



# H3C MSR 系列路由器

## 可靠性配置指导(V7)

杭州华三通信技术有限公司  
<http://www.h3c.com.cn>

资料版本：6W103-20140512  
产品版本：MSR-CMW710-R0105

Copyright © 2013-2014 杭州华三通信技术有限公司及其许可者版权所有，保留一切权利。

未经本公司书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本书内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

H3C、**H3C**、H3CS、H3CIE、H3CNE、Aolynk、、H<sup>3</sup>Care、、IRF、NetPilot、Netflow、SecEngine、SecPath、SecCenter、SecBlade、Comware、ITCMM、HUASAN、华三均为杭州华三通信技术有限公司的商标。对于本手册中出现的其它公司的商标、产品标识及商品名称，由各自权利人拥有。

由于产品版本升级或其他原因，本手册内容有可能变更。**H3C** 保留在没有任何通知或者提示的情况下对本手册的内容进行修改的权利。本手册仅作为使用指导，**H3C** 尽全力在本手册中提供准确的信息，但是 **H3C** 并不确保手册内容完全没有错误，本手册中的所有陈述、信息和建议也不构成任何明示或暗示的担保。

# 前言

H3C MSR 系列路由器 配置指导(V7)共分为十五本手册，介绍了 MSR 系列路由器各软件特性的原理及其配置方法，包含原理简介、配置任务描述和配置举例。《可靠性配置指导》主要介绍可靠性相关的技术原理及配置，MSR 支持的可靠性技术包括接口备份、Track、VRRP 和 BFD。

前言部分包含如下内容：

- [适用款型](#)
- [读者对象](#)
- [本书约定](#)
- [产品配套资料](#)
- [资料获取方式](#)
- [技术支持](#)
- [资料意见反馈](#)

## 适用款型

本手册所描述的内容适用于 MSR 系列路由器中的如下款型：

款型	
MSR 2600	MSR 26-30
MSR 3600	MSR 36-10
	MSR 36-20
	MSR 36-40
	MSR 36-60
	MSR3600-28
	MSR3600-51
MSR 5600	MSR 56-60
	MSR 56-80

## 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
<b>粗体</b>	命令行关键字（命令中保持不变、必须照输的部分）采用 <b>加粗</b> 字体表示。
<i>斜体</i>	命令行参数（命令中必须由实际值进行替代的部分）采用 <i>斜体</i> 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择一个或者不选。
{ 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择一个、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. 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：

 <b>警告</b>	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。
 <b>注意</b>	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。
 <b>提示</b>	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。
 <b>说明</b>	对操作内容的描述进行必要的补充和说明。
 <b>窍门</b>	配置、操作、或使用设备的技巧、小窍门。

## 3. 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。

#### 4. 端口编号示例约定

本手册中出现的端口编号仅作参考，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。

## 产品配套资料

H3C MSR 系列路由器的配套资料包括如下部分：

大类	资料名称	内容介绍
产品知识介绍	路由器产品彩页	帮助您了解产品的主要规格参数及亮点
硬件描述与安装	路由器安装指导	帮助您详细了解设备硬件规格和安装方法，指导您对设备进行安装
	MSR 系列路由器接口模块手册	帮助您详细了解单板的硬件规格
业务配置	MSR 系列路由器配置指导(V7)	帮助您掌握设备软件功能的配置方法及配置步骤
	MSR 系列路由器命令参考(V7)	详细介绍设备的命令，相当于命令字典，方便您查阅各个命令的功能
运行维护	路由器版本说明书	帮助您了解产品版本的相关信息（包括：版本配套说明、兼容性说明、特性变更说明、技术支持信息）及软件升级方法

## 资料获取方式

您可以通过H3C网站（[www.h3c.com.cn](http://www.h3c.com.cn)）获取最新的产品资料：

H3C 网站与产品资料相关的主要栏目介绍如下：

- [\[服务支持/文档中心\]](#)：可以获取硬件安装类、软件升级类、配置类或维护类等产品资料。
- [\[产品技术\]](#)：可以获取产品介绍和技术介绍的文档，包括产品相关介绍、技术介绍、技术白皮书等。
- [\[解决方案\]](#)：可以获取解决方案类资料。
- [\[服务支持/软件下载\]](#)：可以获取与软件版本配套的资料。

## 技术支持

用户支持邮箱：[service@h3c.com](mailto: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.cn>

## 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](mailto:info@h3c.com)**

感谢您的反馈，让我们做得更好！

# 目 录

1 接口备份 .....	1-1
1.1 接口备份简介 .....	1-1
1.1.1 接口备份概述 .....	1-1
1.1.2 接口备份工作原理 .....	1-1
1.1.3 接口备份与Track联动 .....	1-3
1.2 接口备份配置任务简介 .....	1-3
1.3 配置主备方式 .....	1-3
1.3.1 配置主备备份 .....	1-3
1.3.2 配置接口备份与Track联动 .....	1-4
1.4 配置负载分担方式 .....	1-4
1.5 接口备份显示和维护 .....	1-5
1.6 接口备份典型配置举例 .....	1-5
1.6.1 主备备份配置举例 .....	1-5
1.6.2 接口备份与Track联动配置举例 .....	1-7
1.6.3 负载分担配置举例 .....	1-8

# 1 接口备份

## 1.1 接口备份简介

### 1.1.1 接口备份概述

接口备份是指同一台设备上的接口之间形成备份或负载分担的关系，通常由主接口承担业务传输，备份接口处于备份状态。当主接口本身或其所在线路发生故障而导致业务传输无法正常进行时，或当主接口的流量超过设定的阈值时，备份接口将被启动用来通讯，从而提高了网络的可靠性。

下列接口可以作为主接口、备份接口：

- 支持作为主接口的接口有：三层以太网接口、三层以太网子接口、三层 VE 接口、同步串口、异步串口、Dialer 接口、ISDN BRI 接口、ATM 接口、POS 接口、Tunnel 接口、Aux 口、MP-group 接口。
- 支持作为备份接口的接口有：三层以太网接口、三层以太网子接口、三层 VE 接口、同步串口、异步串口、Dialer 接口、ISDN BRI 接口、ATM 接口、POS 接口、Tunnel 接口、Aux 口、MP-group 接口、AM 接口。
- 当 Dialer 接口作为 PPPoE Client，且 PPPoE 会话工作在永久在线方式时，Dialer 接口可以被配置为主接口。
- 当 ISDN BRI 接口作为 ISDN 专线使用时，BRI 接口可以被配置为主接口。
- 当异步串口上配置了 DDR 功能时，不能作为主接口。

### 1.1.2 接口备份工作原理

接口备份有两种工作方式：主备方式、负载分担。

#### 1. 主备方式

用户可以给一个主接口绑定多个备份接口，主接口和备份接口之间是备份关系，在任意时间只有一个接口进行业务传输：

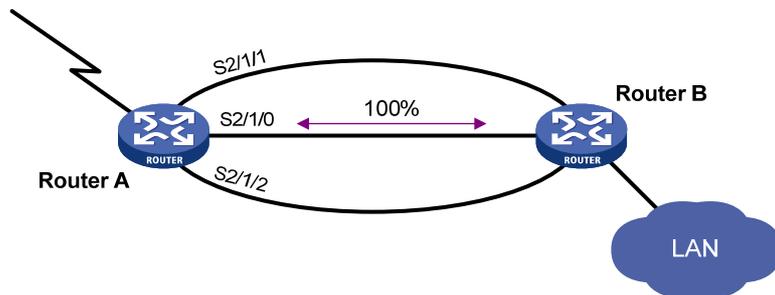
- 当主接口正常工作时，即使流量超负荷，备份接口也仍然处于备份状态，所有流量都通过主接口进行业务传输。
- 只有当主接口因故障无法进行业务传输时，优先级最高的备份接口才接替工作，并承担所有流量的传输。
- 当原先故障的主接口恢复正常时，业务传输会重新切换回主接口。

如 [图 1-1](#) 所示，Router A 的接口 Serial2/1/0 作为主接口，接口 Serial2/1/1（假设优先级为 30）和 Serial2/1/2（假设优先级为 20）作为备份接口。

- 当 Serial2/1/0 正常工作时，所有流量都通过 Serial2/1/0 传输；当 Serial2/1/0 故障时，会启用 Serial2/1/1 传输所有流量；当 Serial2/1/0 和 Serial2/1/1 都故障时，才启用 Serial2/1/2 传输所有流量。
- 当 Serial2/1/0 恢复正常时，所有流量会自动切换回 Serial2/1/0 上传输；如果 Serial2/1/0 仍然故障，Serial2/1/1 恢复正常时，所有流量会自动切换到 Serial2/1/1 上传输。

这样，通过接口间的自动备份和切换，确保了网络设备间业务流量平滑、通畅地传输。

图1-1 主备方式示意图



## 2. 负载分担

在主备方式下，在任意时间只有一个接口进行业务传输。当网络流量大于接口带宽的时候，会造成报文丢失。为了避免这种情况，同时为了提高链路的利用率，可以采用负载分担方式。在负载分担方式下，可以设定主接口流量的上下限阈值，使流量在主接口和备份接口间实现负载分担：

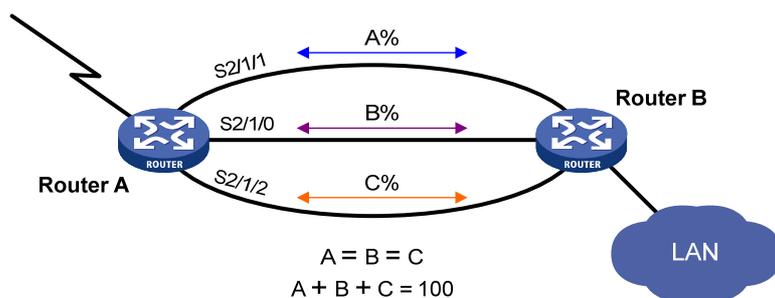
- 当主接口的数据流量达到负载分担门限的上限阈值时，优先级最高的可用备份接口将被启用，同主接口一起进行负载分担。如果负载分担后主接口分担的数据流量还是超过上限，再从剩余的可用备份接口中启动优先级最高的一个。以此类推，直至启用所有备份接口。
- 当主接口和备份接口的数据流量总和低于负载分担门限的下限阈值时，优先级最低的在用备份接口将被关闭，停止与主接口一起进行负载分担。如果关闭了一个备份接口后流量总和仍然低于下限，则从剩余的在用备份接口中关闭优先级最低的一个。以此类推，直至关闭了所有在用备份接口。

### 说明

在计算某个接口的流量时，系统采用的是该接口接收流量和发送流量中的较大值。

如 [图 1-2](#) 所示，Router A 的接口 Serial2/1/0 作为主接口，接口 Serial2/1/1 和 Serial2/1/2 作为备份接口。当 Serial2/1/0 接口的实际流量超过负载分担门限的上限阈值时，会启用 Serial2/1/1。如果此时 Serial2/1/0 接口分担的实际流量还是超过负载分担门限的上限阈值，则会启用 Serial2/1/2。

图1-2 负载分担示意图



### 1.1.3 接口备份与Track联动

接口备份与 Track 联动时，用户可以配置某个接口与 Track 项关联，使该接口作为备份接口，通过 Track 项来监测主链路的状态，从而可以根据网络环境的变化来改变备份接口的状态：

- 如果 Track 项的状态为 **Positive**，说明主链路通信正常，备份接口保持在备份状态。
- 如果 Track 项的状态为 **Negative**，说明主链路出现故障，备份接口将成为主接口负责业务传输。
- 如果 Track 项创建后一直处于 **NotReady** 状态，说明 Track 关联监测模块的配置尚未生效，备份接口将维持原有转发状态不变；如果 Track 项由其它状态转变为 **NotReady** 状态，则备份接口将恢复为原有状态。

关于接口备份与 Track 联动的详细介绍和相关配置请参见“可靠性配置指导”中的“Track”。

## 1.2 接口备份配置任务简介

表1-1 接口备份配置任务简介

配置任务		说明	详细配置
配置主备方式	配置主备备份	请用户根据实际需要选择一种方式 两种主备方式不能同时使用	<a href="#">1.3.1</a>
	配置接口备份与Track联动		<a href="#">1.3.2</a>
配置负载分担方式	配置负载分担		<a href="#">1.4</a>



#### 提示

- 采用主备方式还是负载分担方式，主要根据用户是否配置了负载分担门限的上下限阈值来判断。一旦配置了该阈值，则采用负载分担方式，否则采用主备方式。
- 在负载分担方式下，若主接口链路状态为 **DOWN**，将仍按照主备方式备份。
- 一台设备上最多允许同时存在 10 个主接口。
- 一个备份接口只能为 1 个主接口提供备份。

## 1.3 配置主备方式

主备方式可以通过配置主备备份或配置接口备份与 Track 联动的方式来实现，但这两种方式不能同时使用。

### 1.3.1 配置主备备份

用户可以为一个主接口配置多个备份接口，这些备份接口的优先级将作为启用备份接口顺序的参考，优先级高的将优先被启用。如果多个备份接口的优先级相同，则会优先启用先配置的备份接口。

为防止由于接口链路状态不稳定而引起接口状态的频繁切换，可以配置接口状态切换的延迟时间。若在用接口链路状态发生改变，系统将在该延迟时间后再做切换，若该延迟时间内在用接口链路状态恢复，则不进行切换。

请用户通过配置（静态路由、动态路由）确保主接口、备份接口与目的网段之间路由可达，以便流量的转发接口变更后流量能够顺利到达目的网络。

表1-2 配置主备份

操作	命令	说明
进入系统视图	<b>system-view</b>	-
进入主接口视图	<b>interface</b> <i>interface-type</i> <i>interface-number</i>	-
配置主接口的备份接口	<b>backup interface</b> <i>interface-type</i> <i>interface-number</i> [ <i>priority</i> ]	缺省情况下，没有为主接口配置备份接口 多次执行本命令可以为同一主接口配置多个备份接口，最多可以配置3个
配置接口状态切换延时	<b>backup timer delay</b> <i>up-delay</i> <i>down-delay</i>	缺省情况下，接口状态切换延时均为5秒

### 1.3.2 配置接口备份与Track联动

配置本功能时需要注意：

- 一个接口只能关联一个 Track 项。接口上关联的 Track 项可以是未创建的 Track 项，但是，只有当该 Track 项创建后，联动功能才开始生效。
- 通过本方式配置的备份接口的数量建议不要超过 64 个，否则可能影响设备的正常运行。

表1-3 配置接口备份与 Track 联动

操作	命令	说明
进入系统视图	<b>system-view</b>	-
进入接口视图	<b>interface</b> <i>interface-type</i> <i>interface-number</i>	-
配置接口与Track项关联	<b>backup track</b> <i>track-entry-number</i>	缺省情况下，接口没有与Track项关联 配置本命令后，该接口将作为备份接口

## 1.4 配置负载分担方式

接口备份模块定时检测流经主接口和备份接口的数据流量，根据数据流量占主接口带宽的百分比数值是否超过配置的负载分担门限来决定是否启用或关闭备份接口参与负载分担。

当多个备份接口的优先级相同时，将根据其配置的先后顺序来决定启用或关闭：

- 先配置的备份接口，将被优先启用，与主接口一起进行负载分担。
- 后配置的备份接口，将被优先关闭，停止与主接口一起进行负载分担。

在支持快速转发的设备上，启动负载分担方式后，对于建立快转表项的流量不起作用。有关快速转发的详细介绍，请参见“三层技术-IP 业务配置指导”中的“快速转发”。

表1-4 配置负载分担方式

操作	命令	说明
进入系统视图	<b>system-view</b>	-
进入主接口视图	<b>interface</b> <i>interface-type</i> <i>interface-number</i>	-
配置主接口的备份接口	<b>backup interface</b> <i>interface-type</i> <i>interface-number</i> [ <i>priority</i> ]	缺省情况下，没有为主接口配置备份接口 多次执行本命令可以为同一主接口配置多个备份接口，最多可以配置3个
配置负载分担门限	<b>backup threshold</b> <i>upper-threshold</i> <i>lower-threshold</i>	缺省情况下，没有配置负载分担门限
配置检测主接口和备份接口流量的时间间隔	<b>backup timer flow-check</b> <i>interval</i>	缺省情况下，检测主接口和备份接口流量的时间间隔为30秒

## 1.5 接口备份显示和维护

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接口备份的运行情况，通过查看显示信息验证配置的效果。

表1-5 接口备份显示和维护

操作	命令
查看参与负载分担的接口的流量统计信息	<b>display interface-backup statistics</b>
查看主接口与备份接口的状态	<b>display interface-backup state</b>

## 1.6 接口备份典型配置举例

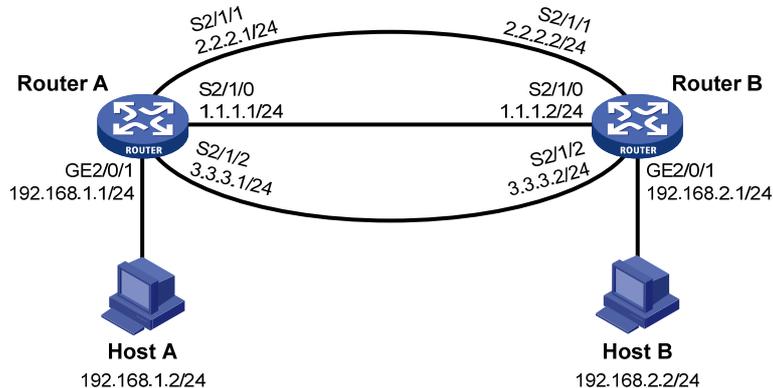
### 1.6.1 主备备份配置举例

#### 1. 组网需求

- 把 Router A 的接口 Serial2/1/1 和 Serial2/1/2 配置为主接口 Serial2/1/0 的备份接口，并优先使用备份接口 Serial2/1/1。
- 配置主接口与备份接口相互切换的延时。

## 2. 组网图

图1-3 配置主备备份组网图



## 3. 配置步骤

### (1) 配置 IP 地址

请按照 [图 1-3](#) 配置各接口的IP地址和子网掩码，具体配置过程略。

### (2) 配置静态路由

# 在 Router A 上配置到 Host B 所在网段 192.168.2.0/24 的静态路由。

```
<RouterA> system-view
[RouterA] ip route-static 192.168.2.0 24 serial 2/1/0
[RouterA] ip route-static 192.168.2.0 24 serial 2/1/1
[RouterA] ip route-static 192.168.2.0 24 serial 2/1/2
```

# 在 Router B 上配置到 Host A 所在网段 192.168.1.0/24 的静态路由。

```
<RouterB> system-view
[RouterB] ip route-static 192.168.1.0 24 serial 2/1/0
[RouterB] ip route-static 192.168.1.0 24 serial 2/1/1
[RouterB] ip route-static 192.168.1.0 24 serial 2/1/2
```

### (3) 在 Router A 上配置备份接口及主备接口切换的延时

# 把 Serial2/1/1 和 Serial2/1/2 分别配置为 Serial2/1/0 的备份接口，其优先级分别为 30 和 20。

```
[RouterA] interface serial 2/1/0
[RouterA-Serial2/1/0] backup interface serial 2/1/1 30
[RouterA-Serial2/1/0] backup interface serial 2/1/2 20
```

# 配置主备接口相互切换的延时均为 10 秒。

```
[RouterA-Serial2/1/0] backup timer delay 10 10
```

## 4. 验证配置

在 Router A 上检验配置效果：

# 查看主接口与备份接口的状态，可以看到主接口 Serial2/1/0 处于 UP 状态，两个备份接口都处于备用状态。

```
[RouterA-Serial2/1/0] display interface-backup state
Interface: S2/1/0
  UpDelay: 10 s
  DownDelay: 10 s
```

```

State: UP
Backup interfaces:
S2/1/1          Priority: 30   State: STANDBY
S2/1/2          Priority: 20   State: STANDBY

```

# 手工关闭主接口 Serial2/1/0。

```
[RouterA-Serial2/1/0] shutdown
```

# 关闭主接口 10 秒后，接口备份启用优先级较高的备份接口 Serial2/1/1，此时查看主接口与备份接口的状态，可以看到主接口 Serial2/1/0 处于 DOWN 状态，备份接口 Serial2/1/1 处于 UP 状态，备份接口 Serial2/1/2 仍然处于备用状态。

```
[RouterA-Serial2/1/0] display interface-backup state
```

```

Interface: S2/1/0
UpDelay: 10 s
DownDelay: 10 s
State: DOWN
Backup interfaces:
S2/1/1          Priority: 30   State: UP
S2/1/2          Priority: 20   State: STANDBY

```

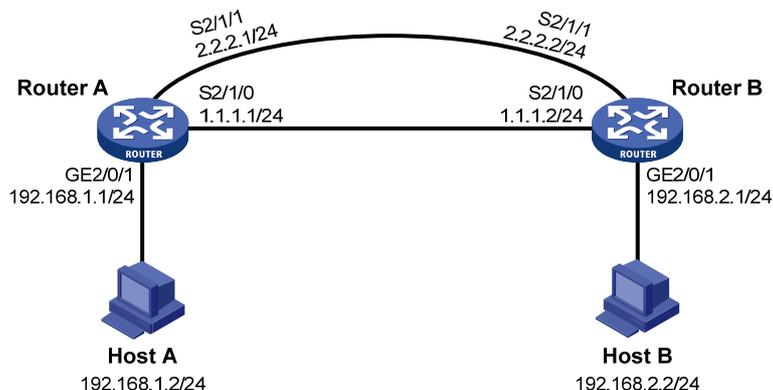
## 1.6.2 接口备份与Track联动配置举例

### 1. 组网需求

把 Router A 的接口 Serial2/1/1 配置为与 Track 项 1 联动的备份接口，Track 项 1 跟踪的主链路为接口 Serial2/1/0。

### 2. 组网图

图1-4 配置接口备份与Track联动组网图



### 3. 配置步骤

#### (1) 配置 IP 地址

请按照 图 1-4 配置各接口的IP地址和子网掩码，具体配置过程略。

#### (2) 配置静态路由

# 在 Router A 上配置到 Host B 所在网段 192.168.2.0/24 的静态路由。

```

<RouterA> system-view
[RouterA] ip route-static 192.168.2.0 24 serial 2/1/0

```

```
[RouterA] ip route-static 192.168.2.0 24 serial 2/1/1
# 在 Router B 上配置到 Host A 所在网段 192.168.1.0/24 的静态路由。
```

```
<RouterB> system-view
[RouterB] ip route-static 192.168.1.0 24 serial 2/1/0
[RouterB] ip route-static 192.168.1.0 24 serial 2/1/1
```

(3) 在 Router A 上配置备份接口与 Track 项进行联动

# 创建 Track 项 1，与接口 Serial2/1/0 的链路状态关联。

```
[RouterA] track 1 interface serial 2/1/0
# 将备份接口 Serial2/1/1 与 Track 项 1 进行联动。
```

```
[RouterA] interface serial 2/1/1
[RouterA-Serial2/1/1] backup track 1
[RouterA-Serial2/1/1] quit
```

#### 4. 验证配置

在 Router A 上检验配置效果：

# 查看与 Track 联动的备份接口的状态，此时备份接口 Serial2/1/1 处于备用状态。

```
[RouterA] display interface-backup state
IB Track Information:
  S2/1/1          Track: 1      State: STANDBY
```

# 手工关闭主链路接口 Serial2/1/0。

```
[RouterA] interface serial 2/1/0
[RouterA-Serial2/1/0] shutdown
```

# 主链路故障，备份接口应当被启用，此时可以查看到备份接口 Serial2/1/1 处于 UP 状态。

```
[RouterA-Serial2/1/0] display interface-backup state
IB Track Information:
  S2/1/1          Track: 1      State: UP
```

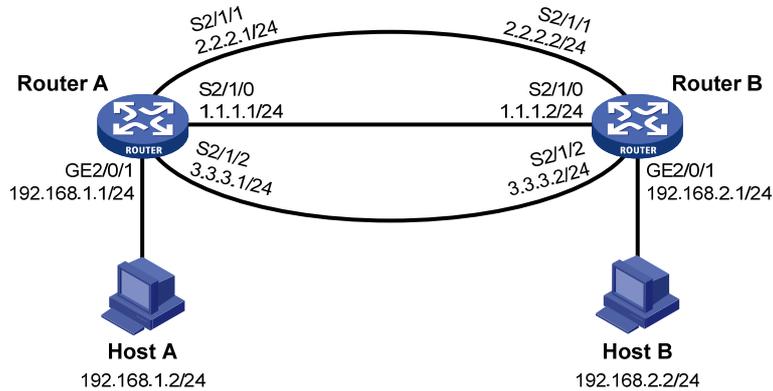
### 1.6.3 负载分担配置举例

#### 1. 组网需求

- 把 Router A 的接口 Serial2/1/1 和 Serial2/1/2 配置为主接口 Serial2/1/0 的备份接口，并优先使用备份接口 Serial2/1/1。
- 配置计算负载分担门限的主接口带宽以及负载分担门限的上下限阈值。

## 2. 组网图

图1-5 配置负载分担组网图



## 3. 配置步骤

### (1) 配置 IP 地址

请按照 [图 1-5](#) 配置各接口的IP地址和子网掩码，具体配置过程略。

### (2) 配置静态路由

# 在 Router A 上配置到 Host B 所在网段 192.168.2.0/24 的静态路由。

```
<RouterA> system-view
[RouterA] ip route-static 192.168.2.0 24 serial 2/1/0
[RouterA] ip route-static 192.168.2.0 24 serial 2/1/1
[RouterA] ip route-static 192.168.2.0 24 serial 2/1/2
```

# 在 Router B 上配置到 Host A 所在网段 192.168.1.0/24 的静态路由。

```
<RouterB> system-view
[RouterB] ip route-static 192.168.1.0 24 serial 2/1/0
[RouterB] ip route-static 192.168.1.0 24 serial 2/1/1
[RouterB] ip route-static 192.168.1.0 24 serial 2/1/2
```

### (3) 在 Router A 上配置备份接口及负载分担

# 把 Serial2/1/1 和 Serial2/1/2 分别配置为 Serial2/1/0 的备份接口，其优先级分别为 30 和 20。

```
[RouterA] interface serial 2/1/0
[RouterA-Serial2/1/0] backup interface serial 2/1/1 30
[RouterA-Serial2/1/0] backup interface serial 2/1/2 20
```

# 配置计算负载分担门限的主接口带宽为 10000kbps。

```
[RouterA-Serial2/1/0] bandwidth 10000
```

# 配置负载分担门限的上限阈值为 80，下限阈值为 20。

```
[RouterA-Serial2/1/0] backup threshold 80 20
```

## 4. 验证配置

在 Router A 上检验配置效果：

# 查看参与负载分担的接口的流量统计信息。

```
[RouterA-Serial2/1/0] display interface-backup statistics
Interface: Serial2/1/0
  Statistics interval: 30 s
```

```
Bandwidth: 10000000 bps
PrimaryTotalIn: 102 bytes
PrimaryTotalOut: 108 bytes
PrimaryIntervalIn: 102 bytes
PrimaryIntervalOut: 108 bytes
Primary used bandwidth: 28 bps
TotalIn: 102 bytes
TotalOut: 108 bytes
TotalIntervalIn: 102 bytes
TotalIntervalOut: 108 bytes
Total used bandwidth: 28 bps
```

# 查看主接口与备份接口的状态，可以看到主接口 **Serial2/1/0** 处于 **UP** 状态，两个备份接口都处于备用状态。

```
[RouterA-Serial2/1/0] display interface-backup state
```

```
Interface: S2/1/0
  UpDelay: 0 s
  DownDelay: 0 s
  Upper threshold: 80
  Lower threshold: 20
  State: UP
  Backup interfaces:
    S2/1/1          Priority: 30   State: STANDBY
    S2/1/2          Priority: 20   State: STANDBY
```

# 当通过主接口 **Serial2/1/0** 的数据流量大于 **8000kbps**（即  $10000\text{kbps} \times 80\%$ ）时，接口备份首先启用优先级较高的备份接口 **Serial2/1/1**，此时查看主接口与备份接口的状态，可以看到主接口 **Serial2/1/0** 和备份接口 **Serial2/1/1** 都处于 **UP** 状态，备份接口 **Serial2/1/2** 仍然处于备用状态。

```
[RouterA-Serial2/1/0] display interface-backup state
```

```
Interface: S2/1/0
  UpDelay: 0 s
  DownDelay: 0 s
  Upper threshold: 80
  Lower threshold: 20
  State: UP
  Backup interfaces:
    S2/1/1          Priority: 30   State: UP
    S2/1/2          Priority: 20   State: STANDBY
```

# 目 录

1 VRRP.....	1-1
1.1 VRRP简介.....	1-1
1.2 VRRP标准协议模式.....	1-2
1.2.1 VRRP备份组.....	1-2
1.2.2 VRRP定时器.....	1-3
1.2.3 Master路由器选举.....	1-4
1.2.4 VRRP监视功能.....	1-4
1.2.5 VRRP应用.....	1-5
1.3 VRRP负载均衡模式.....	1-6
1.3.1 虚拟MAC地址的分配.....	1-7
1.3.2 虚拟转发器.....	1-9
1.4 协议规范.....	1-11
1.5 配置IPv4 VRRP.....	1-11
1.5.1 IPv4 VRRP配置任务简介.....	1-11
1.5.2 配置IPv4 VRRP的工作模式.....	1-12
1.5.3 配置使用的IPv4 VRRP版本.....	1-12
1.5.4 创建备份组并配置备份组的虚拟IP地址.....	1-12
1.5.5 配置路由器在备份组中的优先级、抢占方式及监视功能.....	1-13
1.5.6 配置IPv4 VRRP报文的相关属性.....	1-14
1.5.7 配置虚拟转发器监视功能.....	1-15
1.5.8 开启告警功能.....	1-15
1.5.9 关闭IPv4 VRRP备份组.....	1-16
1.5.10 IPv4 VRRP显示和维护.....	1-16
1.6 配置IPv6 VRRP.....	1-16
1.6.1 IPv6 VRRP配置任务简介.....	1-16
1.6.2 配置IPv6 VRRP的工作模式.....	1-17
1.6.3 创建备份组并配置备份组的虚拟IPv6地址.....	1-17
1.6.4 配置路由器在备份组中的优先级、抢占方式及监视功能.....	1-18
1.6.5 配置虚拟转发器监视功能.....	1-19
1.6.6 配置IPv6 VRRP报文的相关属性.....	1-19
1.6.7 关闭IPv6 VRRP备份组.....	1-20
1.6.8 IPv6 VRRP显示和维护.....	1-20
1.7 IPv4 VRRP典型配置举例.....	1-21

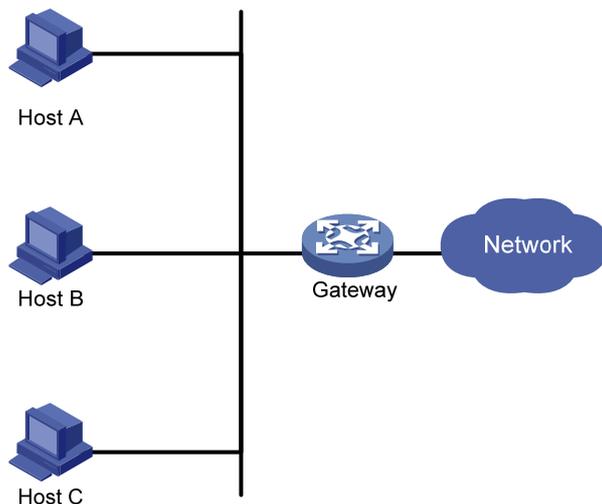
1.7.1 IPv4 VRRP单备份组配置举例 .....	1-21
1.7.2 VRRP多备份组配置举例.....	1-23
1.7.3 VRRP负载均衡模式配置举例 .....	1-26
1.8 IPv6 VRRP典型配置举例 .....	1-34
1.8.1 IPv6 VRRP单备份组配置举例 .....	1-34
1.8.2 IPv6 VRRP多备份组配置举例 .....	1-37
1.8.3 IPv6 VRRP负载均衡模式配置举例 .....	1-39
1.9 VRRP常见错误配置举例 .....	1-48
1.9.1 出现配置错误的提示 .....	1-48
1.9.2 同一个备份组内出现多个Master路由器 .....	1-48
1.9.3 VRRP的状态频繁转换 .....	1-49

# 1 VRRP

## 1.1 VRRP简介

通常，同一网段内的所有主机上都存在一个相同的默认网关。主机发往其它网段的报文将通过默认网关进行转发，从而实现主机与外部网络的通信。如 [图 1-1](#) 所示，当默认网关发生故障时，本网段内所有主机将无法与外部网络通信。

图1-1 局域网组网方案



默认网关为用户的配置操作提供了方便，但是对网关设备提出了很高的稳定性要求。增加网关是提高链路可靠性的常见方法，此时如何在多个出口之间进行选路就成为需要解决的问题。

