

# 通信原理纲要

第一部分 通信原理要点提纲 .....	1
第一章 绪论 .....	1
1.引言.....	1
2.通信系统的组成.....	1
1) 模拟通信系统.....	1
2) 数字通信系统.....	1
3.通信分类.....	1
4.信息及其度量.....	2
第二章 随机信号分析 .....	2
1.引言.....	2
2.随机过程.....	2
1) 随机变量到随机过程的推广 .....	2
2) 随机过程的数学刻画.....	2
3) 三个常用的统计量：均值、方差、自相关 .....	3
3.平稳的随机过程和各态历经性.....	3
1) 狭义平稳.....	3
2) 广义平稳（宽平稳、二阶平稳） .....	3
3) 时间平均及其引入的统计量.....	3
4) 各态历经性就是可以用时间平均统计量代替概率平均统计量的随机过程 .....	3
4.平稳随机过程的自相关和功率谱.....	3
5.高斯随机过程（高斯噪声） .....	4
1) 窄带高斯噪声.....	4
2) 理想低通高斯噪声 .....	4
3) 理想宽带（无线宽）高斯噪声 .....	4
6.平稳过程通过确知的线性时不变系统.....	4
第三章 信道 .....	4
1.引言.....	4
1) 信道就是传输媒介 .....	4
2) 广义信道和狭义信道.....	5
3.信道容量.....	5
4. 无线多径信道.....	5
第四章 模拟调制系统 .....	5
1.引言.....	5
1) 调制的目的和意义.....	5
2) 载波分类.....	5
3) 调制信号与基带信号 .....	6
4) 模拟调制分类.....	6
2.线性调制.....	6
3.非线性调制（角度调制） .....	6
4.各种模拟调制性能的比较.....	7

5.频分复用.....	7
<b>第五章 数字基带传输系统 .....</b>	<b>7</b>
1 数字基带传输的基本模型.....	7
2 常见基带波形.....	7
3 差分编码和差分波形.....	8
4 数字信号功率谱.....	8
5.线路编码.....	8
1) 线路编码的几个要求.....	8
2) 几种线路编码举例.....	8
6.码间干扰和无码间干扰的条件.....	8
7.部分响应系统.....	9
1) 内奎斯特第二准则.....	9
2) 预编码的作用.....	9
3) 二进制第一类部分响应(双二进制).....	9
4) 二进制第四类部分响应(改进型双二进制).....	9
5) 一般部分响应的通式.....	9
8. 无码间干扰只有白噪声条件下的性能分析.....	9
9.时域均衡.....	9
<b>第六章 数字调制系统 .....</b>	<b>10</b>
1. 引言.....	10
2. 二进制数字调制.....	10
3. 多进制调制.....	10
4. MSK 的有关知识点.....	10
<b>第七章 模拟信号的数字传输(A/D 变换).....</b>	<b>11</b>
1. 引言.....	11
2. 抽样.....	11
1) 三种抽样.....	11
2) 抽样定理.....	11
3) 带通信号的抽样.....	11
2. 量化和编码.....	11
1) 均匀量化及重要公式.....	11
2) 均匀量化的几个重要例子.....	12
3. 非均匀量化编码.....	12
1) 非均匀量化和编码简介.....	12
2) A 律 13 折线量化编码.....	12
4. 时分复用和帧结构.....	12
<b>第八章 数字信号的最佳接收 .....</b>	<b>12</b>
1 引言.....	12
2 最大似然率和最大似然比准则和接收机.....	12
3. 几个重要公式.....	13
4. 匹配滤波器.....	13
1) 匹配滤波器的时域表示和频域表示.....	13
2) 匹配滤波器等价于相关器.....	13
3) 一些公式.....	13

4) 最佳接收机系统.....	13
<b>第九章 差错控制编码 .....</b>	<b>13</b>
1. 引言.....	13
2. 几种简单的检错码.....	13
3. 线性分组码的常识.....	14
1) 重要参数和性能.....	14
2) 监督阵和生成阵.....	14
3) 常见的例子.....	14
<b>第十章 同步原理 .....</b>	<b>14</b>
1. 引言.....	14
2. 载波同步.....	14
3. 位同步.....	14
4. 群同步.....	15
1) 常识.....	15
2) PCM30/32 系统的帧结构和同步 .....	15
3) 帧同步码的设计.....	15
<b>第二部分 试卷选讲 .....</b>	<b>16</b>
2009 年考试.....	16
2008 考试.....	20
2008 加试.....	22
2010 考试.....	24

# 第一部分 通信原理要点 提纲

## 第一章 绪论

### 1.引言

意义和目的。

### 2.通信系统的组成

#### 1) 模拟通信系统

书图 1-2 (P3)

