

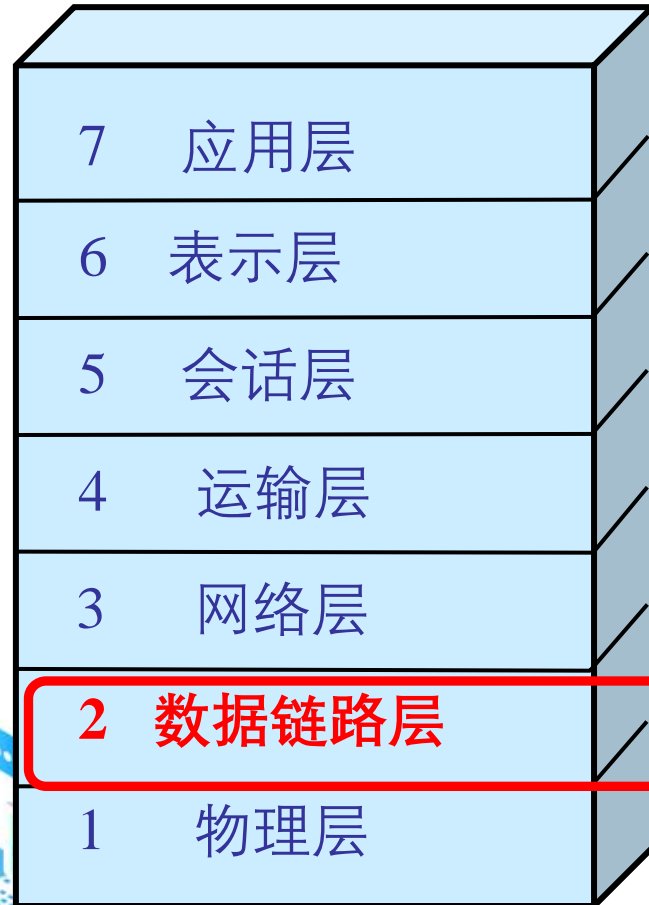


第3章 数据链路层

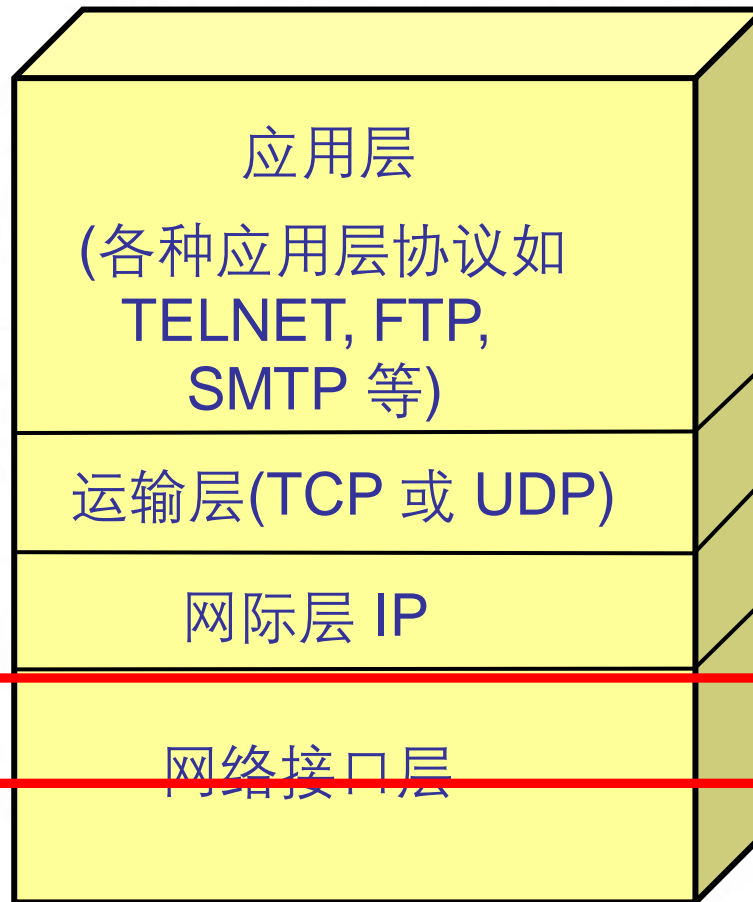
3.1.1 数据链路层基本知识



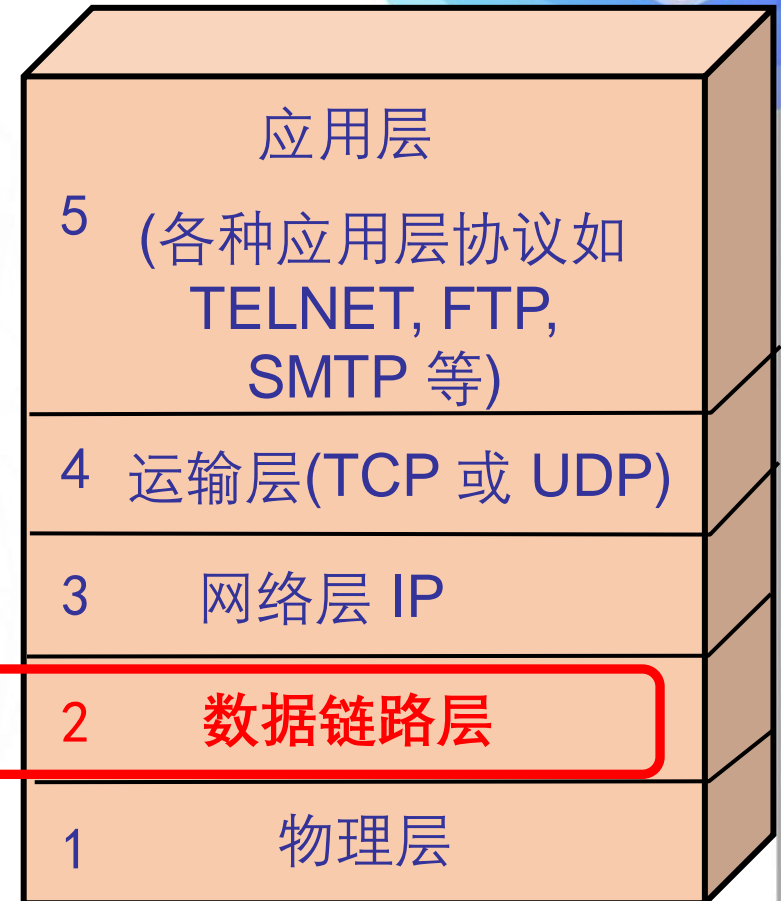
数据链路层的位置



OSI 的体系结构



TCP/IP 的体系结构



五层协议的体系结构

数据链路层的主要功能

➤ 为网络层提供服务：

