

3.7 MAC地址、IP地址以及ARP协议

IP地址

?

MAC地址

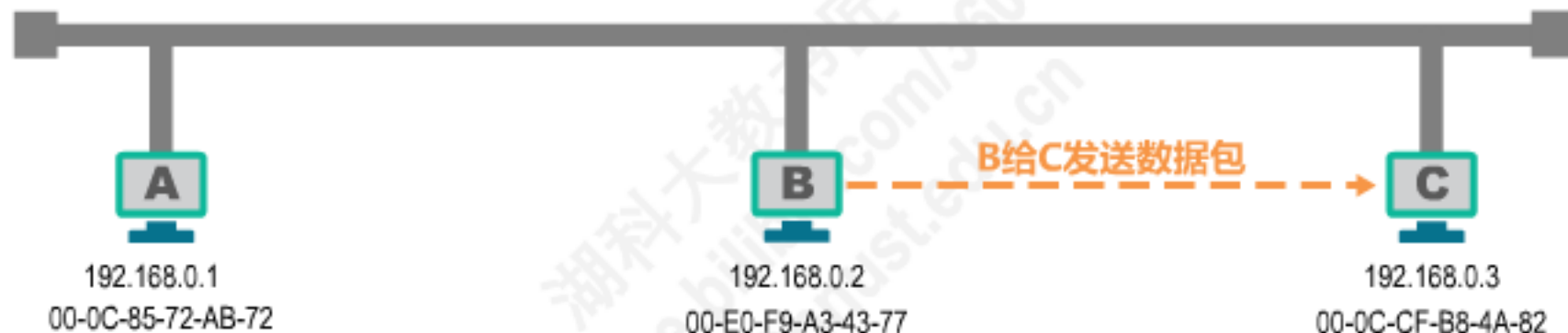


3.7 MAC地址、IP地址以及ARP协议

IP地址

地址解析协议ARP

MAC地址



B知道C的IP地址

B不知道C的MAC地址

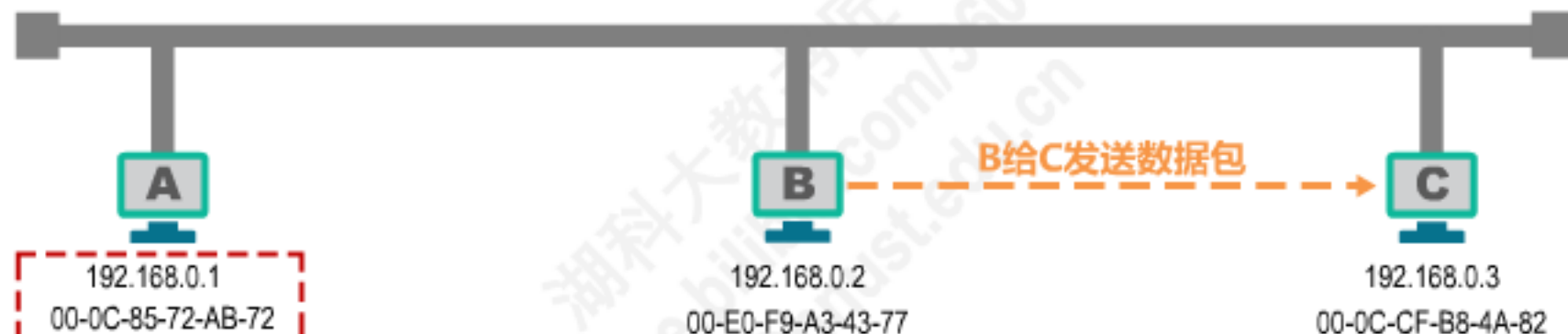
B的数据链路层封装MAC帧时，
无法填写目的MAC地址！

3.7 MAC地址、IP地址以及ARP协议

IP地址

地址解析协议ARP

MAC地址



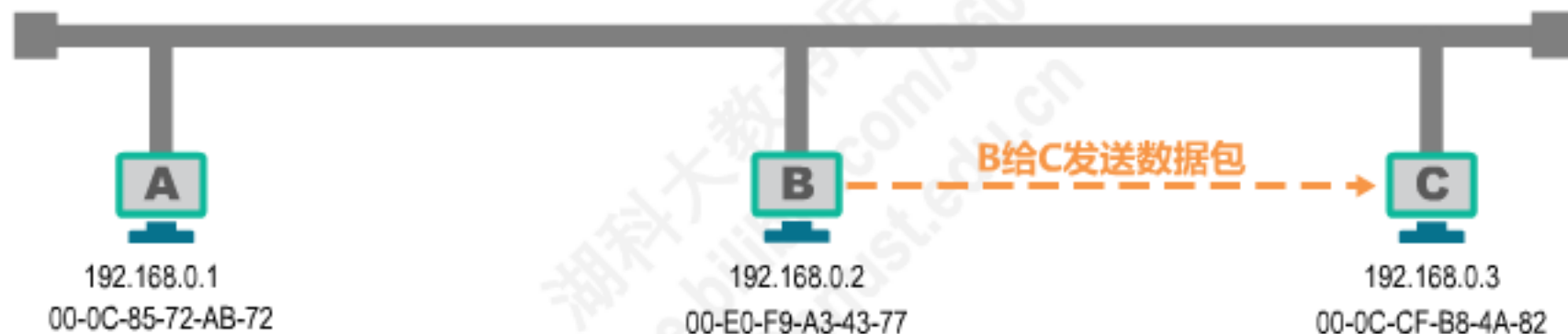
主机B的ARP高速缓存		
IP地址	MAC地址	类型
192.168.0.1	00-0C-85-72-AB-72	动态
