H3C E528 & E552 以太网交换机

ACL 和 QoS 配置指导

新华三技术有限公司
http://www.h3c.com

资料版本：6W100-20170520
产品版本：Release 1519P02

前 言

本配置指导主要介绍 ACL 和 QoS 技术的原理和配置，包括创建 IPv4 ACL 和 IPv6 ACL，通过 ACL 进行报文过滤、使用 QoS 策略对流量进行控制，以及接口限速、拥塞管理、流量重标记等常用的 QoS 技术。

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”。

格　式	意　义
[ ]	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。

资料获取方式

您可以通过H3C网站（www.h3c.com）获取最新的产品资料：

- 获取安装类、配置类或维护类等产品资料
  http://www.h3c.com/cn/Technical_Documents
- 获取版本说明书等与软件版本配套的资料
  http://www.h3c.com/cn/Software_Download

技术支持

用户支持邮箱：service@h3c.com

技术支持热线电话：400-810-0504（手机、固话均可拨打）

网址：http://www.h3c.com

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 ACL配置

说明

本文将用于 IPv4 和 IPv6 的 ACL 分别简称为 IPv4 ACL 和 IPv6 ACL。若非特别指明，本文所指的 ACL 均包括 IPv4 ACL 和 IPv6 ACL。

1.1 ACL简介

1.1.1 ACL概述

ACL（Access Control List，访问控制列表）是用来实现流识别功能的。网络设备为了过滤报文，需要配置一系列的匹配条件对报文进行分类，这些条件可以是报文的源地址、目的地址、端口号等。

当设备的端口接收到报文后，即根据当前端口上应用的 ACL 规则对报文的字段进行分析，在识别出特定的报文之后，根据预先设定的策略允许或禁止该报文通过。

由 ACL 定义的报文匹配规则，可以被其它需要对流量进行区分的场合引用，如包过滤、QoS 中流分类规则的定义等。

1.1.2 ACL在交换机上的应用方式

交换机上定义的 ACL 支持以下两种应用方式：

- 基于硬件的应用：ACL 被下发到硬件，例如将 ACL 应用到端口或 VLAN 接口对报文进行过滤或在配置 QoS 功能时引用 ACL，对报文进行流分类。需要注意的是，当 ACL 被 QoS 功能引用时，ACL 规则中定义的动作（**deny** 或 **permit**）不起作用，交换机对匹配此 ACL 的报文采取的动作由 QoS 中流行为定义的动作决定。关于流行为的详细介绍请参见“ACL 和 QoS 配置指导”中的“QoS 配置方式”。
- 基于软件的应用：ACL 被上层软件引用，例如配置登录用户控制功能时引用 ACL，对 Telnet、SNMP 和 WEB 用户进行控制。需要注意的是，当 ACL 被上层软件引用时，交换机对匹配此 ACL 的报文采取的动作由 ACL 规则中定义的动作（**deny** 或 **permit**）决定。关于登录用户控制的详细介绍请参见“基础配置指导”中的“登录交换机”部分。

说明

- 当 ACL 下发到硬件，被 QoS 策略引用进行流分类时，如果报文没有与 ACL 中的规则匹配，此时交换机不会使用流行为中定义的动作对此类报文进行处理。
- 当 ACL 被上层软件引用，对 Telnet、SNMP 和 WEB 登录用户进行控制时，如果报文没有与 ACL 中的规则匹配，此时交换机对此类报文采取的动作为 **deny**，即拒绝报文通过。
- 关于应用ACL对报文进行过滤的介绍和配置，请参见 应用ACL进行报文过滤。

1.1.3 ACL的分类

根据功能以及规则制订依据的不同，可以将ACL分为三种类型，如 表 1-1 所示。

表1-1 ACL 的分类

ACL 类型	编号范围	适用的 IP 版本	规则制订依据
基本ACL	2000～2999	IPv4	只根据报文的源IP地址信息制定匹配规则
		IPv6	只根据报文的源IPv6地址信息制定匹配规则
高级ACL	3000～3999	IPv4	根据报文的源IP地址信息、目的IP地址信息、IP承载的协议类型、协议的特性等三、四层信息制定匹配规则
		IPv6	根据报文的源IPv6地址信息、目的IPv6地址信息、IPv6承载的协议类型、协议的特性等三、四层信息制定匹配规则
二层ACL	4000～4999	IPv4&IPv6	根据报文的源MAC地址、目的MAC地址、802.1p优先级、二层协议类型等二层信息制定匹配规则

1.1.4 ACL的编号和名称

用户在创建 ACL 时必须为其指定编号，系统将根据用户所指定的编号来创建不同类型的 ACL。

通常名称比编号更易于记忆和识别，因此用户在创建 ACL 时，还可以选择是否为其指定名称，而且只能在创建 ACL 时为其指定名称。ACL 一旦创建，便不允许对其名称进行修改或删除。

当 ACL 创建完成后，用户可以通过指定编号或名称的方式来指定该 ACL，以便对其进行操作。

说明

二层 ACL 的编号和名称对于 IPv4 和 IPv6 全局唯一；IPv4 基本和高级 ACL 的编号和名称只在 IPv4 中唯一；IPv6 基本和高级 ACL 的编号和名称也只在 IPv6 中唯一。

1.1.5 ACL的匹配顺序

一个 ACL 由一条或多条描述报文匹配选项的判断语句组成，这样的判断语句就称为“规则”。由于每条规则中的报文匹配选项不同，从而使这些规则之间可能存在重复甚至矛盾的地方，因此在将一个报文与 ACL 的各条规则进行匹配时，就需要有明确的匹配顺序来确定规则执行的优先级。ACL 的规则匹配顺序有以下两种：

- 配置顺序：按照用户配置规则的先后顺序进行匹配，但由于本质上系统是按照规则编号由小到大进行匹配，因此后插入的规则如果编号较小也有可能先被匹配。
- 自动排序：按照“深度优先”原则由深到浅进行匹配，不同类型ACL的“深度优先”排序法则如 表 1-2 所示。

说明

当报文与各条规则进行匹配时，一旦匹配上某条规则，就不会再继续匹配下去，系统将依据该规则对该报文执行相应的操作。

表1-2 各类型 ACL 的“深度优先”排序法则

ACL 类型	“深度优先”排序法则
IPv4基本ACL	(1) 先比较源 IPv4 地址范围，范围较小者优先 (2) 如果源 IP 地址范围相同，再比较配置顺序，配置在前者优先
IPv4高级ACL	(1) 先比较协议范围，指定有 IPv4 承载的协议类型者优先 (2) 如果协议范围相同，再比较源 IPv4 地址范围，较小者优先 (3) 如果源 IPv4 地址范围也相同，再比较目的 IPv4 地址范围，较小者优先 (4) 如果目的 IPv4 地址范围也相同，再比较四层端口（即 TCP/UDP 端口）号范围，较小者优先 (5) 如果四层端口号范围也相同，再比较配置顺序，配置在前者优先
IPv6基本ACL	(1) 先比较源 IPv6 地址范围，较小者优先 (2) 如果源 IPv6 地址范围相同，再比较配置顺序，配置在前者优先
IPv6高级ACL	(1) 先比较协议范围，指定有 IPv6 承载的协议类型者优先 (2) 如果协议范围相同，再比较源 IPv6 地址范围，较小者优先 (3) 如果源 IPv6 地址范围也相同，再比较目的 IPv6 地址范围，较小者优先 (4) 如果目的 IPv6 地址范围也相同，再比较四层端口（即 TCP/UDP 端口）号范围，较小者优先 (5) 如果四层端口号范围也相同，再比较配置顺序，配置在前者优先
二层ACL	(1) 先比较源 MAC 地址范围，较小者优先 (2) 如果源 MAC 地址范围相同，再比较目的 MAC 地址范围，较小者优先 (3) 如果目的 MAC 地址范围也相同，再比较配置顺序，配置在前者优先

说明

- 比较 IPv4 地址范围的大小，就是比较 IPv4 地址通配符掩码中“0”位的多少：“0”位越多，范围越小。通配符掩码（又称反向掩码）以点分十进制表示，并以二进制的“0”表示“匹配”，“1”表示“不关心”，这与子网掩码恰好相反，譬如子网掩码 255.255.255.0 对应的通配符掩码就是 0.0.0.255。此外，通配符掩码中的“0”或“1”都可以是不连续的，这样可以更加灵活地进行匹配，譬如 0.255.0.255 就是一个合法的通配符掩码。
- 比较 IPv6 地址范围的大小，就是比较 IPv6 地址前缀的长短：前缀越长，范围越小。
- 比较 MAC 地址范围的大小，就是比较 MAC 地址掩码中“1”位的多少：“1”位越多，范围越小。

1.1.6 ACL的规则描述和注释

在一个 ACL 中用户可以创建多条规则，为了方便标识这些规则的用途，用户可以为单条规则添加描述信息，也可以在各条规则之间插入注释信息来对前一段或后一段规则进行统一描述。

1. 规则描述信息

规则描述信息主要用于对单条规则进行单独标识。当需要对各条规则进行不同的标识或对某条规则进行特别标识时，适用此方式。

2. 规则注释信息

规则注释信息主要用于对一段规则进行统一标识。当需要对一段规则进行相同的标识时，如果采用对每条规则都添加相同描述信息的方式，需要进行大量配置，效率会非常低下。在这种情况下，可以在这段规则的前、后插入注释信息的方式来提高标识效率，即：在这段规则的首条规则之前以及末条规则之后分别插入一条注释信息，通过首、尾这两条注释信息就可以标识整段规则的用途。

说明

在不同的规则匹配顺序下，“首条规则”和“末条规则”的确定方法不同：

- 在配置顺序下：规则的显示将按照规则编号由小到大排列，因此应通过规则的编号来确定；
- 在自动排序下：规则的显示将按照“深度优先”原则由深到浅排列，因此应通过“深度优先”原则来确定。

1.1.7 ACL的步长

ACL 内的每条规则都有自己的编号，每个规则的编号在一个 ACL 中都是唯一的。在创建规则时，可以人为地为其指定一个编号，也可以由系统为其自动分配一个编号。

在自动分配编号时，为了方便后续在已有规则之前插入新的规则，系统通常会在相邻编号之间留下一定的空间，这个空间的大小（即相邻编号之间的差值）就称为 ACL 的步长。譬如，当步长为 5 时，系统会将编号 0、5、10、15……依次分配给新创建的规则。

系统为规则自动分配编号的方式如下：系统按照步长从 0 开始，自动分配一个大于现有最大编号的最小编号。譬如原有编号为 0、5、9、10 和 12 的五条规则，步长为 5，此时如果创建一条规则且不指定编号，那么系统将自动为其分配编号 15。

说明

如果改变步长，ACL 内原有全部规则的编号都将自动从 0 开始按新步长重新排列。譬如，某 ACL 内原有编号为 0、5、9、10 和 15 的五条规则；当修改步长为 2 之后，这些规则的编号将依次变为 0、2、4、6 和 8。

1.1.8 ACL的生效时间段

时间段用于描述一个特定的时间范围。用户可能有这样的需求：一些 ACL 规则只需在某个或某些特定的时间段内生效（即进行报文过滤），这也称为基于时间段的 ACL 过滤。为此，用户可以先配置一个或多个时间段，然后在 ACL 规则下引用这些时间段，那么该规则将只在指定的时间段内生效。

此外，如果某 ACL 规则所引用的时间段尚未配置，系统将给出提示信息，并仍允许该规则成功创建，但该规则将不会在其引用的时间段完成配置前生效。

1.1.9 ACL对IPv4 分片报文的处理

传统的报文过滤并不处理所有的 IPv4 报文分片，而只对首片分片报文进行匹配处理，而对后续分片一律放行。这样，网络攻击者可能构造后续的分片报文进行流量攻击，就带来了安全隐患。

在 IPv4 ACL 的规则配置项中，通过关键字 **fragment** 来标识该 ACL 规则仅对非首片分片报文有效，而对非分片报文和首片分片报文无效。不包含此关键字的规则项对非分片报文和分片报文均有效。

1.2 ACL配置任务简介

IPv4 ACL和IPv6 ACL的配置任务存在差异，二者的配置任务请分别参见 表 1-3 和 表 1-4。

表1-3 IPv4 ACL 配置任务简介

配置任务	说明	详细配置
配置ACL的生效时间段	可选	1.3.1
配置IPv4基本ACL	三者至少选其一	1.3.2 1.
配置IPv4高级ACL		1.3.3 1.
配置二层ACL		1.3.4
复制IPv4 ACL	可选	1.3.5 1.
应用IPv4 ACL进行报文过滤	可选	1.3.6 1.

表1-4 IPv6 ACL 配置任务简介

配置任务	说明	详细配置
配置ACL的生效时间段	可选	1.3.1
配置IPv6基本ACL	三者至少选其一	1.3.2 2.
配置IPv6高级ACL		1.3.3 2.
配置二层ACL		1.3.4
复制IPv6 ACL	可选	1.3.5 2.
应用IPv6 ACL进行报文过滤	可选	1.3.6 2.