什么是模拟信号？模拟信号双连续。

#### 2) 数字通信系统

什么是数字信号？数字信号双离散。介于数字和模拟之间的信号 PAM。

**数字通信的优点：** 1. 可以中继再生，消除噪声和干扰的积累； 2. 可以实现差错控制； 3. 可以利用数字信号处理技术； 4. 可以方便加密。

**缺点：** 占用带宽较大。例如模拟话音 4kHz，数字信号 64kb/s。

### 3.通信分类

#### 1) 按消息特征分

电报、电话、图像、视频

2) 按调制方式

见 P4 表 1-1

3) 按信号特征分：模拟、数字

4) 按传输媒介分：有线、无线

5) 按复用方式分：频分、时分、码分、空分

## 4.信息及其度量

1) 信息量的定义

2)  $M$  进制信号的信息量、带宽和频带利用率等公式

3) 平均信息量就是熵

4) 传码率（数码率、码元速率、符号速率）和传信率的关系

5) 误码率（误符号率）和误信率（误比特率）之间的关系

# 第二章 随机信号分析

## 1.引言

## 2.随机过程

### 1) 随机变量到随机过程的推广

随机变量是随机过程的时间抽样，随机过程是随机变量多了时间的一维推广。

### 2) 随机过程的数学刻画

一维、二维..... $n$  维概率分布和概率分布密度 PDF

（见书上定义式）

### 3) 三个常用的统计量：均值、方差、自相关

## 3.平稳的随机过程和各态历经性

### 1) 狭义平稳

所有的统计特性都具有时间平移不变性。

### 2) 广义平稳（宽平稳、二阶平稳）

一阶二阶统计特性具有时间平移不变性。通信里平稳基本指此。两个要求。

### 3) 时间平均及其引入的统计量

时间平均均值

时间平均方差，时间平均自相关

### 4) 各态历经性就是可以用时间平均统计量代替概率平均统计量的随机过程

## 4.平稳随机过程的自相关和功率谱

### 1) 二阶统计量的常识（见书）

1. 平均功率（总功率）

2. 直流功率（稳态分量功率）

3. 交流功率（随机分量功率）

### 2) 功率谱（功率谱就是信号功率在频率域的分布情况）

维纳-辛钦公式

## 5.高斯随机过程（高斯噪声）

高斯随机过程的刻画：主要用来对噪声进行建模，称高斯噪声。都具有三个性质：

1. 平稳性；2. 零均值性；3. 加性。

### 1) 窄带高斯噪声

莱斯（Rice）正交表达式，莱斯包络表达式，同相分量，正交分量，包络过程，相位过程，功率谱示意图，功率，方差。

主要公式和表达式（见书）：

### 2) 理想低通高斯噪声

功率谱，方差，带宽，自相关。

### 3) 理想宽带（无线宽）高斯噪声

功率谱，自相关，功率无限大，模型的意义。

## 6.平稳过程通过确知的线性时不变系统

三个表达式及其含义，高斯性不变。

# 第三章 信道

## 1.引言

### 1) 信道就是传输媒介

分为有线信道（明线、电缆、光缆）和无线信道（地波传播信道、短波电离层信道、微波视距中继信道、卫星中继信道、各种散射信道）。

## 2) 广义信道和狭义信道

广义信道就是信道模型，狭义信道就是物理信道。

调制信道模型（如书图）：恒参信道和随参信道

编码信道模型：误码率公式

## 3.信道容量

1) 香农公式，容量的含义，几个连续信道容量的例子。

2) 香农公式揭示带宽和功率（信噪比）可以互换

牺牲带宽换信噪比：扩谱通信，星际通信

牺牲信噪比换带宽：多进制信号

## 4. 无线多径信道

衰落、相干（关）带宽、频率选择衰落信道、相干时间、时间选择衰落信道、平坦衰落信道。

# 第四章 模拟调制系统

## 1.引言

### 1) 调制的目的和意义

1.信道的要求；2. 天线的要求；3. FDM 的要求

### 2) 载波分类

正弦载波、脉冲载波（PAM,PCM,PPM,PDM）



### 3) 调制信号与基带信号

数字基带和模拟基带信号：模拟基带比较单纯，数字基带复杂。

### 4) 模拟调制分类

线性调制（AM, DSB, VSB, SSB）和非线性调制（角度调制：PM, FM）

## 2.线性调制

1) 针对 AM, DSB, VSB, SSB 掌握：发射机框图、接收机框图、时间域表达式、频谱、带宽、波形图（见书）

2) 考试常用的式子

3) AM 比其它线性调制的优缺点

无论是带宽效率还是功率效率 AM 都是最低，但是 AM 生存最好，因为只有它可以采用包络解调（有门限效应，但是不易察觉）。

4) 一些常见的例子。

## 3.非线性调制（角度调制）

1) 调频和调相的关系

通过调频可以实现调相，反之亦然。

2) FM 发射机框图、接收机框图、时间域表达式、频谱、带宽、波形图

注：PM 基本不用。

3) 考试常用的式子

4) 一些常见的例子。

5) 单音调频（最简单的调频 FM）的常用式子

6) 门限效应

所有非线性（包络）解调都有门限效应，但是 FM 格外突出。这是因为 FM 的制  
度增益极高的缘故。

## 4.各种模拟调制性能的比较

什么是公平的比较环境？

同样的接收信号功率，同样的噪声功率谱密度，同样的基带信号（调制信号）

## 5.频分复用

复用的种类，复用和多址的关系。

# 第五章 数字基带传输系统

## 1 数字基带传输的基本模型

三个滤波器：发送、信道、接收

几个基本的公式

## 2 常见基带波形

归零 RZ 与不归零 NRZ，占空比和信号带宽，单极性和双极性

### 3 差分编码和差分波形

双极性信号容易在接收机方发生倒相（相位识别错误）。为什么差分编码可以防止差错传播？

编码和译码公式及框图

### 4 数字信号功率谱

连续谱、离散谱：离散谱在定时（位同步）中的作用。

矩形脉冲的功率谱和占空比的关系

### 5.线路编码

#### 1) 线路编码的几个要求

1. 无直流分量，且高频低频都不丰富；2. 便于提取定时信息；3. 具有一定检错能力；4. 编码效率要高。

#### 2) 几种线路编码举例

AMI 码，HDB3 码，双相码，CMI 码

### 6.码间干扰和无码间干扰的条件

- 1) 由信道模型得出码间干扰模型
- 2) 时域无码间干扰条件
- 3) 频域无码间干扰条件（内奎斯特准则）
- 4) 信道举例

理想低通信道、滚降低通信道、频带利用率、信号带宽、信道第一零点带宽、内奎斯特带宽（无码间干扰最小带宽）

## 7.部分响应系统

### 1) 内奎斯特第二准则

可以通过编码引入可控的码间干扰，改善信号频谱适应信道；减小时域波形的尾巴，降低接收机对于定时抖动的敏感度；通过相关编码引入的码间干扰在接收端可以通过译码消除；付出的代价是系统的复杂度和信噪比。

