

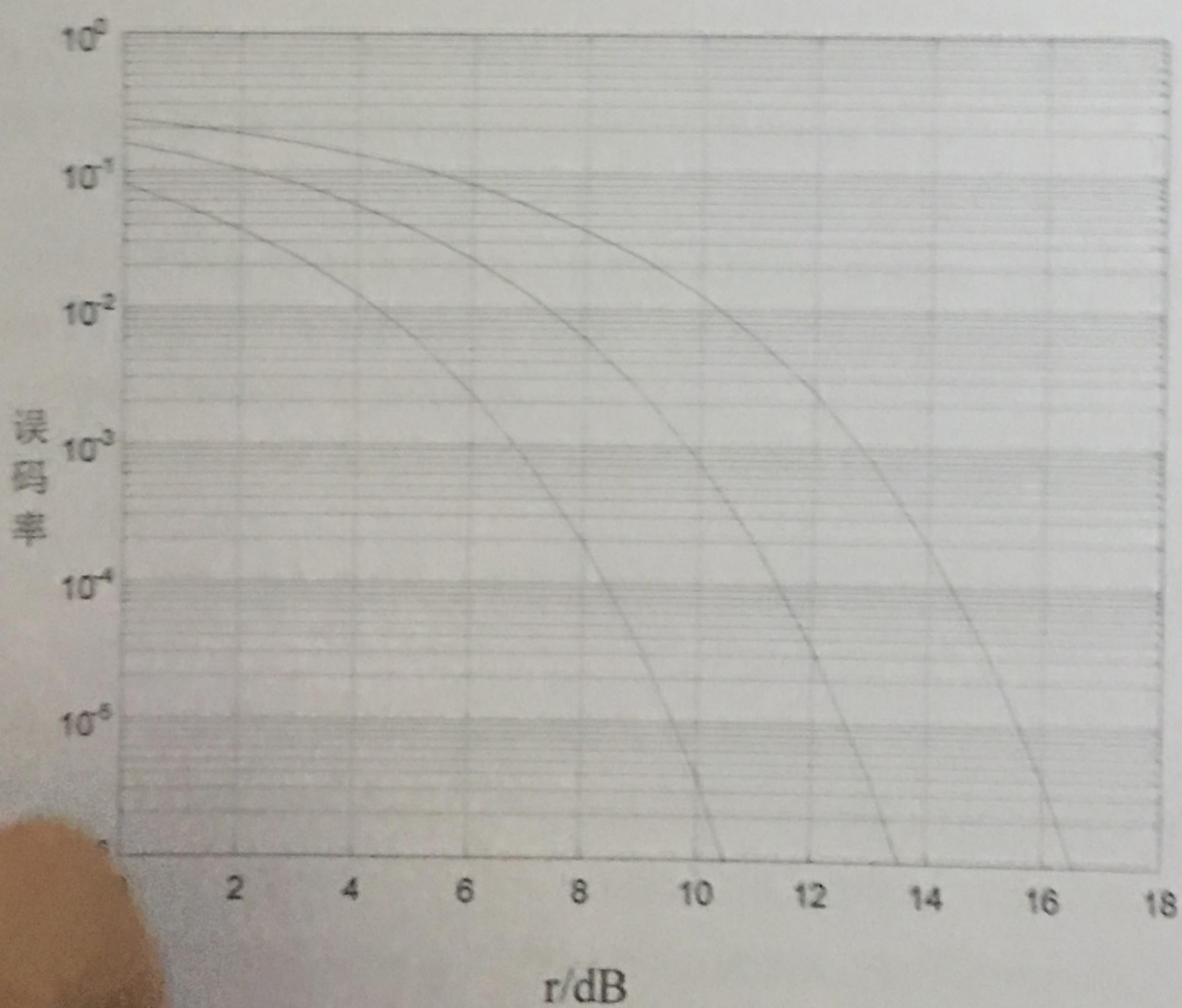
## 一 填空 (每题 4 分, 共 16 分)

1. 通信的有效性和可靠性是通信系统最主要的性能指标。衡量数字通信系统有效性的主要指标包括\_\_\_\_\_。衡量数字通信系统可靠性的主要指标包括\_\_\_\_\_。

2. 频率选择性衰落是指: \_\_\_\_\_

3. 若消息代码序列为 101100000000101，则其 HDB3 码为 \_\_\_\_\_，AMI 码为 \_\_\_\_\_。

4. 如图给出了 2PSK、2ASK 和 2FSK 相干解调的误码率性能，试问为达到  $1 \times 10^{-4}$  的误码率，三种方式解调器输入的信噪比  $r$  分别为 ( )，( ) 和 ( )。



