



河海大学 计算机与信息学院

计算机专业课程

计算机网络

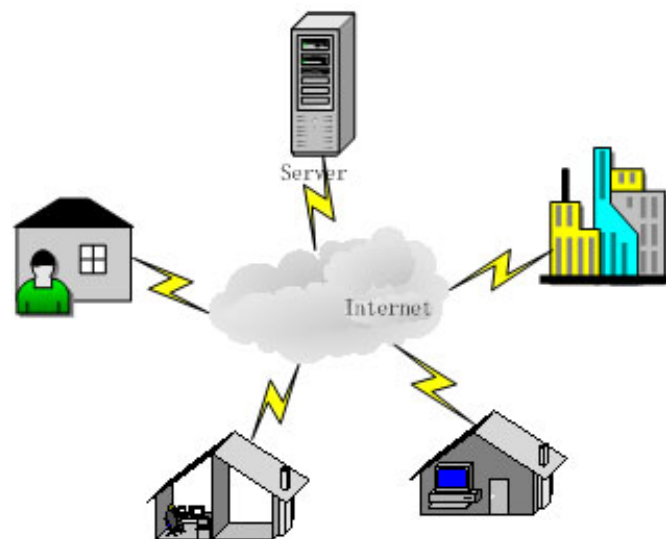
河海大学计算机与信息学院

2019年4月6日星期六



计算机专业课程

- 第1章 网络概述
- 第2章 网络体系结构
- 第3章 物理层
- 第4章 数据链路层
- 第5章 局域网**
- 第6章 网络层
- 第7章 传输层
- 第8章 应用层
- 第9章 网络管理和安全





第三节 共享式以太网



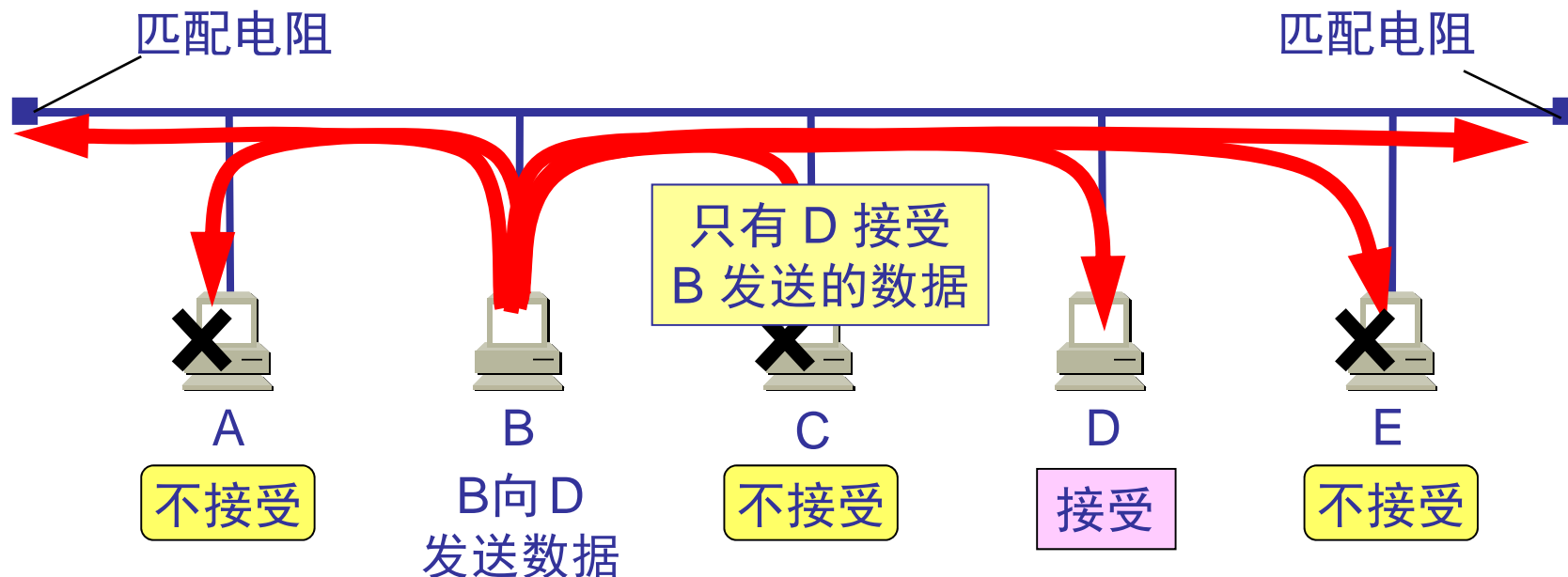
Ethernet的发展

- Ethernet的核心技术是CSMA/CD介质访问控制方法
- 随机争用技术起源于夏威夷大学校园网ALOHA
- 1972年，Xerox公司开始Ethernet实验网的研究
- 1979年，Xerox公司宣布了Ethernet产品
- 1980年，Xerox、DEC与Intel宣布Ethernet V2.0规范
- 20世纪90年代，10Base-T标准使得Ethernet性能价格比大大提高
- 目前，交换式Ethernet与最高速率为10Gb/s的高速Ethernet的出现，更确立了它在局域网中的主流地位