### 2) 预编码的作用

消除差错传播

### 3) 二进制第一类部分响应（双二进制）

有关公式和框图

### 4) 二进制第四类部分响应（改进型双二进制）

有关公式和框图

### 5) 一般部分响应的通式

## 8. 无码间干扰只有白噪声条件下的性能分析

模拟系统的性能指信噪比，数字系统的性能指误码率。

眼图是最原始判断数字通信系统好坏的方式。

## 9.时域均衡

1) 模拟信号用频域均衡，数字信号用时域均衡

2) 时域均衡器的结构：横向滤波器，FIR 滤波器

3) 均衡的两个基本准则：峰值畸变准则和均方畸变准则

4) 关于横向滤波器系数的计算

例子计算量往往很大。

## 第六章 数字调制系统

### 1. 引言

什么是数字调制？数字调制的目的和意义。

### 2. 二进制数字调制

1) 针对 ASK, PSK, DPSK, FSK 掌握：发射机框图、接收机框图、时间域表达式、频谱、带宽、波形图

2) 相干解调和非相干解调各自的优势和劣势

3) 常用的公式总结

### 3. 多进制调制

1) 为什么要用多进制调制

主要是节省带宽。但 MFSK 并非如此。

2) QPSK 和 OQPSK

3) QAM 的优势

星座图、格雷编码和原理框图、频带利用率等。

### 4. MSK 的有关知识点

1) MSK 属于 CPFSK，其常用关系式有：

2) MSK 的波形图和相位图

3) MSK 的优点是什么?

