H3C SecPath 入侵防御系统

二层技术-以太网交换配置指导(V7)

新华三技术有限公司
http://www.h3c.com

资料版本：6W204-20190429
产品版本：

T5010/T5020	R8514
T5030/T5060/T5080/T5000-S/T5000-C	R8501
T1020/T1030/T1050/T1060/T1080	R8514
T1000-AK340/AK350	R8514
LSWM1IPSD0/LSQM1IPSDSC0/IM-IPSX-IV	R8512

前 言

本配置指导主要介绍 MAC 地址表、以太网链路聚合、VLAN、LLDP、二层转发和环路检测相关的特性。

前言部分包含如下内容：

读者对象

本手册主要适用于如下工程师：

- 网络规划人员
- 现场技术支持与维护人员
- 负责网络配置和维护的网络管理员

本书约定

1. 命令行格式约定

格　式	意　义
粗体	命令行关键字（命令中保持不变、必须照输的部分）采用**加粗**字体表示。
斜体	命令行参数（命令中必须由实际值进行替代的部分）采用*斜体*表示。
[ ]	表示用“[ ]”括起来的部分在命令配置时是可选的。
{ x | y | ... }	表示从多个选项中仅选取一个。
[x | y | ...]	表示从多个选项中选取一个或者不选。
{ x | y | ... } *	表示从多个选项中至少选取一个。
[x | y | ...] *	表示从多个选项中选取一个、多个或者不选。
&<1-n>	表示符号&前面的参数可以重复输入1～n次。
#	由“#”号开始的行表示为注释行。

2. 图形界面格式约定

格　式	意　义
< >	带尖括号“< >”表示按钮名，如“单击<确定>按钮”。
[ ]	带方括号“[ ]”表示窗口名、菜单名和数据表，如“弹出[新建用户]窗口”。
/	多级菜单用“/”隔开。如[文件/新建/文件夹]多级菜单表示[文件]菜单下的[新建]子菜单下的[文件夹]菜单项。

3. 各类标志

本书还采用各种醒目标志来表示在操作过程中应该特别注意的地方，这些标志的意义如下：

 警告	该标志后的注释需给予格外关注，不当的操作可能会对人身造成伤害。
 注意	提醒操作中应注意的事项，不当的操作可能会导致数据丢失或者设备损坏。
 提示	为确保设备配置成功或者正常工作而需要特别关注的操作或信息。
 说明	对操作内容的描述进行必要的补充和说明。
 窍门	配置、操作、或使用设备的技巧、小窍门。

4. 图标约定

本书使用的图标及其含义如下：

	该图标及其相关描述文字代表一般网络设备，如路由器、交换机、防火墙等。
	该图标及其相关描述文字代表一般意义下的路由器，以及其他运行了路由协议的设备。
	该图标及其相关描述文字代表二、三层以太网交换机，以及运行了二层协议的设备。
	该图标及其相关描述文字代表无线控制器、无线控制器业务板和有线无线一体化交换机的无线控制引擎设备。
	该图标及其相关描述文字代表无线接入点设备。
	该图标及其相关描述文字代表无线终结单元。
	该图标及其相关描述文字代表无线终结者。
	该图标及其相关描述文字代表无线Mesh设备。
	该图标代表发散的无线射频信号。
	该图标代表点到点的无线射频信号。
	该图标及其相关描述文字代表防火墙、UTM、多业务安全网关、负载均衡等安全设备。
	该图标及其相关描述文字代表防火墙插卡、负载均衡插卡、NetStream插卡、SSL VPN插卡、IPS插卡、ACG插卡等安全插卡。

5. 示例约定

由于设备型号不同、配置不同、版本升级等原因，可能造成本手册中的内容与用户使用的设备显示信息不一致。实际使用中请以设备显示的内容为准。

本手册中出现的端口编号仅作示例，并不代表设备上实际具有此编号的端口，实际使用中请以设备上存在的端口编号为准。

资料意见反馈

如果您在使用过程中发现产品资料的任何问题，可以通过以下方式反馈：

E-mail：info@h3c.com

感谢您的反馈，让我们做得更好！

目 录

1 MAC地址表

1.1 MAC地址表简介

MAC（Media Access Control，媒体访问控制）地址表记录了 MAC 地址与接口的对应关系，以及接口所属的 VLAN 等信息。设备在转发报文时，根据报文的目的 MAC 地址查询 MAC 地址表，如果MAC地址表中包含与报文目的MAC地址对应的表项，则直接通过该表项中的出接口转发该报文；如果 MAC 地址表中没有包含报文目的 MAC 地址对应的表项时，设备将采取广播方式通过对应 VLAN 内除接收接口外的所有接口转发该报文。

1.1.1 MAC地址表项的生成方式

MAC 地址表项的生成方式有两种：自动生成、手工配置。

1. 自动生成MAC地址表项

一般情况下，MAC 地址表由设备通过源 MAC 地址学习自动生成。设备学习 MAC 地址的过程如下：

- 从某接口（假设为接口 A）收到一个数据帧，设备分析该数据帧的源 MAC 地址（假设为 MAC-SOURCE），并认为目的 MAC 地址为 MAC-SOURCE 的报文可以由接口 A 转发。
- 如果 MAC 地址表中已经包含 MAC-SOURCE，设备将对该表项进行更新。
- 如果 MAC 地址表中尚未包含 MAC-SOURCE，设备则将这个新 MAC 地址以及该 MAC 地址对应的接口 A 作为一个新的表项加入到 MAC 地址表中。

为适应网络拓扑的变化，MAC 地址表需要不断更新。MAC 地址表中自动生成的表项并非永远有效，每一条表项都有一个生存周期，到达生存周期仍得不到刷新的表项将被删除，这个生存周期被称作老化时间。如果在到达生存周期前某表项被刷新，则重新计算该表项的老化时间。

2. 手工配置MAC地址表项

设备通过源 MAC 地址学习自动生成 MAC 地址表时，无法区分合法用户和非法用户的报文，带来了安全隐患。如果非法用户将攻击报文的源 MAC 地址伪装成合法用户的 MAC 地址，并从设备的其他接口进入，设备就会学习到错误的 MAC 地址表项，于是将本应转发给合法用户的报文转发给非法用户。

为了提高安全性，网络管理员可手工在 MAC 地址表中加入特定 MAC 地址表项，将用户设备与接口绑定，从而防止非法用户骗取数据。

1.1.2 MAC地址表项的分类

MAC 地址表项分为以下几种：

- 静态 MAC 地址表项：由用户手工配置，用于目的是某个 MAC 地址的报文从对应接口转发出去，表项不老化。静态 MAC 地址表项优先级高于自动生成的 MAC 地址表项。
- 动态 MAC 地址表项：可以由用户手工配置，也可以由设备通过源 MAC 地址学习自动生成，用于目的是某个 MAC 地址的报文从对应接口转发出去，表项有老化时间。手工配置的动态 MAC 地址表项优先级等于自动生成的 MAC 地址表项。

- 黑洞 MAC 地址表项：由用户手工配置，用于丢弃源 MAC 地址或目的 MAC 地址为指定 MAC 地址的报文（例如，出于安全考虑，可以禁止某个用户发送和接收报文），表项不老化。黑洞 MAC 地址表项优先级高于自动生成的 MAC 地址表项。

静态 MAC 地址表项和黑洞 MAC 地址表项不会被动态 MAC 地址表项覆盖，而动态 MAC 地址表项可以被静态 MAC 地址表项和黑洞 MAC 地址表项覆盖。静态 MAC 地址表项和黑洞 MAC 地址表项不会彼此覆盖。

1.2 配置MAC地址表

以下配置均为可选配置，且配置过程无先后顺序，用户可以根据实际情况选择配置。

1.2.1 配置MAC地址表项

配置 MAC 地址表项时，需要注意：

- 在手工配置动态 MAC 地址表项时，如果 MAC 地址表中已经存在 MAC 地址相匹配的自动生成表项，但该表项的接口与配置不符，那么该手工配置失败。
- 如果不保存配置，设备重启后所有手工配置的 MAC 地址表项都会丢失；如果保存配置，设备重启后手工配置的静态 MAC 地址表项、黑洞 MAC 地址表项不会丢失，手工配置的动态 MAC 地址表项会丢失。

配置 MAC 地址表项后，当设备收到的报文的源 MAC 地址与配置表项中的 MAC 地址相同时，不同类型的 MAC 地址表项处理方式不同：

表1-1 不同类型 MAC 地址表项对源 MAC 地址匹配报文的处理方式

MAC 地址表项类型	报文源 MAC 地址与配置表项中的 MAC 地址相同
静态MAC地址表项	不检查报文入接口与表项中的接口是否相同，直接根据目的MAC地址转发该报文
黑洞MAC地址表项	丢弃该报文
动态MAC地址表项	• 如果报文入接口与该表项中的接口不同，则进行 MAC 地址学习，并覆盖该表项 • 如果报文入接口与该表项中的接口相同，则转发该报文，并更新该表项老化时间

1. 配置静态/动态MAC地址表项

(1) 全局配置静态/动态 MAC 地址表项

表1-2 全局配置静态/动态 MAC 地址表项

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
添加或者修改静态/动态MAC地址表项	**mac-address** { **dynamic** | **static** } *mac-address* **interface** *interface-type interface-number* **vlan** *vlan-id*	缺省情况下，未配置任何MAC地址表项 **interface**参数指定的接口必须属于*vlan-id*参数指定的VLAN，而且该VLAN必须事先创建，否则将配置失败

(2) 接口配置静态/动态 MAC 地址表项

表1-3 接口配置静态/动态 MAC 地址表项

操作		命令	说明
进入系统视图		**system-view**	-
进入接口视图	二层以太网接口视图	**interface** *interface-type interface-number*	-
	二层聚合接口视图	**interface bridge-aggregation** *interface-number*	
在当前接口下添加或者修改静态/动态MAC地址表项		**mac-address** { **dynamic** | **static** } *mac-address* **vlan** *vlan-id*	缺省情况下，接口下未配置任何MAC地址表项 当前接口必须属于*vlan-id*参数指定的VLAN，而且该VLAN必须事先创建，否则将配置失败

2. 配置黑洞MAC地址表项

表1-4 配置黑洞 MAC 地址表项

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
添加或者修改黑洞MAC地址表项	**mac-address blackhole** *mac-address* **vlan** *vlan-id*	缺省情况下，未配置任何MAC地址表项 *vlan-id*参数指定的VLAN必须事先创建，否则将配置失败

1.2.2 关闭MAC地址学习功能

缺省情况下，MAC 地址学习功能处于开启状态。有时为了保证设备的安全，需要关闭 MAC 地址学习功能。常见的危及设备安全的情况是：非法用户使用大量源 MAC 地址不同的报文攻击设备，导致设备 MAC 地址表资源耗尽，造成设备无法根据网络的变化更新 MAC 地址表。关闭 MAC 地址学习功能可以有效防止这种攻击。

关闭 MAC 地址学习功能后，对于已经存在的动态 MAC 地址表项待老化时间超时后将自然老化。

1. 关闭全局的MAC地址学习功能

关闭全局的 MAC 地址学习功能后，接口将不再学习新的 MAC 地址。

表1-5 关闭全局 MAC 地址学习功能

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
关闭全局的MAC地址学习功能	**undo mac-address mac-learning enable**	缺省情况下，全局的MAC地址学习功能处于开启状态

2. 关闭接口的MAC地址学习功能

在开启全局的 MAC 地址学习功能的前提下，用户可以关闭设备上单个接口的 MAC 地址学习功能。

表1-6 关闭接口的 MAC 地址学习功能

操作		命令	说明
进入系统视图		**system-view**	-
进入接口视图	二层以太网接口视图	**interface** *interface-type interface-number*	-
	二层聚合接口视图	**interface bridge-aggregation** *interface-number*	
关闭接口的MAC地址学习功能		**undo mac-address mac-learning enable**	缺省情况下，接口的MAC地址学习功能处于开启状态

1.2.3 配置动态MAC地址表项的老化时间

当网络拓扑改变后，如果动态 MAC 地址表项不及时更新，会导致用户流量不能正常转发。配置动态 MAC 地址表项的老化时间后，超过老化时间的动态 MAC 地址表项会被自动删除，设备将重新进行 MAC 地址学习，构建新的动态 MAC 地址表项。

用户配置的老化时间过长或者过短，都可能影响设备的运行性能：

- 如果用户配置的老化时间过长，设备可能会保存许多过时的 MAC 地址表项，从而耗尽 MAC 地址表资源，导致设备无法根据网络的变化更新 MAC 地址表。
- 如果用户配置的老化时间太短，设备可能会删除有效的 MAC 地址表项，导致设备广播大量的数据报文，增加网络的负担。

用户需要根据实际情况，配置合适的老化时间。如果网络比较稳定，可以将老化时间配置得长一些或者配置为不老化；否则，可以将老化时间配置得短一些。比如在一个比较稳定的网络，如果长时间没有流量，动态 MAC 地址表项会被全部删除，可能导致设备突然广播大量的数据报文，造成安全隐患，此时可将动态 MAC 地址表项的老化时间设得长一些或不老化，以减少广播，增加网络稳定性和安全性。

动态 MAC 地址表项的老化时间作用于全部接口上。

表1-7 配置动态 MAC 地址表项的老化时间

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
配置动态MAC地址表项的老化时间	**mac-address timer** { **aging** *seconds* | **no-aging** }	缺省情况下，动态MAC地址表项的老化时间为300秒

1.2.4 配置接口的MAC地址数学习上限

通过配置接口的 MAC 地址数学习上限，用户可以控制设备维护的 MAC 地址表的表项数量。如果 MAC 地址表过于庞大，可能导致设备的转发性能下降。当接口学习到的 MAC 地址数达到上限时，该接口将不再对 MAC 地址进行学习。

表1-8 配置接口的 MAC 地址数学习上限

操作		命令	说明
进入系统视图		**system-view**	-
进入接口视图	二层以太网接口视图	**interface** *interface-type interface-number*	-
	二层聚合接口视图	**interface bridge-aggregation** *interface-number*	
配置接口的MAC地址数学习上限		**mac-address max-mac-count** *count*	-

1.2.5 配置当达到接口的MAC地址数学习上限时的报文转发规则

当学习到的 MAC 地址数达到上限时，用户可以选择是否允许系统转发源 MAC 不在 MAC 地址表里的报文。

表1-9 配置允许转发源 MAC 地址不在 MAC 地址表里的报文

操作		命令	说明
进入系统视图		**system-view**	-
进入接口视图	二层以太网接口视图	**interface** *interface-type interface-number*	-
	二层聚合接口视图	**interface bridge-aggregation** *interface-number*	
配置当达到接口的MAC地址数学习上限时，允许转发源MAC地址不在MAC地址表里的报文		**mac-address max-mac-count enable-forwarding**	缺省情况下，当达到接口的MAC地址数学习上限时，允许转发源MAC地址不在MAC地址表里的报文

1.2.6 配置接口的MAC地址学习优先级

基于 MAC 地址转发报文的网络有时会因为下行接口的攻击行为或者环路，下行接口学习到网关等上层设备的 MAC 地址。为了避免这种情况，将接口的 MAC 地址学习功能分为两个优先级：高优先级和低优先级。对于高优先级的接口，可以学习任何 MAC 地址；对于低优先级的接口，在学习 MAC 地址时需要查看高优先级接口是否已经学到该 MAC 地址，如果已经学到，则不允许学习该 MAC 地址。比如，可以将上行接口的 MAC 地址学习优先级配置为高优先级，下行接口的 MAC 地址学习优先级配置为低优先级，那么，下行接口就不会学到网关等上层设备的 MAC 地址，避免了攻击。

表1-10 配置接口的 MAC 地址学习优先级

操作		命令	说明
进入系统视图		**system-view**	-
进入接口视图	二层以太网接口视图	**interface** *interface-type interface-number*	-
	二层聚合接口视图	**interface bridge-aggregation**	

操作		命令	说明
		interface-number	
配置接口的MAC地址学习优先级		**mac-address mac-learning priority { high | low }**	缺省情况下，MAC地址学习优先级为低优先级

1.3 MAC地址表显示和维护

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

表1-11 MAC 地址表显示和维护

操作	命令
显示MAC地址表信息	**display mac-address** [*mac-address* [**vlan** *vlan-id*] | [[**dynamic** | **static**] [**interface** *interface-type interface-number*] | **blackhole**] [**vlan** *vlan-id*] [**count**]]
显示MAC地址表动态表项的老化时间	**display mac-address aging-time**
显示MAC地址学习功能的使能状态	**display mac-address mac-learning** [**interface** *interface-type interface-number*]

目 录

1 以太网链路聚合

1.1 以太网链路聚合简介

以太网链路聚合通过将多条以太网物理链路捆绑在一起形成一条以太网逻辑链路，实现增加链路带宽的目的，同时这些捆绑在一起的链路通过相互动态备份，可以有效地提高链路的可靠性。

如 图 1-1 所示，Device A与Device B之间通过三条以太网物理链路相连，将这三条链路捆绑在一起，就成为了一条逻辑链路Link aggregation 1。这条逻辑链路的带宽最大可等于三条以太网物理链路的带宽总和，增加了链路的带宽；同时，这三条以太网物理链路相互备份，当其中某条物理链路down，还可以通过其他两条物理链路转发报文。

图1-1 链路聚合示意图

1.1.2 基本概念

1. 聚合组、成员端口和聚合接口

链路捆绑是通过接口捆绑实现的，多个以太网接口捆绑在一起后形成一个聚合组，而这些被捆绑在一起的以太网接口就称为该聚合组的成员端口。每个聚合组唯一对应着一个逻辑接口，称为聚合接口。聚合组与聚合接口的编号是相同的，例如聚合组 1 对应于聚合接口 1。聚合组/聚合接口可以分为以下两种类型：

- 二层聚合组/二层聚合接口：二层聚合组的成员端口全部为二层以太网接口，其对应的聚合接口称为二层聚合接口。
- 三层聚合组/三层聚合接口：三层聚合组的成员端口全部为三层以太网接口，其对应的聚合接口称为三层聚合接口。在创建了三层聚合接口之后，还可继续创建该三层聚合接口的子接口，即三层聚合子接口。三层聚合子接口处理与该子接口编号相同的 VLAN 的报文。

聚合接口的速率和双工模式取决于对应聚合组内的选中端口（请参见“1.1.2 2. 成员端口的状态”）：聚合接口的速率等于所有选中端口的速率之和，聚合接口的双工模式则与选中端口的双工模式相同。

