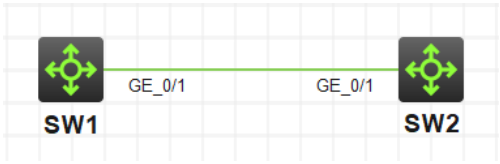
PVST对接时BPDU报文收发各种情况分析

PVST　**倪民**　2020-12-16 发表

组网及说明



组网如上图，下面探究PVST模式下BPDU报文交互的注意事项。

问题描述

我们知道，当生成树为STP、RSTP、MSTP时，发出的BPDU报文都是不带vlan tag的，且接收后无视端口类型（access、trunk、hybrid）和放通的vlan，直接上CPU处理，最终的STP状态如下：

```
[SW1]dis stp brief
 MST ID   Port                                    Role  STP State   Protection
 0        GigabitEthernet1/0/1                    DESI  FORWARDING  NONE
```

```
[SW2]dis stp brief
 MST ID   Port                                    Role  STP State   Protection
 0        GigabitEthernet1/0/1                    ROOT  FORWARDING  NONE
```

但是在PVST模式下，BPDU报文的收发就完全不同了。

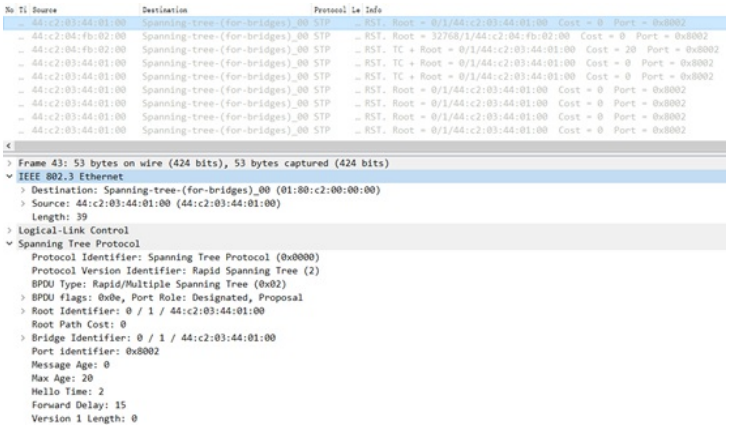
过程分析

现在修改生成树类型为PVST，在两台设备上有vlan1、2，且SW1为vlan1和2的根桥。

1. 互联端口全为access口时，并全属于vlan1，最终的STP状态和抓包情况如下。和情况1相比，stp状态第一列从可以实例ID变为VLAN ID，且仅能看到VLAN1的stp状态。从抓包结果看，在SW2的g1/0/1口未成为根端口之前，双方都收发了标准的RSTP BPDU报文，不带vlan tag，目的mac为0180-c200-0000。

```
[SW1]dis stp brief
 VLAN ID  Port                                    Role  STP State   Protection
 1        GigabitEthernet1/0/1                    DESI  FORWARDING  NONE
```

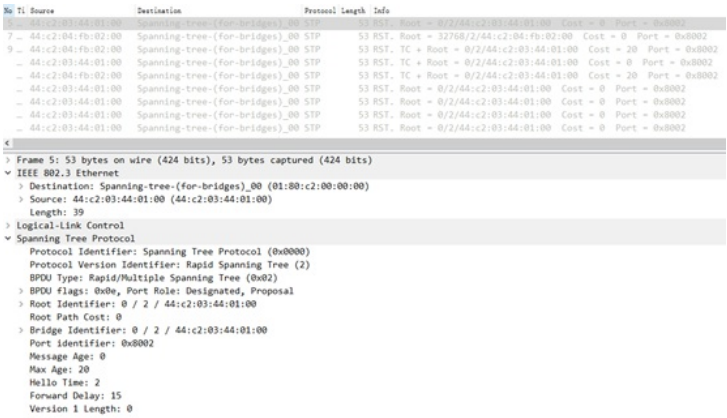
```
[SW2]dis stp brief
 VLAN ID  Port                                    Role  STP State   Protection
 1        GigabitEthernet1/0/1                    ROOT  FORWARDING  NONE
```



