

计算机网络 实验十三

PC1:21307174 刘俊杰

PC2:21307155 冯浩

实验 6-3 通过三层交换机实现 VLAN 间路由

【实验目的】

通过三层交换机实现 VLAN 间互相通信。

【技术原理】

在交换网络中，通过 VLAN 对一个物理网络进行逻辑划分，不同的 VLAN 之间是无法直接访问的，必须通过三层的路由设备进行连接。三层交换机和路由器具有网络层功能，能够根据 IP 包头信息进行路由和转发，从而实现不同网段之间的访问。

三层交换机采用 SVI 方式实现 VLAN 间互连。SVI 是为交换机中的 VLAN 创建的虚拟接口，该接口需要配置 IP 地址，三层设备会自动产生该接口 IP 所在网段的直连路由信息。

【实验设备】

交换机 2 台，计算机 3 台。

【实验拓扑】

本实验拓扑结构如图 6-15 所示。

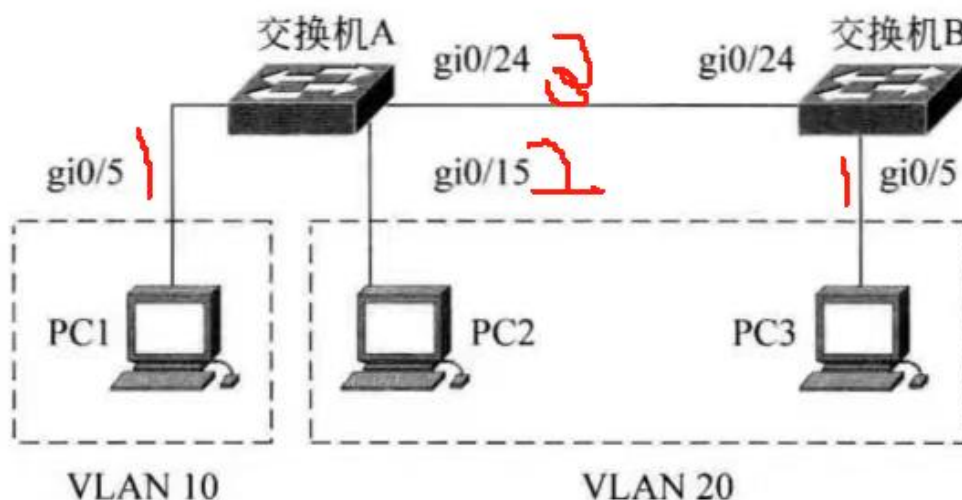


图 6-15 三层交换机实现 VLAN 间互相通信实验拓扑

【实验步骤】

分析：本实验的预期是将图 6-15 中的 3 台计算机，划分进不同的 VLAN，并让处于不同 VLAN 的计算机互相隔离。然后启用三层交换机的路由功能，让已经隔离的计算机能互相通信（例如，隔离后 PC1 能 ping 通 PC2、PC3）。

步骤 1:

(1) 用跳线将图 6-15 所示的拓扑连接好；使用 netsh 命令配置 PC1、PC2、PC3 的 IP 地址和子网掩码。

PC1:192.168.20.10 255.255.255.0

PC2:192.168.10.20 255.255.255.0

PC3:192.168.10.30 255.255.255.0

测试 PC1、PC2 与 PC3 的连通性。注意 PC1 的网段不同于 PC2 和 PC3，请讨论原因。

PC1:

```
C:\Windows\system32>netsh interface ip set address "以太网 3" static 192.168.20.10 255.255.255.0

C:\Windows\system32>ipconfig

Windows IP 配置

以太网适配器 以太网 3:

    连接特定的 DNS 后缀 . . . . . :
    本地链接 IPv6 地址. . . . . : fe80::3db1:e14b:71aa:86da%5
    IPv4 地址. . . . . : 192.168.20.10
    子网掩码 . . . . . : 255.255.255.0
    默认网关. . . . . :

无线局域网适配器 WLAN:

    媒体状态 . . . . . : 媒体已断开连接
    连接特定的 DNS 后缀 . . . . . :

以太网适配器 校园网:

    连接特定的 DNS 后缀 . . . . . :
    IPv6 地址. . . . . : 2001:250:3002:4b98:ddff:2f29:3258:da68
    临时 IPv6 地址. . . . . : 2001:250:3002:4b98:613a:97eb:c1d9:3562
    本地链接 IPv6 地址. . . . . : fe80::ddc5:8bc:7c37:6de5%9
    IPv4 地址. . . . . : 172.16.5.2
    子网掩码 . . . . . : 255.255.0.0
    默认网关. . . . . : fe80::5ee8:83ff:fec4:ece4%9
                        172.16.0.1
```

```
C:\Windows\system32>ping 192.168.10.20

正在 Ping 192.168.10.20 具有 32 字节的数据:
请求超时。
请求超时。
请求超时。
请求超时。

192.168.10.20 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 0, 丢失 = 4 (100% 丢失),

C:\Windows\system32>ping 192.168.10.30

正在 Ping 192.168.10.30 具有 32 字节的数据:
请求超时。
请求超时。
请求超时。
请求超时。

192.168.10.30 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 0, 丢失 = 4 (100% 丢失),

C:\Windows\system32>
```

PC2:

```
C:\Windows\system32>netsh interface ip set address "以太网 3" static 192.168.10.20 255.255.255.0
```

```
C:\Windows\system32>ipconfig
```

Windows IP 配置

以太网适配器 以太网 3:

```
连接特定的 DNS 后缀 . . . . . :  
本地连接 IPv6 地址. . . . . : fe80::2503:6558:eda0:cfb2%5  
IPv4 地址 . . . . . : 192.168.10.20  
子网掩码 . . . . . : 255.255.255.0  
默认网关. . . . . :
```

```
C:\Windows\system32>ping 192.168.20.10
```

正在 Ping 192.168.20.10 具有 32 字节的数据:

```
请求超时。  
请求超时。  
请求超时。  
请求超时。
```

192.168.20.10 的 Ping 统计信息:

数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 0, 丢失 = 4 (100% 丢失),

```
C:\Windows\system32>ping 192.168.10.30
```

正在 Ping 192.168.10.30 具有 32 字节的数据:

```
来自 192.168.10.30 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128  
来自 192.168.10.30 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128  
来自 192.168.10.30 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128  
来自 192.168.10.30 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
```

192.168.10.30 的 Ping 统计信息:

数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 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

```
C:\Windows\system32>
```

PC3:

```

C:\Windows\system32>netsh interface ipv4 set address name='实验网' source=static address=192.168.10.30 mask=255.255.255.0
文件名、目录名或卷标语法不正确。

C:\Windows\system32>netsh interface ipv4 set address name="实验网" source=static address=192.168.10.30 mask=255.255.255.0

C:\Windows\system32>ipconfig

Windows IP 配置

以太网适配器 实验网:

    连接特定的 DNS 后缀 . . . . . :
    本地链接 IPv6 地址. . . . . : fe80::57f8:86a5:9a12:596a%14
    IPv4 地址 . . . . . : 192.168.10.30
    子网掩码 . . . . . : 255.255.255.0
    默认网关 . . . . . :

无线局域网适配器 WLAN:

    媒体状态 . . . . . : 媒体已断开连接
    连接特定的 DNS 后缀 . . . . . :

以太网适配器 校园网:

    连接特定的 DNS 后缀 . . . . . :
    IPv6 地址 . . . . . : 2001:250:3002:4b98:e447:f917:2086:4e8e
    临时 IPv6 地址 . . . . . : 2001:250:3002:4b98:f488:f38:1e15:ea47
    本地链接 IPv6 地址. . . . . : fe80::3515:a74a:7392:538e%9
    IPv4 地址 . . . . . : 172.16.5.3
    子网掩码 . . . . . : 255.255.0.0
    默认网关 . . . . . : fe80::5ee8:83ff:fec4:ece4%9
                           172.16.0.1

C:\Windows\system32>

```

```

C:\Windows\system32>ping 192.168.10.20

正在 Ping 192.168.10.20 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.10.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.10.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.10.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.10.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

192.168.10.20 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 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

```

PC2 和 PC3 可以连通，不能和 PC1 连通。因为 PC1 与 PC2 属于同一个子网。

(2) 使用 `show ip route` 命令查看三层交换机的路由表，并记录。

172.16.5.5 - 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)

