

RSTP原理与配置

HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.





前言

STP协议虽然能够解决环路问题，但是收敛速度慢，影响了用户通信质量。

如果STP网络的拓扑结构频繁变化，网络也会频繁失去连通性，从而导致用户通信频繁中断。IEEE于2001年发布的802.1w标准定义了快速生成树协议RSTP（Rapid Spanning-Tree Protocol），RSTP在STP基础上进行了改进，实现了网络拓扑快速收敛。

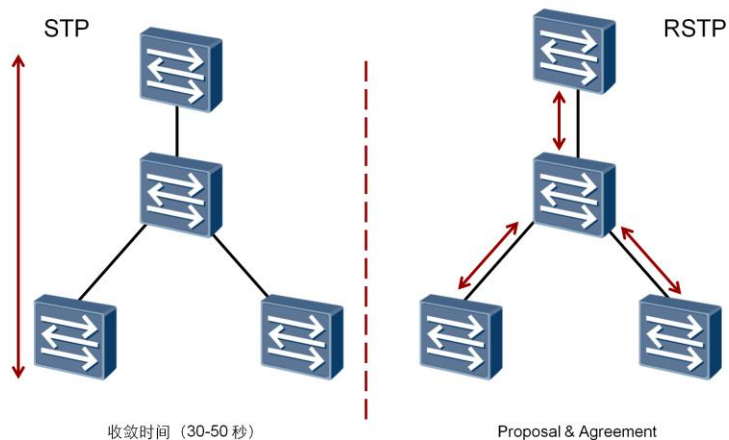


学习目标

学完本课程后，您应该能：

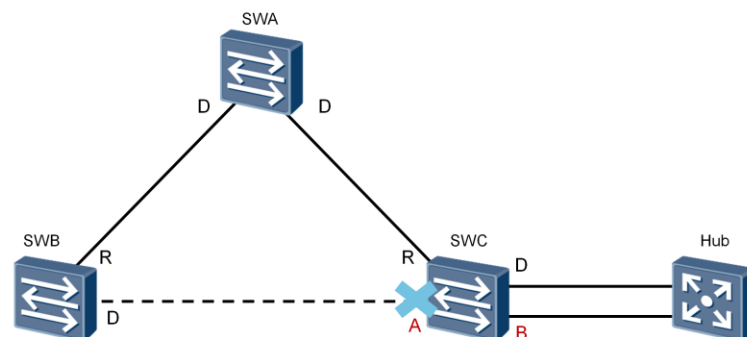
- 掌握RSTP的特性
- 配置RSTP

STP不足



STP能够提供无环网络，但是收敛速度较慢。如果STP网络的拓扑结构频繁变化，网络也会随之频繁失去连通性，从而导致用户通信频繁中断。RSTP使用了Proposal/Agreement机制保证链路及时协商，从而有效避免收敛计时器在生成树收敛前超时。如图所示，在交换网络中，P/A过程可以从根桥向下游级联传递。

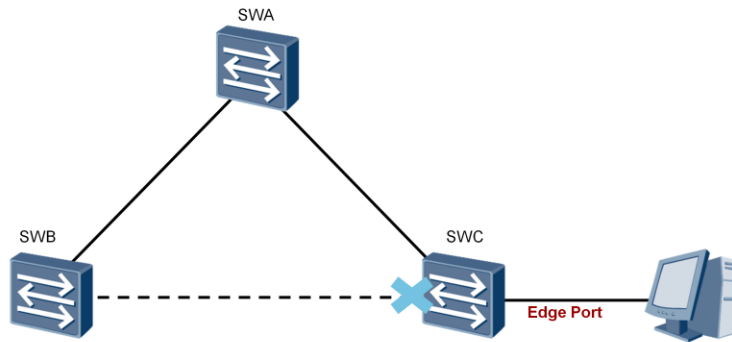
RSTP端口角色



角色	描述
Backup	Backup端口作为指定端口的备份，提供了另外一条从根桥到非根桥的备份链路。
Alternate	Alternate端口作为根端口的备份端口，提供了从指定桥到根桥的另一条备份路径。

