

修订记录

本页不打印

课程编码	适用产品	产品版本	课程版本

作者/工号	时间	审核人/工号	新开发/优化
陈俭元/cwx652820	2019.12.20		





VRRP原理与配置



前言

- 局域网中的用户终端通常采用配置一个默认网关的形式访问外部网络，如果默认网关设备发生故障，那么所有用户终端访问外部网络的流量将会中断。可以通过部署多个网关的方式来解决单点故障，但是需要解决多个网关之间的冲突问题。
- VRRP (Virtual Router Redundancy Protocol, 虚拟路由器冗余协议) 既能够实现网关的备份，又能解决多个网关之间互相冲突的问题，从而提高网络可靠性。
- 本课程主要介绍VRRP的工作原理与基本配置，以及在网络中的典型应用。



目标

- 学完本课程后，您将能够：
 - 分析局域网单网关引发的问题
 - 阐述VRRP基本概念及工作原理
 - 描述VRRP主备切换过程
 - 实现VRRP基本配置

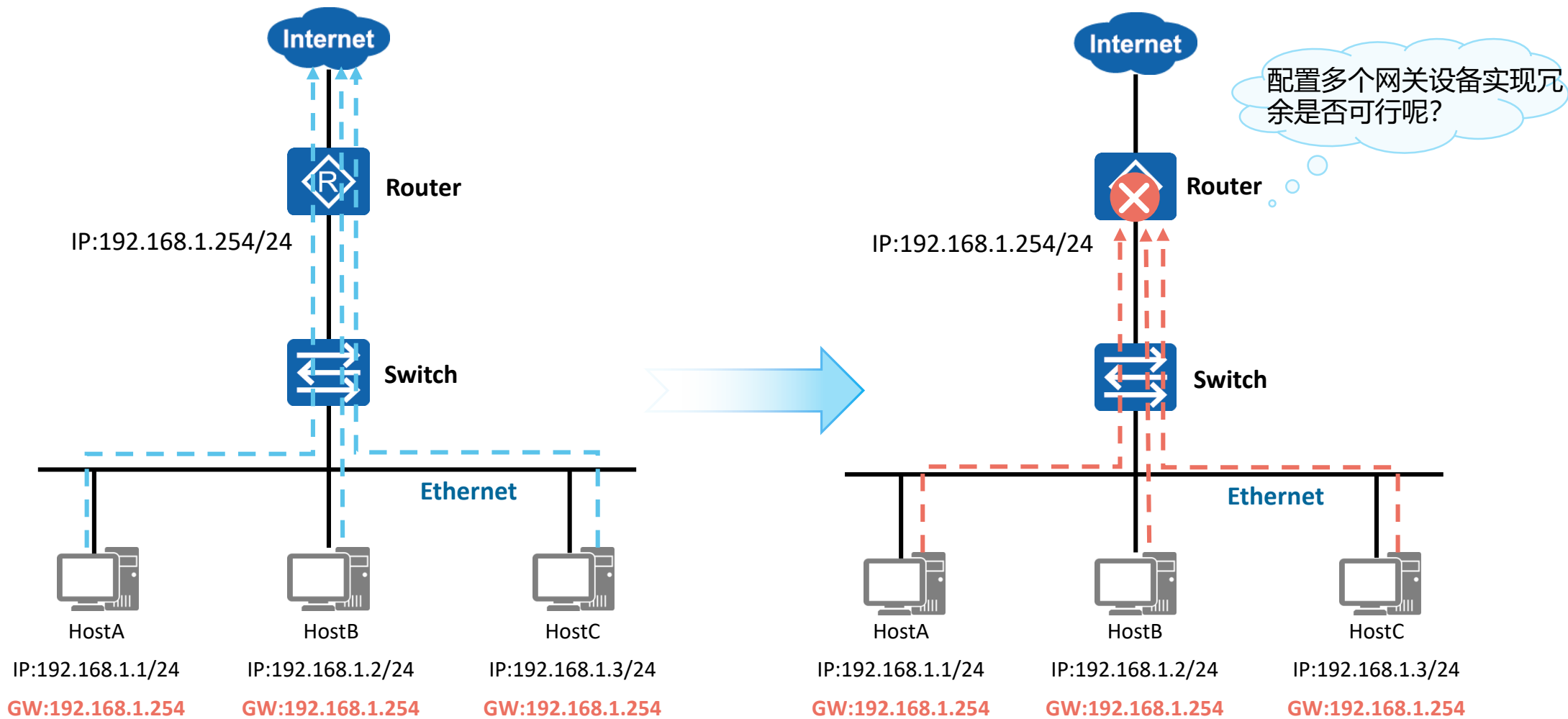


目录

- 1. VRRP技术概述**
2. VRRP技术原理
3. VRRP典型应用
4. VRRP基本配置



单网关面临的问题



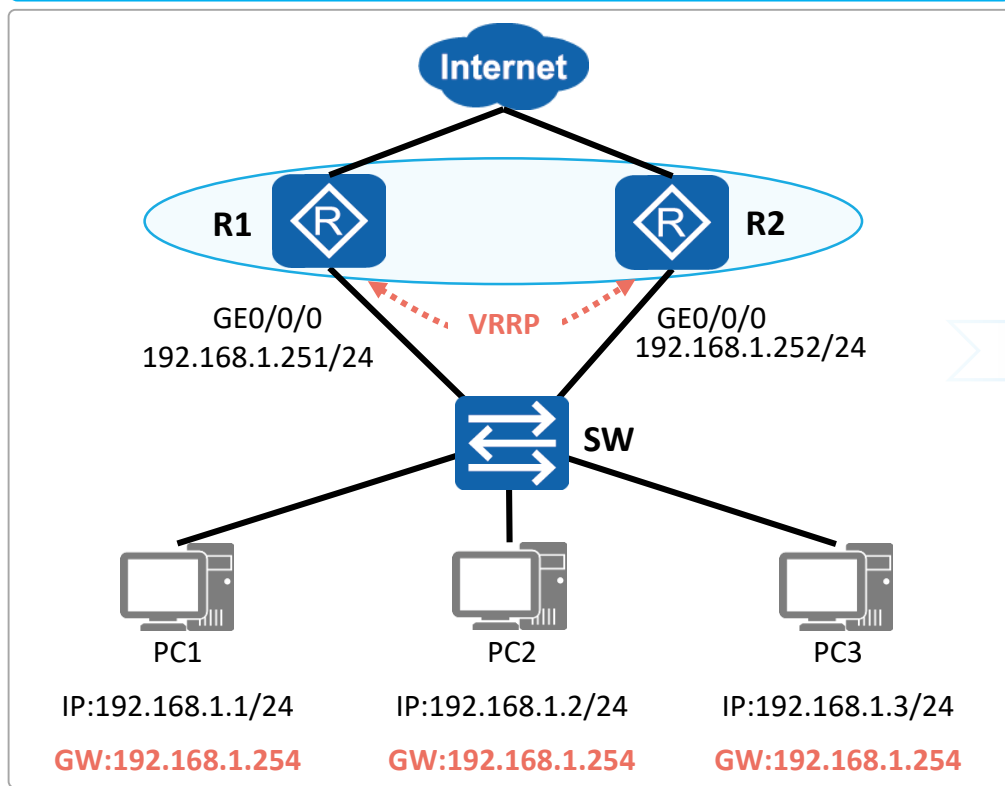
当网关Router出现故障时，本网段内以该设备为网关的主机都不能与Internet进行通信。



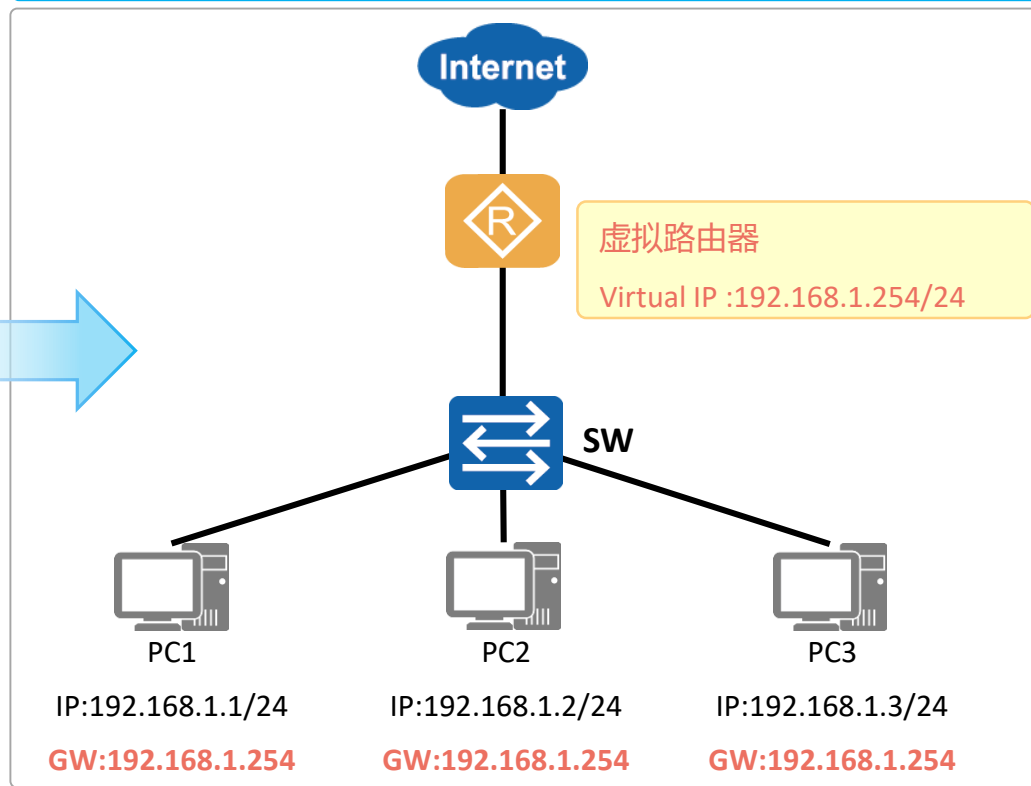
VRRP概述

通过把几台路由设备联合组成一台虚拟的“路由设备”，使用一定的机制保证当主机的下一跳路由设备出现故障时，及时将业务切换到备份路由设备，从而保持通讯的连续性和可靠性。