## 第七章 模拟信号的数字传输(A/D 变换)

### 1. 引言

抽样、量化、编码——译码、LPF 的对应

抽样：时间上初步离散化；量化：电平上初步离散化；编码：时间和电平上进一步离散化。

### 2. 抽样

#### 1) 三种抽样

理想抽样（冲激抽样）、平顶抽样、曲顶抽样

掌握：框图、波形图、频谱图、抽样率、抽样间隔

#### 2) 抽样定理

#### 3) 带通信号的抽样

几个常见的公式

### 2. 量化和编码

#### 1) 均匀量化及重要公式

量化台阶（量化间隔）、量化级（量化电平）、量化误差（量化噪声）、量化信噪比

## 2) 均匀量化的几个重要例子

### 3. 非均匀量化编码

#### 1) 非均匀量化和编码简介

扩大量化器动态范围、降低数码率、压缩和扩张、自然编码和格雷编码

#### 2) A 律 13 折线量化编码

极性码、段落码（非均匀）、段内码（均匀）

标准量化单位  $\Delta$ 、段内量化级、各段起点电平

手工译码：为什么要加半个段内量化级

几个重要公式和例子

### 4. 时分复用和帧结构

1) 按位（比特）和按路（字、字节）复用

2) 帧结构

帧长和抽样率的关系、时隙长、话音时隙和信令时隙

3) 三种带宽

## 第八章 数字信号的最佳接收

### 1 引言

### 2 最大似然率和最大似然比准则和接收机

相关器、由准则导入相关接收机的结构

### 3. 几个重要公式

相关系数、归一化信噪比、误码率、双极性信号、正交信号、通断信号

### 4. 匹配滤波器

#### 1) 匹配滤波器的时域表示和频域表示

匹配滤波器本质是功率匹配，放在接收机最前端，有高频和低频之分。

#### 2) 匹配滤波器等价于相关器

所有用相关器的接收机都能用匹配滤波器代替

#### 3) 一些公式

#### 4) 最佳接收机系统

理想信道下和非理想信道下

## 第九章 差错控制编码

### 1. 引言

随机差错和突发差错、码矢量和差错矢量（图形、图案）、编码效率  
差错控制方式：FEC、ARQ、HEC

### 2. 几种简单的检错码

奇偶校验（监督）码、方阵码（抗突发差错）



### 3. 线性分组码的常识

#### 1) 重要参数和性能

合法码组、非法码组、汉明重量、汉明距离、最小汉明重量、最小汉明距离、纠错能力和检错能力

#### 2) 监督阵和生成阵

#### 3) 常见的例子

生成阵和监督阵的互换、利用校正子纠错、设计纠错码。

## 第十章 同步原理

### 1. 引言

载波同步、位同步、群同步的目的。

### 2. 载波同步

重建载波，用于相干解调。

- 1) 插入导频法
- 2) 直接法

### 3. 位同步

重建时钟，用于接收机的基础时钟。

- 1) 插入导频法
- 2) 直接法：微分整流滤波法

## 4. 群同步

### 1) 常识

起止式同步、连贯式插入法（集中式）、间隔式插入、帧同步码、维持态、捕捉态、前方保护、后方校核、漏同步、同步周期。

### 2) PCM30/32 系统的帧结构和同步

帧同步码位于偶帧的 TS0 时隙后 7 位：0011011。同步周期为 250 微秒。

### 3) 帧同步码的设计

巴克码：具有尖锐的局部自相关特性，便于捕捉和识别。

# 第二部分 试卷选讲

南京邮电大学

2009 年考试

## 通信系统原理试题

**注意事项：**所有答案写在答题纸上，并标明每题的题号。计算题要求解题步骤完整，保持卷面整洁。

### 一、选择题（每题 2 分，共 60 分）

- 1、下列选项中\_\_\_\_\_不属于数字通信系统的优点。  
A) 抗干扰性强    B) 传输带宽大    C) 差错可控制    D) 易于加密
- 2、十六进制数字信号的传码率是 1200B，则传信率为\_\_\_\_\_；如果传信率不变，则八进制传码率为\_\_\_\_\_。  
A) 1600 b/s, 1200B    B) 1600 b/s, 3200B  
C) 4800b/s, 2400B    D) 4800 b/s, 1600B
- 3、零均值广义平稳随机过程  $X(t)$  的平均功率是\_\_\_\_\_。  
A)  $E[X(t)]$     B)  $E^2[X(t)]$     C)  $R(\infty)$     D)  $D[X(t)]$
- 4、在非均匀量化中大信号用\_\_\_\_\_的量化间隔，小信号用\_\_\_\_\_的量化间隔。  
A) 小，大    B) 长，强    C) 小，同步    D) 大，小
- 5、窄带高斯噪声的相位服从\_\_\_\_\_分布，而同相分量则服从\_\_\_\_\_分布。  
A) 均匀，正态    B) 瑞利，均匀    C) 均匀，瑞利    D) 不确定
- 6、恒参信道传输特性的不理想会引起信号的\_\_\_\_\_失真和\_\_\_\_\_失真。  
A) 高频，低频    B) 幅频，相频    C) 低频，相位    D) 码间，频率
- 7、下列选项中\_\_\_\_\_与无线通信中的多径现象无关。  
A) 码间干扰    B) 门限效应    C) 频率选择性衰落    D) 瑞利衰落
- 8、模拟调制信号的带宽从低到高依次排列顺序是\_\_\_\_\_。  
A) AM,VSB,DSB,FM    B) AM,VSB,SSB,FM  
C) FM,DSB,VSB,SSB    D) SSB,VSB,AM,FM
- 9、下列模拟通信系统中存在门限效应的是\_\_\_\_\_。  
A) 相干 AM    B) DSB    C) FM    D) VSB
- 10、四进制第 IV 类部分响应中预编码输出电平数是\_\_\_\_\_个，相关编码输出电平数是\_\_\_\_\_个。  
A) 8, 4    B) 4, 7    C) 4, 8    D) 7, 4
- 11、AM 信号一般采用\_\_\_\_\_解调，而 DSB 和 SSB 信号必须采用\_\_\_\_\_解调。  
A) 包络，同步    B) 鉴频器，同步    C) 相干，差分相干    D) 同步，包络

- 12、在相同的传信率下，若采用不归零码，下列信号中带宽最小的是\_\_\_\_\_。
- A) AMI      B) 1B2B      C) CMI      D) Manchester
- 13、数字基带信号的功率谱密度一般包括两部分：\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
- A) 离散谱，线谱      B) 广义谱，谱线  
C) 离散谱，连续谱      D) 连续谱，光谱
- 14、模拟信号数字化中的三种常见抽样方式是：\_\_\_\_\_抽样、\_\_\_\_\_抽样和\_\_\_\_\_抽样。
- A) 理想，平顶，自然      B) 理想，冲激，平顶  
C) 自然，曲顶，瞬时      D) 自然，曲顶，冲激
- 15、线路编码中的 HDB3 码解决了\_\_\_\_\_问题和\_\_\_\_\_问题。
- A) 码间干扰，噪声      B) 误码率，误差传播  
C) 长连 0，长连 1      D) 长连 0，误码率
- 16、纠错码的编码效率越高引入的冗余越\_\_\_\_\_，通常纠错能力越\_\_\_\_\_。
- A) 少，低      B) 多，高      C) 多，低      D) 长，强
- 17、同步系统中用于相干解调的是\_\_\_\_\_同步，用于抽样判决的是\_\_\_\_\_同步。
- A) 高频，相      B) 大，小      C) 载波，位      D) 群，帧
- 18、数字系统和模拟系统都可能具有的同步是\_\_\_\_\_同步。
- A) 载波      B) 网      C) 码元      D) 帧
- 19、模拟调制中 DSB 的制度增益是\_\_\_\_\_，SSB 的制度增益是\_\_\_\_\_。
- A) 2, 2      B) 2, 1      C) 1, 2      D) 2, 1.5
- 20、0、1 等概的数字调制中\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_含离散谱，而\_\_\_\_\_只含连续谱。
- A) DPSK, MSK, PSK      B) PSK, FSK, DPSK  
C) DPSK, FSK, PSK      D) ASK, FSK, PSK
- 21、要传 200kB 的基带信号，无码间干扰最小信道带宽为\_\_\_\_\_，这时频带利用率为\_\_\_\_\_。
- A) 100kHz, 2B/Hz      B) 200kHz, 2B/Hz  
C) 150kHz, 2B/Hz      D) 140kHz, 2B/Hz
- 22、线性分组码的最小汉明距为 5，则最多可检测\_\_\_\_\_位错，或者纠正\_\_\_\_\_位错。
- A) 6, 2      B) 5, 4      C) 4, 2      D) 5, 3
- 23、PCM30/32 系统传码率为\_\_\_\_\_kB，用占空比为 1 的矩形脉冲则信号第一零点带宽为\_\_\_\_\_kHz。
- A) 64, 128      B) 64, 64      C) 2048, 4096      D) 2048, 2048
- 24、样值为 129 个标准单位，则 A 律 13 折线量化编码的极性码为\_\_\_\_\_，段落码为\_\_\_\_\_。
- A) 1, 110      B) 1, 100      C) 1, 101      D) 0, 100
- 25、我国数字电话信号一次群帧结构含\_\_\_\_\_个时隙，其中有\_\_\_\_\_个非话路时隙。
- A) 30, 2      B) 31, 2      C) 2, 20      D) 32, 2
- 26、无线视距中继属于\_\_\_\_\_信道，卫星中继属于\_\_\_\_\_信道
- A) 恒参，随参      B) 恒参，时变      C) 恒参，恒参      D) 恒参，变参
- 27、一个事件的发生概率越\_\_\_\_\_，所含信息越\_\_\_\_\_。
- A) 高，高      B) 大，大      C) 大，丰富      D) 小，大
- 28、MSK 信号不但\_\_\_\_\_连续，而且\_\_\_\_\_连续，故频谱集中于主瓣。
- A) 振幅，时间      B) 频谱，波形      C) 恒定，相位      D) 波形，相位
- 29、偶监督码的最小汉明距离为\_\_\_\_\_，检错能力为\_\_\_\_\_个错。
- A) 1, 2      B) 1, 1      C) 2, 2      D) 2, 1
- 30、群同步系统有两个工作状态：\_\_\_\_\_态和\_\_\_\_\_态。