## 二 简答题（每题 4 分，共 36 分）

1. 设有四个符号，其中前三个符号的出现概率分别为  $1/4$ ,  $1/8$  和  $1/8$ ，且各符号的出现是相互独立的，试计算该符号集的平均信息量。
2. 某二进制独立等概信号，码元宽度为  $0.5\text{ms}$ ，试求码元传输速率和信息传输速率；若信号为八进制独立等概信号，码元宽度为  $0.5\text{ms}$ ，求码元传输速率和信息传输速率。
3. 何为白噪声，试给出白噪声的功率谱密度和自相关函数的表达式。
4. 窄带高斯噪声中的“窄带”和“高斯”的含义各是什么？
5. 什么是线性调制？常见的模拟线性调制有哪些？
6. 设二进制符号序列为  $1011001$ ，试以矩形脉冲为例，分别画出相应的单极性归零码、双极性非归零码及双极性归零码波形。
7. 简述非均匀量化原理。与均匀量化相比较，非均匀量化的主要特点是什么？
8. 什么是最佳基带传输系统？
9. 已知两码组为  $(0000)$ 、 $(1111)$ 。若该码集合用于检错，试问能检出几位错码？若用于纠错，能纠正几位错码？

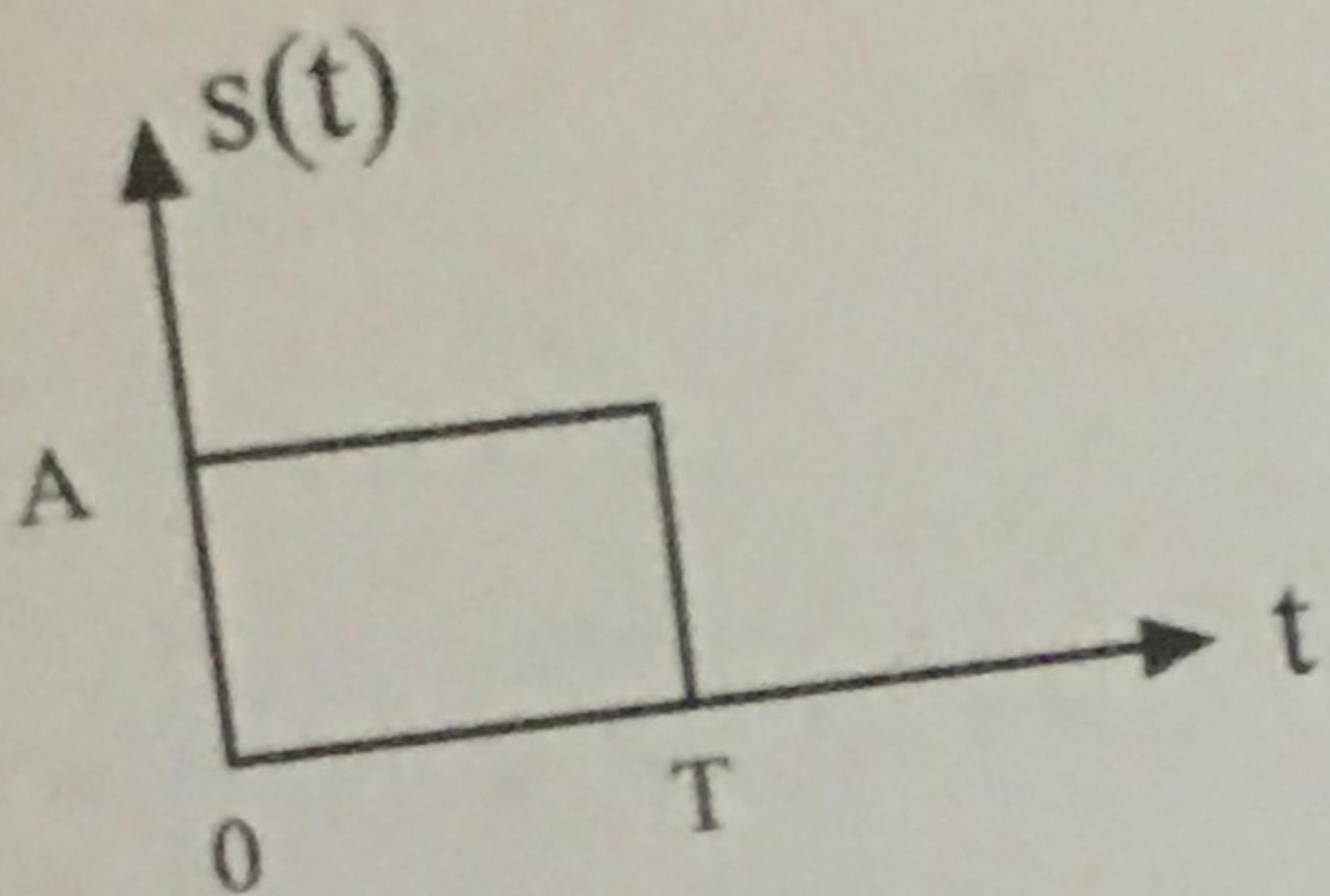
三 (8 分) 设某数字基带传输系统采用  $\alpha = 0.2$  的余弦滚降特性，带宽为  $6\text{kHz}$ ，试求无码间干扰传输的最高码速率及相应的频带利用率各为多少？

四 (10 分) 已知某 2FSK 系统的码元传输速率为  $1 \times 10^6$  波特，已调信号的载频分别为  $4\text{MHz}$  (对应“0”码) 和  $8\text{MHz}$  (对应“1”码)， $P(0)=P(1)=0.5$ 。

