

# 广州大学学生实验报告

开课学院及实验室：计算机科学与工程实验室 518

2019 年 10 月 28 日

学院	计算机科学与 教育软件学院	年级/专 业/班	软件 171	姓名	谢金宏	学号	1706300001
实验课 程名称	计算机网络实验					成绩	
实验项 目名称	理解子网掩码、网关和 ARP 协议的作用					指导老师	唐琳

## 一、实验目的

理解子网掩码、网关、ARP 协议所涉及的基本概念与原理并能运用于分析实际网络，达到对数据包的传送过程深入理解。

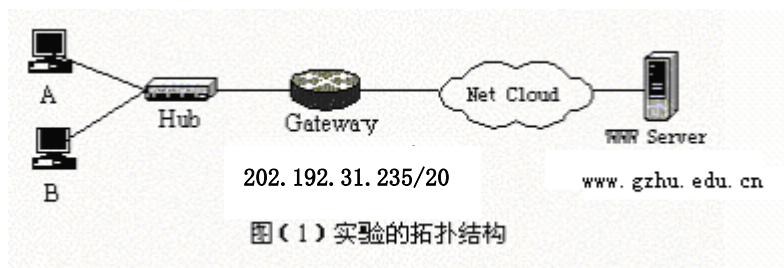
## 二、实验环境

安装有 TCP/IP 协议的 Windows 计算机。

## 三、实验内容

在实验中，利用 ping 命令来检验主机间能否进行正常的双向通信。在“ping”的过程中，源主机向目标主机发送 ICMP 的 Echo Request 报文，目标主机收到后，向源主机发回 ICMP 的 Echo Reply 报文，从而可以验证源与目标主机能否进行正确的双向通信。

实验的拓扑结构如下图所示。



A 与 B 为实验用的 PC 机，使用 Windows 操作系统。

**步骤 1:** 设置主机的 IP 地址与子网掩码：

A (1 号机)：202.192.31. 机号 255.255.248.0

B (2 号机)：202.192.30. 机号 255.255.248.0

两台主机均不设置缺省网关。

用 arp -d 命令清除两台主机上的 ARP 表，然后在 A 与 B 上分别用 ping 命令与对方通信，记录实验显示结果。

用 arp -a 命令可以在两台 PC 上分别看到对方的 MAC 地址，记录 A、B 的 MAC 地址。

分析实验结果。

**步骤 2:** 将 A 的子网掩码改为: 255.255.255.0, 其他设置保持不变。

操作 1: 用 `arp -d` 命令清除两台主机上的 ARP 表, 然后在 A 上“ping”B, 记录显示结果。  
用 `arp -a` 命令能否看到对方的 MAC 地址。  
分析操作 1 的实验结果。

操作 2: 接着在 B 上“ping”A, 记录 B 上显示的结果  
此时用 `arp -a` 命令能否看到对方的 MAC 地址。  
分析操作 2 的实验结果。

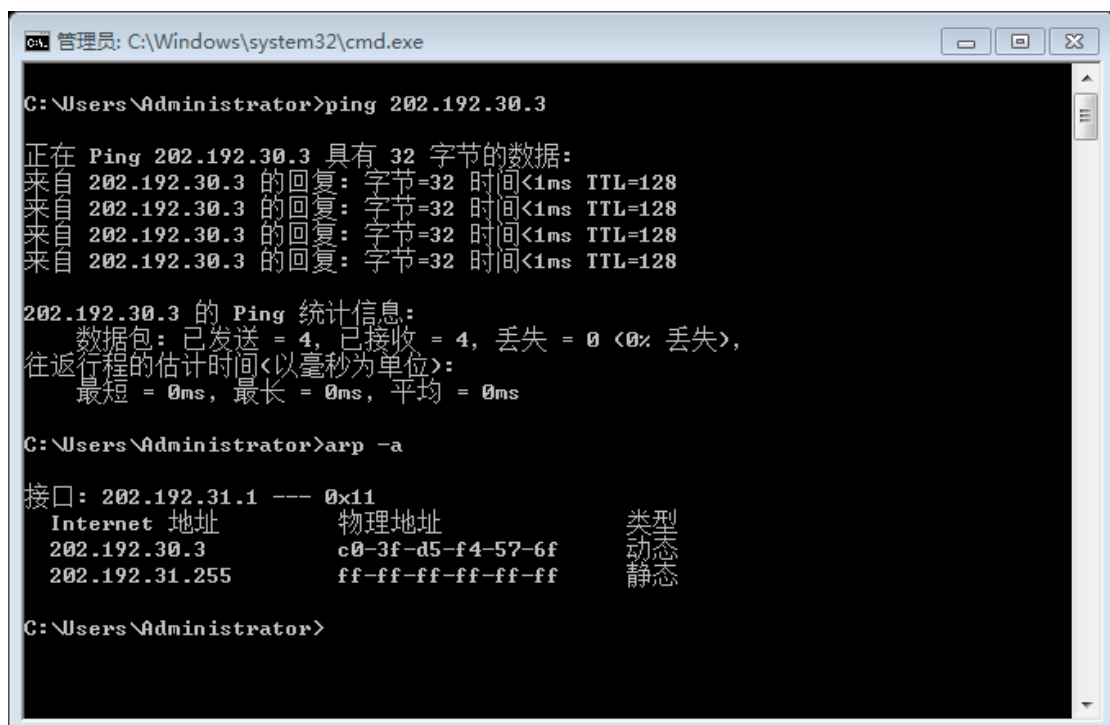
**步骤 3:** 在前面实验的基础上, 把 A 的缺省网关设为: 202.192.31.235  
在 A 与 B 上分别用 `ping` 命令与对方通信, 记录各自的显示结果  
在 A 与 B 上分别用 `tracert` 命令追踪数据的传输路径, 记录结果  
分析 (3) 的实验结果。

