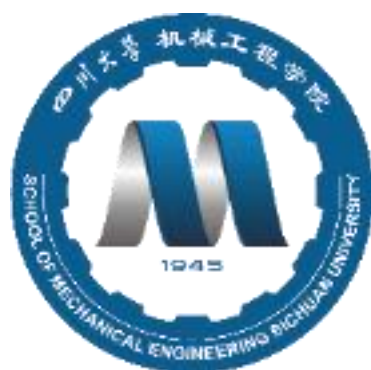


测控技术与仪器专业 课程教学大纲



2024 年 7 月

目录

测控仪器设计	1
测试技术	9
工程光学基础	18
工业企业管理	27
误差理论及数据处理	35
智能仪器原理及应用	44
自动控制原理	53
公差配合与技术测量	69
测控电路	81
传感器	87
单片机原理及应用	97
信号分析与处理	116
测控技术综合实验	123
光电检测技术	130
无损检测	136
机器视觉原理及应用（全英文）	146
现代分析仪器与测试技术	153
物联网通讯与安全	159
科学计算与数据分析基础	167
测控技术与仪器新技术讲座	174
物联网编程语言	180
物联网通讯与安全	191
电路仿真与 PCB 设计	199
激光精密测量技术	212
智能仪器原理及应用	226
医疗检测芯片开发技术	235
测控前沿技术及发展趋势	241
面向微机电系统的集成设计	246
万物的面貌：以测量洞悉科学	251
传感器及测控电路课程设计	256
项目制工程实践 3	265
测控仪器设计课程设计	273
精密机械设计课程设计	282
智能仪器系统综合设计	286
物联网综合实践	295
生产实习	302
毕业论文（设计）	309

测控仪器设计

四川大学机械工程学院本科课程

《测控仪器设计》教学大纲

一、课程基本信息

课程号	302023020	课程名称	测控仪器设计		
学分	2	英文名称	Design of Measurement & Control Instrument		
总学时	32	周学时	4	上课周数	8
课程属性	<input checked="" type="checkbox"/> 必修课 <input type="checkbox"/> 选修课		考核方式		笔试
课程类别	<input type="checkbox"/> 公共基础课 <input type="checkbox"/> 通识模块课 <input type="checkbox"/> 学科基础课 <input checked="" type="checkbox"/> 专业核心课 <input type="checkbox"/> 专业选修课 <input type="checkbox"/> 实践教育课程				
使用教材	《测控仪器设计》第3版，浦昭邦、刘庆纲，机械工业出版社				
面向对象	测控技术与仪器三年级本科生				
先修课程	《传感器》《精密机械设计》《误差理论与数据处理》《单片机原理及应用》《测控电路》				
课程负责人	刘晓宇	开课单位	机械工程学院		
大纲执笔	刘晓宇	审核	专业教学指导组	执行时间	2023.1

二、课程简介

(一) 中文课程简介

《测控仪器设计》是测控技术与仪器专业一门综合性极强的核心必修课程。在《传感器》《精密机械设计》《测控电路》《单片机原理及应用》等先修课程的基础上开设本课程，旨在引导学生将已学知识融会贯通地应用于测控仪器的设计中。通过本课程的学习，学生能够掌握测控仪器的精度理论、设计原则、设计原理和设计方法，培养测控仪器总体设计的思维，能够综合运用所学知识解决实际工程问题。

(二) 英文课程简介

"Design of Measurement & Control Instrument" is a highly comprehensive core required course for measurement and control technology and instrument specialty. This course is set up on the basis of "Sensor", "Precision Machinery Design",

“Measurement and Control Circuit”, “SCM Principle and application” and other advanced courses, aiming to guide students to apply the learned knowledge in the design of measurement and control instruments. Through the study of this course, students can master the precision theory, design principles and design methods of measurement and control instruments, cultivate the thinking of overall design of measurement and control instruments, and use the knowledge to solve practical engineering problems comprehensively.

三、课程目标

(一) 课程目标

1、通过本课程的学习，学生能解释与测控仪器相关的概念及与仪器性能相关的术语的含义；

2、能应用仪器精度理论对仪器中的误差源进行分析，对误差进行估算；

3、能根据用户及社会需求明确设计目标和任务，提出解决方案；

4、能应用测控仪器设计的基本原则和原理分析影响仪器性能的因素，验证方案的合理性；

5、能够在设计环节中体现创新意识，并考虑社会、健康、安全、法律、文化、环境等因素的制约及相互影响，并能遵守工程师职业道德。

(二) 课程教学方法对课程目标的支撑

课程教学方法	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4	课程目标 5
课堂理论教学	√	√	√	√	√
实验教学			√	√	√
互动探究	√	√	√	√	√
课堂测验	√			√	
课后作业		√	√		√
小组研讨		√	√	√	√
过程、期末考核评价	√	√	√	√	√

四、教学内容

第一章 测控仪器设计概论（支撑课程目标 1）

介绍测控仪器的概念、组成，与仪器性能相关的术语、定义；测控仪器设计的要求及设计的一般程序。

要求学生：能分析测控仪器的基本构成，能理解相关术语的定义，知道测控仪器设计的一般程序。

第二章 仪器精度理论（支撑课程目标 2、4）

1、误差的概念及分类，精度的表征。

2、仪器的原理误差及减小或消除原理误差的方法；仪器的制造误差及其控制方法；仪器运行误差产生的原因。

3、仪器误差分析的步骤；误差独立作用原理；分析仪器误差的微分法、几何法、作用线与瞬时臂法。

4、仪器误差的综合和仪器精度设计。

要求学生：能基于仪器精度理论，分析仪器的误差源，并应用几何法、作用线与瞬时臂法等误差分析方法分析估算误差。

第三章 测控仪器总体设计（支撑课程目标 3、4、5）

1、设计任务分析：包含对被测参数、被测物、功能要求、使用条件等方面的分析。

2、测控仪器设计原则：阿贝原则及其扩展、变形最小原则、测量链最短原则、坐标系基准统一原则、精度匹配原则及经济原则。

3、测控仪器设计原理：平均读数原理、比较测量原理、补偿原理。

4、测控仪器工作原理的设计、主要结构参数的设计、技术指标的确定及造型设计。

要求学生：理解设计任务分析包含的内容，能在提出仪器设计解决方案时分析测控仪器设计的原则及原理对仪器性能的影响。

第四章 精密机械系统的设计（支撑课程目标 3、5）

测控仪器设计中的精密机械系统设计方法。

第五章 电路与软件系统设计（支撑课程目标 3、5）

测控仪器设计中的电路与软件系统设计方法。

补充内容：科研中的仪器设计实例（支撑课程目标 3、4、5）

实例说明如何进行设计任务的分析，如何按照测控仪器设计的方法和流程，并遵守设计原则和原理进行仪器设计。

五、实验内容

序号	实验名称	主要内容	支撑课程目标	是否必做	学时
1	实验一：锥面活塞环自动分选机设计原理及结构实验	实物观看，了解仪器的工作原理和过程，理解仪器各个机构的构造，分析测量误差来源。	课程目标 2、3、4	必做	2
2	实验二：梯形	实物观看，了解整台仪器的工作原理及	课程目标 2、	必做	2

	活塞环角度测量仪原理及结构实验	过程,并熟悉仪器界面操作,分别观察每个机构的构造及运动,分析仪器的测量误差源。	3、4		
3	实验三:活塞环外圆轮廓测量仪原理及结构实验	实物观看,了解整台仪器的工作原理及过程,并熟悉仪器界面操作,分别观察每个机构的构造及运动,分析仪器的测量误差源。	课程目标 2、3、4	必做	2

*注:实验详情见课程实验大纲及实验指导书

六、参考文献

- [1] 《精密仪器设计原理》,王中宇等,北京航空航天大学出版社,2013
- [2] 《现代精密仪器设计》,李玉和,郭阳宽,清华大学出版社,2010
- [3] 《精密仪器结构设计手册》,张善锺,机械工业出版社,2009
- [4] 《量具、量仪与测量技术》,顾晓玲,机械工业出版社,2009
- [5] 《长度计量》,国家质量监督检验检疫总局计量司编,中国计量出版社,2007

七、课程目标对毕业要求的支撑关系

毕业要求指标点	课程目标	支撑度	支撑理由
2.3 能运用相关的基本原理和文献研究,分析影响精密仪器、测控系统性能的因素,获得有效结论。	课程目标 1/2/4	L	课程目标 1 涉及与测控仪器性能相关的参数及其意义,应用课程目标 3 的基本原则和原理,结合课程目标 2 的仪器精度理论及误差分析方法,即可对测控仪器的性能进行分析。
3.1 能够根据用户及社会需求明确需要解决的复杂工程问题,提出设计目标、确定设计任务。	课程目标 3	L	课程目标 3 要求学生能根据用户及社会需求明确设计目标和任务,提出解决方案,即能够对复杂工程问题的设计任务进行分析,提出设计目标。
3.2 能够在安全、环境、法律等现实约束条件下,对多种设计方案的可行性、新颖性进行论证,优选出合理的解决方案。	课程目标 2/4/5	H	课程目标 5 要求学生能够在设计环节中体现创新意识,并考虑社会、安全等因素的制约及相互影响,而对设计方案的可行性论证及优选则可以应用课程目标 2 及 4 中的误差分析方法及仪器设计基本原则、原理来实现。
6.3 能客观评价工程实践中所采用或设计的方法、结构、装置等对社会、健康、安全、法律以及文化的	课程目标 5	H	课程目标 5 要求学生不仅能考虑社会、安全等因素对工程实践的制约,也能反过来理解和评价工程实践对社会、安全

影响，并理解应承担的责任。			等因素的影响。
8.2 理解测控工程师的职业性质和责任，能意识到在工程实践中违反工程职业道德和规范引起的后果，自觉遵守职业道德和规范，具有法律意识。	课程目标 5	L	课程目标 5 要求学生能够充分理解并践行工程师职业道德规范，具有法律意识。

注：H 表示课程为强支撑课程。L 表示课程为弱支撑课程。

八、教学及考核环节对课程目标达成的支撑

本课程严格执行四川大学的课程考核要求，即“全过程学业评价+非标准答案考试”。考核环节贯穿于课堂教学、期末考试和实验教学中。在课堂教学中利用手机互动设置了多个课堂小测及阶段性考试，也会通过平时作业来考查，还通过小组研讨的方式对学生的学习成效进行考核；期末考试除了常规考题的设计外，还增设了非标准答案考题以考查学生的非技术因素能力；实验教学通过课程实验完成情况及实验报告完成情况进行评分。各个环节考核结果，再结合课程学习的问卷调查可综合评定课程目标的达成情况。以下对主要考核环节如何支撑课程目标作了说明。

课程目标	教学及考核环节对课程目标达成的支撑
课程目标 1 能解释与测控仪器相关的概念及与仪器性能相关的术语的含义。	通过课堂互动、手机互动平台答题使学生对基本概念及术语的理解及记忆更加深刻，并通过期末试题的填空题对课程目标 1 进行考核。
课程目标 2 能应用仪器精度理论对仪器中的误差源进行分析，对误差进行估算。	通过课堂上的思考题、课后作业题及期末考试的简答题、分析计算题考核学生分析仪器误差源并估算误差的能力。
课程目标 3 能根据用户及社会需求明确设计目标和任务，提出解决方案。	课堂上通过具体的仪器设计实例使学生随着仪器设计的流程复现设计任务分析及方案提出的过程；此外，通过课后作业考核学生根据具体设计任务提出解决方案的能力。
课程目标 4 能应用测控仪器设计的基本原则和原理分析影响仪器性能的因素，验证方案的合理性。	通过课堂上的实例及课后作业锻炼学生分析仪器设计细节对仪器性能的影响的能力，课程实验中要求学生在报告中分析相关仪器的性能，并在期末考试的计算题中对学生此方面的能力进行考核。另外，在小组研讨中也对该课程目标进行考核。
课程目标 5 能够在设计环节中体现创新意识，并考虑社会、健康、安	课堂中通过实例讲解引导学生思考仪器设计相关的工程实践对社会、安全等方面的影响；通过课堂思考、课

全、法律、文化、环境等因素的制约及相互影响，并能遵守工程师职业道德。	外扩展阅读、小组研讨等方式使学生充分理解并认识工程师素质和职业道德，并利用期末考试的简答题或分析计算题考核学生在仪器设计时对非技术因素方面的考虑。
------------------------------------	---

九、达成课程目标的措施

达成课程目标的措施主要有：

1. 引导学生根据设计要求，遵循一定的设计原则和原理，按照一定的程序将已学的各门基础知识应用于综合的仪器设计之中；

2. 课堂讲授中多用具体实例加强学生对基本理论知识的理解，着重锻炼学生对实际工程问题的分析和解决能力，在课堂上应用手机互动平台向学生发放思考题或实时互动题目，调动学生学习和思考的兴趣，课后辅以习题或研讨，促使学生理解及应用基本原理和方法。

3. 采用“大班授课、小组研讨”的方式进行授课。学生根据学科及专业背景按每组 4~6 人组成若干小组，选择一个研讨主题，由研讨组长负责组织成员开展多种形式的学习活动，包括查阅相关资料、主题讨论、方案分析、研讨报告、展示报告等。各小组可通过 PPT 汇报、讨论、辩论、情景剧等多元化的方式展示研讨成果。小组研讨的总成绩由学生自评 20%，同学互评 35%及教师评价 45%构成。

4. 采用新的教学评价和考核方式，即“全过程学业评价+非标准答案考试”。加强课程的过程考核，将标准答案考试与非标准答案考试相结合，教师评价与学生评价相结合，以多元化的学习过程评价机制将学生的学习积极性充分调动起来。成绩构成和评分标准详见第八点。

5. 多环节训练、考核：

1) 课堂表现：主要包括出勤率、手机互动平台课堂测试、小组研讨、课堂互动情况、思维导图以及教师评分等环节。

2) 实验

3) 作业：课后习题 & 开放式测控仪器设计题

4) 期末考试：主要涉及基本概念、原理、方法及其分析和应用

十、成绩构成及评分标准

1、成绩构成

课程总成绩包括三个部分：“平时成绩”、“期末成绩”和“实验成绩”，各部分成绩占比见下表。“期末成绩”由期末卷面考试成绩决定，按百分制给出，占“总成绩”的 50%；“平时成绩”由小组研讨、平时作业、课堂测试三项按比例确定，占“总成绩”的 40%；“实验成绩”由实验表现和实验报告质量两部分组成，占“总成绩”的 10%。

考核方式	平时成绩	实验	期末考试
------	------	----	------

	平时 测验	平时 作业	小组 研讨		
成绩比例 (%)	5	15	20	10	50 (期末卷面考试成绩, 强制达标线 50 分)
对应的课 程目标	1、4	2、3、5	2、3、4、5	3、4、5	1、2、3、4、5

小组研讨 100%		
学生自评 20%	同学互评 35%	教师评分 45%

2、评分标准

(1) 作业评分标准

	90-100 分	80-89 分	70-79 分	60-69 分	60 分以下
正确率	正确率 \geq 90%	正确率 \geq 80%	正确率 \geq 70%	正确率 \geq 60%	正确率 $<$ 60%
作业总 成绩	各次作业成绩取平均值。				

(2) 课堂测试及期末考试按百分制计分，详见试题评分标准。

(3) 小组研讨（或大作业）评分标准

	90-100 分	80-89 分	70-79 分	60-69 分	60 分以下
学生自评 (20%)	由学生根据自己的完成情况评分。				
同学互评 (35%)	小组评分包含出勤，参与研讨及个人贡献等情况。小组成绩体现差异性。				
报告完成度 (教师按组 评定，45%)	报告格式规 范，研讨内容 表达清楚，分 析结果正确 合理。	报告格式规 范，研讨内容 表达较清楚， 大部分分析 结果正确	报告格式较 规范，研讨内 容表达基本 清楚，分析结 果基本正确	报告格式不 够规范，研讨 内容表达不 够清楚，小部 分分析结果 正确	报告格式不规 范，研讨内容 表达不清楚， 分析结果基本 不正确
总分	研讨总成绩 = 学生自评*20%+同学互评 35%+教师评分*45%				

(4) 实验评分标准

	90-100分	70-79分	60-69分	60分以下
实验表现(40%)	完成度好	完成度一般	只完成部分实验	完成度差
实验报告质量 (60%)	报告质量好	报告质量一般	报告质量一般	报告质量差

3、期末考试命题要求

本课程试题由填空题、问答题和分析计算题组成。其中填空题占比25-35%，主要考核课程目标1、2；问答题占比35-45%，主要考核课程目标2、3、4、5；分析计算题占比25-35%，主要考核课程目标2、3、4、5。

十一、教学进程

教学内容	学时数
1 测控仪器设计概念及组成	3
2 测控仪器设计要求及设计程序	2
3 仪器精度理论基本概念	1
4 仪器误差的来源及分类	2
5 仪器误差分析的方法	4
6 仪器误差的综合及精度设计	2
7 仪器设计原则	3
8 仪器设计原理	3
9 工作原理及结构设计	2
10 精密机械系统的设计	1
11 电路与软件系统设计	1
实验一：锥面活塞环自动分选机设计原理及结构实验	2
实验二：梯形活塞环角度测量仪原理及结构实验	2
实验三：活塞环外圆轮廓测量仪原理及结构实验	2
12 仪器设计实例讲解	2
合计：课堂授课学时+实验学时	32

注：课内外时间约为1:1.0~1.5学时。

测试技术

四川大学机械工程学院本科课程

《测试技术》教学大纲

一、课程基本信息

课程号	302924025	课程中文名称	测试技术		
学分	2.5	课程英文名称	Testing Technology		
总学时	40	周学时	4	上课周数	10
课程属性	<input checked="" type="checkbox"/> 必修课 <input type="checkbox"/> 选修课		考核方式	笔试	
课程类别	<input type="checkbox"/> 公共基础课 <input type="checkbox"/> 通识模块课 <input type="checkbox"/> 学科基础课 <input checked="" type="checkbox"/> 专业核心课 <input type="checkbox"/> 专业选修课 <input type="checkbox"/> 实践教育课程				
面向对象	测控技术与仪器，三年级本科生				
先修课程	《传感器》、《公差配合与技术测量》、《误差理论与数据处理》、《信号分析与处理》、《工程光学》				
课程负责人	尹伯彪	开课单位	机械工程学院		
执笔人	尹伯彪	审核人	专业教学指导组	执行时间	2025.1

二、课程简介

(一) 中文课程简介

课程为测控技术与仪器专业的专业核心课，主要讲授检测技术中关于长度量、机械量、热工量等基本参数的典型检测原理和方法以及相关的基础知识。

课程以学科基础为宗旨，着重讲述基本的检测原理、检测方法、检测规范（标准）、系统框图、应用实例和检测新技术，使学生建立设计检测过程的整体概念，掌握本专业检测技术的基础理论和专业知识；达到学生能利用检测技术知识解决实际工程问题的目的。

(二) 英文课程简介

This course is a core course for the major of measurement and control technology and instrument, which mainly introduces the typical detection principles and methods of basic parameters such as length, mechanical quantity, thermal quantity and related basic knowledge in detection technology.

The course is based on the discipline, focusing on the basic detection principles,

detection methods, detection specifications (standards), system block diagrams, application examples and new detection technologies, so that students can establish the overall concept of the design detection process and master the basic theory and professional knowledge of the detection technology of the specialty; To achieve the goal that students can use detection technology knowledge to solve practical engineering problems.

三、课程目标

(一) 课程目标

- 1、能解释测试技术相关的专业术语；并能识别和判定测试系统的关键环节及参数。
- 2、能应用机械量（包括长度、角度、速度、转速、加速度、机械振动、形位误差和表面粗糙度）测量的基本原理、方法和专用仪器，解决实际工程问题。
- 3、能解释力、压力、温度、流量、环境量等测量的基本原理、测量方法和典型的测量装置。
- 4、能根据具体测试任务，选取测量原理，设计实验方案，进行实验；获取有效数据，进行数据处理，获得测试结果，并分析测试误差。
- 5、能在设计或选择测试仪器时，综合考虑测试系统精度、稳定性、经济性、可行性、寿命、使用维修方便与环境适应性等方面的要求。

其中，课程目标 1-3 为课程知识目标，课程目标 4 为能力目标，课程目标 5 为课程价值目标。

(二) 课程教学方法对课程目标的支撑

课程教学方法	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4	课程目标 5	课程目标 6
课堂理论/实验 教学	√	√	√	√	√	√
互动探究	√	√	√			
课堂测验	√	√	√			
课外作业	√	√	√			
拓展学习		√	√			

四、教学内容

第一章 绪论（支撑课程目标 1）

介绍检测的基本概念、量值的传递和溯源、检测技术研究的主要内容、与其它课程的关联和发展方向。

第二章 测试系统（支撑课程目标 1）

- 1、测试系统的组成。
- 2、测试系统的数学模型及频率特性。
- 3、测试系统对瞬态激励的响应。
- 4、测试系统频率特性的测定。
- 5、测量仪器的特性
- 6、测量不确定度

要求学生：能解释测试仪器相关的专业术语；能利用测试系统基本概念和理论分析解决实际测试工程问题；能分析一阶、二阶系统的特性及其对信号的响应特性；能解释实际测试系统和理想测试系统的区别。

第三章 信号描述及分析（支撑课程目标 1）

- 1、 信号概述及分类。

确定性信号和随机信号、模拟信号和连续信号的区别。

- 2、 周期信号及其描述

周期信号的傅里叶级数展开方法及频谱分析。

- 3、 非周期信号的描述

傅里叶变换和几种典型信号的频谱。

要求学生：能正确分析和描述典型信号。

第五章 长度及线位移测量（支撑课程目 1、3）

- 1、 长度测量概述

长度单位和定义、长度量值传递系统、长度测量的标准量、阿贝原则和长度测量的环境标准要求。

- 2、 长度尺寸测量

常见尺寸的测量、大尺寸的测量、微小尺寸的测量、被加工尺寸的在线监测和测量误差分析。

- 3、 形位误差和异形曲面的测量

形位误差的测量：直线度测量，平面度测量和圆柱度测量。

异形曲面的测量：三坐标机和激光跟踪仪的测量原理及应用。

- 4、 表面粗糙度的测量

粗糙度测量仪器及评定参数。

- 5、 线位移量的测量

大位移量的测量：测量原理、测量方法和测量仪器。

物位的测量：测量原理、测量方法等。

- 6、 纳米测量技术仪器：概况纳米测量的常用方法。

要求学生：能解释和应用阿贝误差量值传递及溯源的概念、含义；能应用几何量（包括

长度、形位误差和表面粗糙度)测量基本原理、方法和专用仪器,解决实际工程问题。

第六章 角度及角位移测量(支撑课程目标 1、2)

1、 角度测量概述

角度单位及量值传递、角度的自然基准和圆周封闭原则、实物基准与分度误差的特性。

2、 单一角度尺寸的测量

直接测量的定义,绝对测量:测角仪、工具显微镜的测量原理及其应用;相对测量:自准直仪、激光干涉小角度测量仪。

间接测量:坐标测量和平台测量的测量原理及其数据处理。

3、 圆分度误差的测量

圆分度误差评定指标:分度误差、零起分度误差、分度间隔误差和直径误差的定义及它们之间的联系。

圆分度误差的绝对测量:角度绝对测量仪器工作原理及其数据处理。

圆分度误差的相对测量仪器工作原理及其数据处理。

4、 角位移量的测量:旋转变压器和码盘的工作原理。

要求学生:能解释和应用圆周封闭原则;能应用角度测量基本原理、方法和专用仪器,解决实际工程问题。

第七章 速度、加速度和振动的测量(支撑课程目 2)

1、 速度的测量:各种速度传感器的主要技术性能;普托管测速装置的工作原理;多普勒测速原理、频差计算及其后续处理;转速的测量,陀螺仪工作原理。

2、 加速度的测量:各种加速度传感器测量原理及其适用场合。

3、 振动测试:振动的基本类型;振动测试系统;振动激励装置和振动系统参数的测量。

要求学生:能根据速度、加速度和振动的测量基本原理、方法和专用仪器,解决实际工程问题。

第八章 力、力矩和压力的测量(支撑课程目标 1、3)

1. 力的测量:力测量的一般方法和测量装置;力值的检定与定度;质量、重量及其测量装置;

2. 力矩的测量方法;传递法力矩测量装置;

3. 压力的测量:压力的量值传递系统;压力的计量方法和分类;压力测量装置。

要求学生:能理解力的检定装置和测量方法,解决力、力矩和压力测量方面的工程问题。

第九章 温度的测量(支撑课程目标 1、3)

1. 温度测量的基本概念、测量方法和温标

2. 几种温度计的测量原理、各自能达到的精度和应用范围。

3. 光辐射测温方法及仪表:测量原理及其应用范围。

要求学生:能解释温度测量的基本原理、测量方法。

第十章 流量的测量（支撑课程目标 3）

1. 流量计的概念及分类
2. 几种流量计的测量原理和能达到的精度。

要求学生：能解释流量测量的基本原理、测量方法。

第十一章 环境量的测量（支撑课程目标 3）

1. 噪声的测量：噪声测量的项目、评价参数及其测量仪器、方法。
2. 大气污染的监测：几种大气污染监测的原理、方法和应用场合。

要求学生：能解释环境量测量的基本原理、测量方法。

注：教学内容中包含一次学生大作业：根据给定的图纸要求，判断需要检测的尺寸，并考虑精度、稳定性、经济性等多方面因素给出检测仪器和检测方法，同时考虑选用的方案对社会、环境等影响。（支撑课程目标 5）

五、实验内容

序号	实验项目名称	内容提要	学时分配	支撑课程目标	是否必做
1	三坐标测量机测量孔径/锥度实验	采用三坐标测量机不同测头对工件孔径/锥度进行测量，采集坐标数据，得出最后结果，并对其进行评价。（坐标测量）	2	4	二选一
2	万能工具显微镜测量螺纹参数实验	在万能工具显微镜上对螺纹中径、大径和螺距等参数进行测量，得出的结果进行评价。（绝对测量）	2	4	
3	量块测量与评定实验	采用电感测微仪检定量块尺寸，并对结果进行评定。（相对测量）	2	4	二选一
4	电感测微仪测量活塞环厚度实验	采用电感测微仪活塞环厚度，计算测量不确定度。（相对测量）	2	4	
5	自准直仪测量单一角度	采用自准直仪对单一角度进行相对测量，并计算测量误差。（单一角度相对测量）	2	4	二选一
6	正弦规测量单一角度	采用正弦规测量单一角度，分析测量精度。（单一角度平台测量）	2	4	
7	检测技术综合实验	对实际待测件进行检测，根据图纸要求的技术指标，选择检测仪器，制定检测方案，检测零件加工误差，得出数据并	2	4	必做

		处理，得到测量结果，最后评判零件是否合格。			
--	--	-----------------------	--	--	--

*注：实验内容详情见课程实验大纲及实验指导书

六、参考文献

- [1] 吴大正，信号与线性系统分析[M]，高等教育出版社，2003
 [2] 周龙声，几何量精密测量技术[M]，机械工业出版社，1990
 [3] 国家技术监督局计量司，通用计量术语及定义解释[M]，中国计量出版社，2001

七、课程目标对毕业要求的支撑

毕业要求指标点	课程目标	支撑度	支撑理由
2.2 能正确表达精密仪器、测控系统复杂工程问题,认识到问题分析有多种方法,能够提出解决复杂工程问题的多种工作原理并能正确解释。	课程目标 1、3	L	课程目标 3、4 包含测试系统的基本概念和理论、机械量、力和压力、机械振动等测量的基本原理、方法和专用仪器（装置）等内容。
3.2 能够在安全、环境、法律等现实约束条件下,对多种设计方案的可行性、新颖性进行论证,优选出合理的解决方案。	课程目标 2	H	在教学环节“大作业”中,要求学生按照实际零件图纸标注完成测量(可以选择仪器或设计仪器)分析。学生分为多个小组,每组不同题目,并进行答辩。
4.2 通过实验获取有效数据,对实验数据进行分析 and 解释,通过信息综合得到合理有效的结论。	课程目标 4	H	教学环节“实验”中,需对实验结果进行分析、处理,得出合理有效的结论。
6.2 具备精密仪器及测控相关领域的技术标准、知识产权、产业政策和法律法规知识。	课程目标 1	L	教学内容涉及 JJF_1001-1998_通用计量术语及定义、JJF_1059-1999_测量不确定度评定与表示、JJG 146-2011 量块等技术标准。
6.3 能客观评价工程实践中所采用或设计的方法、结构、装置等对社会、健康、安全、法律以及文化的影响,并理解应承担的责任。	课程目标 5	H	在教学环节“大作业”中,要求学生按照实际零件图纸标注完成测量(可以选择仪器或设计仪器)分析。学生分为多个小组,每组不同题目,并进行答辩。根据是否考虑非技术因素、方案可行性、新颖性、合理性和对社会、环境等的影响评分。

注：H 表示课程对毕业要求指标点为强支撑。L 表示课程对毕业要求指标点为弱支撑。

八、考核环节对课程目标的支撑

本门课程的考核环节包含课堂教学、课后研讨和实验教学。课堂教学考核由平时作业、阶段性考试、期末考试及小组研讨等组成；实验教学通过课程实验完成情况及实验报告完成情况进行评分。以下对主要考核环节如何支撑课程目标作了说明。

课程目标	考核环节对课程目标的支撑举例
课程目标 1	在教学环节中（包含小作业），会对仪器参数、误差概念、阿贝原则、

	圆周封闭原则和量值溯源体系等专业术语进行考核；在教学环节中，测试系统基本概念和理论进行考核；会对一阶或二阶系统的特征参数及其对信号的响应特性进行考核；会对具体信号进行频谱分析。
课程目标 2	在教学环节中，会重点对机械量测量的原理、方法或专用仪器进行考核。
课程目标 3	在教学环节中，会对力的检定装置或测量方法进行考核；会对机械振动、温度、环境量等测量方法和基本原理进行考核。
课程目标 4	实验环节中，前 3 个实验是验证性实验，根据待测零件和选定测试装置，进行实验，获得数据并处理，得到测试结果。第四个实验是设计性实验，根据具体零件，选择测量原理，设计多种实验方案，选定最优方案进行实验，获得实验结果并对测试结果进行评价。
课程目标 5	大作业：根据每组的零件图，按图纸标注完成测量（可以选择仪器或设计仪器）分析。在选择仪器或设计仪器是，应综合考虑非技术因素，以及采用的测试方案对社会、环境等的影响。

九、达成课程目标的措施

测试技术涉及内容广，课程目标较多，其达成目标的途径和措施主要有：

1. 引导学生掌握测试技术相关概念、基本理论、测试原理及方法，利用学生感兴趣的案例（如学生在《精密机械设计课程设计》课程学习中，尺寸公差标注较混乱）帮助学生理解测试技术的主要内容。

2. 大班授课，小班研讨。布置一个课后大作业：每组根据选定的实际零件图纸，按照图纸标注进行测量分析，提出解决方案，选择具体仪器或设计仪器，并分析测量误差是否满足图纸标定要求。学生分为多个小组，每组不同题目；完成后，用一次课的时间，让每组推荐一位同学上台讲解，教师和其他同学提问，促使学生利用基本原理、方法解决实际测试问题。评分标准见成绩评定。

3. 多环节训练、过程考核，督促检查，巩固学习成果。作业：课后习题和小作业（测试仪器主要参数评价）；实验；大作业；课堂测；期中考试：内容主要为本课程的基本概念，测试系统特性、信号和长度量测量部分；主要涉及测试系统的特性、信号描述和长度测量的基本原理、基本方法及其主要仪器。期末考试：主要涉及各部分的基本原理、基本方法和测试系统。

4. 采用新的教学评价和考核方式。将标准答案考试与非标准答案考试相结合，教师评价与学生评价相结合，以多元化的学习过程评价机制将学生的学习积极性充分调动起来。成绩构成和评分标准详见第十点。

十、成绩构成及评分标准

1. 成绩构成

课程总成绩包括五部分：“平时作业成绩”、“实验成绩”、“大作业成绩”、“期中成绩”和“期末成绩”，各部分成绩占比见下表。“期末成绩”由期末考试成绩决定，按百分制给出。“期中成绩”由阶段性考试成绩决定，按百分制给出。“平时成绩”中，平时作业：由小作

业、平时课后作业的平均分确定；每次行课在学习通上提出问题，学生在学习通上回答，行课结束后，统计得分情况。“实验成绩”由实验表现和实验报告质量两部分组成；大作业（研讨）成绩主要由设计的方案评定，包含方案的可行性、新颖性；合理性；是否考虑非技术因素和对社会、环境的影响等，其占比见下表。

考核方式	平时成绩		实验成绩	大作业（研讨）成绩			期中成绩	期末成绩
	平时作业	课堂测		考虑非技术因素	方案可行性、新颖性	方案对社会、环境等影响		
	10%	10%						
所占成绩比例	20%		10%	2%	5%	3%	10%	50%
对应课程目标	1、2		5	4、6			1、2、3	1、2、3、4

2. 评分标准

（1）作业评分标准

	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
正确率	正确率 \geq 90%	正确率 \geq 80%	正确率 \geq 70%	正确率 \geq 60%	正确率 $<$ 60%
作业总成绩	各次作业成绩取平均值。				

（2）“线上回答问题”评分标准：根据学生提交的答案（含客观题和主观题），主观题按照作业评分标准进行计分，最终以平均分作为本项得分。

（3）期中考试及期末考试成绩按百分制计分，详见试题评分标准。

（4）小组研讨（或大作业）评分标准

	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
考虑非技术因素	充分考虑非技术因素，分析透彻。	充分考虑非技术因素，分析合理。	考虑大部分非技术因素，分析合理。	考虑小部分非技术因素，分析合理。	考虑了非技术因素，无分析或分析较少。
方案可行性、新颖性	多种方案选择、分析，得到合理方案，具有新颖性。	一种方案分析，具有一定新颖性。	采用已有成熟方案。	方案不尽可行，经修改后可行。	方案具有严重问题。
方案对社会、环境等影响	充分考虑方案对社会、环境等影响，分析	充分考虑方案对社会、环境等影	考虑大部分方案对社会、环境等影响，	考虑小部分方案对社会、环境等影响，	考虑了方案对社会、环境等影响，无分析或分析较

	透彻。	响，分析合理。	分析合理。	分析合理。	少。
总分（占总成绩的分数）	研讨总成绩 =考虑非技术因素*2%+方案可行性、新颖性*5%+方案对社会、环境等影响*3%				

(5) 实验评分标准

	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
实验表现（40%）	完成度好	完成度较好	完成度一般	只完成部分实验	完成度差
实验报告质量（60%，从误差分析，图表格式等方面考查）	报告质量很好	报告质量好	报告质量较好	报告质量一般	报告质量差

十一、教学进程

教学内容	学时数
1 绪论	2
2 测试系统	4
3 信号描述及分析（自学）	0
5 长度及线位移测量	8
实验一	2
实验二	2
6 角度及角位移测量	8
实验三	2
实验四	2
7 速度、加速度和振动的测量	6
8 力、力矩和压力的测量	4
9 温度的测量（自学）	0
10 流量的测量（自学）	0
11 环境量的测量（自学）	0
12 现代测试系统（自学）	0
合计	40

未安排实验的同学需用其它课外时间完成。

课内外时间约为 1:1.0~1.5 学时。

大作业答辩 2 学时包含在第五章的学时内。

工程光学基础

四川大学机械工程学院本科课程

《工程光学基础》教学大纲

一、课程基本信息

课程号	302048030	课程名称	工程光学基础		
学分	3	英文名称	Basics of Engineering Optics		
总学时	48	周学时	3	上课周数	16
课程属性	<input checked="" type="checkbox"/> 必修课 <input type="checkbox"/> 选修课		考核方式		笔试
课程类别	<input type="checkbox"/> 公共基础课 <input type="checkbox"/> 通识模块课 <input type="checkbox"/> 学科基础课 <input checked="" type="checkbox"/> 专业核心课 <input type="checkbox"/> 专业选修课 <input type="checkbox"/> 实践教育课程				
使用教材	郁道银、谈恒英,《工程光学基础教程》(第二版), ISBN:978-7-111-57573-3, 机械工业出版社, 2017.7				
面向对象	测控技术与仪器, 二年级本科生				
先修课程	高等数学、大学物理				
课程负责人	黄伟	开课单位	机械工程学院		
大纲执笔	黄伟	审核	专业教学 指导组	执行时间	2025.1

二、课程简介

(一) 中文课程简介

本课程是本专业基础课之一,通过对本课程的学习使学生系统地掌握基本的光学理论和分析方法,对常见光学仪器和光学测量方法有一定了解。为今后工作中进行相关光学仪器的设计、使用打下基础。同时为以后进一步学习光学相关课程打下基础。本课程主要讲授几何光学和物理光学方面的基础理论、基本方法和典型光学系统的实例和应用。几何光学主要内容包括:几何光学基本定律与成像概念,理想光学系统,平面与平面系统,光学系统中的光束限制,典型光学系统等。物理光学主要内容包括:光的干涉和干涉系统,光的衍射,光的偏振和晶体光学基础等。

(二) 英文课程简介

This course is one of the fundamental courses in this major. Through the study of this course, students will systematically master the basic optical theory and analysis methods, and have a certain understanding of common optical instruments and optical measurement methods. To lay the foundation for the design and use of relevant optical instruments in future work. At the same time, lay a foundation for further study of optical related courses in the future. This course mainly teaches the basic theories, methods, and typical examples and applications of geometric optics and physical optics. The main content of geometric optics includes: basic laws and imaging concepts of geometric optics, ideal optical systems, planar and planar systems, beam limitations in optical systems, typical optical systems, etc. The main content of physical optics includes: interference of light and interference systems, diffraction of light, polarization of light, and fundamentals of crystal optics.

