

VRRP 协议原理与配置

VRRP (Virtual Router Redundancy Protocol) 虚拟路由器冗余协议

VRRP 协议只有一种报文，即 VRRP Advertisement 通告报文，目的地址是 224.0.0.18，间隔为 1s，TTL 是 255，协议号是 112

41	15.812000	192.168.1.200	224.0.0.18	VRRP	Announcement (v2)
42	16.625000	192.168.1.254	224.0.0.18	VRRP	Announcement (v2)
43	16.828000	192.168.1.200	224.0.0.18	VRRP	Announcement (v2)
44	17.453000	HuaweiTe_09:5d:26	Spanning-tree-(for-STP	MST. Root = 32768/(
45	17.640000	192.168.1.254	224.0.0.18	VRRP	Announcement (v2)
46	17.828000	192.168.1.200	224.0.0.18	VRRP	Announcement (v2)
47	18.656000	192.168.1.254	224.0.0.18	VRRP	Announcement (v2)
48	18.844000	192.168.1.200	224.0.0.18	VRRP	Announcement (v2)
49	19.312000	192.168.1.200	224.0.0.5	OSPF	Hello Packet
50	19.640000	HuaweiTe_09:5d:26	Spanning-tree-(for-STP	MST. Root = 32768/(
51	19.672000	192.168.1.254	224.0.0.18	VRRP	Announcement (v2)
52	19.844000	192.168.1.200	224.0.0.18	VRRP	Announcement (v2)
53	20.672000	192.168.1.254	224.0.0.18	VRRP	Announcement (v2)
54	20.844000	192.168.1.200	224.0.0.18	VRRP	Announcement (v2)
55	21.672000	192.168.1.254	224.0.0.18	VRRP	Announcement (v2)

- Internet Protocol, Src: 192.168.1.200 (192.168.1.200), Dst: 224.0.0.18 (224.0.0.18)
 - Version: 4
 - Header length: 20 bytes
 - Differentiated Services Field: 0xc0 (DSCP 0x30: Class Selector 6; ECN: 0x00)
 - Total Length: 40
 - Identification: 0x03ac (940)
 - Flags: 0x00
 - Fragment offset: 0
 - Time to live: 255
 - Protocol: VRRP (112)
 - Header checksum: 0x1477 [correct]
 - Source: 192.168.1.200 (192.168.1.200)
 - Destination: 224.0.0.18 (224.0.0.18)
- Virtual Router Redundancy Protocol
 - Version 2, Packet type 1 (Advertisement)
 - Virtual Rtr ID: 2
 - Priority: 120 (Non-default backup priority)
 - Addr Count: 1
 - Auth Type: Simple Text Authentication [RFC 2338] / Reserved [RFC 3768] (1)
 - Adver Int: 1
 - Checksum: 0x73ff [correct]
 - IP Address: 192.168.1.253 (192.168.1.253)
 - Authentication string: huawei

VRRP 中接口只有 3 个状态：初始状态(Initial)、主状态(Master)和备份状态(Backup)。

其中，只有处于主状态的设备才可以转发那些发送到虚拟 IP 地址的报文。

VRRP 和 HSRP 比较：

VRRP 和 HSRP 比较	
HSRP	VRRP
是Cisco私有协议	是IEEE标准
最多支持16个组	最多支持256个组
一个活动路由器、一个备份路由器、其它是候选	一个活动路由器、其它是备份路由器
虚拟IP地址不能和真实路由器的IP相同	虚拟IP地址能和真实路由器的IP相同
使用224.0.0.2地址发送消息	使用224.0.0.18地址发送消息
默认计时器：Hello为3s，Holdtime为10s	默认计时器：Advertisement为1s，Down Interval为3s
可以Track接口	可以Track对象
支持明文和MD5认证	支持明文和MD5认证

VRRP 的 3 个定时器：

通告时间间隔定时器(Advertisement Interval)：

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。用户可以通过设置 VRRP 定时器来调整 Master 路由器发送 VRRP 通告报文的时间间隔。默认值为 1 秒。

