

以太网的MAC层

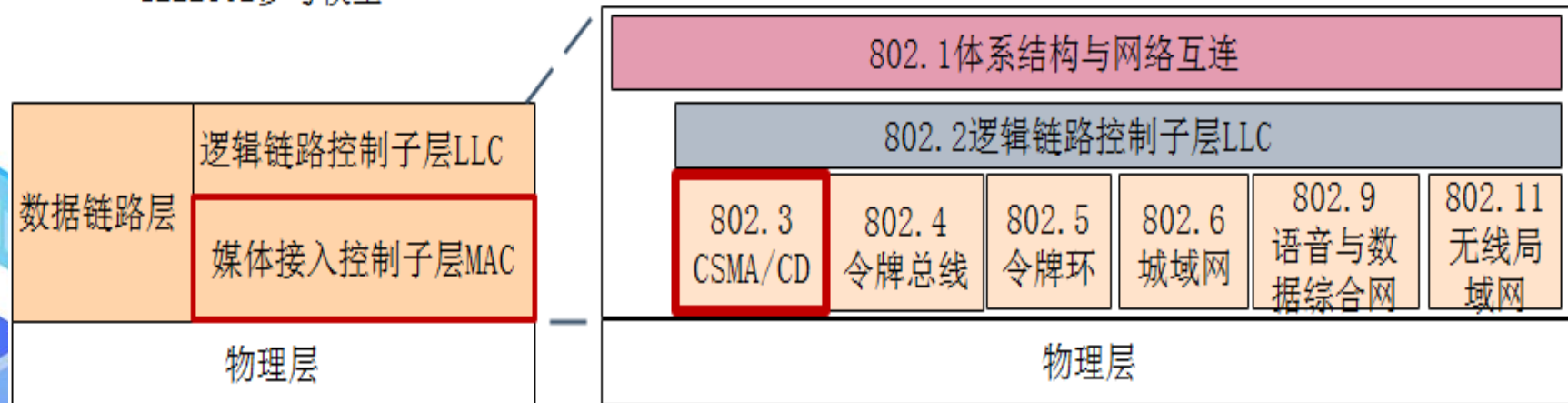


以太网的MAC层

- IEEE 802 委员会将局域网的数据链路层分成逻辑链路控制 LLC 子层和媒体接入控制 MAC 子层。
- 与传输媒体接入有关的内容都放在 MAC子层。
- 802.3标准制定了以太网的CSMA/CD协议。