1.3 配置ACL

1.3.1 配置ACL的生效时间段

时间段可分为以下两种：

- 周期时间段：该时间段以一周为周期循环生效。
- 绝对时间段：该时间段在指定时间范围内生效。

表1-5 配置 ACL 的生效时间段

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
创建时间段	**time-range** *time-range-name* { *start-time* **to** *end-time* *days* [**from** *time1 date1*] [**to** *time2 date2*] | **from** *time1 date1* [**to** *time2 date2*] | **to** *time2 date2* }	必选 缺省情况下，不存在任何时间段

说明

- 使用同一名称可以配置多条不同的时间段，以达到这样的效果：各周期时间段之间以及各绝对时间段之间分别取并集之后，再取二者的交集作为最终生效的时间范围。
- 最多可以创建 256 个不同名称的时间段，而同一名称下最多可以配置 32 条周期时间段和 12 条绝对时间段。

1.3.2 配置基本ACL

1. 配置IPv4 基本ACL

IPv4 基本 ACL 只根据报文的源 IP 地址信息制定匹配规则，对 IPv4 报文进行相应的分析处理。

表1-6 配置 IPv4 基本 ACL

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
创建IPv4基本ACL，并进入IPv4基本ACL视图	**acl number** *acl-number* [**name** *acl-name*] [**match-order** { **auto** | **config** }]	必选 缺省情况下，不存在任何ACL IPv4基本ACL的编号范围为2000～2999
配置ACL的描述信息	**description** *text*	可选 缺省情况下，ACL没有任何描述信息
配置规则编号的步长	**step** *step-value*	可选 缺省情况下，规则编号的步长为5

操作	命令	说明
创建规则	**rule** [*rule-id*] { **deny** | **permit** } [**fragment** | **source** { *sour-addr sour-wildcard* | **any** } | **time-range** *time-range-name*] *	必选 缺省情况下，IPv4基本ACL内不存在任何规则 重复执行本命令可以创建多条规则
配置规则的描述信息	**rule** *rule-id* **comment** *text*	可选 缺省情况下，规则没有任何描述信息
配置规则注释信息	**rule** [*rule-id*] **remark** *text*	可选 缺省情况下，ACL内没有任何规则注释信息

说明

如果在创建 IPv4 基本 ACL 时为其指定了名称，则也可以使用 **acl name** *acl-name* 命令通过指定名称的方式进入其视图。

2. 配置IPv6 基本ACL

IPv6 基本 ACL 只根据报文的源 IPv6 地址信息制定匹配规则，对 IPv6 报文进行相应的分析处理。

表1-7 配置 IPv6 基本 ACL

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
创建IPv6基本ACL，并进入IPv6基本ACL视图	**acl ipv6 number** *acl6-number* [**name** *acl6-name*] [**match-order** { **auto** | **config** }]	必选 缺省情况下，不存在任何ACL IPv6基本ACL的编号范围为2000～2999
配置ACL的描述信息	**description** *text*	可选 缺省情况下，ACL没有任何描述信息
配置规则编号的步长	**step** *step-value*	可选 缺省情况下，规则编号的步长为5
创建规则	**rule** [*rule-id*] { **deny** | **permit** } [**fragment** | **source** { *ipv6-address prefix-length* | *ipv6-address/prefix-length* | **any** } | **time-range** *time-range-name*] *	必选 缺省情况下，IPv6基本ACL内不存在任何规则 重复执行本命令可以创建多条规则
配置规则的描述信息	**rule** *rule-id* **comment** *text*	可选 缺省情况下，规则没有任何描述信息

说明

如果在创建 IPv6 基本 ACL 时为其指定了名称，则也可以使用 **acl ipv6 name** *acl6-name* 命令通过指定名称的方式进入其视图。

1.3.3 配置高级ACL

1. 配置IPv4 高级ACL

IPv4 高级 ACL 可以使用报文的源 IPv4 地址信息、目的 IPv4 地址信息、IPv4 承载的协议类型、协议的特性（例如 TCP 或 UDP 的源端口、目的端口，TCP 标记，ICMP 协议的消息类型、消息码等）等信息来制定匹配规则。IPv4 高级 ACL 支持对以下三种报文优先级进行分析处理：

- ToS（Type of Service，服务类型）优先级；
- IP 优先级；
- DSCP（Differentiated Services Codepoint，差分服务编码点）优先级。

用户可以利用 IPv4 高级 ACL 定义比 IPv4 基本 ACL 更准确、丰富、灵活的匹配规则。

表1-8 配置 IPv4 高级 ACL

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
创建IPv4高级ACL，并进入IPv4高级ACL视图	**acl number** *acl-number* [**name** *acl-name*] [**match-order** { **auto** | **config** }]	必选 缺省情况下，不存在任何ACL IPv4高级ACL的编号范围为3000～3999
配置ACL的描述信息	**description** *text*	可选 缺省情况下，ACL没有任何描述信息
配置规则编号的步长	**step** *step-value*	可选 缺省情况下，规则编号的步长为5
创建规则	**rule** [*rule-id*] { **deny** | **permit** } *protocol* [{ { **ack** *ack-value* | **fin** *fin-value* | **psh** *psh-value* | **rst** *rst-value* | **syn** *syn-value* | **urg** *urg-value* } * | **established** } | **destination** { *dest-addr dest-wildcard* | **any** } | **destination-port** *operator port1* [*port2*] | **dscp** *dscp* | **fragment** | **icmp-type** { *icmp-type icmp-code* | *icmp-message* } | **precedence** *precedence* | **reflective** | **source** { *sour-addr sour-wildcard* | **any** } | **source-port** *operator port1* [*port2*] | **time-range** *time-range-name* | **tos** *tos*] *	必选 缺省情况下，IPv4高级ACL内不存在任何规则 重复执行本命令可以创建多条规则 目前不支持**reflective**参数
配置规则的描述信息	**rule** *rule-id* **comment** *text*	可选 缺省情况下，规则没有任何描述信息

操作	命令	说明
配置规则注释信息	**rule** [*rule-id*] **remark** *text*	可选 缺省情况下，ACL内没有任何规则注释信息

说明

如果在创建 IPv4 高级 ACL 时为其指定了名称，则也可以使用 **acl name** *acl-name* 命令通过指定名称的方式进入其视图。

2. 配置IPv6 高级ACL

IPv6 高级 ACL 可以使用报文的源 IPv6 地址信息、目的 IPv6 地址信息、IPv6 承载的协议类型、协议的特性（例如 TCP 或 UDP 的源端口、目的端口，ICMP 协议的消息类型、消息码等）等信息来制定匹配规则。

用户可以利用 IPv6 高级 ACL 定义比 IPv6 基本 ACL 更准确、丰富、灵活的规则。

表1-9 配置 IPv6 高级 ACL

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
创建IPv6高级ACL，并进入IPv6高级ACL视图	**acl ipv6 number** *acl6-number* [**name** *acl6-name*] [**match-order** { **auto** | **config** }]	必选 缺省情况下，不存在任何ACL IPv6高级ACL的编号范围3000～3999
配置ACL的描述信息	**description** *text*	可选 缺省情况下，ACL没有任何描述信息
配置规则编号的步长	**step** *step-value*	可选 缺省情况下，规则编号的步长为5
创建规则	**rule** [*rule-id*] { **deny** | **permit** } *protocol* [{ { **ack** *ack-value* | **fin** *fin-value* | **psh** *psh-value* | **rst** *rst-value* | **syn** *syn-value* | **urg** *urg-value* } * | **established** } | **destination** { *dest dest-prefix* | *dest/dest-prefix* | **any** } | **destination-port** *operator port1* [*port2*] | **dscp** *dscp* | **flow-label** *flow-label-value* | **fragment** | **icmpv6-type** { *icmpv6-type icmpv6-code* | *icmpv6-message* } | **source** { *source source-prefix* | *source/source-prefix* **| any** } | **source-port** *operator port1* [*port2*] | **time-range** *time-range-name*] *	必选 缺省情况下，IPv6高级ACL内不存在任何规则 重复执行本命令可以创建多条规则 需要注意的是，当IPv6高级ACL被QoS策略引用对报文进行流分类时，不支持配置**flow-label**、**fragment**参数
配置规则的描述信息	**rule** *rule-id* **comment** *text*	可选 缺省情况下，规则没有任何描述信息

说明

如果在创建 IPv6 高级 ACL 时为其指定了名称，则也可以使用 **acl ipv6 name** *acl6-name* 命令通过指定名称的方式进入其视图。

1.3.4 配置二层ACL

二层 ACL 根据报文的源 MAC 地址、目的 MAC 地址、802.1p 优先级、二层协议类型等二层信息制定匹配规则，对报文进行相应的分析处理。

表1-10 配置二层 ACL

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
创建二层ACL，并进入二层ACL视图	**acl number** *acl-number* [**name** *acl-name*] [**match-order** { **auto** | **config** }]	必选 缺省情况下，不存在任何ACL 二层ACL的编号范围为4000～4999
配置ACL的描述信息	**description** *text*	可选 缺省情况下，ACL没有任何描述信息
配置规则编号的步长	**step** *step-value*	可选 缺省情况下，规则编号的步长为5
创建规则	**rule** [*rule-id*] { **deny** | **permit** } [**cos** *vlan-pri* | **dest-mac** *dest-addr dest-mask* | { **lsap** *lsap-type lsap-type-mask* | **type** *protocol-type protocol-type-mask* } | **source-mac** *sour-addr source-mask* | **time-range** *time-range-name*] *	必选 重复执行本命令可以创建多条规则 需要注意的是，当二层ACL被QoS策略引用对报文进行流分类时，不支持配置**lsap**参数
配置规则的描述信息	**rule** *rule-id* **comment** *text*	可选 缺省情况下，规则没有任何描述信息
配置规则注释信息	**rule** [*rule-id*] **remark** *text*	可选 缺省情况下，ACL内没有任何规则注释信息

说明

如果在创建二层 ACL 时为其指定了名称，则也可以使用 **acl name** *acl-name* 命令通过指定名称的方式进入其视图。

1.3.5 复制ACL

用户可以通过复制一个已存在的 ACL，来生成一个新的同类型 ACL。除了 ACL 的编号和名称不同外，新生成的 ACL（即目的 ACL）的匹配顺序、规则匹配统计功能的使能情况、规则编号的步长、所包含的规则、规则的描述信息以及 ACL 的描述信息等都与源 ACL 的相同。

1. 复制IPv4 ACL

表1-11 复制 IPv4 ACL

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
复制生成一个新的同类型IPv4 ACL	**acl copy** { *source-acl-number* | **name** *source-acl-name* } **to** { *dest-acl-number* | **name** *dest-acl-name* }	必选

说明

目的 IPv4 ACL 的类型要与源 IPv4 ACL 的类型相同，且源 IPv4 ACL 必须存在，目的 IPv4 ACL 必须不存在。

2. 复制IPv6 ACL

表1-12 复制 IPv6 ACL

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
复制生成一个新的同类型IPv6 ACL	**acl ipv6 copy** { *source-acl6-number* | **name** *source-acl6-name* } **to** { *dest-acl6-number* | **name** *dest-acl6-name* }	必选

说明

目的 IPv6 ACL 的类型要与源 IPv6 ACL 的类型相同，且源 IPv6 ACL 必须存在，目的 IPv6 ACL 必须不存在。

1.3.6 应用ACL进行报文过滤

通过将配置好的不同类型的 ACL 规则应用到指定以太网端口/VLAN 接口的入方向上，可以对该端口/接口收到的相应类型报文（包括 IPv4 报文和 IPv6 报文）进行过滤。

说明

在 VLAN 接口上应用 ACL 进行报文过滤时，只能使用 IPv4 ACL 对报文进行过滤，且只能对通过该接口进行三层转发的报文进行过滤，而对纯二层转发的报文不进行过滤。

1. 应用IPv4 ACL进行报文过滤

表1-13 应用 IPv4 ACL 进行报文过滤

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
进入以太网端口视图或VLAN接口视图	**interface** *interface-type interface-number*	-
应用IPv4 ACL对IPv4报文进行过滤	**packet-filter** { *acl-number* | **name** *acl-name* } **inbound**	必选 缺省情况下，在端口/接口上不对IPv4报文进行过滤

2. 应用IPv6 ACL进行报文过滤

表1-14 应用 IPv6 ACL 进行报文过滤

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
进入以太网端口视图	**interface** *interface-type interface-number*	-
应用IPv6 ACL对IPv6报文进行过滤	**packet-filter ipv6** { *acl6-number* | **name** *acl6-name* } **inbound**	必选 缺省情况下，在端口上不对IPv6报文进行过滤

1.4 ACL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 ACL 配置后的运行情况，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 ACL 的统计信息。

表1-15 ACL 显示和维护

配置	命令
显示IPv4 ACL的配置和运行情况	**display acl** { *acl-number* | **all** | **name** *acl-name* } [**slot** *slot-number*] [**|** { **begin** | **exclude** | **include** } *regular-expression*]
显示IPv6 ACL的配置和运行情况	**display acl ipv6** { *acl6-number* | **all** | **name** *acl6-name* } [**slot** *slot-number*] [**|** { **begin** | **exclude** | **include** } *regular-expression*]
显示ACL资源的使用情况	**display acl resource** [**slot** *slot-number*] [**|** { **begin** | **exclude** | **include** } *regular-expression*]
显示报文过滤策略的应用情况	**display packet-filter** { { **all** | **interface** *interface-type interface-number* } [**inbound**] | **interface vlan-interface** *vlan-interface-number* [**inbound**] [**slot** *slot-number*] } [**|** { **begin** | **exclude** | **include** } *regular-expression*]
显示时间段的配置和状态信息	**display time-range** { *time-range-name* | **all** } [**|** { **begin** | **exclude** | **include** } *regular-expression*]
清除IPv4 ACL统计信息	**reset acl counter** { *acl-number* | **all** | **name** *acl-name* }
清除IPv6 ACL统计信息	**reset acl ipv6 counter** { *acl6-number* | **all** | **name** *acl6-name* }

1.5 ACL典型配置举例

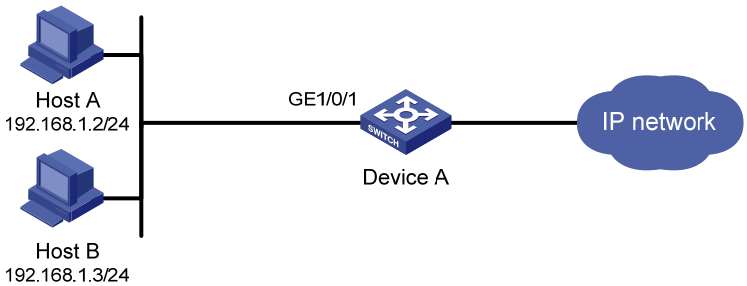
1.5.1 应用IPv4 ACL进行报文过滤配置举例

1. 组网需求

要求通过在 Device A 的端口 GigabitEthernet1/0/1 上配置 IPv4 报文过滤功能，实现在每天的 8 点到 18 点期间只允许来自 Host A 的报文通过。

2. 组网图

图1-1 应用 IPv4 ACL 进行报文过滤配置组网图



3. 配置步骤

创建名为 study 的时间段，其时间范围为每天的 8 点到 18 点。

```
<DeviceA> system-view
[DeviceA] time-range study 8:0 to 18:0 daily
```

创建 IPv4 基本 ACL 2009，并定义如下规则：在名为 study 的时间段内只允许来自 Host A（192.168.1.2）的报文通过、禁止来自其它 IP 地址的报文通过。

```
[DeviceA] acl number 2009
[DeviceA-acl-basic-2009] rule permit source 192.168.1.2 0 time-range study
[DeviceA-acl-basic-2009] rule deny source any time-range study
[DeviceA-acl-basic-2009] quit
```

应用 IPv4 基本 ACL 2009 对端口 GigabitEthernet1/0/1 收到的 IPv4 报文进行过滤。

```
[DeviceA] interface gigabitethernet 1/0/1
[DeviceA-GigabitEthernet1/0/1] packet-filter 2009 inbound
[DeviceA-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

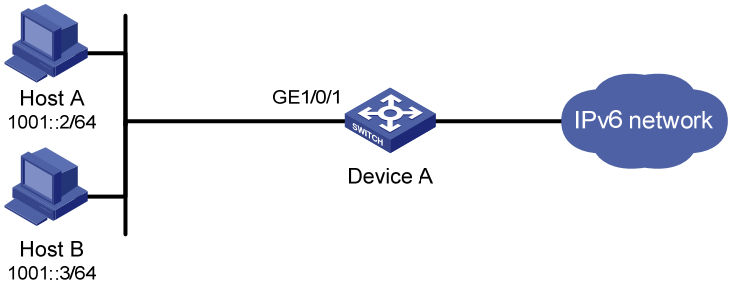
1.5.2 应用IPv6 ACL进行报文过滤配置举例

1. 组网需求

要求通过在 Device A 的端口 GigabitEthernet1/0/1 上配置 IPv6 报文过滤功能，实现在每天的 8 点到 18 点期间只允许来自 Host A 的报文通过。

2. 组网图

图1-2 应用 IPv6 ACL 进行报文过滤配置组网图



3. 配置步骤

创建名为 study 的时间段，其时间范围为每天的 8 点到 18 点。

