

目 录

1 MLD	1-1
1.1 MLD简介	1-1
1.1.1 MLD的版本	1-1
1.1.2 MLDv1 工作机制	1-1
1.1.3 MLDv2 的改进	1-3
1.1.4 MLD SSM Mapping	1-4
1.1.5 多实例的MLD	1-5
1.1.6 协议规范	1-5
1.2 MLD配置任务简介	1-5
1.3 配置MLD基本功能	1-6
1.3.1 配置准备	1-6
1.3.2 使能MLD	1-6
1.3.3 配置MLD版本	1-6
1.3.4 配置静态加入	1-7
1.3.5 配置IPv6 组播组过滤器	1-7
1.4 调整MLD性能	1-8
1.4.1 配置准备	1-8
1.4.2 配置MLD查询和响应	1-8
1.4.3 配置IPv6 组播组成员快速离开	1-10
1.5 配置MLD SSM Mapping	1-10
1.5.1 配置准备	1-11
1.5.2 配置过程	1-11
1.6 MLD显示和维护	1-11
1.7 MLD典型配置举例	1-12
1.7.1 MLD基本功能配置举例	1-12
1.7.2 MLD SSM Mapping配置举例	1-14
1.8 常见配置错误举例	1-17
1.8.1 接收者侧路由器上无组成员信息	1-17
1.8.2 同一网段各路由器上组成员关系不一致	1-17

1 MLD



说明

本章中所指的“接口”为三层口，包括VLAN接口、三层以太网接口等。三层以太网接口是指在以太网接口视图下通过 **port link-mode route** 命令切换为三层模式的以太网接口，有关以太网接口模式切换的操作，请参见“二层技术-以太网交换配置指导”中的“以太网接口配置”。

1.1 MLD简介

MLD（Multicast Listener Discovery Protocol，组播侦听者发现协议）用于在三层设备和其直连网段中的用户主机之间建立和维护 IPv6 组播组成员关系。

1.1.1 MLD的版本

到目前为止，MLD 有两个版本：

- MLDv1（由 RFC 2710 定义），源自 IGMPv2
- MLDv2（由 RFC 3810 定义），源自 IGMPv3

所有版本的 MLD 都支持 ASM（Any-Source Multicast，任意信源组播）模型；MLDv2 可以直接应用于 SSM（Source-Specific Multicast，指定信源组播）模型，而 MLDv1 则需要在 MLD SSM Mapping 技术的支持下才能应用于 SSM 模型。有关 ASM 和 SSM 模型的介绍，请参见“IP 组播配置指导”中的“组播概述”。

1.1.2 MLDv1 工作机制

MLDv1 主要基于查询和响应机制完成对 IPv6 组播组成员的管理。

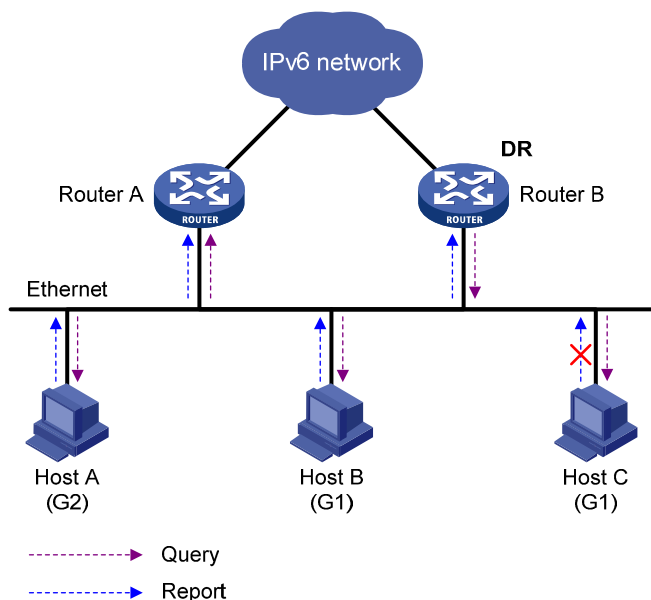
1. 查询器选举机制

当一个网段内有多台运行 MLD 的路由器时，由于它们都能从主机那里收到 MLD 成员关系报告报文（Multicast Listener Report Message），因此只需其中一台路由器发送 MLD 查询报文（Query Message）即可，该路由器就称为 MLD 查询器（Querier）。这就需要有一个查询器的选举机制来确定由哪台路由器作为 MLD 查询器，其选举过程如下：

- (1) 所有 MLD 路由器在初始时都认为自己是查询器，并向本地网段内的所有主机和路由器发送 MLD 普遍组查询（General Query）报文（目的地址为 FF02::1）；
- (2) 本地网段中的其它 MLD 路由器在收到该报文后，将报文的源 IPv6 地址与自己的链路本地接口地址作比较。通过比较，IPv6 地址最小的路由器将成为查询器，其它路由器成为非查询器（Non-Querier）；
- (3) 所有非查询器上都会启动一个定时器（即其它查询器存在时间定时器 Other Querier Present Timer）。在定时器超时前，如果收到了来自查询器的 MLD 查询报文，则重置该定时器；否则，就认为原查询器失效，并发起新的查询器选举过程。

2. 加入IPv6 组播组机制

图1-1 MLD 查询响应示意图



如 图 1-1 所示，假设 Host B 与 Host C 想要收到发往 IPv6 组播组 G1 的 IPv6 组播数据，而 Host A 想要收到发往 IPv6 组播组 G2 的 IPv6 组播数据，那么主机加入 IPv6 组播组以及 MLD 查询器（Router B）维护 IPv6 组播组成员关系的基本过程如下：

