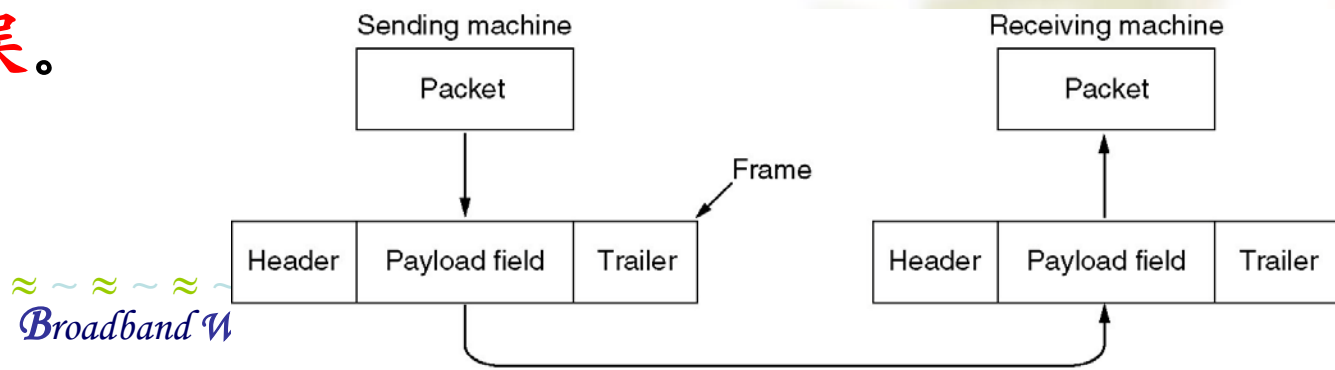


第2章 端到端的传输协议

通信工程学院信息科学研究所

- 物理层是为链路层提供一组虚拟的比特管道。在这样的比特管道上如何**形成一条可靠的业务通道**为上层提供可靠的服务？
- 为了形成一条可靠的业务通道，我们首先解决：
 - 解决如何**发现传输中的比特错误**；
 - 组帧：**标识**高层送下来的数据块（分组）的起止位置；
 - 最后要解决的就是发现错误后，如何**消除这些错误**。

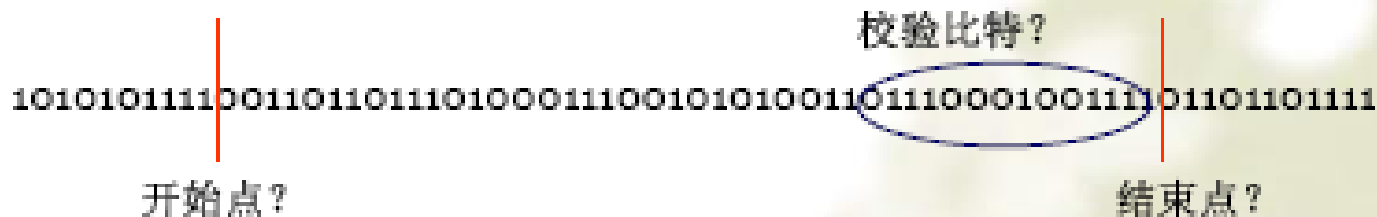


- 根据通信双方所处的相对位置不同，所采用的解决方法（协议）也不同。
 - 当通信双方之间是通过**一条物理链路**直接相连，这时需采用链路层的协议来解决数据帧的传输错误；
 - 当通信双方是在一个**通信子网内**通过多条数据链路形成的通路相连，这时需要采用网络层的端到端传输协议来解决分组的传输错误；
 - 当通信双方处于**不同的通信子网**时，需要采用运输层的端到端传输协议来解决报文的传输错误。

