



## 中国矿业大学计算机科学与技术学院

# 2020-2021(2)本科生计算机网络实验报告

实验内容 拓扑结构探测及 VLAN 设计

指 标 点 1.3 占报告分比 25%

学生姓名                      学 号                     

专业班级                     

学 院 计算机科学与技术学院

任课教师 杨东平

课程基础理论掌握程度	熟练 <input type="checkbox"/>	较熟练 <input type="checkbox"/>	一般 <input type="checkbox"/>	不熟练 <input type="checkbox"/>
综合知识应用能力	强 <input type="checkbox"/>	较强 <input type="checkbox"/>	一般 <input type="checkbox"/>	差 <input type="checkbox"/>
报告内容	完整 <input type="checkbox"/>	较完整 <input type="checkbox"/>	一般 <input type="checkbox"/>	不完整 <input type="checkbox"/>
报告格式	规范 <input type="checkbox"/>	较规范 <input type="checkbox"/>	一般 <input type="checkbox"/>	不规范 <input type="checkbox"/>
实验完成状况	好 <input type="checkbox"/>	较好 <input type="checkbox"/>	一般 <input type="checkbox"/>	差 <input type="checkbox"/>
工作量	饱满 <input type="checkbox"/>	适中 <input type="checkbox"/>	一般 <input type="checkbox"/>	欠缺 <input type="checkbox"/>
学习、工作态度	好 <input type="checkbox"/>	较好 <input type="checkbox"/>	一般 <input type="checkbox"/>	差 <input type="checkbox"/>
抄袭现象	无 <input type="checkbox"/>	有 <input type="checkbox"/> 姓名: <u>                    </u>		

综合成绩:

任课教师签字:

年 月 日

## 实验编号：02

## 项目名称：拓扑结构探测及 VLAN 设计

### 实验内容：

- (1) 拓扑结构探测：给出实验用机所在机房的局域网以及接入校园网的拓扑结构；
- (2) 测试互联网接入路径：运用 tracert 命令测试本机到互联网的接入路径；
- (3) 跨交换机和路由器的 VLAN 划分：运用仿真软件环境，搭建至少含有多个交换机和路由器（或三层交换机）的局域网，划分 VLAN，测试 VLAN 功能；

### 实验要求：

- (1) 通过拓扑结构探测，懂得跨网连接的概念，以及跨网连接必须的设备；
- (2) 通过 tracert 命令应用，给出校园网连接互联网的接入网结构；
- (3) 运用仿真软件，设计含有多个交换机和路由器（或三层交换机）的局域网，配置各个设备基本功能，进行多 VLAN 设计，并测试 VLAN 功能。