- 链路管理：数据链路的建立、维持和释放。
- 寻址：保证每一帧都能正确到达目的站。

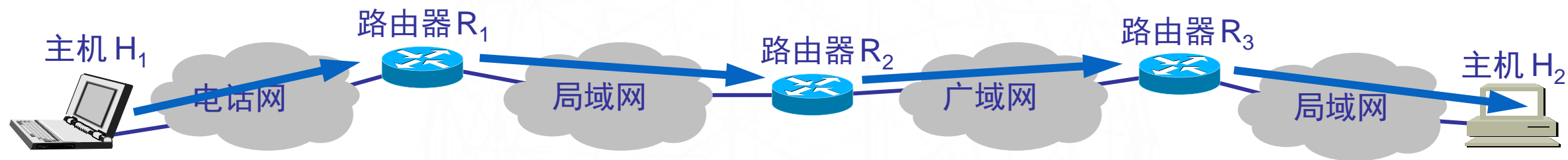
➤ 保证数据传输的有效、可靠：

- 帧定界：将物理层的比特封装成帧，确定帧的开始和结束。
- 透明传输：指不管数据是什么样的比特组合，都应当能在链路上传输。
- 差错检测：能对物理信道传输的比特流检测出差错。
- 流量控制：控制发送方的发送数据速率使接收方来得及接收。