以太网

- ◆ 最初的以太网是将许多计算机都连接到一根总线上。当初认为这样的连接方法既简单又可靠，因为总线上没有有源器件。





以太网的广播方式发送

- ◆ 总线上的每一个工作的计算机都能检测到 B 发送的数据信号
- ◆ 由于只有计算机 D 的地址与数据帧首部写入的地址一致，因此只有 D 才接收这个数据帧
- ◆ 其他所有的计算机（A，C 和 E）都检测到不是发送给它们的数据帧，因此就丢弃这个数据帧而不能够收下来
- ◆ 具有广播特性的总线上实现了一对一的通信



以太网采取了两种重要的措施

- ◆ 采用较为灵活的无连接的工作方式，即不必先建立连接就可以直接发送数据。
- ◆ 以太网对发送的数据帧不进行编号，也不要求对方发回确认。

这样做的理由是局域网信道的质量很好，因信道质量产生差错的概率是很小的。



以太网提供的服务

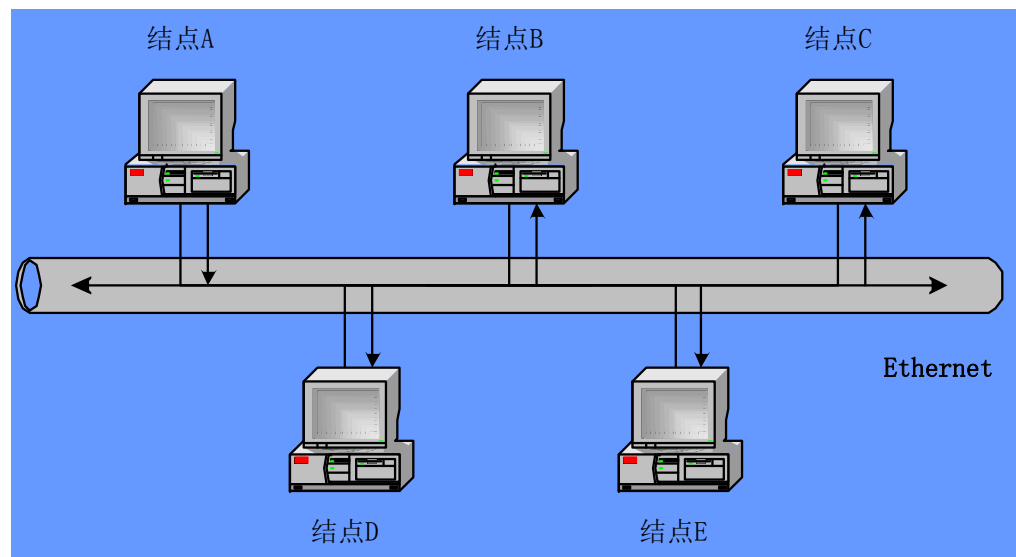
- ◆ 以太网提供的服务是不可靠的交付，即尽最大努力的交付



以太网的工作原理

在以太网中采用“竞争”策略来获得信道。这种方案称做**载波监听多路访问/冲突检测协议**，简写为**CSMA/CD**，以太网的工作原理可以概括为：

先听后发
边发边听
冲突停止
延迟重发





发前

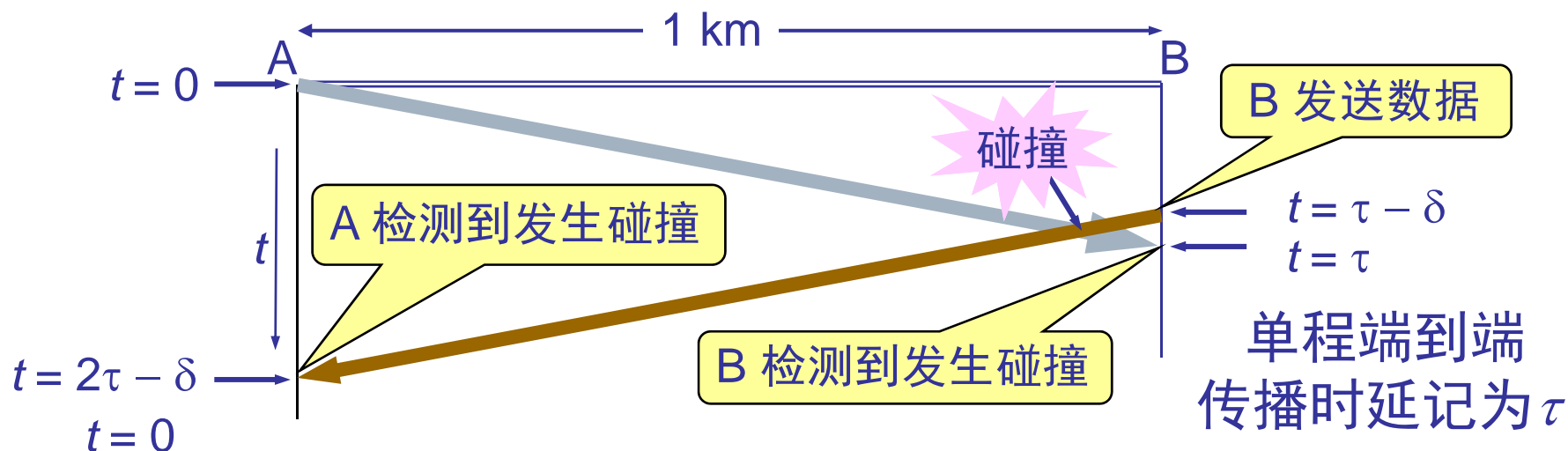
(1) 不监听方式 (2) 发前监听方式

- 非坚持的CSMA：线路忙，等待一段时间，再侦听；不忙时，立即发送；减少冲突，信道利用率降低。
- 1坚持的CSMA：线路忙，继续侦听；不忙时，立即发送；提高信道利用率，增大冲突。
- p 坚持的CSMA：线路忙，继续侦听；不忙时，根据 p 概率进行发送，另外的 $1-p$ 概率为继续侦听（ p 是一个指定概率值）；有效平衡，但复杂。

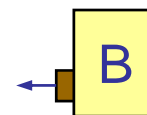
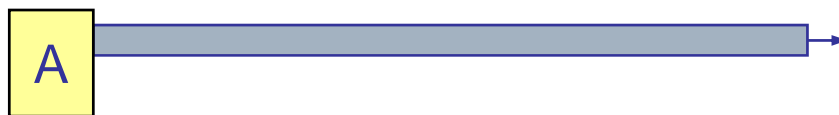
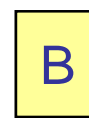
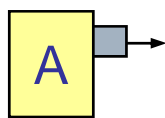


发中：边听边发

发送站点传输过程中仍继续监听媒体，以检测是否存在冲突。如果发生冲突，信道上可以检测到超过发送站点本身发送的载波信号的幅度，由此判断出冲突的存在。一旦检测到冲突，就立即停止发送，并向总线上发一串阻塞信号，用以通知总线上其它各有关站点。这样，通道容量就不致因白白传送已受损的帧而浪费，可以提高总线的利用率。



A 检测到
信道空闲
发送数据



$t = \tau - \delta$
B 检测到信道空闲
发送数据

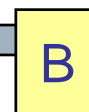
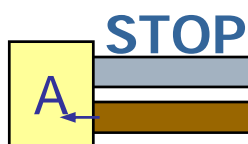