- (1) 主机会主动向其要加入的 IPv6 组播组发送 MLD 成员关系报告报文以声明加入，而不必等待 MLD 查询器发来的 MLD 查询报文；
- (2) MLD 查询器（Router B）周期性地以组播方式向本地网段内的所有主机和路由器发送普遍组查询报文（目的地址为 FF02::1）；
- (3) 在收到该查询报文后，关注 G1 的 Host B 与 Host C 其中之一（这取决于谁的延迟定时器先超时）——譬如 Host B 会首先以组播方式向 G1 发送 MLD 成员关系报告报文，以宣告其属于 G1。由于本地网段中的所有主机都能收到 Host B 发往 G1 的报告报文，因此当 Host C 收到该报告报文后，将不再发送同样针对 G1 的报告报文，因为 MLD 路由器（Router A 和 Router B）已知道本地网段中有对 G1 感兴趣的主机了。这个机制称为主机上的 MLD 成员关系报告抑制机制，该机制有助于减少本地网段的信息流量；
- (4) 与此同时，由于 Host A 关注的是 G2，所以它仍将以组播方式向 G2 发送报告报文，以宣告其属于 G2；
- (5) 经过以上的查询和响应过程，MLD 路由器了解到本地网段中有 G1 和 G2 的成员，于是由 IPv6 组播路由协议（如 IPv6 PIM）生成（*, G1）和（*, G2）组播转发项作为 IPv6 组播数据的转发依据，其中的“*”代表任意 IPv6 组播源；
- (6) 当由 IPv6 组播源发往 G1 或 G2 的 IPv6 组播数据经过组播路由到达 MLD 路由器时，由于 MLD 路由器上存在（*, G1）和（*, G2）组播转发项，于是将该 IPv6 组播数据转发到本地网段，接收者主机便能收到该 IPv6 组播数据了。

3. 离开IPv6 组播组机制

当一个主机离开某 IPv6 组播组时：

- (1) 该主机向本地网段内的所有 IPv6 组播路由器（目的地址为 FF02::2）发送离开组（Done）报文；
- (2) 当查询器收到该报文后，向该主机所声明要离开的那个 IPv6 组播组发送特定组查询（Multicast-Address-Specific Query）报文（目的地址字段和组地址字段均填充为所要查询的 IPv6 组播组地址）；
- (3) 如果该网段内还有该 IPv6 组播组的其它成员，则这些成员在收到特定组查询报文后，会在该报文中所设定的最大响应时间（Maximum Response Delay）内发送成员关系报告报文；
- (4) 如果在最大响应时间内收到了该 IPv6 组播组其它成员发送的成员关系报告报文，查询器就会继续维护该 IPv6 组播组的成员关系；否则，查询器将认为该网段内已无该 IPv6 组播组的成员，于是不再维护这个 IPv6 组播组的成员关系。

1.1.3 MLDv2 的改进

MLDv2 在兼容和继承 MLDv1 的基础上，进一步增强了主机的控制能力，并增强了 MLD 状态。

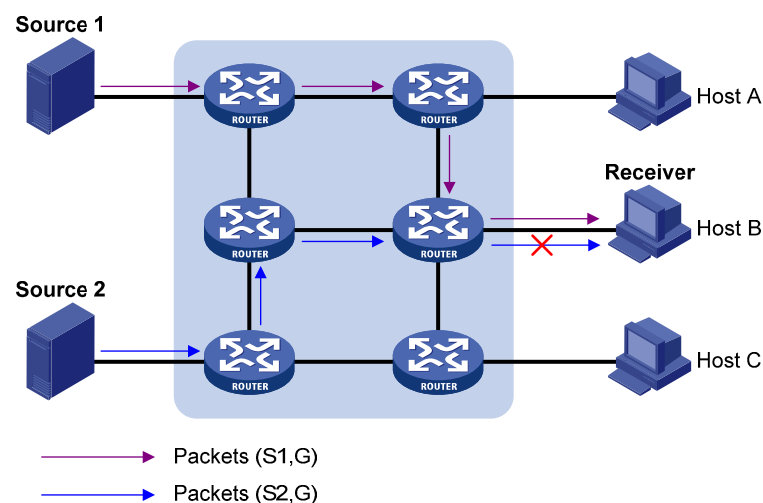
1. 主机控制能力的增强

MLDv2 增加了针对 IPv6 组播源的过滤模式（INCLUDE/EXCLUDE），使主机在加入某 IPv6 组播组 G 的同时，能够明确要求接收或拒绝来自某特定 IPv6 组播源 S 的 IPv6 组播信息。当主机加入 IPv6 组播组时：

- 若要求只接收来自指定 IPv6 组播源如 S1、S2、……发来的 IPv6 组播信息，则其报告报文中可以标记为 INCLUDE Sources（S1，S2，……）；
- 若拒绝接收来自指定 IPv6 组播源如 S1、S2、……发来的 IPv6 组播信息，则其报告报文中可以标记为 EXCLUDE Sources（S1，S2，……）。

如 图 1-2 所示，网络中存在 Source 1（S1）和 Source 2（S2）两个 IPv6 组播源，均向 IPv6 组播组 G 发送 IPv6 组播报文。Host B 仅对从 Source 1 发往 G 的信息感兴趣，而对来自 Source 2 的信息没有兴趣。

图1-2 指定源组的 IPv6 组播流路径



如果主机与路由器之间运行的是 MLDv1，Host B 加入 IPv6 组播组 G 时无法对 IPv6 组播源进行选择，因此无论 Host B 是否需要，来自 Source 1 和 Source 2 的 IPv6 组播信息都将传递给 Host B。

当主机与路由器之间运行了 MLDv2 之后，Host B 就可以要求只接收来自 Source 1、发往 G 的 IPv6 组播信息 (S1, G)，或要求拒绝来自 Source 2、发往 G 的 IPv6 组播信息 (S2, G)，这样就只有来自 Source 1 的 IPv6 组播信息才能传递给 Host B 了。