- 2.1 组帧技术
- 2.2 链路层的差错控制技术
- 2.3 标准数据链路控制协议及其初始化
- 2.4 网络层和运输层的点对点传输协议



- 物理层仅负责比特的传输，而不对比特的含义和作用进行区分。
- 组帧便于差错的发现与消除
- 当数据链路层将网络层的分组连续送到物理层进行传输时，如何组帧？
 - 如何决定什么时刻是一帧（链路层传送的一个数据比特块（数据单元）称为一帧，每一帧通常运载网络层的一个分组）开始？
 - 什么时刻是一帧结束？
 - 哪一段是差错校验的比特？



2.1 组帧技术

2.1.1 面向字符的组帧技术

2.1.2 面向比特的组帧技术

2.1.3 采用长度计数的组帧技术

2.1.1 面向字符的组帧技术(1)

- 物理层传输的基本单元是一个**字符**（通常用一个字符表示一个字节），并在此基础上形成具有一定格式的字符串。

例如：**RS-232C异步串行接口协议**。该协议在传送每个字符（如一个字符由8个比特 $D_7D_6D_5D_4D_3D_2D_1D_0$ 组成）前后分别加上起始位（ $D_{起}$ ）、停止位（ $D_{止}$ ），以便区分不同的字符。

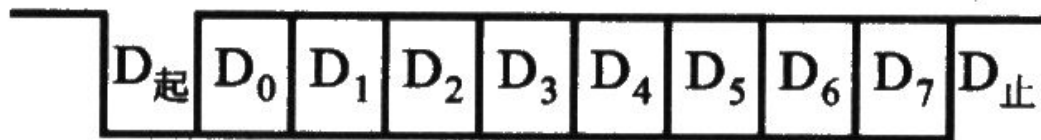


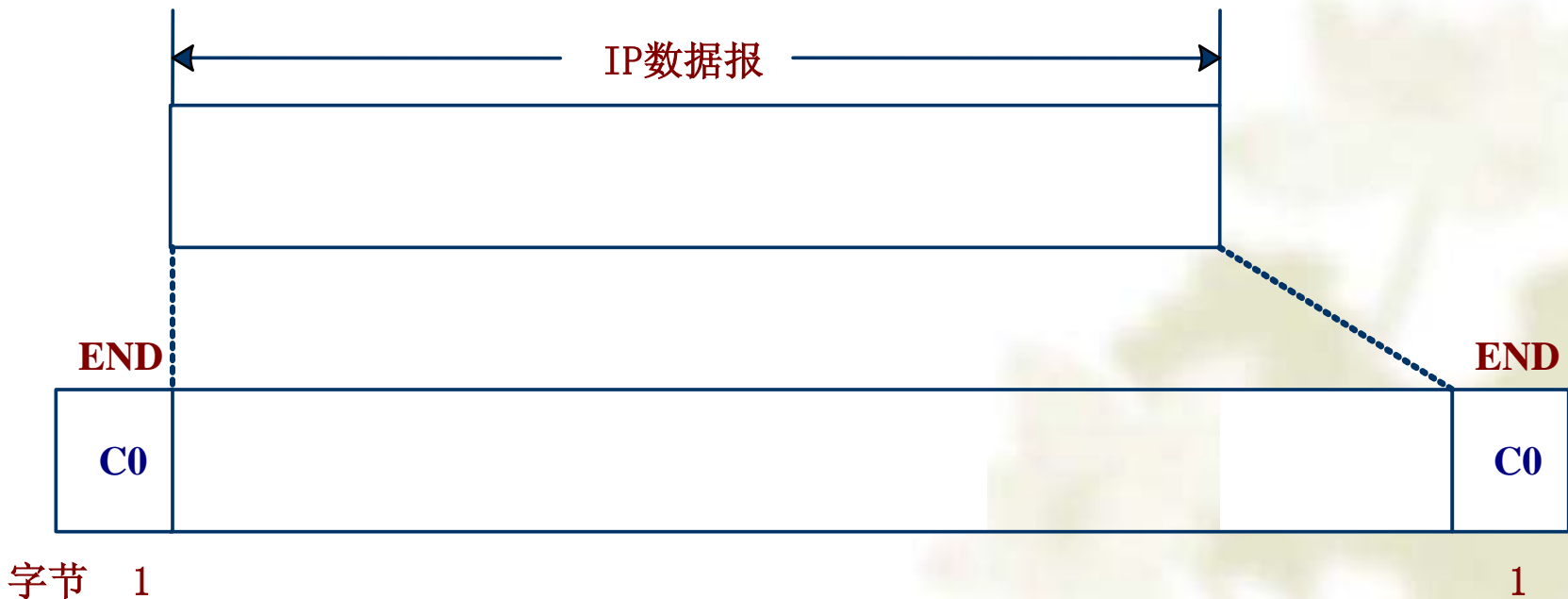
图 2-1 RS-232C 串行通信字符传输格式示意图

2.1.1 面向字符的组帧技术(2)

- SLIP (Serial Line IP)
 - 串行线路的Internet数据链路层协议
- PPP (Point-to-Point Protocol)
 - 点-点协议
- SLIP与PPP用于串行通信的拨号线路上，是目前家庭计算机或公司用户通过ISP接到Internet主要的协议。

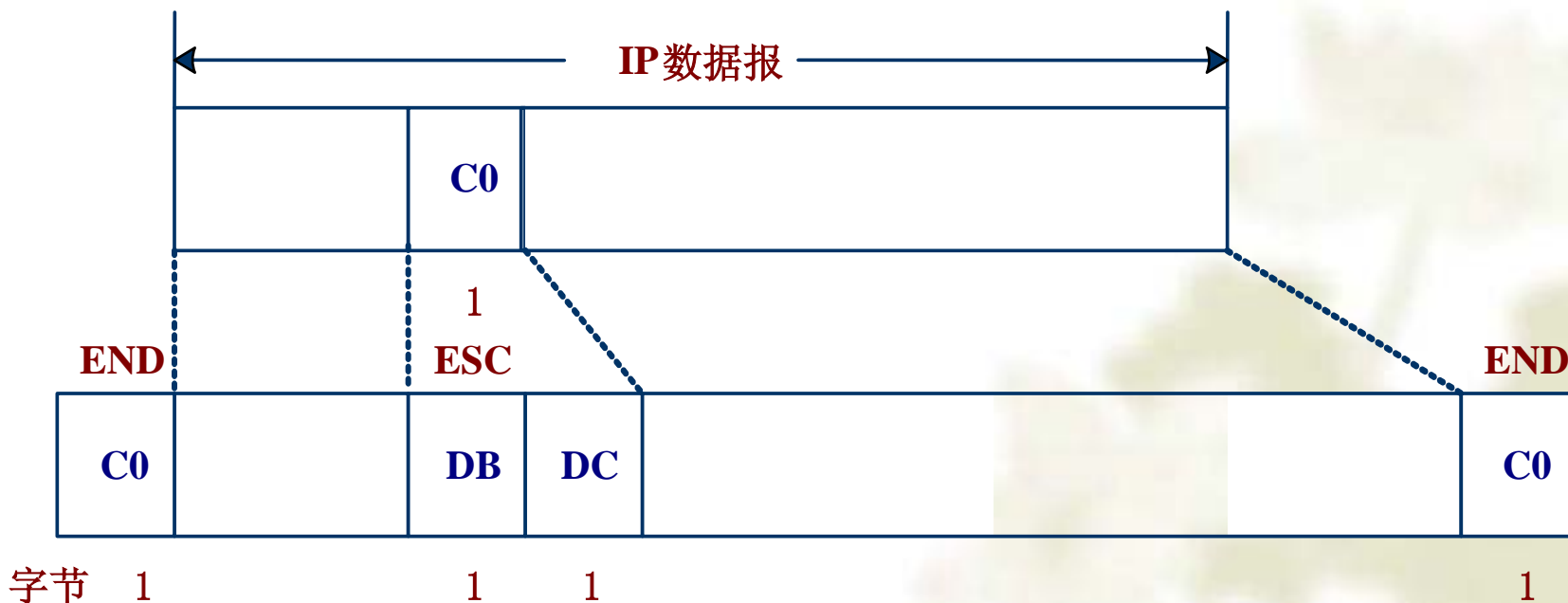
SLIP协议 (1) ---RFC 1055

- SLIP帧运载的是高层IP数据报。
- 它采用两个特殊字符；END（十六进制C0H，H表示十六进制）和ESC（十六进制DBH）。
- C0的二进制编码比特序列是1000011 0000000
- **END用于表示一帧的开始和结束。**