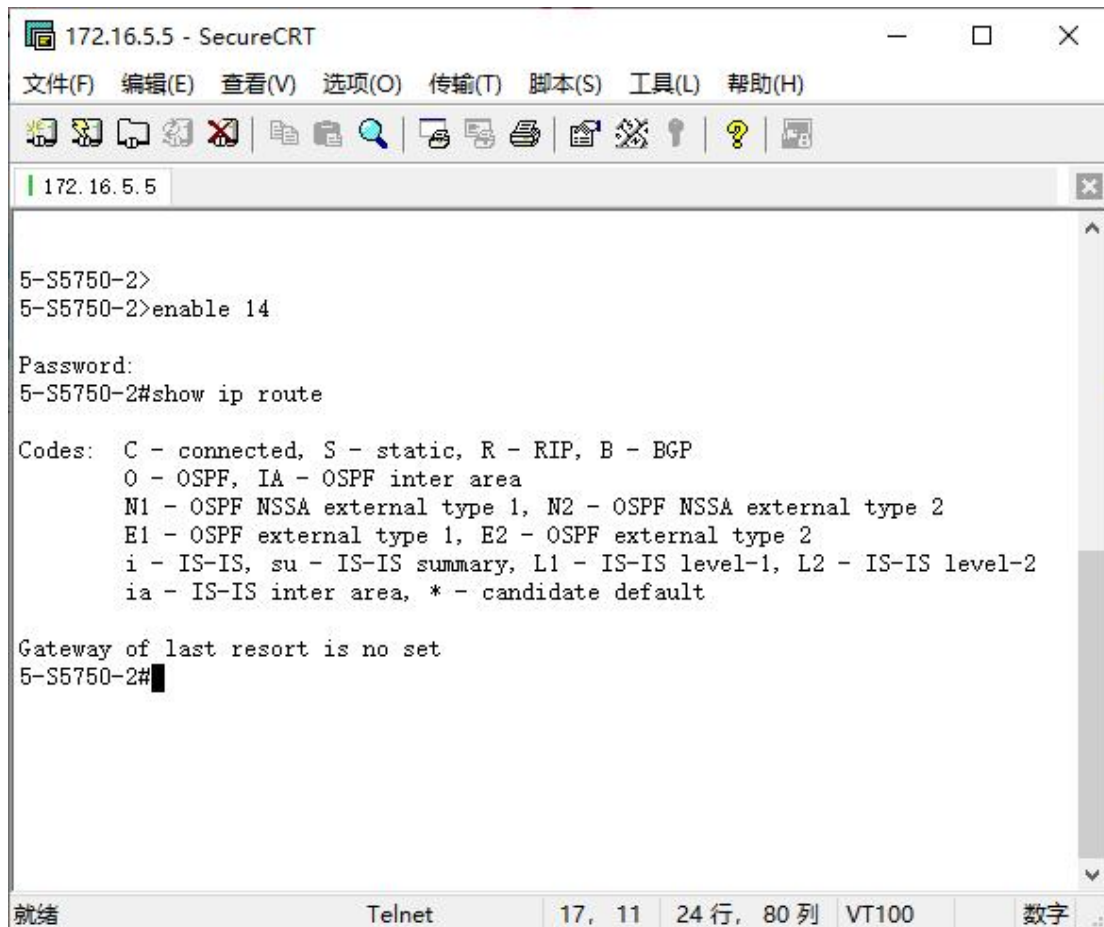
172.16.5.5

```
9-S5750-1>enable 14
Password:
9-S5750-1#show ip route

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, B - BGP
        O - OSPF, IA - OSPF inter area
        N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
        E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
        i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
        ia - IS-IS inter area, * - candidate default

Gateway of last resort is no set
9-S5750-1#
```

就绪 Telnet 16, 11 24 行, 80 列 VT100 数字



172.16.5.5 - 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)

172.16.5.5

```
5-S5750-2>
5-S5750-2>enable 14

Password:
5-S5750-2#show ip route

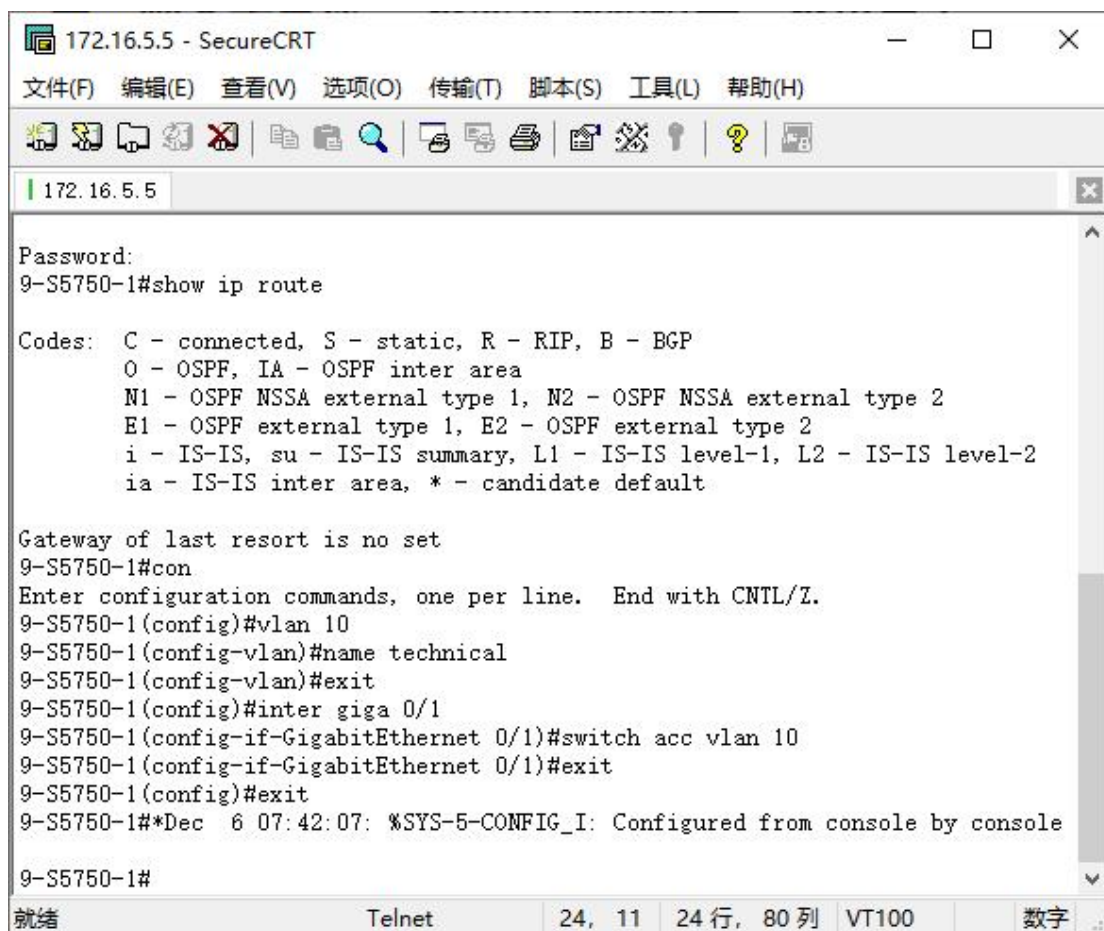
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, B - BGP
        O - OSPF, IA - OSPF inter area
        N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
        E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
        i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
        ia - IS-IS inter area, * - candidate default

Gateway of last resort is no set
5-S5750-2#
```

就绪 Telnet 17, 11 24 行, 80 列 VT100 数字

都是空的。

步骤 2：在交换机 A 上创建 VLAN10，并将端口 0/5 划分到 VLAN10 中。



172.16.5.5 - 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)

172.16.5.5

```
Password:
9-S5750-1#show ip route

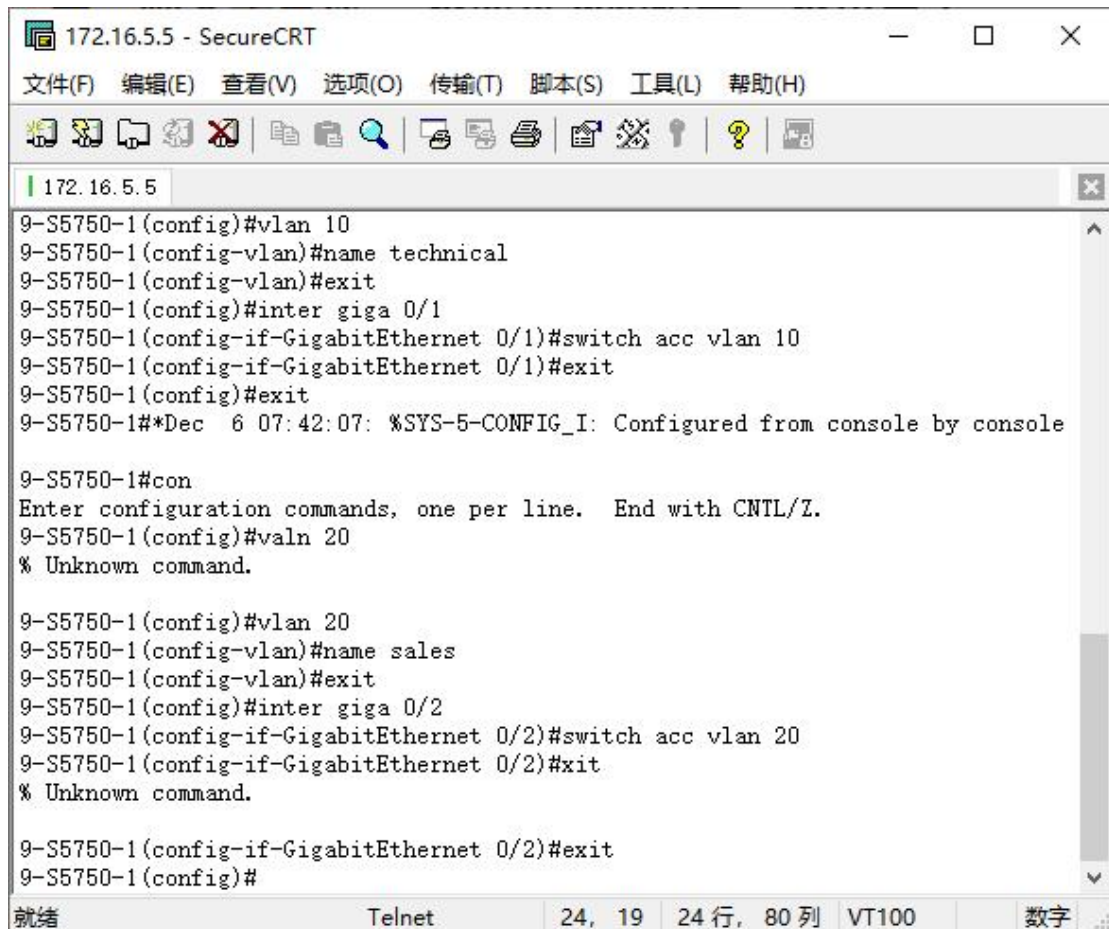
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, B - BGP
        O - OSPF, IA - OSPF inter area
        N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
        E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
        i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
        ia - IS-IS inter area, * - candidate default

Gateway of last resort is no set
9-S5750-1#con
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
9-S5750-1(config)#vlan 10
9-S5750-1(config-vlan)#name technical
9-S5750-1(config-vlan)#exit
9-S5750-1(config)#inter giga 0/1
9-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/1)#switch acc vlan 10
9-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/1)#exit
9-S5750-1(config)#exit
9-S5750-1#*Dec  6 07:42:07: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

9-S5750-1#
```