2. MLD状态的增强

运行 MLDv2 的组播路由器按每条直连链路上的组播地址(per multicast address per attached link)来保持 IPv6 组播组的状态。IPv6 组播组的状态包括：

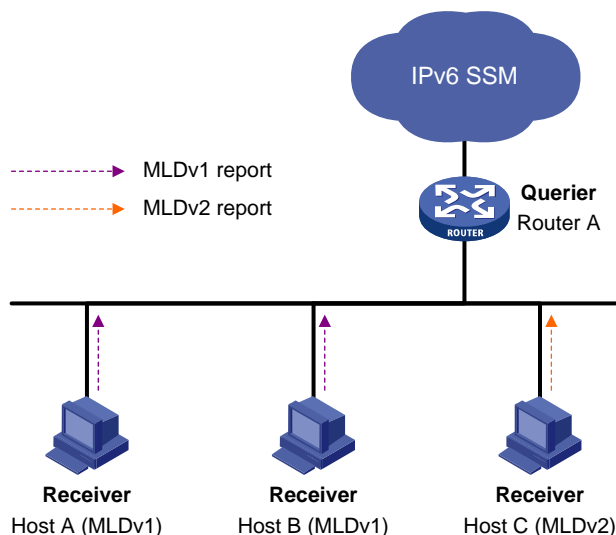
- 过滤模式：保持对 INCLUDE 或 EXCLUDE 的状态跟踪。
- 源列表：保持对新增或删除 IPv6 组播源的跟踪。
- 定时器：表示 IPv6 组播地址超时后切换到 INCLUDE 模式的过滤定时器、关于源记录的源定时器等等。

1.1.4 MLD SSM Mapping

MLD SSM Mapping 通过在路由器上配置 SSM 静态映射规则，从而为运行 MLDv1 的接收者主机提供对 SSM 模型的支持。

SSM 模型要求在接收者主机所在的网段，路由器能够了解主机加入 IPv6 组播组时所指定的 IPv6 组播源。如果接收者主机上运行的是 MLDv2，则可以在 MLDv2 的报告报文中直接指定 IPv6 组播源的地址；如果某些接收者主机只能运行 MLDv1，则在 MLDv1 的报告报文中无法指定 IPv6 组播源的地址。这种情况下需要通过在路由器上配置 MLD SSM Mapping 规则，将 MLDv1 报告报文中所包含的 (*, G) 信息映射为 (G, INCLUDE, (S1, S2...)) 信息。

图1-3 MLD SSM Mapping 组网图



在如 图 1-3 所示的 IPv6 SSM 网络中，Host A、Host B 和 Host C 上分别运行 MLDv1 和 MLDv2。在不允许将 Host A 和 Host B 升级为 MLDv2 的情况下，若要为 Host A 和 Host B 也提供 SSM 组播服务，则需在 Router A 上配置 MLD SSM Mapping 规则。

配置完成后，当 Router A 收到来自主机的 MLDv1 报告报文时，首先检查该报文中所携带的 IPv6 组播组地址 G，然后根据检查结果的不同分别进行处理：

- (1) 如果 G 不在 IPv6 SSM 组地址范围内，则提供 ASM 组播服务。

(2) 如果 G 在 IPv6 SSM 组地址范围内：

- 若 Router A 上没有 G 对应的 MLD SSM Mapping 规则，则无法提供 SSM 组播服务，丢弃该报文；
- 若 Router A 上有 G 对应的 MLD SSM Mapping 规则，则依据规则将报告报文中所包含的(*, G) 信息映射为 (G, INCLUDE, (S1, S2...)) 信息，可以提供 SSM 组播服务。



说明

- MLD SSM Mapping 不对 MLDv2 的报告报文进行处理。
- 有关 IPv6 SSM 组地址范围的介绍，请参见“IP 组播配置指导”中的“IPv6 PIM”。

1.1.5 多实例的MLD

MLD 依据接口来维护组成员关系，各实例的 MLD 根据接口所属的实例来处理协议报文的收发。当路由器收到 MLD 报文时，需要区分该报文所属的实例，并在该实例范围内对其进行处理。当某实例内的 MLD 需要和其它 IPv6 组播协议交互信息时，只会通知本实例内的其它 IPv6 组播协议。

1.1.6 协议规范

与 MLD 相关的协议规范有：

- RFC 2710: Multicast Listener Discovery (MLD) for IPv6
- RFC 3810: Multicast Listener Discovery Version 2 (MLDv2) for IPv6

1.2 MLD配置任务简介

表1-1 MLD 配置任务简介

	配置任务	说明	详细配置
配置MLD基本功能	使能MLD	必选	1.3.2
	配置MLD版本	可选	1.3.3
	配置静态加入	可选	1.3.4
	配置IPv6组播组过滤器	可选	1.3.5
调整MLD性能	配置MLD查询和响应	可选	1.4.2
	配置IPv6组播组成员快速离开	可选	1.4.3
配置MLD SSM Mapping		可选	1.5.2

1.3 配置MLD基本功能

1.3.1 配置准备

在配置 MLD 基本功能之前，需完成以下任务：

- 配置任一 IPv6 单播路由协议，实现网络层互通
- 配置 IPv6 PIM 协议

在配置 MLD 基本功能之前，需准备以下数据：

- MLD 的版本
- 以静态方式加入的 IPv6 组播组和 IPv6 组播源的地址
- IPv6 组播组过滤的 ACL 规则

1.3.2 使能MLD

在需要建立和维护 IPv6 组播组成员关系的接口上使能 MLD。

表1-2 使能 MLD

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
使能IPv6组播路由，并进入IPv6 MRIB视图	ipv6 multicast routing	缺省情况下，IPv6组播路由处于关闭状态 本命令的详细介绍请参见“IP组播命令参考”中的“IPv6组播路由与转发”
退回系统视图	quit	-
进入接口视图	interface interface-type interface-number	-
使能MLD	mld enable	缺省情况下，没有使能MLD