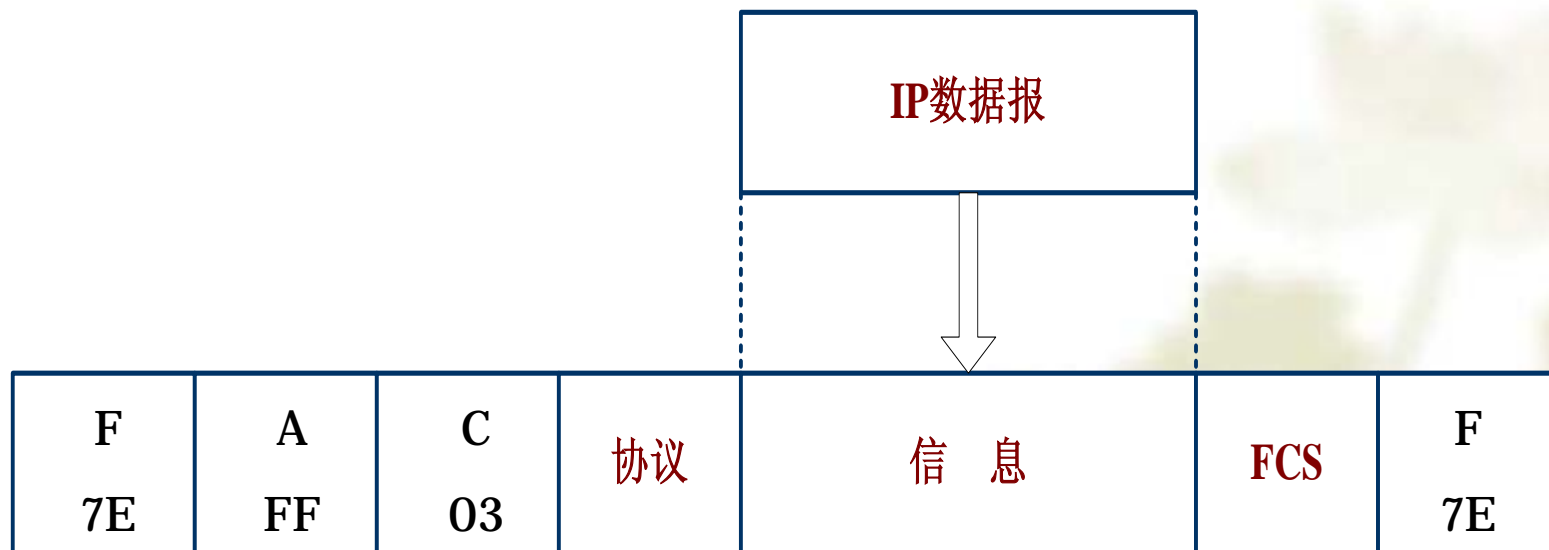
SLIP协议 (2)

- IP数据报中出现相同END字符?
- 为避免收端错误地终止一帧的接收, SLIP中使用了转义字符ESC。
- END字符转换成ESC-END; ESC转换成ESC-ESC



PPP协议 (2)

