



警示

1. 实验报告如有雷同，雷同各方当次实验成绩均以 0 分计。
2. 当次小组成员成绩只计学号、姓名登录在下表中的。
3. 在规定时间内未上交实验报告的，不得以其他方式补交，当次成绩按 0 分计。
4. 实验报告文件以 PDF 格式提交。

专业	软件工程	班 级	19 级软件工程	组长	冼子婷
学号	18338072	18346019	18322043		
学生	冼子婷	胡文浩	廖雨轩		
实验分工					
冼子婷	进行实验，截图，编写和分析实验报告		廖雨轩	进行实验，截图，编写和分析实验报告	
胡文浩	进行实验，截图，编写和分析实验报告				

【实验题目】生成树协议

【实验目的】理解快速生成树协议的配置及原理。使网络在有冗余链路的情况下避免环路产生，避免广播风暴等。

【实验内容】

- (1) 完成实验教程实例 6-8 的实验，回答实验提出的问题及实验思考。(P204)
- (2) 抓取生成树协议数据包，分析桥协议数据单元 (BPDU)。
- (3) 在实验设备上查看 VLAN 生成树，并学会查看其它相关重要信息。

【实验要求】

一些重要信息需给出截图。注意实验步骤的前后对比！

【实验记录】(如有实验拓扑请自行画出，要求自行画出拓扑图)

实验 6-8 快速生成树协议配置

【实验目的】

理解快速生成树协议 RSTP 的配置及原理。RSTP 使网络在有冗余链路的情况下避免环路的产生，停止广播风暴等。

【技术原理】

生成树协议的作用是在交换网络中提供冗余备份链路，并且解决交换网络中的环路问题。

生成树协议利用 SPA 算法（生成树算法），在有交换环路的网络中生成一个没有环路的树形网络。运用该算法将交换网络冗余的备份链路在逻辑上断开，当主要链路出现故障时，能够自动切换到备份链路以保证数据的正常转发。

生成树协议的特点是收敛时间长，从主要链路出现故障到切换到备份链路需要 50s。

快速生成树协议在生成树协议的基础上增加了两种端口角色：替换端口和备份端口，分别作为根端口和指定端口的冗余端口。当根端口或指定端口出现故障时，冗余端口不需要经过 50s 的收敛时间，而是可以直接切换到替换端口或备份端口，从而实现 RSTP 协议的快速收敛（小于 1s）。

【实验设备】

交换机 2 台，计算机 2 台。

【实验拓扑】

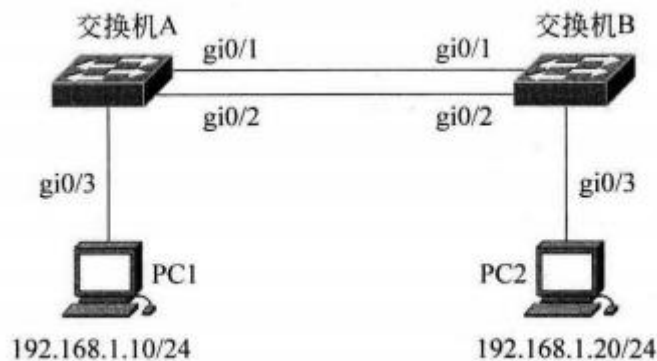
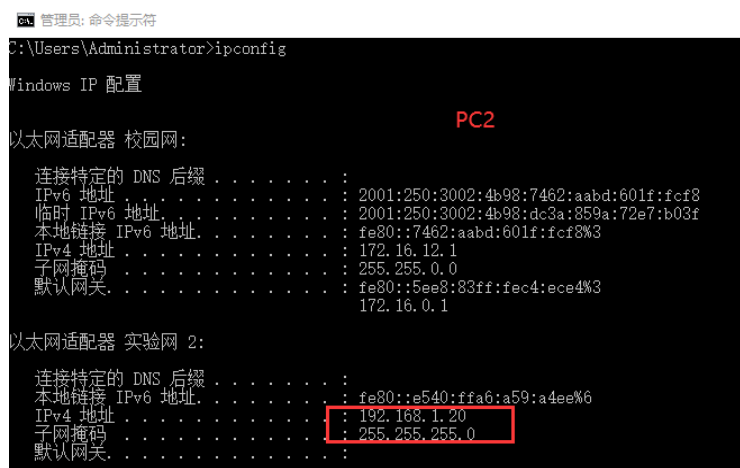
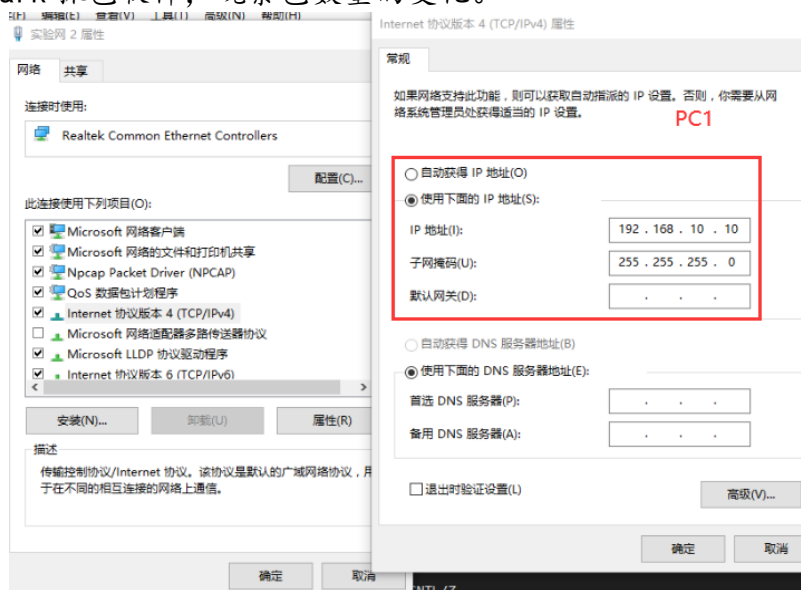


