

14 级现代通信原理复习资料

一、填空题

1、二进制码元速率为 2.048×10^6 Baud，若在 2 秒内有 3 个码元产生错误，则误码率为 7.32×10^{-7} 。

2、设每秒传送 n 个 M 进制的码元，则信息传输速率为 $n \log_2 M$ b/s。

3、出现概率越小的消息，其所含的信息量 越大。

4、以等概率发送二进制数字“0”和“1”，则每个数字的信息量为 1 bit。

5、消息所包含的信息量是该消息出现的概率的函数，消息出现的概率为 $P(x)$ ，则消息所包含的信息量 $I =$ $-\log_2 P(x)$ bit。

6、从信源发出的没有经过调制的原始电信号称为 基带 信号。

7、信道编码的目的是提高信息传输的 可靠性。

8、通信双方可同时进行收发消息的工作方式称为 全双工（双工） 通信。

9、信道按传输媒质可分为有线信道和无线信道。其中，蜂窝移动通信系统属于 无线 信道。

10、一个八进制波形需要用 3 个二进制脉冲表示。

11、单边功率谱密度为 n_0 的高斯白噪声通过带宽为 B 的带通滤波器，输出的噪声平均功率为 $n_0 B$ 。

12、矩形脉冲信号的持续时间为 T_B 秒，则该矩形脉冲信号的第一零点带宽为 $\frac{1}{T_B}$ Hz。

13、恒参信道的主要传输特性可用 幅频 特性和相频特性来表示。

14、噪声可分为人为噪声和自然噪声，其中，热噪声属于 自然 噪声。

15、调制信道的定义范围为从调制器的输出端至 解调器的输入端。

16、无失真传输系统要求其幅频特性为 常数。

17、标准调幅 AM 中，调制信号 $m(t)$ 与叠加的直流分量 A_0 当满足条件 $|m(t)|_{\max} > A_0$ 时出

现“过调幅”现象。

18、SSB 调制系统的制度增益为 1。

19、对 AM 信号进行包络检波时，当输入信噪比较小时，输出信噪比随输入信噪比的下降而急剧恶化，这种现象称为 门限效应。

20、FM 调制时，若调制信号的调制频率为 f_m ，最大频偏为 Δf ，调制指数为 $m_f = \frac{\Delta f}{f_m}$ 。

21、若基带信号的最大频率为 3.4kHz，则 SSB 信号的带宽为 $B_{SSB} = 3.4$ kHz。

22、基带传输系统升余弦滚降系数最大值为 1。

23、如码元宽度为 T_B ，则奈奎斯特带宽为 $\frac{1}{2T_B}$ Hz。

24、DPSK 和 PSK 相比，在接收过程中 PSK 有相位反转问题。

25、比较各种二进制数字调制系统，采用相干解调和非相干解调时，误码率更低的是 相干解调。

26、采用非均匀量化的目的在于改善 小信号输入时的信噪比。

27、1 路 PCM 电话信号的比特率为 64 kbps。

28、监督码元为 3 的汉明码的码长 7。

29、码组 (01001) 的码重为 2。

30、接收端本地振荡器产生的相干载波同接收的码元载波要求 同频同相。

31、连续信道香农公式可表示为 $C_t = B \log_2 \left(\frac{S}{N} \right)$ 。

32、已知英文字母 e 出现的概率为 0.105，则 e 的信息量为 3.25 bit。

33、若调制信号的带宽为 f_H ，则 AM 的带宽为 $B_{AM} = 2f_H$ 。

34、设二进制信码序列的码元传输速率为 1200Baud，则半占空（即脉冲宽度为码元宽带一半）的 HDB3 码的第一零点带宽为 2400 Hz。

35、2DPSK 信号的带宽为码元速率的 2 倍。

二、选择题

1、基带信号具有 低通 特性。

2、八进制码元速率为 1800 B，则信息传输速率为 5400b/s

3、关于信息传输速率和码元传输速率，下列说法错误的是（ B ）。

