

组播配置

目 录

第 1 章 组播概述.....	1
1.1 组播路由实现.....	1
1.2 组播路由配置任务列表.....	2
1.2.1 基本组播配置任务列表.....	2
1.2.2 IGMP配置任务列表.....	2
1.2.3 PIM-DM配置任务列表.....	3
1.2.4 PIM-SM配置任务列表.....	3
1.2.5 DVMRP配置任务列表.....	3
第 2 章 基本的组播路由配置.....	4
2.1 启动组播路由.....	4
2.2 端口上启动组播功能.....	4
2.2.1 启动OLNK.....	4
2.2.2 启动PIM-DM.....	4
2.2.3 启动PIM-SM.....	4
2.3 配置TTL阈值.....	5
2.4 取消组播快速转发.....	5
2.5 配置组播静态路由.....	5
2.6 配置IP组播边界.....	6
2.7 配置IP组播流量控制.....	6
2.8 配置IP组播Helper.....	7
2.9 配置Stub组播路由.....	8
2.10 监视和维护组播路由.....	9
第 3 章 IGMP配置.....	10
3.1 简介.....	10
3.2 IGMP配置.....	10
3.2.1 更改IGMP当前运行的版本.....	10
3.2.2 配置IGMP查询间隔.....	11
3.2.3 配置IGMP Querier间隔.....	11
3.2.4 配置IGMP最大响应时间.....	12
3.2.5 配置IGMP最后一个组成员查询间隔.....	12
3.2.6 IGMP静态配置.....	13
3.2.7 配置IGMP Immediate-leave列表.....	13
3.3 IGMP特性配置举例(配置都需在VLAN端口下).....	14
第 4 章 PIM-DM配置.....	17
4.1 PIM-DM简介.....	17
4.2 配置PIM-DM.....	17

4.2.1 调整定时器	17
4.2.2 配置状态刷新	18
4.2.3 配置过滤列表	18
4.2.4 设置DR优先级	18
4.2.5 清除(S,G)信息	19
4.3 PIM-DM状态刷新配置举例	19
第 5 章 配置PIM-SM	20
5.1 PIM-SM简介	20
5.2 PIM-SM配置	21
5.2.1 启动PIM-SM	21
5.2.2 配置静态RP	21
5.2.3 配置候选BSR	21
5.2.4 配置候选RP	22
5.2.5 显示PIM-SM组播路由	22
5.2.6 清除PIM-SM学习的组播路由	22
5.3 配置举例	22
5.3.1 PIM-SM配置举例（交换机在VLAN端口下配置）	22
5.3.2 BSR配置举例（交换机在VLAN端口下配置）	23

第1章 组播概述

本章描述如何配置组播路由协议。如果要了解本章**组播路由命令**的完整描述，请参考其它有关“**组播路由命令**”的章节。

传统的 IP 传输只允许一台主机向单个主机（单播通信）或者所有主机（广播通信），组播技术则提供第三种选择：允许一台主机向某些主机发送报文。这些主机被称为组成员。

发送到组成员的报文目的地址是某个 D 类地址（224.0.0.0~239.255.255.255）。组播报文的传输类似于 UDP，只是一种尽力保证的服务，不提供类似于 TCP 的可靠传输和差错控制。

构成组播的应用需要发送方和接收方。发送方无需加入某个组就可以发送组播报文，而接收方必须事先加入某个组才能接收到这个组的报文。

组成员的关系是动态的，主机可以随时加入或者离开某个组，而且组成员的位置和个数没有任何限制。如果需要，一台主机可以同时多个组的成员。因此，组的活动状态和组成员的个数可随着时间发生变化。

交换机通过执行组播路由协议（例如 PIM-DM，PIM-SM 等）来维护转发组播报文的路由表，通过 IGMP 协议来学习在直连网段上组成员的状态。主机通过发送 IGMP Report 消息来加入特定的 IGMP 组。

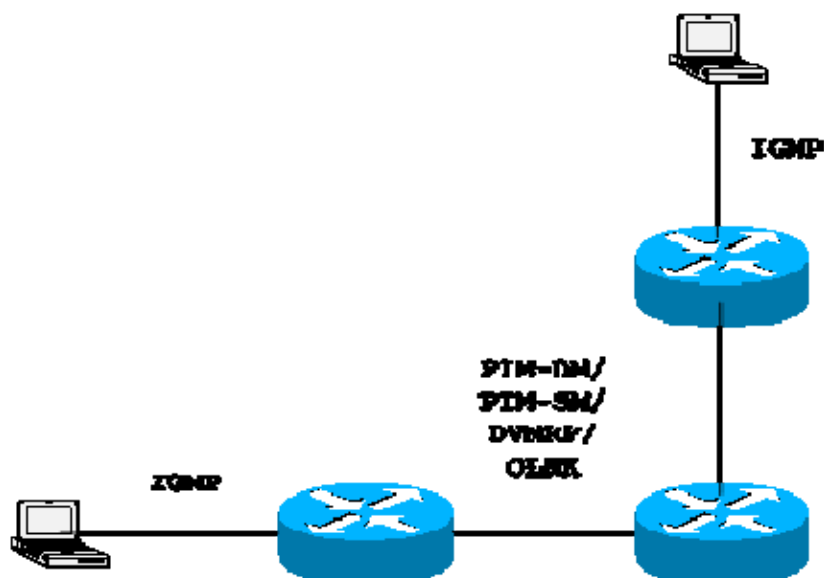
IP 组播技术的上述特定非常适合于“一对多”的多媒体应用。

1.1 组播路由实现

在本公司的交换机软件中，组播路由包括如下协议：

- IGMP 运行于局域网上的交换机和主机之间，跟踪组成员的关系。
- OLNK 是一种静态的静态组播技术，用于简单的拓扑结构中，即能实现组播转发，又能有效减少组播路由协议对 CPU 和带宽的浪费。
- PIM-DM/PIM-SM/DVMRP 是动态的组播路由协议，运行在交换机之间，通过建立组播路由表来实现组播转发。

下图显示了在 IP 组播环境中应用到的组播协议：



1.2 组播路由配置任务列表

1.2.1 基本组播配置任务列表

- 启动组播路由（必选）
- 配置 TTL 门槛（可选）
- 取消组播快速转发（可选）
- 配置组播静态路由（可选）
- 配置组播边界（可选）
- 配置组播 Helper（可选）
- 配置 Stub 组播路由（可选）
- 监视和维护组播路由（可选）