图 6-33 快速生成树实验拓扑

【实验步骤】

分析：本实验的预期是在拓扑结构存在环路的情况下，通过启用快速生成树协议，消除广播风暴，同时环路兼有冗余作用。对实验而言，必须有能直接观察风暴形成与消亡的工具。

步骤 1：为 PC1、PC2 配置 IP 地址和掩码，按照网络拓扑结构将设别连接起来，在 PC1 上启动 Wireshark 抓包软件，观察包数量的变化。





- (1) 查看两台交换机生成树的配置信息 show spanning-tree, 并记录

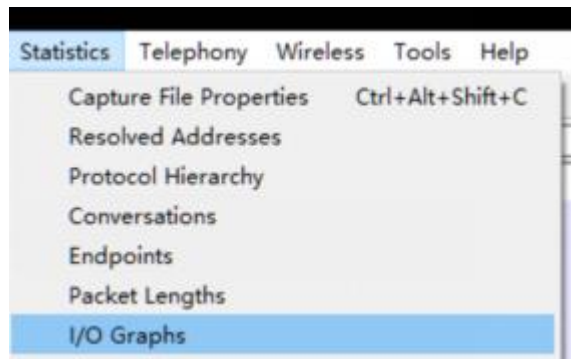
```
12-S5750-1#show spanning-tree  
No spanning tree instance exists.
```

```
SwitchB(config)#show spanning-tree  
No spanning tree instance exists.  
SwitchB(config)#
```

此时两台交换机中没有生成树。

- (2) 除保持实验网卡连通外, 切断其他网络链路, 在没有主动通信的情况下, 观察 1~2 分钟, 会有广播风暴产生吗?

启动 Wireshark 监控软件, 在 Statics->IO graphs 打开监控页面:



可以发现没有主动通信的情况下, 在 1~2 分钟内也会产生广播风暴。

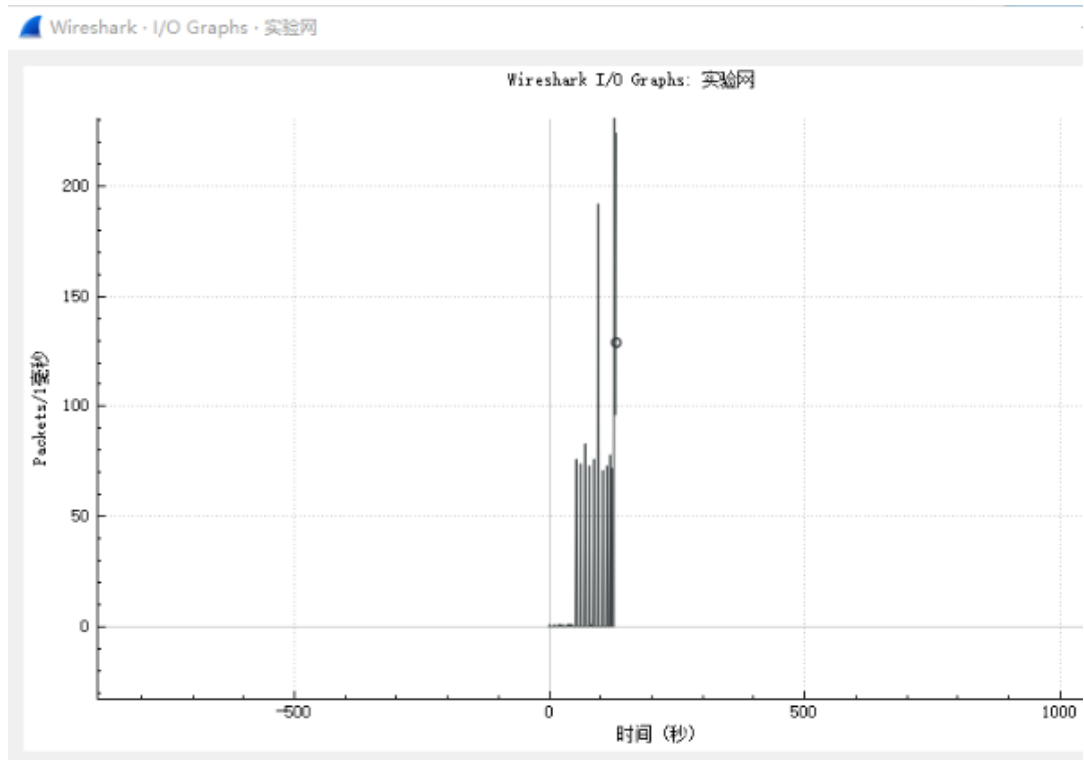


(3) 观察下列两种情况，那种情况下包增长得更快？

1) 用 PC1 ping PC2 (带参数-t)

2) 在 PC1 或 PC2 上 ping 一个非 PC1 与 PC2 的 IP (用参数-t)

判断交换机是否产生广播风暴以及有无导致计算机死锁。此时若终止 ping 命令，广播风暴仍存在吗？



在差不多同样 100 秒内，用 PC1 ping PC2 的包增长速度明显要比 PC1 ping 非 PC2 的包增长速度要快很多。此时交换机产生了广播风暴，PC 发生死锁，当终止 ping 命令后，广播风暴会停止。