三、课程目标

(一) 课程目标

1、能利用几何光学基本定律、理想光学系统的基本理论、干涉、光偏振的基本原理等解释基本光学元件成像原理和成像规律。

2、能通过对光学系统中几种常见光阑的分析解释景深等现象，能对常见目视光学系统(放大镜、显微镜、望远镜)的光路及基本参数进行分析计算，能依据衍射极限分析设计常见目视光学系统要考虑的关键环节并提出合理解决方案，能在设计测量用显微镜、望远镜等光学系统时利用远心光路等减小测量误差。

3、能利用干涉基本理论分析干涉产生的条件，同时能对简单干涉系统进行分析计算。能正确区分等倾、等厚干涉，并能分析常见干涉装置的特点、测量方法以及测量能达到的精度、分辨率等。能对衍射现象进行基本分析。能利用光偏振的基本原理分析光通过偏振元件后的偏振状态及光的通过率。能分析光通过晶体偏振器件所产生的现象，能选用合适的偏振光学元件对光的偏振特性进行分析和判断。

(二) 课程教学方法对课程目标的支撑

课程教学方法	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3
课堂理论/实验教学	√	√	√
互动探究	√	√	√
课堂测验		√	√
课外作业	√	√	√

拓展学习		√	√
------	--	---	---

四、教学内容

第一章 几何光学的基本定律与成像概念（支撑课程目标 1）

- 1、光的本质、几何光学与物理光学内涵、几何光学的几个基本概念。
- 2、几何光学基本定律。
- 3、成像的基本概念与完善成像的条件。
- 4、几何光学中的符号规则和单个折射球面的光线光路计算。
- 5、单个折射球面的成像性质，近轴区单个折射球面成像性质，共轴球面系统成像。

要求学生：能通过几何光学基本定律并根据符号规则进行单个折射球面光线光路计算并能分析与计算近轴区单个折射球面成像情况（包括物像位置、垂轴放大率、轴向放大率、角放大率、拉赫不变量等）。能分析共轴球面系统成像与近轴区单个折射球面成像的共同点。

第二章 理想光学系统（支撑课程目标 1）

- 1、理想光学系统的概念、成像性质、基点基面及其系统的表示。
- 2、利用基点基面性质，通过图解法求物体在确定体系中的像，或通过物像关系求理想光学系统基点基面位置。
- 3、解析法求像，包括理想光学系统物像位置公式，理想光学系统放大率，理想光学系统组合。
- 4、对常见典型光学系统做简单分析，提出视觉放大率基本概念，介绍透镜及其性质。

要求学生：能根据理想光学系统的基本性质对理想光学系统的物像关系做出分析（包括图解法和解析法）。能分析多个理想光学系统组合后的成像情况，并能计算组合后光组基点基面位置。能通过透镜主面与球面顶点的关系分析出透镜的性质。

第三章 平面与平面系统（支撑课程目标 1、2）

- 1、平面反射镜及其基本性质、平面镜的应用（小角度、位移测量等）。双平面镜成像性质。
- 2、平行平板成像性质，空气平板概念与应用。
- 3、反射棱镜的作用、分类、及坐标变换。
- 4、介绍折射棱镜和光楔以及光学材料的分类。

要求学生：能分析平面镜、平行平板、折射棱镜在光学系统中起到作用，能分析成像坐标系以及物像之间关系（镜像、一致像等）。能根据设计光学系统要求合理选用光学元件材料。

第四章 光学系统中的光束限制（支撑课程目标 2）

- 1、光学系统中光阑存在的原因。
- 2、孔径光阑、入瞳、出瞳的基本概念及之间关系。孔径光阑对入射光线的限制作用及

孔径光阑在光学系统中的位置。

- 3、视场光阑、入窗、出窗的基本概念及之间关系。视场光阑对入射光线的限制作用。
- 4、渐晕、渐晕系数和渐晕光阑的基本概念。
- 5、显微系统中的光束限制和物方远心光路。
- 6、空间物体成像和景深。

要求学生：能分析光学系统中光阑存在的原因，能说明各光阑的作用及相互关系。能利用远心光路提高显微测量的准确性。能分析影响景深的因素及在实际光学系统中增加和减小景深的途径。

第七章 典型光学系统（支撑课程目标 1、2）

1、眼睛及其光学系统，包括人眼光学系统、人眼的调节、眼睛的感光与感色、眼睛的分辨率、眼睛的对准。

2、放大镜，包括视觉放大率基本概念、视觉放大率与垂轴放大率关系、放大镜的视觉放大率及其与人眼位置的关系。

3、显微系统，包括显微系统的组成和工作原理、显微镜的视觉放大率、显微镜的分辨率和有效放大率、显微镜的照明方式。

4、望远系统，包括望远系统的组成和工作原理、望远系统的视觉放大率、望远系统的分辨率和工作放大率。

要求学生：能对人眼、放大镜、显微系统、望远系统等光学系统的光学参数、结构形式、成像特性进行分析。能根据视觉放大率、显微镜的分辨率和有效放大率、望远系统的分辨率和工作放大率等限制条件合理设计和选择光学系统放大率。

第十章 光的干涉（支撑课程目标 1、3）

1、光的电磁理论基础（部分）：光波与平面简谐电磁波、光矢量与电矢量关系反射和折射时的偏振关系、布儒斯特角与布儒斯特窗。光波叠加的分析与计算、半波损失基本概念。

2、光波干涉及干涉的条件、杨氏干涉的分析与计算、两个单色相干点源在空间形成的干涉场。

3、干涉条纹的可见度，影响干涉条纹可见度的因素（振幅比、光源大小和空间相干性、光源的非单色性和时间相干性）。

4、平行平板的双光束干涉：平行平板双光束干涉（等倾干涉）的结构、特点、性质。

5、楔形平板的双光束干涉：楔形平板双光束干涉（等倾干涉）的结构、特点、性质。

6、典型双光束干涉系统及其应用：斐索干涉仪的特点与应用。迈克耳逊干涉仪的光路、单色光与白光干涉、补偿板作用、特点与应用。

要求学生：能解释布儒斯特角、半波损失、等倾干涉、等厚干涉等基本概念。能分析杨氏干涉、等倾干涉、等倾干涉、迈克耳逊干涉仪等干涉方法和干涉仪器的光程差、基本性质和干涉条纹的性质与特点。能分析干涉仪器中影响干涉条纹可见度的因素。

第十一章 光的衍射（支撑课程目标 1、3）

- 1、光波的标量衍射理论
- 2、菲涅耳衍射
- 3、典型孔径的夫琅和费衍射
- 4、夫琅和费衍射和傅里叶变换
- 5、光学成像系统的衍射和分辨

要求学生：能解释光波的标量衍射理论、菲涅耳衍射、典型孔径的夫琅和费衍射、光学成像系统的衍射和分辨等基本概念。能分析光学成像系统的衍射分辨的性质与特点。

第十二章 光的偏振（支撑课程目标 1、3）

1、偏振光概述：偏振光的基本概念、偏振度、产生偏振光的方法、马吕斯定律和消光比。

2、光在晶体中的传播：晶体的双折射现象、晶体与晶体光学的基本概念（o 光、e 光、晶体的光轴、主平面、主截面、单轴晶体和多轴晶体、正晶体和负晶体）、单轴晶体光学性质的几何表示、光在单轴晶体中的传播方向的确定。

3、晶体偏振器件的作用、工作原理及特点（格兰-汤姆逊棱镜、渥拉斯顿棱镜、洛匈棱镜、全波片、半波片、1/4 波片）。

4、偏振光的变换和测定：圆偏振光、椭圆偏振光的产生，自然光、线偏振光、圆偏振光、椭圆偏振光以及部分线偏振光、部分圆偏振光、部分椭圆偏振光等的测定。

要求学生：能解释偏振与晶体光学中的基本概念，能利用马吕斯定律等求解计算问题，能分析光在常见偏振器件中传播的原理及特点，能对自然光、偏振光进行变换和测定。

五、实验内容

序号	实验名称	主要内容	支撑课程目标	是否必做	学时
1	实验一 薄透镜焦距的测量	1、通过薄透镜说明理想光组中关于焦点、虚物、虚像等基本概念。 2、运用正负透镜的成像规律，对透镜的焦距进行测量。	课程目标 1	必做	2
2	实验二 由物像放大率测目镜焦距	1、通过物象之间放大率、测量薄透镜焦距。 2、说明薄透镜焦距与理想光组焦距之间的关系。 3、分析光学测量系统测量不准确的原因。	课程目标 1、2	必做	2
3	实验三	1、通过显微系统的基本原理搭建简单	课程目标 2	必做	2

	自组显微镜	显微镜。 2、计算显微系统的视觉放大率，对目视光学系统中的视觉放大率有进一步理解。			
--	-------	--	--	--	--

注：实验详情见课程实验大纲及实验指导书

六、参考文献

- [1] 工程光学 第三版 郁道银, 谈恒英 主编 机械工业出版社 2011-7-1
- [2] 工程光学设计 萧泽新 编著 电子工业出版社 2008-3-1
- [3] 光学工程基础 毛文炜 编著 清华大学出版社 2006-5-1
- [4] 工程光学 李林等编著 北京理工大学出版社 2007-8-1
- [5] 工程光学 田芊, 廖延彪, 孙利群 编著 清华大学出版社 2006-5-1
- [6] 现代光学制造工程 杨力主编 科学出版社 2009-1-1
- [7] 工程光学实验教程 贺顺忠主编 机械工业出版社 2007-9-1
- [8] 应用光学 张以谟主编 电子工业出版社 2008-8-1

七、课程目标对毕业要求的支撑关系

毕业要求指标点	课程目标	支撑度	支撑理由
1.1 能运用数学、自然科学、工程基础和专业知识表述精密仪器、测控系统的工程问题。	课程目标 1	L	课程目标 1 在数学、物理基础知识上推导并建立了几何光学、物理光学中的光学原理、器件、仪器实现方法等相关工程问题。
2.1 通过文献研究分析, 能识别和判断精密仪器、测控系统复杂工程问题的关键环节和参数。	课程目标 2、3	L	课程目标 2、3 中重点是各种不同光学元件、光学成像方法、光学测量方法在光学测量仪器中的应用和分析。
4.1 能够将专业相关的基础理论知识运用到解决精密仪器、测控系统复杂工程问题的实验设计中, 提出科学实验方法、设计并制定实验方案、搭建实验装置。	课程目标 2	H	课程目标中关于望远镜、显微镜、干涉仪等相关原理、结构分析及实验中对实验装置的分析、搭建均支持。

注：H 表示课程为强支撑课程。L 表示课程为弱支撑课程。

八、教学环节对课程目标的支撑

课程目标	教学环节对课程目标的支撑
课程目标 1: 能利用几何光学基本定律、及理想	1、作业: 相关章节课后习题

<p>光学系统的基本理论、干涉、光偏振的基本原理等解释基本光学元件成像原理和成像规律。</p>	<p>2、大作业（研讨） 3、实验：实验 1~3 4、期中考试：选择（填空）、作图、简答、计算 5、期末考试：选择（填空）、作图、简答</p>
<p>课程目标 2：能通过对光学系统中几种常见光阑的分析解释景深等现象，能对常见目视光学系统（放大镜、显微镜、望远镜）的光路及基本参数进行分析计算，能依据衍射极限分析设计常见目视光学系统要考虑的关键环节并提出合理解决方案，能在设计测量用显微镜、望远镜时利用远心光路等减小测量误差。</p>	<p>1、作业：相关章节课后习题 2、大作业（研讨） 3、实验：实验 1~3 4、期中考试：选择（填空）、简答 5、期末考试：简答、计算</p>
<p>课程目标 3：能利用干涉基本理论分析干涉产生的条件，同时能对简单干涉系统进行分析计算。能正确区分等倾、等厚干涉，并能分析常见干涉装置的特点、测量方法以及测量能达到的精度、分辨率等。能利用光偏振的基本原理分析光通过偏振元件后的偏振状态及光的通过率。能分析光通过晶体偏振器件所产生的现象，能选用合适的偏振光学元件对光的偏振特性进行分析和判断。</p>	<p>1、作业：相关章节课后习题 2、大作业（研讨） 3、期末考试：简答、计算</p>

九、达成课程目标的途径与措施

工程光学基础涉及光学中基本概念、定义、定理比较多，公式多而复杂，理论性较强、内容抽象，学生学习理解较困难。因此，达成目标的途径和措施也较多，主要有：

1. 授课时理论联系实际：课堂讲授时多以身边常见光学仪器或其它课程中用到光学仪器为例，分析它们内部光学元件、光路以及能达到分辨率，对不同测试原理、测量方法进行分析对比，提高同学学习积极性，促使学生能利用基本原理和方法进行推导和设计，将理论与实际分析、设计联系起来；

2. 用实例引导学生掌握几何光学、物理光学相关概念、基本理论。上课时注意引导学生课后主动学习课程内未提到或分析清楚地光学原理、光学测量方法，利用学生感兴趣的案例帮助学生建立光学系统基本分析方法。

3. 大班授课，小班研讨：布置多个理论与实际相结合的课后研讨题，要求学生分组讨论，形成分析报告或解决方案并以书面形式上交，同时开展同学与老师、研究生助教的讨论，促使学生利用基本原理、方法解决课本中没有的实际光学相关问题；

4. 多环节训练、督促检查，巩固学习成果：

5) 作业：课后习题和研讨作业（分析不同光学原理的实现、不同光学理论的适应性与缺陷、不同光学器件的应用）

6) 实验

7) 期中考试：内容主要为几何光学部分的基础内容。

8) 期末考试：内容为课程目标中要求的几何光学、物理光学中全部内容。

9) 大班授课，小班研讨

10) 上课考勤

十、成绩构成及评分标准

1、成绩构成

课程总成绩包括四个部分：“平时成绩”、“期中成绩”、“期末成绩”和“实验成绩”，各部分成绩占比见下表。

表 1 各分项成绩比例 (%)

平时成绩 20		实验成绩	期中	期末
作业	大作业(研讨)			
10	10	20	10	50
总成绩 = 实验成绩 × 20% + 平时成绩 × 20% + 期中成绩 × 10% + 期末成绩 × 50%				

“期末成绩”由期末卷面考试成绩决定，按百分制给出，占“总成绩”的 50%；“期中成绩”由阶段性考试成绩决定，按百分制给出，占“总成绩”的 10%；“平时成绩”由研讨、平时作业确定，占“总成绩”的 20%；“实验成绩”由实验表现和实验报告质量两部分组成（三个实验成绩取平均分），占“总成绩”的 20%。

2、评分标准

(1) 作业评分标准

	90-100 分	80-89 分	70-79 分	60-69 分	60 分以下
正确率	正确率 ≥ 90%	正确率 ≥ 80%	正确率 ≥ 70%	正确率 ≥ 60%	正确率 < 60%
作业总成绩	各次作业成绩取平均值。				

(2) 期中考试及期末考试按百分制计分，详见试题评分标准。

(3) 小组研讨或大作业评分标准

	90-100 分	80-89 分	70-79 分	60-69 分	60 分以下
报告完成度(教师按	报告格式规范, 研讨内容	报告格式规范, 研讨内	报告格式较规范, 研讨	报告格式不够规范, 研讨	报告格式不规范, 研讨内容表

组评定)	表达清楚, 分析结果正确合理。	容表达较清楚, 大部分分析结果正确	内容表达基本清楚, 分析结果基本正确	内容表达不够清楚, 小部分分析结果正确	达不清楚, 分析结果基本不正确
------	-----------------	-------------------	--------------------	---------------------	-----------------

(4) 实验评分标准

	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
实验表现(40%)	完成度好	完成度较好	完成度一般	只完成部分实验	完成度差
实验报告质量(60%)	报告质量好	报告质量较好	报告质量一般	报告质量一般	报告质量差

十一、教学进程

教学内容	学时数
第一章 几何光学基本定律与成像概念	4
第二章 理想光学系统	7
第三章 平面与平面系统	5
第四章 光学系统中的光束限制	6
第七章 典型光学系统	8
实验	6
第十章 光的干涉	7
第十二章 光的偏振	5
合计: 课堂授课学时+实验学时	48

注: 课内外时间约为 1:1.0~1.5 学时。

小组研讨的答辩工作由教师和学生商定另外的时间和地点。

四川大学机械工程学院本科课程 《工业企业管理》教学大纲

一、课程基本信息

课程号	302023020	课程名称	工业企业管理		
学分	1.5	英文名称	Industrial Enterprise Management		
总学时	24	周学时	2	上课周数	12
课程属性	<input type="checkbox"/> 必修课 <input checked="" type="checkbox"/> 选修课		考核方式		考察
课程类别	<input type="checkbox"/> 公共基础课 <input type="checkbox"/> 通识模块课 <input type="checkbox"/> 学科基础课 <input type="checkbox"/> 专业核心课 <input checked="" type="checkbox"/> 专业选修课 <input type="checkbox"/> 实践教育课程				
使用教材	《工业企业管理》 《工程可持续发展-理论与应用》				
面向对象	测控技术与仪器二年级本科生				
先修课程	传感器、互换性与技术测量、精密机械设计、光电检测技术等				
课程负责人	赵忠俊	开课单位	机械工程学院		
大纲执笔	赵忠俊	审核	专业教学指导组	执行时间	2024.1

二、课程简介

(一) 中文课程简介

有效的企业管理使企业的运作效率大大增强；使企业有明确的发展方向；使每个员工都充分发挥他们的潜能；使企业财务清晰，资本结构合理，投融资恰当；向顾客提供满意的产品和服务；树立良好的企业形象。本课程目的是让学生在已经系统学习相关课程的基础上，从提高生产经营效益的角度说明如何通过各项管理工作促进企业发展, 建立工商企业管理的知识框架。课程介绍了现代企业管理的基本内容，结合中国企业管理的实践，系统地讲解了企业的各项管理工作，内容涉及战略、营销、生产、财务、人力资源、产品创新、文化、物流管理等各个领域。从各个方面帮助学生树立现代、先进、合理的管理理念, 掌握简便、实用、科学的管理方法和技术, 通过学习, 可让学生系统地提高企业管理的认知水平, 以适应市场竞争的需要。

（二）英文课程简介

Effective business management greatly enhances the operational efficiency of the enterprise; provides a clear direction for the development of the enterprise; enables each employee to fully realize their potential; ensures clear financial management, reasonable capital structure, and appropriate investment and financing; provides satisfactory products and services to customers; and establishes a good corporate image. The purpose of this course is to enable students, based on a systematic study of relevant courses, to explain how to promote the development of enterprises through various management work from the perspective of improving production and operation efficiency, and to establish a knowledge framework for industrial and commercial enterprise management. The course introduces the basic content of modern enterprise management, combines the practice of Chinese enterprise management, and systematically explains various management work of enterprises, covering areas such as strategy, marketing, production, finance, human resources, product innovation, culture, and logistics management. It helps students establish modern, advanced, and rational management concepts from various aspects, master simple, practical, and scientific management methods and techniques, and systematically improve their cognitive level of enterprise management through learning to adapt to the needs of market competition.

三、课程目标

（一）课程目标

通过本课程的学习，学生

1. 学习企业管理、企业管理环境等现代企业管理的基本内容，获得企业管理的基本思想，增强企业管理的基本意识，能够复述企业管理人员需要的基本素质；
2. 能够解释营销管理、技术创新管理、生产运营管理、战略管理等企业管理和企业可持续发展战略等工业管理的理论知识；
3. 使用企业管理中的基本方法，结合工业管理的理论知识，能够与企业管理人员良好沟通，能在工程案例的应用中提出相应的管理方法，为从事企业管理及相关工作奠定基础；
4. 通过企业管理知识和方法的学习，能够认识自身知识结构的缺陷和知识容量的不足，具备适应社会、自主学习、终身学习的意识和能力。

（二）课程教学方法对课程目标的支撑

课程教学方法	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3
--------	--------	--------	--------

课堂理论教学	√	√	√
互动探究	√	√	√
课堂研讨	√	√	√
小组研讨	√	√	√
过程、期末考核评价	√	√	√

四、教学内容

第一章 企业概述（支撑课程目标 1）

1. 企业简介
2. 企业内部的系统结构与组织结构
3. 现代企业制度
4. 现代企业组织形式

要求学生：能够认识企业的概念和性质；了解企业的类别，懂得现代企业和传统企业的区别、现代企业制度。

第二章 企业管理概述（支撑课程目标 1、2）

1. 企业管理简介

企业管理的概念和特征；企业管理的性质和职能；现代企业管理的研究对象。

2. 企业管理的基本原理

系统原理；人本原理；效益原理；创新原理。

3. 现代企业管理的研究

研究方法；研究的重要性。

4. 企业可持续发展战略

企业可持续发展的策划、设计、改造、评价与认证及相关法律。

要求学生：能够认识企业及企业管理的基本概念和公司组织结构，掌握企业管理的基本职能和管理者的素质；

第三章 营销管理（支撑课程目标 2、3）

1. 市场营销理论的发展

市场营销管理的相关概念；营销管理理念的演进。

2. 市场营销战略

市场营销战略的主要内容；市场细分；目标市场的选择；市场定位。

3. 市场营销策略

产品策略；价格策略；营销渠道策略；促销策略。

4. 营销控制

营销控制的概念与类型；营销控制的步骤；营销控制的方法。

要求学生：能够掌握市场营销的核心概念，理解并运用常用的市场营销方法开展市场营销的关键工作内容；

第四章 生产运作管理（支撑课程目标 2、3）

1. 生产运作管理概述

生产运作管理的含义；生产类型。

2. 生产过程的组织

生产过程；合理组织生产过程的基本要求；生产过程的空间组织；生产过程的时间组织。

3. 企业生产计划与控制

生产能力的核定；生产计划的确定；生产作业计划的概念；生产运作系统的改进。要求学生：能够掌握企业运营系统的组织和生产流程，认识和理解企业运营计划的体系和各种计划关系，了解现代先进运营管理的思想和软件工具；

第五章 质量管理（支撑课程目标 2、3）

1. 质量概述

质量概念发展的三个阶段；产品质量特性；工作质量；产品质量形成过程；提高产品质量的意义。

2. 质量管理发展与全面质量管理

全面质量管理的含义；全面质量管理的基本观点；全面质量管理的基本要求。

3. 质量管理常用的七种工具

调查表；排列图；因果图；分层法；直方图；散布图；控制图。要求学生：能够掌握质量和工作质量的概念，了解质量管理的发展阶段。

第六章 企业人力资源管理（支撑课程目标 1、3）

1. 企业人力资源管理概述.

人力资源及特点；人力资源管理的含义及特点；人力资源的管理类型。

2. 人力资源引进

人力资源引进的目标与原则；人力资源引进的方法。

3. 人力资源培养

人力资源培养概述；人力资源培养的意义；人力资源培养的形式与内容；人力资源培养的原则与方法。

4. 人力资源使用

人力资源使用的意义；人力资源使用的方式；人力资源使用的原则。

5. 人力资源考核

人力资源考核概念；人力资源考核的作用；人力资源考核的基本内容；人力资源考核的常用方法。

6. 薪酬管理

薪酬管理的主要学说；薪酬管理的目标；薪酬设计的基本流程。

要求学生：能够掌握企业对人力资源的招聘和培训依据，理解企业绩效考核与激励的作用和设计方法。

第七章 企业物流管理（支撑课程目标 2、3）

1. 企业物流管理概述

物流管理的概念；物流管理的发展沿革；物流管理的主要内容；物流服务管理。

2. 仓储管理

仓储管理概述；商品入库管理；商品出库管理；仓储成本管理。

3. 配送管理

配送概述；配送中心功能；配送作业管理。

4. 供应链管理

供应链管理概述；供应链合作伙伴管理。

要求学生：能够掌握企业对物流和物流管理的概念，了解仓储、配送和供应链管理。

第八章 企业财务管理（支撑课程目标 1、2）

1. 企业财务管理概述

财务活动；财务管理；财务管理的含义及特征；财务管理的内容；财务管理的原则和任务。

2. 资金的筹集与筹资结构优化

资金的筹集；资金成本与筹资结构优化分析。

3. 资金运用管理

流动资金管理；固定资金管理。

4. 成本和利润管理

成本管理；利润管理；

5. 企业经济效益分析与评价

经济效益的内涵；企业经济效益评价的标准；企业经济效益评价的指标；企业经济效益综合分析。

要求学生：能够掌握企业的财务活动和财务关系、财务管理的含义及特征。

第九章 企业研发管理（支撑课程目标 1、2）

新产品开发管理概述

新产品开发程序

新产品开发策略

新服务开发

要求学生：能够掌握新产品开发(或新服务开发)的程序。

企业人力资源管理-企业高管经历分享（支撑课程目标 1、2、3）

通过邀请企业人力资源管理高管讲述企业内部人力资源管理方法及架构方式。

要求学生：能够了解课程人力资源管理的实际运用。

企业财务管理-企业高管经历分享（支撑课程目标 1、2、3）

通过邀请企业财务管理高管讲述企业内部财务管理方法及感想分享。

要求学生：能够了解课程财务管理的实际运用。

五、参考文献

[1] 张卿，工业企业管理，机械工业出版社，2013 年 2 月

[2] 蔡世刚，企业管理，西安：西安交通大学出版社，2016 年 12 月

[3] 周岱，工程可持续发展—理论与应用，上海交通大学出版社，2016 年 11 月

六、课程目标对毕业要求的支撑关系

毕业要求指标点	课程目标	支撑度	支撑理由
6.2 具备精密仪器及测控相关领域的技术标准、知识产权、产业政策和法律法规知识。	课程目标 1	H	课程目标 1 中涉及企业可持续发展战略的需求和相关法律内容，包括技术标准、知识产权等。
11.1 具备工程管理原理与经济决策方法的知识	课程目标 2	H	课程目标 2 中涉及工业企业管理中各方面的理论内容，包括掌握营销管理、技术创新管理、生产运营管理、战略管理等企业管理的基本原理，学生可研究企业工程技术方案与经济评价等问题。
11.2 能运用工程管理原理、经济决策方法对多学科环境下的复杂工程问题的解决方案进行工程实施规划、技术经济评价、投资效益分析、风险分析。	课程目标 3	H	课程目标 3 涉及培养学生在工程案例的应用中提出管理方法的能力，包含了在仪器产品的设计、制造和运行过程中运用工程管理的原理与经济决策方法。

注：H 表示课程为强支撑课程。L 表示课程为弱支撑课程。

七、教学及考核环节对课程目标达成的支撑

本门课程严格执行四川大学的课程考核要求，即“全过程学业评价+考核”。考核环节

贯穿于课堂教学中。在课堂教学中通过平时作业来考查，还通过小组研讨的方式对学生的学习成效进行考核；期末考核主要考查学生的对本课程理论以及实践运用能力。以下对主要考核环节如何支撑课程目标作了说明。

课程目标	教学及考核环节对课程目标的支撑
课程目标 1 学习企业管理、企业管理环境等现代企业管理的基本内容，获得企业管理的基本思想，增强企业管理的基本意识，能够复述企业管理人员需要的基本素质。	在教学和考试环节中，对企业管理的基本内容进行考核。
课程目标 2 能够解释营销管理、技术创新管理、生产运营管理、战略管理等企业管理和企业可持续发展战略等工业管理的理论知识。	在考试环节中，对企业管理的内涵等理论知识进行考核。
课程目标 3 使用企业管理中的基本方法，结合工业管理的理论知识，能够与企业管理人员良好沟通，能在工程案例的应用中提出相应的管理方法，为从事企业管理及相关工作奠定基础。	在考试环节中，以案例形式对学生运用工业企业管理方法的能力进行考核。

八、达成课程目标的措施

工业企业管理课程目标较多，其达成目标的途径和措施主要有：

1. 采用多媒体课件和传统教学相结合进行教学，阐述工业企业管理的基本原理和具体的应用方法，理论联系实际；
2. 通过案例分析，使学生能够认识到现代工业企业管理的概念、科学方法等；
3. 理论教学与视频专题讨论相结合，使学生能够在沟通、交流等方面，得到培养和锻炼；
4. 平时考核，包括课堂提问和签到考勤；
5. 案例分析；
6. 课程报告。

九、成绩构成

平时成绩		课程报告
课后小组讨论	课堂案例分析	
25	25	50

十、教学进程

章节内容		学时数
绪论	教学计划和课程简介	2 学时
第一章	企业概述	2 学时
第二章	企业管理概述	2 学时
第三章	营销管理	2 学时
第四章	生产运作管理	2 学时
第五章	质量管理	2 学时
第六章	企业人力资源管理	2 学时
第七章	企业物流管理	2 学时
第八章	企业财务管理	2 学时
第九章	企业研发管理	2 学时
实践	企业人力资源管理-企业高管经历分享	2 学时
实践	企业财务管理-企业高管经历分享	2 学时
合计		24 学时

误差理论及数据处理

四川大学机械工程学院本科课程

《误差理论及数据处理》教学大纲

一、课程基本信息

课程号	302928025	课程名称	误差理论及数据处理		
学分	2.5	英文名称	Error Theory and Data Processing		
总学时	40	周学时	4	上课周数	10
课程属性	<input checked="" type="checkbox"/> 必修课 <input type="checkbox"/> 选修课		考核方式		笔试
课程类别	<input type="checkbox"/> 公共基础课 <input type="checkbox"/> 通识模块课 <input type="checkbox"/> 学科基础课 <input checked="" type="checkbox"/> 专业核心课 <input type="checkbox"/> 专业选修课 <input type="checkbox"/> 实践教育课程				
使用教材	《误差理论与数据处理》第7版，费业泰，机械工业出版社				
面向对象	测控技术与仪器专业，三年级本科生				
先修课程	《微积分》、《概率统计》、《线性代数》等				
课程负责人	黄玉波	开课单位	机械工程学院		
大纲执笔人	黄玉波	审核	专业教学指导组	执行时间	2025.9

二、课程简介

(一) 中文课程简介

《误差理论及数据处理》是测控技术与仪器专业一门必修核心专业基础课，以《微积分》《概率统计》《线性代数》等课程为先修课程，所学内容是《传感器》《测试技术》《测控仪器设计》等课程实验数据处理的基础，也是科学实验和工程实践中必须具备的数据处理理论和处理方法。通过本课程的学习，学生能够运用基本原理和方法对工程测量结果进行合理分析和科学处理，使测量结果更接近真值，或者通过分析误差产生的原因，选择合适的测量仪器，更合理地设计实验过程。

(二) 英文课程简介

“Error Theory and Data Processing” is a compulsory core professional basic course for measurement & control technology and instrument major. It takes “Calculus”, “Probability Statistics”, “Linear Algebra” and other courses as pre-courses. The content is the basis for experimental data processing of “Sensor”, “Precision Measuring Technique”, “Design of Measurement & Control Instrument”

and other courses. It is also the necessary data processing theory and method in scientific experiments and engineering practices. Through the study of this course, students can apply basic principles and methods to make reasonable analysis and scientific treatment of engineering measurement results, so that the measurement results are closer to the true values. Or, by analyzing the causes of errors, students can select appropriate measuring instruments, and design the experiment process more reasonably.

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习，学生

1. 能理解并解释误差理论及数据处理的相关专业术语和基本概念，进行有效数字计算和精度计算；能够利用经典误差理论，正确分析误差的产生原因，确定误差的性质；运用相应的准则判别误差是否存在，采取相应的措施消除或减小误差；对测量数据进行正确的分析计算，表示出测量结果。

2. 能正确理解测量不确定度的概念，会运用不确定度的两类评定方法及不确定度合成方法，对测量结果做出正确的不确定度评定，写出不确定度报告。

3. 能运用最小二乘法原理分析最佳参数估计、组合测量等数据处理问题以及精度估计问题，并用 MATLAB 编程，实现组合测量的数据处理和精度估计计算。

4. 能根据测量数据建立一元线性回归方程或经验公式，了解回归稳定性分析的方法，并用 MATLAB 编程进行模拟和仿真；能对回归方程的可信度进行方差分析及统计检验；知道重复性试验、一元非线性回归和多元线性回归的基本概念和方法。

5. 能针对测量的某些实际应用问题，在设计或选择测试仪器、设计测控系统或组织实验过程时，知道应用误差合成与分配的原理、方法及微小误差判断法则，确定最佳测量方案，改进测量条件，并做出可行性评价。

(二) 课程教学方法对课程目标的支撑

课程教学方法	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4	课程目标 5
课堂理论教学	√	√	√	√	√
实验教学			√	√	√
课后作业	√	√	√	√	√
慕课学习	√	√	√	√	√
单元测验	√	√	√	√	√
小组研讨	√	√			√

过程、期末考核评价	√	√	√	√	√
-----------	---	---	---	---	---

四、教学内容

本课程作为测控技术与仪器专业的一门理论性和实践性较强的专业基础课,是由基础课过渡到其它各门测控技术专业的重要桥梁。学习本课程使学生全面认识与了解测量过程,并在此基础上进行误差分析与数据处理。

第一章 绪论 (支撑课程目标 1)

1. 研究误差的意义;
2. 误差的基本概念,包括误差的定义及表示法、误差来源和误差分类;
3. 正确度、精密度和准确度的概念;精度等级及其计算;
4. 有效数字与数据运算。

要求学生:能解释误差理论的相关专业术语;理解误差、修正值、精密度、准确度及精度、有效数字的基本概念;会进行精度等级及有效数字计算。

第二章 误差的基本性质与处理 (支撑课程目标 1)

1. 随机误差的产生原因;随机误差正态分布曲线及其四个特征;
2. 算术平均值的定义及简便计算方法;
3. 单次测量的标准差、算术平均值的标准差及测量的极限误差;
4. 不等精度测量的定义;单位权的概念及其单位权化的实质;加权算术平均值及其标准差的定义及计算;
5. 系统误差的产生原因、特征及其发现方法;
6. 系统误差的减小和消除方法;
7. 粗大误差的产生原因、消除方法及其判别准则;
8. 等精度和不等精度直接测量列测量结果的数据处理实例。

要求学生:能正确分析误差的产生原因,确定误差的性质;能运用粗大误差的判别准则判断粗大误差是否存在;能运用系统误差的发现方法判断系统误差是否存在,并采取相应的措施消除或减小误差;能理解权的概念及不等精度测量单位权化的实质;能针对等精度和不等精度直接测量列测量结果正确进行数据处理。

第三章 误差的合成与分配 (支撑课程目标 5)

1. 误差合成的基本概念;函数误差的定义;函数系统误差、随机误差的计算;
2. 误差间的相关关系和相关系数的基本概念;确定相关系数的一般方法;
3. 随机误差的合成、系统误差的合成;
4. 未定系统误差的特征及其评定,其与随机误差的重要差别;未定系统误差的合成;系统误差与随机误差的合成;

5. 误差分配的概念；按等作用原则分配误差的计算公式；
6. 按可能性调整误差的方法及其调整后的总误差的验算；
7. 微小误差的概念及其取舍准则；最佳测量方案的确定方法及实例。

要求学生：了解误差合成与分配、误差的相关关系和相关系数的基本概念，能进行一般的误差合成计算；知道未定系统误差的特征及其评定，明确其与随机误差的重要差别；能按等作用原则进行误差的分配计算，并知道按可能性调整误差的方法以及调整后的总误差的验算方法；理解微小误差的概念及其取舍准则，进行最佳测量方案的确定。

第四章 测量不确定度（支撑课程目标 2）

1. 测量不确定度的定义；测量不确定度与误差的比较；测量不确定度的两类评定方法；
2. 标准不确定度的 A 类、B 类评定的具体内容；
3. 自由度的概念及确定方法；
4. 合成标准不确定度，展伸不确定度及不确定度报告；
5. 测量不确定度应用实例。

要求学生：能正确理解测量不确定度的概念，会运用不确定度的两类评定方法及不确定度合成方法，对测量结果做出正确的不确定度评定，给出不确定度报告。

第五章 线性参数的最小二乘法处理（支撑课程目标 3）

1. 最小二乘法原理；
2. 等精度、不等精度测量线性参数最小二乘法处理的正规方程；
3. 非线性参数最小二乘法处理的正规方程；
4. 最小二乘原理与算术平均值原理的关系；
5. 测量数据的精度估计及最小二乘估计量的精度估计；
6. 组合测量的最小二乘法处理方法。

要求学生：能运用最小二乘法原理解决最佳参数估计、组合测量等数据处理问题，并进行相应的精度估计计算。

第六章 回归分析（支撑课程目标 4）

1. 回归分析的基本概念，包括函数与相关、回归分析的主要内容及回归分析与最小二乘的关系；
2. 一元线性回归方程的建立，回归方程的方差分析及显著性检验；
3. 回归方程的重复性试验分析；
4. 两个变量都具有误差时线性回归方程的确定；
5. 一元非线性回归方程的建立，包括回归曲线函数类型的选取和检验、化曲线回归为直线回归问题及回归曲线方程的效果和精度；
6. 多元线性回归方程、回归方程的显著性和精度、每个自变量在多元回归中起的作用。

用。

要求学生：能根据测量数据建立一元线性回归方程或经验公式，了解回归稳定性分析的方法；能对回归方程的可信度进行方差分析及统计检验；了解重复性试验、一元非线性回归和多元线性回归的概念和方法。

五、实验内容

序号	实验名称	主要内容	是否必做	学时
1	实验一 一元线性回归法求解锥度值	采用三坐标测量机对顶尖锥面进行测量，固定顶尖于测量工作台上，沿顶尖轴线方向移动测头，测头每接触一次被测工件，记录下对应 X, Z 坐标值，然后按照最小二乘拟合方法，求出顶尖的锥度。	必做	2
2	实验二 最小二乘多项式曲线拟合	采用三坐标测量机对零件内孔进行测量，固定测头 Z 向，移动 X 与 Y 测量，测头每接触一次被测工件，记录下对应 X, Y 坐标值，然后按照最小二乘多项式曲线拟合的方法，求出内孔的直径。	必做	2
3	实验三 组合测量的最小二乘法处理	1、用普通万用表分别测量三个电阻的电阻值，并与其高精度测量值比较。 2、采用组合测量方法测得三只电阻的电阻值，看其经最小二乘法处理后精度是否有所提高。 3、用 MATLAB 编程，完成组合测量数据处理和精度估计。	必做	2

六、参考文献

主要参考书：

- [1] 《误差理论与数据处理》（第二版），钱政，王中宇，科学出版社，2022
- [2] 《误差理论与数据处理》，翟国栋，科学出版社，2016
- [3] 《工程测量误差与数据处理》，卜雄洙，国防工业出版社，2015
- [4] 《误差理论与数据处理》（第2版），袁峰等，哈尔滨工业大学出版社 2020

慕课资源：

中国大学慕课《误差理论与数据处理》，东南大学

七、课程目标对毕业要求的支撑关系

毕业要求指标点	课程目标	支撑度	支撑理由
---------	------	-----	------

2.3 能运用相关的基本原理和文献研究，分析影响精密仪器、测控系统性能的因素，获得有效结论。	课程目标 1	H	课程目标 1 涉及误差理论的基本内容，能支撑对精密仪器、测控系统的复杂工程问题进行误差分析和处理，以获得影响精密仪器、测控系统性能的因素。
4.1 能够将专业相关的基础理论知识运用到解决精密仪器、测控系统复杂工程问题的实验设计中，提出科学实验方法、设计并制定实验方案、搭建实验装置。	课程目标 5	L	课程目标 5 能应用误差合成与分配的原理、方法及微小误差判断法则，解决精密仪器、测控系统复杂工程问题的实验设计及方案制定等问题。
4.2 通过实验获取有效数据，对实验数据进行分析 and 解释，通过信息综合得到合理有效的结论。	课程目标 1/2	H	课程目标 1 涉及利用误差基本理论，对测量数据进行正确的分析计算，表示出测量结果。 课程目标 2 涉及不确定度理论。可用不确定度的两类评定方法及不确定度合成方法，对实验结果做出不确定度评定。
5.2 能够合理运用 MATLAB、SolidWorks 等专业技术工具对复杂工程问题中的关键部分进行计算、仿真、模拟、分析与预测。	课程目标 3/4	L	课程目标 3、4 涉及运用 MATLAB 作为技术工具的内容，可以实现最佳参数的估计和组合测量的数据处理；还能根据实验数据拟合一元、多元回归方程，获得经验公式。
5.3 能够理解并分析运用 MATLAB、SolidWorks 等专业技术工具对复杂工程问题进行预测与模拟的局限性，针对应用过程中出现的问题，提出恰当的解决方案并进行改进。	课程目标 4	L	课程目标 4 能根据测量数据建立回归方程或经验公式，并通过重复性试验对回归方程的可信程度进行统计检验；借助 MATLAB 编程实现多元回归的模拟和预测，剔除出回归方程中的次要影响因素，提高预报精度。

注：H 表示课程为强支撑课程。L 表示课程为弱支撑课程。

八、教学及考核环节对课程目标达成的支撑

本课程严格执行四川大学的课程考核要求，即“全过程学业评价+非标准答案考试”。考核环节贯穿于线上线下教学、期末考试和实验教学中。除线下课堂教学外，理论教学包含慕课学习，同时利用慕课平台发布单元测验、课后作业和小组研讨题目，这些环节均纳入考核。实验教学通过课程实验完成情况及实验报告完成情况进行评分。各个环节考核结果，再结合课程学习的问卷调查可综合评定课程目标的达成情况。以下对主要考核环节如何支撑课程目标作了说明。

