-bgp] ipv6-family
[RouterA-bgp-af-ipv6] peer 100::2 as-number 200
[RouterA-bgp-af-ipv6] network 1:: 64
```

配置 Router B。

```
<RouterB> system-view
[RouterB] ipv6
[RouterB] bgp 200
[RouterB-bgp] router-id 2.2.2.2
[RouterB-bgp] ipv6-family
[RouterB-bgp-af-ipv6] peer 100::1 as-number 100
[RouterB-bgp-af-ipv6] peer 101::1 as-number 200
[RouterB-bgp-af-ipv6] peer 101::1 next-hop-local
```

配置 Router C。

```
<RouterC> system-view
[RouterC] ipv6
[RouterC] bgp 200
[RouterC-bgp] router-id 3.3.3.3
[RouterC-bgp] ipv6-family
[RouterC-bgp-af-ipv6] peer 101::2 as-number 200
[RouterC-bgp-af-ipv6] peer 102::2 as-number 200
```

配置 Router D。

```
<RouterD> system-view
[RouterD] ipv6
[RouterD] bgp 200
[RouterD-bgp] router-id 4.4.4.4
[RouterD-bgp] ipv6-family
[RouterD-bgp-af-ipv6] peer 102::1 as-number 200
```

(3) 配置路由反射器

配置 Router C 作为路由反射器，Router B 和 Router D 是它的两个客户机。

```
[RouterC-bgp-af-ipv6] peer 101::2 reflect-client
[RouterC-bgp-af-ipv6] peer 102::2 reflect-client
```

在 Router B 上用命令 **display bgp ipv6 routing-table**，可以看到 Router B 已知道网络 1::/64 的存在。

在 Router D 上用命令 **display bgp ipv6 routing-table**，可以看到 Router D 也知道网络 1::/64 的存在。

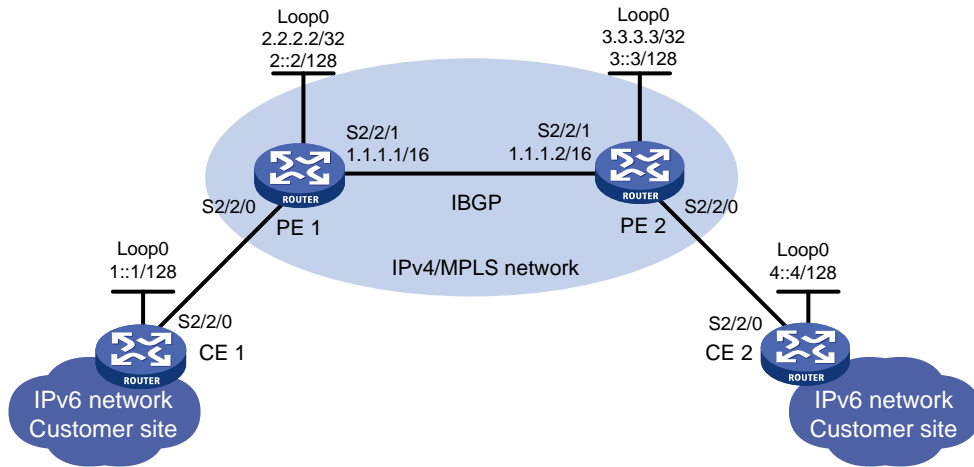
1.11.3 配置 6PE

1. 组网需求

- 路由器 PE 1 和 PE 2 支持 6PE 特性；
- 路由器 CE 1 和 CE 2 支持 IPv6 协议；
- PE 路由器之间是运营商的 IPv4/MPLS 网络，PE 之间需要建立 IPv4 的 IBGP 连接，IGP 使用 OSPF 路由协议；
- CE 路由器所在的网络为 IPv6 网络，CE 与 PE 之间部署静态路由指导 IPV6 转发；
- 要求使用 6PE 特性将用户的 IPv6 网络通过运营商的 IPv4/MPLS 网络连接起来。

2. 组网图

图1-4 配置 6PE 组网图



3. 配置过程

(1) 配置 CE 1

使能 IPv6 报文转发功能。

```
<CE1> system-view
```

```
[CE1] ipv6
```

配置接口地址。

```
[CE1] interface serial 2/2/0
```

```
[CE1-Serial2/2/0] ipv6 address auto link-local
```

```
[CE1-Serial2/2/0] quit
```

```
[CE1] interface loopback0
```

```
[CE1-LoopBack0] ipv6 address 1::1/128
```

```
[CE1-LoopBack0] quit
```

配置静态路由，与 PE 1 建立 IPv6 连接。

```
[CE1] ipv6 route-static :: 0 serial2/2/0
```

(2) 配置 PE 1

使能 IPv6 报文转发功能、MPLS 和 LDP 协议。

