

浙江大学

本科实验报告

课程名称:	计算机网络基础
实验名称:	使用三层交换机组网
姓 名:	猜猜
学 院:	计算机学院
系:	数字媒体技术
专 业:	数字媒体技术
学 号:	猜猜
指导教师:	

2019 年 11 月 14 日

浙江大学实验报告

一、实验目的

1. 掌握并比较两种 VLAN 间数据交换的方法。
2. 学习如何配置子接口；
3. 学习掌握三层交换机的工作原理；
4. 学习如何配置三层交换机；

二、实验内容

由于二层交换机不转发不同 VLAN 间的数据，所以有 2 种方式让不同 VLAN 的 PC 能够相互通信。第一种方式称为单臂路由器，是利用路由器的子接口功能，将路由器的物理接口逻辑上分为多个子接口，每个子接口属于不同的 VLAN，能够接收到不同的 VLAN 数据，然后在路由器内部通过第三层进行数据交换，实现 VLAN 间通信。第二种方式是采用三层交换机，是将二层交换机的功能加入了三层路由功能的做法。实验分为两部分，将分别按照两种方式进行。

三、主要仪器设备

PC 机、路由器、Console 连接线、直联网络线、交叉网络线

（可以使用模拟器完成）

四、操作方法与实验步骤

Part 1. 单臂路由

- 将 2 台 PC（PC1、PC2）和一台路由器都连接到一台二层交换机；
- 在交换机上增加 1 个 VLAN，并使得 2 台 PC 所连端口分别属于 2 个 VLAN。给 2 个 PC 配置不同子网的 IP 地址；
- 将二层交换机和路由器连接的端口配置成 VLAN Trunk 模式；
- 在路由器连接交换机的端口上创建 2 个子接口，并配置子接口所属的 VLAN，分别给 2 个子接口配置 IP 地址，并激活端口；
- 将 2 台 PC 的默认网关分别设置为路由器的 2 个子接口的 IP 地址；
- 测试 2 台 PC 能否互相 Ping 通。

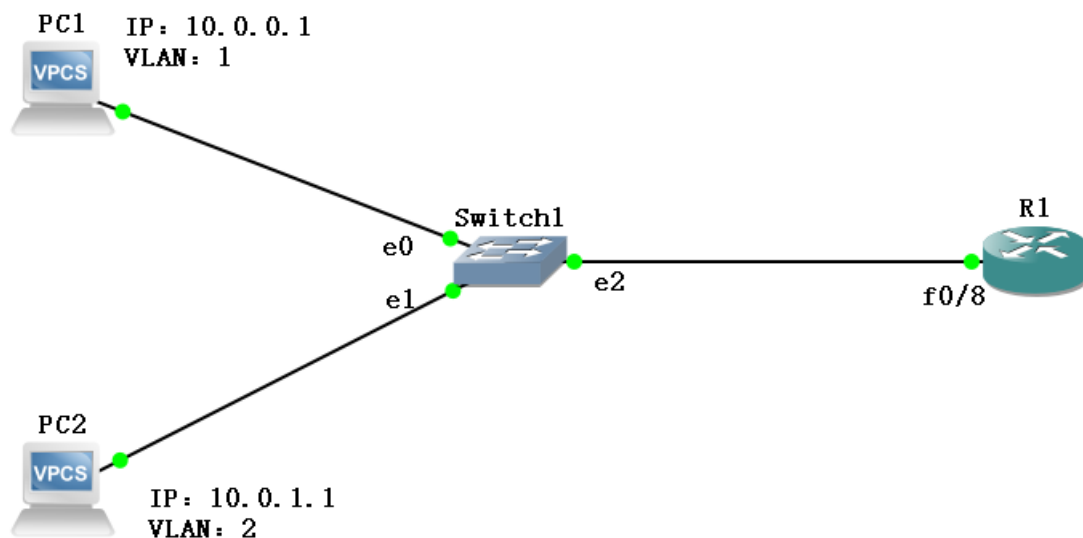
Part 2. 三层交换

- 将第一部分的路由器删除后，将二层交换机和一台三层交换机连接，并新增 2 台 PC（PC3、PC4）直接连接到三层交换机；
- 在三层交换机上增加 1 个 VLAN，并使得 PC3、PC4 所连端口分别属于 2 个 VLAN。给这 2 个 VLAN 接口配置 IP 地址，并启用路由功能；
- 给 PC3、PC4 配置所在 VLAN 内的合适 IP 地址，并将 2 台 PC 的默认网关分别设置为三层交换机 2 个 VLAN 接口的 IP 地址；
- 测试 PC3、PC4 能否互相 Ping 通。
- 测试不同交换机上的 PC 间（如 PC1、PC3）能否互相 Ping 通。

