# 目录

第1	章 RSTP	配置	. 1-1
	1.1 STP 作	前介	1-1
	1.1.1	STP 的用途	1-1
	1.1.2	<b>STP</b> 的实现方法	1-1
	1.1.3	STP 在以太网交换机中的实现	1-6
	1.2 RSTP	配置	1-7
	1.2.1	开启设备生成树特性	1-8
	1.2.2	开启端口生成树特性	1-8
	1.2.3	配置RSTP 的工作模式	1-8
	1.2.4	配置特定交换机的Bridge 优先级	1-9
	1.2.5	指定交换机为根交换机或备份根交换机1	-10
	1.2.6	配置特定交换机的Forward Delay 时间1-	-11
	1.2.7	配置特定交换机的Hello Time 时间1-	12
	1.2.8	配置特定交换机的Max Age 时间1	-12
	1.2.9	配置特定端口的最大发送速率	-13
	1.2.10	0 配置特定端口作为边缘端口/非边缘端口1	-13
	1.2.11	1 配置特定端口的Path Cost 1-	14
	1.2.12	2 配置特定端口的优先级1	-14
	1.2.13	3 配置特定端口是否与点对点链路相连1	-15
	1.2.14	4 配置特定端口的mCheck 变量1	-16
	1.2.15	5 配置交换机的保护功能1	-16
	1.3 RSTP	显示和调试	-18
	1.4 RSTP	配置举例	-18

# 第1章 RSTP 配置

# 1.1 STP 简介

# 1.1.1 STP 的用途

STP(Spanning Tree Protocol)是生成树协议的英文缩写。该协议可应用于环路网络,通过一定的算法实现路径冗余,同时将环路网络修剪成无环路的树型网络,从而避免报文在环路网络中的增生和无限循环。

# 1.1.2 STP 的实现方法

STP 的基本原理是,通过在交换机之间传递一种特殊的协议报文(在 IEEE 802.1D 中这种协议报文被称为"配置消息")来确定网络的拓扑结构。配置消息中包含了足够的信息来保证交换机完成生成树计算。

配置消息中主要包括以下内容:

- (1) 树根的 ID: 由树根的优先级和 MAC 地址组合而成;
- (2) 到树根的最短路径开销;
- (3) 指定交换机的 ID: 由指定交换机的优先级和 MAC 地址组合而成;
- (4) 指定端口的 ID: 由指定端口的优先级和端口编号组成;
- (5) 配置消息的生存期: MessageAge;
- (6) 配置消息的最大生存期: MaxAge;
- (7) 配置消息发送的周期: HelloTime;
- (8) 端口状态迁移的延时: ForwardDelay。

指定端口和指定交换机的含义,请参见下面的说明:

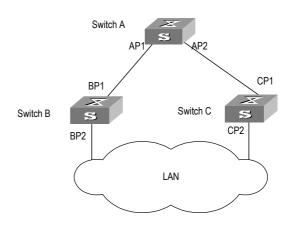


图1-1 指定交换机和指定端口示意图

对一台交换机而言,指定交换机就是与本机直接相连并且负责向本机转发数据包的交换机,指定端口就是指定交换机向本机转发数据的端口;对于一个局域网而言,指定交换机就是负责向这个网段转发数据包的交换机,指定端口就是指定交换机向这个网段转发数据的端口。如图 1-1 所示,AP1、AP2、BP1、BP2、CP1、CP2 分别表示 Switch A、Switch B、Switch C的端口,Switch A通过端口 AP1 向 Switch B 转发数据,则 Switch B 的指定交换机就是 Switch A,指定端口就是 Switch A的端口 AP1;与局域网 LAN 相连的有两台交换机:Switch B 和 Switch C,如果 Switch B 负责向 LAN 转发数据包,则 LAN 的指定交换机就是 Switch B,指定端口就是 Switch B 的 BP2。

# • 生成树协议算法实现的具体过程:

下面结合例子说明生成树协议算法实现的计算过程。

具体的组网如图 1-2 所示:

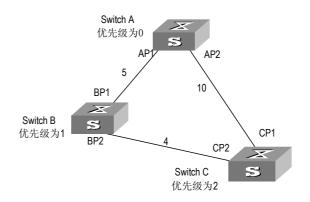


图1-2 举例中的以太网交换机组网图

为描述方便,在举例中仅给出配置消息的前四项:树根 ID(以以太网交换机的优先级表示),根路径开销,指定交换机 ID(以以太网交换机的优先级表示),指定端口 ID(以端口号表示)。如上图所示,Switch A的优先级为 0,

