中北大学仪器与电子学院

课程教学大纲

（适用于2023版**测控技术与仪器专业**培养方案）

2023年6月修订

目 录

《专业认知教育》课程教学大纲 1
《电路原理》课程教学大纲 5
《信号与系统》课程教学大纲 14
《微机原理及接口技术》课程教学大纲 24
《精密仪器零件设计》课程教学大纲 33
《误差理论与数据处理》课程教学大纲 41
《自动控制原理》课程教学大纲 48
《单片机原理及应用》课程教学大纲 60
《传感器原理及设计》课程教学大纲 69
《光测技术》课程教学大纲 80
《测控电路设计》课程教学大纲 89
《测控技术与仪器专业外语》课程教学大纲 98
《测控系统设计综合实践》课程教学大纲 105
《文献检索专题》课程教学大纲 121
《毕业设计专题》课程教学大纲 127
《毕业实习》课程教学大纲 133
《毕业设计》课程教学大纲 139
《计算机控制技术》课程教学大纲 146
《动态测试与校准技术》课程教学大纲 155
《智能仪器》课程教学大纲 163
《微纳传感与系统》课程教学大纲 173
《嵌入式系统》课程教学大纲 180
《数字信号处理》课程教学大纲 190
《微弱信号检测》课程教学大纲 198
《量子传感原理及应用》课程教学大纲 206
《光纤技术及应用》课程教学大纲 212
《物联网技术概论》课程教学大纲 220
《虚拟仪器设计》课程教学大纲 228

《光电探测技术》课程教学大纲 237
《人工智能导论》课程教学大纲 246
《惯性平台姿态测量与控制》课程教学大纲 252
《微惯性集成测量系统》课程教学大纲 261
《电子设计自动化》课程教学大纲 270
《可编程逻辑器件应用》课程教学大纲 280
《Ansys》课程教学大纲 290
《Matlab 应用基础》课程教学大纲 298

《专业认知教育》课程教学大纲

一、课程基本信息

制定人：崔建功　　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：王红亮

课程名称（中文）：专业认知教育

课程名称（英文）：Professional Cognitive Education

课程类别：通识教育课程　　课程性质：必修

课程代码：Y2306000101　　适用层次：本科

适用专业：测控技术与仪器　　计划学分：0.5

计划学时（周数）：8　　讲课学时：8

开课学期：1　　考核方式：考查

先修课程：无

后续课程：专业课与综合实践

二、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务

专业认知教育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、学科专业现状发展讲座等形式开展。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。

2、课程目标

课程目标 1：能够增强学生对本专业的认识，了解本专业需要学习的知识体系。（支撑毕业要求指标点 1-1）。

课程目标 2：通过了解仪器领域背景及经典案例，能够对行业现状有初步定认识。（支撑毕业要求指标点 4-1）。

课程目标 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。（支撑毕业要求指标点 6-1）。

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 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、本课程为通识教育类课程，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、应重点培养学生查阅资料、规范撰写课程论文的能力。

3、深度和广度说明：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。

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
1	**1 专业介绍** 1.1、专业概况； 1.2、专业课程体系； 1.3、专业就业需求； 1.4、专业内涵及发展；	5		5	1、2、3	1-1 4-1 6-1
2	**2 学科发展** 2.1、学科概况； 2.2、行业现状及发展。	3		3	2、3	4-1 6-1
合 计	/	8		8	/	/

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 专业介绍	0.6	1、2、3
2 学科发展	0.4	2、3

本课程不允许申请免修。

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	专业概况	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。
2	行业需求	热爱专业，热爱祖国，热爱人民，以服务国防、服务社会为己任。

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、学生通过讲座学习，了解本专业的培养方案和需要学习的知识体系，经过参观学习，能够对行业现状有初步定认识，了解行业的发展动向。

2、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。

六、考核方式

1、评价环节

课程考核方式包括随堂考核和课程考查报告，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 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）	课程考查报告（2）	
1	10	30	40
2	5	25	30
3	5	25	30
考核环节成绩比例合计（%）	20	80	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、参考书目及学习资料

无

制定人：崔建功　　**审定人**：刘文耀　　**批准人**：王红亮

2023 年 5 月 1 日

《电路原理》课程教学大纲

一、课程基本信息

制定人：储成群　　教学基层组织审核人：穆继亮

开课学院：仪器与电子学院　　开课学院审核人：王红亮

课程名称（中文）：电路原理

课程名称（英文）：Circuit principle

课程类别：专业教育课程　　课程性质：必修

课程代码：Y2306000202　　适用层次：本科

适用专业：电子科学与技术　　计划学分：3.5

计划学时（周数）：56　　讲课学时：56　　实验学时：0

开课学期：2　　考核方式：考试

先修课程：高等数学、工程制图

后续课程：模拟电子技术、数字电子技术、微机原理及接口技术

二、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务

本课程是电子科学与技术专业的一门重要的专业基础课程。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。

2、课程目标

课程目标 1：能够掌握基本电路元件的伏安关系、能量关系，熟练应用 KCL、KVL；能够掌握等效变换法、回路法、节点法及电路定理，具备应用这些方法及定理对线性电阻电路进行分析计算的能力。（支撑毕业要求指标点 1-1）。

课程目标 2：能够掌握相量法，具备运用相量法对正弦交流电路进行稳态分析计算的能力，并能进行电路的频率特性分析。（支撑毕业要求指标点 1-2）。

课程目标 3：能够掌握动态电路的基本概念，理解其研究意义，具备利用三要素法、复

频域法对线性动态电路进行时域分析的能力。（支撑毕业要求指标点 2-1）。

课程目标 4：能够理解图论的相关概念，掌握结合图论知识建立电路方程矩阵形式的方法；建立系统的概念，具备利用二端口网络的参数及方程进行系统特性分析的能力（支撑毕业要求指标点 2-2）。

思政目标：电路在人类社会中应用广泛，是推动社会持续进步的关键技术之一。通过了解国内外电路技术的发展现状和差距，可以激发学生对技术进步和创新的重视，增强他们为国民经济发展和国家进步做出贡献的意识。

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：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** 电路的基本概念与定律（5 学时） 1.1、理解电路模型，掌握基本电路元件的伏安关系和能量关系； 1.2、熟练掌握并应用基尔霍夫定律；（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，学会功率平衡的验算。	**5**	**0**	**5**	**1**	**1-1**
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、学会电阻星形联接与三角形连接的等效变换； 2.3、掌握实际电源的等效变换、学会输入电阻的计算。（难点、重点）	**4**	**0**	**4**	**1**	**1-1**
3	**3** 电阻电路的一般分析方法（6 学时） 3.1、知晓网络图论的基本概念； 3.2、理解 KCL、KVL 的独立方程的作用； 3.3、学会应用支路法、回路法（网孔法）、节点法进行电路分析；（难点、重点） 3.4、学会在运用回路法列写电路方程时遇到理想电流源（或受控电流源）支路的处理及在运用节点法列写电路方程时遇到理想电压源（或受控电压源）支路的处理方法。	**6**	**0**	**6**	**1**	**1-1**
4	**4** 电路定理（4 学时） 4.1、知晓并学会使用叠加定理、戴维宁定理和诺顿定理；（难点、重点） 4.2、学会特勒根定理和互易定理的应用。	**4**	**0**	**4**	**1**	**1-1**
5	**5** 正弦交流电路的稳态分析（9 学时） 5.1、掌握复阻抗、复导纳的概念，学会两者之间的等效变换； 5.2、熟练运用相量法分析计算正弦稳态电路；（难点、重点） 5.3、知晓正弦稳态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、复功率的概念	**9**	**0**	**9**	**2**	**1-2**

	5.5、理解提高功率因数的意义和方法。					
6	**6** 电路的频率响应（2 学时） 6.1、知晓频率响应、串联谐振、并联谐振的概念；（重点） 6.2、学会谐振电路的分析。（难点）	**2**	**0**	**2**	**2**	**1-2**
7	**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； 7.3、知晓一阶电路的阶跃响应和冲激响应。（难点）	**4**	**0**	**4**	**3**	**2-1**
8	**8** 二阶电路的时域分析（2 学时） 8.1、理解二阶电路的零输入响应；（重点） 8.2、知晓二阶电路的零状态响应和全响应。（难点）	**2**	**0**	**2**	**3**	**2-1**
9	**9** 线性动态电路的复频域分析（6 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、熟练掌握应用拉普拉斯变换分析线性电路。（难点）	**6**	**0**	**6**	**3**	**2-1**
10	**10** 网络函数（2 学时） 10.1、知晓网络函数的定义和应用； 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）	**2**	**0**	**2**	**3**	**2-1**
11	**11** 图论及电路方程的矩阵形式（5 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及其矩阵形式的 KCL 和 KVL； 11.3、熟练列写节点电压方程的矩阵形式。（难点）	**5**	**0**	**5**	**4**	**2-2**
12	**12** 二端口网络（5 学时） 12.1、学会二端口的参数求解； 12.2、学会求解二端口网络的等效电路；（重点）	**5**	**0**	**5**	**4**	**2-2**

	12.3、能够写出二端口网络的转移函数；（难点） 12.4、知晓二端口网络的连接。					
13	**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、学会应用图解法分析非线性电路； 13.3、学会非线性电路的小信号分析法。	**2**	**0**	**2**	**4**	**2-2**
合 计	/	**56**	**0**	**56**	**/**	**/**

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、电路的基本原理；	**0.06**	**1**
2、电阻电路的等效变换；	**0.06**	**1**
3、电阻电路的一般分析方法；	**0.12**	**1**
4、电路定理；	**0.06**	**1**
5、正弦交流电路的稳态分析；	**0.1**	**2**
6、电路的频率响应；	**0.05**	**2**
7、一阶电路的时域分析	**0.08**	**3**
8、二阶电路的时域分析	**0.05**	**3**
9、拉普拉斯变换	**0.12**	**3**
10、网络函数	**0.05**	**3**
11、图论及电路方程的矩阵形式	**0.1**	**4**
12、二端口网络	**0.1**	**4**
13、非线性电阻电路	**0.05**	**4**

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	绪论、电路理论的发展过程	了解人类历史的发展是在不断失败、成功中前进的，科学理论的发展不是某个人的单独行为，往往是多人积累研究的结果。通过事例感悟中国电力系统的腾飞、中国集成电路产业的发展。激发学生的爱国敬业、政治认同感，增强责任感、使命感、民族自豪感，激发学生发愤图强、勇于创新，增强国家技术自主研发的能力和水平。
2	基尔霍夫定律	通过了解电路理论发展中涌现出的领军人物，使学生坚定理想信念，青年时代就树立远大理想；分析电路遵循的基本规律时融入规矩意识、纪律意识和法律意识。
3	电阻电路等效变换	通过等效电路的学习，使学生体会简洁美，在纷繁的图中，找出最简形式，实现现象和本质的统一。同一问题有不同的解决方法，遇事不钻牛角尖，辩证地对待人生环境，学会缓解压力，关注心理健康。

4	电路分析方法 电路定理	同一问题具有不同的解决方案，通过分析对比其优劣，引导学生辩证对待人生矛盾，理性思考与感性认知结合，在个人职业生涯规划上有所取舍。
5	交流电的应用	借助重大学术失范和科技发展误判的案例：爱迪生电死大象，人为制造交流系统更危险的假象，课堂上展开讨论和讲授交流电的发展过程，引导学生树立正确的价值观、人文素养、学术典范，形成正确观念和道德评价能力。
6	微分方程、相量法在交流电中的应用	相量法将正弦交流电用复数表示，建立了复数形式的欧姆定律，大大简化了交流电路的分析计算，降低了电力系统的建造成本，对交流电的普及起到了决定性的作用。通过以上数学工具的应用，修正学生头脑中数学和工程实际问题之间割裂的状态，帮助学生建立用数学思维模式来描述和解决工程问题的工程意识，建立起数学是解决工程问题的工具，工程问题要用数学语言来表述的概念，将学习的知识体系做到前后贯通，立体关联，提升学生的科学素养。
7	功率因数的提高	通过分析功率因数提高对国民经济的影响，培养学生学以致用的科学精神，节能环保的意识，了解事物发展规律，理解万事有度，过犹不及。
8	谐振电路	使学生能够做到举一反三，理解谐振电路的有利、有害作用，了解事物具有两面性。升华到个人品德和专业知识需同频共振，树立正确的价值观、爱情观。
9	一阶电路的全响应	结合民法典的发布，通过三要素法的使用条件引出增强学生的遵纪守法意识，借此延伸到增强学生的规则意识、法律意识。
10	二阶电路的时域 分析	二阶电路可以构成正弦波振荡器，它是卫星通信系统的重要组成部分，借此介绍北斗导航系统，培养学生的爱国主义精神和民族自豪感。
11	拉普拉斯变换法	拉普拉斯变换法实现了电路的时域分析和频域分析的统一，将高阶微分方程的求解转换为代数方程的求解，使计算大大简化。通过以上数学工具的应用，修正学生头脑中数学和工程实际问题之间割裂的状态，帮助学生建立用数学思维模式来描述和解决工程问题的工程意识，建立起数学是解决工程问题的工具，工程问题要用数学语言来表述的概念，将学习的知识体系做到前后贯通，立体关联，提升学生的科学素养。
12	图论的概念	通过故事说理：欧拉如何解决哥尼斯堡七桥难题。拓展学生的认识视野，培养学生的创新、实践、探索精神。

四、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。

五、考核方式

1、评价环节

课程考核方式包括随堂考核、作业及期末考试，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 4 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（%）
	随堂考核（1）	作业（2）	期末考试（3）	
1	4	6	20	30
2	2	3	10	15
3	4	6	20	30
4	2	4	19	25
考核环节成绩比例合计（%）	12	19	69	100

第 i 个分课程目标的达成度 Ai ：

$$A_{\mathrm{i}}=\sum G_{\mathrm{ik}}\times(S_{\mathrm{ik}}/P_{\mathrm{i}}) \tag{5-1}$$

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：

$$A=\sum A_{\mathrm{i}}\times P_{\mathrm{i}} \tag{5-2}$$

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、参考书目及学习资料

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》，ISBN9780130198556，电子工业出版社。

制定人：储成群　　**审定人**：穆继亮　　**批准人**：王红亮

2023 年 5 月 1 日

《信号与系统》课程教学大纲

一、课程基本信息

制定人：张晓明　　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：王红亮

课程名称（中文）：信号与系统

课程名称（英文）：Signal and System

课程类别：专业教育课程　　课程性质：必修

课程代码：Y2306000201　　适用层次：本科

适用专业：测控技术与仪器　　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：考试

先修课程：高等数学、复变函数与积分变换、电路原理

后续课程：传感器原理及设计、自动控制原理、测控电路设计

二、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务

本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。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实际工程中典型信号与系统，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。

2、课程目标

课程目标 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。（支撑毕业要求指标点 1-1）

课程目标 2：能够运用时域、频域及复频域分析方法，解决传感器设计、测控电路设计、测控系统集成等专业特色相关的复杂工程中信号与系统相关问题。（支撑毕业要求指标点 1-

2）

课程目标 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。（支撑毕业要求指标点 2-1）

课程目标 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。（支撑毕业要求指标点 2-3）

思政目标：通过对信号与系统课程中蕴含的辩证唯物主义的系统观、认识论和科学方法论的哲学思想学习与感悟，增强对马克思主义辩证法的认同感和理论自信，并在对各类系统与信号的分析中进行具体应用。

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、本课程为专业核心课程，要求先修复变函数与积分变换、电路原理、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、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。要求学生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。

3、培养学生运用计算机仿真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。

4、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。

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 信号与系统分析导论** 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。	3		3	1、2	1-1、1-2、
2	**2 信号的时域分析** 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。	5	2	7	1、2	1-1、1-2、
3	**3 系统的时域分析** 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；	6	2	8	1、2、3、4	1-1、1-2、2-1、2-3

	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。					
4	**4 连续信号的频域分析** 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。	**10**	**2**	**12**	**1、2、3、4**	**1-1、1-2、2-1、2-3**
5	**5 连续系统的频域分析** 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	**8**		**8**	**1、2、3、4**	**1-1、1-2、2-1、2-3**

	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。					
6	**6 连续时间信号与系统的复频域分析** 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。	**8**	**2**	**10**	**1、2、3、4**	**1-1、1-2、2-1、2-3**
合 计	/	**40**	**8**	**48**		

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 信号与系统分析导论	**0.10**	**1、2**
2 信号的时域分析	**0.15**	**1、2**
3 系统的时域分析	**0.15**	**1、2、3、4**
4 连续信号的频域分析	**0.15**	**1、2、3、4**
5 连续系统的频域分析	**0.20**	**1、2、3、4**
6 连续时间信号与系统的复频域分析	**0.25**	**1、2、3、4**

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	系统的定义、描述、分类及联结	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系统观、认识论和科学方法论。
2	连续系统的响应分类及其作用源	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。认识内因和外因的作用和地位。

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 指标点
1	实验一 信号的时域分析	2	验证性	必做	**1**	**1-1**
2	实验二 系统的时域分析	2	验证性	必做	**1、3、4**	**1-1、2-1、2-3**
3	实验三 信号的频域分析	2	验证性	必做	**2、3、4**	**1-2、2-1、2-3**
4	实验四 系统的频域、复频域分析	2	设计性	必做	**1、2、3、4**	**1-1、1-2、2-1、2-3**

实验环节主要是上机操作，要求实验室保证上机条件，即具备常用的 Matlab 软件工具；要求学生掌握基本 Matlab 语法、基本编程、数据可视化；通过本课程实验环节，学生具备以下能力：在 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；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。课程实验 8 个学时共完成 4 个实验。

在实验过程中要注重培养学生的实践意识、思辨意识和坚持精神等，通过实验使学生能够理论联系实际，灵活运用所学知识，实事求是、严谨认真，综合分析，养成实践分析习惯。

实验一：信号的时域分析（2 学时）

实验目的：利用 Matlab 进行信号的描述，熟悉典型信号的特点；理解并学会 Matlab 进行信号基本运算的方法。

实验原理：典型信号表述、特征分析、时域运算。

实验设备：计算机、Matlab。

实验安排：教师介绍介绍 Matlab 软件使用方法和基本语法；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，实验结果以提供的信号的时域波形为准。

实验二：系统的时域分析（2 学时）

实验目的：学会利用 Matlab 进行连续 LTI 系统的时域分析方法；加深理解连续系统响应的求解方法及物理意义；学会求解和分析系统单位冲激响应、单位阶跃响应的方法。

实验原理：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。

实验设备：计算机、Matlab。

实验安排：教师介绍 Matlab 软件进行连续 LTI 系统时域分析方法；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，实验结果以提供的连续 LTI 系统的时域响应波形为准。

实验三：信号的频域分析（2 学时）

实验目的：学会利用 Matlab 进行信号频谱分析的方法；理解连续周期、连续非周期信号的频谱特点；理解信号调制的数学、物理概念；学会信号时域分析的工程应用方法。

实验原理：典型连续周期和连续非周期信号的频谱分析、信号调制解调中傅里叶变换性质的工程应用。

实验设备：计算机、Matlab。

实验安排：教师介绍 Matlab 软件进行连续信号频域分析方法及工程应用思路；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，实验结果以提供的连续信号的时域波形及频谱为准。

实验四：系统的频域、复频域分析（2 学时）

实验目的：理解和熟悉连续系统的系统函数概念；理解系统函数零极点分布与其频率特

性的关系；理解和熟悉滤波器系统对不同频率信号的处理机制；学会 Matlab 进行系统频域、复频域分析的方法。

实验原理：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理论。

实验设备：计算机、Matlab。

实验安排：教师介绍 Matlab 软件分析连续 LTI 系统零极点分布与系统响应的相关性、滤波器特性分析及对信号的处理方法；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，实验结果以提供的连续续 LTI 系统的零极点分布图、系统响应的时域波形及频域特性曲线为准。

五、达成课程目标的途径和措施

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、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。

2、讲授过程和实践环节中注重工程实例分析，使学生运用数学工具和计算机工具分析问题，并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。

4、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；；

六、考核方式

1、评价环节

课程考核方式包括作业、实验、综合报告、期末考试等，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 4 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（%）
	作业（1）	课内实验（2）	综合报告（3）	期末考试（4）	
1	10	5	5	30	50
2		2	6	2	10
3	4	4	8	4	20
4		4	6	10	20
考核环节成绩比例合计（%）	14	15	25	46	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；

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、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

制定人：张晓明　　**审定人**：刘文耀　　**批准人**：王红亮

2023 年 5 月 1 日

《微机原理及接口技术》课程教学大纲

一、课程基本信息

制定人：赵冬青　　教学基层组织审核人：穆继亮

开课学院：仪器与电子学院　　开课学院审核人：王红亮

课程名称（中文）：微机原理及接口技术

课程名称（英文）：Principle of Microcomputer and Interface Technology

课程类别：专业教育课程　　课程性质：必修

课程代码：Y2306000301　　适用层次：本科

适用专业：测控技术与仪器　　计划学分：3.5

计划学时（周数）：56　　讲课学时：46　　实验学时：10

开课学期：5　　考核方式：考试

先修课程：电路原理、模拟电子技术、数字电子技术

后续课程：测控系统设计综合实践

二、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务

本课程是一门重要的专业基础类教育课程。通过本课程的学习，使学生清楚了解微型计算机组成及工作原理，掌握微型计算机硬件结构、汇编语言程序结构及设计、微型计算机外设接口工作原理及设计原理。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，为后续相关课程的学习、从事理论研究和工程实践打下坚实基础。

2、课程目标

课程目标 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。（支撑毕业要求指标点 1-1）。

课程目标 2：通过学习微机系统的存储器接口、并行/串行接口、ADC/DAC 接口的一般原理及设计方法，培养针对特定工程问题设计解决方案的能力。（支撑毕业要求指标点 1-2）。

课程目标 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；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。（支撑毕业要求指标点 3-1）。

思政目标：通过本课程，学生能够了解中国微处理器技术的发展历程以及和国外的差距，

重点培养学生社会主义核心价值观中的爱国情怀和责任意识。

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、本课程为专业基础类教育课程，要求先修电路原理、模拟电子技术 A、数字电子技术 A 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，使学生掌握微型计算机组成及工作原理、汇编语言程序设计、外设接口工作原理及设计原理，培养学生具有微机系统软件和硬件设计、开发的基本能力。

2、本课程要求在 CAI 教室进行授课，教师应注重基础知识、基本概念和系统设计思维方法的传授，使学生深入掌握所学理论知识。

3、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；结合指令系统、中断管理、外部接口设计进行讲解，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。

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，本课程允许教师对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 计算机系统概述** 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。	2		2	1	1-1
2	**2 8086/8088 微处理器结构** 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。	4		4	1	1-1
3	**3 8086/8088 指令系统** 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。	12		12	1	1-1
4	**4 汇编语言程序设计基础** 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。	6	4	10	1	1-1
5	**5 微机存储系统** 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）	4		4	1	1-1
6	**6 输入/输出及中断技术** 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；（重点）	4		4	1	1-1

	6.3、中断系统及中断处理。					
7	**7 串、并行通信及接口电路** 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。	**6**	**2**	**8**	**2**	**1-2**
8	**8 微机系统中的定时器/计数器** 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。	**4**	**2**	**6**	**2**	**1-2**
9	**9 微机系统中的 A/D、D/A 转换器接口** 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。	**2**	**2**	**4**	**2**	**1-2**
10	**10 键盘、显示器接口设计** 10.1、键盘接口设计； 10.2、显示器接口设计。	**2**		**2**	**3**	**3-1**
合计	/	**46**	**10**	**56**	/	/

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、计算机系统概述	**0.02**	**1**
2、8086/8088 微处理器结构	**0.05**	**1**
3、8086/8088 指令系统	**0.18**	**1**
4、汇编语言程序设计基础	**0.15**	**1**
5、微机存储系统	**0.15**	**1**
6、输入/输出及中断技术	**0.10**	**1**
7、串、并行通信及接口电路	**0.10**	**2**
8、微机系统中的定时器/计数器	**0.10**	**2**
9、微机系统中的 A/D、D/A 转换器接口	**0.05**	**2**
10、键盘、显示器接口设计	**0.10**	**3**

本课程不允许申请免修。

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	CPU、单片机的发展历程、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 CPU、单片机发展差距	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

编号	实验项目名称	学时	类型	要求	支撑课程目标	支撑指标点
1	汇编语言程序设计与调试环境	**2**	验证性	必做	**1**	**1-1**
2	主-子程序、循环程序设计	**2**	设计性	必做	**1、2**	**1-1、1-2**
3	8255 并行接口实验	**2**	验证性	必做	**2**	**1-2**
4	8253 定时器/计数器接口实验	**2**	验证性	必做	**2**	**1-2**
5	D/A 转换接口实验	**2**	设计性	必做	**2、3**	**1-2、3-1**

实验环节主要是上机操作，要求保证上机条件，即具备汇编语言程序设计、汇编、链接、调试常用的软件工具；要求学生掌握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汇编语言程序设计及 8255、8253、DAC 接口器件配置、使用方法。

10 个学时共完成 5 个实验，前 2 个为软件实验，后 3 个为接口器件实验。

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：汇编语言程序设计与调试环境

实验目的：通过对一个完整的汇编语言源程序进行汇编、链接、调试，熟悉汇编语言编程环境及程序 debug 调试方法，掌握汇编语言程序设计的操作流程，熟悉汇编语言的调试方法及基本调试命令的用法。

实验原理：汇编语言。

实验设备：计算机、DosBox 软件、masm.exe、link.exe、debug.exe。

实验安排：教师介绍实验室使用要求和安全须知，介绍汇编语言程序编译、链接、调试方法；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。

实验二：主-子程序/循环程序设计

实验目的：独立设计一个具有主-子程序/循环程序结构的汇编语言源程序，独立完成汇编语言源程序的汇编、链接、调试过程。进一步熟悉汇编语言编程环境及程序 debug 调试方法，掌握汇编语言主-子程序/循环程序设计调试方法。

实验原理：汇编语言。

实验设备：计算机、DosBox 软件、masm.exe、link.exe、debug.exe。

实验安排：教师讲解主-子程序/循环程序调试方法；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。

实验三：8255 并行接口实验

实验目的：掌握 8255 初始化配置、8255 并行接口数据读写方法。

实验原理：通过 8255 一个并行接口读取开关状态，根据开关状态通过另外一个并行接口驱动 LED 显示。

实验设备：计算机、实验箱、实验箱配套软件。

实验安排：教师讲解实验箱使用方法及 8255 实验原理；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。

实验四：8253 定时器/计数器接口实验

实验目的：掌握 8253 初始化配置、8253 定时器/计数器使用方法。

实验原理：通过 8253 的一个定时/计数器进行定时/计数输出，控制 LED 闪烁指示定时/计数输出结果。

实验设备：计算机、实验箱、实验箱配套软件。

实验安排：教师讲解 8253 实验原理；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。

实验五：D/A 转换接口实验

实验目的：掌握 DAC0832 数字量输出控制方法。

实验原理：设计一个 DAC0832 波形输出控制程序，通过示波器测量输出波形。

实验设备：计算机、实验箱、实验箱配套软件。

实验安排：教师讲解 DAC0832 实验原理；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。

五、达成课程目标的途径和措施

1、学生通过上机操作，掌握汇编语言程序结构、设计、汇编、链接、调试方法，加深对汇编指令与伪指令的了解，理解微型计算机程序执行过程与原理；通过在实验箱进行接口实验，了解掌握接口器件的使用方法，加深理解接口设计的方法与原理。

2、本课程是一门原理性课程，要求学生通过理解微型计算机工作原理及接口工作与设计原理。通过设计存储器接口、实验并行接口与 DAC 接口掌握以微型计算机系统为核心的现代化仪器、设备的工作原理，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、验证性实验等方式有机结合，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、课内实验、作业及随堂考核，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（5）	
1	6	6	6	47	65
2	3	3	6	13	25
3	1	1	3	5	10
考核环节成绩比例合计（%）	10	10	15	65	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、参考书目及学习资料

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。

制定人：赵冬青　　**审定人**：穆继亮　　**批准人**：王红亮

2023 年 5 月 1 日

《精密仪器零件设计》课程教学大纲

一、课程基本信息

制定人：穆继亮　　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：王红亮

课程名称（中文）：精密仪器零件设计

课程名称（英文）：Design of precision instrument parts

课程类别：专业教育课程　　课程性质：必修

课程代码：Z2306010301　　适用层次：本科

适用专业：测控技术与仪器　　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：工程制图、工程力学

后续课程：测控系统设计综合实践

二、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务

本课程是仪器类专业的一门专业教育课程，是测控技术与仪器专业的核心课程。该课程以提高学生实际工程设计能力为目的，其主要任务是讲授精密仪器仪表中常用机构和通用零件的基本组成、工作原理、结构特点、应用范围、选型、材料、精度等有关的基础理论和一般的设计原则和方法，是综合性机械类课程。通过该课程的学习，使学生能够掌握精密机械设计的基本理论和方法，具备进行精密机械零、部件一般设计和精度分析的能力，为解决工程实际问题奠定精密机械和仪器结构设计和系统总体设计的基础。

2、课程目标

课程目标 1：能够根据一定的设计方法或选用原则，对实现特定功能的精密机械系统中的常用机构或通用零件进行设计或选型。（支撑毕业要求指标点 3-1）。

课程目标 2：能够选择一种方法、模型或工具，对机构或零件进行简单的结构分析、运动分析、受力分析和强度分析，以实现合理有效的解释。（支撑毕业要求指标点 5-1）。

课程目标 3：能够借助专业设计工具，依据机械设计准则，对典型运动机构或零件进行设计或建模，确定精密仪器的功能和相关设计参数。（支撑毕业要求指标点 5-2）。

思政目标：精密仪器是支撑高精尖科技工程和前沿科学探索的重要载体，精密零部件是高端仪器的核心功能单元，通过了解国内外精密仪器设计制造的发展现状和差距，激发学生追求技术进步与自主创新意识，培养学生精益求精的工匠精神，推动高端国产精密仪器通过技术创新领先实现可持续发展。

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，要求先修工程制图课程，在教学中应注重基础知识、基本原理和思维方法的传授，运用类比式和案例式教学，培养学生运用机构或零件基础知识解决精密机械原理方案和结构设计中有关问题的能力，同时注重学生的工程化和标准化设计能力提升。

2、在教学中突出精密机械设计特点，将单个机构或零件的设计方法应用到机械系统的设计中，强调设计方法和设计者素质的培养。

3、深度和广度说明：了解材料与热处理、公差与配合方面的基本知识，初步掌握精密仪器仪表中通用机构的结构分析和运动分析的一般方法，掌握常用机构和通用零、部件的工作原理、结构特点和设计方法等。

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
1	**1 绪论** 1.1、明确本课程研究的对象和内容； 1.2、了解本课程在教学中的地位、精密机械设计的基本要求和一般过程。	1	/	1	1	3-1
2	**2 平面机构运动简图及其自由度** 2.1、明确运动副、约束、自由度等重要概念；（重点） 2.2、能绘制比较简单的平面机构运动简图； 2.3、掌握平面机构自由度的计算。（难点）	3	/	3	1	3-1
3	**3 平面连杆机构** 3.1、了解连杆机构的优缺点、平面四杆机构的基本形式及其演化方法；（重点） 3.2、掌握平面四杆机构的一些基本知识；（重点） 3.3、掌握图解法设计平面四杆机构的基本方法。（难点）	4	/	4	1、2、3	3-1 5-1 5-2
4	**4 凸轮机构** 4.1、了解凸轮机构的组成、类型和应用。 4.2、理解凸轮机构的基圆、位移、行程、转角及压力角等基本概念。（重点） 4.3、能应用“反转法”原理采用图解法设计简单的盘形凸轮轮廓曲线（尖顶从动件）。（难点）	3	/	3	1、2、3	3-1 5-1 5-2
5	**5 齿轮机构** 5.1、了解齿轮机构的特点和类型； 5.2、掌握齿廓啮合基本定律、渐开线齿廓的形成及其特性； 5.3、能够掌握标准直齿圆柱齿轮的基本参数、几何尺寸计算和啮合特点；（重点） 5.4、了解渐开线齿轮的切齿原理，明确根切现象、最少齿数；（难点）	4	/	4	1、2、3	3-1 5-1 5-2
6	**6 轮系** 6.1、了解轮系的类型和应用；	1	/	1	1、2、3	3-1 5-1

	6.2、掌握定轴轮系传动比的计算。（重点）					**5-2**
7	**7 精密机械设计概论** 7.1、了解机械零件设计概述； 7.2、了解机械零件的强度和耐磨性； 7.3、掌握机械零件常用工程材料、选用、和热处理方法；（重点） 7.4、零件的精度设计与互换性；（重点） 7.5、机械零件的工艺性及标准化。	**2**	**/**	**2**	**1**	**3-1**
8	**8 联接** 8.1、掌握螺纹的基本参数、常用种类、特性和应用； 8.2、掌握螺纹联接的基本型式、螺纹紧固件、螺纹联接的预紧与防松；（重点） 8.3、掌握受拉螺栓联接的强度计算；（重点）（难点） 8.4、了解提高螺栓联接强度的措施； 8.5、掌握平键的分类、工作原理、结构特点，平键的剖面尺寸和长度的确定方法及平键联接强度校核计算方法；	**5**	**/**	**5**	**1、2、3**	**3-1** **5-1** **5-2**
9	**9 带传动** 9.1、了解带传动的类型、工作原理、特点及应用； 9.2、掌握带传动的受力分析、应力分析与应力分布图、弹性滑动和打滑基本概念；（重点） 9.3、掌握带传动的失效形式、设计准则、普通 V 带传动的设计计算方法和参数选择原则；（难点） 9.4、了解 V 带轮的结构； 9.5、了解同步带传动原理、特点。	**3**	**/**	**3**	**1、2、3**	**3-1** **5-1** **5-2**
10	**10 齿轮传动** 10.1、掌握轮齿的失效形式；（重点） 10.2、了解齿轮材料和热处理选用的基本要求； 10.3、掌握直齿圆柱齿轮传动、斜齿圆柱齿轮传动和直齿圆锥齿轮传动的受力分析；（重点） 10.4、了解直齿圆柱齿轮传动强度计算； 10.5、了解齿轮的构造、齿轮传动的润滑和效率。	**5**	**/**	**5**	**1、2、3**	**3-1** **5-1** **5-2**

