

浙江大学

本科实验报告

课程名称：网络系统设计与工程

姓 名：余新印

学 院：计算机学院与软件学院

系：计算机科学与技术

专 业：计算机科学与技术

学 号：3110104180

指导教师：邱劲松

2014 年 5 月 20 日

浙江大学实验报告

课程名称： 网络系统设计与工程 实验类型： 设计性实验
实验项目名称： 三层交换实验
学生姓名： 余新印 专业： 计算机科学与技术 学号： 3110104180
同组学生姓名： 章海达、应旭栋、罗阳 指导老师： 邱劲松
实验地点： 网络实验室 实验日期： 2014 年 5 月 20 日

一、 实验目的和要求

1. 加深对 VLAN 的理解
2. 理解 VLAN 间路由的原理
3. 理解三层交换机的工作机制
4. 掌握配置和调试三层交换机的方法

二、 实验内容和原理

在以交换机为主构建的网络中，通常为了减少网络广播包的数量，会把整个网络划分成多个 VLAN。按照 IP 组网的原则，每个 VLAN 相当于一个独立的物理 IP 子网，必须为每个 VLAN 分配不同的 IP 子网。这样，如果 VLAN 间需要通信，则必须经过路由器来通信。传统的组网方式，就是采用在整个网络中单独设置路由器的方案，可以只使用 1 个路由器来连接整个网络（此时称为单臂路由器），该方案中的路由器只有一个接口连在交换机上的 VLAN Trunk 口，路由器上的接口必须支持子接口方式，即一个物理接口上被划分出若干个逻辑接口，每个逻辑接口分别属于不同的 VLAN 和 IP 子网。

随着网络中 VLAN 间的流量不断增大，采用路由器方案的缺点逐渐显露：所有跨 VLAN 的通信均通过路由器转发，而路由器是根据单个 IP 包来查找路由表的，是在第三层进行转发的，转发速度低，会成为整个网络的瓶颈。因此，三层交换技术应运而生。

所谓三层交换，就是使用交换机替代路由器来进行跨 VLAN 数据包的转发，而且交换机可以对一段时间内的同一目的/源 IP 地址间的通信进行流式处理，在一次连续的通信开始时，三层交换机根据 IP 路由表建立一个第二层的转发路径，在接下来的后续数据包转发时，直

接通过第二层的转发路径快速转发，不再查询路由表。

本实验分为 2 部分：前一部分采用路由器来进行 VLAN 间互联，后一部分采用三层交换机来进行 VLAN 间互联。

三、 主要仪器设备

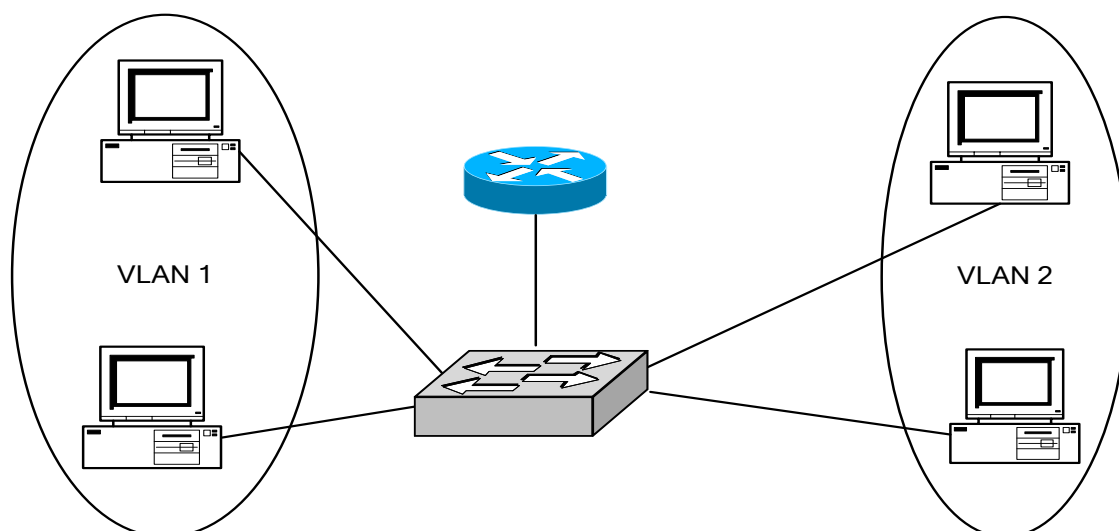
PC 机、路由器、Console 连接线、直联网络线、交叉网络线

其中，路由器型号为 Cisco 2800

三层交换机型号为 Catalyst 3550

四、 操作方法与实验步骤

第一部分 采用单臂路由器进行 VLAN 互联



1. 如图连接设备，用一台二层交换机连接 4 台 PC，另加 1 台路由器连接交换机
2. 配置二层交换机，划分出 2 个 VLAN，让 4 台 PC 分为 2 组，每组属于 1 个 VLAN
3. 测试同一 VLAN 内各 PC 间是否能 PING 通，不同 VLAN 间 PC 应无法 PING 通
4. 配置交换机上与路由器连接的端口为 VLAN TRUNK 模式
5. 为路由器上与交换机连接的端口增加 2 个子接口

```
Router(config)# interface <type> <slot/unit.sub>
```

示例：interface Ethernet 0/1.1

6. 为每个子接口设置所属 VLAN

```
Router(config-subif)# encapsulation dot1q <vlan-number>
```