2. 如果将SW1和SW2互联口的所属vlan均改为vlan2，STP状态仅能看到vlan2。抓包结果如下，这时仍然发送RSTP的BPDU，不带vlan tag。

```
[SW1]dis stp brief
 VLAN ID  Port                                    Role  STP State   Protection
 2        GigabitEthernet1/0/1                    DESI  FORWARDING  NONE
```

```
[SW2]dis stp brief
 VLAN ID  Port                                    Role  STP State   Protection
 2        GigabitEthernet1/0/1                    ROOT  FORWARDING  NONE
```



3. 将SW1侧端口所属vlan改为1，SW2侧端口所属vlan改为2。在SW1侧STP状态显示vlan1，SW2侧显示vlan2。抓包结果和情况3类似。

```
[SW1]dis stp brief
 VLAN ID  Port                                Role  STP State   Protection
 1        GigabitEthernet1/0/1                DESI  FORWARDING  NONE
```

```
[SW2]dis stp brief
 VLAN ID  Port                                Role  STP State   Protection
 2        GigabitEthernet1/0/1                ROOT  FORWARDING  NONE
```

4. 如果在情况3的基础上，在SW2再创建vlan3，且端口所属改为vlan3，但是SW1上不创建vlan3，最终的状态如下。

```
[SW1]dis stp brief
 VLAN ID  Port                                Role  STP State   Protection
 1        GigabitEthernet1/0/1                DESI  FORWARDING  NONE
```

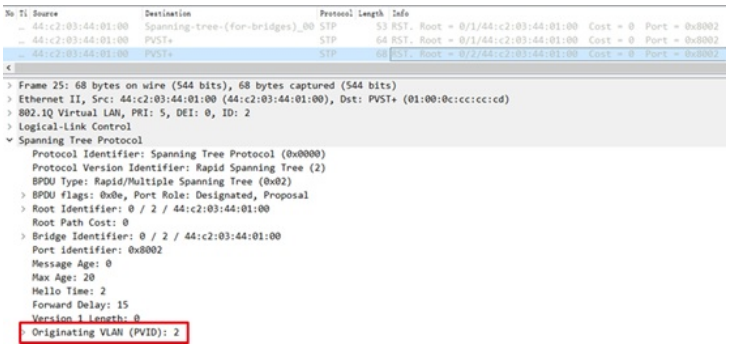
```
[SW2]dis stp brief
 VLAN ID  Port                                Role  STP State   Protection
 3        GigabitEthernet1/0/1                ROOT  FORWARDING  NONE
```

从情况1-4的结果可以看到，当互联口为access口时，PVST发出的BPDU报文都是标准的RSTP格式，即使两端放通的vlan不一致，仍能正常收发BPDU报文。这时如果对端设备不是PVST模式，一样可以互通，完成BPDU交互（和MSTP对接时，仅实例0之间有BPDU交互）。但是如果两端所属vlan不同，业务根本不通，其实没有意义。

5. 现在将SW1和SW2的互联端口改为trunk口，放通vlan1、2，pvid都是1。STP状态如下，能够同时显示vlan1和2的STP状态。抓包结果如下，SW1作为根桥每次向外发送3个BPDU报文，第一个为标准的RSTP BPDU，第二个为PVST格式的BPDU，目的MAC为0100-0ccc-cccd，不带vlan tag（即vlan 1的PVST BPDU，因为端口pvid为1去标签发出，但生成树协议中会携带origin vlan属性使对端可以识别），第三个为PVST格式的BPDU，目的MAC为0100-0ccc-cccd，带vlan tag 2。当SW2接收到SW1发的不带tag的PVST BPDU后，打上本端的pvid 1，并计算。SW2接收到SW1发的带tag 2的BPDU后，不改变vlan tag 2，并计算。

```
[SW1]dis stp brief
 VLAN ID  Port                                Role  STP State   Protection
 1        GigabitEthernet1/0/1                DESI  FORWARDING  NONE
 2        GigabitEthernet1/0/1                DESI  FORWARDING  NONE
```