192.168.0.4	00-01-C7-D3-B2-B5	静态
.	.	.
.	.	.
.	.	.

3.7 MAC地址、IP地址以及ARP协议

IP地址

地址解析协议ARP

MAC地址



主机B的ARP高速缓存

IP地址	MAC地址	类型
192.168.0.1	00-0C-85-72-AB-72	动态
192.168.0.4	00-01-C7-D3-B2-B5	静态
.	.	.
.	.	.
.	.	.

查找主机C的IP地址

192.168.0.3

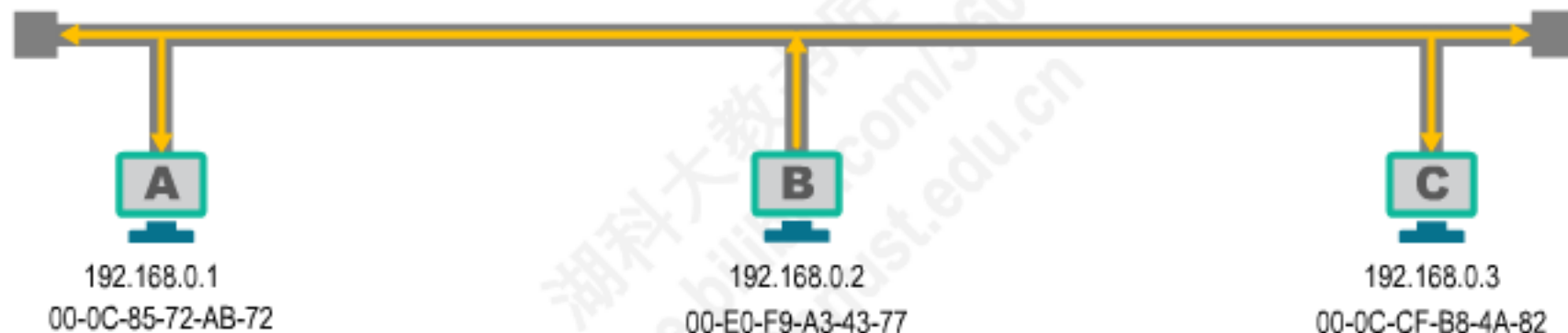
未找到

3.7 MAC地址、IP地址以及ARP协议

IP地址

地址解析协议ARP

MAC地址



ARP请求报文 (广播)

(封装在MAC帧中, 目的地址为FF-FF-FF-FF-FF-FF)