计算机网络实验报告

- (4) 在进行 (3) 的两种操作时，在交换机上不时查看 MAC 地址表 `show mac-address-table` 结果如何？这是什么现象？

1	0088.9900.0ad1	DYNAMIC	GigabitEthernet 0/2
1	4433.4c0e.be66	DYNAMIC	GigabitEthernet 0/1
1	5869.6c15.553a	DYNAMIC	GigabitEthernet 0/1
12-S5750-1(config)#show mac-address-table			
Vlan	MAC Address	Type	Interface
1	0088.9900.0ad1	DYNAMIC	GigabitEthernet 0/2
1	4433.4c0e.be66	DYNAMIC	GigabitEthernet 0/1
1	5869.6c15.553a	DYNAMIC	GigabitEthernet 0/1
12-S5750-1(config)#show mac-address-table			
Vlan	MAC Address	Type	Interface
1	0088.9900.0ad1	DYNAMIC	GigabitEthernet 0/2
1	4433.4c0e.be66	DYNAMIC	GigabitEthernet 0/1
1	5869.6c15.553a	DYNAMIC	GigabitEthernet 0/1
12-S5750-1(config)#show mac-address-table			
Vlan	MAC Address	Type	Interface
1	0088.9900.0ad1	DYNAMIC	GigabitEthernet 0/2
1	4433.4c0e.be66	DYNAMIC	GigabitEthernet 0/1
1	5869.6c15.553a	DYNAMIC	GigabitEthernet 0/1
12-S5750-1(config)#show mac-address-table			
Vlan	MAC Address	Type	Interface
1	0088.9900.0ad1	DYNAMIC	GigabitEthernet 0/2
1	4433.4c0e.be66	DYNAMIC	GigabitEthernet 0/1
1	5869.6c15.553a	DYNAMIC	GigabitEthernet 0/1
12-S5750-1(config)#show mac-address-table			

```

1          0889.6c15.553a      DYNAMIC    GigabitEthernet 0/1
12-S5750-1(config)#show mac-address-table
Vlan      MAC Address      Type      Interface
-----
1          0888.9900.0ad1      DYNAMIC    GigabitEthernet 0/1
1          4433.4c0e.be66      DYNAMIC    GigabitEthernet 0/1
1          5869.6c15.553a      DYNAMIC    GigabitEthernet 0/1
12-S5750-1(config)#show mac-address-table
Vlan      MAC Address      Type      Interface
-----
1          0888.9900.0ad1      DYNAMIC    GigabitEthernet 0/1
1          4433.4c0e.be66      DYNAMIC    GigabitEthernet 0/1
1          5869.6c15.553a      DYNAMIC    GigabitEthernet 0/1
12-S5750-1(config)#show mac-address-table
Vlan      MAC Address      Type      Interface
-----
1          0888.9900.0ad1      DYNAMIC    GigabitEthernet 0/1
1          4433.4c0e.be66      DYNAMIC    GigabitEthernet 0/2
1          5869.6c15.553a      DYNAMIC    GigabitEthernet 0/1
12-S5750-1(config)#show mac-address-table
Vlan      MAC Address      Type      Interface
-----
1          0888.9900.0ad1      DYNAMIC    GigabitEthernet 0/1
1          4433.4c0e.be66      DYNAMIC    GigabitEthernet 0/2
1          5869.6c15.553a      DYNAMIC    GigabitEthernet 0/1
12-S5750-1(config)#show mac-address-table
Vlan      MAC Address      Type      Interface
-----
1          0888.9900.0ad1      DYNAMIC    GigabitEthernet 0/1
1          4433.4c0e.be66      DYNAMIC    GigabitEthernet 0/2
1          5869.6c15.553a      DYNAMIC    GigabitEthernet 0/1
12-S5750-1(config)#show mac-address-table
Vlan      MAC Address      Type      Interface
-----

```

交换机会修改 mac address 表，形成 mac 地址表的翻摆。占用交换机资源，如果大量广播帧进入的话，会严重影响交换机的处理速度，导致网络拥堵或断开。

拔下端口 2 的跳线, 继续进行以下实验:

步骤 2: 交换机 A 的基本配置。

```
Switch#configure terminal
Switch(config)#hostname switchA
switchA(config)#vlan 10
switchA(config-vlan)#name sales
switchA(config-vlan)#exit
switchA(config)#interface gigabitethernet 0/3
```




```
switchA(config-if)#switchport access vlan 10
switchA(config-if)#exit
switchA(config)#interface range gigabitethernet 0/1-2
switchA(config-if-range)#switchport mode trunk
```

步骤 3: 交换机 B 的基本配置。

```
Switch#configure terminal
Switch(config)#hostname switchB
switchB(config)#vlan 10
switchB(config-vlan)#name sales
switchB(config-vlan)#exit
switchB(config)#interface gigabitethernet 0/3
switchB(config-if)#switchport access vlan 10
switchB(config-if)#exit
switchB(config)#interface range gigabitethernet 0/1-2
switchB(config-if-range)#switchport mode trunk
```

步骤 4: 配置快速生成树协议。

交换机 A:

```
SwitchA(config)#spanning-tree           !开启生成树协议
SwitchA(config)#spanning-tree mode rstp  !指定生成树协议的类型为 RSTP
```

交换机 B:

```
SwitchB(config)#spanning-tree           !开启生成树协议
SwitchB(config)#spanning-tree mode rstp  !指定生成树协议的类型为 RSTP
```

测试: 用两根跳线将 2 台交换机按照网络拓扑结构连接起来, 将步骤 1 再做一遍, 比较配置前后的实验效果, 生成树协议起到什么作用?

```
switchA(config)#show spanning-tree
StpVersion : RSTP
SysStpStatus : ENABLED
MaxAge : 20
HelloTime : 2
ForwardDelay : 15
BridgeMaxAge : 20
BridgeHelloTime : 2
BridgeForwardDelay : 15
MaxHops : 20
TxHoldCount : 3
PathCostMethod : Long
BPDUGuard : Disabled
BPDUFilter : Disabled
LoopGuardDef : Disabled
BridgeAddr : 5869.6c15.5522
Priority: 32768
TimeSinceTopologyChange : 0d:0h:0m:8s
TopologyChanges : 2
DesignatedRoot : 32768.5869.6c15.5522
RootCost : 0
RootPort : 0
switchA(config)#
```

