

实验 7: IP 数据报的发送与转化流程、默认路由和特定主机路由

课程名称: 计算机网络实验

实验日期: 2022.10.21

班 级: 计科 5 班

姓名: 刘洋

学 号: 20202619

一、实验目的

- 1 验证默认路由和特定主机路由的作用
- 2 了解 IP 数据报的发送和转发流程

二、实验环境

Cisco Packet Tracer 模拟器

三、实验内容

1 IP 数据报的发送和转化流程

(1) 第一步: 构建网络拓扑: 在逻辑工作空间上, 分别 拖动路由器、集线器、主机构成网络拓扑, 并使用注释标明相关信息, 如图 1 所示。

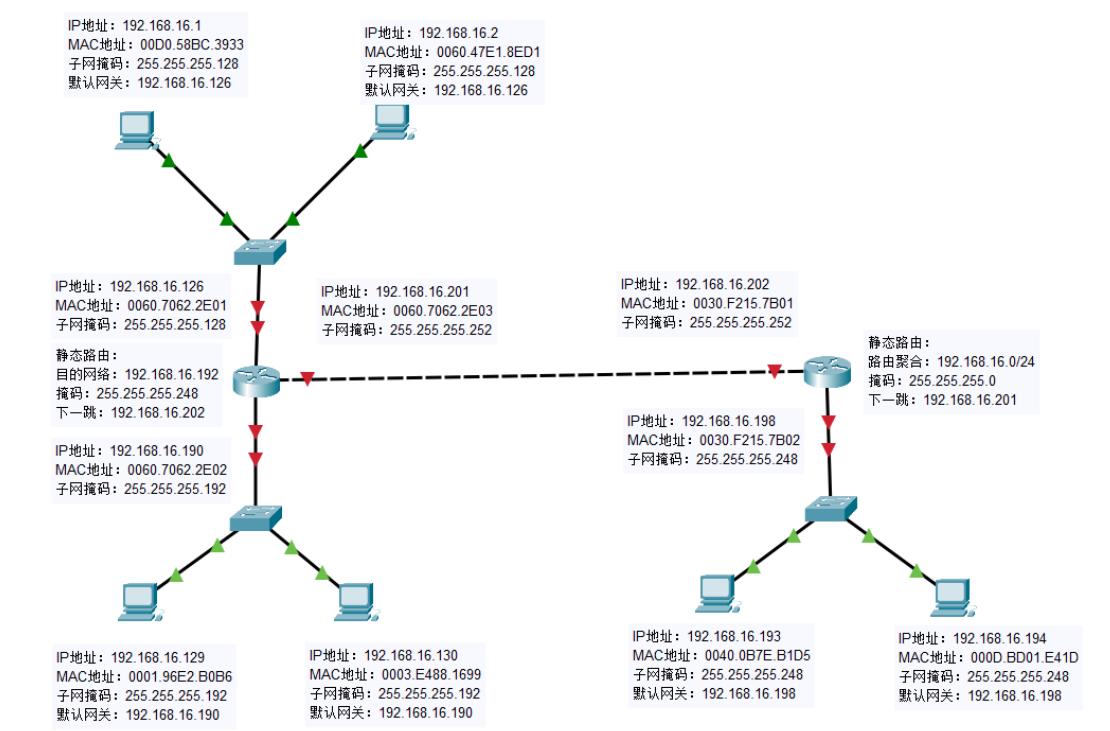


图 1 构建网络拓扑

(2) 第二步：查看主机、路由器的 **MAC** 地址。鼠标选择主机，选择配置，选择 **FastEthernet0**，即可查看到主机的 **IP** 地址，如图 2 所示。其他主机同理可得到 **IP** 地址。鼠标选择路由器，选择配置，选择 **GigabitEthernet0/0** 即可查看到该路由器 0 号端口的 **IP** 地址，如图 3 所示。对于该路由器的其他端口及其他路由器同理可得到它们的 **MAC** 地址。

