



## 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。

院系	数据科学与计算机学院	班 级	周一班	组长	曾妮
学号	16340011	16340013	16340041		
学生	曾妮	曾翔	陈亚楠		
实验分工					
本次实验，三人共同完成三组实验，报告的撰写则一人负责部分报告。					

【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。

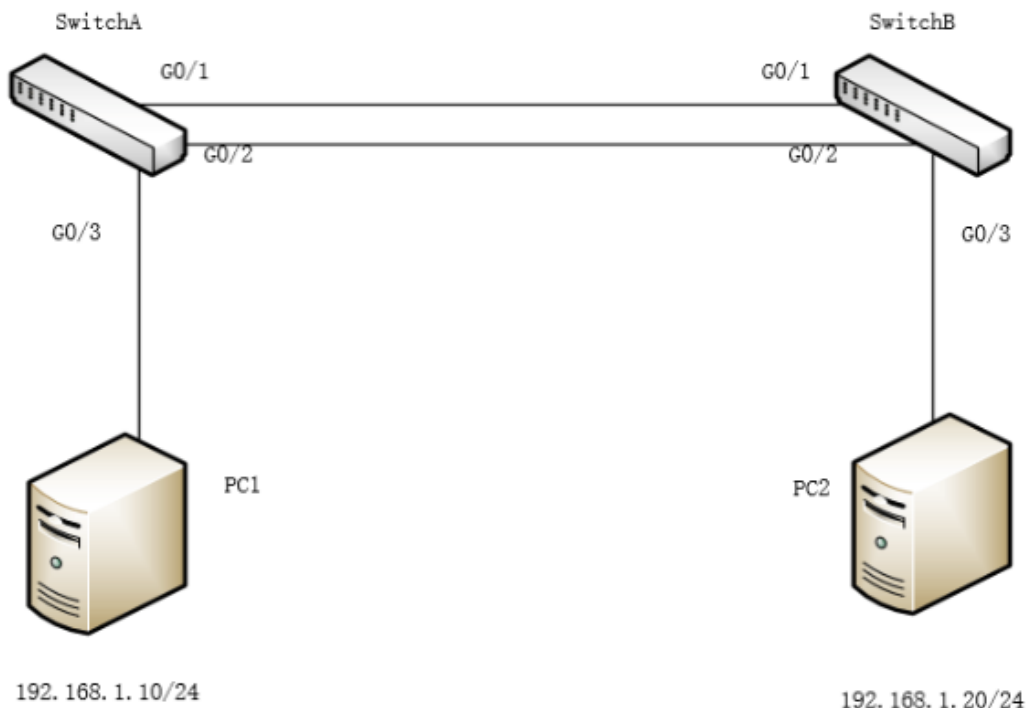
【实验要求】

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)

实验拓扑图如下：



步骤 1：为 PC1、PC2 配置 IP 地址和掩码，按照如上拓扑图连接起来。

在 PC1 上启动 Wireshark 软件观察包的数量变化如下：



捕获				
硬件:	Intel(R) Core(TM) i7-7700 CPU @ 3.60GHz (with SSE4.2)			
OS:	64-bit Windows 7 Service Pack 1, build 7601			
应用:	Dumpcap (Wireshark) 2.4.3 (v2.4.3-0-g368ba1ee37)			
接口				
接口	设备分组	捕获过滤器	链路类型	分组大小限制
\\Device\\NPF_{C5167126-78C4-4B3C-BFDB-DD5EB87F177C}	未知	无	Ethernet	65535 字节
统计				
测量	已捕获	已显示	标记	
分组	72388	72388 (100.0%)	—	
时间跨度, s	64.479	64.479	—	
平均 pps	1122.7	1122.7	—	
平均分组大小, B	1298.5	1298.5	—	
字节	93997075	93997075 (100.0%)	0	
平均 字节/秒	1457 k	1457 k	—	
平均 比特/秒	11 M	11 M	—	