2. 成员端口的状态

聚合组内的成员端口具有以下三种状态：

- 选中（Selected）状态：此状态下的成员端口可以参与数据的转发，处于此状态的成员端口称为“选中端口”。
- 非选中（Unselected）状态：此状态下的成员端口不能参与数据的转发，处于此状态的成员端口称为“非选中端口”。
- 独立（Individual）状态：此状态下的成员端口可以作为普通物理口参与数据的转发。当聚合接口配置为聚合边缘接口，其成员端口未收到对端端口发送的 LACP（Link Aggregation Control Protocol，链路聚合控制协议）报文时，处于该状态。

3. 操作Key

操作 Key 是系统在进行链路聚合时用来表征成员端口聚合能力的一个数值，它是根据成员端口上的一些信息（包括该端口的速率、双工模式等）的组合自动计算生成的，这个信息组合中任何一项的变化都会引起操作 Key 的重新计算。在同一聚合组中，所有的选中端口都必须具有相同的操作 Key。

4. 配置分类

根据对成员端口状态的影响不同，成员端口上的配置可以分为以下两类：

(1) 属性类配置：包含的配置内容如 表 1-1 所示。在聚合组中，只有与对应聚合接口的属性类配置完全相同的成员端口才能够成为选中端口。

表1-1 属性类配置的内容

配置项	内容
VLAN配置	端口上允许通过的VLAN、端口缺省VLAN、端口的链路类型（即Trunk、Hybrid、Access类型）。有关VLAN配置的详细描述，请参见“二层技术-以太网交换配置指导”中的“VLAN”

说明

- 聚合接口上属性类配置发生变化时，会同步到成员端口上，同步失败时不会回退聚合接口上的配置。聚合接口配置同步到成员端口失败后，可能导致成员端口变为非选中状态，此时可以修改聚合接口或者成员端口上的配置，使成员端口重新选中。当聚合接口被删除后，同步成功的配置仍将保留在这些成员端口上。
- 由于成员端口上属性类配置的改变可能导致其选中/非选中状态发生变化，进而对业务产生影响，因此当在成员端口上进行此类配置时，系统将给出提示信息，由用户来决定是否继续执行该配置。

(2) 协议类配置：是相对于属性类配置而言的，包含的配置内容有 MAC 地址学习、生成树等。在聚合组中，即使某成员端口与对应聚合接口的协议配置存在不同，也不会影响该成员端口成为选中端口。

说明

- 在聚合接口上所作的协议类配置，只在当前聚合接口下生效。
- 在成员端口上所作的协议类配置，只有当该成员端口退出聚合组后才能生效。

5. 聚合模式

链路聚合分为静态聚合和动态聚合两种模式，它们各自的优点如下所示：

- 静态聚合模式：一旦配置好后，端口的选中/非选中状态就不会受网络环境的影响，比较稳定。
- 动态聚合模式：能够根据对端和本端的信息调整端口的选中/非选中状态，比较灵活。

处于静态聚合模式下的聚合组称为静态聚合组，处于动态聚合模式下的聚合组称为动态聚合组。

1.1.3 静态聚合模式

静态聚合模式的工作机制如下所述。

1. 选择参考端口

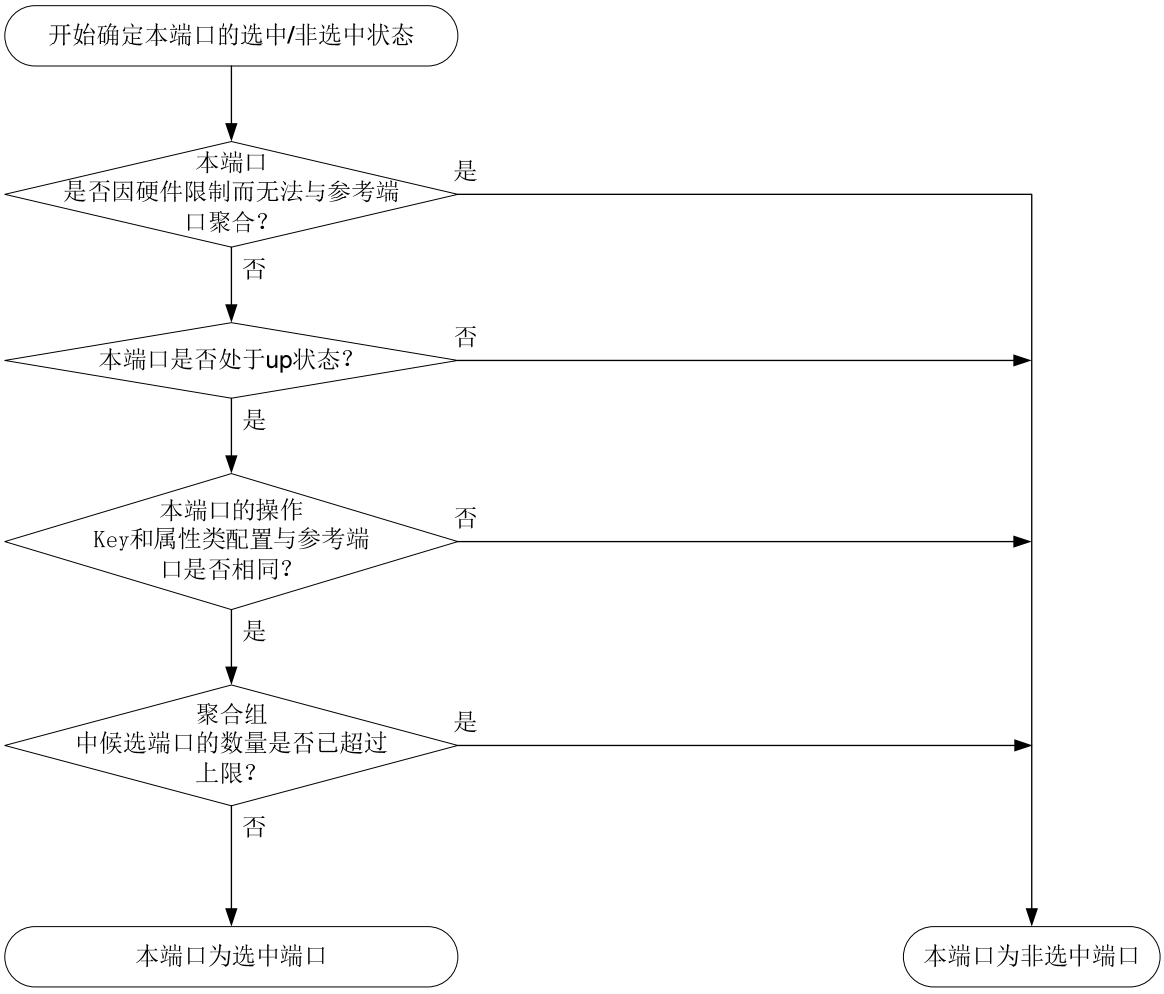
参考端口从本端的成员端口中选出，其操作 Key 和属性类配置将作为同一聚合组内的其他成员端口的参照，只有操作 Key 和属性类配置与参考端口一致的成员端口才能被选中。

对于聚合组内处于 up 状态的端口，按照端口的高端口优先级->全双工/高速率->全双工/低速率->半双工/高速率->半双工/低速率的优先次序，选择优先次序最高、且属性类配置与对应聚合接口相同的端口作为参考端口；如果多个端口优先次序相同，首先选择原来的选中端口作为参考端口；如果此时多个优先次序相同的端口都是原来的选中端口，则选择其中端口号最小的端口作为参考端口；如果多个端口优先次序相同，且都不是原来的选中端口，则选择其中端口号最小的端口作为参考端口。

2. 确定成员端口的状态

静态聚合组内成员端口状态的确定流程如 图 1-2 所示。

图1-2 静态聚合组内成员端口状态的确定流程



确定静态聚合组内成员端口状态时，需要注意：

- 当一个成员端口的操作 Key 或属性类配置改变时，其所在静态聚合组内各成员端口的选中/非选中状态可能会发生改变。
- 当静态聚合组内选中端口的数量已达到上限，对于后加入的成员端口和聚合组内选中端口的端口优先级：
  - 全部相同时，后加入的成员端口即使满足成为选中端口的所有条件，也不会立即成为选中端口。这样能够尽量维持当前选中端口上的流量不中断，但是由于设备重启时会重新计算选中端口，因此可能导致设备重启前后各成员端口的选中/非选中状态不一致。
  - 存在不同时，若后加入的成员端口的属性类配置与对应聚合接口相同，且端口优先级高于聚合组内选中端口的端口优先级，则端口优先级高的成员端口会立刻取代端口优先级低的选中端口成为新的选中端口。

1.1.4 动态聚合模式

动态聚合模式通过 LACP 协议实现，LACP 协议的内容及动态聚合模式的工作机制如下所述。

1. LACP协议

基于 IEEE802.3ad 标准的 LACP 协议是一种实现链路动态聚合的协议，运行该协议的设备之间通过互发 LACPDU 来交互链路聚合的相关信息。

动态聚合组内的成员端口可以收发 LACPDU（Link Aggregation Control Protocol Data Unit，链路聚合控制协议数据单元），本端通过向对端发送 LACPDU 通告本端的信息。当对端收到该 LACPDU 后，将其中的信息与所在端其他成员端口收到的信息进行比较，以选择能够处于选中状态的成员端口，使双方可以对各自接口的选中/非选中状态达成一致。

(1) LACP 协议的功能

LACP协议的功能分为基本功能和扩展功能两大类，如 表 1-2 所示。

表1-2 LACP 协议的功能分类

类别	说明
基本功能	利用LACPDU的基本字段可以实现LACP协议的基本功能。基本字段包含以下信息：系统LACP优先级、系统MAC地址、端口优先级、端口编号和操作Key
扩展功能	通过对LACPDU的字段进行扩展，可以实现对LACP协议的扩展。通过在扩展字段中定义一个新的TLV（Type/Length/Value，类型/长度/值）数据域，可以实现IRF（Intelligent Resilient Framework，智能弹性架构）中的LACP MAD（Multi-Active Detection，多Active检测）机制。有关IRF和LACP MAD机制的详细介绍，请参见“虚拟化技术配置指导”中的“IRF”。

(2) LACP 工作模式

LACP 工作模式分为 ACTIVE 和 PASSIVE 两种。

如果动态聚合组内成员端口的LACP工作模式为PASSIVE，且对端的LACP工作模式也为PASSIVE时，两端将不能发送 LACPDU。如果两端中任何一端的 LACP 工作模式为 ACTIVE 时，两端将可以发送 LACPDU。

(3) LACP 优先级

根据作用的不同，可以将LACP优先级分为系统LACP优先级和端口优先级两类，如 表 1-3 所示。

表1-3 LACP 优先级的分类

类别	说明	比较标准
系统LACP优先级	用于区分两端设备优先级的高低。当两端设备中的一端具有较高优先级时，另一端将根据优先级较高的一端来选择本端的选中端口，这样便使两端设备的选中端口达成了一致	优先级数值越小，优先级越高
端口优先级	用于区分各成员端口成为选中端口的优先程度	

(4) LACP 超时时间

LACP 超时时间是指成员端口等待接收 LACPDU 的超时时间，在 LACP 超时时间之后，如果本端成员端口仍未收到来自对端的 LACPDU，则认为对端成员端口已失效。

LACP 超时时间同时也决定了对端发送 LACPDU 的速率。LACP 超时有短超时（3 秒）和长超时（90 秒）两种。若 LACP 超时时间为短超时，则对端将快速发送 LACPDU（每 1 秒发送 1 个 LACPDU）；若 LACP 超时时间为长超时，则对端将慢速发送 LACPDU（每 30 秒发送 1 个 LACPDU）。

2. 动态聚合模式的工作机制：

(1) 选择参考端口

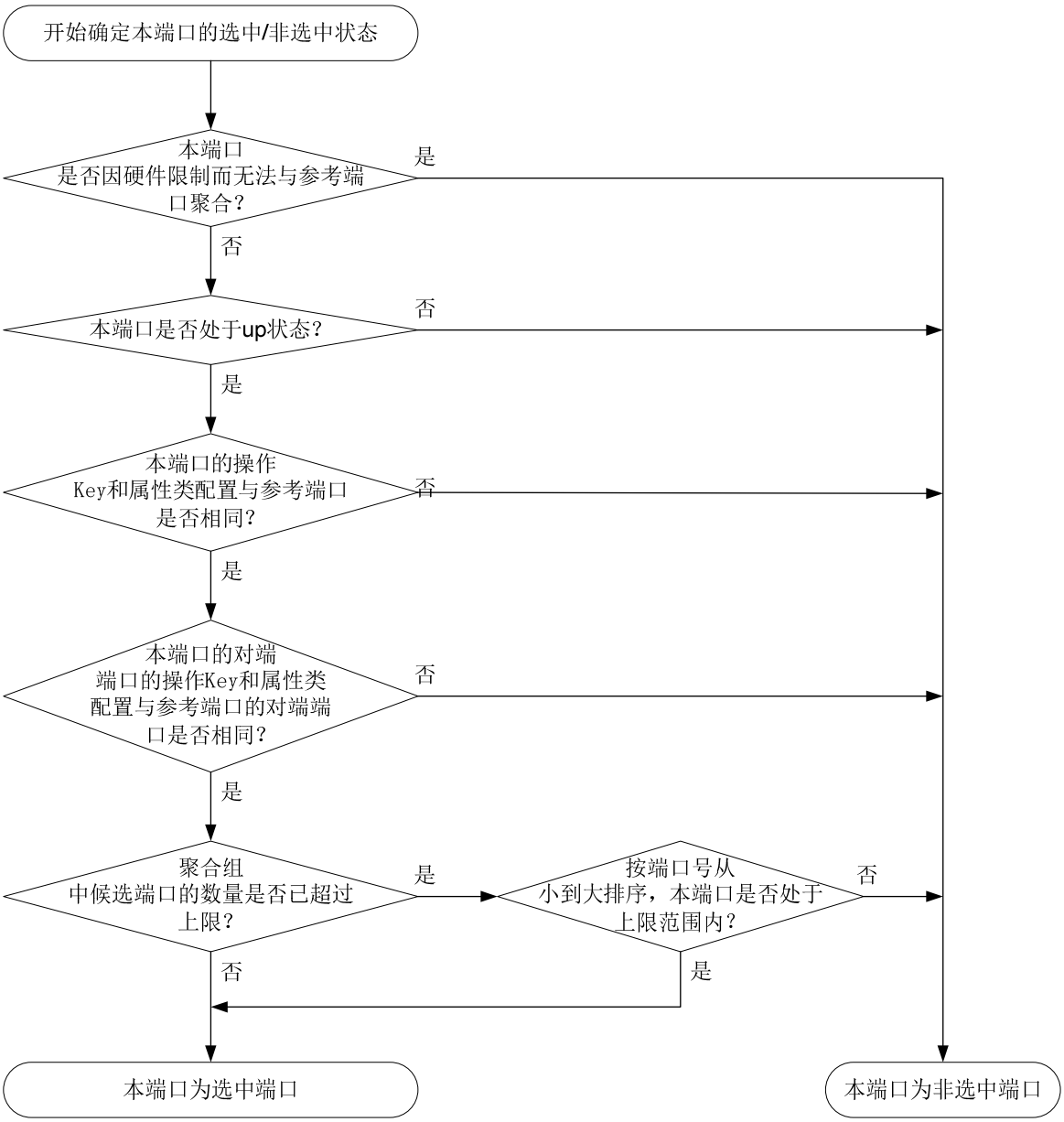
参考端口从聚合链路两端处于 up 状态的成员端口中选出，其操作 Key 和属性类配置将作为同一聚合组内的其他成员端口的参照，只有操作 Key 和属性类配置与参考端口一致的成员端口才能被选中。

- 首先，从聚合链路的两端选出设备 ID（由系统的 LACP 优先级和系统的 MAC 地址共同构成）较小的一端：先比较两端的系统 LACP 优先级，优先级数值越小其设备 ID 越小；如果优先级相同再比较其系统 MAC 地址，MAC 地址越小其设备 ID 越小。
- 其次，对于设备 ID 较小的一端，再比较其聚合组内各成员端口的端口 ID（由端口优先级和端口的编号共同构成）：先比较端口优先级，优先级数值越小其端口 ID 越小；如果优先级相同再比较其端口号，端口号越小其端口 ID 越小。端口 ID 最小、且属性类配置与对应聚合接口相同的端口作为参考端口。

(2) 确定成员端口的状态

在设备ID较小的一端，动态聚合组内成员端口状态的确定流程如 图 1-3 所示。

图1-3 动态聚合组内成员端口状态的确定流程



与此同时，设备 ID 较大的一端也会随着对端成员端口状态的变化，随时调整本端各成员端口的状态，以确保聚合链路两端成员端口状态的一致。

确定动态聚合组内成员端口状态时，需要注意：

- 仅全双工端口可成为选中端口。
- 当一个成员端口的操作 Key 或属性类配置改变时，其所在动态聚合组内各成员端口的选中/非选中状态可能会发生改变。
- 当本端端口的选中/非选中状态发生改变时，其对端端口的选中/非选中状态也将随之改变。
- 当动态聚合组内选中端口的数量已达到上限时，后加入的成员端口一旦满足成为选中端口的所有条件，就会立刻取代已不满足条件的端口成为选中端口。

1.1.5 聚合边缘接口

在网络设备与服务器等终端设备相连的场景中，当网络设备配置了动态聚合模式，而终端设备未配置动态聚合模式时，聚合链路不能成功建立，网络设备与该终端设备相连多条链路中只能有一条作为普通链路正常转发报文，因而链路间也不能形成备份，当该普通链路发生故障时，可能会造成报文丢失。

若要求在终端设备未配置动态聚合模式时，该终端设备与网络设备间的链路可以形成备份，可通过配置网络设备与终端设备相连的聚合接口为聚合边缘接口，使该聚合组内的所有成员端口都作为普通物理口转发报文，从而保证终端设备与网络设备间的多条链路可以相互备份，增加可靠性。当终端设备完成动态聚合模式配置时，其聚合成员端口正常发送 LACP 报文后，网络设备上符合选中条件的聚合成员端口会自动被选中，从而使聚合链路恢复正常工作。