我的IP地址为192.168.0.2

我的MAC地址为00-E0-F9-A3-43-77

我想知道IP地址为192.168.0.3的主机的MAC地址

3.7 MAC地址、IP地址以及ARP协议

IP地址

地址解析协议ARP

MAC地址



192.168.0.1
00-0C-85-72-AB-72

广播MAC地址
网卡将帧交付上层处理

192.168.0.2
00-E0-F9-A3-43-77

192.168.0.3
00-0C-CF-B8-4A-C2

广播MAC地址
网卡将帧交付上层处理

ARP请求报文（广播）

（封装在MAC帧中，目的地址为FF-FF-FF-FF-FF-FF）

我的IP地址为192.168.0.2

我的MAC地址为00-E0-F9-A3-43-77

我想知道IP地址为192.168.0.3的主机的MAC地址

ARP请求报文（广播）

（封装在MAC帧中，目的地址为FF-FF-FF-FF-FF-FF）

我的IP地址为192.168.0.2

我的MAC地址为00-E0-F9-A3-43-77

我想知道IP地址为192.168.0.3的主机的MAC地址

ARP请求报文（广播）

（封装在MAC帧中，目的地址为FF-FF-FF-FF-FF-FF）

我的IP地址为192.168.0.2

我的MAC地址为00-E0-F9-A3-43-77

我想知道IP地址为192.168.0.3的主机的MAC地址

不是问我，不用理会！

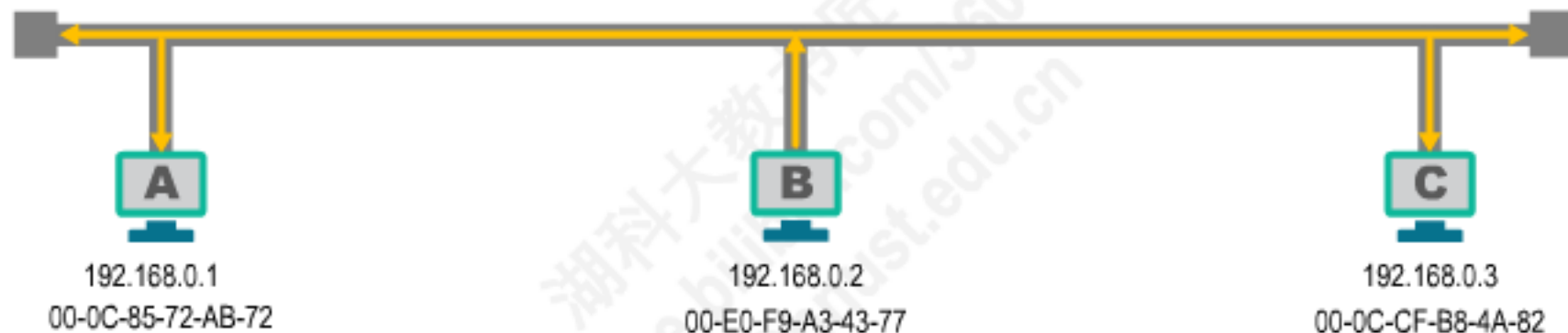
问的是我，需要响应！

3.7 MAC地址、IP地址以及ARP协议

IP地址

地址解析协议ARP

MAC地址



ARP请求报文（广播）

（封装在MAC帧中，目的地址为FF-FF-FF-FF-FF-FF）

我的IP地址为192.168.0.2

我的MAC地址为00-E0-F9-A3-43-77

我想知道IP地址为192.168.0.3的主机的MAC地址

不是问我，不用理会！

ARP请求报文（广播）

（封装在MAC帧中，目的地址为FF-FF-FF-FF-FF-FF）

我的IP地址为192.168.0.2

我的MAC地址为00-E0-F9-A3-43-77

我想知道IP地址为192.168.0.3的主机的MAC地址

ARP请求报文（广播）

（封装在MAC帧中，目的地址为FF-FF-FF-FF-FF-FF）

我的IP地址为192.168.0.2

我的MAC地址为00-E0-F9-A3-43-77

我想知道IP地址为192.168.0.3的主机的MAC地址

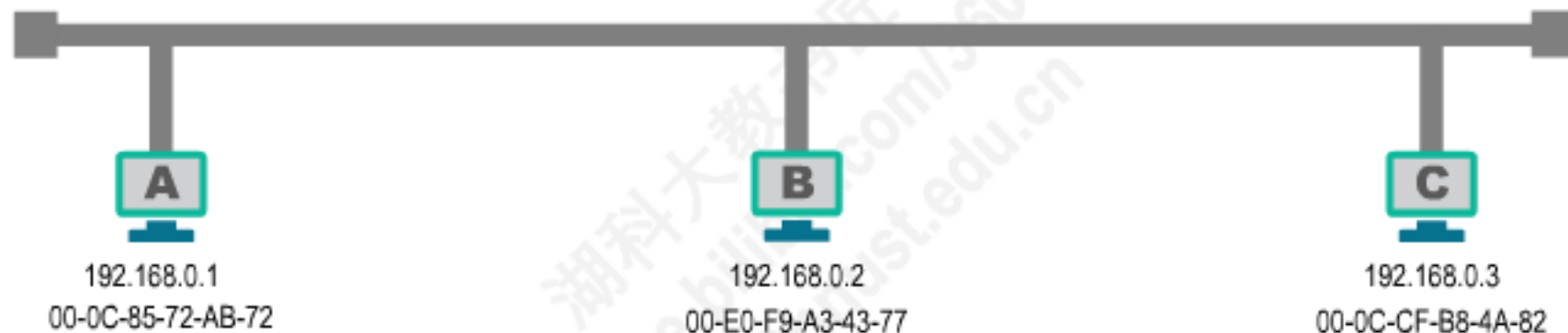
1. 将B的IP地址与MAC地址记录到自己的ARP高速缓存表中；
2. 给B发送ARP响应，以告知自己的MAC地址。

