



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



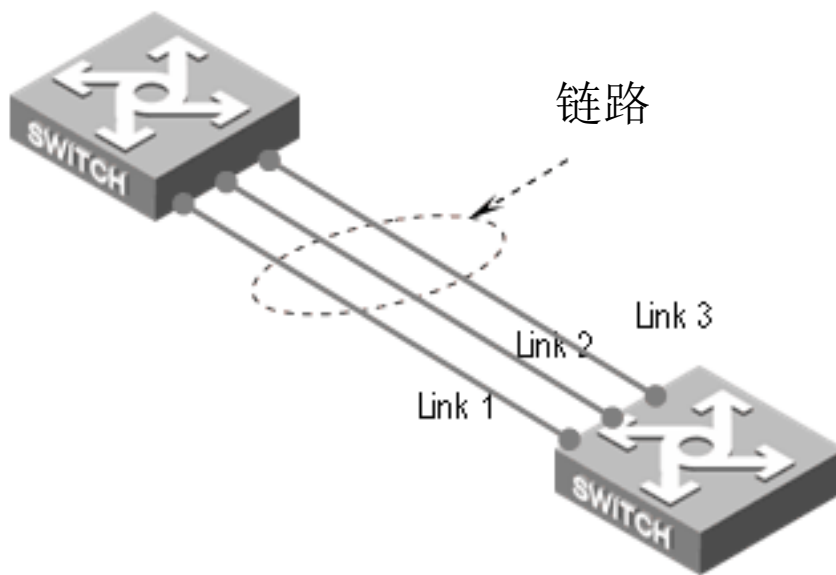
计算机专业课程

第四章 数据链路层



第四章 数据链路层

第一节 数据链路层的基本概念



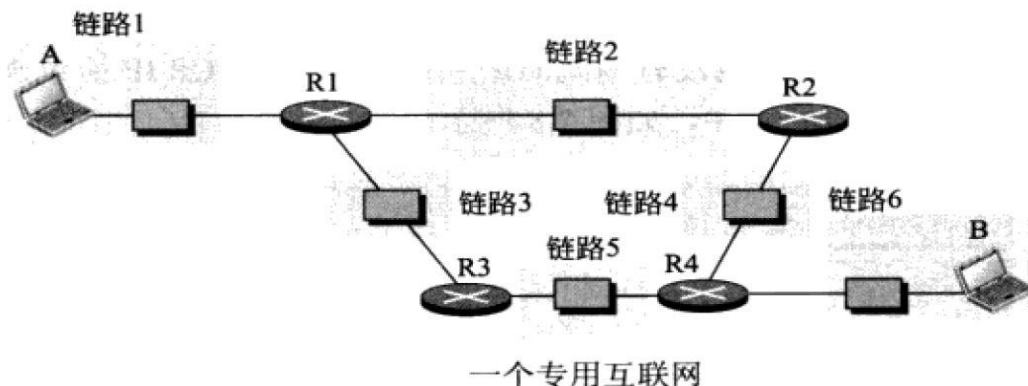
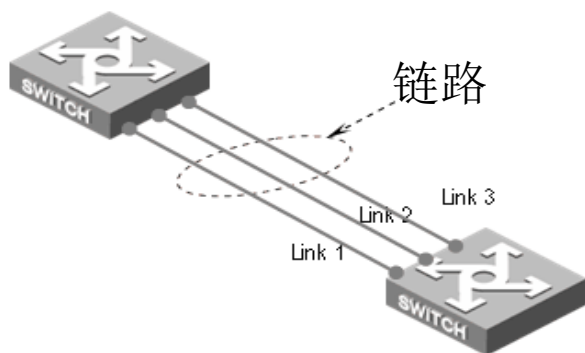


