

RRPP技术白皮书

- **关键词:** 快速环网保护协议,RRPP域,RRPP环,控制VLAN,保护VLAN,主节点,传输节点,边缘节点,辅助边缘节点,环组
- **璃 要:** RRPP是一种专门应用于以太网链路层的环网保护协议。本文主要介绍了杭州华三通信技术有限公司(以下简称"H3C")RRPP技术的实现方式、特点以及典型组网应用。

缩略语:

缩略语	英文全名	中文解释
RRPP	Rapid Ring Protection Protocol	快速环网保护协议
SRPT	Sub Ring Packet Tunnel in major ring	子环协议报文在主环中的通道
STP	Spanning Tree Protocol	生成树协议
VLAN	Virtual Local Area Network	虚拟局域网



目 录

1 概	述	3
	1.1 产生背景	3
	1.2 技术优点	3
2 RF	RPP技术实现方案	3
	2.1 RRPP组成要素	
	2.1.1 RRPP域(RRPP Domain)	3
	2.1.2 RRPP环(RRPP Ring)	4
	2.1.3 RRPP控制VLAN	5
	2.1.4 RRPP保护VLAN	5
	2.1.5 主节点	6
	2.1.6 传输节点	6
	2.1.7 边缘节点和辅助边缘节点	7
	2.1.8 主端口和副端口	7
	2.1.9 公共端口和边缘端口	8
	2.2 RRPP协议报文	8
	2.2.1 RRPP协议报文类型	8
	2.2.2 RRPP协议报文格式	9
	2.3 单环工作原理	10
	2.3.1 单域单环工作原理	10
	2.3.2 多域单环工作原理	14
	2.4 相交环工作原理	15
	2.4.1 单域相交环工作原理	15
	2.4.2 多域相交环工作原理	16
	2.4.3 SRPT状态检测原理	17
3 典	型组网应用	23
	3.1 单域单环	23
	3.2 多域单环	24
	3.3 相切环	24
	3.4 单域相交环	25
	3.5 多域相交环	26
	3.6 RRPP与STP混合组网	26



1 概述

1.1 产生背景

在网络规划和实际组网应用中,大多采用环网来提供高可靠性。环网技术简单来说,就是将一些网络设备通过环的形状连接到一起,实现相互通信的一种技术。

为了避免环网中产生广播风暴,最初采用了已被普遍应用的STP协议环路保护机制。但实际应用中STP协议的收敛时间受网络拓扑的影响,在网络直径较大时收敛时间较长,因而往往不能满足传输质量较高的数据的要求。

为了缩短环网的收敛时间并消除网络大小的影响,H3C开发了专门应用于环网保护的RRPP协议。

1.2 技术优点

RRPP是一个专门应用于以太网环的链路层协议。它在以太网环完整时能够防止数据环路引起的广播风暴,而当以太网环上一条链路断开时能迅速启用备份链路以保证环网的最大连通性。与STP协议相比,RRPP协议有如下优点:

- 拓扑收敛速度快(低于 50ms)
- 收敛时间与环网上节点数无关

H3C所实现的RRPP协议还有如下特点:

- 在相交环拓扑中,一个环拓扑的变化不会引起其他环的拓扑振荡,数据传输 更为稳定。
- 支持 RRPP 环网的负载分担,充分利用了物理链路的带宽。

2 RRPP技术实现方案

2.1 RRPP组成要素

2.1.1 RRPP域(RRPP Domain)

RRPP域用于标识RRPP协议所计算和控制的拓扑范围。RRPP域由整数表示的ID 来标识,一组配置了相同的域ID,控制VLAN和保护VLAN,并且相互连通的设备群体构成一个RRPP域。一台设备上可以创建多个RRPP域。



一个RRPP域具有如下的组成要素:

- RRPP 环
- RRPP 控制 VLAN
- RRPP 保护 VLAN
- 主节点
- 传输节点
- 边缘节点
- 辅助边缘节点

如图1所示Domain 1就是一个RRPP域,S1~S6的设备都属于Domain 1。Domain 1的主控制VLAN和子控制VLAN分别为VLAN 3和VLAN 4,域中包含两个RRPP 环,分别为Ring 1和Ring 2。主环的主节点为S1,子环的主节点为S6。S2、S3和S4都是主环的传输节点,S5是子环的传输节点。S3和S2分别为边缘节点和辅助边缘节点。

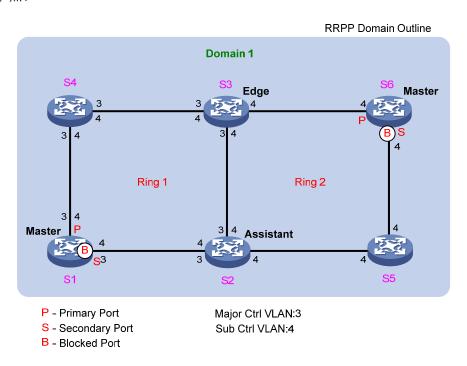


图1 RRPP组网示意图

2.1.2 RRPP环 (RRPP Ring)

每一个RRPP环物理上对应一个环形连接的以太网拓扑,RRPP环同样由整数表示的ID来标识。每个RRPP环都是其所在的RRPP域的一个局部单元。实际上RRPP协议是按RRPP环进行拓扑计算。



