



计算机网络与通信技术

知识点：以太网的MAC层

北京交通大学 聂晓波



MAC 层的硬件地址

- 在局域网中，**硬件地址**又称为**物理地址**，或**MAC 地址**。
- 802 标准所说的“地址”严格地讲应当是每一个站的“**名字**”或**标识符**。
- 但鉴于大家都早已习惯了将这种 48 位的“名字”称为“地址”，所以本书也采用这种习惯用法，尽管这种说法并不太严格。

请注意，如果连接在局域网上的主机或路由器安装有多个适配器，那么这样的主机或路由器就有多个“地址”。更准确些说，这种 48 位“地址”应当是某个接口的标识符。



48 位的 MAC 地址

- IEEE 802 标准规定 MAC 地址字段可采用 6 字节 (48位) 或 2 字节 (16 位) 这两种中的一种。
- IEEE 的注册管理机构 RA 负责向厂家分配地址字段 6 个字节中的前三个字节 (即高位 24 位), 称为组织唯一标识符。
- 地址字段 6 个字节中的后三个字节 (即低位 24 位) 由厂家自行指派, 称为扩展唯一标识符, 必须保证生产出的适配器没有重复地址。



48 位的 MAC 地址



48 位的 MAC 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 EUI-48。
- 生产适配器时，6 字节的 MAC 地址已被固化在适配器的 ROM，因此，MAC 地址也叫做 **硬件地址 (hardware address)** 或 **物理地址**。
- “MAC地址”实际上就是适配器地址或适配器标识符 EUI-48。



单站地址，组地址，广播地址

- IEEE 规定地址字段的第一字节的最低位为 I/G 位。I/G 表示 Individual / Group。
- 当 I/G 位 = 0 时，地址字段表示一个单站地址。
- 当 I/G 位 = 1 时，表示组地址，用来进行多播（以前曾译为组播）。此时，IEEE 只分配地址字段前三个字节中的 23 位。
- 当 I/G 位分别为 0 和 1 时，一个地址块可分别生成 2^{23} 个单个站地址和 2^{23} 个组地址。
- 所有 48 位都为 1 时，为广播地址。只能作为目的地址使用。



全球管理与本地管理

- IEEE 把地址字段第一字节的最低第 2 位规定为 G/L 位，表示 Global / Local。
- 当 G/L 位 = 0 时，是全球管理（保证在全球没有相同的地址），厂商向 IEEE 购买的 OUI 都属于全球管理。
- 当 G/L 位 = 1 时，是本地管理，这时用户可任意分配网络上的地址。



适配器检查 MAC 地址

- 适配器从网络上每收到一个 MAC 帧就首先用硬件检查 MAC 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)



适配器检查 MAC 地址

- 所有的适配器都至少能够识别前两种帧，即能够识别单播地址和广播地址。
- 有的适配器可用编程方法识别多播地址。
- 只有目的地址才能使用广播地址和多播地址。
- 以混杂方式 (promiscuous mode) 工作的以太网适配器只要“听到”有帧在以太网上传输就都接收下来。

