



# 计算机网络实验报告

## 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。

专业	计算机科学与技术	班 级	超级计算方向	组长	林天皓
学号	18324034				
学生					
实验分工					
林天皓	所有内容				

### 【实验题目】跨交换机实现 VLAN

【实验目的】理解跨交换机之间 VLAN 的特点。使在同一 VLAN 里的计算机系统能跨交换机进行相互通信、而在不同 VLAN 里的计算机系统不能进行相互通信。

### 【实验内容】

- (1)完成实验教材第 6 章实验 6-2 的实验(p172)。
- (2)完成本章习题 6 的练习 9(p217)，用 Wireshark 进行抓包的时候注意截图，分析实验结果。
- (3) 跨交换机实现 VLAN 通信时，思考不用 Trunk 模式且也能进行跨交换机 VLAN 通信的替代方法，并进行实验验证。

### 【实验原理】

在计算机网络的使过程中，划分局域网是一种常见的隔离管理形式，通过划分局域网将网络划分为不同的层次结果更加容易管理。在实现过程中，除了使用单一的交换机，路由器进行设定子网之外，还使用软件定义的虚拟局域网，通过管理人员的设定即可在不移动物理网线链接的情况下改动局域网设置。在协议的定义上，一种是 Cisco 公司的 ISL 协议，一种是 IEEE 802.1Q 协议。在下面的实验中我们使用的是 IEEE 802.1Q 协议来划分vlan。802.1Q 协议的网络数据包定义如下。

VLAN数据帧

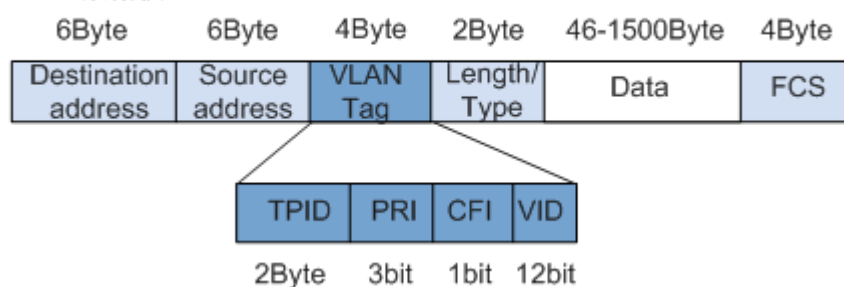




图 1-vlan 数据包格式

字段	长度	含义	取值
TPID	2B	协议	取值为 0x8100 时表示 IEEE 802.1Q。
PRI	3b	优先级	取值范围为 0~7，值越大优先级越高。
CFI	1b	标准格式	在以太网中，CFI 的值为 0。
VID	12b	vlan 编号	VLAN ID 的有效取值范围是 1~4094。

表 1-vlan 段各个字段描述

Vlan 数据包其在普通网络数据包的基础上，在源地址之后添加了一个 4 个字节的数  
据段，包括数据帧类型，优先局，格式，和 VLAN 编号。

## 【实验过程与结果】

### 1.实验教材第六章实验 6-2

一、首先根据实验教材中的拓补图链接 PC

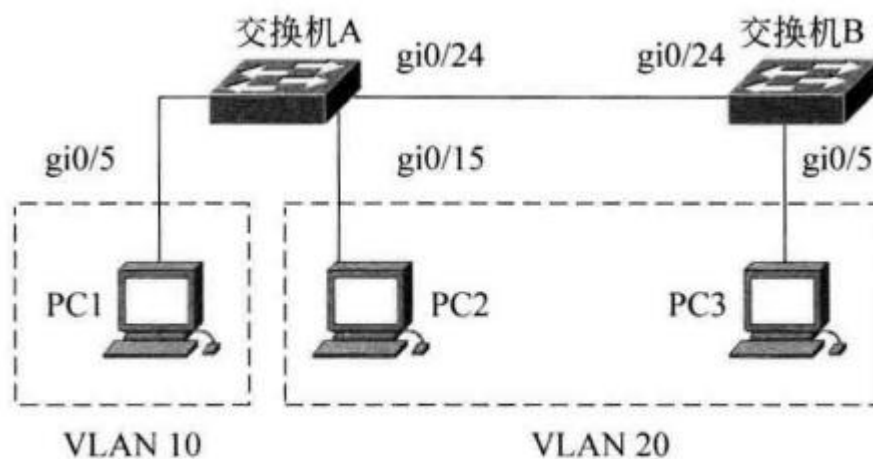


图 6-11 跨交换机实现 VLAN 实验拓扑

将 PC1 连接在交换机 A 的端口 5，将 PC2 连接在交换机 A 的端口 15，将 PC3 连接在  
交换机 B 的端口 5,同时将连个交换机的 24 端口相连。交换机端连接配置如下