1.3.3 配置MLD版本

由于不同版本 MLD 协议的报文结构与种类不同，因此需要为同一网段上的所有路由器配置相同版本的 MLD，否则 MLD 将不能正常运行。

表1-3 配置 MLD 版本

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
进入接口视图	interface interface-type interface-number	-
配置MLD的版本	mld version version-number	缺省情况下，MLD的版本为MLDv1

1.3.4 配置静态加入

在配置了静态加入 IPv6 组播组或组播源组后，接口将作为该 IPv6 组播组的虚拟组成员存在，从而可以接收发往该组的 IPv6 组播数据，以测试 IPv6 组播数据的转发。

在配置了静态加入后，接口并不会对 MLD 查询器发出的查询报文进行响应；当配置静态加入或取消静态加入的配置时，接口也不会主动发送 MLD 成员关系报告报文或 MLD 离开组报文。也就是说，该接口并没有真正成为该 IPv6 组播组的成员。



提示

在运行 IPv6 PIM-SM 的设备上配置静态加入时，如果待配接口上同时使能了 MLD 和 IPv6 PIM-SM，则该接口必须为 IPv6 PIM-SM 的 DR，否则该接口将不能加入 IPv6 组播组或组播源组；如果待配接口上使能了 MLD 但未使能 IPv6 PIM-SM，则该接口必须为 MLD 查询器，否则该接口也不能加入 IPv6 组播组或组播源组。有关 IPv6 PIM-SM 和 DR 的介绍，请参见“IP 组播配置指导”中的“IPv6 PIM”。

表1-4 配置静态加入

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
进入接口视图	interface <i>interface-type interface-number</i>	-
配置静态加入 IPv6 组播组或组播源组	mlid static-group <i>ipv6-group-address</i> [source <i>ipv6-source-address</i>]	缺省情况下，接口没有以静态方式加入任何 IPv6 组播组或组播源组

1.3.5 配置 IPv6 组播组过滤器

如果不希望接口所在网段上的主机加入某些 IPv6 组播组，可在该接口上配置 IPv6 ACL 规则作为过滤器，接口将按照该规则对收到的 MLD 成员关系报告报文进行过滤，只为该规则所允许的 IPv6 组播组维护组成员关系。

表1-5 配置 IPv6 组播组过滤器

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
进入接口视图	interface <i>interface-type interface-number</i>	-
配置 IPv6 组播组过滤器	mlid group-policy <i>acl6-number</i> [<i>version-number</i>]	缺省情况下，接口上没有配置 IPv6 组播组过滤器，即该接口下的主机可以加入任意 IPv6 组播组



说明

由于 IPv6 组播组过滤器只能过滤 MLD 报文，因此无法对接口静态加入 IPv6 组播组或组播源组进行限制。

1.4 调整MLD性能

1.4.1 配置准备

在调整 MLD 性能之前，需完成以下任务：

- 配置任一 IPv6 单播路由协议，实现网络层互通
- 配置 MLD 基本功能

1.4.2 配置MLD查询和响应

MLD 查询器的健壮系数是为了弥补可能发生的网络丢包而设置的报文重传次数，健壮系数越大，MLD 查询器就越“健壮”，但是组播组超时所需的时间也就越长。

当 MLDv1/v2 查询器启动时，会以“MLD 查询器启动查询间隔”为时间间隔发送“MLD 查询器启动查询次数”次 MLD 普遍组查询报文。

MLDv1/v2 查询器会周期性地发送 MLD 普遍组查询报文，以判断网络上是否有 IPv6 组播组成员，发送间隔即为“MLD 普遍组查询报文的发送间隔”，可以根据网络的实际情况来修改此间隔。

当 MLDv1 查询器收到 MLD 离开组报文后，会以“MLD 最后组成员查询间隔”为时间间隔发送“MLD 最后组成员查询次数”次 MLD 特定组查询报文；当 MLDv2 查询器收到改变 IPv6 组播组与 IPv6 组播源列表关系的 MLD 报告报文后，也会以“MLD 最后组成员查询间隔”为时间间隔发送“MLD 最后组成员查询次数”次 MLD 特定源组查询报文。

在收到 MLD 查询报文（包括普遍组查询、特定组查询和特定源组查询）后，主机会为其所加入的每个 IPv6 组播组都启动一个延迟定时器，其值在 0 到最大响应时间（该时间值从 MLD 查询报文的最大响应时间字段获得）中随机选定，当定时器的值减为 0 时，主机就会向该定时器对应的 IPv6 组播组发送 MLD 成员关系报告报文。合理配置 MLD 查询报文的最大响应时间，既可以使主机对 MLD 查询报文做出快速响应，又可以减少由于定时器同时超时，造成大量主机同时发送报告报文而引起的网络拥塞：

- 对于 MLD 普遍组查询报文来说，通过配置 MLD 普遍组查询报文的最大响应时间来填充其最大响应时间字段；
- 对于 MLD 特定组查询报文和 MLD 特定源组查询报文来说，所配置的 MLD 最后组成员查询间隔将被填充到其最大响应时间字段。也就是说，MLD 特定组查询和 MLD 特定源组查询的最大响应时间在数值上等于 MLD 最后组成员查询间隔。

当同一网段上有多台 IPv6 组播路由器时，由 MLD 查询器负责发送 MLD 查询报文。如果非查询器在“MLD 其它查询器存在时间”超时前未收到来自查询器的 MLD 查询报文，就会认为原查询器失效，从而触发新的查询器选举过程；否则，非查询器将重置“MLD 其它查询器存在时间定时器”。

