**长沙理工大学**

**研究生课程教学大纲**

**（学术型 □专业学位）**

**课程名称** 工程测试与信号分析

**所在学院**汽车与机械工程学院

**学科点** 机械工程

**长沙理工大学研究生院制**

**2022年 7 月 1日**

研究生教学大纲编制说明

1. 本大纲要求按照规定模板编制。
2. 大纲（电子版）内红色字体为说明内容，编制完成后应删除。
3. 本大纲要求双面打印，在左侧装订。

一、课程基本信息

课程代码**：**X0311012

课程名称：工程测试与信号分析

英文名称：Engineering measurement and signal analysis

课程类别：专业基础课

学 时：32

学　　分：2

适用对象:机械工程

考核方式：考查。考核成绩由平时考核和期末考试两部分组成，平时成绩占40%，包括作业、出勤等。期末占60%，主要以课程论文形式，需要针对论文主题提供不少于3000字的报告，并有自己的观点、体会等内容。

先修课程：积分变换、控制工程基础

二、课程简介

《工程测试与信号分析》是机械工程学科硕士研究生的专业基础课，课程共32课时，其中授课18课时，研讨课14课时。课程内容包括信号分析基础、信息论基础知识、信息转换与传输、模拟信号分析、数字信号分析、信号的时频分析、 机械工程信号分析技术等。通过课程学习让学生在硕士学习期间掌握工程测试技术的基本理论和工程测试信号的分析处理的方法。

三、教学目标

伴随着生产自动化水平的不断提高，测试技术在工程技术领域得到广泛应用，工程测试技术及相关的信号分析处理方法成为工科学生必须掌握的知识。因此，本课程的主要目的是让学生在硕士学习期间掌握工程测试技术的基本理论和工程测试信号的分析处理的方法，为机械工程、交通运输工程专业硕士生课题提供工程测试方面相关的技术支持。

四、教学内容及要求

**第一章 绪论**

1. 目的与要求
2. 掌握测试、信息、信号的基本概念；
3. 熟悉测试信号分析的基本内容
4. 了解信号分析技术的发展概况
5. 教学内容
6. 主要内容

① 测试、信息、信号的基本概念

② 信息-信号的转换、传输与分析处理的过程

③ 测试信号分析的基本内容

④ 信号分析技术的发展概况

1. 基本概念和知识点
2. 测试、信息、信号
3. 非电信号、电信号。
4. 信号的中间转换
5. 时域分析法、频域分析法
6. 问题与应用（能力要求）

要求学生能够准确区分信息和信号，熟悉信息-信号的转换、传输与分析处理的过程。

1. 思考与研究

1.信息与信号的区别在哪里，举例说明哪些是信息哪些是信号？

2.举例说明哪些工程领域使用了测试信号分析技术？

3.你目前掌握了哪些信号分析技术？

4.你对这门课程的了解是怎样的？

5.时域信号的特点？

6.频域信号的特点？

**第二章 信号分析基础**

1. 目的与要求
2. 掌握信号的分类方法及常用函数；
3. 掌握系统的分类方法及分析方法；
4. 掌握信号的时域分析；
5. 掌握信号的频域分析；
6. 掌握卷积及相关定理。
7. 教学内容

第一节

1. 主要内容

① 信号的分类

② 信号分析中的常用函数

③ 系统的分类

④ 系统分析方法

1. 基本概念和知识点
2. 确定性信号与非确定性信号
3. 能量信号与功率信号
4. 时限与频限信号
5. 连续时间信号与离散时间信号
6. 脉冲函数
7. sinc（t）函数
8. 复指数函数
9. 线性系统与非线性系统
10. 事变系统与时不变系统
11. 线性系统的脉冲响应
12. 问题与应用（能力要求）

掌握信号的分类方法及常用函数，掌握系统的分类方法及分析方法，能够利用这些基本概念、函数去分析工程实际问题。

第二节

1. 主要内容
2. 信号的时域分析；
3. 信号的频域分析；
4. 卷积及相关定理。
5. 基本概念和知识点
6. 信号的时域分解
7. 时域统计分析
8. 时域相关分析
9. 周期信号的幅值谱、相位谱、功率谱
10. 非周期信号的幅值谱密度、能量谱密度
11. 随机信号的功率谱密度
12. 卷积积分
13. 脉冲函数
14. 时域卷积定理
15. 频域卷积定理
16. 问题与应用（能力要求）