图 2-交换机物理连接图

## 二、配置 ip 地址

PC1 配置为 192.168.10.10

```
C:\Users\Administrator>ipconfig

Windows IP 配置

以太网适配器 以太网 4:

    连接特定的 DNS 后缀 . . . . . : 
    本地链接 IPv6 地址. . . . . : fe80::897d:1968:3ab2:f73a%6
    IPv4 地址 . . . . . : 192.168.10.10
    子网掩码 . . . . . : 255.255.255.0
    默认网关. . . . . :
```

图 3-PC1 的 IP 设置

PC2 配置为 192.168.10.20



```
C:\Users\Administrator>ipconfig

Windows IP 配置

以太网适配器 以太网 4:

    连接特定的 DNS 后缀 . . . . . : 
    本地链接 IPv6 地址. . . . . : fe80::39f4:4369:a281:8037%6
    IPv4 地址 . . . . . : 192.168.10.20
    子网掩码 . . . . . : 255.255.255.0
    默认网关. . . . . :
```

图 4-PC2 的 IP 设置

PC3 配置为 192.168.10.30

```
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::d46e:b18a:72ce:2155%5
    IPv4 地址 . . . . . : 192.168.10.30
    子网掩码 . . . . . : 255.255.255.0
    默认网关. . . . . :
```

图 5-PC3 的 IP 设置

接下来测试连通性。

## 1.PC1 ping PC2

```
C:\Users\Administrator>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=64
来自 192.168.10.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 192.168.10.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 192.168.10.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64

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
```

图 6-PC3 ping PC2 连通性

分析：由于 PC1 和 PC2 连接在同一个交换机上，因此可以 ping 通

## 2.PC1 ping PC3 与 PC2 ping PC3



```
C:\Users\Administrator>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),
```

图 7- PC1 ping PC3 不连通

```
C:\Users\Administrator>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),
```

图 7- PC2 ping PC3 不连通

分析：由于 PC1，PC2 和 PC3 不属于同一个交换机上，因此现象相同，均不能 ping 通，符合配置预期

### 三、接下来配置 vlan

将交换机 A 的 5 端口设置为 VLAN 10，15 端口设置为 VLAN 20,交换机 B 的端口 5 设置为 VLAN 20



```
24/03/2021 08:51.30 /home/mobaxterm telnet 172.16.10.5 2001
Trying 172.16.10.5...
Connected to 172.16.10.5.
Escape character is '^]'.

10-S5750-1>
10-S5750-1>
10-S5750-1 CON0 is now available

Press RETURN to get started

10-S5750-1>
10-S5750-1>
10-S5750-1>enable 14

Password:
10-S5750-1#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
10-S5750-1(config)#vlan 10
10-S5750-1(config-vlan)#name sales
10-S5750-1(config-vlan)#exit
10-S5750-1(config)#interface gigabitEthernet 0/5
10-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/5)#switchport access vlan 10
10-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/5)#show vlan id 10
VLAN Name                Status    Ports
-----
 10 sales                  STATIC    Gi0/5
10-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/5)#
```

图 8- 设置 VLAN10

```
24/03/2021 09:21.06 /home/mobaxterm telnet 172.16.10.5 2002
Trying 172.16.10.5...
Connected to 172.16.10.5.
Escape character is '^]'.

10-S5750-2>enable 14

Password:
10-S5750-2#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
10-S5750-2(config)#vlan 20
10-S5750-2(config-vlan)#name technical
10-S5750-2(config-vlan)#exit
10-S5750-2(config)#interface gigabitEthernet 0/5
10-S5750-2(config-if-GigabitEthernet 0/5)#switchport access vlan 20
10-S5750-2(config-if-GigabitEthernet 0/5)#show vlan id 20
VLAN Name                Status    Ports
-----
 20 technical              STATIC    Gi0/5
10-S5750-2(config-if-GigabitEthernet 0/5)#
```