```
<DeviceA> system-view
[DeviceA] time-range study 8:0 to 18:0 daily
```

创建 IPv6 基本 ACL 2009，并定义如下规则：在名为 study 的时间段内只允许来自 Host A（1001::2）的报文通过、禁止来自其它 IPv6 地址的报文通过。

```
[DeviceA] acl ipv6 number 2009
[DeviceA-acl6-basic-2009] rule permit source 1001::2 128 time-range study
[DeviceA-acl6-basic-2009] rule deny source any time-range study
[DeviceA-acl6-basic-2009] quit
```

应用 IPv6 基本 ACL 2009 对端口 GigabitEthernet1/0/1 收到的 IPv6 报文进行过滤。

```
[DeviceA] interface gigabitethernet 1/0/1
[DeviceA-GigabitEthernet1/0/1] packet-filter ipv6 2009 inbound
[DeviceA-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

目 录

1 QoS简介

1.1 概述

QoS（Quality of Service）即服务质量。对于网络业务，服务质量包括传输的带宽、传送的时延、数据的丢包率等。在网络中可以通过保证传输的带宽、降低传送的时延、降低数据的丢包率以及时延抖动等措施来提高服务质量。

网络资源总是有限的，只要存在抢夺网络资源的情况，就会出现服务质量的要求。服务质量是相对网络业务而言的，在保证某类业务的服务质量的同时，可能就是在损害其它业务的服务质量。例如，在网络总带宽固定的情况下，如果某类业务占用的带宽越多，那么其他业务能使用的带宽就越少，可能会影响其他业务的使用。因此，网络管理者需要根据各种业务的特点来对网络资源进行合理的规划和分配，从而使网络资源得到高效利用。

下面从 QoS 服务模型出发，对目前使用最多、最成熟的一些 QoS 技术逐一进行描述。在特定的环境下合理地使用这些技术，可以有效地提高服务质量。

1.2 QoS服务模型简介

通常 QoS 提供以下三种服务模型：

- Best-Effort service（尽力而为服务模型）
- Integrated service（综合服务模型，简称 Int-Serv）
- Differentiated service（区分服务模型，简称 Diff-Serv）

1.2.1 Best-Effort服务模型

Best-Effort 是一个单一的服务模型，也是最简单的服务模型。对 Best-Effort 服务模型，网络尽最大的可能性来发送报文。但对时延、可靠性等性能不提供任何保证。

Best-Effort 服务模型是网络的缺省服务模型，通过 FIFO 队列来实现。它适用于绝大多数网络应用，如 FTP、E-Mail 等。

1.2.2 Int-Serv服务模型

Int-Serv 是一个综合服务模型，它可以满足多种 QoS 需求。该模型使用资源预留协议（RSVP），RSVP 运行在从源端到目的端的每个设备上，可以监视每个流，以防止其消耗资源过多。这种体系能够明确区分并保证每一个业务流的服务质量，为网络提供最细粒度化的服务质量区分。

但是，Inter-Serv 模型对设备的要求很高，当网络中的数据流数量很大时，设备的存储和处理能力会遇到很大的压力。Inter-Serv 模型可扩展性很差，难以在 Internet 核心网络实施。

1.2.3 Diff-Serv服务模型

Diff-Serv 是一个多服务模型，它可以满足不同的 QoS 需求。与 Int-Serv 不同，它不需要通知网络为每个业务预留资源。区分服务实现简单，扩展性较好。

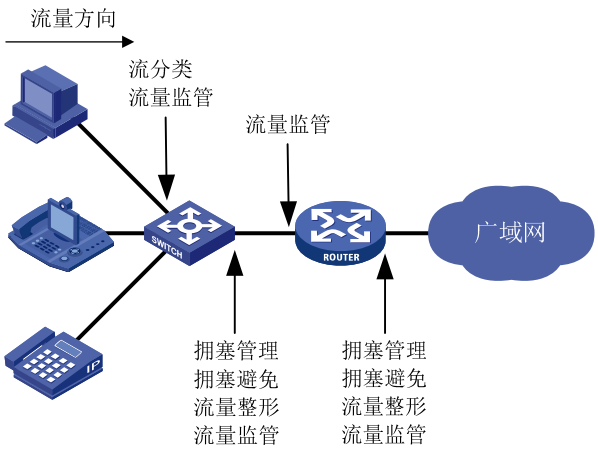
本文提到的技术都是基于 Diff-Serv 服务模型。

1.3 QoS技术综述

QoS 技术包括流分类、流量监管、流量整形、端口限速、拥塞管理、拥塞避免等。下面对常用的技术简单进行一下介绍。

1.3.1 QoS技术在网络中的位置

图1-1 常用 QoS 技术在网络中的位置



如 图 1-1 所示，流分类、流量监管、流量整形、拥塞管理和拥塞避免主要完成如下功能：

- 流分类：采用一定的规则识别符合某类特征的报文，它是对网络业务进行区分服务的前提和基础。
- 流量监管：对进入或流出设备的特定流量进行监管。当流量超出设定值时，可以采取限制或惩罚措施，以保护网络资源不受损害。可以作用在接口入方向和出方向。
- 流量整形：一种主动调整流的输出速率的流量控制措施，用来使流量适配下游设备可供给的网络资源，避免不必要的报文丢弃，通常作用在接口出方向。
- 拥塞管理：就是当拥塞发生时如何制定一个资源的调度策略，以决定报文转发的处理次序，通常作用在接口出方向。
- 拥塞避免：监督网络资源的使用情况，当发现拥塞有加剧的趋势时采取主动丢弃报文的策略，通过调整队列长度来解除网络的过载，通常作用在接口出方向。

2 QoS配置方式

2.1 配置方式介绍

QoS 的配置方式分为 QoS 策略配置方式和非 QoS 策略配置方式两种。

有些 QoS 功能只能使用其中一种方式来配置，有些使用两种方式都可以进行配置。在实际应用中，两种配置方式也可以结合起来使用。

2.1.1 非QoS策略配置方式

非 QoS 策略配置方式是指不通过 QoS 策略来进行配置。例如，端口限速功能可以通过直接在接口上配置来实现。

2.1.2 QoS策略配置方式

QoS 策略配置方式是指通过配置 QoS 策略来实现 QoS 功能。

QoS 策略包含了三个要素：类、流行为、策略。用户可以通过 QoS 策略将指定的类和流行为绑定起来，灵活地进行 QoS 配置。

1. 类

类的要素包括：类的名称和类的规则。

用户可以通过命令定义一系列的规则来对报文进行分类。

2. 流行为

流行为用来定义针对报文所做的 QoS 动作。

流行为的要素包括：流行为的名称和流行为中定义的动作。

用户可以通过命令在一个流行为中定义多个动作。

3. 策略

策略用来将指定的类和流行为绑定起来，对分类后的报文执行流行为中定义的动作。

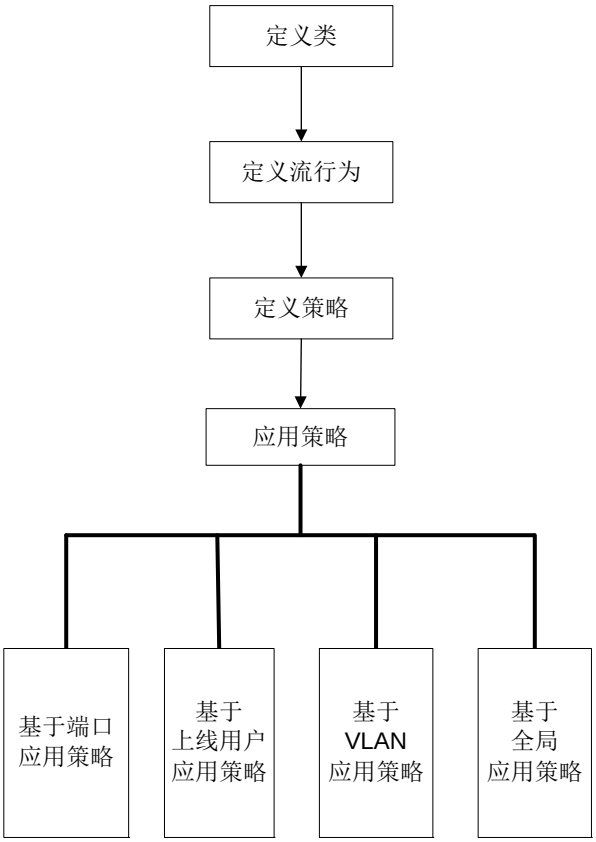
策略的要素包括：策略名称、绑定在一起的类和流行为的名称。

用户可以在一个策略中定义多个类与流行为的绑定关系。

2.2 QoS策略配置方式的步骤

如 图 2-1 所示：

图2-1 QoS 策略配置方式的步骤



2.2.1 定义类

定义类首先要创建一个类名称，然后在此类视图下配置其匹配规则。

表2-1 定义类

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
定义类并进入类视图	**traffic classifier** *tcl-name* [**operator** { **and** | **or** }]	必选 缺省为**and**，即类视图下各匹配规则之间的关系为逻辑与 • **and**：报文只有匹配了所有的规则，设备才认为报文属于这个类 • **or**：报文只要匹配了类中的任何一个规则，设备就认为报文属于这个类
定义匹配数据包的规则	**if-match** *match-criteria*	必选 重复执行该命令可以配置多条匹配规则

match-criteria：匹配规则，取值如 表 2-2 所示。

表2-2 匹配规则

取值	描述
acl [**ipv6**] { *acl-number* | **name** *acl-name* }	定义匹配ACL的规则 *acl-number*是ACL的序号，IPv4 ACL序号的取值范围是2000～3999，IPv6 ACL序号的取值范围是2000～3999，二层ACL序号的取值范围是4000～4999 *acl-name* 是 ACL 的名称，为 1～32 个字符的字符串，不区分大小写，必须以英文字母 a～z 或 A～Z 开头，为避免混淆，ACL 的名称不可以使用英文单词 all
any	定义匹配所有报文的规则
customer-dot1p *8021p-list*	定义匹配用户网络 802.1p 优先级的规则，*8021p-list* 为 CoS 取值的列表，最多可以输入 8 个 CoS 取值，用空格隔开，CoS 的取值范围为 0～7
customer-vlan-id *vlan-id-list*	定义匹配用户网络 VLAN ID 的规则，*vlan-id-list* 为 VLAN ID 的列表，形式可以为 *vlan-id* **to** *vlan-id*，也可以输入多个不连续的 VLAN ID，用空格隔开，设备最多允许用户同时指定 8 个 VLAN ID；VLAN ID 的取值范围为 1～4094
destination-mac *mac-address*	定义匹配目的 MAC 地址的规则
dscp *dscp-list*	定义匹配DSCP的规则，*dscp-list*为DSCP取值的列表，最多可以输入 8 个DSCP取值，用空格隔开，DSCP的取值范围为 0～63 或 表 11-2 中的关键字
ip-precedence *ip-precedence-list*	定义匹配 IP 优先级的规则，*ip-precedence-list* 为 IP 优先级取值的列表，最多可以输入 8 个 IP 优先级取值，用空格隔开，IP 优先级的取值范围为 0～7
protocol *protocol-name*	定义匹配协议的规则，*protocol-name* 取值为 IP 或 IPv6
service-dot1p *8021p-list*	定义匹配运营商网络 802.1p 优先级的规则，*8021p-list* 为 CoS 取值的列表，最多可以输入 8 个 CoS 取值，用空格隔开，CoS 的取值范围为 0～7
service-vlan-id *vlan-id-list*	定义匹配运营商网络 VLAN ID 的规则，*vlan-id-list* 为 VLAN ID 的列表，形式可以为 *vlan-id* **to** *vlan-id*，也可以输入多个不连续的 VLAN ID，用空格隔开，设备最多允许用户同时指定 8 个 VLAN ID；VLAN ID 的取值范围为 1～4094
source-mac *mac-address*	定义匹配源 MAC 地址的规则

说明

如果流分类中各规则之间的逻辑关系为 **and**，在定义匹配规则时，有如下注意事项：

- 匹配规则含有 **acl** 或 **acl ipv6** 时，如果在类中配置了多条这样的匹配规则，在应用策略时，匹配 **acl** 或 **acl ipv6** 的规则之间的逻辑关系实际为 **or**。
- 匹配规则含有 **customer-vlan-id** 或 **service-vlan-id** 时，如果在类中配置了多条这样的匹配规则，在应用策略时，匹配 **customer-vlan-id** 或 **service-vlan-id** 的规则之间的逻辑关系实际为 **or**。

说明

当流分类中各规则之间的逻辑关系为 **and** 时，对于以下匹配条件，用户虽然可以通过重复执行 **if-match** 命令来配置多条匹配不同取值的规则，或在一条规则中使用 *list* 形式输入多个匹配值，但在应用使用该类的 QoS 策略时，对应该类的流行为将会无法正常执行:

- **customer-dot1p** *8021p-list*
- **destination-mac** *mac-address*（不支持 *list* 形式）
- **dscp** *dscp-list*
- **ip-precedence** *ip-precedence-list*
- **service-dot1p** *8021p-list*
- **source-mac** *mac-address*（不支持 *list* 形式）

如果用户需要创建匹配以上某一字段多个取值的规则，需要在创建流分类时指定各规则之间的逻辑关系为 **or**，然后再通过多次执行 **if-match** 命令的方式来配置匹配多个值的规则。

说明

当一个流分类中规则之间的逻辑关系为 **and** 时:

- 在一个流分类中，不能同时配置匹配 DSCP 优先级和匹配 IP 优先级的规则。
- 如果已经存在匹配 DSCP 优先级或匹配 IP 优先级的规则，则在指定匹配协议的规则时，只能匹配 IP 协议，不能匹配 IPv6 协议。

2.2.2 定义流行为

定义流行为首先需要创建一个流行为名称，然后可以在此流行为视图下根据需要配置相应的流行为。每个流行为由一组 QoS 动作组成。

表2-3 定义流行为

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
定义一个流行为并进入流行为视图	**traffic behavior** *behavior-name*	必选
配置流行为	流行为就是对应符合流分类的报文做出相应的QoS动作，例如流量过滤、流量重定向、重标记等，具体情况请参见相关章节	

