

实验 3：集线器与交换机的区别、交换机的自学习算法

课程名称： 计算机网络实验

实验日期： 2022.09.09

班 级：计科 5 班

姓名： 刘洋

学 号： 20202619

一、实验目的

- 1 验证集线器与交换机的区别
- 2 验证交换机的自学习算法
- 3 进一步理解交换机的工作原理

二、实验环境

Cisco Packet Tracer 模拟器

三、实验内容

1 集线器与交换机的区别

(1) 第一步：构建网络拓扑：在逻辑工作空间上，分别拖动两台集线器与两台交换机，集线器、交换机各自连接三台主机，如图 1 所示。如果交换机连接线的两个指示灯不是绿色，可以鼠标在实时模式与仿真模式之间多次切换，直至两个指示灯都呈现为绿色。

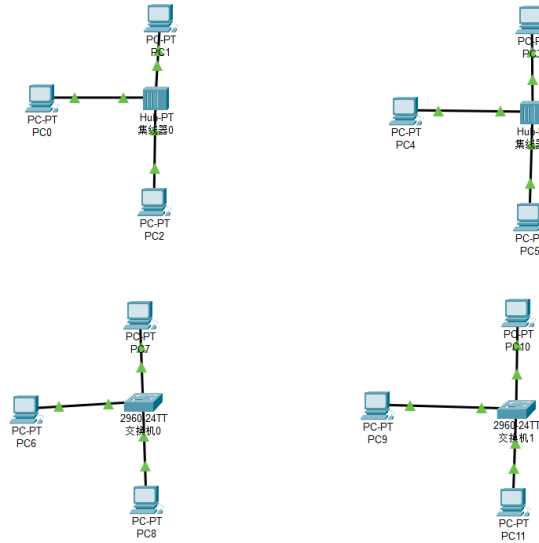


图 1 构建网络拓扑

(2) 第二步：设置设备 IP 地址：鼠标左键单击设置的设备，选择桌面，选择 IP 设置，分别将两台集线器、交换机对应的六台主机 IP 地址设置为“192.168.0.1”、“192.168.0.2”、“192.168.0.3”、“192.168.0.4”、“192.168.0.5”、“192.168.0.6”。如图 2 所示

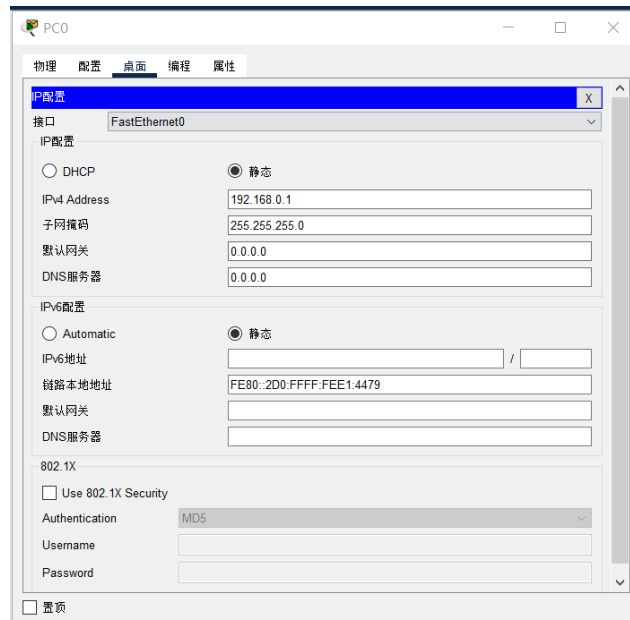


图 2 设置 IP 地址

（3）第三步：在实时模式下，使主机互相发送分组，以便使各主机的 **ARP** 缓存表中存储同一网络中其他主机的信息。如图 3 所示。之后删除刚才的发送分组过程，如图 4 所示

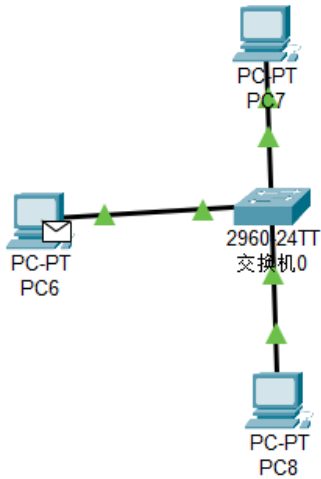


图 3 主机互相发送分组

激活	最新状态	源	目的地	类型	颜色	时间(秒)	周期	编号	编译	删除
成功	成功	PC0	PC2	ICMP	紫色	0.000	N	0	(编辑)	(删除)
成功	成功	PC0	PC1	ICMP	蓝色	0.000	N	1	(编辑)	(删除)
成功	成功	PC1	PC2	ICMP	黄色	0.000	N	2	(编辑)	(删除)
成功	成功	PC4	PC3	ICMP	绿色	0.000	N	3	(编辑)	(删除)

图 4 删除发送分组的过程

（4）第四步：在事件列表过滤器中，只保留 **ICMP** 协议，如图 5 所示



图 5 只保留 **ICMP** 协议

(5) 第五步：在集线器网络中发送分组。鼠标切换到仿真模式，使主机 1 向主机 2 发送分组，观察到分组首先被发送到集线器中，接着集线器将分组广播到所有主机中，如图 6 所示。主机 3 发现分组的目的 **MAC** 地址不是自己，丢弃分组，主机 2 发现分组的目的 **MAC** 地址是自己，于是接收分组，并向主机 1 发送确认分组，如图 7 所示。

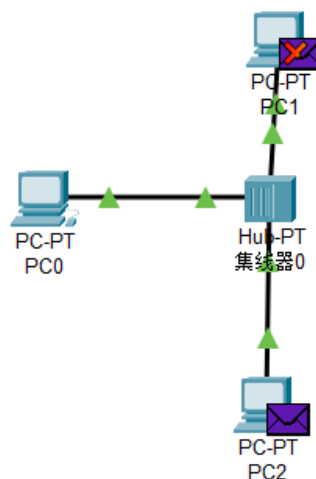


图 6 集线器将分组广播

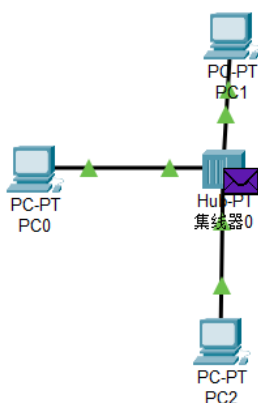


图 7 主机 2 发送确认分组

(6) 第六步：在仿真面板中点击“捕获/前进”按钮。确认分组首先被发送到集线器中，接着集线器会将其广播到所有主机中，如图 8 所示。主机 3 发现确认分组的目的 **MAC** 地址不是自己，于是丢弃该分组，主机 1 发现确认分组的目的 **MAC** 地址是主机，于是接收该分组。

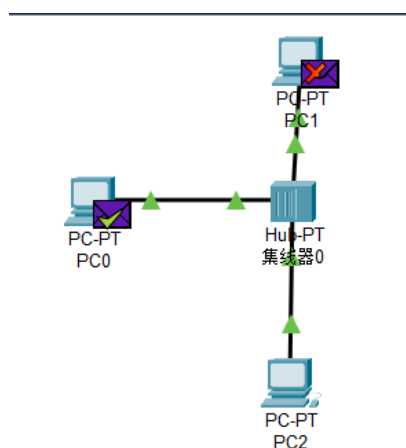


图 8 集线器将 **PDU** 广播

(7) 第七步：在交换机网络中发送分组。使交换机网络中的主机 1 向主机 2 发送一个 **ICMP** 询问分组，观察到该分组首先被发送到交换机中，交换机再把分组