1.2 以太网链路聚合配置任务简介

表1-4 以太网链路聚合配置任务简介

配置任务		说明	详细配置
配置聚合组	配置二层聚合组	两者必选其一	1.3.1
	配置三层聚合组		1.3.2
聚合接口相关配置	配置聚合接口的描述信息	可选	1.4.1
	配置二层聚合接口的MAC地址	可选	1.4.2
	配置二层聚合接口的忽略VLAN	可选	1.4.3
	配置三层聚合接口MTU	可选	1.4.4
	限制聚合组内选中端口的数量	可选	1.4.5
	配置聚合接口的期望带宽	可选	1.4.6
	配置聚合接口为聚合边缘接口	可选	1.4.7
	关闭聚合接口	可选	1.4.8
	恢复聚合接口的缺省配置	可选	1.4.9
配置聚合负载分担	配置聚合负载分担类型	可选	1.5.1
	配置聚合负载分担采用本地转发优先	可选	1.5.2
配置聚合流量重定向功能		可选	1.6

1.3 配置聚合组

配置聚合组时，需要注意：

- 配置了下列功能的端口将不能加入三层聚合组：以太网冗余接口（请参见“可靠性配置指导/冗余备份”中的“以太网冗余接口”）、冗余组节点（请参见“可靠性配置指导/冗余备份”中的“冗余组”）。

- 用户删除聚合接口时，系统将自动删除对应的聚合组，且该聚合组内的所有成员端口将全部离开该聚合组。
- 聚合链路的两端应配置相同的聚合模式。
- 二层聚合组和三层聚合组都分为静态聚合和动态聚合两种模式。
- 对于静态聚合模式，用户需要保证在同一链路两端端口的选中/非选中状态的一致性，否则聚合功能无法正常使用。
- 对于动态聚合模式，聚合链路两端的设备会自动协商同一链路两端的端口在各自聚合组内的选中/非选中状态，用户只需保证本端聚合在一起的端口的对端也同样聚合在一起，聚合功能即可正常使用。

1.3.1 配置二层聚合组

1. 配置二层静态聚合组

表1-5 配置二层静态聚合组

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
创建二层聚合接口，并进入二层聚合接口视图	**interface bridge-aggregation** *interface-number*	创建二层聚合接口后，系统将自动生成同编号的二层聚合组，且该聚合组缺省工作在静态聚合模式下
退回系统视图	**quit**	-
进入二层以太网接口视图	**interface** *interface-type interface-number*	多次执行此步骤可将多个二层以太网接口加入聚合组
将二层以太网接口加入聚合组	**port link-aggregation group** *group-id*	

2. 配置二层动态聚合组

表1-6 配置二层动态聚合组

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
配置系统的LACP优先级	**lacp system-priority** *priority*	缺省情况下，系统的LACP优先级为32768 改变系统的LACP优先级，将会影响到动态聚合组成员端口的选中/非选中状态
创建二层聚合接口，并进入二层聚合接口视图	**interface bridge-aggregation** *interface-number*	创建二层聚合接口后，系统将自动生成同编号的二层聚合组，且该聚合组缺省工作在静态聚合模式下
配置聚合组工作在动态聚合模式下	**link-aggregation mode dynamic**	缺省情况下，聚合组工作在静态聚合模式下
退回系统视图	**quit**	-
进入二层以太网接口视图	**interface** *interface-type interface-number*	多次执行此步骤可将多个二层以太

操作	命令	说明
将二层以太网接口加入聚合组	**port link-aggregation group** *group-id*	网接口加入聚合组
配置当前端口的LACP工作模式为PASSIVE	**lacp mode passive**	二者选其一 缺省情况下，端口的LACP工作模式为ACTIVE
配置当前端口的LACP工作模式为ACTIVE	**undo lacp mode**	
配置端口优先级	**link-aggregation port-priority** *priority*	缺省情况下，端口优先级为32768
配置端口的LACP超时时间为短超时（3秒），并使对端快速发送LACPDU	**lacp period short**	缺省情况下，端口的LACP超时时间为长超时（90秒），对端慢速发送LACPDU 请不要在ISSU升级前配置LACP超时时间为短超时，否则在ISSU升级期间会出现网络流量中断，导致流量转发不通。有关ISSU升级的详细介绍请参见“基础配置指导”中的“ISSU配置”

1.3.2 配置三层聚合组

1. 配置三层静态聚合组

表1-7 配置三层静态聚合组

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
创建三层聚合接口，并进入三层聚合接口视图	**interface route-aggregation** *interface-number*	创建三层聚合接口后，系统将自动生成同编号的三层聚合组，且该聚合组缺省工作在静态聚合模式下
退回系统视图	**quit**	-
进入三层以太网接口视图	**interface** *interface-type interface-number*	多次执行此步骤可将多个三层以太网接口加入聚合组
将三层以太网接口加入聚合组	**port link-aggregation group** *group-id*	

2. 配置三层动态聚合组

表1-8 配置三层动态聚合组

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
配置系统的LACP优先级	**lacp system-priority** *priority*	缺省情况下，系统的LACP优先级为32768 改变系统的LACP优先级，将会影响到动态聚合组成员的选中/非选中状态
创建三层聚合接口，并进入三层	**interface route-aggregation**	创建三层聚合接口后，系统将自动

操作	命令	说明
聚合接口视图	*interface-number*	生成同编号的三层聚合组，且该聚合组缺省工作在静态聚合模式下
配置聚合组工作在动态聚合模式下	**link-aggregation mode dynamic**	缺省情况下，聚合组工作在静态聚合模式下
退回系统视图	**quit**	-
进入三层以太网接口视图	**interface** *interface-type interface-number*	多次执行此步骤可将多个三层以太网接口加入聚合组
将三层以太网接口加入聚合组	**port link-aggregation group** *group-id*	
配置当前端口的LACP工作模式为PASSIVE	**lacp mode passive**	二者选其一 缺省情况下，端口的LACP工作模式为ACTIVE
配置当前端口的LACP工作模式为ACTIVE	**undo lacp mode**	
配置端口优先级	**link-aggregation port-priority** *priority*	缺省情况下，端口优先级为32768
配置端口的LACP超时时间为短超时（3秒），并使对端快速发送LACPDU	**lacp period short**	缺省情况下，端口的LACP超时时间为长超时（90秒），对端慢速发送LACPDU 请不要在ISSU升级前配置LACP超时时间为短超时，否则在ISSU升级期间会出现网络流量中断，导致流量转发不通。有关ISSU升级的详细介绍请参见“基础配置指导”中的“ISSU配置”

1.4 聚合接口相关配置

本节对能够在聚合接口上进行的部分配置进行介绍。除本节所介绍的配置外，能够在二层/三层以太网接口上进行的配置大多数也能在二层/三层聚合接口上进行，具体配置请参见相关的配置指导。

1.4.1 配置聚合接口的描述信息

通过在接口上配置描述信息，可以方便网络管理员根据这些信息来区分各接口的作用。

表1-9 配置聚合接口的描述信息

操作		命令	说明
进入系统视图		**system-view**	-
进入聚合接口视图	进入二层聚合接口视图	**interface bridge-aggregation** *interface-number*	-
	进入三层聚合接口/子接口视图	**interface route-aggregation** { *interface-number* | *interface-number.subnumber* }	
配置当前接口的描述信息		**description** *text*	缺省情况下，接口的描述信息为“*接口名* Interface”

1.4.2 配置聚合接口的MAC地址

同一设备上所有聚合接口的缺省 MAC 地址都相同，不同设备上聚合接口的缺省 MAC 地址不同。通常情况下，不需要修改聚合接口的 MAC 地址。

表1-10 配置聚合接口的 MAC 地址

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
进入三层聚合接口/子接口视图	**interface route-aggregation** { *interface-number* | *interface-number.subnumber* }	-
配置聚合接口的MAC地址	**mac-address** *mac-address*	缺省情况下，同一设备上所有聚合接口的MAC地址都相同，不同设备上聚合接口的MAC地址不同

1.4.3 配置二层聚合接口的忽略VLAN

未配置二层聚合接口的忽略 VLAN 时，只有当其成员端口上关于 VLAN 允许通过的配置（包括是否允许 VLAN 通过，以及通过的方式）与该二层聚合接口的配置完全相同时，该成员端口才有可能成为选中端口；配置了二层聚合接口的忽略 VLAN 后，即使其成员端口上关于这些 VLAN 允许通过的配置与该二层聚合接口上的配置不一致，也不影响该成员端口成为选中端口。

表1-11 配置二层聚合接口的忽略 VLAN

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
进入二层聚合接口视图	**interface bridge-aggregation** *interface-number*	-
配置二层聚合接口的忽略VLAN	**link-aggregation ignore vlan** *vlan-id-list*	缺省情况下，二层聚合接口未配置忽略VLAN

1.4.4 配置三层聚合接口MTU

MTU（Maximum Transmission Unit，最大传输单元）参数会影响 IP 报文的分片与重组，可以通过下面的配置来改变 MTU 值。

表1-12 配置三层聚合接口 MTU

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
进入三层聚合接口/子接口视图	**interface route-aggregation** { *interface-number* | *interface-number.subnumber* }	-
配置三层聚合接口/子接口的MTU值	**mtu** *size*	缺省情况下，三层聚合接口/子接口的MTU值为1500字节

1.4.5 限制聚合组内选中端口的数量

提示

本端和对端配置的聚合组中的最小/最大选中端口数必须一致。

聚合链路的带宽取决于聚合组内选中端口的数量，用户通过配置聚合组中的最小选中端口数，可以避免由于选中端口太少而造成聚合链路上的流量拥塞。当聚合组内选中端口的数量达不到配置值时，对应的聚合接口将不会 up。具体实现如下：

- 如果聚合组内能够被选中的成员端口数小于配置值，这些成员端口都将变为非选中状态，对应聚合接口的链路状态也将变为 down。
- 当聚合组内能够被选中的成员端口数增加至不小于配置值时，这些成员端口都将变为选中状态，对应聚合接口的链路状态也将变为 up。

当配置了聚合组中的最大选中端口数之后，最大选中端口数将同时受配置值和设备硬件能力的限制，即取二者的较小值作为限制值。用户借此可实现两端口间的冗余备份：在一个聚合组中只添加两个成员端口，并配置该聚合组中的最大选中端口数为 1，这样这两个成员端口在同一时刻就只能有一个成为选中端口，而另一个将作为备份端口。

表1-13 限制聚合组内选中端口的数量

操作		命令	说明
进入系统视图		**system-view**	-
进入聚合接口视图	进入二层聚合接口视图	**interface bridge-aggregation** *interface-number*	-
	进入三层聚合接口	**interface route-aggregation** *interface-number*	
配置聚合组中的最小选中端口数		**link-aggregation selected-port minimum** *min-number*	缺省情况下，聚合组中的最小选中端口数不受限制
配置聚合组中的最大选中端口数		**link-aggregation selected-port maximum** *max-number*	缺省情况下，聚合组中的最大选中端口数仅受设备硬件能力的限制

1.4.6 配置聚合接口的期望带宽

表1-14 配置聚合接口的期望带宽

操作		命令	说明
进入系统视图		**system-view**	-
进入聚合接口视图	进入二层聚合接口视图	**interface bridge-aggregation** *interface-number*	-
	进入三层聚合接口	**interface route-aggregation** { *interface-number*	

操作		命令	说明
	/子接口视图	| *interface-number.subnumber* }	
配置当前接口的期望带宽		**bandwidth** *bandwidth-value*	缺省情况下，接口的期望带宽＝接口的波特率÷1000（kbps）

1.4.7 配置聚合接口为聚合边缘接口

配置聚合接口为聚合边缘接口时，需要注意：

- 该配置仅在聚合接口对应的聚合组为动态聚合组时生效。
- 当聚合接口配置为聚合边缘接口后，聚合流量重定向功能将不能正常使用，聚合流量重定向功能的相关介绍请参见“1.6 配置聚合流量重定向功能”。

表1-15 配置聚合接口为聚合边缘接口

操作		命令	说明
进入系统视图		**system-view**	-
进入聚合接口视图	进入二层聚合接口视图	**interface bridge-aggregation** *interface-number*	-
	进入三层聚合接口视图	**interface route-aggregation** *interface-number*	
配置聚合接口为聚合边缘接口		**lacp edge-port**	缺省情况下，聚合接口不为聚合边缘接口

1.4.8 关闭聚合接口

对聚合接口的开启/关闭操作，将会影响聚合接口对应的聚合组内成员端口的选中/非选中状态和链路状态：

- 关闭聚合接口时，将使对应聚合组内所有处于选中状态的成员端口都变为非选中端口，且所有成员端口的链路状态都将变为 down。
- 开启聚合接口时，系统将重新计算对应聚合组内成员端口的选中/非选中状态。

表1-16 关闭聚合接口

操作		命令	说明
进入系统视图		**system-view**	-
进入聚合接口视图	进入二层聚合接口视图	**interface bridge-aggregation** *interface-number*	-
	进入三层聚合接口/子接口视图	**interface route-aggregation** { *interface-number* | *interface-number.subnumber* }	
关闭当前接口		**shutdown**	缺省情况下，未关闭当前接口

1.4.9 恢复聚合接口的缺省配置

通过执行本操作可以将聚合接口下的所有配置都恢复为缺省配置。

表1-17 恢复聚合接口的缺省配置

操作		命令	说明
进入系统视图		**system-view**	-
进入聚合接口视图	进入二层聚合接口视图	**interface bridge-aggregation** *interface-number*	-
	进入三层聚合接口/子接口视图	**interface route-aggregation** { *interface-number* | *interface-number.subnumber* }	
恢复当前聚合接口的缺省配置		**default**	-

1.5 配置聚合负载分担

1.5.1 配置聚合负载分担类型

聚合负载分担类型支持全局配置或在聚合组内配置两种方式：全局的配置对所有聚合组都有效，而聚合组内的配置只对当前聚合组有效。对于一个聚合组来说，优先采用该聚合组内的配置，只有该聚合组内未进行配置时，才采用全局的配置。

1. 全局配置聚合负载分担类型

表1-18 全局配置聚合负载分担类型

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
配置全局采用的聚合负载分担类型	**link-aggregation global load-sharing mode** { **destination-ip** | **destination-mac** | **destination-port** | **ingress-port** | **source-ip** | **source-mac** | **source-port** } *	-

2. 在聚合组内配置聚合负载分担类型

表1-19 在聚合组内配置聚合负载分担类型

操作		命令	说明
进入系统视图		**system-view**	-
进入聚合接口视图	进入二层聚合接口视图	**interface bridge-aggregation** *interface-number*	-
	进入三层聚合接口视图	**interface route-aggregation** *interface-number*	
配置聚合组内采用的聚合负载分担类型		**link-aggregation load-sharing mode** { { **destination-ip** | **destination-mac** | **source-ip** | **source-mac** } * }	-

1.5.2 配置聚合负载分担采用本地转发优先

配置聚合负载分担采用本地转发优先机制可以降低数据流量对IRF物理端口之间链路的冲击，IRF中成员设备间聚合负载分担处理流程如 图 1-4 所示。有关IRF的详细介绍，请参见“虚拟化技术配置指导”中的“IRF”。

图1-4 IRF 中成员设备间聚合负载分担处理流程

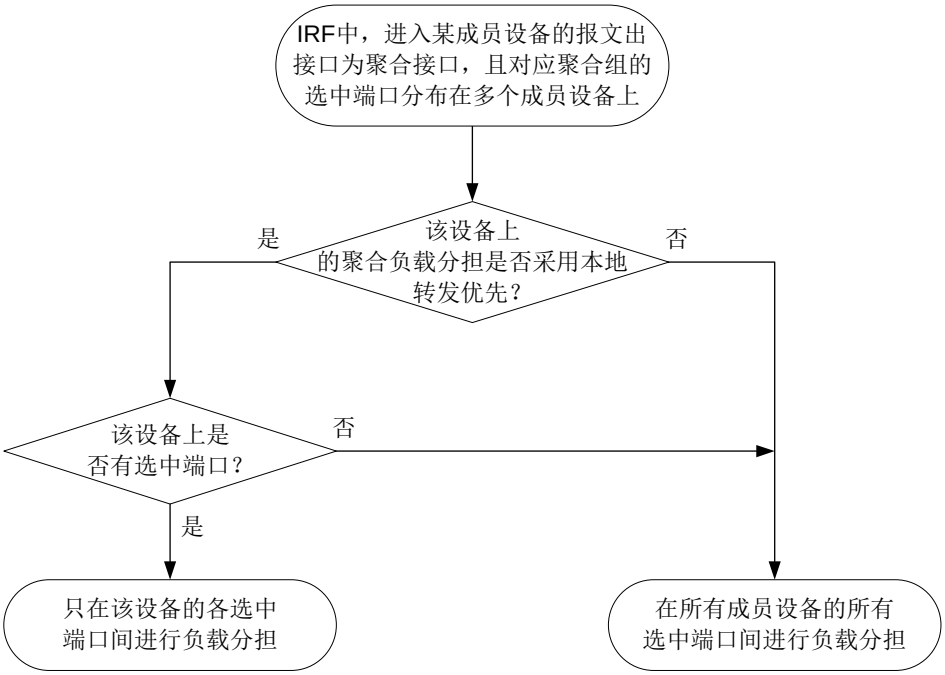


表1-20 配置聚合负载分担采用本地转发优先

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
配置聚合负载分担采用本地转发优先	**link-aggregation load-sharing mode local-first**	缺省情况下，聚合负载分担采用本地转发优先

1.6 配置聚合流量重定向功能

在开启了聚合流量重定向功能后，当重启 IRF 中某台有聚合组选中端口的成员设备时，系统可以将该设备上的流量重定向到其他成员设备上，从而实现聚合链路上流量的不中断。

配置聚合流量重定向功能时，需要注意：

- 必须在聚合链路两端都开启聚合流量重定向功能才能实现聚合链路上流量的不中断。
- 如果同时开启聚合流量重定向功能和生成树功能，在重启设备时会出现少量的丢包，因此不建议同时开启上述两个功能。
- 当聚合接口配置为聚合边缘接口后，聚合流量重定向功能将不能正常使用。
- 只有动态聚合组支持聚合流量重定向功能。

表1-21 配置聚合流量重定向功能

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
开启聚合流量重定向功能	**link-aggregation lacp traffic-redirect-notification enable**	缺省情况下，聚合流量重定向功能处于关闭状态