用户既可在 MLD 视图下对所有接口进行全局配置，也可在接口视图下只对当前接口进行配置，后者的配置优先级较高。



提示

- 应确保 MLD 其它查询器的存在时间大于 MLD 普遍组查询报文的发送间隔，否则有可能导致网络内的 MLD 查询器反复变化。
- 应确保 MLD 普遍组查询报文的发送间隔大于 MLD 普遍组查询报文的最大响应时间，否则有可能造成对 IPv6 组播组成员的误删。

1. 全局配置MLD查询和响应

表1-6 全局配置 MLD 查询和响应

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
进入MLD视图	mld	-
配置MLD查询器的健壮系数	robust-count count	缺省情况下，MLD查询器的健壮系数为2
配置MLD查询器的启动查询间隔	startup-query-interval interval	缺省情况下，MLD查询器的启动查询间隔为MLD普遍组查询报文发送间隔的1/4
配置MLD查询器的启动查询次数	startup-query-count count	缺省情况下，MLD查询器的启动查询次数等于MLD查询器的健壮系数
配置MLD普遍组查询报文的发送间隔	query-interval interval	缺省情况下，MLD普遍组查询报文的发送间隔为125秒
配置MLD最后组成员查询间隔	last-listener-query-interval interval	缺省情况下，MLD最后组成员查询间隔为1秒
配置MLD最后组成员查询次数	last-listener-query-count count	缺省情况下，MLD最后组成员查询次数等于MLD查询器的健壮系数
配置MLD普遍组查询报文的最大响应时间	max-response-time time	缺省情况下，MLD普遍组查询报文的最大响应时间为10秒
配置MLD其它查询器的存在时间	other-querier-present-timeout time	缺省情况下，MLD其它查询器的存在时间=MLD普遍组查询报文的发送间隔×MLD查询器的健壮系数+MLD普遍组查询的最大响应时间÷2

2. 在接口上配置MLD查询和响应

表1-7 在接口上配置 MLD 查询和响应

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
进入接口视图	interface interface-type interface-number	-
配置MLD查询器的健壮系数	mld robust-count count	缺省情况下，MLD查询器的健壮系数为2

操作	命令	说明
配置MLD查询器的启动查询间隔	mld startup-query-interval <i>interval</i>	缺省情况下，MLD查询器的启动查询间隔为MLD普遍组查询报文发送间隔的1/4
配置MLD查询器的启动查询次数	mld startup-query-count <i>count</i>	缺省情况下，MLD查询器的启动查询次数等于MLD查询器的健壮系数
配置MLD普遍组查询报文的发送间隔	mld query-interval <i>interval</i>	缺省情况下，MLD普遍组查询报文的发送间隔为125秒
配置MLD最后组成员查询间隔	mld last-listener-query-interval <i>interval</i>	缺省情况下，MLD最后组成员查询间隔为1秒
配置MLD最后组成员查询次数	mld last-listener-query-count <i>count</i>	缺省情况下，MLD最后组成员查询次数等于MLD查询器的健壮系数
配置MLD普遍组查询报文的最大响应时间	mld max-response-time <i>time</i>	缺省情况下，MLD普遍组查询报文的最大响应时间为10秒
配置MLD其它查询器的存在时间	mld other-querier-present-timeout <i>time</i>	缺省情况下，MLD其它查询器的存在时间=MLD普遍组查询报文的发送间隔×MLD查询器的健壮系数+MLD普遍组查询的最大响应时间÷2

1.4.3 配置IPv6组播组成员快速离开

在某些应用（如 ADSL 拨号上网）中，MLD 查询器的一个端口唯一对应着一台接收者主机，当主机在多个 IPv6 组播组间频繁切换（如进行电视选台）时，为了快速响应主机的离开组报文，可以在 MLD 查询器上开启 MLD 快速离开功能。

在使能了 MLD 快速离开功能之后，当 MLD 查询器收到来自主机的离开组报文时，不再发送 MLD 特定组查询报文或 MLD 特定源组查询报文，而是直接向上游发送离开通告，这样一方面减小了响应延迟，另一方面也节省了网络带宽。

表1-8 配置 IPv6 组播组成员快速离开

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
进入接口视图	interface <i>interface-type interface-number</i>	-
使能IPv6组播组成员快速离开功能	mld fast-leave [group-policy <i>acl6-number</i>]	缺省情况下，IPv6组播组成员快速离开功能处于关闭状态

1.5 配置MLD SSM Mapping

在 IPv6 SSM 网络中，由于各种可能的限制，某些接收者主机只能运行 MLDv1。为了向这些仅支持 MLDv1 的接收者主机提供 SSM 服务，可以在路由器上配置 MLD SSM Mapping 规则。



提示

由于 MLD SSM Mapping 不会对 MLDv2 的报告报文进行处理，因此为保证本网段内运行任意版本 MLD 的接收者主机都能得到 SSM 服务，建议在该网段的接口上运行 MLDv2。

1.5.1 配置准备

在配置 MLD SSM Mapping 规则之前，需完成以下任务：

- 配置任一 IPv6 单播路由协议，实现域内网络层互通
- 配置 MLD 基本功能

1.5.2 配置过程

表1-9 配置 MLD SSM Mapping

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
进入MLD视图	mld	-
配置MLD SSM Mapping规则	ssm-mapping <i>ipv6-source-address</i> <i>acl6-number</i>	缺省情况下，未配置MLD SSM Mapping规则

1.6 MLD显示和维护



注意

执行 **reset mld group** 命令可能导致接收者中断 IPv6 组播信息的接收。

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 MLD 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 MLD 的统计信息。

表1-10 MLD 显示和维护

操作	命令
显示MLD组播组的信息	display mld group [<i>ipv6-group-address</i> interface <i>interface-type</i> <i>interface-number</i>] [static verbose]
显示接口上MLD配置和运行信息	display mld interface [<i>interface-type</i> <i>interface-number</i>] [verbose]
显示MLD SSM Mapping规则	display mld ssm-mapping <i>ipv6-group-address</i>
清除MLD组的动态加入记录	reset mld group { all interface <i>interface-type</i> <i>interface-number</i> } { all <i>ipv6-group-address</i> [<i>prefix-length</i>] [<i>ipv6-source-address</i> [<i>prefix-length</i>]] }