环形物理拓扑常见的三种组网形式为:单环、相交环、相切环。每种组网形式划分 RRPP域的方案不同:

- 单环上的所有设备要配置在相同的 RRPP 域中;
- 相交环上的所有设备也要配置在相同的 RRPP 域中:
- 相切的两个环,每个环上的设备要配置在相同的 RRPP 域中,即相切环相当于两个单环,需要配置两个 RRPP 域,每个 RRPP 域中只有一个环。

在有相交环组网的RRPP域中为了各环的拓扑计算不相互干扰,并且所有环都不出现环路,需要区分出一个为主环,其他环为子环。主环可以作为一个整体抽象看成是子环的一个逻辑节点,子环的协议报文通过主环透传,可以对两个相交环形成的大环的拓扑进行计算;主环的协议报文只在主环内部传播,不进入子环。主环和子环通过配置时指定的级别来标识,主环的级别配置为0,子环的级别配置为1。

如图1所示RRPP域Domain 1中包含了两个相交的以太网环Ring 1和Ring 2。把Ring 1配置为该域的主环,Ring 2配置为该域的子环。这样Ring 1和Ring 2就会分别计算出一个无环路的拓扑,从而消除了此相交环组网中的环路并保证了各节点的全连通性。

2.1.3 RRPP控制VLAN

控制VLAN是用来传递RRPP协议报文的VLAN。为了支持主子环的相交环组网,每个RRPP域配有主控制VLAN和子控制VLAN两个控制VLAN,分别用于传输主环和子环的拓扑协议报文。配置时只需要指定主控制VLAN,而协议自动把比主控制VLAN的ID值大1的VLAN作为子控制VLAN。主环协议报文和子环EDGE-HELLO报文在主控制VLAN中传播,其它的子环协议报文在子控制VLAN中传播。

每个设备上接入RRPP环的端口属于控制VLAN,而且也只有接入RRPP环上的端口可以加入控制VLAN。如图1上每个端口旁边的数字3和4所示,主环的RRPP端口既要属于主控制VLAN,同时也要属于子控制VLAN;子环的RRPP端口只属于子控制VLAN。

2.1.4 RRPP保护VLAN

保护 VLAN 是用来传递数据报文的 VLAN。保护 VLAN 中可以包含 RRPP 端口,也可以包含非 RRPP 端口。保护 VLAN 的转发状态由其所对应的 RRPP 域控制。同一环网上不同的 RRPP 域配置不同的保护 VLAN,各 RRPP 域分别独立计算自己环上端口的转发状态。



2.1.5 主节点

以太网环上每一台设备都称为一个RRPP节点,每个RRPP环上必须有一个主节点,而且只能有一个,如图1中的S1是主环的主节点,S6是子环的主节点。主节点是环网状态主动检测机制的发起者,也是检测到RRPP环故障后执行操作的决策者。

主节点有如下两种状态:

Complete State (完整状态)

当环网上所有的链路都处于UP状态,主节点可以从副端口收到自己发送的HELLO 报文,就说主节点处于Complete状态,此时主节点会阻塞副端口以防止数据报文 在环形拓扑上形成广播环路。

Failed State (故障状态)

当环网上有链路处于故障状态时,主节点处于Failed状态,此时主节点的副端口放 开对数据报文的阻塞,以保证环网上的通信不中断。

□ 说明:

主节点的状态代表了整个 RRPP 环的状态。即,主节点处于 Complete (Failed) 状态时,RRPP 环也处于 Complete (Failed) 状态。

2.1.6 传输节点

RRPP环上除主节点外的所有其它节点是传输节点,如图1中的S2、S3和S4是主环的传输节点,S5是子环的传输节点。传输节点负责透传主节点的HELLO报文,并监测自己的直连RRPP链路的状态,把链路DOWN事件通知主节点。

传输节点有如下3种状态:

• Link-Up State (UP 状态)

传输节点的主端口和副端口都处于UP状态时,就说传输节点处于Link-Up状态。

• Link-Down State (Down 状态)

传输节点的主端口或副端口处于Down状态时,就说传输节点处于Link-Down状态。

Pre-forwarding State (临时阻塞状态)

传输节点的主端口或副端口处于阻塞状态时,就说传输节点处于Pre-forwarding状



态。

2.1.7 边缘节点和辅助边缘节点

子环和主环相交时有两个交点,这两个交点处的设备其中一个叫做边缘节点,另外一个叫做辅助边缘节点。边缘节点与辅助边缘节点必须成对配置。如图1所示,S3为边缘节点,S2为辅助边缘节点。

把哪台设备配置成边缘节点或辅助边缘节点没有特殊要求,只要配置上能区分两个 节点就行了。边缘节点或辅助边缘节点是设备在子环上的角色,其在主环上的角色 为主节点或传输节点。

边缘节点和辅助边缘节点都是特殊的传输节点,因此具有与传输节点相同的3种状态,但定义稍有不同,具体如下:

Link-Up State (UP 状态)

边缘端口处于UP状态时,就说边缘节点(辅助边缘节点)处于Link-Up状态。

• Link-Down State (Down 状态)

边缘端口处于Down状态时,就说边缘节点(辅助边缘节点)处于Link-Down状态。

• Pre-forwarding State (临时阻塞状态)