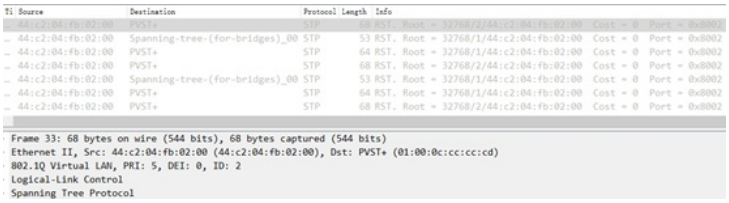
```
[SW2]dis stp brief
 VLAN ID  Port                                Role  STP State   Protection
 1        GigabitEthernet1/0/1                ROOT  FORWARDING  NONE
 2        GigabitEthernet1/0/1                ROOT  FORWARDING  NONE
```



6. 接下来看一下为何会发送RSTP BPDU。SW1侧端口不放通所有vlan，最终的状态如下，抓包发现SW1未往外发送任何BPDU。

```
[SW1]dis stp brief
 VLAN ID  Port                                Role  STP State   Protection
[SW1]
```

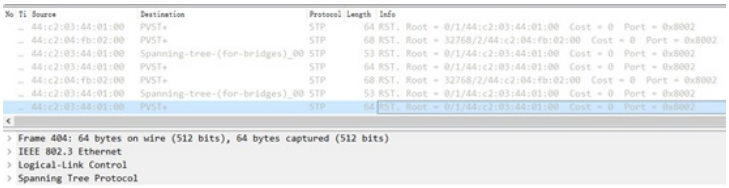
```
[SW2]dis stp brief
 VLAN ID  Port                          Role  STP State   Protection
 1        GigabitEthernet1/0/1          DESI  FORWARDING  NONE
 2        GigabitEthernet1/0/1          DESI  FORWARDING  NONE
```



SW1放通vlan1，抓包结果如下，SW1会向SW2发送RSTP BPDU和不带tag的PVST BPDU。

```
[SW1-GigabitEthernet1/0/1]dis stp brief
 VLAN ID  Port                          Role  STP State   Protection
 1        GigabitEthernet1/0/1          DESI  FORWARDING  NONE
```

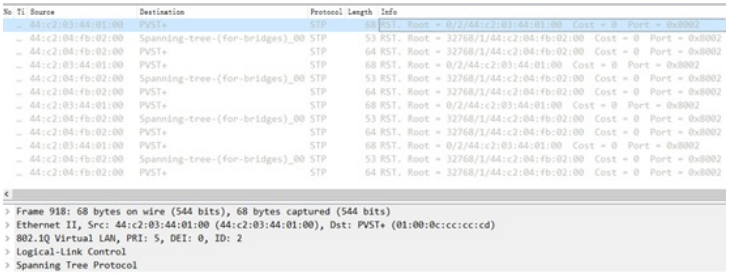
```
[SW2]dis stp brief
 VLAN ID  Port                          Role  STP State   Protection
 1        GigabitEthernet1/0/1          ROOT  FORWARDING  NONE
 2        GigabitEthernet1/0/1          DESI  FORWARDING  NONE
```



SW1不放通vlan1，放通vlan2，结果如下，这时SW1仅向SW2发送了带vlan tag 2的PVST BPDU。

```
[SW1-GigabitEthernet1/0/1]dis stp brief
 VLAN ID  Port                          Role  STP State   Protection
 2        GigabitEthernet1/0/1          DESI  FORWARDING  NONE
```