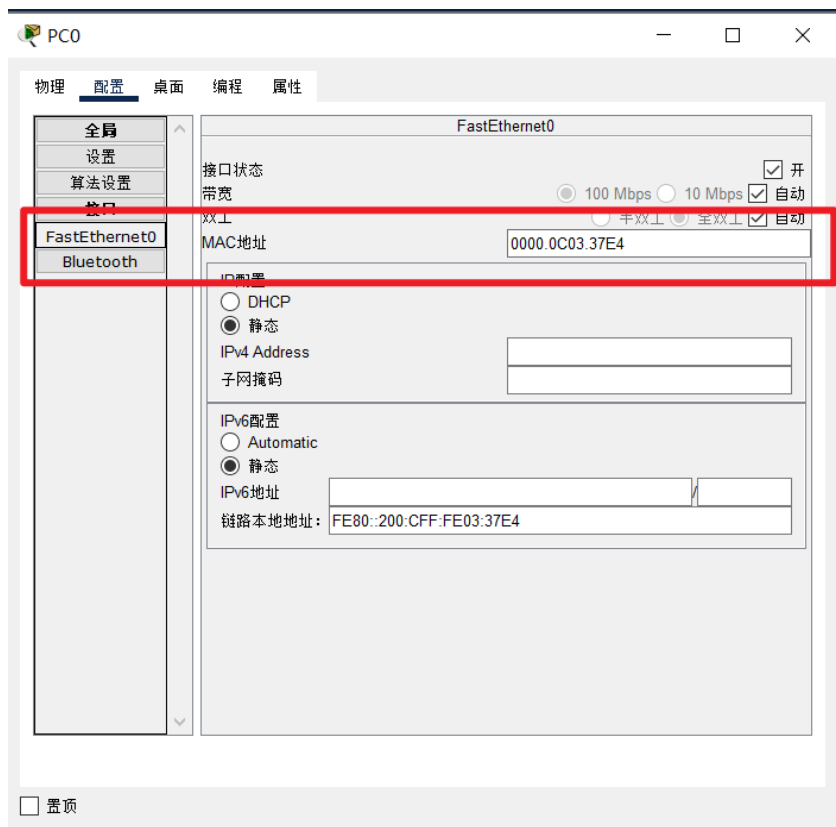


图 2 查看主机 IP 地址

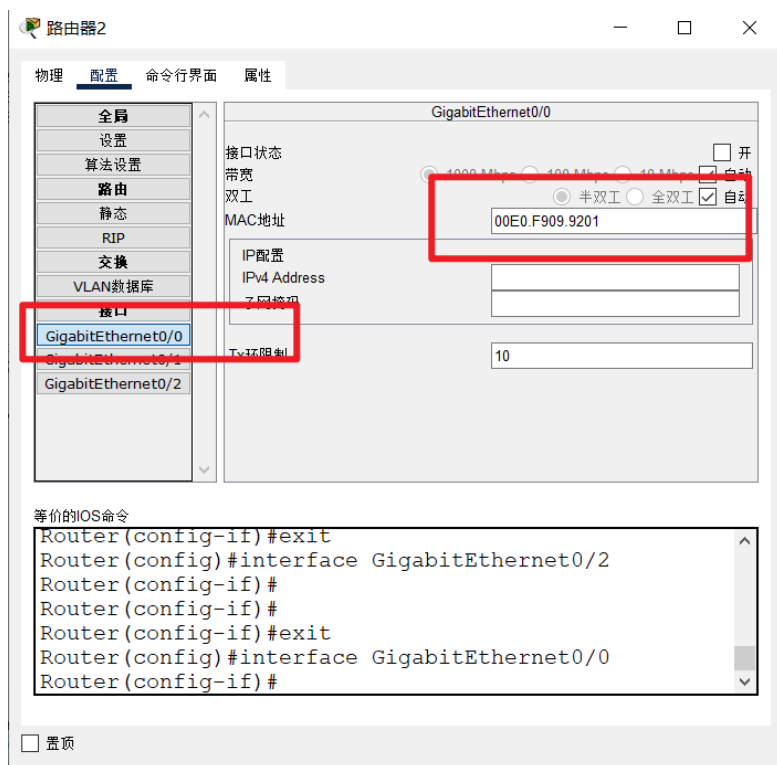


图 3 查看路由器 IP 地址

(3) 第三步：配置主机、路由器的 IP 地址。鼠标点击主机 1，选择桌面，选择 IP 地址配置，输入我们之前标注的 IP 地址及子网掩码如图 4 所示。对于其他主机的 IP 地址同理可得。鼠标选中路由器 1，选择配置，选择 GigabitEthernet0/0，将我们之前标注的 IP 地址与子网掩码填入，并将端口状态设置为开，如图 5 所示。对于该路由器其他端口及其他路由器的端口同理可得。当配置完成后，网络拓扑整体上连通的，如图 6 所示。