五、 实验数据记录和处理

----Part 1 单臂路由-----

1. 将 2 台 PC 和一台路由器都连接到一台二层交换机，在交换机上增加 1 个 VLAN，并使得 2 台 PC 所连端口分别属于 2 个 VLAN。给 2 个 PC 分配不同子网的 IP 地址。



在交换机上增加 VLAN2:

Settings

Port: 2

VLAN: 2

Type: access

QinQ EtherType: 0x8100

Add Delete

PC1 所连端口属于 VLAN1，给 PC1 分配 ip 地址：

```
PC1> ip 10.0.0.1 255.255.255.0
Checking for duplicate address...
PC1 : 10.0.0.1 255.255.255.0
```

PC2 所连端口属于 VLAN2，给 PC2 分配 ip 地址：

```
PC2> ip 10.0.1.1 255.255.255.0
Checking for duplicate address...
PC1 : 10.0.1.1 255.255.255.0
```

2. 验证两个 PC 之间能否 Ping 通（不同的 VLAN 之间不通）

PC1 ping PC2，无法 ping 通：

```
PC1> ping 10.0.1.1
host (255.255.255.0) not reachable
```

PC2 ping PC1，无法 ping 通：

```
PC2> ping 10.0.0.1
host (255.255.255.0) not reachable
```

3. 将二层交换机和路由器连接的端口配置成 VLAN Trunk 模式（使用 GNS3 的内建交换机模块时，请参考指南“十四、二层交换机”进行配置并截图， 使用实际设备时，请参考“实验 1”进行配置并截图）。

配置截图（输入的命令或配置界面）：

General

Name: Switch1

Settings

Port: 8

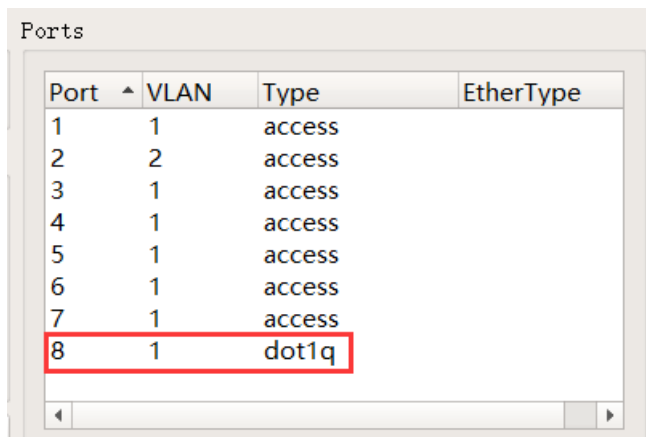
VLAN: 1

Type: access

QinQ EtherType: 0x8100

Add Delete

配置后的结果截图：



Port	VLAN	Type	EtherType
1	1	access	
2	2	access	
3	1	access	
4	1	access	
5	1	access	
6	1	access	
7	1	access	
8	1	dot1q	

4. 连接路由器的 Console 口，进入路由器的配置模式。在路由器连接交换机的端口上创建 2 个子接口（命令：interface <type> <slot/unit.sub>，例如 interface e0/1.1），并配置子接口所属的 VLAN（命令：encapsulation dot1q VLAN 编号），然后使用与 2 台 PC 一致的子网，分别给 2 个子接口配置 IP 地址，最后激活端口（命令：no shutdown）

输入的命令：

R1#conf t

Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.