$t = \tau - \delta / 2$
发生碰撞



$t = \tau$
B 检测到发生碰撞
停止发送

$t = 2\tau - \delta$
A 检测到
发生碰撞





冲突代价

CSMA/CD的代价是用于检测冲突所花费的时间。假定A、B两个站点位于总线两端，两站点之间的最大传播时延为 τ 。当A站点发送数据后，经过接近于最大传播时延 τ 时，B站点正好也发送数据，此时冲突便发生。发生冲突后，B 站点立即可检测到该冲突，而A站点需再经过一份最大传播时延 τ 后，才能检测出冲突。最坏情况下，**对CSMA/CD来说，检测出冲突的时间等于任意两个站之间最大传播时延的两倍，即 2τ 。**



争用期

- ◆ 以太网的端到端往返时延 2τ 称为争用期，或碰撞窗口。经过争用期这段时间还没有检测到碰撞，才能肯定这次发送不会发生碰撞。
- ◆ 以太网取 $51.2 \mu\text{s}$ （微秒）为争用期的长度。
- ◆ 对于 10 Mb/s 以太网，在争用期内可发送 $10 \times 10^6 \times 51.2 \times 10^{-6} = 512 \text{ bit}$ ，即 64 字节。
- ◆ 以太网在发送数据时，若前 64 字节没有发生冲突，则后续的数据就不会发生冲突。



争用期

如果发生冲突，就一定是在发送的前 64 字节之内。由于一检测到冲突就立即中止发送，这时已经发送出去的数据一定小于 64 字节。**以太网规定了最短有效帧长为 64 字节，凡长度小于 64 字节的帧都是由于冲突而异常中止的无效帧。**



延迟重发：重发策略

一个站在发现冲突后，应立即停止本次发送，然后重新安排发送。有多种重发策略。目前常用的策略有以下3种：

(1) 随机策略：

工作站在发现冲突后，推迟一随机时间，再进行重发。

(2) 二进制指数退避算法BEB：

该算法中重发的延迟时间是均匀地分布在 $0 \sim T_{BEB}$ 之间，这里

$$T_{BEB} = 2^{i-1} (2 \tau)$$

(3) 截断式二进制指数退避算法：

该算法是对前一算法的改进，它仍然采用二进制指数退避策略，但当重发时延增加到一定大小时便停止后退，以后的多次重发延迟时间 T_{BEB} 均采用这个时间。



CSMA/CD工作过程类似很多人在一间黑屋子中举行讨论会，参加会议的人都是只能听到其他人的声音。每个人在说话前必须先倾听，只有等会场安静下来后，他才能够发言。人们将发言前监听以确定是否已有人在发言的动作成为“载波侦听”；将在会场安静的情况下每人都有平等机会讲话成为“多路访问”；如果有两人或两人以上同时说话，大家就无法听清其中任何一人的发言，这种情况称为发生“冲突”。发言人在发言过程中要及时发现是否发生冲突，这个动作称为“冲突检测”。如果发言人发现冲突已经发生，这时他需要停止讲话，然后随机后退延迟，再次重复上述过程，直至讲话成功。如果失败次数太多，他也许就放弃这次发言的想法。