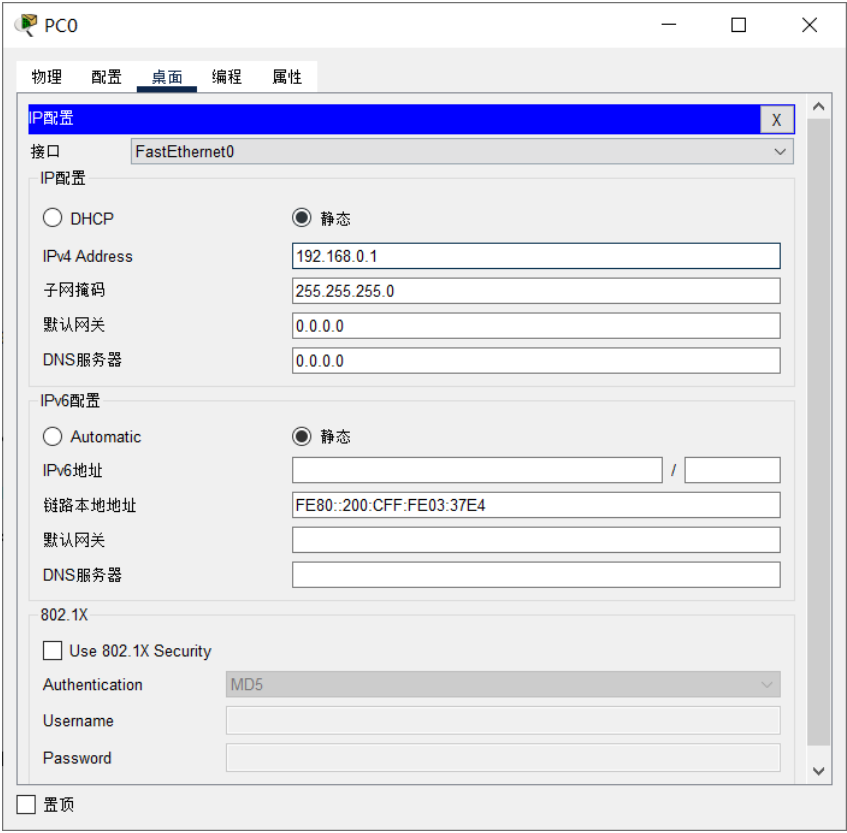


图 4 主机 IP 地址配置

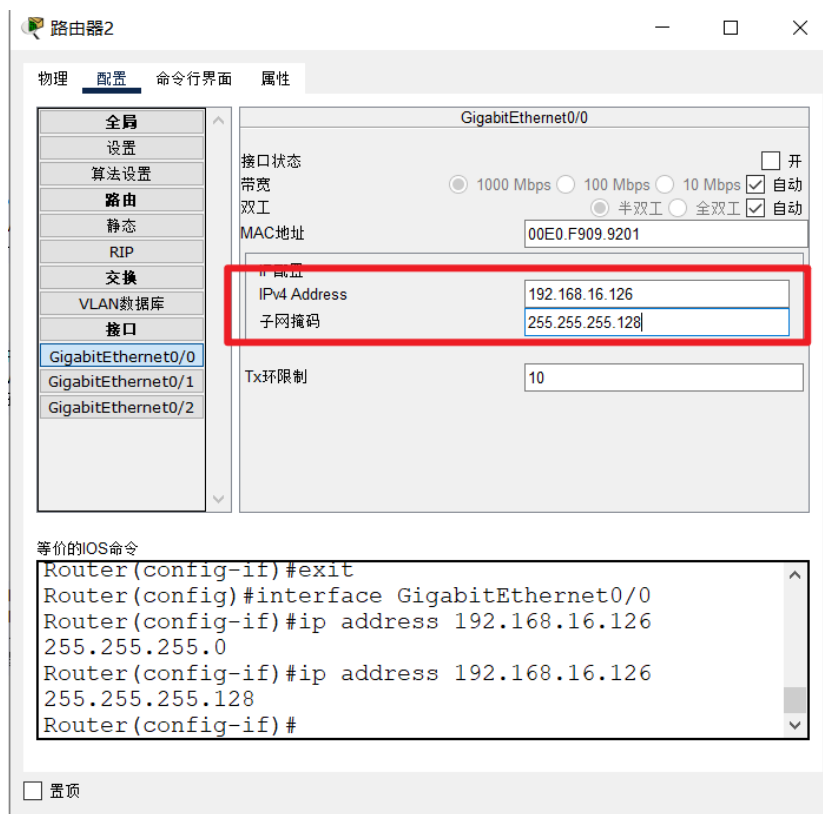


图 5 配置路由器 IP 地址

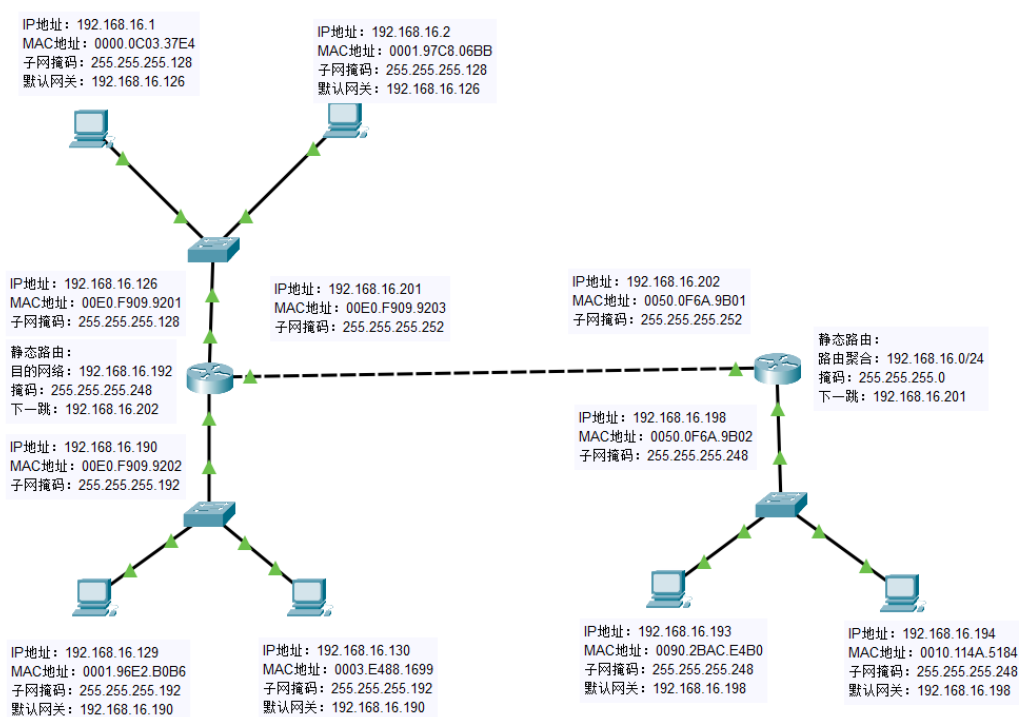


图 6 连通的网络拓扑

（4）第四步：配置路由器静态路由。鼠标选择路由器 **1**，选择配置，选择静态路由，在右侧填入我们之前标注的信息，点击添加，如图 7 所示。对于该路由器的其他静态路由及其他路由器的静态路由也同理配置。

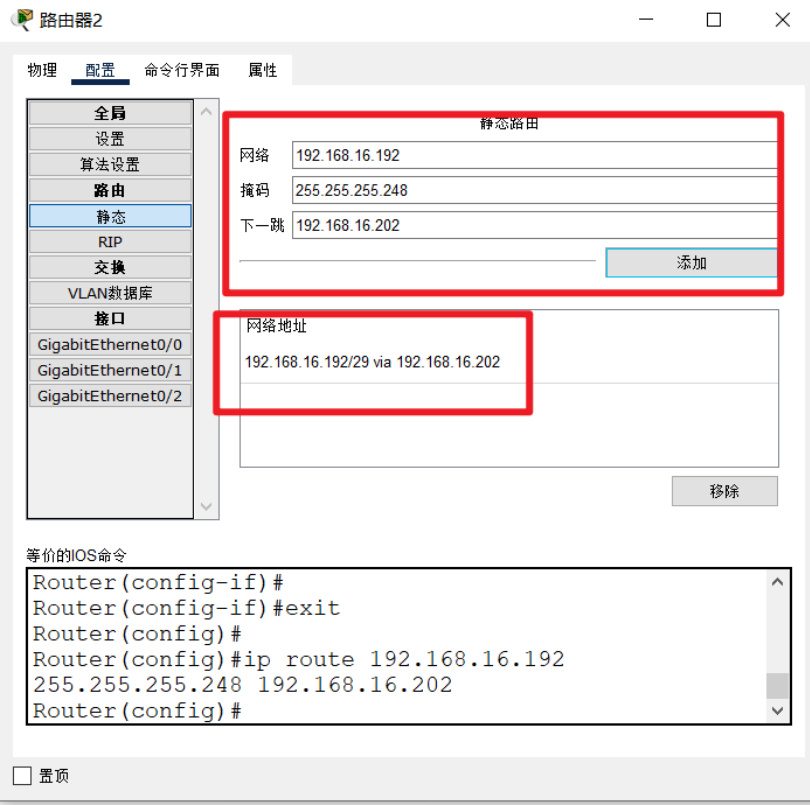


图 7 配置静态路由

（5）第五步：配置主机的默认网关。鼠标选择主机，选择桌面，选择默认网关，填入我们之前标注的默认网关 **IP** 地址，如图 8 所示。对于其他主机的默认网关也同理配置。

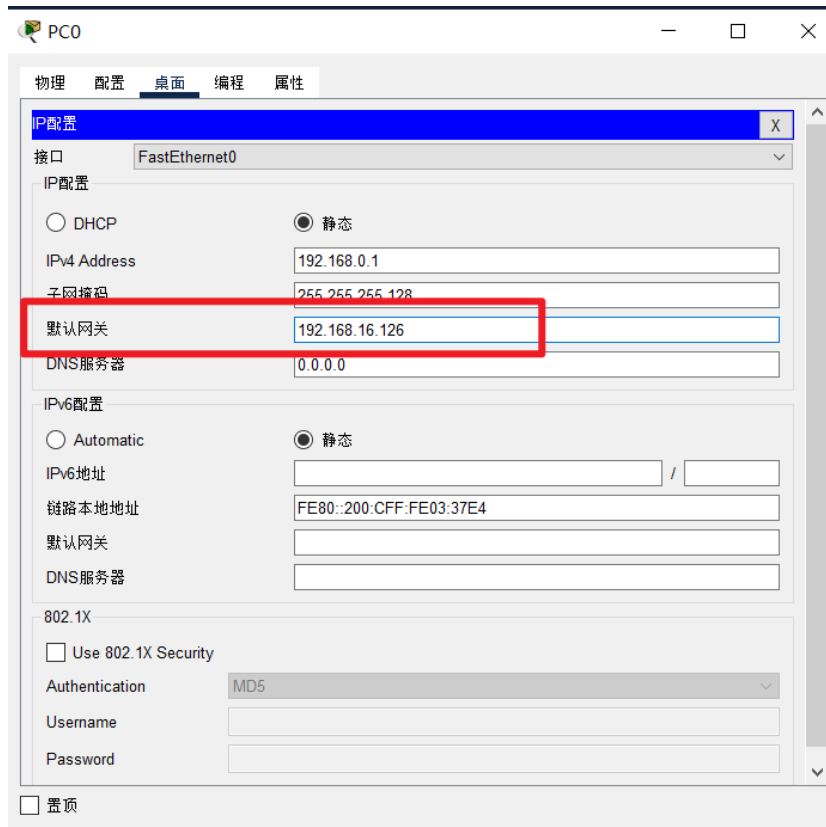


图 8 配置默认网关

(6) 第六步：过滤显示协议。鼠标单击右侧的“全显/隐藏”，再点击“编辑过滤器”，勾选 **ARP** 及 **ICMP**，这是我们之后要重点观察的协议类别，如图 9 所示。