VRRP (Virtual Router Redundancy Protocol, 虚拟路由器冗余协议) 可以解决这个问题，VRRP 功能将可以承担网关功能的一组路由器加入到备份组中，形成一台虚拟路由器，由 VRRP 的选举机制决定哪台路由器承担转发任务，局域网内的主机只需将虚拟路由器配置为默认网关。

VRRP 在提高可靠性的同时，简化了主机的配置。在具有组播或广播能力的局域网（如以太网）中，借助 VRRP 能在某台路由器出现故障时仍然提供高可靠的链路，有效避免单一链路发生故障后网络中断的问题。

设备支持两种工作模式的 VRRP：

- 标准协议模式：基于 RFC 实现的 VRRP，详细介绍请参见“[1.2 VRRP 标准协议模式](#)”。
- 负载均衡模式：在标准协议模式的基础上进行了扩展，实现了负载均衡功能，详细介绍请参见“[1.3 VRRP 负载均衡模式](#)”。

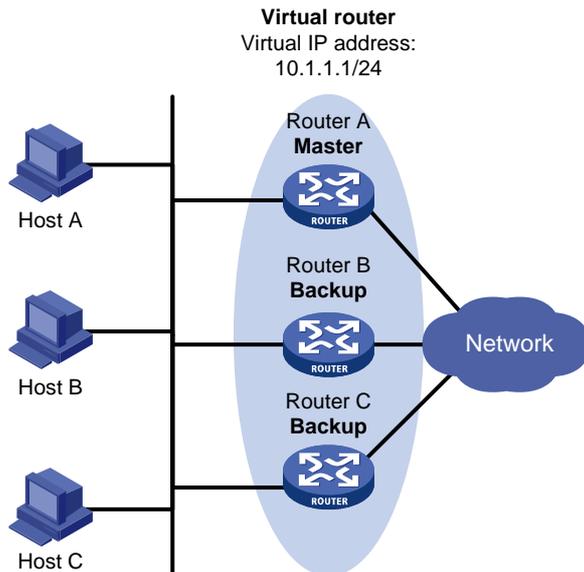
VRRP 包括 VRRPv2 和 VRRPv3 两个版本，VRRPv2 版本只支持 IPv4 VRRP，VRRPv3 版本支持 IPv4 VRRP 和 IPv6 VRRP。

## 1.2 VRRP标准协议模式

### 1.2.1 VRRP备份组

VRRP 将局域网内的可以承担网关功能的一组路由器划分在一起，组成一个备份组。备份组由一台 **Master** 路由器和多台 **Backup** 路由器组成，对外相当于一台虚拟路由器。虚拟路由器具有 IP 地址，称为虚拟 IP 地址。局域网内的主机仅需要知道这台虚拟路由器的 IP 地址，并将其设置为网关的 IP 地址即可。局域网内的主机通过这台虚拟路由器与外部网络进行通信。

图1-2 VRRP 组网示意图



如 [图 1-2](#) 所示，Router A、Router B和Router C组成一台虚拟路由器。此虚拟路由器有自己的IP地址，由用户手工指定。局域网内的主机将虚拟路由器设置为默认网关。Router A、Router B和Router C中优先级最高的路由器作为Master路由器，承担网关的功能，其余两台路由器作为Backup路由器，当Master路由器发生故障时，取代Master路由器继续履行网关职责，从而保证局域网内的主机可不间断地与外部网络进行通信。

#### 说明

虚拟路由器的 IP 地址可以是备份组所在网段中未被分配的 IP 地址，也可以和备份组内的某个路由器的接口 IP 地址相同。接口 IP 地址与虚拟 IP 地址相同的路由器被称为 IP 地址拥有者。在同一个 VRRP 备份组中，只能存在一个 IP 地址拥有者。

#### 1. 备份组中路由器的优先级

VRRP 根据优先级来确定备份组中每台路由器的角色（Master 路由器或 Backup 路由器）。优先级越高，则越有可能成为 Master 路由器。

VRRP 优先级的取值范围为 0 到 255（数值越大表明优先级越高），可配置的范围是 1 到 254，优先级 0 为系统保留给特殊用途来使用，255 则是系统保留给 IP 地址拥有者。当路由器为 IP 地址拥有

者时，其优先级始终为 255。因此，当备份组内存在 IP 地址拥有者时，只要其工作正常，则为 Master 路由器。

## 2. 备份组中路由器的工作方式

备份组中的路由器具有以下两种工作方式：

- 非抢占方式：在该方式下只要 Master 路由器没有出现故障，Backup 路由器即使随后被配置了更高的优先级也不会成为 Master 路由器。非抢占方式可以避免频繁地切换 Master 路由器。
- 抢占方式：在该方式下 Backup 路由器一旦发现自己的优先级比当前 Master 路由器的优先级高，就会触发 Master 路由器的重新选举，并最终取代原有的 Master 路由器。抢占方式可以确保承担转发任务的 Master 路由器始终是备份组中优先级最高的路由器。

## 3. 备份组中路由器的认证方式

VRRP 通过在 VRRP 报文中增加认证字的方式，验证接收到的 VRRP 报文，防止非法用户构造报文攻击备份组内的路由器。VRRP 提供了两种认证方式：

- 简单字符认证：发送 VRRP 报文的路由器将认证字填入到 VRRP 报文中，而收到 VRRP 报文的的路由器会将收到的 VRRP 报文中的认证字和本地配置的认证字进行比较。如果认证字相同，则认为接收到的报文是真实、合法的 VRRP 报文；否则认为接收到的报文是一个非法报文，将其丢弃。
- MD5 认证：发送 VRRP 报文的的路由器利用认证字和 MD5 算法对 VRRP 报文进行摘要运算，运算结果保存在 VRRP 报文中。收到 VRRP 报文的的路由器会利用本地配置的认证字和 MD5 算法进行同样的运算，并将运算结果与认证头的内容进行比较。如果相同，则认为接收到的报文是合法的 VRRP 报文；否则认为接收到的报文是一个非法报文，然后将其丢弃。

在一个安全的网络中，用户也可以不设置认证方式。



VRRPv3 版本的 IPv4 VRRP 和 IPv6 VRRP 均不支持对 VRRP 报文进行认证。

---

## 1.2.2 VRRP定时器

### 1. 偏移时间

偏移时间（Skew\_Time）用来避免 Master 路由器出现故障时，备份组中的多个 Backup 路由器在同一时刻同时转变为 Master 路由器，导致备份组中存在多台 Master 路由器。

Skew\_Time 的值不可配置，其计算方法与使用的 VRRP 协议版本有关：

- 使用 VRRPv2 版本（RFC 3768）时，计算方法为： $(256 - \text{路由器在备份组中的优先级}) / 256$
- 使用 VRRPv3 版本（RFC 5798）时，计算方法为： $((256 - \text{路由器在备份组中的优先级}) \times \text{VRRP 通告报文的发送时间间隔}) / 256$

### 2. VRRP通告报文发送间隔定时器

VRRP 备份组中的 Master 路由器会定时发送 VRRP 通告报文，通知备份组内的路由器自己工作正常。

用户可以通过命令行来调整 Master 路由器发送 VRRP 通告报文的发送间隔。如果 Backup 路由器在等待了  $3 \times \text{发送间隔} + \text{Skew\_Time}$  后，依然没有收到 VRRP 通告报文，则认为自己是 Master 路由器，并向本组其它路由器发送 VRRP 通告报文，重新进行 Master 路由器的选举。

### 3. VRRP 抢占延迟定时器

为了避免备份组内的成员频繁进行主备状态转换、让 Backup 路由器有足够的时间搜集必要的信息（如路由信息），在抢占方式下，Backup 路由器接收到优先级低于本地优先级的 VRRP 通告报文后，不会立即抢占成为 Master 路由器，而是等待一定时间——抢占延迟时间 + Skew\_Time 后，才会对外发送 VRRP 通告报文通过 Master 路由器选举取代原来的 Master 路由器。

## 1.2.3 Master 路由器选举

备份组中的路由器根据优先级确定自己在备份组中的角色。路由器加入备份组后，初始处于 Backup 状态：

- 如果等待  $3 \times \text{发送间隔} + \text{Skew\_Time}$  后还没有收到 VRRP 通告报文，则转换为 Master 状态；
- 如果在  $3 \times \text{发送间隔} + \text{Skew\_Time}$  内收到优先级大于或等于自己优先级的 VRRP 通告报文，则保持 Backup 状态；
- 如果在  $3 \times \text{发送间隔} + \text{Skew\_Time}$  内收到优先级小于自己优先级的 VRRP 通告报文，且路由器工作在非抢占方式，则保持 Backup 状态；否则，路由器抢占成为 Master 路由器。

通过上述步骤选举出的 Master 路由器启动 VRRP 通告报文发送间隔定时器，定期向外发送 VRRP 通告报文，通知备份组内的其它路由器自己工作正常；Backup 路由器则启动定时器等待 VRRP 通告报文的到来。



#### 说明

- 当 Backup 路由器收到 VRRP 通告报文后，只会将自己的优先级与通告报文中的优先级进行比较，不会比较 IP 地址。
  - 由于网络故障原因造成备份组中存在多台 Master 路由器时，这些 Master 路由器会根据优先级和 IP 地址选举出一个 Master 路由器：优先级高的路由器成为 Master 路由器；优先级低的成为 Backup 路由器；如果优先级相同，则 IP 地址大的成为 Master 路由器。
- 

## 1.2.4 VRRP 监视功能



#### 提示

VRRP 监视功能只能工作在抢占方式下，用以保证只有优先级最高的路由器才能成为 Master 路由器。

---

VRRP 监视功能通过 NQA（Network Quality Analyzer，网络质量分析）、BFD（Bidirectional Forwarding Detection，双向转发检测）等监测 Master 路由器和上行链路的状态，并通过 Track 功能在 VRRP 设备状态和 NQA/BFD 之间建立关联：

- 监视上行链路，根据上行链路的状态，改变路由器的优先级。当 Master 路由器的上行链路出现故障，局域网内的主机无法通过网关访问外部网络时，被监视 Track 项的状态变为 Negative，Master 路由器的优先级降低指定的数值。使得当前的 Master 路由器不是组内优先级最高的路由器，而其它路由器成为 Master 路由器，保证局域网内主机与外部网络的通信不会中断。
- 在 Backup 路由器上监视 Master 路由器的状态。当 Master 路由器出现故障时，监视 Master 路由器状态的 Backup 路由器能够迅速成为 Master 路由器，以保证通信不会中断。

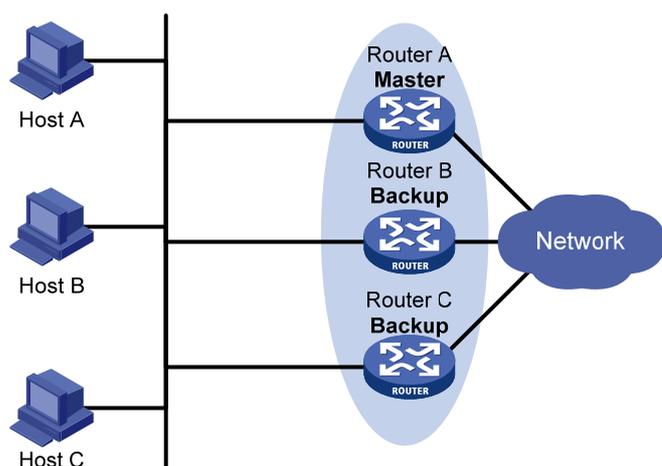
被监视 Track 项的状态由 Negative 变为 Positive 或 Notready 后，对应的路由器优先级会自动恢复。Track 项的详细介绍，请参见“可靠性配置指导”中的“Track”。

## 1.2.5 VRRP应用

### 1. 主备备份

主备备份方式表示转发任务仅由 Master 路由器承担。当 Master 路由器出现故障时，才会从其它 Backup 路由器选举出一个接替工作。主备备份方式仅需要一个备份组，不同路由器在该备份组中拥有不同优先级，优先级最高的路由器将成为 Master 路由器，如 图 1-3 中所示（以 IPv4 VRRP 为例）。

图1-3 主备备份 VRRP



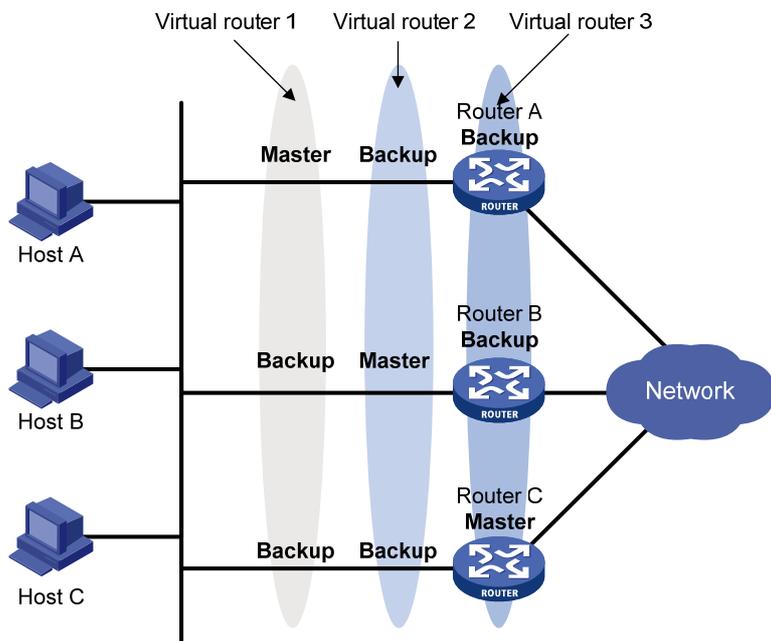
初始情况下，Router A 为 Master 路由器并承担转发任务，Router B 和 Router C 是 Backup 路由器且都处于就绪监听状态。如果 Router A 发生故障，则备份组内处于 Backup 状态的 Router B 和 Router C 路由器将根据优先级选出一台新的 Master 路由器，这台新 Master 路由器继续向网络内的主机提供网关服务。

### 2. 负载分担

一台路由器可加入多个备份组，在不同备份组中有不同的优先级，使得该路由器可以在一个备份组中作为 Master 路由器，在其它的备份组中作为 Backup 路由器。

负载分担方式是指多台路由器同时承担网关的功能，因此负载分担方式需要两个或者两个以上的备份组，每个备份组都包括一台 Master 路由器和若干台 Backup 路由器，各备份组的 Master 路由器各不相同，如 图 1-4 中所示。

图1-4 负载分担 VRRP



同一台路由器同时加入多个 VRRP 备份组，在不同备份组中有不同的优先级。

在 [图 1-4](#) 中，有三个备份组存在：

- 备份组 1: 对应虚拟路由器 1。Router A 作为 Master 路由器，Router B 和 Router C 作为 Backup 路由器。
- 备份组 2: 对应虚拟路由器 2。Router B 作为 Master 路由器，Router A 和 Router C 作为 Backup 路由器。
- 备份组 3: 对应虚拟路由器 3。Router C 作为 Master 路由器，Router A 和 Router B 作为 Backup 路由器。

为了实现业务流量在 Router A、Router B 和 Router C 之间进行负载分担，需要将局域网内的主机的缺省网关分别设置为虚拟路由器 1、虚拟路由器 2 和虚拟路由器 3。在配置优先级时，需要确保三个备份组中各路由器的 VRRP 优先级形成交叉对应。

### 1.3 VRRP 负载均衡模式

在 VRRP 标准协议模式中，只有 Master 路由器可以转发报文，Backup 路由器处于监听状态，无法转发报文。虽然创建多个备份组可以实现多台路由器之间的负载分担，但是局域网内的主机需要设置不同的网关，增加了配置的复杂性。

VRRP 负载均衡模式在 VRRP 提供的虚拟网关冗余备份功能基础上，增加了负载均衡功能。其实现原理为：将一个虚拟 IP 地址与多个虚拟 MAC 地址对应，VRRP 备份组中的每台路由器都对应一个虚拟 MAC 地址；使用不同的虚拟 MAC 地址应答主机的 ARP (IPv4 网络中) /ND (IPv6 网络中) 请求，从而使得不同主机的流量发送到不同的路由器，备份组中的每台路由器都能转发流量。在 VRRP 负载均衡模式中，只需创建一个备份组，就可以实现备份组中多台路由器之间的负载分担，避免了标准协议模式下 VRRP 备份组中 Backup 路由器始终处于空闲状态、网络资源利用率不高的问题。

VRRP 负载均衡模式以 VRRP 标准协议模式为基础，VRRP 标准协议模式中的工作机制（如 Master 路由器的选举、抢占、监视功能等），VRRP 负载均衡模式均支持。VRRP 负载均衡模式还在此基础上，增加了新的工作机制，详见下面的介绍。

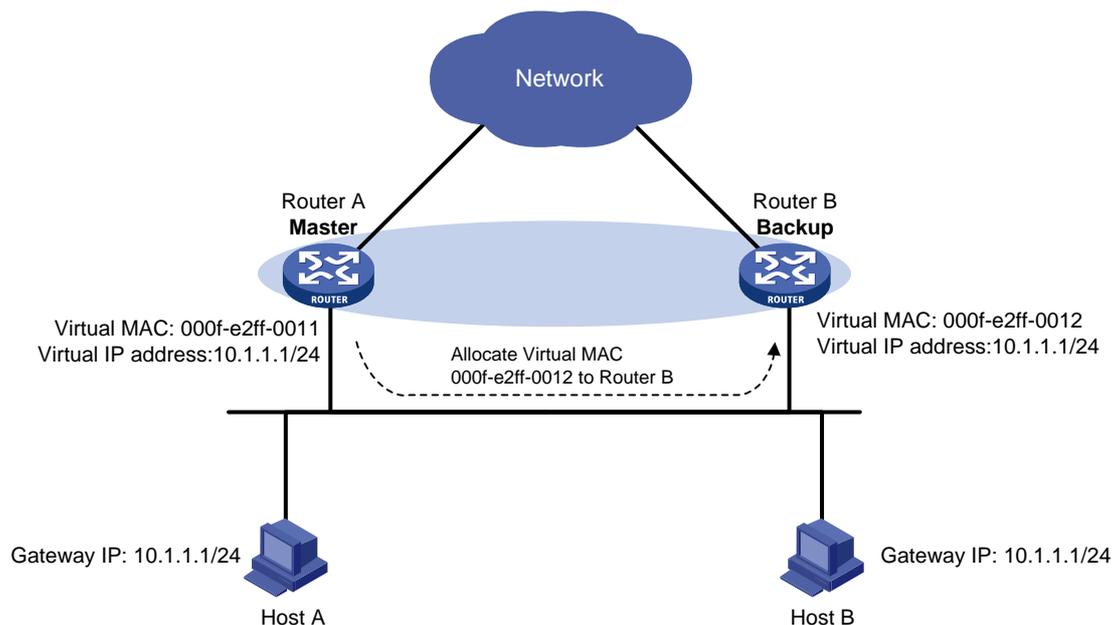
### 1.3.1 虚拟MAC地址的分配

VRRP 负载均衡模式中，Master 路由器负责为备份组中的路由器分配虚拟 MAC 地址，并为来自不同主机的 ARP/ND 请求，应答不同的虚拟 MAC 地址，从而实现流量在多台路由器之间分担。备份组中的 Backup 路由器不会应答主机的 ARP/ND 请求。

以 IPv4 网络为例，VRRP 负载均衡模式的具体工作过程为：

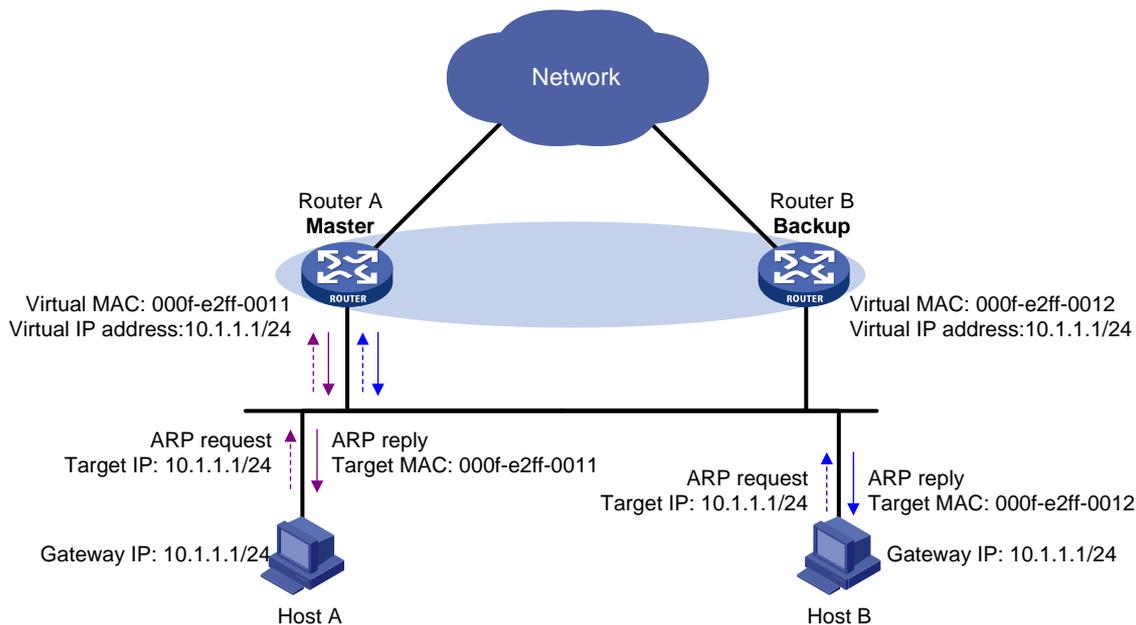
- (1) Master 路由器为备份组中的路由器（包括 Master 自身）分配虚拟 MAC 地址。如 图 1-5 所示，虚拟 IP 地址为 10.1.1.1/24 的备份组中，Router A 作为 Master 路由器，Router B 作为 Backup 路由器。Router A 为自己分配的虚拟 MAC 地址为 000f-e2ff-0011，为 Router B 分配的虚拟 MAC 地址为 000f-e2ff-0012。

图1-5 Master 分配虚拟 MAC 地址



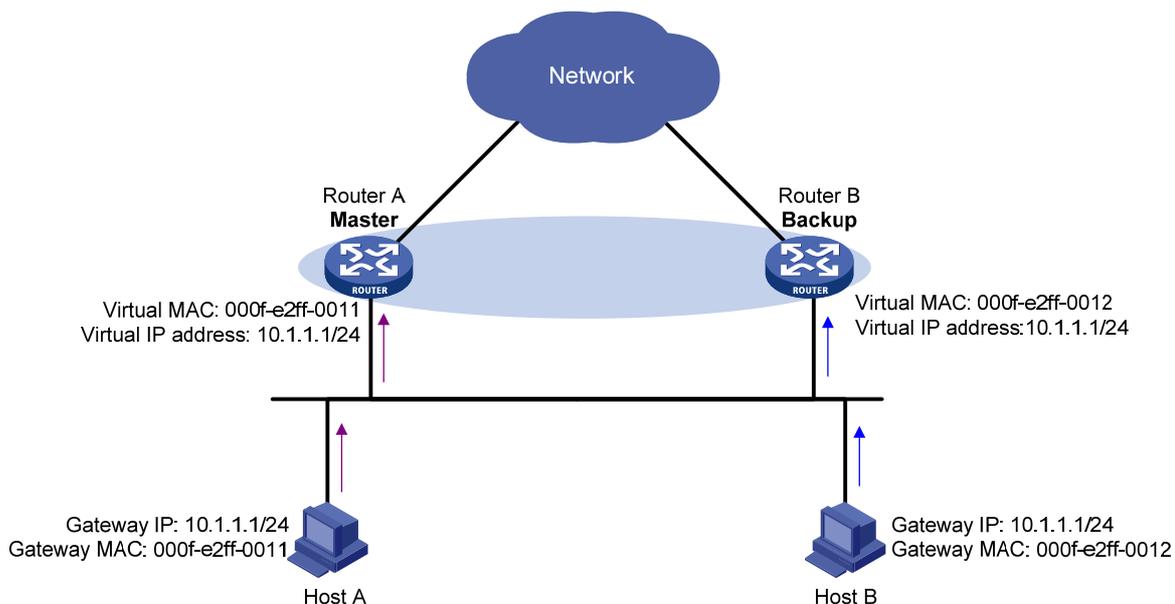
- (2) Master 路由器接收到主机发送的目标 IP 地址为虚拟 IP 地址的 ARP 请求后，根据负载均衡算法使用不同的虚拟 MAC 地址应答主机的 ARP 请求。如 图 1-6 所示，Host A 发送 ARP 请求获取网关 10.1.1.1 对应的 MAC 地址时，Master 路由器（即 Router A）使用 Router A 的虚拟 MAC 地址应答该请求；Host B 发送 ARP 请求获取网关 10.1.1.1 对应的 MAC 地址时，Master 路由器使用 Router B 的虚拟 MAC 地址应答该请求。

图1-6 Master 应答 ARP 请求



- (3) 通过使用不同的虚拟MAC地址应答主机的ARP请求，可以实现不同主机的流量发送给不同的路由器。如 图 1-7 所示，Host A认为网关的MAC地址为Router A的虚拟MAC地址，从而保证Host A的流量通过Router A转发；Host B认为网关的MAC地址为Router B的虚拟MAC地址，从而保证Host B的流量通过Router B转发。

图1-7 主机通过不同路由器转发流量



## 1.3.2 虚拟转发器

### 1. 虚拟转发器的创建

虚拟 MAC 地址的分配，实现了不同主机将流量发送给备份组中不同的路由器。为了使备份组中的路由器能够转发主机发送的流量，需要在路由器上创建虚拟转发器。每个虚拟转发器都对应备份组的一个虚拟 MAC 地址，负责转发目的 MAC 地址为该虚拟 MAC 地址的流量。

虚拟转发器的创建过程为：

- (1) 备份组中的路由器获取到 Master 路由器为其分配的虚拟 MAC 地址后，创建该 MAC 地址对应的虚拟转发器，该路由器称为此虚拟 MAC 地址对应虚拟转发器的 VF Owner（Virtual Forwarder Owner，虚拟转发器所有者）。
- (2) VF Owner 将虚拟转发器的信息通告给备份组内其它的路由器。
- (3) 备份组内的路由器接收到虚拟转发器信息后，在本地创建对应的虚拟转发器。

由此可见，备份组中的路由器上不仅需要创建 Master 路由器为其分配的虚拟 MAC 地址对应的虚拟转发器，还需要创建其它路由器通告的虚拟 MAC 地址对应的虚拟转发器。

### 2. 虚拟转发器的权重和优先级

虚拟转发器的权重标识了虚拟转发器的转发能力。权重值越高，虚拟转发器的转发能力越强。当权重低于一定的值——失效下限时，虚拟转发器无法再为主机转发流量。

虚拟转发器的优先级用来决定虚拟转发器的状态：不同路由器上同一个虚拟 MAC 地址对应的虚拟转发器中，优先级最高的虚拟转发器处于 Active 状态，称为 AVF（Active Virtual Forwarder，动态虚拟转发器），负责转发流量；其它虚拟转发器处于 Listening 状态，称为 LVF（Listening Virtual Forwarder，监听虚拟转发器），监听 AVF 的状态，不转发流量。虚拟转发器的优先级取值范围为 0~255，其中，255 保留给 VF Owner 使用。如果 VF Owner 的权重高于或等于失效下限，则 VF Owner 的优先级为最高值 255。

设备根据虚拟转发器的权重计算虚拟转发器的优先级：

- 如果权重高于或等于失效下限，且设备为 VF Owner，则虚拟转发器的优先级为最高值 255；
- 如果权重高于或等于失效下限，且设备不是 VF Owner，则虚拟转发器的优先级为权重/（本地 AVF 的数目+1）；
- 如果权重低于失效下限，则虚拟转发器的优先级为 0。

### 3. 虚拟转发器备份

备份组中不同路由器上同一个虚拟 MAC 地址对应的虚拟转发器之间形成备份关系。当为主机转发流量的虚拟转发器或其对应的路由器出现故障后，可以由其它路由器上备份的虚拟转发器接替其为主机转发流量。

图1-8 虚拟转发器

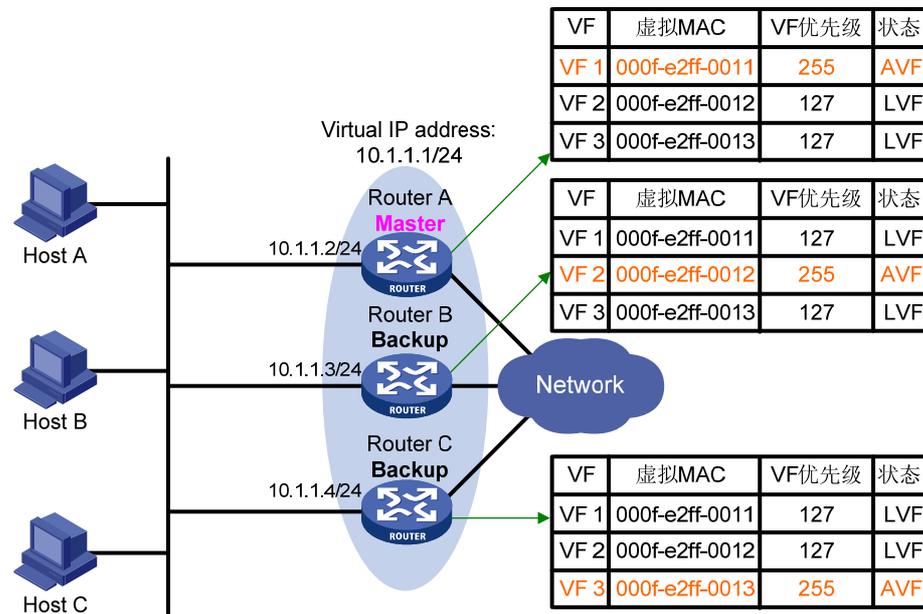


图 1-8 举例说明了备份组中每台路由器上的虚拟转发器信息及其备份关系。Master路由器Router A 为自己、Router B和Router C分配的虚拟MAC地址分别为 000f-e2ff-0011、000f-e2ff-0012 和 000f-e2ff-0013。这些虚拟MAC地址对应的虚拟转发器分别为VF 1、VF 2和VF 3。在Router A、Router B和Router C上都创建了这三个虚拟转发器，并形成备份关系。例如，Router A、Router B和Router C上的VF 1 互相备份：

- Router A 为 VF 1 的 VF Owner，Router A 上 VF 1 的虚拟转发器优先级为最高值 255。因此，Router A 上的 VF 1 作为 AVF，负责转发目的 MAC 地址为虚拟 MAC 地址 000f-e2ff-0011 的流量。
- Router B 和 Router C 上 VF 1 的虚拟转发器优先级为：权重 255/（本地 AVF 数目 1+1）= 127，低于 Router A 上 VF 1 的优先级。因此，Router B 和 Router C 上的 VF 1 作为 LVF，监视 Router A 上 VF 1 的状态。
- 当 Router A 上的 VF 1 出现故障时，将从 Router B 和 Router C 上的 VF 1 中选举出虚拟转发器优先级最高的 LVF 作为 AVF，负责转发目的 MAC 地址为虚拟 MAC 地址 000f-e2ff-0011 的流量。如果 LVF 的优先级相同，则 LVF 所在设备接口 MAC 地址大的成为 AVF。

虚拟转发器始终工作在抢占模式。对于不同路由器上互相备份的 LVF 和 AVF，如果 LVF 接收到 AVF 发送的虚拟转发器信息中虚拟转发器优先级低于本地虚拟转发器优先级，则 LVF 将会抢占成为 AVF。

#### 4. 虚拟转发器的定时器

虚拟转发器的 AVF 出现故障后，接替其工作的新的 AVF 将为该 VF 创建 Redirect Timer 和 Timeout Timer 两个定时器。

- **Redirect Timer:** VF 重定向定时器。该定时器超时前，Master 路由器还会采用该 VF 对应的虚拟 MAC 地址应答主机的 ARP/ND 请求；该定时器超时后，Master 路由器不再采用该 VF 对应的虚拟 MAC 地址应答主机的 ARP/ND 请求。如果 VF Owner 在 Redirect Timer 超时前恢复，则 VF Owner 可以迅速参与流量的负载分担。

- **Timeout Timer:** VF 生存定时器，即 AVF 接替 VF Owner 工作的期限。该定时器超时前，备份组中的路由器上都保留该 VF，AVF 负责转发目的 MAC 地址为该 VF 对应虚拟 MAC 地址的报文；该定时器超时后，备份组中的路由器上都删除该 VF，不再转发目的 MAC 地址为该 VF 对应虚拟 MAC 地址的报文。