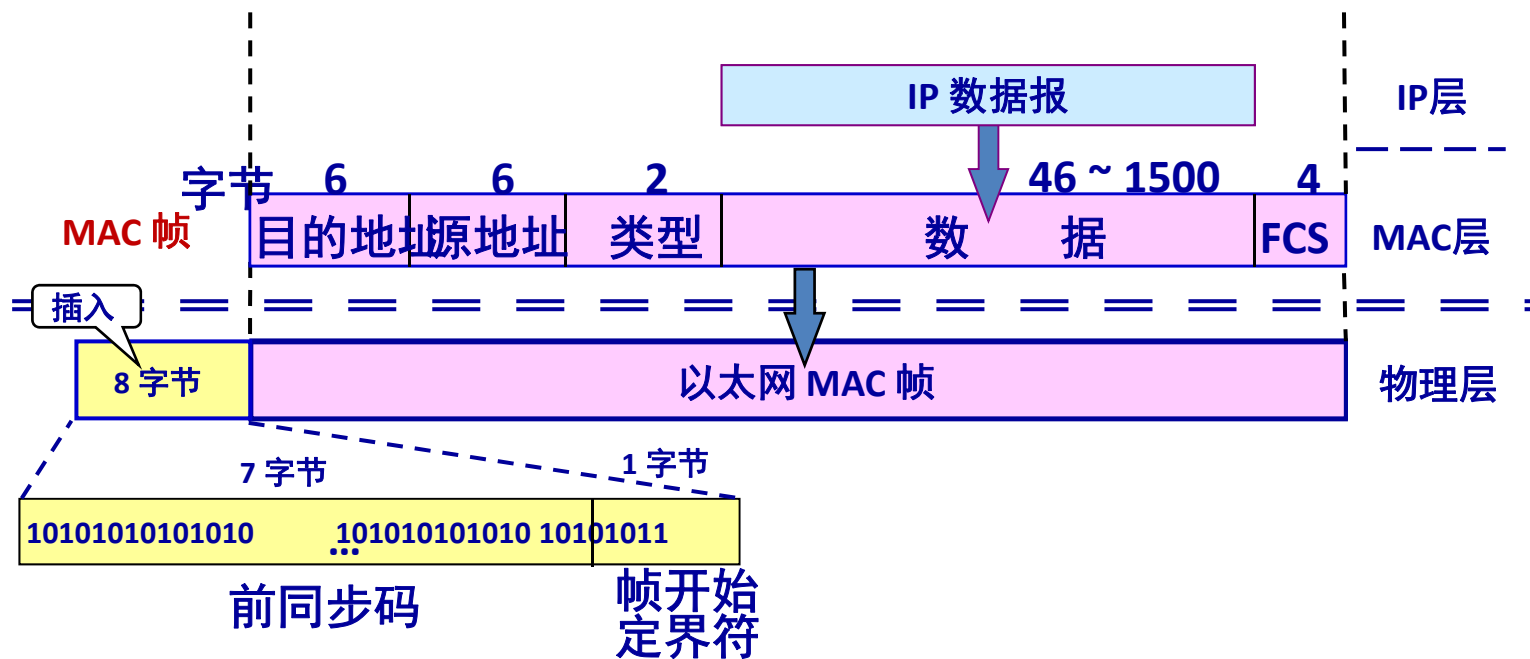


MAC 帧的格式

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

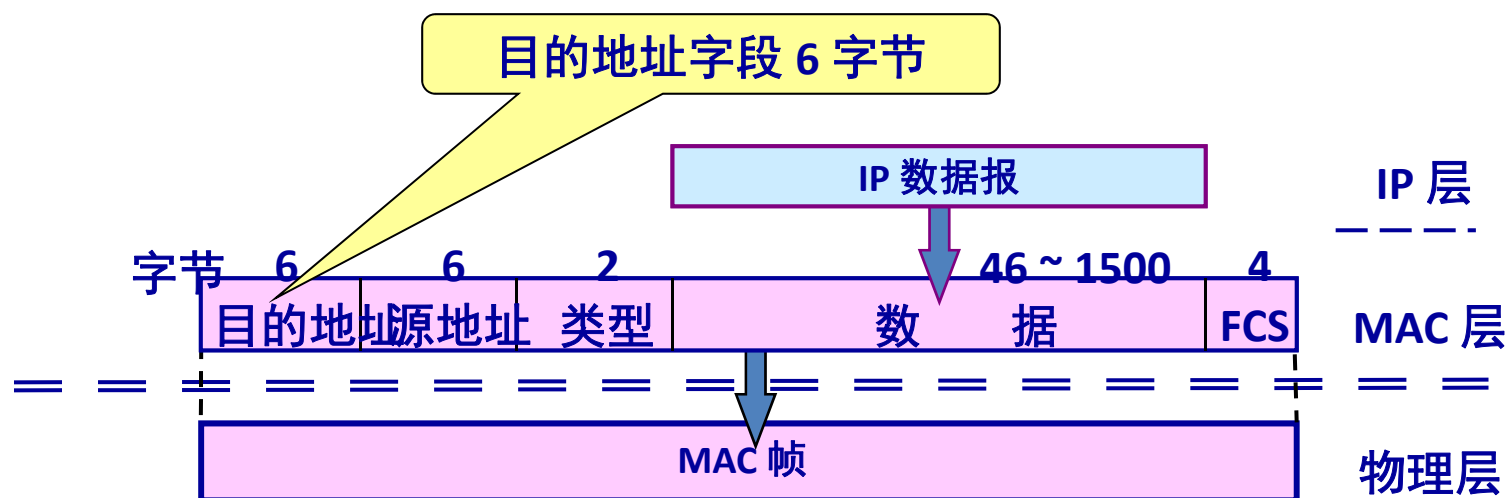