课程目标	对课程目标的支撑举例
课程目标 1	在单元测验、期末考试及平时作业中，采用选择题、判断题、填空题以及计算题考核学生是否能正确理解误差理论及数据处理的相关专业术语和基本概念；并正确进行有效数字和精度计算。涉及到运用误差理论对测量数据进行正确的分析和计算，表示出测量结果；同时在研讨题中也会涉及此类问题，通过考试分数结合课程的问卷调查可以评价课程目标 1 的达成情况。
课程目标 2	在单元测验、期末考试及平时作业等环节中，相应的题目都涉及到运用不确定度的评定方法及不确定度合成方法，对测量结果做出正确的不确定度评定，写出不确定度报告。通过考试分数结合课程的问卷调查可以评价课程目标 2 的达成情况。
课程目标 3	在期末考试、平时作业、单元测验等环节中，涉及对最小二乘法应用的考核，在课带实验教学中，通过实验验证组合测量的最小二乘法处理，加深了学生对运用最小二乘法原理分析最佳参数估计、组合测量等数据处理问题以及精度估计问题的理解，并用 MATLAB 编程，完成了组合测量的数据处理和精度估计计算。通过考试成绩和实验成绩结合课程的问卷调查可以评价课程目标 3 的达成情况。
课程目标 4	在期末考试、平时作业、单元测验等环节中，涉及到根据测量数据建立一元线性回归方程或经验公式的分析及计算，同时对回归方程的可信度进行方差分析及统计检验。在实验一、实验二中，分别完成一元线性回归法求解锥度值和最小二乘多项式的曲线拟合，并利用 MATLAB 编程进行仿真。通过考试分数和实验成绩结合课程的问卷调查可以评价课程目标 4 的达成情况。
课程目标 5	在期末考试、平时作业和单元测验等环节中，填空题和分析及计算题都涉及到如何应用误差合成与分配的原理、方法及微小误差判断法则，确定最佳测量方案，改进测量条件，并做出可行性评价的问题，同时研讨题也涉及相关内容。通过考试分数结合课程的问卷调查可以评价课程目标 5 的达成情况。

九、达成课程目标的措施

达成课程目标的措施主要有：

1. 课堂讲授结合大量的例题进行问题分析、辅之以课后作业，使学生能够对测试仪器及测量过程正确进行误差分析及数据处理、正确表示并评定测量结果的不确定度；能针对测控系统的复杂工程问题设计测量方案，进行可行性分析，并搭建实验装置，且对实验结果进行误差分析和处理，得到合理的结论。

2. 采用中国大学慕课平台由东南大学录制的《误差理论与数据处理》课程作为线上教学资源，并利用慕课平台发布讨论、课后作业及单元测验等，帮助学生及时消化课本知识，了解学生的学习效果。

3. 采用“大班授课、小组研讨”的方式进行授课。学生按每组 6~10 人分为若干小组，由研讨小组组长负责组织小组成员开展多种形式的学习活动，包括查阅相关资料、研讨题讨

论、平时作业讨论及进行实验等。课程配备一名研究生助教，负责学生答疑、批改作业等，协助完成教学工作。

4. 加强课程的过程考核，每个学习阶段设置相应的单元测验，及时了解教学中存在的问题，并进行教学调整。

5. 理论教学与课程实验相结合，增强学生实践能力与分析解决问题的能力。

6. 采用新的教学评价和考核方式。将标准答案考试与非标准答案考试相结合，以多元化的学习过程评价机制将学生的学习积极性充分调动起来。

十、成绩构成及评分标准

1. 成绩构成

课程总成绩包括四个部分：“平时成绩”、“单元测验”、“期末成绩”和“实验成绩”，各部分成绩占比见下表。“期末成绩”由期末卷面考试成绩决定，按百分制给出，占总成绩的50%；“单元测验”为随着教学进程开展的阶段性单元测验的平均分，按百分制给出，占总成绩的15%；“平时成绩”由小组研讨、课后作业及慕课表现三项按比例确定，占总成绩的25%；“实验成绩”由实验表现和实验报告质量两部分组成，占总成绩的10%。

考核方式	平时成绩			单元测验	实验	期末考试
	小组研讨	慕课表现	课后作业			
成绩比例 (%)	5	10	10	15	10	50 (强制达标线： 50分)

2. 评分标准

(1) 作业评分标准

分数段	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
正确率	正确率 90%-100%	正确率 80%-89%	正确率 70%-79%	正确率 60%-69%	正确率 <60%
作业总成绩	各次作业成绩取平均值				

(2) 单元测验及期末考试按百分制计分，见试题评分标准。

(3) 小组研讨（或大作业）评分标准

分数段	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
-----	---------	--------	--------	--------	-------

报告完成度	报告格式规范, 研讨内容表达清楚, 分析结果正确合理。	报告格式规范, 研讨内容表达较清楚, 大部分分析结果正确	报告格式较规范, 研讨内容表达基本清楚, 分析结果基本正确	报告格式不够规范, 研讨内容表达不够清楚, 小部分分析结果正确	报告格式不规范, 研讨内容表达不清楚, 分析结果基本不正确
-------	-----------------------------	------------------------------	-------------------------------	---------------------------------	-------------------------------

(4) 实验评分标准

分数段	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
实验表现(40%)	完成度好	完成度较好	完成度一般	只完成部分实验	完成度差
实验报告质量(60%)	报告质量好	报告质量较好	报告质量一般	报告质量一般	报告质量差

十一、教学进程

教学内容	学时数
1 绪论	4
2 误差的基本性质与处理	8
3 误差的合成与分配	6
4 测量不确定度	4
5 线性参数的最小二乘法处理	6
6 回归分析	8
实验一~实验三	4
合计: 课堂授课学时+实验学时	40

注: 本门课程共计 40 学时, 各教学环节的进程可根据教学效果合理调整。

四川大学机械工程学院本科课程 《智能仪器原理及应用》教学大纲

一、课程基本信息

课程号	302163030	课程名称	智能仪器原理及应用		
学分	3	英文名称	Intelligent Instrument Principle and Applications		
总学时	48	周学时	3	上课周数	16
课程属性	<input checked="" type="checkbox"/> 必修课 <input type="checkbox"/> 选修课		考核方式		笔试
课程类别	<input type="checkbox"/> 公共基础课 <input type="checkbox"/> 通识模块课 <input type="checkbox"/> 学科基础课 <input checked="" type="checkbox"/> 专业核心课 <input type="checkbox"/> 专业选修课 <input type="checkbox"/> 实践教育课程				
使用教材	程德福、林君，智能仪器（第3版），ISBN:9787111574132，机械工业出版社，2017.8				
面向对象	测控技术与仪器，三年级本科生				
先修课程	《电子技术基础》《传感器》《测控电路》、《单片机原理及应用》				
课程负责人	黄伟	开课单位	机械工程学院		
大纲执笔	黄伟	审核	专业教学 指导组	执行时间	2025.1

二、课程简介

（一）中文课程简介

课程在学习电子技术、传感器及单片机等课程的基础上，通过了解智能仪器的概念及其设计内容，能设计智能仪器的各种功能模块，以便今后能从事智能仪器的设计、研发工作。

课程主要研究智能化仪器仪表的组成原理、设计技术和应用方法。课程涉及信号采集、人机接口、通讯协议、微机接口、标准总线、数据处理方法、测量控制算法、以及智能化仪器仪表的典型实例分析。目的是让学生掌握智能化仪器仪表的设计、开发方法，适应现代测控仪器发展的要求。

（二）英文课程简介

On the basis of learning electronic technology, sensors, single-chip microcomputer and other courses, the course can design various functional modules of intelligent instruments by understanding the concept and design content of intelligent instruments, so as to engage in the design, research and development of intelligent instruments in the future.

This course mainly studies the composition principle, design technology and application method of intelligent instruments. The course involves signal acquisition, man-machine interface, communication protocol, microcomputer interface, standard bus, data processing method, measurement control algorithm, and typical example analysis of intelligent instruments. The purpose is to enable students to master the design and development methods of intelligent instruments and meters, and adapt to the requirements of the development of modern measurement and control instruments.

三、课程目标

(一) 课程目标

1、能画出智能仪器的总体结构框图，并根据实际需求对所需模块做出增减。在设计、研制智能仪器时能依据其一般过程对智能仪器的开发做出规划。

2、能根据设计要求设计适合的仪器功能部件，主要包括数据采集与模拟输出部分（包括信号调理部分、模拟多路开关、A/D 转换、D/A 转换等）、键盘/显示、串行及并行通信接口等。能根据性能要求（速度、分辨率、精度、抗干扰等）选取实现方式。

3、能根据设计要求完成自动测量功能的硬件系统设计。能根据实际情况选用合适的方法对粗大误差、随机误差、系统误差进行处理以提高测量精度。

4、能在设计中考虑到不同测量的特殊性，采用高共模抑制比电路、自举电路、四线法、信号隔离以及其它方法实现高精度测量。

(二) 课程教学方法对课程目标的支撑

课程教学方法	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4
课堂理论/实验教学	√	√	√	√
互动探究	√	√	√	√
课堂测验		√	√	
课外作业	√	√	√	√
拓展学习		√	√	√
线上线下考核评价	√	√	√	√

翻转课堂	√	√	√	√
------	---	---	---	---

四、教学内容

第一章 导论（支撑课程目标 1）

- 1、智能仪器的组成及特点，包括智能仪器的基本结构、智能仪器的主要特点。
- 2、智能仪器及测试系统的发展，包括独立式智能仪器及自动测试系统、个人仪器系统设计 VXI 总线仪器系统、软件技术的高速发展及虚拟仪器系统。
- 3、智能仪器的设计要点，包括设计研究智能仪器的一般过程、智能仪器主机电路的选择。

要求学生：能画出智能仪器的总体结构框图，并根据实际需求对所需模块做出增减。在设计、研制智能仪器时能依据其一般过程对设计进行规划。

第二章 智能仪器模拟量输入/输出通道（支撑课程目标 2、4）

- 1、信号调理部分要满足的条件及设计方法（补充内容）。
- 2、模拟量输入，包括 A/D 转换器概述、逐次比较式 A/D 转换器及其接口、积分式 A/D 转换器及其接口、 $\Sigma-\Delta$ 型 A/D 转换器及其接口。
- 3、高速模拟量输入通道，包括并行比较式 A/D 转换器原理概述、高速 A/D 转换器及其接口技术、高速数据采集与数据传输。
- 4、模拟量输出通道，包括 D/A 转换器概述、D/A 转换器与微处理器接口、D/A 转换器应用举例。
- 5、数据采集系统，包括数据采集系统的组成、模拟多路开关及接口、模拟信号的采样保持、数据采集系统设计举例。

要求学生：能根据设计要求设计适合的数据采集部分（包括信号调理部分、模拟多路开关、A/D 转换部分），能根据性能要求选取合适的 A/D 转换器、D/A 转换器。

第三章 智能仪器人机接口（支撑课程目标 2）

- 1、键盘与接口，包括键盘输入基础知识、键盘接口电路及控制程序、键盘分析程序。
- 2、LED 显示及接口，包括七段 LED 显示及接口、点阵 LED 显示及接口。
- 3、键盘/LED 显示接口设计，包括 HD7279A 的功能及结构特点、键盘/LED 显示器接口设计举例。
- 4、微型打印机及接口，包括 TPuP-ROB/C 微型打印机及其接口、微型打印机接口管理程序。

要求学生：能根据系统对键盘/显示的要求选取合适的键盘、LED 等的驱动方式，能设计出满足设计要求的键盘/显示系统（显示只包括 LED）。

第四章 智能仪器通信接口（支撑课程目标 2）

- 1、GP-IB 通用接口总线，包括 GP-IB 标准接口系统概述、接口功能与接口消息、GP-IB

标准接口系统的运行、GP-IB 接口芯片简介、智能仪器的 GP-IB 接口设计、控制器的 GP-IB 接口设计。

2、串行通信总线，包括串行通信基本方式、串行通讯协议、RS-232C 标准、RS-485 标准。

3、串行通信接口电路设计，包括智能仪器串行通信接口的结构、MCS-51 系统串行通信接口的结构、PC 系统与 MCS-51 系统的通信。

要求学生：能分析串行、并行通信的优缺点并选用合适的通讯方式运用到设计中，能根据串行通讯中数据量的大小、通讯距离、干扰大小以及应用场合等因数选择合适的串行通讯标准（协议）（只要求在 RS-232C 标准、RS-485 标准中选择）。

第五章 智能仪器典型处理功能（支撑课程目标 3、4）

1、硬件故障的自检，包括自检方式、自检算法、自检软件。

2、自动测量功能，自动量程转换、自动触发电平调节、自动零点调整、自动校准。

3、仪器测量精度的提高，包括随机误差的处理方法、系统误差的处理方法、粗大误差的处理方法。

4、干扰与数字滤波，包括中值滤波、平均滤波程序、低通数字滤波。

5、测量数据的标度变换，包括线性标度变换、智能仪表中采用的线性标度变换公式、非线性参数的标度变换。

要求学生：能根据设计要求完成自动测量功能的硬件系统设计。能根据实际情况选用合适的方法对粗大误差、随机误差、系统误差进行处理以提高测量精度。

第六章 基于电压测量的智能仪表（支撑课程目标 1、2、3、4）

1、智能 DVM 原理，包括智能 DVM 原理概述、输入电路、智能 DVM 中的 A/D 转换技术、典型智能 DVM 介绍。

2、智能 DMM 原理，包括智能 DMM 原理概述、交直流转换器、其他模拟转换技术、典型智能 DMM 介绍。

3、智能化 LCR 测量仪器原理，包括智能化 LCR 测量仪概述、自由轴法测量原理、LCR 测量仪电路分析、典型智能 LCR 测量仪介绍。（选讲）

要求学生：能对 DVM 输入电路进行分析、并能将其中用到的部分技术应用到电路设计中。能根据设计要求选择合适的欧姆转换器，并能说明该方法的原理及优缺点。

第八章 智能电子计数器（选讲）（支撑课程目标 1、2、3、4）

1、智能电子计数器概述，包括电子计数器测量原理、通用计数器测量误差、多周期同步测量技术、模拟内插扩展技术。

2、典型部件分析，包括输入通道、计数器电路、单片通用计数器。

3、智能电子计数器的设计，包括以 ICM7226 位基础的智能频率计、等精度频率计的设计实例。

4、典型智能计数器介绍，包括仪器的原理与组成、仪器键盘操作与分析、仪器的软件系统。

要求学生：能对智能电子计数器采用的方法进行分析（特别是等精度频率测量方法），并能说出每种方法的优缺点。能对其输入通道、计数器电路等电路进行设计。

五、实验内容

序号	实验名称	主要内容	支撑课程目标	是否必做	学时
1	实验一：A/D 转换实验	1、设计 ADC0809 与单片机的硬件连接。 2、编写程序验证其精度和分辨率。	课程目标 2、3	必做	2
2	实验二：D/A 转换实验	1、设计 DAC0832 与单片机的硬件连接。 2、编写程序验证其精度和分辨率。	课程目标 2、3	必做	2
3	实验三：步进电机控制	根据步进电机驱动原理，编写程序控制其正转、反转及停止。	课程目标 4	必做	2

注：实验详情见课程实验大纲及实验指导书

六、参考文献

- [1] 智能仪器 程德福、林君 编著 机械工业出版社，2004
- [2] 检测仪器电子电路 李永敏 主编 西北工业大学出版社，1996
- [3] 测控仪器设计 浦昭邦、王宝光主编 机械工业出版社，2001
- [4] 智能仪器原理与设计 朱欣华等 编著 中国计量出版社，2002
- [5] 智能仪器原理及设计技术 刘大茂 著 国防工业出版社，2014-05-01
- [6] 智能仪器设计基础 王祁 编 机械工业出版社，2010-03-01
- [7] 智能仪器技术及工程实例设计 高云红、冯志刚、吴星刚 编 北京航空航天大学出版社，2015-08-01
- [8] 智能仪器设计 丁国清、陈欣 著 机械工业出版社，2014-07-01
- [9] 智能仪器设计 王祁、赵永平、魏国 编 哈尔滨工业大学出版社，2016-01-01

七、课程目标对毕业要求的支撑关系

指标点	课程目标	支撑度	支撑理由
1.3 能将数学、自然科学、工程基础和专业知识用于分析精密仪器、测控系统的复杂工程问题，并进行推演分析。	课程目标 3/4	H	课程目标 3/4 均需运用数学、自然科学、工程基础和专业知识来分析仪器系统中的工程问题

2.2 能正确表达精密仪器、测控系统复杂工程问题，认识到问题分析有多种方法，能够提出解决复杂工程问题的多种工作原理并能正确解释。	课程目标 1/3	L	课程目标 1/3 分析仪器设计可采用不同测量原理与多种不同实现方法，并需通过分析计算做出正确解释。
2.3 能运用相关的基本原理和文献研究，分析影响精密仪器、测控系统性能的因素，获得有效结论。	课程目标 4	L	课程目标 4 考虑到不同测量的特殊性，在理论研究与分析的基础上，采用不同方法实现高精度测量。
3.3 能够设计满足特定需求的单元模块和功能部件。	课程目标 2	L	课程目标 2 包含有对不同单元部件的设计

八、教学环节对课程目标的支撑

课程目标	教学环节
课程目标 1: 能画出智能仪器的总体结构框图，并根据实际需求对所需模块做出增减。在设计、研制智能仪器时能依据其一般过程对智能仪器的开发做出规划。	1、作业：相关章节课后习题； 2、大作业（研讨）：一次小型研讨，多次关于测控仪器设计的研讨、设计； 3、SPOC 参与+测验 4、期中考试：画图、简答； 5、期末考试：画图、简答。
课程目标 2: 能根据设计要求设计适合的仪器功能部件，主要包括数据采集与模拟输出部分（包括信号调理部分、模拟多路开关、A/D 转换、D/A 转换等）、键盘/显示、串行及并行通信接口等。能根据性能要求（速度、分辨率、精度、抗干扰等）选取实现方式。	1、作业：相关章节课后习题； 2、大作业（研讨）：一次小型研讨，多次关于测控仪器设计的研讨、设计； 3、实验：实验 1、2； 4、SPOC 参与+测验 5、期中考试：简答、分析计算； 6、期末考试：简答、分析计算。
课程目标 3: 能根据设计要求完成自动测量功能的硬件系统设计。能根据实际情况选用合适的方法对粗大误差、随机误差、系统误差进行处理以提高测量精度。	1、作业：相关章节课后习题； 2、大作业（研讨）：多次关于测控仪器设计的研讨、设计； 3、实验：实验 1/2； 4、SPOC 参与+测验 5、期末考试：画图、简答、分析计算。

<p>课程目标 4：能在设计中考虑到不同测量的特殊性,采用高共模抑制比电路、自举电路、四线法、信号隔离以及其它方法实现高精度测量。</p>	<p>1、作业：相关章节课后习题； 2、大作业（研讨）：多次关于测控仪器设计的研讨、设计； 3、SPOC 参与+测验 4、期末考试：画图、简答、分析计算。</p>
---	---

九、达成课程目标的途径与措施

智能仪器原理及应用涉及到硬件与软件、模拟与数字、测量原理与测量方法、协议与标准等多方面内容，需要学生前修的课程多，要求学生能把学到的理论知识应用到实际的设计中去，课程综合性较强，为此，达成目标的途径和措施也较多，主要有：

1. 以关键问题为切入点：以精度、分辨率等技术指标作为整个课程的主线，帮助学生建立智能仪器设计的基本思维模式。对不同测试原理、测量方法进行分析对比，让学生比较容易在设计中选用合适的原理、方法完成设计。举例并分析其中的关键环节和关键技术引导学生在设计中抓住重点。

2. 理论联系实际：课堂讲授采用案例式教学，提出从完整设计到具体模块的多种实例，分析其原理、方法、优缺点以及改进措施等。课后除书内作业外另布置小作业（设计题）、课后研讨题（大作业、设计题、分组设计），作业内容针对课堂学习的原理、方法，要求同学采用具体软硬件实现，并要求在实现上考虑多种方法（与书本上方法不同），同时进行精度、分辨率的分析计算，从而将理论与实际开发、设计联系起来；

3. 大班授课，小班研讨：布置多个课后研讨题，要求学生分组讨论、设计，形成完整功能模块或仪器系统，促使学生利用基本原理、方法解决课本中没有的实际智能仪器相关问题，并让学生将电子技术基础、测控电路、传感器、单片机等课程知识综合应用起来。

4. 多环节训练、督促检查，巩固学习成果。

(1) 作业：课后习题、小作业（设计题）、课后研讨题（大作业、设计题、分组设计）

(2) 实验

(3) SPOC 参与、SPOC 测验

(4) 期中考试（测验）：内容主要为智能仪器硬件部分。

(5) 期末考试：内容为课程目标中要求的智能仪器硬件部分、软件部分以及实例等全部内容。

(5) 大班授课，小班研讨

(6) 上课考勤

十、成绩构成及评分标准

1、成绩构成

课程总成绩包括四个部分：“平时成绩”、“期中成绩”、“期末成绩”和“实验成绩”，各

部分成绩占比见下表。

表 1 各分项成绩比例 (%)

考核方式	平时成绩			实验成绩	期中成绩	期末成绩
	研讨(2次)	大作业	SPOC			
所占成绩比例 (%)	10	10	15	15	10	40
对应课程目标	1、2、3、4	1、2、3、4	1、2、3、4	2、3、4	1、2、3	1、2、3、4

“期末成绩”由期末卷面考试成绩决定，按百分制给出，占“总成绩”的40%；“期中成绩”由阶段性考试成绩决定，按百分制给出，占“总成绩”的10%；“平时成绩”由大作业、研讨、SPOC网上参与与单元测验成绩确定，占“总成绩”的35%；“实验成绩”由实验表现和实验报告质量两部分组成，占“总成绩”的15%。

2、评分标准

(1) 期中考试及期末考试按百分制计分，详见试题评分标准

(2) 大作业(研讨)评分标准

	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
报告完成度(教师按组评定)	报告格式规范, 研讨内容表达清楚, 分析结果正确合理。	报告格式规范, 研讨内容表达较清楚, 大部分分析结果正确	报告格式较规范, 研讨内容表达基本清楚, 分析结果基本正确	报告格式不够规范, 研讨内容表达不够清楚, 小部分分析结果正确	报告格式不规范, 研讨内容表达不清楚, 分析结果基本不正确

(3) 实验评分标准

	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
实验表现(40%)	完成度好	完成度较好	完成度一般	只完成部分实验	完成度差
实验报告质量(60%)	报告质量好	报告质量较好	报告质量一般	报告质量一般	报告质量差

十一、教学进程

教学内容	学时数	
	课堂	SOPC
第一章 导论	4	2
第二章 智能仪器模拟量输入输出通道	8	4
第三章 智能仪器人机接口	6	4

第四章 智能仪器通信接口	6	4
第五章 智能仪器典型处理功能	8	4
实验	6	
第六章 基于电压测量的智能仪器	8	4
合计：课堂授课学时+实验学时	46	22
总学时合计	68	

注：课内外时间约为 1:1.0~1.5 学时。

大作业及研讨的提交时间由教师和学生商定另外的时间和地点。

四川大学机械工程学院本科课程 《自动控制原理》教学大纲

一、课程基本信息

课程号	302930030	课程名称	自动控制原理		
学分	3	英文名称	Principles of Automatic Control		
总学时	48	周学时	4	上课周数	16
课程属性	<input checked="" type="checkbox"/> 必修课 <input type="checkbox"/> 选修课		考核方式		闭卷笔试
课程类别	<input type="checkbox"/> 公共基础课 <input type="checkbox"/> 通识模块课 <input type="checkbox"/> 学科基础课 <input checked="" type="checkbox"/> 专业核心课 <input type="checkbox"/> 专业选修课 <input type="checkbox"/> 实践教育课程				
使用教材	《自动控制原理》许丽佳 罗航 机械工业出版社, 2020.7				
面向对象	测控技术与仪器, 二年级本科生				
先修课程	高等数学、工程数学、大学物理、电路原理、信号与系统等				
课程负责人	罗航	开课单位	机械工程学院		
大纲执笔	罗航	审核	专业教学指导组	执行时间	2022.9

二、课程简介

(一) 中文课程简介

本课程是仪器、自动化、控制、空天、机械、化工、电气、智能科学等学科下相关专业的重要必修课之一。课程要求学生掌握经典控制理论的基本概念、原理、分析方法、设计手段和应用技术,从而为学生后续专业课学习及研究奠定重要理论基础。课程以自动控制系统的分析与综合为线索而开展教学,采用不同的原理、方法和技术介绍线性连续系统时域、根轨迹与频域理论,重点关注控制系统性能指标(稳定性、准确性和快速性)的分析、设计和评价。课程以讲授线性连续系统为主,对非线性系统(描述函数法和相平面法)、离散系统分析方法、现代控制理论的基本原理和分析方法也进行了相应介绍。

(二) 英文课程简介

This course is one of the important major compulsory courses for the related majors in instrumentation, automation, control, aerospace, machinery, chemical, electrical and intelligent science and other disciplines. The course requires students to master the basic concepts, principles, analysis methods, design means and application techniques of classical control theory, so as to lay an important

theoretical foundation for students' subsequent professional course learning and research. The teaching thread of course begins with the analysis and synthesis of automatic control systems. Different principles, methods and techniques are used to introduce the theory of linear continuous systems in time domain, root locus and frequency domain, focusing on the analysis, design and evaluation of control system performance indicators (stability, accuracy and rapidity). Linear continuous automatic control system teaching is the focus of this course, meanwhile, the basic principles and analysis methods of nonlinear systems (i. e., descriptive function method and phase plane method), discrete system and modern control theory are briefly introduced.

三、课程目标

(一) 课程目标

本课程是专业必修课。教学内容包含六个主要部分：控制系统的特征和性能指标，自动控制系统的数学模型，自动控制系统的时域分析，根轨迹法，频率法，系统的校正及综合。要求学生能根据控制系统的任务和要求，利用基本原理和技术方法，分析、判定和获取系统的关键环节和参数，分析（研究）系统的性能，并能选择合理的手段（硬件实验平台或计算机辅助设计工具）进行理论验证与方案设计，以解决控制系统的工程问题。

通过本课程的教学，学生

1. 知道自动控制技术关注的指标，能够解释自动控制技术的相关专业术语和概念。
2. 能够根据具体的自动控制问题，利用电路分析原理、机械力学运动规律等知识建立控制系统的数学模型；能够借助变换工具分析并研究系统的基本环节，获得其典型特征和指标。
3. 能够借助 Laplace 变换工具研究典型系统的时域约束关系，分析系统的各种典型性能指标，知道系统的零极点对其暂态性能的影响；能够利用稳定性判据分析并判断系统的稳定性；能够解释稳态误差的含义，计算系统的稳态误差，表述减少稳态误差的工程设计原则和方法。
4. 能够表述根轨迹的基本原理及典型特征，能够绘制给定条件的根轨迹图；能够根据绘制的根轨迹表述和解释系统的性能指标。
5. 能够利用幅相频率特性（奈氏图）和对数频率特性（波特图）表述、解释并判断开（闭）环系统的稳定性；能够表述并计算系统的相位裕量与增益裕量；能够描述并解释各种频域指标和时域指标之间的关系，并能根据其关系从频域角度计算时域指标；能够表述并解释系统的频域指标如何影响系统的性能指标。
6. 能够根据系统的具体指标和要求，借助现代仿真（模拟）工具对自动控制系统进行仿真建模——运用 Matlab 软件及硬件实验平台对自动控制系统的原理、方法进行验证或综合设计（系统校正）。

7. 通过文献研究，能够对综合性自动控制问题（研讨项目）进行可行性论证、优化决策、功能分解，方案设计等训练，初步具有团队协作，信息挖掘、交流观点和撰写报告的能力。

（二）课程教学方法对课程目标的支撑

教学方法	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4	课程目标 5	课程目标 6	课程目标 7
讲授法	√	√	√	√	√		
演示法		√	√				
实验法			√	√	√		
互动法		√	√	√	√		
自学法						√	
研究法						√	√

四、教学内容

第一章 绪论（支撑课程目标 1）

分析自动控制技术的相关专业术语和概念；分析三大指标：稳定性，准确性（稳态误差），快速性（暂态性能指标）的基本要求；介绍自动控制系统类型；简要介绍经典控制理论向现代控制理论发展的沿革。

- 1.1 开环控制系统与闭环控制系统
- 1.2 闭环控制系统的组成和基本环节
- 1.3 自动控制系统类型
- 1.4 自动控制系统的性能指标

要求学生：能够解释自动控制技术的相关术语，能够表述控制系统的典型特征和性能指标，能够从不同角度对控制系统进行分类（知道分类的形式），知道经典控制理论和现代控制理论的研究的内容。

- （1）能够解释开环（闭环）系统的定义和特征。
- （2）能够表述典型闭环系统的组成和基本环节。
- （3）能够解释控制系统的性能指标（稳定性、准确性、快速性）的含义，能够表述并解释暂态能指标（最大超调量、上升时间、调节时间和振荡次数）的定义及其表征特征。
- （4）知道闭环控制系统的典型类型（恒值、随动、程序控制）的特点。
- （5）知道根据不同标准（特征）对系统分类的形式，知道线性系统和非线性系统，连续系统和离散系统的特征。
- （6）知道经典（古典）控制理论研究的问题，知道现代控制理论的（最优控制、自适

应控制及自学习/智能控制) 发展。

第二章 自动控制系统的数学模型 (支撑课程目标 2, 6)

利用电路原理、机械力学运动规律等知识建立控制系统的数学模型——关于系统输入和输出关系的微分方程; 在微分方程的基础上引入传递函数; 分析和研究系统结构图(等效化简)。

- 2.1 动态微分方程的编写
- 2.2 非线性数学模型线性化
- 2.3 传递函数
- 2.4 系统动态结构图
- 2.5 系统传递函数和结构图的等效变换
- 2.6 信号流图

要求学生: 能够根据具体的自动控制问题, 利用电路分析原理、机械力学运动规律等知识建立控制系统的数学模型; 能够借助变换工具分析并研究系统的基本环节, 获得其典型特征和指标; 初步训练自动控制工程问题的分析思路和研究方法, 获得系统分解和综合的基本技能。

- (1) 能够理解比例、惯性、积分、微分、振荡、时滞环节的表述及典型模型。
- (2) 能表述引入拉普拉斯变换的背景和意义, 明确知道传递函数是研究线性系统动态性能的主要数学模型。
- (3) 知道系统结构图与传递函数关系; 能够表述结构图等效变换的本质和变换方法; 能够根据等效变换方法对系统结构图进行等效变换。
- (4) 能够解释信号流图的基本术语; 能够表述梅逊公式的本质(各部分的定义和计算方法), 能够利用梅逊公式计算系统的传递函数。

第三章 自动控制系统的时域分析 (支撑课程目标 3, 6)

本章研究自控的时域分析方法。主要包括系统的稳定性、暂态性及稳态误差性能指标。通过上述性能指标的研究, 建立稳定性判别方法和稳态误差计算方法。提出工程设计对控制系统性能指标的基本要求、原则和方法。

- 3.1 自动控制系统的时域指标
- 3.2 一阶系统的阶跃响应
- 3.3 二阶系统的阶跃响应
- 3.4 高阶系统的暂态响应
- 3.5 自动控制系统的代数稳定性判据
- 3.6 稳态误差

要求学生: 能够借助 Laplace 变换研究典型系统的时域约束关系、分析各种典型性能指标; 知道零极点对系统暂态性能的影响; 能够利用稳定性判据判断系统稳定性; 能够表述稳

态误差含义并能解释其本质；能够根据系统的类型计算稳定系统的稳态误差，能够表述减少稳态误差的工程设计原则和方法。

(1) 知道自动控制系统的典型要求：稳定性，准确性（稳态误差指标）和快速性（暂态性能指标）。

(2) 能够识记典型时域信号的 Laplace 变换。

(3) 能够分析一阶、二阶系统的阶跃响应及相应的暂态性能指标，并能解释其含义，知道系统零极点对系统暂态性能的影响。

(4) 能够从系统特征方式的角度表述自动控制系统稳定的充分必要条件；知道劳斯判据（胡尔维茨判据）的使用条件，能够利用劳斯判据（胡尔维茨判据）判定系统的稳定性；知道从关注性能指标角度建立相对稳定性的概念，能够解释稳定裕量的含义并知道其在工程实际中的意义；能够根据特征根的负实部计算系统的稳定裕量。

(5) 能够表述并解释扰动稳态误差和给定稳态误差的定义，并能够计算这两类稳态误差；能够正确表述影响稳态误差的决定因素；能够利用补偿方法减小系统稳态误差；知道补偿方法在实际工程问题中的优势——不改变系统的稳定性但又能提高系统的准确性。

第四章 根轨迹法（支撑课程目标 4，6）

在利用开环参数变化控制闭环系统特征方程式解的思想下，研究用开环系统根轨迹放大系数的变化来建立系统闭环特征根变化的根轨迹。具体研究根轨迹的基本概念及绘制方法。利用根轨迹（开环零极点）的分布研究闭环系统的稳定性及暂态品质。

4.1 根轨迹的基本概念

4.2 根轨迹的绘制法则

4.3 用根轨迹法分析系统的暂态特性

要求学生：能够解释根轨迹基本原理及描述其典型特征；能够绘制给定条件的根轨迹图；根据绘制的根轨迹，具有研究系统特性（比如稳定性、快速性）的思维、方法和技能。

(1) 能解释根轨迹法的概念和本质，能够表述根轨迹的幅值条件和相角条件的意义；知道相角条件是根轨迹的充要条件，能够利用幅值条件获取系统的根轨迹放大系数（系统放大系数）。

(2) 能描述并解释轨迹的起点、终点、分支数、对称性、实轴上的根轨迹、分离点和汇合点、渐近线、出射角和入射角、与虚轴交点、走向等特点的本质及其意义，能根据这些特点绘制系统的根轨迹；

(3) 能表述一般根轨迹、时滞根轨迹、零度根轨迹的区别和联系；知道广义根轨迹的本质，能够根据闭环特征方程式获取特定参数的等效开环传递函数，能够借助根轨迹的基本原理、本质及绘图方法绘制特定参数的根轨迹。

(4) 能够利用根轨迹的理论解释系统的暂态特性、研究闭环特征根的分布；知道引入开环零点、极点对根轨迹的影响；知道偶极子的定义、引入条件及其对系统性能的影响。

第五章 频率法（支撑课程目标 5、6）

分析频率法引入的意义（优点），研究频率法的本质和描述方法，学习用频率法揭示系统稳定特性和暂态特性的基本原理，研究系统的环节（参数）影响系统性能指标的综合技术，为仿真设计和工程应用奠定理论分析基础。

- 5.1 频率特性的基本概念
- 5.2 频率特性的表示方法
- 5.3 典型环节的频率特性
- 5.4 系统开环频率特性的绘制
- 5.5 用频率法分析控制系统的稳定性
- 5.6 系统暂态特性和开环频率特性的关系
- 5.7 闭环系统频率特性
- 5.8 系统暂态特性和闭环频率特性的关系

要求学生：

知道控制系统的频率特性对于工程实际问题分析和研究的优势——通过对系统进行频率测试，获取系统的频率特性，从而为分析和研究系统性能提供一种易于实现的方法。能够解释频率法的基本原理和概念；能够利用幅相频率特性（伯德图）分析开（闭）环系统的频域性能指标（稳定性、准确性和快速性），知道各种频域性能指标和时域性能指标之间的关系。

（1）知道频率特性的本质，能够表述并解释幅相频率特性的两种表示方法，能解释奈氏图的意义。

（2）能够表述并解释对数坐标的构成方式，知道其特点及优点；能够表述并解释伯德图的构成。

（3）能够表述并解释典型环节（比例、惯性、微分、积分、振荡、时滞和最小相位环节）的幅频特性与对数频率特性。

（4）能够根据不同类型系统的幅相频率特性的特点绘制系统的对数幅频特性和对数相频特性；能够表述并解释不同类型（0 型、I 型、II 型）系统的对数幅频特性。

（5）能够根据特征多项式，获取系统相角随频率变化的特点，进而知道判断系统稳定的条件。

（6）能够从开环传递函数与闭环传递函数的关系出发，解释辅助函数的零点与极点和开环（闭环）极点间的关系，从而获取闭环系统稳定的条件；能够表述并解释如何利用开环系统（稳定和不稳定）的频率特性判定闭环系统的稳定性；能够利用奈氏判据判定给定开环系统的幅相频率曲线（或波德图）对应的闭环系统的稳定性。

（7）能够表述并解释系统相位裕量和增益裕量的含义；能够根据各自定义及系统的频率特性计算系统的相位裕量与增益裕量。

(8) 知道波德第一定理（第二定理）的内容、特点及适用条件。

(9) 能够表述开环对数幅频特性的斜率与相频之间的关系；能够表述并解释不同频段斜率如何影响相位裕量；能够表述并解释放大系数与中频段的长度如何影响相位裕量。

(10) 能够表述系统暂态特性和开环频率特性间的关系（相位裕量和超调量间的关系，相位裕量和调节时间之间的关系）。

(11) 能够表述并解释对数幅频特性低频段的斜率大小和系统稳态性能间的约束关系；知道中频段的穿越频率和系统暂态响应之间的约束关系。

(12) 知道根据开环频率特性确定系统的闭环频率特性的方法。

(13) 知道等幅值圆和等相角圆的意义，知道尼柯尔曲线的绘制方法，能根据尼柯尔曲线确定闭环系统的参量。

(14) 知道系统暂态特性和闭环频率特性的关系（谐振峰值和超调量间的关系，谐振峰值和调节时间的关系、带宽和阻尼比的关系）。

第六章 控制系统的校正及综合（支撑课程目标 5、6、7）

本章是控制系统分析的相反过程，具有典型的工程应用性（根据给定要求，设计系统的校正形式，使系统满足工程上的各种性能指标）。主要涉及：系统校正概念、本质及其在工程设计中的作用；校正的典型设计形式、对象及优缺点；校正方法的分类及优缺点；各种校正形式（串联校正、反馈校正及复合校正）的设计原理、原则及步骤；运用 Matlab 仿真工具辅助设计校正。本章主要以第五章的频率法为基础。

6.1 控制系统校正的一般概念

6.2 串联校正

6.3 反馈校正

6.4 复合校正

6.5 系统校正的 MATLAB 仿真设计

要求学生：

(1) 知道系统设计与校正的基本概念，知道校正的典型方法，能够根据系统的指标要求及波特图，正确选择需要校正的类型（频段）。

(2) 能够表述并解释串联（超前、滞后、滞后-超前）校正的设计原理；知道超前、滞后网络的特性；能够利用典型参量（分度系数、最大超前或滞后频率、第一转折频率和第二转折频率）之间的关系，表述并解释串联（滞后）校正的步骤、方法及关键点；知道各类串联校正设计的适用条件。

(3) 知道反馈校正和复合校正的作用，知道运用反馈校正和复合校正提高系统性能的典型方法。

(4) 通过文献研究，能对综合性自动控制问题（研讨项目）进行可行性论证、优化决策、功能分解，方案设计等训练，初步具有团队协作，信息挖掘、交流观点和撰写报告的能力。