掌握信号的基本的时域分析和频域分析方法，理解这些方法的数学本质，掌握时域分析、频域分析、卷积积分及脉冲函数的工程应用。

1. 思考与研究

1. 确定性信号与非确定性信号的区别在哪里？举例说明工程中哪些是确定性信号，哪些是非确定性信号？

2.周期信号频域分析和非周期信号频域分析的区别在哪里？为什么会有这种差别？其数学本质不同是什么？

3.线性系统和非线性系统对信号的影响有何不同？

4.非线性信号该如何分析？

5.卷积的数学原理。卷积与相关的联系？

6.举例说明卷积及脉冲函数的工程应用。

**第三章 信息论基础知识**

1. 目的与要求
2. 掌握信息论与广义通信系统；
3. 了解信息熵的基本概念；
4. 了解信息与熵的守恒。
5. 教学内容

第一节

1. 主要内容
2. 信息与信息技术
3. 信息论与广义通信系统
4. 基本概念和知识点
5. 信息、消息
6. 信息科学
7. 广义通信系统

第二节

1. 信息的定量描述——信源模型与信息熵
2. 连续信源及最大熵定理
3. 信息与熵的守恒定律

3.基本概念和知识点

1. 熵
2. 信源模型
3. 信息熵最大熵定理
4. 问题与应用（能力要求）

掌握信息论的基本概念，理解熵的概念和本质，了解信息熵及其应用。

1. 思考与研究

1.举例说明信息和信号的区别。

2.如何理解信息熵？

3.声发射监测系统的信息流是怎么样的？

4.超声波检测的信息流是怎样的？

5.信息熵与热力学熵之间的关系

6.举例说明最大信息熵的应用。

**第四章 信息转换与传输**

1. 目的与要求
2. 了解信息转换中的智能传感器和新型传感器
3. 了解信息传输过程
4. 了解信息传输过程中的干扰噪声
5. 教学内容

第一节

1. 主要内容
2. 信息转换中的智能传感器和新型传感器
3. 传感器的标定及选用原则
4. 基本概念和知识点
5. 传感器一般模型
6. 核辐射检测
7. 超声波检测
8. 声发射检测
9. 光纤传感器
10. 固态图像传感器
11. 传感器标定

第二节

* 1. 主要内容

1. 信息传输过程
2. 信息传输过程中的干扰噪声
   1. 基本概念和知识点
3. Shannon信道容量
4. 噪声源及噪声耦合方式
5. 问题与应用（能力要求）

掌握信息转换及传输的基本概念，传感器的标定及选用原则，理解噪声源及噪声耦合。能够利用这些基本概念及模型，分析工程测试系统中相关问题。

1. 思考与研究

1.超声波检测的基本原理。

2.声发射检测的基本原理。

3.对于一个具有非线性特征的传感器该如何标定及使用？

4.如何建立高信噪比的测量系统？

5.对于一个风机轴承振动检测系统，其可能的噪声来源有哪些？

6.风力发电日益得到重视，如何对风力发电机组进行检测？

**第五章 模拟信号分析**

1. 目的与要求
2. 掌握信号调制方法；
3. 掌握滤波器原理及典型滤波器；
4. 了解信号的估值及统计误差。
5. 教学内容

第一节

1. 主要内容

① 调幅及解调原理

② 调频波及其频谱

1. 基本概念和知识点
2. 幅度调制
3. 同步解调
4. 抑制调幅
5. 调幅波的波形失真
6. 频率调制
7. 问题与应用（能力要求）

掌握信号的调幅及解调原理、频率调制的优缺点。了解信号调制的工程应用。

第二节

1. 主要内容
2. 滤波器原理及典型滤波器；
3. 信号估计方法。
4. 基本概念和知识点
5. 理想滤波器
6. 因果滤波器
7. 统计误差
8. 概率密度分析仪
9. 问题与应用（能力要求）

掌握滤波器的工程应用，能够使用典型的滤波器进行滤波处理，了解信号估计方法。

1. 思考与研究

1.信号的调幅和调频各有什么优点和缺点？

2.举例说明调频和调幅的工程应用。

3.是否存在理想滤波器？为什么？

4.比较几个典型的滤波器，说明各自的优势。

5.举例说明哪些工程测试场合使用了滤波器

6.如何使用概率密度分析仪，其数学原理？

**第六章 数字信号分析（一）**

1. 目的与要求
2. 掌握模拟信号离散化方法；
3. 掌握采样信号的Fourier变化；
4. 掌握DFT理论、定理。
5. 掌握FFT理论及应用
6. 了解谱分析与谱估计
7. 教学内容

第一节

1. 主要内容
2. A/D转换过程
3. 采样信号的Fourier变化
4. 采样定理
5. DFT的原理
6. 离散卷积和相关原理
7. 基本概念和知识点
8. 时域采样
9. 频域采样
10. 采样定理
11. Fourier变化
12. DFT
13. 离散卷积
14. 巴什瓦定理
15. 问题与应用（能力要求）

掌握A/D转换原理及过程，了解Fourier变化及DFT的原理，并能区分两者的不同。能够用MATLAB编程实现信号的DFT。

第二节

1. 主要内容
2. FFT原理及算法
3. 谱分析及谱估计的方法
4. 基本概念和知识点
5. FFT
6. 周期图法
7. 平均化处理
8. 窗口函数
9. 最大熵谱估计
10. 问题与应用（能力要求）