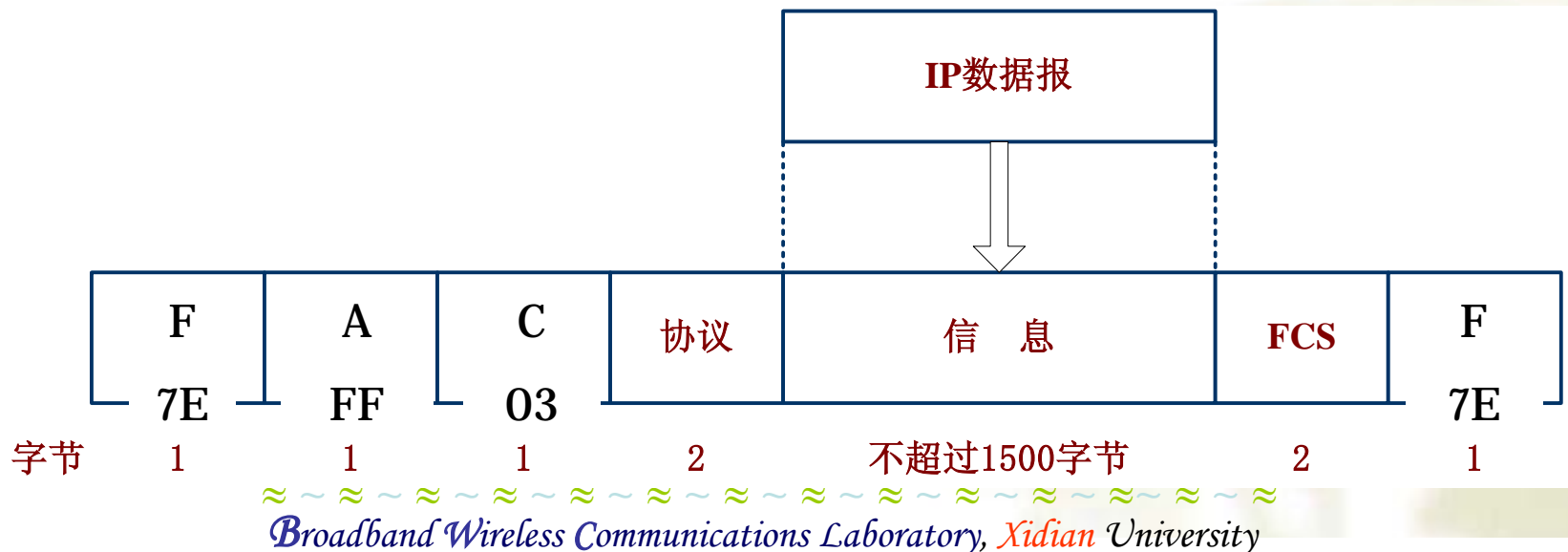
- 7EH作一帧的开始和结束标志 (F) ;
- 地址 (address) : 值为 “FF” (11111111) , 表示网中所有的站都接收该帧
- 控制 (control) : 值为 “03” (00000011)