1.7 以太网链路聚合显示与维护

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

在用户视图下执行 **reset** 命令可以清除端口的 LACP 和聚合接口上的统计信息。

表1-22 以太网链路聚合显示与维护

操作	命令
显示聚合接口的相关信息	**display interface** [{ **bridge-aggregation** | **route-aggregation** } [*interface-number*]] [**brief** [**description** | **down**]]
显示本端系统的设备ID	**display lacp system-id**
显示全局或聚合组内采用的聚合负载分担类型	**display link-aggregation load-sharing mode** [**interface** [{ **bridge-aggregation** | **route-aggregation** } *interface-number*]]
显示聚合组内采用的聚合负载分担的选路信息	**display link-aggregation load-sharing path interface** { **bridge-aggregation** | **route-aggregation** } *interface-number* **ingress-port** *interface-type interface-number* [**route**] { { **destination-ip** *ip-address* | **destination-ipv6** *ipv6-address* } | { **source-ip** *ip-address* | **source-ipv6** *ipv6-address* } | **destination-mac** *mac-address* | **destination-port** *port-id* | **ethernet-type** *type-number* | **ip-protocol** *protocol-id* | **source-mac** *mac-address* | **source-port** *port-id* | **vlan** *vlan-id* } * **slot** *slot-number*
显示成员端口上链路聚合的详细信息	**display link-aggregation member-port** [*interface-list*]
显示所有聚合组的摘要信息	**display link-aggregation summary**
显示已有聚合接口所对应聚合组的详细信息	**display link-aggregation verbose** [{ **bridge-aggregation** | **route-aggregation** } [*interface-number*]]
清除成员端口上的LACP统计信息	**reset lacp statistics** [**interface** *interface-list*]
清除聚合接口上的统计信息	**reset counters interface** [{ **bridge-aggregation** | **route-aggregation** } [*interface-number*]]

目 录

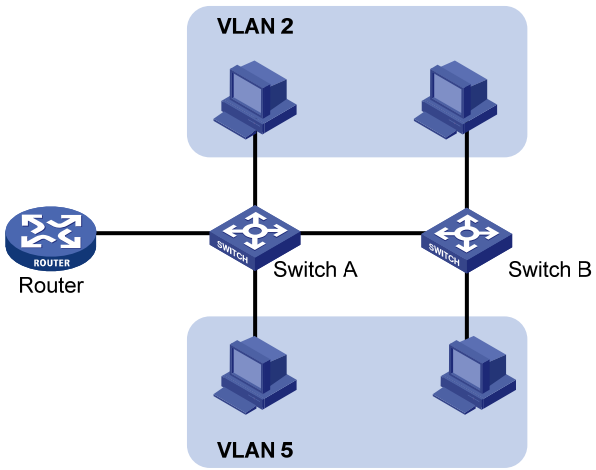
1 VLAN

1.1 VLAN简介

1.1.1 VLAN概述

以太网是一种基于CSMA/CD（Carrier Sense Multiple Access/Collision Detect，带冲突检测的载波侦听多路访问）技术的共享通讯介质。采用以太网技术构建的局域网，既是一个冲突域，又是一个广播域。当网络中主机数目较多时会导致冲突严重、广播泛滥、性能显著下降，甚至网络不可用等问题。通过在以太网中部署网桥或二层交换机，可以解决冲突严重的问题，但仍然不能隔离广播报文。在这种情况下出现了VLAN（Virtual Local Area Network，虚拟局域网）技术，这种技术可以把一个物理LAN划分成多个逻辑的LAN——VLAN。处于同一VLAN的主机能直接互通，而处于不同VLAN的主机则不能直接互通。这样，广播报文被限制在同一个VLAN内，即每个VLAN是一个广播域。如 图 1-1 所示，VLAN 2 内的主机可以互通，但与VLAN 5 内的主机不能互通。

图1-1 VLAN 示意图



VLAN 的划分不受物理位置的限制：物理位置不在同一范围的主机可以属于同一个 VLAN；一个 VLAN 包含的主机可以连接在同一个交换机上，也可以跨越交换机，甚至可以跨越路由器。

VLAN 根据划分方式不同可以分为不同类型。基于端口划分 VLAN 是其中最简单、最有效的 VLAN 划分方式。它按照设备端口来定义 VLAN 成员，将指定端口加入到指定 VLAN 中之后，端口就可以转发该 VLAN 的报文。本章将介绍基于端口的 VLAN。

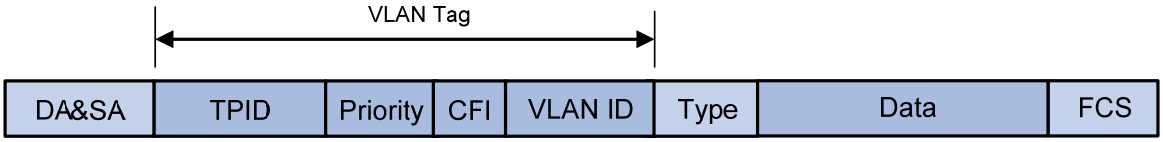
VLAN 的优点如下：

- 限制广播域。广播域被限制在一个 VLAN 内，节省了带宽，提高了网络处理能力。
- 增强局域网的安全性。VLAN 间的二层报文是相互隔离的，即一个 VLAN 内的主机不能和其他 VLAN 内的主机直接通信，如果不同 VLAN 要进行通信，则需通过路由器或三层交换机等三层设备。
- 灵活构建虚拟工作组。通过 VLAN 可以将不同的主机划分到不同的工作组，同一工作组的主机可以位于不同的物理位置，网络构建和维护更方便灵活。

1.1.2 VLAN报文封装

要使网络设备能够分辨不同 VLAN 的报文，需要在报文中添加标识 VLAN 的字段。IEEE 802.1Q 协议规定，在以太网报文的目的 MAC 地址和源 MAC 地址字段之后、协议类型字段之前加入 4 个字节的 VLAN Tag，用以标识 VLAN 的相关信息。

图1-2 VLAN Tag 的组成字段



如 图 1-2 所示，VLAN Tag包含四个字段，分别是TPID（Tag Protocol Identifier，标签协议标识符）、Priority、CFI（Canonical Format Indicator，标准格式指示位）和VLAN ID。

- TPID：协议规定 TPID 取值为 0x8100 时表示报文带有 VLAN Tag，但各设备厂商可以自定义该字段的值。
- Priority：用来表示报文的 802.1p 优先级，长度为 3 比特，相关内容请参见“ACL 和 QoS 配置指导/QoS”中的“附录”。
- CFI：用来表示 MAC 地址在不同的传输介质中是否以标准格式进行封装，长度为 1 比特。取值为 0 表示 MAC 地址以标准格式进行封装，为 1 表示以非标准格式封装。在以太网中，CFI 取值为 0。
- VLAN ID：用来表示该报文所属 VLAN 的编号，长度为 12 比特。由于 0 和 4095 为协议保留取值，所以 VLAN ID 的取值范围为 1～4094。

网络设备根据报文是否携带VLAN Tag以及携带的VLAN Tag信息，来对报文进行处理，利用VLAN ID来识别报文所属的VLAN。详细的处理方式请参见“1.4.1 基于端口的VLAN简介”。

说明

- 以太网支持 Ethernet II、802.3/802.2 LLC、802.3/802.2 SNAP 和 802.3 raw 封装格式，本文以 Ethernet II 型封装为例。802.3/802.2 LLC、802.3/802.2 SNAP 和 802.3 raw 封装格式添加 VLAN Tag 字段的方式请参见相关协议规范。
- 对于携带有多层 VLAN Tag 的报文，设备会根据其最外层 VLAN Tag 进行处理，而内层 VLAN Tag 会被视为报文的普通数据部分。

1.1.3 协议规范

与 VLAN 相关的协议规范有：

- IEEE 802.1Q：IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks-Virtual Bridged Local Area Networks

1.2 配置VLAN基本属性

表1-1 配置 VLAN 基本属性

配置	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
（可选）创建一个VLAN并进入VLAN视图，或批量创建VLAN	**vlan** { *vlan-id1* [**to** *vlan-id2*] | **all** }	缺省情况下，系统只有一个缺省VLAN（VLAN 1）
进入VLAN视图	**vlan** *vlan-id*	批量创建VLAN时，为必选；否则，无需执行本命令
指定当前VLAN的名称	**name** *text*	缺省情况下，VLAN的名称为“VLAN *vlan-id*”，其中*vlan-id*为该VLAN的四位数编号，如果该VLAN的编号不足四位，则会在编号前增加0，补齐四位。例如，VLAN 100的名称为“VLAN 0100”
配置当前VLAN的描述信息	**description** *text*	缺省情况下，VLAN的描述信息为“VLAN *vlan-id*”，其中*vlan-id*为该VLAN的四位数编号，如果该VLAN的编号不足四位，则会在编号前增加0，补齐四位。例如，VLAN 100的描述信息为“VLAN 0100”

说明

- VLAN 1 为系统缺省 VLAN，用户不能手工创建和删除。
- 动态学习到的 VLAN，以及被其他应用锁定不让删除的 VLAN，都不能使用 **undo vlan** 命令直接删除。只有将相关配置删除之后，才能删除相应的 VLAN。

1.3 配置VLAN接口基本属性

不同 VLAN 间的主机不能直接通信，通过在设备上创建并配置 VLAN 接口，可以实现 VLAN 间的三层互通。

VLAN 接口是一种三层的虚拟接口，它不作为物理实体存在于设备上。每个 VLAN 对应一个 VLAN 接口，在为 VLAN 接口配置了 IP 地址后，该 IP 地址即可作为本 VLAN 内网络设备的网关地址，此时该 VLAN 接口能对需要跨网段的报文进行三层转发。

配置 VLAN 接口基本属性时，需要注意，在创建 VLAN 接口之前，对应的 VLAN 必须已经存在，否则将不能创建指定的 VLAN 接口。

表1-2 配置 VLAN 接口基本属性

配置	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
创建VLAN接口并进入VLAN接口视图	**interface vlan-interface** *interface-number*	如果该VLAN接口已经存在，则直接进入该VLAN接口视图

配置	命令	说明
		缺省情况下，不存在VLAN接口
配置VLAN接口的IP地址	**ip address** *ip-address* { *mask* | *mask-length* } [**sub**]	缺省情况下，未配置VLAN接口的IP地址
配置当前VLAN接口的描述信息	**description** *text*	缺省情况下，VLAN接口的描述信息为该VLAN接口的接口名，如“Vlan-interface1 Interface”
配置VLAN接口的MTU值	**mtu** *size*	缺省情况下，VLAN接口的MTU值为1500
（可选）配置VLAN接口的期望带宽	**bandwidth** *bandwidth-value*	缺省情况下，接口的期望带宽＝接口的波特率÷1000（kbps）
（可选）恢复当前VLAN接口的缺省配置	**default**	-
（可选）取消手工关闭VLAN接口	**undo shutdown**	缺省情况下，未手工关闭VLAN接口

1.4 配置基于端口的VLAN

1.4.1 基于端口的VLAN简介

基于端口划分 VLAN 是最简单、最有效的 VLAN 划分方法。它按照设备端口来定义 VLAN 成员，将指定端口加入到指定 VLAN 中之后，该端口就可以转发该 VLAN 的报文。

用户可以配置端口的链路类型及缺省 VLAN，其中，链路类型决定了端口能否加入多个 VLAN。

1. 端口的链路类型

端口的链路类型分为三种，不同链路类型的端口在转发报文时对 VLAN Tag 的处理方式不同：

- Access：端口只能发送一个 VLAN 的报文，发出去的报文不带 VLAN Tag。一般用于和不能识别 VLAN Tag 的用户终端设备相连，或者不需要区分不同 VLAN 成员时使用。
- Trunk：端口能发送多个 VLAN 的报文，发出去的端口缺省 VLAN 的报文不带 VLAN Tag，其他 VLAN 的报文都必须带 VLAN Tag。通常用于网络传输设备之间的互连。
- Hybrid：端口能发送多个 VLAN 的报文，端口发出去的报文可根据需要配置某些 VLAN 的报文带 VLAN Tag，某些 VLAN 的报文不带 VLAN Tag。

2. 端口缺省VLAN

除了可以配置端口允许通过的 VLAN 外，还可以配置端口的缺省 VLAN，即端口 VLAN ID（Port VLAN ID，PVID）。当端口收到 Untagged 报文时，会认为该报文所属的 VLAN 为缺省 VLAN。

- Access 端口的缺省 VLAN 就是它所在的 VLAN。
- Trunk 端口和 Hybrid 端口可以允许多个 VLAN 通过，能够配置端口缺省 VLAN。
- 当执行 **undo vlan** 命令删除的 VLAN 是某个端口的缺省 VLAN 时，对 Access 端口，端口的缺省 VLAN 会恢复到 VLAN 1；对 Trunk 或 Hybrid 端口，端口的缺省 VLAN 配置不会改变，即它们可以使用已经不存在的 VLAN 作为端口缺省 VLAN。

说明

- 建议本端设备端口的缺省 VLAN ID 和相连的对端设备端口的缺省 VLAN ID 保持一致。
- 建议保证端口的缺省 VLAN 为端口允许通过的 VLAN。如果端口不允许某 VLAN 通过，但是端口的缺省 VLAN 为该 VLAN，则端口会丢弃收到的该 VLAN 的报文或者不带 VLAN Tag 的报文。

3. 端口对报文的处理方式

在配置了端口链路类型和端口缺省VLAN后，端口对报文的接收和发送的处理有几种不同情况，具体情况请参看 表 1-3。

表1-3 不同链路类型端口收发报文的差异

端口类型	对接收报文的处理		对发送报文的处理
	当接收到的报文不带 Tag 时	当接收到的报文带有 Tag 时	
Access端口	为报文添加端口缺省VLAN的Tag	• 当报文的 VLAN ID 与端口的缺省 VLAN ID 相同时，接收该报文 • 当报文的 VLAN ID 与端口的缺省 VLAN ID 不同时，丢弃该报文	去掉Tag，发送该报文
Trunk端口	• 当端口的缺省 VLAN ID 在端口允许通过的 VLAN ID 列表里时，接收该报文，给报文添加端口缺省 VLAN 的 Tag • 当端口的缺省 VLAN ID 不在端口允许通过的 VLAN ID 列表里时，丢弃该报文	• 当报文的 VLAN ID 在端口允许通过的 VLAN ID 列表里时，接收该报文 • 当报文的 VLAN ID 不在端口允许通过的 VLAN ID 列表里时，丢弃该报文	• 当报文的 VLAN ID 与端口的缺省 VLAN ID 相同，且是该端口允许通过的 VLAN ID 时：去掉 Tag，发送该报文 • 当报文的 VLAN ID 与端口的缺省 VLAN ID 不同，且是该端口允许通过的 VLAN ID 时：保持原有 Tag，发送该报文
Hybrid端口			当报文的VLAN ID是端口允许通过的VLAN ID时，发送该报文，并可以通过**port hybrid vlan**命令配置端口在发送该VLAN的报文时是否携带Tag

1.4.2 配置基于Access端口的VLAN

配置基于 Access 端口的 VLAN 有两种方法：一种是在 VLAN 视图下进行配置，另一种是在接口视图下进行配置。

表1-4 配置基于 Access 端口的 VLAN（在 VLAN 视图下）

配置	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
进入VLAN视图	**vlan** *vlan-id*	-

配置	命令	说明
向当前VLAN中添加一个或一组Access端口	**port** *interface-list*	缺省情况下，系统将所有端口都加入到VLAN 1

表1-5 配置基于 Access 端口的 VLAN（在接口视图下）

操作		命令	说明
进入系统视图		**system-view**	-
进入相应视图	二层以太网接口视图	**interface** *interface-type interface-number*	-
	二层聚合接口视图	**interface bridge-aggregation** *interface-number*	
配置端口的链路类型为Access类型		**port link-type access**	缺省情况下，端口的链路类型为Access
将当前Access端口加入到指定VLAN		**port access vlan** *vlan-id*	缺省情况下，所有Access端口都属于VLAN 1 在将Access端口加入到指定VLAN之前，该VLAN必须已经存在

1.4.3 配置基于Trunk端口的VLAN

Trunk 端口可以允许多个 VLAN 通过，只能在接口视图下进行配置。

配置基于 Trunk 端口的 VLAN 时，需要注意：

- Trunk 端口不能直接切换为 Hybrid 端口，只能先将 Trunk 端口配置为 Access 端口，再配置为 Hybrid 端口。
- 配置端口缺省 VLAN 后，必须使用 **port trunk permit vlan** 命令配置允许端口缺省 VLAN 的报文通过，接口才能转发端口缺省 VLAN 的报文。

表1-6 配置基于 Trunk 端口的 VLAN

操作		命令	说明
进入系统视图		**system-view**	-
进入相应视图	二层以太网接口视图	**interface** *interface-type interface-number*	-
	二层聚合接口视图	**interface bridge-aggregation** *interface-number*	
配置端口的链路类型为Trunk类型		**port link-type trunk**	缺省情况下，端口的链路类型为Access类型
允许指定的VLAN通过当前Trunk端口		**port trunk permit vlan** { *vlan-id-list* | **all** }	缺省情况下，Trunk端口只允许VLAN 1的报文通过
（可选）配置Trunk端口的缺省VLAN		**port trunk pvid vlan** *vlan-id*	缺省情况下，Trunk端口的缺省VLAN为VLAN 1

1.4.4 配置基于Hybrid端口的VLAN

Hybrid 端口可以允许多个 VLAN 通过，只能在接口视图下进行配置。

配置基于 Hybrid 端口的 VLAN 时，需要注意：

- Hybrid 端口不能直接切换为 Trunk 端口，只能先将 Hybrid 端口配置为 Access 端口，再配置为 Trunk 端口。
- 在配置允许指定的 VLAN 通过 Hybrid 端口之前，允许通过的 VLAN 必须已经存在。
- 配置端口缺省 VLAN 后，必须使用 **port hybrid vlan** 命令配置允许端口缺省 VLAN 的报文通过，出接口才能转发端口缺省 VLAN 的报文。

表1-7 配置基于 Hybrid 端口的 VLAN

操作		命令	说明
进入系统视图		**system-view**	-
进入相应视图	二层以太网接口视图	**interface** *interface-type interface-number*	-
	二层聚合接口视图	**interface bridge-aggregation** *interface-number*	
配置端口的链路类型为Hybrid类型		**port link-type hybrid**	缺省情况下，端口的链路类型为Access类型
允许指定的VLAN通过当前Hybrid端口		**port hybrid vlan** *vlan-id-list* { **tagged** | **untagged** }	缺省情况下，Hybrid端口只允许该端口在链路类型为Access时的所属VLAN的报文以Untagged方式通过
（可选）配置Hybrid端口的缺省VLAN		**port hybrid pvid vlan** *vlan-id*	缺省情况下，Hybrid端口的缺省VLAN为该端口在链路类型为Access时的所属VLAN