```
<PE1> system-view
```

```
[PE1] ipv6
```

```
[PE1] mpls lsr-id 2.2.2.2
```

```
[PE1] mpls
```

```
[PE1-mpls] lsp-trigger all
```

```
[PE1-mpls] quit
```

```
[PE1] mpls ldp
```

```
[PE1-mpls-ldp] quit
```

配置接口 Serial2/2/0 的 IPv6 链路本地地址。

```
[PE1] interface serial 2/2/0
```

```
[PE1-Serial2/2/0] ipv6 address auto link-local
```

```
[PE1-Serial2/2/0] quit
```

配置接口 Serial2/2/1 地址，并使能 MPLS 和 LDP 协议。

```

[PE1] interface serial 2/2/1
[PE1-Serial2/2/1] ip address 1.1.1.1 16
[PE1-Serial2/2/1] mpls
[PE1-Serial2/2/1] mpls ldp
[PE1-Serial2/2/1] quit
# 配置接口 Loopback0 地址。
[PE1] interface loopback 0
[PE1-LoopBack0] ip address 2.2.2.2 32
[PE1-LoopBack0] ipv6 address 2::2/128
[PE1-LoopBack0] quit
# 配置 IBGP，使能对等体的 6PE 能力，并引入 IPv6 的直连和静态路由。
[PE1] bgp 65100
[PE1-bgp] peer 3.3.3.3 as-number 65100
[PE1-bgp] peer 3.3.3.3 connect-interface loopback 0
[PE1-bgp] ipv6-family
[PE1-bgp-af-ipv6] import-route direct
[PE1-bgp-af-ipv6] import-route static
[PE1-bgp-af-ipv6] peer 3.3.3.3 enable
[PE1-bgp-af-ipv6] peer 3.3.3.3 label-route-capability
[PE1-bgp-af-ipv6] quit
[PE1-bgp] quit
# 配置到 CE 1 的静态路由。
[PE1] ipv6 route-static 1::1 128 serial2/2/0
# 配置 OSPF，触发 LSP 的建立。
[PE1] ospf
[PE1-ospf-1] area 0
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 2.2.2.2 0.0.0.0
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 1.1.0.0 0.0.255.255
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[PE1-ospf-1] quit
[PE1]
(3) 配置 PE 2
<PE2> system-view
[PE2] ipv6
[PE2] mpls lsr-id 3.3.3.3
[PE2] mpls
[PE2-mpls] lsp-trigger all
[PE2-mpls] quit
[PE2] mpls ldp
[PE2-mpls-ldp] quit
[PE2] interface serial 2/2/1
[PE2-Serial2/2/1] ip address 1.1.1.2 16
[PE2-Serial2/2/1] mpls
[PE2-Serial2/2/1] mpls ldp
[PE2-Serial2/2/1] quit
[PE2] interface serial 2/2/0
[PE2-Serial2/2/0] ipv6 address auto link-local

```

```
[PE2-Serial2/2/0] quit
[PE2] interface loopback 0
[PE2-LoopBack0] ip address 3.3.3.3 32
[PE2-LoopBack0] ipv6 address 3::3/128
[PE2-LoopBack0] quit
```

配置 IBGP，使能对等体的 6PE 能力，并引入 IPv6 的直连和静态路由。

```
[PE2] bgp 65100
[PE2-bgp] peer 2.2.2.2 as-number 65100
[PE2-bgp] peer 2.2.2.2 connect-interface loopback 0
[PE2-bgp] ipv6-family
[PE2-bgp-af-ipv6] import-route direct
[PE2-bgp-af-ipv6] import-route static
[PE2-bgp-af-ipv6] peer 2.2.2.2 enable
[PE2-bgp-af-ipv6] peer 2.2.2.2 label-route-capability
[PE2-bgp-af-ipv6] quit
[PE2-bgp] quit
```

配置到 CE 2 的静态路由。

```
[PE1] ipv6 route-static 4::4 128 serial2/2/0
```

配置 OSPF，触发 LSP 的建立。

```
[PE1] ospf
[PE1-ospf-1] area 0
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 3.3.3.3 0.0.0.0
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] network 1.1.0.0 0.0.255.255
[PE1-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[PE1-ospf-1] quit
[PE1]
```

(4) 配置 CE 2

使能 IPv6 报文转发功能，配置接口地址。

```
<CE2> system-view
[CE2] ipv6
[CE2] interface serial 2/2/0
[CE2-Serial2/2/0] ipv6 address auto link-local
[CE2-Serial2/2/0] quit
[CE2] interface loopback 0
[CE2-LoopBack0] ipv6 address 4::4/128
[CE2-LoopBack0] quit
```

配置到 PE 2 的静态路由。