边缘端口处于阻塞状态时,就说边缘节点(辅助边缘节点)处于Pre-forwarding状态。

2.1.8 主端口和副端口

主节点和传输节点接入以太网环的两个端口中,一个为主端口,另一个为副端口,端口的角色由用户的配置决定。

主节点的主端口和副端口在功能上是有区别的。主节点从其主端口发送HELLO报文,如果能够从副端口收到该报文,说明本节点所在RRPP环网完整,因此需要阻塞副端口以防止数据环路;相反如果在规定时间内收不到该报文,说明环网故障,此时需要放开副端口以保证环上所有节点的正常通信。

传输节点的主端口和副端口在功能上没有区别。端口的角色同样由用户的配置决定。

RRPP协议理论上把主环看作是子环的一个逻辑节点,子环的协议报文通过主环透传,主环将子环的协议报文(除了EDGE-HELLO报文)视为数据报文。因此,当



主环上的端口被阻塞时,数据报文和子环协议报文(除了EDGE-HELLO报文)都不能通过。

2.1.9 公共端口和边缘端口

边缘节点(辅助边缘节点)接入子环的端口为边缘端口,接入主环的两个端口为公共端口,边缘节点上公共端口与辅助边缘节点上公共端口之间的链路被称为公共链路。公共端口和边缘端口的角色由用户的配置决定。

协议在设计上将整个主环看作是子环上的一个逻辑节点,从而公共链路被看成是主环这个大节点的内部链路,链路的状态变化只通知主环主节点进行处理。

如图1所示,在边缘节点S3上,与S6相连的端口为边缘端口、与S4和S2分别相连的两个端口为公共端口。边缘节点S3与辅助边缘节点S2相连的链路为公共链路。

2.2 RRPP协议报文

2.2.1 RRPP协议报文类型

表1 RRPP 协议报文类型列表

HP 수 ¼ 피I	\¥ nD		
报文类型	说明		
HELLO	由主节点发起,对网络环路完整性进行检测:		
	主节点从主端口周期性发送HELLO报文,如能够在规定时间内于副端口收到,则环网完整,如不能在规定时间内于副端口收到,则环网故障		
LINK-DOWN	由传输节点、边缘节点、辅助边缘节点发起,在自身链路 down 时通知主节点环路消失		
COMMON-FLUSH-FDB	由主节点发起,在RRPP环迁移到Failed状态时通知传输节点更新各自MAC表项和ARP/ND表项		
	注意:主环上节点收到子环主节点发送的该报文,亦需刷新MAC表项和ARP/ND表项		
COMPLETE-FLUSH-FDB	由主节点发起,在RRPP环迁移到Complete状态时通知传输节点更新各自MAC表项和ARP/ND表项,同时通知传输节点解除临时阻塞端口的阻塞状态		
	注意: 主环上的节点收到子环的此报文,只刷新MAC表项和ARP/ND表项,不放开阻塞的端口		



报文类型	说明
EDGE-HELLO	SRPT状态检查报文——由子环边缘节点发起,同一子环的辅助边缘节点接收,检查SRPT是否畅通
	子环边缘节点周期性从接入主环的两个公共端口经由主环向辅助边缘节点发送EDGE-HELLO报文。如辅助边缘节点可以收到该报文,说明SRPT畅通;如在规定时间内不能收到该报文,说明SRPT故障
MAJOR-FAULT	由辅助边缘节点发起,SRPT故障时通知边缘节点主环链路故障,边缘节点收到后阻塞本节点边缘端口

2.2.2 RRPP协议报文格式

0 7	15	23		31	39	47			
Destination MAC Address (6 bytes)									
Source MAC Address (6 bytes)									
EtherType		PRI	RI VLAN ID		Frame Length				
DSAP/SSAP		CONT	CONTROL		OUI = 0x00e02b				
0x00bb		0x9	99	0x0b	RRPP Length				
RRPP_VER	RRPP Type	Domain ID			Ring ID				
0x0	SYSTEM_MAC_ADDR (6 bytes)								
		HELLO_TIMER		_TIMER	FAIL_TIMER				
0x00	LEVEL	0x0000			0x0000				
RESERVED(0x00000000000)									
RESERVED(0x0000000000)									
RESERVED(0x0000000000)									
RESERVED(0x0000000000)									
RESERVED(0x00000000000)									
RESERVED(0x00000000000)									

图2 RRPP协议报文格式

协议报文各字段的含义如下:

- Destination MAC Address: 48bits,协议报文的目的 MAC 地址,范围是 0x000FE2078217~0x000FE2078416。
- Source Mac Address: 48bits, 协议报文的源 MAC 地址, 总是 0x000fe203fd75。
- EtherType: 8bits,报文封装类型域,总是 0x8100,表示 Tagged 封装。
- PRI: 4bits, COS (Class of Service) 优先级, 总是 0xe0。