IEEE802标准

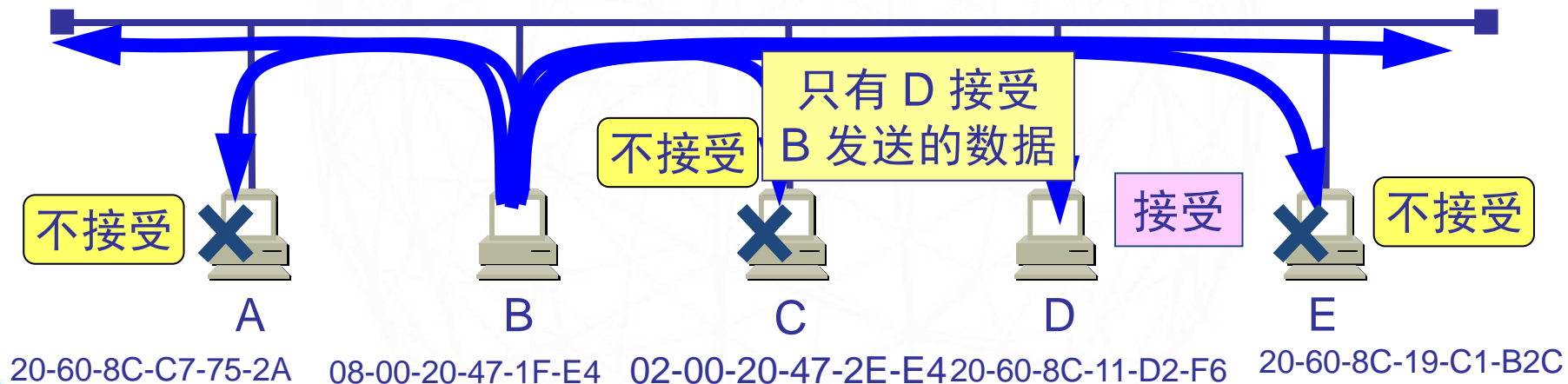
IEEE802参考模型



具有广播特性总线上实现一对一的通信

发送帧的首部包含目的接收站的硬件地址

接收站根据发送帧中的地址是否是自己的来判定是否接受



B向 D发送数据

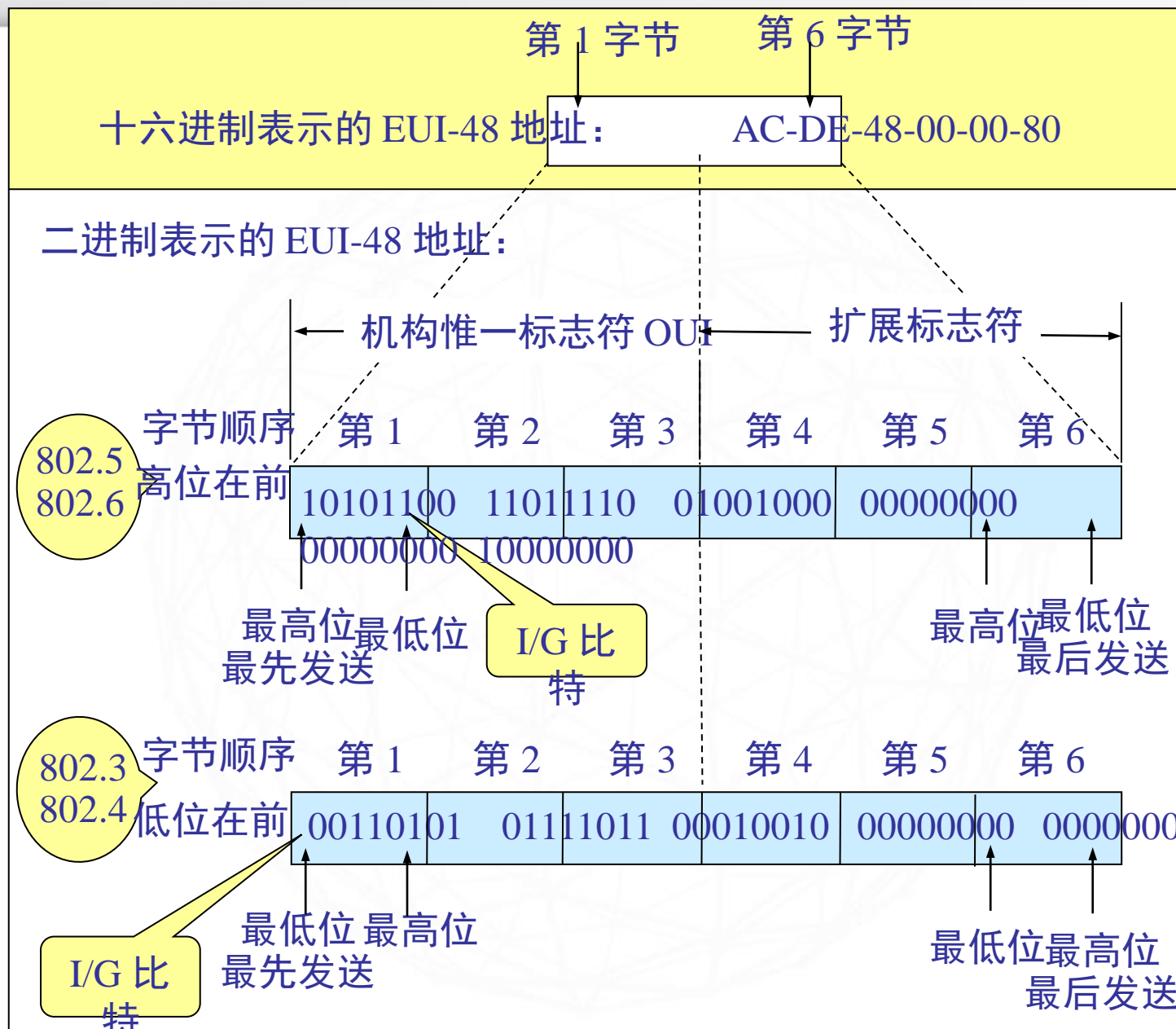
主机的硬件地址

- 在局域网中，硬件地址又称为物理地址，或 MAC 地址。
- IEEE 802标准为局域网规定了一种48bit（6字节）的全球地址（简称为“地址”），是指局域网上每台计算机中固化在适配器的ROM中的地址。
- 局域网的“地址”严格地讲应当是每一个站的“名字”或标识符。
- 但行业内都已习惯将这种 48 bit 的“名字”称为“地址”。

