

湖南省高等教育自学考试
课程考试大纲

数字信号处理

(课程代码: 02356)

湖南省教育考试院组编
2016年12月

高等教育自学考试课程考试大纲

课程名称：数字信号处理

课程代码：02356

第一部分 课程性质与目标

一、课程性质与特点

数字信号处理是高等教育自学考试电子技术（专科）专业的专业核心课程，是一门具有很强理论性和实践性，且理论和技术发展都十分迅速的前沿性科学，在生物医学工程、声学、雷达、地震、通信、核科学等学科领域发挥着重要的作用。数字信号处理主要是研究用数学或符号序列表示和处理信号，处理的目的是削弱信号中的多余内容，滤除混杂的噪声和干扰，或者是将信号变换为更容易分析和识别的形式，便于估计和选择它的特征参数。本课程的任务是学习数字信号处理的基本理论和方法，掌握数字信号的分析方法和处理技能，为解决数字系统和数字信号处理中的实际问题打下基础。

二、课程目标与基本要求

通过数字信号处理的学习，使学生理解数字信号处理系统的基本组成和基本原理，初步了解离散时间系统的描述、性质、系统函数和频率响应；掌握离散时间信号的描述和运算；掌握数字信号处理中常用的三种变换，即 Z 变换，离散时间傅里叶变换、和离散傅里叶变换，熟悉三种变换的性质和定理；理解时域抽样和频域抽样；掌握 FFT 的基本原理；掌握数字滤波器的基本结构，以及 IIR 和 FIR 数字滤波器设计的基本方法。通过系统而专门的学习，培养学生应用数字信号处理基本理论的基本方法处理实际信号的能力。

三、与本专业其他课程的关系

数字信号处理是高等教育自学考试电子技术（专科）专业的专业核心课程。本课程的先修课程是信号与系统、工程数学、复变函数等，这几门是学好本课程基础。该课程为学习语音信号处理、图像处理、DSP 技术作好准备。课程中有些内容，如差分方程、 Z 变换等，可以根据学生的已有基础情况，做适当的省略或者补充。

第二部分 考核内容与考核目标

第一章 时域离散信号和时域离散系统

一、学习目的与要求

信号通常是一个自变量或几个自变量的函数，本章是全书的基础。通过学习本章的内容，熟悉几种常用的典型信号、模拟信号数字处理方法，掌握时域离散信号的表示方法、时域离散线性时不变系统的时域分析方法。

二、考核知识点与考核目标

- (一) 时域离散系统的输入输出描述法(重点)
 - 识记：线性常系数差分方程的标准格式
 - 理解：求解线性常系数微分方程的基本方法
 - 应用：线性常系数差分方程的求解
- (二) 时域离散信号（次重点）
 - 识记：时域离散信号的基本概念和表示方法、几种常用典型序列
 - 理解：序列的基本运算
- (三) 时域离散系统（一般）
 - 识记：线性时不变系统的输入输出关系
 - 理解：系统的因果性和稳定性的条件、时域离散系统类型判断
- (四) 模拟信号数字处理方法（一般）
 - 识记：模拟信号采样定理
 - 理解：采样信号的频谱变换、采样信号的恢复

第二章 时域离散信号和系统的频域分析

一、学习目的与要求

通过本章熟悉序列的傅里叶变换和 Z 变换，以及利用 Z 变换分析系统和信号频域特性。该章内容是本书也是数字处理的理论基础。

二、考核知识点与考核目标

- (一) 序列的 Z 变换(重点)
 - 识记： Z 变换和逆 Z 变换的定义， Z 变换的收敛域
 - 理解：用留数定理和部分分式展开法求逆 Z 变换， Z 变换的性质和定理
 - 应用：利用 Z 变换求解差分方程、分析系统
- (二) 利用 Z 变换分析信号和系统的频响特性(重点)
 - 识记：离散系统的系统函数，离散系统的频率响应
 - 理解：根据系统函数能够判断线性时不变系统的稳定性和因果性
 - 应用：利用系统的极零点分布分析系统的频率响应特性，绘制系统的零极点图
- (三) 时域离散信号的傅里叶变换的定义及性质（次重点）
 - 识记：离散傅里叶变换的计算公式、离散傅里叶变换的常用性质、时域卷积和频域卷积的变换公式及性质
- (四) 周期序列的离散傅里叶级数及傅里叶变换表示法（次重点）
 - 识记：周期序列的离散傅里叶级数（DFS）、几种常用基本序列的傅里叶变换
 - 理解：周期序列的傅里叶变换
- (五) 时域离散信号的傅里叶变换与模拟信号傅里叶变换之间的关系（次重点）
 - 识记：时域离散信号与模拟信号的关系
 - 理解：时域离散信号和模拟信号的傅里叶变换、时域离散信号傅里叶变换和

