中北大学仪器与电子学院

课程教学大纲

（适用于2021版**智能感知工程专业**培养方案）

2021年12月修订

目 录

《电路原理》教学大纲 1
《信号与系统》教学大纲 9
《微机原理及接口技术》教学大纲 19
《单片机原理及应用》教学大纲 28
《数字信号处理》教学大纲 38
《传感器原理及设计》教学大纲 46
《可编程逻辑器件应用》教学大纲 56
《光纤技术及应用》教学大纲 67
《微惯性集成测量系统》教学大纲 75
《MATLAB 应用基础》教学大纲 85
《电子设计自动化（EDA）》教学大纲 94
《光电探测技术》教学大纲 103
《物联网技术概论》教学大纲 112
《ANSYS》教学大纲 120
《文献检索专题》教学大纲 128
《毕业设计专题》教学大纲 135
《误差理论与数据处理》教学大纲 142
《微纳传感与系统》教学大纲 149
《虚拟仪器设计》教学大纲 164
《智能仪器》教学大纲 173
《量子传感原理及应用》教学大纲 182
《计算思维导论》教学大纲 189
《云计算与物联网》教学大纲 198
《智能传感材料》教学大纲 208
《智能传感器接口标准》教学大纲 224
《智能传感系统》教学大纲 232
《智能控制理论基础》教学大纲 248
《数据结构与算法分析》教学大纲 256
《视觉感知与图像处理》教学大纲 266
《智能机器人技术》教学大纲 273
《人工智能导论》教学大纲 281
《Python 语言程序设计》教学大纲 290
《智能感知综合实践》教学大纲 302

《毕业实习》教学大纲 313
《专业认知实习》教学大纲 318
《毕业设计》教学大纲 324

《电路原理》教学大纲

课程编号：Y02060005

课程名称：电路原理　　**开课单位：仪器与电子学院**

总学时：56　　**学分：**3.5

适用专业：测控技术及仪器专业、电子科学与技术专业、智能感知工程专业

先修课程：高等数学、大学物理、线性代数

大纲撰写人：储成群

大纲编写（修订）时间：2019 年 5 月

一、课程在教学计划中的地位、作用

本课程是测控技术与仪器、电子科学与技术、智能感知工程专业的一门重要的专业基础类教育课程。通过本课程的学习，使学生明确电路理论的基本概念，掌握电路的基本理论知识、分析计算电路的基本方法和初步技能，掌握电阻电路、动态电路时域分析方法，着眼于培养学生的综合素质和能力，为后续课程的学习、从事理论研究和工程技术打下坚实基础。本课程理论严密，逻辑性强，对学生辩证思维能力的培养和树立理论联系实际的科学观点，及提高学生分析问题、解决问题的能力都有重要作用。

二、课程目标

测控技术与仪器专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	能够掌握电路理论的基本概念与定律，建立实际电路模型化的概念，掌握实际电路建模的处理方法和原则，对实际电路和理想电路之间的联系与区别有深刻的认识。	**指标点 1-1 知识体系：**具备本专业相关的数学、自然科学、光学和电子学工程基础及传感、测试、仪器等多方面的知识。
2	能够掌握电路的基本分析方法，对不同分析方法的应用背景和特点有清晰的认识，对复杂工程问题对应的电路模型具有建立方程并求解的能力，且具有将求解结果与实际结合的能力。	**指标点 1-2 知识运用能力：**能将基础知识恰当地应用到测控技术与仪器专业传感、测试与控制等复杂工程问题的解决中。
3	能够形成分析复杂工程问题的思路，并针对实际工程应用中涉及到的工程问题和背景建立相应电路模型，识别其中关键特性和参数。	**指标点 2-1 问题识别：**能应用科学原理对测控技术与仪器专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。
4	能够根据电路模型建立数学方程并求解，从而得到具体的结果，获取所需关键特征和参数。根据计算结果并结合实际工程问题得出相关的结论，将工程问题转换成技术问题。	**指标点 2-2 问题表达：**能够应用科学原理对本专业复杂工程问题的识别结果进行有效表达，将工程问题转化为技术问题。

电子科学与技术专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	能够掌握电路理论的基本概念与定律，建立实际电路模型化的概念，掌握实际电路建模的处理方法和原则，对实际电路和理想电路之间的联系与区别有深刻的认识。	**指标点 1-1 知识体系：**具备与本专业相关的数学、自然科学、光学和电子学工程基础及电子系统集成等多方面的知识。
2	能够掌握电路的基本分析方法，对不同分析方法的应用背景和特点有清晰的认识，对复杂工程问题对应的电路模型具有建立方程并求解的能力，且具有将求解结果与实际结合的能力。	**指标点 1-2 知识运用能力：**能将基础知识恰当地运用到电子科学与技术专业电路系统、物联网及现场总线等复杂工程问题的解决中。
3	能够形成分析复杂工程问题的思路，并针对实际工程应用中涉及到的工程问题和背景建立相应电路模型，识别其中关键特性和参数。	**指标点 2-1 问题识别：**能应用科学原理对电路系统、物联网及现场总线等领域专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。
4	能够根据电路模型建立数学方程并求解，从而得到具体的结果，获取所需关键特征和参数。根据计算结果并结合实际工程问题得出相关的结论，将工程问题转换成技术问题。	**指标点 2-2 问题表达：**能够应用科学原理对本专业复杂工程问题的识别结果进行有效表达，将工程问题转化为技术问题。

智能感知工程专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	能够掌握电路理论的基本概念与定律，建立实际电路模型化的概念，掌握实际电路建模的处理方法和原则，对实际电路和理想电路之间的联系与区别有深刻的认识。	**指标点 1-1 知识体系：**具备本专业相关的数学、自然科学、计算机和电子学工程基础及传感、控制等多方面的知识。
2	能够掌握电路的基本分析方法，对不同分析方法的应用背景和特点有清晰的认识，对复杂工程问题对应的电路模型具有建立方程并求解的能力，且具有将求解结果与实际结合的能力。	**指标点 1-2 知识运用能力：**能将基础知识恰当地应用到智能感知工程专业智能传感与控制等复杂工程问题的解决中。
3	能够形成分析复杂工程问题的思路，并针对实际工程应用中涉及到的工程问题和背景建立相应电路模型，识别其中关键特性和参数。	**指标点 2-1 问题识别：**能应用科学原理对智能感知工程专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。
4	能够根据电路模型建立数学方程并求解，从而得到具体的结果，获取所需关键特征和参数。根据计算结果并结合实际工程问题得出相关的结论，将工程问题转换成技术问题。	**指标点 2-2 问题表达：**能够应用科学原理对本专业复杂工程问题的识别结果进行有效表达，将工程问题转化为技术问题。

三、基本要求

1、本课程为学科基础教育课程，要求先修高等数学、大学物理等课程，在教学中注重基础知识、基本概念和思维方法的传授，同时运用类比式和启发式教学，使学生掌握电路分析与设计的方法手段，培养逻辑分析和设计能力。

2、本课程要求在 CAI 教室进行授课，教师应通过向学生列举大量实例、以及丰富的习题，使学生深入掌握所学理论知识。

3、深度和广度说明：电阻电路的等效变换和一般分析、电路定理、含有运算放大器的电阻电路、储能元件、一阶电路和二阶电路、相量法、正弦稳态电路分析等要深入讲解；含有耦合电感的电路、电路的频率响应的讲解为中等深度；非正弦周期电流电路和信号的频谱、二端口网络只做简单介绍；对电路分析方法的讲解应涵盖广些。

4、偏差说明：偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：电阻电路的等效变换和一般分析、各种电路定理、含有运算放大器的电阻电路、储能元件、一阶电路和二阶电路、相量法、正弦稳态电路分析、含有耦合电感的电路、电路的频率响应、非正弦周期电流电路和信号的频谱、二端口网络等。

本课程在教学方法上，充分利用各种媒体教学手段。教师在知识讲解的过程中要充分利用问题引导、案例分析等多种教学方法，以进一步提高教学质量。

1 电路的基本概念与定律（5 学时）

1.1、使学生了解电路元件、电阻元件和电路模型；

1.2、使学生学会熟练应用基尔霍夫定律；（难点、重点）

1.3、知晓电压、电流的参考方向与实际方向之间的关系，学会功率平衡验算。

本章内容支撑课程目标 1、2。

2 电阻电路的等效变换（4 学时）

2.1、知晓电阻和电源串并联等效变换；（难点、重点）

2.2、学会进行含源支路的等效变换、输入电阻的计算；（难点、重点）

2.3、知晓含虚元件支路的等效变换；

2.4、学会电阻星形联接与三角形连接的等值变换。

本章内容支撑课程目标 1、2。

3 电阻电路的一般分析方法（5 学时）

3.1、知晓网络图论的基本概念；

3.2、会解 KCL、KVL 的独立性方程；

3.3、学会应用支路法、回路法（网孔法）、结点法（结点电压法）进行电路分析；（难点、重点）

3.4、学会在运用回路法列写电路方程时碰到单一电流源（或受控电流源）支路的处理及在运用结点法列写电路方程时碰到单一电压源（或受控电压源）支路的处理方法。

本章内容支撑课程目标 1、2。

4 电路定理（5 学时）

4.1、知晓并学会使用叠加定理、戴维南定理和诺顿定理；（难点、重点）

4.2、学会互易定理的应用。

本章内容支撑课程目标 1、2。

5 正弦交流电路的稳态分析（6 学时）

5.1、知晓复阻抗、复导纳及其等效变换；

5.2、使学生能够熟练运用正弦电流电路相量分析与计算方法；（难点、重点）

5.3、知晓正弦电流电路功率的计算方法；

5.4、知晓有功功率、无功功率、视在功率、复功率、功率因数；

5.5、理解正弦电流电路中功率、能量关系。

本章内容支撑课程目标 1、2。

6 电路的频率响应（3 学时）

6.1、知晓串联谐振、并联谐振、频率响应的概念；（重点）

6.2、熟练运用谐振电路的分析方法。（难点）

本章内容支撑课程目标 1、2。

7 一阶电路的时域分析（4 学时）

7.1、知晓动态电路的方程及其初始条件；（重点）

7.2、深入理解一阶电路的零输入响应、零状态响应和全响应。（难点）

本章内容支撑课程目标 1、2。

8 二阶电路的时域分析（2 学时）

8.1、知晓二阶电路的零输入响应；（重点）

8.2、深入理解二阶电路的阶跃响应和冲激响应。（难点）

本章内容支撑课程目标 1、2。

9 拉普拉斯变换（5 学时）

9.1、知晓拉普拉斯变换的定义和基本性质；

9.2、能够对拉普拉斯反变换的部分分式进行展开；（重点）

9.3、能够应用拉普拉斯变换分析线性电路。（难点）

本章内容支撑课程目标 1、2。

10 网络函数（3 学时）

10.1、知晓网络函数的定义、网络函数的极点与零点；

10.2、学习极点、零点与冲击响应；（难点）

10.3、学习极点、零点与频率响应。（难点）

本章内容支撑课程目标 1、2、3、4。

11 图论及电路方程的矩阵形式（6 学时）

11.1、知晓割集的概念；

11.2、知晓关联矩阵、回路矩阵和割集矩阵；

11.3、熟练应用回路电流方程的矩阵形式和结点电压方程的矩阵形式。（难点）

本章内容支撑课程目标 1、2、3、4。

12 二端口网络（6 学时）

12.1、知晓二端口网络；

12.2、知晓二端口的方程和参数；

12.3、能够画出二端口网络的等效电路；（重点）

12.4、能够写出二端口网络的转移函数；（难点）

12.5、知晓二端口网络的连接。

本章内容支撑课程目标 3、4。

13 非线性电阻电路（2 学时）

13.1、知晓非线性电路的概念；

13.2、学会使用非线性电路的图解分析法；

13.3、学会使用非线性电路的小信号分析法。

本章内容支撑课程目标 3、4。

五、实验内容

无。

六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 电路的基本概念与定律	5	0	5
2 电阻电路的等效变换	4	0	4
3 电阻电路的一般分析方法	5	0	5
4 电路定理	5	0	5
5 正弦交流电路的稳态分析	6	0	6
6 电路的频率响应	3	0	3
7 一阶电路的时域分析	4	0	4
8 二阶电路的时域分析	2	0	2
9 拉普拉斯变换	5	0	5
10 网络函数	3	0	3
11 图论及电路方程的矩阵形式	6	0	6
12 二端口网络	6	0	6
13 非线性电阻电路	2	0	2
合计	56	0	56

七、教材、补充教材及参考资料

1、邱关源，《电路（第 5 版）》，ISBN 9787040196719，高等教育出版社。

2、刘岚，《电路分析基础》，ISBN 9787040144178，高等教育出版社。

3、李瀚荪，《电路分析基础（第 4 版）》，ISBN 9787040184709，高等教育出版社。

4、Charles K. Alexander，《Fundamentals of Electric Circuits》，ISBN 7900630988，清华大学出版社。

5、James W. Nilsson，《Introductory Circuits for Electrical and Computer Engineering》，ISBN 9780130198556，电子工业出版社。

八、课程目标达成的途径和措施

1、考核目标：在考核学生对电路原理的基本知识、基本原理和方法的基础上，重点考核学生的电路分析能力、动态电路的时域、频域分析能力，解决专业复杂实际问题的能力。

2、考核方式：考试、课内、课外作业及随堂点名提问。

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	作业	期末考试
课程目标达成的贡献率	0.18	0.18	0.64
支撑材料	课堂评价标准，课堂提问记录或随堂考试，结合出勤率等	作业评价标准，典型作业拍照，或电子版	试题评分标准，试卷

九、覆盖课程目标达成评价的知识点及权重

知识点	权重	支撑课程目标
1 电路的基本概念与定律	0.08	1、2
2 电阻电路的等效变换	0.07	1、2
3 电阻电路的一般分析方法	0.09	1、2
4 电路定理	0.09	1、2
5 正弦交流电路的稳态分析	0.11	1、2
6 电路的频率响应	0.05	1、2
7 一阶电路的时域分析	0.07	1、2
8 二阶电路的时域分析	0.04	1、2
9 拉普拉斯变换	0.09	1、2
10 网络函数	0.05	1、2、3、4
11 图论及电路方程的矩阵形式	0.11	1、2、3、4
12 二端口网络	0.11	3、4
13 非线性电阻电路	0.04	3、4

本课程不可以申请免修。

十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配及考核权重分配

课程目标	知识面比例（本列总和为 1）P_i	各环节评价比例分配（每行总和为 1）W_{ik}			各环节在课程达成中的占比（所有行列总和为 1）$S_{ik}=P_i*W_{ik}$			各环节课程目标考核权重分布（每一列总和为 1）$E_{ik}=S_{ik}/M_{ik}$		
		课堂情况	作业	期末考试	课堂情况	作业	期末考试	课堂情况	作业	期末考试
1	0.4	0.2	0.2	0.6	0.08	0.08	0.24	0.44	0.44	0.37
2	0.4	0.2	0.2	0.6	0.08	0.08	0.24	0.44	0.44	0.37
3	0.1	0.1	0.1	0.8	0.01	0.01	0.08	0.06	0.06	0.13
4	0.1	0.1	0.1	0.8	0.01	0.01	0.08	0.06	0.06	0.13
各环节对课程目标达成的贡献率（M_k）					0.18	0.18	0.64	教师出题或布置作业时要尽量做到按照以上比例布局		

采用达成值计算法，辅以对学生的问卷调查法。

课程目标定量评价：

达成值计算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left(\sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ \left(100 \times P_i\right)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A = \left(\sum_i \sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ 100$$

以上公式中：

k 表示不同的评价方式，i 表示不同的课程目标。

G_k 表示第 k 种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$ 是第 k 种评价方式通过第 i 个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

W_{ik} 表示第 k 种评价方式对第 i 个课程目标百分占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

课程目标定性评价：

针对每门课的课程目标，直接设计问题，并要求学生明确给出目标能力达到的程度“很好（0.95）、较好（0.75）、中（0.60）、较差（0.45）、很差（0.25）”，根据各区段统计比例与括号中的目标分值加权后求和得出定性评价的结果。

课程目标达成结果：

同一课程目标的评价，取定性评价和定量评价的平均值，作为最终评价结果。

课程目标达成度大于等于 0.71 为一级达成，大于等于 0.65 为二级达成。

十一、各环节评价标准

本课程允许教师在各评价环节根据具体情况采取多样化、个性化的考核手段，其评价标准应当在《SIE-CT-01：授课计划》中明确并向学生公布，教学过程中的考核评价应当严格按照标准完成。

十二、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，重点是达成值相对较低的项，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

《信号与系统》教学大纲

课程编号：Y02060011

课程名称：信号与系统 **开课单位：仪器与电子学院**

总学时：48 (实验 8 学时) **学分：**3

适用专业：测控技术与仪器专业、电子科学与技术专业、智能感知工程专业

先修课程：高等数学、复变函数与积分变换、电路分析基础、模拟电子技术

大纲撰写人：张晓明

大纲编写（修订）时间：2019 年 5 月

一、课程在教学计划中的地位、作用

本课程是测控技术及仪器专业、电子科学与技术专业、智能感知工程专业的学科基础教育课程。信号与系统课程是联系数学与自然科学基本理论、工程信号与系统分析设计两者的桥梁和纽带。本课程以提高学生利用数学工具分析工程中信号与系统为目的，采用信息论和系统论对工程实际问题进行抽象分析，主要讲授确定性连续信号、线性时不变系统时域、频域及复频域分析的基本概念和方法，为解决工程实践中所遇到的信号与系统分析与设计问题打下坚实的理论基础。通过该课程的学习，使学生能够运用数学工具分析和解决典型工程问题，建立运用信号与系统理论分析问题和解决问题的基本思路和方法，具备对复杂工程中信号与系统分析和设计的基础理论知识，为后续专业课程的学习打下理论基础。

二、课程目标

测控技术与仪器专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	能够从时域、频域及复频域角度，列写、推导连续确定信号的线性分解、变换及其基本性质，运用时域卷积、傅里叶变换、拉氏变换方法求解线性时不变系统的响应，并解释相关概念的物理工程含义；	**指标点 1-1 知识体系：**具备本专业相关的数学、自然科学、光学和电子学工程基础及传感、测试、仪器等多方面的知识。
2	能够运用时域、频域及复频域分析方法，解决测控技术及仪器专业工程问题中的信号与系统相关问题。	**指标点 1-2 知识运用能力：**能将基础知识恰当地应用到测控技术与仪器专业传感、测试与控制等复杂工程问题的解决中。
3	能够进行典型工程问题的物理建模、模型求解、工程物理解释，并识别工程物理信号和系统的关键特征和参数，分析信号与系统中时频域性能参数间的内在联系；	**指标点 2-1 问题识别：**能应用科学原理对测控技术与仪器专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。
4	能够应用信号与系统知识对典型信号和系统动态特性进行分析，判断问题识别和表达结论的有效性。	**指标点 2-3 结论判断：**能够应用专业知识和原理分析判断结论的有效性。

电子科学与技术专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	能够从时域、频域及复频域角度，列写、推导连续确定信号的线性分解、变换及其基本性质，运用时域卷积、傅里叶变换、拉氏变换方法求解线性时不变系统的响应，并解释相关概念的物理工程含义；	**指标点 1-1 知识体系**：具备与本专业相关的数学、自然科学、光学和电子学工程基础及电子系统集成等多方面的知识。
2	能够运用时域、频域及复频域分析方法，解决电子科学与技术专业工程问题中的信号与系统相关问题。	**指标点 1-2 知识运用能力**：能将基础知识恰当地运用到电子科学与技术专业电路系统、物联网及现场总线等复杂工程问题的解决中。
3	能够进行典型工程问题的物理建模、模型求解、工程物理解释，并识别工程物理信号和系统的关键特征和参数，分析信号与系统中时频域性能参数间的内在联系；	**指标点 2-1 问题识别**：能应用科学原理对电路系统、物联网及现场总线等领域专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。
4	能够应用信号与系统知识对典型信号和系统动态特性进行分析，判断问题识别和表达结论的有效性。	**指标点 2-3 结论判断**：能够应用专业知识和原理分析判断结论的有效性。

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	能够从时域、频域及复频域角度，列写、推导连续确定信号的线性分解、变换及其基本性质，运用时域卷积、傅里叶变换、拉氏变换方法求解线性时不变系统的响应，并解释相关概念的物理工程含义；	**指标点 1-1 知识体系**：具备本专业相关的数学、自然科学、计算机和电子学工程基础及传感、控制等多方面的知识。
2	能够运用时域、频域及复频域分析方法，解决智能感知工程专业工程问题中的信号与系统相关问题。	**指标点 1-2 知识运用能力**：能将基础知识恰当地应用到智能感知工程专业智能传感与控制等复杂工程问题的解决中。
3	能够进行典型工程问题的物理建模、模型求解、工程物理解释，并识别工程物理信号和系统的关键特征和参数，分析信号与系统中时频域性能参数间的内在联系；	**指标点 2-1 问题识别**：能应用科学原理对智能感知工程专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。
4	能够应用信号与系统知识对典型信号和系统动态特性进行分析，判断问题识别和表达结论的有效性。	**指标点 2-3 结论判断**：能够应用专业知识和原理分析判断结论的有效性。

智能感知工程专业：

三、基本要求（含先修课程）

1、本课程为学科基础教育课程，要求先修复变函数与积分变换、电路分析基础、模拟电子技术，是联系数学和自然科学基本理论、工程信号与系统分析设计两者的桥梁和纽带。通过本课程的学习，培养学生的思维推理能力和分析运算能力，提高学生利用信号与系统理论分析和解决具体工程问题的能力，锻炼学生对复杂工程问题的探究能力。

2、在教学过程中应注重从工程观点来学习、理解及应用相应的基础知识、基本概念和思维方法，将学生从只关注数学计算转移到信号与系统基本理论、方法的理解和应用上。在

课堂讲授环节和实验环节中将数学运算和数学变换视为基本工具，重点放在对数学理论分析结果的工程物理意义的解释和应用上。

3、结合学生熟悉的电路系统和机械系统经典实例，贯彻工程问题物理建模、模型数学分析求解及其工程物理意义解释的基本思路和方法，重点培养学生针对具体工程问题灵活运用理论知识的能力。

4、培养学生运用 Matlab 软件进行信号与系统时域、频域及复频域分析方法，对计算机解算数据进行物理意义解释与分析。

5、本课程是一门理论性很强的课程。要求学生通过实验环节把所学的理论知识与工程实践联系起来，具备针对典型工程问题进行信号与系统分析的能力。要求在 CAI 教室进行授课，教学和实验交替进行，并且辅以针对具体工程问题的综合性报告环节，以提高学生对理论知识的综合运用能力。

6、深度和广度说明：1）以确定性连续信号和线性时不变系统为重点，讲授时域、频域、复频域中信号与系统的分析方法，适当介绍离散信号、离散系统的时域分析方法；2）拉普拉氏变换变换重点讲授单边拉氏变换，简要介绍左边信号拉氏变换和双边拉氏变换知识；3）傅里叶变换、拉氏变换的性质讲解中简要介绍其数学证明，重点讲授其工程物理意义。

7、偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：信号与系统的描述与分类、信号的时域分析、线性时不变系统（LTI 系统）的时域分析、周期信号、非周期信号的频域分析、LTI 系统的频域分析、信号与系统的复频域分析、Matlab 辅助分析方法。

本课程在教学方法上，充分利用各种媒体教学手段，采取课堂教学、多媒体课件、验证性实验、课外分组实验方式有机结合，提高教学效率。

1）利用 CAI 形式讲授，辅以重要知识点的板书推导与分析，引导学生理解分析思路；

2）讲授过程和综合性报告中注重工程实例分析，使学生运用数学工具分析问题过程中理解其工程物理含义；

3）理论讲授和实验中穿插 Matlab 计算机辅助分析知识和应用的介绍。

1　信号与系统分析导论（3 学时）

1.1、理解信号、系统的基本概念及相互关系；

1.2、掌握信号的定义、描述及分类；

1.3、掌握系统的定义、描述、分类及联结；

1.4、熟悉信号与系统分析的基本方法和理论。

重点：连续信号及离散信号的特点；线性时不变系统的特性。

难点：线性系统、时变系统及因果系统的判断。

课程思政元素：结合系统的分类、联结及分析方法，引导学生深入理解马克思辩证唯物主义的系统观中普遍联系的观点、个体与整体的关系，体现马克思主义的理论自信。

教学方式：课堂教学 3 学时。

本章内容支撑课程目标 1、2。

2　信号的时域分析（5 学时）

2.1、掌握典型连续信号及离散信号的时域描述和基本运算；

2.3、能够进行连续信号、离散信号的分解；

2.4、掌握确定信号的时域分解方法；

2.5、熟悉连续信号及离散信号的 Matlab 表示及运算。

重点：典型连续信号的表示与特性，尤其是单位冲激信号的特性；连续信号的基本运算，尤其是卷积积分运算；任意信号分解为基本信号的线性组合，尤其是任意连续信号分解为冲激信号的线性组合。

难点：单位冲激信号的特性；信号基本运算的组合；信号的卷积积分运算；任意信号分解为基本信号的线性组合。

教学方式：课堂讲授 5 学时，实验教学 2 学时。

本章内容支撑课程目标 1、2。

3　系统的时域分析（6 学时）

3.1、线性时不变系统的描述、特点及时域分析的基本思路与方法；

3.2、理解并学会线性常系数微分方程及线性常系数差分方程解方法及其数学概念；

3.3、理解并学会连续 LTI 系统响应分解的物理概念、工程意义及其与微分方程解的关系；

3.4、理解掌握连续系统的单位冲激响应的概念及其求解方法；

3.5、熟练掌握卷积积分及用卷积积分求解连续系统零状态响应的方法及物理意义；

3.6、掌握系统联结方式及其冲激响应描述，理解其物理意义；

3.7、学会基于 Matlab 的系统时域分析方法。

重点：连续线性时不变(LTI)系统的特性；连续 LTI 系统单位冲激响应的求解；用卷积法计算连续 LTI 系统零状态响应。

难点：卷积积分物理工程概念；系统零输入响应、零状态响应的物理工程概念。

课程思政元素：结合系统零输入响应、零状态响应及单位冲激响应，引导学生深入理解马克思主义的系统观中事物的发展变化是内因和外因共同作用的结果。但它们的作用和地位

是不同的。内因是事物发展变化的根据，它规定事物发展的方向，是事物发展的根本动力；外因是事物发展的条件，一般起加速或延缓事物发展的作用。外因必须通过内因才能起作用。

教学方式：课堂讲授 6 学时，实验教学 2 学时。

本章内容支撑课程目标 1、2、3、4。

4　连续信号的频域分析（10 学时）

4.1、掌握连续时间周期信号的傅里叶级数定义、基本性质及物理意义；

4.2、理解连续时间周期信号的频谱概念；

4.3、掌握连续时间信号的傅里叶变换定义、基本性质及物理意义；

4.4、理解连续时间信号的有效带宽、频谱概念及其物理意义；

4.5、学会利用 MATLAB 进行周期信号和非周期信号的频域分析方法。

重点：从数学概念、物理概念及工程概念深刻理解连续周期信号、连续非周期信号的频谱概念，以及信号时域与频域的关系；连续时间周期信号频谱的计算；连续时间信号傅里叶变换的基本性质、物理含义及应用，连续时间非周期信号频谱的计算；抽样信号频谱的特点，连续时间信号离散化与抽样定理的内容及其意义。

难点：连续时间信号傅里叶变换的基本性质、物理含义；连续信号的频谱概念及频谱分析方法。

教学方式：课堂讲授 10 学时，实验教学 2 学时。

本章内容支撑课程目标 1、2、3、4。

5　连续系统的频域分析（8 学时）

5.1、理解连续信号通过系统响应频谱分析思路与方法；

5.2、理解并学会连续 LTI 系统的频率响应的概念、物理意义及工程应用；

5.3、理解无失真传输系统的定义及特征；

5.4、掌握理想低通滤波器的定义、特征及其冲激响应、阶跃响应的分析方法；

5.5、理解时域抽样定理的工程概念；

5.6、学会利用 MATLAB 进行连续系统频域分析方法。

重点：连续系统特性的频域表示(频率响应)；虚指数信号通过系统响应的特点，及任意信号通过系统响应的频域分析；无失真系统与理想低通滤波器的时、频特性；时域抽样定理的工程概念

难点：周期信号通过系统响应的频域分析；非周期信号进行频域分析的思路；时域抽样定理的理论基础。

教学方式：课堂讲授 8 学时。

本章内容支撑课程目标 1、2、3、4。

6　连续时间信号与系统的复频域分析（8 学时）

6.1、理解拉普拉斯变换的概念及其工程意义；

6.2、掌握拉普拉斯变换的定义、收敛域、基本性质及其与傅里叶变换的联系；

6.3、掌握拉普拉斯逆变换方法；

6.4、理解并学会连续系统的复频域求解思路及方法；

6.5、理解系统函数的定义及工程意义；

6.6、学会系统函数描述形式、零极点分布图、系统频率特性的分析方法；

6.7、连续系统的联结与模拟的系统函数描述；

6.8、学会利用 MATLAB 进行连续系统复频域分析方法。

重点：单边拉普拉斯变换及其基本性质和拉普拉斯反变换；连续 LTI 系统完全响应的复频域求解；系统函数及其与系统特性（冲激响应、频率响应、因果性、稳定性）的关系；连续 LTI 系统的模拟框图。

难点：系统函数、系统零极点分布图与系统频率响应的关系。

教学方式：课堂讲授 8 学时，实验教学 2 学时。

本章内容支撑课程目标 1、2、3、4。

五、实验内容

实验环节主要是上机操作，要求保证上机条件，即具备常用的 Matlab 软件工具；要求学生学会 Matlab 语法、基本编程、数据可视化；学会 Matlab 环境下进行典型信号及系统的描述、时域分析、频域分析、复频域分析；学会针对典型工程实例运用信号与系统理论进行问题分析和探究的能力。

实验一信号的时域分析（2 学时）

实验要求：

1、可利用 Matlab 进行信号的描述，熟悉典型信号的特点；

2、理解并学会 Matlab 进行信号基本运算的方法。

实验内容：

在 Matlab 环境下进行典型信号表述、特征分析、信号的基本运算。

本章内容支撑课程目标 1。

实验二系统的时域分析（2 学时）

实验要求：

1、学会利用 Matlab 进行连续 LTI 系统的时域分析方法；

2、加深理解连续系统响应的求解方法及物理意义；

3、学会求解和分析系统单位冲激响应、单位阶跃响应的方法。

实验内容：

在 Matlab 环境下进行连续 LTI 系统描述、响应求解、单位冲激响应、单位阶跃响应分析。

本章内容支撑课程目标 1、3、4。

实验三信号的频域分析（2 学时）

实验要求：

1、学会利用 Matlab 进行信号频谱分析的方法；

2、理解连续周期、连续非周期信号的频谱特点；

3、理解信号调制的数学、物理概念；

4、学会信号时域分析的工程应用方法。

实验内容：

典型连续周期和连续非周期信号的频谱分析、信号调制解调中信号的频谱分析。

本章内容支撑课程目标 2、3、4。

实验四系统的频域、复频域分析（2 学时）

实验要求：

1、理解和熟悉连续系统的系统函数概念；

2、理解系统函数零极点分布与其频率特性的关系；

3、理解和熟悉滤波器系统对不同频率信号的处理机制；

4、学会 Matlab 进行系统频域、复频域分析的方法。

实验内容：

连续 LTI 系统零极点分布及响应分析、滤波器特性分析及对信号的处理。

本章内容支撑课程目标 1、2、3、4。

六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 信号与系统分析导论	3	0	3
2 信号的时域分析	5	2	7
3 系统的时域分析	6	2	8
4 信号的频域分析	10	2	12
5 系统的频域分析	8	0	8
6 连续时间信号与系统的复频域分析	8	2	10
合计	40	8	48

七、教材、补充教材及参考资料

1、陈后金，《信号与系统》，北京高等教育出版社，2007 年。

2、HaykinS,Veen B V，《Signals and Systems.影印版》，北京电子工业出版社，2003 年。

3、Edward W. Kamen, Bonnie S. Heck，《Fundamentals of Signals and Systems Using MATLAB.Prentice-Hall International》，Inc. 1997。

4、A.V.Oppenheim，《Signals and Systems.影印版》，北京：清华大学出版社，中译本，

刘树棠译，西安交通大学出版社。

5、Simon H.,Barry V.V，《Signals and Systems》，John Wiley &Sons,Inc，1999。

6、陈后金等，《信号分析与处理实验》，北京高等教育出版社，2006 年。

7、郑君里，应启珩等，《信号与系统 . 第 2 版》，北京高等教育出版社，2000。

8、管致中，孟桥等，《信号与线性系统 . 第 4 版》，北京高等教育出版社，2004。

9、吴大正等，《信号与线性系统分析 . 第 3 版》，北京高等教育出版社，2005。

10、吴湘淇等，《信号、系统与信号处理 (上). 第 2 版》，北京电子工业出版社，1999。

11、吴湘淇等，《信号、系统与信号处理——软硬件实现》，北京电子工业出版社，2002。

12、陈后金，胡健等，《信号与系统学习指导及题解》，北京高等教育出版社，2008。

13、视频资源：信号与系统：模拟与数字信号处理，麻省理工学院，资料链接：http://open.163.com/special/opencourse/signals.html

八、达成课程目标的途径和措施

1、考核目标：在考核学生对信号与系统的基本知识、基本原理和方法的基础上，重点考核学生对信号与系统的时域、频域、复频域分析方法的综合应用能力。

2、考核方式：作业、实验、综合报告、期末考试

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	作业	实验	综合报告	期末考试
课程目标达成的贡献率	0.14	0.15	0.25	0.46
支撑材料	作业评价标准、作业评分登记表	课内实验评价标准，实验课堂记录记录，典型实验报告（可以提交电子版）	综合报告评价标准，综合性报告评分登记表，典型综合性报告	试题评分标准，试卷，

九、覆盖课程目标达成评价的知识点及权重

知识点	权重	支撑课程目标
1. 信号与系统的基本概念、分类、描述，信号与系统分析的基本方法及理论	0.10	1
2. 信号的基本运算、信号的卷积运算、信号的时域分解	0.10	1
3. 线性时不变系统描述与特点，LTI 系统响应的求解方法、分类及工程物理概念，单位冲激响应，卷积法求解系统零状态响应	0.15	1,2,3
4. 周期信号傅里叶级数和非周期信号傅里叶变换定义、基本性质及物理概念，信号的带宽、频谱基本概念及工程含义	0.15	1,3,4
5. LTI 系统的频率响应的概念、物理意义及工程应用，无失真传输系统、理想滤波器、信号抽样等典型系统的频域分析及工程概念	0.20	1,2,3,4
6. 信号的拉氏变换定义、收敛域、基本性质，信号拉氏反变换方法	0.10	1
7. LTI 系统的系统函数定义、零极点分布图、频率特性分析，系统的联结与模拟框图表示	0.20	1,2,4

本课程不可以申请免修。

十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配及考核权重分配

课程目标	知识面比例（本列总和为1）P_i	各环节评价比例分配（每行总和为1）W_{ik}				各环节在课程达成中的占比（所有行列总和为1）$S_{ik}=P_i*W_{ik}$				各环节课程目标考核权重分布（每一列总和为1）$E_{ik}=S_{ik}/M_{ik}$			
		作业	实验	综合报告	期末考试	作业	实验	综合报告	期末考试	作业	实验	综合报告	期末考试
1	0.5	0.2	0.1	0.1	0.6	0.10	0.05	0.05	0.30	0.71	0.33	0.20	0.65
2	0.1		0.2	0.6	0.2		0.02	0.06	0.02		0.13	0.24	0.04
3	0.2	0.2	0.2	0.4	0.2	0.04	0.04	0.08	0.04	0.29	0.27	0.32	0.09
4	0.2		0.2	0.3	0.5		0.04	0.06	0.10		0.27	0.24	0.22
各环节对课程目标达成的贡献率（M_{ik}）						0.14	0.15	0.25	0.46	教师出题或布置作业时要尽量做到按照以上比例布局			

采用达成值计算法，辅以对学生的问卷调查法。

课程目标定量评价：

达成值计算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left(\sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ \left(100 \times P_i\right)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A = \left(\sum_i \sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ 100$$

以上公式中：

k 表示不同的评价方式，i 表示不同的课程目标。

G_k 表示第 k 种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$ 是第 k 种评价方式通过第 i 个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

W_{ik} 表示第 k 种评价方式对第 i 个课程目标百分占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

课程目标定性评价：

针对每门课的课程目标，直接设计问题，并要求学生明确给出目标能力达到的程度“很好（0.95）、较好（0.75）、中（0.60）、较差（0.45）、很差（0.25）”，根据各区段统计比例与括号中的目标分值加权后求和得出定性评价的结果。

课程目标达成结果：

同一课程目标的评价，取定性评价和定量评价的平均值，作为最终评价结果。

课程目标达成度大于等于 0.71 为一级达成，大于等于 0.65 为二级达成。

十一、各环节评价标准

本课程允许教师在各评价环节根据具体情况采取多样化、个性化的考核手段，其评价标准应当在《SIE-CT-01：授课计划》中明确并向学生公布，教学过程中的考核评价应当严格按照标准完成。

十二、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，重点是达成值相对较低的项，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

《微机原理及接口技术》教学大纲

课程编号：Y03060003

课程名称：微机原理及接口技术 **开课单位：仪器与电子学院**

总学时：56 (实验 10 学时) **学分：**3.5

适用专业：测控技术与仪器专业、电子科学与技术专业、智能感知工程专业

先修课程：电路原理、模拟电子技术、数字电子技术

大纲撰写人：赵冬青

大纲编写（修订）时间：2019 年 5 月

一、课程在教学计划中的地位、作用

《微机原理与接口技术》是工科专业中非常重要的一门专业技术基础课程，也是学生学习计算机硬件结构、工作原理和汇编语言程序设计的入门课程。通过本门课程的学习使学生从应用的角度了解计算机的基本原理、基本组成、接口技术及硬件连接和汇编语言编程方法，培养学生具有进行微机系统软件和硬件设计、开发的基本能力，同时为后续计算机相关课程的学习奠定扎实的基础。

二、课程目标

测控技术与仪器专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	掌握微型计算机的硬件结构、工作原理、汇编语言程序结构、编程方法及相关专业术语。	**指标点 1-1 知识体系：**系统地学习本专业相关的数学、自然科学、电子类工程基础和专业等多方面的知识。
2	通过学习微机系统的一般设计方法，能够针对特定工程问题设计解决方案，具有将微机系统用于解决工程问题的能力。	**指标点 1-2 知识运用能力：**能将基础知识与本专业基本工程问题结合起来，灵活、恰当地将其运用到复杂电子类工程问题的解决中。
3	能够理解以微型计算机系统为核心的现代化仪器、设备的工作原理；针对复杂工程问题，设计以微机系统为核心的系统解决方案，并对具体工程实践应用进行优化。	**指标点 3-1 按需设计：**能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的电路、系统和工艺流程。并能够针对方案进行优化选择。

电子科学与技术专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	掌握微型计算机的硬件结构、工作原理、汇编语言程序结构、编程方法及相关专业术语。	**指标点 1-1 知识体系：**系统地学习本专业相关的数学、自然科学、电子类工程基础和专业等多方面的知识。
2	通过学习微机系统的一般设计方法，能够针对特定工程问题设计解决方案，具有将微机系统用于解决工程问题的能力。	**指标点 1-2 知识运用能力：**能将基础知识与本专业基本工程问题结合起来，灵活、恰当地将其运用到复杂电子类工程问题的解决中。
3	能够理解以微型计算机系统为核心的现代化仪器、设备的工作原理；针对复杂工程问题，设计以微机系统为核心的系统解决方案，并对具体工程实践应用进行优化。	**指标点 3-1 按需设计：**能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的电路、系统和工艺流程。并能够针对方案进行优化选择。

智能感知工程专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	掌握微型计算机的硬件结构、工作原理、汇编语言程序结构、编程方法及相关专业术语。	**指标点 1-1 知识体系：**具备本专业相关的数学、自然科学、计算机和电子学工程基础及传感、控制等多方面的知识。
2	通过学习微机系统的一般设计方法，能够针对特定工程问题设计解决方案，具有将微机系统用于解决工程问题的能力。	**指标点 1-2 知识运用能力：**能将基础知识恰当地应用到智能感知工程专业智能传感与控制等复杂工程问题的解决中。
3	能够理解以微型计算机系统为核心的现代化仪器、设备的工作原理；针对复杂工程问题，设计以微机系统为核心的系统解决方案，并对具体工程实践应用进行优化。	**指标点 3-1 按需设计：**能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的信息处理系统、智能控制系统以及工艺流程，并能够针对方案进行优化选择。

三、基本要求

1、本课程为专业技术基础课，要求先修电路原理、模拟电子技术、数字电子技术课程。

2、针对本门课程内容繁杂、知识点多的特点，在教学中应注重基础知识、基本概念和系统设计思维方法的传授。

3、要求在每次课上对上次课所讲的知识点进行概括和总结，加深学生对知识点的学习和巩固；本课程是一门实践性很强的课程，要求教学和实验环节交替进行，通过实验环节把所学的内容巩固和学习。

4、深度和广度说明：以 8086/8088 微处理器为主，对微处理器的内部编程结构、外部引脚等硬件相关内容进行详细讲解，结合计算机操作系统启动过程及应用程序启动执行过程，充分说明微型计算机的工作原理与工作过程；综合外部接口设计、中断管理、指令系统进行讲解，建立系统设计的整体概念。为了提高学生的学习兴趣，并取得良好的教学效果，教师在知识讲解的过程中要充分利用问题引导、案例分析等多种教学方法，以进一步提高教学质量。

5、偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：现代 EDA 技术及其设计方法、可编程器件的基本原理及其分类与选用原则、相关电路设计方法、集成开发环境使用方法、至少 1 种硬件描述语言的语法规则及编程方法、时序仿真方法；典型逻辑电路的设计包括：组合逻辑电路、时序逻辑电路、等间隔状态控制、状态机以及较为复杂的时序逻辑控制设计等。

（此处详细列举本课程用到的手段，注意一定要与课程匹配！）

本课程在教学方法上，充分利用各种媒体教学手段，采取课堂教学、多媒体课件、验证性实验、课外分组实验方式有机结合，提高教学效率。（要根据实际需要适当修改，可以具体到采用什么 MOOC，如何置换成绩，等等。）

硬件描述语言（VHDL）在数字逻辑系统设计、集成电路设计中占有非常重要的地位，因此教师要重点讲授以使学生完全掌握。

为了提高学生的学习兴趣，并取得良好的教学效果，教师在知识讲解的过程中要充分利用问题引导、案例分析等多种教学方法，以进一步提高教学质量。

本课程重点讲授的内容包括：微处理器的内部编程结构、外部引脚、指令系统、中断系统、汇编语言程序设计、接口设计等。

1 计算机系统概述（2 学时）

1.1、计算机及微型机的发展、分类、性能指标；

1.2、计算机的构成体系和计算机的层次结构。

本章内容支撑课程目标 1

28086/8088 微处理器结构（4 学时）

2.1、8086/8088CPU 的内部结构；（难点）

2.2、8086/8088CPU 的工作方式及外部引脚；（重点）

2.3、8086/8088CPU 的时序及总线操作。

本章内容支撑课程目标 1

38086/8088 指令系统（12 学时）

3.1、8086/8088 指令寻址方式；

3.2、8086/8088 指令功能；

3.3、伪指令功能。

本章内容支撑课程目标 1

4 汇编语言程序设计基础（6 学时）

4.1、汇编语言程序结构：编语言程序的程序框架及顺序结构、分支结构、循环结构、主子程序结构；（重点）

4.2、汇编语言程序设计举例。

本章内容支撑课程目标 1

5 微机存储系统（4 学时）

5.1、存储器系统概述；

5.2、半导体存储器；

5.3、存储器与 CPU 的连接。（难点、重点）

本章内容支撑课程目标 1

6 输入/输出及中断技术（4 学时）

6.1、接口电路的功能及内部结构；

6.2、CPU 与外设的数据传送方式；

6.3、中断系统及中断处理

（1）中断的基本概念；

（2）8086/8088 中断系统的结构和和矢量中断的原理。（重点）

本章内容支撑课程目标 1

7 串、并行通信及接口电路（6 学时）

7.1、可编程并行通信接口 8255A；（重点）

7.2、8255 应用举例；

7.3、串行通信及串行接口 8250。

本章内容支撑课程目标 2

8 微机系统中的定时器/计数器（4 学时）

8.1、定时器/计数器概述；

8.2、可编程定时器/计数器 8253；（重点）

8.3、8253 应用举例。

本章内容支撑课程目标 2

9.微机系统中的 A/D、D/A 转换器接口（2 学时）

9.1、A/D 转换器接口原理及应用；

9.2、D/A 转换器接口原理及应用。

本章内容支撑课程目标 2

10 键盘、显示器接口设计（2 学时）

10.1、键盘接口设计；

10.2、显示器接口设计。

本章内容支撑课程目标 3

五、实验内容（没有实验的课也要保留本章节，内容写“无”）

实验环节主要是上机操作与运用实验箱运行、验证程序，要求保证上机条件及实验箱正常；掌握在汇编集成开发环境下程序设计方法；掌握使用实验箱验证程序功能的方法。

10 个学时共完成 5 个实验，均为正常课内实验。实验前讲解实验要求和指导。

实验一汇编语言程序设计与调试环境 (2 学时)

内容：

1、在教师的带领下，完成一个简单汇编程序的录入、汇编、调试、运行；

2、由学生独立完成一个排序程序的录入、汇编、调试、运行；

基本要求：

1、使学生熟悉实验系统；

2、学习汇编语言程序设计中工具软件（Edit、masm、link、DEBUG）的使用；

3、学习分支、循环程序的结构及编程方法。

本实验支撑课程目标 1。

实验二主-子程序、循环程序设计（2 学时）

内容：

1、编写一个主-子程序将内存中以 BCD 形式存放的 10 个两位十进制数转换成二进制数；

2、编写一个排序程序，将内存中的字节型无符号整数，从小到大排序。

3、完成程序的上机调试。

基本要求：

1、学习主子结构程序、循环程序的编程方法；

2、学习单步运行、断点运行等程序调试方法。

本实验支撑课程目标 1、2。

实验三 8255 并行接口实验（2 学时）

内容：

1、利用实验箱上的 8255、开关和 LED 模块搭建一个实验系统；

2、编程实现利用 8 个开关控制 8 个发光二极管发光；

3、实验系统调试。

基本要求：

1、学习可编程并行接口芯片工作原理及初始化方法；

2、学习微机系统中简单 IO 口的设计方法。

本实验支撑课程目标 2、3。

实验四 8253 定时器/计数器接口实验（2 学时）

内容：

1、利用实验箱上的 8255、8253、LED 模块搭建一个实验系统；

2、编程实现控制一个发光二极管以 0.5 秒闪烁；

3、实验系统调试。

基本要求：

1、学习 8253 定时器/计数器的工作原理及初始化方法；

2、学习微机系统中定时器/计数器的设计方法。

本实验支撑课程目标 2、3。

实验五 A/D、D/A 转换接口实验（2 学时）

A/D 实验内容：

1、利用实验箱上的 A/D 转换器模块和可调电位器构建一个实验系统；

2、编程实现采集 100 个数并保存在内存单元中；

3、实验系统调试。

基本要求：

1、学习 A/D 转换器的工作原理；

2、学习基于微机系统中的数据采集系统的设计方法。

D/A 实验内容

1、利用实验箱上的 D/A 转换器模块构成一个实验系统；

2、编程实现一种或者几种波形输出；

3、实验系统调试。

基本要求：

1、学习 D/A 转换器的工作原理；

2、学习基于微机系统中的信号发生器的设计方法。

本实验支撑课程目标 2、3。

六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 计算机系统概述	2	0	2
2 8086 / 8088 微处理器结构	4	0	4
3 8086 / 8088 指令系统	12	2	14
4 汇编语言程序设计基础	6	2	8
5 微机存储系统	4	0	4
6 输入/输出及中断技术	4	0	4
7 串、并行通信及接口电路	6	2	8
8 微机系统中的定时器/计数器	4	2	6
9 微机系统中的 A/D、D/A 转换器接口	2	2	4
10 键盘、显示器接口设计	2	0	2
合计	46	10	56

七、教材、补充教材及参考资料

1、姚燕南、薛钧义，《微型计算机原理》，ISBN 9787560607733，西安电子科技大学出版社。

2、王永山、杨宏五、杨掸娟,《微型原理与应用》，ISBN 9787115146427，西安电子科技大学出版社。

3、沈美明、温冬蝉，《IBM—PC 汇编语言程序设计》，ISBN 9787302128816，清华大学出版社。

4、谢其中，《微型计算机常用外部设备》，ISBN 9787560925219，华中理工大学出版杜。

5、吴宁、乔亚男、冯博琴，《微型计算机原理与接口技术》，ISBN 9787302446453，清华大学出版社。

实验指导书：微机原理实验指导书。

八、课程目标达成的途径和措施

1、考核方式：课堂情况、作业、实验、考试

2、考核目标：在考核学生对基本知识、基本原理和方法学习基础上，重点考核学生微机系统的基本构成、汇编语言程序设计、常用接口芯片和工具使用方法的学习程度。

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	作业	实验	期末考试
课程目标达成的贡献率	0.1	0.2	0.1	0.6
支撑材料	课堂提问 点名记录	作业计分表	实验过程评分表、实验报告	试题评分标准，试卷

九、覆盖课程目标达成评价的知识点及权重

知识点	权重	支撑课程目标
1 计算机的构成体系和计算机的层次结构	0.1	1
2 8086/8088CPU 的内部结构、工作方式、外部引脚、时序及总线操作	0.1	1
3、指令寻址方式、指令功能	0.1	1
4、汇编语言程序设计	0.1	1、2
5、微机存储系统	0.1	1
6、输入/输出及中断技术	0.1	1
7、并行通信接口	0.1	2、3
8、定时器/计数器	0.1	2、3
9、A/D、D/A 转换器接口	0.1	2、3
10、键盘、显示器接口	0.1	3

本课程不可以申请免修。

十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配及考核权重分配

课程目标	知识面比例（本列总和为1）P_i	各环节评价比例分配（每行总和为1）W_{ik}				各环节在课程达成中的占比（所有行列总和为1）$S_{ik}=P_i*W_{ik}$				各环节课程目标考核权重分布（每一列总和为1）$E_{ik}=S_{ik}/M_{ik}$			
		课堂情况	作业	实验	期末考试	课堂情况	作业	实验	期末考试	课堂情况	作业	实验	期末考试
1	0.4	0.1	0.2	0.1	0.6	0.04	0.08	0.04	0.24	0.4	0.43243	0.34783	0.4
2	0.3	0.1	0.15	0.1	0.65	0.03	0.045	0.03	0.195	0.3	0.24324	0.26087	0.325
3	0.3	0.1	0.2	0.15	0.55	0.03	0.06	0.045	0.165	0.3	0.32432	0.3913	0.275
各环节对课程目标达成的贡献率（M_k）						0.1	0.185	0.115	0.6	教师出题或布置作业时要尽量做到按照以上比例布局			

采用达成值计算法，辅以对学生的问卷调查法。

课程目标定量评价：

达成值计算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left(\sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ \left(100 \times P_i\right)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A = \left(\sum_i \sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ 100$$

以上公式中：

k 表示不同的评价方式，i 表示不同的课程目标。

G_k 表示第 k 种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$ 是第 k 种评价方式通过第 i 个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

W_{ik} 表示第 k 种评价方式对第 i 个课程目标百分占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

课程目标定性评价：

针对每门课的课程目标，直接设计问题，并要求学生明确给出目标能力达到的程度“很好（0.95）、较好（0.75）、中（0.60）、较差（0.45）、很差（0.25）”，根据各区段统计比例与括号中的目标分值加权后求和得出定性评价的结果。

课程目标达成结果：

同一课程目标的评价，取定性评价和定量评价的平均值，作为最终评价结果。

课程目标达成度大于等于 0.71 为一级达成，大于等于 0.65 为二级达成。

十一、各环节评价标准

本课程允许教师在各评价环节根据具体情况采取多样化、个性化的考核手段，其评价标准应当在《SIE-CT-01：授课计划》中明确并向学生公布，教学过程中的考核评价应当严格按照标准完成。

十二、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，重点是达成值相对较低的项，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

《单片机原理及应用》教学大纲

课程编号：Y03060004

课程名称：单片机原理及应用 **开课单位：仪器与电子学院**

总学时：32（实验 8 学时） **学分：**2

适用专业：测控技术与仪器专业、智能感知工程专业、电子科学与技术专业

先修课程：微机原理及接口技术、数字电路技术

大纲执笔人：曹慧亮

大纲编写（修订）时间：2019 年 5 月

一、课程在教学计划中的地位、作用

本课程是一门属于硬件设计类的专业课程，是测控技术及仪器专业的专业教育课程。也是学生学会计算机硬件结构、工作原理和汇编语言程序设计的进阶课程，通过本课程的学习，使学生学会单片机应用的一般技术，学会智能化设备的设计方法，为学习后续课程和专业技术的学习和工作打下基础。该课程以提高学生实际工程设计能力为目的，其主要任务是讲授基于 MCS-51 系列单片机系统的内部结构、中断系统及指令系统等。通过该课程的学习，学生将了解单片机系统的基本思想、概念和系统组成，使学生掌握 MCS-51 系列单片机系统内部结构、中断系统、外部引脚等硬件相关内容，初步具备利用单片机系统进行应用设计的能力。

二、课程目标

测控技术与仪器专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	能够通过分析将相关工程问题转化为技术问题、并采用汇编语言和单片机器件进行相应的数字电路设计；	**指标点 3-1 按需设计**：能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的传感器、测控系统以及工艺流程，并能够针对方案进行优化选择。
2	能够根据复杂工程问题的需求确定解决方案并进行优化，基于汇编语言和单片机器件设计具体的电路和系统，通过各种案例分析在专业设计细节中体现创新意识。	**指标点 3-3 创新意识：**积极参与各类创新活动，在专业设计过程中能够体现创新意识。
3	能够熟练使用汇编语言在 keil 等单片机集成开发环境下进行设计。	**指标点 5-2 专业工具使用：**能使用电路系统、总线网络等开发所需的 EDA 工具进行建模/仿真/版图设计，确定功能和工艺参数。

智能感知工程专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	能够通过分析将相关工程问题转化为技术问题、并采用汇编语言和单片机器件进行相应的数字电路设计；	**指标点 3-1 按需设计**：能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的信息处理系统、智能控制系统以及工艺流程，并能够针对方案进行优化选择。
2	能够根据复杂工程问题的需求确定解决方案并进行优化，基于汇编语言和单片机器件设计具体的电路和系统，通过各种案例分析在专业设计细节中体现创新意识。	**指标点 3-3 创新意识**：积极参与各类创新活动，在专业设计过程中能够体现创新意识。
3	能够熟练使用汇编语言在 keil 等单片机集成开发环境下进行设计。	**指标点 5-2 专业工具使用**：能使用工具对智能信息处理或控制系统进行设计和仿真，确定功能和相关设计参数。

电子科学与技术专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	能够通过分析将相关工程问题转化为技术问题、并采用汇编语言和单片机器件进行相应的数字电路设计；	**指标点 3-1 按需设计**：能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的传感器、测控系统以及工艺流程，并能够针对方案进行优化选择。
2	能够根据复杂工程问题的需求确定解决方案并进行优化，基于汇编语言和单片机器件设计具体的电路和系统，通过各种案例分析在专业设计细节中体现创新意识。	**指标点 3-3 创新意识**：积极参与各类创新活动，在专业设计过程中能够体现创新意识。
3	能够熟练使用汇编语言在 keil 等单片机集成开发环境下进行设计。	**指标点 5-2 专业工具使用**：能使用电路系统、总线网络等开发所需的 EDA 工具进行建模/仿真/版图设计，确定功能和工艺参数。

三、基本要求

通过本课程的系统学习可使学生初步具备如下能力：

1、要求先修课程为《微机原理及接口技术》和《数字电子技术》；

2、要求教师针对本门课程内容繁杂、知识点集中大量出现的特点，在教学中应注重基础知识、基本概念和思维方法的传授，使学生学会利用单片机进行硬件设计及编程控制；

3、本课程是一门实践性很强的课程，要求教学和实验环节交替进行，通过实验环节把所学的内容巩固和学会；

4、要求教师引导学生将微机原理、数字电子技术和单片机的理论知识与单片机的实践应用结合起来；

5、深度和广度说明：以 MCS 51 单片机为主线，对单片机系统的内部结构、中断系统、外部引脚等硬件相关内容进行详细讲解，同时对目前流行单片机芯片进行对比介绍。指令系统和汇编语言程序设计是难点，教师在知识讲解的过程中要充分利用问题引导、案例分析等多种教学方法，以进一步提高教学质量。

6、偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允

许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：单片机系统的内部结构、外部引脚、指令系统、中断系统、汇编语言程序设计、接口设计等。

教学方法：

1、利用 CAI 形式讲授，辅以重要知识点的板书推导与分析，引导学生理解分析思路，通过验证性实验及课后师生微信交流等方式有机结合，提高教学效率。

2、讲授过程中穿插提问和讨论等环节，让学生获得更多的锻炼机会。

为了提高学生的学习兴趣，并取得良好的教学效果，教师在知识讲解的过程中要充分融合单片机应用的实际案例，多沟通多互动等多种教学方法，以进一步提高教学质量。

1 单片机概述（2 学时）

1.1、单片机的基本概念；

1.2、8051 单片机的主要技术特征，工作方式；

1.3、单片机系统的发展历程及方向。

本章内容支撑课程目标 1

2 MCS-51 系列单片机的结构与原理（2 学时）

2.1、单片机的基本组成及存储器的结构与地址空间；（重点）

2.2、时钟电路基本组成与 CPU 时序；

2.3、8051 单片机 CPU 的功能与特点，单片机的工作方式；

2.4、8051 单片机引脚功能。

本章内容支撑课程目标 1，2，3

3 MCS-51 单片机的寻址方式和指令系统（6 学时）

3.1、指令系统的分类、寻址方式；

3.2、指令系统中指令的功能。（难点）

本章内容支撑课程目标 1，2，3

4 汇编语言程序设计（4 学时）

4.1、汇编语言程序的格式、伪指令及程序设计的一般步骤；

4.2、顺序、分支、循环、主—子程序的设计方法。（重点）

本章内容支撑课程目标 1，2，3

5 MCS-51 中断系统（2 学时）

5.1、中断、中断源及中断优先级的基本概念；

5.2、MCS51 中断响应的条件及其响应过程；

5.3、中断服务程序的编写方法。（重点）

本章内容支撑课程目标 2，3

6 MCS-51 定时器/计数器（2 学时）

6.1、定时器/计数器的应用；

6.2、定时器/计数器的基本概念；

6.3、定时器/计数器的内部结构、工作模式寄存器和控制寄存器、定时器的工作方式。（重点）

本章内容支撑课程目标 2，3

7 MCS-51 串行通信接口（2 学时）

7.1、串行通信的基本概念；

7.2、串行通信接口结构，波特率计算、串行口的工作模式、控制寄存器；

7.3、串行口的应用。

本章内容支撑课程目标 2，3

8 MCS-51 单片机的存储系统扩展（2 学时）

8.1、学会 MCS-51 单片机存储系统扩展的一般方法；（重点）

8.2、常规数据、程序存储器芯片。

本章内容支撑课程目标 2，3

9 MCS-51 的接口技术（2 学时）

9.1、MCS-51 单片机接口扩展的一般方法；

9.2、键盘、显示模块的工作原理及接口设计方法；

9.3、A/D、D/A 接口的扩展方法。

本章内容支撑课程目标 2，3

五、实验内容

由代课教师从下列实验项目中指定 4 个实验。

实验一 P1 口实验一（2 学时）

实验内容：

1、利用 P1 口做输出口，接八只发光二极管，编写程序，使发光二极管循环点亮；

2、利用 P1 口做输入口，接八个按钮开关，以实验箱上 74LS273 做输出口，编写程序读取开关状态，在发光二极管上显示出来。

基本要求：

1、学会 P1 口的使用方法；

2、学会延时子程序的编写和使用方法。

本实验内容支撑课程目标 1，2，3

实验二 P1 口实验二（2 学时）

内容：将 P1 口的 P1.0 和 P1.1 做输入口分别接按钮开关，P1.2～P1.5 做输出口分别接发光二极管，编写程序读取按钮开关状态，并通过二极管显示两个开关在不同状态下对应的左右转弯等状态显示功能。

基本要求：

1、学会 P1 口既做输入口又做输出口的使用方法；

2、学会数据输入、输出程序的设计方法。

本实验内容支撑课程目标 1，2，3

实验三简单 I/O 口扩展实验一（2 学时）

内容：利用扩展实验箱上的 74LS273 作为输出口，控制八个发光二极管亮灭，模拟交通灯管理。

基本要求：

1、单片机系统中扩展简单 I/O 接口的方法；

2、数据输出程序的设计方法；

3、模拟交通灯控制的实现方法。

本实验内容支撑课程目标 1，2，3

实验四简单 I/O 口扩展实验二（2 学时）

内容：利用 74LS244 作为输入口，读取开关状态，并将此状态通过发光二极管显示出来。

基本要求：

1、在单片机系统中扩展简单 I/O 口的方法；

2、数据输入、输出程序的编制方法。

本实验内容支撑课程目标 1，2，3

实验五中断实验（2 学时）

内容：对外部中断进行计数，并将计数值显示。

基本要求：

1、外部中断技术的基本使用方法；

2、中断处理程序的编程方法。

本实验内容支撑课程目标 1，2，3

实验六定时器实验（2 学时）

内容：用定时/计数器 T0 产生 2 秒钟的定时，2 秒定时到时，更换指示灯闪烁，开始 L1 指示灯以 0.2 秒的速率闪烁，当 2 秒定时到，L2 开始以 0.2 秒的速率闪烁，如此循环下去。

0.2 秒的闪烁速率也由定时/计数器 T0 来完成。

基本要求：

1、MCS-51 内部计数器的使用和编程方法；

2、进一步学会中断处理程序的编写方法。

本实验内容支撑课程目标 1，2，3

实验七串行口实验（2 学时）

内容：利用 AT89S51 串行口发送和接收数据（或两组通信），与 PC 机实现通讯。

基本要求：

1、MCS-51 串行口方式 1 的工作方式及编程方法；

2、串行通讯中波特率的设置；

3、在给定通讯波特率的情况下，会计算定时时间常数。

本实验内容支撑课程目标 1，2，3

实验八 LCD 显示实验（2 学时）

内容：编程实现在液晶屏上显示中文汉字实验。

基本要求：

学会点阵式 LCD 的工作原理，使用方法以及动态显示的编程方法。

本实验内容支撑课程目标 1，2，3

实验九存储器扩展实验（2 学时）

内容:扩展一片外部数据存储器,写入一组数据并利用外部数据观察窗口检查其正确性。

基本要求：

1、存储器扩展的方法；

2、熟悉存储器芯片的接口方法。

本实验内容支撑课程目标 1，2，3

实验十 A/D 转换实验（2 学时）

内容：单片机控制 AD 转换器对特殊波形的转换，并读取转换结果。

基本要求：

1、学会 A/D 转换与单片机的接口方法；

2、通过实验学习单片机如何进行数据采集。

本实验内容支撑课程目标 1，2，3

实验十一 D/A 转换实验（2 学时）

内容：利用单片机控制 DA 转换器工作，并用万用表测量转换输出电压值。

基本要求：

1、学习 D/A 转换的基本原理；

2、学习单片机系统中扩展 D/A 转换的基本方法。

本实验内容支撑课程目标 1，2，3

实验十二键盘实验

内容：利用总线向 HD7279 写入控制命令并显示键值。

基本要求：

1、学习 HD7279 键盘、显示电路的编程方法；

2、熟悉键盘电路工作原理及编程方法。

本实验内容支撑课程目标 1，2，3

六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 单片机概述	2	0	2
2 MCS-51 系列单片机的结构与原理	2	0	2
3 MCS-51 寻址方式和指令系统	6	2	8
4 汇编语言程序设计	4	0	4
5 MCS-51 中断系统	2	2	4
6 MCS-51 定时器/计数器	2	2	4
7 MCS-51 串行通信接口	2	0	2
8 MCS-51 单片机的系统扩展	2	0	2
9 MCS-51 的接口技术	2	2	4
合计	24	8	32

七、教材、补充教材及参考资料

1、李晓林《单片机原理与接口技术（第二版）》，ISBN9787121126192，电子工业出版社。

2、刘国荣编著《单片微型计算机技术（第二版）》，ISBN9787111053798，机械工业出版社。

3、曹巧媛编著《单片机原理及应用（第二版）》，ISBN9787505372818，电子工业出版社。

4、李华编著《MCS-51 系列单片机实用接口技术（第一版）》，ISBN9787810124201，北京航天大学出版社。

八、达成课程目标的途径和措施

1、采取措施：讲授与提问并重，理论与实验结合，学生每堂课回答问题，对理论内容进行加深和巩固，在实验课时需要学生独立完成，并将理论内容付诸实践。

2、考核方式：出勤、课堂提问、考试、课内实验、作业。

3、考核目标：在考核学生对单片机基本知识、基本原理的基础上，重点考核学生的对单片机的内部结构、指令系统、汇编程序设计和存储器及接口扩展学会的程度。

4、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	作业	实验	期末考试
课程目标达成的贡献率	0.10	0.23	0.17	0.50
支撑材料	课堂提问 点名记录	作业计分表	实验过程评分表 实验报告	试题评分标准， 试卷

九、覆盖课程目标达成评价的知识点及权重

知识点	权重	支撑课程目标
1 单片机概述	0.1	1
2 MCS-51 系列单片机的结构与原理	0.1	1，2，3
3 MCS-51 寻址方式和指令系统	0.1	1，2，3
4 汇编语言程序设计	0.2	1，2，3
5 MCS-51 中断系统	0.1	2，3
6 MCS-51 定时器/计数器	0.1	2，3
7 MCS-51 串行通信接口	0.1	2，3
8 MCS-51 单片机的系统扩展	0.1	2，3
9 MCS-51 的接口技术	0.1	2，3

本课程不可以申请免修。

十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配及考核权重分配

课程目标	知识面比例（本列总和为1）P_i	各环节评价比例分配（每行总和为1）W_{ik}				各环节在课程达成中的占比（所有行列总和为1）$S_{ik}=P_i*W_{ik}$				各环节课程目标考核权重分布（每一列总和为1）$E_{ik}=S_{ik}/M_{ik}$			
		课堂情况	作业	实验	期末考试	课堂情况	作业	实验	期末考试	课堂情况	作业	实验	期末考试
1	0.1	0.10	0.4	0.0	0.5	0.01	0.04	0.0	0.05	0.10	0.17	0.00	0.10
2	0.8	0.10	0.2	0.2	0.5	0.08	0.16	0.16	0.40	0.80	0.70	0.94	0.80
3	0.1	0.10	0.3	0.10	0.5	0.01	0.03	0.01	0.05	0.10	0.13	0.06	0.10
各环节对课程目标达成的贡献率（M_k）						0.10	0.23	0.17	0.50	教师出题或布置作业时要尽量做到按照以上比例布局			

采用达成值计算法，辅以对学生的问卷调查法。

课程目标定量评价：

达成值计算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left(\sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ \left(100 \times P_i\right)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A = \left(\sum_i \sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ 100$$

以上公式中：

k 表示不同的评价方式，i 表示不同的课程目标。

G_k 表示第 k 种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$ 是第 k 种评价方式通过第 i 个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

W_{ik} 表示第 k 种评价方式对第 i 个课程目标百分占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

课程目标定性评价：

针对每门课的课程目标，直接设计问题，并要求学生明确给出目标能力达到的程度“很好（0.95）、较好（0.75）、中（0.60）、较差（0.45）、很差（0.25）”，根据各区段统计比例与括号中的目标分值加权后求和得出定性评价的结果。

课程目标达成结果：

同一课程目标的评价，取定性评价和定量评价的平均值，作为最终评价结果。

课程目标达成度大于等于 0.71 为一级达成，大于等于 0.65 为二级达成。

十一、各环节评价标准

本课程允许教师在各评价环节根据具体情况采取多样化、个性化的考核手段，其评价标准应当在《SIE-CT-01：授课计划》中明确并向学生公布，教学过程中的考核评价应当严格按照标准完成。

十二、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，重点是达成值相对较低的项，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

《数字信号处理》教学大纲

课程编号：Y03060012

课程名称：数字信号处理 **开课单位：仪器与电子学院**

总学时：32 (实验 10 学时) **学分：**2

适用专业：测控技术与仪器、智能感知工程

先修课程：高等数学、线性代数、电子技术基础、复变函数、软件技术基础、信号与系统

大纲撰写人：张志杰

大纲编写（修订）时间：2019 年 5 月

一、课程在教学计划中的地位、作用

本课程是测控技术与仪器专业的一门必修专业基础课，也是智能感知工程专业的一门专业方向选修课。随着现代科学技术的发展，数字信号处理理论和技术在科学和工程技术领域广泛应用。《数字信号处理》主要研究数字信号处理的基本概念、基本原理和基本分析方法，培养学生的自学能力、分析问题和解决问题的能力，为进一步学习专业课及以后从事科学研究和相关工程技术打下一定的基础。通过本课程的学习，学生可了解数字信号处理的学科概貌、发展现状及其在测控技术与仪器中的应用；使学生熟悉 Z 变换的基本概念和求解方法；理解离散傅里叶变换（DFT）的基本概念、性质、应用和典型快速傅里叶变换（FFT）算法；熟悉数字滤波器的基本结构，学习无限长单位脉冲响应（IIR）滤波器和有限长单位脉冲响应（FIR）滤波器的主要设计方法和性能分析。培养学生利用所学知识分析和解决工程实际问题的能力。

二、课程目标

测控技术与仪器专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	系统地学习 Z 变换和离散傅立叶变换（包括快速傅立叶变换）、数字滤波器的基础知识，并能够将这些知识运用到仪器类测控系统工程问题的解决中；	**指标点 2-1 问题识别：**能应用科学原理对测控技术与仪器专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。
2	能够应用离散傅立叶变换（包括快速傅立叶变换）对传感器、测控系统的采集信号进行频域分析，识别被测量信号的频谱和关键参数；能够根据要求，设计满足特定需求的数字低通、高通、带通和带阻滤波器，并能够对设计方案进行优化。	**指标点 3-1 按需设计：**能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的传感器、测控系统以及工艺流程，并能够针对方案进行优化选择。
3	能够使用 matlab 语言或其他软件，针对测控系统中传感器被测信号的先验信息或可能的噪声，进行信号的频域分析或滤波。	**指标点 5-1 工具选择与开发：**了解当前主流工具的优点与不足，能针对复杂工程问题特性与需求做出对比选择，并能够开发一定的辅助工具用于解决问题。

智能感知工程专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	系统地学习 Z 变换和离散傅立叶变换（包括快速傅立叶变换）、数字滤波器的基础知识，并能够将这些知识运用到仪器类测控系统工程问题的解决中；	**指标点 2-1 问题识别：**能应用科学原理对智能感知工程专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。
2	能够应用离散傅立叶变换（包括快速傅立叶变换）对传感器、测控系统的采集信号进行频域分析，识别被测量信号的频谱和关键参数；能够根据要求，设计满足特定需求的数字低通、高通、带通和带阻滤波器，并能够对设计方案进行优化。	**指标点 3-1 按需设计：**能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的信息处理系统、智能控制系统以及工艺流程，并能够针对方案进行优化选择。
3	能够使用 matlab 语言或其他软件，针对测控系统中传感器被测信号的先验信息或可能的噪声，进行信号的频域分析或滤波。	**指标点 5-1 工具选择与开发：**了解当前主流工具的优点与不足，能针对复杂工程问题特性与需求做出对比选择，并能够开发一定的辅助工具用于解决问题。