明确的转发到主机 2 中，如图 9 所示。主机 2 发现该分组的目的 **MAC** 地址是自己，于是接收该分组，并向主机 1 发送确认分组，如图 10 所示。

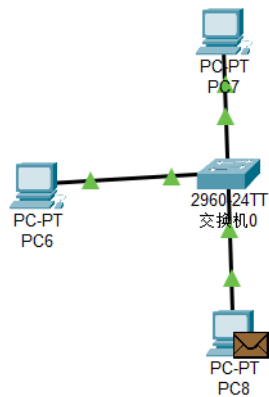


图 9 交换机精准转发分组

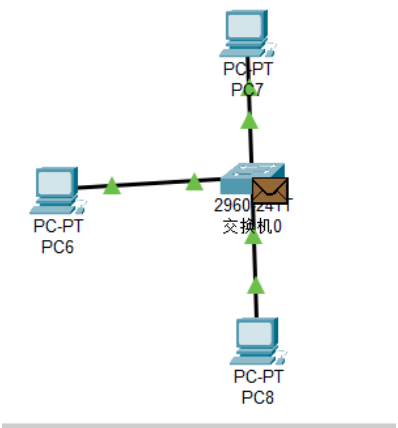


图 10 主机 2 发送确认分组

(8) 第八步：在仿真面板中点击“捕获/前进”按钮。确认分组首先被发送到交换机中，接着交换机将其准确的发送给主机 1，如图 11 所示。主机 1 发现该分组是一个确认分组，且分组的目的 **MAC** 地址是自己，于是接收该分组并不进行回复。我们可以看出，集线器对分组有过滤功能，会将其精确的发送给目的主机，但是集线器会将其广播出去。

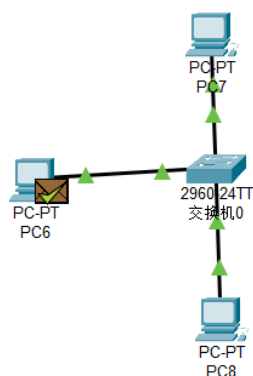


图 11 主机 1 收到确认 PDU

(9) 第九步：将分别将两个集线器网络、两个交换机网络互联起来，如图 12 所示。构成了一个更大的集线器网络、交换机网络

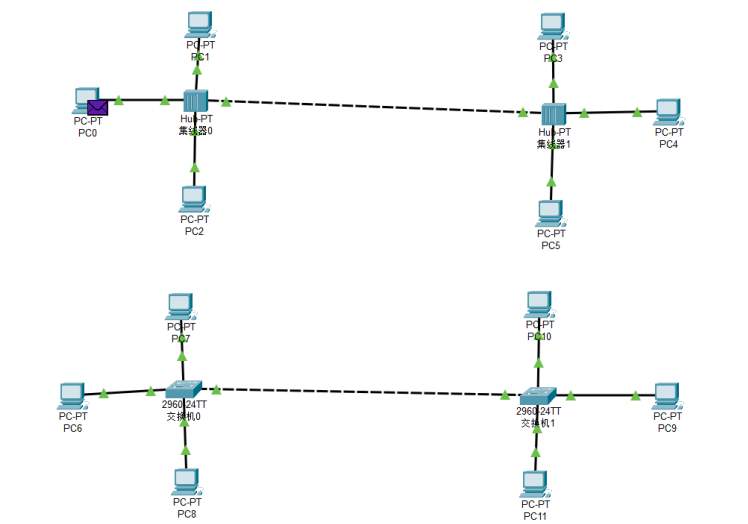


图 12 更大的网络拓扑图

(10) 第十步：在更大的集线器网络中发送分组。鼠标使主机 1 向主机 2 发送 **ICMP** 询问分组，观察到该分组首先被发送到第一个集线器，接着集线器 1 将其广播出去，如图 13 所示。主机 3 收到该分组后丢弃，主机 2 收到该分组后接收，并准备向主机 1 发送一个确认分组。在仿真面板中点击“捕获/前进”按钮，交换机 2 将 **ICMP** 询问请求广播出去，主机 4、5、6 发现该分组的目的 **MAC** 地址不是自己，于是丢弃该分组，此时主机 1 发送的确认分组首先到达集线器 1，如图 14 所示。

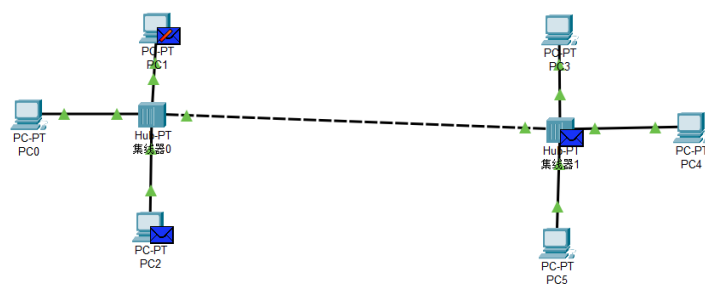


图 13 集线器将 **PDU** 广播出去

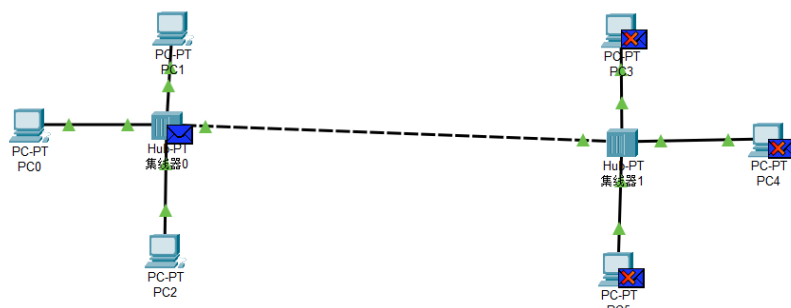


图 14 确认分组到达集线器 1

(11) 第十一步：集线器 1 将确认分组广播，主机 3 丢弃该分组，主机 1 发现该分组为确认分组且目的 **MAC** 地址是自己，于是接收分组且不再回答，如图 15 所示。接着，集线器 2 会将该分组广播出去，如图 16 所示。主机 4、5、6 发现分组的目的 **MAC** 地址不是自己，于是丢弃该分组。

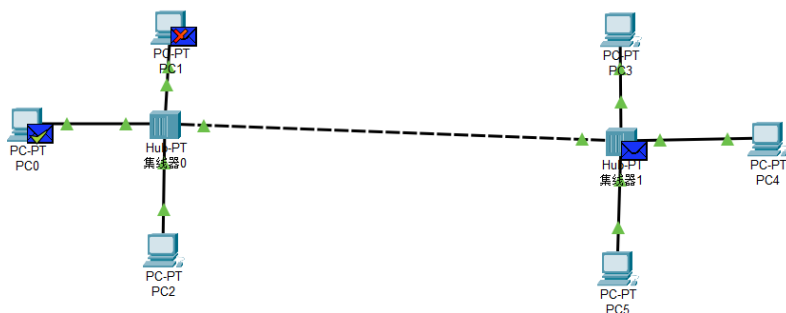


图 15 主机 1 接收 **PDU**

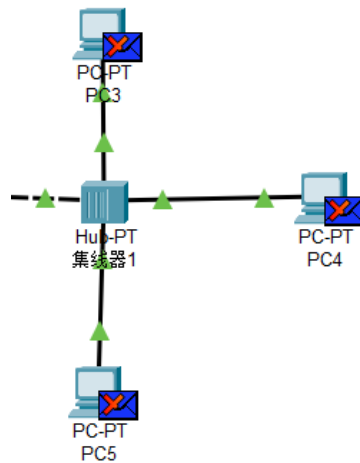


图 16 主机 4、5、6 丢弃分组

(12) 第十二步：是交换机网络中主机 1 向主机 2 发送 **ICMP** 请求分组，该请求首先发送到交换机中，接着交换机将其精准的发往主机 2，如图 17 所示。主机 2 发现该分组的目的 **MAC** 地址是自己，于是接收该分组并向主机 1 发送确认分组，确认分组首先被发送到交换机中，接着交换机精确的将其发往主机 1，如图 18 所示。主机 1 接收该分组并不再回应。