- VLAN ID: 12bits,报文所在 VLAN 的 ID。
- Frame Length: 16bits,以太网帧的长度,总是 0x48。
- DSAP/SSAP: 16bits, 目的服务访问点/源服务访问点, 总是 0xaaaa。
- CONTROL: 8bits,总是 0x03。
- OUI: 24bits, 总是 0x00e02b。
- RRPP Length: 16bits, RRPP 协议数据单元长度,总是 0x40。
- RRPP_VER: 16bits, RRPP 版本信息, 当前是 0x0001。
- RRPP Type: 8bits, RRPP 协议报文的类型。5 表示 HELLO 报文; 6 表示 COMPLETE-FLUSH-FDB 报文; 7 表示 COMMON-FLUSH-FDB 报文; 8 表示 LINK-DOWN 报文; 10 表示 EDGE-HELLO 报文; 11 表示 MAJOR-FAULT 报文。
- Domain ID: 16bits,报文所属 RRPP 域的 ID。
- Ring ID: 16bits, 报文所属 RRPP 环的 ID。
- SYSTEM_MAC_ADDR: 48bits,发送报文节点的桥 MAC。
- HELLO_TIMER: 16bits,发送报文节点使用的 Hello 定时器的超时时间,单位为秒。
- FAIL_TIMER: 16bits,发送报文节点使用的 Fail 定时器的超时时间,单位为 秒。
- LEVEL: 8bits,报文所属 RRPP 环的级别。

2.3 单环工作原理

2.3.1 单域单环工作原理

下面以环网状态从完整→故障→完整的变化过程为线索,来描述RRPP协议的运行细节和拓扑收敛的全过程。

1. 环网完整检测及处理机制

主节点通过轮询机制来主动检测环网状态并进行相应处理:主节点周期性的从其主端口发送HELLO报文,依次经过各传输节点在环上传播。如果环网上所有链路都处于UP状态,则主节点能够从副端口收到自己发送的HELLO报文,说明环网状态完整。为了防止环上的数据报文形成广播环路,主节点阻塞其副端口。环网完整时的情况如图3所示。



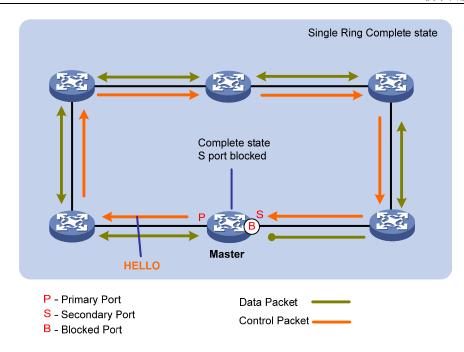


图3 完整状态下的RRPP环

2. 环网故障检测及处理机制

环网故障可以通过两种方式检测出来:

- 轮询机制
- Link Down 通知机制

(1) 轮询机制

主节点通过轮询机制来主动检测环网状态:主节点周期性的从其主端口发送HELLO报文,依次经过各传输节点在环上传播。如果主节点在规定时间内收不到自己发送的HELLO报文,认为环网发生链路故障。主节点将状态切换到Failed状态,放开副端口,并从主、副端口发送COMMON-FLUSH-FDB报文通知环上所有传输节点刷新MAC表项和ARP/ND表项。

(2) Link Down 通知机制

节点总是在监测自己的端口链路状态,一旦发现端口Down将立即采取措施:

- 当主节点主端口 Down 后,主节点直接感知链路故障,立即放开副端口,并 从副端口发送 COMMON-FLUSH-FDB 报文通知环上所有传输节点刷新 MAC 表项和 ARP/ND 表项。
- 当传输节点上的RRPP端口发生链路DOWN时,该节点将从与故障端口配对的状态为UP的RRPP端口发送LINK-DOWN报文通知主节点(LINK-DOWN上



报过程如 图 4所示)。主节点收到LINK-DOWN报文后,放开副端口,立即将状态切换到Failed状态。由于网络拓扑发生改变,为避免报文定向错误,主节点还需要刷新MAC表项和ARP/ND表项,并从主、副端口发送COMMON-FLUSH-FDB报文通知所有传输节点刷新MAC表项和ARP/ND表项(主节点状态向Failed状态迁移过程如图 5所示)。

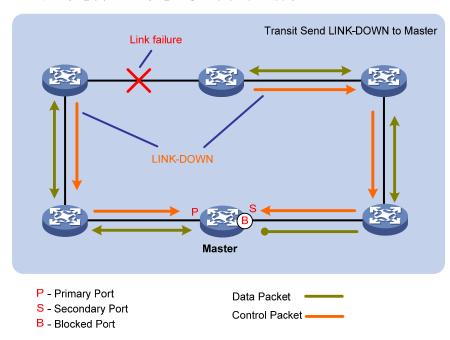


图4 传输节点链路中断上报示意图

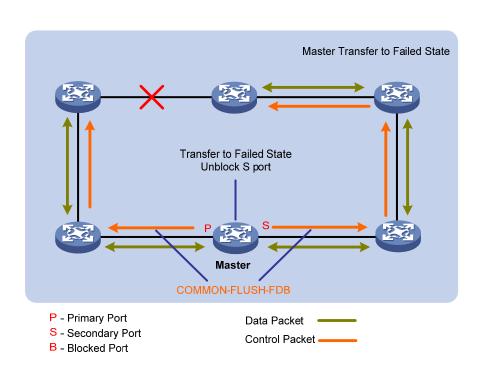


图5 主节点向Failed状态迁移过程示意图



Link Down通知机制提供了比轮询机制更快的环网故障处理机制,但是,如果 LINK-DOWN报文在传输过程中不幸丢失了怎么办?这时主节点的轮询机制就派上 了用场。如果主节点在规定时间内(这一时间由Fail定时器定义)仍没有在副端口 收到自己的HELLO报文,则认为环网发生故障,对故障的处理过程与传输节点主 动上报完全相同。

