海军工程大学 2026 年博士研究生招生资格考试大纲

科目代码：3018　　科目名称：数字信号处理

一、考试要求

主要考查学生对数字信号处理的基本概念、算法原理和典型应用的理解与掌握；对经典数字信号处理基本概念与方法的理解与掌握；对随机信号经典功率谱估计和参数功率谱估计的理解与掌握；对维纳滤波器和自适应滤波器的理解与掌握；以及综合运用数字信号处理理论和算法解决工程应用问题的能力。

二、考试内容

1. 经典数字信号处理

（1）离散时间信号与系统：离散信号的基本概念；信号的分类；信号空间的基本概念；信号的卷积和相关运算；离散系统的基本概念；线性移不变离散系统的输入输出关系。

（2）离散信号的傅里叶变换与频谱：频谱的定义和物理概念；离散傅里叶变换（DFT）；快速傅里叶变换（FFT）；时域抽样定理与频域抽样定理；用 DFT 实现线性卷积方法；用 DFT 实现频谱分析方法。

（3）离散时间系统的分析与设计：离散系统的频率响应和系统函数；离散系统的零极分析；离散系统的结构；IIR 和 FIR 数字滤波器设计。

2. 随机信号的功率谱估计

（1）平稳随机信号概述：平稳随机信号的自相关函数；平稳随机信号的功率谱；平稳随机信号通过线性系统的输入输出关系。

（2）经典功率谱估计：自相关函数的估计；经典谱估计的周期图法和自相关法；估计的质量和改进方法。

（3）参数模型功率谱估计：平稳随机信号的参数模型；AR 模型的正则方程与参数计算；AR 模型的稳定性与信号建模；线性预测理论；AR 模型系数求解的自相关法和 Burg 法；MA 模型及功率谱估计；ARMA 模型及功率谱估计。

（4）非参数法现代谱估计：基于矩阵特征分解的功率谱估计。

3.现代滤波器设计

（1）维纳滤波器：平稳随机信号的线性最小均方滤波；FIR 维纳滤波器；维纳-霍夫方程；维纳滤波的误差性能曲面；最陡下降法的基本原理与稳定性分析。

（2）自适应滤波器：自适应滤波器的概念与分类；最小均方（LMS）算法；归一化最小均方（NLMS）算法；最小二乘（LS）算法；递归最小二乘（RLS）算法。

三、考试形式

考试形式为闭卷、笔试，考试时间为 2 小时，满分 100 分。

题型包括：单项选择题 20 分、简答题 20 分、综合应用题 60 分。

四、参考书目

《数字信号处理——理论、算法与实现（第 4 版）》，主编 胡广书，清华大学出版社，2023 年，第 4 版。

海军工程大学博士研究生招生资格考试

数字信号处理　样卷

（科目代码 3018）

注意事项：

1．本试卷共 2 页，满分 100 分；考试时间 120 分钟。

2．所有试题都作答在答题纸（卡）上，答在试卷上无效。

3．考试结束后，考生将答题纸（卡）和本试卷一同装入试卷袋后密封，并在密封签上签名。

一、单项选择题（本大题共 5 小题，每小题 4 分，共 20 分）

在每小题列出的四个备选项中只有一个是符合题目要求的，请将其代码填写在答题纸上对应题号内。错选、多选或未选均无分。

1.对信号进行傅里叶变换，就时域和频域而言，一个域的周期必然对应另一个域的_____；一个域的非周期必然对应另一个域的_____。（　　）

A. 连续、离散　　B. 离散、连续　　C. 非周期、周期　　D. 周期、非周期

2．信号 $x(t)$ 含有三种频率成分，$f_1=49.8Hz$，$f_2=50Hz$，$f_3=150Hz$，欲利用 FFT 将这三个频率成分区分出来，数据处理的最小数据长度 $T_0=$　（　　）秒。

A. 0.02　　B. 0.2　　C. 5　　D. 不确定

3．在下列表达式中，**不能**作为某实平稳随机过程的（复）功率谱密度的表达式的是（　　）。

A. σ^2　　B. $\dfrac{1-a^2}{1+a^2-2a\sin\omega}$

C. $1+z+z^{-1}$　　D. $\dfrac{1.04+0.4\cos\omega}{1.25-\cos\omega}$

4．自适应滤波有四种类型应用，分别是系统辨识、自适应噪声抵消、自适应预测和自适应通道均衡。这四种应用之间本质的不同在于自适应滤波器的（　　）信号获取方式的不同。

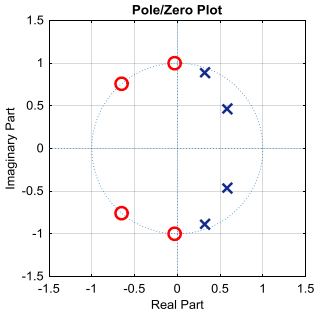
A. 输入　　B. 输出

C. 期望　　D. 误差

5．某离散时间系统的零极图如题图 5 所示，则该系统为（　　）滤波器。

A. 低通　　B. 高通

C. 带通　　D. 带阻



题 5 图

样卷

二、简答题（本大题共 2 小题，每小题 10 分，共 20 分）

6．在数字信号处理中，时间窗的引入对分析原始数字信号的频谱带来什么影响？怎样才能减少这种影响？

7．简述平稳随机信号的功率谱估计中，参数模型法的理论依据、基本思路和分类。

三、综合应用题（本大题共 3 小题，每小题 20 分，共 60 分）

8．确定性信号$x(n)$，其 z 变换为 $X(z)$，收敛域为$|z|>R_{x-}$。

已知$x(n)$的自相关函数$r_x(m)$的计算公式为：

$$r_x(m)=\sum_{n=-\infty}^{\infty}x(n)x(n+m)$$

（1）试确定$r_x(m)$的 z 变换$R_x(z)$及其收敛域；

（2）设$x(n)=(\frac{1}{2})^n u(n)$，试计算自相关函数$r_x(m)$以及 z 变换$R_x(z)$。

9．已知实平稳随机序列$X(n)$的单一样本的 3 个观测值为

$$x(n)=\{4,2,1\}$$

（1）估计其自相关函数$r_x(m)$；

（2）利用相关法估计其功率谱$P_{\mathrm{BT}}(e^{j\omega})$；

（3）由（1）中的自相关函数，写出 AR(2)模型的正则方程，并估计功率谱$P_{\mathrm{AR}}(e^{j\omega})$；

（4）自相关法和参数模型法估计的功率谱相等吗？为什么？

10．观测信号$x(n)=s(n)+w(n)$，其中$w(n)$是方差为σ_w^2的白噪声，$s(n)$是一个一阶 AR 模型的输出，其输入输出关系是：$s(n)=\rho s(n-1)+u(n)$，其中$u(n)$是方差为σ_u^2的白噪声。

（1）证明$s(n)$的自相关函数为：$r_s(m)=\frac{\sigma_u^2}{1-\rho^2}\rho^{|m|}$；

（2）当$\sigma_w^2=1$，$\sigma_u^2=0.64$时，设计一个长度为 2 的 FIR 维纳滤波器来估计$s(n)$，求滤波器系数及滤波后的均方误差；

（3）滤波后达到了降噪的目的吗？为什么？

样卷