三、基本要求

1、本课程为专业基础课，要求学生先修高等数学、线性代数、电子技术基础、复变函数、信号与系统等课程，以具备数字信号处理理论的基础知识。

2、本课程要求具备一定的软件技术基础，在基本方法和算法理解的基础上，能够运用软件平台进行仿真和处理。

3、深度和广度说明：对数字信号处理涉及的 Z 变换及其计算等基本概念要熟悉，重点讲授快速傅里叶变换算法、IIR 和 FIR 数字滤波器设计方法。

4、偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

四、教学内容和教学方法

本课程主要讲授的内容包括：离散时间与系统、Z 变换、离散傅里叶变换及其快速算法、数字滤波器的基本结构及 IIR 和 FIR 数字滤波器设计方法。

教学方法：运用启发式、课堂提问、课堂演示等手段讲解数字信号处理的基本理论、算法与一些工程实际应用，提高学生学习的主动性，激发学生学习的兴趣和求知的欲望。

1　绪论（1 学时）

1.1、学习数字信号处理的研究对象；

1.2、学习数字信号处理系统的基本组成和特点；

重点：数字信号处理的学科概貌。

本章内容支撑课程目标 1。

2　Z 变换（3 学时）

2.1、Z 变换的定义；

2.2、Z 反变换；

2.3、Z 变换的基本性质；

2.4、离散系统的系统函数，频率响应。

重点：Z 变换和 Z 反变换的概念、性质。

难点：系统的频率响应。

本章内容支撑课程目标 1。

3　离散傅里叶变换（5 学时）

3.1、学习离散傅里叶变换的作用；

3.2、傅里叶变换的几种形式；

3.3、离散傅里叶变换；

3.4、学习离散傅里叶变换的性质；

3.5、抽样 Z 变换；

3.6、DFT 对连续时间信号的逼近。

重点：傅里叶变换的四种形式，离散傅里叶变换的概念。

难点：抽样 Z 变换。

本章内容支撑课程目标 2、3。

4　快速傅立叶变换（5 学时）

4.1、学习快速傅里叶变换的意义；

4.2、学习直接计算 DFT 的问题及改进途径；

4.3、按时间抽样的 FFT 算法；

4.4、按频率抽样的 FFT 算法。

重点：基 2FFT 算法原理。

难点：FFT 算法的应用。

本章内容支撑课程目标 2、3。

5　数字滤波器的基本结构（2 学时）

5.1、学习数字滤波器结构的表示方法；

5.2、无限长单位冲激响应（IIR）滤波器的基本结构；

5.3、有限长单位冲激响应（FIR）滤波器的基本结构。

重点：滤波器的正准型结构，高阶滤波器的级联、并联分解。

难点：IIR 滤波器和 FIR 滤波器的特点。

本章内容支撑课程目标 1。

6　IIR 数字滤波器设计方法（7 学时）

6.1、学习滤波器的概念和意义；

6.2、由模拟滤波器设计 IIR 数字滤波器；

6.3、冲激响应不变法；

6.4、阶跃响应不变法；

6.5、双线性变换法；

6.6、模拟低通滤波器特性。

重点：IIR 滤波器的设计思路和方法，双线性变换设计法。

难点：四种典型滤波器和模拟低通滤波器之间的转换。

本章内容支撑课程目标 2、3。

7　FIR 数字滤波器设计方法（5 学时）

7.1、IIR 数字滤波器和 FIR 数字滤波器的比较；

7.2、线性相位 FIR 滤波器的特点；

7.3、窗函数设计法。

重点：FIR 滤波器的窗函数设计法。

难点：相位 FIR 滤波器的特点。

本章内容支撑课程目标 2、3。

五、实验内容

实验环节主要是在 Matlab 软件环境下上机操作，4 学时。

实验一离散时间系统与快速傅里叶变换（1 学时）

实验目的：

1、通过本实验熟悉离散时间系统分析的基本概念；

2、能够使用有关离散系统分析的 MATLAB 调用函数及格式，以深入理解离散时间系统的频率特性；

3、通过本实验进一步加深对快速傅里叶变换的理解，学会运用 fft,ifft。

实验内容：

进行如下上机实验：

1、对于一个给定的离散线性时不变系统，绘制系统的极零图，仿真计算单位抽样响应，频率响应；

2、基 2 快速傅里叶变换。

本实验支撑课程目标 1、2、3。

实验二无限长冲击响应（IIR）数字滤波器设计（1.5 学时）

实验目的：

1、学习 IIR 数字滤波器的设计原理、设计方法和设计步骤；

2、能根据给定的滤波器指标进行 IIR 数字滤波器设计。

实验内容：

1、将数字滤波器的技术指标转换为模拟滤波器的技术指标；

2、设计模拟滤波器 G(S)；

3、将 G(S)转换成数字滤波器 H(Z)。

本实验支撑课程目标 2、3。

实验三有限长冲击响应（FIR）数字滤波器设计（1.5 学时）

实验目的：

1、学习 FIR 数字滤波器设计原理、设计方法和设计步骤；

2、用窗函数法设计 FIR 数字滤波器的原理和方法；

3、能根据给定的滤波器指标进行 FIR 数字滤波器设计。

实验内容：

1、给定理想频响函数 $H_d(e^{jw})$；

2、根据指标选择窗函数。确定窗函数类型的主要依据是过度带宽和阻带最小衰耗的指标；

3、用窗函数法建立系统的频响。

本实验支撑课程目标 2、3。

六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 绪论	1	0	1
2 Z 变换	3	0	3
3 离散傅里叶变换	5	0	5
4 快速傅立叶变换	5	1	6
5 数字滤波器的基本结构	2	0	2
6 IIR 数字滤波器设计方法	7	1.5	8.5
7 FIR 数字滤波器设计方法	5	1.5	6.5
合计	28	4	32

七、教材、补充教材及参考资料

1、程佩青主编，《数字信号处理》，清华大学出版社（第四版）；

2、胡广书主编，《数字信号理论、算法与实现》，清华大学出版社；

3、A.V.Oppenheim ，《Digital Signal Processing》，1975，中译本有多种。

4、视频材料：麻省理工学院公开课（信号与系统：模拟与数字信号处理），讲师：Alan V. Oppenheim；网址：http://open.163.com/special/opencourse/signals.html

八、课程目标达成的途径和措施

1、考核目标：在考核学生对数字信号处理的基本知识、基本原理和方法的基础上，重点考核学生对快速傅里叶变换和数字滤波器设计方法的综合应用能力。

2、考核方式：作业、上机实验、课外实践与考试相结合综合评价。

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	作业	实验	期末考试
课程目标达成的贡献率	0.20	0.20	0.60
支撑材料	作业评价标准、作业评分登记表（作业评价标准，典型作业拍照，或电子版）	课内实验评价标准，实验课堂记录，典型实验报告（可以提交电子版）	试题评分标准，试卷，

九、覆盖课程目标达成评价的知识点及权重

知识点	权重	支撑课程目标
1 绪论	0.10	1
2 Z 变换	0.15	1
3 离散傅里叶变换	0.15	2、3
4 快速傅立叶变换	0.15	2、3
5 数字滤波器的基本结构	0.15	1
6 IIR 数字滤波器设计方法	0.15	2、3
7 FIR 数字滤波器设计方法	0.15	2、3

本课程不可以申请免修。

十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配及考核权重分配

课程目标	知识面比例（本列总和为1）P_i	各环节评价比例分配（每行总和为1）W_{ik}			各环节在课程达成中的占比（所有行列总和为1）$S_{ik}=P_i*W_{ik}$			各环节课程目标考核权重分布（每一列总和为1）$E_{ik}=S_{ik}/M_{ik}$		
		作业	实验	期末考试	作业	实验	期末考试	作业	实验	期末考试
1	0.4	0.2	0.05	0.75	0.08	0.02	0.30	0.4	0.1	0.5
2	0.4	0.2	0.3	0.5	0.08	0.12	0.20	0.4	0.6	0.33
3	0.2	0.2	0. 3	0. 5	0.04	0.06	0.10	0.2	0.3	0.17
各环节对课程目标达成的贡献率（M_k）					0.20	0.20	0.60	教师出题或布置作业时要尽量做到按照以上比例布局		

采用达成值计算法，辅以对学生的问卷调查法。

课程目标定量评价：

达成值计算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left(\sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ \left(100 \times P_i\right)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A = \left(\sum_i \sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ 100$$

以上公式中：

k 表示不同的评价方式，i 表示不同的课程目标。

G_k 表示第 k 种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$ 是第 k 种评价方式通过第 i 个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

W_{ik} 表示第 k 种评价方式对第 i 个课程目标百分占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

课程目标定性评价：

针对每门课的课程目标，直接设计问题，并要求学生明确给出目标能力达到的程度“很好（0.95）、较好（0.75）、中（0.60）、较差（0.45）、很差（0.25）”，根据各区段统计比例与括号中的目标分值加权后求和得出定性评价的结果。

课程目标达成结果：

同一课程目标的评价，取定性评价和定量评价的平均值，作为最终评价结果。

课程目标达成度大于等于 0.71 为一级达成，大于等于 0.65 为二级达成。

十一、各环节评价标准

本课程允许教师在各评价环节根据具体情况采取多样化、个性化的考核手段，其评价标准应当在《SIE-CT-01：授课计划》中明确并向学生公布，教学过程中的考核评价应当严格按照标准完成。

十二、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，重点是达成值相对较低的项，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

《传感器原理及设计》教学大纲

课程编号：Y03060013

课程名称：传感器原理及设计 **开课单位：仪器与电子学院**

总学时：48 (实验 10 学时) **学分：**3

适用专业：测控技术与仪器专业、电子科学与技术专业、智能感知工程专业

先修课程：高等数学、工程力学、工程制图基础、大学物理、模拟电子技术、数字电子技术、仪器零件设计

大纲撰写人：李晨

大纲编写（修订）时间：2019 年 5 月

一、课程在教学计划中的地位、作用

本课程是测控技术与仪器专业的主要专业技术课，也是电子科学与技术专业、智能感知工程专业的专业任选课，为了使学生能够全面地学习常用传感器的种类、原理及应用方法而设置的。熟悉各种传感器的原理和应用，包括传感器的特性，能够达到根据传感器应用及测试技术要求，具有合理地选择传感器的能力，组建测试系统的能力，有自己动手设计特殊用途传感器的能力，及对传感器静、动态特性的标定能力，以期能够在工程测试技术中合理选择最优测试方案。

二、课程目标

测控技术与仪器专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	能够整合多种资源，综合考虑环境因素影响，根据技术要求，将所学的传感器知识应用到实际工程应用测试系统之中；	**指标点 1-2 知识运用能力：**能将基础知识恰当地运用到仪器类复杂工程问题的解决中。
2	能够针对特定测试系统，分解识别复杂系统，合理和正确地选用传感器，并对传感器的输出信号进行处理和分析的能力；	**指标点 2-1 问题识别：**能应用科学原理对多种测控技术与仪器专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。
3	能够在分析识别环境及系统的基础上，设计各类传感器在特定场所下的应用，优化完善工作流程；	**指标点 3-1 按需设计：**能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的电路、系统和工艺流程。并能够针对方案进行优化选择。
4	能够具有对常用传感器的动静态特性分析的能力，并依据设计对一定的实验仪器自己动手进行标定与校准；	**指标点 4-2 实验设计能力：**能够基于专业理论，根据所面对的复杂问题的特征，选择研究路线，设计可行的实验方案，并选用或搭建实验装置，开展研究；

智能感知工程专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	能够整合多种资源，综合考虑环境因素影响，根据技术要求，将所学的传感器知识应用到实际工程应用测试系统之中；	**指标点 1-2 知识运用能力：**能将基础知识恰当地应用到智能感知工程专业智能传感与控制等复杂工程问题的解决中。
2	能够针对特定测试系统，分解识别复杂系统，合理和正确地选用传感器，并对传感器的输出信号进行处理和分析的能力；	**指标点 2-1 问题识别：**能应用科学原理对智能感知工程专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。
3	能够在分析识别环境及系统的基础上，设计各类传感器在特定场所下的应用，优化完善工作流程；	**指标点 3-1 按需设计：**能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的信息处理系统、智能控制系统以及工艺流程，并能够针对方案进行优化选择。
4	能够具有对常用传感器的动静态特性分析的能力，并依据设计对一定的实验仪器自己动手进行标定与校准；	**指标点 4-2 实验设计能力：**能够基于专业理论，根据所面对的复杂问题特征，选择研究路线，设计可行的实验方案，并选用或搭建实验装置，开展研究。

电子科学与技术专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	能够整合多种资源，综合考虑环境因素影响，根据技术要求，将所学的传感器知识应用到实际工程应用测试系统之中；	**指标点 1-2 知识运用能力：**掌握从事电子类专业工作所需的数学和自然科学知识，能够将相关知识用于解决光电子系统设计及应用、物联网设计与应用、嵌入式系统设计与应用等专业特色相关的复杂工程问题。
2	能够针对特定测试系统，分解识别复杂系统，合理和正确地选用传感器，并对传感器的输出信号进行处理和分析的能力；	**指标点 2-1 问题识别：**能够应用工程所需的数学、自然科学知识和电子科学与技术专业的基本理论，对本专业有关的复杂工程问题进行识别、表达和分析，得出有效结论。
3	能够在分析识别环境及系统的基础上，设计各类传感器在特定场所下的应用，优化完善工作流程；	**指标点 3-1 按需设计：**能够设计针对电子科学与技术专业复杂工程问题的解决方案，设计电路系统、电路或相关工艺流程，解决电子领域工程问题。
4	能够具有对常用传感器的动静态特性分析的能力，依据设计对实验仪器自己动手进行标定与校准；	**指标点 4-2 实验设计能力：**能够基于电子领域的相关科学原理，对电子科学与技术专业有关的复杂工程问题进行研究，设计可行的实验方案，对实验结果进行分析与数据处理，通过误差分析、信息综合等方法获得有效结论。

三、基本要求

1、本课程是在二年基础课后所设置的技术专业课之一，先修课程有：高等数学、工程力学、工程制图基础、大学物理、模拟电子技术、数字电子技术、精密仪器零件设计等，是为了使学生能够全面地学习常用传感器的种类、原理及应用方法而设置的。

2、教师通过讲授传感器的静态特性及动态特性的含义、获取方法、分析方法，让学生学习如何分析传感器特性与应用，并与实验相结合，学会组建测试系统，分析输入与输出特性关系。

3、通过传感器原理与特性的讲授与学生参与讨论，学生会举出所学原理的传感器在测试工程中的典型应用。

4、依据所学的传感器原理知识和弹性元件设计，要求学生通过实验环节，对传感器的结构、特性加深理解，能够自己动手设计或选择特殊用途传感器，能搭建解决复杂测试工程问题的测试系统。

5、深度和广度说明：传感器种类繁多，工作原理、特性分析、测量电路等也不相同，在授课的基础上，通过加强实验环节增加对各种传感器原理、特性的深度和广度认知，提升学生对传感器在测试工程中应用方面的能力。

6、偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

四、教学内容和教学方法

教学内容：在先修的基础课基础上，本课程重点讲授的内容包括：传感器的定义、分类、作用、发展方向，静态特性、动态特性及其标定方法，弹性元件设计，应变、电容、电感、压电、压阻、热电、光电、磁敏、光导纤维等传感器原理、结构、特性分析、测量电路、传感器设计与应用等内容。

教学方法：

1、讲授法：采用板书、PPT加多媒体，加启发式教学，以一些典型传感器特性与应用案例为主线解释概念、论证原理和阐明规律。结合最新前沿技术，激发学生学习兴趣和热情。

2、讨论法：分成小组围绕传感器特性与应用问题，通过网上查询，讨论，发表各自意见和看法，共同研讨，相互启发，集思广益，相互提高。

3、实验、练习法：通过实验让学生验证原理，从中获得新的启发，通过练习，巩固所学的基本原理和规律。

4、课外拓展作业：围绕典型的传感器在智慧地球中的应用，检索查询，以5-6人为小组，完成传感器应用背景，原理，特性，应用四部分组成的小报告，期望达到学用合一。

1　传感器概述（2学时）

1.1、传感器的定义及分类；

1.2、传感器的作用与地位；

1.3、学会传感器技术的发展动向。

本章内容支撑课程目标1、2

2　传感器的特性及标定（6学时）

2.1、传感器的静态特性；（重点）

2.2、传感器的动态特性；（重点、难点）

2.3、传感器的标定。

本章内容支撑课程目标 4

3 传感器中的弹性敏感元件设计（2 学时）

3.1、弹性敏感元件的基本特性；

3.2、弹性敏感元件的材料；

3.3、弹性敏感元件的特性参数计算。（重点）

本章内容支撑课程目标 3

4　电阻应变式传感器（4 学时）

4.1、电阻应变片的工作原理（应变效应）；（重点）

4.2、电阻应变片的结构、类型及参数；

4.3、应变片的动态响应特性；

4.4、学会测量电路（1/4 桥、 1/2 桥、全桥）；（重点）

4.5、应变式传感器的结构设计及应用。（难点）

本章内容支撑课程目标 1

5　电容式传感器（2 学时）

5.1、电容式传感器工作原理；（重点、难点）

5.2、电容式传感器的输出电路及等效电路；（重点）

5.3、影响电容传感器精度的因素及提高精度的措施；

5.4、电容式传感器的应用。

本章内容支撑课程目标 1、4

6　压电式传感器（4 学时）

6.1、压电式传感器的工作原理；（重点）

6.2、压电元件常用结构形式；

6.3、压电元件的等效电路及测量电路；（难点）

6.4、电式加速度传感器设计及应用；

6.5、压电式压力传感器设计及应用。

本章内容支撑课程目标 2

7　电感式传感器（4 学时）

7.1、电感式传感器工作原理；（重点）

7.2、差动变压器式电感传感器工作原理；（难点）

7.3、电涡流式传感器工作原理；（难点）

7.4、电感式传感器的应用。

本章内容支撑课程目标 1、3

8　压阻式传感器（4 学时）

8.1、压阻式传感器的工作原理；（重点）

8.2、晶向的表示方法；

8.3、压阻系数；

8.4、影响压阻系数的因素；

8.5、压阻式传感器的结构与设计；（难点）

8.6、压阻式传感器的测量电路及补偿；

8.7、压阻式传感器的应用。

本章内容支撑课程目标 1、3

9　热电式传感器（2 学时）

9.1、热电偶原理及应用；（重点）

9.2、热电阻原理及应用；

9.3、热敏电阻原理及应用。

本章内容支撑课程目标 1

10　光电式传感器（2 学时）

10.1、光电式传感器的工作原理及基本组成；（重点）

10.2、光电式传感器中的敏感元件；

10.3、光电式传感器的类型及设计；

10.4、光电式传感器的应用。

本章内容支撑课程目标 1、4

11　固态磁敏传感器（2 学时）

11.1、固态磁敏传感器；（重点）

11.2、磁敏二极管和磁敏三极管。

本章内容支撑课程目标 1

12　光导纤维传感器（2 学时）

12.1、光导纤维工作原理；（重点）

12.2、反射式光纤传感器的应用。（难点）

本章内容支撑课程目标 1

五、实验内容

实验一应变式传感器静态特性试验（2 学时）

1、应变式传感器原理应变效应；

2、比较应变式传感器 1/4 桥、1/2 桥、全桥输出特点；

3、学习应变式传感器静态特性。

本实验内容支撑课程目标 1、4

实验二差动变压器式传感器试验（2 学时）

1、差动变压器式传感器工作原理；

2、通过静态位移量输入学会差动变压器式传感器静态特性的标定方法；

3、差动变压器式传感器用于动态振动测试的方法。

本实验内容支撑课程目标 2、4

实验三电涡流传感器标定与测位移试验（2 学时）

1、电涡流传感器工作原理；

2、通过静态位移量输入学会电涡流传感器静态特性的标定方法；

3、电涡流传感器用于动态振动测试的方法；

4、区分出电涡流传感器与差动变压器式传感器测振的不同点。

本实验内容支撑课程目标 2、4

实验四霍尔传感器特性标定试验（2 学时）

1、霍尔传感器工作原理霍尔效应；

2、通过静态位移量输入学习霍尔传感器工作特性；

本实验内容支撑课程目标 1、4

实验五反射光纤位移传感器特性实验试验（2 学时）

1、反射光纤位移传感器工作原理；

2、通过静态位移量输入学会反射光纤位移传感器静态特性的标定方法；

3、反射光纤位移传感器用于动态振动测试的方法。

本实验内容支撑课程目标 1、4

六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 传感器概述	2	0	2
2 传感器的特性及标定	6	2	8
3 传感器中的弹性敏感元件设计	3	0	3
4 电阻应变式传感器	4	2	6
5 电容式传感器	3	0	3
6 压电式传感器	4	0	4
7 电感式传感器	4	2	6
8 压阻式传感器	4	0	4
9 热电式传感器	2	0	2
10 光电式传感器	2	0	2
11 固态磁敏传感器	2	2	4
12 光导纤维传感器	2	2	4
合计	38	10	48

七、教材、补充教材及参考资料

1、孟立凡，蓝金辉主编，《传感器原理与应用（第 3 版）》，ISBN 9787121256875，电子工业出版社，2015。

2、李克杰等编著，《现代传感技术》，电子工业出版社，2005。

3、刘迎春等主编，《传感器原理设计与应用（第 4 版）》，ISBN 9787810240505，国防科技大学出版社，2006。

4、袁希光主编，《传感器技术手册》，ISBN 9787118004991，国防工业出版社，1985。

八、达成课程目标的途径和措施

1、考核目标：在考核学生学会传感器原理及设计教学大纲的基本概念基础上，重点考核学生对传感器原理、特性基本分析方法和主要特性参量的计算及对传感器应用的学会程度。

2、考核方式：以小组方式完成传感器应用检索、讨论大作业及应用报告，完成课堂讲评与答辩；实验、作业、课堂提问和随机抽查练习。

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	作业	实验	期末考试
课程目标达成的贡献率	0.1	0.1	0.1	0.70
支撑材料	课堂评价标准，课堂提问记录或随堂考试，结合出勤率等	作业评价标准，典型作业拍照，或电子版	课内实验评价标准，实验课堂记录记录，典型实验报告	试题评分标准，试卷

说明：

1、通过教学辅助软件记录课堂出勤率，提问记录等；

2、作业要有电子档和纸质两种，电子档用于存档；

3、实验报告，纸质的留档；

4、期末考试试题、评分标准、试卷留档。

九、覆盖课程目标达成评价的知识点及权重

知识点	权重	支撑课程目标
1、传感器的定义、分类、作用、发展趋势	0.08	1、2、
2、传感器的动静态特性　分析与标定	0.12	4
3、弹性元件特性参数的计算：悬臂梁、平膜片、薄壁圆桶敏感元件设计	0.09	3
4、应变效应、测量电路、温度误差分析及电阻应变式传感器应用差动电桥特性分析及温度误差的补偿	0.10	1
5、电容传感器工作原理及非线性误差分析方法及电容式传感器应用	0.08	1、4
6、自感式、差动变压器、电涡流传感原理，差动式非线性误差分析方法、误差的补偿及应用	0.08	2
7、纵向、横向压电效应及测量电路，电荷放大器与电压放大器特性分析，压电式传感器应用	0.09	1、3
8、压阻效应，平膜片压力传感器、悬臂梁加速度传感器设计	0.10	1、3、
9、热电效应、中间导体定律、冷端补偿及热电偶传感器应用	0.05	1
10、外光电效应、内光电效应及典型的内外光电效应的器件与应用，内光电效应的拓展应用	0.05	1、4
11、霍尔效应、结构、误差与补偿及传感器应用	0.06	1
12、反射位移光纤传感器的工作原理及反射光线位移的压力传感器和加速度传感器的结构设计、应用	0.09	1

本课程不可以申请免修。

十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配及考核权重分配

课程目标	知识面比例（本列总和为1）P_i	各环节评价比例分配（每行总和为1）W_{ik}				各环节在课程达成中的占比（所有行列总和为1）$S_{ik}=P_i*W_{ik}$				各环节课程目标考核权重分布（每一列总和为1）$E_{ik}=S_{ik}/M_{ik}$			
		课堂情况	作业	实验	期末考试	课堂情况	作业	实验	期末考试	课堂情况	作业	实验	期末考试
1	0.55	0.10	0.20	0.20	0.50	0.055	0.050	0.055	0.385	0.55	0.55	0.55	0.55
2	0.15	0.10	0.10	0.10	0.70	0.015	0.010	0.015	0.105	0.15	0.15	0.15	0.15
3	0.15	0.10	0.10	0.20	0.60	0.015	0.020	0.015	0.105	0.15	0.15	0.15	0.15
4	0.15	0.10	0.10	0.50	0.30	0.015	0.010	0.015	0.105	0.15	0.15	0.15	0.15
各环节对课程目标达成的贡献率（M_k）						0.10	0.10	0.10	0.70	教师出题或布置作业时要尽量做到按照以上比例布局			

采用达成值计算法，辅以对学生的问卷调查法。

课程目标定量评价：

达成值计算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left(\sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ \left(100 \times P_i\right)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A = \left(\sum_i \sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ 100$$

以上公式中：

k 表示不同的评价方式，i 表示不同的课程目标。

G_k 表示第 k 种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$ 是第 k 种评价方式通过第 i 个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

W_{ik} 表示第 k 种评价方式对第 i 个课程目标百分占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

课程目标定性评价：

针对每门课的课程目标，直接设计问题，并要求学生明确给出目标能力达到的程度“很好（0.95）、较好（0.75）、中（0.60）、较差（0.45）、很差（0.25）”，根据各区段统计比例与括号中的目标分值加权后求和得出定性评价的结果。

课程目标达成结果：

同一课程目标的评价，取定性评价和定量评价的平均值，作为最终评价结果。

课程目标达成度大于等于 0.71 为一级达成，大于等于 0.65 为二级达成。

十一、各环节评价标准

本课程允许教师在各评价环节根据具体情况采取多样化、个性化的考核手段，其评价标准应当在《SIE-CT-01：授课计划》中明确并向学生公布，教学过程中的考核评价应当严格按照标准完成。

十二、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，重点是达成值相对较低的项，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

《可编程逻辑器件应用》教学大纲

课程编号：Y03060024

课程名称：可编程逻辑器件应用　　开课单位：仪器与电子学院

总学时：48(实验 16 学时)　　**学分：**3

适用专业：电子科学与技术专业、智能感知工程专业、测控技术与仪器专业

先修课程：数字电子技术

大纲撰写人：王红亮

大纲编写（修订）时间：2019 年 5 月

一、课程在教学计划中的地位、作用

本课程是一门属于硬件设计类的专业教育课程，是电路与系统方向的核心课程。可编程逻辑器件是目前数字系统设计的主要硬件基础，硬件描述语言是数字电路设计者与电子设计自动化工具之间的接口语言，是现代电子设计的基础语言，是电子设计工程师必须掌握的工具。该课程以提高学生实际工程设计能力为目的，其主要任务是讲授基于可编程逻辑器件和硬件描述语言的数字系统的设计方法和典型应用问题。通过该课程的学习使学生掌握现代电子系统设计中可编程逻辑器件和硬件描述语言的应用，使学生能够应用可编程逻辑器件和硬件描述语言来进行数字系统的设计。

二、课程目标

电子科学与技术专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	能够通过分析将数字逻辑电路相关工程问题转化为技术问题，并能够采用硬件描述语言和可编程逻辑器件进行相应的数字电路系统设计。	**指标点 3-1 按需设计**：能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的电路系统及工艺流程，并能够针对方案进行优化选择。
2	了解业界主流可编程逻辑器件及其开发环境的性能特点，能够根据项目要求合理选择可编程逻辑器件厂家、型号，并合理选择其开发环境。	**指标点 5-1 工具选择与开发**：了解当前主流工具的优点与不足，能针对复杂工程问题特性与需求做出对比选择，并能够开发一定的辅助工具用于解决问题。
3	能够熟练使用 VHDL 或 Verilog HDL 等硬件描述语言，并能够熟练使用 Quartus II 或 ISE 等可编程逻辑器件集成开发环境进行设计。	**指标点 5-2 专业工具使用**：能使用工具对电路系统、协议等进行设计和仿真，确定功能和相关设计参数。

智能感知工程专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	能够通过分析将数字逻辑电路相关工程问题转化为技术问题，并能够采用硬件描述语言和可编程逻辑器件进行相应的数字电路系统设计。	**指标点 3-1 按需设计**：能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的信息处理系统、智能控制系统以及工艺流程，并能够针对方案进行优化选择。
2	了解业界主流可编程逻辑器件及其开发环境的性能特点，能够根据项目要求合理选择可编程逻辑	**指标点 5-1 工具选择与开发**：了解当前主流工具的优点与不足，能针对复杂工程问题特性与

	器件厂家、型号，并合理选择其开发环境。	需求做出对比选择，并能够开发一定的辅助工具用于解决问题。
3	能够熟练使用 VHDL 或 Verilog HDL 等硬件描述语言，并能够熟练使用 Quartus II 或 ISE 等可编程逻辑器件集成开发环境进行设计。	**指标点 5-2 专业工具使用：**能使用工具对智能信息处理或控制系统进行设计和仿真，确定功能和相关设计参数。

测控技术与仪器专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	能够通过分析将数字逻辑电路相关工程问题转化为技术问题，并能够采用硬件描述语言和可编程逻辑器件进行相应的数字电路系统设计。	**指标点 3-1 按需设计：**能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的传感器、测控系统以及工艺流程，并能够针对方案进行优化选择。
2	了解业界主流可编程逻辑器件及其开发环境的性能特点，能够根据项目要求合理选择可编程逻辑器件厂家、型号，并合理选择其开发环境。	**指标点 5-1 工具选择与开发：**了解当前主流工具的优点与不足，能针对复杂工程问题特性与需求做出对比选择，并能够开发一定的辅助工具用于解决问题。
3	能够熟练使用 VHDL 或 Verilog HDL 等硬件描述语言，并能够熟练使用 Quartus II 或 ISE 等可编程逻辑器件集成开发环境进行设计。	**指标点 5-2 专业工具使用：**能使用工具对测控电路或系统进行设计和仿真，确定功能和相关设计参数。

三、基本要求

1、本课程为专业课，要求先修数字电子技术课程，在教学中应注重基础知识、基本概念和思维方法的传授，同时运用类比式和启发式教学，使学生掌握最重要的“并行”执行的程序设计概念，掌握相关设计方法与手段，以培养逻辑分析和设计能力。

2、教师通过 EDA 软件语言的教学，结合经典的实例，提高学生编程设计能力。

3、学生通过上机操作，掌握至少 1 种可编程逻辑器件集成开发软件的使用方法，会选择、运用 EDA 软件工具来设计实际电子电路，经过课后适当的实用锻炼，掌握电子电路自动化设计技巧。

4、利用软件手段来设计硬件电路，许多软件逻辑的设计与实际物理电路密切相关，因此应重点培养学生实际操作、灵活运用知识的能力，把理论知识运用到实际设计中去的技能。

5、本课程是一门实践性很强的课程，要求学生通过实验环节把所学的内容巩固和掌握，要求在 CAI 教室进行授课，并且教学和实验交替进行。

6、深度和广度说明：对高密度常用可编程逻辑器件的使用要深入讲解，对低密度可编程逻辑器件只做简单介绍，对各公司的产品介绍应涵盖广些；可编程逻辑器件的原理与内部结构了解即可，硬件描述语言的掌握和使用是重点。

7、偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：现代 EDA 技术及其设计方法、可编程器件的基本原理及其分类与选用原则、相关电路设计方法、集成开发环境使用方法、至少 1 种硬件描述语言的语法规则及编程方法、时序仿真方法；典型逻辑电路的设计包括：组合逻辑电路、时序逻辑电路、等间隔状态控制、状态机以及较为复杂的时序逻辑控制设计等。

本课程在教学方法上，充分利用各种媒体教学手段，采取课堂教学、多媒体课件、验证性实验、课外分组实验方式有机结合，提高教学效率。

硬件描述语言（VHDL）在数字逻辑系统设计、集成电路设计中占有非常重要的地位，因此教师要重点讲授以使学生完全掌握。

为了提高学生的学习兴趣，并取得良好的教学效果，教师在知识讲解的过程中要充分利用问题引导、案例分析等多种教学方法，以进一步提高教学质量。

1 绪论（1 学时）

1.1、本课程在专业课程体系中的地位和作用介绍；

1.2、课程内容、学习方法、讲授方式、评价方式介绍；

1.3、能够阐述硬件描述语言和可编程逻辑器件的发展历程、发展现状及发展方向。

通过对比分析国内外发展现状，激发学生的使命感和责任感。通过阐述相关应用需求和背景，提高学生学习的积极性和主动性。

本章内容支撑课程目标 2。

2 可编程逻辑器件的原理与结构（3 学时）

2.1、能够阐述可编程逻辑器件的概念、特点、分类和用途；

2.2、能够阐述可编程逻辑器件的基本结构和原理；

2.3、常见的可编程逻辑器件的优缺点及其选用原则；（重点）

2.4、能够阐述常用 CPLD 和 FPGA 的基本电路设计方法；（重点）

2.5、能够对比原理图输入法、元件映射法、功能描述法等多种逻辑设计方法；（难点）

2.6、能够使用集成开发环境进行设计。（重点）

本章内容支撑课程目标 1、2、3。

3 硬件描述语言的基本结构、数据类型和运算操作符（6 学时）

3.1、硬件描述语言的基本框架结构；（重点）

3.2、硬件描述语言的库、程序包和配置；

3.3、能够熟练定义和使用硬件描述语言的基本数据类型和基本数据对象；（重点）

3.4、能够熟练使用硬件描述语言的基本运算操作符。

本章内容支撑课程目标 1、3。

4 硬件描述语言的主要描述语句（6 学时）

4.1、并行语句和顺序语句的概念、思想及其本质区别；（重点）

4.2、能够熟练使用信号代入语句；

4.3、能够熟练使用进程语句、if 语句、case 语句等结构化语句；（重点）

4.4、能够熟练使用元器件例化语句；（重点）

4.5、能够使用等待语句（wait 语句）、循环语句（loop 语句）等；

4.6、能够使用硬件描述语言进行基本的数字模块的设计。（难点）

本章内容支撑课程目标 1、3。

5 基本逻辑设计（6 学时）

5.1、能够熟练区分组合逻辑与时序逻辑；

5.2、能够掌握使用硬件描述语言进行组合逻辑设计的方法；（重点）

5.3、能够熟练设计常用组合逻辑元件设计；（重点）

5.4、能够熟练设计常用时序逻辑元件设计；（重点）

5.5、能够使用计数器实现固定周期的时序设计。（重点，难点）

本章内容支撑课程目标 1、3。

6 状态机设计（4 学时）

6.1、状态机的基本概念、基本结构、表示方法和设计步骤；（重点）

6.2、能够熟练使用单进程状态机设计时序；（重点，难点）

6.3、状态机的复位和信号输出方式。

本章内容支撑课程目标 1、3。

7 综合性设计（6 学时）

7.1、时序逻辑电路设计中的同步控制设计思路；

7.2、初步了解使用可编程逻辑器件对工程性问题的顶层开发原理和思路；

7.3、能够分析常用综合性实例。

本章内容支撑课程目标 1、3。

五、实验内容

实验环节主要是上机操作，要求保证上机条件，即具备常用的 EDA 软件工具；要求学生熟炼掌握至少 1 种常用 EDA 软件的使用方法；掌握在集成开发环境下排查常见语法错误和编译错误的方法；掌握使用实验箱验证逻辑设计的方法；亲自动手实现有代表性的组合逻辑元件和时序逻辑元件；预习并上机实现周期性时序控制和一般状态机时序控制。

16 个学时共完成 7 个实验，前 6 个为正常课内实验，最后 1 个实验为分组实验，需要学生在课外补充一些时间来完成。分配 2 学时用来讲解分组实验要求并进行指导，学生课外完成后，再分配 2 学时组织讨论与检查。

在实验过程中要注重培养学生的诚信意识、创新意识和坚持精神等，通过实验使学生能够理论联系实际，灵活运用所学知识，严谨认真，精益求精，养成良好的设计习惯。

实验一用硬件描述语言的方法设计一个三-八译码器（2 学时）

内容：通过三-八译码器的设计熟悉可编程逻辑器件开发软件的开发环境，掌握用硬件描述语言进行逻辑电路设计的操作流程，熟悉 Quartus II 或 ISE 软件基本操作方法，掌握程序仿真操作流程。了解三-八译码器的功能，设计三-八译码器实现代码，通过软件进行电路的仿真和下载，最后在实验箱上实现设计的功能。

基本要求：

1、掌握 Quartus II 或 ISE 软件的基本操作与应用；

2、掌握三-八译码器的功能；

3、掌握设计组合逻辑电路——三-八译码器的方法，并进行电路的仿真和下载，最后在实验箱上实现三-八译码器的功能。

本实验支撑课程目标 1、3。

实验二用硬件描述语言的方法设计一个计数器（2 学时）

内容：了解计数器的功能，掌握计数器在数字系统中的作用，掌握用硬件描述语言设计时序逻辑电路——计数器的思路与方法，通过软件进行电路的仿真和下载，最后在实验箱上实现设计的功能。

基本要求：

1、掌握计数器的功能和设计方法；

2、掌握同步复位和异步复位的实现方法；

3、掌握设计时序逻辑电路——计数器的方法，并进行电路的仿真和下载，最后在实验箱上实现计数器的功能。

本实验支撑课程目标 1、3。

实验三用硬件描述语言的方法设计一个分频器（2 学时）

内容：了解分频器的功能，掌握分频器在数字系统中的作用，掌握用硬件描述语言设计时序逻辑电路——分频器的思路与方法，通过软件进行电路的仿真和下载，最后在实验箱上实现设计的功能。

基本要求：

1、掌握分频器的基本概念和在数字系统中所起的作用；

2、掌握偶数分频器、奇数分频器的功能和设计方法；

3、用硬件描述语言的设计方法设计分频器——偶数分频器和奇数分频器；

4、将编写好的硬件描述语言程序进行仿真。

本实验支撑课程目标 1、3。

实验四用硬件描述语言的方法设计一个状态机（2 学时）

内容：理解并掌握状态机的功能和特点，掌握用硬件描述语言设计状态机的思路与方法，通过软件进行电路的仿真和下载，最后在实验箱上实现设计的功能。

基本要求：

1、掌握状态机的功能和特点；

2、掌握用硬件描述语言设计状态机的方法；

3、将编写好的硬件描述语言程序进行仿真。

本实验支撑课程目标 1、3。

实验五利用可编程逻辑器件进行 7 段数码管控制接口的设计（2 学时）

内容：了解 7 段数码管的功能和 7 段数码管控制接口的设计方法，用 VHDL 语言设计控制 7 段数码管的接口电路，通过软件进行电路的仿真和下载，最后在实验箱上实现设计的功能。

基本要求：

1、掌握 7 段数码管的功能和控制接口的设计方法；

2、掌握用 VHDL 语言的设计方法设计 7 段数码管的控制接口，并进行电路的仿真和下载，最后在实验箱上实现设计的功能。

本实验支撑课程目标 1、3。

实验六利用可编程逻辑器件进行 D/A 控制接口的设计（2 学时）

内容：了解 D/A 的功能和 D/A 控制接口的设计方法，用 VHDL 语言设计控制 D/A 的接口电路，通过软件进行电路的仿真和下载，最后在实验箱上实现设计的功能。

基本要求：

1、掌握 D/A 的功能和控制接口的设计方法；

2、掌握用 VHDL 语言的设计方法设计 D/A 的控制接口，并进行电路的仿真和下载，最后在实验箱上实现设计的功能。

本实验支撑课程目标 1、3。

实验七利用可编程逻辑器件进行 A/D 控制接口的设计（4 学时，分组实验）

内容：了解 A/D 的功能和 A/D 控制接口的设计方法，用 VHDL 语言设计控制 A/D 的接口电路，同时设计信号输入电路、A/D 转换结果显示验证电路，通过软件进行电路的仿真和下载，最后在实验箱上实现设计的功能。

基本要求：

1、掌握 A/D 的功能和控制接口的设计方法；

2、能够产生可调的电压输入信号；

3、能够基于实验箱和电脑采用直观的方式显示 A/D 转换结果，进行验证；

4、本实验为课外分组实验。两个学时用来提出实验要求并进行讲解，然后要求学生 2 或 3 人一组，分工明确，利用课后时间，协同完成实验的设计、仿真和验证，需要学生自己设计出验证方法。最后两个小时，教师要检查实际电路，测试其正确性，完成验收。最后每位学生独立提交规范的实验报告；

5、在分组实验中要注重培养学生的协作精神、包容意识和创新精神等。

本实验支撑课程目标 1、2、3。

六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 绪论	1	0	1
2 可编程逻辑器件的原理与结构	3	0	3
3 硬件描述语言的基本结构、数据类型和运算操作符	6	0	6
4 硬件描述语言的主要描述语句	6	0	6
5 基本逻辑设计	6	6	12
6 状态机设计	4	2	6
7 综合性设计	6	8	14
合计	32	16	48

七、教材、补充教材及参考资料

1、侯伯亨,《VHDL 硬件描述语言与数字逻辑电路设计（第五版）》,ISBN 9787560649122，西安电子科技大学出版社。

2、Volnei A. Pedroni（沃尔尼 A.佩德罗尼），《VHDL 数字电路设计教程》，ISBN 9787121186721，电子工业出版社。

3、（加拿大）布朗,（加拿大）弗拉内奇著，伍微译,《数字逻辑基础与 VHDL 设计（第 3 版）》（配光盘）（国外电子信息经典教材），ISBN 9787302240990 清华大学出版社。

4、赵曙光等编著,《可编程逻辑器件原理、开发与应用（第二版）》-21 世纪高等学校电子信息类系列教材，ISBN 9787560609003, 西安电子科技大学出版社。

5、朱明程等编著,《可编程逻辑器件原理及应用》-面向 21 世纪高等学校信息工程类专业系列教材， ISBN 9787560613468，西安电子科技大学出版社。

6、网上资源：

（1）同济大学，徐和根，FPGA/VHDL 视频教程，

http://www.moore8.com/courses/647#/lectureModal-1。

（2）北京航空航天大学，夏宇闻，硬件描述语言与数字系统结构设计系列视频教程，

http://v.eepw.com.cn/video/playlist/id/4076。

（3)《EDN China.com 电子工程师社区，吴厚航，FPGA/CPLD 实践教程》

http://i.youku.com/u/UMTgxODg5NjEy。

（4）明德扬科技教育集团，潘文明，FPGA/CPLD 系列视频教程，

http://www.mdy-edu.com。

八、达成课程目标的途径和措施

1、考核目标：在考核学生对可编程逻辑器件基本知识、基本原理和方法的基础上，重

点考核学生的可编程器件选择能力、语言掌握程度、基础逻辑设计能力和工具使用方法的掌握程度。

2、考核方式：期末考试、分组实验、课内实验、作业及课堂情况。

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	作业	课内实验	分组实验	期末考试
课程目标达成的贡献率	0.10	0.10	0.15	0.15	0.50
支撑材料	课堂评价标准，课堂提问记录或随堂考试，结合出勤率等	作业评价标准，典型作业拍照，或电子版	课内实验评价标准，实验课堂记录记录，典型实验报告	分组实验评价标准，验收记录，实验报告	试题评分标准，试卷

九、覆盖课程目标达成评价的知识点及权重

知识点	权重	支撑课程目标
1 绪论	0.05	2
2 可编程逻辑器件的原理与结构	0.15	1、2、3
3 硬件描述语言的基本结构、数据类型和运算操作符	0.10	1、3
4 硬件描述语言的主要描述语句	0.20	1、3
5 基本逻辑设计	0.30	1、3
6 状态机设计	0.10	1、3
7 综合性设计	0.10	1、3

学生可以依据仪器与电子学院相关文件，以允许的第二课堂成果折算单项成绩，与对应知识点加权累计达到 75（含）以上，且对所有课程目标的支撑不能有缺项，即可申请本门课程免修。

十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配及考核权重分配

课程目标	知识面比例（本列总和为 1）P_i	各环节评价比例分配（每行总和为 1）W_{ik}					各环节在课程达成中的占比（所有行列总和为 1）$S_{ik}=P_i*W_{ik}$					各环节课程目标考核权重分布（每一列总和为 1）$E_{ik}=S_{ik}/M_{ik}$				
		课堂情况	作业	课内实验	分组实验	期末考试	课堂情况	作业	课内实验	分组实验	期末考试	课堂情况	作业	课内实验	分组实验	期末考试
1	0.80	0.10	0.10	0.15	0.10	0.55	0.08	0.08	0.12	0.08	0.44	0.80	0.80	0.80	0.54	0.88
2	0.10	0.10	0.10	0.00	0.50	0.30	0.01	0.01	0.00	0.05	0.03	0.10	0.10	0.00	0.33	0.06
3	0.10	0.10	0.10	0.30	0.20	0.30	0.01	0.01	0.03	0.02	0.03	0.10	0.10	0.20	0.13	0.06
各环节对课程目标达成的贡献率（M_k）							0.10	0.10	0.15	0.15	0.50	教师出题或布置作业时要尽量做到按照以上比例布局				

采用达成值计算法，辅以对学生的问卷调查法。

课程目标定量评价：

达成值计算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left(\sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ \left(100 \times P_i\right)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A = \left(\sum_i \sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ 100$$

以上公式中：

k 表示不同的评价方式，i 表示不同的课程目标。

G_k 表示第 k 种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$ 是第 k 种评价方式通过第 i 个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

W_{ik} 表示第 k 种评价方式对第 i 个课程目标百分占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

课程目标定性评价：

针对每门课的课程目标，直接设计问题，并要求学生明确给出目标能力达到的程度“很好（0.95）、较好（0.75）、中（0.60）、较差（0.45）、很差（0.25）”，根据各区段统计比例与括号中的目标分值加权后求和得出定性评价的结果。

课程目标达成结果：

同一课程目标的评价，取定性评价和定量评价的平均值，作为最终评价结果。

课程目标达成度大于等于 0.71 为一级达成，大于等于 0.65 为二级达成。

十一、各环节评价标准

本课程允许教师在各评价环节根据具体情况采取多样化、个性化的考核手段，其评价标准应当在《SIE-CT-01：授课计划》中明确并向学生公布，教学过程中的考核评价应当严格按照标准完成。

十二、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，重点是达成值相对较低的项，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

《光纤技术及应用》教学大纲

课程编号：Y06060011

课程名称：光纤技术及应用　　**开课单位：仪器与电子学院**

总学时：32（实验 8 学时）　　**学分：**2

适用专业：电子科学与技术、测控技术及仪器、智能感知工程

先修课程：大学物理、光电子技术基础

大纲执笔人：贾平岗、侯钰龙

大纲编写（修订）时间：2019 年 5 月

一、课程在教学计划中的地位、作用

本课程是电子科学与技术专业光电子技术及应用方向的专业选修课。光纤技术作为一门日趋成熟的技术，已经广泛应用于国民经济的等各种领域。通过该课程的学习使学生系统掌握光纤基本特性、光纤器件、光纤通信技术和光纤传感技术的基本原理，探讨面向工程应用的新一代光纤技术及其发展趋势。培养学生掌握光纤基础理论及应用相关技术和器件的能力，为今后从事光纤技术等方面的研究和工作提供必要的基础知识。

二、课程目标

电子科学与技术专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	能够运用光纤传感领域相关概念和背景知识，阐述各种有源或无源光纤器件的原理和功能，关键参数的含义。	**指标点 1-1 知识体系：**具备与本专业相关的数学、自然科学、光学和电子学工程基础及电子系统集成等多方面的知识。
2	能够针对特定需要，运用光纤传感系统的相关原理，对实际工程问题进行分解，识别关键设计参数，利用特定光纤器件及相关技术设计解决方案。	**指标点 3-1 按需设计：**能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的电路系统及工艺流程，并能够针对方案进行优化选择。
3	具备阅读、理解和参考光纤器件相关技术文档或专业文献的能力，知晓光纤传感系统典型应用案例，能够针对光纤传感系统复杂工程问题提出研究及实验方案，进行实验操作，并根据实验结果优化或改进解决方案。	**指标点 4-1 领域现状认知能力：**了解电子科学与技术专业领域背景及经典案例，能够针对复杂工程问题提出研究思路和分析方法，并有意识地将实验结果用于指导解决方案的改善和优化。

测控技术与仪器专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	能够运用光纤传感领域相关概念和背景知识，阐述各种有源或无源光纤器件的原理和功能，关键参数的含义。	**指标点 1-1 知识体系：**具备与本专业相关的数学、自然科学、光学和电子学工程基础及电子系统集成等多方面的知识。
2	能够针对特定需要，运用光纤传感系统的相关原理，对实际工程问题进行分解，识别关键设计参数，利用特定光纤器件及相关技术设计解决方案。	**指标点 3-1 按需设计：**能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的电路系统及工艺流程，并能够针对方案进行优化选择。
3	具备阅读、理解和参考光纤器件相关技术文档	**指标点 4-1 领域现状认知能力：**了解电子科学与

	或专业文献的能力，知晓光纤传感系统典型应用案例，能够针对光纤传感系统复杂工程问题提出研究及实验方案，进行实验操作，并根据实验结果优化或改进解决方案。	技术专业领域背景及经典案例，能够针对复杂工程问题提出研究思路和分析方法，并有意识地将实验结果用于指导解决方案的改善和优化。

智能感知工程专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	能够运用光纤传感领域相关概念和背景知识，阐述各种有源或无源光纤器件的原理和功能，关键参数的含义。	**指标点 1-1 知识体系：**具备本专业相关的数学、自然科学、计算机和电子学工程基础及传感、控制等多方面的知识。
2	能够针对特定需要，运用光纤传感系统的相关原理，对实际工程问题进行分解，识别关键设计参数，利用特定光纤器件及相关技术设计解决方案。	**指标点 3-1 按需设计：**能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的信息处理系统、智能控制系统以及工艺流程，并能够针对方案进行优化选择。
3	具备阅读、理解和参考光纤器件相关技术文档或专业文献的能力，知晓光纤传感系统典型应用案例，能够针对光纤传感系统复杂工程问题提出研究及实验方案，进行实验操作，并根据实验结果优化或改进解决方案。	**指标点 4-1 领域现状认知能力：**了解智能感知工程专业领域背景及经典案例，能够针对复杂工程问题提出研究思路和分析方法，并有意识地将实验结果用于指导解决方案的改善和优化。

三、基本要求

1、本课程为专业选修课，要求先修《大学物理》和《光电子技术基础》，在教学中应注重基础知识、基本概念和思维方法的传授，使掌握光纤技术各研究内容及其发展动态，对光纤技术及应用领域基本了解。

2、根据光纤技术的原理和应用，涵盖光纤传感和光纤通信系统构成的重要知识点，体现光纤技术的全貌，全面反应光纤系统中各个环节有关的知识。

3、本课程具有一定的实践性，要求学生通过实验环节把所学的内容巩固和掌握，实验通过分组进行，每组 4-6 人。

4、深度和广度说明：本课程立足于光纤技术的基本原理和器件，讲授光纤系统中常用的无源和有源器件的原理和应用。注重光纤传感技术的应用，重点介绍光纤传感技术，使学生掌握多种光纤传感器的工作原理以及应用背景。讲授光纤通信的基本原理，包括光复用技术的进展、相干光通信技术的相关原理及关键技术。

在教学过程中，每部分内容都提供相关原理和应用背景，将相关的理论知识与应用实例结合，充分体现了本课程的理论与技术特色。通过课堂讲授、讨论、多媒体教学和实验相结合的教学方式，促进学生对本课程内容的理解。课程内容应加入一些近年光纤技术领域的研究和应用成果，将新相关科研成果融合在教学过程之中，拓宽学生的视野，启发学生对创新的思考。

5、偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：光纤的基本特性、光纤的连接和耦合、光纤无源器件、光纤有源器件、光纤传感技术、光纤通信技术和特种光纤技术等。

本课程在教学方法上，充分利用各种媒体教学手段，采取课堂教学、多媒体课件、分组实验方式有机结合，提高教学效率。

为了提高学生的学习兴趣，并取得良好的教学效果，教师在知识讲解的过程中要充分利用问题引导、案例分析等多种教学方法，必要时，采取视频制作呈现的方式以进一步提高教学质量。

1 绪论（2 学时）

1.1、光纤技术的发展历程以及光纤通信和传感的关系；

1.2、光纤通信技术发展及应用；

1.3、光纤传感技术发展及应用；

本章内容支撑课程目标 1。

2 光纤的基本特性（2 学时）

2.1、光纤的基本结构、种类、材料和制作方式，以及光缆成缆技术；

2.2、光线理论、光纤中的模式理论、单模光纤中的偏振现象；（难点、重点）

本章内容支撑课程目标 1。

3 光纤的连接和耦合（2 学时）

3.1、光纤与光纤的连接损耗的来源；

3.2、光纤的固定和活动连接技术；（重点）

3.3、光源与光纤的连接技术；

本章内容支撑课程目标 2。

4 光纤无源器件（4 学时）

4.1、光纤连接器和光纤耦合器的原理和应用；（重点）

4.2、光隔离器和光环行器的原理和应用；

4.3、光纤光栅的原理和技术；

4.4、光学滤波器的原理和技术；

4.5、光波分复用器件的原理和应用；（难点、重点）

4.6、光开关的原理和技术；

本章内容支撑课程目标 1。

5 光纤有源器件（4 学时）

5.1、光调制器的原理和应用；

5.2、发光二极管和激光二极管的原理和应用；

5.3、光探测器技术和特点；

5.4、光纤放大器的原理和应用；（难点、重点）

本章内容支撑课程目标 1。

6 光纤传感技术（4 学时）

6.1、光纤传感器的原理与分类；

6.2、强度调制型光纤传感器的原理和应用；

6.3、相位调制型光纤传感器的原理和应用；（重点）

6.4、波长调制型光纤传感器的原理和应用；

6.5、分布式光纤传感器的原理和应用；（难点、重点）

6.6、光纤传感器的典型应用；

本章内容支撑课程目标 2。

7 光纤通信技术（4 学时）

7.1、光纤通信系统的基本组成和原理；

7.2、光纤通信系统中的复用技术；（难点、重点）

7.3、相干光纤通信系统的原理和技术；

本章内容支撑课程目标 3。

8 特种光纤技术及应用（2 学时）

8.1、塑料光纤技术及应用；

8.2、光子晶体光纤技术及应用；

8.3、红外和紫外光纤技术及应用；

本章内容支撑课程目标 3。

五、实验内容

实验环节主要是动手操作，要求保证上机条件，即具备光纤实验仪器；可采用分组合作的方式进行；要求学生熟炼掌握光纤的耦合、光纤中光束和光纤材料平均折射率的测量、光纤传感和光纤通信中相关知识点。

实验一光纤的耦合和模式（1 学时）

内容：光纤的耦合是指激光从光纤端面输入光纤，使激光沿光纤进行传输，采用一套具有 5 自由度的调整机构来进行光纤耦合。通过五个自由度的反复细致调整，使经过聚焦的激光焦点落在光纤端面，使激光进入光纤，并通过输入光功率和输出光功率判断光纤耦合的情况。

基本要求：

1、掌握光纤耦合的基本原理和耦合效率计算方法。

2、实现激光的高效率耦合；

3、测量光纤耦合的效率；

4、观察光纤的模式变化。

本实验支撑课程目标 1。

实验二光纤中光速和光纤材料平均折射率的测量（1 学时）

内容：光在光纤中的传播速度小于空气中的传播速度，通过测量一串光脉冲信号在一个特定长度光纤中的传播时间，得到光纤中的传播速度，并计算出光纤的平均折射率。

基本要求：

1、掌握光纤中光速和平均折射率的测量方法。

2、掌握光纤实验仪器的操作方法；

3、掌握在示波器中测量时间延迟的方法；

本实验支撑课程目标 1。

实验三光纤传感实验（3 学时）

内容：光纤传感强度型光纤传感技术及其传感器的基本原理和结构，熟悉其各个部件，学习和掌握其正确使用方法。进行反射式光纤位移和温度等参数的传感实验。

1、掌握反射式光纤位移传感器的原理。

2、掌握反射式光纤位移测量的操作方法；

3、掌握光纤传感器进行温度测量的操作方法；

4、掌握光纤传感器进行振动和转速测量的操作方法；

本实验支撑课程目标 2、3。

实验四光纤通信实验（3 学时）

内容：掌握光纤通信基本原理和通信系统的基本结构，以及信息传输的基本方式和信号调制与解调方法，实现内容语音信号的调制、传输和解调。

基本要求：

1、掌握光纤通信基本原理和通信系统的基本结构；

2、掌握半导体激光器电光调制特性

3、利用光纤实验仪器实现模拟音频的调制和解调。

本实验支撑课程目标 1、2、3。

六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 绪论	2		2
2 光纤的基本特性	2	1	3
3 光纤的连接和耦合	2	1	3
4 光纤无源器件	4		4
5 光纤有源器件	4		4
6 光纤传感技术	4	3	7

7 光纤通信技术	4	3	7
8 新型光纤技术	2		2
合计	24	8	32

七、教材、补充教材及参考资料

1、钱云江主编，《光纤技术》，ISBN9787030173560，科学出版社。

2、石顺祥等编著，《光纤技术及应用》，ISBN 9787560954554，华中科技大学出版社。

3、胡昌奎等编著，《光纤技术实践教程》，ISBN 9787302393269，清华大学出版社。

4、方祖捷等著，《光纤传感器基础》，ISBN 9787030389534，科学出版社。

八、达成课程目标的途径和措施

1、考核目标：在考核学生对光纤基本特性和光纤器件的基础上，重点考核学生对光纤传感和光纤通信原理及应用的掌握程度。

2、考核方式：考试、课内实验及课堂情况。

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	分组实验	专题调研报告	期末考试
课程目标达成的贡献率	0.14	0.22	0.15	0.49
支撑材料	课堂评价标准，课堂提问记录或随堂考试，结合出勤率等	课内实验评价标准，实验课堂记录记录，典型实验报告	专题调研报告	试题评分标准，试卷

九、覆盖课程目标达成评价的知识点及权重

知识点	权重	支撑课程目标
1、光纤的基本特性、分类和传输原理；光纤通讯和传感的区别与联系；	0.10	1
2、光纤器件之间的连接、耦合方式及各种光学原理；	0.15	1、2、3
3、光纤通信技术的原理与复用技术；	0.15	3
4、光纤光栅、波分复用器、光开关的原理及应用技术；	0.10	1
5、光纤传感技术的分类，各种传感技术的原理、优缺点及其应用范围；	0.30	1、2、3
6、光纤有源器件的原理；光纤放大器的工作原理；	0.10	2、3
7、其他类型光纤工作原理与技术应用。	0.10	1

本课程不可以申请免修。

十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配及考核权重分配

课程目标	知识面比例 （本列总和为 1） P_i	各环节评价比例分配 （每行总和为 1） W_{ik}				各环节在课程达成中的占比 （所有行列总和为 1） $S_{ik}=P_i*W_{ik}$				各环节课程目标考核权重分布 （每一列总和为 1） $E_{ik}=S_{ik}/M_{ik}$			
		课堂情况	分组实验	专题调研报告	期末考试	课堂情况	分组实验	专题调研报告	期末考试	课堂情况	分组实验	专题调研报告	期末考试
1	0.7	0.2	0.1		0.7	0.14	0.07		0.49	1	0.32		1
2	0.15			1				0.15				1	
3	0.15		1				0.15				0.68		
各环节对课程目标达成的贡献率（M_k）						0.14	0.22	0.15	0.49	教师出题或布置作业时 要尽量做到按照以上比例布局			

采用达成值计算法，辅以对学生的问卷调查法。

课程目标定量评价：

达成值计算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left(\sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ \left(100 \times P_i\right)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A = \left(\sum_i \sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ 100$$

以上公式中：

k 表示不同的评价方式，i 表示不同的课程目标。

G_k 表示第 k 种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$ 是第 k 种评价方式通过第 i 个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

W_{ik} 表示第 k 种评价方式对第 i 个课程目标百分占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

课程目标定性评价：

针对每门课的课程目标，直接设计问题，并要求学生明确给出目标能力达到的程度“很好（0.95）、较好（0.75）、中（0.60）、较差（0.45）、很差（0.25）”，根据各区段统计比例与括号中的目标分值加权后求和得出定性评价的结果。

课程目标达成结果：

同一课程目标的评价，取定性评价和定量评价的平均值，作为最终评价结果。

课程目标达成度大于等于 0.71 为一级达成，大于等于 0.65 为二级达成。

十一、各环节评价标准

本课程允许教师在各评价环节根据具体情况采取多样化、个性化的考核手段，其评价标准应当在《SIE-CT-01：授课计划》中明确并向学生公布，教学过程中的考核评价应当严格按照标准完成。

十二、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，重点是达成值相对较低的项，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

《微惯性集成测量系统》教学大纲

课程编号：Y06060015

课程名称：微惯性集成测量系统 **开课单位：仪器与电子学院**

总学时：32（实验 12 学时） **学分：**2

适用专业：测控技术与仪器专业、智能感知工程专业

先修课程：高等数学、传感器原理及其应用、电子技术

大纲撰写人：李杰

大纲编写（修订）时间：2019 年 5 月

一、课程在教学计划中的地位、作用

本课程是一门属于系统设计与应用类的专业课程，是测控技术及仪器专业、智能感知工程专业的选修课程。微惯性集成测量系统是一门联系数学与自然科学基本理论、涉及多学科多领域的典型测控系统集成与应用课程。该课程以提高学生对实际测控系统集成设计与测控技术应用能力为目的，主要任务是讲授微惯性集成测量系统的工作原理及设计方法。通过该课程的学习使学生掌握微惯性集成测量系统的基本理论与设计方法，使学生能够根据实际工程应用需求正确分析设计和测试评价微惯性集成测量系统。

二、课程目标

测控技术与仪器专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	能够应用微惯性集成测量原理对不同应用领域和背景所需惯性参数测试复杂工程问题进行分解，并识别出系统集成设计过程中的关键特征和参数。	**指标点 2-1 问题识别：**能应用科学原理对测控技术与仪器专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。
2	了解微惯性集成测量技术与系统领域背景及经典案例，掌握微惯性集成测量系统基本工作原理，及系统器件级、组件级与系统级的主要特性参数，能够针对复杂工程问题提出具体的微惯性集成测量系统研究思路和分析方法，并完成微惯性测量集成系统设计与测试评估。	**指标点 4-1 领域现状认知能力：**了解测控技术与仪器专业领域背景及经典案例，能够针对复杂工程问题提出研究思路和分析方法，并有意识地将实验结果用于指导解决方案的改善和优化。

智能感知工程专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	能够应用微惯性集成测量原理对不同应用领域和背景所需惯性参数测试复杂工程问题进行分解；能够准确描述捷联姿态；能够识别出系统集成设计过程中系统器件级、组件级与系统级的关键特征和参数，并准确建立导航方程和完成求解。	**指标点 2-1 问题识别：**能应用科学原理对智能感知工程专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。
2	了解微惯性集成测量技术与系统领域背景及经典案例；能够针对复杂工程问题提出具体的微惯性集成测量系统研究思路和分析方法，并完成微惯性测量集成系统设计与测试评估。	**指标点 4-1 领域现状认知能力：**了解智能感知工程专业领域背景及经典案例，能够针对复杂工程问题提出研究思路和分析方法，并有意识地将实验结果用于指导解决方案的改善和优化。

三、基本要求

1、本课程为专业课，要求先修高等数学、传感器原理及其应用、数字电子技术等相关课程，是一门联系数学和自然科学基本理论、涉及多学科多领域的理论与工程实际紧密结合的课程，通过本课程的学习，培养学生的思维推理能力和分析运算能力和对惯性测量系统的分析设计能力，提高学生利用惯性测量方法解决具体工程问题的能力，锻炼学生对复杂工程问题的解决能力。

2、在教学中应注重基本概念与基础知识的传授，理论与实践并重，同时运用类比式和启发式教学，使学生掌握最重要的“微惯性集成测量”概念，了解微惯性系统的集成设计方法与手段，在课堂讲授环节和实验环节中将数学运算和数学变换视为基本工具，重点放在对数学理论分析结果的工程物理意义的解释与应用上，以培养学生对微惯性测量系统的分析设计能力。

3、教师通过微惯性集成测量系统原理、组成、及设计方法的教学，结合实例，提高学生对惯性测控系统的实际分析与设计能力；学生通过实验了解微惯性器件、组件与系统的主要特性参数及其测试方法，能够根据实际应用需求，选择运用合适的微惯性器件进行微惯性集成测量系统设计。

4、微惯性集成测量系统是测控技术在导航定位领域的一种典型应用，因此应重点培养学生对微惯性集成测量系统的分析与设计能力，以及将理论知识运用到实际系统中的技能。

5、本课程是一门实践性很强的课程。要求学生通过实验环节把所学的内容巩固和掌握，要求在 CAI 教室进行授课，并且教学和实验交替进行，并且辅以针对具体工程问题的综合性报告环节，以提高学生对理论知识的综合运用能力。

6、深度和广度说明：对微惯性集成测量系统的基本工作原理、组成结构、设计方法、测试与评价等内容进行深入讲解，对微惯性器件工作原理只做简单说明，对国内外典型微惯

性器件与系统应涵盖广些，对微惯性集成测量系统的设计与应用应重点讲解，对微惯性器件的设计了解即可；微惯性集成测量原理是进行系统设计与测试分析的基础与核心，在整个微惯性集成测量系统的设计与应用中占有非常重要的地位，因此教师要重点讲授以使学生完全掌握，并重点讲授其工程实践意义；为了提高学生的学习兴趣，并取得良好的教学效果，教师在知识讲解的过程中要充分利用问题引导、案例分析等多种教学方法，以进一步提高教学质量。

7、偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：微惯性集成测量系统基本原理、组成结构、设计方法、及器件级/组件级/系统级的特性参数测试标定方法。

本课程在教学方法上，充分利用各种媒体教学手段，采取课堂教学、多媒体课件、验证性实验、课外分组实验方式有机结合，提高教学效率。

1）利用 CAI 形式讲授，辅以重要知识点的板书推导与分析，引导学生理解分析思路；

2）讲授过程和综合性报告中应注重工程实例分析，使学生在运用数学工具分析问题时理解其实际工程含义；

3）理论讲授和实验中应穿插 Matlab 计算机辅助分析和应用知识的介绍。

1 微惯性集成测量系统导论（3 学时）

1.1、本课程在专业课程体系中的地位和作用介绍；

1.2、课程内容、学习方法、讲授方式、评价方式介绍；

1.3、了解惯性技术和微惯性器件的发展历程、发展现状及发展方向。

重点：惯性技术的原理与特点；微惯性器件的原理与特性。

难点：惯性技术和微惯性器件的发展方向与实际应用。

课程思政元素：结合微惯性集成测量系统的分类、原理及发展，引导学生深入理解马克思辩证唯物主义的系统观中坚持用联系的、发展的、全面的观点看世界，并用发展的眼光看待问题。

教学方式：课堂教学 3 学时。

本章内容支撑课程目标 1。

2 微惯性集成测量系统基础知识（3 学时）

2.1、了解地球形状的不同近似模型及重力场特性；

2.2、理解垂线与纬度的概念；

2.3、了解地球的自转运动及自转角速度；

2.4、应用微惯性集成测量系统常用坐标系；

2.5、学会不同坐标系之间的关系及变换方法；

2.6、理解哥氏加速度、绝对加速度与比力加速度的概念。

重点：微惯性集成测量系统常用坐标系及不同坐标系之间的变换方法。

难点：哥氏加速度的概念与计算；绝对加速度与比力加速度的概念及计算。

课程思政元素：结合地球及重力场客观规律特性、不同坐标系转换关系，引导学生深入理解马克思辩证唯物主义的系统观中普遍联系的观点、个体与整体的关系，体现马克思主义的理论自信，并尊重客观规律，从实际出发，努力认识和把握事物的发展规律。

教学方式：课堂讲授 3 学时。

本章内容支撑课程目标 1。

3 微惯性集成测量系统基本原理（6 学时）

3.1、理解二维捷联式微惯性集成测量系统基本工作原理；

3.2、理解三维捷联式微惯性集成测量系统基本工作原理；

3.3、掌握捷联式微惯性集成测量系统机械编排方法；

3.4、掌握捷联姿态表示方法；

3.5、掌握捷联姿态矩阵更新方法；

3.6、掌握导航方程计算方法；

3.7、了解微惯性集成测量系统初始对准方法。

重点：三维捷联式微惯性集成测量系统基本工作原理及捷联姿态矩阵更新方法。

难点：捷联式微惯性集成测量系统机械编排及导航计算方法。

课程思政元素：结合微惯性集成测量系统基本工作原理、捷联姿态矩阵更新方法，引导学生深入理解马克思主义的系统观中量变与质变的辩证关系。量变和质变是不同的，是事物发展中的两种状态，两种形式，但二者又是统一的。它们的统一表现在量变和质变相互依赖相互转化、相互引起、相互渗透等方面：量变是质变的必要准备；质变是量变的必然结果。

教学方式：课堂讲授 6 学时。

本章内容支撑课程目标 1、2。

4 微惯性集成测量系统组成与设计方法（4 学时）

4.1、了解微惯性集成测量系统基本组成；

4.2、运用微惯性集成测量单元配置方法；

4.3、运用微惯性传感器接口电路的基本功能及设计方法；

4.4、了解姿态计算机的基本功能及设计方法；

4.5、了解导航计算机的基本功能及设计方法；

4.6、了解系统工程应用的其它关键技术。

重点：从数学概念、物理概念及工程概念出发，能够熟练运用微惯性传感器接口电路的基本功能及设计方法；了解导航计算机的基本功能及关键技术。

难点：熟练运用微惯性集成测量单元配置方法；微惯性集成测量单元在实际工程中的应用。

课程思政元素：结合微惯性集成测量系统和导航计算机基本组成功能与配置设计方法，引导学生深入理解马克思主义的方法论中矛盾的普遍性。要求我们承认矛盾的普遍性与客观性，敢于承认、揭露矛盾，还要善于全面分析矛盾，坚持两分法，防止片面性。

教学方式：课堂讲授 4 学时，实验教学 3 学时。

本章内容支撑课程目标 1、2。

5 连微惯性集成测量系统测试与评估（4 学时）

5.1、理解测试评估的目的和意义；

5.2、了解常用惯性测试设备；

5.3、掌握微陀螺仪主要特性参数的测试与评估方法；

5.4、掌握微加速度计主要特性参数的测试与评估方法；

5.5、掌握微惯性测量单元的测试与评估方法；

5.6、应用微惯性集成测量系统的测试与评估方法。

重点：掌握陀螺仪、加速度计主要特性参数的测试与评估方法；掌握微惯性测量单元的测试与评估方法。

难点：对微惯性集成测量系统的测试与评估方法进行实际操作与测试。

课程思政元素：结合微惯性集成测量系统中的各种测试与评估方法，引导学生深入理解马克思主义的辩证法中理论与实践的辩证统一关系，必须从实际出发，坚持一般理论和具体实践相结合的原则，并且要有正确的实践方法和工作方法。

教学方式：课堂讲授 4 学时，实验教学 9 学时。

本章内容支撑课程目标 1、2。

五、实验内容

实验环节主要是演示和验证性操作，要求具备实验条件，即具备常用的惯性测试设备；要求学生了解转台等常用惯性测试设备功能；掌握微惯性集成测量系统器件级、组件级与系统级的主要特性参数概念，会选择合适的惯性测试设备设计相应特性参数的测试标定方案；掌握针对实际应用选择合适微惯性器件进行系统集成设计与测试评估的思路与方法。