3. 环网故障恢复检测及处理机制

传输节点端口恢复的瞬间,主节点还不能马上知道这一信息,因此其副端口还处于放开状态。这时如果传输节点立即迁移回Link-Up状态,势必造成数据报文在环网上形成瞬时环路,因此处于Link-Down状态的传输节点的主、副端口都恢复时,传输节点立即阻塞刚刚恢复的端口,迁移到Pre-forwarding状态。传输节点端口恢复时的处理过程如图6所示。此时整个环网并没有恢复,环网恢复的过程是由主节点主动发起的。

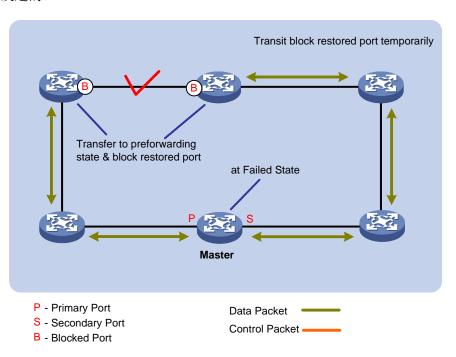


图6 传输节点链路恢复处理过程示意图

环上所有链路恢复正常后,当处于Failed状态的主节点重新收到自己发出的HELLO报文,将阻塞副端口,将状态迁移回Complete状态。由于RRPP环拓扑已经改变,主节点要刷新MAC表项和ARP/ND表项,并从主端口发送COMPLETE-FLUSH-FDB通知所有传输节点刷新MAC表项和ARP/ND表项。处于Pre-forwarding状态的传输节点收到主节点发送的COMPLETE-FLUSH-FDB报文时,迁移到Link-Up状



态,这样整个环网就恢复完成了。环网恢复的处理过程如图7所示。

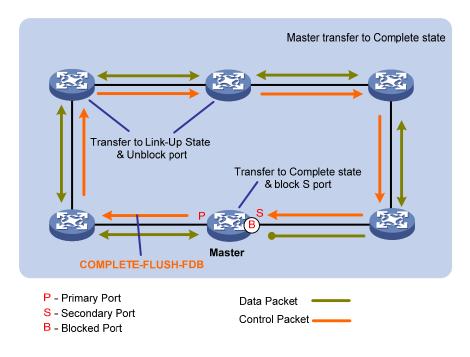


图7 环网恢复示意图

如果COMPLETE-FLUSH-FDB报文在传播过程中丢失,还有一种备份机制来实现传输节点临时阻塞端口的恢复。传输节点处于Pre-forwarding状态时,如果在规定时间内(这一时间由Fail定时器定义)收不到主节点发来的COMPLETE-FLUSH-FDB报文,自行放开临时阻塞端口,并刷新本节点MAC表项和ARP/ND表项,恢复数据通信。

2.3.2 多域单环工作原理

在同一个环网中,如果同时存在多个VLAN的数据流量,可以在同一个环网上配置多个RRPP域,不同RRPP域转发不同VLAN(称之为保护VLAN)的流量,实现不同VLAN的数据流量在该环网中有不同的转发路径,从而达到负载分担的目的。



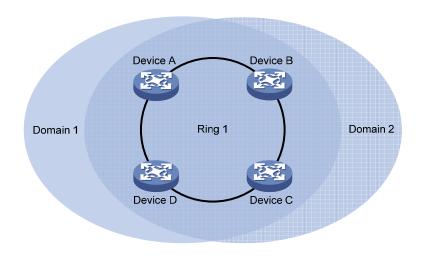


图8 多域单环组网

如图8所示,Domain 1和Domain 2都配置Ring 1为主环,两个RRPP域保护的 VLAN不同。Domain 1的Ring 1配置Device A为主节点; Domain 2的Ring 1配置 Device B为主节点。通过配置,可以实现不同VLAN分别阻塞不同的链路,从而实现单环的负载分担。

2.4 相交环工作原理

2.4.1 单域相交环工作原理

单域实现方式中,主环的实现原理与单环相同,子环主节点的检测机制亦与单环相同。不同之处在于多环引入了SRPT检查机制,在子环的2条SRPT全部中断,子环主节点副端口放开之前,先阻塞边缘节点的边缘端口,以此来防止子环间形成数据广播环路。关于SRPT检查机制的详细介绍请看"2.4.3 SRPT状态检测原理"。

另外,主环节点收到子环的COMMON-FLUSH-FDB或者COMPLETE-FLUSH-FDB报文时,都需要刷新MAC表项和ARP/ND表项;子环的COMPLETE-FLUSH-FDB不会导致主环传输节点放开临时阻塞端口。



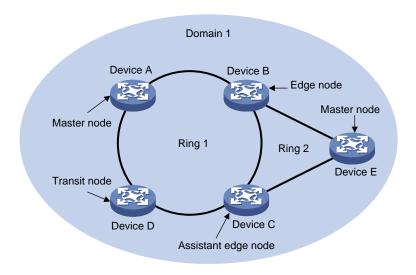


图9 单域相交环组网

2.4.2 多域相交环工作原理

在同一相交环组网中,如果同时存在多个VLAN的数据流量,可以在同一相交环组 网上配置多个RRPP域(每个RRPP域的工作原理同单域相交环工作原理),不同 RRPP域转发不同保护VLAN的流量,实现不同VLAN的流量在该环网中有不同的转 发路径,从而达到负载分担的目的。