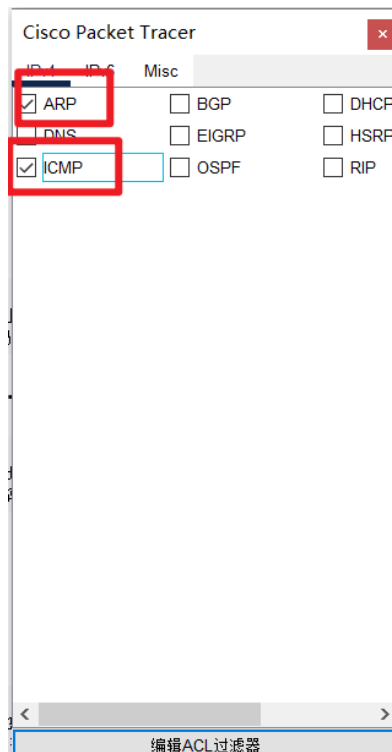


图 9 过滤显示的协议

(7) 第七步：打开 **ARP** 表及路由表。我们需要让主机 1 向主机 3 发送 **ICMP** 请求报文，为了便于观察整个过程细节，需要将主机的 **ARP** 高速缓冲表、路由器的 **ARP** 高速缓冲表、路由表打开。鼠标切换到查看状态，如图 10。选择主机 1，选择 **ARP** 缓冲表，调整整体大小，如图 11 所示，对于主机 2 的 **ARP** 表及路由器的 **ARP** 表及路由表也进行类似的处理，最后得到的网络拓扑如图 12 所示，



切换鼠标状态

图 10 切换鼠标状态

| ARP表 来自 PC0 | | |
|-------------|------|----|
| IP 地址 | 硬件地址 | 接口 |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

图 11 调整 ARP 高速缓冲表

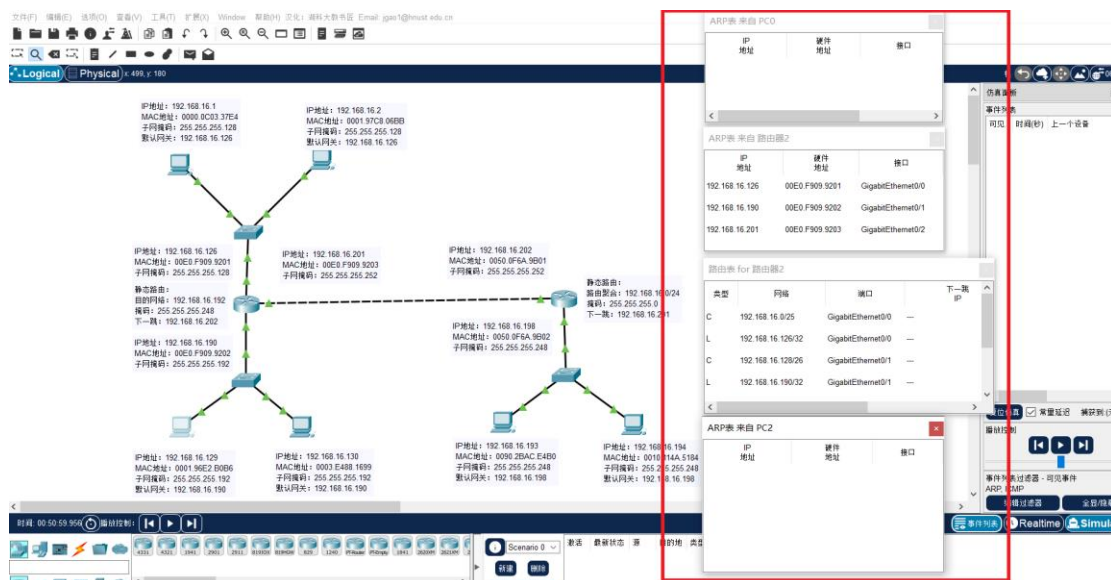


图 12 网络拓扑效果图

(8) 第八步：对路由表中内容的解释。路由器 1 的路由表内容如图 13 所示。

其中，**L** 型网络代表路由器自带接口的 **IP** 地址，**C** 型网络代表与路由器直接相连的网络的 **IP** 地址，**S** 型网路表示静态路由，记录了下一跳 **IP** 及目的 **IP**。其中，**L** 型、**C** 型是在配置了路由器的 **IP** 地址后自动生成的，而 **S** 型网络是需要自行配置的。

| 类型 | 网络 | 端口 | 下一跳 IP |
|----|-------------------|--------------------|----------------|
| L | 192.168.16.190/32 | GigabitEthernet0/1 | --- |
| S | 192.168.16.192/29 | --- | 192.168.16.202 |
| C | 192.168.16.200/30 | GigabitEthernet0/2 | --- |
| L | 192.168.16.201/32 | GigabitEthernet0/2 | --- |

图 13 路由表内容

(9) 第九步：主机之间发送 **ICMP** 询问报文。切换到仿真模式，鼠标选择简单 **PDU**，如图 14 所示。使主机 1 向主机 3 发送。可以看到，主机 1 先准备发送一个 **ARP** 请求报文，如图 15 所示。解释如下：主机 1 向主机 3 发送报文，在网络中传递的报文肯定是 **IP** 数据报，所以主机 1 会将 **ICMP** 数据报封装为 **IP** 数据报，源 **IP** 地址填主机 1 自己的 **IP** 地址，目的 **IP** 地址填主机 3 的 **IP** 地址（主机 1 提前已经知道主机 3 的 **IP** 地址）。接着，为了在数据链路层上进行传输，主机 1 会将 **IP** 数据报封装为 **MAC** 帧，源 **MAC** 地址填主机 1 自己的 **MAC** 地址，目的 **MAC** 地址应该填主机 3 的 **MAC** 地址，但是主机 1 不知道主机 3 的 **MAC** 地址。于是，主机 1 将目的 **IP** 地址与自己所在网络的子网掩码相与得到网络号 1，并将自己的 **IP** 地址于子网掩码相与得到网络号 2，如果网络号 1=网络号 2，那么主机 1 就知道主机 3 与自己在同一网络上，可以通过广播直接交付。而假如不相等，主机 1 就知道应该将 **IP** 数据包发往它的默认网关进行转发。但是此时主机 1 只知道默认网关的 **IP** 地址，而并不知道默认网关的 **MAC** 地址，因此无法发送 **MAC** 帧。接下来主机 1 会查看它自己的 **ARP** 高速缓冲表查看是否有默认网关的 **MAC** 地址，显然在初始阶段记录为。此时，主机 1 内的 **ARP** 进程会广