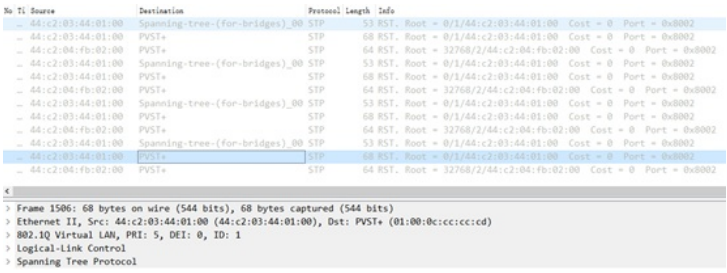
```
[SW2]dis stp brief
 VLAN ID  Port                          Role  STP State   Protection
 1        GigabitEthernet1/0/1          DESI  FORWARDING  NONE
 2        GigabitEthernet1/0/1          ROOT  FORWARDING  NONE
```



修改SW1和SW2的pvid为2，SW1仅允许vlan 1。SW1向SW2发送了RSTP BPDU和带vlan tag 1的PVST BPDU。

```
[SW1-GigabitEthernet1/0/1]dis stp brief
 VLAN ID  Port                          Role  STP State   Protection
 1        GigabitEthernet1/0/1          DESI  FORWARDING  NONE
```

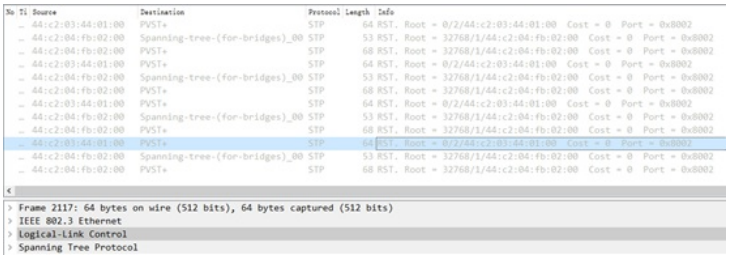
```
[SW2-GigabitEthernet1/0/1]dis stp brief
 VLAN ID  Port                          Role  STP State   Protection
 1        GigabitEthernet1/0/1          ROOT  FORWARDING  NONE
 2        GigabitEthernet1/0/1          DESI  FORWARDING  NONE
```



SW1不允许vlan1允许vlan2，SW1仅向SW2发送了不带tag的PVST BPDU，SW2则向SW1发送RSTP BPDU。SW2侧也不允许vlan1后，双方都不发送RSTP BPDU。

```
[SW1-GigabitEthernet1/0/1]dis stp brief
 VLAN ID  Port                          Role  STP State   Protection
 2        GigabitEthernet1/0/1          DESI  FORWARDING  NONE
```

```
[SW2]dis stp brief
 VLAN ID  Port                          Role  STP State   Protection
 1        GigabitEthernet1/0/1          DESI  FORWARDING  NONE
 2        GigabitEthernet1/0/1          ROOT  FORWARDING  NONE
```

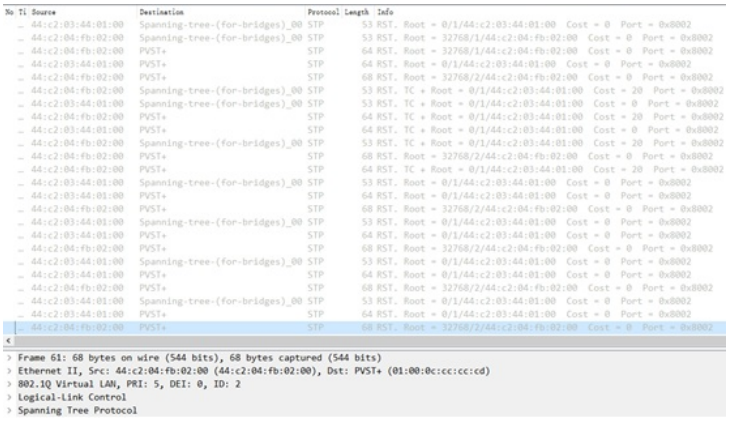


从情况6可以看到，当trunk链路放通了vlan1后就会向外发送RSTP BPDU，与PVID的设置无关，在PVST中这是作为vlan1的BPDU报文进行处理的。此外，所有trunk放通的vlan都会发送PVST BPDU，仅和PVID值相同的VLAN发出的PVST BPDU不带tag，其余均带tag，这个时候的BPDU收发需要和普通报文一样进行去标打标签操作。