第三章 离散傅里叶变换 (DFT)

一、学习目的与要求

通过本章的学习掌握 DFT 的定义、物理意义、基本性质以及频域采样的基本知识，并能利用 DFT 对系统进行分析。

二、考核知识点与考核目标

(一) 离散傅里叶变换的基本性质(重点)

识记：DFT 的线性性质、循环移位性质

理解：DFT 的循环卷积定理、复共轭序列的 DFT 和 DFT 的共轭对称性

应用：计算线性卷积和循环卷积、灵活运用频率域采样定理

(二) DFT 的应用举例(重点)

识记：计算线性卷积的条件

理解：用 DFT 计算线性卷积、DFT 对信号进行频谱分析时出现的频谱混叠，频谱泄露和栅栏效应

应用：计算线性卷积和用 DFT 进行谱分析

(三) 离散傅里叶变换的定义及物理意义 (次重点)

识记：离散傅里叶变换 (DFT) 的定义

理解：DFT 的周期性、DFT 与傅里叶变换和 z 变换的关系

第四章 快速傅里叶变换 (FFT)

一、学习目的与要求

通过本章的学习，掌握 FFT 算法的基本原理，并掌握基 2-FFT 的按时间抽取和按频率抽取算法。

二、考核知识点与考核目标

(一) 基 2FFT 算法 (重点)

识记：提高 DFT 计算效率的途径，基 2FFT 算法的计算量

理解：IDFT 的高效算法，DIT-FFT 的运算规律及编程思想

应用：4 点和 8 点的基 2FFT 算法的图形绘制

(二) 进一步减少运算量的措施 (一般)

识记：多类蝶形单元运算

理解：基 4FFT、分裂基 FFT 和 DHT 算法原理，旋转因子的生成和实序列的 FFT 算法

第五章 时域离散系统的网络结构

一、学习目的与要求

不同的算法直接影响系统运算误差、运算速度以及系统的复杂程度和成本等，因此研究实现信号处理的算法是一个很重要的问题，我们用网络结构表示具体的算法，因此网络结构实际表示的是一种运算结构。通过本章的学习掌握用网络结构表示具体的算法，熟练应用信号流图表示网络结构，并掌握数字滤波器结构的表示方法，即有限长单位脉冲响应（FIR）、无限长单位脉冲响应（IIR）滤波器的基本结构。

二、考核知识点与考核目标

（一）IIR 系统的基本网络结构(重点)

识记：三种基本运算的信号流图

理解：IIR 系统的网络结构类型

应用：直接型、级联型和并联型网络结构表示系统函数

（二）FIR 系统的基本网络结构(重点)

识记：FIR 系统的直接型和级联型结构

理解：FIR 系统的线性相位结构

应用：FIR 系统的频率采样结构

（三）格型网络结构（一般）

识记：全零点格型网络的系统函数

理解：FIR 直接型网络结构转换为全零点格型网络结构

第六章 无限脉冲响应数字滤波器的设计

一、学习目的与要求

滤波器可以改变或滤除某些频率成分，从而达到滤除噪声等作用。本章主要讲述滤波器的基本概念，以及利用脉冲响应不变法、双线性变换法设计数字滤波器。通过本章的学习，理解掌握模拟低通原型到各种数字滤波器的频率变换，并学会用脉冲响应不变法和双线性变换法设计数字低通滤波器。

二、考核知识点与考核目标

（一）模拟滤波器的设计(重点)

识记：模拟低通滤波器的设计指标和设计方法

理解：巴特沃斯滤波器的模型与设计

应用：用频率变换设计模拟高通、带通、带阻滤波器的步骤和计算公式

（二）用脉冲响应不变法设计 IIR 数字低通滤波器(重点)