可以看到图中已捕获的数据包为 72388 个，所以是产生了广播风暴。  
交换机的生成树配置信息如下图：

```
9-S5750-1>en 14
Password:
9-S5750-1#show spanning-tree
No spanning tree instance exists.
9-S5750-1#
```

就绪 Telnet 24, 11 24 行, 80 列 VT100 数字

```
172.16.9.5 - SecureCRT
文件(F) 编辑(E) 查看(V) 选项(O) 传输
172.16.9.5
9-S5750-2>en 14
Password:
9-S5750-2#show spanning-tree
No spanning tree instance exists.
```

无生成树配置信息。

用 PC1 ping PC2 带参数-t

接口				
接口	设备分组	捕获过滤器	链路类型	
\Device\NPF_{C5167126-78C4-4B3C-BFDB-DD5EB87F177C}	未知	无	Ethernet	
统计				
测量	已捕获	已显示	标记	
分组	2478729	2478729 (100.0%)	—	
时间跨度, s	41.410	41.410	—	
平均 pps	59857.7	59857.7	—	
平均分组大小, B	194.5	194.5	—	
字节	482660247	482660247 (100.0%)	0	
平均 字节/秒	11 M	11 M	—	
平均 比特/秒	93 M	93 M	—	

可以看到图中的数据包数量为 2478729，可见此时包增长的更快，已经产生广播风暴，但是 PC 并未发生死锁。

步骤 2：配置交换机 A。



```
switchA#show interfaces gigabitEthernet 0/1 switchport
Interface          Switchport Mode      Access Native Protected VLAN lists
-----
GigabitEthernet 0/1  enabled   TRUNK    1      1      Disabled ALL
switchA#show interfaces gigabitEthernet 0/2 switchport
Interface          Switchport Mode      Access Native Protected VLAN lists
-----
GigabitEthernet 0/2  enabled   TRUNK    1      1      Disabled ALL
switchA#
```

就绪 Telnet 24, 9 24行, 80列 VT100 数字

如上图，交换机 A 已经配置完成。

步骤 3：交换机 B 的配置。

```
172.16.20.5 - SecureCRT
文件(F) 编辑(E) 查看(V) 选项(O) 传输(T) 脚本(S) 工具(L) 帮助(H)
172.16.20.5
switchB(config-if-range)#show vlan
VLAN Name          Status      Ports
-----
1 VLAN0001          STATIC      Gi0/1, Gi0/2, Gi0/4, Gi0/5
                  Gi0/6, Gi0/7, Gi0/8, Gi0/9
                  Gi0/10, Gi0/11, Gi0/12, Gi0/13
                  Gi0/14, Gi0/15, Gi0/16, Gi0/17
                  Gi0/18, Gi0/19, Gi0/20, Gi0/21
                  Gi0/22, Gi0/23, Gi0/24, Gi0/25
                  Gi0/26, Gi0/27, Gi0/28
10 sales            STATIC      Gi0/1, Gi0/2, Gi0/3

switchB(config-if-range)#exit
switchB(config)#show interf
switchB(config)#show interfaces giga
switchB(config)#show interfaces range gigabitEthernet 0/1-2 switchport

% Invalid input detected at '^' marker.

switchB(config)#show interfaces gigabitEthernet 0/1 switchport
Interface          Switchport Mode      Access Native Protected VLAN lists
-----
GigabitEthernet 0/1  enabled   TRUNK    1      1      Disabled ALL
switchB(config)#show interfaces gigabitEthernet 0/2 switchport
Interface          Switchport Mode      Access Native Protected VLAN lists
-----
GigabitEthernet 0/2  enabled   TRUNK    1      1      Disabled ALL
switchB(config)#
```