1.2.2 IGMP配置任务列表

- 更改 IGMP 当前运行的版本
- 配置 IGMP 查询间隔
- 配置 IGMP Querier 间隔
- 配置 IGMP 最大响应时间
- 配置 IGMP 最后一个组成员查询间隔

- IGMP 静态配置
- 配置 IGMP Immediate-leave 列表

1.2.3 PIM-DM配置任务列表

- 调整定时器
- 指定 PIM-DM 版本号
- 配置状态刷新
- 配置过滤列表
- 设置 DR 优先级
- 清除(S,G)信息

1.2.4 PIM-SM配置任务列表

- 配置静态 RP
- 配置候选 BSR
- 配置候选 RP
- 显示 PIM-SM 组播路由
- 清除 PIM-SM 学习的组播路由

1.2.5 DVMRP配置任务列表

- 配置路由汇总
- 配置端口强制叶节点
- 配置路由过滤器
- 显示 DVMRP 单播路由
- 显示 DVMRP 组播路由
- 清除 DVMRP 学习的组播路由

第2章 基本的组播路由配置

2.1 启动组播路由

启动组播路由以允许交换机软件转发组播报文。在全局配置态下输入以下命令启动组播报文转发：

命令	目的
ip multicast-routing	启动组播路由。

2.2 端口上启动组播功能

端口上运行组播路由协议会同时激活 IGMP 在端口上的操作。组播路由协议包括 OLNK, PIM-DM, PIM-SM 或者 DVMRP。在同一个端口上最多只允许一个组播路由协议运行。在交换机连接多个组播域时，可以在不同端口上运行不同的组播协议。

尽管交换机软件能够很好地充当组播边界交换机（MBR）的作用，如有可能，请尽量保证不要在交换机上同时运行多个组播路由协议，因为这样会对某些组播路由协议造成不必要的影响。例如，当 PIM-DM（仅支持（S，G）表项）和 BIDIR PIM-SM（仅支持（*，G）表项）运行时，会造成混乱。

2.2.1 启动OLNK

在端口运行 OLNK 以组播功能。在端口配置态下输入以下命令：

命令	目的
ip olnk	启动组播路由。

2.2.2 启动PIM-DM

在端口运行 PIM-DM 以激活密集模式组播功能，按以下步骤进行：

命令	目的
ip pim-dm	进入需要运行PIM-DM的端口，在端口配置态下激活PIM-DM组播路由进程。

2.2.3 启动PIM-SM

在端口运行 PIM-DM 以激活密集模式组播功能，按以下步骤进行：

命令	目的
ip pim-sm	进入需要运行PIM-SM的端口，在端口配置态

下激活PIM-SM组播路由进程。

2.3 配置TTL阈值

使用 `ip multicast ttl-threshold` 配置端口上允许通过的组播报文 TTL 的阈值，使用 `no ip multicast ttl-threshold` 来使用默认值。默认值为 1。

命令	目的
ip multicast ttl-threshold ttl-value	配置端口的 TTL 阈值。

示例

下面的实例演示了系统管理员配置某个端口的 TTL 阈值：

```
interface ethernet 1/0
ip multicast ttl-threshold 200
```

2.4 取消组播快速转发

使用 `ip multicast mroute-cache` 配置端口上允许使用组播快速转发的功能，使用 `no ip multicast mroute-cache` 来取消组播快速转发的功能：

命令	目的
ip multicast mroute-cache	在端口上启用组播的快速转发功能。

示例

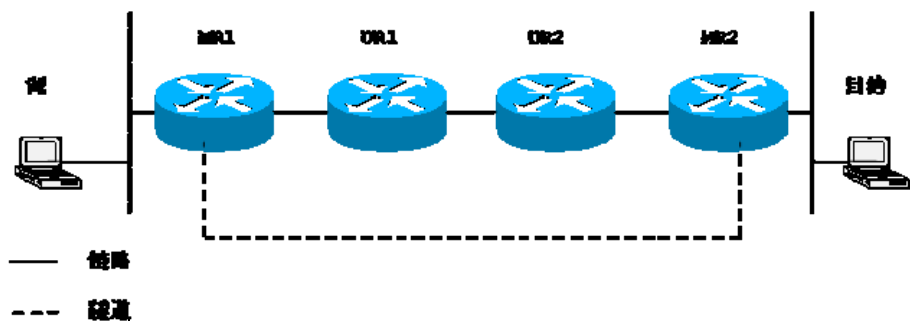
下面的实例演示了系统管理员配置取消某个端口上的快速转发功能：

```
interface ethernet 1/0
no ip mroute-cache
```

2.5 配置组播静态路由

组播静态路由允许组播转发路径不同于单播路径。组播报文转发时都会进行 RPF 检查：报文的实际接收端口是期望接收的端口（该端口就是到达发送方的单播路由下一跳接口）。如果单播的拓扑和组播的拓扑一致，这样的检查是合理的。但是，在某些情况下，还是希望单播的路径和组播的路径有所不同。

最常见的例子是使用了隧道技术。当一条路径上的交换机并不支持组播协议时，解决的办法是在两个交换机之间配置 GRE 隧道。在下图中，每个单播交换机（UR）仅支持单播报文；每个组播交换机（MR）支持组播报文。源通过 MR1 和 MR2 把组播报文发送到目的。MR2 仅当组播报文是从隧道接收时，才会转发该报文。如果这样，从目的向源发送单播报文时也会通过隧道。我们知道，通过隧道发送报文比直接的发送要慢。



通过配置组播静态路由，能够使交换机根据配置信息进行 RPF 检查，而不是单播路由表。因此，组播报文使用隧道，单播报文不走隧道。组播静态路由只存在本地，并不会宣告出去或者进行路由转发。

在全局配置态下，使用如下命令来配置组播静态路由。

命令	说明
<code>ip mroute source-address mask rpf-address type number[distance]</code>	配置组播静态路由。

2.6 配置IP组播边界

使用 `ip multicast boundary` 配置端口组播边界，使用 `no ip multicast boundary` 来取消设定的边界。第二次配置该命令将覆盖掉第一次配置的命令。

命令	说明
<code>ip multicast boundary access-list</code>	在端口上配置IP组播边界。

举例

下面的实例演示了系统管理员配置某个端口的管理边界。

```
interface ethernet 0/0
ip multicast boundary acl
ip access-list standard acl
permit 192.168.20.97 255.255.255.0
```

2.7 配置IP组播流量控制

使用 `ip multicast rate-limit` 命令来限制端口上某个 `source/group` 范围 接收和发送组播报文的流量。使用 `no ip multicast rate-limit` 命令取消流量限制。