掌握FFT原理及计算过程，并能够编程实现该计算。

1. 思考与研究

1. A/D转换的性能与那些因素有关？

2.基于采样定理，举例说明实际中该如何选择数据采集卡的频率。

3.FT和DFT的区别在哪里？

4.周期信号和非周期信号经过DFT后有何异同。

5.以MATLAB为工具，编程实现FFT算法。

6. 以MATLAB为工具，对某信号进行FFT变化，进行频谱分析，观察不同信号的幅值谱的区别。

**第七章 数字信号分析（二）**

1. 目的与要求
2. 掌握数字滤波；
3. 掌握离散时间系统的时域分析方法；
4. 掌握Z变化的原理。
5. 了解离散系统的Z域分析
6. 掌握数字滤波器的原理及结构
7. 掌握数字滤波器的设计方法
8. 教学内容

第一节

1. 主要内容
2. 数字滤波
3. 离散时间系统及Z变化
4. 基本概念和知识点
5. 数字滤波
6. 模拟滤波
7. 离散时间系统
8. Z变化
9. 问题与应用（能力要求）

掌握数字滤波的基本过程，理解离散系统特性，掌握Z变化及应用。

第二节

1. 主要内容
2. 数字滤波器的原理及结构
3. 数字滤波器的设计方法
4. 基本概念和知识点
5. 低通、高通、带通、带阻滤波器
6. IIR滤波器
7. FIR滤波器
8. 问题与应用（能力要求）

掌握数字滤波器的原理，熟悉典型的滤波器结构，能够设计典型的IIR滤波器及FIR滤波器。

1. 思考与研究

1. 数字滤波与模拟滤波的异同点？

2.数字滤波器设计需要注意哪些重要参数。

3.在MATLAB平台中设计典型的几款滤波器，并给出实例说明。

4.在MATLAB平台中，对信号进行z变化运算。

5.IIR滤波器和FIR滤波器的异同点。

6.讨论数字滤波在工程中的应用。查找相关的文献来说明。

**第八章 信号时频分析**

1. 目的与要求
2. 了解短时傅里叶变化及其应用
3. 了解小波变化及其工程应用。
4. 教学内容

第一节

1. 主要内容
2. STFT原理及算法
3. 小波的概念
4. 小波变化
5. 基本概念和知识点
6. STFT

第二节

1.主要内容

1. 小波的概念
2. 小波变化

2.基本概念和知识点

1. 小波
2. 小波基
3. 小波变化
4. 小波包
5. 问题与应用（能力要求）

了解和掌握STFT、小波变化的基本原理及其工程应用，能够利用STFT、小波变化两种时频分析手段处理工程测试问题。

1. 思考与研究

1.为什么要进行时频分析？

2.时频分析的主要方法有哪些？

3.周期信号和非周期信号的STFT有何异同？

4.何为小波？小波基函数如何选择？

5.举例说明小波变化的工程应用

6.试用MATLAB中的小波工具箱进行对带有随机噪声的信号进行降噪处理。

**第九章 机械工程中的信号分析技术**

1. 目的与要求
2. 掌握信号分析中基本参数的选择方法
3. 掌握试验模态技术
4. 了解机械设备诊断技术
5. 了解声信号的测量和分析技术
6. 教学内容

第一节

1. 主要内容
2. 采样参数和触发方式的选择
3. 试验模态分析的方法及过程
4. 机械设备故障诊断技术涉及的方法
5. 声信号的测量和分析
6. 基本概念和知识点
7. 采样频率选择
8. 触发方式选择
9. 平均化处理
10. 模态分析
11. 传递函数
12. 函数分析法
13. 统计分析法
14. 声压级、声强级
15. 问题与应用（能力要求）

了解和掌握采样参数及触发方式的选择方法、理解模态分析概念，了解机械设备故障诊断方法。

1. 思考与研究

1. 采样频率该如何选择？是否越大越好。

2.非周期信号进行采样时需要注意什么？

3.什么是模态？

4.为什么要做模态分析

5.如何测量一个悬臂梁的模态

6.举例说明机械工程领域新的测试技术。

五、推荐教材和教学参考资源

（一）推荐教材

卢文祥，杜润生.机械工程测试·信息·信号分析（第3版）. 华中科技大学出版社,2014.

（二）阅读书目

[1]黄惟公, 曾盛绰主编.机械工程测试技术与信号分析.重庆大学出版社，2002

[2]李舜酩，李香莲.振动信号的现代分析技术与应用.国防工业出版社，2008

[3]Gopal Copalan.An Introduction to Signal and System Analysis. Nelson education.2009

（三）阅读期刊文章

[1]习友宝, 古军. 分布式网络化测试技术综述[J]. 仪器仪表学报, 2002 (z3): 212-216.

[2]上课教师的指导，学生本人查阅相关文献。

（四）学习网站

1. <https://www.bilibili.com/video/av11586760/index_1.html>

2. [www.pudn.com/](http://www.pudn.com/) (程序下载网站)

3. <https://www.sciencedirect.com/>

4. xueshu.baidu.com/

（五）其它

大纲编制人：胡宏伟，王向红 编制日期：2018-5-14

大纲审定人(学科负责人)： 审定日期：

学院盖章