1.5 配置VLAN组

VLAN组是一组VLAN的集合。VLAN组内可以添加多个VLAN列表，一个VLAN列表表示一组VLAN ID连续的VLAN。

表1-8 配置 VLAN 组

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
创建一个VLAN组，并进入VLAN组视图	**vlan-group** *group-name*	缺省情况下，不存在VLAN组
在当前VLAN组内添加VLAN成员	**vlan-list** *vlan-id-list*	缺省情况下，当前VLAN组中不存在VLAN列表 可以多次在当前VLAN组内添加VLAN成员

1.6 VLAN显示和维护

在完成上述配置后，在任意视图下执行 **display** 命令可以显示配置后 VLAN 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 VLAN 接口统计信息。

表1-9 VLAN 显示和维护

操作	命令
显示VLAN接口相关信息	**display interface vlan-interface** [*interface-number*] [**brief** [**description** | **down**]]
显示VLAN相关信息	**display vlan** [*vlan-id1* [**to** *vlan-id2*] | **all** | **dynamic** | **static**]
显示设备上所有已创建VLAN的概要信息	**display vlan brief**
显示创建的VLAN组及其VLAN成员列表	**display vlan-group** [*group-name*]
显示设备上当前存在的Hybrid或Trunk端口	**display port** { **hybrid** | **trunk** }
清除VLAN接口的统计信息	**reset counters interface vlan-interface** [*interface-number*]

目 录

1 LLDP

说明

对于自定义 Context，不支持配置本特性。

1.1 LLDP简介

1.1.1 LLDP产生背景

目前，网络设备的种类日益繁多且各自的配置错综复杂，为了使不同厂商的设备能够在网络中相互发现并交互各自的系统及配置信息，需要有一个标准的信息交流平台。

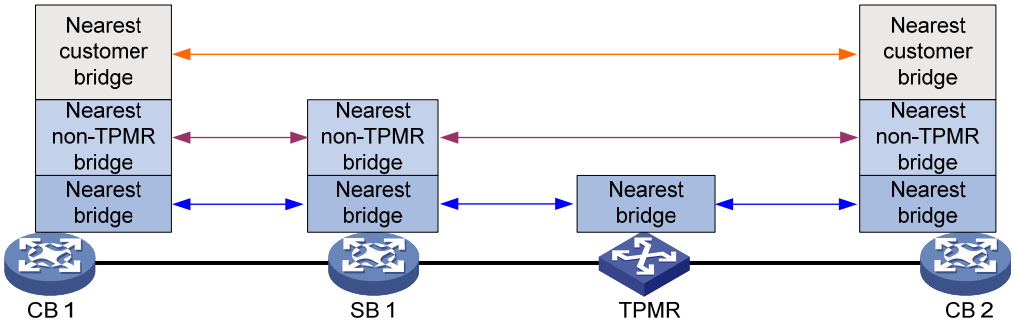
LLDP（Link Layer Discovery Protocol，链路层发现协议）就是在这样的背景下产生的，它提供了一种标准的链路层发现方式，可以将本端设备的信息（包括主要能力、管理地址、设备标识、接口标识等）组织成不同的 TLV（Type/Length/Value，类型/长度/值），并封装在 LLDPDU（Link Layer Discovery Protocol Data Unit，链路层发现协议数据单元）中发布给与自己直连的邻居，邻居收到这些信息后将其以标准 MIB（Management Information Base，管理信息库）的形式保存起来，以供网络管理系统查询及判断链路的通信状况。有关 MIB 的详细介绍，请参见“网络管理和监控配置指导”中的“SNMP”。

1.1.2 LLDP基本概念

1. LLDP代理

LLDP代理是LLDP协议运行实体的一个抽象映射。一个接口下，可以运行多个LLDP代理。目前LLDP定义的代理类型包括：Nearest Bridge（最近桥代理）、Nearest non-TPMR Bridge（最近非TPMR桥代理）和Nearest Customer Bridge（最近客户桥代理）。其中TPMR（Two-Port MAC Relay，双端口MAC中继），是一种只有两个可供外部访问桥端口的桥，支持MAC桥的功能子集。TPMR对于所有基于帧的介质无关协议都是透明的，但如下协议除外：以TPMR为目的地的协议、以保留MAC地址为目的地址但TPMR定义为不予转发的协议。LLDP在相邻的代理之间进行协议报文交互，并基于代理创建及维护邻居信息。如 图 1-1 所示，是LLDP不同类型的代理邻居关系示意图。其中，CB（Customer Bridge，客户桥）和SB（Service Bridge，服务桥）表示LLDP的两种桥模式。

图1-1 LLDP 邻居关系示意图

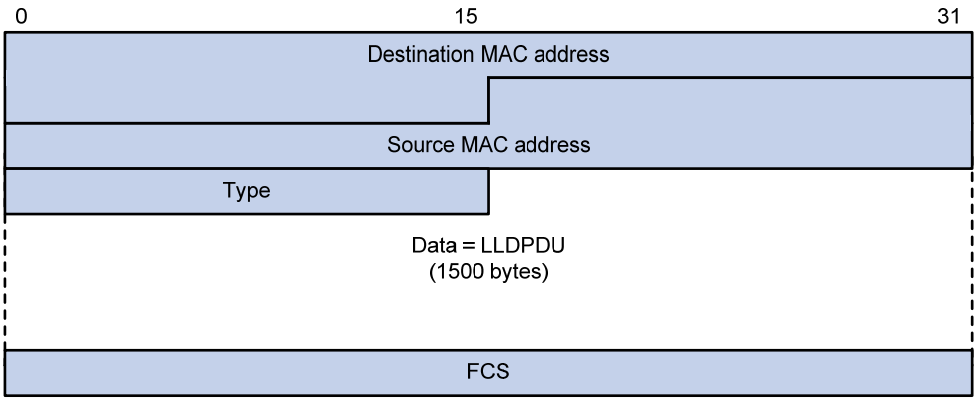


2. LLDP报文

封装有 LLDPDU 的报文称为 LLDP 报文，其封装格式有两种：Ethernet II 和 SNAP（Subnetwork Access Protocol，子网访问协议）。

(1) Ethernet II 格式封装的 LLDP 报文

图1-2 Ethernet II 格式封装的 LLDP 报文

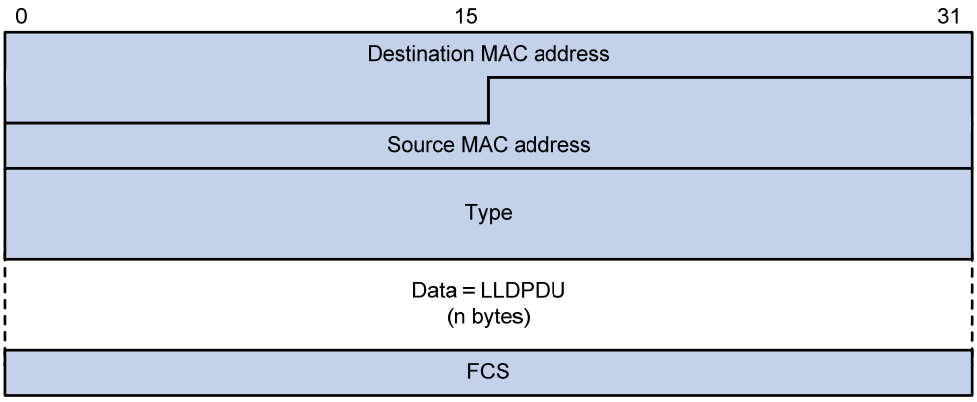


如 图 1-2 所示，是以Ethernet II格式封装的LLDP报文，其中各字段的含义如下：

- Destination MAC address：目的 MAC 地址。为区分同一接口下不同类型代理发送及接收的 LLDP 报文，LLDP 协议规定了不同的组播 MAC 地址作为不同类型代理的 LLDP 报文的目的 MAC 地址。其中固定的组播 MAC 地址 0x0180-C200-000E 供最近桥代理类型的 LLDP 报文使用，0x0180-C200-0000 供最近客户桥代理类型的 LLDP 报文使用，0x0180-C200-0003 供最近非 TPMR 桥代理类型的 LLDP 报文使用。
- Source MAC address：源 MAC 地址，为端口 MAC 地址。
- Type：报文类型，为 0x88CC。
- Data：数据内容，为 LLDPDU。
- FCS：帧检验序列，用来对报文进行校验。

(2) SNAP 格式封装的 LLDP 报文

图1-3 SNAP 格式封装的 LLDP 报文



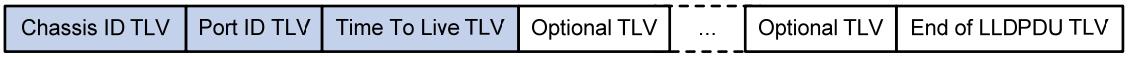
如 图 1-3 所示，是以SNAP格式封装的LLDP报文，其中各字段的含义如下：

- Destination MAC address：目的 MAC 地址，与 Ethernet II 格式封装的 LLDP 报文目的 MAC 地址相同。
- Source MAC address：源 MAC 地址，为端口 MAC 地址。
- Type：报文类型，为 0xAAAA-0300-0000-88CC。
- Data：数据内容，为 LLDPDU。
- FCS：帧检验序列，用来对报文进行校验。

3. LLDPDU

LLDPDU 就是封装在 LLDP 报文数据部分的数据单元。在组成 LLDPDU 之前，设备先将本地信息封装成 TLV 格式，再由若干个 TLV 组合成一个 LLDPDU 封装在 LLDP 报文的数据部分进行传送。

图1-4 LLDPDU 的封装格式



如 图 1-4 所示，蓝色的Chassis ID TLV、Port ID TLV、Time To Live TLV是每个LLDPDU都必须携带的，其余的TLV则为可选携带。每个LLDPDU最多可携带 32 种TLV。

4. TLV

TLV 是组成 LLDPDU 的单元，每个 TLV 都代表一个信息。LLDP 可以封装的 TLV 包括基本 TLV、802.1 组织定义 TLV、802.3 组织定义 TLV 和 LLDP-MED（Link Layer Discovery Protocol Media Endpoint Discovery，链路层发现协议媒体终端发现） TLV。

基本 TLV 是网络设备管理基础的一组 TLV，802.1 组织定义 TLV、802.3 组织定义 TLV 和 LLDP-MED TLV 则是由标准组织或其他机构定义的 TLV，用于增强对网络设备的管理，可根据实际需要选择是否在 LLDPDU 中发送。

(1) 基本 TLV

在基本TLV中，有几种TLV对于实现LLDP功能来说是必选的，即必须在LLDPDU中发布，如 表 1-1 所示。

表1-1 基本 TLV

TLV 名称	说明	是否必须发布
Chassis ID	发送设备的桥MAC地址	是
Port ID	标识LLDPDU发送端的端口。如果LLDPDU中携带有LLDP-MED TLV，其内容为端口的MAC地址；否则，其内容为端口的名称	是
Time To Live	本设备信息在邻居设备上的存活时间	是
End of LLDPDU	LLDPDU的结束标识，是LLDPDU的最后一个TLV	否
Port Description	端口的描述	否
System Name	设备的名称	否
System Description	系统的描述	否
System Capabilities	系统的主要功能以及已开启的功能项	否
Management Address	管理地址，以及该地址所对应的接口号和OID（Object Identifier，对象标识符）	否

(2) 802.1 组织定义 TLV

IEEE 802.1 组织定义TLV的内容如 表 1-2 所示。

表1-2 IEEE 802.1 组织定义的 TLV

TLV 名称	说明
Port VLAN ID(PVID)	端口VLAN ID
VLAN Name	端口所属VLAN的名称
Protocol Identity	端口所支持的协议类型
Link Aggregation	端口是否支持链路聚合以及是否已开启链路聚合
Management VID	管理VLAN
VID Usage Digest	包含VLAN ID使用摘要的数据
ETS Configuration	增强传输选择（Enhanced Transmission Selection）配置
ETS Recommendation	增强传输选择推荐
PFC	基于优先级的流量控制（Priority-based Flow Control）
APP	应用协议（Application Protocol）
QCN	量化拥塞通知（Quantized Congestion Notification）

说明

- 目前，H3C 设备不支持发送 Protocol Identity TLV 和 VID Usage Digest TLV，但可以接收这两种类型的 TLV。
- 三层以太网接口仅支持 Link Aggregation TLV。

(3) 802.3 组织定义 TLV

IEEE 802.3 组织定义TLV的内容如 表 1-3 所示。

表1-3 IEEE 802.3 组织定义的 TLV

TLV 名称	说明
MAC/PHY Configuration/Status	端口支持的速率和双工状态、是否支持端口速率自动协商、是否已开启自动协商功能以及当前的速率和双工状态
Power Via MDI	端口的供电能力，包括PoE（Power over Ethernet，以太网供电）的类型（包括PSE（Power Sourcing Equipment，供电设备）和PD（Powered Device，受电设备）两种）、PoE端口的远程供电模式、是否支持PSE供电、是否已开启PSE供电、供电方式是否可控、供电类型、功率来源、功率优先级、PD请求功率值、PSE分配功率值
Maximum Frame Size	端口支持的最大帧长度
Power Stateful Control	端口的电源状态控制，包括PSE/PD所采用的电源类型、供/受电的优先级以及供/受电的功率
Energy-Efficient Ethernet	节能以太网

说明

Power Stateful Control TLV 是在 IEEE P802.3at D1.0 版本中被定义的，之后的版本不再支持该 TLV。H3C 设备只有在收到 Power Stateful Control TLV 后才会发送该类型的 TLV。

(4) LLDP-MED TLV

LLDP-MED TLV为VoIP（Voice over IP，在IP网络上传送语音）提供了许多高级的应用，包括基本配置、网络策略配置、地址信息以及目录管理等，满足了语音设备的不同生产厂商在投资收效、易部署、易管理等方面的要求，并解决了在以太网中部署语音设备的问题，为语音设备的生产者、销售者以及使用者提供了便利。LLDP-MED TLV的内容如 表 1-4 所示。

表1-4 LLDP-MED TLV

TLV 名称	说明
LLDP-MED Capabilities	网络设备所支持的LLDP-MED TLV类型
Network Policy	网络设备或终端设备上端口的VLAN类型、VLAN ID以及二三层与具体应用类型相关的优先级等
Extended Power-via-MDI	网络设备或终端设备的扩展供电能力，对Power Via MDI TLV进行了扩展

TLV 名称	说明
Hardware Revision	终端设备的硬件版本
Firmware Revision	终端设备的固件版本
Software Revision	终端设备的软件版本
Serial Number	终端设备的序列号
Manufacturer Name	终端设备的制造厂商名称
Model Name	终端设备的模块名称
Asset ID	终端设备的资产标识符，以便目录管理和资产跟踪
Location Identification	网络设备的位置标识信息，以供终端设备在基于位置的应用中使用

说明

如果禁止发布 802.3 的组织定义的 MAC/PHY Configuration/Status TLV，则 LLDP-MED TLV 将不会被发布，不论其是否被允许发布；如果禁止发布 LLDP-MED Capabilities TLV，则其他 LLDP-MED TLV 将不会被发布，不论其是否被允许发布。

5. 管理地址

管理地址是供网络管理系统标识网络设备并进行管理的地址。管理地址可以明确地标识一台设备，从而有利于网络拓扑的绘制，便于网络管理。管理地址被封装在 LLDP 报文的 Management Address TLV 中向外发布。

1.1.3 LLDP工作机制

1. LLDP的工作模式

在指定类型的 LLDP 代理下，LLDP 有以下四种工作模式：

- TxRx：既发送也接收 LLDP 报文。
- Tx：只发送不接收 LLDP 报文。
- Rx：只接收不发送 LLDP 报文。
- Disable：既不发送也不接收 LLDP 报文。

当端口的 LLDP 工作模式发生变化时，端口将对协议状态机进行初始化操作。为了避免端口工作模式频繁改变而导致端口不断执行初始化操作，可配置端口初始化延迟时间，当端口工作模式改变时延迟一段时间再执行初始化操作。

2. LLDP报文的发送机制

在指定类型 LLDP 代理下，当端口工作在 TxRx 或 Tx 模式时，设备会周期性地向邻居设备发送 LLDP 报文。如果设备的本地配置发生变化则立即发送 LLDP 报文，以将本地信息的变化情况尽快通知给邻居设备。但为了防止本地信息的频繁变化而引起 LLDP 报文的大量发送，使用令牌桶机制对 LLDP 报文发送作限速处理。

当设备的工作模式由 Disable/Rx 切换为 TxRx/Tx，或者发现了新的邻居设备（即收到一个新的 LLDP 报文且本地尚未保存发送该报文设备的信息）时，该设备将自动启用快速发送机制，即将 LLDP 报文的发送周期设置为快速发送周期，并连续发送指定数量的 LLDP 报文后再恢复为正常的发送周期。

3. LLDP报文的接收机制

当端口工作在 TxRx 或 Rx 模式时，设备会对收到的 LLDP 报文及其携带的 TLV 进行有效性检查，通过检查后再将邻居信息保存到本地，并根据 Time To Live TLV 中 TTL（Time to Live，生存时间）的值来设置邻居信息在本地设备上的老化时间，若该值为零，则立刻老化该邻居信息。

1.1.4 协议规范

与 LLDP 相关的协议规范有：

- IEEE 802.1AB-2005：Station and Media Access Control Connectivity Discovery
- IEEE 802.1AB 2009：Station and Media Access Control Connectivity Discovery
- ANSI/TIA-1057：Link Layer Discovery Protocol for Media Endpoint Devices
- DCB Capability Exchange Protocol Specification Rev 1.0
- DCB Capability Exchange Protocol Base Specification Rev 1.01
- IEEE Std 802.1Qaz-2011：Media Access Control (MAC) Bridges and Virtual Bridged Local Area Networks-Amendment 18: Enhanced Transmission Selection for Bandwidth Sharing Between Traffic Classes

1.2 LLDP配置任务简介

表1-5 LLDP 配置任务简介

配置任务		说明	详细配置
配置LLDP基本功能	开启LLDP功能	必选	1.3.1
	配置LLDP桥模式	可选	1.3.2
	配置LLDP工作模式	可选	1.3.3
	配置接口初始化延迟时间	可选	1.3.4
	配置轮询功能	可选	1.3.5
	配置允许发布的TLV类型	可选	1.3.6
	配置管理地址及其封装格式	可选	1.3.7
	调整LLDP相关参数	可选	1.3.8
	配置LLDP报文的封装格式	可选	1.3.9
	关闭LLDP的PVID不一致检查功能	可选	1.3.10
配置LLDP Trap和LLDP-MED Trap功能		可选	1.4
配置LLDP报文的源MAC地址为指定VLAN关联子接口的MAC地址		可选	1.5
配置设备支持通过LLDP生成对端管理地址的ARP或ND表项		可选	1.6