以太网V2的 MAC 帧格式



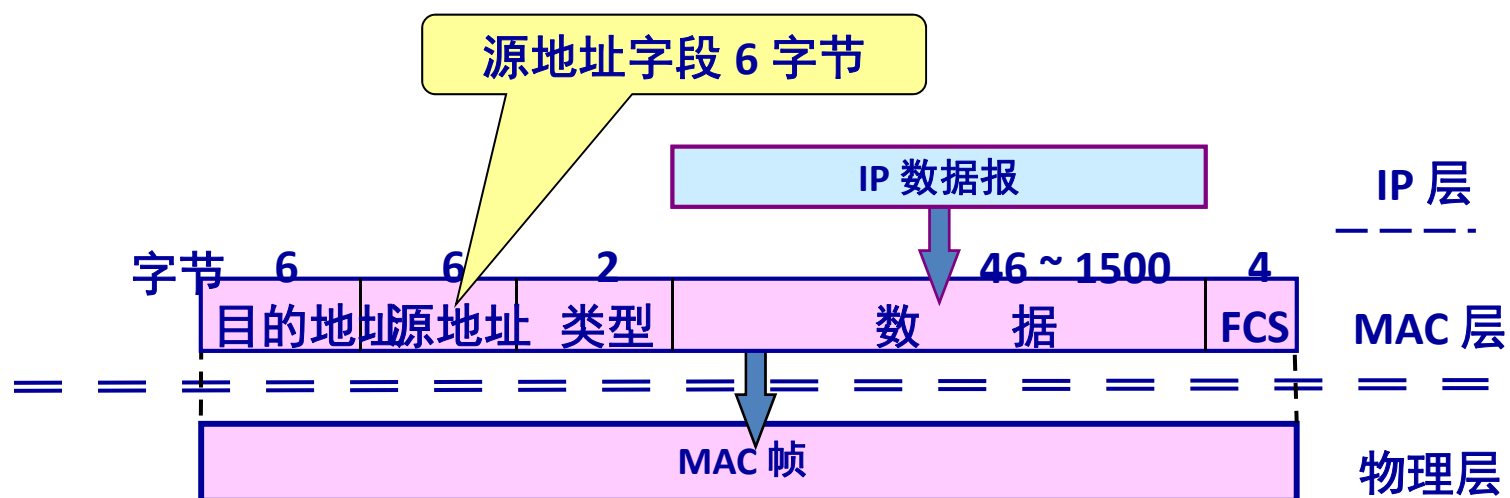


以太网 V2 的 MAC 帧格式





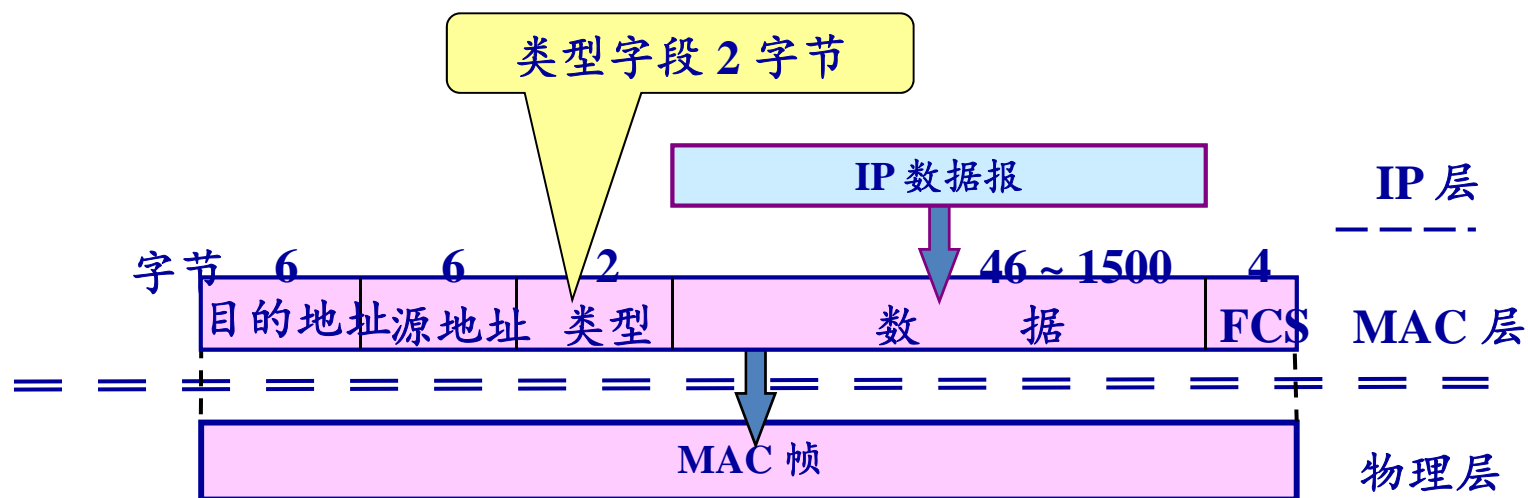
以太网 V2 的 MAC 帧格式





以太网 V2 的 MAC 帧格式