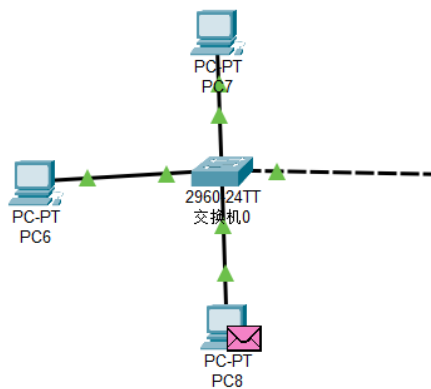


图 17 交换机将 **PDU** 发往主机 2

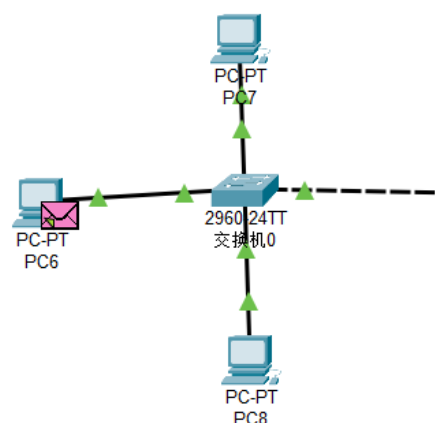


图 18 交换机将 **PDU** 发往主机 1

(13) 第十三步：集线器网络同时发送多个分组。分别使主机 1 向主机 2 发送 **ICMP** 询问分组、使主机 3 向主机 4 方 **ICMP** 询问分组。这些分组首先被发送到集线器 1、2。接着，集线器 1、2 将分组广播，主机 3、6 发现分组的目的 **MAC** 地址不是自己，于是丢弃分组，主机 2、4 接收分组，集线器 1 与集线器 2 互相广播过程中信号发生碰撞而出错，如图 19 所示。接着，集线器 1、2 将出错信息广播，此时主机 2、4 发送的确认分组与错误信息碰撞，此时所有的主机、集线器都受到错误信息，如图 20 所示。

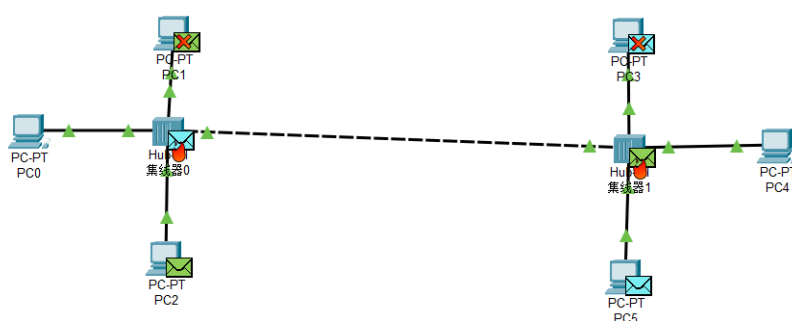


图 19 **PDU** 因为碰撞冲突而出错

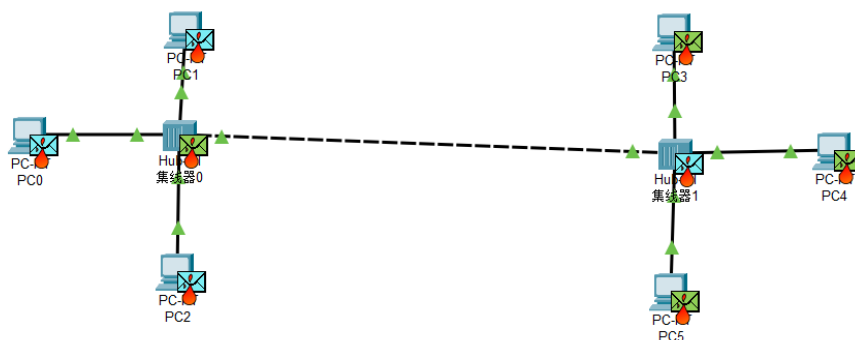


图 20 集线器将错误信息广播出去

(14)第十四步:交换机网络同时发送多个分组。分别使交换机网络中的主机 1、主机 4 向主机 2、主机 4 发送 **ICMP** 询问分组, 分组首先被发送到交换机 1、2。如图 21 所示。接着被交换机准确发送到主机 2、主机 4。主机 2、4 发现这是一个 **ICMP** 询问分组, 其目的 **MAC** 地址是自己, 于是接收分组后并向主机 1、3 发送确认分组。确认分组首先被发送到交换机上, 交换机精准的将其发送给主机 1、3, 如图 22 所示。主机 1、3 接收并不再回复。

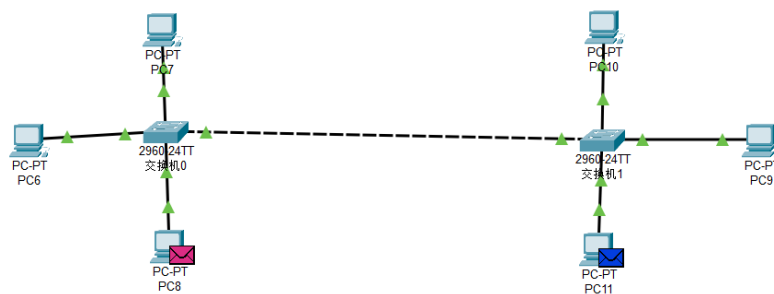


图 21 交换机系统同时发送多个 **PDU**

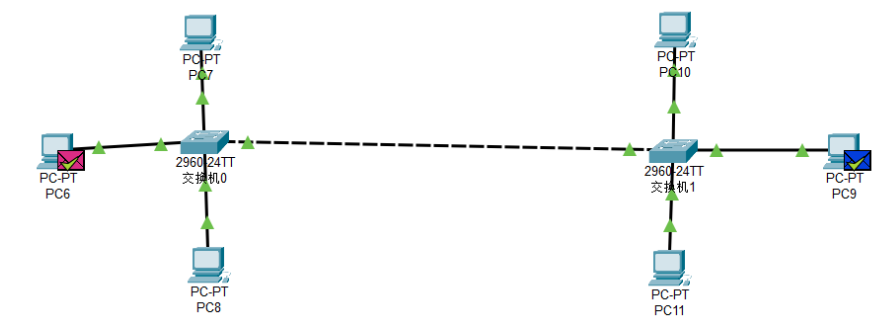


图 22 交换机精确的发送的 PDU

(15) 第十五步：在交换机网络上广播帧。鼠标选择“复杂 PDU”，如图 23 所示。在目的 IP 地址填广播地址（255.255.255.255），如图 24 所示。该广播帧首先会被发送到交换机，接着交换机将它们广播，如图 25 所示。所有的主机都会收到广播帧。