R1(config)#interface fa0/0.1

R1(config-subif)#encapsulation dot1q 1

R1(config-subif)#ip address 10.0.0.2 255.255.255.0

R1(config-subif)#no shutdown

R1(config-subif)#exit

R1(config)#interface fa0/0.2

R1(config-subif)#encapsulation dot1q 2

R1(config-subif)#ip address 10.0.1.2 255.255.255.0

R1(config-subif)#no shutdown

R1(config-subif)#exit

5. 按照前述拓扑图，给 PC 配置 IP 地址，并将默认路由器地址（gateway）按照所属 VLAN，分别设置为路由器的 2 个子接口的 IP 地址。

配置截图（输入的命令或配置界面）：

```
PC1> ip 10.0.0.1 255.255.255.0 10.0.0.2
Checking for duplicate address...
PC1 : 10.0.0.1 255.255.255.0 gateway 10.0.0.2
```

```
PC2> ip 10.0.1.1 255.255.255.0 10.0.1.2
Checking for duplicate address...
PC1 : 10.0.1.1 255.255.255.0 gateway 10.0.1.2
```

6. 测试 2 台 PC 能否 Ping 通各自的路由器子接口地址

结果截图：

```
PC1> ping 10.0.0.2
84 bytes from 10.0.0.2 icmp_seq=1 ttl=255 time=7.980 ms
84 bytes from 10.0.0.2 icmp_seq=2 ttl=255 time=10.001 ms
84 bytes from 10.0.0.2 icmp_seq=3 ttl=255 time=5.044 ms
84 bytes from 10.0.0.2 icmp_seq=4 ttl=255 time=4.979 ms
84 bytes from 10.0.0.2 icmp_seq=5 ttl=255 time=3.993 ms
```

```
PC2> ping 10.0.1.2
10.0.1.2 icmp_seq=1 timeout
84 bytes from 10.0.1.2 icmp_seq=2 ttl=255 time=1.068 ms
84 bytes from 10.0.1.2 icmp_seq=3 ttl=255 time=7.979 ms
84 bytes from 10.0.1.2 icmp_seq=4 ttl=255 time=4.981 ms
84 bytes from 10.0.1.2 icmp_seq=5 ttl=255 time=3.988 ms
```

7. 测试 2 台 PC 能否互相 Ping 通

结果截图：

PC1 ping PC2，可以 ping 通：

```
PC1> ping 10.0.1.2
84 bytes from 10.0.1.2 icmp_seq=1 ttl=255 time=6.430 ms
84 bytes from 10.0.1.2 icmp_seq=2 ttl=255 time=2.589 ms
84 bytes from 10.0.1.2 icmp_seq=3 ttl=255 time=6.993 ms
84 bytes from 10.0.1.2 icmp_seq=4 ttl=255 time=9.976 ms
84 bytes from 10.0.1.2 icmp_seq=5 ttl=255 time=9.972 ms
```

PC2 ping PC1，可以 ping 通：

```
PC2> ping 10.0.0.2
84 bytes from 10.0.0.2 icmp_seq=1 ttl=255 time=4.032 ms
84 bytes from 10.0.0.2 icmp_seq=2 ttl=255 time=1.997 ms
84 bytes from 10.0.0.2 icmp_seq=3 ttl=255 time=4.714 ms
84 bytes from 10.0.0.2 icmp_seq=4 ttl=255 time=8.145 ms
84 bytes from 10.0.0.2 icmp_seq=5 ttl=255 time=4.116 ms
```

8. 记录路由器的路由表内容（命令：show ip route）

结果截图：

```

R1#show ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, 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, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

    10.0.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
C       10.0.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0.1
C       10.0.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0.2