1.7 MLD典型配置举例

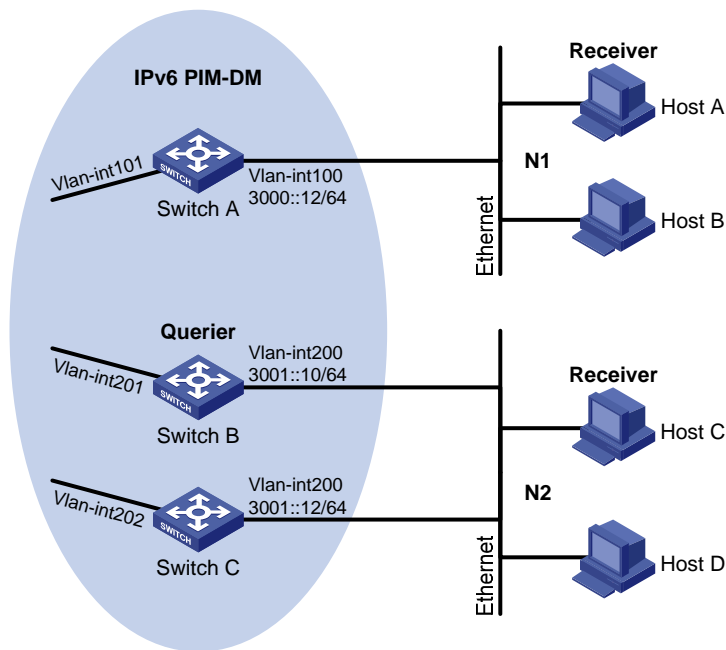
1.7.1 MLD基本功能配置举例

1. 组网需求

- 网络中运行 OSPFv3 和 IPv6 PIM-DM，接收者通过组播方式接收视频点播信息，不同组织的接收者组成末梢网络 N1 和 N2，Host A 与 Host C 分别为 N1 和 N2 中的组播信息接收者。
- Switch A 通过 Vlan-interface100 连接 N1，通过 Vlan-interface101 连接 IPv6 PIM 网络中的其它设备。
- Switch B 与 Switch C 分别通过各自的 Vlan-interface200 连接 N2，并分别通过 Vlan-interface201 和 Vlan-interface202 连接 IPv6 PIM 网络中的其它设备。
- Switch A 与 N1 之间运行 MLDv1，Switch A 为 MLD 查询器；Switch B、Switch C 与 N2 之间也分别运行 MLDv1，且由于 Switch B 的接口 IPv6 地址较小，因此由其充当 MLD 查询器。
- 通过配置，使 N1 中的主机只能加入 IPv6 组播组 FF1E::101，而对 N2 中的主机则无任何限制。

2. 组网图

图1-4 MLD 典型配置组网图



3. 配置步骤

(1) 配置 IPv6 地址和 IPv6 单播路由协议

请按照 图 1-4 配置各接口的 IPv6 地址和前缀长度，并在 IPv6 PIM-DM 域内的各交换机上配置 OSPFv3 协议，具体配置过程略。

(2) 使能 IPv6 组播路由，并使能 IPv6 PIM-DM 和 MLD

在 Switch A 上使能 IPv6 组播路由，在接口 Vlan-interface101 上使能 IPv6 PIM-DM，并在接口 Vlan-interface100 上使能 MLD。

```
<SwitchA> system-view
[SwitchA] ipv6 multicast routing
[SwitchA-mrib6] quit
[SwitchA] interface vlan-interface 100
[SwitchA-Vlan-interface100] mld enable
[SwitchA-Vlan-interface100] quit
[SwitchA] interface vlan-interface 101
[SwitchA-Vlan-interface101] ipv6 pim dm
[SwitchA-Vlan-interface101] quit
```

在 Switch B 上使能 IPv6 组播路由，在接口 Vlan-interface201 上使能 IPv6 PIM-DM，并在接口 Vlan-interface200 上使能 MLD。

```
<SwitchB> system-view
[SwitchB] ipv6 multicast routing
[SwitchB-mrib6] quit
[SwitchB] interface vlan-interface 200
[SwitchB-Vlan-interface200] mld enable
[SwitchB-Vlan-interface200] quit
[SwitchB] interface vlan-interface 201
[SwitchB-Vlan-interface201] ipv6 pim dm
[SwitchB-Vlan-interface201] quit
```

在 Switch C 上使能 IPv6 组播路由，在接口 Vlan-interface202 上使能 IPv6 PIM-DM，并在接口 Vlan-interface200 上使能 MLD。

```
<SwitchC> system-view
[SwitchC] ipv6 multicast routing
[SwitchC-mrib6] quit
[SwitchC] interface vlan-interface 200
[SwitchC-Vlan-interface200] mld enable
[SwitchC-Vlan-interface200] quit
[SwitchC] interface vlan-interface 202
[SwitchC-Vlan-interface202] ipv6 pim dm
[SwitchC-Vlan-interface202] quit
```

(3) 配置 IPv6 组播组过滤器

在 Switch A 上限定接口 Vlan-interface100 下的主机只能加入 IPv6 组播组 FF1E::101。

```
[SwitchA] acl ipv6 number 2001
[SwitchA-acl6-basic-2001] rule permit source ff1e::101 128
[SwitchA-acl6-basic-2001] quit
[SwitchA] interface vlan-interface 100
[SwitchA-Vlan-interface100] mld group-policy 2001
[SwitchA-Vlan-interface100] quit
```