图 23 选择复杂 PDU

创建复杂PDU

源设置

源设备：PC2

输出端口：

FastEthernet0

☒ 自动选择端口

PDU设置

选择应用程序：PING

目的IP地址：

255.255.255.255

源IP地址：

192.168.0.2

TTL：

32

TOS：

0

序号：

1

数据包大小：

0

仿真设置

☒ 单次

时间：

1

秒

☐ 周期性

间隔：秒

创建PDU

图 24 设置复杂 PDU

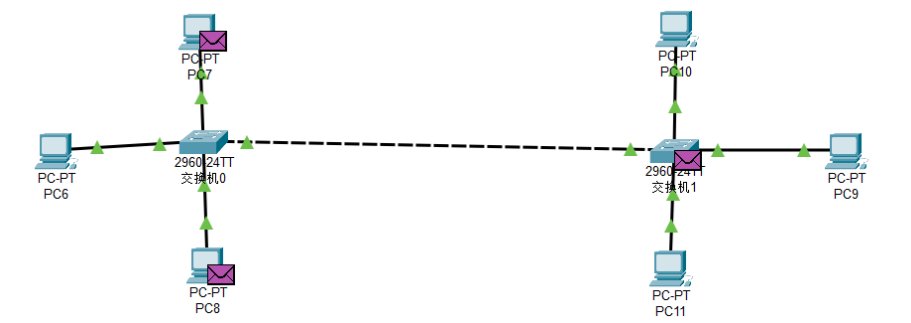


图 25 交换机广播 PDU

(16) 第十六步：构建网络拓扑，将集线器用一个交换机连接，如图 26 所示。接着，使主机互相发送分组，使交换机的 **ARP** 表存储各主机信息。

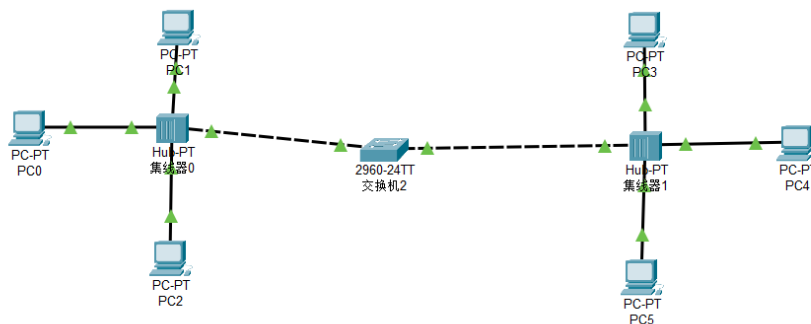


图 26 集线器使用交换机连接

(17) 第十七步：使主机 1 向主机 2 发送 **ICMP** 询问分组，分组首先被发送到集线器，接着集线器对其进行广播，交换机收到分组后发现目的 **MAC** 地址不在右边的集线器网络，故不会发送，起到隔离碰撞域的作用。如图 27 所示。主机 2 收到分组并向主机 1 发送确认分组，确认分组首先被发送到集线器中，接着集线器进行广播，与第一步类似，如图 28 所示。主机 1 收到分组并不再回复。

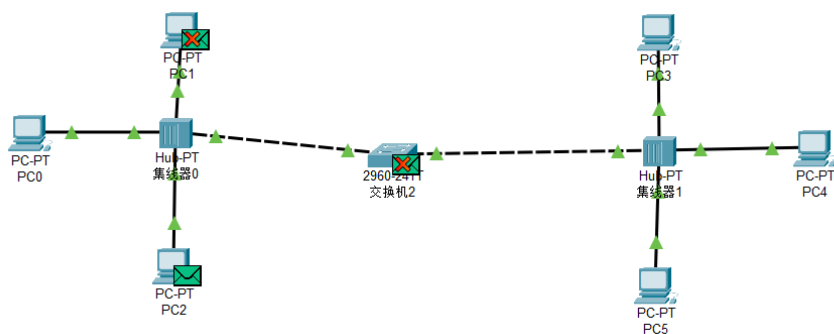


图 27 交换机隔离碰撞域

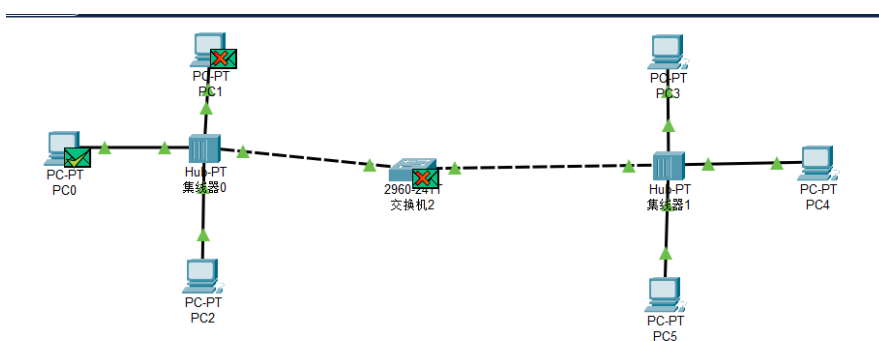


图 28 集线器广播 PDU

2 交换机的自学习算法

(1) 第一步：构建网络拓扑。在逻辑工作空间上，拖动三个终端设备和一个集线器，用连接线把设备连接起来。如图 29 所示。

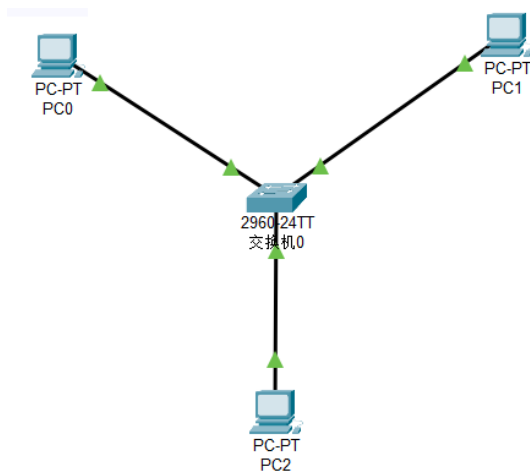


图 29 网络拓扑

(2) 第二步：设置 IP 地址。鼠标左键单击要设置的设备，选择桌面，选择 IP 设置，如图 30 所示

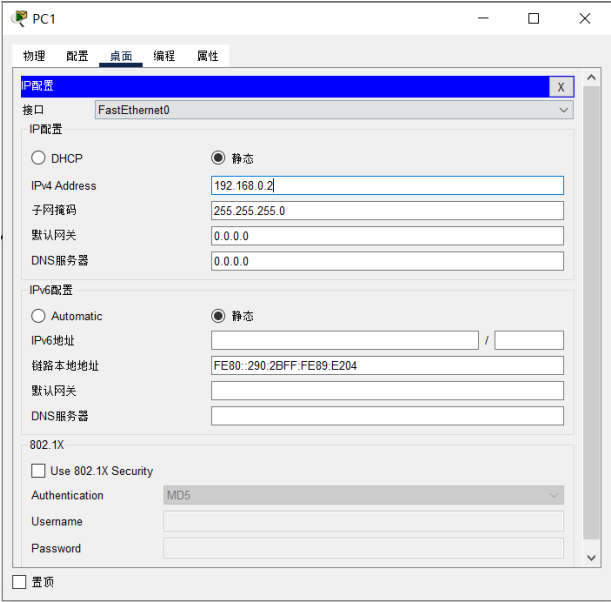


图 30 设置 IP 地址

(3) 第三步：设置 IP 地址注释。为了方便后续实验的观察，为每一台主机都标住上它们的 IP 地址。鼠标选择“注释”，如图所示。接着在每台主机的上方都写上它们的注释，如图 31 所示。