## 5. 虚拟转发器监视功能

AVF 负责转发目的 MAC 地址为虚拟转发器 MAC 地址的流量，当 AVF 连接的上行链路出现故障时，如果不能及时通知 LVF 接替其工作，局域网中以此虚拟转发器 MAC 地址为网关 MAC 地址的主机将无法访问外部网络。

虚拟转发器的监视功能可以解决上述问题。利用 NQA、BFD 等监测 AVF 连接的上行链路的状态，并通过 Track 功能在虚拟转发器和 NQA/BFD 之间建立联动。当上行链路出现故障，Track 项的状态变为 Negative，虚拟转发器的权重将降低指定的数额，以便虚拟转发器优先级更高的路由器抢占成为 AVF，接替其转发流量。

## 1.4 协议规范

与 VRRP 相关的协议规范有：

- RFC 3768: Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP)
- RFC 5798: Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP) Version 3 for IPv4 and IPv6

## 1.5 配置IPv4 VRRP

### 1.5.1 IPv4 VRRP配置任务简介



**提示**

在聚合组的成员端口上配置 VRRP 不生效。

在备份组内的每台路由器上都需进行如下配置，才能形成一个备份组。

表1-1 IPv4 VRRP 配置任务简介

配置任务	说明	详细配置
配置IPv4 VRRP的工作模式	必选	<a href="#">1.5.2</a>
配置使用的IPv4 VRRP版本	可选	<a href="#">1.5.3</a>
创建备份组并配置备份组的虚拟IP地址	必选	<a href="#">1.5.4</a>
配置路由器在备份组中的优先级、抢占方式及监视功能	可选	<a href="#">1.5.5</a>
配置IPv4 VRRP报文的相关属性	可选	<a href="#">1.5.6</a>
配置虚拟转发器监视功能	可选 本配置仅在VRRP负载均衡模式下生效	<a href="#">1.5.7</a>
开启告警功能	可选	<a href="#">1.5.8</a>

配置任务	说明	详细配置
关闭IPv4 VRRP备份组	可选	<a href="#">1.5.9</a>

### 1.5.2 配置IPv4 VRRP的工作模式

VRRP 具有两种工作模式：

- 标准协议模式：VRRP 备份组中只有 Master 路由器负责转发报文。
- 负载均衡模式：VRRP 备份组中所有存在 AVF 的路由器（可以是 Master，也可以是 Backup）都可以转发报文，实现负载均衡。

配置 VRRP 的工作模式后，路由器上所有的 IPv4 VRRP 备份组都工作在指定的模式。

表1-2 配置 IPv4 VRRP 的工作模式

操作	命令	说明
进入系统视图	<b>system-view</b>	-
配置VRRP工作在标准协议模式	<b>undo vrrp mode</b>	二者选其一
配置VRRP工作在负载均衡模式	<b>vrrp mode load-balance</b>	缺省情况下，VRRP工作在标准协议模式

### 1.5.3 配置使用的IPv4 VRRP版本



提示

IPv4 VRRP 备份组中的所有路由器上配置的 IPv4 VRRP 版本必须一致，否则备份组无法正常工作。

IPv4 VRRP 既可以使用 VRRPv2 版本，也可以使用 VRRPv3 版本。通过本配置，可以指定接口上 IPv4 VRRP 使用的版本。

表1-3 配置使用的 IPv4 VRRP 版本

操作	命令	说明
进入系统视图	<b>system-view</b>	-
进入接口视图	<b>interface</b> <i>interface-type interface-number</i>	-
配置使用的VRRP版本	<b>vrrp version</b> <i>version-number</i>	缺省情况下，IPv4 VRRP使用 VRRPv3版本

### 1.5.4 创建备份组并配置备份组的虚拟IP地址

只有创建备份组，并为备份组配置虚拟 IP 地址后，备份组才能正常工作。如果接口连接多个子网，则可以为一个备份组配置多个虚拟 IP 地址，以便实现不同子网中路由器的备份。

创建备份组并配置备份组的虚拟 IP 地址时，需要注意：

- 不建议在 Super VLAN 对应的 VLAN 接口下创建 VRRP 备份组，以免对网络性能造成影响。
- 一个接口上能够创建的最大备份组数目是 16 个，一个备份组最多可以配置的虚拟 IP 地址数目是 16 个。
- 负载均衡模式下设备支持备份组最大数量为 MaxVRNum/N，其中 MaxVRNum 为标准协议模式下支持配置备份组的最大数量，N 为 VRRP 备份组内设备数量。
- VRRP 工作在标准协议模式时，备份组的虚拟 IP 地址可以是备份组所在网段中未被分配的 IP 地址，也可以和备份组内的某个路由器的接口 IP 地址相同。
- VRRP 工作在负载均衡模式时，备份组的虚拟 IP 地址可以是备份组所在网段中未被分配的 IP 地址，但不能与 VRRP 备份组中路由器的接口 IP 地址相同，即负载均衡模式的 VRRP 备份组中不能存在 IP 地址拥有者。
- 路由器作为 IP 地址拥有者时，建议不要采用接口的 IP 地址（即备份组的虚拟 IP 地址）与相邻的路由器建立 OSPF 邻居关系，即不要通过 network 命令在该接口上使能 OSPF。network 命令的详细介绍，请参见“三层技术-IP 路由命令参考”中的“OSPF”。
- 如果没有为备份组配置虚拟 IP 地址，但为备份组进行了其它配置（如优先级、抢占方式等），则该备份组会存在于设备上，并处于 Inactive 状态，此时备份组不起作用。
- 删除 IP 地址拥有者上的 VRRP 备份组，将导致地址冲突。建议先修改配置了备份组的接口的 IP 地址，再删除该接口上的 VRRP 备份组，以避免地址冲突。
- 建议将备份组的虚拟 IP 地址和备份组中设备下行接口的 IP 地址配置为同一网段，否则可能导致局域网内的主机无法访问外部网络。

表1-4 创建备份组并配置备份组的虚拟 IP 地址

操作	命令	说明
进入系统视图	<b>system-view</b>	-
进入接口视图	<b>interface interface-type interface-number</b>	-
创建备份组，并配置备份组的虚拟IP地址	<b>vrrp vrid virtual-router-id virtual-ip virtual-address</b>	缺省情况下，没有创建备份组

### 1.5.5 配置路由器在备份组中的优先级、抢占方式及监视功能

配置路由器在备份组中的优先级、抢占方式及监视功能时，需要注意：

- IP 地址拥有者的优先级始终为 255，无需用户配置；IP 地址拥有者始终工作在抢占方式。
- 路由器在某个备份组中作为 IP 地址拥有者时，如果在该路由器上配置该备份组监视指定的 Track 项，则该配置不会生效。该路由器不再作为 IP 地址拥有者后，监视功能的配置才会生效。

表1-5 配置路由器在备份组中的优先级、抢占方式及监视功能

操作	命令	说明
进入系统视图	<b>system-view</b>	-
进入接口视图	<b>interface interface-type interface-number</b>	-

操作	命令	说明
配置路由器在备份组中的优先级	<b>vrrp vrid virtual-router-id priority priority-value</b>	缺省情况下，路由器在备份组中的优先级为100
配置备份组中的路由器工作在抢占方式，并配置抢占延迟时间	<b>vrrp vrid virtual-router-id preempt-mode [ delay delay-value ]</b>	缺省情况下，备份组中的路由器工作在抢占方式，抢占延迟时间为0秒
配置监视指定的Track项	<b>vrrp vrid virtual-router-id track track-entry-number [ reduced priority-reduced   switchover ]</b>	缺省情况下，没有指定被监视的Track项

## 1.5.6 配置IPv4 VRRP报文的相关属性

配置 IPv4 VRRP 报文的相关属性时，需要注意：

- 一个接口上的不同备份组可以设置不同的认证方式和认证字；加入同一备份组的路由器需要设置相同的认证方式和认证字。
- 使用 VRRPv3 时，认证方式和认证字的相关配置不会生效。
- 使用 VRRPv2 时，备份组中的所有路由器必须配置相同的 VRRP 通告报文发送间隔。
- 使用 VRRPv3 时，备份组中的路由器上配置的 VRRP 通告报文发送间隔可以不同。Master 路由器根据自身配置的报文发送间隔定时发送通告报文，并在通告报文中携带 Master 路由器上配置的发送间隔；Backup 路由器接收到 Master 路由器发送的通告报文后，记录报文中携带的 Master 路由器通告报文发送间隔，如果在  $3 \times \text{发送间隔} + \text{Skew\_Time}$  内没有收到 Master 路由器发送的 VRRP 通告报文，则认为 Master 路由器出现故障，重新选举 Master 路由器。

表1-6 配置 IPv4 VRRP 报文的相关属性

操作	命令	说明
进入系统视图	<b>system-view</b>	-
进入接口视图	<b>interface interface-type interface-number</b>	-
配置备份组发送和接收VRRP报文的认证方式和认证字	<b>vrrp vrid virtual-router-id authentication-mode { md5   simple } { cipher   plain } key</b>	缺省情况下，不进行认证
配置备份组中Master路由器发送VRRP通告报文的发送间隔	<b>vrrp vrid virtual-router-id timer advertise adver-interval</b>	缺省情况下，备份组中Master路由器发送VRRP通告报文的发送间隔为100厘秒 建议配置VRRP通告报文的发送间隔大于100厘秒，否则会对系统的稳定性产生影响
为VRRP备份组指定源接口，该源接口用来代替IPv4 VRRP备份组所在接口进行该备份组VRRP报文的收发	<b>vrrp vrid virtual-router-id source-interface interface-type interface-number</b>	缺省情况下，没有指定备份组的源接口，VRRP报文通过VRRP备份组所在接口进行收发。
启动对VRRP报文TTL域的检查	<b>vrrp check-ttl enable</b>	缺省情况下，检查VRRP报文的TTL域
退回系统视图	<b>quit</b>	-

操作	命令	说明
配置VRRP报文的DSCP优先级	<b>vrp dscp</b> <i>dscp-value</i>	DSCP用来体现报文自身的优先级，决定报文传输的优先程度。 缺省情况下，VRRP报文的DSCP优先级为48

### 1.5.7 配置虚拟转发器监视功能

在 VRRP 标准协议模式和负载均衡模式下均可配置虚拟转发器监视功能，但只有在 VRRP 负载均衡模式下虚拟转发器监视功能才会起作用。

VRRP 工作在负载均衡模式时，如果通过 Track 功能在虚拟转发器和 NQA/BFD 之间建立联动，当 Track 项的状态变为 Negative 时，路由器上所有虚拟转发器的权重都将降低指定的数额；被监视的 Track 项的状态由 Negative 变为 Positive 或 Notready 后，路由器中所有虚拟转发器的权重会自动恢复。

配置虚拟转发器监视功能时，需要注意：

- 缺省情况下，虚拟转发器的权重为 255，虚拟转发器的失效下限为 10。
- 由于 VF Owner 的权重高于或等于失效下限时，它的优先级始终为 255，不会根据虚拟转发器的权重改变。当监视的上行链路出现故障时，配置的权重降低数额需保证 VF Owner 的权重低于失效下限，即权重降低的数额大于 245，其它的虚拟转发器才能接替 VF Owner 成为 AVF。

表1-7 配置虚拟转发器监视功能

操作	命令	说明
进入系统视图	<b>system-view</b>	-
进入接口视图	<b>interface</b> <i>interface-type interface-number</i>	-
配置虚拟转发器监视指定的 Track 项，并指定权重降低的数额	<b>vrp vrid</b> <i>virtual-router-id</i> <b>weight track</b> <i>track-entry-number</i> [ <b>reduced</b> <i>weight-reduced</i> ]	缺省情况下，没有指定虚拟转发器监视的 Track 项

### 1.5.8 开启告警功能

开启 VRRP 的告警功能后，该模块会生成告警信息，用于报告该模块的重要事件。生成的告警信息将发送到设备的 SNMP 模块，通过设置 SNMP 中告警信息的发送参数，来决定告警信息输出的相关属性。

有关告警信息的详细介绍，请参见“网络管理和监控配置指导”中的“SNMP”。

表1-8 开启告警功能

操作	命令	说明
进入系统视图	<b>system-view</b>	-
开启VRRP的告警功能	<b>snmp-agent trap enable vrrp</b> [ <b>auth-failure</b>   <b>new-master</b> ]	缺省情况下，VRRP的告警功能处于开启状态

## 1.5.9 关闭IPv4 VRRP备份组

关闭 VRRP 备份组功能通常用于暂时禁用备份组，但还需要再次启用该备份组的场景。关闭备份组后，该备份组的状态为 **Initialize**，并且该备份组所有已存在的配置保持不变。在关闭状态下还可以对备份进行配置。备份组再次被开启后，基于最新的配置，从 **Initialize** 状态重新开始运行。

表1-9 关闭 IPv4 VRRP 备份组

操作	命令	说明
进入系统视图	<b>system-view</b>	-
进入接口视图	<b>interface</b> <i>interface-type</i> <i>interface-number</i>	-
关闭VRRP备份组	<b>vrrp vrid</b> <i>virtual-router-id</i> <b>shutdown</b>	缺省情况下，VRRP备份组处于开启状态

## 1.5.10 IPv4 VRRP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 IPv4 VRRP 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 IPv4 VRRP 统计信息。

表1-10 IPv4 VRRP 显示和维护

操作	命令
显示IPv4 VRRP备份组的状态信息	<b>display vrrp</b> [ <b>interface</b> <i>interface-type</i> <i>interface-number</i> [ <b>vrid</b> <i>virtual-router-id</i> ] ] [ <b>verbose</b> ]
显示IPv4 VRRP备份组的统计信息	<b>display vrrp statistics</b> [ <b>interface</b> <i>interface-type</i> <i>interface-number</i> [ <b>vrid</b> <i>virtual-router-id</i> ] ]
清除IPv4 VRRP备份组的统计信息	<b>reset vrrp statistics</b> [ <b>interface</b> <i>interface-type</i> <i>interface-number</i> [ <b>vrid</b> <i>virtual-router-id</i> ] ]

## 1.6 配置IPv6 VRRP

### 1.6.1 IPv6 VRRP配置任务简介

在备份组内的每台路由器上都需进行配置，才能形成一个备份组。

表1-11 IPv6 VRRP 配置任务简介

配置任务	说明	详细配置
配置IPv6 VRRP的工作模式	必选	<a href="#">1.6.2</a>
创建备份组并配置备份组的虚拟IPv6地址	必选	<a href="#">1.6.3</a>
配置路由器在备份组中的优先级、抢占方式及监视功能	可选	<a href="#">1.6.4</a>

配置任务	说明	详细配置
配置虚拟转发器监视功能	可选 本配置仅在VRRP负载均衡模式下生效	<a href="#">1.6.5</a>
配置IPv6 VRRP报文的相关属性	可选	<a href="#">1.6.6</a>
关闭IPv6 VRRP备份组	可选	<a href="#">1.6.7</a>

## 1.6.2 配置IPv6 VRRP的工作模式

VRRP 具有两种工作模式：

- 标准协议模式：VRRP 备份组中只有 Master 路由器负责转发报文。
- 负载均衡模式：VRRP 备份组中所有存在 AVF 的路由器（可以是 Master，也可以是 Backup）都可以转发报文，实现负载均衡。

配置 VRRP 的工作模式后，路由器上所有的 IPv6 VRRP 备份组都工作在该模式。

表1-12 配置 IPv6 VRRP 的工作模式

操作	命令	说明
进入系统视图	<b>system-view</b>	-
配置VRRP工作在标准协议模式	<b>undo vrrp ipv6 mode</b>	二者选其一 缺省情况下，VRRP工作在标准协议模式
配置VRRP工作在负载均衡模式	<b>vrrp ipv6 mode load-balance</b>	

## 1.6.3 创建备份组并配置备份组的虚拟IPv6 地址

只有创建备份组，并为备份组配置虚拟 IPv6 地址后，备份组才能正常工作。可以为一个备份组配置多个虚拟 IPv6 地址。

创建备份组并配置备份组的虚拟 IPv6 地址时，需要注意：

- 不建议在 Super VLAN 对应的 VLAN 接口下创建 VRRP 备份组，以免对网络性能造成影响。
- 路由器作为 IP 地址拥有者时，建议不要采用接口的 IPv6 地址（即备份组的虚拟 IPv6 地址）与相邻的路由器建立 OSPFv3 邻居关系，即不要通过 **ospfv3 area** 命令在该接口上启用 OSPFv3 协议。**ospfv3 area** 命令的详细介绍，请参见“三层技术-IP 路由命令参考”中的“OSPFv3”。
- VRRP 工作在负载均衡模式时，虚拟 IPv6 地址不能与 VRRP 备份组中路由器的接口 IPv6 地址相同，即负载均衡模式的 VRRP 备份组中不能存在 IP 地址拥有者。
- 一个接口上能够创建的最大备份组数目是 16 个，一个备份组最多可以配置的虚拟 IPv6 地址数目是 16 个。
- 负载均衡模式下设备支持备份组最大数量为 MaxVRNum/N，其中 MaxVRNum 为标准协议模式下支持配置备份组的最大数量，N 为 VRRP 备份组内设备数量。
- 如果没有为备份组配置虚拟 IPv6 地址，但是为备份组进行了其它配置（如优先级、抢占方式等），则该备份组会存在于设备上，并处于 Inactive 状态，此时备份组不起作用。

- 删除 IP 地址所有者上的 VRRP 备份组，将导致地址冲突。建议先修改 IP 地址拥有者的接口 IPv6 地址，再删除该接口上的 VRRP 备份组，以避免地址冲突。
- 建议将备份组的虚拟 IPv6 地址和接口的 IPv6 地址配置为同一网段，否则可能导致局域网内的主机无法访问外部网络。

表1-13 创建备份组并配置备份组的虚拟 IPv6 地址

操作	命令	说明
进入系统视图	<b>system-view</b>	-
进入接口视图	<b>interface</b> <i>interface-type</i> <i>interface-number</i>	-
创建备份组，并配置备份组的虚拟IPv6地址，该虚拟IPv6地址为链路本地地址	<b>vrrp ipv6 vrid</b> <i>virtual-router-id</i> <b>virtual-ip</b> <i>virtual-address</i> <b>link-local</b>	缺省情况下，没有创建备份组 备份组的第一个虚拟IPv6地址必须是链路本地地址，并且每个备份组只允许有一个链路本地地址，该地址必须最后一个删除
(可选) 配置备份组的虚拟IPv6地址，该虚拟IPv6地址为全球单播地址	<b>vrrp ipv6 vrid</b> <i>virtual-router-id</i> <b>virtual-ip</b> <i>virtual-address</i>	缺省情况下，没有为备份组指定全球单播地址类型的虚拟IPv6地址

## 1.6.4 配置路由器在备份组中的优先级、抢占方式及监视功能

配置路由器在备份组中的优先级、抢占方式及监视功能时，需要注意：

- IP 地址拥有者的运行优先级始终为 255，无需用户配置；IP 地址拥有者始终工作在抢占方式。
- 路由器在某个备份组中作为 IP 地址拥有者时，如果在该路由器上配置该备份组监视指定的 Track 项，则该配置不会生效。该路由器不再作为 IP 地址拥有者后，之前的配置才会生效。
- 被监视 Track 项的状态由 Negative 变为 Positive 或 Notready 后，对应的路由器优先级会自动恢复。

下面这些配置是可选的，可以根据实际需要进行配置。

表1-14 配置路由器在备份组中的优先级、抢占方式及监视指定接口

操作	命令	说明
进入系统视图	<b>system-view</b>	-
进入接口视图	<b>interface</b> <i>interface-type</i> <i>interface-number</i>	-
配置路由器在备份组中的优先级	<b>vrrp ipv6 vrid</b> <i>virtual-router-id</i> <b>priority</b> <i>priority-value</i>	缺省情况下，路由器在备份组中的优先级为100
配置备份组中的路由器工作在抢占方式，并配置抢占延迟时间	<b>vrrp ipv6 vrid</b> <i>virtual-router-id</i> <b>preempt-mode</b> [ <i>delay</i> <i>delay-value</i> ]	缺省情况下，备份组中的路由器工作在抢占方式，抢占延迟时间为0秒
配置监视指定的Track项	<b>vrrp ipv6 vrid</b> <i>virtual-router-id</i> <b>track</b> <i>track-entry-number</i> [ <b>reduced</b> <i>priority-reduced</i>   <b>switchover</b> ]	缺省情况下，没有指定被监视的Track项

## 1.6.5 配置虚拟转发器监视功能

在 VRRP 标准协议模式和负载均衡模式均可配置虚拟转发器监视功能，但只有在 VRRP 负载均衡模式下虚拟转发器监视功能才会起作用。

VRRP 工作在负载均衡模式时，如果配置虚拟转发器监视 Track 项，则当 Track 项状态为 Negative 时，路由器上所有虚拟转发器的权重都将降低指定的数额；被监视的 Track 项状态由 Negative 变为 Positive 或 Notready 后，路由器中所有虚拟转发器的权重会自动恢复。

配置虚拟转发器监视功能时，需要注意：

- 缺省情况下，虚拟转发器的权重为 255；虚拟转发器的失效下限为 10。
- 由于 VF Owner 的权重高于或等于失效下限时，它的优先级始终为 255，不会根据虚拟转发器的权重改变。当监视的上行链路出现故障时，配置的权重降低数额需保证 VF Owner 的权重低于失效下限，即权重降低的数额大于 245，其它的虚拟转发器才能接替 VF Owner 成为 AVF。

表1-15 配置虚拟转发器监视功能

操作	命令	说明
进入系统视图	<b>system-view</b>	-
进入接口视图	<b>interface</b> <i>interface-type</i> <i>interface-number</i>	-
配置虚拟转发器监视指定的 Track 项，并指定权重降低的数额	<b>vrrip ipv6 vrid</b> <i>virtual-router-id</i> <b>weight track</b> <i>track-entry-number</i> [ <b>reduced</b> <i>weight-reduced</i> ]	缺省情况下，没有指定虚拟转发器监视的 Track 项

## 1.6.6 配置 IPv6 VRRP 报文的相关属性

配置 IPv6 VRRP 通告报文的发送间隔时，需要注意：

- IPv6 VRRP 备份组中的路由器上配置的 VRRP 通告报文发送间隔可以不同。Master 路由器根据自身配置的报文发送间隔定时发送通告报文，并在通告报文中携带 Master 路由器上配置的发送间隔；Backup 路由器接收到 Master 路由器发送的通告报文后，记录报文中携带的 Master 通告报文发送间隔，如果在  $3 \times \text{发送间隔} + \text{Skew\_Time}$  内没有收到 Master 路由器发送的 VRRP 通告报文，则认为 Master 路由器出现故障，重新选举 Master 路由器。
- 网络流量过大可能会导致 Backup 路由器在指定时间内没有收到 Master 路由器的 VRRP 通告报文，而发生状态转换。可以通过将 VRRP 通告报文的发送间隔延长的办法来解决该问题。

表1-16 配置 IPv6 VRRP 报文的相关属性

操作	命令	说明
进入系统视图	<b>system-view</b>	-
进入接口视图	<b>interface</b> <i>interface-type</i> <i>interface-number</i>	-

操作	命令	说明
配置备份组中Master路由器发送VRRP通告报文的发送间隔	<b>vrrp ipv6 vrid</b> <i>virtual-router-id</i> <b>timer advertise</b> <i>adver-interval</i>	缺省情况下，备份组中Master路由器发送VRRP通告报文的发送间隔为100厘秒 建议配置VRRP通告报文的发送间隔大于100厘秒，否则会对系统的稳定性产生影响
退回系统视图	<b>quit</b>	-
配置IPv6 VRRP报文的DSCP优先级	<b>vrrp ipv6 dscp</b> <i>dscp-value</i>	DSCP用来体现报文自身的优先等级，决定报文传输的优先程度。缺省情况下，IPv6 VRRP报文的DSCP优先级为56

### 1.6.7 关闭IPv6 VRRP备份组

关闭 IPv6 VRRP 备份组功能通常用于暂时禁用备份组，但还需要再次启用该备份组的场景。关闭备份组后，该备份组的状态为 **Initialize**，并且该备份组所有已存在的配置保持不变。在关闭状态下还可以对备份进行配置。备份组再次被开启后，基于最新的配置，从 **Initialize** 状态重新运行。

表1-17 关闭 IPv6 VRRP 备份组

操作	命令	说明
进入系统视图	<b>system-view</b>	-
进入接口视图	<b>interface</b> <i>interface-type interface-number</i>	-
关闭IPv6 VRRP备份组	<b>vrrp ipv6 vrid</b> <i>virtual-router-id</i> <b>shutdown</b>	缺省情况下，IPv6 VRRP备份组处于开启状态

### 1.6.8 IPv6 VRRP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 IPv6 VRRP 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 IPv6 VRRP 统计信息。

表1-18 IPv6 VRRP 显示和维护

操作	命令
显示IPv6 VRRP备份组的状态信息	<b>display vrrp ipv6</b> [ <b>interface</b> <i>interface-type interface-number</i> [ <b>vrid</b> <i>virtual-router-id</i> ] ] [ <b>verbose</b> ]
显示IPv6 VRRP备份组的统计信息	<b>display vrrp ipv6 statistics</b> [ <b>interface</b> <i>interface-type interface-number</i> [ <b>vrid</b> <i>virtual-router-id</i> ] ]
清除IPv6 VRRP备份组的统计信息	<b>reset vrrp ipv6 statistics</b> [ <b>interface</b> <i>interface-type interface-number</i> [ <b>vrid</b> <i>virtual-router-id</i> ] ]

## 1.7 IPv4 VRRP典型配置举例

### 1.7.1 IPv4 VRRP单备份组配置举例

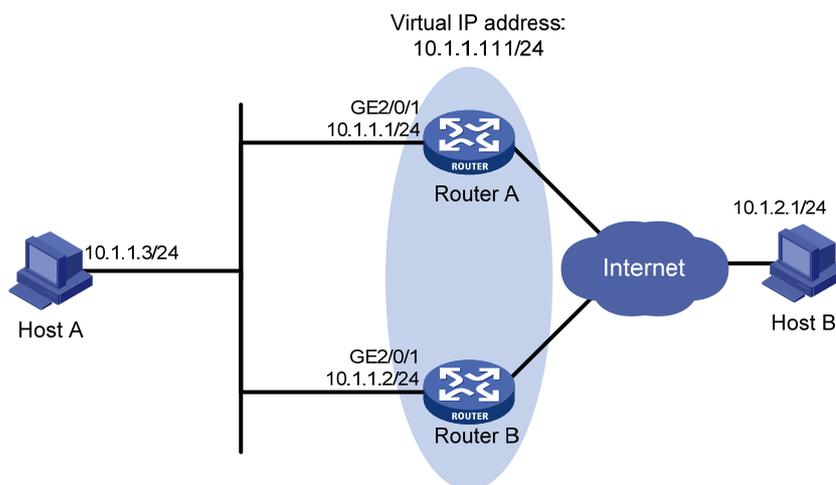
#### 1. 组网需求

- Host A 需要访问 Internet 上的 Host B，Host A 的缺省网关为 10.1.1.111/24；
- 当 Router A 正常工作时，Host A 发送给 Host B 的报文通过 Router A 转发；当 Router A 出现故障时，Host A 发送给 Host B 的报文通过 Router B 转发。

Router A 工作在抢占模式，以保证 Router A 故障恢复后，能再次抢占成为 Master，即只要 Router A 正常工作，就由 Router A 负责转发流量。为了避免频繁地进行状态切换，配置抢占延迟时间为 5 秒。

#### 2. 组网图

图1-9 IPv4 VRRP 单备份组配置组网图



#### 3. 配置步骤

##### (1) 配置 Router A

# 配置接口 IP 地址。

```
<RouterA> system-view
[RouterA] interface gigabitethernet 2/0/1
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
```

# 创建备份组 1，并配置备份组 1 的虚拟 IP 地址为 10.1.1.111。

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] vrrp vrid 1 virtual-ip 10.1.1.111
```

# 配置 Router A 在备份组 1 中的优先级为 110，高于 Router B 的优先级 100，以保证 Router A 成为 Master 负责转发流量。

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] vrrp vrid 1 priority 110
```

# 配置 Router A 工作在抢占方式，以保证 Router A 故障恢复后，能再次抢占成为 Master，即只要 Router A 正常工作，就由 Router A 负责转发流量。为了避免频繁地进行状态切换，配置抢占延迟时间为 5 秒。

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] vrrp vrid 1 preempt-mode delay 5
```

## (2) 配置 Router B

# 配置接口 IP 地址。

```
<RouterB> system-view
[RouterB] interface gigabitethernet 2/0/1
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
```

# 创建备份组 1，并配置备份组 1 的虚拟 IP 地址为 10.1.1.111。

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] vrrp vrid 1 virtual-ip 10.1.1.111
```

# 配置 Router B 在备份组 1 中的优先级为 100。

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] vrrp vrid 1 priority 100
```

# 配置 Router B 工作在抢占方式，抢占延迟时间为 5 秒。

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] vrrp vrid 1 preempt-mode delay 5
```

## 4. 验证配置

配置完成后，在 Host A 上可以 ping 通 Host B。通过 **display vrrp verbose** 命令查看配置后的结果。

# 显示 Router A 上备份组 1 的详细信息。

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] display vrrp verbose
IPv4 Virtual Router Information:
Running Mode      : Standard
Total number of virtual routers : 1
Interface GigabitEthernet2/0/1
  VRID            : 1                      Adver Timer   : 100
  Admin Status    : Up                    State         : Master
  Config Pri      : 110                   Running Pri    : 110
  Preempt Mode    : Yes                   Delay Time    : 5
  Auth Type       : None
  Virtual IP      : 10.1.1.111
  Virtual MAC     : 0000-5e00-0101
  Master IP       : 10.1.1.1
```

# 显示 Router B 上备份组 1 的详细信息。

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] display vrrp verbose
IPv4 Virtual Router Information:
Running Mode      : Standard
Total number of virtual routers : 1
Interface GigabitEthernet2/0/1
  VRID            : 1                      Adver Timer   : 100
  Admin Status    : Up                    State         : Backup
  Config Pri      : 100                   Running Pri    : 100
  Preempt Mode    : Yes                   Delay Time    : 5
  Become Master   : 412ms left
  Auth Type       : None
  Virtual IP      : 10.1.1.111
  Master IP       : 10.1.1.1
```

以上显示信息表示在备份组 1 中 Router A 为 Master 路由器，Router B 为 Backup 路由器，Host A 发送给 Host B 的报文通过 Router A 转发。

Router A 出现故障后，在 Host A 上仍然可以 ping 通 Host B。通过 **display vrrp verbose** 命令查看 Router B 上备份组的详细信息。

# Router A 出现故障后，显示 Router B 上备份组 1 的详细信息。

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] display vrrp verbose
IPv4 Virtual Router Information:
Running Mode      : Standard
Total number of virtual routers : 1
Interface GigabitEthernet2/0/1
  VRID            : 1                      Adver Timer   : 100
  Admin Status    : Up                    State         : Master
  Config Pri      : 100                   Running Pri   : 100
  Preempt Mode    : Yes                   Delay Time    : 5
  Auth Type       : None
  Virtual IP      : 10.1.1.111
  Virtual MAC     : 0000-5e00-0101
  Master IP       : 10.1.1.2
```

以上显示信息表示 Router A 出现故障后，Router B 成为 Master 路由器，Host A 发送给 Host B 的报文通过 Router B 转发。

# Router A 故障恢复后，显示 Router A 上备份组 1 的详细信息。

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] display vrrp verbose
IPv4 Virtual Router Information:
Running Mode      : Standard
Total number of virtual routers : 1
Interface GigabitEthernet2/0/1
  VRID            : 1                      Adver Timer   : 100
  Admin Status    : Up                    State         : Master
  Config Pri      : 110                   Running Pri   : 110
  Preempt Mode    : Yes                   Delay Time    : 5
  Auth Type       : None
  Virtual IP      : 10.1.1.111
  Virtual MAC     : 0000-5e00-0101
  Master IP       : 10.1.1.1
```

以上显示信息表示 Router A 故障恢复后，Router A 会抢占成为 Master，Host A 发送给 Host B 的报文仍然通过 Router A 转发。

## 1.7.2 VRRP多备份组配置举例



为了实现 VRRP 备份组的负载分担功能，需要在 10.1.1.0/24 网段内的主机上手动配置默认网关为 10.1.1.111 或 10.1.1.112。

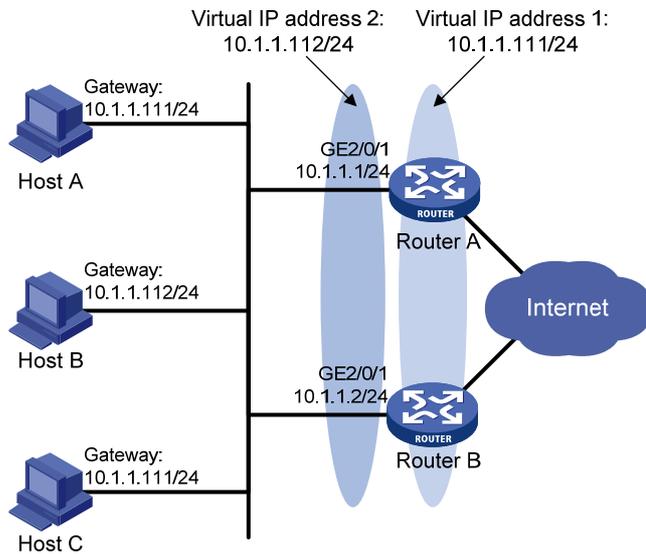
---

### 1. 组网需求

- 利用 VRRP 备份组实现缺省网关间的负载分担和相互备份。
- 采用了负载分担之后，可以将部分主机缺省网关配置为 10.1.1.111/24，部分配置为 10.1.1.112/24。