实验一 微加速度计零偏与标度因数测试（3 学时）

内容：理解微加速度计主要静态特性参数概念的内涵，熟悉常用惯性测试设备，学习利用光学分度头或转台测试标定微加速度计零偏与标度因数的方法与流程，并对微加速度计的

零偏与标度因数进行测试标定。

基本要求：

1、理解微惯性加速度计零偏与标度因数概念的内涵；

2、能够利用光学分度头或转台设计微加速度计零偏与标度因数的测试标定方案；

3、完成加速度计零偏与标度因数的多位置测试标定实验及数据处理。

本章内容支撑课程目标 1。

实验二 微陀螺仪零偏稳定性测试（3 学时）

内容：理解微陀螺仪零偏相关特性参数概念，熟悉常用惯性测试设备，学会利用水平台或转台等测试设备测试标定微陀螺仪零偏稳定性的方法，完成微陀螺仪零偏稳定性测试标定。

基本要求：

1、理解微惯性陀螺仪零偏稳定性概念的内涵；

2、学会利用水平台或转台设计微陀螺仪零偏稳定性的测试标定方案；

3、完成微陀螺仪零偏稳定性测试标定实验及数据处理。

本章内容支撑课程目标 1。

实验三 微惯性集成测量组合主要特性参数测试（3 学时）

内容：掌握微惯性集成测量组合主要特性参数的概念，熟悉常用惯性测试设备，掌握运用常用惯性测试设备对微惯性集成测量组合主要特性参数测试标定的方法。

基本要求：

1、掌握微惯性集成测量组合零偏与标度系数矩阵等特性参数的概念与内涵；

2、掌握微惯性集成测量组合主要特性参数测试标定方案的设计方法；

3、完成微惯性集成测量组合主要特性参数的测试标定试验及数据分析处理。

本章内容支撑课程目标 1、2。

实验四 基于微惯性器件的倾角集成测量系统测试（3 学时）

内容：了解倾角测量系统的功能及主要性能指标，理解基于微惯性器件的倾角集成测量系统基本工作原理，学习利用微惯性器件进行倾角集成测量系统的设计方法，并完成倾角集成测量系统测试。

基本要求：

1、理解基于微惯性器件的倾角集成测量系统基本原理；

2、掌握利用微惯性器件设计倾角集成测量系统思路与方法；

3、完成基于微惯性器件的倾角集成测量系统测试及数据分析处理。

本章内容支撑课程目标 1、2。

六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 绪论	3	0	3
2 微惯性集成测量系统基础知识	3	0	3
3 微惯性集成测量系统基本原理	6	0	6
4 微惯性集成测量系统组成与设计方法	4	3	7
5 微惯性集成测量系统测试与评估	4	9	13
合计	20	12	32

七、教材、补充教材及参考资料

1、刘俊等编著，《微惯性技术》，ISBN 7121019167，电子工业出版社。

2、丁衡高，《微型惯性器件及系统技术》，ISBN 9787118090826，国防工业出版社。

3、王寿荣，《硅微型惯性器件理论及应用》，ISBN 9787810506939，东南大学出版社。

4、秦永元，《惯性导航》，ISBN 9787030394651，北京，科学出版社。

5、邓正隆，《惯性技术》，ISBN 7560322441，哈尔滨工业大学出版社。

6、王新龙，《惯性导航基础》，ISBN 9787561236000，西北工业大学出版社。

7、邓志红，《惯性器件与惯性导航系统》，ISBN9787030346469，科学出版社。

8、高钟毓，《惯性导航系统技术》，ISBN9787302294009，清华大学出版社。

八、达成课程目标的途径和措施

1、考核目标：在考核学生对微惯性集成测量系统基本知识、基本原理与组成的基础上，重点考核学生对微惯性集成测量系统的分析设计与测试评估能力。

2、考核方式考试、实验、课外分组作业、课堂作业及课堂提问。

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	作业	实验	分组大作业	期末考试
课程目标达成的贡献率	0.10	0.10	0.14	0.10	0.56
支撑材料	课堂评价标准，课堂提问记录，结合出勤率等	作业评价标准，典型作业拍照，或电子版	课内实验评价标准，实验课堂记录，典型实验报告	分组作业评价标准，验收记录	试题评分标准，试卷

九、覆盖课程目标达成评价的知识点及权重

知识点	权重	支撑课程目标
1. 微惯性集成测量系统基本工作原理，选择并应用微惯性器件进行微惯性测量系统集成设计的思路与方法	0.20	1
2. 捷联式微惯性集成测量系统机械编排方法	0.10	1
3. 姿态矩阵更新方法和导航方程计算方法	0.30	1,2
4. 微惯性集成测量系统器件级、组件级与系统级的主要特性参数概念，利用常用惯性测试设备搭建测试平台，并设计测试方案，实现对相关参数测试。	0.40	1,2

本课程不可以申请免修。

十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配及考核权重分配

课程目标	知识面比例（本列总和为1）P_i	各环节评价比例分配（每行总和为1）W_{ik}					各环节在课程达成中的占比（所有行列总和为1）$S_{ik}=P_i*W_{ik}$					各环节课程目标考核权重分布（每一列总和为1）$E_{ik}=S_{ik}/M_{ik}$				
		课堂情况	作业	实验	分组大作业	期末考试	课堂情况	作业	实验	分组大作业	期末考试	课堂情况	作业	实验	分组大作业	期末考试
1	0.60	0.10	0.10	0.10	0.10	0.60	0.06	0.06	0.06	0.06	0.36	0.60	0.60	0.43	0.60	0.64
2	0.40	0.10	0.10	0.20	0.10	0.50	0.04	0.04	0.08	0.04	0.20	0.40	0.40	0.57	0.40	0.36
	各环节对课程目标达成的贡献率（M_{ik}）						0.10	0.10	0.14	0.10	0.56	教师出题或布置作业时要尽量做到按照以上比例布局				

采用达成值计算法，辅以对学生的问卷调查法。

课程目标定量评价：

达成值计算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left(\sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ \left(100 \times P_i\right)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A = \left(\sum_i \sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ 100$$

以上公式中：

k 表示不同的评价方式，i 表示不同的课程目标。

G_k 表示第 k 种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$ 是第 k 种评价方式通过第 i 个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

W_{ik} 表示第 k 种评价方式对第 i 个课程目标百分占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

课程目标定性评价：

针对每门课的课程目标，直接设计问题，并要求学生明确给出目标能力达到的程度“很好（0.95）、较好（0.75）、中（0.60）、较差（0.45）、很差（0.25）”，根据各区段统计比例与括号中的目标分值加权后求和得出定性评价的结果。

课程目标达成结果：

同一课程目标的评价，取定性评价和定量评价的平均值，作为最终评价结果。

课程目标达成度大于等于 0.71 为一级达成，大于等于 0.65 为二级达成。

十一、各环节评价标准

本课程允许教师在各评价环节根据具体情况采取多样化、个性化的考核手段，其评价标准应当在《SIE-CT-01：授课计划》中明确并向学生公布，教学过程中的考核评价应当严格按照标准完成。

十二、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，重点是达成值相对较低的项，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

《MATLAB 应用基础》教学大纲

课程编号：Y06060021

课程名称：MATLAB 应用基础　　**开课单位：**仪器与电子学院

总学时：32 (实验 16 学时)　　**学分：**2

适用专业：测控技术与仪器专业、电子科学与技术专业、智能感知工程专业

先修课程：高等数学、线性代数、信号与系统、自动控制基础

大纲撰写人：邵星灵

大纲编写（修订）时间：2019 年 5 月

一、课程在教学计划中的地位、作用

本课程是一门属于计算机辅助设计类的专业课程，是测控技术与仪器专业、电子科学与技术专业、智能感知工程专业的选修课程。MATLAB 语言是当前科学研究中首选的计算机语言，是硬件工程师和软件工程师必须掌握的有效工具，是模拟先进测控系统和现代电子电路的重要仿真与分析平台。该课程的作用是提高学生应用仿真分析方法进行测控与电子电路系统领域实际问题分析的能力，主要任务是讲授 MATLAB 基本操作及 SIMULINK 仿真分析实现与调试方法。通过该课程的学习使学生能够掌握现代测控与电子电路系统设计中 MATLAB 软件的应用特色，使学生能够应用 MATLAB 语言进行实际工程问题的建模、求解与分析验证。

二、课程目标

测控技术与仪器专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	能够根据具体任务需求选择相应的计算机辅助软件工具，能够理解 MATLAB 仿真分析“程序化”、“框图化”的设计理念，能够利用 MATLAB 语言及相应工具箱，开发具有一定复杂度的软件代码，并能够编译、调试与验证；	**指标点 5-1 工具选择与开发：**了解当前主流工具的优点与不足，能针对复杂工程问题特性与需求做出对比选择，并能够开发一定的辅助工具用于解决问题；
2	能够根据给定的工程实际问题技术特征，使用 Simulink 模型库或自定义函数模块，搭建 Simulink 仿真验证平台，开展结果验证与仿真分析工作，能够优化和改进 Simulink 程序。	**指标点 5-2 专业工具使用：**能够针对测控电路或系统建立恰当的模型，并针对涉及到的环节和过程使用专门的 EDA 工具进行设计和仿真，确定功能和工艺参数。

电子科学与技术专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	能够根据具体任务需求选择相应的计算机辅助软件工具，能够理解 MATLAB 仿真分析“程序化”、“框图化”的设计理念，能够利用 MATLAB 语言及相应工具箱，开发具有一定复杂度的软件代码，并能够编译、调试与验证；	**指标点 5-1 工具选择与开发：**了解当前主流工具的优点与不足，能针对复杂工程问题特性与需求做出对比选择，并能够开发一定的辅助工具用于

		解决问题；
2	能够根据给定的工程实际问题技术特征，使用 Simulink 模型库或自定义函数模块，搭建 Simulink 仿真验证平台，开展结果验证与仿真分析工作，能够优化和改进 Simulink 程序。	**指标点 5-2 专业工具使用：**能使用电路系统、总线网络等开发所需的 EDA 工具进行建模/仿真/版图设计，确定功能和工艺参数。

智能感知工程专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	能够根据具体任务需求选择相应的计算机辅助软件工具，能够理解 MATLAB 仿真分析“程序化”、“框图化”的设计理念，能够利用 MATLAB 语言及相应工具箱，开发具有一定复杂度的软件代码，并能够编译、调试与验证；	**指标点 5-1 工具选择与开发：**了解当前主流工具的优点与不足，能针对复杂工程问题特性与需求做出对比选择，并能够开发一定的辅助工具用于解决问题；
2	能够根据给定的工程实际问题技术特征，使用 Simulink 模型库或自定义函数模块，搭建 Simulink 仿真验证平台，开展结果验证与仿真分析工作，能够优化和改进 Simulink 程序。	**指标点 5-2 专业工具使用：**能使用工具对智能信息处理或控制系统进行设计和仿真，确定功能和相关设计参数。

三、基本要求

1、本课程为专业任选课，要求先修高等数学，线性代数等课程，在教学中应注重理论讲授与实验训练相结合的原则，使学生熟练掌握 MATLAB 的操作方法、程序设计方法、Simulink 仿真方法。

2、通过学习 MATLAB 软件语言程序设计及 Simulink 仿真基本方法，结合经典实例演示，提高学生仿真设计与问题分析能力。

3、本课程是一门实践性很强的课程。要求学生通过实验环节把所学的内容进行巩固和掌握，要求在 CAI 教室进行授课，并且教学和实验交替进行。

4、深度和广度说明： MATLAB 基本操作、绘图等部分只做简单介绍；MATLAB 语言程序设计与 Simulink 仿真分析方法要结合工程实例深入讲解。

5、偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：MATLAB 基本操作方法、MATLAB 语言程序设计方法、Simulink 仿真方法。

教学方法：

1）利用 CAI 形式讲授，辅以重要知识点的板书推导与分析，引导学生理解工程问题数学方法分析思路；

2）讲授过程中注重工程实例分析，使学生理解其工程问题仿真分析处理方法；

3）学生分组自主选择测控领域的工程问题进行建模、分析与仿真验证工作，由授课教师对学生完成的质量进行评价。

1　MATLAB 操作基础（4 学时）

1.1、理解 MATLAB 集成环境；

1.2、了解 MATLAB 运行环境、安装、帮助系统及主要功能；

1.3、掌握建立矩阵的方法；

1.4、掌握矩阵的算术运算、关系运算及逻辑运算、矩阵转置、逆运算、方阵行列式及矩阵特征值和特征向量的求法；

1.5、理解 MATLAB 常用数学函数的使用和数据输出格式；

1.6、了解几种特殊矩阵、获得子矩阵的方法、字符串向量、结构数据和单元数据、稀疏矩阵等内容；

1.7、理解利用矩阵分解求解线性方程组的方法；

1.8、了解非线性方程组的求解方法，常微分方程初值问题的数值解法等内容。

重点：MATLAB 基础运算符号及其操作方法与方程组的解法。

难点：微分方程的解法。

本章内容支撑课程目标 1。

2　MATLAB 程序设计（8 学时）

2.1、掌握建立命令文件和函数文件的方法；

2.2、掌握利用三种控制结构进行程序设计的方法；

2.3、理解函数文件、函数调用、全局变量与局部变量等内容；

2.4、掌握程序调试菜单与调试命令的使用。

重点：基础程序流程控制与函数创建及函数调用方法，函数中变量的作用域。

难点：函数嵌套设计与调用。

本章内容支撑课程目标 1、2。

3　MATLAB 绘图（4 学时）

3.1、掌握绘制单个二维数据曲线、绘制多个二维数据曲线的方法；

3.2、理解图形标注与坐标控制、图形窗口分割的方法；

3.3、理解三维曲线、三维曲面的绘制方法；

3.4、了解隐函数绘图、图形修饰处理、图像处理。

重点：二维、三维曲线绘制与标注。

难点：多曲线同时绘制。

本章内容支撑课程目标 1、2。

4　Simulink 仿真基础（8 学时）

4.1、Simulink 操作基础；

4.2、Simulink 仿真参数设置；

4.3、Simulink 仿真模型创建方法；

4.4、Simulink 子系统创建；

4.5、动态系统仿真实例。

重点：Simulink 基础操作及仿真模型与子系统创建；结合一、二阶系统建模仿真进行讲解。

难点：子系统创建与参数设置。

本章内容支撑课程目标 1、2。

5　Simulink 工程仿真（8 学时）

5.1、典型机电系统高抗扰控制方法简介；

5.2、基于 Simulink 的积分鲁棒/自抗扰控制算法设计与验证；

5.3、Simulink 仿真调试。

重点：典型机电系统控制方法原理简介；结合机电系统数学模型和控制方程进行仿真验证。

难点：仿真调试。

本章内容支撑课程目标 1、2。

五、实验内容

实验环节主要是上机操作，要求保证上机条件，即计算机安装 MATLAB 软件全部模块与帮助文档。

实验一　MATLAB 操作基础（2 学时）

内容：熟悉 MATLAB 软件的使用方法；掌握矩阵建立和矩阵元素的访问方法，掌握矩阵相关的各种运输符的使用方法，掌握线性方程组求解方法。

基本要求：

1、熟悉 MATLAB 主要菜单和窗口的功能与操作方法；

2、创建矩阵，并使用各种运算符对矩阵进行运算，掌握矩阵建立和矩阵元素的访问方法，掌握矩阵相关的各种运输符的使用方法；

3、用 MATLAB 解线性方程组。

本实验支撑课程目标 1。

实验二　MATLAB 程序设计实验 1（2 学时）

内容：掌握 MATLAB 程序设计与调试方法。

基本要求：

1、掌握程序设计语句的用法，包含条件判断、循环控制、参数输入输出；

2、掌握程序的调试方法。

本实验支撑课程目标 1、2。

实验三 MATLAB 程序设计实验 2（2 学时）

内容：掌握复杂程序设计方法。

基本要求：

1、掌握函数嵌套调用方法及函数间参数传递方法；

2、掌握程序界面设计方法，学会定制自己的工具箱。

本实验支撑课程目标 1、2。

实验四 MATLAB 绘图实验（2 学时）

内容：掌握 MATLAB 绘制二维图、三维图的绘制与标注方法。

基本要求：

1、掌握二维线性图、条状图、火柴杆图、饼图、极坐标图、对数图的绘制方法；

2、掌握三维曲线、曲面图的绘制方法；

3、掌握图形标注与叠加绘制的方法。

本实验支撑课程目标 1、2。

实验五 Simulink 仿真基础实验 1（2 学时）

内容：掌握 Simulink 仿真模型的建立与仿真参数的设计方法。

基本要求：

1、掌握 Simulink 模块的连接、缩放、旋转、标注方法；

2、掌握 Simulink 创建子系统的方法；

3、掌握 Simulink 仿真参数输入输出方法；

4、熟悉 Simulink 仿真方法参数配置。

本实验支撑课程目标 2。

实验六 Simulink 仿真基础实验 2（2 学时）

内容：一阶二阶系统建模仿真。

基本要求：

1、掌握微积分在 Simulink 中的仿真实现方法；

2、掌握一阶二阶系统建模仿真方法。

本实验支撑课程目标 2。

实验七 Simulink 工程仿真（4 学时）

内容：学生针对给定的机电系统模型进行高抗扰控制器的设计与仿真。

基本要求：

1、说明仿真内容解决的控制问题，及问题的数学模型；

2、进行仿真，并对仿真结果进行分析说明；

3、按照科技论文写作格式要求进行仿真实验报告的撰写。

本实验支撑课程目标 2。

六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 MATLAB 操作基础	2	2	4
2 MATLAB 程序设计	4	4	8
3 MATLAB 绘图	2	2	4
4 Simulink 仿真基础	6	4	10
5 Simulink 工程仿真	2	4	6
小计	16	16	32

七、教材、补充教材及参考资料

1、André Quinquis ，《Digital Signal Processing using MATLAB（第三版）》，ISBN: 978-1-84821-011-0， Printed and bound in Great Britain by Antony Rowe Ltd, Chippenham, Wiltshire.

2、William John，《Introduction to MATLAB for Engineers （Third Edition）》，ISBN 978-0-07-353487-9，RRDonnelly.

3、Karel Perutka，《MATLAB for Engineers –Applications in Control, Electrical Engineering, IT and Robotics》，ISBN 978-953-307-914-1，Published by InTech.

4、薛定宇，陈阳泉，《基于 MATLAB/SIMULINK 的系统仿真技术与应用》，ISBN：7302053413，清华大学出版社。

八、达成课程目标的途径和措施

1、考核目标：在考核学生掌握 Matlab 基本操作方法与程序设计方法的基础上，重点考核学生利用程序设计方法及 Simulink 仿真方法的掌握程度。

2、考核方式：作业、实验、综合性报告、答辩。

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	作业	实验	综合性报告	答辩
课程目标达成的贡献率	0.13	0.30	0.20	0.37
支撑材料	作业评价标准、作业评分登记表	课内实验评价标准，实验课堂记录记录，典型实验报告（可以提交电子版）	综合性报告评价标准，综合性报告评分登记表，典型综合性报告	答辩 PPT 电子版和成绩评价标准

九、覆盖课程目标达成评价的知识点及权重

知识点	权重	支撑课程目标
1、MATLAB 基础运算符号及其操作方法；	0.10	1
2、基础程序流程控制与函数创建及函数调用方法；	0.15	1、2
3、二维、三维曲线绘制与标注；	0.15	2
4、Simulink 基础操作及仿真模型与子系统创建；	0.30	2
5、结合机电系统数学模型和控制方程进行仿真验证；	0.30	2

本课程不可以申请免修。

十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配及考核权重分配

课程目标	知识面比例（本列总和为1）P_i	各环节评价比例分配（每行总和为1）W_{ik}				各环节在课程达成中的占比（所有行列总和为1）$S_{ik}=P_i*W_{ik}$				各环节课程目标考核权重分布（每一列总和为1）$E_{ik}=S_{ik}/M_{ik}$			
		作业	实验	综合性报告	答辩	作业	实验	综合性报告	答辩	作业	实验	综合性报告	答辩
1	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3	0.06	0.09	0.06	0.09	0.46	0.3	0.3	0.24
2	0.7	0.1	0.3	0.2	0.4	0.07	0.21	0.14	0.28	0.54	0.7	0.7	0.76
各环节对课程目标达成的贡献率（M_k）						0.13	0.30	0.20	0.37	教师出题或布置作业时要尽量做到按照以上比例布局			

采用达成值计算法，辅以对学生的问卷调查法。

课程目标定量评价：

达成值计算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left(\sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ \left(100 \times P_i\right)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A = \left(\sum_i \sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ 100$$

以上公式中：

k 表示不同的评价方式，i 表示不同的课程目标。

G_k 表示第 k 种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$ 是第 k 种评价方式通过第 i 个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

W_{ik} 表示第 k 种评价方式对第 i 个课程目标百分占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

课程目标定性评价：

针对每门课的课程目标，直接设计问题，并要求学生明确给出目标能力达到的程度“很好（0.95）、较好（0.75）、中（0.60）、较差（0.45）、很差（0.25）”，根据各区段统计比例与括号中的目标分值加权后求和得出定性评价的结果。

课程目标达成结果：

同一课程目标的评价，取定性评价和定量评价的平均值，作为最终评价结果。

课程目标达成度大于等于 0.71 为一级达成，大于等于 0.65 为二级达成。

十一、各环节评价标准

本课程允许教师在各评价环节根据具体情况采取多样化、个性化的考核手段，其评价标准应当在《SIE-CT-01：授课计划》中明确并向学生公布，教学过程中的考核评价应当严格按照标准完成。

十二、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，重点是达成值相对较低的项，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

《电子设计自动化（EDA）》教学大纲

课程编号：Y06060025

课程名称：电子设计自动化（EDA） **开课单位：仪器与电子学院**

总学时：32 (实验 16 学时) **学分：**2

适用专业：测控技术与仪器专业、电子科学与技术专业、智能感知工程

先修课程：数字电子技术、模拟电子技术

大纲撰写人：王巍

大纲编写（修订）时间：2019 年 5 月

一、课程在教学计划中的地位、作用

电子设计自动化（EDA）是测控技术与仪器及相关专业直接面向应用的实践性教学课程。现代电子电路设计就是使用计算机辅助电路设计，利用计算机绘制电路图，制作印刷电路板，在计算机的辅助下使用可编程逻辑器件完成电路设计，利用计算机进行电路优化。通过该课程的学习使学生掌握现代电子系统设计中电路设计、印制电路板设计的方法和技巧。

二、课程目标

测控技术与仪器专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	熟练运用现代印制电路板设计工具软件 Altium Designer 进行电路原理图设计、PCB 设计及元件库和封装库的管理；	**指标点 5-2 专业工具使用：**能使用电路系统、总线网络等开发所需的 EDA 工具进行建模/仿真/版图设计，确定功能和工艺参数。
2	掌握 Altium Designer 模块分析方法的选择和设置方法，正确处理电路设计中的布局、布线、抗干扰、散热等问题，从而进行优化设计；	**指标点 3-1 按需设计：**能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的电路、系统和工艺流程。并能够针对方案进行优化选择。
3	掌握采用自上而下的电子电路设计思路绘制层次原理图，运用“软件设计硬件”的方法提高应对本专业工程问题的解决能力；	**指标点 2-1 问题识别：**能应用科学原理对测控技术与仪器专业、电子科学与技术专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。

电子科学与技术专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	熟练运用现代印制电路板设计工具软件 Altium Designer 进行电路原理图设计、PCB 设计及元件库和封装库的管理；	**指标点 5-2 专业工具使用：**能使用电路系统、总线网络等开发所需的 EDA 工具进行建模/仿真/版图设计，确定功能和工艺参数。
2	掌握 Altium Designer 模块分析方法的选择和设置方法，正确处理电路设计中的布局、布线、抗干扰、散热等问题，从而进行优化设计；	**指标点 3-1 按需设计：**能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的电路、系统和工艺流程。并能够针对方案进行优化选择。
3	掌握采用自上而下的电子电路设计思路绘制层次原理图，运用“软件设计硬件”的方法提高应对本专业工程问题的解决能力；	**指标点 2-1 问题识别：**能应用科学原理对测控技术与仪器专业、电子科学与技术专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。

智能感知工程专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	熟练运用现代印制电路板设计工具软件 Altium Designer 进行电路原理图设计、PCB 设计及元件库和封装库的管理；	**指标点 5-2 专业工具使用：**能使用工具对智能信息处理或控制系统进行设计和仿真，确定功能和相关设计参数。
2	掌握 Altium Designer 模块分析方法的选择和设置方法，正确处理电路设计中的布局、布线、抗干扰、散热等问题，从而进行优化设计；	**指标点 3-1 按需设计：**能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的信息处理系统、智能控制系统以及工艺流程，并能够针对方案进行优化选择。
3	掌握采用自上而下的电子电路设计思路绘制层次原理图，运用“软件设计硬件”的方法提高应对本专业工程问题的解决能力；	**指标点 2-1 问题识别：**能应用科学原理对智能感知工程专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。

三、基本要求

1、本课程为专业课，要求先修数字电子技术、模拟电子技术课程，在教学中应注重基础知识、基本概念和思维方法的传授，同时运用类比式和启发式教学，使学生掌握最重要的“并行”执行的程序设计概念，掌握相关设计方法与手段，以培养逻辑分析和设计能力。

2、教师通过 EDA 软件的教学，结合经典的实例，提高学生电路设计能力。

3、学生通过上机操作，掌握至少 1 种印制电路板设计工具软件的使用方法，会选择、运用 EDA 软件工具来设计实际电子电路，掌握电子电路自动化设计技巧。

4、本课程是一门实践性很强的课程，要求学生通过实验环节把所学的内容巩固和掌握，要求在 CAI 教室进行授课，并且教学和实验交替进行。

5、深度和广度说明：对制作印制电路板要深入讲解，对原理图设计基础只做简单介绍，原理图元件的编辑方法了解即可，元器件布局和布线、设计规则检测是重点。

6、偏差说明：本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：现代 EDA 技术及其设计方法、电路原理图的基本绘图方法、电路原理图的分析方法和分析工具、集成库使用方法、PCB 制版中的一些布局布线原则、利用向导创建元器件 PCB 封装等。

本课程在教学方法上，充分利用各种媒体教学手段，采取课堂教学、多媒体课件、验证性实验及课后师生微信交流等方式有机结合，提高教学效率。

为了提高学生的学习兴趣，并取得良好的教学效果，教师在知识讲解的过程中要充分利用问题引导、案例分析等多种教学方法，以进一步提高教学质量。

1 概述（1 学时）

1.1、电子设计自动化的基本概念

1.2、Altium Designer 的安装、编辑界面和系统设置等

1.3、电路板的设计流程（重点）

本章内容支撑课程目标 1。

2 原理图设计基础（3 学时）

2.1、理解原理图的一般设计流程和基本原则

2.2、创建新项目及文件、如何设置图纸及其它参数等

2.3、电路原理图工具的使用；SCH 编辑和 Libraries 面板使用（重点、难点）

2.4、图形工具栏的使用方法

本章内容支撑课程目标 1。

3 绘制原理图（2 学时）

3.1、原理图元件的放置、位置调整、属性设置、删除、复制、粘贴、选取操作方法

3.2、使用原理图布线工具绘制电路原理图的方法（重点）

3.3、原理图编辑报表的管理及检查

本章内容支撑课程目标 1。

4 元件集成库设计与管理（3 学时）

4.1、原理图元件的编辑方法（重点、难点）

4.2、使用工具栏绘制元件封装

4.3、使用向导创建元件封装（重点、难点）

本章内容支撑课程目标 1、2。

5 设计层次原理图（2 学时）

5.1、层次原理图的设计方法（难点）

5.2、原理图文件和方块电路符号互相生成方法

本章内容支撑课程目标 1、3。

6 印制电路板设计基础（2 学时）

6.1、PCB 板设计的基本原则（重点）

6.2、PCB 各工具栏、状态栏的使用方法

6.3、电路板工作层的设置（重点、难点）

本章内容支撑课程目标 1，2。

7 制作印制电路板（3 学时）

7.1、Altium Designer 布线的流程

7.2、网络表与元件的装入（重点）

7.3、元器件布局和布线（重点、难点）

7.4、设计规则检测（DRC）

本章内容支撑课程目标 1，2。

五、实验内容

实验环节主要是上机操作，要求保证上机条件，即具备常用的 EDA 软件工具；要求学生熟炼掌握至少 1 种常用 EDA 软件的使用方法；掌握在开发环境下绘图和查找错误的方法。

16 个学时共完成 8 个实验，8 个为正常课内实验。

实验一电路原理图设计基础`（2 学时）

内容：Altium Designer 软件的安装方法，通过学习掌握电路原理图的基本绘图方法及各主要菜单及命令的使用。

基本要求：

1、掌握 Altium Designer 的基本操作；

2、掌握设计管理器的使用和设计环境的设置，熟悉常用元件库和各主要菜单及命令的使用；

3、掌握电路原理图的基本绘图方法；

本实验支撑课程目标 1。

实验二设计电路原理图（2 学时）

内容：掌握绘制原理图的基本步骤，会加载和移除元件库，并查找元器件，会给放置好的元件自动编号。

基本要求：

1、掌握电路原理图的分析方法和分析工具；

2、绘制完整电路原理图并利用分析工具进行纠错和修改；

本实验支撑课程目标 1。

实验三设计层次原理图（2 学时）

内容：

层次原理图中方块电路的绘制和端口的设置。

基本要求：

1、掌握层次性原理图的绘制方法；

2、了解层次性原理图的结构；

本实验支撑课程目标 1、3。

实验四编译项目及生成原理图报表（2 学时）

内容：

以 555 定时器组成的振荡器电路原理图为例，生成该原理图的 ERC 表、网络表、元器件列表。

基本要求

1、掌握原理图的网络表文件、元器件列表文件的生成方法；

2、掌握原理图文件的编译方法，对 ERC 报告文件中的错误能够及时纠正；

此实验要求学生完成某个运算放大器应用电路的设计。

本实验支撑课程目标 1。

实验五原理图元件库的管理（2 学时）

内容：

理解集成库功能，学习 PCB 封装制作。

基本要求

1、熟悉元器件封装库编辑环境；

2、创建 PCB 库；

3、利用向导创建元器件 PCB 封装；

4、手动绘制元器件 PCB 封装；

本实验支撑课程目标 1、2。

实验六印制电路板设计基础（2 学时）

内容：

学习 PCB 制版中的一些布局布线原则，掌握 PCB 版图制作方法。

基本要求

1、掌握网络表的调入与编辑，熟悉网络管理器的使用；

2、掌握自动布局布线的规则设置；

3、学习 PCB 制版中的一些布局布线原则；

此实验涵盖了印制电路版图绘制技巧及元件封装绘制方法等知识点。

本实验支撑课程目标 1、2。

实验七稳压电源 PCB 板设计（2 学时）

内容：

设计稳压电源电路原理图、PCB 版图。

基本要求

1、熟悉稳压电源电路的主要特性参数；

2、掌握稳压电源电路的设计要点；

本实验支撑课程目标 1、2、3。

实验八单片机最小系统的 PCB 板设计（2 学时）

内容：

设计单片机最小系统的 PCB 板

基本要求

1、对 PCB 板进行 DRC 操作和排除违规错误；

2、利用向导规划电路板；

3、按照要求对 PCB 板自动及手动布局和布线；

本实验支撑课程目标 1、2、3。

六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 概述	1	0	1
2 原理图设计基础	3	2	5
3 绘制原理图	2	4	6
4 元件集成库设计与管理	3	2	5
5 设计层次原理图	2	2	4
6 PCB 印制电路板设计基础	2	2	4
7 制作印制电路板	3	4	7
合计	16	16	32

七、教材、补充教材及参考资料

1、周润景，《Altium Designer 原理图与 PCB 设计》，电子工业出版社.2019.1

2、李崇伟，《Altium Designer 19 PCB 设计官方指南》，清华大学出版社.2019 年 6 月

3、天工在线，《Altium Designer 17 电路设计与仿真从入门到精通 131 集同步视频 106 个实例案例》，水利水电出版社.2018.4。

八、课程目标达成的途径和措施

1、考核目标：考核学生对 Altium Designer 软件设计方法的掌握程度。

2、考核方式：期末大作业、实验报告及课堂提问。

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	实验	期末大作业
课程目标达成的贡献率	0.20	0.20	0.60
支撑材料	课堂评价标准，课堂提问记录或随堂考试，结合出勤率等	课内实验评价标准，实验课堂记录，实验报告	设计报告评分标准

九、覆盖课程目标达成评价的知识点及权重

知识点	权重	支撑课程目标
1、概述；	0.05	1
2、原理图设计基础；	0.1	1
3、绘制原理图；	0.2	1
4、元件集成库设计与管理；	0.15	1、2
5、设计层次原理图；	0.1	1、3
6、PCB 印制电路板设计基础；	0.2	1、2
7、制作印制电路板。	0.2	1、2

学生可以依据仪器与电子学院相关文件，以允许的第二课堂成果折算单项成绩，与对应知识点加权累计达到 75（含）以上，且对所有课程目标的支撑不能有缺项，即可申请本门课程免修。

十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配及考核权重分配

课程目标	知识面比例（本列总和为1）P_i	各环节评价比例分配（每行总和为1）W_{ik}			各环节在课程达成中的占比（所有行列总和为1）$S_{ik}=P_i*W_{ik}$			各环节课程目标考核权重分布（每一列总和为1）$E_{ik}=S_{ik}/M_{ik}$		
		课堂情况	实验报告	期末大作业	课堂情况	实验报告	期末大作业	课堂情况	实验报告	期末大作业
1	0.6	0.2	0.2	0.6	0.12	0.12	0.36	0.6	0.8	0.8
2	0.2	0.2	0.2	0.6	0.04	0.04	0.12	0.2	0.1	0.1
3	0.2	0.2	0.2	0.6	0.04	0.04	0.12	0.2	0.1	0.1
各环节对课程目标达成的贡献率（M_k）					0.2	0.2	0.6	教师出题或布置作业时要尽量做到按照以上比例布局		

采用达成值计算法，辅以对学生的问卷调查法。

课程目标定量评价：

达成值计算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left(\sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ \left(100 \times P_i\right)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A = \left(\sum_i \sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ 100$$

以上公式中：

k 表示不同的评价方式，i 表示不同的课程目标。

G_k 表示第 k 种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$ 是第 k 种评价方式通过第 i 个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

W_{ik} 表示第 k 种评价方式对第 i 个课程目标百分占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

课程目标定性评价：

针对每门课的课程目标，直接设计问题，并要求学生明确给出目标能力达到的程度“很好（0.95）、较好（0.75）、中（0.60）、较差（0.45）、很差（0.25）”，根据各区段统计比例与括号中的目标分值加权后求和得出定性评价的结果。

课程目标达成结果：

同一课程目标的评价，取定性评价和定量评价的平均值，作为最终评价结果。

课程目标达成度大于等于 0.71 为一级达成，大于等于 0.65 为二级达成。

十一、各环节评价标准

本课程允许教师在各评价环节根据具体情况采取多样化、个性化的考核手段，其评价标准应当在《SIE-CT-01：授课计划》中明确并向学生公布，教学过程中的考核评价应当严格按照标准完成。

十二、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，重点是达成值相对较低的项，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

《光电探测技术》教学大纲

课程编号：Y06060027

课程名称：光电探测技术 **开课单位：仪器与电子学院**

总学时：32 (实验 10 学时) **学分：**2

适用专业：测控技术与仪器专业、电子科学与技术专业、智能感知工程专业

先修课程：大学物理、模拟电子技术、数字电子技术、半导体物理、传感器原理及设计

大纲撰写人：刘文耀

大纲编写（修订）时间：2019 年 5 月

一、课程在教学计划中的地位、作用

光电探测技术是一门将传统的光学技术与现代微电子技术、计算机技术紧密结合在一起的一门高新技术，以光电技术为支撑的光电子产业是当今世界各国争相发展的支柱产业，是竞争激烈、发展最快的信息技术产业的主力军。这一技术具有高精度、高速度、远距离、大量程、非接触测量和寿命长等特点，目前已经渗透到诸多科学领域，在工业、农业、军事、航空航天以及日常生活中均得到了广泛的应用。课程内容以光电探测的物理原理、光电探测器、光电信号探测与处理和典型光电探测系统分析为主线，使学生理解掌握光电探测系统的总体框架，形成较完整的光电技术知识体系，具备光电探测所涉及的器件分析、设计能力。

二、课程目标

测控技术与仪器专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	能够掌握辐射度和光度学基本概念、光电探测器中的常见光源，光电导探测器，光伏探测器，光电子发射探测器，热探测器，光电图像探测器等方面的基本理论知识和应用技术。	**指标点 1-1 知识体系：**具备本专业相关的数学、自然科学、工程基础和专业等多方面的知识。
2	能够了解典型光电器件的基本原理结构、特性参数和典型应用，借助光电信号的转换电路与探测方法，能设计简单的光电探测系统，并通过对领域最新进展的调研，提出系统的改善和优化方法。	**指标点 4-1 领域现状认知能力：**了解电子、微电子或仪器领域背景及经典案例，能够针对复杂工程问题提出研究思路和分析方法，并有意识地将实验结果用于指导解决方案的改善和优化。

电子科学与技术专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	能够掌握辐射度和光度学基本概念、光电探测器中的常见光源，光电导探测器，光伏探测器，光电子发射探测器，热探测器，光电图像探测器等方面的基本理论知识和应用技术。	**指标点 1-1 知识体系：**具备本专业相关的数学、自然科学、工程基础和专业等多方面的知识。
2	能够了解典型光电器件的基本原理结构、特性参数和典型应用，借助光电信号的转换电路与探测方法，能设计简单的光电探测系统，并通过对领域最新进展的调研，提出系统的改善和优化方法。	**指标点 4-1 领域现状认知能力：**了解电子、微电子或仪器领域背景及经典案例，能够针对复杂工程问题提出研究思路和分析方法，并有意识地将实验结果用于指导解决方案的改善和优化。

智能感知工程专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	能够掌握辐射度和光度学基本概念、光电探测器中的常见光源，光电导探测器，光伏探测器，光电子发射探测器，热探测器，光电图像探测器等方面的基本理论知识和应用技术。	**指标点 1-1 知识体系**：具备本专业相关的数学、自然科学、计算机和电子学工程基础及传感、控制等多方面的知识。
2	能够了解典型光电器件的基本原理结构、特性参数和典型应用，借助光电信号的转换电路与探测方法，能设计简单的光电探测系统，并通过对领域最新进展的调研，提出系统的改善和优化方法。	**指标点 4-1 领域现状认知能力**：了解智能感知工程专业领域背景及经典案例，能够针对复杂工程问题提出研究思路和分析方法，并有意识地将实验结果用于指导解决方案的改善和优化。

三、基本要求

1、本课程为专业课，要求先修大学物理、模拟电子技术、传感器原理及设计、测控电路设计、半导体物理等课程，在教学中应注重基础知识、基本概念的回顾，同时运用类比式教学，使学生能快速掌握相近的概念，如辐射度和光度学、光电导探测器和光伏探测器等。

2、教师应处理好各知识点之间的关系，在讲解每个知识点之后，能结合实例及典型应用，使学生对整个知识体系有个更全面、更深刻的理解，可以为以后的系统设计工作打下基础。

3、因为光电探测技术发展较快，而目前的教材中部分内容已跟不上最新技术的发展，所以教学过程中教师应该针对前沿的进展适当地扩充讲授内容，最好能将最新相关科研成果融入在教学内容，拓宽学生的视野。

4、课程讲授中可以适当拓展光电仪器的发展历程，如微光夜视仪、红外探测器等，写其在我国的重要意义与发展历程，及在国防和民用安全中意义；或者以我国为光学仪器发展做过贡献的人为例，激发学生向他们学习，鼓励学生以极致的态度对待事情，具有精雕细琢，精益求精、追求更完美的精神理念。

5、深度和广度说明：本课程从工程技术中应用光电器件的角度出发，理论方面力求清楚易懂，阐述各种光电现象和光电效应；光电探测器件是课程的重点，它们的原理、结构、性能参数和应用要详细讲解。光电探测器件的偏置电路、光电探测电路的静态和动态设计、噪声与抑制前置放大电路适当了解。

6、偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：辐射度和光度学基本概念、光电探测器中的常见光源，光

电导探测器，光伏探测器，光电子发射探测器，热探测器，光电图像探测器等方面的基本理论知识和应用技术。

本课程在教学方法上，充分利用各种媒体教学手段，采取课堂教学、多媒体课件、课外分组实验方式有机结合，提高教学效率。也可登录大学 MOOC 观看视频资料：《光电技术》。为了提高学生的学习兴趣，并取得良好的教学效果，教师在知识讲解的过程中要充分利用问题引导、案例分析等多种教学方法，以进一步提高教学质量。此外，光电探测技术发展较快，固定的教材有时跟不上最新技术的发展，所以教学过程中须更新内容，能够将前沿的相关科研成果引入教学过程，提高学生们的学习兴趣。

1 绪论（1 学时）

1.1、本课程在专业课程体系中的地位和作用介绍；

1.2、课程内容、学习方法、讲授方式、评价方式介绍；

1.3、光电探测技术的内涵及发展；

本章内容支撑课程目标 2。

2 辐射度与光度学基础（2 学时）

2.1、掌握辐射度与光度学概念；

2.2、掌握辐射度与光度学的基本物理量；（重点）

2.3、了解辐射度与光度学的基本定律。（难点）

本章内容支撑课程目标 1。

3 光电仪器中常用的光源（2 学时）

3.1、熟悉光源的基本特性参数；（重点）

3.2、了解气体放电光源和固体发光光源特点；

3.3、了解激光器的基本原理和分类；

3.4、了解半导体激光器特性与应用领域。（重点、难点）

本章内容支撑课程目标 1、2。

4 光辐射探测器的理论基础（2 学时）

4.1、了解半导体的光电效应；（重点）

4.2、了解光电探测器中的噪声信号；

4.3、熟悉探测器的主要特性参数。（重点）

本章内容支撑课程目标 1。

5 真空光电器件（3 学时）

5.1、掌握光电管与光电倍增管的工作原理及主要特性参数；（重点）

5.2、熟悉光电倍增管的供电和信号输出电路；（重点、难点）

5.3、了解微通道板光电倍增管。

本章内容支撑课程目标 1、2。

6 半导体光电导器件（4 学时）

6.1、熟悉光电导探测器的原理与结构；（重点）

6.2、了解光敏电阻的主要特性参数；

6.3、了解光敏电阻的基本偏置电路；（难点）

6.4、了解光敏电阻的典型应用。

本章内容支撑课程目标 1、2。

7 半导体结型光电器件（4 学时）

7.1、掌握结型光电器件原理；（重点、难点）

7.2、熟悉硅光电池特性；

7.3、熟悉硅光电二极管和硅光电三极管特性及选型；（重点）

7.4、了解光电变换电路；（难点）

7.5、熟悉特殊结型光电器件。（难点）

本章内容支撑课程目标 1、2。

8 光电成像器件（2 学时）

8.1、掌握变像管和像增强器的工作原理；（重点）

8.2、熟悉电荷耦合器件的工作原理及其典型应用；（重点、难点）

8.3、了解 CMOS 图像传感器的工作原理及其典型应用。（难点）

本章内容支撑课程目标 1、2。

9 常用红外光电探测技术（2 学时）

9.1、了解红外探测器的基本原理；

9.2、了解热电偶与热释电探测器；（难点）

9.3、了解红外探测器的典型应用。

本章内容支撑课程目标 1、2。

五、实验内容

实验环节主要是利用现有的操作台和光电元件，进行简单光电探测系统的搭建，以实现巩固课堂所学内容的目的。要求学生熟悉半导体光电导器件、结型光电器件的特性参数与应用环境；掌握主要光电器件的工作原理，并能动手搭建简单的光电探测系统，并能从实验曲线中探究相关的物理特性。

10 个学时共完成 5 个实验，均为正常课内实验。分配 1 学时用来讲解实验要求和指导，学生课外完成后，再分配 1 学时组织讨论与检查。

实验一光敏电阻特性测试及应用（3 学时）

内容：分别测出两种光敏电阻的亮电流，并做性能比较。画出伏安特性曲线。

基本要求：

1、测试光敏电阻的暗电阻，亮电阻，光电阻；

2、光敏电阻的暗电流，亮电流，光电流；

3、光敏电阻的光谱特性；

4、光敏电阻的伏安特性；

5、绘制曲线图，总结规律。

本章内容支撑课程目标 1、2。

实验二光敏管的应用—光控电路（2 学时）

内容：设计基于光敏管的光控电路，在不同光照条件下验证光强对电路影响。

基本要求：

1、了解光敏管的基本原理；

2、学会光敏管的使用方法；

3、设计并验证光控电路；

4、根据暗通电路原理，设计亮通电路。

此实验要求完成光电器件的原理、光敏管在使用方法、基本电路的设计。

本章内容支撑课程目标 2。

实验三光敏三极管特性测试及应用（3 学时）设计性

内容：测出给定光敏三极管对不同光谱的响应曲线，总结使用光敏三极管时对光源的选择规律。

基本要求：

1、搭建测量电路；

2、判断光敏三极管 C、E 极性，测试光敏三极管的伏安特性；

3、分别用不同光源照射光敏三极管光敏面，测试光电流的大小；

3、选用不同颜色的发光二极管，连接光源电路；绘制光谱响应曲线。

此实验要求完成光敏三极管在使用方法、光源的电路的设计。

本章内容支撑课程目标 1、2。

实验四衍射光栅-距离测试实验（1学时）

内容：研究衍射光栅位移测量原理，测试位移-光斑距离输出曲线。

基本要求：

1、理解衍射光栅距离测量的基本原理；

2、观察光电检测系统的结构；

3、测试出位移-光斑距离曲线。

本章内容支撑课程目标 2。

实验五光电位置敏感器件—PSD（1学时）

内容：验证PSD的原理，找出光斑大小与输出电流之间的关系。测试给定系统位移-电压曲线，求出其灵敏度。

基本要求：

1、了解PSD的光电特性；

2、测试位移检测系统的输出曲线。

此实验要求学生完成选择光源，PSD器件，PSD的信号处理电路，画出光路图。

本章内容支撑课程目标 2。

六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 绪论	1	0	1
2 辐射度与光度学基础	2	0	2
3 光电仪器中常用的光源	2	1	3
4 光辐射探测器的理论基础	2	0	2
5 真空光电器件	3	2	5
6 半导体光电导器件	4	4	8
7 半导体结型光电器件	4	3	7
8 光电成像器件	2	0	2
9 常用红外光电探测技术	2	0	2
合计	22	10	32

七、教材、补充教材及参考资料

1、《光电技术》，杨应平，胡昌奎，陈梦苇等编著，清华大学出版社，2019 (2)

2、《光电技术》，江文杰等主编，(第 2 版)2014 年，科学出版社

3、《Optoelectronics and Photonics-Principle and Practics》,S.O.Kasap，电子工业出版社，2003

4、《光电探测与信号处理》，安毓英曾晓东冯喆珺编著，科学出版社，2009.12

5、《CCD/CMOS 图像传感器基础与应用》，米本和也著，科学出版社，2007 年

6、《光电技术与实验》，江月松主编，北京理工大学出版社，2000.5

7、视频资料：《光电技术》，中国大学 MOOC，资料链接：http://www.icourse163.org/course/WHUT-1205966810。

八、课程目标达成的途径和措施

1、考核目标：在考核学生对光电探测器中的常见光源，光电导探测器，光伏探测器，光电子发射探测器，热探测器，光电图像探测器等基本理论知识和应用技术的基础上，重点考核学生对典型光电器件的基本原理结构、特性参数和典型应用的理解，并能设计简单的测

试系统，通过对领域最新进展的调研，提出改善和优化方法。

2、考核方式：课堂情况、作业、实验、课程考查报告。

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	作业	实验	课程考查报告
课程目标达成的贡献率	0.10	0.13	0.31	0.46
支撑材料	课堂评价标准，课堂提问记录或随堂考试，结合出勤率等	作业评价标准，典型作业拍照，或电子版	课内实验评价标准，实验课堂记录记录，典型实验报告	课程考查报告评分标准，课程考查报告，

九、覆盖课程目标达成评价的知识点及权重

知识点	权重	支撑课程目标
1、辐射度与光度学概念及基本物理量	0.15	1
2、半导体激光光源的基本特性参数	0.10	1、2
3、半导体的光电效应，探测器的主要特性参数	0.10	1
4、光电管与光电倍增管的工作原理及主要特性参数	0.15	1、2
5、光电导探测器的原理与结构	0.15	1、2
6、结型光电器件原理，硅光电二极管光电池特性及选型	0.20	1、2
7、CCD 的工作原理与典型应用	0.10	1、2
8、热电偶与热释电探测器的原理与应用	0.05	1、2

本课程不可以申请免修。

十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配及考核权重分配

课程目标	知识面比例（本列总和为1）P_i	各环节评价比例分配（每行总和为1）W_{ik}				各环节在课程达成中的占比（所有行列总和为1）$S_{ik}=P_i*W_{ik}$				各环节课程目标考核权重分布（每一列总和为1）$E_{ik}=S_{ik}/M_{ik}$			
		课堂情况	作业	实验	期末考查报告	课堂情况	作业	实验	期末考查报告	课堂情况	作业	实验	期末考查报告
1	0.6	0.1	0.15	0.25	0.5	0.06	0.09	0.15	0.3	0.60	0.69	0.48	0.65
2	0.4	0.1	0.1	0.4	0.4	0.04	0.04	0.16	0.16	0.40	0.31	0.52	0.35
各环节对课程目标达成的贡献率（M_k）						0.10	0.13	0.31	0.46	教师出题或布置作业时要尽量做到按照以上比例布局			

采用达成值计算法，辅以对学生的问卷调查法。

课程目标定量评价：

达成值计算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left(\sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ \left(100 \times P_i\right)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A = \left(\sum_i \sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ 100$$

以上公式中：

k 表示不同的评价方式，i 表示不同的课程目标。

G_k 表示第 k 种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$ 是第 k 种评价方式通过第 i 个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

W_{ik} 表示第 k 种评价方式对第 i 个课程目标百分占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

课程目标定性评价：

针对每门课的课程目标，直接设计问题，并要求学生明确给出目标能力达到的程度“很好（0.95）、较好（0.75）、中（0.60）、较差（0.45）、很差（0.25）”，根据各区段统计比例与括号中的目标分值加权后求和得出定性评价的结果。

课程目标达成结果：

同一课程目标的评价，取定性评价和定量评价的平均值，作为最终评价结果。

课程目标达成度大于等于 0.71 为一级达成，大于等于 0.65 为二级达成。

十一、各环节评价标准

本课程允许教师在各评价环节根据具体情况采取多样化、个性化的考核手段，其评价标准应当在《SIE-CT-01：授课计划》中明确并向学生公布，教学过程中的考核评价应当严格按照标准完成。

十二、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，重点是达成值相对较低的项，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实

《物联网技术概论》教学大纲

课程编号：Y06060032

课程名称：物联网技术概论 **开课单位：仪器与电子学院**

总学时：16 **学分：**1

适用专业：测控技术与仪器专业、智能感知工程专业

先修课程：计算机基础、计算机网络、传感器技术、通信系统

大纲撰写人：甄国涌

大纲编写（修订）时间：2019 年 5 月

一、课程在教学计划中的地位、作用

本课程是一门专业选修课程。该课程主要介绍物物互联过程中涉及的相关技术。通过该课程的学习，能让学生对物物互联架构、信息获取、传输、信息处理有一个系统的认识，为学生设计、优化物联网实现方案打下一定的基础。

二、课程目标

测控技术与仪器专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	能够分析物联网的架构及其信息感知、传输及处理过程。	**指标点 1-1 知识体系：**具备本专业相关的数学、自然科学、光学和电子学工程基础及传感、测试、仪器等多方面的知识。
2	能够针对工程问题特定需求，结合物联网的典型案例，提出构建物联网的方案并进行优化分析。	**指标点 4-1 领域现状认知能力：**了解测控技术与仪器专业领域背景及经典案例，能够针对复杂工程问题提出研究思路和分析方法，并有意识地将实验结果用于指导解决方案的改善和优化。

智能感知工程专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	能够分析物联网的架构及其信息感知、传输及处理过程。	**指标点 1-1 知识体系：**具备本专业相关的数学、自然科学、计算机和电子学工程基础及传感、控制等多方面的知识。
2	能够针对工程问题特定需求，结合物联网的典型案例，提出构建物联网的方案并进行优化分析。	**指标点 4-1 领域现状认知能力：**了解智能感知工程专业领域背景及经典案例，能够针对复杂工程问题提出研究思路和分析方法，并有意识地将实验结果用于指导解决方案的改善和优化。

三、基本要求

1、本课程课时较短，需要学生通过视频及预习在课前做好准备。

2、深度和广度说明：对物联网中信息感知等内容结合传感器技术应用组织教学；对于物联网中识别、编码、定位等结合典型应用进行教学；信息传输要结合物联网的特点展开分析讨论；对于典型系统要进行细致分析，使学生对于物联网关键技术有深入的认识。

3、偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内

容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：物联网的相关概念、架构、网络标识、通信、定位、数据处理、安全及隐私及相关行业标准。

1　物联网概述（1 学时）

1.1、了解物联网的起源及发展；

1.2、了解物联网的相关概念；

1.3、掌握物联网的技术体系。

重点：物联网技术体系架构。

本章内容支撑课程目标 1

2　物联网架构技术（3 学时）

2.1、掌握物联网结构；

2.2、了解未来的物联网架构技术；

2.3、通过典型案例学习，掌握构建物联网的方案及评价。

重点：物联网分层结构。

本章内容支撑课程目标 1、2

3　标识技术（1 学时）

3.1、掌握标识与自动识别技术；

3.2、掌握不同的标识体系；

3.3、掌握电子产品编码。

重点：信息生成技术。

难点：物联网系统编码设计。

本章内容支撑课程目标 1、2

4　通信技术（1 学时）

4.1、了解无线低速网络；

4.2、了解移动通信网络；

4.3、了解设备对设备通信技术（M2M）。

重点：M2M 实现途径。

本章内容支撑课程目标 1

5 网络技术（1 学时）

5.1、了解非接触射频识别系统（RFID）；

5.2、了解 EPC 信息网络系统；

5.3、了解无线传感器网络；

5.4、了解宽带网络技术；

5.5、了解无线网格网；

5.6、了解云计算网络。

重点：不同网络架构的异同。

本章内容支撑课程目标 1、2

6 网络定位和发现技术（1 学时）

6.1、了解 GPS 全球定位系统；

6.2、了解蜂窝基站定位；

6.3、了解新兴定位系统（AGPS）；

6.4、了解无线室内环境定位；

6.5、了解传感器网络节点定位技术；

6.6、了解传感器网络时间同步技术。

重点：定位的原理和技术实现。

本章内容支撑课程目标 1、2

7 软件、服务和算法技术（1 学时）

7.1、了解环境感知型中间件；

7.2、了解嵌入式软件；

7.3、了解微型操作系统；

7.4、了解面向服务架构；

7.5、了解物联网海量数据存储与查询；

7.6、了解物联网数据融合及路由。

重点：软件在物联网系统中的作用。

本章内容支撑课程目标 1、2

8 硬件技术（1 学时）

8.1、了解微电子机械系统（MEMS）；

8.2、了解移动设备内置传感器硬件平台；

8.3、了解数字化传感器及网络接口技术。

重点：案例中硬件平台的设计。

本章内容支撑课程目标 1、2

9 数据和信号处理技术（1 学时）

9.1、了解可扩展标记语言；

9.2、了解高性能计算；

9.3、了解海量数据数据库技术；

9.4、了解语义网；

9.5、了解智能决策算法；

9.6、了解人工智能技术；

9.7、了解人机交互技术。

重点：信号处理技术的发展方向。

本章内容支撑课程目标 1、2

10 发现与搜索引擎技术（1 学时）

10.1、了解 WEB 搜索引擎工作原理；

10.2、了解物联网搜索引擎；

10.3、了解服务发现技术。

重点：发现与搜索引擎性能评价。

本章内容支撑课程目标 1、2

11 关系网络管理技术（1 学时）

11.1、了解网络管理的热点技术；

11.2、了解分布式网络管理技术；

11.3、了解分布式数据库/资料集合管理。

重点：网络管理的对象及方法。

本章内容支撑课程目标 1、2

12 电源和能量储存技术（1 学时）

12.1、了解能源采集转换技术；

12.2、了解能量储存（电池）技术；

12.3、了解无线供电技术。

重点：物联网电源需求的特异性和实现。

本章内容支撑课程目标 1

13 安全与隐私技术（1 学时）

13.1、了解物联网安全性内涵；

13.2、了解 RFID 标签安全机制；

13.3、了解无线传感器网络安全机制；

13.4、了解物联网身份识别技术；

13.5、了解信息隐藏；

13.6、了解未来的物联网安全与隐私技术。

重点：物联网安全实现途径。

本章内容支撑课程目标 1、2

14 标准化和相关技术（1 学时）

14.1、了解射频识别（RFID）标准化工作；

14.2、了解无线传感器网络（WSN）标准化工作；

14.3、了解设备对设备（M2M）标准化工作。

重点：标准化的目的及方法。

本章内容支撑课程目标 1

五、实验内容

无。

六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 物联网概述	1	0	1
2 物联网架构技术	3	0	3
3 标识技术	1	0	1
4 通信技术	1	0	1
5 网络技术	1	0	1
6 网络定位和发现技术	1	0	1
7 软件、服务和算法技术	1	0	1
8 硬件技术	1	0	1
9 数据和信号处理	1	0	1
10 发现与引擎技术	1	0	1
11 关系网络管理技术	1	0	1
12 电源和能量储存技术	1	0	1
13 安全与隐私技术	1	0	1
14 标准化和相关技术	1	0	1
合计	16	0	16

七、教材、补充教材及参考资料

1、李联宁，《物联网技术基础教程》，ISBN9787302422020，清华大学出版社 2019.07。

2、马静，《物联网基础教程》，ISBN9787302302445，清华大学出版社，2012-11

3、张新程，《物联网构建技术》，ISBN 9787115255396，人民邮电出版社，2011-07。

4、赵健，《物联网概述》，ISBN 9787302303489，清华大学出版社，2013-02。

5、欧境波《物联网应用技术》资料链接：https://edu.51cto.com/topic/2153.html

八、课程目标达成的途径和措施

1、考核目标：学生对物联网的实现架构和技术体系的分析、设计能力。

2、考核方式：作业、报告。

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	作业	报告
课程目标达成的贡献率	0.46	0.54
支撑材料	作业评价标准，典型作业拍照，或电子版	报告评价标准，典型报告拍照，或电子版

九、覆盖课程目标达成评价的知识点及权重

知识点	权重	支撑课程目标
1 物联网概述	0.0625	1
2 物联网架构技术	0.1875	1、2
3 标识技术	0.0625	1、2
4 通信技术	0.0625	1
5 网络技术	0.0625	1、2
6 网络定位和发现技术	0.0625	1、2
7 软件、服务和算法技术	0.0625	1、2
8 硬件技术	0.0625	1、2
9 数据和信号处理	0.0625	1、2
10 发现与引擎技术	0.0625	1、2
11 关系网络管理技术	0.0625	1、2
12 电源和能量储存技术	0.0625	1
13 安全与隐私技术	0.0625	1、2
14 标准化和相关技术	0.0625	1

学生可以依据仪器与电子学院相关文件，以允许的第二课堂成果折算单项成绩，与对应知识点加权累计达到 75（含）以上，且对所有课程目标的支撑不能有缺项，即可申请本门课程免修。

十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配及考核权重分配

课程目标	知识面比例（本列总和为1）P_i	各环节评价比例分配（每行总和为1）W_{ik}		各环节在课程达成中的占比（所有行列总和为1）$S_{ik}=P_i*W_{ik}$		各环节课程目标考核权重分布（每一列总和为1）$E_{ik}=S_{ik}/M_{ik}$	
		作业	报告	作业	报告	作业	报告
1	0.6	0.5	0.5	0.3	0.3	0.65	0.56
2	0.4	0.4	0.6	0.16	0.24	0.35	0.44
各环节对课程目标达成的贡献率（M_k）				0.46	0.54	教师出题或布置作业时要尽量做到按照以上比例布局	

采用达成值计算法，辅以对学生的问卷调查法。

课程目标定量评价：

达成值计算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left(\sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ \left(100 \times P_i\right)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A = \left(\sum_i \sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ 100$$

以上公式中：

k 表示不同的评价方式，i 表示不同的课程目标。

G_k 表示第 k 种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$ 是第 k 种评价方式通过第 i 个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

W_{ik} 表示第 k 种评价方式对第 i 个课程目标百分占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

课程目标定性评价：

针对每门课的课程目标，直接设计问题，并要求学生明确给出目标能力达到的程度“很好（0.95）、较好（0.75）、中（0.60）、较差（0.45）、很差（0.25）”，根据各区段统计比例与括号中的目标分值加权后求和得出定性评价的结果。

课程目标达成结果：

同一课程目标的评价，取定性评价和定量评价的平均值，作为最终评价结果。

课程目标达成度大于等于 0.71 为一级达成，大于等于 0.65 为二级达成。

十一、各环节评价标准

本课程允许教师在各评价环节根据具体情况采取多样化、个性化的考核手段，其评价标准应当在《SIE-CT-01：授课计划》中明确并向学生公布，教学过程中的考核评价应当严格按照标准完成。

十二、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，重点是达成值相对较低的项，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

《ANSYS》教学大纲

课程编号：Y06060108

课程名称：ANSYS　　**开课单位：仪器与电子学院**

总学时：32（实验 16 学时）　　**学分：**2

适用专业：测控技术与仪器专业、智能感知工程

先修课程：工程力学、精密仪器零件设计

大纲撰写人：董和磊

大纲编写（修订）时间：2019 年 5 月

一、课程在教学计划中的地位、作用

本课程是一门属于特种传感与系统集成类的专业方向选修课。ANSYS 可为测控技术与仪器专业中传感器原理及应用、精密仪器零件设计、测试系统设计提供结构分析和设计工具。本课程学习的重点包括建模与网格化、静力学分析、动力学分析、优化设计，提高学生对硅微惯性器件、电子器件、集成电路在可靠性、抗过载能力、适应恶劣环境方面的设计和分析能力，有助于 MEMS 系统的设计和应用，尤其是对有志从事 MEMS 设计和研究开发的人员非常有用。

二、课程目标

测控技术与仪器专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	能够通过分析将相关复杂工程问题转化为技术问题，并利用 Ansys 软件进行相应的器件设计，且能对器件结构设计方案进行优化选择；	**指标点 3-1 按需设计：**能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的传感器、测控系统以及工艺流程，并能够针对方案进行优化选择。
2	能够正确理解 Ansys 有限元仿真结果，并能对数据进行分析处理，得到有效结论，反馈指导器件结构设计的改进与优化；	**指标点 4-3 实验结果分析：**能正确采集、整理、综合实验数据及相关信息，对多因素实验结果进行关联处理，得到有效结论，提出优化方案。
3	能够使用 Ansys 软件工具实现压力传感器、加速度计、微陀螺等传感器的仿真设计，确定器件材料选型、结构及关键尺寸参数。	**指标点 5-2 专业工具使用：**能使用工具对测控电路或系统进行设计和仿真，确定功能和相关设计参数。

智能感知工程专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	能够通过分析将相关复杂工程问题转化为技术问题，并利用 Ansys 软件进行相应的器件设计，且能对器件结构设计方案进行优化选择；	**指标点 3-1 按需设计：**能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的信息处理系统、智能控制系统以及工艺流程，并能够针对方案进行优化选择。
2	能够正确理解 Ansys 有限元仿真结果，并能对数据进行分析处理，得到有效结论，反馈指导器件结构设计的改进与优化；	**指标点 4-3 实验结果分析：**能正确采集、整理、综合实验数据及相关信息，对多因素实验结果进行关联处理，得到有效结论，提出优化方案。

3	能够使用 Ansys 软件工具实现压力传感器、加速度计、微陀螺等传感器的仿真设计，确定器件材料选型、结构及关键尺寸参数。	**指标点 5-2 专业工具使用：**能使用工具对智能信息处理或控制系统进行设计和仿真，确定功能和相关设计参数。

三、基本要求

1、本课程为专业选修课程，要求先修工程力学、精密仪器零件设计。通过本课程的学习，培养学生的创新设计能力和仿真能力，提高学生解决实际问题的能力。

2、在教学过程中应注重新原理、新结构的传感器和测试系统设计与启发，利用 Ansys 如何完成结构仿真，以提升知识实用水平。

3、在理论教学中要展示三个以上传感器的专题设计，并在实验教学让学生选择性实现仿真设计。

4、本课程是一门实践性很强的课程。要求学生通过实验环节把所学的理论知识与工程实践联系起来，并能举一反三。要求在 CAI 教室进行授课，并且教学和实验交替进行。

6、深度和广度说明：对传感器的结构设计思路及问题、网格化、加载设置、动力学分析和优化设计、器件级仿真等内容要深入讲解；对结构建模、和软件操作、后处理等内容熟悉就行；对系统级仿真和工艺级仿真了解即可。

7、偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

四、教学内容和教学方法

四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：传感器的设计思想、设计方法和仿真技术。仿真技术主要包括传感器器件级仿真，有建模与网格化、静力学分析、模态分析、瞬态分析、谐响应分析和结构优化设计。所应用的软件是 ANSYS，Comsol 可作为验证软件。

本课程在教学方法上，充分利用各种媒体教学手段，采取课堂教学、多媒体课件、验证性实验、课外分组实验方式有机结合，提高教学效率。

ANSYS 在传感器设计、微执行器设计、测试系统设计中占有非常重要的地位，因此教师要重点讲授以使学生完全掌握。

为了提高学生的学习兴趣，并取得良好的教学效果，教师在知识讲解的过程中要充分利用问题引导、案例分析、实验操作等多种教学方法，以进一步提高教学质量。

1　绪论及基础知识（2 学时）

1.1、Ansys 的设计对象和任务；

1.2、Ansys 工具及功能；（重点）

1.3、Ansys 的设计思路及问题（难点）；

1.4、传感器和测试系统设计的目标及任务；

1.5、课程的考察要求。

本章内容支撑课程目标 1。

2　ANSYS 的建模与网格划分技术（2 学时）

2.1、ANSYS 的工作平面和坐标系统；

2.2、ANSYS 建模及高级操作技术；（重点）

2.3、结构原型及问题抽象模型；

2.4、ANSYS 的网格划分与优化技术；（难点）

2.5、物理问题与 ANSYS 的单元选择。

本章内容支撑课程目标 1。

3　基本载荷、求解及后处理（2 学时）

3.1、载荷的施加方法和多载荷步加载技术；（难点）

3.2、ANSYS 的求解设置及求解技术；

3.3、数据路径设计及结果显示技术；

3.4、求解的优化设计思想及方法。（重点）

本章内容支撑课程目标 1、2。

4　静力学分析（2 学时）

4.1、线性分析及应用；

4.2、非线性分析及应用；（难点）

4.3、静力加载与求解设置及后处理。（重点）

本章内容支撑课程目标 2、3。

5　动力学分析（4 学时）

5.1、熟练掌握模态分析；

5.2、熟练掌握瞬态分析、谐响应分析；（重点）

5.3、了解有预应力的和大变形结构的模态分析。（难点）

本章内容支撑课程目标 2、3。

6　结构优化设计（4 学时）

6.1、掌握优化设计思想及方法；（重点）

6.2、掌握优化设计过程及步骤；

6.3、优化设计的应用及案例分析。（难点）

本章内容支撑课程目标 1、3。

五、实验内容

实验环节主要是上机操作，要求保证上机条件，即具备常用的 EDA 软件工具，以开展演示和验证性操作，要求学生掌握 MEMS 加速度计、压力传感器的器件级仿真，达到能够设计针对测控专业复杂工程问题的解决方案和能够对相关复杂工程问题进行预测与模拟。

16 个学时共完成 4 个实验，实验前由老师进行实验演示，讲解重点和难点，之后由学生实际操作完成所演示的实验，过程中可以进行讨论和对共性问题进行讲解。

实验一 ANSYS 基本操作练习（2 学时）

内容：练习 ANSYS 软件的功能操作，建立模型并网格化，学习模态分析方法，了解静态加载及求解操作，并进行数据后处理展示。

基本要求：

1、掌握 ANSYS 软件的构成及界面；

2、掌握 ANSYS 软件的基本命令和操作；

3、掌握 ANSYS 软件的功能；

4、掌握简单微结构的建模与网格划分。

本实验支撑课程目标 1。

实验二悬臂梁质量块的实体建模与仿真（4 学时）

内容：进一步练习 ANSYS 软件的操作，实际操作建立模型并网格化，学习模态分析方法，了解静态加载及求解操作。

基本要求：

1、掌握建立模型的方法和命令；

2、掌握对模型的网格化的基本方法；

3、掌握模态分析及静态分析的方法；

4、掌握后处理的基本操作。

本实验支撑课程目标 1、2。

实验三加速度计的设计与仿真（4 学时）

内容：练习模型建立及网格划分的高级方法，运用所掌握的 ANSYS 知识，完成模态分析和静态分析，学习瞬态分析及谐响应分析。

基本要求：

1、掌握瞬态分析的方法；

2、掌握协响应分析方法；

3、掌握对实验结果进行分析的方法。

本实验支撑课程目标 2、3。

实验四压力传感器的设计与优化（6 学时）

内容：熟悉 ANSYS 优化设计的原理及操作方法，练习函数加载方法，完成模态分析和瞬态分析，在老师的指导下完成压力传感器的优化设计。

基本要求：

1、掌握 ANSYS 优化设计环境的基本操作；

2、掌握优化设计结构建模及仿真的方法；

3、了解结构优化设计的思想及步骤。

本实验支撑课程目标 1、3。

六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 绪论及基础知识	2	0	2
2 ANSYS 的建模与网格划分技术	2	2	4
3 基本载荷、求解及后处理	2	2	4
4 静力学分析	2	2	4
5 动力学分析	4	4	8
6 结构优化设计	4	6	10
合计	16	16	32

七、教材、补充教材及参考资料

1、丁毓峰，《ANSYS12.0 有限元分析完全手册》，ISBN 9787121123047，电子工业出版社，2011。

2、博弈创作室，《ANSYS 9.0 经典产品基础教程与实例详解》，ISBN 7508435427，水利水电出版社，2006。

3、王新敏，《ANSYS 工程结构数值分析》，ISBN 9787114068102，人民交通出版社，2007。

4、王新敏等，《ANSYS 结构分析单元与应用》，ISBN 9787114092404，人民交通出版社，2011。

八、课程目标达成的途径和措施

1、考核目标：考核学生对结构和系统的设计实现能力，重点实现静力学分析、动力学分析和结构优化分析。采取措施：案例教学。

2、考核方式：实验、报告。

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	作业	单项实验	综合设计实验验收	综合设计实验报告
课程目标达成的贡献率	0.10	0.10	0.40	0.05	0.35
支撑材料	课堂评价标准，课堂提问记录或随堂考试，结合出勤率等	作业评价标准，典型作业拍照，或电子版	课内实验评价标准，实验课堂记录，实验报告	综合设计评价标准，综合设计报告	

九、覆盖课程目标达成评价的知识点及权重

知识点	权重	支撑课程目标
1、ANSYS 的功能，结构分析分类，进行 ANSYS 分析的基本步骤	0.10	1
2、ANSYS 建模及高级操作技术、网格划分与优化技术；	0.20	1
3、静力学分析步骤，静力加载与求解设置及后处理方法	0.20	1、2
4、动力学分析的目的、分析类型	0.10	2
5、模态分析、谐响应分析、瞬态动力学分析基本概念、分析步骤	0.20	2、3
6、优化设计思想、方法及应用；	0.20	1、3