2.2.3 定义策略

在策略视图下为使用的类指定对应的流行为。以某种匹配规则将流区分为不同的类，再结合不同的流行为就能很灵活的实现各种 QoS 功能。

表2-4 在策略中为类指定流行为

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
定义策略并进入策略视图	**qos policy** *policy-name*	必选
在策略中为类指定采用的流行为	**classifier** *tcl-name* **behavior** *behavior-name*	必选

说明

- 如果 QoS 策略在定义流分类规则时引用了 ACL，则忽略 ACL 规则的动作，以流行为中定义的动作为准，报文匹配只使用 ACL 中的分类域。
- 当用户在策略下配置了多组类和流行为的对应关系时，如果某个流行为中配置了 **remark service-vlan-id** 动作，建议用户不要在此流行为中配置其他动作，以保证应用策略后实际的运行结果与用户的配置意图一致。

2.2.4 应用策略

QoS 策略支持以下应用方式：

- 基于端口应用 QoS 策略：QoS 策略对通过端口接收的流量生效。
- 基于上线用户应用 QoS 策略：QoS 策略对通过上线用户接收的流量生效。
- 基于 VLAN 应用 QoS 策略：QoS 策略对通过同一个 VLAN 内所有端口接收的流量生效。
- 基于全局应用 QoS 策略：QoS 策略对所有流量生效。

说明

- 当 QoS 策略应用到端口、VLAN、全局或未激活的 User Profile 后，用户仍然可以修改 QoS 策略中的流分类规则和流行为，以及二者的对应关系。但当流分类规则中匹配的是 ACL 时，不能删除或修改该 ACL（包括向该 ACL 中添加、删除和修改规则）。
- 如果 User Profile 处于激活状态，既不能修改策略的内容（包括流分类引用的 ACL 规则），也不能删除已经应用到此 User Profile 的策略。

1. 基于端口应用QoS策略

一个策略可以应用于多个端口。每个端口只能在入方向上应用一个策略。

表2-5 在端口上应用策略

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-

操作		命令	说明
进入以太网端口视图或端口组视图	进入以太网端口视图	**interface** *interface-type interface-number*	二者必选其一 进入以太网端口视图后，下面进行的配置只在当前端口生效；进入端口组视图后，下面进行的配置将在端口组中的所有端口生效
	进入端口组视图	**port-group manual** *port-group-name*	
在端口上应用关联的策略		**qos apply policy** *policy-name* **inbound**	必选

2. 基于上线用户应用QoS策略

一个策略可以应用于多个上线用户。每个上线用户的入方向只能应用一个策略，如果用户想修改某方向上应用的策略，必须先取消原先的配置，然后再配置新的策略。

表2-6 基于上线用户应用 QoS 策略

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
进入user-profile视图	**user-profile** *profile-name*	必选 进入user-profile视图后，下面进行的配置只在User Profile处于激活状态，且用户成功上线后才生效 关于User Profile的相关介绍以及配置，请参见“安全配置指导”中的“User Profile配置”
应用关联的策略	**qos apply policy** *policy-name* **inbound**	必选 **inbound**是对设备接收的上线用户流量（即上线用户发送的流量）应用策略
退回系统视图	**quit**	-
激活User Profile	**user-profile** *profile-name* **enable**	必选 缺省情况下，User Profile处于未激活状态

说明

- user-profile 视图下应用的策略中的流行为只支持 **remark** 和 **filter** 两种动作。
- user-profile 视图下应用的策略不能为空策略，因为应用空策略的 User Profile 不能被激活。
- 上线用户目前支持 802.1X 和 Portal 两种接入认证方式。

3. 基于VLAN应用QoS策略

基于 VLAN 应用 QoS 策略可以方便对某个 VLAN 上所有接收的流量进行管理。

表2-7 基于 VLAN 应用的 QoS 策略

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
应用QoS策略到指定的VLAN	**qos vlan-policy** *policy-name* **vlan** *vlan-id-list* **inbound**	必选

说明

基于 VLAN 应用的 QoS 策略不能应用在动态 VLAN 上。例如，在运行 GVRP 协议的情况下，设备可能会动态创建 VLAN，QoS 策略不能应用在该动态 VLAN 上。

4. 基于全局应用QoS策略

基于全局应用 QoS 策略可以方便对设备上所有接收的流量进行管理。

表2-8 基于全局应用 QoS 策略

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
基于全局应用QoS策略	**qos apply policy** *policy-name* **global inbound**	必选

2.2.5 QoS策略显示和维护

在任意视图下执行 **display** 命令可以显示 QoS 策略的运行情况，通过查看显示信息验证配置的效果。

表2-9 QoS 策略显示和维护

操作	命令
显示配置的类信息	**display traffic classifier user-defined** [*tcl-name*] [**|** { **begin** | **exclude** | **include** } *regular-expression*]
显示配置的流行为信息	**display traffic behavior user-defined** [*behavior-name*] [**|** { **begin** | **exclude** | **include** } *regular-expression*]
显示用户定义策略的配置信息	**display qos policy user-defined** [*policy-name* [**classifier** *tcl-name*]] [**|** { **begin** | **exclude** | **include** } *regular-expression*]
显示指定端口或所有端口上策略的配置信息和运行情况	**display qos policy interface** [*interface-type interface-number*] [**inbound**] [**|** { **begin** | **exclude** | **include** } *regular-expression*]
显示VLAN应用QoS策略的信息	**display qos vlan-policy** { **name** *policy-name* | **vlan** *vlan-id* } [**slot** *slot-number*] [**inbound**] [**|** { **begin** | **exclude** | **include** } *regular-expression*]
显示全局应用QoS策略的信息	**display qos policy global** [**slot** *slot-number*] [**inbound**] [**|** { **begin** | **exclude** | **include** } *regular-expression*]
清除VLAN应用QoS策略的统计信息	**reset qos vlan-policy** [**vlan** *vlan-id*] [**inbound**]
清除全局应用QoS策略的统计信息	**reset qos policy global** [**inbound**]

3 优先级映射配置

说明

各种优先级的相关介绍请参见 11 附录 B 各种优先级介绍。

3.1 优先级映射简介

3.1.1 概述

优先级用于标识报文传输的优先程度，可以分为两类：报文携带优先级和设备调度优先级。

报文携带优先级包括：802.1p 优先级、DSCP 优先级、IP 优先级、EXP 优先级等。这些优先级都是根据公认的标准和协议生成，体现了报文自身的优先等级。

设备调度优先级是指报文在设备内转发时所使用的优先级，只对当前设备自身有效。设备调度优先级包括以下两种：

- 本地优先级：设备为报文分配的一种具有本地意义的优先级，是设备进行队列调度的直接依据。每个本地优先级对应一个队列，队列的优先级越高，越能够获得优先的调度。本地优先级与队列的对应关系如 表 3-1 所示：

表3-1 本地优先级与队列的对应关系

本地优先级	对应的队列编号
0，1	0
2，3	1
4，5	2
6，7	3

- 丢弃优先级：交换机在丢弃报文时参考的优先级，丢弃优先级值大的报文被优先丢弃。

优先级映射就是在报文携带优先级与设备调度优先级之间建立的对应关系，它可以将标准的优先级体系体现到设备实际的转发调度过程中。用户可以根据需要配置优先级映射规则，从而使报文的调度更适合网络的实际情况，达到灵活控制报文传输的效果。

3.1.2 优先级映射表

优先级映射功能通过优先级映射表来进行，设备提供了多张优先级映射表，分别对应相应的优先级映射关系：

- **dot1p-dot1p**：802.1p 优先级到 802.1p 优先级映射表；
- **dot1p-dscp**：802.1p 优先级到 DSCP 映射表；
- **dot1p-lp**：802.1p 优先级到本地优先级映射表；

- **dscp-dot1p**：DSCP 到 802.1p 优先级映射表，仅对 IP 报文生效；
- **dscp-dscp**：DSCP 到 DSCP 映射表，仅对 IP 报文生效；
- **dscp-lp**：DSCP 到本地优先级映射表，仅对 IP 报文生效；

通常情况下，设备可以通过查找缺省优先级映射表（请参见 10 附录 A缺省优先级映射表）来为报文分配相应的优先级。如果缺省优先级映射表无法满足用户需求，可以根据实际情况对映射表进行修改。

3.1.3 优先级信任模式

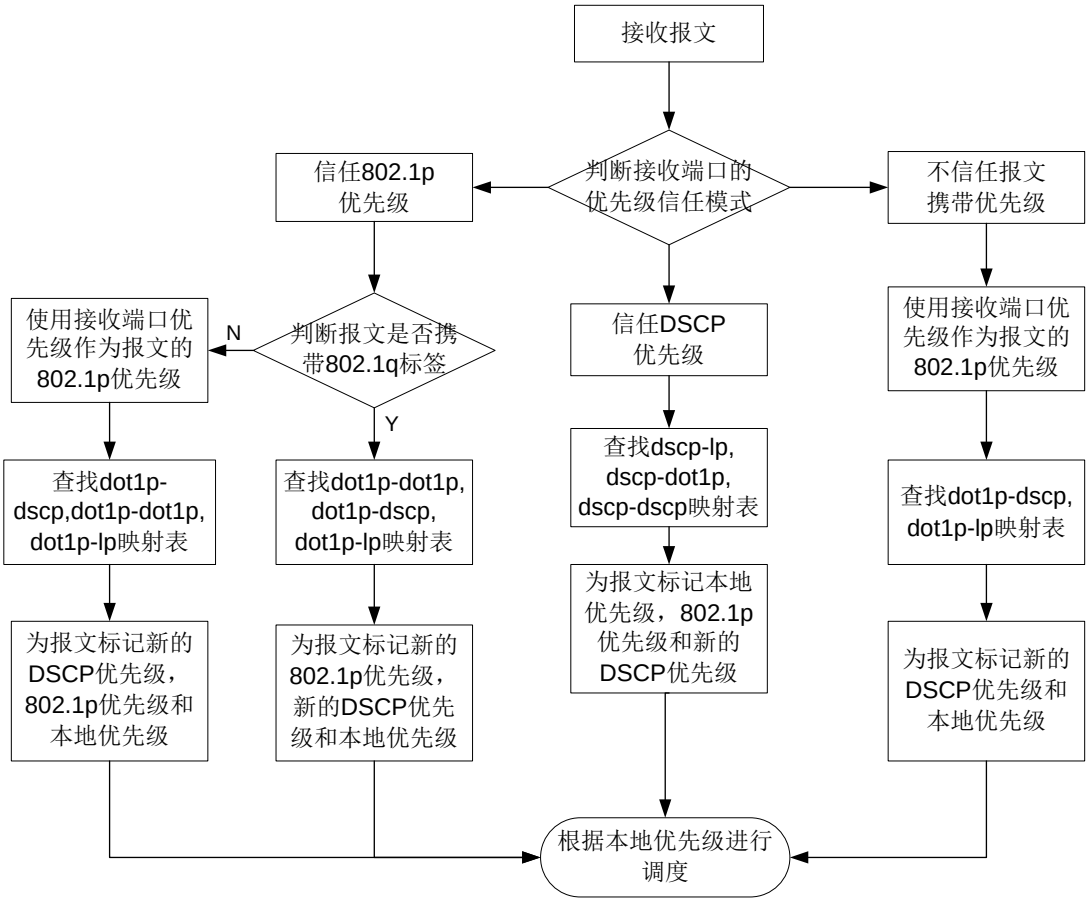
通常情况下，报文可能会携带有多种优先级，设备在进行优先级映射时，需要首先确定采用哪种优先级作为参考，再通过优先级映射表映射出调度优先级。优先级信任模式就是用来指定设备进行优先级映射时作为参考的报文携带优先级，本系列交换机支持以下三种优先级信任模式：

- 信任 DSCP 优先级：设备将根据报文携带的 DSCP 优先级查找映射表进行优先级映射。
- 信任 802.1p 优先级：设备将根据报文携带的 802.1p 优先级查找映射表进行优先级映射。
- 不信任报文优先级：设备将使用接收报文的端口的端口优先级作为报文的 802.1p 优先级，并通过映射表进行优先级映射。

3.1.4 优先级映射过程

对于接收到的以太网报文，交换机根据优先级信任模式和报文的 802.1q标签状态，将采用不同的方式为其标记调度优先级。如 图 3-1 所示：

图3-1 以太网报文优先级映射过程



说明

上面介绍的过程适用于没有配置重标记功能的情况，如果已经配置了重标记功能，设备将根据重标记后的报文携带优先级查找映射表，为报文分配调度优先级，或者直接采用重标记后的调度优先级进行调度。此时端口的信任模式和端口优先级的配置均不生效。

3.2 优先级映射配置任务简介

我们常用的方式有三种：配置优先级映射表、配置优先级信任模式和配置端口优先级。

如果配置了优先级信任模式，即表示设备信任当前进来流量的报文优先级，会自动解析报文的优先级或者标志位，然后按照映射表映射到报文的优先级参数。

如果没有配置优先级信任模式，并且配置了端口优先级值，则表明设备不信任所接收报文的优先级，而是使用端口优先级，按照映射表映射到报文的优先级参数。

建议进行各项配置的时候先整体规划网络 QoS。

表3-2 优先级映射配置任务简介

配置任务	说明	详细配置
配置优先级映射表	可选	3.3.1
配置优先级信任模式	可选	3.3.2
配置端口优先级	可选	3.3.3

3.3 配置优先级映射

3.3.1 配置优先级映射表

设备提供了多张优先级映射表，分别对应相应的优先级映射关系。

- **dot1p-dot1p**：802.1p 优先级到 802.1p 优先级映射表；
- **dot1p-dscp**：802.1p 优先级到 DSCP 映射表；
- **dot1p-lp**：802.1p 优先级到本地优先级映射表；
- **dscp-dot1p**：DSCP 到 802.1p 优先级映射表，仅对 IP 报文生效；
- **dscp-dscp**：DSCP 到 DSCP 映射表，仅对 IP 报文生效；
- **dscp-lp**：DSCP 到本地优先级映射表，仅对 IP 报文生效；

表3-3 配置优先级映射表

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
进入指定的优先级映射表视图	**qos map-table** { **dot1p-dot1p** | **dot1p-dscp** | **dot1p-lp** | **dscp-dot1p** | **dscp-dscp** | **dscp-lp** }	必选 用户根据需要进入相应的优先级映射表视图
配置指定优先级映射表参数，定义优先级映射关系	**import** *import-value-list* **export** *export-value*	必选 新配置的映射项将覆盖原有映射项