配置某个组播流的输入流量限制为 `n kbps`。

命令	说明
<code>ip multicast rate-limit in group-list access-list1 source-list access-list2 nkbps</code>	配置端口上某个范围内组播流的最大输入流量限制。

配置某个组播流的输出流量限制为 n kbps。

命令	说明
ip multicast rate-limit out group-list access-list1 source-list access-list2 kbps	配置端口上某个范围内组播流的最大输出流量限制。

2.8 配置IP组播Helper

使用 **ip multicast helper-map** 命令来配置在组播网络上使用组播路由来连接两个广播网络。使用 **no ip multicast helper-map** 命令撤销该命令。

在与源广播网络相连的第一跳交换机上。

命令	说明
interface type number	进入端口配置态。
ip multicast helper-map broadcast group-address access-list	配置 ip multicast helper 命令，将广播报文转换为组播报文。
ip directed-broadcast	允许定向广播。
ip forward-protocol [port]	配置允许转发的报文端口号。

在与目的广播网络相连的最后一跳交换机上。

命令	说明
interface type number	进入端口配置态。
ip directed-broadcast	允许定向广播。
ip multicast helper-map group-address broadcast-address access-list	配置 ip multicast helper 命令，将组播报文转换为广播报文。
ip forward-protocol [port]	配置允许转发的报文端口号。

举例

下面的实例演示了系统管理员配置组播 helper 命令。

交换机上的配置如下图所示，在第一跳交换机上 e0 端口上配置 **ip directed-broadcast** 允许处理定向广播报文。配置 **ip multicast helper-map broadcast 230.0.0.1 testacl1**，允许将 192.168.20.97/24 源地址发送的 端口号为 4000 的 udp 广播报文转换成 目的地址为 230.0.0.1 的组播报文发送。

在最后一跳交换机 e1 端口上配置 **ip directed-broadcast** 允许处理定向广播报文。配置 **ip multicast helper-map 230.0.0.1 172.10.255.255 testacl2**，允许将 192.168.20.97/24 源地址发送的端口号为 4000 的目的地址为 230.0.0.1 的组播报文转换成目的地址为 172.10.255.255 的广播报文发送。

在与源广播网络相连的第一跳交换机上：(交换机在 VLAN 端口下配置)

```
interface ethernet 0
ip directed-broadcast
```

```

ip multicast helper-map broadcast 230.0.0.1 testacl
ip pim-dm
!
ip access-list extended testacl permit udp 192.168.20.97 255.255.255.0 any
ip forward-protocol udp 4000

在与目的广播网络相连的最后一跳交换机上。

interface ethernet 1
ip directed-broadcast
ip multicast helper-map 230.0.0.1 172.10.255.255 testacl2
ip pim-dm
!
ip access-list extended testacl2 permit udp 192.168.20.97 255.255.255.0 any
ip forward-protocol udp 4000

```

2.9 配置Stub组播路由

使用 `ip igmp helper-address` 和 `ip pim-dm neighbor-filter` 来配置 Stub 组播路由。

在 stub router 与 host 相连的端口上配置：

命令	说明
interface <i>type number</i>	进入端口配置态。
ip igmp helper-address <i>destination-address</i>	配置 <code>ip igmp helper-address</code> 命令，将多播报文中转倒 central router 上。

在 central router 与 stub router 相连的端口上：

命令	说明
interface <i>type number</i>	进入端口配置态。
ip pim neighbor-filter <i>access-list</i>	过滤掉所有发送到 stub router 的pim 报文。

举例

交换机 A 与 B 的配置如下图所示：

```

Stub Router A Configuration
ip multicast-routing
ip pim-dm
ip igmp helper-address 10.0.0.2
Central Router B Configuration
ip multicast-routing
ip pim-dm
ip pim-dm neighbor-filter stubfilter
ip access-list stubfilter
deny 10.0.0.1

```

2.10 监视和维护组播路由

1. 清除组播缓存、路由表

如果怀疑特定的缓存或者路由表失效时，可以清除它的内容。在管理态下，输入如下命令：

命令	说明
clear ip igmp group [<i>type number</i>] [<i>group-address</i> <cr>]	清除IGMP缓存中的表项。
clear ip mroute [<i>* group-address source-address</i>]	清除组播路由表的表项。

2. 显示组播路由表和系统统计信息

通过显示 IP 组播路由表、有关缓存或者数据库，可以判断资源使用情况并解决网络问题。

在管理态下使用如下命令来观察组播路由的统计信息：

命令	说明
show ip igmp groups [<i>type number group-address</i>] [<i>detail</i>]	显示IGMP缓存中多播组的信息。
show ip igmp interface [<i>type number</i>]	显示端口上IGMP的配置信息。
show ip mroute mfc	显示组播转发缓存。
show ip rpf [<i>ucast mstatic pim-dm pim-sm dvmrp</i>] <i>source-address</i>	显示RPF信息。

第3章 IGMP配置

3.1 简介

1. IGMP

IGMP 是一类针对多播组成员管理的协议，IGMP 即 Internet Group Management Protocol 的缩写。IGMP 是一种不对称的协议，它包括主机端 (Host) 和交换机端 (Router) 两方面的内容：主机端的协议规定了作为多播组成员的主机如何向 Router 报告自身属于不同的多播组的身份，以及主机如何响应 Router 发送的 Query 报文的过程；Router 端的协议规定了支持 IGMP 的 Router 如何获得本地网络内主机的多播组成员身份，如何根据主机的 Report 报文更改 Router 保存的多播组成员信息。

通过 IGMP Router 端协议在我们交换机中的实现，可以向交换机中的多播路由协议提供当前网络内多播组的成员存在情况，以决定是否需要转发多播 (Multicast) 报文。综上所述，为使我们的交换机支持 IP 报文的多播过程，需要实现多播路由协议和 IGMP Router 端协议。目前我们的交换机中已经实现了 IGMP Router 端协议，支持当前的最新版本——IGMP 版本 3。

在实际应用中，没有针对 IGMP 单独的启动命令，IGMP-Router 端功能由多播路由协议 (Multicast Routing Protocol) 启动。

2. OLNK

严格地说，OLNK (IGMP only-link) 并不能是一种组播路由协议，因为它没有协议的交互的过程。但是，在某些特定的场合和简单的拓扑环境下，运行 OLNK 会收到非常好的效果。它类似于没有协议过程的 PIM-DM 协议，能够处理本地的 IGMP 组成员的变化，根据拓扑变化及时调整 RPF 接口，即保证了组播的转发，又避免了组播路由协议的控制报文对带宽的占用。