字节 1 1 1 2 不超过1500字节 2 1

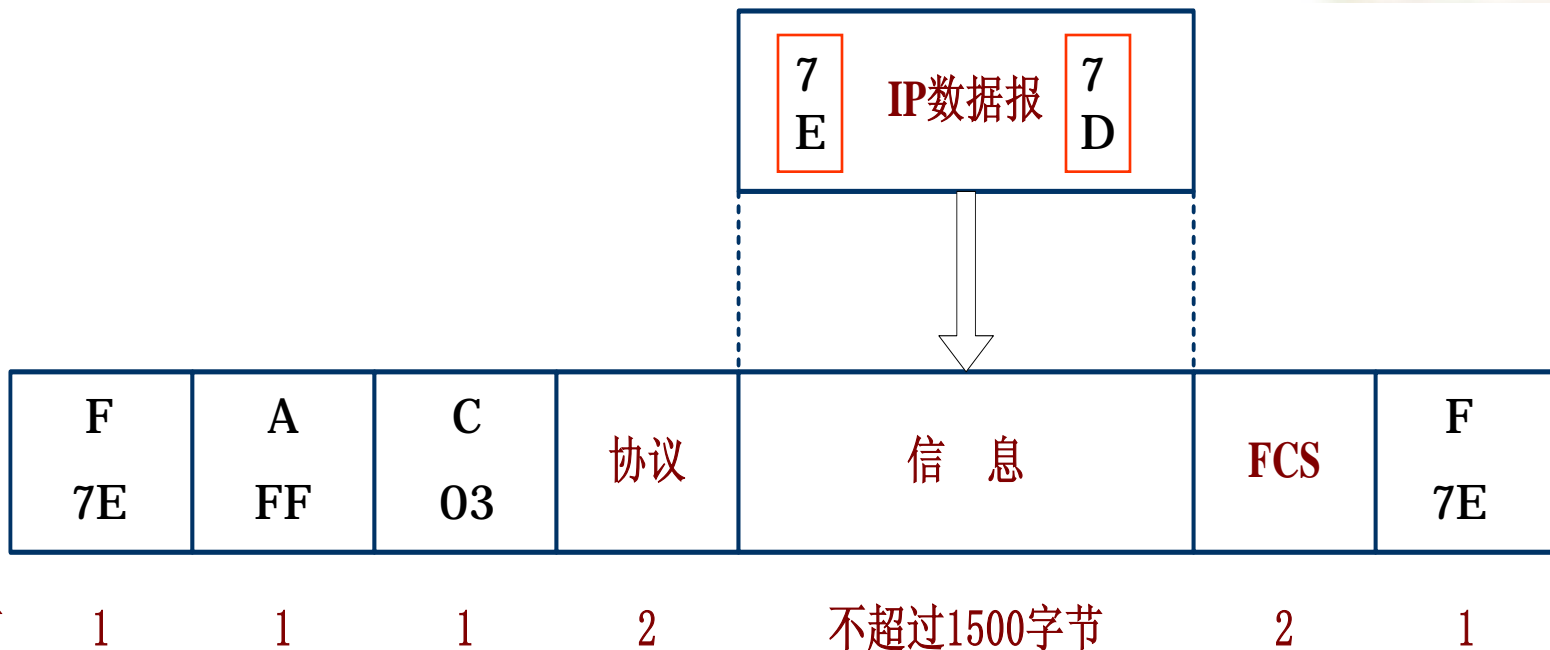
PPP协议 (3)

- **协议域** (两个字节) 它标识出网络层协议数据域的类型。
 - 0021H—TCP/IP
 - C021H表示该帧的信息是链路控制数据;
 - 8021H表示该帧的信息是网络控制数据;
 - 0023H—OSI
 - 0027H—DEC
- **帧校验域** (FCS) 也为两个字节, 它用于对信息域的校验。



PPP协议 (5)

- 信息域中出现7EH，转换为 (7DH, 5EH) 两个字符。
- 当信息域出现7DH时，转换为 (7DH, 5DH)。
- 当信息流中出现ASCII码的控制字符 (即小于20H)，即在该字符前加入一个7DH字符。