“链路”和“数据链路”的概念

链路 就是一条无源的点到点的物理线路段，中间没有任何其他的交换结点。在进行通信时，两个计算机之间的通路往往是由许多的链路串接而成的

当需要在一条线路上传送数据时，除了必须有一条物理线路外，还必须有一些必要的规程来控制这些数据的传输。把实现这些规程的硬件和软件加到链路上，就构成了数据链路。

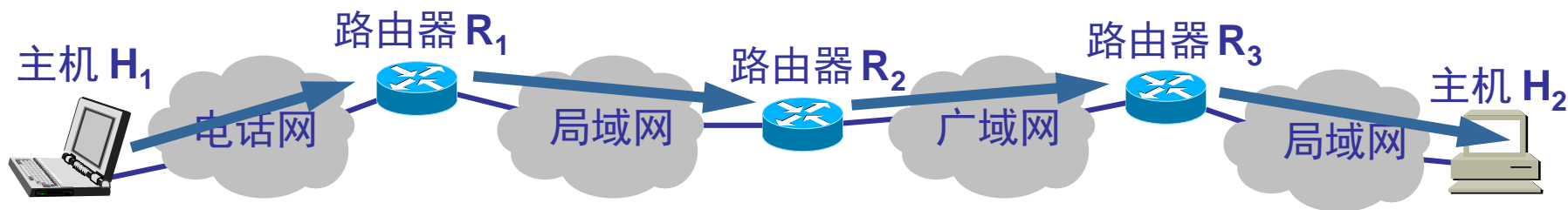
- 最常用的方法是使用适配器（即网卡）来实现这些协议的硬件和软件。
- 一般的适配器都包括了数据链路层和物理层这两层的功能。