STP

Switch B 的优先级为 1, Switch C 的优先级为 2, 各个链路的路径开销如图中 所示,分别为 5、10、4。

# (1) 初始状态

各台交换机的各个端口在初始时会生成以自己为根的配置消息,根路径开销为 0,指定交换机 ID 为自身交换机 ID,指定端口为本端口。

#### Switch A:

端口 AP1 配置消息: {0,0,0,AP1}

端口 AP2 配置消息: {0,0,0,AP2}

#### Switch B:

端口 BP1 配置消息: {1,0,1,BP1}

端口 BP2 配置消息: {1,0,1,BP2}

#### Switch C:

端口 CP2 配置消息: {2,0,2,CP2}

端口 CP1 配置消息: {2,0,2,CP1}

#### (2) 选出最优配置消息

各台交换机都向外发送自己的配置消息。当某个端口收到比自身的配置消息 优先级低的配置消息时,交换机会将接收到的配置消息丢弃,对该端口的配 置消息不作任何处理。当端口收到比本端口配置消息优先级高的配置消息的 时候,交换机就用接收到的配置消息中的内容替换该端口的配置消息中的内 容。然后以太网交换机将该端口的配置消息和交换机上的其它端口的配置消 息进行比较,选出最优的配置消息

#### 配置消息的比较原则是:

- 树根 ID 较小的配置消息优先级高;
- 若树根ID相同,则比较根路径开销,比较方法为:用配置消息中的根路径开销加上本端口对应的路径开销之和(设为S),则S较小的配置消息优先级较高;
- 若根路径开销也相同,则依次比较指定交换机 ID、指定端口 ID、接收该 配置消息的端口 ID 等。

为便于表述,本例中假设只需比较树根 ID 就可以选出最优配置消息。

(3) 确定根端口,并阻塞冗余链路,然后更新指定端口的配置消息

交换机接收最优配置消息的那个端口定为根端口,端口配置消息不作改变; 其它端口中,如果某端口的配置消息在过程"选出最优配置消息"中更新过,则交换机将此端口阻塞,端口配置消息不变,此端口将不再转发数据,并且 只接收但不发送配置消息;如果某端口的配置消息在过程"选出最优配置消 息"中没有更新,则交换机就将其定为指定端口,配置消息要作如下改变: 树根 ID 替换为根端口的配置消息的树根 ID;根路径开销替换为根端口的配置 消息的根路径开销加上根端口对应的路径开销;指定交换机 ID 替换为自身交 换机的 ID;指定端口 ID 替换为自身端口 ID。

例子中各台交换机的比较过程如下:

#### Switch A:

端口 AP1 收到 Switch B 的配置消息,Switch A 发现本端口的配置消息优先级高于接收到的配置消息的优先级,就把接收到的配置消息丢弃。端口 AP2 的配置消息处理过程与端口 AP1 类似。Switch A 发现自己各个端口的配置消息中树根和指定交换机都是自己,则认为自己是树根,各个端口的配置消息都不作任何修改,以后周期性的向外发送配置消息。此时两个端口的配置消息如下:

端口 AP1 配置消息: {0,0,0,AP1}。

端口 AP2 配置消息: {0,0,0,AP2}。

#### Switch B:

端口 BP1 收到来自 Switch A 的配置消息,经过比较后 Switch B 发现接收到的配置消息的优先级比端口 BP1 的配置消息的优先级高,于是更新端口 BP1 的配置消息。

端口 BP2 收到来自 Switch C 的配置消息, Switch B 发现该端口的配置消息优先级高于接收到的配置消息的优先级,就把接收到的配置消息丢弃。

则此时各个端口的配置消息如下:端口 BP1 配置消息: $\{0,0,0,AP1\}$ ,端口 BP2 配置消息: $\{1,0,1,BP2\}$ 。

Switch B 对各个端口的配置消息进行比较,选出端口 BP1 的配置消息为最优配置消息,然后将端口 BP1 定为根端口,整台交换机各个端口的配置消息都进行如下更新:

根端口 BP1 配置消息不作改变: {0,0,0,AP1}。端口 BP2 配置消息中,树根 ID 更新为最优配置消息中的树根 ID,根路径开销更新为 5,指定交换机 ID 更新为本交换机 ID,指定端口 ID 更新为本端口 ID,配置消息变为: {0,5,1,BP2}。

然后 Switch B 各个指定端口周期性向外发送自己的配置消息。

#### Switch C:

端口 CP2 先会收到来自 Switch B 端口 BP2 更新前的配置消息{1,0,1,BP2}, Switch C 触发更新过程,更新后的配置消息如下: {1,0,1,BP2}。

端口 CP1 收到来自 Switch A 的配置消息{0,0,0,AP2}后 Switch C 也触发更新过程,更新后的配置消息如下: {0,0,0,AP2}。

经过比较,端口 CP1 的配置消息被选为最优的配置消息,端口 CP1 就被定位根端口,它的配置消息就不作改变;而端口 CP2 就会被阻塞,端口配置消息也不作改变,同时该端口不接收从 Switch B 转发的数据(不包括 STP 的协议报文),直到新的情况发生触发生成树的重新计算,比如从 Switch B 到 Switch C 的链路 down 掉,或者端口收到更优的配置消息。