2.1.2 面向比特的组帧技术



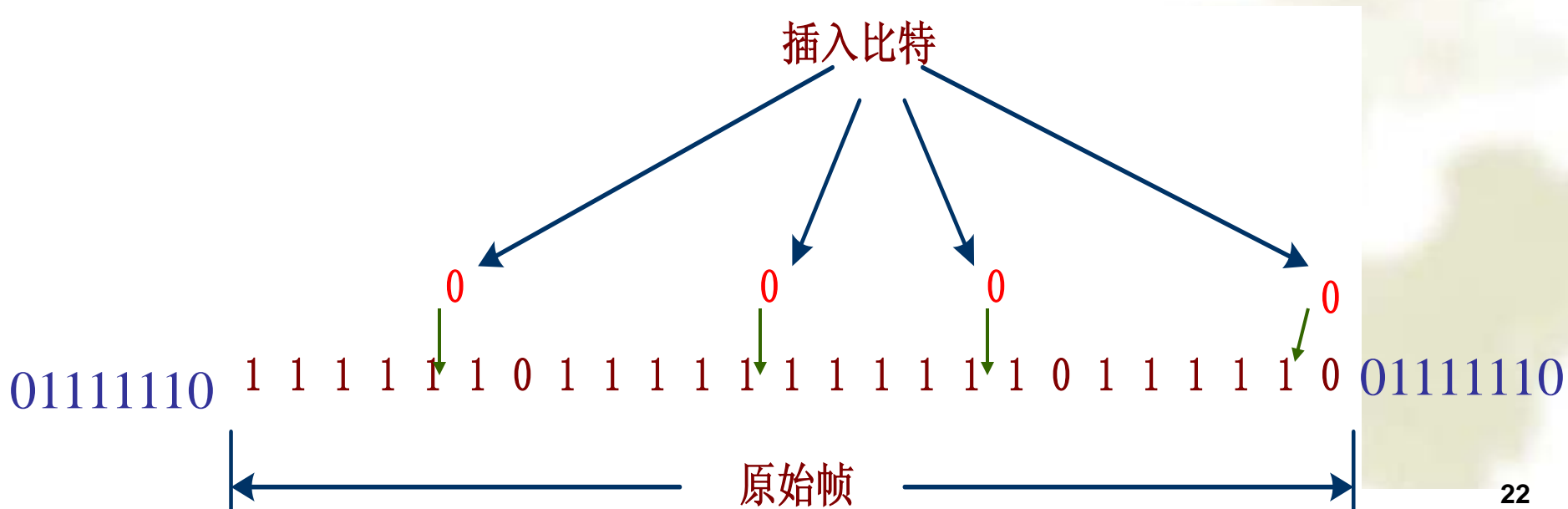
2.1.2 面向比特的组帧技术(1)

- 在面向比特的组帧技术中，通常采用一个特殊的比特串，称为Flag，如 01^60 （ 1^j 表示连续j个“1”）来表示一帧的正常结束和开始。
- 当信息比特流中出现与Flag相同的比特串（如连续出现6个“1”）如何处理？

2.1.2 面向比特的组帧技术(2)

■ 比特插入技术,

- 发端信息流中，每出现连续的5个“1”就插入一个“0”。这样被插“0”后的信息比特流中就不会有多于5个“1”的比特串。
- 接收端在收到5个“1”以后，如果收到的是“0”就将该“0”删去；如果是“1”就表示一帧结束。



帧的开销(4)

- 在后面的讨论中，将忽略第二次插“0”及更长连续“1”的插“0”情况。
- 如果输入比特流的前 $j-1$ 个比特均为“1”，则将在第 j 位插入一个“0”，其概率为 $2^{-(j-1)}$ 。
- 设原始数据的长度为 k , $k \geq j-1$ 时的平均插入“0”的数目为

$$1 \cdot 2^{-(j-1)} + [k - (j-1)] \cdot 2^{-j} = (k - j + 3)2^{-j}$$

帧的开销(5)

- 加上一个结束标志，总的开销为

$$OV = (k - j + 3)2^{-j} + j + 1$$

- 对上式取均值得

$$E\{OV\} = (E\{k\} - j + 3)2^{-j} + j + 1$$

- 通常 $E\{k\} \gg j$ ，所以上式可以用一个上界来表示，即 ($j \geq 3$)

$$E\{OV\} \leq E\{k\}2^{-j} + j + 1$$

帧的开销(6)