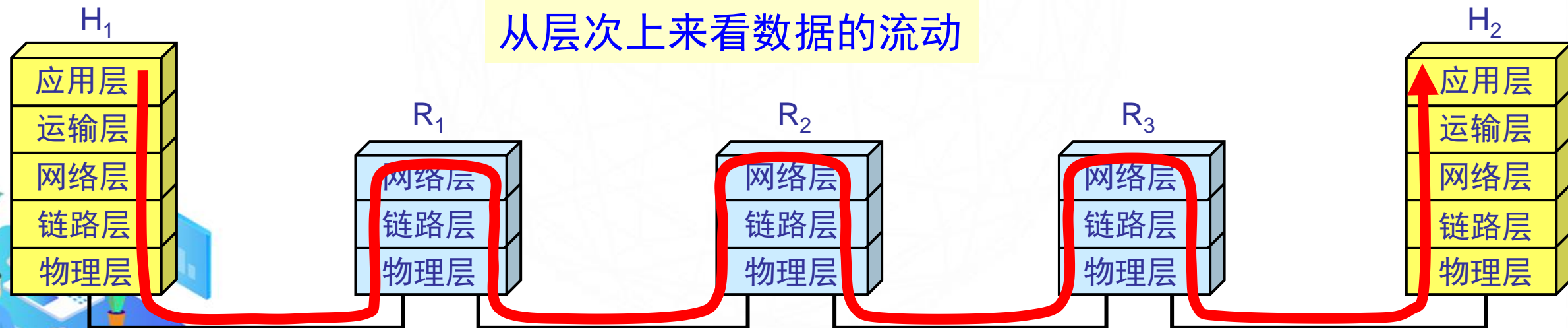


数据链路层的简单模型

主机 H_1 向 H_2 发送数据

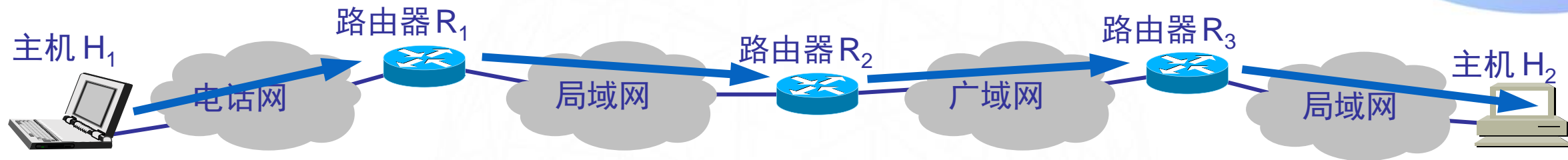


从层次上来看数据的流动

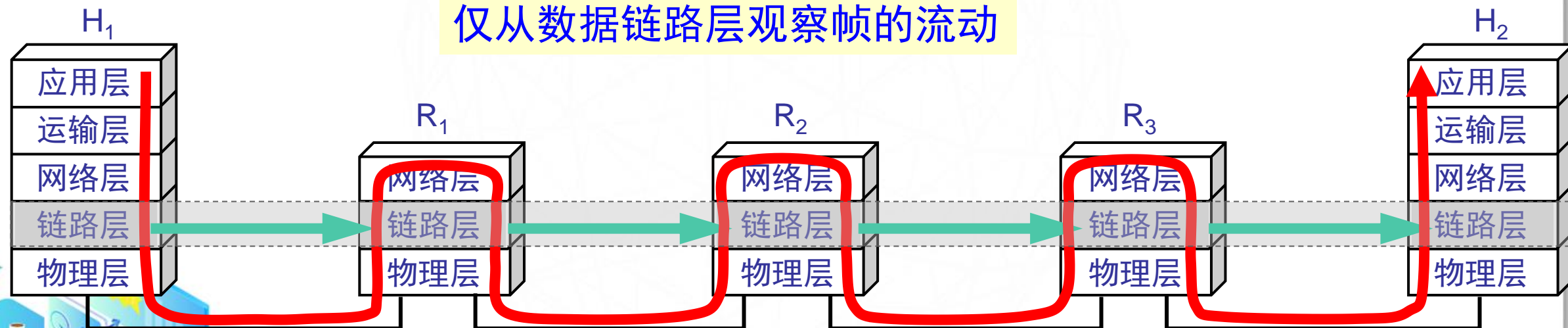


数据链路层的简单模型

主机 H_1 向 H_2 发送数据



仅从数据链路层观察帧的流动

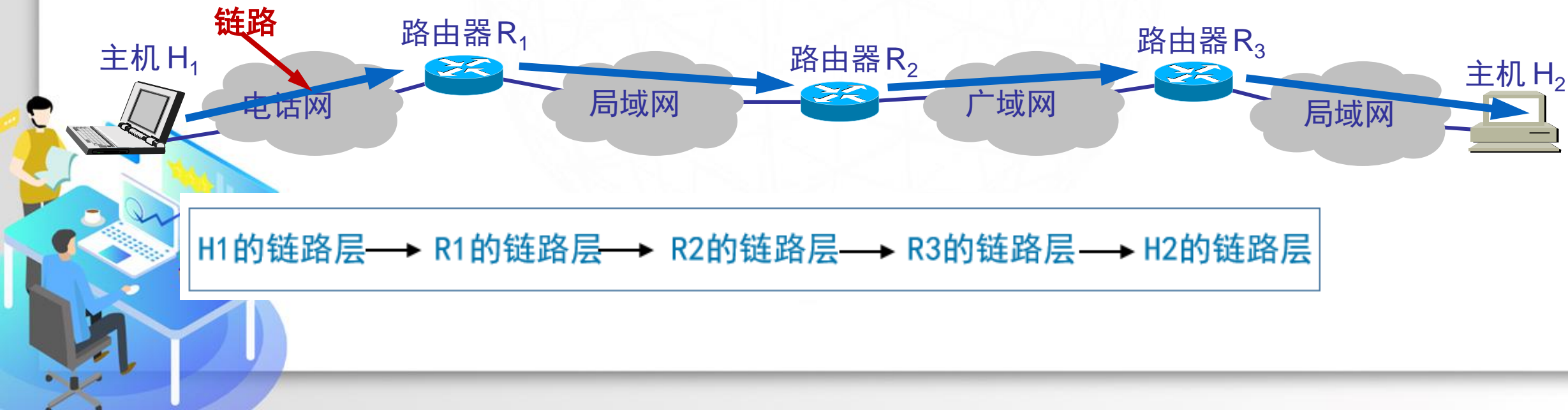


H_1 的链路层 → R_1 的链路层 → R_2 的链路层 → R_3 的链路层 → H_2 的链路层

链路link

➤ 链路(link)是从一个结点到相邻结点的一段物理线路（有线或无线），中间没有任何其他的交换结点。

- 进行数据通信时，两个计算机之间的通信路径往往要经过许多段这样的链路；
- 链路只是一条路径的一个组成部分。



数据链路data link



- 链路(link)是从一个结点到相邻结点的一段物理线路（有线或无线），中间没有任何其他的交换结点。
- 数据链路(data link)除了物理线路外，还必须有通信协议来控制这些数据的传输。若把实现这些协议的硬件和软件加到链路上，就构成了数据链路。
 - 现在最常用的方法是使用网络适配器（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。