运行RSTP的交换机使用了两个不同的端口角色来实现冗余备份。当到根桥的当前路径出现故障时，作为根端口的备份端口，**Alternate**端口提供了从一个交换机到根桥的另一条可切换路径。**Backup**端口作为指定端口的备份，提供了另一条从根桥到相应LAN网段的备份路径。当一个交换机和一个共享媒介设备例如Hub建立两个或者多个连接时，可以使用**Backup**端口。同样，当交换机上两个或者多个端口和同一个LAN网段连接时，也可以使用**Backup**端口。

RSTP边缘端口



- 边缘端口不接收处理配置BPDU，不参与RSTP运算。

RSTP里，位于网络边缘的指定端口被称为边缘端口。边缘端口一般与用户终端设备直接连接，不与任何交换设备连接。边缘端口不接收配置BPDU报文，不参与RSTP运算，可以由Disabled状态直接转到Forwarding状态，且不经历时延，就像在端口上将STP禁用了一样。但是，一旦边缘端口收到配置BPDU报文，就丧失了边缘端口属性，成为普通STP端口，并重新进行生成树计算，从而引起网络震荡。

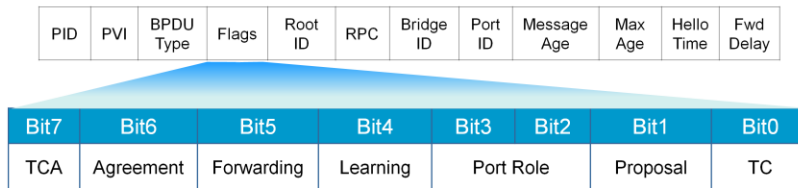
端口状态

STP	RSTP	端口角色
Disabled	Discarding	Disable
Blocking	Discarding	Alternate端口、Backup端口
Listening	Discarding	根端口、指定端口
Learning	Learning	根端口、指定端口
Forwarding	Forwarding	根端口、指定端口

RSTP把原来STP的5种端口状态简化成了3种。

1. Discarding状态，端口既不转发用户流量也不学习MAC地址。
2. Learning状态，端口不转发用户流量但是学习MAC地址。
3. Forwarding状态，端口既转发用户流量又学习MAC地址。

RST BPDU

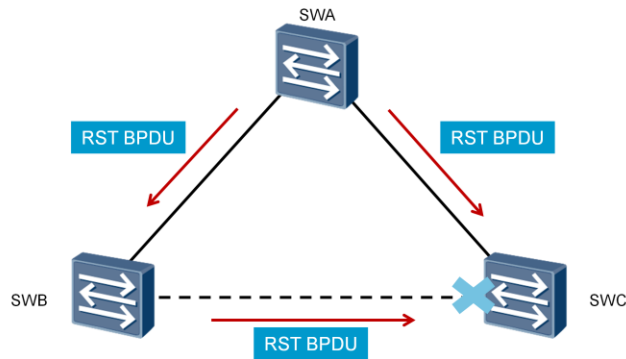


Port Role = 00 Unknown
01 Alternate/Backup Port
10 Root Port
11 Designated Port

- STP的配置BPDU中Flag字段的中间6位在RSTP中得到了应用。

除了部分参数不同，RSTP使用了类似STP的BPDU报文，即RST BPDU报文。BPDU Type用来区分STP的BPDU报文和RST (Rapid Spanning Tree) BPDU报文。STP的配置BPDU报文的BPDU Type值为0(0x00)，TCN BPDU报文的BPDU Type值为128 (0x80)，RST BPDU报文的BPDU Type值为2 (0x02)。STP的BPDU报文的Flags字段中只定义了拓扑变化TC (Topology Change) 标志和拓扑变化确认TCA (Topology Change Acknowledgment) 标志，其他字段保留。在RST BPDU报文的Flags字段里，还使用了其他字段。包括P/A进程字段和定义端口角色以及端口状态的字段。Forwarding, Learning与Port Role表示发出BPDU的端口的状态和角色。