```
[CE2] ipv6 route-static :: 0 serial2/2/0
```

4. 验证配置结果

显示路由器 PE 1 的 LSP 信息。

```
<PE1> display mpls lsp
```

```
-----
                        LSP Information: BGP IPV6 LSP
-----
FEC                : 1::1
In Label           : 1024                    Out Label      : -----
```

```

In Interface      : -----          OutInterface : -----
Vrf Name         :
FEC              : 2::2
In Label         : 1025              Out Label    : -----
In Interface     : -----          OutInterface : -----
Vrf Name         :

```

LSP Information: LDP LSP

FEC	In/Out Label	In/Out IF	Vrf Name
3.3.3.3/32	NULL/3	-/S2/1	
2.2.2.2/32	3/NULL	S2/1/-	

显示路由器 PE 1 的 IPv6 路由信息。

```
<PE1> display bgp ipv6 routing-table
```

Total Number of Routes: 4

BGP Local router ID is 2.2.2.2

Status codes: * - valid, ^ - VPNv4 best, > - best, d - damped,
h - history, i - internal, s - suppressed, S - Stale
Origin : i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

```
*> Network : 1::1                      PrefixLen : 128
NextHop   : FE80::E142:0:4607:1        LocPrf    :
PrefVal   : 0                          Label     : NULL
MED       : 0
Path/Ogn  : ?
```

```
*> Network : 2::2                      PrefixLen : 128
NextHop   : ::1                        LocPrf    :
PrefVal   : 0                          Label     : NULL
MED       : 0
Path/Ogn  : ?
```

```
*>i Network : 3::3                      PrefixLen : 128
NextHop   : ::FFFF:3.3.3.3            LocPrf    : 100
PrefVal   : 0                          Label     : NULL
MED       : 0
Path/Ogn  : ?
```

```
*>i Network : 4::4                      PrefixLen : 128
NextHop   : ::FFFF:3.3.3.3            LocPrf    : 100
PrefVal   : 0                          Label     : NULL
MED       : 0
Path/Ogn  : ?
```

完成以上配置之后，从 CE 1 上可以 Ping 通 CE 2 的 IPv6 地址（Loopback 接口地址 4::4）。

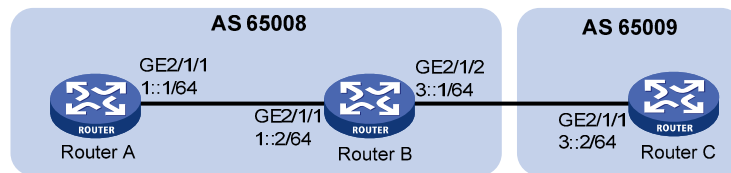
1.11.4 配置IPv6 BGP IPsec安全策略

1. 组网需求

- Router A、Router B 和 Router C 三台路由器互连，使能 IPv6 BGP 协议。Router A 和 Router B 之间建立 IBGP 连接，Router B 和 Router C 之间建立 EBGP 连接。
- 要求配置 IPsec 安全策略对 Router A 和 Router B 之间、Router B 和 Router C 之间的 IPv6 BGP 报文进行验证和加密。

2. 组网图

图1-5 IPv6 BGP IPsec 安全策略组网图



3. 配置步骤

(1) 配置各接口的 IPv6 地址（略）

(2) 配置 IBGP 连接

配置 Router A。

```
<RouterA> system-view
[RouterA] ipv6
[RouterA] bgp 65008
[RouterA-bgp] router-id 1.1.1.1
[RouterA-bgp] ipv6-family
[RouterA-bgp-af-ipv6] group ibgp internal
[RouterA-bgp-af-ipv6] peer 1::2 group ibgp
[RouterA-bgp-af-ipv6] quit
[RouterA-bgp] quit
```

配置 Router B。

```
<RouterB> system-view
[RouterB] ipv6
[RouterB] bgp 65008
[RouterB-bgp] router-id 2.2.2.2
[RouterB-bgp] ipv6-family
[RouterB-bgp-af-ipv6] group ibgp internal
[RouterB-bgp-af-ipv6] peer 1::1 group ibgp
[RouterB-bgp-af-ipv6] quit
[RouterB-bgp] quit
```

(3) 配置 EBGP 连接

配置 Router C。

```
<RouterC> system-view
[RouterC] ipv6
[RouterC] bgp 65009
[RouterC-bgp] router-id 3.3.3.3
```