接着端口 CP2 会收到 Switch B 更新后的配置消息{0,5,1,BP2},由于收到的配置消息比原配置消息优,则 Switch C 触发更新过程,更新后的配置消息为: {0,5,1,BP2}。

同时端口 CP1 收到来自 Switch A 配置消息,比较后 Switch C 不会触发更新过程,配置消息仍然为: {0,0,0,AP2}。

经过比较,端口 CP2 的配置消息被选为最优的配置消息,端口 CP2 就被定为根端口,它的配置消息就不作改变,而端口 CP1 就被阻塞,端口配置消息不变,同时不接收从 Switch A 转发的数据,直到新的情况触发生成树的计算,比如从 Switch B 到 Switch C 的链路 down 掉。

此时生成树就被确定下来,形状如图 1-3,树根为 Switch A:

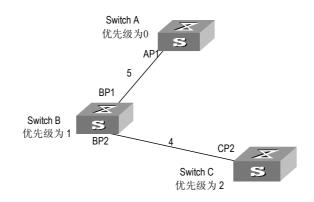


图1-3 最终稳定的生成树

本例为了描述方便,简化了很多计算、操作内容(比如树根 ID 和指定交换机 ID 在实际运算的过程中应该是由交换机的优先级和 MAC 地址共同组成的,指 定端口 ID 则是由端口优先级和端口 MAC 地址共同构成,在配置消息的更新

过程中,除了前四项会改变以外,其它配置消息也会按照一定的原则进行改变),但计算过程基本如此。

• 生成树协议的配置消息传递机制:

当网络初始化时,所有的交换机都将自己作为树根。交换机的指定端口以 HelloTime 为周期,定时发送本端口的配置消息;接收到配置消息的端口如果 是根端口,则交换机将配置消息中携带的 MessageAge 按照一定的原则递增, 并启动定时器为这条配置消息计时。如果某条路径发生故障,则这条路径上 的根端口不会再收到新的配置消息,旧的配置消息将会因为超时而被丢弃, 从而引发生成树的重新计算,得到一条新的通路替代发生故障的链路,恢复 网络连通性。

不过,重新计算得到的新配置消息不会立刻就传遍整个网络,因此那些没有发现网络拓扑已经改变的旧的根端口和指定端口仍旧会按照原来的路径继续转发数据,如果新选出的根端口和指定端口立刻就开始数据转发的话,可能会造成暂时性的路径回环。为此 STP 采用了一种状态迁移的机制,根端口和指定端口重新开始数据转发之前要经历一个中间状态,中间状态经过 Forward Delay 延时后才能进入转发状态,这个延时保证了新的配置消息已经传遍整个网络。

#### 1.1.3 STP 在以太网交换机中的实现

以太网交换机所实现的快速生成树协议 RSTP(Rapid Spanning Tree Protocol)是生成树协议的优化版。其"快速"体现在根端口和指定端口进入 转发状态的延时在某种条件下大大缩短,从而缩短了网络拓扑稳定需要的时间。

根端口状态快速迁移的条件是:本交换机上旧的根端口已经停止转发数据,而且上游指定端口已经开始转发数据。

指定端口的端口状态快速迁移的条件为:

- 指定端口是边缘端口,即该端口不直接或间接与任何交换机连接。如果 指定端口是边缘端口,则可以不用经过中间状态而直接进入转发状态。
- 指定端口与点到点链路相连。端口与点到点链路相连的条件是端口是汇 聚端口主端口或者经过自协商端口工作在全双工状态。用户也可以强行 将端口配置为与点到点链路连接,但是这样会引发错误,建议用户不要 这样配置。如果指定端口连接着点到点链路,则交换机可以通过与下游 交换机握手,得到响应后即刻进入转发状态。

应用快速生成树协议的交换机可以兼容应用生成树协议的交换机,两种协议报文都可以被应用快速生成树协议的交换机识别并应用于生成树计算。

#### □ 说明:

RSTP是单生成树协议,一个交换网络内只生成一棵生成树。为了保证 VLAN 内部可以正常通信,网络内每个 VLAN 都必须沿着生成树的路径方向连续分布;否则将会出现有的 VLAN 由于内部链路被阻塞而被分隔开,从而 VLAN 内部无法通信。

对于有特殊要求、VLAN 无法沿生成树的路径方向分布的情况,用户需要在该 VLAN 对应的交换机的端口上关闭 RSTP。

# 1.2 RSTP 配置

RSTP 主要配置包括:

- 开启设备生成树特性
- 开启端口生成树特性
- 配置 RSTP 的工作模式
- 配置特定交换机的 Bridge 优先级
- 指定交换机为根交换机或备份根交换机
- 配置特定交换机的 Forward Delay 时间
- 配置特定交换机的 Hello Time 时间
- 配置特定交换机的 Max Age 时间
- 配置特定端口的最大发送速率
- 配置特定端口是否可以作为 EdgePort
- 配置特定端口的 Path Cost
- 配置特定端口的优先级
- 配置特定端口是否与点对点链路相连
- 配置特定端口的 mCheck 变量
- 配置交换机的保护功能