3.7 MAC地址、IP地址以及ARP协议

IP地址

地址解析协议ARP

MAC地址



ARP响应报文（单播）

（封装在MAC帧中，目的地址为00-E0-F9-A3-43-77）

我的IP地址为192.168.0.3

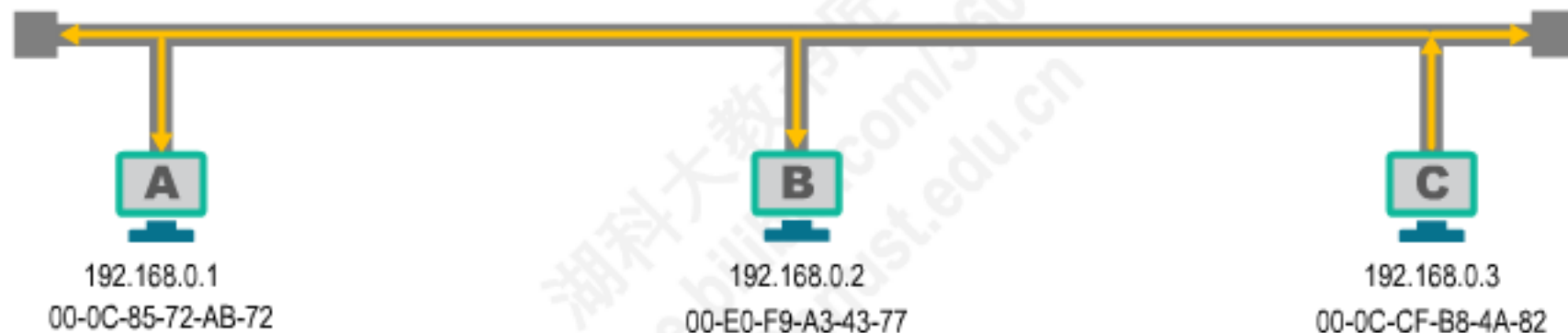
我的MAC地址为00-0C-CF-B8-4A-82

3.7 MAC地址、IP地址以及ARP协议

IP地址

地址解析协议ARP

MAC地址



ARP响应报文（单播）

（封装在MAC帧中，目的地址为00-E0-F9-A3-43-77）

我的IP地址为192.168.0.3

我的MAC地址为00-0C-CF-B8-4A-82

3.7 MAC地址、IP地址以及ARP协议



3.7 MAC地址、IP地址以及ARP协议

IP地址

地址解析协议ARP

MAC地址



主机B的ARP高速缓存

IP地址	MAC地址	类型
192.168.0.1	00-0C-85-72-AB-72	动态
192.168.0.4	00-01-C7-D3-B2-B5	静态
192.168.0.3	00-0C-CF-B8-4A-82	动态
.	.	.