就绪 Telnet 24, 11 24 行, 80 列 VT100 数字

步骤 3: 在交换机 A 上创建 VLAN20, 并将端口 0/15 划分到 VLAN20 中。



172.16.5.5 - 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)

172.16.5.5

```
9-S5750-1(config)#vlan 10
9-S5750-1(config-vlan)#name technical
9-S5750-1(config-vlan)#exit
9-S5750-1(config)#inter giga 0/1
9-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/1)#switch acc vlan 10
9-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/1)#exit
9-S5750-1(config)#exit
9-S5750-1#*Dec 6 07:42:07: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

9-S5750-1#con
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
9-S5750-1(config)#valn 20
% Unknown command.

9-S5750-1(config)#vlan 20
9-S5750-1(config-vlan)#name sales
9-S5750-1(config-vlan)#exit
9-S5750-1(config)#inter giga 0/2
9-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/2)#switch acc vlan 20
9-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/2)#xit
% Unknown command.

9-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/2)#exit
9-S5750-1(config)#
```

就绪 Telnet 24, 19 24 行, 80 列 VT100 数字

步骤 4: 将交换机 A 上与交换机 B 相连的端口（假设为端口 0/24）定义为 Tag VLAN 模式。


```
172.16.5.5 - 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)

172.16.5.5
9-S5750-1(config)#inter giga 0/1
9-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/1)#switch acc vlan 10
9-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/1)#exit
9-S5750-1(config)#exit
9-S5750-1#*Dec 6 07:42:07: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

9-S5750-1#con
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
9-S5750-1(config)#valn 20
% Unknown command.

9-S5750-1(config)#vlan 20
9-S5750-1(config-vlan)#name sales
9-S5750-1(config-vlan)#exit
9-S5750-1(config)#inter giga 0/2
9-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/2)#switch acc vlan 20
9-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/2)#xit
% Unknown command.

9-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/2)#exit
9-S5750-1(config)#inter giga 0/3
9-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/3)#switch mode trunk
9-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/3)#exit
9-S5750-1(config)#

就绪 Telnet 24, 19 24 行, 80 列 VT100 数字
```

步骤 5: 在交换机 B 上创建 VLAN20, 并将端口 0/5 划分到 VLAN20 中。

```
5-S5750-2(config)#no vlan 20
5-S5750-2(config)#vlan 20
5-S5750-2(config-vlan)#name sales
5-S5750-2(config-vlan)#exit
5-S5750-2(config)#inter giga 0/1
5-S5750-2(config-if-GigabitEthernet 0/1)#switch acc vlan 20
5-S5750-2(config-if-GigabitEthernet 0/1)#exit
5-S5750-2(config)#
```

```
就绪 Telnet 24, 19 24 行, 80 列 VT100 数字
```

步骤 6: 将交换机 B 上与交换机 A 相连的端口（假设为端口 0/24）定义为 Tag VLAN 模式。

```
5-S5750-2(config)#inter giga 0/3
5-S5750-2(config-if-GigabitEthernet 0/3)#switch mode trunk
5-S5750-2(config-if-GigabitEthernet 0/3)#exit
5-S5750-2(config)#
```

步骤 7: 测试。

- (1) 测试 PC2 与 PC3 的连通性。
- (2) 测试 PC1 与 PC2 的连通性。

PC1:

```
C:\Windows\system32>ping 192.168.10.20

正在 Ping 192.168.10.20 具有 32 字节的数据:
PING: 传输失败。常见故障。
PING: 传输失败。常见故障。
PING: 传输失败。常见故障。
PING: 传输失败。常见故障。

192.168.10.20 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 0, 丢失 = 4 (100% 丢失),

C:\Windows\system32>
```

PC2:

```
C:\Windows\system32>ping 192.168.20.10

正在 Ping 192.168.20.10 具有 32 字节的数据:
请求超时。
请求超时。
请求超时。
请求超时。

192.168.20.10 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 0, 丢失 = 4 (100% 丢失),

C:\Windows\system32>ping 192.168.10.30

正在 Ping 192.168.10.30 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.10.30 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.10.30 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.10.30 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.10.30 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

192.168.10.30 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 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

C:\Windows\system32>
```

PC3:

```
C:\Windows\system32>ping 192.168.10.20

正在 Ping 192.168.10.20 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.10.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.10.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.10.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.10.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

192.168.10.20 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 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

C:\Windows\system32>ping 192.168.20.10

正在 Ping 192.168.20.10 具有 32 字节的数据:
PING: 传输失败。常见故障。
PING: 传输失败。常见故障。
PING: 传输失败。常见故障。
PING: 传输失败。常见故障。

192.168.20.10 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 0, 丢失 = 4 (100% 丢失),

C:\Windows\system32>
```

2 和 3 依旧能连通，和 1 不能连通

(3) 使用 `show ip route` 命令查看三层交换机的路由表，并与步骤 1 比较。

172.16.5.5 - 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)

172.16.5.5

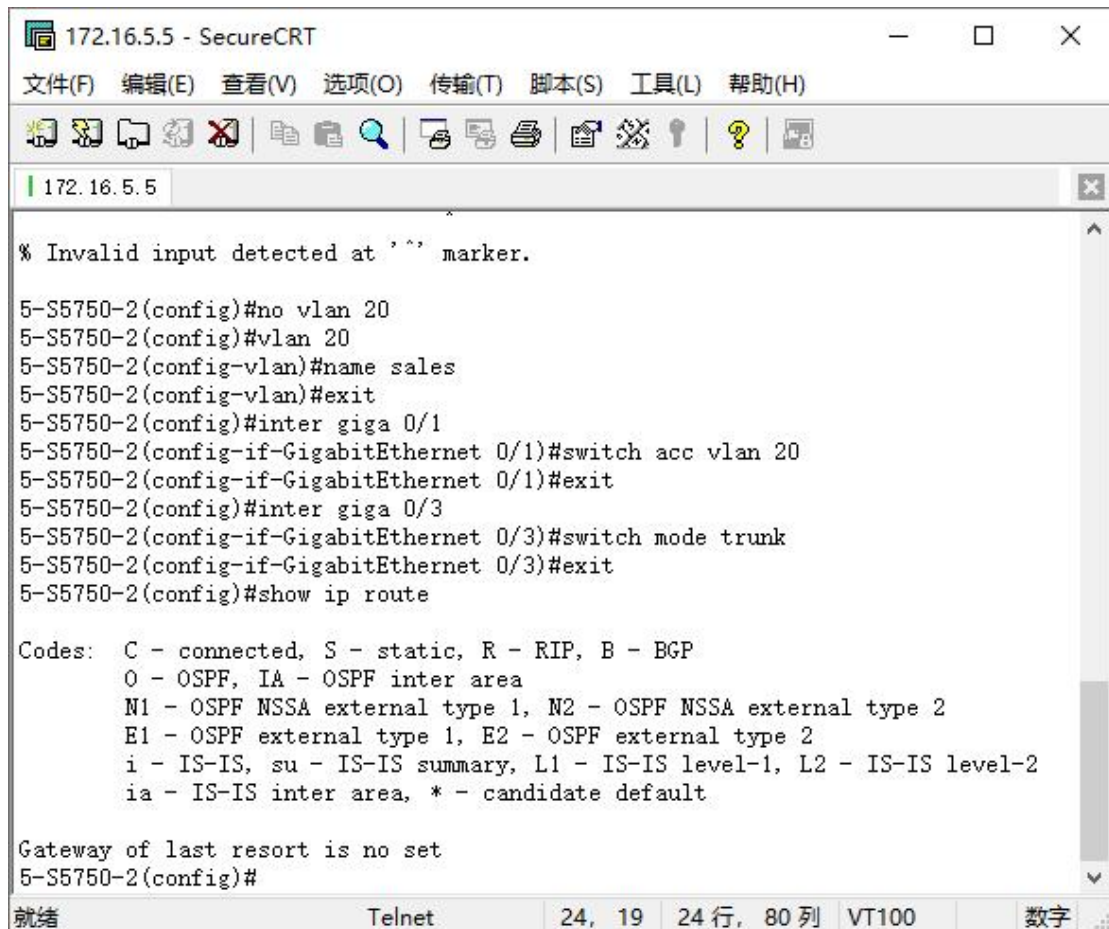
```
9-S5750-1(config)#vlan 20
9-S5750-1(config-vlan)#name sales
9-S5750-1(config-vlan)#exit
9-S5750-1(config)#inter giga 0/2
9-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/2)#switch acc vlan 20
9-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/2)#xit
% Unknown command.

9-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/2)#exit
9-S5750-1(config)#inter giga 0/3
9-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/3)#switch mode trunk
9-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/3)#exit
9-S5750-1(config)#show ip route

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, B - BGP
        O - OSPF, IA - OSPF inter area
        N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
        E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
        i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
        ia - IS-IS inter area, * - candidate default

Gateway of last resort is no set
9-S5750-1(config)#
```