就绪 Telnet 36, 17 36行, 80列 VT100 数字

如上图，交换机 B 配置完成。

步骤 4：配置好快速生成树协议之后将步骤 1 再做一遍。



接口		丢弃分组	捕获过滤器	链路类型
\Device\NPF_{C5167126-78C4-4B3C-BFDB-DD5EB87F177C}		未知	无	Ethernet
统计				
测量	已捕获	已显示	标记	
分组	60	60 (100.0%)	—	
时间跨度, s	34.529	34.529	—	
平均 pps	1.7	1.7	—	
平均分组大小, B	198.5	198.5	—	
字节	11899	11899 (100.0%)	0	
平均 字节/秒	344	344	—	
平均 比特/秒	2756	2756	—	



可以看到没有产生广播风暴，也没有导致计算机的死锁。

步骤 5：查看交换机 A、B 的配置信息以及在一台非根交换机上查看哪一个端口处于丢弃状态，哪一个端口处于转发状态。

首先交换机 A 的配置信息：

```
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 : 1414.4b5a.0204
Priority: 32768
TimeSinceTopologyChange : 0d:0h:1m:12s
TopologyChanges : 2
DesignatedRoot : 32768.1414.4b5a.0204
RootCost : 0
RootPort : 0
```

交换机 B 的配置信息：

```
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 : 1414.4b5a.020c
Priority: 32768
TimeSinceTopologyChange : 0d:0h:0m:18s
TopologyChanges : 1
DesignatedRoot : 4096.1414.4b1b.6dc8
RootCost : 20000
RootPort : GigabitEthernet 0/1
switchB(config)#
```

由上图可以看出，交换机 A 是根交换机（交换机 A 的 RootCost 与 RootPort 都是 0），根端口为 G0/1 端口。端口信息如下图：