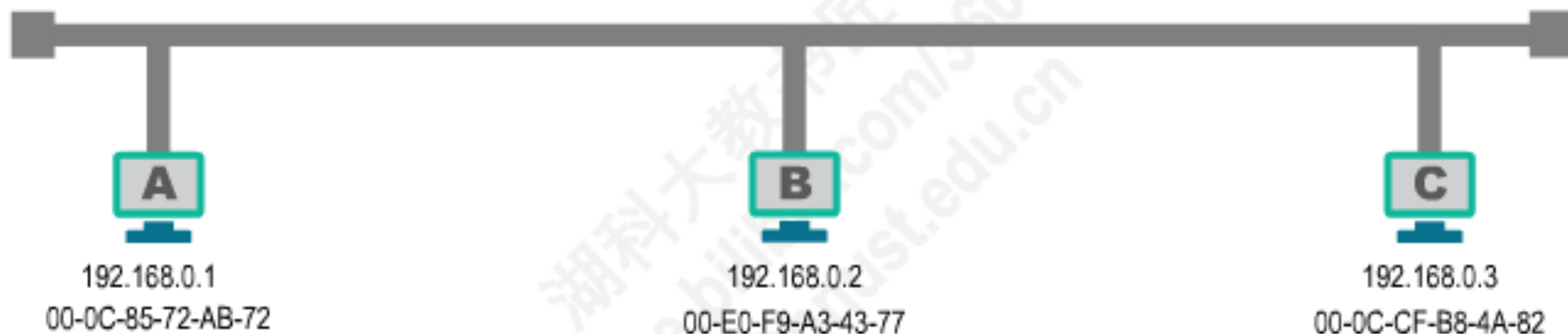
添加新记录

3.7 MAC地址、IP地址以及ARP协议

IP地址

地址解析协议ARP

MAC地址



主机B的ARP高速缓存

IP地址	MAC地址	类型
192.168.0.1	00-0C-85-72-AB-72	动态
192.168.0.4	00-01-C7-D3-B2-B5	静态
192.168.0.3	00-0C-CF-B8-4A-82	动态
.	.	.
.	.	.

动态：自动获取，生命周期默认为两分钟；

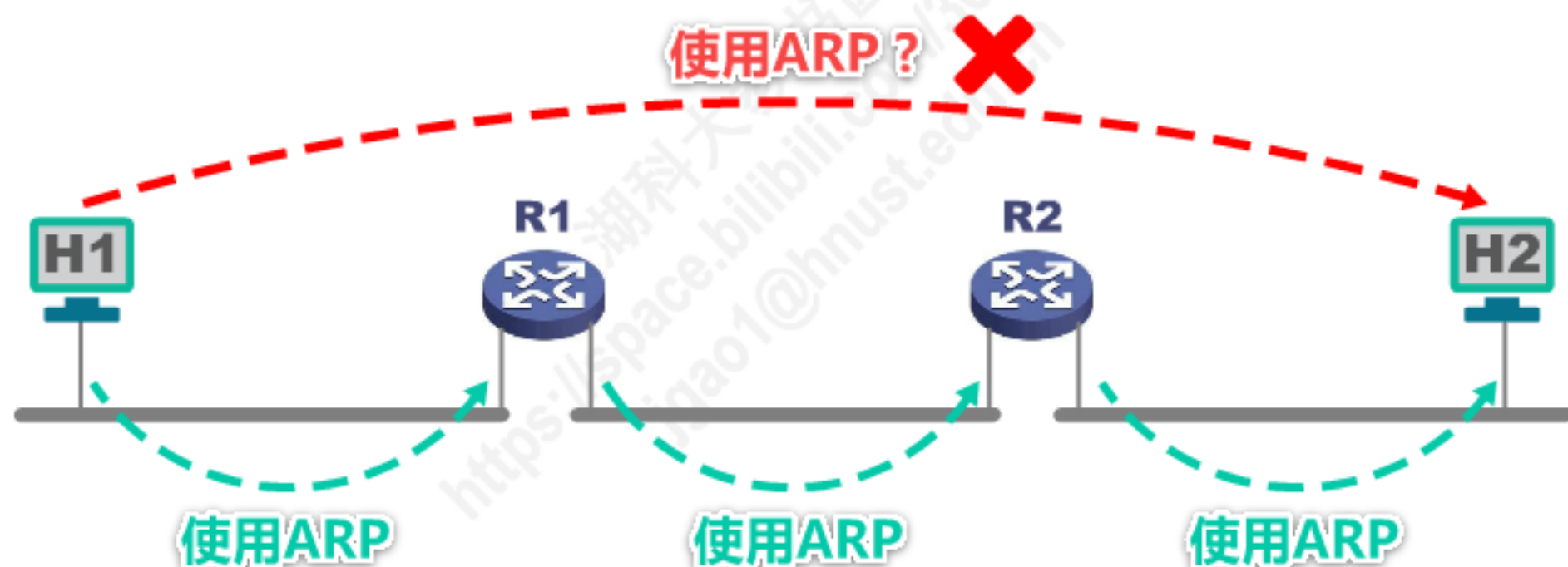
静态：手工设置，不同操作系统下的生命周期不同，例如系统重启后不存在或系统重启后依然有效。