3.2 IGMP配置

IGMP-Router 端特性的配置命令主要是调整 IGMP 参数一类的命令，下面就简要介绍 IGMP-Router 端的基本配置命令。如果需要了解全部的 IGMP-Router 端实现的命令，请参照 IGMP 的命令说明文档。

3.2.1 更改IGMP当前运行的版本

自从 IGMP 提出以来，至今已经有三个正式的版本，对应的 RFC 分别为：RFC1112、RFC2236 和 RFC3376。其中，IGMP 版本 1 只实现了最简单的多播组成员记录功能；版本 2 实现了针对某个特定多播组成员的查询功能以及 IGMP 主机离开某特定多播组的 Leave 报文，降低了组成员变化的延迟时间；版本 3 则进一步实现了对应于主机源地址的多播组成员身份的更新和维护，另外，版本 3 的 IGMP Router 还全面兼容版本 1 和版

本 2 的 IGMP 主机端，我们的交换机软件系统提供了对这三种版本的 IGMP Router 端协议的全面支持。

因为 IGMP 是针对交换机的端口进行配置的，也就是说，可以在不同的端口上分别配置 IGMP-Router 端功能（由不同端口上配置的多播路由协议分别启动），而且可以在不同端口上运行不同版本的 IGMP。

需要特别指出的是，对某一个特定的多播交换机来说，在连接同一网络的不同端口中，只能在某一个端口上开启 IGMP-Router 功能。

要更改某一个端口上运行的 IGMP-Router 端协议的版本，可以在端口配置态下使用以下命令进行更改：

命令	目的
ip igmp version <i>version_number</i>	更改当前端口正在运行的IGMP的版本。

3.2.2 配置IGMP查询间隔

无论当前运行的 IGMP-Router 协议的版本号是多少，多播交换机在开启了 IGMP-Router 端功能的端口上都会每隔一段时间发送一次 IGMP General Query 报文，发送地址是 224.0.0.1，目的是希望获得 IGMP 主机响应的 Report 报文，从而获得此端口连接的网络上 IGMP 主机分别属于哪些多播组的信息。这个 General Query 报文发送间隔时间被称为 IGMP 查询间隔（IGMP Query Interval），如果把这个时间设得比较大，则交换机无法迅速获得当前 IGMP 主机的多播组归属信息，但如果把这个时间设得比较小，又会增加当前网络上的 IGMP 报文的流量。

要更改某个端口上 IGMP 查询间隔的大小，可以在端口配置态下使用以下命令进行更改：

命令	目的
ip igmp query-interval <i>time</i>	更改当前端口的IGMP查询间隔大小，单位为秒。

3.2.3 配置IGMP Querier间隔

对 IGMP-Router 端协议版本 2 和版本 3 而言，如果在同一网络内存在同样运行 IGMP-Router 端协议的交换机，就需要面对一个 querier 选取的问题，所谓 querier，是指能发送 query 报文的交换机（实际上即启动了 IGMP-Router 端协议的交换机的某个端口），在正常运行情况下，同一网络内只存在一个 querier，即只有一个交换机在发送 IGMP Query 报文。对于 IGMP-Router 端协议版本 1，不存在 querier 选取的问题，因为 IGMP-Router 版本 1 中哪台交换机能发送 IGMP Query 报文是由多播路由协议指定的。

对 IGMP-Router 端协议版本 2 和版本 3 来说，采用同样的 querier 选取机制：即 IP 地址最小的交换机为此网络中的 querier，对于非 querier 来说，需要保存一个时钟，记录 querier 存在的时间，当此时钟超时后，非 querier 变为 querier，开始向外发送 IGMP Query 报文，直到此交换机收到 IP 地址比自己小的交换机发出的 IGMP Query 报文并再次变为非 querier。

对 IGMP-Router 端协议版本 2 来说，其他 querier 存在的时间间隔可以通过以下命令进行配置：

命令	说明
ip igmp querier-timeout time	配置其他querier存在的时间间隔，单位为秒

对 IGMP-Router 端协议版本 1 来说，其他 querier 存在的时间间隔值没有实际作用；对于 IGMP-Router 端协议版本 3 来说，此时间间隔由协议内部规定其值的大小，不可配置，所以上述配置命令仅对 IGMP-Router 端协议版本 2 有效。

3.2.4 配置IGMP最大响应时间

对 IGMP-Router 端协议版本 2 和版本 3 而言，在发送 IGMP General Query 报文时，在 IGMP 报文中专门的数据域指明了 IGMP 主机的最大响应时间，即 IGMP 主机必须在收到 IGMP General Query 报文后的最大响应时间间隔内发送对此 General Query 报文的响应报文。如果此最大响应时间设置得过大，则会造成 IGMP 主机多播组成员身份变化的延迟，如果此最大响应时间设置得过小，又会造成网络上 IGMP 报文的流量过大。

注意：

IGMP 最大响应时间必须小于 IGMP 查询间隔，在使用此配置命令时，如果最大响应时间的值大于查询间隔(query-interval)时，系统会将最大响应时间的值自动调整为(query-interval - 1) 秒。

对 IGMP-Router 端协议版本 2 和版本 3 来说，可以在端口配置态下通过以下命令设置 IGMP 最大响应时间：

命令	目的
ip igmp query-max-response-time time	配置IGMP 最大响应时间，单位为秒。

对 IGMP-Router 端协议版本 1 来说，此最大响应时间间隔由协议内部规定其值的大小，不可配置，所以上述配置命令仅对 IGMP-Router 端协议版本 1 无效。

3.2.5 配置IGMP最后一个组成员查询间隔

对 IGMP-Router 端协议版本 2 和版本 3 而言，当发送针对某个特定多播组的 Group Specific Query 报文时，将使用最后一个组成员查询间隔作为 IGMP Query 报文中的主机最大响应时间，即 IGMP 主机必须在收到 Group Specific Query 报文后的最后一个组成员查询间隔内发送对此 Query 报文的响应报文。如果 IGMP 主机通过查询本身的状态发现不需要响应此 Query 报文，则在此时间间隔后过去后仍然不发送响应报文，则多播交换机会对已经保存的多播组成员信息进行相应的更新。如果此时间间隔设置得过大，则会造成 IGMP 主机多播组成员身份变化的延迟，如果此时间间隔设置得过小，又会造成网络上 IGMP 报文的流量过大。