48 位的 MAC 地址

- IEEE 的注册管理机构 RA (Registration Authority) 负责向厂家分配地址字段的6个字节中的前3个字节(即高位 24 bit), 即**机构唯一标识OUI** (Organizationally Unique Identifier) , 前24位的例子:
 - ✓ Cisco 公司生产的适配器MAC地址的前3个字节是00-00-0C
 - ✓ IBM公司生产的适配器MAC地址的前3个字节是08-00-5A
 - ✓ 3Com公司生产的适配器MAC地址的前3个字节是00-20-AF、02-60-8C
- 地址字段中的后3个字节(即低位 24 bit)由厂家自行指派, 称为**扩展标识符**, 保证生产出的适配器没有重复地址。一个地址块可以生成 2^{24} 个不同的地址。
- 这种 48 位地址称为 MAC-48, 它的通用名称是扩展的唯一标识符 EUI(Extended Unique Identifier)-48。

MAC-48地址=厂家ID+NIC ID=24bit(OUI)+24bit



EUI-48 地址的十六进制和二进制记法

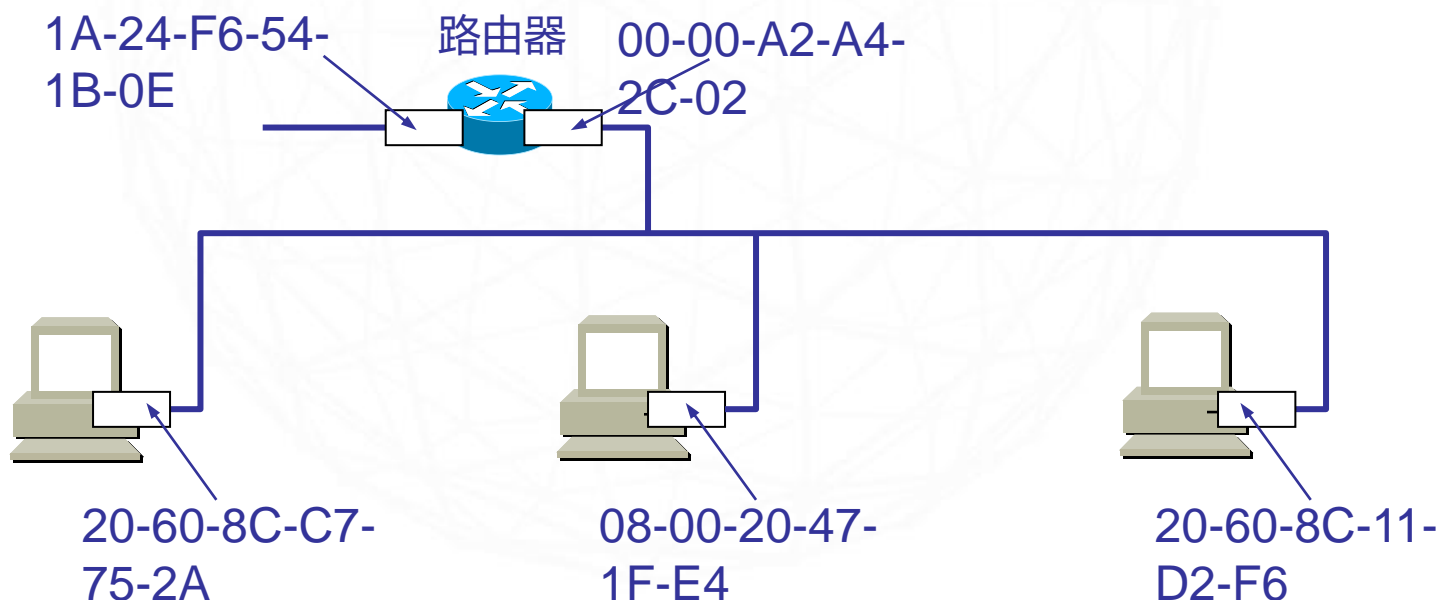
全球唯一的MAC 地址数

- IEEE 规定地址字段的第一个字节的最低位为I/G位，表示 Individual/Group。
 - ✓ 当I/G位为0时，地址字段表示一个单个站地址。
 - ✓ 当I/G位为1时，地址字段表示一个组地址，用来进行组播。
- IEEE 把地址字段的第一个字节的最低第二位规定为G/L位，表示 Global/Local。
 - ✓ 当G/L位为0时是全球管理，厂商购买OUI，地址字段表示一个单个站地址。
 - ✓ 当G/L位为1时是本地管理，用户可任意分配网络上的地址。
- ◆ 当地址字段I/G位和G/L位均为0时，每个站的地址可用46位二进制数字来表示，组成的地址空间可以有 2^{46} 个地址，已经超过70万亿个，可保证世界上的每个适配器都有一个唯一的地址。

“MAC地址” 就是适配器地址

“MAC地址” 实际上就是适配器地址或适配器标识符。

如图每个主机拥有不同的适配器（网卡）地址，路由器同时连接两个网络，它需要两块适配器（网卡）和两个MAC地址。



适配器检查帧中的目的MAC 地址

- 适配器从网络上每收到一个 MAC 帧就先用硬件检查帧中的MAC 地址。
 - 如果是发往本站的帧则收下, 然后再进行其他的处理。
 - 否则就将此帧丢弃, 不再进行其他的处理。
- “发往本站的帧” 包括以下三种帧:
 - 单播(unicast)帧 (一对一)
 - 广播(broadcast)帧 (一对全体)
 - 多播(multicast)帧 (一对多)

MAC 帧的格式

- 常用的以太网MAC帧格式有两种标准：
 - DIX Ethernet V2 标准（即以太网V2标准）
 - IEEE 的 802.3 标准
- 最常用的 MAC 帧是以太网 V2 的格式。