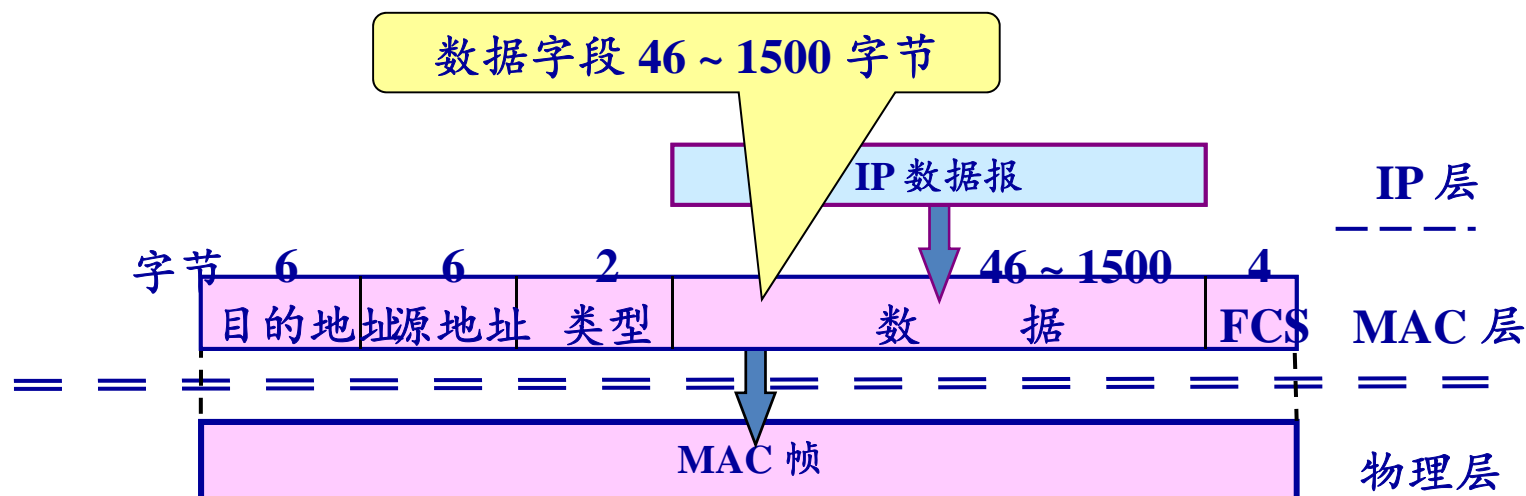
类型字段用来标志~~上~~一层使用的是什么协议，以便把收到的 MAC 帧的数据上交给上层的这个协议。





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 (46 字节)