就绪 Telnet 24, 19 24行, 80列 VT100 数字



```
% Invalid input detected at '^' marker.

5-S5750-2(config)#no vlan 20
5-S5750-2(config)#vlan 20
5-S5750-2(config-vlan)#name sales
5-S5750-2(config-vlan)#exit
5-S5750-2(config)#inter giga 0/1
5-S5750-2(config-if-GigabitEthernet 0/1)#switch acc vlan 20
5-S5750-2(config-if-GigabitEthernet 0/1)#exit
5-S5750-2(config)#inter giga 0/3
5-S5750-2(config-if-GigabitEthernet 0/3)#switch mode trunk
5-S5750-2(config-if-GigabitEthernet 0/3)#exit
5-S5750-2(config)#show ip route

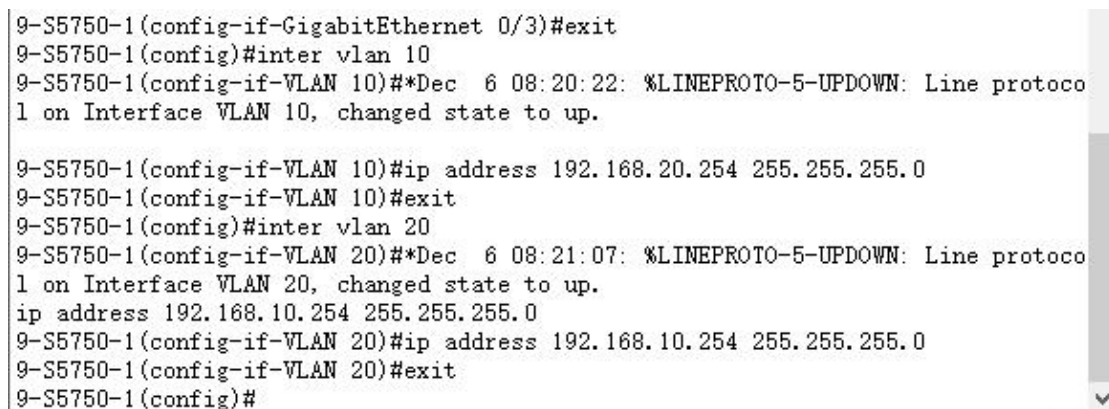
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, B - BGP
        O - OSPF, IA - OSPF inter area
        N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
        E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
        i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
        ia - IS-IS inter area, * - candidate default

Gateway of last resort is no set
5-S5750-2(config)#
```

仍然是空的。

步骤 8：设置三层交换机 VLAN 间的通信。

将交换机 A 配置成具有路由器的功能，配置不同 VLAN 接口的地址。



```
9-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/3)#exit
9-S5750-1(config)#inter vlan 10
9-S5750-1(config-if-VLAN 10)#*Dec 6 08:20:22: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol
1 on Interface VLAN 10, changed state to up.

9-S5750-1(config-if-VLAN 10)#ip address 192.168.20.254 255.255.255.0
9-S5750-1(config-if-VLAN 10)#exit
9-S5750-1(config)#inter vlan 20
9-S5750-1(config-if-VLAN 20)#*Dec 6 08:21:07: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol
1 on Interface VLAN 20, changed state to up.
ip address 192.168.10.254 255.255.255.0
9-S5750-1(config-if-VLAN 20)#ip address 192.168.10.254 255.255.255.0
9-S5750-1(config-if-VLAN 20)#exit
9-S5750-1(config)#
```

讨论：虚拟接口 VLAN 10 与虚拟接口 VLAN 20 的 IP 地址能不能在同一个网段？回答步骤 1 提出的问题。

不能在同一个网段，因为 PC1 和其他两个设备不在同一个网段。

步骤 9：将 PC2 和 PC3 的默认网关设置为 192.168.10.254，将 PC1 的默认网关设置为

192.168.20.254.

PC1:

```
C:\Windows\system32>ipconfig

Windows IP 配置

以太网适配器 以太网 3:

    连接特定的 DNS 后缀 . . . . . : 
    本地链接 IPv6 地址. . . . . : fe80::3db1:e14b:71aa:86da%5
    IPv4 地址 . . . . . : 192.168.20.10
    子网掩码 . . . . . : 255.255.255.0
    默认网关. . . . . : 192.168.20.254

无线局域网适配器 WLAN:

    媒体状态 . . . . . : 媒体已断开连接
    连接特定的 DNS 后缀 . . . . . : 

C:\Windows\system32>
```

PC2:

Internet 协议版本 4 (TCP/IPv4) 属性

常规

如果网络支持此功能，则可以获取自动指派的 IP 设置。否则，你需要从网络系统管理员处获得适当的 IP 设置。

☐ 自动获得 IP 地址(O)

☒ 使用下面的 IP 地址(S):

IP 地址(I):

192 . 168 . 10 . 20

子网掩码(U):

255 . 255 . 255 . 0

默认网关(D):

192 . 168 . 10 . 254

☐ 自动获得 DNS 服务器地址(B)

☒ 使用下面的 DNS 服务器地址(E):

首选 DNS 服务器(P):

. . .

备用 DNS 服务器(A):

. . .

☐ 退出时验证设置(L)

高级(V)...

确定

取消

PC3:


```

C:\Windows\system32>ipconfig

Windows IP 配置

以太网适配器 实验网:

    连接特定的 DNS 后缀 . . . . . :
    本地链接 IPv6 地址. . . . . : fe80::57f8:86a5:9a12:596a%14
    IPv4 地址 . . . . . : 192.168.10.30
    子网掩码 . . . . . : 255.255.255.0
    默认网关. . . . . : 192.168.10.254

无线局域网适配器 WLAN:

    媒体状态 . . . . . : 媒体已断开连接
    连接特定的 DNS 后缀 . . . . . :

C:\Windows\system32>

```

步骤 10: 实验测试。使用 ping 命令查看不同 VLAN 内的主机能否互相 ping 通。
启动监控软件 Wireshark，互相 ping 2 台计算机并观察：

PC1:

```

C:\Windows\system32>ping 192.168.10.20

正在 Ping 192.168.10.20 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.10.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127
来自 192.168.10.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127
来自 192.168.10.20 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=127
来自 192.168.10.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127

192.168.10.20 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 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 = 1ms, 平均 = 0ms

C:\Windows\system32>ping 192.168.10.30

正在 Ping 192.168.10.30 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.10.30 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127
来自 192.168.10.30 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127
来自 192.168.10.30 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127
来自 192.168.10.30 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127

192.168.10.30 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 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

C:\Windows\system32>_

```

PC2:


```
管理员: 命令提示符
往返行程的估计时间(以毫秒为单位):
    最短 = 0ms, 最长 = 0ms, 平均 = 0ms

C:\Windows\system32>ping 192.168.20.10

正在 Ping 192.168.20.10 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.20.10 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127
来自 192.168.20.10 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127
来自 192.168.20.10 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127
来自 192.168.20.10 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127

192.168.20.10 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 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

C:\Windows\system32>ping 192.168.10.30

正在 Ping 192.168.10.30 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.10.30 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.10.30 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.10.30 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.10.30 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

192.168.10.30 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 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

C:\Windows\system32>_
```

PC3:

```
C:\Windows\system32>ping 192.168.10.20

正在 Ping 192.168.10.20 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.10.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.10.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.10.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.10.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

192.168.10.20 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 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

C:\Windows\system32>ping 192.168.20.10

正在 Ping 192.168.20.10 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.20.10 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127
来自 192.168.20.10 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127
来自 192.168.20.10 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127
来自 192.168.20.10 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127

192.168.20.10 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 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

C:\Windows\system32>_
```

PC1 ping PC2 的包:

12-pcapng

文件(F) 编辑(E) 视图(V) 跟踪(G) 捕获(C) 分析(A) 统计(S) 电话(V) 无线(W) 工具(T) 帮助(H)

应用显示过滤器:

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	192.168.10.20	192.168.10.20	ICMP	78	Echo (ping) request id=0x0001, seq=21/5376, ttl=127 (reply in 2)
2	0.000133	192.168.10.20	192.168.20.10	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=21/5376, ttl=128 (request in 1)
3	0.345120	192.168.10.20	120.238.118.6	TCP	66	54417 → 80 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM
4	1.024303	192.168.10.20	192.168.10.20	ICMP	78	Echo (ping) request id=0x0001, seq=22/5632, ttl=127 (reply in 5)
5	1.024444	192.168.10.20	192.168.20.10	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=22/5632, ttl=128 (request in 4)
6	2.036728	192.168.10.20	192.168.10.20	ICMP	78	Echo (ping) request id=0x0001, seq=23/5888, ttl=127 (reply in 7)
7	2.036860	192.168.10.20	192.168.20.10	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=23/5888, ttl=128 (request in 6)
8	3.047302	192.168.10.20	192.168.10.20	ICMP	78	Echo (ping) request id=0x0001, seq=24/6144, ttl=127 (reply in 9)
9	3.047442	192.168.10.20	192.168.20.10	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=24/6144, ttl=128 (request in 8)
10	4.088632	RuijieNe_15:57:28	LLDP_Multicast	LLDP	390	MA/58:69:6c:15:57:28 MA/58:69:6c:15:57:28 121 SysID=9-S5750-1 SysO=Ruijie Layer 3 FULL Gig...
11	5.125485	192.168.10.20	20.42.65.84	TCP	66	54422 → 443 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM
12	5.390720	192.168.10.20	20.42.65.84	TCP	66	54423 → 443 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM
13	5.930244	192.168.10.30	192.168.10.255	UDP	1486	59599 → 1689 Len=1440
14	6.137842	192.168.10.20	20.42.65.84	TCP	66	[TCP Retransmission] 54422 → 443 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM
15	6.248270	192.168.10.20	192.168.10.255	UDP	1482	61081 → 1689 Len=1440
16	6.402556	192.168.10.20	20.42.65.84	TCP	66	[TCP Retransmission] 54423 → 443 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM
17	6.148626	192.168.10.20	20.42.65.84	TCP	66	[TCP Retransmission] 54422 → 443 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM
18	8.413121	192.168.10.20	20.42.65.84	TCP	66	[TCP Retransmission] 54423 → 443 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM
19	11.106561	Shenzhen_0e:c2:df	RuijieNe_15:57:29	ARP	42	Who has 192.168.10.254? Tell 192.168.10.20
20	11.107413	RuijieNe_15:57:29	Shenzhen_0e:c2:df	ARP	64	192.168.10.254 is at 58:69:6c:15:57:29
21	12.152911	192.168.10.20	20.42.65.84	TCP	66	[TCP Retransmission] 54422 → 443 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM
22	12.418238	192.168.10.20	20.42.65.84	TCP	66	[TCP Retransmission] 54423 → 443 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM
23	14.506292	192.168.10.30	192.168.10.255	UDP	1486	59599 → 1689 Len=1440
24	14.771141	192.168.10.20	192.168.10.255	UDP	1482	61081 → 1689 Len=1440
25	16.755762	192.168.10.20	20.42.65.89	TCP	66	54424 → 443 [SYN] Seq=0 Win=65535 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM

12-pcapng 分组: 25 · 已显示: 25 (100.0%) 配置: Default

PC3 ping PC2 的包:

32-pcapng

文件(F) 编辑(E) 视图(V) 跟踪(G) 捕获(C) 分析(A) 统计(S) 电话(V) 无线(W) 工具(T) 帮助(H)

应用显示过滤器:

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	192.168.10.20	172.16.17.2	TCP	66	54428 → 7680 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM
2	0.031648	192.168.10.20	172.16.9.2	TCP	66	54430 → 7680 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM
3	0.280842	192.168.10.20	20.42.65.89	TCP	66	54429 → 443 [SYN] Seq=0 Win=65535 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM
4	1.043338	192.168.10.20	172.16.9.2	TCP	66	[TCP Retransmission] 54430 → 7680 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM
5	1.722973	00:88:99:00:12:e8	Broadcast	ARP	64	Who has 192.168.10.20? Tell 192.168.10.30
6	1.722994	Shenzhen_0e:c2:df	00:88:99:00:12:e8	ARP	42	192.168.10.20 is at 44:33:4c:0e:c2:df
7	1.723156	192.168.10.30	192.168.10.20	ICMP	78	Echo (ping) request id=0x0001, seq=103/26368, ttl=128 (reply in 8)
8	1.723297	192.168.10.20	192.168.10.30	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=103/26368, ttl=128 (request in 7)
9	2.287496	192.168.10.20	20.42.65.89	TCP	66	[TCP Retransmission] 54429 → 443 [SYN] Seq=0 Win=65535 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM
10	2.733733	192.168.10.30	192.168.10.20	ICMP	78	Echo (ping) request id=0x0001, seq=104/26624, ttl=128 (reply in 11)
11	2.733855	192.168.10.20	192.168.10.30	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=104/26624, ttl=128 (request in 10)
12	3.050114	192.168.10.20	172.16.9.2	TCP	66	[TCP Retransmission] 54430 → 7680 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM
13	3.749860	192.168.10.30	192.168.10.20	ICMP	78	Echo (ping) request id=0x0001, seq=105/26880, ttl=128 (reply in 14)
14	3.749997	192.168.10.20	192.168.10.30	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=105/26880, ttl=128 (request in 13)
15	4.011637	192.168.10.20	172.16.17.2	TCP	66	[TCP Retransmission] 54428 → 7680 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM
16	4.073993	Shenzhen_0e:c2:df	RuijieNe_15:57:29	ARP	42	Who has 192.168.10.254? Tell 192.168.10.20
17	4.074876	RuijieNe_15:57:29	Shenzhen_0e:c2:df	ARP	64	192.168.10.254 is at 58:69:6c:15:57:29
18	4.752389	192.168.10.30	192.168.10.20	ICMP	78	Echo (ping) request id=0x0001, seq=106/27136, ttl=128 (reply in 19)
19	4.752521	192.168.10.20	192.168.10.30	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=106/27136, ttl=128 (request in 18)
20	6.302303	192.168.10.20	20.42.65.89	TCP	66	[TCP Retransmission] 54429 → 443 [SYN] Seq=0 Win=65535 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM
21	6.396288	192.168.10.20	192.168.10.255	UDP	1482	61081 → 1689 Len=1440
22	6.403377	192.168.10.30	192.168.10.255	UDP	1486	59599 → 1689 Len=1440
23	6.582120	Shenzhen_0e:c2:df	00:88:99:00:12:e8	ARP	42	Who has 192.168.10.30? Tell 192.168.10.20
24	6.582258	00:88:99:00:12:e8	Shenzhen_0e:c2:df	ARP	64	192.168.10.30 is at 00:88:99:00:12:e8
25	7.052008	192.168.10.20	172.16.9.2	TCP	66	[TCP Retransmission] 54430 → 7680 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM

32-pcapng 分组: 25 · 已显示: 25 (100.0%) 配置: Default

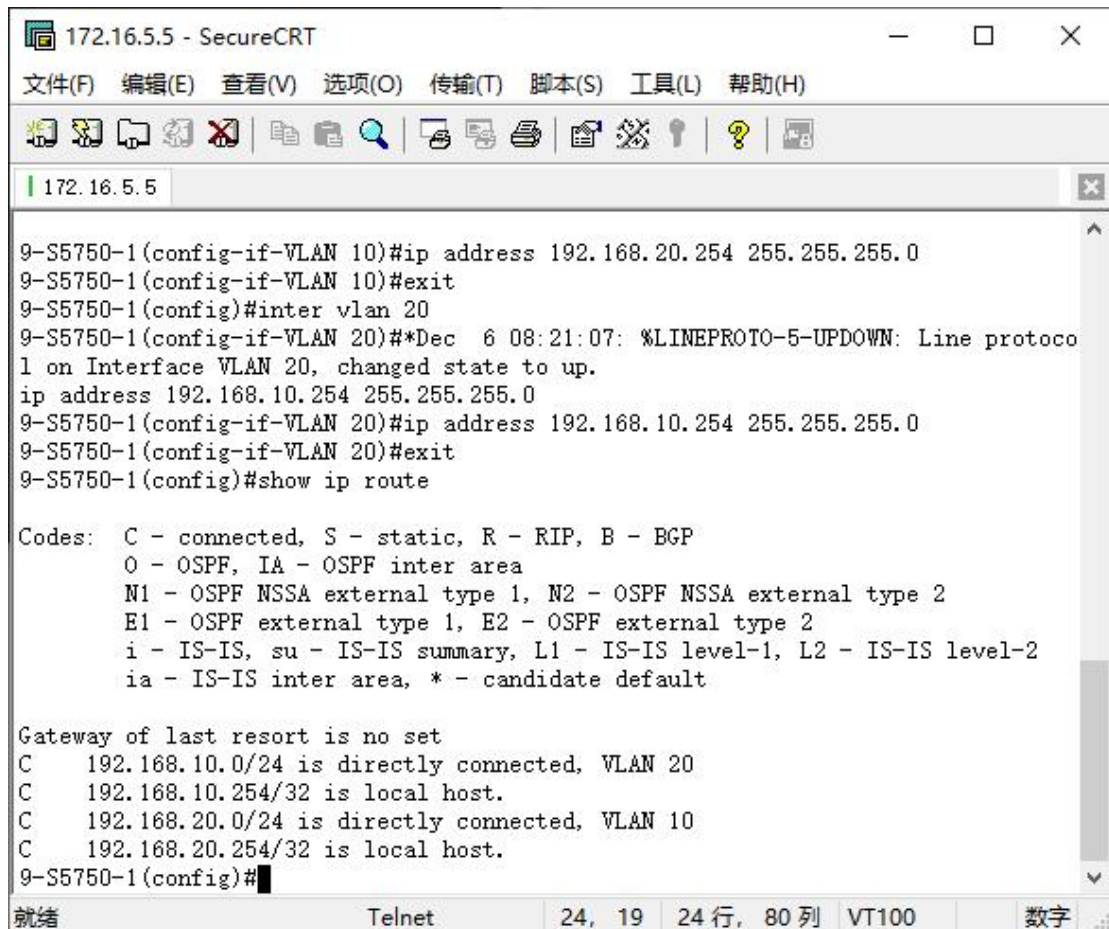
(1) 计算机之间是否连通？

三台计算机之间都互相连通。

(2) 能否监控到 PC1、PC2、PC3 的 ICMP 包？

都能监控到 ICMP 包。

(3) 使用 show ip route 命令查看三层交换机的路由表，并与步骤 1 比较。



```
172.16.5.5 - 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)

172.16.5.5

9-S5750-1(config-if-VLAN 10)#ip address 192.168.20.254 255.255.255.0
9-S5750-1(config-if-VLAN 10)#exit
9-S5750-1(config)#inter vlan 20
9-S5750-1(config-if-VLAN 20)#*Dec 6 08:21:07: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol
1 on Interface VLAN 20, changed state to up.
ip address 192.168.10.254 255.255.255.0
9-S5750-1(config-if-VLAN 20)#ip address 192.168.10.254 255.255.255.0
9-S5750-1(config-if-VLAN 20)#exit
9-S5750-1(config)#show ip route

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, B - BGP
        O - OSPF, IA - OSPF inter area
        N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
        E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
        i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
        ia - IS-IS inter area, * - candidate default

Gateway of last resort is no set
C    192.168.10.0/24 is directly connected, VLAN 20
C    192.168.10.254/32 is local host.
C    192.168.20.0/24 is directly connected, VLAN 10
C    192.168.20.254/32 is local host.
9-S5750-1(config)#
```