- (1) 试画出一种 2FSK 的调制框图；
- (2) 试画出一种 2FSK 信号解调的原理框图，并画出各点时间波形示意图；  
(至少 5 点)

六 (10分) 在双边功率谱密度为  $\frac{n_0}{2}$  (W/Hz) 的高斯白噪声背景下, 试对信号  $s(t)$  设计一个匹配滤波器, 并确定

- (1) 最大输出信噪比时刻;
- (2) 该匹配滤波器的冲激响应;
- (3) 最大输出信噪比。



七 (10分) 已知一线性分组码 (6, 3) 的生成矩阵为:

$$G = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

校正子  $S$  与错码位置  $E$  的对照表如下所示:

| $S$ | $E$    |
|-----|--------|
| 000 | 000000 |
| 101 | 100000 |
| 011 | 010000 |
| 110 | 001000 |
| 100 | 000100 |
| 010 | 000010 |
| 001 | 000001 |
| 111 | 100010 |

(1) 试求  $n, k$  及码率;

(2) 试求监督矩阵  $H$ ;

(3) 试求当接收端收到码组  $B=[111011]$  时, 所对应的信息码组  $D$ 。

## 1. 传输速率和频带利用率

误码率和误信率

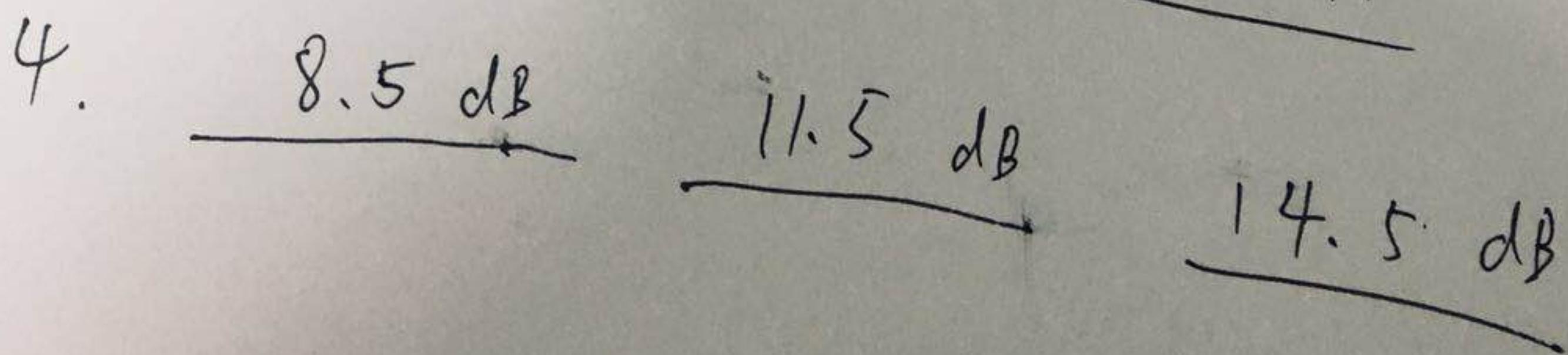
## 2. 多径信道的传输衰减和信号频率

以及时延  $\tau$  有关，而  $\tau$  是随时间变化的

对于给定频率信号，使信号强度随时间而变。  
这种衰弱称为频率选择性衰弱

3. ~~④~~  $+10 - 1000 + V - 300 - V_0 + 10 - 1$

$+10 - 1000000000 \sim 10 + 1$



1.

$$H = - \sum_{i=1}^4 p_i \log_2 p_i$$

$$= -\frac{1}{4} \log_2 \frac{1}{4} - \frac{1}{8} \log_2 \frac{1}{8} - \frac{1}{8} \log_2 \frac{1}{8} - \frac{1}{2} \log_2 \frac{1}{2}$$

$$= 1.75 \text{ b/symbol}$$

$$2. T_b = 0.5 \text{ ms}$$

$$R_B = 2000 \text{ baud}$$

$$R_b = R_b = 2000 \text{ b/s}$$

八进制。

$$R_b = \log_2 8 \cdot R_b = 6000 \text{ b/s}$$

3. 白噪声是指 功率谱密度在频带范围内服从均匀分布的 噪声

~~$$R_{AW} = \frac{\eta_0}{2} S_{AW}$$~~

$$R_{AW} = \frac{\eta_0}{2} S_{AW}$$

$$G(w) = \frac{\eta_0}{2}$$

## 二.

4. 窄带:

$$\left\{ \begin{array}{ll} B \ll f_c & \text{中心频率远大于带宽} \\ f_c \ll \omega & \text{中心频率远高于角频率} \end{array} \right.$$

高斯: 声音瞬时值服从高斯分布

5. 线性调制是指不改变频谱结构, 只是对频谱线性搬移。

如: AM, DSB, SSB, VSB.