物理网络拓扑

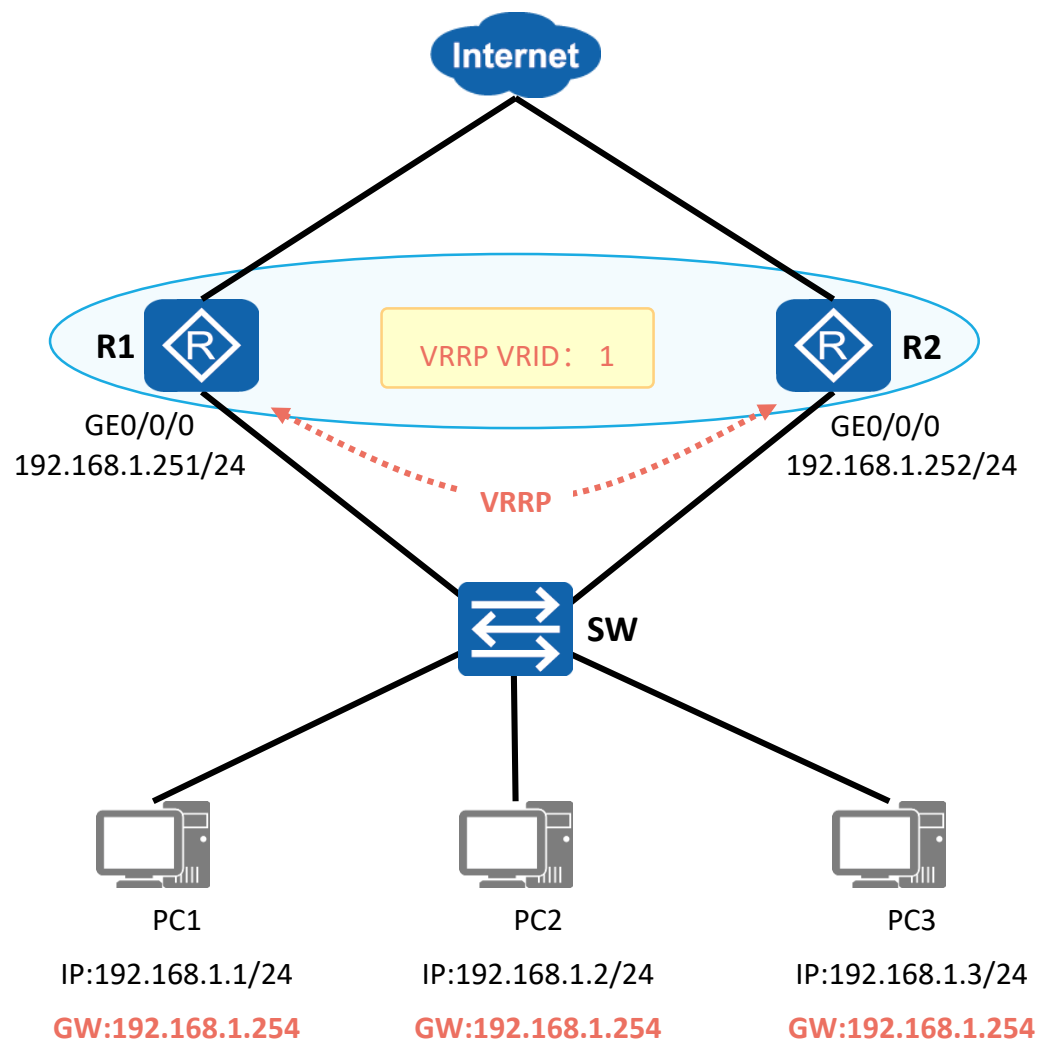


逻辑网络拓扑





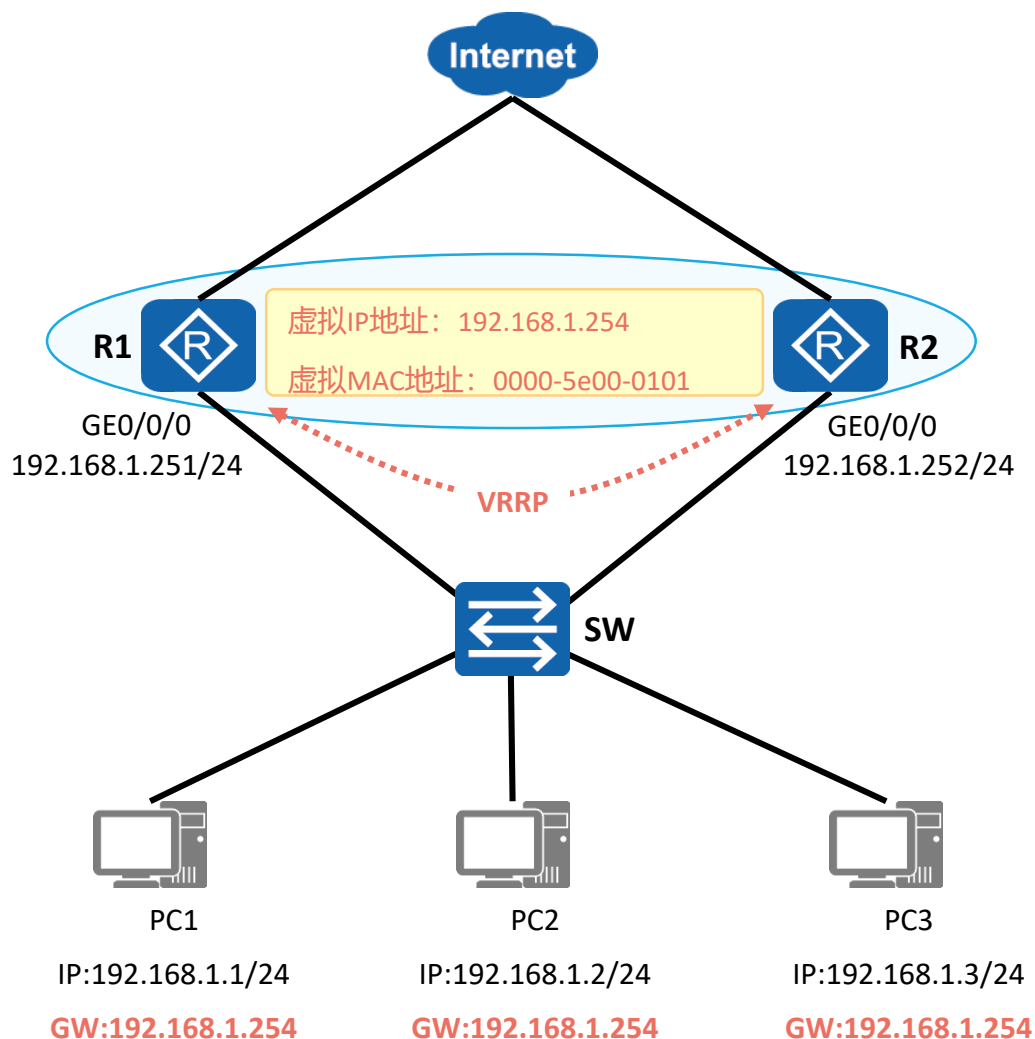
VRRP的基本概念 (1)



- **VRRP 路由器**：运行VRRP协议的路由器，如R1和R2。VRRP是配置在路由器的接口上的，而且也是基于接口来工作的。
- **VRID**：一个VRRP组（VRRP Group）由多台协同工作的路由器（的接口）组成，使用相同的VRID（Virtual Router Identifier，虚拟路由器标识符）进行标识。属于同一个VRRP组的路由器之间交互VRRP协议报文并产生一台虚拟“路由器”。一个VRRP组中只能出现一台Master路由器。



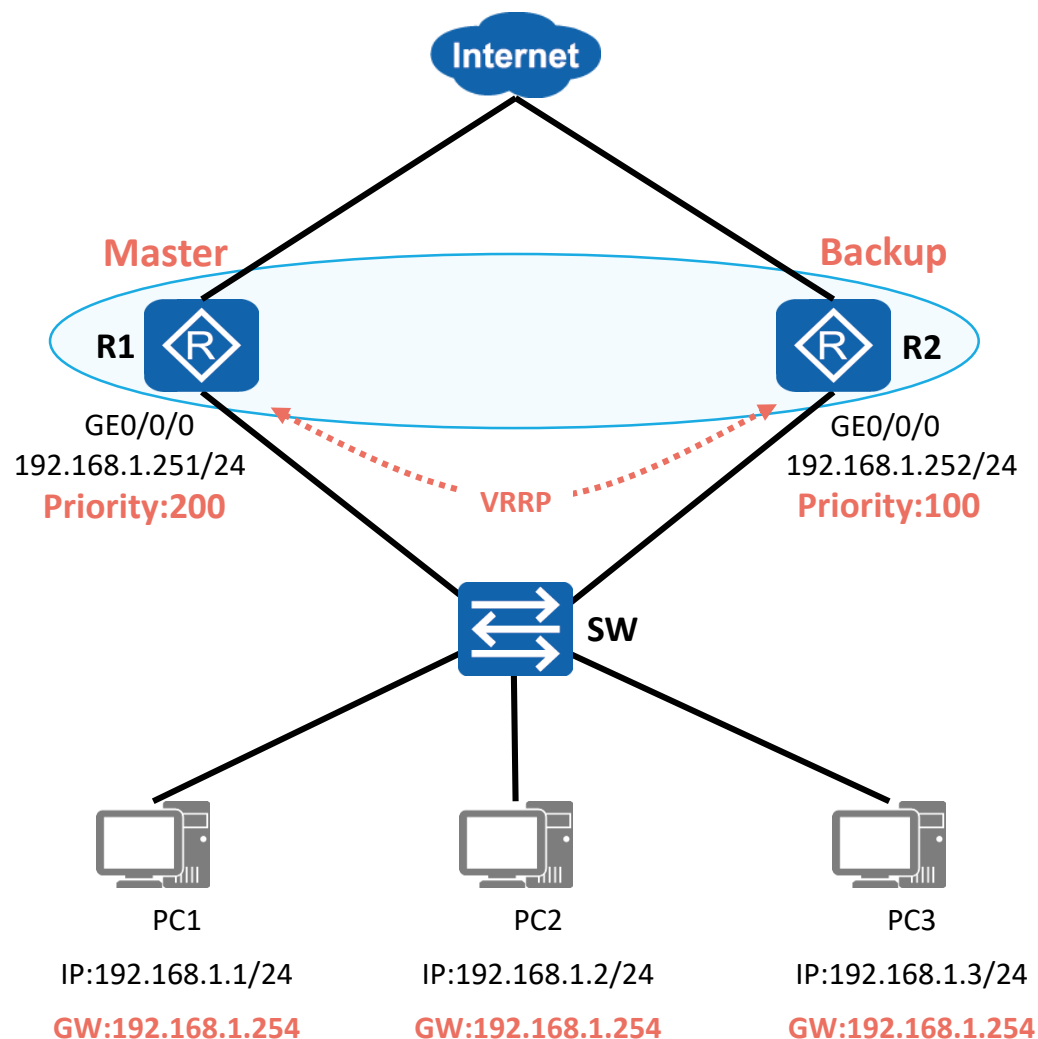
VRRP的基本概念 (2)