时滞时间定时器：该值的计算方式为 $(256 - \text{优先级})/256$ ，单位为秒。

主用失效时间间隔定时器(Master Down Interval)：

如果 Backup 路由器在等待了 3 个间隔时间后，依然没有收到 VRRP 通告报文，则认为自己是 Master 路由器，并对外发送 VRRP 通告报文，重新进行 Master 路由器选举。Backup 路由器并不会立即抢占成为 Master，而是等待一定时间(时滞时间)后，才会对外发送 VRRP 通告报文取代原来的 Master 路由器。因此该定时器值 = $3 \times \text{通告时间间隔} + (256 - \text{优先级})/256$ 秒。

VRRP 优先级

Priority：发送报文的 VRRP 路由器在虚拟路由器中的优先级。取值范围是 0 ~ 255，其中可用的范围是 1 ~ 254。

0 表示设备停止参与 VRRP，用来使备份路由器尽快成为主路由器，而不必等到计时器超时；

255 则保留给 IP 地址拥有者。缺省值是 100。

IP 地址拥有者 (IP Address Owner)：

如果一个 VRRP 设备将真实的接口 IP 地址配置为虚拟路由器 IP 地址，则该设备被称为 IP 地址拥有者，优先级为 255。如果 IP 地址拥有者是可用的，则它将一直成为 Master。

Master 选举规则：

比较优先级的大小，优先级高者当选为 Master 设备。当两台设备优先级相同时，如果已经存在 Master，则其保持 Master 身份，无需继续选举；如果不存在 Master，则继续比较接口 IP 地址大小，接口 IP 地址较大的设备当选为 Master 设备。

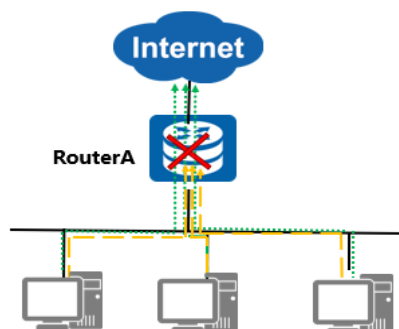


前言

- 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，如果此时默认网关设备发生故障，将中断所有用户终端的网络访问，这很可能会给用户带来不可预计的损失，所以可以通过部署多个网关的方式来解决单点故障问题，那么如何让多个网关能够协同工作但又不会互相冲突就成了最迫切需要解决的问题。
- 于是VRRP应运而生，它既可以实现网关的备份，又能解决多个网关之间互相冲突的问题。那么VRRP的工作原理是如何实现的？在网络中又该如何配置呢？