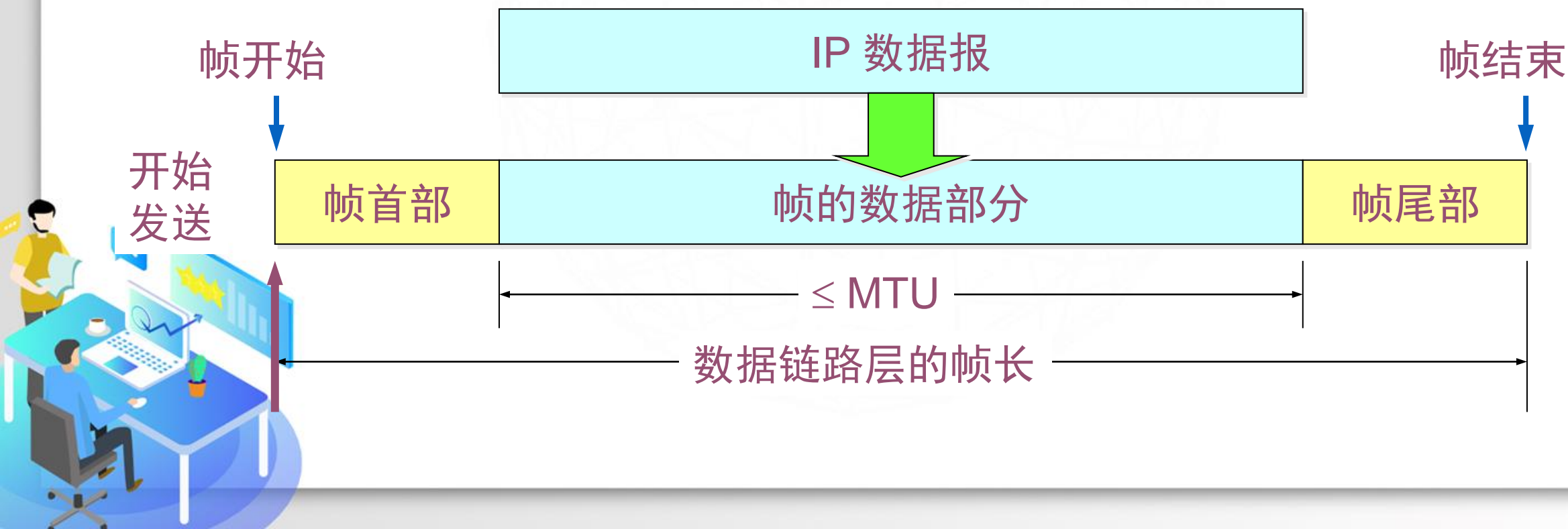
数据链路层传输数据单元-帧

- 数据链路层的协议数据单元—帧。
- 常常在两个对等的的数据链路层之间画出一个数字管道，而在这条数字管道上传输的数据单位是帧。



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**，然后就构成了一个**帧**。
- 首部和尾部的一个重要作用就是进行**帧定界**（确定帧的界限）。