示例：encapsulation dot1q 1

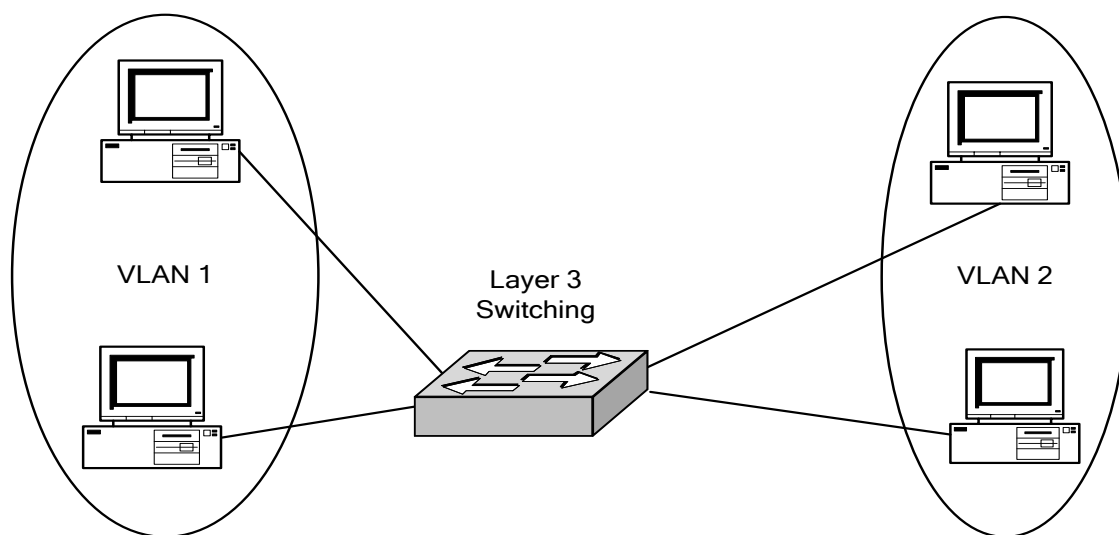
7. 为每个子接口设置 IP 地址

```
Router(config-subif)# ip address ip-addr subnet-mask
```

8. 将对应路由器的子接口 IP 地址作为 2 组 VLAN 中 PC 的默认网关地址

9. 全部完成后，检查配置是否成功，2 组 VLAN 间 PC 应能互相 PING 通

第二部分 采用三层交换机互联 VLAN



1. 如图连接设备，用一台三层交换机连接 4 台 PC

2. 配置二层交换机，划分出 2 个 VLAN，让 4 台 PC 分为 2 组，每组属于 1 个 VLAN

3. 测试同一 VLAN 内各 PC 间是否能 PING 通，不同 VLAN 间 PC 应无法 PING 通

4. 为三层交换机的每个 VLAN 配置一个独立的 IP 地址

5. 在三层交换机上启用路由转发功能

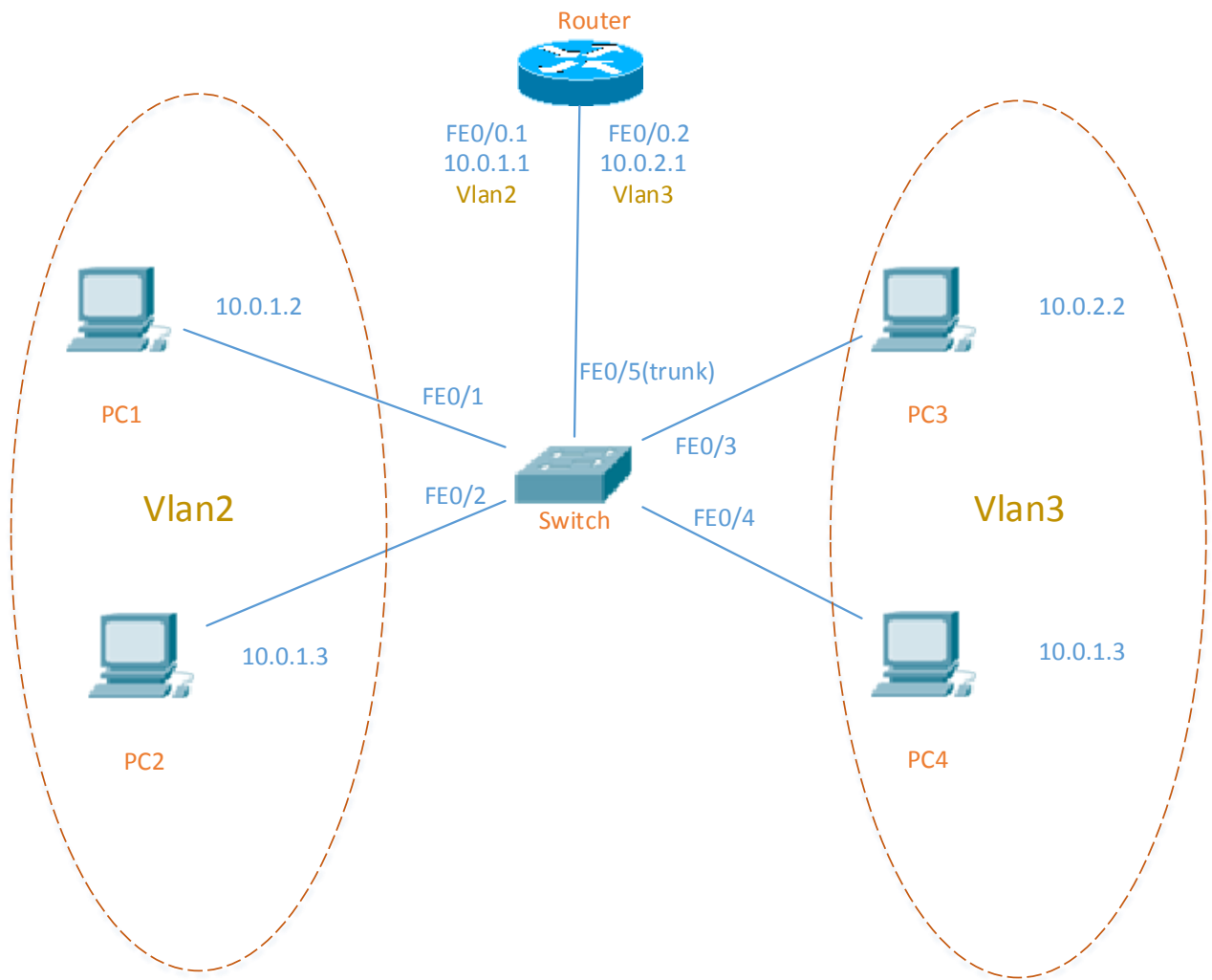
6. 将交换机上对应 VLAN 的 IP 地址作为 2 组 VLAN 中 PC 的默认网关地址

