

1. 如系统传输函数为  $H$ ，就系统输出功率谱密度为  $P_o$  与输入功率谱密度  $P_i$  关系为  $P_o = |H|^2 P_i$
2. 模拟信号就是利用 抽样、量化 与 编码 来实现其数字传输的。
3. 设一分组码 (110110)；就它的码长为 6，码重为 4，该分组码与另一个分组码 (100011) 的码距是 3。
4. 一种编码的检错与纠错能力与该编码的最小码距的大小有直接关系。
5. 根据通信距离、频率和位置的不同，电磁波的传播主要分为地波、天波（或称电离层反射波）和视线传播三种，频率较低（约 2MHz 以下）的电磁波有一定的绕射能力，采用（ A ）传播方式。  
A 地波                      B 天波                      C 视线                      D 以上都可以
6. 在抗加性高斯白噪声性能方面，2ASK、2FSK 和 2PSK 从优到差的次序为（ ）  
A 2FSK、2ASK、2PSK  
B 2ASK、2FSK、2PSK  
C 2ASK、2PSK、2FSK  
D 2PSK、2FSK、2ASK
7. 广义平均随机过程的数学期望、方差与 时间 无关，自相关函数只与 时间间隔 有关。
8. 当无信号时，加性噪声是否存在？乘性噪声是否存在？
9. 设系统带宽为  $W$ ，则该系统无码间干扰时最高传码率为  $2W$  波特。
10. 在数字通信中，产生误码的因素有两个：一是由传输特性不良引起的 码间串扰，二是传输中叠加的 加性噪声。
11. 设基带系统使用了 5 抽头的预置式自动均衡器，则此系统冲激响应的抽样值等于 0 的个数最少为 4，不等于 0 的个数最少为 1。
12. 调频信号  $20\cos(2 \times 10^8 \pi t + 8\cos 400 \pi t)$  的最大频偏为 1600 Hz，带宽为 3600 Hz。
13. 设基带信号的最高频率为 3.4kHz 的语音信号，则 AM 信号带宽为 6.8kHz，SSB 信号带宽为 3.4kHz，DSB 信号带宽为 6.8kHz。
14. 均匀量化器的量化噪声功率与信号大小 无 关，适用于动态范围 小

的信号，非均匀量化器可以改善小信号的量化信噪比，适用于动态范围大的信号。

15、语音对数压缩的两个国际标准分别是A 律和u 律。我国采用的是A 律。

16、13 折线 A 律编码器，最小量化级为 1 单位，已知抽样脉冲值为-318 单位，则编码器的输出码为01010011。

17、在八进制系统中每秒传输 1000 个八进制符号，则此系统的码速率  $R_B$  为1000Baud，信息速率  $R_b$  为3000bit/s。

18、通过眼图，可以观察到码间串扰和噪声的大小。

19、设  $R_b=4\text{Mbit/s}$ ，四进制系统接收机抽样判决器的定时信号即位同步信号的重复频率为2MHz。

20、通信系统常用的复用技术有频分复用、时分复用和码分复用。

21、点对点多路模拟通信系统只能采用频分多路复用技术。

22、有 4 种最基本的数字基带码型：单极性 NRZ，双极性 NRZ，单极性 RZ 和双极性 RZ，单极性码波形有直流，且接收端判决电平不确定，因而应用受限；双极性码波形等概时无直流，且接收端判决电平固定为零，因而应用广泛，与 NRZ 码波形相比，归零码码波形的主要缺点是带宽大，主要优点是位与位之间易于分清；单极性 RZ码波形存在  $f_n$  离散分量，可用于位定时。

23、设一信息源的输出由 128 个不同的符号组成，其中 16 个出现的概率为  $1/32$ ，其余 112 个出现概率为  $1/224$ ，信息源每秒发出 1000 个符号，且每个符号彼此独立。试计算该信息源的平均信息速率。