11	**11 轴、联轴器和离合器** 11.1、了解轴的功用与分类、轴的材料； 11.2、轴的结构设计；（重点） 11.3、掌握轴的强度计算；（难点） 11.4、了解常用联轴器、离合器和制动器的主要类型、结构、工作原理、特点及选择； 11.5、了解联轴器和离合器在功能上的异同。	**4**	**/**	**4**	**1、2、3**	**3-1** **5-1** **5-2**
12	**12 轴承** 12.1、了解滑动轴承类型、结构、特点及其应用； 12.2、了解滚动轴承的基本类型和特点；（重点） 12.3、掌握滚动轴承的代号及其意义；（重点） 12.4、掌握滚动轴承的选择计算； 12.5、了解滚动轴承的润滑和密封； 12.6、了解滚动轴承的组合设计。（难点）	**4**	**/**	**4**	**1、2、3**	**3-1** **5-1** **5-2**
13	**13 弹性元件** 13.1、了解弹簧的功用、分类、材料、许用应力及制造； 13.2、了解圆柱形压缩（拉伸）螺旋弹簧的设计计算。（重点）（难点）	**1**	**/**	**1**	**1、2、3**	**3-1** **5-1** **5-2**
合 计	/	**40**	**/**	**40**	**/**	**/**

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、绪论	**0.02**	**1**
2、平面机构运动简图及其自由度	**0.08**	**1**
3、平面连杆机构	**0.10**	**1、2、3**
4、凸轮机构	**0.08**	**1、2、3**
5、齿轮机构	**0.10**	**1、2、3**
6、轮系	**0.03**	**1、2、3**
7、精密机械设计概论	**0.05**	**1**
8、联接	**0.12**	**1、2、3**
9、带传动	**0.08**	**1、2、3**
10、齿轮传动	**0.12**	**1、2、3**
11、轴、联轴器和离合器	**0.10**	**1、2、3**
12、轴承	**0.10**	**1、2、3**
13、弹性元件	**0.02**	**1、2、3**

本门课程不允许申请免修。

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	高端精密仪器零件结构、设计方法及制造精度对仪器性能的影响和制约。	通过了解国内外精密仪器设计制造的发展现状，培养学生精益求精的工匠精神。
2	对标国际先进，了解国产精密机械的发展差距。	激发学生追求技术进步与自主创新意识，为高端仪器国产化提供智力贡献。

四、达成课程目标的途径和措施

1、本课程在教学方法上，采用启发式，案例式、引导式等方法进行教学，教师讲授与师生互动相结合，以问题为导向，以学生为中心，以提高学生的学习兴趣，加强学生的参与度。

2、在教学手段上，引入信息化的教学手段（如学习通、微助教或各种网络教学平台），在多媒体课件和板书教学的基础上，突出移动互联工具的应用，加强课堂的互动和课后的辅导，利用在线课程平台提供丰富的学习资源，将线下课堂和线上学习结合起来。

3、在教学资源上，结合相关设计手册、图册、标准和规范等设计资料及工具，巩固学

生对知识的掌握。

五、考核方式

1、评价环节

课程考核方式包括期末考试、作业及随堂考核等，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 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（%）
	随堂考核（1）	作业（2）	期末考试（3）	
1	2	4	14	20
2	4	8	28	40
3	4	8	28	40
考核环节成绩比例合计（%）	10	20	70	100

第 i 个分课程目标的达成度 A_i ：

$$A_{\mathrm{i}}=\sum G_{\mathrm{ik}}\times(S_{\mathrm{ik}}/P_{\mathrm{i}}) \tag{5-1}$$

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：

$$A=\sum A_{\mathrm{i}}\times P_{\mathrm{i}} \tag{5-2}$$

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。

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、参考书目及学习资料

1、乔峰丽，郑江编著，《机械设计基础》，ISBN 9787121121661，电子工业出版社。

2、裘祖荣编著，《精密机械设计基础》， ISBN 9787111214557，机械工业出版社。

3、许贤泽，戴书华编著，《精密机械设计基础（第 3 版）》，ISBN 9787121261336，电子工业出版社。

4、杨可桢，程光蕴，李仲生编著.《机械设计基础(第六版)》，ISBN 9787040376241，高等教育出版社。

5、吴宗泽编著，《机械设计课程设计手册（第 4 版）》，ISBN 9787040348019，高等教育出版社。

6、国家精品资源共享课：《精密机械设计基础》，天津大学，资料链接：http://www.icourses.cn/coursestatic/course_2250.html。

7、国家精品资源共享课程：《精密机械设计》，武汉大学，资料链接： http://www.icourses.cn/coursestatic/course_2699.html。

制定人：穆继亮　　**审定人**：刘文耀　　**批准人**：王红亮

2023 年 5 月 1 日

《误差理论与数据处理》课程教学大纲

一、课程基本信息

制定人：王文廉　　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：王红亮

课程名称（中文）：误差理论与数据处理

课程名称（英文）：Error theory and data processing

课程类别：专业教育课程　　课程性质：必修

课程代码：Y2306000305　　适用层次：本科

适用专业：测控技术与仪器　　计划学分：2.5

计划学时（周数）： 40　　讲课学时：40

开课学期：4　　考核方式：考试

先修课程：高等数学、概率与数理统计、线性代数

后续课程：测控系统设计综合实践

二、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务

本课程是一门属于数据分析类的专业课程，是测控技术与仪器专业的必修课程。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。

2、课程目标

课程目标 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。（支撑毕业要求指标点 2-2）。

课程目标 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。（支撑毕业要求指标点 2-3）

课程目标 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。（支撑毕业要求指标点 4-3）。

课程目标 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。（支撑毕业要求指标点 1-2）。

课程目标 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。（支撑毕业要求指标点 3-1）。

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、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）。

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	小计	支撑课程目标	支撑指标点
1	**1 绪论** 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。	2	2	1	2-2
2	**2 误差的基本性质与处理** 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。（重点、难点） 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。（重点） 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。（重点） 2.4、基于三类误差的测量结果数据处理方法。	10	10	1、2、3	2-2 2-3 4-3
3	**3 误差的合成与分配** 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。（重点） 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。（难点） 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。	6	6	1、2、3、5	2-2 2-3 4-3 3-1
4	**4 测量不确定度** 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。（重点）	6	6	1、2、3	2-2 2-3 4-3

	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。				
5	**5 线性参数的最小二乘法处理** 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。（重点） 5.3、最小二乘法估计量的精度估计。（难点） 5.4、组合测量的最小二乘法处理方法。	**6**	**6**	**4**	**1-2**
6	**6 回归分析** 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。（重点） 6.3、学习一元非线性回归，多元线性回归。	**6**	**6**	**4**	**1-2**
7	**7 误差处理方法** 7.1、学习一种数据处理软件(Matlab 等)进行误差处理。 7.2、对测量结果进行误差和精度分析。 7.3、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)。（重点）	**4**	**4**	**1、2、5**	**2-2** **2-3** **3-1**
合 计	/	**40**	**40**	/	/

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、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**

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	等精度和不等精度测量下的误差分析和不确定评定；最小二乘法的精度估计。	通过在不同的测量环境下的误差分析和不确定评定，来引导学生明辨是非、建立正确的人生观和价值观。
2	随机误差的来源分析，不确定度的来源分析。	通过实验次数对误差和不确定度的影响，引导学生理解明辨、笃实的良好品质。

四、达成课程目标的途径和措施

1、本课程有较强的理论和计算，同时也和工程应用联系紧密。教师在讲授的过程中要注意理论联系实际，将误差理论与数据处理的知识与本专业相关的实验或者应用联系起来，加深学生的理解。

2、本课程以讲授为主，但是要围绕学生的输出进行教学，以学生的理解、回答问题、课堂测试以及小组讨论等为输出，进行各知识点和知识体系的传授。

3、充分利用各种媒体教学手段，采取课堂教学、多媒体课件、工程实例分析、线上线下结合等方式有机结合，提高教学效率。

五、考核方式

1、评价环节

课程考核方式包括期末考试、随堂考核情况等，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 5 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 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（%）
	随堂考核（1）	作业（2）	期末考试（3）	
1	4	4	32	40
2	1	1	4	6
3	5	5	14	24
4	2	4	14	20
5	3	1	6	10
考核环节成绩比例合计（%）	15	15	70	100

第 i 个分课程目标的达成度 Ai ：

$$A_{\mathrm{i}}=\sum G_{\mathrm{ik}}\times(S_{\mathrm{ik}}/P_{\mathrm{i}}) \tag{5-1}$$

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：

$$A=\sum A_{\mathrm{i}}\times P_{\mathrm{i}} \tag{5-2}$$

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、参考书目及学习资料

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

6、网上资源：

（1）北京航空航天大学，Mooc，在线开放课程

https://www.icourse163.org/course/0803BUAA038-1206706817

（2）东南大学，Mooc，在线开放课程

https://www.icourse163.org/course/SEU-1449466163

制定人：王文廉　　**审定人**：刘文耀　　**批准人**：王红亮

2023 年 5 月 1 日

《自动控制原理》课程教学大纲

一、课程基本信息

制定人：张　鹏　　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：王红亮

课程名称（中文）：自动控制原理

课程名称（英文）：Principles of automatic control

课程代码：Z2306010302　　适用层次：本科

课程类别：专业教育课程　　课程性质：必修

适用专业：测控技术与仪器　　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：6　　考核方式：考试

先修课程：高等数学、大学物理、电路原理、复变函数与积分变换、信号与系统

后续课程：计算机控制技术、测控系统设计综合实践

二、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务

《自动控制原理》为测控技术与仪器专业的主要基础教育课程之一，目的是使学生掌握自动控制系统的基本概念和自动控制系统分析、设计(校正)的基本方法，培养学生分析和设计自动控制系统的基本能力，并能满足其它后续专业课程对自动控制理论知识的需要。

2、课程目标

课程目标 1：通过本课程的学习，使学生可以利用数学和自然科学知识、时域法、根轨迹法和频率特性法对自动控制系统进行分析，能将基础知识恰当地应用到测控系统工程问题的解决中。（支撑毕业要求指标点 1-2）。

课程目标 2：培养学生解决工程实际问题的思维方式和初步能力，构建控制系统的数学模型的基本思路和方法，将工程问题转化为技术问题，以分析控制系统的性能。（支撑毕业要求指标点 2-2）。

课程目标 3：具备能够应用时域法、根轨迹法和频率特性法对自动控制系统的性能进行分析和设计，分析结构参数对系统性能的影响，解决典型系统中控制问题的分析能力。（支撑毕业要求指标点 2-1）。

课程目标 4：关注自动控制原理发展动态，针对复杂工程问题提出研究思路和分析方法，并能够用 Matlab 软件对自动控制系统进行时域、频域及复频域分析和设计，可用于指导控制方案的改善和优化。（支撑毕业要求指标点 4-1）。

思政目标：在自动控制原理的教学过程中，要求学生掌握自动控制技术的基本原理与结构模型，自动控制系统的分析方法与设计方法，使学生具备自动化控制的基础理论知识以及实践能力。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。引导学生对工业生产过程中的检测、控制、优化、调度、管理和决策的重要性，明确技术方案中的安全生产法律、法规，牢固树立安全生产意识。依据行业特性，及时跟踪、改进、完善控制系统、完善安全方法措施，达到增加产量、提高质量、降低消耗的目的，为国家民生稳步发展保驾护航。

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》、《大学物理》、《电路原理》、《复变函数与积分变换》、《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，使学生能将各科知识融会贯通，采用时域法、根轨迹法和频率特性法对自动控制系统的性能进行分析和设计，以培养解决工程问题的分析和设计能力。

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工程问题的理解和应用上。通过实际系统的建模及定理、引理的证明培养学生抽象思维和逻辑思维能力；通过系统的分析、设计及仿真验证培养学生分析问题和解决问题的能力。

3、学生在熟悉实验系统的硬件操作环境和 Matlab 软件使用方法的基础上，学会时域法和频率特性法对自动控制系统的性能进行分析和设计校正。通过实验环节巩固所学内容，将控制系统的建模、分析、综合，并与工程实际相联系，利于学生自主、创新地学习。

4、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，具备针对典型工程控制问题进行系统的分析能力。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：自动控制理论是具有一般方法论特点的技术基础课程，结合专业的课程设置，重点讲解反馈控制系统的基本理论及基本方法，重点讲解线性系统时域分析、根轨迹分析、频域分析方法，分析线性自动控制系统的稳定性、稳态响应和暂态响应；对非线性系统的特点和分析方法了解即可。

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（2 学时）** 1.1、学习自动控制理论及装置的发展过程、主要任务、研究对象，学会负反馈控制原理并分析控制系统的自动控制过程； 1.2、熟悉开环与闭环控制系统、闭环系统的组成和基本环节、自动控制系统的类型、自动控制系统的性能指标； 1.3、自动控制系统的分类方法和基本要求。 教学重点：负反馈控制原理，能够分析负反馈控制系统的调节过程并画出相应的控制系统方框图；自动控制系统的性能指标。 教学难点：自控控制系统类型分类中的确定系统与不确定系统、集中参数系统和分布参数系统概念。	**2**		**2**	**1**	**1-2**
2	2 线性系统的数学模型（8 学时） 2.1、系统微分方程的建立，拉氏变换及其应用； 2.2、系统传递函数的定义及系统传递函数的推导； 2.3、系统动态结构图的基本概念、建立过程及其等效变换，以及系统不同传递函数的定义及求取； 2.4、系统信号流图的概念，以及 Mason 增益公式的应用。 教学重点：熟悉用拉氏变换法求解线性系统微分方程的基本方法。学会控制系统传递函数、动态结构图建立和简化方法。 教学难点：系统的开环传递函数、闭环传递函数，对参考输入和对干扰的系统闭环传递函数及误差传递函数的概念。	**8**		**10**	**2**	**2-2**
3	3 线性系统的时域分析法（8 学时） 3.1、自动控制系统的时域指标，一阶系统的单位阶跃响应、斜坡响应以及性能指标的求取；	**8**	**4**	**22**	**3** **4**	**2-1** **4-1**

	3.2、典型二阶系统的单位阶跃响应以及性能指标的求取； 3.3、高阶系统的暂态响应，稳态误差的求取； 3.4、利用劳斯稳定判据分析系统的稳定性方法； 3.5、控制系统稳态误差分析以及稳态误差、误差系数的求取； 3.6、控制系统的稳态误差改进措施。 教学重点：学会典型二阶系统的单位阶跃响应以及性能指标的求取。学会用劳斯代数稳定判据判断系统的稳定性的方法。学会求系统的稳态误差及误差系数的方法。 教学难点：干扰作用下的稳态误差的概念及求取，明确终值定理的应用条件。系统的型次和静态误差系数的概念。					
4	4 线性系统的根轨迹分析法（8 学时） 4.1、根轨迹的基本概念，熟悉根轨迹的绘制规则，最小相位系统的根轨迹图绘制，非最小相位系统根轨迹图的绘制； 4.2、常规根轨迹的绘制方法，可用根轨迹法分析系统的性能； 4.3、广义根轨迹的概念，参数根轨迹的绘制。 教学重点：学会根据系统开环传递函数的零、极点分布绘制闭环系统根轨迹图的基本方法。根据根轨迹图分析控制系统的性能。学习开环零、极点对系统性能的影响。 教学难点：利用根轨迹法分析系统的暂态性能分析、稳态性能分析。附加开环零点对根轨迹的影响。	**8**		**30**	**1** **3** **4**	**1-2** **2-1** **4-1**
5	5 线性系统的频率分析法（10 学时） 5.1、频率特性的基本概念，频率特性的几何表示方法，熟悉典型环节的对数频率特性曲线（Bode 图）绘制和极坐标曲线（Nyquist 曲线）； 5.2、系统开环对数频率特性曲线的绘制，学习系统开环极坐标曲线绘制的一般方法，熟悉开环对数频率特性低频段、中频段、高频段的特征，学会运用奈奎斯特稳定判据判断闭环系统的稳定性； 5.3、学会系统稳定裕度的基本概念和计算方法，学习系统性能和开环频率特性的关系。 教学重点：系统开环频率特性的绘制，用频率法分析控制系统的稳定性。	**10**	**2**	**42**	**2** **3**	**2-2** **2-1**

	教学难点：开环对数频率特性低频段、中频段、高频段的特征。最小相位系统传递函数的确定。稳定裕度的基本概念和计算方法。					
6	6 控制系统的校正（4 学时） 6.1、学习校正装置和校正方法，熟悉串联超前校正、串联滞后校正的基本原理和方法； 6.2、串联校正的设计方法与参数的确定。 教学重点：学习串联超前校正、串联滞后校正的校正装置设计的基本原理和方法。 教学难点：串联校正的设计方法与参数的确定。 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； 2、讲授过程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。利用 Matlab 软件分析控制系统，从而加深对自动控制系统的认识，帮助理解经典自动控制的相关理论和分析方法； 4、实验内容的组织上，不但有基础性的验证实验，还加强了针对实际控制系统的综合性、研究性实验。	**4**	**2**	**48**	**3** **4**	**2-1** **4-1**
合 计	/	**40**	**8**	**48**	/	/

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、反馈控制原理并分析控制系统的自动控制过程、自动控制系统的性能指标	**0.10**	**1**
2、数学模型的获取方法、控制系统传递函数、动态结构图建立和简化方法	**0.15**	**2**
3、典型系统的单位阶跃响应以及性能指标的求取、时域中判断系统的稳定性的方法、系统的稳态误差及误差级数数	**0.2**	**3、4**
4、系统开环传递函数的零、极点分布绘制闭环系统根轨迹图的基本方法	**0.15**	**3、4**
5、根据根轨迹图分析控制系统的性能	**0.10**	**1、3、4**
6、系统开环频率特性的绘制，用频率法分析控制系统的稳定性	**0.2**	**2、3**
7、串联超前校正、串联滞后校正的校正装置设计的基本原理和方法	**0.10**	**3、4**

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。

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	自动控制装置及系统构成、自动控制技术的基本原理与结构模型、自动控制系统的分析方法与设计方法	在自动控制原理的教学过程中，要求学生掌握自动控制技术的基本原理与结构模型，自动控制系统的分析方法与设计方法，使学生具备自动化控制的基础理论知识以及实践能力。
2	自动控制系统稳定性要求	引导学生对工业生产过程中的检测、控制、优化、调度、管理和决策的重要性，明确技术方案中的安全生产法律、法规，牢固树立安全生产意识。依据行业特性，及时跟踪、改进、完善控制系统、完善安全方法措施，达到增加产量、提高质量、降低消耗的目的，为国家民生稳步发展保驾护航。
3	自动控制理论及装置的发展过程	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。

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	支撑指标点
1	典型环节的电路模拟与软件仿真研究	2	验证性	必做	1	1-2
2	典型系统动态性能和稳定性分析	2	验证性	必做	4	4-1
3	典型环节（或系统）的频率特性测量	2	验证性	必做	3	2-1
4	线性系统串联校正	2	设计性	必做	3、4	2-1 4-1

实验环节主要是上机+实验箱与 Matlab 仿真结合的方式进行，实验箱带有模拟电路、专用的实验分析系统；要求学生在熟悉实验系统的硬件操作环境和软件使用方法的基础上，学会时域法和频率特性法对自动控制系统的性能进行分析和设计校正。

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，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，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。

实验一典型环节的电路模拟与软件仿真研究（2 学时）

实验目的：通过各种典型环节（比例(P)环节、惯性环节、比例微分(PD)环节、比例积分(PI) 环节、积分(I)环节、比例积分微分(PID)环节）的设计，熟悉 Matlab 软件仿真开发环境，掌握典型环节设计的流程，完成各种典型环节软件仿真模拟电路的阶跃特性测试，并研究参数变化对典型环节阶跃特性的影响。

实验原理：比例(P)环节、惯性环节、比例微分(PD)环节、比例积分(PI) 环节、积分(I)环节、比例积分微分(PID)环节。

实验设备：Matlab，实验箱，计算机。

实验安排：教师介绍实验室使用要求和安全须知，介绍软件和实验箱基本使用方法；学生每 2 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，实验结果以提供的时序仿真或实验箱演示为准。

实验二典型系统动态性能和稳定性分析（2 学时）

实验目的：学习和掌握动态性能指标的测试方法，研究典型系统（二阶系统）在阶跃输入作用下的响应，运用基本理论分析系统过渡过程特点及各种参数对其过程的影响，观察系

统其超调量和调节时间，并研究其参数变化对动态性能和稳定性的影响。

实验原理：暂态性能指标与系统结构参数关系、Routh 判据。

实验设备：Matlab，实验箱，计算机。

实验安排：教师介绍实验室使用要求和安全须知，介绍软件和实验箱基本使用方法；学生每 2 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，实验结果以提供的时序仿真或实验箱演示为准。

实验三典型环节（或系统）的频率特性测量（2 学时）

实验目的：学习和掌握典型环节（或系统）频率特性曲线的技能，研究一阶、二阶系统惯性环节的频率特性曲线测试，根据测得的频率特性曲线求取各自的传递函数。并建立频率域指标与时间域指标间的联系。

实验原理：波特图绘制、波特图确定系统的开环传递函数。

实验设备：Matlab，实验箱，计算机。

实验安排：教师介绍实验室使用要求和安全须知，介绍软件和实验箱基本使用方法；学生每 2 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，实验结果以提供的时序仿真或实验箱演示为准。

实验四线性系统串联校正（2 学时）

实验目的：学习和掌握加深理解串联校正装置对系统动态性能的校正作用，并对给定系统进行串联校正设计仿真，按动态特性要求设计串联校正装置，并观测对比未校正系统/加串联校正装置后系统的稳定性和动态特性，并通过模拟实验检验设计的正确性。

实验原理：串联校正理论、波特图绘制。

实验设备：Matlab，实验箱，计算机。

实验安排：教师介绍实验室使用要求和安全须知，介绍软件和实验箱基本使用方法；学生每 2 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，实验结果以提供的时序仿真或实验箱演示为准。

五、达成课程目标的途径和措施

1、学生通过上机+实验箱与 Matlab 仿真实验，掌握典型环节设计的流程及典型环节软

件仿真模拟电路的阶跃特性测试，要求学生在熟悉实验系统的硬件操作环境和软件使用方法的基础上，学会时域法和频率特性法对自动控制系统的性能进行分析和设计校正

2、本课程是一门理论与实践结合性较强的课程，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、仿真实验有机结合，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、作业及随堂考核情况等，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 4 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

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）	实验（3）	期末考试（4）	
1	4	3	3	25	35
2	2	2	0	18	22
3	2	3	3	25	33
4	2	2	4	2	10
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：

$$A=\sum A_i \times P_i \qquad 6\text{-}2$$

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。

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、胡寿松编著,《自动控制原理（第 5 版）》，ISBN：978-7-03-018955-4，北京，科学出版社。

2、夏德钤翁贻方编著，《自动控制理论》，ISBN：978-7-111-02043-1，北京，机械工业出版社。

3、胡寿松主编，《自动控制原理习题解析》，ISBN：978-7-03-036555-2，北京，科学出

版社。

4、胡晓倩杨佳张莲余成波编著，《自动控制原理习题全解及 Matlab 实验》，ISBN：978-7-302-26135-3，北京，清华大学出版社。

5、视频资料：《自控控制原理》，http://v.ku6.com/show/J77fq3b6gc3QceJy.html，北京航空航天大学程鹏。

制定人： 张 鹏 **审定人：** 刘文耀 **批准人：**王红亮

2023 年 5 月 1 日

《单片机原理及应用》课程教学大纲

一、课程基本信息

制定人：曹慧亮　　教学基层组织审核人：穆继亮

开课学院：仪器与电子学院　　开课学院审核人：王红亮

课程名称（中文）：单片机原理及应用

课程名称（英文）：Foundation and Application of Microcontroller

课程类别：专业教育课程　　课程性质：必修

课程代码：Y2306000302　　适用层次：本科

适用专业：电子科学与技术　　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：5　　考核方式：考试

先修课程：数字电路技术

后续课程：电子系统设计综合实践

二、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务

本课程是一门属于硬件设计类的专业课程，是本专业的专业教育课程，也是学生学会单片机硬件结构、工作原理和单片机 C 语言程序设计的进阶课程，通过本课程的学习，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 STM32 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 STM32 系列单片机系统内部结构、中断系统、定时器和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。

2、课程目标

课程目标 1：能够通过分析将相关工程问题转化为技术问题，并采用 C 语言和单片机器件进行相应的数字电路设计。（支撑毕业要求指标点 3-1）。

课程目标 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 C 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。（支撑毕业要求指标点 3-3）。

课程目标 3：能够熟练使用 C 语言在单片机集成开发环境下进行设计。（支撑毕业要求指标点 5-2）。

思政目标：单片机技术是现代电子系统设计中的重要组成部分，是实现现代控制的重要

的工具与技术手段。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，提升学生在芯片应用方面的能力。

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，要求先修数字电子技术课程。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，使学生掌握最重要的 STM32 系列单片机系统的内部结构、中断系统及指令系统等概念，掌握相关设计方法与手段，以培养利用单片机系统解决工程问题的分析与设计能力。

2、学生通过上机操作，掌握 STM32 系列单片机系统的使用方法，掌握 C 语言程序设计方法。

3、利用软件手段来控制硬件电路，许多单片机应用的设计与具体应用密切相关，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案例设计中去的技能。

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：以 STM32 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 32 单片机芯片进行对比介绍。指令系统和 C 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）。

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 嵌入式系统简介** 1.1、嵌入式系统特点及发展趋势； 1.2、嵌入式处理器 ARM Cortex-M3 特点； 1.3、STM-32 系列微控制器。	**2**		**2**	**2**	**3-3**
2	**2 嵌入式单片机 STM32 硬件基础** 2.1、STM32 系列单片机外部结构； 2.2、STM32 系列单片机内部结构； 2.3、STM32F103 单片机输入输出口； 2.4、STM32F103 最小系统设计。	**2**		**2**	**1、3**	**3-1** **5-2**
3	**3 嵌入式单片机 STM32 软件开发基础** 3.1、Cortex-M3 微控制器软件接口标准 CMSIS； 3.2、基于 MDK 和标准库的 STM32 软件开发过程； 3.3、基于 MDK5 的 STM32 软件开发过程。	**2**		**2**	**1、3**	**3-1** **5-2**
4	**4 STM32 单片机的通用功能输入输出（GPIO）** 4.1、STM32F10x 的 IO 端口的组成及功能； 4.2、GPIO 常用库函数； 4.3、GPIO 使用流程； 4.4、GPIO 应用设计实例。	**4**	**2**	**6**	**2**	**3-3**
5	**5 中断系统** 5.1、中断的相关概念； 5.2、STM32F103 中断系统组成结构； 5.3、中断控制； 5.4、STM32 中断控制库函数；	**2**	**2**	**4**	**1、3**	**3-1** **5-2**

	5.5、外部中断使用流程； 5.6、STM32 外部中断应用设计实例。					
6	**6 STM32 通用同步/异步通信** 6.1、串行通信简介； 6.2、STM32 的 USART 的结构及工作方式； 6.3、USART 常用库函数； 6.4、USART 使用流程； 6.5、USART 应用设计实例； 6.6、串行通信接口抗干扰设计。	**2**	**2**	**4**	**1、3**	**3-1** **5-2**
7	**7 定时器模块** 7.1、STM32 定时/计数器概述； 7.2、STM32 通用定时器的结构； 7.3、STM32 通用定时器的功能； 7.4、通用定时器常用库函数； 7.5、通用定时器使用流程； 7.6、通用定时器应用设计。	**2**	**2**	**4**	**1、3**	**3-1** **5-2**
8	**8 STM32 直接存储器存取 DMA** 8.1、DMA 简介；（重点） 8.2、STM32 的 DMA 结构； 8.3、DMA 的工作过程； 8.4、DMA 常用库函数； 8.4、DMA 使用流程；	**2**		**2**	**1、3**	**3-1** **5-2**
9	**9 STM32 的摸/数转换器** 9.1、STM32 应用系统简介； 9.2、STM32 的 ADC 结构； 9.3、ADC 的工作模式；	**2**		**2**	**1、3**	**3-1** **5-2**

	9.4、ADC 常用库函数； 9.5、ADC 使用流程； 9.6、ADC 应用设计。					
10	**10 STM32 的集成电路总线 I^2C** 10.1、I^2C 总线通信简介； 10.2、STM32 的 I^2C 模块的功能及结构； 10.3、I^2C 的通信方式； 10.4、I^2C 常用库函数； 10.5、I^2C 使用流程； 10.6、I^2C 应用设计实例。	**2**		**2**	**1、3**	**3-1** **5-2**
11	**11 STM32 的串行外设接口 SPI** 11.1、SPI 总线通信简介； 11.2、STM32 的 SPI 特性及结构； 11.3、SPI 通信的实现； 11.4、SPI 常用库函数；	**2**		**2**	**1、3**	**3-1** **5-2**
合 计	/	**24**	**8**	**32**	/	/

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 嵌入式系统简介	0.10	2
2 嵌入式单片机 STM32 硬件基础	0.10	1、3
3 嵌入式单片机 STM32 软件开发基础	0.10	1、3
4 STM32 单片机的通用功能输入输出（GPIO）	0.20	2
5 中断系统	0.10	1、3
6 STM32 通用同步/异步通信	0.10	1、3
7 定时器模块	0.10	1、3
8 STM32 直接存储器存取 DMA	0.05	1、3
9 STM32 的摸/数转换器	0.05	1、3
10 STM32 的集成电路总线 I^2C	0.05	1、3
11 STM32 的串行外设接口 SPI	0.05	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 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。

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	单片机和集成电路芯片的发展历程、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，提高学生学习的应用能力。
2	国产芯片发展差距。	了解元器件国产化的重要性，增强学生的芯片应用能力。

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	支撑指标点
1	LED 闪烁及机械按键识别实验	2	验证性	必做	3	5-2
2	中断实验	2	验证性	必做	3	5-2
3	定时器呼吸灯实验	2	设计性	必做	2	3-3
4	接口实验	2	设计性	必做	2	3-3

实验环节主要是上机操作，要求保证上机条件，即具备 STM32 系列单片机系统开发用的 EDA 软件工具和硬件开发板；要求学生熟练掌握 STM32 系列单片机系统开发软件的使用方法；掌握在单片机 C 语言开发环境下排查常见的语法错误和编译错误的方法；掌握 STM32 系列单片机系统调试的方法；动手实现 GPIO、中断系统、定时器计数器、串口通信等模块的单片机 C 语言程序设计，共完成 4 个正常课内实验，占用 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：LED 闪烁实验

实验目的：了解 GPIO、LED 和机械按键的功能和实现原理，按键按下和松开来模拟开关量输入，利用 LED 反映开关量状态。

实验原理：C 语言；LED；GPIO。

实验设备：Keil，开发板，计算机。

实验安排：教师讲解 LED 和 GPIO 的工作原理和使用 Keil 编写控制程序的思路和要求，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，实验结果以提供的仿真或开发板演示为准。

实验二：中断实验

实验目的：对外部中断进行计数，并将计数值显示。

实验原理：C 语言；中断系统。

实验设备：Keil，开发板，计算机。

实验安排：教师讲解中断系统原理和使用 Keil 编写外部中断的程序思路和要求，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，实验结果以提供的仿真或开发板演示为准。

实验三：定时器呼吸灯实验

实验目的：对指定目标对象设定 20ms 脉冲周期，实现由暗变亮再变暗的循环过程。

实验原理：C 语言；PWM；通用定时器。

实验设备：Keil，开发板，计算机。

实验安排：教师讲解 PWM 波和通用定时器的工作原理及使用 Keil 编写定时的程序思路和要求，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，实验结果以提供的仿真或开发板演示为准。

实验四：接口实验

实验目的：扩展一片外部数据存储器，写入一组数据，并利用 STM32 串行口发送和接收数据（或两组通信），与 PC 机实现通讯。

实验原理：C 语言；存储器扩展；串行接口。

实验设备：Keil，开发板，计算机。

实验安排：教师讲解串行异步通信的工作原理和使用 Keil 编写控制程序的思路和要求，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，实验结果以提供

的仿真或开发板演示为准。

五、达成课程目标的途径和措施

1、学生通过上机操作，掌握至少 1 种（Keil 软件）单片机开发软件的使用方法，能够选择、使用 STM32 单片机实现一般场景中实际问题的解决，经过课后适当的实用锻炼，掌握单片机应用和程序设计技巧。

2、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、课内实验、作业及随堂考核情况等，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 5 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（5）	
1	1	4	0	5	10
2	8	16	16	40	80
3	1	3	1	5	10
考核环节成绩比例合计（%）	10	23	17	50	100

第 i 个分课程目标的达成度 Ai ：

$$A_{\mathrm{i}}=\sum G_{\mathrm{ik}}\times(S_{\mathrm{ik}}/P_{\mathrm{i}})$$

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：

$$A=\sum A_{\mathrm{i}}\times P_{\mathrm{i}}$$

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、参考书目及学习资料

1、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。

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

3、张淑清编著《嵌入式单片机 STM32 原理及应用》，ISBN9787111633525，机械工业出版社。

4、高延增编著《嵌入式系统开发基础教程——基于 STM32F103 系列》，ISBN 9787111673460，机械工业出版社。

5、网上资源：

浙江大学，司玉林，STM32 嵌入式

https://www.icourse163.org/course/ZJU-1461550163?from=searchPage&outVendor=zw_mooc_pcssjg_。

制定人：曹慧亮　　**审定人**：穆继亮　　**批准人**：王红亮

2023 年 5 月 1 日

《传感器原理及设计》课程教学大纲

一、课程基本信息

制定人：郭涛　　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：王红亮

课程名称（中文）：传感器原理及设计

课程名称（英文）：Sensors Principle and Application

课程类别：专业教育课程　　课程性质：必修

课程代码：Y2306000303　　适用层次：本科

适用专业：测控技术与仪器　　计划学分：3

计划学时（周数）：48　　讲课学时：38　　实验学时：10

开课学期：5　　考核方式：考试

先修课程：工程力学、工程制图、模拟电子技术、数字电子技术、精密仪器零件设计

后续课程：测控系统设计综合实践

二、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务

本课程是测控技术与仪器及智能感知工程专业的主要专业技术课，也是电子科学与技术专业专业选修课，为了使学生能够全面地学习传感器的原理、分类方式及应用方法而设置的。通过学习传感器特性及不同类型传感器原理，使学生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，使学生能够在工程测试技术中合理选择最优测试方案。

2、课程目标

课程目标 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。（支撑毕业要求指标点 1-2）。

课程目标 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。（支撑毕业要求指标点 2-1）。

课程目标 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。（支撑毕业要求指标点 3-1）。

课程目标 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。（支撑毕业要求指标点 4-2）。

思政目标：传感器技术是智能社会发展的基础，是现代信息技术的三大支柱之一，是国家基本战略，是实现中国梦的重要一个环节。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、本课程是在二年基础课后所设置的技术专业课之一，先修课程有：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）。

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 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。	2		2	1、2	1-2 2-1
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。	6	2	8	4	4-2
3	**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）	2		2	3	3-1
4	**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）	4		4	1	1-2