7. 全部完成后，检查配置是否成功，2 组 VLAN 间 PC 应能互相 PING 通

五、 实验数据记录和处理

第一部分 采用单臂路由器进行 VLAN 互联

实验拓扑图（请在图中描述接口信息、IP 地址）



所使用的命令及实验数据

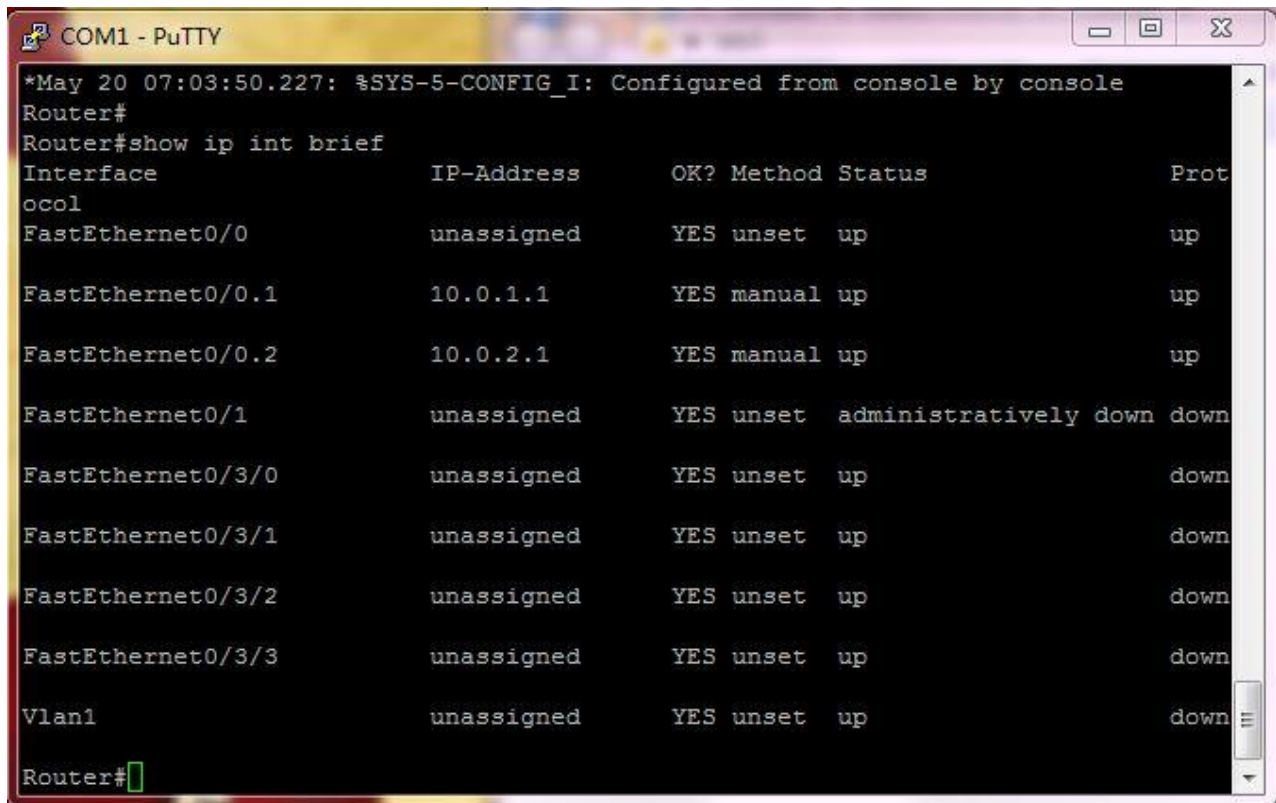
1. 配置路由器各接口的命令（以太口、子接口）：

```
Router(config)# interface FastEthernet 0/0.1
Router(config-subif)# encapsulation dot1Q 2
Router(config-subif)# ip address 10.0.1.1 255.255.255.0
```

```
Router(config)# interface FastEthernet 0/0.2
Router(config-subif)# encapsulation dot1Q 3
Router(config-subif)# ip address 10.0.2.1 255.255.255.0
```

2. 显示路由器的接口状态:

Router# show ip interface brief



```
*May 20 07:03:50.227: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
Router#
Router#show ip int brief
Interface                IP-Address      OK? Method Status      Prot
ocol
FastEthernet0/0          unassigned      YES unset    up          up
FastEthernet0/0.1        10.0.1.1        YES manual    up          up
FastEthernet0/0.2        10.0.2.1        YES manual    up          up
FastEthernet0/1          unassigned      YES unset    administratively down down
FastEthernet0/3/0        unassigned      YES unset    up          down
FastEthernet0/3/1        unassigned      YES unset    up          down
FastEthernet0/3/2        unassigned      YES unset    up          down
FastEthernet0/3/3        unassigned      YES unset    up          down
Vlan1                    unassigned      YES unset    up          down
Router#
```

3. 在 PC 上设置的默认网关分别为:

(Vlan 2) PC1, PC2 的默认网关是 10.0.1.1

(Vlan 3) PC3, PC4 的默认网关是 10.0.1.2

4. 使用 Ping 测试 PC 与路由器各接口的结果:

在 PC2 上测试

```
C:\Windows\system32\cmd.exe

C:\Users\student>ping 10.0.1.1

正在 Ping 10.0.1.1 具有 32 字节的数据:
来自 10.0.1.1 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=255
来自 10.0.1.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=255
来自 10.0.1.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=255
来自 10.0.1.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=255

10.0.1.1 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:\Users\student>ping 10.0.1.2

正在 Ping 10.0.1.2 具有 32 字节的数据:
来自 10.0.1.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.0.1.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.0.1.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.0.1.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

10.0.1.2 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):
```