## 2. 组网图

图1-10 VRRP 多备份组配置组网图



## 3. 配置步骤

### (1) 配置 Router A

# 配置接口 IP 地址。

```
<RouterA> system-view
[RouterA] interface gigabitethernet 2/0/1
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
```

# 创建备份组 1，并配置备份组 1 的虚拟 IP 地址为 10.1.1.111。

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] vrrp vrid 1 virtual-ip 10.1.1.111
```

# 设置 Router A 在备份组 1 中的优先级为 110，高于 Router B 的优先级 100，以保证在备份组 1 中 Router A 成为 Master 负责转发流量。

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] vrrp vrid 1 priority 110
```

# 创建备份组 2，并配置备份组 2 的虚拟 IP 地址为 10.1.1.112。

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] vrrp vrid 2 virtual-ip 10.1.1.112
```

### (2) 配置 Router B

# 配置接口 IP 地址。

```
<RouterB> system-view
[RouterB] interface gigabitethernet 2/0/1
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
```

# 创建备份组 1，并配置备份组 1 的虚拟 IP 地址为 10.1.1.111。

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] vrrp vrid 1 virtual-ip 10.1.1.111
```

# 创建备份组 2，并配置备份组 2 的虚拟 IP 地址为 10.1.1.112。

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] vrrp vrid 2 virtual-ip 10.1.1.112
```

# 设置 Router B 在备份组 2 中的优先级为 110，高于 Router A 的优先级 100，以保证在备份组 2 中 Router B 成为 Master 负责转发流量。

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] vrrp vrid 2 priority 110
```

#### 4. 验证配置

可以通过 **display vrrp verbose** 命令查看配置后的结果。

# 显示 Router A 上备份组的详细信息。

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] display vrrp verbose
IPv4 Virtual Router Information:
Running Mode      : Standard
Total number of virtual routers : 2
Interface GigabitEthernet2/0/1
  VRID           : 1
  Admin Status   : Up
  Config Pri     : 110
  Preempt Mode   : Yes
  Auth Type      : None
  Virtual IP     : 10.1.1.111
  Virtual MAC    : 0000-5e00-0101
  Master IP     : 10.1.1.1
  Adver Timer    : 100
  State          : Master
  Running Pri    : 110
  Delay Time     : 0

Interface GigabitEthernet2/0/1
  VRID           : 2
  Admin Status   : Up
  Config Pri     : 100
  Preempt Mode   : Yes
  Become Master  : 201ms left
  Auth Type      : None
  Virtual IP     : 10.1.1.112
  Master IP     : 10.1.1.2
  Adver Timer    : 100
  State          : Backup
  Running Pri    : 100
  Delay Time     : 0
```

# 显示 Router B 上备份组的详细信息。

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] display vrrp verbose
IPv4 Virtual Router Information:
Running Mode      : Standard
Total number of virtual routers : 2
Interface GigabitEthernet2/0/1
  VRID           : 1
  Admin Status   : Up
  Config Pri     : 100
  Preempt Mode   : Yes
  Become Master  : 185ms left
  Auth Type      : None
  Virtual IP     : 10.1.1.111
  Master IP     : 10.1.1.1
  Adver Timer    : 100
  State          : Backup
  Running Pri    : 100
  Delay Time     : 0

Interface GigabitEthernet2/0/1
  VRID           : 2
  Admin Status   : Up
  Config Pri     : 110
  Preempt Mode   : Yes
  Auth Type      : None
  Adver Timer    : 100
  State          : Master
  Running Pri    : 110
  Delay Time     : 0
```

```
Virtual IP      : 10.1.1.112
Virtual MAC     : 0000-5e00-0102
Master IP      : 10.1.1.2
```

以上显示信息表示在备份组 1 中 Router A 为 Master 路由器，Router B 为 Backup 路由器，缺省网关为 10.1.1.111/24 的主机通过 Router A 访问 Internet；备份组 2 中 Router A 为 Backup 路由器，Router B 为 Master 路由器，缺省网关为 10.1.1.112/24 的主机通过 Router B 访问 Internet。

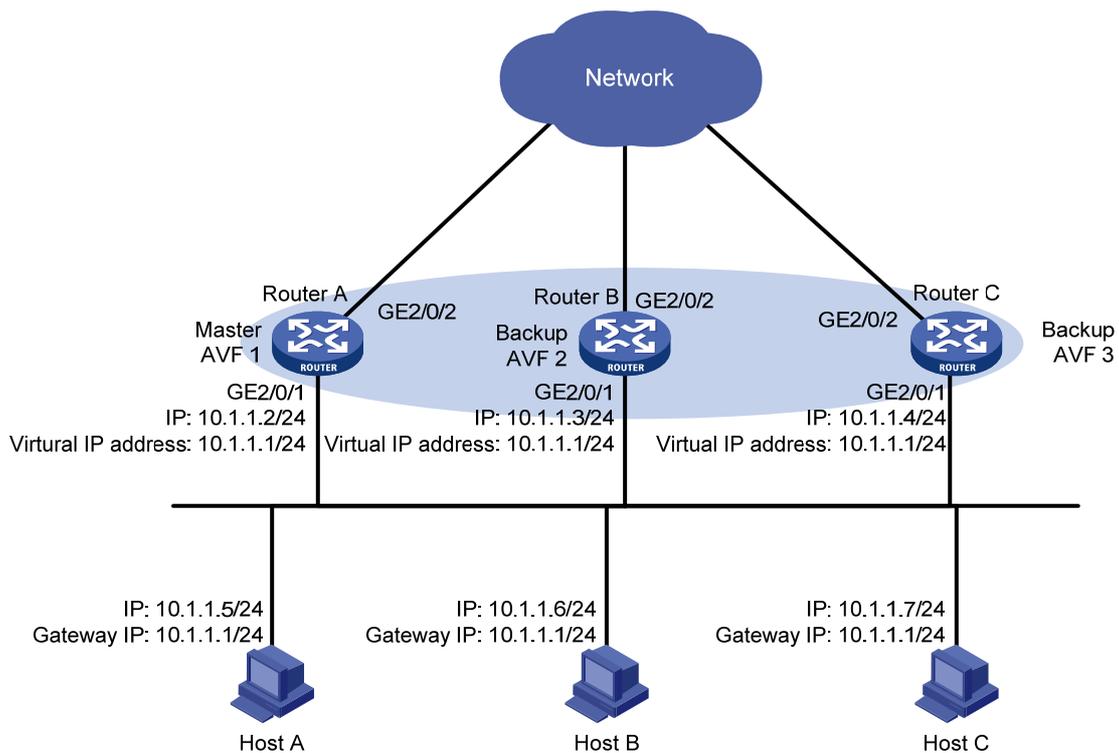
### 1.7.3 VRRP负载均衡模式配置举例

#### 1. 组网需求

- Router A、Router B 和 Router C 属于虚拟 IP 地址为 10.1.1.1/24 的备份组 1；
- 10.1.1.0/24 网段内主机的缺省网关为 10.1.1.1/24，利用 VRRP 备份组保证某台网关设备（Router A、Router B 或 Router C）出现故障时，局域网内的主机仍然可以通过网关访问外部网络；
- 备份组 1 工作在负载均衡模式，通过一个备份组实现负载分担，充分利用网关资源；
- 在 Router A、Router B 和 Router C 上分别配置虚拟转发器通过 Track 项监视上行接口 GigabitEthernet2/0/2 的状态。当上行接口出现故障时，降低 Router A、Router B 或 Router C 上虚拟转发器的权重，以便其它设备接管它的转发任务。

#### 2. 组网图

图1-11 VRRP 负载均衡模式配置组网图



#### 3. 配置步骤

##### (1) 配置 Router A

# 配置 VRRP 工作在负载均衡模式。

```
<RouterA> system-view
```

```
[RouterA] vrrp mode load-balance
```

# 创建备份组 1，并配置备份组 1 的虚拟 IP 地址为 10.1.1.1。

```
[RouterA] interface gigabitethernet 2/0/1
```

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] ip address 10.1.1.2 24
```

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] vrrp vrid 1 virtual-ip 10.1.1.1
```

# 配置 Router A 在备份组 1 中的优先级为 120，高于 Router B 的优先级 110 和 Router C 的优先级 100，以保证 Router A 成为 Master。

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] vrrp vrid 1 priority 120
```

# 配置 Router A 工作在抢占方式，以保证 Router A 故障恢复后，能再次抢占成为 Master，即只要 Router A 正常工作，Router A 就会成为 Master。为了避免频繁地进行状态切换，配置抢占延迟时间为 5 秒。

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] vrrp vrid 1 preempt-mode delay 5
```

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] quit
```

# 创建和上行接口 GigabitEthernet2/0/2 物理状态关联的 Track 项 1。如果 Track 项的状态为 Negative，则说明 Router A 的上行接口出现故障。

```
[RouterA] track 1 interface gigabitethernet 2/0/2
```

# 配置虚拟转发器监视 Track 项 1。Track 项的状态为 Negative 时，降低 Router A 上虚拟转发器的权重，使其低于失效下限 10，即权重降低的数额大于 245，以便其它设备接管 Router A 的转发任务。本例中，配置虚拟转发器权重降低数额为 250。

```
[RouterA] interface gigabitethernet 2/0/1
```

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] vrrp vrid 1 weight track 1 reduced 250
```

## (2) 配置 Router B

# 配置 VRRP 工作在负载均衡模式。

```
<RouterB> system-view
```

```
[RouterB] vrrp mode load-balance
```

# 创建备份组 1，并配置备份组 1 的虚拟 IP 地址为 10.1.1.1。

```
[RouterB] interface gigabitethernet 2/0/1
```

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] ip address 10.1.1.3 24
```

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] vrrp vrid 1 virtual-ip 10.1.1.1
```

# 配置 Router B 在备份组 1 中的优先级为 110，高于 Router C 的优先级 100，以保证 Router A 出现故障时，Router B 成为 Master。

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] vrrp vrid 1 priority 110
```

# 配置 Router B 工作在抢占方式，抢占延迟时间为 5 秒。

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] vrrp vrid 1 preempt-mode delay 5
```

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] quit
```

# 创建和上行接口 GigabitEthernet2/0/2 物理状态关联的 Track 项 1。如果 Track 项的状态为 Negative，则说明 Router B 的上行接口出现故障。

```
[RouterB] track 1 interface gigabitethernet 2/0/2
```

# 配置虚拟转发器监视 Track 项 1。Track 项的状态为 Negative 时，降低 Router B 上虚拟转发器的权重，使其低于失效下限 10，即权重降低的数额大于 245，以便其它设备接管 Router B 的转发任务。本例中，配置虚拟转发器权重降低数额为 250。

```
[RouterB] interface gigabitethernet 2/0/1
```

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] vrrp vrid 1 weight track 1 reduced 250
```

### (3) 配置 Router C

# 配置 VRRP 工作在负载均衡模式。

```
<RouterC> system-view
```

```
[RouterC] vrrp mode load-balance
```

# 创建备份组 1，并配置备份组 1 的虚拟 IP 地址为 10.1.1.1。

```
[RouterC] interface gigabitethernet 2/0/1
```

```
[RouterC-GigabitEthernet2/0/1] ip address 10.1.1.4 24
```

```
[RouterC-GigabitEthernet2/0/1] vrrp vrid 1 virtual-ip 10.1.1.1
```

# 配置 Router C 工作在抢占方式，抢占延迟时间为 5 秒。

```
[RouterC-GigabitEthernet2/0/1] vrrp vrid 1 preempt-mode delay 5
```

```
[RouterC-GigabitEthernet2/0/1] quit
```

# 创建和上行接口 GigabitEthernet2/0/2 物理状态关联的 Track 项 1。如果 Track 项的状态为 Negative，则说明 Router C 的上行接口出现故障。

```
[RouterC] track 1 interface gigabitethernet 2/0/2
```

# 配置虚拟转发器监视 Track 项 1。Track 项的状态为 Negative 时，降低 Router C 上虚拟转发器的权重，使其低于失效下限 10，即权重降低的数额大于 245，以便其它设备接管 Router C 的转发任务。本例中，配置虚拟转发器权重降低数额为 250。

```
[RouterC] interface gigabitethernet 2/0/1
```

```
[RouterC-GigabitEthernet2/0/1] vrrp vrid 1 weight track 1 reduced 250
```

## 4. 验证配置

配置完成后，在 Host A 上可以 ping 通外网。通过 **display vrrp verbose** 命令查看配置后的结果。

# 显示 Router A 上备份组 1 的详细信息。

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] display vrrp verbose
```

```
IPv4 Virtual Router Information:
```

```
Running Mode      : Load Balance
```

```
Total number of virtual routers : 1
```

```
Interface GigabitEthernet2/0/1
```

```
VRID              : 1                      Adver Timer      : 100
Admin Status      : Up                      State            : Master
Config Pri        : 120                     Running Pri      : 120
Preempt Mode      : Yes                     Delay Time       : 5
Auth Type         : None
Virtual IP        : 10.1.1.1
Member IP List    : 10.1.1.2 (Local, Master)
                  : 10.1.1.3 (Backup)
                  : 10.1.1.4 (Backup)
```

```
Forwarder Information: 3 Forwarders 1 Active
```

```
Config Weight     : 255
```

```
Running Weight    : 255
```

```
Forwarder 01
```

```
State             : Active
```

```
Virtual MAC       : 000f-e2ff-0011 (Owner)
```

```
Owner ID          : 0000-5e01-1101
```

```
Priority          : 255
```

```

Active          : local
Forwarder 02
State          : Listening
Virtual MAC    : 000f-e2ff-0012 (Learnt)
Owner ID       : 0000-5e01-1103
Priority        : 127
Active         : 10.1.1.3
Forwarder 03
State          : Listening
Virtual MAC    : 000f-e2ff-0013 (Learnt)
Owner ID       : 0000-5e01-1105
Priority        : 127
Active         : 10.1.1.4
Forwarder Weight Track Information:
Track Object   : 1          State : Positive  Weight Reduced : 250

```

# 显示 Router B 上备份组 1 的详细信息。

```

[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] display vrrp verbose
IPv4 Virtual Router Information:
Running Mode   : Load Balance
Total number of virtual routers : 1
Interface GigabitEthernet2/0/1
VRID          : 1                      Adver Timer   : 100
Admin Status  : Up                     State         : Backup
Config Pri    : 110                    Running Pri    : 110
Preempt Mode  : Yes                     Delay Time    : 5
Become Master : 426ms left
Auth Type     : None
Virtual IP    : 10.1.1.1
Member IP List : 10.1.1.3 (Local, Backup)
                10.1.1.2 (Master)
                10.1.1.4 (Backup)
Forwarder Information: 3 Forwarders 1 Active
Config Weight  : 255
Running Weight : 255
Forwarder 01
State          : Listening
Virtual MAC    : 000f-e2ff-0011 (Learnt)
Owner ID       : 0000-5e01-1101
Priority        : 127
Active         : 10.1.1.2
Forwarder 02
State          : Active
Virtual MAC    : 000f-e2ff-0012 (Owner)
Owner ID       : 0000-5e01-1103
Priority        : 255
Active         : local
Forwarder 03
State          : Listening

```

```

Virtual MAC      : 000f-e2ff-0013 (Learnt)
Owner ID        : 0000-5e01-1105
Priority         : 127
Active          : 10.1.1.4
Forwarder Weight Track Information:
  Track Object   : 1           State : Positive  Weight Reduced : 250
# 显示 Router C 上备份组 1 的详细信息。
[RouterC-GigabitEthernet2/0/1] display vrrp verbose
IPv4 Virtual Router Information:
Running Mode     : Load Balance
Total number of virtual routers : 1
Interface GigabitEthernet2/0/1
  VRID           : 1           Adver Timer    : 100
  Admin Status   : Up         State           : Backup
  Config Pri     : 100        Running Pri     : 100
  Preempt Mode   : Yes       Delay Time      : 5
  Become Master  : 417ms left
  Auth Type      : None
  Virtual IP     : 10.1.1.1
  Member IP List : 10.1.1.4 (Local, Backup)
                  10.1.1.2 (Master)
                  10.1.1.3 (Backup)
Forwarder Information: 3 Forwarders 1 Active
  Config Weight  : 255
  Running Weight : 255
Forwarder 01
  State          : Listening
  Virtual MAC    : 000f-e2ff-0011 (Learnt)
  Owner ID      : 0000-5e01-1101
  Priority       : 127
  Active        : 10.1.1.2
Forwarder 02
  State          : Listening
  Virtual MAC    : 000f-e2ff-0012 (Learnt)
  Owner ID      : 0000-5e01-1103
  Priority       : 127
  Active        : 10.1.1.3
Forwarder 03
  State          : Active
  Virtual MAC    : 000f-e2ff-0013 (Owner)
  Owner ID      : 0000-5e01-1105
  Priority       : 255
  Active        : local
Forwarder Weight Track Information:
  Track Object   : 1           State : Positive  Weight Reduced : 250

```

以上显示信息表示在备份组 1 中 Router A 为 Master 路由器，Router B 和 Router C 为 Backup 路由器。Router A、Router B 和 Router C 上各自存在一个 AVF，并存在作为备份的两个 LVF。

# 当 Router A 的上行接口 GigabitEthernet2/0/2 出现故障后，通过 **display vrrp verbose** 命令查看 Router A 上备份组的详细信息。

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] display vrrp verbose
IPv4 Virtual Router Information:
Running Mode      : Load Balance
Total number of virtual routers : 1
  Interface GigabitEthernet2/0/1
    VRID          : 1                      Adver Timer   : 100
    Admin Status  : Up                    State         : Master
    Config Pri    : 120                   Running Pri   : 120
    Preempt Mode  : Yes                   Delay Time    : 5
    Auth Type     : None
    Virtual IP    : 10.1.1.1
    Member IP List : 10.1.1.2 (Local, Master)
                   10.1.1.3 (Backup)
                   10.1.1.4 (Backup)
Forwarder Information: 3 Forwarders 0 Active
  Config Weight  : 255
  Running Weight : 5
  Forwarder 01
    State        : Initialize
    Virtual MAC  : 000f-e2ff-0011 (Owner)
    Owner ID     : 0000-5e01-1101
    Priority     : 0
    Active       : 10.1.1.4
  Forwarder 02
    State        : Initialize
    Virtual MAC  : 000f-e2ff-0012 (Learnt)
    Owner ID     : 0000-5e01-1103
    Priority     : 0
    Active       : 10.1.1.3
  Forwarder 03
    State        : Initialize
    Virtual MAC  : 000f-e2ff-0013 (Learnt)
    Owner ID     : 0000-5e01-1105
    Priority     : 0
    Active       : 10.1.1.4
Forwarder Weight Track Information:
  Track Object   : 1                      State : Negative Weight Reduced : 250
```

# 通过 **display vrrp verbose** 命令查看 Router C 上备份组的详细信息。

```
[RouterC-GigabitEthernet2/0/1] display vrrp verbose
IPv4 Virtual Router Information:
Running Mode      : Load Balance
Total number of virtual routers : 1
  Interface GigabitEthernet2/0/1
    VRID          : 1                      Adver Timer   : 100
    Admin Status  : Up                    State         : Backup
    Config Pri    : 100                   Running Pri   : 100
```

```

Preempt Mode      : Yes                Delay Time       : 5
Become Master    : 412ms left
Auth Type        : None
Virtual IP       : 10.1.1.1
Member IP List   : 10.1.1.4 (Local, Backup)
                  : 10.1.1.2 (Master)
                  : 10.1.1.3 (Backup)
Forwarder Information: 3 Forwarders 2 Active
Config Weight    : 255
Running Weight   : 255
Forwarder 01
State            : Active
Virtual MAC      : 000f-e2ff-0011 (Take Over)
Owner ID         : 0000-5e01-1101
Priority         : 85
Active           : local
Forwarder 02
State            : Listening
Virtual MAC      : 000f-e2ff-0012 (Learnt)
Owner ID         : 0000-5e01-1103
Priority         : 85
Active           : 10.1.1.3
Forwarder 03
State            : Active
Virtual MAC      : 000f-e2ff-0013 (Owner)
Owner ID         : 0000-5e01-1105
Priority         : 255
Active           : local
Forwarder Weight Track Information:
Track Object     : 1                State : Positive   Weight Reduced : 250

```

以上显示信息表示 Router A 的上行接口出现故障后，Router A 上虚拟转发器的权重降低为 5，低于失效下限。Router A 上所有虚拟转发器的状态均变为 **Initialized**，不能再用于转发。Router C 成为虚拟 MAC 地址 000f-e2ff-0011 对应虚拟转发器的 AVF，接管 Router A 的转发任务。

# Timeout Timer 超时后（约 1800 秒后），查看 Router C 上备份组的详细信息。

```

[RouterC-GigabitEthernet2/0/1] display vrrp verbose
IPv4 Virtual Router Information:
Running Mode      : Load Balance
Total number of virtual routers : 1
Interface GigabitEthernet2/0/1
VRID              : 1                Adver Timer     : 100
Admin Status      : Up              State           : Backup
Config Pri       : 100              Running Pri     : 100
Preempt Mode     : Yes              Delay Time      : 5
Auth Type        : None
Virtual IP       : 10.1.1.1
Member IP List   : 10.1.1.4 (Local, Backup)
                  : 10.1.1.2 (Master)
                  : 10.1.1.3 (Backup)

```

```
Forwarder Information: 2 Forwarders 1 Active
```

```
Config Weight : 255  
Running Weight : 255
```

```
Forwarder 02
```

```
State : Listening  
Virtual MAC : 000f-e2ff-0012 (Learnt)  
Owner ID : 0000-5e01-1103  
Priority : 127  
Active : 10.1.1.3
```

```
Forwarder 03
```

```
State : Active  
Virtual MAC : 000f-e2ff-0013 (Owner)  
Owner ID : 0000-5e01-1105  
Priority : 255  
Active : local
```

```
Forwarder Weight Track Information:
```

```
Track Object : 1 State : Positive Weight Reduced : 250
```

以上显示信息表示, Timeout Timer 超时后, 删除虚拟 MAC 地址 000f-e2ff-0011 对应的虚拟转发器, 不再转发目的 MAC 地址为该 MAC 的报文。

# Router A 出现故障后, 通过 **display vrrp verbose** 命令查看 Router B 上备份组的详细信息。

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] display vrrp verbose
```

```
IPv4 Virtual Router Information:
```

```
Running Mode : Load Balance
```

```
Total number of virtual routers : 1
```

```
Interface GigabitEthernet2/0/1
```

```
VRID : 1 Adver Timer : 100  
Admin Status : Up State : Master  
Config Pri : 110 Running Pri : 110  
Preempt Mode : Yes Delay Time : 5  
Auth Type : None  
Virtual IP : 10.1.1.1  
Member IP List : 10.1.1.3 (Local, Master)  
10.1.1.4 (Backup)
```

```
Forwarder Information: 2 Forwarders 1 Active
```

```
Config Weight : 255  
Running Weight : 255
```

```
Forwarder 02
```

```
State : Active  
Virtual MAC : 000f-e2ff-0012 (Owner)  
Owner ID : 0000-5e01-1103  
Priority : 255  
Active : local
```

```
Forwarder 03
```

```
State : Listening  
Virtual MAC : 000f-e2ff-0013 (Learnt)  
Owner ID : 0000-5e01-1105  
Priority : 127  
Active : 10.1.1.4
```

Forwarder Weight Track Information:

Track Object : 1 State : Positive Weight Reduced : 250

以上显示信息表示 Router A 出现故障后，Router B 的优先级高于 Router C，将抢占成为 Master 路由器，同时删除了虚拟 MAC 地址 000f-e2ff-0011 对应的虚拟转发器。

## 1.8 IPv6 VRRP 典型配置举例

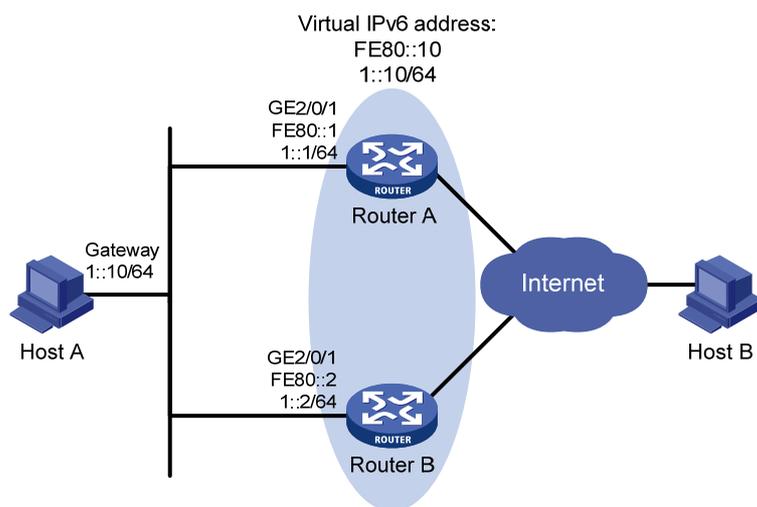
### 1.8.1 IPv6 VRRP 单备份组配置举例

#### 1. 组网需求

- Router A 和 Router B 属于虚拟 IPv6 地址为 1::10/64 和 FE80::10 的备份组 1；
- Host A 需要访问 Internet 上的 Host B；Host A 通过路由器发送的 RA 消息学习到缺省网关地址为 1::10/64；
- 当 Router A 正常工作时，Host A 发送给 Host B 的报文通过 Router A 转发；当 Router A 出现故障时，Host A 发送给 Host B 的报文通过 Router B 转发。

#### 2. 组网图

图1-12 IPv6 VRRP 单备份组配置组网图



#### 3. 配置步骤

##### (1) 配置 Router A

# 配置接口 IPv6 地址。

```
<RouterA> system-view
```

```
[RouterA] interface gigabitethernet 2/0/1
```

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] ipv6 address fe80::1 link-local
```

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] ipv6 address 1::1 64
```

# 创建备份组 1，并配置备份组 1 的虚拟 IPv6 地址为 FE80::10 和 1::10。

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] vrrp ipv6 vrid 1 virtual-ip fe80::10 link-local
```

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] vrrp ipv6 vrid 1 virtual-ip 1::10
```

# 配置 Router A 在备份组 1 中的优先级为 110，高于 Router B 的优先级 100，以保证 Router A 成为 Master 负责转发流量。

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] vrrp ipv6 vrid 1 priority 110
```

# 配置 Router A 工作在抢占方式，以保证 Router A 故障恢复后，能再次抢占成为 Master，即只要 Router A 正常工作，就由 Router A 负责转发流量。为了避免频繁地进行状态切换，配置抢占延迟时间为 5 秒。

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] vrrp ipv6 vrid 1 preempt-mode delay 5
```

# 配置允许发布 RA 消息，以便 Host A 通过 RA 消息学习到缺省网关地址。

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] undo ipv6 nd ra halt
```

## (2) 配置 Router B

# 配置接口 IPv6 地址。

```
<RouterB> system-view
```

```
[RouterB] interface gigabitethernet 2/0/1
```

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] ipv6 address fe80::2 link-local
```

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] ipv6 address 1::2 64
```

# 创建备份组 1，并配置备份组 1 的虚拟 IPv6 地址为 FE80::10 和 1::10。

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] vrrp ipv6 vrid 1 virtual-ip fe80::10 link-local
```

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] vrrp ipv6 vrid 1 virtual-ip 1::10
```

# 配置 Router B 工作在抢占方式，抢占延迟时间为 5 秒。

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] vrrp ipv6 vrid 1 preempt-mode delay 5
```

# 配置允许发布 RA 消息，以便 Host A 通过 RA 消息学习到缺省网关地址。

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] undo ipv6 nd ra halt
```

## 4. 验证配置

配置完成后，在 Host A 上可以 ping 通 Host B。通过 **display vrrp ipv6 verbose** 命令查看配置后的结果。

# 显示 Router A 上备份组 1 的详细信息。

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] display vrrp ipv6 verbose
```

```
IPv6 Virtual Router Information:
```

```
Running Mode      : Standard
```

```
Total number of virtual routers : 1
```

```
Interface GigabitEthernet2/0/1
```

VRID	: 1	Adver Timer	: 100
Admin Status	: Up	State	: Master
Config Pri	: 110	Running Pri	: 110
Preempt Mode	: Yes	Delay Time	: 5
Auth Type	: None		
Virtual IP	: FE80::10		
	: 1::10		
Virtual MAC	: 0000-5e00-0201		
Master IP	: FE80::1		

# 显示 Router B 上备份组 1 的详细信息。

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] display vrrp ipv6 verbose
```

```
IPv6 Virtual Router Information:
```

```
Running Mode      : Standard
```

```

Total number of virtual routers : 1
Interface GigabitEthernet2/0/1
  VRID          : 1                Adver Timer   : 100
  Admin Status  : Up                State          : Backup
  Config Pri    : 100               Running Pri    : 100
  Preempt Mode  : Yes               Delay Time     : 5
  Become Master : 411ms left
  Auth Type     : None
  Virtual IP    : FE80::10
                  1::10
  Master IP     : FE80::1

```

以上显示信息表示在备份组 1 中 Router A 为 Master 路由器，Router B 为 Backup 路由器，Host A 发送给 Host B 的报文通过 Router A 转发。

Router A 出现故障后，在 Host A 上仍然可以 ping 通 Host B。通过 **display vrrp ipv6 verbose** 命令查看 Router B 上备份组的信息。

# Router A 出现故障后，显示 Router B 上备份组 1 的详细信息。

```

[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] display vrrp ipv6 verbose
IPv6 Virtual Router Information:
Running Mode      : Standard
Total number of virtual routers : 1
Interface GigabitEthernet2/0/1
  VRID          : 1                Adver Timer   : 100
  Admin Status  : Up                State          : Master
  Config Pri    : 100               Running Pri    : 100
  Preempt Mode  : Yes               Delay Time     : 5
  Auth Type     : None
  Virtual IP    : FE80::10
                  1::10
  Virtual MAC   : 0000-5e00-0201
  Master IP     : FE80::2

```

以上显示信息表示 Router A 出现故障后，Router B 成为 Master 路由器，Host A 发送给 Host B 的报文通过 Router B 转发。

# Router A 故障恢复后，显示 Router A 上备份组 1 的详细信息。

```

[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] display vrrp ipv6 verbose
IPv6 Virtual Router Information:
Running Mode      : Standard
Total number of virtual routers : 1
Interface GigabitEthernet2/0/1
  VRID          : 1                Adver Timer   : 100
  Admin Status  : Up                State          : Master
  Config Pri    : 110               Running Pri    : 110
  Preempt Mode  : Yes               Delay Time     : 5
  Auth Type     : None
  Virtual IP    : FE80::10
                  1::10
  Virtual MAC   : 0000-5e00-0201
  Master IP     : FE80::1

```

以上显示信息表示 Router A 故障恢复后，Router A 会抢占成为 Master 路由器，Host A 发送给 Host B 的报文仍然通过 Router A 转发。

## 1.8.2 IPv6 VRRP多备份组配置举例



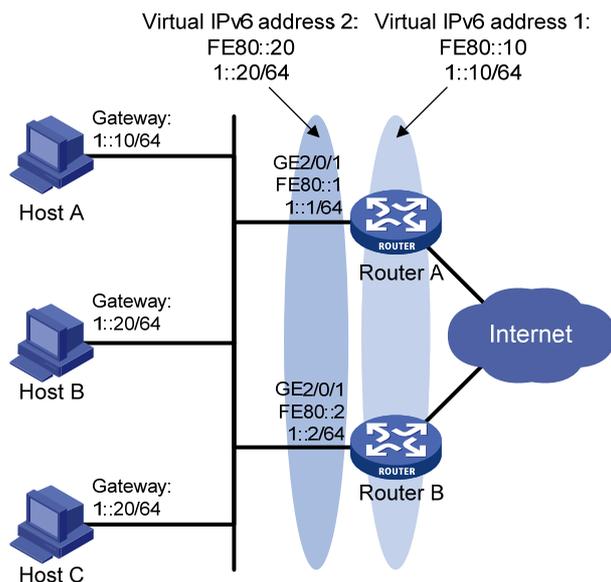
为了实现 VRRP 备份组的负载分担功能，需要在 1::/64 网段内的主机上手动配置默认网关为 1::10 或 1::20。