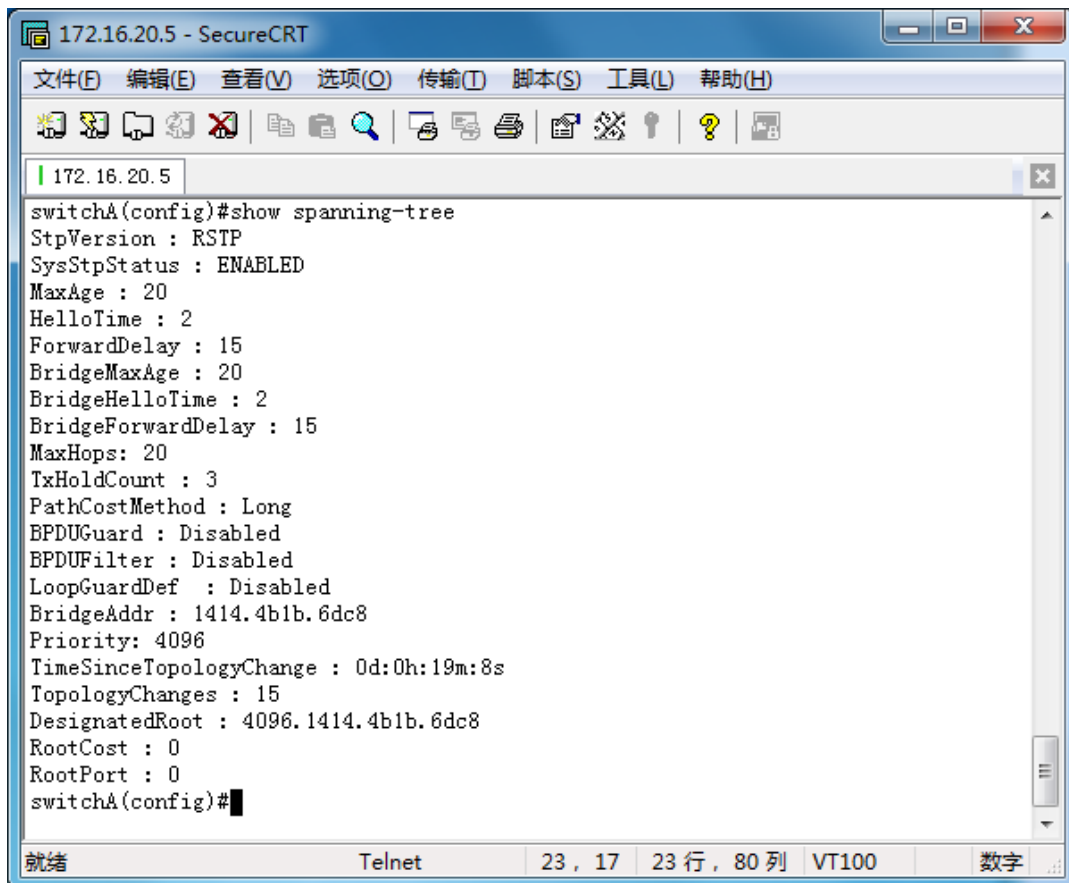
```
172.16.20.5 - SecureCRT
文件(F) 编辑(E) 查看(V) 选项(O) 传输(T) 脚本(S) 工具(L) 帮助(H)
172.16.20.5
switchB(config)#show spanning-tree interface gigabitethernet 0/1
PortAdminPortFast : Disabled
PortOperPortFast : Disabled
PortAdminAutoEdge : Enabled
PortOperAutoEdge : Disabled
PortAdminLinkType : auto
PortOperLinkType : point-to-point
PortBPDUGuard : Disabled
PortBPDUFilter : Disabled
PortGuardmode : None
PortState : forwarding
PortPriority : 128
PortDesignatedRoot : 4096.1414.4b1b.6dc8
PortDesignatedCost : 0
PortDesignatedBridge : 4096.1414.4b1b.6dc8
PortDesignatedPortPriority : 128
PortDesignatedPort : GigabitEthernet 0/1
PortForwardTransitions : 1
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 : 4096.1414.4b1b.6dc8
PortDesignatedCost : 0
PortDesignatedBridge : 4096.1414.4b1b.6dc8
PortDesignatedPortPriority : 128
PortDesignatedPort : GigabitEthernet 0/2
PortForwardTransitions : 0
PortAdminPathCost : 20000
PortOperPathCost : 20000
Inconsistent states : normal
PortRole : alternatePort
switchB(config)#
```