在以上的配置任务中,只有"开启设备生成树特性"和"开启端口生成树特性"为必选配置。如果用户不配置其它的任务,系统会采用这些配置任务的缺省配置。

只有开启设备生成树特性后其它配置才能生效。在启动 RSTP 之前,可以配置设备或以太网端口的相关参数;启动 RSTP 后,这些参数将生效;RSTP 关闭后,这些配置参数仍被保留;当RSTP 重新启动后,这些参数仍将生效。使用相应的 undo 命令可以恢复这些参数的缺省配置。

#### 1.2.1 开启设备生成树特性

可以通过下面的命令开启设备的生成树特性。

请在系统视图下进行下列配置。

表1-1 开启/关闭设备生成树特性

操作	命令
开启/关闭设备 RSTP	stp { enable   disable }
将 RSTP 恢复为缺省的关闭状态	undo stp

只有开启了设备的生成树特性,生成树的其它配置才能生效。

缺省情况下,不运行 RSTP。

#### 1.2.2 开启端口生成树特性

可以通过下面的命令开启/关闭指定端口的生成树特性。为了灵活地控制 RSTP 工作,在开启了交换机的以太网端口 RSTP 特性后(所有端口上开启 RSTP),可以关闭交换机上特定以太网端口的 RSTP 特性,使这些端口不参与生成树计算。

请在以太网端口视图下进行下列配置。

表1-2 开启端口生成树特性

操作	命令
在指定端口上开启 RSTP	stp enable
在指定端口上关闭 RSTP	stp disable

需要注意的是,关闭以太网端口上的 RSTP 后,可能会产生冗余路径。

缺省情况下,设备 RSTP 启动后在所有端口上开启 RSTP。

# 1.2.3 配置 RSTP 的工作模式

RSTP 的工作模式包括两种: RSTP 模式、STP 兼容模式。网络中所有网络设备都运行 RSTP 的情况下,运行 RSTP 的交换机将工作在 RSTP 模式下;如果网络中既存在运行 STP 的网络设备同时又存在运行 RSTP 的网络设备,则最好将运行 RSTP 的交换机设置为工作在 STP 兼容模式下。

可以通过下面的命令配置 RSTP 的工作模式。

请在系统视图下进行下列配置。

表1-3 配置 RSTP 的运行模式

操作	命令
配置运行 RSTP 的交换机工作在 STP 兼容模式或者 RSTP 模式下	stp mode { stp   rstp }
将运行 RSTP 的交换机的工作模式恢复 为缺省值	undo stp mode

一般情况下,如果交换网络中存在运行 STP 的交换机,如果当前交换机运行在 RSTP 模式下,则它与运行 STP 的交换机相连的端口可以自动从 RSTP 模式迁移到 STP 兼容模式下。

缺省情况下,运行 RSTP 的交换机工作在 RSTP 模式下。

# 1.2.4 配置特定交换机的 Bridge 优先级

交换机的 Bridge 优先级的大小决定了这个交换机是否能够被选择为整个生成树的根。通过配置较小的 Bridge 优先级,可以达到指定某个交换机作为生成树树根的目的。T

可以通过下面的命令配置特定交换机的 Bridge 优先级。

请在系统视图下进行下列配置。

表1-4 配置特定交换机的 Bridge 优先级

操作	命令
配置特定交换机的 Bridge 优先级	stp priority bridge-priority
将特定交换机的 Bridge 优先级恢复为缺省值	undo stp priority

需要注意的是,如果整个交换网络中所有交换机的 Bridge 优先级采用相同的值,则 MAC 地址最小的那个交换机将被选择为根。在 RSTP 开启的情况下,如果配置交换机的 Bridge 优先级,会引起生成树重新计算。

缺省情况下,交换机的 Bridge 优先级被配置为 32768。

#### 1.2.5 指定交换机为根交换机或备份根交换机

RSTP 可以通过计算来确定生成树的根交换机。用户也可以通过交换机提供的命令来指定当前交换机为根交换机。

可以通过下面的命令指定交换机为特定生成树的根交换机或备份根交换机。

请在系统视图下进行下列配置。

表1-5 指定交换机为生成树的树根或备份树根

操作	命令
指定交换机为生成树的根交换机	stp root primary
指定交换机为生成树的备份根交换机	stp root secondary
取消交换机的根交换机或备份根交换机资格	undo stp root

设置当前交换机为根交换机或者备份根交换机之后,用户不能再修改交换机的优先级。

同一台交换机不能既作为根交换机,又作为备份根交换机。

当根交换机出现故障或被关机时,备份根交换机可以取代根交换机成为生成树的根交换机;但是此时如果用户设置了新的根交换机,则备份根交换机将不会成为根交换机。如果用户为生成树配置了多个备份根交换机,当根交换机失效时,RSTP将选择MAC地址最小的那个备份根交换机作为根交换机。