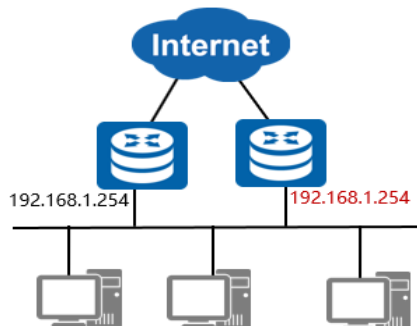
单网关的缺陷



- 当网关路由器RouterA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。



多网关存在的问题

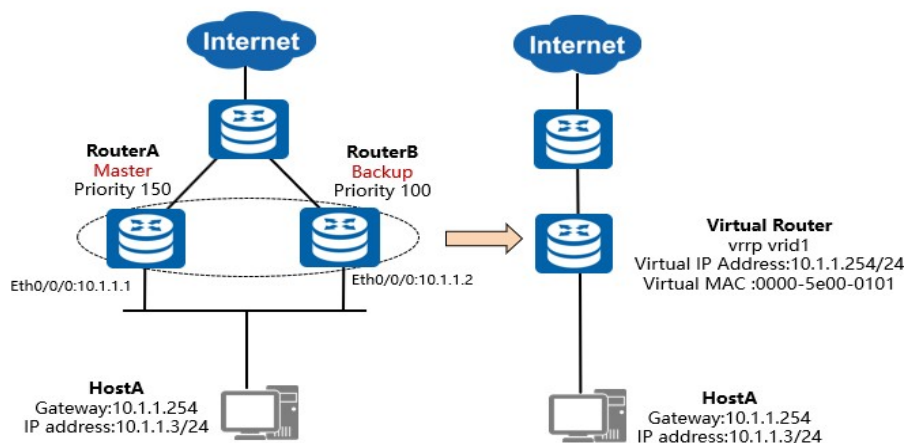


- 通过部署多网关的方式实现网关的备份。
- 但多网关可能会出现一些问题：网关间IP地址冲突；主机会频繁切换网络出口。

VRRP基本概述

- VRRP能够在不改变组网的情况下，将多台路由器虚拟成一个虚拟路由器，通过配置虚拟路由器的IP地址为默认网关，实现网关的备份。
- 协议版本：VRRPv2（常用）和VRRPv3：
- VRRPv2仅适用于IPv4网络，VRRPv3适用于IPv4和IPv6两种网络。
- VRRP协议报文：
- 只有一种报文：Advertisement报文；其目的IP地址是224.0.0.18，目的MAC地址是01-00-5e-00-00-12，协议号是112。

VRRP基本结构

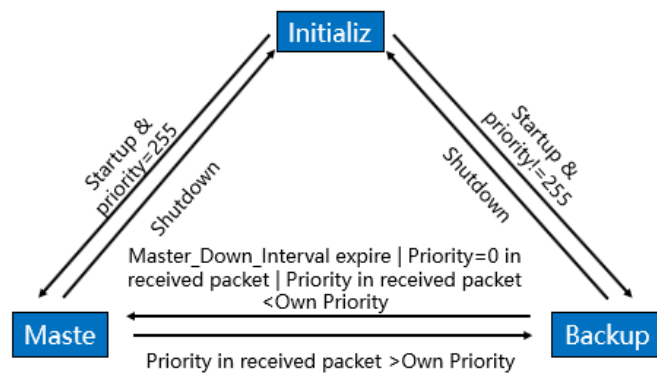


- VRRP 基本概念：
- VRRP 路由器（VRRP Router）：运行 VRRP 协议的设备，如 RouterA 和 RouterB。
- 虚拟路由器（Virtual Router）：又称 VRRP 备份组，由一个 Master 设备和多个 Backup 设备组成，被当作一个共享局域网内主机的缺省网关。如 RouterA 和 RouterB 共同组成了一个虚拟路由器。
- Master 路由器（Virtual Router Master）：承担转发报文任务的 VRRP 设备，如 RouterA。
- Backup 路由器（Virtual Router Backup）：一组没有承

担转发任务的 VRRP 设备，当 Master 设备出现故障时，它们将通过竞选成为新的 Master 设备，如 RouterB。

- Priority：设备在备份组中的优先级，取值范围是 0 ~ 255。0 表示设备停止参与 VRRP 备份组，用来使备份设备尽快成为 Master 设备，而不必等到计时器超时；255 则保留给 IP 地址拥有者，无法手工配置；设备缺省优先级值是 100。
- vrid：虚拟路由器的标识，如图中 RouterA 和 RouterB 组成的虚拟路由器的 vrid 为 1，需手工指定，范围 1-255。

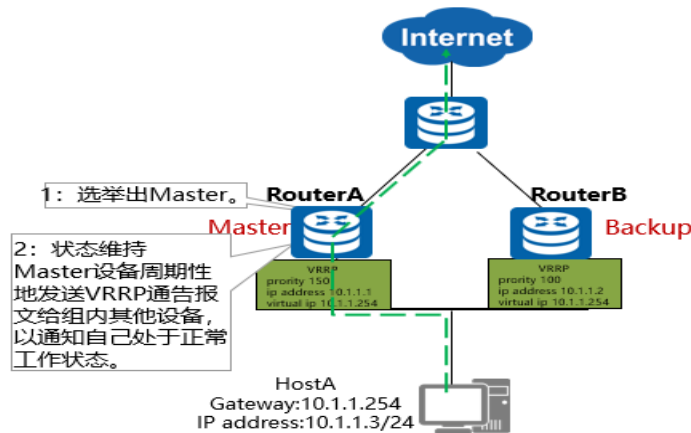
状态机



- VRRP 协议状态机有三种状态：Initialize（初始状态）、Master（活动状态）、Backup（备状态）。
- 三种状态之间的转换条件如下：
- Initialize->Master：Startup priority=255；
- Initialize->Backup：Startup priority != 255；
- Master->Initialize：设备关闭；
- Master->Backup：收到比自己优先级更高的数据包；
- Backup->Initialize：设备关闭；
- Backup->Master：在超时时间内没有收到 VRRP 通告报文或者收到通告报文原 Master 优先级为 0，或者收到的通告报文中的原 Master 优先级比自己的优先级低。