**解题过程** 该信息源的平均信息量为

$$\begin{aligned} H(x) &= -\sum_{i=1}^M P(x_i) \log_2 P(x_i) = -\frac{16}{32} \log_2 \frac{1}{32} - \frac{112}{224} \log_2 \frac{1}{224} \\ &= 6.405(\text{bit} / \text{符号}) \end{aligned}$$

另由题意可知，码元速率  $R_B=1000\text{B}$ ，所以该信息源的平均速率  $R_b$  为

$$R_b = R_B * H(x) = 6405(\text{bit} / \text{s})$$

24、如果二进制独立等概信号，码元宽度为 0.5ms，求传码率  $R_B$  与传信率  $R_b$ 。

解题过程 传码率  $R_B = 1/T = 2000B$

二进制中，不同码元等概出现时，每个码元的平均信息量为

$$H(x) = -\log_2 0.5 = 1(\text{bit} / \text{符号})$$

因此，传信率为

$$R_b = R_B * H(x) = 2000(\text{bit} / \text{s})$$

25、设一副彩色图片由  $3 \times 10^6$  个像素组成，每个像素有 16 个亮度等级，并假设每个亮度等级等概率出现。现将该幅彩色图片在一信噪比为 20dB 的信道中传输，要求 4 分钟传完，试计算所需的信道带宽。

解题过程： 每个像素的信息量为

$$I_p = \log_2 16 = 4\text{bit}$$

一副图片的信息量为

$$I = 3 \times 10^6 * I_p = 1.2 \times 10^7 \text{bit}$$

该信道的传信率为

$$R_b = \frac{I}{4 * 60} = 5 \times 10^4 \text{bit} / \text{s}$$

因为要求信道容量  $C$  最小为传信率  $R_b$ ，所以由香农公式可得信道带宽最小为

$$B = \frac{C}{\log_2(1 + \frac{S}{N})} = \frac{5 \times 10^4}{\log_2(1 + 100)} \approx 6.27 \times 10^3 \text{Hz}$$

26、某调频信号的时域表达式为  $10\cos(10^6\pi t + 8\sin 10^3\pi t)$ ，此信号的功率为

$A^2/2 = 100/2 = 50W$ ，调频指数为  $mf = 8$ ，基带信号的时域表达式为？

解：mf 为最大相位偏移，由调频信号可知其最大相位偏移为 8， $mf = 8$ ，

调制信号的频率：  $f_m = \frac{1000\pi}{2\pi} = 500$

$$\therefore K_f \int m(t) dt = 8 \sin 1000\pi t ;$$

$$\therefore m(t) = \frac{8 * 1000\pi \cos 1000\pi t}{K_f} = \frac{8 * 1000\pi \cos 1000\pi t}{2\pi * K_f} .$$

27、已知信息代码为 100000000010000011，其对应的 HDB3 码为 +1000+1-100-

10+1000+10-1+1。

28、已知绝对码序列为 00111010，其相对码序列为“1”11010011。

29、改善小信号的量化信噪比，通常可采用压扩技术。

30、先验概率相等的 2PSK 信号解调，若抽样判决器输入端信号的峰-峰值为 10V，那么该判决器的判决电平应取为        。

31、某二进制信源中连续出现的 0 的个数最多是 6 个，此信源经过 AMI、HDB3、曼彻斯特编码后，编码结果中连续出现的 0 的个数最多分别是6、3及 2 个。