$$E\{OV\} \leq E\{k\}2^{-j} + j + 1$$

- 随着 j 的增加，上式右边先减少再增加。

$$E\{k\}2^{-j} + j + 1 < E\{k\}2^{-j-1} + j + 2$$

$$E\{k\}2^{-j-1} < 1$$

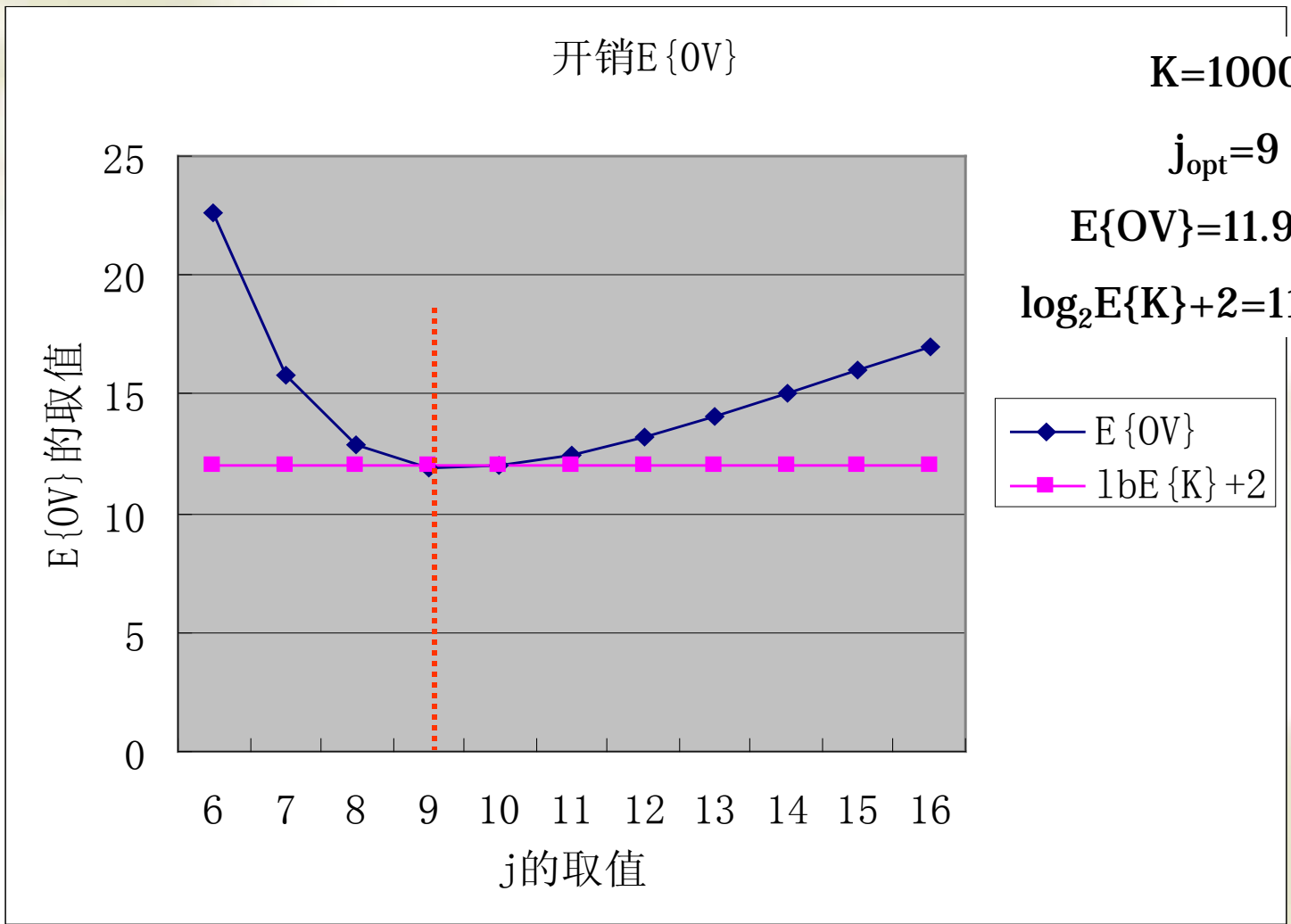
$$j > \log_2\{E\{k\}\} - 1$$

- 最小 j 值为

$$j = \text{Int}[\log_2\{E\{k\}\}]$$

式中， $\text{Int}[x]$ 表示取 x 的整数部分。

帧的开销(7)



2.1.3 采用长度计数的组帧技术

- 组帧技术的关键是正确地表示一帧何时结束，除前面采用Flag和特殊字符外，还可以采用**帧长度**来指示一帧何时结束。



2.1

2.2

2.3

2.4