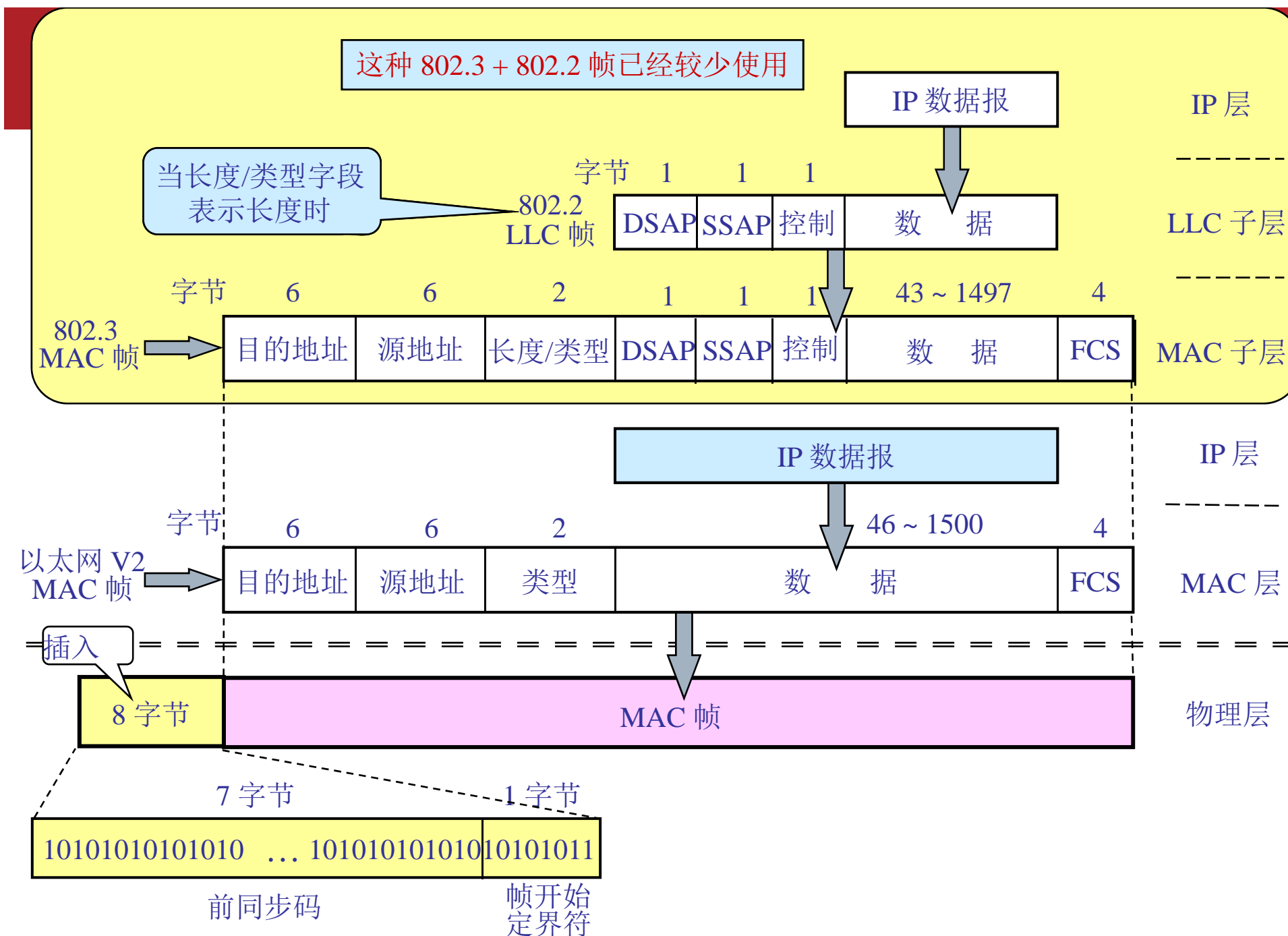
CSMA/CD优缺点

- 优点:原理比较简单,技术上易实现,网络中各工作站处于平等地位,不需集中控制,不提供优先级控制。
- 缺点:但在网络负载增大时,发送时间增长,发送效率急剧下降。