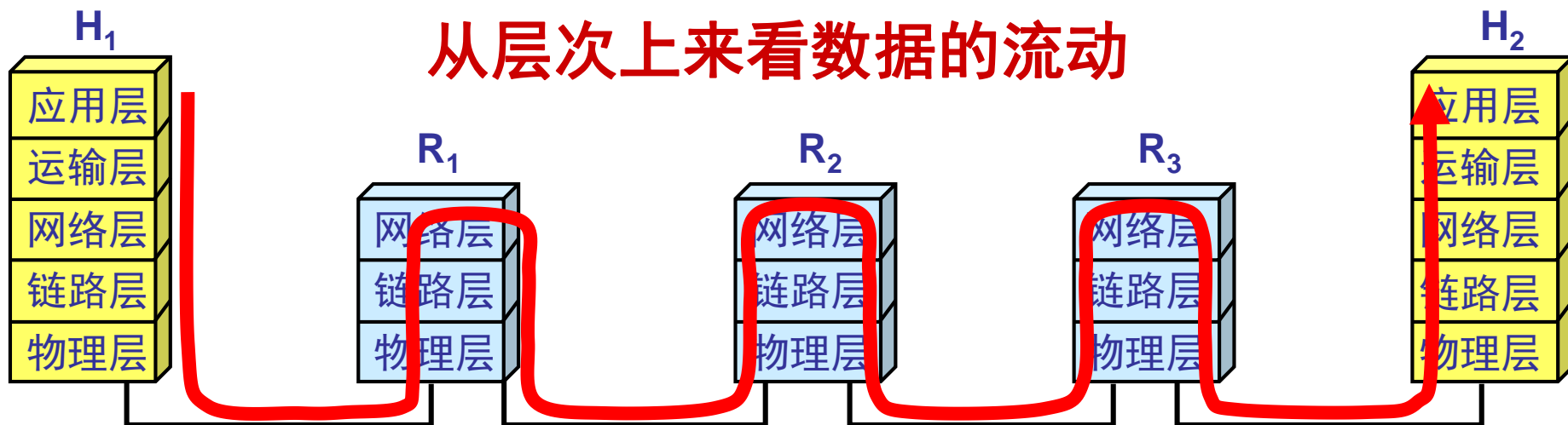


数据链路层的简单模型

主机 H_1 向 H_2 发送数据



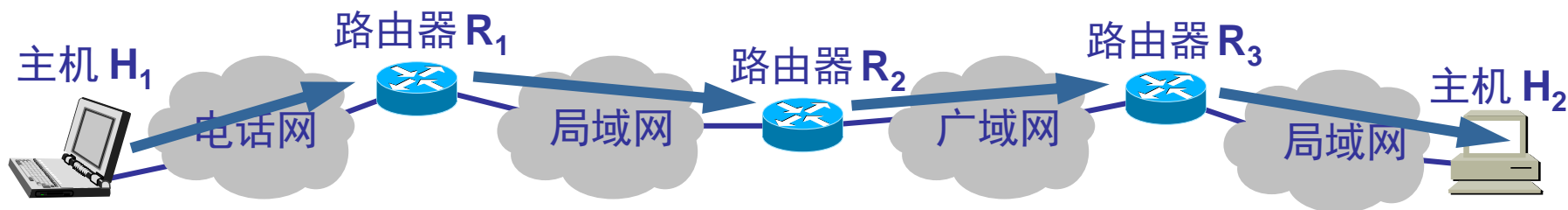
从层次上来看数据的流动