```
[RouterC-bgp] ipv6-family
[RouterC-bgp-af-ipv6] group ebgp external
[RouterC-bgp-af-ipv6] peer 3::1 as-number 65008
[RouterC-bgp-af-ipv6] peer 3::1 group ebgp
[RouterC-bgp-af-ipv6] quit
[RouterC-bgp] quit
```

配置 Router B。

```
[RouterB-bgp] ipv6-family
[RouterB-bgp-af-ipv6] group ebgp external
[RouterB-bgp-af-ipv6] peer 3::2 as-number 65009
[RouterB-bgp-af-ipv6] peer 3::2 group ebgp
[RouterB-bgp-af-ipv6] quit
[RouterB-bgp] quit
```

(4) 配置 IPv6 BGP IPsec 安全策略

配置 Router A。创建名为 tran1 的安全提议，报文封装形式采用传输模式，安全协议采用 ESP 协议。创建一条安全策略 policy001，协商方式为 manual，配置 SPI 和密钥。

```
[RouterA] ipsec proposal tran1
[RouterA-ipsec-proposal-tran1] encapsulation-mode transport
[RouterA-ipsec-proposal-tran1] transform esp
[RouterA-ipsec-proposal-tran1] esp encryption-algorithm des
[RouterA-ipsec-proposal-tran1] esp authentication-algorithm sha1
[RouterA-ipsec-proposal-tran1] quit
[RouterA] ipsec policy policy001 10 manual
[RouterA-ipsec-policy-manual-policy001-10] proposal tran1
[RouterA-ipsec-policy-manual-policy001-10] sa spi outbound esp 12345
[RouterA-ipsec-policy-manual-policy001-10] sa spi inbound esp 12345
[RouterA-ipsec-policy-manual-policy001-10] sa string-key outbound esp abcdefg
[RouterA-ipsec-policy-manual-policy001-10] sa string-key inbound esp abcdefg
[RouterA-ipsec-policy-manual-policy001-10] quit
```

配置 Router B。创建名为 tran1 的安全提议，报文封装形式采用传输模式，安全协议采用 ESP 协议；创建一条安全策略 policy001，协商方式为 manual，配置 SPI 和密钥。创建名为 tran2 的安全提议，报文封装形式采用传输模式，安全协议采用 ESP 协议；创建一条安全策略 policy002，协商方式为 manual，配置 SPI 和密钥。

```
[RouterB] ipsec proposal tran1
[RouterB-ipsec-proposal-tran1] encapsulation-mode transport
[RouterB-ipsec-proposal-tran1] transform esp
[RouterB-ipsec-proposal-tran1] esp encryption-algorithm des
[RouterB-ipsec-proposal-tran1] esp authentication-algorithm sha1
[RouterB-ipsec-proposal-tran1] quit
[RouterB] ipsec policy policy001 10 manual
[RouterB-ipsec-policy-manual-policy001-10] proposal tran1
[RouterB-ipsec-policy-manual-policy001-10] sa spi outbound esp 12345
[RouterB-ipsec-policy-manual-policy001-10] sa spi inbound esp 12345
[RouterB-ipsec-policy-manual-policy001-10] sa string-key outbound esp abcdefg
[RouterB-ipsec-policy-manual-policy001-10] sa string-key inbound esp abcdefg
[RouterB-ipsec-policy-manual-policy001-10] quit
[RouterB] ipsec proposal tran2
```



```

[RouterB-ipsec-proposal-tran2] encapsulation-mode transport
[RouterB-ipsec-proposal-tran2] transform esp
[RouterB-ipsec-proposal-tran2] esp encryption-algorithm des
[RouterB-ipsec-proposal-tran2] esp authentication-algorithm sha1
[RouterB-ipsec-proposal-tran2] quit
[RouterB] ipsec policy policy002 10 manual
[RouterB-ipsec-policy-manual-policy002-10] proposal tran2
[RouterB-ipsec-policy-manual-policy002-10] sa spi outbound esp 54321
[RouterB-ipsec-policy-manual-policy002-10] sa spi inbound esp 54321
[RouterB-ipsec-policy-manual-policy002-10] sa string-key outbound esp gfedcba
[RouterB-ipsec-policy-manual-policy002-10] sa string-key inbound esp gfedcba
[RouterB-ipsec-policy-manual-policy002-10] quit

```

配置 Router C。创建名为 tran2 的安全提议，报文封装形式采用传输模式，安全协议采用 ESP 协议。创建一条安全策略 policy002，协商方式为 manual，配置 SPI 和密钥。