常用成帧方法

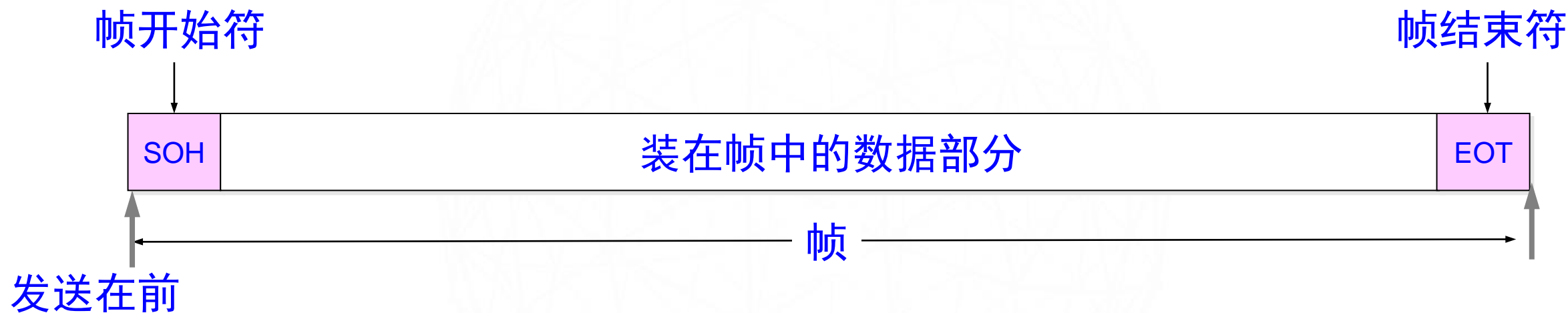
- 带字节/字符填充的首尾定界符法

让每一帧用一些特殊的字节作为开始和结束标志。

- 使用比特填充的标志法（也称零比特填充法）



用控制字符进行帧定界的方法举例

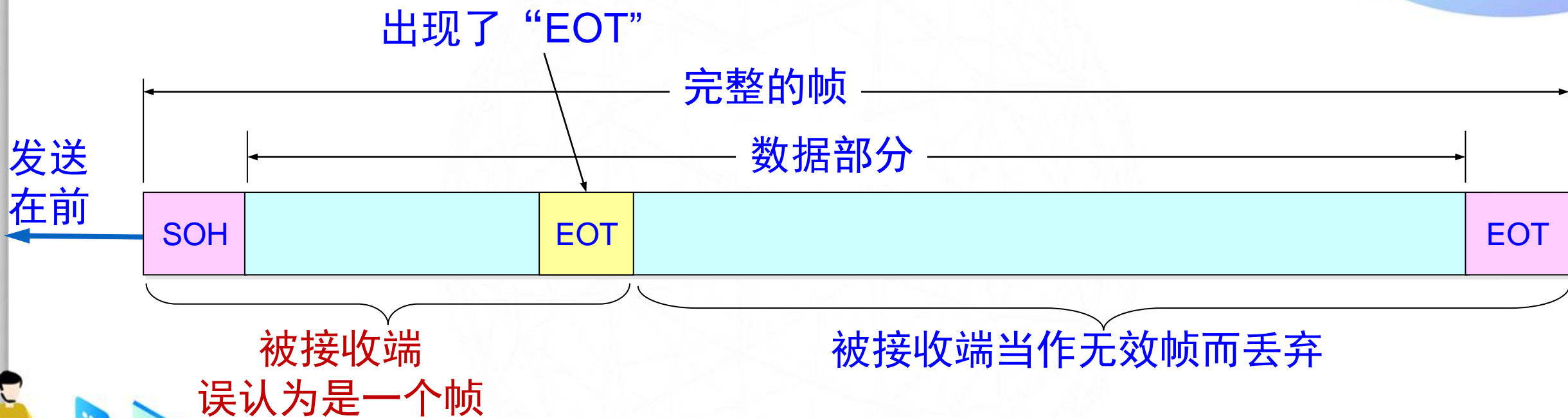


特殊的帧定界符:

SOH(Start of Head) ASCII码值 0x01

EOT(End of Tail)) ASCII码值 0x04

透明传输



➤透明：某一个实际存在的事物看起来却是好像不存在一样。

解决透明传输问题

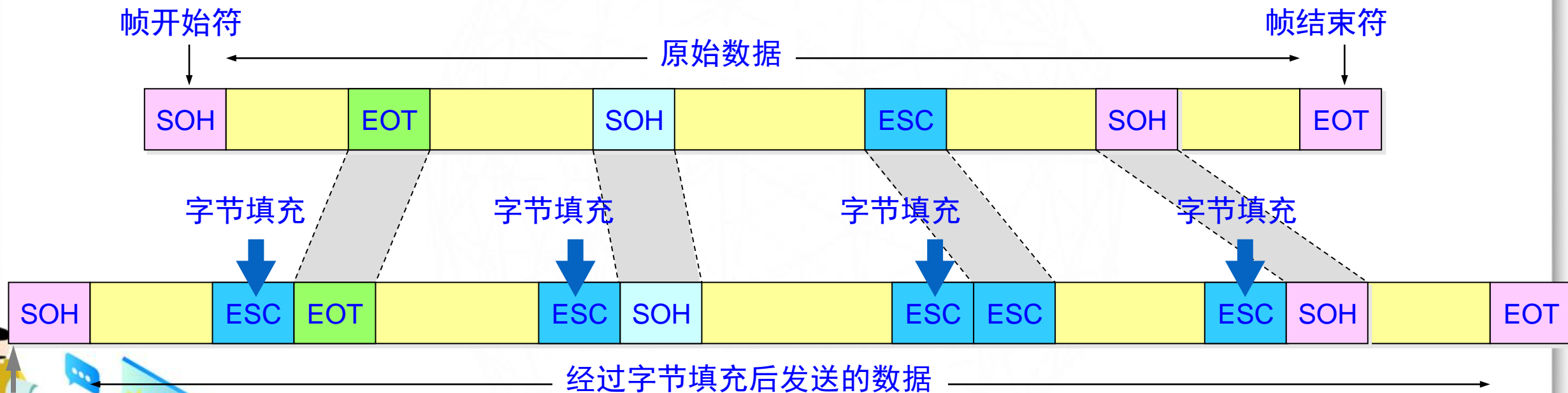


- 发送端的数据链路层在数据中出现控制字符“SOH”或“EOT”的前面插入一个转义字符“ESC” (其十六进制编码是 1B)。
- 字节填充(byte stuffing)或字符填充(character stuffing)——接收端的数据链路层在将数据送往网络层之前删除插入的转义字符。
- 如果转义字符也出现数据当中，那么应在转义字符前面插入一个转义字符。当接收端收到连续的两个转义字符时，就删除其中前面的一个。





用字节/字符填充法解决透明传输的问题



字节填充的标志字节法的特点

■ 缺点:

- 容易造成帧定界混淆
- 依赖于8位字符

■ 解决方法

- 在出现的特殊控制字符前插入转义字符，称为字节/字符填充的标志字节法。
- 位填充标志法（零比特插入法）





字节填充的首尾定界法

- 带字节填充的首尾定界法：

让每一帧用一些特殊的字节（标志字节）作为开始和结束。

- 缺点：当传输数据出现这些特殊的字节时容易造成帧定界混淆。

- 解决方法

➤ 在二进制数中偶然出现的标志字节前加入一个转义字节“ESC”。这称为字节/字符填充法。



零比特填充法

- 以01111110作为一帧的开始和结束标志F字段。
- 在发送端的数据链路层当碰到一串比特流数据中有 5 个连续 1 时，就立即在该比特流后填入一个“0”。
- 在接收帧时，先找到 F 字段以确定帧的边界。接着再对比特流进行扫描。每当发现 5 个连续 1 时，就将其后的一个“0”删除，以还原成原来的比特流。
- 零比特填充法使一帧中两个 F 字段之间不会出现 6 个连续 1。



零比特的填充与删除

数据中某一段比特组合恰好出现和 F 字段一样的情况

发送端在 5 个连 1 之后填入 0 比特再发送出去

在接收端将 5 个连 1 之后的 0 比特删除，恢复原样

0 1 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 1 0 1 0

会被误认为是 F 字段

0 1 0 0 1 1 1 1 1 0 1 0 0 0 1 0 1 0

填入 0 比特

0 1 0 0 1 1 1 1 1 0 1 0 0 0 1 0 1 0

在此位置删除填入的 0 比特



透明传输

- 采用零比特填充法就可传送任意组合的比特流，或者说，就可实现数据链路层的透明传输。
- 当连续传输两个帧时，前一个帧的结束标志字段 F 可以兼作后一帧的起始标志字段。
- 当暂时没有信息传送时，可以连续发送标志字段，使收端可以一直和发端保持同步。



小结

- 数据链路层位于物理层之上、网络层之下。
- 数据链路层为网络层提供有效、可靠的帧传输。
- 常用的封装成帧实现透明传输的方法
 - 字节/字符填充的标记法
 - 零比特填充的标记法