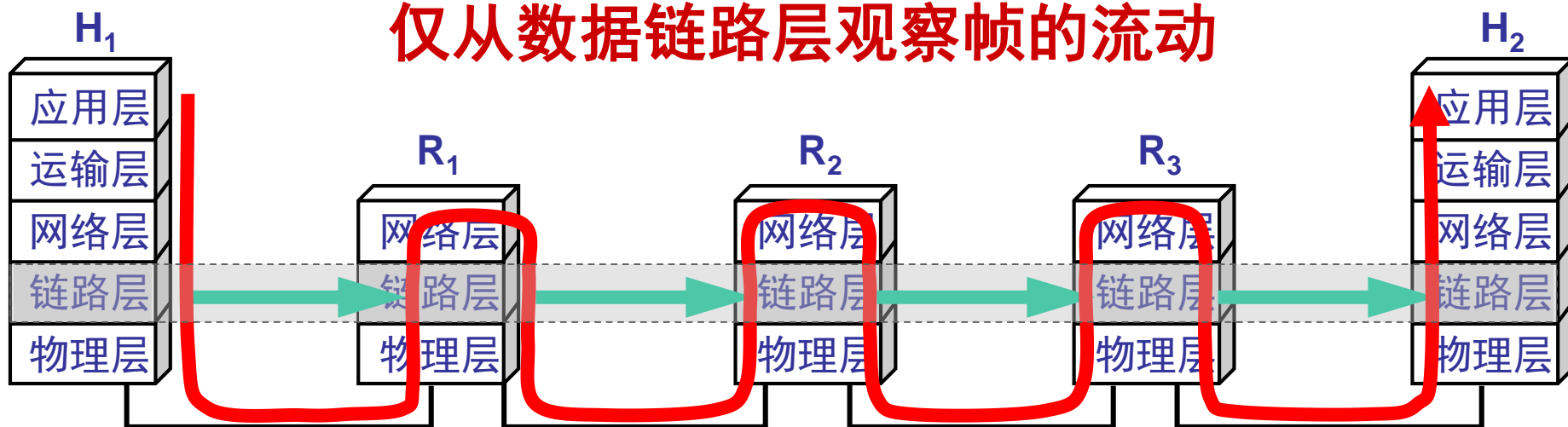


数据链路层的简单模型

主机 H_1 向 H_2 发送数据

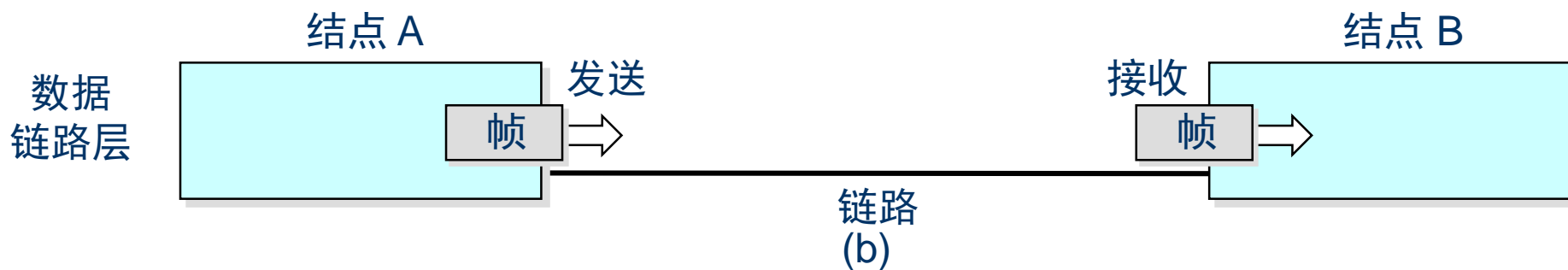
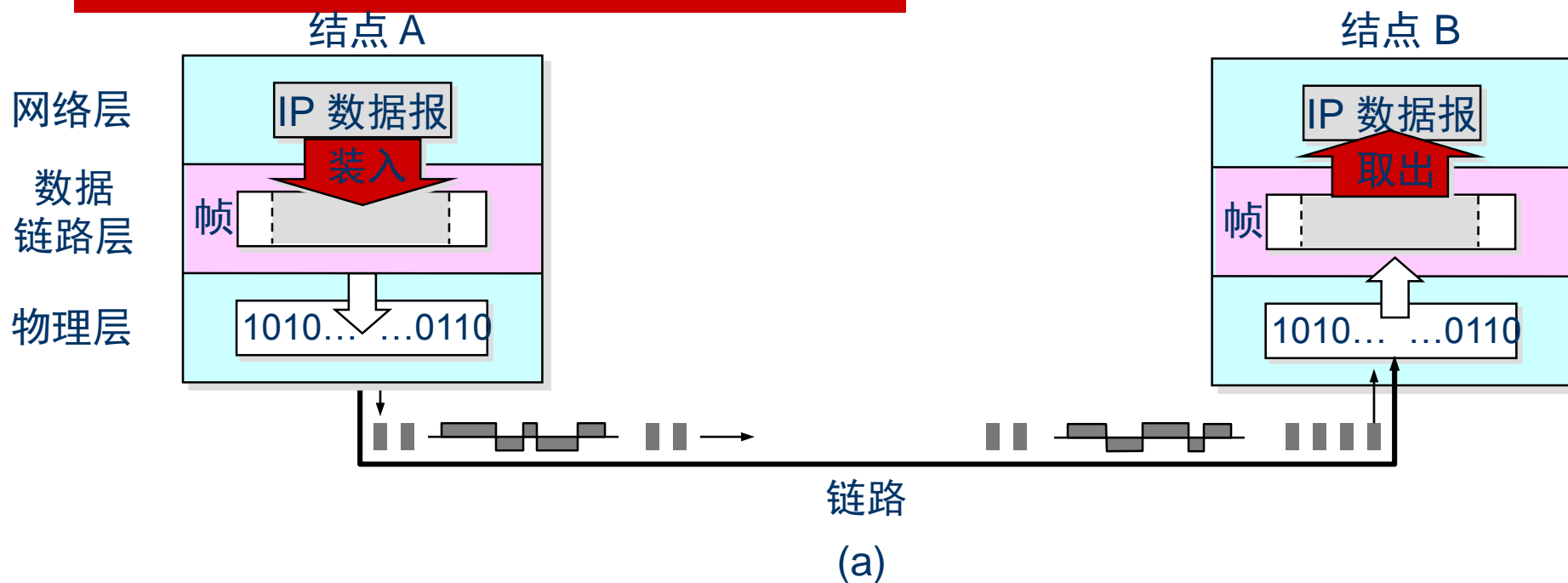