开启快速生成树协议后, 按照步骤 1 重复实验, 发现不论是 PC1 ping PC2 还是 PC1 ping 非 PC2 IP, 都不会产生广播风暴,

生成树协议使用生成树算法, 在具有冗余路径的容错网络中计算出一个无环路的路径, 使得一部分端口处于转发状态, 而另一部分端口处于阻塞状态, 以保证 PC1 到 PC2 之间的路径有且仅有一条, 避免回环带来的不利影响, 但同时又具有容错能力。

步骤 5: 验证测试。在一台非根交换机上执行上述命令后过 5s, 使用 show spanning-tree interface gigabitethernet 0/1 命令和 show spanning-tree



计算机网络实验报告

interface gigabitethernet 0/2 命令查看，判断哪一个端口的 StpPortState 处于丢弃状态？哪一个端口的 StpPortState 处于转发状态？

SwitchA#show spanning-tree

!查看交换机 A 生成树的配置信息

SwitchB#show spanning-tree

!查看交换机 B 生成树的配置信息

根据以上信息，判断根交换机是交换机 A 还是交换机 B？根端口是哪一个端口？

```
switchA(config)#show spanning-tree
StpVersion : RSTP
SysStpStatus : ENABLED
MaxAge : 20
HelloTime : 2
ForwardDelay : 15
BridgeMaxAge : 20
BridgeHelloTime : 2
BridgeForwardDelay : 15
MaxHops : 20
TxHoldCount : 3
PathCostMethod : Long
BPDUGuard : Disabled
BPDUFilter : Disabled
LoopGuardDef : Disabled
BridgeAddr : 5869.6c15.5522
Priority: 32768
TimeSinceTopologyChange : 0d:0h:0m:8s
TopologyChanges : 2
DesignatedRoot : 32768.5869.6c15.5522
RootCost : 0
RootPort : 0
switchA(config)#
```

```
PathCostMethod : Long
BPDUGuard : Disabled
BPDUFilter : Disabled
LoopGuardDef : Disabled
BridgeAddr : 5869.6c15.553a
Priority: 32768
TimeSinceTopologyChange : 0d:0h:0m:12s
TopologyChanges : 2
DesignatedRoot : 4096.5869.6c15.5522
RootCost : 20000
RootPort : GigabitEthernet 0/1
switchB(config)#show spanning-tree interface gigabitEthernet 0/1

PortAdminPortFast : Disabled
PortOperPortFast : Disabled
PortAdminAutoEdge : Enabled
PortOperAutoEdge : Disabled
PortAdminLinkType : auto
PortOperLinkType : point-to-point
PortBPDUGuard : Disabled
PortBPDUFilter : Disabled
PortGuardmode : None
PortState : forwarding
PortPriority : 128
PortDesignatedRoot : 4096.5869.6c15.5522
PortDesignatedCost : 0
PortDesignatedBridge : 4096.5869.6c15.5522
PortDesignatedPortPriority : 128
PortDesignatedPort : 1
PortForwardTransitions : 3
PortAdminPathCost : 20000
PortOperPathCost : 20000
Inconsistent states : normal
PortRole : rootPort
switchB(config)#show spanning-tree interface gigabitEthernet 0/2

PortAdminPortFast : Disabled
PortOperPortFast : Disabled
PortAdminAutoEdge : Enabled
PortOperAutoEdge : Disabled
PortAdminLinkType : auto
PortOperLinkType : point-to-point
PortBPDUGuard : Disabled
PortBPDUFilter : Disabled
PortGuardmode : None
PortState : discarding
PortPriority : 128
PortDesignatedRoot : 4096.5869.6c15.5522
PortDesignatedCost : 0
PortDesignatedBridge : 4096.5869.6c15.5522
PortDesignatedPortPriority : 128
PortDesignatedPort : 2
PortForwardTransitions : 3
PortAdminPathCost : 20000
PortOperPathCost : 20000
Inconsistent states : normal
PortRole : alternatePort
switchB(config)#
```

由截图可以看出，根交换机为交换机 A，交换机 B 的根端口是 interface gigabitethernet 0/1。interface gigabitethernet 0/2 处于丢弃状态，interface gigabitethernet 0/1 处于转发状态。



步骤 6: 设置交换机的优先级

```
SwitchA(config)#spanning-tree priority 4096
```

 !设置交换机 A 的优先级为 4096

实验结果显示, 当有 2 个端口都连在 1 个共享介质上时, 交换机会选择高优先级 (数值小) 的端口进入转发状态, 而低优先级 (数值大) 的端口进入丢弃状态。如果两个端口的优先级相同, 则端口号较小的端口进入转发状态。

```
SwitchB#show spanning-tree
```

 !查看交换机 B 生成树的配置信息

比较与步骤 1 中 (1) 的查询结果有什么区别。

由于交换机的优先级为 4096 的倍数, 其中 4096 为最高优先级。设置完优先级后, 交换机 A 为根交换机。通过查看交换机 B 中的生成树协议可得:

```
switchB(config)#show spanning-tree
StpVersion : RSTP
SysStpStatus : ENABLED
MaxAge : 20
HelloTime : 2
ForwardDelay : 15
BridgeMaxAge : 20
BridgeHelloTime : 2
BridgeForwardDelay : 15
MaxHops : 20
TxHoldCount : 3
PathCostMethod : Long
BPDUGuard : Disabled
BPDUFilter : Disabled
LoopGuardDef : Disabled
BridgeAddr : 5869.6c15.553a
Priority: 32768
TimeSinceTopologyChange : 0d:0h:1m:50s
TopologyChanges : 1
DesignatedRoot : 32768.5869.6c15.5522
RootCost : 20000
RootPort : GigabitEthernet 0/1
```