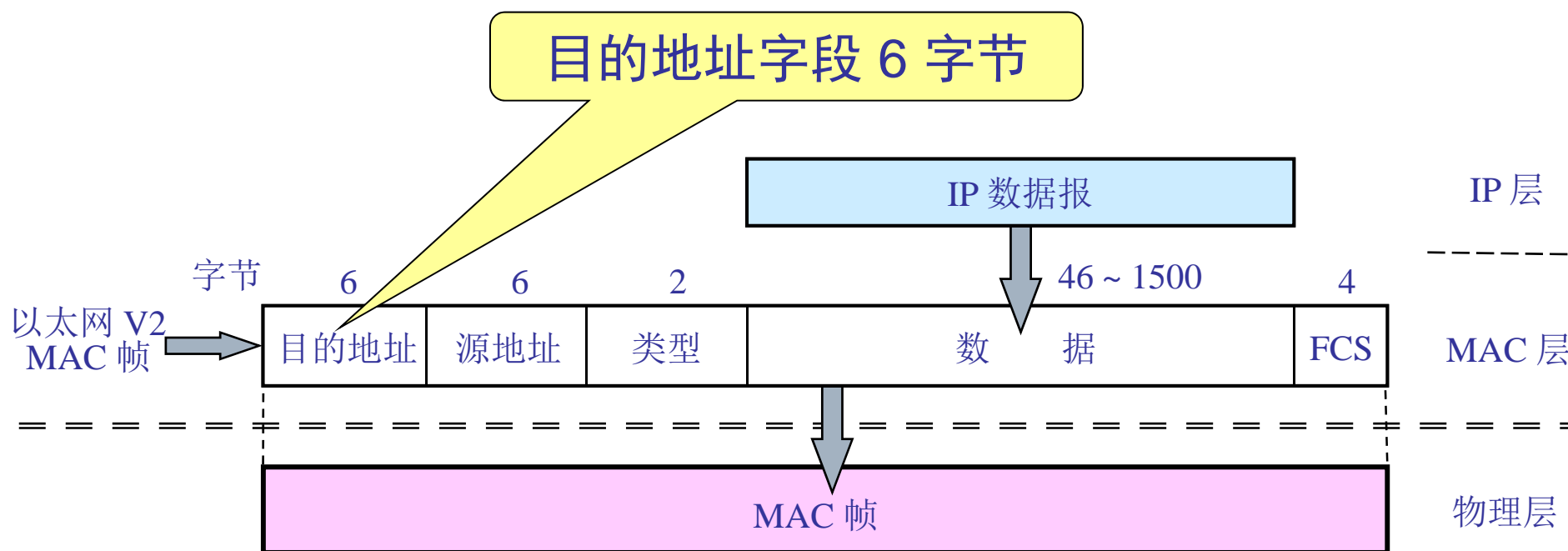
两种不同的以太网MAC 帧格式

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



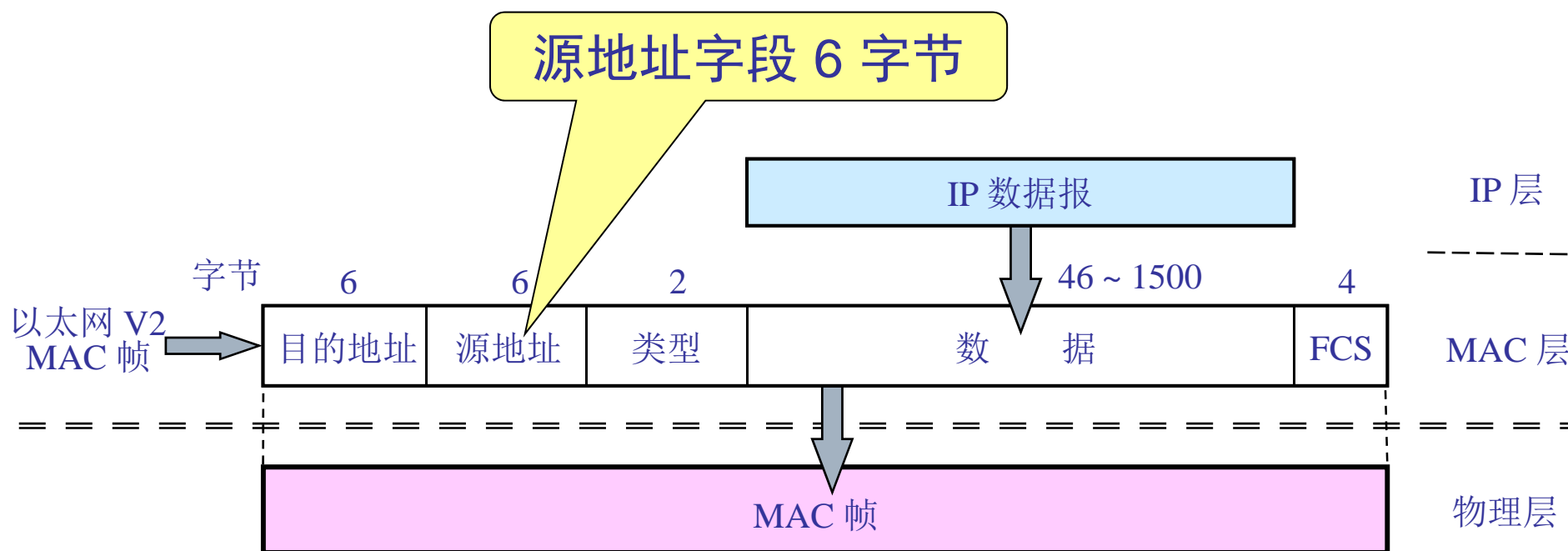


以太网 V2 的 MAC 帧格式





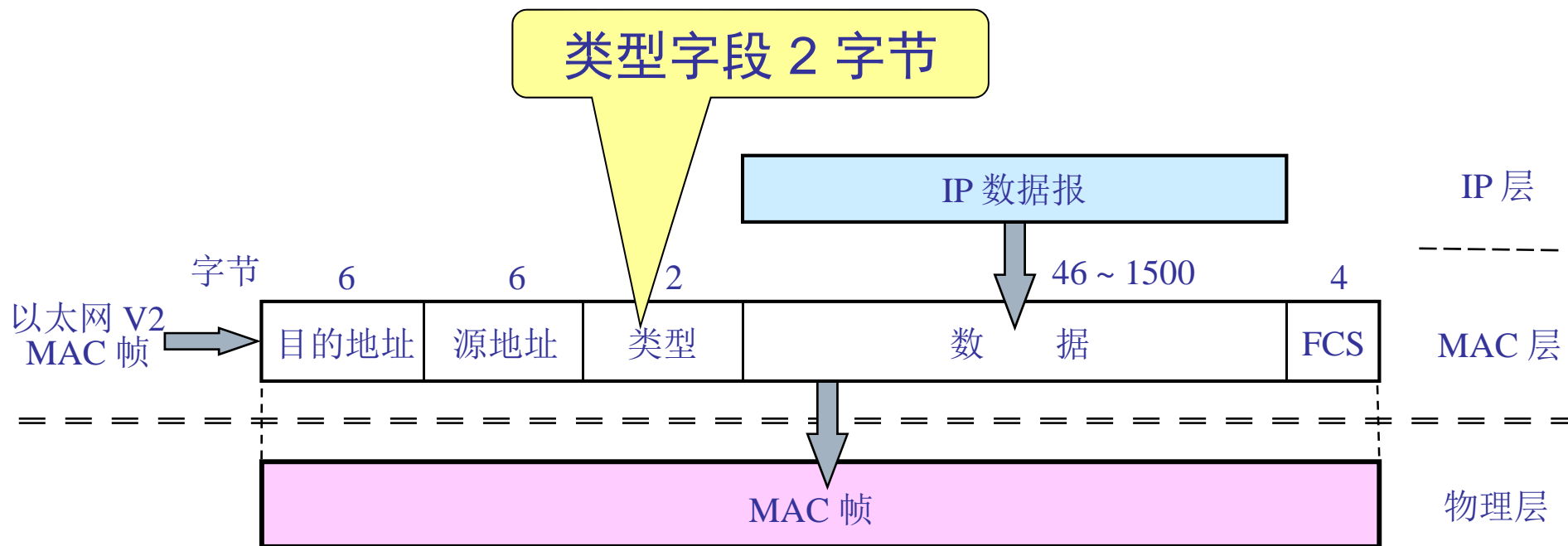