仅从数据链路层观察帧的流动





数据链路层传送的是帧





数据链路层解决的问题

- 封装成帧
- 透明传输
- 差错检测

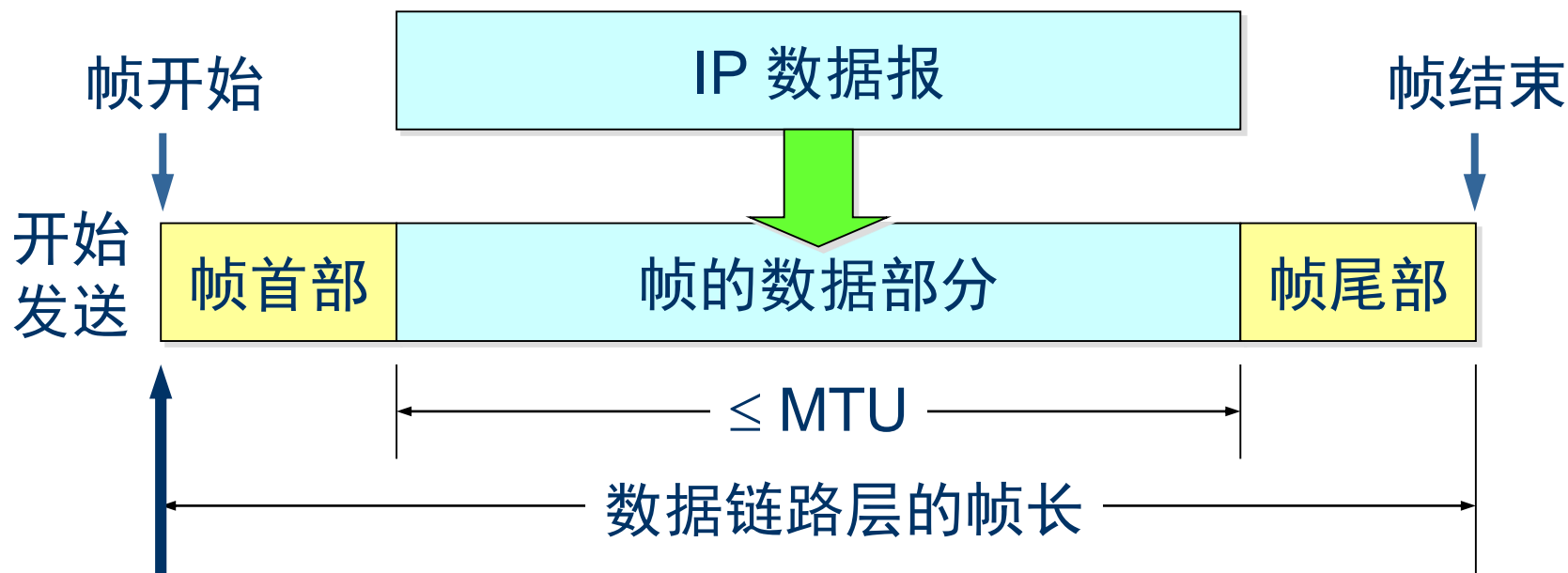


数据链路层解决的问题

●封装成帧

封装成帧 (Framing): 就是在一段数据的前后分别添加首部和尾部，这样就构成了一个帧。首部和尾部的一个重要作用就是进行**帧定界**。

- 接收端在收到物理层上交的比特流后，就能根据首部和尾部的标记，从收到的比特流中识别帧的开始和结束。