学生可以依据仪器与电子学院相关文件，以允许的第二课堂成果折算单项成绩，与对应知识点加权累计达到 75（含）以上，且对所有课程目标的支撑不能有缺项，即可申请本门课程免修。

十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配及考核权重分配

课程目标	知识面比例（本列总和为 1）P_i	各环节评价比例分配（每行总和为 1）W_{ik}					各环节在课程达成中的占比（所有行列总和为 1）$S_{ik}=P_i*W_{ik}$					各环节课程目标考核权重分布（每一列总和为 1）$E_{ik}=S_{ik}/M_{ik}$				
		课堂情况	作业	单项实验	综合设计实验验收	综合设计实验报告	课堂情况	作业	单项实验	综合设计实验验收	综合设计实验报告	课堂情况	作业	单项实验	综合设计实验验收	综合设计实验报告
1	0.50	0.10	0.20	0.40	0.00	0.30	0.05	0.10	0.20	0.00	0.15	0.50	1.00	0.50	0.00	0.43
2	0.30	0.10	0.00	0.40	0.10	0.40	0.03	0.00	0.12	0.03	0.12	0.30	0.00	0.30	0.60	0.34
3	0.20	0.10	0.00	0.40	0.10	0.40	0.02	0.00	0.08	0.02	0.08	0.20	0.00	0.20	0.40	0.23
环节对课程目标达成的贡献率（M_k）							0.10	0.10	0.40	0.05	0.35	教师出题或布置作业时要尽量做到按照以上比例布局				

采用达成值计算法，辅以对学生的问卷调查法。

课程目标定量评价：

达成值计算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left(\sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ \left(100 \times P_i\right)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A = \left(\sum_i \sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ 100$$

以上公式中：

k 表示不同的评价方式，i 表示不同的课程目标。

G_k 表示第 k 种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$ 是第 k 种评价方式通过第 i 个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

W_{ik} 表示第 k 种评价方式对第 i 个课程目标百分占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

课程目标定性评价：

针对每门课的课程目标，直接设计问题，并要求学生明确给出目标能力达到的程度“很好（0.95）、较好（0.75）、中（0.60）、较差（0.45）、很差（0.25）”，根据各区段统计比例与括号中的目标分值加权后求和得出定性评价的结果。

课程目标达成结果：

同一课程目标的评价，取定性评价和定量评价的平均值，作为最终评价结果。

课程目标达成度大于等于 0.71 为一级达成，大于等于 0.65 为二级达成。

十一、各环节评价标准

本课程允许教师在各评价环节根据具体情况采取多样化、个性化的考核手段，其评价标准应当在《SIE-CT-01：授课计划》中明确并向学生公布，教学过程中的考核评价应当严格按照标准完成。

十二、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，重点是达成值相对较低的项，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

《文献检索专题》教学大纲

课程编号：Y07060005

课程名称：文献检索专题 **开课单位：仪器与电子学院**

总学时：8 **学分：**0.5

适用专业：智能感知工程专业、测控技术与仪器专业、电子科学与技术专业

先修课程：大学英语、专业基础课

大纲撰写人：黄堃

大纲编写（修订）时间：2019 年 5 月

一、课程在教学计划中的地位、作用

《文献检索专题》是培养学生信息情报意识，掌握手工方式和计算机方式检索文献信息、获取知识和情报的一门科学方法课。该课程对学生的文献收集、专业综合素质方面起到重要的支撑作用。

本课程为本学科及相关学科文献信息源使用及检索的基本工具，涉及文献信息检索的基本知识，对培养学生应用文献检索工具与参考工具书的使用，熟知国内外常用网络检索系统，掌握如何获得与利用文献信息的方法，增强自学能力与研究能力具有重要作用。

二、课程目标

智能感知工程专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	能够使学生掌握信息资源检索的手段、类型以及原理。	**指标点 2-4 信息获取能力：**掌握文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法，能通过该手段获取行业内解决同类问题的方法与效果，支撑自己的方案，并理解其差距与优势。
2	能够独立地根据检索课题选用适当的检索工具或数据库，能够综合利用多种检索工具或数据库完成检索课题。	**指标点 5-3 其它手段与资源：**能够充分利用高级语言、通用数据处理软件和字处理等其它信息技术工具与资源，提高工作效率。
3	能够根据相应检索结果进行信息筛选，写出检索报告。	**指标点 12-2 学习能力：**掌握正确的学习方法，具备通过学习不断提高、不断调整自己适应行业发展和环境变化的能力。

测控技术与仪器专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	能够使学生掌握信息资源检索的手段、类型以及原理。	**指标点 2-4 信息获取能力：**掌握文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法，能通过该手段获取行业内解决同类问题的方法与效果，支撑自己的方案，并理解其差距与优势。
2	能够独立地根据检索课题选用适当的检索工具或数据库，能够综合利用多种检索工具或数据库完成检索课题。	**指标点 5-3 其它手段与资源：**能够充分利用高级语言、通用数据处理软件和字处理等其它信息技术工具与资源，提高工作效率和效果。
3	能够根据相应检索结果进行信息筛选，写出检索报告。	**指标点 12-2 学习能力：**根据研究现状和未来发展趋势，结合自身发展需求，能够在相关工程时间活动中主动搜集、获取、更新相关知识和技能，不断调整自己适应行业发展和环境变化的能力。

电子科学与技术专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	能够使学生掌握信息资源检索的手段、类型以及原理。	**指标点 2-4 信息获取能力：**掌握文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法，能通过该手段获取行业内解决同类问题的方法与效果，支撑自己的方案，并理解其差距与优势。
2	能够独立地根据检索课题选用适当的检索工具或数据库，能够综合利用多种检索工具或数据库完成检索课题。	**指标点 5-3 其它手段与资源：**能够充分利用高级语言、通用数据处理软件和字处理等其它信息技术工具与资源，提高工作效率和效果。
3	能够根据相应检索结果进行信息筛选，写出检索报告。	**指标点 12-2 学习能力：**根据研究现状和未来发展趋势，结合自身发展需求，能够在相关工程时间活动中主动搜集、获取、更新相关知识和技能，不断调整自己适应行业发展和环境变化的能力。

三、基本要求

1、本课程要求学生掌握典型的信息来源和检索技术手段；掌握常用国内外检索工具使用的方法和技术；学生需具备基本的信息处理分析和提炼筛选的能力；能够独立的综合利用多种检索工具或数据库完成专业课题检索。

2、深度和广度说明：

1）以中文数据库检索方法为重点，讲授中国学术期刊网络出版总库、中文科技期刊数据库检索组成及方法，以中文著名期刊数据库如万方、超星为例讲解科技知识检索；适当讲述专利、以及硕博士论文关键技术检索；

2）外文数据库（主要是英文）检索方法，重点讲述 Springer Link、Science Direct、Web of Science 等数据库组成以及检索要点，适当讲述 EI、Inspec 的检索及使用方法；

3）鉴于本课程很强的实践性，可以适当增加学生的实践动手能力，同时辅助讲解，重点讲述文献综述的写作要点和技巧。

3、偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：文献信息检索的一般概念、基本原理、检索方法和技术；常用的中外文数据库、电子图书、特种文献；网络信息的检索方法、步骤及规则；设置综合检索课题，引导学生得到较好的检索结果。

本课程在教学方法上，充分利用 CAI 形式讲授，并结合图书馆信息资源实践操作，引

导学生如何高效检索所需资料文献，让学生获得更多的锻炼机会。

为了提高学生的学习兴趣，并取得良好的教学效果，教师在实践操作的过程中要充分利用检索案例指导，以进一步提高教学质量。

1 绪论（1 学时)

1.1、文献信息基本知识；

1.2、信息检索基础知识；

1.3、计算机检索技术及方法。

重点：信息检索基础的基本概念及基础知识。

难点：对信息检索的正确认识。

教学方式：课堂教学 1 学时。

本内容支撑课程目标 1。

2 常用中文数据库检索方法（2 学时）

2.1、中国学术期刊网络出版总库、中文科技期刊数据库检索组成及方法；

2.2、万方数据资源信息检索系统、超星电子图书、书生之家电子图书等数据库的检索组成及方法；

2.3、专利及学位论文的检索、使用方法；

2.4、会议文献、标准文献的检索及使用方法；

2.5、检索实践，中文数据库检索常用方法及检索技巧。

重点：中国学术期刊网络出版总库、中文科技期刊数据库检索组成及方法；万方数据资源信息检索系统、超星电子图书等检索方法；纸质书籍的检索方法及关键技术。

难点：中文检索报告的组成及书写要点。

教学方式：课堂教学 2 学时。

本内容支撑课程目标 2、3。

3 常用外文数据库检索方法（2 学时）

3.1、Springer Link，Science Direct 的检索组成及方法；

3.2、Dialog 国际联机检索系统，Web of Knowledge 等检索组成及方法；

3.3、EI、Inspec 的检索及使用方法；

3.4、检索实践，外文检索报告的组成及书写要点。

重点：Springer Link，Science Direct 的检索组成及方法；Dialog 国际联机检索系统，Web of Knowledge 等检索组成及方法；

难点：外文检索报告的组成及书写要点。

教学方式：课堂教学 2 学时。

本内容支撑课程目标 2、3。

4 常用网络信息检索（1 学时）

4.1、百度及百度学术、雅虎、谷歌及谷歌学术搜索引擎组成及使用方法；

4.2、网络信息检索报告的撰写。

重点：百度学术、谷歌学术中、外文搜索组成及使用方法；

难点：相关性文献的检索方法及技巧、检索报告的写作。

教学方式：课堂教学 1 学时。

本内容支撑课程目标 2、3。

5 **文献综合检索**（2 学时）

5.1、文献综合检索方法；

5.2、文献综合检索实验，相关文献综合检索及检索报告。

重点：文献综合检索方法；

难点：综合检索报告的写作。

教学方式：课堂教学 2 学时。

本内容支撑课程目标 3。

五、实验内容

无

六、学时分配

章节名称	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 绪论	1	0	1
2 常用中文数据库检索方法	1	1	2
4 常用国外数据库检索方法	1	1	2
5 常用网络信息检索与利用	1	0	1
6 文献综合检索	0	2	2
合计	4	4	8

七、教材、补充教材及参考资料

1. 文献信息检索。凤元杰主编，陈文清范全青黄天青副主编。科学出版社。

2. 文献信息检索与利用。陈冬花主编，王新荣王铭礼副主编。上海交通大学出版社。

3. 电子文献检索教程。胡光林李雪萍主编。上海交通大学出版社。

4. 网络信息检索实用教程。郜峻，刘文科。电子工业出版社。2010-1-1。

八、课程目标达成的途径和措施

1、考核目标：在考核学生对文献信息检索基本原理和方法的基础上，重点考核学生综合运用中外文数据库搜索的运用能力、搜索引擎、以及现代外文网络工具进行综合检索的能力。

2、考核方式：作业、检索实验、课堂与检索报告

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂	作业	检索实验	综合性报告
课程目标达成的贡献率	0.16	0.16	0.22	0.46
支撑材料	课堂情况记录表、学生出勤表	作业评价标准、作业评分登记表	检索实践作业评价标准，作业报告（可以提交电子版）	综合性报告评价标准，综合性报告评分登记表，典型综合性报告

九、覆盖课程目标达成评价的知识点及权重

知识点	权重	支撑课程目标
1、信息检索基础的基本概念及基础知识	0.10	1
2、常用中文数据库检索方法	0.2	2、3
3、常用英文数据库检索方法	0.2	2、3
4、常用网络数据库检索方法	0.2	2、3
5、综合检索方法及报告写作	0.3	3

本课程不可以申请免修。

十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配及考核权重分配

课程目标	知识面比例（本列总和为 1）P_i	各环节评价比例分配（每行总和为 1）W_{ik}				各环节在课程达成中的占比（所有行列总和为 1）$S_{ik}=P_i*W_{ik}$				各环节课程目标考核权重分布（每一列总和为 1）$E_{ik}=S_{ik}/M_{ik}$			
		课堂	作业	检索实验	综合性报告	课堂	作业	检索实验	综合性报告	课堂	作业	检索实验	综合性报告
1	0.1	0.40	0.10	0.10	0.40	0.04	0.01	0.01	0.04	0.25	0.06	0.05	0.09
2	0.3	0.20	0.01	0.30	0.40	0.06	0.03	0.09	0.12	0.38	0.19	0.41	0.26
3	0.6	0.10	0.20	0.20	0.50	0.06	0.12	0.12	0.3	0.37	0.75	0.54	0.65
各环节对课程目标达成的贡献率（M_k）						0.16	0.16	0.22	0.46	教师出题或布置作业时要尽量做到按照以上比例布局			

采用达成值计算法，辅以对学生的问卷调查法。

课程目标定量评价：

达成值计算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left(\sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ \left(100 \times P_i\right)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A = \left(\sum_i \sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ 100$$

以上公式中：

k 表示不同的评价方式，i 表示不同的课程目标。

G_k 表示第 k 种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$ 是第 k 种评价方式通过第 i 个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

W_{ik} 表示第 k 种评价方式对第 i 个课程目标百分占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

课程目标定性评价：

针对每门课的课程目标，直接设计问题，并要求学生明确给出目标能力达到的程度“很好（0.95）、较好（0.75）、中（0.60）、较差（0.45）、很差（0.25）”，根据各区段统计比例与括号中的目标分值加权后求和得出定性评价的结果。

课程目标达成结果：

同一课程目标的评价，取定性评价和定量评价的平均值，作为最终评价结果。

课程目标达成度大于等于 0.71 为一级达成，大于等于 0.65 为二级达成。

十一、各环节评价标准

本课程允许教师在各评价环节根据具体情况采取多样化、个性化的考核手段，其评价标准应当在《SIE-CT-01：授课计划》中明确并向学生公布，教学过程中的考核评价应当严格按照标准完成。

十二、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，重点是达成值相对较低的项，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

《毕业设计专题》教学大纲

课程编号：Y07060006

课程名称：毕业设计专题　　**开课单位：仪器与电子学院**

总学时：8　　**学分：**0.5

适用专业：测控技术与仪器专业、电子科学与技术专业、智能感知工程专业

先修课程：无

大纲撰写人：甄国涌

大纲编写（修订）时间：2019 年 5 月

一、课程在教学计划中的地位、作用

《毕业设计专题》是对毕业设计过程进行指导的选修课程。该课程主要说明毕业设计过程、各过程中要完成的工作及如何做好每个过程。通过该课程的学习，可以使学生对毕业设计过程有较全面的认识，更好的完成毕业设计教学环节。

二、课程目标

测控技术与仪器专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	能够确定毕业设计任务书中任务涉及的知识点及相关的表征参数。	**指标点 2-1 问题识别：**能应用科学原理对测控技术与仪器专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。
2	能够通过调研、资料及实验界定任务要求并确定自己的实现方案。	**指标点 2-4 信息获取能力：**掌握文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法，能通过该手段获取行业内解决同类问题的方法与效果，支撑自己的方案，并理解其差距与优势。
3	能够识别毕业设计过程中包括流程、文档、管理等应遵循的规范。	**指标点 3-2 非技术因素：**在方案设计的过程中，能够考虑并分析社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素的影响。
4	通过典型案例的学习，能够分析和优化在毕业设计中体现低功耗、电磁辐射及相关行业标准的实现方案。	**指标点 7-1 环境影响评价：**充分了解本专业工程实践所使用的原材料、工艺、生产过程对各类资源的消耗情况，能合理评价生产试验和产品运行过程中可能产生的功耗、噪声、辐射、废料对环境的影响。
5	通过典型案例的学习，能够分析和优化在毕业设计开题及方案设计中实现环境友好的设计路线及方案。	**指标点 7-2 环保设计与环保意识：**接受过相关的环保教育及环保案例教育，了解国家可持续发展的理念，在工程设计中体现保护环境、维持社会可持续发展的意识。

电子科学与技术专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	能够确定毕业设计任务书中任务涉及的知识点及相关的表征参数。	**指标点 2-1 问题识别：**能应用科学原理对电路系统、物联网及现场总线等领域专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。
2	能够通过调研、资料及实验界定任务要求并确定自己的实现方案。	**指标点 2-4 信息获取能力：**掌握文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法，能通过该手段获取行业内解决同类问题的方法与效果，支撑自己的方案，并理解其差距与优势。
3	能够识别毕业设计过程中包括流程、文档、管理等应遵循的规范。	**指标点 3-2 非技术因素：**设计方案的过程中，能够考虑并分析社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素的影响。
4	通过典型案例的学习，能够分析和优化在毕业设计中体现低功耗、电磁辐射及相关行业标准的实现方案。	**指标点 7-1 环境影响评价：**充分了解本专业工程实践所使用的原材料、工艺、生产过程对各类资源的消耗情况，能合理评价生产试验和产品运行过程中可能产生的功耗、噪声、辐射、废料对环境的影响。
5	通过典型案例的学习，能够分析和优化在毕业设计开题及方案设计中实现环境友好的设计路线及方案。	**指标点 7-2 环保设计与环保意识：**接受过相关的环保教育及环保案例教育，了解国家可持续发展的理念，在工程设计中体现保护环境、维持社会可持续发展的意识。

智能感知工程专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	能够确定毕业设计任务书中任务涉及的知识点及相关的表征参数。	**指标点 2-1 问题识别：**能应用科学原理对智能感知工程专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。
2	能够通过调研、资料及实验界定任务要求并确定自己的实现方案。	**指标点 2-4 信息获取能力：**掌握文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法，能通过该手段获取行业内解决同类问题的方法与效果，支撑自己的方案，并理解其差距与优势。
3	能够识别毕业设计过程中包括流程、文档、管理等应遵循的规范。	**指标点 3-2 非技术因素：**在方案设计的过程中，能够考虑并分析社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素的影响。
4	通过典型案例的学习，能够分析和优化在毕业设计中体现低功耗、电磁辐射及相关行业标准的实现方案。	**指标点 7-1 环境影响评价：**充分了解本专业工程实践所使用的原材料、工艺、生产过程对各类资源的消耗情况，能合理评价生产试验和产品运行过程中可能产生的功耗、噪声、辐射、废料对环境的影响。
5	通过典型案例的学习，能够分析和优化在毕业设计开题及方案设计中实现环境友好的设计路线及方案。	**指标点 7-2 环保设计与环保意识：**接受过相关的环保教育及环保案例教育，了解国家可持续发展的理念，在工程设计中体现保护环境、维持社会可持续发展的意识。

三、基本要求

1、本课程在毕业设计开始前安排。

2、教师要多组织互动讨论，提高学生参与度，使学生了解如何做好毕业设计。

3、深度和广度说明：对毕业设计过程中涉及的工作内容要深入讲解，对于毕业设计所涉及的软硬件的基础工作只做简单介绍，对毕业设计如何安排、验证等尽可能做拓展讲解；毕业设计开题报告和说明书撰写要重点讲解。

4、偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：毕业设计的目的和意义、毕业设计过程及包含的文档及要做的工作、毕业设计选题以及任务书的构成、对于毕业设计题目进行总体设计，并学会运用先修课程中的基础理论对总体设计进行初步验证及毕业答辩组织等。

1 概述（2 学时）

1.1、了解毕业设计的目的及意义；

1.2、了解毕业设计过程；

1.3、掌握毕业设计过程包含的文档及要做的工作。

重点：毕业设计中包含的文档。

本章内容支撑课程目标 3

2 选题及任务书（2 学时）

2.1、了解选题的内涵，选题原则；

2.2、掌握沟通内容，分析设计题目合理性；

2.3、掌握任务书构成。

重点：明确选题合理性

本章内容支撑课程目标 1

3 毕业设计开题（2 学时）

3.1、掌握撰写开题依据原则、方法；

3.2、掌握设计方案编制应包含的内容；

3.3、掌握关键实验、仿真等工作的开展目的和设计方法；

3.4、掌握电路或系统在低功耗设计、电磁兼容设计及相关设计标准的实现方法。

重点：设计方案编制方法

难点：设计方案中技术途径

本章内容支撑课程目标 2、4

4 毕业设计及说明书撰写、答辩（2 学时）

4.1、了解设计工作安排；

4.2、掌握毕业设计中电路或系统对环境的影响；

4.3、掌握毕业设计说明书构成及撰写原则；

4.4、了解毕业答辩材料的组织及答辩规则。

重点：设计说明书内容及答辩

本章内容支撑课程目标 3、5

五、实验内容

无。

六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 概述	2	0	2
2 选题及任务书	2	0	2
3 毕业设计开题	2	0	2
4 毕业设计及说明书撰写、答辩	2	0	2
合计：	8	0	8

七、教材、补充教材及参考资料

1、郑霞忠，黄正伟，《科技论文写作与文献检索》，ISBN978-7-3-7-10025-1，武汉大学出版社 2012.09。

2、怎样做文献综述六步走向成功 http://vdisk.weibo.com/s/ualzvM5m6bHqn。

3、华莹，董婷，《高校学校毕业设计（论文）指导教程电气工程类专业》，ISBN978-7-5170-3083-6 ，中国水利水电出版社 2015.05。

4、董锦凤,《毕业设计指导电类》,ISBN7-5606-1480-9,西安电子科技大学出版社 2005.02。

5、吴振谦《工科学生如何做毕业设计》资料链接：

https://video.tudou.com/v/XMTM4Njk3MzE5Ng==.html?spm=a2hzp.8253876.0.0&f=26244724

八、课程目标达成的途径和措施

1、考核目标：学生对毕业设计规范、过程、开题报告撰写、设计说明书撰写及毕业答辩组织的认识及相关工作开展方法的掌握情况。

2、考核方式：作业、报告。

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	作业	报告
课程目标达成的贡献率	0.55	0.45
支撑材料	作业评价标准，典型作业拍照，或电子版	报告评价标准，典型报告拍照，或电子版

九、覆盖课程目标达成评价的知识点及权重

知识点	权重	支撑课程目标
1 概述	0.25	3
2 选题及任务书	0.25	1
3 毕业设计开题	0.25	2、4
4 毕业设计及说明书撰写、答辩	0.25	3、5

本课程不可以申请免修。

十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配及考核权重分配

课程目标	知识面比例（本列总和为1）P_i	各环节评价比例分配（每行总和为1）W_{ik}		各环节在课程达成中的占比（所有行列总和为1）$S_{ik}=P_i*W_{ik}$		各环节课程目标考核权重分布（每一列总和为1）$E_{ik}=S_{ik}/M_{ik}$	
		作业	报告	作业	报告	作业	报告
1	0.20	0.8	0.2	0.16	0.04	0.31	0.08
2	0.20	0.4	0.6	0.08	0.12	0.16	0.25
3	0.30	0.5	0.5	0.15	0.15	0.29	0.31
4	0.15	0.4	0.6	0.06	0.09	0.12	0.18
5	0.15	0.4	0.6	0.06	0.09	0.12	0.18
环节对课程目标达成的贡献率（M_k）				0.51	0.49	教师出题或布置作业时要尽量做到按照以上比例布局	

采用达成值计算法，辅以对学生的问卷调查法。

课程目标定量评价：

达成值计算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left(\sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ \left(100 \times P_i\right)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A = \left(\sum_i \sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ 100$$

以上公式中：

k 表示不同的评价方式，i 表示不同的课程目标。

G_k 表示第 k 种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$ 是第 k 种评价方式通过第 i 个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

W_{ik} 表示第 k 种评价方式对第 i 个课程目标百分占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

课程目标定性评价：

针对每门课的课程目标，直接设计问题，并要求学生明确给出目标能力达到的程度“很好（0.95）、较好（0.75）、中（0.60）、较差（0.45）、很差（0.25）”，根据各区段统计比例与括号中的目标分值加权后求和得出定性评价的结果。

课程目标达成结果：

同一课程目标的评价，取定性评价和定量评价的平均值，作为最终评价结果。

课程目标达成度大于等于 0.71 为一级达成，大于等于 0.65 为二级达成。

十一、各环节评价标准

本课程允许教师在各评价环节根据具体情况采取多样化、个性化的考核手段，其评价标准应当在《SIE-CT-01：授课计划》中明确并向学生公布，教学过程中的考核评价应当严格按照标准完成。

十二、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，重点是达成值相对较低的项，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

《误差理论与数据处理》教学大纲

课程编号：Z03060102

课程名称：误差理论与数据处理 **开课单位：仪器与电子学院**

总学时：40 **学分：**2.5

适用专业：测控技术与仪器专业、智能感知工程专业

先修课程：高等数学、概率与数理统计、线性代数

大纲撰写人：王文廉

大纲编写（修订）时间：2019 年 5 月

一、课程在教学计划中的地位、作用

本课程是一门属于数据分析类的专业课程，是测控技术与仪器、智能感知工程专业的必修课程。误差理论是对测量进行科学评价的理论，还能指导工程人员对测量过程做出最佳的方案。本课程为测控技术与仪器的专业基础课，是工程测试及系统设计、仪器设计、仪器应用类课程的重要基础和支撑课程。通过本课程使学生学会误差的处理方法、建立测量精度与不确定度的概念，在后续专业课的学习中能够有误差分析的意识。在以后的实际工作中能应用本课程的基本概念与方法，对测量结果做出正确分析处理，从而具备从事精确测试、测量的工作能力。

二、课程目标

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	能够利用误差理论与处理方法对测量结果进行误差分析、不确定度和精度计算。	**指标点 2-2 问题表达：**能够应用科学原理对测控技术与仪器专业复杂工程问题的识别结果进行有效表达，对设计的多种方案进行选择与分析，验证其合理性。
2	能够利用误差和不确定度的分析结果对测试仪器的精度、测试结果的有效性进行判断	**指标点 2-3 结论判断：**能够应用专业知识和原理分析判断结论的有效性。
3	能够运用误差特征分析和误差合成、不确定度合成方法来分析测量仪器和测量过程中的误差源。	**指标点 4-3 实验结果分析：**能正确采集、整理、综合实验数据及相关信息，对多因素实验结果进行关联处理，并对误差来源和影响进行综合分析，得到有效结论。
4	能够运用最小二乘法和回归分析方法建立测量仪器的工作模型。	**指标点 1-2 知识运用能力：**能将基础知识恰当地运用到测控技术与仪器专业复杂工程问题的解决中。
5	能够根据误差理论设计最佳的测量方案，对测量仪器和测量过程进行最优选择及设计。	**指标点 3-1 按需设计：**能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计能够设计满足特定需求的传感器、测控系统以及工艺流程。

思政目标：在误差理论和数据处理的教学过程中，引导学生认识测量结果需要严谨、客观和科学，研究误差正是为了更准确地表达测量结果。通过本课程的教学潜移默化地培养学

生明辨、笃实的良好品质，在学习生活中讲究诚信，追求和谐共处。

三、基本要求

1、本课程为专业基础课，要求先修高等数学、概率与数理统计、线性代数课程，在教学中应注重将概率论的知识应用到误差分析与处理中，对概率论中的数学概念引申到误差理论中，使学生不仅具有数学的概念，也建立误差及工程应用的概念。

2、作为测控技术与仪器专业的专业基础课程，在讲授过程中应结合本课程的专业知识理解误差、精度等概念，为学生的综合应用提供帮助。

3、本课程具有严格的理论，也具有工程应用的特征。应要求学生对实际的测量过程和结果进行误差的分析，不能脱离实际的测量过程学习。

4、深度和广度说明：对误差的基本性质与处理方法的使用要深入讲解，对多元线性回归和方法只做简单介绍；非线性回归的原理了解即可，误差分析和不确定计算、最小二乘法和一元线性回归的掌握和使用是重点。

5、偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：随机误差的处理方法、系统误差的发现、粗大误差的判断准则；误差的合成、不确定度的报告、最小二乘法处理及回归分析等。其中误差的基本性质与处理、误差的合成与分配和测量不确定度为误差理论及处理内容，而最小二乘法及回归分析是误差理论下的数据处理方法。

本课程在教学方法上，充分利用各种媒体教学手段，采取课堂教学、多媒体课件、例题分析、分组讨论方式有机结合，提高教学效率。

1 绪论（2 学时）

1.1、测量概论。

1.2、误差的基本概念。

1.3、有效数字与近似计算。

难点：精度与误差的关系。

重点：误差的分类及特征，为后续学习建立概念基础。

本章内容支撑课程目标 1。

2 误差的基本性质与处理（10 学时）

2.1、随机误差及其特征；算术平均值、标准差和极限误差的计算方法；理解算术平均值、标准差和极限误差在随机误差处理中的意义；理解不等精度测量，以及不等精度测量数据的处理方法。

2.2、系统误差及其特征；学会系统误差发现的方法；学习系统误差的减小和消除方法。

2.3、粗大误差的防止与消除方法；学会粗大误差的判别准则。

2.4、基于三类误差的测量结果数据处理方法。

难点：不等精度测量下的误差处理；系统误差的消除方法。

重点：随机误差的处理、系统误差的发现及粗大误差的判断。

本章内容支撑课程目标 1、2、3。

3 误差的合成与分配（6 学时）

3.1、函数误差及误差间的相关关系；学会函数系统误差和函数随机误差的计算方法。

3.2、随机误差的合成方法；按标准差和极限误差合成随机误差的计算方法。

3.3、系统误差的合成方法；已定系统误差和未定系统误差合成的计算方法。

3.4、系统误差与随机误差的合成。

3.5、误差的分配概念；误差分配的原则和步骤。

3.6、微小误差的含义，微小误差的取舍准则。

3.7、最佳测量方案确定的方法。

难点：未定系统误差的合成方法。

重点：两类误差的合成公式及应用，误差分配的步骤。

本章内容支撑课程目标 1、2、3、5。

4 测量不确定度（6 学时）

4.1、测量不确定度的含义；测量不确定度与误差的区别。

4.2、标准不确定度的评定方法；自由度的计算方法。

4.3、测量不确定度的合成方法，展伸不确定度。

4.4、测量不确定度的计算方法；不同测量实例的处理方法。

难点：不确定度的来源分析。

重点：不确定度的评定方法，不确定度合成及自由度计算。

本章内容支撑课程目标 1、2、3。

5 线性参数的最小二乘法处理（6 学时）

5.1、最小二乘法原理；最小二乘法用到的矩阵知识。

5.2、正规方程的含义；线性参数最小二乘法处理的正规方程计算；不等精度下的线性参数最小二乘法处理的正规方程计算方法。

5.3、最小二乘法估计量的精度估计。

5.4、组合测量的最小二乘法处理方法。

难点：最小二乘法估计值的精度估计。

重点：建立正规方程，计算最佳估计值的精度。

本章内容支撑课程目标 4。

6 回归分析（6 学时）

6.1、回归分析的基本概念；回归分析与最小二乘法的关系。

6.2、一元线性回归；学会一元线性回归的方程的计算。学习回归方程的方差分析和显著性检验。

6.3、学习一元非线性回归，多元线性回归。

难点：回归方程的显著性检验。

重点：回归分析与最小二乘法的区别与联系，应用最小二乘法进行回归分析。

本章内容支撑课程目标 4。

7 基于软件的误差处理（4 学时）

7.1、学习一种数据处理软件(MatLAB 等)。

7.2、利用软件对测量结果进行误差和精度分析。

7.3、利用软件对实验数据进行拟合处理，根据测试应用进行处理(如传感器标定)。

难点：对一种实际的测量过程及结果分析，与误差分析方法相联系。

重点：利用软件分析处理实际的测量数据。

本章内容支撑课程目标 1、2、5。

五、实验内容

无

六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 绪论	2	0	2
2 误差的基本性质与处理	10	0	10
3 误差的合成与分配	6	0	6
4 测量不确定度	6	0	6
5 线性参数的最小二乘法	6	0	6
6 回归分析	6	0	6
7 基于软件的误差处理	4	0	4
合计	40	0	40

七、教材、补充教材及参考资料

1、费业泰，《误差理论与数据处理》第 7 版，ISBN:9787111495246，机械工业出版社，

2015

2、费业泰，《误差理论与数据处理》第 6 版，ISBN:9787111297871，机械工业出版社，2010

3、丁振良，《误差理论与数据处理》ISBN:9787560349954，哈尔滨工业大学出版社，2015

4、袁有臣，《误差理论与测试信号处理》ISBN:9787122128980，化学工业出版社，2012

5、钱政、贾果欣，《误差理论与数据处理》 ISBN:9787030368706，科学出版社，2013

八、课程目标达成的途径和措施

1、考核目标：在考核学生对误差性质基本知识和基本处理方法的基础上，重点考核学生的误差分析、计算、测量最佳方案和回归分析等内容。

2、考核方式：考试及课堂情况。

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	期末考试
课程目标达成的贡献率	0.30	0.70
支撑材料	课堂评价标准，课堂提问记录或随堂考试，结合出勤率等	试题评分标准，试卷

九、覆盖课程目标达成评价的知识点及权重

知识点	权重	支撑课程目标
1 误差的概念、分类及精度	0.10	1
2 误差的基本性质与处理	0.25	1、2、3
3 误差的合成与分配	0.20	1、2、3、5
4 测量不确定度	0.20	1、2、3
5 线性参数的最小二乘法	0.10	4
6 回归分析	0.10	4
7 误差处理方法	0.05	1、2、5

本课程不可以申请免修。

十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配及考核权重分配

课程目标	知识面比例 （本列总和为 1） P_i	各环节评价比例分配 （每行总和为 1） W_{ik}		各环节在课程达成中的占比 （所有行列总和为 1） $S_{ik}=P_i*W_{ik}$		各环节课程目标考核权重分布 （每一列总和为 1） $E_{ik}=S_{ik}/M_{ik}$	
		课堂 情况	期末 考试	课堂 情况	期末 考试	课堂 情况	期末 考试
1	0.4	0.2	0.8	0.08	0.32	0.27	0.46
2	0.06	0.33	0.67	0.02	0.04	0.07	0.06
3	0.24	0.42	0.58	0.10	0.14	0.34	0.20
4	0.2	0.3	0.7	0.06	0.14	0.20	0.20
5	0.1	0.4	0.6	0.04	0.06	0.13	0.09
各环节对课程目标达成的贡献率（M_k）				0.3	0.7	教师出题或布置作业时 要尽量做到按照以上比例布局	

采用达成值计算法，辅以对学生的问卷调查法。

课程目标定量评价：

达成值计算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left(\sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ \left(100 \times P_i\right)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A = \left(\sum_i \sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ 100$$

以上公式中：

k 表示不同的评价方式，i 表示不同的课程目标。

G_k 表示第 k 种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$ 是第 k 种评价方式通过第 i 个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

W_{ik} 表示第 k 种评价方式对第 i 个课程目标百分占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

课程目标定性评价：

针对每门课的课程目标，直接设计问题，并要求学生明确给出目标能力达到的程度“很好（0.95）、较好（0.75）、中（0.60）、较差（0.45）、很差（0.25）”，根据各区段统计比例与括号中的目标分值加权后求和得出定性评价的结果。

课程目标达成结果：

同一课程目标的评价，取定性评价和定量评价的平均值，作为最终评价结果。

课程目标达成度大于等于 0.71 为一级达成，大于等于 0.65 为二级达成。

十一、各环节评价标准

本课程允许教师在各评价环节根据具体情况采取多样化、个性化的考核手段，其评价标准应当在《SIE-CT-01：授课计划》中明确并向学生公布，教学过程中的考核评价应当严格按照标准完成。

十二、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，重点是达成值相对较低的项，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

《微纳传感与系统》教学大纲

课程编号：Z06060101

课程名称：微纳传感与系统　　**开课单位：仪器与电子学院**

总学时：32　　**学分：**2

适用专业：测控技术与仪器专业、智能感知工程

先修课程：大学物理

大纲撰写人：王任鑫

大纲编写（修订）时间：2019 年 5 月

一、课程在教学计划中的地位、作用

本课程是一门属于特种传感方向的专业课程，是测控技术与仪器、智能感知工程专业的专业方向选修课程。微纳传感及其系统在日常生活、航天航空、海洋探测、国防事业中起着举足轻重的作用。通过本课程的学习，使学生能够知道什么是微纳传感及其系统，对微纳传感思想和发展能够有一个比较清晰的认识，初步了解各种微纳传感的概念、基本结构、器件及系统应用，对微纳传感的整体能够有一个比较全面的认识。教学中结合实际，介绍微纳传感的最新发展以激发学生的学习热情。

二、课程目标

测控技术与仪器专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	通过本课程的学习，学生能够了解微纳传感与系统发展现状、未来方向以及应用前景；能够对比不同种类的微纳传感器的特点和参数；	**指标点 2-1 问题识别：**能应用科学原理对测控技术与仪器专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。
2	了解特定背景下微纳传感器的应用示例，能够在不同应用环境下合理采用适合的微纳传感器及系统。	**指标点 4-1 领域现状认知能力：**了解测控技术与仪器专业领域背景及经典案例，能够针对复杂工程问题提出研究思路和分析方法，并有意识地将实验结果用于指导解决方案的改善和优化。

智能感知工程专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	通过本课程的学习，学生能够了解微纳传感与系统发展现状、未来方向以及应用前景；能够对比不同种类的微纳传感器的特点和参数；	**指标点 2-1 问题识别：**能应用科学原理对智能感知工程专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。
2	了解特定背景下微纳传感器的应用示例，能够在不同应用环境下合理采用适合的微纳传感器及系统。	**指标点 4-1 领域现状认知能力：**了解智能感知工程专业领域背景及经典案例，能够针对复杂工程问题提出研究思路和分析方法，并有意识地将实验结果用于指导解决方案的改善和优化。

三、基本要求

1、本课程作为测控技术与仪器专业学生对于微纳传感及系统进行初步了解的课程，先修课程为大学物理、工程力学；

2、课程教学以课堂理论教学为主，教学过程必须重点考虑学生的知识尤其是专业知识储备不足的特点，在突出知识性的时候要兼顾趣味性，以培养学生的专业基本概念了解和认识为主。

3、深度和广度说明：对常见微纳传感器件要深入讲解，对不常见的器件简单介绍；器件工作原理只做简单描述，核心是微纳传感器应用。

4、偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：微纳传感作用、常见微纳传感器件，如何将微纳传感器应用构成测试系统。

本课程在教学方法上，充分利用各种媒体教学手段，采取课堂教学、多媒体课件、课堂讨论有机结合，提高教学效率。

为了提高学生的学习兴趣，并取得良好的教学效果，教师在知识讲解的过程中要充分利用问题引导、案例分析等多种教学方法，以进一步提高教学质量。

1　微纳传感概念（6 学时）

1.1、能够掌握微纳传感的定义、常用材料；（重点）

1.2、能够掌握微结构尺寸效应；（难点）

1.3、能够描述 MEMS 传感器的应用和发展前景。

本章内容支撑课程目标 1。

2　微纳加工技术（6 学时）

2.1 能够掌握典型半导体加工技术，包括光刻、刻蚀、CVD/PVD、氧化、扩散、离子注入等（重点）

2.2 了解 MEMS 加工工艺，包括体硅、表面硅工艺；

本章内容支撑课程目标 1。

3　机械微传感器（4 学时）

3.1、能够列举位移微传感器的不同敏感方式：电容式、电感式、光学式、超声波式；

3.2、了解电容式、压阻式、共振桥式流量微传感器；

3.3、能够掌握压阻式微加速度计的工作原理；（重点、难点）

3.4、了解硅微压强传感器、电阻式应变微传感器；

3.5、能够描述表面声波谐振式质量传感器的基本结构。（难点）

本章内容支撑课程目标 1。

4　热微传感器和磁微传感器（2 学时）

4.1、能够描述热二极管式、热电偶式微机械传感器的基本结构；

4.2、了解其他非电测量热微传感器：温度指示器、光纤传感器和表面声波温度微传感器；

4.3、能够掌握霍尔效应器件的工作原理；（重点、难点）

4.4、了解磁阻效应器件、磁通门微磁强计。（难点）

本章内容支撑课程目标 1。

5　化学微传感器与生物微传感器（2 学时）

5.1、能够列举不同化学微传感器种类：离子敏传感器、气敏传感器、湿敏传感器；（重点）

5.2、了解酶传感器、微生物传感器、细胞传感器等生物微传感器；

5.3、能够理解基因芯片、芯片实验室、即时诊断等概念。（重点）

本章内容支撑课程目标 1。

6　微纳仿生传感（6 学时）

6.1、能够描述仿生学概述，微纳仿生意义；（重点）

6.2、能够列举微纳仿生传感器：仿生电子鼻、仿鱼类侧线水听器、仿复眼传感器、仿蜘蛛裂缝传感器。（难点）

本章内容支撑课程目标 2。

7　微纳传感及系统应用（6 学时）

7.1、了解惯性组合单元（IMU）系统设计；（难点）

7.2、能够掌握手机中微纳传感器种类和集成应用；（重点）

7.3、能够描述汽车中微纳传感器种类和集成应用；

7.4、能够描述未来战士中微纳传感器种类和集成应用。

本章内容支撑课程目标 2。

五、实验内容

无

六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 微纳传感概念	6	0	6
2 微纳加工技术	6	0	6
3 机械微传感器	4	0	4
4 热微传感器和磁微传感器	2	0	2
5 化学微传感器与生物微传感器	2	0	2
6 微纳仿生传感	6	0	6
7 微纳传感与系统应用	6	0	6
合计	32	0	32

七、教材、补充教材及参考资料

1、朱勇，张海霞，《微纳传感器及其应用》，ISBN: 9787301173787, 北京大学出版社，2010 年 7 月

2、曾周末，林玉池，《现代传感技术与系统》，ISBN: 9787111272366, 机械工业出版社，2009 年 7 月

3、张文栋，《纳机电基础效应与器件》，ISBN: 9787030322821, 科学出版社，2011 年 9 月

4、电子科技大学公开课：感知天下——信息化社会中的传感器 http://open.163.com/movie/2015/6/8/D/MAPMV7S4L_MAQTJ888D.html

八、课程目标达成的途径和措施

1、考核目标：在考核学生对微纳传感与系统的相关基本概念的熟悉程度基础上，重点考核学生综合运用微纳传感器件和使用方法的掌握程度。

2、考核方式：课堂情况、作业及小论文考查。

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	作业	期末小论文
课程目标达成的贡献率	0.3	0.34	0.36
支撑材料	课堂评价标准，课堂提问记录或随堂考试，结合出勤率等	作业评价标准，典型作业拍照，或电子版	期末小论文评分标准，小论文电子版

九、覆盖课程目标达成评价的知识点及权重

知识点	权重	支撑课程目标
1 微纳传感概念	0.18	1
2 微纳加工技术	0.18	1
3 机械微传感器	0.12	1
4 热微传感器和磁微传感器	0.06	1
5 化学微传感器与生物微传感器	0.06	1
6 微纳仿生传感	0.20	2
7 微纳传感与系统应用	0.20	2

本课程不可以申请免修。

十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配及考核权重分配

课程目标	知识面比例 （本列总和为 1） P_i	各环节评价比例分配 （每行总和为 1） W_{ik}			各环节在课程达成中的占比 （所有行列总和为 1） $S_{ik}=P_i*W_{ik}$			各环节课程目标考核权重分布 （每一列总和为 1） $E_{ik}=S_{ik}/M_{ik}$		
		课堂情况	作业	小论文	课堂情况	作业	小论文	课堂情况	作业	小论文
1	0.60	0.30	0.30	0.40	0.18	0.18	0.24	0.60	0.53	0.67
2	0.40	0.30	0.40	0.30	0.12	0.16	0.12	0.40	0.47	0.33
各环节对课程目标达成的贡献率（M_k）					0.30	0.34	0.36	教师出题或布置作业时 要尽量做到按照以上比例布局		

采用达成值计算法，辅以对学生的问卷调查法。

课程目标定量评价：

达成值计算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left(\sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ \left(100 \times P_i\right)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A = \left(\sum_i \sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ 100$$

以上公式中：

k 表示不同的评价方式，i 表示不同的课程目标。

G_k 表示第 k 种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$ 是第 k 种评价方式通过第 i 个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

W_{ik} 表示第 k 种评价方式对第 i 个课程目标百分占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

课程目标定性评价：

针对每门课的课程目标，直接设计问题，并要求学生明确给出目标能力达到的程度“很好（0.95）、较好（0.75）、中（0.60）、较差（0.45）、很差（0.25）”，根据各区段统计比例与括号中的目标分值加权后求和得出定性评价的结果。

课程目标达成结果：

同一课程目标的评价，取定性评价和定量评价的平均值，作为最终评价结果。

课程目标达成度大于等于 0.71 为一级达成，大于等于 0.65 为二级达成。

十一、各环节评价标准

本课程允许教师在各评价环节根据具体情况采取多样化、个性化的考核手段，其评价标准应当在《SIE-CT-01：授课计划》中明确并向学生公布，教学过程中的考核评价应当严格按照标准完成。

十二、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，重点是达成值相对较低的项，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

《微弱信号检测》教学大纲

课程编号：Z06060102

课程名称：微弱信号检测　　**开课单位：仪器与电子学院**

总学时：32 (实验 12 学时)　　**学分：**2

适用专业：测控技术与仪器专业、智能感知工程

先修课程：电路分析基础、模拟电子技术、数字电子技术、信号与系统、传感器原理及设计

大纲撰写人：葛双超

大纲编写（修订）时间：2019 年 5 月

一、课程在教学计划中的地位、作用

本课程是一门属于数据分析类的专业课程，是测控技术与仪器、智能感知工程专业的选修课程。微弱信号检测技术的首要任务是提高信噪比，从强噪声环境中检测出有用信号。本门课是信号处理技术的应用与延伸，使学生在学过模拟电子技术与数字电子技术等专业基础课后，接触到处理电路内部噪声和外部环境噪声的又一个方法。通过该课程的学习，使学生理解微弱信号及其相关的基本概念以及微弱信号检测的一般方法，使学生能够运用电路仿真工具分析和解决典型工程问题。

二、课程目标

测控技术与仪器专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	能够利用微弱信号及其相关的基本原理和方法对实际工程问题进行分解，识别其中的信号特征、系统特性等关系参数。	**指标点 2-1 问题识别：**能应用科学原理对测控技术与仪器专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。
2	能够应用微弱信号检测的一般方法分析工程问题中噪声的统计特性并对通过电路的响应进行求解；	**指标点 2-1 问题识别：**能应用科学原理对测控技术与仪器专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。
3	能够运用微弱信号检测相关知识对随机噪声和环境噪声进行分析，对同一工程问题应用多种微弱信号检测方法进行信号分析与对比，探究不同检测方法的适应性；	**指标点 2-2 问题表达：**能够应用科学原理对本专业复杂工程问题的识别结果进行有效表达，将工程问题转化为技术问题。
4	能够使用 Multisim 和 Protel 等计算机工具，建立低噪声前置放大器等电子元件的等效噪声模型，并对检测电路进行设计与仿真。	**指标点 2-2 问题表达：**能够应用科学原理对本专业复杂工程问题的识别结果进行有效表达，将工程问题转化为技术问题。

智能感知工程专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	能够利用微弱信号及其相关的基本原理和方法对实际工程问题进行分解，识别其中的信号特征、系统特性等关系参数。	**指标点 2-1 问题识别：**能应用科学原理对智能感知工程专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。
2	能够应用微弱信号检测的一般方法分析工程问题中噪声的统计特性并对通过电路的响应进行求解；	**指标点 2-1 问题识别：**能应用科学原理对智能感知工程专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。
3	能够运用微弱信号检测相关知识对随机噪声和环境噪声进行分析，对同一工程问题应用多种微弱信号检测方法进行信号分析与对比，探究不同检测方法的适应性；	**指标点 2-2 问题表达：**能够应用科学原理对本专业复杂工程问题的识别结果进行有效表达，将工程问题转化为技术问题。
4	能够使用 Multisim 和 Protel 等计算机工具，建立低噪声前置放大器等电子元件的等效噪声模型，并对检测电路进行设计与仿真。	**指标点 2-2 问题表达：**能够应用科学原理对本专业复杂工程问题的识别结果进行有效表达，将工程问题转化为技术问题。

三、基本要求

1、本课程为学科专业选修课，是信号处理技术与电路工程设计的桥梁和纽带，要求先修电路分析基础、模拟电子技术、数字电子技术、信号与系统、电子设计自动化（EDA）、传感器原理及设计等课程。通过本课程的学习，培养学生的微弱信号分析能力和电路设计与仿真能力，提高学生对微弱信号检测方法分析和解决典型工程问题的能力，锻炼学生对具体工程问题的探究能力。

2、在教学过程中应注重从工程观点来理解、学习及应用相应的基础知识、基本概念和思维方法，将学生从只关注处理转移到基本电路的理解和应用上。在课堂讲授环节和实验环节重点放在电路设计工程应用方面。

3、培养学生运用 Multisim 和 Protel 等计算机辅助设计及仿真分析软件。

4、本课程是一门实践性很强的课程。要求学生通过实验环节把所学的理论知识与工程实践联系起来，并能举一反三。要求在 CAI 教室进行授课，并且教学和实验交替进行。

5、深度和广度说明：对放大器的噪声源和噪声特性要深入讲解，对干扰耦合途径和噪声屏蔽方法做简单介绍，对目前主流的低噪声微弱信号检测方法和相关产品介绍应涵盖广些；旋转电容滤波器的原理与内部结构了解即可，微弱信号检测方法和检测电路的掌握和使用是重点。

6、偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内

容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：噪声的统计特性和通过电路的响应，基于低噪声前置放大器、滤波技术、相关检测技术、同步积累法、双路消噪法的微弱信号检测方法以及微弱电容、电阻、电荷、电流、频率等微弱信号检测方法。

本课程在教学方法上，充分利用各种媒体教学手段，采取课堂教学、多媒体课件、案例讨论、实验等有机结合的方式，提高教学效率。

微弱信号检测技术在传感器原理与技术、集成电路设计中占有非常重要的地位，因此教师要重点讲授以使学生完全掌握。

为了提高学生的学习兴趣，并取得良好的教学效果，教师利用 CAI 形式讲授，辅以重要知识点的板书推导与分析，引导学生理解分析思路，在知识讲解的过程中要充分利用问题引导、案例分析等多种教学方法，以进一步提高教学质量。

1　微弱信号检测背景知识（2 学时）

1.1、理解微弱信号和噪声的特性；

1.2、理解常见噪声的类型及来源；

1.3、学会噪声的统计特性和通过电路的响应方法；（重点、难点）

1.4、理解信噪比和信噪改善比；

本章内容支撑课程目标 1。

2　微弱信号检测方法（10 学时）

2.1、学会低噪声前置放大器、滤波技术、相关检测技术；（重点，难点）

2.2、学会同步积累法、双路消噪法；（重点）

2.3、理解干扰噪声的来源及其抑制方法；

本章内容支撑课程目标 2、3。

3　微弱信号检测电路（4 学时）

3.1、学会微弱电容、电阻、电荷、电流、频率等微弱信号检测方法；（重点）

3.2、理解常见的几类微机械传感器（电容、压阻、压电、隧道、谐振、热流、光纤）；（难点）

3.3、理解常用微机械传感器检测电路；（难点）

3.4、学会基于 Multisim 的电路仿真和 Protel 原理图、版图设计方法；

本章内容支撑课程目标 4。

五、实验内容

实验环节主要是上机操作，要求保证上机条件，即具备常用的 Multisim、Protel 软件工具；要求学生学会 Multisim 仿真，利用 Protel 设计电路原理图及 PCB 版图；学会 Multisim 环境下电容式、压阻式、压电式、隧道式、谐振式、热流式、光纤式微机械传感器信号检测电路的仿真；具备针对典型微弱信号进行问题分析和探究的能力。

实验一 滤波器的设计与仿真（2 学时）

实验内容：在 Protel、Multisim 环境下进行滤波器电路的设计仿真。

基本要求：

1、学会利用 Protel 进行三种典型滤波器电路的设计及原理图版图制作。

2、学会利用 Multisim 对滤波器电路进行仿真。

本实验支撑课程目标 2、3、4。

实验二 电容式信号检测电路的设计与仿真（2 学时）

实验内容：在 Protel、Multisim 环境下进行电容式信号检测电路的设计仿真。

基本要求：

1、学会利用 Protel 进行电容式信号检测电路的设计及原理图版图制作。

2、学会利用 Multisim 对电容式信号检测电路进行仿真。

本实验支撑课程目标 2、3、4。

实验三 压电式信号检测电路的设计与仿真（2 学时）

实验内容：在 Protel、Multisim 环境下进行压电式信号检测电路的设计仿真。

基本要求：

1、学会利用 Protel 进行压电式信号检测电路的设计及原理图版图制作。

2、学会利用 Multisim 对压电式信号检测电路进行仿真。

本实验支撑课程目标 2、4。

实验四 压阻式信号检测电路的设计与仿真（2 学时）

实验内容：在 Protel、Multisim 环境下进行压阻式信号检测电路的设计仿真。

基本要求：

1、学会利用 Protel 进行压阻式信号检测电路的设计及原理图版图制作。

2、学会利用 Multisim 对压阻式信号检测电路进行仿真。

本实验支撑课程目标 2、4。

实验五 隧道式信号检测电路的设计与仿真（2 学时）

实验内容：在 Protel、Multisim 环境下进行隧道式信号检测电路的设计仿真。

基本要求：

1、学会利用 Protel 进行隧道式信号检测电路的设计及原理图版图制作。

2、学会利用 Multisim 对隧道式信号检测电路进行仿真。

本实验支撑课程目标 1、2、4。

实验六 谐振式信号检测电路的设计与仿真（2 学时）

实验内容：在 Protel、Multisim 环境下进行谐振式信号检测电路的设计仿真。

基本要求：

1、学会利用 Protel 进行谐振式信号检测电路的设计及原理图版图制作。

2、学会利用 Multisim 对谐振式信号检测电路进行仿真。

本实验支撑课程目标 3、4。

实验七 热流式信号检测电路的设计与仿真（2 学时）

实验内容：在 Protel、Multisim 环境下进行热流式信号检测电路的设计仿真。

基本要求：

1、学会利用 Protel 进行热流式信号检测电路的设计及原理图版图制作。

2、学会利用 Multisim 对热流式信号检测电路进行仿真。

本实验支撑课程目标 2、4。

实验八 光纤式信号检测电路的设计与仿真（2 学时）

实验内容：在 Protel、Multisim 环境下进行光纤式信号检测电路的设计仿真。

基本要求：

1、学会利用 Protel 进行光纤式信号检测电路的设计及原理图版图制作。

2、学会利用 Multisim 对光纤式信号检测电路进行仿真。

本实验支撑课程目标 3、4。

六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 微弱信号检测背景知识	2	0	2
2 微弱信号检测方法	10	2	12
3 微弱信号检测电路	4	14	18
合计	16	16	32

七、教材、补充教材及参考资料

1、 高晋占，《微弱信号检测. 第 2 版》，北京：清华大学出版社. 2011 年.

2、 孙士平，《微弱信号检测与应用》，北京：电子工业出版社. 2013 年.

3、 刘国福，杨俊等，《微弱信号检测技术》，北京：机械工业出版社. 2014 年.

4、 刘俊，张斌珍，《微弱信号检测技术》，北京：电子工业出版社. 2005 年.

5、 视频资料：《低噪声 LNA 放大器的制作与测试》，优酷视频，资料链接：https://v.youku.com/v_show/id_XNDA4MjQ1MDI5Ng.html?refer=seo_operation.liuxiao.liux_00003303_3000_Qzu6ve_19042900

八、课程目标达成的途径和措施

1、考核方式：考试、实验及课堂提问

2、考核目标：在考核学生对微弱信号与系统的基本知识、基本原理和方法的基础上，重点考核学生对微弱信号检测方法的综合应用。

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	实验	期末考试
课程目标达成的贡献率	0.10	0.20	0.70
支撑材料	课堂评价标准，课堂提问记录或随堂考试，结合出勤率等	课内实验评价标准，实验课堂记录，典型实验报告	试题评分标准，试卷，

九、覆盖课程目标达成评价的知识点及权重

知识点	权重	支撑课程目标
1、微弱信号和噪声的特性、常见噪声的类型及来源	0.1	1
2、噪声的统计特性和通过电路的响应；	0.15	2、4
3、放大器的噪声源和噪声特性以及低噪声前置放大器设计；	0.15	2、3、4
4、干扰噪声类型及其频谱分布、干扰噪声抑制方法和抑制电路；	0.2	3、4
5、锁定放大器的特点、结构和工作原理；	0.1	2、3
6、取样积分的基本原理和工作方式	0.1	1、3
7、相关检测技术原理	0.1	1、3
8、自适应噪声消除原理和方法	0.1	3

学生可以依据仪器与电子学院相关文件，以允许的第二课堂成果折算单项成绩，与对应知识点加权累计达到 75（含）以上，且对所有课程目标的支撑不能有缺项，即可申请本门课程免修。

十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配及考核权重分配

课程目标	知识面比例 （本列总和为 1） P_i	各环节评价比例分配 （每行总和为 1） W_{ik}			各环节在课程达成中的占比 （所有行列总和为 1） $S_{ik}=P_i*W_{ik}$			各环节课程目标考核权重分布 （每一列总和为 1） $E_{ik}=S_{ik}/M_{ik}$		
		课堂情况	实验	期末考试	课堂情况	实验	期末考试	课堂情况	实验	期末考试
1	0.15	0.23	0.17	0.60	0.035	0.025	0.09	0.35	0.12	0.13
2	0.15	0.13	0.17	0.70	0.020	0.025	0.105	0.20	0.12	0.15
3	0.55	0.08	0.19	0.73	0.045	0.105	0.40	0.45	0.53	0.57
4	0.15	0.00	0.30	0.70		0.045	0.105	0.00	0.23	0.15
各环节对课程目标达成的贡献率（M_k）					0.10	0.20	0.70	教师出题或布置作业时 要尽量做到按照以上比例布局		

采用达成值计算法，辅以对学生的问卷调查法。

课程目标定量评价：

达成值计算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left(\sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ \left(100 \times P_i\right)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A = \left(\sum_i \sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ 100$$

以上公式中：

k 表示不同的评价方式，i 表示不同的课程目标。

G_k 表示第 k 种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$ 是第 k 种评价方式通过第 i 个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

W_{ik} 表示第 k 种评价方式对第 i 个课程目标百分占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

课程目标定性评价：

针对每门课的课程目标，直接设计问题，并要求学生明确给出目标能力达到的程度“很好（0.95）、较好（0.75）、中（0.60）、较差（0.45）、很差（0.25）”，根据各区段统计比例与括号中的目标分值加权后求和得出定性评价的结果。

课程目标达成结果：

同一课程目标的评价，取定性评价和定量评价的平均值，作为最终评价结果。

课程目标达成度大于等于 0.71 为一级达成，大于等于 0.65 为二级达成。

十一、各环节评价标准

本课程允许教师在各评价环节根据具体情况采取多样化、个性化的考核手段，其评价标准应当在《SIE-CT-01：授课计划》中明确并向学生公布，教学过程中的考核评价应当严格按照标准完成。

十二、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，重点是达成值相对较低的项，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

《虚拟仪器设计》教学大纲

课程编号：Z06060105

课程名称：虚拟仪器设计 **开课单位：仪器与电子学院**

总学时：32 (实验 12 学时) **学分：**2

适用专业：测控技术及仪器专业、智能感知工程

先修课程：传感器原理及设计、信号与系统、C 语言程序设计

大纲撰写人：葛双超

大纲编写（修订）时间：2019 年 5 月

一、课程在教学计划中的地位、作用

本课程是测控技术及仪器、智能感知工程专业的一门专业选修课。虚拟仪器技术是计算机系统和仪器系统相结合产生的“计算机仪器系统”，是测控专业学生及工程师所必需掌握的专业技术。通过课程的学习，使学生了解虚拟仪器设计的基本原理、体系结构及其软、硬件系统；能够熟练运用虚拟仪器设计相关的数据采集、信号分析、硬件选型等知识和技能，搭建虚拟仪器系统；能够利用所学知识和专业工具实现按需设计并对系统进行调试改进。另外，通过课程学习使学生在熟悉美国 NI 开发的虚拟仪器软件开发平台-LabVIEW 图形化编程语言的基础上，了解和学习国内先进企业开发的免费开源软件平台，提高学生的综合能力的同时培养学生家国情怀。

二、课程目标

测控技术与仪器专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	能够灵活应用虚拟仪器设计的基本原理与方法，对复杂工程问题进行自顶而下的分解和描述；能够将工程问题转化为虚拟仪器特征参数选择、建模分析等技术问题。	**指标点 2-1 问题识别：**能应用科学原理对测控技术与仪器专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。
2	能够应用基于虚拟仪器的数据采集、信号分析与处理的基本原理和方法准确分析和量化用户需求并设计解决方案；能够根据虚拟仪器软、硬件系统设计原则和方法，选择合适和硬件设备和软件开发平台，完成虚拟仪器系统开发和优化。	**指标点 3-1 按需设计：**能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的传感器、测控系统以及工艺流程，并能够针对方案进行优化选择。
3	熟悉虚拟仪器软件开发平台及设计基础；能够综合应用 LabVIEW、C#等不同的软件开发平台对虚拟仪器系统进行仿真设计；能够综合运用所学软硬件相关知识对系统参数和功能进行调试和改进。	**指标点 5-2 专业工具使用：**能使用工具对测控电路或系统进行设计和仿真，确定功能和相关设计参数。

智能感知工程专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	能够灵活应用虚拟仪器设计的基本原理与方法，对复杂工程问题进行自顶而下的分解和描述；能够将工程问题转化为虚拟仪器特征参数选择、建模分析等技术问题。	**指标点 2-1 问题识别：**能应用科学原理对智能感知工程专业复杂工程问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。
2	能够应用基于虚拟仪器的数据采集、信号分析与处理的基本原理和方法准确分析和量化用户需求并设计解决方案；能够根据虚拟仪器软、硬件系统设计原则和方法，选择合适和硬件设备和软件开发平台，完成虚拟仪器系统开发和优化。	**指标点 3-1 按需设计：**能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的信息处理系统、智能控制系统以及工艺流程，并能够针对方案进行优化选择。
3	熟悉虚拟仪器软件开发平台及设计基础；能够综合应用 LabVIEW、C#等不同的软件开发平台对虚拟仪器系统进行仿真设计；能够综合运用所学软硬件相关知识对系统参数和功能进行调试和改进。	**指标点 5-2 专业工具使用：**能使用工具对智能信息处理或控制系统进行设计和仿真，确定功能和相关设计参数。

三、基本要求

1、本课程为专业教育课程，要求先修传感器原理及设计、信号与系统及 C 语言程序设计课程，在教学中应注意基础知识、基本概念和思维方法的传授，同时应采用多元化引导式教学手段，强化和提升实践教学效果，使学生能将各科知识融会贯通，学会虚拟仪器设计的一般方法，培养解决工程问题的分析和设计能力。

2、教师通过一般测试系统功能模块及设计方法讲解，结合国内外最新进展和科研实例，提高学生对工程问题解决步骤的认知及设计能力，具有灵活运用知识设计、开发不同系统的能力，并且具有计算机综合应用编程的能力。

3、学生通过课堂实践操作和实验课，掌握虚拟仪器软件开发平台的操作方法，会选择、运用不同接口的硬件设备来设计虚拟仪器系统，掌握虚拟仪器系统设计和调试技巧。

4、虚拟仪器的特点是硬件功能软件化，许多软件逻辑的设计与实际硬件密切相关，因此应重点培养学生实际操作、灵活运用知识的能力，把理论知识运用到实际设计中去的技能。

5、本课程是一门实践性很强的课程，要求学生通过实验环节把所学的内容巩固和掌握，要求在 CAI 教室进行授课，并且教学和实验交替进行。

6、深度和广度说明：对虚拟仪器系统软硬件架构要深入讲解，对虚拟仪器网络通信只做简单介绍，对虚拟仪器在各领域的应用和发展介绍应涵盖广些；同步数据传递技术了解即可，虚拟仪器系统设计原则和方法的掌握和使用是重点。

7、偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内

容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：虚拟仪器的体系结构，包括软件架构和硬件架构；虚拟仪器软件开发平台使用方法和技巧；程序设计的基本原理与方法；各种不同板卡的选型方法；虚拟仪器系统设计原则和方法，包括需求分析和方案确定方法、软件设计流程和原则、硬件开发流程和原则、以及系统调试方法和技巧等。

本课程在教学方法上，充分利用各种媒体教学手段，采取课堂教学、多媒体课件、实践课堂、趣味编程、案例分析讨论、实验等方法有机结合，提高教学效率。

虚拟仪器设计在测控技术与仪器专业课程体系中占有非常重要的地位，对先修课程起到融会贯通的作用，对后修实践类课程和毕业设计起到直接支撑作用，因此教师要重点讲授以使学生完全掌握。

为了提高学生的学习兴趣，并取得良好的教学效果，教师在知识讲解的过程中要充分利用问题引导、案例分析等多种教学方法，以进一步提高教学质量。

1 虚拟仪器概述（2 学时）

1.1、了解虚拟仪器的基本概念、组成及特点；

1.2、掌握虚拟仪器硬件架构（GPIB，VXI，PXI，LXI，USB 等构成形式）及软件层次结构；（重点、难点）

1.3、了解虚拟仪器系统及其在测试、测量和自动化领域的应用及发展趋势。

本章内容支撑课程目标 1、2。

2 虚拟仪器软件开发平台及设计基础（8 学时）

2.1、了解 LabVIEW 的编程环境、使用方法、帮助系统及范例系统；

2.2、熟练掌握虚拟仪器创建、调试和调用方法；

2.3、熟练掌握虚拟仪器设计的基本知识（LabVIEW 的基本数据类型、结构、波形显示、同步数据传递及文件 IO 等）；（重点）

2.4、熟练掌握 DAQ 的基本原理、选择及硬件配置等知识。（难点）

本章内容支撑课程目标 3。

3 虚拟仪器系统设计（10 学时）

3.1、掌握虚拟仪器系统的设计原则及步骤；（重点）

3.2、熟练掌握虚拟仪器硬件系统的构成、常用板卡的技术指标及选型依据（DAQ，I/O，RS232 等）；（难点）

3.3、虚拟仪器系统的设计实例。

本章内容支撑课程目标 1、2、3。

五、实验内容

实验环节主要是上机操作，要求保证上机条件；要求学生在熟悉虚拟仪器设计平台 LabVIEW 的编程环境与基本操作实验的基础上，能够完成基本的数据采集及分析过程；学会基本数据采集卡的使用；了解虚拟仪器设计的一般方法，能够根据不同的功能选用合适的硬件设备并配合软件设计搭建虚拟仪器系统。

12 个学时共完成 4 个实验，前 3 个为正常课内实验，最后 1 个实验需要学生在课外补充一些时间来完成。至少实验前一周发布实验内容，讲解实验要求和指导，学生课外提前熟悉实验内容并进行方案设计和选型，具体系统设计开发以及验收工作在课内完成。

通过实验，要求了解虚拟仪器技术理论知识；理解软件设计过程；能解决设计过程中出现的一般问题，具有一定调试能力；能分析运行结果，并得到正确结果；记录实验过程，完成实验报告。

实验一熟悉 Labview 的编程环境及基本操作实验 (2 学时)

内容：实验要求学生熟悉 LabVIEW 的编程环境，创建一个 VI 程序模拟温度测量，可用摄氏也可用华氏显示温度，检测温度是否超出范围，当温度超出上限时，前面板上的 LED 将点亮。

基本要求：

1、学会 LabVIEW 的安装、启动和保存；

2、熟悉软件的组成元素和基本操作；

3、学会使用前面板和后面板进行创建 VI 程序；

4、熟悉工具模板，控制模板，功能模板及基本逻辑运算，比较运算的使用。

本实验支撑课程目标 1、3。

实验二实时数据采集与显示实验（2 学时）

内容：利用实验一创建的 VI 程序，在数据采集过程中，实时地显示数据。当采集过程结束后，在图表上画出数据波形，并算出最大值、最小值和平均值。

基本要求：

1、了解 VI 创建及调用；

2、能够进行图表及波形显示；

3、能够使用数值运算子模板。

本实验支撑课程目标 2、3。

实验三　虚拟示波器设计实验（4 学时，分组实验）

内容：实验要求学生理解虚拟仪器软件开发平台及设计基础的相关知识，进行虚拟示波器的设计，待设计虚拟示波器的要求如下：

1、模拟信号生成部分，波形种类，波形参数可设置；

2、波形显示部分，要求可显示采集的信号和处理后的信号；

3、可两路显示波形，光标可调可读取任意点数据；

4、可以设置触发方式，量程可以调节；

5、模拟的信号可连续发生，可在任意时间终止显示；

6、优化仪器面板，便于操作、界面美观。

基本要求：

1、进一步熟悉和运用 LabVIEW 工作环境，前面板和框图窗口，LabVIEW 的操作模板，虚拟仪器的创建与调试等基本操作；

2、熟悉循环结构，曲线图形、信号处理的方法，G 语言实用编程技术等知识；

3、学会虚拟仪器设计的一般步骤；

4、根据要求设计并调试程序及子程序的调用方法；

5、熟悉程序结构的使用方法，for 循环，while 循环，case 结构等，并学会使用结构间的嵌套；

6、能够理解对波形显示的定制方法及对仪器面板的美化。

7、本实验为课内分组实验。两个学时用来提出实验要求并进行讲解，然后要求学生 2 一组，分工明确，协同完成实验的设计、仿真和验证，需要学生自己设计出验证方法。最后 1 个小时，教师要检查实验结果，测试其正确性，完成验收。最后每位学生独立提交规范的实验报告。

本实验支撑课程目标 1、3。

实验四数据采集卡的虚拟仪器系统实验（4 学时，分组实验）

内容：实验要求熟练运用虚拟仪器系统的设计方法，软件层次结构，数据采集卡的驱动配置等相关知识。

熟悉 A/D，D/A，DI，DO 信号的输入输出，理解数据采集、信号时频分析等相关知识，利用相关板卡和上位软件实现信号发生、数据的采集、信号滤波等功能。

基本要求：

1、利用 A/D 板卡采样，显示波形及频率和幅值；

2、利用板卡的 DO 输出通道，将采样信号通过软件时频分析和滤波处理后输出到 DO 通道，在前面板显示 DI、DO 通道状态、信号时域和频域波形；

3、采集触发方式任选。

4、对虚拟仪器软面板进行个性化设计。

5、本实验为分组实验。两个学时用来提出实验要求并进行讲解，然后要求学生 2 或 3 人一组，分工明确，协同完成实验的设计、仿真和验证，需要学生自己设计出验证方法。最后两个小时，教师要检查实验结果，测试其正确性，完成验收。最后每位学生独立提交规范

的实验报告。

本实验支撑课程目标 1、2、3。

六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 虚拟仪器概述	2	0	2
2 虚拟仪器硬件架构和 LabVIEW 基础知识	2	0	2
3 数据表达	2	2	4
4 程序流程和结构	2	2	4
5 波形显示	2	2	4
6 文件 I/O	2	2	4
7 虚拟仪器系统设计--LabVIEW 数据采集	2	1	3
8 虚拟仪器系统设计--LabVIEW 数据产生和分析	2	1	3
9 虚拟仪器系统设计--设计原则及步骤	2	2	4
10 虚拟仪器系统设计实例	2	0	0
合计	20	12	32

七、教材、补充教材及参考资料

1、胡乾苗著，《LABVIEW 虚拟仪器设计与应用(第 2 版)》，ISBN 9787302524946，清华大学出版社，2018 年 6 月。

2、张重雄等著，《虚拟仪器技术分析与设计》-普通高等教育“十二五”规划教材-测控技术与仪器专业规划教材（第二版），ISBN 978712116534-4，电子工业出版社.