32、某模拟基带信号的频谱范围为 0~1kHz。对其按奈奎斯特速率进行取样，再经过 A 律十三折线编码，那么编码后的数据速率为16 kbit/s。

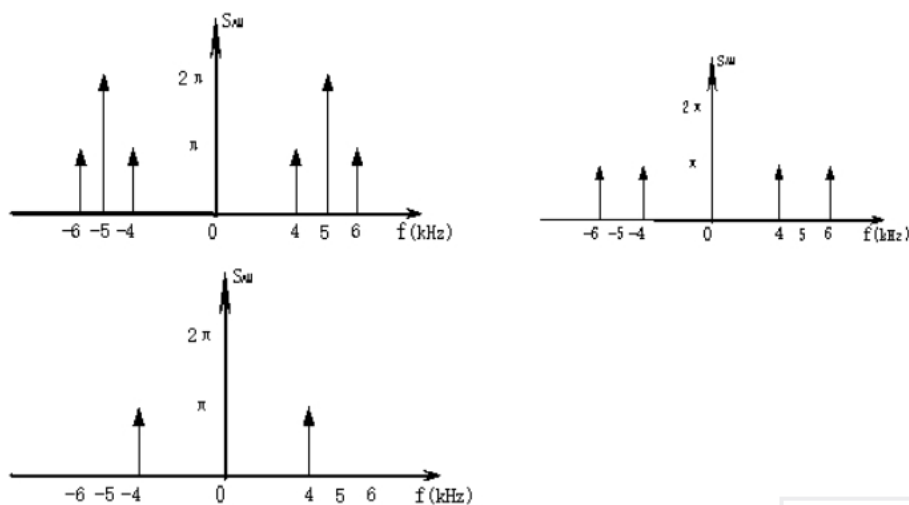
33、若基带系统的带宽是 1MHz，则采用 8PAM 进行无码间干扰传输时的最高信息速率是( 6 ) Mb/s。

34、在高信噪比下。接收端观察到的眼图的闭合程度的大小反映码间串扰的大小。

35、信源信息速率是 4000bit/s，采用 QPSK 传输时符号速率是2 k 波特。

如果此 QPSK 调制采用了滚降系数为 1 的升余弦频谱成形，那么发送信号的带宽是2 kHz，此时的频带利用率为 2 bit/s/Hz。

36、已知调制信号  $m(t)=\cos(2000\pi t)$  载波为  $2\cos 10^4\pi t$ ，分别画出 AM、DSB、SSB（下边带）信号的频谱。



37、设一信源的输出由 256 个不同符号组成，其中 32 出现的概率为 1/64，其余 224 个出现的概率为 1/448，信息源每秒发送 4800 个符号，且每个符号彼此独