4. 验证配置

在 Switch B 上显示接口 Vlan-interface200 上 MLD 配置和运行的信息。

```
[SwitchB] display mld interface vlan-interface 200
Vlan-interface200( FE80::200:5EFF:FE66:5100 ):
    MLD is enabled.
```

```

MLD version: 1
Query interval for MLD: 125s
Other querier present time for MLD: 255s
Maximum query response time for MLD: 10s
Querier for MLD: FE80::200:5EFF:FE66:5100 (This router)
MLD groups reported in total: 1

```

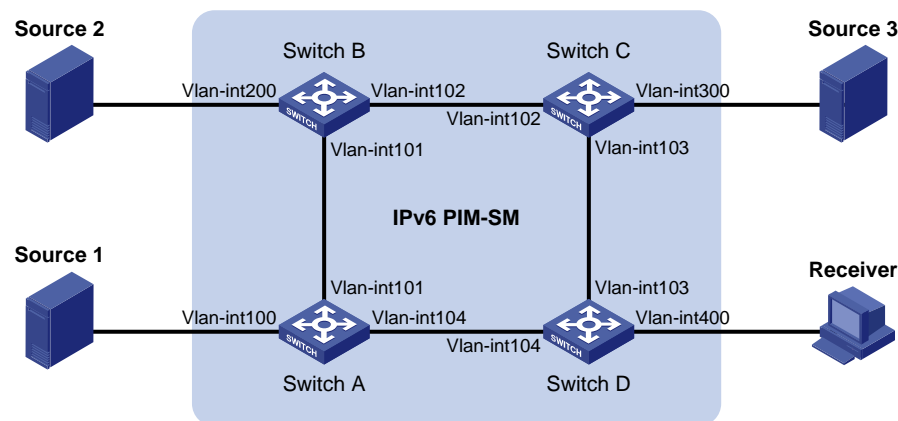
1.7.2 MLD SSM Mapping配置举例

1. 组网需求

- IPv6 PIM-SM 网络中同时采用 ASM 和 SSM 方式提供 IPv6 组播服务，将 Switch D 的接口 Vlan-interface104 配置为 C-BSR 和 C-RP，IPv6 SSM 组播组的范围为 FF3E::/64。
- Switch D 的接口 Vlan-interface400 上运行 MLDv2，接收者主机上运行 MLDv1，且不能升级至 MLDv2，因此该主机在加入 IPv6 组播组时无法指定 IPv6 组播源。
- Source 1、Source 2 和 Source 3 都向 IPv6 SSM 组范围内的组播组发送 IPv6 组播数据，要求通过在 Switch D 上配置 MLD SSM Mapping 规则，使接收者主机只能接收来自 Source 1 和 Source 3 的 IPv6 组播数据。

2. 组网图

图1-5 MLD SSM Mapping 配置组网图



设备	接口	IPv6地址	设备	接口	IPv6地址
Source 1	-	1001::1/64	Source 3	-	3001::1/64
Source 2	-	2001::1/64	Receiver	-	4001::1/64
Switch A	Vlan-int100	1001::2/64	Switch C	Vlan-int300	3001::2/64
	Vlan-int101	1002::1/64		Vlan-int103	3002::1/64
	Vlan-int104	1003::1/64		Vlan-int102	2002::2/64
Switch B	Vlan-int200	2001::2/64	Switch D	Vlan-int400	4001::2/64
	Vlan-int101	1002::2/64		Vlan-int103	3002::2/64
	Vlan-int102	2002::1/64		Vlan-int104	1003::2/64

3. 配置步骤

(1) 配置 IPv6 地址和 IPv6 单播路由协议

请按照 图 1-5 配置各接口的 IPv6 地址和前缀长度，具体配置过程略。

配置 IPv6 PIM-SM 域内的各交换机之间采用 OSPFv3 协议进行互连，确保 IPv6 PIM-SM 域内部在网络层互通，并且各交换机之间能够借助 IPv6 单播路由协议实现动态路由更新，具体配置过程略。

(2) 使能 IPv6 组播路由，并使能 IPv6 PIM-SM 和 MLD

在 Switch D 上使能 IPv6 组播路由，在主机侧接口 Vlan-interface400 上使能 MLD，配置 MLD 版本为 2；并在其它接口上使能 IPv6 PIM-SM。

```
<SwitchD> system-view
[SwitchD] ipv6 multicast routing
[SwitchD-mrib6] quit
[SwitchD] interface vlan-interface 400
[SwitchD-Vlan-interface400] mld enable
[SwitchD-Vlan-interface400] mld version 2
[SwitchD-Vlan-interface400] quit
[SwitchD] interface vlan-interface 103
[SwitchD-Vlan-interface103] ipv6 pim sm
[SwitchD-Vlan-interface103] quit
[SwitchD] interface vlan-interface 104
[SwitchD-Vlan-interface104] ipv6 pim sm
[SwitchD-Vlan-interface104] quit
```

在 Switch A 上使能 IPv6 组播路由，并在各接口上使能 IPv6 PIM-SM。

```
<SwitchA> system-view
[SwitchA] ipv6 multicast routing
[SwitchA-mrib6] quit
[SwitchA] interface vlan-interface 100
[SwitchA-Vlan-interface100] ipv6 pim sm
[SwitchA-Vlan-interface100] quit
[SwitchA] interface vlan-interface 101
[SwitchA-Vlan-interface101] ipv6 pim sm
[SwitchA-Vlan-interface101] quit
[SwitchA] interface vlan-interface 104
[SwitchA-Vlan-interface104] ipv6 pim sm
[SwitchA-Vlan-interface104] quit
```

Switch B 和 Switch C 的配置与 Switch A 相似，配置过程略。

(3) 配置 C-BSR 和 C-RP

在 Switch D 上配置 C-BSR 和 C-RP 的位置。

```
[SwitchD] ipv6 pim
[SwitchD-pim6] c-bsr 1003::2
[SwitchD-pim6] c-rp 1003::2
[SwitchD-pim6] quit
```