图 9- 设置 VLAN20

查看交换机的 mac 表

```
anslating "b402"...
Unrecognized host or address, or protocol not running.
-S5750-2#show mac-address-table
an          MAC Address          Type      Interface
-----
20          0088.9900.12eb          DYNAMIC   GigabitEthernet 0/24
20          4433.4c0e.ce79          DYNAMIC   GigabitEthernet 0/5
-S5750-2#
```

图 10 – 查看交换机上 mac 地址表



以太网适配器 以太网 4:

```
连接特定的 DNS 后缀 . . . . . :  
描述. . . . . : Realtek Common Ethernet Controllers  
物理地址. . . . . : 44-33-4C-0E-CE-79  
DHCP 已启用. . . . . : 是  
自动配置已启用. . . . . : 是  
本地链接 IPv6 地址. . . . . : fe80::78ce:c9b2:de8f:eb8c%14(首选)  
IPv4 地址. . . . . : 192.168.10.10(首选)  
子网掩码. . . . . : 255.255.255.0  
默认网关. . . . . :  
DHCPv6 IAID. . . . . : 239350604  
DHCPv6 客户端 DUID. . . . . : 00-01-00-01-27-23-EB-78-80-C1-6E-E3-CA-42  
DNS 服务器. . . . . : fec0:0:0:ffff::1%1  
                      fec0:0:0:ffff::2%1  
                      fec0:0:0:ffff::3%1  
TCP/IP 上的 NetBIOS . . . . . : 已启用
```

图 11 – 查看本机 mac 地址

通过上两张图片，交换机上查看的 mac 表和电脑上查看的 mac 地址是一致的。

检查联通状况

```
C:\Users\Administrator>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),
```

图 12 – PC1 ping PC3 不连通

```
C:\Users\Administrator>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),
```

图 12 – PC2 ping PC3 不连通





```
C:\Users\Administrator>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),
```

图 13 – PC1 ping PC2 不连通

其中所有的机器都不能互相联通，这是因为原本能互相连通的 PC1 和 PC2 因为设置了 VLAN 变的不连通，而不同交换机还未设置转发 VLAN 数据包的 Trunk 端口也不能通信。

设置交换机 A 与交换机 B 的 24 端口为 trunk 端口

```
10-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/24)#switchport mode trunk
10-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/24)#show interface gigabitethernet 0/24
Interface          Switchport Mode      Access Native Protected VLAN lists
-----
GigabitEthernet 0/24  enabled    TRUNK      1      1      Disabled  ALL
```

图 14 – 配置交换机 1 trunk 端口

```
10-S5750-2(config-if-GigabitEthernet 0/15)#interface gigabitethernet 0/24
10-S5750-2(config-if-GigabitEthernet 0/24)#switchport mode trunk
10-S5750-2(config-if-GigabitEthernet 0/24)#show interface gigabitethernet 0/24
Interface          Switchport Mode      Access Native Protected VLAN lists
-----
GigabitEthernet 0/24  enabled    TRUNK      1      1      Disabled  ALL
10-S5750-2(config-if-GigabitEthernet 0/24)#
```

图 15 – 配置交换机 2 trunk 端口

四、配置完 vlan 之后，再次检查网络连通性

```
C:\Users\Administrator>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=64
来自 192.168.10.30 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 192.168.10.30 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 192.168.10.30 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64

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
```

图 16 – PC2 ping PC3 不联通





分析：PC2 和 PC3 属于同一个 VLAN，发送 VLAN 数据包时，通过 Trunk 端口跨交换机的传输了网络数据包，从而 PC2 和 PC3 可以互相连通。