### 预习要求：

提前通过互联网或在实验室开始实验前登录实验管理服务器，点击预习链接，阅览或下载实验指导书——预习\网络协议\进阶-IP 分组基本报文分析。

### 操作与观察：

正确按照实验指导书步骤操作，观察记录下操作结果。

### 实验报告要求：

- (1) 按照实验要求，完成全部实验内容
- (2) 在标准实验报告书上填写全部实验操作记录和观察结果
- (3) 登录实验管理服务器，提交实验报告电子档。

### 实验报告内容：

#### (1) 拓扑结构探测实验

##### a. 主机所在实验室拓扑结构测试

进入计算机桌面，在资源管理器的“网络”中可以看到处在同一个网络内的相邻的主机数以及主机名。如图 1.1 所示。

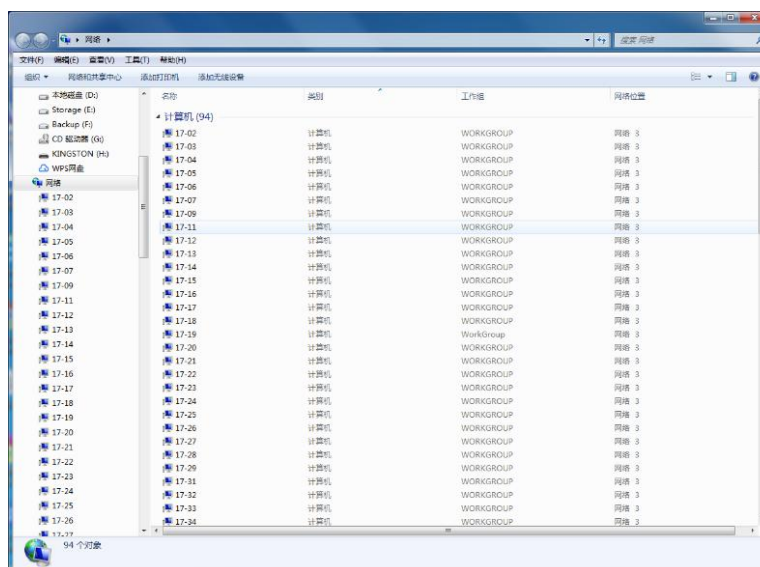


图 1.1 网络目录树

可以得出结论，该局域网中共有 109 台主机。

进入 cmd，使用 tracert 命令，探测到达任一相邻主机的中间节点。结果如图

1.2 所示:

```
C:\Users\Administrator>tracert 192.168.168.100

通过最多 30 个跃点跟踪
到 17-20 [192.168.168.100] 的路由:

  1    <1 毫秒    <1 毫秒    <1 毫秒  17-20 [192.168.168.100]

跟踪完成。

C:\Users\Administrator>tracert 192.168.168.102

通过最多 30 个跃点跟踪
到 17-22 [192.168.168.102] 的路由:

  1    <1 毫秒    <1 毫秒    <1 毫秒  17-22 [192.168.168.102]

跟踪完成。

C:\Users\Administrator>tracert 192.168.168.103

通过最多 30 个跃点跟踪
到 17-23 [192.168.168.103] 的路由:

  1    <1 毫秒    <1 毫秒    <1 毫秒  17-23 [192.168.168.103]

跟踪完成。
```

图 1.2 使用 tracert 追踪相邻的三个主机

最终发现，到达任一相邻主机的中间节点数均为 1。于是可以得到下图所示的实验用机机房的局域网拓扑结构。如图 1.3 所示：

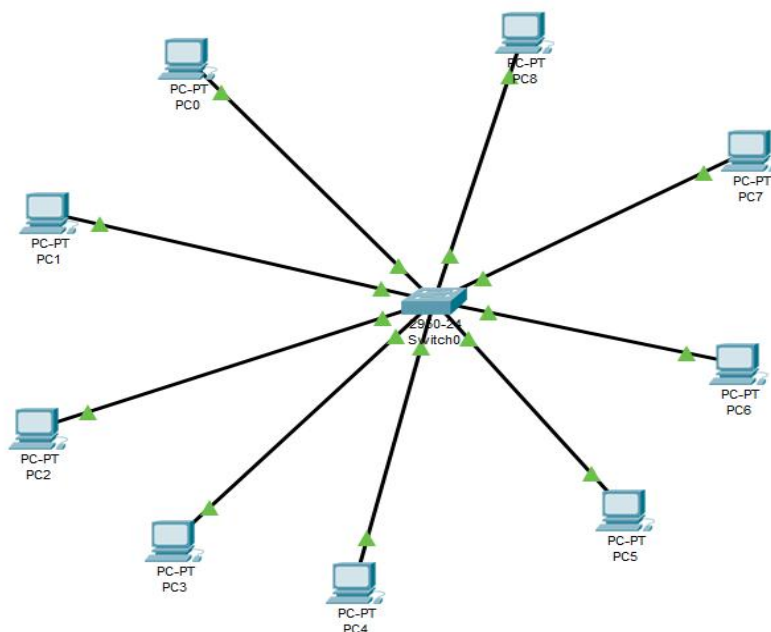


图 1.3 实验室机房的局域网拓扑结构

b. 所在主机接入校园网路径测试

进入 cmd，使用 tracert 命令，探测访问校园网 Web 服务器、DNS 服务器的路径。结果如图 1.4 所示：

```

C:\Users\Administrator>tracert www.cumt.edu.cn

通过最多 30 个跃点跟踪
到 www.cumt.edu.cn [202.119.200.206] 的路由:

  1      *          *          *          请求超时。
  2    <1 毫秒    <1 毫秒    <1 毫秒  192.168.253.1
  3      1 ms      2 ms      2 ms    172.35.1.2
  4      *          *          *          请求超时。
  5      2 ms      1 ms      2 ms    202.119.200.206

跟踪完成。

C:\Users\Administrator>tracert DNS.cumt.edu.cn

通过最多 30 个跃点跟踪
到 DNS.cumt.edu.cn [202.119.200.10] 的路由:

  1      *          *          *          请求超时。
  2    <1 毫秒    <1 毫秒    <1 毫秒  192.168.253.1
  3      1 ms      1 ms      1 ms    172.35.1.2
  4      *          *          *          请求超时。
  5      1 ms      <1 毫秒    <1 毫秒  dns.cumt.edu.cn [202.119.200.10]

跟踪完成。

