东北大学秦皇岛分校本科课程教学大纲

一、课程基本信息

<table>
<tr><td>开课单位</td><td colspan="3">东北大学
悉尼智能科技学院</td><td>课程代码</td><td colspan="6">3100113013</td></tr>
<tr><td>中文名称</td><td colspan="9">数字信号处理</td></tr>
<tr><td>英文名称</td><td colspan="9">Digital Signal Processing</td></tr>
<tr><td>总学时</td><td>44</td><td rowspan="2">理论学时</td><td rowspan="2">32</td><td rowspan="2">实验学时</td><td rowspan="2">12</td><td rowspan="2">上机学时</td><td rowspan="2">0</td><td rowspan="2">设计学时</td><td rowspan="2">0</td><td rowspan="2">课外学时</td><td rowspan="2">0</td></tr>
<tr><td>学分</td><td>2.5</td></tr>
<tr><td>课程类型</td><td colspan="11">☐理论课程 ☑理论（含实验）课程 ☐实践类课程</td></tr>
<tr><td>课程类别</td><td colspan="11">☐通识类☐学科基础类 ☑专业方向类 ☐实践类</td></tr>
<tr><td>适用专业</td><td colspan="11">通信工程 CE</td></tr>
<tr><td>先修课程</td><td colspan="11">复变函数、电路分析、信号与系统
Complex change function, Circuit Analysis, Signal and System</td></tr>
<tr><td>建议开课学期</td><td colspan="11">☐1-1 ☐1-2 ☐2-1 ☐2-2 ☑3-1 ☐3-2
☐4-1 ☐4-2 ☐5-1 ☐5-2 ☐*（代表每学期都开设）</td></tr>
<tr><td>考核方式</td><td colspan="4">☑考试☐考查</td><td>成绩分制</td><td colspan="5">☑百分制☐五级制
☐二级制</td></tr>
<tr><td>使用教材</td><td colspan="11">程佩青著，《数字信号处理教程》（第五版），清华大学大学出版社，2017
Cheng Peiqing, digital Signal Processing Course (fifth edition), Tsinghua University University Press, 2017</td></tr>
<tr><td>参考书及教学资源</td><td colspan="11">程佩青：《数字信号处理教程》(第三版)，清华大学出版社，2008
程佩青：《数字信号处理教程》(第四版)，清华大学出版社，2013
丁玉美，高西全：《数字信号处理（第三版）》，西安电子科技大学出版社，2009</td></tr>
<tr><td>其他说明</td><td colspan="11"></td></tr>
</table>

二、课程简介

中文描述

数字信号处理（Digital Signal Processing, DSP）是一门研究数字信号及其处理方法的学科，广泛应用于通信、控制、图像处理、音频处理、生物医学信号处理等多个领域。该课程旨在系统介绍数字信号处理的基本理论、算法和应用，培养学生掌握相关技术和解决实际问题的能力。

本课程的主要内容包括：

1. 离散时间信号与系统：介绍离散时间信号与系统的基本概念和性质，分析时域和频域信号处理方法。
2. 离散傅里叶变换（DFT）及其应用：讲解离散傅里叶变换的基本理论和计算方法，讨论其在信号分析中的应用。
3. 快速傅里叶变换（FFT）：介绍快速傅里叶变换的基本原理、算法及其实现。
4. Z 变换：详细讲解 Z 变换的定义、性质和应用，分析系统的稳定性和因果性。
5. 数字滤波器设计：包括 IIR 和 FIR 滤波器的设计方法、实现技术和性能分析。
6. 信号采样与重建：讨论信号的采样定理、量化误差以及信号的重建方法。
7. 多速率信号处理：介绍降采样、插值、变速率滤波等多速率信号处理技术及其应用。
8. 应用实例：结合具体实例，说明数字信号处理技术在通信、音频处理、图像处理等领域的应用。

English Description

Digital Signal Processing (DSP) is a discipline that studies digital signals and their processing methods. It is widely used in various fields such as communications, control, image processing, audio processing, and biomedical signal processing. This course aims to systematically introduce the fundamental theories, algorithms, and applications of digital signal processing, equipping students with the necessary skills to master the related technologies and solve practical problems.