步骤 8: 验证交换机 B 的端口 0/1 和 0/2 的状态。

```
SwitchB#show spanning-tree interface gigabitEthernet 0/1
```

!显示交换机 B 端口 0/1 的状态

```
switchB(config)#show spanning-tree interface gigabitEthernet 0/1
PortAdminPortFast : Disabled
PortOperPortFast : Disabled
PortAdminAutoEdge : Enabled
PortOperAutoEdge : Disabled
PortAdminLinkType : auto
PortOperLinkType : point-to-point
PortBPDUGuard : Disabled
PortBPDUFilter : Disabled
PortGuardmode : None
PortState : forwarding
PortPriority : 128
PortDesignatedRoot : 4096.5869.6c15.5522
PortDesignatedCost : 0
PortDesignatedBridge : 4096.5869.6c15.5522
PortDesignatedPortPriority : 128
PortDesignatedPort : 1
PortForwardTransitions : 3
PortAdminPathCost : 20000
PortOperPathCost : 20000
Inconsistent states : normal
PortRole : rootPort
```




请回答：

- (1) 交换机 B 的端口 0/1 处于什么状态？
- (2) 端口角色是什么端口？

```
SwitchB#show spanning-tree interface gigabitEthernet 0/2
```

!显示交换机 B 端口 0/2 的状态

交换机 B 的端口 0/1 处于转发状态，端口角色是根端口。

请回答：

- (1) 交换机 B 的端口 0/2 处于什么状态？
- (2) 交换机 B 的端口 0/2 角色是什么端口？

```
switchB(config)#show spanning-tree interface gigabitEthernet 0/2

PortAdminPortFast : Disabled
PortOperPortFast : Disabled
PortAdminAutoEdge : Enabled
PortOperAutoEdge : Disabled
PortAdminLinkType : auto
PortOperLinkType : point-to-point
PortBPDUGuard : Disabled
PortBPDUFilter : Disabled
PortGuardmode : None
PortState : discarding
PortPriority : 128
PortDesignatedRoot : 4096.5869.6c15.5522
PortDesignatedCost : 0
PortDesignatedBridge : 4096.5869.6c15.5522
PortDesignatedPortPriority : 128
PortDesignatedPort : 2
PortForwardTransitions : 3
PortAdminPathCost : 20000
PortOperPathCost : 20000
Inconsistent states : normal
PortRole : alternatePort
switchB(config)#
```

交换机 B 的端口 0/2 处于阻塞状态，端口角色是替换端口。

步骤 9：实验分析

- (1) 记录经过步骤 7 后每台交换机的 BridgeAddr、Priority、DesignatedRoot、RootCost 以及 RootPort 并填入填入表格：

	交换机 A	交换机 B
Priority (网桥优先权)	4096	32768
BridgeAddr (网桥 MAC 地址)	5869.6c15.5522	5869.6c15.583a
DesignatedRoot (根网桥 ID)	4096.5869.6c15.5522	4096.5869.6c15.5522
RootCost (到根的距离)	0	20000
RootPort (根端口)	0	4096.5869.6c15.5522
Alternate (替换端口)	GigabitEthernet 0/1 GigabitEthernet 0/2	GigabitEthernet 0/2

- (2) 如果交换机 A 与交换机 B 的端口 0/1 之间的链路 down 掉（使用配置命令 shutdown 或拔掉网线），验证交换机 B 的端口 0/2 的状态，并观察状态转换时间。

端口 0/1 链路 down 掉后查看交换机 B 的端口 0/2：



SwitchB#show spanning-tree interface gigabitethernet 0/2

```
switchB(config)#show spanning-tree interface gigabitEthernet 0/2
PortAdminPortFast : Disabled
PortOperPortFast : Disabled
PortAdminAutoEdge : Enabled
PortOperAutoEdge : Disabled
PortAdminLinkType : auto
PortOperLinkType : point-to-point
PortBPDUGuard : Disabled
PortBPDUFilter : Disabled
PortGuardmode : None
PortState : discarding
PortPriority : 128
PortDesignatedRoot : 4096.5869.6c15.5522
PortDesignatedCost : 0
PortDesignatedBridge : 4096.5869.6c15.5522
PortDesignatedPortPriority : 128
PortDesignatedPort : 2
PortForwardTransitions : 3
PortAdminPathCost : 20000
PortOperPathCost : 20000
Inconsistent states : normal
PortRole : alternatePort
switchB(config)#show spanning-tree
StpVersion : RSTP
SysStpStatus : ENABLED
MaxAge : 20
HelloTime : 2
ForwardDelay : 15
BridgeMaxAge : 20
BridgeHelloTime : 2
BridgeForwardDelay : 15
MaxHops : 20
TxHoldCount : 3
PathCostMethod : Long
BPDUGuard : Disabled
BPDUFilter : Disabled
LoopGuardDef : Disabled
BridgeAddr : 5869.6c15.553a
Priority : 32768
TimeSinceTopologyChange : 0d:0h:1m:23s
TopologyChanges : 2
DesignatedRoot : 4096.5869.6c15.5522
RootCost : 20000
RootPort : GigabitEthernet 0/1
switchB(config)#*Apr 11 05:19:48: %SPANTREE-5-ROOTCHANGE: Root Changed: New Root Port is GigabitEthernet 0/2. New Root Mac Address is 5869.6c15.5522.
*Apr 11 05:19:48: %SPANTREE-5-TOPOTRAP: Topology Change Trap.
*Apr 11 05:19:50: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet 0/1, changed state to down.
*Apr 11 05:19:50: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet 0/1, changed state to down
..
```