```

图 1.4 探测本机访问校园网 Web 与 DNS 服务器的路径

从探测结果可以看出，本机到达两个不同的服务器的路径存在共同部分，这一段共同路径即为本机接入校园网的路径。

上述测试得到的本机接入校园网的路径为：

本机→未知节点→192.168.253.1（计算机学院楼网关）→172.35.1.2（校园网服务器接入路由器）→未知节点→服务器(WEB 或者 DNS)

## (2) 测试互联网接入路径实验

使用 tracert 命令测试本机到百度服务器路径，两次测试结果如图 2.1、图 2.2 所示：

```

C:\Users\Administrator>tracert baidu.com

通过最多 30 个跃点跟踪
到 baidu.com [220.181.38.148] 的路由:

  1      *          *          *          请求超时。
  2    <1 毫秒    <1 毫秒    <1 毫秒  192.168.253.1
  3    <1 毫秒    <1 毫秒    <1 毫秒  192.168.200.19
  4      2 ms      5 ms      10 ms    58.218.185.1
  5      1 ms      1 ms      1 ms    222.187.2.213
  6      *          *          *          请求超时。
  7      8 ms      9 ms      8 ms    221.229.234.69
  8     32 ms     32 ms     33 ms    202.97.102.154
  9      *          *          *          请求超时。
 10     *          *          *          请求超时。
 11    34 ms     42 ms     33 ms    106.38.244.150
 12     *          *          *          请求超时。
 13     *          *          *          请求超时。
 14     *          *          *          请求超时。
 15    32 ms     32 ms     32 ms    220.181.38.148

跟踪完成。

```

图 2.1 本机到百度的路径：第一次测试

```

C:\Users\Administrator>tracert baidu.com

通过最多 30 个跃点跟踪
到 baidu.com [220.181.38.148] 的路由:

  1      *          *          *          请求超时。
  2      <1 毫秒    <1 毫秒    <1 毫秒    192.168.253.1
  3      <1 毫秒    <1 毫秒    <1 毫秒    192.168.200.19
  4      12 ms     2 ms       2 ms      58.218.185.1
  5      18 ms     1 ms       1 ms      222.187.2.213
  6      *          *          *          请求超时。
  7      8 ms      8 ms       8 ms      221.229.234.69
  8      32 ms     32 ms      32 ms      202.97.102.154
  9      *          32 ms      38 ms      36.110.245.22
 10      *          *          *          请求超时。
 11      35 ms     33 ms      33 ms      106.38.244.150
 12      *          *          *          请求超时。
 13      *          *          *          请求超时。
 14      *          *          *          请求超时。
 15      32 ms     32 ms      32 ms      220.181.38.148

跟踪完成。

```

图 2.2 本机到百度的路径：第二次测试

得到结论：本机接入百度服务器的路径为：

本机→未知节点→192.168.253.1→192.168.200.19→58.218.185.1→222.187.2.213→  
未知节点→221.229.234.69→202.97.102.154→未知节点→未知节点  
→106.38.244.150→未知节点→未知节点→未知节点→220.101.38.148(百度服务器)

再次追踪，得到新的接入百度服务器的路径为：

本机→未知节点→192.168.253.1→192.168.200.19→58.218.185.1→222.187.2.213→  
未知节点→221.229.234.69→202.97.102.154→36.110.245.22→未知节点  
→106.38.244.22→未知节点→106.38.244.150→未知节点→未知节点→未知节点  
→220.181.38.148(百度服务器)