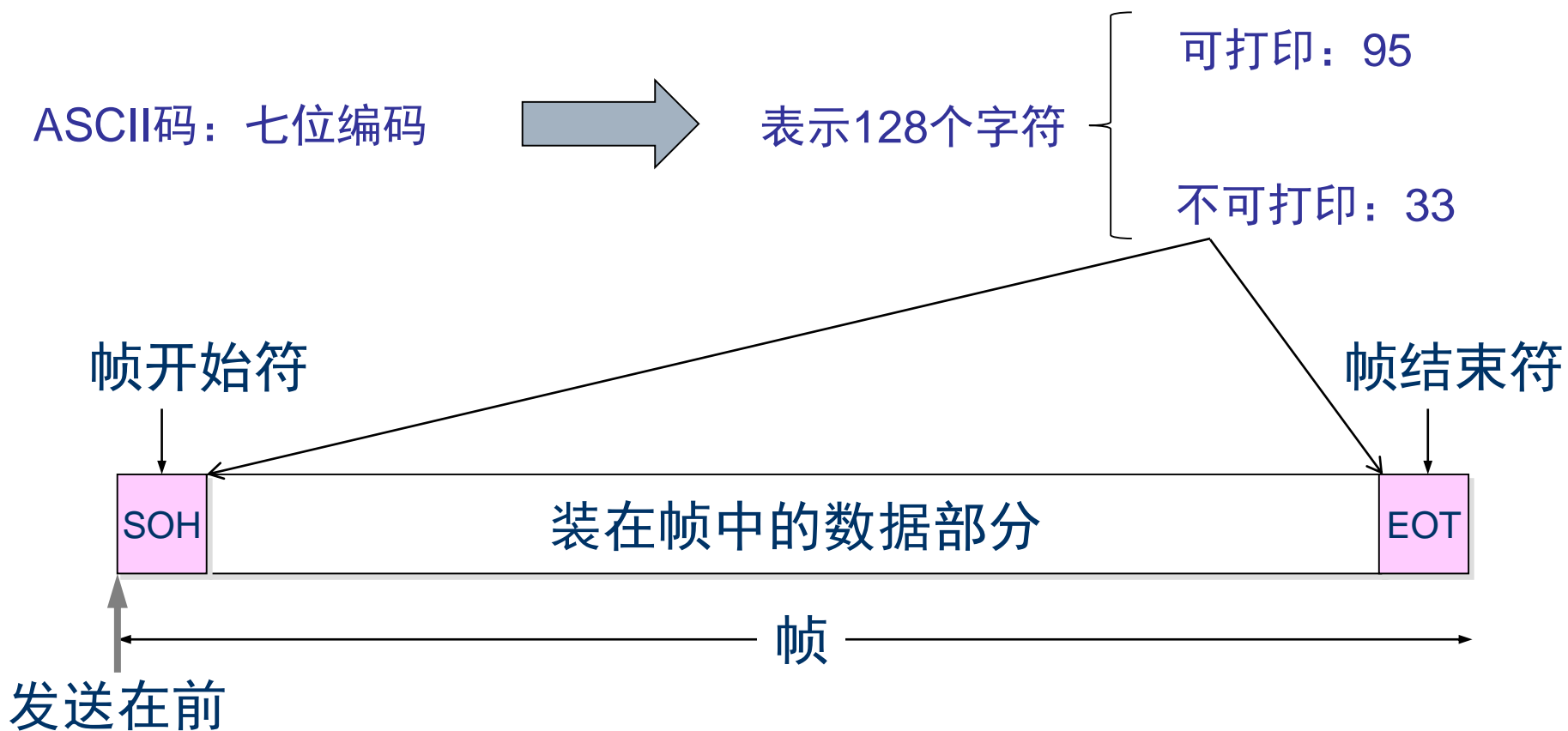




数据链路层解决的问题

●封装成帧

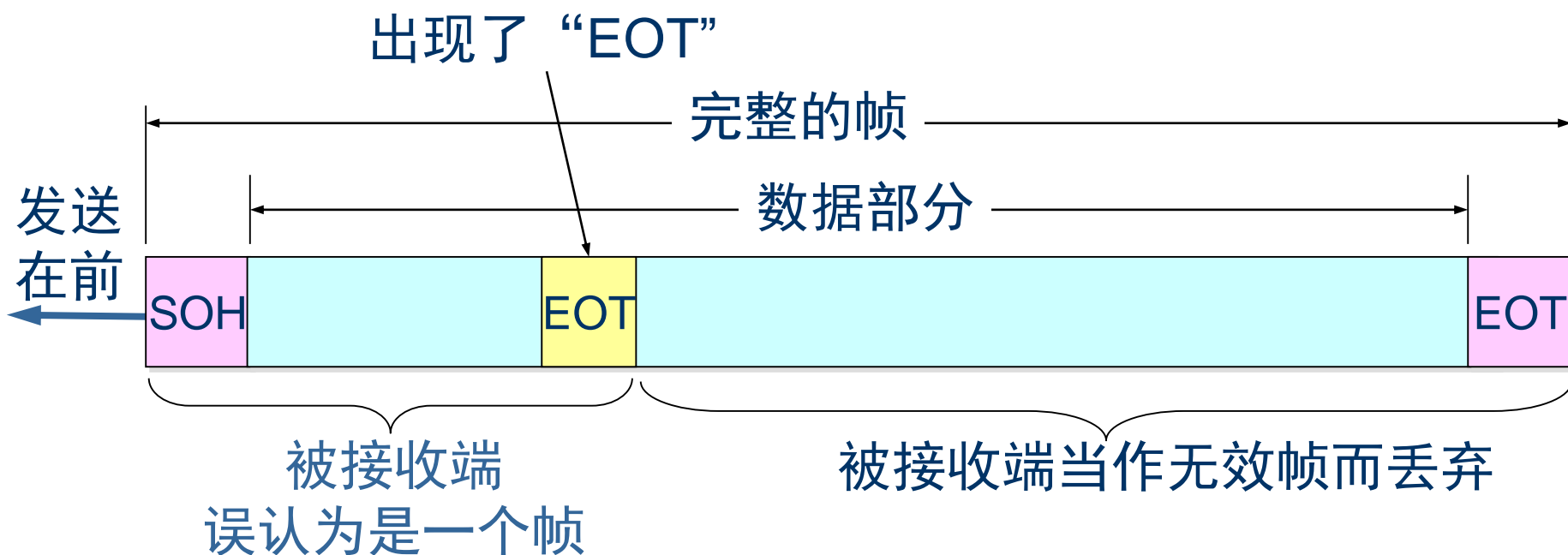
用控制字符进行帧定界的方法举例





数据链路层解决的问题

●透明传输





数据链路层解决的问题

●透明传输

- 发送端的数据链路层在数据中出现控制字符“SOH”或“EOT”的前面插入一个转义字符“ESC”(其十六进制编码是1B)。