```

9. 记录路由器上的运行配置（命令：show running-config），复制粘贴本节相关的文本。

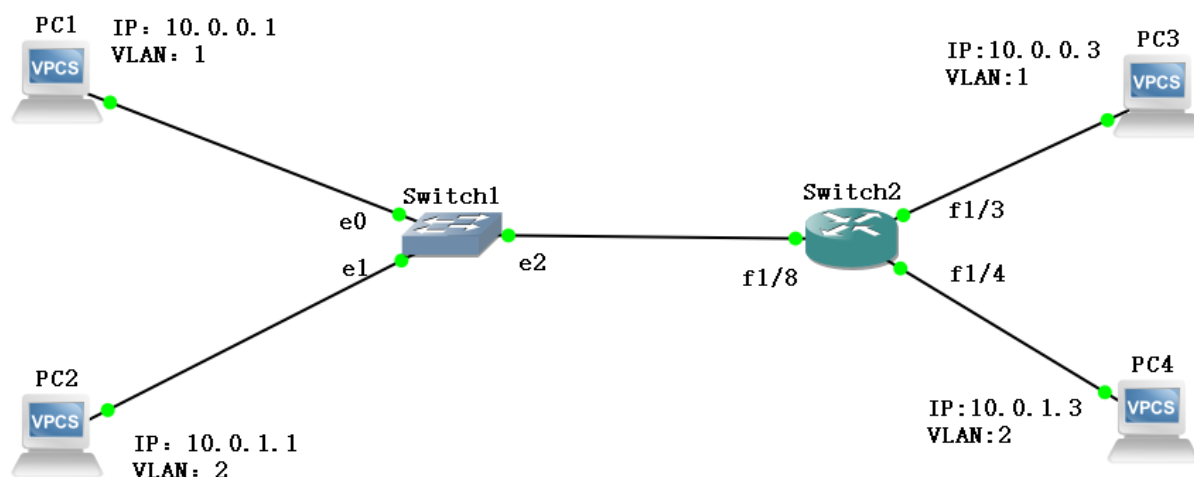
```

!
interface FastEthernet0/0
  no ip address
  duplex auto
  speed auto
!
interface FastEthernet0/0.1
  encapsulation dot1Q 1 native
  ip address 10.0.0.2 255.255.255.0
!
interface FastEthernet0/0.2
  encapsulation dot1Q 2
  ip address 10.0.1.2 255.255.255.0
!

```

----Part 2 三层交换----

1. 将第一部分的路由器删除后，将二层交换机和一台三层交换机连接（使用 GNS3 模拟时，请参见指南中“十五、使用路由器模拟三层交换机”的具体步骤，创建一个三层交换机设备），并新增 2 台 PC（PC3、PC4）直接连接到三层交换机，标记各设备的 IP 地址和 VLAN（给 PC3、PC4 分配所在 VLAN 内的合适 IP 地址）：



- 在三层交换机上增加 1 个 VLAN，并使得 2 台 PC 所连端口分别属于 2 个 VLAN。

输入的命令：

Switch2#vlan database

Switch2(vlan)#vlan 2

Switch2(vlan)#exit

Switch2#conf t

Switch2(config)#interface fa1/4

Switch2(config-if)#switchport access vlan 2

配置的结果：

VLAN	Name	Status	Ports
1	default	active	Fa1/0, Fa1/1, Fa1/2, Fa1/3 Fa1/5, Fa1/6, Fa1/7, Fa1/8 Fa1/9, Fa1/10, Fa1/11, Fa1/12 Fa1/13, Fa1/14, Fa1/15
2	VLAN0002	active	Fa1/4

- 给 2 个 VLAN 接口配置 IP 地址（命令：interface vlan VLAN 编号，ip address IP 地址）

输入的命令：

Switch2(config)#interface vlan 1

Switch2(config-if)#ip address 10.0.0.4 255.255.255.0

Switch2(config-if)#exit

Switch2(config)#interface vlan 2

Switch2(config-if)#ip address 10.0.1.4 255.255.255.0

4. 在三层交换机上启用路由功能（命令：ip routing）（在 GNS3 上用路由器模拟三层交换机时，此步骤不需要）

由于我们在 GNS3 上用路由器模拟三层交换机，因此已经默认启用路由功能，不需要这一步骤。

5. 按照前述拓扑图，给 PC3、PC4 配置 IP 地址，并将 PC3、PC4 的默认路由器分别设置为三层交换机 2 个 VLAN 接口的 IP 地址。

配置截图：

```
PC3> ip 10.0.0.3 255.255.255.0 10.0.0.4
Checking for duplicate address...
PC1 : 10.0.0.3 255.255.255.0 gateway 10.0.0.4
```

```
PC4> ip 10.0.1.3 255.255.255.0 10.0.1.4
Checking for duplicate address...
PC1 : 10.0.1.3 255.255.255.0 gateway 10.0.1.4
```