3.3.2 配置端口优先级信任模式

在配置端口/端口组上的优先级模式时，用户可以选择下列信任模式：

- **dot1p**：信任报文自带的 802.1p 优先级，以此优先级进行优先级映射。
- **dscp**：信任 IP 报文自带的 DSCP 优先级，以此优先级进行优先级映射。
- **untrust**：不信任报文携带的优先级。

表3-4 配置端口优先级信任模式

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-

操作		命令	说明
进入以太网端口视图或端口组视图	进入以太网端口视图	**interface** *interface-type interface-number*	二者必选其一 进入端口视图后，下面进行的配置只在当前接口生效；进入端口组视图后，下面进行的配置将在端口组中的所有端口生效
	进入端口组视图	**port-group manual** *port-group-name*	
配置端口信任报文的DSCP优先级		**qos trust dscp**	三者选其一 缺省情况下，设备不信任报文携带的优先级
配置信任报文的802.1p优先级		**qos trust dot1p**	
配置不信任报文携带的优先级		**undo qos trust**	

3.3.3 配置端口优先级

表3-5 配置端口优先级

操作		命令	说明
进入系统视图		**system-view**	-
进入以太网端口视图或端口组视图	进入以太网端口视图	**interface** *interface-type interface-number*	二者必选其一 进入端口视图后，下面进行的配置只在当前接口生效；进入端口组视图后，下面进行的配置将在端口组中的所有端口生效
	进入端口组视图	**port-group manual** *port-group-name*	
配置端口优先级		**qos priority** *priority-value*	必选 端口优先级的缺省值为0

3.4 优先级映射显示和维护

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优先级映射的运行情况，通过查看显示信息验证配置的效果。

表3-6 优先级映射显示和维护

操作	命令
显示指定优先级映射表配置情况	**display qos map-table** [**dot1p-dot1p** | **dot1p-dscp** | **dot1p-lp** | **dscp-dot1p** | **dscp-dscp** | **dscp-lp**]
显示端口优先级信任模式信息	**display qos trust interface** [*interface-type interface-number*] [**|** { **begin** | **exclude** | **include** } *regular-expression*]

3.5 优先级映射典型配置举例

3.5.1 优先级映射配置举例

1. 组网需求

公司企业网通过 Device 实现各部门之间的互连。网络环境描述如下：

- 市场部门通过端口 GigabitEthernet1/0/1 接入 Device，标记市场部门发出的报文的 802.1p 优先级为 3；
- 研发部门通过端口 GigabitEthernet1/0/2 接入 Device，标记研发部门发出的报文的 802.1p 优先级为 4；
- 管理部门通过端口 GigabitEthernet1/0/3 接入 Device，标记管理部门发出的报文的 802.1p 优先级为 5。

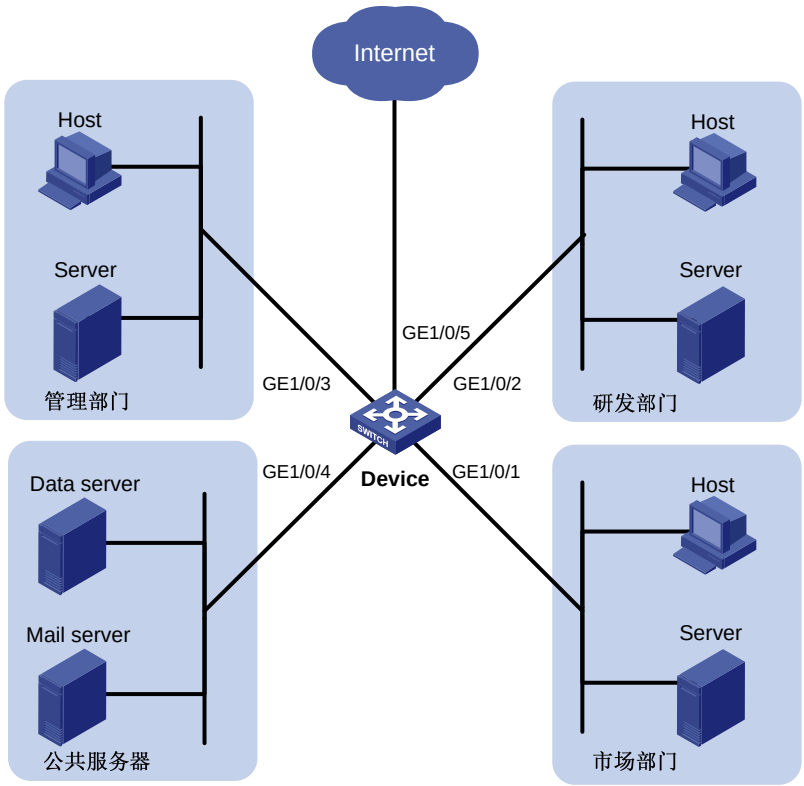
实现如下需求：

访问公共服务器的时候，研发部门 > 管理部门 > 市场部门。

- 通过优先级映射将研发部门发出的报文映射到本地优先级 6，放入出队列 3 中优先进行处理；
- 通过优先级映射将管理部门发出的报文映射到本地优先级 4，放入出队列 2 中次优先进行处理；
- 通过优先级映射将市场部门发出的报文映射到本地优先级 2，放入出队列 1 中最后进行处理。

2. 组网图

图3-2 优先级映射配置举例组网图



3. 配置步骤

(1) 配置端口的端口优先级

配置端口 GigabitEthernet1/0/1 的端口优先级为 3。

```
<Device> system-view
[Device] interface gigabitethernet 1/0/1
[Device-GigabitEthernet1/0/1] qos priority 3
[Device-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

配置端口 GigabitEthernet1/0/2 的端口优先级为 4。

```
[Device] interface gigabitethernet 1/0/2
[Device-GigabitEthernet1/0/2] qos priority 4
[Device-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置端口 GigabitEthernet1/0/3 的端口优先级为 5。

```
[Device] interface gigabitethernet 1/0/3
[Device-GigabitEthernet1/0/3] qos priority 5
[Device-GigabitEthernet1/0/3] quit
```

(2) 配置优先级映射表

配置 802.1p 优先级到本地优先级映射表，将 802.1p 优先级 3、4、5 对应的本地优先级配置为 2、6、4。

```
[Device] qos map-table dot1p-lp
[Device-maptbl-dot1p-lp] import 3 export 2
```

```
[Device-maptbl-dot1p-lp] import 4 export 6
[Device-maptbl-dot1p-lp] import 5 export 4
[Device-maptbl-dot1p-lp] quit
```

3.5.2 优先级映射表和重标记配置举例

说明

关于重标记功能的介绍，请参见 重标记配置。

1. 组网需求

公司企业网通过 Device 实现各部门之间的互连。网络环境描述如下：

- 市场部门通过端口 GigabitEthernet1/0/1 接入 Device，标记市场部门发出的报文的 802.1p 优先级为 3；
- 研发部门通过端口 GigabitEthernet1/0/2 接入 Device，标记研发部门发出的报文的 802.1p 优先级为 4；
- 管理部门通过端口 GigabitEthernet1/0/3 接入 Device，标记管理部门发出的报文的 802.1p 优先级为 5。

实现如下需求：

访问公共服务器的时候，研发部门 > 管理部门 > 市场部门。

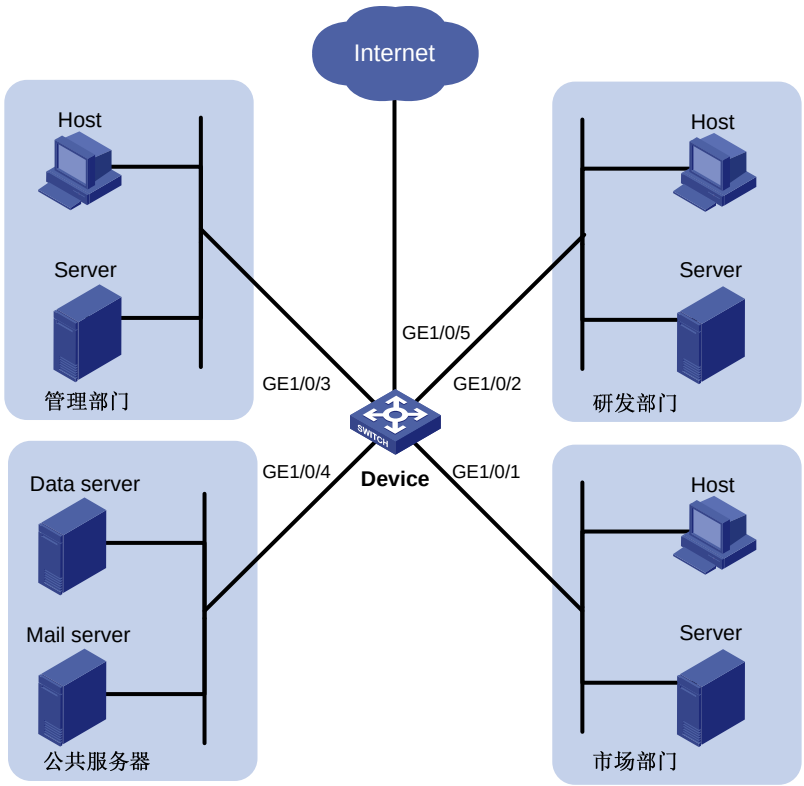
- 通过优先级映射将研发部门发出的报文映射到本地优先级 6，放入出队列 3 中优先进行处理；
- 通过优先级映射将管理部门发出的报文映射到本地优先级 4，放入出队列 2 中次优先进行处理；
- 通过优先级映射将市场部门发出的报文映射到本地优先级 2，放入出队列 1 中最后进行处理。

通过 HTTP 方式访问 Internet 的时候，管理部门 > 市场部门 > 研发部门。

- 管理部门发出的报文本地优先级为 6，进入队列 3 优先进行处理；
- 重标记市场部门发出的报文的本地优先级为 4，进入队列 2 次优先进行处理；
- 重标记研发部门发出的报文的本地优先级为 2，进入队列 1 最后进行处理。

2. 组网图

图3-3 优先级映射表和重标记配置举例组网图



3. 配置步骤

(1) 配置端口的端口优先级

配置端口 GigabitEthernet1/0/1 的端口优先级为 3。

```
<Device> system-view
[Device] interface gigabitethernet 1/0/1
[Device-GigabitEthernet1/0/1] qos priority 3
[Device-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

配置端口 GigabitEthernet1/0/2 的端口优先级为 4。

```
[Device] interface gigabitethernet 1/0/2
[Device-GigabitEthernet1/0/2] qos priority 4
[Device-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

配置端口 GigabitEthernet1/0/3 的端口优先级为 5。

```
[Device] interface gigabitethernet 1/0/3
[Device-GigabitEthernet1/0/3] qos priority 5
[Device-GigabitEthernet1/0/3] quit
```

(2) 配置优先级映射表

配置 802.1p 优先级到本地优先级映射表，将 802.1p 优先级 3、4、5 对应的本地优先级配置为 2、6、4。

```
[Device] qos map-table dot1p-lp
[Device-maptbl-dot1p-lp] import 3 export 2
[Device-maptbl-dot1p-lp] import 4 export 6
[Device-maptbl-dot1p-lp] import 5 export 4
[Device-maptbl-dot1p-lp] quit
```

(3) 配置重标记

将管理、市场、研发部门发出的 HTTP 报文的 802.1p 优先级分别重标记为 4、5、3，使其能根据前面配置的映射表分别映射到本地优先级 6、4、2。

创建 ACL 3000，用来匹配 HTTP 报文。

```
[Device] acl number 3000
[Device-acl-adv-3000] rule permit tcp destination-port eq 80
[Device-acl-adv-3000] quit
```

创建流分类，匹配 ACL 3000。

```
[Device] traffic classifier http
[Device-classifier-http] if-match acl 3000
[Device-classifier-http] quit
```

配置管理部门的重标记策略并应用到 GigabitEthernet1/0/3 端口的入方向。

```
[Device] traffic behavior admin
[Device-behavior-admin] remark dot1p 4
[Device-behavior-admin] quit
[Device] qos policy admin
[Device-qospolicy-admin] classifier http behavior admin
[Device-qospolicy-admin] quit
[Device] interface gigabitethernet 1/0/3
[Device-GigabitEthernet1/0/3] qos apply policy admin inbound
```

配置市场部门的重标记策略并应用到 GigabitEthernet1/0/1 端口的入方向。

```
[Device] traffic behavior market
[Device-behavior-market] remark dot1p 5
[Device-behavior-market] quit
[Device] qos policy market
[Device-qospolicy-market] classifier http behavior market
[Device-qospolicy-market] quit
[Device] interface gigabitethernet 1/0/1
[Device-GigabitEthernet1/0/1] qos apply policy market inbound
```

配置研发部门的重标记策略并应用到 GigabitEthernet1/0/2 端口的入方向。

```
[Device] traffic behavior rd
[Device-behavior-rd] remark dot1p 3
[Device-behavior-rd] quit
[Device] qos policy rd
[Device-qospolicy-rd] classifier http behavior rd
[Device-qospolicy-rd] quit
[Device] interface gigabitethernet 1/0/2
[Device-GigabitEthernet1/0/2] qos apply policy rd inbound
```

4 流量整形和端口限速配置

4.1 流量整形

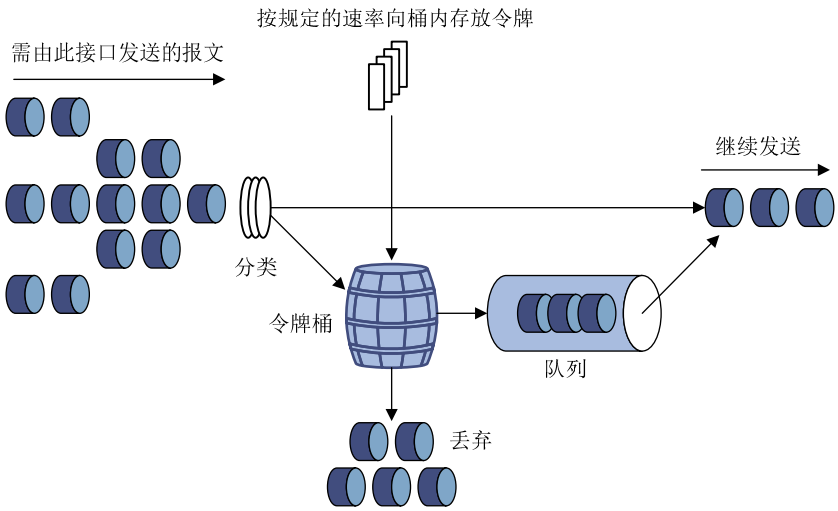
说明

流量整形只针对设备的出方向。

流量整形是一种主动调整流量输出速率的措施。一个典型应用是基于下游网络节点的流量监管指标来控制本地流量的输出。

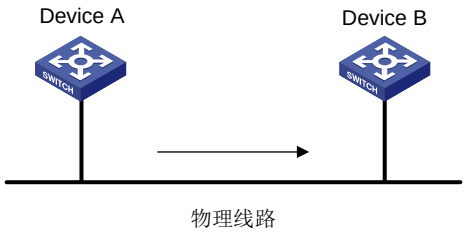
流量整形与流量监管的主要区别在于，流量整形对流量监管中需要丢弃的报文进行缓存——通常是将它们放入缓冲区或队列内，如 图 4-1 所示。当令牌桶有足够的令牌时，再均匀的向外发送这些被缓存的报文。流量整形与流量监管的另一区别是，整形可能会增加延迟，而监管几乎不引入额外的延迟。