#### □ 说明:

用户可以通过将交换机的优先级设置为 0 达到将该交换机设置为生成树的树根的目的,也可以直接通过命令将该交换机设置为生成树的树根。

用户不能同时为一个生成树指定两个或两个以上的根交换机,即不要将两台或两台以上的交换机指定为生成树的树根。

用户可以给生成树指定多个备份树根,即可以将两台或两台以上的交换机指定为生成树的备份树根。

一般情况下,建议用户给生成树指定一个树根和多个备份树根。

缺省情况下,交换机既不作为生成树的根交换机,也不作为生成树的备份根 交换机。

# 1.2.6 配置特定交换机的 Forward Delay 时间

#### □ 说明:

生成树的计算过程采用的 Hello Time、Forward Delay 以及 Maximum Age 三个时间参数都是根交换机的时间参数取值。

在对交换机的 Hello Time、Forward Delay 以及 Maximum Age 三个时间参数 进行配置时,它们取值之间应该满足如下公式,否则网络会频繁震荡:

 $2 \times \text{(forward-delay } -1) >= \text{maximum-age}$  maximum-age >=  $2 \times \text{(hello + 1)}$  括号中 "1" 的单位为秒。

链路故障会引发网络重新进行生成树的计算,生成树的结构将发生相应的变化。不过重新计算得到的新配置消息无法立刻传遍整个网络,如果新选出的根端口和指定端口立刻就开始数据转发的话,可能会造成暂时性的路径回环。为此协议采用了一种状态迁移的机制,根端口和指定端口重新开始数据转发之前要经历一个中间状态,中间状态经过 Forward Delay 时间的延时后才能进入转发状态,这个延时保证了新的配置消息已经传遍整个网络。

可以通过下面的命令配置特定交换机的 Forward Delay 时间。

请在系统视图下进行下列配置。

表1-6 配置特定交换机的 Forward Delay 特性

操作	命令
配置特定交换机的 Forward Delay 时间	stp timer forward-delay centiseconds
将特定交换机的 Forward Delay 时间恢复为缺省值	undo stp timer forward-delay

交换机的 Forward Delay 时间的长短与交换网络的网络直径有关。一般来说,网络直径越大,Forward Delay 时间就应该配置地越长。需要注意的是,如果 Forward Delay 时间配置的过小,可能会引入临时的冗余路径;如果 Forward Delay 时间配置的过大,网络可能会较长时间不能恢复连通。建议用户采用缺省值。

缺省情况下,交换机的 Forward Delay 时间为 15 秒。

#### 1.2.7 配置特定交换机的 Hello Time 时间

网桥每隔一定时间会向周围的网桥发送 hello 报文,以确认链路是否存在故障。 这个时间间隔为 hello time。

可以通过下面的命令配置特定交换机的 Hello Time 时间。

请在系统视图下进行下列配置。

表1-7 配置特定交换机的 Hello Time 时间

操作	命令
配置特定交换机的 Hello Time 时间	stp timer hello centiseconds
将特定交换机的 Hello Time 恢复为缺省值	undo stp timer hello

合适的 Hello Time 时间值可以保证交换机能够及时发现网络中的链路故障,又不会占用过多的网络资源。需要注意的是,如果用户设置的 Hello Time 时间值过长,在链路发生丢包时,交换机会误以为链路出现了故障,从而引发网络设备重新计算生成树;如果用户设置的 Hello Time 时间值过短,交换机将频繁发送重复的配置消息,增加了交换机的负担,浪费了网络资源。

缺省情况下,交换机的 Hello Time 时间为 2 秒。

# 1.2.8 配置特定交换机的 Max Age 时间

Max Age 时间是用来判断配置消息是否"过时"的参数,用户可以根据实际的网络情况对其进行配置。

可以通过下面的命令配置特定交换机的 Max Age 时间。

请在系统视图下进行下列配置。

表1-8 配置特定交换机的 Max Age 时间

操作	命令
配置特定交换机的 Max Age 时间	stp timer max-age centiseconds
将特定交换机的 Max Age 时间恢复为缺省值	undo stp timer max-age