6. 测试 PC3、PC4 能否 Ping 通各自的 VLAN 接口地址

结果截图：

```
PC3> ping 10.0.0.4
84 bytes from 10.0.0.4 icmp_seq=1 ttl=255 time=9.963 ms
84 bytes from 10.0.0.4 icmp_seq=2 ttl=255 time=0.989 ms
84 bytes from 10.0.0.4 icmp_seq=3 ttl=255 time=0.998 ms
84 bytes from 10.0.0.4 icmp_seq=4 ttl=255 time=10.970 ms
84 bytes from 10.0.0.4 icmp_seq=5 ttl=255 time=9.001 ms
```

```
PC4> ping 10.0.1.4
84 bytes from 10.0.1.4 icmp_seq=1 ttl=255 time=9.973 ms
84 bytes from 10.0.1.4 icmp_seq=2 ttl=255 time=10.928 ms
84 bytes from 10.0.1.4 icmp_seq=3 ttl=255 time=10.951 ms
84 bytes from 10.0.1.4 icmp_seq=4 ttl=255 time=11.109 ms
84 bytes from 10.0.1.4 icmp_seq=5 ttl=255 time=10.971 ms
```

7. 测试 PC3、PC4 能否互相 Ping 通。

结果截图：

PC3 ping PC4

```
PC3> ping 10.0.1.4
84 bytes from 10.0.1.4 icmp_seq=1 ttl=255 time=6.936 ms
84 bytes from 10.0.1.4 icmp_seq=2 ttl=255 time=0.998 ms
84 bytes from 10.0.1.4 icmp_seq=3 ttl=255 time=6.981 ms
84 bytes from 10.0.1.4 icmp_seq=4 ttl=255 time=10.963 ms
84 bytes from 10.0.1.4 icmp_seq=5 ttl=255 time=7.927 ms
```

PC4 ping PC3

```
PC4> ping 10.0.0.4
84 bytes from 10.0.0.4 icmp_seq=1 ttl=255 time=6.003 ms
84 bytes from 10.0.0.4 icmp_seq=2 ttl=255 time=6.754 ms
84 bytes from 10.0.0.4 icmp_seq=3 ttl=255 time=10.947 ms
84 bytes from 10.0.0.4 icmp_seq=4 ttl=255 time=2.999 ms
84 bytes from 10.0.0.4 icmp_seq=5 ttl=255 time=3.633 ms
```

8. 测试不同交换机上属于不同 VLAN 的 PC 间的连通性（如 PC1->PC4, PC2->PC3）

结果截图：

PC1→PC4

```
PC1> ping 10.0.1.3
host (10.0.0.2) not reachable
```

PC2→PC3

```
PC2> ping 10.0.0.3
host (10.0.1.2) not reachable
```

9. 如果有些 PC 之间是不能 Ping 通的，思考一下是什么原因造成的。接下来在三层交换机上把与二层交换机互联的端口设置成 Trunk 模式。

输入的命令：

Switch2(config)#interface fa1/8

Switch2(config-if)#switchport mode trunk

10. 再次测试之前不通的 PC 间的连通性。

结果截图：

PC2→PC3

```
PC2> ping 10.0.0.3
10.0.0.3 icmp_seq=1 timeout
10.0.0.3 icmp_seq=2 timeout
84 bytes from 10.0.0.3 icmp_seq=3 ttl=63 time=15.038 ms
84 bytes from 10.0.0.3 icmp_seq=4 ttl=63 time=15.685 ms
84 bytes from 10.0.0.3 icmp_seq=5 ttl=63 time=35.699 ms
```

11. 显示三层交换机上的路由信息

结果截图：

```

Switch2#show ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, 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, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

    10.0.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
C       10.0.0.0 is directly connected, Vlan1
C       10.0.1.0 is directly connected, Vlan2

```

12. 记录三层交换机上的当前运行配置，复制粘贴本节相关的文本。

```
!
```

```
interface FastEthernet1/4
```

```
    switchport access vlan 2
```

```
!
```

```
interface FastEthernet1/8
```

```
    switchport mode trunk
```

```
!
```

```
interface Vlan1
```

```
    ip address 10.0.0.4 255.255.255.0
```

```
!
```

```
interface Vlan2
```

```
    ip address 10.0.1.4 255.255.255.0
```