7. 将SW1侧改为仅允许vlan1通过，STP状态如下。抓包结果可以发现，SW1作为根桥，会一直每次往外发送2个BPDU报文，一个为标准RSTP格式的，另一个为PVST格式的，不带vlan tag。而SW2侧端口未成为根端口时则每次会向外发送3个BPDU报文，第一个为标准的RSTP BPDU，第二个为PVST格式的BPDU，不带vlan tag，第三个为PVST格式的BPDU，带vlan tag 2。当SW2侧端口成为根端口后，每次只发送一个BPDU报文，为PVST格式，带vlan tag 2。这是因为，端口不放通vlan2，SW1不会向SW2发PVST BPDU，SW2就一直认为自己是vlan2的根桥往SW1发PVST BPDU。

```
[SW1]dis stp brief
 VLAN ID  Port                          Role  STP State   Protection
 1        GigabitEthernet1/0/1          DESI  FORWARDING  NONE
```

```
[SW2]dis stp brief
 VLAN ID  Port                          Role  STP State   Protection
 1        GigabitEthernet1/0/1          ROOT  FORWARDING  NONE
 2        GigabitEthernet1/0/1          DESI  FORWARDING  NONE
```



8. SW1重新允许vlan2通过，修改pvid值为2，并在两台设备上同时创建vlan3，允许通过。这时有端口pvid不连续告警，且两台设备上VLAN1和VLAN2的状态都为discarding。查看抓包结果，当状态稳定后，SW1除了发送带vlan tag 3的PVST BPDU外，还发送了标准的RSTP BPDU、不带tag的PVST BPDU、带vlan tag 1的PVST BPDU。而SW2发送了标准的RSTP BPDU、不带tag的PVST BPDU、带vlan tag 2的PVST BPDU。在当链路相连的两端PVID不一致时，PVST的计算可能出现错误，为了防止这样的错误，系统默认会开启PVID不一致保护功能，即做PVID不一致的检查。若端口PVID不一致保护功能触发后，端口在PVID不一致的VLAN中，会变为阻塞状态。

[SW1]%Dec 12 10:40:15:682 2020 SW1 STP/4/STP_PVID_INCONSISTENCY: Port GigabitEthernet1/0/1 with PVID 2 received PVST BPDUs from a port with PVID 1.

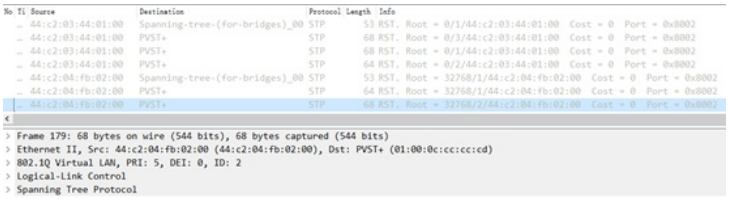
[SW2]%Dec 12 10:54:20:882 2020 SW2 STP/4/STP_PVID_INCONSISTENCY: Port GigabitEthernet1/0/1 with PVID 1 received PVST BPDUs from a port with PVID 2.

```
[SW1]dis stp brief
 VLAN ID  Port                          Role  STP State   Protection
 1        GigabitEthernet1/0/1          DESI  DISCARDING  NONE
 2        GigabitEthernet1/0/1          DESI  DISCARDING  NONE
 3        GigabitEthernet1/0/1          DESI  FORWARDING  NONE
```

```
[SW2]dis stp brief
 VLAN ID  Port                          Role  STP State   Protection
 1        GigabitEthernet1/0/1          DESI  DISCARDING  NONE
 2        GigabitEthernet1/0/1          DESI  DISCARDING  NONE
 3        GigabitEthernet1/0/1          ROOT  FORWARDING  NONE
```

```
[SW1]dis stp abnormal-port
 VLAN ID  Blocked Port                   Reason
 1        GigabitEthernet1/0/1          InconsistentPvid-Protected
 2        GigabitEthernet1/0/1          InconsistentPvid-Protected
```

```
[SW2]dis stp abnormal-port
 VLAN ID  Blocked Port                   Reason
 1        GigabitEthernet1/0/1          InconsistentPvid-Protected
 2        GigabitEthernet1/0/1          InconsistentPvid-Protected
```