VRRP主备备份工作过程

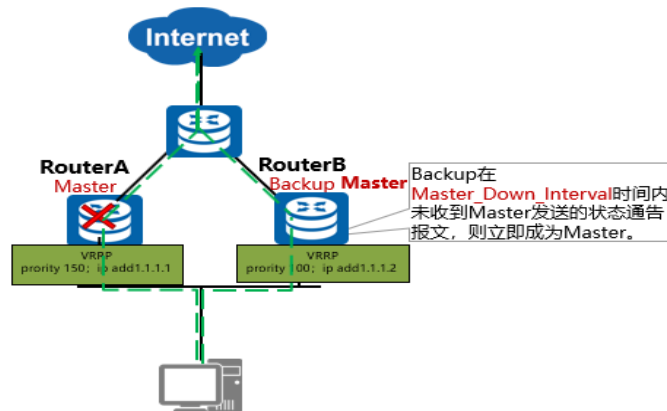


- VRRP 的工作过程如下：
- 选举出 Master：
- VRRP 备份组中的设备根据优先级选举出 Master。Master 设备通过发送免费 ARP 报文，将虚拟 MAC 地址通知给与它连接的设备或者主机，从而承担报文转发任务。
- 选举规则：比较优先级的大小，优先级高者当选为 Master 设备。当两台设备优先级相同时，如果已经存在 Master，则其保持 Master 身份，无需继续选举；如果不存在 Master，则继续比较接口 IP 地址大小，接口 IP 地址较大的设备当选为 Master 设备。
- Master 设备状态的通告（VRRP 备份组状态维持）：
- Master 设备周期性地发送 VRRP 通告报文，在 VRRP 备份组中公布其配置信息（优先级等）和工作状况。Backup 设备通过接收到的 VRRP 报文来判断 Master 设备是否工作正常。当 Master 设备主动放弃 Master 地位（如 Master 设备退出备份组）时，会发送优先级为 0 的通告报文，用来使 Backup 设备快速切换成 Master 设备，而不用等到 Master_Down_Interval 定时器超时。这个切换的时间称为 Skew_Time，计算方式为： $(256 - \text{Backup 设备的优先级}) / 256$ ，单位为秒。
- 当 Master 设备发生网络故障而不能发送通告报文的时候，

Backup 设备并不能立即知道其工作状况。等到 Master_Down_Interval 定时器超时后，才会认为 Master 设备无法正常工作，从而将状态切换为 Master。其中，Master_Down_Interval 定时器取值为： $3 \times \text{Advertisement_Interval} + \text{Skew_Time}$ ，单位为秒。

VRRP主备路由器切换过程 (1)

- 如果Master发生故障，则主备切换的过程：

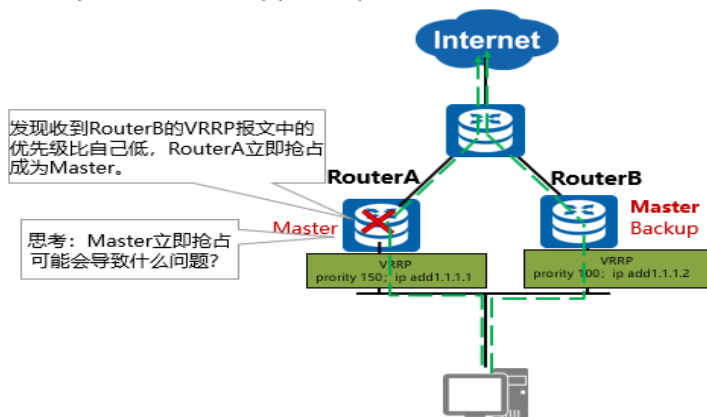


- Master 设备故障工作过程：
- 当组内的备份设备一段时间（Master_Down_Interval 定时器取值为： $3 \times \text{Advertisement_Interval} + \text{Skew_Time}$ ，单位为秒）内没有接收到来自 Master 设备的报文，则将自己转为 Master 设备。
- 一个 VRRP 组里有多台备份设备时，短时间内可能产生多个 Master 设备，此时，设备将会对收到的 VRRP 报文中的优先级与本地优先级做比较，从而选取优先级高的设备成为 Master。
- 设备的状态变为 Master 之后，会立刻发送免费 ARP 来刷新交换机上的 MAC 表项，从而把用户的流量引到此设备上来，整个过程对用户完全透明。