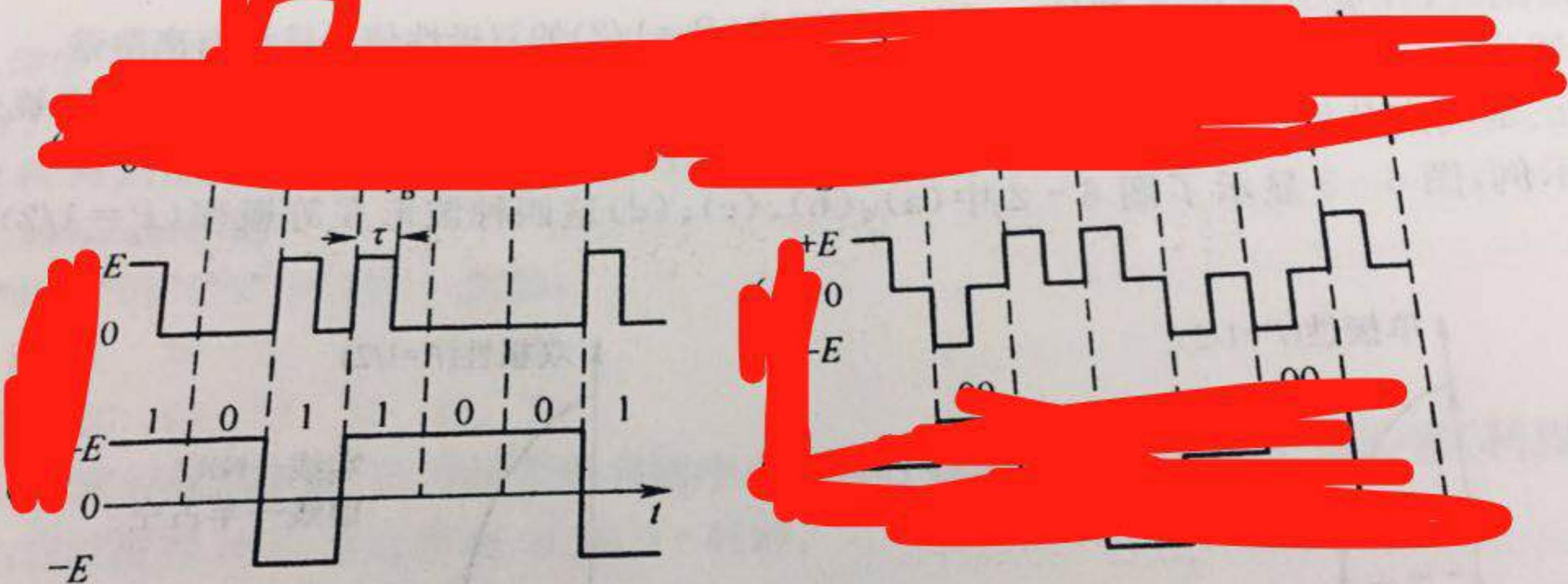


图 6-2 几种基带信号波形

单极性波形的优点是易于产生,缺点是有直流分量和丰富的低频分量,不适用于终端设备内、数字调制设备中。

双极性波形的优点是等概率时无直流分量,抗噪声能力比单极性强。

双极性归零波形是单极性波形的归零形式,它含有丰富的位同步信息,因而是一种过渡波形。

7.

非均匀量化是指量化间隔不相等的量化。

即信号小时，量化间隔小。

信号大时，量化间隔大。

目的是改善小信号信噪比  
减小编码位数和传输带宽。

8.

9.

码距  $d = 4$

可以 ~~纠正~~<sup>检测</sup> 3位 错

纠正 1 位 错。

~~检测~~ ~~纠正~~ 错

同时检测 2 个 错并纠正一个 错

— 8 .

最佳 基带 系统是指 消除 码 间串扰  
并且 波 码 辛 最 小 的 基带 系统。

三.  
基带系统.  $\gamma = 0.2$ .  $BW = 6 \text{ kHz}$ .

$$\gamma = \frac{2}{1+\gamma} = \frac{2}{1.2} = \cancel{\frac{5}{3}} \frac{5}{3} \text{ B/Hz}$$

$$B = 6 \text{ kHz}$$

$$R_{B \max} = \gamma \cdot B = 10 \text{ K baud.}$$

率源进行选通，使其在每两种方法产生 2FSK 信号的差开在：调频法产生的 2FSK 信号在相邻码元是连续变化的。（这是一类特殊的 FSK，称为连续相位 FSK ( Continuous - FSK) ) 而键控法产生的 2FSK 信号是由电子开关在两个独立的频率源之间相邻码元之间的相位不一定连续。