这种 802.3 + 802.2 帧已经较少使用

IP 数据报

IP 层

当长度/类型字段表示长度时

802.2
LLC 帧

字节 1 1 1
DSAP SSAP 控制

数据链路子层

802.3
MAC 帧

字节

6 6 2 1 1 1 43 ~ 1497 4
目的地址 源地址 长度/类型 DSAP SSAP 控制 数据 FCS

MAC 子层

IP 数据报

IP 层

以太网 V2
MAC 帧

字节

6 6 2 46 ~ 1500 4
目的地址 源地址 类型 数据 FCS

MAC 层

插入

8 字节

MAC 帧

物理层

7 字节

1 字节

1010101010101010··

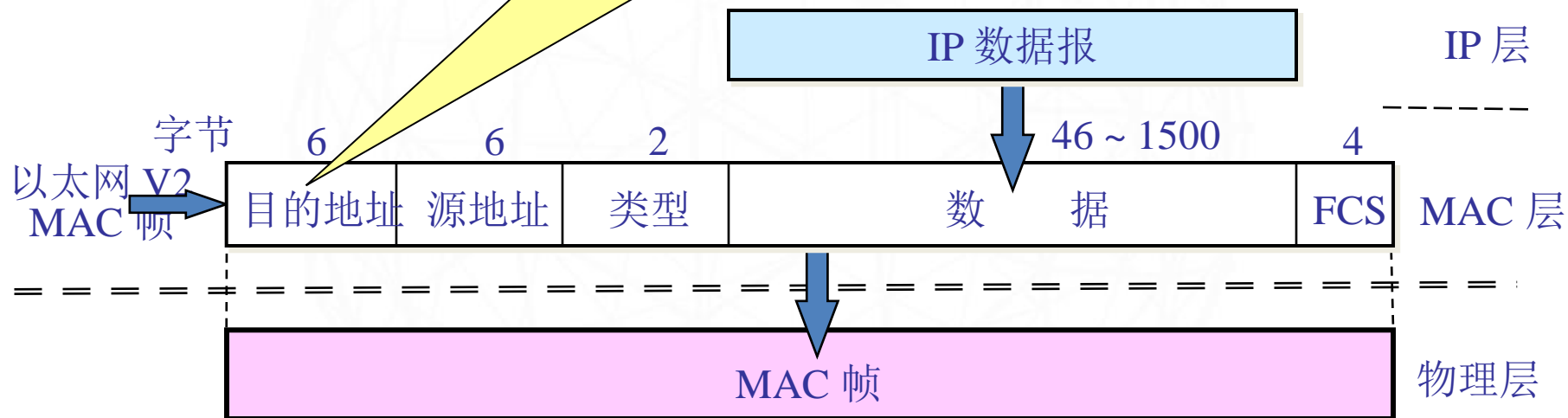
101010101010 10101011

前同步码

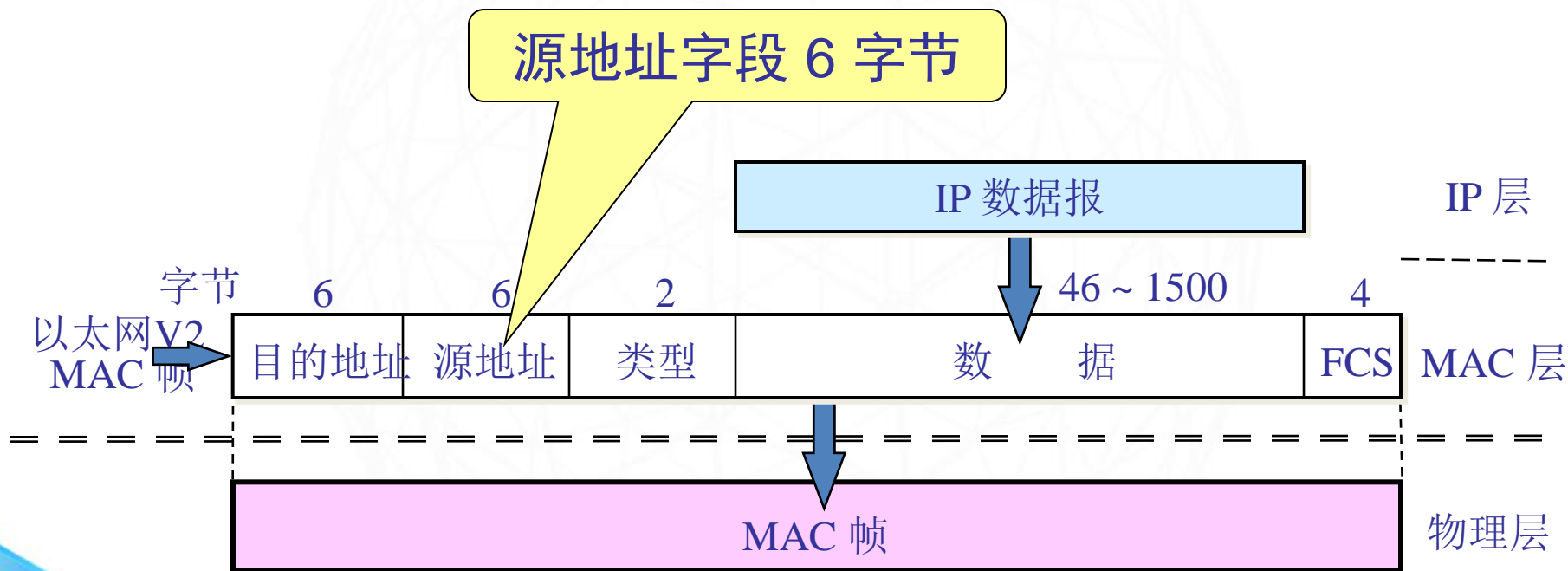
帧开始
定界符

以太网 V2 的 MAC 帧格式

目的地址字段 6 字节

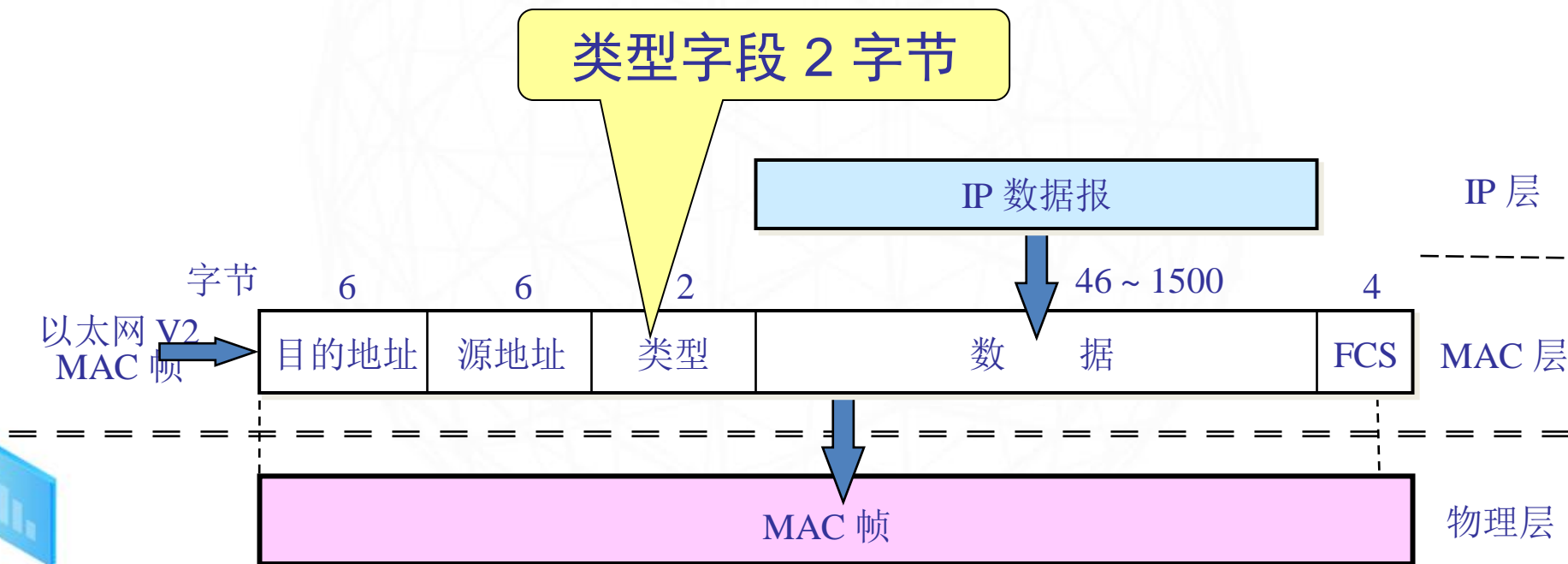


以太网 V2 的 MAC 帧格式



以太网 V2 的 MAC 帧格式

类型字段用来标志上一层使用的是什协议，
以便把收到的 MAC 帧的数据上交给上一层的这个协议。
0x0800 IPv4协议；0x8106 ARP协议；0x86DD IPv6协议