1.3 配置LLDP基本功能

1.3.1 开启LLDP功能

只有当全局和接口上都开启了 LLDP 功能后，该功能才会生效。

表1-6 开启 LLDP 功能

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
全局开启LLDP功能	**lldp global enable**	缺省情况下，全局LLDP处于关闭状态
进入二/三层以太网接口视图、二/三层聚合接口视图	**interface** *interface-type interface-number*	-
在接口上开启LLDP功能	**lldp enable**	缺省情况下，LLDP功能在接口上处于开启状态

1.3.2 配置LLDP桥模式

LLDP 桥模式有客户桥模式和服务桥模式两种：

- 工作于客户桥模式时，设备可支持最近桥代理、最近非 TPMR 桥代理和最近客户桥代理，即设备对报文目的 MAC 地址为上述代理的 MAC 地址的 LLDP 报文进行处理，对报文目的 MAC 地址为其他 MAC 地址的 LLDP 报文进行 VLAN 内透传。
- 工作于服务桥模式时，设备可支持最近桥代理和最近非 TPMR 桥代理，即设备对报文目的 MAC 地址为上述代理的 MAC 地址的 LLDP 报文进行处理，对报文目的 MAC 地址为其他 MAC 地址的 LLDP 报文进行 VLAN 内透传。

表1-7 配置 LLDP 桥模式

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
配置LLDP桥模式	**lldp mode service-bridge**	缺省情况下，LLDP桥模式为客户桥模式

1.3.3 配置LLDP工作模式

LLDP 工作模式分为以下四种：

- TxRx：既发送也接收 LLDP 报文。
- Tx：只发送不接收 LLDP 报文。
- Rx：只接收不发送 LLDP 报文。
- Disable：既不发送也不接收 LLDP 报文。

表1-8 配置 LLDP 工作模式

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
进入二/三层以太网接口视图、二/三层聚合接口视图	**interface** *interface-type interface-number*	-
配置LLDP的工作模式	在二/三层以太网接口视图下： **lldp** [**agent** { **nearest-customer** | **nearest-nontpmr** }] **admin-status** { **disable** | **rx** | **tx** | **txrx** } 在二/三层聚合接口视图下： **lldp agent** { **nearest-customer** | **nearest-nontpmr** } **admin-status** { **disable** | **rx** | **tx** | **txrx** }	缺省情况下，最近桥代理类型的LLDP工作模式为TxRx，最近客户桥代理和最近非TPMR桥代理类型的LLDP工作模式为Disable 以太网接口视图下，未指定**agent**参数时，表示配置最近桥代理的工作模式 聚合接口视图下，只支持配置最近桥客户桥代理和最近非TPMR代理的工作模式

1.3.4 配置接口初始化延迟时间

当接口上 LLDP 的工作模式发生变化时，接口将对协议状态机进行初始化操作，通过配置接口初始化的延迟时间，可以避免由于工作模式频繁改变而导致接口不断地进行初始化。

表1-9 配置接口初始化延迟时间

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
配置接口初始化的延迟时间	**lldp timer reinit-delay** *delay*	缺省情况下，接口初始化的延迟时间为2秒

1.3.5 配置轮询功能

在开启了轮询功能后，LLDP 将以轮询间隔周期性地查询本设备的相关配置是否发生改变，如果发生改变将触发 LLDP 报文的发送，以将本设备的配置变化迅速通知给其他设备。

表1-10 配置轮询功能

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
进入二/三层以太网接口视图、二/三层聚合接口视图	**interface** *interface-type interface-number*	-
开启轮询功能并配置轮询间隔	在二/三层以太网接口视图下： **lldp** [**agent** { **nearest-customer** | **nearest-nontpmr** }] **check-change-interval** *interval* 在二/三层聚合接口视图下： **lldp agent** { **nearest-customer** | **nearest-nontpmr** }	缺省情况下，轮询功能处于关闭状态

操作	命令	说明
	check-change-interval *interval*	

1.3.6 配置允许发布的TLV类型

表1-11 配置允许发布的 TLV 类型

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
进入二/三层以太网接口视图、二/三层聚合接口视图	**interface** *interface-type interface-number*	-
配置接口上允许发布的TLV类型（二层以太网接口视图）	**lldp tlv-enable** { **basic-tlv** { **all** | **port-description** | **system-capability** | **system-description** | **system-name** | **management-address-tlv** [**ipv6**] [*ip-address*] } | **dot1-tlv** { **all** | **congestion-notification** | **port-vlan-id** | **link-aggregation** | **vlan-name** [*vlan-id*] | **management-vid** [*mvlan-id*] } | **dot3-tlv** { **all** | **mac-physic** | **max-frame-size** | **power** | **eee** } | **med-tlv** { **all** | **capability** | **inventory** | **network-policy** [*vlan-id*] | **power-over-ethernet** | **location-id** { **civic-address** *device-type country-code* { *ca-type ca-value* }&<1-10> | **elin-address** *tel-number* } } } **lldp agent nearest-nontpmr tlv-enable** { **basic-tlv** { **all** | **port-description** | **system-capability** | **system-description** | **system-name** | **management-address-tlv** [**ipv6**] [*ip-address*] } | **dot1-tlv** { **all** | **congestion-notification** | **port-vlan-id** | **link-aggregation** } } **lldp agent nearest-customer tlv-enable** { **basic-tlv** { **all** | **port-description** | **system-capability** | **system-description** | **system-name** | **management-address-tlv** [**ipv6**] [*ip-address*] } | **dot1-tlv** { **all** | **congestion-notification** | **port-vlan-id** | **link-aggregation** } }	缺省情况下： • 最近桥代理允许发布除 Location-id TLV、Port VLAN ID TLV、VLAN Name TLV、Management VLAN ID TLV 和 EEE TLV 之外所有类型的 TLV • 最近客户桥代理允许发布基本 TLV 和 IEEE 802.1 组织定义 TLV
配置接口上允许发布的TLV类型（三层以太网接口视图）	**lldp tlv-enable** { **basic-tlv** { **all** | **port-description** | **system-capability** | **system-description** | **system-name** | **management-address-tlv** [**ipv6**] [*ip-address* | **interface loopback** *interface-number*] } | **dot1-tlv** { **all** | **link-aggregation** } | **dot3-tlv** { **all** | **link-aggregation** | **mac-physic** | **max-frame-size** | **power** } | **med-tlv** { **all** | **capability** | **inventory** | **power-over-ethernet** | **location-id** { **civic-address** *device-type country-code* { *ca-type ca-value* }&<1-10> | **elin-address** *tel-number* } } } **lldp agent** { **nearest-nontpmr** | **nearest-customer** } **tlv-enable** { **basic-tlv** { **all** | **port-description** | **system-capability** | **system-description** | **system-name** | **management-address-tlv** [**ipv6**] [*ip-address*] } | **dot1-tlv** { **all** | **link-aggregation** } }	缺省情况下： • 最近桥代理允许发布除 Network Policy TLV 和 EEE TLV 之外所有类型的 TLV，其中 IEEE 802.1 组织定义的 TLV 只支持 Link Aggregation TLV • 最近非 TPMR 桥代理不发布任何 TLV • 最近客户桥代理允许发布基本 TLV 和 IEEE 802.1 组织定义 TLV，其中 IEEE 802.1 组织定义的 TLV 只支持 Link Aggregation TLV
配置接口上允许发布的TLV类型（二层聚合	**lldp agent nearest-nontpmr tlv-enable** { **basic-tlv** { **all** | **management-address-tlv** [**ipv6**] [*ip-address*] | **port-description** | **system-capability** |	不存在最近桥代理

操作	命令	说明
接口视图）	**system-description** | **system-name** } | **dot1-tlv** { **all** | **port-vlan-id** } } **lldp agent nearest-customer tlv-enable** { **basic-tlv** { **all** | **management-address-tlv** [**ipv6**] [*ip-address*] | **port-description** | **system-capability** | **system-description** | **system-name** } | **dot1-tlv** { **all** | **port-vlan-id** } } **lldp tlv-enable dot1-tlv** { **vlan-name** [*vlan-id*] | **management-vid** [*mvlan-id*] }	缺省情况下： • 不存在最近桥代理 • 最近客户桥代理允许发布基本 TLV 和 IEEE 802.1 组织定义 TLV，其中 IEEE 802.1 组织定义的 TLV 只支持 Port VLAN ID TLV、VLAN Name TLV 及 Management VLAN ID TLV
配置接口上允许发布的TLV类型（三层聚合接口视图）	**lldp agent** { **nearest-customer** | **nearest-nontpmr** } **tlv-enable basic-tlv** { **all** | **management-address-tlv** [**ipv6**] [*ip-address*] | **port-description** | **system-capability** | **system-description** | **system-name** }	不存在最近桥代理 缺省情况下： • 不存在最近桥代理 • 最近非 TPMR 桥代理不发布任何 TLV • 最近客户桥代理只允许发布基本 TLV

1.3.7 配置管理地址及其封装格式

管理地址被封装在 Management Address TLV 中向外发布，封装格式可以是数字或字符串。如果邻居将管理地址以字符串格式封装在 TLV 中，用户可在本地设备上也将封装格式改为字符串，以保证与邻居设备的正常通信。

表1-12 配置管理地址及其封装格式

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
进入二/三层以太网接口视图、二/三层聚合接口视图	**interface** *interface-type interface-number*	-
允许在LLDP报文中发布管理地址并配置所发布的管理地址	在二层以太网接口视图下： **lldp** [**agent** { **nearest-customer** | **nearest-nontpmr** }] **tlv-enable basic-tlv management-address-tlv** [**ipv6**] [*ip-address*] 在三层以太网接口视图下： **lldp** [**agent** { **nearest-customer** | **nearest-nontpmr** }] **tlv-enable basic-tlv management-address-tlv** [**ipv6**] [*ip-address*] | **interface loopback** *interface-number*] 在二/三层聚合接口视图下： **lldp agent** { **nearest-customer** | **nearest-nontpmr** } **tlv-enable basic-tlv management-address-tlv** [**ipv6**] [*ip-address*]	缺省情况下，最近桥代理和最近客户桥代理类型的LLDP允许在LLDP报文中发布管理地址，最近非TPMR桥代理类型LLDP不允许在LLDP报文中发布管理地址
配置管理地址在TLV中的封装格式为字符串格式	在二/三层以太网接口视图下： **lldp** [**agent** { **nearest-customer** | **nearest-nontpmr** }] **management-address-format string**	缺省情况下，管理地址在TLV中的封装格式为数字格式

操作	命令	说明
	在二/三层聚合接口视图下： **lldp agent** { **nearest-customer** | **nearest-nontpmr** } **management-address-format string**	

1.3.8 调整LLDP相关参数

LLDP 报文所携 Time To Live TLV 中 TTL 的值用来设置邻居信息在本地设备上的老化时间，由于 TTL＝Min（65535，（TTL 乘数×LLDP 报文的发送间隔＋1）），即取 65535 与（TTL 乘数×LLDP 报文的发送间隔＋1）中的最小值，因此通过调整 TTL 乘数可以控制本设备信息在邻居设备上的老化时间。

表1-13 调整 LLDP 相关参数

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
配置TTL乘数	**lldp hold-multiplier** *value*	缺省情况下，TTL乘数为4
配置LLDP报文的发送间隔	**lldp timer tx-interval** *interval*	缺省情况下，LLDP报文的发送间隔为30秒
配置LLDP报文发包限速的令牌桶大小	**lldp max-credit** *credit-value*	缺省情况下，发包限速令牌桶大小为5
配置快速发送LLDP报文的个数	**lldp fast-count** *count*	缺省情况下，快速发送LLDP报文的个数为4个
配置快速发送LLDP报文的间隔	**lldp timer fast-interval** *interval*	缺省情况下，快速发送LLDP报文的发送间隔为1秒

1.3.9 配置LLDP报文的封装格式

LLDP 报文的封装格式有 Ethernet II 和 SNAP 两种：

- 当采用 Ethernet II 封装格式时，开启了 LLDP 功能的接口所发送的 LLDP 报文将以 Ethernet II 格式封装。
- 当采用 SNAP 封装格式时，开启了 LLDP 功能的接口所发送的 LLDP 报文将以 SNAP 格式封装。

需要注意的是，LLDP 早期版本要求只有配置为相同的封装格式才能处理该格式的 LLDP 报文，因此为了确保与运行 LLDP 早期版本的设备成功通信，必须配置为与之相同的封装格式。

表1-14 配置 LLDP 报文的封装格式

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
进入二/三层以太网接口视图、二/三层聚合接口视图	**interface** *interface-type interface-number*	-

操作	命令	说明
配置LLDP报文的封装格式为SNAP格式	在二/三层以太网接口视图下： **lldp** [**agent** { **nearest-customer** | **nearest-nontpmr** }] **encapsulation snap** 在二/三层聚合接口视图下： **lldp agent** { **nearest-customer** | **nearest-nontpmr** } **encapsulation snap**	缺省情况下，LLDP报文的封装格式为Ethernet II格式

1.3.10 关闭LLDP的PVID不一致检查功能

一般组网情况下，要求链路两端的 PVID 保持一致。设备会对收到的 LLDP 报文中的 PVID TLV 进行检查，如果发现报文中的 PVID 与本端 PVID 不一致，则认为网络中可能存在错误配置，LLDP 会打印日志信息，提示用户。

但在一些特殊情况下，可以允许链路两端的 PVID 配置不一致。例如为了简化接入设备的配置，各接入设备的上行口采用相同的 PVID，而对端汇聚设备的各接口采用不同的 PVID，从而使各接入设备的流量进入不同 VLAN。此时，可以关闭 LLDP 的 PVID 不一致性检查功能。

表1-15 关闭 LLDP 的 PVID 不一致检查功能

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
关闭LLDP的PVID不一致检查功能	**lldp ignore-pvid-inconsistency**	缺省情况下， LLDP的PVID不一致检查功能处于开启状态

1.4 配置LLDP Trap和LLDP-MED Trap功能

开启 LLDP Trap 或 LLDP-MED Trap 功能后，设备可以通过向网管系统发送 Trap 信息以通告如发现新的 LLDP 邻居或 LLDP-MED 邻居、与原来邻居的通信链路发生故障等重要事件。

LLDP Trap 和 LLDP-MED Trap 信息的发送间隔是指设备向网管系统发送 Trap 信息的最小时间间隔，通过调整该时间间隔，可以避免由于邻居信息频繁变化而导致 Trap 信息的频繁发送。

表1-16 配置 LLDP Trap 和 LLDP-MED Trap 功能

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
进入二层以太网接口视图/二层聚合接口视图/三层以太网接口视图/三层聚合接口视图	**interface** *interface-type interface-number*	-
开启LLDP Trap功能	在二/三层以太网接口视图下： **lldp** [**agent** { **nearest-customer** | **nearest-nontpmr** }] **notification remote-change enable** 在二/三层聚合接口视图下：	缺省情况下，LLDP Trap功能处于关闭状态

操作	命令	说明
	lldp agent { **nearest-customer** | **nearest-nontpmr** } **notification remote-change enable**	
开启LLDP-MED Trap功能	在二/三层以太网接口视图下： **lldp notification med-topology-change enable**	缺省情况下，LLDP-MED Trap功能处于关闭状态
退回系统视图	**quit**	-
（可选）配置LLDP Trap和LLDP-MED Trap信息的发送间隔	**lldp timer notification-interval** *interval*	缺省情况下，LLDP Trap和LLDP-MED Trap信息的发送间隔均为30秒

1.5 配置LLDP报文的源MAC地址为指定VLAN关联子接口的MAC地址

配置本特性后，LLDP 报文的源 MAC 地址为指定 VLAN 在 Dot1q 终结中关联的三层以太网子接口的 MAC 地址。

表1-17 配置 LLDP 报文的源 MAC 地址为指定 VLAN 关联子接口的 MAC 地址

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
进入三层以太网接口视图	**interface** *interface-type interface-number*	-
配置LLDP报文源MAC地址为指定VLAN关联三层以太网子接口的MAC地址	**lldp source-mac vlan** *vlan-id*	缺省情况下，LLDP报文源MAC地址为当前接口的MAC地址 本命令中的*vlan-id*为Dot1q终结中三层以太网子接口关联的VLAN ID

1.6 配置设备支持通过LLDP生成对端管理地址的ARP或ND表项

配置本特性后，当接口收到携带 IPv4 格式 Management Address TLV 的 LLDP 报文后，会生成该报文携带的管理地址与报文源 MAC 地址组成的 ARP 表项；当接口收到携带 IPv6 格式 Management Address TLV 的 LLDP 报文后，会生成该报文携带的管理地址与报文源 MAC 地址组成的 ND 表项。

表1-18 配置设备支持通过 LLDP 生成对端管理地址的 ARP 或 ND 表项

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
进入三层以太网接口视图	**interface** *interface-type interface-number*	-
配置接口收到携带Management Address TLV的LLDP报文后生成ARP表项或ND表项	**lldp management-address** { **arp-learning** | **nd-learning** } [**vlan** *vlan-id*]	缺省情况下，接口收到携带Management Address TLV的LLDP报文后生成ARP表项和ND表项 本命令中的*vlan-id*为Dot1q终结

操作	命令	说明
		中三层以太网子接口关联的VLAN ID ARP表项和ND表项的生成互不影响，可同时配置

1.7 LLDP显示和维护

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

表1-19 LLDP 显示和维护

操作	命令
显示LLDP本地信息	**display lldp local-information** [**global** | **interface** *interface-type interface-number*]
显示由邻居设备发来的LLDP信息	**display lldp neighbor-information** [[[**interface** *interface-type interface-number*] [**agent** { **nearest-bridge** | **nearest-customer** | **nearest-nontpmr** }] [**verbose**]] | **list** [**system-name** *system-name*]]
显示LLDP的统计信息	**display lldp statistics** [**global** | [**interface** *interface-type interface-number*] [**agent** { **nearest-bridge** | **nearest-customer** | **nearest-nontpmr** }]]
显示LLDP的状态信息	**display lldp status** [**interface** *interface-type interface-number*] [**agent** { **nearest-bridge** | **nearest-customer** | **nearest-nontpmr** }]
显示接口上可发送的可选TLV信息	**display lldp tlv-config** [**interface** *interface-type interface-number*] [**agent** { **nearest-bridge** | **nearest-customer** | **nearest-nontpmr** }]