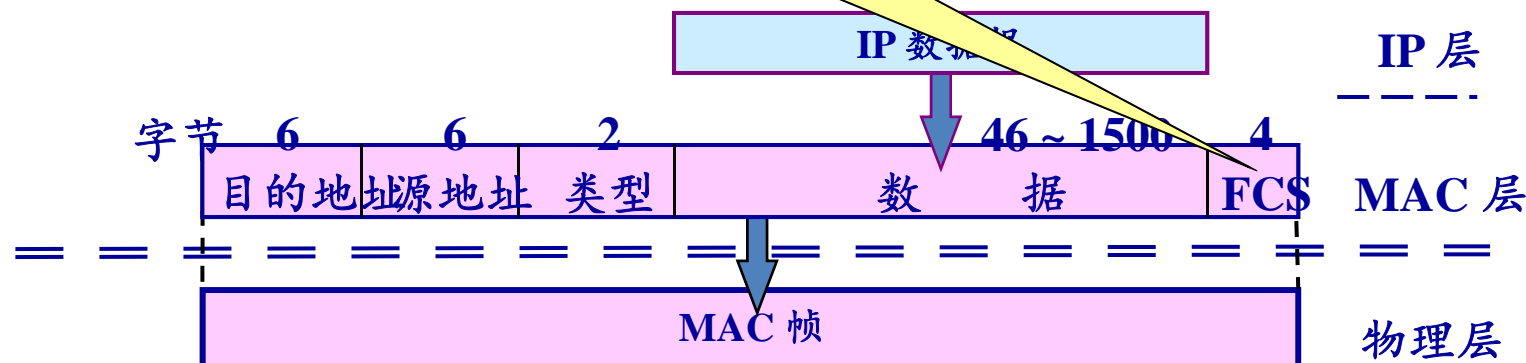




以太网 V2 的 MAC 帧格式

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

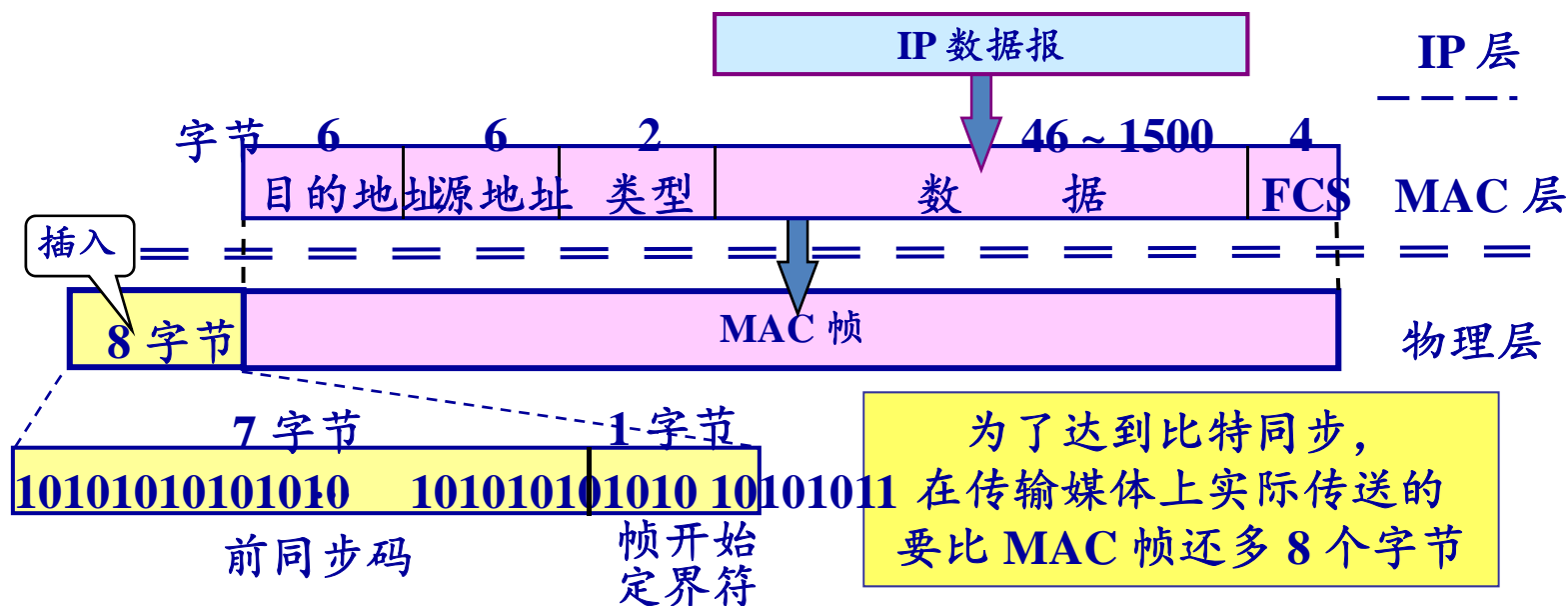


当数据字段的长度小于 46 字节时，
应在数据字段的后面加入整数字节的**填充字段**，
以保证以太网的 MAC 帧长不小于 64 字节。



以太网 V2 的 MAC 帧格式

在帧的前面插入（硬件生成）的 8 字节中，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 1 个字节是帧开始定界符，表示后面的信息就是 MAC 帧。





无效的 MAC 帧

- 数据字段的长度与长度字段的值不一致;
- 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。



IEEE 802.3 MAC 帧格式

与以太网V2 MAC 帧格式相似，区别在于：

- (1) IEEE 802.3 规定的 MAC 帧的第三个字段是“**长度 / 类型**”。
 - 当这个字段值大于 $0x0600$ 时（相当于十进制的 1536），就表示“类型”。这样的帧和以太网 V2 MAC 帧完全一样。
 - 当这个字段值小于 $0x0600$ 时才表示“长度”。
- (2) 当“长度/类型”字段值小于 $0x0600$ 时，数据字段必须装入上面的逻辑链路控制 LLC 子层的 LLC 帧。

现在市场上流行的都是以太网V2的MAC帧，但大家也常常把它称为IEEE 802.3标准的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。



谢谢！