就绪 Telnet 24, 19 24 行, 80 列 VT100 数字

与步骤一相比，交换机 1 的虚拟 VLAN 网已经连接。

(4) 在命令提示符窗口下使用 `route print` 命令能否查看到实验设置的路由？

PC1:

```

C:\Windows\system32>route print
=====
接口列表
 5...44 33 4c 0e ad 0b .....Realtek Common Ethernet Controllers
11...00 0d 0a 4b 17 ae .....Ralink RT61 Turbo Wireless LAN Card
 9...18 60 24 8c 17 60 .....Realtek PCIe GBE Family Controller #2
 1.....Software Loopback Interface 1
=====

IPv4 路由表
=====
活动路由:
网络目标      网络掩码      网关      接口      跃点数
0.0.0.0        0.0.0.0      192.168.20.254  192.168.20.10  281
0.0.0.0        0.0.0.0      172.16.0.1      172.16.5.2    291
127.0.0.0      255.0.0.0    在链路上        127.0.0.1     331
127.0.0.1      255.255.255.255 在链路上        127.0.0.1     331
127.255.255.255 255.255.255.255 在链路上        127.0.0.1     331
172.16.0.0      255.255.0.0   在链路上        172.16.5.2    291
172.16.5.2      255.255.255.255 在链路上        172.16.5.2    291
172.16.255.255 255.255.255.255 在链路上        172.16.5.2    291
192.168.20.0    255.255.255.0 在链路上        192.168.20.10 281
192.168.20.10   255.255.255.255 在链路上        192.168.20.10 281
192.168.20.255 255.255.255.255 在链路上        192.168.20.10 281
224.0.0.0       240.0.0.0     在链路上        127.0.0.1     331
224.0.0.0       240.0.0.0     在链路上        192.168.20.10 281
224.0.0.0       240.0.0.0     在链路上        172.16.5.2    291
255.255.255.255 255.255.255.255 在链路上        127.0.0.1     331
255.255.255.255 255.255.255.255 在链路上        192.168.20.10 281
255.255.255.255 255.255.255.255 在链路上        172.16.5.2    291
=====
永久路由:
网络地址      网络掩码      网关地址      跃点数
0.0.0.0        0.0.0.0      172.16.0.1      默认
0.0.0.0        0.0.0.0      192.168.20.254 默认
=====

IPv6 路由表
=====
活动路由:
接口跃点数网络目标      网关
9      291 :::/0      fe80::5ee8:83ff:fec4:ece4
1      331 ::1/128     在链路上
9      291 2001:250:3002:4b98::/64 在链路上
9      291 2001:250:3002:4b98:65df:aabd:f2b8:10b2/128 在链路上
9      291 2001:250:3002:4b98:ddff:2f29:3258:da68/128 在链路上
5      281 fe80::/64     在链路上
9      291 fe80::/64     在链路上
5      281 fe80::3db1:e14b:71aa:86da/128 在链路上
9      291 fe80::ddc5:8bc:7c37:6de5/128 在链路上
1      331 ff00::/8     在链路上
5      281 ff00::/8     在链路上
9      291 ff00::/8     在链路上
=====
永久路由:
无
C:\Windows\system32>

```

PC2:


```

C:\Windows\system32>route print
=====
接口列表
5...44 33 4c 0e c2 df .....Realtek Common Ethernet Controllers
11...00 0d 0a 4b 18 89 .....Ralink RT61 Turbo Wireless LAN Card
9...18 60 24 8c 93 19 .....Realtek PCIe GBE Family Controller #2
1.....Software Loopback Interface 1
=====

IPv4 路由表
=====
活动路由:
网络目标      网络掩码      网关      接口      跃点数
0.0.0.0        0.0.0.0        172.16.0.1  172.16.5.1  291
0.0.0.0        0.0.0.0        192.168.10.254  192.168.10.20  281
127.0.0.0      255.0.0.0      在链路上      127.0.0.1  331
127.0.0.1      255.255.255.255  在链路上      127.0.0.1  331
127.255.255.255  255.255.255.255  在链路上      127.0.0.1  331
172.16.0.0      255.255.0.0      在链路上      172.16.5.1  291
172.16.5.1      255.255.255.255  在链路上      172.16.5.1  291
172.16.255.255  255.255.255.255  在链路上      172.16.5.1  291
192.168.10.0     255.255.255.0     在链路上      192.168.10.20  281
192.168.10.20    255.255.255.255  在链路上      192.168.10.20  281
192.168.10.255   255.255.255.255  在链路上      192.168.10.20  281
224.0.0.0        240.0.0.0        在链路上      127.0.0.1  331
224.0.0.0        240.0.0.0        在链路上      192.168.10.20  281
224.0.0.0        240.0.0.0        在链路上      172.16.5.1  291
255.255.255.255  255.255.255.255  在链路上      127.0.0.1  331
255.255.255.255  255.255.255.255  在链路上      192.168.10.20  281
255.255.255.255  255.255.255.255  在链路上      172.16.5.1  291
=====
永久路由:
网络地址      网络掩码      网关地址      跃点数      默认
0.0.0.0        0.0.0.0        172.16.0.1      默认
0.0.0.0        0.0.0.0        192.168.10.254  默认
=====

IPv6 路由表
=====
活动路由:
接口跃点数网络目标      网关
9    291 ::/0      fe80::5ee8:83ff:fec4:ece4
1    331 ::1/128    在链路上
9    291 2001:250:3002:4b98::/64 在链路上
9    291 2001:250:3002:4b98:23df:e96a:292d:f3c4/128 在链路上
9    291 2001:250:3002:4b98:4193:da37:5387:118d/128 在链路上
5    281 fe80::/64      在链路上
9    291 fe80::/64      在链路上
5    281 fe80::2503:6558:eda0:cfb2/128 在链路上
9    291 fe80::ca53:67ce:aa49:3f59/128 在链路上
1    331 ff00::/8      在链路上
5    281 ff00::/8      在链路上
9    291 ff00::/8      在链路上
=====
永久路由:
无
C:\Windows\system32>

```

PC3:

```

C:\Windows\system32>route print
=====
接口列表
14...00 88 99 00 12 e8 .....Realtek PCIe GBE Family Controller
11...00 0d 0a 4b 0a c8 .....Ralink RT61 Turbo Wireless LAN Card
1.....Software Loopback Interface 1
=====

IPv4 路由表
=====
活动路由:
网络目标      网络掩码      网关      接口      跃点数
0.0.0.0        0.0.0.0      192.168.10.254  192.168.10.30  281
127.0.0.0      255.0.0.0    在链路上        127.0.0.1  331
127.0.0.1      255.255.255.255  在链路上        127.0.0.1  331
127.255.255.255 255.255.255.255 在链路上        127.0.0.1  331
192.168.10.0    255.255.255.0  在链路上        192.168.10.30  281
192.168.10.30   255.255.255.255 在链路上        192.168.10.30  281
192.168.10.255 255.255.255.255 在链路上        192.168.10.30  281
224.0.0.0       240.0.0.0     在链路上        127.0.0.1  331
224.0.0.0       240.0.0.0     在链路上        192.168.10.30  281
255.255.255.255 255.255.255.255 在链路上        127.0.0.1  331
255.255.255.255 255.255.255.255 在链路上        192.168.10.30  281
=====
永久路由:
网络地址      网络掩码      网关地址      跃点数
0.0.0.0        0.0.0.0      172.16.0.1    默认
0.0.0.0        0.0.0.0      192.168.10.254 默认
=====

IPv6 路由表
=====
活动路由:
接口跃点数网络目标      网关
1 331 ::1/128 在链路上
14 281 fe80::/64 在链路上
14 281 fe80::57f8:86a5:9a12:596a/128 在链路上
1 331 ff00::/8 在链路上
14 281 ff00::/8 在链路上
=====
永久路由:
无
C:\Windows\system32>

```

都能看到。

(5) 由本实验能得到什么结论？

通过三层交换机实现 VLAN 间路由可以提高网络的性能，实现 VLAN 间互相通信。

【实验思考】

- (1) 实验用到了三层交换机的路由功能，为什么在 VLAN 配置好 IP 地址之后，不同的 VLAN 间（PC1 和 PC2）就可以相互通信了？

因为三层交换机不仅仅是二层交换机，它还具有路由功能。这意味着它可以识别不同 VLAN 中的子网，并在这些子网之间进行 IP 路由。通过配置了 IP 地址和子网掩码的接口，三层交换机会自动建立一个路由表。这个路由表记录了与不同 VLAN 相关的子网和接口的对应关系。当 PC1（属于 VLAN 20）想要与 PC2（属于 VLAN 10）通信时，数据包首先到达 PC1 所在的交换机端口，然后被交换机发送到与 VLAN 1 相关的接口。由于三层交换机上已经配置了与 VLAN 2 相关的接口，它会根据路由表将数据包转发到 VLAN 2 的接口，从而实现 VLAN 间的通信。

(2) 请使用 `show ip route` 命令查看三层交换机的路由表，并说明每个条目代表什么。

C 192.168.10.0/24 is directly connected, VLAN 20:

C 表示这是一个直连路由。

192.168.10.0/24 是目标网络的地址范围。

directly connected 表示这是直接连接到本地设备的网络。

VLAN 20 表示该网络属于 VLAN 20。

C 192.168.10.254/32 is local host.:

C 表示这是一个直连路由。

192.168.10.254/32 是本地主机的地址。

local host 表示这是本地主机的路由信息

实验 6-4 单臂路由实现 VLAN 间路由

【实验目的】

掌握如何在路由器端口上划分子接口,封装 `dot1q` 协议,实现 VLAN 间的路由

【实验拓扑】

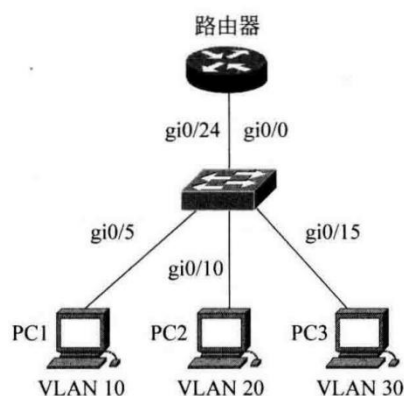


图 6-17 单臂路由实现 VLAN 间路由实验拓扑

实验时图中的 `gi0/5`,`gi0/10`,`gi0/15`,`gi0/24` 分别用的是 `gi0/1`,`gi0/2`,`gi0/3`,`gi0/4`

【实验设备】

路由器 1 台,交换机 1 台,计算机 3 台。

【实验原理】

在交换网络中,通过 VLAN 对一个物理网络进行逻辑划分,不同的 VLAN 之间是无法直接访问的,必须通过三层的路由设备进行连接。一般利用路由器或三层交换机实现不同 VLAN 之间的互相访问。