```

[RouterC] ipsec proposal tran2
[RouterC-ipsec-proposal-tran2] encapsulation-mode transport
[RouterC-ipsec-proposal-tran2] transform esp
[RouterC-ipsec-proposal-tran2] esp encryption-algorithm des
[RouterC-ipsec-proposal-tran2] esp authentication-algorithm sha1
[RouterC-ipsec-proposal-tran2] quit
[RouterC] ipsec policy policy002 10 manual
[RouterC-ipsec-policy-manual-policy002-10] proposal tran2
[RouterC-ipsec-policy-manual-policy002-10] sa spi outbound esp 54321
[RouterC-ipsec-policy-manual-policy002-10] sa spi inbound esp 54321
[RouterC-ipsec-policy-manual-policy002-10] sa string-key outbound esp gfedcba
[RouterC-ipsec-policy-manual-policy002-10] sa string-key inbound esp gfedcba
[RouterC-ipsec-policy-manual-policy002-10] quit

```

(5) 配置 IBGP 对等体 IPsec 安全策略

配置 Router A。

```

[RouterA] bgp 65008
[RouterA-bgp] ipv6-family
[RouterA-bgp-af-ipv6] peer 1::2 ipsec-policy policy001
[RouterA-bgp-af-ipv6] quit
[RouterA-bgp] quit

```

配置 Router B。

```

[RouterB] bgp 65008
[RouterB-bgp] ipv6-family
[RouterB-bgp-af-ipv6] peer 1::1 ipsec-policy policy001
[RouterB-bgp-af-ipv6] quit
[RouterB-bgp] quit

```

(6) 配置 EBGP 对等体组 IPsec 安全策略

配置 Router C。

```

[RouterC] bgp 65009
[RouterC-bgp] ipv6-family
[RouterC-bgp-af-ipv6] peer ebgp ipsec-policy policy002
[RouterC-bgp-af-ipv6] quit
[RouterC-bgp] quit

```

配置 Router B。

```
[RouterB] bgp 65008
[RouterB-bgp] ipv6-family
[RouterB-bgp-af-ipv6] peer ebgp ipsec-policy policy002
[RouterB-bgp-af-ipv6] quit
[RouterB-bgp] quit
```

4. 验证配置结果

显示 Router B 的对等体的详细信息。

```
[RouterB] display bgp ipv6 peer verbose
      BGP Peer is 1::1, remote AS 65008,
      Type: IBGP link
      BGP version 4, remote router ID 1.1.1.1
      BGP current state: Established, Up for 00h01m51s
      BGP current event: RecvKeepalive
      BGP last state: OpenConfirm
      Port: Local - 1029 Remote - 179
      Configured: Active Hold Time: 180 sec Keepalive Time: 60 sec
      Received : Active Hold Time: 180 sec
      Negotiated: Active Hold Time: 180 sec
      Peer optional capabilities:
      Peer support bgp multi-protocol extended
      Peer support bgp route refresh capability
      Address family IPv4 Unicast: advertised and received
Received: Total 0 messages, Update messages 0
Sent: Total 0 messages, Update messages 0
Maximum allowed prefix number: 4294967295
Threshold: 75%
Minimum time between advertisement runs is 30 seconds
Optional capabilities:
Route refresh capability has been enabled
ORF advertise capability based on prefix (type 64):
Local: both
Negotiated: send
Peer Preferred Value: 0
IPsec policy name: policy001, SPI :12345
Routing policy configured:
No routing policy is configured
      BGP Peer is 3::2, remote AS 65009,
      Type: EBGP link
      BGP version 4, remote router ID 3.3.3.3
      BGP current state: Established, Up for 00h01m51s
      BGP current event: RecvKeepalive
      BGP last state: OpenConfirm
      Port: Local - 1029 Remote - 179
      Configured: Active Hold Time: 180 sec Keepalive Time: 60 sec
      Received : Active Hold Time: 180 sec
      Negotiated: Active Hold Time: 180 sec
      Peer optional capabilities:
```