(4) 配置 IPv6 SSM 组播组的地址范围

在 Switch D 上配置 IPv6 SSM 组播组的地址范围为 FF3E::/64。

```
[SwitchD] acl ipv6 number 2000
[SwitchD-acl6-basic-2000] rule permit source ff3e:: 64
[SwitchD-acl6-basic-2000] quit
[SwitchD] ipv6 pim
[SwitchD-pim6] ssm-policy 2000
[SwitchD-pim6] quit
```

Switch A、Switch B 和 Switch C 的配置与 Switch D 相似，配置过程略。

(5) 配置 MLD SSM Mapping 规则

在 Switch D 上配置 MLD SSM Mapping 规则。

```
[SwitchD] mld
[SwitchD-mld] ssm-mapping 1001::1 2000
[SwitchD-mld] ssm-mapping 3001::1 2000
[SwitchD-mld] quit
```

4. 验证配置

显示 Switch D 上 IPv6 组播组 FF3E::101 对应的 MLD SSM Mapping 规则。

```
[SwitchD] display mld ssm-mapping ff3e::101
Group: FF3E::101
Source list:
    1001::1
    3001::1
```

显示 Switch D 上公网实例中依据 MLD SSM Mapping 规则创建的 MLD 组播组信息。

```
[SwitchD] display mld group
MLD groups in total: 1
Vlan-interface400(FE80::101):
  MLD groups reported in total: 1
  Group address: FF3E::101
  Last reporter: FE80::1
  Uptime: 00:02:04
  Expires: Off
```

显示 Switch D 上公网实例 IPv6 PIM 路由表的内容。

```
[SwitchD] display ipv6 pim routing-table
Total 0 (*, G) entry; 2 (S, G) entry

(1001::1, FF3E::101)
  RP: 1003::2
  Protocol: pim-ssm, Flag:
  UpTime: 00:13:25
  Upstream interface: Vlan-interface104
    Upstream neighbor: 1003::1
    RPF prime neighbor: 1003::1
  Downstream interface(s) information:
  Total number of downstreams: 1
    1: Vlan-interface400
      Protocol: mld, UpTime: 00:13:25, Expires: -

(3001::1, FF3E::101)
  RP: 1003::2
  Protocol: pim-ssm, Flag:
  UpTime: 00:13:25
  Upstream interface: Vlan-interface103
    Upstream neighbor: 3002::1
    RPF prime neighbor: 3002::1
  Downstream interface(s) information:
  Total number of downstreams: 1
    1: Vlan-interface400
```

1.8 常见配置错误举例

1.8.1 接收者侧路由器上无组成员信息

1. 故障现象

当某主机发送了加入 IPv6 组播组 G 的报文后，离该主机最近的路由器上却没有 IPv6 组播组 G 的组成员信息。

2. 分析

- 组网、接口连线的正确与否以及接口的协议层是否 up 将直接影响 IPv6 组播组成员信息的生成；
- 在路由器上必须使能 IPv6 组播路由，在连接主机的接口上必须使能 MLD；
- 如果路由器接口上运行的 MLD 版本比主机的低，那么路由器将无法识别主机发来的较高版本的 MLD 报告报文；
- 如果在接口上使用命令 **mld group-policy** 对加入 IPv6 组播组 G 进行了限制后，该接口将不再接收未通过过滤的那些要求加入 IPv6 组播组 G 的报文。

3. 处理过程

- (1) 检查组网是否正确，接口间的连线是否正确，以及接口状态是否正常，是否配置了正确的 IPv6 地址。通过命令 **display mld interface** 查看接口信息。若无接口信息输出，说明接口状态异常，原因通常是接口上配置了 **shutdown** 命令，或者接口连线不正确，或者接口上没有配置正确的 IPv6 地址。
- (2) 检查是否使能了 IPv6 组播路由。通过命令 **display current-configuration** 查看是否配置了命令 **ipv6 multicast routing**。若缺少该配置，则需要系统在系统视图下执行命令 **ipv6 multicast routing** 使能 IPv6 组播路由，同时也需要在相应接口上使能 MLD。
- (3) 检查接口上运行的 MLD 版本。通过命令 **display mld interface** 来检查接口上运行的 MLD 版本是否低于主机所使用的版本。
- (4) 检查接口上是否配置了 IPv6 ACL 规则来限制主机加入 IPv6 组播组 G。通过命令 **display current-configuration interface** 观察是否配置了 **mld group-policy** 命令。如果配置的 IPv6 ACL 规则对加入 IPv6 组播组 G 进行了限制，则需要修改该 IPv6 ACL 规则，允许接受 IPv6 组播组 G 的报告报文。

1.8.2 同一网段各路由器上组成员关系不一致

1. 故障现象

在同一网段的不同 MLD 路由器上，各自维护的组成员关系不一致。

2. 分析

- 运行 MLD 的路由器为每个接口维护多个参数，各参数之间相互影响，非常复杂。如果同一网段路由器的 MLD 接口参数配置不一致，必然导致组成员关系的混乱。

- 另外，MLD 目前有 2 个版本，版本不同的 MLD 路由器与主机之间虽然可以部分兼容，但是连接在同一网段的所有路由器必须运行相同版本的 MLD。如果同一网段路由器的 MLD 版本不一致，也将导致 MLD 组成员关系的混乱。

3. 处理过程

- (1) 检查 MLD 配置。通过命令 **display current-configuration** 观察接口上 MLD 的配置信息。
- (2) 在同一网段的所有路由器上执行命令 **display mld interface** 来检查 MLD 相关定时器的参数，确保配置一致。
- (3) 通过命令 **display mld interface** 来检查各路由器上运行的 MLD 版本是否一致。