目 录

1 二层转发

1.1 配置普通二层转发

1.1.1 普通二层转发的工作机制

如果设备接收到的报文的目的 MAC 地址匹配三层接口的 MAC 地址，则通过设备的三层接口进行三层转发；否则通过设备的二层接口进行二层转发。

二层转发根据报文的目的 MAC 地址查找 MAC 地址表，得到报文的出接口，然后将报文发送出去。

普通二层转发是设备默认启用的特性，不需要配置。

1.1.2 普通二层转发显示和维护

在任意视图下执行 **display** 命令可以显示二层转发过程中的统计信息，查看转发的结果。

在用户视图下执行 **reset** 命令可以清除二层转发的统计信息。

表1-1 普通二层转发显示和维护

操作	命令
显示二层转发统计信息	**display mac-forwarding statistics** [**interface** *interface-type interface-number*]
清除二层转发统计信息	**reset mac-forwarding statistics**

1.2 配置快速二层转发

1.2.1 快速二层转发的工作机制

快速二层转发采用高速缓存来处理报文，采用了基于数据流的技术，可以大大提高转发效率。

快速二层转发用源 IP 地址、源端口号、目的 IP 地址、目的端口号、协议号、输入接口、输出接口和 VLAN 来标识一条数据流。在二层转发过程中，会根据设备规则，对需要进行三层业务处理的报文，获取其 IP 地址等信息，生成 IP 快速转发表。当一条数据流的第一个报文转发后，会在高速缓存中生成相应的转发信息，该数据流后续报文的转发就可以通过直接查找快速转发表进行转发。这样便大大缩减了报文的排队流程，减少报文的转发时间，提高报文的转发速率。

快速二层转发是设备默认启用的特性，不需要配置。

1.2.2 快速二层转发显示和维护

在任意视图下执行 **display** 命令可以显示快速二层转发表信息。

表1-2 快速二层转发显示和维护

操作	命令
显示IP快速转发表信息	**display mac-forwarding cache ip** [*ip-address*] [**slot** *slot-number*]

操作	命令
显示分片报文快速转发表信息	**display mac-forwarding cache ip fragment** [*ip-address*] [**slot** *slot-number*]
显示IPv6快速转发表信息	**display mac-forwarding cache ipv6** [*ipv6-address*] [**slot** *slot-number*]

1.3 配置Bridge转发

1.3.1 Bridge转发工作机制

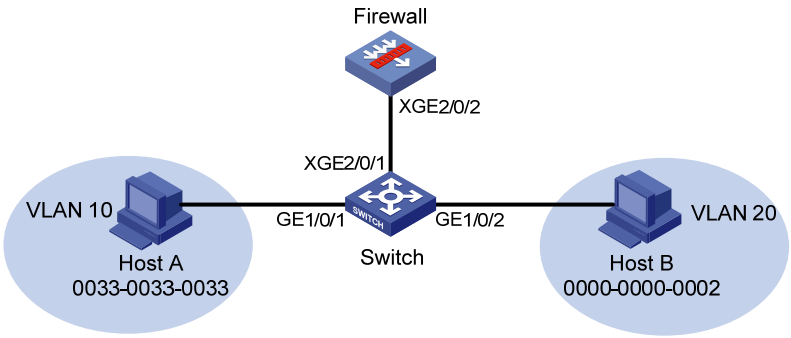
根据报文的转发特征，Bridge 转发有下列几种转发模式：

- 跨 VLAN 模式：在不同 VLAN 间进行报文转发。
- 反射模式：报文从同一接口收发。
- 转发模式：报文从一个接口接收，从另一个接口发送。
- 黑洞模式：报文从一个接口接收，处理完后被丢弃。

1. 跨VLAN模式Bridge转发

跨VLAN模式Bridge转发是在数据链路层完成不同VLAN间通信的一种技术。目前这种技术主要应用在防火墙产品上。防火墙和交换机配合使用，经过交换机的二层网络流量由防火墙过滤后再进行转发，如 图 1-1 所示。

图1-1 Bridge 转发工作机制



如 图 1-1，交换机上配置的防火墙的Bridge转发实例（可以看做是实现一类Bridge转发模式的二层桥）为Bridge 1，Bridge 1 中添加VLAN 10 和VLAN 20。以ARP（Address Resolution Protocol，地址解析协议）实现为例，Bridge转发过程如下：

VLAN 10 的 Host A 想要访问 VLAN 20 的 Host B，Host A 发送一个 ARP 请求报文。

(2) 交换机收到请求报文的处理过程：

- 交换机从接口 GigabitEthernet1/0/1 收到目的 MAC 未知的报文，交换机学习到该报文的源 MAC 地址 0033-0033-0033，并记录该 MAC 地址所对应的 VLAN 10 和接口 GigabitEthernet1/0/1。
- 交换机将该报文在 VLAN 10 内进行广播，同时该报文会通过交换机侧内联口 Ten-GigabitEthernet2/0/1（即用于连接交换机与防火墙的接口）发送给防火墙。

(3) 防火墙收到请求报文的处理过程：

- 防火墙收到该报文，将报文源 MAC 地址学习到用户配置的 Bridge 转发实例 Bridge 1 内，并且学习到该 MAC 地址对应的 VLAN 10 及防火墙侧内联口 Ten-GigabitEthernet2/0/2。
- 同时根据 Bridge 1 内用户配置的 VLAN 列表，将该报文在 Bridge 1 内配置的除报文所在 VLAN 10 以外的所有 VLAN 内进行发送，即在 VLAN 20 内发送该报文。在 VLAN 20 内发送的报文的 VLAN ID 将被替换为 VLAN 20，生成新的报文，然后发送到 VLAN 20。
- 防火墙通过防火墙侧内联口 Ten-GigabitEthernet2/0/2 将新报文发送给交换机。

(4) 交换机收到新报文的处理过程：

- 交换机从交换机侧内联口 Ten-GigabitEthernet2/0/1 收到新的报文，学习该报文的源 MAC 地址并记录该 MAC 地址所对应的 VLAN 20 和交换机侧内联口 Ten-GigabitEthernet2/0/1。
- 同时交换机将报文在 VLAN 20 内广播。

VLAN 20 的 Host B 收到新报文后，发现是要访问自己的报文，发送 ARP 应答报文。

(5) 交换机收到应答报文的处理过程：

- 交换机从接口 GigabitEthernet1/0/2 收到目的 MAC 地址 0033-0033-0033 的报文，交换机学习到该报文的源 MAC 地址 0000-0000-0002 并记录该 MAC 地址所对应的 VLAN 20 和接口 GigabitEthernet1/0/2。
- 交换机收到目的 MAC 地址为 0033-0033-0033 的已知报文，根据目的 MAC 地址和 VLAN 找到 MAC 地址表项，该表项的出接口为交换机侧内联口 Ten-GigabitEthernet2/0/1，则将该报文发送给防火墙。

(6) 防火墙收到应答报文的处理过程：

- 防火墙收到回复报文，将该报文源 MAC 地址学习到用户配置的 Bridge 转发实例 Bridge 1 内，并且学习到该 MAC 地址对应的 VLAN 20 及防火墙侧内联口 Ten-GigabitEthernet2/0/2。
- 防火墙根据 VLAN 20 找到对应的 Bridge 1 下学习到的 MAC 地址表项，将报文的 VLAN ID 修改为 MAC 地址表项对应 VLAN ID，即 VLAN 10，并从防火墙侧内联口 Ten-GigabitEthernet2/0/2 将该报文发送给交换机。

(7) 交换机收到新的应答报文的处理过程：

- 交换机收到该报文后，根据目的 MAC 地址和 VLAN 找到 MAC 地址表项，确认出接口为 GigabitEthernet1/0/1，将该报文发送出去。

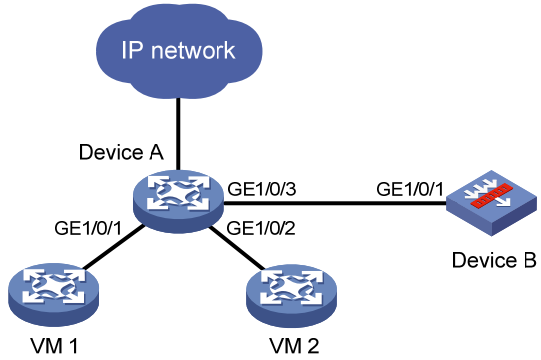
2. 反射/转发/黑洞模式Bridge转发

反射模式 Bridge 转发、转发模式 Bridge 转发和黑洞模式 Bridge 转发又统称为 Inline 转发。

Inline 转发是在数据链路层对流量进行安全监控的一种技术。目前这种技术主要应用在安全产品上，经过设备的二层网络流量会被引流到安全产品上，由安全产品过滤后再进行转发。

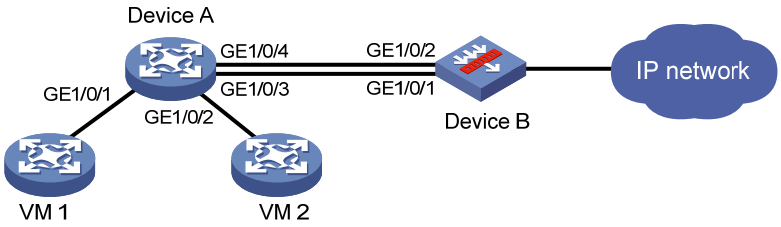
- 反射/黑洞模式 Bridge 转发中，Device B 与 Device A 通过一个物理接口通信。对于反射模式 Bridge 转发，Device B 通过同一接口完成报文的收发；对于黑洞模式 Bridge 转发，Device B 收到报文后，先处理完安全业务，然后丢弃该报文。反射/黑洞模式 Bridge 转发一般适用于 Device B 旁挂的组网部署，Device A 可直接接入网络。反射/黑洞模式 Bridge 转发如下图所示。

图1-2 反射/黑洞模式 Bridge 转发



- 转发模式 Bridge 转发中，Device B 与 Device A 通过两个物理接口通信，即 Device B 通过其中的一个接口收报文，通过另外一个接口发报文。转发模式 Bridge 转发一般适用于 Device B 直连的组网部署，Device A 通过 Device B 接入网络。转发模式 Bridge 转发如下图所示。

图1-3 转发模式 Bridge 转发



在上面两图中，以 VM（Virtual Machine，虚拟机）间的交互为例，Inline 转发过程如下：

(1) VM 1 与 VM 2 的内部流量通过 Device A 进行通信，Device A 将收到的报文引流到与之相连的 Device B 上。

(2) Device B 将收到的 IP 报文交给安全业务进行处理，其他报文直接转发给 Device A。

(3) Device B 处理通过安全业务过滤的报文，根据报文信息建立对应的转发表项，并将报文转发给 Device A。

1.3.2 Bridge转发配置任务简介

表1-3 Bridge 转发配置任务简介

配置任务	说明	详细配置
配置跨VLAN模式Bridge转发	对于跨VLAN模式Bridge转发必选	1.3.3
配置Inline转发	对于Inline转发必选	1.3.4
配置Bypass功能	可选	1.3.5

1.3.3 配置跨VLAN模式Bridge转发

表1-4 配置 Bridge 转发

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
创建跨VLAN模式Bridge转发实例，并进入Bridge视图	**bridge** *bridge-index* **inter-vlan**	缺省情况下，不存在Bridge转发实例
向Bridge转发实例中添加VLAN列表	**add vlan** *vlan-id-list*	缺省情况下，跨VLAN模式Bridge转发实例下不存在VLAN。
（可选）配置Bridge实例下的MAC最大学习数	**mac-address max-mac-count** *count*	缺省情况下，Bridge的MAC地址最大学习数为4096

1.3.4 配置Inline转发

表1-5 配置 Inline 转发

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
创建反射模式Bridge转发实例，并进入Bridge视图	**bridge** *bridge-index* **reflect**	三者选其一 缺省情况下，不存在Bridge转发实例
创建转发模式Bridge转发实例，并进入Bridge视图	**bridge** *bridge-index* **forward**	
创建黑洞模式Bridge转发实例，并进入Bridge视图	**bridge** *bridge-index* **blackhole**	
向Bridge转发实例中添加接口	**add interface** *interface-type interface-number*	缺省情况下，Bridge转发实例中未添加任何接口 每个反射/黑洞模式Bridge转发实例只能添加一个接口；每个转发模式Bridge转发实例只能添加两个接口，且这两个接口的类型必须保持一致

1.3.5 配置Bypass功能

1. 功能简介

在 Inline 转发模式下，配置 Bypass 功能，用户流量可以不经过安全业务或者安全设备处理，直接被处理。

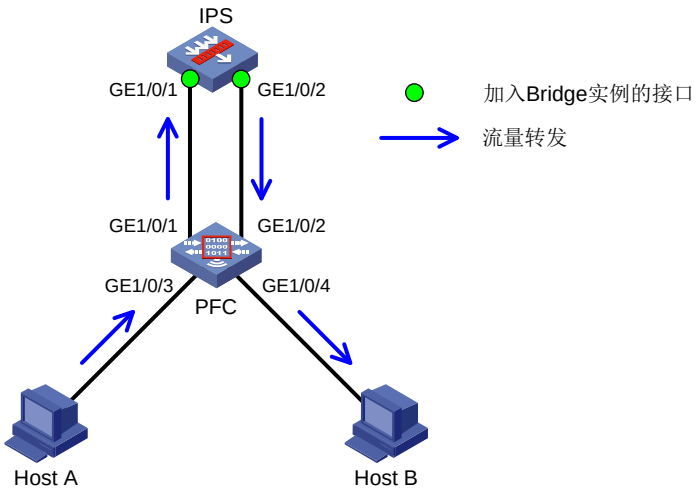
Bypass 功能分为以下几种模式：

- 内部 Bypass 功能：用户流量经过 IPS（Intrusion Prevention System，入侵防御系统）设备，但不进行安全业务处理。IPS 设备会根据配置的 Inline 转发模式，选择对应的接口将用户流量直接转发或者丢弃。

- 外部 Bypass 功能：用户流量不经过 IPS 设备，直接通过 PFC（Power Free Connector，无源连接设备）设备转发。

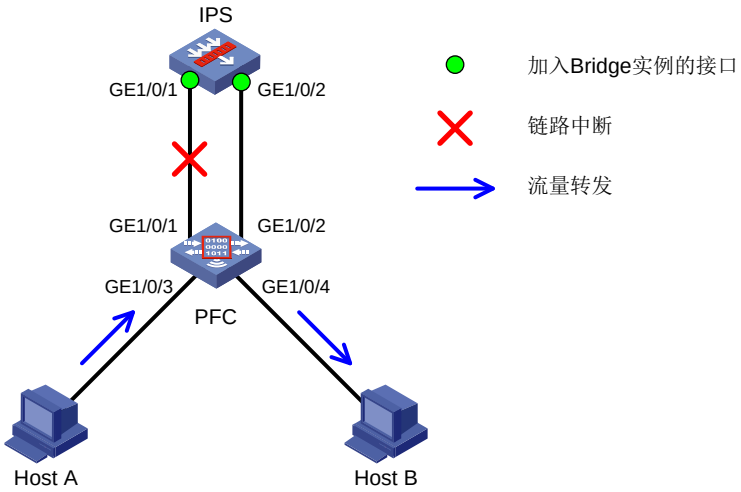
如 图 1-4 所示，链路正常情况下，未配置Bypass功能时，用户流量转发路径如下。

图1-4 正常情况下流量转发



如 图 1-5 所示，当IPS和PFC之间链路故障时，用户可以在IPS设备上开启外部Bypass功能，使流量直接通过PFC设备转发，保证流量不间断。

图1-5 故障情况下流量转发



开启外部 Bypass 功能时，根据配置的不同有如下区分：

- 静态外部 Bypass 功能：用户流量直接通过 PFC 转发，不经过 IPS 设备处理。
- 动态外部 Bypass 功能：在 IPS 设备上将与 PFC 相连的两个接口加入 Bridge 转发实例。IPS 设备通过检查这两个接口的状态，决定自动启用外部 Bypass 功能。当转发模式 Bridge 实例中的某一接口状态变为 DOWN 时，用户流量不经过 IPS 设备，直接通过 PFC 转发。同时，IPS 设备会周期性检查转发模式 Bridge 实例中接口状态，如果检查到实例中两个接口都处于 UP 状态，则自动关闭外部 Bypass 功能，恢复由 IPS 设备处理用户流量。

2. 配置限制和指导

多次配置 **bypass enable** 命令和 **bypass enable external** 命令，最后一次执行的配置生效。

多台设备组成 IRF 时不支持外部 Bypass 功能。

配置外部 Bypass 功能时，需要注意：

- 本功能只能在管理 Context 上进行配置。对于以共享方式分配的二层以太网接口，在管理 Context 内配置外部 bypass 功能时：
  - 如果外部 Bypass 功能生效，用户流量通过 PFC 转发，用户 Context 中该二层以太网接口上存在影响流量转发的配置，则该配置不生效，流量仍会通过 PFC 转发。
  - 如果外部 Bypass 功能不生效，用户流量不通过 PFC 转发，用户 Context 中该二层以太网接口上存在影响流量转发的配置，则该配置生效，流量按照配置的转发规则转发。
- 本功能仅支持在一个转发模式 Bridge 视图下配置。加入转发模式 Bridge 实例的两个接口，必须在同一 slot 上。

3. 配置内部Bypass功能

表1-6 配置内部 Bypass 功能

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
进入反射模式Bridge视图	**bridge** *bridge-index* **reflect**	三者选其一
进入转发模式Bridge视图	**bridge** *bridge-index* **forward**	
进入黑洞模式Bridge视图	**bridge** *bridge-index* **blackhole**	
配置内部Bypass功能	**bypass enable**	缺省情况下，Bypass功能处于关闭状态

4. 配置外部Bypass功能

表1-7 配置外部 Bypass 功能

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
进入转发模式Bridge视图	**bridge** *bridge-index* **forward**	-
配置外部Bypass功能	**bypass enable external** [**auto** [**check-interval** *interval*]]	缺省情况下，Bypass功能处于关闭状态

1.3.6 Bridge转发显示和维护

在完成上述配置后，在任意视图下执行 **display** 命令可以显示 Bridge 学习的 MAC 地址信息和 Bypass 功能状态。

表1-8 Bridge 转发显示和维护

操作	命令
显示Bypass功能状态	**display bridge** *bridge-id* **bypass status**

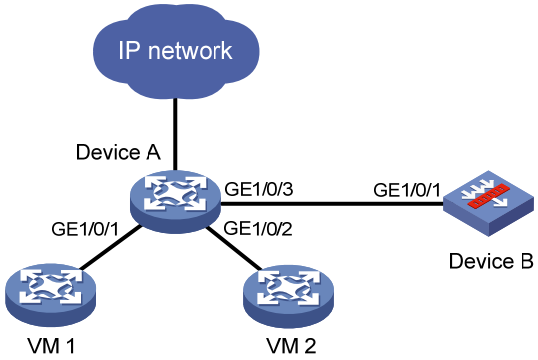
1.3.7 反射模式Bridge转发典型配置举例

1. 组网需求

Device A上由GigabitEthernet1/0/1、GigabitEthernet1/0/2 互相交换的报文需要经Device B过滤。Device B上通过一个接口GigabitEthernet1/0/1 与Device A相连。在这个方案中采用反射模式Bridge转发技术，如 图 1-6 所示。