- **虚拟路由器:** VRRP为每一个组抽象出一台虚拟“路由器”(Virtual Router), 该路由器并非真实存在的物理设备, 而是由VRRP虚拟出来的逻辑设备。一个VRRP组只会产生一台虚拟路由器。
- **虚拟IP地址及虚拟MAC地址:** 虚拟路由器拥有自己的IP地址以及MAC地址, 其中IP地址由网络管理员在配置VRRP时指定, 一台虚拟路由器可以有一个或多个IP地址, 通常情况下用户使用该地址作为网关地址。而虚拟MAC地址的格式是“0000-5e00-01xx”, 其中xx为VRID。



VRRP的基本概念 (3)

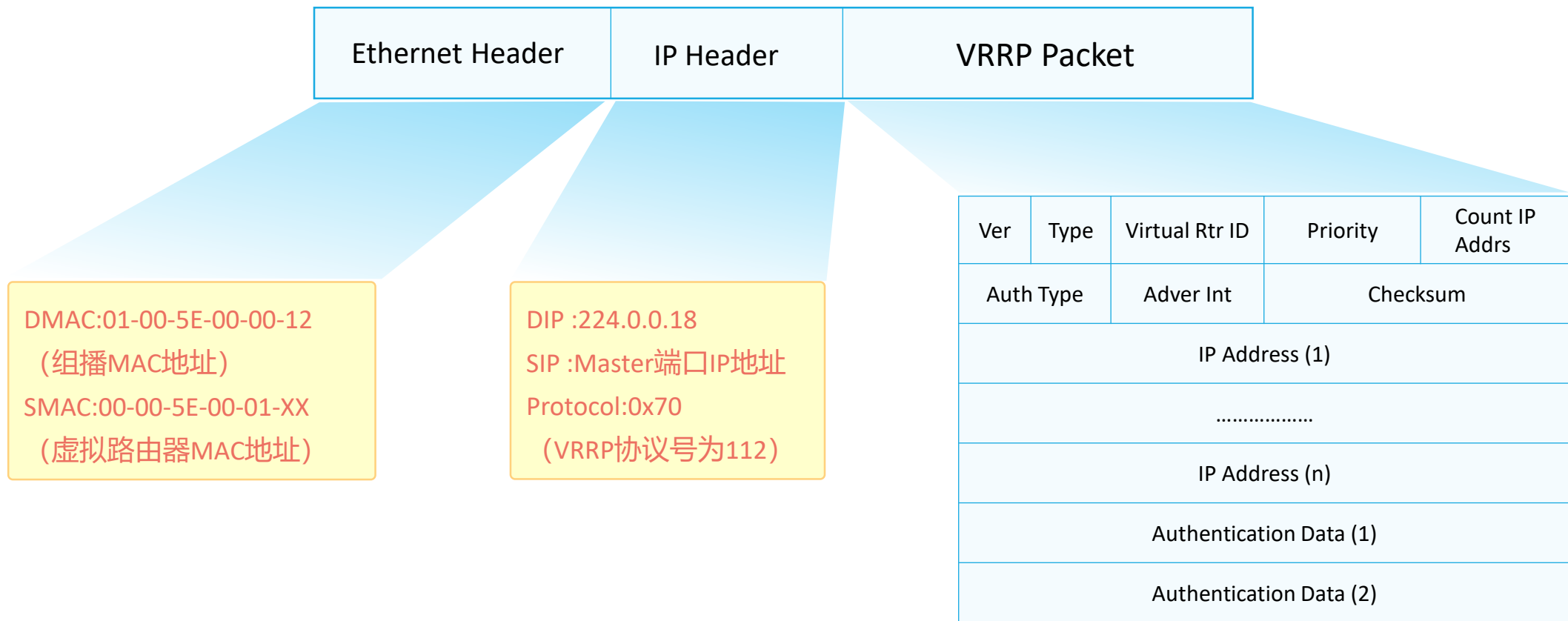


- **Master路由器**：“Master路由器”在一个VRRP组中承担报文转发任务。在每一个VRRP组中，只有Master路由器才会响应针对虚拟IP地址的ARP Request。Master路由器会以一定的时间间隔周期性地发送VRRP报文，以便通知同一个VRRP组中的Backup路由器关于自己的存活情况。
- **Backup路由器**：也被称为备份路由器。Backup路由器将会实时侦听Master路由器发送出来的VRRP报文，它随时准备接替Master路由器的工作。
- **Priority**：优先级值是选举Master路由器和Backup路由器的依据，优先级取值范围0-255，值越大越优先，值相等则比较接口IP地址大小，大者优先。



VRRP报文格式

VRRP只有一种报文，即Advertisement报文，基于组播方式发送，因此只能在同一个广播域传递。 Advertisement报文的组播地址为224.0.0.18。





VRRP定时器

在VRRP协议工作过程中，VRRP定义了两个定时器：

- ADVER_INTERVAL定时器：Master发送VRRP通告报文时间周期，缺省值为1秒。
- MASTER_DOWN定时器：Backup设备监听该定时器超时后，会变为Master状态。

MASTER_DOWN定时器计算公式如下：

- $MASTER_DOWN = (3 * ADVER_INTERVAL) + Skew_time$ （偏移时间）
- 其中， $Skew_Time = (256 - Priority) / 256$