就绪 Telnet 47, 17 47行, 80列 VT100 数字

从上图可以看出端口 G0/1 是转发状态，端口 G0/2 是丢弃状态。

步骤 6：设置交换机的优先级。

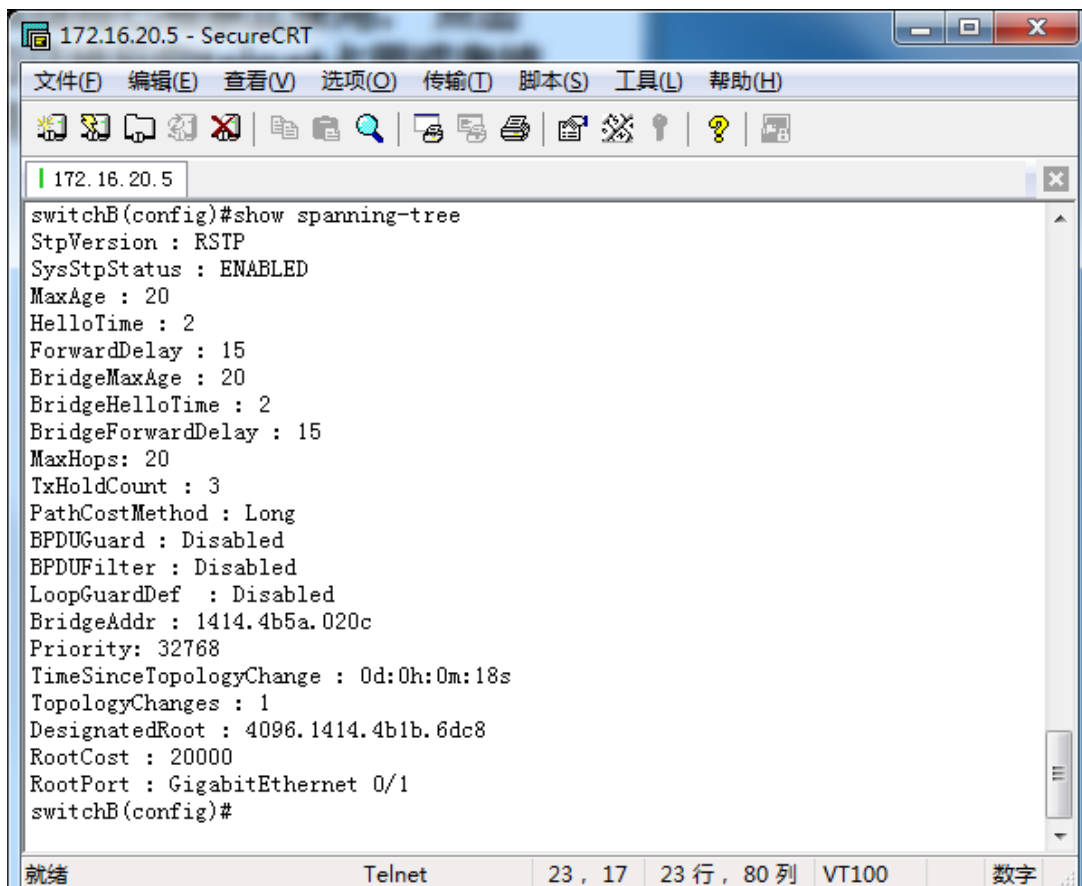
步骤 7：验证交换机 A 的优先级。得到如图：



```
172.16.20.5 - SecureCRT
文件(F) 编辑(E) 查看(V) 选项(O) 传输(T) 脚本(S) 工具(L) 帮助(H)
172.16.20.5
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 : 1414.4b1b.6dc8
Priority: 4096
TimeSinceTopologyChange : 0d:0h:19m:8s
TopologyChanges : 15
DesignatedRoot : 4096.1414.4b1b.6dc8
RootCost : 0
RootPort : 0
switchA(config)#
```

就绪 Telnet 23, 17 23 行, 80 列 VT100 数字

可以看到交换机 A 的优先级改变了。



```
172.16.20.5 - SecureCRT
文件(F) 编辑(E) 查看(V) 选项(O) 传输(T) 脚本(S) 工具(L) 帮助(H)
172.16.20.5
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 : 1414.4b5a.020c
Priority: 32768
TimeSinceTopologyChange : 0d:0h:0m:18s
TopologyChanges : 1
DesignatedRoot : 4096.1414.4b1b.6dc8
RootCost : 20000
RootPort : GigabitEthernet 0/1
switchB(config)#
```

就绪 Telnet 23, 17 23 行, 80 列 VT100 数字

步骤 1 中的查询结果为还未开启生成树的结果。





步骤 8:

```
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 : 4096.1414.4b1b.6dc8
PortDesignatedCost : 0
PortDesignatedBridge : 4096.1414.4b1b.6dc8
PortDesignatedPortPriority : 128
PortDesignatedPort : GigabitEthernet 0/1
PortForwardTransitions : 1
PortAdminPathCost : 20000
PortOperPathCost : 20000
Inconsistent states : normal
PortRole : rootPort
```

如图：交换机 B 中的端口 0/1 处于转发状态，端口角色是根端口。

```
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 : 4096.1414.4b1b.6dc8
PortDesignatedCost : 0
PortDesignatedBridge : 4096.1414.4b1b.6dc8
PortDesignatedPortPriority : 128
PortDesignatedPort : GigabitEthernet 0/2
PortForwardTransitions : 0
PortAdminPathCost : 20000
PortOperPathCost : 20000
Inconsistent states : normal
PortRole : alternatePort
```