拔掉 0/1 端口的网线后，交换机 B 的端口 0/2 端口变为转发状态，状态转换时间约为 2 秒。

说明交换机 B 的端口 0/2 从阻塞状态转换到转发状态，说明生成树协议此时启用了原先处于阻塞状态的冗余链路。状态转换时间大约为 2s。

以上结论是正确的。

- (3) 记录此时每台交换机的 BridgeAddr、Priority、DesignatedRoot、RootCost 以及 RootPort 并与 (1) 比较，分析发生的变化：

	交换机 A	交换机 B
Priority (网桥优先权)	4096	32768
BridgeAddr (网桥 MAC 地址)	5869.6c15.5522	5869.6c15.583a
DesignatedRoot (根网桥 ID)	4096.5869.6c15.5522	4096.5869.6c15.5522
RootCost (到根的距离)	0	20000
RootPort (根端口)	0	4096.5869.6c15.5522
Alternate (替换端口)	GigabitEthernet 0/1 GigabitEthernet 0/2	GigabitEthernet 0/2

- (4) 当交换机 A 与交换机 B 之间的一条链路 down 掉时，验证 PC1 和 PC2 仍能互相 ping 通，并观察 ping 的丢包情况。

以下为从 PC1 ping PC2 的结果：



```

C:\Windows\system32\cmd.exe
来自 192.168.1.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 192.168.1.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 192.168.1.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 192.168.1.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 192.168.1.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 192.168.1.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 192.168.1.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 192.168.1.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 192.168.1.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 192.168.1.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 192.168.1.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 192.168.1.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 192.168.1.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 192.168.1.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 192.168.1.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 192.168.1.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 192.168.1.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 192.168.1.20 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 94, 已接收 = 94, 丢失 = 0 (0% 丢失),
    往返行程的估计时间 (以毫秒为单位):
        最短 = 0ms, 最长 = 0ms, 平均 = 0ms
Control-C
^C
C:\Users\Administrator>

```

拔掉交换机 A 和交换机 B 的端口 0/1（或 0/2）之间的连线，观察丢包情况，请拔线前确定哪个是根端口、那个是阻塞端口，解析拔线后的丢包情况。

```
switchB(config)#show spanning-tree
StpVersion: RSTP
SysStpStatus: ENABLED
MaxAge: 20
HelloTime: 2
ForwardDelay: 15
BridgeMaxAge: 20
BridgeHelloTime: 2
BridgeForwardDelay: 15
MaxHops: 20
TxHoldCount: 3
PathCostMethod: Long
BPDUGuard: Disabled
BPDUFILTER: Disabled
LoopGuardDef: Disabled
BridgeAddr: 5869.6c15.553a
Priority: 32768
TimeSinceTopologyChange: 0d:0h:1m:23s
TopologyChanges: 2
DesignatedRoot: 4096.5869.6c15.5522
RootCost: 20000
RootPort: GigabitEthernet 0/1
switchB(config)#*Apr 11 05:19:48: %SPANTREE-5-ROOTCHANGE: Root Changed: New Root Port is GigabitEthernet
2. New Root Mac Address is 5869.6c15.5522.
*Apr 11 05:19:48: %SPANTREE-5-TOPOTRAP: Topology Change Trap.
*Apr 11 05:19:50: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet 0/1, changed state to down.
*Apr 11 05:19:50: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet 0/1, changed state to
down.
switchB(config)#show spanning-tree interface gigabitEthernet 0/2

PortAdminPortFast: Disabled
PortOperPortFast: Disabled
PortAdminAutoEdge: Enabled
PortOperAutoEdge: Disabled
PortAdminLinkType: auto
PortOperLinkType: point-to-point
PortBPDUGuard: Disabled
PortBPDUFILTER: Disabled
PortGuardmode: None
PortState: forwarding
PortPriority: 128
PortDesignatedRoot: 4096.5869.6c15.5522
PortDesignatedCost: 0
PortDesignatedBridge: 4096.5869.6c15.5522
PortDesignatedPortPriority: 128
PortDesignatedPort: 2
PortForwardTransitions: 4
PortAdminPathCost: 20000
PortOperPathCost: 20000
Inconsistent states: normal
PortRole: rootPort
switchB(config)#
```

拔线前，交换机 B 的端口 0/1 是根端口，0/2 是阻塞端口。

拔线后，交换机 B 的端口 0/2 是根端口。

拔线后有出现丢包的情况，但又很快恢复正常。

- (5) 记录此时每台交换机的 BridgeAddr、BridgeAddr、Priority、DesignatedRoot、RootCost 以及 RootPort, 填入表格并与 (1) 比较, 分析发生的变化。



	交换机 A	交换机 B
Priority (网桥优先权)	4096	32768
BridgeAddr (网桥 MAC 地址)	5869.6c15.5522	5869.6c15.583a
DesignatedRoot (根网桥 ID)	4096.5869.6c15.5522	4096.5869.6c15.5522
RootCost (到根的距离)	0	20000
RootPort (根端口)	0	4096.5869.6c15.5522
Alternate (替换端口)	GigabitEthernet 0/1 GigabitEthernet 0/2	GigabitEthernet 0/2