5	**5 电容式传感器（4 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。	**4**		**4**	**1、3**	**1-2** **3-1**
6	**6 电感式传感器（4 学时）** 6.1、电感式传感器工作原理；（重点） 6.2、差动变压器式电感传感器工作原理；（难点） 6.3、电涡流式传感器工作原理；（难点） 6.4、电感式传感器的应用。	**4**	**2**	**6**	**1、3**	**1-2** **3-1**
7	**7 压电式传感器（4 学时）** 7.1、压电式传感器的工作原理；（重点） 7.2、压电元件常用结构形式； 7.3、压电元件的等效电路及测量电路；（难点） 7.4、电式加速度传感器设计及应用； 7.5、压电式压力传感器设计及应用。	**4**	**2**	**6**	**2**	**2-1**
8	**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。	**4**		**4**	**1、3**	**1-2** **3-1**
9	**9 热电式传感器（2 学时）** 9.1、热电偶原理及应用；（重点）	**2**		**2**	**1**	**1-2**

	9.2、热电阻原理及应用； 9.3、热敏电阻原理及应用。					
10	**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。	**2**		**2**	**1、4**	**1-2** **4-2**
11	**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。	**2**	**2**	**4**	**1**	**1-2**
12	**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）	**2**	**2**	**4**	**1**	**1-2**
合 计	/	**38**	**10**	**48**	/	/

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、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	**0.10**	**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、3**
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**	**1、3**
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**	**2**
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

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	传感器概述：传感器的定义及分类以及传感器的作用与地位以及学会传感器技术的发展动向	传感器技术是智能社会发展的基础，是现代信息技术的三大支柱之一，是国家基本战略，是实现中国梦的重要一个环节。
2	国内外传感器技术的发展现状和差距	通过了解国内外该技术的发展现状和差距，激发学生重视传感技术进步与创新，为国民经济发展和国家进步贡献力量的意识。

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	支撑指标点
1	应变式传感器静态特性实验	**2**	验证性	必做	**1、4**	**1-2** **4-2**
2	电涡流传感器标定与测位移实验	**2**	验证性	必做	**1、3**	**1-2** **3-1**
3	压电式加速度传感器实验	**2**	验证性	必做	**2**	**2-1**

4	霍尔传感器特性标定实验	**2**	验证性	必做	**1**	**1-2**
5	反射光纤位移传感器特性实验~~试验~~	**2**	验证性	必做	**1**	**1-2**

实验环节主要是通过传感器试验箱来完成，要求掌握使用实验箱试用方法，预习并试用实验箱完成各类型传感器的标定及测试实验，可以使用相关软件完成数据处理。

10 个学时共完成 5 个实验，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，养成细致准确的数据处理习惯。

实验一：应变式传感器静态特性试验

实验目的：本实验说明应变式传感器的特性和工作原理，了解一般测试系统的组成及其主要元器件的作用，初步掌握它们的调整方法，会组建测试系统。掌握应变式传感器特性的测试方法。

实验原理：传感器静态特性基本原理、1/2 桥或全桥测量系统。

实验设备：直流稳压电源、电桥、差动放大器、箔式应变片、测微头、电压表。

实验安排：教师介绍实验室使用仪器的安全须知，介绍使用仪器使用方法和实验的基本原理，说明实验步骤；学生根据实验步骤进行实验，并记录测量数据，最少测量三组数据。根据数据描绘出实验曲线。计算实验数据，得出实验结果。求出灵敏度、线性度、重复性。

实验报告要求：采用标准实验报告格式，提供实验结果数据和实验结果曲线图，实验结果以实际操作得出的数据为准。

实验二：电涡流传感器标定与测位移试验

实验目的：掌握电涡流传感器的特性和工作原理。掌握电涡流传感器静态特性和标定方法。

实验原理：电涡流式传感器的工作原理。

实验设备：电涡流线圈、金属涡流片、电涡流变换器、测微仪、示波器、电压表。

实验安排：教师讲解使用仪器的方法和要求，学生们安装好电涡流线圈和金属涡流片开始进行测试用示波器观察变换器的振荡波形将数据记录，根据表中数据计算出灵敏度，最后在坐标纸上做出 V-X 曲线，分析电涡流传感器的静态特性。

实验报告要求：采用标准实验报告格式，提供实验结果数据和实验结果曲线图，实验结果以实际操作得出的数据为准。

实验三：压电式加速度传感器实验

实验目的：了解压电加速度计的结构、原理和应用。

实验原理：压电式传感器是一种典型的有源传感器（发电型传感器）。压电传感元件是力敏感元件，在加速度等外力作用下，在电介质表面产生电荷，从而实现非电量的电测。

实验设备：压电传感器、电荷放大器（电压放大器）、低频振荡器、激振器、低通滤波器、示波器。

实验安排：教师讲解使用仪器的方法和要求，学生们连接好低频振荡器输出接“激振II（2）”端，开启电源，调节振动频率与振幅，用示波器观察低通滤波器输出波形。当悬梁处于谐振状态时振幅最大，此时示波器所观察到的波形 Vp-p 也最大，并记录 Vp-p 和振动频率，用坐标纸画出输出波形。

实验报告要求：采用标准实验报告格式，提供实验结果数据和实验结果曲线图，实验结果以实际操作得出的数据为准。

实验四：霍尔传感器特性标定试验

实验目的：本实验说明霍尔传感器的特性和工作原理，掌握霍尔传感器的实际应用。

实验原理：霍尔传感器的工作原理。

实验设备：霍尔式传感器、直流稳压电源、差动放大器、振动圆盘、测微仪、电桥、电压表。

实验安排：教师讲解使用仪器的方法，说明实验原理。同学们根据实验步骤进行测量，记录测量数据，根据数据描绘出实验曲线，计算实验数据得出实验结果。

实验报告要求：采用标准实验报告格式，提供实验结果数据和实验结果曲线图，实验结果以实际操作得出的数据为准。

实验五：反射光纤位移传感器特性实验试验

实验目的：掌握反射式光纤位移传感器工作原理，掌握反射式光纤位移传感器静态特性标定方法。

实验原理：反射光纤位移传感器的工作原理。

实验设备：光纤、光电转换器、电压表、支架、反射片、测微仪。

实验安排：教师讲解使用仪器的方法，说明反射式光纤位移传感器的实验原理，同学们根据实验步骤进行测量，记录测量数据，根据数据描绘出实验曲线，计算实验数据得出实验结论。

实验报告要求：采用标准实验报告格式，提供实验结果数据和实验结果曲线图，实验结

果以实际操作得出的数据为准。

五、达成课程目标的途径和措施

1、本课程是一门应用性很强的课程，要求学生通过实验环节掌握传感器特性的标定方法，在课堂教学上，充分利用各种媒体教学手段，采取课堂教学、多媒体课件、综合性实验方式有机结合，提高教学效率。

2、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。

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结合现阶段传感器的发展方向、传感器的设计案例分析及不同种类传感器的应用场景等多种教学方法，进一步提高学生对传感器的认识。

六、考核方式

1、评价环节

课程考核方式包括期末考试，课内实验，作业及随堂考核情况等，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 4 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（5）	
1	5	4	6	20	35
2	1	2	1	11	15
3	2	3	1	19	25
4	2	1	2	20	25
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、参考书目及学习资料

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。

制定人：郭涛　　**审定人**：刘文耀　　**批准人**：王红亮

2023 年 5 月 1 日

《光测技术》课程教学大纲

一、课程基本信息

制定人：郭浩　　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：王红亮

课程名称（中文）：光测技术

课程名称（英文）：Optical measurement technology

课程类别：专业教育课程　　课程性质：必修

课程代码：Z2306010304　　适用层次：本科

适用专业：测控技术与仪器　　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：5　　考核方式：考试

先修课程：高等数学、大学物理

后续课程：光电探测技术、测控系统设计综合实践

二、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务

本课程是一门以光学基本原理为基础的测控技术与仪器专业的专业教育课程，是一门实验性很强，理论密切联系实际的技术基础课，是现代传感器技术与测控技术的重要技术基础。通过本科程的理论学习，结合实验，可使学生理解光的各种特性，可利用光的各种特性来解决测控实际工程中的应用问题。

2、课程目标

课程目标 1：掌握光学测试技术涉及的基础理论和相应的应用技术，在今后测控技术工程中会运用基本的光学测试技术分析解决具体问题。（支撑毕业要求指标点 1-1）。

课程目标 2：能够将光测技术相关理论和方法应用到光、机、电一体化复杂工程问题中，理解现代科技多学科交叉渗透的特点，开阔思路。（支撑毕业要求指标点 1-2）。

课程目标 3：提升对光测技术专业知识的探索和创新意识，增强对测控技术与仪器专业复杂工程问题解决的适用性及实验设计能力。（支撑毕业要求指标点 4-1）。

思政目标：光测技术是测控专业的重要方向之一，课程教学可以验证、巩固和补充理论知识，有助于扩展学生的思路。在课堂教学过程中讲授专业知识的同时，通过介绍国内外该

技术发展历程中关键技术点的突破过程，引导学生树立综合考虑各因素、调和多种影响因素和可持续发展的意识。通过使学生了解光测技术在国计民生中发挥的重要作用，激发学生服务社会的情怀。

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、本课程为专业技术基础课，要求先修高等数学、大学物理课程，在教学中应注重基础知识、基本概念和思维方法的传授，培养学生建立光学特性与测控技术相结合解决工程问题的技能；通过习题练习，实验教学，结合经典的实例，使学生理解应用光学与物理光学的特性；

2、结合课堂所传授知识，学生的课外作业通过网上查新，学会应用光学及物理光学的知识在测试技术中应用的方法，培养学生具有把光学测试技术与实际测控技术相结合应用的思维能力。

3、深度和广度说明：在课堂教学中，引导学生对光学基本原理的整体把握，课堂讲授中讲解基本的光学概念、基本光学规律和光学测试问题解决思路；在掌握课程基本光学原理及规律的基础上，使学生能够触类旁通；在微观上启发学生能够从光学规律的建立过程出发，应用基本光学原理及规律建立光学测试模型去分析和解决实际光学测试问题。在课堂讨论中，对学生提出的疑难问题，大家一起分析研究，并提出解决方案。

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
1	**1 绪论** 了解光学发展简史。	2	0	2	3	4-1
2	**2 几何光学基础** 2.1、掌握几何光学的基本定律；（重点） 2.2、掌握近轴光在单球面上的成像；（重点） 2.3、掌握薄透镜成像；（重点、难点） 2.4、掌握共轴球面系统的成像，学会应用物像距公式设计简单光学系统；（难点） 2.5、掌握几何光学仪器：在分析照相、望远、显微系统的基础上，会设计简单的望远镜和显微镜光学系统。	8	2	10	1、2	1-1 1-2
3	**3 光源和探测器** 3.1、了解辐射度学与光度学，应用光度学科学进行光学测试数据计算； 3.2、了解各种光源用途及特点的学习，学会在不同的用途对光源合理选择； 3.3、了解探测器（一），学会应用外光电效应元器件解决光探测问题； 3.4、了解探测器（二），学会应用内光电效应元器件解决光探测问题；了解国内光测器件与国际的差距，光测技术的特点和发展趋势	2	0	2	2、3	1-2 4-1
4	**4 光波特性** 4.1、了解光波与电磁波、麦克斯韦电磁方程； 4.2、掌握光波的数学描述与光波迭加；（重点） 4.3、了解光在各向同性介质中的反射和折射原理； 4.4、 掌握菲涅尔公式；（难点） 4.5、了解反射率和透射率。	4	0	4	1、2	1-1 1-2
5	**5 干涉及其应用**	6	2	8	1、3	1-1

	5.1、掌握振幅分割的干涉；（重点） 5.2、了解光源的相干性； 5.3、掌握光的时间相干、空间相干；（重点） 5.4、了解干涉度量技术及装置； 5.5、了解国内光测技术与国际的差距，光测技术的特点和发展趋势					**4-1**
6	**6 光的衍射及其应用** 6.1、了解光波衍射的基本理论； 6.2、掌握单缝衍射及其应用。（重点）	**4**	**2**	**6**	**2、3**	**1-2** **4-1**
7	**7 光的偏振及应用** 7.1、了解偏振效应：起偏与检测； 7.2、了解晶体的双折射； 7.3、掌握光的偏振及应用。（重点）	**4**	**2**	**6**	**1、2**	**1-1** **1-2**
8	**8 量子光学及应用** 8.1、了解量子光学的基本理论； 8.2、了解原子/分子测量技术及装置。	**2**	**0**	**2**	**1、2**	**1-1** **1-2**
合 计	/	**32**	**8**	**40**	/	/

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、几何光学的基本定律；近轴光在单球面上的成像；薄透镜成像；共轴球面系统的成像；应用物像距公式设计简单光学系统	**0.20**	**1、2**
2、辐射度学与光度学，应用光度学科学；数据计算；各种光源用途及特点的学习，探测器原理	**0.20**	**2、3**
3、光波与电磁波、麦克斯韦电磁方程；光的反射和折射原理；菲涅尔公式	**0.20**	**1、2**
4、振幅分割的干涉；光的时间相干、空间相干；干涉度量技术	**0.20**	**1、3**
5、光波衍射的基本理论；单缝衍射及其应用	**0.10**	**2、3**
6、偏振效应；晶体的双折射	**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。

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	光测技术的发展历程中重大技术突破的过程	通过对比分析光测技术发展历程，引导学生树立综合考虑各因素、调和多种影响因素和可持续发展的意识
2	国内光测技术的特点、发展趋势和重要应用	了解光测技术的重要意义，激发学生服务社会的情怀。

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	支撑指标点
1	几何光学实验	**2**	验证性	必做	**1、2**	**1-1** **1-2**
2	单缝干涉衍射测细丝直径	**2**	验证性	必做	**2、3**	**1-2** **4-1**
3	多缝干涉衍射实验	**2**	验证性	必做	**2、3**	**1-2** **4-1**
4	光的偏振实验	**2**	验证性	必做	**2、3**	**1-2** **4-1**

实验环节主要是到实验室实验台操作，要求保证实验条件，即具备常用的光测实验仪器与工具；要求学生熟练掌握光学测量仪器的工作的基本原理和测量方法；掌握单缝衍射用于

测细丝直径的方法；掌握多缝衍射干涉现象用于测光栅线距的方法；掌握光的偏振的基本概念和现象的观测方法等。

实验环节由 8 个学时共完成 4 个实验。前 3 个为正常课内实验，最后 1 个实验为分组实验，需要学生在课外补充一些时间来完成。通过实验操作让学生掌握光特性变化，验证知识，从中获得新的启发，通过练习，巩固所学的基本原理和规律。

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：几何光学实验

实验目的：1、掌握光学仪器的工作原理。

2、了解光学仪器参数的测量方法。

实验原理：开普勒式望远镜、伽利略式望远镜

实验设备：白炽灯，品字屏、凸透镜、凹透镜、被测透镜

实验安排：教师介绍实验室使用要求和安全须知，介绍实验仪器基本使用方法；学生们独立完成实验。

实验报告要求：采用标准实验报告格式，提供实验结果的数据和照片，实验结果以提供的实验参考为准。

实验二：单缝干涉衍射测细丝直径

实验目的：1、研究单缝衍射现象。

2、研究单缝衍射现象测细丝直径的方法。

实验原理：单缝衍射、单缝夫琅和费衍射、细丝直径测量

实验设备：氦氖激光灯、光具座、待测细丝、卷尺

实验安排：教师介绍实验室使用要求和安全须知，介绍实验仪器基本使用方法；学生们独立完成实验。

实验报告要求：采用标准实验报告格式，提供实验结果的数据和照片，实验结果以提供的实验参考为准。

实验三：多缝干涉衍射实验

实验目的：1、研究多缝衍射干涉现象。

2、研究多缝衍射干涉现象测光栅线距的方法。

实验原理：衍射、干涉、双峰衍射

实验设备：氦氖激光灯、光具座、待测细丝、卷尺

实验安排：教师介绍实验室使用要求和安全须知，介绍实验仪器基本使用方法；学生们独立完成实验。

实验报告要求：采用标准实验报告格式，提供实验结果的数据和照片，实验结果以提供的实验参考为准。

实验四：光的偏振实验

实验目的：1、研究光的偏振现象。

2、掌握马吕斯定律。

实验原理：偏振光的检测

实验设备：800mm 的光学实验导轨、激光功率指示仪、二维可调半导体激光器、偏振片/波片架（含偏振片/波片）、显示屏、旋光液池（腔长 100mm）（选购）、导轨滑块。

实验安排：教师介绍实验室使用要求和安全须知，介绍实验仪器基本使用方法；学生们可以分组完成实验。

实验报告要求：采用标准实验报告格式，提供实验结果的数据和照片，实验结果以提供的实验参考为准。

五、达成课程目标的途径和措施

1、学生通过对实验仪器的操作，掌握多种光测实验的工作原理，能够掌握光的单缝干涉衍射测量、多缝干涉衍射测量等方法，了解各种光学原理的应用，经过课后适当的实用锻炼，掌握光测技术的实验技巧。

2、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，要求在教学方法上，充分利用各种媒体教学手段，采取课堂讲授、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、作业及随堂考核情况等，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）	实验（3）	期末考试（4）	
1	3	4	4	19	30
2	4	6	7	23	40
3	3	5	4	18	30
考核环节成绩比例合计（%）	10	15	15	60	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、参考书目及学习资料

1、石顺祥，《物理光学与应用光学》，西安电子科技大学出版社，ISBN 9787560608501。

2、母国光，《光学(第二版)》，高等教育出版社，ISBN 9787040266481。

3、钟锡华，《现代光学基础》，北京大学出版社，ISBN 9787301064634。

制定人：郭浩　　**审定人**：刘文耀　　**批准人**：王红亮

2023 年 5 月 1 日

《测控电路设计》课程教学大纲

一、课程基本信息

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：王红亮

课程名称（中文）：测控电路设计

课程名称（英文）：Design of measurement and control circuit

课程类别：专业教育课程　　课程性质：必修

课程代码：Z2306010303　　适用层次：本科

适用专业：测控技术与仪器　　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：电路原理、模拟电子技术、数字电子技术、信号与系统

后续课程：测控系统设计综合实践

二、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务

《测控电路设计》是测控技术与仪器专业的一门必修课程，是电子技术与测量、控制之间的一座桥梁，能够实现二者之间语言的翻译与沟通。本课程注重电路的外部特性，与前期侧重内部特性的专业基础课前后衔接，与同期专业课互相渗透，按照基本元器件级、电路级、系统级循序渐进的思路，提出系统级实用电路设计步骤和实现过程，为提高学生的实践能力与创新能力提供电路分析、设计与应用平台。

2、课程目标

课程目标 1：能够根据工程应用对测控电路的具体要求，采用模块化测控电路设计思路和设计方法进行复杂测控电路工程设计。（支撑毕业要求指标点 3-1）。

课程目标 2：能够在测控电路设计过程中，充分考虑电路设计成本、工作安全性、可否循环利用等因素，使设计的测控电路具备成本低、安全性高、可循环使用的特征。（支撑毕业要求指标点 3-2）。

课程目标 3：能够基于所学测控电路基本知识，阅读与测控电路工程应用相关的科技文档和科研论文，并能够阐述相关电路的基本工作原理。（支撑毕业要求指标点 4-1）。

课程目标 4：能够根据指标要求，确定测控电路设计方案，并利用 Multisim 等软件对所设计测控电路进行自动化仿真及优化设计。（支撑毕业要求指标点 5-2）。

课程目标 5：能够选择环境友好的元器件完成测控电路的设计组装；能够设计低能耗、安全合理的方案完成测控电路调试、测试、及故障排除，解决实际工程中的检测、计量及控制任务。（支撑毕业要求指标点 7-2）。

思政目标：通过学习测控电路在各种高、精、尖测试仪器中的应用和国内外相关技术现状，了解我国在该领域与国外的差距，激发学生从事自主高端测试仪器研发、解决我国在测试领域“卡脖子”技术难题的意识。通过让学生自主设计测控电路解决具体工程问题，使学生了解自主设计的辛劳和难度，激发学生对自主知识产权的重视和保护意识。

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，要求先修电路原理，模拟电子技术、数字电子技术、信号与系统课程，在教学中应注重基础理论、基本概念和思维方法的传授，通过测控系统中常用元器件、单元电路和系统电路的学习，使学生把所学过的电路和元器件进行组合以达到测控系统所规定的性能指标。

2、教师通过讲授典型单元电路实例的分析、设计，让学生学习如何与传感器、计算机紧密结合，围绕精、快、灵和测控系统的要求来选用电路、设计电路，学会测控电路的分析、选择及设计方法，提高学生的电路综合设计能力。

3、学生会选择不同典型单元电路的仿真软件、运用 EDA 软件工具来仿真设计硬件电路，学会测控电路自动化设计技巧。

4、课程是一门实践性很强的课程。要求学生通过实验环节巩固所学内容，学生通过实验，能自己动手设计、制作测试系统中常用的电子线路，通过实验加深对理论知识的理解。

5、深度和广度说明：对典型单元电路的分析与设计要深入讲解，对各大公司的典型电子器件广泛介绍；对器件内部结构学习即可，实现测控电路所要求的性能指标是重点。

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）。

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 测控电路概述（2 学时）** 1.1、测控系统组成和设计要求； 1.2、测控电路的功能设计要求； 1.3、测控电路的优化设计方法；（重点、难点） 1.4、各单元电路之间的连接与匹配。	2		2	1、2、3、5	3-1 3-2 4-1 7-2
2	**2 传感器与接口电路（2 学时）** 2.1、阻性传感器和容性传感器的接口电路的设计；（重点） 2.2、电压输出型、电荷输出型和电流输出型传感器接口电路的设计；（难点） 2.3、新型传感器的接口电路。	2		2	2、3、5	3-2 4-1 7-2
3	**3 运算放大器的特性及各种连接（4 学时）** 3.1、理解运算放大器基本原理，知晓主要性能指标； 3.2、会运用集成运算放大器的基本分析方法分析典型电路； 3.3、测量放大电路的设计。（重点、难点）	4	2	6	2、3、5	3-2 4-1 7-2
4	**4 信号滤波电路**（4 学时） 4.1、滤波器的基本知识； 4.2、滤波器特性的逼近；（难点） 4.3、有源滤波器的设计；（重点） 4.4、数字滤波器。	4	2	6	1、2	3-1 3-2
5	**5 信号运算电路（4 学时）** 5.1、差分、加法和减法运算电路的设计； 5.2、微分积分、对数指数运算电路的设计； 5.3、模拟乘法器组成的运算电路的设计。（重点、难点）	4	2	6	1、2	3-1 3-2
6	**6 信号转换电路（2 学时）**	4	0	4	1、2	3-1

	6.1、采样保持电路； 6.2、电压比较电路的设计；（重点、难点） 6.3、电压/频率和电压/电流转换电路的设计；（重点、难点） 6.4、波形转换电路。					**3-2**
7	**7 信号调制与解调电路（4 学时）** 7.1、调制解调的功用与类型； 7.2、调幅式和调频式测量电路的设计；（重点、难点） 7.3、理解集成锁相环； 7.4、理解脉冲宽度调制电路。	**4**	**0**	**4**	**1、2**	**3-1** **3-2**
8	**8 波形发生电路（2 学时）** 8.1、振荡电路的作用和分类； 8.2、正弦波振荡电路的设计；（重点、难点） 8.3、非正弦波振荡电路的设计；（重点、难点） 8.4、理解晶体振荡器； 8.5、学习集成波形发生器。	**2**	**0**	**2**	**1、2**	**3-1** **3-2**
9	**9 执行器件的驱动电路（2 学时）** 9.1、继电器、直流电机、步进电机、变频电路等典型执行器件的工作原理； 9.2、测控电路与典型执行器件的驱动电路。（重点、难点）	**2**	**0**	**2**	**1**	**3-1**
10	**10 测控系统的抗干扰措施（2 学时）** 10.1、干扰抑制技术的基础知识；（难点） 10.2、和理解源干扰的抑制技术。（重点）	**2**	**0**	**2**	**1、2、5**	**3-1** **3-2** **7-2**
11	**11 测控系统中的电路设计实例（2 学时）** 11.1、典型测控系统的工作原理与组成方法； 11.2、加速度、角速度、温度、压力、速度等典型物理量的测控电路设计。（重点、难点）	**2**	**4**	**6**	**1、2、5**	**3-1** **3-2** **7-2**
合 计	/	**30**	**10**	**40**	/	/

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、测控电路概述	**0.05**	**1、2、3、5**
2、传感器与接口电路	**0.05**	**2、3、5**
3、运算放大器的特性及各种连接	**0.1**	**2、3、5**
4、信号滤波电路	**0.15**	**1、2**
5、信号运算电路	**0.15**	**1、2**
6、信号转换电路	**0.1**	**1、2**
7、信号调制与解调电路	**0.15**	**1、2**
8、波形发生电路	**0.1**	**1、2**
9、执行器件的驱动电路	**0.05**	**1**
10、测控系统的抗干扰措施	**0.05**	**1、2、5**
11、测控系统中的电路设计实例	**0.05**	**1、2、5**

本课程不允许申请免修。

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	测控电路概述	通过学习测控电路在各种高、精、尖测试仪器中的应用和国内外相关技术现状，了解我国在该领域与国外的差距，激发学生从事自主高端测试仪器研发、解决我国在测试领域“卡脖子”技术难题的意识。
2	测控系统中的电路设计实例	通过实例介绍和让学生自主设计测控电路解决具体工程问题，使学生了解自主设计的辛劳和难度，激发学生对自主知识产权的重视和保护意识。

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	支撑指标点
1	运算放大电路参数设计	**2**	验证性	必做	**4**	**5-2**
2	电桥放大电路设计	**2**	设计性	必做	**1、4**	**3-1** **5-2**
3	有源滤波电路设计	**2**	设计性		**1、4**	**3-1** **5-2**
4	综合测控电路设计-温度数字测量系统	**4**	综合性	必做	**1、4、5**	**3-1** **5-2** **7-2**

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 Multisim 电路仿真软件工具；要求学生能够在 Multisim 软件中熟练绘制电路，并能够基于仿真结果分析电路问题

并进行改进设计；掌握基本运算放大电路连接方法和输入输出特点；掌握电桥放大电路连接方法和典型应用、掌握滤波电路结构和幅频、相频特性；掌握至少一种电路输出结果显示方法；最终能够做到基于设计要求和仿真软件，自主设计方案，并利用仿真进行方案优化，完成相应测控系统的初步设计。

10 个学时共完成 4 个实验，均为必做实验。实验时教师全程指导，重点是对软件操作问题进行解答，但不告诉学生具体实现方案，而是提示相关知识点让学生自主思考寻找解决方案。由于实验内容较多、且学生需完成 4 个实验报告，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 运算放大电路参数设计（2 学时）

实验目的：通过实验，熟悉信号放大电路的设计方法，理解可编程增益放大电路的原理和设计方法，掌握加减运算电路的原理及设计方法。

实验原理：熟悉运算放大器的性能指标及使用方法，学会同相、反相放大器设计方法，测量同相、反相放大器的带宽，验证 GBW 是否为一常数，观察输出饱和的情况，学会加减运算电路的原理及设计方法。

实验设备：安装有 Multisim 仿真软件的计算机。

实验安排：教师介绍实验室使用要求和安全须知，介绍同相、反相放大器、加减运算电路的设计要点；学生每人 1 机，独立完成电路仿真。

实验报告要求：采用标准实验报告格式，提供实验设计思路、仿真软件中绘制的电路截图和仿真结果截图、结果分析、实验小结和心得体会。

实验二 电桥放大电路设计（2 学时）

实验目的：通过实验，熟悉电桥放大电路的类型；理解电桥放大电路的原理；掌握电桥放大电路的设计方法。

实验原理：熟悉电桥放大电路的类型，通过改变不同类型电桥桥臂的电阻值，观察分析输出电压与电阻之间的关系，学会电桥放大电路的设计方法。

实验设备：安装有 Multisim 仿真软件的计算机。

实验安排：教师介绍实验室使用要求和安全须知，介绍电桥电路工作原理和基本设计方法；学生每人 1 机，独立完成电路仿真。

实验报告要求：采用标准实验报告格式，提供实验设计思路、仿真软件中绘制的电路截

图和仿真结果截图、结果分析、实验小结和心得体会。

实验三 有源滤波电路设计（2 学时）

实验目的：通过实验，熟悉有源滤波的原理；掌握设计步骤和方法。

实验原理：熟悉低通、高通、带通、带阻有源滤波器的特点和性能指标，会分析各类有源滤波电路的设计要点，测量输入、输出波形、幅频特性曲线以及带宽、截止频率、中心频率等参数，分析输出结果是否和理论设计一致。

实验设备：安装有 Multisim 仿真软件的计算机。

实验安排：教师介绍实验室使用要求和安全须知，介绍有源滤波电路的工作原理和基本设计方法；学生每人 1 机，独立完成电路仿真。

实验报告要求：采用标准实验报告格式，提供实验设计思路、仿真软件中绘制的电路截图和仿真结果截图、结果分析、实验小结和心得体会。

实验四 综合测控电路设计-温度数字测量系统（4 学时）

实验目的：学习并掌握数字测量系统的设计步骤和基本设计原则；掌握信号调理电路的设计方法；掌握 ADC 的芯片选择和设计方法。

实验原理：综合运用所学知识，设计信号数字测量电路，计算信号调理电路参数、ADC 采集频率、位数等参数，搭建相应的仿真电路模型，验证设计功能指标。

实验设备：安装有 Multisim 仿真软件的计算机。

实验安排：教师介绍实验室使用要求和安全须知，介绍温度测量系统的具体实现要求，提示总体设计思路；学生每人 1 机，独立完成电路仿真。

实验报告要求：采用标准实验报告格式，提供实验设计思路、仿真软件中绘制的电路截图和仿真结果截图、结果分析、实验小结和心得体会。

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，将电路工作原理进行动画展示，知识点讲授过程中采用问题引导的教学方法，提升学生学习兴趣。

2、采用案例式教学，在讲授测控电路知识点的同时，介绍相应的工程应用案例，培养学生对相关知识的实际应用能力。

3、本课程有 10 个学时的实验，通过实验使学生掌握电路设计仿真软件的使用方法，具体实验内容见“四、本课程开设的实验项目”。

六、考核方式

在考核学生对测控电路设计基本知识、基本原理和方法的基础上，重点考核学生的器件、单元电路的选择能力、模块设计能力和工具使用方法的掌握程度。

1、评价环节

课程考核方式包括作业、实验、期末考试

2、定量评价

本课程包含 5 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 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（%）
	作业	实验	期末考试	
1	3	6	21	30
2	4		16	20
3	10			10
4		20		20
5		16	4	20
考核环节成绩比例合计（%）	17	42	41	100

第 i 个分课程目标的达成度 A_i ：

$$A_i = \sum G_{ik} \times (S_{ik} / P_i) \tag{6-1}$$

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：

$$A = \sum A_i \times P_i \tag{6-2}$$

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、参考书目及学习资料

1、郝晓剑编著，《测控电路设计与应用》第 3 版，电子工业出版社，ISBN:978-7-121-30715-7, 2017。

2、张金编著，《模拟信号调理技术》，电子工业出版社，ISBN:978-7-121-15245-0,2012。

3、李醒飞编著，《测控电路》第 6 版，机械工业出版社，ISBN: 978-7-111-68554-8,2021。

4、中国大学视频公开课---搜“测控的奥妙”：

http://www.icourses.cn/viewVCourse.action?courseCode=10006V008

5、中国大学精品视频公开课---搜“仪器科学与科技文明”：

http://www.icourses.cn/viewVCourse.action?courseCode=10006V008

制定人：高晋阳　　**审定人**：刘文耀　　**批准人**：王红亮

2023 年 5 月 1 日

《测控技术与仪器专业外语》课程教学大纲

一、课程基本信息

制定人：戴萧嫣　　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：王红亮

课程名称（中文）：测控技术与仪器专业外语

课程名称（英文）：The Professional English of Measurement and Control Technology and Instruments

课程类别：专业教育课程　　课程性质：必修

课程代码：Z2306010305　　适用层次：本科

适用专业：测控技术与仪器专业　　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：7　　考核方式：考查

先修课程：大学英语、传感器原理及设计、信号与系统

后续课程：毕业设计

二、课程性质和教学目标

1、课程性质与任务

本课程是测控技术与仪器专业一门必修课程，是在本专业本科生掌握相关的专业基础知识之后，进行专业应用拓展的一门课程。本课程的开设是为了让学生能够使用测控技术与仪器这门学科的专用词汇并清楚其最新进展，是促成学生从学习过渡到实际应用的有效途径，为毕业后从事科学研究、工程技术工作打下必要的外语基础。

2、课程目标

课程目标 1：熟悉测控技术与仪器专业的专用词汇，并具备将测控技术与仪器专业的基本理论用英文表述的能力。（支撑毕业要求指标点 10-1）。

课程目标 2：具备国际视野，能够与专业相近人员实现跨文化背景下的沟通与交流。（支撑毕业要求指标点 10-2）。

课程目标 3：对该专业的发展现状较为清楚，并能通过自我学习不断提高学生在测控技术与仪器外文文献方面的读写能力。（支撑毕业要求指标点 12-2）。

思政目标：专业英语的学习是了解国外专业先进技术的有效途径之一。通过了解国内外

该专业技术的发展现状和差距，激发学生重视技术进步和创新，为国名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，需要先修传感器原理及设计、信号与系统、测控电路设计。在教学中应注重与之前的基础知识、基本概念匹配，帮助学生对照理解。

2、授课教师需要具备测控技术与仪器的专业背景，并具备一定的本专业听说读写能力。

3、学生具有一定的对科技文献的双向翻译能力，并且能够依靠自身的专业背景知识阅读具有一定难度和深度的技术文献。

4、深度和广度说明：对传感器相关指标、信号调理及模数转换部分相关的词汇和表达要深入讲解；对专业外语特点、专业外语的语法、特有构词法应拓展讲授，使学生专业外语读写能力有所提高。

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** Introduction（2 学时） 1.1、 What is Professional English? 1.2、 Rhetoric Features （重点） 1.3、 Vocabulary Features 1.4、 Grammar Features（难点、重点） 1.5、Basic Instrumentation 1.6、Measurement Uncertainty	3		3	1、2	10-1 10-2
2	**2** Sensors（3 学时） 2.1、Sensors Versus Transducers（重点） 2.2、Sensors as Black Boxes（难点） 2.3、Definitions （难点、重点） 2.4、Example Applications	3		3	1、3	10-1 12-2
3	**3** Sensors and Signal Conditioning（3 学时） 3.1、Transfer Function：Zero-Order Systems（难点、重点） 3.2、The Electronics of Signal Conditioning（难点、重点） 3.3、Example Applications	3		3	1、3	10-1 12-2
4	**4** Analog-to-Digital Conversion（2 学时） 4.1、Conversion Fundamentals：Signal Conditioning（难点、重点） 4.2、Realities of Conversion（难点、重点） 4.3、Converter Architectures 4.4、Example Application	3		3	1、3	10-1 12-2
5	**5** Measurement Uncertainty（2 学时）	2		2	1、2	10-1