The main content of this course includes:

1. Discrete-Time Signals and Systems: Introduction to the basic concepts and properties of discrete-time signals and systems, analyzing signal processing methods in both time and frequency domains.
2. Discrete Fourier Transform (DFT) and Its Applications: Explanation of the fundamental theory and computational methods of the Discrete Fourier Transform, discussing its applications.
3. Fast Fourier Transform (FFT): Introduction to the basic principles, algorithms, and implementation of the Fast Fourier Transform.
4. Z-Transform: Detailed explanation of the definition, properties, and applications of the Z-Transform, analyzing system stability and causality.
5. Digital Filter Design: Covering the design methods, implementation techniques, and performance analysis of IIR and FIR filters.
6. Signal Sampling and Reconstruction: Discussion on the sampling theorem, quantization error, and methods of signal reconstruction.
7. Multirate Signal Processing: Introduction to techniques and applications of down-sampling, interpolation, and variable-rate filtering in multirate signal processing.
8. Application Examples: Using specific examples to illustrate the application of digital signal processing techniques in fields such as communications, audio processing, and image processing.

三、课程目标

1、知识目标：

1-1：通过本课程的学习，一方面加深对“数字信号处理”课程的理解和扩展其知识领域，另一方面为通信理论与技术、无线电技术、数字图像处理等专业课打下良好的基础。

1-2：本课程系统地讲授数字信号处理的基本理论、基本分析方法、基本算法和基本实践方法，使学生掌握离散时间信号与系统的基本理论，即离散时间信号与系统、Z 变换及离散傅立叶变换；掌握各种快速傅立叶变换算法；

1-3：掌握数字滤波器的结构、理论，掌握 IIR 数字滤波器和 FIR 数字滤波器的理论和设计方法。

2、能力目标：

2-1：掌握数字信号处理在人类生活和社会发展中的重要地位和作用，了解数字信号处理发展史以及数字信号处理特点及应用。

2-2：系统地掌握有关数字信号处理的基本概念、基本现象、基本规律和基本方法，并牢固掌握离散时间信号与系统的基本理论，即离散时间信号与系统、Z 变换及离散傅立叶变换、各种快速傅立叶变换算法；理解和熟悉数字滤波器的结构、理论，掌握 IIR 数字滤波器和 FIR 数字滤波器的理论和设计方法。

2-3：在掌握数字信号处理领域科学基础的同时，通过科学思维方法的训练，培养学生运用科学原理解决实际问题的工程能力，为将来从事数字信号处理系统设计及研发奠定必要的基础。

3、德育/素养目标：

3-1：培养科学与工程应用的意识和素质，逐步培养学生的探索精神和创新能力。

3-2：能够在多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色。

表 1 课程目标与毕业要求的对应关系

毕业要求	指标点	课程目标	关联性（H/M/L）
1、工程知识：能够将数学、自然科学、工程基础和专业知识用于解决复杂工程问题。	指标点 1-1：掌握数学、自然科学、工程基础和专业知识，并使用其建立正确的数学、物理学等模型以解释复杂工程问题；	1-1 1-2	H
	指标点 1-2：掌握通信原理、信号与信息处理、电子电路技术等专业知识，具备通信系统功能模块设计开发能力和通信与信息系统设计开发与维护能力；	1-2 1-3	
3、设计/开发解决方案：能够设计针对复杂工程问题的解决方案，设计满足特定需求的系统、单元或流程，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。	指标点 3-1：能够设计针对本专业相关复杂工程问题的解决方案，能够设计和开发实现特定功能、满足特定需求的信息传输、信号处理或网络通信系统；	1-3 2-1 2-2	H
	指标点 3-2：能够对不同设计方案进行比较和优化，在工作各环节中具有创新意识；	2-1 2-2 2-3	

4、研究：能够基于科学原理并采用科学方法对复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。	指标点 4-1：能够基于科学原理并采用科学方法，在本专业相关理论指导下对复杂工程问题设计实验进行研究；	2-1 2-2 2-3	M
	指标点 4-2：能够结合本专业知识对实验数据进行分析与解释，设计并优化实验方案，并通过信息综合得到合理有效的结论；	2-1 2-2 2-3	
	指标点 4-3：能够追踪国际前沿技术动态，掌握本专业涉及的重要技术指标以及达到指标所需的技术途径。	2-1 2-2 2-3	
10、沟通：能够就本专业复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令。具备一定的国际视野，能够在跨文化背景下进行沟通和交流。	指标点 10-1：能够就通信领域相关复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，能够通过口头或书面方式实现有效表达；	3-1 3-2	M
	指标点 10-2：熟练掌握英语，能够在本专业相关领域进行有效的技术沟通和交流。	3-1 3-2	
12、终身学习：具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习和适应发展的能力。	指标点 12-1：具有良好的心理和身体素质，认同终身教育和持续教育理念，对自我探索和学习的必要性有正确的认识；	3-1 3-2	L
	指标点 12-2：适应本专业相关领域的新技术发展，能够灵活应对新的工作环境并采取合适的方式发展自身能力。	3-1 3-2	