(6) 启动监控软件 Wireshark, 捕获 BPDU 并进行协议分析。

```
> Source: RuijieNe_15:58:ce (58:69:6c:15:58:ce)
  Length: 39
> Trailer: 000f000020302f
  Frame check sequence: 0xaad0e503 [unverified]
  [FCS Status: Unverified]
▼ Logical-Link Control
  > DSAP: Spanning Tree BPDU (0x42)
  > SSAP: Spanning Tree BPDU (0x42)
  > Control field: U, func=UI (0x03)
▼ Spanning Tree Protocol
  Protocol Identifier: Spanning Tree Protocol (0x0000)
  Protocol Version Identifier: Rapid Spanning Tree (2)
  BPDU Type: Rapid/Multiple Spanning Tree (0x02)
  ▼ BPDU flags: 0x7c, Agreement, Forwarding, Learning, Port Role: Designated
    0... .... = Topology Change Acknowledgment: No
    .1... .... = Agreement: Yes
    ..1. .... = Forwarding: Yes
    ...1 .... = Learning: Yes
    .... 11.. = Port Role: Designated (3)
    .... ..0. = Proposal: No
    .... ...0 = Topology Change: No
  ▼ Root Identifier: 4096 / 0 / 58:69:6c:15:55:54
    Root Bridge Priority: 4096
    Root Bridge System ID Extension: 0
    Root Bridge System ID: RuijieNe_15:55:54 (58:69:6c:15:55:54)
    Root Path Cost: 20000
  ▼ Bridge Identifier: 32768 / 0 / 58:69:6c:15:58:ce
    Bridge Priority: 32768
    Bridge System ID Extension: 0
    Bridge System ID: RuijieNe_15:58:ce (58:69:6c:15:58:ce)
  Port identifier: 0x8003
  Message Age: 1
  Max Age: 20
  Hello Time: 2
  Forward Delay: 15
  Version 1 Length: 0
```

BPDU 格式为: DMA SMA L/T LLC Header Payload, 分别为目的 MAC 地址, 源 MAC 地址, 帧长, 配置消息固定的链路头和 BPDU 数据, 其主要内容包括根网桥的 Identifier (RootID), 从指定网桥到根网桥的最小路径开销 (RootPathCost), 指定网桥的 ID, 指定网桥的指定端口 ID。

在 Spanning Tree Protocol 中可以得到:

协议号: 0x0000;

版本号: 2;

报文类型: 0x02;

标记信息 (BPDU flags): 0x7c;

根网桥号: 4096 / 0 / 58:69:6c:15:55:54;

优先级: 4096;

根路径消耗: 20000;

发送网桥 ID: 32768 / 0 / 58:69:6c:15:58:ce;

端口 ID: 0x8003;

呼叫时间: 2s;



转发延时: 15

【实验思考】

- (1) 请问该实验中有无环路？请说明判断的理由，如果存在，说明交换机是如何避免环路的。

实验开始时，由于网络拓扑结构图中交换机 A 和交换机 B 间存在冗余链路，即存在环路，所以导致广播风暴，也即实验设备中存在环路。

后续实验中，交换机 A 和交换机 B 开启生成树协议后，确保网络中有环路时候自动切断环路，消除环路带来的影响如广播风暴。

- (2) 冗余链路会不会出现 MAC 地址表不稳定和多帧复制的问题？请举例说明。

当 PC1 ping PC2 时，交换机 A 和交换机 B 中没有 PC2 的地址，在交换机收到数据包后，会以广播形式向其他端口转发，又因为网络中环路的存在，交换机 A 中也没有 PC2 的地址，数据又会向其他端口转发，数据会经过环路，反复广播导致广播风暴的发生，此时交换机 MAC 表也会不断变化，产生翻摆的不稳定现象。

当 PC1 ping PC2 发送数据包时，由于交换机 A 中没有 PC2 的 MAC 地址，此时交换机 A 会将这个单播帧从端口 0/1 和 0/2 泛洪，因为交换机 B 就会从两个端口分别收到两个单播帧，如果交换机 B 的 MAC 地址表中已经有了 PC2 的地址，它就会将这两个帧分别转发给 PC2，PC2 就收到多个同样的数据包，导致多帧复制。