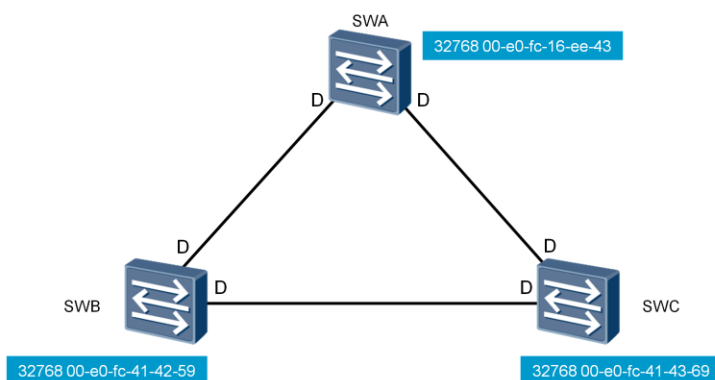
RST BPDU



- 非根桥设备无论是否接收到根桥发送的配置BPDU，都会按照Hello Timer规定的时间间隔发送配置BPDU。

STP中，当网络拓扑稳定后，根桥按照Hello Timer规定的时间间隔发送配置BPDU报文，其他非根桥设备在收到上游设备发送过来的配置BPDU报文后，才会触发出配置BPDU报文，此方式使得STP协议计算复杂且缓慢。RSTP对此进行了改进，即在拓扑稳定后，无论非根桥设备是否接收到根桥传来的配置BPDU报文，非根桥设备都会仍然按照Hello Timer规定的时间间隔发送配置BPDU，该行为完全由每台设备自主进行。

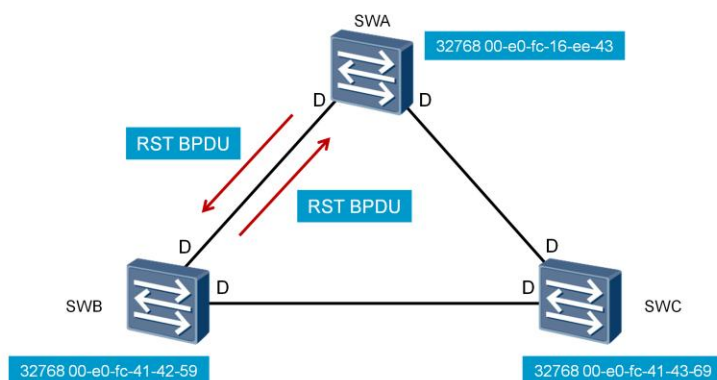
RSTP收敛过程



- 每一台交换机启动RSTP后，都认为自己是“根桥”，并且发送RST BPDU。所有端口都为指定端口，处于Discarding状态。

RSTP收敛遵循STP基本原理。网络初始化时，网络中所有的RSTP交换机都认为自己是“根桥”，并设置每个端口为指定端口。此时，端口为Discarding状态。

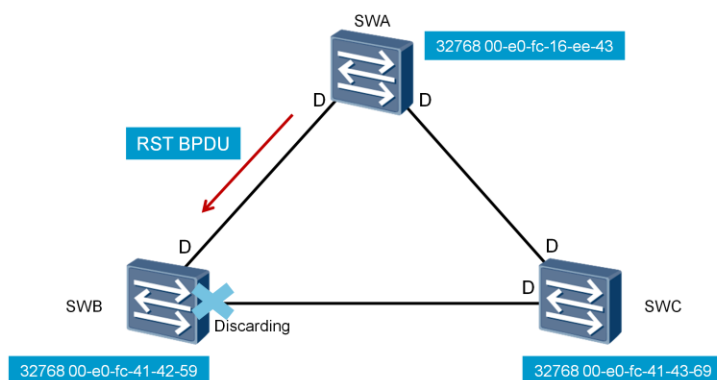
RSTP收敛过程



- 交换机互相发送Proposal置位的RST BPDU。
- SWA收到SWB的RST BPDU，会忽略。

每个认为自己是“根桥”的交换机生成一个RST BPDU报文来协商指定网段的端口状态，此RST BPDU报文的Flags字段里面的Proposal位需要置位。当一个端口收到RST BPDU报文时，此端口会比较收到的RST BPDU报文和本地的RST BPDU报文。如果本地的RST BPDU报文优于接收的RST BPDU报文，则端口会丢弃接收的RST BPDU报文，并发送Proposal置位的本地RST BPDU报文来回复对端设备。

