



计算机网络与通信技术

第三章 数据链路层

北京交通大学 刘彪



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 刘彪



MAC 层的硬件地址

3.5 CSMA/CD协议

3.6 使用集线器的星形拓扑

3.7 以太网的MAC层

3.8 以太网的扩展

3.9 虚拟局域网

- 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**——网卡地址。



48 位的 MAC 地址

3.5 CSMA/CD协议

3.6 使用集线器的星形拓扑

3.7 以太网的MAC层

3.8 以太网的扩展

3.9 虚拟局域网

- 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 (Registration Authority) 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**。

3 字节 (24 位)

3 字节 (24 位)

组织唯一标识符

扩展唯一标识符

48 位的 MAC 地址



48 位的 MAC 地址

3.5 CSMA/CD协议

3.6 使用集线器的星形拓扑

3.7 以太网的MAC层

3.8 以太网的扩展

3.9 虚拟局域网

- 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**。



8C-34-FD-06-8C-F3



00-24-81-6A-E0-75



00-0A-EB-0C-4F-80





单站地址/组地址/广播地址

3.5 CSMA/CD协议

3.6 使用集线器的星形拓扑

3.7 以太网的MAC层

3.8 以太网的扩展

3.9 虚拟局域网

- 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（或组播）。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。



适配器检查 MAC 地址

3.5 CSMA/CD协议

3.6 使用集线器的星形拓扑

3.7 以太网的MAC层

3.8 以太网的扩展

3.9 虚拟局域网

- 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。可以节省CPU资源。
 - 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