A、信息传输速率一定，增加进制数，可以提高频带利用率；

B、信息传输速率小于码元传输速率；

C、码元传输速率一定，增加进制数，单位带宽内可以传输更多的信息量；

D、码元传输速率的大小仅取决于码元宽度，二者成反比关系。

4、下列 4 个信道中，信道容量最大的是（ D ）。

A、带宽 $B=3\text{kHz}$ ，信噪比 $\frac{S}{N}=10\text{dB}$ ；

B、带宽 $B=3\text{kHz}$ ，信噪比 $\frac{S}{N}=10$ 倍；

C、带宽 $B=3\text{kHz}$ ， $\frac{S}{n_0}=3\times 10^4\text{Hz}$ ；

D、带宽 $B=6\text{kHz}$ ， $\frac{S}{n_0}=3\times 10^4\text{Hz}$ 。

5、根据香农公式，下列哪一项不是连续信道容量的三要素？（ C ）

A、带宽 B B、信号平均功率 S C、信噪比 $\frac{S}{N}$ D、噪声单边功率谱密度 n_0

6、下列模拟调制中，不属于幅度调制的是（ B ）。

A、VSB B、FM C、DSB D、AM

7、某调角信号为 $s(t)=10\cos[2\times 10^6\pi t+10\cos 2000\pi t]$ ，其最大频偏为 10kHz

8、眼图张开最大的时刻对应着 最大抽样值

9、一个码速为 300 波特相位不连续的 2FSK 系统，它的“0”码频率 f_0 与“1”码频率 f_1 之差为 200 赫，传输这一信号所需的频带宽度约为 。

10、A 律 13 折线编码中，当段落码为 001 时，起始电平为 。

11、下列哪种调制方式可采用包络检波？（ D ）

A、VSB B、SSB C、DSB D、AM

12、四进制数字基带系统的最大频带利用率为 4bit/(sgHz)。

13、下列哪种通信方式采用半双工通信？（ C ）

A、立体声广播 B、蜂窝移动通信 C、对讲机 D、市内电话

14、下列哪种数字调制方式在解调时存在反相工作问题？（ C ）

A、2ASK B、2FSK C、2PSK D、2DPSK

15、关于循环码，下列说法错误的是（ C ）。

A、循环码属于系统码；

B、循环码具有封闭性、循环性；

C、循环码的生成多项式 $g(x)$ 中可以没有常数项；

D、循环码的生成矩阵 G 的各行一定线性无关。

三、简答题

1、什么是误码率和误信率？它们之间关系如何？

答：

误码率：错误接收的码元数在传输总码元数中所占的比例，即码元在传输过程中被传错的概率，用 P_e 表示。

误信率：又称误比特率，是指错误接收的比特数在传输总比特数中所占的比例，用 P_b 表示。

在二进制中， $P_e = P_b$ ；在 M 进制中， $P_e > P_b$ 。

2、数字通信系统有哪些优缺点？

答：

同模拟通信相比，数字通信具有以下优点：

- (1) 抗干扰能力强，且噪声不积累；
- (2) 传输差错可控；
- (3) 便于处理、变换、存储，便于将来自不同信源的信号综合传输；
- (4) 易于集成，使通信设备微型化、重量减轻；
- (5) 易于加密处理，且保密性好。

缺点：(1) 需要较大的传输带宽；

- (2) 对同步要求高，系统设备复杂。

3、在基带传输系统中，选择传输码型应遵循哪些原则？

答：

- (1) 不含直流，且低频分量尽量少；
- (2) 应含有丰富的定时信息，以便于从接收码流中提取定时信息；
- (3) 功率谱主瓣宽度窄，以节省传输带宽；
- (4) 不受信息源统计特性的影响，即能适应信息源的变化；
- (5) 具有内在的检错能力，即码型应具有一定的规律性，以便利用这一规律性进行宏观检测；
- (6) 编译码简单，以降低通信延时和成本。