3、林静等著，《LabVIEW 虚拟仪器程序设计》，ISBN 978711529724-2，人民邮电出版社。

4、Robert H.Bishop 著，乔瑞萍等译，《LabVIEW 8 实用教程》，ISBN 9787121053283，电子工业出版社。

5、视频资料：《清华大学精通 LabVIEW 虚拟仪器程序设计》，科技演讲·公开课，资料链接：https://www.bilibili.com/video/av48765823?fromvsogou=1&bsource=sogou。

6、中国大学慕课，国家精品课程《虚拟仪器应用技术》，资料链接：https://www.icourse163.org/course/CCIT-1001755342

7、网络资源，虚拟仪器创始公司官网，美国国家仪器（NI）公司，链接：https://www.ni.com/zh-cn.html?cid=Paid_Search-a243q000004k8RfAAI-Consideration-Sogou_NI

8、网络资源，国内虚拟仪器开源生态圈打造者，上海简仪科技有限公司，链接：http://www.jytek.com/csharpplatform

八、课程目标达成的途径和措施

1、考核目标：在考核学生对可编程逻辑器件基本知识、基本原理和方法的基础上，重点考核学生的可编程器件选择能力、语言掌握程度、基础逻辑设计能力和工具使用方法的掌握程度。

2、考核方式：考试、课外分组综合实验、课内实验、作业及课堂提问。

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	作业	实验	期末考试
课程目标达成的贡献率	0.10	0.15	0.35	0.40
支撑材料	课堂评价标准，课堂提问记录或随堂考试，结合出勤率等	作业评价标准，典型作业拍照或电子版，源程序或代码	课内实验评价标准，实验课堂记录记录，典型实验报告	试题评分标准，试卷，

九、覆盖课程目标达成评价的知识点及权重

知识点	权重	支撑课程目标
1、虚拟仪器的基本概念、组成及特点；	0.10	1、2
2、虚拟仪器软硬件架构；	0.15	2
3、LabVIEW 的编程环境、使用方法；	0.10	1、2
4、虚拟仪器创建、调试和调用方法	0.10	1、3
5、LabVIEW 的基本数据类型、结构、波形显示；	0.20	1、3
6、DAQ 的基本原理、选择及硬件配置；	0.15	2、3
7、虚拟仪器系统的设计原则及步骤	0.20	1、2、3

学生可以依据仪器与电子学院相关文件，以允许的第二课堂成果折算单项成绩，与对应知识点加权累计达到 75（含）以上，且对所有课程目标的支撑不能有缺项，即可申请本门课程免修。

十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配及考核权重分配

课程目标	知识面比例 （本列总和为 1） P_i	各环节评价比例分配 （每行总和为 1） W_{ik}				各环节在课程达成中的占比 （所有行列总和为 1） $S_{ik}=P_i*W_{ik}$				各环节课程目标考核权重分布 （每一列总和为 1） $E_{ik}=S_{ik}/M_{ik}$			
		课堂情况	作业	实验	期末考试	课堂情况	作业	实验	期末考试	课堂情况	作业	实验	期末考试
1	0.50	0.12	0.15	0.25	0.48	0.06	0.08	0.13	0.24	0.60	0.49	0.36	0.60
2	0.30	0.10	0.13	0.40	0.37	0.03	0.03	0.12	0.11	0.30	0.25	0.35	0.28
3	0.20	0.05	0.20	0.50	0.25	0.01	0.04	0.10	0.05	0.10	0.26	0.29	0.12
各环节对课程目标达成的贡献率（M_k）						0.10	0.15	0.35	0.40	教师出题或布置作业时 要尽量做到按照以上比例布局			

采用达成值计算法，辅以对学生的问卷调查法。

课程目标定量评价：

达成值计算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left(\sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ \left(100 \times P_i\right)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A = \left(\sum_i \sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ 100$$

以上公式中：

k 表示不同的评价方式，i 表示不同的课程目标。

G_k 表示第 k 种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$ 是第 k 种评价方式通过第 i 个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

W_{ik} 表示第 k 种评价方式对第 i 个课程目标百分占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

课程目标定性评价：

针对每门课的课程目标，直接设计问题，并要求学生明确给出目标能力达到的程度“很好（0.95）、较好（0.75）、中（0.60）、较差（0.45）、很差（0.25）”，根据各区段统计比例与括号中的目标分值加权后求和得出定性评价的结果。

课程目标达成结果：

同一课程目标的评价，取定性评价和定量评价的平均值，作为最终评价结果。

课程目标达成度大于等于 0.71 为一级达成，大于等于 0.65 为二级达成。

十一、各环节评价标准

本课程允许教师在各评价环节根据具体情况采取多样化、个性化的考核手段，其评价标准应当在《SIE-CT-01：授课计划》中明确并向学生公布，教学过程中的考核评价应当严格按照标准完成。

十二、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，重点是达成值相对较低的项，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

《智能仪器》教学大纲

课程编号：Z06060107

课程名称：智能仪器　　开课单位：仪器与电子学院

总学时：32 (实验 8 学时)　　**学分：**2

适用专业：测控技术与仪器、智能感知工程

先修课程：模拟电子技术、数字电子技术、微机原理及接口技术、单片机原理及应用

大纲撰写人：王代华

大纲编写（修订）时间：2019 年 5 月

一、课程在教学计划中的地位、作用

智能仪器是测控技术与仪器、智能感知工程专业的专业选修课程。该课程全面、系统地介绍以单片机为核心的智能仪器的基本组成、工作原理和设计方法，着重从系统总体角度阐述如何运用单片机实现电子仪器智能化的相关问题，涉及实现原理及其硬件和软件的设计思想、方法和技巧。通过本课程的学习，学生应学会运用所学的单片机和电子技术等方面的基础知识，解决现代电子仪器开发过程中的实际问题，逐步具备设计以单片机为核心的智能电子仪器的能力。

二、课程目标

测控技术与仪器专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	能够从系统总体角度掌握智能仪器的基本组成、工作原理和设计方法；	**指标点 1-1 知识体系**：具备本专业相关的数学、自然科学、光学和电子学工程基础及传感、测试、仪器等多方面的知识。
2	能够利用单片机设计智能仪器的主控及外围电路；	**指标点 3-1 按需设计**：能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的传感器、测控系统以及工艺流程，并能够针对方案进行优化选择。
3	能够熟练掌握 Keil、IAR 等单片机开发软件的使用方法，用“软件设计硬件”的方法来解决实际问题，提高仪器的智能化水平。	**指标点 5-2 专业工具使用**：能使用工具对测控电路或系统进行设计和仿真，确定功能和相关设计参数。

智能感知工程专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	能够从系统总体角度掌握智能仪器的基本组成、工作原理和设计方法；	**指标点 1-1 知识体系**：具备本专业相关的数学、自然科学、计算机和电子学工程基础及传感、控制等多方面的知识。
2	能够利用单片机设计智能仪器的主控及外围电路；	**指标点 3-1 按需设计**：能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的信息处理系统、智能控制系统以及工艺流程，并能够针对方案进行优化选择。
3	能够熟练掌握 Keil、IAR 等单片机开发软件的使用方法，用“软件设计硬件”的方法来解决实际问题，提高仪器的智能化水平。	**指标点 5-2 专业工具使用**：能使用工具对智能信息处理或控制系统进行设计和仿真，确定功能和相关设计参数。

三、基本要求

1、本课程为专业教育课，要求先修模拟电子技术、数字电子技术、微机原理及接口技术、单片机原理及应用等课程，在教学中注意与先修课程结合，以先修课程为基础重点从系统总体角度讲解测控仪器设计的方法与技巧，培养学生面对本专业复杂工程问题的方案设计能力。

2、注重培养和提高学生的综合集成设计能力，课堂讲述与设计实例紧密结合，因此应重点培养学生实际操作、灵活运用知识的能力，把理论知识运用到实际设计中去的技能。

3、本课程是一门实践性很强的课程，要求学生通过实验环节把所学的内容巩固和掌握，要求教学和实验交替进行。

4、深度和广度说明：输入/输出通道均对模拟通道设计进行深入讲解；人机接口技术对键盘和 LCD 显示设计进行深入讲解；通信接口技术对 USB 通信进行深入讲解；数据处理技术对查表和数字滤波算法进行深入讲解；智能仪器的设计方法及实例对压力测量进行深入讲解。硬件设计中，以系统总体角度建立仪器为主；软件设计中，以理解算法思想为主。

5、偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：输入/输出通道及接口技术、人机接口技术、通信接口技术、数据处理技术、智能仪器的设计方法及实例。

本课程在教学方法上，充分利用各种媒体教学手段，采取课堂教学、多媒体课件、验证性实验、课外分组实验方式有机结合，提高教学效率。

单片机等微控制器在数字逻辑系统设计、集成电路设计中占有非常重要的地位，因此教师要重点讲授以使学生完全掌握。

为了提高学生的学习兴趣，并取得良好的教学效果，教师在知识讲解的过程中要充分利用问题引导、案例分析等多种教学方法，以进一步提高教学质量。

1　绪论（1 学时）

1.1、了解从传统仪器到智能仪器的变化；

1.2、理解智能仪器的基本结构与特点；

1.3、理解推动智能仪器发展的主要技术。

本章内容支撑课程目标 1。

2　智能仪器中的微处理器（1 学时）

2.1、了解单片机的选择原则；

2.2、掌握 MCS-51 系列单片机的分类、结构组成及特点；（重点）

2.3、了解 PIC 系列单片机的分类及特点；

2.4、了解 MSP-430 系列单片机的分类及特点；

2.5、了解 ARM 的特点及其在智能仪器中的应用；

2.6、了解 DSP 的特点及其在智能仪器中的应用。

本章内容支撑课程目标 2、3。

3　智能仪器的输入通道及接口技术（2 学时）

3.1、了解放大器原理及设计方法；

3.2、理解多路转换器原理及设计方法；

3.3、掌握采样保持器原理及设计方法；（重点）

3.4、理解 A/D 转换器原理、技术指标及选择原则；（难点）

3.5、掌握逐次逼近型 A/D 转换器及其接口设计。

本章内容支撑课程目标 2。

4　智能仪器的输出通道及接口技术（2 学时）

4.1、了解输出通道的结构及特点；

4.2、理解 D/A 转换器原理及技术指标；（难点）

4.3、掌握集成 D/A 转换器及其接口设计；

4.4、掌握数字量输出接口设计。（重点）

本章内容支撑课程目标 2。

5　智能仪器的人机接口技术（2 学时）

5.1、了解键盘处理与接口设计；

5.2、掌握 LED 显示处理及接口设计；

5.3、掌握 LCD 显示处理及接口设计；（重点）

5.4、掌握触摸屏处理及接口设计。（难点）

本章内容支撑课程目标 2。

6　智能仪器的通信接口技术（2 学时）

6.1、了解数据通信基础知识；

6.2、理解串行通信原理及接口设计；

6.3、掌握 USB 通信原理及接口设计；（重点、难点）

6.4、了解其他通信接口技术。

本章内容支撑课程目标 2。

7　智能仪器的自检及抗干扰技术（2 学时）

7.1、了解智能仪器的硬件自检方式及算法；

7.2、了解智能仪器的常见干扰源；

7.3、掌握智能仪器的硬件抗干扰技术；（重点）

7.4、掌握智能仪器的软件抗干扰技术。（重点）

本章内容支撑课程目标 2、3。

8　智能仪器的数据处理技术（4 学时）

8.1、掌握数据的非数值处理技术；（重点）

8.2、了解系统误差的数据处理技术；

8.3、掌握数字滤波技术；（重点、难点）

8.4、了解系统软件的组成。

本章内容支撑课程目标 2、3。

9　智能仪器设计方法及实例（8 学时）

9.1、掌握智能仪器的设计方法；

9.2、掌握智能仪器设计—压力测量实例；（重点、难点）

9.3、掌握智能仪器设计—浓度测量实例。（重点、难点）

本章内容支撑课程目标 3。

五、实验内容

实验系统由计算机和实验箱组成。计算机要求预装单片机开发软件平台；要求学生熟练掌握单片机开发软件的使用方法，熟练掌握单片机编程语言，掌握在开发软件平台下排查常见语法错误和编译错误的方法；掌握实验箱的基本组成结构和使用方法，能够根据实验指导书完成各实验所需硬件系统的构建，能够编写各实验所需单片机程序并调试通过。

实验一 输入通道设计（2 学时）

内容：利用实验箱设计模拟量输入通道，完成信号调理及转换；利用实验箱设计开关量输入通道；在计算机软件平台上编写控制程序；编译程序并调试完成。

基本要求：

1、理解模拟量输入通道设计的基本要求；

2、理解模拟信号调理的基本原理；

3、掌握信号调理电路的设计方法；

4、利用实验箱设计模拟量输入通道；

5、利用实验箱设计开关量输入通道；

6、编写单片机程序并调试完成。

本实验支撑课程目标 2、3。

实验二 输出通道设计（2 学时）

内容：利用实验箱设计模拟量输出通道；利用实验箱设计数字量输出通道；在计算机软件平台上编写控制程序；编译程序并调试完成。

基本要求：

1、理解模拟量输出的转换原理；

2、掌握模拟量输出通道的设计方法；

3、利用实验箱设计模拟量输出通道；

4、利用实验箱设计数字量输出通道；

5、编写单片机程序并调试完成。

本实验支撑课程目标 2、3。

实验三 人机接口设计（2 学时）

内容：利用实验箱设计键盘输入接口；利用实验箱设计 LCD 显示接口；在计算机软件平台上编写控制程序；编译程序并调试完成。

基本要求：

1、了解键盘工作原理及处理步骤；

2、掌握键盘解码及接口设计方法；

3、理解 LCD 显示原理；

4、掌握 LCD 显示控制及接口设计方法；

5、利用现有模块设计人机接口；

6、编写单片机程序并调试完成。

本实验支撑课程目标 2、3。

实验四 通信接口设计（2 学时）

内容：理解串行通信的基本原理；利用实验箱设计 USB 通信接口；在计算机软件平台上编写控制程序；编译程序并调试完成。

基本要求：

1、理解串行通信的基本原理；

2、了解 USB2.0 协议标准；

3、掌握 USB 通信及接口设计方法；

4、利用现有模块设计通信接口；

5、编写单片机程序并调试完成。

本实验支撑课程目标 2、3。

六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 绪论	1	0	1
2 智能仪器中的微处理器	1	0	1
3 智能仪器的输入通道及接口技术	2	2	4
4 智能仪器的输出通道及接口技术	2	2	4
5 智能仪器的人机接口技术	2	2	4
6 智能仪器的通信接口技术	2	2	4
7 智能仪器的自检及抗干扰技术	2	0	2
8 智能仪器的数据处理技术	4	0	4
9 智能仪器设计方法及实例	8	0	8
合计	24	8	32

七、教材、补充教材及参考资料

1、王祁，《智能仪器设计基础》，ISBN 978 7 111 28792 6，机械工业出版社。

2、朱欣华，《智能仪器原理与设计》，ISBN 978 7 040 33885 0，高等教育出版社。

3、程德福，《智能仪器（第 2 版）》，ISBN 978 7 111 27913 6，机械工业出版社。

4、高立娥，《智能仪器原理与设计》，ISBN 978 7 561 23141 8，西北工业大学出版社。

5、赵茂泰，《智能仪器原理及应用（第 3 版）》，ISBN 978 7 121 08062 3，电子工业出版社。

6、史健芳，《智能仪器设计基础（第 2 版）》，ISBN 978 7 121 17948 8，电子工业出版社。

八、课程目标达成的途径和措施

1、考核目标：考核学生对智能仪器的设计原理、设计方法的掌握程度；考核学生对系统硬件设计的掌握程度；考核学生对软件编程设计的掌握程度。

2、采取措施：采用多媒体教学，辅助课堂提问及互动等多种措施。

3、考核方式：综合设计、实验及课堂提问。

4、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	实验	综合设计
课程目标达成的贡献率	0.20	0.20	0.60
支撑材料	课堂评价标准，课堂提问记录或随堂考试，结合出勤率等	课内实验评价标准，实验课堂记录，实验报告	设计方案、报告与可行性分析

九、覆盖课程目标达成评价的知识点及权重

知识点	权重	支撑课程目标
1、智能仪器的基本结构与特点，推动智能仪器发展的主要技术；	0.10	1
2、智能仪器中的微处理器分类、结构组成及特点；	0.15	1、2
3、智能仪器中的输入通道及接口技术，	0.10	2
4、智能仪器中的输出通道及接口技术；	0.10	2
5、智能仪器的人机接口技术；	0.15	2
6、智能仪器的通信接口技术；	0.10	2
7、智能仪器的自检及抗干扰技术；	0.10	2、3
8、智能仪器的数据处理技术；	0.10	2、3
9、智能仪器设计方法及实例。	0.10	3

学生可以依据仪器与电子学院相关文件，以允许的第二课堂成果折算单项成绩，与对应知识点加权累计达到 75（含）以上，且对所有课程目标的支撑不能有缺项，即可申请本门课程免修。

十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配及考核权重分配

课程目标	知识面比例（本列总和为1）P_i	各环节评价比例分配（每行总和为1）W_{ik}			各环节在课程达成中的占比（所有行列总和为1）$S_{ik}=P_i*W_{ik}$			各环节课程目标考核权重分布（每一列总和为1）$E_{ik}=S_{ik}/M_{ik}$		
		课堂情况	实验	综合设计	课堂情况	实验	综合设计	课堂情况	实验	综合设计
1	0.20	0.40	0.20	0.40	0.08	0.04	0.08	0.40	0.20	0.13
2	0.60	0.20	0.10	0.70	0.12	0.06	0.42	0.60	0.30	0.70
3	0.20		0.50	0.50		0.10	0.10		0.50	0.17
各环节对课程目标达成的贡献率（M_k）					0.20	0.20	0.60	教师出题或布置作业时要尽量做到按照以上比例布局		

采用达成值计算法，辅以对学生的问卷调查法。

课程目标定量评价：

达成值计算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left(\sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ \left(100 \times P_i\right)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A = \left(\sum_i \sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ 100$$

以上公式中：

k 表示不同的评价方式，i 表示不同的课程目标。

G_k 表示第 k 种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$ 是第 k 种评价方式通过第 i 个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

W_{ik} 表示第 k 种评价方式对第 i 个课程目标百分占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

课程目标定性评价：

针对每门课的课程目标，直接设计问题，并要求学生明确给出目标能力达到的程度“很好（0.95）、较好（0.75）、中（0.60）、较差（0.45）、很差（0.25）”，根据各区段统计比例与括号中的目标分值加权后求和得出定性评价的结果。

课程目标达成结果：

同一课程目标的评价，取定性评价和定量评价的平均值，作为最终评价结果。

课程目标达成度大于等于 0.71 为一级达成，大于等于 0.65 为二级达成。

十一、各环节评价标准

本课程允许教师在各评价环节根据具体情况采取多样化、个性化的考核手段，其评价标准应当在《SIE-CT-01：授课计划》中明确并向学生公布，教学过程中的考核评价应当严格按照标准完成。

十二、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，重点是达成值相对较低的项，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

《量子传感原理及应用》教学大纲

课程编号：Z06060111

课程名称：量子传感原理及应用　　**开课单位：仪器与电子学院**

总学时：16(实验 0 学时)　　**学分：**1

适用专业：测控技术与仪器专业、智能感知工程

先修课程：大学物理、电路原理、数字电子技术、信号与系统

大纲撰写人：唐军

大纲编写（修订）时间：2019 年 5 月

一、课程在教学计划中的地位、作用

量子精密测量技术作为一种新型量子技术能够实现对物理量的超高精度标定和测量反馈，是未来精密测量技术发展的主引擎和技术驱动力量之一，所涉及的内容是测控技术、智能感知专业学生必备的知识基础，

量子传感原理及应用属传感器领域，是近代新型物理理论快速发展及应用的新型范畴。其工作原理是量子力学中的原子动力学演化原理，需要学生具有一定的理论物理与量子力学推导的基础，传感器件的实现，则需要学生对信号处理、光电探测等技术领域有交为深刻的理解，是一门新型的交叉学科，多种领域专业知识的熟练应用与转换，是该课程学习的重点及难点，量子传感模型的明确理解，则是该门课程学习的基础。

二、课程目标

测控技术与仪器专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	通过对本课程的学习，对量子传感的基本概念、基本理论、基本方法能够有比较全面和系统的认识和正确的理解；掌握新型量子动力学传感过程额基本规律及其相关的应用；理解新型传感器件的发展现状及应用前景；	**指标点 1-1 知识体系：**具备本专业相关的数学、自然科学、光学和电子学工程基础及传感、测试、仪器等多方面的知识。
2	获得基本的科学思维方式及具备较强的创新能力，获得分析和处理一些问题的基本方法和解决问题的能力，提高逻辑推理、抽象思维和多学科交叉应用学习的能力，掌握新型传感器实现的基本原理及方法。	**指标点 4-1 领域现状认知能力：**了解测控技术与仪器专业领域背景及经典案例，能够针对复杂工程问题提出研究思路和分析方法，并有意识地将实验结果用于指导解决方案的改善和优化。

智能感知工程专业：

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	通过对本课程的学习，对量子传感的基本概念、基本理论、基本方法能够有比较全面和系统的认识和正确的理解；掌握新型量子动力学传感过程额基本规律及其相关的应用；理解新型传感器件的发展现状及应用前景；	**指标点 1-1 知识体系：**具备本专业相关的数学、自然科学、计算机和电子学工程基础及传感、控制等多方面的知识。
2	获得基本的科学思维方式及具备较强的创新能力，获得分析和处理一些问题的基本方法和解决问题的能力，提高逻辑推理、抽象思维和多学科交叉应用学习的能力，掌握新型传感器实现的基本原理及方法。	**指标点 4-1 领域现状认知能力：**了解智能感知工程专业领域背景及经典案例，能够针对复杂工程问题提出研究思路和分析方法，并有意识地将实验结果用于指导解决方案的改善和优化。

三、基本要求

1、本课程为专业任选课，要求先修大学物理和信号与系统等课程，在教学中应注重基础知识、基本概念和思维方法的传授，同时运用类比式和启发式教学，使学生掌握最重要的“量子传感”的概念，掌握相关现象的分析方法与手段，以培养逻辑分析能力。

2、教师通过多媒体、实物演示等多种教学方式，提升学生对知识的理解和使用能力。

3、学生通过自主查询学习，了解至少 3 种量子精密传感实现的方案及使用方法，了解光与自旋、磁、力、位移等的转化关系及关联模型，掌握实现量子传感与精密测量的基本原理。

4、深度和广度说明：对量子传感与精密测量基本原理要深入讲解，对传感器涉及的噪声抑制及特殊原理只做简单介绍，对各种新型量子传感器的类型及使用限制了解即可，量子传感器件的实现要素和未来发展趋势以及设计的基本原理是掌握和使用是重点。

5、偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：原子磁强计的磁检测的基本工作原理、实现方案、原子陀螺的分类、特点、研究现状、SERF 陀螺仪的工作原理、无自旋交换弛豫的基本概念、固态原子陀螺仪的实现基础、工作机制、研究意义、原子钟的基本工作原理、种类、测量精度等。

本课程在教学方法上，充分利用各种媒体教学手段，采取课堂教学、多媒体课件、验证

性实验、学生参与式讲解、学习等方法，提高教学效率；结合课堂要求，引导学生按照课堂要求，积极完成课堂提问、作业等课程工作，不弄需作假；

固态原子陀螺仪的实现、工作原理在实际应用中占有非常重要的地位，教师要重点讲授以使学生完全掌握。

为了提高学生的学习兴趣，并取得良好的教学效果，教师在知识讲解的过程中要充分利用问题引导、案例分析等多种教学方法，以进一步提高教学质量；了解新型前沿科学技术及相关发展需求，结合“中国智造”新时代发展理念，鼓励学生积极参与、投身到新型传感器设计开发领域，为我国新型传感器设计开发做出贡献。

1 绪论（2 学时）

1.1、本课程在专业课程体系中的地位和作用介绍；

1.2、课程内容、学习方法、讲授方式、评价方式介绍；

1.3、精密测量技术的发展及高精度量子传感技术的发展背景。

本章支持课程目标 1。

2 原子磁强计（3 学时）

2.1、掌握原子磁强计的磁检测的基本工作原理、实现方案；(重点、难点)

2.2、了解原子磁强计的基本物理结构、基本组成单元、信号提取等；

2.3、了解原子磁强计的发展状况及发展趋势；

本章内容支撑课程目标 1、2。

3 原子陀螺（6 学时）

3.1、掌握原子陀螺的分类、特点、研究现状；（重点）

3.2、掌握核磁共振陀螺仪实现的基本原理、发展历史、目前的指标参数；

3.3、了解 SERF 陀螺仪的工作原理、无自旋交换弛豫的基本概念；（重点）

3.4、了解冷原子干涉陀螺的基本工作原理、量子态制备过程及信号检测方案；

3.5、掌握固态原子陀螺仪的实现基础、工作机制、研究意义等。(重点)

本章内容支撑课程目标 1、2。

4 原子钟（3 学时）

4.1、掌握原子钟的基本工作原理、种类、测量精度等；（重点）

4.2、了解目前芯片级原子钟、冷原子钟的基本工作原理及研究进展，能够理解原子钟高精度时间标准对的选择及应用背景；

4.3、了解原子钟发展的历程及研究意义。

本章内容支撑课程目标 1、2。

5 量子传感研究现状及未来发展趋势（2 学时）

5.1、了解目前量子传感技术的发展现状；

5.2、了解量子传感技术工程应用的难题和挑战；

5.3、了解量子精密传感技术的发展趋势及未来的应用前景。

本章内容支撑课程目标 1。

五、实验内容

无

六、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实验（学时）	小计
1 量子传感技术概述	2	0	2
2 原子磁强计原理及介绍	3	0	3
3 原子陀螺及其分类介绍	6	0	6
4 原子钟基本原理及介绍	3	0	3
6 量子传感研究现状及未来发展趋势	2	0	2
合计	16	0	16

七、教材、补充教材及参考资料

1、周世勋，《量子力学教程》，高等教育出版社，ISBN 9787040262780

2、C. L. Degen、F. Reinhard、P. Cappellaro，《Quantum Sensing》，APS

3、J. F. Barry 等，《Sensitivity Optimzation for NV- diamond Magnetometry》，APS

4、R. Ansorge，M. Graves，《The Physics and Mathematicsof MRI》，IOPscience

八、课程目标达成的途径和措施

1、考核目标：在考核学生对量子传感基本知识、基本原理和方法的基础上，重点考核学生的对不同种类的量子传感器的发展、优缺点及工程选取。

2、考核方式：考试、课外分组综合实验、课内实验、作业及课堂提问。

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	作业	期末考试
课程目标达成的贡献率	0.22	0.28	0.50
支撑材料	课堂评价标准，课堂提问记录或随堂考试，结合出勤率等	作业评价标准，典型作业拍照，或电子版	期末考查报告标准、报告

九、覆盖课程目标达成评价的知识点及权重

知识点	权重	支撑课程目标
1、量子传感技术的基本介绍及发展背景	0.10	1
2、核磁共振、SERF 磁强计基本原理及介绍；	0.20	1、2
3、核磁共振陀螺、无自旋交换陀螺、固态自旋陀螺、原子干涉陀螺原理、特点、精度；	0.40	1、2
4、原子钟的基本原理及发展情况介绍；	0.20	1、2
6、量子传感研究现状、目前技术瓶颈及未来发展趋势；	0.10	1

本课程不可以申请免修。

十、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配及考核权重分配

课程目标	知识面比例（本列总和为1）P_i	各环节评价比例分配（每行总和为1）W_{ik}			各环节在课程达成中的占比（所有行列总和为1）$S_{ik}=P_i*W_{ik}$			各环节课程目标考核权重分布（每一列总和为1）$E_{ik}=S_{ik}/M_{ik}$		
		课堂情况	作业成绩	期末考试	课堂情况	作业成绩	期末考试	课堂情况	作业成绩	期末考试
1	0.6	0.2	0.30	0.50	0.12	0.18	0.30	0.55	0.64	0.60
2	0.4	0.25	0.25	0.50	0.10	0.10	0.20	0.45	0.36	0.40
各环节对课程目标达成的贡献率（M_k）					0.22	0.28	0.50	教师出题或布置作业时要尽量做到按照以上比例布局		

采用达成值计算法，辅以对学生的问卷调查法。

课程目标定量评价：

达成值计算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left(\sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ \left(100 \times P_i\right)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A = \left(\sum_i \sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ 100$$

以上公式中：

k 表示不同的评价方式，i 表示不同的课程目标。

G_k 表示第 k 种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$ 是第 k 种评价方式通过第 i 个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

W_{ik} 表示第 k 种评价方式对第 i 个课程目标百分占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

课程目标定性评价：

针对每门课的课程目标，直接设计问题，并要求学生明确给出目标能力达到的程度“很好（0.95）、较好（0.75）、中（0.60）、较差（0.45）、很差（0.25）”，根据各区段统计比例与括号中的目标分值加权后求和得出定性评价的结果。

课程目标达成结果：

同一课程目标的评价，取定性评价和定量评价的平均值，作为最终评价结果。

课程目标达成度大于等于 0.71 为一级达成，大于等于 0.65 为二级达成。

十一、各环节评价标准

本课程允许教师在各评价环节根据具体情况采取多样化、个性化的考核手段，其评价标准应当在《SIE-CT-01：授课计划》中明确并向学生公布，教学过程中的考核评价应当严格按照标准完成。

十二、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，重点是达成值相对较低的项，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

《计算思维导论》教学大纲

制定人：王佳云　　教学基层组织审核人：刘文耀

开课学院：仪器与电子学院　　开课学院审核人：刘文怡

课程名称（中文）：计算思维导论

课程名称（英文）：An introduction to computational thinking

课程类别：专业类教育课程　　课程性质：必修

课程代码：Z03060401　　适用层次（本科）：本科

适用专业：智能感知工程　　计划学分：2.5

计划学时（周数）：40　　讲课学时：40　　实验学时：0

开课学期：4　　考核方式：考试

先修课程：C 语言程序设计

后续课程：数字信号处理、云计算与物理网

一、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务（需说明课程对人才培养方面的贡献）

本课程是智能感知工程专业的一门专业类必修课程，是培养学生通过现代工具及媒体构建知识、提升能力的重要课程。本课程的任务是使学生通过本课程的学习培养学生计算思维解能力，了解计算机基础理论知识，具备计算机基本操作、数据库基本应用、网络应用、多媒体技术应用、程序设计、信息系统设计与开发等方面的技能，培养学生利用计算机解决常见实际问题的能力以及终身学习的意识与能力。该课程以《高等数学》、《线性代数》、《大学计算机基础》为基础，在整个智能感知工程专业教学计划中起到奠基计算理论基础的作用，为后续《数字信号处理》、《云计算与物理网》等专业课程的学习奠定基本的计算思维理论基础。

2、课程目标

课程目标 1：能够利用系统思维、算法思维、数据思维、网络化思维以及网络安全与伦理思维进行问题分析，逻辑推理，提高解决问题的能力。（支撑毕业要求指标点 1-1 知识体系：系统地学习本专业相关的数学、自然科学、电子类工程基础和专业等多方面的知识。）

课程目标 2：能够运用典型计算思维进行计算系统的构建，并模拟不同计算环境的执行程序。（支撑毕业要求指标点 1-2 知识运用能力：能将基础知识与本专业基本工程问题结合起来，灵活、恰当地将其运用到复杂电子类工程问题的解决中。）

课程目标 3：能够利用计算手段进行求解的基本思维模式，能够针对复杂系统的问题，利用计算思维进行计算处理的优化。（支撑毕业要求指标点 3-1 按需设计：能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的电路、系统和工艺流程。并能够针对方案进行优化选择。）

思政目标：计算思维是以计算机科学求解问题的重要思维方式。通过学习相关知识，引导学生树立正确认识世界改造世界的方法；通过了解该课程涉及相关知识技术的国内外发展现状，激发学生重视专业技术进步与创新、为国家发展贡献力量的意识。

二、课程内容、思政融入点、学时分配及对毕业要求指标点的支撑

表 2.1 课程内容、学时分配及对毕业要求指标点的支撑

章节	内　　容	讲课	实验	小计	支撑课程目标	支撑的毕业要求指标点
第 1 章	**1　计算机与计算思维** 1.1 计算机科学；主要内容：计算机科学的发展及其含义，计算机科学涵盖的领域和发展方向。 1.2 计算思维；主要内容：计算思维的概念和本质，计算思维与各学科的关系。 1.3 计算机的发展；主要内容：计算机的发展概况，计算机的特点、分类及应用。 重点：计算思维与计算的基本概念，计算机的发展现状。 难点：计算思维的本质。	**4**	**0**	**4**	**1**	**1-1**
第 2 章	**2　0 和 1 的思维——信息在计算机中的表示** 2.1 计算机中的数制；主要内容：计算机中的二进制数字系统，十进制数、二进制数、八进制数和十六进制数及其相互转换。 2.2 数值信息的表示；主要内容：数值的机器数表示，原码、反码、补码的转换与运算，ASCII 码的介绍与使用。 2.3 文字符号的表示；主要内容：机内码表示文字的规则，输入码和输出码的介绍。 2.4 数字图像的表示；主要内容：图像数字化的主要过程，采样、量化和编码等步骤。 2.5 数字音频的表示；主要内容：模拟音频数字化处理过程。 重点：数制之间的转换，文字、图像和音频的数字化过程。 难点：计算机中的数据编码表示。	**6**	**0**	**6**	**1**	**1-1**
第 3 章	**3　系统思维** 3.1 计算机系统概述；主要内容：计算机系统的发展，计算机的体系结构。 3.2 计算机硬件系统；主要内容：CPU 的结构和原理，指令与指令系统，主板、芯片组与 BIOS。 3.3 计算机软件系统；主要内容：计算机软件的分类，程序设计语言，程序设计语言处理系统。 3.4 操作系统；主要内容：操作系统简介与主要功能，文件与文件系统，常用操作系统。 3.5 计算机系统工作过程；主要内容：计算机系统工作的基本原理与过程。 重点：计算机的软件、硬件系统以及操作系统。	**6**	**0**	**6**	**2**	**1-2**

	难点：计算机系统的工作原理。					
第 4 章	**4　算法思维** 4.1 什么是算法；主要内容：算法的基本概念，算法表示和算法分析。 4.2 常用算法概述；主要内容：查找算法和排序算法的介绍及使用。 4.3 算法设计与分析；主要内容：问题分析和建模，算法描述问题，常用的算法设计策略。 重点：常用算法的使用，问题分析建模和算法设计。 难点：常用算法的设计方法	**4**	**0**	**4**	**2**	**1-2**
第 5 章	**5　数据思维** 5.1 数据的表示；主要内容：数据结构，线性表，栈和队列，树和二叉树的相关知识及使用。 5.2 数据的存储与管理；主要内容：文件系统，数据库设计基础。 5.3 数据分析；主要内容：大数据，数据挖掘，数据仓库的基础。 重点：数据的表示方法，数据库的基础知识，数据分析处理的过程。 难点：数据分析处理，数据库的设计及使用。	**6**	**0**	**6**	**2**	**1-2**
第 6 章	**6　网络化思维** 6.1 互联网的产生和发展；主要内容：互联网的基本概念，计算机网络和互联网的发展阶段。 6.2 计算机网络概述；主要内容：计算机网络概念及分类，通信技术基础，计算机网络性能指标，网络的体系结构，IP 地址与 MAC 地址，传输介质及常见的网络设备。 6.3 局域网；主要内容：局域网特点和参考模型，以太网技术，无线局域网技术。 6.4 因特网；主要内容：因特网的核心特征和架构 TCP/IP 协议簇，因特网宽带接入方式及应用。 6.5 物联网；主要内容：物联网定义、特征及工作流程，云计算、人工智能与物联网的关系。 重点：计算机网络的概念和分类，局域网、因特网和物联网的基础知识和工作原理。 难点：不同计算机网络的区别与联系。	**6**	**0**	**6**	**3**	**3-1**
第 7 章	**7　伦理思维——网络安全与信息伦理** 7.1 恶意代码的概念及关键技术；主要内容：恶意代码概念，恶意代码生存技术和隐藏技术。 7.2 计算机病毒；主要内容：计算机病毒概述，计算机病毒防治技术。 7.3 木马；主要内容：木马概述，木马工作原理及木马防治技术。 7.4 蠕虫；主要内容：蠕虫概述，蠕虫的传播过程，蠕虫的分析和防范措施。 7.5 网络安全管理体系与信息伦理；主要内容：网络安全管理体系，信息伦理的基础知识。 7.6 保障信息安全常用手段；主要内容：安全保障的常用技术，如数据加密、数字签名、数字	**8**	**0**	**8**	**3**	**3-1**

	证书、身份认证、区块链技术等。 重点：恶意代码的概念和分类，病毒的防治技术和网络信息安全的保障手段。 难点：防治病毒的技术和保障信息安全的技术。					
合 计		**40**	**0**	**40**		

表 2.2 课程内容与思政融入点对应关系

序号	知识点	思政融入点
1	计算机和计算机系统的发展历程和不同的阶段，IT 行业的发展现状及对计算思维人才的需求。	专业报国思想：通过梳理当今计算机产业的发展态势，勉励学生将个人专业发展与社会发展紧密结合。
2	网络安全与信息伦理思维中的恶意代码防护技术，保障信息安全的常用技术手段。	爱国情怀：通过列举防护技术案例，培养学生的国家安全意识，真正的热爱自己国家。

三、达成课程目标的途径和措施

1.引导学生掌握系统思维、算法思维、数据思维、网络化思维以及网络安全与伦理思维的相关概念、基本原理以及实际意义，利用实际思维案例，帮助学生理解和掌握利用计算思维分析问题和逻辑推理的能力。

2．采用多种信息化教学手段，结合例题讲解和实际案例分析，保证授课质量和授课进度，活跃课堂气氛，把握学生接受程度。

3．采用案例式教学，结合实际问题，进行复杂系统问题的分析和简化，从而具备利用计算思维手段进行求解复杂问题的能力。

四、考核方式

1. 课程考核方式包括随堂测验、课后作业情况、实验情况和期末考试等。

考核方式：随堂测验、课后作业和期末考试。

2.定量评价

本课程包含 3 个分课程目标，有 3 个考核方式，各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配如下：

表 4.1　各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配

课程目标	考核方式以及成绩占比（%）			分课程目标权重 P_i（%）
	作业（1）	随堂测试（2）	期末考试（k）	
1	5	5	10	20
2	5	10	15	30
3	10	15	25	50
考核环节成绩比例合计（%）	20	30	50	100

那么第 i 个分课程目标的评价基于各环节 k 的贡献加权求和，就是该分课程目标的达成度 A_i，即

$$A_i = \sum G_{ik} \times (S_{ik} / P_i) \quad 5\text{-}1$$

而多个分课程目标再根据比例加权求和，就得到本门课程的课程目标达成度 A。

$$A = \sum A_i \times P_i \quad 5\text{-}2$$

其中：k 表示不同的考核方式，i 表示不同的分课程目标；

S_{ik} 表示第 i 个课程目标中第 k 种考核方式在总成绩中的占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

G_{ik} 表示第 k 种考核方式支撑第 i 个课程目标的达成度。

3.定性评价

定性评价指利用学生的调查问卷进行课程目标达成情况评价，按照各课程目标分项设计合适的问卷，调查学生掌握知识及获得能力等课程目标达成情况。其中成绩均采用百分制统计，五级分制转换为百分制时，优对应 90 分，良对应 80 分，中对应 70 分，及格对应 60 分，不及格对应 50 分。

综合定性与定量评价结果，取最小量为最终评价结果。

五、评价标准：

1、随堂测试评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100 分	75-89 分	60-74 分	0-59 分	
掌握系统思维、算法思维、数据思维、网络化思维以及网络安全与伦理思维的基本概念和原理，能够运用计算思维分析问题。(支撑课程目标 1、毕业要求指标点 1-1)	规定时间内完成；能够熟练掌握计算思维的基本原理；能够正确运用计算思维分析问题；答题规范，准确性高。	规定时间内完成；能够较好地掌握计算思维的基本原理；能够大部分正确运用计算思维分析问题，答题较规范，准确性较高。	规定时间内完成；能够基本掌握计算思维的基本原理；能基本正确运用计算思维分析问题；答题基本规范，基本准确。	未完成或未提交测验；不能掌握计算思维基本原理；未能运用计算思维分析问题；基本概念不清楚甚至错误，准确率低。	30%
能够运用典型计算思维进行计算系统的构建，并模拟不同计算环境的执行程序。(支撑课程目标 2、毕业要求指标点 1-2)	规定时间内完成；能够熟练掌握典型计算系统构建；能够正确模拟计算执行程序；答题规范，准确性高。	规定时间内完成；能够较好地掌握典型计算系统构建；能够大部分正确模拟计算执行程序；答题较规范，准确性较高。	规定时间内完成；能够基本掌握典型计算系统构建；能够基本正确模拟计算执行程序；答题基本规范，基本准确。	未完成或未提交测验；不能掌握典型计算系统构建；未能正确模拟计算执行程序；基本概念不清楚甚至错误，准确率低。	30%
能够利用计算思维手段针对复杂系统的问题进行计算处理的优化。（支撑课程目标 3、毕业要求指标点 3-1）	规定时间内完成；能够熟练利用计算思维手段针对复杂系统的问题进行计算处理的优化；答题规范，准确性高。	规定时间内完成；能够较好地利用计算思维手段针对复杂系统的问题进行计算处理的优化；答题较规范，准确性较高。	规定时间内完成；能够基本利用计算思维手段针对复杂系统的问题进行计算处理的优化；答题基本规范，基本准确。	未完成或未提交测验；不能利用计算思维手段针对复杂系统的问题进行计算处理的优化；基本概念不清楚甚至错误，准确率低。	40%

2、作业评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100 分	75-89 分	60-74 分	0-59 分	
能够掌握计算机硬件和软件组成及工作原理，并掌握计算机硬件和软件思维，（支撑课程目标 1、毕业要求指标点 1-1）	按时交作业；能够完全掌握计算机硬件和软件组成及工作原理和计算机硬件软件思维，完成作业认真，语言规范，表述清楚。	按时交作业；能够较好地掌握计算机硬件和软件组成及工作原理和计算机硬件软件思维，完成作业较认真，语言较规范，表述较清楚。	按时交作业;能够基本掌握计算机硬件和软件组成及工作原理和计算机硬件软件思维,完整作业基本认真,语言基本规范，表述基本清楚。	不能按时交作业,有抄袭现象;或者答案不合理。	30%
能够运用计算思维对信息进行安全防护设计。（支撑课程目标 2、毕业要求指标点 1-2）	按时交作业；运用计算思维设计的安全防护正确合理，完成作业认真，语言规范，表述清楚。	按时交作业；运用计算思维设计的安全防护正确较为合理，完成作业较认真，语言较规范，表述较清楚。	按时交作业;运用计算思维设计的安全防护基本正确合理，完整作业基本认真，语言基本规范,表述基本清楚。	不能按时交作业,有抄袭现象;或者设计完全不合理。	30%
能够根据实际案例，设计算法并进行计算处理优化。（支撑课程目标 3、毕业要求指标点 3-1）	按时交作业；案例选题正确，算法设计合理，计算处理优化得当，完成作业认真，语言规范，表述清楚。	按时交作业；案例选题正确，算法较为设计合理，计算处理优化较为得当，完成作业较认真，语言较规范，表述较清楚。	按时交作业;案例选题基本正确,算法基本设计合理,计算处理优化基本得当,完整作业基本认真,语言基本规范,表述基本清楚。	不能按时交作业,有抄袭现象;或者算法设计优化完全不合理。	40%

3、考试评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100 分	75-89 分	60-74 分	0-59 分	
能够掌握系统思维、算法思维、数据思维、网络化思维和伦理思维的基本概念和工作原理。（支撑课程目标 1、毕业要求指标点 1-1）	能够完全掌握计算思维的基本概念和工作原理，表述清晰，语言规范。	能够较好地掌握计算思维的基本概念和工作原理，表述清晰，语言规范。	能够基本掌握计算思维的基本概念和工作原理，表述基本清晰，语言基本规范。	不能掌握计算思维的基本概念和工作原理，语言不规范。	30%
能够运用计算思维对给出的木马和蠕虫病毒案例进行安全防护设计。（支撑课程目标 2、毕业要求指标点 1-2）	对案例的分析完全正确，设计出合理的安全防护方案，表述清楚，语言规范。	对案例的分析正确，设计出较为合理的安全防护方案，表述清楚，语言规范。	对案例的分析基本正确，设计出基本合理的安全防护方案，表述基本清楚，语言基本规范。	不能对案例进行正确地分析，没有设计出合理的方案，语言不规范。	30%
能够对计算机系统和网络案例进行计算处理优化。（支撑课程目标 3、毕业要求指标点 3-1）	对案例的分析完全正确，计算优化处理合理，表述清楚，语言规范。	对案例的分析正确，计算优化处理较为合理，表述清楚，语言规范。	对案例的分析基本正确，计算优化处理基本合理，表述基本清楚，语言基本规范。	不能对案例进行正确地分析，计算优化处理完全不合理，语言不规范。	40%

六、参考书目及学习资料（书名，主编，出版社，出版时间及版次）

[1] 马利、范春年、江结林著.计算思维导论[M]. 北京：清华大学出版社，2020 年 9 月第一版；

[2] 宁爱军、王淑敬著.计算思维与计算机导论[M]. 北京：人民邮电出版社，2018 年 3 月第一版；

[3] 薛红梅、申艳光著.大学计算机——计算思维导论[M]. 北京：清华大学出版社，2021 年 9 月第一版；

制定人：王佳云　　**审定人**：崔建功　　**批准人**：王红亮

2021 年 12 月 1 日

《云计算与物联网》教学大纲

制定人：王佳云　　教学基层组织审核人：刘文耀

开课学院：仪器与电子学院　　开课学院审核人：刘文怡

课程名称（中文）：云计算与物联网

课程名称（英文）：Cloud computing and Internet of things

课程类别：专业类教育课程　　课程性质：专业类选修

课程代码：Z03060408　　适用层次：本科

适用专业：智能感知工程　　计划学分：2

计划学时（周数）：32　　讲课学时：24　　实验学时：8

开课学期：7　　考核方式：考查

先修课程：计算思维导论、人工智能导论

后续课程：毕业设计

一、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务（需说明课程对人才培养方面的贡献）

本课程是智能感知工程专业的一门专业类选修课程，是学习和了解云计算和物联网技术的基本理论和知识的重要课程。本课程的任务为，学生能够掌握云计算和物联网技术的基本理论和知识，掌握云计算和物联网涉及的各种关键技术，了解云计算和物联网的最新发展动态和趋势，对云服务、云服务接口，并行计算与云计算的相互关系等有所了解，理解云计算对于发展物联网所起到的重要推动作用，并对主流的云计算商用平台和开源实现系统有一定的认识。

2、课程目标

课程目标 1：能够掌握云计算和物联网技术的基本理论和知识，理解云计算和物联网互相支撑的重要关系。（支撑毕业要求指标点 1-1 知识体系：系统地学习本专业相关的数学、自然科学、电子类工程基础和专业等多方面的知识。）

课程目标 2：掌握开源云计算和物联网系统，熟悉云计算应用开发软件，能够用对基础工程案例进行编程设计。（支撑毕业要求指标点 4-1 领域现状认知能力：了解智能感知工程专业领域背景及经典案例，能够针对复杂工程问题提出研究思路和分析方法，并有意识地将实验结果用于指导解决方案的改善和优化。）

思政目标：云计算与物联网是未来智能化发展的基础技术。通过梳理当云计算和物联网产业的发展态势，勉励学生将个人专业学习与社会发展紧密结合，培养学生利用所学知识和技术回报社会，建设国家。

二、课程内容、思政融入点、学时分配及对毕业要求指标点的支撑

表 2.1 课程内容、学时分配及对毕业要求指标点的支撑

章节	内　　容	讲课	实验	小计	支撑课程目标	支撑的毕业要求指标点
第 1 章	**1　云计算的概念与发展** 1.1 云计算的概念、定义和发展历程；主要内容：云计算的基础概念和定义，以及发展的过程。 1.2 云计算的发展现状；主要内容：国内外云计算目前的发展现状。 1.3 云计算的挑战；主要内容：目前云计算遇到的问题和面临的挑战。 重点：云计算的概念、发展及特点。 难点：云计算的标准化状况。	**2**	**0**	**2**	**1**	**1-1**
第 2 章	**2　云计算的系统结构** 2.1 云计算系统结构概念和模型；主要内容：云计算系统结构的基本概念和主要结构模型。 2.2 云计算服务层、技术层和 SOA 层的层次结构；主要内容：各层次结构的主要部分和作用。 2.3 典型云计算平台及系统结构；主要内容：典型的云计算平台和系统结构的组成和工作原理。 重点：云计算系统结构的组成部分和工作原理。 难点：Google 云平台和 Amazon 平台的系统结构。	**2**	**0**	**2**	**1**	**1-1**
第 3 章	**3　云计算的关键技术** 3.1 资源池技术；主要内容：资源池技术的概念和发展。 3.2 数据中心技术；主要内容：数据中心的概念和发展，典型的云计算数据中心。 3.3 虚拟化技术；主要内容：虚拟化的基本概念、平台架构和实现形式。 3.4 资源管理技术；主要内容：资源监测与调度，云计算平台管理技术。 3.5 网络通信技术；主要内容：网络通信技术的概念和工作方式。 重点：云计算中的关键技术概念和工作方式。 难点：云计算关键技术的编程模型。	**2**	**0**	**2**	**1**	**1-1**
第 4 章	**4　云存储技术及应用** 4.1 云存储概念；主要内容：云存储的基本概念，云存储与云计算和传统存储的关系。 4.2 云存储系统模型和关键技术；主要内容：云存储虚拟化、分布式存储和数据备份等技术。	**2**	**0**	**2**	**2**	**4-1**

	4.3 云存储的标准化和安全性；主要内容：云存储目前执行的标准化和安全防护措施。 4.4 云存储相关产品策略；主要内容：目前成熟的云存储相关产品策略。 4.5 云存储服务系统应用；主要内容：个人和企业级云存储的应用。 重点：云存储的系统模型、关键技术和产品策略。 难点：存储安全技术和容错技术。					
第 5 章	**5 云安全技术及应用** 5.1 云计算的安全问题；主要内容：目前存在的云计算安全问题。 5.2 云计算的安全属性；主要内容：云计算安全的可靠性、可用性、保密性、完整性等。 5.3 云计算的安全架构；主要内容：云计算安全架构的组成部分和工作原理。 5.4 云计算的安全实施步骤；主要内容：云计算安全防护的实施步骤。 5.5 云计算的安全策略和方法；主要内容：阿里云的安全策略和方法。 重点：云计算安全属性和架构，云计算安全的策略和具体实施方法。 难点：云计算安全策略的制定。	**2**	**0**	**2**	**2**	**4-1**
第 6 章	**6 开源云计算系统** 6.1 开源软件与云计算；主要内容：目前主流的开源软件介绍。 6.2 主流开源云计算系统；Hadoop、Eucalyptus、OpenStack、CloudStack 系统。 重点：目前主流开源云计算系统的基本知识。 难点：开源云计算系统的工作原理。	**2**	**2**	**4**	**2**	**4-1**
第 7 章	**7 物联网的概念与发展** 7.1 物联网的产生背景与定义；主要内容：物联网产生的背景和相关定义。 7.2 物联网的应用案例；主要内容：物联网与智慧城市和智能制造的应用案例。 7.3 物联网的发展状况；主要内容：物联网在国内外的发展状况。 7.4 物联网的挑战与建议；主要内容：物联网发展面临的挑战和建议。 重点：物联网的基础概念、应用案例、发展状况和面临的挑战。 难点：针对物联网面临的挑战提出相应的建议。	**2**	**0**	**2**	**1**	**1-1**
第 8 章	**8 物联网的系统结构** 8.1 物联网的一般体系结构；主要内容：物联网一般的三层和四层架构。 8.2 物联网的自主体系结构；主要内容：物联网自主体系结构的组成。 8.3 物联网标准的体系结构；主要内容：物联网标准体系架构和国际标准化状况。	**2**	**0**	**2**	**1**	**1-1**

	重点：物联网的系统结构主要组成和功能。 难点：一般体系结构和标准化体系结构的不同。					
第 9 章	**9　物联网的关键技术** 9.1 现代感知与标识技术；主要内容：条码、RFID 和传感器技术。 9.2 嵌入式系统技术；主要内容：嵌入式的组成、特点和开发技术。 9.3 网络通信技术；主要内容：短距离网络通信和广域网通信技术。 9.4 数据汇聚与信息融合；主要内容：信息融合的分层模型。 9.5 云计算与信息服务技术；主要内容：云计算的计算能力和信息服务的潜能。 9.6 物联网的安全技术；主要内容：物联网感知层、传输层、处理层和应用层的安全技术。 重点：物联网中的关键技术知识。 难点：物联网中各关键技术的联系和融合。	**4**	**2**	**6**	**1**	**1-1**
第 10 章	**10　开源物联网系统** 10.1 物联网开源平台与创客文化；主要内容：物联网开源平台和创客文化的介绍。 10.2 物联网开源硬件系统；主要内容：开源平台 Arduino 和树莓派 Raspbian。 10.3 物联网开源操作系统；主要内容：Contiki 操作系统的特点和特性。 重点：开源物联网平台、硬件系统和操作系统的基础知识和操作模式。 难点：Contiki 操作系统的代码模块。	**2**	**2**	**4**	**2**	**4-1**
第 11 章	**11　云计算与物联网融合应用** 11.1 云计算与物联网在智慧城市中的融合应用；主要内容：智慧城市基础平台架构，智慧城市中的数据融合与共享。 11.2 云计算与物联网在智慧医疗中的融合应用；主要内容：智慧医疗的总体架构，远程医疗监护系统的工作模式。 11.3 云计算与物联网在智慧社区中的融合应用；主要内容：智慧社区的总体框架和综合信息服务平台的工作模式。 重点：云计算与物联网在智慧城市、智慧医疗和智慧社区中的应用。 难点：云计算与物联网融合应用中的基础数据分析。	**2**	**2**	**4**	**2**	**4-1**
合 计		**24**	**8**	**32**		

表 2.2 课程内容与思政融入点对应关系

序号	知识点	思政融入点
1	云计算与物联网的发展历程和不同的阶段，信息技术行业的发展现状及对云计算和物联网人才的需求。	专业报国思想：通过梳理当云计算和物联网产业的发展态势，勉励学生将个人专业学习与社会发展紧密结合。
2	云安全和物联网安全中的云计算和物联网信息安全保障技术及常用手段。	爱国情怀：通过学习云计算和物联网安全保障技术，讲解安全信息防护技术案例，培养学生的国家安全意识，真正的热爱自己国家。

三、本课程开设的实验项目

编号	实验项目名称	学时	类型	要求	支撑课程目标	支撑的毕业要求指标点
1	阿里云 OSS 管理控制平台 Windows 客户端的配置和使用	2	验证性	必做	1	1-1
2	TP-Link TL-WR745N 无线 ADSL 路由器快速配置方法	2	验证性	必做	2	4-1
3	BlueSoleil 蓝牙软件管理系统的配置和使用	2	验证性	必做	2	4-1
4	Hadoop 数据处理实验	2	验证性	必做	2	4-1

实验一 ：阿里云 OSS 管理控制平台 Windows 客户端的配置和使用

实验目的：了解阿里云 OSS 管理控制平台 Windows 客户端，使用 OSS Windows 客户端上传和下载文件；实现 RAM 授权。

实验原理： 弹性计算服务技术；对象存储服务技术。

实验设备： Windows 操作系统计算机。

实验安排： 教师介绍阿里云自助实验系统，进行操作演示，配置 OSS Windows 客户端的用户信息，创建 bucket，并上传和下载文件，结合 RAM 服务，自定义策略，实现对子用户的 OSS 服务使用权限；学生熟悉 OSS Windows 客户端操作，对实验案例进行验证分析。

实验报告要求： 简述 OSS Windows 客户端用户信息配置过程；记录创建 OSS 的新策略授权不同权限给子用户的操作方法；写出实验的体会与疑问。

实验二 ：TP-Link TL-WR745N 无线 ADSL 路由器快速配置方法

实验目的：掌握 TP-Link TL-WR745N 路由器配置方法

实验原理： IEEE 802.11n 无线通讯协议。

实验设备： TP-Link TL-WR745N 无线路由器，Windows 操作系统计算机。

实验安排： 教师讲解 IEEE 802.11 无线通讯协议的族成员、频谱划分、802.11 网络的基本元素和 802.11MAC 层工作原理，进行无线路由器配置操作演示；学生学习熟悉 IEEE 802.11n 无线通讯协议基础知识，对 TP-Link TL-WR745N 无线路由器进行网络参数、无线安全以及 DHCP 服务器配置。

实验报告要求： 简述 TP-Link TL-WR745N 无线路由器的配置过程；记录不同的配置方法对无线信号的影响，写出实验的体会与疑问。

实验三 ：BlueSoleil 蓝牙软件管理系统的配置和使用

实验目的：了解蓝牙机理，学习蓝牙协议结构的基本功能，掌握蓝牙设备的各种应用方式。

实验原理： 蓝牙传输协议。

实验设备： Windows 操作系统计算机。

实验安排： 教师讲解 BuleSoleil 系统基础知识，演示蓝牙文件传送，蓝牙网桥，蓝牙拨号网络等；学生熟悉 BlueSoleil 蓝牙操作软件，进行蓝牙网桥和拨号网络的配置链接。

实验报告要求： 简述 BlueSoleil 蓝牙操作软件的配置过程；记录蓝牙网桥和拨号网络的实验数据；写出实验的体会与疑问。

实验四 ：Hadoop 数据处理实验

实验目的：了解虚拟机 Ubuntu 上的 Hadoop，学会编写用 Hadoop 处理数据的程序并在单机上运行。

实验原理： Eclipse 编写程序的大数据统计。

实验设备： 虚拟机 VMware 9，Ubuntu-12 操作系统。

实验安排： 教师讲解实验设计思路，算法设计和程序说明，进行操作演示，学生安装实验环境，安装配置 Samba 和 JDK，在单节点环境下运行 Hadoop，运行程序并分析。

实验报告要求： 简述虚拟机和 Ubuntu 实验环境的安装配置过程，记录程序在单机上运行时出现的问题和解决办法，写出实验的体会与疑问。

四、达成课程目标的途径和措施

1.采用多种信息化教学手段，讲解云计算和物联网技术的基本理论知识，理解云计算和物联网相互支撑的重要关系，保证授课质量和授课进度，活跃课堂气氛，把我学生接收程度。

2.采用案例式教学，结合实际问题，进行云计算和物联网应用开发的练习，达到能够对工程案例进行设计和编程。

五、考核方式

1. 课程考核方式包括随堂测验、课后作业情况、实验情况和期末考试等。

考核方式：课后作业、实验情况；综述小论文。

3.定量评价

本课程包含 2 个分课程目标，有 3 个考核方式，各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配如下：

表 4.1 各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配

课程目标	**考核方式以及成绩占比（%）**			**分课程目标权重 P_i（%）**
	作业（1）	**实验情况（2）**	**综述小论文（k）**	
1	*10*	*20*	*20*	50
2	*10*	*20*	*20*	50
考核环节成绩比例合计（%）	20	40	40	100

那么第 i 个分课程目标的评价基于各环节 k 的贡献加权求和，就是该分课程目标的达成度 A_i，即

$$A_i = \sum G_{ik} \times (S_{ik} / P_i) \quad 5\text{-}1$$

而多个分课程目标再根据比例加权求和，就得到本门课程的课程目标达成度 A。

$$A = \sum A_i \times P_i \quad 5\text{-}2$$

其中：k 表示不同的考核方式，i 表示不同的分课程目标；

S_{ik} 表示第 i 个课程目标中第 k 种考核方式在总成绩中的占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

G_{ik} 表示第 k 种考核方式支撑第 i 个课程目标的达成度。

4.定性评价

定性评价指利用学生的调查问卷进行课程目标达成情况评价，按照各课程目标分项设计合适的问卷，调查学生掌握知识及获得能力等课程目标达成情况。其中成绩均采用百分制统计，五级分制转换为百分制时，优对应 90 分，良对应 80 分，中对应 70 分，及格对应 60 分，不及格对应 50 分。

综合定性与定量评价结果，取最小量为最终评价结果。

六、评价标准：

1、课后作业评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100 分	75-89 分	60-74 分	0-59 分	
掌握云计算和物联网技术的基本理论知识，理解云计算和物联网相互支撑的重要关系。(支撑课程目标 1、毕业要求指标点 1-1)	按时交作业；能够完全掌握云计算和物联网技术的基本理论知识；理解云计算和物联网相互关系；完成作业认真，语言规范，表述清楚。	按时交作业；能够较好地掌握云计算和物联网技术的基本理论知识；较好地理解云计算和物联网相互关系，完成作业较认真，语言较规范，表述较清楚。	按时交作业；能够基本掌握云计算和物联网技术的基本理论知识；能基本理解云计算和物联网相互关系；完整作业基本认真，语言基本规范，表述基本清楚。	不能按时交作业，有抄袭现象；或者答案不合理。	50%
能够对云计算和物联网工程案例进行合理设计，编写运行程序。(支撑课程目标 2、毕业要求指标点 3-1)	按时交作业；能够熟练对云计算和物联网工程案例进行合理设计，编写运行程序；完成作业认真，语言规范，表述清楚。	按时交作业；能够较好地对云计算和物联网工程案例进行合理设计，编写运行程序；完成作业较认真，语言较规范，表述较清楚。	按时交作业；能够基本对云计算和物联网工程案例进行合理设计，编写运行程序；完整作业基本认真，语言基本规范，表述基	不能按时交作业，有抄袭现象；或者答案不合理。	50%

			本清楚。		

2、实验教学评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100 分	75-89 分	60-74 分	0-59 分	
能够根据实验指导书规定的实验目的与要求，进行阿里云 OSS 管理控制平台的配置和使用，并完成模拟实验，撰写实验报告。（支撑课程目标 1、毕业要求指标点 1-1）	按照要求完成预习，按照实验安全操作规程进行实验，阿里云OSS管理平台配置和使用正确；实验步骤与结果正确；实验报告数据正确、语言规范。	能够预习，按照实验安全操作规程进行实验，阿里云OSS管理平台配置和使用正确；实验大部分步骤与结果正确；实验报告数据较为正确、语言较为规范。	按照实验安全操作规程进行实验，阿里云OSS管理平台配置和使用正确；实验步骤与结果基本正确；实验报告数据基本正确、语言基本规范。	没有按照实验安全操作规程进行实验；或者阿里云 OSS 管理平台配置和使用有重大错误；或者实验步骤与结果不正确。	25%
能够根据实验指导书规定的实验目的与要求，进行 TP-Link TL-WR745N 无线 ADSL 路由器快速配置，并完成模拟实验，撰写实验报告。（支撑课程目标 2、毕业要求指标点 3-1）	按照要求完成预习，按照实验安全操作规程进行实验，TP-Link TL-WR745N 无线 ADSL 路由器配置正确；实验步骤与结果正确；实验报告数据正确、语言规范。	能够预习，按照实验安全操作规程进行实验，TP-Link TL-WR745N 无线 ADSL 路由器配置正确；实验大部分步骤与结果正确；实验报告数据较为正确、语言较为规范。	按照实验安全操作规程进行实验，TP-Link TL-WR745N 无线 ADSL 路由器配置正确；实验步骤与结果基本正确；实验报告数据基本正确、语言基本规范。	没有按照实验安全操作规程进行实验；或 TP-Link TL-WR745N 无线 ADSL 路由器配置有重大错误；或者实验步骤与结果不正确。	25%
能够根据实验指导书规定的实验目的与要求，进行 BlueSoleil 蓝牙软件管理系统的配置和使用，并完成模拟实验，撰写实验报告。（支撑课程目标 2、毕业要求指标点 3-1）	按照要求完成预习，按照实验安全操作规程进行实验，BlueSoleil 蓝牙软件管理系统的配置和使用正确；实验步骤与结果正确；实验报告数据正确、语言规范。	能够预习，按照实验安全操作规程进行实验，BlueSoleil 蓝牙软件管理系统的配置和使用正确；实验大部分步骤与结果正确；实验报告数据较为正确、语言较为规范。	按照实验安全操作规程进行实验，BlueSoleil 蓝牙软件管理系统的配置和使用基本正确；实验步骤与结果基本正确；实验报告数据基本正确、语言基本规范。	没有按照实验安全操作规程进行实验；或 BlueSoleil 蓝牙软件管理系统的配置和使用有重大错误；或者实验步骤与结果不正确。	25%
能够根据实验指导书规定的实验目的与要求，进行 Hadoop 数据处理实验，并完成模拟实验，撰写实验报告。（支撑课程目标 2、毕业要求指标点 3-1）	按照要求完成预习，按照实验安全操作规程进行实验，Hadoop 数据处理正确；实验步骤与结果正确；实验报告数据正确、语言规范。	能够预习，按照实验安全操作规程进行实验，Hadoop 数据处理正确；实验大部分步骤与结果正确；实验报告数据较为正确、语言较为规范。	按照实验安全操作规程进行实验，Hadoop 数据处理基本正确；实验步骤与结果基本正确；实验报告数据基本正确、语言基本规范。	没有按照实验安全操作规程进行实验；或 Hadoop 数据处理有重大错误；或者实验步骤与结果不正确。	25%

3、小论文评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100 分	75-89 分	60-74 分	0-59 分	
能够针对物联网发展面临的挑战选取合理的视角，对所面临的挑战进行分析和建议。（支撑课程目标 1、毕业要求指标点 1-1）	检索和整理文献资料全面，分析和建议合理，表述清晰，语言规范。	检索和整理文献资料较为全面，分析和建议较为合理，表述较为清晰，语言较为规范。	检索和整理文献资料基本全面，分析和建议基本合理，表述基本清晰，语言基本规范。	检索和整理文献资料不全面，分析和建议不合理，语言不规范。	50%
能够综述云计算与物联网联合应用在智能城市、智能医疗和智能社区中的发展现状和未来发展趋势。（支撑课程目标 2、毕业要求指标点 1-2）	检索和整理文献资料全面，对云计算和物联网联合应用的发展现状和未来趋势分析合理，表述清晰，语言规范。	检索和整理文献资料较为全面，对云计算和物联网联合应用的发展现状和未来趋势分析较为合理，表述较为清晰，语言较为规范。	检索和整理文献资料基本全面，对云计算和物联网联合应用的发展现状和未来趋势分析基本合理，表述基本清晰，语言基本规范。	检索和整理文献资料不全面，对云计算和物联网联合应用的发展现状和未来趋势分析较不合理，语言不规范。	50%

七、参考书目及学习资料（书名，主编，出版社，出版时间及版次）

[1] 陈红松著.云计算与物联网信息融合[M]. 北京：清华大学出版社，2017 年 1 月第一版；

[2] 杨正洪、周发武著.云计算和物联网[M]. 北京：清华大学出版社，2013 年 7 月第一版；

[3] 张为民、赵立君、刘玮著.物联网与云计算[M]. 北京：电子工业出版社，2012 年 6 月第一版。

制定人：王佳云　　**审定人**：刘文耀　　**批准人**：刘文怡

2021 年 12 月 1 日

《智能传感材料》教学大纲

制定人：　姚慧珍　　教学基层组织审核人：刘文耀

开课学院：　仪器与电子学院　　开课学院审核人：刘文怡

课程名称（中文）：智能传感材料

课程名称（英文）：Intelligent sensing material

课程类别：专业课　　课程性质：必修课

课程代码：Z03060403　　适用层次（本科）：本科

适用专业：智能感知工程　　计划学分：2.5

计划学时（周数）：40　　讲课学时：30　　实验学时：10

开课学期：　5　　考核方式：考试

先修课程：大学物理

后续课程：智能传感系统

一、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务（需说明课程对人才培养方面的贡献）

本课程是智能感知工程专业的一门重要的专业基础类教育课程。通过本课程的学习，使学生明确智能材料与结构是集优越感、控制和驱动于一体的材料结构系统的概念及智能材料的分类。能够掌握智能材料对环境行为进行感知、响应并优化自身功能的理论，掌握智能材料的设计制备及材料智能化的基本方法和初步技能，掌握智能材料的性能改善途径，着眼于培养学生的综合素质和能力，为后续课程的学习、从事理论研究和工程技术打下坚实基础。本课程理论严密，逻辑性强，对学生辩证思维能力的培养和树立理论联系实际的科学观点，及提高学生分析问题、解决问题的能力都有重要作用。

2、课程目标

课程目标 1：能够掌握智能材料的基本概念与分类方法，材料智能化的概念，掌握材料智能化的处理方法和原则，对实际器件设计与智能材料的联系有深刻的认识。具备本专业相关的材料、自然科学、物理及传感、测试、仪器等多方面的知识。（支撑指标点 1-1 知识体系）。

课程目标 2：能够形成处理智能材料结构与系统问题的思路，并针对实际智能传感器件中涉及到的材料设计问题和背景建立相应材料体系模型，识别其中关键特性和参数。能应用科学原理对智能材料系统的设计问题进行分解，并识别其中的关键特征和参数。（支撑指标点 2-1 问题识别）。

思政目标：通过对智能传感器的结构与系统的应用及发展前景等内容的讲述，激发学生的技术创新理念与科技强国的信念。通过对相关技术市场垄断的介绍，向学生展示公正、平等、法治的重要性。

二、课程内容、思政融入点、学时分配及对毕业要求指标点的支撑

表 2.1 课程内容、学时分配及对毕业要求指标点的支撑

章节	内　　容	讲课	实验	小计	支撑课程目标	支撑的毕业要求指标点
第 1 章	**1　绪论** 1.1 概述；主要内容：智能材料的发展历史及现状 1.2 智能材料导论；主要内容：智能材料的定义和分类，智能材料的度量指标、智能材料的特征与功能，智能材料的设计思路 1.3 传感器智能化及智能传感器结构; 主要内容：智能传感器的结构与系统的应用及发展前景 重点：智能材料的特点 难点：材料智能化的实现过程	**2**	**0**	**2**	**1**	**1-1**
第 2 章	**2　压电、铁电智能材料与传感器** 2.1 压电效应基础；主要内容： 压电效应的理论及压电方程，材料晶体结构对称性与压电效应的关系 2.2 压电、铁电材料的传感、驱动特性；主要内容：驱动、传感特性的表征，驱动、传感特性产生的机制，提高驱动、传感特性的途径 2.3 压电、铁电材料；主要内容：常见的压电、铁电材料概述，电致伸缩陶瓷材料，压电、铁电薄膜材料，压电复合材料，高性能铁电陶瓷制备的先进工艺 2.4 压电、铁电材料在智能系统与结构中的应用：主要内容：驱动器应用、传感器应用举例、自适应结构、含机敏陶瓷的智能结构的未来 重点：压电材料的传感特性的表征	**6**	**2**	**8**	**1，2，4**	**2-1**

	难点：提高压电、铁电材料传感特性的途径					
第 3 章	**3 磁性材料及其智能化应用** 3.1 磁性材料概述；主要内容： 磁性材料及传感器的发展及在电机，电力电子技术等方面的应用 3.2 磁致伸缩效应、表征及传感器应用： 主要内容：磁性伸缩效应，磁性伸缩系数，磁性伸缩的唯象理论，磁体产生磁致伸缩现象的机理，表征磁致伸缩材料的性能参数 3.3 超磁致伸缩材料：主要内容：稀土超磁致伸缩材料的发展历史，性能，材料制备及组织结构 3.4 超磁致伸缩材料的智能化应用： 主要内容：超磁致伸缩材料及器件的性能优势，器件设计考虑的问题，超磁致伸缩材料的智能化应用，超磁致伸缩材料的智能复合膜及智能复合材料的研制 3.5 磁阻材料与传感器；主要内容：磁电阻效应，非磁体的磁电阻效应，各向异性磁电阻效应及传感器， 3.6 巨磁电阻效应及传感器：主要内容：人工纳米结构磁性技术膜的巨磁电阻效应，隧道型巨磁电阻效应，巨磁电阻传感器 3.7 巨磁阻抗效应与传感器；主要内容：巨磁阻抗效应，巨磁阻抗材料与性能，巨磁阻抗效应的应用 重点： 磁性材料的性能指标 难点：磁致伸缩材料的智能化应用	**6**	**2**	**8**	**1，3**	**2-1**
第 4 章	**4 形状记忆材料及其在智能结构中的应用** 4.1 形状记忆合金的概念；主要内容：形状记忆效应的微观机理，形状记忆合金伪弹性， 4.2 形状记忆合金特性及本构关系模型：主要内容：形状记忆合金的热滞回线，形状记忆合金相变的本构关系，包含塑性方法基本特点的本构关系简介	**6**	**2**	**8**	**1，2，3**	**1-1**