对 IGMP-Router 端协议版本 2 和版本 3 来说，可以在端口配置态下通过以下命令设置 IGMP 最后一个组成员查询间隔时间：

命令	目的
ip igmp last-member-query-interval time	配置IGMP 最后一个组成员查询间隔，单位为毫秒。

对 IGMP-Router 端协议版本 1 来说，配置的最后一个组成员的查询间隔没有被使用，尽管在端口运行 IGMP 版本 1 时可以配置这条命令，但并没有实际应用效果。

3.2.6 IGMP静态配置

在我们交换机对 IGMP-Router 端协议的实现中，除了协议规定的功能外，我们还支持端口上的静态多播组配置。所谓“静态”是与 IGMP 主机端报告的“动态”信息相区别，对于 IGMP 主机来说，它的多播组成员关系可能是变化的，假设当前它只属于多播组 group1，希望接收发往多播组 group1 的多播报文；但经过一段时间后它可能又属于多播组 group2，还希望接收发往多播组 group2 的多播报文；而再经过一段时间之后，此 IGMP 主机可能不再属于任何一个多播组，所以说主机报告的多播组归属信息是动态变化的。

与上述“动态多播组”不同，某端口如果静态配置了属于某一个多播组，则除非使用 no 命令取消这种配置，多播协议将认为此端口始终需要接收发往这个多播组的多播报文。另外，为了提供和 IGMP-Router 协议版本 3 更好的兼容，静态配置的多播组可以指定希望接收来自哪些源地址的多播报文，即增加了多播报文接收的 source-filter 功能。

可以在端口配置态下通过以下命令设置该端口的静态多播组：

命令	目的
ip igmp static-group { * group-address} {include source-address <cr> }	配置该端口下的静态多播组属性。

3.2.7 配置IGMP Immediate-leave列表

如果交换机某端口上已经启动了 IGMP 版本 2，且在此端口所连接的网络上仅存在一个 IGMP 主机，则可以通过配置 IGMP Immediate-leave 列表实现 IGMP 主机的“Immediate Leave”功能。根据 IGMP 版本 2 的规定，当某个主机要离开特定的多播组时，该主机将向所有的多播交换机发送 Leave 报文，而多播交换机将发送 Group Specific 报文以确认此端口上是否已经不再有主机需要接受发向这个多播组的多播报文。而如果配置了“Immediate Leave”功能，则可以避免 IGMP 主机与多播交换机之间的报文交互，也可以避免多播交换机维护的多播组成员身份变化的延迟。

注意：

因为在全局配置态和端口配置态下都能配置此条命令，但全局配置态下配置的此条命令的优先级要高于在端口配置态下配置的命令，如果先在全局配置态下配置了此命令，则后来在端口配置态下配置的命令将被忽略；如果先在端口配置态下配置了此条命令，则后来在全局配置态下配置的命令将删除原来在端口配置态下配置的命令。

对 IGMP-Router 端协议版本 2 来说，可以在端口配置态下通过以下命令设置 IGMP 的 Immediate-leave 列表：

命令	目的
ip igmp immediate-leave group-list list-name	配置能实现“立即离开多播组”功能的IGMP主机的访问列表。
ip access-list standard list-name	创建名字为list-name的IP标准访问列表。

<code>permit source-address</code>	在IP标准访问列表的配置模式下配置我们希望实现“立即离开”功能的IGMP主机的IP地址。
------------------------------------	--

因为 IGMP-Router 端协议版本 1 和版本 3 对 leave 报文的处理流程和 IGMP 版本 2 的处理流程存在很大差异,所以上述配置命令仅对 IGMP-Router 端协议版本 1 和版本 3 无效。

3.3 IGMP特性配置举例(配置都需在VLAN端口下)

1. 更改IGMP版本示例

因为高版本的 IGMP-Router 端协议能完全兼容低版本的 IGMP 主机,所以当网络环境中存在低版本的 IGMP 主机时并不需要更改多播交换机运行的 IGMP-Router 端协议的版本,但高版本的 IGMP-Router 端协议不能与低版本的 IGMP-Router 端协议兼容,所以在当前的网络环境内如果存在运行低版本 IGMP-Router 端协议的交换机时,需要更改运行高版本 IGMP 的交换机的相关端口上的 IGMP-Router 端协议的版本,更改的原则是:将 IGMP-Router 端协议版本改为同一网段上最低的 IGMP-Router 端协议的版本。

假设系统管理员知道交换机的某个端口连接的网络中存在运行 IGMP-Router 版本 1 以及 IGMP-Router 版本 2 的交换机,则需要将运行高版本的 IGMP-Router 协议的交换机对应端口的 IGMP-Router 协议版本号改为 1。下面的实例演示了系统管理员将某个端口(下面的例子中为 ethernet 1/0 端口)上运行的 IGMP 的版本改为版本 1 的过程:

```
interface ethernet 1/0
ip igmp version 1
```

2. 配置IGMP查询间隔示例

下面的实例演示了系统管理员将某个端口(下面的例子中为 ethernet 1/0 端口)上 IGMP 的查询间隔改为 50 秒的过程:

```
interface ethernet 1/0
ip igmp query-interval 50
```

配置 IGMP Querier 间隔

对 IGMP-Router 端协议版本 2 和版本 3 而言,如果在同一网络内存在同样运行 IGMP-Router 端协议的交换机,就需要面对一个 querier 选取的问题,所谓 querier,是指能发送 query 报文的交换机(实际上即启动了 IGMP-Router 端协议的交换机的某个端口),在正常运行情况下,同一网络内只存在一个 querier,即只有一个交换机在发送 IGMP Query 报文。对于 IGMP-Router 端协议版本 1,不存在 querier 选取的问题,因为 IGMP-Router 版本 1 中哪台交换机能发送 IGMP Query 报文是由多播路由协议指定的。

对 IGMP-Router 端协议版本 2 和版本 3 来说,采用同样的 querier 选取机制:即 IP 地址最小的交换机为此网络中的 querier,对于非 querier 来说,需要保存一个时钟,记录 querier 存在的时间,当此时钟超时后,非 querier 变为 querier,开始向外发送 IGMP Query 报文,直到此交换机收到 IP 地址比自己小的交换机发出的 IGMP Query 报文并再次变为非 querier。

对 IGMP-Router 端协议版本 2 来说，其他 querier 存在的时间间隔可以通过以下命令进行配置：

命令	目的
<code>ip igmp querier-timeout time</code>	配置其他querier存在的时间间隔，单位为秒。

对 IGMP-Router 端协议版本 1 来说，其他 querier 存在的时间间隔值没有实际作用；对于 IGMP-Router 端协议版本 3 来说，此时间间隔由协议内部规定其值的大小，不可配置，所以上述配置命令仅对 IGMP-Router 端协议版本 2 有效。