在 PC3 上测试

```
C:\Users\student>ping 10.0.1.1

正在 Ping 10.0.1.1 具有 32 字节的数据:
来自 10.0.1.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=255
来自 10.0.1.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=255
来自 10.0.1.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=255
来自 10.0.1.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=255

10.0.1.1 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

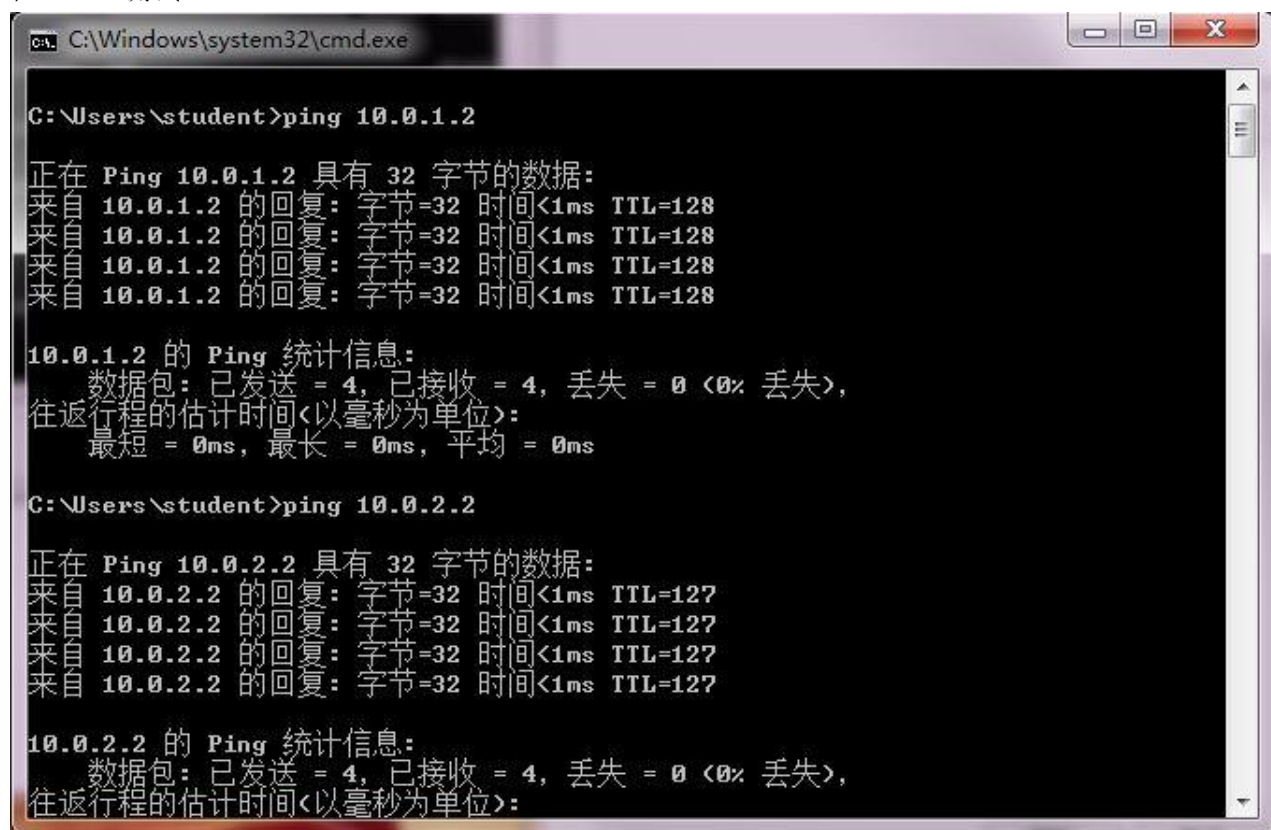
C:\Users\student>ping 10.0.2.1

正在 Ping 10.0.2.1 具有 32 字节的数据:
来自 10.0.2.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=255
来自 10.0.2.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=255
来自 10.0.2.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=255
来自 10.0.2.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=255

10.0.2.1 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
```

5. 使用 Ping 测试 PC 之间的结果:

在 PC2 上测试



```
C:\Windows\system32\cmd.exe

C:\Users\student>ping 10.0.1.2

正在 Ping 10.0.1.2 具有 32 字节的数据:
来自 10.0.1.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.0.1.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.0.1.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.0.1.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

10.0.1.2 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\student>ping 10.0.2.2

正在 Ping 10.0.2.2 具有 32 字节的数据:
来自 10.0.2.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127
来自 10.0.2.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127
来自 10.0.2.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127
来自 10.0.2.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127

10.0.2.2 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):
```

在 PC3 上测试


```
C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\Users\student>ping 10.0.2.3

正在 Ping 10.0.2.3 具有 32 字节的数据:
来自 10.0.2.3 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=64
来自 10.0.2.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 10.0.2.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 10.0.2.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64

10.0.2.3 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:\Users\student>ping 10.0.1.2

正在 Ping 10.0.1.2 具有 32 字节的数据:
来自 10.0.1.2 的回复: 字节=32 时间=2ms TTL=127
来自 10.0.1.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127
来自 10.0.1.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127
来自 10.0.1.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127

10.0.1.2 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 = 2ms, 平均 = 0ms

C:\Users\student>ping 10.0.1.3

正在 Ping 10.0.1.3 具有 32 字节的数据:
来自 10.0.1.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127
来自 10.0.1.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127
来自 10.0.1.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127
来自 10.0.1.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127

10.0.1.3 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\student>
```

6. 显示路由器当前的路由表内容:

Router# show ip route

```
COM1 - PuTTY

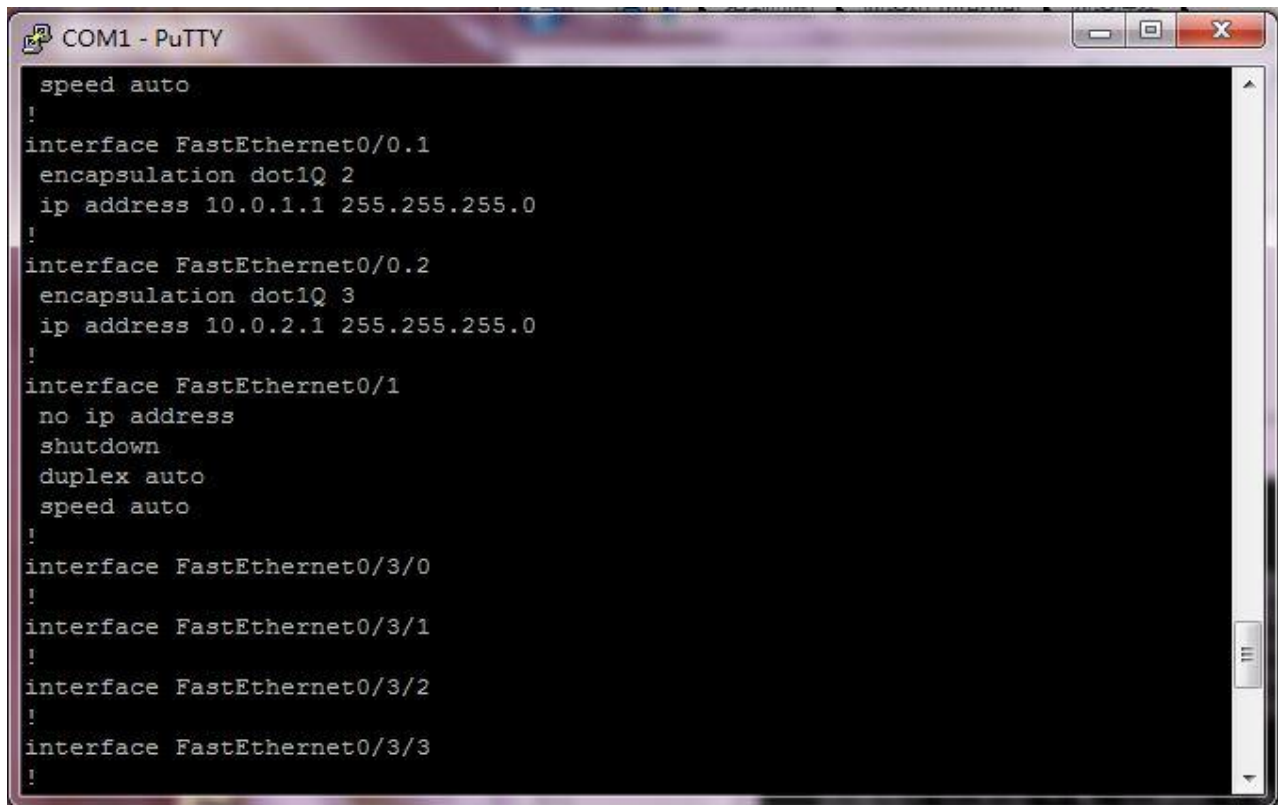
FastEthernet0/3/2      unassigned      YES unset  up      down
FastEthernet0/3/3      unassigned      YES unset  up      down
Vlan1                  unassigned      YES unset  up      down

Router#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       10.0.2.0 is directly connected, FastEthernet0/0.2
C       10.0.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0.1
Router#
Router#
Router#
```

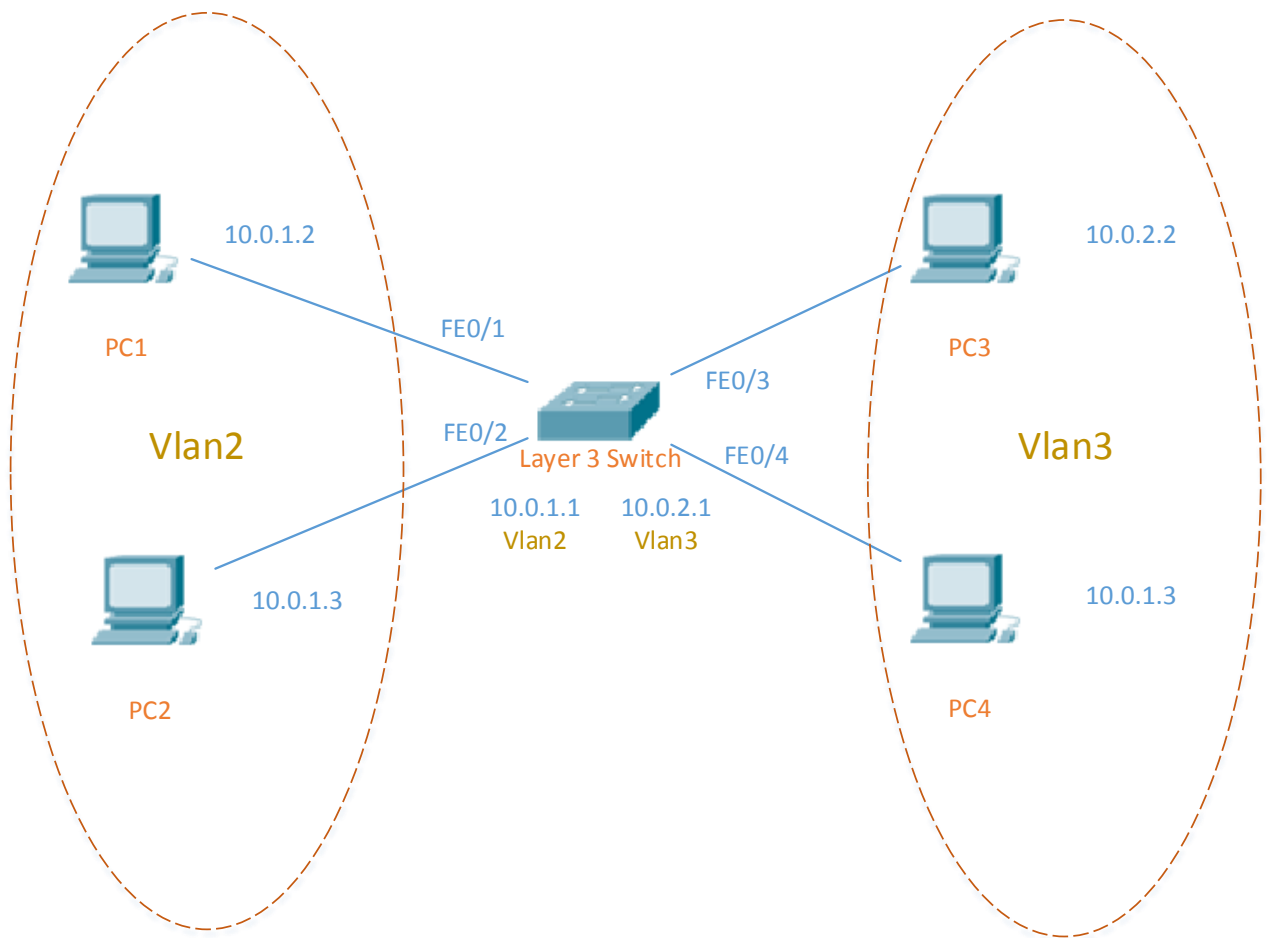
7. 实验结束后，路由器上的当前运行配置为（从 show running-config 的显示结果中，截取与本实验相关的内容）：



```
COM1 - PuTTY
speed auto
!
interface FastEthernet0/0.1
  encapsulation dot1Q 2
  ip address 10.0.1.1 255.255.255.0
!
interface FastEthernet0/0.2
  encapsulation dot1Q 3
  ip address 10.0.2.1 255.255.255.0
!
interface FastEthernet0/1
  no ip address
  shutdown
  duplex auto
  speed auto
!
interface FastEthernet0/3/0
!
interface FastEthernet0/3/1
!
interface FastEthernet0/3/2
!
interface FastEthernet0/3/3
!
```