图4-1 流量整形示意图



例如，在 图 4-2 所示的应用中，设备Device A向Device B发送报文。Device B要对Device A发送来的报文进行流量监管，对超出规格的流量直接丢弃。

图4-2 流量整形的应用



为了减少报文的无谓丢失，可以在 Device A 的出口对报文进行流量整形处理。将超出流量整形特性的报文缓存在 Device A 中。当可以继续发送下一批报文时，流量整形再从缓冲队列中取出报文进行发送。这样，发向 Device B 的报文将都符合 Device B 的流量规定。

4.2 端口限速

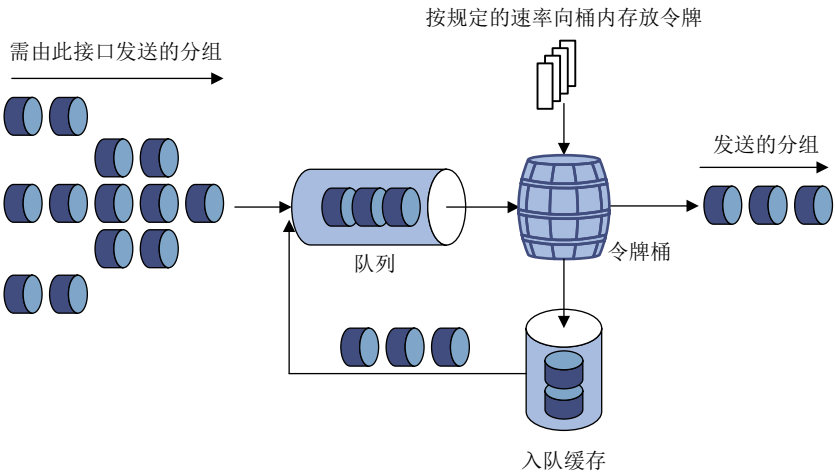
说明

端口限速支持入/出两个方向，为了方便描述，下文以出方向为例。

利用 LR（Line Rate，物理端口限速）可以在一个物理端口上限制发送报文（包括紧急报文）的总速率。

LR 也是采用令牌桶进行流量控制。如果在设备的某个端口上配置了 LR，所有经由该端口发送的报文首先要经过 LR 的令牌桶进行处理。如果令牌桶中有足够的令牌，则报文可以发送；否则，报文将进入 QoS 队列进行拥塞管理。这样，就可以对通过该物理端口的报文流量进行控制。

图4-3 LR 处理过程示意图



由于采用了令牌桶控制流量，当令牌桶中存有令牌时，可以允许报文的突发性传输；当令牌桶中没有令牌时，报文必须等到桶中生成了新的令牌后才可以继续发送。这就限制了报文的流量不能大于令牌生成的速度，达到了限制流量，同时允许突发流量通过的目的。

4.3 流量整形配置

本系列交换机的流量整形可以通过以下两种方式配置：

- 基于队列的流量整形：针对某一个队列的数据包设置整形参数。
- 适配所有流的流量整形：为所有的流设置整形参数。

如果一个端口下同时配置了两种方式的流量整形，则设备在处理数据流时，将比较基于数据流所在队列和基于所有流的两条流量整形配置，选择 CIR 值较小的配置对数据流进行整形。

4.3.1 配置基于队列的流量整形

表4-1 基于队列的流量整形配置

操作		命令	说明
进入系统视图		**system-view**	-
进入端口视图或端口组视图	进入端口视图	**interface** *interface-type interface-number*	二者必选其一 进入端口视图后，下面进行的配置只在当前端口生效；进入端口组视图后，下面进行的配置将在端口组中的所有端口生效
	进入端口组视图	**port-group manual** *port-group-name*	
在端口配置流量整形		**qos gts queue** *queue-number* **cir** *committed-information-rate* [**cbs** *committed-burst-size*]	必选

4.3.2 配置适配所有流的流量整形

表4-2 适配所有流的流量整形配置

操作		命令	说明
进入系统视图		**system-view**	-
进入端口视图或端口组视图	进入端口视图	**interface** *interface-type interface-number*	二者必选其一 进入端口视图后，下面进行的配置只在当前端口生效；进入端口组视图后，下面进行的配置将在端口组中的所有端口生效
	进入端口组视图	**port-group manual** *port-group-name*	
在端口配置流量整形		**qos gts any cir** *committed-information-rate* [**cbs** *committed-burst-size*]	必选

4.4 端口限速配置

4.4.1 端口限速配置过程

配置端口限速就是限制接口向外发送数据或者接收数据的速率。

表4-3 端口限速配置过程

操作		命令	说明
进入系统视图		**system-view**	-
进入以太网端口视图或端口组视图	进入以太网端口视图	**interface** *interface-type interface-number*	二者必选其一 进入端口视图后，下面进行的配置只在当前接口生效；进入端口组视图后，下面进行的配置将在端口组中的所有端口生效
	进入端口组视图	**port-group manual** *port-group-name*	

操作	命令	说明
配置端口限速	**qos lr** { **inbound** | **outbound** } **cir** *committed-information-rate*	必选

4.4.2 端口限速配置举例

把端口 GigabitEthernet1/0/1 的出速度限制为 1280kbps。

进入系统视图。

```
<Sysname> system-view
```

进入端口视图。

```
[Sysname] interface gigabitethernet 1/0/1
```

配置限速参数，端口出速率限制为 1280kbps。

```
[Sysname-GigabitEthernet1/0/1] qos lr outbound cir 1280
```

4.5 流量整形/端口限速显示和维护

在完成上述配置后，在任意视图下执行 **display** 命令可以显示流量整形/端口限速的运行情况，通过查看显示信息验证配置的效果。

表4-4 流量整形/端口限速显示和维护

操作	命令
显示流量整形配置运行信息	**display qos gts interface** [*interface-type interface-number*] [**|** { **begin** | **exclude** | **include** } *regular-expression*]
显示端口限速配置和统计信息	**display qos lr interface** [*interface-type interface-number*] [**|** { **begin** | **exclude** | **include** } *regular-expression*]

5 拥塞管理配置

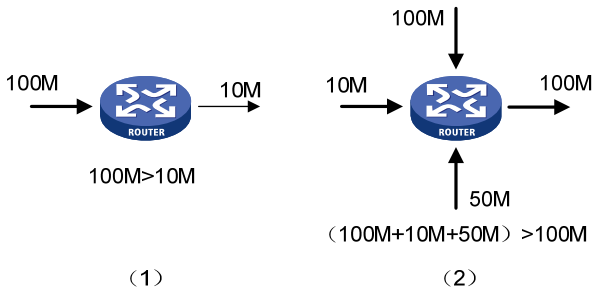
5.1 拥塞管理简介

5.1.1 拥塞的产生、影响和对策

所谓拥塞，是指当前供给资源相对于正常转发处理需要资源的不足，从而导致服务质量下降的一种现象。

在复杂的 Internet 分组交换环境下，拥塞极为常见。以下图中的两种情况为例：

图5-1 流量拥塞示意图



拥塞有可能会引发一系列的负面影响：

- 拥塞增加了报文传输的延迟和抖动，可能会引起报文重传，从而导致更多的拥塞产生。
- 拥塞使网络的有效吞吐率降低，造成网络资源的利用率降低。
- 拥塞加剧会耗费大量的网络资源（特别是存储资源），不合理的资源分配甚至可能导致系统陷入资源死锁而崩溃。

在分组交换以及多用户业务并存的复杂环境下，拥塞又是不可避免的，因此必须采用适当的方法来解决拥塞。

拥塞管理的中心内容就是当拥塞发生时如何制定一个资源的调度策略，以决定报文转发的处理次序。拥塞管理的处理包括队列的创建、报文的分类、将报文送入不同的队列、队列调度等。

5.1.2 拥塞管理策略

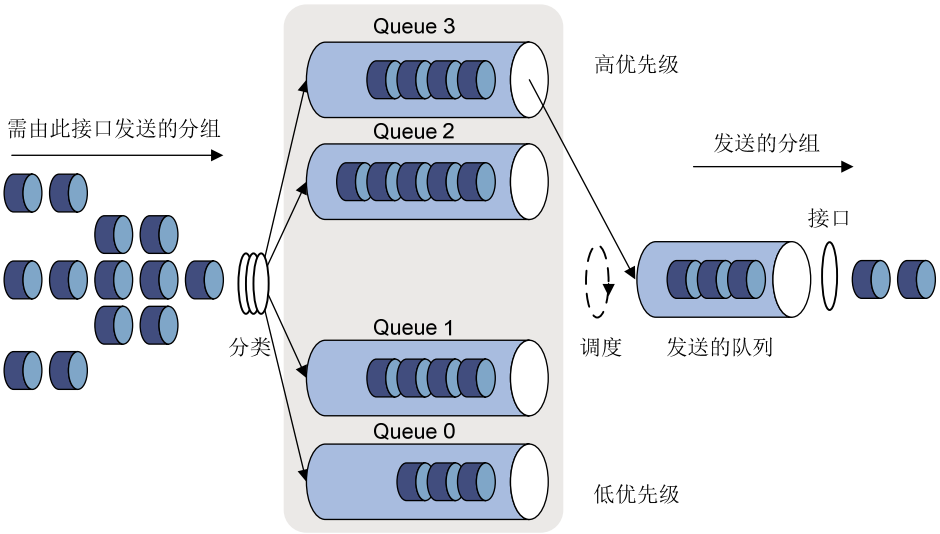
对于拥塞管理，一般采用队列技术，使用一个队列算法对流量进行分类，之后用某种优先级别算法将这些流量发送出去。每种队列算法都是用以解决特定的网络流量问题，并对带宽资源的分配、延迟、抖动等有着十分重要的影响。

队列调度对不同优先级的报文进行分级处理，优先级高的会得到优先发送。本系列交换机的端口上共有编号分别为 3、2、1、0 的四个队列，其中分别包含了本地优先级为 6～7、4～5、2～3 和 0～1 的报文。

这里介绍三种常用的队列调度方式：严格优先级 SP（Strict-Priority）队列、加权轮询 WRR（Weighted Round Robin）队列和 SP+WRR 队列。

1. SP队列

图5-2 SP 队列示意图



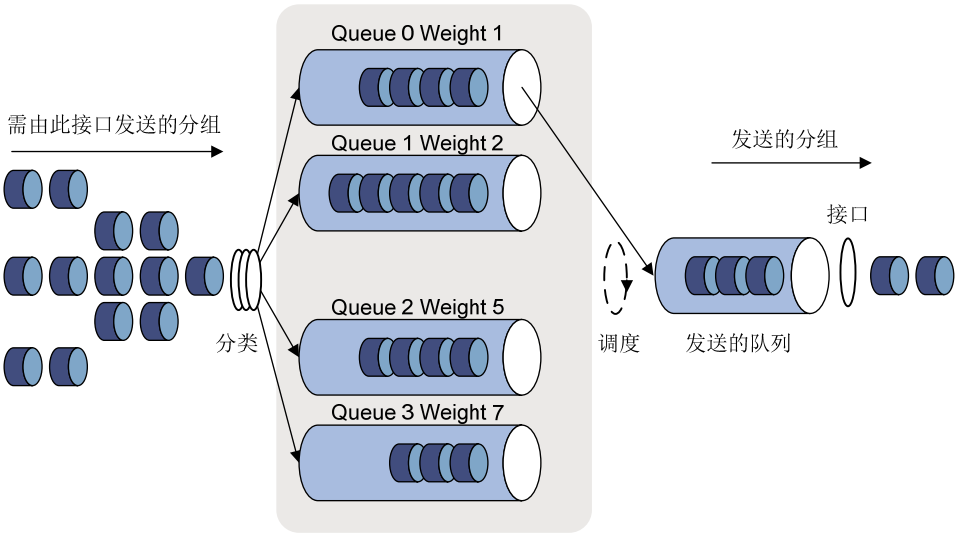
SP队列是针对关键业务类型应用设计的。关键业务有一个重要的特点，即在拥塞发生时要求优先获得服务以减小响应的延迟。以 图 5-2 为例，优先队列将端口的 4 个输出队列分成 4 类，依次为 3、2、1、0 队列，它们的优先级依次降低。

在队列调度时，SP 严格按照优先级从高到低的次序优先发送较高优先级队列中的分组，当较高优先级队列为空时，再发送较低优先级队列中的分组。这样，将关键业务的分组放入较高优先级的队列，将非关键业务的分组放入较低优先级的队列，可以保证关键业务的分组被优先传送，非关键业务的分组在处理关键业务数据的空闲间隙被传送。

SP 的缺点是：拥塞发生时，如果较高优先级队列中长时间有分组存在，那么低优先级队列中的报文将一直得不到服务。

2. WRR队列

图5-3 WRR 队列示意图



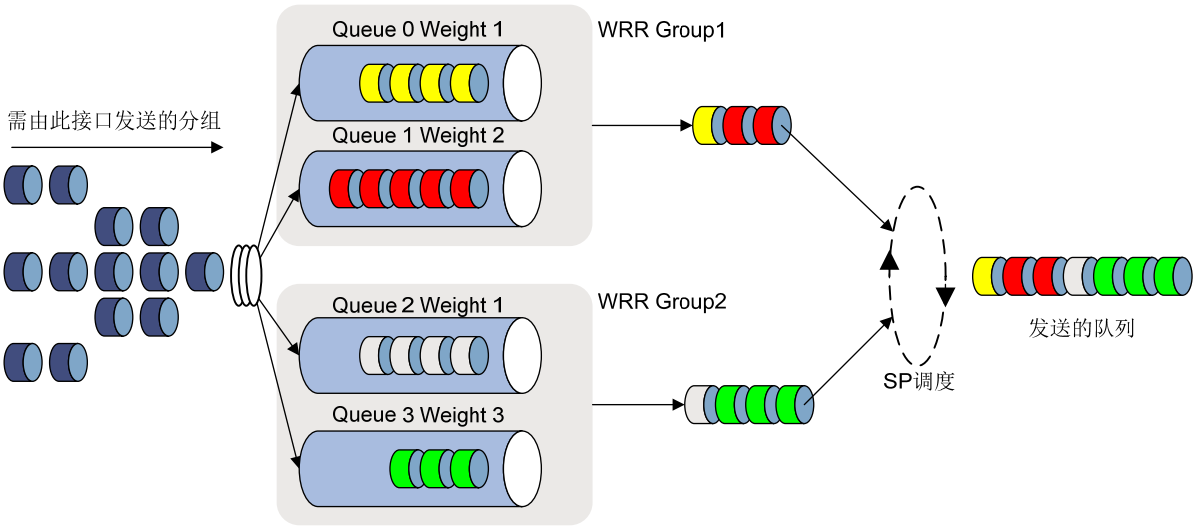
WRR 队列在队列之间进行轮流调度，保证每个队列都得到一定的服务时间。以端口有 4 个输出队列为例，WRR 可为每个队列配置一个加权值（依次为 w3、w2、w1、w0），加权值表示获取资源的比重。如一个 100Mbps 的端口，配置它的 WRR 队列的加权值为 50、25、25、25（依次对应 w3、w2、w1、w0），这样可以保证最低优先级队列至少获得 20Mbps 的带宽，避免了采用 SP 调度时低优先级队列中的报文可能长时间得不到服务的缺点。

