

第四章 网络层 ARP协议 DHCP协议 ICMP协议

1、IP地址和硬件地址

IP地址是网络层使用的地址，它是分层次等级的。

硬件地址是数据链路层使用的地址，（如MAC地址），它是平面式的。

在网络层及网络层之上使用IP地址，IP地址放在IP数据报的首部，而MAC地址放在MAC帧的首部。

通过数据封装，把IP数据报分组封装为MAC帧后，**数据链路层看不见数据报分组中的IP地址**。

在IP网络的网络层只使用IP地址来完成寻址。寻址时，每个路由器根据**路由表（依靠静态路由或动态路由协议生成。）**选择到目的网络（即主机号全为0的网络地址）需要转发到的下一跳（路由器的物理端口号或下一网络地址）。

而IP分组通过多次路由转发**到达目的网络后**，改为在目的网络LAN中通过数据链路层的**MAC地址以广播方式寻址**。这样可以提高路由选择的效率。

注意：**路由器不仅有多多个IP地址，也有多个硬件地址。**

2、地址解析协议（ARP）

无论网络层使用什么协议，在实际网络的链路上传送数据帧时，**最终必须使用硬件地址**。

地址解析协议ARP：**每台主机都设有一个ARP高速缓存，用来存放本局域网上各主机和路由器的IP地址到MAC地址的映射表。称为 ARP 表。**

ARP工作在网络层，其工作原理如下：

（1）主机A欲向本局域网上的某台主机B发送IP数据报时，**先在其ARP高速缓存中查看有无主机B的IP地址**。

(2) 如果有，就可查出其对应的硬件地址，再将硬件地址写入MAC帧，然后通过局域网将该MAC帧发往此硬件地址。

如果**没有**，那么就**通过使用目的MAC地址为FF-FF-FF-FF-FF-FF的帧来封装并广播ARP请求分组**，使同一个局域网里的所有主机收到ARP请求。

主机B收到该ARP请求后，向主机A发送相应ARP缓存，分组中包含主机B的IP和MAC地址的映射关系，主机A在收到后将此映射写入ARP缓存，然后按查询到的硬件地址发送MAC帧。

注意：(1) ARP用于解决**同一个局域网上的主机或路由器的IP地址和硬件地址的问题**，

(2) 如果**所要中找的主机和源主机不在同一个局域网中**，那么就要通过ARP找到一个位于本局域网上的某个路由器的硬件地址，然后把分组发送给这个路由器，让这个路由器把分组转发给下一个网络。剩下的工作就由下一个网络来做，尽管ARP请求分组是广播发送的，但**ARP响应分组是普通的单播**。即**从一个源地址发送到一个目的地址**。

ARP的4种典型情况总结如下：

(1) **发送方是主机时**，要把IP数据报发送到本网络上的另一个主机。这时用ARP找到目的主机的硬件地址。

(2) **发送方是主机时**，要把IP数据报发送到另一个网络上的一台主机。这时用ARP找到本网络上的一个路由器的硬件地址，剩下的工作由这个路由器来完成。

(3) **发送方是路由器时**，要把IP数据报转发到本网络上的一台主机。这时用ARP找到目的主机的硬件地址。

(4) **发送方是路由器**，转发给另一个网络上的一台主机，这时用ARP找到网络上的一个路由器的硬件地址，剩下的工作由找到的这个路由器完成。

注意：从**IP地址到硬件地址的解析是自动进行的**。

主机如何获得IP地址：

(1) 静态配置：管理员配置 IP地址，子网掩码，默认网关（通常为一个路由器的端口的IP地址）

(2) 动态配置

动态主机配置协议 DHCP协议：

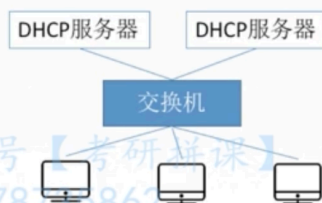
动态主机配置协议DHCP是应用层协议，使用客户/服务器方式，客户端和服务端通过广播方式进行交互，基于UDP。

DHCP提供即插即用联网的机制，主机可以从服务器动态获取IP地址、子网掩码、默认网关、DNS服务器名称与IP地址，允许地址重用，支持移动用户加入网络，支持在用地址续租。

DHCP工作流程：

- (1) 主机广播DHCP发现报文；
- (2) DHCP服务器广播DHCP提供报文；
- (3) 主机广播DHCP请求报文；
- (4) DHCP服务区广播DHCP确认报文；

- 1.主机广播DHCP发现报文 “有没有DHCP服务器呀？” 试图找到网络中的服务器，服务器获得一个IP地址。
- 2.DHCP服务器广播DHCP提供报文 “有！” “有！” “有！” 服务器拟分配给主机一个IP地址及相关配置，先到先得。
- 3.主机广播DHCP请求报文 “我用你给我的IP地址啦？” 主机向服务器请求提供IP地址。
- 4.DHCP服务器广播DHCP确认报文 “用吧！” 正式将IP地址分配给主机。