需要注意的是,如果用户配置的 Max Age 时间过小,网络设备会频繁地计算生成树,而且有可能将网络拥塞误认成链路故障;如果用户配置的 Max Age

时间过大,网络设备很可能不能及时发现链路故障,不能及时重新计算生成树,从而降低网络的自适应能力。建议用户采用缺省值。

缺省情况下,交换机的 Max Age 时间为 20 秒。

# 1.2.9 配置特定端口的最大发送速率

以太网端口的最大发送速率与端口的物理状态和网络结构有关,用户可以根据实际的网络情况对其进行配置。

可以通过下面的命令配置特定端口的最大发送速率。

请在以太网端口视图下进行下列配置。

操作 命令

配置特定端口的最大发送速率 stp transit-limit packetnum

将特定端口的最大发送速率恢复为缺省值 undo stp transit-limit

表1-9 配置特定端口的最大发送速率

需要注意的是,如果该参数被配置的过大,则单位时间内发送的报文数就很多,从而占用过多的网络资源。建议用户采用缺省值。

缺省情况下,交换机所有以太网端口的最大发送速率为 **3**(这是一个计数器的值,没有单位)。

#### 1.2.10 配置特定端口作为边缘端口/非边缘端口

EdgePort 就是边缘端口,即该端口不直接与任何交换机连接,也不通过端口 所连接的网络间接与任何交换机相连。

可以通过下面的命令配置特定端口作为边缘端口/非边缘端口。

请在以太网端口视图下进行下列配置。

表1-10 配置特定端口是否可以作为 EdgePort

操作	命令
配置特定端口为边缘端口/非边缘端口	stp edged-port { enable   disable }
将特定端口恢复为缺省的非边缘端口	undo stp edged-port

在生成树的重新计算过程中,边缘端口可以直接迁移到转发状态,减少不必要的迁移时间。如果当前的以太网端口没有和任何其它交换机的以太网端口

相连,则应该将该端口配置为边缘端口。如果某个特定端口被配置为边缘端口,但是该端口与其它交换机的端口相连,RSTP可以自动检测并将其重新配置为非边缘端口。

需要注意的是,如果某以太网端口被配置为非边缘端口,在网络拓扑发生变化后,此端口没有和任何其它交换机的以太网端口相连,变成了边缘端口,用户最好重新将该端口配置为边缘端口,因为 RSTP 无法自动将非边缘端口配置为边缘端口。

对于直接与终端相连的端口,请将该端口设置为边缘端口,这样能够使该端口快速迁移到转发状态。

缺省情况下,交换机所有以太网端口均被配置为非边缘端口。

# 1.2.11 配置特定端口的 Path Cost

Path Cost 即路径开销,是与端口相连的链路速率相关的参数。

可以通过下面的命令配置特定端口的 Path Cost。

请在以太网端口视图下进行下列配置。

操作 命令

配置特定端口的 Path Cost stp cost cost

将特定端口的 Path Cost 恢复为缺省值 undo stp cost

表1-11 配置特定端口的 Path Cost

以太网端口的路径开销和该端口所连接链路的速率有关,链路速率越大,应该将该参数配置的越小。RSTP可以自动检测当前以太网端口的链路速率,并换算成相应的路径开销。需要注意的是,配置以太网端口的路径开销会引起生成树重新计算。建议用户采用缺省值,让RSTP自己来计算当前以太网端口的路径开销。

缺省情况下,交换机由链路速率直接得到端口的路径开销。

### 1.2.12 配置特定端口的优先级

端口优先级是确定该端口是否会被选为根端口的重要依据。在生成树的计算过程中,同等条件下优先级高的端口将被选为根端口。

可以通过下面的命令配置特定端口的优先级。

请在以太网端口视图下进行下列配置。

表1-12 配置特定端口的优先级

操作	命令
配置特定端口的优先级	stp port priority port-priority
将特定端口的优先级恢复为缺省值	undo stp port priority

通过设定以太网端口的优先级,可以达到将特定的以太网端口包含在生成树内的目的。一般情况下,配置的值越小,端口的优先级就越高,该以太网端口就越有可能包含在生成树内。如果交换机所有的以太网端口采用相同的优先级参数值,则以太网端口的优先级高低就取决于该以太网端口的索引号。需要注意的是,改变以太网端口的优先级会引起生成树重新计算。用户可以根据组网的实际需要来设置端口的优先级。

缺省情况下,交换机所有以太网端口的优先级为128。

#### 1.2.13 配置特定端口是否与点对点链路相连

点到点链路一般指交换机之间相连的链路。

可以通过下面的命令配置特定端口是否与点对点链路相连。

请在以太网端口视图下进行下列配置。

表1-13 配置特定端口是否与点对点链路相连

操作	命令
配置特定端口与点对点链路相连	stp point-to-point force-true
配置特定端口没有与点对点链路相连	stp point-to-point force-false
配置 RSTP 自动检测端口是否与点对点 链路相连	stp point-to-point auto
将端口设置为缺省的自动检测是否与点 对点链路相连的状态	undo stp point-to-point

点对点链路相连的两个端口可以通过传送同步报文快速迁移到转发状态,减少了不必要的转发延迟时间,如果该参数被配置为自动模式,RSTP可以自动检测当前的以太网端口是否与点对点链路相连。需要注意的是:对于汇聚端口,只有汇聚端口的主端口才可以被配置成与点对点链路相连;一个端口工作在自协商状态,协商出来的工作状态是全双工,可以将此端口配置为点到点链路。

用户可以手工强行配置当前以太网端口与点对点链路相连,但是如果该链路不是点到点链路会使系统出现问题,一般情况下建议用户将此配置项设为自动状态,由系统自动发现端口是否与点到点链路相连。