### 1. 组网需求

- 1::/64 网络内部分主机的缺省网关为 1::10/64，部分主机的缺省网关为 1::20/64；
- 利用 VRRP 备份组实现缺省网关间的负载分担和相互备份。

### 2. 组网图

图1-13 VRRP 多备份组配置组网图



### 3. 配置步骤

#### (1) 配置 Router A

# 配置接口 IPv6 地址。

```
<RouterA> system-view
[RouterA] interface gigabitethernet 2/0/1
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] ipv6 address fe80::1 link-local
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] ipv6 address 1::1 64
```

# 创建备份组 1，并配置备份组 1 的虚拟 IPv6 地址为 FE80::10 和 1::10。

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] vrrp ipv6 vrid 1 virtual-ip fe80::10 link-local
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] vrrp ipv6 vrid 1 virtual-ip 1::10
```

# 设置 Router A 在备份组 1 中的优先级为 110，高于 Router B 的优先级 100，以保证在备份组 1 中 Router A 成为 Master 负责转发流量。

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] vrrp ipv6 vrid 1 priority 110
```

# 创建备份组 2，并配置备份组 2 的虚拟 IPv6 地址为 FE80::20 和 1::20。

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] vrrp ipv6 vrid 2 virtual-ip fe80::20 link-local
```

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] vrrp ipv6 vrid 2 virtual-ip 1::20
```

## (2) 配置 Router B

# 配置接口 IPv6 地址。

```
<RouterB> system-view
```

```
[RouterB] interface gigabitethernet 2/0/1
```

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] ipv6 address fe80::2 link-local
```

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] ipv6 address 1::2 64
```

# 创建备份组 1，并配置备份组 1 的虚拟 IPv6 地址为 FE80::10 和 1::10。

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] vrrp ipv6 vrid 1 virtual-ip fe80::10 link-local
```

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] vrrp ipv6 vrid 1 virtual-ip 1::10
```

# 创建备份组 2，并配置备份组 2 的虚拟 IPv6 地址为 FE80::20 和 1::20。

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] vrrp ipv6 vrid 2 virtual-ip fe80::20 link-local
```

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] vrrp ipv6 vrid 2 virtual-ip 1::20
```

# 设置 Router B 在备份组 2 中的优先级为 110，高于 Router A 的优先级 100，以保证在备份组 2 中 Router B 成为 Master 负责转发流量。

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] vrrp ipv6 vrid 2 priority 110
```

## 4. 验证配置

可以通过 **display vrrp ipv6 verbose** 命令查看配置后的结果。

# 显示 Router A 上备份组的详细信息。

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] display vrrp ipv6 verbose
```

IPv6 Virtual Router Information:

Running Mode : Standard

Total number of virtual routers : 2

Interface GigabitEthernet2/0/1

VRID	: 1	Adver Timer	: 100
Admin Status	: Up	State	: Master
Config Pri	: 110	Running Pri	: 110
Preempt Mode	: Yes	Delay Time	: 0
Auth Type	: None		
Virtual IP	: FE80::10		
	: 1::10		
Virtual MAC	: 0000-5e00-0201		
Master IP	: FE80::1		

Interface GigabitEthernet2/0/1

VRID	: 2	Adver Timer	: 100
Admin Status	: Up	State	: Backup
Config Pri	: 100	Running Pri	: 100
Preempt Mode	: Yes	Delay Time	: 0
Become Master	: 410ms left		

```
Auth Type      : None
Virtual IP     : FE80::20
                1::20
Master IP      : FE80::2
```

# 显示 Router B 上备份组的详细信息。

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] display vrrp ipv6 verbose
```

```
IPv6 Virtual Router Information:
```

```
Running Mode   : Standard
Total number of virtual routers : 2
Interface GigabitEthernet2/0/1
  VRID         : 1
  Admin Status : Up
  Config Pri   : 100
  Preempt Mode : Yes
  Become Master : 407ms left
  Auth Type    : None
  Virtual IP   : FE80::10
                1::10
  Master IP    : FE80::1
```

```
Adver Timer   : 100
State         : Backup
Running Pri    : 100
Delay Time    : 0
```

```
Interface GigabitEthernet2/0/1
```

```
VRID         : 2
Admin Status : Up
Config Pri   : 110
Preempt Mode : Yes
Auth Type    : None
Virtual IP   : FE80::20
                1::20
Virtual MAC   : 0000-5e00-0202
Master IP    : FE80::2
```

```
Adver Timer   : 100
State         : Master
Running Pri    : 110
Delay Time    : 0
```

以上显示信息表示在备份组 1 中 Router A 为 Master 路由器，Router B 为 Backup 路由器，缺省网关为 1::10/64 的主机通过 Router A 访问 Internet；备份组 2 中 Router A 为 Backup 路由器，Router B 为 Master 路由器，缺省网关为 1::20/64 的主机通过 Router B 访问 Internet。

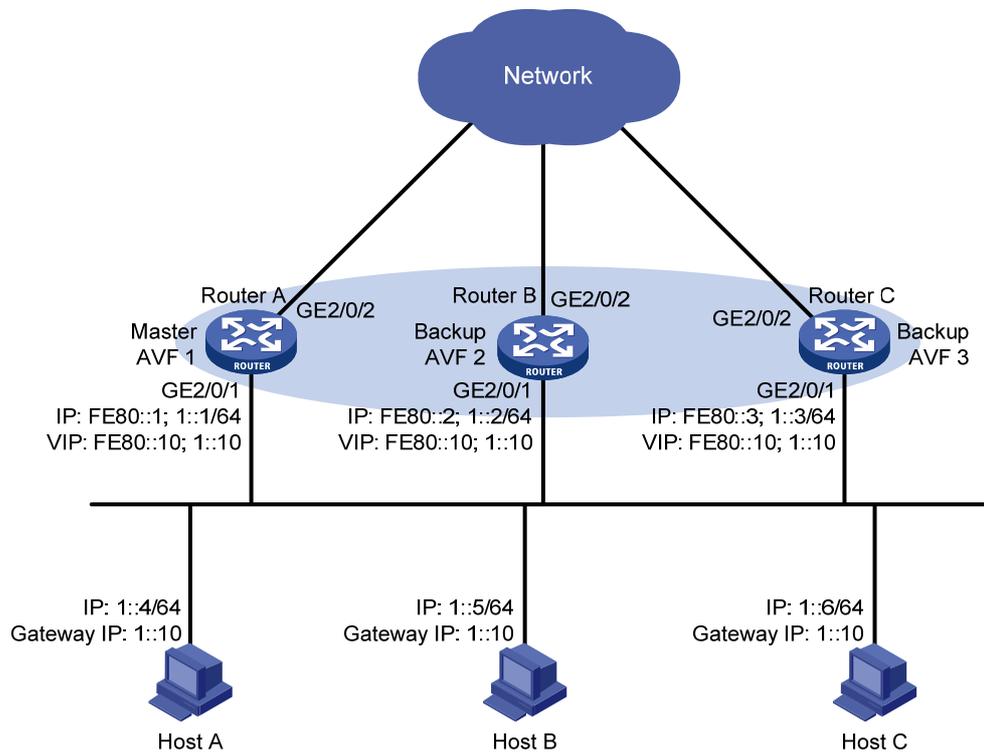
### 1.8.3 IPv6 VRRP 负载均衡模式配置举例

#### 1. 组网需求

- Router A、Router B 和 Router C 属于虚拟 IPv6 地址为 FE80::10 和 1::10 的备份组 1；
- 1::/64 网段内主机通过路由器发送的 RA 消息学习到缺省网关地址为 1::10，利用 VRRP 备份组保证某台网关设备（Router A、Router B 或 Router C）出现故障时，局域网内的主机仍然可以通过网关访问外部网络；
- 备份组 1 工作在负载均衡模式，通过一个备份组实现负载分担，充分利用网关资源；
- 在 Router A、Router B 和 Router C 上分别配置虚拟转发器通过 Track 项监视上行接口 GigabitEthernet2/0/2 的状态。当上行接口出现故障时，降低 Router A、Router B 或 Router C 上虚拟转发器的权重，以便其它设备接管它的转发任务。

## 2. 组网图

图1-14 VRRP 负载均衡模式配置组网图



## 3. 配置步骤

### (1) 配置 Router A

# 配置 VRRP 工作在负载均衡模式。

```
<RouterA> system-view
```

```
[RouterA] vrrp ipv6 mode load-balance
```

# 创建备份组 1，并配置备份组 1 的虚拟 IPv6 地址为 FE80::10 和 1::10。

```
[RouterA] interface gigabitethernet 2/0/1
```

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] ipv6 address fe80::1 link-local
```

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] ipv6 address 1::1 64
```

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] vrrp ipv6 vrid 1 virtual-ip fe80::10 link-local
```

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] vrrp ipv6 vrid 1 virtual-ip 1::10
```

# 配置 Router A 在备份组 1 中的优先级为 120，高于 Router B 的优先级 110 和 Router C 的优先级 100，以保证 Router A 成为 Master。

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] vrrp ipv6 vrid 1 priority 120
```

# 配置 Router A 工作在抢占方式，以保证 Router A 故障恢复后，能再次抢占成为 Master，即只要 Router A 正常工作，Router A 就会成为 Master。为了避免频繁地进行状态切换，配置抢占延迟时间为 5 秒。

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] vrrp ipv6 vrid 1 preempt-mode delay 5
```

# 配置允许发布 RA 消息，以便 1::/64 网段内主机通过 RA 消息学习到缺省网关地址。

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] undo ipv6 nd ra halt
```

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] quit
```

# 创建和上行接口 GigabitEthernet2/0/2 物理状态关联的 Track 项 1。如果 Track 项的状态为 Negative，则说明 Router A 的上行接口出现故障。

```
[RouterA] track 1 interface gigabitethernet 2/0/2
```

# 配置虚拟转发器监视 Track 项 1。Track 项的状态为 Negative 时，降低 Router A 上虚拟转发器的权重，使其低于失效下限 10，即权重降低的数额大于 245，以便其它设备接替 Router A 的转发任务。本例中，配置虚拟转发器权重降低数额为 250。

```
[RouterA] interface gigabitethernet 2/0/1
```

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] vrrp ipv6 vrid 1 weight track 1 reduced 250
```

## (2) 配置 Router B

# 配置 VRRP 工作在负载均衡模式。

```
<RouterB> system-view
```

```
[RouterB] vrrp ipv6 mode load-balance
```

# 创建备份组 1，并配置备份组 1 的虚拟 IP 地址为 FE80::10 和 1::10。

```
[RouterB] interface gigabitethernet 2/0/1
```

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] ipv6 address fe80::2 link-local
```

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] ipv6 address 1::2 64
```

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] vrrp ipv6 vrid 1 virtual-ip fe80::10 link-local
```

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] vrrp ipv6 vrid 1 virtual-ip 1::10
```

# 配置 Router B 在备份组 1 中的优先级为 110，高于 Router C 的优先级 100，以保证 Router A 出现故障时，Router B 成为 Master。

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] vrrp ipv6 vrid 1 priority 110
```

# 配置 Router B 工作在抢占方式，抢占延迟时间为 5 秒。

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] vrrp ipv6 vrid 1 preempt-mode delay 5
```

# 配置允许发布 RA 消息，以便 1::/64 网段内主机通过 RA 消息学习到缺省网关地址。

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] undo ipv6 nd ra halt
```

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] quit
```

# 创建和上行接口 GigabitEthernet2/0/2 物理状态关联的 Track 项 1。如果 Track 项的状态为 Negative，则说明 Router B 的上行接口出现故障。

```
[RouterB] track 1 interface gigabitethernet 2/0/2
```

# 配置虚拟转发器监视 Track 项 1。Track 项的状态为 Negative 时，降低 Router B 上虚拟转发器的权重，使其低于失效下限 10，即权重降低的数额大于 245，以便其它设备接替 Router B 的转发任务。本例中，配置虚拟转发器权重降低数额为 250。

```
[RouterB] interface gigabitethernet 2/0/1
```

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] vrrp ipv6 vrid 1 weight track 1 reduced 250
```

## (3) 配置 Router C

# 配置 VRRP 工作在负载均衡模式。

```
<RouterC> system-view
```

```
[RouterC] vrrp ipv6 mode load-balance
```

# 创建备份组 1，并配置备份组 1 的虚拟 IP 地址为 FE80::10 和 1::10。

```
[RouterC] interface gigabitethernet 2/0/1
```

```
[RouterC-GigabitEthernet2/0/1] ipv6 address fe80::3 link-local
```

```
[RouterC-GigabitEthernet2/0/1] ipv6 address 1::3 64
```

```
[RouterC-GigabitEthernet2/0/1] vrrp ipv6 vrid 1 virtual-ip fe80::10 link-local
```

```
[RouterC-GigabitEthernet2/0/1] vrrp ipv6 vrid 1 virtual-ip 1::10
```

# 配置 Router C 工作在抢占方式，抢占延迟时间为 5 秒。

```
[RouterC-GigabitEthernet2/0/1] vrrp ipv6 vrid 1 preempt-mode delay 5
```

# 配置允许发布 RA 消息，以便 1::/64 网段内主机通过 RA 消息学习到缺省网关地址。

```
[RouterC-GigabitEthernet2/0/1] undo ipv6 nd ra halt
```

```
[RouterC-GigabitEthernet2/0/1] quit
```

# 创建和上行接口 GigabitEthernet2/0/2 物理状态关联的 Track 项 1。如果 Track 项的状态为 Negative，则说明 Router C 的上行接口出现故障。

```
[RouterC] track 1 interface gigabitethernet 2/0/2
```

# 配置虚拟转发器监视 Track 项 1。Track 项的状态为 Negative 时，降低 Router C 上虚拟转发器的权重，使其低于失效下限 10，即权重降低的数额大于 245，以便其它设备接替 Router C 的转发任务。本例中，配置虚拟转发器权重降低数额为 250。

```
[RouterC] interface gigabitethernet 2/0/1
```

```
[RouterC-GigabitEthernet2/0/1] vrrp ipv6 vrid 1 weight track 1 reduced 250
```

#### 4. 验证配置

配置完成后，在 Host A 上可以 ping 通外网。通过 **display vrrp ipv6 verbose** 命令查看配置后的结果。

# 显示 Router A 上备份组 1 的详细信息。

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] display vrrp ipv6 verbose
```

IPv6 Virtual Router Information:

Running Mode : Load Balance

Total number of virtual routers : 1

Interface GigabitEthernet2/0/1

VRID	: 1	Adver Timer	: 100
Admin Status	: Up	State	: Master
Config Pri	: 120	Running Pri	: 120
Preempt Mode	: Yes	Delay Time	: 5
Auth Type	: None		
Virtual IP	: FE80::10		
	1::10		
Member IP List	: FE80::1 (Local, Master)		
	FE80::2 (Backup)		
	FE80::3 (Backup)		

Forwarder Information: 3 Forwarders 1 Active

Config Weight : 255

Running Weight : 255

Forwarder 01

State : Active

Virtual MAC : 000f-e2ff-4011 (Owner)

Owner ID : 0000-5e01-1101

Priority : 255

Active : local

Forwarder 02

State : Listening

Virtual MAC : 000f-e2ff-4012 (Learnt)

Owner ID : 0000-5e01-1103

Priority : 127

```

Active          : FE80::2
Forwarder 03
State          : Listening
Virtual MAC    : 000f-e2ff-4013 (Learnt)
Owner ID       : 0000-5e01-1105
Priority        : 127
Active         : FE80::3
Forwarder Weight Track Information:
Track Object   : 1          State : Positive  Weight Reduced : 250

```

# 显示 Router B 上备份组 1 的详细信息。

```

[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] display vrrp ipv6 verbose
IPv6 Virtual Router Information:
Running Mode   : Load Balance
Total number of virtual routers : 1
Interface GigabitEthernet2/0/1
VRID           : 1                      Adver Timer   : 100
Admin Status   : Up                    State         : Backup
Config Pri     : 110                   Running Pri   : 110
Preempt Mode   : Yes                   Delay Time    : 5
Become Master  : 400ms left
Auth Type      : None
Virtual IP     : FE80::10
                1::10
Member IP List : FE80::2 (Local, Backup)
                FE80::1 (Master)
                FE80::3 (Backup)
Forwarder Information: 3 Forwarders 1 Active
Config Weight  : 255
Running Weight : 255
Forwarder 01
State          : Listening
Virtual MAC    : 000f-e2ff-4011 (Learnt)
Owner ID       : 0000-5e01-1101
Priority        : 127
Active         : FE80::1
Forwarder 02
State          : Active
Virtual MAC    : 000f-e2ff-4012 (Owner)
Owner ID       : 0000-5e01-1103
Priority        : 255
Active         : local
Forwarder 03
State          : Listening
Virtual MAC    : 000f-e2ff-4013 (Learnt)
Owner ID       : 0000-5e01-1105
Priority        : 127
Active         : FE80::3
Forwarder Weight Track Information:

```

```
Track Object : 1 State : Positive Weight Reduced : 250
```

# 显示 Router C 上备份组 1 的详细信息。

```
[RouterC-GigabitEthernet2/0/1] display vrrp ipv6 verbose
```

```
IPv6 Virtual Router Information:
```

```
Running Mode : Load Balance
```

```
Total number of virtual routers : 1
```

```
Interface GigabitEthernet2/0/1
```

```
VRID : 1 Adver Timer : 100
Admin Status : Up State : Backup
Config Pri : 100 Running Pri : 100
Preempt Mode : Yes Delay Time : 5
Become Master : 402ms left
Auth Type : None
Virtual IP : FE80::10
1::10
Member IP List : FE80::3 (Local, Backup)
FE80::1 (Master)
FE80::2 (Backup)
```

```
Forwarder Information: 3 Forwarders 1 Active
```

```
Config Weight : 255
```

```
Running Weight : 255
```

```
Forwarder 01
```

```
State : Listening
Virtual MAC : 000f-e2ff-4011 (Learnt)
Owner ID : 0000-5e01-1101
Priority : 127
Active : FE80::1
```

```
Forwarder 02
```

```
State : Listening
Virtual MAC : 000f-e2ff-4012 (Learnt)
Owner ID : 0000-5e01-1103
Priority : 127
Active : FE80::2
```

```
Forwarder 03
```

```
State : Active
Virtual MAC : 000f-e2ff-4013 (Owner)
Owner ID : 0000-5e01-1105
Priority : 255
Active : local
```

```
Forwarder Weight Track Information:
```

```
Track Object : 1 State : Positive Weight Reduced : 250
```

以上显示信息表示在备份组 1 中 Router A 为 Master 路由器, Router B 和 Router C 为 Backup 路由器。Router A、Router B 和 Router C 上各自存在一个 AVF, 并存在作为备份的两个 LVF。

# 当 Router A 的上行接口 GigabitEthernet2/0/2 出现故障后, 通过 **display vrrp ipv6 verbose** 命令查看 Router A 上备份组的详细信息。

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] display vrrp ipv6 verbose
```

```
IPv6 Virtual Router Information:
```

```

Running Mode      : Load Balance
Total number of virtual routers : 1
Interface GigabitEthernet2/0/1
  VRID           : 1                      Adver Timer   : 100
  Admin Status   : Up                     State         : Master
  Config Pri     : 120                    Running Pri   : 120
  Preempt Mode   : Yes                    Delay Time    : 5
  Auth Type      : None
  Virtual IP     : FE80::10
                  1::10
  Member IP List : FE80::1 (Local, Master)
                  FE80::2 (Backup)
                  FE80::3 (Backup)
Forwarder Information: 3 Forwarders 0 Active
  Config Weight  : 255
  Running Weight : 5
  Forwarder 01
  State         : Initialize
  Virtual MAC   : 000f-e2ff-4011 (Owner)
  Owner ID     : 0000-5e01-1101
  Priority      : 0
  Active       : FE80::3
  Forwarder 02
  State         : Initialize
  Virtual MAC   : 000f-e2ff-4012 (Learnt)
  Owner ID     : 0000-5e01-1103
  Priority      : 0
  Active       : FE80::2
  Forwarder 03
  State         : Initialize
  Virtual MAC   : 000f-e2ff-4013 (Learnt)
  Owner ID     : 0000-5e01-1105
  Priority      : 0
  Active       : FE80::3
Forwarder Weight Track Information:
  Track Object  : 1                      State : Negative Weight Reduced : 250

```

# 通过 **display vrrp ipv6 verbose** 命令查看 Router C 上备份组的详细信息。

```

[RouterC-GigabitEthernet2/0/1] display vrrp ipv6 verbose
IPv6 Virtual Router Information:
Running Mode      : Load Balance
Total number of virtual routers : 1
Interface GigabitEthernet2/0/1
  VRID           : 1                      Adver Timer   : 100
  Admin Status   : Up                     State         : Backup
  Config Pri     : 100                    Running Pri   : 100
  Preempt Mode   : Yes                    Delay Time    : 5
  Become Master  : 401ms left
  Auth Type      : None

```

```

Virtual IP      : FE80::10
                  1::10
Member IP List : FE80::3 (Local, Backup)
                  FE80::1 (Master)
                  FE80::2 (Backup)
Forwarder Information: 3 Forwarders 2 Active
  Config Weight : 255
  Running Weight : 255
Forwarder 01
  State          : Active
  Virtual MAC    : 000f-e2ff-4011 (Take Over)
  Owner ID      : 0000-5e01-1101
  Priority       : 85
  Active        : local
Forwarder 02
  State          : Listening
  Virtual MAC    : 000f-e2ff-4012 (Learnt)
  Owner ID      : 0000-5e01-1103
  Priority       : 85
  Active        : FE80::2
Forwarder 03
  State          : Active
  Virtual MAC    : 000f-e2ff-4013 (Owner)
  Owner ID      : 0000-5e01-1105
  Priority       : 255
  Active        : local

```

Forwarder Weight Track Information:

```
Track Object : 1          State : Positive  Weight Reduced : 250
```

以上显示信息表示 Router A 的上行接口出现故障后，Router A 上虚拟转发器的权重降低为 5，低于失效下限。Router A 上所有虚拟转发器的状态均变为 **Initialized**，不能再用于转发。Router C 成为虚拟 MAC 地址 000f-e2ff-4011 对应虚拟转发器的 AVF，接管 Router A 的转发任务。

# Timeout Timer 超时后（约 1800 秒后），查看 Router C 上备份组的详细信息。

```
[RouterC-GigabitEthernet2/0/1] display vrrp ipv6 verbose
```

IPv6 Virtual Router Information:

```
Running Mode      : Load Balance
```

Total number of virtual routers : 1

```
Interface GigabitEthernet2/0/1
```

```

VRID              : 1                      Adver Timer      : 100
Admin Status     : Up                      State            : Backup
Config Pri       : 100                    Running Pri      : 100
Preempt Mode     : Yes                     Delay Time       : 5
Become Master    : 400ms left
Auth Type        : None
Virtual IP       : FE80::10
                  1::10
Member IP List   : FE80::3 (Local, Backup)
                  FE80::1 (Master)
                  FE80::2 (Backup)

```

```
Forwarder Information: 2 Forwarders 1 Active
```

```
Config Weight : 255  
Running Weight : 255
```

```
Forwarder 02
```

```
State : Listening  
Virtual MAC : 000f-e2ff-4012 (Learnt)  
Owner ID : 0000-5e01-1103  
Priority : 127  
Active : FE80::2
```

```
Forwarder 03
```

```
State : Active  
Virtual MAC : 000f-e2ff-4013 (Owner)  
Owner ID : 0000-5e01-1105  
Priority : 255  
Active : local
```

```
Forwarder Weight Track Information:
```

```
Track Object : 1 State : Positive Weight Reduced : 250
```

以上显示信息表示, Timeout Timer 超时后, 删除虚拟 MAC 地址 000f-e2ff-4011 对应的虚拟转发器, 不再转发目的 MAC 地址为该 MAC 的报文。

# Router A 出现故障后, 通过 **display vrrp ipv6 verbose** 命令查看 Router B 上备份组的详细信息。

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] display vrrp ipv6 verbose
```

```
IPv6 Virtual Router Information:
```

```
Running Mode : Load Balance
```

```
Total number of virtual routers : 1
```

```
Interface GigabitEthernet2/0/1
```

```
VRID : 1 Adver Timer : 100  
Admin Status : Up State : Master  
Config Pri : 110 Running Pri : 110  
Preempt Mode : Yes Delay Time : 5  
Auth Type : None  
Virtual IP : FE80::10  
1::10  
Member IP List : FE80::2 (Local, Master)  
FE80::3 (Backup)
```

```
Forwarder Information: 2 Forwarders 1 Active
```

```
Config Weight : 255  
Running Weight : 255
```

```
Forwarder 02
```

```
State : Active  
Virtual MAC : 000f-e2ff-4012 (Owner)  
Owner ID : 0000-5e01-1103  
Priority : 255  
Active : local
```

```
Forwarder 03
```

```
State : Listening  
Virtual MAC : 000f-e2ff-4013 (Learnt)  
Owner ID : 0000-5e01-1105  
Priority : 127
```

```
Active          : FE80::3
Forwarder Weight Track Information:
Track Object    : 1          State : Positive   Weight Reduced : 250
```

以上显示信息表示 Router A 出现故障后, Router B 的优先级高于 Router C, 将抢占成为 Master 路由器, 同时删除了虚拟 MAC 地址 000f-e2ff-4011 对应的虚拟转发器。

## 1.9 VRRP常见错误配置举例

### 1.9.1 出现配置错误的提示

#### 1. 故障现象

在配置过程中出现配置错误的提示, 提示内容如下: "The virtual router detected a VRRP configuration error."。

#### 2. 故障分析

- 可能是备份组内的设备配置不一致造成的, 具体包括以下几种情况:
  - 备份组运行的是 VRRPv2 版本时, 报文携带的通告报文发送间隔与当前备份组不一致, VRRPv3 版本不受此限制。
  - 报文携带的虚拟 IP 地址个数与当前备份组不一致。
  - 报文携带的虚拟 IP 地址列表与当前备份组不一致。
- 可能是备份组内的设备收到攻击者发送的非法 VRRP 报文, 如 IP 地址拥有者收到优先级为 255 的 VRRP 报文。

#### 3. 故障处理

- 对于第一种情况, 可以通过修改配置来解决。
- 对于第二种情况, 则是有些攻击者有不良企图, 应当通过定位和防止攻击来解决。

### 1.9.2 同一个备份组内出现多个Master路由器

#### 1. 故障现象

同一个备份组内出现多台 Master 路由器。

#### 2. 故障分析

- 若短时间内存在多台 Master 路由器, 属于正常情况, 无需进行人工干预。
- 若多台 Master 路由器长时间共存, 这很有可能是由于 Master 路由器之间收不到 VRRP 报文, 或者收到的报文不合法造成的。

#### 3. 故障处理

先有多台 Master 路由器之间执行 ping 操作。如果 ping 不通, 则检查网络连接是否正确; 如果能 ping 通, 则检查 VRRP 的配置是否一致。对于同一个 VRRP 备份组的配置, 必须要保证虚拟 IP 地址个数、每个虚拟 IP 地址和认证方式完全一样。如果使用的是 IPv4 VRRP, 还需保证 IPv4 VRRP 使用的版本一致。如果是 VRRPv2 版本, 还要求 VRRP 通告发送间隔一致。

### 1.9.3 VRRP的状态频繁转换

#### 1. 故障现象

在运行过程中 VRRP 的状态频繁转换。

#### 2. 故障分析

这种情况一般是由于 VRRP 通告报文发送间隔太短造成的。

#### 3. 故障处理

增加通告报文的发送间隔或者设置抢占延迟都可以解决这种故障。

# 目 录

<b>1 BFD</b> .....	<b>1-1</b>
<b>1.1 BFD简介</b> .....	<b>1-1</b>
1.1.1 BFD会话的建立与拆除 .....	1-1
1.1.2 BFD会话的工作方式和检测模式 .....	1-1
1.1.3 BFD支持的应用 .....	1-2
1.1.4 协议规范 .....	1-2
<b>1.2 配置BFD</b> .....	<b>1-3</b>
1.2.1 echo报文方式配置 .....	1-3
1.2.2 控制报文方式配置 .....	1-4
<b>1.3 BFD显示和维护</b> .....	<b>1-5</b>

# 1 BFD

## 1.1 BFD简介

BFD (Bidirectional Forwarding Detection, 双向转发检测) 是一个通用的、标准化的、介质无关和协议无关的快速故障检测机制, 用于检测 IP 网络中链路的连通状况, 保证设备之间能够快速检测到通信故障, 以便能够及时采取措施, 保证业务持续运行。

BFD 可以为各种上层协议 (如路由协议、MPLS 等) 快速检测两台设备间双向转发路径的故障。上层协议通常采用 Hello 报文机制检测故障, 所需时间为秒级, 而 BFD 可以提供毫秒级检测。

实际应用中, BFD 可以用来进行单跳和多跳检测:

- 单跳检测: 是指对两个直连设备进行 IP 连通性检测, 这里所说的“单跳”是 IP 的一跳。
- 多跳检测: BFD 可以检测两个设备间任意路径的链路情况, 这些路径可能跨越很多跳。

### 1.1.1 BFD会话的建立与拆除

BFD 本身并没有发现机制, 而是靠被服务的上层协议通知来建立会话, 具体过程如下:

- (1) 上层协议通过自己的 Hello 机制发现邻居并建立连接;
- (2) 上层协议在建立新的邻居关系后, 将邻居的参数及检测参数 (包括目的地址和源地址等) 通告给 BFD;
- (3) BFD 根据收到的参数建立 BFD 会话。

当网络出现故障时:

- (1) BFD 检测到链路故障后, 拆除 BFD 会话, 通知上层协议邻居不可达;
- (2) 上层协议中止邻居关系;
- (3) 如果网络中存在备用路径, 设备将选择备用路径进行通信。

### 1.1.2 BFD会话的工作方式和检测模式

BFD 会话通过下面两种报文来实现:

- echo 报文: 封装在 UDP 报文中传送, 其 UDP 目的端口号为 3785。
- 控制报文: 封装在 UDP 报文中传送, 对于单跳检测其 UDP 目的端口号为 3784, 对于多跳检测其 UDP 目的端口号为 4784。

#### 1. echo报文方式

本端发送 echo 报文建立 BFD 会话, 对链路进行检测。对端不建立 BFD 会话, 只需把收到的 echo 报文转发回本端。

当 BFD 会话工作于 echo 报文方式时, 仅支持单跳检测, 并且不受检测模式的控制。

#### 2. 控制报文方式

链路两端通过周期性发送控制报文建立 BFD 会话, 对链路进行检测。

BFD 会话建立前有两种模式: 主动模式和被动模式。

- 主动模式：在建立会话前不管是否收到对端发来的 BFD 控制报文，都会主动发送 BFD 控制报文；
  - 被动模式：在建立会话前不会主动发送 BFD 控制报文，直到收到对端发送来的控制报文。
- 通信双方至少要有一方运行在主动模式才能成功建立起 BFD 会话。

BFD 会话建立后有两种模式：异步模式和查询模式。通信双方要求运行在相同的模式。

- 异步模式：通信双方周期性地发送 BFD 控制报文，如果在检测时间内没有收到对端发送的 BFD 控制报文，则认为会话 down。
- 查询模式：BFD 会话建立后会停止周期发送 BFD 控制报文，当需要验证连接性的情况下，设备以协商的周期连续发送几个 P 比特位置 1 的 BFD 控制报文。如果在检测时间内没有收到返回的报文，就认为会话 down；如果收到对方回应的 F 比特位置 1 的报文，就认为连通，停止发送报文，等待下一次触发查询。

另外，也可以链路两端通过发送控制报文建立和保持 BFD 会话，任意一端通过发送 echo 报文检测链路状态。

### 1.1.3 BFD支持的应用

- 静态路由与 BFD 联动：详细情况请参见“三层技术-IP 路由配置指导”中的“静态路由”。
- IPv6 静态路由与 BFD 联动：详细情况请参见“三层技术-IP 路由配置指导”中的“IPv6 静态路由”。
- RIP 与 BFD 联动：详细情况请参见“三层技术-IP 路由配置指导”中的“RIP”。
- OSPF 与 BFD 联动：详细情况请参见“三层技术-IP 路由配置指导”中的“OSPF”。
- OSPFv3 与 BFD 联动：详细情况请参见“三层技术-IP 路由配置指导”中的“OSPFv3”。
- IS-IS 与 BFD 联动：详细情况请参见“三层技术-IP 路由配置指导”中的“IS-IS”。
- IPv6 IS-IS 与 BFD 联动：详细情况请参见“三层技术-IP 路由配置指导”中的“IPv6 IS-IS”。
- BGP 与 BFD 联动：详细情况请参见“三层技术-IP 路由配置指导”中的“BGP”。
- IPv6 BGP 与 BFD 联动：详细情况请参见“三层技术-IP 路由配置指导”中的“IPv6 BGP”。
- PIM 与 BFD 联动：详细情况请参见“IP 组播配置指导”中的“PIM”。
- IPv6 PIM 与 BFD 联动：详细情况请参见“IP 组播配置指导”中的“IPv6 PIM”。
- Track 与 BFD 联动：详细情况请参见“可靠性配置指导”中的“Track”。
- IP 快速重路由：目前支持快速重路由的有 OSPF、RIP、IS-IS 和静态路由。详细情况请参见“三层技术-IP 路由配置指导”中的“OSPF”、“IS-IS”、“RIP”和“静态路由”。