	5.1、The Measurement Concept 5.2、A Big Scientific and Technical Problem（难点、重点）					**10-2**
6	**6** Data Processing in Measurement Instrumentation（2 学时） 6.1、Data Processing 6.2、Advantages of Digital Data Processing（重点） 6.3、Characteristics of Data Processing（难点、重点） 6.4、Types of Data Processing（难点、重点）	**2**		**2**	**1、2**	**10-1** **10-2**
合 计	/	**16**		**16**	/	/

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、专业英语词汇特点、语法特征	**0.15**	**1、2**
2、传感器与转换器、传感器定义与指标	**0.25**	**1、3**
3、传感器与信号调理、转换功能、信号调理电子学	**0.2**	**1、3**
4、模数转换、信号调理、转变过程	**0.2**	**1、3**
5、测量概念	**0.1**	**1、2**
6、测量仪器中的数据处理、数据处理的特点、数据处理类型	**0.1**	**1、2**

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	每节课上对应知识点相关文献的课堂翻译	通过了解国内外该专业技术的发展现状和差距，激发学生重视技术进步和创新，为国名经济发展和国家进步贡献力量的意识。

四、达成课程目标的途径和措施

1、本课程重点考核学生对测控技术与仪器专业词汇的掌握，以及将测控技术与仪器专业的基本理论用英文表述的能力。

2、本课程最终培养学生的是对于本专业的专业知识包括听、说、读、写四个方面的英语应用能力。教师在讲授过程中更应该强调关联实际应用中与专业相关的前沿文献。

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结合后续毕业设计中外文文献翻译部分，以及学生即将面临的招聘面试或者研究生复试中的英文自我介绍环节，结合相应的专业外语知识，使这些环节更具有专业性。

五、考核方式

1、评价环节

课程考核方式包括期末大作业、作业及随堂考核等，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 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 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）	期末大作业（3）	
1	8	4	38	50
2	4	3	13	20
3	3	8	19	30
考核环节成绩比例合计（%）	15	15	70	100

第 i 个分课程目标的达成度 Ai ：

$$A_{\mathrm{i}}=\sum G_{\mathrm{ik}}\times(S_{\mathrm{ik}}/P_{\mathrm{i}}) \tag{5-1}$$

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：

$$A=\sum A_{\mathrm{i}}\times P_{\mathrm{i}} \tag{5-2}$$

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、教材、补充教材及参考资料

1、张志杰，《测控技术与仪器专业英语》，ISBN: 9787111480334,机械工业出版社。

2、刘曙光，《测控技术与仪器专业英语教程》，ISBN:9787505395794，电子工业出版社。

3、瞿少成，《电子信息工程专业英语导论》，ISBN:9787302170655，清华大学出版社。

4、邓红，《电子信息专业英语》，ISBN: 9787040108644，机械工业出版社。

制定人：戴萧嫣　　**审定人**：刘文耀　　**批准人**：王红亮

2023 年 5 月 1 日

《测控系统设计综合实践》课程教学大纲

一、课程基本信息

制定人：葛双超　　教学基层组织审核人：刘文耀

开课学院：仪器与电子学院

课程名称（中文）：测控系统设计综合实践

课程名称（英文）：Comprehensive practice of measurement and control system design

课程类别：实践教学环节　　课程性质：必修

课程代码：Z2306010701　　适用层次：本科

适用专业：测控技术与仪器　　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：传感器原理及设计、测控电路设计、信号与系统、自动控制基础

后续课程：毕业设计

二、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务

本课程是建设研究教学型学院总体目标的重要组成部分；是本专业积极贯彻和实施“实践创新型”人才培养思路，注重科研与教学的结合，积极尝试和推广新的教学模式与理念的最强支撑。本课程以我校兵工特色为基础，着重突出学校与学科服务航天与服务兵工的案例，以先行学科的理论为基础，动手实践为主线，将实践与光、机、电交叉融合的知识特征串联起本，织成“测”与“控”全覆盖的知识网络。本课程设置的目标是加强本科生的动手实践能力，加大实践活动在培养计划中的比重。通过覆盖传感器选型、传感器信号调理电路、动态数据采集与存储、系统的测试与标定等技术训练引导学生将基础理论知识运用到实践中去，让学生能够把基础知识融会贯通，学会从问题背景、工程、技术和能力等要素进行效果评价。培养学生知识与实践融会贯通和解决复杂问题的能力，锻炼学生项目管理、团队协作、沟通交流能力。

2、课程目标

本实践模块分为典型传感器的动态校准模块和基于典型传感器的测试与导航控制系统模块。课程目标在于：

课程目标 1:能够通过参加三个环节的学习与实践，根据给定的实验和项目需求，将传感器设计以及测控系统中工程问题转化为技术问题，合理选择和优化设计方案，完成任务指标和功能。（支撑毕业要求指标点 3-1）

课程目标 2:能够在传感器设计及测控系统设计实训环节的项目设计开发过程中，积极主动寻求新思路、新方法或新架构。（支撑毕业要求指标点 3-3）

课程目标 3:针对实训项目的需求，对比选择不同的滤波模块、电源模块，或不同型号的数模转换模块、程序、不同控制算法开展方案设计。（支撑毕业要求指标点 5-1）

课程目标 4:能够在相应的开发环境下完成软硬件设计；在调试环节能够按需使用相关的示波器、信号源等仪器，辅助完成项目。（支撑毕业要求指标点 5-2）

课程目标 5:能够使用多种方法检索获取有效的文献优化设计方案；能够使用通用数据处理软件或自己开发辅助程序完成数据分析;能够利用文字处理软件规范完成方案设计报告、总结报告。（支撑毕业要求指标点 5-3）

课程目标 6:通过环境影响评价，能够有意识在方案中降低功耗或平衡成本。（支撑毕业要求指标点 7-2）

课程目标 7:在分组实训环节中，能够顺利组建团队，分工明确，友好协作，具有团队意识。（支撑毕业要求指标点 9-1）

课程目标 8:在分组实训中，个人能够明确自己在项目中的分工和责任，并保证完成自己的工作；且该部分工作能够和整个项目有效对接。（支撑毕业要求指标点 9-2）

课程目标 9:在分组实训中，能够与其他组保持良好的竞争与合作关系。（支撑毕业要求指标点 9-3）

课程目标 10:在分组实训中，能够在整个项目开发的过程中考虑成本、时间、资源，进行可行性分析，并在资源和成本间做到平衡。（支撑毕业要求指标点 11-2）

思政目标：测控系统设计综合实践是测控技术与仪器专业本科生培养过程的重要环节。本门课程立足学校与学科的军工特色，深层次挖掘自身的思政资源，结合本专业“老、中、青”教师在科研创新实践、无私奉献案例，以老一辈科学家艰苦奋斗、矢志报国的事迹感染学生，使学生能够深入理解太行精神，树立坚定正确的政治方向、弘扬艰苦奋斗的工作作风、践行求真务实的科学态度、强化坚韧不拔的进取意识；

结合我院面向国家载人航天、深空探测、探月工程等重大需求，研制的系列化产品应用于“神舟”、“天宫”、“天舟”等百余次发射任务为例，及当前测量控制技术等国内技术水平的先进性及核心技术与国外的差距对比，美国对我国实施技术封锁带来的损失和挑战等，以

我国高新技术在艰难的国际局势中自主创新、砥砺前行的发展历程激励学生，使学生在进行方案设计的时候能够充分考虑国家发展需要和民生需求；

在系统设计过程中能够综合考虑精度、效率、环保等多种因素，能够理解和评价测控系统和仪器的生产、设计、研究、开发等对环境和社会可持续发展等方面的影响；

通过自由组队，以小组为单位完成实训，过程中形成合理分工、有效协作的团队合作模式，使学生更深入的理解分组实践中的团队协作精神；

能够调和成本、功耗、精度、环保等多种影响因素对设计结果进行综合分析并在此基础上进行改进。

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、本课程为专业教育课程，要求先修传感器原理与设计、自动控制原理、误差理论与数据处理等课程，是电路原理、数学分析工具与工程设计的桥梁和纽带。通过本课程的学习，培养学生的软件和硬件动手能力，提高学生实际解决问题的能力，锻炼学生对具体工程问题的探究能力。

2、本课程是一门实践性很强的课程，要求学生在指定的时间、地点接受指导，要求教师在指定的时间、地点对学生进行指导。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。设计工作中，以我国从事精密传感及仪器设计工程师为例，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。

3、深度和广度说明：对传感器制作标校、信号的处理采集部分、传感器静/动态校准实验和数据处理、惯性传感器数据的采集、存储和解算等内容要深入讲解，对实践基础与系统方案设计只做介绍和规范性说明。实践题目按时按指标要求完成是重点。

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）。允许教师制定新实践题目，新实践题目需要制定出详细的实践要求和实践培养能力说明，经过专业责任人批准。

5、学时说明：本课程包含三个环节，第一个环节为理论知识讲授，主要是针对设计过

程、组织方式、可能用到的一些知识点进行原理讲解，12 学时，跨时 1 周；第二环节为温度、压力、加速度等典型传感器（每学年视实际情况调整）的仿真设计、实物制作和调试校准，78 学时，用 4 周时间，每周集中指导时间为 19.5 学时；第三环节为典型传感器的测试与导航控制系统（无人车控制系统、稳定平台控制系统、无人机控制系统）实训模块，集中指导 78 学时，跨 4-5 周。后两个环节按照“压力-无人车、加速度-稳定平台、温度-无人机”分为 3 个模块，学生 3~4 人一组，自由组合其中一个模块。

在不同模块的执行过程中，教师需设计不同功能、不同指标的题目。学生需要在规定的时间节点提交设计方案说明、系统设计总结说明文档资料，并进行答辩。教师在动手实践开始前，针对实践题目涉及的主要技术问题安排专题讲座，并指导学生完成相应的实验。教师根据项目开发过程和效果评定实验成绩，作为该实践课程成绩的一部分。

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	理论指导	实验	小计	支撑课程目标	支撑指标点
1	**1** 实践模块概论 1.1、模块概述； 1.2、项目立项论证技巧； 1.3、文献检索与文献综述； 1.4、科技文献的撰写； 1.5、项目论证与执行。	**4**	**0**	**4**	**1**	**3-1**
2	**2** 传感器测试与校准技术 2.1、电子技术实践基础； 2.2、传感器集成组装与标校方法； 2.3、传感器相关实验数据处理、分析与标校方法与技巧。	**4**	**0**	**4**	**1**	**3-1**
3	**3** 测控系统集成与应用实践 3.1、传感器信号调理电路设计 3.2 系统集成技术； 3.3、电路的仿真焊接技巧	**4**	**0**	**4**	**1**	**3-1**
4	**典型传感器设计制作标校阶段 1**（三个传感器模块任选一） 实验：传感器模块方案设计（20 学时） 内容：对典型传感器进行方案设计和仿真分析，绘制电路原理图和 PCB 版图。 基本要求： 1、掌握典型传感器的工作原理； 2、掌握典型传感器测量电路设计方法； 3、掌握信号调理电路设计方法； 4、熟练使用 Multisim 软件对测控电路进行设计和仿真分析； 5、掌握电路原理图和 PCB 版图绘制方法。	**0**	**20**	**20**	**1-2**	**3-1** **3-3**

	典型传感器设计制作标校阶段 2（三个传感器模块任选一） 实验：典型传感器模块实物制作（15 学时） 内容：完成典型传感器电路焊接和调试。 基本要求： 1、掌握焊接工具使用方法； 2、掌握加硬件电路调试方法； 3、掌握测量系统的组成；	**0**	**15**	**15**	**2-5**	**3-3** **5-1** **5-2** **5-3**
	典型传感器设计制作标校阶段 3（三个传感器模块任选一） 实验：典型传感器的动静态标校（43 学时） 内容：利用信号发生器、示波器、温控箱、转台等设备实现典型传感器的动静态校准。 基本要求： 1、设计典型传感器校准系统实现方案； 2、掌握典型传感器动态校准相应设备的工作原理； 3、掌握典型传感器校准系统底层硬件设计方法；下选型 4、实现典型传感器校准系统底层驱动软件设计； 5、实现典型传感器的动态校准。 6、掌握典型传感器静动态测试数据处理的一般方法。	**0**	**43**	**43**	**6-10**	**7-2** **9-1** **9-2** **9-3** **11-2**
5	**基于典型传感器的测控系统阶段 1**（三个测控系统模块任选一） 实验：基于典型传感器的无人驾驶机器人稳定平台控制系统仿真设计（20 学时） 内容：完成基于惯性传感器的机器人姿态稳定控制平台的设计与仿真分析。 基本要求： 1、掌握惯性平台稳定系统原理； 2、掌握惯性平台系统结构设计； 3、掌握机器人姿态稳定控制平台仿真和分析方法。 实验：基于典型传感器的无人车控制系统仿真设计（20 学时） 内容：完成基于车载传感器的无人车控制系统设计和仿真分析。	**0**	**20**	**20**	**1-2**	**3-1** **3-3**

	基本要求： 1、可靠的电机驱动电路及其使用方法（包括原理图、PCB 图设计）； 2、PID 原理及经典的 PID 程序示例 （控制电机快速且稳定达到目标速度）； 3、智能车 C 语言程序框架示例（中断优先级配置，路径识别与控制相耦合）。 实验：基于典型传感器的无人机控制系统仿真设计（20 学时） 内容：完成基于惯性传感器的无人机位置、速度和姿态信息的测量系统仿真和分析。 基本要求： 1、掌握惯性测量单元工作原理； 3、掌握无人机三轴加速度计、三轴陀螺仪、三轴磁强计的工作原理； 4、设计无人驾驶机器人运动数据采集和存储方案； 5、设计无人机位姿调控算法。					
	基于典型传感器的测控系统阶段 2（三个测控系统模块任选一） 实验：基于典型传感器的无人驾驶机器人稳定平台控制系统搭建和集成（10 学时） 内容：完成基于惯性传感器的机器人姿态稳定控制平台搭建实验。 基本要求： 1、掌握惯性平台系统结构； 2、掌握惯性平台系统搭建方法； 3、掌握上位机开发方法和技巧； 4、掌握上位机和下位机通信接口原理 实验：基于典型传感器的无人车控制系统搭建和集成 （10 学时） 内容：完成基于车载传感器的无人车控制系统搭建和集成。 基本要求： 1、掌握无人车控制系统的结构和组成； 2、掌握无人车控制系统集成方法 3、掌握上位机和下位机通信接口原理 实验：基于典型传感器的无人机控制系统搭建和集成 （10 学时）	**0**	**15**	**15**	**3-5**	**5-1** **5-2** **5-3**

	内容：完成基于惯性传感器的无人机控制系统搭建和集成。 基本要求： 1、掌握无人机控制系统的结构和组成； 2、掌握无人机控制系统集成方法 3、掌握上位机和下位机通信接口原理					
	基于典型传感器的测控系统阶段 3（三个测控系统模块任选一） 实验：基于典型传感器的无人驾驶机器人稳定平台控制系统测试（43 学时） 内容：完成基于惯性传感器的机器人姿态稳定控制平台的测试与分析实验。 基本要求： 1、掌握平台机器人应用方法； 2、掌握 PID 参数整定方法； 3、掌握稳定平台关键指标测试和分析方法； 实验：基于典型传感器的无人车控制系统测试（43 学时） 内容：完成基于车载传感器的无人车控制实验。 基本要求： 1、使用单片机与传感器通信并处理车载传感器的数据； 2、掌握 PID 参数整定方法； 3、掌握无人机控制关键指标测试和分析方法。 实验：基于典型传感器的无人机控制系统测试（43 学时） 内容：完成基于惯性传感器的无人机位置、速度和姿态信息的测量，以及惯性传感器数据的采集、存储和解算。 基本要求： 1、掌握无人机主控处理器的输入捕获方法； 2、对测得的无人驾驶机器人运动数据进行存储，并利用无线通信模块传输到上位机； 3、在上位机上对测得的运动数据进行解算，得到位置和姿态信息。	**0**	**43**	**43**	**6-10**	**7-2** **9-1** **9-2** **9-3** **11-2**
合 计	/	**12**	**156**	**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、实践模块概论	**0.02**	**1**
2、传感器测试与校准技术	**0.02**	**1**
3、测控系统集成技术	**0.02**	**1**
4、典型传感器的原理	**0.05**	**4**
5、典型测量系统设计	**0.07**	**1、10**
6、传感系统的焊接与调试方法和技巧	**0.03**	**6**
7、传感器动态校准相应设备的工作原理；	**0.03**	**3**
8、传感器校准系统底层硬件设计方法	**0.03**	**2**
9、传感器校准系统底层驱动软件设计	**0.01**	**1**
10、典型传感器的静态指标	**0.02**	**1**
11、典型传感器的动态指标	**0.02**	**1**
12、典型传感器静态指标测试方法	**0.1**	**4**
13、典型传感器的动态校准	**0.02**	**6**
14、典型传感器测试数据处理方法	**0.06**	**6**
15、典型测量系统分析和优化	**0.02**	**9**
16、控制系统工作原理	**0.01**	**1**
17、控制系统结构设计	**0.07**	**1、10**
18、控制方案设计	**0.04**	**10**
19、控制算法设计开发方法	**0.05**	**7**
20、控制软件设计	**0.02**	**2**
22、运动数据解算	**0.01**	**1**
23、控制系统硬件搭建与测试	**0.09**	**3、8**
24、程序设计技巧	**0.06**	**5**
25、控制系统联调和参数优化	**0.02**	**6、9**
26、控制系统分析和改进	**0.07**	**4**

本课程不允许申请免修。

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	项目立项论证技巧	能够针对选择的题目，在设计方案中考虑可能涉及到的社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素的影响
2	文献检索与文献综述	学生在调研和分析国内外发展现状的过程中，能够根据民生需求设计合理的问题解决方案
3	传感器动静态特性的校准方法	能够调和多种影响因素对设计结果进行综合分析并在此基础上进行改进。
4	基于典型传感器的测控系统设计与集成	学生在设计过程中以小组为单位形成合理分工、有效协作的团队合作模式；最终使学生具备自主学习和自主创新能力。

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	支撑指标点
1	实验一 典型传感器一的设计制作与校准	78	综合性	实验 1-3 三选一	1-10	3-1、3-3、5-1、5-2、5-3、7-2、9-1、9-2、9-3、11-2
	实验二 典型传感器二的设计制作与校准	78	综合性		1-10	
	实验三 典型传感器三的设计制作与校准	78	综合性		1-10	
2	实验四 基于典型传感器的无人驾驶机器人位姿测量	78	综合性	实验 4-6 三选一	1-10	3-2、3-3、5-1、5-2、5-3、7-2、9-1、9-2、9-3、11-2
	实验五 基于典型传感器的无人驾驶机器人控制	78	综合性		1-10	
	实验六 基于典型传感器的无人驾驶机器人稳定平台设计	78	综合性		1-10	

本课程包含实践模块概论、传感器测试与校准技术、测控系统集成与应用实践等部分。讲解实践模块概论时要覆盖范围要稍大，包含传感器标定及测控电路的相关设计评估等方面；在传感器测试与校准、测控系统集成与应用环节的指导和讲述应围绕相关的理论、技术、算法进行深层次的指导。指导的过程中要充分利用问题引导、案例分析等方法，提高学生实训质量。在教学过程中应注重从工程应用观点来理解、学习及应用相关的基础知识、基本概念和思维方法，将学生从只学习基本理论和方法转移到工程实践上。教师结合学院特色以及自身科研经历，借助相关的动态测试和仪器系统经典实例，贯彻电路与 PCB 设计、计算机语言编程、系统集成与应用的基本思路和方法，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。

实验一：典型传感器一的设计制作与校准

实验目的：通过压力传感器的设计制作与测试校准，掌握压力传感器的结构及原理；能熟练使用 Altium Designer 软件绘制电路，使用 Multisim 软件进行电路设计与仿真；掌握压力传感器调理电路设计方法、电路的焊接与调试方法、压力传感器静动态校准实验和数据处理和分析方法；最终制作完成压力测量电路并实现压力参数测量，通过答辩阐述实验项目的执行情况。

实验原理：压力传感器工作原理、电路放大原理、稳压原理、滤波原理。

实验设备：电源、函数信号发生器、示波器、焊接台、万用表、静态标定压力表校验台、动态标定设备激波管系统。

实验安排：教师介绍实验室使用要求和安全须知，介绍压力传感器调理电路设计原理，软件使用方法，介绍动/静态标定设备的使用方法。实验按组进行，每组学生 3-4 人。

实验报告要求：采用传感器模块设计报告和总结报告格式，设计报告包含系统电路设计思路、总体原理图、PCB 图；总结报告除设计部分外包含焊接与调试过程、各模块测试结果、压力传感器静/动态校准实验测试并进行数据处理和分析。在报告中提供实验结果截图或照片、各模块电路板绘制、实物测试调试等结果，通过答辩中 PPT 展示过程及结果进行验收和评分。

实验二：典型传感器二的设计制作与校准（78 学时）

实验目的：通过温度传感器的设计制作与测试校准，掌握温度传感器的基本原理和静动态指标及标校方法；学会使用 Multisim 软件进行电路设计与仿真；学会硬件原理图和 PCB 电路板绘制方法；能够焊接调试温度传感器测量电路，熟悉温度传感器的动静态指标；熟练使用实验室设备对温度传感器性能进行测试和标校；能够利用 Matlab 等软件对测试结果进行处理并在此基础上对设计的传感器模块进行优化改进；最终制作完成温度测量电路并实现温度参数测量，通过答辩阐述实验项目的执行情况。

实验原理：温度传感器工作原理、电路设计原理、电路原理图绘制、PCB 电路板绘制、最小二乘法原理。

实验设备：Multisim 软件、Altium Designer 软件、铂热电阻、直流电源、示波器、信号发生器、信号调理电路相关元器件、焊接设备。

实验安排：教师介绍实验内容、实验室平台操作要求以及实验安全须知，介绍相关实验软件、核心芯片和实验所用电子元器件模块的原理使用方法。学生每 3~4 人一组，合作开展各项实验。

实验报告要求：采用传感器模块设计报告和总结格式，设计报告包含系统电路设计思路，总体原理图、PCB 图；总结报告除设计部分外包含焊接与调试过程、各模块测试结果、温度传感器静/动态校准实验测试并进行数据处理和分析。在报告中提供实验结果截图或照片、各模块电路板绘制、实物测试调试等结果，通过答辩中 PPT 展示过程及结果进行验收和评分。

实验三：典型传感器三的设计制作与校准（78 学时）

实验目的：通过加速度传感器的设计制作与测试校准，掌握加速度传感器的结构及原理；能熟练使用 Altium Designer 软件绘制电路，使用 Multisim 软件进行电路设计与仿真；掌握加速度传感器调理电路设计方法、电路的焊接与调试方法；完成加速度传感器的设计制作；

掌握速度传感器校准系统底层硬件设计方法;实现加速度传感器校准系统底层驱动软件设计;利用温控箱、转台实现加速度传感器的动态校准;掌握加速度传感器静动态校准实验数据处理和分析方法;最终制作完成加速度测量电路并实现加速度参数测量,通过答辩阐述实验项目的执行情况。

实验原理:加速度传感器工作原理、电路放大原理、稳压原理、滤波原理、加速度传感器动态校准相应设备的工作原理。

实验设备:电源、函数信号发生器、示波器、焊接台、万用表、静态标定压力表校验台、动态标定设备激波管系统。

实验安排:教师介绍实验室使用要求和安全须知,介绍加速度传感器调理电路设计原理,软件使用方法,介绍动/静态标定设备的使用方法。实验按组进行,每组学生 3-4 人。

实验报告要求:采用传感器模块设计报告和总结报告格式,设计报告包含系统电路设计思路,总体原理图、PCB 图;总结报告除设计部分外包含焊接与调试过程、各模块测试结果、加速度传感器静/动态校准实验测试并进行数据处理和分析。在报告中提供实验结果截图或照片、各模块电路板绘制、实物测试调试等结果,通过答辩中 PPT 展示过程及结果进行验收和评分。

实验四:基于典型传感器的无人驾驶机器人位姿测量(78 学时)

实验目的:通过基于典型传感器的无人驾驶机器人位姿测量实验,熟悉基于典型传感器的四旋翼无人机;掌握物体的运动学建模和惯性测量单元的工作原理;经过无人机惯性测量单元的对运动数据的采集,设计合适的滤波器对其中噪声进行滤波处理;掌握四元数姿态解算算法;熟悉 PID 原理以及经典的 PID 示例程序;最终实现无人机位姿信息获取和控制,并通过答辩阐述实验项目的执行情况。。

实验原理:PID 控制原理、惯性测量原理、卡尔曼滤波算法、四元数姿态解算算法、滤波器的设计。

实验设备:Matlab 软件、四旋翼台架、计算机、树莓派、PX4 主控模块。

实验安排:教师介绍实验内容、实验室平台操作要求以及实验安全须知,介绍相关实验软件、实验所用电子元器件模块使用方法以及实验相关理论原理。学生每 3-4 人一组,合作开展各项实验。

实验报告要求:采用系统模块设计报告和总结格式,设计报告包含系统设计思路、总体原理图和仿真分析;总结报告除设计部分包含四旋翼台架实物测试调试、滤波前后分析、位姿调控结果分析和优化改进等内容。在报告中提供实验结果截图或照片,通过答辩中 PPT

展示过程及结果进行验收和评分。

实验五：基于典型传感器的无人驾驶机器人控制（78 学时）

实验目的：通过设计基于典型传感器的无人驾驶机器人，掌握对电机驱动电路的使用方法及其硬件原理图和 PCB 电路板绘制；熟悉 PID 原理以及经典的 PID 示例程序；熟悉使用单片机与传感器通信并处理车载传感器的数据；学习了解硬件语言程序框架示例，最终在无人驾驶机器人上实现相关功能，并通过答辩阐述实验项目的执行情况。

实验原理：电路设计原理、PID 控制原理、硬件语言程序设计、电路原理图绘制、PCB 电路板绘制。

实验设备：Altium Designer 软件、Keil MDK 软件、LPC54606 主控芯片、OV7620/鹰眼摄像头模块、1024 线带方向编码器、TFT 液晶屏、焊接设备。

实验安排：教师介绍实验内容、实验室平台操作要求以及实验安全须知，介绍相关实验软件、核心芯片和实验所用电子元器件模块的原理使用方法。学生每 3-4 人一组，合作开展各项实验。

实验报告要求：采用系统模块设计报告和总结格式，设计报告包含系统设计思路、总体原理图和仿真分析；总结报告除设计部分包含各模块电路板绘制、实物测试调试等内容。在报告中提供实验结果截图或照片。通过答辩中 PPT 展示过程及结果进行验收和评分。

实验六：基于典型传感器的无人驾驶机器人稳定平台设计（78 学时）

实验目的：通过无人驾驶机器人稳定平台设计，掌握物体的运动学建模，以及括惯性测量单元、姿态控制单元、上位机软件和机械结构单元的设计方法和工作原理；掌握惯组姿态解算方法；熟悉 PID 原理以及经典的 PID 示例程序；掌握上位机设计开发方法与技巧；掌握系统软硬件联调方法；通过姿态检测机构和姿态校正机构对平台进行姿态调节，最终实现平台自稳效果，并通过答辩阐述实验项目的执行情况。

实验原理：MEMS 陀螺仪工作原理、惯性测量原理、四元数姿态解算算法 RS485 通信原理、舵机驱动原理、PID 控制原理、LabVIEW 程序设计原理和方法。

实验设备：Altium Designer 软件、LabVIEW 软件、MEMS 陀螺仪、计算机、惯组、舵机、控制板、电源、稳定平台框架。

实验安排：教师介绍实验内容、实验室平台操作要求以及实验安全须知，介绍相关实验软件、实验所用电子元器件模块使用方法以及实验相关理论原理。学生每 3-4 人一组，合作开展各项实验。

实验报告要求：采用系统模块设计报告和总结格式，设计报告包含系统设计思路、算法

设计、仿真分析、上位机程序设计等；总结报告除设计部分包含稳定平台实物焊接制作、硬件系统搭建、系统联调测试、调试分析等内容。在报告中提供实验结果截图或照片，通过答辩中 PPT 展示过程及结果进行验收和评分。

五、达成课程目标的途径和措施

1、通过第一个环节的理论知识讲授，使学生掌握项目立项论证技巧；学会文献检索的方法和文献综述写作方法；掌握传感器相关实验数据处理、分析与标校方法与技巧；掌握传感器信号调理电路设计与系统集成技术；掌握科技文献的撰写方法和技巧；

2、通过传感器模块设计仿真操作，使学生掌握利用 Multisim 进行电路设计和仿真分析的方法，学会使用 Altium Designer 进行原理图设计、电路仿真和 PCB 绘制；

3、传感器模块测试和校准环节，教师通过专题讲座和实操演示等方式教授并引导学生掌握典型传感器集成组装与标校方法，典型传感的信号调理与标校方法；学会信号发生器、电源、示波器、高低温箱等各类测试设备的使用方法；

4、在基于典型传感器的测控系统设计环节，教师以典型案例展示、专题讲座、项目式教学、实验指导等方式，使学生掌握测控系统需求分析和系统设计方法，掌握经典控制算法原理和实现方法，掌握测控系统硬件系统搭建和软硬件联调方法；

5、学生需要在规定的时间节点完成模块的软硬件设计，提交方案设计报告、验收总结报告等文档资料，每种文档应当体现小组成员各自的分工及分工完成情况。动手实践部分考查过程分为设计方案答辩、实物系统验收、设计总结答辩三个环节，检查按照实践题目分组进行，设计小组成员需要全部参加。

6、在考核学生对传感器测试与校准技术、测控系统集成与应用技术掌握的基础上，重点考核学生对压力传感器、加速度传感器、温度传感器的测试与校准，以及基于典型无人驾驶机器人的位姿测量、控制和稳定平台的集成与应用的掌握程度。

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、实物系统验收、设计总结答辩

2、定量评价

本课程包含 12 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）	设计方案答辩（2）	实物系统验收（3）	设计总结答辩（4）	
1	2	12	5	10	29
2		4	2	4	10
3			5	1	6
4	2		12	4	18
5		6		6	12
6		5		1	6
7	2	1		2	5
8	2		3		5
9	2				2
10		2	3	2	7
考核环节成绩比例合计（%）	10	30	30	30	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、参考书目及学习资料

1、孟立凡等编著，《传感器原理与应用(第 4 版测控技术与仪器专业规划教材十二五普通高等教育本科规划》，ISBN 9787121401626，电子工业出版社。

2、郝晓剑，《测控电路设计与应用(第 3 版)》，ISBN 978712130715，电子工业出版社

3、高吉祥等编著，《全国大学生电子设计竞赛培训系列教程：模拟电子线路设计》，ISBN 9787121042744，电子工业出版社。

4、黄智伟，《全国大学生电子设计竞赛培训教程（修订版）》，ISBN 9787121111389，电子工业出版社。

5、徐秀平，《数字电路与逻辑设计》，ISBN 9787121110887，电子工业出版社。

6、陈娟，《从零开始学习 C 语言》，ISBN 9787113143411 ，中国铁道出版社。

7、陆应华，《电子系统设计教程（第二版）》，ISBN 9787118060638，国防工业出版社。

8、视频资料：《电子线路设计、测试与实验》，中国大学 MOOC，资料链接：http://www.icourse163.org/course/HUST-1001942004；

9、视频资料：《传感器技术》，中国大学 MOOC，资料链接：http://www.icourse163.org/course/WHU-1001549001。

10、视频资料：《测控系统设计综合实践》，学习通，资料链接：https://mooc1-1.chaoxing.com/mycourse/teachercourse?moocId=234785924&clazzid=77342787&edit=true&v=0&cpi=181288684&pageHeader=0。

制定人：葛双超　　**审定人**：刘文耀　　**批准人**：王红亮

2023 年 5 月 1 日

《文献检索专题》课程教学大纲

一、课程基本信息

制定人：侯晓娟　　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：王红亮

课程名称（中文）：文献检索专题

课程名称（英文）：Literature Retrieval Topic

课程类别：实践教学环节　　课程性质：必修

课程代码：Y2306000701　　适用层次：本科

适用专业：测控技术与仪器　　计划学分：0.5

计划学时（周数）：8　　讲课学时：8　　实验学时：0

开课学期：6　　考核方式：考查

先修课程：大学英语

后续课程：测控系统设计综合实践、毕业设计

二、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务

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。

2、课程目标

课程目标 1：能够使学生掌握信息资源检索的手段、类型以及原理。（支撑毕业要求指标点 2-4）。

课程目标 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。（支撑毕业要求指标点 5-3）。

课程目标 3：能够根据检索结果进行信息筛选写出检索报告，并通过学习不断提高学生在测控技术与仪器文献方面的检索实践能力。（支撑毕业要求指标点 12-2）。

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：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；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；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）。

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、文献信息基本知识； 1.2、信息检索基础知识；（重点） 1.3、计算机检索技术及方法。	1		1	1	2-4
2	**2 常用中文数据库检索方法** 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；（重点） 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；（重点） 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。（难点）	2		2	2、3	5-3 12-2
3	**3 常用外文数据库检索方法** 3.1、Springer Link，Science Direct 的检索组成及方法；（重点） 3.2、Dialog 国际联机检索系统，Web of Knowledge 等检索组成及方法；（重点） 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。（难点）	2		2	2、3	5-3 12-2
4	**4 常用网络信息检索** 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；（重点） 4.2、网络信息检索报告的撰写。（难点）	1		1	2、3	5-3 12-2
5	**5 文献综合检索** 5.1、文献综合检索方法；（重点） 5.2、文献综合检索实验，相关文献综合检索及检索报告。（难点）	2		2	3	12-2
合 计	/	8		8	/	/

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、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**

四、达成课程目标的途径和措施

1、本课程是一门实践性很强的课程，要求学生通过课后实践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、课外检索实践方式有机结合，教学和实践交替进行，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。