缺省情况下,该参数被配置为 auto。

#### 1.2.14 配置特定端口的 mCheck 变量

假设在一个交换网络中,运行 STP 的交换机和运行 RSTP 的交换机同时存在。RSTP 可以兼容 STP,此时在运行 RSTP 的交换机上与运行 STP 的交换机相连的端口工作在 STP 兼容模式下。在网络比较稳定的情况下,虽然网段内运行 STP 的交换机被拆离,但与之相连的运行 RSTP 的交换机的端口仍然会运行在 STP 兼容模式下,此时可以通过该命令迫使其迁移到 RSTP 模式下运行。

可以通过下面的命令配置特定端口的 mCheck 变量。

请在以太网端口视图下进行下列配置。

操作 命令 配置特定端口的 mCheck 变量 **stp mcheck** 

表1-14 配置特定端口的 mCheck 变量

需要注意的是,该命令必须在交换机运行 RSTP 的情况下进行配置,如果交换机的协议运行模式被配置为 STP 兼容模式,该命令无效。

#### 1.2.15 配置交换机的保护功能

RSTP 提供 BPDU 保护功能和 Root 保护功能。

对于接入层设备,接入端口一般直接与用户终端(如 PC 机)或文件服务器相连,此时接入端口被设置为边缘端口以实现这些端口的快速迁移;当这些端口接受到配置消息(BPDU 报文)时系统会自动将这些端口设置为非边缘端口,重新计算生成树,引起网络拓扑的震荡。这些端口正常情况下应该不会收到生成树协议的配置消息的。如果有人伪造配置消息恶意攻击交换机,就会引起网络震荡。BPDU 保护功能可以防止这种网络攻击。

由于维护人员的错误配置或用户的恶意攻击,网络中的合法根交换机有可能会收到优先级更高的配置消息,这样当前根交换机会失去根交换机的地位,引起网络拓扑结构的错误变动。由于这种不合法的变动,会导致原来应该通过高速链路的流量被牵引到低速链路上,导致网络拥塞。Root 保护功能可以防止这种情况。

交换机的根端口和其他阻塞端口的状态依靠不断接收上游交换机发送的BPDU 来维持的。但是由于链路拥塞或者单向链路故障,这些端口会收不到上游交换机的 BPDU。此时交换机会重新选择根端口,根端口会转变为指定端口,而阻塞端口会迁移到转发状态,从而交换网络中会产生环路。环路保护功能会抑制这种环路的产生。在启动了环路保护功能后,根端口的角色不会迁移,阻塞端口会一直保持在 Discarding 状态,不转发报文,从而不会在网络中形成环路。

可以通过下面的命令来配置交换机的保护功能。

请在相应配置视图下进行下列配置。

操作 命令 配置交换机的 BPDU 保护功能(系统视图) stp bpdu-protection 恢复配置交换机的 BPDU 保护功能为缺省的关 undo stp bpdu-protection 闭状态 (系统视图) 配置交换机的 Root 保护功能(以太网端口视图) stp root-protection 恢复配置交换机的 Root 保护功能为缺省的关闭 undo stp root-protection 状态(以太网端口视图) 配置交换机的环路保护功能(以太网端口视图) stp loop-protection 恢复配置交换机的环路保护功能为缺省的关闭 undo stp loop-protection 状态(以太网端口视图)

表1-15 配置交换机的保护功能

交换机上启动了 BPDU 保护功能以后,如果边缘端口收到了配置消息,系统就将这些端口关闭,同时通知网管这些端口被 RSTP 关闭。被关闭的端口只能由网络管理人员恢复。推荐用户在配置了边缘端口的交换机上配置 BPDU 保护功能。

对于设置了 Root 保护功能的端口,端口角色只能保持为指定端口。一旦这种端口上收到了优先级高的配置消息,即其将被选择为非指定端口时,这些端口的状态将被设置为侦听状态,不再转发报文(相当于将此端口相连的链路断开)。当在足够长的时间内没有收到更优的配置消息时,端口会恢复原来的正常状态。

在对一个端口进行配置的时候,在 Loop 保护功能,Root 保护功能或者边缘端口设置三个配置中,同一时刻只能有一个配置生效。

缺省情况下,交换机不启动环路保护功能、BPDU 保护功能和 Root 保护功能。 关于配置命令的详细描述,可以参见命令手册。

# 1.3 RSTP 显示和调试

在完成上述配置后,在所有视图下执行 **display** 命令可以显示配置后 RSTP 的运行情况。用户可以通过查看显示信息验证配置的效果。在用户视图下执行 **debugging** 命令可以对 RSTP 模块进行调试。在用户视图下执行 **reset** 命令可以将 RSTP 统计信息清除。

请在用户视图下进行下列操作。其中, display 命令还可以在所有视图下进行。

操作	命令
显示本设备及当前端口的配置信息	display stp [ interface interface-list ]
清除 RSTP 的统计信息	reset stp [ interface interface-list ]
打开或关闭 RSTP 的调试开关(收发报文、事件、错误等)	[ undo ] debugging stp { error   event   packet }