2. 组网图

图1-6 反射模式 Bridge 转发组网图



3. 配置步骤

在 Device B 上创建反射模式的 Bridge 转发实例，并向该实例添加接口 GigabitEthernet1/0/1。

```
<Sysname> system-view
[Sysname] bridge 2 reflect
[Sysname-bridge2-reflect] add interface gigabitethernet 1/0/1
[Sysname-bridge2-reflect] quit
```

4. 验证配置

在 Device B 上执行 **display bridge cache ip** 命令可以看到反射模式 Bridge 转发创建的 IP 快速转发表信息。

```
[Sysname] display bridge cache ip inline
Total number of bridge-forwarding entries: 2
SIP             SPort DIP             DPort Pro Output_If
1.1.1.3         470   1.1.1.2         0     1   GE1/0/1
1.1.1.2         470   1.1.1.3         2048  1   GE1/0/1
```

1.4 配置快速Bridge转发

1.4.1 快速Bridge转发的工作机制

快速 Bridge 转发采用高速缓存来处理报文，采用了基于数据流的技术，可以大大提高转发效率。

快速 Bridge 转发用源 IP 地址、源端口号、目的 IP 地址、目的端口号、协议号、输入接口、输出接口和 VLAN 来标识一条数据流。在二层转发过程中，会根据设备规则，对需要进行三层业务处理的报文，获取其 IP 地址等信息，生成 IP 快速转发表。当一条数据流的第一个报文转发后，会在高速缓存中生成相应的转发信息，该数据流后续报文的转发就可以通过直接查找快速转发表进行转发。这样便大大缩减了报文的排队流程，减少报文的转发时间，提高报文的转发速率。

快速 Bridge 转发是设备默认启用的特性，不需要配置。

1.4.2 快速Bridge转发显示和维护

在任意视图下执行 **display** 命令可以显示快速 Bridge 转发表信息。

表1-9 快速 Bridge 转发显示和维护

操作	命令
显示Bridge转发创建的IP快速转发表信息	**display bridge cache ip** { **inline** | **inter-vlan** } [*ip-address*] [**slot** *slot-number*]
显示Bridge转发创建的分片报文快速转发表信息	**display bridge cache ip fragment** { **inline** | **inter-vlan** } [*ip-address*] [**slot** *slot-number*]
显示Bridge转发创建的IPv6快速转发表信息	**display bridge cache ipv6** { **inline** | **inter-vlan** } [*ipv6-address*] [**slot** *slot-number*]

目 录

1 环路检测

1.1 环路检测简介

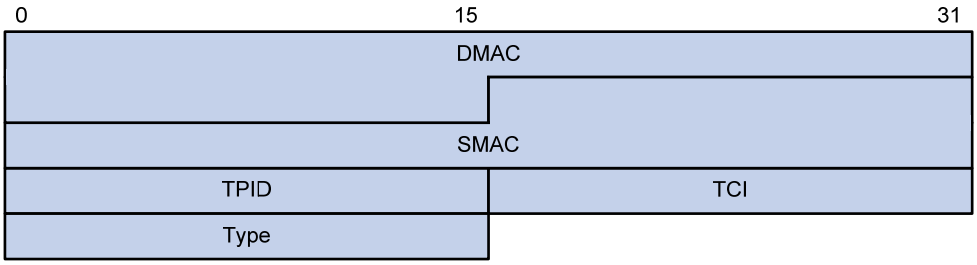
1.1.1 环路检测产生背景

网络连接错误或配置错误都容易导致二层网络中出现转发环路，使设备对广播、组播以及未知单播报文进行重复发送，造成网络资源的浪费甚至导致网络瘫痪。为了能够及时发现二层网络中的环路，以避免对整个网络造成严重影响，需要提供一种检测机制，使网络中出现环路时能及时通知用户检查网络连接和配置情况，这种机制就是环路检测机制。当网络中出现环路时，环路检测机制通过生成日志信息（请参见“网络管理和监控配置指导”中的“信息中心”）来通知用户，并可根据用户事先的配置来选择是否关闭出现环路的端口。

1.1.2 环路检测报文

设备通过发送环路检测报文并检测其是否返回本设备（不要求收、发端口为同一端口）以确认是否存在环路，若某端口收到了由本设备发出的环路检测报文，就认定该端口所在链路存在环路。

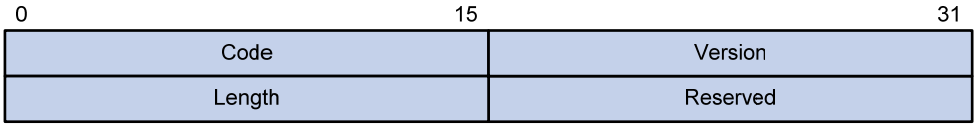
图1-1 环路检测报文以太网头的封装格式



如 图 1-1 所示，为环路检测报文以太网头的封装格式，其中各字段的解释如下：

- DMAC：报文的目的 MAC 地址，使用组播 MAC 地址 010F-E200-0007。当设备使能了环路检测功能时，会将该目的地址的报文上送 CPU 处理，并在收到该报文的 VLAN 内将原始报文广播一份。
- SMAC：报文的源 MAC 地址，采用发送该报文的设备的桥 MAC。
- TPID：VLAN 标签的类型，取值为 0x8100。
- TCI：VLAN 标签的具体值，具体内容为优先级、VLAN ID 等。
- Type：协议类型，取值为 0x8918。

图1-2 环路检测报文内部头的封装格式



如 图 1-2 所示，为环路检测报文的内部头的封装格式，其中各字段的解释如下：

- Code：协议子类型，取值为 0x0001，表示环路检测协议。
- Version：版本，取值为 0x0000，目前保留。
- Length：报文长度（包括环路检测报文的头部，但不包括以太网头部）。
- Reserved：保留字段。

环路检测报文的内容以TLV（Type/Length/Value，类型/长度/值）格式进行封装，环路检测支持的TLV类型如 表 1-1 所示。

表1-1 环路检测支持的 TLV 类型

TLV 名称	说明	携带要求
End of PDU	结束TLV，用来标志PDU结束	可选
Device ID	设备标识TLV，表示发送设备的桥MAC地址	必须
Port ID	端口标识TLV，用来标识PDU发送端的端口索引	可选
Port Name	端口名称TLV，用来标识PDU发送端的端口名称	可选
System Name	系统名称TLV，表示设备的名称	可选
Chassis ID	框号TLV，表示发送端口所在的框号	可选
Slot ID	槽位号TLV，表示发送端口所在的槽位号	可选
Sub Slot ID	子槽位号TLV，表示发送端口所在的子槽位号	可选

1.1.3 环路检测运行机制

1. 环路检测时间间隔

由于网络时刻处于变化中，因此环路检测是一个持续的过程，它以一定的时间间隔发送环路检测报文来确定各端口是否出现环路、以及存在环路的端口上是否已消除环路等，这个时间间隔就称为环路检测的时间间隔。

2. 环路检测处理模式

环路检测的处理模式是指当系统检测到端口出现环路时的处理方式，包括以下几种：

- Block 模式：当系统检测到端口出现环路时，除了生成日志信息外，还会禁止端口学习 MAC 地址并将端口阻塞。
- No-learning 模式：当系统检测到端口出现环路时，除了生成日志信息外，还会禁止端口学习 MAC 地址。

- Shutdown 模式：当系统检测到端口出现环路时，除了生成日志信息外，还会自动关闭该端口，使其不能收发任何报文。被关闭的端口将在 **shutdown-interval** 命令（请参考“基础配置命令参考”中的“设备管理”）所配置的时间之后自动恢复。

缺省情况下，系统不采用上述任何一种模式，当系统检测到端口出现环路时，除了生成日志信息外不对该端口进行任何处理。

3. 端口状态自动恢复

在 Block 模式和 No-learning 模式下，当设备检测到某端口出现环路后，若在三倍的环路检测时间间隔内仍未收到环路检测报文，就认为该端口上的环路已消除，自动将该端口恢复为正常转发状态，并通知给用户。这个过程就是端口状态的自动恢复过程。

在 Shutdown 模式下，出现环路的端口先被自动关闭，然后在 **shutdown-interval** 命令所配置的时间之后自动恢复。如果此时环路尚未消除，该端口将被再次关闭，然后恢复……如此往复直至环路消除。

提示

当网络中存在环路时，为防止大量报文的冲击，设备会丢弃部分报文。而如果环路检测报文也被丢弃，设备在端口状态自动恢复功能的作用下会误判定环路已消除。在这种情况下，建议将环路检测的处理模式配置为 Shutdown 模式，或当设备提示出现环路时通过手工排查来消除环路。

1.2 环路检测配置任务简介

表1-2 环路检测配置任务简介

配置任务	说明	详细配置
使能环路检测功能	必选	1.3.1
配置环路检测处理模式	可选	1.3.2
配置环路检测时间间隔	可选	1.3.3

1.3 配置环路检测

1.3.1 使能环路检测功能

设备全局或者端口开启环路检测功能，当设备上任一端口收到设备发送的任一 VLAN 的环路检测报文时，会触发该端口的环路保护动作。

需要注意的是，当二层以太网接口或二层聚合接口使能 EVB 功能后，该接口的环路检测功能无效。

1. 全局使能环路检测功能

表1-3 全局使能环路检测功能

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-

操作	命令	说明
全局使能环路检测功能	**loopback-detection global enable vlan** { *vlan-id-list* | **all** }	缺省情况下，环路检测功能处于全局关闭状态

2. 在端口上使能环路检测功能

表1-4 在端口上使能环路检测功能

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
进入二层以太网/二层聚合接口	**interface** *interface-type interface-number*	-
在端口上使能环路检测功能	**loopback-detection enable vlan** { *vlan-id-list* | **all** }	缺省情况下，端口上的环路检测功能处于关闭状态

1.3.2 配置环路检测处理模式

用户可以在系统视图下全局配置环路检测的处理模式，也可以在接口视图下配置当前端口的环路检测处理模式。系统视图下的配置对所有端口都有效，接口视图下的配置则只对当前端口有效，且接口视图下的配置优先级较高。

1. 全局配置环路检测处理模式

表1-5 全局配置环路检测处理模式

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
全局配置环路检测的处理模式	**loopback-detection global action shutdown**	缺省情况下，当系统检测到端口出现环路时不对该端口进行任何处理，仅生成日志信息

2. 在二层以太网接口上配置环路检测处理模式

表1-6 在二层以太网接口上配置环路检测处理模式

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
进入二层以太网接口	**interface** *interface-type interface-number*	-
在端口上配置环路检测的处理模式	**loopback-detection action** { **block** | **no-learning** | **shutdown** }	缺省情况下，当系统检测到端口出现环路时不对该端口进行任何处理，仅生成日志信息

3. 在二层聚合接口上配置环路检测处理模式

表1-7 在二层聚合接口上配置环路检测处理模式

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
进入二层聚合接口	**interface** *interface-type interface-number*	-
在端口上配置环路检测的处理模式	**loopback-detection action shutdown**	缺省情况下，当系统检测到端口出现环路时不对该端口进行任何处理，仅生成日志信息

1.3.3 配置环路检测时间间隔

当使能了环路检测功能后，系统开始以一定的时间间隔发送环路检测报文，该间隔越长耗费的系统性能越少，该间隔越短环路检测的灵敏度越高。用户可以通过本配置调整发送环路检测报文的时间间隔，以在系统性能和环路检测的灵敏度之间进行平衡。

表1-8 配置环路检测时间间隔

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
配置环路检测的时间间隔	**loopback-detection interval-time** *interval*	缺省情况下，环路检测的时间间隔为30秒

1.4 环路检测显示和维护

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

表1-9 环路检测显示和维护

操作	命令
显示环路检测的配置和运行情况	**display loopback-detection**

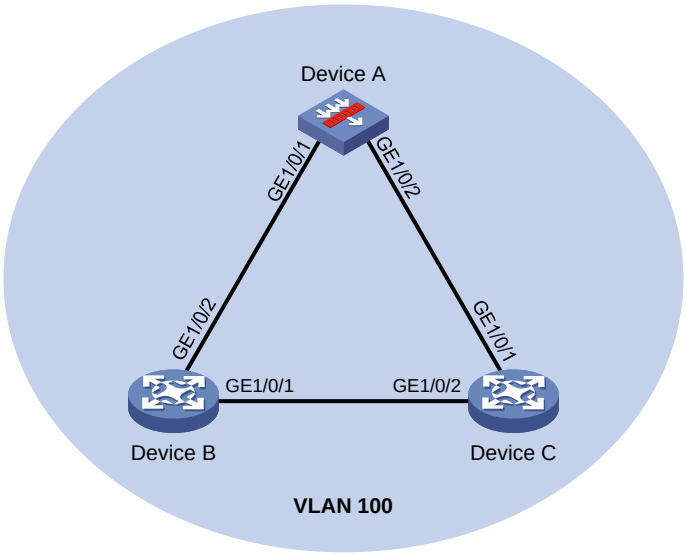
1.5 环路检测典型配置举例

1. 组网需求

- 三台设备 Device A、Device B 和 Device C 组成一个物理上的环形网络。
- 通过在 Device A 上配置环路检测功能，使系统能够自动关闭 Device A 上出现环路的端口，并通过打印日志信息来通知用户检查网络。

2. 组网图

图1-3 环路检测典型组网图



3. 配置步骤

(1) 配置 Device A

创建 VLAN 100，并全局使能该 VLAN 内的环路检测功能。

```
<DeviceA> system-view
[DeviceA] vlan 100
[DeviceA-vlan100] quit
[DeviceA] loopback-detection global enable vlan 100
```

配置端口 GigabitEthernet1/0/1 和 GigabitEthernet1/0/2 为 Trunk 类型，并允许 VLAN 100 通过。

```
[DeviceA] interface gigabitethernet 1/0/1
[DeviceA-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[DeviceA-GigabitEthernet1/0/1] port trunk permit vlan 100
[DeviceA-GigabitEthernet1/0/1] quit
[DeviceA] interface gigabitethernet 1/0/2
[DeviceA-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[DeviceA-GigabitEthernet1/0/2] port trunk permit vlan 100
[DeviceA-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

全局配置环路检测的处理模式为 Shutdown 模式。

```
[DeviceA] loopback-detection global action shutdown
```

配置环路检测的时间间隔为 35 秒。

```
[DeviceA] loopback-detection interval-time 35
```

(2) 配置 Device B

创建 VLAN 100。

```
<DeviceB> system-view
[DeviceB] vlan 100
[DeviceB-vlan100] quit
```

配置端口 GigabitEthernet1/0/1 和 GigabitEthernet1/0/2 为 Trunk 类型，并允许 VLAN 100 通过。

```
[DeviceB] interface gigabitethernet 1/0/1
[DeviceB-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[DeviceB-GigabitEthernet1/0/1] port trunk permit vlan 100
[DeviceB-GigabitEthernet1/0/1] quit
[DeviceB] interface gigabitethernet 1/0/2
[DeviceB-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[DeviceB-GigabitEthernet1/0/2] port trunk permit vlan 100
[DeviceB-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

(3) 配置 Device C

创建 VLAN 100。

```
<DeviceC> system-view
[DeviceC] vlan 100
[DeviceC–vlan100] quit
```

配置端口 GigabitEthernet1/0/1 和 GigabitEthernet1/0/2 为 Trunk 类型，并允许 VLAN 100 通过。

```
[DeviceC] interface gigabitethernet 1/0/1
[DeviceC-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[DeviceC-GigabitEthernet1/0/1] port trunk permit vlan 100
[DeviceC-GigabitEthernet1/0/1] quit
[DeviceC] interface gigabitethernet 1/0/2
[DeviceC-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[DeviceC-GigabitEthernet1/0/2] port trunk permit vlan 100
[DeviceC-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

4. 验证配置

当配置完成后，系统在一个环路检测时间间隔内在 Device A 的端口 GigabitEthernet1/0/1 和 GigabitEthernet1/0/2 上都检测到了环路，于是将这两个端口自动关闭，并打印了如下日志信息：

```
[DeviceA]
%Feb 24 15:04:29:663 2013 DeviceA LPDT/4/LPDT_LOOPED: Loopback exists on
GigabitEthernet1/0/1.
%Feb 24 15:04:29:667 2013 DeviceA LPDT/4/LPDT_LOOPED: Loopback exists on
GigabitEthernet1/0/2.
%Feb 24 15:04:44:243 2013 DeviceA LPDT/5/LPDT_RECOVERED: Loopback on GigabitEthernet1/0/1
recovered.
%Feb 24 15:04:44:248 2013 DeviceA LPDT/5/LPDT_RECOVERED: Loopback on GigabitEthernet1/0/2
recovered.
```

使用 **display loopback-detection** 命令可以查看 Device A 上环路检测的配置和运行情况：

显示 Device A 上环路检测的配置和运行情况。

```
[DeviceA] display loopback-detection
Loopback detection is enabled.
Loopback detection interval is 35 second(s).
No loopback is detected.
```

由此可见，Device A 上并未显示在端口 GigabitEthernet1/0/1 和 GigabitEthernet1/0/2 上检测到环路，这是由于环路检测功能运行在 Shutdown 模式下，端口 GigabitEthernet1/0/1 和 GigabitEthernet1/0/2 上出现环路后均已被自动关闭，因此这两个端口上的环路已消除。此时，使用 **display interface** 命令分别查看 Device A 上端口 GigabitEthernet1/0/1 和 GigabitEthernet1/0/2 的状态信息：

显示 Device A 上端口 GigabitEthernet1/0/1 的状态信息。

```
[DeviceA] display interface gigabitethernet 1/0/1
GigabitEthernet1/0/1 current state: DOWN (Loopback detection down)
...
```

显示 Device A 上端口 GigabitEthernet1/0/2 的状态信息。

```
[DeviceA] display interface gigabitethernet 1/0/2
GigabitEthernet1/0/2 current state: DOWN (Loopback detection down)
...
```

由此可见，端口 GigabitEthernet1/0/1 和 GigabitEthernet1/0/2 均已被环路检测模块自动关闭。