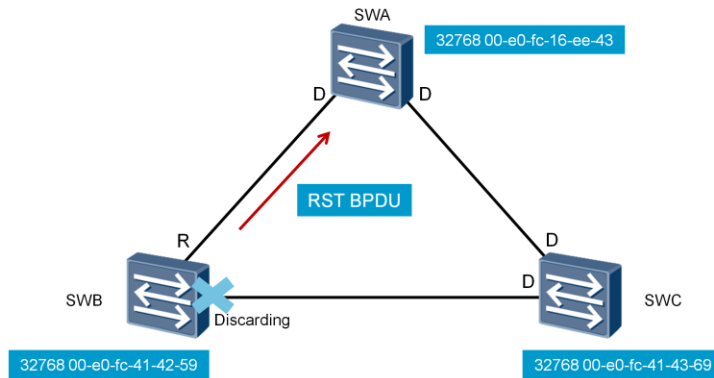
RSTP收敛过程



- SWB收到了更优的RST BPDU，于是停止发送RST BPDU，并开始执行同步。

交换机使用同步机制来实现端口角色协商管理。当收到Proposal置位并且优先级高的BPDU报文时，接收交换机必须设置所有下游指定端口为Discarding状态。如果下游端口是Alternate端口或者边缘端口，则端口状态保持不变。本例说明了下游指定端口暂时迁移到Discarding状态的情形，因此，P/A进程中任何帧转发都将被阻止。

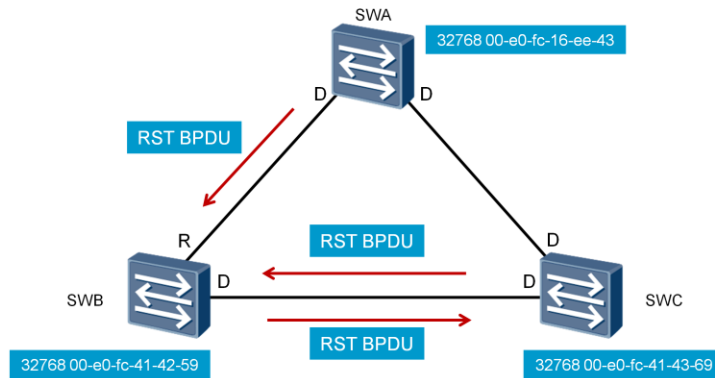
RSTP收敛过程



- 阻塞所有非边源端口之后, SWB 将会发送一个Agreement 置位的RST BPDU。

当确认下游指定端口迁移到Discarding状态后, 设备发送RST BPDU报文回复上游交换机发送的Proposal消息。在此过程中, 端口已经确认为根端口, 因此RST BPDU报文Flags字段里面设置了Agreement标记位和根端口角色。

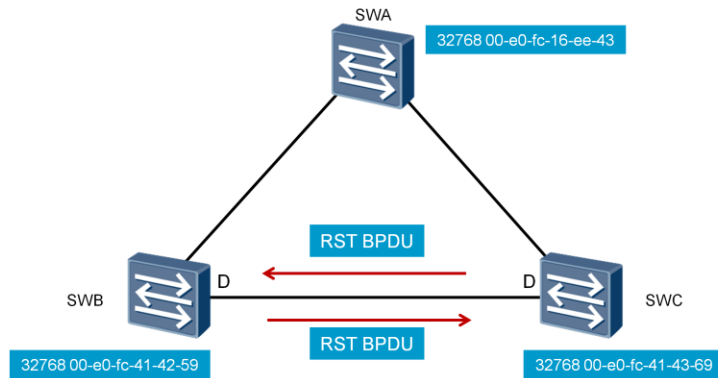
RSTP收敛过程



- P/A进程向下游继续传递，SWB 和SWC会继续进行收敛。

在P/A进程的最后阶段，上游交换机收到Agreement置位的RST BPDUs报文后，指定端口立即从Discarding状态迁移为Forwarding状态。然后，下游网段开始使用同样的P/A进程协商端口角色。