A) 维持, 相干 B) 相位, 波形 C) 维持, 捕捉 D) 连续, 离散

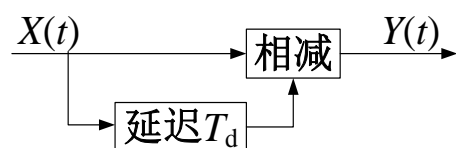
## 二、判断题（对则打√，错则打×，每题2分，共20分）

- 1、模拟话音经A律13折线量化编码后形成的数字信号带宽大大增加了。
- 2、信号的带宽小于等于信道的相干带宽就会导致频率选择现象的出现。
- 3、多址通信的方式有码分多址、频分多址、时分多址和空分多址等，第三代移动通信属于时分多址。
- 4、数字基带信号的波形波动越大接收机越容易从中提取定时信息。
- 5、中国和欧洲PCM所采用的一次群的同步周期为125微秒。
- 6、明线、短波、光缆和无线视距中继信道都属于恒参信道。
- 7、在线路编码中HDB3码的编码效率要高于双相码的编码效率。
- 8、矩形波形形成由于其频谱集中于主瓣而特别适合于无线通信。
- 9、位同步和帧同步都是数字通信所特有的同步方式，模拟通信没有。
- 10、MSK属于连续相位的频移键控信号，故可以采用非相干解调，即包络解调。

## 三、简答题（20分，每题4分）

- 1、试探讨基带系统无码间干扰的条件是什么？写出无码间干扰滚降系统频带利用率的表达式。
- 2、什么是二进制确知信号的最佳判决准则？试画出二进制确知信号最佳接收机的结构。
- 3、针对二进制第四类部分响应，写出预编码、相关编码和译码公式，并画出发送机结构图。
- 4、简述m序列特点是什么？根据特征多项式 $f(x)=x^4+x+1$ ，画出m序列产生器。
- 5、载波同步是实现相干解调的基础，试论述提取载波同步的平方环法。

四（10分）广义平稳的随机过程 $X(t)$ 通过下图所示线性时不变系统，已知 $X(t)$ 的自相关函数为 $R_X(\tau)$ ，功率谱密度为 $P_X(\omega)$ 。试求：1) 输出过程 $Y(t)$ 的自相关函数；2)  $Y(t)$ 的功率谱密度；3) 写出系统的传递函数。



五（10分）20路带宽为4kHz的模拟基带信号数字化，然后进行时分复用传输。

采用 64 级均匀量化编码。1) 试画出该时分复用系统的帧结构 (标明帧长、时隙宽度); 2) 求合路信号的传码率; 3) 求无码间干扰时所需最小系统带宽。

六 (10 分) 在 MSK 调制中已知码元速率为  $R_B$ , 载波频率为  $2R_B$ 。现有数字序列 +1 -1 -1 +1 +1 +1, 1) 计算传信频率  $f_1$  和  $f_2$ , 假定  $f_1$  大于  $f_2$ ; 2) 画出对应的 MSK 波形图; 3) 画出对应的附加相位  $\theta(t)$  变化路径图。

七 (10 分) 多个模拟基带信号带宽都是 5 千赫兹, 数字化后再进行时分复用, 假定复用后的合路数字信号码元周期都是 2 微秒, 并采用占空比为 50% 的矩形脉冲。1) 如果要求传 10 路 PCM 信号, 试求可以采用的最大的量化级数; 2) 如果要求传 20 路  $\Delta M$  信号, 试求单路信号的抽样率。

八 (10 分) 模拟信号带宽已知为  $f_m$  赫兹, 采用奈奎斯特抽样均匀量化编码而变为二元数字信号。已知该信号无码间干扰传输时所需系统最小带宽为  $B$  赫兹。1) 写出传码率表达式; 2) 写出 PCM 码组长度表达式; 3) 写出量化信噪比表达式。

# 南京邮电大学

2008 考试

## 通信系统原理 试题

### 一、选择题 (10×2 分)

- 下列指标中\_\_\_\_\_是模拟通信系统性能的衡量指标。  
A) 误码率                  B) 误信率                  C) 传输速率                  D) 信噪比
- 设幅度调制中模拟调制信号的最高频率为 5kHz, 则单边带信号带宽为\_\_\_\_\_。  
A) 15 kHz                  B) 8kHz                  C) 5kHz                  D) 10kHz
- 二进制双极性信号在接收机的抽样电平取值为 $\pm E$ , 则 0、1 等概时最佳判决门限电平为\_\_\_\_\_。  
A)  $E/2$                   B)  $E$                   C) 0                  D)  $E/3$
- 二进制数字调制系统中一般说来\_\_\_\_\_信号的频带利用率最低。  
A) FSK                  B) PSK                  C) ASK                  D) AM
- 正弦波加高斯窄带随机过程的包络的一维分布服从\_\_\_\_\_分布。  
A) 瑞利                  B) 莱斯                  C) 泊松                  D) 均匀
- 二进制信号第 I、IV 类部分响应编码后信号的电平数为\_\_\_\_\_。  
A) 3                  B) 7                  C) 8                  D) 4
- QPSK 信号星座图中的相位编码常常按\_\_\_\_\_的规律安排。  
A) 格雷码                  B) 双相码                  C) CMI 码                  D) 差分码
- PCM30/32 系统一复帧包含\_\_\_\_\_帧, 每帧包括\_\_\_\_\_时隙。  
A) 125, 32                  B) 16, 8                  C) 125, 8                  D) 16, 32
- MSK 信号可以看作是\_\_\_\_\_信号的相位连续化改进。  
A) PSK                  B) FSK                  C) ASK                  D) DPSK
- 载波同步系统可以用于接收机的\_\_\_\_\_。  
A) 包络检波                  B) 差分相干解调                  C) 非相干解调                  D) 相干解调

### 二、简答题 (4×5 分)

- 试论述数字通信系统与模拟通信系统相比较主要有那些优点。
- 试论述调制的主要作用和意义。
- 试问通信系统中的同步主要有哪一些? 它们的主要作用是什么?
- 线路码(基带传输码型)的设计应该考虑哪些要求?