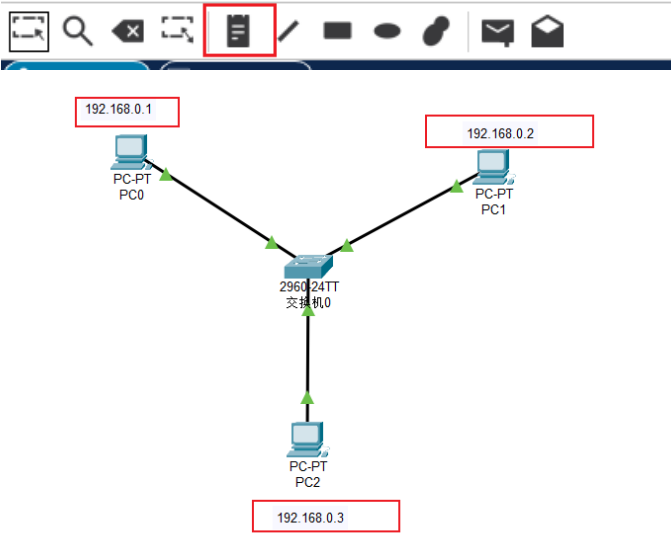


图 31 注释主机的 IP 地址

(4) 第四步：设置主机的 **MAC** 地址注释。鼠标切换到选择模式，左键选中主机，选择配置，选择“**FastEthernet**”，就可以看到主机的 **MAC** 地址，如图所示。使用注释将 **MAC** 地址标记在主机旁边，如图 32 所示。

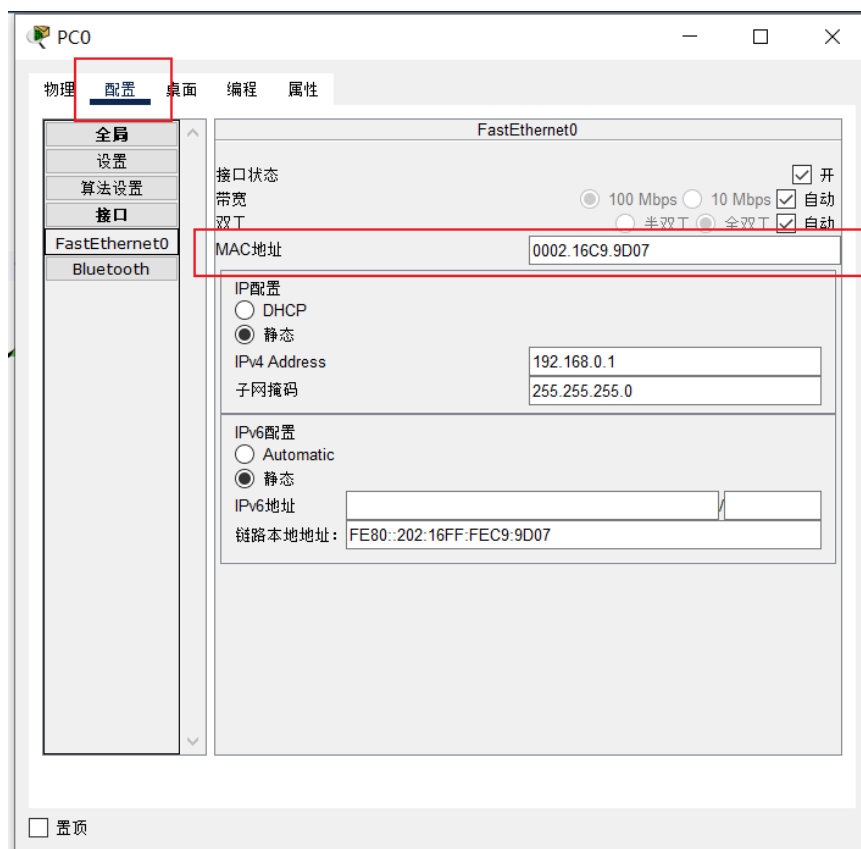


图 32 查找主机的 **MAC** 地址

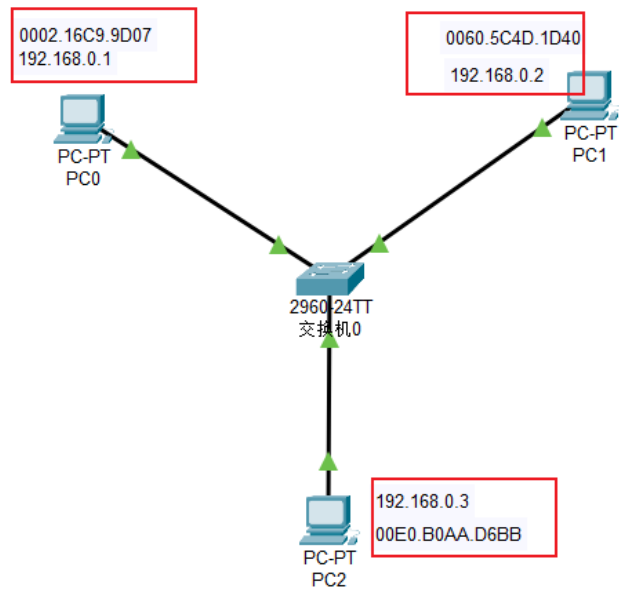


图 33 注释主机的 **MAC** 地址

(5) 第五步：在事件列表过滤器中，只保留 **ARP** 协议和 **ICMP** 协议，如图 34 所示



图 34 保留 **ARP** 协议、**ICMP** 协议

(6) 第六步：为了方便实验观察，还需要显示各主机、交换机的端口号。在菜单中选择选项，选择参数选择，勾选“在逻辑工作空间中显示端口标签”，如图 35、36 所示。

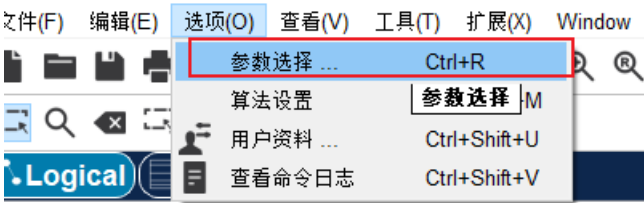


图 35 显示端口标签



图 36 设置端口标签

(7) 第七步：查看交换机的 **ARP** 缓存表，如图 37 所示。此时交换机的 **ARP** 缓存表是空的。

ARP表 来自 交换机0		
IP 地址	硬件地址	接口

图 37 查看 **ARP** 缓存表

(8) 第八步：使主机 1 向主机 2 发送简单 **PDU**，此时主机 1 不知道主机 2 的 **IP** 地址，需要事先发送一个 **ARP** 请求帧，如图 38 所示。

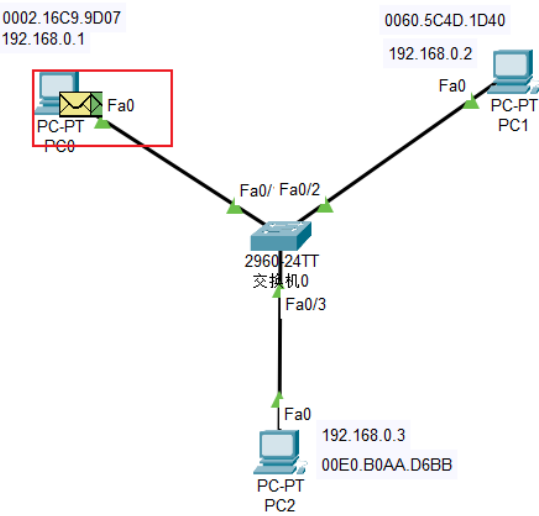


图 38 主机发送 **ARP** 请求帧

(9) 第九步：**ARP** 请求帧首先被发送到交换机中，接着交换机会查询它主机的 **ARP** 缓存表，查看目的 **IP** 是否在其中。显示此时目的主机 **IP** 不在交换机的 **ARP** 缓存中，因此交换机会进行广播发送，如图 39 所示。此时该请求帧为一个广播帧，如图 40 所示。