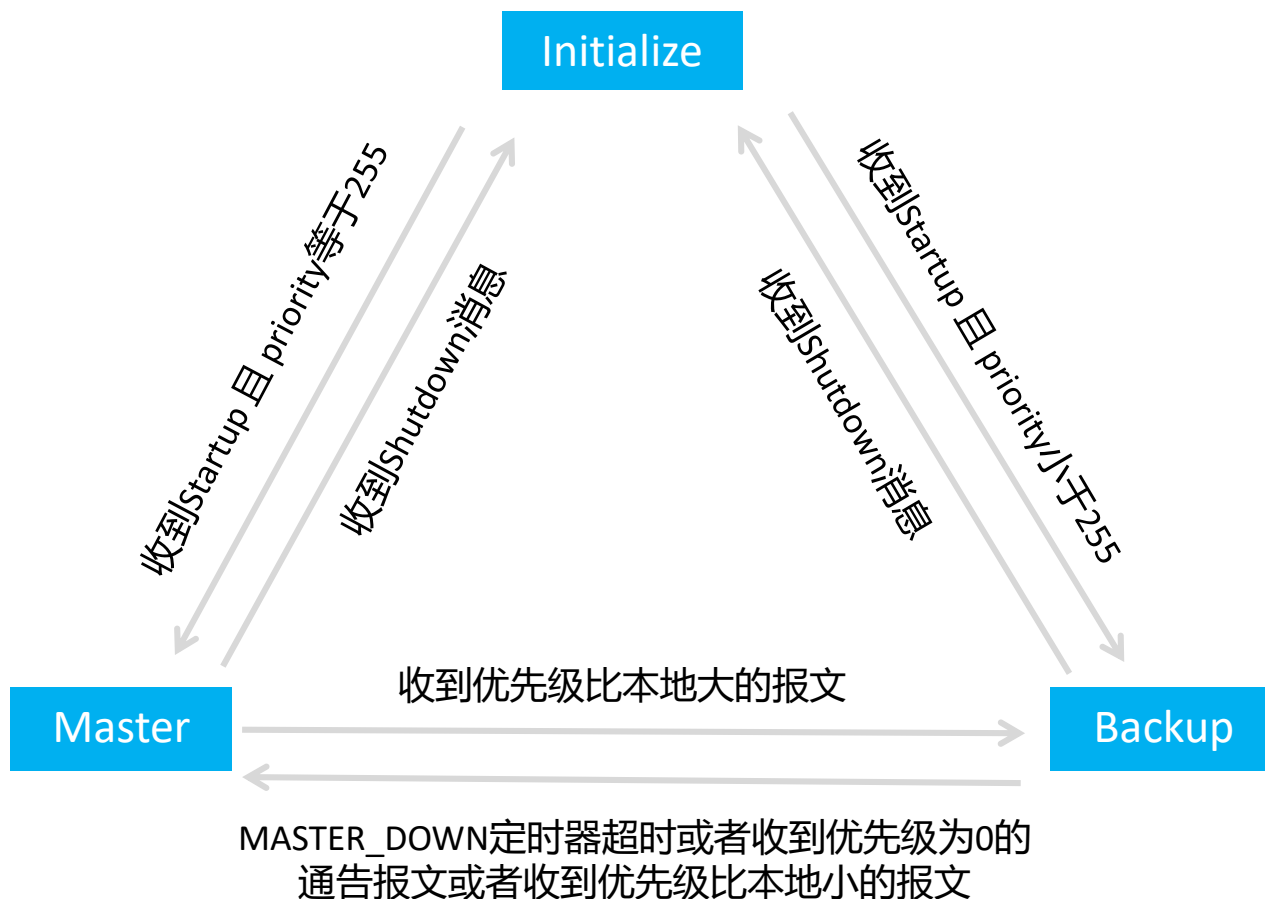
目录

1. VRRP技术概述
- 2. VRRP技术原理**
3. VRRP典型应用
4. VRRP基本配置



VRRP状态机

VRRP协议状态机有三种状态：Initialize（初始状态）、Master（活动状态）、Backup（备份状态）。





VRRP协议状态

Master状态

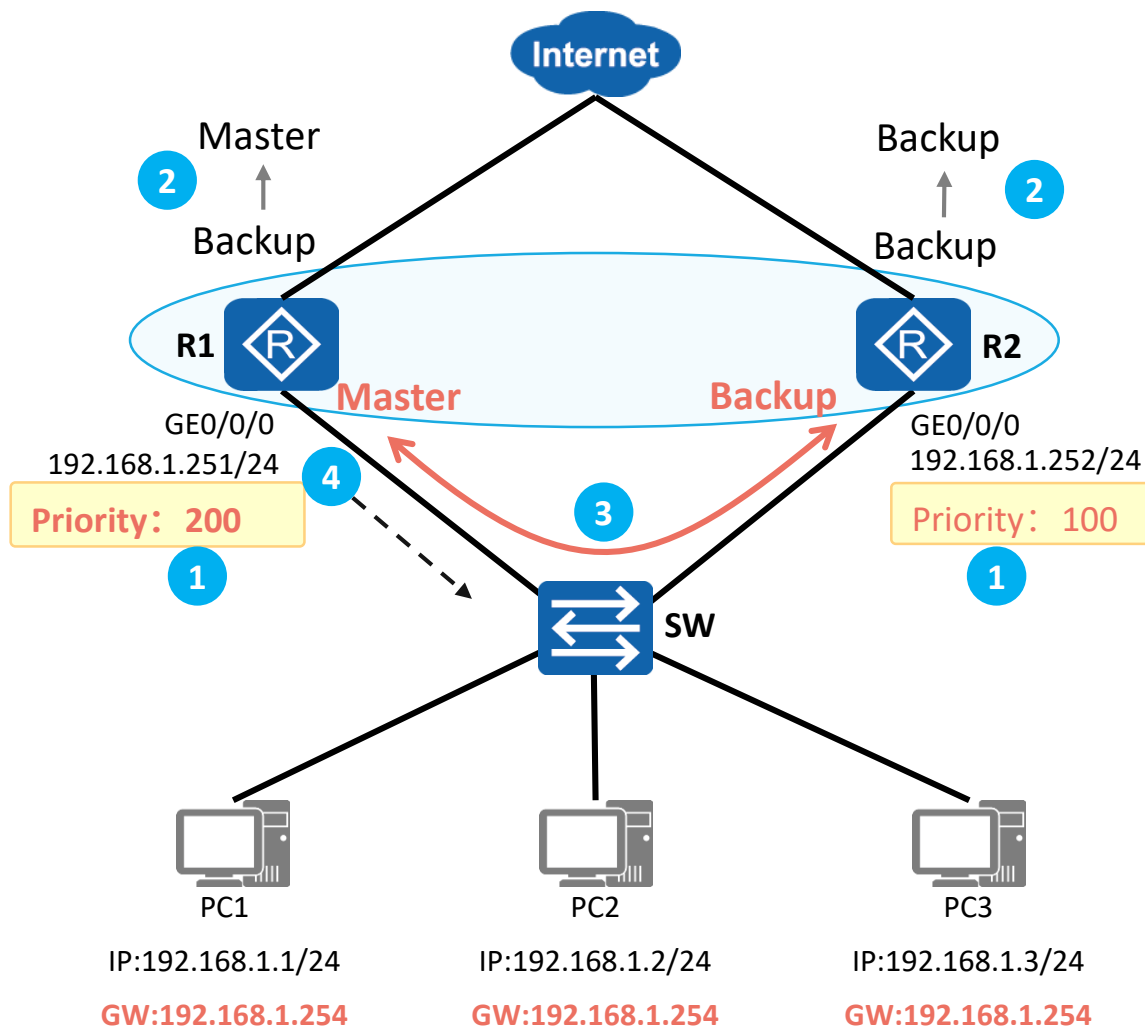
1. 定期 (ADVER_INTERVAL) 发送VRRP报文。
2. 以虚拟MAC地址响应对虚拟IP地址的ARP请求。
3. 转发目的MAC地址为虚拟MAC地址的IP报文。
4. 默认允许ping通虚拟IP地址。
5. 当多台设备同时为Master时，若设备收到与自己优先级相同的报文时，会进一步比较IP地址的大小。如果收到报文的源IP地址比自己大，则切换到Backup状态，否则保持Master状态。

Backup状态

1. 接收Master设备发送的VRRP报文，判断Master设备的状态是否正常。
2. 对虚拟IP地址的ARP请求，不做响应。
3. 丢弃目的MAC地址为虚拟MAC地址的IP报文。
4. 丢弃目的IP地址为虚拟IP地址的IP报文。
5. 如果收到优先级和自己相同或者比自己优先级大的报文时，重置MASTER_DOWN定时器，不进一步比较IP地址的大小。



VRRP主备选举 (1)



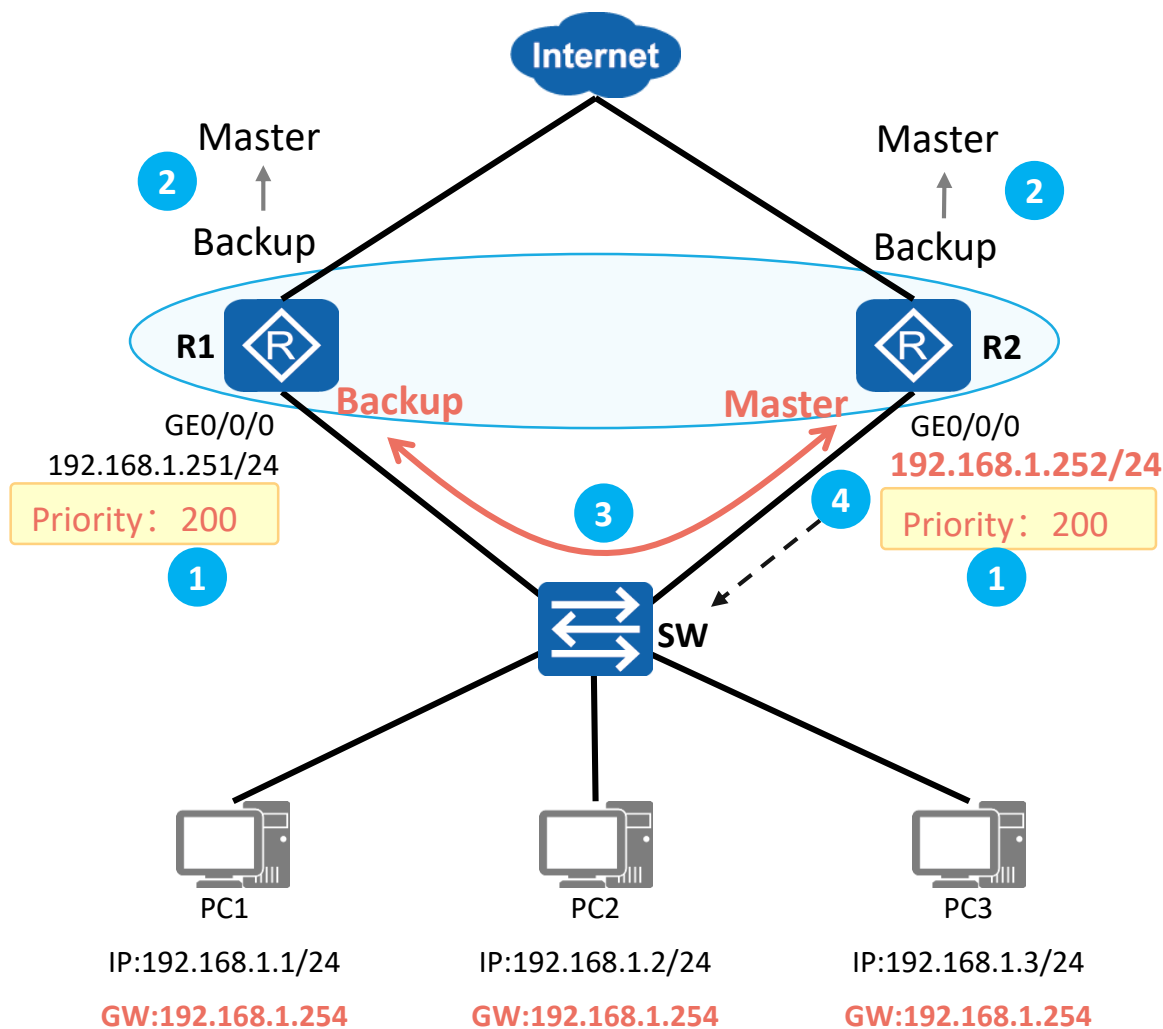
VRRP优先级不相等时主备选举过程

1. R1的接口VRRP优先级为200，R2的接口VRRP优先级为100，两台设备完成初始化后首先切换至Backup状态。
2. R1与R2根据各自MASTER_DOWN定时器超时时间由Backup切换到Master状态，所以R1比R2更快切换至Master状态。
3. R1和R2通过相互发送VRRP报文进行Master选举，优先级高的被选举为Master设备，因此R1被选为Master路由器。
4. R1被选举为Master路由器后，立即发送免费ARP报文将虚拟MAC地址通告给与它连接的设备 and 主机。

← - - 免费ARP报文



VRRP主备选举 (2)