以太网 V2 的 MAC 帧格式





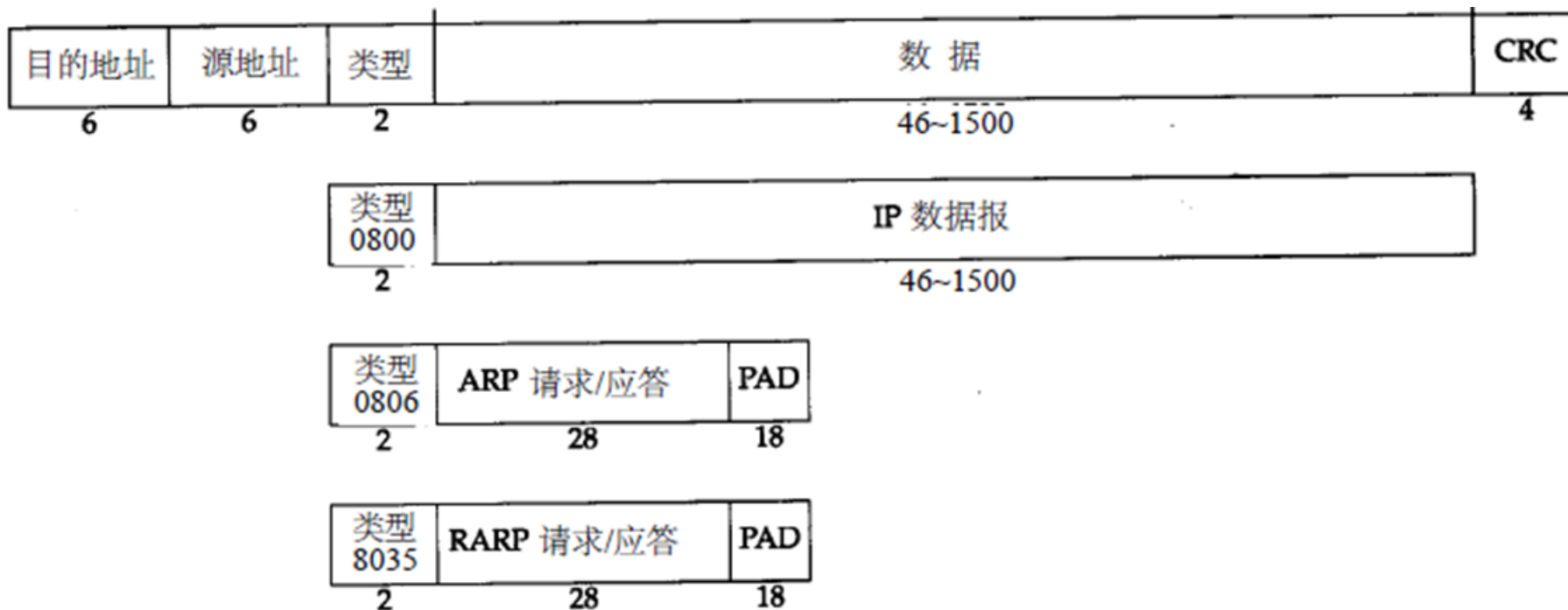
以太网 V2 的 MAC 帧格式

类型字段用来标志上一层使用的是什麼协议，以便把收到的 MAC 帧的数据上交给上一层的这个协议。





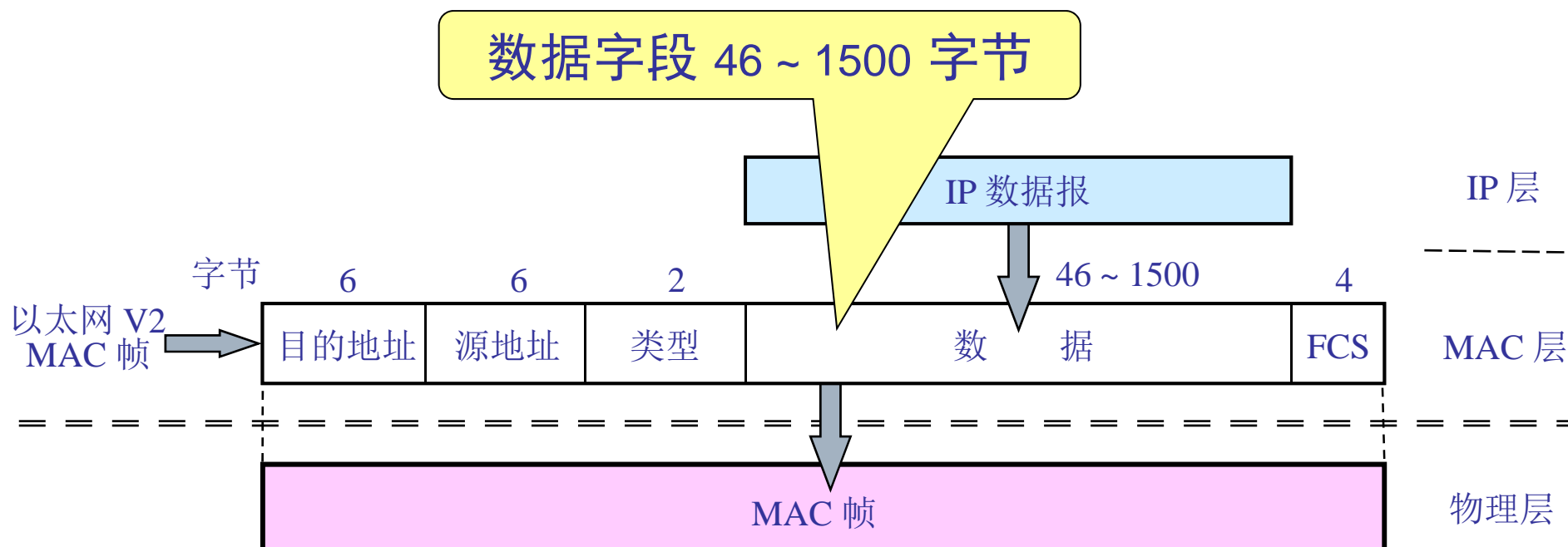
以太网 V2 的 MAC 帧格式