3. 配置IGMP Querier间隔示例

下面的实例演示了系统管理员将某个端口（下面的例子中为 ethernet 1/0 端口）上 IGMP 的 querier 间隔改为 100 秒的过程：

```
interface ethernet 1/0
ip igmp querier-timeout 100
```

4. 配置IGMP最大响应时间示例

下面的实例演示了系统管理员将某个端口（下面的例子中为 ethernet 1/0 端口）上 IGMP 的最大响应时间改为 15 秒的过程：

```
interface ethernet 1/0
ip igmp query-max-response-time 15
```

5. 配置IGMP最后一个组成员查询间隔示例

下面的实例演示了系统管理员将某个端口（下面的例子中为 ethernet 1/0 端口）上 IGMP 的最后一个组成员查询间隔改为 2000 毫秒的过程：

```
interface ethernet 1/0
ip igmp last-member-query-interval 2000
```

6. IGMP静态配置示例

静态多播组配置命令在使用不同的参数时可以定义不同类别的静态多播组，下面的示例将分别介绍使用不同命令参数的结果：

```
interface ethernet 1/0
ip igmp static-group *
```

上述配置命令在 ethernet 1/0 端口上静态配置了所有的多播组，即此端口属于所有的多播组，多播路由协议将向此端口转发所有的 IP 多播报文。

```
interface ethernet 1/0
ip igmp static-group 224.1.1.7
```

上述配置命令在 ethernet 1/0 端口上静态配置了多播组 224.1.1.7，即此端口属于多播组 224.1.1.7，多播路由协议将向此端口转发所有发往多播组 224.1.1.7 的 IP 多播报文。

```
interface ethernet 1/0
```

```
ip igmp static-group 224.1.1.7 include 192.168.20.168
```

上述配置命令在 **ethernet 0/0** 端口上静态配置了多播组 **224.1.1.7**，但同时定义了此多播组的 **source-filter** 为 **192.168.20.168**，即此端口属于多播组 **224.1.1.7**，但只接收来自 **192.168.20.168** 的 IP 多播报文，多播路由协议将仅向此端口转发来自 **192.168.20.168**，发往多播组 **224.1.1.7** 的 IP 多播报文。

针对上面的例子，如果还希望接收来自 **192.168.20.169**，发往 **224.1.1.7** 的 IP 多播报文，则可以在端口配置态下再配置一条命令：

```
ip igmp static-group 224.1.1.7 include 192.168.20.169
```

如果还需要增加其他针对这个多播组的 **source-filter** 信息，可以多次执行上述命令，定义不同的 **source-address**。

注意：

在使用上述配置命令时，不能对同一个多播组既配置针对某个特定的 **source address** 的多播组信息，同时配置针对同一多播组的所有 **source address** 的多播组信息；类似的，不能对同一个多播组既配置针对所有 **source address** 的多播组信息，同时配置针对同一多播组的某一个特定 **source address** 的多播组信息。后面配置的命令将被忽略。举例来说，如果已经配置了命令 **ip igmp static-group 224.1.1.7**，此时再配置命令 **ip igmp static-group 224.1.1.7 include 192.168.20.168** 时，后一条命令将被忽略。

7. 配置IGMP Immediate-leave列表示例

下面的实例演示了系统管理员将某个端口（下面的例子中为 **ethernet 1/0** 端口）上允许实现“立即离开”功能的访问列表名配置为 **imme-leave**，并将某 **IGMP** 主机的地址（在下面的例子中为 **192.168.20.168**）加入该访问列表的完整过程。通过这些配置步骤，就能保证 IP 地址为 **192.168.20.168** 的 **IGMP** 主机实现了“立即离开”多播组的功能。

```
interface ethernet 1/0
ip igmp immediate-leave imme-leave
exit
ip access-list standard imme-leave
permit 192.168.20.168
```

第4章 PIM-DM配置

4.1 PIM-DM简介

PIM-DM (Protocol Independent Multicast Dense Mode) 是一种密集模式的多播路由协议，缺省认为当组播源开始发送组播数据时，域内所有的网络节点都需要接收该数据。因而，PIM-DM 采用扩散-剪枝的方式进行组播数据包的转发。组播源开始发送数据时，沿路交换机向朝着源的 RPF 接口之外的所有 PIM 激活接口转发组播数据包。这样，PIM-DM 域中所有网络节点都会收到这些组播数据包。为了完成组播转发，沿路的交换机需要为组 G 和它的源 S 创建相应的组播路由项(S,G)。(S,G)路由项包括组播源地址、组播组地址、入接口、出接口列表、定时器和标志等。

如果网络中某区域没有组播组成员，PIM-DM 协议会发送剪枝消息，将通往该区域的转发接口剪枝，并且建立剪枝状态。剪枝状态对应着超时定时器。当定时器超时时，剪枝状态又重新变为转发状态，组播数据得以再次沿着这些分支流下。另外，剪枝状态包含组播源和组播组的信息。当剪枝区域内出现了组播组成员时，为了减少反应时间，协议不必等待上游剪枝状态超时，而是主动向上游发送嫁接报文，以使剪枝状态变为转发状态。

只要源 S 仍然发送信息到 G 组，第一跳交换机就会周期性地向下方的初始广播树发送 (S,G) 状态刷新信息，以完成刷新。PIM-DM 的状态刷新机制，可以刷新下游的状态，使广播树分支的剪枝不会超时。

PIM-DM 在多路访问网络中，除了涉及 DR 的选举外，还引入了以下机制：使用断言机制来选举唯一的转发者以防向同一网段重复转发组播数据包；使用加入/剪枝抑制机制来减少冗余的加入/剪枝消息；使用剪枝否决机制来否决不应该的剪枝行为。

在 PIM-DM 域中，运行 PIM-DM 协议的交换机周期性的发送 Hello 消息，用以发现邻接的 PIM 交换机，进行叶子网络、叶子交换机的判断，并且负责在多路访问网络中进行指定交换机 (DR) 的选举。

为了适用于 IGMP v1, PIM-DM 负责进行 DR 的选取。当端口上所有 PIM 邻居都支持 DR Priority 时，选择优先级最高的成为 DR。如果优先级相同，则选择具有最大端口 IP 值的交换机为 DR；如果有交换机在 hello 报文中没有通告它的优先权，有多个交换机存在此情况，则选择端口 IP 值最高的交换机为 DR。