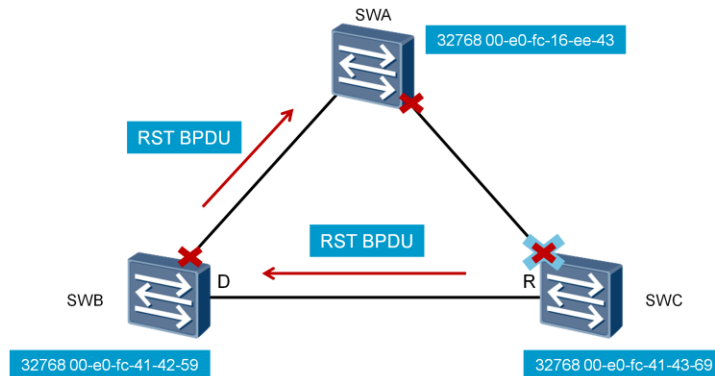
链路故障/根桥失效



- 链路故障或者根桥失效都会导致交换机收不到上游交换机发送的RST BPDUs。在故障产生之后，交换机将会使用P/A机制进行重新协商。

在STP中，当出现链路故障或根桥失效导致交换机收不到BPDU时，交换机需要等待Max Age时间后才能确认出现了故障。而在RSTP中，如果交换机的端口在连续3次Hello Timer规定的时间间隔内没有收到上游交换机发送的RST BPDU，便会确认本端口和对端端口的通信失败，从而需要初始化P/A进程去重新调整端口角色。

RSTP拓扑变化处理

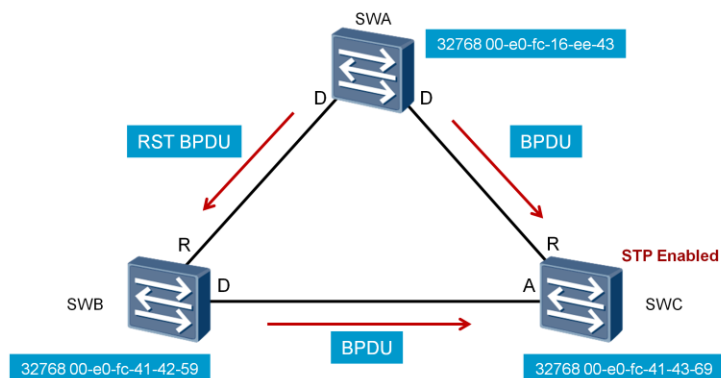


- 其他交换设备接收到RST BPDU后，清空所有其他端口学习到的MAC地址，除了收到RST BPDU的端口。

RSTP拓扑变化的处理类似于STP拓扑变化的处理，但也有些细微差别。

本例里面，SWC发生链路故障。SWA和SWC立即检测到链路故障并清除连接此链路的所有端口上的地址表项。在接下来的P/A进程中，交换机发送RST BPDU报文开始协商端口状态，拓扑变化通知报文也会随着Agreement置位的RST BPDU报文一起转发。RST BPDU报文里，Agreement和TC比特位都设置为1，通知上游交换机清除所有其他端口上的MAC地址表项，除了接收到TC置位的RST BPDU报文的端口。设置了TC位的RST BPDU报文周期性地转发给上游，在此周期时间内，所有相关接口上地址表项将会清除，接口上根据新的RSTP拓扑生成新的MAC地址表项。图形里面红色X表示由于拓扑变化导致端口上的MAC地址表项被清除。