识记：利用模拟滤波器来设计 IIR 数字低通滤波器的原理和技术指标要求

理解：利用转换关系使 s 平面的极点映射到 z 平面

应用：脉冲响应不变法设计数字滤波器（系统函数）

（三）用双线性变换法设计 IIR 数字低通滤波器(重点)

识记：将数字低通滤波器的技术指标转换成相应的模拟低通滤波器的技术指标

理解：频率变换法

应用：数字低通、高通、带通和带阻滤波器的设计

(四) 数字滤波器的基本概念 (次重点)

识记：数字信号滤波器原理、功能及分类、技术指标和设计方法

理解：数字滤波器的分类及其对应的幅度特性

(五) 数字高通、带通、带阻 IIR 数字低通滤波器的设计 (次重点)

识记：滤波器的技术指标和设计步骤

第七章 有限脉冲响应数字滤波器的设计

一、学习目的与要求

一般滤波器在设计中只考虑到了幅度特性，没考虑到相位特性，所设计的滤波器一般是某种确定的非线性相位特性。为了得到线性相位特性，必须对滤波器的单位脉冲响应进行约束。通过本章的学习，理解掌握窗函数法、频率采样法设计线性相位 FIR 数字滤波器的步骤和方法，并能根据指标设计 FIR 数字滤波器。

二、考核知识点与考核目标

(一) 利用窗函数法设计 FIR 滤波器(重点)

识记：窗函数法的幅频特性

理解：利用窗函数法设计 FIR 滤波器的步骤

应用：用窗函数法设计 FIR 滤波器

(二) 线性相位 FIR 数字滤波器的条件和特点 (次重点)

识记：线性相位 FIR 数字滤波器的特点

理解：线性相位 FIR 数字滤波器的时域约束条件和频域约束条件

应用：线性相位 FIR 数字滤波器的零点分布特点

(三) 利用频率采样法设计 FIR 滤波器 (次重点)

识记：设计线性相位滤波器的约束条件、性能指标、逼近误差及改进措施

理解：频率采样法设计 FIR 滤波器的原理，IIR 与 FIR 的比较

应用：频率采样法设计 FIR 滤波器的步骤

第八章 多采样率数字信号处理

一、学习目的与要求

通过本章的学习，理解多采样率数字信号处理的概念和意义，熟练掌握信号的整数倍抽取和整数倍内插，并理解其在数字语音系统中的应用。

二、考核知识点与考核目标

(一) 信号的整数倍抽取 (一般)

识记：采样频率的计算

理解：抽样引起的频谱混叠现象、抽取前后信号的时域和频域示意图

(二) 信号的整数倍内插 (一般)

识记：整数倍内插的概念

理解：整数倍内插方法，整数倍内插的频域解释、内插器的时域、频域的输入与输出关系

(三) 整数倍抽取和内插在数字语音系统中的应用（一般）

识记：数字语音系统中的信号采样过程及存在的问题

理解：数字语音系统中改进的 A/D 转换方案与接收端 D/A 转换方案、多相滤波器系数，采样率转换器的 MATLAB 实现

第九章 数字信号处理的实现

一、学习目的与要求

通过本章的学习，主要理解数字信号处理中量化效应和减少误差的方法。

二、考核知识点与考核目标

(一) 数字信号处理中的量化效应（次重点）

识记：量化、量化误差及量化噪声的定义

理解：运算量化效应、防止溢出的措施

(二) 数字信号处理技术的软件实现（一般）

识记：软件流程图的概念

理解：差分方程的输出响应

应用：MATLAB 的 filter 函数与 filtic 函数，设计软件流程图

第十章 上机实验（不作考核要求）

第三部分 有关说明与实施要求

一、考核的能力层次表述

本大纲在考核目标中，按照“识记”、“理解”、“应用”三个能力层次规定其应达到的能力层次要求。各能力层次为递进等级关系，后者必须建立在前者的基础上，其含义是：

识记：要求考试能够识别和记忆本课程中规定的有关知识点的主要内容（如定义、表达式、公式、原则、重要结论、方法、步骤及特征、特点等）并能根据考核的不同要求，做出正确的表述、选择和判断，是低层次的要求。