### 三、计算题 (6×10 分)

- 在带宽为 3000 赫兹的电话线传一幅  $640 \times 480$  像素的图片。像素的灰度共有 256 种, 且各个灰度等概率出现。线路信噪比为 30dB。试计算最少需要多少时间传输?

2、单音调频信号为  $s_{\text{FM}}(t) = A \cos(2\pi \times 10^6 t + 4 \sin 2\pi \times 10^3 t)$ ，加性白高斯噪声双边功率谱为  $n_0/2 = 10^{-8} (\text{W/Hz})$ 。试求 1) 该系统的调制指数  $m_f$ ；2) 调频系统的最大频偏  $\Delta f$  和带宽  $B$ ；3) 解调器输入噪声功率  $N_i$ 。

3、对 10 路带宽为 4KHz 的语音信号进行 PCM 时分复用传输，采用 256 电平的线性量化。试求 1) 合路 PCM 信号的速率；2) 合路 PCM 信号的第一零点带宽（假设采用占空比为一的矩形脉冲）；3) 无码间干扰时所需最小信道带宽。

4、A 律 13 折线量化编码中最小量化间隔为  $1\Delta$ （标准量化单位）。已知抽样脉冲值为  $-470\Delta$ 。试求 1) 编码器输出的 PCM 码组；2) 计算系统误差。

5、二进制数字调制信号速率为 100kb/s，采用 2FSK 方式传输和非相干解调，两载波间距为 200kHz。接收端加性高斯白噪声的单边功率谱密度  $n_0 = 10^{-10} \text{ W/Hz}$ 。

若要求系统的误码率不大于  $10^{-5}$ 。（FSK 非相干解调误码率公式  $P_e = \frac{1}{2} e^{-r/2}$ ）。试求

1) FSK 信号的第一零点带宽；2) 输入信号的最小功率。

6、已知偶监督码长为 6，试求 1) 生成阵  $\mathbf{G}$  和监督阵  $\mathbf{H}$ ；2) 最小汉明距离  $d_0$ ；3) 检错能力和纠错能力。



# 南京邮电大学

2008 加试

## 通信系统原理 试题

### 一、选择题 (10×2 分)

- 1、四进制信号传码率为 100B, 则传信率为\_\_\_\_。若传信率不变, 改为二进制传输, 则传码率为\_\_\_\_。  
A) 100b/s, 300B      B) 300b/s, 200B      C) 200b/s, 200B
- 2、HDB3 码解决了\_\_\_\_问题和\_\_\_\_问题。  
A) 码间干扰, 噪声      B) 误码率, 误差传播      C) 长连 0, 长连 1
- 3、非均匀量化中大信号用\_\_\_\_的量化间隔, 小信号用\_\_\_\_的量化间隔。  
A) 小, 大      B) 大, 小      C) 小, 同步
- 4、数字系统和模拟系统都可能含有的同步系统是\_\_\_\_同步系统。  
A) 载波      B) 码元      C) 帧
- 5、模拟调制解调中的 DSB 的制度增益是\_\_\_\_, SSB 的制度增益是\_\_\_\_。  
A) 2, 2      B) 1, 2      C) 2, 1
- 6、传码率为 200kB 的基带信号, 无码间干扰所需最小信道带宽为\_\_\_\_, 这时的频带利用率为\_\_\_\_。  
A) 100kHz, 2B/Hz      B) 200kHz, 2B/Hz      C) 150kHz, 2B/Hz
- 7、已知线性分组码的最小汉明距为 5, 则最多可检测\_\_\_\_位错, 纠正\_\_\_\_位错。  
A) 6, 2      B) 4, 2      C) 5, 3
- 8、数字电话中单路话音传码率为\_\_\_\_kB, 用占空比为 1 的矩形脉冲传输, 第一零点带宽为\_\_\_\_kHz。  
A) 64, 128      B) 64, 64      C) 2048, 4096
- 9、通信中的三种抽样方法是: \_\_\_\_抽样、\_\_\_\_抽样和\_\_\_\_抽样。  
A) 理想, 平顶, 自然      B) 理想, 冲激, 平顶      C) 自然, 曲顶, 瞬时
- 10、我国数字电话信号一次群一帧含\_\_\_\_个时隙, 其中有\_\_\_\_个非话音时隙。  
A) 30, 2      B) 32, 2      C) 2, 20

### 二、简答题 (4×5 分)

- 1、试论述数字通信系统与模拟通信系统相比较主要有那些优点。
- 2、什么是非均匀量化? 为什么要采用非均匀量化?
- 3、最小键控 MSK 是哪一种调制的改进? 改进了什么? 达到的目的是什么?
- 4、与二进制传输相比多进制传输有什么优点? 付出的代价是什么?

### 三、计算题 (6×10 分)

- 1、设数字基带传输系统  $H(\omega)$  是滚降系数为 1 的升余弦滤波器, 带宽为 800Hz, 试求 1) 无码间干扰的最大传码率; 2) 最大的频带利用率; 3) 若用以下的传码率传输数字信息, 该系统能否实现无码间干扰传输?