五、考核方式

1、评价环节

课程考核方式括随堂考核、作业、综合性检索报告，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 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（%）
	随堂考核（1）这个最多 10，占比太高	作业（2）	~~检索实践（3）~~ 综合性检索报告（4）	
1	**4**	**3**	**~~3~~**	**10**
2	**3**	**15**	**12**	**30**
3	**3**	**12**	**45**	**60**
考核环节成绩比例合计（%）	**10**	**30**	**60**	**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：

$$A=\sum A_{\mathrm{i}}\times P_{\mathrm{i}}$$ 5-2

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、参考书目及学习资料

1、凤元杰等编著，《文献信息检索》，ISBN 9787030263278，科学出版社。

2、陈冬花等编著，《文献信息检索与利用》，ISBN 9787544453288，上海交通大学出版

社。

3、胡光林等编著，《电子文献检索教程》，ISBN 9787564033149，上海交通大学出版社。

4、郜峻等编著，《网络信息检索实用教程》，ISBN 9787121099045, 电子工业出版社。

制定人：侯晓娟　　**审定人**：刘文耀　　**批准人**：王红亮

2023 年 5 月 1 日

《毕业设计专题》课程教学大纲

一、课程基本信息

制定人：刘文耀　　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：王红亮

课程名称（中文）：毕业设计专题

课程名称（英文）：Special topic about graduation design

课程类别：实践教学环节　　课程性质：必修

课程代码：Y2306000702　　适用层次：本科

适用专业：测控技术与仪器　　计划学分：0.5

计划学时（周数）：2　　讲课学时：8　　实验学时：0

开课学期：7　　考核方式：考查

先修课程：测控系统设计综合实践、文献检索专题

后续课程：毕业设计

二、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务

本课程是对毕业设计过程进行指导的课程，主要说明毕业设计过程中要完成的工作及各阶段如何做好。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。

2、课程目标

课程目标 1：能够通过讲授，了解毕业设计任务书中任务涉及的知识点，能够识别相关的参数的意义与内涵。（支撑毕业要求指标点 2-1）。

课程目标 2：能够学会通过调研文献、资料，界定任务要求，初步确定自己的实现方案。（支撑毕业要求指标点 2-4）。

课程目标 3：能够了解毕业设计过程中包括流程、文档、管理等应遵循的规范。（支撑毕业要求指标点 3-2）。

课程目标 4：通过典型案例的学习，学会能够从环境友好角度分析优化毕业设计路线。（支撑毕业要求指标点 7-1）。

思政目标：通过了解国内外相关研究的发展现状和差距，激发学生追求技术进步的意识；

通过方案的设计与优化，培养学生精益求精的工程素养，增强学生保护环境、节约资源的理念。

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、本课程为实践方向必修课，要求先修测控系统设计综合实践、文献检索专题等实践类课程，在教学中应运用类比式和案例式教学，使学生了解毕业设计过程，明确相关规范。

2、教师通过将以往优秀的毕设成果以案例的方式讲述，结合实例帮助学生了解设计方法、设计过程、亮点工作展示与答辩，提高学生对问题的分析与设计能力。

3、深度和广度说明：对毕业设计过程中涉及的工作与规范性制度等内容要深入讲解，对于毕业设计所涉及的软硬件等基础工作做简单介绍，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）。

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 概述** 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）	2	0	2	3	3-2
2	**2 选题及任务书** 2.1、了解选题的内涵，选题原则； 2.2、明确指标与设计内容涉及的知识点 2.3、分析设计题目与指标的合理性与可行性；（重点）	1	0	2	1	2-1
3	**3 毕业设计开题** 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；（重点） 3.3、掌握关键实验、仿真等工作的开展目的和设计方法；（重点） 3.4、了解从环境友好角度分析优化路线的方法。	2	0	2	2、4	2-4、7-1
4	**4 毕业设计及说明书撰写、答辩** 4.1、了解设计与答辩工作的安排； 4.2、了解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；（重点） 4.4、了解毕业答辩材料的组织及答辩规则。（重点）	3	0	2	3、4	3-2 7-1
合 计	/	8	0	8	/	/

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	调研文献，进行开题方案的设计	通过调研对比分析国内外发展现状，激发学生追求技术进步的意识。
2	毕业设计方案的优化	通过方案的设计与优化，增强学生保护环境、节约资源的理念。

四、达成课程目标的途径和措施

1、本课程是一门实践性很强的课程，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、视频演示等有机结合，提高教学效率。

2、为了提高学生的学习兴趣，教师在讲解的过程中要充分利用优秀毕设案例分析等教学方法，以进一步提高教学质量。

五、考核方式

1、评价环节

课程考核方式包括随堂考核和报告等，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 4 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 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（%）
	随堂考核（1）	报告（2）	
1	10	10	20
2	5	20	25
3	10	20	30
4	5	20	25
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 A_i：

$$A_{\mathrm{i}}=\sum G_{\mathrm{ik}}\times(S_{\mathrm{ik}}/P_{\mathrm{i}}) \tag{5-1}$$

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：

$$A=\sum A_{\mathrm{i}} \times P_{\mathrm{i}}$$ 5-2

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、参考书目及学习资料

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

制定人：刘文耀　　**审定人**：刘文耀　　**批准人**：王红亮

2023 年 5 月 1 日

《毕业实习》课程教学大纲

一、课程基本信息

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：王红亮

课程名称（中文）：毕业实习

课程名称（英文）：Graduation Practice

课程类别：实践教学环节　　课程性质：必修

课程代码：Y2306010901　　适用层次：本科

适用专业：测控技术与仪器　　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：测控电路设计、传感器原理及设计、单片机原理及应用

后续课程：毕业设计

二、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务

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。

2、课程目标

课程目标 1：学生通过实际工作体验，了解企业运作机制，能够将课堂所学与现实社会需求相结合，更好地适应社会发展，提升主动参与社会的意识。（支撑毕业要求指标点 6-1）。

课程目标 2：学生能够在实际工作中体验和学习职业道德和行业规范，理解工程伦理的理念，了解工程师的职业性质和责任，树立正确的职业价值观和道德观，形成良好的职业行为习惯。（支撑毕业要求指标点 8-2）。

课程目标 3：学生能够具备团队合作意识与协同工作能力，提高实际工作环境中的沟通与协调技能，愿意与团队其他成员共享信息，给予他人帮助。（支撑毕业要求指标点 9-1）。

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、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、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）。

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 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。		**2 天**		**1**	**6-1**
2	**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。		**2 天**		**1**	**6-1**
3	**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。		**2 天**		**2**	**8-2**
4	**4 参与生产过程（5 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。		**5 天**		**3**	**9-1**
5	**5 总结交流（1 天）** 1、整理实习笔记。 2、座谈交流。		**1 天**		**1、2**	**6-1** **8-2**
合 计	/	**0**	**2 周**		/	/

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、企业文化	**0.15**	**1**
2、生产工艺过程	**0.15**	**1**
3、仪器操作培训与规程	**0.15**	**2**
4、操作流程	**0.35**	**2**
5、岗位参与	**0.20**	**3**

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	企业发展与文化	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。

四、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（5 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。

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

课程考核方式包括企业考评、实习记录、实习报告等，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 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 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（%）
	企业考评	实习记录	实习报告	
1	6	10	14	30
2	25	8	20	53
3	9	2	6	17
考核环节成绩比例合计（%）	40	20	40	100

第 i 个分课程目标的达成度 Ai ：

$$A_{\mathrm{i}}=\sum G_{\mathrm{ik}}\times(S_{\mathrm{ik}}/P_{\mathrm{i}})$$ 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：

$$A=\sum A_{\mathrm{i}}\times P_{\mathrm{i}}$$ 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。

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、参考书目及学习资料

无

制定人：储成群　　**审定人**：刘文耀　　**批准人**：王红亮

2023 年 5 月 1 日

《毕业设计》课程教学大纲

一、课程基本信息

制定人：刘文耀　　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：王红亮

课程名称（中文）：毕业设计

课程名称（英文）：Graduation Project

课程类别：实践教学环节　　课程性质：必修

课程代码：Y2306010801、Y2306010802　　适用层次：本科

适用专业：测控技术与仪器　　计划学分：14

计划学时（周数）：28W　　实验学时：28W

开课学期：7、8　　考核方式：考查

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

二、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务

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。

2、课程目标与对毕业要求指标点的支撑

课程目标 1： 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。（支撑毕业要求指标点 2-4）。

课程目标 2： 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的社会、环境、法律等方面的影响。（支撑毕业要求指标点 3-1）。

课程目标 3: 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。（支撑毕业要求指标点 3-3）。

课程目标 4: 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。（支撑毕业要求指标点 4-1）。

课程目标 5: 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。（支撑毕业要求指标点 4-2）。

课程目标 6: 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。（支撑毕业要求指标点 5-1）。

课程目标 7: 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。（支撑毕业要求指标点 5-3）。

课程目标 8: 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。（支撑毕业要求指标点 6-2）。

课程目标 9: 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。（支撑毕业要求指标点 10-1）。

课程目标 10: 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。（支撑毕业要求指标点 11-2）。

思政目标：学生能够在工程问题的实现方案中考虑国家发展和民生需求，设计过程综合考虑尊重社会、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，强化新工科人才用科技筑梦报国理念。

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、本课程为实践教学环节必修课，要求先修测控技术与仪器专业各类基础和专业课程，本课程开展科研项目注入式毕业设计，主要方向包括特种传感与动态测试、测控系统集成、智能制造及仪器仪表设计与应用等。学生按兴趣选题，导师团队指导，实行“开题+中期+预验收+答辩”过程管理，提升学生实践能力。

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
1	**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。		**1W**	**1W**	**1**	**2-4**
2	**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。		**2W**	**2W**	**1** **9**	**2-4** **10-1**
3	**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。		**4W**	**4W**	**1** **2** **4**	**2-4** **3-1** **4-1**
4	**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。		**18W**	**18W**	**3** **5** **6**	**3-3** **4-2** **5-1**

	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。				**7** **8**	**5-3** **6-2**
5	**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。		**2W**	**2W**	**7** **9** **10**	**5-3** **10-1** **11-2**
6	**6 毕业答辩** 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。		**1W**	**1W**	**1**	**3-1**
合 计	/	**0**	**28W**	**28W**	/	/

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、选题	**0.05**	**1、2、3、4、9、10**
2、外文资料翻译	**0.15**	**1、9**
3、方案论证	**0.25**	**1、2、3、4、9、10**
4、理论分析计算及软硬件设计	**0.30**	**3、5、6、7、8**
5、撰写毕业设计说明书	**0.20**	**1、2、3、4、5、6、7、8、9、10**
6、毕业答辩	**0.05**	**1、2、3、4、5、6、7、8、9、10**

本课程不允许申请免修

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	工程问题调研	学生能够在工程问题的实现方案中考虑国家发展和民生需求
2	工程伦理素养	设计过程综合考虑尊重社会、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

四、达成课程目标的途径和措施

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。学院将以此作为考查学生毕业设计进度的重要依据之一。

五、考核方式

1、评价环节

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，结合开题报告、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。

2、定量评价

本课程包含 13 个分课程目标，有 6 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 5.2。

表 5.2　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（%）
	开题报告	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	1				1	0.5	1.5	4
2	1.5	0.5	0.5	3.5	1	1	2	10
3	0.5	0.5	0.5	1	1	1	3	7.5
4	1	1	1	2.5	1	0.5	3	10
5		1	1	3.5	1	1	3.5	11
6		1	1	9	2	2	10	25
7				2	1.5	1.5	6	11
8				1.5	0.5	1	2	5
9	0.5	1	1	1	0.5	1	6	11
10	0.5			1	0.5	0.5	3	5.5
考核环节成绩比例合计（%）	5	5	5	25	10	10	40	100

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。

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、参考书目及学习资料

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（2023 年度）》

制定人：刘文耀　　**审定人**：刘文耀　　**批准人**：王红亮

2023 年 5 月 1 日

《计算机控制技术》课程教学大纲

一、课程基本信息

制定人：郭晨霞　　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：王红亮

课程名称（中文）：计算机控制技术

课程名称（英文）：Computer Control Techniques

课程类别：挑战性课程　　课程性质：选修

课程代码：Z2306010603　　适用层次：本科

适用专业：测控技术与仪器　　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：考试

先修课程：自动控制原理、微机原理与接口技术

后续课程：毕业设计

二、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务

本课程属于测控专业多学科交叉融合类课程。计算机控制技术需要将专业基础类课程知识与新技术相互融合，解决测控技术与仪器专业工程应用类问题。该课程以提高学生专业知识的实际工程应用能力为目的，主要讲述计算机控制技术在工业自动化控制过程中的应用及设计方法。通过该课程的学习使学生明确计算机控制系统的组成特点、未来发展趋势，及其在控制过程中的常用接口总线、过程通道设计以及各类控制算法和计算机实时控制系统的设计等问题，使学生能够系统的掌握工业过程中实时数据采集、处理、控制与系统设计的全过程。

2、课程目标

课程目标 1：能够设计数据信息处理的输入输出通道及过程数据处理方法，按照系统功能要求及性能指标，将复杂工程问题结合计算机控制系统的一般设计方法，分解系统功能，研究控制算法，通过实时调整各组成部件构成及参数，优化设计方案。（支撑毕业设计指标点 4-1）

课程目标 2：能够客观分析工程实践的专业性，根据不同的应用场合和环境因素在系统

的可靠性及功能性之间合理选择设计方案，同时考虑产品的应用和开发对社会、健康、安全、法律以及文化的潜在影响。（支撑毕业设计指标点 6-3）

思政目标：计算机控制技术是把以计算机为核心的各类信号处理技术与控制算法以及工业过程的控制融为一体的综合技术。通过了解国内外相关技术的发展现状，激发学生技术创新的理念，重视新技术的研究和应用，为国民经济发展和人民美好生活贡献自己的力量。

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程，要求先修《自动控制基础》和《微机原理及接口技术》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，使学生能将各科知识融会贯通，了解计算机控制系统的设计方法与手段，以培养解决工程问题的分析和设计能力。

2、教师通过一般系统功能模块及设计方法讲解，结合实例，提高学生对工程问题解决步骤的认知及设计能力。

3、学生通过上机操作，了解计算机控制系统中各个环节的基本原理和设计方法、硬件与软件相互配合实现各独立功能模块的基本思想。

4、培养学生将一般知识结合不同的应用场合，灵活运用知识设计、开发不同系统的能力，把理论知识运用到实际设计中去的技能。

5、本课程是理论与实践相结合。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，课后进行实验验证分析。

6、深度和广度说明：对基本知识比如输入输出接口通道的应用及设计要深入讲解，对其中的执行机构分类应用只做简单介绍，对各类不同的执行机构的介绍应涵盖广些；在常规及复杂的控制算法中对常规的控制算法原理及实现要深入讲解，复杂控制算法简单介绍，原则是各知识点做到深度和广度相结合，既要学生掌握基础知识，又要对本课程所涉及到的现有技术、设备、算法有充分的认识和了解。

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）。

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 计算机控制系统概述** 1.1、计算机控制系统的组成、特点和典型应用方式； 1.2、能够掌握工业控制机的组成结构、包括内部总线、外部总线的结构和特点；（难点、重点） 1.3、能够阐述计算机控制系统的发展历史、概况和趋势。	2		2	1、2	4-1 6-3
2	**2 输入输出接口通道** 2.1、能够阐述输入输出接口的作用和主要的控制方式； 2.2、能够学会设计数字量输入输出通道的结构、信号调理电路及接口方法；（重点） 2.3、能够学会设计模拟量输入/输出通道的结构、信号调理电路及接口方法；（重点） 2.4、能够阐述 I/O 通道的抗干扰措施。	5	2	7	1	4-1
3	**3 常规及复杂的控制算法** 3.1、学会数字控制器的连续化设计技术和实现方法（数字 PID 控制器的设计、改进、参数的整定和对系统动态性能的影响）；（重点） 3.2、学会数字控制器的离散化设计方法（数字控制器的离散化的设计方法；最少拍有（无）波纹控制器的设计）。（难点） 3.3、其它智能控制算法介绍	7	3	10	1、2	4-1 6-3
4	**4 数字控制技术及过程数据处理方法** 4.1、能够阐述数字控制系统的组成及分类； 4.2、能够学会系统误差的自动校准、线性化处理、标度变换、数字滤波、插值计算等技术。（重点）	2		2	1	4-1
5	**5 计算机控制系统可靠性与抗干扰技术** 5.1、能够阐述可靠性与抗干扰技术的基本概念及可靠性设计的基本途径；（重点） 5.2、学会可靠性设计和干扰抑制的方法；（难点）	4		4	2	6-3

	5.3、学会系统供电和接地技术的设计方法； 5.4、学会使用软件抗干扰技术；					
6	**6 计算机控制系统的设计** 6.1、学会计算机控制系统设计方法，包括控制系统硬件、软件设计、接口选择、控制算法以及系统的调试；（重点） 6.2、计算机控制系统应用实例	**4**	**3**	**7**	**1、2**	**4-1** **6-3**
合 计	/	**24**	**8**	**32**	/	/

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、计算机控制系统的组成结构，总线技术	**0.10**	**1、2**
2、输入输出通道的构成及设计	**0.25**	**1**
3、数字控制器的设计，改进及参数整定方法	**0.30**	**1、2**
4、过程数据处理方法	**0.10**	**1**
5、系统可靠性的设计及评价	**0.15**	**2**
6、系统抗干扰设计方法	**0.10**	**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 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。

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	计算机控制系统的发展历史、概况和趋势。	通过对比分析国内外相关技术的发展现状，激发学生的使命感和责任感；结合生活中新技术的应用和新产品的研发，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	其它智能控制算法介绍	重视技术进步与创新，激发学生深入发掘知识的热情和创新思维的培养。

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	支撑指标点
1	数据采集实验	**2**	设计性	必做	**1**	**4-1**
2	数字 PID 控制实验	**3**	设计性	必做	**1**	**4-1**
3	温度闭环控制系统实验	**3**	综合性	必做	**1、2**	**4-1** **6-3**

实验环节主要是上机+实验箱操作，实验箱自带专用的实验系统；要求学生在熟悉实验系统的硬件操作环境和软件使用方法的基础上，学会基本的数据采集及处理方法；学会数字 PID 控制的参数整定方法；亲自动手搭建温度闭环控制系统并调试验证。

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：数据采集实验

实验目的：通过数据采集实验，掌握实验系统的硬件操作环境和软件使用方法；明确实验箱功能模块的内容、电路图设计原理以及输入输出信号的特性及测试方法，通过连接实验箱相关电路，对实验箱中给定的模拟和数字信号分别进行采集，处理并记录、分析结果。

实验原理：

1、编写实验程序，将－5V ～ +5V 的电压作为 ADC0809 的模拟量输入，将转换所得的 8 位数字量显示在计算机屏幕上。

2、编写实验程序，实现 D/A 转换产生周期性三角波，并用示波器观察波形。

实验设备：实验指导书；PC 机一台，TD-ACC 系列教学实验系统一套

实验安排：教师介绍实验室使用要求和安全须知，介绍软件和实验箱基本使用方法；学生每 2 人 1 机，共同完成设计。

实验报告要求：采用标准实验报告格式，要求写明实验原理，硬件连接图，程序流程图，实验结果及分析。

实验二：数字 PID 控制

实验目的：数字 PID 控制中，通过简易工程法整定 PID 参数，不必依赖被控对象的数学模型，在工业现场应用中使用广泛，实验要求使用扩充临界度法或扩充响应曲线法整定 PID 参数，学会简易工程法整定 PID 参数的方法，并分析各参数对系统稳定性的影响。

实验原理：编程实现数字 PID 算法，并用简易工程法整定 PID 参数，最后分析各参数对系统稳定性的影响。

实验设备：实验指导书；PC 机一台，TD-ACC 系列教学实验系统一套或仿真软件实现。

实验安排：教师介绍实验室使用要求和安全须知，介绍软件和实验箱基本使用方法；学生每 2 人 1 机使用 TD-ACC 系列教学实验系统共同完成设计或使用仿真软件完成。

实验报告要求：采用标准实验报告格式，要求写明实验原理，硬件连接图，程序流程图，实验结果及分析。

实验三：温度闭环控制系统设计

实验目的：应用计算机控制系统设计和分析方法的基础上，掌握温度闭环控制系统的构成，并能够应用 PID 控制规律，使温度稳定在给定值，通过调节各参数，观察系统响应特性。

实验原理：TD－ACC 系统 8255 的 PB0 口输出的 PWM 脉冲信号为控制量，经驱动

电路驱动烤箱(温度范围室温～200℃) 或温度单元 (温度范围室温～70℃) 加热，温度测量使用了 10K 热敏电阻，经 A/D 转换构成反馈量，在参数给定的情况下，经 PID 运算产生相应控制量，使温度稳定在给定值。

实验设备：实验指导书；PC 机一台，TD-ACC 系列教学实验系统一套。

实验安排：教师介绍实验室使用要求和安全须知，介绍软件和实验箱基本使用方法；学生每 2 人 1 机使用 TD-ACC 系列教学实验系统，共同完成设计。

实验报告要求：采用标准实验报告格式，要求写明实验原理，硬件连接图，程序流程图，实验结果及分析。

五、达成课程目标的途径和措施

1、学生通过上机操作，掌握计算机控制系统的设计方法，通过实验箱操作实验明确计算机控制系统的软硬件协同工作模式，同时可以运用仿真软件工具来设计对比实验，掌握课程知识和本专业常用仿真软件的使用方法，并达到巩固课堂知识的效果。

2、本课程是一门综合性较强的课程，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、工程项目设计过程及实物图片展示、设计性和验证性实验有机结合，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、课内实验、随堂考核，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 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）	课内实验（2）	期末考试（3）	
1	10	15	40	65
2	5	10	20	35
考核环节成绩比例合计（%）	15	25	60	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。

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.顾德英等编著，《计算机控制技术（第 4 版）》，ISBN 9787563560691，北京邮电大学出版社，2020。

2.赖寿宏主编，《微型计算机控制技术》，ISBN 9877111048916，机械工业出版社，2007。

3.丁建强等编著，《计算机控制技术及其应用》，ISBN 9787302274902，清华大学出版社，2012。

4.张燕红主编，《计算机控制技术（第 3 版）》，ISBN 9787564192204，东南大学出版社，2020。

5.李正军等编著，《计算机控制技术》，ISBN9787111699477，机械工业出版社，2022。

6.网上资源

（1）东北大学，MOOC，在线开放课程

https://www.icourse163.org/course/NEU-1001765003

（2）北京交通大学，MOOC，在线开放课程

https://www.icourse163.org/course/NJTU-1207226804

制定人： 郭晨霞　　**审定人：**刘文耀　　**批准人：**王红亮

2023 年 5 月 1 日

《动态测试与校准技术》课程教学大纲

一、课程基本信息

制定人：张志杰　　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：王红亮

课程名称（中文）：动态测试与校准技术

课程名称（英文）：Dynamic Measurement and Calibration Technology

课程类别：专业高阶课程　　课程性质：选修

课程代码：Z2306010601　　适用层次：本科

适用专业：测控技术与仪器专业　　计划学分：1.5

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、测控电路设计、数字信号处理、误差理论与数据处理、精密仪器零件设计

后续课程：毕业设计

二、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务

本课程是测控技术与仪器专业的一门选修专业教育课。随着现代科学技术的发展，动态测试的理论、技术和工程应用迅速发展。动态测试与校准技术主要讲授动态测试理论、实现的方法与原则，动态校准技术原理与典型案例，动态特性、建模方法与信号处理等，培养学生在测试系统设计方面的综合分析问题能力，进一步加强学生解决问题的能力，为从事科学研究和相关工程技术奠定基础。

2、课程目标

课程目标 1：能够熟悉测控技术与仪器专业的信息获取原理、以及测试系统组成各部分的基本特性以和选择的基本原则，针对动态测试系统的技术指标，选择解决方案，具备典型参量的动态校准、建模与信号处理基本知识。（支撑毕业要求指标点 1-1）。

课程目标 2：能够查阅动态测试与校准技术的相关文献，了解相关的典型案例；对测试系统的动态特性、校准方法、建模与修正等复杂工程问题能够提出研究思路和分析方法。（支撑毕业要求指标点 4-1）。

思政目标：动态测试与校准技术是测控技术与仪器专业重要的发展方向之一，是体现中北大学仪器科学与技术学科的特色与优势的专业课程。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、本课程为专业教育课，要求学生先修传感器原理与设计、测控电路设计、误差理论与数据处理、精密仪器零件设计、数据信号处理等课程，以具备相关的基础知识。

2、本课程要求具备一定的结构设计与电子技术方面的基础，能够运用先修课程的知识和相关软件平台进行系统设计的初步能力。

3、深度和广度说明：对动态测试系统的基本组成和动态测试与校准技术发展现状要熟悉，重点讲授动态测试原理、测试系统设计与集成方法、动态测试校准原理与典型案例、动态特性与建模方法、动态测试的信号处理。

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
1	**1 绪论** 1.1、了解技术革命与测量科学的发展、作用与意义； 1.2、学习动态测试的定义、动态测试系统的基本组成； 1.3、学习动态测试的典型应用。	3		3	1	1-1
2	**2 动态测试原理与测试系统设计** 2.1、了解近似无失真传输系统； 2.2、学习准静态测试原理和动态测试原理； 2.3、学习测试系统集成方法；（重点） 2.4、学习传感器的分类与选择；（重点） 2.5、学习信号调理电路的分类与选择；（难点） 2.6、学习数据采集系统的分类与选择。（重点） 2.7、国产可编程逻辑器件发展差距。	5		5	1	1-1
3	**3 存储测试及应用** 3.1、了解存储测试的概念；（重点） 3.2、学习存储测试的设计原则； 3.3、学习存储测试的典型应用。	3		3	1	1-1
4	**4 动态校准原理与技术** 4.1、了解量值传递与校准的概念 4.2、学习动态校准原理的基本方法；（重点） 4.3、学习阶跃压力发生器与实验方法；（重点） 4.4、学习正弦压力发生器与实验方法；（重点） 4.5、学习脉冲压力发生器与实验方法；（重点）	5	8	5	1、2	1-1 4-1

	4.6、学习其它典型信号发生器与实验方法。（难点）					
5	**5 测试系统的动态特性与建模方法** 5.1、了解动态特性的概念； 5.2、了解动态特性的时、频域表示；（重点） 5.3、学习典型动态特性分析方法；（重点） 5.4、学习动态特性的建模分析方法。（重点，难点）	**3**		**3**	**1、2**	**1-1** **4-1**
6	**6 动态测试的信号处理方法** 6.1、了解测试系统中的信号处理问题； 6.2、学习经典信号的分析与处理方法；（重点） 6.3、学习现代信号的分析与处理方法。（难点）	**3**		**3**	**1、2**	**1-1** **4-1**
7	**7 动态测试的反滤波方法** 7.1、了解测试系统中的特性修正问题； 7.2、测试系统动态特性修正的基本方法； 7.3、基于希望特性的测试系统动态特性修正方法。（难点）	**2**		**2**	**1、2**	**1-1** **4-1**
合 计	/	**24**	**8**	**32**	/	/

表 3.2　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、动态测试与应用	**0.10**	**1**
2、动态测试原理与测试系统设计	**0.20**	**1**
3、存储测试及应用	**0.10**	**1**
4、动态校准原理与技术	**0.3**	**1、2**
5、测试系统的动态特性确定	**0.10**	**1、2**
6、动态测试的信号处理方法	**0.10**	**1、2**
7、动态测试的反滤波方法	**0.10**	**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。

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	动态测试与校准技术的发展历程、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	国内动态测试与校准技术的发展差距	了解动态测试与校准技术的现状，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	支撑指标点
1	激波管动态压力标定实验	**3**	综合性	必做	**1、2**	**1-1** **4-1**
2	加速度校准实验	**3**	综合性	必做	**1、2**	**1-1** **4-1**
3	温度动态标定实验	**2**	综合性	必做	**1、2**	**1-1** **4-1**

实验环节主要是熟悉动态特性实验原理、设备，要求学生能够搭建被校传感器及采集系统，记录实验数据、分析传感器动态特性。

8 个学时共完成 3 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：激波管动态压力标定实验（3 学时）

实验目的：了解激波管动态压力标定装置的组成，学会压力阶跃信号产生的原理和对压力传感器动态特性实验的方法。

实验原理：激波管产生阶跃压力，被校传感器输出响应曲线。

实验设备：激波管动态压力标定装置。

实验安排：教师介绍实验室使用要求和安全须知，介绍激波管动态压力标定装置基本使用方法；学生分组完成实验、记录结果并撰写报告。

实验报告要求：采用标准实验报告格式，提供记录数据曲线、结果截图或照片。

实验二：加速度校准实验（3 学时）

实验目的：了解激振器和加速度校准实验装置的组成，理解正弦加速度信号产生的原理和对加速度传感器动态特性实验的方法。

实验原理：激波管产生正弦加速度信号，被校传感器输出响应曲线。

实验设备：激振器系统。

实验安排：教师介绍实验室使用要求和安全须知，介绍激振器系统基本使用方法；学生分组完成实验、记录结果并撰写报告。

实验报告要求：采用标准实验报告格式，提供记录数据曲线、结果截图或照片。

实验三：温度动态标定实验（2 学时）

实验目的：了解热电阻或热电偶温度传感器校准实验装置的组成，理解温度动态信号产生的原理和对温度传感器动态特性实验的方法。

实验原理：产生温度阶跃信号，被校传感器输出响应曲线。

实验设备：恒温水池。

实验安排：教师介绍实验室使用要求和安全须知，介绍恒温水池使用方法；学生分组完成实验、记录结果并撰写报告。

实验报告要求：采用标准实验报告格式，提供记录数据曲线、结果截图或照片。

五、达成课程目标的途径和措施

1、学生通过学习动态测试与校准技术的发展历程和发展现状，学会选择、运用动态测试与校准理论来设计或集成测试系统。

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演示的教学方法，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、实验与综合设计或开卷考试等，所有考核环节尽量覆盖到所有学生。

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 6.1。

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（%）
	作业（1）	课内实验（2）	大作业（3）	
1	15	17	20	52
2	15	15	18	48
考核环节成绩比例合计（%）	30	32	38	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、参考书目及学习资料

1、张志杰编著，《动态测试与校准技术》，ISBN 9787111684800，机械工业出版社。

2、张志杰，《单次过程测试数据的置信度研究——反滤波方法和环境因子研究》，博士论文，北京理工大学。

3、黄俊钦著，《测试系统动力学》，翻印版，国防工业出版社。

4、祖静著，《新概念动态测试技术》，ISBN 9787118107753，国防工业出版社。

5、张文栋著，《存储测试系统的设计理论及其应用》，ISBN 7040104326，高等教育出版社。

制定人：张志杰　　**审定人**：刘文耀　　**批准人**：王红亮

2023 年 5 月 1 日

《智能仪器》课程教学大纲

一、课程基本信息

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：王红亮

课程名称（中文）：智能仪器

课程名称（英文）：Intelligent instruments

课程类别：专业高阶课程　　课程性质：选修

课程代码：Y2306000612　　适用层次：本科

适用专业：测控技术与仪器　　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：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

后续课程：毕业设计

二、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务

本课程是一门属于测控技术与仪器专业的专业选修课程。该课程全面、系统地介绍以微型处理器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微型处理器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，逐步具备设计以微型处理器为核心的智能电子仪器的能力。

2、课程目标

课程目标 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，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：能够设计基于微型处理器的智能仪器电路，能够根据复杂工程问题的特点设计适合的智能仪器电路。（支撑毕业要求指标点 3-1）。

课程目标 3：能够掌握基本的智能算法，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基于微型处理器的智能仪器的智能算法的能力。（支

撑毕业要求指标点 5-2）。

思政目标：智能仪器在人类社会中得到广泛应用，是人类社会持续进步的关键技术之一。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）。

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 智能仪器概述** 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；（重点） 1.3、理解推动智能仪器发展的主要技术。 1.4、智能仪器的现状与发展趋势。	2		2	1	1-1
2	**2 智能仪器中的微型处理器** 2.1、了解微型处理器的选择原则； 2.2、了解 PIC、MSP-430 系列单片机的分类及特点； 2.3、了解 ARM 的特点及其在智能仪器中的应用； 2.4、了解 DSP 的特点及其在智能仪器中的应用； 2.5、理解典型嵌入式 AI 处理器的组成原理、特点及其在智能仪器中的应用。（重点）	4		4	1	1-1
3	**3 智能仪器的输入输出接口技术** 3.1、理解多路转换器原理及设计方法； 3.2、掌握采样保持器原理及设计方法；（重点） 3.3、理解 A/D 转换器原理、技术指标及选择原则； 3.4、掌握典型集成 D/A 转换器及其接口设计；（难点） 3.5、理解 D/A 转换器原理及技术指标； 3.6、掌握典型集成 D/A 转换器及其接口设计。（难点）	2	2	4	1	1-1
4	**4 智能仪器的人机接口技术** 4.1、了解键盘处理与接口设计； 4.2、掌握 LED 显示处理及接口设计；	1	2	3	1	1-1

	4.3、掌握 LCD 显示处理及接口设计；（重点） 4.4、掌握触摸屏处理及接口设计。（难点）					
5	**5 智能仪器的通信接口技术** 5.1、了解数据通信基础知识； 5.2、理解串行通信原理及接口设计； 5.3、掌握 USB 通信原理及接口设计；（重点、难点） 5.4、了解其他通信接口技术。	**1**		**1**	**1**	**1-1**
6	**6 智能仪器的自检及抗干扰技术** 6.1、了解智能仪器的硬件自检方式及算法； 6.2、了解智能仪器的常见干扰源； 6.3、掌握智能仪器的硬件抗干扰技术；（重点） 6.4、掌握智能仪器的软件抗干扰技术。（重点）	**2**		**2**	**2**	**3-1**
7	**7 智能仪器的数据基本处理技术** 7.1、掌握数据的非数值处理技术；（重点） 7.2、了解系统误差的数据处理技术； 7.3、掌握数字滤波技术；（重点、难点） 7.4、了解系统软件的组成。	**1**		**1**	**2，3**	**3-1** **5-2**
8	**8 AI 基本算子优化方法** 8.1、快速卷积算法 8.2 、近似卷积算法 8.3 、矩阵乘法优化	**3**	**2**	**5**	**2，3**	**3-1** **5-2**
9	**9 神经网络的实现与优化** 9.1、神经网络基本运算及软件实现 9.2、神经网络的权重系数优化 9.3、神经网络结构优化	**4**	**2**	**6**	**2，3**	**3-1** **5-2**
10	**10 ARM 平台上的机器学习编程**	**4**		**4**	**2，3**	**3-1**

	10.1 、CMSIS 软件框架概述 10.2、 CMSIS-DSP 软件框架和编程 10.3 、基于 CMSIS-NN 的神经网络编程 10.4 、ARM Compute Library 软件框架和编程					**5-2**
合 计	/	**24**	**8**	**32**	/	/