图 39 广播帧的具体内容

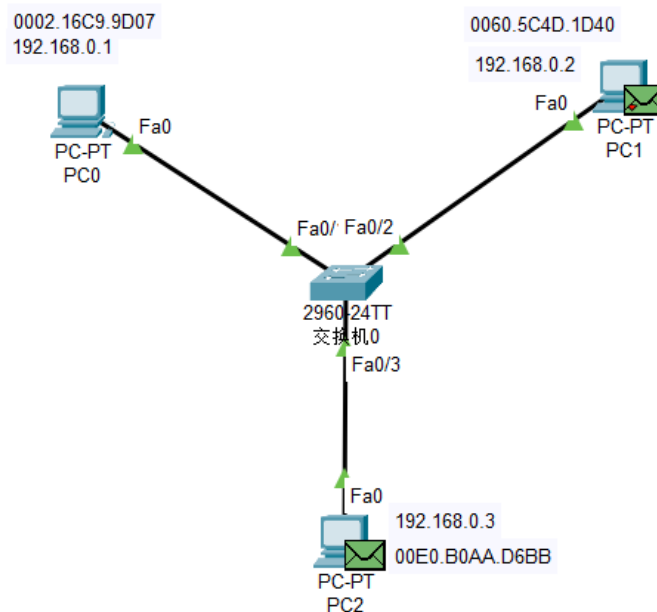


图 40 交换机广播 PDU

(10) 第十步：主机 2、3 的网卡接收该广播帧，交付给上层的 **ARP** 进程解析，主机 3 的 **ARP** 进程发现目的地址不是自己，于是丢弃 **PDU**，而主机 2 的 **ARP** 进程发现目的地址是自己，于是接收该帧。**ARP** 进程并将自己的 **IP** 地址、**MAC** 地址封装在 **ARP** 单波响应中向主机 1 发送。

(11) 第十一步：响应帧首先到达交换机，如图 41 所示。交换机读取到主机 2 的 **IP** 地址、**MAC** 地址并存储在自己的 **ARP** 缓存表中，此时交换机 **ARP** 缓存表中包含主机 1、2 的 **IP** 地址、**MAC** 地址，如图 42 所示。

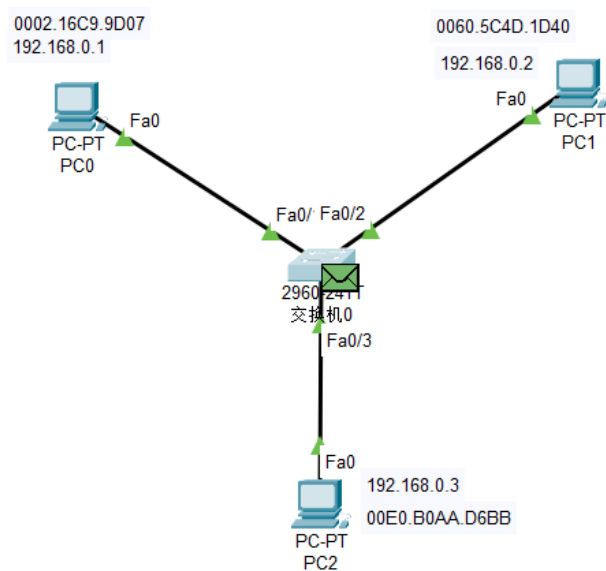


图 41 响应帧到达交换机

MAC地址表 for 交换机0		
VLAN	MAC 地址	端口
1	0002.16C9.9D07	FastEthernet0/1
1	0060.5C4D.1D40	FastEthernet0/2

图 42 查看交换机的 **ARP** 缓存表

(12) 第十二步：交换机收到响应帧，在自己的缓存表中寻找目的 **MAC** 地址，

发现有,于是按照对应的端口号将响应帧从端口 0 发送给主机 1,如图 43 所示。

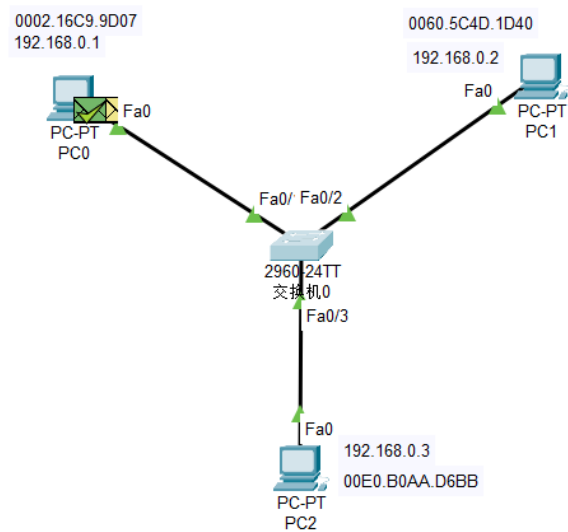


图 43 交换机精确发送 PDU

(13)第十三步: 主机 1 得到主机 2 的 IP 地址、MAC 地址,于是主机 1 将 ICMP 询问分组发送给主机 2。分组首先被发送到交换机中,交换机查找目的 MAC 地址,发现表中有,于是从对应的端口 3 中发送给主机 2,如图 44 所示。主机 2 收到分组,并发送响应分组给主机 1。该分组发送步骤与上类似。

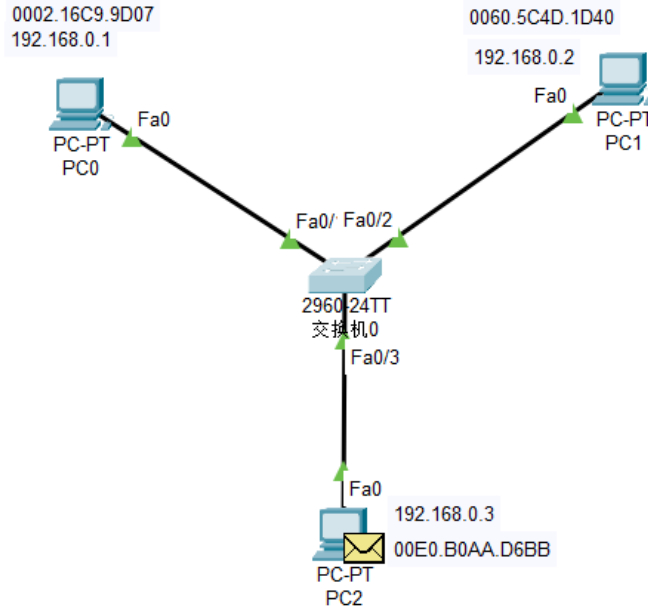


图 44 交换机从端口发送 PDU

(14) 第十四步：按照之前的步骤构建如图 45 所示的网络拓扑，使主机相互发送分组，以便使交换机存储各主机的有关信息。此时交换机内部应该存储有主机 4、5 的信息，如图 46 所示。