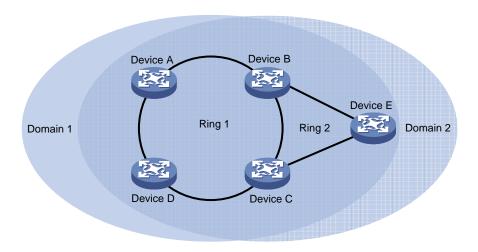


图10 多域相交环组网

如图10所示,Domain 1和Domain 2分别配置Ring 1和Ring 2为主环和子环,两个域保护的VLAN不同。Domain 1的Ring 1配置Device A为主节点;Domain 2的Ring 1配置Device D为主节点,Domain 1和Domain 2的Ring 2都配置Device E为子环主节点,但主副端口配成不同的。通过配置,可以实现不同VLAN的流量分别在子环



和主环通过不同的链路,从而实现相交环的负载分担。

2.4.3 SRPT状态检测原理

1. SRPT状态检测机制产生背景

SRPT就是指子环协议报文在主环中的通道。RRPP协议理论上把主环看作是子环的一个逻辑节点,子环的协议报文通过主环透传,主环将子环的协议报文(除了EDGE-HELLO报文)当作数据报文进行转发。

每个子环有2条SRPT,在图1中分别为S3-S2和S3-S4-S1-S2。在主环完整时,其主节点副端口处于阻塞状态,只有S3-S2是通的。主环故障时,如果故障发生在S3-S4-S1-S2上,则S3-S4-S1-S2是通的;如果故障发生在S3-S2上,则S3-S4-S1-S2是通的;因此,在任意时刻,子环的2条SRPT中,最多只有1条是通的,这样就避免了子环协议报文在主环中形成数据环路。如果子环的2条SRPT全部中断时,子环主节点收不到自己发出的HELLO报文,于是Fail定时器超时,子环主节点放开副端口,这样子环可以获得最大的通信通路,且不会形成环路。

但对于图11所示的在实际应用中采用较多的双归属组网中,双归属的两个子环 Ring 2和Ring 3借助边缘节点和辅助边缘节点相互连接,本身就形成了一个环路。 当主环Ring 1上子环的2条SRPT全部中断后,所有子环的主节点副端口放开,子环 之间势必形成数据环路(数据报文走向如箭头所示)。

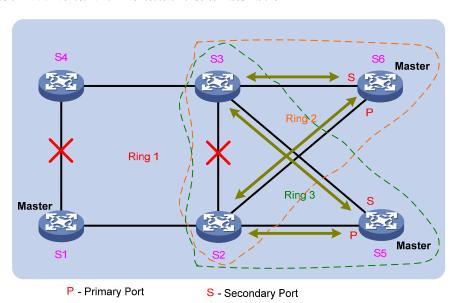


图11 单域多环组网SRPT故障时子环间数据环路示意图

为了消除这一缺陷,引入了SRPT状态检查机制。由边缘节点和辅助边缘节点配合



完成SRPT的状态检查,当边缘节点检测到SRPT中断后,在两个子环主节点副端口全部放开之前,阻塞两子环边缘节点的边缘端口,避免子环间形成数据环路。主环SRPT故障后保护机制产生作用效果如图12所示。

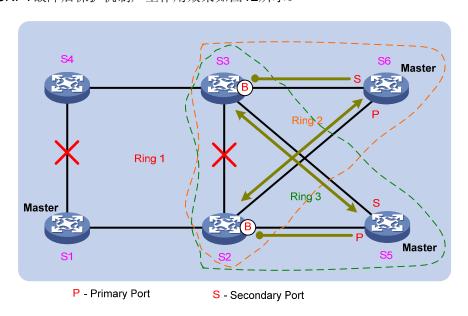


图12 单域多环SRPT状态检查机制结果示意图

2. SRPT状态检测机制工作过程

边缘节点是检查活动的发起者和决策者,辅助边缘节点是通道状态的监听者,并负责在通道状态改变时及时通知边缘节点。整个机制的过程描述如下。

(1) 检查 SRPT 状态

子环的边缘节点通过连入SRPT的两个端口周期性向主环内发送EDGE-HELLO报文,依次经过环上各节点发往辅助边缘节点,如图13所示。

如果辅助边缘节点在规定时间内能够收到EDGE-HELLO报文,表明至少有1条 SRPT正常,子环报文可以正常通过。反之,辅助边缘节点如果收不到EDGE-HELLO报文,说明2条SRPT全部中断,子环报文无法通过。



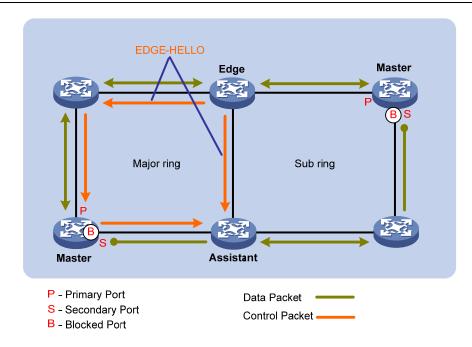


图13 边缘节点发送EDGE-HELLO报文

(2) SRPT 中断,阻塞边缘节点的边缘端口

辅助边缘节点检测到2条SRPT全部中断后,立即从边缘端口通过子环链路向边缘节点发送MAJOR-FAULT报文。如果此时子环上无故障,边缘节点能够收到MAJOR-FAULT,立即阻塞自己的边缘端口,如图14所示;如果子环上存在故障,边缘节点的边缘端口不会被阻塞。