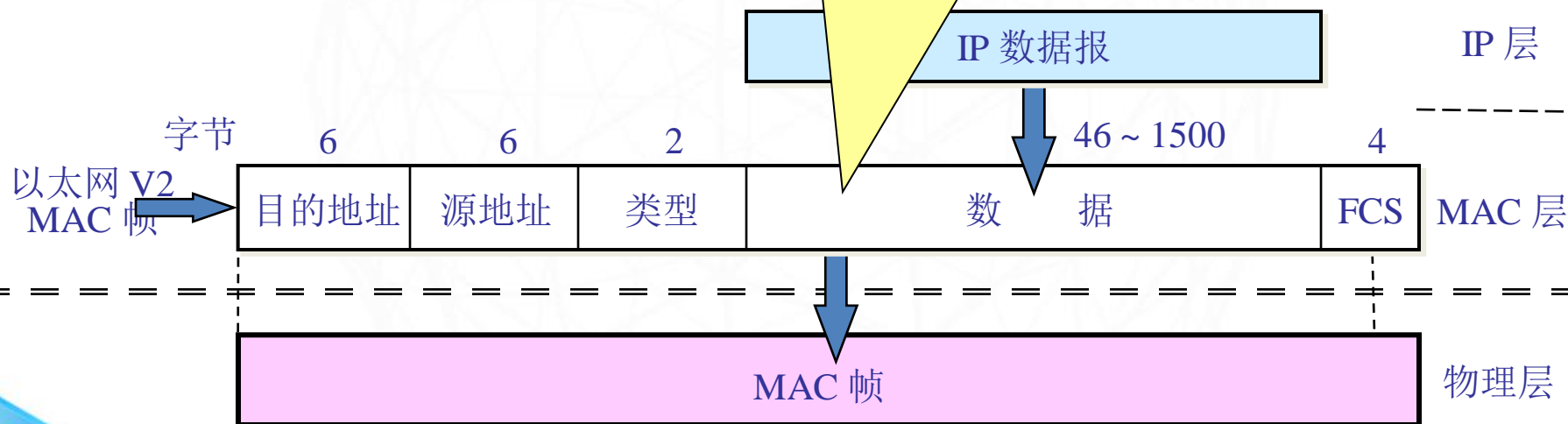


以太网 V2 的 MAC 帧格式

数据字段的正式名称是 **MAC 客户数据字段**

最小长度 64 字节 - 18 字节的首部和尾部 = 数据字段的最小长度

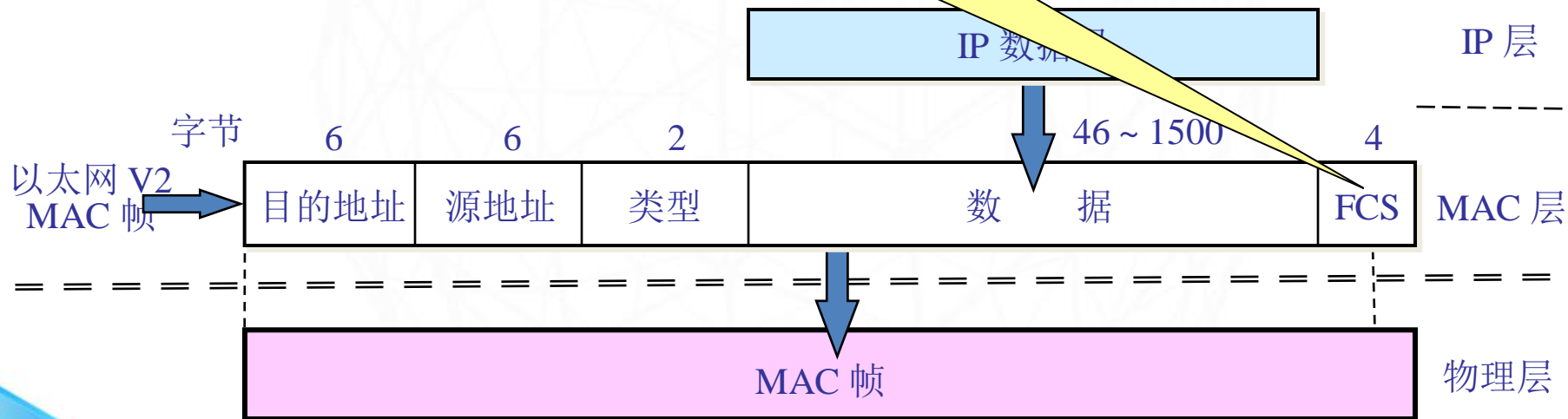
数据字段 46 ~ 1500 字节



以太网 V2 的 MAC 帧格式

32位的CRC校验，CRC-32
当传输媒体的误码率为 1×10^{-8} 时，
MAC 子层可使未检测到的差错小于 1×10^{-14} 。

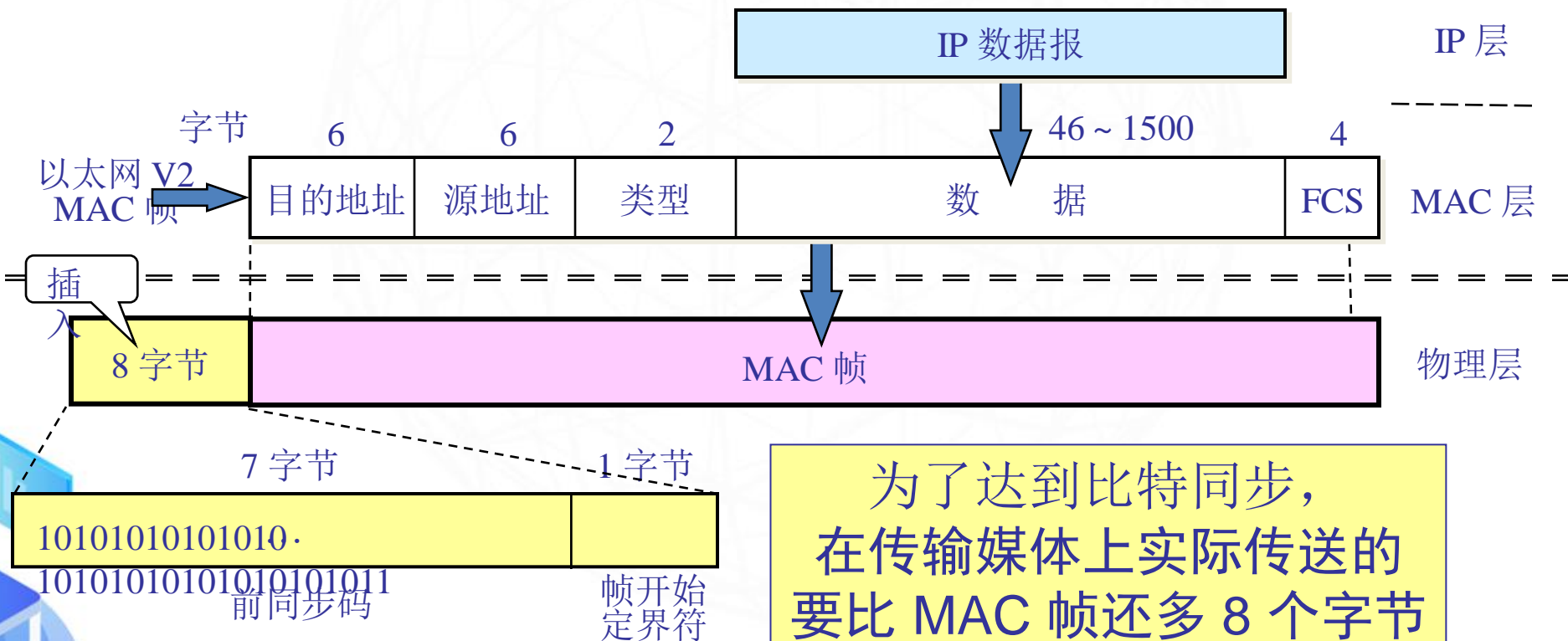
FCS 字段 4 字节



当数据字段的长度小于 46 字节时，
应在数据字段的后面加入整数字节的填充字段，
以保证以太网的 MAC 帧长不小于 64 字节。

以太网 V2 的 MAC 帧格式

在帧的前面插入的 8 字节中的第一个字段共 7 个字节，是前同步码，用来迅速实现 MAC 帧的比特同步。第二个字段是帧开始定界符，表示后面的信息就是 MAC 帧。



帧间最小间隔

- 帧间最小间隔为 $9.6\ \mu\text{s}$ ，相当于 96 bit 的发送时间。
- 一个站在检测到总线开始空闲后，还要等待 $9.6\ \mu\text{s}$ 才能再次发送数据。
- 这样做是为了使刚刚收到数据帧的站的接收缓存来得及清理，做好接收下一帧的准备，从接收状态转入发送状态。

无效的 MAC 帧

- 帧的长度不是整数个字节;
- 用收到的帧检验序列 FCS 查出有差错;
- 数据字段的长度不在 46 ~ 1500 字节之间, 有效的 MAC 帧长度为 64 ~ 1518 字节之间。

****对于检查出的无效 MAC 帧就简单地丢弃。以太网不负责重传丢弃的帧。**

小结

- MAC地址（物理地址）由48位组成，前24位需由厂商向IEEE申请。
- MAC地址就是适配器地址或适配器标识符EUI-48。
- 常用的以太网MAC帧格式有两种标准：
 - DIX以太网V2标准（常用的以太网V2MAC帧）
 - IEEE 802.3标准
- 有效的以太网MAC帧长度为64~1518字节之间。检查出无效的MAC帧就简单地丢弃，以太网不负责重传丢弃的帧。