4、什么是数字调制与解调？数字调制技术如何实现？列出三种基本的数字调制技术并指明其分别调制载波的哪个参量？

答：用数字基带信号控制载波，把数字基带信号变换成数字带通信号（已调信号）的过程称为数字调制；

在接收端通过解调器把带通信号还原成数字基带信号的过程称为数字解调；

数字调制技术可以通过两种方法实现：(1) 利用模拟调制方法实现，把数字基带信号当做特殊的模拟信号处理；(2) 通过开关键控载波实现数字调制。

三种基本的数字调制技术是：(1) 振幅键控(ASK)，调制载波的振幅；(2) 频移键控(FSK)，调制载波的频率；(3) 相移键控(PSK)，调制载波的初相位。

5、增量调制的量化噪声有哪几种？它们产生的原因是什么？

答：增量调制的量化噪声有两种：一般量化噪声和过载量化噪声。

一般量化噪声是由于编码、译码时用阶梯波形去近似表示模拟信号波形，由于阶梯本身的电压跳变产生的失真，这是增量调制的基本量化噪声，随信号永远存在。过载量化噪声是由于信号变化过快引起的失真，即阶梯波的上升速度赶不上信号的上升速度引起的。

6、在数字通信系统中哪几种同步方式？适用分别是什么含义？

答：在数字通信系统中，同步包括载波同步、码元同步、群同步和网同步四种。

载波同步又称载波恢复，即在接收设备中产生一个和接收信号的载波同频同相的本地振荡供给解调器做相干解调用。

码元同步又称时钟同步或时钟恢复，对于二进制码元，码元同步又称为位同步。在接收数字信号时，必须得知接收码元的准确起止时刻，为此信号要产生定时脉冲序列。

群同步又称帧同步或字符同步。在接收端产生于每群、每帧起止时刻相一致的同步脉冲序列，以便对接收码元正确分组。

网同步是指通信网中各站之间的时钟的同步。

四、计算题

1、设某四进制数字传输系统的每个码元的持续时间（宽度）为 833×10^{-6} 秒，连续工作一小时后，接收到 6 个错码，且错误码元中仅发生 1bit 的错误。

试求：

- (1) 该系统的码元速率和信息速率是多少？
- (2) 一小时内传送的总码元数和总信息量是多少？
- (3) 该系统的误码率和误信率是多少？

解：(1) $T_B = 833 \times 10^{-6} \text{ s}$ ，码元速率为： $R_B = \frac{1}{T_B} = \frac{1}{833 \times 10^{-6}} = 1200 \text{ (Baud)}$ ；

系统为四进制， $M=4$ ，信息速率为： $R_b = R_B \log_2 M = 1200 \times 2 = 2400 \text{ (b/s)}$

(2) 一小时内传送的总码元数为： $N = R_B g = 1200 \times 3600 = 4.32 \times 10^6 \text{ (个)}$

一小时内传送的总信息量为： $I = R_b g = 2400 \times 3600 = 8.64 \times 10^6 \text{ (bit)}$

(3) 误码率为： $P_e = \frac{N_e}{N} = \frac{6}{4.32 \times 10^6} = 1.39 \times 10^{-6}$

因为连续工作一小时后，接收到 6 个错码，且错误码元中仅发生 1bit 的错误，故误比特数为 6bit，

误信率为： $P_b = \frac{6}{8.64 \times 10^6} = 6.94 \times 10^{-7}$

2、某信源符号集由 A、B、C、D 和 E 组成，设每一符号独立出现，其出现的概率分别为 1/4、1/8、1/8、3/16 和 5/16。若每秒传输 1000 个符号，试求：

- (1) 该信源符号的平均信息量。
- (2) 1 小时内传送的总信息量。

解：

(1) 该信源符号的平均信息量为：

$$H(\) = -\sum_{i=1}^5 P(\) \log_2 P(\) = -\frac{1}{4} \log_2 \left(\frac{1}{4}\right) - \frac{1}{8} \log_2 \left(\frac{1}{8}\right) - \frac{1}{8} \log_2 \left(\frac{1}{8}\right) - \frac{3}{16} \log_2 \left(\frac{3}{16}\right) - \frac{5}{16} \log_2 \left(\frac{5}{16}\right) =$$

(b/符号)

(2) 平均信息速率为: $R_b = R_B g H(\) = 1000 \times 2.23 = 2.23 \times 10^3$ (b/s)

1 小时内传送的总信息量为: $I = R_b g = 2.23 \times 10^3 \times 3600 = 8.028 \times 10^6$ (bit)