本公司交换机的 PIM-DM v2 支持邻居过滤列表、无分类域间路由 (CIDR)、变长子网掩码 (VLSM) 和 IGMP v1、v2、v3。

4.2 配置PIM-DM

4.2.1 调整定时器

路由协议使用几个计时器来判断发送 hello 报文、状态刷新控制斑纹的频率。Hello 报文发送间隔时间的长短影响到邻居关系是否能正确建立。

要调整计时器，在交换机端口配置模式中使用如下命令：

命令	目的
ip pim-dm hello-interval	经过多长时间（单位：秒）从端口向邻居发送 hello 报文。
ip pim-dm state-refresh origination-interval	对于与源直连的第一跳交换机，是周期性发送状态刷新报文的间隔，仅仅对上游端口进行的配置生效；对于后续交换机，是端口允许接收并处理状态刷新报文的时间间隔。

4.2.2 配置状态刷新

在管理模式，缺省情况下允许运行转发 PIM 密集模式状态刷新控制消息。端口配置态的配置命令，对于与源直连的第一跳交换机，是周期性发送状态刷新报文的间隔，此时仅仅对上游端口进行的配置生效；对于后续交换机，是端口允许接收并处理状态刷新报文的时间间隔。

命令	目的
no ip pim-dm state-refresh disable	允许在端口上收发状态刷新报文。
ip pim-dm state-refresh origination-interval	在端口上收发状态刷新报文的时间间隔。

4.2.3 配置过滤列表

PIM-DM 在缺省情况下没有设置过滤列表，包括邻居过滤列表以及组播边界过滤列表，都是在端口配置态下进行配置。

如果需要禁止某台交换机或者某个网段的交换机加入 PIM-DM 协商，就需要配置邻居过滤列表。为了禁止或者允许某些组通过本 region，就需要设置边界组过滤列表。

命令	目的
ip pim-dm neighbor-filter	配置邻居过滤列表。
ip multicast boundary	配置组过滤列表。

4.2.4 设置DR优先级

进行 DR 的选取，以便能适用于 IGMP v1。缺省情况下，交换机 DR 优先级为 1。当端口上所有 PIM 邻居都支持 DR Priority 时，选择优先级最高的成为 DR。如果优先级相同，则选择具有最大端口 IP 值的交换机为 DR；如果有交换机在 hello 报文中没有通告它的优先权，有多个交换机存在此情况，则选择端口 IP 值最高的交换机为 DR。

在端口配置态下进行该命令地配置：

命令	目的
ip pim-dm dr-priority	在指定端口设置本地交换机DR优先级。

4.2.5 清除(S,G)信息

正常情况下，可能需要清除本地 MRT 中的(S,G)表项或者清除通过(S,G)表项转发组播报文数的统计值。在管理模式下使用如下命令：

命令	目的
clear ip mroute pim-dm {* group [source]}	清除本地MRT中的(S,G)表项，这个操作将删除本地多播路由表中的全部或者部分表项，并可能影响正常的多播报文转发，本命令只能删除上游端口是由PIM-DM多播路由协议创建的(S,G)条目。
clear ip pim-dm interface	复位PIM-DM端口下通过(S,G)转发的多播报文统计值，本命令只能复位上游端口是由PIM-DM多播路由协议创建的(S,G)条目。

4.3 PIM-DM状态刷新配置举例

参见“配置状态刷新”。

第5章 配置PIM-SM

5.1 PIM-SM简介

PIM-SM (Protocol Independent Multicast Sparse Mode) 是一种稀疏模式的多播路由协议。在 PIM-SM 域中, 运行 PIM-SM 协议的交换机周期性的发送 Hello 消息, 用以发现邻接的 PIM-SM 交换机, 并且负责在多路访问网络中进行指派交换机(DR)的选举。这里, DR 负责为其直连组成员朝着组播分发树根节点的方向发送“加入/剪枝”消息, 或是将直连组播源的数据发向组播分发树。

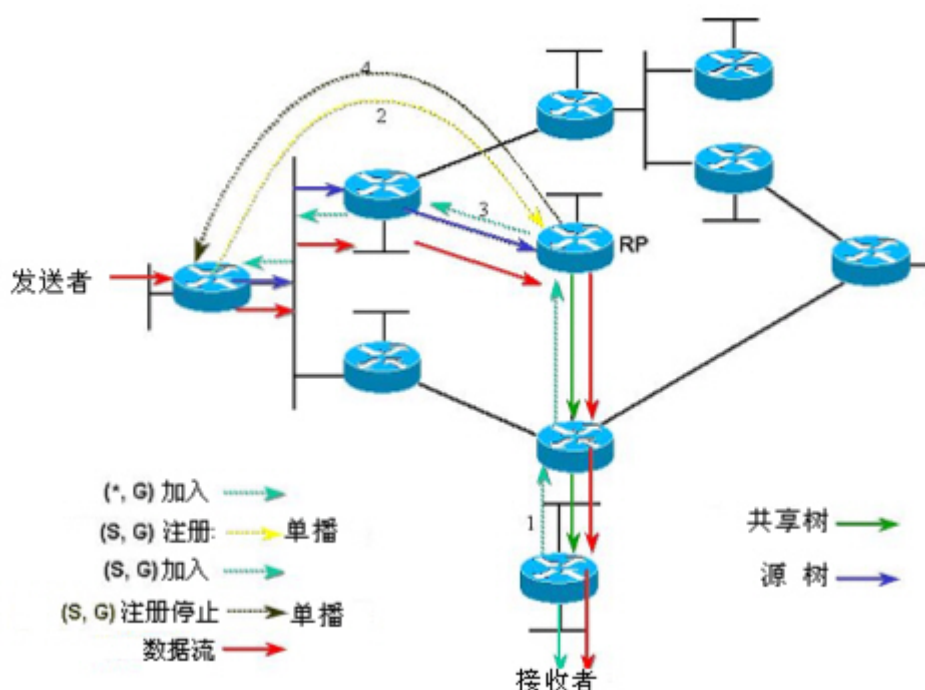


图 5-1 PIM-SM 显式的加入机制

PIM-SM 通过建立组播分发树来进行组播数据包的转发。组播分发树分为两种：以组 G 的 RP 为根的共享树(Shared Tree)和以组播源为根的最短路径树(Shortest Path Tree)。PIM-SM 通过显式的加入/剪枝机制来完成组播分发树的建立与维护。如上图所示：当 DR 收到一个发自接收端的加入 (Join)，它就会向着组 G 的 RP 方向逐跳组播发出一个 (*, G) 加入信息用以加入共享树；源主机向组发送组播数据时，源的数据被封装在注册消息内，并由其 DR 单播至 RP，RP 再将源的解封装数据包沿着共享树转发到各个组成员；RP 朝着源方向向第一跳交换机发送 (S, G) 加入信息，用以加入此源的最短路径树，这样源的数据包将沿着其最短路径树不加封装地发送到 RP；当第一个组播数据沿此树到达时，RP 向源的 DR 发送注册-停止消息，以使 DR 停止注册封装过程。此后，这个源的组播数据不再注册封装，而是先沿着源的最短路径树发送到 RP，再由 RP 将其沿着共享树转发到各个组成员。当不再需要组播数据时，DR 向着组 G 的 RP 逐跳组播剪枝消息用以剪枝共享树。