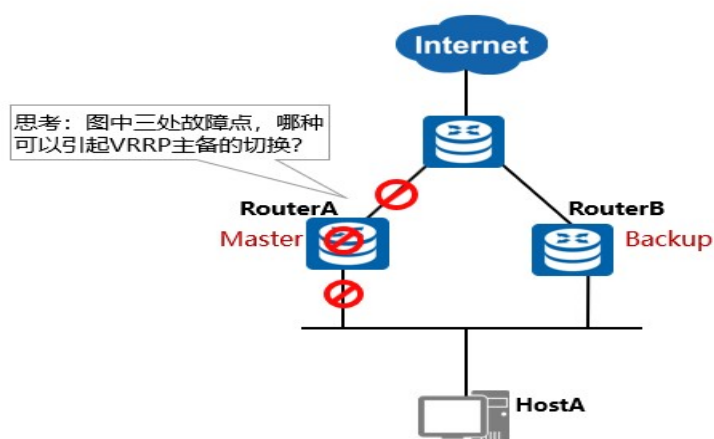
VRRP主备路由器切换过程 (2)

- 如果原Master故障恢复，则主备回切的过程：



- 抢占模式 (Preemption Mode) :
- 控制具有更高优先级的备用路由器是否能够抢占具有较低优先级的 Master 路由器，使自己成为 Master。缺省为抢占模式。
- 注意：存在的例外情况是如果 IP 地址拥有者是可用的，则它总是处于抢占的状态，并成为 Master 设备。
- 抢占延时 (Delay Time) :
- 抢占延迟时间，默认为 0，即立即抢占。
- 图中 RouterA 故障恢复后，立即抢占可能会导致流量中断，因为 RouterA 的上行链路的路由协议可能未完成收敛，这种情况则需要配置 Master 设备的抢占延时。
- 另外，在性能不稳定的网络中，网络堵塞可能导致 Backup 设备在 Master_Down_Interval 期间没有收到 Master 设备的报文，Backup 设备则会主动切换为 Master。如果此时原 Master 设备的报文又到达了，新 Master 设备将再次切换回 Backup，如此则会出现 VRRP 备份组成员状态频繁切换的现象。为了缓解这种现象，可以配置抢占延时，使得 Backup 设备在等待了 Master_Down_Interval 时间后，再等待抢占延迟时间。如在此期间仍没有收到通告报文，Backup 设备才会切换为 Master 设备。

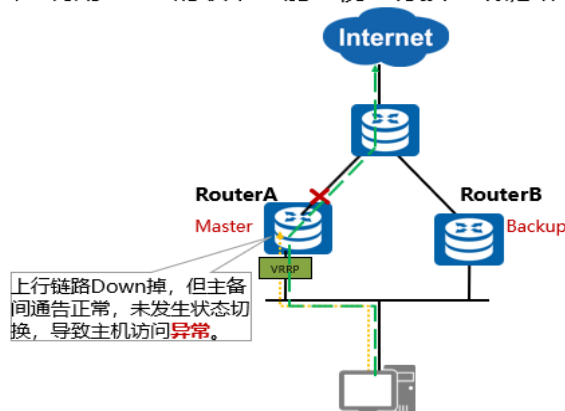
VRRP故障场景



- 图中 RouterA 的上行链路故障不会引起 VRRP 主备切换，这样会造成 HostA 访问 Internet 的流量在 RouterA 处被丢弃，所以需要使 VRRP 设备能够感知到上行链路故障，并且及时做主备切换。
- 若 RouterA 或连接 RouterB 的接口发生故障时都会引起 VRRP 主备切换，因为 Backup 设备无法在 Master_Down_Interval 时间内收到 Master 设备发送的协议报文了。