3.7 MAC地址、IP地址以及ARP协议

IP地址

地址解析协议ARP

MAC地址



3.7 MAC地址、IP地址以及ARP协议

IP地址

- IP地址是因特网（Internet）上的主机和路由器所使用的地址，用于标识两部分信息：
 - ☐ **网络编号**：标识因特网上数以百万计的网络
 - ☐ **主机编号**：标识同一网络上不同主机（或路由器）
- 很显然，之前介绍的MAC地址不具备区分不同网络的功能。
 - ☐ 如果主机所在的网络要接入因特网，则IP地址和MAC地址都需要使用。
 - ☐ 如果只是一个单独的网络，不接入因特网，可以只使用MAC地址（这不是一般用户的应用方式）。
- 数据包转发过程中IP地址与MAC地址的变化情况：
 - ☐ **源IP地址和目的IP地址保持不变**；
 - ☐ **源MAC地址和目的MAC地址逐链路（或逐网络）改变**。



地址解析协议ARP

- 源主机在自己的**ARP高速缓存表**中查找目的主机的IP地址所对应的MAC地址，若找到了，则可以封装MAC帧进行发送；若找不到，则发送**ARP请求（封装在广播MAC帧中）**；
- 目的主机收到ARP请求后，将源主机的IP地址与MAC地址记录到自己的ARP高速缓存表中，然后给源主机发送**ARP响应（封装在单播MAC帧中）**，ARP响应中包含有目的主机的IP地址和MAC地址；
- 源主机收到ARP响应后，将目的主机的IP地址与MAC地址记录到自己的ARP高速缓存表中，然后就可以封装之前想发送的MAC帧并发送给目的主机；
- ARP的作用范围：逐链路或逐网络使用**；
- 除ARP请求和响应外，**ARP还有其他类型的报文**（例如用于检查IP地址冲突的“**无故ARP、免费ARP(Gratuitous ARP)**”）；
- ARP没有安全验证机制，**存在ARP欺骗（攻击）问题**。

MAC地址

- 当多个主机连接在同一个广播信道上，要想实现两个主机之间的通信，则每个主机都必须有一个唯一的标识，即一个数据链路层地址；
- 在每个主机发送的帧中**必须携带标识发送主机和接收主机的地址**。由于这类地址是用于媒体接入控制MAC(Media Access Control)，因此这类地址被称为**MAC地址**；
 - ☐ MAC地址一般被固化在网卡（网络适配器）的电可擦可编程只读存储器EEPROM中，因此MAC地址也被称为**硬件地址**；
 - ☐ MAC地址有时也被称为**物理地址**，**请注意：这并不意味着MAC地址属于网络体系结构中的物理层**！
- 一般情况下，用户主机包含两个网络适配器：有线局域网适配器（有线网卡）和无线局域网适配器（无线网卡）。每个网络适配器都有一个全球唯一的MAC地址。而交换机和路由器往往拥有更多的网络接口，所以会拥有更多的MAC地址。综上所述，**严格来说，MAC地址是对网络上各接口的唯一标识，而不是对网络上各设备的唯一标识**。

扩展的唯一标识符EUI-48 (EUI-48)

组织唯一标识符OUI (由IEEE的注册管理机构分配)			网络接口标识符 (由获得OUI的厂商自行随意分配)		
第一节	第二节	第三节	第四节	第五节	第六节
X	X	X	X	X	X
十六进制					
第一字节的b1位	第一字节的b0位	MAC地址类型		地址数量占比	总地址数量
0	0	全球管理 单播地址 厂商生产网络设备（网卡、交换机、路由器）时固化		1/4	$2^{46} = 281,474,976,710,656$ (二亿八千多亿)
	1	全球管理 多播地址 和该网络层支持的多播地址，用于特定功能		1/4	
1	0	本地管理 单播地址 由网络管理员分配，表示网络接口上的全球管理单播地址		1/4	
	1	本地管理 多播地址 用户自行定义和分配，用于网络层支持的多播地址		1/4	