力：能够借助 Matlab 仿真工具，完成串联超前（滞后）校正研讨问题。

五、实验内容（共计 4 学时）

序号	实验名称	主要内容	支撑课程目标	是否必做	学时
1	数学模型、时域分析。	<p>(1)学习 conv 函数的功能和特点,练习运用 conv 函数实现多项式相乘;</p> <p>(2)学习 printsys 函数的功能和特点,练习运用 printsys 函数获得形式上的传递函数;</p> <p>(3)学习 eig 和 roots 函数的功能和特点,练习运用 eig 和 roots 函数求系统的特征根;</p> <p>(4)学习 step 函数的功能和特点,练习运用 step 函数实现系统的单位阶跃响应(单位斜坡响应),根据系统的单位阶跃响应,研究系统的暂态性能指标;</p> <p>(5)学习 residue 函数的功能和特点,练习运用 residue 函数获取系统的部分展开式;</p> <p>(6)学习 simulink 仿真工具的使用方法(构建系统、参数设置、仿真分析),练习运用 simulink 仿真工具仿真简单的系统。</p>	课程目标 2、3、6	是	2
2	根轨迹设计与分析、频域分析。	<p>(1)学习 pzmap 函数的功能和特点,练习运用 pzmap 函数绘制系统零极点;</p> <p>(2)学习 rlocus 函数的功能和特点,练习运用 rlocus 函数绘制系统根轨迹,利用根轨迹图研究并验证系统的特性(根轨迹分布、系统参数特点、特征根特点);</p> <p>(3)学习 nyquist 函数的功能和特点,练习运用 nyquist 绘制开环系统的奈氏曲线;</p> <p>(4)学习使用 bode 函数的功能和特点,练习运用 bode 函数绘制开环系统的波德图。</p> <p>(5)根据奈氏图(波德图)研究并验证系统的幅频(相频)特性,研究闭环系统的(相对)稳定性。</p>	课程目标 4、5	是	2

六、参考文献

- [1] 《自动控制原理》(第六版), 胡寿松主编, 科学出版社, 2019
- [2] 《自动控制原理题海与考研指导》(第2版), 胡寿松主编, 科学出版社, 2019
- [3] 《自动控制原理》(第二版), 吴麒, 王诗密, 清华大学出版社, 2006
- [4] 《自动控制原理》(第二版), 卢京潮, 西北工业大学出版社, 2009
- [5] 《自动控制原理学习辅导 知识精粹、习题详解、考研真题》, 孙优贤主编, 化学工业出版社, 2017
- [6] 《自动控制原理(科学·第六版) 导教·导学·导考》, 刘慧英, 西北工业大学出版社, 2016
- [7] 《自动控制原理、现代控制理论学习百问百答》, 夏超英, 清华大学出版社, 2016
- [8] 《自动控制原理与设计》(英文版)(第六版), 吉恩 F. 富兰克林 (Gene F. Franklin) (美) 等著; 李中华 译, 电子工业出版社, 2014

七、课程目标对毕业要求的支撑关系

指标点	课程目标	支撑度	支撑理由
1.1 能运用数学、自然科学、工程基础和专业知识表述精密仪器、测控系统的工程问题;	课程目标 1	L	目标 1 涉及控制系统的定义、类型及衡量指标, 需要运用电学, 机械学、热学等自然科学描述并解释控制系统的工作机制, 进而揭示控制系统工程所关注的各项指标。
1.2 能针对复杂测控对象或测控过程建立合适的数学模型, 并利用恰当的边界条件寻求最优解;	课程目标 2、3	H	目标 2 涉及测控过程的数学建模, 目标 3 涉及一阶、二阶系统的时域分析, 需要利用恰当的条件获取其解, 二阶系统涉及最佳工程参数(较小超调量), 需要结合恰当的条件(阻尼比)来获取。高阶系统的稳定性涉及主导极点的选取和判定, 也需要结合系统设计的结构参数来获取最优值。系统的稳态精度和动态性是矛盾的, 一般说来, 除了采用校正(补偿)方法外, 要兼顾获取两者的最优解, 则需要设计恰当的条件。
2.1 通过文献研究分析, 能识别和判断精密仪器、测控	课程目标 2	L	目标 2 涉及基本数学模型的构建和基本环节参数的获取, 这为识别和判断复杂工程问题的关键环节和参数奠定基础(借助变换工具,

系统复杂工程问题的关键环节和参数；			系统模型可分解为若干基本环节的有机联系)。
2.2 能正确表达精密仪器、测控系统复杂工程问题的原理，认识到问题分析有多种方法，并能寻求适用于解决问题的多种基本原理；	课程目标 3、4、5、 6	H	系统的快速性涉及的四个参数是目标 3 和 5 重点关注和实现的对象，系统的准确性通过目标 3 和目标 6 实现定量分析。目标 3、4、5 从不同角度（对应于时域、根轨迹和频域）表述系统稳定性原理（回答了解决稳定性的指标），具有多方法性。因为频率参数和时域参数、根轨迹参数和时域参数存在密切关联性，目标 6 从综合与校正的角度解决系统的工程设计问题，使系统各种指标能够得到兼顾实现，系统的校正方法不唯一，具有多种途径。
2.3 能运用相关的基本原理和文献研究，分析影响精密仪器、测控系统性能的因素，获得有效结论。	课程目标 7	L	目标 7 通过校正（补偿）结构来获取测控系统的最优参数，一方面，校正方法（串联、反馈、补偿）的多样性，能够反映校正影响测控系统性能因素的多样性，另一方面，校正涉及到运用伯特图来直接或间接描述系统的各种参数，其实践性强，可以通过三频段设计原理来设计校正，从而使系统工作达到最优。

注：H 表示课程为强支撑课程。L 表示课程为弱支撑课程。

八、考核环节对课程目标达成的支撑

本门课程的考核环节包含课堂教学、实验教学和课后研讨。课堂教学考核环节包含考勤、平时作业、随堂测验、期中考试（阶段性考试）和期末考试；实验教学包括分组实验；课后研讨包括问题研讨。根据各个环节考核结果，综合评定课程目标的达成情况。以下对主要考核环节如何支撑课程目标进行说明。

课程目标	如何考核课程目标的达成
课程目标 1: 知道自动控制技术关注的指标，能够解释自动控制技术的相关专业术语和概念。	在各章作业、随堂测验、研讨、半期考试，期末考试中，融合自动控制系统的各种专业术语、概念的解释和应用。通过采用填空题、选择题、简答题和计算题等形式考核学生是否知

	道自动控制系统关注的指标，是否知道暂态性能指标（超调量、上升时间、调节时间、振荡测试等）稳态误差、开环传递函数，闭环传递函数等专业术语的含义。根据考核结果可以评价课程目标 1 的达成情况。
课程目标 2: 能够根据具体的自动控制问题，利用电路分析原理、机械力学运动规律等知识建立控制系统的数学模型；能够借助变换工具分析并研究系统的基本环节，获得其典型特征和指标。	在第二章作业和半期考试中，相应的填空题、选择题、简答题和综合题涉及到对自动控制系统的模型建立、Laplace 变换、结构图与信号流程图的理解与应用程度。同时，实验环节涉及到 s 域系统的建模、分析与应用。根据考核结果可以评价课程目标 2 的达成情况。
课程目标 3: 能够借助 Laplace 变换工具研究典型系统的时域约束关系，分析系统的各种典型性能指标，知道系统的零极点对其暂态性能的影响；能够利用稳定性判据分析并判断系统的稳定性；能够解释稳态误差的含义，能够计算稳定系统的稳态误差，能够表述减少稳态误差的工程原则和方法。	在第三章作业和半期考试中，相应的填空题、选择题、简答题和综合题都涉及系统的典型性能指标（稳定性、准确性及快速性）的分析与应用，同时，在实验环节涉及此类问题的验证与应用。根据考核结果可以评价课程目标 3 的达成情况。
课程目标 4: 能够表述根轨迹的基本原理及典型特征，能够绘制给定条件的根轨迹图；能够根据绘制的根轨迹表述和解释系统的指标特性。	在第四章作业和期末考试中，填空题、选择题、综合题都涉及到根轨迹的基本原理、绘图方法与根轨迹分析与应用。此外，实验环节进一步验证根轨迹理论与应用。根据考核结果可以评价课程目标 4 的达成情况。
课程目标 5: 能够利用幅相频率特性（包括波特图）表述、解释并判断开（闭）环系统的稳定性；能够表述并计算系统的裕量；能够描述并解释各种频域指标和时域指标之间的关系，并能根据其关系从频域角度计算时域指标；能够表述并解释系统的频域指标如何影响系统的性能指标。	在第五章作业与期末考试中，填空题、选择题、简答题和综合题都涉及到频率特性知识的理解、分析和应用。此外，实验与研讨环节涉及到频率特性的验证、分析与综合。根据考核结果可以评价课程目标 5 的达成情况。
课程目标 6: 能借助现代仿真（模拟）工具对自动控制系统进行仿真建模——根据系统的具体指标和要求，能够运用 Matlab 软件及硬件实验平台对自动控制系统的原理、	在实验与研讨中，需要借助 Matlab 软件或硬件平台对系统进行建模、分析、验证、应用与综合，根据考核结果可以评价课程目标 6 的达成情况。

方法进行验证或综合设计（系统校正）。	
课程目标 7：通过文献研究，能够对综合性自动控制问题(研讨项目)进行可行性论证、优化决策、功能分解，方案设计等训练，初步具有团队协作，信息挖掘、交流观点和撰写报告的能力。	在研讨中，从问题解决角度全方位锻炼学生利用文献对控制系统进行综合设计的能力。主要涉及可行性分析、优化决策、方案选择、技术运用、设计测试、结论分析、团队协作、报告撰写环节等。根据考核结果可以评价课程目标 7 的达成情况。

九、达成课程目标的措施

自动控制原理是一门兼具理论性和实践性的专业基础课程，其教学目标多、教学内容丰富，因而达成课程目标的措施具有多样性。教学过程是一个从“试”（尝试学习）到“导”（有效指导）再到“评”（多元评价）的无限循环、螺旋上升的过程。

1. 课程目标达成方法

（1）理论联系实际。以典型对象的功能、性质及特点为突破口，通过归纳（演绎）引导学生理解自动控制相关概念、基本理论、测试原理及方法，利用学生感兴趣的案例（如随动控制系统）帮助学生获得自动控制原理的研究方法和思路；

（2）遵循研究规律。课堂讲授以思维发展为主要线索——提出问题、分析问题、解决问题而展开，辅之专题讲座和专题习题练习；

（3）锻炼科学素养。通过示范（举例）、巩固练习与研讨，训练学生——思维的严谨性、分析的严密性、方法的正确性、计算的准确性、结论的客观性。

（4）问题解决驱动。通过给定实验或研讨任务，训练学生——团队协作、思维优化、可行性分析、方案形成、语言交流、报告撰写等科学能力、品质和素养

2. 课程目标达成途径

（1）大班授课，小班研讨：

①分组研讨（设计）：学生以组为单位（4~6 人为一组）解决一个自控校正（各题目互不相同）所涉及的各类问题。

②实施：研讨小组组长负责组织小组成员开展多种形式的研讨学习活动，包括查阅相关资料、问题讨论、方案设计、考勤、研讨评价等情况评定。

③研讨成效评价：安排 2 个课时进行讲解答辩，教师和学生现场提问（可以就面向内部技术问题，也可以面向为本技术/非技术问题及社会能力问题），促使学生的研讨过程切合教育训练要求；监控团队研讨的全过程，实行动态、分解和加权评价。

（2）作业：内容为每章部分习题。强化学生对知识的巩固，加深对知识的理解与运用。

（3）随堂测验：及时检验学生学习效果，掌握学生学习状况。

（4）实验：软件仿真与硬件测试——演示、验证与综合。

(5) 期中考试：主要内容为绪论、自动控制系统的数学模型、自动控制系统的时域分析。阶段性检验学生对知识的理解、分析和综合运用水平。

(6) 期末考试：主要内容为根轨迹法和频率法，但不限于目标章节的内容，可涉及全期教学内容；综合检验学生思维的严谨性、分析的严密性、方法的正确性、计算的准确性、结论的客观性。

(7) 学习考勤：动态随机考核，考查学生学习态度。

课程配备一名研究生助教，负责学生答疑、批改作业等，协助完成教学工作。

3. 加强课程的过程考核，每个学习单元设置相应的单元小测验；期中安排一次阶段考试，及时了解教学中存在的问题，并进行教学调整。

4. 采用新的教学评价和考核方式。将标准答案考试与非标准答案考试相结合，教师评价与学生评价相结合，以多元化的学习过程评价机制将学生的学习积极性充分调动起来。成绩构成和评分标准详见第八点。

十、成绩评定

1. 评定依据

(1) 原则：形成性、分解性、动态性

(2) 目的：综合考察学生对课程学习的效果，为课程目标达成评价奠定客观的量化基础。

(3) 方式：各个环节综合考核，加权评定。

2. 成绩构成

课程总成绩包括四个部分：

(1) 平时成绩：由小组研讨、平时作业、单元小测验的平均分确定，占“总成绩”的15%；

(2) 实验成绩：实验表现和实验报告质量两部分组成，占“总成绩”的10%；

(3) 期中成绩：由阶段性考试成绩决定，按百分制给出，占“总成绩”的25%；

(4) 期末成绩：由期末卷面考试成绩决定，按百分制给出，占“总成绩”的50%。

各部分成绩占比见下表。

成绩占比	平时成绩(小组研讨+作业+考勤+单元小测)	阶段性考试(期中卷面考试成绩)	期末考试(期末卷面考试成绩)	实验
100%	22%	20%	50%	8%
总成绩=实验成绩×15%+平时成绩×15%+阶段成绩×20%+期末成绩×50%				

3. 评分标准

(1) 作业评分标准

	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
正确率	正确率 \geq 90%	正确率 \geq 80%	正确率 \geq 70%	正确率 \geq 60%	正确率 $<$ 60%
作业总成绩	各次作业成绩取平均值。				

(2) 单元测验、阶段考试及期末考试按百分制计分，详见试题评分标准。

(3) 小组研讨（或大作业）评分标准

	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
报告完成度（教师按组评定，60%）	报告格式规范，研讨内容表达清楚，分析结果正确合理。	报告格式规范，研讨内容表达较清楚，大部分分析结果正确	报告格式较规范，研讨内容表达基本清楚，分析结果基本正确	报告格式不够规范，研讨内容表达不够清楚，小部分分析结果正确	报告格式不规范，研讨内容表达不清楚，分析结果基本不正确
小组评分（40%）	小组评分包含出勤，参与研讨及个人贡献等情况。小组成绩体现差异性。				
总分	研讨总成绩 = 研讨报告成绩*70%+小组成绩*30%				

下面详细列出研讨的评分标准。

① 研讨成绩总体评定（分值）

小组评定（30）						教师评定（70）	
考勤	参与	协作	表达	观点	贡献	问题解析（能力分）	报告质量（综合分）
2	3	5	5	5	10	15	55

② 研讨报告质量评定（分值）

综合（55）						能力（15）
理论方案	核心技术	设计步骤	代码绘图	分析结论	编辑排版	问题解析
10	10	10	10	10	5	15

(4) 实验评分标准

	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
操作规范（20%）	好	较好	中等	一般	差
实验表现（30%）	好	较好	中等	一般	差
报告质量（50%）	好	较好	中等	一般	差

下面列出详细的实验评分细则：

实验成绩考核评定

操作规范(20)		实验表现(30)				报告质量(50)			
实验操作规范 (10)	专业技术规范 (10)	预习状态 (5)	主动态度 (5)	交流状态 (10)	探索精神 (10)	报告撰写 (20)	问题分析 (10)	研究探讨 (10)	归纳总结 (10)

4. 笔试命题的特点：

(1) 适用阶段：期中（阶段性）考试；期末考试。

(2) 课程目标涵盖范围：课程目标 1~6。

(3) 题型及比例：

① 填空题（15%）

② 单选题（15%）

③ 简答题（20%）

④ 分析计算题（A类：一般性应用题目 35%；B类：综合题目 15%）

(4) 课程目标大致对应的题型：

① 填空题、选择题和简答题主要考核课程目标 1、2、3、4、5、6，考查学生中对基本概念、技术和方法的理解与应用；

② 分析计算题（A类）主要考核课程目标 2、3、4、5，即考查学生应用基本原理、方法及技术解决指标性问题的能力；

③ 分析计算题（B类）主要考核课程目标 1~7，考查学生综合应用各种方法、技术进行论证、分析和解决实际工程问题的能力，部分问题采用开放式答案。

（注：根据教学开展的实际情况，题型及所占比例可作适当微调）

十一、教学进程

本课程进程分为课堂授课环节和辅助教学环节，共计 48 学时。各环节的学时分布如下。

1. 课堂授课环节（40 学时），按章分配如下表：

课堂授课学时分配

教学内容	学时数
1 自动控制系统的基本概念	2 学时
2 自动控制系统的数学模型	8 学时
3 自动控制系统的时域分析	10 学时
4 根轨迹法	8 学时

5 频率法	10 学时
6 控制系统的校正及综合（研讨）	2 学时
合计	40 学时

2. 辅助教学环节（14 学时），按类型分配如下表：

辅助教学环节学时分配

辅助教学环节	学时数
1 半期考试（第三章结束后进行）	2 学时
2 期末考试	2 学时
3 上机实验	2 学时
4 习题课	2 学时
合计	8 学时

注：随堂测验在课堂教学过程中进行。

公差配合与技术测量

四川大学机械工程学院本科课程 《公差配合与技术测量》教学大纲

一、课程基本信息

课程号	302268020	课程名称	公差配合与技术测量		
学分	2	英文名称	Tolerance fit and technical measurement		
总学时	32	周学时	4	上课周数	8
课程属性	<input checked="" type="checkbox"/> 必修课 <input type="checkbox"/> 选修课		考核方式		笔试
课程类别	<input type="checkbox"/> 公共基础课 <input type="checkbox"/> 通识模块课 <input checked="" type="checkbox"/> 学科基础课 <input type="checkbox"/> 专业核心课 <input type="checkbox"/> 专业选修课 <input type="checkbox"/> 实践教育课程				
使用教材	宋康、陆小龙、尹伯彪. 互换性与技术测量. 四川大学出版社				
面向对象	机械设计制造及其自动化, 测控技术与仪器专业本科二年级				
先修课程	《机械制图》				
课程负责人	陆小龙	开课单位	机械工程学院		
大纲执笔	尹伯彪, 陆小龙, 宋康, 李二龙	审核	专业教学 指导组	执行时间	2024. 2

二、课程简介

(一) 中文课程简介

课程为机制专业和测控专业的专业基础课, 主要讲授互换性的基本概念、尺寸精度、几何精度、表面粗糙度及测量技术等机械精度设计的基础知识, 并通过实验环节培养学生的机械精度检测能力。本课程的目的是使学生掌握机械精度设计的基础理论、设计方法, 具有常用机械零部件机械设计的能力; 掌握机械精度的检测方法, 具有典型零部件精度检测技能和检测结果分析处理能力。

(二) 英文课程简介

The course is a professional basic course for mechanism and measurement and control majors, mainly teaching the basic concepts of interchangeability, dimensional accuracy, geometric accuracy, surface roughness, measurement technology and other basic knowledge of mechanical accuracy design, and cultivating

students' mechanical accuracy detection ability through experimental links. The purpose of this course is to enable students to master the basic theory and design method of mechanical precision design, and have the ability to design commonly used mechanical parts; Grasp the detection method of mechanical accuracy, and have the accuracy detection skills of typical parts and components and the ability to analyze and process the detection results.

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的教学，学生

- 1、能解释公差与配合标准的主要概念、术语、定义，理解相关技术标准。
- 2、能利用互换性的基本原理和公差选用标准对机械零部件的尺寸精度、几何精度和表面粗糙度精度进行分析和设计。
- 3、能利用机械零部件尺寸和几何误差的测量原理和方法，对机械结构设计中关键零部件几何参数的测量问题，制定合理的测量方案。

(二) 课程教学环节对课程目标的支撑

课程教学环节	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3
课堂理论/实验教学	√	√	
互动探究	√	√	
课堂测验	√	√	
课外作业	√	√	
拓展学习		√	
线上线下考核评价	√	√	
实验教学			√

四、教学内容

第一章 绪论（支撑课程目标 1）

- 1、本课程的性质、特点、任务
- 2、互换性、公差的概念、意义和作用
- 3、极限与配合标准发展简介、计量技术发展简介
- 4、优先数和优先数系

要求学生：能够解释互换性、公差的概念、意义和作用、极限与配合标准的发展、计量技术的发展，掌握优先数和优先数系基础知识。

第二章 孔与轴的极限与配合（支撑课程目标 1、2）

- 1、有关“轴、孔和尺寸”的术语和定义
- 2、有关“公差与偏差”的术语和定义
- 3、有关“配合”的术语和定义
- 4、标准公差系列
- 5、轴的基本偏差
- 6、孔的基本偏差
- 7、公差与配合的选用与图样标注
- 8、配制配合
- 9、线性尺寸未注公差的选用

要求学生：能够解释极限与配合的基本术语及定义、配制配合、线性尺寸的未注公差，掌握公差与配合的构成、公差与配合的选用与图样标注。

第三章 长度测量基础（支撑课程目标 1 和 3）

- 1、测量的基本概念
- 2、尺寸传递
- 3、测量仪器与测量方法的分类
- 4、测量技术的部分常用术语
- 5、常用长度测量仪器
- 6、测量误差和数据处理
- 7、计量器具的选择

要求学生：能够解释测量的基本概念、常用术语、常用测量仪器；了解测量误差与数据处理方法。

第四章 几何公差及检测（支撑课程目标 1、2、3）

- 1、几何要素分类
- 2、几何公差特征项目及其公差带的特点
- 3、几何公差在图样上的标注方法
- 4、形状公差带
- 5、方向公差带
- 6、位置公差带
- 7、轮廓度公差带
- 8、跳动公差带
- 9、公差原则
- 10、几何公差选择
- 11、几何误差的检测

要求学生：理解几何公差特点及公差原则，掌握几何公差的选择及标注。

第五章 表面粗糙度及检测（支撑课程目标 1、2、3）

- 1、表面粗糙度的概念及其对机械零件使用性能的影响
- 2、表面粗糙度的评定基准及其评定参数
- 3、表面粗糙度的选用
- 4、表面粗糙度在图样上的标注方法
- 5、表面粗糙度的测量

要求学生：理解表面粗糙度的评定参数及选择，掌握表面粗糙度的标注方式。

第六章 光滑极限量规（支撑课程目标 1、2、3）

- 1、光滑极限量规的概念和分类
- 2、光滑极限量规设计的泰勒原则
- 3、量规的公差带
- 4、量规的设计

要求学生：理解光滑极限量规的设计原则、量规的公差带。

第七章 滚动轴承的公差与配合（支撑课程目标 1、2、3）

- 1、滚动轴承的公差等级及其应用
- 2、滚动轴承内径和外径的公差带
- 3、与滚动轴承配合的孔、轴公差带
- 4、滚动轴承与孔、轴配合的选用
- 5、轴颈和外壳孔的尺寸公差、几何公差和表面粗糙度及其在图样上的标注。

要求学生：了解滚动轴承的公差等级及其应用，掌握滚动轴承与孔、轴配合的选用及其在图样上的标注。

第八章 尺寸链（支撑课程目标 1、2）

- 1、尺寸链的定义及特点
- 2、尺寸链的计算
- 3、解装配尺寸链的其它方法

要求学生：理解尺寸链的基本概念和尺寸链的计算方法。

第九章 圆锥的公差配合及检测（支撑课程目标 1、2、3）

- 1、圆锥结合的特点和基本参数
- 2、圆锥公差项目及其给定方法
- 3、圆锥配合的形成
- 4、圆锥公差的标注
- 5、锥度和圆锥角的检测

要求学生：理解圆锥结合的特点及锥度与锥角、圆锥公差中的术语定义及锥度和圆锥角

的检测方法；掌握圆锥公差项目及给定方法和圆锥公差的标注。

第十章 螺纹公差及检测（支撑课程目标 1、2、3）

- 1、螺纹的分类、使用要求及主要几何参数
- 2、螺纹几何参数对互换性的影响
- 3、普通螺纹的公差及其选用
- 4、螺纹标记
- 5、梯形螺纹的公差及其应用
- 6、螺纹检测

要求学生：了解普通螺纹主要几何误差对互换性的影响、梯形螺纹的公差与配合，掌握普通螺纹公差与配合的特点及螺纹精度的选择；掌握螺纹的标记和标注方法。

第十章 键和花键的公差与配合（支撑课程目标 1、2、3）

- 1、平键结合的结构和几何参数
- 2、平键配合尺寸的公差带，表面的几何公差和表面粗糙度
- 3、矩形花键结合的几何参数和定心方式
- 4、矩形花键结合的精度设计
- 5、平键和花键公差在图样上的标注

要求学生：掌握键联结的种类和用途、公差与配合的特点及其在图样上的标注。了解花键联结的种类和用途、定心方式，矩形花键公差与配合特点及其在图样上的标注。

第十一章 渐开线圆柱齿轮精度及检验（支撑课程目标 1、2、3）

- 1、齿轮传动的使用要求
- 2、齿轮加工误差概述
- 3、运动准确性评定指标及检测
- 4、传动平稳性评定指标及检测
- 5、载荷分布均匀性的评定指标及检测
- 6、齿轮啮合侧隙的评定指标及检测
- 7、齿轮安装误差的评定指标
- 8、齿轮评定指标的精度等级及选择
- 9、齿轮副侧隙
- 10、齿坯精度及表面粗糙度
- 11、齿轮精度的标注
- 12、齿轮精度设计示例

要求学生：理解齿轮和齿轮副必须满足的四项使用要求；通过分析各种加工误差对齿轮传动使用要求的影响，理解渐开线齿轮精度标准所规定的各项公差及极限偏差的定义和作用；初步掌握齿轮精度等级和检验项目的选用以及确定齿轮副侧隙的大小的方法；掌握齿轮公差

在图样上的标注。

五、实验内容

序号	实验名称	主要内容	支撑课程目标	是否必做	学时
1	基本量具操作使用	学习游标卡尺的使用及读数；学习高度游标卡尺的使用及读数；学习外径千分尺的使用及读数；学习内径千分尺的使用及读数；学习圆柱塞规的使用。掌握基本量具的使用方法；掌握基本量具的读数方法。	课程目标 3	必做	1
2	几何误差测量（设计实验）	<p>（1）圆柱径向圆跳动测量与检验</p> <p>用百分表测量径向跳动误差；通过测量与检验加深理解径向跳动误差与公差的定义；熟练掌握径向跳动误差的测量及数据处理方法和技能；掌握判断零件径向跳动误差是否合格的方法和技能。</p> <p>（2）圆柱径向全跳动测量与检验</p> <p>用百分表测量圆柱全跳动误差；通过测量与检验加深理解圆柱全跳动误差与公差的定义；熟练掌握圆柱全跳动误差的测量及数据处理方法和技能；掌握判断零件圆柱全跳动误差是否合格的方法和技能。</p> <p>（3）导轨直线度误差测量</p> <p>掌握实验使用的仪器的原理及使用方法；测量给定导轨的直线度；数据处理。了解合像水平仪或自准直仪的结构并熟悉使用它测量直线度方法；掌握给定平面内直线度误差值的评定方法；掌握按两端点连线和最小条件作图求解直线度误差值的方法。</p>	课程目标 3	必做	1
3	表面粗糙度测量	<p>（1）用光切显微镜测量表面粗糙度</p> <p>学习光切显微镜测量表面粗糙度的原理和方法；了解微观不平度十点高度 R_z 的实际含义。</p> <p>（2）操作 W5 便携式粗糙度测量仪</p> <p>掌握 W5 便携式粗糙度测量仪工作的原理；</p>	课程目标 3	必做	1

		掌握 W5 便携式粗糙度测量仪测量的方法。			
4	螺纹中径测量	用三针法检测外螺纹单一中径，掌握三针法检测外螺纹单一中径的原理；掌握三针法检测外螺纹单一中径的方法。	课程目标 3	必做	1

*注：实验详情见课程实验大纲及实验指导书

六、参考文献

- [1] 韩进宏，互换性与技术测量，机械工业出版社，2015年1月
 [2] 马惠萍，互换性与技术测量基础案例教程，机械工业出版社，2014年9月
 [3] 金嘉琦，几何量精度设计与检测，机械工业出版社，2012年8月

七、课程目标对毕业要求的支撑关系

毕业要求指标点	课程目标	支撑度	支撑理由
2.3 能运用基本原理和文献研究，分析影响精密仪器、测控系统性能的因素，证实问题分析的合理性，确定最优工作原理。	课程目标 2	H	在课程目标 2 中，包含和涉及了有关互换性和技术测量相关的原理和方法。在机械产品设计中，为了保证产品的功能实现和预期的使用寿命，保证机器或仪器的工作精度、联结强度、运动平稳性以及配合性质、耐磨性、密封性等，对机械产品进行几何量精度设计，包括尺寸精度、几何精度及表面粗糙度三要素设计，选择最优的公差与配合，使产品的工作性能达到最优。
4.2 通过实验获取有效数据，对实验数据进行分析 and 解释，通过信息综合得到合理有效的结论。	课程目标 3	H	教学环节“实验”中，为了培养和锻炼学生的实验设计和创新精神，对实验教学进行改革，将传统的验证性实验改为综合设计类实验，让学生通过设计实验内容、拟定实验方案、规范操作实验设备、获取实验数据并正确处理实验数据来增强学生的创新意识和能力。
6.2 具备精密仪器及测控相关领域的技术标准、知识产权、产业政策和法律法规知识。	课程目标 1	H	在课堂教学内容中，涉及有关“极限与配合”国家标准中的很多标准：包括尺寸公差标准、几何公差标准、表面粗糙度标准；包括典型零件的公差标准和测量技术标准等。

注：H 表示课程为强支撑课程。L 表示课程为弱支撑课程。

八、考核环节对课程目标达成的支撑

本门课程的考核环节包含课堂教学和实验教学。课堂教学考核由平时作业、单元小测验、

阶段性考试、期末考试及小组研讨等组成；实验教学通过课程实验完成情况及实验报告完成情况进行评分。各个环节考核结果，再结合课程学习的问卷调查可综合评定课程目标的达成情况。以下对主要考核环节对课程目标的支撑作了说明。**具体考核环节（以 2022 年教学环节为例说明）**

课程目标	教学环节对课程目标的支撑举例
课程目标 1	<ul style="list-style-type: none"> ●期中考试 第四大题：什么是互换性？为何产品系列要采用优先数系？优先数系和互换性有何关系？ ●小组研讨题目：零件几何要素的平面度误差如何检测？平面度误差的评定有哪四种方法？每种方法各有什么特点？每种评定方法的适用场合是什么？常见的测量方法有哪些？提示：请查阅和调研《极限与配合》国家标准 GB/T 11337—2004。 ●通过主要考核环节，包括考试、作业、研讨情况以及课程实验教学（学生的实验现场表现和撰写的实验报告）来评价课程目标 1 的达成情况。
课程目标 2	<ul style="list-style-type: none"> ●期末考试 第一大题判断题和第二大题填空题重点考察互换性的基本原理和公差标准构成的特点及其基本概念、名称、术语和定义。 ●期中考试的第一大题，计算孔、轴的上、下极限偏差、标准公差、配合的极限间隙或极限过盈及配合公差等。 ●期中考试第二大题中的 1 和 2 题：已知孔、轴配合代号为 $\phi 40H7/s6$。（1）计算孔和轴的最大实体尺寸与最大极限尺寸；（2）计算配合的最大与最小间隙或过盈及配合公差；（3）绘制公差带图，并指出它们属于哪种基准制和哪类配合。2、将 $\phi 50H7/p6$ 改成配合性质相同的另一种基准制配合，画出改换前后的配合的公差带图，并计算改换后的孔与轴的极限偏差。 ●通过主要考核环节，包括考试、作业、研讨情况以及课程实验教学（学生的实验现场表现和撰写的实验报告）来评价课程目标 2 的达成情况。
课程目标 3	<ul style="list-style-type: none"> ●期末考试第三大题简要回答问题部分重点考核相关检测的基本原则：解释绝对测量和相对测量，并说明它们的区别。 ●小组研讨题：零件几何要素的圆度误差如何检测？圆度误差的评定有哪四种方法？每种方法各有什么特点？每种评定方法的适用场合是什么？常见的测量方法有哪些？提示：请查阅和调研《极限与配合》相关国家标准。 ●期中考试第二大题 4 题：某仪器已知其标准偏差为 $\sigma=0.02\text{ mm}$，用以对某零件进行 4 次等精度测量，测量值为 67.020、67.019、67.018、67.015mm，试求测量结果。 ●通过主要考核环节，包括考试、作业、研讨情况以及课程实验教学（学生的实验现场表现和撰写的实验报告）来评价课程目标 3 的达成情况。

九、达成课程目标的措施

互换性与技术测量涉及内容广，课程目标 3 个，其达成目标的措施主要有：

1. 本课程的主要特点是涉及了“极限与配合”等相关国家标准，抽象概念、术语和定义多，符号、代号和公式多，要理解和记忆的内容较多，因此，需要加强理解和记忆；

2. 精讲多练。课堂讲授以提出实际问题、分析问题、解决问题为主，辅之习题练习，课后作业，促使学生能利用基本原理和方法；

3. 阐述基本原理，理论联系实际，培养学生创新能力；

4. 采用多媒体课件和传统教学相结合进行教学；

5. 通过案例分析，强调机械零部件精度的思维方法建立和运用；

6. 理论教学、课外作业与实验训练相结合，强化学生机械零部件精度观点的建立和工程应用能力的培养；

7. 多环节训练、督促检查，巩固学习成果。

(1) 作业：课后习题

(2) 实验

(3) 期末考试：考查互换性和技术测量的基本概念和原理等基础知识；考查机械零件几何公差标注、表面粗糙度标注和公差原则标注；考查机械零件的几何量精度设计计算和分析。

(4) 上课考勤

(5) 小组研讨

8. 命题要求

期末考试试题分为判断题、填空题、问答题、标注作图题和分析计算题五种题型。其中判断题、填空题和问答题为客观题，主要考查互换性和技术测量的基本概念和原理等基础知识，分值占比 40%，主要考核课程目标 1 和 2；标注作图题考查机械零件几何公差标注、表面粗糙度标注和公差原则标注，分析计算题考查机械零件的几何量精度设计和分析，分值占比 60%，主要考核课程目标 2、3。

十、成绩构成及评分标准

1. 成绩构成详细说明：

(1) 课程总成绩由“课堂成绩”和“实验成绩”两部分组成。其中“课堂成绩”占 85%，“实验成绩”占 15%。

(2) “实验成绩”考查学生出勤、实验报告及实验过程。由小组成员和实验指导老师共同评定（按百分制）。

(3) 课堂成绩由平时成绩、期中成绩和期末成绩构成

(4) “期末成绩”由期末卷面考试成绩决定，按百分制给出，占“总成绩”的 50%。**强制达标线 50 分。**

(5) “期中成绩”由阶段性考试成绩决定，按百分制给出，占“总成绩”的 20%。阶

阶段性考试建议在第三章结束后（大约第五周）进行。

(6) “平时成绩”由 SPOC 在线学习 (20%)，课后作业 (50%)，随堂测验 (15%)，研讨 (15%)，“平时成绩”占总成绩的 15%。

成绩占比 100%	平时成绩 (SPOC 在线学习+小组研讨+作业+单元小测)	阶段性考试 (期中卷面考试成绩)	期末考试 (期末卷面考试成绩)	实验 (15%)
	15%	20%	50%	15%
总成绩 = 实验成绩 × 15% + 平时成绩 × 15% + 阶段成绩 × 20% + 期末成绩 × 50%				
对应课程目标	1, 2	1, 2	1, 2	3

2. 评分标准

(1) 作业评分标准

	90-100 分	80-89 分	70-79 分	60-69 分	60 分以下
正确率	正确率 ≥ 90%	正确率 ≥ 80%	正确率 ≥ 70%	正确率 ≥ 60%	正确率 < 60%
作业总成绩	各次作业成绩取平均值。				

(2) 单元测验、阶段考试及期末考试按百分制计分，详见试题评分标准。

(3) 小组研讨 (或大作业) 评分标准

	90-100 分	80-89 分	70-79 分	60-69 分	60 分以下
报告完成度 (教师按组评定, 60%)	报告格式规范, 研讨内容表达清楚, 分析结果正确合理。	报告格式规范, 研讨内容表达较清楚, 大部分分析结果正确	报告格式较规范, 研讨内容表达基本清楚, 分析结果基本正确	报告格式不够规范, 研讨内容表达不够清楚, 小部分分析结果正确	报告格式不规范, 研讨内容表达不清楚, 分析结果基本不正确
小组评分 (40%)	小组评分包含出勤, 参与研讨及个人贡献等情况。小组成绩体现差异性。				
总分	研讨总成绩 = 研讨报告成绩 * 60% + 小组成绩 * 40%				

(4) 实验评分标准

得分	评价标准
100~90 (优)	能够正确的使用基本量具, 并能正确读数; 测量圆柱径向圆跳动步骤详细、准确, 能对判断测量得到误差的合格性; 能正确测量圆柱径向全跳动, 步骤详细、准确, 能对判断测量得到误差的合格性; 能

	够掌握测量导轨直线度的步骤及计算方法，能正确计算出直线度；能够掌握光切显微镜测量表面粗糙度的原理、方法和步骤，能够正确的计算粗糙度；能够掌握三针法检测外螺纹单一中径的原理及方法，能够应用公式正确的计算螺纹中径；实验报告美观；思考题回答准确。
89~80（良）	能够正确的使用基本量具，并能正确读数；测量圆柱径向圆跳动步骤详细、准确，能对判断测量得到误差的合格性；能正确测量圆柱径向全跳动，步骤详细、准确，能对判断测量得到误差的合格性；能够掌握测量导轨直线度的步骤及计算方法；能够掌握光切显微镜测量表面粗糙度的原理、方法和步骤；能够掌握三针法检测外螺纹单一中径的原理、方法及实验步骤；直线度、粗糙度及中径的计算中有1个计算错误；实验报告较为美观；思考题回答较为准确，无遗漏。
79~70（中）	能够正确的使用基本量具，并能正确读数；测量圆柱径向圆跳动步骤详细、准确，能对判断测量得到误差的合格性；能正确测量圆柱径向全跳动，步骤详细、准确，能对判断测量得到误差的合格性；能够掌握测量导轨直线度的步骤及计算方法；能够掌握光切显微镜测量表面粗糙度的原理、方法和步骤；能够掌握三针法检测外螺纹单一中径的原理、方法及实验步骤；直线度、粗糙度及中径的计算中有2个计算错误；实验报告较为美观；思考题有少许遗漏。
69~60（及格）	能够正确的使用基本量具，并能正确读数；测量圆柱径向圆跳动步骤详细、准确，能对判断测量得到误差的合格性；能正确测量圆柱径向全跳动，步骤详细、准确，能对判断测量得到误差的合格性；能够掌握测量导轨直线度的步骤及计算方法；能够掌握光切显微镜测量表面粗糙度的原理、方法和步骤；能够掌握三针法检测外螺纹单一中径的原理、方法及实验步骤；直线度、粗糙度及中径的计算均不正确；实验报告撰写一般；思考题遗漏严重。
<60（不及格）	能够正确的使用基本量具，并能正确读数；测量圆柱径向圆跳动步骤较为详细；能正确测量圆柱径向全跳动，步骤较为详细，能对判断测量得到误差的合格性；能够掌握测量导轨直线度的步骤及计算方法；能够掌握光切显微镜测量表面粗糙度的原理、方法和步骤；能够掌握三针法检测外螺纹单一中径的原理、方法及实验步骤；直线度、粗糙度及中径的计算均不正确；实验报告粗糙，未按要求撰写、格式混乱；未在实验报告中回答思考题。

十一、教学进程

教学内容	线下学时数	线上学时数
1 绪论	2	0
2 孔与轴的极限与配合	4	1
3 长度测量基础	0	1
4 几何公差及检测	6	1
5 表面粗糙度及检测	1	1
6 光滑极限量规	1	0
7 滚动轴承的公差与配合	1	1
8 尺寸链	0	1
9 圆锥的公差配合及检测	0.5	0.5
10 螺纹公差及检测	0.5	1

11 键和花键的公差与配合	0.5	1
12 渐开线圆柱齿轮精度及检验	2	1
实验一：基本量具操作使用	0.5	1
实验二： 螺纹中径测量	0.5	0
实验三：表面粗糙度测量	0.5	0
实验四：设计性实验	1.5	0
合计：课堂授课学时+实验学时	21.5	10.5

测控电路

四川大学机械工程学院本科课程 《测控电路》教学大纲

一、课程基本信息

课程号	302921025	课程名称	测控电路		
学分	2.5	英文名称	Measurement and Control Circuit		
总学时	40	周学时	4	上课周数	10
课程属性	<input checked="" type="checkbox"/> 必修课 <input type="checkbox"/> 选修课		考核方式		笔试
课程类别	<input type="checkbox"/> 公共基础课 <input type="checkbox"/> 通识模块课 <input type="checkbox"/> 学科基础课 <input checked="" type="checkbox"/> 专业核心课 <input type="checkbox"/> 专业选修课 <input type="checkbox"/> 实践教育课程				
使用教材	《测控电路》第5版 李醒飞 机械工业出版社				
面向对象	测控技术与仪器，三年级本科生				
先修课程	模电基础(I)、数电基础(II)、自动控制原理				
课程负责人	张涛	开课单位	机械工程学院		
大纲执笔	张涛	审核	专业教学 指导组	执行时间	2025.9

二、课程简介

(一) 中文课程简介

本课程主要介绍工业生产和科研中常用的测量及控制电路。包括测控电路的类型与组成、测量信号的放大、调制与解调、分离、运算、转换、细分辨向及控制信号的开关输出、连续输出等。着重讲清如何在电子技术与测量、控制之间架起一座桥梁，使学生能应用电子技术来解决测量与控制中的任务，实现测控的总体思想，并围绕精、快、灵和测控任务的其它要求来选用和设计电路。

(二) 英文课程简介

This course mainly introduces the measurement and control circuits commonly used in industrial production and scientific research. Including measurement and control circuit type and composition, measurement signal amplification, modulation and demodulation, separation, operation, conversion, fine resolution and control signal

switch output, continuous output. It focuses on how to build a bridge between electronic technology, measurement and control, so that students can use electronic technology to solve the task of measurement and control, to realize the overall idea of measurement and control, and around the precision, fast, flexible and other requirements of measurement and control tasks to choose and design circuits.