3.5 CSMA/CD协议

3.6 使用集线器的星形拓扑

3.7 以太网的MAC层

3.8 以太网的扩展

3.9 虚拟局域网

- 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

3.5 CSMA/CD协议

3.6 使用集线器的星形拓扑

3.7 以太网的MAC层

3.8 以太网的扩展

3.9 虚拟局域网

- 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

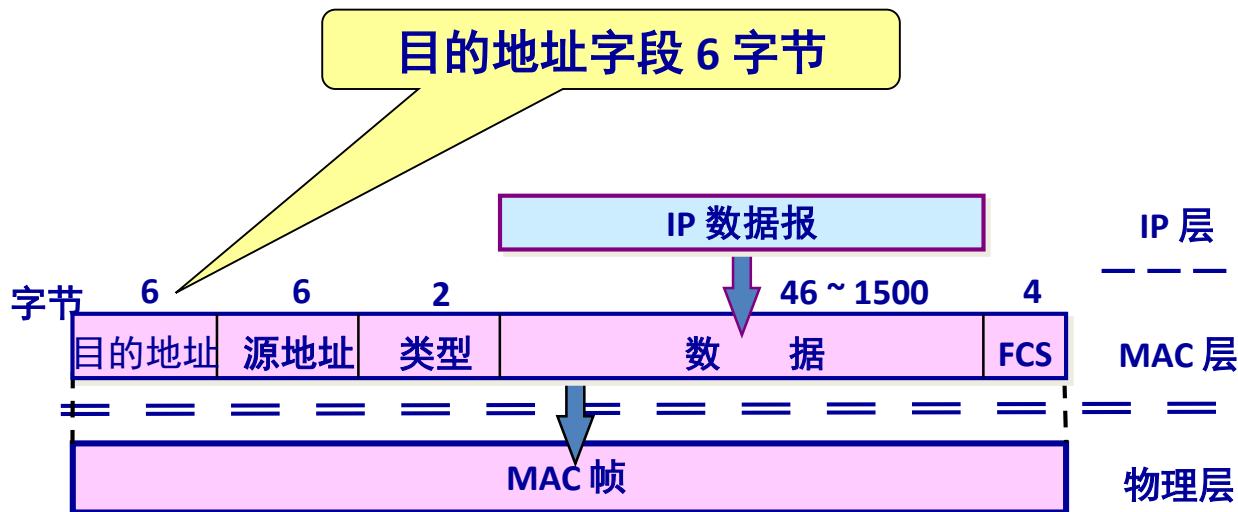
3.5 CSMA/CD协议

3.6 使用集线器的星形拓扑

3.7 以太网的MAC层

3.8 以太网的扩展

3.9 虚拟局域网