四、主要教学内容

（一）理论教学

第 1 章绪论（支撑教学目标 1-1……）

【1】知识点：

(1)数字信号处理基本组成

(2)数字信号处理的特点及其应用

【2】学习目标：

了解信号的分类，理解数字信号处理组成及其每部分的作用。

【3】重点内容：

数字信号处理基本组成框图及每部分的作用

【4】难点内容：

数字信号处理基本组成框图

第 2 章：离散时间信号与系统（支撑教学目标 1-2、1-3）

【1】知识点：

(1)序列的基本运算

(2)线性移不变系统的判定

(3)常系数线性差分方程的迭代求解法—求单位抽样响应

(4)连续时间信号的抽样

【2】学习目标：

了解连续时间信号的理想抽样，理解序列运算，掌握系统的线性、移不变、因果、稳定的判定；熟练常系数线性差分方程的迭代求解法—求单位抽样响应。

【3】重点内容：

序列的基本运算；系统线性、移不变、因果稳定的判定；抽样定理。

【4】难点内容：

序列线性卷积和运算；系统因果稳定的判定

第 3 章：z 变换与离散时间傅里叶变换（支撑教学目标 1-2、1-3）

【1】知识点：

(1)序列的 z 变换与连续信号拉氏变换和傅里叶变换的关系

(2)序列 z 变换及收敛域；z 变换的基本性质和定理

(3)序列的傅里叶变换

(4) 离散系统的系统函数、系统的频率响应

【2】学习目标：

了解 z 变换与离散时间傅里叶变换，理解序列的 Z 变换与连续信号的拉普拉斯变换、傅立叶变换的关系，掌握序列的傅立叶变换和变换性质；掌握离散系统的系统函数、系统的频率响应。

【3】重点内容：

序列 z 变换及其收敛域的求解；序列的 Z 变换与连续信号的拉普拉斯变换、傅立叶变换的关系；序列的傅里叶变换及其性质。

【4】难点内容：

序列的 Z 变换与连续信号的拉普拉斯变换、傅立叶变换的关系

第 4 章：离散傅里叶变换(DFT)（支撑教学目标 1-3、2-1、2-2）

【1】知识点：

(1)傅立叶变换的几种形式

(2)周期序列的离散傅里叶级数及其性质

(3)离散傅里叶变换及其性质

(4)利用 DFT 计算模拟信号的 FT 对时会出现的问题

【2】学习目标：

理解周期序列的频谱特点，能用 DFS 和 DFT 分析周期序列的频谱，会画频谱图；理解非周期序列的频谱特点，能用 DTFT 和 DFT 分析非周期信号的频谱，会画频谱图；理解 DFT 的意义和应用；理解和掌握圆周运算；理解和掌握 DFT 变换对逼近连续时间信号及其频谱的基本方法、出现的问题和解决方法；理解和掌握序列的 DTFT、DFS、DFT、z 变换的含义和关系。

【3】重点内容：

傅里叶变换的 4 种可能形式；周期序列与有限长序列的关系；序列的圆周运算和圆周对称分解；圆周卷积和与线性卷积和的关系；DFS 和 DFT 的定义、基本性质；利用 DFT 变换对逼近连续时间信号及其频谱的基本方法及其出现的问题和解决方法。

【4】难点内容：

DTFT、DFS、DFT 和 z 变换的意义和相互关系；DFT 变换对的隐含周期性；圆周运算的基本规则；连续时间信号及其频谱的近似分析方法。

第 5 章：快速傅里叶变换(FFT)（支撑教学目标 2-1、2-2、2-3）

【1】知识点：

(1)快速傅立叶变换算法的基本发展思路

(2)按时间抽选的基-2 FFT 算法

(3)按频率抽选的基-2 FFT 算法

(4)离散傅立叶反变换（IDFT）的快速计算方法

(5)圆周卷积代替线性卷积的条件

【2】学习目标：

掌握快速傅立叶变换算法的基本发展思路；理解按时间抽选的基-2 FFT 算法的特点、流图；掌握按频率抽选法与按时间抽选法的异同；掌握用圆周卷积代替线性卷积的条件；理解离散傅立叶反变换（IDFT）的快速计算方法。