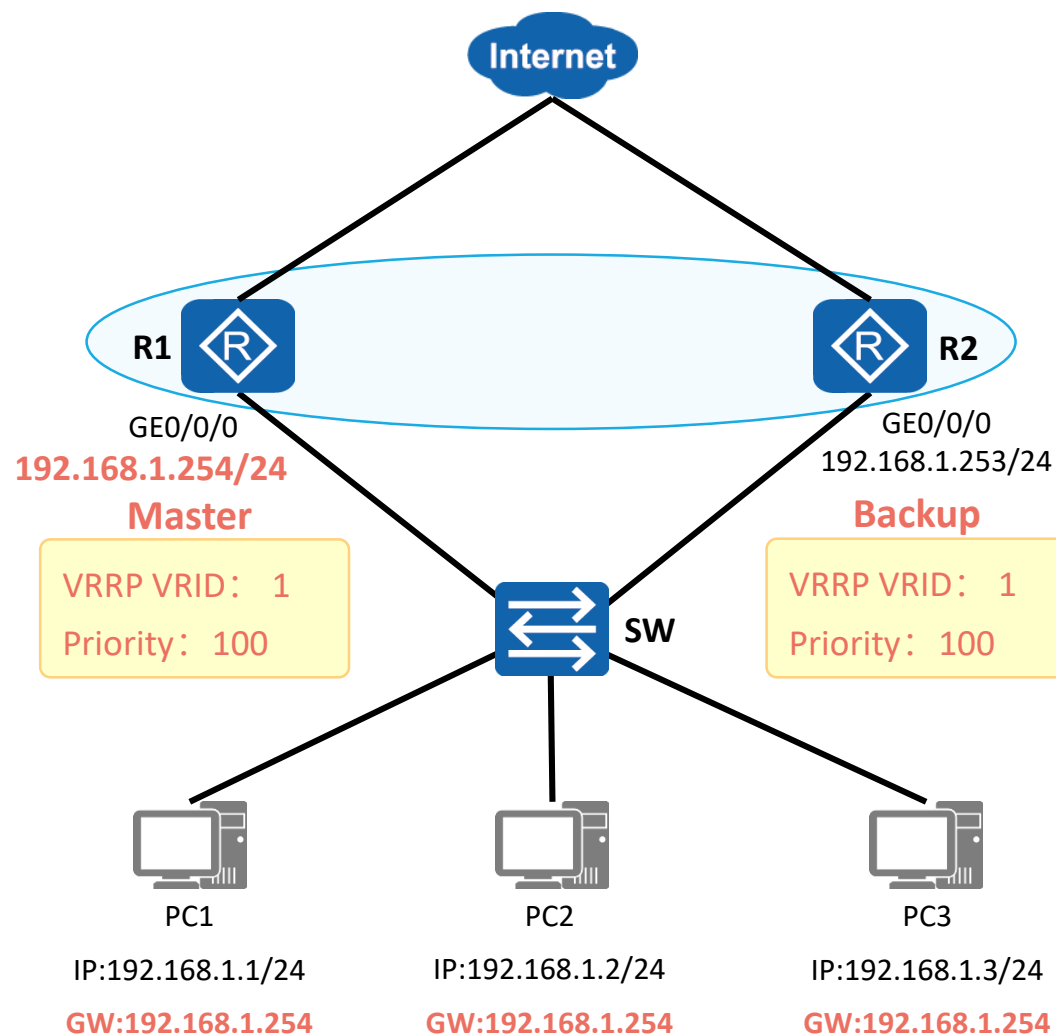
VRRP优先级相等时主备选举过程

1. R1与R2的GEO/0/0接口VRRP优先级都是200，两台设备完成初始化后首先切换至Backup状态。
2. 由于优先级相同，R1与R2的MASTER_DOWN定时器超时后，同时由Backup状态切换至Master状态。
3. R1与R2交换VRRP报文，优先级一样，通过比较接口IP地址选举Master路由器，由于R2的接口IP地址大于R1的接口IP地址，因此R2被选举为Master路由器。
4. R2被选举为Master路由器后，立即发送免费ARP报文将虚拟MAC地址通告给与它连接的设备 and 主机。

← - - 免费ARP报文



VRRP主备选举 (3)