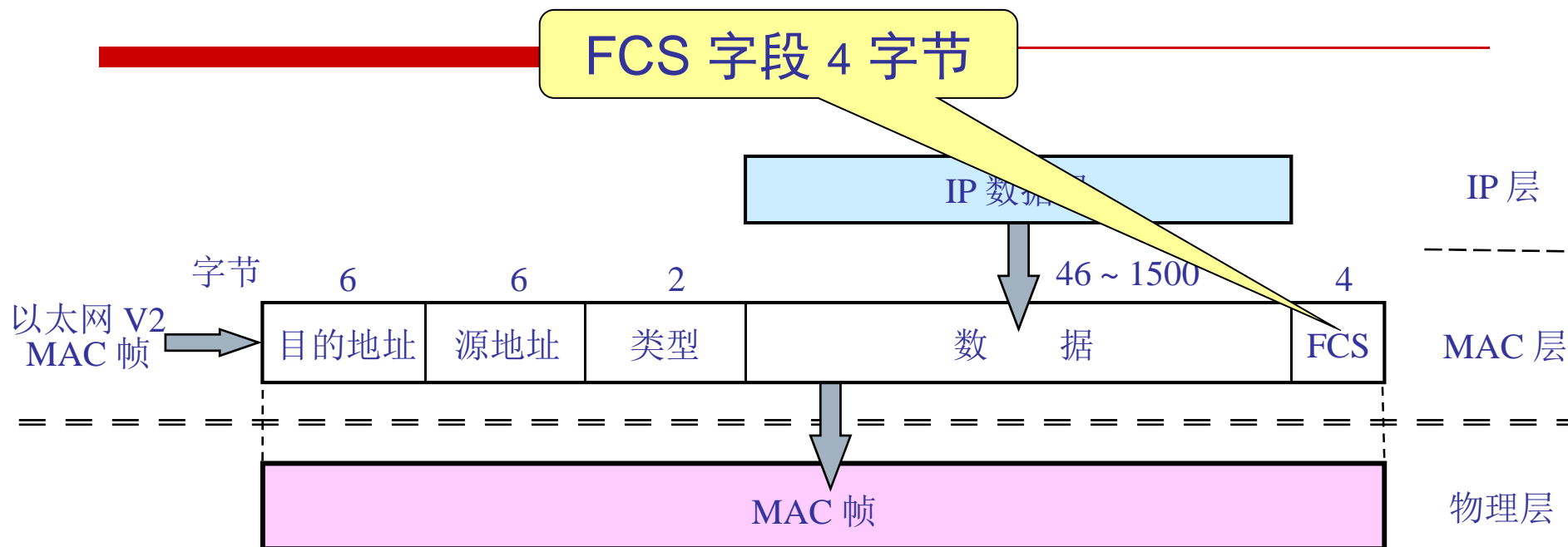




以太网 V2 的 MAC 帧格式

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

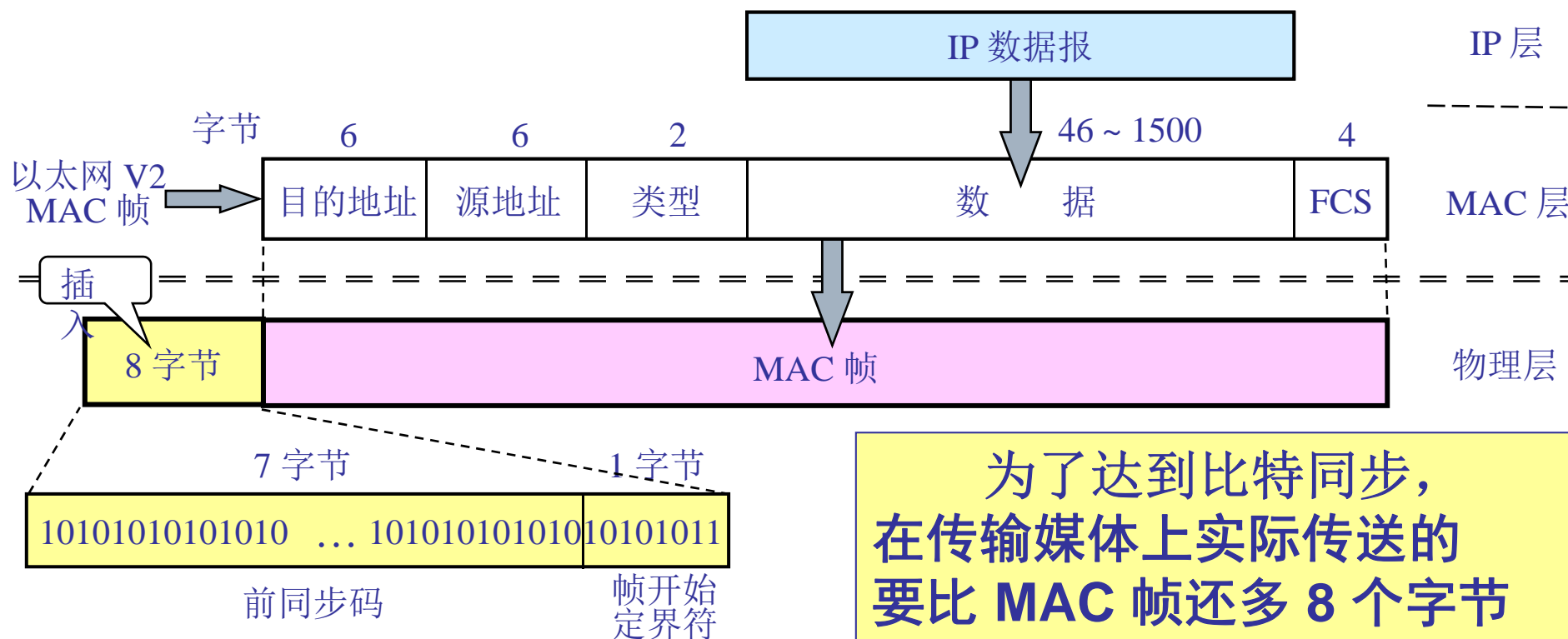




当数据字段的长度小于 46 字节时，
应在数据字段的后面加入整数字节的填充字段，
以保证以太网的 MAC 帧长不小于 64 字节。



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。



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



无效以太网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。



河海大学 计算机与信息学院

谢谢！