第二部分 采用三层交换机互联 VLAN

实验拓扑图（请在图中描述接口信息、IP 地址）



所使用的命令及实验数据

1. 配置交换机 VLAN 的命令:

```
Switch(config)# vlan database
```

```
Switch (vlan)# vlan 2 name Vlan2
```

```
Switch (vlan)# vlan 3 name Vlan3
```

```
Switch (config)# interface vlan 2
```

```
Switch (config-if)# ip interface 10.0.1.1 255.255.255.0
```

```
Switch (config)# interface vlan 3
```

```
Switch (config-if)# ip interface 10.0.2.1 255.255.255.0
```

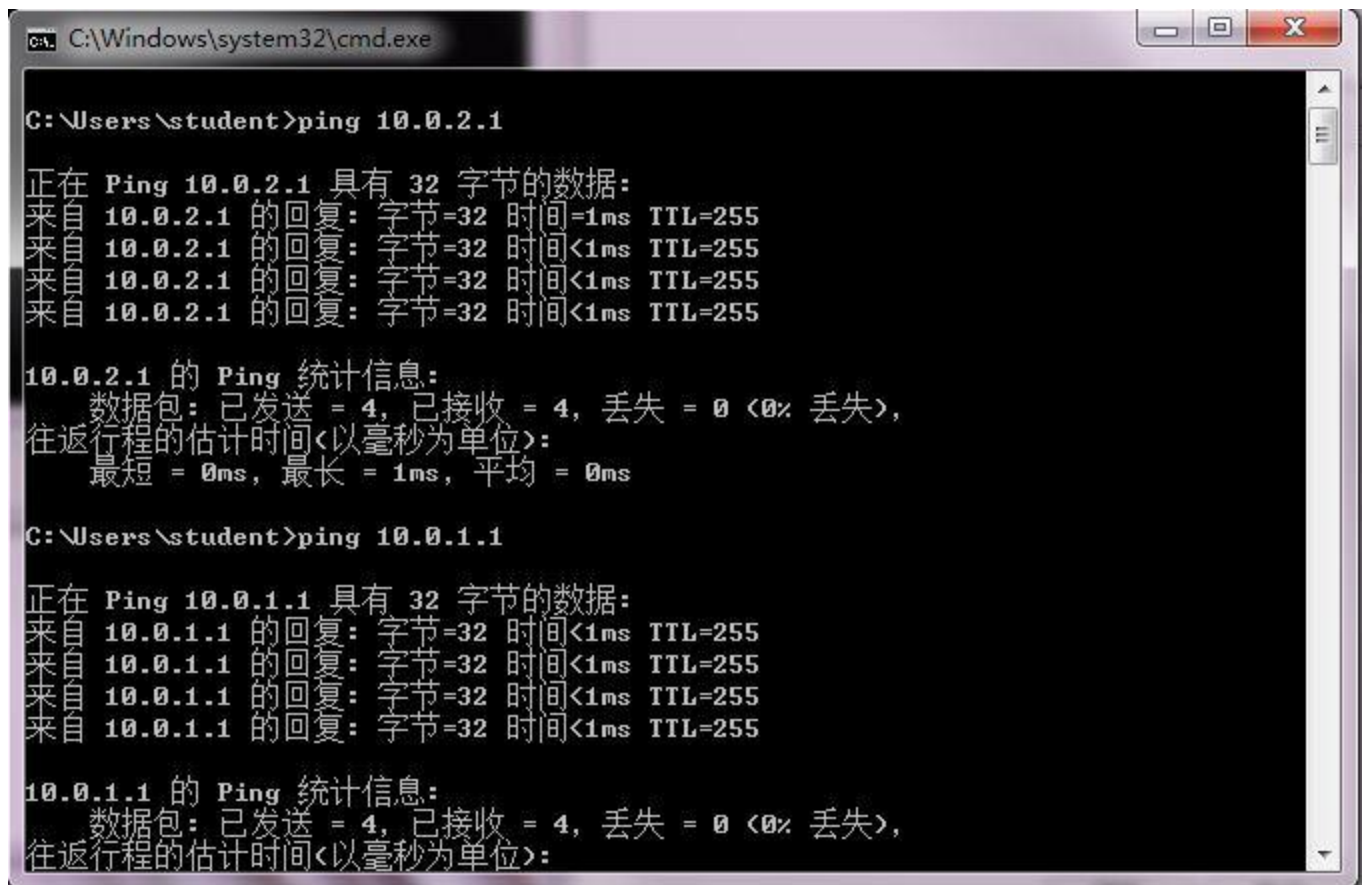
2. 在 PC 上设置的默认网关分别为:

(Vlan 2) PC1, PC2 的默认网关是 10.0.1.1

(Vlan 3) PC3, PC4 的默认网关是 10.0.1.2

3. 使用 Ping 测试 PC 与交换机各接口的结果:

在 PC2 上测试



```
C:\Windows\system32\cmd.exe

C:\Users\student>ping 10.0.2.1

正在 Ping 10.0.2.1 具有 32 字节的数据:
来自 10.0.2.1 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=255
来自 10.0.2.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=255
来自 10.0.2.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=255
来自 10.0.2.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=255

10.0.2.1 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:\Users\student>ping 10.0.1.1

正在 Ping 10.0.1.1 具有 32 字节的数据:
来自 10.0.1.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=255
来自 10.0.1.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=255
来自 10.0.1.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=255
来自 10.0.1.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=255

10.0.1.1 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):
```

在 PC3 上测试

```
C:\Windows\system32\cmd.exe

C:\Users\student>ping 10.0.1.1

正在 Ping 10.0.1.1 具有 32 字节的数据:
来自 10.0.1.1 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=255
来自 10.0.1.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=255
来自 10.0.1.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=255
来自 10.0.1.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=255

10.0.1.1 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:\Users\student>ping 10.0.2.1

正在 Ping 10.0.2.1 具有 32 字节的数据:
来自 10.0.2.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=255
来自 10.0.2.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=255
来自 10.0.2.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=255
来自 10.0.2.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=255

10.0.2.1 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\student>
```

4. 交换机的路由表的当前内容:

Switch# show ip route

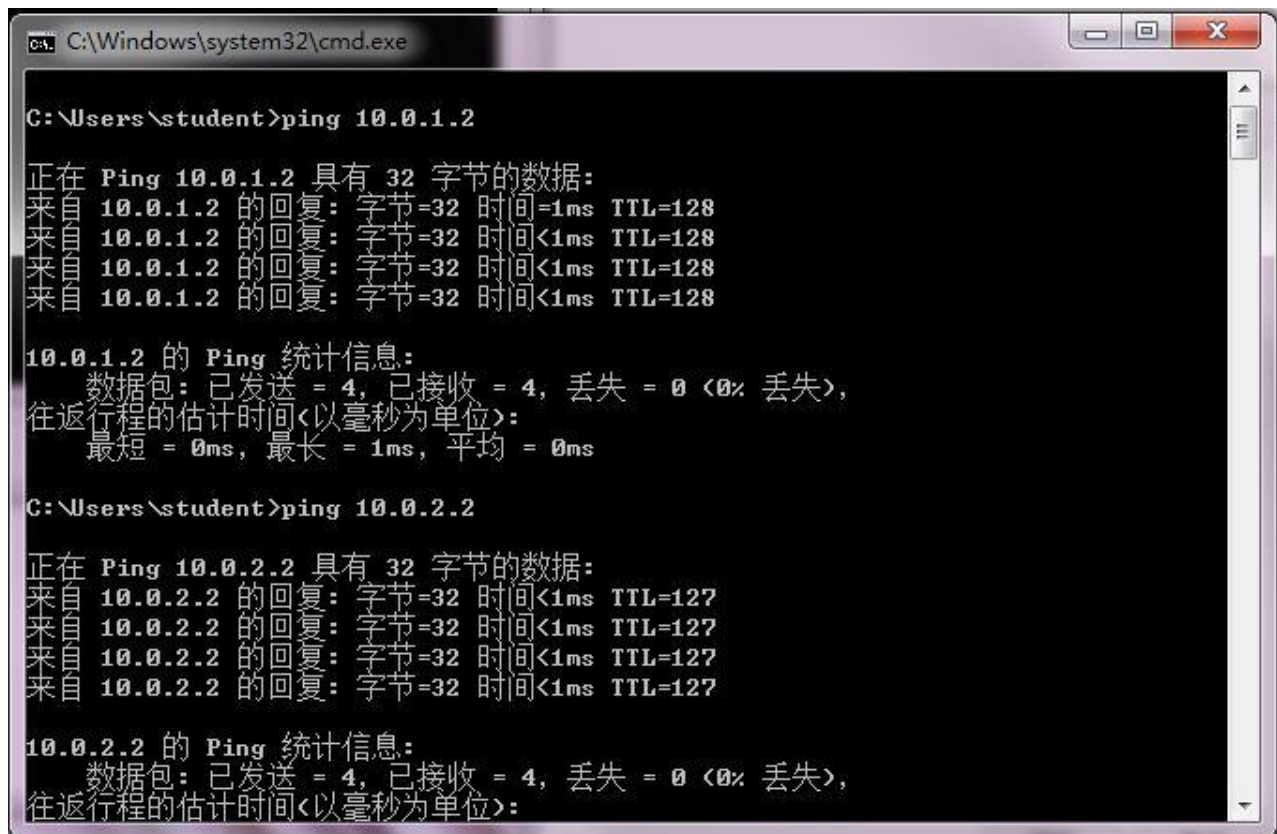
```
Switch#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, 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       10.0.2.0 is directly connected, Vlan3
C       10.0.1.0 is directly connected, Vlan2
Switch#
```


5. 使用 Ping 测试 PC 之间的联通性结果:

在 PC2 上测试



```
C:\Windows\system32\cmd.exe

C:\Users\student>ping 10.0.1.2

正在 Ping 10.0.1.2 具有 32 字节的数据:
来自 10.0.1.2 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=128
来自 10.0.1.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.0.1.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 10.0.1.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

10.0.1.2 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 = 1ms, 平均 = 0ms

C:\Users\student>ping 10.0.2.2

正在 Ping 10.0.2.2 具有 32 字节的数据:
来自 10.0.2.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127
来自 10.0.2.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127
来自 10.0.2.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127
来自 10.0.2.2 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127

10.0.2.2 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):
```