### 1.1.4 协议规范

与 BFD 相关的协议规范有：

- RFC 5880: Bidirectional Forwarding Detection (BFD)
- RFC 5881: Bidirectional Forwarding Detection (BFD) for IPv4 and IPv6 (Single Hop)
- RFC 5882: Generic Application of Bidirectional Forwarding Detection (BFD)
- RFC 5883: Bidirectional Forwarding Detection (BFD) for Multihop Paths

- RFC 5884: Bidirectional Forwarding Detection (BFD) for MPLS Label Switched Paths (LSPs)
- RFC 5885: Bidirectional Forwarding Detection (BFD) for the Pseudowire Virtual Circuit Connectivity Verification (VCCV)

## 1.2 配置BFD

在配置 BFD 之前，需配置接口的网络层地址，使相邻节点之间网络层可达。

BFD 会话建立后，可以动态协商 BFD 的相关参数（例如最小发送间隔、最小接收间隔、初始模式、报文认证等），两端协议通过发送相应的协商报文后采用新的参数，不影响会话的当前状态。



提示

对于建立在跨板聚合接口上的 BFD 会话，当负责收发 BFD 报文的单板被拔出或异常重启时，备用单板接替收发 BFD 报文的工作需要一定的时间，如果 BFD 会话检测时间较短或者会话数量较多，可能会出现 BFD 会话震荡的情况。

### 1.2.1 echo报文方式配置

表1-1 echo 报文方式配置

操作	命令	说明
进入系统视图	<b>system-view</b>	-
配置echo报文源IP地址	<b>bfd echo-source-ip ip-address</b>	二者选其一
	<b>bfd echo-source-ipv6 ipv6-address</b>	缺省情况下，没有配置echo报文的源IP地址 为了避免对端发送大量的ICMP重定向报文造成网络拥塞，建议不要将echo报文的源IP地址配置为属于该设备任何一个接口所在网段 echo报文源IPv6地址仅支持全球单播地址
进入接口视图	<b>interface interface-type interface-number</b>	-
（可选）配置接收echo报文的最小时间间隔	<b>bfd min-echo-receive-interval value</b>	缺省情况下，接收echo报文的最小时间间隔为1000毫秒
（可选）配置单跳BFD检测时间倍数	<b>bfd detect-multiplier value</b>	缺省情况下，单跳BFD检测时间倍数为5

## 1.2.2 控制报文方式配置

### 1. 单跳检测

表1-2 控制报文方式配置（单跳检测）

操作	命令	说明
进入系统视图	<b>system-view</b>	-
配置BFD会话建立前的运行模式	<b>bfd session init-mode { active   passive }</b>	缺省情况下，BFD会话建立前的运行模式为主动模式
进入接口视图	<b>interface interface-type interface-number</b>	-
配置单跳BFD控制报文进行认证的方式	<b>bfd authentication-mode simple key-id { cipher cipher-string   plain plain-string }</b>	缺省情况下，单跳BFD控制报文不进行认证
配置BFD会话为查询模式	<b>bfd demand enable</b>	缺省情况下，BFD会话为异步模式
使能echo功能	<b>bfd echo enable</b>	缺省情况下，echo功能处于关闭状态 本功能在发送控制报文的BFD会话时使用。使能echo功能并且会话up后，设备周期性发送echo报文检测链路连通性，同时降低控制报文的接收速率
配置发送单跳BFD控制报文的最小时间间隔	<b>bfd min-transmit-interval value</b>	缺省情况下，发送单跳BFD控制报文的最小时间间隔为1000毫秒
配置接收单跳BFD控制报文的最小时间间隔	<b>bfd min-receive-interval value</b>	缺省情况下，接收单跳BFD控制报文的最小时间间隔为1000毫秒
配置单跳BFD检测时间倍数	<b>bfd detect-multiplier value</b>	缺省情况下，单跳BFD检测时间倍数为5
创建一个检测本接口状态的BFD会话	<b>bfd detect-interface source-ip ip-address</b>	缺省情况下，没有创建检测本接口状态的BFD会话

### 2. 多跳检测

表1-3 控制报文方式配置（多跳检测）

操作	命令	说明
进入系统视图	<b>system-view</b>	-
配置BFD会话建立前的运行模式	<b>bfd session init-mode { active   passive }</b>	缺省情况下，BFD会话建立前的运行模式为主动模式
配置多跳BFD控制报文进行认证的方式	<b>bfd multi-hop authentication-mode simple key-id { cipher cipher-string   plain plain-string }</b>	缺省情况下，多跳BFD控制报文不进行认证
配置多跳BFD控制报文的端口号	<b>bfd multi-hop destination-port port-number</b>	缺省情况下，多跳BFD控制报文的端口号为4784

操作	命令	说明
配置多跳BFD检测时间倍数	<b>bfd multi-hop detect-multiplier</b> <i>value</i>	缺省情况下，多跳BFD检测时间倍数为5
配置接收多跳BFD控制报文的最小时间间隔	<b>bfd multi-hop min-recv-interval</b> <i>value</i>	缺省情况下，接收多跳BFD控制报文的最小时间间隔为1000毫秒
配置发送多跳BFD控制报文的最小时间间隔	<b>bfd multi-hop min-transmit-interval</b> <i>value</i>	缺省情况下，发送多跳BFD控制报文的最小时间间隔为1000毫秒

### 1.3 BFD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 BFD 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 BFD 会话的统计信息。

表1-4 BFD 显示和维护

操作	命令
显示BFD会话信息	<b>display bfd session</b> [ <b>discriminator</b> <i>value</i>   <b>verbose</b> ]
清除BFD会话统计信息	<b>reset bfd session statistics</b>

# 目 录

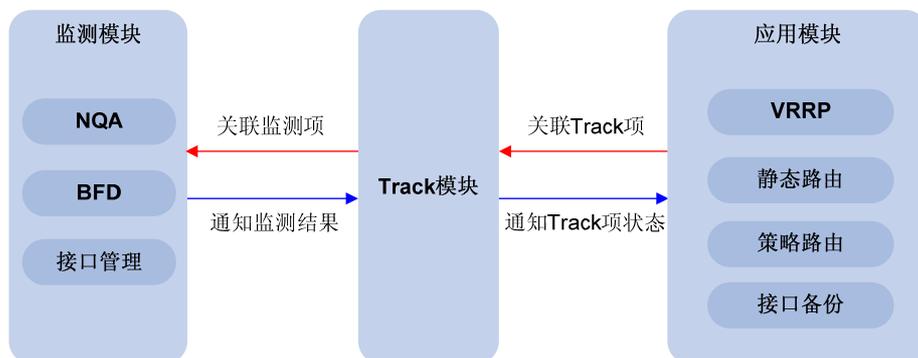
1 Track	1-1
1.1 Track简介	1-1
1.1.1 联动功能介绍	1-1
1.1.2 联动功能工作原理	1-1
1.1.3 联动功能应用举例	1-2
1.2 Track配置任务简介	1-2
1.3 配置Track与监测模块联动	1-3
1.3.1 配置Track与NQA联动	1-3
1.3.2 配置Track与BFD联动	1-3
1.3.3 配置Track与接口管理联动	1-4
1.4 配置Track与应用模块联动	1-5
1.4.1 配置Track与VRRP联动	1-5
1.4.2 配置Track与静态路由联动	1-6
1.4.3 配置Track与策略路由联动	1-7
1.4.4 配置Track与接口备份联动	1-9
1.5 Track显示和维护	1-10
1.6 Track典型配置举例	1-10
1.6.1 VRRP、Track与NQA联动配置举例（Master监视上行链路）	1-10
1.6.2 VRRP、Track与BFD联动配置举例（Backup监视Master）	1-13
1.6.3 VRRP、Track与BFD联动配置举例（Master监视上行链路）	1-16
1.6.4 静态路由、Track与NQA联动配置举例	1-20
1.6.5 静态路由、Track与BFD联动配置举例	1-24
1.6.6 VRRP、Track与接口管理联动配置举例（Master监视上行接口）	1-28

# 1 Track

## 1.1 Track简介

### 1.1.1 联动功能介绍

图1-1 联动功能实现示意图



Track的用途是实现联动功能。如 [图 1-1](#)所示，联动功能通过在监测模块、Track模块和应用模块之间建立关联，实现这些模块之间的联合动作。联动功能利用监测模块对链路状态、网络性能等进行监测，并通过Track模块将监测结果及时通知给应用模块，以便应用模块进行相应的处理。例如，在静态路由、Track和NQA之间建立联动，利用NQA监测静态路由的下一跳地址是否可达。NQA监测到下一跳不可达时，通过Track通知静态路由模块该监测结果，以便静态路由模块将该条路由置为无效，确保报文不再通过该静态路由转发。

如果应用模块直接与监测模块关联，由于不同监测模块通知给应用模块的监测结果形式各不相同，应用模块需要分别处理不同形式的监测结果。联动功能在应用模块和监测模块之间增加了 Track 模块，通过 Track 模块屏蔽不同监测模块的差异，将监测结果以统一的形式通知给应用模块，从而简化应用模块的处理。

### 1.1.2 联动功能工作原理

联动功能的工作原理分为两部分：

- Track 模块与监测模块联动
- Track 模块与应用模块联动

#### 1. Track模块与监测模块联动

Track 模块和监测模块之间通过 Track 项建立关联。监测模块负责对接口状态、链路状态等进行监测，并将监测结果通知给 Track 模块；Track 模块根据监测结果改变 Track 项的状态。

- 如果监测结果为监测对象工作正常（如接口处于 Up 状态、网络可达），则对应 Track 项的状态为 Positive。
- 如果监测结果为监测对象出现异常（如接口处于 Down 状态、网络不可达），则对应 Track 项的状态为 Negative。

- 如果监测结果无效（如 NQA 作为监测模块时，与 Track 项关联的 NQA 测试组不存在），则对应 Track 项的状态为 NotReady。

目前，可以与 Track 模块实现联动功能的监测模块包括：

- NQA（Network Quality Analyzer，网络质量分析）
- BFD（Bidirectional Forwarding Detection，双向转发检测）
- 接口管理

## 2. Track模块与应用模块联动

Track 模块和应用模块之间通过 Track 项建立关联。Track 项的状态改变后，通知应用模块；应用模块根据 Track 项的状态，及时进行相应的处理，从而避免通信的中断或服务质量的降低。

目前，可以与 Track 模块实现联动功能的应用模块包括：

- VRRP（Virtual Router Redundancy Protocol，虚拟路由器冗余协议）
- 静态路由
- 策略路由
- 接口备份

在某些情况下，Track 项状态发生变化后，如果立即通知应用模块，则可能会由于路由无法及时恢复等原因，导致通信中断。例如，VRRP 备份组中 Master 路由器通过 Track 监视上行接口的状态。上行接口出现故障时，Track 通知 Master 路由器降低优先级，使得 Backup 路由器抢占成为新的 Master，负责转发报文。当上行接口恢复时，如果 Track 立即通知原来的 Master 路由器恢复优先级，该路由器将立即承担转发任务。此时该路由器可能尚未恢复上行的路由，从而导致报文转发失败。在这种情况下，用户可以配置 Track 项状态发生变化时，延迟一定的时间通知应用模块。

### 1.1.3 联动功能应用举例

下面以 NQA、Track 和静态路由联动为例，说明联动功能的工作原理。

用户在设备上配置了一条静态路由，下一跳地址为 192.168.0.88。如果 192.168.0.88 可达，则报文可以通过该静态路由转发，该静态路由有效；如果 192.168.0.88 不可达，则通过该静态路由转发报文会导致报文转发失败，此时，需要将该静态路由置为无效。通过在 NQA、Track 模块和静态路由之间建立联动，可以实现实时监测下一跳的可达性，以便及时判断静态路由是否有效。

在此例中联动功能的配置方法及其工作原理为：

- (1) 创建 NQA 测试组，通过 NQA 测试组监测目的地址 192.168.0.88 是否可达。
- (2) 创建和 NQA 测试组关联的 Track 项。192.168.0.88 可达时，NQA 会将监测结果通知给 Track 模块，Track 模块将该 Track 项的状态变为 Positive；192.168.0.88 不可达时，NQA 将监测结果通知给 Track 模块，Track 模块将该 Track 项的状态变为 Negative。
- (3) 配置这条静态路由和 Track 项关联。如果 Track 模块通知静态路由 Track 项的状态为 Positive，则静态路由模块将这条路由置为有效；如果 Track 模块通知静态路由 Track 项的状态为 Negative，则静态路由模块将这条路由置为无效。

## 1.2 Track配置任务简介

为了实现联动功能，需要在 Track 与监测模块、Track 与应用模块之间分别建立联动关系。

表1-1 Track 配置任务简介

配置任务		说明	详细配置
配置Track与监测模块联动	配置Track与NQA联动	三者选其一	<a href="#">1.3.1</a>
	配置Track与BFD联动		<a href="#">1.3.2</a>
	配置Track与接口管理联动		<a href="#">1.3.3</a>
配置Track与应用模块联动	配置Track与VRRP联动	四者选其一	<a href="#">1.4.1</a>
	配置Track与静态路由联动		<a href="#">1.4.2</a>
	配置Track与策略路由联动		<a href="#">1.4.3</a>
	配置Track与接口备份联动		<a href="#">1.4.4</a>

## 1.3 配置Track与监测模块联动

### 1.3.1 配置Track与NQA联动

NQA 测试组周期性地探测某个目的地址是否可达、是否可以与某个目的服务器建立 TCP 连接等。如果在 Track 项和 NQA 测试组之间建立了关联，则当连续探测失败的次数达到指定的阈值时，NQA 将通知 Track 模块监测对象出现异常，Track 模块将与 NQA 测试组关联的 Track 项的状态置为 Negative；否则，NQA 通知 Track 模块监测对象正常工作，Track 模块将 Track 项的状态置为 Positive。NQA 的详细介绍，请参见“网络管理和监控配置指导”中的“NQA”。

表1-2 配置 Track 与 NQA 联动

操作	命令	说明
进入系统视图	<b>system-view</b>	-
创建与NQA测试组中指定联动项关联的Track项，并指定Track项状态变化时通知应用模块的延迟时间	<b>track track-entry-number nqa entry admin-name operation-tag reaction item-number [ delay { negative negative-time   positive positive-time } * ]</b>	缺省情况下，设备上不存在任何Track项 配置Track项时，引用的NQA测试组或联动项可以不存在，此时该Track项的状态为NotReady

### 1.3.2 配置Track与BFD联动

如果在 Track 项和 BFD 会话之间建立了关联，则当 BFD 判断出对端不可达时，BFD 会通知 Track 模块将与 BFD 会话关联的 Track 项的状态置为 Negative；否则，通知 Track 模块将 Track 项的状态置为 Positive。

BFD 会话支持两种工作方式：Echo 报文方式和控制报文方式。Track 项只能与 Echo 报文方式的 BFD 会话建立关联，不能与控制报文方式的 BFD 会话建立联动。BFD 的详细介绍，请参见“可靠性配置指导”中的“BFD”。

### 1. 配置准备

配置 Track 与 BFD 联动前，需要配置 BFD echo 报文的源地址，配置方法请参见“可靠性配置指导”中的“BFD”。

### 2. 配置步骤

表1-3 配置 Track 与 BFD 联动

操作	命令	说明
进入系统视图	<b>system-view</b>	-
创建和BFD会话关联的Track项，并指定Track项状态变化时通知应用模块的延迟时间	<b>track track-entry-number bfd echo interface interface-type interface-number remote ip remote-ip local ip local-ip [ delay { negative negative-time   positive positive-time } * ]</b>	缺省情况下，设备上不存在任何Track项 配置Track与BFD联动时，VRRP备份组的虚拟IP地址不能作为BFD会话探测的本地地址和远端地址

### 1.3.3 配置Track与接口管理联动

接口管理用来监视接口的链路状态和网络层协议状态。如果在 Track 项和接口之间建立了关联，则当接口的链路状态或网络层协议状态为 up 时，接口管理通知 Track 模块将与接口关联的 Track 项的状态置为 Positive；接口的链路状态或网络层协议状态为 down 时，接口管理通知 Track 模块将 Track 项的状态为 Negative。

表1-4 配置 Track 与接口管理联动

操作	命令	说明
进入系统视图	<b>system-view</b>	-
创建和接口管理关联的Track项，监视接口的链路状态，并指定Track项状态变化时通知应用模块的延迟时间	<b>track track-entry-number interface interface-type interface-number [ delay { negative negative-time   positive positive-time } * ]</b>	二者选其一
创建和接口管理关联的Track项，监视接口的网络层协议状态，并指定Track项状态变化时通知应用模块的延迟时间	<b>track track-entry-number interface interface-type interface-number protocol { ipv4   ipv6 } [ delay { negative negative-time   positive positive-time } * ]</b>	缺省情况下，设备上不存在任何Track项

## 1.4 配置Track与应用模块联动

### 1.4.1 配置Track与VRRP联动

VRRP 是一种容错协议，它将一组承担网关功能的路由器加入到备份组中，形成一台虚拟路由器。备份组中的路由器根据优先级，选举出 Master 路由器，承担转发任务。优先级越高，越有可能成为 Master 路由器。其他路由器作为 Backup 路由器，当 Master 路由器发生故障时，取代 Master 承担转发任务，从而保证网络内的主机通过虚拟路由器不间断地与外部网络进行通信。VRRP 配置的详细介绍，请参见“可靠性配置指导”中的“VRRP”。

VRRP 工作在标准协议模式和负载均衡模式时，通过在 Track 模块和 VRRP 备份组之间建立联动，可以实现：

- 根据上行链路的状态，改变路由器的优先级。当路由器的上行链路出现故障时，备份组无法感知上行链路的故障，如果该路由器为 Master，将会导致局域网内的主机无法访问外部网络。通过联动功能，可以解决该问题。利用监测模块监视路由器上行链路的状态，并在监测模块、Track 模块和 VRRP 备份组之间建立联动，当上行链路出现故障时，通知将 Track 项状态变为 Negative，并将路由器的优先级降低指定的数额。从而，使得备份组内其它路由器的优先级高于这个路由器的优先级，成为 Master 路由器，保证局域网内主机与外部网络的通信不会中断。
- 在 Backup 路由器上监视 Master 路由器的状态。当 Master 路由器出现故障时，工作在切换模式的 Backup 路由器能够迅速成为 Master 路由器，以保证通信不会中断。

VRRP 工作在负载均衡模式时，通过在 Track 模块和 VRRP 虚拟转发器之间建立联动，还可以实现：

- 根据上行链路的状态，改变虚拟转发器的优先级。当 AVF（Active Virtual Forwarder，动态虚拟转发器）的上行链路出现故障时，Track 项的状态变为 Negative，虚拟转发器的权重将降低指定的数额，以便虚拟转发器优先级更高的路由器抢占成为 AVF，接替其转发流量。
- 在 LVF（Listening Virtual Forwarder，监听虚拟转发器）上通过 Track 监视 AVF 的状态，当 AVF 出现故障时，工作在虚拟转发器快速切换模式的 LVF 能够迅速成为 AVF，以保证通信不会中断。

配置 Track 与 VRRP 联动时，需要注意：

- 接口 IP 地址与虚拟 IP 地址相同的路由器称为 IP 地址拥有者。路由器在某个备份组中作为 IP 地址拥有者时，如果在该路由器上配置该备份组监视指定的接口或 Track 项，则该配置不会生效。该路由器不再作为 IP 地址拥有者后，之前的配置才会生效。
- 被监视 Track 项的状态由 Negative 变为 Positive 或 NotReady 后，对应的路由器优先级或虚拟转发器优先级会自动恢复。
- 可以通过 `vrrp vrid track` 命令或 `vrrp vrid weight track` 命令指定监视的 Track 项后，再通过 `track` 命令创建该 Track 项。

表1-5 配置 Track 与 VRRP 备份组联动

操作	命令	说明
进入系统视图	<code>system-view</code>	-
进入接口视图	<code>interface interface-type interface-number</code>	-

操作	命令	说明
配置VRRP备份组监视指定的Track项	<b>vrrp [ ipv6 ] vrid <i>virtual-router-id</i> track track-entry-number [ reduced priority-reduced   switchover ]</b>	缺省情况下，没有指定VRRP备份组监视的Track项 VRRP工作在标准协议模式和负载均衡模式时，均支持本配置

表1-6 配置 Track 与 VRRP 虚拟转发器联动

操作	命令	说明
进入系统视图	<b>system-view</b>	-
进入接口视图	<b>interface <i>interface-type</i> <i>interface-number</i></b>	-
配置虚拟转发器监视指定的Track项	<b>vrrp [ ipv6 ] vrid <i>virtual-router-id</i> weight track track-entry-number [ reduced weight-reduced ]</b>	缺省情况下，没有配置虚拟转发器的监视功能 在VRRP标准协议模式和负载均衡模式下均可进行本配置，但只有在VRRP负载模式下本配置才会起作用

## 1.4.2 配置Track与静态路由联动

静态路由是一种特殊的路由，由管理员手工配置。配置静态路由后，去往指定目的地的报文将按照管理员指定的路径进行转发。静态路由配置的详细介绍，请参见“三层技术-IP 路由配置指导”中的“静态路由”。

静态路由的缺点在于：不能自动适应网络拓扑结构的变化，当网络发生故障或者拓扑发生变化时，可能会导致静态路由不可达，网络通信中断。

为了防止这种情况发生，可以配置其它路由和静态路由形成备份关系。静态路由可达时，根据静态路由转发报文，其它路由处于备份状态；静态路由不可达时，根据备份路由转发报文，从而避免通信中断，提高了网络可靠性。

通过在 Track 模块和静态路由之间建立联动，可以实现静态路由可达性的实时判断。

如果在配置静态路由时只指定了下一跳而没有指定出接口，可以通过联动功能，利用监测模块监视静态路由下一跳的可达性，并根据 Track 项的状态来判断静态路由的可达性：

- 当 Track 项状态为 **Positive** 时，静态路由的下一跳可达，配置的静态路由将生效；
- 当 Track 项状态为 **Negative** 时，静态路由的下一跳不可达，配置的静态路由无效；
- 当 Track 项状态为 **NotReady** 时，无法判断静态路由的下一跳是否可达，此时配置的静态路由生效。

配置 Track 与静态路由联动时，需要注意：

- 静态路由关联的 Track 项可以是未创建的 Track 项。通过 **track** 命令创建 Track 项后，联动功能开始生效。
- 如果 Track 模块通过 NQA 探测私网静态路由中下一跳的可达性，静态路由下一跳的 VPN 实例名与 NQA 测试组配置的实例名必须相同，才能进行正常的探测。

- 需要注意在静态路由进行迭代时，Track 项监测的应该是静态路由迭代后最终的下一跳地址，而不是配置中指定的下一跳地址。否则，可能导致错误地将有效路由判断为无效路由。

表1-7 配置 Track 与静态路由联动

操作	命令	说明
进入系统视图	<b>system-view</b>	-
配置通过Track与静态路由联动，检测静态路由由下一跳是否可达	<pre> <b>ip route-static</b> <i>dest-address</i> { <i>mask-length</i>   <i>mask</i> } { <i>interface-type</i> <i>interface-number</i> [ <i>next-hop-address</i> ]   <i>next-hop-address</i> [ <b>track</b> <i>track-entry-number</i> ]   <b>vpn-instance</b> <i>d-vpn-instance-name</i> <i>next-hop-address</i> [ <b>track</b> <i>track-entry-number</i> ] } [ <b>permanent</b> ] [ <b>preference</b> <i>preference-value</i> ] [ <b>tag</b> <i>tag-value</i> ] [ <b>description</b> <i>description-text</i> ]  <b>ip route-static vpn-instance</b> <i>s-vpn-instance-name</i> <i>dest-address</i> { <i>mask-length</i>   <i>mask</i> } { <i>interface-type</i> <i>interface-number</i> [ <i>next-hop-address</i> ]   <i>next-hop-address</i> [ <b>public</b> ] [ <b>track</b> <i>track-entry-number</i> ]   <b>vpn-instance</b> <i>d-vpn-instance-name</i> <i>next-hop-address</i> [ <b>track</b> <i>track-entry-number</i> ] } [ <b>permanent</b> ] [ <b>preference</b> <i>preference-value</i> ] [ <b>tag</b> <i>tag-value</i> ] [ <b>description</b> <i>description-text</i> ] </pre>	缺省情况下，没有配置Track与静态路由联动

### 1.4.3 配置Track与策略路由联动

策略路由是一种依据用户制定的策略进行路由选择的机制。与单纯依照 IP 报文的目的地址查找路由表进行转发不同，策略路由基于到达报文的源地址、长度等信息灵活地进行路由选择。对于满足一定条件（报文长度或 ACL 规则）的报文，将执行一定的操作（设置转发报文的 VPN 实例、设置报文的优先级、设置报文的出接口和下一跳、设置报文的缺省出接口和下一跳等），以指导报文的转发。策略路由配置的详细介绍，请参见“三层技术-IP 路由配置指导”中的“IP 单播策略路由”。

策略路由无法判断对报文执行的操作的可用性。当执行的操作不可用时，策略路由仍然对报文执行该操作，可能会导致报文转发失败。例如，策略路由中配置满足一定条件的报文，需要通过指定的出接口转发。当该出接口所在的链路出现故障时，策略路由无法感知链路故障，仍然通过该接口转发报文，导致报文转发失败。

通过联动功能，可以解决上述问题，增强了策略路由应用的灵活性，以及策略路由对网络环境的动态感知能力。配置策略路由执行的操作与 Track 项关联，利用监测模块监视链路的状态，通过 Track 项的状态来动态地决定策略路由操作的可用性：

- Track 项状态为 Positive 时，表示链路正常工作，与该 Track 项关联的策略路由操作生效，可以指导转发；
- Track 项状态为 Negative 时，表示链路出现故障，与该 Track 项关联的策略路由操作无效，转发时忽略该配置项；
- Track 项状态为 NotReady 时，与该 Track 项关联的策略路由操作生效，可以指导转发。

目前，支持与 Track 项关联的策略路由操作包括：

- 设置报文的出接口
- 设置报文的下一跳

- 设置报文的缺省出接口
- 设置报文的缺省下一跳

### 1. 配置准备

配置 Track 与策略路由联动前，需要先创建策略或一个策略节点，并配置匹配规则。

### 2. 配置步骤

策略路由关联的 Track 项可以是未创建的 Track 项。通过 **track** 命令创建 Track 项后，联动功能开始生效。

表1-8 配置 Track 与 IPv4 策略路由联动

操作	命令	说明
进入系统视图	<b>system-view</b>	-
创建策略或一个策略节点，并进入该策略视图	<b>policy-based-route</b> <i>policy-name</i> [ <b>deny</b>   <b>permit</b> ] <b>node</b> <i>node-number</i>	-
设置IP报文长度匹配条件	<b>if-match packet-length</b> <i>min-len max-len</i>	缺省情况下，所有报文都会通过该节点的过滤
设置ACL匹配条件	<b>if-match acl</b> { <i>acl-number</i>   <b>name</b> <i>acl-name</i> }	
设置报文的出接口，并与Track项关联	<b>apply output-interface</b> { <i>interface-type interface-number</i> [ <b>track track-entry-number</b> ] }<1-n>	四者至少选其一
设置报文的下一跳，并与Track项关联	<b>apply next-hop</b> [ <b>vpn-instance</b> <i>vpn-instance-name</i>   <b>inbound-vpn</b> ] { <i>ip-address</i> [ <b>direct</b> ] [ <b>track track-entry-number</b> ] }<1-n>	
设置报文缺省出接口，并与Track项关联	<b>apply default-output-interface</b> { <i>interface-type interface-number</i> [ <b>track track-entry-number</b> ] }<1-n>	
设置报文缺省下一跳，并与Track项关联	<b>apply default-next-hop</b> [ <b>vpn-instance</b> <i>vpn-instance-name</i>   <b>inbound-vpn</b> ] { <i>ip-address</i> [ <b>direct</b> ] [ <b>track track-entry-number</b> ] }<1-n>	

表1-9 配置 Track 与 IPv6 策略路由联动

操作	命令	说明
进入系统视图	<b>system-view</b>	-
创建策略或一个策略节点，并进入该策略视图	<b>ipv6 policy-based-route</b> <i>policy-name</i> [ <b>deny</b>   <b>permit</b> ] <b>node</b> <i>node-number</i>	-
设置IPv6报文长度匹配条件	<b>if-match packet-length</b> <i>min-len max-len</i>	缺省情况下，所有报文都会通过该节点的过滤
设置ACL匹配条件	<b>if-match acl</b> { <i>acl6-number</i>   <b>name</b> <i>acl6-name</i> }	
设置报文的出接口，并与Track项关联	<b>apply output-interface</b> { <i>interface-type interface-number</i> [ <b>track track-entry-number</b> ] }<1-n>	四者至少选其一

操作	命令	说明
设置报文的下一跳，并与Track项关联	<b>apply next-hop</b> [ <b>vpn-instance</b> <i>vpn-instance-name</i>   <b>inbound-vpn</b> ] { <i>ipv6-address</i> [ <b>direct</b> ] [ <b>track track-entry-number</b> ] }<1-n>	
设置报文缺省出接口，并与Track项关联	<b>apply default-output-interface</b> { <i>interface-type</i> <i>interface-number</i> [ <b>track track-entry-number</b> ] }<1-n>	
设置报文缺省下一跳，并与Track项关联	<b>apply default-next-hop</b> [ <b>vpn-instance</b> <i>vpn-instance-name</i>   <b>inbound-vpn</b> ] { <i>ipv6-address</i> [ <b>direct</b> ] [ <b>track track-entry-number</b> ] }<1-n>	

#### 1.4.4 配置Track与接口备份联动

接口备份是指同一台设备上的各接口之间形成备份关系，通常由主接口承担业务传输，备份接口处于备份状态。当主接口本身或其所在链路发生故障而导致业务传输无法正常进行时，接口备份可以启用备份接口进行通讯，从而提高了网络的可靠性。接口备份配置的详细介绍，请参见“可靠性配置指导”中的“接口备份”。

用户可以配置备份接口与 Track 项关联，使该接口通过 Track 项来监测主接口的状态，从而根据网络环境改变其备份状态：

- 如果 Track 项的状态为 Positive，说明主接口所在链路通信正常，备份接口保持在备份状态；
- 如果 Track 项的状态为 Negative，说明主接口所在链路出现故障，备份接口将成为主接口负责业务传输；
- 如果 Track 项创建后一直处于 NotReady 状态，则说明 Track 关联监测模块的配置尚未生效，各接口维持原有转发状态不变；如果 Track 项由其它状态转变为 NotReady 状态，则备份接口将成为主接口。

接口上关联的 Track 项可以是未创建的 Track 项。通过 **track** 命令创建 Track 项后，联动功能开始生效。

表1-10 配置 Track 与接口备份联动

操作	命令	说明
进入系统视图	<b>system-view</b>	-
进入接口视图	<b>interface</b> <i>interface-type</i> <i>interface-number</i>	-
配置接口与Track项关联	<b>backup track</b> <i>track-entry-number</i>	缺省情况下，接口不与Track项关联。一个接口只能关联一个Track项，重复执行 <b>backup track</b> 命令，后面的配置将覆盖前面的配置。

## 1.5 Track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 Track 的运行情况，通过查看显示信息验证配置的效果。

表1-11 Track 显示和维护

操作	命令
显示Track项的信息	<b>display track</b> { <i>track-entry-number</i>   <b>all</b> }

## 1.6 Track典型配置举例

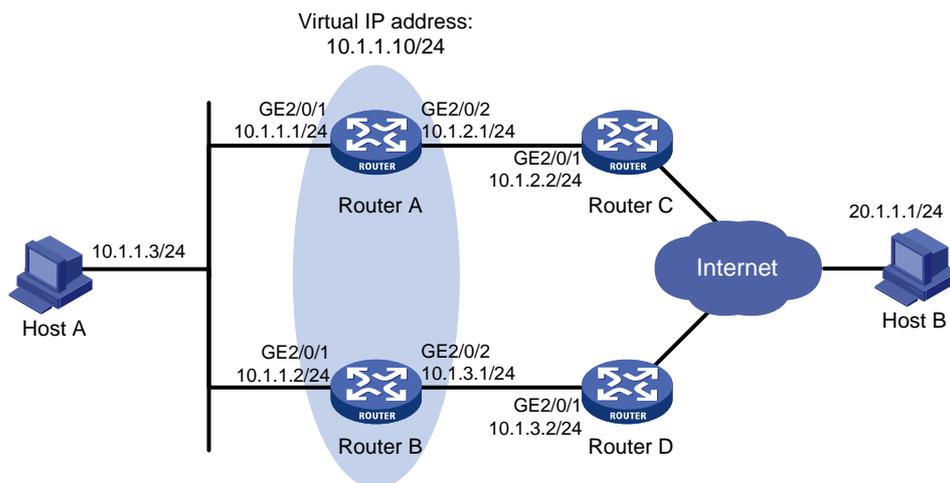
### 1.6.1 VRRP、Track与NQA联动配置举例（Master监视上行链路）