将路由器和交换机相连,采用 IEEE802.1q 协议启动路由器上的子接口成为干道模式,就可以实现 VLAN 之间的通信

路由器可以从某一个 VLAN 接收数据包,并将比数据包转发到另一个 VLAN。要实现 VLAN 间的路由,必须在路由器的物理接口上启用子接口并封装 802.1q 协议使每个子接口都充当 VLAN 网段中主机的网关,从而实现不同 VLAN 间的通信。

[实验步骤]分析:本实验的预期是将图 6-17 中的计算机划分进不同的 VLAN,让处于不同

VLAN 的计算机互相隔离。然后在路由器连接交换机的接口上划分子接口,给相应的 VLAN 配置 IP 地址,借助路由器实现 VLAN 间的路由。

步骤 1:

(1) 按下图配置好 IP 地址和网关

	PC1	PC2	PC3
IP 地址	192.168.10.2	192.168.20.2	192.168.30.2
网关	192.168.10.1	192.168.20.1	192.168.30.1

(2) 测试 PC1、PC2 与 PC3 的连通性。注意 PC1、PC2 与 PC3 的网段各不相同,请讨论原因

PC1:

```
命令提示符
Microsoft Windows [版本 10.0.19045.3324]
(c) Microsoft Corporation. 保留所有权利。

C:\Users\D502>ping 192.168.20.2

正在 Ping 192.168.20.2 具有 32 字节的数据:
请求超时。
来自 192.168.10.2 的回复: 无法访问目标主机。
请求超时。
来自 192.168.10.2 的回复: 无法访问目标主机。

192.168.20.2 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 2, 丢失 = 2 (50% 丢失),

C:\Users\D502>ping 192.168.30.2

正在 Ping 192.168.30.2 具有 32 字节的数据:
请求超时。
请求超时。
请求超时。
请求超时。

192.168.30.2 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 0, 丢失 = 4 (100% 丢失),

C:\Users\D502>
```

PC2:

```
管理员: 命令提示符
Microsoft Windows [版本 10.0.19045.3324]
(c) Microsoft Corporation. 保留所有权利。

C:\Windows\system32>ping 192.168.10.2

正在 Ping 192.168.10.2 具有 32 字节的数据:
请求超时。
请求超时。
请求超时。
请求超时。

192.168.10.2 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 0, 丢失 = 4 (100% 丢失),

C:\Windows\system32>ping 192.168.30.2

正在 Ping 192.168.30.2 具有 32 字节的数据:
请求超时。
请求超时。
请求超时。
请求超时。

192.168.30.2 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 0, 丢失 = 4 (100% 丢失),

C:\Windows\system32>
```

PC3:


```
C:\Windows\system32>ping 192.168.10.2

正在 Ping 192.168.10.2 具有 32 字节的数据:
请求超时。
来自 192.168.30.2 的回复: 无法访问目标主机。
请求超时。
来自 192.168.30.2 的回复: 无法访问目标主机。

192.168.10.2 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 2, 丢失 = 2 (50% 丢失),

C:\Windows\system32>ping 192.168.20.2
Ping 请求找不到主机 192.168.20.2。请检查该名称, 然后重试。

C:\Windows\system32>ping 192.168.20.2

正在 Ping 192.168.20.2 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.30.2 的回复: 无法访问目标主机。
请求超时。
来自 192.168.30.2 的回复: 无法访问目标主机。
请求超时。

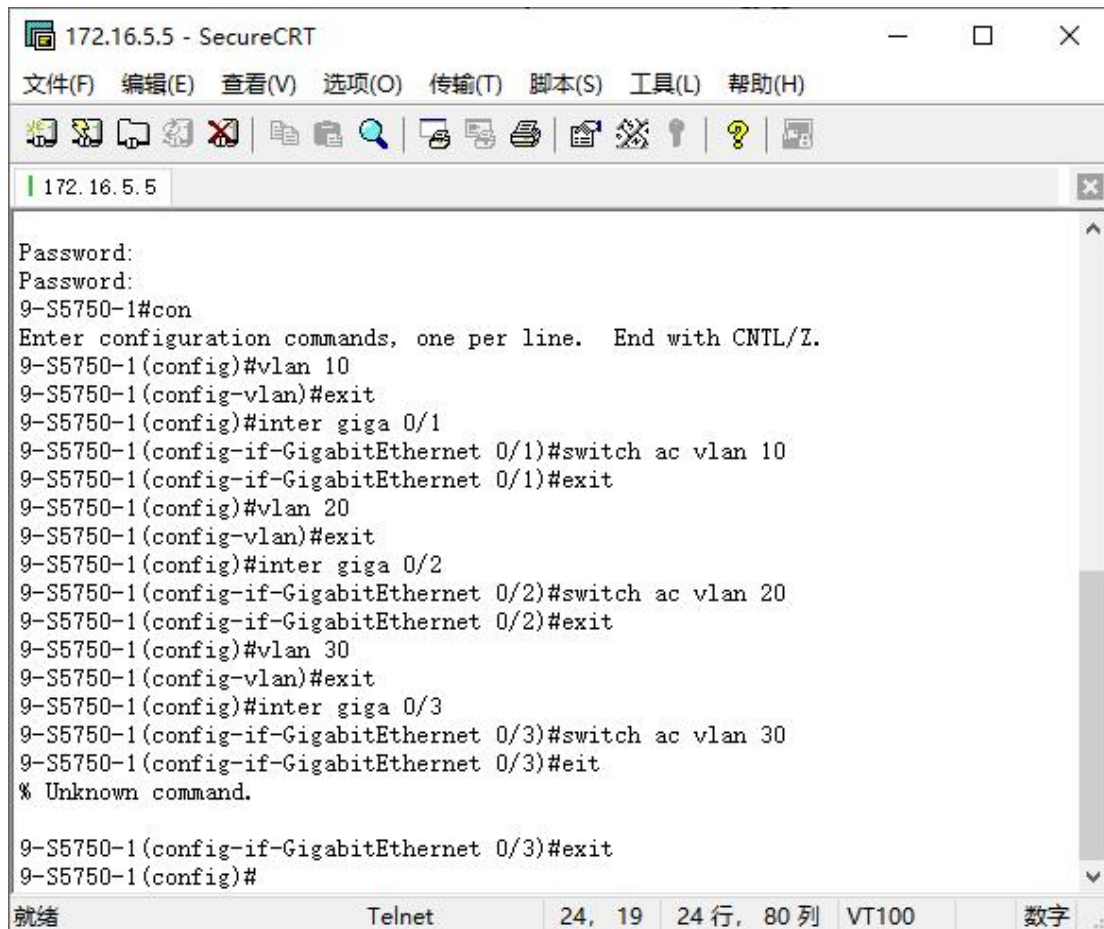
192.168.20.2 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 2, 丢失 = 2 (50% 丢失),

C:\Windows\system32>_
```

可以看到三台 PC 互相之间都 ping 不通。

(3) 查看路由表:使用 `show ip route` 命令查看交换机的 VLAN 配置并记录。
经过查看

步骤 2:在交换机上创建 **VLAN10**,并将端口 **0/5** 划分到 **VLAN10** 中。



172.16.5.5 - 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)

172.16.5.5

```
Password:
Password:
9-S5750-1#con
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
9-S5750-1(config)#vlan 10
9-S5750-1(config-vlan)#exit
9-S5750-1(config)#inter giga 0/1
9-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/1)#switch ac vlan 10
9-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/1)#exit
9-S5750-1(config)#vlan 20
9-S5750-1(config-vlan)#exit
9-S5750-1(config)#inter giga 0/2
9-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/2)#switch ac vlan 20
9-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/2)#exit
9-S5750-1(config)#vlan 30
9-S5750-1(config-vlan)#exit
9-S5750-1(config)#inter giga 0/3
9-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/3)#switch ac vlan 30
9-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/3)#eit
% Unknown command.

9-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/3)#exit
9-S5750-1(config)#
```

就绪 Telnet 24, 19 24 行, 80 列 VT100 数字

步骤 3:将交换机上与路由器相连的端口(假设为端口 0/24)定义为 Tag VLAN 模式。

```
9-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/3)#exit
9-S5750-1(config)#inter giga 0/4
9-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/4)#switchport mode trunk
9-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/4)#exit
9-S5750-1(config)#S
```

步骤 4:路由器配置

```

Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
5-RSR20-2(config)#inter giga 0/0
5-RSR20-2(config-if-GigabitEthernet 0/0)#no ip address
5-RSR20-2(config-if-GigabitEthernet 0/0)#exit
5-RSR20-2(config)#inter giga 0/0.5
5-RSR20-2(config-if-GigabitEthernet 0/0.5)#des vlan 10
5-RSR20-2(config-if-GigabitEthernet 0/0.5)#encapsulation dot1Q 10
5-RSR20-2(config-if-GigabitEthernet 0/0.5)#$92.168.10.1 255.255.255.0
5-RSR20-2(config-if-GigabitEthernet 0/0.5)#exit
5-RSR20-2(config)#inter giga 0/0.10
5-RSR20-2(config-if-GigabitEthernet 0/0.10)#des vlan 20
5-RSR20-2(config-if-GigabitEthernet 0/0.10)#
5-RSR20-2#*Dec 5 12:29:27: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
^M
% Incomplete command.

5-RSR20-2#
5-RSR20-2#
5-RSR20-2#con
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
5-RSR20-2(config)#inter giga 0/0.10
5-RSR20-2(config-if-GigabitEthernet 0/0.10)#des vlan 20
5-RSR20-2(config-if-GigabitEthernet 0/0.10)#encapsulation dot1Q 20
5-RSR20-2(config-if-GigabitEthernet 0/0.10)#$2.168.20.1 255.255.255.0
5-RSR20-2(config-if-GigabitEthernet 0/0.10)#exit
5-RSR20-2(config)#inter giga 0/0.15
5-RSR20-2(config-if-GigabitEthernet 0/0.15)#des vlan 30
5-RSR20-2(config-if-GigabitEthernet 0/0.15)#encapsulation dot1Q 30
5-RSR20-2(config-if-GigabitEthernet 0/0.15)#ip address 192.168.30.1 255.255.255.0
5-RSR20-2(config-if-GigabitEthernet 0/0.15)#end
5-RSR20-2#*Dec 5 12:31:59: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console

5-RSR20-2#

```

步骤 5:实验测试

启动监控软件 Wireshark,计算机之间两两互 ping,观察并思考下列问题

(1) 计算机之间能否连通?