以太网 V2 的 MAC 帧格式

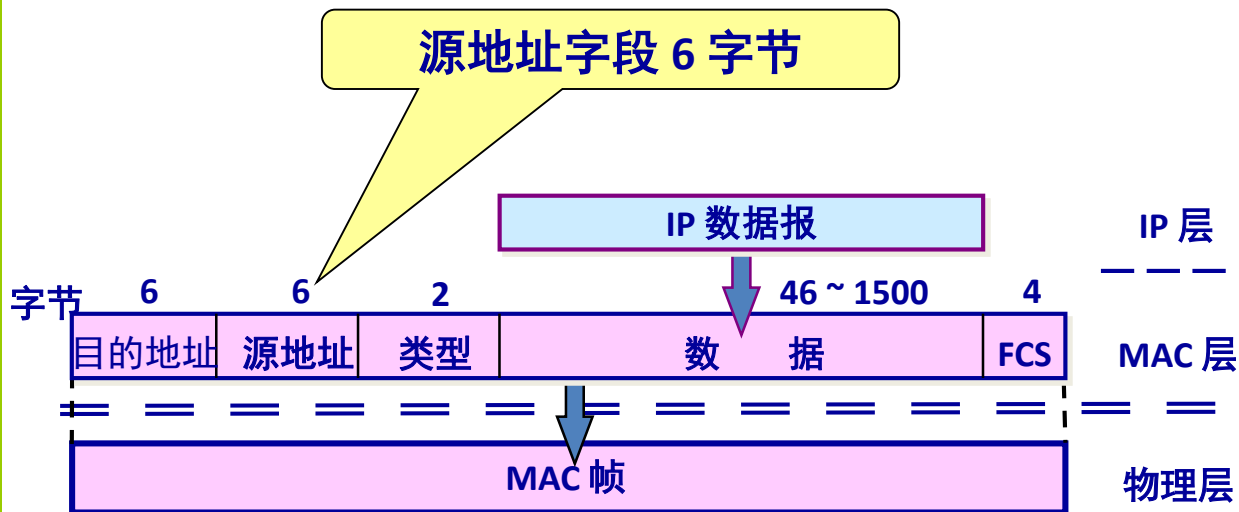
3.5 CSMA/CD协议

3.6 使用集线器的星形拓扑

3.7 以太网的MAC层

3.8 以太网的扩展

3.9 虚拟局域网





以太网 V2 的 MAC 帧格式

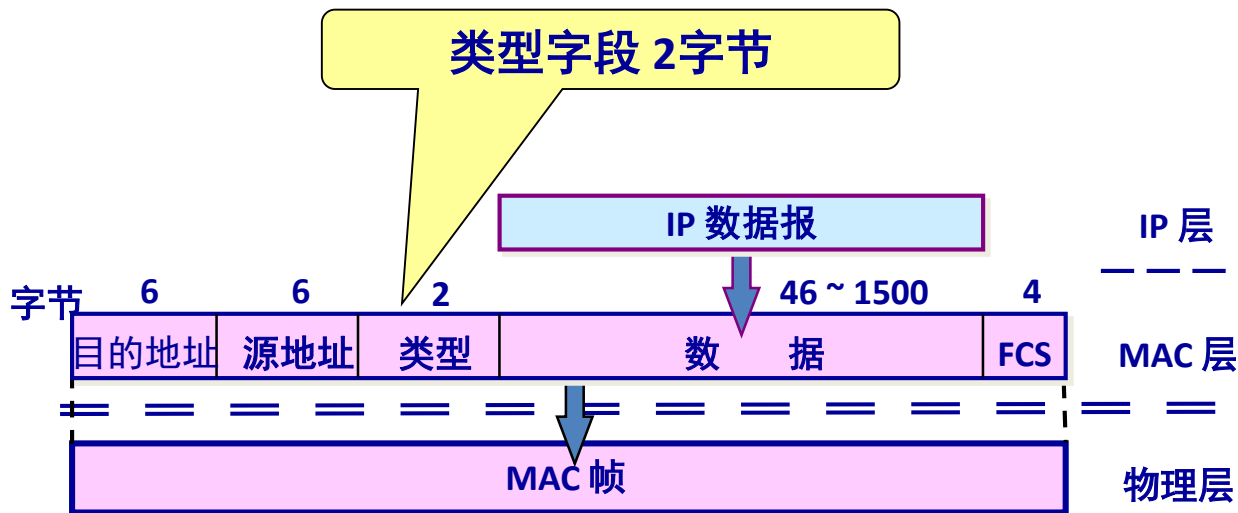
3.5 CSMA/CD协议

3.6 使用集线器的星形拓扑

3.7 以太网的MAC层

3.8 以太网的扩展

3.9 虚拟局域网



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 帧的数据上交给上一层的这个协议。比如0x8000时，表示上层为IP数据报