#### 1. 组网需求

- Host A 需要访问 Internet 上的 Host B，Host A 的缺省网关为 10.1.1.10/24；
- Router A 和 Router B 属于虚拟 IP 地址为 10.1.1.10 的备份组 1；
- 当 Router A 正常工作时，Host A 发送给 Host B 的报文通过 Router A 转发；当通过 NQA 监测到 Router A 上行链路不通时，Host A 发送给 Host B 的报文通过 Router B 转发。

#### 2. 组网图

图1-2 VRRP、Track 与 NQA 联动配置组网图



#### 3. 配置步骤

- (1) 按照 图 1-2 配置各接口的IP地址，具体配置过程略。
- (2) 在 Router A 上配置 NQA 测试组

```
<RouterA> system-view
```

```
# 创建管理员名为 admin、操作标签为 test 的 NQA 测试组。
```

```
[RouterA] nqa entry admin test
```

```
# 配置测试类型为 ICMP-echo。
```

```
[RouterA-nqa-admin-test] type icmp-echo
# 配置目的地址为 10.1.2.2。
[RouterA-nqa-admin-test-icmp-echo] destination ip 10.1.2.2
# 测试频率为 100ms。
[RouterA-nqa-admin-test-icmp-echo] frequency 100
# 配置联动项 1（连续失败 5 次触发联动）。
[RouterA-nqa-admin-test-icmp-echo] reaction 1 checked-element probe-fail threshold-type
consecutive 5 action-type trigger-only
[RouterA-nqa-admin-test-icmp-echo] quit
# 启动探测。
[RouterA] nqa schedule admin test start-time now lifetime forever
```

### (3) 在 Router A 上配置 Track 项

# 配置 Track 项 1，关联 NQA 测试组（管理员为 admin，操作标签为 test）的联动项 1。

```
[RouterA] track 1 nqa entry admin test reaction 1
```

### (4) 在 Router A 上配置 VRRP

# 在接口 GigabitEthernet2/0/1 下，配置 VRRP 适用版本为 VRRPv2。

```
[RouterA] interface gigabitethernet 2/0/1
```

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] vrrp version 2
```

# 创建备份组 1，并配置备份组 1 的虚拟 IP 地址为 10.1.1.10。

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] vrrp vrid 1 virtual-ip 10.1.1.10
```

# 设置 Router A 在备份组 1 中的优先级为 110。

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] vrrp vrid 1 priority 110
```

# 设置备份组的认证方式为 **simple**，认证字为 **hello**。

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] vrrp vrid 1 authentication-mode simple plain hello
```

# 设置 Master 路由器发送 VRRP 报文的间隔时间为 500 厘秒。

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] vrrp vrid 1 timer advertise 500
```

# 设置 Router A 工作在抢占方式，抢占延迟时间为 5 秒。

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] vrrp vrid 1 preempt-mode delay 5
```

# 设置监视 Track 项。

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] vrrp vrid 1 track 1 reduced 30
```

### (5) 在 Router B 上配置 VRRP

# 在接口 GigabitEthernet2/0/1 下，配置 VRRP 适用版本为 VRRPv2。

```
<RouterB> system-view
```

```
[RouterB] interface gigabitethernet 2/0/1
```

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] vrrp version 2
```

# 创建备份组 1，并配置备份组 1 的虚拟 IP 地址为 10.1.1.10。

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] vrrp vrid 1 virtual-ip 10.1.1.10
```

# 设置备份组的认证方式为 **simple**，认证字为 **hello**。

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] vrrp vrid 1 authentication-mode simple plain hello
```

# 设置 Master 路由器发送 VRRP 报文的间隔时间为 500 厘秒。

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] vrrp vrid 1 timer advertise 500
```

# 设置 Router B 工作在抢占方式，抢占延迟时间为 5 秒。

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] vrrp vrid 1 preempt-mode delay 5
```

#### 4. 验证配置

配置完成后，在 Host A 上可以 ping 通 Host B。通过 **display vrrp** 命令查看配置后的结果。

# 显示 Router A 上备份组 1 的详细信息。

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] display vrrp verbose
IPv4 Virtual Router Information:
Running Mode      : Standard
Total number of virtual routers : 1
  Interface GigabitEthernet2/0/1
    VRID          : 1                Adver Timer   : 500
    Admin Status  : Up                State          : Master
    Config Pri    : 110               Running Pri    : 110
    Preempt Mode  : Yes               Delay Time     : 5
    Auth Type     : Simple            Key            : *****
    Virtual IP    : 10.1.1.10
    Virtual MAC   : 0000-5e00-0101
    Master IP     : 10.1.1.1
  VRRP Track Information:
    Track Object  : 1                State          : Positive      Pri Reduced : 30
```

# 显示 Router B 上备份组 1 的详细信息。

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] display vrrp verbose
IPv4 Virtual Router Information:
Running Mode      : Standard
Total number of virtual routers : 1
  Interface GigabitEthernet2/0/1
    VRID          : 1                Adver Timer   : 500
    Admin Status  : Up                State          : Backup
    Config Pri    : 100              Running Pri    : 100
    Preempt Mode  : Yes               Delay Time     : 5
    Become Master : 2200ms left
    Auth Type     : Simple            Key            : *****
    Virtual IP    : 10.1.1.10
    Master IP     : 10.1.1.1
```

以上显示信息表示在备份组 1 中 Router A 为 Master 路由器，Router B 为 Backup 路由器，Host A 发送给 Host B 的报文通过 Router A 转发。

Router A 与 Router C 不通时，在 Host A 上仍然可以 ping 通 Host B。通过 **display vrrp** 命令查看备份组的信息。

# Router A 与 Router C 不通时，显示 Router A 上备份组 1 的详细信息。

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] display vrrp verbose
IPv4 Virtual Router Information:
Running Mode      : Standard
Total number of virtual routers : 1
  Interface GigabitEthernet2/0/1
    VRID          : 1                Adver Timer   : 500
    Admin Status  : Up                State          : Backup
    Config Pri    : 110               Running Pri    : 80
    Preempt Mode  : Yes               Delay Time     : 5
```

```

    Become Master : 2200ms left
    Auth Type     : Simple           Key           : *****
    Virtual IP    : 10.1.1.10
    Master IP     : 10.1.1.2
VRRP Track Information:
    Track Object  : 1                State : Negative        Pri Reduced : 30
# Router A 与 Router C 不通时，显示 Router B 上备份组 1 的详细信息。
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] display vrrp verbose
IPv4 Virtual Router Information:
    Running Mode      : Standard
Total number of virtual routers : 1
    Interface GigabitEthernet2/0/1
        VRID          : 1                Adver Timer   : 500
        Admin Status  : Up                State         : Master
        Config Pri    : 100              Running Pri   : 100
        Preempt Mode  : Yes               Delay Time    : 5
        Auth Type     : Simple           Key           : *****
        Virtual IP    : 10.1.1.10
        Virtual MAC   : 0000-5e00-0101
        Master IP     : 10.1.1.2

```

以上显示信息表示 Router A 与 Router C 不通时，Router A 的优先级降低为 80，成为 Backup 路由器，Router B 成为 Master 路由器，Host A 发送给 Host B 的报文通过 Router B 转发。

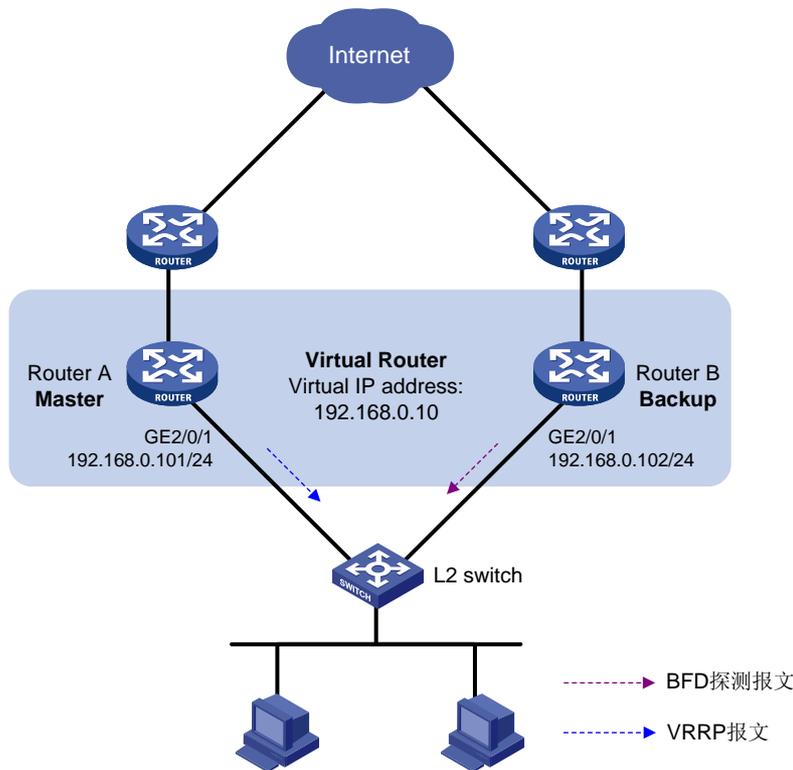
## 1.6.2 VRRP、Track与BFD联动配置举例（Backup监视Master）

### 1. 组网需求

- Router A 和 Router B 属于虚拟 IP 地址为 192.168.0.10 的备份组 1；
- 局域网内的主机上设置缺省网关为 192.168.0.10，当 Router A 正常工作时，局域网内的主机通过 Router A 访问外部网络；Router A 出现故障时，Router B 接替其工作，局域网内的主机通过 Router B 访问外部网络；
- Master 出现故障时，Backup 若只依赖于 VRRP 通告报文的超时时间来判断是否应该抢占，切换时间一般在 3 秒~4 秒之间，无法达到秒级以下的切换速度；如果 Backup 通过 BFD 检测 Master 的运行状态，则能够在毫秒级的时间内发现 Master 的故障，立即抢占成为 Master，加快切换速度。

## 2. 组网图

图1-3 VRRP、Track 与 BFD 联动（Backup 监视 Master）配置组网图



## 3. 配置步骤

### (1) 在 Router A 上配置 VRRP

```
<RouterA> system-view
```

```
[RouterA] interface gigabitethernet 2/0/1
```

# 创建备份组 1，并配置备份组 1 的虚拟 IP 地址为 192.168.0.10，Router A 在备份组 1 中的优先级为 110。

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] vrrp vrid 1 virtual-ip 192.168.0.10
```

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] vrrp vrid 1 priority 110
```

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] return
```

### (2) 在 Router B 上配置 BFD 功能

# 配置 BFD echo 报文的源地址为 10.10.10.10。

```
<RouterB> system-view
```

```
[RouterB] bfd echo-source-ip 10.10.10.10
```

### (3) 在 Router B 上创建和 BFD 会话关联的 Track 项

# 创建和 BFD 会话关联的 Track 项 1，检测 Router A 是否可达。

```
[RouterB] track 1 bfd echo interface gigabitethernet 2/0/1 remote ip 192.168.0.101 local ip 192.168.0.102
```

### (4) 在 Router B 上配置 VRRP

# 创建备份组 1，并配置备份组 1 的虚拟 IP 地址为 192.168.0.10，备份组 1 监视 Track 项 1 的状态，当 Track 项状态为 Negative 时，Router B 快速从 Backup 切换为 Master 状态。

```
[RouterB] interface gigabitethernet 2/0/1
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] vrrp vrid 1 virtual-ip 192.168.0.10
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] vrrp vrid 1 track 1 switchover
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] return
```

#### 4. 验证配置

# 显示 Router A 上备份组的详细信息。

```
<RouterA> display vrrp verbose
IPv4 Virtual Router Information:
Running Mode      : Standard
Total number of virtual routers : 1
Interface GigabitEthernet2/0/1
  VRID            : 1                Adver Timer   : 100
  Admin Status    : Up              State          : Master
  Config Pri      : 110             Running Pri    : 110
  Preempt Mode    : Yes             Delay Time     : 0
  Auth Type       : None
  Virtual IP      : 192.168.0.10
  Virtual MAC     : 0000-5e00-0101
  Master IP       : 192.168.0.101
```

# 显示 Router B 上备份组的详细信息。

```
<RouterB> display vrrp verbose
IPv4 Virtual Router Information:
Running Mode      : Standard
Total number of virtual routers : 1
Interface GigabitEthernet2/0/1
  VRID            : 1                Adver Timer   : 100
  Admin Status    : Up              State          : Backup
  Config Pri      : 100             Running Pri    : 100
  Preempt Mode    : Yes             Delay Time     : 0
  Become Master   : 2200ms left
  Auth Type       : None
  Virtual IP      : 192.168.0.10
  Master IP       : 192.168.0.101
VRRP Track Information:
  Track Object    : 1                State : Positive      Switchover
```

# 显示 Router B 上 Track 项 1 的信息。

```
<RouterB> display track 1
Track ID: 1
State: Positive
Duration: 0 days 0 hours 0 minutes 32 seconds
Notification delay: Positive 0, Negative 0 (in seconds)
Tracked object:
  BFD session mode: Echo
  Outgoing Interface: GigabitEthernet2/0/1
  VPN instance name: -
  Remote IP: 192.168.0.101
  Local IP: 192.168.0.102
```

以上显示信息表示 Track 项状态为 Positive 时，Router A 为 Master 路由器，Router B 为 Backup 路由器。

# 打开 Router B 的 VRRP 状态调试信息开关和 BFD 事件调试信息开关。

```
<RouterB> terminal debugging
<RouterB> terminal monitor
<RouterB> debugging vrrp fsm
<RouterB> debugging bfd event
```

# Router A 出现故障时，Router B 上输出如下调试信息。

```
*Dec 17 14:44:34:142 2008 RouterB BFD/7/EVENT:Send sess-down Msg,
[Src:192.168.0.102,Dst:192.168.0.101,GigabitEthernet2/0/1,Echo], instance:0,
protocol:Track
*Dec 17 14:44:34:144 2008 RouterB VRRP4/7/FSM:
  IPv4 GigabitEthernet2/0/1 | Virtual Router 1 : Backup --> Master   reason: The status of
the tracked object changed
```

# 显示 Router B 上的备份组详细信息。

```
<RouterB> display vrrp verbose
IPv4 Virtual Router Information:
Running Mode      : Standard
Total number of virtual routers : 1
  Interface GigabitEthernet2/0/1
    VRID          : 1                Adver Timer   : 100
    Admin Status  : Up              State          : Master
    Config Pri    : 100             Running Pri    : 100
    Preempt Mode  : Yes             Delay Time     : 0
    Auth Type     : None
    Virtual IP    : 192.168.0.10
    Virtual MAC   : 0000-5e00-0101
    Master IP     : 192.168.0.102
  VRRP Track Information:
    Track Object  : 1                State : Negative      Switchover
```

以上调试信息表示，BFD 探测到 Router A 出现故障后，立即由 Track 通知 VRRP 模块将 Router B 的状态切换为 Master，不再等待 VRRP 通告报文的超时时间，从而保证 Backup 路由器能够快速切换为 Master。

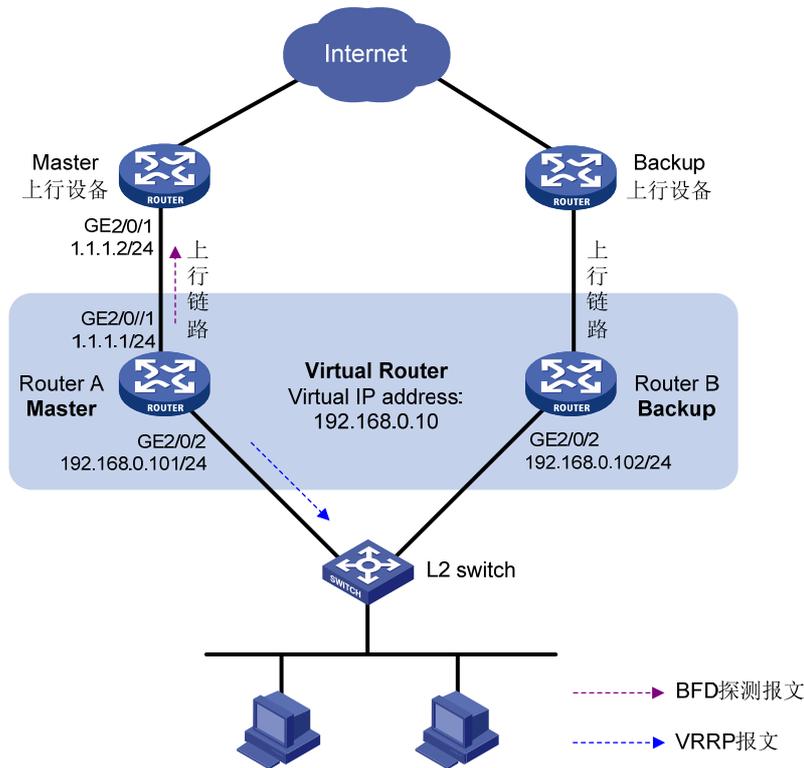
## 1.6.3 VRRP、Track与BFD联动配置举例（Master监视上行链路）

### 1. 组网需求

- Router A 和 Router B 属于虚拟 IP 地址为 192.168.0.10 的备份组 1；
- 局域网内的主机上设置缺省网关为 192.168.0.10；
- Router A 正常工作时，局域网内的主机通过 Router A 访问外部网络；Router A 通过 BFD 检测到上行链路不通时，降低自己在备份组中的优先级，以便 Router B 抢占成为 Master，保证局域网内的主机通过 Router B 正常通信。

## 2. 组网图

图1-4 VRRP、Track 与 BFD 联动（Master 监视上行链路）配置组网图



## 3. 配置步骤

(1) 在 Router A 上配置 BFD 功能

# 配置 BFD echo 报文的源地址为 10.10.10.10。

```
<RouterA> system-view
[RouterA] bfd echo-source-ip 10.10.10.10
```

(2) 在 Router A 上创建和 BFD 会话关联的 Track 项

# 创建和 BFD 会话关联的 Track 项 1，检测 IP 地址为 1.1.1.2 的上行设备是否可达。

```
[RouterA] track 1 bfd echo interface gigabitethernet 2/0/1 remote ip 1.1.1.2 local ip 1.1.1.1
```

(3) 在 Router A 上配置 VRRP

# 创建备份组 1，配置备份组 1 的虚拟 IP 地址为 192.168.0.10；Router A 在备份组 1 中的优先级为 110；配置备份组 1 监视 Track 项 1 的状态，当 Track 项状态为 Negative 时，Router A 的优先级降低 20。

```
[RouterA] interface gigabitethernet 2/0/2
[RouterA-GigabitEthernet2/0/2] vrrp vrid 1 virtual-ip 192.168.0.10
[RouterA-GigabitEthernet2/0/2] vrrp vrid 1 priority 110
[RouterA-GigabitEthernet2/0/2] vrrp vrid 1 track 1 reduced 20
[RouterA-GigabitEthernet2/0/2] return
```

(4) 在 Router B 上配置 VRRP

# 创建备份组 1，配置备份组 1 的虚拟 IP 地址为 192.168.0.10。

```
<RouterB> system-view
```

```
[RouterB] interface gigabitethernet 2/0/2
[RouterB-GigabitEthernet2/0/2] vrrp vrid 1 virtual-ip 192.168.0.10
[RouterB-GigabitEthernet2/0/2] return
```

#### 4. 验证配置

# 显示 Router A 上备份组的详细信息。

```
<RouterA> display vrrp verbose
IPv4 Virtual Router Information:
Running Mode      : Standard
Total number of virtual routers : 1
  Interface GigabitEthernet2/0/2
    VRID          : 1                Adver Timer   : 100
    Admin Status  : Up              State         : Master
    Config Pri    : 110             Running Pri   : 110
    Preempt Mode  : Yes             Delay Time    : 0
    Auth Type     : None
    Virtual IP    : 192.168.0.10
    Virtual MAC   : 0000-5e00-0101
    Master IP     : 192.168.0.101
  VRRP Track Information:
    Track Object  : 1                State : Positive      Pri Reduced : 20
```

# 显示 Router A 上 Track 项 1 的信息。

```
<RouterA> display track 1
Track ID: 1
State: Positive
Duration: 0 days 0 hours 0 minutes 32 seconds
Notification delay: Positive 0, Negative 0 (in seconds)
Tracked object:
  BFD session mode: Echo
  Outgoing interface: GigabitEthernet2/0/1
  VPN instance name: -
  Remote IP: 1.1.1.2
  Local IP: 1.1.1.1
```

# 显示 Router B 上备份组的详细信息。

```
<RouterB> display vrrp verbose
IPv4 Virtual Router Information:
Running Mode      : Standard
Total number of virtual routers : 1
  Interface GigabitEthernet2/0/2
    VRID          : 1                Adver Timer   : 100
    Admin Status  : Up              State         : Backup
    Config Pri    : 100             Running Pri   : 100
    Preempt Mode  : Yes             Delay Time    : 0
    Become Master : 2200ms left
    Auth Type     : None
    Virtual IP    : 192.168.0.10
    Master IP     : 192.168.0.101
```

以上显示信息表示 Track 项 1 的状态为 Positive 时, Router A 为 Master 路由器, Router B 为 Backup 路由器。

# 当 Router A 监视的上行链路出现故障时, Track 项 1 的状态变为 Negative。

```
<RouterA> display track 1
Track ID: 1
  State: Negative
  Duration: 0 days 0 hours 0 minutes 32 seconds
  Notification delay: Positive 0, Negative 0 (in seconds)
  Tracked object:
    BFD session mode: Echo
    Outgoing interface: GigabitEthernet2/0/1
    VPN instance name: -
    Remote IP: 1.1.1.2
    Local IP: 1.1.1.1
```

# 查看 Router A 上备份组的详细信息。

```
<RouterA> display vrrp verbose
IPv4 Virtual Router Information:
Running Mode      : Standard
Total number of virtual routers : 1
  Interface GigabitEthernet2/0/2
    VRID          : 1                Adver Timer   : 100
    Admin Status  : Up              State         : Backup
    Config Pri    : 110             Running Pri    : 90
    Preempt Mode  : Yes            Delay Time    : 0
    Become Master : 2200ms left
    Auth Type     : None
    Virtual IP    : 192.168.0.10
    Master IP     : 192.168.0.102
  VRRP Track Information:
    Track Object  : 1                State : Negative      Pri Reduced : 20
```

# 显示 Router B 上备份组的详细信息。

```
<RouterB> display vrrp verbose
IPv4 Virtual Router Information:
Running Mode      : Standard
Total number of virtual routers : 1
  Interface GigabitEthernet2/0/2
    VRID          : 1                Adver Timer   : 100
    Admin Status  : Up              State         : Master
    Config Pri    : 100             Running Pri    : 100
    Preempt Mode  : Yes            Delay Time    : 0
    Auth Type     : None
    Virtual IP    : 192.168.0.10
    Virtual MAC   : 0000-5e00-0101
    Master IP     : 192.168.0.102
```

以上显示信息表示 Router A 通过 BFD 检测到上行链路不通时, 将自己的优先级降低为 90, 从而保证 Router B 抢占成为 Master。

## 1.6.4 静态路由、Track与NQA联动配置举例

### 1. 组网需求

Router A、Router B、Router C 和 Router D 连接了 20.1.1.0/24 和 30.1.1.0/24 两个网段，在路由器上配置静态路由以实现两个网段的互通，并配置路由备份以提高网络的可靠性。

Router A 作为 20.1.1.0/24 网段内主机的缺省网关，在 Router A 上存在两条到达 30.1.1.0/24 网段的静态路由，下一跳分别为 Router B 和 Router C。这两条静态路由形成备份，其中：

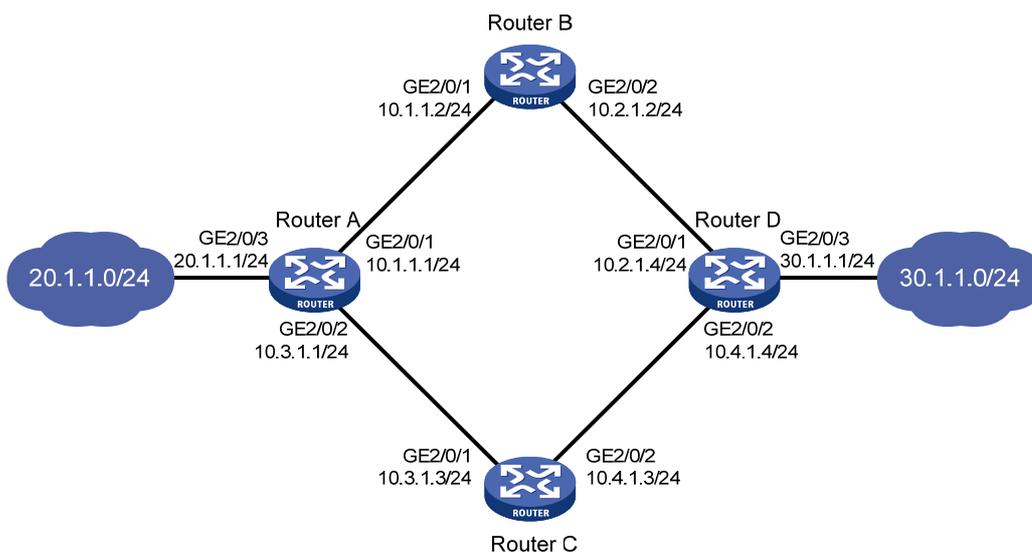
- 下一跳为 Router B 的静态路由优先级高，作为主路由。该路由可达时，Router A 通过 Router B 将报文转发到 30.1.1.0/24 网段。
- 下一跳为 Router C 的静态路由作为备份路由。
- 在 Router A 上通过静态路由、Track 与 NQA 联动，实时判断主路由是否可达。当主路由不可达时，备份路由生效，Router A 通过 Router C 将报文转发到 30.1.1.0/24 网段。

同样地，Router D 作为 30.1.1.0/24 网段内主机的缺省网关，在 Router D 上存在两条到达 20.1.1.0/24 网段的静态路由，下一跳分别为 Router B 和 Router C。这两条静态路由形成备份，其中：

- 下一跳为 Router B 的静态路由优先级高，作为主路由。该路由可达时，Router D 通过 Router B 将报文转发到 20.1.1.0/24 网段。
- 下一跳为 Router C 的静态路由作为备份路由。
- 在 Router D 上通过静态路由、Track 与 NQA 联动，实时判断主路由是否可达。当主路由不可达时，备份路由生效，Router D 通过 Router C 将报文转发到 20.1.1.0/24 网段。

### 2. 组网图

图1-5 静态路由、Track 与 NQA 联动配置组网图



### 3. 配置步骤

- (1) 按照图 1-5 配置各接口的 IP 地址，具体配置过程略。
- (2) 配置 Router A

# 配置到达 30.1.1.0/24 网段的静态路由：下一跳地址为 10.1.1.2，优先级为缺省值 60，该路由与 Track 项 1 关联。

```
<RouterA> system-view
```

```
[RouterA] ip route-static 30.1.1.0 24 10.1.1.2 track 1
```

# 配置到达 30.1.1.0/24 网段的静态路由：下一跳地址为 10.3.1.3，优先级为 80。

```
[RouterA] ip route-static 30.1.1.0 24 10.3.1.3 preference 80
```

# 配置到达 10.2.1.4 的静态路由：下一跳地址为 10.1.1.2。

```
[RouterA] ip route-static 10.2.1.4 24 10.1.1.2
```

# 创建管理员名为 admin、操作标签为 test 的 NQA 测试组。

```
[RouterA] nqa entry admin test
```

# 配置测试类型为 ICMP-echo。

```
[RouterA-nqa-admin-test] type icmp-echo
```

# 配置测试的目的地址为 10.2.1.4，下一跳地址为 10.1.1.2，以便通过 NQA 检测 Router A—Router B—Router D 这条路径的连通性。

```
[RouterA-nqa-admin-test-icmp-echo] destination ip 10.2.1.4
```

```
[RouterA-nqa-admin-test-icmp-echo] next-hop 10.1.1.2
```

# 配置测试频率为 100ms。

```
[RouterA-nqa-admin-test-icmp-echo] frequency 100
```

# 配置联动项 1（连续失败 5 次触发联动）。

```
[RouterA-nqa-admin-test-icmp-echo] reaction 1 checked-element probe-fail threshold-type consecutive 5 action-type trigger-only
```

```
[RouterA-nqa-admin-test-icmp-echo] quit
```

# 启动探测。

```
[RouterA] nqa schedule admin test start-time now lifetime forever
```

# 配置 Track 项 1，关联 NQA 测试组（管理员为 admin，操作标签为 test）的联动项 1。

```
[RouterA] track 1 nqa entry admin test reaction 1
```

### (3) 配置 Router B

# 配置到达 30.1.1.0/24 网段的静态路由：下一跳地址为 10.2.1.4。

```
<RouterB> system-view
```

```
[RouterB] ip route-static 30.1.1.0 24 10.2.1.4
```

# 配置到达 20.1.1.0/24 网段的静态路由：下一跳地址为 10.1.1.1。

```
[RouterB] ip route-static 20.1.1.0 24 10.1.1.1
```

### (4) 配置 Router C

# 配置到达 30.1.1.0/24 网段的静态路由：下一跳地址为 10.4.1.4。

```
<RouterC> system-view
```

```
[RouterC] ip route-static 30.1.1.0 24 10.4.1.4
```

# 配置到达 20.1.1.0/24 网段的静态路由：下一跳地址为 10.3.1.1。

```
[RouterC] ip route-static 20.1.1.0 24 10.3.1.1
```

### (5) 配置 Router D

# 配置到达 20.1.1.0/24 网段的静态路由：下一跳地址为 10.2.1.2，优先级为缺省值 60，该路由与 Track 项 1 关联。

```
<RouterD> system-view
```

```
[RouterD] ip route-static 20.1.1.0 24 10.2.1.2 track 1
```

```

# 配置到达 20.1.1.0/24 网段的静态路由：下一跳地址为 10.4.1.3，优先级为 80。
[RouterD] ip route-static 20.1.1.0 24 10.4.1.3 preference 80
# 配置到达 10.1.1.1 的静态路由：下一跳地址为 10.2.1.2。
[RouterD] ip route-static 10.1.1.1 24 10.2.1.2
# 创建管理员名为 admin、操作标签为 test 的 NQA 测试组。
[RouterD] nqa entry admin test
# 配置测试类型为 ICMP-echo。
[RouterD-nqa-admin-test] type icmp-echo
# 配置测试的目的地址为 10.1.1.1，下一跳地址为 10.2.1.2，以便通过 NQA 检测 Router D—Router
B—Router A 这条路径的连通性。
[RouterD-nqa-admin-test-icmp-echo] destination ip 10.1.1.1
[RouterD-nqa-admin-test-icmp-echo] next-hop 10.2.1.2
# 配置测试频率为 100ms。
[RouterD-nqa-admin-test-icmp-echo] frequency 100
# 配置联动项 1（连续失败 5 次触发联动）。
[RouterD-nqa-admin-test-icmp-echo] reaction 1 checked-element probe-fail threshold-type
consecutive 5 action-type trigger-only
[RouterD-nqa-admin-test-icmp-echo] quit
# 启动探测。
[RouterD] nqa schedule admin test start-time now lifetime forever
# 配置 Track 项 1，关联 NQA 测试组（管理员为 admin，操作标签为 test）的联动项 1。
[RouterD] track 1 nqa entry admin test reaction 1

```

#### 4. 验证配置

# 显示 Router A 上 Track 项的信息。

```

[RouterA] display track all
Track ID: 1
  State: Positive
  Duration: 0 days 0 hours 0 minutes 32 seconds
  Notification delay: Positive 0, Negative 0 (in seconds)
  Tracked object:
    NQA entry: admin test
    Reaction: 1

```

# 显示 Router A 的路由表。

```

[RouterA] display ip routing-table

Destinations : 10          Routes : 10

Destination/Mask    Proto  Pre  Cost           NextHop           Interface
10.1.1.0/24         Direct  0    0              10.1.1.1          GE2/0/1
10.1.1.1/32         Direct  0    0              127.0.0.1         InLoop0
10.2.1.0/24         Static  60   0              10.1.1.2          GE2/0/1
10.3.1.0/24         Direct  0    0              10.3.1.1          GE2/0/2
10.3.1.1/32         Direct  0    0              127.0.0.1         InLoop0
20.1.1.0/24         Direct  0    0              20.1.1.1          GE2/0/3
20.1.1.1/32         Direct  0    0              127.0.0.1         InLoop0