- (3) 将实验改用 STP 协议，重点观察状态转换时间。

```
SwitchB(config)#
SwitchB(config)#spanning-tree mode stp
SwitchB(config)#*Apr 11 05:26:08: %SPANTREE-5-ROOTCHANGE: Root Changed: New Root Port is GigabitEthernet 0/1
New Root Mac Address is 5869.6c15.5522.
*Apr 11 05:26:09: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet 0/1, changed state to up.
*Apr 11 05:26:09: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet 0/1, changed state to up.
*Apr 11 05:26:09: %SPANTREE-5-TOPOTRAP: Topology Change Trap.

SwitchB(config)#*Apr 11 05:26:31: %LLDP-4-CREATEREM: Port GigabitEthernet 0/1 created one new neighbor, Chassis ID is 5869.6c15.5522, Port ID is Gi0/1.

SwitchB(config)#*Apr 11 05:26:36: %SPANTREE-6-RCVDTCPDU: Received tc bpd on port GigabitEthernet 0/2 on MST0.
*Apr 11 05:26:36: %SPANTREE-6-RCVDTCPDU: Received tc bpd on port GigabitEthernet 0/1 on MST0.
*Apr 11 05:26:37: %SPANTREE-5-TOPOTRAP: Topology Change Trap.
*Apr 11 05:26:38: %SPANTREE-6-RCVDTCPDU: Received tc bpd on port GigabitEthernet 0/2 on MST0.
*Apr 11 05:26:38: %SPANTREE-6-RCVDTCPDU: Received tc bpd on port GigabitEthernet 0/1 on MST0.
*Apr 11 05:26:40: %SPANTREE-6-RCVDTCPDU: Received tc bpd on port GigabitEthernet 0/2 on MST0.
*Apr 11 05:26:40: %SPANTREE-6-RCVDTCPDU: Received tc bpd on port GigabitEthernet 0/1 on MST0.
*Apr 11 05:26:42: %SPANTREE-6-RCVDTCPDU: Received tc bpd on port GigabitEthernet 0/2 on MST0.
*Apr 11 05:26:42: %SPANTREE-6-RCVDTCPDU: Received tc bpd on port GigabitEthernet 0/1 on MST0.
*Apr 11 05:26:44: %SPANTREE-6-RCVDTCPDU: Received tc bpd on port GigabitEthernet 0/2 on MST0.
*Apr 11 05:26:44: %SPANTREE-6-RCVDTCPDU: Received tc bpd on port GigabitEthernet 0/1 on MST0.
*Apr 11 05:26:46: %SPANTREE-6-RCVDTCPDU: Received tc bpd on port GigabitEthernet 0/2 on MST0.
*Apr 11 05:26:46: %SPANTREE-6-RCVDTCPDU: Received tc bpd on port GigabitEthernet 0/1 on MST0.
*Apr 11 05:26:48: %SPANTREE-6-RCVDTCPDU: Received tc bpd on port GigabitEthernet 0/2 on MST0.
*Apr 11 05:26:48: %SPANTREE-6-RCVDTCPDU: Received tc bpd on port GigabitEthernet 0/1 on MST0.
*Apr 11 05:26:50: %SPANTREE-6-RCVDTCPDU: Received tc bpd on port GigabitEthernet 0/2 on MST0.
*Apr 11 05:26:52: %SPANTREE-6-RCVDTCPDU: Received tc bpd on port GigabitEthernet 0/1 on MST0.
*Apr 11 05:26:52: %SPANTREE-6-RCVDTCPDU: Received tc bpd on port GigabitEthernet 0/2 on MST0.
*Apr 11 05:26:54: %SPANTREE-6-RCVDTCPDU: Received tc bpd on port GigabitEthernet 0/1 on MST0.
*Apr 11 05:26:54: %SPANTREE-6-RCVDTCPDU: Received tc bpd on port GigabitEthernet 0/2 on MST0.
*Apr 11 05:26:56: %SPANTREE-6-RCVDTCPDU: Received tc bpd on port GigabitEthernet 0/1 on MST0.
*Apr 11 05:26:56: %SPANTREE-6-RCVDTCPDU: Received tc bpd on port GigabitEthernet 0/2 on MST0.
*Apr 11 05:26:58: %SPANTREE-6-RCVDTCPDU: Received tc bpd on port GigabitEthernet 0/1 on MST0.
*Apr 11 05:26:58: %SPANTREE-6-RCVDTCPDU: Received tc bpd on port GigabitEthernet 0/2 on MST0.
*Apr 11 05:27:00: %SPANTREE-6-RCVDTCPDU: Received tc bpd on port GigabitEthernet 0/1 on MST0.
*Apr 11 05:27:00: %SPANTREE-6-RCVDTCPDU: Received tc bpd on port GigabitEthernet 0/2 on MST0.
*Apr 11 05:27:02: %SPANTREE-6-RCVDTCPDU: Received tc bpd on port GigabitEthernet 0/1 on MST0.
*Apr 11 05:27:02: %SPANTREE-6-RCVDTCPDU: Received tc bpd on port GigabitEthernet 0/2 on MST0.
*Apr 11 05:27:04: %SPANTREE-6-RCVDTCPDU: Received tc bpd on port GigabitEthernet 0/1 on MST0.
*Apr 11 05:27:04: %SPANTREE-6-RCVDTCPDU: Received tc bpd on port GigabitEthernet 0/2 on MST0.
*Apr 11 05:27:06: %SPANTREE-6-RCVDTCPDU: Received tc bpd on port GigabitEthernet 0/1 on MST0.
*Apr 11 05:27:06: %SPANTREE-6-RCVDTCPDU: Received tc bpd on port GigabitEthernet 0/2 on MST0.
*Apr 11 05:27:08: %SPANTREE-6-RCVDTCPDU: Received tc bpd on port GigabitEthernet 0/1 on MST0.
*Apr 11 05:27:08: %SPANTREE-6-RCVDTCPDU: Received tc bpd on port GigabitEthernet 0/2 on MST0.
*Apr 11 05:27:10: %SPANTREE-6-RCVDTCPDU: Received tc bpd on port GigabitEthernet 0/1 on MST0.
*Apr 11 05:27:10: %SPANTREE-6-RCVDTCPDU: Received tc bpd on port GigabitEthernet 0/2 on MST0.
SwitchB(config)#
```

改用 STP 协议后，状态转换的时间变慢，冗余端口转换大概需要 50s 的收敛时间。

- (4) 在本实验中，开始时首先在两台交换机之间只连接一根跳线，发现可以正常 ping 通。此时在两台交换机之间多接一根跳线，发现还是可以继续正常 ping 通，请问



此时有广播风暴吗？

开始时首先在两台交换机之间只连接一根跳线，发现可以正常 ping 通。此时在两台交换机之间多接一根跳线，在能正常 ping 通的情况下，如果交换机中未开启生成树协议，仍会产生广播风暴。

学号	学生	自评分
18338072	冼子婷	98
18322043	廖雨轩	98
18346019	胡文浩	98

本次实验完成后，请根据组员在实验中的贡献，请实事求是，自评在实验中应得的分数。（按百分制）

【交实验报告】

上传实验报告：<ftp://172.18.178.1/>

截止日期（不迟于）：1 周之内

上传包括两个文件：

（1）小组实验报告。上传文件名格式：小组号_Ftp 协议分析实验.pdf （由组长负责上传）

例如：文件名“10_Ftp 协议分析实验.pdf”表示第 10 组的 Ftp 协议分析实验报告

（2）小组成员实验体会。每个同学单独交一份只填写了实验体会的实验报告。只需填写自己的学号和姓名。

文件名格式：小组号_学号_姓名_Ftp 协议分析实验.pdf （由组员自行上传）

例如：文件名“10_05373092_张三_Ftp 协议分析实验.pdf”表示第 10 组的 Ftp 协议分析实验报告。

注意：不要打包上传！