当路由器接口被配置为VRRP的IP地址拥有者时（接口IP地址与Virtual IP相同），路由器无需等待任何定时器超时，可以直接切换至Master状态。

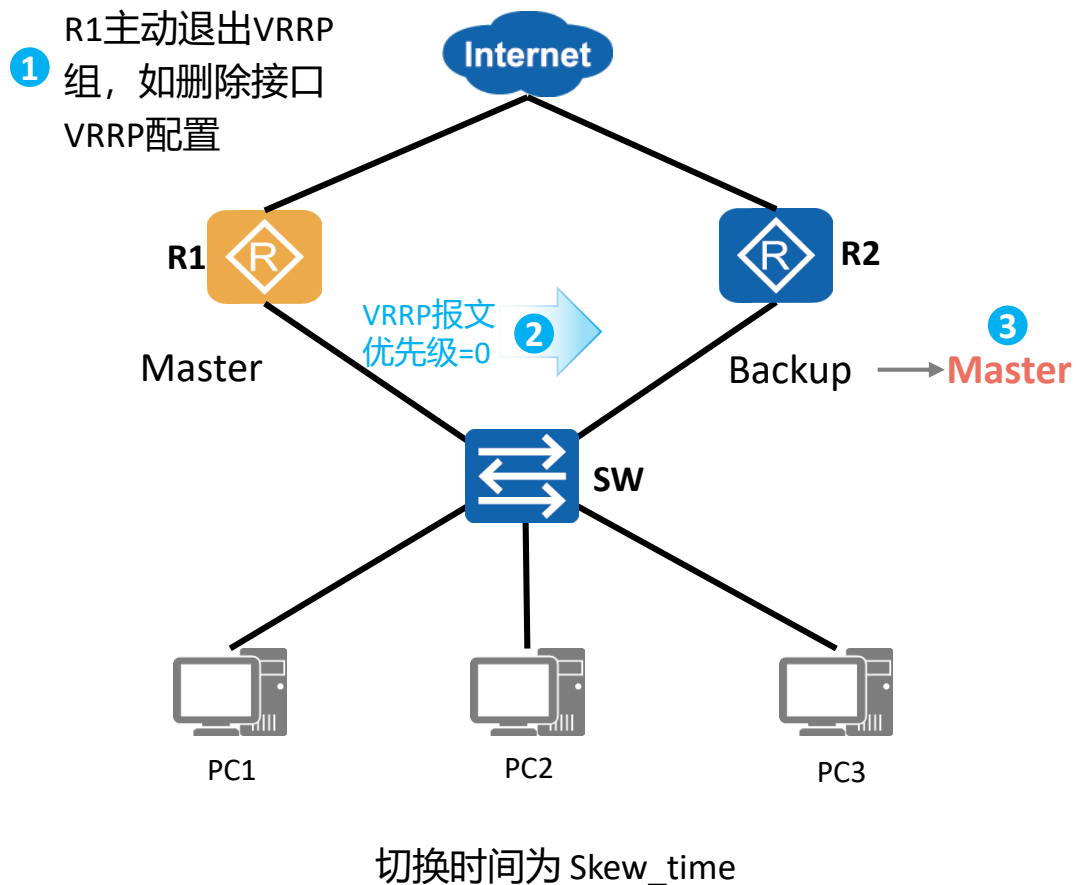
配置为IP地址拥有者时主备选举过程

1. R1与R2的GE0/0/0接口VRRP优先级都采用默认配置（默认为100），但是R1的GE0/0/0接口IP地址与Virtual IP地址相同。
2. R1的GE0/0/0接口直接切换至Master状态，R1成为Master路由器。

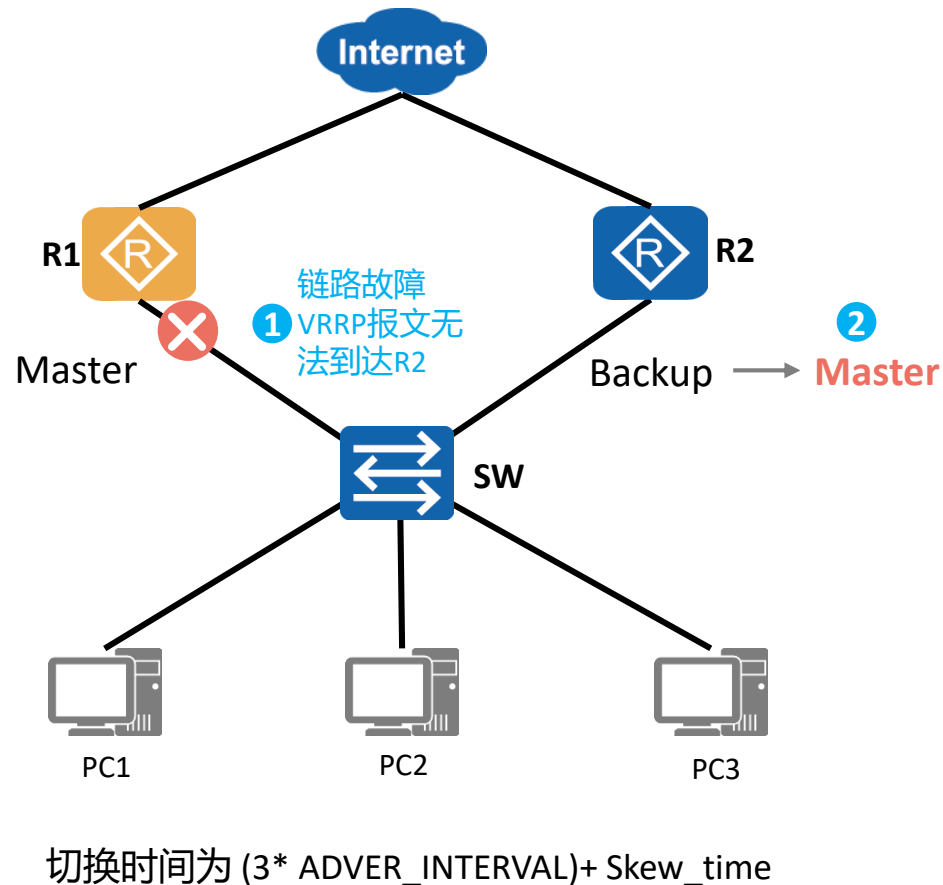


VRRP主备切换

Master主动退出VRRP组

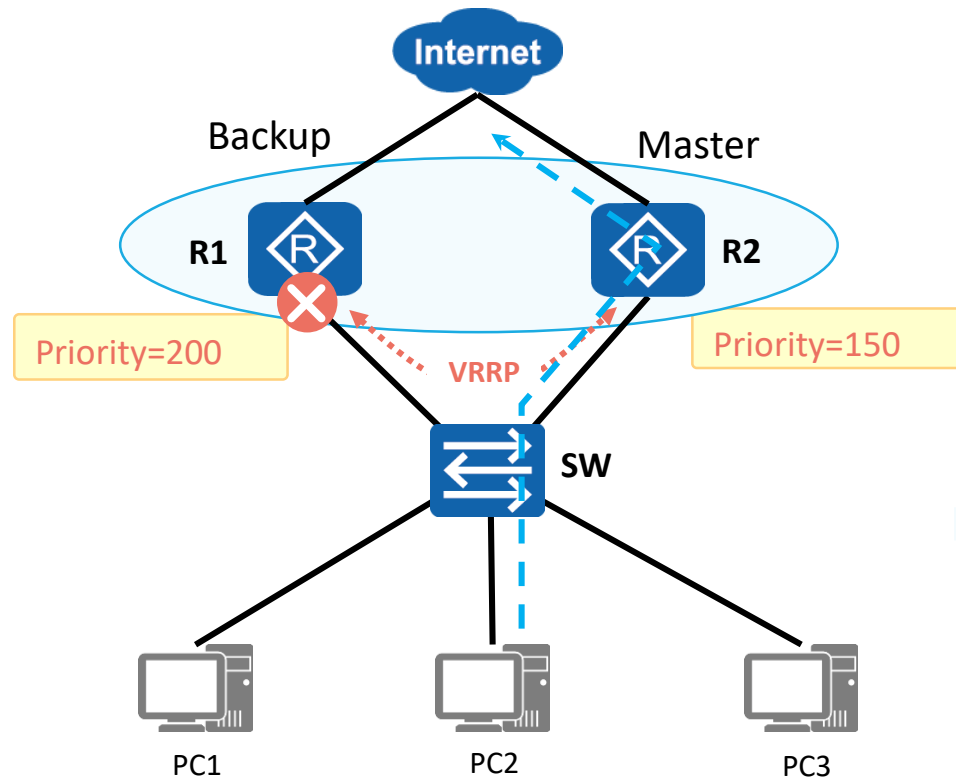
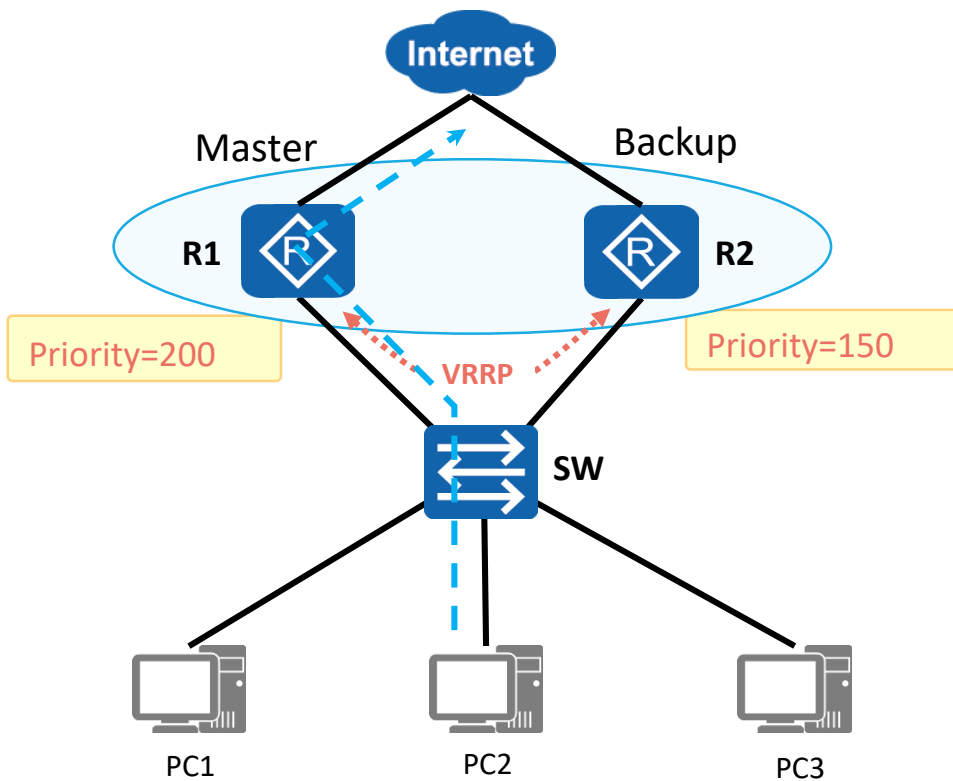


Master设备或者链路故障





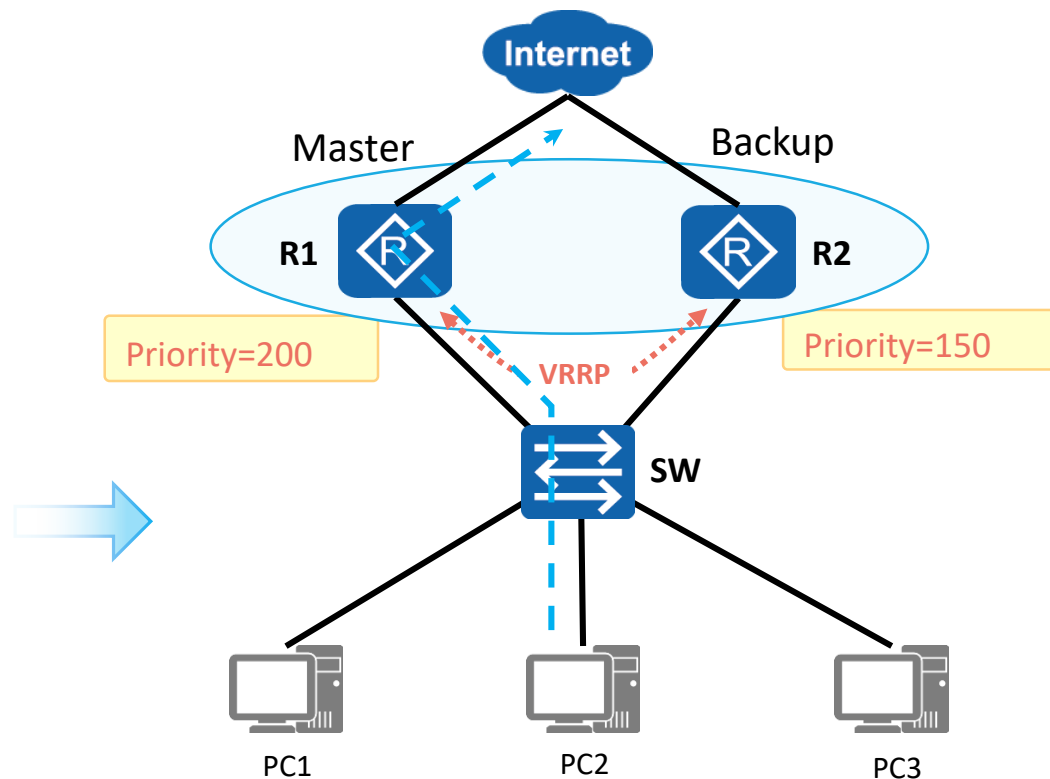
VRRP主备回切 (1)



1. 正常情况下，由Master设备负责转发用户报文，如图所示，所有用户流量通过R1到达Internet。
2. 当R1出现故障时，网络会重新进行VRRP主备选举，如图所示，此时R2会成为新的Master设备负责转发用户报文。



VRRP主备回切 (2)



VRRP抢占模式（Preempt Mode）：

- **抢占模式（默认激活）**：如果Backup路由器激活了抢占功能，那么当它发现Master路由器的优先级比自己更低时，它将立即切换至Master状态，成为新的Master路由器
- **非抢占模式**：如果Backup路由器没有激活抢占功能，那么即使它发现Master路由器的优先级比自己更低，也只能依然保持Backup状态，直到Master路由器失效。