理解：要求考生在识记的基础上，能领悟和理解课程中规定的有关知识点的内涵与外延，熟悉其内容要点和它们之间的区别和联系，并能根据考核的不同要求，做出正确的解释、说明和论述，是中等层次的要求。

应用：要求考生在理解的基础上，能运用本课程中规定的多个知识点，分析和解决较复杂的应用问题，如计算、绘图、简单设计、编程和分析等，这是较为高层次的要求，也是考题中大题的常考类型。

二、教材

1. 指定教材:

数字信号处理, 高西全、丁玉美, 西安电子科技大学出版社, 2008 年第三版

2. 参考教材:

信号与系统, A.V.奥本海姆, 刘海棠译, 西安交通大学出版社, 1985 年版

数字信号处理, 吴杰等, 西安电子科技大学出版社, 2003 年版

MATLAB 及在电子信息课程中的应用, 吴大正, 西安电子科技大学出版社, 2008 第三版

三、自学方法指导

1. 在开始阅读指定教材某一章之前, 先翻阅大纲中有关这一章的考核知识点及对知识点的能力层次要求和考核目标, 以便在阅读教材时做到心中有数, 有的放矢。
2. 阅读教材时, 要逐段细读, 逐句推敲, 集中精力, 吃透每一个知识点, 对基本概念必须深刻理解, 对基本理论必须彻底弄清, 对基本方法必须牢固掌握。
3. 在自学过程中, 既要思考问题, 也要做好阅读笔记, 把教材中的基本概念、原理、方法等加以整理, 这可从中加深对问题的认知、理解和记忆, 以利于突出重点, 并涵盖整个内容, 可以不断提高自学能力。
4. 完成书后作业和适当的辅导练习是理解、消化和巩固所学知识, 培养分析问题、解决问题及提高能力的重要环节, 在做练习之前, 应认真阅读教材, 按考核目标所要求的不同层次, 掌握教材内容, 在练习过程中对所学知识进行合理的回顾与发挥, 注重理论联系实际和具体问题具体分析, 解题时应注意培养逻辑性, 针对问题围绕相关知识点进行层次(步骤)分明的论述或推导, 明确各层次(步骤)间的逻辑关系。

四、对社会助学的要求

1. 应熟知考试大纲对课程提出的总要求和各章的知识点。
2. 应掌握各知识点要求达到的能力层次, 并深刻理解对各知识点的考核要求。
3. 辅导时, 应以指定的教材为基础, 考试大纲为依据, 不要随意增删内容, 以免与大纲脱节。助学者应明确本课程与其他课程的不同特点和学习要求, 对自学应考者进行切实有效地辅导, 引导它们防止自学中的各种偏向, 把握社会助学的正确方向。
4. 辅导时, 应对学习方法进行指导, 宜提倡“认真阅读教材, 刻苦钻研教材, 主动争取帮助, 依靠自己学通”的方法, 鼓励学生进行独立思考与小组讨论, 充分调动学生的积极性。
5. 辅导时, 要注意突出重点, 对考生提出的问题, 不要有问即答, 要积极启发引导。正确处理重点、次重点和一般的关系。课程内容有重点和一般之分, 但考试内容是全面的, 而且重点、次重点与一般是相互影响的, 不是截然分开的。应指导自学应考者全面系统地学习教程内容, 掌握全部考

试内容和考核知识点，在此基础上在突出重点。总之，要把重点学习同一般兼顾起来，切勿孤立地抓重点，把自学应考者引向猜题押题。

6. 注意对考生能力的培养，特别是自学能力的培养，要引导考生逐步学会独立学习，在自学过程中善于提出问题，分析问题，做出判断，解决问题；同时还要注意培养学生实验操作的能力。帮助自学应考者建立用系统的观点分析问题和解决问题的世界观，着重培养和提高他们的系统分析和系统设计的工程工作素质和思想水平。
7. 要使考生了解试题的难易与能力层次高低两者不完全是一回事，在各个能力层次中会存在着不同难度的试题。
8. 助学学时：本课程共 3.5 学分，建议总课时 63 学时，其中助学课时分配如下：