PIM-SM 中还涉及到其根节点 RP 的选择机制。PIM-SM 域内配置了一个或多个候选自举交换机(Candidate-BSR)。应用一定的规则从中选出自举交换机(BSR)。PIM-SM 域中还配置了候选 RP 交换机(Candidate-RP)，这些候选 RP 将包含了它们地址及可以服务的组播组等信息的包单播至 BSR 交换机。BSR 定期生成包括一系列候选 RP 以及相应的组地址的“自举”消息。“自举”消息在整个域中逐跳发送。交换机接收并保存这些“自举”消息。若 DR 从直连主机收到了某组的成员关系报告后，如果它没有这个组的路由项，DR 将使用一个 hash 算法将组地址映射至一个可以为该组服务的候选 RP。然后 DR 将朝 RP 方向逐跳组播“加入/剪枝”消息。若 DR 从直连主机收到组播数据包，如果它没有这个组的路由项，DR 将使用 hash 算法将组地址映射至一个可以为该组服务的候选 RP。然后 DR 将组播数据封装在注册消息中单播到 RP。

5.2 PIM-SM配置

5.2.1 启动PIM-SM

端口运行 PIM-SM 以激活稀疏模式组播功能，按以下步骤进行：

命令	目的
ip pim-sm	进入需要运行PIM-SM的端口，在端口配置态下激活PIM-SM组播路由进程。

5.2.2 配置静态RP

在网络规模比较小的情况下，可以使用配置静态 RP 来使用 PIM-SM，要求 PIM-SM 域内的所有交换机静态 RP 配置必须一致，保证 PIM-SM 的组播路由没有歧义性。

如果 PIM-SM 域内有交换机运行了 BSR，RP 查找的顺序为：配置了 override 则静态 RP 优于 BSR 分发的 RP 映射表中的 RP；未配置 override 则 BSR 分发的 RP 映射表优先。

全局配置态使用如下命令：

命令	目的
ip pim-sm rp-address rp-add [override[acl-name]] no ip pim-sm rp-address rp-add	配置本交换机上使用的静态RP。

5.2.3 配置候选BSR

候选 RP 的配置可以产生 PIM-SM 域内全局唯一的 BSR，由其进行域内 RP 的收集和分发，保证域内 RP 映射的唯一性。

全局配置态使用如下命令：

命令	目的
ip pim-sm bsr-candidate type number [hash-mask-length] [priority] no ip pim-sm bsr-candidate type number	配置本交换机为候选BSR，通过BSM消息学习和竞争全局BSR角色。

5.2.4 配置候选RP

配置候选 RP 可以间隔发送给 BSR，然后扩散到域内所有 PIM-SM 交换机，保证 RP 映射的唯一。

全局配置态使用如下命令：

命令	目的
ip pim-sm rp-candidate [type number] [interval group-list acl-name] no ip pim-sm rp-candidate [type number]	配置本交换机为候选RP，通过间隔性发送给 BSR，然后由 BSR 进行广播 PIM-SM 域内的所有 PIM-SM 交换机。

5.2.5 显示PIM-SM组播路由

需要查看 PIM-SM 学习的组播路由信息可以使用如下命令：

命令	目的
show ip mroute pim-sm [group-address] [source-address] [type number] [summary] [count] [active kbps]	显示 PIM-SM 组播路由信息。

5.2.6 清除PIM-SM学习的组播路由

清除 PIM-SM 学习的组播路由信息可以使用如下命令：

命令	目的
clear ip mroute pim-sm [* group-address] [source-address]	清除 PIM-SM 组播路由信息。

5.3 配置举例

5.3.1 PIM-SM配置举例（交换机在VLAN端口下配置）

本节给出两台交换机进行 PIM-SM 组播路由学习和转发的简单配置环境。

设备 A：

```
!
ip multicast-routing
!
interface Loopback0
ip address 192.166.100.142 255.255.255.0
ip pim-sm
!
interface Ethernet1/1
ip address 192.166.1.142 255.255.255.0
ip pim-sm
```

```

ip pim-sm dr-priority 100
!
interface Serial2/0
ip address 192.168.21.142 255.255.255.0
physical-layer speed 128000
ip pim-sm
!
router rip
network 192.168.21.0
network 192.166.1.0
network 192.166.100.0
version 2
!
ip pim-sm bsr-candidate Loopback0 30 201
ip pim-sm rp-candidate Loopback0
!

```

设备 B:

```

!
ip multicast-routing
!
interface Ethernet0/1
ip address 192.168.200.144 255.255.255.0
ip pim-sm
ip pim-sm dr-priority 200
!
interface Serial0/0
ip address 192.168.21.144 255.255.255.0
ip pim-sm
!

```

5.3.2 BSR配置举例（交换机在VLAN端口下配置）

下面例子演示两台交换机的 BSR 配置。

设备 A:

```

!
ip multicast-routing
!
interface Loopback0
ip address 192.166.100.142 255.255.255.0
ip pim-sm
!
interface Ethernet1/1
ip address 192.166.1.142 255.255.255.0
ip pim-sm
!

```

```
interface Serial2/0
ip address 192.168.21.142 255.255.255.0
physical-layer speed 128000
ip pim-sm
!
router rip
network 192.168.21.0
network 192.166.100.0
!
ip pim-sm bsr-candidate Loopback0 30 201
!
```

设备 B:

```
!
ip multicast-routing
!
interface Loopback0
ip address 192.168.100.144 255.255.255.0
ip pim-sm
!
interface Ethernet0/1
ip address 192.168.200.144 255.255.255.0
ip pim-sm
!
interface Serial0/0
ip address 192.168.21.144 255.255.255.0
ip pim-sm
!
ip pim-sm bsr-candidate Loopback0 30
!
```