在 PC3 上测试

```
C:\Windows\system32\cmd.exe

G:\Users\student>ping 10.0.1.1

正在 Ping 10.0.1.1 具有 32 字节的数据:
来自 10.0.1.1 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=255
来自 10.0.1.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=255
来自 10.0.1.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=255
来自 10.0.1.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=255

10.0.1.1 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

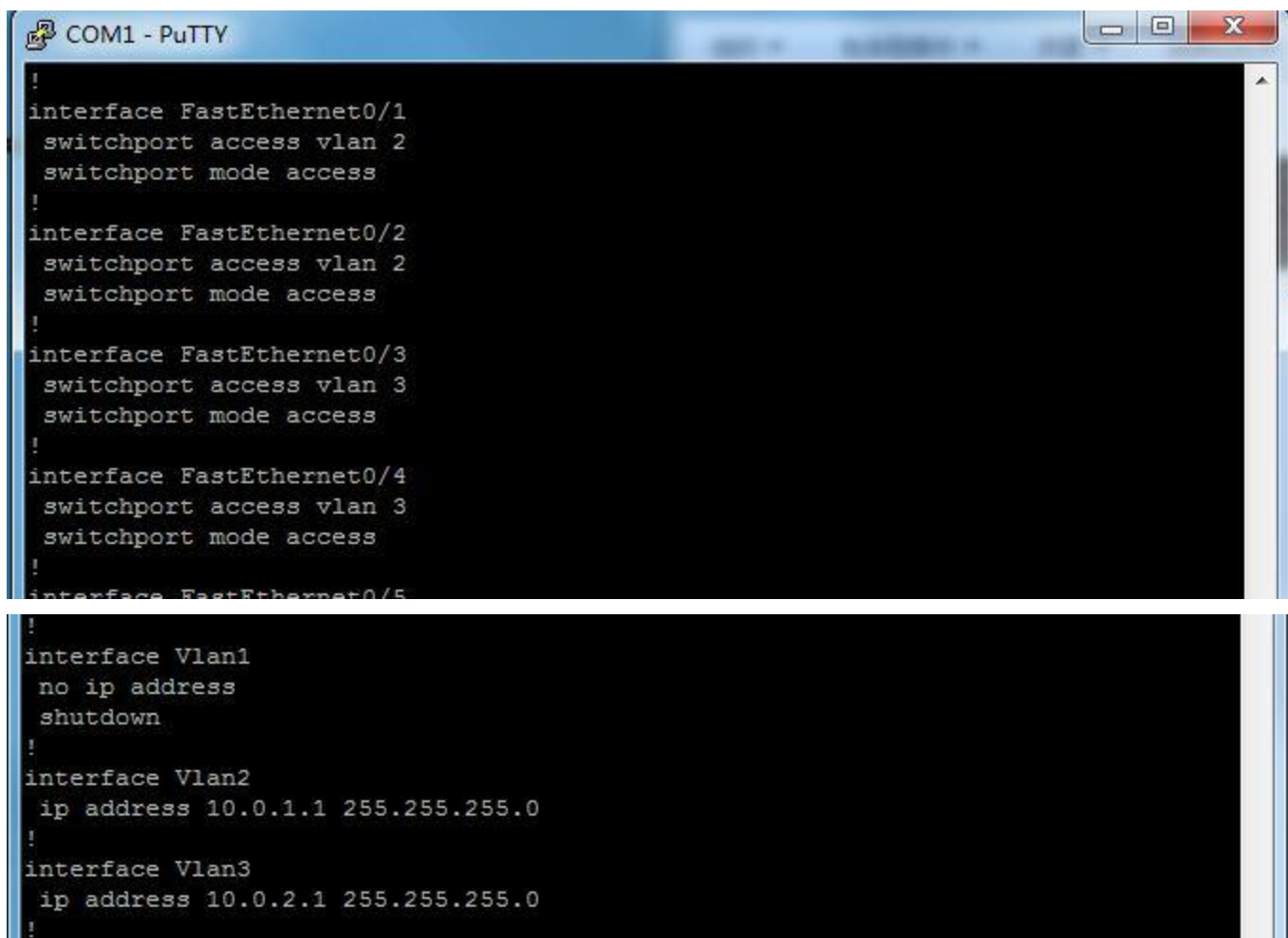
G:\Users\student>ping 10.0.2.1

正在 Ping 10.0.2.1 具有 32 字节的数据:
来自 10.0.2.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=255
来自 10.0.2.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=255
来自 10.0.2.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=255
来自 10.0.2.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=255

10.0.2.1 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

G:\Users\student>
```

6. 实验结束后，交换机上的当前运行配置为（从 show running-config 的显示结果中，截取与本实验相关的内容）：



```
!
interface FastEthernet0/1
  switchport access vlan 2
  switchport mode access
!
interface FastEthernet0/2
  switchport access vlan 2
  switchport mode access
!
interface FastEthernet0/3
  switchport access vlan 3
  switchport mode access
!
interface FastEthernet0/4
  switchport access vlan 3
  switchport mode access
!
interface FastEthernet0/5
!

interface Vlan1
  no ip address
  shutdown
!
interface Vlan2
  ip address 10.0.1.1 255.255.255.0
!
interface Vlan3
  ip address 10.0.2.1 255.255.255.0
!
```

六、 实验结果与分析

1. 在二层交换机中，划分 2 个 vlan，同一 vlan 的 PC 间能 ping 通，不同 vlan 间的 PC 不能 ping 通；
2. 将路由与交换机连接配置后，不同 vlan 间的 PC 也能 ping 通，说明单臂路由器可以实现 vlan 间路由；
3. 用三层交换机替代二层交换机，配置三层交换机，启用路由转发功能，结果不同 vlan 间的 PC 能够 ping 通，说明三层交换技术可以实现 vlan 间路由。

七、 讨论、心得

这次实验较为简单，原因是配置三层交换机的命令非常简短，划分 vlan，为 vlan 设定 ip 地址后，只需用 ip routing 就启动了路由转发。即便如此，三层路由技术的理论知识是十分重要的，仍需认真学习其中的原理。