```

Peer support bgp multi-protocol extended
Peer support bgp route refresh capability
Address family IPv4 Unicast: advertised and received
Received: Total 0 messages, Update messages 0
Sent: Total 0 messages, Update messages 0
Maximum allowed prefix number: 4294967295
Threshold: 75%
Minimum time between advertisement runs is 30 seconds
Optional capabilities:
Route refresh capability has been enabled
ORF advertise capability based on prefix (type 64):
Local: both
Negotiated: send
Peer Preferred Value: 0
IPsec policy name: policy002, SPI :54321
Routing policy configured:
No routing policy is configured

```

完成上述配置后 IBGP、EBGP 邻居能正常建立，且报文都经过加密。

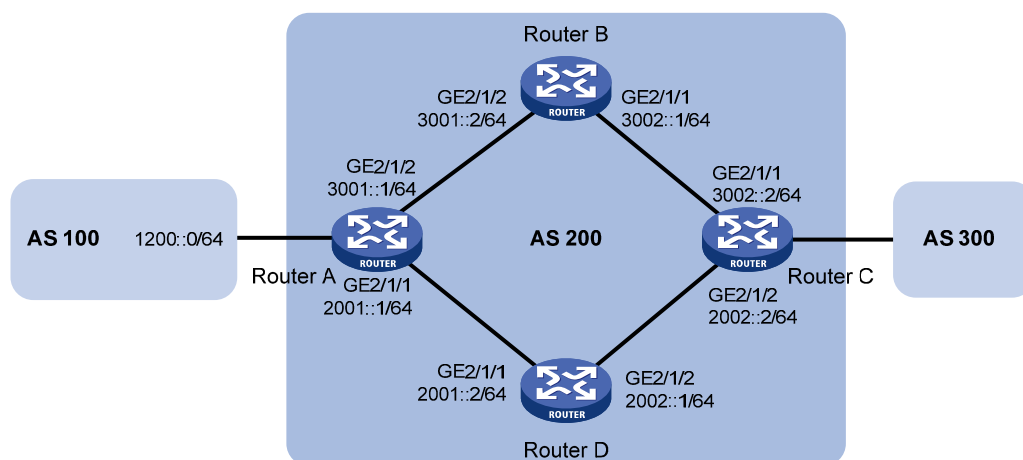
1.11.5 配置IPv6 BGP与BFD联动

1. 组网需求

- 在 AS 200 内使用 OSPFv3 作为 IGP 协议；
- Router A 与 Router C 建立两条 IBGP 连接。当 Router A 与 Router C 之间的两条链路均连通时，Router C 与 1200::0/64 之间的报文使用 Router A<->Router B<->Router C 这条路径；当 Router A<->Router B<->Router C 链路故障时，BFD 能够快速检测并通告 IPv6 BGP 协议，使得 Router A<->Router D<->Router C 这条路径能够迅速生效。

2. 组网图

图1-6 IPv6 BGP 与 BFD 联动配置组网图



3. 配置步骤

- (1) 配置各接口的 IPv6 地址（略）

(2) 配置 OSPFv3 (略), 保证 Router A 和 Router C 之间路由可达

(3) Router A 上的 IPv6 BGP 配置

配置 Router A 和 Router C 建立两条 IBGP 连接。

```
<RouterA> system-view
[RouterA] bgp 200
[RouterA-bgp] ipv6-family
[RouterA-bgp-af-ipv6] peer 3002::2 as-number 200
[RouterA-bgp-af-ipv6] peer 2002::2 as-number 200
[RouterA-bgp-af-ipv6] quit
```

配置当 Router A 与 Router C 之间的两条链路均连通时, Router C 与 1200::0/64 之间的报文使用 Router A<->Router B<->Router C 这条路径。(在 Router A 上对发布给对等体 2002::2 的 1200::0/64 路由配置较高的 MED 属性值)

- 定义编号为 2000 的 IPv6 ACL, 允许路由 1200::0/64 通过。

```
[RouterA] acl ipv6 number 2000
[RouterA-acl6-basic-2000] rule permit source 1200::0 64
[RouterA-acl6-basic-2000] quit
```

- 定义两个 Route-policy, 一个名为 apply_med_50, 为路由 1200::0/64 设置 MED 属性值为 50; 另一个名为 apply_med_100, 为路由 1200::0/64 设置 MED 属性值为 100。

```
[RouterA] route-policy apply_med_50 permit node 10
[RouterA-route-policy] if-match ipv6 address acl 2000
[RouterA-route-policy] apply cost 50
[RouterA-route-policy] quit
[RouterA] route-policy apply_med_100 permit node 10
[RouterA-route-policy] if-match ipv6 address acl 2000
[RouterA-route-policy] apply cost 100
[RouterA-route-policy] quit
```

- 对发布给对等体 3002::2 的路由应用名为 apply_med_50 的 Route-policy, 对发布给对等体 2002::2 的路由应用名为 apply_med_100 的 Route-policy。

```
[RouterA] bgp 200
[RouterA-bgp] ipv6-family
[RouterA-bgp-af-ipv6] peer 3002::2 route-policy apply_med_50 export
[RouterA-bgp-af-ipv6] peer 2002::2 route-policy apply_med_100 export
```

配置当 Router A<->Router B<->Router C 链路故障时, BFD 能够快速检测并通告 IPv6 BGP 协议, 使得 Router A<->Router D<->Router C 这条路径能够迅速生效。