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、智能仪器概述；	**0.053**	**1**
2、智能仪器中的微型处理器；	**0.085**	**1**
3、智能仪器的输入输出接口技术；	**0.085**	**1**
4、智能仪器的人机接口技术；	**0.074**	**1**
5、智能仪器的通信接口技术；	**0.023**	**1**
6、智能仪器的自检及抗干扰技术；	**0.22**	**2**
7、智能仪器的数据基本处理技术	**0.031**	**2、3**
8、AI 基本算子优化方法	**0.146**	**2、3**
9、神经网络的实现与优化	**0.168**	**2、3**
10、ARM 平台上的机器学习编程	**0.115**	**2、3**

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	智能仪器的发展历程、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	智能仪器产业发展差距	了解自主知识产权智能仪器的重要性，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	支撑指标点
1	智能仪器输入输出通道设计	**2**	验证性	必做	**1**	**1-1**
2	智能仪器实时采集显示设计	**2**	验证性	必做	**1**	**1-1**
3	快速卷积优化设计	**2**	验证性	必做	**2**	**3-1**
4	神经网络结构轻量化设计	**2**	验证性	必做	**2**	**3-1**

实验系统由计算机和实验箱组成。计算机要求预装实验箱开发软件平台和轻量化深度学习代码开发环境；要求学生熟练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程序并调试通过。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：智能仪器输入输出通道设计

实验目的：通过基于实验箱的智能仪器输入输出通道设计，理解智能仪器输入输出通道的特点，掌握智能仪器输入输出通道的具体细节和设计方法，并能够在计算机软件平台上编写控制程序，实现对智能仪器输入输出通道的控制。

实验原理：智能仪器输入输出通道的硬件组成和工作原理。

实验设备：计算机和实验箱。

实验安排： 教师介绍实验室使用要求和安全须知，讲解智能仪器输入输出通道的基本组成和工作原理；学生 3~5 人 1 机，协作完成设计。

实验报告要求：实验报告提供实验过程和结果截图或照片，实验结果以实验运行输出结果为准。

实验二：智能仪器实时采集显示设计

实验目的：通过基于实验箱的智能仪器实时采集显示设计，理解智能仪器实时采集显示的特点，掌握智能仪器实时采集显示的具体细节和设计方法，并能够在计算机软件平台上编写控制程序，实现对智能仪器实时采集显示的控制。

实验原理：智能仪器实时采集显示的硬件组成和工作原理。

实验设备：计算机和实验箱。

实验安排： 教师介绍实验室使用要求和安全须知，讲解智能仪器实时采集显示的硬件组成和工作原理；学生 3~5 人 1 机，协作完成设计。

实验报告要求：实验报告提供实验过程和结果截图或照片，实验结果以实验运行输出结果为准。

实验三：快速卷积优化设计

实验目的：通过快速卷积优化设计，理解快速卷积优化的原理，掌握快速卷积优化的具体细节和方法，并能够通过合理的代码实现相应的快速卷积优化设计。

实验原理：快速卷积优化设计原理。

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，讲解快速卷积优化设计原理；学生 3~5 人 1 机，协作完成设计。

实验报告要求：实验报告提供实验过程和结果截图或照片，实验结果以实验运行输出结

果为准。

实验四：神经网络结构轻量化设计

实验目的：通过神经网络结构轻量化设计，理解神经网络结构轻量化的原理，掌握神经网络结构轻量化的具体细节和方法，并能够通过合理的代码实现相应的神经网络结构轻量化设计。

实验原理：神经网络结构轻量化原理。

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，讲解神经网络结构轻量化原理；学生 3~5 人 1 机，协作完成设计。

实验报告要求：实验报告提供实验过程和结果截图或照片，实验结果以实验运行输出结果为准。

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

课程考核方式包括随堂考核、作业及小论文考查，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 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）	实验（3）	期末小论文（4）	
1	3	4	5	20	32
2	5	5	10	25	45
3	2	1	5	15	23
考核环节成绩比例合计（%）	10	10	20	60	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、参考书目及学习资料

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、应忍冬，《AI 嵌入式系统：算法优化与实现》，ISBN 9787111693253，机械工业出版社。

制定人：李秀源　　**审定人**：刘文耀　　**批准人**：王红亮

2023 年 5 月 1 日

《微纳传感与系统》课程教学大纲

一、课程基本信息

制定人：王任鑫　　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：王红亮

课程名称（中文）：微纳传感与系统

课程名称（英文）：Micro/Nano Sensing and Systems

课程类别：挑战性课程　　课程性质：选修

课程代码：Y2306000607　　适用层次：本科

适用专业：测控技术与仪器　　计划学分：2

计划学时（周数）：32　　讲课学时：32　　实验学时：0

开课学期：5 后　　考核方式：考查

先修课程：传感器原理及设计、大学物理

后续课程：微惯性集成测量系统

二、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务

本课程是一门属于特种传感方向的专业课程，是测控技术与仪器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。

2、课程目标

课程目标 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、科学原理以及在复杂工程中的应用，能够识别其中的关键特征和参数。（支撑毕业要求指标点 2-1）

课程目标 2：了解微纳传感与系统领域背景及经典案例，能够针对不同应用环境的工程需求，提出研究思路和分析方法，合理采用适合的微纳传感器（支撑毕业要求指标点 4-1）。

思政目标：微纳传感器是智能社会发展的支撑技术，是物联网数据采集的源头，通过了解国内微纳传感器技术的发展历程和展望，感受到国家微纳传感器技术的潜力与差距，激发

学生的奋斗和创新意识。

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、本课程为专业教育课程，先修课程为传感器、大学物理、工程力学，在教学中应注重基础知识、基本概念和思维方法的传授，运用案例试、类比式和启发式教学，使学生掌握一定的分析能力。重点讲授的内容包括：微纳传感作用、常见微纳传感器件，如何将微型化传感器应用构成测试系统。

2、本课程讲解过程中要结合科研和工程中的经典实例，分析对比国内外微纳传感器，激发学生们的奋斗和创新精神。

3、本课程含有大量图、表，信息丰富，要求在 CAI 教室进行授课。

4、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。

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 微纳传感概念** 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。	6	0	6	1	2-1
2	**2 微纳加工技术** 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；	6	0	6	1	2-1
3	**3 机械、热和磁微传感器** 3.1、能够列举位移微传感器的不同敏感方式； 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） 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） 3.6、能够描述热二极管式、热电偶式微机械传感器的基本结构；了解其他非电测量热微传感器； 3.7、能够掌握霍尔效应器件的工作原理。	4	0	4	1	2-1
4	**4 化学微传感器与生物微传感器** 4.1、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） 4.2、了解酶传感器、微生物传感器、细胞传感器等生物微传感器； 4.3、能够理解基因芯片、芯片实验室、即时诊断等概念。	2	0	2	1	2-1

5	**5 新效应传感器** 5.1、了解石墨烯传感、纳米光栅传感技术；（重点） 5.2、了解 AlN 声学传感器；（难点）	**4**	**0**	**4**	**1**	**2-1**
6	**6 微纳仿生传感** 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、仿生导航。	**4**	**0**	**4**	**2**	**4-1**
7	**7 微纳传感及系统应用** 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。	**6**	**0**	**6**	**2**	**4-1**
合 计	/	**32**	**0**	**32**	/	/

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、微纳传感概念	**0.15**	**1**
2、微纳加工技术	**0.15**	**1**
3、机械、热和磁微传感器	**0.10**	**1**
4、化学微传感器与生物微传感器	**0.06**	**1**
5、新效应传感器	**0.10**	**1**
6、微纳仿生传感	**0.22**	**2**
7、微纳传感与系统应用	**0.22**	**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。

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	微纳传感技术的发展历程、发展现状及发展方向。	通过对比分析国内外发展现状，使学生能够感受到国家微纳传感技术的潜力与差距，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	重要的华裔科学家在微纳传感与系统发展方面的贡献	了解传感器国产化的重要性，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、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、演示视频方式有机结合，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

课程考核方式包括大作业、作业及随堂考核情况等，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 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 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）	大作业（3）	
1	6	30	20	56
2	4	20	20	44
考核环节成绩比例合计（%）	10	50	40	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；

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、参考书目及学习资料

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

制定人：王任鑫　　**审定人**：刘文耀　　**批准人**：王红亮

2023 年 5 月 1 日

《嵌入式系统》课程教学大纲

一、课程基本信息

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：王红亮

课程名称（中文）：嵌入式系统

课程名称（英文）：Embedded System

课程类别：挑战性课程　　课程性质：选修

课程代码：Y2306000605　　适用层次：本科

适用专业：测控技术与仪器　　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：C 语言程序设计、微机原理与接口技术、单片机原理及应用

后续课程：毕业设计

二、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务

本课程是仪器类、电子类本科专业开设的专业选修课，主要是讲授基于 RT-Thread 的嵌入式实时操作系统相关理论与应用设计方法。通过本课程的学习，使学生熟悉嵌入式操作系统与裸机的区别，了解嵌入式实时操作系统的基本概念、掌握 RT-Thread 内核、多任务工作环境、线程、中断等基础知识，并能够运用 RT-Thread 操作系统设计相关嵌入式产品。通过本课程学习，学生将了解嵌入式实时操作系统的基本思想、概念和系统组成，掌握基于 RT-Thread 的嵌入式操作系统开发技术，初步具备利用嵌入式实时操作系统进行应用设计的能力。

2、课程目标

课程目标 1：能够针对嵌入式实时系统需求的复杂工程问题，设计开发满足需求的嵌入式实时操作系统功能部件、实现方案或流程。（支撑毕业要求指标点 3-1）。

课程目标 2：能够针对不同的嵌入式开发技术工具和软件资源及工程需求，掌握嵌入式 C 语言开发，并能够在 Keil MDK5 集成开发环境下进行复杂的程序设计。（支撑毕业要求指标点 5-1）。

课程目标 3：能够熟练使用 Keil MDK5 开发环境，并使用 RT-Thread 实时操作系统设计相关嵌入式产品。（支撑毕业要求指标点 5-2）。

思政目标：贯穿立德树人育人理念，在传授嵌入式系统相关知识的同时，进行人生观、价值观、世界观等方面的教育，培养学生践行社会主义核心价值观，引导学生建立对中国特色社会主义道路的自信，激发学生民族自豪感，形成对社会主义核心价值观的普遍共识和价值认同。通过了解国内外嵌入式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。结合中美芯片技术竞争中出现的各种制约手段和方法，理解中国技术崛起的困难，理解资本主义市场贪婪的本质，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；

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、本课程为专业选修课，要求先修 C 语言程序设计基础及微机原理等课程。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，使学生掌握最重要的嵌入式操作系统概念，掌握相关设计方法与手段，以培养利用嵌入式技术手段解决工程问题的分析与设计能力。

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。学生通过上机操作，掌握国产嵌入式操作系统 RT-Thread 的使用方法，会选择、运用 EDA 软件工具来设计具体的软件模块，掌握设计技巧。同时利用软件手段来控制硬件电路，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案例设计中去的技能。

3、深度和广度说明：对 ARM 微处理器结构和硬件结构只做简单介绍，对嵌入式操作系统 RT-Thread、程序设计部分要深入讲解，对嵌入式操作系统 RT-Thread 的掌握和使用是重点。

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
1	**1 嵌入式系统概述（4 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、嵌入式操作系统的基本概念； 1.4、嵌入式操作系统与裸机区别；（重点） 1.5、RT-Thread 操作系统特征与入门介绍。（难点）	2	2	4	1	3-1
2	**2 RT-Thread 线程管理（6 学时）** 2.1、线程管理功能及特点；（难点、重点） 2.2、线程工作机制；（难点、重点） 2.3、线程管理方式； 2.4、线程应用示例； 2.5、空闲及钩子。	4	2	6	2	5-1
3	**3 RT-Thread 定时器（2 学时）** 3.1、RT-Thread 时钟节拍； 3.2、RT-Thread 定时器管理； 3.3、RT-Thread 定时器应用案例。（难点、重点）	2		2	2	5-1
4	**4 RT-Thread 线程同步与通信（10 学时）** 4.1、信号量工作机制与管理方式； 4.2、互斥量工作机制与管理方式；（难点、重点） 4.3、事件集工作机制与管理方式；（重点） 4.4、消息列表工作机制与管理方式； 4.5、典型应用场景分析	6	4	10	2	5-1

5	**5 RT-Thread 内存与中断管理（4 学时）** 5.1、RT-Thread 内存管理功能特点； 5.2、RT-Thread 内存管理配置初始化； 5.3、RT-Thread 内存管理方式与应用举例；（难点、重点） 5.4、RT-Thread 中断工作机制与接口管理；（难点、重点） 5.5、RT-Thread 中断开关使用示例。	**4**		**4**	**2**	**5-1**
6	**6 I/O 设备管理与外设（6 学时）** 6.1、I/O 设备概念； 6.2、创建和注册 I/O 设备；（难点、重点） 6.3、访问 I/O 设备。（难点、重点） 6.4、I/O 设备应用示例； 6.5、UART 串口； 6.6、GPIO； 6.7、SPI/I2C 总线	**6**		**6**	**3**	**5-2**
合 计	/	**24**	**8**	**32**	/	/

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、嵌入式系统概述。	**0.15**	**1**
2、RT-Thread 线程管理；	**0.15**	**2**
3、RT-Thread 定时器；	**0.10**	**2**
4、RT-Thread 线程同步与通信；	**0.25**	**2**
5、RT-Thread 内存与中断管理；	**0.10**	**2**
6、设备管理与外设；	**0.25**	**3**

本门课程为选修课程，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	嵌入式技术的发展历程、发展现状及发展方向。	嵌入式技术是当前得到广泛应用的技术。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。
2	国产嵌入式系统发展差距	结合西方制裁华为事件，以我国自主研发芯片和“鸿蒙”操作系统为列，激发学生的自豪感和民族自尊心，培养学生的社会责任感和爱国主义精神。

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	支撑指标点
1	RT-Thread 实验环境搭建	**2**	验证性	必做	**1**	**3-1**
2	线程的使用	**2**	设计性	必做	**2**	**5-1**
3	信号量与互斥量实验	**2**	验证性	必做	**2**	**5-1**
4	消息队列实验： 一种基于消息机制的系统模型设计	**2**	验证性	必做	**2**	**5-1**

实验环节主要是上机操作，要求保证上机条件，即具备嵌入式软件开发用的 EDA 软件工具和开发板；要求学生熟炼掌握 ARM 软件开发 EDA 软件 Keil- MDK5 和 RT-Thread 的使用方法；掌握在 RT-Thread 环境下排查常见的语法错误和编译错误的方法；掌握使用开发板进行软件调试的方法；动手实现 RT-Thread 环境搭建、线程使用、信号量与互斥量以及消息队列等模块的设计。

8 个学时共完成 4 个实验，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：RT-Thread 实验环境搭建

实验目的：了解 RT-Thread 中的运行环境，以 MDK5 为例，新建 RT-Thread 工程。

实验原理：RT-Thread 操作系统，MDK-ARM（正式版或评估版，5.14 版本及以上版本均可），SystemView 工具。

实验设备：计算机，STM32 开发板。

实验安排：教师介绍实验室使用要求和安全须知，介绍 MDK-ARM 软件基本使用方法；掌握 MDK-ARM 软件的安装、RT-Thread 操作系统配置与调试操作方法、SystemView 工具安装和使用；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，实验结果以提供的时序仿真或开发板演示为准。

实验二：线程的使用

实验目的：理解线程创建、初始化与自动脱离的基本原理，理解高优先级线程抢占低优先级线程运行，掌握 RT-Thread 中线程的动态创建、静态初始化；并在 RT-Thread 中熟练使用线程完成需求。

实验设备：计算机，STM32 开发板。

实验原理：线程，即任务的载体。一般被设计成 while(1) 的循环模式，但在循环中一定要有让出 CPU 使用权的动作。如果是可以执行完毕的线程，则系统会自动将执行完毕的线程进行删除/脱离。RT-Thread 的线程可认为是一系列独立线程的集合。每个线程在自己的环境中运行。在任何时刻，只有一个线程得到运行，RT-Thread 调度器决定运行哪个线程。调度器会不断启动、停止每一个线程，宏观看上去所有的线程都在同时在执行。

实验安排：教师介绍 RT-Thread 中线程的基本使用方法；掌握 RT-Thread 中线程的动态创建、静态初始化，并在 RT-Thread 中熟练使用线程完成需求；学生每人 1 机，独立完成设计。线程管理实验是将线程常用的函数进行一次实验，通过创建两个线程，一个是 LED 线程，另一个是按键线程，LED 线程是显示线程运行的状态，而按键线程是通过检测按键的按下与否来进行对 LED 线程的挂起与恢复。

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，实验结果以提供的时序仿真或开发板演示为准。

实验三：信号量与互斥量实验

实验目的：了解 RT-Thread 中使用信号量机制对共享资源进行互斥的原理和实现方法。观察了解不同优先级任务共存时的特有反转现象、产生的原因和避免的方法。

实验原理：信号量（Semaphore）是一种实现线程间通信的机制，实现线程之间同步或临界资源的互斥访问，常用于协助一组相互竞争的线程来访问临界资源。在多线程系统中，各线程之间需要同步或互斥实现临界资源的保护，信号量功能可以为用户提供这方面的支持。互斥量又称互斥型信号量，是一种特殊的二值信号量，它和信号量不同的是，它支持互斥量所有权、递归访问以及防止优先级翻转的特性，用于实现对临界资源的独占式处理。任意时刻互斥量的状态只有两种，开锁或闭锁。

实验设备：计算机，STM32 开发板。

实验安排：教师讲解 RT-Thread 中线程信号量与互斥量的使用方法；掌握信号量与互斥量的运行机制，并在 RT-Thread 中熟练使用线程完成需求；学生每人 1 机，独立完成设计。

信号量同步实验是在 RT-Thread 中创建了两个线程，一个是获取信号量线程，一个是释放互斥量线程，两个线程独立运行，获取信号量线程是一直在等待信号量，，等到获取到信号量之后，线程处理完毕时它又马上释放信号量。

互斥量同步实验是在 RT-Thread 中创建了两个线程，一个是申请互斥量线程，一个是释放互斥量线程，两个线程独立运行，申请互斥量线程是一直在等待互斥量线程的释放互斥量，一直在等待，等到获取到互斥量之后，进行处理完它又马上释放互斥量。

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，实验结果以提供的时序仿真或实验箱演示为准。

实验四：消息队列实验：一种基于消息机制的系统模型设计

实验目的：了解 RT-Thread 中任务之间的通信方式，消息和消息队列的工作原理。并设计一种简单的基于消息的多任务模型。

实验原理：队列又称消息队列，是一种常用于线程间通信的数据结构，队列可以在线程与线程间、中断和线程间传送信息，实现了线程接收来自其他线程或中断的不固定长度的消息，并根据不同的接口选择传递消息是否存放在线程自己的空间。通过消息队列服务，线程或中断服务例程可以将一条或多条消息放入消息队列中。RT-Thread 中使用队列数据结构实现线程异步通信工作

实验设备：计算机，STM32 开发板。

实验安排：在 RT-Thread 中创建了两个线程，一个是发送消息线程，一个是获取消息线程，两个线程独立运行，发送消息线程是通过检测按键的按下情况来发送消息，假如发送

消息不成功，就把返回的错误情代码在串口打印出来，另一个线程是获取消息线程，在消息队列没有消息之前一直等待消息，一旦获取到消息就把消息打印在串口调试助手里；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，实验结果以提供的时序仿真或实验箱演示为准。

五、达成课程目标的途径和措施

1、学生通过上机操作，掌握至嵌入式系统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。

2、在考核学生对可嵌入式系统基本知识、基本原理和方法的基础上，重点考核学生对实时嵌入式系统 RT-Thread 系统的掌握程度、C 语言软件编程能力、软件设计能力和开发工具使用方法的掌握程度。

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。

4、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报告、课内实验、作业及随堂考核情况等，所有考核环节均需覆盖到所有学生。

2、定量评价（待定）

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）	期末报告（4）	
1	3	2	5	5	15
2	7	8	15	30	60
3	5	5		15	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、参考书目及学习资料

1、邱祎、熊谱翔、朱天龙著，《嵌入式实时操作系统》，ISBN 9787111619345，机械工业出版社。

2、刘火良、杨森著，《RT-Thread 内核实现与应用开发实战指南-基于 STM32》，ISBN 9787111613664，机械工业出版社。

3、网上资源：

（1）RT-Thread 官方论坛，https://www.rt-thread.org/qa/。

（2）野火电子论坛，www.firebbs.cn。

制定人：储成群　　**审定人**：刘文耀　　**批准人**：王红亮

2023 年 5 月 1 日

《数字信号处理》课程教学大纲

一、课程基本信息

制定人：张志杰　　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：王红亮

课程名称（中文）：数字信号处理

课程名称（英文）：Digital Signal Processing

课程类别：专业高阶课程　　课程性质：选修

课程代码：Y2306000613　　适用层次：本科

适用专业：测控技术与仪器　　计划学分：2

计划学时（周数）：32　　讲课学时：28　　实验学时：4

开课学期：5　　考核方式：考试

先修课程：高等数学、线性代数、电路原理、复变函数与积分变换、信号与系统

后续课程：动态测试与校准技术

二、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务

本课程是测控技术与仪器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有着广泛应用。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，学生可以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。

2、课程目标

课程目标 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。（支撑毕业要求指标点 2-1）。

课程目标 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。（支撑毕业要求指标点 3-1）。

课程目标 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。（支撑毕业要求指标点 5-1）。

思政目标：数字信号处理是信息科学的一门重要学科。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、本课程为专业方向选修课，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、利用软件工具解决工程技术问题，培养学生把理论知识灵活运用到实际设计中去的技能。

3、深度和广度说明：对 Z 变换及离散傅里叶变换等基本理论要重点讲解，对数字滤波器的基本结构做简单讲解，重点讲授快速傅里叶变换算法、IIR 和 FIR 数字滤波器的设计方法。

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）。

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、数字信号处理的研究对象、数字信号处理系统的基本组成和特点；（重点） 1.4、数字信号处理发展历程、发展现状、发展方向及应用； 1.5、离散时间信号与系统。	2		2	1	2-1
2	**2** Z 变换 2.1、Z 变换的定义；（重点） 2.2、Z 反变换；（重点） 2.3、Z 变换的基本性质； 2.4、离散系统的系统函数及其频率响应。（重点、难点）	4		4	1	2-1
3	**3** 离散傅里叶变换 3.1、傅里叶变换的几种形式； 3.2、离散傅里叶变换；（重点） 3.3、离散傅里叶变换的性质； 3.4、抽样 Z 变换；（难点） 3.5、DFT 对连续时间信号的逼近。（重点）	5		5	1、2	2-1 3-1
4	**4** 快速傅立叶变换 4.1、快速傅里叶变换的意义； 4.2、直接计算 DFT 的问题及改进途径； 4.3、按时间抽样的 FFT 算法；（重点） 4.4、按频率抽样的 FFT 算法；（难点）	4	1	5	2、3	3-1 5-1

5	**5** 数字滤波器的基本结构 5.1、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；（重点） 5.3、有限长单位冲激响应（FIR）滤波器的基本结构。（重点）	**2**		**2**	**1**	**2-1**
6	**6** IIR 数字滤波器的设计方法 6.1、数字滤波器的概念； 6.2、由模拟滤波器设计 IIR 数字滤波器；（重点） 6.3、冲激响应不变法； 6.4、双线性变换法；（重点） 6.5、设计 IIR 滤波器的频率变换法。（重点、难点）	**7**	**1.5**	**8.5**	**2、3**	**3-1** **5-1**
7	7 FIR 数字滤波器的设计方法 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；（难点） 7.3、窗函数设计法。（重点）	**4**	**1.5**	**5.5**	**2、3**	**3-1** **5-1**
合 计	/	**28**	**4**	**32**	/	/

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、绪论	**0.05**	**1**
2、Z 变换	**0.25**	**1**
3、离散傅里叶变换	**0.20**	**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	**0.05**	**1**
6、IIR 数字滤波器设计方法	**0.10**	**2、3**
7、FIR 数字滤波器设计方法	**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。

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	数字信号处理发展历程、发展现状、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	数字信号处理的应用。	了解元器件国产化的重要性，激发学生的爱国情怀。

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	支撑指标点
1	离散时间系统与快速傅里叶变换	**1**	设计性	必做	**1、2、3**	**2-1、3-1 5-1**
2	无限长冲击响应（IIR）数字滤波器设计	**1.5**	设计性	必做	**2、3**	**3-1、5-1**
3	有限长冲击响应（FIR）数字滤波器设计	**1.5**	设计性	必做	**2、3**	**3-1、5-1**

实验环节主要是上机操作，要求保证上机条件，即实验计算机具备 Matlab 软件；要求学生熟炼掌握利用 Matlab 软件进行信号的频谱分析、设计满足工程需求的 IIR 滤波器和 FIR 滤波器。

4 个学时共完成 3 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：离散时间系统与快速傅里叶变换

实验目的：通过本实验，能够使用有关离散系统分析的 Matlab 调用函数及格式；加深

对快速傅里叶变换的理解，掌握利用 FFT 对信号进行谱分析的方法，包括正确地进行参数选择、画频谱图及读频谱图。

实验原理：FFT 算法。

实验设备：Matlab 软件，计算机。

实验安排：教师介绍实验室使用要求和安全须知，介绍软件基本使用方法；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。

实验二：无限长冲击响应（IIR）数字滤波器设计

实验目的：掌握 IIR 数字滤波器的设计原理、设计方法和设计步骤；能根据给定的滤波器指标进行 IIR 数字滤波器设计。

实验原理：双线性变换法。

实验设备：Matlab 软件，计算机。

实验安排：教师讲解如何使用 Matlab 软件进行 IIR 数字滤波器设计，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。

实验三：有限长冲击响应（FIR）数字滤波器设计

实验目的：掌握 FIR 数字滤波器设计原理、设计方法和设计步骤；用窗函数法设计 FIR 数字滤波器的原理和方法；能根据给定的滤波器指标进行 FIR 数字滤波器设计。

实验原理：窗函数法。

实验设备：Matlab 软件，计算机。

实验安排：教师讲解如何使用 Matlab 软件进行 FIR 数字滤波器设计，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。

五、达成课程目标的途径和措施

1、老师课堂讲授数字信号处理的基本知识、基本原理和方法。在讲解的过程中，老师要采用问题引导、案例分析等多种方式，以免导致单纯讲授理论知识的枯燥，以提高学生的学习兴趣。

2、学生通过课后练习，巩固和掌握课内知识，并提高分析问题和解决问题的能力。

3、在老师的指导下，学生通过上机实验，一方面进一步理解和掌握相关理论知识，另

一方面学会如何利用所学的理论知识解决工程实际问题。

六、考核方式

1、评价环节

课程考核方式包括作业情况、课内实验及期末考试等，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 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 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（%）
	作业（1）	课内实验（2）	期末考试（3）	
1	10	2	31	43
2	10	8	24	42
3	0	10	5	15
考核环节成绩比例合计（%）	20	20	60	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、参考书目及学习资料

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。

制定人：张志杰　　**审定人**：刘文耀　　**批准人**：王红亮

2023 年 4 月 24 日

《微弱信号检测》课程教学大纲

一、课程基本信息

制定人：金丽　　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：王红亮

课程名称（中文）：微弱信号检测

课程名称（英文）：Weak Signal Detection

课程类别：专业教育课程　　课程性质：选修

课程代码：Y2306000608　　适用层次：本科

适用专业：测控技术与仪器　　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：5　　考核方式：考试

先修课程：电路原理、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

后续课程：测控系统设计综合实践

二、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务

本课程是一门属于数据分析类的专业课程，是测控技术与仪器专业和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。

2、课程目标

课程目标 1：能够分析工程问题中噪声的统计特性并通过电路的响应进行求解，具备运用微弱信号检测方法分析能力和解决典型工程问题的能力。（支撑毕业要求指标点 2-1）。

课程目标 2：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。（支撑毕业要求指标点 2-2）。

思政目标：微弱信号检测技术是实现高灵敏度 MEMS 传感器的基础。培养学生的微弱

信号分析能力和电路设计与仿真能力，提高学生解决典型工程问题的能力，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、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。

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 微弱信号检测背景知识** 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； 1.4、理解信噪比和信噪改善比。	2	2	4	1	2-1
2	**2 内/外部噪声分布及抑制** 2.1、了解放大器内部的噪声源及噪声特性； 2.2、了解外部干扰噪声分类及其抑制方法； 2.3、学会分析系统内外部噪声分布及抑制。	6	0	6	1	2-1
3	**3 微弱信号检测方法** 3.1、了解锁定放大、取样积分、相关检测、自适应噪声抵消等微弱信号检测方法原理； 3.2、理解不同微弱信号检测方法适用范围及场景； 3.3、学会采用不同微弱信号检测方法提高信号的信噪改善比。	16	6	22	2	2-2
合 计	/	24	8	32	/	/

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、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**	**1**
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**	**1**
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**	**1**
5、锁定放大器的特点、结构和工作原理；	**0.1**	**2**
6、取样积分的基本原理和工作方式	**0.1**	**2**
7、相关检测技术原理	**0.1**	**2**
8、自适应噪声消除原理和方法	**0.1**	**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。

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	各种微弱信号检测技术的发展历程、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 MEMS 传感器件发展差距	了解 MEMS 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

编号	实验项目名称	学时	类型	要求	支撑课程目标	支撑指标点
1	滤波器的设计与仿真	**2**	设计性	必做	**1**	**2-1**
2	压阻式信号检测电路的设计与仿真	**2**	设计性	必做	**2**	**2-2**
3	谐振式信号检测电路的设计与仿真	**2**	设计性	必做	**2**	**2-2**
4	热流式信号检测电路的设计与仿真	**2**	设计性	必做	**2**	**2-2**

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 Multisim 软件工具；要求学生学会 Multisim 仿真，学会 Multisim 环境下压阻式、谐振式、热流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。

8 个学时共完成 4 个实验，每次实验均先讲解实验要求，在学生做的同时进行指导。

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：滤波器的设计与仿真

实验目的：了解 3 种无源滤波器的功能，熟悉无源滤波器的构造。采用 Multisim 软件完成 3 种滤波器电路设计，要求仿真通过：低通滤波器、高通滤波器和带通滤波器。根据仿真设计数据，简要说明电路的工作原理及本电路能达到的实用功能；

实验原理：滤波器的幅频特性。

实验设备：Multisim，计算机。

实验安排：教师介绍实验室使用要求和安全须知，介绍软件基本使用方法；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，提供仿真和结果截图或照片，求出所设计滤波器各参数，计算并选择电路元件及参数。

实验二：压阻式信号检测电路的设计与仿真

实验目的：了解压阻式信号检测电路原理，在 Multisim 环境下进行压阻式信号检测电路中差动放大电路的设计与仿真。

实验原理：压阻式信号检测电路原理。

实验设备：Multisim，计算机。

实验安排：教师讲解压阻式信号检测电路原理，设计相关电路并进行仿真，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，提供仿真和结果截图或照片，给出相应的电路原理图和仿真结果。

实验三：谐振式信号检测电路的设计与仿真

实验目的：了解谐振式信号检测电路原理，在 Multisim 环境下进行两种基本谐振式信号检测电路的设计仿真。

实验原理：谐振式信号检测电路原理。

实验设备：Multisim，计算机。

实验安排：教师讲解谐振式信号检测电路原理，设计相关电路并进行仿真，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，提供仿真和结果截图或照片，给出相应的电路

原理图和仿真结果。

实验四：热流式信号检测电路的设计与仿真

实验目的：了解热流式信号检测电路原理，在 Multisim 环境下进行热电偶式信号检测电路中信号调理电路的设计仿真。

实验原理：热流式信号检测电路原理。

实验设备：Multisim，计算机。

实验安排：教师讲解热流式信号检测电路原理，设计相关电路并进行仿真，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，提供仿真和结果截图或照片，给出相应的电路原理图和仿真结果。

五、达成课程目标的途径和措施

1、本课程是一门实践性很强的课程，要求学生通过实验环节掌握各种类型微弱信号检测电路的原理及设计，充分利用软件仿真，培养学生对相关知识的实际应用能力。

2、为取得良好的教学效果，在知识讲授过程中要结合工程应用的实际需求，使得学生掌握应对不同的需求，采用合适的方法来抑制系统的噪声，进而实现相应的电路设计。

3、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。

六、考核方式

1、评价环节

课程考核方式包括期末考试、实验、随堂考核等，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 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 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）	实验（2）	期末考试（3）	
1	5	5	50	60
2	5	15	20	40
考核环节成绩比例合计（%）	10	20	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、参考书目及学习资料

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。

制定人：金丽　　**审定人**：刘文耀　　**批准人**：王红亮

2023 年 5 月 1 日

《量子传感原理及应用》课程教学大纲

一、课程基本信息

制定人：李中豪　　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：王红亮

课程名称（中文）：量子传感原理及应用

课程名称（英文）：Principles and applications of quantum sensing

课程类别：专业教育课程　　课程性质：选修

课程代码：Y2306000609　　适用层次：本科

适用专业：测控技术与仪器　　计划学分：1

计划学时（周数）：4　　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：数字电子技术、传感器原理及设计

后续课程：测控系统综合实践

二、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务

本课程是一门属于前沿技术类的专业教育课程，是新型测控技术与仪器方向发展的核心课程。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。

2、课程目标

课程目标 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。（支撑毕业要求指标点 1-1）。

课程目标 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。（支撑毕业要求指标点 4-1）。

思政目标：量子传感原理及应用是未来超高精度精密测量领域发展的重要方向之一。通过了解国内外该技术的发展现状及未来发展趋势，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。（支撑课程思政中富强、文明-技术创新理念）

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，要求先修大学物理和传感器原理及设计等课程，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。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，了解原子、原子自旋及光学微腔等对热、电、磁、角速度、加速度等物理量的传感原理，掌握实现量子传感与精密测量的基本原理。

3、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做出简单介绍，对各种新型量子传感器的类型及使用限制了解即可，量子传感器件及仪器实现的的基本原理及要素是本课程需掌握和使用的重点。

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
1	**1 量子传感背景及意义** 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、量子传感技术的发展背景及意义。	3	0	3	1	1-1
2	**2 多物理量量子传感原理** 2.1、掌握原子、原子自旋及光学微腔等对热、电、磁、角速度、加速度等物理量的传感原理；(重点、难点) 2.2、了解量子多物理量传感实现的信息解算原理等基本原理； 2.3、了解量子多物理量传感实现的基本组成结构等。	5	0	5	1、2	1-1 4-1
3	**3 多物理量量子传感应用** 3.1、掌握原子电磁传感的实现及应用；（重点） 3.2、掌握原子自旋热、电、磁、角速度传感的实现及应用； 3.3、了解光学微腔磁、加速度传感的实现及应用；（重点） 3.4、了解典型的量子传感器件（国内外）； 3.5、了解典型的量子传感仪器（国内外）。	5	0	5	1、2	1-1 4-1
4	**4 量子传感研究现状及趋势** 4.1、了解量子传感技术工程应用的难题和挑战； 4.2、了解量子精密传感技术的发展趋势及应用前景。	3	0	3	1	1-1
合 计	/	16	0	16	/	/