计算机之间能连通

```

命令提示符
媒体状态 . . . . . : 媒体已断开连接
连接特定的 DNS 后缀 . . . . . :

C:\Users\D502>ping 192.168.30.2

正在 Ping 192.168.30.2 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.30.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127
来自 192.168.30.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127
来自 192.168.30.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127
来自 192.168.30.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127

192.168.30.2 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 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

C:\Users\D502>ping 192.168.20.2

正在 Ping 192.168.20.2 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.20.2 的回复: 字节=32 时间=223ms TTL=127
来自 192.168.20.2 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=127
来自 192.168.20.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127
来自 192.168.20.2 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=127

192.168.20.2 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 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 = 223ms, 平均 = 56ms

C:\Users\D502>

```

```
C:\Windows\system32>ping 192.168.20.2

正在 Ping 192.168.20.2 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.20.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127
来自 192.168.20.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127
来自 192.168.20.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127
来自 192.168.20.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127

192.168.20.2 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 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

C:\Windows\system32>ping 192.168.10.2

正在 Ping 192.168.10.2 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.10.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127
来自 192.168.10.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127
来自 192.168.10.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127
来自 192.168.10.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127

192.168.10.2 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 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

C:\Windows\system32>_
```

(2) 能否监控到 PC1、PC2、PC3 的 ICMP 包？

PC1 与 PC2 之间的 ICMP 包:

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	192.168.20.2	192.168.20.255	UDP	1482	54657 → 1689 Len=1440
2	3.491898	RuijieNe_15:57:28	LLDP_Multicast	LLDP	393	MA/58:69:6c:15:57:28 MA/58:69:6c:15:57:28 121 SysN=9-S5750-1 SysD=Ruijie L...
3	3.678321	192.168.20.2	192.168.10.2	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=75/19200, ttl=128 (reply in 4)
4	3.678924	192.168.20.2	192.168.20.2	ICMP	78	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=75/19200, ttl=127 (request in 3)
5	4.687159	192.168.20.2	192.168.10.2	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=76/19456, ttl=128 (reply in 6)
6	4.687475	192.168.20.2	192.168.20.2	ICMP	78	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=76/19456, ttl=127 (request in 5)
7	5.698662	192.168.20.2	192.168.10.2	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=77/19712, ttl=128 (reply in 8)
8	5.699418	192.168.20.2	192.168.20.2	ICMP	78	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=77/19712, ttl=127 (request in 7)
9	6.709785	192.168.20.2	192.168.10.2	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=78/19968, ttl=128 (reply in 10)
10	6.710398	192.168.10.2	192.168.20.2	ICMP	78	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=78/19968, ttl=127 (request in 9)
11	8.523319	192.168.20.2	192.168.20.255	UDP	1482	54657 → 1689 Len=1440

PC3 与 PC2 之间的 ICMP 包:

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	192.168.20.2	192.168.20.255	UDP	1482	54657 → 1689 Len=1440
2	2.046943	192.168.20.2	192.168.30.2	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=71/18176, ttl=128 (reply in 3)
3	2.047210	192.168.20.2	192.168.20.2	ICMP	78	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=71/18176, ttl=127 (request in 2)
4	3.058001	192.168.20.2	192.168.30.2	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=72/18432, ttl=128 (reply in 5)
5	3.058301	192.168.30.2	192.168.20.2	ICMP	78	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=72/18432, ttl=127 (request in 4)
6	4.068623	192.168.20.2	192.168.30.2	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=73/18688, ttl=128 (reply in 7)
7	4.068839	192.168.30.2	192.168.20.2	ICMP	78	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=73/18688, ttl=127 (request in 6)
8	5.083729	192.168.20.2	192.168.30.2	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=74/18944, ttl=128 (reply in 9)
9	5.084078	192.168.30.2	192.168.20.2	ICMP	78	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=74/18944, ttl=127 (request in 8)
10	6.968887	Shenzhen_0e:c2:df	RuijieNe_27:bf:99	ARP	42	Who has 192.168.20.1? Tell 192.168.20.2
11	6.971994	RuijieNe_27:bf:99	Shenzhen_0e:c2:df	ARP	64	192.168.20.1 is at 58:69:6c:27:bf:99
12	7.614074	RuijieNe_15:57:28	LLDP_Multicast	LLDP	393	MA/58:69:6c:15:57:28 MA/58:69:6c:15:57:28 121 SysN=9-S5750-1 SysD=Ruijie L...
13	8.526463	192.168.20.2	192.168.20.255	UDP	1482	54657 → 1689 Len=1440
14	8.558356	192.168.20.2	172.16.27.2	TCP	66	55470 → 7680 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM
15	8.558542	192.168.20.1	192.168.20.2	ICMP	74	Destination unreachable (Network unreachable)
16	9.561070	192.168.20.2	172.16.27.2	TCP	66	[TCP Retransmission] 55470 → 7680 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=...
17	9.561176	192.168.20.1	192.168.20.2	ICMP	74	Destination unreachable (Network unreachable)
18	11.497278	192.168.20.2	192.168.10.20	TCP	66	55471 → 7680 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=256 SACK_PERM
19	11.574946	192.168.20.2	172.16.27.2	TCP	66	[TCP Retransmission] 55470 → 7680 [SYN] Seq=0 Win=64240 Len=0 MSS=1460 WS=...
20	11.575091	192.168.20.1	192.168.20.2	ICMP	74	Destination unreachable (Network unreachable)

(3)使用 show ip route 命令查看路由器的路由表,查看交换机的 VLAN 配置并与步骤 1 比较。

```
9-S5750-1#show ip route
```

```
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, B - BGP
        O - OSPF, IA - OSPF inter area
        N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
        E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
        i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
        ia - IS-IS inter area, * - candidate default
```

```
Gateway of last resort is no set
9-S5750-1#
```

```
5-RSR20-2(config)#show ip route
```

```
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, B - BGP
        O - OSPF, IA - OSPF inter area
        N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
        E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
        i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
        ia - IS-IS inter area, * - candidate default
```

```
Gateway of last resort is no set
C    192.168.10.0/24 is directly connected, GigabitEthernet 0/0.5
C    192.168.10.1/32 is local host.
C    192.168.20.0/24 is directly connected, GigabitEthernet 0/0.10
C    192.168.20.1/32 is local host.
C    192.168.30.0/24 is directly connected, GigabitEthernet 0/0.15
C    192.168.30.1/32 is local host.
5-RSR20-2(config)#
```

发现没有任何变化，都是空的

(4)能否捕获到 dot1q 协议?如果能抓到，试分析 dot1q 协议的结构。

未捕获到 dot1q 协议。

从上述测试结果可以看到,通过在路由器上配置单臂路由,可实现不同 VLAN 之间的主机通信。实验时,注意在给路由器的子接口配置 IP 地址之前,必须先封装 dot1q 协议各个 VLAN 内的主机。要以相应 VLAN 子接口的 IP 地址作为网关。

实验中使用到的子接口是逻辑接口,并非实际存在的物理接口,但其功能和物理接口相同。当一个物理接口被当作多个逻辑接口使用时,通常需要在该接口上启用子接口。通过多个逻辑子接口实现物理接口以一当多的功能。

在实验中还使用了接口描述。接口描述虽然对路由器的工作没有实际影响,但是可以方便对路由器的维护。如果使用了恰当的描述,那么在查看路由器中的相关信息时,就可以知道路由器的某个接口的用途。

由于单臂路由数据包的进出都使用同一个接口,必然对该路由器的硬件要求比较高,所以在实际使用中一般选择稳定和内存较大的路由器

【实验思考】

(1) 为什么称本实验拓扑的路由器为单臂路由器?

本实验中的拓扑被称为单臂路由器，主要是因为路由器只有一个网络接口直接连接到网络（单一的网络区域），而不涉及多个物理接口连接到不同网络区域的情况。这种情况下，路由器的网络接口只“伸出”一条“臂”，因此被称为单臂路由器。

(2) 为什么单臂路由器要使用子接口？

在单臂路由器的情境下，可能需要连接到多个虚拟局域网（VLAN）或不同的网络子网。为了在单一物理接口上处理这些不同的网络流量，可以使用子接口。子接口是在物理接口上创建的虚拟接口，每个子接口可以配置为连接到不同的 VLAN 或子网，以便更有效地管理和隔离流量。

使用子接口的好处包括：

①虚拟划分网络：子接口允许在物理接口上虚拟划分不同的网络，使得路由器能够处理来自不同 VLAN 或子网的流量。

②隔离流量：不同的子接口可以隔离流量，防止来自一个 VLAN 或子网的流量影响到其他 VLAN 或子网。

③更灵活的配置：子接口的使用使得网络管理员更容易对不同的网络配置进行管理和调整，而无需依赖多个物理接口。

(3) 单臂路由器的子接口共用一个 MAC 吗？

一般情况下，单臂路由器的子接口会共享相同的物理接口的 MAC 地址。每个子接口虽然是一个虚拟接口，但它们通常继承自物理接口的 MAC 地址。这是因为这些子接口实际上是在同一物理接口上的逻辑实体。

共享相同的 MAC 地址可能导致一些局限性，特别是在某些网络配置中可能引发问题。例如，如果将路由器连接到需要独立 MAC 地址的设备，可能需要额外的配置来处理这种情况。然而，对于一般的路由器功能，共享 MAC 地址通常是可接受的，因为每个子接口的唯一性是通过 VLAN 标签等其他手段实现的。