**步骤 4:** (不用做) 用 `arp -d` 命令清除 A 中的 ARP 表, 在 A 上 `ping` 一台外网段的主机,  
如广大的 WWW Server, 再用 `arp -a` 可观察到 A 的 ARP 表中只有缺省网关的 MAC  
地址信息。分析实验结果。

#### 四、实验步骤、记录和结果

1、分别打开 A、B 两台主机 Windows 操作系统上的网络和共享中心, 禁用实验中不使用的网卡, 启用实验中所使用的以太网卡。修改该网卡的 TCP/IPv4 协议选项, 将 A 主机的 IP 设置为 202.192.31.1/21, 将 B 主机的 IP 设置为 202.192.30.3/21。

A ping B 可以 ping 通, 并且可以查询到 B 的 MAC 地址:



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

C:\Users\Administrator>ping 202.192.30.3

正在 Ping 202.192.30.3 具有 32 字节的数据:
来自 202.192.30.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 202.192.30.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 202.192.30.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 202.192.30.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

202.192.30.3 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\Administrator>arp -a

接口: 202.192.31.1 --- 0x11
    Internet 地址          物理地址          类型
    202.192.30.3           c0-3f-d5-f4-57-6f 动态
    202.192.31.255         ff-ff-ff-ff-ff-ff 静态

C:\Users\Administrator>
```

B ping A 可以 ping 通, 并可以查询到 A 的 MAC 地址:

```
管理员: C:\Windows\system32\cmd.exe

C:\Users\Administrator>arp -a

接口: 202.192.30.3 --- 0x16
    Internet 地址      物理地址      类型
    202.192.31.255      ff-ff-ff-ff-ff-ff      静态

C:\Users\Administrator>ping 202.192.31.1

正在 Ping 202.192.31.1 具有 32 字节的数据:
来自 202.192.31.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 202.192.31.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 202.192.31.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 202.192.31.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

202.192.31.1 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\Administrator>arp -a 202.192.31.1

接口: 202.192.30.3 --- 0x16
    Internet 地址      物理地址      类型
    202.192.31.1      c0-3f-d5-f5-ee-5d      动态
```

2、将 A 的子网掩码修改为 255.255.255.0，清空两台主机的 ARP 表，其他设置保持不变。

A ping B 显示传输失败，且查询不到 B 的 MAC 地址。

```
管理员: C:\Windows\system32\cmd.exe

C:\Users\Administrator>ping 202.192.30.3

正在 Ping 202.192.30.3 具有 32 字节的数据:
PING: 传输失败。General failure.
PING: 传输失败。General failure.
PING: 传输失败。General failure.
PING: 传输失败。General failure.