表 3.2 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、量子传感技术的发展背景及意义	**0.10**	**1**
2、多物理量量子传感原理	**0.40**	**1、2**
3、多物理量量子传感应用	**0.40**	**1、2**
4、量子传感研究现状及趋势	**0.10**	**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 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。

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	典型的量子传感器件（国内外）	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	典型的量子传感仪器（国内外）	了解核心仪器国产化的重要性，激发学生爱国情怀。

四、达成课程目标的途径和措施

1、学生对量子传感基本知识、基本原理和方法学习的基础上，重点掌握不同种类的量子传感器的发展、优缺点及工程选取以，了解未来量子精密测量领域发展方向。

2、本课程是一门前沿性很强的课程，要求学生通过课堂讲授及课下预习、复习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、多媒体课件及视频教学等多种方式有机结合，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。

五、考核方式

1、评价环节

课程考核方式包括期末报告、作业及随堂考核情况等，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 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（%）
	随堂考核（1）	作业（2）	期末报告（5）	
1	5	20	35	60
2	5	10	25	40
考核环节成绩比例合计（%）	10	30	60	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。

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、参考书目及学习资料

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

制定人：李中豪　　**审定人**：刘文耀　　**批准人**：王红亮

2023 年 5 月 1 日

《光纤技术及应用》课程教学大纲

一、课程基本信息

制定人：刘毅　　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：王红亮

课程名称（中文）：光纤技术及应用

课程名称（英文）：Optical fiber technology and application

课程类别：专业教育课程　　课程性质：选修

课程代码：Y2306000601　　适用层次：本科

适用专业：测控技术与仪器　　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：考试

先修课程：大学物理、光电探测技术

后续课程：毕业设计

二、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务

本课程是测控技术与仪器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。

2、课程目标

课程目标 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。（支撑毕业要求指标点 1-1）

课程目标 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。（支撑毕业要求指标点 3-1）。

课程目标 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。（支撑毕业要求指标点 4-1）。

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）。

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、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。	**2**		**2**	**1**	**1-1**
2	**2 光纤的基本特性** 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）	**2**	**1**	**3**	**1**	**1-1**
3	**3 光纤的连接和耦合** 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。	**2**	**1**	**3**	**1**	**1-1**
4	**4 光纤无源器件** 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。	**4**		**4**	**1**	**1-1**
5	**5 光纤有源器件** 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；	**4**		**4**	**1**	**1-1**

	5.4、光纤放大器的原理和应用。（难点、重点）					
6	**6 光纤传感技术** 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。	**4**	**3**	**7**	**2**	**3-1**
7	**7 光纤通信技术** 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。	**4**	**3**	**7**	**3**	**4-1**
8	**8 特种光纤技术及应用** 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。	**2**		**2**	**3**	**4-1**
合 计	/	**24**	**8**	**32**	/	/

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 光纤技术发展及应用；	0.1	1
2 光纤基本特性；	0.14	1
3 光纤连接贺耦合；	0.14	1
4 光纤无源器件；	0.18	1、2
5 光纤有源器件；	0.18	1、2
6 光纤传感技术；	0.13	2
7 光纤通信技术；	0.07	3
8 特种光纤技术；	0.06	3

本课程不可以申请免修。

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	支撑指标点
1	光纤的耦合和模式	1	验证性	必做	1	1-1
2	光纤中光速和光纤材料平均折射率的测量	1	验证性	必做	1	1-1
3	光纤传感实验	3	设计性	必做	2	3-1
4	光纤通信实验	3	综合性	必做	3	4-1

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；要求学生熟练掌握光纤的耦合、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。

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：光纤的耦合和模式

实验目的：掌握光纤耦合的基本原理和耦合效率计算方法，实现激光的高效率耦合，测量光纤耦合的效率，观察光纤的模式变化。

实验原理：光纤全反射。

实验设备：5 自由度的调整机构，激光器，光纤。

实验安排：教师介绍实验室使用要求和安全须知，介绍实验设备基本使用方法。

实验报告要求：采用标准实验报告格式，提供光路图和结果照片，实验结果以提供的实验设备结果为准。

实验二：光纤中光速和光纤材料平均折射率的测量

实验目的：掌握光纤中光速和平均折射率的测量方法，掌握光纤实验仪器的操作方法，掌握在示波器中测量时间延迟的方法。

实验原理：时间飞行法。

实验设备：激光器，光纤，示波器。

实验安排：教师介绍使用示波器基本使用方法，讲解光传播时间测量的思路和要求。

实验报告要求：采用标准实验报告格式，提供光路图和结果照片，实验结果以提供的实验设备结果为准。

实验三：光纤传感实验

实验目的：掌握反射式光纤位移传感器的原理，掌握反射式光纤位移测量的操作方法，掌握光纤传感器进行温度测量的操作方法，掌握光纤传感器进行振动和转速测量的操作方法。

实验原理：强度型光纤传感原理。

实验设备：光纤位移传感器。

实验安排：教师介绍强度型光纤传感器使用方法，讲解位移和温度等参数测量思路和要求。

实验报告要求：采用标准实验报告格式，提供光路图和结果照片，实验结果以提供的实验设备结果为准。

实验四：光纤通信实验

实验目的：掌握光纤通信基本原理和通信系统的基本结构，掌握半导体激光器电光调制特性，利用光纤实验仪器实现模拟音频的调制和解调。

实验原理：光纤通信原理。

实验设备：半导体激光器，光电探测器。

实验安排：教师介绍半导体激光器和光电探测器使用方法，讲解音频信号调制解调思路和要求。。

实验报告要求：采用标准实验报告格式，提供光路图和结果照片，实验结果以提供的实验设备结果为准。

五、达成课程目标的途径和措施

1、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。

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、分组实验方式有机结合，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，必要时，采取视频制作呈现的方式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、分组实验、作业及随堂考核情况等，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 5 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）	分组实验（3）	期末考试（5）	
1	4	7	3	40	54
2	3	4	6	20	33
3	3	4	6	0	13
考核环节成绩比例合计（%）	10	15	15	60	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；

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、参考书目及学习资料

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。

制定人：刘毅　　**审定人**：穆继亮　　**批准人**：王红亮

2023 年 5 月 1 日

《物联网技术概论》课程教学大纲

一、课程基本信息

制定人：陈建军　　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：王红亮

课程名称（中文）：物联网技术概论

课程名称（英文）： Introduction to Internet of Things technology

课程类别：专业教育课程　　课程性质：选修

课程代码：Y2306000610　　适用层次：本科

适用专业：测控技术与仪器专业　　计划学分：1

计划学时（周数）：4　　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：传感器原理及设计、微机原理及接口技术、信号与系统

后续课程：毕业设计

二、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务

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。

2、课程目标

课程目标 1：通过对本课程的学习，对物联网的基本概念、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；理解物联网的架构及其信息感知、传输及处理过程；了解物联网技术的发展现状及应用前景。（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。（支撑毕业要求指标点 4-1）。

思政目标：物联网是具有广泛应用前景的技术，通过了解国内外该技术的发展现状和发展方向，激发学生重视技术进步与创新，培养学生重视技术创新、为社会进步国家发展贡献力量的意识。

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、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，让学生对物联网相关技术有深入的理解。

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）。

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 物联网概述** 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）	1		1	1	1-1
2	**2 物联网架构技术** 2.1、掌握物联网结构；（重点） 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。	3		3	1、2	1-1 4-1
3	**3 标识技术** 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、难点）	1		1	1、2	1-1 4-1
4	**4 通信技术** 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）	1		1	1	1-1
5	**5 网络技术** 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；（重点） 5.4、了解宽带网络技术； 5.5、了解无线网格网；	1		1	1、2	1-1 4-1

	5.6、了解云计算网络。					
6	**6 网络定位和发现技术** 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；（重点） 6.6、了解传感器网络时间同步技术。	**1**		**1**	**1、2**	**1-1** **4-1**
7	**7 软件、服务和算法技术** 7.1、了解环境感知型中间件； 7.2、了解嵌入式软件；（重点） 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。	**1**		**1**	**1、2**	**1-1** **4-1**
8	**8 硬件技术** 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；（重点） 8.3、了解数字化传感器及网络接口技术。	**1**		**1**	**1、2**	**1-1** **4-1**
9	**9 数据和信号处理技术** 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；	**1**		**1**	**1、2**	**1-1** **4-1**

	9.7、了解人机交互技术。					
10	**10 发现与搜索引擎技术** 10.1、了解 WEB 搜索引擎工作原理； 10.2、了解物联网搜索引擎；（重点） 10.3、了解服务发现技术。	**1**		**1**	**1、2**	**1-1** **4-1**
11	**11 关系网络管理技术** 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；（重点） 11.3、了解分布式数据库/资料集合管理。	**1**		**1**	**1、2**	**1-1** **4-1**
12	**12 电源和能量储存技术** 12.1、了解能源采集转换技术； 12.2、了解能量储存（电池）技术；（重点） 12.3、了解无线供电技术。	**1**		**1**	**1**	**1-1**
13	**13 安全与隐私技术** 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；（重点） 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。	**1**		**1**	**1、2**	**1-1** **4-1**
14	**14 标准化和相关技术** 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；（重点） 14.3、了解设备对设备（M2M）标准化工作。	**1**		**1**	**1**	**1-1**
合 计	/	**16**		**16**	/	/

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、物联网概述	**0.05**	**1**
2、物联网架构技术	**0.1**	**1、2**
3、标识技术	**0.06**	**1、2**
4、通信技术	**0.05**	**1**
5、网络技术	**0.1**	**1、2**
6、网络定位和发现技术	**0.08**	**1、2**
7、软件、服务和算法技术	**0.08**	**1、2**
8、硬件技术	**0.08**	**1、2**
9、数据和信号处理	**0.08**	**1、2**
10、发现与引擎技术	**0.08**	**1、2**
11、关系网络管理技术	**0.06**	**1、2**
12、电源和能量储存技术	**0.05**	**1**
13、安全与隐私技术	**0.08**	**1、2**
14、标准化和相关技术	**0.05**	**1**

本课程不允许申请免修。

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	标准化和相关技术	通过讲述协议的发展，我国在通信协议方面专利较少，每年需要向高通等缴纳的专利费，引导学生自立，自强，奋发向上的精神情感。
2	通信技术和网络技术	1．通过 5G 技术 引出华为在 5G 技术上的成就，增强学生科技自信、增强民族自信和自豪感。 2．解网络体系结构的分层模型时，强调合作的重要性，培养学生团结协作的意识培养学生的纪律意识。 3．我国参与的 5G 网络协议标准的制定，激发学生的爱国热情。
3	物联网应用	讲述物联网应用在智慧家居、智慧交通、智慧城市、智慧汽车等的应用，增强学生的科学自信、民族自信。

四、达成课程目标的途径和措施

1、本课程涉及知识面较广，需要学生在学习过程中通过网络和参考资料进行提前预习了解讲授内容。

2、本课程在教学方法上，教师要充分利用各种媒体教学手段，采取课堂教学、多媒体课件、案例讲解、实物演示等教学方式，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、学生讨论和案例分析等多种教学方法，以进一步提高教学质量。

五、考核方式

1、评价环节

课程考核方式包括报告、作业及随堂考核等，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 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（%）
	随堂考核（1）	作业（2）	报告（3）	
1	9	10	41	60
2	6	15	19	40
考核环节成绩比例合计（%）	15	25	60	100

第 i 个分课程目标的达成度 Ai ：

$$A_{\mathrm{i}}=\sum G_{\mathrm{ik}}\times(S_{\mathrm{ik}}/P_{\mathrm{i}}) \tag{5-1}$$

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：

$$A=\sum A_{\mathrm{i}}\times P_{\mathrm{i}} \tag{5-2}$$

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、参考书目及学习资料

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。

制定人：陈建军　　**审定人**：刘文耀　　**批准人**：王红亮

2023 年 5 月 1 日

《虚拟仪器设计》课程教学大纲

一、课程基本信息

制定人：葛双超　　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：王红亮

课程名称（中文）：虚拟仪器设计

课程名称（英文）：Virtual Instrumentation Design

课程类别：专业教育课程　　课程性质：选修

课程代码：Y2306000611　　适用层次：本科

适用专业：测控技术及仪器　　计划学分：2

计划学时（周数）：32　　讲课学时：20　　实验学时：12

开课学期：6　　考核方式：考查

先修课程：传感器原理及设计、信号与系统、C 语言程序设计

后续课程：测控系统设计综合实践

二、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务

本课程是测控技术及仪器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，提高学生综合能力的同时培养学生家国情怀。

2、课程目标

课程目标 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。（支撑毕业要求指标点 2-1）。

课程目标 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，选择合适的硬件设备和软件开发平台，完成虚拟仪器系统开发和优化。（支撑毕业要求指标点 3-1）。

课程目标 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。（支撑毕业要求指标点 5-2）。

思政目标：虚拟仪器技术是计算机技术同仪器技术深层次结合产生的全新概念的仪器技术。通过了解国内外该技术的发展现状和差距，激发学生重视技术自主创新，助力打破国外对该技术市场的垄断，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。

2、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，培养解决复杂工程问题的分析和设计能力。

3、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。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。

4、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。

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 虚拟仪器概述** 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 了解虚拟仪器的基本概念、组成及特点； 1.4 掌握虚拟仪器硬件架构及软件层次结构；（重点、难点） 1.5 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。	**2**	**0**	**2**	**1、2**	**2-1** **3-1**
2	**2 虚拟仪器软件开发平台及设计基础** 2.1 了解虚拟仪器设计编程环境、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（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）	**8**	**4**	**12**	**1、3**	**2-1** **5-2**
3	**3 虚拟仪器系统设计** 3.1 熟练掌握数据采集 DAQ 的基本原理、选择及硬件配置等知识。（难点） 3.2 掌握虚拟仪器系统的设计原则及步骤；（重点） 3.3 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；（难点） 3.4 虚拟仪器系统的设计实例。	**10**	**8**	**18**	**1、2、3**	**2-1** **3-1** **5-2**
合 计	**/tuol**	**20**	**12**	**32**	**/**	**/**

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、虚拟仪器的基本概念、组成及特点；	**0.1**	**1、2**
2、虚拟仪器软硬件架构；	**0.15**	**2**
3、虚拟仪器编程环境、使用方法；	**0.1**	**1、2**
4、虚拟仪器创建、调试和调用方法	**0.10**	**1、3**
5、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。

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	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	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	虚拟仪器硬件架构及软件开发平台	了解虚拟仪器系统自主开发的重要性，激发学生的自主创新意识，勇于打破虚拟仪器技术国际市场垄断的决心。

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	支撑指标点
1	Labview 的编程环境及基本操作实验	**2**	设计性	必做	**1、3**	**2-1** **5-2**
2	虚拟信号发生器	**2**	设计性	必做	**2、3**	**3-1** **5-2**
3	虚拟示波器设计实验	**4**	设计性	分组必做	**1、3**	**2-1** **5-2**
4	环境参数采集实验	**4**	综合性	分组必做	**1、2、3**	**2-1** **3-1** **5-2**

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

实验目的：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。通过实验使学生学会 LabVIEW 的安装、启动和保存；熟悉软件的组成元素和基本操作；学会使用前面板和后面板进行创建 VI 程序；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。

实验原理：Labview 软件编程环境，Labview 软件的基本操作。

实验设备：Labview 软件、计算机。

实验安排：教师介绍实验室使用要求和安全须知，介绍虚拟仪器软件的基本使用方法；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，实验结果以学生现场运行程序演示为准。

实验二：虚拟信号发生器

实验目的：要求学生理解信号源在测试测量系统中的作用，掌握典型信号的特点和参数。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。通过实验使学生了解 VI 创建及调用；能够进行图表及波形显示；能够使用数值运算子模板等。

实验原理：信号采集与显示，VI 创建及调用。

实验设备：计算机。

实验安排：教师提出实验要求并进行讲解；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，实验结果以学生现场运行程序演示为准。

实验三：虚拟示波器设计实验

实验目的：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，在实验二开发的信号采集程序基础上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，利用实验箱产生三种类型的信号，且信号参数可调；

2、波形显示部分，要求采集实验箱模拟输出模块产生的信号，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。

通过实验使学生：

1、掌握硬件指标，掌握虚拟仪器和硬件系统的通信方式，

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。

实验原理：采样定理，虚拟仪器系统的设计原则及步骤

实验设备：Labview 软件、计算机、USB 虚拟仿真实验箱。

实验安排：本实验为课内分组实验。两个学时教师用来提出实验要求并进行讲解，然后要求学生 2 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 1 个小时，教师检查实验结果，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。

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，实验结果以学生现场运行程序演示为准。

实验四：环境参数采集实验

实验目的：要求学生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。熟悉虚拟仪器信号的输入输出，理解数据采集、存储、输出等相关知识，利用相关板卡实现信号发生、数据的采集、时频分析等功能，并调用 Matlab 对采集信

号进行处理。

基本要求：利用 PXI 实验箱或 USB 虚拟仿真实验箱采集模拟信号；搭建测控系统，能够产生模拟激励信号；自选传感器，利用搭建的系统采集并实时显示输入信号波形；根据信号时域变化产生报警信号或对系统反馈调节。

实验原理： 信号发生、数据采集、时频分析

实验设备：Labview 软件、计算机、USB 虚拟仿真实验箱、传感器

实验安排：本实验为分组实验。两个学时教师用来提出实验要求并进行讲解，然后要求学生 3 或 4 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，教师检查实验结果，测试其正确性，完成验收。如果四个学时不足，可利用课外时间完成后经教师验收完成。最后每位学生独立提交规范的实验报告。

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，实验结果以学生现场运行程序演示为准。

五、达成课程目标的途径和措施

1、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。掌握虚拟仪器设计的一般方法，培养分析和解决复杂工程问题的能力。

2、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、分组实验等方法有机结合，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

课程考核方式包括随堂考核、作业、实验及综合设计报告，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）	实验（3）	综合设计报告（4）	
1	5	8	12	25	50
2	4	3	10	13	30
3	1	4	8	7	20
考核环节成绩比例合计（%）	10	15	30	45	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、参考书目及学习资料

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、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。

5、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

6、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

7、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

制定人：葛双超　　**审定人**：刘文耀　　**批准人**：王红亮

2023 年 5 月 1 日

《光电探测技术》课程教学大纲

一、课程基本信息

制定人：武锦辉　　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：王红亮

课程名称（中文）：光电探测技术

课程名称（英文）：Photoelectric detecting technology

课程类别：专业教育课程　　课程性质：选修

课程代码：Y2306000602　　适用层次：本科

适用专业：测控技术与仪器　　计划学分：2

计划学时（周数）：32　　讲课学时：22　　实验学时：10

开课学期：6　　考核方式：考试

先修课程：大学物理、模拟电子技术、数字电子技术、传感器原理及设计

后续课程：测控系统设计综合实践

二、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务

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。

2、课程目标

课程目标 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。（支撑毕业要求指标点 1-1）。

课程目标 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。（支撑毕业要求指标点 4-1）。

思政目标：光电探测技术是由光学、精密机械、电子学、计算机科学相结合的新兴科技领域，利用光电探测技术，能深入人眼不易或不能观察的光谱领域，从而弥补人眼在空间、时间能量和光谱分辨能力上的局限，课程能够引导学生重视技术进步与激发自主创新意识，为国民经济和国防建设做出贡献。

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）。

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、光电探测技术的内涵及发展；	1		1	2	4-1
2	**2 辐射度与光度学基础** 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）	2		2	1	1-1
3	**3 光电仪器中常用的光源** 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）	2		2	1、2	1-1 4-1
4	**4 光辐射探测器的理论基础** 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）	2		2	1	1-1
5	**5 真空光电器件** 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。	3		3	1、2	1-1 4-1
6	**6 半导体光电导器件**	4	3	7	1、2	1-1

	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。					**4-1**
7	**7 半导体结型光电器件** 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）	**4**	**7**	**11**	**1、2**	**1-1** **4-1**
8	**8 光电成像器件** 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）	**2**		**2**	**1、2**	**1-1** **4-1**
9	**9 常用红外光电探测技术** 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。	**2**		**2**	**1、2**	**1-1** **4-1**
合 计	/	**22**	**10**	**32**	/	/

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、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**

本课程不允许申请免修。

光电探测技术是由光学、精密机械、电子学、计算机科学相结合的新兴科技领域，利用光电探测技术，能深入人眼不易或不能观察的光谱领域，从而弥补人眼在空间、时间能量和光谱分辨能力上的局限，课程能够引导学生重视技术进步与激发自主创新意识，为国民经济和国防建设做出贡献。

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	光电探测技术件的发展历程、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。
2	国产光电探测器件的地位和重要性	了解光电探测技术的重要意义，激发学生的自主创新意识。

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	支撑指标点
1	光敏电阻特性测试及应用	**3**	验证性	必做	**1、2**	**1-1** **4-1**
2	光敏管的应用—光控电路	**2**	验证性	必做	**2**	**4-1**
3	光敏三极管特性测试及应用	**3**	验证性	必做	**1、2**	**1-1** **4-1**
4	衍射光栅-距离测试实验	**1**	验证性	必做	**2**	**4-1**
5	光电位置敏感器件—PSD	**1**	验证性	必做	**2**	**4-1**

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

实验目的：测试光敏电阻的暗电阻，亮电阻，光电阻。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。

实验原理：光敏二极管信号调理电路原理。

实验设备：实验箱，万用表。

实验安排：教师介绍实验室使用要求和安全须知，介绍光敏二极管使用方法、调理电路原理和实验箱基本使用规范，要求必须分组完成，2～4 人一组，配合完成实验。

实验报告要求：采用标准实验报告格式，提供实验结果截图或照片和实验数据，实验结果以提供的测试数据和实验箱演示为准。

实验二：光敏管的应用—光控电路

实验目的：掌握光敏二极管基本原理，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。根据暗通电路原理，设计亮通电路。

实验原理：光敏二极管光控电路原理。

实验设备：实验箱，万用表。

实验安排：教师介绍实验室使用要求和安全须知，介绍光敏二极管光控电路原理和实验箱基本使用规范，要求必须分组完成，2～4 人一组，配合完成实验。

实验报告要求：采用标准实验报告格式，提供实验结果截图或照片，实验结果以提供的实验箱演示为准。

实验三：光敏三极管特性测试及应用

实验目的：要求掌握光敏三极管的使用方法，光源的电路的设计。学会判断光敏三极管 C、E 极性，并测试光敏三极管的伏安特性；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，选用不同颜色的发光二极管，连接光源电路，测出光敏三极管的光谱响应曲线，总结使用光敏三极管时对光源的选择规律。

实验原理：光敏三极管光放大电路原理。

实验设备：实验箱，万用表。

实验安排：教师介绍实验室使用要求和安全须知，介绍光敏三极管使用方法、调理电路原理和实验箱基本使用规范，要求必须分组完成，2～4 人一组，配合完成实验。

实验报告要求：采用标准实验报告格式，提供实验结果截图或照片和实验数据，实验结果以提供的测试数据和实验箱演示为准。

实验四：衍射光栅-距离测试实验

实验目的：理解衍射光栅距离测量的基本原理，观察光电检测系统的结构，测试位移-光斑距离输出曲线。

实验原理：衍射光栅位移测量原理。

实验设备：实验箱，万用表。

实验安排：教师介绍实验室使用要求和安全须知，介绍衍射光栅距离测试原理和实验箱基本使用方法，要求必须分组完成，2～4 人一组，配合完成实验。

实验报告要求：采用标准实验报告格式，提供实验结果截图或照片和实验数据，实验结果以提供的测试数据和实验箱演示为准。

实验五：光电位置敏感器件—PSD

实验目的：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。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。

实验原理：反射式三角法位移测量原理。

实验设备：实验箱，万用表。

实验安排：教师介绍实验室使用要求和安全须知，介绍 PSD 器件激光器等相关器件组成的三角法位移测试原理和实验箱基本使用方法，要求必须分组完成，2～4 人一组，配合完成实验。

实验报告要求：采用标准实验报告格式，提供实验测试数据表，实验结果以提供的测试数据和实验箱演示为准。

五、达成课程目标的途径和措施

1、引导学生深入理解辐射度和光度学基本概念，将课程内容按照光电探测系统核心四个部分进行模块化，逐步推进难度，让学生更好地理解和掌握知识点。结合实际案例，分析光电探测技术的国内外发展概况，让学生了解前沿发展动态，加深对应用和发展前景的认识。

2、提供大量实验案例和实验教学，鼓励学生动手进行实验操作，实地感受光电探测技术的实际应用，锻炼学生的实验操作能力和分析问题能力。提倡互动，引导学生贡献自己的思考和想法，鼓励学生参与讨论，促进师生之间沟通交流、知识分享。

3、结合专业实验和学院科研任务需求，让学生实际参加光电子测试工程设计、技术开发等实践活动，提高学生的综合素质和动手能力，培养工程实践能力和创新意识。

六、考核方式

1、评价环节

课程考核方式包括期末考试、实验、作业及随堂考核情况等，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 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（%）
	随堂考核（1）	作业（2）	实验（3）	期末考查报告（4）	
1	6	9	15	30	60
2	4	4	16	16	40
考核环节成绩比例合计（%）	10	13	31	46	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、参考书目及学习资料

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。

制定人：武锦辉　　**审定人**：刘文耀　　**批准人**：王红亮

2023 年 5 月 1 日

《人工智能导论》课程教学大纲

一、课程基本信息

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：王红亮

课程名称（中文）：人工智能导论

课程名称（英文）：Introduction to artificial intelligence

课程类别：专业教育课程　　课程性质：选修

课程代码：Y2306000606　　适用层次：本科

适用专业：测控技术与仪器　　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、概率论与数理统计

后续课程：毕业设计

二、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务

本课程是一门属于测控技术与仪器专业的专业方向选修课程。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：了解人工智能在测控技术与仪器专业领域的经典案例，能够针对复杂工程问题提出人工智能研究思路和分析方法，并有意识地将试验结果用于指导解决人工智能方案的改善和优化。（支撑毕业要求指标点 4-1）。

课程目标 2：能准确客观分析预测在复杂工程问题中的人工智能解决方案和应用对社会、健康、安全、法律以及文化的潜在影响。（支撑毕业要求指标点 6-3）。

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、本课程为专业方向选修课，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	4-1
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	4-1 6-3
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	1、2	4-1 6-3
4	**4 机器学习** 4.1、理解机器学习的基本原理和分类； 4.2、理解典型的（符号）学习方法，包括记忆学习、示例学习、演绎学习、类比学习、解释学习、发现学习等； 4.3、理解监督学习的主要工作及步骤、准则函数的演变、过拟合、欠拟合、正则化，以及模型与学习方法的分类；（难点） 4.4、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。 4.5、理解神经网络及其学习的基本原理，包括神经网络的拓扑结构与学习机理、神经网络模型及其分类等；（重点）	8		8	1、2	4-1 6-3
合 计	/	16	0	16	/	/

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、人工智能概述；	**0.125**	**1**
2、知识的表示与推理；	**0.25**	**1、2**
3、搜索与求解；	**0.125**	**1、2**
4、机器学习；	**0.50**	**1、2**

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	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

无

五、达成课程目标的途径和措施

1、本课程是一门理论性很强的课程，要求学生通过作业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，采取课堂教学和多媒体课件有机结合，教学和学生复习交替进行，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

课程考核方式包括随堂考核、作业及小论文考查，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 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 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）	期末小论文（3）	
1	5	15	35	55
2	5	15	25	45
考核环节成绩比例合计（%）	10	30	60	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、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、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**：王红亮

2023 年 5 月 1 日

《惯性平台姿态测量与控制》课程教学大纲

一、课程基本信息

制定人：冯凯强　　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：王红亮

课程名称（中文）：惯性平台姿态测量与控制

课程名称（英文）：Attitude measurement and control of inertial platform

课程类别：专业教育课程　　课程性质：选修

课程代码：Z2306010602　　适用层次：本科

适用专业：测控技术与仪器　　计划学分：1.5

计划学时（周数）：4　　讲课学时：16　　实验学时：16

开课学期：6　　考核方式：考试

先修课程：传感器原理及设计、自动控制基础、单片机原理及应用、测控电路设计

后续课程：微惯性集成测量系统、测控系统设计综合实践

二、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务

本课程是一门属于测控仪器与系统类的专业方向选修课程，是一门典型的测控系统设计类课程。该课程以提高学生对实际测控系统设计与测控技术应用能力为目的，其任务是讲授惯性平台姿态测量和控制系统设计。通过该课程的学习使学生掌握惯性平台姿态测量和控制系统的设计方法与应用技术。

2、课程目标

课程目标 1：能够通过惯组误差参数辨识、姿态测量及控制等知识点的运用，解决惯性平台的姿态测量与控制系统中的工程问题。（支撑毕业要求指标点 1-2）。

课程目标 2：能够通过分析将相关工程问题转化为技术问题，并根据特定要求，对惯性平台的姿态测量与控制系统进行设计。（支撑毕业要求指标点 3-1）。

思政目标：精确姿态测量与控制是国内外战略战术武器实现精确打击的前提。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、本课程为专业方向选修课，要求先修数字信号处理、自动控制基础和单片机原理及应用课程，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“惯性平台”概念，了解惯性平台姿态测量与控制设计方法与手段，以培养学生对测控系统的分析设计能力。

2、教师通过惯性平台组成、工作原理以及设计方法的教学，结合实例，提高学生对惯性平台测控系统的实际分析与设计能力。

3、学生通过实验，了解惯性器件的主要误差特性参数，会根据实际应用需求，选择、运用合适的惯性器件和控制系统来设计惯性平台测控系统，学会惯性平台测控系统的具体设计方法。

4、测控技术与仪器具有极强的工程应用专业特点，惯性平台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惯性平台系统的分析与设计能力，能够将理论知识运用到实际系统中的技能，以培养应用型人才。

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。

6、深度和广度说明：对惯性平台的组成结构、工作原理、姿态测量以及控制系统设计等内容要深入讲解，对惯性器件的工作原理只做简单介绍，对国内外典型惯性器件与系统介绍应涵盖广些，对惯性器件的内部结构了解即可，惯性平台的姿态测量与控制系统的分析和设计是重点。

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）。

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（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、理解惯性平台的概念、组成及其各部件的功能；（重点） 1.4、了解惯性平台的典型应用。	**2**	**0**	**2**	**1**	**1-2**
2	**2 惯性平台惯组的误差参数辨识（4 学时）** 2.1、了解陀螺的基本原理和误差参数的来源； 2.2、了解加速度计的基本原理和误差参数的来源； 2.3、学会使用 Allan 方差和卡尔曼滤波进行误差参数辨识；（难点） 2.4、学会陀螺随机漂移误差参数的辨识；（重点） 2.5、学会加速度计误差参数的辨识。	**4**	**5**	**9**	**1、2**	**1-2、3-1**
3	**3 惯性平台的姿态测量系统设计（6 学时）** 3.1、理解基于四元数法的惯性平台姿态测量系统； 3.2、理解基于等效旋转矢量法的惯性平台姿态测量系统； 3.3、掌握基于卡尔曼滤波数据融合的惯性平台姿态测量系统设计；（重点）	**6**	**6**	**12**	**1、2**	**1-2、3-1**
4	**4 惯性平台的控制系统设计（4 学时）** 4.1、了解惯性平台控制系统的工作原理； 4.2、掌握惯性平台控制系统的设计；（重点）	**4**	**5**	**9**	**1、2**	**1-2、3-1**
合 计	/	**16**	**16**	**32**	/	/

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 惯性平台概述	0.05	1
2 陀螺基本原理和误差来源	0.05	1、2
3 加速度计基本原理和误差来源	0.05	1、2
4 卡尔曼滤波	0.05	1、2
5 Allan 方差	0.05	1、2
6 陀螺随机漂移误差参数的辨识	0.15	1、2
7 加速度计误差参数的辨识	0.10	1、2
8 基于等效旋转矢量法的惯性平台姿态测量系统	0.1	1、2
9 基于四元数法的惯性平台姿态测量系统	0.1	1、2
10 基于卡尔曼滤波数据融合的惯性平台姿态测量系统设计	0.15	1、2
11 惯性平台控制系统的设计	0.1	1、2

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	微惯性器件及系统的发展历程、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	国内外微惯性器件及系统发展差距	了解姿态精确测量与控制对武器系统精确打击的重要性，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	支撑指标点
1	惯性平台惯组误差参数辨识实验	2	验证性	必做	1、2	1-2、3-1
2	基于卡尔曼滤波数据融合的惯性平台姿态测量算法设计实验	2	设计性	必做	1、2	1-2、3-1
3	基于 PID 的惯性平台控制算法设计实验	2	设计性	必做	1、2	1-2、3-1
4	惯性传感器测试实验	2	验证性	必做	1、2	1-2、3-1
5	惯性测量组件标定实验	2	验证性	必做	1、2	1-2、3-1
6	基于互补滤波的姿态测量算法设计实验	2	设计性	必做	1、2	1-2、3-1
7	惯性平台姿态测量与控制系统设计综合实验	4	综合性	必做	1、2	1-2、3-1

实验环节要求具备实验条件，即具备能够完成姿态测量与控制的惯性平台；采用分组实验的方式，每个实验都是由若干学生协作共同完成；要求学生了解惯性平台各个部件的具体功能；掌握惯性平台惯组的误差参数辨识；掌握基于卡尔曼滤波数据融合的惯性平台姿态测量算法设计；掌握基于 PID 的惯性平台控制算法设计；掌握惯性传感器及测量组件的测试

及标定方法；掌握基于互补滤波的姿态测量算法设计；掌握惯性平台姿态测量与控制系统的软硬件设计。

实验一：惯性平台惯组误差参数辨识实验（2 学时）

实验目的：通过惯性传感器误差参数辨识熟悉惯性传感器的几种典型测量误差，掌握基于 ALLAN 方差的惯性传感器误差辨识方法，基于 Matlab 软件设计并实现基于 ALLAN 方差的惯性传感器误差辨识算法。

实验原理：通过 ALLAN 方差辨识传感器随机噪声。

实验设备：计算机，Matlab 仿真软件。

实验安排：教师介绍实验室使用要求及安全须知，介绍 Matlab 软件的基本使用方法，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，实验结果以为准。