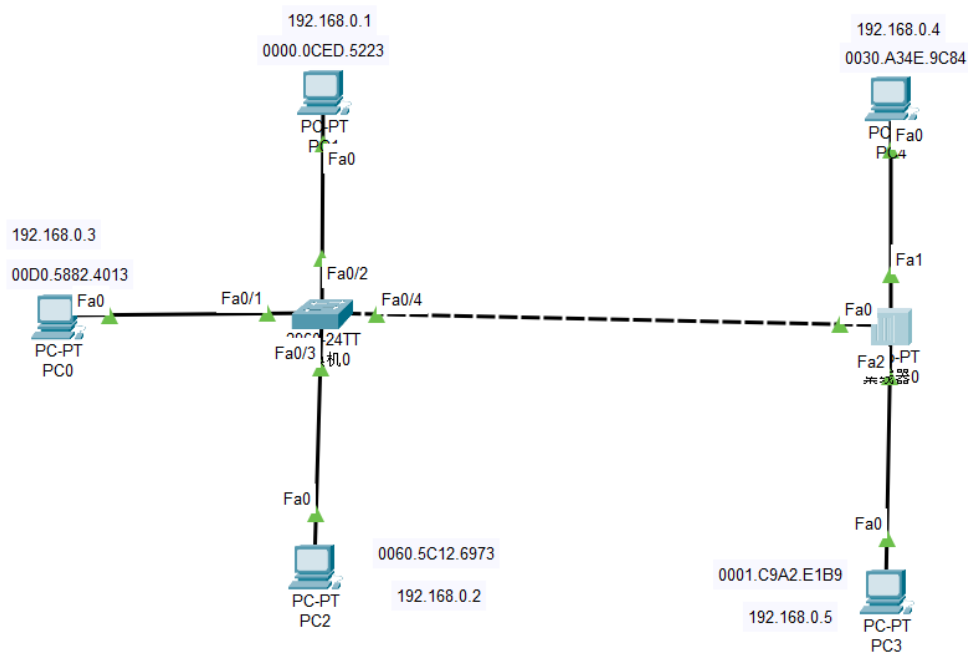


图 45 构建新的网络拓扑

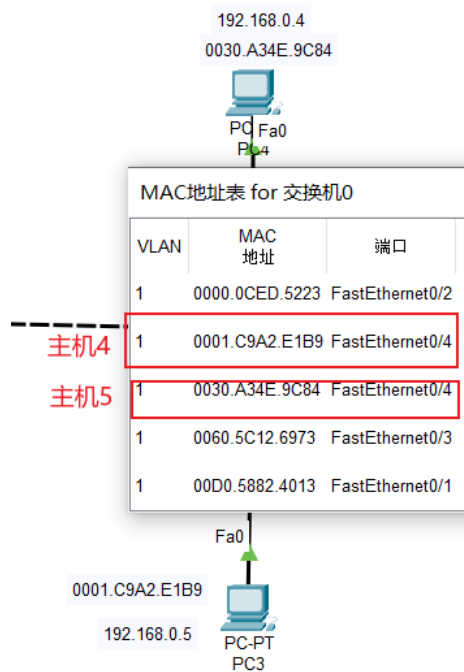


图 46 查看交换机的 **MAC** 地址表

(15) 第十五步：使主机 4 向主机 5 发送一个 **PDU**，**PDU** 首先被发送到集线器中，接着被广播，但是交换机会丢弃该包，如图 47 所示。原因在于交换机查找该 **PDU** 的目的地址对应的端口号为 4，而该 **PDU** 又恰好是从端口 4 发送过来的，于是交换机知道不必继续转发该 **PDU**。

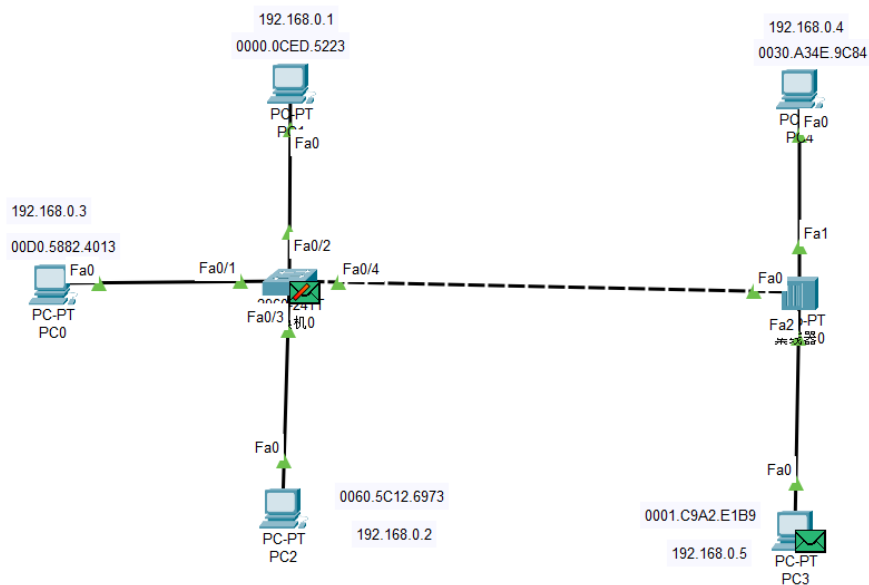


图 47 交换机丢弃错误分组

(16) 第十六步：删除刚才的发送事件，如图 48 所示。点击交换机，选择“命令行界面”，按回车，如图 49 所示。输入命令“**enable**”进入特权模式。输入命令“**show mac-a**”查看所有的 **MAC** 地址，结果如图 50 所示。输入命令“**clear mac-a**”以清楚所有的 **MAC** 地址，并再次输入“**show mac-a**”，结果如图 51 所示。