交换机 B 的端口 0/2 处于丢弃状态，端口角色为阻塞端口。

步骤 9:

(1) 此时交换机的生成树信息:





	交换机 A	交换机 B
Priority (网桥优先权)	4096	32768
BridgeAddr (网桥 MAC 地址)	1414.4b1b.6dc8	1414.4b5a.020c
DesignatedRoot (根网桥 ID)	4096.1414.4b1b.6dc8	32768.1414.4b1b.6dc8
RootCost (到根的距离)	0	20000
RootPort (根端口)	0	Gi 0/1
Deignated (指定端口)	Gi 0/1 gi0/2	

(2) 拔掉端口的网线，查看交换机 B 的 0/2 端口：

可以看到RP 已变为端口0/2，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。

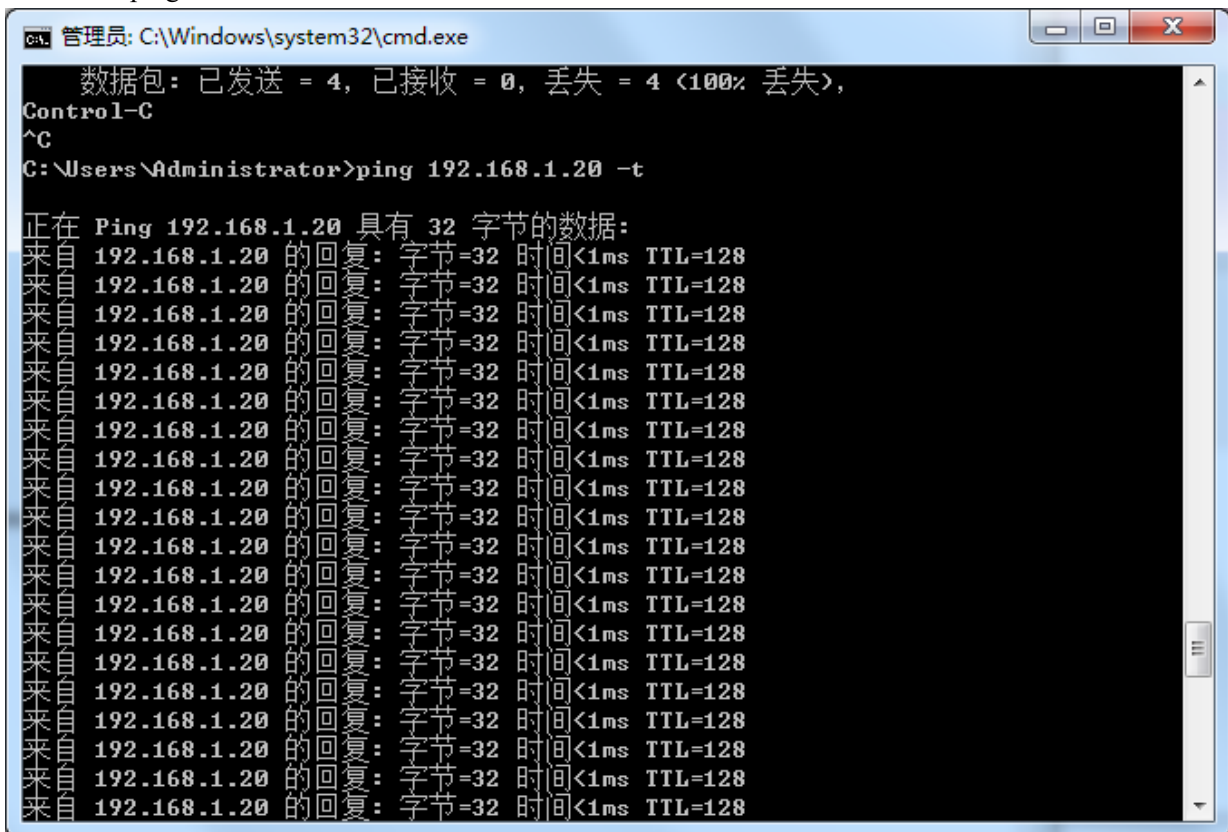
(3) 由于端口0/1 链路down 掉，交换机A 的DP 由gi 0/1 和gi0/2 变为gi0/2，交换机B的RP 由gi0/1 变为gi0/2