播发送一个 **ARP** 请求报文试图请求得到默认网关的 **MAC** 地址，请求报文的目的 **IP** 地址填默认网关 **IP** 地址。

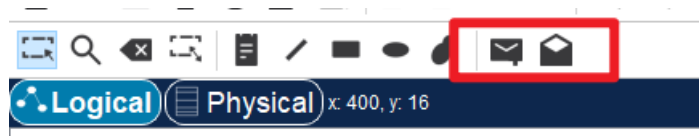


图 14 选择简单 PDU

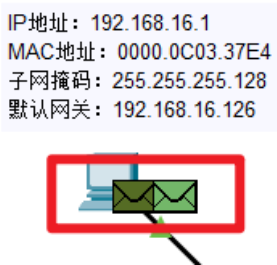


图 15 发送 **ARP** 请求报文

(10) 第十步:。鼠标点击下一步，数据报会被首先发送到集线器，接着集线器会将其进行广播，如图 16 所示。主机 2 收到后知道 **IP** 地址不是自己，于是丢弃该数据报，路由器收到后首先将主机 1 发送的 **ARP** 请求中包含的基本信息 (**MAC** 地址、**IP** 地址、对应接口) 存储在主机的 **ARP** 表中。如图 17 所示。

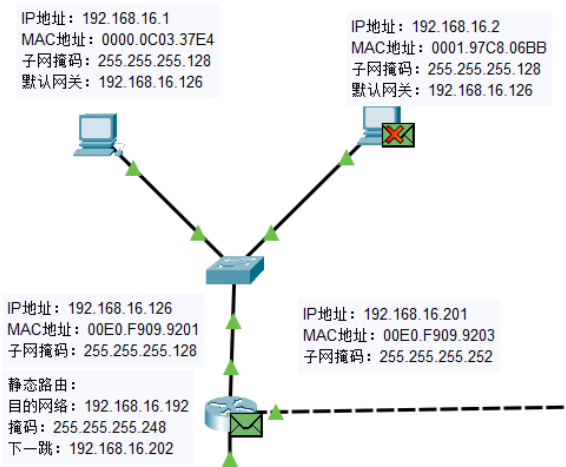


图 16 数据报被广播

ARP表 来自 路由器2

| IP 地址 | 硬件 地址 | 接口 |
|----------------|----------------|--------------------|
| 192.168.16.1 | 0000.0C03.37E4 | GigabitEthernet0/0 |
| 192.168.16.126 | 00E0.F909.9201 | GigabitEthernet0/0 |
| 192.168.16.129 | 000A.4184.130D | GigabitEthernet0/1 |
| 192.168.16.190 | 00E0.F909.9202 | GigabitEthernet0/1 |
| 192.168.16.201 | 00E0.F909.9203 | GigabitEthernet0/2 |

图 17 路由器存储主机信息

(11) 第十一步：路由器解析数据包，发现是询问自己的 **MAC** 地址，于是发挥一个 **ARP** 回应报文，它从请求报文通过的端口将回应报文发送出去，精确的发送给主机 1。主机 1 收到后，在自己的 **ARP** 表中存储相关信息。如图 18 所示。

ARP表 来自 PC0

| IP 地址 | 硬件 地址 | 接口 |
|----------------|----------------|---------------|
| 192.168.16.126 | 00E0.F909.9201 | FastEthernet0 |

图 18 主机 1 存储路由器 **MAC** 地址

(12) 第十二步：主机 1 在收到 **MAC** 信息后，就可以发送 **ICMP** 报文了。点击“捕获/前进”按钮，**ICMP** 请求首先被发送到集线器，接着被精确发送到路由器。路由器对报文进行解析，发现目的 **IP** 与自己的接口 1 处于同一个子网，因此路由器知道可以将该报文直接交付。接着，路由器会重新封装 **IP** 数据报，源 **IP** 填端口 1 的 **IP** 地址，目的 **IP** 填主机 2 的 **IP** 地址，源 **MAC** 地址填端口 1 的 **MAC** 地址，为了填写目的 **MAC**，路由器会去查找自己的 **ARP** 表，发现没有目的 **IP**，于是路由器会首先广播发送一个 **ARP** 请求。如图 19 所示。接着，主机 2 在

收到广播请求后，会首先将请求包含的路由器端口 1 的信息（IP 地址、MAC 地址）存储在自己的 ARP 表中，如图 20 所示。并回复一个 ARP 回应报文给路由器，路由器最终收到并将主机 2 的信息（IP 地址、MAC 地址）存储在自己的 ARP 表中，如图 21 所示。



图 19 路由器发送 ARP 请求

ARP表 来自 PC2

| IP 地址 | 硬件地址 | 接口 |
|----------------|----------------|---------------|
| 192.168.16.190 | 00E0.F909.9202 | FastEthernet0 |

图 20 主机 2 存储相关信息

ARP表 来自 路由器2

| IP 地址 | 硬件地址 | 接口 |
|----------------|----------------|--------------------|
| 192.168.16.1 | 0000.0C03.37E4 | GigabitEthernet0/0 |
| 192.168.16.126 | 00E0.F909.9201 | GigabitEthernet0/0 |
| 192.168.16.129 | 000A.4184.130D | GigabitEthernet0/1 |
| 192.168.16.190 | 00E0.F909.9202 | GigabitEthernet0/1 |
| 192.168.16.201 | 00E0.F909.9203 | GigabitEthernet0/2 |

图 21 路由器存储主机 2 的信息

(13) 第十三步：此时再让主机 1 给主机 2 发送一个 **ICMP** 询问报文，经过此前的步骤，此时可以很顺利的发送、回应。

(14) 第十四步：检验主机 2、主机 6 之间的连通性。点击主机 2，选择桌面，选择命令提示符。输入命令“**ping 192.168.16.194**”，结果如图 22 所示。前两次超时，但是后两次收到回复，表示主机 2 可以与主机 6 进行通信。

第一次出现超时的原因：主机 2 发送的请求报文首先到达路由器 1，由于路由器 1 没有目的 **IP** 的记录，它不知道该从哪个端口发送。因此会首先发送一个广播询问报文，此过程耗时较长，主机 1 判定为超时。

第二次出现超时的原因：主机 2 发送的报文到达路由器 1，路由器 1 发送给路由器 2，而路由器 2 不知道目的 **IP** 的 **MAC** 地址，因此会发送一个广播询问请求，此过程耗时较长，主机 1 判定为超时。