以上方法称为：字节填充(byte stuffing)或字符填充

(character stuffing)——接收端的数据链路层在将数据送往网络层之前删除插入的转义字符。

- 如果转义字符也出现数据当中怎么办？

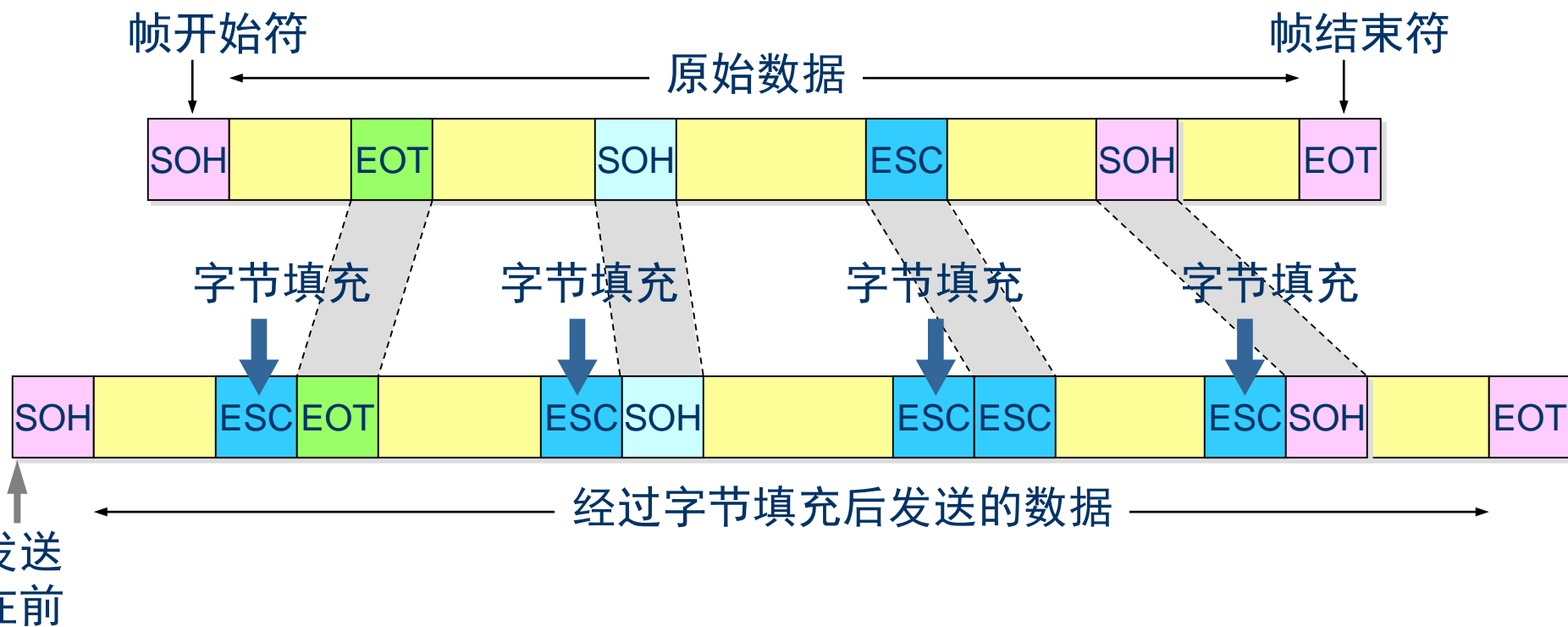
解决方法：那么应在转义字符前面插入一个转义字符。当接收端收到连续的两个转义字符时，就删除其中前面的一个。