章 次	内 容	学 时
第一章	时域离散信号和时域离散系统	4
第二章	时域离散信号和系统的频域分析	12
第三章	离散傅里叶变换 (DFT)	12
第四章	快速傅里叶变换 (FFT)	8
第五章	时域离散系统的网络结构	6
第六章	无限脉冲响应数字滤波器的设计	12
第七章	有限脉冲响应数字滤波器的设计	12
第八章	多采样率数字信号处理	3
第九章	数字信号处理的实现	3
合 计		72

五、关于命题考试的若干规定

1. 本大纲各章所规定的基本要求、知识点及知识点下的知识细目，都属于考核内容。考试命题覆盖到章，并适当突出重点章节，加大重点内容的覆盖密度。
2. 试卷中对不同能力层次的试题比例大致是：“识记”为 20%、“理解”为 40%、“应用”为 40%。
3. 试题难易程度应安排合理，试题的难度可分为：易、较易、较难、难四个等级，每份试卷中不同难度试题的分数比例一般为：2：3：3：2。必须注意试题的难易程度与能力层次不是一个概念。在各个能力层次中对于不同的考生都存在这不同的难度。
4. 每份试卷中，各类考核点所占比例约为：重点占 60%，次重点占 30%，一般占 10%。本大纲各章所规定的基本要求、知识点及知识点下的知识细目，都属于考核的内容。考试命题覆盖到章，也不会面面俱到。要注意课程的重点、章节重点，适当加大了重点内容的覆盖度。
5. 课程考试命题的主要题型一般有：单项选择题、填空题、判断改错题、简

答题、分析题、设计题，综合题等。

6. 考试采用闭卷、笔试，考试时间 150 分钟，试题分量应以中等水平考生在规定的时间内答完为度，采用百分制评分，60 分为合格。考试只允许带圆珠笔和铅笔，答题必须采用圆珠笔。

六、题型示例（样题）

一、单项选择题（本大题共■小题，每小题■分，共■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，请将其选出并将“答题卡”上的相应字母涂黑。错涂、多涂或未涂均无分。

1. 从奈奎斯特采样定理得出，要使实信号采样后能够不失真还原，采样频率 f_s 与信号最高频率 f 关系为

A. $f_s \geq 2f$ B. $f_s \leq 2f$ C. $f_s \geq f$ D. $f_s \leq f$

2. 序列 $x(n) = e^{j(\frac{1}{6}n - \pi)}$ 的周期为

A. 12 B. 6 C. 3 D. 非周期序列

二、填空题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

1. 用基 2 频域抽取 FFT 算法计算 $N=2L$ 点 DFT，需要_____级蝶形。

三、画图题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

1. 画出 $N=4$ 基 2 时间抽取的 FFT 流图。并利用该流图计算序列 $x[k]=\{2,1,2,1:k=0,1,2,3\}$ 的 DFT。

2. 设线性时不变系统的单位脉冲响应 $h(n)$ 和输入 $x(n)$ 分别为： $h(n)=2R_4(n)$ ， $x(n)=\delta(n)-\delta(n-2)$ ，画出 $y(n)$ 。

四、简答题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

1. 简述用双线性变换法设计 *IIR* 数字高通滤波器的主要步骤。
2. 述利用窗函数来设计 FIR 滤波器时，对理想低通滤波器加矩形窗处理后的影响。为了改善 FIR 滤波器的性能，尽可能的要求窗函数满足哪两个条件？

五、计算题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

1. 利用 AF-BW filter 设计一带通滤波器，满足 $\omega_{p1}=0.35\pi$ ， $\omega_{p2}=0.65\pi$ ， $\omega_{s1}=0.15\pi$ ， $\omega_{s2}=0.85\pi$ ， $A_p \leq 1\text{dB}$ ， $A_s \geq 20\text{dB}$ ，请写出设计步骤和相关公式。

2. 已知二阶巴特沃斯模拟低通原型滤波器的传递函数为 $H_a(s) = \frac{1}{s^2 + 1.414s + 1}$ ，试用

双线性变换法设计一个数字低通滤波器，其 3dB 截止频率为 $\omega_c = 0.5\pi \text{ rad}$ ，写出数字滤波器的系统函数，并用正准型结构实现之。（要预畸，设 $T = 1$ ）