3、已知一幅彩色电视图像由 4×10^5 个像素组成, 若每个像素有 64 种彩色度, 每种彩色度有 16 个亮度等级(设所有彩色度和亮度等级的组合机会均等, 并统计独立)。

试求: (1) 每秒传送 50 幅图像所需要的信道容量;

(2) 已知接收机信噪比为 30dB, 求传送彩色图像所需的信道带宽。

解: (1) 每像素所含的信息量为: $I_i = \log_2 (64 \times 16) = 10$ bit

每幅图像所含的信息量为: $I = 10 \times 4 \times 10^5 = 4 \times 10^6$ bit

信道容量 $C > R = 50 \times 4 \times 10^6 = 2 \times 10^8$ bit/s

(2) 已知信噪比 $S/N = 30\text{dB} = 1000$ 倍

由香农公式 $C = B \log_2 \left(1 + \frac{S}{N}\right)$ 得,

$$B = \frac{C}{\log_2 \left(1 + \frac{S}{N}\right)} = \frac{2 \times 10^8}{\log_2 (1001)} = 20 \text{ MHz}$$

4、某数码摄像机每 30 毫秒产生 1 幅 40 万像素的彩色图像, 每个像素由 RGB3 种颜色构成, 各有 32 个灰度级。假设摄像机的输出不经过任何压缩而直接传输, 传输信道是一个加性高斯白噪声信道, 信道中的信噪比为 30.1dB。

试求:

(1) 摄像机直接输出的速率是多少?

(2) 传输此输出速率, 理论上最少需要的信道带宽是多少?

解: (1) 每个像素所含的信息量为: $I_i = 3 \times \log_2 32 = 3 \times 5 = 15$ (bit/像素)

每幅图片所含的信息量为： $I = 4 \times 10^5 \times 15 = 6 \times 10^6$ (bit)

摄像机输出速率为： $R_b = \frac{6 \times 10^6}{30 \times 10^{-3}} = 2 \times 10^8 \text{ b/s} = 200 \text{ Mb/s}$

(2) 输出信噪比 $\frac{S}{N}$ 为 $30.1 \text{ dB} = 1023$ 倍

由信道容量 $C \geq R_b$ ，得 $C = B \log_2 \left(\frac{S}{N} \right) \geq R_b$ ，整理得，

$$B \geq \frac{R_b}{\log_2 \left(\frac{S}{N} \right)} = \frac{200 \times 10^6}{\log_2 (1024)} = 20 \text{ MHz}$$

即信道带宽至少应为 20MHz。

5、已知 AM 信号的表达式为 $s_{AM}(t) = A_c [1 + m \cos(\omega_m t)] \cos(\omega_c t)$ 。

试求：(1) 未调载波和调制信号表达式；

(2) 载波中心频率、调制频率；

(3) 能否采用包络检波法进行解调？解释原因。

解：(1) 对比 AM 信号的一般表达式 $s_{AM}(t) = A_c [1 + m \cos(\omega_m t)] \cos(\omega_c t)$ ，可知未调载波表达式

为： $\cos(\omega_c t)$

调制信号表达式为： $m \cos(\omega_m t)$

(2) 载波中心频率为： $f_c = \frac{\omega_c}{2\pi} = 3 \times 10^6$ (Hz)

调制频率为： $f_m = \frac{\omega_m}{2\pi} = 5 \times 10^4$ (Hz)

(2) 以为调幅系数为 $m = \frac{2}{5} < 1$ ，不会发生过调幅，可以采用包络检波进行解调。

7、在 OOK 系统中，已知发送端发送的信号振幅为 $A = 5V$ ，接收端带通滤波器输出噪声功率

为 $\sigma_n^2 = 3 \times 10^{-12} W$ ，若要求系统误码率 $P_e = 10^{-4}$ 。

试求：非相干解调时，从发送端到解调器输入端信号的衰减量是多少dB。

解：采用非相干解调时，OOK 系统的误码率为 $P_e = \frac{1}{2}e^{-\frac{r}{4}}$ 。故解调器输入信噪比为：

$$r = 4 \ln\left(\frac{1}{2P_e}\right) = 4 \times \ln\left(\frac{1}{2 \times 10^{-4}}\right) = 34$$