【3】重点内容：

直接计算 DFT 的运算量，利用旋转因子的性质减少 DFT 运算量的基本方法，FFT 的意义，DIT 和 DIF 基-2 FFT 算法原理、基本蝶形运算单元、信号流图、特点和基本规则

【4】难点内容：

旋转因子的意义及其性质，DIT 和 DIF 基-2 FFT 的算法规则

【5】思政案例：

医疗信号处理与伦理：数字信号处理技术在医疗领域有广泛应用，如心电图（ECG）信号处理、脑电图（EEG）信号处理等，这些技术帮助医生更准确地诊断疾病并监控病人的健康状况。讨论医疗信号处理中的数据隐私问题，如何保护患者的个人健康数据不被滥用。强调开发和应用这些技术时需要有强烈的社会责任感，确保技术为人类健康服务而不是造成伤害。分析医疗信号处理技术对提高医疗水平、降低医疗成本、改善患者生活质量的积极影响。

第 6 章：数字滤波器的基本结构（支撑教学目标 2-1、2-2、2-3）

【1】知识点：

(1)数字滤波器结构的表示方法

(2)IIR 滤波器的基本结构

(3)FIR 滤波器的基本结构

【2】学习目标：

熟悉数字滤波器的方框图和信号流图的表示方法；理解 IIR 和 FIR 数字滤波器的特点；理解并掌握 IIR 和 FIR 数字滤波器的基本结构及其特点，并会画各种结构图；理解线性相位的概念和约束条件。

【3】重点内容：

数字滤波器的信号流图；IIR 和 FIR 数字滤波器的差分方程、结构类型、系统函数及其零极点分布特点；IIR 数字滤波器的直接型、级联型和并联型结构及其特点；FIR 数字滤波器的直接型、级联型、频率抽样型结构和线性相位结构及其特点。

【4】难点内容：

IIR 和 FIR 数字滤波器的特点；线性相位 FIR 数字滤波器的约束条件；IIR 和 FIR 数字滤波器各种结构的特点。

【5】思政案例：

环保监测中的信号处理：利用数字信号处理技术对环境数据（如空气质量、水质、噪声等）进行监测和分析，以及时发现环境问题并采取措施。讨论数字信号处理在环境监测中的应用，如何通过技术手段更有效地保护环境，推动可持续发展。强调科技在解决环境问题中的重要作用，鼓励

学生关注和参与环境保护事业。培养学生在技术开发和应用中兼顾社会效益和环境效益的意识，推动绿色技术的发展。

第 7 章：无限长单位冲激响应（IIR）数字滤波器的设计方法（支撑教学目标 2-2、2-3、3-1、3-2）

【1】知识点：

(1)IIR 滤波器的基本概念

(2)常用 IIR 滤波器设计方法

(3)IIR 滤波器的实现

(4)IIR 滤波器的性能分析

【2】学习目标：

掌握最小与最大相位延时系统的特点和系统函数的零极点分布；理解和掌握全通系统的作用、系统函数及其零极点分布特点；理解和掌握冲激响应不变法和双线性变换法实现 s 域到 z 域映射的基本思想和特点；了解各种典型类型模拟滤波器的频谱特点和设计方法。

【3】重点内容：

最小与最大相位延时系统及其系统函数零极点的分布特点；全通系统及其应用；冲激响应不变法、双线性变换法的映射原理和优缺点。

【4】难点内容：

最小与最大相位延时系统的理解；全通系统及作用的理解；冲激响应不变法和双线性变换法的特点。

第 8 章：有限长单位冲激响应（FIR）数字滤波器的设计方法（支撑教学目标 2-2、2-3、3-1、3-2）

【1】知识点：

(1)线性相位 FIR 滤波器的特点

(2) 窗函数设计法

(3)IIR 和 FIR 数字滤波器的比较

【2】学习目标：

掌握线性相位的概念和线性相位 FIR 数字滤波器的时域约束、系统函数的零点分布特点、频谱的幅度和相位函数的特点，以及线性相位结构，会计算和画图；掌握常用窗函数的特点，会根据线性相位 FIR 数字滤波器的性能指标要求选择适当的窗函数及其参数，会计算；了解 IIR 和 FIR 数字滤波器的异同点。