(a) $R_{B1}=800$  波特      (b) $R_{B2}=400$  波特      (c) $R_{B3}=730$  波特

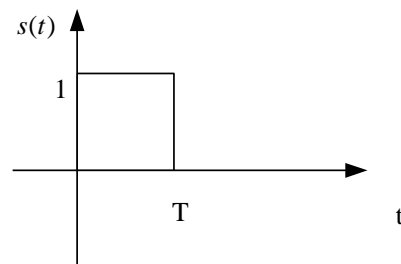
2、试画出二元离散信道（编码信道）的模型，并标上转移概率  $P(1/0)$ 、 $P(0/1)$ 、 $P(0/0)$  和  $P(1/1)$ 。已知  $P(0)$  和  $P(1)$ ，试写出该信道误码率  $P_e$  的表达式。

3、有 10 路带宽为 4kHz 模拟基带信号进行 PCM 时分复用。采用奈氏抽样率且均匀量化级数为 32 个。试求 1) 帧长（秒）；2) 一帧中所含码元个数；3) 传码率。

4、A 律 13 折线量化最小量化间隔为  $1\Delta$ （标准量化单位）。某抽样脉冲值为  $100\Delta$ ，要进行 PCM 编码。试求 1) 极性码；2) 段落码；3) 段内码。

5、在 MSK 调制中已知码元速率为 200kBaud，载波频率  $f_c$  为 400kHz。传输的数字序列 +1 -1 -1 +1 +1 +1。1) 计算频率  $f_1$ 、 $f_2$ ；2) 画出附加相位  $\theta(t)$  变化路径图。

6、信号  $s(t)$  的波形如下图所示。试求 1) 信号  $s(t)$  匹配滤波器的冲激响应；2) 确定最大输出信噪比时刻；3) 求匹配滤波器的输出波形。



# 南京邮电大学

## 2010 考试

### 通信系统原理试题

**注意事项：**所有答案写在答题纸上，并标明每题的题号。计算题要求解题步骤完整，保持卷面整洁。

#### 一、选择题（每题 2 分，共 60 分）

- 1、纠错码的应用可以改善通信系统的误码性能，但是付出的代价是\_\_\_\_\_。  
A) 误码率      B) 信噪比      C) 效率      D) 带宽
- 2、滚降滤波器信道的应用是牺牲带宽，换取接收机\_\_\_\_\_。  
A) 频带利用率      B) 抗干扰性      C) 抗噪声性      D) 抗定时抖动能力
- 3、PCM 信号的带宽约是相应的模拟信号带宽的\_\_\_\_\_倍。  
A) 0.5      B) 2      C) 20      D) 0.1
- 4、单音 100% 调制 AM 信号的制度增益约是\_\_\_\_\_，SSB 的制度增益是\_\_\_\_\_。  
A) 2, 2      B) 2/3, 1      C) 1/3, 2      D) 1/9, 1
- 5、下列不含离散谱只含连续谱的信号是\_\_\_\_\_。  
A) DPSK, AM      B) PSK, FSK      C) MSK, PSK      D) DSB, PSK
- 6、要传 100kB 的基带信号，无码间干扰 100% 滚降信道带宽为\_\_\_\_\_，这时频带利用率为\_\_\_\_\_。  
A) 100kHz, 2B/Hz      B) 100kHz, 1B/Hz  
C) 150kHz, 2B/Hz      D) 140kHz, 2B/Hz
- 7、偶监督码的最小汉明距离为\_\_\_\_\_，则最多可纠正\_\_\_\_\_位错。  
A) 6, 2      B) 5, 4      C) 4, 2      D) 2, 0
- 8、PCM30/32 系统帧长为\_\_\_\_\_微秒，含码元个数为\_\_\_\_\_位。  
A) 64, 128      B) 64, 64      C) 250, 125      D) 125, 256
- 9、样值为-139 个标准单位，则 A 律 13 折线量化编码的极性码为\_\_\_\_\_，段落码为\_\_\_\_\_。  
A) 0, 110      B) 1, 100      C) 1, 101      D) 0, 100
- 10、准同步数字系列一次群帧结构含有\_\_\_\_\_个非话路时隙，故非话音比特的速率为\_\_\_\_\_kb/s。  
A) 30, 2      B) 2, 128      C) 2, 64      D) 32, 2
- 11、电缆信道中继属于\_\_\_\_\_信道，短波电离层信道属于\_\_\_\_\_信道  
A) 恒参，随参      B) 恒参，时不变      C) 恒参，恒参      D) 恒参，定参
- 12、采用多进制信号传输二进制序列可以节省\_\_\_\_\_，付出的代价是\_\_\_\_\_。  
A) 功率，带宽      B) 时间，复杂度      C) 带宽，信噪比      D) 时间，信噪比
- 13、MSK 信号与 PSK 信号相比较其优势在于\_\_\_\_\_，特别适合移动通信。  
A) 误码小      B) 频谱集中于主瓣      C) 容易实现调制解调      D) 含离散谱
- 14、恒参信道的不理想会引信号的\_\_\_\_\_，从而产生\_\_\_\_\_。  
A) 高频失真，信号畸变      B) 脉冲展宽，码间干扰  
C) 低频失真，相位失真      D) 码间干扰，频率失真