而在之后的几次发送中，经过此前的过程，报文可以很轻松的发送到目的主机。

再次输入命令“**ping 192.168.16.194**”，结果如图 23 所示。经过此前的步骤，每次 **ping** 都不会超时。

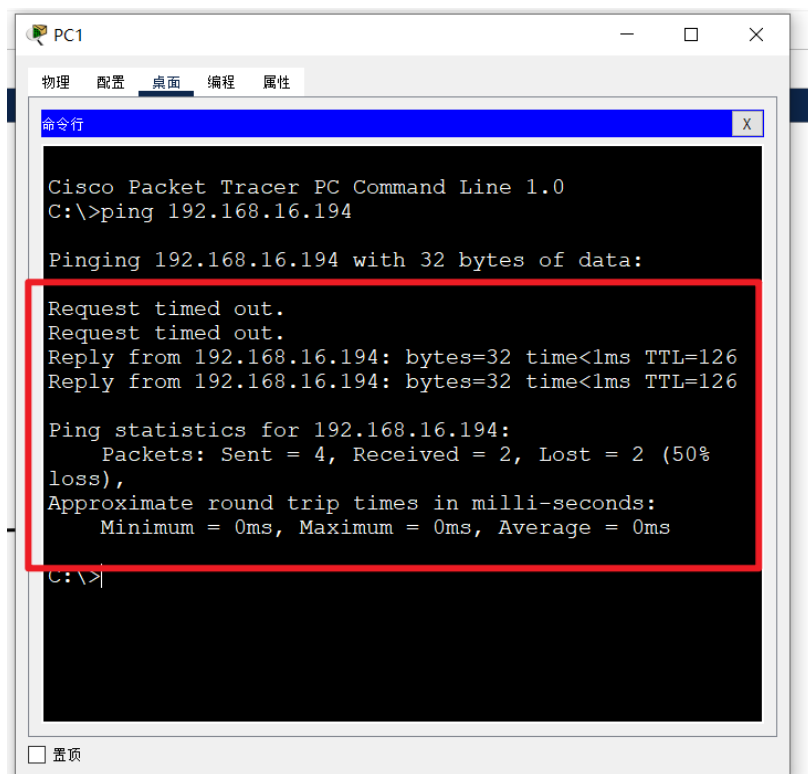


图 22 检验主机的连通性

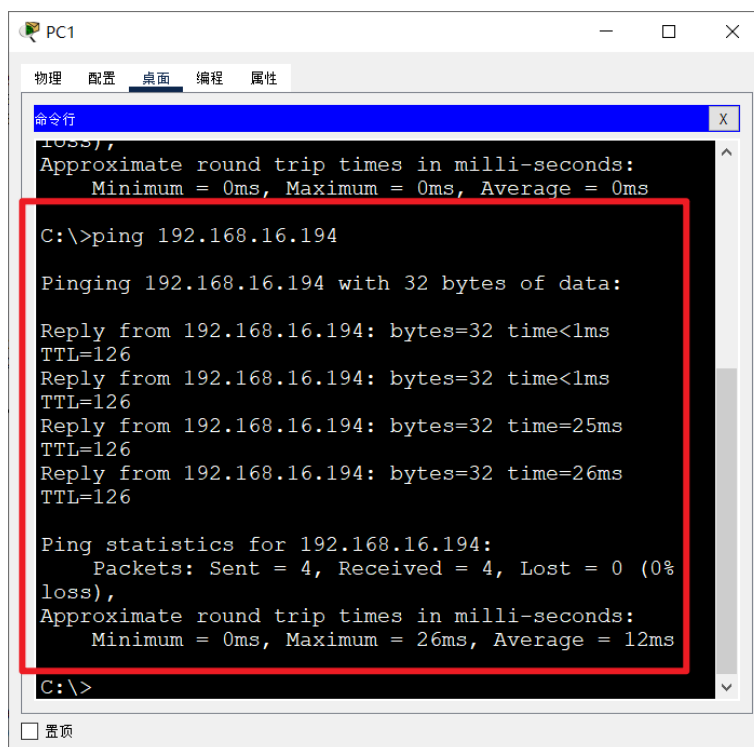


图 23 检验主机的连通性

2 默认路由和特定主机路由

(1) 第一步：构建网络拓扑。在逻辑工作空间上，拖动三设备，用连接线把设备连接起来，并用注释将一些基本的信息标注在设备旁边。如图 24 所示。

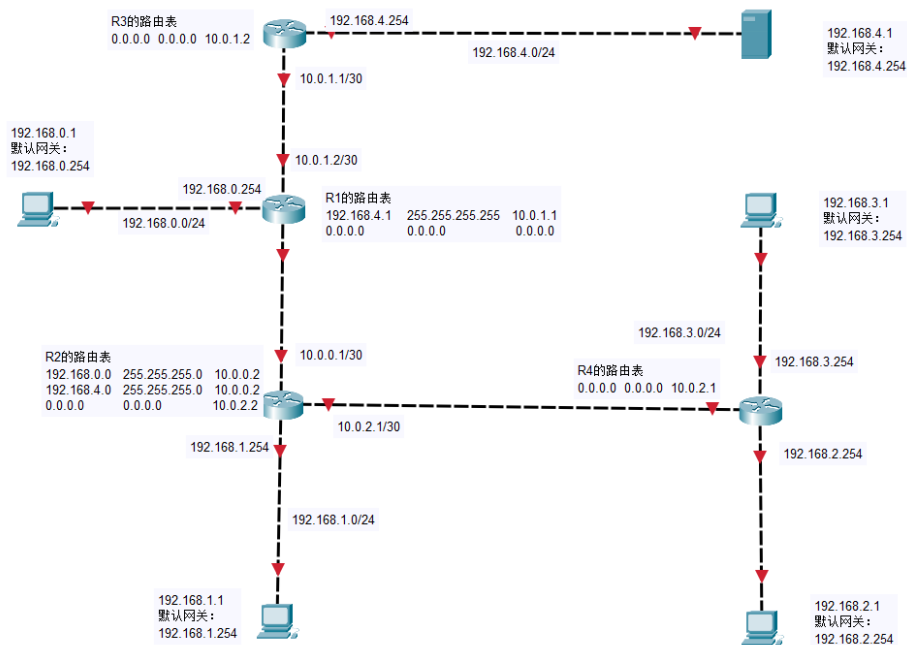


图 24 网络拓扑

(2) 第二步：设置主机的 IP 地址及默认网关。鼠标左键单击要设置的设备，选择桌面，选择 IP 设置，如图 25 所示。分别将 IP 地址、默认网关设置为注释中的标注值。