数据链路层解决的问题

●透明传输

用字节填充法解决透明传输的问题



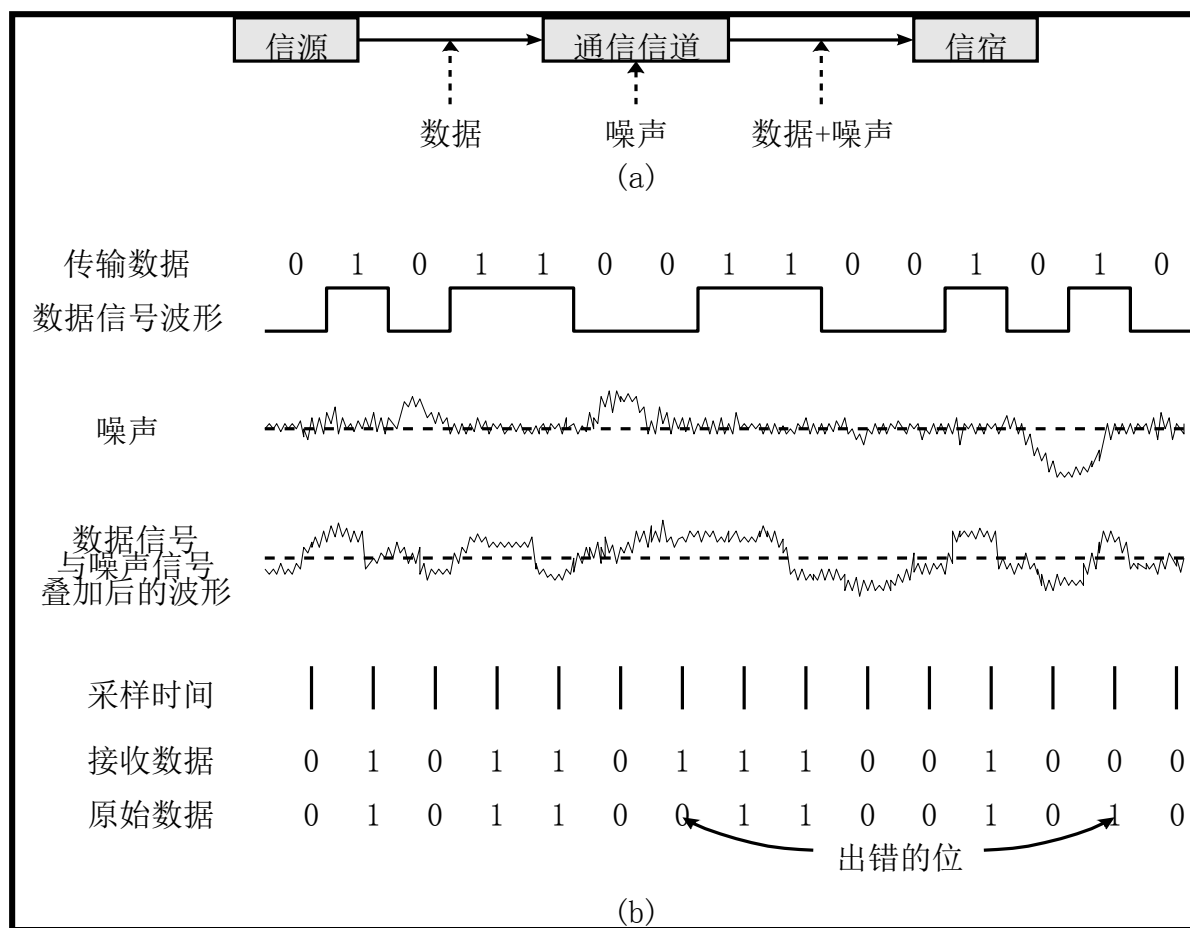


数据链路层解决的问题

● 差错检测

传输差错：通过通信信道后接收的数据与发送数据不一致的现象。

由于通信信道总是有一定的噪声存在，因此在到达信宿时，接收信号是信号与噪声的叠加。如果噪声对信号叠加的结果在电平判断时出现错误，就会引起通信数据的错误





数据链路层解决的问题

● 差错检测

- 在数据链路层传送的帧中，广泛使用了循环冗余检验CRC 的检错技术。
- 基本原理：包括两个部分：
 1. 计算校验码
 2. 检验校验码





数据链路层解决的问题

● 差错检测

冗余码的计算

- **第一步**：用二进制的模 2 运算进行 2^n 乘 M 的运算（这相当于在 M 后面添加 n 个 0）。
- **第二步**：得到的 $(k + n)$ 位的数模 2 除以事先选定好的长度为 $(n + 1)$ 位的除数 P ，得出商是 Q 而余数是 R ，余数 R 比除数 P 少 1 位，即 R 是 n 位。
- **第三步**：把余数 R 作为冗余码添加在数据 M 的后面发送出去。发送的数据是： $2^n M + R$



数据链路层解决的问题

●差错检测

冗余码的计算举例

现在 $k = 6$, $M = 101001$ 。设 $n = 3$, 除数 $P = 1101$,

解:

(1) 被除数是 $2^n M = 101001000$ 。

(2) 模 2 除运算的结果是: 商 $Q = 110101$,
余数 $R = 001$ 。

(3) 把余数 R 作为冗余码添加在数据 M 的后面发送出去。发送的数据是: $2^n M + R$

即: 101001001 , 共 $(k + n)$ 位。



数据链路层解决的问题

● 差错检测

$$\begin{array}{r} 110101 \leftarrow Q \text{ (商)} \\ P \text{ (除数)} \rightarrow 1101 \overline{) 101001000} \leftarrow 2^n M \text{ (被除数)} \\ \underline{1101} \\ 1110 \\ \underline{1101} \\ 0111 \\ \underline{0000} \\ 1110 \\ \underline{1101} \\ 0110 \\ \underline{0000} \\ 1100 \\ \underline{1101} \\ 001 \leftarrow R \text{ (余数), 作为 FCS} \end{array}$$





数据链路层解决的问题 ●差错检测

接收端对收到的每一帧进行 CRC 检验

- (1) 将接收到的数据+FCS除以 P ，若得出的余数 $R = 0$ ，则判定这个帧没有差错，就接受(accept)。
- (2) 若余数 $R \neq 0$ ，则判定这个帧有差错，就丢弃。

□ 注意：

- 1.这种检测方法并不能确定究竟是哪一个或哪几个比特出现了差错。
- 2.只要经过严格的挑选，并使用位数足够多的除数 P ，那么出现检测不到的差错的概率就很小很小。



数据链路层解决的问题

●差错检测

应当注意

- 仅用循环冗余检验 CRC 差错检测技术只能做到无差错接受(accept)。
- “无差错接受”是指：“凡是接受的帧（即不包括丢弃的帧），我们都能以非常接近于 1 的概率认为这些帧在传输过程中没有产生差错”。
- 也就是说：“凡是接收端数据链路层接受的帧都没有传输差错”（有差错的帧就丢弃而不接受）。
- 要做到“可靠传输”（即发送什么就收到什么）就必须再加上确认和重传机制。



作业

1. 什么是链路，什么是数据链路。
2. 链路层需要解决哪三个问题，基本思路是什么？



计算机专业课程

谢 谢