六、 实验结果与分析

根据你观察到的实验数据和对实验原理的理解，分别解答以下问题：

1. 为什么路由器的端口可以配置 IP 地址，而三层交换机的端口跟二层交换机一样不能配置 IP 地址？

三层交换机的实质是二层交换机加上路由背板，也就是将路由技术与交换技术合二为一。一般的三层交换机端口下都是二层透传，通过路由模块来实现三层功能，所以本

质上跟二层交换机一样，不能在物理端口配置 IP 地址，只能通过 vlan 逻辑端口间接配置 IP 地址。而路由器可以在物理端口下配置 IP 地址。

2. 本实验中为什么要用子接口？有什么好处？使用物理接口可以吗？

在 VLAN 虚拟局域网中，通常是一个物理接口对应一个 VLAN。在多个 VLAN 的网络上，无法使用单台路由器的一个物理接口实现 VLAN 间通信，同时路由器有其物理局限性，不可能带有大量的物理接口。因为本实验要求在同一个物理接口下有两个 VLAN，所以要使用子接口。

子接口的好处在于能打破物理接口的数量局限性，在一个接口中实现多个 VLAN 间的路由和通信。

可以使用物理接口，只要其接口数大于 2 即可。

3. 直连三层交换机的 PC 的默认路由器地址应该设为什么？

设为对应 VLAN 的 IP 地址。

4. 三层交换机和二层交换机互联时，连在二层交换机上 VLAN 2 的 PC 为什么 Ping 不通连在三层交换机上 VLAN 1 的 PC？

因为这时三层交换机连接二层交换机的端口还没有被设置成 trunk 模式，二层交换机到三层交换机不同 VLAN 之间的通道还没打开。

5. Ping 测试时，为什么一开始有几次不通，后面又通了？

因为需要一段时间建立路由表，寻找目标 PC 的地址。等到之后通过网关，就可以 ping 通了。

6. 既然路由器可以实现 VLAN 间数据交换，为何还要设计三层交换机呢？

三层交换机与传统路由器相比有如下优点：

1. 子网间传输带宽可任意分配：三层交换机可以把多个端口定义成一个虚拟网，把多个端口组成的虚拟网作为虚拟网接口，且端口数可任意指定，子网间传输带宽没有限制。

2. 有利于信息资源的合理配置：子网设置单独服务器存在一定的资源浪费。三层交换机可以在全局网中设置服务器群，不仅节省费用，更可以合理配置信息资源。

3. 方便交换机之间的连接：三层交换机用生成树算法阻塞造成回路的端口，但在进行路由选择时，依然把阻塞掉的通路作为可选路径参与路由选择。

交换机交换速度快，但控制功能弱，路由器控制性能强，但报文转发速度慢。三层交换机既有交换机线速转发报文能力，又有路由器良好的控制功能，减少了金钱和人力成本。

7. 讨论、心得

在完成本实验后，你可能会会有很多待解答的问题，你可以把它们记在这里，接下来的学习中，你也许会逐渐得到答案的，同时也可以让老师了解到你有哪些困惑，老师在课堂可以安排针对性地解惑。等到课程结束后，你再回头看看这些问题时你或许会有不同的见解：

在实验 part2 的第 8 题中，要求我们以 PC1 ping PC4，并应当得到能够 ping 通的结果。然而，PC1 属于 vlan1，PC4 属于 vlan2，且此时交换机的互联端口并未配置成 vlan trunk 模式，按理说两台 PC 应该不能 ping 通。在实际实验中，我们确实无法 ping 通这两台 PC。因此我们感到疑惑：为什么在实验指导中 PC1 似乎可以 ping 通 PC4，而 PC2 却无法 ping 通 PC3 呢？毕竟这两组 PC 都属于不同 vlan，理应有相同的实验结果。

在实验过程中你可能会遇到的困难，并得到了宝贵的经验教训，请把它们记录下来，提供给其他人参考吧：

在实验 part1 的第 6、7 题中，要注意提前打开路由器上的父接口，即也需对其父接口进行 no shutdown 操作。在实验过程中因为没有打开路由器的父端口，导致 PC 一直无法 ping 通自己的路由器子接口地址，最后发现了这个问题，才得以 ping 通。

你对本实验安排有哪些更好的建议呢？欢迎献计献策：

实验安排合理，内容充实详细，经此实验我们对三层交换机和路由器的工作原理有了切实的体会。