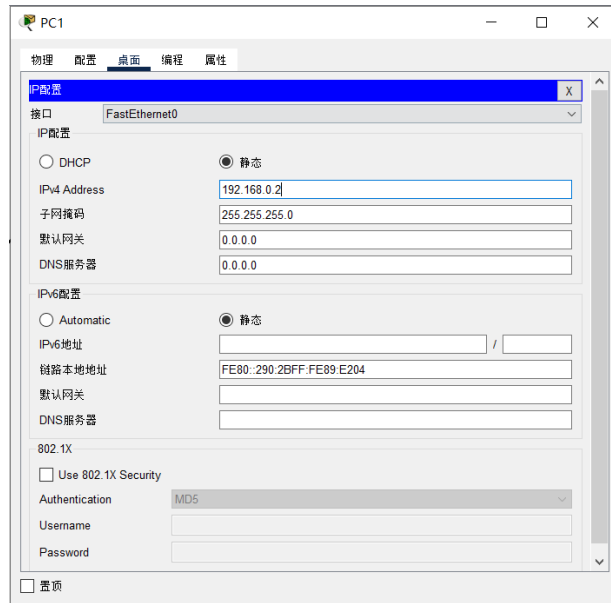


图 25 设置 IP 地址

(3) 第三步：配置路由器。鼠标选择路由器 1，选择配置，选择 **GigabitEthernet0/0**，将其 IP 地址、子网掩码配置为注释中标注的值。如图 26 所示。其 IP 地址为 **192.168.0.1/24**，所以其子网掩码为 **255.255.255.0**。对于该路由器的其他接口及其他路由器也进行类似的配置。

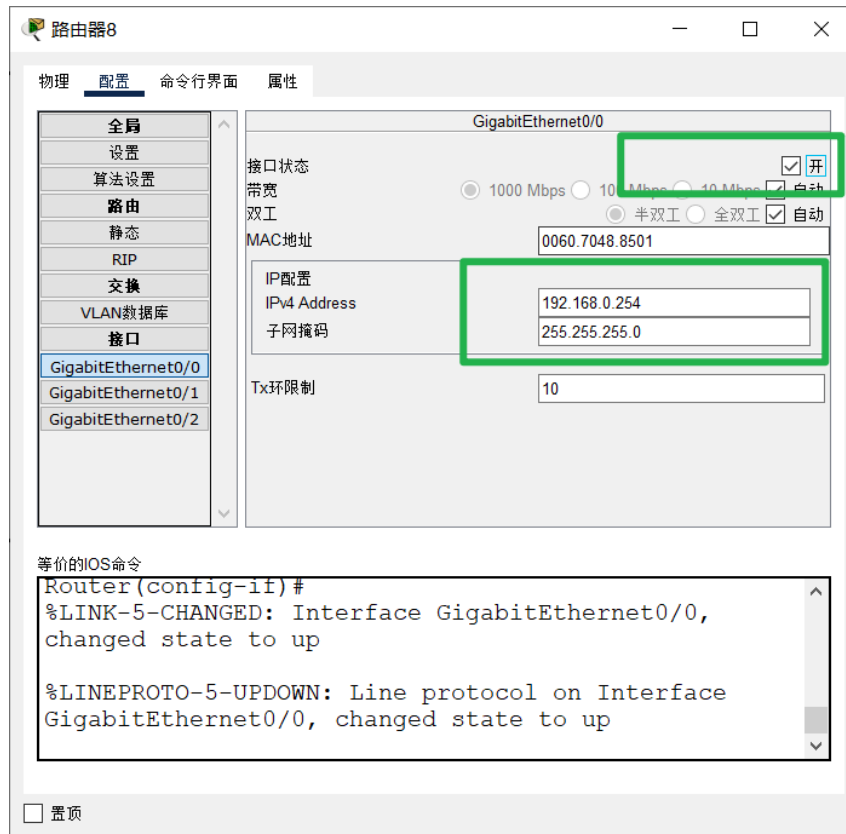


图 26 配置路由器

(4) 第四步：配置静态路由。鼠标选择路由器，选择配置，选择静态路由，将注释标注的信息添加到路由器的静态路由中，如图 27 所示。对于其他路由器也进行类似的配置。注意：目的网络为 0.0.0.0 的为路由器的默认路由，当路由器收到不知道往哪发的请求时，就会按照这个地址转发出去。

