

据报，该源必须要向它的适配器不仅提供 IP 数据报，而且还要提供目的主机 222. 222. 222. 222 的 MAC 地址。然后发送适配器将构造一个包含目的地的 MAC 地址的链路层帧，并把该帧发送进局域网。

在本节中要处理的重要问题是，发送主机如何确定 IP 地址为 222. 222. 222. 222 的目的主机的 MAC 地址呢？正如你也许已经猜想的那样，它使用 ARP。在发送主机中的 ARP 模块将取在相同局域网上的任何 IP 地址作为输入，然后返回相应的 MAC 地址。在眼下的这个例子中，发送主机 222. 222. 222. 220 向它的 ARP 模块提供了 IP 地址 222. 222. 222. 222，并且其 ARP 模块返回了相应的 MAC 地址 49-BD-D2-C7-56-2A。

因此我们看到了 ARP 将一个 IP 地址解析为一个 MAC 地址。在很多方面它和 DNS（在 2.5 节中研究过）类似，DNS 将主机名解析为 IP 地址。然而，这两种解析器之间的一个重要区别是，DNS 为在因特网中任何地方的主机解析主机名，而 ARP 只为在同一个子网上的主机和路由器接口解析 IP 地址。如果美国加利福尼亚州的一个结点试图用 ARP 为美国密西西比州的一个结点解析 IP 地址，ARP 将返回一个错误。

既然已经解释了 ARP 的用途，我们再来看看它是如何工作的。每台主机或路由器在其内存中具有一个 **ARP 表**（ARP table），这张表包含 IP 地址到 MAC 地址的映射关系。图 5-18 显示了在主机 222. 222. 222. 220 中可能看到的 ARP 表中的内容。该 ARP 表也包含一个寿命（TTL）值，它指示了从表中删除每个映射的时间。注意到这张表不必为该子网上的每台主机和路由器都包含一个表项；某些可能从来没有进入到该表中，某些可能已经过期。从一个表项放置到某 ARP 表中开始，一个表项通常的过期时间是 20 分钟。

| IP 地址              | MAC 地址            | TTL      |
|--------------------|-------------------|----------|
| 222. 222. 222. 221 | 88-B2-2F-54-1A-0F | 13:45:00 |
| 222. 222. 222. 223 | 5C-66-AB-90-75-B1 | 13:52:00 |

图 5-18 在主机 222. 222. 222. 220 中的一个可能的 ARP 表

现在假设主机 222. 222. 222. 220 要发送一个数据报，该数据报要 IP 寻址到本子上另一台主机或路由器。发送主机需要获得给定 IP 地址的目的主机的 MAC 地址。如果发送方的 ARP 表具有该目的结点的表项，这个任务是很容易完成的。但如果 ARP 表中当前没有该目的主机的表项，又该怎么办呢？特别是假设 222. 222. 222. 220 要向 222. 222. 222. 222 发送数据报。在这种情况下，发送方用 ARP 协议来解析这个地址。首先，发送方构造一个称为 **ARP 分组**（ARP packet）的特殊分组。一个 ARP 分组有几个字段，包括发送和接收 IP 地址及 MAC 地址。ARP 查询分组和响应分组都具有相同的格式。ARP 查询分组的目的是询问子网上所有其他主机和路由器，以确定对应于要解析的 IP 地址的那个 MAC 地址。

回到我们的例子上来，222. 222. 222. 220 向它的适配器传递一个 ARP 查询分组，并且指示适配器应该用 MAC 广播地址（即 FF-FF-FF-FF-FF-FF）来发送这个分组。适配器在链路层帧中封装这个 ARP 分组，用广播地址作为帧的目的地址，并将该帧传输进子网中。回想我们的社会保险号/邮政地址的类比，一次 ARP 查询等价于一个人在某公司（比方说 AnyCorp）一个拥挤的房间大喊：“邮政地址是加利福尼亚州帕罗奥图市 AnyCorp 公司 112 房间 13 室的那个人的社会保险号是什么？”包含该 ARP 查询的帧被子网上的所有其他适配器接收到，并且（由于广播地址）每个适配器都把在该帧中的 ARP 分组向上传递给 ARP 模块。这些 ARP 模块中的每个都检查它的 IP 地址是否与 ARP 分组中的目的 IP 地址