【3】重点内容：

线性相位 FIR 数字滤波器的特点、时域约束；线性相位 FIR 数字滤波器的幅度函数、相位函数的 4 种情形及其特点；线性相位 FIR 数字滤波器的 z 域特点；窗函数设计法；IIR 和 FIR 数字滤波器的比较。

【4】难点内容：

线性相位的理解；窗函数设计法的性能分析；窗函数及其参数的选择

【5】思政案例：

通信系统中的信号处理与网络安全：数字信号处理技术在通信系统中至关重要，从信号编码、调制到错误校正等各个环节都需要应用 DSP 技术。同时，通信系统的安全性也越来越受到关注。探讨数字信号处理在保证通信系统安全中的作用，如何防止信息泄露和网络攻击，保护用户隐私。分析通信系统中可能面临的法律和伦理问题，如监听和数据窃取的防范，确保技术的合法和正当使用。强调开发和维护安全可靠的通信系统的社会责任，保障社会的稳定和人民的安全。

（二）实验教学

实验教学的项目名称及学时分配相关信息如表 2 所示。

表 2 实验教学安排表

序号	实验项目名称	实验学时	每组人数	实验类型	实验性质
1	时域离散信号的基本运算	2	1	验证性	必做
2	离散线性系统的 Z 变换分析	2	1	综合性	必做
3	离散傅里叶变换	2	1	综合性	必做
4	IIR 数字滤波器的设计	2	1	综合性	必做
5	FIR 数字滤波器的设计	2	1	设计性	必做
6	语音信号的处理	2	1	综合性	必做

实验项目一：时域离散信号的基本运算 (支持教学目标 1-1)

【1】实验内容：

掌握常用的时域离散信号主要有单位抽样序列、单位阶跃序列、实指数序列、复指数序列、正（余）弦序列、矩形波序列等典型信号，掌握离散时间序列时域的基本运算方法。

【2】实验目的：

（1）熟悉常用的时域离散信号及其特点。

（2）掌握时域离散信号的产生方法和信号运算程序的编写方法。

【3】教学要求：

达到熟练掌握各种时域离散信号的产生、特点、运算及使用。

【4】实验方式：

仿真和程序设计

【5】实验场地与设备：

综合楼 11 楼；主要仪器设备为微型计算机

【6】思政案例：

理解数字信号处理理论知识对于语音信号、图像信号等处理问题的重要意义。强调学生要认真进行实验操作、细心检查代码的重要性，培养学生工匠精神。

实验项目二 ：离散线性系统的 Z 变换分析(支持教学目标 1-2、2-1)

【1】实验内容：

掌握进行 Z 变换和 Z 反变换的基本方法，分析系统零极点的位置对系统响应的影响。

【2】实验目的：

（1）掌握 Z 变换的求解方法，理解离散系统的零极点与系统因果性和稳定性的关系。

（2）熟悉 MATLAB 中进行离散系统零极点分析的常用子函数。

【3】教学要求：

达到熟练求解并分析 Z 变换，掌握 Z 变换的意义。

【4】实验方式：

仿真和程序设计

【5】实验场地与设备：

综合楼 11 楼；主要仪器设备为微型计算机

实验项目三：离散傅里叶变换(支持教学目标 1-2、2-2)

【1】实验内容：

熟练掌握离散时间傅里叶变换的求法和逆变换的求法，掌握 DFT 的实现及应用。

【2】实验目的：

（1）加深对离散傅里叶变换（DFT）基本概念的理解。

（2）熟悉有限长序列傅里叶变换(DFT)与周期序列傅里叶级数（DFS）的联系。

（3）掌握 MATLAB 语言进行离散傅里叶变换和逆变换的程序实现过程。

【3】教学要求：

掌握序列的傅里叶变换（DFT）、逆变换（IDFT）和 FFT 的应用。

【4】实验方式：

仿真和程序设计

【5】实验场地与设备：

综合楼 11 楼；主要仪器设备为微型计算机

【6】思政案例：

强调傅里叶变换对于信号处理的重要性，傅里叶变换是小波变换等一些复杂变换的基础，引导学生学习是由浅入深，循序渐进的过程。将傅里叶变换应用到语音信号处理和图像处理中，真实感受理论知识应用到实践的效果，在信号的选取上，选一些案例语音、国产图片，激发学生的爱国情怀和人文精神，培养学生刻苦学习的精神。

实验项目四： IIR 数字滤波器的设计(支持教学目标 1-3、2-3)