202.192.30.3 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 0, 丢失 = 4 (100% 丢失),
```

B ping A 请求超时，但是可以查询到 A 的 MAC 地址。

```
管理员: C:\Windows\system32\cmd.exe

C:\Users\Administrator>ping 202.192.31.1

正在 Ping 202.192.31.1 具有 32 字节的数据:
请求超时。
请求超时。
请求超时。
请求超时。

202.192.31.1 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 0, 丢失 = 4 (100% 丢失),

C:\Users\Administrator>arp -a 202.192.31.1

接口: 202.192.30.3 --- 0x16
    Internet 地址          物理地址          类型
    202.192.31.1          c0-3f-d5-f5-ee-5d 动态
```

3、将 A 的缺省网关设置为 202.192.31.235。

A ping B 可以 ping 通，tracert 如下：

```
管理员: C:\Windows\system32\cmd.exe

C:\Users\Administrator>ping 202.192.30.3

正在 Ping 202.192.30.3 具有 32 字节的数据:
来自 202.192.30.3 的回复: 字节=32 时间=2ms TTL=128
来自 202.192.30.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 202.192.30.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 202.192.30.3 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128

202.192.30.3 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 = 2ms, 平均 = 0ms

管理员: C:\Windows\system32\cmd.exe

C:\Users\Administrator>tracert 202.192.30.3

通过最多 30 个跃点跟踪
到 STU03 [202.192.30.3] 的路由:

    1  <1 毫秒  <1 毫秒  <1 毫秒  202.192.31.235
    2  <1 毫秒  <1 毫秒  <1 毫秒  STU03 [202.192.30.3]

跟踪完成。
```

B ping A 可以 ping 通，tracert 如下：

```
C:\Users\Administrator>tracert 202.192.31.1

通过最多 30 个跃点跟踪
到 518-01 [202.192.31.1] 的路由:

 1    <1 毫秒    <1 毫秒    <1 毫秒 518-01 [202.192.31.1]

跟踪完成。

C:\Users\Administrator>ping 202.192.31.1

正在 Ping 202.192.31.1 具有 32 字节的数据:
来自 202.192.31.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127
来自 202.192.31.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127
来自 202.192.31.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127
来自 202.192.31.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=127

202.192.31.1 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
```

## 五、实验分析

- 1、步骤 1 中，主机 A 与主机 B 要给对方发送的 ICMP 报文封装在 IP 数据报中。发送 IP 数据报时，由于 A 与 B 在同一个子网中，先使用 ARP 协议查询对方的 MAC 地址，再将 IP 数据报封装在 MAC 帧中，并填入对方 MAC 地址发送出去。

具体细节是，A 主机向 B 主机发送 IP 数据报时，依据子网掩码和网络地址，判断自己与 B 处于相同的子网中，因此可以直接交付。A 主机查询自己的 ARP 表，发现表中没有关于 B 主机的条目，于是使用 ARP 协议查询 B 主机的 MAC 地址。这时，A 在链路层上进行广播，B 接收到链路层的广播，将自己的 MAC 地址使用链路层单播回应给 A。于是 A 得到了 B 的 MAC 地址，A 就能将 IP 数据报封装在 MAC 帧中，并向 B 发送了。因此 A 可以 ping 通 B。

B 主机 ping A 主机过程类似。

- 2、步骤 2 中，A 主机 ping B 主机时，根据子网掩码和网络地址，A 判断自己与 B 不处于同一个子网中。A 向 B 发送 IP 数据报需要网关的转发，但此时 A 没有设置可交付到 B 的网关。因此，A 不能向 B 发送 IP 数据报，A ping B 显示“传输失败”。

B 主机 ping A 主机时，根据子网掩码，B 判断自己与 A 处于同一个子网中，并由 ARP 协议查询到了 A 的 MAC 地址（注意 ARP 协议工作在链路层，虽然 A 不能向 B 发送 IP 数据报，但可以发送 MAC 帧来响应 B 的 ARP 请求。）因此 B 可以得到 A 的 MAC 地址，并能将 IP 数据报封装在 MAC 帧中向 A 发送。但由于 A 不能向 B 发送 IP 数据报，也就不能发送 ICMP 响应报文，因此 B ping A 时显示“超时”。

- 3、步骤 3 中，A 设置了可以转发 IP 数据报的默认网关。A 向 B 发送 IP 数据报时，IP 数据报经由网关转发可以到达 B，而 B 向 A 发送的数据报则是直接交付。
- 4、步骤 4 中，A 主机 ping 外网段的主机。IP 数据报经由默认网关转发，故只需要知晓默认

网关的 MAC 地址用以发送 MAC 帧，没有必要查询（也无法查询）外网段主机的 MAC 地址。

## 六、实验建议

实验室的机器中安装有多张网卡，实验指导书中应该提示学生禁用在实验中不使用的网卡，以免出现意料之外的情况。在实验过程中，除了使用 `arp` 指令查询 MAC 地址，还可以提示学生使用 `route print` 打印当前路由。