立，试求该信源最大可能的信息速率。

等概率，平均信息量最大

$$H_{\max} = \log_2 256 = 8 \text{ b / 符号}$$

最大可能的信息速率

$$R_{b_{\max}} = R_B * H_{\max} = 4800 * 8 = 38400 \text{ b/s}$$

38、22. 某角调波为

$$S_m(t) = 10 \cos(2 \times 10^6 \pi t + 10 \cos 2000 \pi t)$$

试确定：（1）最大频偏、最大相移和信号带宽；

（2）该信号是 FM 信号还是 PM 信号。

**解** （1）该角调波的瞬时角频率为

$$\omega(t) = 2 \times 10^6 \pi + 10 \times 2000 \pi \sin 2000 \pi t$$

最大频偏  $\Delta f = 10 \times 2000 \pi / 2\pi = 10(\text{kHz})$

调频指数  $m_f = \frac{\Delta f}{f_m} = \frac{10 \times 10^3}{10^3} = 10$

最大相偏  $\Delta\theta = 10(\text{rad})$

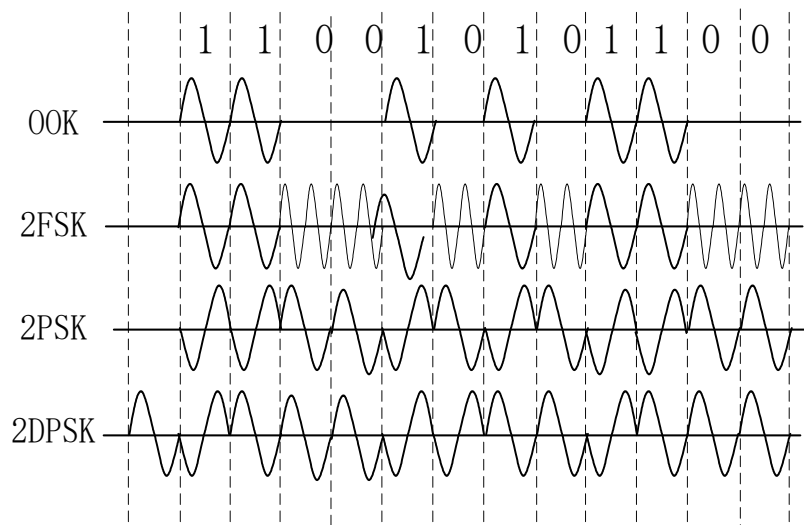
FM 波与 PM 波的带宽形式相同，即

$$B_{\text{FM}} = 2(m_f + 1)f_m, B_{\text{PM}} = 2(\Delta\theta + 1)f_m$$

所以带宽为  $B = 2(10 + 1) \times 10^3 = 22(\text{kHz})$

（2）因为不知调制信号  $m(t)$  的形式，所以无法确定该角调波  $S_m(t)$  究竟是 FM 信号还是 PM 信号。

39、设发送数字信息为 110010101100，试分别画出 OOK、2FSK、2PSK 及 2DPSK 信号的波形示意图。（对 2FSK 信号，“0”对应  $T_s=2T_c$ ，“1”对应  $T_s=T_c$ ；其余信号  $T_s=T_c$ ，其中  $T_s$  为码元周期， $T_c$  为载波周期；对 2DPSK 信号，代表“0”、代表“1”，参考相位为 0；对 2PSK 信号，代表“0”、代表“1”。）



40、采用 13 折线 A 律编码，设最小的量化级为 1 个单位，已知抽样脉冲值为-95 单位。

- (1) 试求此时编码器输出码组，并计算量化误差（段内码用自然二进制码）；  
(2) 写出对应于该 7 位码（不包括极性码）的均匀量化 11 位码。

**解：**(1) 设编码器输出 8 位码组为  $C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8$

已知抽样脉冲值  $I_s = -95$ ，因为  $I_s < 0$ ，故  $C_1 = 0$

又  $64 < |I_s| < 128$ ，故码组位于第 4 段，段落码  $C_2 C_3 C_4 = 011$ ，段内量化级间隔为 4。由  $95 = 64 + 4 \times 7 + 3$  知，码组位于第 4 段内第 7 量化级

故  $C_5 C_6 C_7 C_8 = 0111$

因此，输出码组为  $C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8 = 00110111$

输出量化电平  $I_w = -(64 + 4 \times 7 + 0.5 \times 4) = -94$

量化误差为  $|-95 - (-94)| = 1$  个量化单位。

(2) 对应于该 7 位码的均匀量化 11 位码为

$C_1 \sim C_{11} = 00001011110$

41、已知升余弦滚降系统的滚降系数为  $\alpha$ ，滚降系数越大，则系统时域响应特性收敛越快，系统频带利用率越低。

42、下面关于时域和频域均衡器的描述，错误的是（ ）

- A 时域均衡器能将均衡器输入端的有码间串扰的响应波形变换成码间串扰尽量小的波形。。
- B 横向滤波器是一种常用的时域均衡方法，无限长的横向滤波均衡器理论上能完全消除码间串扰。
- C 理论上完全消除码间串扰的横向滤波器是物理上可以实现的。
- D 理想上的横向均衡器通过调整无限个抽头系数可以完全消除码间串扰。

43、2DPSK 中，若采用差分编码加 2PSK 绝对相移键控的方法进行调制， $a_n$  为绝对码， $b_n$  为相对码，则解调端码型反变换应该是（ ）：