	交换机 A	交换机 B
Priority (网桥优先权)	4096	32768
BridgeAddr (网桥 MAC 地址)	1414.4b1b.6dc8	1414.4b5a.020c
DesignatedRoot (根网桥 ID)	4096.1414.4b1b.6dc8	4096.1414.4b1b.6dc8
RootCost (到根的距离)	0	20000
RootPort (根端口)	0	Gi 0/2
Deignated (指定端口)	gi0/2	



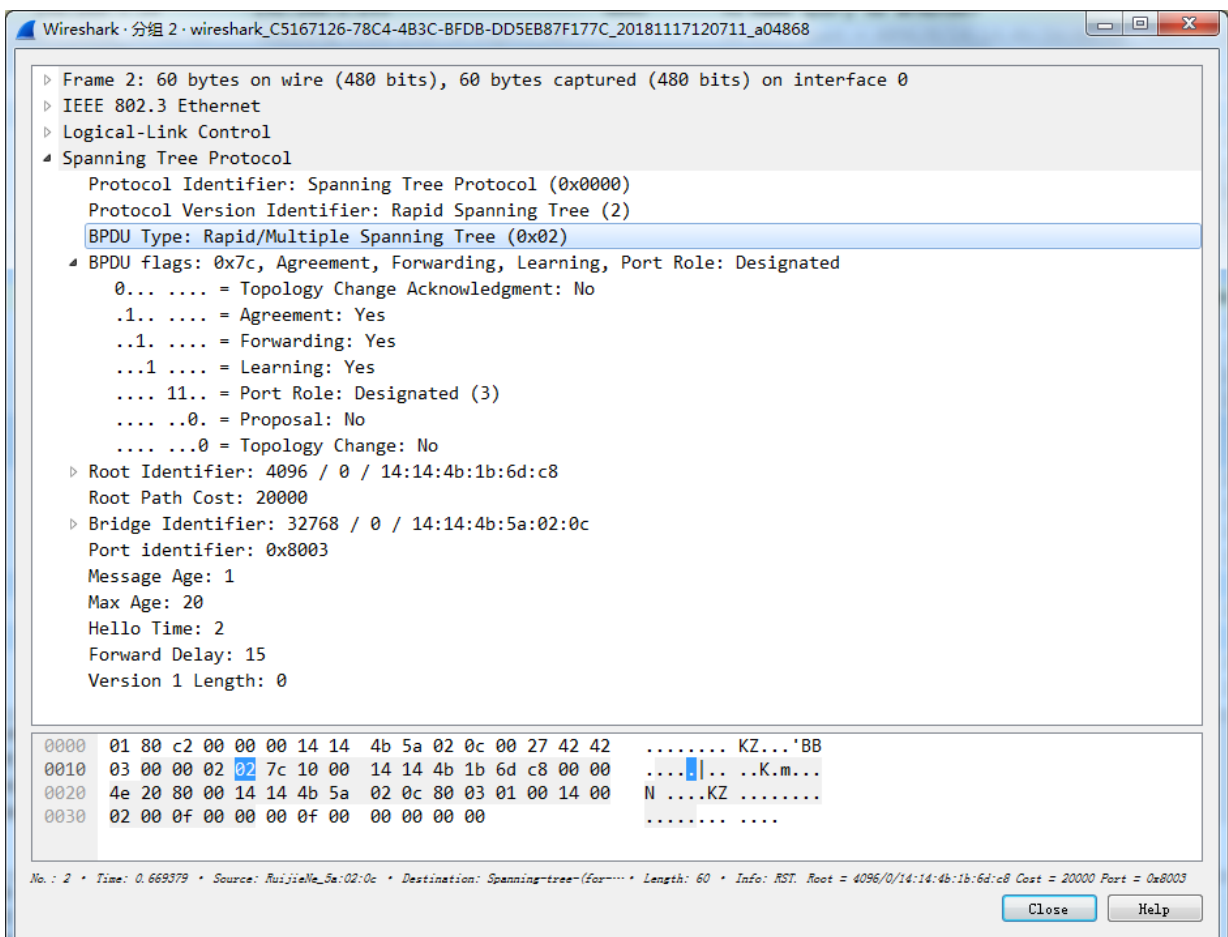
# 计算机网络实验报告

(4) PC1 ping PC -t



(5) 同 (3)

(6) 捕获的 BPDU 如下:



分析:



Protocol Identifier: Spanning Tree Protocol (0x0000)协议号，固定为0

Version 1 Length: 0 版本号，固定为0

BPDU Type: Rapid/Multiple Spanning Tree (0x02)报文类型，配置BPDU 或拓扑变更通告BPDU

BPDU flags: 0x7c, Agreement, Forwarding, Learning, Port Role: Designated 标记，用于指示与拓扑变更通告BPDU 有关的信息

Root Identifier: 4096 / 0 / 14:14:4b:1b:6d:c8 根网桥号，由优先级和MAC 地址两部分组成

Root Path Cost: 20000 根路径成本，到根网桥的累计代价值

Bridge Identifier: 32768 / 0 / 14:14:4b:5a:02:0c 发送网桥ID，发送此BPDU的网桥ID

Port identifier: 0x8003 端口ID，发送此BPDU 的网桥的端口ID

Hello Time: 2 呼叫时间，两次发送BPDU 之间的间隔，默认为2s

Forward Delay: 15 转发延迟，端口处于侦听、学习状态的时间，默认为 15s