标准管理地址：XX-XX-XX-XX-XX-XX
 其他管理地址：XX-XX-XX-XX-XX-XX
 用户管理地址：XX-XX-XX-XX-XX-XX

例：00-0C-2F-93-8C-92
 例：00-0C-2F-93-8C-92
 例：00-0C-2F-93-8C-92

3.7 MAC地址、IP地址以及ARP协议

IP地址

- IP地址是因特网（Internet）上的主机和路由器所使用的地址，用于标识两部分信息：
 - ☐ **网络编号**：标识因特网上数以百万计的网络
 - ☐ **主机编号**：标识同一网络上不同主机（或路由器）
- 很显然，之前介绍的MAC地址不具备区分不同网络的功能。
 - ☐ 如果主机所在的网络要接入因特网，则IP地址和MAC地址都需要使用。
 - ☐ 如果只是一个单独的网络，不接入因特网，可以只使用MAC地址（这不是一般用户的应用方式）。
- 数据包转发过程中IP地址与MAC地址的变化情况：
 - ☐ **源IP地址和目的IP地址保持不变**；
 - ☐ **源MAC地址和目的MAC地址逐链路（或逐网络）改变**。



地址解析协议ARP

- 源主机在自己的**ARP高速缓存表**中查找目的主机的IP地址所对应的MAC地址，若找到了，则可以封装MAC帧进行发送；若找不到，则发送**ARP请求（封装在广播MAC帧中）**；
- 目的主机收到ARP请求后，将源主机的IP地址与MAC地址记录到自己的ARP高速缓存表中，然后给源主机发送**ARP响应（封装在单播MAC帧中）**，ARP响应中包含有目的主机的IP地址和MAC地址；
- 源主机收到ARP响应后，将目的主机的IP地址与MAC地址记录到自己的ARP高速缓存表中，然后就可以封装之前想发送的MAC帧并发送给目的主机；
- ARP的作用范围：逐段链路或逐网络使用**；
- 除ARP请求和响应外，**ARP还有其他类型的报文**（例如用于检查IP地址冲突的“**无故ARP、免费ARP(Gratuitous ARP)**”）；
- ARP没有安全验证机制，**存在ARP欺骗（攻击）问题**。

MAC地址

- 当多个主机连接在同一个广播信道上，要想实现两个主机之间的通信，则每个主机都必须有一个唯一的标识，即一个数据链路层地址；
- 在每个主机发送的帧中**必须携带标识发送主机和接收主机的地址**。由于这类地址是用于媒体接入控制MAC(Media Access Control)，因此这类地址被称为**MAC地址**；
 - ☐ MAC地址一般被固化在网卡（网络适配器）的电可擦可编程只读存储器EEPROM中，因此MAC地址也被称为**硬件地址**；
 - ☐ MAC地址有时也被称为**物理地址**，**请注意：这并不意味着MAC地址属于网络体系结构中的物理层**！
- 一般情况下，用户主机包含两个网络适配器：有线局域网适配器（有线网卡）和无线局域网适配器（无线网卡）。每个网络适配器都有一个全球唯一的MAC地址。而交换机和路由器往往拥有更多的网络接口，所以会拥有更多的MAC地址。综上所述，**严格来说，MAC地址是对网络上各接口的唯一标识，而不是对网络上各设备的唯一标识**。

扩展的唯一标识符EUI-48 (EUI-48)

组织唯一标识符OUI (由IEEE的注册管理机构分配)			网络接口标识符 (由获得OUI的厂商自行随意分配)		
第一节	第二节	第三节	第四节	第五节	第六节
X	X	X	X	X	X
十六进制					
第一字节的b1位	第一字节的b0位	MAC地址类型		地址数量占比	总地址数量
0	0	全球管理 单播地址 厂商生产网络设备（网卡、交换机、路由器）时固化		1/4	$2^{48} = 281,474,976,710,656$ (二亿八千多亿)
	1	全球管理 多播地址 和该网络层设备支持的多播地址，用于特定功能		1/4	
1	0	本地管理 单播地址 由网络管理员分配，表示网络接口上的全球管理单播地址		1/4	
	1	本地管理 多播地址 用户自行定义和分配，用于网络层设备上的多播地址		1/4	

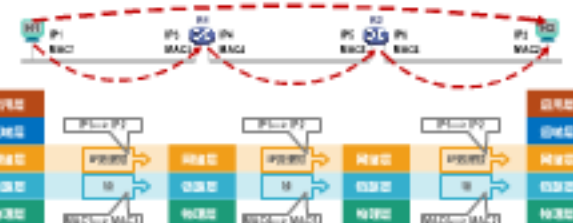
标准管理地址：XX-XX-XX-XX-XX-XX
 其他管理地址：XX-XX-XX-XX-XX-XX
 用户管理地址：XX-XX-XX-XX-XX-XX