- 15、数字通信群同步系统正常工作时处于\_\_\_\_\_。
- A) 常态      B) 维持态      C) 捕捉态      D) 保护态
- 16、模拟信号进行波形编码成为数字信号后\_\_\_\_\_。
- A) 抗干扰性变弱    B) 带宽变大    C) 差错不可控制    D) 功率变大
- 17、八进制数字信号的传码率是 1000B，则传信率为\_\_\_\_\_；如果传信率不变，则二进制传码率为\_\_\_\_\_。
- A) 1600 b/s, 1200B      B) 1600 b/s, 3200B  
C) 4800b/s, 2400B      D) 3000 b/s, 3000B
- 18、零均值广义平稳随机过程  $X(t)$  的直流功率是\_\_\_\_\_。
- A)  $E[X(t)]$       B)  $E^2[X(t)]$       C)  $R(\infty)$       D)  $D[X(t)]$
- 19、在均匀量化中量化间隔越\_\_\_\_，量化信噪比就越\_\_\_\_，传码率就越\_\_\_\_。
- A) 小, 大, 大    B) 大, 大, 小,    C) 小, 小, 小    D) 小, 小, 大
- 20、窄带高斯噪声的包络服从\_\_\_\_\_分布，而同相分量则服从\_\_\_\_\_分布。
- A) 均匀, 正态    B) 瑞利, 高斯    C) 均匀, 瑞利    D) 不确定
- 21、一般来说\_\_\_\_\_信道属于恒参信道。
- A) 射频      B) 短波      C) 对流层散射      D) 微波视距中继
- 22、无线通信中的多径干扰不会引起\_\_\_\_\_。
- A) 码间干扰      B) 门限效应      C) 频率选择性衰落    D) 误码
- 23、模拟调制信号的制度增益从高到低依次排列顺序是\_\_\_\_\_。
- A) AM,VSB,DSB,FM    B) AM,VSB,SSB,FM  
C) FM,DSB,VSB,SSB    D) SSB,VSB,AM,FM
- 24、下列模拟通信系统中目前在广播中还在广泛使用的是\_\_\_\_\_。
- A) 相干 AM      B) DSB      C) FM      D) VSB
- 25、二进制第 I 类部分响应中预编码输出电平数是\_\_\_\_\_个，相关编码输出电平数是\_\_\_\_\_个。
- A) 8, 4      B) 2, 3      C) 4, 8      D) 7, 4
- 26、AM 信号中载波功率\_\_\_\_\_用户信息，边带功率\_\_\_\_\_用户信息。
- A) 承载, 承载    B) 不承载,不承载    C) 承载, 不承载    D) 不承载, 承载
- 27、ADPCM 编码属于\_\_\_\_\_。
- A) 线路编码      B) 纠错编码      C) 部分响应编码      D) 信源编码
- 28、ASK 信号的功率谱密度明显包括两部分：\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
- A) 离散谱, 线谱      B) 广义谱, 谱线  
C) 离散谱, 连续谱      D) 连续谱, 光谱
- 29、通常的模拟信号数字化包含的三步依次为\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
- A) 抽样, 编码, 量化    B) 量化, 抽样, 编码  
C) 抽样, 量化, 编码    D) 量化, 编码, 抽样
- 30、线路编码中的 AMI 码解决了\_\_\_\_\_问题，但没有解决\_\_\_\_\_问题。
- A) 码间干扰, 噪声      B) 误码率, 误差传播  
C) 长连 1, 长连 0      D) 长连 0, 误码率

## 二、判断题（对则打√，错则打×，每题2分，共20分）

- 1、窄带高斯型噪声的同相分量和正交分量是低通型的噪声。
- 2、残留边带信号由于残留了小部分边带信号，所以解调时存在门限效应。
- 3、时域均衡器可以用可调的横向滤波器来实现。
- 4、信号幅度相等时，单极性数字基带系统性能要优于双极性系统的性能。
- 5、我们使用的手机可以发也可以收信号，因此属于全双工通信方式。
- 6、线路编码一般采用双极性波形，这样就可以没有直流分量，可以更好地适应信道。
- 7、单音调频调制指数越小则信号带宽越大，系统的制度增益也越高。
- 8、在随参信道中，为了使信号基本不受频率选择性衰落的影响，要求信号的带宽大于多径衰落信道的相关带宽。
- 9、模拟通信可以采用编码加密，从而实现保密通信。
- 10、调制信道的数学模型是一个二对端（或多对端）的时变线性网络。

## 三、简答题（20分，每题4分）

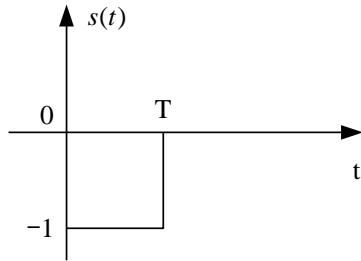
- 1、试论述数字通信与模拟通信比较具备那一些重要的优势。
- 2、什么匹配滤波器？试画出用匹配滤波器实现的二进制确知信号最佳接收机的结构。
- 3、试论述线路编码即基带传输码型应该具备那一些条件或要求。
- 4、试论述调制的目的和意义是什么？
- 5、位同步就是重建接收机的定时系统，试论述提取位同步的滤波法。

四（10分）1）画出第IV类（改进双二进制）部分响应收发系统框图；2）若输入码元为 $a_n$ ，预编码输出为 $b_n$ ，相关编码输出为 $c_n$ ，试写出相关编码、预编码和译码关系式；3）已知 $a_n$ 序列为1001001，根据信息序列写出预编码、相关编码和译码序列（时间对准）。

五（10分）10路语音信号（0-4KHz）进行512电平量化编码形成PCM，与10路以32kHz抽样增量调制（ $\Delta M$ ）信号进行时分复用（TDM）混合传输。求：1）TDM信号的速率；2）求TDM信号的帧长及每一帧所含 $\Delta M$ 信号的位数。

六（10分）在MSK调制中已知码元速率为250千波特，载波频率为750千赫兹。现有数字序列-1 +1 +1 -1，1）计算传信频率 $f_1$ 和 $f_2$ ，假定 $f_1$ 大于 $f_2$ ；2）画出对应的MSK波形图；3）画出对应的附加相位 $\theta(t)$ 变化路径图。

七（10 分）在功率谱密度为  $n_0/2$  的高斯白噪声下，设计一个与如图所示  $s(t)$  信号相匹配的滤波器，试求：1）求匹配滤波器的冲激响应和滤波输出的波形；2）确定最大输出信噪比的时刻；3）给出正交信号的定义式，试画一个与该信号正交的信号  $s_2(t)$  的草图。



八（10 分）若 2DPSK 系统的码元速率为 2kB。载频为 4kHz，接收机输入噪声的双边功率谱密度为  $n_0/2=10^{-10}\text{W/Hz}$ 。1）若传送的信息为 101101，试画 2DPSK 波形示意图（要求序列与波形时间对准）；2）求 2DPSK 信号的带宽；3）若要求误码率不大于  $P_e=10^{-5}$  且采用差分相干解调，试求解调器输入端所要求的最小输入信号功率。