```
[RouterA-bgp-af-ipv6] peer 3002::2 bfd
[RouterA-bgp-af-ipv6] quit
[RouterA-bgp] quit
```

(4) Router C 上的 IPv6 BGP 配置。

```
<RouterC> system-view
[RouterC] bgp 200
[RouterC-bgp] ipv6-family
[RouterC-bgp-af-ipv6] peer 3001::1 as-number 200
[RouterC-bgp-af-ipv6] peer 3001::1 bfd
[RouterC-bgp-af-ipv6] peer 2001::1 as-number 200
[RouterC-bgp-af-ipv6] quit
[RouterC-bgp] quit
```

(5) 配置各路由器接口及 BFD 参数（该步骤可省略，使用 BFD 参数的缺省值即可）

配置 Router A。

```
[RouterA] bfd session init-mode active
```

```
[RouterA] interface gigabitethernet 2/1/2
```

- 配置发送 BFD 控制报文的最小时间间隔为 500 毫秒。

```
[RouterA-Gigabitethernet2/1/2] bfd min-transmit-interval 500
```

- 配置接收 BFD 控制报文的最小时间间隔为 500 毫秒。

```
[RouterA-Gigabitethernet2/1/2] bfd min-receive-interval 500
```

- 配置 BFD 报文最大失效的个数为 7。

```
[RouterA-Gigabitethernet2/1/2] bfd detect-multiplier 7
```

- 配置接口建立 BFD 会话时需要认证，采用明文认证方式方式，密码为 ibgpbfd。

```
[RouterA-Gigabitethernet2/1/2] bfd authentication-mode simple 1 ibgpbfd
```

```
[RouterA-Gigabitethernet2/1/2] quit
```

配置 Router C。

```
[RouterC] bfd session init-mode active
```

```
[RouterC] interface gigabitethernet 2/1/1
```

- 配置发送 BFD 控制报文的最小时间间隔为 500 毫秒。

```
[RouterC-Gigabitethernet2/1/1] bfd min-transmit-interval 500
```

- 配置接收 BFD 控制报文的最小时间间隔为 500 毫秒。

```
[RouterC-Gigabitethernet2/1/1] bfd min-receive-interval 500
```

- 配置 BFD 报文最大失效的个数为 7。

```
[RouterC-Gigabitethernet2/1/1] bfd detect-multiplier 7
```

- 配置接口建立 BFD 会话时需要认证，采用明文认证方式方式，密码为 ibgpbfd。

```
[RouterC-Gigabitethernet2/1/1] bfd authentication-mode simple 1 ibgpbfd
```

```
[RouterC-Gigabitethernet2/1/1] return
```

(6) 检查配置结果

下面以 Router C 为例，Router A 和 Router B 类似，不再赘述。

显示 Router C 的 BFD 信息。

```
<RouterC> display bfd session verbose
```

```
Total Session Num: 1          Init Mode: Active
```

```
IPv6 Session Working Under Ctrl Mode:
```

```
Local Discr: 17
```

```
Remote Discr: 13
```

```
Source IP: 3002::2
```

```
Destination IP: 3001::1
```

```
Session State: Up
```

```
Interface: Gigabitethernet2/1/1
```

```
Min Trans Inter: 500ms
```

```
Act Trans Inter: 500ms
```

```
Min Recv Inter: 500ms
```

```
Act Detect Inter: 3000ms
```

```
Recv Pkt Num: 57
```

```
Send Pkt Num: 53
```

```
Hold Time: 2200ms
```

```
Connect Type: Direct
```

```
Running Up for: 00:00:06
```

```
Auth mode: Simple
```

```
Protocol: BGP6
```

Diag Info: No Diagnostic

以上显示信息表明：Router A 的 GigabitEthernet2/1/2 接口和 Router C 的 GigabitEthernet2/1/1 之间已经建立了 BFD 连接，而且 BFD 协议运行正常。

在 Router C 上查看 BGP 邻居信息，可以看出 Router A 和 Router C BGP 邻居处于 Established 状态。

```
<RouterC> display bgp ipv6 peer
```

```
BGP local router ID : 1.1.1.1
Local AS number : 200
Total number of peers : 2                Peers in established state : 2
```

Peer	AS	MsgRcvd	MsgSent	OutQ	PrefRcv	Up/Down	State
2001::1	200	7	10	0	0	00:01:05	Established
3001::1	200	7	10	0	0	00:01:34	Established

在 Router C 上查看 1200::0/64 的路由信息，可以看出 Router A 和 Router C 是通过 Router B 进行通信的。