三、课程目标

(一) 课程目标

- 1、能正确表述典型测控电路系统（模拟量及增量码传感信号处理系统、开环及闭环控制系统）及单元电路（测量信号放大、调制解调、信号分离、信号运算、信号转换、细分辨向处理模块及控制信号逻辑输出、连续输出模块）的适用场合、功能、组成及其工作原理、性能特点；
- 2、能根据电路图正确识别测控电路系统及单元电路（测量信号放大、调制解调、信号分离、信号运算、信号转换、细分辨向处理模块及控制信号逻辑输出、连续输出模块）的功能类型，并能完整解释其实现所需功能的工作过程；
- 3、能应用电路分析原理推导出测控电路系统及单元电路输入输出间关系表达式，提出实现特定功能或性能所需满足的电路参数配置条件，分析影响该系统性能的关键因素；
- 4、能在给定配置范围的约束条件下，设计出满足特定功能或性能要求的测控功能单元电路或系统。

(二) 课程教学方法对课程目标的支撑

课程教学方法	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4
课堂理论/实验教学	√	√	√	√
互动探究	√	√	√	
课外作业	√	√	√	√
课外研讨		√	√	√
线上线下考核评价	√	√	√	√

四、教学内容

第一章 绪论（支撑课程目标 1）

- a) 测控电路的功用及对测控电路的主要要求；
- b) 测控电路的输入信号与输出信号；
- c) 测控电路的类型与组成；
- d) 测控电路的发展趋势；

e) 课程的性质、内容与学习方法。

第二章 信号放大电路（支撑课程目标 1、2、3、4）

1. 测量放大电路:主要包括测量放大电路的基本要求与类型、稳零放大电路、高输入阻抗放大电路、高共模抑制比放大电路;
2. 特殊功能放大电路:电桥放大电路、隔离放大电路及增益可调放大电路。

第三章 信号调制解调电路（支撑课程目标 1、2、3、4）

1. 调制解调的功用与类型;
2. 调幅式测量电路;
3. 调频式测量电路;
4. 调相式测量电路;
5. 脉冲调制式测量电路。

第四章 信号分离电路（支撑课程目标 1、2、3、4）

1. 滤波器的基本知识;
2. RC 有源滤波电路。

第五章 信号运算电路（支撑课程目标 1、2、3、4）

1. 加减运算电路;
2. 微分积分运算电路;
3. 常用特征值运算电路。

第六章 信号转换电路（支撑课程目标 1、2、3、4）

1. 采样保持电路;
2. 电压比较电路;
3. 电压频率转换电路;
4. 模拟数字转换电路。

第七章 信号细分与辨向电路（支撑课程目标 1、2、4）

1. 直传式细分电路;
2. 平衡补偿式细分, 主要包括相位跟踪细分和频率跟踪细分。

第八章 逻辑控制电路（支撑课程目标 1、2、4）

1. 二值可控元件驱动电路;
2. 可编程逻辑器件。

第九章 连续信号控制电路（支撑课程目标 1、2、4）

1. 导电角控制逆变器;
2. 脉宽调制 (PWM) 控制电路。

第十章 典型测控电路分析（支撑课程目标 1、2、3、4）

1. 激光干涉仪信号处理电路;

2. 电压信号输出线位移传感器自动检定系统。

五、实验内容

序号	实验名称	主要内容	支撑课程目标	是否必做	学时
1	实验一 差动放大器实验	设计、搭建各种差动放大电路并进行测试、数据分析比较	课程目标1、3、4	必做	2
2	实验二 信号放大电路实验	设计、搭建各种信号放大电路并进行测试、数据分析比较	课程目标1、3、4	必做	2
3	实验三 电压比较器实验	设计、搭建各种电压比较器电路并进行测试、数据分析比较	课程目标1、3、4	必做	2

*注：实验详情见课程实验大纲及实验指导书

六、参考文献

- [1] 孙传友，测控电路及装置，北京航空航天大学出版社，2002.5
 [2] 史红梅，测控电路及应用，华中科技大学出版社，2011.1

七、课程目标对毕业要求的支撑

指标点	课程目标	支撑理由
1.3 能将数学、自然科学、工程基础和专业用于分析精密仪器、测控系统的复杂工程问题，并进行推演分析。	课程目标1/3	课程目标1和3要求学生具备对典型测控电路系统及单元电路分别进行特性表述及分析推导、配置条件及性能影响关键因素分析的能力。
2.1 通过文献研究分析，能识别和判断精密仪器、测控系统复杂工程问题的关键环节和参数。	课程目标1/2	课程目标1和2要求学生具备对典型测控电路系统及单元电路分别进行特性表述及功能类型识别的能力。
2.3 能运用相关的基本原理和文献研究，分析影响精密仪器、测控系统性能的因素，获得有效结论。	课程目标3	课程目标3要求学生具备对典型测控电路系统及单元电路进行分析推导、配置条件及性能影响关键因素分析的能力。
3.3 能够设计满足特定需求的单元模块和功能部件。	课程目标4	课程目标4要求学生具备在给定配置范围的约束条件下，设计出满足特定功能或性能要求的测控功能单元电路

		或系统的能力。
--	--	---------

八、考核环节对课程目标的支撑

课程目标	考核环节对课程目标达成的支撑
课程目标 1	达成度评定由权重 0.5 的平时成绩（25%研讨+25%作业+50%期中考试）和权重 0.5 的期末考试成绩两部分组成。研讨及作业均有涉及典型测控电路系统及单元电路的特性表述的内容；期中及期末考试命题中有占比 20-30%的简答题用于考核课程目标 1 的达成情况。
课程目标 2	达成度评定由权重 0.3 的平时成绩（25%研讨+25%作业+50%期中考试）和权重 0.7 的期末考试成绩两部分组成。研讨及作业均有涉及典型测控电路系统及单元电路的功能类型识别的内容；期中及期末考试命题中有占比 40-60%的读图分析题用于考核课程目标 2 和 3 的达成情况（各自权重 0.5）。
课程目标 3	达成度评定由权重 0.2 的平时成绩（25%研讨+25%作业+50%期中考试）和权重 0.8 的期末考试成绩两部分组成。研讨及作业均有涉及典型测控电路系统及单元电路的分析推导的内容；期中及期末考试命题中有占比 40-60%的读图分析题用于考核课程目标 2 和 3 的达成情况（各自权重 0.5）。
课程目标 4	达成度评定由权重 0.1 的平时成绩（25%研讨+25%作业+50%期中考试）和权重 0.9 的期末考试成绩两部分组成。研讨及作业均有涉及典型测控电路系统及单元电路的设计的内容；期中及期末考试命题中有占比 20-30%的电路设计题用于考核课程目标 4 的达成情况。

九、达成课程目标的途径与措施

达成课程目标的途径和措施主要有：

1. 课堂授课主要以引导式教学方式为主。根据工程实际提出问题，再以原有专业基础知识（模电、数电）分析问题，引导学生提出初步解决方案，再分析方案优缺点，进一步优化方案直至得到完整实用的测控电路单元或系统，提高学生的设计能力和知识掌握的牢靠度；
2. 课堂授课注重工程实例讲解。启发学生多做各种测控电路单元或系统的比对分析及选型训练，提高学生的工程应用能力；
3. 大班授课，小班研讨。针对课程难点布置相应的研讨题，要求学生分组研讨后在课堂上做交流，再由教师点评各组讨论结果的优缺点，提高学生的专业交流表述能力及分析能力；

4. 采用包括上课考勤、作业（课后习题及小组研讨）、实验、期中考试、期末考试等多个环节考查考试手段形成成绩评定，全面真实地综合评价学生的学习效果；

5. 命题要求：本课程试卷简答题、读图分析题及电路设计题组成，其中简答题占比 20-30%，主要考核课程目标 1；读图分析题占比 40-60%，主要考核课程目标 2/3；电路设计题占比 20-30%，主要考核课程目标 4。

十、成绩评定

研讨	作业	期中考试	实验	期末考试
8	12	25	10	45

十一、教学进程

教学内容	讲课	实验	小计
第一章 绪论	2		2
第二章 信号放大电路	6	2	6+2
第三章 信号调制解调电路	6	2	6+2
第四章 信号分离电路	2		2
第五章 信号运算电路	2		2
第六章 信号转换电路	4	2	4+2
第七章 信号细分与辨向电路	2		2
第八章 逻辑控制电路	2		2
第九章 连续信号控制电路	4		4
第十章 典型测控电路分析	2		2
合计	34	6	34+6

传感器

四川大学机械工程学院本科课程 《传感器》教学大纲

一、课程基本信息

课程号	302922025	课程名称	传感器		
学分	2.5	英文名称	Transducers		
总学时	40	周学时	4	上课周数	10
课程属性	<input checked="" type="checkbox"/> 必修课 <input type="checkbox"/> 选修课		考核方式		笔试
课程类别	<input type="checkbox"/> 公共基础课 <input type="checkbox"/> 通识模块课 <input type="checkbox"/> 学科基础课 <input checked="" type="checkbox"/> 专业核心课 <input type="checkbox"/> 专业选修课 <input type="checkbox"/> 实践教育课程				
使用教材	唐文彦.《传感器》第六版.机械工业出版社.2021.12				
面向对象	测控技术与仪器, 三年级本科生				
先修课程	高等数学、电路原理、工程力学等				
课程负责人	甘芳吉	开课单位	机械工程学院		
大纲执笔	甘芳吉	审核	专业教学指导组	执行时间	2025.9

二、课程简介

(一) 中文课程简介

本课程为测控技术与仪器专业的一门专业技术核心课,主要介绍传感器原理、结构、转换电路及应用等。要求学生掌握常用传感器的原理、结构、特性和用途等。通过本课程的学习,能够培养学生利用现代化传感器技术、电子技术等解决信息采集与处理问题的能力,提升对测控技术与仪器专业的认知度,深化对已学专业课程知识的理解。

(二) 英文课程简介

This course is a core professional technology course for measurement and control technology and instrument specialty, which mainly introduces the principle, structure, conversion circuit and application of sensors. Students are required to master the principle, structure, characteristics and use of commonly used sensors. The study of this course can cultivate students' ability to use modern sensor technology, electronic technology, etc. to solve information collection and processing problems, improve their awareness of measurement and control technology

and instrument specialty, and deepen their understanding of the learned professional curriculum knowledge.

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的教学，学生

1. 能解释传感器的定义、主要性能指标和专业术语等基本概念并知道其含义。知道无线传感器网络、MEMS 传感器等一些新型传感器的知识，对传感器技术的新发展有一定认识 and 了解。

2. 能利用物理、工程力学的基本概念和基本定律，借助传感器的原理示意图，分析常用传感器的基本工作原理、结构特点，推导输出输入关系，并分析传感器的特性。

3. 能利用电路的基本概念和基本定律分析几何量、机械量等常用传感器的转换电路原理，并解释影响其转换性能的因素，得出改善性能的方法，并加以应用。

4. 能分析常用传感器的典型应用实例，知道传感器的常用方法，包括应用范围、特点、工作条件及使用注意事项等，能针对不同参数的测量要求，提出多种传感器检测方案。

5. 知道常用传感器的一般工程设计方法和性能改善措施，能解释这些方法的合理性，并根据一般测控系统的设计要求，进行合理的传感器选型，解决传感器应用中的相关工程技术问题。

6. 知道传感器的标定步骤和方法，能利用实验装置完成传感器的静态标定，同时利用所学传感器知识设计完成实验。

(二) 课程教学方法对课程目标的支撑

课程教学方法	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4	课程目标 5	课程目标 6
课堂理论 / 实验教学	√	√	√	√	√	√
互动探究	√	√	√	√		√
课堂测验	√	√	√	√	√	
课外作业	√		√	√		√
拓展学习		√	√	√		

线上线下 考核评价	√	√	√	√	√	
翻转课堂					√	√

四、教学内容

本课程作为测控技术与仪器专业的必修课，是一门理论性和实践性较强的专业课。学习本课程旨在为学生掌握测控仪器及测控系统的设计和应用知识打下基础。

绪论（支撑课程目标 1）

介绍传感器的作用、定义和组成，概述传感器的分类、一般要求的技术指标及发展展望。

要求学生：能够正确分类传感器，并能解释传感器的定义、组成和性能指标等基本概念。

第一章 传感器的一般特性（支撑课程目标 1、6）

1. 传感器的静特性，包括线性度、迟滞、重复性、灵敏度等静特性指标。
2. 传感器的动特性，包括数学模型与传递函数、频率特性及过渡函数与稳定时间等。
3. 实际的模拟传感器的数学模型：一阶传感器、二阶传感器。
4. 传感器标定的基本概念、方法以及传感器的主要性能指标。

要求学生：能够正确分析传感器的静、动态特性，并正确计算传感器的各种静态特性指标和主要动态特性指标；了解传感器的数学模型和传递函数；会使用传感器的基本标定方法完成传感器的标定。

第二章 电阻式传感器（支撑课程目标 1、2、3、4、5）

1. 金属应变效应和压阻效应。
2. 应变式传感器和压阻式传感器的工作原理及基本特性。
3. 转换电路的工作原理、主要特性及改善性能的方法（主要包括等臂条件下的单臂桥、双臂桥及全桥电路的输出灵敏度和非线性）。
4. 温度误差产生的原因及影响，各种补偿方法的基本原理。
5. 应变式传感器的应用实例。
6. 电阻应变效应与压阻效应的区别、比较两种不同应变片的特点及产生温度误差的不同原因和补偿方法。

要求学生：能针对两种类型的传感器正确分析工作原理、转换电路和基本特性，进行正确的推导和计算；能分析温度误差产生原因，进行正确的推导和计算，并选用合适的补偿方法；了解工程设计注意事项及实际应用的解决方法和条件。

第三章 电感式传感器（支撑课程目标 1、2、3、4、5）

1. 自感传感器和差动变压器的工作原理、结构特点；基本特性及转换电路。
2. 零点残余电压的产生原因、危害及从设计上采取的不同消除方法。

3. 涡流效应及涡流传感器的工作原理、等效电路及基本特性。
4. 涡流传感器的转换电路。
5. 涡流渗透深度的计算方法；高频反射和低频透射涡流传感器的区别及使用条件和方法。
6. 三种传感器的应用实例。

要求学生：能针对自感传感器、差动变压器和涡流传感器正确分析工作原理、转换电路和基本特性，进行正确的推导和计算；能区别自感传感器和差动变压器、高频反射和低频透射涡流传感器的不同特点；能分析零点残余电压的产生原因和危害，了解工程应用的处理办法；了解三种电感传感器实际应用的条件和注意事项，能根据测量任务正确选择传感器。

第四章 电容式传感器（支撑课程目标 1、2、3、4、5）

1. 电容式传感器的工作原理、常用类型。
2. 电容式传感器的等效电路。
3. 电容式传感器转换电路的工作原理，包括电桥电路、二极管 T 型电路和差动脉冲调宽电路等。
4. 电容式传感器的主要性能、特点和设计要点。
5. 应用举例。

要求学生：能正确分析不同类型电容传感器的工作原理和基本特性；了解电容式传感器常用转换电路的工作原理，能针对差动脉冲调宽电路正确分析工作原理，定性绘出波形图，推导输入输出表达式并进行相应的计算；能正确分析电容式传感器的静态灵敏度、非线性，并进行推导计算；能理解边缘效应及寄生电容的影响，了解改进方法和措施；了解电容传感器实际应用的方法和条件，能够根据测量任务正确选择传感器。

第五章 磁电式传感器（支撑课程目标 1、2、3、4、5）

1. 磁电感应式传感器类型及其工作原理。
2. 磁电感应式传感器的应用。
3. 霍尔效应的基本概念及霍尔式传感器的工作原理及主要特性。
4. 霍尔元件的零位误差、温度误差及其补偿。
5. 霍尔传感器的应用实例。

要求学生：了解磁电感应式传感器的工作原理、主要类型及应用；理解霍尔传感器的工作原理、基本特性及其影响因素，进行相应的推导计算；能正确分析霍尔元件零位误差及温度误差的产生原因，针对补偿电路进行正确的推导，得出补偿条件；了解磁电感应式传感器和霍尔传感器实际应用的方法和条件，并能根据测量任务正确选择传感器。

第六章 压电式传感器（支撑课程目标 1、2、3、4、5）

1. 正、逆压电效应的基本概念。

2. 基于正压电效应的传感器的工作原理,石英晶体横向效应和纵向效应的表达式及物理解释。

3. 常用的压电材料及其特点、压电元件的常用结构形式、串并联计算公式及应用;重点讨论石英晶体横向压电效应和纵向压电效应的特点。

4. 压电传感器的等效电路及灵敏度。

5. 电压放大器和电荷放大器的工作原理及主要特性。

6. 压电式传感器的应用实例。

7. 实际应用中的误差因素。

要求学生:能解释正、逆压电效应的基本概念,了解常用压电材料的特点;能推导石英晶体横向效应和纵向效应压的表达式并进行相应的计算;能推导电压放大器和电荷放大器的输入输出表达式,并理解两者的不同特点,正确应用;了解压电式传感器实际工程应用的方法和条件及实际应用中的误差因素,并能根据测量任务正确选择传感器。

第七章 光电式传感器 (由《光电检测技术》课讲授)

第八章 热电式传感器 (支撑课程目标 1、2、3、4、5)

1. 热电效应的基本概念;热电偶热电势的表达式及热电偶回路的重要结论;

2. 热电偶的三个基本工作定律和实际应用意义;

3. 常用热电偶及其特点;

4. 热电偶冷端温度补偿的意义、补偿导线的作用及补偿方法;

5. 常用热电阻的工作原理及特点;

6. 热敏电阻的测温原理、基本特性和测量电路及集成温度传感器

7. 几种热电式传感器的应用实例。

要求学生:能分析热电偶传感器的工作原理,推导热电效应表达式,论证有关热电偶回路重要结论;能推导出热电偶三个基本定律,并理解其实际应用意义;能分析热电偶的温度误差,理解补偿导线的作用,正确分析桥路补偿法的原理;了解常用热电偶、热敏电阻和热电阻的特点和测温范围;知道热敏电阻作为测温元件和补偿元件的应用区别,能根据工程应用的实际条件选择合适的温度传感器。

第九章 超声波传感器 (支撑课程目标 1、2、3、4、5)

1. 超声波及其物理性质,超声波检测的主要特点;

2. 超声波的波形及其转换;超声波的折射、反射和衰减;

3. 超声波传感器及其应用实例。

要求学生:能分析超声波传感器的工作原理,会应用脉冲回波法、频差法等分析超声波传感器测液位、物距及流量等的应用实例。

第十三章 传感技术新发展 (自学) (支撑课程目标 1)

1. MEMS 传感器的原理、特点及加工技术,应用举例;

2. 无线传感器网络的结构和特点;设计要点和应用。
3. 其他新型传感器, 包括红外热像仪、超导传感器及智能传感器

要求学生: 自学 MEMS 传感器、智能传感器等新型传感器的相关内容, 了解基本测量原理, 讨论它们与传统的机电类传感器相比较, 在原理基础、高灵敏度、高精度、非接触测量、集成化以及智能化等方面有哪些不同, 拓展学生的学习视野, 培养学生接受新知识的能力。

五、实验内容 (共计 4 学时)

序号	实验名称	主要内容	支撑课程目标	是否必做	学时
1	电涡流位移传感器位移特性实验	了解电涡流传感器测量位移的工作原理和特性。	课程目标 2	必做	2
	电涡流位移传感器静态标定实验	了解涡流传感器原理、性能及标定方法。	课程目标 6		
2	电阻应变式传感器单臂、半桥、全桥电路特性比较	验证单臂、半桥、全桥的输出特性, 并进行比较, 由此加深对应变式传感器性能改善方法的理解。	课程目标 3	必做	2

六、参考文献

- [1] 《智能传感器技术》, 宋爱国, 东南大学出版社, 2023. 09
- [2] 《传感器原理及应用技术》, 第三版 刘靳、刘笃仁, 西安电子科技大学大学出版社, 2013. 08
- [3] 《传感器原理及应用》, 第三版 王化祥, 天津大学出版社, 2007. 02
- [4] 《传感器原理及应用》, 王长涛 尚文利等, 人民邮电出版社, 2012. 07
- [5] 《传感器原理与传感器技术》, 贾石峰, 机械工业出版社, 2009. 09
- [6] 《光电传感器应用技术》, 第二版 王庆有, 机械工业出版社, 2014. 04
- [7] 《传感器应用电路 400 例》, 王煜东, 中国电力出版社, 2008. 08
- [8] 《传感器原理及应用》第三版 吴建平主编 机械工业出版社 2016. 08

七、课程目标对毕业要求的支撑关系

毕业要求指标点	课程目标	支撑度	支撑理由
1.3 能将数学、自然科学、工程基础和专业知识用于分析精密仪器、测控系统的复杂工程问	课程目标 2	L	课程目标 2 中内容涉及利用物理、工程力学的基本概念和基本定律, 分析常用传感器工作原理、结构、特性以及性能

题，并进行推演分析。			影响参数，推导各种传感器的输入输出关系式。
2.1 通过文献研究分析，能识别和判断精密仪器、测控系统复杂工程问题的关键环节和参数。	课程目标 2/3	H	课程目标 2、3 中涉及内容包含能分析传感器及其转换电路的工作原理和性能影响因素，得出改善性能的方法，并加以应用。
2.2 能正确表达精密仪器、测控系统复杂工程问题，认识到问题分析有多种方法，能够提出解决复杂工程问题的多种工作原理并能正确解释。	课程目标 4	L	课程目标 4 要求学生能分析常用传感器的典型应用实例，知道传感器的使用方法，包括应用范围、特点、工作条件及使用注意事项等，能针对不同参数的测量要求，提出多种传感器检测方案。
3.3 能够设计满足特定需求的单元模块和功能部件。	课程目标 5	H	课程目标 5 要求学生知道常用传感器的一般工程设计方法和性能改善措施，能解释这些方法的合理性，并根据一般测控系统的设计要求，进行合理的传感器选型，解决传感器应用中的相关工程技术问题。
4.1 能够将专业相关的基础理论知识运用到解决精密仪器、测控系统复杂工程问题的实验设计中，提出科学实验方法、设计并制定实验方案、设计完成相应的实验。	课程目标 6	H	课程目标 6 要求知道传感器的标定步骤和方法，能利用实验装置完成传感器的静态标定，同时利用所学传感器知识设计完成实验。

注：H 表示课程为强支撑课程。L 表示课程为弱支撑课程。

八、考核环节对课程目标达成的支撑

本门课程的考核环节包含课堂教学、课后研讨和实验教学。教学考核由平时作业、单元测验、阶段性考试、期末考试及小组研讨等组成；实验教学通过课程实验完成情况及实验报告完成情况进行评分。各个环节考核结果，再结合课程学习的问卷调查可综合评定课程目标的达成情况。以下对主要考核环节如何支撑课程目标作了说明。

课程目标	如何考核课程目标的达成
课程目标 1：能解释传感器的定	在阶段性考试、期末考试及单元测验中，用选择题、判

<p>义、主要性能指标和专业术语等基本概念并知道其含义。知道无线传感器网络、MEMS 传感器等一些新型传感器的知识，对传感器技术的新发展有一定认识和了解。</p>	<p>断题及填空题及简答题的形式可以考核学生是否知道传感器的基本概念；是否能够解释传感器的定义、主要性能指标和专业术语，是否知道有关智能传感器、MEMS 等新型传感器的基本概念和特点等。通过考试分数结合课程的问卷调查可以评价课程目标 1 的达成情况。</p>
<p>课程目标 2：能利用物理、工程力学的基本概念和基本定律，借助传感器的原理示意图，分析常用传感器的基本工作原理、结构特点，推导输出输入关系，并分析传感器的特性。</p>	<p>在阶段性考试和期末考试中，相应的简答题和综合题都涉及分析传感器的工作原理、基本特性和影响因素等；同时在研讨题中也会涉及此类问题，通过考试分数结合课程的问卷调查可以评价课程目标 2 的达成情况。</p>
<p>课程目标 3：能利用电路的基本概念和基本定律分析几何量、机械量等常用传感器的转换电路原理，并解释影响其转换性能的因素，得出改善性能的方法，并加以应用。</p>	<p>在阶段性考试、期末考试中，相应的简答题和综合题都涉及分析转换电路的原理和性能影响因素的题目，这类题目能够考查学生是否通过学习知道改善性能的方法，并加以应用。同时在研讨题以及课带实验中也涉及此类问题。通过考试分数结合课程的问卷调查可以评价课程目标 3 的达成情况。</p>
<p>课程目标 4 能分析常用传感器的典型应用实例，知道传感器的使用方法，包括应用范围、特点、工作条件及使用注意事项等，能针对不同参数的测量要求，提出多种传感器检测方案。</p>	<p>在阶段性考试、期末考试的综合题以及研讨题中，都涉及到分析常用传感器的典型应用实例的题目，这类题目能够考查学生是否知道传感器的一般使用方法，能否针对不同参数的测量要求，提出多种传感器检测方案。通过考试分数结合课程的问卷调查可以评价课程目标 4 的达成情况。</p>
<p>课程目标 5：知道常用传感器的一般工程设计方法和性能改善措施，能解释这些方法的合理性，并根据一般测控系统的设计要求，进行合理的传感器选型，解决传感器应用中的相关工程技术问题。</p>	<p>在阶段性考试、期末考试中，综合题部分都涉及到传感器工程设计方法及使用注意事项等问题；同时也有针对典型参数测量的题目，能够考查学生是否能正确分析测量要求，对传感器进行选型，提出测量方案等。通过考试分数结合课程的问卷调查可以评价课程目标 5 的达成情况。</p>
<p>课程目标 6：知道传感器的标定步骤和方法，能利用实验装置完</p>	<p>在实验教学中，通过实验 2“电涡流位移传感器静态标定实验”加深了对传感器标定内容的理解，明确知道了传</p>

成传感器的静态标定。	传感器的标定步骤和方法。通过课带实验成绩结合课程的问卷调查可以评价课程目标 6 的达成情况。
------------	--

九、达成课程目标的措施

达成课程目标的措施主要有：

1. 采用“大班授课、小组研讨”的方式进行授课。按课程进度进行单元测验，布置学生研讨题和课后作业题；学生按每组 4~6 人分为若干小组，由研讨小组组长负责组织小组成员开展多种形式的学习活动，包括查阅相关资料、研讨题讨论、平时作业讨论及进行实验等。课程结束后，组长组织小组成员根据组员参加实验、研讨、单元测验和完成作业及上课出勤的情况评定小组成绩。课程配备一名研究生助教，负责学生答疑、批改作业等，协助完成教学工作。

2. 加强课程的过程考核，每个学习单元设置相应的单元测验；期中安排一次阶段考试，及时了解教学中存在的问题，并进行教学调整。

3. 采用新的教学评价和考核方式。将标准答案考试与非标准答案考试相结合，教师评价与学生评价相结合，以多元化的学习过程评价机制将学生的学习积极性充分调动起来。成绩构成和评分标准详见第八点。

十、成绩构成及评分标准

5. 成绩构成

课程总成绩包括四个部分：“平时成绩”、“课堂表现”、“期末成绩”和“实验成绩”，各部分成绩占比见下表。“期末成绩”由期末卷面考试成绩决定，按百分制给出，占“总成绩”的 50%；“平时成绩”由平时作业的平均分确定，占“总成绩”的 10%；随堂测试成绩由随堂小测成绩的平均分确定，占“总成绩”的 20%；“实验成绩”由实验表现和实验报告质量两部分组成，占“总成绩”的 20%。

成绩占比	随堂测验成绩	平时成绩	期末考试	实验
100%	20%	10%	50%	20%
总成绩 = 实验成绩 × 20% + 平时成绩 × 20% + 课堂表现成绩 × 10% + 期末成绩 × 50%				

6. 评分标准

(1) 作业评分标准

	90-100 分	80-89 分	70-79 分	60-69 分	60 分以下
正确率	正确率 ≥ 90%	正确率 ≥ 80%	正确率 ≥ 70%	正确率 ≥ 60%	正确率 < 60%
作业总成绩	各次作业成绩取平均值。				

(2) 期末考试按百分制计分，详见试题评分标准。

(3) 课堂表现按百分制计分。

(4) 实验评分标准

	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
实验表现(40%)	完成度好	完成度较好	完成度一般	只完成部分实验	完成度差
实验报告质量(60%)	报告质量好	报告质量较好	报告质量一般	报告质量一般	报告质量差

十一、教学进程

教学内容	学时数
绪论	2学时
1 传感器的一般特性	2学时
2 电阻式传感器	5学时
3 电感式传感器	4学时
4 电容式传感器	4学时
5 磁电式传感器	4学时
6 压电式传感器	4学时
7 热电式传感器	5学时
8 超声波传感器	2学时
9 新型传感技术的发展展望	自学
合计	32学时

注：期末复习 2 学时；课程内实验 4 学时；机动 2 学时；该门课程总计 40 学时。

单片机原理及应用

四川大学机械工程学院本科课程

《单片机原理及应用》教学大纲

一、课程基本信息

课程号	302038030	课程名称	单片机原理及应用		
学分	3	英文名称	Embedded System: Principles and Applications		
总学时	48	周学时	4	上课周数	12
课程属性	<input checked="" type="checkbox"/> 必修课 <input type="checkbox"/> 选修课		考核方式		笔试
课程类别	<input type="checkbox"/> 公共基础课 <input type="checkbox"/> 通识模块课 <input type="checkbox"/> 学科基础课 <input checked="" type="checkbox"/> 专业核心课 <input type="checkbox"/> 专业选修课 <input type="checkbox"/> 实践教育课程				
使用教材	《单片机原理与接口技术》桑胜举主编，“十三五规划教材”电子工业出版社，2018年第一版 《嵌入式技术基础》自编讲义				
面向对象	测控技术与仪器，三年级本科生				
先修课程	计算机基础、数字电路、模拟电路				
课程负责人	黄劭	开课单位	机械工程学院		
大纲执笔	黄劭	审核	专业教学督导组	执行时间	2024.1

二、课程简介

(一) 中文课程简介

课程为测控技术与仪器专业的专业核心课，主要内容包括嵌入式处理器内部功能器件的结构、作用及使用方法；指令系统、汇编语言及混合语言编程方法及测控系统底层软件开发基础。

课程针对测控系统对嵌入式技术的需求，首先讲述 MCS51 单片机的硬件功能及软件开发方法，使学生建立设计嵌入式系统的整体概念，掌握相关的基础理论和专业知识；然后介绍 ARM 单片机的硬件功能及软件开发方法，使学生掌握开发较为复杂的嵌入式系统的初步方法，达到学生能利用单片机技术的知识解决相关实际工

程问题的目的。

（二）英文课程简介

The course is the core course of measurement, control technology and instrument major. The main contents include the structure, function and using method of the internal functional devices of single-chip microcomputer; Single-chip instruction system, assembly language and mixed language programming methods and measurement and control system software development foundation..

This course aims to meet the needs of embedded technology in measurement and control systems. First, we will introduce the hardware functions and software development methods of MCS51 microcontroller, so that students can establish the overall concept of design embedded system, to grasp the basic theory and professional knowledge, and then introduce the hardware functions and software development methods of ARM microcontroller to enable students to grasp the initial method of developing more complex embedded system, students can use the knowledge of single-chip technology to solve related practical engineering problems.

三、课程目标

（一）课程目标

1、能解释单片机相关的专业术语，能正确表述单片机结构特点、内部功能器件作用，认识单片机的适用场景，能分析和判断测控系统所要求的处理速度、信号传输方式、存储容量等关键参数与单片机的适应性。

2、能解释不同寻址方式的特点、指令功能，能分析一般难度汇编语言程序的算法基础并解释其功能；针对工程问题的需要能编写一般难度的计算及控制程序。

3、能解释并行/串行通讯、定时/计数、中断系统等功能部件基本原理，能选择、利用功能部件解决实际工程问题中的通讯、定时/计数及中断等问题。

4、能利用单片机资源设计、调试一般难度的单片机控制系统并编写相应控制程序，解决实际工程问题。设计时能综合考虑可行性、使用寿命、成本、功耗、知识产权、环保等技术及非技术因素。

5、其中，课程目标 1-3 为课程知识目标，课程目标 3 为能力目标，课程目标 4 为课程价值目标。

（二）课程教学方法对课程目标的支撑

课程教学方法	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4
课堂教学	√	√	√	√

课堂提问及讨论	√	√	√	
课外分组设计		√		√
翻转课堂	√	√	√	√
课后作业	√	√		
实验教学		√	√	√
期末考试	√	√	√	

四、教学内容

第一章 绪论（支撑课程目标 1）

- 1、介绍单片机发展历史、特点及应用领域。
- 2、典型的应用实例

第二章 单片机内部资源（支撑课程目标 1、4）

- 1、单片机内部资源总体介绍
- 2、CPU 内部结构及工作原理；获取、解释、执行指令的流程和方法；累加器、暂存器作用和工作原理
- 3、单片机存储器体系结构；不同存储器体系结构（哈佛结构和普林斯顿结构）的特点
- 4、单片机存储空间的分类；片内存储区功能划分，堆栈原理、作用及设置原则；位寻址区的位置和作用
- 5、并行口的工作原理，准双向口的含义，三总线的组成
- 6、复位的目的和方法，复位后的初始状态，晶振电路的作用

要求学生：了解单片机内部资源丰富，适合使用于控制领域；能解释 CPU 的工作原理、不同存储空间的作用；认识并行 I/O 口的作用及锁存与缓冲的目的。能认识到可利用单片机内部资源设计满足实际工程需要的测控单元；能判断单片机系统能否满足特定系统的关键参数。

第三章 单片机指令系统（支撑课程目标 2、4）

- 1、单片机指令系统特点：指令字节数和执行周期数，位寻址的特点和作用，指令系统在控制程序编写时的适应性。
- 2、指令系统寻址方式：寻址的概念、不同寻址方式访问的地址空间。访问不同地址空间必须用不同的指令
- 3、各种指令的执行功能及执行流程

要求学生：理解单片机指令系统的特点，各种寻址方式的使用条件，每条指令的含义及功能；知道指令字节数及执行时间的计算方式；能正确使用指令编写汇编程序模块实现特定功能。

第四章 汇编语言编程基础（支撑课程目标 2、4）

- 7、伪指令的作用及常用伪指令
- 8、常用程序结构
- 9、子程序的作用及优缺点

要求学生：理解三种程序结构的特点并能恰当使用，了解程序的分析方法，能编写中等难度的汇编程序。

第五章 中断系统及应用（支撑课程目标 3、4）

- 1、 中断的定义、目的及优点
- 2、 中断源及入口地址，中断服务程序的调用机制
- 3、 中断允许及优先级的含义
- 4、 中断相关 SFR 作用、使用方法，返回指令的作用，与堆栈的关系
- 5、 现场保护的目、方法，中断服务程序编程的方法及注意事项

要求学生：理解中断系统工作原理，SFR 各位的含义及设置方法，知道各中断源的含义，能选择恰当的中断源满足实际测控系统需要，并编写相应的服务程序。

第六章 定时计数器原理及应用（支撑课程目标 3、4）

- 1、 定时计数器作用，定时计数器内部结构及工作原理，基数计数器 THTL 作用，定时/计数的实现原理
- 2、 定时器相关 SFR 作用、使用方法，不同定时模式基数的计算方法
- 3、 定时计数器编程的方法及注意事项

要求学生：理解定时器工作原理，SFR 各位的含义及设置方法，定时基数计算方法，能使用定时器解决实际工程中的定时计数问题。

第七章 串口原理及应用（支撑课程目标 3、4）

- 1、 串行通讯原理，单片机串口内部结构及工作原理
- 2、 串口相关 SFR 作用、使用方法，不同模式下波特率的计算方法
- 3、 串口编程的方法及注意事项

要求学生：理解串口工作原理，SFR 各位的含义及设置方法，波特率计算方法。能判断具体通讯需求可否由串口实现；能利用串口解决实际工程中的通讯问题。

注：教学内容中包含一次课后分组设计：利用开发板已有的 8 个 Led 及按钮，参照例题，自行设计 LED 显示方式（流水、碰撞、追赶……），编写程序、调试完成，分组提交设计报告，内容包括：显示方式、编程思路、程序代码及调试结果和思考。

五、实验内容

序号	实验名称	主要内容	支撑课程目标	是否必做	学时

1	LED 闪烁/流水灯选作 1	熟悉开发机的使用和操作；练习顺序、分支、循环程序编写；初步了解 I/O 口功能。	课程目标 2/4	必做	2
2	静态/动态数码管显示实验	进一步熟悉 I/O 口功能及使用方法，强化常规程序编写技能。	课程目标 2/4	必做	2
3	步进电机驱动实验	了解步进电机工作原理及驱动方案，了解使用 TTL 信号控制功率器件的基本方法。	课程目标 4	必做	2
4	定时计数器、中断系统实验	使用定时器，采用中断方法控制/改变 led 显示模式及闪烁频率。了解定时器工作原理及使用方法；了解中断系统工作原理及中断服务程序编写方法	课程目标 3/4	必做	2

*注：实验详情见课程实验大纲及实验指导书

六、参考文献

- [1] 桑胜举，单片机原理及接口技术，电子工业出版社，2018 年 1 月
- [2] 黄劼，单片机原理及接口技术，国防工业出版社，2012 年 2 月
- [3] 蔡振江，单片机原理及应用，电子工业出版社，2011 年 8 月
- [4] 温宗周，单片机原理及接口技术，中国电力出版社，2009 年 08 月
- [5] 单片机精品课程网站：<https://jpkc.aynu.edu.cn/wlx/dpjyljkkjs/index.asp>