综上：经过配置完毕后的网络设置与预期一致，跨交换机的来自同一个 VLAN 的 PC 可以相互连通，而同一交换机下两台属于不同 VLAN 的不能相互连通。

下面通过 wireshark 查看捕获的 ICMP 数据包

334	494.614119	192.168.10.30	239.255.255.250	SSDP	183 M-SEARCH * HTTP/1.1
335	494.812713	192.168.10.20	192.168.10.255	UDP	1482 60835 → 1689 Len=1440
336	495.698624	192.168.10.20	192.168.10.30	ICMP	74 Echo (ping) request id=0x0001, seq=37/9472, ttl=64 (reply in 337)
337	495.699055	192.168.10.30	192.168.10.20	ICMP	78 Echo (ping) reply id=0x0001, seq=37/9472, ttl=64 (request in 336)
338	496.701162	192.168.10.20	192.168.10.30	ICMP	74 Echo (ping) request id=0x0001, seq=38/9728, ttl=64 (reply in 339)
339	496.701723	192.168.10.30	192.168.10.20	ICMP	78 Echo (ping) reply id=0x0001, seq=38/9728, ttl=64 (request in 338)
340	497.614197	192.168.10.30	239.255.255.250	SSDP	183 M-SEARCH * HTTP/1.1
341	497.703754	192.168.10.20	192.168.10.30	ICMP	74 Echo (ping) request id=0x0001, seq=39/9984, ttl=64 (reply in 342)
342	497.704156	192.168.10.30	192.168.10.20	ICMP	78 Echo (ping) reply id=0x0001, seq=39/9984, ttl=64 (request in 341)
343	497.973139	RuijieNe_15:55:54	LLDP_Multicast	LLDP	395 MA/58:69:6c:15:55:54 121 SysN=10-S5750-1 SysD=Ruijie L
344	498.707867	192.168.10.20	192.168.10.30	ICMP	74 Echo (ping) request id=0x0001, seq=40/10240, ttl=64 (reply in 345)
345	498.708405	192.168.10.30	192.168.10.20	ICMP	78 Echo (ping) reply id=0x0001, seq=40/10240, ttl=64 (request in 344)

> Frame 336: 74 bytes on wire (592 bits), 74 bytes captured (592 bits) on interface \Device\NPF\_{F7981DFF-B47D-45C5-8AFD-605A02562A6C}, id 0

> Ethernet II, Src: Shenzhen\_0e:be:46 (44:33:4c:0e:be:46), Dst: 00:88:99:00:13:41 (00:88:99:00:13:41)

> Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.10.20, Dst: 192.168.10.30

> Internet Control Message Protocol

0000	00 88 99 00 13 41 44 33	4c 0e be 46 08 00 45 00	-----AD3 L...F--E-
0010	00 3c 15 4e 00 00 00 01	cf f0 c0 a8 0a 14 c0 a8	<-N...@.....
0020	0a 1e 08 00 4d 36 00 01	00 25 61 62 63 64 65 66	....M6...%abcdef
0030	67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e	6f 70 71 72 73 74 75 76	ghijklmn opqrstuv
0040	77 61 62 63 64 65 66 67	68 69	wabcedfg hi

图 17 – wireshark 捕获得到的 icmp 数据包

分析：上图中展示了 wireshark 所捕获到的 PC2 和 PC3 之间的 ping 命令数据包，其中每一次的 ping 均得到了回复。通过查看，在网络数据包中未能查看带 VLAN id 的信息。

其中不能通过 PC 端的 wireshark 查看到 VLAN 消息有两个原因。

## 一、交换机 access 端口对数据包的处理

交换机的端口在不同的模式下会将发送和接收到的数据包进行不同处理，在我们的设置过程中，将连接电脑的端口设置为 access 模式，这时，当电脑向交换机发出一个不带 tag 的数据包时候，交换机端口会将这个数据包添加带有 VLAN 的 tag，然后按照正常网络包进行处理。同时当交换机需要将一个带有 VLAN 的数据包发往该端口的时候，会将该数据包的 tag 标记去除再发送。这也是我们不能通过在 PC 上捕获数据包的原因之一。



## 二、操作系统中对数据包的处理。

在数据包经过操作系统时候，网卡驱动将数据包的 tag 进一步过滤，就算交换机发往计算机的网络数据包带有 VLAN 标记，由于操作系统层面的处理，也会导致我们不能捕获查看 VLAN 的数据包。

## 实验内容 2

9. 假设某企业的网络中,计算机 PC1 和 PC3 属于营销部门,PC2 和 PC4 属于技术部门,PC1 和 PC2 连接在交换机 A 上,PC3 和 PC4 连接在交换机 B 上,而 2 个部门要求互相隔离。本实验的目的是实现跨 2 台交换机将不同端口划分到不同的 VLAN。

要求:

- (1) 画出拓扑图,并标明 VLAN 以及相关端口。
- (2) 在实验设备上完成“跨交换机实现 VLAN”实验并测试实验网连通性。
- (3) PC1 ping PC3,PC2 ping PC4,在交换机 A 的端口抓包查看报文。捕获到的报文有 VLAN ID 吗? 如果没有,讨论能捕获到的方法。