- A  $a_{n-1} = b_n \oplus b_{n-1}$
- B  $b_n = a_n \oplus b_{n-1}$
- C  $a_n = b_n \oplus b_{n-1}$
- D  $b_{n-1} = a_n \oplus b_n$

44、一个二进制数字信号码元时间长度为  $0.1\mu s$ ，在传输过程中平均 2.5 秒产生

A	$5 \times 10^{-6}$	B	$2 \times 10^{-8}$
C	$2 \times 10^{-7}$	D	$4 \times 10^{-8}$

(1) 试画出 2DPSK 信号波形 (注: 相位偏移可自行假设);

(2) 现采用图所示差分相干解调法接收该信号, 试画出解调系统中 a、b 和 c 点的波形;



$x_{-1}=0.2$ 、 $x_0=1$ 、 $x_{+1}=-0.3$ 、 $x_{+2}=0.1$ ，其余均为零。

(1) 求三个抽头的最佳系数；

(2) 比较均衡器前后的峰值失真。

解 (1) 三个抽头系数  $C_{-1}$ 、 $C_0$ 、 $C_1$  满足矩阵方程

$$\begin{bmatrix} x_0 & x_{-1} & x_{-2} \\ x_1 & x_0 & x_{-1} \\ x_2 & x_1 & x_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C_{-1} \\ C_0 \\ C_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

可得方程

$$\begin{cases} C_{-1} + 0.2C_0 = 0 \\ -0.3C_{-1} + C_0 + 0.2C_{-1} = 1 \\ 0.1C_{-1} - 0.3C_0 + C_1 = 0 \end{cases}$$

解得  $C_{-1}=0.1779$   $C_0=0.8897$   $C_1=0.2847$

(2) 由  $y_k = \sum_{i=-N}^N c_i x_{k-i}$  可算出

$$\begin{aligned} y_{-1} &= 0 & y_0 &= 1 & y_1 &= 0 \\ y_{-3} &= 0 & y_{-2} &= -0.0356 & y_2 &= 0.00356 & y_2 &= 0.0285 \end{aligned}$$

其余  $y_k=0$

则输入峰值失真

$$D_x = \frac{1}{x_0} \sum_{\substack{k=-\infty \\ k \neq 0}}^{\infty} |x_k| = 0.6$$

输出峰值失真

$$D_y = \frac{1}{y_0} \sum_{\substack{k=-\infty \\ k \neq 0}}^{\infty} |y_k| = 0.06766$$

48、信号功率谱密度函数和 ( D ) 是一对傅里叶变换对。

A 数学期望      B. 方差      C. 协方差      D. 自相关函数

49、提出部分响应系统的目的是为了提高频带利用率，并 ( B )。

- A 消除码间干扰；
- B 加速传输波形的尾巴衰减；
- C 降低噪声的影响；
- D 使得传输波形的频谱变成理想低通特性。

50、已知二进制无记忆信源  $\{0, 1\}$ ，相应出现的概率为  $p$  和  $(1-p)$ ，当熵取最大值时， $p$  等于 ( )

A 0      B. 0.25      C. 0.5      D. 1



51、某(7,4)系统汉明码的监督矩阵为:

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

信息元为 1100, 利用生成矩阵求码字。

解:

$$n = 7, k = 4, r = n - k = 3, [H] = [P \ I_3], \quad [P] = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}, \quad [Q] = [P]^T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$[G] = [I_4 \quad Q] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$[A] = [a_6 \quad a_5 \quad a_4 \quad a_3] \cdot [G] = [1 \quad 1 \quad 0 \quad 0] \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \\ = [1 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 1]$$

52、某 16 进制调制系统的平均发送功率为 2 瓦, 信息速率是 1Mbit/s, 其符号间隔是 4 微秒, 比特间隔是 1 微秒, 平均符号能量是 8 微焦耳, 平均比特能量是 2 微焦耳。