表1-16 RSTP 显示和调试

# 1.4 RSTP 配置举例

#### 1. 组网需求

下面的网络中,Switch C 作为 Switch B 的备份交换机,当 Switch B 出现故障的时候,由 Switch C 转发数据,Switch C 和 Switch B 之间通过两条链路相连,保证在一条链路发生故障的时候,另一条可以正常工作;Switch D~Switch F 下面直接挂接用户的计算机,分别通过一个上行端口与 Switch C、Switch B 相连。

此项需求可以通过在 Switch B~Switch F 交换机上配置 RSTP 来实现。

在后面的配置步骤中将仅列出 RSTP 相关的配置。Switch A 不参与 RSTP 计算,不配置 RSTP,所以就不介绍 Switch A 的配置了,Switch D~Switch F 的 RSTP 配置基本一致,只列出 Switch D上面的 RSTP 配置。

#### □ 说明:

Switch A 一般是华为的中端交换机,如 S5516、S6500 系列交换机。

Switch B、Switch C 一般为华为低端交换机中的 S3500 系列、S3550 系列交换机。

Switch D~Switch F 一般为华为低端交换机中的 S3050 系列、S3000 系列、S2000 系列等。

#### 2. 组网图

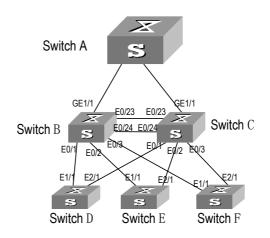


图1-4 RSTP 配置示例图

#### 3. 配置步骤

- (1) Switch B 的配置
- # 全局启动 RSTP。

# [Quidway] stp enable

# RSTP 全局启动后,各个端口的 RSTP 默认为启动状态,在不参与 RSTP 计算的端口上关闭 RSTP,注意不要将参与 RSTP 计算的端口 RSTP 关闭。(此处仅列举出 Ethernet 0/4)

[Quidway] interface ethernet 0/4

[Quidway-Ethernet0/4] stp disable

#配置 Switch B 为树根,有两种方法:将 Switch B 的 Bridge 优先级配置为 0;直接使用命令将 Switch B 指定为树根。

将 Switch B 的 Bridge 优先级配置为 0

[Quidway] stp priority 0

• 直接使用命令将 Switch B 指定为树根

[Quidway] stp root primary

#在各个指定端口上启动根保护功能

[Quidway] interface ethernet 0/1

[Quidway-Ethernet0/1] stp root-protection

[Quidway] interface ethernet 0/2

[Quidway] interface ethernet 0/2

[Quidway-Ethernet0/2] stp root-protection

#RSTP的工作模式、时间参数、端口上的参数都采用缺省值。

(2) Switch C 的配置

#全局启动 RSTP。

[Quidway] stp enable

# RSTP 全局启动后,各个端口的 RSTP 默认为启动状态,在不参与 RSTP 计算的端口上关闭 RSTP,注意不要将参与 RSTP 计算的端口 RSTP 关闭。(此处仅列举出 Ethernet 0/4)

[Quidway] interface ethernet 0/4

[Quidway-Ethernet0/4] stp disable

# 配置 Switch C 为备份树根,有两种方法:将 Switch C 的 Bridge 优先级配置为 4096;直接使用命令将 Switch C 指定为备份树根。

将 Switch C 的 Bridge 优先级配置为 4096

[Quidway] stp priority 4096

• 直接使用命令将 Switch C 指定为备份树根

[Quidway] stp root secondary

#在各个指定端口上启动根保护功能

[Quidway] interface ethernet 0/1

[Quidway-Ethernet0/1] stp root-protection

[Quidway] interface ethernet 0/2

[Quidway-Ethernet0/2] stp root-protection

[Quidway] interface ethernet 0/2

[Quidway-Ethernet0/2] stp root-protection

#RSTP的工作模式、时间参数、端口上的参数都采用缺省值。

(3) Switch D 的配置

#全局启动 RSTP。

[Quidway] stp enable

# RSTP 全局启动后,各个端口的 RSTP 默认为启动状态,在不参与 RSTP 计算的端口上关闭 RSTP,注意不要将参与 RSTP 计算的端口 RSTP 关闭。(此处仅列举出 Ethernet 0/4)

[Quidway] interface ethernet 0/4

[Quidway-Ethernet0/4] stp disable

# 将直接与用户相连的端口(Ethernet  $0/1 \sim$  Ethernet 0/24)配置为边缘端口,并使能 BPDU 保护功能。(此处仅以 Ethernet 0/1 为例)

[Quidway] interface ethernet 0/1

[Quidway-Ethernet0/4] stp edged-port enable

[Quidway] stp bpdu-protection

#RSTP的工作模式、时间参数、端口的其他参数都采用缺省值。