MAJOR-FAULT报文是周期性发送的,如果边缘节点收到,其边缘端口继续阻塞;如果在规定时间内收不到报文,边缘端口自行放开。



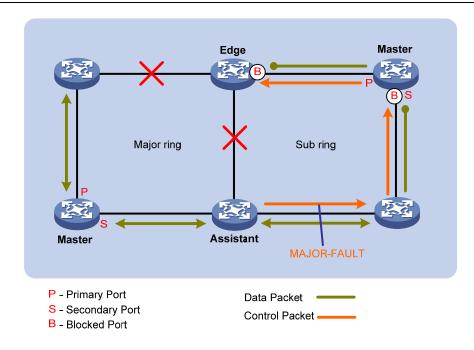


图14 边缘节点响应MAJOR-FAULT阻塞边缘端口示意图

(3) 子环故障,状态迁移到 Failed

由于子环的两条SRPT全部中断,因此子环协议报文无法在主环中透传,主节点收不到自己发出的HELLO报文,于是,放开副端口,迁移到Failed状态。如图15所示。

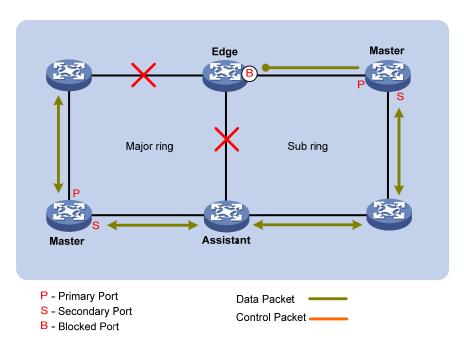


图15 单环多域主环通道中断导致子环Failed示意图



(4) SRPT 恢复

主环故障恢复的同时,子环的SRPT得到恢复,辅助边缘节点不再报告MAJOR-FAULT报文。

如果子环本身没有故障,其主节点重新收到自己发出的HELLO报文,于是阻塞副端口,切换到Complete状态,如图16所示。

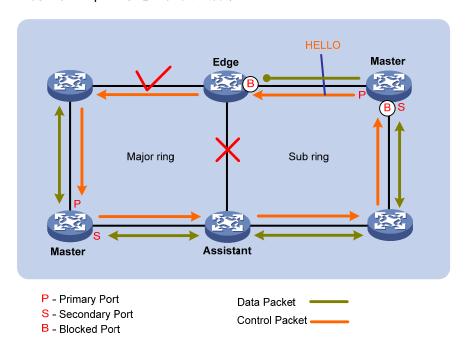


图16 子环协议通道恢复示意图

子环恢复后,主节点会从主端口发送COMPLETE-FLUSH-FDB报文。边缘节点收到报文后,如果其边缘端口处于阻塞状态,立即放开边缘端口,全网通信恢复。如图17所示。



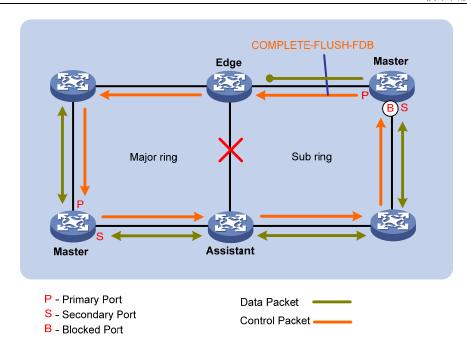


图17 子环边缘节点放开边缘端口示意图

SRPT恢复时,如果此时子环存在故障,则子环无法恢复。此种情况下子环主节点不会发送COMPLETE-FLUSH-FDB报文,如果边缘节点的边缘端口处于阻塞状态,该端口只能在Fail定时器超时后自行放开。

3. 环组机制

在SRPT状态检查过程中,子环边缘节点和辅助边缘节点分别要持续频繁地发送和接收EDGE-HELLO报文。如图11所示的多个子环双归属的组网中,如果分别配置S2和S3为Ring 2和Ring3的边缘节点和辅助边缘节点。S2上Ring 2和Ring 3都需要频繁发送EDGE-HELLO报文,而S3上Ring 2和Ring3都需要频繁接收EDGE-HELLO报文。如果配置更多的子环,将会收发大量的EDGE-HELLO报文,势必增加设备CPU的负荷。

为了减少EDGE-HELLO报文的收发数量,引入了环组机制。在边缘节点或辅助边缘节点上配置的一组子环的集合作为一个环组。在边缘节点上配置的环组称为边缘节点环组,在辅助边缘节点上配置的环组称为辅助边缘节点环组。在边缘节点配置的环组内,只有域ID和环ID最小的激活子环才发送EDGE-HELLO报文。在辅助边缘节点环组内,任意激活子环收到EDGE-HELLO报文会通知给其它激活子环。这样在边缘节点和辅助边缘节点上分别配置对应的环组后,只有一个子环发送/接收EDGE-HELLO报文,从而减少了对设备CPU的冲击。