WRR 队列还有一个优点是，虽然多个队列的调度是轮询进行的，但对每个队列不是固定地分配服务时间片——如果某个队列为空，那么马上换到下一个队列调度，这样带宽资源可以得到充分的利用。

本系列交换机支持的 WRR 队列为分组 WRR 队列，用户可以根据需要将输出队列划分为 WRR 队列组 1 和 WRR 队列组 2。进行队列调度时，两个调度组先按照队列权重配置对各自组内的队列进行调度，两组调度的结果之间再按照 SP 队列算法进行调度。

例如，将队列 0 和 1 加入WRR队列组 1，权重分别为 1 和 2；将队列 2 和 3 加入WRR队列组 2，权重分别为 1 和 3，调度过程如 图 5-4 所示：

图5-4 两个 WRR 组实现队列调度示意图

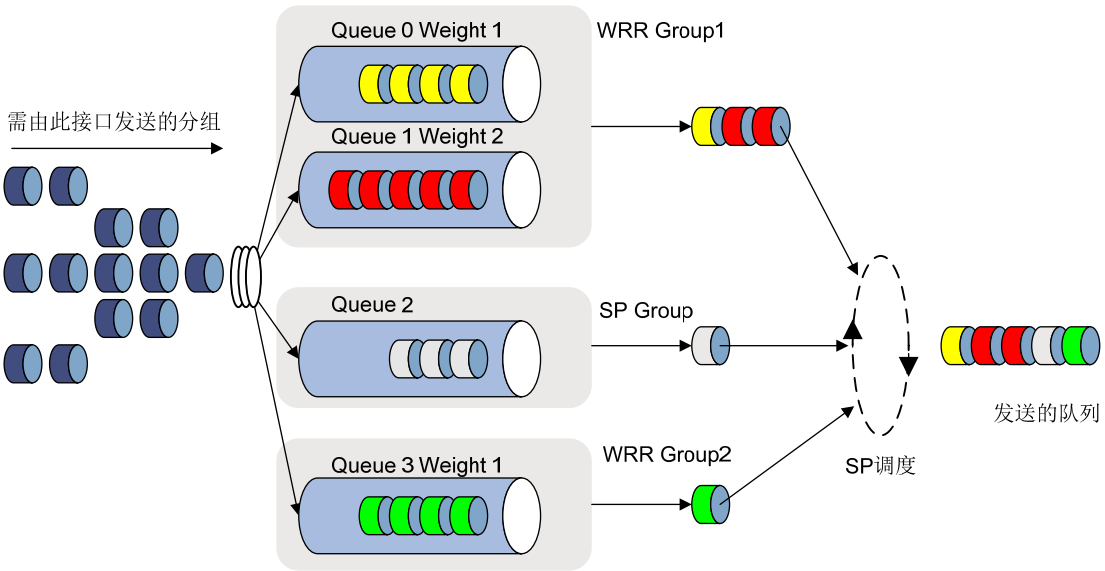


3. SP+WRR队列

用户可以根据需要配置端口上的部分队列使用 SP 队列调度，部分队列使用 WRR 队列调度，通过将端口上的队列分别加入 SP 调度组和 WRR 调度组（WRR 有两个调度组：group 1 和 group 2），实现 SP+WRR 的调度功能。在队列调度时，两个 WRR 调度组先按照队列权重的配置对各自组内的队列进行调度，完成后，两组调度结果再与 SP 组之间使用 SP 算法进行队列调度。

例如，将队列 0 和 1 加入WRR队列组 1，权重分别为 1 和 2；将队列 3 加入WRR队列组 2，权重为 1；将队列 2 加入SP队列组，调度过程如 图 5-5 所示：

图5-5 SP+WRR 队列调度示意图



5.2 拥塞管理配置任务简介

表5-1 拥塞管理配置任务简介

配置任务	说明	详细配置
配置SP队列	可选	5.3.1
配置WRR队列	可选	5.3.2
配置SP+WRR队列	可选	5.3.3

5.3 拥塞管理配置

5.3.1 配置SP队列

1. 配置过程

表5-2 SP 队列配置过程

操作		命令	说明
进入系统视图		**system-view**	-
进入端口视图或端口组视图	进入以太网端口视图	**interface** *interface-type interface-number*	二者必选其一 进入端口视图后，下面进行的配置只在当前端口生效；进入端口组视图后，下面进行的配置将在端口组中的所有端口生效
	进入端口组视图	**port-group manual** *port-group-name*	
配置SP队列		**undo qos wrr**	可选 缺省情况下，端口使用SP队列进行调度

2. 配置举例

(1) 组网需求

配置 GigabitEthernet1/0/1 采用 SP 队列。

(2) 配置步骤

进入系统视图

```
<Sysname> system-view
```

配置 GigabitEthernet1/0/1 的 SP 队列。

```
[Sysname] interface gigabitethernet 1/0/1
[Sysname-GigabitEthernet1/0/1] undo qos wrr
```

5.3.2 配置WRR队列

1. 配置过程

表5-3 WRR 队列配置过程

操作		命令	说明
进入系统视图		**system-view**	-
进入端口视图或端口组视图	进入以太网端口视图	**interface** *interface-type interface-number*	二者必选其一 进入端口视图后，下面进行的配置只在当前端口生效；进入端口组视图后，下面进行的配置将在端口组中的所有端口生效
	进入端口组视图	**port-group manual** *port-group-name*	
配置WRR队列		**qos wrr** *queue-id* **group** *group-id* **weight** *schedule-value*	必选 缺省情况下，端口使用SP队列进行调度
显示WRR队列的配置		**display qos wrr interface** [*interface-type interface-number*]	可选 **display**命令可以在任意视图下执行

说明

为保证 WRR 队列能够按用户配置的权重按比例进行调度，在使用 WRR 分组调度时，建议在各个 WRR 组中加入编号连续的队列。

2. 配置举例

(1) 组网需求

- 配置端口 GigabitEthernet 1/0/1 上的队列为 WRR 队列
- 配置队列 0、1 属于为 WRR 分组 1，权重分别为 10、20
- 配置队列 2、3 属于为 WRR 分组 2，权重分别为 30、50

(2) 配置步骤

进入系统视图。

```
<Sysname> system-view
```

配置 GigabitEthernet1/0/1 的 WRR 队列。

```
[Sysname] interface gigabitethernet 1/0/1
[Sysname-GigabitEthernet1/0/1] qos wrr 0 group 1 weight 10
[Sysname-GigabitEthernet1/0/1] qos wrr 1 group 1 weight 20
[Sysname-GigabitEthernet1/0/1] qos wrr 2 group 2 weight 30
[Sysname-GigabitEthernet1/0/1] qos wrr 3 group 2 weight 50
```

5.3.3 配置SP+WRR队列

1. 配置过程

表5-4 SP+WRR 队列配置过程

操作		命令	说明
进入系统视图		**system-view**	-
进入端口视图或端口组视图	进入以太网端口视图	**interface** *interface-type interface-number*	二者必选其一 进入端口视图后，下面进行的配置只在当前端口生效；进入端口组视图后，下面进行的配置将在端口组中的所有端口生效
	进入端口组视图	**port-group manual** *port-group-name*	
配置SP队列		**qos wrr** *queue-id* **group sp**	必选
配置WRR队列		**qos wrr** *queue-id* **group** *group-id* **weight** *schedule-value*	必选

说明

为保证 WRR 队列能够按用户配置的权重按比例进行调度，在使用 SP+WRR 调度方式时，建议在 WRR 组中加入编号连续的队列。

2. 配置举例

(1) 组网需求

- 配置端口 GigabitEthernet 1/0/1 使用 SP+WRR 队列调度算法
- 配置端口 GigabitEthernet 1/0/1 上的 0 队列属于 SP 调度组
- 配置端口 GigabitEthernet 1/0/1 上的 1 队列属于 WRR 调度组 1，权重为 20
- 配置端口 GigabitEthernet 1/0/1 上的 2、3 队列属于 WRR 调度组 2，权重分别为 10、50

(2) 配置步骤

进入系统视图。

```
<Sysname> system-view
```

配置 GigabitEthernet1/0/1 的 SP+WRR 队列。

```
[Sysname] interface gigabitethernet 1/0/1
[Sysname-GigabitEthernet1/0/1] qos wrr 0 group sp
[Sysname-GigabitEthernet1/0/1] qos wrr 1 group 1 weight 20
[Sysname-GigabitEthernet1/0/1] qos wrr 2 group 2 weight 10
[Sysname-GigabitEthernet1/0/1] qos wrr 3 group 2 weight 50
```

6 流量过滤配置

6.1 流量过滤简介

流量过滤就是将符合流分类的流配置流量过滤动作。

例如，可以根据网络的实际情况禁止从某个源 IP 地址或某个 MAC 地址发送的报文通过，也可以通过 ACL 时间段来实现定期执行的流量过滤动作。

说明

用户也可以选择通过在端口应用 ACL 的方式来实现流量过滤功能，详细的介绍和配置请参见“ACL 配置”。

6.2 配置流量过滤

表6-1 配置流量过滤

操作		命令	说明
进入系统视图		**system-view**	-
定义类并进入类视图		**traffic classifier** *tcl-name* [**operator** { **and** | **or** }]	-
定义匹配数据包的规则		**if-match** *match-criteria*	-
退出类视图		**quit**	-
定义一个流行为并进入流行为视图		**traffic behavior** *behavior-name*	-
配置流量过滤动作		**filter** { **deny** | **permit** }	必选 **deny**表示丢弃数据包；**permit**表示允许数据包通过
退出流行为视图		**quit**	-
定义策略并进入策略视图		**qos policy** *policy-name*	-
在策略中为类指定采用的流行为		**classifier** *tcl-name* **behavior** *behavior-name*	-
退出策略视图		**quit**	-
应用QoS策略	基于端口	2.2.4 1. 基于端口应用QoS策略	-
	基于上线用户	2.2.4 2. 基于上线用户应用QoS策略	-
	基于VLAN	2.2.4 3. 基于VLAN应用QoS策略	-
	基于全局	2.2.4 4. 基于全局应用QoS策略	-

操作	命令	说明
显示流量过滤的相关配置信息	**display traffic behavior user-defined** [*behavior-name*] [**|** { **begin** | **exclude** | **include** } *regular-expression*]	可选 **display**命令可以在任意视图下执行

说明

由于丢弃数据包的动作与对数据包采取其它操作的动作之间存在冲突，因此，如果在流行为中同时配置了 **filter deny** 命令和其他动作，则引用该流行为的策略不能成功下发。

6.3 流量过滤配置举例

6.3.1 流量过滤配置举例

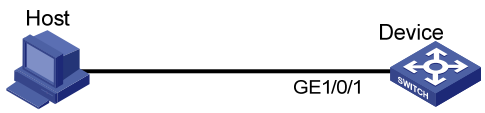
1. 组网需求

Host 通过端口 GigabitEthernet1/0/1 接入设备 Device。

配置流量过滤功能，对端口 GigabitEthernet1/0/1 接收的源端口号等于 21 的 TCP 报文进行丢弃。

2. 组网图

图6-1 配置流量过滤组网图



3. 配置步骤

定义高级 ACL 3000，匹配源端口号等于 21 的数据流。

```
<DeviceA> system-view
[DeviceA] acl number 3000
[DeviceA-acl-basic-3000] rule 0 permit tcp source-port eq 21
[DeviceA-acl-basic-3000] quit
```

定义类 classifier_1，匹配高级 ACL 3000。

```
[DeviceA] traffic classifier classifier_1
[DeviceA-classifier-classifier_1] if-match acl 3000
[DeviceA-classifier-classifier_1] quit
```

定义流行为 behavior_1，动作为流量过滤（**deny**），表示对数据包进行丢弃。

```
[DeviceA] traffic behavior behavior_1
[DeviceA-behavior-behavior_1] filter deny
[DeviceA-behavior-behavior_1] quit
```

定义策略 policy，为类 classifier_1 指定流行为 behavior_1。

```
[DeviceA] qos policy policy
```

```
[DeviceA-qospolicy-policy] classifier classifier_1 behavior behavior_1
[DeviceA-qospolicy-policy] quit
```

将策略 policy 应用到端口 GigabitEthernet1/0/1 的入方向上。

```
[DeviceA] interface gigabitethernet 1/0/1
[DeviceA-GigabitEthernet1/0/1] qos apply policy policy inbound
```

7 重标记配置

7.1 重标记简介

说明

重标记可以和优先级映射功能配合使用，具体请参见优先级映射章节 3.5.2 。

重标记是将报文的优先级或者标志位进行设置，重新定义流量的优先级等。例如，对于 IP 报文来说，所谓重标记就是对 IP 报文中的 IP 优先级或 DSCP 值进行重新设置，改变 IP 报文在网络传输中状态。

重标记动作的配置，可以通过与类关联，将原来报文的优先级或标志位重新进行标记。

7.2 配置重标记

表7-1 配置重标记

操作		命令	说明
进入系统视图		**system-view**	-
定义类并进入类视图		**traffic classifier** *tcl-name* [**operator** { **and** | **or** }]	-
定义匹配数据包的规则		**if-match** *match-criteria*	-
退出类视图		**quit**	-
定义一个流行为并进入流行为视图		**traffic behavior** *behavior-name*	-
配置标记报文的DSCP值		**remark dscp** *dscp-value*	可选
配置标记报文的802.1p优先级		**remark dot1p** *8021p*	可选
配置标记报文的IP优先级值		**remark ip-precedence** *ip-precedence-value*	可选
配置标记报文的本地优先级		**remark local-precedence** *local-precedence*	可选
重标记运营商VLAN ID		**remark service-vlan-id** *vlan-id*	可选
退出流行为视图		**quit**	-
定义策略并进入策略视图		**qos policy** *policy-name*	-
在策略中为类指定采用的流行为		**classifier** *tcl-name* **behavior** *behavior-name*	-
退出策略视图		**quit**	-
应用QoS	基于端口	2.2.4 1. 基于端口应用QoS策略	-