再次使用 tracert 命令，测试本机到 CNN 服务器的路径，测试结果如图 2.3 所示：

```

C:\Users\Administrator>tracert www.CNN.com

通过最多 30 个跃点跟踪
到 turner-tls.map.fastly.net [151.101.73.67] 的路由:

  1      *          *          *          请求超时。
  2      <1 毫秒    <1 毫秒    <1 毫秒    192.168.253.1
  3      <1 毫秒    <1 毫秒    <1 毫秒    192.168.200.19
  4      1 ms      1 ms       1 ms      153.36.1.121
  5      2 ms      1 ms       1 ms      221.6.208.201
  6      1 ms      1 ms       1 ms      221.6.209.197
  7      11 ms     10 ms      12 ms      112.85.230.25
  8      32 ms     33 ms      32 ms      219.158.116.113
  9      91 ms     35 ms      39 ms      219.158.5.146
 10      36 ms     39 ms      39 ms      219.158.3.146
 11      60 ms     60 ms      60 ms      xe-0-10-0-3-4.r03.tokyjp05.jp.bb.gin.ntt.net [12
9.250.8.93]
 12      60 ms     59 ms      58 ms      ae-4.r30.tokyjp05.jp.bb.gin.ntt.net [129.250.3.3
4]
 13      66 ms     66 ms      67 ms      ae-2.r00.tokyjp08.jp.bb.gin.ntt.net [129.250.6.1
27]
 14      172 ms    171 ms      172 ms      ae-4.fastly.tokyjp08.jp.bb.gin.ntt.net [117.103.
177.74]
 15      70 ms     70 ms      70 ms      151.101.73.67

跟踪完成。

```

图 2.3 本机到 CNN 的路径

得到结论：本机到 CNN 服务器的路径：

本机→未知节点→192.168.253.1→192.168.200.19→153.36.1.121→221.6.208.201→221.6.209.197→112.85.230.25→219.158.116.113→219.158.5.146→219.158.3.146→129.250.8.93→129.250.3.34→129.250.6.127→117.103.177.74→151.101.73.67 (CNN 服务器)

分析上述对不同服务器的跟踪访问所经历的路径不一样，和对同一服务器的两次访问跟踪所经历的路径不一样，从一样的地方我们得到如下信息：

a. 对百度服务器两次跟踪访问，以及对 CNN 的访问，三次路径不同，但路径的前若干节点相同，这些节点构成了本机接入互联网的路径。路径如下：

本机→未知节点→192.168.253.1→192.168.200.19→互联网

b. 仅分析对百度服务器的两次访问，发现两次不同路径的前若干相同节点更多了，序列如下：

本机→未知节点→192.168.253.1→192.168.200.19→58.218.185.1→222.187.2.213→未知节点→221.229.234.69→202.97.102.154