实验二：基于卡尔曼滤波数据融合的惯性平台姿态测量算法设计实验（2 学时）

实验目的：通过设计惯性平台的姿态测量算法熟悉惯性传感器的姿态测量基本原理，掌握基于卡尔曼滤波姿态测量的模型构建方法，基于 Matlab 软件设计并实现基于卡尔曼滤波的惯性平台姿态测量算法。

实验原理：基于加速度计及陀螺仪测量信息，通过卡尔曼滤波进行信息融合，实现最优姿态估计。

实验设备：计算机，Matlab 仿真软件。

实验安排：教师介绍实验室使用要求及安全须知，介绍 Matlab 软件的基本使用方法，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，实验结果以为准。

实验三：基于 PID 的惯性平台控制算法设计实验（2 学时）

实验目的：通过惯性平台控制算法设计，掌握基于 PID 的基本控制原理，熟悉 PID 参数的基本确定方法，基于 Matlab 软件设计并实现基于 PID 的惯性平台控制算法。

实验原理：结合惯性平台的姿态测量信息，通过 PID 控制原理设计相应的控制算法，实现惯性平台的稳定控制。

实验设备：计算机，Matlab 仿真软件，惯性平台。

实验安排：教师介绍实验室使用要求及安全须知，介绍 Matlab 软件及惯性平台的基本使用方法，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，实验结果以为准。

实验四：惯性传感器测试实验（2 学时）

实验目的：了解惯性传感器特性参数分类，掌握惯性传感器特性参数的测试方法，基于 Matlab 软件进行传感器特性参数的求解。

实验原理：结合传感器特性参数的定义及国军标测试方法实现惯性传感器特性参数的获取。

实验设备：采集卡，读数盒，计算机，Matlab 仿真软件。

实验安排：教师介绍实验室使用要求及安全须知，介绍采集卡、读数盒、Matlab 软件的基本使用方法，学生每人 1 套，独立完成实验。

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，实验结果以为准。

实验五：惯性测量组件标定实验（2 学时）

实验目的：熟悉惯性测量组件的确定性误差组成，掌握惯性测量组件标定编排方法，基于 Matlab 软件设计并实现标定参数求解。

实验原理：基于高精度三轴位置速率温控转台提供的角速率及加速度信息做为基准，采用重力场翻滚及多转速标定方法，通过最小二乘法求解惯性测量组件零位、标度因数以及安装误差等标定参数。

实验设备：三轴位置速率温控转台，计算机，Matlab 仿真软件。

实验安排：教师介绍实验室使用要求及安全须知，介绍三轴位置速率温控转台及 Matlab 软件的基本使用方法，数据处理阶段学生每人 1 机，独立完成实验。

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，实验结果以为准。

实验六：基于互补滤波的姿态测量算法设计实验（2 学时）

实验目的：通过设计惯性平台的姿态测量算法熟悉惯性传感器的姿态测量基本原理，掌握基于互补滤波姿态测量的模型构建方法，基于 Matlab 软件设计并实现基于互补滤波的惯性平台姿态测量算法。

实验原理：基于加速度计及陀螺仪测量信息，通过互补滤波进行信息融合，实现最优姿态估计。

实验设备：计算机，Matlab 仿真软件。

实验安排：教师介绍实验室使用要求及安全须知，介绍 Matlab 软件的基本使用方法，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，实验结果以为准。

实验七：惯性平台姿态测量与控制系统设计综合实验（4 学时）

实验目的：熟悉惯性传感器的姿态测量基本原理，掌握惯性平台姿态测量与控制系统的硬件组成及软件设计方法。

实验原理：基于 FPGA+DSP 架构实现惯性传感器信息的采集、惯性平台姿态解算以及稳定控制，同时将姿态信息通过上位机实时显示。

实验设备：无

实验安排：教师介绍实验室使用要求及安全须知，介绍 Matlab 软件的基本使用方法，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，实验结果以为准。

五、达成课程目标的途径和措施

1、学生通过实际操作，掌握惯性平台基本组成和工作原理，重点考核学生对惯性平台姿态测量和控制系统的分析设计能力。

2、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、课堂情况、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 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（%）
	随堂考核（1）	实验（2）	作业（3）	期末考试（4）	
1	3	12	3	42	60
2	2	8	2	28	40
考核环节成绩比例合计（%）	5	20	5	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、参考书目及学习资料

1、刘俊，《微惯性技术》，ISBN 7121019167，电子工业出版社。

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

3、高钟毓，《惯性导航系统技术》，ISBN 9787302294009，清华大学出版社。

4、胡寿松，《自动控制原理》，ISBN 9787030370563，科学出版社。

5、Franklin，《自动控制原理与设计》，ISBN 9787121232725，电子工业出版社。

制定人：冯凯强　　**审定人**：刘文耀　　**批准人**：王红亮

2023 年 5 月 1 日

《微惯性集成测量系统》课程教学大纲

一、课程基本信息

制定人：李杰　　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：王红亮

课程名称（中文）：微惯性集成测量系统

课程名称（英文）：Micro inertial integrated measurement system

课程类别：专业教育课程　　课程性质：必修

课程代码：Y2306000614　　适用层次：本科

适用专业：测控技术与仪器　　计划学分：2

计划学时（周数）：32　　讲课学时：20　　实验学时：12

开课学期：7　　考核方式：考试

先修课程：高等数学、精密仪器零件设计、传感器原理及其应用

后续课程：毕业设计

二、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务

本课程是一门属于系统设计与应用类的专业课程，是测控技术及仪器专业、微电子科学与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。

2、课程目标

课程目标 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。（支撑毕业要求指标点 2-1）

课程目标 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。（支撑毕业要求指标点 4-1）

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、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）。

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、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。	3		3	1	2-1
2	**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。	3		3	1	2-1 4-1
3	**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；（重点，难点） 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；（重点，难点） 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。	6		6	1、2	2-1 4-1
4	**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；（重点）	4	3	7	1、2	2-1 4-1

	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；（重点） 4.5、了解导航计算机的基本功能及设计方法；（重点，难点） 4.6、了解系统工程应用的其它关键技术。					
5	**5 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；（重点） 5.4、掌握微加速度计主要特性参数的测试与评估方法；（重点） 5.5、掌握微惯性测量单元的测试与评估方法；（重点，难点） 5.6、应用微惯性集成测量系统的测试与评估方法。	**4**	**9**	**13**	**1、2**	**2-1** **4-1**
合 计	/	**20**	**12**	**32**	/	/

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	支撑指标点
1	微加速度计零偏与标度因数测试	**3**	验证性	必做	**1、2**	**2-1、4-1**
2	微陀螺仪零偏稳定性测试	**3**	验证性	必做	**1、2**	**2-1、4-1**
3	微惯性集成测量组合主要特性参数测试	**3**	验证性	必做	**1、2**	**2-1、4-1**
4	基于微惯性器件的倾角集成测量系统测试	**3**	验证性	必做	**1、2**	**2-1、4-1**

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）

实验目的：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。

实验原理：在 1g 重力场的作用下，通过转台为微加速度计提供不同的重力场环境，采用最小二乘法拟合得到微加速度计的零偏与标度因数。

实验设备：三轴位置速率摇摆温控转台

实验安排：教师介绍实验室使用要求和安全须知，介绍转台和 Matlab 数据处理软件的基本使用方法；学生以分组形式完成测试实验。

实验报告要求：采用标准实验报告格式，提供实验过程的截图或照片，实验结果以提供的 Matlab 数据处理结果为准。

实验二：微陀螺仪零偏稳定性测试（3 学时）

实验目的：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。

实验原理：通过转台为微陀螺仪提供不同的旋转环境，采用最小二乘法拟合得到微陀螺仪的零偏与标度因数。

实验设备：三轴位置速率摇摆温控转台

实验安排：教师介绍实验室使用要求和安全须知，介绍转台和 Matlab 数据处理软件的基本使用方法；学生以分组形式完成测试实验。

实验报告要求：采用标准实验报告格式，提供实验过程的截图或照片，实验结果以提供的 Matlab 数据处理结果为准。

实验三：微惯性集成测量组合主要特性参数测试（3 学时）

实验目的：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。

实验原理：通过转台为微陀螺仪及微加速度计提供不同的重力场及旋转环境，采用最小二乘法拟合得到微惯性测量组合的主要特性参数。

实验设备：三轴位置速率摇摆温控转台

实验安排：教师介绍实验室使用要求和安全须知，介绍转台和 Matlab 数据处理软件的基本使用方法；学生以分组形式完成测试实验。

实验报告要求：采用标准实验报告格式，提供实验过程的截图或照片，实验结果以提供的 Matlab 数据处理结果为准。

实验四：基于微惯性器件的倾角集成测量系统测试（3 学时）

实验目的：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。

实验原理：三轴位置速率摇摆温控转台

实验安排：教师介绍实验室使用要求和安全须知，介绍转台和 Matlab 数据处理软件的基本使用方法；学生以分组形式完成测试实验。

实验报告要求：采用标准实验报告格式，提供实验过程的截图或照片，实验结果以提供的 Matlab 数据处理结果为准。

五、达成课程目标的途径和措施

1、学生通过实际操作，掌握三轴位置速率摇摆温控转台的使用方法，微惯性集成测量系统的集成测试方法以及系统的精度评估方法。

2、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、课堂情况、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 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（%）
	随堂考核（1）	实验（2）	作业（3）	期末考试（4）	
1	3	12	3	42	60
2	2	8	2	28	40
考核环节成绩比例合计（%）	5	20	5	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、参考书目及学习资料

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。

制定人： 李杰　　**审定人：** 刘文耀　　**批准人：**王红亮

2023 年 5 月 1 日

《电子设计自动化》课程教学大纲

一、课程基本信息

制定人：王巍　　教学基层组织审核人：穆继亮

开课学院：仪器与电子学院　　开课学院审核人：王红亮

课程名称（中文）：电子设计自动化

课程名称（英文）：Electronics Design Automation

课程类别：专业教育课程　　课程性质：选修

课程代码：Y2306000603　　适用层次：本科

适用专业：电子科学与技术　　计划学分：1.5

计划学时（周数）：32　　讲课学时：16　　实验学时：16

开课学期：5 后　　考核方式：考查

先修课程：模拟电子技术、数字电子技术

后续课程：DSP 系统设计

二、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务

电子设计自动化（EDA）是仪器、电子类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。

2、课程目标

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；（支撑毕业要求指标点 5-2）。

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；（支撑毕业要求指标点 3-1）。

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（支撑毕业要求指标点 2-1）；

思政目标：电子设计自动化是集成电路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，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、掌握利用 Altium Designer 软件进行原理图设计、逻辑仿真、PCB 图设计、库文件管理的能力，并能应用 EDA 工具将电子产品从电路设计、性能分析到设计出 IC 版图或 PCB 版图的整个过程在计算机上熟练完成。

3、深度和广度说明：对单片机、可编程逻辑器件与本课程的区别和联系要深入讲解；对 EDA 技术的发展及应用介绍应涵盖广些；对原理图布线工具绘制电路原理图的方法要重点讲解，在实验中重点培养学生采用自上而下的电子电路设计思路绘制层次原理图的能力。

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
1	**1 概述** 1.1、电子设计自动化的基本概念，电子设计领域国内外 EDA 技术的差距。 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）	1		1	1	5-2
2	**2 原理图设计基础** 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	3	2	3	1	5-2
3	**3 绘制原理图** 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	2	4	2	1	5-2
4	**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）	3	2	6	1	5-2
5	**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	2	2	6	3	2-1
6	**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）	2	2	4	1、2	5-2 3-1

	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）					
7	**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）	**3**	**4**	**7**	**1、2**	**5-2** **3-1**
合 计	/	**16**	**16**	**32**	/	/

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、EDA 的发展、用途、意义；	**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**
5、设计层次原理图；	**0.1**	**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**

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	EDA 技术的发展历程、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 EDA 技术发展差距	了解元器件及 EDA 软件国产化的重要性，激发学生爱国情怀。

四、本课程开设的实验项目

编号	实验项目名称	学时	类型	要求	支撑课程目标	支撑指标点
1	电路原理图设计基础`	**2**	验证性	必做	**1**	**5-2**
2	设计电路原理图	**2**	验证性	必做	**1**	**5-2**
3	设计层次原理图	**2**	验证性	必做	**3**	**2-1**
4	编译项目及生成原理图报表	**2**	验证性	必做	**1**	**5-2**
5	原理图元件库的管理	**2**	验证性	必做	**1**	**5-2**
6	印制电路板设计基础	**2**	验证性	必做	**2**	**3-1**
7	稳压电源 PCB 板设计	**2**	验证性	必做	**2**	**3-1**
8	单片机最小系统的 PCB 板设计	**2**	验证性	必做	**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 8 个实验，8 个为正常课内实验，

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：电路原理图设计基础`

实验目的：通过电路原理图设计基础实验熟悉 Altium Designer 软件的安装方法和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。

实验原理：两级放大电路原理图。

实验设备：计算机，Altium Designer 软件。

实验安排：教师介绍实验室使用要求和安全须知，介绍软件基本使用方法；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，实验结果以提供的时序仿真或软件演示为准。

实验二：设计电路原理图

实验目的：掌握绘制原理图的基本步骤，熟悉加载和移除元件库、查找元器件、放置好的元件自动编号。

实验原理：555 构成的多谐振荡器。

实验设备：计算机，Altium Designer 软件。

实验安排：教师介绍实验室使用要求和安全须知，介绍软件基本使用方法；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，实验结果以提供的时序仿真或软件演示为准。

实验三：设计层次原理图

实验目的：了解层次性原理图的结构，熟练方块电路的绘制和端口的设置，掌握层次性原理图的绘制方法。

实验原理：555 多谐振荡器。

实验设备：计算机，Altium Designer 软件。

实验安排：教师介绍实验室使用要求和安全须知，介绍软件基本使用方法；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，实验结果以提供

的时序仿真或软件演示为准。

实验四：编译项目及生成原理图报表

实验目的：了解编译项目，产生 ERC 报告的方法，掌握纠正报告中的错误及生成原理图的网络表、元器件列表的方法。

实验原理：555 多谐振荡器。

实验设备：计算机，Altium Designer 软件。

实验安排：教师介绍实验室使用要求和安全须知，介绍软件基本使用方法；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，实验结果以提供的时序仿真或软件演示为准。

实验五：原理图元件库的管理

实验目的：掌握编辑原理图元件及创建原理图元件的方法，了解把 Protel 99 SE 中的元件库导入到 Protel DXP 中使用。

实验原理：NPN 三极管的原理图。

实验设备：计算机，Altium Designer 软件。

实验安排：教师介绍实验室使用要求和安全须知，介绍软件基本使用方法；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，实验结果以提供的时序仿真或软件演示为准。

实验六：印制电路板设计基础

实验目的：掌握 PCB 制版中的一些布局布线原则及 PCB 版图制作方法。

实验原理：555 多谐振荡器。

实验设备：计算机，Altium Designer 软件。

实验安排：教师介绍实验室使用要求和安全须知，介绍软件基本使用方法；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，实验结果以提供的时序仿真或软件演示为准。

实验七：稳压电源 PCB 板设计

实验目的：通过熟悉稳压电源电路的主要特性参数掌握稳压电源电路的设计要点和

掌握 PCB 板设计流程。

实验原理：稳压电源。

实验设备：计算机，Altium Designer 软件。

实验安排：教师介绍实验室使用要求和安全须知，介绍软件基本使用方法；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，实验结果以提供的时序仿真或软件演示为准。

实验八：单片机最小系统的 PCB 板设计

实验目的：通过设计单片机最小系统掌握 PCB 板中 DRC 操作和排除违规错误和利用向导规划电路板方法，熟悉对 PCB 板自动及手动布局和布线方法；

实验原理：单片机最小系统。

实验设备：计算机，Altium Designer 软件。

实验安排：教师介绍实验室使用要求和安全须知，介绍软件基本使用方法；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，实验结果以提供的时序仿真或软件演示为准。

五、达成课程目标的途径和措施

1、学生通过上机操作，掌握 Altium Designer 软件开发软件的使用方法，熟练掌握在集成开发环境下进行程序设计、调试及结果分析仿真等操作。

2、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大作业、实验及随堂考核情况等，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 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 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）	实验（2）	期末大作业（3）	
1	10	20	40	70
2	5	5	15	25
3	0	2	3	5
考核环节成绩比例合计（%）	15	27	58	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、参考书目及学习资料

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.2019.6。

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。

制定人：王巍　　**审定人**：穆继亮　　**批准人**：王红亮

2023 年 5 月 1 日

《可编程逻辑器件应用》课程教学大纲

一、课程基本信息

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：王红亮

课程名称（中文）：可编程逻辑器件应用

课程名称（英文）：Application of programmable logic device

课程类别：专业教育课程　　课程性质：选修

课程代码：Y2306000304　　适用层次：本科

适用专业：测控技术与技术　　计划学分：2.5

计划学时（周数）：48　　讲课学时：32　　实验学时：16

开课学期：3　　考核方式：考试

先修课程：数字电子技术

后续课程：毕业设计

二、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务

本课程是一门属于硬件设计类的专业教育课程，是测控技术与仪器专业工具类方向选修课程。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。

2、课程目标

课程目标 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。（支撑毕业要求指标点 3-1）。

课程目标 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。（支撑毕业要求指标点 5-1）。

课程目标 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。（支撑毕业要求指标点 5-2）。

思政目标：可编程逻辑器件是集成电路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，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。结合经典的实例，提高学生编程设计能力。

2、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。

3、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。

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
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、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。	1		1	2	5-1
2	**2 可编程逻辑器件的原理与结构** 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） 2.7、国产可编程逻辑器件发展差距。	3		3	2、3	5-1 5-2
3	**3 硬件描述语言的基本结构、数据类型和运算操作符** 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。	6		6	1	3-1
4	**4 硬件描述语言的主要描述语句** 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）	6		6	1	3-1

	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）					
5	**5 基本逻辑设计** 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）	**6**	**6**	**12**	**1**	**3-1**
6	**6 状态机设计** 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。	**4**	**2**	**6**	**1**	**3-1**
7	**7 综合性设计** 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。	**6**	**8**	**14**	**1**	**3-1**
合 计	/	**32**	**16**	**48**	/	/

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、可编程逻辑器件的发展历史及状况	**0.05**	**2**
2、可编程逻辑器件的原理、结构与选用方法	**0.25**	**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**
4、硬件描述语言的主要描述语句	**0.15**	**1**
5、基本逻辑设计	**0.25**	**1**
6、状态机设计	**0.10**	**1**
7、综合性设计	**0.10**	**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 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。

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	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。
2	国产可编程逻辑器件发展差距	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

编号	实验项目名称	学时	类型	要求	支撑课程目标	支撑指标点
1	硬件描述语言的方法设计一个译码器	2	验证性	必做	1、3	3-1 5-2
2	用硬件描述语言的方法设计一个计数器	2	验证性	必做	1、3	3-1 5-2
3	用硬件描述语言的方法设计一个分频器	2	验证性	必做	1、3	3-1 5-2
4	用硬件描述语言的方法设计一个状态机	2	设计性	必做	1、3	3-1 5-2
5	利用可编程逻辑器件进行 7 段数码管控制接口的设计	2	设计性	必做	1、3	3-1 5-2
6	利用可编程逻辑器件进行 D/A 控制接口的设计	2	设计性	必做	1、3	3-1 5-2
7	利用可编程逻辑器件进行 A/D 控制接口的设计	4	综合性	分组必做	1、3	3-1 5-2

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 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译码器

实验目的：通过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。了解译码器的功能，设计译码器实现代码，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。

实验原理：VHDL 语言；译码器。

实验设备：Quartus II 或 ISE，FPGA 开发板，计算机。

实验安排：教师介绍实验室使用要求和安全须知，介绍软件和实验箱基本使用方法；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，实验结果以提供的时序仿真或开发板演示为准。

实验二：用硬件描述语言的方法设计一个计数器

实验目的：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。

实验原理：VHDL 语言；计数器。

实验设备：Quartus II 或 ISE，FPGA 开发板，计算机。

实验安排：教师讲解使用 VHDL 编写计数器的程序思路和要求，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，实验结果以提供的时序仿真或开发板演示为准。

实验三：用硬件描述语言的方法设计一个分频器

实验目的：了解分频器的功能和实现原理，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——整数分频器的思路与方法。

实验原理：VHDL 语言；整数分频器。

实验设备：Quartus II 或 ISE，FPGA 开发板，计算机。

实验安排：教师讲解使用 VHDL 编写分频器的程序思路和要求，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，实验结果以提供的时序仿真或开发板演示为准。

实验四：用硬件描述语言的方法设计一个状态机

实验目的：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，能够实现两种机制的状态机，并能够掌握状态机时序仿真方法。

实验原理：VHDL 语言；状态机。

实验设备：Quartus II 或 ISE，FPGA 开发板，计算机。

实验安排：教师讲解使用 VHDL 编写状态机的程序思路和要求，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，实验结果以提供的时序仿真或开发板演示为准。

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

实验目的：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。

实验原理：VHDL 语言；7 段数码管。

实验设备：Quartus II 或 ISE，FPGA 开发板，计算机。

实验安排：教师讲解 7 段数码管原理和使用 VHDL 编写 7 段数码管的程序思路和要求，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，实验结果以提供的时序仿真或开发板演示为准。

实验六：利用可编程逻辑器件进行 D/A 控制接口的设计

实验目的：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 的接口时序。

实验原理：VHDL 语言；D/A 控制接口时序。

实验设备：Quartus II 或 ISE，FPGA 开发板，计算机。

实验安排：教师讲解 D/A 的工作原理和使用 VHDL 编写控制接口时序的程序思路和要求，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，实验结果以提供的时序仿真或开发板演示为准。

实验七：利用可编程逻辑器件进行 A/D 控制接口的设计

实验目的：了解 A/D 的功能和 A/D 控制接口时序的设计方法，用 VHDL 语言设计实现控制 A/D 的接口时序，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，最后在开发板上实现设计的功能。

实验原理：VHDL 语言；A/D 接口时序。

实验设备：Quartus II 或 ISE，FPGA 开发板，计算机。

实验安排：教师讲解 A/D 的工作原理和使用 VHDL 编写控制接口时序的程序思路和要求，要求必须分组完成，2～3 人一组，配合完成实验。如果四个学时不足，可利用课外时间完成后经教师验收完成。

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，实验结果以提供的时序仿真或开发板演示为准。

五、达成课程目标的途径和措施

1、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。

2、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、分组实验、课内实验、作业及随堂考核情况等，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 5 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）	分组实验（4）	期末考试（5）	
1	8	9	10	8	35	70
2	1	1		3	5	10
3	1		5	4	10	20
考核环节成绩比例合计（%）	10	10	15	15	50	100

第 i 个分课程目标的达成度 Ai ：

$$A_{\mathrm{i}}=\sum G_{\mathrm{ik}}\times(S_{\mathrm{ik}}/P_{\mathrm{i}}) \qquad 6\text{-}1$$

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：

$$A=\sum A_{\mathrm{i}}\times P_{\mathrm{i}} \qquad 6\text{-}2$$

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。

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、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）【正点原子产品资料】超越者 FPGA 开发板资料下载和技术讨论，http://www.openedv.com/thread-319385-1-1.html。

制定人：储成群　　**审定人**：刘文耀　　**批准人**：王红亮

2023 年 5 月 1 日

《Ansys》课程教学大纲

一、课程基本信息

制定人：何常德　　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：王红亮

课程名称（中文）：Ansys

课程名称（英文）：Ansys

课程类别：专业教育课程　　课程性质：选修

课程代码：Y2306000615　　适用层次：本科

适用专业：测控技术与仪器　　计划学分：1.5

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：考查

先修课程：工程力学、精密仪器零件设计

后续课程：测控系统设计综合实践

二、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务

本课程是一门跨学科交叉融合的专业选修课。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。

2、课程目标

课程目标 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。（支撑毕业要求指标 3-1）。

课程目标 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。（支撑毕业要求指标点 4-3）。

课程目标 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。（支撑毕业要求指标点 5-2）。

思政目标：有限元法是微型传感器结构设计的重要方法和工具。通过了解有限元法及其

工具的国内外发展过程和现状，认识到我国在此领域落后的局面，激发学生重视基础积累与技术创新，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。

3、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。

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
1	**1 绪论及基础知识** 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（重点）； 1.4、传感器和测试系统设计的目标及任务； 1.5、课程的考查要求。	2		2	3	5-2
2	**2 Ansys 的建模与网格划分技术** 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；（重点） 2.5、物理问题与 Ansys 的单元选择。	2	2	4	1、3	3-1、5-2
3	**3 基本载荷、求解及后处理** 3.1、载荷的施加方法和多载荷步加载技术；（重点） 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）	2	2	4	2	4-3
4	**4 静力学分析** 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）	2	2	4	2 3	4-3 5-2
5	**5 动力学分析**	4	4	8	2	4-3

	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）				**3**	**5-2**
6	**6 结构优化设计** 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）	**4**	**6**	**10**	**1** **3**	**3-1** **5-2**
合 计	/	**32**	**16**	**16**	/	/

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 绪论及基础知识	**0.1**	**3**
2 Ansys 的建模与网格划分技术	**0.2**	**1、3**
3 基本载荷、求解及后处理	**0.2**	**2**
4 静力学分析	**0.1**	**2、3**
5 动力学分析	**0.2**	**2、3**
6 结构优化设计	**0.2**	**1、3**

本课程不允许申请免修。

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	Ansys 工具介绍和发展过程。	通过了解有限元法及其工具的国内外发展过程和现状，认识到我国在此领域落后的局面，激发学生重视基础积累与技术创新，为国民经济发展和国家进步贡献力量的意识。

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 指标点
1	Ansys 基本操作练习	**2**	验证性	必做	**3**	**5-2**
2	悬臂梁质量块的实体建模与仿真	**4**	设计性	必做	**1、2、3**	**3-1、4-3、5-2**
3	加速度计的设计与仿真	**4**	设计性	必做	**1、2、3**	**3-1、4-3、5-2**
4	压力传感器的设计与优化	**6**	设计性	必做	**1、2、3**	**3-1、4-3、5-2**

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 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。

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：Ansys 基本操作练习

实验目的：通过练习 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。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。

实验原理：Ansys 基本操作。

实验设备：Ansys 软件，计算机。

实验安排：教师介绍实验室使用要求和安全须知，介绍软件基本使用方法；学生每人 1 机，独立完成操作。

实验报告要求：采用标准实验报告格式，提供设计过程和结实验果。

实验二：悬臂梁质量块的实体建模与仿真

实验目的：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。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。

实验原理：Ansys 工具；悬臂梁受力分析。

实验设备：Ansys 软件，计算机。

实验安排：教师讲解悬臂梁质量块的建模过程和分析过程，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，提供实验过程，提供建模结果和分析结果。

实验三：加速度计的设计与仿真

实验目的：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，完成加速度计的模态分析和静态分析，学习瞬态分析及谐响应分析。。

实验原理：Ansys 工具；悬臂梁受力分析。

实验设备：Ansys 软件，计算机。

实验安排：教师讲解加速度计的建模过程和分析过程，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，提供实验过程，提供建模结果和分析结果。

实验四：压力传感器的设计与优化

实验目的：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。

实验原理：Ansys 工具；悬臂梁受力分析。

实验设备：Ansys 软件，计算机。

实验安排：教师讲解压力传感器的建模过程和分析过程，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，提供实验过程，提供建模结果和分析结果。

五、达成课程目标的途径和措施

1、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。

2、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。

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、实验操作等多种教学方法，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内实验、作业、随堂考核情况及期末大作业等，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）	大作业（4）	
1	0	5	10	15	30
2	5	5	10	10	30
3	5	5	15	15	40
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 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、参考书目及学习资料

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。

制定人：何常德　　**审定人**：刘文耀　　**批准人**：王红亮

2023 年 5 月 1 日

《Matlab 应用基础》课程教学大纲

一、课程基本信息

制定人：闫晓燕　　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：王红亮

课程名称（中文）：Matlab 应用基础

课程名称（英文）：Basics of Matlab application

课程类别：专业教育课程　　课程性质：选修

课程代码：Y2306000604　　适用层次：本科

适用专业：测控技术与仪器　　计划学分：1.5

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：考查

先修课程：高等数学、线性代数、信号与系统

后续课程：毕业设计

二、课程性质与教学目标

1、课程性质与任务

本课程是一门属于计算机辅助设计类的专业课程，是测控技术与仪器专业的选修课程。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。

2、课程目标

课程目标 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。（支撑毕业要求指标点 5-1）。

课程目标 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 Si

mulink 程序。（支撑毕业要求指标点 5-2）。

思政目标：Matlab 语言是当前科学研究中首选的计算机语言，在处理工程问题时有很大的作用。通过了解该软件的发展历程，激发学生的民族意识以及爱国情怀。通过学习该语言的结构以及设计方法，培养学生的逻辑思维能力以及严谨的科学态度，为国民经济发展和国家进步贡献力量。

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）。

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 Matlab 操作基础** 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（重点）； 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(难点)。	2	2	4	1	5-1
2	**2 Matlab 程序设计** 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（重点）； 2.3、理解函数文件、函数调用、全局变量与局部变量等内容（重点）； 2.4、掌握程序调试菜单与调试命令的使用（难点）。	4	4	8	1	5-1
3	**3 Matlab 绘图** 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（重点）； 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（重点）； 3.4、了解隐函数绘图、图形修饰处理、图像处理（难点）。	2	2	4	1	5-1
4	**4 Simulink 仿真基础**	4	4	8	2	5-2

	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（重点）； 4.4、Simulink 子系统创建（重点）； 4.5、动态系统仿真实例（难点）。					
5	**5 Simulink 工程仿真** 5.1、典型机电系统高抗扰控制方法简介（重点）； 5.2、基于 Simulink 的自抗扰控制算法设计与验证（难点）； 5.3、Simulink 仿真调试（难点）。	**4**	**4**	**8**	**2**	**5-2**
合计	/	**16**	**16**	**32**	/	/

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 Matlab 操作基础	**0.10**	**1**
2 Matlab 程序设计	**0.25**	**1**
3 Matlab 绘图	**0.25**	**1**
4 Simulink 仿真基础	**0.25**	**2**
5 Simulink 工程仿真	**0.15**	**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。

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	Matlab 软件的发展历程及基本功能	通过分析软件的功能以及发展历程，以激励学生独立自主、自力更生和勇于探索的科研精神、深化和加强我国独立自主研发基础科研软件的意识和紧迫感。
2	了解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。	通过阐述相关应用需求和程序流程控制图，提高学生的逻辑思维水平，并激发学生学习的积极性和主动性。
3	了解隐函数绘图、图形修饰处理、图像处理	通过锤炼心性，养成坚持不懈、尽职尽责的优秀品德，并激发学生的工匠精神，从而更加完善自我。
4	了解 Simulink 仿真模型创建方法以及子系统创建	通过对基础建模过程进行探讨，传递给学生严谨的治学态度，并训练出科学严谨的思维方法。
5	了解典型机电系统高抗扰控制方法以及使用 Simulink 进行仿真	通过对控制方法进行仿真验证，使学生不断克服困难、不断试错，最终完成问题的求解与模型的建立，这一过程对培养学生不屈不挠的精神与顽强的意志力有着非常重要的意义。

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	支撑指标点
1	Matlab 操作基础	**2**	验证性	必做	**1**	**5-1**
2	Matlab 程序设计实验 1	**2**	验证性	必做	**1**	**5-1**
3	Matlab 程序设计实验 2	**2**	验证性	必做	**1**	**5-1**
4	Matlab 绘图实验	**2**	验证性	必做	**1**	**5-1**
5	Simulink 仿真基础实验 1	**2**	设计性	必做	**2**	**5-2**
6	Simulink 仿真基础实验 2	**2**	设计性	必做	**2**	**5-2**
7	Simulink 工程仿真	**4**	综合性	分组必做	**2**	**5-2**

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

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：Matlab 操作基础

实验目的：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。

实验原理：用 Matlab 解线性方程组。

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，介绍软件的基本使用方法。

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为准。

实验二：Matlab 程序设计实验 1

实验目的：掌握 Matlab 程序设计与调试方法。

实验原理：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。

实验设备：计算机。

实验安排：教师讲解使用 Matlab 程序设计思路和要求，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为准。

实验三：Matlab 程序设计实验 2

实验目的：掌握复杂程序设计方法。

实验原理：函数嵌套调用方法及函数间参数传递方法。

实验设备：计算机。

实验安排：教师讲解使用 Matlab 程序设计思路和要求，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为准。

实验四：Matlab 绘图实验

实验目的：掌握 Matlab 绘制二维图、三维图的绘制与标注方法。

实验原理：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;三维曲线、曲面图的绘制方法。

实验设备：计算机。

实验安排：教师讲解二维、三维曲线的绘制思路与要求，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为准。

实验五：Simulink 仿真基础实验 1

实验目的：掌握 Simulink 仿真模型的建立与仿真参数的设计方法。

实验原理：Simulink 的模块建立，参数设置。

实验设备：计算机。

实验安排：教师讲解 Simulink 模块操作以及子系统创建的方法，仿真方法及参数配置，并布置任务。

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为准。

实验六：Simulink 仿真基础实验 2

实验目的：掌握 Simulink 一阶二阶系统建模仿真。

实验原理：微积分在 Simulink 中的仿真实现。

实验设备：计算机。

实验安排：教师讲解 Simulink 一阶二阶系统建模仿真方法。并布置任务。

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为准。

实验七：Simulink 工程仿真

实验目的：学生针对给定的机电系统模型进行设计与仿真。

实验原理：Simulink 仿真实现。

实验设备：计算机。

实验安排：教师讲授仿真内容解决的控制问题，及问题的数学模型并布置任务。

实验报告要求：按照科技论文写作格式要求进行仿真实验报告的撰写，提供代码和结果截图或照片。要求必须分组完成，2～3 人一组，配合完成实验。如果四个学时不足，可利用课外时间完成后经教师验收完成。

五、达成课程目标的途径和措施

1、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。

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、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：作业、课内实验、综合性报告，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 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（%）
	作业（1）	实验（2）	综合性报告（3）	
1	6	20	34	60
2	7	10	23	40
考核环节成绩比例合计（%）	13	30	57	100

第 i 个分课程目标的达成度 Ai ：

$$A_{\mathrm{i}}=\sum G_{\mathrm{ik}}\times(S_{\mathrm{ik}}/P_{\mathrm{i}})$$ 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：

$$A=\sum A_{\mathrm{i}}\times P_{\mathrm{i}}$$ 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、参考书目及学习资料

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, Wi

ltshire.

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。

制定人：闫晓燕　　**审定人**：刘文耀　　**批准人**：王红亮

2023 年 5 月 1 日