3. 当R1从故障恢复后，网络将重新进行VRRP主备选举，由于R1的优先级大于R2，所以R1又重新成为新的Master设备负责转发用户报文。



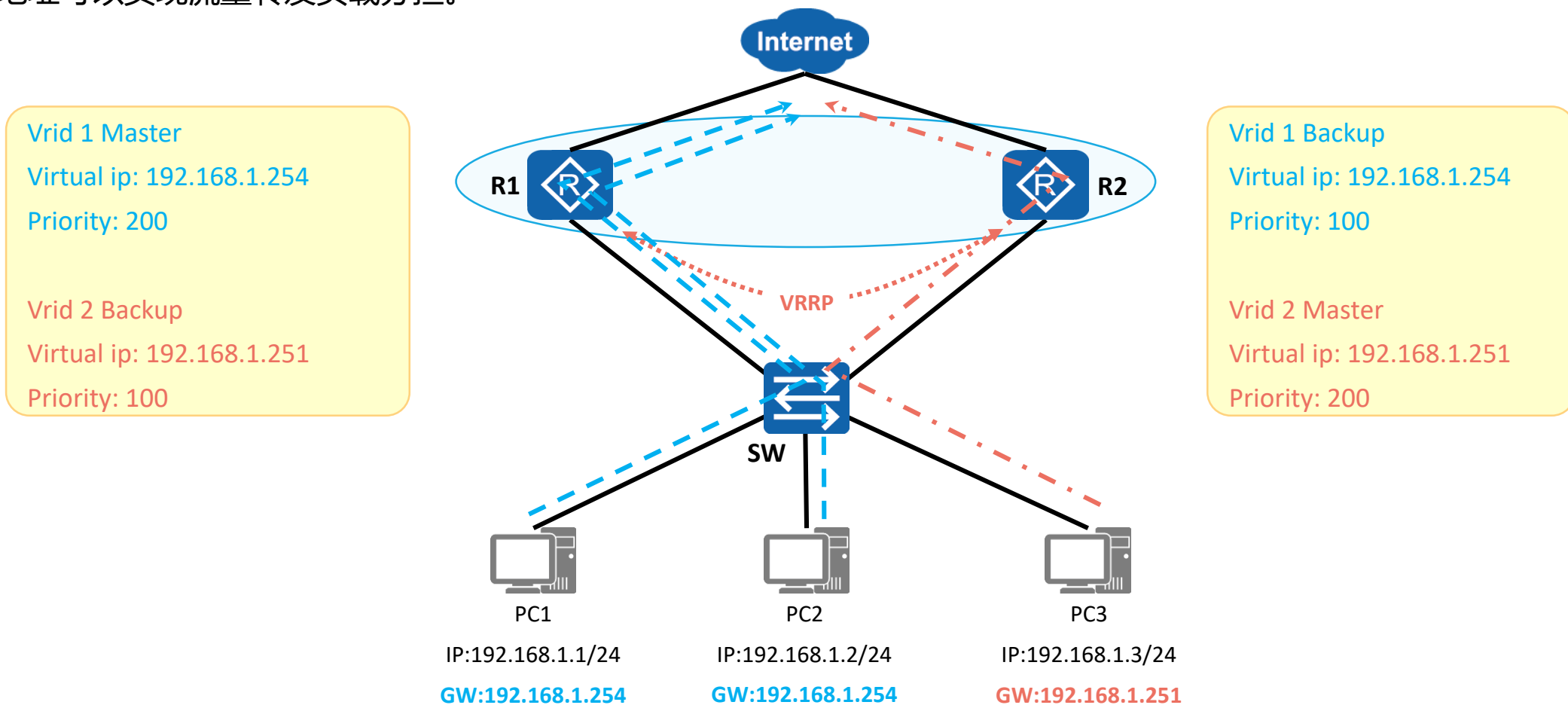
目录

1. VRRP技术概述
2. VRRP技术原理
- 3. VRRP典型应用**
4. VRRP基本配置



VRRP负载分担

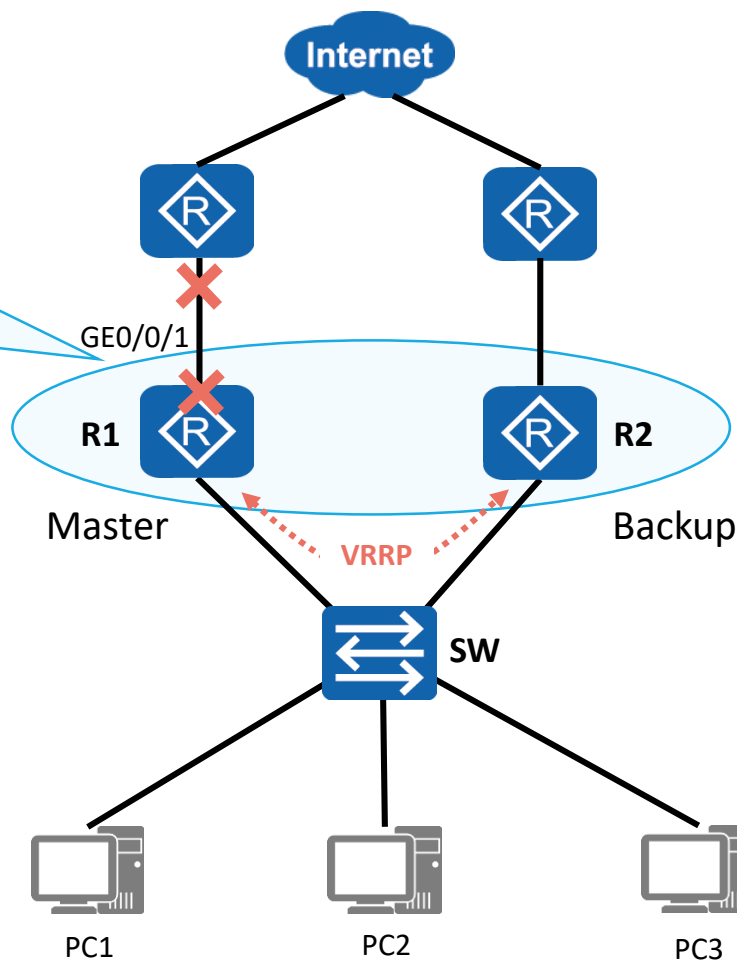
通过创建多个虚拟路由器，每个物理路由器在不同的VRRP组中扮演不同的角色，不同虚拟路由器的Virtual IP作为不同的内网网关地址可以实现流量转发负载分担。





VRRP监视上行端口

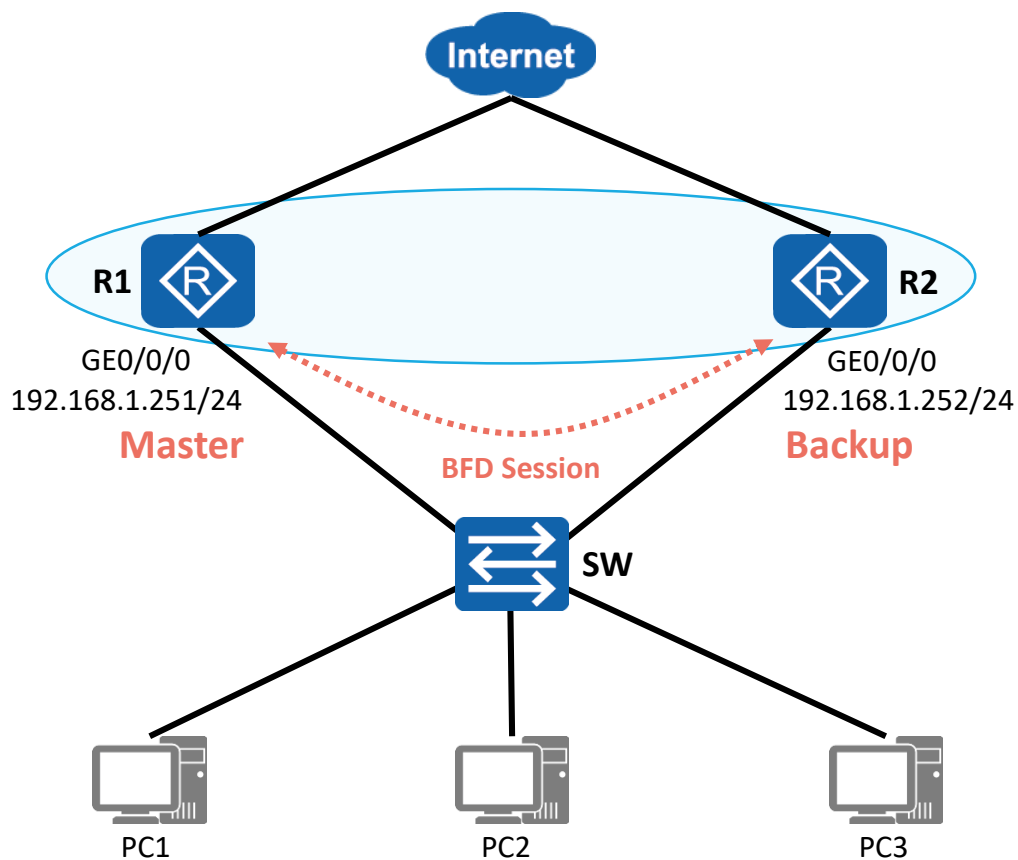
VRRP可监视 (Track) 上行端口状态，当设备感知上行端口或者链路发生故障时，可主动降低VRRP优先级，从而保证上行链路正常的Backup设备能够通过选举切换为Master状态，指导报文转发。





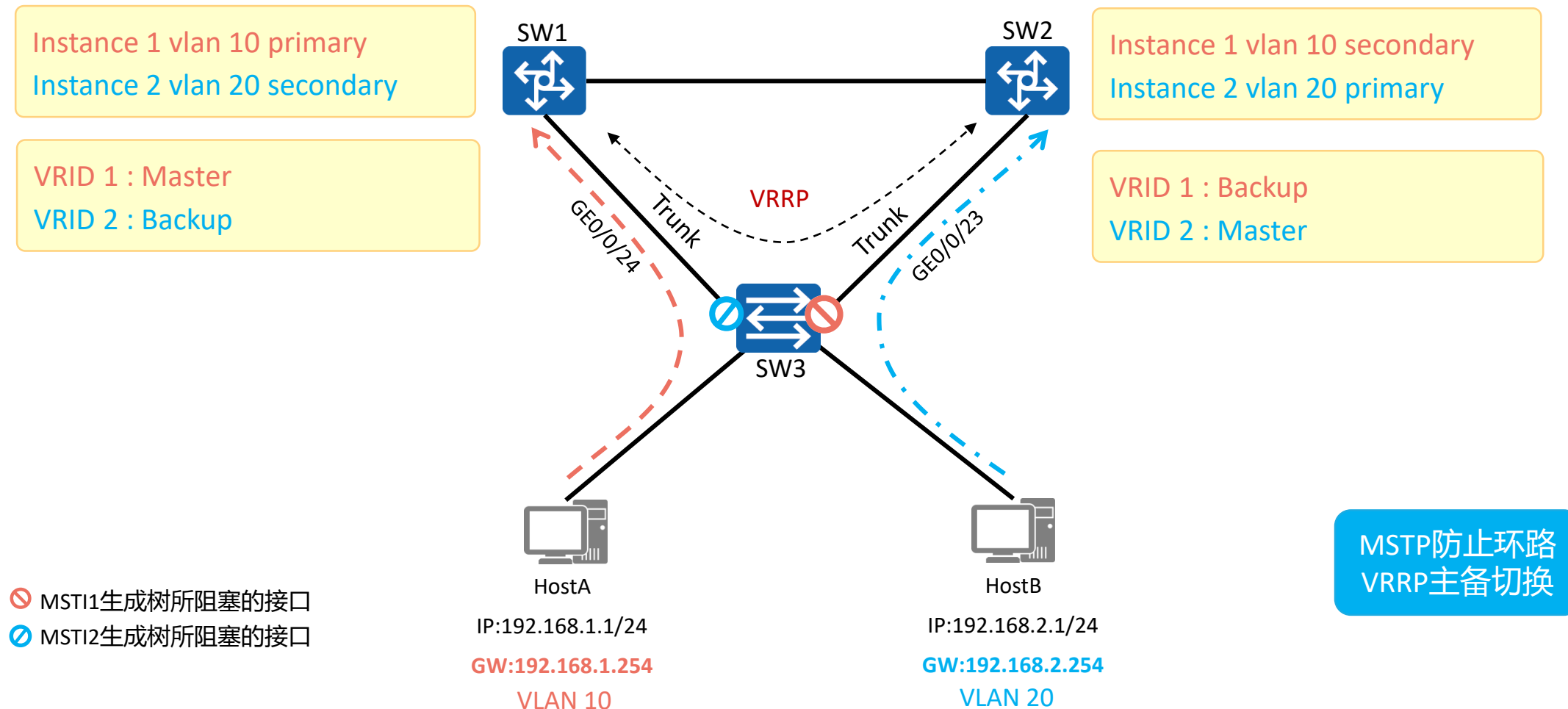
VRRP与BFD联动

通过配置VRRP与BFD联动，当Backup设备通过BFD感知故障发生之后，不再等待Master_Down_Timer计时器超时而会在BFD检测周期结束后立即切换VRRP状态，此时可以实现毫秒级的主备切换。