即本机访问百度服务器时，除了离开校园网以外，可能会进入更大的局域网中，从更大的局域网进入互联网。

从不一样的地方我们得到这样的信息：

a. 对百度服务器的两次访问，后面的若干节点不同，说明从校园网到互联网再到百度服务器的路径不同，有可能经过不同的路由器到达。

(3) 设计含有多个交换机和路由器（三层交换机）的局域网，划分并测试 VLAN 的功能。

首先使用两台交换机分别连接两个主机 PC，再使用三层交换机将两台交换机连接。得到的网络拓扑结构如图 3.1 所示：

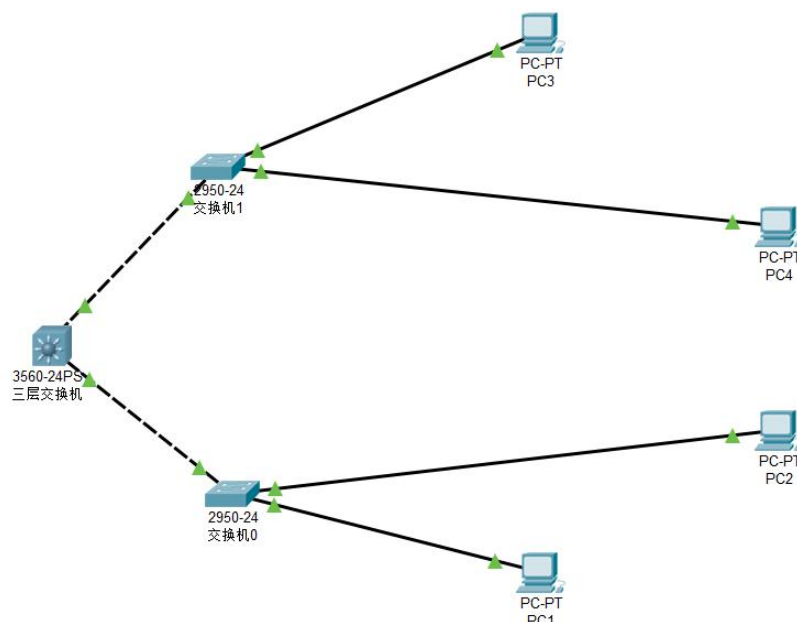


图 3.1 VLAN 划分实验的网络拓扑

通过各台 PC 机的设置界面，为每一台 PC 设置 IP 地址、子网掩码以及网关。



其中，PC1 处于 VLAN2 中，PC2、PC4 处于 VLAN3 中，PC3 处于 VLAN4 中，其 IP 地址以及网关如图 3.2 所示：

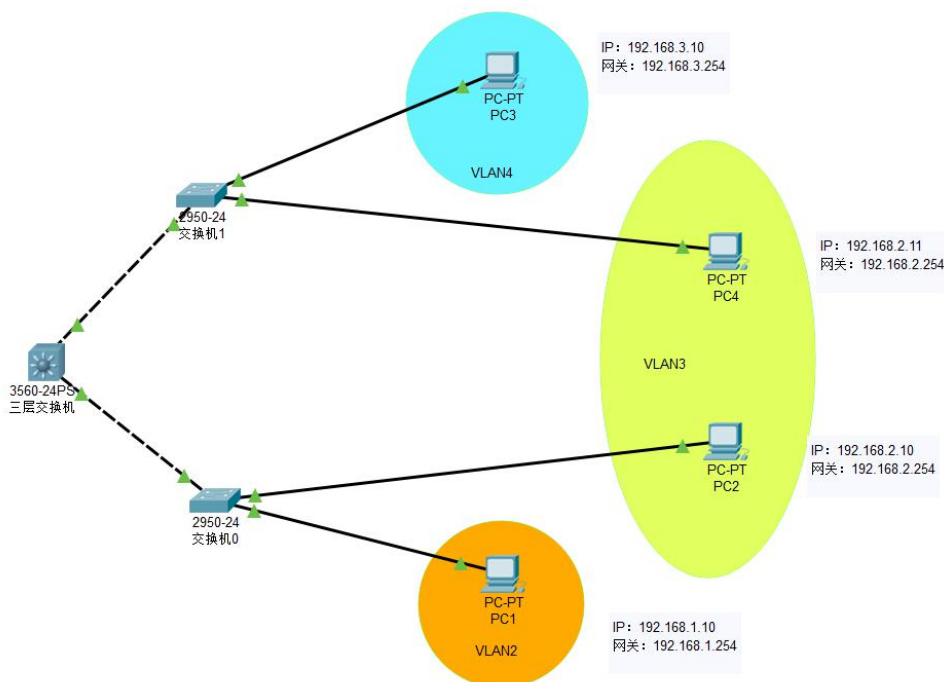


图 3.2 四台 PC 的相关参数设置

通过第一次实验可知，如果不对三层交换机加以配置的话，即使 PC1 与 PC2 均通过交换机 0 相连接，但由于处于不同的 VLAN 下，他们也无法通信。现在，对交换机 0、1 以及三层交换机配置：

首先，将交换机 0 与三层交换机连接的端口的链路类型改为 Trunk，使该交换机可以接收和发送多种 VLAN 报文。对交换机 1 与三层交换机连接的端口的链路类型同样改为 Trunk。

其次，对三层交换机进行配置。在其控制台中输入以下命令：

```
configure terminal      //进入全局配置模式
ip routing              //启动交换机的路由功能
vlan 2                  //创建 vlan 2
vlan 3                  //创建 vlan 3
vlan 4                  //创建 vlan 4
interface vlan 2        //进入设置 vlan 2
ip address 192.168.1.254 255.255.255.0 //配置 vlan 2 的 ip 地址
no shutdown            //开启虚拟端口

interface vlan 3        //进入设置 vlan 3
ip address 192.168.2.254 255.255.255.0 //配置 vlan 3 的 ip 地址
no shutdown

interface vlan 4        //进入设置 vlan 4
ip address 192.168.3.254 255.255.255.0 //配置 vlan 4 的 ip 地址
no shutdown
```