VRRP联动功能

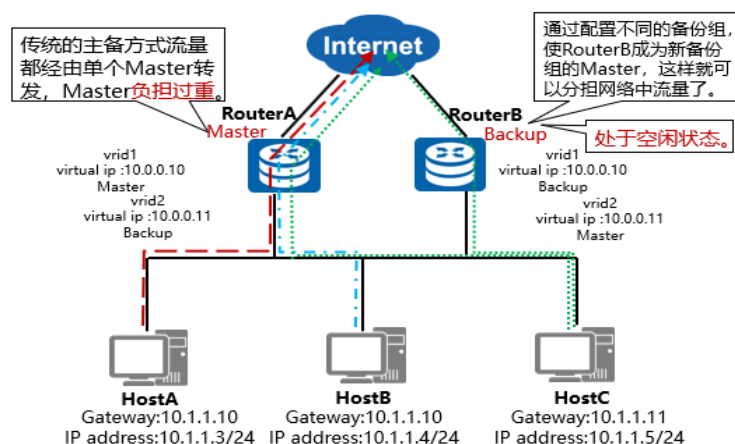
- 解决方法：利用VRRP的联动功能监视上行接口或链路故障，主动进行主备切换。



- 解决的问题：VRRP 无法感知非运行 VRRP 接口的状态变化，故当上行链路出现故障时，VRRP 无法进行感知，不会进行主备切换，从而导致业务中断。

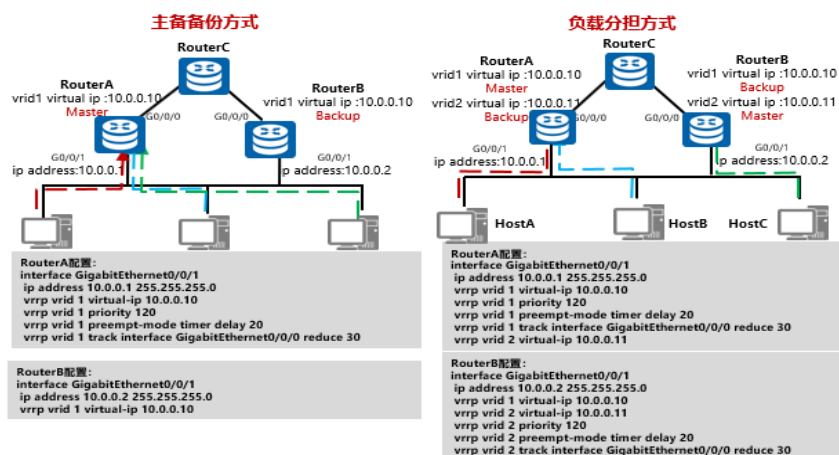
- 解决方案：利用 VRRP 的联动功能监视上行接口或链路故障，主动进行主备切换。

VRRP负载分担工作过程



- 负载分担是指多个 VRRP 备份组同时承担业务转发，VRRP 负载分担与 VRRP 主备备份的基本原理和报文协商过程都是相同的。对于每一个 VRRP 备份组，都包含一个 Master 设备和若干 Backup 设备。
- 与主备备份方式的不同点在于：负载分担方式需要建立多个 VRRP 备份组，各备份组的 Master 设备分担在不同设备上；单台设备可以加入多个备份组，在不同的备份组中扮演不同的角色。

VRRP配置实现



- 负载分担方式与主备备份方式配置思路一致，以单个 VRRP 备份组为例，Master 设备配置：
- `vrrp vrid 1 virtual-ip 10.0.0.10` //配置 vrid1 中的虚拟 IP 地址。
- `vrrp vrid 1 priority 120` //配置在 vrid1 中的优先级为 120，其他设备优先级未手动指定，缺省为 100，则本设备为 Master。
- `vrrp vrid 1 preempt-mode timer delay 20` //配置 Master 设备的抢占时延为 20 秒。
- `vrrp vrid 1 track interface GigabitEthernet0/0/0 reduce 30` //跟踪上行接口 G0/0/0 的状态，如果端口出现故障，则 Master 设备 VRRP 优先级降低 30。
- Backup 设备配置：
- `vrrp vrid 1 virtual-ip 10.0.0.10` //配置 vrid1 中的虚拟 IP 地址。



思考题

1. 关于VRRP master设备的描述，错误的是（ ）？
 - A. 定期发送VRRP报文。
 - B. 以虚拟MAC地址响应对虚拟IP地址的ARP请求。
 - C. 转发目的MAC地址为虚拟MAC地址的IP报文。
 - D. 即使该路由器已经为Master，也会被优先级高的Backup路由器抢占。
- 1、答案：D。