	4.3 NiTi 形状记忆合金的驱动特性研究：主要内容：预应变 NiTi 合金丝在加热冷却过程中的回复力-温度曲线，NiTi 合金记忆合金储能、耗能、输出功与温度和预应变关系，NiTi 合金热机循环过程中应力-应变-温度关系，形状记忆合金的阻尼特性 4.4 形状记忆合金复合材料及其智能属性：主要内容：NiTi 合金丝复合材料， NiTi 形状记忆合金颗粒复合材料 4.5 形状记忆合金的应用： 主要内容：NiTi 记忆合金复合材料提高冲击韧性，NiTi 记忆合金主动控制裂纹产生和扩展，NiTi 合金主动控制振动，形状记忆合金的良好自适应耐疲劳磨损，热敏控制器，形状记忆合金在医学方面的应用 重点：形状记忆效应的微观机制 难点：形状记忆的实现方式					
第五章	**5 电（磁）流变体材料及智能控制机构** 5.1 电流变液研究概况 5.2 电流变液的性能；主要内容：流变性能，电学性能 5.3 电流变效应的机理：主要内容：作用在 ER 流体颗粒上的力，电流变效应的物理模型 5.4 电流液材料的设计与制备：主要内容：无机电流变材料设计与制备，聚合物基电流变材料的设计与制备，电流变材料的多层结构设计及表面改性 5.5 影响电流变效应的因素：主要内容：颗粒介电性，悬浮颗粒电导率，添加剂等 5.6 电流变液在智能控制中的应用：主要内容：电流变减振器，电流变液与压电材料复合式阻尼器，电流变液离合器，电流变液的光学可调节性 5.7 磁流变液及其应用：主要内容：磁流变液研究概况，磁流变液的转变机理，磁流变液材料，MR 流体器件，ER 与 MR 性能与元器件行为比较 重点：影响流变体性能的因素 难点：流变体材料的设计与制备及表面改性	**6**	**2**	**8**	**1，3**	**2-1**

第六章	**6 光智能材料与传感器** 6.1 光电导效应；主要内容：光电导效应，光电导材料，光电探测器类型和结构 6.2 光生伏特效应；主要内容：光生伏特效应，光伏型光敏传感器 6.3 光纤材料与传感器：主要内容：光纤基本结构，光纤传输特性，光纤传感器 重点：光智能材料的性能参数 难点：光智能材料性能提高途径	**4**	**2**	**6**	**1，4**	**2-1**
合 计		**30**	**10**	**40**		

表 2.2 课程内容与思政融入点对应关系

序号	知识点	思政融入点
1	智能传感器的结构与系统的应用及发展前景	家国情怀：开发智能传感材料与结构，无论对于科学进步，还是促进国民经济发展，都具有重大的战略意义，在航空航天领域对于智能材料的需求与开发更为迫切，让学生学生更加切身地体会到科技是国家强盛之基，创新是民族进步之魂的真正含义。
2	压电、铁电材料的传感、驱动特性	科学精神：含有压电、铁电材料的智能系统与结构有着广大的发展前景，但每一步都面临着诸多挑战，围绕当前智能系统与结构的需要，引导学生思考如何将新型智能材料器件结构微型化，集成化。
3	巨磁电阻效应及传感器	科学精神：2007 年物理诺贝尔奖得奖题目为“巨磁阻效应”，此效应的发现不但开启了自旋电子学的大门,而且使磁性记录的技术有了重大的跃进，通过讲述让学生了解前沿研究方向自旋电子学。
4	形状记忆合金在医学方面的应用	社会责任：形状记忆材料作为集传感与驱动于一体的材料在当今医学方面的应用广泛，通过应用举例让学生了解智能材料在实际生活中的有效应用，并鼓励学生探索发现新型优异性能的智能传感材料。

5	电流液材料的设计与制备	工匠精神：对流变体智能材料设计的精益求精、对制造的一丝不苟、对完美的孜孜追求。
6	光纤材料与传感器	家国情怀：在课程讲解过程中，为学生穿插时事政治的讲解，尤其是中国的高科技公司联想、中兴、华为在对待科技的认知和态度。鼓励学生在祖国扬帆起航的大海上，要做知识和技术创新的弄潮儿，更要做有使命担当、有国之骄傲的社会栋梁。

三、本课程开设的实验项目

编号	实验项目名称	学时	类型	要求	支撑课程目标	支撑的毕业要求指标点
1	压电材料的压电常数 d33 测试	2	综合性	必做	3	2-1
2	铁电体电滞回线测量	2	综合性	必做	3，4	1-1 2-1
3	巨磁电阻效应及其应用	2	综合性	必做	3，4	1-1 2-1
4	形状记忆合金模型的动作实验	2	验证性	必做	4	2-1
5	光敏电阻特性研究	2	验证性	必做	3	2-1

实验一 ：压电材料的压电常数 d33 测试

实验目的：（1）掌握准静态 d33 测试仪的使用方法以及测量压电常数 d33

（2）熟悉压电材料压电效应的基本原理

实验原理：压电陶瓷，一种能够将机械能和电能互相转换的功能陶瓷材料，是一种具有压电效应的材料。当在某一特定方向对晶体施加应力时，在与应力垂直方向两端表面能出现数量相等、符号相反的束缚电荷，这一现象被称为“正压电效应”。逆压电效应（电致伸缩）：当一块具有压电效应的晶体置于外电场中，由于晶体的电极化造成的正负电荷中心位移，导致晶体形变，形变量与电场强度成正比。压电常数是反映力学量（应力或应变）与电学量（电位移或电场）间相互耦合的线性响应系数。通常用 dij 表示，下标中第一个数字代表电场方向或电极面的垂直方向，第二个数字代表应力或应变方向。

实验设备：准静态 d33 测量仪，压电陶瓷等

实验安排：（1）实验老师介绍使用压电常数测量仪测试 d33 的原理与步骤；

（2）测试压电陶瓷的压电常数。

实验报告要求：简述压电材料压电常数测试的原理；记录测试过程及条件，将实验数据及结果以表格列出；写出实验的体会与疑问。

实验二： 铁电体电滞回线测量

实验目的： （1）了解什么是铁电体

（2）了解电滞回线及其测量原理和方法

实验原理： 铁电体的极化随外电场的变化而变化，但电场较强时，极化与电场之间呈非线性关系。在电场作用下新畴成核长，畴壁移动，导致极化转向，在电场很弱时，极化线性地依赖于电场，此时可逆的畴壁移动成为不可逆的，极化随电场的增加比线性段快。当电场达到相应于 B 点值时，晶体成为单畴，极化趋于饱和。电场进一步增强时，由于感应极化的增加，总极化仍然有所增大(BC)段 。如果趋于饱和后电场减小，极化将循 CBD 段曲

线减小，以致当电场达到零时，晶体仍保留在宏观极化状态，线段 OD 表示的极化称为剩余极化 Pr 。将线段 CB 外推到与极化轴相交于 E ，则线段 OE 为饱和自发极化 Ps 。如果电场反向，极化将随之降低并改变方向，直到电场等于某一值时，极化又将趋于饱和。这一过程如曲线 DFG 所示，OF 所代表的电场是使极化等于零的电场，称为矫顽场 Ec 。电场在正负饱和度之间循环一周时，极化与电场的关系如曲线 CBDFGHC 所示此曲线称为电滞回线。

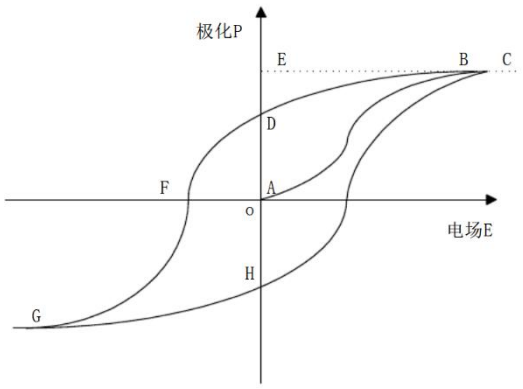

图 1 铁电体的电滞回线

实验设备：台式微机，专用高速采集控制卡，铁电性能综合测试仪、专用软件等

实验安排：教师讲述电滞回线及其测量原理和方法以及系统每一部分的功能，并进行操作演示。学生以 6 人一组，对每个过程中执行的操作进行分析并记录实验结果。

实验报告要求：简述铁电材料电滞回线及其测量原理；记录测试过程及条件，将实验数据及结果以表格列出；写出实验的体会与疑问。

实验三： 巨磁电阻效应及其应用

实验目的：（1）了解 GMR 效应的原理

（2）测量 GMR 模拟传感器的磁电转换特性曲线

（3）测量 GMR 的磁阻特性曲线

（4）用 GMR 传感器测量电流

实验原理：根据导电的微观机理，电子在导电时并不是沿电场直线前进，而是不断和晶格中的原子产生碰撞（又称散射），每次散射后电子都会改变运动方向，总的运动是电场对电子的定向加速与这种无规散射运动的叠加。称电子在两次散射之间走过的平均路程为平均自由程，电子散射几率小，则平均自由程长，电阻率低。电阻定律 R=l/S 中，把电阻率视为常数，与材料的几何尺度无关，

这是因为通常材料的几何尺度远大于电子的平均自由程（例如铜中电子的平均自由程约 34 nm），可以忽略边界效应。当材料的几何尺度小到纳米量级，只有几个原子的厚度时（例如，铜原子的直径约为 0.3 nm），电子在边界上的散射几率大大增加，可以明显观察到厚度减小，电阻率增加的现象。

电子除携带电荷外，还具有自旋特性，自旋磁矩有平行或反平行于外磁场两种可能取向。早在 1936

年，英国物理学家，诺贝尔奖获得者 N.F.Mott 指出，在过渡金属中，自旋磁矩与材料的磁场方向平行的电子，所受散射几率远小于自旋磁矩与材料的磁场方向反平行的电子。总电流是两类自旋电流之和总电阻是两类自旋电流的并联电阻，这就是所谓的两电流模型。

实验设备：巨磁电阻实验仪、基本特性组件、电流测量组件、磁读写组件

实验安排：基本特性组件由 GMR 模拟传感器，螺线管线圈及比较电路，输入输出插孔组成。用以对 GMR 的磁电转换特性的测量。

实验报告要求：简述巨磁阻传感器的原理和实现方法，将实验数据及结果以表格列出；分析不同的参数对于实验结果的影响，总结实验中存在的问题和解决方法。

实验四：形状记忆合金模型的动作实验

实验目的： （1）掌握形状记忆合金基本性质，加深对基本概念的理解。

（2）掌握形状记忆合金的动作。动作温度与记忆性能与吸放热量、亚结构和马氏体类型等的关系。

实验原理：形状记忆效应是指发生马氏体相变的合金形变后，被加热到最终温度以上，使低温的马氏体逆变为高温母相而回复到形变前固有形状，或在随后的冷却过程中通过内部弹性能的释放又返回到马氏体形状的现象。它是具有一定形状的固体材料，在某种条件下经过一定的塑性变形后,加热到一定温度时，材料又完全恢复到变形前原来形状的现象。即它能记忆母相的形状。

实验设备：划水型热机、记忆合金等

实验安排：教师讲述记忆合金材料动作的原理和方法以及系统每一部分的功能，并进行操作演示。学生以 6 人一组，对每个过程中执行的操作进行分析并记录实验结果。实验报告要求：简述记忆合金材料形状记忆的微观机理，将实验数据及结果以表格列出；分析不同的参数对于实验结果的影响，总结实验中存在的问题和解决方法。

实验五： 光敏电阻特性研究

实验目的：了解光敏电阻的光照特性、光谱特性和伏安特性等基本特性。

实验原理：光线的作用下，电子吸收光子的能量从键合状态过渡到自由状态，引起电导率的变化，这种现象称为光电导效应。光电导效应是半导体材料的一种体效应。光照愈强，器件自身的电阻愈小。基于这种效应的光电器件称光敏电阻。光敏电阻无极性，其工作特性与入射光光强、波长和外加电压有关。

实验设备：主机箱、安装架、普通光源、各种滤光镜、光电器件实验模板、光敏电阻探头、照度计模板、光照度探头。

实验安排：教师讲述光敏电阻测量的原理和方法以及系统每一部分的功能，并进行操作演示。学生以 6 人一组，对每个过程中执行的操作进行分析并记录实验结果。

实验报告要求：简述光敏传感器的原理和实现方法，将实验数据及结果以表格列出；分析不同的参数对于实验结果的影响，总结实验中存在的问题和解决方法。

四、达成课程目标的途径和措施

1. 把握主线，引导学生掌握智能材料及相关性能参数的相关概念、基本特征与设计方法的实际意义，利用智能材料的传感器的实际应用案例，帮助学生理解和掌握基于不同特性智能材料的传感器件的设计方法及模型，具备选择合适的智能材料对智能结构系统进行初步设计与表征的能力。

2. 采用多媒体教学手段，配合智能材料结构的讲解及适当的思考题，保证讲课进度的同时，注意学生的掌握程度和课堂的气氛；

3. 采用案例式教学，结合工程实际，进行材料智能化性能分析，从而具备相关知识和方法的实际应用能力。

4. 本课程有 10 个学时的实验，具体实验内容见“三、本课程开设的实验项目”。

五、考核方式

1. 课程考核方式包括随堂测验、课后作业情况、实验情况和期末考试。

4.定量评价

本课程包含 2 个分课程目标，有 4 个考核方式，各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配如下：

表 5.1　各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配

课程目标	考核方式以及成绩占比（%）				分课程目标权重 P_i（%）
	作业	随堂测试	实验	期末考试	
1	10	10	0	35	55
2	10	0	10	25	45
考核环节成绩比例合计（%）	20	10	10	60	100

5.定性评价

定性评价指利用学生的调查问卷进行课程目标达成情况评价，按照各课程目标分项设计合适的问卷，调查学生掌握知识及获得能力等课程目标达成情况。其中成绩均采用百分制统计，五级分制转换为百分制时，优对应 90 分，良对应 80 分，中对应 70 分，及格对应 60 分，不及格对应 50 分。

综合定性与定量评价结果，取最小量为最终评价结果。

六、评价标准：

1、随堂测试评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100 分	75-89 分	60-74 分	0-59 分	
掌握智能材料的基本概念与分类方法，材料智能化的概念，掌握材料智能化的处理方法和原则，对实际器件设计与智能材料的联系有深刻的认识。(支撑课程目标 1 毕业要求指标点 1-1)	规定时间内完成；能够熟练掌握智能材料基本概念；能够正确识别不同类别的智能材料，熟练掌握材料智能化的处理方法与原则；答题规范，准确性高。	规定时间内完成；能够熟练掌握智能材料基本概念；能够正确识别不同类别的智能材料，能够正确掌握材料智能化的处理方法与原则；答题较规范，准确性较高。	规定时间内完成；能够掌握智能材料基本概念；能够识别不同类别的智能材料，掌握材料智能化的处理方法与原则；答题基本规范，基本准确。	未完成或未提交测验；不能掌握智能材料基本概念；不能够识别不同类别的智能材料，不能掌握材料智能化的处理方法与原则；基本概念不清楚甚至错误，准确率低。	
能够熟练掌握智能材料的基本分析方法，对不同智能材料的应用背景和发展前景有充分的认识，对智能材料系统问题所需的智能材料具有较强的建立材料智能化的能力，且能正确将智能材料应用于实际器件中。(支撑课程目标 2 毕业要求指标点 1-2)	规定时间内完成；能够熟练掌握智能材料的基本分析方法，对不同智能材料的应用背景和发展前景有充分的认识，对智能材料系统问题所需的智能材料具有较强的建立材料智能化的能力，且能正确将智能材料应用于实际器件中。答题规范，准确性高。	规定时间内完成；能够熟练掌握智能材料的基本分析方法，对不同智能材料的应用背景和发展前景有充分的认识，对智能材料系统问题所需的智能材料具有较强的建立材料智能化的能力，且能正确将智能材料应用于实际器件中。答题较规范，准确性较高。	规定时间内完成；能够掌握智能材料的基本分析方法，对不同智能材料的应用背景和发展前景有一定的认识，对智能材料系统问题所需的智能材料具有建立材料智能化的能力，且能将智能材料应用于实际器件中。答题基本规范，基本准确。	未完成或未提交测验；不能掌握智能材料的基本分析方法，对不同智能材料的应用背景和发展前景不具有相应的认识，对智能材料系统问题所需的智能材料不具有建立材料智能化的能力，不能将智能材料应用于实际器件中。基本概念不清楚甚至错误，准确率低。	

2、作业评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100 分	75-89 分	60-74 分	0-59 分	
材料和结构的智能化的	按时交作业；能	按时交作业；能	按时交作业；能	不能按时交	

评定及智能材料的主要发展前景。 （支撑课程目标 1、毕业要求指标点 1-1）	够准确评定材料和结构智能化，能够充分阐述智能材料的发展前景；完成作业认真，语言规范，表述清楚。	够准确评定材料和结构智能化，能够充分阐述智能材料的发展前景；完成作业认较真，语言较规范，表述较清楚。	够评定材料和结构智能化，能够阐述智能材料的发展前景；语言基本规范，表述基本清楚。	作业，有抄袭现象；或者表述不正确。	
能够熟练掌握压电效应的理论及压电方程，正确判断材料晶体结构对称性与压电效应的关系，能够准确提出提高材料压电性能的途径 。 （支撑课程目标 2、3 毕业要求指标点 2）	按时交作业；能够熟练掌握压电效应的理论及压电方程，正确判断材料晶体结构对称性与压电效应的关系，能够准确提出提高材料压电性能的途径 。完成作业认真，语言规范，表述清楚。	按时交作业；能够熟练掌握压电效应的理论及压电方程，正确判断材料晶体结构对称性与压电效应的关系，能够准确提出提高材料压电性能的途径 。完成作业认较真，语言较规范，表述较清楚。	按时交作业；能够掌握压电效应的理论及压电方程，能判断材料晶体结构对称性与压电效应的关系，能够提出提高材料压电性能的途径 。语言基本规范，表述基本清楚。	不能按时交作业，有抄袭现象；或者不能正确理解压电效应理论。	
能够熟练掌握磁性材料的性能指标，能够充分掌握磁性材料的智能化应用。 （支撑课程目标 3、4 毕业要求指标点 2）	按时交作业；能够熟练掌握磁性材料的性能指标，能够充分掌握磁性材料的智能化应用。完成作业认真，语言规范，表述清楚。	按时交作业；能够熟练掌握磁性材料的性能指标，能够充分掌握磁性材料的智能化应用。完成作业较认真，语言较规范，表述较清楚。	按时交作业；能够掌握磁性材料的性能指标，能够掌握磁性材料的智能化应用。完成作业基本认真，语言基本规范，表述基本清楚。	不能按时交作业，有抄袭现象；或者不能掌握磁性材料的性能指标。	
能够熟练掌握形状记忆效应的微观机理，能够熟练掌握形状记忆的实现方式。 （支撑课程目标 2，3 毕业要求指标点 2-1）	按时交作业；能够熟练掌握形状记忆效应的微观机理，能够熟练掌握形状记忆的实现方式。完成作业认真，语言规范，表述清楚。	按时交作业；能够熟练掌握形状记忆效应的微观机理，能够熟练掌握形状记忆的实现方式。完成作业较认真，语言较规范，表述较清楚。	按时交作业；能够掌握形状记忆效应的微观机理，能够掌握形状记忆的实现方式。完成作业基本认真，语言基本规范，表述基本清楚。	不能按时交作业，有抄袭现象；或者不能正确掌握形状记忆效应的微观机理。	
能够熟练掌握影响流变体性能的因素，能够熟练正确的设计、制备流变体材料。 （支撑课程目标 3 毕业	按时交作业；能够熟练掌握影响流变体性能的因素，能够正确的设计、制备	按时交作业；能够熟练掌握影响流变体性能的因素，能够正确的设计、制备	按时交作业；能够熟练掌握影响流变体性能的因素，能够正确的设计、制备	不能按时交作业，有抄袭现象；或者不能正确掌握影响流变体	

要求指标点 2-2）	流变体材料。完成作业认真，语言规范，表述清楚。	流变体材料。完成作业较认真，语言较规范，表述较清楚。	流变体材料。完成作业基本认真，语言基本规范，表述基本清楚。	性能的因素。	
能够熟练掌握影响光智能材料性能的因素，能够熟练掌握提高光智能材料性能的途径。（支撑课程目标 3 毕业要求指标点 2-1）	按时交作业；能够熟练掌握影响光智能材料性能的因素，能够熟练掌握提高光智能材料性能的途径。完成作业认真，语言规范，表述清楚。	按时交作业；能够熟练掌握影响光智能材料性能的因素，能够熟练掌握提高光智能材料性能的途径。完成作业较认真，语言较规范，表述较清楚。	按时交作业；能够掌握影响光智能材料性能的因素，能够掌握提高光智能材料性能的途径。完成作业基本认真，语言基本规范，表述基本清楚。	不能按时交作业，有抄袭现象；或者不能正确光智能材料性能提高途径。	

3、实验教学评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100 分	75-89 分	60-74 分	0-59 分	
能够熟练掌握准静态 d33 测试仪的使用方法并能准确进行压电常数 d33 的测量的实验。（支撑课程目标 3、毕业要求指标点 2-1）	按照要求完成预习，按照实验安全操作规程进行正确操作准静态 d33 测试仪；实验步骤与结果正确；实验仪器设备完好。	能够预习，按照实验安全操作规程进行正确操作准静态 d33 测试仪；实验步骤与结果正确；实验仪器设备完好。	按照实验安全操作规程进行正确操作准静态 d33 测试仪；实验步骤与结果正确；实验仪器设备完好。	没有按照实验安全操作规程进行实验，不能正确使用准静态 d33 测试仪；实验步骤与结果不正确。	
能够熟练掌握什么是铁电体，电滞回线及其测量原理和方法。（支撑课程目标 3、4 毕业要求指标点 2-1,2-2）	按照要求完成预习，按照实验安全操作规程进行实验，实验步骤与结果正确；实验仪器设备完好。	能够预习，按照实验安全操作规程进行实验，实验步骤与结果正确；实验仪器设备完好。	按照实验安全操作规程进行实验，实验步骤与结果正确；实验仪器设备完好。	没有按照实验安全操作规程进行实验，不能正确使用测试设备；实验步骤与结果不正确。	
掌握 GMR 效应的原理能够熟练测量 GMR 模拟传感器的磁电转换特性曲线、磁阻特性曲线。能够用 GMR 传感器测量电流。（支撑课程目标 3、4 毕业要求指标点 2-1,2-2）	按照要求完成预习，按照实验安全操作规程进行实验，实验步骤与结果正确；实验仪器设备完好。	能够预习，按照实验安全操作规程进行实验，实验步骤与结果正确；实验仪器设备完好。	按照实验安全操作规程进行实验，实验步骤与结果正确；实验仪器设备完好。	没有按照实验安全操作规程进行实验，不能正确使用测试设备；实验步骤与结果不正确。	
能够掌握形状记忆合金基本性质，加深对基本概念的理解。熟练掌握形状	按照要求完成预习，按照实验安全操作规程	能够预习，按照实验安全操作规程进行实验，	按照实验安全操作规程进行实验，实验步骤	没有按照实验安全操作规程进行实	

记忆合金的动作。动作温度与记忆性能与吸放热量、亚结构和马氏体类型等的关系。 （支撑课程目标 4 毕业要求指标点 2-2）	进行实验，实验步骤与结果正确；实验仪器设备完好。	实验步骤与结果正确；实验仪器设备完好。	与结果正确；实验仪器设备完好。	验，不能正确使用测试设备；实验步骤与结果不正确。	
能够充分了解光敏电阻的光照特性、光谱特性和伏安特性等基本特性。 （支撑课程目标 3、毕业要求指标点 2-1）	按照要求完成预习，按照实验安全操作规程进行实验；实验步骤与结果正确；实验仪器设备完好。	能够预习，按照实验安全操作规程进行实验；实验步骤与结果正确；实验仪器设备完好。	按照实验安全操作规程进行实验；实验步骤与结果正确；实验仪器设备完好。	没有按照实验安全操作规程进行实验；实验步骤与结果不正确和出现重大实验失误。	

4、课程设计评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100 分	75-89 分	60-74 分	0-59 分	
能够完成设计方案的撰写，能够清晰的进行陈述，表达自己的设计思想。 （支撑课程目标 3、毕业要求指标点 2）	设计方案撰写层次清晰，论述正确；方案陈述清晰，PPT 制作质量高，回答问题正确。	设计方案撰写论述正确；方案陈述清楚，PPT 制作质量较高，回答问题正确。	设计方案撰写论述基本正确；方案陈述基本清楚，PPT 制作质量一般，回答问题基本正确。	设计方案撰写有原则性错误；或者方案陈述有原则性错误，回答问题有原则性错误。	
根据方案设计中到的问题，能够进行文献检索、自主学习，通过阅读理解，解决问题，并完成文献检索报告的撰写。 （支撑课程目标 4、毕业要求指标点 12）	能够正确结合课题设计中的相关问题，通过广泛文献查阅等手段，综合考虑设计需求、方案及具体方法，很好掌握自主获取知识的途径。	能够正确结合课题设计中的相关问题，通过一定的文献查阅等手段，综合考虑设计需求、方案及具体方法，较好掌握自主获取知识的途径。	基本能够结合课题设计中的相关问题，通过初步文献查阅等手段，综合考虑设计需求、方案及具体方法，初步掌握自主获取知识的途径。	未能够展开相关文献查阅等工作，未掌握自主获取知识的途径。	

5、考试评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100 分	75-89 分	60-74 分	0-59 分	
材料和结构的智能化的评定及智能材料的主要发展前景。 （支撑课程目标 1、毕业要求指标点 1-1）	能够准确评定材料和结构智能化，能够充分阐述智能材料的发展前景；完成作业认真，语言规范，表述清楚。	能够准确评定材料和结构智能化，能够充分阐述智能材料的发展前景；完成作业认较真，语言较规范，表述较清楚。	能够评定材料和结构智能化，能够阐述智能材料的发展前景；语言基本规范，表述基本清楚。	不能评定材料和结构智能化，不能阐述智能材料的发展前景；语言不规范，表述不清楚。	

能够熟练掌握智能材料的基本分析方法，对不同智能材料的应用背景和发展前景有充分的认识，对智能材料系统问题所需的智能材料具有较强的建立材料智能化的能力，且能正确将智能材料应用于实际器件中。 (支撑课程目标 2 毕业要求指标点 1-2)	能够熟练掌握智能材料的基本分析方法，对不同智能材料的应用背景和发展前景有充分的认识，对智能材料系统问题所需的智能材料具有较强的建立材料智能化的能力，且能正确将智能材料应用于实际器件中。表述清楚，语言规范。	能够熟练掌握智能材料的基本分析方法，对不同智能材料的应用背景和发展前景有充分的认识，对智能材料系统问题所需的智能材料具有较强的建立材料智能化的能力，且能正确将智能材料应用于实际器件中。表述较清楚，语言较规范。	能够掌握智能材料的基本分析方法，对不同智能材料的应用背景和发展前景有一定的认识，对智能材料系统问题所需的智能材料具有建立材料智能化的能力，且能将智能材料应用于实际器件中。表述基本清楚，语言基本规范。	不能掌握智能材料的基本分析方法，对不同智能材料的应用背景和发展前景不具有相应的认识，对智能材料系统问题所需的智能材料不具有建立材料智能化的能力，不能将智能材料应用于实际器件中。表述不清楚，语言不规范。	
能够形成处理智能材料结构与系统问题的完整思路，并针对实际智能传感器件中涉及到的材料设计问题和背景能够熟练的建立相应材料体系模型，能够熟练的识别其中关键特性和参数（如压电特性、磁致伸缩特性等）。 (支撑课程目标 3 毕业要求指标点 2-1)	能够形成处理智能材料结构与系统问题的完整思路，并针对实际智能传感器件中涉及到的材料设计问题和背景能够熟练的建立相应材料体系模型，能够熟练的识别其中关键特性和参数（如压电特性、磁致伸缩特性等）。表述清楚，语言规范。	能够形成处理智能材料结构与系统问题的完整思路，并针对实际智能传感器件中涉及到的材料设计问题和背景能够熟练的建立相应材料体系模型，能够熟练的识别其中关键特性和参数（如压电特性、磁致伸缩特性等）。表述较清楚，语言较规范。	能够形成处理智能材料结构与系统问题的思路，并针对实际智能传感器件中涉及到的材料设计问题和背景能够建立相应材料体系模型，能够识别其中关键特性和参数（如压电特性、磁致伸缩特性等）。表述基本清楚，语言基本规范。	不能形成处理智能材料结构与系统问题的思路，不能针对实际智能传感器件中涉及到的材料设计问题和背景建立相应材料体系模型，不能识别其中关键特性和参数（如压电特性、磁致伸缩特性等）。表述不清楚，语言不规范。	
能够熟练的根据智能材料相关特性设计智能材料系统模型，最终得到具有优异性能结构的传感器件，能够熟练获取所需关键特征和参数。能够熟练根据智能材料系统的结构和使用要求并结合智能材料特性进行正确选材。 (支撑课程目标 4 毕业要	能够熟练的根据智能材料相关特性设计智能材料系统模型，最终得到具有优异性能结构的传感器件，能够熟练获取所需关键特征和参数。能够熟练根据智能材	能够熟练的根据智能材料相关特性设计智能材料系统模型，最终得到具有优异性能结构的传感器件，能够熟练获取所需关键特征和参数。能够熟练根据智能材	能够根据智能材料相关特性设计智能材料系统模型，最终得到传感器件，能够获取所需关键特征和参数。能够根据智能材料系统的结构和使用要求并结合智能	不能根据智能材料相关特性设计智能材料系统模型，最终不能得到智能传感器件，不能获取所需关键特征和参数。不能根据智能材料	

求指标点 2-2)	料系统的结构和使用要求并结合智能材料特性进行正确选材。表述清楚，语言规范。。	料系统的结构和使用要求并结合智能材料特性进行正确选材。表述较清楚，语言较规范。	材料特性进行选材。表述基本清楚，语言基本规范。	系统的结构和使用要求并结合智能材料特性进行选材。表述不清楚，语言不规范。	

七、参考书目及学习资料（书名，主编，出版社，出版时间及版次）

[1] 杨大智著.智能材料与智能系统[M]. 天津：天津大学出版社，2000 年 12 月第一版；

[2] 孙敏，冯典英著.智能材料技术[M]. 北京：国防工业出版社，2014 年 1 月第一版；

[3] 陈英杰，姚素玲著.智能材料[M]. 北京：机械工业出版社，2013 年 7 月第一版；

[4] 张光磊，杜彦良著.智能材料与结构系统[M]. 北京：北京大学出版社，2010 年 8 月第一版；

制定人：姚慧珍　　**审定人**：刘文耀　　**批准人**：刘文怡

2021 年 12 月 1 日

《智能传感器接口标准》教学大纲

制定人：张彦军　　教学基层组织审核人：刘文耀

开课学院：仪器与电子学院　　开课学院审核人：刘文怡

课程名称（中文）：智能传感器接口标准

课程名称（英文）：interface standard for smart sensor

课程类别：专业课　　课程性质：选修课

课程代码：Z03060410　　适用层次：本科

适用专业：智能感知工程　　计划学分：1

计划学时（周数）：16　　讲课学时：16　　实验学时：0

开课学期：6　　考核方式：考查

先修课程：传感器原理及设计、单片机原理及应用

后续课程：智能感知综合实践

一、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务

课程性质：以互联、万物智能为新特征的信息技术发展成为发达国家和跨国企业布局的战略高地， 其中网络化智能传感技术已成为当前各国科技、产业的竞争热点。为了适应新的人才需求，推动我国网络化智能传感器技术加快发展，支撑构建现代信息技术产业体系，《智能传感器接口标准》课程在传统传感器接口技术的基础上，瞄准下一代传感器技术的发展方向，以智能化、网络化、标准化为核心理念，培养学生相关专业的前沿设计思想。

课程任务：本课程体现了传统传感器接口技术进一步发展的智能化网络化应用趋势，是智能感知工程等相关专业电子设计类重要选修课程。通过本课程的学习，学生将了解网络化智能传感器的基本概念，掌握 IEEE1451 网络化智能传感器模型构成、接口标准，初步具有利用智能传感接口技术进行应用设计的能力，能为后续的毕业设计环节及以后的工作打下相应的基础。

2、课程目标

课程目标 1：能够熟悉网络化智能传感器的架构及其信息感知、传输及处理过程。（支撑毕业要求指标点 1-1）

课程目标 2：能够针对工程问题特定需求，结合工业现场测控系统的典型案例，提出构建智能传感器的方案并进行优化分析。（支撑毕业要求指标点 4-1）

思政目标：智能传感器接口标准是智能感知发展的重要方向之一。通过了解国内外该技术的发展现状和差距，激发学生重视技术进步与创新的意识，为国民经济发展和国家进步贡献力量。

二、课程内容、思政融入点、学时分配及对毕业要求指标点的支撑

表 2.1 课程内容、学时分配及对毕业要求指标点的支撑

章节	内　　容	讲课	实验	小计	支撑课程目标	支撑的毕业要求指标点
第 1 章	**1　绪论** 1.1 传统模拟传感器技术的发展现状； 1.2 基于现场总线的智能传感技术及接口多样化带来的问题； 1.3 IEEE 1451 标准网络化智能传感器国内外研究现状。	**2**	**0**	**2**	**1**	**1-1**
第 2 章	**2　网络化智能传感器接口标准** 2.1 IEEE 1451 网络化智能传感器标准概述； 2.2 IEEE1451 标准智能变送器 STIM； 2.3 变送器独立接口 TII 协议； 2.4 TEDS 电子数据表格； 2.5 IEEE1451 网络适配器 NCAP 的概念与模型； 2.6 基于总线技术的 NCAP 接口设计； 重点： IEEE1451 标准智能变送器 STIM、 TEDS 电子数据表格、IEEE1451 网络适配器 NCAP 的概念与模型。 难点：基于总线技术的 NCAP 接口设计。	**6**	**0**	**6**	**2**	**4-1**
第 3 章	**3 智能传感器多点分布式接口设计** 3.1 基于 IEEE1451.3 多点分布式接口标准的传感器系统构架； 3.2 基于总线结构的多点分布式接口的物理层与数据链路层设计； 重点：基于总线结构的多点分布式接口的物理层与数据链路层设计。	**2**	**0**	**2**	**2**	**4-1**
第 4 章	**4 智能传感器混合模式接口设计** 4.1 基于 IEEE1451.4 混合模式接口标准的传感器系统构架； 4.2 TEDS 存储器接口设计； 4.3 混合模式接口传感器设计实例（以模拟加速度计数字化为例）； 重点：TEDS 存储器的接口设计、混合模式接口传感器的设计实例（以模拟加速度计数字化为例）。 难点：TEDS 存储器接口设计。	**4**	**0**	**4**	**2**	**4-1**

第 5 章	**5 智能传感器无线接口标准设计** 5.1 基于 IEEE 1451.5 接口标准的传感器无线互联系统构架； 5.2 基于 Zigbee 技术的无线智能变送器 WTIM 与 NCAP 的无线接口设计； 重点：基于 Zigbee 技术的无线智能变送器 WTIM 与 NCAP 的无线接口设计。	**2**	**0**	**2**	**2**	**4-1**
合 计		**16**	**0**	**16**		

表 2.2 课程内容与思政融入点对应关系

序号	知识点	思政融入点
1	IEEE1451 标准网络化智能传感器国内外研究现状	通过了解国内外该技术的发展现状和差距，激发学生重视技术进步与创新，提升重视标准的意识，在激烈竞争的国际市场中勇于充当技术顶层的设计者和领跑者，为国民经济发展和国家科技进步贡献自己的力量。
2	基于总线技术的 NCAP 接口设计	以网络适配器 NCAP 的总线接口为主线，阐述当前国际上工业现场总线的技术市场垄断现状，说明我国总线技术基本处于跟随和化用的状态，激发大家的时代紧迫感和任务使命感。
3	基于 IEEE1451.3 多点分布式接口标准的传感器系统构架	在多点分布式接口标准的基础上，引入中北大学自研制的沙克总线技术介绍，激发学生自主创新的意识，激发学生的自豪感与爱国情怀。
4	混合模式接口传感器设计实例（以模拟加速度计数字化为例）	以加速度计的工业应用为背景，介绍中北大学在国防领域的相关科研成果，并通过实际国防装备科研需求阐述数字化改造模拟传感器的必要性和方法途径，让学生在国防科技教育中完成相关知识的学习。

三、达成课程目标的途径和措施

考核目标：学生对智能传感器接口标准的实现架构和技术体系的分析、设计能力。

本课程重点讲授的内容包括：IEEE1451 标准智能变送器的接口设计、网络化智能传感器应用层通信方法以及智能传感器混合模式接口设计等。

本课程在教学方法上，充分利用各种媒体教学手段，采取课堂教学、多媒体课件等方式有机结合，提高教学效率。

为了提高学生的学习兴趣，并取得良好的教学效果，教师在知识讲解的过程中要充分利用问题引导、案例分析等多种教学方法，以进一步提高教学质量。

四、考核方式

1. 课程考核方式包括课堂考核、课后作业和期末大作业等。

考核方式：期末大作业（该课程不设置考试）、课后作业及课堂考核。

2. 定量评价

本课程包含 2 个分课程目标，有 3 个考核方式，各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配如下：

表 5.1　各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配

课程目标	考核方式以及成绩占比（%）			分课程目标权重 P_i（%）
	课堂考核（1）	课后作业（2）	期末大作业（3）	
1	5	10	55	70
2	5	10	15	30
考核环节成绩比例合计（%）	10	20	70	100

7.定性评价

针对每门课的课程目标，直接设计问题，并要求学生明确给出目标能力达到的程度“很好（0.95）、较好（0.75）、中（0.60）、较差（0.45）、很差（0.25）”，根据各区段统计比例与括号中的目标分值加权后求和得出定性评价的结果。

五、评价标准：

1、课堂考核评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100 分	75-89 分	60-74 分	0-59 分	
传统模拟传感器的发展现状，接口多样化带来的问题。（支撑课程目标 1、毕业	规定时间内完成；能够熟练掌握传统模拟传感器的发展现	规定时间内完成；能够较好地掌握传统模拟传感器的发展	规定时间内完成；能够基本掌握传统模拟传感器的发展现	未完成或未提交测验；不能够熟练掌握传统模拟	5

要求指标点 1-1）	状；能够清楚接口多样化带来的问题；答题规范，准确性高。	现状；能够较为清楚接口多样化带来的问题；答题较规范，准确性较高。	状；能够基本了解接口多样化带来的问题；答题基本规范，基本准确。	传感器的发展现状；不能够清楚接口多样化带来的问题；基本概念不清楚甚至错误，准确率低。	
IEEE 1451 网络化智能传感器标准，智能变送器 STIM 的原理，TII 协议，TEDS 电子数据表格，网络适配器 NCAP 的概念与模型。 （支撑课程目标 2、毕业要求指标点 4-1）	规定时间内完成；能够熟练掌握 IEEE 1451 标准；能够熟练掌握智能变送器 STIM 的原理、TII 协议、TEDS 电子数据表格以及网络适配器 NCAP 的概念与模型；答题规范，准确性高。	规定时间内完成；能够较好地掌握 IEEE 1451 标准；能够较好地掌握智能变送器 STIM 的原理、TII 协议、TEDS 电子数据表格以及网络适配器 NCAP 的概念与模型；答题较规范，准确性较高。	规定时间内完成；能够基本掌握 IEEE 1451 标准；能够基本掌握智能变送器 STIM 的原理、TII 协议、TEDS 电子数据表格以及网络适配器 NCAP 的概念与模型；答题基本规范，基本准确。	未完成或未提交测验；不能掌握 IEEE1451 标准；不能掌握智能变送器 STIM 的原理、TII 协议、TEDS 电子数据表格以及网络适配器 NCAP 的概念与模型；基本概念不清楚甚至错误，准确率低。	1
基于 IEEE1451.3 多点分布式接口标准的传感器系统构架。 （支撑课程目标 2、毕业要求指标点 4-1）	规定时间内完成；能够熟练掌握基于 IEEE 1451.3 多点分布式接口标准的传感器系统构架；答题规范，准确性高。	规定时间内完成；能够较好地掌握基于 IEEE 1451.3 多点分布式接口标准的传感器系统构架；答题较规范，准确性较高。	规定时间内完成；能够基本掌握基于 IEEE 1451.3 多点分布式接口标准的传感器系统构架；答题基本规范，基本准确。	未完成或未提交测验；不能掌握基于 IEEE 1451.3 多点分布式接口标准的传感器系统构架；基本概念不清楚甚至错误，准确率低。	1
基于 IEEE1451.4 混合模式接口标准的传感器系统构架，TEDS 存储器接口设计原理。 （支撑课程目标 2、毕业要求指标点 4-1）	规定时间内完成；能够熟练掌握基于 IEEE 1451.4 混合模式接口标准的传感器系统构架；能够熟练掌握 TEDS 存储器接口设计原理；答题规范，准确性高。	规定时间内完成；能够较好地掌握基于 IEEE 1451.4 混合模式接口标准的传感器系统构架；能够较好地掌握 TEDS 存储器接口设计原理；答题较规范，准确性较高。	规定时间内完成；能够基本掌握基于 IEEE 1451.4 混合模式接口标准的传感器系统构架；能够基本掌握 TEDS 存储器接口设计原理；答题基本规范，基本准确。	未完成或未提交测验；不能掌握掌握基于 IEEE1451.4 混合模式接口标准的传感器系统构架；不能掌握 TEDS 存 3 储器接口设计原理；基本概念不清楚甚至错误，准确	1

				率低。	
基于 IEEE 1451.5 接口标准的传感器无线互联系统构架。 （支撑课程目标 2、毕业要求指标点 4-1）	规定时间内完成；能够熟练掌握基于 IEEE 1451.5 接口标准的传感器无线互联系统构架；答题规范，准确性高。	规定时间内完成；能够较好地掌握基于 IEEE 1451.5 接口标准的传感器无线互联系统构架；答题较规范，准确性较高。	规定时间内完成；能够基本掌握基于 IEEE 1451.5 接口标准的传感器无线互联系统构架；答题基本规范，基本准确。	未完成或未提交测验；不能掌握基于 IEEE 1451.5 接口标准的传感器无线互联系统构架；基本概念不清楚甚至错误，准确率低。	2

2、课后作业评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100 分	75-89 分	60-74 分	0-59 分	
能够复述传统模拟传感器的发展现状，能够复述智能传感器的基本概念以及接口多样化带来的问题，能够复述 IEEE 1451 标准。 （支撑课程目标 1、毕业要求指标点 1-1）	按时交作业；能够准确回答传统模拟传感器的发展现状；能够准确回答智能传感器的基本概念以及接口多样化带来的问题；能够准确回答 IEEE 1451 标准。完成作业认真，语言规范，表述清楚。	按时交作业；能够较为准确回答传统模拟传感器的发展现状；能够较为准确回答智能传感器的基本概念以及接口多样化带来的问题；能够较为准确回答 IEEE 1451 标准。完成作业较认真，语言较规范，表述较清楚。	按时交作业；能够基本准确回答传统模拟传感器的发展现状；能够基本准确回答智能传感器的基本概念以及接口多样化带来的问题；能够基本准确回答 IEEE 1451 标准。语言基本规范，表述基本清楚。	不能按时完成作业，有抄袭现象；或答案不准确。	10
能够完成对基于总线技术 NCAP 接口的设计。 （支撑课程目标 2、毕业要求指标点 4-1）	按时交作业；能够准确完成对基于总线技术 NCAP 接口设计的相关习题。完成作业认真，语言规范，表述清楚。	按时交作业；能够较为准确完成对基于总线技术 NCAP 接口设计的相关习题。完成作业较认真，语言较规范，表述较清楚。	按时交作业；能够基本准确完成对基于总线技术 NCAP 接口设计的相关习题。语言基本规范，表述基本清楚。	不能按时完成作业，有抄袭现象；或答案不准确。	2
能够完成对基于总线结构的多点分布式接口的物理层与数据链路层的设计。 （支撑课程目标 2、毕业要求指标点 4-1）	按时交作业；能够准确完成对基于总线结构的多点分布式接口的物理层与数据链路层设计的相关习题。完成作业认	按时交作业；能够较为准确完成对基于总线结构的多点分布式接口的物理层与数据链路层设计的相关习题。完成作	按时交作业；能够基本准确完成对基于总线结构的多点分布式接口的物理层与数据链路层设计的相关习题。语言基	不能按时完成作业，有抄袭现象；或答案不准确。	2

	真，语言规范，表述清楚。	业较认真，语言较规范，表述较清楚。	本规范，表述基本清楚。		
能够完成对 TEDS 存储器接口的设计，了解混合模式接口传感器设计过程。 （支撑课程目标 2、毕业要求指标点 4-1）	按时交作业；能够准确完成对 TEDS 存储器接口设计的相关习题；能够熟练掌握混合模式接口传感器设计过程。完成作业认真，语言规范，表述清楚。	按时交作业；能够较为准确完成对 TEDS 存储器接口设计的相关习题；能够较好地掌握混合模式接口传感器设计过程。完成作业较认真，语言较规范，表述较清楚。	按时交作业；能够基本准确完成对 TEDS 存储器接口设计的相关习题；能够基本掌握混合模式接口传感器设计过程。语言基本规范，表述基本清楚。	不能按时完成作业，有抄袭现象；或答案不准确。	3
能够完成对基于 Zigbee 技术的无线智能变送器 WTIM 与 NCAP 的无线接口的设计。 （支撑课程目标 2、毕业要求指标点 4-1）	按时交作业；能够准确完成对基于 Zigbee 技术的无线智能变送器 WTIM 与 NCAP 的无线接口设计的相关习题。完成作业认真，语言规范，表述清楚。	按时交作业；能够较为准确完成对基于 Zigbee 技术的无线智能变送器 WTIM 与 NCAP 的无线接口设计的相关习题。完成作业较认真，语言较规范，表述较清楚。	按时交作业；能够基本准确完成对基于 Zigbee 技术的无线智能变送器 WTIM 与 NCAP 的无线接口设计的相关习题。语言基本规范，表述基本清楚。	不能按时完成作业，有抄袭现象；或答案不准确。	3

3、期末大作业评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100 分	75-89 分	60-74 分	0-59 分	
能够熟悉网络化智能传感器的架构及其信息感知、传输及处理过程。 （支撑课程目标 1、支撑毕业要求指标点 1-1）	能够准确掌握网络化智能传感器的架构及其信息感知、传输及处理过程。内容准确，语言规范。	能够较为准确掌握网络化智能传感器的架构及其信息感知、传输及处理过程。内容准确，语言规范。	能够基本掌握网络化智能传感器的架构及其信息感知、传输及处理过程。内容准确，语言规范。	不能够熟悉网络化智能传感器的架构及其信息感知、传输及处理过程。内容不准确，语言不规范。	55
能够针对工程问题特定需求，结合工业现场测控系统的典型案例，提出构建智能传感器的方案并进行优化分析。 （支撑课程目标 2、支撑毕业要求指标点 4-1）	能够熟练针对工程问题特定需求，结合工业现场测控系统的典型案例，提出构建智能传感器的方案并进行优化分析。内容准确，语言规范。	能够较为熟练针对工程问题特定需求，结合工业现场测控系统的典型案例，提出构建智能传感器的方案并进行优化分析。内容准确，语言规范。	基本能够针对工程问题特定需求，结合工业现场测控系统的典型案例，提出构建智能传感器的方案并进行优化分析。内容准确，语言规范。	不能够针对工程问题特定需求，结合工业现场测控系统的典型案例，提出构建智能传感器的方案并进行优化分析。内容不	15

				准确，语言不规范。	

六、参考书目及学习资料（书名，主编，出版社，出版时间及版次）

[1] 刘桂雄等著，基于 IEEE1451 的智能传感器技术与应用[M]. 北京：清华大学出版社，2012 年 1 月第一版；

[2] 何金田、刘晓旻编著. 智能传感器原理、设计与应用[M]. 北京：电子工业出版社，2012 年 1 月第一版；

[3] 肖维荣、王谨秋 宋华振编著. 开源实时以太网 POWERLINK 详解[M].北京：机械工业出版社，2015 年 8 月第一版；

[4] 姜仲、刘丹编著. ZigBee 技术与实训教程—基于 CC2530 的无线传感网技术 [M]. 北京：清华大学出版社，2018 年 7 月第二版；

制定人：张彦军　　**审定人**：刘文耀　　**批准人**：刘文怡

2021 年 12 月 1 日

《智能传感系统》教学大纲

制定人：刘来　　教学基层组织审核人：刘文耀

开课学院：仪器与电子学院　　开课学院审核人：刘文怡

课程名称（中文）：智能传感系统

课程名称（英文）：Intelligent sensing system

课程类别：专业课　　课程性质：必修课

课程代码：Z03060405　　适用层次（本科）：

适用专业：智能感知工程　　计划学分：2.5

计划学时（周数）：40　　讲课学时：32　　实验学时：8

开课学期：6　　考核方式：考试

先修课程：传感器原理及设计

后续课程：智能感知综合实践

一、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务

课程性质：随着科学技术的快速发展，传感器及测试技术和其他信息技术一样，在原理、方法、技术和应用等方面都发生了深刻的变化，特别是传感器在智能化、网络化、微型化以及集成化等方面，取得了令人瞩目的创新性进展。这一进展反过来也促进了科技的进步，大量的新技术广泛渗透到国民经济的各领域中。为了使人才培养适应新形势的要求，教学内容和课程建设在保证理论基础知识基本稳定的同时，必须反应技术的发展和更新。智能传感系统在航空航天、工业生产、公共安全等领域具有非常重要的应用。因此《智能传感系统》作为仪器与电子学科领域非常重要的一门专业课，同时也是智能感知工程专业非常重要的一门专业必修课。开设《智能传感系统》课程符合国家全面提高人才质量的基本要求。

课程任务：本课程重点讲述五个方面内容：1. 概述了智能传感器的基本概念，同时对 Smart 传感器、Smart 微机电系统、Smart 材料、Smart 结构等做了概括和简要的介绍；2. 现代传感技术智能化的实现方法和技术；3. 智能传感器及其技术；4. 智能微机电系统、微传感器与软件传感器；5. 机敏材料与灵巧结构。本课程通过对智能传感系统及相应智能化技术的介绍，让学生对智能传感有一个全面的了解和认识。让学生在学习过程中逐步掌握智能传感技术的基本原理和应用，培养学生在仪器等相关领域中应用智能传感技术解决较为复杂问题的能力。

2、课程目标

课程目标 1：掌握现代传感技术智能化的实现方法和技术。主要包括：1.掌握智能传感器的非线性自校正、自校准、自补偿、增益的自适应控制、自检、噪声抑制与弱信号检测等技术的原理和实现方法；2.了解多传感器信息融合、模糊技术及其应用以及人工神经网络技

术及其应用。（支撑毕业要求指标点 3-1）

课程目标 2：掌握智能传感器的概念及应用。主要包括：1.掌握先进传感器和智能传感器的概念以及区别和联系；2.能够区别智能传感器和微机或单片机相连有数据处理功能的传统传感器；3.能够理解灵巧结构和机敏材料的概念及应用。（支撑毕业要求指标点 4-1）

思政目标：传感器的智能化是传感技术发展的新方向。通过介绍智能传感技术的发展现状和前景，激发学生的创新意识。让学生理解智能传感技术对于军事领域和航空航天领域的重要性，激发学生的家国情怀，鼓励学生将来从事相关领域的研究工作。

二、课程内容、思政融入点、学时分配及对毕业要求指标点的支撑

表 2.1 课程内容、学时分配及对毕业要求指标点的支撑

章节	内　　容	讲课	实验	小计	支撑课程目标	支撑的毕业要求指标点
第 1 章	**1　概论** 1.1 先进传感器和智能传感器；主要内容：主要讲述先进传感器和智能传感器的概念以及区别和联系。 1.2 智能传感器与传统传感器；主要内容：主要讲述智能传感器与微机或单片机相连有数据处理功能的传统传感器的区别。 1.3 灵巧结构与机敏材料；　　主要内容：主要讲述灵巧结构和机敏材料的概念及应用。 重点：智能传感器的概念。 难点：灵巧结构和机敏材料的概念及应用。	**4**	**0**	**4**	**1**	**4-1**
第 2 章	**2　现代传感技术智能化的实现方法和技术** 2.1 非线性自校正；主要内容：智能传感器的非线性误差自动校正的实现方法包括查表法和曲线拟合法。 2.2 自校准；主要内容：主要讲述智能传感器输入输出特性在无需其他外部系统协助的情况下，实现自校准的原理及方法。 2.3 自补偿；主要内容：主要讲述由于多种误差因素的影响导致传感器性能下降。智能传感器通过自补偿技术可以实现温度误差的补偿，以及频域中通过提高工作带宽来提高传感器的动态性能。 2.4 增益的自适应控制；主要内容：主要讲述如何在智能传感器系统中综合考虑系统自身数据容量与被测范围、系统的精度与信噪比、系统的灵敏度与分辨率等诸多因素之间折衷选择智能传	**8**	**4**	**12**	**2**	**3-1**

	感系统的增益。 2.5 传感器系统的自检；主要内容：首先讲述什么是自检，以及自检实现的三种方式。其次讲述了硬件自检的基本实现方法包括 ROM 自检、特殊功能寄存器自检、RAM 自检、总线自检、A/D 和 D/A 自检、I/O 接口电路自检、插件自检和显示面板自检。 2.6 自诊断；主要内容：主要讲述了智能传感器的硬件和软件发生故障后，通过硬件冗余方法、解析冗余方法和人工神经网络方法实现自诊断。 2.7 噪声抑制与弱信号检测；主要内容：传感器获取的信号中常常夹杂噪声及各种干扰信号。作为智能传感器系统，不仅应具有获取信息的功能，还应具有信息处理的功能，因此噪声抑制和微弱信号检测是智能传感器设计过程中必须正视的问题。 2.8 多传感器信息融合；主要内容：现实世界的多样性决定了采用单一的传感器已不能全面地感知和认识自然界。于是多传感器及其数据融合技术应运而生。通过讲述多传感器数据融合框架、多传感器数据融合结构、多传感器数据融合算法介绍了多传感器信息融合的实现方法。最后通过实例介绍了多传感器信息融合的应用。 2.9 模糊技术及其应用；主要内容：人类思维的重要特征之一就是能对模糊事件进行识别和判断。智能传感器通过高级模糊算法，利用低精度的传感信号，以及低速度、低精度的运算，做出许多准确而有效的判断。通过讲述模糊数学基础、模糊规则与模糊推理、多级映射原理等内容介绍模糊传感器的实现方法。最后介绍了模糊传感器的应用实例。 2.10 人工神经网络技术及其应用；主要内容：神经网络是由一些简单的单元及其层次组织的大规模并行连接构造的网络，并按照生物神经系统的同样方式处理真实世界的客观事物。首先讲述神经网络的基本知识，其次介绍了神经网络在智能传感器中的应用。 重点：智能传感器的非线性自校正、自校准、自补偿的实现方法。 难点：多传感信息融合以及模糊技术和人工神经网络技术在智能传感器中的应用。					
第 3 章	**3 智能传感器及其技术**	**8**	**0**	**8**	**3**	**3-1**

	3.1 智能传感器基本原理和技术；主要内容：主要讲述了智能传感器的基本原理以及体现智能的基本功能，包括补偿功能、计算功能和通信功能和实现这些功能所需要的技术。 3.2 无线传感器网络概述；主要内容：无线传感器网络是由大量具有特定功能的传感器节点通过自组织的无线通信方式，相互传递信息，协同地完成特定功能的智能专用网络。通过介绍无线传感器网络的特点、无线传感器网络系统及协议体系结构介绍了无线传感器网络的实现方法。最后介绍了无线传感器网络研究发展现状。 3.3 IEEE 1451 标准；主要内容：主要讲述了 IEEE 和 NIST 制定的开放智能传感器接口 IEEE 1451 标准。通过讲述 IEEE 1451 标准的发展从 IEEE 1451.1、IEEE 1451.2、IEEE 1451.3、IEEE 1451.4、IEEE 1451.5 标准的发展历程，最后介绍了 IEEE 1451 标准未来的发展趋势。 3.4 基于蓝牙技术的无线传感器网络；主要内容：首先介绍了蓝牙协议、蓝牙的硬件实现方式和蓝牙技术的发展趋势，介绍了基于蓝牙技术的近距离通信的无线智能传感器网络。 3.5 采用 ZigBee 技术的无线传感器网络；主要内容：针对无线传感器网络的应用，国际上提出了一系列的无线通信协议标准，如蓝牙、ZigBee 以及无线 USB。在这几种短距离无线通信协议中，相对于其他集中，ZigBee 以其低功耗、低成本、显现出了它的优势，在低速率通信方面扮演着越来越重要的角色。本节首先介绍了 ZigBee 技术在网络层和应用层的实现方式以及 ZigBee 通信协议的发展趋势。其次介绍了 ZigBee 技术在无线传感器网络中的应用。 3.6 无线传感器网络应用；主要内容：本节主要介绍了无线传感器网络在工业过程实时监控、农业生产和生物环境保护、建筑和土木工程、安全/公安/军事等领域的应用。 重点：智能传感器的基本原理和技术。 难点：无线传感器网络和 IEEE 1451 标准的接口定义以及实现方法。					
第 4 章	**4 智能微机电系统、微传感器与软件传感器** 4.1 微机电系统 MEMS；主要内容：微机电系统是微机械电子系统的简称。现在普遍认为：MEMS 是通过微加工技术，将微传感器、微执行器、信号处理和控制集成电路（可能还包含通信模块）	**6**	**4**	**10**	**4**	**3-1**

	以及微机械结构元件集成为一体的一个微尺度系统。本节首先对微机电系统进行了概述。其次对微机电系统的设计基础进行了介绍。 4.2 Smart MEMS；主要内容：将微传感器扩展为传感器系统，即构成 MEMS。本节首先对 Smart MEMS 进行概述，其次介绍了 Smart MEMS 惯导系统中的微陀螺和微加速度计的应用。 4.3 准数字传感器；主要内容：智能传感器的智能主要通过内置微处理器实现，由于处理器只能处理数字信号，因此在进入微处理器之前，传感器输出（或经放大处理）信号，根据不同的情况，需要转换为数字信号或微处理器能处理的准数字信号。本节主要讲述模拟传感器经非 A/D 方式间接转换为频率输出、硅谐振式微传感器及其频率特性的检测、硅谐振压力微传感器闭环系统中锁相环技术的应用等内容。 4.4 软件传感器；主要内容：随着现代科技的发展，工业过程检测与控制系统日趋复杂，现代过程系统中一些非常重要的输出变量很难通过常规的测量技术检测得到；另外由于检测元件及传感器的限制，某些过程输出的采样时间间隔很长，影响了对扰动的的行之有效的监测。随着科技的不断发展，产生了以推理控制理论为理论基础的“软件传感器”，广义上也称之为软测量。本节主要介绍了软件传感器实现的基本原理和方法。 重点：MEMS 的基本概念、原理以及在智能传感系统中的应用。 难点：准数字传感器的实现方法以及应用。					
第 5 章	**5 机敏材料与灵巧结构** 5.1 结构健康监测与智能系统；主要内容：机敏材料和灵巧结构式智能系统的扩充，是工程应用中的仿生系统之一。机敏材料和灵巧结构的 Smart 性能的一个基本特征是自适应性。本节主要介绍机敏材料和灵巧结构在军事领域和航空航天领域的结构健康监测、振动的衰减、形状控制，重点是应用 Smart 技术全面提高系统的安全性能。 5.2 机敏材料；主要内容：本节主要介绍了机敏材料的基本概念以及应用。机敏材料主要包括：热电体、压电材料、电致伸缩材料、磁致伸缩材料、形状记忆合金、电活性聚合物、电流变和磁	**6**	**0**	**6**	**5**	**3-1**

	流变流体、电致发光和光致发光、电致变色材料等。另外还介绍了复合 Smart 材料及其应用。 5.3 灵巧结构；主要内容：结构与材料有所不同，所谓结构是具有某种工程功能的结合体。某种结构称为 Smart 结构，表示结构具有一种能力，使结构以预先设计好的确实有用、有效的方式，对环境条件（包括自身条件）的改变能够自适应地作出响应。本节首先概述了 Smart 结构及其原理和实现方法。其次讲述了嵌入光纤传感器的典型 Smart 结构、仿生智慧结构等。 5.4 振动与噪声控制技术；主要内容：在人类的生活环境、工农业生产等各个领域的系统和设备，振动干扰以及随之产生的噪声污染，会对设备的安全造成极大危害。本节主要介绍振动和噪声产生的原因以及通过结构控制实现控制噪声的技术和方法。 5.5 传感器故障检测、测试有效性确认及 SEVA 传感器；主要内容：在飞机、核设施、化工系统中，通常有数以千计的传感器和监视仪表，任何的失效都有可能导致灾难性的后果。因此，对这些系统的整个工作过程，必须进行安全性或系统健康状态的连续监测。失效往往是由某种扰动或早期故障引起的，因此需要随时对危险的扰动或故障的发展进行监测、诊断，及时发出警告信息，提醒或辅助系统的操作者，确认并适时控制故障状态，采取相应的技术措施，确保安全。本节首先介绍了传感器故障和测试有效性的基本概念。其次介绍了 SEVA 自确认传感器。最后介绍了粒子滤波器确认传感器的测试有效性。 重点：结构健康监测与智能系统以及振动与噪声的控制技术。 难点：传感器故障检测、测试有效性确认及 SEVA 传感器的原理和方法。					
合 计		**32**	**8**	**40**		

表 2.2 课程内容与思政融入点对应关系

序号	知识点	思政融入点
1	1.1 先进传感器和智能传感器	先进传感器和智能传感器对于国家发展的重要性。智能传感器在工业生产、军事装备、航空航天、医疗卫生和日常生活等领域的重要应用，论述智能传感器的重要性以及课

		程开设的必要性。
2	2.10 人工神经网络技术及其应用	介绍基于人工神经网络技术的智能传感器以及智能传感器与当前的人工智能、大数据等结合实现自动驾驶、AI 机器人等方面的应用。提高学生对本课程的兴趣。
3	3.6 无线传感器网络应用	结合无线传感器网络在工业过程实时监控、农业生产和生物环境保护、建筑和土木工程、安全/公安/军事等领域的应用，阐述智能传感网络的重要性，尤其是在公共安全领域用于自然灾害的监测。应用更加贴近生活，提升学生对智能传感系统的理解和未来应用的能力。
4	4.2 Smart MEMS	结合 Smart 惯导系统中的微陀螺和微加速度计等应用，介绍 MEMS 传感器在工业生产、军事装备、航空航天、医疗卫生等领域的重要应用。将仪器与电子学院在 MEMS 传感器领域取得的成果分享给学生，提升学生对本课程的学习信心。
5	5.1 结构健康监测与智能系统	通过对机敏材料和灵巧结构的介绍，阐述机敏材料和灵巧结构在军事领域和航空航天领域的结构健康监测、振动的衰减、形状控制、空间飞行器的多功能结构、运载火箭、飞机和旋翼机等方面的应用，重点是应用 Smart 技术全面提高系统的安全性能。让学生进一步理解智能传感器对于军事领域和航空航天领域的重要性，结合本校的军工背景，让学生对本课程有一个更深层次的理解，鼓励学生将来从事相关领域的研究工作，为国家培养更多有用的人才。

三、本课程开设的实验项目

编号	实验项目名称	学时	类型	要求	支撑课程目标	支撑的毕业要求指标点
1	智能传感器的非线性自校正、自校准、自补偿	2	验证性	必做	2	4-1
2	智能传感器的增益自适应控制、自检、自诊断	2	验证性	必做	3	3-1
3	MEMS 智能温度传感器	2	验证性	必做	4	3-1
4	MEMS 惯导系统实现对物体角速度和转动的测量	2	验证性	必做	5	3-1

实验一 ：智能传感器的非线性自校正、自校准、自补偿

实验目的：掌握智能传感器实现非线性自校正、自校准、自补偿技术的实现方法和程序算法。

实验原理： 查表法、曲线拟合法、三步测量法、三点标定法和结构对称法。

实验设备： 智能传感器开发板

实验安排： 教师讲述智能传感器实现非线性自校正、自校准、自补偿技术的实现方法和程序算法，并进行操作演示。学生以 6 人一组，对每个过程中执行的操作进行分析并记录实验结果。

实验报告要求： 简述智能传感器实现非线性自校正、自校准、自补偿技术的实现方法，将实验数据及结果以表格列出；分析不同的参数对于实验结果的影响，总结实验中存在的问题和解决方法。

实验二 ：智能传感器的增益自适应控制、自检、自诊断

实验目的：掌握智能传感器的增益自适应控制、自检、自诊断技术的实现方法和程序算法。

实验原理： 阈值法、校验法、硬件冗余法

实验设备： 智能传感器开发板

实验安排： 教师讲述智能传感器实现增益自适应控制、自检、自诊断技术的实现方法和程序算法，并进行操作演示。学生以 6 人一组，对每个过程中执行的操作进行分析并记录实验结果。

实验报告要求： 简述智能传感器实现增益自适应控制、自检、自诊断技术的实现方法，将实验数据及结果以表格列出；分析不同的参数对于实验结果的影响，总结实验中存在的问题和解决方法。

实验三 ：MEMS 智能温度传感器

实验目的：理解 MEMS 智能传感器的原理，掌握 MEMS 智能传感器系统的实现方法，应用 MEMS 智能传感器实现温度、加速度和压力的传感。

实验原理： 对温度高度敏感的振荡器决定的计数周期内对温度低敏感的振荡器时钟脉冲的计数值的计算来测量温度

实验设备： 智能传感器开发板

实验安排：教师讲述 MEMS 智能温度传感器的原理和实现方法以及数据的存储和处理，并进行操作演示。学生以 6 人一组，对每个过程中执行的操作进行分析并记录实验结果。

实验报告要求： 简述 MEMS 智能温度传感器的原理和实现方法，将实验数据及结果以表格列出；分析不同的参数对于实验结果的影响，总结实验中存在的问题和解决方法。

实验四 ：MEMS 惯导系统实现对物体角速度和转动的测量

实验目的:理解 MEMS 惯导系统的原理,掌握 MEMS 惯导系统的实现方法,应用 MEMS 惯导系统实现对物体角速度和转动的测量。

实验原理： 科里奥利效应

实验设备： 智能传感器开发板

实验安排：教师讲述 MEMS 惯导系统实现对物体角速度和转动的测量的实现原理和方法以及系统每一部分的功能，并进行操作演示。学生以 6 人一组，对每个过程中执行的操作进行分析并记录实验结果。

实验报告要求： 简述 MEMS 惯导系统实现对物体角速度和转动的测量的实现方法，将实验数据及结果以表格列出；分析不同的参数对于实验结果的影响，总结实验中存在的问题和解决方法。

四、达成课程目标的途径和措施

1. 课堂教学。采用多媒体教学和板书教学相结合的手段，配合例题的讲解及适当的思考题，保证讲课进度的同时，注意学生的理解和掌握程度，适当调整讲授速度。结合实际应用进行案例式教学，提升学生的实际应用能力。

2. 实践教学。本课程安排 8 个学时的实验。通过智能传感器的非线性自校正、自校准、自补偿、增益自适应控制、自检、自诊断等内容进行实验，理解智能传感器的实现原理和方法。通过 MEMS 智能温度传感器、MEMS 惯导系统实现对物体角速度和转动的测量实验理解微机电系统实现智能传感的原理、方法和应用。加深学生对本课程的印象，提升学生动手解决问题的能力。

3. 科研成果转化为教学素材。将仪器与电子学院在 MEMS 传感器领域取得的公开成果用于本课程的课堂教学，提升学生对本课程的兴趣，鼓励学生将来从事相关领域的研究工作。

五、考核方式

1. 课程考核方式包括随堂测验、课后作业情况、实验情况和期末考试等。

6.定量评价

本课程包含 2 个分课程目标，有 4 个考核环节，各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配如下：

表 5.1　各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配

课程目标	考核方式以及成绩占比 S_{ik}（%）				分课程目标权重 P_i（%）
	随堂考核（1）	作业（2）	实验（3）	期末考试（4）	
1	6	6	24	44	80
2	4	4	6	6	20
考核环节成绩比例合计（%）	10	10	30	50	100

8.定性评价

定性评价指利用学生的调查问卷进行课程目标达成情况评价，按照各课程目标分项设计合适的问卷，调查学生掌握知识及获得能力等课程目标达成情况。其中成绩均采用百分制统计，五级分制转换为百分制时，优对应 90 分，良对应 80 分，中对应 70 分，及格对应 60 分，不及格对应 50 分。

综合定性与定量评价结果，取最小量为最终评价结果。

六、评价标准：

1、随堂测试评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100 分	75-89 分	60-74 分	0-59 分	
智能传感器的概念；灵巧结构和机敏材料的概念及应用。(支撑课程目标 1、毕业要求指标点 4-1)	规定时间内完成；能够熟练掌握智能传感器的概念；能够掌握灵巧结构和机敏材料的概念及应用。答题规范，准确性高。	规定时间内完成；能够较好掌握智能传感器的概念；能够理解灵巧结构和机敏材料的概念及应用。答题较规范，准确性较高。	规定时间内完成；能够基本掌握智能传感器的相关概念；能够较好理解灵巧结构和机敏材料的概念及应用。答题基本规范，基本准确。	未完成或未提交测验；不能掌握智能传感器的相关概念；不能理解灵巧结构和机敏材料的概念及应用。基本概念不清楚甚至错误，准确率低。	2
智能传感器的非线性自校正、自校准、自补偿的实现方法。(支撑课程目标 2、毕业要求指标点 3-1)	规定时间内完成；能够熟练掌握智能传感器的非线性自校正、	规定时间内完成；能够较好掌握智能传感器的非线性自校正、	规定时间内完成；能够基本掌握智能传感器的非线性自校正、	未完成或未提交测验；不能掌握智能传感器的非线性自校正、自	2