VRRP与MSTP结合应用





目录

1. VRRP技术概述
2. VRRP技术原理
3. VRRP典型应用
- 4. VRRP基本配置**



VRRP常用配置命令 (1)

1. 创建VRRP备份组并给备份组配置虚拟IP地址

```
[interface-GigabitEthernet0/0/0] vrrp vrid virtual-router-id virtual-ip virtual-address
```

注意：各备份组之间的虚拟IP地址不能重复；同属一个备份组的设备接口需使用相同的VRID。

2. 配置路由器在备份组中的优先级

```
[interface-GigabitEthernet0/0/0] vrrp vrid virtual-router-id priority priority-value
```

注意：通常情况下，Master设备的优先级应高于Backup设备。

3. 配置备份组中设备的抢占延迟时间

```
[interface-GigabitEthernet0/0/0] vrrp vrid virtual-router-id preempt-mode timer delay delay-value
```

4. 配置VRRP备份组中设备采用非抢占模式

```
[interface-GigabitEthernet0/0/0] vrrp vrid virtual-router-id preempt-mode disable
```

缺省情况下，抢占模式已被激活。



VRRP常用配置命令 (2)

5. 配置VRRP备份组监视接口

```
[interface-GigabitEthernet0/0/0] vrrp vrid virtual-router-id track interface interface-type interface-number [ increased value-increased | reduced value-decreased ]
```

可配置设备当检测到上行接口或链路出现故障时，增加或者减少自身优先级，IP地址拥有者和Eth-trunk成员口不允许配置VRRP监视功能。

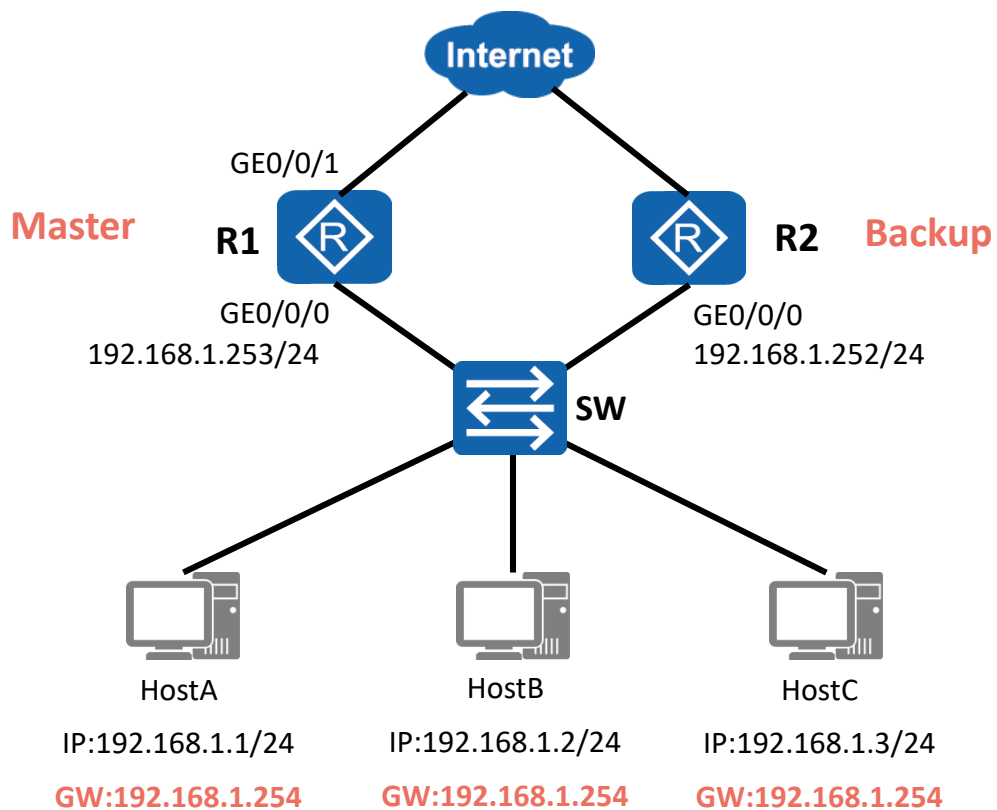
6. 配置VRRP备份组联动普通BFD会话

```
[interface-GigabitEthernet0/0/0] vrrp vrid virtual-router-id track bfd-session { bfd-session-id | session-name bfd-configure-name } [ increased value-increased | reduced value-reduced ]
```

如果选择参数session-name bfd-configure-name，可以绑定静态BFD会话或者标识符自协商的静态BFD会话。
如果选择参数bfd-session-id，只能绑定静态BFD会话。



VRRP基础配置实例



配置要求:

- R1与R2组成一个VRRP备份组，其中R1为Master，R2为Backup；
- Master设备故障恢复时采用抢占模式，抢占延时10秒；
- Master设备监视上行接口状态实现VRRP主备自动切换。

R1配置如下:

```
[R1] interface GigabitEthernet0/0/0
[R1-GigabitEthernet0/0/0] ip address 192.168.1.253 24
[R1-GigabitEthernet0/0/0] vrrp vrid 1 virtual-ip 192.168.1.254
[R1-GigabitEthernet0/0/0] vrrp vrid 1 priority 120
[R1-GigabitEthernet0/0/0] vrrp vrid 1 preempt-mode timer delay 10
[R1-GigabitEthernet0/0/0] vrrp vrid 1 track interface GigabitEthernet0/0/1
reduced 30
```

R2配置如下:

```
[R2] interface GigabitEthernet0/0/0
[R2-GigabitEthernet0/0/0] ip address 192.168.1.252 24
[R2-GigabitEthernet0/0/0] vrrp vrid 1 virtual-ip 192.168.1.254
[R2-GigabitEthernet0/0/0] vrrp vrid 1 priority 110
```



VRRP基础配置验证

[R1]display vrrp

GigabitEthernet0/0/0 | Virtual Router 1 #VRRP组ID为 1

State : Master #本设备在组中状态为Master

Virtual IP : 192.168.1.254

Master IP : 192.168.1.253

PriorityRun : 120 #接口在本VRRP组中优先级为120

PriorityConfig : 120

MasterPriority : 120

Preempt : YES Delay Time : 10 s #开启抢占模式，且延迟时间为10秒

TimerRun : 1 s

TimerConfig : 1 s

Auth type : NONE

Virtual MAC : 0000-5e00-0101

Check TTL : YES

Config type : normal-vrrp

Track IF : GigabitEthernet0/0/1 Priority reduced : 30

IF state : UP

[R2]display vrrp

GigabitEthernet0/0/0 | Virtual Router 1

State : Backup #本设备在组中状态为Backup

Virtual IP : 192.168.1.254

Master IP : 192.168.1.253

PriorityRun : 110 #接口在本VRRP组中优先级为110

PriorityConfig : 110

MasterPriority : 120

Preempt : YES Delay Time : 0 s #开启抢占模式，延迟时间为0秒

TimerRun : 1 s

TimerConfig : 1 s

Auth type : NONE

Virtual MAC : 0000-5e00-0101

Check TTL : YES

Config type : normal-vrrp



思考题

1. (多选题) 以下关于VRRP报文中IP地址的设置正确的说法是()。
 - A. 源IP地址为Master设备端口的IP地址
 - B. 源IP地址为虚拟路由器的虚拟IP地址
 - C. 目的IP地址为广播IP地址
 - D. 目的IP地址为组播IP地址
2. (多选题) 以下关于VRRP协议中各定时器的说法正确的是()。
 - A. VRRP通告消息发送间隔默认为1秒，关联到同一虚拟路由器VRRP路由器上配置的VRRP消息通告间隔必须一致。
 - B. 配置抢占延迟时间为4秒，表示如果4秒中之内没有收到Master发送的VRRP通告消息，则Slave应当成为新的Master。
 - C. 配置抢占延迟时间为4秒，配置VRRP消息通告间隔为2秒，表示如果6秒中之内没有收到Master发送的VRRP通告消息，则Slave应当成为新的Master。
 - D. 在比较繁忙的网络中，应当适当的将抢占延迟设置为一个较大的值，以避免不必要的VRRP角色振荡。



本章总结

- VRRP作为一种非常重要的可靠性技术，常用于实现网关设备冗余，该协议既能提高网络可靠性，又可以实现网络负载分担。
- VRRP主备选举、主备切换及主备回切都主要通过VRRP优先级来控制，为了确保网络稳定性，VRRP设计了抢占延时机制，减少网络震荡。
- VRRP可监视上行接口状态，从而感知网络故障，联动VRRP实现网络可靠性。VRRP亦可绑定BFD会话实现快速收敛。此外，VRRP可与MSTP结合使用，在园区网络中，这是常见的组网方案。

The background of the slide features a blue-tinted image of several business professionals in a modern office. They are standing on a highly reflective floor, and their silhouettes are clearly visible. In the background, a city skyline with tall buildings is visible through large windows. The overall atmosphere is professional and corporate.

谢谢

www.huawei.com