例：08-00-CF-93-8C-92
 例：08-00-CF-93-8C-92
 例：00-0C-F9-93-8C-92

3.7 MAC地址、IP地址以及ARP协议

IP地址

- IP地址是因特网 (Internet) 上的主机和路由器所使用的地址，用于标识两部分信息：
 - ☐ **网络编号**：标识因特网上数以百万计的网络
 - ☐ **主机编号**：标识同一网络上不同主机 (或路由器)
- 很显然，之前介绍的MAC地址不具备区分不同网络的功能。
 - ☐ 如果主机所在的网络要接入因特网，则IP地址和MAC地址都需要使用。
 - ☐ 如果只是一个单独的网络，不接入因特网，可以只使用MAC地址 (这不是一般用户的应用方式)。
- 数据包转发过程中IP地址与MAC地址的变化情况：
 - ☐ 源IP地址和目的IP地址保持不变；
 - ☐ 源MAC地址和目的MAC地址逐个链路 (或逐个网络) 改变。



地址解析协议ARP

- 源主机在自己的**ARP高速缓存表**中查找目的主机的IP地址所对应的MAC地址，若找到了，则可以封装MAC帧进行发送；若找不到，则发送**ARP请求 (封装在广播MAC帧中)**；
- 目的主机收到ARP请求后，将源主机的IP地址与MAC地址记录到自己的ARP高速缓存表中，然后给源主机发送**ARP响应 (封装在单播MAC帧中)**，ARP响应中包含有目的主机的IP地址和MAC地址；
- 源主机收到ARP响应后，将目的主机的IP地址与MAC地址记录到自己的ARP高速缓存表中，然后就可以封装之前想发送的MAC帧并发送给目的主机；
- ARP的作用范围**：逐段链路或逐个网络使用；
- 除ARP请求和响应外，**ARP还有其他类型的报文** (例如用于检查IP地址冲突的“无效ARP、免费ARP(Gratuitous ARP)”)；
- ARP没有安全验证机制，存在**ARP欺骗 (攻击) 问题**。

MAC地址

- 当多个主机连接在同一个广播信道上，要实现两个主机之间的通信，则每个主机都必须有一个唯一的标识，即一个数据链路层地址；
- 在每个主机发送的帧中必须携带标识发送主机和接收主机的地址，由于这类地址是用于媒体接入控制MAC(Media Access Control)，因此这类地址被称为**MAC地址**：
 - ☐ MAC地址一般被固化在网卡 (网络适配器) 的电可擦可编程只读存储器EEPROM中，因此MAC地址也被称为**硬件地址**；
 - ☐ MAC地址有时也被称为**物理地址**，**请注意：这并不意味着MAC地址属于网络体系结构中的物理层！**
- 一般情况下，用户主机包含两个网络适配器：有线局域网适配器 (有线网卡) 和无线局域网适配器 (无线网卡)。每个网络适配器都有一个全球唯一的MAC地址，而交换机和路由器往往拥有更多的网络接口，所以会拥有更多的MAC地址。综上所述，**严格来说，MAC地址是对网络上各接口的唯一标识，而不是对网络上各设备的唯一标识。**



扩展的唯一标识符EUI (EUI-48)

组织唯一标识符OUI (由IEEE的主机管理网分配)				网络接口标识符 (由获得OUI的厂商自行独立分配)			
第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节	第八字节
X	X	X	X	X	X	X	X
MAC地址类型				地址数量	地址数量	地址数量	
0	0	全球管理 单播地址 广播地址 网络地址 (网卡、交换机、路由器) 时间地址	1/4	1	1	$2^{24} = 16,777,216$ (约1600万)	
	1	全球管理 多播地址 网络地址 网络地址 网络地址 网络地址 网络地址 网络地址	1/4				
1	0	本地管理 单播地址 网络地址 网络地址 网络地址 网络地址 网络地址 网络地址	1/4	1	1	$2^{24} = 16,777,216$ (约1600万)	
	1	本地管理 多播地址 网络地址 网络地址 网络地址 网络地址 网络地址 网络地址	1/4				

标准表示法: 00-00-00-00-00-00	十六进制	例: 00-00-00-00-00-00
其他表示法: 00:00:00:00:00:00	例: 00:00:00:00:00:00	例: 00:00:00:00:00:00
XXXX.XXXX.XXXX	例: XXXX.XXXX.XXXX	例: XXXX.XXXX.XXXX