从上面可以看到，当两端的PVID不同时，会触发不连续PVID保护，导致端口discard。最后看一下access和trunk对接的情况。

9. SW1侧口改为access，属于vlan1，SW2侧trunk，pvid为1，允许所有vlan。有如下告警，且最终的状态SW1被discard了，但SW2侧vlan1显示为根端口。这里说明SW2收到了SW1 access口发送的RSTP BPDU消息，对于trunk口RSTP BPDU会影响VLAN 1的stp计算。而由于SW2侧允许vlan1通过且pvid为1，就会往外发送不带tag的PVST BPDU，导致SW1触发此不连续端口保护。

[SW1]%Dec 12 13:02:50:684 2020 SW1 STP/4/STP_PORT_TYPE_INCONSISTENCY: Access port GigabitEthernet1/0/1 in VLAN 1 received PVST BPDUs from a trunk or hybrid port.

```
[SW1]dis stp brief
 VLAN ID  Port                          Role  STP State   Protection
 1        GigabitEthernet1/0/1          DESI  DISCARDING  NONE
```

```
[SW1]dis stp abnormal-port
 VLAN ID  Blocked Port                  Reason
 1        GigabitEthernet1/0/1          InconsistentPortType-Protected
```

```
[SW2]dis stp brief
 VLAN ID  Port                          Role  STP State   Protection
 1        GigabitEthernet1/0/1          ROOT  FORWARDING  NONE
 2        GigabitEthernet1/0/1          DESI  FORWARDING  NONE
 3        GigabitEthernet1/0/1          DESI  FORWARDING  NONE
```

10. 在9的基础上，SW2侧不允许vlan1通过，那么SW2就不会向SW1发送PVST BPDU了。从而不会产生阻塞。

[SW1]%Dec 12 13:08:56:846 2020 SW1 STP/6/STP_CONSISTENCY_RESTORATION: Consistency restored on VLAN 1's port GigabitEthernet1/0/1.

```
[SW1]dis stp brief
 VLAN ID  Port                          Role  STP State   Protection
 1        GigabitEthernet1/0/1          DESI  FORWARDING  NONE
```

```
[SW2]dis stp brief
 VLAN ID  Port                          Role  STP State   Protection
 2        GigabitEthernet1/0/1          DESI  FORWARDING  NONE
 3        GigabitEthernet1/0/1          DESI  FORWARDING  NONE
```

解决方法

1、 当设备运行STP、RSTP、MSTP时，发出的BPDU报文都是不带vlan tag的，对端开启STP后则能接受并上CPU处理，此时报文交互与端口类型（access、trunk、hybrid）和有无放通vlan无关；

2、 当设备运行PVST时，发出的Pvst的BPDU报文有两种，此时报文交互与端口类型（access、trunk、hybrid）和有无放通vlan有关：

l **对于Access端口**，PVST将发送RSTP格式的BPDU。目的MAC也是标准BPDU报文的MAC：0180-c200-0000，此类型的报文是untag形式的。即使两端放通的vlan不一致，仍能正常收发BPDU报文。这时如果对端设备不是PVST模式，一样可以互通，完成BPDU交互（和MSTP对接时，仅实例0之间有BPDU交互）。

l **对于Trunk端口（Hybrid口类似）**，PVST将会发送两种BPDU。一种是RSTP BPDU，仅当端口放通了vlan 1时才会发出，是untag的；另一种是思科私有的Pvst BPDU报文，目的MAC为0100-0ccc-cccd，此类型的报文是per-vlan的，Trunk端口上允许多少个vlan通过，就会发多少个这样的报文，并且除了缺省vlan的是untag外，其余vlan的均为带Tag的，此外都会携带origin vlan属性。