## 【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？

答：有环路，通过 wireshark 查看包数量变化可知会产生广播风暴，在执行 ping 命令时，有时会出现 ping 不通的情况，继续一下又会 ping 通，可知是产生环路。

通过开启生成树协议，生成阻塞端口。

(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。

答：冗余链路可能会出现 MAC 地址表不稳定和多帧复制问题。

MAC 表不稳定：当 PC1 向 PC2 发送数据包时，如果交换机 A、B 也是刚刚启动，这时它们的 MAC 表里都没有 PC2 的 MAC 地址，交换机 A 收到数据包后会广播该数据包，并把源 MAC 添加到 MAC 表，认为 PC1 在端口 0，交换机 B 收到数据包后会广播该数据包，并把源 MAC 添加到 MAC 表，认为 PC1 在端口 0，当交换机 A 和 B 各自在 SEGMENT2 收到对方的广播包后又认为 PC1 在端口 1，这时会造成交换机 MAC 表的不稳定。

多帧复制：当 PC1 向 PC2 发送数据包时，如果交换机 A、B 也是刚刚启动，这时它们的 MAC 表里都没有 PC2 的 MAC 地址，交换机 A 就会广播该数据包，交换机 B 就会收到 A 广播出的该数据包，这时 B 中的 MAC 表里也没有 PC2 的 MAC 地址，也会广播该数据包，PC2 便会收到多个相同数据包。

(3) 将实验改用 STP 协议，重点观察状态转换时间。

答：STP 协议下状态转换时间大约在 50 秒。

(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，发现还是可以正常 ping 通。请问此时有广播风暴吗？

答：在两台交换机之间多接一根跳线，通过 wireshark 我们可以发现此时已有广播风暴。

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）

学号	学生	自评分
16340011	曾妮	100
16340013	曾翔	100
16340041	陈亚楠	100