【1】实验内容：

掌握 IIR 数字滤波器设计原理和实现步骤。

【2】实验目的：

（1）加深 IIR 数字滤波器的设计思想和步骤。

（2）掌握 MATLAB 语言设计 IIR 数字滤波器的程序编写方法。

【3】教学要求：

实验课前认真阅读实验室指导书，根据实验指导书的要求准备好，实验中按照教师要求，参考实验指导书内容，完成对 IIR 数字滤波器的实现过程。

【4】实验方式：

仿真和程序设计

【5】实验场地与设备：

综合楼 11 楼；主要仪器设备为微型计算机

【6】思政案例：

对比 IIR 滤波器实现过程中的知识要点，介绍滤波器设计依据和方法步骤，挖掘实验课程思政的“社会责任”，如语音信号处理应用案例可以服务各行各业，包括：工业、农业、交通、服务业等，从而激发学生在学习中不断探索，持续改进的工匠精神。

实验项目五：FIR 数字滤波器的设计(支持教学目标 1-3、2-3)

【1】实验内容：

学会用窗函数法来设计 FIR 数字滤波器。

【2】实验目的：

（1）掌握 FIR 数字滤波器设计的方法。

（2）掌握滤波器设计过程中 MATLAB 有关函数和程序设计思想。

【3】教学要求：

实验课前认真阅读实验室指导书，根据实验指导书的要求准备好，实验中按照教师的要求，参考实验指导书内容，完成对 FIR 数字滤波器的设计过程。

【4】实验方式：

仿真和程序设计

【5】实验场地与设备：

综合楼 11 楼；主要仪器设备为微型计算机

实验项目六：语音信号的处理(支持教学目标 1-1、3-2)

【1】实验内容：

根据语音信号的特征，掌握语音信号的常用处理方法。

【2】实验目的：

（1）学会综合处理问题的设计思想和方法。

（2）掌握实验过程中 MATLAB 程序设计思想。

【3】教学要求：

实验课前认真阅读实验室指导书，根据实验指导书的要求准备好，实验中按照教师的要求，参考实验指导书内容，完成对语音信号处理的设计过程。

【4】实验方式：

仿真和程序设计

【5】实验场地与设备：

综合楼 11 楼；主要仪器设备为微型计算机

五、教学安排与学时分配

……。学时分配如表 3 所示。

表 3 学时分配表

讲课内容		学时				
		讲课	实验	上机	设计	课外
第 1 章	绪论	1	0	0	0	0
第 2 章	离散时间信号与系统	3	2	0	0	0
第 3 章	z 变换与离散时间傅里叶变换	6	2	0	0	0
第 4 章	离散傅里叶变换(DFT)	4	2	0	0	0
第 5 章	快速傅里叶变换(FFT)	6	0	0	0	0
第 6 章	数字滤波器的基本结构	4				
第 7 章	无限长单位冲激响应(IIR)滤波器的设	4	2			
第 8 章	有限长单位冲激响应（FIR）数字滤波	4	4			
小计		32	12	0	0	0
总计	56					

六、教学方法

1、多媒体教学：基于信息化设备的课堂教学。

2、实践能力传授：理论与行业、实际案例相结合。

3、课程思政建设：知识讲授与德育相结合。

4、Problem-basedlearning (PBL)教学：问题驱动的分组学习与交流

七、成绩评定

1、出勤：本门课程的所有环节均要求学生参与并签到，不得缺勤。出勤成绩占总成绩的 5%。每缺勤一次扣 1 分。无故缺勤 4 次及以上者，取消本门课程的考试资格。。

2、作业：本门课程有 2 次课内作业，要求学生必须独立完成并在规定时间提交。作业成绩占总成绩的 5%，每次作业占 2.5%。未按时提交作业或作业有抄袭（雷同）现象的，该次作业成绩按零分计。。

3、实验：本门课程设有 6 次实验，要求学生按照实验题目分组完成实验，归纳总结，撰写实验报告。实验成绩占总成绩的 20% 。

4、结课考试占总成绩的 70%。

八、改进机制

1、**教学大纲改进机制**：课程负责人根据课程教学内容与人才培养目标组织课程团队讨论并修改教学大纲，报分管教学工作副院长审核后由执行院长批准。。

2、**成绩评定改进机制**：课程负责人根据课程教学内容、课堂教学效果以及成绩分布，对课程教学方法和成绩评定环节进行改进，并同步优化评定办法。。

撰写： 刘健

审核：

批准：

日期：