根据实验要求该企业网路拓扑如下。

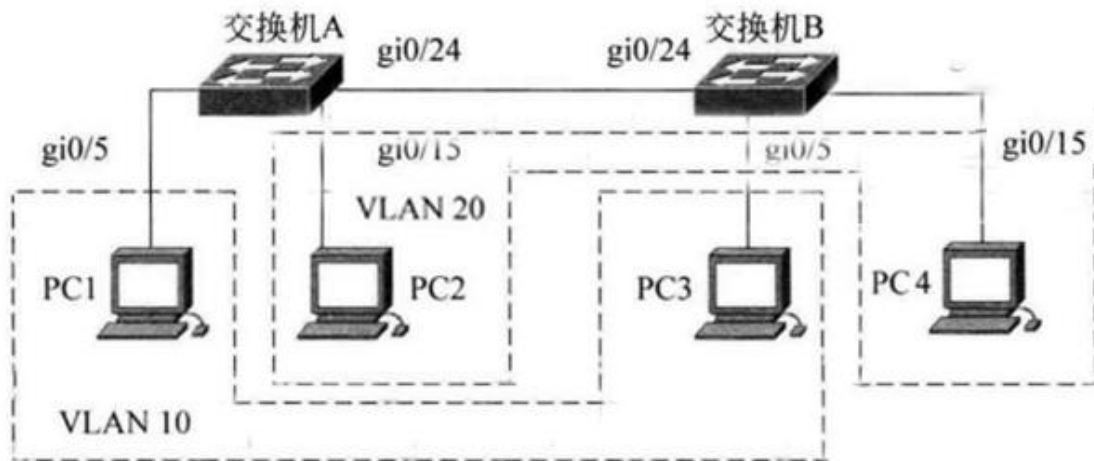


图 18 - 企业中 PC 的拓扑图

根据题要求，我们需要设置四台机器的配置如下

PC	VLAN	IP
----	------	----



1	10	192.168.10.10
2	20	192.168.10.20
3	10	192.168.10.30
4	20	192.168.10.40

表 2-企业网络配置

配置交换机的流程与前述过程一致，此处不再赘述。

配置结果

```
4-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/24)#show vlan
VLAN Name                Status    Ports
-----
 1  VLAN0001              STATIC    Gi0/1, Gi0/2, Gi0/3, Gi0/4
                                   Gi0/6, Gi0/7, Gi0/8, Gi0/9
                                   Gi0/10, Gi0/11, Gi0/12, Gi0/13
                                   Gi0/14, 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  VLAN0010              STATIC    Gi0/5, Gi0/15, Gi0/24
4-S5750-1(config-if-GigabitEthernet 0/24)#
```

图 19 – 设置交换机 1

```
20-S5750-2(config-if-GigabitEthernet 0/15)#show vlan
VLAN Name                Status    Ports
-----
 1  VLAN0001              STATIC    Gi0/1, Gi0/2, Gi0/3, Gi0/4
                                   Gi0/6, Gi0/7, Gi0/8, Gi0/9
                                   Gi0/10, Gi0/11, Gi0/12, Gi0/13
                                   Gi0/14, 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
20  VLAN0020              STATIC    Gi0/5, Gi0/15, Gi0/24
20-S5750-2(config-if-GigabitEthernet 0/15)#
```

图 20 – 设置交换机 2

交换机上配置 vlan 完毕

测试连通性：



```
C:\Users\Administrator>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=64
来自 192.168.10.30 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 192.168.10.30 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 192.168.10.30 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64

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
```

图 20 – PC1pingPC 联通

```
C:\Users\Administrator>ping 192.168.10.40

正在 Ping 192.168.10.40 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.10.40 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 192.168.10.40 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 192.168.10.40 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 192.168.10.40 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64

192.168.10.40 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
```

图 21 – PC2pingPC4 联通

综上，该配置完成了目标要求，PC1 和 PC3 可以连通，PC2 和 PC4 可以连通，其他之间不连通。

如何能查看 VLAN 的网络报文？使用 wireshark 捕获报文，查看得到的数据包无 VLAN 信息，原因同上一个实验。如果要在 wireshark 中查看 VLAN 信息，则需要修改网卡驱动配置。并将使用 hybrid 模式选择带有 tag 的发送模式。