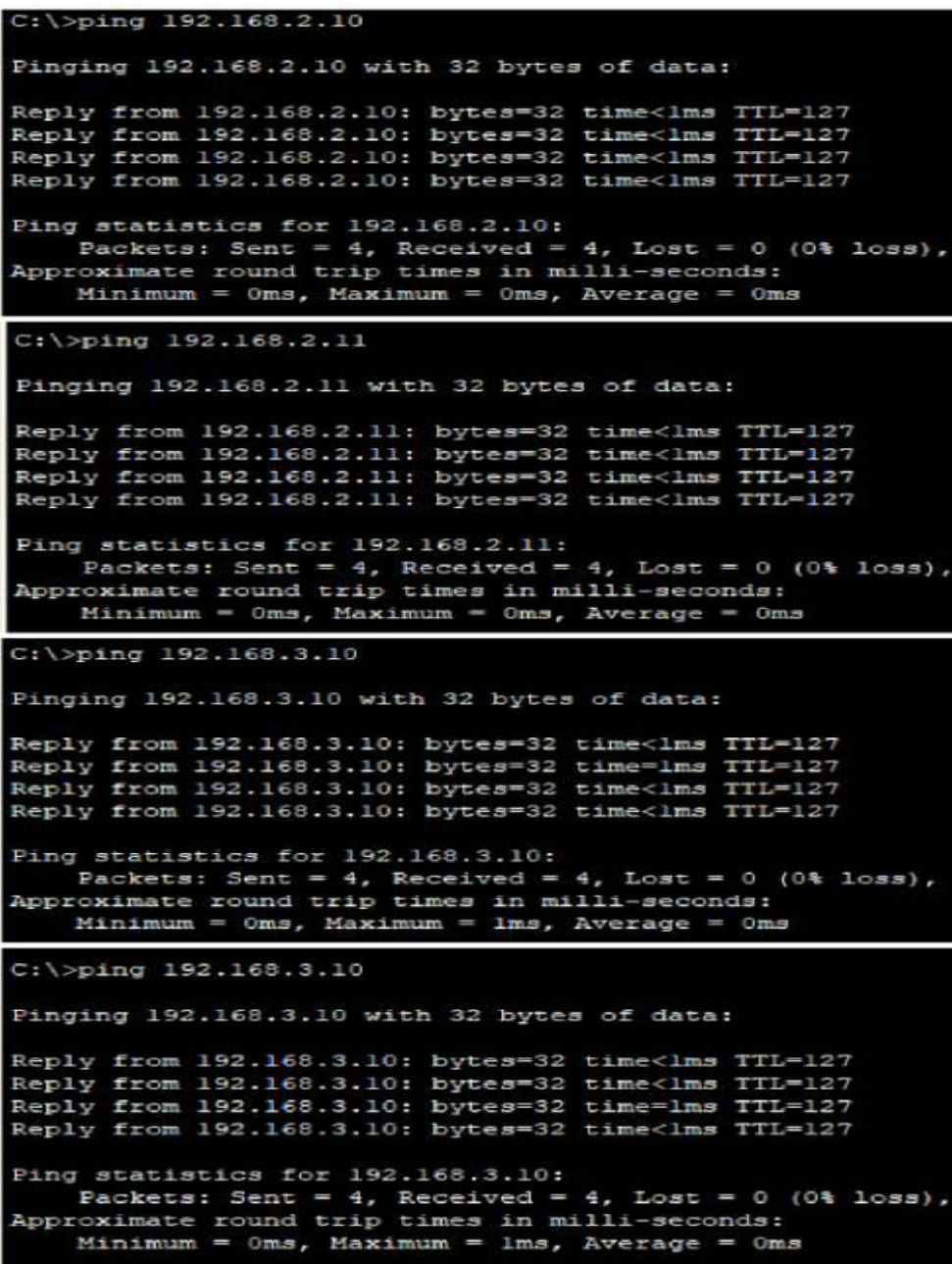
至此，三层交换配置完成，输入命令 `do ip show routing`，查看配置的结果。如图 3.3 所示：

```
Gateway of last resort is not set

C    192.168.1.0/24 is directly connected, Vlan2
C    192.168.2.0/24 is directly connected, Vlan3
C    192.168.3.0/24 is directly connected, Vlan4
```

图 3.3 三层交换机配置结果

测试不同 VLAN 之间的连通性：分别让 PC1 对 PC2、PC4、PC3 使用 ping 命令，让 PC2 对 PC3 使用 ping 命令，测试的结果如图 3.4 所示：