网际控制报文协议ICMP协议

为了提高IP数据报交付成功的机会，在网络层使用了网际控制报文协

议ICMP来让主机或路由器报告差错和异常情况。

ICMP协议支持主机或路由器实现 **差错（或异常）报告** 和 **网络探寻**。

ICMP报文**作为IP层数据报的数据**，**加上数据报的首部**。组成IP数据报发送出去，**ICMP是网络层协议**。

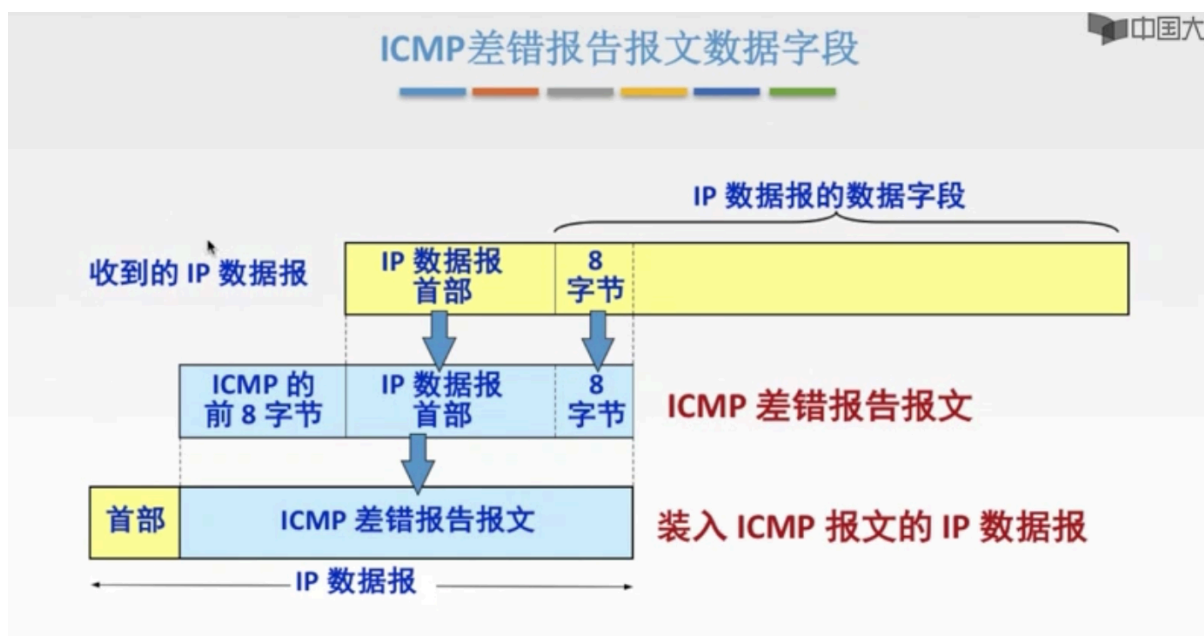


ICMP报文的类型

(1) ICMP差错报文

- **终点不可达**：当路由器或主机**不能交付**数据报时就向源点发送终点不可达报文。
- **源点抑制**：当路由器或主机由于**拥塞丢弃数据报**时，就向源点发送源点抑制报文，使源点知道应当把数据报的发送速率放慢。
- **时间超过**：当路由器收到生存时间**TTL=0**的数据报时，除**丢弃该数据报**时，还要向源点发送时间超过报文。当终点在预先规定的时间内不能收到一个数据报的全部数据片时，就把已收到的数据报片都丢弃，并向源点发送时间超过报文。
- **参数问题**：当路由器或目的主机收到的数据报的**首部中有的字段的值不正确**时，就丢弃该数据报，并向源点发送参数问题报文。
- **改变路由（重定向）**：路由器把改变路由报文发送给主机，让主

机知道下次应将数据报发送给另外的路由器。（可通过更好的路由）



不应发送ICMP差错报文的情况

- (1) 对ICMP差错报告报文不再发送ICMP差错报告报文
- (2) 对第一个分片的数据报文的所有后续数据报文都不发送ICMP差错报告报文。
- (3) 对具有组播地址的数据报都不发送ICMP差错报告报文。
- (4) 对具有特殊地址（如127.0.0.0或0.0.0.0）的数据报不发送ICMP差错报告报文。

组播：一点到多点，不用发给所有结点，部分结点。

(2) ICMP询问报文

- 回送请求和回答报文：主机或路由器向特定目的主机发出的询问，收到此报文的主机必须给源主机或路由器发送ICMP回送回答报文。测试目的站是否可达以及了解其相关状态。

- **时间戳请求和回答报文**：请某个主机或路由器回答当前的日期和时间。**用来进行时钟同步和测量时间。**
- **掩码地址请求和回答报文**
- **路由器询问和通告报文**

ICMP的应用：

- (1) **Ping**：测试两个主机之间的连通性，使用了**ICMP回送请求和回答报文**。
- (2) **Traceroute**：跟踪一个分组和源点到终点的路径，使用了**ICMP时间超过差错报告报文**。