	自校准、自补偿的实现方法。答题规范，准确性高。	自校准、自补偿的实现方法。答题较规范，准确性较高。	自校准、自补偿的实现方法。答题基本规范，基本准确。	校准、自补偿的实现方法。基本概念不清楚甚至错误，准确率低。	
IEEE 1451 开放智能传感器网络接口标准的目标和分层模块结构的内容。(支撑课程目标 3、毕业要求指标点 3-2)	规定时间内完成；能够熟练掌握 IEEE 1451 开放智能传感器网络接口标准的目标和分层模块结构的内容。答题规范，准确性高。	规定时间内完成；能够较好掌握 IEEE 1451 开放智能传感器网络接口标准的目标和分层模块结构的内容。答题较规范，准确性较高。	规定时间内完成；能够基本握 IEEE 1451 开放智能传感器网络接口标准的目标和分层模块结构的内容。答题基本规范，基本准确。	未完成或未提交测验；不能掌握 IEEE 1451 开放智能传感器网络接口标准的目标和分层模块结构的内容。基本概念不清楚甚至错误，准确率低。	2
Smart 惯导系统中的微陀螺和微加速度计的原理和实现方法。(支撑课程目标 4、毕业要求指标点 5-2)	规定时间内完成；能够熟练掌握 Smart 惯导系统中的微陀螺和微加速度计的原理和实现方法。答题规范，准确性高。	规定时间内完成；能够较好掌握 Smart 惯导系统中的微陀螺和微加速度计的原理和实现方法。答题较规范，准确性较高。	规定时间内完成；能够基本掌握 Smart 惯导系统中的微陀螺和微加速度计的原理和实现方法。答题基本规范，基本准确。	未完成或未提交测验；不能掌握 Smart 惯导系统中的微陀螺和微加速度计的原理和实现方法。基本概念不清楚甚至错误，准确率低。	2
结构健康监测的基本概念以及机敏材料的种类。(支撑课程目标 5、毕业要求指标点 7-2)	规定时间内完成；能够熟练掌握结构健康监测的基本概念以及机敏材料的种类。答题规范，准确性高。	规定时间内完成；能够较好掌握结构健康监测的基本概念以及机敏材料的种类。答题较规范，准确性较高。	规定时间内完成；能够基本掌握结构健康监测的基本概念以及机敏材料的种类。答题基本规范，基本准确。	未完成或未提交测验；不能掌握结构健康监测的基本概念以及机敏材料的种类。基本概念不清楚甚至错误，准确率低。	2

2、作业评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100 分	75-89 分	60-74 分	0-59 分	
智能传感器与传统传感器的区别与联系。（支撑课程目标 1、毕业要求指标点 4-1）	按时交作业；能够准确回答智能传感器与传统传感器的区别与联系。完成作业认真，语言规范，	按时交作业；能够较为准确回答智能传感器与传统传感器的区别与联系。完成作业较认真，语言	按时交作业；能够基本准确回答智能传感器与传统传感器的区别与联系。语言基本规范，表述基	不能按时完成作业，有抄袭现象；或答案不准确。	2

	表述清楚。	较规范，表述较清楚。	本清楚。		
模糊传感器的基本原理和基本功能。（支撑课程目标2、毕业要求指标点3-1）	按时交作业；能够准确回答模糊传感器的基本原理和基本功能。完成作业认真，语言规范，表述清楚。	按时交作业；能够较为准确回答模糊传感器的基本原理和基本功能。完成作业较认真，语言较规范，表述较清楚。	按时交作业；能够基本准确回答模糊传感器的基本原理和基本功能。语言基本规范，表述基本清楚。	不能按时完成作业，有抄袭现象；或答案不准确。	2
ZigBee技术在网络层和应用层的实现方式。（支撑课程目标3、毕业要求指标点3-2）	按时交作业；能够准确回答ZigBee技术在网络层和应用层的实现方式。完成作业认真，语言规范，表述清楚。	按时交作业；能够较为准确回答ZigBee技术在网络层和应用层的实现方式。完成作业较认真，语言较规范，表述较清楚。	按时交作业；能够基本准确回答ZigBee技术在网络层和应用层的实现方式。语言基本规范，表述基本清楚。	不能按时完成作业，有抄袭现象；或答案不准确。	2
应用锁相环技术，抑制噪声实现高Q值带通滤波的原理和优点。（支撑课程目标4、毕业要求指标点5-2）	按时交作业；能够准确回答应用锁相环技术，抑制噪声实现高Q值带通滤波的原理和优点。完成作业认真，语言规范，表述清楚。	按时交作业；能够较为准确回答应用锁相环技术，抑制噪声实现高Q值带通滤波的原理和优点。完成作业较认真，语言较规范，表述较清楚。	按时交作业；能够基本准确回答应用锁相环技术，抑制噪声实现高Q值带通滤波的原理和优点。语言基本规范，表述基本清楚。	不能按时完成作业，有抄袭现象；或答案不准确。	2
智能传感器的测试有效性确认中，仪表传感器故障的检测方法有哪些。（支撑课程目标5、毕业要求指标点7-2）	按时交作业；能够准确回答智能传感器的测试有效性确认中，仪表传感器故障的检测方法。完成作业认真，语言规范，表述清楚。	按时交作业；能够较为准确回答智能传感器的测试有效性确认中，仪表传感器故障的检测方法。完成作业较认真，语言较规范，表述较清楚。	按时交作业；能够基本准确回答智能传感器的测试有效性确认中，仪表传感器故障的检测方法。语言基本规范，表述基本清楚。	不能按时完成作业，有抄袭现象；或答案不准确。	2

3、实验教学评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100分	75-89分	60-74分	0-59分	

能够根据实验指导书规定的实验目的与要求，进行1.智能传感器的非线性自校正、自校准、自补偿实验；2. 智能传感器的增益自适应控制、自检、自诊断实验；3. MEMS 智能温度传感器。4. MEMS 惯导系统实现对物体角速度和转动的测量。（支撑课程目标 2 和 4、毕业要求指标点 3-1 和 5-2）	按照要求完成预习，按照实验安全操作规程进行实验；实验方法、步骤与结果正确；实验仪器设备完好。	能够预习，按照实验安全操作规程进行实验，实验方法、步骤与结果正确；实验仪器设备完好。	按照实验安全操作规程进行实验，实验方法、步骤与结果基本正确；实验仪器设备完好。	没有按照实验安全操作规程进行实验；或者实验方法、步骤与结果不正确。	5
能够根据实验结果，撰写实验报告。（支撑课程目标 2 和 4、毕业要求指标点 3-1 和 5-2）	按时交实验报告，实验数据与分析详实、正确；图表清晰，语言规范，符合实验报告要求。	按时交实验报告，实验数据与分析正确；图表清晰，语言规范，符合实验报告要求。	按时交实验报告，实验数据与分析基本正确；图表较清晰，语言较规范，基本符合实验报告要求。	没有按时交实验报告；或者实验数据与分析不正确；或者实验报告不符合要求。	5

4、课程设计评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100 分	75-89 分	60-74 分	0-59 分	
能够完成设计方案的撰写，能够清晰的进行陈述，表达自己的设计思想。（支撑课程目标 4、毕业要求指标点 5-2）	设计方案撰写层次清晰，论述正确；方案陈述清晰，PPT 制作质量高，回答问题正确。	设计方案撰写论述正确；方案陈述清楚，PPT 制作质量较高，回答问题正确。	设计方案撰写论述基本正确；方案陈述基本清楚，PPT 制作质量一般，回答问题基本正确。	设计方案撰写有原则性错误；或者方案陈述有原则性错误，回答问题有原则性错误。	
根据方案设计中到的问题，能够进行文献检索、自主学习，通过阅读理解，解决问题，并完成文献检索报告的撰写。（支撑课程目标 5、毕业要求指标点 7-2）	能够正确结合课题设计中的相关问题，通过广泛文献查阅等手段，综合考虑设计需求、方案及具体方法，很好掌握自主获取知识的途径。	能够正确结合课题设计中的相关问题，通过一定的文献查阅等手段，综合考虑设计需求、方案及具体方法，较好掌握自主获取知识的途径。	基本能够结合课题设计中的相关问题，通过初步文献查阅等手段，综合考虑设计需求、方案及具体方法，初步掌握自主获取知识的途径。	未能够展开相关文献查阅等工作，未掌握自主获取知识的途径。	

5、考试评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100 分	75-89 分	60-74 分	0-59 分	
能够复述智能传感器的基本概念。（支撑课程目标 1、毕业要求指标点 4-1）	能够准确复述智能传感器的基本概念和特征，内容准确，语言规范。	能够较为准确复述智能传感器的基本概念和特征，内容准确，语言规范。	能够基本准确复述智能传感器的基本概念和特征，内容准确，语言规范。	不能准确复述智能传感器的基本概念和特征，内容不准确，语言不规范。	10
能够复述智能传感器的非线性自校正、自校准、自补偿的原理和实现方法。（支撑课程目标 2、毕业要求指标点 3-1）	能够准确复述智能传感器的非线性自校正、自校准、自补偿的原理和实现方法，内容准确，语言规范。	能够较为准确复述智能传感器的非线性自校正、自校准、自补偿的原理和实现方法，内容准确，语言规范。	能够基本准确复述智能传感器的非线性自校正、自校准、自补偿的原理和实现方法，内容准确，语言规范。	不能准确复述智能传感器的非线性自校正、自校准、自补偿的原理和实现方法，内容不准确，语言不规范。	10
能够复述 IEEE 1451 开放智能传感器网络接口标准的目标和分层模块结构的内容。（支撑课程目标 3、毕业要求指标点 3-2）	能够准确复述 IEEE 1451 开放智能传感器网络接口标准的目标和分层模块结构的内容，内容准确，语言规范。	能够较为准确复述 IEEE 1451 开放智能传感器网络接口标准的目标和分层模块结构的内容，内容准确，语言规范。	能够基本准确复述 IEEE 1451 开放智能传感器网络接口标准的目标和分层模块结构的内容，内容准确，语言规范。	不能准确复述 IEEE 1451 开放智能传感器网络接口标准的目标和分层模块结构的内容，内容不准确，语言不规范。	10
能够复述 Smart 惯导系统中的微陀螺和微加速度计的原理和实现方法。（支撑课程目标 4、毕业要求指标点 5-2）	能够准确复述 Smart 惯导系统中的微陀螺和微加速度计的原理和实现方法，内容准确，语言规范。	能够较为准确复述 Smart 惯导系统中的微陀螺和微加速度计的原理和实现方法，内容准确，语言规范。	能够基本准确复述 Smart 惯导系统中的微陀螺和微加速度计的原理和实现方法，内容准确，语言规范。	不能准确复述 Smart 惯导系统中的微陀螺和微加速度计的原理和实现方法，内容不准确，语言不规范。	10
能够复述智能传感器的测试有效性确认中，仪表传感器故障的检测方法有哪些。（支撑课程目标 5、毕业要求指标点 7-2）	能够准确复述智能传感器的测试有效性确认中，仪表传感器故障的检测方法有哪些，内容准确，语言规范。	能够较为准确复述智能传感器的测试有效性确认中，仪表传感器故障的检测方法有哪些，内容准确，语言规范。	能够基本准确复述智能传感器的测试有效性确认中，仪表传感器故障的检测方法有哪些，内容准确，语言规范。	不能准确复述智能传感器的测试有效性确认中，仪表传感器故障的检测方法有哪些，内容不准确，语言不规范。	10

七、参考书目及学习资料（书名，主编，出版社，出版时间及版次）

[1] 周浩敏、钱政编著. 智能传感技术与系统[M]. 北京：北京航空航天大学出版社，2008年9月第一版；

[2] 刘君华编著. 智能传感器系统[M]. 西安：西安电子科技大学出版社，2010年5月第二版；

[3] 李邓华、陈雯柏、彭书华编著. 智能传感技术[M]. 北京：清华大学出版社，2011年9月第一版；

[4] 何金田、刘晓旻编著. 智能传感器原理、设计与应用[M]. 北京：电子工业出版社，2012年1月第一版；

[5] 迈克J.麦格拉思、克莱娜N.斯克奈尔编著. 智能传感器：医疗、健康和环境的关键应用[M]. 北京：机械工业出版社，2016年12月第一版；

[6] 杰拉德.梅杰、米切尔.珀提斯、科菲.马金瓦编著. 靖向萌译. 智能传感器系统:新兴技术及其应用[M]. 北京：机械工业出版社，2018年5月第一版；

制定人：刘来　　**审定人**：刘文耀　　**批准人**：刘文怡

2021年 12月 1日

《智能控制理论基础》教学大纲

课程名称（中文）：智能控制理论基础

课程名称（英文）：Basic of intelligent control theory

课程代码：Z03060402　　适用层次：本科三年级

课程类别：专业教育课　　课程性质：专业必修

适用专业：智能感知工程　　计划学分：3

计划学时（周数）： 48　　讲课学时：40　　实验学时：8

开课学期：5　　考核方式：考试

先修课程：信号与系统，人工智能导论

后续课程：智能机器人技术

制定人： 孟令军，邵星灵　　教学基层组织审核人：刘文耀

开课学院：仪器与电子学院　　开课学院审核人：刘文怡

一、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务

本课程是智能感知工程专业的一门专业教育类课程。智能控制技术是近二十年来随着人工智能技术的发展而兴起的一门新兴学科，本课程主要讲述智能控制的基本概念、基本原理、常用的智能控制技术与方法。课程主要内容包括：经典控制与智能控制的基本概念与理论基础、模糊控制理论与模糊控制系统、人工神经元网络基础与神经网络控制等。

通过本课程的学习，可使学生了解智能控制理论领域发展的前沿和成果、基本理论与控制原理、应用场合及发展趋势，掌握智能控制的基本概念、理论基础及其在实际控制系统中的应用方法，开阔视野，扩大知识面，为后续课程的学习和毕业后的从事智能控制领域的工作奠定技术基础。

2、课程目标

课程目标 1：根据所学经典控制理论知识，能够依据实际的工程问题需求来选择合适的控制方法，设计所需要的控制系统。（支撑毕业要求指标点 1-2）

课程目标 2：能够完成满足特定应用需求的经典控制系统的设计，并利用仿真软件完成仿真分析。（支撑毕业要求指标点 3-1）

课程目标 3：能够使用仿真软件完成典型的模糊控制、神经网络控制系统模拟与预测，可以对结果进行定量和定性分析。（支撑毕业要求指标点 5-2）

思政目标：智能控制理论是智能控制领域中的重要理论与算法入门基础课程，课程所涉及到的控制技术也是国家战略发展的关键核心技术。通过了解国内外智能控制技术的发展现状和差距，结合我国控制领域的独立自主发展案例，激发学生重视科学技术进步与科技创新，为国民经济发展和国家进步贡献力量的爱国主义和科技强国意识。

二、课程内容、思政融入点、学时分配及对毕业要求指标点的支撑

1、本课程为专业必修课，要求先修信号与系统及人工智能导论等课程。教师在教学中应注重基础知识、基本概念和思维方法的传授，同时结合应用实例开展类比式和启发式教学，使学生掌握常用的智能控制技术中的基本概念和基础理论，掌握相关设计方法与手段，以培养利用智能控制技术手段解决工程问题的分析与设计能力。

2、教师通过经典的应用案例讲解，提高学生对智能控制技术应用认知。

3、学生通过上机操作，掌握利用 MATLAB 软件进行智能控制仿真的基本方法，学会利用 MATLAB 软件中的相关工具箱进行智能控制系统仿真设计，掌握基于 MATLAB 软件的仿真程序设计方法。

4、本课程在讲授过程中，需要利用多媒体技术，让学生深入理解和学习智能控制技术，要求在 CAI 教室进行授课。

深度和广度说明：对智能控制基本理论及概念只做简单介绍，对经典控制理论、模糊控制、人工神经网络控制技术要深入讲解，模糊控制和人工神经网络控制技术的掌握和使用是重点。

偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

表 3.1 课程内容、学时分配及对毕业要求指标点的支撑

序号	内　　容	讲课	实验	小计	支撑课程目标	支撑指标点
1	**1** 绪论 1.1 本课程在专业课程体系中的地位和作用介绍； 1.2 课程内容、学习方法、讲授方式、评价方式介绍； 1.3 智能控制技术的基本概念、系统组成、发展历程；（难点、重点） 1.4 MATLAB 软件仿真介绍	**6**	**0**	**6**	**1**	**1-2**
2	**2 经典控制理论基础** 2.1 自动控制的一般概念 2.2 控制系统的数学模型 2.3 线性系统的时域分析法（重点、难点） 2.4 线性系统的频域分析法（重点、难点） 2.5 基于 MATLAB 的控制系统数学建模与转换（重点、难点） 2.6 基于 MATLAB 的时/频域响应分析（重点、难点）	**18**	**4**	**20**	**2、3**	**1-2**
3	**3 模糊控制** 3.1 模糊控制技术简介 3.2 模糊控制理论基础（重点，难点） 3.3 模糊控制的基本原理（重点） 3.4 模糊控制器的设计方法 3.5 模糊控制的 MATLAB 仿真（难点）	**8**	**2**	**10**	**1**	**3-1**
4	**4 神经网络控制**	**8**	**2**	**10**	**1**	**5-2**

	4.1 神经网络的发展简介 4.2 神经网络的理论基础（重点，难点） 4.3 典型神经网络的特点 4.4 神经网络自适应控制设计 4.5 神经网络控制的 MATLAB 仿真（难点）					
合 计	/	**40**	**8**	**48**	/	/

表 3.2 课程内容与思政融入点对应关系

序号	知识点	思政融入点
1	智能控制技术的发展历程、发展现状及发展方向	科学素养：通过学习智能控制技术对国家的战略重要性，对比分析国内外发展现状，了解我国控制领域老一辈科学家的奋斗经历，激发学生的使命感和责任感。通过阐述相关应用需求和背景，提高学生学习的积极性和主动性。
2	模糊控制与神经网络控制技术	家国情怀：以我国无人机的控制发展为例，了解我国在控制理论算法的创造与创新性，激发学生的技术钻研和爱国奉献精神。

四、本课程开设的实验项目

编号	实验项目名称	学时	类型	要求	支撑课程目标	支撑的毕业要求指标点
1	基于 MATLAB 的控制系统时/频域分析	2	验证性	必做	3	3-1、5-2
2	基于 MATLAB 的 PID 控制器设计与分析	2	验证性	必做	3	3-1、5-2
3	基于模糊控制的水箱液位控制系统设计与仿真	2	验证性	必做	3	3-1、5-2
4	BP 神经网络设计与仿真	2	验证性	必做	3	3-1、5-2

实验环节主要是上机操作，要求保证上机条件，具备 MATLAB 编程软件工具；要求学生熟炼掌握利用 MATLAB 软件实现智能控制算法仿真的基本使用方法；掌握在 MATLAB 环境下排查常见语法错误的方法；动手实现有代表性控制功能的编程；预习并上机实现所要求的代码编程。

8 个学时共完成 4 个实验，均为正常课内实验。

在实验过程中要注重培养学生的诚信意识、创新意识和坚持精神等，通过实验使学生能够理论联系实际，灵活运用所学知识，严谨认真，精益求精，养成良好的设计习惯。

实验一：基于 MATLAB 的控制系统时/频域分析

实验目的：学会在 MATLAB 仿真环境下通过典型的激励信号，利用阶跃响应分析和频域响应分析法对给定的开环系统传递函数进行动态、静态与稳定裕度等常见指标的计算与评估；

实验原理：利用 MATLAB 常用指令与函数完成控制系统的时/频域指标计算与分析；

实验设备：计算机，MATLAB 软件

实验安排：教师介绍 MATLAB 控制模型建立与分析的仿真操作；学生基于此实现给定控制系统的典型指标计算。

实验报告要求：写出设计方案和实验步骤； 对实验结果进行分析和解释； 写出实验的体会与疑 问。

实验二 ：基于 MATLAB 的 PID 控制器设计与分析

实验目的：学会利用 MATLAB/SIMULINK 工具箱实现线性系统的 PID 控制器设计，掌握 PID 参数整定的方法和规律；

实验原理：根据 PID 控制器设计原理，对给定线性系统设计相应控制器，并进行仿真验证与性能评价；

实验设备：计算机，MATLAB 软件

实验安排：教师介绍 MATLAB/SIMULINK 自带 PID 工具箱的基本操作； 学生基于此实现给定线性系统 PID 控制器的设计及仿真运行。

实验报告要求：写出设计方案和实验步骤； 对实验结果进行分析和解释； 写出实验的体会与疑 问。

实验三 ：基于模糊控制的水箱液位控制系统设计与仿真

实验目的：学会利用 MATLAB 软件的模糊控制工具箱实现模糊推理和模糊控制系统仿真，完成基于模糊控制的水箱液位控制器的设计与仿真。

实验原理：利用 MATLAB-模糊控制工具箱完成模糊推理和水箱液位的模糊控制仿真

实验设备：计算机，MATLAB 软件

实验安排：教师介绍 MATLAB 自带的模糊逻辑工具箱与模糊控制仿真操作； 学生基于此实现水箱液位模糊控制系统设计及仿真运行。

实验报告要求：写出设计方案和实验步骤； 对实验结果进行分析和解释； 写出实验的体会与疑 问。

实验四： BP 神经网络设计与仿真

实验目的： 学会利用 MATLAB 软件中的神经网络工具箱进行人工神经网络的模型建立和训练，利用 BP 神经网络完成一个正弦函数的逼近仿真。

实验原理： MATLAB-神经网络工具箱的基本操作，搭建 BP 神经网络，进行数据训练，并完成对一个正弦信号的逼近仿真。

实验设备： 计算机，MATLAB 软件

实验安排： 教师介绍 MATLAB 软件的神经网络工具箱及使用方法、BP 神经网络及预测原理，并进行演示； 学生完成 BP 神经网络的搭建、训练，并实现一个正弦信号的逼近仿真。

实验报告要求： 写出设计方案和流程图； 对实验结果进行分析和解释； 写出实验的体会与疑问。

五、达成课程目标的途径和措施

1、学生通过课程学习，学会常用的智能控制技术和方法，能根据实际需求选择合适的智能控制技术，能运用和选择 MATLAB 软件中的相关工具箱来完成基于智能控制的编程与仿真。

2、本课程是一门侧重理论基础，同时具有一定实践性的课程，要求学生在充分认识和熟悉智能控制理论的基础上，通过实验环节把所学的内容巩固和掌握，要求在教学方法上，充分利用各种媒体教学手段，采取课堂教学、多媒体课件、验证性实验、课外分组实验方式有机结合，教学和实验交替进行，提高教学效率。

3、为了提高学生的学习兴趣，并取得良好的教学效果，教师在知识讲解的过程中要充分利用问题引导、案例分析等多种教学方法，以进一步提高教学质量。

六、考核方式

1、评价环节

课程考核方式包括期末考试、实验、作业等，所有考核环节均需覆盖到所有学生。

2、定量评价

本课程包含 3 个分课程目标，有 4 个考核环节，各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配如下表 6.1。教师每个环节出题或布置作业时，要尽量做到按照以上比例布局，并对照完成合理化审查。

表 6.1　各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配

课程目标	考核方式以及成绩占比 S_{ik}（%）				分课程目标权重 P_i（%）
	随堂考核（1）	作业（2）	课内实验（3）	期末考试（4）	
1	5	5	5	35	50
2	3	3	3	25	34
3	2	2	2	10	16
考核环节成绩比例合计（%）	10	10	10	70	100

第 i 个分课程目标的达成度 Ai ：

$$A_{\mathrm{i}}=\sum G_{\mathrm{ik}}\times(S_{\mathrm{ik}}/P_{\mathrm{i}}) \tag{6-1}$$

总课程目标达成度 A，由多个分课程目标再根据权重加权求和：

$$A=\sum A_{\mathrm{i}}\times P_{\mathrm{i}} \tag{6-2}$$

其中：k 表示不同的考核方式，i 表示不同的分课程目标；

S_{ik} 表示第 i 个课程目标中第 k 种考核方式在总成绩中的占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

Gik 表示第 k 种考核方式支撑第 i 个课程目标的达成度（第 k 种考核方式支撑第 i 个课程目标的学生得分平均值除以第 k 种考核方式支撑第 i 个课程目标的总分值）。

3、定性评价

针对每门课的课程目标，直接设计问题，并要求学生明确给出目标能力达到的程度“很好（0.95）、较好（0.75）、中（0.60）、较差（0.45）、很差（0.25）”，根据各区段统计比例与括号中的目标分值加权后求和得出定性评价的结果。

4、定性评价和定量评价结果的综合

同一课程目标的评价，取定性评价和定量评价的平均值，作为最终评价结果。

七、评价标准：

本课程允许教师在各评价环节根据具体情况采取多样化、个性化的考核手段，其评价标

准应当在《SIE-CT-01：授课计划》中明确并向学生公布，教学过程中的考核评价应当严格按照标准完成。

八、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，重点是达成值相对较低的项，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

九、覆盖课程目标达成评价的知识点及权重

表 9.1　各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配

知识点	权重	支撑课程目标
1、智能控制技术的特点、基本概念与原理	0.10	1
2、MATLAB 仿真软件的使用；	0.10	2、3
3、经典控制理论；	0.30	2、3
4、模糊控制理论基础；	0.15	2、3
5、模糊控制器；	0.10	2、3
6、人工神经网络基础；	0.15	2、3
7、人工神经网络控制器。	0.10	2、3

学生可以依据仪器与电子学院相关文件，以允许的第二课堂成果折算单项成绩，与对应知识点加权累计达到 75 分（含）以上，且对所有课程目标的支撑不能有缺项，即可申请本门课程免修。

十、参考书目及学习资料

[1] 杨婕，等编著。现代与智能控制技术。天津：天津大学出版社，2013 年 1 月；

[2] 刘金琨编著。智能控制（第 5 版）。北京：电子工业出版社，2021 年 4 月；

[3] 刘金琨编著。智能控制——理论基础、算法设计与应用. 北京：清华大学出版社，2019 年 12 月；

[4] 刘杰 等编著。 智能控制与 MATLAB 实用技术。北京：科学出版社，2021 年 1 月；

[5] 韦巍、何衍。智能控制基础[M]. 北京: 清华大学出版社, 2018 年。

[6] Clarence W. de Silva. Intelligent Control: Fuzzy Logic Applications (Mechatronics). CRC Press，Oct. 1995.

[7] Rob Hyde, Filippos Filippidis. Intelligent Control: Disruptive Technologies. London, RIBA Publishing, Sept. 2021.

制定人： 孟令军，邵灵星　　**审定人：**刘文耀　　**批准人：**刘文怡

2021 年 12 月 1 日

《数据结构与算法分析》教学大纲

课程名称（中文）：数据结构与算法分析

课程名称（英文）：Data Structures And Algrithm Analysis

课程代码：Z03060404　　适用层次：本科

课程类别：专业类教育课程　　课程性质：必修

适用专业：智能感知工程　　计划学分：2

计划学时（周数）： 32　　讲课学时：24　　实验学时：8

开课学期：4　　考核方式：考试

先修课程：C 语言程序设计

后续课程：视觉感知和图像处理

制定人： 甄国涌　　教学基层组织审核人：刘文耀

开课学院：仪器与电子学院　　开课学院审核人：刘文怡

一、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务

本课程属于专业基础必修课。本课程通过模型分析，数据抽象建立计算机程序设计的相关概念。以数据结构中逻辑结构、存储结构和相应的处理算法三个方面为重点，以 C 程序语言为描述工具，介绍常用的数据结构实现和处理算法的分析。通过本课程的学习，使学生在程序设计方面的能力得到提升。

2、课程目标

课程目标 1：在对复杂工程问题进行表达时，能够将对应的问题通过模型化抽象用数据及关系进行描述。（支撑毕业要求指标点 2-2）。

课程目标 2：能够通过栈、树、图等典型的数据结构选择及其上的算法分析，设计出满足要求的解决方案。（支撑毕业要求指标点 3-1）。

思政目标：（1）通过多种数据结构和算法的综合比较，培养学生面向同一复杂工程问题时多种解决方案的优选与优化意识，培养学生尊重社会、环境、法律、经济、道德、政策、文化等综合因素影响，了解遵守行业规范；（2）通过介绍数据结构和算法对程序可靠性和执行效率的影响，让学生认识到基本数据结构只是基础，实际应用中需要进行融合与创新，仍有大量专用的算法需要不断学习和改进，培养学生自主学习与灵活创新的能力。

二、课程内容、学时分配及对毕业要求指标点的支撑

1、本课程重点介绍内容包括：数据结构的逻辑结构、存储结构及其算法的相关概念及分析，典型的数据结构实现及其运算分析，常用的查找、排序算法分析。

2、深度和广度说明：对于模型、方案等的数据抽象、组织方式、数据关系、数据存储

等相关概念及应用要尽可能展开，使学生有一个相对全面的认识；对于典型的数据结构及其上的算法要深入分析，使学生能在设计方案时知道如何分析选择，满足设计要求。

3、偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

表 2.1 课程内容、学时分配及对毕业要求指标点的支撑

序号	内　　容	讲课	实验	小计	支撑课程目标	支撑指标点
1	**1 概述** 1.1 数据结构的基本概念和术语（掌握） 1.2 算法定义与性质（掌握） 1.3 基本的算法分析概念与方法（掌握） 1.4 C 程序设计语言中的关键技术（掌握） 重点：数据结构的基本概念 难点：算法分析的方法	**2**		**2**	**1**	**2-2**
2	**2 线性表** 2.1 线性关系与线性表的基本概念和操作（了解） 2.2 线性表的顺序表示和实现（掌握） 2.3 线性表的链式表示和实现（掌握） 2.4 线性表的应用实例（掌握） 重点：线性表的表示和实现 难点：线性表的链式实现	**3**	**2**	**5**	**1、2**	**2-2** **3-1**
3	**3 栈和队列** 3.1 栈的基本概念、特性和基本操作（了解） 3.2 栈的表示和实现（了解） 3.3 栈的应用实例（了解） 3.4 队列的基本概念、特性和基本操作（了解） 3.5 队列的表示和实现（了解）	**2**		**2**	**1、2**	**2-2** **3-1**

	3.6 队列的应用实例（了解） 重点：栈和队列的表示和实现 难点：栈和队列的实现					
4	**4 串** 4.1 串的基本概念（了解） 4.2 串的表示和实现（了解） 4.3 串的应用实例（了解） 难点：串的表示和实现 难点：串的实现	**1**		**1**	**1、2**	**2-2** **3-1**
5	**5 数组和广义表** 5.1 数组的基本概念（了解） 5.2 数组的顺序表示和实现（了解） 5.3 矩阵的压缩存储（了解） 5.4 广义表的基本概念（了解） 重点：数组的表示和实现 难点：矩阵的压缩存储	**1**		**1**	**1、2**	**2-2** **3-1**
6	**6 树与二叉树** 6.1 树的基本概念和术语（了解） 6.2 二叉树的基本概念和存储结构（掌握） 6.3 树与二叉树的遍历操作（掌握） 6.4 树和森林的关系（掌握） 6.5 树的应用实例，霍夫曼树（掌握） 重点：二叉树存储结构、遍历	**6**	**2**	**8**	**1、2**	**2-2** **3-1**

	难点：二叉树的遍历					
7	**7 图** 7.1 图的基本概念、图的分类与相关术语（了解） 7.2 图的存储结构（了解） 7.3 深度优先与广度优先遍历操作（了解） 7.4 图的连通性问题 （了解） 7.5 有向无环图及其应用（了解） 重点：图的存储结构及遍历 难点：图的遍历	**2**		**2**	**1、2**	**2-2** **3-1**
8	**8 查找** 8.1 查找问题概述（了解） 8.2 静态查找表（掌握） 8.3 动态查找表（掌握） 8.4 哈希表与哈希散列（了解） 重点：查找的基本概念，顺序查找、折半查找、排序树查找 难点：排序树查找	**3**	**2**	**5**	**1、2**	**2-2** **3-1**
9	**9 排序** 9.1 排序的基本概念（了解） 9.2 插入排序（掌握） 9.3 快速排序（掌握） 9.4 选择排序（掌握） 9.5 外部排序（掌握） 9.6 各种排序的方法比较与应用（掌握）	**4**	**2**	**6**	**1、2**	**2-2** **3-1**

	重点：各种排序方法及比较 难点：快速排序和排序算法的时间复杂度分析					
合 计	/	**24**	**8**	**32**	/	/

表 2.2 课程内容与思政融入点对应关系

序号	知识点	思政融入点
1	各类数据结构的应用特点与优势的综合比较	通过多种数据结构和算法的综合比较，培养学生面向同一复杂工程问题时多种解决方案的优选与优化意识，培养学生尊重社会、环境、法律、经济、道德、政策、文化等综合因素影响，了解遵守行业规范；
2	本课程在提升计算机编程质量和效率方面的重要性	通过介绍数据结构和算法对程序可靠性和执行效率的影响，让学生认识到基本数据结构只是基础，实际应用中需要进行融合与创新，仍有大量专用的算法需要不断学习，培养学生自主学习与灵活创新的能力。

三、本课程开设的实验项目

编号	实验项目名称	学时	类型	要求	支撑课程目标	支撑的毕业要求指标点
1	线性表	2	设计性	必做	1、2	2-2、3-1
2	二叉树	2	设计性	必做	1、2	2-2、3-1
3	查找	2	设计性	必做	1、2	2-2、3-1
4	排序	2	设计性	必做	1、2	2-2、3-1

实验环节主要是上机操作，要求保证上机条件，即具备 C 语言编程环境；要求学生掌握在集成开发环境下排查常见语法错误和编译错误的方法；预习并绘制程序流程图。本门课实验有 4 个实验共 8 学时。

在实验过程中要注重培养学生的诚信意识、创新意识和坚持精神等，通过实验使学生能够理论联系实际，灵活运用所学知识，严谨认真，精益求精，养成良好的设计习惯。

实验一：线性表

实验目的：通过对约瑟夫环求解，实现数据按线性表组织及在线性表上的删除操作。

实验原理：组织有 n 个元素的线性表，计数 q 后将表中元素删除，重复计数删除过程直到表中剩 1 个元素。

实验设备：计算机。

实验安排：学生每人 1 机，独立完成设计。

实验报告要求：采用标准实验报告格式，提供代码和结果截图或照片，实验结果要分析 $\mathrm{n}=2$、$\mathrm{n}=2^k$、$n=2^k+t$等多种情况。

实验二：二叉树

实验目的：通过实现对二叉树的建立、遍历与分析，掌握二叉树的遍历思想与存储结构，掌握二叉树的基本操作。

实验原理：二叉树的构造与遍历算法，计算树高度、叶子节点数等。

实验设备：计算机。

实验安排：学生每人 1 机，独立完成设计。

实验报告要求：采用标准实验报告格式，提供代码和结果截图或照片，实验结果应包括对几种遍历算法的分析、二叉树的高度、叶子节点数等。

实验三：查找

实验目的：通过顺序查找、折半查找等算法实现，分析数据结构和算法。

实验原理：用顺序查找法在无序表中查找数据；用折半查找法在顺序表中查找数据。

实验设备：计算机。

实验安排：学生每人 1 机，独立完成设计。

实验报告要求：采用标准实验报告格式，提供代码和结果截图或照片，实验结果应分析比较不同数据结构及其上算法。

实验四：排序

实验目的：通过各种内排序方法实现，了解不同排序方法的优缺点，学会分析排序算法性能，能够根据实际问题选择合适的算法进行排序。

实验原理：应用插入排序、快速排序和选择排序算法实现数据排序。

实验设备：计算机。

实验安排：学生每人 1 机，独立完成设计。

实验报告要求：采用标准实验报告格式，提供代码和结果截图或照片，实验结果应包括对几种排序算法的性能分析比较等。

四、达成课程目标的途径和措施

1、在教学中，问题抽象、分析过程和数据结构的对应关系应逐步展开。通过学生自己的抽象，提升学生用数据表达问题的能力。

2、在教学中，典型数据结构的使用、分析要结合实例。要求学生设计相应数据结构的实验，积累按需设计的经验。

五、考核方式

1、评价环节

课程考核方式包括作业、实验和期末考试，所有考核环节均需覆盖到所有学生。

2、定量评价

本课程包含 2 个分课程目标，有 3 个考核环节，各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配如下表 5.1。教师每个环节出题或布置作业时，要尽量做到按照以上比例布局，并对照完成合理化审查。

表 5.1　各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配

课程目标	考核方式以及成绩占比 S_{ik}（%）			分课程目标权重 P_i（%）
	作业（1）	实验（2）	期末考试（3）	
1	10	10	20	40
2	5	20	35	60
考核环节成绩比例合计（%）	15	30	55	100

第 i 个分课程目标的达成度 Ai ：

$$A_{\mathrm{i}}=\sum G_{\mathrm{ik}}\times(S_{\mathrm{ik}}/P_{\mathrm{i}})$$ 5-1

总课程目标达成度 A，由多个分课程目标再根据权重加权求和：

$$A=\sum A_{\mathrm{i}} \times P_{\mathrm{i}} \qquad 5\text{-}2$$

其中：k 表示不同的考核方式，i 表示不同的分课程目标；

S_{ik} 表示第 i 个课程目标中第 k 种考核方式在总成绩中的占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

Gik 表示第 k 种考核方式支撑第 i 个课程目标的达成度（第 k 种考核方式支撑第 i 个课程目标的学生得分平均值除以第 k 种考核方式支撑第 i 个课程目标的总分值）。

3、定性评价

针对每门课的课程目标，直接设计问题，并要求学生明确给出目标能力达到的程度“很好（0.95）、较好（0.75）、中（0.60）、较差（0.45）、很差（0.25）”，根据各区段统计比例与括号中的目标分值加权后求和得出定性评价的结果。

4、定性评价和定量评价结果的综合

同一课程目标的评价，取定性评价和定量评价的平均值，作为最终评价结果。

六、评价标准：

本课程允许教师在各评价环节根据具体情况采取多样化、个性化的考核手段，其评价标准应当在《SIE-CT-01：授课计划》中明确并向学生公布，教学过程中的考核评价应当严格按照标准完成。

七、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，重点是达成值相对较低的项，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

八、覆盖课程目标达成评价的知识点及权重

表 8.1　各知识点对课程目标达成评价的权重占比分配

知识点	权重	支撑课程目标
1.概述	0.06	1
2.线性表	0.16	1、2
3.栈和队列	0.06	1、2
4.串	0.03	1、2
5.数组和广义表	0.03	1、2
6.树与二叉树	0.25	1、2
7.图	0.06	1、2

8.查找	0.16	1、2
9.排序	0.19	1、2

学生可以依据仪器与电子学院相关文件，以允许的第二课堂成果折算单项成绩，与对应知识点加权累计达到 75 分（含）以上，且对所有课程目标的支撑不能有缺项，即可申请本门课程免修。

九、参考书目及学习资料

1、严蔚敏等，《数据结构（C 语言版）》-“十二五”普通高等教育国家级规划教材，ISBN：9787302147510，清华大学出版社。

2、Mark Allen Weiss 等，《数据结构与算法分析——C 语言描述（原书第二版）》（英文版），ISBN 9787111640080，机械工业出版社。

3、Donald E. Knuth，《计算机程序设计艺术 第 1 卷，基本算法》，ISBN 9787115360670，人民邮电出版社。

4、视频：浙江大学公开课

https://open.163.com/newview/movie/free?pid=AEUHNOPC5&mid=FEUHNOPCU

5、视频：华中科技大学公开课

https://open.163.com/newview/movie/free?pid=MEKB56M73&mid=MEKB5J4F0

制定人：甄国涌　　**审定人**：刘文耀　　**批准人**：刘文怡

2021 年 12 月 1 日

《视觉感知与图像处理》教学大纲

一、课程基本信息

课程名称（中文）：视觉感知与图像处理

课程名称（英文）：Visual perception and image processing

课程代码：Z03060407　　适用层次：本科

课程类别：专业方向选修课　　课程性质：选修

适用专业：智能感知工程　　计划学分：1

计划学时（周数）：16　　讲课学时：16　　实验学时：0

开课学期：5　　考核方式：考查

先修课程：高等数学、线性代数

后续课程：智能感知综合实践

制定人：　郭肖亭　　教学基层组织审核人：刘文耀

开课学院：仪器与电子学院　　开课学院审核人：刘文怡

二、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务

本课程是一门属于智能感知类的专业课程，适用于智能感知工程等专业，是该类专业传感与感知方向的选修课程。机器与人类类似，感知智能是认知智能的基础。目前，感知智能的应用主要侧重于机器视觉方面，这是因为机器的其他感知能力应用范围不广。视觉感知是包含听觉感知、触觉感知、力觉感知、味觉感知、嗅觉感知等在内的智能感知中最重要的组成部分和应用前景最广泛的感知类别。因此，目前的智能感知以机器视觉、图像处理、计算机视觉为主。

以提高学生对视觉感知为代表的智能感知体系的认知能力为目的，本课程的主要任务是讲授机器视觉和图像处理的理论知识和其典型应用。通过本课程的学习使学生掌握智能感知体系中以机器视觉和图像处理为主要内容的视觉感知的理论知识和适用场景，使学生能够使用机器视觉和图像处理知识在图像信号、计量与检测、智能制造等工业领域进行实践与应用。本课程将围绕智能感知系统中复杂工程问题涉及的视觉系统建模及测量、图像处理等问题对学生进行训练，使学生掌握相关知识、训练相关技能并培养相关素养。

2、课程目标

课程目标 1：能够掌握机器视觉、图像处理的基本概念、知识体系和研究方法，能够掌握视觉系统的基本组成和工作原理。（支撑毕业要求指标点 1-1）

课程目标 2：能够根据视觉感知任务需求进行视觉系统的设计、摄像机等器件的选型、图像处理方法选择和算法设计，能够形成解决方案并进行优化。（支撑毕业要求指标点 3-1）

思政目标：视觉感知与图像处理是智能感知领域最热门的研究领域之一。通过了解国内外该技术的发展现状和差距，激发学生重视技术进步与创新，为国民经济发展和国家进步贡献力量的意识。

三、课程内容、思政融入点、学时分配及对毕业要求指标点的支撑

1、本课程为专业课，要求先修高等数学、线性代数课程，在教学中应注重基础知识、基本概念和思维方法的传授，同时运用类比式和启发式教学，使学生掌握最重要的摄像机成像模型及图像处理方法，掌握相关算法设计的方法与手段，以培养学生全局系统分析和设计能力。结合经典的实例，提高学生运用视觉感知知识处理项目问题的意识和能力。

2、深度和广度说明：对摄像机成像模型、图像处理算法要深入讲解，立体视觉与三维重建只做简单介绍；机器视觉的发展及应用了解即可，视觉系统的组成及图像处理的掌握是重点。

3、偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

表 3.1 课程内容、学时分配及对毕业要求指标点的支撑

序号	内　　容	讲课	实验	小计	支撑课程目标	支撑指标点
1	**1 绪论** 1.1、本课程在专业课程体系中的地位和作用； 1.2、课程内容、学习方法、讲授方式、评价方式介绍； 1.3、机器视觉的发展及系统构成； 1.4、Marr 的视觉理论框架； 1.5、机器视觉任务和机器视觉与其他领域的关系；	**1**	**0**	**1**	**1**	**1-1**
2	**2 成像与图像采集** 2.1、亮度与成像； 2.2、镜头； 2.3、摄像机；（重点） 2.4、摄像机-计算机接口；	**3**	**0**	**3**	**1、2**	**1-1** **3-1**
3	**3 图像预处理基础** 3.1、数据结构； 3.2、图像预处理；（重点）	**4**	**0**	**4**	**1、2**	**1-1** **3-1**
4	**4 图像分割和特征匹配** 4.1、图像分割；（重点） 4.2、特征匹配；（重点）	**4**	**0**	**4**	**1、2**	**3-1**
5	**5 立体视觉与三维重建** 5.1、立体视觉概述 5.2、立体视觉的基本原理；（重点）	**4**	**0**	**4**	**1、2**	**1-1** **3-1**

	5.3、三维重建；（难点）					
合 计	/	**16**	**0**	**16**	/	/

表 3.2 课程内容与思政融入点对应关系

序号	知识点	思政融入点
1	机器视觉的发展历程、发展现状及发展方向。	通过对比分析国内外发展现状，激发学生的使命感和责任感。通过阐述相关应用需求和背景，提高学生学习的积极性和主动性。
2	国产视觉感知器件发展差距	了解元器件国产化的重要性，激发学生爱国情怀。

四、本课程开设的实验项目

无。

五、达成课程目标的途径和措施

1. 把握主线，本课程需要重点讲授的内容包括：成像与图像采集、图像处理相关知识、立体视觉与三维重建等。引导学生掌握视觉系统中相关概念、基本原理与方法的实际意义，利用视觉测量的实例案例，帮助学生理解和掌握不同器件的选型原则，具备使用图像处理获取几何量参数的能力。

2. 本课程在教学方法上，充分利用各种媒体教学手段，采取课堂教学、多媒体课件、随堂提问、项目实例有机结合，提高教学效率，保证讲课进度的同时，注意学生的掌握程度和课堂的气氛；

3. 为了提高学生的学习兴趣，并取得良好的教学效果，在知识讲解的过程中充分利用问题引导、案例分析等多种教学方法，以进一步提高教学质量。

六、考核方式

1、评价环节

课程考核方式包括课后作业、课程报告等，所有考核环节均覆盖到所有学生。

2、定量评价

本课程包含 2 个分课程目标，有 2 个考核环节，各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配如下表 6.1。教师每个环节出题或布置作业时，要尽量做到按照以上比例布局，并对照完成合理化审查。

表 6.1　各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配

课程目标	考核方式以及成绩占比 S_{ik}（%）		分课程目标权重 P_i（%）
	随堂考核（1）	课程报告（2）	
1	25	15	40
2	5	55	60
考核环节成绩比例合计（%）	30	70	100

第 i 个分课程目标的达成度 Ai ：

$$A_{\mathrm{i}}=\sum G_{\mathrm{ik}}\times(S_{\mathrm{ik}}/P_{\mathrm{i}}) \tag{6-1}$$

总课程目标达成度 A，由多个分课程目标再根据权重加权求和：

$$A=\sum A_{\mathrm{i}}\times P_{\mathrm{i}} \tag{6-2}$$

其中：k 表示不同的考核方式，i 表示不同的分课程目标；

S_{ik} 表示第 i 个课程目标中第 k 种考核方式在总成绩中的占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

Gik 表示第 k 种考核方式支撑第 i 个课程目标的达成度（第 k 种考核方式支撑第 i 个课程目标的学生得分平均值除以第 k 种考核方式支撑第 i 个课程目标的总分值）。

3、定性评价

针对每门课的课程目标，直接设计问题，并要求学生明确给出目标能力达到的程度“很好（0.95）、较好（0.75）、中（0.60）、较差（0.45）、很差（0.25）”，根据各区段统计比例与括号中的目标分值加权后求和得出定性评价的结果。

4、定性评价和定量评价结果的综合

同一课程目标的评价，取定性评价和定量评价的平均值，作为最终评价结果。

七、评价标准：

本课程允许教师在各评价环节根据具体情况采取多样化、个性化的考核手段，其评价标准应当在《SIE-CT-01：授课计划》中明确并向学生公布，教学过程中的考核评价应当严格按照标准完成。

八、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，重点是达成值相对较低的项，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

九、覆盖课程目标达成评价的知识点及权重

表 9.1　各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配

知识点	权重	支撑课程目标
1 机器视觉的发展及基本知识	0.05	1
2 成像与图像采集	0.25	1、2
3 图像预处理基础	0.3	1、2
4 图像分割和特征匹配	0.3	2
5 立体视觉与三维重建	0.1	1、2

学生可以依据仪器与电子学院相关文件，以允许的第二课堂成果折算单项成绩，与对应知识点加权累计达到 75 分（含）以上，且对所有课程目标的支撑不能有缺项，即可申请本门课程免修。

十、参考书目及学习资料

1、曹其新等编著，《机器视觉与应用》，ISBN: 9787111686866，机械工业出版社。

2、工控帮教研组编著，《机器视觉原理与案例详解》，ISBN: 9787121390845，电子工业出版社。

3、徐德等编著，《机器人视觉测量与控制（第 3 版）》，ISBN: 9787118102109，国防工业出版社。

4、李良福著，《智能视觉感知技术》，ISBN: 9787030579294, 科学出版社。

制定人：郭肖婷　　**审定人**：刘文耀　　**批准人**：刘文怡

2021 年 12 月 1 日

《智能机器人技术》教学大纲

一、课程基本信息

课程名称（中文）：智能机器人技术

课程名称（英文）：Intelligent robot technology

课程代码：Z03060409　　适用层次：本科

课程类别：专业类教育课程　　课程性质：选修

适用专业：智能感知工程　　计划学分：2

计划学时（周数）： 32　　讲课学时：24　　实验学时：8

开课学期：6　　考核方式：考查

先修课程：传感器原理及设计、智能控制理论基础

后续课程：智能感知综合实践

制定人：　高晋阳　　教学基层组织审核人：刘文耀

开课学院：仪器与电子学院　　开课学院审核人：刘文怡

二、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务

智能机器人技术是智能感知工程专业智能系统集成方向的一门专业选修课程。智能机器人是智能科技融合的前沿领域，融合了计算机科学、人工智能、工学、神经科学、心理学、仿生学的智慧与技术。该课程的主要任务是扩展学生的专业视野，讲授机器人各组成部分的功能和机器人在各个领域的应用。通过课程的学习能够使学生了解机器人技术，开阔视野，拓宽思路，了解机器人技术在新一轮工业革命中的作用，并激发他们研究机器人的兴趣。借助机器人这一载体让学生加深对计算机、电学、力学、机械原理、数学思维等知识的了解与运用，培养学生的思维创新与动手能力。

2、课程目标

课程目标 1：通过学习智能机器人技术的起源、定义、分类，以及在工业制造、科学探索、生活医疗、军事安全等领域的应用，能够对智能机器人领域的国内外研究现状有清晰的认识。（支撑毕业要求指标点 4-1）

课程目标 2：根据应用需求，具有初步进行智能机器人感知功能的方案设计、硬件实现、感知结果处理的基本能力。（支撑毕业要求指标点 4-3）

思政目标：通过阐述智能技术的起源、定义、分类、现状、发展趋势等，使学生了解我国机器人技术水平，理解我国在产业升级中所处的国际地位，增强学生使命感与危机感；通过介绍智能机器人技术在工业制造、科学探索、生活医疗、军事安全等领域的应用，激发学生学习兴趣。

三、课程内容、思政融入点、学时分配及对毕业要求指标点的支撑

1、本课程为专业任选课，要求先修传感器原理及应用、自动控制基础、数字信号处理，在教学中应注重基础知识、基本概念和思维方法的传授，同时运用类比式和启发式教学，使学生掌握机器人各个硬件结构组成部分及相关的技术知识，学会设计思路与方法，以培养设计能力。

2、本课程重点讲授的内容包括：机器人的起源、定义、分类和现状；机器人的运动机构和执行机构、机器人的感知系统和控制系统；机器人技术在各个领域的应用；机器人技术与产业的发展历程、产业现状和竞争格局。

3、教师采用互动式教学，使学生了解智能机器人技术在各个领域的应用及对智能制造时代影响。其中，机器人的各硬件组成部分工作原理在机器人设计中占有非常重要的地位，因此教师要重点讲授以使学生完全理解。

4、学生能够阐述智能机器人技术在各领域的应用，具备初步进行智能机器人感知功能的方案设计、硬件实现的基本能力。

5、深度和广度说明：对机器人内部各个硬件结构组成部分深入讲解，对机器人技术的应用、机器人产业的发展和智能制造的介绍应涵盖广泛些。

6、偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

表 3.1 课程内容、学时分配及对毕业要求指标点的支撑

序号	内　　容	讲课	实验	小计	支撑课程目标	支撑指标点
1	**1 绪论** 1.1、本课程在专业课程体系中的地位和作用介绍； 1.2、课程内容、学习方法、讲授方式、评价方式介绍； 1.3、了解智能机器人的起源、发展、定义和分类。（重点）	**2**		**2**	**1**	**4-1**
2	**2 智能机器人的硬件结构组成及相关的技术知识** 2.1、智能机器人的运动机构与执行机构，包括直线运动机构、旋转运动机构、减速运动机构和液压驱动、气压驱动、电气驱动。 2.2 智能机器人感知系统的体系结构 2.3 智能机器人距离与位置测量 2.4 智能机器人触觉、压觉、姿态测量 2.5 视觉测量 2.6 多传感器融合	**12**	**8**	**20**	**1、3**	**4-1** **4-3**
3	**3 智能机器人在各个领域的前沿应用技术** 3.1、了解机器人技术在工业制造领域的最新应用；（难点、重点） 3.2、了解机器人技术在科学探索领域的最新应用；（难点、重点） 3.3、了解机器人技术在生活、医疗领域的应用； 3.4、了解机器人技术在军事安全领域的应用。	**8**		**8**	**2**	**4-1**
4	**4　智能机器人产业现状和发展趋势** 4.1、了解全球智能机器人技术的产业现状和竞争格局； 4.2、了解中国智能机器人技术的产业现状和发展趋势；（重点）	**2**		**2**	**2、3**	**4-1** **4-3**
合 计	/	**24**	**8**	**32**	/	/

表 3.2 课程内容与思政融入点对应关系

序号	知识点	思政融入点
1	智能机器人的起源、发展、定义和分类	使学生了解我国机器人技术水平，理解我国在产业升级中所处的国际地位，增强学生使命感与危机感
2	智能机器人在各个领域的前沿应用技术	通过介绍智能机器人技术在工业制造、科学探索、生活医疗、军事安全等领域的应用，激发学生学习兴趣；通过介绍机器人各技术领域领军人物献身科学的案例，激发学生在专业领域的责任与担当。

四、本课程开设的实验项目

编号	实验项目名称	学时	类型	要求	支撑课程目标	支撑的毕业要求指标点
1	微型机器人三维姿态感知实验	8	综合性	必做	1、2、3	4-1 4-3
2	微型机器人三维位置感知实验	8	综合性	必做	1、2、3	4-1 4-3

实验环节采用分组实验形式，预计 2~5 人一组。实验时，学生首先需采用计算机自行完成电路设计，教师检查学生电路设计正确性。电路设计完成后，教师提供传感模块和单片机模块，学生自行完成硬件连接，程序调试，实现将传感数据采回计算机。接着，学生基于传感数据和构建模型，完成微型机器人的三维姿态和三维位置解算。最后，每位学生独立提交规范的实验报告。

实验一 微型机器人三维姿态感知实验（8 学时）

内容：微型机器人姿态感知电路设计、绘制、硬件实现、调试

基本要求：

1、掌握采用 Altium Designer 软件进行基本电路绘制的方法；

2、掌握姿态传感器的测量原理及姿态解算方法；

3、掌握姿态传感器与单片机的硬件连接方法；

4、掌握姿态感知相应的单片机程序的调试方法。

本实验支撑课程目标 1、2、3。

实验二 微型机器人三维位置感知实验（8 学时）

内容：微型机器人位置感知电路设计、绘制、硬件实现、调试

基本要求：

1、掌握采用 Altium Designer 软件进行基本电路绘制的方法；

2、掌握微型机器人位置测量原理及位置解算方法；

3、掌握位置感知传感器与单片机的硬件连接方法；

4、掌握位置感知相应的单片机程序的调试方法。

本实验支撑课程目标 1、2、3。

五、达成课程目标的途径和措施

1、 充分利用多媒体教学手段，将智能机器人技术各知识点尽量进行动画展示，使学生对智能机器人的认识形象化和具体化，提升学生的对知识点的掌握程度。

2、 采用案例式教学，向学生展示智能机器人在各领域的具体应用案例、介绍智能机器人各领域领军人物及主要工作，提升学生的学习兴趣，培养学生在专业领域的责任与担当。

3、 本课程有 10 个学时的实验，通过实验使学生掌握机器人智能感知的实现方法，使学生初步具备对机器人感知功能进行方案设计、硬件实现的基本能力，具体实验内容见“四、本课程开设的实验项目”。

六、考核方式

在考核学生对机器人的基本知识、基本原理和方法的基础上，重点考核学生的对机器人内各硬件组成部工作原理掌握程度。

1、评价环节

课程考核方式包括分组实验、大作业

2、定量评价

本课程包含 2 个分课程目标，有 2 个考核环节，各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配如下表 6.1。教师每个环节出题或布置作业时，要尽量做到按照以上比例布局，并对照完成合理化审查。

表 6.1 各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配

课程目标	**考核方式以及成绩占比 S_{ik}（%）**		**分课程目标权重 P_i（%）**
	分组实验	大作业	
1	10	40	50
2	40	10	50
考核环节成绩比例合计（%）	50	50	100

第 i 个分课程目标的达成度 A_{i} ：

$$A_{\mathrm{i}}=\sum G_{\mathrm{ik}}\times(S_{\mathrm{ik}}/P_{\mathrm{i}}) \tag{6-1}$$

总课程目标达成度 A，由多个分课程目标再根据权重加权求和：

$$A=\sum A_{\mathrm{i}}\times P_{\mathrm{i}} \tag{6-2}$$

其中：k 表示不同的考核方式，i 表示不同的分课程目标；

S_{ik} 表示第 i 个课程目标中第 k 种考核方式在总成绩中的占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

G_{ik} 表示第 k 种考核方式支撑第 i 个课程目标的达成度（第 k 种考核方式支撑第 i 个课程目标的学生得分平均值除以第 k 种考核方式支撑第 i 个课程目标的总分值）。

3、定性评价

针对每门课的课程目标，直接设计问题，并要求学生明确给出目标能力达到的程度“很好（0.95）、较好（0.75）、中（0.60）、较差（0.45）、很差（0.25）”，根据各区段统计比例与括号中的目标分值加权后求和得出定性评价的结果。

4、定性评价和定量评价结果的综合

同一课程目标的评价，取定性评价和定量评价的平均值，作为最终评价结果。

七、评价标准：

本课程允许教师在各评价环节根据具体情况采取多样化、个性化的考核手段，其评价标准应当在《SIE-CT-01：授课计划》中明确并向学生公布，教学过程中的考核评价应当严格按照标准完成。

八、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，重点是达成值相对较低的项，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

九、覆盖课程目标达成评价的知识点及权重

表 9.1　各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配

知识点	权重	支撑课程目标
1、智能机器人的起源、发展、定义和分类	0.1	1
2、智能机器人的硬件结构组成及相关的技术知识	0.6	1、2、3
3、智能机器人在各个领域的前沿应用技术	0.2	2
4、智能机器人产业现状和发展趋势	0.1	2、3

学生可以依据仪器与电子学院相关文件，以允许的第二课堂成果折算单项成绩，与对应知识点加权累计达到 75 分（含）以上，且对所有课程目标的支撑不能有缺项，即可申请本门课程免修。

十、参考书目及学习资料

1、陈雯柏等著，《智能机器人原理与实践》，ISBN 9787302433514， 清华大学出版社，2016。

2、郭彤颖等编著，《机器人学及其智能控制》-21 世纪高等院校电气工程与自动化规划教材，ISBN 9787115361585，人民邮电出版社。

3、（美）尼库著，孙富春等译，《机器人学导论——分析、控制及应用（第二版）》-国外计算机科学教材系列，ISBN 9787121197833，电子工业出版社。

4、韩建海，《工业机器人（第三版）》-普通高等院校“十二五”规划教材，ISBN 9787568009829，华中科技大学出版社。

5、宋伟刚等编著，《机器人技术基础(第 2 版)》-普通高等教育“十二五”规划教材，ISBN

9787502469382, 冶金工业出版社。

6、张玫等编著，《机器人技术》-普通高等教育十二五规划教材， ISBN 9787111330691，机械工业出版社。

7、视频资料：网易公开课，斯坦福大学公开课：机器人学，http://open.163.com/special/opencourse/robotics.html。

制定人：高晋阳　　**审定人**：刘文耀　　**批准人**：刘文怡

2021 年 12 月 1 日

《人工智能导论》教学大纲

一、课程基本信息

课程名称（中文）：人工智能导论

课程名称（英文）：Introduction to artificial intelligence

课程代码：Z03060412　　适用层次：本科

课程类别：专业类教育课程　　课程性质：必修

适用专业：智能感知工程　　计划学分：3

计划学时（周数）： 48　　讲课学时：40　　实验学时：8

开课学期：4　　考核方式：考查

先修课程：高等数学、线性代数、概率论与数理统计

后续课程：智能传感材料、智能传感系统

制定人： 李秀源　　教学基层组织审核人：刘文耀

开课学院：仪器与电子学院　　开课学院审核人：刘文怡

二、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务

本课程是一门属于智能感知工程专业的专业类教育课程。该课程以使学生理解人工智能的基本原理和设计思路为目的，其任务是讲授人工智能的基本概念和算法设计。通过该课程的学习使学生为进一步学习人工智能后续专业课程或从事人工智能的研究奠定基础。

2、课程目标

课程目标 1：能够掌握人工智能的基本概念、知识体系和研究方法，理解人工智能中的重要方法和思想，为后续课程的学习打下基础。（支撑毕业要求指标点 1-1）。

课程目标 2：能够掌握人工智能的基本算法，对不同算法的应用背景和特点有清晰的认识，具有根据复杂工程问题的特点设计适合的人工智能算法的能力。（支撑毕业要求指标点 1-2）。

思政目标：人工智能是未来改变人类生活生产最重要的关键技术之一。通过了解国内外该技术的发展现状和差距，激发学生重视技术进步与创新，为国民经济发展和国家进步贡献力量的意识。

三、课程内容、思政融入点、学时分配及对毕业要求指标点的支撑

1、本课程为专业类教育课程，要求先修高等数学、线性代数和概率论与数理统计课程，在教学中应注重基本概念与基础知识的传授，同时运用类比式和启发式教学，使学生掌握最重要的“人工智能”概念，了解人工智能的实现思路与方法，以培养学生对人工智能算法的分析设计能力。

2、教师通过人工智能概念、不同方法的原理以及实现的教学，结合实例，提高学生对人工智能算法的实际分析与设计能力。

3、人工智能具有极强的渗透性，在电子信息类具有广泛的应用潜力，本课程应通过对人工智能概念和基本方法的学习和理解，重点培养学生对人工智能算法的分析与设计能力，能够将理论知识运用到实际算法中的技能。

4、深度和广度说明：对人工智能概念与分类、知识与推理和机器学习等内容要深入讲解，对探索与求解只做简单介绍，对人工智能应用的介绍应涵盖广些，对神经网络的内部结构了解即可，人工智能各种方法的分析与设计是重点。

5、偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

表 3.1 课程内容、学时分配及对毕业要求指标点的支撑

序号	内　　容	讲课	实验	小计	支撑课程目标	支撑指标点
1	**1 人工智能概述** 1.1、理解人工智能的概念、目标和研究策略； 1.2、理解人工智能的研究内容与方法；（重点） 1.3、了解人工智能的分支领域； 1.4、了解人工智能的应用与发展概况。	**2**		**2**	**1**	**1-1**
2	**2 知识的表示与推理** 2.1、理解并初步掌握元组、框架、语义网、知识图谱几种结构化知识表示； 2.2、理解不确定性信息和不确切性信息的特点和区别； 2.3、初步掌握不确定性知识的表示及推理方法，了解几种经典的不确定性推理模型，初步掌握贝叶斯网络和相应的概率推理方法；（重点） 2.4、理解并初步掌握不确切性知识的表示及推理方法。	**4**		**4**	**1、2**	**1-1** **1-2**
3	**3 搜索与求解** 3.1、理解图搜索与问题求解的概念； 3.2、理解基于遗传算法的随机优化搜索的基本原理和特点。	**2**	**2**	**4**	**1、2**	**1-1** **1-2**
4	**4 传统监督机器学习** 4.1、理解机器学习的基本概念，包括过拟合、正则化和泛化等； 4.2、理解线性模型的基本概念，包括基本线性回归、线性判别分析以及多分类学习等； 4.3、了解决策树的概念，理解决策树的划分选择和剪枝处理，理解基本的 ID3 算法和 CART 算法的基本原理；（重点） 4.4、了解贝叶斯决策论，理解朴素贝叶斯分类器和半朴素贝叶斯分类器原理，理解并初步掌握 EM 算法；	**12**	**2**	**14**	**1、2**	**1-2**

	4.5、理解支持向量机的数学原理及分类，包括最大间隔超平面、线性可分支持向量机、线性支持向量机和非线性支持向量机等。（重点、难点） 4.6、了解集成学习概念，理解并初步掌握 Boosting、Bagging 以及随机森林算法； 4.7 了解常见的降维算法，包括 k 近邻学习、低维嵌入、核化线性降维、流形学习以及度量学习。 4.8 了解稀疏表示和字典学习，理解压缩感知算法。					
5	**5 传统无监督机器学习** 5.1、了解聚类的基本概念，包括相似度、类等，了解层次聚类，理解并初步掌握 k 均值聚类算法； 5.2、了解主成分分析的概念，理解总体主成分分析和样本主成分分析的基本原理。	**4**		**4**	**1、2**	**1-2**
6	**6 神经网络与深度学习** 6.1、了解神经网络的基本概念，包括神经元模型、感知机、误差逆传播算法等； 6.2、理解并初步掌握卷积神经网络模型； 6.3、理解循环神经网络概念，并掌握典型的 LSTM 网络模型； 6.4、了解常见的神经网络优化与正则化方法； 6.5、了解典型的无监督神经网络模型； 6.6、了解深度学习热点，包括多任务学习、迁移学习、终生学习、小样本学习、元学习、对抗生成网络等。	**10**	**2**	**12**	**1、2**	**1-2**
7	**7 深度强化学习** 7.1、了解强化学习的基本概念，包括策略、奖赏、回报、值函数、贝尔曼方程等； 7.2、理解并掌握深度强化学习的基本算法，包括 Q-learning、actor-critic 方法。	**4**	**2**	**6**	**1、2**	**1-2**
8	**8 人工智能典型应用** 8.1、了解 Python 基础，了解基本的深度学习框架，包括 Tensorflow、Pytorch 等； 8.2、了解人工智能在自然语言处理、语音识别、计算机视觉领域的典型应用算法。	**2**		**2**	**1、2**	**1-1** **1-2**
合 计	/	**40**	**8**	**48**	/	/

表 3.2 课程内容与思政融入点对应关系

序号	知识点	思政融入点
1	人工智能的发展历程、发展现状及发展方向。	通过对比分析国内外发展现状，激发学生的使命感和责任感。通过阐述相关应用需求和背景，提高学生学习的积极性和主动性。
2	人工智能产业发展差距	了解自主知识产权人工智能的重要性，激发学生爱国情怀。

四、本课程开设的实验项目

编号	实验项目名称	学时	类型	要求	支撑课程目标	支撑的毕业要求指标点
1	基于遗传算法的搜索寻优算法设计	2	验证性	必做	2	1-2
2	基于支持向量机的分类算法设计	2	验证性	必做	2	1-2
3	基于深度神经网络的图像识别算法设计	2	验证性	必做	2	1-2
4	基于深度强化学习的决策算法设计	2	验证性	必做	2	1-2

实验环节主要是上机操作，要求保证上机条件，即具备常用的 MATLAB 软件和基本的深度学习算法运行配置环境。8 个学时共完成 4 个分组实验，每组 3~5 人，协作完成实验。

在实验过程中要注重培养学生的诚信意识、创新意识和坚持精神等，通过实验使学生能够理论联系实际，灵活运用所学知识，严谨认真，精益求精，养成良好的设计习惯。

实验一：基于遗传算法的搜索寻优算法设计

实验目的：通过基于遗传算法的搜索寻优算法设计，理解遗传算法的特点，掌握遗传算法搜索寻优的具体细节，并能够通过合理的代码实现相应的算法。

实验原理：Matlab 语言或 Python 语言；遗传算法实现搜索寻优的原理。

实验设备：计算机。

实验安排： 教师介绍实验室使用要求和安全须知，讲解遗传算法实现搜索寻优的原理；学生 3~5 人 1 机，协作完成设计。

实验报告要求：实验报告提供代码和结果截图或照片，实验结果以算法运行输出结果为准。

实验二：基于支持向量机的分类算法设计

实验目的：通过基于支持向量机的分类算法设计，理解支持向量机的特点，掌握支持向量机实现分类的具体细节，并能够通过合理的代码实现相应的算法。

实验原理：Matlab 语言或 Python 语言；支持向量机实现分类的原理。

实验设备：计算机。

实验安排： 教师介绍实验室使用要求和安全须知，讲解支持向量机实现分类的原理；学生 3~5 人 1 机，协作完成设计。

实验报告要求：实验报告提供代码和结果截图或照片，实验结果以算法运行输出结果为准。

实验三：基于深度神经网络的图像识别算法设计

实验目的：通过基于深度神经网络的图像识别算法设计，理解深度神经网络的特点，掌握深度神经网络实现图像识别的具体细节，并能够通过合理的代码实现相应的算法。

实验原理：Python 语言或 C++语言；深度神经网络实现图像识别的原理。

实验设备：计算机。

实验安排： 教师介绍实验室使用要求和安全须知，讲解深度神经网络实现图像识别的原理；学生 3~5 人 1 机，协作完成设计。

实验报告要求：实验报告提供代码和结果截图或照片，实验结果以算法运行输出结果为准。

实验四：基于深度强化学习的决策算法设计

实验目的：通过基于深度强化学习的决策算法设计，理解深度强化学习的特点，掌握深度强化学习实现决策的具体细节，并能够通过合理的代码实现相应的算法。

实验原理：Python 语言或 C++语言；深度强化学习实现决策的原理。

实验设备：计算机。

实验安排： 教师介绍实验室使用要求和安全须知，讲解深度强化学习实现决策的原理；学生 3~5 人 1 机，协作完成设计。

实验报告要求：实验报告提供代码和结果截图或照片，实验结果以算法运行输出结果为准。

五、达成课程目标的途径和措施

1、本课程是一门理论性与实践性都强的课程，要求学生通过实验环节把所学的内容巩固和掌握，要求在教学方法上，充分利用各种媒体教学手段，采取课堂教学、多媒体课件和验证性实验有机结合，教学和实验交替进行，提高教学效率。

2、为了提高学生的学习兴趣，并取得良好的教学效果，教师在知识讲解的过程中要充分利用问题引导、案例分析等多种教学方法，以进一步提高教学质量。

六、考核方式

1、评价环节

课程考核方式包括课堂情况、作业、实验及综合设计考查，所有考核环节均需覆盖到所有学生。

2、定量评价

本课程包含 2 个分课程目标，有 4 个考核环节，各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配如下表 6.1。教师每个环节出题或布置作业时，要尽量做到按照以上比例布局，并对照完成合理化审查。

表 6.1　各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配

课程目标	考核方式以及成绩占比 S_{ik}（%）				分课程目标权重 P_i（%）
	课堂情况（1）	作业（2）	实验（3）	综合设计（4）	
1	7.5	7.5	20	40	75
2	7.5	7.5	0	10	25
考核环节成绩比例合计（%）	15	15	20	50	100

第 i 个分课程目标的达成度 Ai ：

$$A_{\mathrm{i}}=\sum G_{\mathrm{ik}}\times(S_{\mathrm{ik}}/P_{\mathrm{i}}) \tag{6-1}$$

总课程目标达成度 A，由多个分课程目标再根据权重加权求和：

$$A=\sum A_{\mathrm{i}}\times P_{\mathrm{i}} \tag{6-2}$$

其中：k 表示不同的考核方式，i 表示不同的分课程目标；

S_{ik} 表示第 i 个课程目标中第 k 种考核方式在总成绩中的占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

Gik 表示第 k 种考核方式支撑第 i 个课程目标的达成度（第 k 种考核方式支撑第 i 个课程目标的学生得分平均值除以第 k 种考核方式支撑第 i 个课程目标的总分值）。

3、定性评价

针对每门课的课程目标，直接设计问题，并要求学生明确给出目标能力达到的程度“很好（0.95）、较好（0.75）、中（0.60）、较差（0.45）、很差（0.25）”，根据各区段统计比例与括号中的目标分值加权后求和得出定性评价的结果。

4、定性评价和定量评价结果的综合

同一课程目标的评价，取定性评价和定量评价的平均值，作为最终评价结果。

七、评价标准：

本课程允许教师在各评价环节根据具体情况采取多样化、个性化的考核手段，其评价标准应当在《SIE-CT-01：授课计划》中明确并向学生公布，教学过程中的考核评价应当严格按照标准完成。

八、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，重点是达成值相对较低的项，在本次授课

总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

九、覆盖课程目标达成评价的知识点及权重

表 9.1　各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配

知识点	权重	支撑课程目标
1 人工智能概述；	0.042	1
2 知识的表示与推理；	0.083	1、2
3 搜索与求解；	0.083	1、2
4 传统监督机器学习；	0.292	2
5 传统无监督机器学习；	0.083	2
6 神经网络与深度学习；	0.25	2
7 深度强化学习；	0.125	2
8 人工智能典型应用。	0.042	1、2