需要注意的是,环组中所有子环的边缘节点必须都配置在同一台设备上、辅助边缘 节点也都必须配置在同一台设备上,而且这些子环的SRPT必须相同。

3 典型组网应用

3.1 单域单环

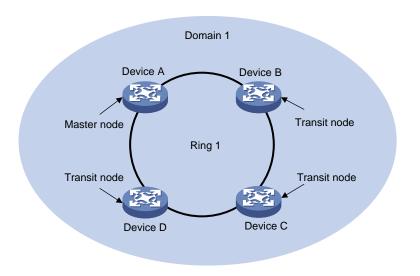


图18 单域单环典型组网

物理网络拓扑中只有一个环,此时可以定义一个RRPP域和一个RRPP环。 这种组网的特征是拓扑改变时反应速度快,收敛时间短。



3.2 多域单环

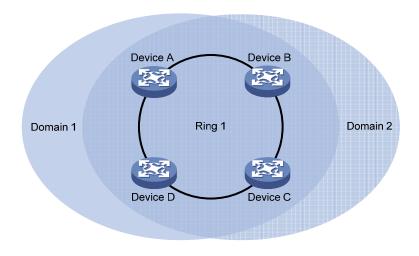


图19 多域单环典型组网

物理网络拓扑中只有一个环,但同时存在多个VLAN的数据流量,为了实现负载分担,可以在物理拓扑环上定义多个RRPP域,每个RRPP域的保护VLAN不同,并且不同RRPP域的RRPP环的主节点不同或主节点相同而主副端口不同,从而实现不同RRPP域的保护VLAN有不同的逻辑拓扑。

3.3 相切环

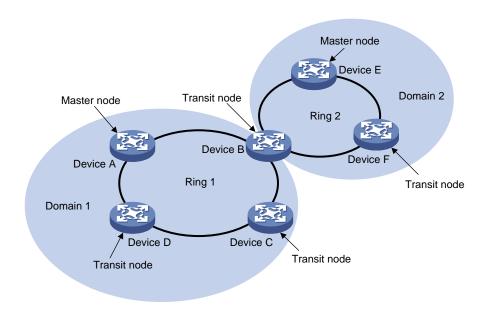


图20 相切环典型组网



物理网络拓扑中有两个及两个以上的环,但是各个环之间只有一个公共节点。此时每个环要配置成属于不同的RRPP域。

当网络规模较大,同级网络需要分区域管理时,可以采用这种组网。

3.4 单域相交环

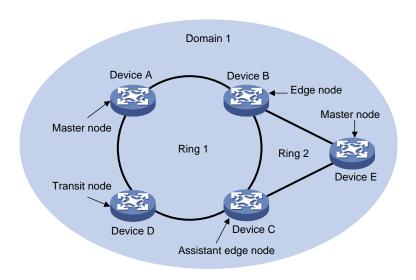


图21 单域相交环典型组网

物理网络拓扑中有两个及两个以上的环,但是各个环之间有两个公共节点。此时可以只定义一个RRPP域,选择其中一个环为主环,其他环为子环。

这种组网最典型的应用就是子环主节点可以通过边缘节点和辅助边缘节点双归属上行,提供上行链路备份。



3.5 多域相交环

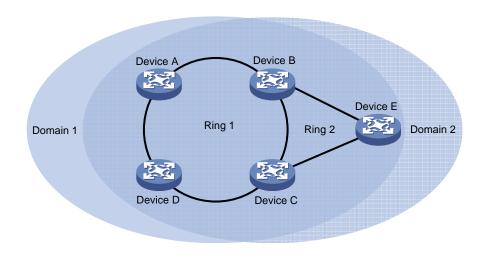


图22 多域相交环典型组网

物理网络拓扑中有两个及两个以上的环,但是各个环之间有两个公共节点。如果网络中存在多个VLAN的数据流量,为了实现负载分担,可以定义多个RRPP域,每个RRPP域的保护VLAN不同,并且不同RRPP域的RRPP环的主节点不同或主节点相同而主副端口不同,从而实现不同RRPP域的保护VLAN有不同的逻辑拓扑。

3.6 RRPP与STP混合组网

RRPP协议与STP协议在端口上使能是互斥的,这是为了避免RRPP与STP在计算端口阻塞/放开状态时产生冲突。当RRPP环与STP环邻接时,只支持RRPP环与STP环相切的组网,不支持二者相交的组网,也就是两种协议不能有公共的端口。



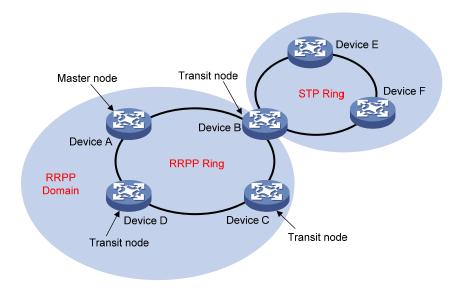


图23 RRPP与STP混合组网示意图

Copyright ©2008 杭州华三通信技术有限公司 版权所有,保留一切权利。

非经本公司书面许可,任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本文档内容的部分或全部,并不得以任何形式传播。 本文档中的信息可能变动,恕不另行通知。