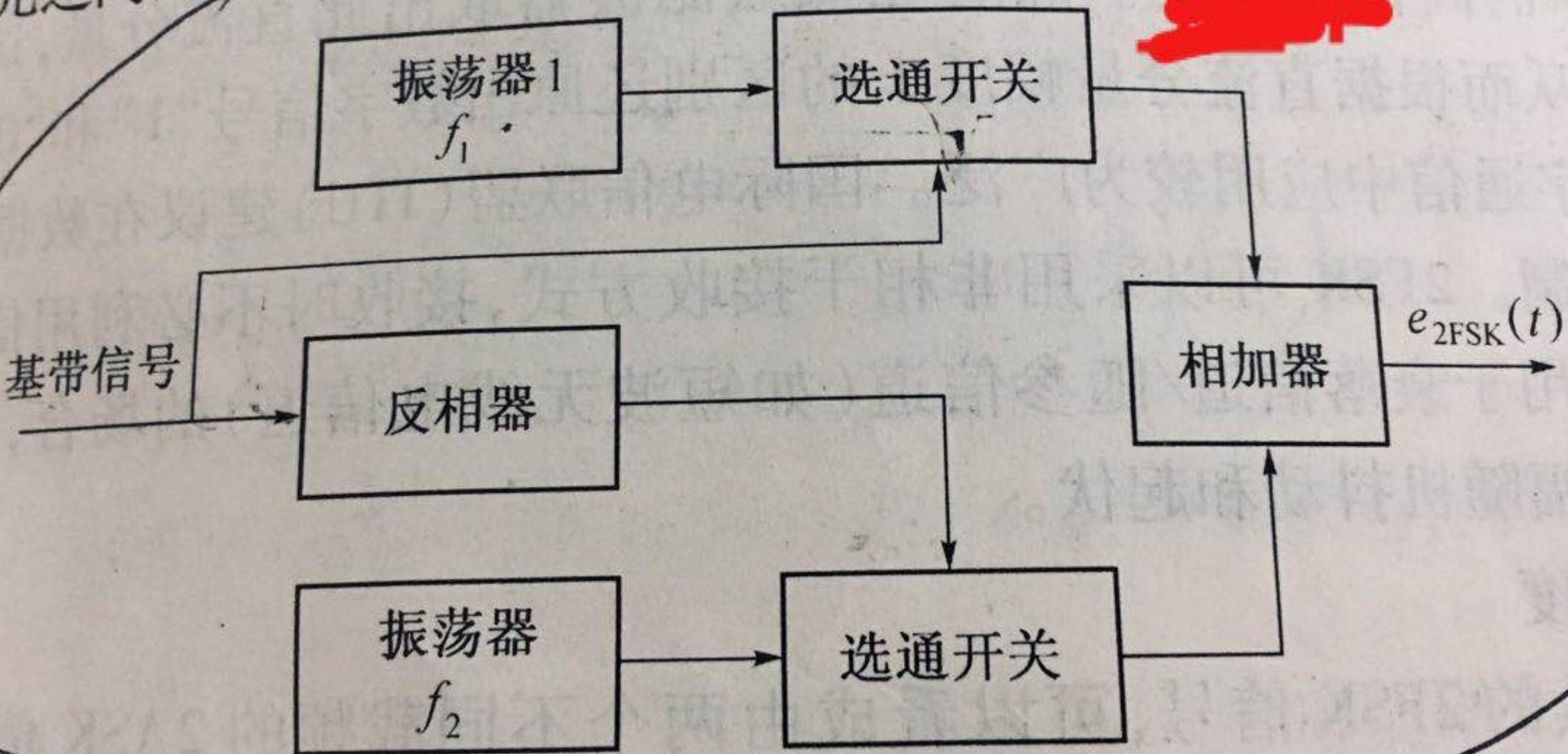


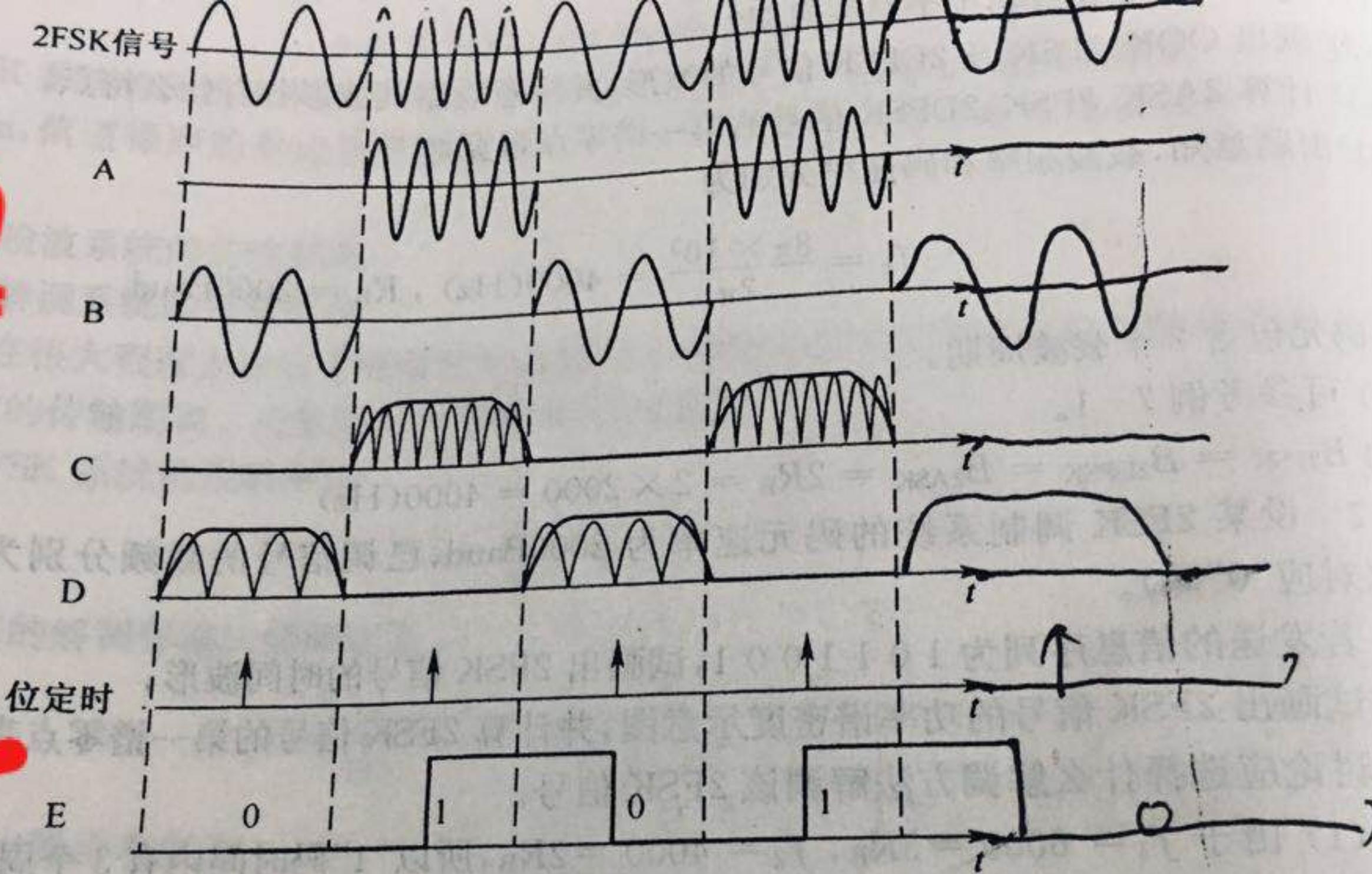
图 7-8 键控法产生 2FSK 信号的原理图

信号的常用解调方法是采用如图 7-9 所示的非相干解调(包络检

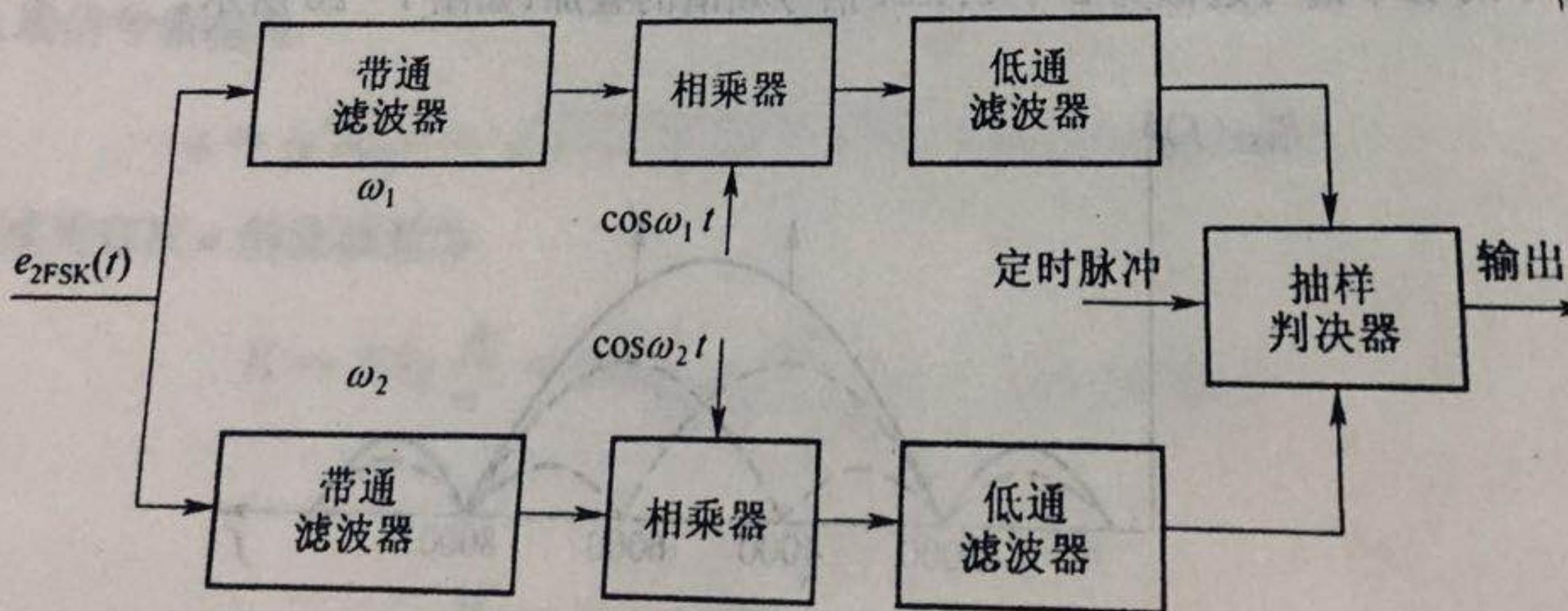
2FSK信号

图2

解调



相干解调原理图如下图所示。其各点时间波形可参考(1)画出。



# 四

# 五

# 3

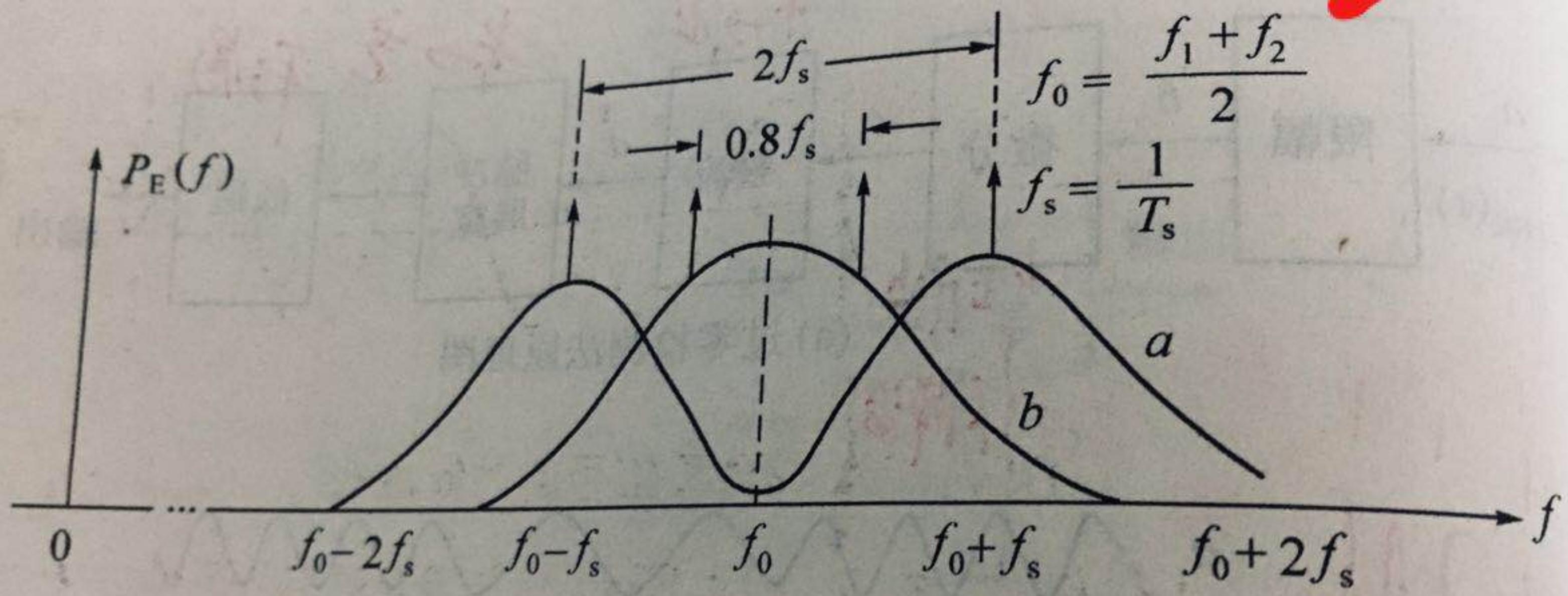


图 7-11 相位不连续 2FSK 信号的功率谱示意图

为基带信号的带宽。