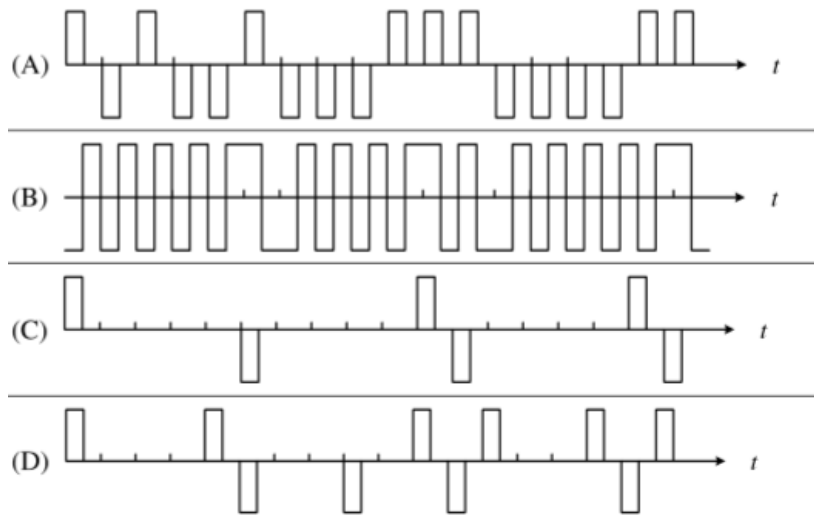
53、某分组码的全部码字是 0000000、0101110、1011100、1111111, 所有码字中的最大码重是 7, 最小汉明距离是 3, 该码用于纠错可保证纠正 1 位。

54、某线性分组码的生成矩阵 G 有 3 行 7 列, 其监督矩阵 H 有 4 行 7 列, 该码的编码率为 3/7。

55、设有 AM 信号  $s(t) = \cos(2\pi \times 10^4 t) + 4 \cos(2.2\pi \times 10^4 t) + \cos(2.4\pi \times 10^4 t)$ , 此 AM 信号的功率是 9, 载波频率是 11 kHz。

56、若数据速率为 2000bps, 则比特间隔是 0.5 ms。采用 16 进制传输时, 符号速率为 500 Baud, 符号间隔为 2 ms。

57、下列波形 C 是 AMI 码, D 是 HDB3 码。



58、八进制数字通信系统的每个符号携带  $k = \underline{\text{B}}$  个比特。这  $k$  个比特中任何一个出错，则符号出错。已知八进制系统中比特出错的概率是  $1/10$ ，假如各个比特出错是独立事件，则符号出错的概率是  $\underline{\text{C}}$ ，假如每个符号中一个比特出错必然会导致其他两个比特也错，则符号错误概率是  $\underline{\text{A}}$ 。

(1) A. 1 B. 3 C. 5 D. 8

(2) (3) A. 0.1 B. 0.19 C. 0.271 D. 0.3

59、试设计一个数据速率为  $2400\text{bps}$  的基带传输系统，设计要求：带宽不超过  $900\text{Hz}$ ，进制数尽可能低（最多不超过 8），滚降系数尽可能大（至少不低于 0.2），要求实现无符号干扰，给出所涉及的系统的主要参数以及有关设计依据的简要说明。

答：带宽是  $900\text{Hz}$ ，二进制传输的极限速率是  $1800\text{bps}$ ，故排除二进制。考虑四进制，则符号速率是  $1200\text{Baud}$ ，奈奎斯特极限带宽是  $600\text{Hz} < 900\text{Hz}$ ，可行，实际带宽比奈奎斯特极限多  $300\text{Hz}$ ，将其全部用于滚降，则滚降系数为 0.5，故系统参数使用 4PAM，滚降系数 0.5，符号速率为  $1200\text{Baud}$ 。

60. 书 P85 页 4-4;

61. 书 P127 页 5-2、5-3

62. 书 P164 页例 6-3

63. 书 P175 页 6-24

64. 书 P226 页 7-13