### 3.思考不用 Trunk 模式能进行跨交换机 VLAN 通信的替代方法？

如上文，将交换机的端口使用 hybrid 模式。结果如同上文，PC1 和 PC3 可以连通，PC2 和 PC4 可以连通，其他之间不连通。



## 实验感想

在本次实验中，我们完成了使用交换机对 VLAN 进行配置。了解了 802.1Q 协议中如何定义 VLAN 数据包，以及数据包总各个字段的定义。通过软件定义子网的形式，管理人员可以通过设定交换机即可在不移动物理网线链接的情况下改动局域网设置。然后我们使用 wireshark 查看数据包，了解了如何通过更改网卡设置以达到查看 VLAN 数据包的效果。对于交换机配置 VLAN 中的三个模式 access，trunk 和 hybrid 以及他们对应的发送接收的数据包是否有添加了 VLAN 的数据段有了更清晰的认识。

同时各个网络层之间也提供了丰富的协议支持，这其中交换机也做了很多处理，例如在本次实验中在 vlan access 端口下会向计算机发送去除 tag 后的数据包，这样在 PC 端的网卡使用的情况下就变得更加容易，正是这层与层之间的各个协作，才构成了这样一个方便易用的互联网。

除了通过设置交换机理解软件定义的网络之外，我也尝试从硬件的角度去理解计算机网络。例如这个带有 QOS 控制的交换机芯片架构图。

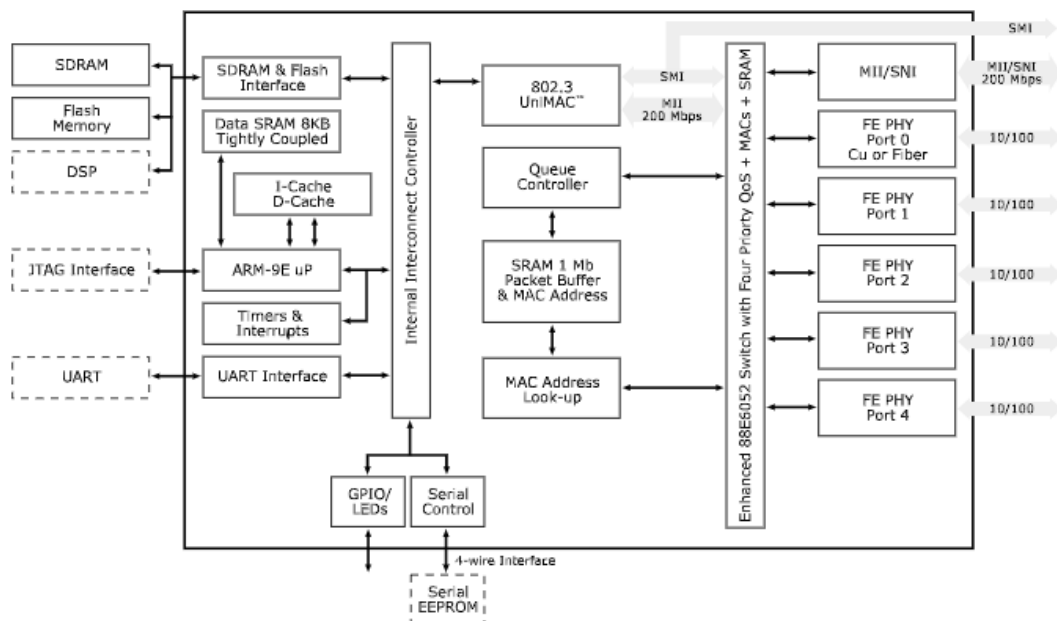


Figure 1. Link Street 88E6218 Internal Block Diagram

图 22 - 88E6218 交换机芯片架构图

其中包含了数据包拥塞控制，MAC 地址硬件查找表等功能，这和我们在交换机中能



中山大學  
SUN YAT-SEN UNIVERSITY

# 计算机网络实验报告

供设置网络数据包的优先级和查看往来网络端口对应的 MAC 地址是互相对应的，一个完整的交换机还离不开其他的硬件接口如串口和 SD 卡等，这也是为什么我们能够通过串口给交换机发送设置信息去配置交换机，还有微处理器将我们输入的指令转换为交换机内部的寄存器设置，从软件到硬件相互一体的设计展示了计算机网络的复杂性，也给网络架构的改变带来强大阻力，这也是为什么几十年来计算机网络往往都是在 IP 协议上做优化。