The figure consists of four screenshots of a terminal window, each showing the results of a ping command. The first screenshot shows a ping from 192.168.2.10 to 192.168.2.10, which is successful. The second screenshot shows a ping from 192.168.2.11 to 192.168.2.11, which is also successful. The third screenshot shows a ping from 192.168.3.10 to 192.168.3.10, which is successful. The fourth screenshot shows a ping from 192.168.3.10 to 192.168.3.10, which is also successful. Each screenshot includes the command, the ping statistics, and the approximate round trip times in milli-seconds.

```
C:\>ping 192.168.2.10

Pinging 192.168.2.10 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.2.10: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.2.10: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.2.10: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.2.10: bytes=32 time<1ms TTL=127

Ping statistics for 192.168.2.10:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

C:\>ping 192.168.2.11

Pinging 192.168.2.11 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.2.11: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.2.11: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.2.11: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.2.11: bytes=32 time<1ms TTL=127

Ping statistics for 192.168.2.11:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

C:\>ping 192.168.3.10

Pinging 192.168.3.10 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.3.10: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.3.10: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.3.10: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.3.10: bytes=32 time<1ms TTL=127

Ping statistics for 192.168.3.10:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms

C:\>ping 192.168.3.10

Pinging 192.168.3.10 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.3.10: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.3.10: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.3.10: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.3.10: bytes=32 time<1ms TTL=127

Ping statistics for 192.168.3.10:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms
```

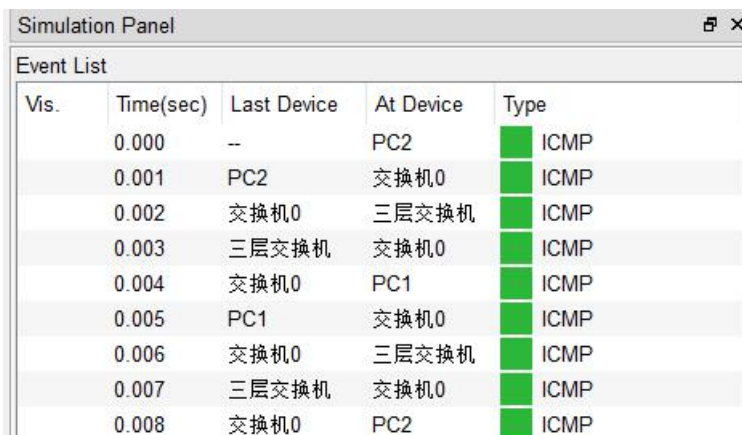
图 3.4 四次 ping 命令的结果

可以看出，由于三层交换机的使用，让处于不同 VLAN 的 PC 实现了互连。

最后，在上述构建的拓扑结构中，如果不加入三层交换机，那么连接到交换机



0 的 PC1 与 PC2 因为不在同一 VLAN 下，他们是不能相互通信的。在加入三层交换机之后实现了 PC2 对 PC1 的通信，说明数据报通过三层交换机回到了交换机 0 后在发送给 PC1，通过软件的 simulation 模式，看到了数据包的传送过程，如图 3.5 所示：



Simulation Panel				
Event List				
Vis.	Time(sec)	Last Device	At Device	Type
	0.000	—	PC2	ICMP
	0.001	PC2	交换机0	ICMP
	0.002	交换机0	三层交换机	ICMP
	0.003	三层交换机	交换机0	ICMP
	0.004	交换机0	PC1	ICMP
	0.005	PC1	交换机0	ICMP
	0.006	交换机0	三层交换机	ICMP
	0.007	三层交换机	交换机0	ICMP
	0.008	交换机0	PC2	ICMP

图 3.5 数据报的转发流程

可以看出，数据报的转发流程为：PC2→交换机 0→三层交换机（通过三层交换机转发）→交换机 0→PC1（此时 PC1 收到数据报，需要发送回应）→交换机 0→三层交换机→交换机 0→PC2

故三层交换机可以实现不同 VLAN 之间的通信功能。

#### 实验体会：

通过本次实验，我了解了学校机房的网络拓扑结构，明白了校园网接入到互联网的路径。深入理解了访问同一服务器经过的路由器路径可能不同。最后，明白了三层交换机转发的原理，对理论知识的掌握更加深入。