```
<RouterC> display ipv6 routing-table 1200::0 64 verbose
```

Routing Table :

Summary Count : 2

Destination	: 1200::	PrefixLength	: 64
NextHop	: 3001::1	Preference	: 255
RelayNextHop	: 3002::1	Tag	: 0H
Neighbor	: 3001::1	ProcessID	: 0
Interface	: GigabitEthernet2/1/1	Protocol	: BGP4+
State	: Active Adv	Cost	: 50
Tunnel ID	: 0x0	Label	: NULL
Age	: 4538sec		

Destination	: 1200::	PrefixLength	: 64
NextHop	: 2001::1	Preference	: 255
RelayNextHop	: 2002::1	Tag	: 0H
Neighbor	: 2001::1	ProcessID	: 0
Interface	: GigabitEthernet2/1/2	Protocol	: BGP4+
State	: Invalid Adv	Cost	: 100
Tunnel ID	: 0x0	Label	: NULL
Age	: 4515sec		

以上显示信息表明：Router C 到达 1200::0/64 网段有两条路径：当前生效的是 Router A<->Router B<->Router C，Router A<->Router D<->Router C 这条路径没有生效。

打开 Router C 的调试开关。

```
<RouterC> debugging bfd scm
```

```
<RouterC> debugging bfd event
```

```
<RouterC> debugging bgp bfd
```

```
<RouterC> terminal monitor
```

```
<RouterC> terminal debugging
```

Router A 和 Router C 之间的链路发生故障后，可以看到 Router C 能够快速检测 Router B 的变化。

```

%Nov          5          11:42:24:172          2009          RouterC          BFD/5/BFD_CHANGE_FSM:
Sess[3002::2/3001::1,13/17,GE2/1/1,Ctrl], Sta: UP->DOWN, Diag: 1
%Nov  5 11:42:24:172 2009 RouterC BGP/5/BGP_STATE_CHANGED: 3001::1 state is changed from
ESTABLISHED to IDLE.
*Nov  5 11:42:24:187 2009 RouterC RM/6/RMDEBUG: BGP_BFD: Recv BFD DOWN msg, Src IP 3002::2,
Dst IP 3001::1, Instance ID 0.
*Nov  5 11:42:24:187 2009 RouterC RM/6/RMDEBUG: BGP_BFD: Reset BGP session 3001::1 for BFD
session down.
*Nov  5 11:42:24:187 2009 RouterC RM/6/RMDEBUG: BGP_BFD: Send DELETE msg to BFD, Connection
type DIRECT, Src IP 3002::2, Dst IP 3001::1, Instance ID 0.

```

在 Router C 上查看 1200::0/64 的路由信息，可以看出 Router A 和 Router C 是通过 Router D 进行通信的。

```
<RouterC> display ipv6 routing-table 1200::0 64 verbose
```

```
Routing Table :
```

```
Summary Count : 1
```

```

Destination      : 1200::
NextHop          : 2001::1
RelayNextHop     : 2002::1
Neighbor        : 2001::1
Interface       : GigabitEthernet2/1/2
State           : Active Adv
Tunnel ID       : 0x0
Age             : 4635sec
PrefixLength    : 64
Preference      : 255
Tag             : 0H
ProcessID       : 0
Protocol        : BGP4+
Cost            : 100
Label           : NULL

```

以上显示信息表明：Router C 到达 1200::0/64 网段有一条路径：Router A<->Router D<->Router C。

1.12 IPv6 BGP 常见错误配置举例

1.12.1 IPv6 BGP 对等体关系不能建立

1. 错误现象

使用 **display bgp ipv6 peer** 命令查看 IPv6 BGP 对等体的信息，发现与对端的连接无法进入 Established 状态。

2. 分析

IPv6 BGP 邻居的建立需要能够使用 179 端口建立 TCP 会话，以及能够正确交换 Open 消息。

3. 处理过程

- (1) 用 **display current-configuration** 命令检查邻居的 AS 号配置是否正确。
- (2) 用 **display bgp ipv6 peer** 命令检查邻居的 IPv6 地址是否正确。
- (3) 如果使用 Loopback 接口，检查是否配置了 **peer connect-interface** 命令。
- (4) 如果是物理上非直连的 EBGP 邻居，检查是否配置了 **peer ebgp-max-hop** 命令。
- (5) 如果配置了 **peer ttl-security hops** 命令，请检查对端是否也配置了该命令，且保证双方配置的 **hop-count** 不小于两台设备实际需要经过的跳数。
- (6) 检查路由表中是否存在到邻居的可用路由。
- (7) 使用 **ping** 命令检查链路是否畅通。

- (8) 使用 **display tcp ipv6 status** 命令检查 TCP 连接是否正常。
- (9) 检查是否配置了禁止 TCP 端口 179 的 ACL。