操作		命令	说明
策略	基于上线用户	2.2.4 2. 基于上线用户应用QoS策略	-
	基于VLAN	2.2.4 3. 基于VLAN应用QoS策略	-
	基于全局	2.2.4 4. 基于全局应用QoS策略	-
显示重标记的相关配置信息		**display traffic behavior user-defined** [*behavior-name*] [**|** { **begin** | **exclude** | **include** } *regular-expression*]	可选 **display**命令可以在任意视图下执行

7.3 重标记配置举例

7.3.1 重标记优先级配置举例

1. 组网需求

公司企业网通过 Device 实现互连。网络环境描述如下：

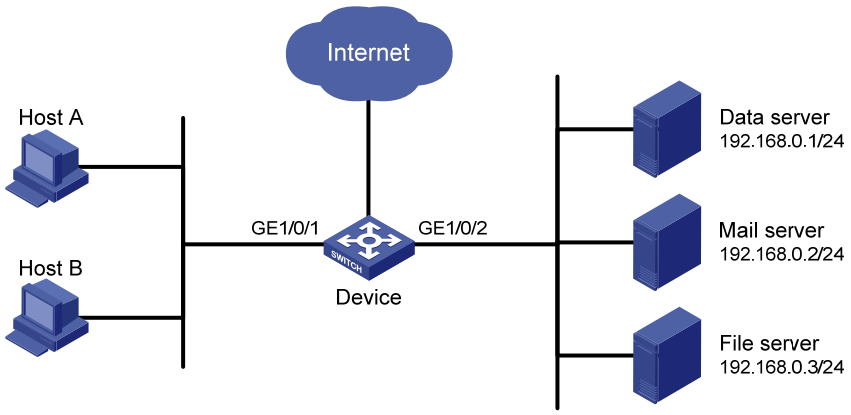
- Host A 和 Host B 通过端口 GigabitEthernet1/0/1 接入 Device；
- 数据库服务器、邮件服务器和文件服务器通过端口 GigabitEthernet1/0/2 接入 Device。

通过配置重标记功能，Device 上实现如下需求：

- 优先处理 Host A 和 Host B 访问数据库服务器的报文；
- 其次处理 Host A 和 Host B 访问邮件服务器的报文；
- 最后处理 Host A 和 Host B 访问文件服务器的报文。

2. 组网图

图7-1 配置重标记组网图



3. 配置步骤

定义高级 ACL 3000，对目的 IP 地址为 192.168.0.1 的报文进行分类。

```
<Device> system-view
```

```
[Device] acl number 3000
[Device-acl-adv-3000] rule permit ip destination 192.168.0.1 0
[Device-acl-adv-3000] quit
```

定义高级 ACL 3001，对目的 IP 地址为 192.168.0.2 的报文进行分类。

```
[Device] acl number 3001
[Device-acl-adv-3001] rule permit ip destination 192.168.0.2 0
[Device-acl-adv-3001] quit
```

定义高级 ACL 3002，对目的 IP 地址为 192.168.0.3 的报文进行分类。

```
[Device] acl number 3002
[Device-acl-adv-3002] rule permit ip destination 192.168.0.3 0
[Device-acl-adv-3002] quit
```

定义类 classifier_dbserver，匹配高级 ACL 3000。

```
[Device] traffic classifier classifier_dbserver
[Device-classifier-classifier_dbserver] if-match acl 3000
[Device-classifier-classifier_dbserver] quit
```

定义类 classifier_mserver，匹配高级 ACL 3001。

```
[Device] traffic classifier classifier_mserver
[Device-classifier-classifier_mserver] if-match acl 3001
[Device-classifier-classifier_mserver] quit
```

定义类 classifier_fserver，匹配高级 ACL 3002。

```
[Device] traffic classifier classifier_fserver
[Device-classifier-classifier_fserver] if-match acl 3002
[Device-classifier-classifier_fserver] quit
```

定义流行为 behavior_dbserver，动作为重标记报文的本地优先级为 6。

```
[Device] traffic behavior behavior_dbserver
[Device-behavior-behavior_dbserver] remark local-precedence 6
[Device-behavior-behavior_dbserver] quit
```

定义流行为 behavior_mserver，动作为重标记报文的本地优先级为 4。

```
[Device] traffic behavior behavior_mserver
[Device-behavior-behavior_mserver] remark local-precedence 4
[Device-behavior-behavior_mserver] quit
```

定义流行为 behavior_fserver，动作为重标记报文的本地优先级为 2。

```
[Device] traffic behavior behavior_fserver
[Device-behavior-behavior_fserver] remark local-precedence 2
[Device-behavior-behavior_fserver] quit
```

定义策略 policy_server，为类指定流行为。

```
[Device] qos policy policy_server
[Device-qospolicy-policy_server] classifier classifier_dbserver behavior behavior_dbserver
[Device-qospolicy-policy_server] classifier classifier_mserver behavior behavior_mserver
[Device-qospolicy-policy_server] classifier classifier_fserver behavior behavior_fserver
[Device-qospolicy-policy_server] quit
```

将策略 policy_server 应用到端口 GigabitEthernet1/0/1 上。

```
[Device] interface gigabitethernet 1/0/1
[Device-GigabitEthernet1/0/1] qos apply policy policy_server inbound
[Device-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

8 流量重定向配置

8.1 流量重定向简介

流量重定向就是将符合流分类的流重定向到其他地方进行处理。

本系列交换机支持将流量重定向到指定端口，当收到需要由某个端口处理的报文时，可以通过此配置将报文重定向到此端口。流量重定向只针对二层转发报文。

8.2 配置流量重定向

表8-1 配置流量重定向

操作		命令	说明
进入系统视图		**system-view**	-
定义类并进入类视图		**traffic classifier** *tcl-name* [**operator** { **and** | **or** }]	-
定义匹配数据包的规则		**if-match** *match-criteria*	-
退出类视图		**quit**	-
定义一个流行为并进入流行为视图		**traffic behavior** *behavior-name*	必选
配置流量重定向动作		**redirect interface** *interface-type interface-number*	必选 用户可根据需要选择重定向的方向
退出流行为视图		**quit**	-
定义策略并进入策略视图		**qos policy** *policy-name*	-
在策略中为类指定采用的流行为		**classifier** *tcl-name* **behavior** *behavior-name*	-
退出策略视图		**quit**	-
应用QoS策略	基于端口	2.2.4 1. 基于端口应用QoS策略	-
	基于VLAN	2.2.4 3. 基于VLAN应用QoS策略	-
	基于全局	2.2.4 4. 基于全局应用QoS策略	-

9 Burst功能配置

9.1 Burst功能简介

在下列情况下，Burst 功能可以提供更好的报文缓存功能和流量转发性能：

- 广播或者组播报文流量密集，瞬间突发大流量的网络环境中；
- 报文从高速链路进入设备，由低速链路转发出去；或者报文从相同速率的多个接口同时进入设备，由一个相同速率的接口转发出去。

用户可以通过使能 Burst 功能，降低设备在上述特定环境中的报文丢包率，提高对报文的处理能力。需要注意的是，使能 Burst 功能后，设备的 QoS 性能可能会受到影响，建议用户根据自己的具体网络环境进行配置。

9.2 配置Burst功能

9.2.1 配置准备

已确定实际网络环境需要启动 Burst 功能。

9.2.2 配置过程

表9-1 配置 Burst 功能

操作	命令	说明
进入系统视图	**system-view**	-
使能Burst功能	**burst-mode enable**	必选 缺省情况下，Burst功能处于关闭状态

9.3 Burst功能配置举例

9.3.1 Burst功能配置举例

1. 组网需求

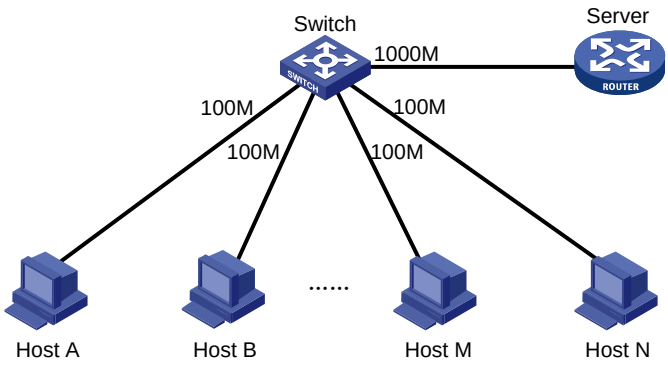
用户网络描述如下：

- Server 通过 1000Mbps 以太网接口接入 Switch，Server 会不定时发送大流量的广播或者组播报文给 Host。
- Host 通过 100Mbps 以太网卡接入 Switch。

通过 Switch 对 Server 发出的大流量报文进行处理，保证报文可以到达 Host。

2. 组网图

图9-1 配置 Burst 功能组网图



3. 配置步骤

进入系统视图。

```
<Switch> system-view
```

配置 Burst 功能。

```
[Switch] burst-mode enable
```

10 附录 A缺省优先级映射表

说明

dot1p-dot1p、**dscp-dscp** 映射表的缺省映射关系为：映射输出值等于输入值。

表10-1 dot1p-lp、dot1p-dscp 缺省映射关系

映射输入索引	dot1p-lp 映射	dot1p-dscp 映射
802.1p 优先级(dot1p)	本地优先级(lp)	dscp
0	2	0
1	0	8
2	1	16
3	3	24
4	4	32
5	5	40
6	6	48
7	7	56

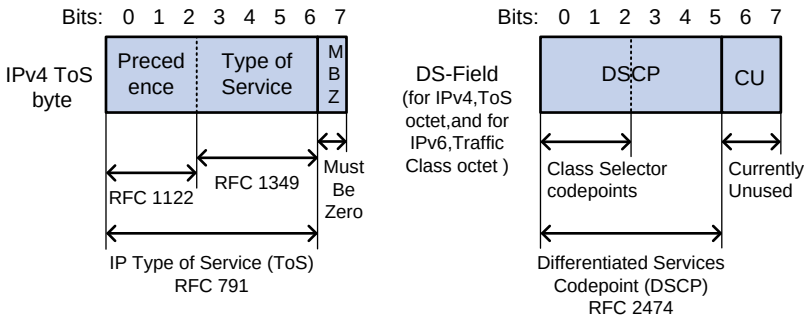
表10-2 dscp-lp、dscp-dot1p 缺省映射关系

映射输入索引	dscp-lp 映射	dscp-dot1p 映射
dscp	本地优先级 (lp)	802.1p 优先级(dot1p)
0～7	0	0
8～15	1	1
16～23	2	2
24～31	3	3
32～39	4	4
40～47	5	5
48～55	6	6
56～63	7	7

11 附录 B 各种优先级介绍

11.1 IP优先级和DSCP优先级

图11-1 ToS 和 DS 域



如 图 11-1 所示，IPv4 报文头的ToS字段有 8 个bit，其中前 3 个bit表示的就是IP优先级，取值范围为 0～7；IPv6 报文头的Traffic Classes字段有 8 个bit，其中前 3 个bit表示的就是IP优先级，取值范围为 0～7。RFC 2474 中，重新定义了IPv4 报文头部的ToS域和IPv6 报文头部的Traffic Classes域，称之为DS（Differentiated Services，差分服务）域，其中DSCP优先级用该域的前 6 位（0～5 位）表示，取值范围为 0～63，后 2 位（6、7 位）是保留位。

表11-1 IP 优先级说明

IP 优先级（十进制）	IP 优先级（二进制）	关键字
0	000	routine
1	001	priority
2	010	immediate
3	011	flash
4	100	flash-override
5	101	critical
6	110	internet
7	111	network

表11-2 DSCP 优先级说明

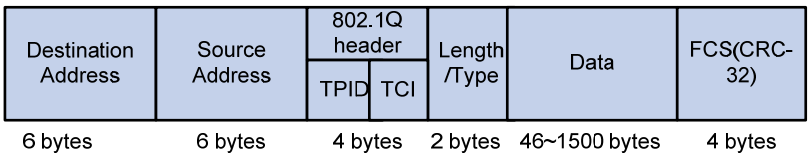
DSCP 优先级（十进制）	DSCP 优先级（二进制）	关键字
46	101110	ef
10	001010	af11
12	001100	af12
14	001110	af13

DSCP 优先级（十进制）	DSCP 优先级（二进制）	关键字
18	010010	af21
20	010100	af22
22	010110	af23
26	011010	af31
28	011100	af32
30	011110	af33
34	100010	af41
36	100100	af42
38	100110	af43
8	001000	cs1
16	010000	cs2
24	011000	cs3
32	100000	cs4
40	101000	cs5
48	110000	cs6
56	111000	cs7
0	000000	be（default）

11.2 802.1p优先级

802.1p 优先级位于二层报文头部，适用于不需要分析三层报头，而需要在二层环境下保证 QoS 的场合。

图11-2 带有 802.1Q 标签头的以太网帧



如 图 11-2 所示，4 个字节的 802.1Q标签头包含了 2 个字节的TPID（Tag Protocol Identifier，标签协议标识，取值为 0x8100）和 2 个字节的TCI（Tag Control Information，标签控制信息），图 11-3 显示了 802.1Q标签头的详细内容，Priority字段就是 802.1p优先级。之所以称此优先级为 802.1p 优先级，是因为有关这些优先级的应用是在 802.1p规范中被详细定义。

图11-3 802.1Q 标签头

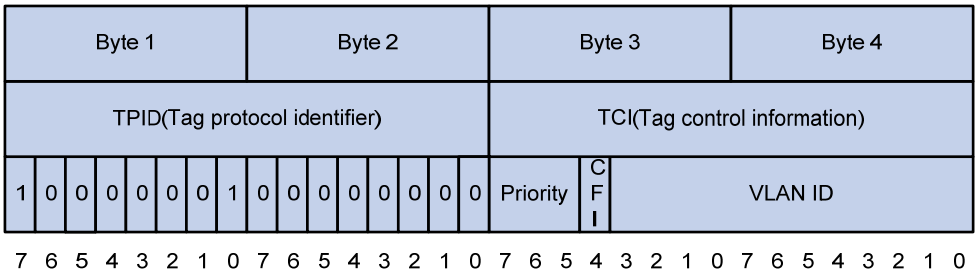


表11-3 802.1p 优先级说明

802.1p 优先级（十进制）	802.1p 优先级（二进制）	关键字
0	000	best-effort
1	001	background
2	010	spare
3	011	excellent-effort
4	100	controlled-load
5	101	video
6	110	voice
7	111	network-management