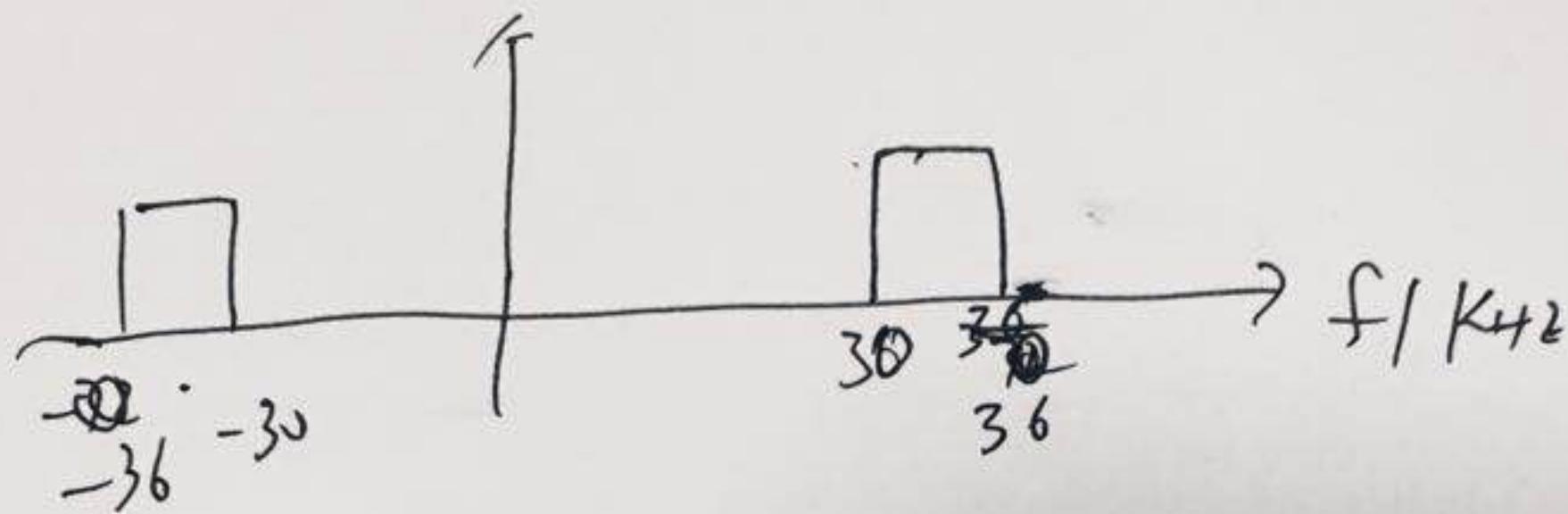
进制相移键控

五

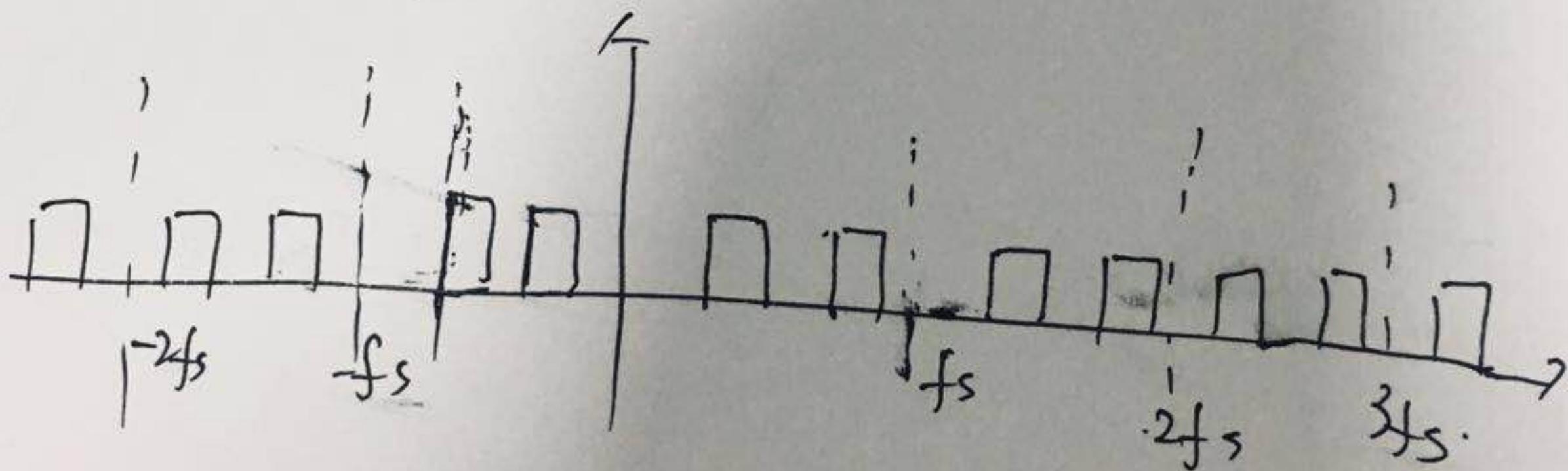
## 11 理想低通抽样

$$f_s = 2f_H = 72 \text{ kHz}$$

频谱示意图.



抽样后.



2, 带通抽样.

$$f_s = 2B \left( 1 + \frac{k}{n} \right). \quad \text{忽略 } k=0$$

由于  $k = \frac{36}{6}$  余数，即  $k=0$

$$f_s = 2B = 12 \text{ kHz}$$

1)

(1) 匹配滤波器

$$h(t) = S(-t+T)$$

最大输出信噪比时刻  $t = T$

$$(2) h(t) = S(-t+T) = A [u(t) - u(t-T)]$$

$$(3) E_b = \int_{-\infty}^{+\infty} S^2(t) dt = A^2 T$$

噪声功率谱密度为  $n_0$ .

$$V_{omax} = \frac{2E_b}{n_0} = \frac{2A^2 T}{n_0}$$

七. 11 (6, 3) 破

$$n = 6 \quad k = 3$$

$$\text{破率 } p = \frac{3}{6} = 0.5 = 50\%$$

2) 典型生成阵  $G = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$

④  $Q = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}, P = Q^T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$

$$H = [P]_V = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

(3) 接收到  $B = [111011]$

$$S = B \cdot H^T = 011$$

由错读图样知

$$\bar{E} = 010000, 第 2 位出错$$

因此 信息码为  $D = 101011$ .