```

30.1.1.0/24	Static	60	0	10.1.1.2	GE2/0/1
127.0.0.0/8	Direct	0	0	127.0.0.1	InLoop0
127.0.0.1/32	Direct	0	0	127.0.0.1	InLoop0

以上显示信息表示, NQA 测试的结果为主路由可达(Track 项状态为 Positive), Router A 通过 Router B 将报文转发到 30.1.1.0/24 网段。

# 在 Router B 上删除接口 GigabitEthernet2/0/1 的 IP 地址。

```
<RouterB> system-view
[RouterB] interface gigabitethernet 2/0/1
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] undo ip address
```

# 显示 Router A 上 Track 项的信息。

```
[RouterA] display track all
Track ID: 1
  State: Negative
  Duration: 0 days 0 hours 0 minutes 32 seconds
  Notification delay: Positive 0, Negative 0 (in seconds)
  Tracked object:
    NQA entry: admin test
    Reaction: 1
```

# 显示 Router A 的路由表。

```
[RouterA] display ip routing-table

Destinations : 10          Routes : 10

Destination/Mask    Proto  Pre  Cost           NextHop         Interface
10.1.1.0/24         Direct  0    0              10.1.1.1        GE2/0/1
10.1.1.1/32         Direct  0    0              127.0.0.1       InLoop0
10.2.1.0/24         Static  60   0              10.1.1.2        GE2/0/1
10.3.1.0/24         Direct  0    0              10.3.1.1        GE2/0/2
10.3.1.1/32         Direct  0    0              127.0.0.1       InLoop0
20.1.1.0/24         Direct  0    0              20.1.1.1        GE2/0/3
20.1.1.1/32         Direct  0    0              127.0.0.1       InLoop0
30.1.1.0/24         Static  80   0              10.3.1.3        GE2/0/2
127.0.0.0/8         Direct  0    0              127.0.0.1       InLoop0
127.0.0.1/32        Direct  0    0              127.0.0.1       InLoop0
```

以上显示信息表示, NQA 测试的结果为主路由不可达 (Track 项状态为 Negative), 则备份路由生效, Router A 通过 Router C 将报文转发到 30.1.1.0/24 网段。

# 主路由出现故障后, 20.1.1.0/24 网段内的主机仍然可以与 30.1.1.0/24 网段内的主机通信。

```
[RouterA] ping -a 20.1.1.1 30.1.1.1
Ping 30.1.1.1: 56 data bytes, press CTRL_C to break
Reply from 30.1.1.1: bytes=56 Sequence=1 ttl=254 time=2 ms
Reply from 30.1.1.1: bytes=56 Sequence=2 ttl=254 time=1 ms
Reply from 30.1.1.1: bytes=56 Sequence=3 ttl=254 time=1 ms
Reply from 30.1.1.1: bytes=56 Sequence=4 ttl=254 time=2 ms
Reply from 30.1.1.1: bytes=56 Sequence=5 ttl=254 time=1 ms
--- Ping statistics for 30.1.1.1 ---
5 packet(s) transmitted, 5 packet(s) received, 0.00% packet loss
```

```
round-trip min/avg/max/std-dev = 1/1/2/1 ms
```

# Router D 上的显示信息与 Router A 类似。主路由出现故障后，30.1.1.0/24 网段内的主机仍然可以与 20.1.1.0/24 网段内的主机通信。

```
[RouterD] ping -a 30.1.1.1 20.1.1.1
Ping 20.1.1.1: 56 data bytes, press CTRL_C to break
Reply from 20.1.1.1: bytes=56 Sequence=1 ttl=254 time=2 ms
Reply from 20.1.1.1: bytes=56 Sequence=2 ttl=254 time=1 ms
Reply from 20.1.1.1: bytes=56 Sequence=3 ttl=254 time=1 ms
Reply from 20.1.1.1: bytes=56 Sequence=4 ttl=254 time=1 ms
Reply from 20.1.1.1: bytes=56 Sequence=5 ttl=254 time=1 ms

--- Ping statistics for 20.1.1.1 ---
5 packet(s) transmitted, 5 packet(s) received, 0.00% packet loss
round-trip min/avg/max/std-dev = 1/1/2/1 ms
```

## 1.6.5 静态路由、Track与BFD联动配置举例

### 1. 组网需求

Router A、Router B 和 Router C 连接了 20.1.1.0/24 和 30.1.1.0/24 两个网段，在路由器上配置静态路由以实现两个网段的互通，并配置路由备份以提高网络的可靠性。

Router A 作为 20.1.1.0/24 网段内主机的缺省网关，在 Router A 上存在两条到达 30.1.1.0/24 网段的静态路由，下一跳分别为 Router B 和 Router C。这两条静态路由形成备份，其中：

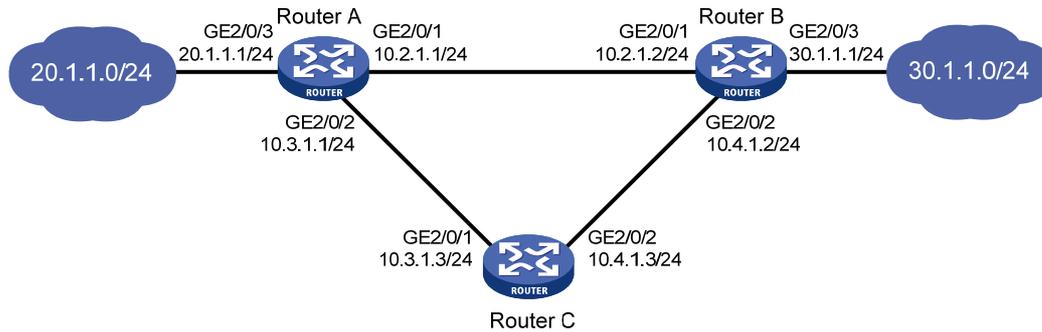
- 下一跳为 Router B 的静态路由优先级高，作为主路由。该路由可达时，Router A 通过 Router B 将报文转发到 30.1.1.0/24 网段。
- 下一跳为 Router C 的静态路由作为备份路由。
- 在 Router A 上通过静态路由、Track 与 BFD 联动，实时判断主路由是否可达。当主路由不可达时，BFD 能够快速地检测到路由故障，使得备份路由生效，Router A 通过 Router C 和 Router B 将报文转发到 30.1.1.0/24 网段。

同样地，Router B 作为 30.1.1.0/24 网段内主机的缺省网关，在 Router B 上存在两条到达 20.1.1.0/24 网段的静态路由，下一跳分别为 Router A 和 Router C。这两条静态路由形成备份，其中：

- 下一跳为 Router A 的静态路由优先级高，作为主路由。该路由可达时，Router B 通过 Router A 将报文转发到 20.1.1.0/24 网段。
- 下一跳为 Router C 的静态路由作为备份路由。
- 在 Router B 上通过静态路由、Track 与 BFD 联动，实时判断主路由是否可达。当主路由不可达时，BFD 能够快速地检测到路由故障，使得备份路由生效，Router B 通过 Router C 和 Router A 将报文转发到 20.1.1.0/24 网段。

## 2. 组网图

图1-6 静态路由、Track 与 BFD 联动配置组网图



## 3. 配置步骤

(1) 按照图 1-6 配置各接口的 IP 地址，具体配置过程略。

(2) 配置 Router A

# 配置到达 30.1.1.0/24 网段的静态路由：下一跳地址为 10.2.1.2，优先级为缺省值 60，该路由与 Track 项 1 关联。

```
<RouterA> system-view
```

```
[RouterA] ip route-static 30.1.1.0 24 10.2.1.2 track 1
```

# 配置到达 20.1.1.0/24 网段的静态路由：下一跳地址为 10.3.1.3，优先级为 80。

```
[RouterA] ip route-static 20.1.1.0 24 10.3.1.3 preference 80
```

# 配置 BFD echo 报文的源地址为 10.10.10.10。

```
[RouterA] bfd echo-source-ip 10.10.10.10
```

# 创建和 BFD 会话关联的 Track 项 1，检测 Router A 是否可以与静态路由的下一跳 Router B 互通。

```
[RouterA] track 1 bfd echo interface gigabitethernet 2/0/1 remote ip 10.2.1.2 local ip 10.2.1.1
```

(3) 配置 Router B

# 配置到达 20.1.1.0/24 网段的静态路由：下一跳地址为 10.2.1.1，优先级为缺省值 60，该路由与 Track 项 1 关联。

```
<RouterB> system-view
```

```
[RouterB] ip route-static 20.1.1.0 24 10.2.1.1 track 1
```

# 配置到达 30.1.1.0/24 网段的静态路由：下一跳地址为 10.4.1.3，优先级为 80。

```
[RouterB] ip route-static 30.1.1.0 24 10.4.1.3 preference 80
```

# 配置 BFD echo 报文的源地址为 1.1.1.1。

```
[RouterB] bfd echo-source-ip 1.1.1.1
```

# 创建和 BFD 会话关联的 Track 项 1，检测 Router B 是否可以与静态路由的下一跳 Router A 互通。

```
[RouterB] track 1 bfd echo interface gigabitethernet 2/0/1 remote ip 10.2.1.1 local ip 10.2.1.2
```

(4) 配置 Router C

# 配置到达 30.1.1.0/24 网段的静态路由：下一跳地址为 10.4.1.2。

```
<RouterC> system-view
```

```
[RouterC] ip route-static 30.1.1.0 24 10.4.1.2
```

# 配置到达 20.1.1.0/24 网段的静态路由：下一跳地址为 10.3.1.1。

```
[RouterB] ip route-static 20.1.1.0 24 10.3.1.1
```

#### 4. 验证配置

# 显示 Router A 上 Track 项的信息。

```
[RouterA] display track all
```

```
Track ID: 1
  State: Positive
  Duration: 0 days 0 hours 0 minutes 32 seconds
  Notification delay: Positive 0, Negative 0 (in seconds)
  Tracked object:
    BFD session mode: Echo
    Outgoing interface: GigabitEthernet2/0/1
    VPN instance name: -
    Remote IP: 10.2.1.2
    Local IP: 10.2.1.1
```

# 显示 Router A 的路由表。

```
[RouterA] display ip routing-table
```

```
Destinations : 9          Routes : 9
```

Destination/Mask	Proto	Pre	Cost	NextHop	Interface
10.2.1.0/24	Direct	0	0	10.2.1.1	GE2/0/1
10.2.1.1/32	Direct	0	0	127.0.0.1	InLoop0
10.3.1.0/24	Direct	0	0	10.3.1.1	GE2/0/2
10.3.1.1/32	Direct	0	0	127.0.0.1	InLoop0
20.1.1.0/24	Direct	0	0	20.1.1.1	GE2/0/3
20.1.1.1/32	Direct	0	0	127.0.0.1	InLoop0
30.1.1.0/24	Static	60	0	10.2.1.2	GE2/0/1
127.0.0.0/8	Direct	0	0	127.0.0.1	InLoop0
127.0.0.1/32	Direct	0	0	127.0.0.1	InLoop0

以上显示信息表示，BFD 检测的结果为下一跳地址 10.2.1.2 可达（Track 项状态为 Positive），主路由生效，Router A 通过 Router B 将报文转发到 30.1.1.0/24 网段。

# 在 Router B 上删除接口 GigabitEthernet2/0/1 的 IP 地址。

```
<RouterB> system-view
```

```
[RouterB] interface gigabitethernet 2/0/1
```

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] undo ip address
```

# 显示 Router A 上 Track 项的信息。

```
[RouterA] display track all
```

```
Track ID: 1
  State: Negative
  Duration: 0 days 0 hours 0 minutes 32 seconds
  Notification delay: Positive 0, Negative 0 (in seconds)
  Tracked object:
    BFD session mode: Echo
    Outgoing interface: GigabitEthernet2/0/1
    VPN instance name: -
```

Remote IP: 10.2.1.2

Local IP: 10.2.1.1

# 显示 Router A 的路由表。

```
[RouterA] display ip routing-table
```

```
Destinations : 9          Routes : 9
```

Destination/Mask	Proto	Pre	Cost	NextHop	Interface
10.2.1.0/24	Direct	0	0	10.2.1.1	GE2/0/1
10.2.1.1/32	Direct	0	0	127.0.0.1	InLoop0
10.3.1.0/24	Direct	0	0	10.3.1.1	GE2/0/2
10.3.1.1/32	Direct	0	0	127.0.0.1	InLoop0
20.1.1.0/24	Direct	0	0	20.1.1.1	GE2/0/3
20.1.1.1/32	Direct	0	0	127.0.0.1	InLoop0
30.1.1.0/24	Static	80	0	10.3.1.3	GE2/0/2
127.0.0.0/8	Direct	0	0	127.0.0.1	InLoop0
127.0.0.1/32	Direct	0	0	127.0.0.1	InLoop0

以上显示信息表示，BFD 检测的结果为下一跳地址 10.2.1.2 不可达（Track 项状态为 Negative），备份路由生效，Router A 通过 Router C 和 Router B 将报文转发到 30.1.1.0/24 网段。

# 主路由出现故障后，20.1.1.0/24 网段内的主机仍然可以与 30.1.1.0/24 网段内的主机通信。

```
[RouterA] ping -a 20.1.1.1 30.1.1.1
```

```
Ping 30.1.1.1: 56 data bytes, press CTRL_C to break
Reply from 30.1.1.1: bytes=56 Sequence=1 ttl=254 time=2 ms
Reply from 30.1.1.1: bytes=56 Sequence=2 ttl=254 time=1 ms
Reply from 30.1.1.1: bytes=56 Sequence=3 ttl=254 time=1 ms
Reply from 30.1.1.1: bytes=56 Sequence=4 ttl=254 time=2 ms
Reply from 30.1.1.1: bytes=56 Sequence=5 ttl=254 time=1 ms
```

```
--- Ping statistics for 30.1.1.1 ---
```

```
5 packet(s) transmitted, 5 packet(s) received, 0.00% packet loss
round-trip min/avg/max/std-dev = 1/1/2/1 ms
```

# Router B 上的显示信息与 Router A 类似。主路由出现故障后，30.1.1.0/24 网段内的主机仍然可以与 20.1.1.0/24 网段内的主机通信。

```
[RouterB] ping -a 30.1.1.1 20.1.1.1
```

```
Ping 20.1.1.1: 56 data bytes, press CTRL_C to break
Reply from 20.1.1.1: bytes=56 Sequence=1 ttl=254 time=2 ms
Reply from 20.1.1.1: bytes=56 Sequence=2 ttl=254 time=1 ms
Reply from 20.1.1.1: bytes=56 Sequence=3 ttl=254 time=1 ms
Reply from 20.1.1.1: bytes=56 Sequence=4 ttl=254 time=1 ms
Reply from 20.1.1.1: bytes=56 Sequence=5 ttl=254 time=1 ms
```

```
--- Ping statistics for 20.1.1.1 ---
```

```
5 packet(s) transmitted, 5 packet(s) received, 0.00% packet loss
round-trip min/avg/max/std-dev = 1/1/2/1 ms
```

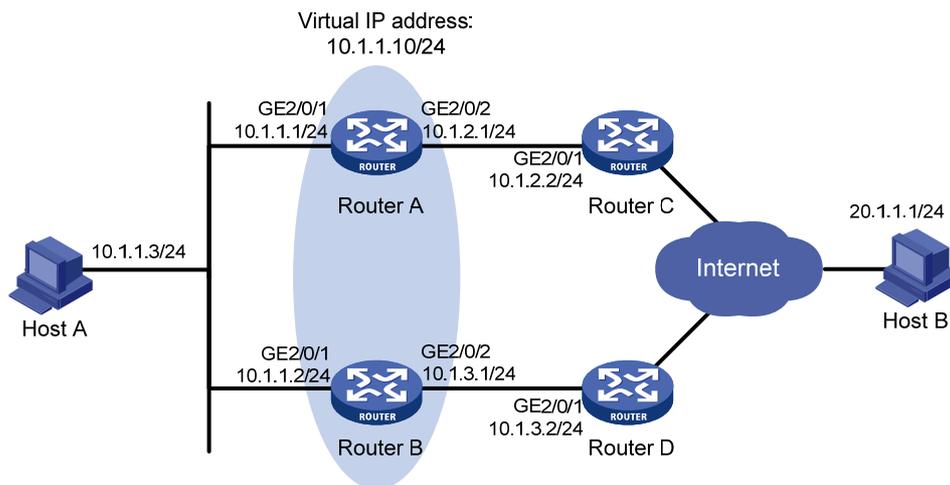
## 1.6.6 VRRP、Track与接口管理联动配置举例（Master监视上行接口）

### 1. 组网需求

- Host A 需要访问 Internet 上的 Host B，Host A 的缺省网关为 10.1.1.10/24；
- Router A 和 Router B 属于虚拟 IP 地址为 10.1.1.10 的备份组 1；
- 当 Router A 正常工作时，Host A 发送给 Host B 的报文通过 Router A 转发；当通过接口管理监测到 Router A 连接上行链路的接口 down 时，Host A 发送给 Host B 的报文通过 Router B 转发。

### 2. 组网图

图1-7 VRRP、Track 与接口管理联动配置组网图



### 3. 配置步骤

(1) 按照图 1-7 配置各接口的 IP 地址，具体配置过程略。

(2) 在 Router A 上配置 Track 项

# 创建 Track 项 1，与上行接口 GigabitEthernet2/0/2 的链路状态关联。

```
[RouterA] track 1 interface gigabitethernet 2/0/2
```

(3) 在 Router A 上配置 VRRP

# 创建备份组 1，并配置备份组 1 的虚拟 IP 地址为 10.1.1.10。

```
[RouterA] interface gigabitethernet 2/0/1
```

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] vrrp vrid 1 virtual-ip 10.1.1.10
```

# 设置 Router A 在备份组 1 中的优先级为 110。

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] vrrp vrid 1 priority 110
```

# 设置监视 Track 项。

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] vrrp vrid 1 track 1 reduced 30
```

(4) 在 Router B 上配置 VRRP

```
<RouterB> system-view
```

```
[RouterB] interface gigabitethernet 2/0/1
```

# 创建备份组 1，并配置备份组 1 的虚拟 IP 地址为 10.1.1.10。

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] vrrp vrid 1 virtual-ip 10.1.1.10
```

#### 4. 验证配置

配置完成后，在 Host A 上可以 ping 通 Host B。通过 **display vrrp** 命令查看配置后的结果。

# 显示 Router A 上备份组 1 的详细信息。

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] display vrrp verbose
IPv4 Virtual Router Information:
Running Mode      : Standard
Total number of virtual routers : 1
  Interface GigabitEthernet2/0/1
    VRID          : 1                Adver Timer   : 100
    Admin Status  : Up                State          : Master
    Config Pri    : 110               Running Pri    : 110
    Preempt Mode  : Yes               Delay Time     : 0
    Auth Type     : None
    Virtual IP    : 10.1.1.10
    Virtual MAC   : 0000-5e00-0101
    Master IP     : 10.1.1.1
  VRRP Track Information:
    Track Object  : 1                State : Positive      Pri Reduced : 30
```

# 显示 Router B 上备份组 1 的详细信息。

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] display vrrp verbose
IPv4 Virtual Router Information:
Running Mode      : Standard
Total number of virtual routers : 1
  Interface GigabitEthernet2/0/1
    VRID          : 1                Adver Timer   : 100
    Admin Status  : Up                State          : Backup
    Config Pri    : 100              Running Pri    : 100
    Preempt Mode  : Yes               Delay Time     : 0
    Become Master : 2200ms left
    Auth Type     : None
    Virtual IP    : 10.1.1.10
    Master IP     : 10.1.1.1
```

以上显示信息表示在备份组 1 中 Router A 为 Master 路由器，Router B 为 Backup 路由器，Host A 发送给 Host B 的报文通过 Router A 转发。

# 在 Router A 上关闭上行接口 GigabitEthernet2/0/2。

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/1] interface gigabitethernet 2/0/2
[RouterA-GigabitEthernet2/0/2] shutdown
```

此时，在 Host A 上仍然可以 ping 通 Host B。通过 **display vrrp** 命令查看备份组的信息。

# 关闭 Router A 的上行接口后，显示 Router A 上备份组 1 的详细信息。

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/2] display vrrp verbose
IPv4 Virtual Router Information:
Running Mode      : Standard
Total number of virtual routers : 1
  Interface GigabitEthernet2/0/1
    VRID          : 1                Adver Timer   : 100
    Admin Status  : Up                State          : Backup
```

```

Config Pri      : 110                Running Pri    : 80
Preempt Mode   : Yes                Delay Time    : 0
Become Master  : 2200ms left
Auth Type      : None
Virtual IP     : 10.1.1.10
Master IP      : 10.1.1.2
VRRP Track Information:
Track Object   : 1                  State : Negative        Pri Reduced : 30

```

# 关闭 Router A 的上行接口后，显示 Router B 上备份组 1 的详细信息。

```

[RouterB-GigabitEthernet2/0/1] display vrrp verbose
IPv4 Virtual Router Information:
Running Mode    : Standard
Total number of virtual routers : 1
Interface GigabitEthernet2/0/1
VRID           : 1                  Adver Timer   : 100
Admin Status   : Up                State          : Master
Config Pri     : 100               Running Pri    : 100
Preempt Mode   : Yes                Delay Time     : 0
Auth Type      : None
Virtual IP     : 10.1.1.10
Virtual MAC    : 0000-5e00-0101
Master IP      : 10.1.1.2

```

以上显示信息表示关闭 Router A 的上行接口后，Router A 的优先级降低为 80，成为 Backup 路由器，Router B 成为 Master 路由器，Host A 发送给 Host B 的报文通过 Router B 转发。

# 目 录

1 进程分布优化 .....	1-1
1.1 进程分布优化简介 .....	1-1
1.1.1 进程级HA .....	1-1
1.1.2 进程级 1:N备份 .....	1-1
1.1.3 进程的分布策略与优化 .....	1-1
1.2 进程分布优化配置任务简介 .....	1-2
1.3 配置进程的分布策略 .....	1-3
1.3.1 设置进程对节点位置的偏好 .....	1-3
1.3.2 设置进程对节点类型的偏好 .....	1-3
1.3.3 设置进程对其它进程的偏好 .....	1-4
1.3.4 设置进程多实例之间的偏好 .....	1-4
1.4 手工进行进程分布优化 .....	1-5
1.5 进程分布优化的显示和维护 .....	1-5

# 1 进程分布优化

MSR 系列路由器各款型对于本节所描述的特性的支持情况有所不同，详细差异信息如下：

型号	特性	描述
MSR 2600	进程分布优化	不支持
MSR 3600		不支持
MSR 5600		支持

## 1.1 进程分布优化简介

### 1.1.1 进程级HA

进程是系统运行的基本单元，它能够给用户特定的服务。比如 **aaa** 进程能给用户 **AAA** 功能。

每个进程运行于受保护的内存空间，进程之间、进程与内核之间相互隔离。若某个进程出现问题不会影响整个系统。

### 1.1.2 进程级 1:N备份

进程的 1:N 备份指的是：系统要运行某业务，会同时在设备的多个节点运行其对应进程。其中，一个为主控进程，其它 N 个为备份进程，主控进程处于工作状态，为用户提供服务，备份进程处于备用状态。

进程的 1:N 备份有以下优点：

- 保证了进程的高可用性。当主控进程故障时，系统能迅速从备份进程中选举一个新的主控进程，接替原主控进程继续为用户提供服务，不会影响到其它进程提供的业务。
- 提高了系统整体的稳定性，能适应设备的各种变化。如单板插拔等，系统均可快速恢复稳定。
- 系统负载可在多节点间分担。不同业务的主进程分别指定到不同节点运行，能充分利用多个节点的 CPU 和内存资源，有效地分担系统的负载。

### 1.1.3 进程的分布策略与优化

#### 1. 进程的分布策略

当设备启动或者用户配置/使能了某功能时，系统会自动同时为该业务运行一个主控进程和多个备份进程。

- 对于一些业务，其主控进程只能运行在主用主控板，这样的进程不支持进程分布优化配置（配置时会提示失败）。当主控进程异常时，系统会自动重启该主控进程。备份进程主要用于主备倒换和 ISSU 升级环境。

- 另一些业务，其主控进程可以运行在主用主控板上，也可以运行在备用主控板上。当主控进程异常时，需要从备份进程中选举一个新的主控进程，从而保证业务不受影响。在众多的备份进程中到底选用哪个作为新的主控进程，由该进程的分布策略决定。

为了方便管理和维护进程，系统定义了缺省分布策略，该策略对所有进程以及进程的实例生效。设备出厂时，缺省分布策略如下：

- 主控进程运行在主用主控板的主 CPU 上，备份进程运行在其它 CPU 上。
- 进程会继承上次运行的位置，启动和运行过程中都不会自动随意更改运行位置。
- 当有新节点加入时，对当前运行的进程没有影响，只对将要启动的进程有影响。即将启动的主控进程会选择一个 CPU 资源和内存资源更丰富的节点运行，其它节点上则运行该进程的备份进程。（可通过 **display cpu-usage** 和 **display memory** 命令了解设备当前 CPU 和内存的使用情况）

用户可以使用 **placement program default** 命令进入缺省分布策略视图，修改出厂缺省分布策略。也可以根据实际需要使用 **placement program program-name [ instance instance-name ]** 命令进入进程的分布策略视图，为某个进程单独配置分布策略，对该进程的分布进行调整和优化，例如指定某些对资源有特殊要求的进程到特定的节点上运行，以取得更好的性能。和缺省分布策略相比，进程将优先应用单独配置的分布策略。进程的分布策略由进程的各种偏好（affinity）构成，包括：

- **location-set**: 进程对指定节点位置的偏好。
- **location-type**: 进程对指定节点类型的偏好。
- **program**: 进程对其它不同进程的偏好。
- **self**: 进程对同进程的其它实例的偏好。

以上四种偏好从不同角度表达了用户对进程在某个位置运行的期望，可以同时配置，并可以指定偏好程度。

偏好程度分为正向偏好程度和反向偏好程度，均用正整数表示，取值范围为 1~100000：

- 正向偏好程度表示希望运行在该位置，数值越大，表示期望越大，主进程运行在该位置的可能性越大。
- 反向偏好程度表示不希望运行在该位置，数值越大，主进程运行在该位置的可能性越小。

## 2. 进程的分布优化

配置了进程的分布策略之后，并不会立即改变进程的分布，用户还需要实施分布策略，才能对进程的分布进行优化。在优化进程分布的过程中，系统会综合进程分布策略、进程当前运行位置、设备节点是否在位和拓扑状态等因素，对优化后各进程理想的运行位置做出决策。如果为某进程决策出的位置不同于当前运行的位置，则对该进程执行主备倒换，即当前运行位置的主控进程降级为备份进程，预期位置的备份进程升级为主控进程。

## 1.2 进程分布优化配置任务简介

表1-1 进程分布优化配置任务简介

配置任务		说明	详细配置
配置进程的分布策略	设置进程对节点位置的偏好	请根据需要选择，可多选	<a href="#">1.3.1</a>
	设置进程对节点类型的偏好		<a href="#">1.3.2</a>

配置任务	说明	详细配置
设置进程对其它进程的偏好		<a href="#">1.3.3</a>
设置进程多实例之间的偏好		<a href="#">1.3.4</a>
手工进行进程分布优化	必选	<a href="#">1.4</a>

## 1.3 配置进程的分布策略

### 1.3.1 设置进程对节点位置的偏好

通过 **slot** 和 **cpu** 参数用户可以指定节点真实的物理位置，配置进程对具体节点位置的偏好。

表1-2 设置进程对节点位置的偏好

操作	命令	说明
进入系统视图	<b>system-view</b>	-
进入进程的分布策略视图	进入缺省进程分布策略视图 <b>placement program default</b>	二者选其一 缺省进程分布策略视图下的配置对所有进程均生效；指定进程的分布策略视图下的配置只对指定进程生效
	进入指定进程的分布策略视图 <b>placement program <i>program-name</i> [ instance <i>instance-name</i> ]</b>	
设置进程对节点位置的偏好	<b>affinity location-set { slot <i>slot-number</i> [ cpu <i>cpu-number</i> ] } &amp;&lt;1-5&gt; { attract <i>strength</i>   default   none   repulse <i>strength</i> }</b>	缺省情况下，系统未配置进程对节点位置的偏好

### 1.3.2 设置进程对节点类型的偏好

系统有 3 种节点类型：

- **current**: 主控进程当前运行的位置，可以通过 **display placement program** 命令查看。
- **paired**: 所有备份进程当前运行的位置。
- **primary**: 系统的主用主控板。

通过以下命令可以配置进程对某种节点类型的偏好。

表1-3 设置进程对节点类型的偏好

操作	命令	说明
进入系统视图	<b>system-view</b>	-
进入进程的分布策略视图	进入缺省进程分布策略视图 <b>placement program default</b>	二者选其一 缺省进程分布策略视图下的配置对所有进程均生效；指定进程的分布策略视图下的配置只对指定进程生效
	进入指定进程的分布策略视图 <b>placement program <i>program-name</i> [ instance <i>instance-name</i> ]</b>	

操作	命令	说明
设置进程对节点类型的偏好	<b>affinity location-type</b> { <b>current</b>   <b>paired</b>   <b>primary</b> } { <b>attract</b> <i>strength</i>   <b>repulse</b> <i>strength</i>   <b>default</b>   <b>none</b> }	缺省情况下，系统未配置进程对节点类型的偏好

### 1.3.3 设置进程对其它进程的偏好

该配置以特定进程的运行位置为参照点，配置的是本进程和其它进程运行在同一位置的偏好。

表1-4 设置进程对其它进程的偏好

操作	命令	说明
进入系统视图	<b>system-view</b>	-
进入进程的分布策略视图	进入缺省进程分布策略视图 <b>placement program default</b>	二者选其一 缺省进程分布策略视图下的配置对所有进程均生效；指定进程的分布策略视图下的配置只对指定进程生效
	进入指定进程的分布策略视图 <b>placement program</b> <i>program-name</i> [ <b>instance</b> <i>instance-name</i> ]	
设置进程对其它进程的偏好	<b>affinity program</b> <i>program-name</i> { <b>attract</b> <i>strength</i>   <b>repulse</b> <i>strength</i>   <b>default</b>   <b>none</b> }	缺省情况下，系统未配置进程对其它进程的偏好

### 1.3.4 设置进程多实例之间的偏好

该配置用以决定一个进程的多个实例之间是否运行于同一个位置上，如果进程只有一个实例，则该配置不会产生作用。

表1-5 设置进程多实例之间的偏好

操作	命令	说明
进入系统视图	<b>system-view</b>	-
进入进程的分布策略视图	进入缺省进程分布策略视图 <b>placement program default</b>	二者选其一 缺省进程分布策略视图下的配置对所有进程均生效；指定进程的分布策略视图下的配置只对指定进程生效
	进入指定进程的分布策略视图 <b>placement program</b> <i>program-name</i> [ <b>instance</b> <i>instance-name</i> ]	
设置进程多实例之间的偏好	<b>affinity self</b> { <b>attract</b> <i>strength</i>   <b>repulse</b> <i>strength</i>   <b>default</b>   <b>none</b> }	缺省情况下，系统未配置进程多实例之间的偏好

## 1.4 手工进行进程分布优化

表1-6 手工进行进程分布优化

操作	命令	说明
进入系统视图	<b>system-view</b>	-
手工进行进程分布优化	<b>placement reoptimize</b>	执行此命令时请保持系统的稳定性，不建议在执行此命令的过程中进行任何涉及进程重启的操作

## 1.5 进程分布优化的显示和维护

完成进程相关的配置后，在任意视图下执行 **display** 命令可以显示进程的分布策略配置、实际分布位置、分布优化的预测位置、服务器组的当前位置和状态等信息，通过查看显示信息可验证配置的效果。

表1-7 进程分布优化的显示和维护

操作	命令
显示进程的分布策略	<b>display placement policy program</b> { <i>program-name</i>   <b>all</b>   <b>default</b> }
显示进程的当前运行位置	<b>display placement program</b> { <i>program-name</i>   <b>all</b> }
显示具体位置上正在运行的进程	<b>display placement location</b> { <b>slot</b> <i>slot-number</i> [ <b>cpu</b> <i>cpu-number</i> ]   <b>all</b> }
显示进程分布优化后的预测位置	<b>display placement reoptimize program</b> { <i>program-name</i> [ <b>instance</b> <i>instance-name</i> ]   <b>all</b> }
显示服务组的当前位置和状态	<b>display ha service-group</b> { <i>program-name</i> [ <b>instance</b> <i>instance-name</i> ]   <b>all</b> }