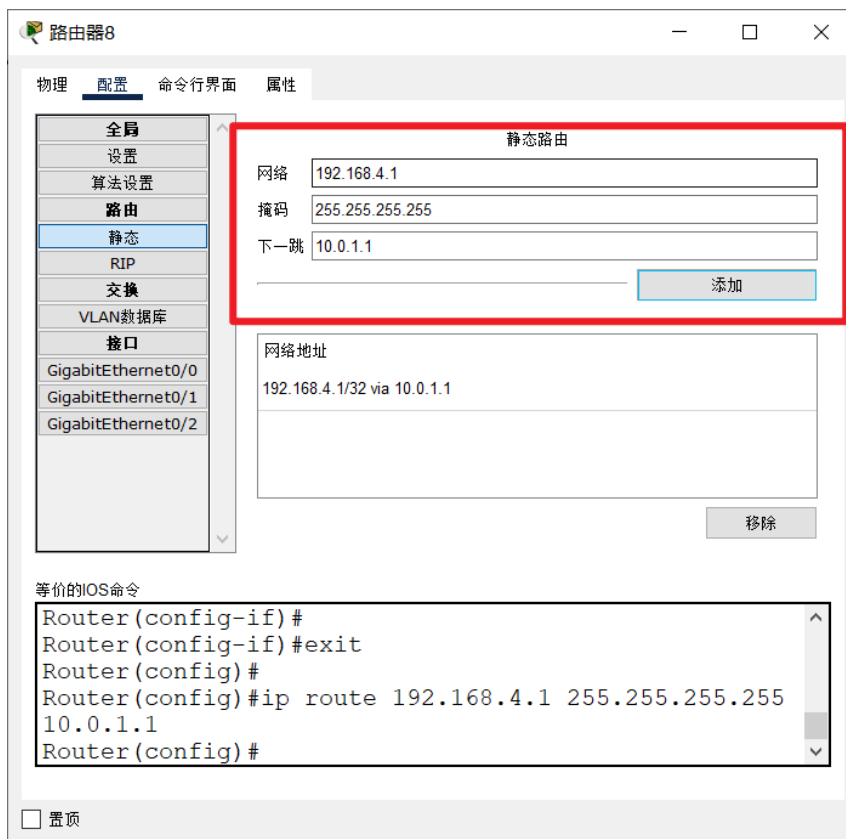


图 27 配置静态路由

(5) 第五步：查看网络拓扑。在所有配置都完成之后，此时的网络拓扑应全部连通，如图 28 所示。

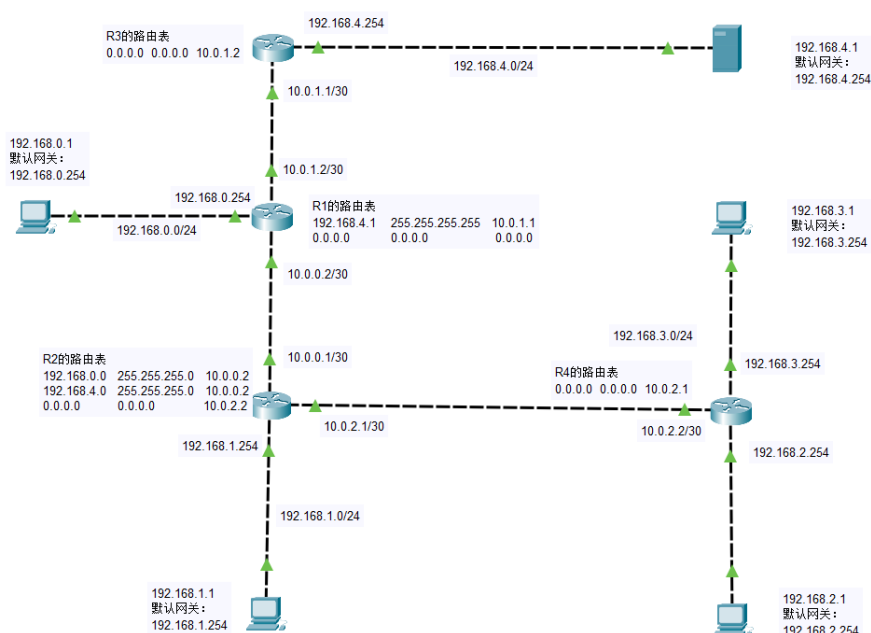


图 28 查看网络拓扑

(6) 第六步：测试主机之间的连通性。鼠标选择主机 1，选择桌面，打开命令提示符，输入命令“**ping 192.168.0.4**”，结果如图 29 所示。第一次没有回复是因为路由器需要进行 **ARP** 广播请求。鼠标选择主机 3，选择桌面，打开命令提示符，输入命令“**ping 192.168.3.254**”，结果如图 30 所示。第一次、第二次没有回复是因为多个路由器需要进行 **ARP** 广播请求。

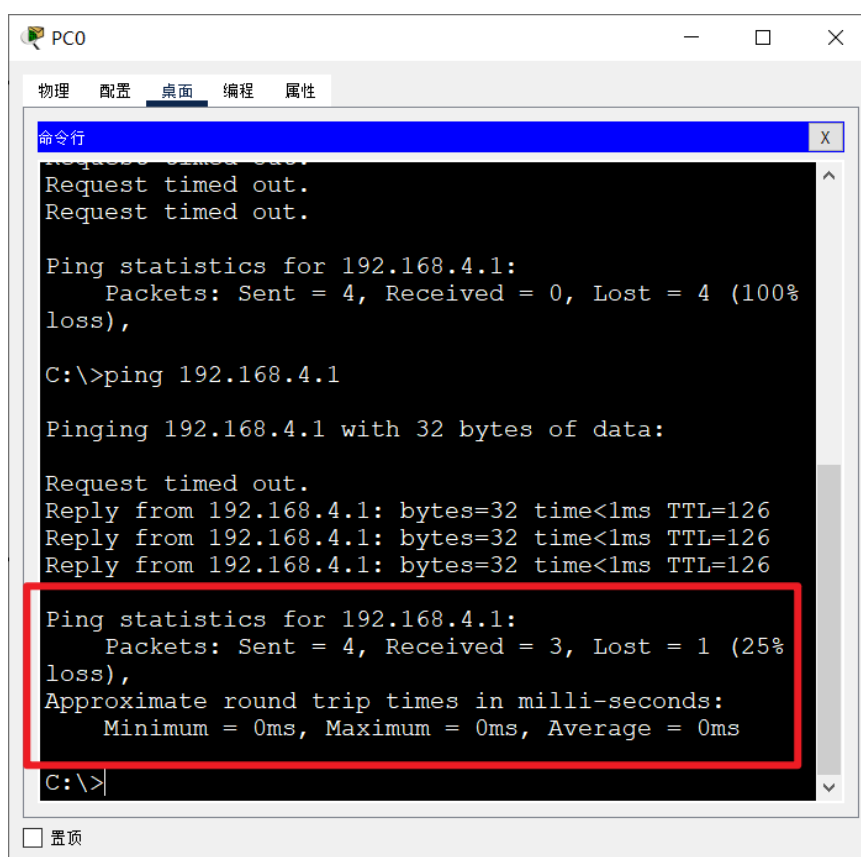


图 29 测试主机之间的连通性

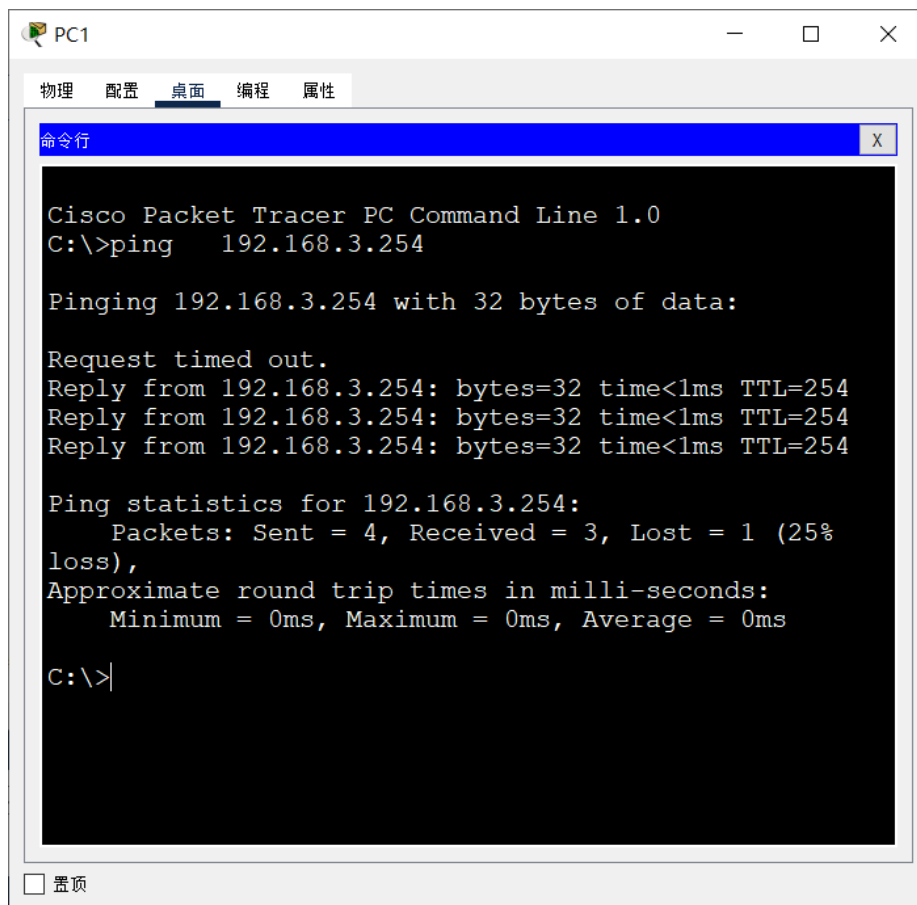


图 30 测试主机之间的连通性

四、实验体会

- 1 IP 数据报的发送与转发是一个复杂的过程，需要仔细回顾，力求彻底理解。
- 2 设置路由器的默认路由，可以使路由器的配置更为精简。