七、课程目标对毕业要求的支撑

毕业要求指标点	课程目标	支撑度	支撑理由
2.1 通过文献研究分析，能识别和判断精密仪器、测控系统复杂工程问题的关键环节和参数	课程目标 1	H	课程目标 1 涉及到单片机特点和适用场景，能识别和判断测控系统中关于信号类型，处理速度，传输方式及存储容量等关键参数。
3.1 能够根据用户及社会需求明确需要解决的复杂工程问题，提出设计目标、确定设计任务	课程目标 2/3	H	课程目标 2 涉及到控制程序编写，课程目标 3 涉及到工程问题中的常见通讯、定时计数等问题，二者结合可根据用户需求提出单片机控制系统的设计目标和软硬件方案。

3.3 能够设计满足特定需求的单元模块和功能部件	课程目标 2/4	H	课程目标 2 涉及到控制程序编写, 课程目标 4 涉及到利用单片机内部资源设计单片机控制系统, 二者结合可进行满足特定需求的单元模块和功能部件的硬件设计和相应控制程序编写
--------------------------	-------------	---	---

八、考核环节对课程目标的支撑

本门课程的考核环节由课堂提问/讨论、课后分组设计、翻转课堂讲解、期末考试等课堂考核环节及实验考核环节组成; 实验考核成绩由课程实验完成情况及实验报告完成质量确定。以下是主要考核环节对课程目标支撑理由的说明。

课程目标	考核环节对课程目标的支撑举例
课程目标 1	课后作业、课堂提问及讨论, 期末考试填空、简答题涉及到单片机结构、内部功能部件的原理及单片机对应用场景的适应性问题
课程目标 2	课后分组设计(大作业)、课堂提问及编程均涉及到对寻址方式和指令系统的使用, 期末考试填空、判断、程序分析/理解题及实验也涉及到对编程能力的考查
课程目标 3	课后作业、课堂提问及讨论, 期末考试填空、简答、硬件编程题及实验涉及到解释功能部件基本原理和正确选择利用功能部件
课程目标 4	课后分组设计(大作业)、课堂提问及讨论, 期末考试编程题、设计/分析题及实验涉及到对单片机资源的合理利用和程序编写, 实验还涉及到对单片机系统的调试

九、达成课程目标的途径与措施

单片机原理及应用涉及内容广, 其达成目标的途径和措施主要有:

1. 引导学生掌握单片机技术相关概念、应用领域、设计调试方法, 利用学生感兴趣的案例(如自动生产线的控制方案、多功能平台的驱动控制等)帮助学生理解单片机在测控系统中的作用及本课程的重要性;

2. 讲授与讨论结合: 课堂讲授以介绍基本原理、分析问题、解决问题为主, 辅之课堂提问、练习, 课后作业和课程设计, 促进学生掌握单片机基本原理和使用方法;

3. 授课与练习并举: 在编程等环节讲授指令寻址方式及基本指令后, 随堂进行编程练习, 教师、学生共同参与, 加深对各类指令的理解, 培养编程思路; 在硬件环节, 提出工程领域常见控制需求, 师生共同讨论, 引导学生得出合理的解决方案。

4. 多环节训练、督促检查，巩固学习成果：

11) 课后作业、课后分组设计

12) 上课考勤、课堂提问

13) 实验

14) 课堂讨论

15) 期末考试：主要涉及单片机的基本原理、内部结构、功能部件使用方法、指令系统和寻址方式及程序理解和编程

5. 命题要求

课程考核试卷由填空、简答、判断/解释，理解程序以及算法编程和硬件编程等题型组成，各题型分值比例及考核课程目标点如下：

题型	比例	考查课程目标点
填空	10%-15%	课程目标 1、3
简答	15%-20%	课程目标 1、3
判断、解释	15%-20%	课程目标 2、3
理解程序	20%-25%	课程目标 2、3
编程	20%-30%	课程目标 3、4、

6. 多环节、多样化考核

采用新的教学评价和考核方式。将标准答案考试与非标准答案考试相结合；教师评价与学生评价相结合，以多元化的学习过程评价机制充分调动学生的学习积极性。

十、成绩构成及评分标准

1、成绩构成

课程总成绩包括“平时成绩”、“实验”和“期末成绩”三个部分，“平时成绩”由“课堂提问/讨论及考勤”、“课后作业”和“课后分组设计”三个分项组成，各部分成绩占比见下表。“期末成绩”由期末考试成绩决定，按百分制给出。“实验成绩”根据实验表现、实验完成情况和实验报告质量由实验老师按百分制评定；课后分组设计(含讲解演示)成绩根据完成情况、讲解演示效果及分组报告质量由教师给出小组分(60%)，组长给出各组员分(40%)，二者相加为学生课后分组大作业成绩。

考核方式	平时成绩			实验	期末成绩
	课堂提问/讨论	课后作业	课后分组设计		
成绩比例	10%	10%	10%	20%	50%

	30%				
对应课程目标	1/2/3	1/2	2/4	2/3/4	1/2/3
	1. 总成绩=实验成绩×20%+课堂提问/讨论及考勤×10%+课后作业×10%+小组设计×10%+期末成绩×50% 2. 课堂提问/讨论是否计入总成绩视考查覆盖面而定，若不计入总成绩，则分组设计或实验成绩占比提高10%				

2、评分标准

1) 课堂提问/讨论及考勤评分标准

每次课堂提问/讨论均根据回答正确性和完整性按百分制记录成绩，多次取平均值，由于讨论、提问难以全覆盖，成绩作为参考，用于掌握教学总体情况，是否计入学生成绩视情况而定。

2) 课后作业评分标准

	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
正确率	正确率≥90%	正确率≥80%	正确率≥70%	正确率≥60%	正确率<60%
作业总成绩	根据情况，布置一到二次作业，成绩取平均值。				

3) 课后分组设计评分标准

设计完成后按组撰写设计报告，报告包括设计任务、解决方案、编程思路、详细代码、硬件电路（如果有）以及完成效果等内容，最后每组进行讲解并回答教师和其他同学的质询。每个学生的小组设计成绩由教师评定的小组成绩和小组自评的个人成绩构成。具体标准如下：

	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
设计完成度（教师按组评定，60%）	报告格式规范，小组汇报表达清楚，设计正确合理。	报告格式规范，小组汇报表达较清楚，大部分设计正确	报告格式较不规范，小组汇报表达基本清楚，设计基本正确	报告格式不够规范，小组汇报表达不够清楚，小部分设计正确	报告格式不规范，小组汇报表达不清楚，设计基本不正确
小组评分（40%）	小组评分包含出勤，参与研讨及个人贡献等情况。小组成绩体现差异性。				
总分	小组设计总成绩 = 教师评定成绩×60%+小组成绩×40%				

4) 实验评分标准

	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
实验表现（40%）	完成度好	完成度较好	完成度一般	只完成部分实验	完成度差

实验报告质量 (60%)	报告质量 好	报告质量较 好	报告质量一 般	报告质量一般	报告质量 差
-----------------	-----------	------------	------------	--------	-----------

5) 期末考试按百分制计分，详见试题评分标准。

十一、教学进程

教学内容	学时数
1 绪论	2
2 单片机结构及原理	8
3 单片机指令系统	8
4 汇编语言程序设计	6
5 中断系统	4
6 定时计数器	4
7 串行接口	4
8 复习总结	2
合计：课堂授课学时	38

注 1：4 个实验 8 学时，每个实验 2 学时，具体时间根据课程进度与实验老师商量确定

注 2：期间可能有放假等临时情况，预留 2 学时，进度可做小幅度调整

精密机械设计

四川大学机械工程学院本科课程 《精密机械设计》教学大纲

一、课程基本信息

课程编号	302925030	课程中文名称	精密机械设计		
学分	3	课程英文名称	Precision Machine Design		
总学时	48	周学时	4	上课周数	12
课程属性	<input checked="" type="checkbox"/> 必修课 <input type="checkbox"/> 选修课		考核方式	笔试	
课程类别	<input type="checkbox"/> 公共基础课 <input type="checkbox"/> 通识模块课 <input type="checkbox"/> 学科基础课 <input checked="" type="checkbox"/> 专业核心课 <input type="checkbox"/> 专业选修课 <input type="checkbox"/> 实践教育课程				
面向对象	测控技术与仪器，三年级本科生				
先修课程	《高等数学》《公差配合与技术测量》《机械制图》《工程材料力学》				
课程负责人	陆小龙	开课单位	机械工程学院		
执笔人	陆小龙	审核人	专业教学指导组	执行时间	2024.7

二、课程简介

(一) 中文课程简介

课程为测控技术与仪器专业的专业核心课，主要讲授精密仪器、仪表中常用机构和零、部件的工作原理、适用范围、力学结构、设计计算方法、工程材料选择和热处理，以及零件几何精度设计的基础知识。

课程以学科基础为宗旨，着重讲述精密机械及仪器仪表中常用机构和零部件的工作原理，适用范围，结构设计、分析和理论计算方法，使学生建立精密机械结构设计过程的整体概念，掌握本专业精密机械设计的基础理论和专业知识；达到学生能利用精密机械设计理论解决实际工程问题的目的。

(二) 英文课程简介

This course is a core course for the major of measurement and control technology and instruments, which mainly introduces the working principle, application scope, design calculation method, engineering material selection and heat treatment of the common mechanisms and parts used in precision instruments, and the basic knowledge of geometric accuracy design of parts.

The course is based on the discipline, focusing on the working principle, application scope, structural design, analysis and theoretical calculation methods of the common mechanisms and parts used in precision instruments, so that students can establish the overall concept of precision mechanical structure design process and master the basic theory and professional knowledge of precision machinery design in this specialty; To achieve the goal that students can use precision mechanical design theory to solve practical engineering problems.

三、 课程目标

(一) 课程目标

- 1、能解释精密机械设计中的主要专业术语。
- 2、能利用静力学平衡，强度计算，刚度分析和工程材料及其热处理工艺的专业知识表述精密仪器、测控系统中的机构设计问题。
- 3、能够利用平面机构的结构分析方法，识别和判断机构是否具有确定运动。
- 4、能够根据机构设计的要求，基于通用机构（包括平面四杆机构、凸轮机构、齿轮传动、带传动、螺旋传动）和通用零部件（包括轴、联轴器、离合器、支承、导轨、弹性元件，以及联接）的工作原理及特点提出多种设计方案并能正确解释。
- 5、能够基于任务的特定需求，利用通用机构（包括平面四杆机构、凸轮机构、齿轮传动、带传动、螺旋传动）和通用零部件（包括轴、联轴器、离合器、支承、导轨、弹性元件，以及联接）的设计方法，设计出满足要求的零部件和机构。
- 6、能够利用 SolidWorks 等工具进行机械零部件三维设计和仿真分析。
- 7、能够使用机械设计手册，利用机械设计领域的相关技术标准，完成相关零部件和机构的设计任务。

其中，课程目标 1-5 为课程知识目标，课程目标 6 为能力目标，课程目标 7 为课程价值目标。

(二) 课程教学方法对课程目标的支撑

课程教学方 法	课程目 标 1	课程目 标 2	课程目 标 3	课程目 标 4	课程目 标 5	课程目 标 6	课程目 标 7
课堂理论/实 验教学	√	√	√	√	√		√
互动探究	√	√	√				
课堂测验	√	√	√	√	√		
课外作业	√	√	√				
拓展学习		√	√			√	

线上线下考核评价	√	√	√	√	√		
翻转课堂				√	√	√	√

四、 教学内容

绪论（支撑课程目标 1、7）

介绍机械、机构、零件等基本概念，精密机械与普通机械间的区别与联系，精密机械设计的基础知识，精密机械设计研究的主要内容，以及与其它课程的关联和发展方向。

第一章 结构设计中的静力学平衡（支撑课程目标 1、2，6）

- 1、静力学的基本概念和公理，以及约束与约束反力的定义。
- 2、平面一般力系的简化和平衡方法。
- 3、滑动摩擦基本规律和滚动摩擦自锁。

要求学生：能根据物体的受力特点，选择正确的公理，绘制其受力简图，完成静力学分析。

第二章 工程材料和热处理（支撑课程目标 1、2）

- 1、介绍刚度、塑性，以及硬度的定义。金属材料力学性能及其主要影响因素。工程材料的分类、特点及用途。
- 2、热处理的定义、实质及工艺介绍。表面精饰的目的、方法及特点。
- 3、精密仪器材料选用原则。

要求学生：能根据精密仪器设计的使用要求、工艺要求和经济要求，选择合适的材料，正确的热处理和表面精饰工艺。

第三章 零件强度刚度分析（支撑课程目标 1、2、6）

- 1、刚度、强度、内力、应力的概念。零件受力和变形的种类及特点。
- 2、零件复杂变形的强度计算，刚度校核。

要求学生：能根据零件的受力和变形特点，选择正确的方法，完成零件变形的强度计算和刚度校核。

第四章 平面机构的结构分析（支撑课程目标 1、3）

- 1、运动副和运动链的概念。机构运动简图的绘制方法。
- 2、机构具有确定运动的条件。机构自由度的计算方法。
- 3、机构的组成原理和结构分析。平面机构的高副低代。

要求学生：能根据机构运动特点，绘制出机构的运动简图，并计算出机构的自由度。能利用机构的组成原理，选择正确的方法完成平面机构的高副低代。

第五章 平面连杆机构（支撑课程目标 1、4、5）

- 1、平面连杆机构的基本形式及其演化。

2、平面四杆机构的基本特性。

3、平面四杆机构的设计方法。

要求学生：能够根据四杆机构的设计要求，选择正确的设计方法，完成机构的设计。

第六章 凸轮机构（支撑课程目标 1、4、5）

1、凸轮机构的应用与分类。

2、反转法原理及其在平面凸轮轮廓曲线的设计。

3、凸轮机构基本尺寸的确定。

要求学生：能根据设计要求，运用反转法完成平面凸轮轮廓曲线的绘制，确定凸轮机构的基本尺寸。

第七章 齿轮传动（支撑课程目标 1、4、5）

1、齿轮传动特点及分类，齿轮啮合基本定律及渐开线齿轮传动的基本性质。

2、渐开线直齿圆柱齿轮、斜齿圆柱齿轮、圆锥齿轮，及蜗杆传动的传动特点及应用。渐开线齿廓的切制原理和根切现象，齿轮失效形式和材料选择。

3、轮系的用途及分类，传动比的计算。齿轮传动链的结构设计，传动精度及空回问题。

要求学生：能根据齿轮的失效形式，选择正确的校核方式和合适的材料。能根据轮系的特点，选择正确的方法，计算出轮系的传动比。能根据轮系的设计要求，完成齿轮传动链的结构设计和传动精度分析。

第八章 带传动（支撑课程目标 4、5）

1、带传动的类型、特点及应用。

2、同步带的组成及工作原理，同步带传动的计算和设计方法。

要求学生：能根据设计要求，运用同步带的计算和设计方法完成同步带、带轮的设计。

第九章 螺旋传动（支撑课程目标 4、5）

1、螺旋传动的类型、特点及应用。

2、滑动螺旋传动、滚动螺旋传动的特点和设计原则。

3、静压螺旋传动的介绍。

要求学生：能根据具体设计要求，选择合适的螺旋传动类型。

第十章 轴、联轴器、离合器（支撑课程目标 4、5）

1、轴的结构设计与强度计算。

2、联轴器、离合器的工作原理、分类及选型。

要求学生：能根据具体设计要求，完成轴的结构设计、强度计算，以及离合器、联轴器的选型。

第十一章 支承（支撑课程目标 4、5）

1、支承的基本组成，类型。滑动支承的特点及适用场合。

2、滚动支承的特点及选型。

3、弹性支承，静压支承的工作原理，特点及类型。

4、精密轴系的特点。

要求学生：能根据具体设计要求，完成滚动支承、弹性支承基静压支承的选型，以及精密轴系的设计。

第十二章 直线运动导轨（支撑课程目标 4、5）

1、导向原理及导轨精度分析。

2、滑动导轨和滚动导轨的结构特点与设计。

3、其它类型导轨介绍。

要求学生：能根据具体设计要求，选择或设计合适的导轨。

第十三章 弹性元件（支撑课程目标 1、4、5）

1、弹性元件的基本特性及影响因素。

2、螺旋弹簧的设计及选型。

3、游丝，片簧，波纹管等弹性元件的特点，适用场合。

要求学生：能根据具体设计要求，选择或设计合适的弹性元件。

第十四章 联接（支撑课程目标 4、5）

1、联接的分类与要求。

2、联接的失效形式及选型。

3、光学联接的特点。

要求学生：能根据具体设计要求，选择或设计合适的联接。

五、 实验内容

序号	实验名称	主要内容	学时	支撑课程目标	是否必做
1	实验一 齿轮传动机构 结构分析	了解直升机救援绞车，绕线机，双频激光干涉仪三脚架和减速机四台设备的工作原理，结构，完成机构运动简图绘制和传动比计算。	2	课程目标 3、4、5	必做
2	实验二 导轨结构与运 动分析	观察导轨在三脚架、光驱、百分表中的应用；分析三脚架中燕尾导轨的间隙调整方法；分析光驱中导轨的结构类型及作用。	2	课程目标 3、4、5	必做
3	实验三 百分表结构分 析	了解百分表的结构及工作原理；学习仪表拆装技能及工具的使用方法；熟悉课堂上所学的齿轮、导轨、弹性元件、联接和示值装置在百分表中的具体应用。	2	课程目标 3、4、5	必做

*注：实验详情见课程实验大纲及实验指导书

六、 参考文献

- [1] 蒋秀珍, 精密机械结构设计, 清华大学出版社, 2011 年 4 月
- [2] 卢耀祖, 机械结构设计, 同济大学出版社, 2009 年 1 月
- [3] 于靖军, 机械原理, 机械工业出版社, 2013 年 8 月
- [4] 何宝芹, 工程材料及热处理, 华中科技大学出版社, 2012 年 2 月

七、 课程目标对毕业要求的支撑关系

毕业要求	课程目标	支撑度	支撑理由
1.1 能运用数学、自然科学、工程基础和专业知识表述精密仪器、测控系统的工程问题。	课程目标 1、2	L	课程目标 1、2 中涉及精密机械设计的基本概念和理论；工程材料的力学特性、热处理工艺；
2.1 通过文献研究分析，能识别和判断精密仪器、测控系统复杂工程问题的关键环节和参数。	课程目标 3	L	课程目标 3 中涉及利用平面机构的结构分析方法，识别和判断机构是否具有确定运动。
2.2 能正确表达精密仪器、测控系统复杂工程问题，认识到问题分析有多种方法，能够提出解决复杂工程问题的多种工作原理并能正确解释。	课程目标 4	H	课程目标 4 中涉及根据机构设计要求，基于通用机构（包括平面四杆机构、凸轮机构、齿轮传动、带传动、螺旋传动）和通用零部件（包括轴、联轴器、离合器、支承、导轨、弹性元件以及联接）的工作原理和特点，提出多种设计方案，并能正确解释。
3.3 能够设计满足特定需求的单元模块和功能部件。	课程目标 5	H	课程目标 5 中涉及基于具体的设计需求，利用通用机构（包括平面四杆机构、凸轮机构、齿轮传动、带传动、螺旋传动）和通用零部件（包括轴、联轴器、离合器、支承、导轨、弹性元件以及联接）的设计方法，设计出满足要求的功能部件。
5.2 能够合理运用 MATLAB、SolidWorks 等专业技术工具对复杂工程问题中的关键部	课程目标 6	H	在教学环节“研讨”中，要求学生利用 SolidWorks 三维建模软件完成相应机构的建模，并用 SolidWorks 自带的 Motion 和

分进行计算、仿真、模拟、分析与预测。			Simulation 模块完成机构的运动仿真分析和应力、应变分析；学生分为多个小组，并进行答辩。
6.2 具备精密仪器及测控相关领域的技术标准、知识产权、产业政策和法律法规知识。	课程目标 7	L	课程目标 1 中涉及精密机械设计相关的专业术语，以及知识产权政策介绍等内容；在教学环节“研讨”要求学生学会机械设计手册的使用，熟悉标准。

注：H 表示课程为强支撑课程。L 表示课程为弱支撑课程。

八、考核环节对课程目标达成的支撑

具体考核环节（以 2021 年教学环节为例说明）

课程目标	教学环节对课程目标的支撑举例
课程目标 1	期末考试：1.2 弹性元件是利用材料弹性性能和结构特点制造的零件，请回答弹性元件在精密机械中的主要功用？并以简图方式简述弹性元件特性中的弹性滞后现象与弹性后效现象。
课程目标 2	期中试题：2.1 热处理是改善金属使用性能和工艺性能的一种重要方法，请回答以下问题： (1) 为什么要进行热处理？(2) 什么热处理？(3) 热处理实质？
课程目标 3	随堂考试：主要考核运动简图绘制和自由度计算； 期中考试：1.2 考核运动简图绘制和自由度计算。
课程目标 4	期末考试：1.1 图 1 是奥氏测微仪结构简图，其传动链主要由杠杆传动，齿轮传动及指针标尺所组成，在第一级杠杆传动中，摆杆 2 的端部为球面，推杆（测杆）1 的缺口上端面为平面。请回答以下问题。 1.2 如图 2 (a) 和 (b) 所示为一减速装置 h 和电锯。其中，已知齿轮 1 的齿数为 20，齿轮 2 的齿数为 20，齿轮 3 的齿数为 60，齿轮 4 的齿数为 90，齿轮 5 的齿数为 210，电动机的转速为 1440r/min；请回答以下问题。
课程目标 5	期末试题：2.1 题，图 3 为一减速机的输出轴结构图，分析该机构各部分的作用，回答以下问题。
课程目标 6/7	研讨题 1：对升降自行车锁进行静力学分析，完成升降自行车锁的三维建模； 研讨题 2：利用 Solidworks 软件对 P65 页 3-8 题进行建模，并用 Solidworks 自带的 Simulation 分析模块完成题中所示轴的分析。

九、达成课程目标的途径与措施

《精密机械设计》课程是 3 个学分的专业必修课。涉及内容广，课程目标较多，其达成

课程目标的途径和措施主要有：

1. 引导学生掌握精密机械设计中的相关概念、基本理论、设计思想及方法，利用学生感兴趣的案例（如基于滑动摩擦自锁原理的智能爬杆机器人，铁塔攀爬机器人，活塞环几何测量仪的机械结构部分）帮助学生加深对精密机械设计的认识；

2. 精讲多练：课堂讲授以提出实际问题、分析问题、解决问题为主，辅之习题练习，课后研讨题；促使学生主动利用所学知识分析实际工程问题；

3. “大班授课，小班研讨”：布置多个研讨题，分析实际项目中的具体机械机构，要求学生查阅文献资料，分析机构设计特点，并利用 Solidworks 三维设计软件完成机构的三维建模，应力应变分析。学生分成多个小组，每组不同题目；完成后，用一次课的时间，让每组推荐一位同学上台讲解，教师和其他同学提问，促使学生利用基本原理、方法解决工程实践中涉及的精密机械设计问题；课程结束后，组长组织小组成员根据组员参加实验、研讨、单元测验和完成作业及上课出勤的情况评定小组成绩。课程配备一名研究生助教，负责学生答疑、批改作业等，协助完成教学工作。

4. 多环节训练、督促检查，巩固学习成果：

(1) 作业：课后习题

(2) 实验

(3) 研讨题

(4) 阶段考试：依据课程进度，安排 1 次阶段考试，内容主要为本课程的已学内容；主要涉及精密机械的基本概念、分析方法，强度刚度校核方法，以及传动机构的设计。

(5) 期末考试：内容为课程的重要知识点和研讨题的部分内容。

5. 命题要求

本课程试卷分为期中（阶段性）试卷和期末试卷，其中：

期中试卷由分析计算题和简答题组成，其中简答题主要考核课程目标 1 和 2，即前 5 章涉及的专业术语，工程材料热处理工艺；分析计算题主要考核课程目标 3 和目标 4，5 的一部分，即应用平面机构的结构分析方法分析具体的机构，平面四连杆机构的设计与分析。

期末试卷由分析计算题和改错分析题组成，主要考核课程目标 2、3，4，5，6，即应用精密机械零部件设计方法解决分析实际工程问题。

十、 成绩构成和评定标准

1、 成绩构成

课程总成绩包括四个部分：“平时成绩”、“期中成绩”、“期末成绩”和“实验成绩”，各部分成绩占比见下表。“期末成绩”由期末卷面考试成绩决定，按百分制给出，占“总成绩”的 50%；“期中成绩”由阶段性考试成绩决定，按百分制给出，占“总成绩”的 25%；“平时成绩”由小组研讨、平时作业、单元小测验的平均分确定，占“总成绩”的 15%；“实验成绩”由实验表现和实验报告质量两部分组成，占“总成绩”的 10%。

成绩占比	平时成绩(小组研讨+作业+单元小测)	阶段性考试(期中卷面考试成绩)	期末考试(期末卷面考试成绩)	实验(10%)
100%	15%	25%	50%	10%
总成绩=实验成绩×10%+平时成绩×15%+阶段成绩×25%+期末成绩×50%				

2、评分标准

(1) 作业评分标准

	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
正确率	正确率≥90%	正确率≥80%	正确率≥70%	正确率≥60%	正确率<60%
作业总成绩	各次作业成绩取平均值。				

(2) 单元测验、阶段考试及期末考试按百分制计分，详见试题评分标准。

(3) 小组研讨评分标准

	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
报告完成度(教师按组评定, 60%)	报告格式规范, 研讨内容表达清楚, 分析结果正确合理。	报告格式规范, 研讨内容表达较清楚, 大部分分析结果正确	报告格式较规范, 研讨内容表达基本清楚, 分析结果基本正确	报告格式不够规范, 研讨内容表达不够清楚, 小部分分析结果正确	报告格式不规范, 研讨内容表达不清楚, 分析结果基本不正确
小组评分(40%)	小组评分包含出勤, 参与研讨及个人贡献等情况。小组成绩体现差异性。				
总分	研讨总成绩 = 研讨报告成绩*60%+小组成绩*40%				

(4) 实验评分标准

	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
实验表现(40%)	完成度好	完成度较好	完成度一般	只完成部分实验	完成度差
实验报告质量(60%)	报告质量好	报告质量较好	报告质量一般	报告质量一般	报告质量差

十一、教学进程

教学内容	学时数
绪论	2
1 结构设计中的静力学平衡	1

2 工程材料和热处理	2
3 零件强度刚度分析	1
4 平面机构的结构分析	4
5 平面连杆机构	3
6 凸轮机构	3
7 齿轮传动	12
实验一：齿轮传动机构结构分析	2
8 带传动	2
9 螺旋传动	2
10 轴、联轴器、离合器	2
11 支承	2
12 直线运动导轨	2
实验二：导轨结构与运动分析	2
13 弹性元件	2
14 联接	2
实验三：百分表结构分析	2
合计：课堂授课学时+实验学时	48

注：期中考试 2 学时；期末复习 2 学时；课程内实验 6 学时；
机动 2 学时；该门课程总计 48 学时。

信号分析与处理

四川大学机械工程学院本科课程 《信号分析与处理》教学大纲

一、课程基本信息

课程号	302253020	课程名称	信号分析与处理		
学分	2	英文名称	Single Analysis and Processing		
总学时	32	周学时	4	上课周数	8
课程属性	<input checked="" type="checkbox"/> 必修课 <input type="checkbox"/> 选修课		考核方式		笔试
课程类别	<input type="checkbox"/> 公共基础课 <input type="checkbox"/> 通识模块课 <input type="checkbox"/> 学科基础课 <input checked="" type="checkbox"/> 专业核心课 <input type="checkbox"/> 专业选修课 <input type="checkbox"/> 实践教育课程				
使用教材	《信号分析与处理》第3版, 赵光宙, 机械工业出版社				
面向对象	测控技术与仪器, 三年级本科生				
先修课程	数电基础, 模电基础, 自动控制原理等				
课程负责人	许斌	开课单位	机械工程学院		
大纲执笔	许斌	审核	专业教学指导组	执行时间	2026.09

二、课程简介

(1) 中文课程简介

《信号分析与处理》是测控技术与仪器专业的专业核心课, 主要以连续、离散两条线, 从时域、频域、复频域三个讨论域介绍信号分析、处理的基本概念、原理、技术、方法。课程重点介绍信号的建模方法与频谱分析的基本概念和物理意义, 通过案例分析与课程实验等方法, 使学生掌握信号分析与处理的基础理论、专业知识和专业工具, 达到学生能利用信号分析与处理知识解决实际工程问题的目的。

(2) 英文课程简介

Signal Analysis and Processing is the core course for the major of measurement and control technology and instrument. It mainly introduces the basic concepts, principles, technologies and methods of signal analysis and processing from the three discussion domains, including time domain, frequency domain and complex

frequency domain. The course focuses on the basic concepts and physics of spectrum analysis, meanwhile the signal modeling method is significant in the course. Through the case analysis and experiment, students can master the basic theory, professional knowledge and tools of signal analysis and processing, so that students can use the signal analysis and processing knowledge to solve practical engineering problems.

三、课程目标

(1) 课程目标

1. 能解释信号分析与处理相关的专业术语，掌握信号分析与处理的基本数学原理；
2. 能运用信号分析与处理的基本原理对工程问题进行数学建模；
3. 能利用信号分析与处理的基本理论对工程问题进行科学表达、分析并提出解决方案；
4. 能针对具体信号分析与处理问题应用 Matlab 函数进行仿真、分析和处理。

(2) 课程教学方法对课程目标的支撑

课程教学方法	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4
课堂理论	√	√	√	√
实验教学		√	√	√
课堂测验	√	√		
课外作业	√	√		
线上线下考核评价	√	√	√	√

四、教学内容

第一章 绪论（支撑课程目标 1）

1. 信号及其分类
2. 信号的分析与处理概述
3. 自动控制系统中的信号分析与处理

要求学生：能解释信号分析与处理相关的专业术语

第二章 连续信号的分析与处理（支撑课程目标 1、2）

1. 连续信号的时域描述和分析

2. 连续信号的频域分析
3. 连续信号的复频域分析
4. 信号的相关分析
5. 信号的采集及传输实验

要求学生：能解释信号分析与处理的基本数学原理，运用信号分析与处理的基本原理对工程问题进行数学建模、模拟与仿真、并对工程问题进行科学表达、分析并提出解决方案。

第三章 离散信号的分析与处理（支撑课程目标 2、3、4）

1. 离散信号的时域描述和分析
2. 离散信号的频域分析
3. 快速傅里叶变换
4. 离散信号的 Z 域分析
5. Matlab 工具进行频谱分析的基本方法和流程，信号的频谱分析

要求学生：能运用信号分析与处理的基本原理对工程问题进行数学建模、模拟与仿真、并对工程问题进行科学表达、分析并提出解决方案，应用 Matlab 软件的进行信号分析与处理的基本操作，针对具体信号分析与处理问题应用 Matlab 函数进行仿真模拟实验。

五、实验内容（具体要求见实验指导书）

序号	实验名称	主要内容	支撑课程目标	是否必做	学时
1	(1)Matlab 工具进行频谱分析的基本方法和流程 (2)信号的频谱分析	1、掌握在 Matlab 中表示信号的方式及常用的命令； 2、掌握在 Matlab 中进行离散信号频域分析的方法； 3、理解 FFT/DTF 分析信号频谱的物理意义并掌握其使用方法；	2、3、4	必做	4

六、参考文献

- [1] 《信号与线性系统分析》，芮坤生，高等教育出版社，1993；
- [2] 《信号与系统分析基础》，姜建国，清华大学出版社，1990；
- [3] 《工程信号分析与处理技术》，谷立臣，西安电子科技大学出版社，2017；
- [4] 《测试信号分析与处理》，朱明武，北京航空航天大学出版社，2008；
- [5] 《信号分析与处理：虚拟仪器实验教程》，孙晖，清华大学出版社，2013；
- [6] 《Algorithms for Statistical Signal Processing》，John G.Proakis，清华大

学出版社，2003。

七、课程目标对毕业要求的支撑

毕业要求指标点	课程目标	支撑度	支撑理由
1.2 能针对复杂测控对象或测控过程建立合适的数学模型，并利用恰当的边界条件寻求最优解。	课程目标 2	L	课程目标 2 包含工程中信号采集的建模与频谱分析。
1.3 能将数学、自然科学、工程基础和专业知用于分析精密仪器、测控系统的复杂工程问题，并进行推演分析。	课程目标 3/4	H	课程目标 3/4 包含工程中信号相关问题的建模与仿真，如信号的正交分解、信号的数学建模、Matalab 信号模拟与频谱分析等内容。
2.2 能正确表达精密仪器、测控系统复杂工程问题，认识到问题分析有多种方法，能够提出解决复杂工程问题的多种工作原理并能正确解释。	课程目标 1/3	H	课程目标 1/3 包含工程中信号相关问题基本概念、科学原理与分析建模方法，通过建模分析寻求问题的多种解决方法与解决方法的原理。
4.1 能够将专业相关的基础理论知识运用到解决精密仪器、测控系统复杂工程问题的实验设计中，提出科学实验方法、设计并制定实验方案、搭建实验装置。	课程目标 2/3	L	课程目标 2/3 包含对于复杂工程问题的基于专业基础理论的数学建模，并进行科学表达、分析并提出解决方案。
5.2 能够合理运用 MATLAB、SolidWorks 等专业技术工具对复杂工程问题中的关键部分进行计算、仿真、模拟、分析与预测。	课程目标 4	H	课程目标 4 包含利用 MATLAB 对信号的采集、频谱分析等问题的模拟玉分析预测

注：H 表示课程为强支撑课程。L 表示课程为弱支撑课程。

八、考核环节对课程目标的支撑

本门课程的考核环节包含课堂教学、期末考试和实验教学。课堂教学考核由平时作业、随堂测验两部分组成；期末考试考查学生对理论知识的掌握情况；实验教学通过课程实验完成情况及实验报告完成情况进行评分。各个环节考核结果用于综合评定课程目标的达成情

况。以下对主要考核环节如何支撑课程目标作了说明。

课程目标	教学环节对课程目标的支撑举例
<p>课程目标 1 能解释信号分析与处理相关的专业术语，掌握信号分析与处理的基本数学原理</p>	<p>期末考试与平时作业中，涉及与“信号分析与处理”相关的专业术语理解相关考核；期末考试与实验中，涉及掌握“信号分析与处理”相关的基本数学原理相关考核。通过考试成绩与实验成绩可以评价课程目标 1 的达成情况。</p>
<p>课程目标 2 能运用信号分析与处理的基本原理对工程问题进行数学建模</p>	<p>实验中，涉及“能运用信号分析与处理的基本原理对工程问题进行数学建模”相关考核：如实验中要求学生连续时间信号的离散采样建立数学模型。通过实验成绩可以评价课程目标 2 的达成情况。</p>
<p>课程目标 3 能利用信号分析与处理的基本理论对工程问题进行科学表达、分析并提出解决方案</p>	<p>期末考试、平时作业与实验中，涉及“能利用信号分析与处理的基本理论对工程问题科学表达、分析并提出解决方案”相关考核。通过考试成绩、平时成绩与作业成绩可以评价课程目标 3 的达成情况。</p>
<p>课程目标 4 能针对具体信号分析与处理问题应用 Matlab 函数进行仿真模拟实验</p>	<p>实验：涉及“能针对具体信号分析与处理问题应用 Matlab 函数进行仿真模拟实验”相关考核：如实验中要求学生进行信号不同频率的采集与频谱分析。通过实验成绩可以评价课程目标 4 的达成情况。</p>

九、达成课程目标的途径与措施

达成课程目标的措施主要有：

1. 引导学生掌握信号分析与处理相关概念、基本理论、数学原理及工程应用方法，利用课程设计帮助学生建立工程应用中信号分析与处理的结构框架；
2. 精讲多练多动手：课堂讲授以提出实际问题、分析问题、解决问题为主，辅之习题练习，动手实验与上机实验；促使学生掌握相关概念，并能灵活运用；
3. 采用新的教学评价和考核方式。将标准答案考试与非标准答案考试相结合，教师评价与学生评价相结合，以多元化的学习过程评价机制将学生的学习积极性充分调动起来。成绩构成和评分标准详见第八点。

十、成绩构成及评分标准

(1) 成绩构成

课程总成绩包括三个部分：“平时成绩”、“期末成绩”和“实验成绩”，各部分成绩占比见下表。“期末成绩”由期末卷面考试成绩决定，按百分制给出，占“总成绩”的 50%；“平时成绩”由平时作业和随堂测验组成，按百分制给出，占“总成绩”的 30%；“实验成绩”

由实验报告质量决定，按百分制给出，实验成绩占“总成绩”的 20%。

成绩 占比 100%	平时成绩		期末考试	实验
	随堂测验	课后作业		
	15%	15%	50%	20%
对应课程 目标	1、2		1、3	2、3、4

(2) 评分标准

(a) 随堂测验和课后作业评分标准

	90-100 分	80-89 分	70-79 分	60-69 分	60 分以下
得分	正确率 \geq 90%	正确率 \geq 80%	正确率 \geq 70%	正确率 \geq 60%	正确率 $<$ 60%
备注	随堂测验：各次随堂测验成绩取平均值 作业总成绩：各次作业成绩取平均值				

(b) 期末考试按百分制计分，详见试题评分标准。

(d) 实验评分标准

	90-100 分	80-89 分	70-79 分	60-69 分	60 分以下
实验表现 (40%)	完成度好	完成度较好	完成度一般	只完成部分实验	完成度差
实验报告质量 (60%)	报告质量 非常好	报告质量 较好	报告质量 良好	报告质量 一般	报告质量 差

十一、教学进程

周次	日期	教学内容	学时分配		
			讲课	习题课	实验
1	第一次课	1.1 信号及其分类	4	0	0
		1.2 信号的分析与处理概述			

	第二次课	1.3 自动控制系统中的信号分析与处理			
		2.1 连续信号的时域描述和分析			
2	第一次课	2.2 连续信号的频域分析	4	0	0
	第二次课	2.3 连续信号的复频域分析			
3	第一次课	2.4 信号的相关分析	2	2	0
	第二次课	作业讲解			
4	第一次课	3.1 离散信号的时域描述和分析	4	0	0
	第二次课	3.2 离散信号的频域分析			
5	第一次课	3.3 快速傅里叶变换	4	0	0
	第二次课				
6	第一次课	3.4 离散信号的 Z 域分析	4	2	0
	第二次课	作业讲解			
7	第一次课	总复习	2	0	0
	第二次课				
8	第一次课	1: Matlab 工具进行频谱分析的基本方法和流程	0	0	4
	第二次课	2: 信号的频谱分析			

注：课堂教学 24 学时，习题课 4 学时，实验 4 学时；总计 32 学时。

测控技术综合实验

四川大学机械工程学院本科课程 《测控技术综合实验》教学大纲

一、课程基本信息

课程号	302325020	课程名称	测控技术综合实验		
学分	2	英文名称	Comprehensive experiment of measurement and control technology		
总学时	32	周学时	16	上课周数	2
课程属性	<input checked="" type="checkbox"/> 必修课 <input type="checkbox"/> 选修课		考核方式		报告答辩
课程类别	<input type="checkbox"/> 公共基础课 <input type="checkbox"/> 通识模块课 <input type="checkbox"/> 学科基础课 <input checked="" type="checkbox"/> 专业核心课 <input type="checkbox"/> 专业选修课 <input type="checkbox"/> 实践教育课程				
使用教材	自编《测控技术综合实验》指导书				
面向对象	测控技术与仪器，四年级本科生				
先修课程	公差配合与技术测量、工程材料力学、精密机械设计、单片机原理及应用、工程光学基础、测控电路、传感器、智能仪器原理及应用等				
课程负责人	罗航	开课单位	机械工程学院		
大纲执笔	陆小龙、黄伟、黄劼	审核	专业教学指导组	执行时间	2022.9

二、课程简介

(一) 中文课程简介

本课程是以实验的形式开展的一门综合性专业必修课。课程根据教学改革成果和宽口径、综合性人才培养目标，从几何量、电子技术、计算机应用、工程光学、传感技术、测控技术与仪器等方面设计了一系列实验和实践课题。依照课程的相关性，实验分为机械组、电学组和光电组三个大模块，而每个则模块包含三个同类型但不同任务的实验题目。

在课程实验中，小组成员通过分工合作的形式针对某个模块中的具体题目开展验证性设计、测试和分析，得出相应结论。要求学生根据实验的要求、目标和给定的典型器材，综合利用相关专业课程的基本概念、原理、分析方法、设计手段和应用技术，在实验中完成具体的任务，从而提升专业技能的综合分析、设计与应用能力。

(二) 英文课程简介

This course is a comprehensive professional compulsory course carried out in the form of experiment. According to the results of teaching reform and the goal of broad caliber and comprehensive talent training, this course is designed to finish a series of experiments and practical topics from the aspects of geometry, electronic technology, computer application, engineering optics, sensing technology,

measurement and control technology and instruments. According to the relevance between different the courses, the experiment is divided into three groups (or modules), i. e., mechanical group, electrical group and photoelectric group, and each module contains three experimental topics with same type but different task.