STP兼容

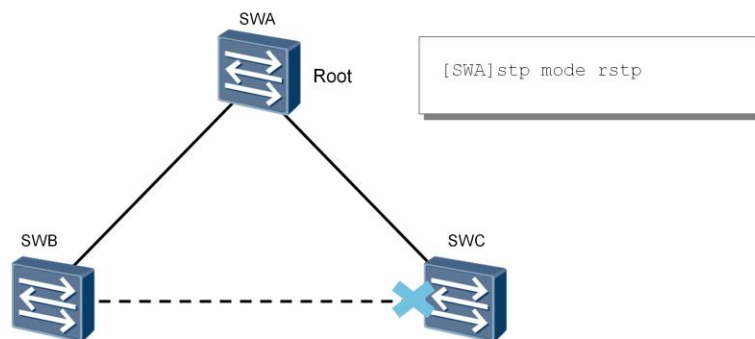


- 运行RSTP的交换设备在某端口上接收到运行STP的交换设备发出的配置BPDU，会把该端口转换到STP工作模式。

RSTP是可以与STP实现后向兼容的，但在实际中，并不推荐这样的做法，原因是RSTP会失去其快速收敛的优势，而STP慢速收敛的缺点会暴露出来。

当同一个网段里既有运行STP的交换机又有运行RSTP的交换机时，STP交换机会忽略接收到的RST BPDU，而RSTP交换机在某端口上接收到STP BPDU时，会等待两个Hello Time时间之后，把自己的端口转换到STP工作模式，此后便发送STP BPDU，这样就实现了兼容性操作。

配置STP模式



- 执行命令后，SWA所有端口都工作在RSTP模式。

在Sx7交换机上，可以使用**stp mode rstp**命令来配置交换机工作在RSTP模式。

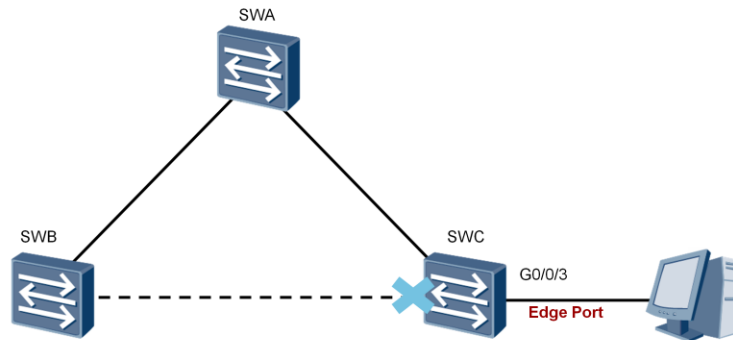
stp mode rstp命令在系统视图下执行，此命令必须在所有参与快速生成树拓扑计算的交换机上配置。

配置验证

```
[SWA]display stp
-----[CIST Global Info][Mode RSTP]-----
CIST Bridge      :32768 . 00-e0-fc-16-ee-43
Bridge Times     :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s MaxHop 20
CIST Root/ERPC   :32768 . 00-e0-fc-16-ee-43 / 0
CIST RegRoot/IRPC :32768 . 00-e0-fc-16-ee-43 / 0
CIST RootPortId  :0.0
BPDU-Protection  :Disabled
TC or TCN received :37
TC count per hello :0
STP Converge Mode :Normal
Share region-configuration :Enabled
Time since last TC :0 days 0h:14m:43s
```

display stp命令可以显示RSTP配置信息和参数。根据显示信息可以确认交换机是否工作在RSTP模式。

配置边缘端口



```
[SWC-GigabitEthernet0/0/3]stp edged-port enable
```

- 边缘端口可以由Disabled直接转到Forwarding状态，不经历时延。
- Sx7系列交换机默认所有端口都工作在非边缘端口。

边缘端口完全不参与STP或RSTP计算。边缘端口的状态要么是Disabled，要么是Forwarding；终端上电工作后，它就直接由Disabled状态转到Forwarding状态，终端下电后，它就直接由Forwarding状态转到Disabled状态。

交换机所有端口默认为非边缘端口。

stp edged-port enable命令用来配置交换机的端口为边缘端口，它是一个针对某一具体端口的命令。

stp edged-port default命令用来配置交换机的所有端口为边缘端口。

stp edged-port disable命令用来将边缘端口的属性去掉，使之成为非边缘端口。它也是一个针对某一具体端口的命令。

需要注意的是，华为Sx7系列交换机运行STP时也可以使用边缘端口设置。



谢谢

www.huawei.com