以太网 V2 的 MAC 帧格式

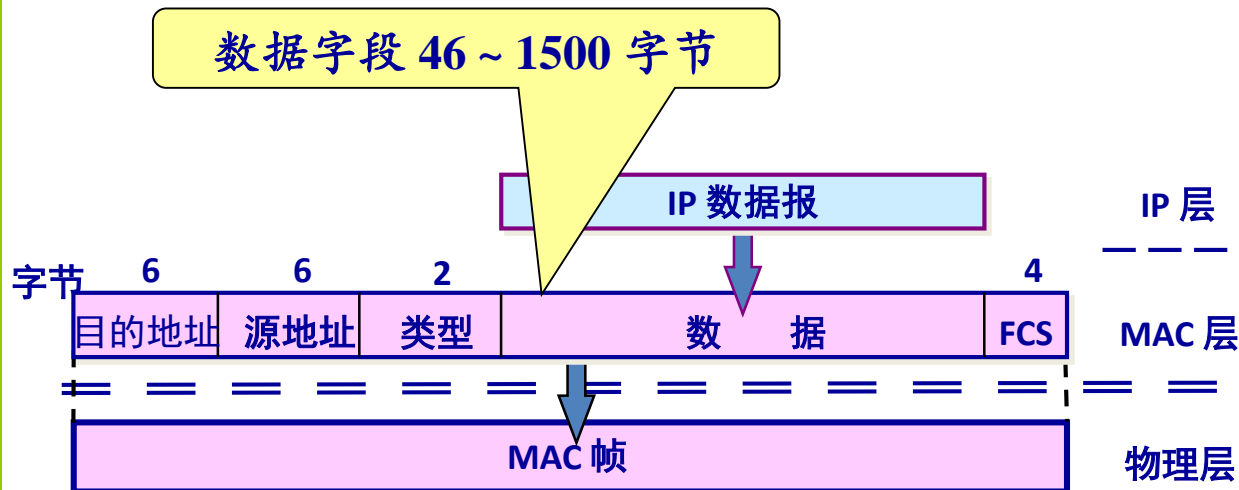
3.5 CSMA/CD协议

3.6 使用集线器的星形拓扑

3.7 以太网的MAC层

3.8 以太网的扩展

3.9 虚拟局域网



为什么设定46~1500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

3.5 CSMA/CD协议

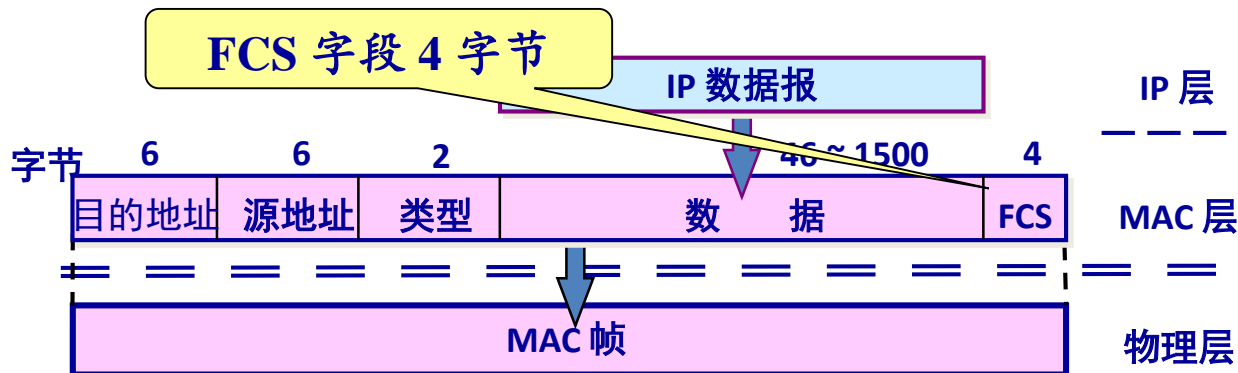
3.6 使用集线器的星形拓扑

3.7 以太网的MAC层

3.8 以太网的扩展

3.9 虚拟局域网

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} 。





以太网 V2 的 MAC 帧格式

3.5 CSMA/CD协议

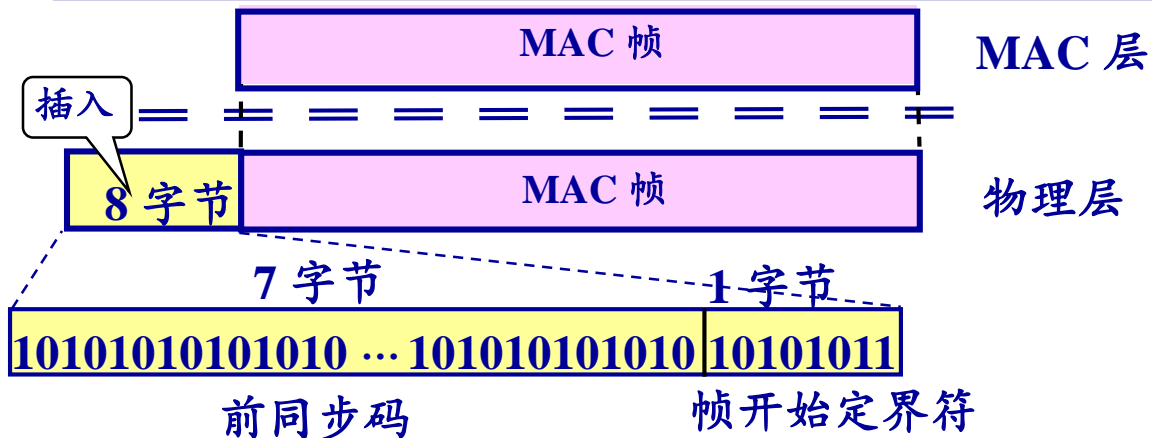
3.6 使用集线器的星形拓扑

3.7 以太网的MAC层

3.8 以太网的扩展

3.9 虚拟局域网

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。



为了达到比特同步，在传输媒体上实际传送的要比 MAC 帧还多 8 个字节



无效的 MAC 帧

3.5 CSMA/CD协议

3.6 使用集线器的星形拓扑

3.7 以太网的MAC层

3.8 以太网的扩展

3.9 虚拟局域网

- 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。



课后思考

3.5 CSMA/CD协议

3.6 使用集线器的星形拓扑

3.7 以太网的MAC层

3.8 以太网的扩展

3.9 虚拟局域网

- 以太网 V2 中没有长度域，如何来确定帧的长度（帧的结束）？