In the experiment, team members, with the form of division and cooperation, are required to carry out confirmatory design, testing and analysis for specific topics in a module, and draw corresponding conclusions. Students are required to complete specific tasks in the experiment by comprehensively utilizing the basic concepts, principles, analysis methods, design means and application techniques of relevant professional courses according to the requirements, objectives and given typical equipment, so as to improve the comprehensive analysis, design and application ability of professional skills.

三、课程目标

(一) 课程目标

1、能够针对具体的实验任务，将精密机械设计，光学工程基础和单片机原理及应用等课程的基础理论知识运用到解决精密仪器、测控系统相关问题的实验设计中，提出科学实验方法，设计并制定实验方案，搭建实验装置。

2、能够运用 MATLAB、SolidWorks 等专业技术工具对机械结构，光路和电路设计进行仿真分析，提出恰当的解决方案对设计进行优化。

3、能够用图纸、报告、软件模拟等形式呈现各组设计成果。

4、能主动与小组成员讨论、合作；以及小组之间讨论，交流。

5、能够在答辩环节讲解；回答指导教师和同学提出的问题。

6、能够在精密仪器、测控系统的设计、实验等各个环节中依据相关法律法规，考虑、评价工程实践对社会和环境可能造成的损害和隐患。

7、能够对业界同行提出的专业问题或社会公众的关注问题进行有效回应。

(二) 课程目标

教学方法	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4	课程目标 5	课程目标 6	课程目标 7
讲授法	√						
实验法	√	√					
互动法	√			√	√	√	√
自学法	√					√	√
研究法	√	√	√			√	√

四、教学内容

根据教学改革成果和宽口径、综合性人才培养目标,从几何量、电子技术、计算机应用、工程光学、传感技术、测控技术与仪器等方面设计了一系列实验和实践课题。依照课程的相关性分为机械组、电学组和光电组三个大的模块,如下表所示。学生分组任选一题进行设计(每题最多有两组选择),每组成员在4人左右,分工协作。具体实验内容参见《测控技术综合实验》指导书。

实验分组	相关课程	实验内容	配置仪器设备	负责老师
机械组	《精密机械设计》,《测试技术》,《测控仪器设计》,《公差配合与技术测量》,《误差理论与数据处理》	1. 汽车同步器齿环内孔锥度自动测量装置; 2. 硬质合金轴套类零件几何参数综合测量装置设计 3. 汽车发动机气门杆几何参数综合测量装置设计	Mahr 三坐标测量机, Mahr 轮廓测量仪, 便携式粗糙度测量仪, 万能工具显微镜, 圆柱度测量仪, 光学影像仪, 双频激光干涉仪, 扫描电子显微镜, 探针拉制仪	宋康
电学组	《测控电路》,《传感器》,《单片机原理及应用》,《智能仪器原理及应用》,《信号分析与处理》《自动控制原理》	1. 机械臂远程控制实验 2. 集散型参数采集系统 3. 基于总线传输方式的多传感器采集系统	压电陶瓷特性研究实验仪; 频谱分析仪; 泰克示波器; 阿波罗创客平台及附件; Zigbee 开发系统模块及附件; 蓝牙开发系统及附件; GPS GPRS WIFI 开发模块及附件; 四脚铁甲机器人、六自由度机械手; 北斗通信导航模块	罗航
光电组	《光学工程基础》,《光电检测技术》,《机器视觉原理及应用》,《激光精密测量技术》,《无损检测》	1. 汽车同步器结合齿表面缺陷视觉检测; 2. 基于结构光的复杂零件几何外形测量 3. 基于干涉原理的盲孔深度测量	面结构光快速精密三维形貌测量多功能综合实验系统; 电子散斑实验系统; 机器视觉教学模块; 精密型光学综合干涉仪; 半导体激光特性实验仪; 偏振光综合实验系统; 物理光学平台; 光功	黄玉波 黄伟

			率计	
--	--	--	----	--

五、参考文献

- [1] 金嘉琦, 几何量精度设计与检测, 机械工业出版社, 2012年8月
- [2] 蒋秀珍, 精密机械结构设计, 清华大学出版社, 2011年4月
- [3] 卢耀祖, 机械结构设计, 同济大学出版社, 2009年1月
- [4] 刘大茂, 智能仪器原理及设计技术, 国防工业出版社, 2014年5月
- [5] 高云红, 智能仪器技术及工程实例, 北京航空航天大学出版社, 2015年8月
- [6] 贺顺忠, 工程光学实验教程, 机械工业出版社 2007年6月
- [7] 郁道银, 工程光学(第三版), 机械工业出版社 2011年7
- [8] 黄劼, 单片机原理及接口技术, 国防工业出版社, 2012年2月
- [9] 张国雄, 测控电路, 第三版, 机械工业出版社, 2010不阿不4月

六、课程目标对毕业要求的支撑

毕业要求指标点	课程目标	支撑度	支撑理由
4.1 能够将专业相关的基础理论知识运用到解决精密仪器、测控系统复杂工程问题的实验设计中, 提出科学实验方法、设计并制定实验方案、搭建实验装置。	课程目标 1	H	教学环节包含开题, 开题主要内容为提出设计目标, 明确设计任务, 方案审查。
5.3 能够理解并分析运用 MATLAB、SolidWorks 等专业技术工具对复杂工程问题进行预测与模拟的局限性, 针对应用过程中出现的问题, 提出恰当的解决方案并进行改进。	课程目标 2 和 3	L	在方案审查后, 答辩之前, 装配图完成后, 小组成员会模拟结果进行说明, 并提出改进措施。
7.2 能在精密仪器、测控系统的设计、生产、运行等各个环节中依据相关法律法规, 考虑、评价工程实践对社会和环境可能造成的损害和隐患。	课程目标 6	L	在设计报告中要求阐述自己的设计对社会和环境可能存在的影响
9.1 能主动与不同学科背景的个体及团队合作开展工作;	课程目标 4	H	教学环节中有小组讨论记录表记录小组讨论内容及次数。
9.2 能理解个人在团队中的角色与责任, 在担任不同团队角色时, 能相互合作、完成相应的工作。	课程目标 5	H	答辩环节中, 小组成员都须参加, 由指导教师和同学提问, 小组成员回答问题。
10.2 能对业界同行提出的专业问题或社会公众的关注问题进行有效回应;	课程目标 7	H	答辩环节中, 小组成员都须参加, 由指导教师和同学提问, 小组成员回答问题。

注: H 表示课程为强支撑课程。L 表示课程为弱支撑课程。

七、考核环节对课程目标的支撑

具体考核环节：

课程目标	教学环节对课程目标的支撑举例
课程目标 1	设计任务书、开题报告
课程目标 2	设计报告、方案审查表
课程目标 3	设计报告
课程目标 4	答辩
课程目标 5	小组讨论
课程目标 6	答辩

八、达成课程目标的途径与措施

《测控技术综合实验》涉及到仪器操作、硬件与软件、模拟与数字、测量原理与测量方法、协议与标准等多方面内容，需要学生先修的课程较多，要求学生能把学到的理论知识应用到实际的测试任务中去，课程综合性较强。为此，达成目标的途径和措施也较多，主要有：

1. 以关键问题为切入点：以精度、分辨率等技术指标作为整个综合实验的主线，帮助学生建立几何量测量和测控仪器设计的基本思维模式。对不同测试原理、测量方法的精度、分辨率进行分析对比，让学生比较容易在设计中选用合适的原理、方法完成任务。

2. 理论联系实际：以现有类似的成熟设计、测试方法为例，对其系统原理进行分析，对其各部分的设计精度、分辨率进行分析，对其元器件选择的依据进行分析，对其提高精度、分辨率的措施进行分析，分析其中的关键环节和关键技术，引导学生在设计中抓住重点。

3. 多环节训练、督促检查，巩固学习成果。

16) 开题，由教师对课程实验内容进行介绍，明确学生需要达到的要求，评分标准。学生自由分组、组合，组内全体对实验总体进行规划设计、再分工对各部分设计；之后再各自设计整合进行分析、仿真。

17) 资料查阅完毕，形成总体实验方案后进行方案答辩。

18) 硬件设计过程中对各部分设计与教师进行讨论，分析其精度、分辨率是否能达到设计要求，分析设计中可能存在的问题，以便于下一步的修改。

19) 软件设计与仿真过程中与教师进行讨论，分析仿真过程中的问题、分析仿真结果的可靠性。

20) 各小组内讨论设计过程中组员的参与程度、知识水平、对设计的贡献，形成组内成绩。

21) 报告提交、答辩，由组长对设计总体情况进行介绍，各成员对各自设计内容进行介绍，教师对设计的每个部分进行提问要求特定同学回答。

22) 设计报告评价，教师根据设计要求对每组设计报告进行考评，考评主要内容：文献资料应用能力，系统设计方案的合理性，设计系统的精度分辨率等技术指标，设计系统的完整性，各功能模块是否能满足设计要求，实用性如何、仿真分析的结果与可信度、报告质量、

工作量及工作态度等方面。

4. 命题要求

本课程所有综合实验项目均为一完整的检测任务或测控系统的设计。设计内容要依据课程目标设置，题目难度，工作量适中，保证同学能在规定时间内完成。

九、成绩构成和评定标准

1、本课程为实践性教学环节，成绩构成如下：

小组自评成绩 (%)	答辩成绩 (%)	报告成绩 (%)
20%	30%	50%
个人总成绩 =小组自评成绩 20%+答辩成绩 30%+报告成绩 50%		

2、评分标准

(1) 方案评审和答辩情况评分标准

“答辩成绩”由“方案审查”和“课题答辩”取平均值。

方案审查	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
评分标准	A	B	C	D	E

注：A：提出多种方案，分析、陈述清楚，正确回答提问，语言表达流畅。

B：提出方案合理，分析、陈述清楚，正确回答大部分提问，语言表达流畅。

C：提出方案合理，分析较清楚，正确回答部分提问，语言表达较流畅。

D：提出方案基本合理，正确回答少部分提问，语言表达不太流畅。

E：提出方案不合理，陈述不清楚，不能回答提问，语言表达不流畅。

答辩	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
评分标准	A	B	C	D	E

注：A：正确回答全部提问，概念准确、清楚，语言表达流畅。

B：正确回答大部分提问，概念准确、清楚，语言表达较流畅。

C：正确回答部分提问，概念较清楚，语言表达较流畅。

D：正确回答少部分提问，部分概念不清楚，语言表达不太流畅。

E：回答问题不正确，概念不清楚，语言表达不流畅。

(2) 小组自评标准

“小组自评成绩”由同组成员依据小组研讨、任务完成及团队协作等方面的情况讨论评定。

	90-100	80-89	70-79	60-69	60以下
小组研讨 (30%)	积极发言、 提出多种 解决方案	积极发言， 提出一种 解决方案	参与研讨， 能提出想 法	部分参与研讨 (一次缺席)	部分参与研讨 (多次缺席)
个人任务 完成 (50%)	完成	部分完成 (80%)	部分完成 (60%)	部分完成(50%)	未完成
团队协作 (20%)	非常好	好	较好	一般	差
总评成绩	总成绩=研讨*30%+任务完成*50%+团队*20%				

(3) 课程设计报告评分标准 (以组为单位)

“报告成绩”包含总体方案 (20%)、分析设计 (30%)、实验设计及仿真 (20%)、成果呈

现（15%）和资料收集（15%）等综合评定。

	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
总体方案（20%）	考虑设计要求全面，总体方案合理	考虑设计要求较全面，总体方案较合理	考虑设计要求，总体方案基本合理	考虑设计要求不够全面，方案不够合理	考虑设计要求不全面，方案不合理
分析设计（30%）	各单元模块工作原理分析清楚，推演计算正确，很好完成设计任务	各单元模块工作原理分析较清楚，推演计算基本正确，较好完成设计任务	各单元模块工作原理分析基本清楚，推演计算基本正确，完成设计任务一般	各单元模块工作原理分析不够清楚，推演计算存在问题。	未能完成设计任务
呈现形式（15%）	文档、绘图规范，有很好的实物呈现	文档、绘图较规范，有较好的实物呈现	文档、绘图不够规范，实物呈现一般	文档、绘图不够规范，无实物	文档、绘图质量差，无实物
实验设计（20%）	实验方案合理，结果正确	实验方案合理，结果基本正确	实验方案基本合理，结果存在一定问题	实验方案不合理	未完成实验
收集资料（15%）	资料详实、非常全面	资料详实、较全面	资料收集不够全面	资料较欠缺	资料收集差

注：因登录成绩选项的原因，各部分成绩对应以下选项。

- (1) 小组成绩（实践环节）；
- (2) 答辩成绩（课堂表现）；
- (3) 报告成绩（课程报告）。

十、教学进程

教学内容	课内学时分配
1. 布置设计任务	2 学时
2. 审核总体方案	4 学时
3. 指导设计	6 学时
4. 指导报告撰写	2 学时
5. 小组答辩	4 学时
6. 学生课下设计	14 学时
合计：	32 学时（2 周）

光电检测技术

四川大学制造科学与工程学院本科课程 《光电检测技术》教学大纲

一、课程基本信息

课程号	302923015	课程名称	光电检测技术		
学分	1.5	英文名称	Optic Detecting Technology		
总学时	24	周学时	4	上课周数	8
课程属性	<input type="checkbox"/> 必修课 <input checked="" type="checkbox"/> 选修课		考核方式		笔试
课程类别	<input type="checkbox"/> 公共基础课 <input type="checkbox"/> 通识模块课 <input type="checkbox"/> 学科基础课 <input type="checkbox"/> 专业核心课 <input checked="" type="checkbox"/> 专业选修课 <input type="checkbox"/> 实践教育课程				
使用教材	徐熙平等. 光电检测技术及应用. 机械工业出版社. 2021.5				
面向对象	测控技术与仪器, 三年级本科生				
先修课程	《工程光学》、《大学物理》、《公差配合与技术测量》				
课程负责人	尹伯彪	开课单位	机械工程学院		
大纲执笔	尹伯彪	审核	专业教学 指导组	执行时间	2023.1

二、课程简介

(一) 中文课程简介

课程为测控技术与仪器专业的专业选修课, 主要讲述光电检测系统组成: 光源、光电检测器件及其辐射信号检测的原理与方法和典型器件对应的检测电路。

课程以学科基础为宗旨, 着重讲述光电检测系统各部分组成, 及其在微弱光信号检测、外形尺寸检测、位移量检测、外观检测等方面的应用。通过本课程的学习, 使学生能利用光电检测技术的知识解决实际工程问题。

(三) 英文课程简介

This course is an optional course for the major of measurement and control technology and instrument. It mainly describes the composition of photoelectric detection system: light source, photoelectric detection device and the principle and method of radiation signal detection, as well as the detection circuit corresponding to typical devices.

The course is based on the discipline, focusing on the components of the photoelectric detection system and its applications in weak light signal detection, overall dimension detection, displacement detection, appearance detection, etc. Through the study of this course, students can use the knowledge of photoelectric detection technology to solve practical engineering problems.

三、课程目标

(一) 课程目标

课程具体目标为：

- 1、能复述光电检测器件的基本原理，理解光电检测器件的主要参数；
- 2、能针对具体待检测量，选择合理的测量方法，设计光电检测系统，选择合适的光源及光电检测器件，并分析系统性能。

(二) 课程教学环节对课程目标的支撑

课程教学环节	课程目标 1	课程目标 2
课堂理论/实验教学	√	√
互动探究	√	√
课堂测验	√	√
课外作业	√	√

四、教学内容

本课程作为测控技术及仪器专业的专业课程，学生通过本课程的学习，能够根据光电检测技术的特点，针对具体的工程问题，提出相应的光电检测方案，对该方案中的各环节选择相应的光电检测器件，并理解该系统的局限性。

1. 绪论（支撑课程目标 1）

光电检测系统的基本构成、特点、基本工作原理和基本结构形式。

要求学生：理解光电检测系统的基本构成、基本工作原理和基本结构形式。理解光电检测技术相关的参数。

2. 光电检测技术基础（支撑课程目标 2）

辐射度量和光度量的基本概念、各类光电效应以及光电器件的基本特性参数。

要求学生：能针对待检定量，选择光电检测系统的合适光学器件；理解光电器件的特性参数。

3. 光电检测器件（支撑课程目标 2）

光电导器件、光生伏特器件、光电发射器件、光电耦合器件、图像传感器等多种光电传感器的结构、工作原理、特性参数和使用方法。

要求学生：能针对待检定量，选择光电检测系统的光电探测器件。

4. 半导体发光管和激光器（支撑课程目标 2）

发光二极管、激光器等常用光电检测用光源的工作原理、特性及其应用。

要求学生：能针对待检定量，选择光电检测系统的光源。

5. 辐射信号检测（支撑课程目标 1）

辐射信号检测的方法，如直接检测、光外差检测、基于集合光学方法的光电信息变换检测、莫尔条纹检测以及空间分布光信号检测，结合实例说明如何使用调制盘检测、投影放大法、光三角法、光焦点法等进行几何量测量的原理。

要求学生：能针对待检定几何量，设计辐射信号检测的光电系统，并选择合适的光源及光电探测器件，分析系统的优缺点。

6. 光电检测系统典型电路（支撑课程目标 1）

常用的光电传感器如光敏电阻、光敏二极管、CCD 电荷耦合器件等对应的典型电路，距离说明使用可编程逻辑器件进行 CCD 驱动的方法、视频信号的二值化处理方法和光电信号常用的辨向处理和细分电路。（本章学生自学）

要求学生：能针对选定的光电检测系统，设计出合适的处理电路。

7. 微弱光信号检测（支撑课程目标 1）

光学相关检测的基本概念和应用、微弱光信号检测的原理和典型电路。

要求学生：理解相关检测技术，能根据具体待测量，选择合适的相干检测光电系统。

8-10. 外形尺寸检测（支撑课程目标 1、2）

光电检测技术在外形尺寸检测、位移量检测和外观检测方面的应用。

要求学生：能根据待测量（尺寸、位移或外观）设计或选择合适的典型光电检测系统，并能分析系统的优缺点。

11. 光纤传感器测量

光导纤维的基本知识和光纤传感器的原理及应用。

要求学生：理解光纤传感器的工作原理。

12. 光电检测技术的综合应用（支撑课程目标 1、2）

光电检测技术的综合应用，如光电多功能二维自动检测系统、曲臂光电综合测量系统、激光扫描圆度误差测量系统、飞轮齿圈总成圆跳动非接触检测系统、座圈尺寸光电非接触测量系统和管道直线度光电检测系统。

要求学生：理解典型光电检测系统组成和后续数据处理。

五、实验内容

序号	实验名称	主要内容	是否必做	学时
1	实验一：光电器件实验	实践学习光电池、光敏电阻和光敏二极管的特性参数。	必做	2

2	实验二：PSD 位移量测量	实践 PSD 的位移测量。	必做	2
---	---------------	---------------	----	---

六、参考文献

- [1]雷玉堂主编，光电检测技术，中国计量出版社，2009.6
 [2]缪加鼎主编，光电技术，浙江大学出版社，1995
 [3]周秀云等主编，光电检测技术及应用（第二版），电子工业出版社，2016.3

七、达成课程目标的途径与措施

光电检测技术是测控专业的专业选修课，其达成目标的途径和措施主要有：

1、引导学生掌握光电检测系统各组成部分的相关概念、基本理论、器件参数，利用学生感兴趣的案例，帮助学生建立光电检测技术的主要内容；

2、课堂讲授以提出实际问题、分析问题、解决问题为主，辅之习题练习，促使学生能利

基本原理和方法，解决工程实际问题；

3、多环节训练、督促检查，巩固学习成果：

(1) 作业：课后习题、教师自拟题目

(2) 实验

(3) 期末考试：内容为课程其余部分，主要涉及各部分的基本原理、基本方法和光电检测系统。

(4) 课堂练习（超星学习通）：线上回答问题统计。

4、命题要求

本课程试卷由简答题和分析计算综合题组成，其中简答题主要考核课程目标 1、2 的基本概念及其理解应用；分析计算题主要考核课程目标 1、2，即应用光电检测技术基本原理解决实际工程应用。

八、成绩构成及评分标准

1、成绩构成

课程总成绩包括五部分：“课后作业成绩”、“实验成绩”、“课堂练习”和“期末成绩”，各部分成绩占比见下表。“期末成绩”由期末考试成绩决定，按百分制给出。“课后作业成绩”由各次课后作业成绩平均分确定；“课堂成绩”为每次行课在学习通上提出问题，学生在学习通上回答，行课结束后，统计得分情况。“实验成绩”由实验表现和实验报告质量两部分组成。

考核方式	课后作业	实验成绩	课堂练习	期末考试
成绩占比	20	15	15	50
支撑课程目标	1、2	2	1、2	1、2

2、评分标准

(1) 作业评分标准

	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
正确率	正确率 \geq 90%	正确率 \geq 80%	正确率 \geq 70%	正确率 \geq 60%	正确率 $<$ 60%
作业总成绩	各次作业成绩取平均值。				

(2) “课堂练习”评分标准：根据学生提交的答案（含客观题和主观题），主观题按照作业评分标准进行计分，最终以平均分作为本项得分。

(3) 实验评分标准

	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
实验表现（40%）	完成度好	完成度较好	完成度一般	只完成部分实验	完成度差
实验报告质量（60%，从误差分析，图表格式等方面考查）	报告质量很好	报告质量好	报告质量较好	报告质量一般	报告质量差

(4) 期末考试评分标准

期末考试评分标准见每年归档材料“参考答案及评分标准”。

九、课程目标对毕业要求的支撑关系

指标点	课程目标	支撑理由
2.3 能运用相关的基本原理和文献研究，分析影响精密仪器、测控系统性能的因素，获得有效结论。	课程目标 1	教学目标中包含非相干检测和相干光检测基本原理及形式，包含激光三角法和投影法等光电测量方法。
3.3 能够设计满足特定需求的单元模块和功能部件。	课程目标 2	教学目标中涉及光源、光电探测器、光电成像器件等内容。

十、考核环节对课程目标达成的支撑

具体考核环节

课程目标	教学环节对课程目标的支撑举例
课程目标 1	在教学环节中，会对光电检测基本原理和方法进行考核。
课程目标 2	在教学环节中，会对光电检测器件的典型参数、光源和光电成像器件进行考核；对光电检测系统性能进行分析、考核。

十一、教学进程

教学内容	学时数
第一章 绪论	1
第二章 光电检测技术基础	2

第三章 光电检测器件★（含实验学时 2）	6（含 2 学时实验）
第四章 半导体发光管与激光器★	2
第五章 辐射信号检测★	3
第六章 光电检测系统典型电路	（自学）
习题课	（课外）
第七章 微弱光信号检测	（自学）
第八章 外形尺寸检测★	3
第九章 位移量检测★（含实验学时 2）	5（含 2 学时实验）
第十章 光电外观检测★	2
第十一章 光纤传感测量	（自学）
第十二章 光电检测技术的综合应用	（自学）
习题课	（课外）
合计	24

注：课外和讲授学时比例为 1.5：1。

无损检测

四川大学机械工程学院本科课程 《无损检测》教学大纲

一、课程基本信息

课程号	302927015	课程名称	无损检测		
学分	1.5	英文名称	Nondestructive Testing		
总学时	24	周学时	4	上课周数	6
课程属性	<input type="checkbox"/> 必修课 <input checked="" type="checkbox"/> 选修课		考核方式		笔试
课程类别	<input type="checkbox"/> 公共基础课 <input type="checkbox"/> 通识模块课 <input type="checkbox"/> 学科基础课 <input type="checkbox"/> 专业核心课 <input checked="" type="checkbox"/> 专业选修课 <input type="checkbox"/> 实践教育课程				
使用教材	李喜孟. 《无损检测技术》第2版. 机械工业出版社, 2024.06				
面向对象	测控技术与仪器, 三年级本科生				
先修课程	《模电》、《数电》、《电工技术》、				
课程负责人	甘芳吉	开课单位	机械工程学院		
大纲执笔	甘芳吉	审核	专业教学指导组	执行时间	2024.9

二、课程简介

(一) 中文课程简介

本课程为测控技术与仪器专业的一门专业技术选修课,主要目的是使学生对相关的无损检测知识有一定的了解,初步掌握无损检测方法的选择和检测工艺。课程主要讲授射线检测(Radiographic Testing)、超声检测(Ultrasonic Testing)、磁粉检测(Magnetic Particle Testing)、渗透检测(Penetrant Testing)、涡流检测(Eddy Current Testing)等五大常用无损检测技术,以及多种现代新兴无损检测技术,结合案例分析,使学生掌握无损检测技术的原理、方法、设备及其实际应用,并了解如何开展无损检测技术的开发和研究工作。

(二) 英文课程简介

This course is a specialized technical elective course for the major of measurement and control technology and instrument. The main purpose is to enable students to have a certain understanding of relevant nondestructive testing

knowledge, and preliminarily master the selection of nondestructive testing methods and testing processes. The course mainly teaches five common nondestructive testing technologies, including Radiographic testing, Ultrasonic Testing, Magnetic Particle Testing, Penetrant Testing, Eddy Current Testing, as well as a variety of modern emerging nondestructive Testing technologies. In combination with case analysis, students can master the principles, methods Equipment and its practical application, and understand how to carry out the development and research of nondestructive testing technology.

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的教学，达到如下目标：

1. 能够解释无损检测方法的基本概念和相关专业术语。
2. 能够比较常用基本无损检测技术的原理、特点、适用范围、成本等，能复述新型发展中的无损检测新技术（激光全息、电位降技术、声发射、红外无损检测技术等）的基本情况。
3. 能够根据特定被测对象选用合适的无损检测方法，并对无损检测工程实践所涉及的健康、法律、安全等问题，具备初步的分析和判断能力。
4. 能够复现无损检测的一般操作步骤及缺陷解释和评定方法，具备分析影响仪器检测精度因素的能力。
5. 能够深刻认识到射线检测的危害性，具备射线防护、放射源安全管理等方面的法律强制性的理念。
6. 能运用横波、纵波、板波、表面波等的机理和特性，针对固体、液体、气体等被测对象，选择或者设计合适的超声波探头；具备利用 MATLAB 软件对超声波传播路径进行仿真模拟的能力。
7. 能够根据被测对象，选择超声波 A 扫、B 扫和 C 扫的缺陷显示方法，具备脉冲反射法的应用能力，并对缺陷检测结果做出评价；能够记忆磁畴、磁滞回线、退磁场和漏磁场的概念，并复述磁粉检测的基本操作步骤和磁化规范。
8. 能针对测控领域的复杂工程问题，在设计或选择无损检测仪器、设计或者组织无损检测实验过程时，能够根据无损检测的原理、实现手段、结合环境因素、经济因素等，设计最佳方案，并做出可行性评价。

(二) 课程教学方法对课程目标的支撑

课程教学方法	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4	课程目标 5	课程目标 6	课程目标 7	课程目标 8
课堂理论 / 实验教学	√	√	√	√	√	√	√	√
互动探究	√	√	√	√		√		√
课堂测验	√	√	√	√	√		√	
课外作业	√	√	√	√		√		
拓展学习		√	√	√				√
线上线下载评价	√	√	√	√	√			√
翻转课堂					√	√		√

四、教学内容

本课程是测控技术与仪器专业本科生的专业选修课，通过本课程的学习，培养学生熟悉和掌握各种常规无损检测技术（超声波、射线、磁粉和渗透检测等技术），具备应用各种无损检测技术的初步能力。

第一章：概述（支撑课程目标 1）

1. 无损检测的概念和意义；
2. 材料和构件中的缺陷，包括焊接缺陷、铸件缺陷、钢管及板材缺陷等；
3. 常用无损检测方法的介绍，特点和选用标准；

要求学生：能解释无损检测的相关专业术语；能区分不同构件内常见的缺陷类型，能根据被测构件初步选用无损检测方法。

第二章：射线检测（支撑课程目标 1、2）

1. 射线的产生及性质；射线的种类。
2. 衰变及不同种类射线的穿透能力及透射强度的计算。
3. 光子与物质的相互作用。
4. 射线检测的方法（照相法、电离检测法、荧光屏直接观察法和电视观察法）。
5. 黑度、几何不清晰度、固有不清晰度、有效透照区、曝光量、曝光系数的概念。
6. 平板工件透照技术、变截面工件透照技术、焊缝透照技术。
7. 常见缺陷的影像特征及质量评定。
8. 射线防护，包括屏蔽防护法、距离防护法、时间防护法。

要求学生：能正确掌握不同种类的射线所具备的特性，能根据被测构件选用合适的射线源及射线检测方法；能初步掌握常见缺陷的影响特征并对缺陷做出评价，能理解射线防护中所涉及的放射源的管理、运输、使用过程中的法律强制性和对人体健康、环境等防护的重要性。

第三章：超声检测（支撑课程目标 1、4、5）

1. 超声波的概念及特点；能够掌握纵波、横波、表面波、板波、平面波、柱面波、球面波等的概念和性质。

2. 超声波的产生和接收，包括压电超声波、电磁超声波和激光超声波。

3. 超声波的叠加、干涉、衍射。

4. 超声波在介质中的传播特性，超声波垂直入射到平界面上的反射、折射及波形转换，超声波的聚焦和发、超声波在传播过程中的衰减。

5. 超声波 A 扫、B 扫和 C 扫的概念和性质。

6. 超声波探头的分类，直探头、斜探头、表面波探头、板波探头，可变角探头、双晶探头、水浸探头和聚焦探头。

7. 超声波探伤方法分类及特点，脉冲反射法和穿透法、斜角探伤法、液浸探伤法等。

8. 缺陷的定位、定量与定性分析，典型缺陷的超声波回波信号的分析。

要求学生：掌握超声波的基本概念及分类，能根据被测构件选择合适的超声波检测方法；能根据测试信号对缺陷进行定性分析和初步的定量分析；能对超声波的反射角、折射角等进行计算，并能够根据超声波声速与温度、材料的关系对缺陷检定进行修正。

第四章：磁粉检测（支撑课程目标 1、2、3）

1. 磁粉检测的基本概念，磁粉检测的适用范围，磁粉检测的特点；

2. 磁粉检测的物理基础，磁场的基础物理特性，磁畴，磁滞回线，退磁场与漏磁场等；

3. 漏磁场强度与外加磁场强度、缺陷的位置形状、被检表面覆盖面以及材料状态的关系；

4. 磁粉探伤机、磁粉与磁悬浮液、磁粉检测灵敏试片的特点及适用范围；

5. 磁粉检测操作基本步骤。

6. 磁化方法及磁化规范。

要求学生：能掌握磁粉检测的基本方法、操作流程等，会根据实际不同的被测构件选定合适的磁粉检测器材，能深刻理解磁粉检测的物理基础。

第五章：渗透检测（支撑课程目标 1、4）

1. 渗透检测的概念及特点。

2. 渗透检测的基本过程。

3. 表面张力和表面张力系数，润湿现象及毛细现象。

4. 渗透检测中的光学基础知识，包括可见光和紫外线、光致发电、可见度和对比度等。

5. 渗透检测试剂和去除试剂。

6. 渗透检测的时机选择、工艺基本步骤。

7. 渗透显示及裂纹检出能力。

要求学生：能掌握渗透检测所需的物理化学基础和光学基础知识、掌握渗透检测的基本操作流程，能根据显影对缺陷进行评估。

第六章：其它无损检测技术简介（支撑课程目标 1、5）

1. 涡流检测技术。

2. 电位降技术。

3. 声发射检测技术。

4. 激光全息检测技术。

要求学生：掌握涡流检测技术和电位降技术的基本原理及工作流程，深入理解声发射检测技术和激光全息检测技术的基本概念。

五、实验内容

序号	实验名称	主要内容	是否必做	学时
1	实验一 磁粉探伤	利用磁粉探伤仪，对金属构件进行缺陷检测	必做	2
2	实验二 超声波斜探头 金属平板探伤	采用压电超声斜探头对带有裂纹的金属平板进行探伤，分析超声波回波信号与缺陷尺寸之间的关系。	必做	2

六、参考文献

主要参考书：

- [1] 刘贵民等编著《无损检测技术》，国防工业出版社，2016
- [2] 李喜孟主编《无损检测》，机械工业出版社，2015
- [3] 夏纪真编著《无损检测导论》，中山大学出版社，2016

七、课程目标对毕业要求的支撑关系

毕业要求指标点	课程目标	支撑度	支撑理由
1.1 能运用数学、自然科学、工程基础和专业知识表述精密仪器、测控系统的工程问题。	课程目标 7/8	L	教学目标 7、8 中涉及无损检测系统基本概念和理论；在工程中选取、设计无损检测方案所涉及的工程问题。。
2.3 能运用基本原理和文献研究，分析影响测控装置性	课程目标 1/2/4/6/7	L	教学环节“小组研讨+PPT展示”中，要求学生就某一种新型无损检测技

能的因素，证实问题分析的合理性。			术，查阅文献，详细表述其工作原理，分析影响测试信号质量、缺陷评判的因素，并通过案例进行说明。。
3.2 能够在安全、环境、法律等现实约束条件下，对多种设计方案的可行性、新颖性进行论证，优选出合理的解决方案。	课程目标 3/5/8	L	在期末考试最后的设计类题目中，要求学生在考虑安全、环境等约束条件下，比较、分析各类无损检测技术，最终选取合适的解决方案。。
5.2 能够合理运用 MATLAB、SolidWorks 等专业技术工具对复杂工程问题中的关键部分进行计算、仿真、模拟、分析与预测；	课程目标 4/6/8	L	教学环节“实验”中，需对实验结果进行分析、处理，得出合理有效的结论。
12.1 关注与机械工程相关的精密仪器、测控系统的整体状态与发展趋势，了解新技术、新原理、新方法的应用，清楚科学发现对测量科学和仪器科学的重大促进作用；	课程目标 2/3/5/8	L	在课堂案例分析中，要求同学分组讲解某一种新无损检测技术。

注：H 表示课程为强支撑课程。L 表示课程为弱支撑课程。

八、教学及考核环节对课程目标达成的支撑

本门课程的考核环节包含课堂教学、课后研讨和实验教学等。课堂教学考核由平时作业、单元小测验、阶段性考试、期末考试及小组研讨等组成；实验教学通过课程实验完成情况及实验报告完成情况进行评分。各个环节考核结果，再结合课程学习的问卷调查可综合评定课程目标的达成情况。以下对主要考核环节如何支撑课程目标作了说明。

课程目标	教学及考核环节对课程目标的支撑
课程目标 1：能够解释无损检测方法的基本概念和相关专业术语。	在小组研讨、课后作业中，都要求学生对其某种无损检测的概念、基本原理、实现方式等，使用规范的专业术语进行叙述和解释。
课程目标 2：能够比较常用基本无损检测技术的原理、特点、适用范围、成本等，能复	在期末考试的设计类题目中，需要学生综合分析所学的各类无损检测技术的原理、特点、适用范围、成本，结合具体使用环境，选择恰当的无损检测方法，解决

<p>述新型发展中的无损检测新技术（激光全息、电位降技术、声发射、红外无损检测技术等）的基本情况。</p>	<p>实际工程问题。通过考试分数可以评价课程目标 2 的达成情况。</p>
<p>课程目标 3：能够根据特定被测对象选用合适的无损检测方法，并对无损检测工程实践所涉及的健康、法律、安全等问题，具备初步的分析和判断能力。</p>	<p>在小组研讨、期末考试中，相应的简答题和分析设计题，都涉及各类无损检测方法所涉及的健康、法律、安全等问题，同时在实验课环节，也要求学生关注上述问题。通过考试分数结合实验报告可以评价课程目标 3 的达成情况。</p>
<p>课程目标 4：能够复现无损检测的一般操作步骤及缺陷解释和评定方法，具备分析影响仪器检测精度因素的能力。</p>	<p>在实验课环节，学生需严格按照超声波和磁粉检测的操作步骤和规程，对缺陷进行检测。根据实验数据，对缺陷进行分析判断。在实验报告中，需分析影响检测精度的原因。</p>
<p>课程目标 5：能够深刻认识到射线检测的危害性，具备射线防护、放射源安全管理等方面的法律强制性的理念。</p>	<p>在小组研讨以及期末考试中，学生若选择射线检测技术对构件进行无损检测，需分析射线检测技术是否符合检测环境的安全要求，采取何种保护措施等。通过小组研讨报告以及考试成绩可以评价课程目标 5 的达成情况。</p>
<p>课程目标 6：能运用横波、纵波、板波、表面波等的机理和特性，针对固体、液体、气体等被测对象，选择或者设计合适的超声波探头；具备利用 MATLAB 软件对超声波传播路径进行仿真模拟的能力。</p>	<p>在课后作业、小组研讨、期末考试、课程实验环节，都设置了关于超声波无损检测技术的相关题目，通过课后作业成绩、小组研讨报告、期末考试相关题目得分、实验报告等，可以评价课程目标 6 的达成情况。</p>
<p>课程目标 7：能够根据被测对象，选择超声波 A 扫、B 扫和 C 扫的缺陷显示方法，具备脉冲反射法的应用能力，并对缺陷检测结果做出评价；能够记忆磁畴、磁滞回线、退磁场和</p>	<p>在课后作业、小组研讨、期末考试，都设置了关于超声波无损检测技术、漏磁检测的相关题目，通过课后作业成绩、小组研讨报告、期末考试相关题目得分、实验报告等，可以评价课程目标 7 的达成情况。</p>

漏磁场的概念，并复述磁粉检测的基本操作步骤和磁化规范	
课程目标 8：能针对测控领域的复杂工程问题，在设计或选择无损检测仪器、设计或者组织无损检测实验过程时，能够根据无损检测的原理、实现手段、结合环境因素、经济因素等，设计最佳方案，并做出可行性评价	期末考试最后一道设计类题目，要求学生某特殊、复杂的待测对象，设计出合理可行的无损检测方案，并应充分考虑经济、环保、健康等因素。通过该考题的成绩可以评价课程目标 8 的达成情况。

九、达成课程目标的措施

达成课程目标的措施主要有：

1. 采用“大班授课、小组研讨”的方式进行授课。布置学生研讨题和课后作业题；学生按每组 4~6 人分为若干小组，由研讨小组组长负责组织小组成员开展多种形式的学习活动，包括查阅相关资料、研讨题讨论、平时作业讨论及进行实验等。课程结束后，组长组织小组成员根据组员参加实验、研讨和完成作业及上课出勤的情况评定小组成绩。

2. 学生参与评价。小组研讨汇报时，每个组的组长都是评价组成员，根据各个小组汇报内容进行评价打分，提高学生参与的积极性。

3. 每章结束后布置难度较大的课后作业以及课堂研讨环节。

4. 采用新的教学评价和考核方式。将标准答案考试与非标准答案考试相结合，教师评价与学生评价相结合，以多元化的学习过程评价机制将学生的学习积极性充分调动起来。成绩构成和评分标准详见第八点。

十、成绩构成及评分标准

1. 成绩构成

课程总成绩包括三个部分：“平时成绩”、“期末成绩”和“实验成绩”，各部分成绩占比见下表。“期末成绩”由期末卷面考试成绩决定，按百分制给出，占“总成绩”的 50%；“平时成绩”由小组研讨、平时作业的平均分确定，占“总成绩”的 30%；“实验成绩”由实验表现和实验报告质量两部分组成，占“总成绩”的 20%。

成绩 占比	平时成绩（小组研讨+作业）	期末考试（期末卷面考试成绩）	实验 (20%)
100%	30%	50%	20%

2. 评分标准

(1) 作业评分标准

	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
正确率	正确率 \geq 90%	正确率 \geq 80%	正确率 \geq 70%	正确率 \geq 60%	正确率 $<$ 60%
作业总成绩	各次作业成绩取平均值。				

(2) 期末考试按百分制计分，详见试题评分标准。

(3) 小组研讨评分标准

	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
报告完成度(教师按组评定, 60%)	报告格式规范, 研讨内容表达清楚, 分析结果正确合理。	报告格式规范, 研讨内容表达较清楚, 大部分分析结果正确	报告格式较规范, 研讨内容表达基本清楚, 分析结果基本正确	报告格式不够规范, 研讨内容表达不够清楚, 小部分分析结果正确	报告格式不规范, 研讨内容表达不清楚, 分析结果基本不正确
小组评分(40%)	小组评分包含出勤, 参与研讨及个人贡献等情况。小组成绩体现差异性。				
总分	研讨总成绩 = 研讨报告成绩*60%+小组成绩*40%				

(4) 实验评分标准

	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
实验表现(40%)	完成度好	完成度较好	完成度一般	只完成部分实验	完成度差
实验报告质量(60%)	报告质量好	报告质量较好	报告质量一般	报告质量一般	报告质量差

十一、教学进程

教学内容	学时数
1 概述	1 学时
2 射线检测	4 学时
3 超声检测	5 学时
4 磁粉检测	4 学时
5 渗透检测	2 时
6 其它无损检测技术简介	4 时

合计	20 学时
----	-------

注:

1. 本门课程共计 24 学时, 其中授课共计 20 学时, 实验 4 学时。

机器视觉原理及应用（全英文）

四川大学机械工程学院本科课程

《机器视觉原理及应用（全英文）》教学大纲

一、课程基本信息

课程号	302944020	课程名称	机器视觉原理及应用（全英文）		
学分	2	英文名称	Machine Vision Principle and Applications		
总学时	32	周学时	4	上课周数	8
课程属性	<input type="checkbox"/> 必修课 <input checked="" type="checkbox"/> 选修课		考核方式		笔试
课程类别	<input type="checkbox"/> 公共基础课 <input type="checkbox"/> 通识模块课 <input type="checkbox"/> 学科基础课 <input type="checkbox"/> 专业核心课 <input checked="" type="checkbox"/> 专业选修课 <input type="checkbox"/> 实践教育课程				
使用教材	《Digital Image Processing Using MATLAB》, Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, Steven L. Eddins				
面向对象	测控技术与仪器专业，三年级本科生				
先修课程	《微积分》、《线性代数》、《大学英语》、《大学物理》等				
课程负责人	黄玉波	开课单位	机械工程学院		
大纲执笔人	黄玉波	审核	专业教学 指导组	执行时间	2026. 1

二、课程简介

（一）中文课程简介

本课程为测控技术与仪器专业的专业选修课，课程内容主要涉及机器视觉系统及数字图像处理相关的基本概念、基本原理及典型应用。

针对检测与计量领域的应用需求，本课程着重讲授机器视觉系统的概念与构成、数字图像的定义及生成原理、以及图像增强、几何变换、边缘提取、图像二值化、形态学操作等常用图像处理方法的基本原理及应用实践，使学生建立机器视觉的整体概念，并能在理解基本原理的基础上将理论知识应用于工程实践。此外，介绍了基于机器学习的图像处理相关的基础知识，拓宽学生眼界的同时，让学生紧跟前沿技术。

（二）英文课程简介

This course is a specialized elective course for the major of measurement & control technology and instrument. The course content mainly involves basic concepts, basic principles and typical applications related to machine vision system and

digital image processing.