设解调器输入端信号振幅为 a ，由 $r = \frac{a^2}{2\sigma_n^2}$ ，可得解调器输入端信号的振幅为：

$$a = \sqrt{r \cdot 2\sigma_n^2} = \sqrt{34 \times 2 \times 3 \times 10^{-12}} = 1.428 \times 10^{-5}$$

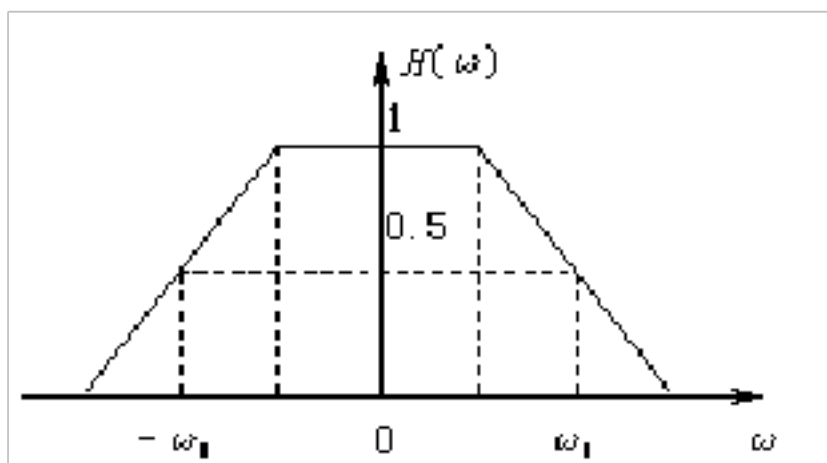
故，非相干解调时，从发送端到解调器输入端信号的衰减量为：

$$k = 20 \lg \frac{A}{a} = 20 \times \lg\left(\frac{5}{1.428 \times 10^{-5}}\right) = 110.9(\text{dB})$$

6、设某数字基带传输系统的传输特性 $|H(\omega)|$ 如图所示。图中横轴被两条虚线和 $|H(\omega)|$ 分成的三段相等。

试确定：

- (1) 该系统能否实现无码间串扰的条件？
- (2) 该系统是否是滚降特性系统？如果是，求滚降系数 α ；
- (3) 若该系统的奈奎斯特带宽为 1200Hz，则最高码元传输速率为多少？此时系统的频带利用率为多少？



解：(1) 因为该系统可等效成矩形系统：

$$H_{\omega}(\omega) = \begin{cases} 1 & |\omega| \leq \omega_0 \\ 0 & \text{其他} \end{cases}$$

所以该系统能够实现无码间串扰条件。

(2) 该系统是滚降系统，滚降系数为 $\alpha = \frac{f_{\Delta}}{f_N} = \frac{1}{2} = 0.5$

(3) 因为奈奎斯特带宽 $f_N = 1200 \text{ Hz}$ ，故最高码元传输速率为：

$$R_B = 2f_N = 2400(\text{Baud})$$

此时系统的频带利用率为 $\eta = \frac{2}{1+\alpha} = \frac{2}{1.5} = 1.33$

8、模拟基带信号的最大带宽为 4kHz，采用 PCM 时分复用系统传送 10 路这样的信号，若对信号进行均匀量化编码，量化电平数为 32 个。

试求：（1）根据奈奎斯特抽样定理，抽样的数字信号的带宽至少为多少？

（2）每路信号占用的时隙带宽是多少？如果采用二进制非归零码，单个码元的时间宽度 T_b 为多少？

（3）若采用滚降系数 $\alpha = 0.4$ 的滚降系统传输，系统带宽 B 为多少？

解：（1）因为模拟基带信号的最大带宽为 4kHz，对模拟信号进行 PCM 编码时，根据奈奎斯特抽样定理，可知抽样速率为 8000 次/秒，即抽样的数字信号带宽至少为 8 kHz。

（2）因为采用时分复用系统传送 10 路这样的信号，故每路信号占用的时隙宽度为：

$$T = \frac{1}{8000 \times 10} = 12.5 \times 10^{-6}(\text{s}) = 12.5 \mu\text{s}$$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/338000054076006053>