本课程不可以申请免修。

十、参考书目及学习资料

1、王万良，《人工智能导论》（第 5 版），ISBN 9787040551532，高等教育出版社。

2、廉师友，《人工智能导论》，ISBN 9787302556039，清华大学出版社。

3、莫宏伟，《人工智能导论》，ISBN 9787115495303，人民邮电出版社。

4、周志华，《机器学习》，ISBN 978-7-302-206853-6，清华大学出版社。

5、李航，《统计学习方法》，ISBN 9787302517276，清华大学出版社。

6、RichardS.Sutton & AndrewG.Barto 著，俞凯 译，《强化学习（第 2 版）》，ISBN 9787121295164，电子工业出版社。

7、网上资源：

（1）University of California, Berkeley，Pieter Abbeel & Dan Klein，Introduction to Artificial Intelligence 视频教程，https://inst.eecs.berkeley.edu/~cs188/fa18/。

制定人：李秀源　　**审定人**：刘文耀　　**批准人**：刘文怡

2021 年 12 月 1 日

《Python 语言程序设计》教学大纲

一、课程基本信息

课程名称（中文）：Python 语言程序设计

课程名称（英文）：Python Language Programming

课程代码：Z03060411　　适用层次：本科

课程类别：专业方向选修课程　　课程性质：选修

适用专业：智能感知工程　　计划学分：2

计划学时（周数）：32　　讲课学时：16　　实验学时：16

开课学期：6　　考核方式：考察

先修课程：C 语言程序设计

后续课程：智能感知综合实践

制定人：井超　　教学基层组织审核人：刘文耀

开课学院：仪器与电子学院　　开课学院审核人：刘文怡

二、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务

本课程作为一门专业教育选修课程，以 Python 语言基本知识为主要教学内容，内容涵盖结构化程序设计方法、模块化程序设计思想、数据类型、控制语句、文件操作、人工智能初步、数据创建与矩阵运算、数据分析、数据可视化等，以强化编程基础知识、项目设计、分析问题与解决问题为教学目标，培养学生利用程序设计方法解决复杂工程问题及大数据分析的能力，为后续程序设计类课程奠定坚实的理论和实践基础。

2、课程目标

课程目标 1：掌握 Python 的基本功能和数据分析流程操作；（支撑毕业要求指标点 5-1 工具选择与开发）

课程目标 2：能够掌握不同类型数据的处理技术与技巧，熟练操作相关包对数据分析结果进行可视化；能够掌握常用人工智能相关编程库，并能够写出基本的人工智能程序；能够利用 Python 语言对数据进行统计模型构建分析，解释分析结果，解决实际应用中的复杂数据分析问题；（支撑毕业要求指标点 5-2 专业工具使用）

思政目标：Python 在数据分析、人工智能等方面具有强大优势，通过 Python 程序设计的学习，激发学生技术创新、追求前沿的热情与探索精神。

三、课程内容、思政融入点、学时分配及对毕业要求指标点的支撑

1、本课程为专业方向选修课，要求先修 C 语言程序设计等课程，在教学中应注重基础知识、编程思维和编程方法的传授，同时运用类比式和启发式教学，使学生掌握目前比较流

行的 Python 语言程序设计编程，掌握相关设计方法与手段，以培养程序思维和编程软件的使用能力。

2、利用 PyCharm 来编写 Python 程序，因此应重点培养学生实际操作、灵活运用知识的能力，把理论知识运用到实际设计中去的技能。

3、深度和广度说明：对 Python 基本语法、Numpy 库、Pandas 库、Matplotlib 库、TensorFlow 库、PyTorch 库的使用深入讲解，使学生初步掌握数据分析和可视化的基本方法，能够根据需要对数据进行基本操作，利用统计学知识对数据进行分析并把结果以合理的图表形式进行可视化，并能进行简单人工智能算法的设计。

4、偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

表 3.1 课程内容、学时分配及对毕业要求指标点的支撑

序号	内　　容	讲课	实验	小计	支撑课程目标	支撑指标点
第 1 章	**1　Python 基础** 1.1 能够理解 Python 是一种什么样的语言；主要内容：Python 是一门跨平台、开源、免费的解释型高级动态编程语言；Python 支持命令式编程、函数式编程，完全支持面向对象程序设计；胶水语言；Python 的版本； 1.2 能够掌握 Python 开发环境与编码规范；主要内容：Python 安装与简单使用；IDLE 介绍；Python 编码规范； 1.3 能够会用变量、运算符与表达式；主要内容：Python 变量；字符串和元组；引用；自动内存管理；数据类型；字符串；运算符和表达式； 1.4 能够学会会模块安装与使用；主要内容：使用 pip 管理第三方包； 1.5 能够掌握内置函数概况；主要内容：常用内置函数；dir(__builtins__)；help()；基本输入输出； 1.6 能够编写自己的模块与包；主要内容：pip 的使用；sys.modules.items()显示预加载模块；import 和 from；导入模块时的文件搜索顺序；Python 代码规范；Python 文件名； 重点：Python 的安装与使用，变量、运算符与表达式，内置函数； 难点：运算符与表达式，内置函数；	**1**	**2**	**3**	**1,2**	**5-1** **5-2**
第 2 章	**2　数据类型、运算符与内置函数** 2.1 能够掌握常用内置数据类型：主要内容：整数、浮点数、复数；列表、元组、字典、集合；字符串； 2.2 能够会用运算符与表达式：主要内容：算术运算符、关系运算符、成员测试运算符、集合运算符、逻辑运算符； 2.3 能够会用常用内置函数：主要内容：类型转换；最大值、最小值；元素数量、求和；排序、逆	**1**	**0**	**1**	**1**	**5-1**

	序；基本输入/输出；range()；zip()；map()、reduce()、filter()； 2.4 综合应用与例题解析。 重点：数据类型；运算符与表达式；内置函数。 难点：深入理解数据类型；熟练掌握内置函数。					
第 3 章	**3 Python 序列** 3.1 能够会用列表与列表推导式；主要内容：列表的定义；列表常用方法；列表的创建与删除；列表元素的增加与删除；列表元素访问与统计；切片操作；列表排序；列表推导式； 3.2 能够会用元组与生成器推导式；主要内容：元组的创建与删除；元组与列表的区别；元组的优点；序列解包；生成器推导式； 3.3 能够会用字典；主要内容：字典创建与删除；字典元素的读取；字典元素的添加与修改；字典推导式； 3.4 能够会用集合；主要内容：集合的创建与删除；集合的交集、并集、差集等运算；集合推导式； 3.5 能够学会序列解包；主要内容：各种序列元素的序列解包操作； 重点：列表、元组、字典、集合的创建与删除；各种序列的常用方法；序列解包；序列的推导式； 难点：序列解包；序列的推导式；	**2**	**0**	**2**	**1,2**	**5-1** **5-2**
第 4 章	4 选择结构、循环结构、函数定义与使用 4.1 能够会用条件表达式；主要内容：关系运算符；条件表达式； 4.2 能够会用选择结构；主要内容：单分支选择结构；双分支选择结构；多分支选择结构；选择结构的嵌套； 4.3 能够会用循环结构；主要内容：for 循环与 while 循环；循环结构的优化； 4.4 能够会用 break 和 continue 语句；主要内容：break 语句的用法；continue 语句的用法； 4.5 能够会用函数的定义；主要内容：结构化程序设计原则；函数的定义语法；递归调用； 4.6 能够掌握形参与实参；主要内容：形参与实参的使用方式；形参改变对实参的影响；	**2**	**2**	**4**	**1,2**	**5-1** **5-2**

	4.7 能够掌握参数类型；主要内容：位置参数；默认值参数；关键参数；可变长度参数；参数传递的序列解包； 4.8 能够掌握 return 语句；主要内容：return 语句的作用； 4.9 能够掌握变量作用域；主要内容：变量作用域的定义及含义；局部变量与全局变量； 4.10 能够掌握 lambda 表达式；主要内容：匿名函数；lambda 表达式的作用； 重点：选择结构；循环结构；函数的定义；形参与实参；参数类型；return 语句；变量作用域； 难点：break 语句与 continue 语句的用法；参数类型；变量作用域；					
第 5 章	**5 TensorFlow 库、PyTorch 库** 5.1 能够掌握 TensorFlow 与深度学习是什么；主要内容：TensorFlow 是什么；深度学习是什么；用深度学习能做什么；TensorFlow 与 GPU； 5.2 能够掌握什么是 Keras；主要内容：Keras 的两种安装方式；Keras 的主要特点； 5.3 能够掌握 PyTorch 简介、安装及使用；主要内容：PyTorch 简介；PyTorch 环境安装；PyTorch 可视化工具； 重点：深度学习是什么；用深度学习能做什么；TensorFlow 是什么；Keras 主要特点；PyTorch 简介； 难点：TensorFlow 与 GPU；	**2**	**4**	**6**	**2**	**5-2**
第 6 章	**6 文件操作** 6.1 能够掌握文件基本操作；主要内容：文件内容操作三部曲；文件打开方式；文件对象常用属性；文件对象常用方法； 6.2 能够掌握文本文件操作；主要内容：向文本文件中写入内容，然后再读出；移动文件指针； 6.3 能够掌握二进制文件操作；主要内容：写入二进制文件；读取二进制文件；struct 模块的使用；使用 shelve 序列化； 6.4 能够掌握 JSON 文件与 CSV 文件；主要内容：JSON 文件；CSV 文件； 6.5 能够掌握 Word、Excel、PowerPoint 文件；主要内容：各种办公文件的操作；	**2**	**0**	**2**	**2**	**5-2**

	重点：文件基本操作；文本文件操作；二进制文件操作；各种格式文件操作； 难点：二进制文件操作；各种格式文件操作；					
第 7 章	**7 numpy 数组与矩阵计算** 7.1 能够掌握 numpy 数组及其运算：主要内容：数组操作；分段函数； 7.2 能够掌握矩阵生成与常用操作；主要内容：矩阵各种操作； 7.3 能够理解计算特征值与特征向量；主要内容：特征值；特征向量； 7.4 能够理解计算逆矩阵；主要内容：矩阵求逆； 7.5 能够掌握其他矩阵操作；主要内容：求解线性方程组；计算向量和矩阵的范数；奇异值分解；函数向量化； 重点：数组生成及其运算；矩阵生成及其运算；其他矩阵操作； 难点：各种数组及矩阵的运算及操作；	**2**	**2**	**4**	**2**	**5-2**
第 8 章	**8 pandas 数据分析实战** 8.1 能够掌握 pandas 常用数据类型：主要内容：一维数组与常用操作；时间序列与常用操作；二维数组 DataFrame； 8.2 能够掌握 DataFrame 数据处理与分析实战：主要内容：读取 Excel 文件中的数据；筛选符合特定条件的数据；查看数据特征和统计信息；按照不同标准对数据排序；数据汇总；处理数据异常值；处理数据缺失值；处理数据重复值；查看数据波动情况；使用透视表与交叉表查看数据汇总；使用重采样技术处理数据；多索引相关技术与操作；使用标准差与协方差分析数据；使用 pandas 的属性接口实现高级功能；绘制柱状图；查看 DataFrame 的内存占用情况；数据拆分与合并； 重点：pandas 常用数据类型；DataFrame 数据处理与分析实战； 难点：DataFrame 数据处理与分析实战；	**2**	**4**	**6**	**2**	**5-2**
第 9 章	**9 Matplotlib 数据可视化实战** 9.1 能够掌握数据可视化库 Matplotlib 基础；主要内容：Matplotlib 库的引入与使用；	**2**	**2**	**4**	**2**	**5-2**

	9.2 能够使用 Matplotlib 库绘制各种图形：主要内容：折线图；散点图；柱状图；饼状图；雷达图；三维图形；域切分；图例样式；事件响应与处理；填充图形；保存绘图结果； 重点：Matplotlib 库使用基础；使用 Matplotlib 库绘制各种图形； 难点：使用 Matplotlib 库绘制各种图形；					
合计		**16**	**16**	**32**	**1,2**	**5-1** **5-2**

表 3.2 课程内容与思政融入点对应关系

序号	知识点	思政融入点
1	深度学习	Python 在人工智能方面具有强大优势，通过 Python 程序设计的学习，激发学生技术创新、追求前沿的热情。
2	数据分析	Python 在数据分析方面具有领先优势，激发学生探索精神。

四、本课程开设的实验项目

编号	实验项目名称	学时	类型	要求	支撑课程目标	支撑的毕业要求指标点
1	Python 安装及 PyCharm 安装及使用	2	验证性	必做	1、2	5-1, 5-2
2	编写函数模拟轮盘抽奖游戏程序设计	2	验证性	必做	1、2	5-1, 5-2
3	TensorFlow 环境安装与模型建立与训练	2	验证性	必做	2	5-2
4	PyTorch 环境安装与利用 PyTorch 实现量化交易	2	验证性	必做	2	5-2
5	使用 numpy 库进行矩阵创建及各种计算	2	验证性	必做	2	5-2
6	使用 pandas 库实现二维数组创建与 DataFrame 操作	2	验证性	必做	2	5-2
7	DataFrame 数据处理与分析程序设计	2	验证性	必做	2	5-2
8	绘制三维图形	2	设计性	必做	2	5-2

实验环节主要是上机操作，要求保证上机条件，即具备 Python 解释器及 PyCharm 开发工具；要求学生熟炼掌握 PyCharm 的使用方法；掌握在集成开发环境下排查常见语法错误和编译错误的方法；掌握使用互联网寻找解决方案的能力；预习并上机实现相关实验内容。

16 个学时共完成 8 个实验，均为正常课内实验，最后大作业为独立实验，需要学生在课外补充一些时间来完成。

在实验过程中要注重培养学生的诚信意识、创新意识和坚持精神等，通过实验使学生能够理论联系实际，灵活运用所学知识，严谨认真，精益求精，养成良好的设计习惯。

实验一、Python 安装、PyCharm 安装及使用

实验目的：掌握 Python 及 PyCharm 的安装方式，掌握 Python 程序设计步骤，熟练掌握 PyCharm 开发环境。

实验原理：安装、编辑、编译、运行。

实验仪器：计算机。

实验安排：教师演示 Python 及 PyCharm 安装过程，再演示在 PyCharm 中编写 Python 程序的步骤，最后指导学生完成安装并学会编写第一个程序。

实验报告要求：详细描述 Python 及 PyCharm 安装过程及使用 PyCharm 进行 Python 程序设计的一般步骤、运行程序及查看结果的操作方法。

实验二、编写函数模拟轮盘抽奖游戏程序设计

实验目的：掌握 Python 中函数编程方法、随机数的使用方法。

实验原理：Python 中函数编程的语法及语义规范，随机数使用方法。

实验仪器：计算机。

实验安排：教师介绍 Python 中函数编程的相关内容及随机数生成方式和使用方式，学生编写相关程序并调试执行得到正确结果。

实验报告要求：详细分析函数编程的各部分内容，并做结果分析，最终能够完成模块化程序设计。

实验三、TensorFlow 环境安装与模型建立与训练

实验目的：掌握 TensorFlow 的使用方法。

实验原理：TensorFlow 库的安装及使用方法。

实验仪器：计算机。

实验安排：教师介绍 TensorFlow 库的安装方式和使用方式，学生编写相关程序并调试执行得到正确结果。

实验报告要求：详细分析 TensorFlow 编程的各部分内容，并做结果分析，最终能够完成 TensorFlow 程序设计。

实验四、PyTorch 环境安装与利用 PyTorch 实现量化交易

实验目的：掌握 PyTorch 的使用方法。

实验原理：PyTorch 库的安装及使用方法。

实验仪器：计算机。

实验安排：教师介绍 PyTorch 库的安装方式和使用方式，学生编写相关程序并调试执行得到正确结果。

实验报告要求：详细分析 PyTorch 编程的各部分内容，并做结果分析，最终能够完成 PyTorch 程序设计。

实验五、使用 numpy 库进行矩阵创建及各种计算

实验目的：掌握 numpy 库进行矩阵创建与各种计算的基本概念及实现方式。

实验原理：矩阵创建与各种计算。

实验仪器：计算机。

实验安排：教师介绍 Python 中矩阵创建与各种计算的相关内容和实现方式，学生编写相关程序并调试执行得到正确结果。

实验报告要求：详细分析使用 numpy 库进行矩阵创建及各种计算编程的各部分内容，并做结果分析。

实验六、使用 pandas 库实现二维数组创建与 DataFrame 操作

实验目的：掌握 pandas 库的使用及二维数组创建方式和 DataFrame 操作。

实验原理：二维数组创建与 DataFrame 操作。

实验仪器：计算机。

实验安排：教师介绍使用 pandas 库进行二维数组创建与 DataFrame 操作的基本原理与

实现方式，学生编写相关程序并调试执行得到正确结果。

实验报告要求：详细分析使用 pandas 库及二维数组创建方式和 DataFrame 操作各种计算编程的各部分内容，并做结果分析。

实验七、DataFrame 数据处理与分析程序设计

实验目的：掌握 DataFrame 数据处理与分析。

实验原理：DataFrame 数据处理与分析。

实验仪器：计算机。

实验安排：教师介绍使用 pandas 库进行 DataFrame 数据处理与分析的基本原理与实现方式，学生编写相关程序并调试执行得到正确结果。

实验报告要求：详细分析使用 pandas 库 DataFrame 数据处理与分析编程的各部分内容，并做结果分析。

实验八、绘制三维图形

实验目的：掌握三维图形的绘制方法。

实验原理：三维图形的绘制。

实验仪器：计算机。

实验安排：教师介绍绘制三维图形的基本原理与实现方式，学生编写相关程序并调试执行得到正确结果。

实验报告要求：详细分析绘制三维图形的方法，分析编程的各部分内容，并做结果分析。

五、达成课程目标的途径和措施

1、全学时实践教学模式

课程采用全学时实践教学模式，全部教学环节在实验室展开，施行“边讲边学边练”教学方式，保证学生学一个会一个的教学效果。

2、点滴法和案例法相结合的教学手段

点滴教学法指从知识点入手，逐个攻破各教学内容；案例教学法指从知识应用入手，使学生深刻领悟到学以致用的内在含义，二者相结合，针对不同特点的教学内容，交叉使用不同教学法，提高学生的学习效率。

六、考核方式

1、评价环节

课程考核方式包括平时作业及结课作业情况，所有考核环节均需覆盖到所有学生。

2、定量评价

本课程的课程目标达成的支撑材料为：平时作业和结课大作业。其中三次平时作业和结课大作业都为纸质材料。这些支撑材料对两个课程目标均有一定程度的支撑作用，具体占比情况如下表所示。

表 6.1　各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配

课程目标	考核方式以及成绩占比 S_{ik}（%）			分课程目标权重 P_i（%）
	随堂考核（1）	实验（2）	结课大作业（3）	
1	20	10	10	40
2	10	20	30	60
考核环节成绩比例合计（%）	30	30	40	100

那么第 i 个分课程目标的评价基于各环节 k 的贡献加权求和，就是该分课程目标的达成度 A_i，即

$$A_i = \sum G_{ik} \times W_{ik} \qquad 6\text{-}1$$

而多个分课程目标再根据比例加权求和，就得到本门课程的课程目标达成度 A。

$$A = \sum A_i \times P_i \qquad 6\text{-}2$$

其中： k 表示不同的考核环节，i 表示不同的分课程目标；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$ 是第 k 种评价方式通过第 i 个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

W_{ik} 表示第 k 种评价方式对第 i 个课程目标百分占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

G_{ik} 表示第 k 种考核方式支撑第 i 个课程目标的达成度。

本课程的评价标准从作业、结课大作业两个方面进行分析，分别对各考核方式的课程目标达成情况以及总的达成度进行分析。每一项课程目标达到 60 分为合格。

3、定性评价

针对每门课的课程目标，直接设计问题，并要求学生明确给出目标能力达到的程度“很好（0.95）、较好（0.75）、中（0.60）、较差（0.45）、很差（0.25）”，根据各区段统计比例与括号中的目标分值加权后求和得出定性评价的结果。

4、定性评价和定量评价结果的综合

同一课程目标的评价，取定性评价和定量评价的平均值，作为最终评价结果。

七、评价标准：

本课程允许教师在各评价环节根据具体情况采取多样化、个性化的考核手段，其评价标准应当在《SIE-CT-01：授课计划》中明确并向学生公布，教学过程中的考核评价应当严格按照标准完成。

八、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，重点是达成值相对较低的项，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和

建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

九、覆盖课程目标达成评价的知识点及权重

表 9.1　各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配

知识点	权重	支撑课程目标
1 Python 基础	0.05	1、2
2 数据类型、运算符与内置函数	0.10	1
3 Python 序列	0.10	1、2
4 选择结构、循环结构、函数定义与使用	0.10	1、2
5 TensorFlow 库、PyTorch 库	0.10	2
6 文件操作	0.05	2
7 numpy 数组与矩阵计算	0.10	2
8 pandas 数据分析实战	0.20	2
9 Matplotliib 数据可视化实战	0.20	2

学生可以依据仪器与电子学院相关文件，以允许的第二课堂成果折算单项成绩，与对应知识点加权累计达到 75 分（含）以上，且对所有课程目标的支撑不能有缺项，即可申请本门课程免修。

十、参考书目及学习资料

1.Python 数据分析、挖掘与可视化，董付国，人民邮电出版社，2020；

2.Python 程序设计实验指导书，董付国，清华大学出版社，2019；

3.基于 python 的大数据分析基础及实战，余本国，中国水利水电出版社，2018；

4.Python 数据分析与应用，黄红梅、张良均，人民邮电出版社，2018；

5.对比 Excel，轻松学习 Python 数据分析，张俊红，电子工业出版社，2019；

6.Python 与数据挖掘，张良均、杨海宏、何子健、杨征等，机械工业出版社，2016；

7.Python 数据分析与挖掘实战，张良均、王路、谭立云、苏剑林等，机械工业出版社，20156、

8.网上资源：

（1）北京理工大学，嵩天，Python 数据分析与展示，Python 数据分析与展示_北京理工大学_中国大学 MOOC(慕课) (icourse163.org)。

（2）北京理工大学，嵩天，黄天羽，礼欣，Python 语言程序设计，Python 语言程序设计_北京理工大学_中国大学 MOOC(慕课) (icourse163.org)。

（3）自建 SPOC 资源，云班课相关课程资源。

制定人：井超　　**审定人**：刘文耀　　**批准人**：刘文怡

2021 年 12 月 1 日

《智能感知综合实践》教学大纲

一、课程基本信息

课程名称（中文）：智能感知综合实践

课程名称（英文）： Comprehensive Practice of Intelligent Perception

课程类别：工程实践类课程　　课程性质：必修

课程代码：Z03060406　　适用层次：本科

适用专业：智能感知工程　　计划学分：7

计划学时（周数）： 168　　讲课学时：0　　实验学时：168

开课学期：6　　考核方式：考查

先修课程：C 语言程序设计、数据结构与算法分析、微机原理及接口技术、人工智能基础

后续课程：毕业设计

制定人： 李秀源　　教学基层组织审核人：刘文耀

开课学院：仪器与电子学院　　开课学院审核人：刘文怡

二、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务

本课程是一门属于智能感知工程专业的综合实践课程，是本专业培养学生的重要实践环节。智能感知工程专业涵盖智能感知算法涉及的众多专业理论知识和技能，本课程的任务是通过实际项目训练学生综合运用这些知识的能力，让学生熟悉智能感知算法设计的基本流程和方法，提高学生专业技能和专业素质，使学生具备一定的智能感知算法设计能力，为学生后续就业或深造奠定工程实践基础。

2、课程目标

课程目标 1：能够根据用户特定需求设计智能感知算法方案，可以实现相关的智能感知算法，并能够针对方案进行优化改进（支撑毕业要求指标点 3-1）。

课程目标 2：能够积极参与智能感知领域的各类创新活动，能够带着创新意识进行智能感知算法的设计（支撑毕业要求指标点 3-3）。

课程目标 3：能够针对复杂智能感知需求对当前主流工具做出对比选择，并能够开发一定的辅助工具用于智能感知算法设计开发（支撑毕业要求指标点 5-1）。

课程目标 4：能够使用工具对智能感知算法进行设计和仿真，并能够确定算法功能和相关设计参数（支撑毕业要求指标点 5-2）。

课程目标 5：能够充分利用高级语言和通用数据处理软件等其它信息技术工具与资源，并能够提高智能感知算法设计开发的效率（支撑毕业要求指标点 5-3）。

课程目标 6：能够在智能感知算法设计中体现保护环境、维持社会可持续发展的意识，能够把国家可持续发展的理念贯穿到智能感知算法的设计开发流程中（支撑毕业要求指标点 7-2）。

课程目标 7：能够与团队其他成员共享智能感知算法设计开发信息，并能够并给予团队其它成员帮助（支撑毕业要求指标点 9-1）。

课程目标 8：能够在智能感知算法涉及的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并理解该角色在智能感知算法设计开发中应当承担的责任、权利和义务（支撑毕业要求指标点 9-2）。

课程目标 9：能够在智能感知算法涉及的多学科背景下和不同层次间正确理解和处理团队内部和团队之间在智能感知算法设计开发中的竞争与合作关系（支撑毕业要求指标点 9-3）。

课程目标 10：能够在智能感知算法涉及的多学科环境中将工程项目管理与经济决策的知识和方法应用到智能感知算法设计开发实践中，协调平衡多种资源，使设计开发经济效益得到优化（支撑毕业要求指标点 11-2）。

思政目标：智能感知算法是未来可以改变人类生活生产的人工智能系统的重要组成部分。通过了解国内外在智能感知算法方面的发展现状和差距，激发学生重视技术进步与创新，为国民经济发展和国家进步贡献力量的意识。

三、课程内容、思政融入点、学时分配及对毕业要求指标点的支撑

1、本课程为专业类教育课程，是本专业培养学生的重要实践环节,要求先修 C 语言程序设计、数据结构与算法分析、微机原理及接口技术和人工智能基础等课程。本课程重在实践训练，通过具体智能感知算法的开发设计，培养学生运用智能感知算法知识根据特定场景要求进行智能感知系统开发设计的能力。

2、教师通过验证性和开放性智能感知算法开发设计的实例，提高学生对智能感知算法的实际分析与设计能力。

3、智能感知系统在生活生产中具有广泛的应用，本课程的开放性实践训练环节应引导学生思考智能感知系统新的应用场景和需求，并通过新场景和需求的驱动，培养学生运用理论知识对实际智能感知算法开发设计的能力，使学生能够将理论知识运用到实际算法开发设计中的技能。

4、深度和广度说明：对智能感知基础实践模块、ROS 机器人感知实践模块和边缘 AI 视觉行为感知实践模块等内容要让学生深入分析理解与实际设计，对大模型架构多模态感知实践模块和智能感知平台开发实践模块等内容要引导学生设计各种新的应用，实现智能感知系统应用场景和需求的涵盖广度。

5、偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内

容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

表 3.1 课程内容、学时分配及对毕业要求指标点的支撑

序号	内　　容	讲课	实验	小计	支撑课程目标	支撑指标点
1	**1 智能感知基础实践模块** 1.1、Python 基础程序设计； 1.2、感知数据预处理程序设计； 1.3、基于传统机器学习的感知程序设计； 1.4、基于深度学习的感知程序设计。（重点）	**4**	**6**	**10**	**3、4、5**	**5-1** **5-2** **5-3**
2	**2 ROS 机器人感知实践模块** 2.1、ROS 架构基础程序设计； 2.2、ROS 摄像头基础程序设计； 2.3、ROS 视觉跟踪程序设计。（重点）	**6**	**12**	**18**	**1、3、4、5**	**3-1** **5-1** **5-2** **5-3**
3	**3 边缘 AI 视觉行为感知实践模块** 3.1、视觉行为感知数据收集与标注； 3.2、边缘 AI 目标检测算法实现； 3.3、边缘 AI 行为识别算法实现；（难点） 3.4、边缘 AI 神经网络轻量化与硬件部署。（重点）	**10**	**40**	**50**	**1、6、7、8、9、10**	**3-1** **7-2** **9-1** **9-2** **9-3** **11-2**
4	**4 大模型架构多模态感知实践模块** 4.1、大模型架构多模态感知未来应用模式设计； 4.2、大模型架构多模态感知场景理解与业务需求抽象；（难点） 4.3、多模态大模型架构分析与理解； 4.3、大模型多模态算法接口设计与应用部署；（重点）	**6**	**44**	**50**	**1、2、6、7、8、9、10**	**3-1** **3-3** **7-2** **9-1** **9-2** **9-3** **11-2**

5	**5 智能感知平台开发实践模块** 5.1、智能感知平台前后端分离架构分析与理解； 5.2、智能感知平台前端应用场景渲染设计；（重点） 5.3、智能感知平台前端人机界面设计； 5.4 智能感知平台前后端信息交互设计。	**4**	**36**	**40**	**1、2、7、8、9、10**	**3-1 3-3 9-1 9-2 9-3 11-2**
合 计	/	**30**	**138**	**168**	/	/

表 3.2 各知识点对课程目标达成评价的权重占比分配

知识点	权重	支撑课程目标
1、智能感知基础实践模块；	0.059	3、4、5
2、ROS 机器人感知实践模块；	0.107	1、3、4、5
3、边缘 AI 视觉行为感知实践模块；	0.298	1、6、7、8、9、10
4、大模型架构多模态感知实践模块；	0.298	1、2、6、7、8、9、10
5、智能感知平台开发实践模块	0.238	1、2、7、8、9、10

本课程不可以申请免修。

表 3.3 课程内容与思政融入点对应关系

序号	知识点	思政融入点
1	智能感知的发展历程、发展现状及发展方向。	通过对比分析国内外发展现状，激发学生的使命感和责任感。通过阐述相关应用需求和背景，提高学生学习的积极性和主动性。
2	智能感知产业发展国内外差距	了解自主知识产权对智能感知的重要性，激发学生爱国情怀。

四、本课程开设的实验项目

编号	实验项目名称	学时	类型	要求	支撑课程目标	支撑的毕业要求指标点
1	智能感知基础实践模块	6	验证性	必做	3、4、5	5-1 5-2 5-3
2	ROS 机器人感知实践模块	12	验证性	必做	1、3、4、5	3-1 5-1 5-2 5-3
3	边缘 AI 视觉行为感知实践模块	40	设计性	必做	1、6、7、8、9、10	3-1 7-2 9-1 9-2 9-3 11-2
4	大模型架构多模态感知实践模块	44	设计性	必做	1、2、6、7、8、9、10	3-1 3-3 7-2 9-1 9-2 9-3 11-2
5	智能感知平台开发实践模块	36	设计性	必做	1、2、7、8、9、10	3-1 3-3 9-1 9-2 9-3 11-2

整个实验环节分为五个模块，其中，智能感知基础实践模块由学生独立完成，ROS 机器人感知实践模块、边缘 AI 视觉行为感知实践模块、大模型架构多模态感知实践模块、智能感知平台开发实践模块由学生协作完成，每组 3~5 人。

智能感知基础实践模块、大模型架构多模态感知实践模块、智能感知平台开发实践模块在计算机上完成，要求计算机具备常用的 Python 调试软件和基本的深度学习算法运行配置环境。ROS 机器人感知实践模块在 ROS 机器人平台上完成，要求 ROS 机器人平台配置摄像头。边缘 AI 视觉行为感知实践模块在边缘 AI 开发板上完成，要求边缘 AI 开发板配置摄像头。

在实验过程中要注重培养学生的诚信意识、创新意识和坚持精神等，通过实验使学生能够理论联系实际，灵活运用所学知识，严谨认真，精益求精，养成良好的设计习惯。

实验一：智能感知基础实践模块

实验目的：通过 Python 基础程序设计、感知数据预处理程序设计、基于传统机器学习的感知程序设计和基于深度学习的感知程序设计，掌握智能感知基础程序的具体细节，为智能感知综合实践后续环节奠定能力基础。

实验原理：Python 语言；Python 基础程序原理、感知数据预处理原理、基于传统机器学习的感知原理、基于深度学习的感知原理。

实验设备：计算机。

实验安排： 教师介绍实验室使用要求和安全须知，讲解 Python 基础程序原理、感知数据预处理原理、基于传统机器学习的感知原理、基于深度学习的感知原理；学生 1 人 1 机，独立完成。

实验报告要求：实验报告提供代码和结果截图或照片，实验结果以算法运行输出结果为准。

实验二：ROS 机器人感知实践模块

实验目的：通过 ROS 架构基础程序设计、ROS 摄像头基础程序设计、ROS 视觉跟踪程序设计，掌握 ROS 机器人感知的具体细节，并能够根据不同场景的具体要求优化相应的算法和程序。

实验原理：Python 语言；ROS 架构基础程序原理、ROS 摄像头基础程序原理、ROS 视觉跟踪程序原理。

实验设备：ROS 机器人平台。

实验安排： 教师介绍实验室使用要求和安全须知，讲解 ROS 架构基础程序原理、ROS 摄像头基础程序原理、ROS 视觉跟踪程序原理；学生 3~5 人 1 个 ROS 机器人平台，协作完成。

实验报告要求：实验报告提供代码和结果截图或照片，实验结果以算法运行输出结果为准。

实验三：边缘 AI 视觉行为感知实践模块

实验目的：通过视觉行为检测数据收集与标注、边缘 AI 目标检测算法实现、边缘 AI 行为识别算法实现、边缘 AI 神经网络轻量化与硬件部署，掌握边缘 AI 视觉行为感知的具体细节，并能够根据不同场景的具体要求优化相应的算法和部署。

实验原理：Python 语言；视觉行为检测数据收集与标注的原理、边缘 AI 目标检测算法实现的原理、边缘 AI 行为识别算法实现的原理、边缘 AI 神经网络轻量化与硬件部署的原理。

实验设备：边缘 AI 开发板。

实验安排： 教师介绍实验室使用要求和安全须知，讲解视觉行为检测数据收集与标注的原理、边缘 AI 目标检测算法实现的原理、边缘 AI 行为识别算法实现的原理、边缘 AI 神经网络轻量化与硬件部署的原理；学生 3~5 人 1 个边缘 AI 开发板，协作完成。

实验报告要求：实验报告提供代码和结果截图或照片，实验结果以算法运行输出结果为准。

实验四：大模型架构多模态感知实践模块

实验目的：通过大模型架构多模态感知未来应用模式设计、大模型架构多模态感知场景理解与业务需求抽象、多模态大模型架构分析与理解、大模型多模态算法接口设计与应用部署，掌握大模型架构多模态感知的具体细节，并能够根据不同场景的具体要求优化相应的接口设计和部署。

实验原理：Python 语言；多模态大模型架构的原理、大模型多模态算法接口与应用部署的原理。

实验设备：计算机。

实验安排： 教师介绍实验室使用要求和安全须知，讲解多模态大模型架构的原理、大模型多模态算法接口与应用部署的原理，引导学生探索大模型架构多模态感知未来应用模式；学生 3~5 人 1 机，协作完成。

实验报告要求：实验报告提供代码和结果截图或照片，实验结果以算法运行输出结果为

准。

实验五：智能感知平台开发实践模块

实验目的：通过智能感知平台前后端分离架构分析与理解、智能感知平台前端应用场景渲染设计、智能感知平台前端人机界面设计、智能感知平台前后端信息交互设计，掌握智能感知平台开发的具体细节，并能够根据不同场景的具体要求优化相应的人机界面和前后端信息交互设计。

实验原理：Python 语言；智能感知平台前后端分离架构的原理、智能感知平台前端应用场景渲染的原理。

实验设备：计算机。

实验安排： 教师介绍实验室使用要求和安全须知，讲解智能感知平台前后端分离架构的原理、智能感知平台前端应用场景渲染的原理，引导学生探索智能感知平台未来新的应用场景；学生 3~5 人 1 机，协作完成。

实验报告要求：实验报告提供代码和结果截图或照片，实验结果以算法运行输出结果为准。

五、达成课程目标的途径和措施

1、本课程是一门强实践性的课程，要求学生通过实验环节把所学的知识转化为工程开发设计能力，要求在教学方法上，在讲解清楚基本原理的基础上，教师要利用自身的算法开发设计工程经验，帮忙学生解决算法实际开发设计中遇到的困难，从而提高教学质量和效率。

2、为了在开放性设计的实践模块中能取得良好的教学效果，教师应该利用自己在本领域的广阔视野，多给学生介绍智能感知的前沿技术和应用成果，启发学生思考智能感知未来新的应用模式和在生活生产中的应用潜力。

六、考核方式

1、评价环节

课程考核方式包括随堂考核、设计方案答辩（智能感知基础实践模块、ROS 机器人感知实践模块）、实物系统验收和设计总结答辩（边缘 AI 视觉行为感知实践模块、大模型架构多模态感知实践模块、智能感知平台开发实践模块），所有考核环节均需覆盖到所有学生。

2、定量评价

本课程包含 10 个分课程目标，有 4 个考核环节，各考核方式对课程目标达成评价的权

重占比分配如下表 6.1。教师每个环节给学生布置任务时，要尽量做到按照以上比例布局，并对照完成合理化审查。

表 6.1　各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配

课程目标	考核方式以及成绩占比 S_{ik}（%）				分课程目标权重 P_i（%）
	随堂考核（1）	设计方案答辩（2）	实物系统验收（3）	设计总结答辩（4）	
1	1	4.5	5.5	5.5	16.5
2	1.5	0	4	5	10.5
3	1	4	0	0	5
4	1	3.5	0	0	4.5
5	0.5	3	0	0	3.5
6	1.5	0	5.5	5.5	12.5
7	0.5	0	5	6	11.5
8	1.5	0	5	6	12.5
9	1	0	5	6	12
10	0.5	0	5	6	11.5
考核环节成绩比例合计（%）	10	15	35	40	100

第 i 个分课程目标的达成度 A_i ：

$$A_{\mathrm{i}}=\sum G_{\mathrm{ik}}\times(S_{\mathrm{ik}}/P_{\mathrm{i}}) \tag{6-1}$$

总课程目标达成度 A，由多个分课程目标再根据权重加权求和：

$$A=\sum A_{\mathrm{i}}\times P_{\mathrm{i}} \tag{6-2}$$

其中：k 表示不同的考核方式，i 表示不同的分课程目标；

S_{ik} 表示第 i 个课程目标中第 k 种考核方式在总成绩中的占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

Gik 表示第 k 种考核方式支撑第 i 个课程目标的达成度（第 k 种考核方式支撑第 i 个课

程目标的学生得分平均值除以第 k 种考核方式支撑第 i 个课程目标的总分值）。

3、定性评价

针对本课程的课程目标，直接设计问题，并要求学生明确给出目标能力达到的程度“很好（0.95）、较好（0.75）、中（0.60）、较差（0.45）、很差（0.25）”，根据各区段统计比例与括号中的目标分值加权后求和得出定性评价的结果。

4、定性评价和定量评价结果的综合

同一课程目标的评价，取定性评价和定量评价的平均值，作为最终评价结果。

七、评价标准：

本课程允许教师在各评价环节根据具体情况采取多样化、个性化的考核手段，其评价标准应当在《SIE-CT-01：授课计划》中明确并向学生公布，教学过程中的考核评价应当严格按照标准完成。

八、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，重点是达成值相对较低的项，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

九、参考书目及学习资料

1、王万良，《人工智能导论》（第 5 版），ISBN 9787040551532，高等教育出版社。

2、廉师友，《人工智能导论》，ISBN 9787302556039，清华大学出版社。

3、莫宏伟，《人工智能导论》，ISBN 9787115495303，人民邮电出版社。

4、周志华，《机器学习》，ISBN 978-7-302-206853-6，清华大学出版社。

5、李航，《统计学习方法》，ISBN 9787302517276，清华大学出版社。

6、RichardS.Sutton & AndrewG.Barto 著，俞凯 译，《强化学习（第 2 版）》，ISBN 9787121295164，电子工业出版社。

7、网上资源：

（1）University of California, Berkeley，Pieter Abbeel & Dan Klein，Introduction to Artificial Intelligence 视频教程，https://inst.eecs.berkeley.edu/~cs188/fa18/。

制定人：李秀源　　**审定人**：刘文耀　　**批准人**：刘文怡

2021 年 12 月 1 日

《毕业实习》教学大纲

课程编号：Y09060201

课程名称：毕业实习　　开课单位：仪器与电子学院、实习单位

课程类别：实践教学环节　　课程性质：必修

总 学 时：2 周　　学　　分：1

适用专业：电子科学与技术

大纲撰写人：甄国涌

大纲编写（修订）时间：2019 年 5 月

制定人：储成群　　教学基层组织审核人：刘文耀

开课学院：仪器与电子学院　　开课学院审核人：刘文怡

课程名称（中文）：毕业实习

课程名称（英文）： Graduation Practice

课程类别：实践教育课程　　课程性质：必修

课程代码：Y2306020901　　适用层次：本科

适用专业：智能感知工程　　计划学分：2

计划学时（周数）： 2W　　讲课学时：0　　实验学时：2W

开课学期：7　　考核方式：考查

先修课程：电子系统集成、电子系统设计综合实践

后续课程：毕业设计

一、课程在教学计划中的地位、作用

毕业实习是综合性的实践环节。学生在完成所有理论课学习之后，通过实习动员、参观了解企业相关管理制度、参与企业管理生产及实习总结等实习环节，能够将本学科理论基础、专业知识和基本技能与企业的所见所闻相对照，从而对所学理论知识如何应用有初步体会、对如何参与企业工作有初步认识。通过毕业实习也可以使学生在毕业设计过程组织、毕业设计工艺实现及求职等方面有所帮助。

二、课程目标

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	能积极主动参与实习活动，勤学好问，详细记录实习过程，并对实习工作进行总结。	**指标点 6-1 参与社会：**通过工程实习和社会实践活动，体现主动参与社会的意识。
2	了解实习单位的制度及相关职业规范，能遵守单位制度并适应工作环境，知道什么事情该做和不该做，不迟到不早退，了解岗位技术要求。	**指标点 8-2：遵守职业规范：**理解工程伦理的核心理念，了解工程师的职业性质和责任，在工程实践中能自觉遵守职业道德和规范，履行相应的责任。
3	参与生产岗位工作，能与实习单位职工和团队成员共同完成岗位任务。	**指标点 9-1 团队意识：**具备团队合作意识，愿意与团队其他成员共享信息，并给予他人帮助。

思政目标：

了解企业发展现状，对比专业现状，明白专业技术能力的提升和科学素养的提高的重要性，了解自主学习在未来岗位中的重要性。

三、基本要求

1、在实习前，和实习单位沟通，制定实习计划。

2、必须进行实习动员，在动员时，和学生就遵守实习单位制度、尊重实习师傅、注意人身、财产安全等事项充分交流。

3、要求学生在实习过程中做实习笔记。

4、实习单位应和本专业背景相近（可以是传感器、仪器类或电类产品的单位）。

四、理论教学内容

无。

五、实习环节和实习内容

偏差说明：由于实习单位的安排不同，具体的实习时间安排和任务要求可以有差别，但能力培养环节应该完整。

实习环节 1 了解企业概括，学习企业文化（2 天）

1、介绍单位概括、发展状况（根据当年度实习单位情况调整）。

2、宣贯保密制度及企业纪律。

3、介绍生产设施及产品。

实习环节 2 参观学习生产工艺（2 天）

1、参观生产工艺过程。

2、分析设计和工艺的关系。

3、分析工艺和设备的关系。

实习环节 3 生产技能培训（2 天）

1、生产安全教育。

2、仪器操作培训。

3、岗位技能培训。

实习环节 4 参与生产过程（3 天）

1、参与岗位准备、清理生产环境。

2、和在岗师傅交流生产认识。

3、部分参与岗位工作。

实习环节 5 总结交流（1 天）

1、整理实习笔记。

2、座谈交流。

思政元素：

了解企业发展现状，对比专业现状，明白专业技术能力的提升和科学素养的提高的重要性，了解自主学习在未来岗位中的重要性。

六、学时分配

实习内容	参观学习（天）	操作（天）	小计
实习环节一 了解企业概况，学习企业文化	2		2
实习环节二 参观学习生产工艺	2		2
实习环节三 生产技能培训		2	2
实习环节四 参与生产过程		3	3
实习环节五 总结交流	1		1
合计	5	5	10

七、课程目标达成的途径和措施

1、考核目标：学生在企业学习、参与情况及总结能力。

2、考核方式：企业考评、实习报告。

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	企业考评	实习记录	实习报告
课程目标达成的贡献率	0.4	0.3	0.3
支撑材料	企业提供成绩单、考勤表、岗位实习照片等	实习记录	实习报告

八、用于免修考核的覆盖课程目标达成评价的知识点及权重

本课程不可以申请免修。

九、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配及考核权重分配

课程目标	知识面比例（本列总和为1）P_i	各环节评价比例分配（每行总和为1）W_{ik}			各环节在课程达成中的占比（所有行列总和为1）$S_{ik}=P_i*W_{ik}$			各环节课程目标考核权重分布（每一列总和为1）$E_{ik}=S_{ik}/M_{ik}$		
		企业考评	实习记录	实习报告	企业考评	实习记录	实习报告	企业考评	实习记录	实习报告
1	0.3	0.2	0.6	0.2	0.06	0.18	0.06	0.15	0.6	0.2
2	0.5	0.5	0.2	0.3	0.25	0.1	0.15	0.625	0.333	0.5
3	0.2	0.45	0.1	0.45	0.09	0.02	0.09	0.225	0.067	0.3
各环节对课程目标达成的贡献率（M_k）					0.4	0.3	0.3	/		

采用达成值计算法，辅以对学生的问卷调查法。

课程目标定量评价：

达成值计算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left(\sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ \left(100 \times P_i\right)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A = \left(\sum_i \sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ 100$$

以上公式中：

k 表示不同的评价方式，*i* 表示不同的课程目标。

G_k 表示第 *k* 种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$ 是第 *k* 种评价方式通过第 *i* 个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

W_{ik} 表示第 *k* 种评价方式对第 *i* 个课程目标百分占比；

P_i 表示第 *i* 个课程目标在课程总评价中的占比；

课程目标定性评价：

针对每门课的课程目标，直接设计问题，并要求学生明确给出目标能力达到的程度“很好（0.95）、较好（0.75）、中（0.60）、较差（0.45）、很差（0.25）”，根据各区段统计比例与括号中的目标分值加权后求和得出定性评价的结果。

课程目标达成结果：

同一课程目标的评价，取定性评价和定量评价的平均值，作为最终评价结果。

课程目标达成度大于等于 0.71 为一级达成，大于等于 0.65 为二级达成。

十、各环节评价标准

本课程允许教师在各评价环节根据具体情况采取多样化、个性化的考核手段，其评价标准应当明确并向学生公布，教学过程中的考核评价应当严格按照标准完成。

十一、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，重点是达成值相对较低的项，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

制定人：储成群　　**审定人**：刘文耀　　**批准人**：刘文怡

2021 年 12 月 1 日

《专业认知实习》教学大纲

课程编号：Y07060102

课程名称：专业认知实习　　**开课单位：仪器与电子学院**

总 学 时：8　　**学　　分：**0.5

适用专业：测控技术与仪器　电子科学与技术　智能感知工程

先修课程：

大纲撰写人：刘文耀

大纲编写（修订）时间：2019 年 5 月

一、课程在教学计划中的地位、作用

专业认知实习是仪器类专业学生入学之后，为增强对专业的感性认识，尽快了解专业方面的有关内容，是学习专业知识的入门课程。实习环节以实习动员、参观实验室、讲座等形式开展。通过本课程的学习能够增加学生对专业概况的了解，激发专业的学习热情，增加学生对专业的了解，提高学生对专业的认知程度。

二、课程目标

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	能够增强学生对本专业的感性认识，了解本专业需要学习的知识体系。	**指标点 1-1 知识体系**：具备本专业相关的数学、自然科学、工程基础和专业等多方面的知识。
2	通过了解电子、微电子或仪器领域背景及经典案例，能够对行业现状有初步定认识。	**指标点 4-1 领域现状认知能力**：了解电子、微电子或仪器领域背景及经典案例，能够针对复杂工程问题提出研究思路和分析方法，并有意识地将实验结果用于指导解决方案的改善和优化。
3	通过学习，能够产生主动了解行业的发展动向，并有主动参与社会的意识。	**指标点 6-1 参与社会**：通过工程实习和社会实践活动，体现主动参与社会的意识。

思政目标：

了解本专业的特色和服务领域，保持坚定正确的政治方向，明确自己的服务对象和历史使命；

热爱专业，热爱祖国，热爱人民，以服务国防、服务社会为己任；

培养敬业精神，重视专业技术能力的提升和科学素养的提高，了解自主学习的重要性。。

三、基本要求

1、本课程为实践类课程，是进入专业学习的入门课。主要是为了增强学生对专业的感性认识，尽快了解专业方面的有关内容。

2、偏差说明：为了鼓励教师引入个人授课风格或者适应技术发展的紧迫性，本课程允许教师授课内容做适当调整，最大正偏差为 10%，不允许负偏差。正偏差通过压缩同等内容的学时数来完成。特殊情况，最大正偏差和置换偏差累计可达到 20%，但在开课前要申请专业责任人批准。（正偏差指大纲知识点不变，新增知识点；负偏差是大纲知识点减少；置换偏差是指大纲中部分知识点被其它类似知识点替换）。

四、教学内容和教学方法

本课程重点讲授的内容包括：专业基本情况、专业课程特色、学生就业需求、专业建设发展等方面学生关心的问题进行介绍。

本课程在教学方法上，可以包括参观实验室、讲座等形式。讲述过程要充分利用问题引导、案例分析等方法。此外，专业领域发展较快，教学过程中须实时更新内容，能够将前沿的相关科研成果引入教学过程，提高学生们的学习兴趣。

1 专业介绍（4 学时）

1.1、测控、电科和微电专业的专业概况；

1.2、各专业的课程体系；

1.3、各专业的就业需求；

1.4、专业的内涵及发展；

本章内容支撑课程目标 1、2、3。

思政元素：

了解本专业的特色和服务领域，保持坚定正确的政治方向，明确自己的服务对象和历史使命；

热爱专业，热爱祖国，热爱人民，以服务国防、服务社会为己任；

2 参观学习（4 学时）

2.1、参观专业实验室及学生创新实验室；

2.2、介绍大学生创新活动；

思政元素：

培养敬业精神，学习实验室学生的先进事迹，了解自主学习的重要性。

五、学时分配

知识点及内容	讲授（学时）	实践（学时）	小计
1 专业介绍	4	0	4
2 参观学习	0	4	4
合计	4	4	8

六、教材、补充教材及参考资料

1、《微电子制造技术概论》，严利人、周卫、刘道广主编，清华大学出版社，2010.03.

2、视频资料：《测控的奥妙》，网易公开课，资料链接： http://open.163.com/newview/movie/courseintro?newurl=/special/cuvocw/cekongaomi.html。

七、课程目标达成的途径和措施

1、考核目标：在考核学生对光电探测器中的常见光源，光电导探测器，光伏探测器，光电子发射探测器，热探测器，光电图像探测器等基本理论知识和应用技术的基础上，重点考核学生对典型光电器件的基本原理结构、特性参数和典型应用的理解，并能设计简单的测试系统，通过对领域最新进展的调研，提出改善和优化方法。

2、考核方式：课堂情况、作业、实验、课程考查报告。

3、评价环节对课程目标达成贡献率及支撑材料：

考察环节	课堂情况	课程考查报告
课程目标达成的贡献率	0.35	0.65
支撑材料	出勤率	课程考查报告评分标准，实习报告

八、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配及考核权重分配

课程目标	知识面比例 （本列总和为 1） P_i	各环节评价比例分配 （每行总和为 1） W_{ik}		各环节在课程达成中的占比 （所有行列总和为 1） $S_{ik}=P_i*W_{ik}$		各环节课程目标考核权重分布 （每一列总和为 1） $E_{ik}=S_{ik}/M_{ik}$	
		课堂 情况	期末 考查报告	课堂 情况	期末 考查报告	课堂 情况	期末 考查报告
1	0.5	0.5	0.5	0.25	0.25	0.71	0.38
2	0.4	0.2	0.8	0.08	0.32	0.23	0.5
3	0.1	0.2	0.8	0.02	0.08	0.06	0.12
各环节对课程目标达成的贡献率（M_k）				0.35	0.65	教师布置作业时要尽量做到按照以上比例布局	

说明：教师在授课总结中作各环节考核题目合理性评价时，应围绕右边各环节考核权重要求进行分析。

采用达成值计算法，辅以对学生的问卷调查法。

课程目标定量评价：

达成值计算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left(\sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ \left(100 \times P_i\right)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A = \left(\sum_i \sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ 100$$

以上公式中：

k 表示不同的评价方式，i 表示不同的课程目标。

G_k 表示第 k 种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$ 是第 k 种评价方式通过第 i 个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

W_{ik} 表示第 k 种评价方式对第 i 个课程目标百分占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

课程目标定性评价：

针对每门课的课程目标，直接设计问题，并要求学生明确给出目标能力达到的程度“很好（0.95）、较好（0.75）、中（0.60）、较差（0.45）、很差（0.25）”，根据各区段统计比例与括号中的目标分值加权后求和得出定性评价的结果。

课程目标达成结果：

同一课程目标的评价，取定性评价和定量评价的平均值，作为最终评价结果。

课程目标达成度大于等于 0.71 为一级达成，大于等于 0.65 为二级达成。

九、各环节评价标准

本课程允许教师在各评价环节根据具体情况采取多样化、个性化的考核手段，其评价标准应当在课堂教学过程中明确并向学生公布，教学过程中的考核评价应当严格按照标准完成。

十、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对课程目标达成评价中发现的问题与不足，重点是达成值相对较低的项，在本次授课总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在授课计划中做好落实改进计划，并在授课过程中予以落实。

《毕业设计》教学大纲

课程编号：Y08060202

课程名称：毕业设计　　开课单位：仪器与电子学院

课程类别：实践教学环节　　课程性质：必修

总 学 时：28 周　　学　　分：14

适用专业：测控技术与仪器　电子科学与技术　智能感知工程

先修课程：本专业培养方案规定的所有必修课程和其它实践环节

大纲编写（修订）时间：2019 年 5 月

一、课程在教学计划中的地位、作用

毕业论文（设计）是实现本科培养目标的重要的实践教学环节，是培养学生运用所学知识解决综合问题能力的教育过程，也是对学生毕业前所学知识的一次全面总结和综合训练。在对大学生创新意识、实践能力、项目管理能力和其它综合素质培养方面，有着其它教学环节不可替代的作用。

学生通过毕业论文（设计）综合运用所学知识，提高分析和解决本专业范围内的一般科研和工程技术问题，从项目和问题出发，树立正确的研究和设计理念，掌握专业设计和研究技能，熟悉设计及进行论文实验的一般程序和方法；是对学生进行一次科研和工程技术人员必备的基本技能的训练，使学生在毕业后能很快胜任专业方面的科研和技术工作。

二、课程目标

序号	课程目标	支撑毕业要求指标点
1	能够综合运用所学基础理论及专业知识，对题目相关的问题选择或给出适当的模型、算法和表达方式，能够提取关键技术点将工程要求转化为技术问题并清楚阐述；	**指标点 2-2 问题表达**：能够应用科学原理对本专业复杂工程问题的识别结果进行有效表达，将工程问题转化为技术问题。
2	能够根据项目要求针对性地开展调查研究、资料检索、文献查阅，并完成文献综述和分析；	**指标点 2-4 信息获取能力**：掌握文献检索、资料查询及运用现代技术获取信息的方法，能通过该手段获取行业内解决同类问题的方法与效果，支撑自己的方案，并理解其差距与优势。
3	能够使用现代设计方法和正确的设计思想，开展设计方案的调研、比较、论证与综合优化，并完成方案设计；在设计中能够适当考虑相关	**指标点 3-1 按需设计**：能够根据用户特定需求设计复杂工程问题的解决方案，设计相关的电路系统及工艺流程，并能够针对方案进行优化选择。

	的社会、环境、法律等方面的影响；	
4	在项目实施过程中勇于实践、勇于探索和开拓创新，体现创新意识。	**指标点 3-3 创新意识**：积极参与各类创新活动，在专业设计过程中能够体现创新意识。
5	能够针对项目要求，采用多种手段和方法，广泛了解该领域相关技术的发展现状，有选择地借鉴或发展相关的研究方法和实验方案；	**指标点 4-1 领域现状认知能力**：了解电子科学与技术专业领域背景及经典案例，能够针对复杂工程问题提出研究思路和分析方法，并有意识地将实验结果用于指导解决方案的改善和优化。
6	能够根据项目需求，自行建立必要的实验、计算、仿真、验证环境和实施方案，开展相应的工作，并将结果用于项目改进。	**指标点 4-2 实验设计能力**：能够基于专业理论，根据所面对的复杂问题特征，选择研究路线，设计可行的实验方案，并选用或搭建实验装置，开展研究。
7	能够利用计算机、网络、基本软硬件设计工具、仪器和开发软件，进行软硬件设计、制作、实验调试、性能分析；	**指标点 5-1 工具选择与开发**：了解当前主流工具的优点与不足，能针对复杂工程问题特性与需求做出对比选择，并能够开发一定的辅助工具用于解决问题。
8	能够充分利用高级语言、通用数据处理软件和字处理等其它信息技术工具与资源，提高工作效率。	**指标点 5-3 其它手段与资源**：能够充分利用高级语言、通用数据处理软件和字处理等其它信息技术工具与资源，提高工作效率。
9	了解项目相关的设计规范、标准和行业特殊需求，在项目开展过程中加以遵守；	**指标点 6-2 落实法规**：初步了解航天、航空、兵器以及民用领域行业技术需求上的差别，了解与电子信息行业相关的技术标准、知识产权、产业政策和法律法规，能在工程实践中予以落实，并理解违反上述法规应承担的责任。
10	能够在方案设计时预计到项目实施对社会、健康、安全、法律以及文化的潜在影响；	**指标点 6-3 社会影响评价**：能客观分析预测专业工程实践、复杂工程问题解决方案、新产品新技术开发和应用对社会、健康、安全、法律以及文化的潜在影响。
11	能够撰写符合规范、结构合理、论据充分的说明书或论文，通过规范的表达达到与他人有效沟通；	**指标点 10-1 沟通与表达**：能够熟练、正确、规范地撰写技术报告和设计文稿，并能针对主题陈述发言、清晰表达自己的观点、正确回应指令，达到沟通目的。
12	能够查阅借鉴国内外项目相关的英文背景资料，了解国际上相关技术发展情况，并完成一定的文献翻译工作；能够将自己的设计成果以英文摘要的方式加以展现；能够在项目方案中避免文化差异引起的问题；	**指标点 10-2 跨文化交流**：具备使用一门外语沟通交流的能力，了解并尊重不同文化，能够通过跨文化交流、竞争与合作开阔国际视野。能区别不同的对象、场所和要求，采用合适的方式进行有效沟通。

13	能够在项目实施过程中强化工程实践意识，适当运用工程管理和经济决策的思想，体现成本管理、进度管理、资源优化的意识；	**指标点 11-2 项目管理实践：**能够在多学科环境中将工程项目管理与经济决策的知识和方法应用到专业工程实践中，协调平衡多种资源，使工程实践经济效益得到优化。

思政目标：

学生能够在工程问题的实现方案中尊重社会、环境、法律、经济、道德、政策、文化等因素影响，具有法律意识，遵守职业道德规范。

根据社会与民生需求解决问题，培养以服务国家、服务社会为己任的素质。

三、基本要求

1、学生应在指导教师指导下独立完成一项给定的设计 (或论文)任务，独立撰写一份毕业设计说明书或毕业论文，并绘制有关软硬件图和装置结构图，设计编写相关的软件代码。

2、毕业设计一般应由具有丰富教学经验和学术水平的讲师以上教师或具有博士学位的正式上岗教师或具有丰富实践经验的工程师以上企业工程技术人员担任指导。教师按设计进度，有针对性地对学生进行定期辅导。

3、学生要使用《毕业设计记录册》，用于记录学生设计期间接受指导情况和学生从事毕业设计相关工作的情况。学生可以将其作为随笔和草稿使用，在上面可以记录设计相关的信息。学院将以此作为考察学生毕业设计进度的重要依据之一。

四、实践环节和内容

毕业设计包括文献检索、外文资料翻译、方案论证、理论分析计算及软硬件设计、撰写论文等。具体包含以下环节：

1、选题

毕业设计实行网络选题制度，教师按规定数量出题，并经过学科管理部审查教师修改后发放。

题目类型包括：（1）工程设计类题目，包括测控装置、仪器、电路设计，必须调试出相关主要功能；（2）实验研究类题目，独立完成完整的实验过程，取得足够的实验数据，必须有过程与结果分析；（3）软件开发类题目，独立完成一个专业相关的应用软件或较大软件系统中的一个模块开发调试，要保证足够的工作量，要写出软件说明书，并能够进行运行演示，给出运行结果；（4）软件仿真类题目，必须依据题目背景自行建模，通过特定的专业工具软

件仿真出有效结果。

教师出题一定要把握好每个题目的难度与工作量，不应出与本科生专业知识结构差别过大的题目。为了鼓励竞争，出题数量要比学生数多一些，实行溢出选题。

2、外文资料翻译

翻译与课题有关的外文资料，译文字数不少于 5000 汉字，可以是 1~2 篇外文资料。

外文资料所选素材原则上要求取自芯片资料或数据手册以及国外知名的专业期刊，期刊资料内容为正规的学术性论文，而不是综述性、广告性、产品说明和应用经验类的文章。

3、调研、文献检索与方案论证

通过调研、查阅中外文献资料（要求文献 15 篇以上，外文 4 篇以上），熟悉本专业有关主要的文献期刊杂志及其查阅方法，或者完成教师指定的文献查阅。通过培养学生灵活运用已学的各种知识，在查阅有关文献资料基础上，根据课题要求提出设计方案，并进行不同方案的技术可行性分析、经济合理性分析和综合评价与比较，确定最优设计或者试验研究方案，写出开题报告，包括课题目的意义、国内外现状及存在的问题，课题研究方法及方案对比分析，对方案进行总体设计及原理特点分析等。

4、理论分析计算及软硬件设计

运用所学基础理论及专业知识，进行正确的计算分析和设计，并包括必要试验分析、计算机计算或者仿真调试分析、必要电路或实验装置结构设计及其图纸绘制等。

设计过程中注重环境、社会、成本等因素影响，并能遵守相关标准和规范。

思政元素：

学生能够在工程问题的实现方案中尊重社会、环境、法律、经济、道德、政策、文化等因素影响，具有法律意识，遵守职业道德规范。

根据社会与民生需求解决问题，培养以服务国家、服务社会为己任的素质。

5、撰写毕业设计说明书（论文）

毕业设计说明书（论文）的撰写字数不少于 20000 字，要求内容明确，论证严谨，层次分明，语句通顺，字体端正，表达确切，一律按照毕业设计说明书（论文）规定的格式打印。

相关材料应能遵守相关规范性要求，体现较好的展示与沟通效果。

6、毕业设计说明书（论文）资料的装订及归档

（1） 毕业设计说明书（论文）统一使用学校印制的毕业设计（论文）封皮装订。

（2） 毕业设计说明书（论文）资料袋按要求认真填写，字体要工整，卷面要整洁，手写一律用黑或蓝黑墨水。

（3） 毕业设计说明书（论文）按统一顺序装订：

（4） 装订好后放入填写好的资料袋内上交学院。毕业设计（论文）资料袋中应包括：说明书和文献翻译资料两本、毕业设计记录册、各类评阅意见、以及其它相关的资料、软件及其使用说明等内容。

7、答辩

答辩前，要准备好发言提纲及其答辩 PPT 文档、必要的结构图或装置图、图表。介绍毕业设计(论文)内容时要有系统，抓住重点，简明扼要，发言时间一般为 10 分钟。每位学生答辩时间控制在 30 分钟以内。

答辩过程应体现对研究、设计内容的充分展示与表达，体现良好的沟通效果。

8、毕业设计抽检

根据《中北大学学士学位论文质量抽检办法》要求，毕业生毕业设计实行抽检。

① 查重：查重工作由教学科完成，全部抽到的论文或说明书统一使用指定软件查重，查重率不应超过学校当年的规定百分比。

② 双盲审：抽到的论文或说明书要指定两位教师进行盲审。满足要求才能允许答辩。

五、时间节点

毕业设计环节	时间
1、教师出题、题目审查、学生网络选题	9 月下旬
2、提交、审查开题报告	11 月中旬
3、提交、审查中期总结报告 1	12 月底
4、提交、审查中期总结报告 2	4 月中旬
5、提交毕业设计说明书查重、抽检	5 月下旬
6、毕业答辩	6 月中旬

六、参考文件和资料

1、《中北大学仪器与电子学院毕业设计工作手册》

2、《中北大学仪器与电子学院毕业设计组织方案（XXXX 年度）》

七、达成评价目标的考核环节及贡献率分配

学生毕业设计(论文)成绩的评定采取指导教师、评阅人和毕业设计(论文)答辩小组分别单独评分，结合两次中期检查和项目预验收成绩，按比例综合评定，最后由毕业设计(论文)答辩委员会和学科管理部综合审定。

考察环节	选题、开题、中期总结		实物验收	说明书、外文翻译、答辩展示		
	阶段 1 中期检查	阶段 2 中期检查	现场 预验收	指导教师 评语	评阅人 评语	答辩委员 会评语
课程目标 达成 的贡献率	0.07	0.06	0.25	0.08	0.18	0.36
支撑材料	中期总结 报告、中 期检查 表、	中期总结报 告、中期检查 表、	预验收 检查表	指导教师评语、 开题报告、中期 总结报告、毕业 设计说明书、 设计图纸或代码	评阅人评语、 开题报告、中期 总结报告、毕业 设计说明书、 设计图纸或代码	答辩材料

八、课程目标达成评价

各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识面比例（本列总和为 1）P_i	各环节评价比例分配（每行总和为 1）W_{ik}						各环节在课程达成中的占比（所有行列总和为 1）$S_{ik}=P_i*W_{ik}$					
		中期检查 1	中期检查 2	预验收	指导教师评语	评阅人评语	答辩	中期检查 1	中期检查 2	预验收	指导教师评语	评阅人评语	答辩
1	0.08	0.1	0.1	0.25	0.2	0.1	0.25	0.008	0.008	0.02	0.016	0.008	0.02
2	0.04	0.3			0.1	0.25	0.35	0.012			0.004	0.01	0.014
3	0.25	0.05	0.05	0.34	0.06	0.1	0.4	0.0125	0.0125	0.085	0.015	0.025	0.10
4	0.04	0.05	0.05	0.25	0.15	0.15	0.35	0.002	0.002	0.01	0.006	0.006	0.014
5	0.04	0.2		0.1	0.2	0.2	0.3	0.008		0.004	0.008	0.008	0.012
6	0.10		0.2	0.4		0.1	0.3		0.02	0.04		0.01	0.03
7	0.10	0.05	0.1	0.5	0.1	0.1	0.15	0.005	0.01	0.05	0.01	0.01	0.015
8	0.04		0.1	0.2		0.3	0.4		0.004	0.008		0.012	0.016
9	0.04	0.2				0.4	0.4	0.008				0.016	0.016
10	0.04			0.1		0.3	0.6			0.004		0.012	0.024
11	0.10	0.05	0.05	0.2	0.1	0.15	0.45	0.005	0.005	0.02	0.01	0.015	0.045
12	0.07				0.1	0.4	0.5				0.007	0.028	0.035
13	0.06	0.2		0.2		0.3	0.3	0.012		0.012		0.018	0.018
各环节对课程目标达成的贡献率（M_k）								0.07	0.06	0.25	0.08	0.18	0.36

采用达成值计算的**课程目标定量评价方法：**

达成值计算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。

单一课程目标达成度评价采用下式：

$$A_i = \left(\sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ \left(100 \times P_i\right)$$

总的课程目标达成度评价采用下式：

$$A = \left(\sum_i \sum_k \left(G_k \times S_{ik}\right)\right) \Big/ 100$$

以上公式中：

k 表示不同的评价方式，*i* 表示不同的课程目标。

G_k 表示第 *k* 种评价方式期末评价成绩平均分，均为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$ 是第 *k* 种评价方式通过第 *i* 个课程目标反映在总的课程目标评分占比；

W_{ik} 表示第 *k* 种评价方式对第 *i* 个课程目标百分占比；

P_i 表示第 *i* 个课程目标在课程总评价中的占比；

课程目标达成度大于等于 0.71 为一级达成，大于等于 0.65 为二级达成。

九、各环节评价标准

与毕业设计相关的各环节评价标准参见《SIE-PT 电子科学与技术专业实践教学体系及规范》系列文件的规定。开题报告、中期检查、现场验收环节的评价标准参加相应检查环节的打分表，结课环节（包括毕业设计说明书、外文翻译、答辩、工作总体评价）的评价标准如下：

1、优秀

（1）独立完成毕业设计(论文)课题所规定的各项任务，综合运用所学知识分析问题和解决问题的能力强，刻苦钻研，努力拓宽知识，严肃认真，并在某些方面具有一定的创见；

（2）图纸齐全、整洁、结构方案合理，视图、线条和尺寸标注正确，符合国家标准；

（3）毕业设计说明书(论文)完整，内容正确，概念清楚，文理通顺，书写工整；

（4）能顺利阅读外文资料，具有一定的外文写作能力，独立工作能力较强；

（5）答辩时能熟练地、正确地回答问题，逻辑性较强，并按规定时间完成论述。

2、良好

（1）独立完成毕业设计(论文)课题所规定的各项任务，综合运用所学知识分析问题和解决问题的能力比较强，努力拓宽知识，毕业设计(论文)的关键问题或主要问题的质量较高；

（2）图纸齐全、整洁、结构方案合理，视图，线条和尺寸标注正确，符合国家标准；

（3）毕业设计说明书(论文)完整，内容正确，概念清楚，文理通顺，书写工整；

（4）能顺利地阅读外文资料；

（5）答辩时能正确地回答问题。

3、中等

（1）完成毕业设计(论文)课题所规定的各项任务，综合运用所学知识分析问题和解决问题的能力一般；

（2）图纸齐全，结构方案比较合理，视图、线条和尺寸标注基本正确，符合国家标准；

（3）毕业设计说明书(论文)基本完整，内容正确，但有个别遗漏，概念基本清楚；

（4）尚能阅读外文资料；

（5）答辩时基本论点正确，无原则性错误，经提示，主要问题能回答正确。

4、及格

（1）基本完成毕业设计(论文)课题所规定的各项任务，但分析问题和解决问题的能力较差；

（2）图纸齐全，但不整洁；结构方案基本合理，但有个别错误；视图、线条和尺寸标注有个别错误，基本符合国家标准；

（3）毕业设计说明书(论文)基本完整，但有个别错误或遗漏，概念基本清楚；

（4）阅读外文资料较困难；

（5）答辩时回答问题重点不突出，并有个别错误；某些问题经启示，尚能回答。

5、不及格（符合以下一条或一条以上者）：

（1）未能达到毕业设计(论文)课题所规定的任务要求，或设计(论文)中存在着原则性的错误，或弄虚作假，缺乏工程设计的基本能力；

（2）图纸不齐全或有较多的错误；

（3）毕业设计说明书(论文)概念不清楚或有较多的错误和遗漏；

（4）基本上不能阅读外文资料；

（5）答辩时有原则错误，经启发后仍不能正确回答。

十、课程目标达成评价结果用于持续改进

课程目标达成评价结果将用于后续教学过程的持续改进。

针对毕业设计课程目标达成评价中发现的问题与不足，重点是达成值相对较低的项，在本次实践总结中应由授课教师分析具体原因，并给出改进建议。后续任课教师应当针对以前的问题和建议，在毕业设计计划中做好落实改进计划，并在指导过程中予以落实。