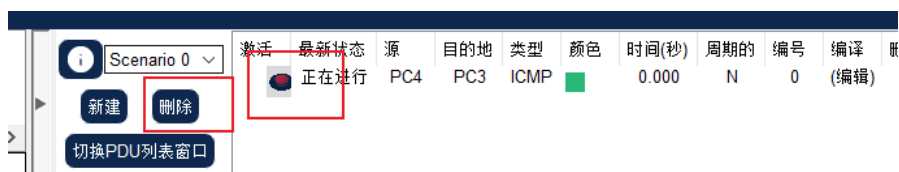


图 48 删除事件

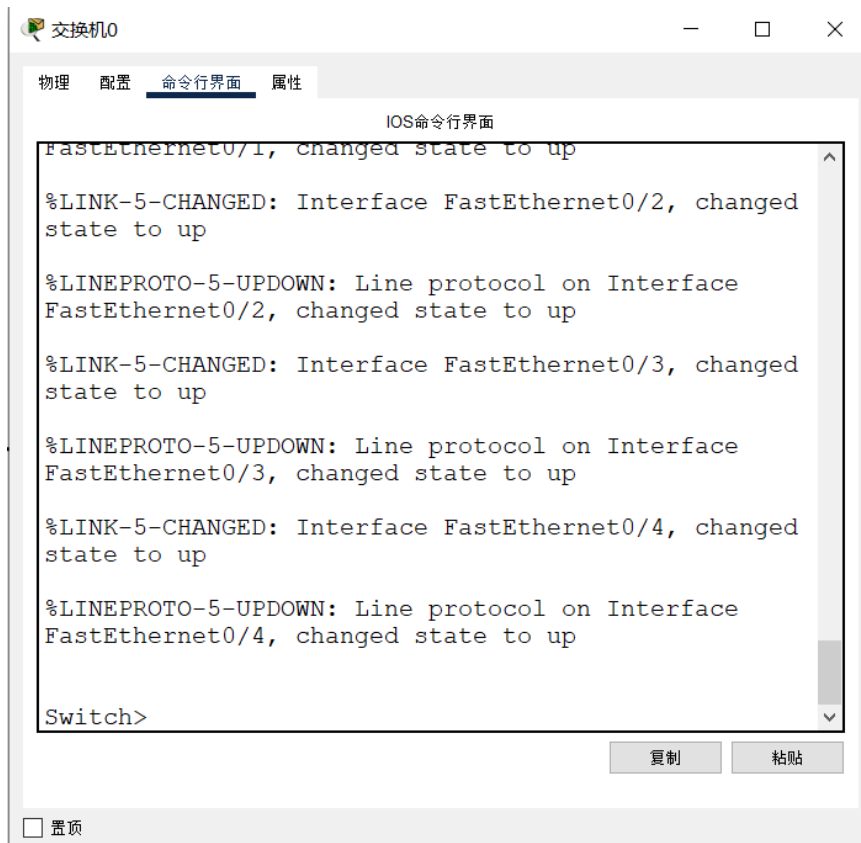


图 49 进入命令行界面

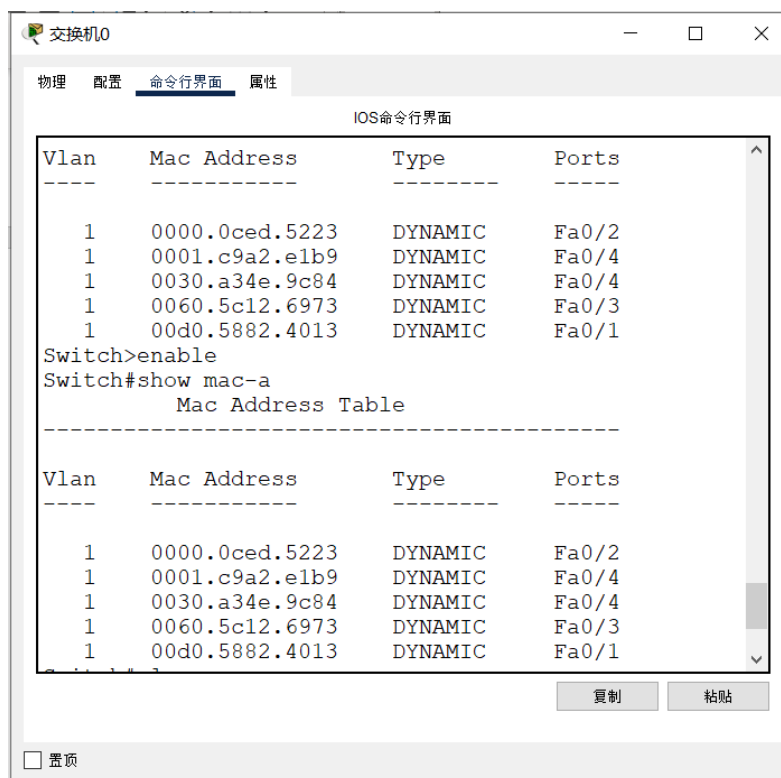


图 50 命令行查看 **MAC** 地址表

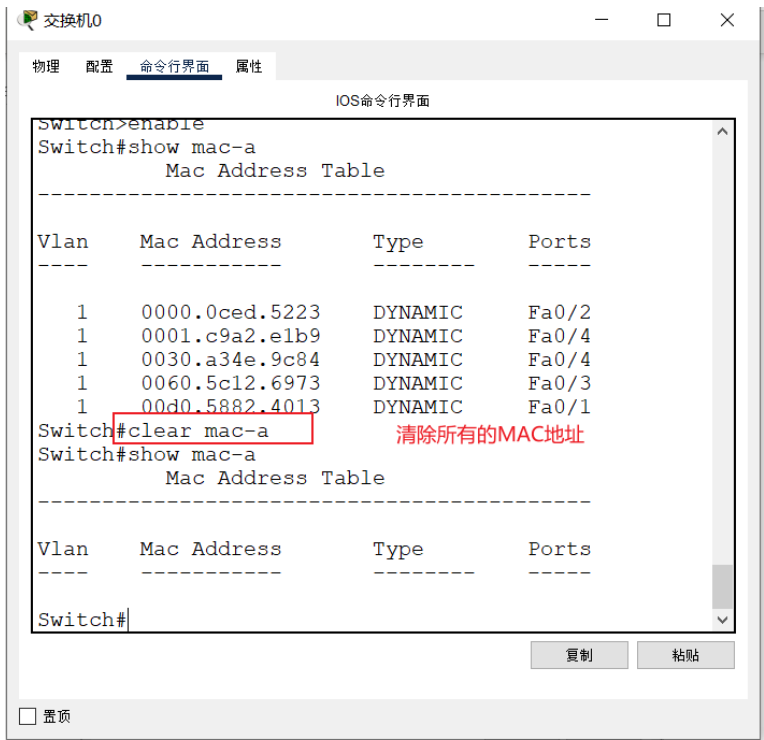


图 51 命令行删除交换机 **MAC** 地址

(17) 第十七步：此时交换机内部所有的 **MAC** 地址信息已经清楚。再次使主机 4 向主机 5 发送 **PDU**，**PDU** 首先会到达集线器，接着集线器会将其广播出去，如图 52 所示。交换机随后也会将其广播，如图 53 所示。原因在于交换机不知道目的 **MAC** 的地址，只能广播，此现象又称为泛洪。

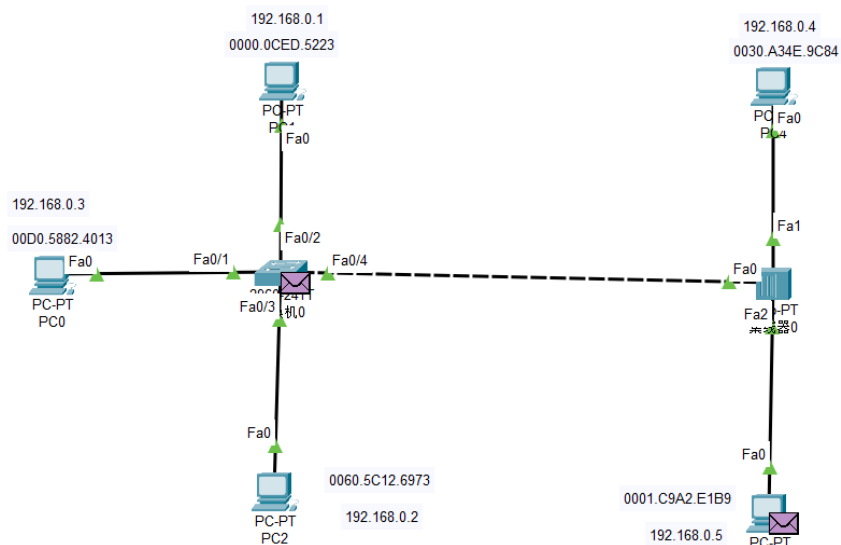


图 52 集线器广播 PDU

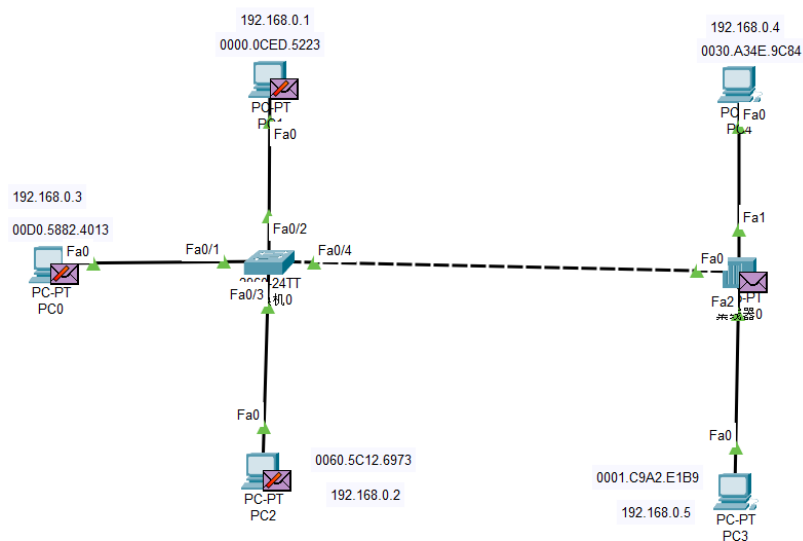


图 53 交换机广播 PDU

四、实验体会

- 1 交换机能够过来信息，不必再像集线器一样将信息全部广播，能节省大量的网络资源。
- 2 交换机的自学习算法使得在部署交换机时十分方便，不需要对参数进行大量

的设置。