For requirements in the field of detection and measurement, this course focuses on concept and structure of machine vision systems, the definition and generating principle of digital images, and basic principle and typical applications of commonly used image processing methods such as image enhancement, geometric transformation, edge detection, image binarization and morphological operation. Consequently, the students can establish the overall concept of machine vision and apply theoretical knowledge to engineering practice based on the understanding of basic principles. In addition, the basic knowledge of image processing based on machine learning is introduced to broaden students' horizon and keep them abreast of cutting-edge technologies.

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习，学生

- 1、知道与机器视觉系统、数字图像及图像处理相关的术语及其概念，知道机器视觉系统的基本构成，并能对具体工程应用进行分析；
- 2、知道与数字图像及图像处理相关的基本概念和术语的英文表述；
- 3、能解释基本图像处理操作的原理并将具体图像处理问题归到某一类；
- 4、能应用 Matlab 软件的相关图像处理函数实现基本的图像处理操作，能针对具体的图像处理问题应用 Matlab 函数进行实验，并能合理解释输出结果；
- 5、能基于本课程所学基础以及进一步学习读懂视觉系统及图像处理相关的英文科技文献；
- 6、能应用本课程所学知识以及进一步学习解决视觉系统及图像处理相关的工程问题。

(二) 课程教学方法对课程目标的支撑

课程教学方法	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4	课程目标 5	课程目标 6
课堂理论教学	√	√	√	√	√	√
实验教学			√	√		
课后作业			√	√		√
小论文	√	√			√	√
课堂互动及考核	√	√			√	
拓展学习	√				√	√

四、教学内容

第一章 机器视觉系统概述及基本概念（支撑课程目标 1、2、4、5、6）

机器视觉系统的概念、应用及组成；数字图像的概念及特点；色彩空间及数字图像的生成；数字图像的格式及类型；数字图像在 Matlab 中的读写显示及类型转换。

要求学生：知道与机器视觉系统、数字图像及图像处理相关的概念及含义，能在 Matlab 软件中读、显示、保存图像及进行类型转换。

第二章 图像的基本运算及应用（支撑课程目标 2、4、5、6）

图像点运算、代数运算、逻辑运算和几何运算的原理及在 Matlab 中的实现；图像基本运算的应用及其在 Matlab 中的实现；图像增强的概念及实现。

要求学生：理解图像基本运算的原理，能在 Matlab 软件中应用相关函数进行图像运算，能运用不同的算法实现图像增强。

第三章 图像的邻域操作及图像滤波（支撑课程目标 2、3、4、5、6）

图像邻域、图像中的波和卷积的概念；图像的邻域操作、图像的卷积和滤波的原理；图像滤波的应用及其在 Matlab 中的实现。

要求学生：理解图像邻域操作和图像滤波的原理，能在 Matlab 中应用相应函数实现图像滤波。

第四章 图像分割及形态学操作（支撑课程目标 2、3、4、5、6）

图像边缘的概念、边缘检测的原理、算子及在 Matlab 中的实现；图像二值化的概念及实现方法；基本的图像形态学操作原理、应用及其在 Matlab 中的实现。

要求学生：能理解图像边缘检测、二值化及基本的形态学操作原理，并能在 Matlab 中应用相关函数实现上述操作。

第五章 机器学习基础知识（支撑课程目标 3、5、6）

机器学习的概念及基本原理；神经网络和深度学习的概念及原理；卷积神经网络的原理及应用。

要求学生：能理解机器学习的概念及原理，理解卷积神经网络在机器视觉相关方面的应用。

五、实验内容

序号	实验项目名称	内容提要	学时分配	支撑课程目标	是否必做
1	图像的基本运算及图像增强	实现图像在 Matlab 中的读写、显示；格式、类型的转换；基本运算的实现；基本图像增强方法的运用。	2	课程目标 3、4	必做
2	图像滤波、边缘检测及图像二值化	实现图像在 Matlab 中的邻域操作；滤波操作；边缘检测；二值化及基本的形态学操作。	2	课程目标 3、4	必做

*注：实验内容详情见课程实验大纲及实验指导书

六、参考文献

- [1] Image processing toolbox, Matlab help documentation
- [2] Image Processing, Analysis, and Machine Vision, Milan Sonka, Vaclav Hlavac, Roger Boyle, Cengage Learning, 2014
- [3] 《MATLAB 应用图像处理》第二版, 胡晓军、徐飞, 西安电子科技大学出版社, 2011
- [4] 数字图像处理与机器视觉: Visual C++与 Matlab 实现 (第 2 版), 张铮等, 人民邮电出版社, 2014

七、课程目标对毕业要求的支撑

毕业要求指标点	课程目标	支撑度	支撑理由
2.2 能正确表达精密仪器、测控系统复杂工程问题, 认识到问题分析有多种方法, 能够提出解决复杂工程问题的多种工作原理并能正确解释。	课程目标 1、6	L	课程目标 1 涉及机器视觉系统的组成及针对具体工程问题的应用; 课程目标 6 能将本课程所学知识应用于解决视觉系统及图像处理相关的工程问题。
4.2 通过实验获取有效数据, 对实验数据进行分析 and 解释, 通过信息综合得到合理有效的结论。	课程目标 3、4	L	课程目标 3 能解释基本图像处理操作的原理, 以及对具体图像处理问题的分析; 课程目标 4 涉及进行基本的图像处理操作, 并解释输出结果。
5.2 能够合理运用 MATLAB、SolidWorks 等专业技术工具对复杂工程问题中的关键部分进行计算、仿真、模拟、分析与预测。	课程目标 4	L	课程目标 4 涉及应用 MATLAB 软件进行基本的图像处理操作, 并解释输出结果。
10.3 具备外语交流能力, 关注相关行业的国际状况, 能够在跨文化背景下就复杂工程问题进行沟通和交流。	课程目标 2、5	H	课程目标 2 知道与数字图像及图像处理相关的基本概念和术语的英文表述; 课程目标 5 能将本课程所学基础应用于读懂视觉系统及图像处理相关的英文科技文献。

注: H 表示课程为强支撑课程。L 表示课程为弱支撑课程。

八、考核环节对课程目标的支撑

本课程对学生进行全过程学业评价, 考核环节包含了教学的各个环节: 课堂上应用智慧教学平台进行互动并通过所记录的数据考查学生的课堂参与度; 应用平台发放课后作业考查学生的学习过程; 课带实验考查学生的编程及实践能力, 根据实验过程及实验报告进行综合考查; 小论文在拓宽学生眼界的同时考查学生的理解能力及英语书面表达能力; 期末考试综合考查学生对知识点的理解及应用。下表对主要考核环节如何支撑课程目标进行说明。

课程目标	考核环节对课程目标的支撑举例
------	----------------

课程目标 1	主要通过期末考试的简答题对基础知识进行考核，此外，课堂上随知识点讲解而进行的互动以及实验环节也帮助学生理解及记忆基本概念。
课程目标 2	通过全英文课堂培养学生对专业英文术语的理解及表述能力，期末考试要求全英文答题进行相应考核。
课程目标 3	主要通过课后作业、实验及期末考试的分析题来巩固及考查学生对图像处理操作原理的理解及应用。
课程目标 4	课带实验及课后作业培养及考查学生应用 Matlab 软件中相关图像处理函数解决具体问题的能力。
课程目标 5	主要通过英文小论文的撰写及期末考试的翻译题来培养及考查学生理解及应用英文文献的能力。
课程目标 6	英文小论文的撰写需要学生研读相关科技文献并进行归纳总结，结合期末考试中分析应用题来培养及考查学生进一步学习及解决工程问题的能力。

九、达成课程目标的措施

达成课程目标的途径和措施主要有：

1. 通过问卷、课堂反馈等手段了解学生的语言背景及需求，从预习环节、课堂到课后全过程帮助学生理解课程内容；
2. 合理选择和运用启发式、互动式、讨论式等教学手段，应用具体实例加强学生对基本原理的理解及对图像处理方法的运用，应用学习通 App 等现代教育辅助手段实施教学环节，有效调动课堂气氛，并实时记录过程数据；
3. 提升语言意识，运用多层次的语言准确传达教学内容，采用“三明治”沟通法开展师生互动，通过“正面评价+建议或批评+正面鼓励”的交流方式增强学生的沟通欲望，提升学生的课程参与度；
4. 全方位、全过程地评估和考核学生的课程学习效果，并对考核结果进行分析，总结经验 and 不足，对课程进行持续改进；
5. 命题要求：本课程采用全英文试题进行期末考核，试题由问答题、英译汉和分析计算题三部分组成。其中英文问答题占比 35-45%，主要考核课程目标 1、2、3；英译汉占比 25-30%，主要考核课程目标 2、5；分析计算题占比 25-35%，主要考核课程目标 3、6；课程目标 4 通过实验及课后作业进行考核。

十、成绩构成及评分标准

1. 成绩构成

课程总成绩包括五部分：“课堂参与度”、“课后作业”、“实验”、“小论文”和“期末考试”。课堂上应用智慧教学平台进行互动并通过所记录的数据考查学生的“课堂参与度”；“实验”成绩由实验过程表现和实验报告质量两部分组成；“小论文”根据学生所归纳总结

内容的合理性、英文表达的条理性和准确性、以及文档的规范性评分。各部分成绩占比见下表。

考核方式	课堂参与度	课后作业	实验	小论文	期末考试
所占成绩比例	15%	10%	15%	10%	50%

2. 评分标准

(1) 作业评分标准：根据学生的处理结果判断对任务的完成度，结合所提交的代码及相应的注释考查作业的质量及规范性。取三次作业的平均分作为最终的课后作业得分。

(2) 课堂参与度评分标准：根据学生出勤、在课堂上参与互动、答题等表现给分。通过学习通所记录的数据及教学过程记录表获得。

(3) 小论文评分标准：根据学生所归纳总结内容的准确性和合理性、英文表达的条理性和准确性、以及文档的规范性等方面综合评分。

(4) 期末考试评分标准见每次期末考试相应的“参考答案及评分标准”。

(5) 实验评分标准：

	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
实验过程表现（50%）	完成度好	完成度较好	完成度一般	只完成部分实验	完成度差
实验报告质量（50%）	报告质量很好	报告质量好	报告质量较好	报告质量一般	报告质量差

十一、教学进程

教学内容	学时数
1 机器视觉系统概述	3
2 数字图像的基本概念及色彩空间	3
3 数字图像的格式及类型	1
4 数字图像在 Matlab 中的读写、显示及类型转换	2
5 图像的基本运算及图像增强	3
实验 2 图像的基本运算及图像增强	2
6 图像的几何运算和空间变换	3
7 图像的邻域操作	3
8 图像滤波	3
9 图像的边缘检测	2
10 图像的二值化	1

11 图像的形态学操作	2
实验 2 图像滤波、边缘检测及图像二值化	2
12 机器学习基础知识	2
合计：课堂授课学时+实验学时	32

课内外时间约为 1:1.0~1.5 学时。

四川大学机械工程学院本科课程

《现代分析仪器与测试技术》教学大纲

一、课程基本信息

课程号	302378010-01	课程名称	现代分析仪器与测试技术		
学分	1	英文名称	Modern analytical instruments and testing technology		
总学时	16	周学时	2	上课周数	8
课程属性	<input type="checkbox"/> 必修课 <input checked="" type="checkbox"/> 选修课		考核方式		考察
课程类别	<input type="checkbox"/> 公共基础课 <input type="checkbox"/> 通识模块课 <input type="checkbox"/> 学科基础课 <input type="checkbox"/> 专业核心课 <input checked="" type="checkbox"/> 专业选修课 <input type="checkbox"/> 实践教育课程				
使用教材	课程讲义				
面向对象	测控技术与仪器，三年级本科生				
先修课程	无要求				
课程负责人	王旭	开课单位	机械工程学院		
大纲执笔	王旭	审核	专业教学 指导组	执行时间	2023.1

二、课程简介

(一) 中文课程简介

《现代分析仪器与测试技术》是测控技术与仪器专业的选修课。本课程涉及测控技术与仪器、生命科学、分析化学、公共卫生等多个学科和专业的知识结合与交叉。向学生介绍现代仪器分析方法、分析仪器原理结构以及分析仪器研发的基础理论和实验技能，以提高每个学生的科学素养为总目标，课程内容重视探究性，紧跟学科发展前沿。通过本课程的学习，学生将对科学仪器研发及应用产生浓厚兴趣，增进对精密分析仪器的原理性探究，不断增强创新意识和实践能力。

(二) 英文课程简介

The cutting-edge technology of modern analytical instruments and testing technologies would be introduced:

1. Brief introduction of analytical instruments, including basic concepts, history, basic principles and development progress;
2. Recent development and application of mass spectrometry technology and instruments;
3. Biosensor detection technology and its application;
4. Research progress and application of laser spectrum;
5. The frontier of medical analysis technology, disease screening methods and instruments.

三、课程目标

(一) 课程目标

本课程的主要目标是：

- 1、能够解释各种分析仪器的基本工作原理，基本结构，能够正确对应不同分析仪器及其应用领域，针对实际工程问题或用户需求，选择恰当的分析测试原理与测控技术，提出合理解决方案；
- 2、通过课堂学习及文献检索阅读等手段，较为全面的认识分析仪器发展前沿及趋势；
- 3、能够通过对现代分析仪器原理、应用的学习和分析，进一步认识所涉及分析化学、生命科学等学科的基础知识及基本概念，强化交叉学科之间的知识衔接；
- 4、能够在树立严谨的科学研究态度的同时，建立新工科背景下良好的现代工程观，认识到现代工程科学、工程技术、职业道德及价值取向与社会、经济、文化、生态的交叉融合、协调建构的意义和必要性。

(二) 课程教学方法对课程目标的支撑

课程教学方法	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4
课堂理论/实验教学	√	√	√	√
课堂问答	√	√		
课后作业	√	√	√	
期末考察	√	√	√	√

四、教学内容

本课程主要围绕但不局限于以下几点，扩展讲解现代分析仪器前沿技术：

1. 仪器分析概述
2. 原子发射光谱
3. 原子吸收、原子荧光光谱
4. 质谱
5. 色谱
6. 分析仪器前沿、进展与重要意义
7. 基于等离子体的分析技术与仪器

五、实验内容

序号	实验名称	主要内容	支撑课程目标	是否必做	学时
1	参观实验	现场参观了解激光诱导击穿光谱分析系统，质谱分析系统等分析仪器装置、系统或实验平台。	课程目标1、2、3	必做	2

六、参考文献

- [1] Principles of instrumental analysis, Skoog, Douglas A., F. James Holler, and Stanley R. Crouch. Cengage learning, 2017.
- [2] 仪器分析, 胡坪, 高等教育出版社, 2019;
- [3] 质谱 (第2版), Jürgen H. Gross, 科学出版社, 2012;
- [4] 激光诱导击穿光谱分析技术及其应用, 段忆翔, 科学出版社, 2016;
- [5] 化学与生物传感器, 赵常志, 科学出版社, 2015.

七、课程目标对毕业要求的支撑关系

毕业要求指标点	课程目标	支撑度	支持理由
3.1 能够根据用户及社会需求明确需要解决的复杂工程问题, 提出设计目标、确定设计任务;	1	L	课程目标1要求学生通过对分析仪器及技术原理的掌握, 面向实际问题提出合理解决方案。
7.1 理解环境保护和社会可持续发展的内涵并具有环境保护相关法律法规知识;	4	L	支撑本课程目标的教学环节通过对实际案例的分享与分析, 促进学生对于环境保护及可持续发展内涵的理解。
9.1 能主动与不同学科背景的个体及团队合作开展工作;	3	L	课程目标3关注学生在跨学科知识的学习和储备, 强化学生不同学科之间的知识衔接, 为与不同学科背景的个体及团队合作打好基础。

12.1 关注与机械制造相关的精密仪器、测控系统的整体状态与发展趋势，了解新技术、新原理、新方法的应用，清楚科学发现对测量科学和仪器科学的重大促进作用；	2	L	本课程重点面向前沿分析、测量技术及发展历史，同时培养学生收集资料、文献整理及总结、展示能力。
--	---	---	--

八、教学环节对课程目标的支撑

课程目标	教学环节对课程目标的支撑
1. 能够解释各种分析仪器的基本工作原理，基本结构，能够正确对应不同分析仪器及其应用领域，针对实际工程问题或用户需求，选择恰当的分析测试原理与测控技术，提出合理解决方案；	通过讲授及视频分享进行基本知识教学，通过案例分析及课堂提问的手段促使学生分析、思考对所学知识的合理应用，在期末报告中要求学生某一技术进行基本原理及应用领域描述。
2. 通过课堂学习及文献检索阅读等手段，较为全面的认识分析仪器发展前沿及趋势；	利用两节课程介绍分析仪器前沿进展，在期末报告中也要求学生某一分析仪器分支技术进行发展现状综述。
3. 能够通过对现代分析仪器原理、应用的学习和分析，进一步认识所涉及分析化学、生命科学等学科的基础知识及基本概念，强化交叉学科之间的知识衔接；	在教学过程中补充其他学科的基本知识及概念，在课后作业中考察学生掌握情况，在期末报告中也要求学生对所综述的仪器分析技术中涉及其他学科的知识内容进行阐述。
4. 能够在树立严谨的科学研究态度的同时，建立新工科背景下良好的现代工程观，认识到现代工程科学、工程技术、职业道德及价值取向与社会、经济、文化、生态的交叉融合、协调建构的意义和必要性。	在课堂提问中通过让学生分析相关案例，引导学生思考本课程目标中所涉及内容及基本思想。并要求学生在期末报告中体现对相关内容的理解。

九、达成课程目标的途径与措施

达成目标的途径和措施主要有：

1. 安排课前预习，要求学生通过各种信息、文献检索途径预先了解课程相关内容的研究背景、国内外研究现状、各种技术的特点及应用范围。防止出现因本课程内容学科背景复杂，学科跨度较大，学生短时间内对相关知识接受较慢的问题。

2. 课堂授课注重交叉学科基本知识的补充，通过提供阅读材料引导学生自主学习，拓展学生知识范围，强化学科交叉之间的知识衔接。

3. 课堂授课注重讲解各种分析仪器设计、研发思路，启发学生分析测控技术在分析仪器中所起到的关键作用，鼓励学生评价技术方案，提高学生分析问题的能力。

4. 针对现实需求或实际案例，组织学生进行方案设计和讨论，由教师点评讨论结果，特别注意针对学生容易轻视的新技术的应用对自然环境、可持续发展和社会、健康、安全的影响等非技术因素的考虑，提高学生解决实际问题能力和专业交流表述能力。

5. 采用包括课堂提问、课后作业，小组讨论、平时报告、期末报告等多环节考查手段形成成绩评定，全面真实地综合评价学生的学习效果

6. 命题要求

本课程期末报告综合考察课程目标 1-4，成绩评定依据以下标准：其中对课程目标 1 的考核占比 15%，对课程目标 2 考核占比 45%，对课程目标 3 考核占比 15%，对课程目标 4 考核占比 25%。

十、成绩评定

1、成绩构成

考核方式	课堂表现	课后作业	期末报告
成绩占比	25%	30%	45%
对应课程目标	1、2、3、4	1、2、3	1、2、3、4

2、评分标准

(1) 作业评分标准

	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
正确率	正确率 \geq 90%	正确率 \geq 80%	正确率 \geq 70%	正确率 \geq 60%	正确率 $<$ 60%
作业总成绩	各次作业成绩取平均值。				

(2) 期末报告成绩按百分制计算，详见期末报告评分标准。

十一、教学进程

周次	教学内容	学时分配		
		讲授	习题课	实验
1	仪器分析概述	2		
2	原子发射光谱	2		
3	原子吸收、原子荧光光谱	2		
4	质谱	2		
5	色谱	2		
6	分析仪器前沿、进展与重要意义	2		
7	基于等离子体的分析技术与仪器	2		

	分析仪器简介与进展			
8	参观实验			2

物联网通讯与安全

四川大学机械工程学院本科课程

《物联网通讯与安全》教学大纲

一、课程基本信息

课程号	302898030	课程名称	物联网通讯与安全		
学分	3	英文名称	Internet of Things Communication and Security		
总学时	48	周学时	3	上课周数	16
课程属性	<input type="checkbox"/> 必修课 <input checked="" type="checkbox"/> 选修课		考核方式		笔试
课程类别	<input type="checkbox"/> 公共基础课 <input type="checkbox"/> 通识模块课 <input type="checkbox"/> 学科基础课 <input type="checkbox"/> 专业核心课 <input checked="" type="checkbox"/> 专业选修课 <input type="checkbox"/> 实践教育课程				
使用教材	董健. 物联网与短距离无线通信技术 (第二版). 电子工业出版社. 2012. 9				
面向对象	测控技术与仪器, 三年级本科生				
先修课程	《模电》、《数电》、《电工技术》、《信号分析与处理》				
课程负责人	甘芳吉	开课单位	机械工程学院		
大纲执笔	甘芳吉	审核	专业教学指导组	执行时间	2023. 1

二、课程简介

(一) 中文课程简介

本课程是测控技术与仪器专业智能感知与物联网特色班的专业核心课程。本课程是一门理论与实践性很强的课程,目的是培养学生对物联网短距离无线通信各种技术的基本原理、基本概念、基本概念和组网方式有较为全面的理解。

课程主要介绍物联网应用中的常用的短距离无线通讯技术,比如蓝牙、Zigbee、无线局域网(WLAN)、IrDA(红外)、RFID(射频)、近场通信(NFC)、超宽带技术(UWB)、60GHz等,要求学生掌握各种短距离无线通信技术的基本原理、系统构成、基本应用,学会在物联网系统设计中选择合适的短距无线通信技术,引导学生进入短距离无线通信技术这一生机勃勃的研究应用领域。

(二) 英文课程简介

This course is the core course of the characteristic class of intelligent perception and Internet of Things for the major of measurement and control technology

and instrument. This course is a highly theoretical and practical course, which aims to cultivate students to have a comprehensive understanding of the basic principles, basic concepts, basic concepts and networking methods of various short-range wireless communication technologies of the Internet of Things.

The course mainly introduces the commonly used short-range wireless communication technologies in the application of the Internet of Things, such as Bluetooth, Zigbee, WLAN, IrDA, RFID, NFC, UWB, 60GHz, etc. Students are required to master the basic principles, system composition and basic applications of various short-range wireless communication technologies, learn to select appropriate short-range wireless communication technologies in the design of the Internet of Things system, This course will guide students to enter the dynamic research and application field of short-range wireless communication technologies

三、课程目标

(一) 课程目标

- 1、熟练掌握物联网短距离通信的基本概念、基本原理及技术特点。
- 2、熟练掌握蓝牙、Zigbee、WLAN 等技术的特点并灵活应用。
- 3、对给定的实际问题，能够建立准确的问题模型，设计有效的问题求解方法，选择合适的技术路线，设计有效的技术方案来解决短距离通信的实际问题。

(二) 课程教学方法对课程目标的支撑

课程教学方法	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3
课堂理论/实验教学	√	√	√
互动探究	√	√	
课堂测验	√	√	
课外作业	√	√	
拓展学习		√	
线上线下考核评价	√	√	
翻转课堂			√

四、教学内容

本课程是测控技术与仪器专业本科生创新班的专业选修课，通过本课程的学习，培养学生熟悉和掌握各种短距离无线通信技术。

第一章：概述（支撑课程目标 1）

1. 物联网概述。
2. 物联网通信。

要求学生：能解释物联网的相关专业术语；能区分不同物联网短距离通信技术的特点。

第二章：蓝牙通信技术（支撑课程目标 1、2）

- 1、蓝牙通信技术概。
- 2、蓝牙协议体系结构。
- 3、蓝牙协议子集及应用规范。
- 4、蓝牙技术的应用。

要求学生：掌握蓝牙协议体系结构、蓝牙协议子集及应用规范、蓝牙组网、蓝牙路由机制，了解蓝牙技术的应用。

第三章：Zigbee 通信技术（支撑课程目标 1、2）

- 1、Zigbee 技术概述。
- 2、Zigbee 协议栈。
- 3、Zigbee 组网技术。
- 4、Zigbee 路由协议分析。
- 5、基于 Zigbee 的无线传感网络。
- 6、Zigbee 技术的应用。

要求学生：掌握 Zigbee 技术的基本概念及特点，掌握 Zigbee 协议栈的基本内容，了解 Zigbee 无线传感网络的基本构成和特点，了解 Zigbee 技术的应用范围。

第四章：WLAN 无线通信技术（支撑课程目标 1、2、3）

1. WLAN 概述。
2. WLAN 物理层技术。
3. WLAN 的 MAC 技术。
4. WLAN 的网络安全技术。
5. WLAN 的应用。

要求学生：掌握 WLAN 物理层、MAC 技术，了解 WLAN 的应用。

第五章：IrDA 无线通信技术（支撑课程目标 1、2）

1. IrDA 技术简介。
2. IrDA 技术标准。
3. 基于 IrDA 协议栈的红外通信。
4. IrDA 的应用。

要求学生：掌握 IrDA。

第六章：RFID 无线通信技术（支撑课程目标 1、2、3）

1. RFID 基础。
2. RFID 的基本原理。
3. RFID 的关键技术。
4. RFID 技术的应用。

要求学生：掌握 RFID 技术的基本原理、RFID 天线、RFID 防碰撞技术，了解 RFID 技术的应用。

第七章：NFC 无线通信技术（支撑课程目标 1、2）

1. NFC 概述。
2. NFC 的技术原理。
3. NFC 的安全问题。
4. NFC 的应用与发展问题。

要求学生：掌握 NFC 的技术原理，了解 NFC 技术的应用。

第八章：UWB 无线通信技术（支撑课程目标 1、2）

1. UWB 技术概述。
2. UWB 的关键技术。
3. UWB 的系统方案。
4. UWB 技术的标准化。
5. UWB 的应用及发展方向。

要求学生：掌握 UWB 的技术原理，了解 UWB 技术的应用。

第九章：60GHz 无线通信技术（支撑课程目标 1、2）

1. 60GHz 无线通信技术概述。
2. UWB 的关键技术。
3. UWB 的系统方案。
4. UWB 技术的标准化。
5. UWB 的应用及发展方向。

要求学生：掌握 UWB 的技术原理，了解 UWB 技术的应用。

五、实验内容

序号	实验名称	主要内容	是否必做	学时
1	实验一 蓝牙通信	BLE 风扇传感器实验、BLE 电位传感器实验	必做	4
2	实验二 Wifi 无线通信	WIFI 光电传感器实验、WIFI 温湿度传感器实验	必做	4

3	实验三 Zigbee 无线通信	Zigbee 光敏传感器实验、ZigbeeLED 灯实验	必做	4
---	--------------------	------------------------------	----	---

六、参考文献

主要参考书:

[1] 陈兵等编著《物联网通信》，清华大学出版社，2019

[2] 刘云浩主编《物联网工程导论（物联网工程专业系列教材）》，科学出版社，2010

七、课程目标对毕业要求的支撑关系

毕业要求指标点	课程目标	支撑度	支撑理由
1.1 能运用数学、自然科学、工程基础和专业知识表述精密仪器、测控系统的工程问题。	课程目标 1/2	H	课程目标 1 和课程目标 2 设计到众多描述工程问题的专业术语，解决实际工程问题的专业知识。
3.2 能够在安全、环境、法律等现实约束条件下，对多种设计方案的可行性、新颖性进行论证，优选出合理的解决方案。	课程目标 3	H	课程目标 3 中，在实际工程问题中，设计到通信安全认证等多方面的非技术因素问题，也要求学生根据实际工程问题，制定、选择最优的实施方案。

注：H 表示课程为强支撑课程。L 表示课程为弱支撑课程。

八、教学及考核环节对课程目标达成的支撑

本门课程的考核环节包含课堂教学、课后研讨和实验教学等。课堂教学考核由平时作业、单元小测验、阶段性考试、期末考试及小组研讨等组成；实验教学通过课程实验完成情况及实验报告完成情况进行评分。各个环节考核结果，再结合课程学习的问卷调查可综合评定课程目标的达成情况。以下对主要考核环节如何支撑课程目标作了说明。

课程目标	教学及考核环节对课程目标的支撑
课程目标 1: 熟练掌握物联网短距离通信的基本概念、基本原理及技术特点	在课堂提问、实验等环节，都要求学生物联网技术的基本概念、基本原理、实现方式等，使用规范的专业术语进行叙述和解释。
课程目标 2: 熟练掌握蓝牙、Zigbee、WLAN 等技术的特点并灵活应用	在期末考试的设计类题目中，需要学生综合分析所学的各类无线通信技术的原理、特点、适用范围、成本，结合具体使用环境，选择恰当的无线通信手段，解决实际工程问题。通过考试分数可以评价课程目标 2 的达成情况。

课程目标 3: 对给定的实际问题, 能够建立准确的问题模型, 设计有效的问题求解方法, 选择合适的技术路线, 设计有效的技术方案来解决短距离通信的实际问题	在实验课环节, 学生根据传感器特点、通信范围及数据传输速率等实际问题, 对选用的无线通信技术进行恰当的参数配置, 以达到最优的效果。
---	--

九、达成课程目标的措施

达成课程目标的措施主要有:

1. 本门课是针对测控专业创新班开设的专业课程, 因此选课人数有限制, 非常适合采用小班教学的方式进行授课。在课堂上与学生充分互动, 通过小组研讨、课后分组查阅相关资料、研讨题讨论、平时作业讨论及进行实验等, 充分发调动每一位同学的参与性。

2. 学生参与评价。小组研讨汇报时, 每个组的组长都是评价组成员, 根据各个小组汇报内容进行评价打分, 提高学生参与的积极性。

3. 采用新的教学评价和考核方式。将标准答案考试与非标准答案考试相结合, 教师评价与学生评价相结合, 以多元化的学习过程评价机制将学生的学习积极性充分调动起来。成绩构成和评分标准详见第八点。

十、成绩构成及评分标准

3. 成绩构成

课程总成绩包括三个部分: “平时成绩”、“期末成绩”和“实验成绩”, 各部分成绩占比见下表。“期末成绩”由期末卷面考试成绩决定, 按百分制给出, 占“总成绩”的 50%; “平时成绩”由小组研讨、平时作业、考勤的平均分确定, 占“总成绩”的 20%; “实验成绩”由实验表现和实验报告质量两部分组成, 占“总成绩”的 30%。

考核方式	平时成绩 (课堂提问+考勤)	期末考试 (期末卷面考试成绩)	实验
成绩比例 (%)	20	50	30

4. 评分标准

(1) 作业评分标准

	90-100 分	80-89 分	70-79 分	60-69 分	60 分以下
--	----------	---------	---------	---------	--------

正确率	正确率 \geq 90%	正确率 \geq 80%	正确率 \geq 70%	正确率 \geq 60%	正确率 $<$ 60%
作业总成绩	各次作业成绩取平均值。				

(2) 期末考试按百分制计分，详见试题评分标准。

(3) 小组研讨评分标准

	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
报告完成度(教师按组评定, 60%)	报告格式规范, 研讨内容表达清楚, 分析结果正确合理。	报告格式规范, 研讨内容表达较清楚, 大部分分析结果正确	报告格式较规范, 研讨内容表达基本清楚, 分析结果基本正确	报告格式不够规范, 研讨内容表达不够清楚, 小部分分析结果正确	报告格式不规范, 研讨内容表达不清楚, 分析结果基本不正确
小组评分(40%)	小组评分包含出勤, 参与研讨及个人贡献等情况。小组成绩体现差异性。				
总分	研讨总成绩 = 研讨报告成绩*60%+小组成绩*40%				

(4) 实验评分标准

	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
实验表现(40%)	完成度好	完成度较好	完成度一般	只完成部分实验	完成度差
实验报告质量(60%)	报告质量好	报告质量较好	报告质量一般	报告质量一般	报告质量差

十一、教学进程

教学内容	学时数
1 概述	2 学时
2 蓝牙通信技术	5 学时
3 Zigbee 通信技术	5 学时
4 WLAN 无线通信技术	4 学时
5 IrDA 无线通信技术	4 时
6 RFID 无线通信技术	4 时
7 NFC 无线通信技术	4 时

8 UWB 无线通信技术	4 时
960Hz 无线通信技术	4 时
合计	36 学时

注：本门课程共计 48 学时，其中授课共计 36 学时，实验 12 学时。

科学计算与数据分析基础

四川大学机械工程学院本科课程

《科学计算与数据分析基础》教学大纲

一、课程基本信息

课程号	302914020	课程名称	科学计算与数据分析基础		
学分	2	英文名称	Fundamentals of Scientific Computing and Data Analysis		
总学时	32	周学时	3	上课周数	11
课程属性	<input type="checkbox"/> 必修课 <input checked="" type="checkbox"/> 选修课		考核方式		笔试
课程类别	<input type="checkbox"/> 公共基础课 <input type="checkbox"/> 通识模块课 <input type="checkbox"/> 学科基础课 <input type="checkbox"/> 专业核心课 <input checked="" type="checkbox"/> 专业选修课 <input type="checkbox"/> 实践教育课程				
使用教材	《Matlab 教程》张志涌、杨祖樱等，北京航空航天大学出版社				
面向对象	测控技术与仪器，二年级本科生				
先修课程	《高等数学》、《线性代数》等				
课程负责人	罗泽伟	开课单位	机械工程学院		
大纲执笔	罗泽伟	审核	专业教学 指导组	执行时间	2024. 1

二、课程简介

(一) 中文课程简介

《科学计算与数据分析基础》是测控技术与仪器专业的选修课。它是一门综合的应用技术课程，它充分体现了现代工程分析对工程问题求解的特点。本课程内容主要集中于基于计算机软件工具的科学计算、数值分析、系统仿真等任务学习。

(二) 英文课程简介

This course focuses on scientific computation, numerical analysis, system simulation and other tasks based on computer software tools. The specific learning objectives of this course are as follows:

1. Be familiar with at least one type of computer software tool for scientific computation, learn to program to realize symbolic and numerical calculation, be familiar with the basic functions, and be able to display the calculation results

in graphics.

2. Be able to use software tools for data analysis and processing.

3. Be able to use software tools for basic design and simulation analysis of control systems.

4. Be aware of the differences between symbolic and numerical computation, and understand the limitations of numerical simulation on this basis.”

三、课程目标

(一) 课程目标

1、熟悉一项用于科学计算的计算机软件工具，利用编写程序语句实现符号计算、数值计算，熟悉基本函数的功能和调用方法，能够将计算结果用图形进行显示。

2、能利用计算机软件工具进行数据分析与处理。

3、能利用计算机软件工具在对自动控制等问题进行基础的设计和仿真分析。

4、能够分析符号计算和数值计算的差异性，在此基础上理解仿真的局限性。

(二) 课程教学方法对课程目标的支撑

课程教学方法	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4
课堂理论/实验教学	√	√	√	√
课堂练习	√	√		
课后作业	√	√	√	
拓展作业	√	√		√

四、教学内容

第一章：基础准备及入门（支撑课程目标 1）

本章主要以 Matlab 为例，介绍一种能够实现科学计算数据分析的计算机软件工具，讲解软件的基本功能、运行环境。

通过本章学习，要求学生：了解软件功能和特点；熟悉软件的菜单、工具栏和通用操作界面，能使用帮助文件查询和解决问题；能进行软件环境设置，掌握基本编程语法。

第二章：符号计算（支撑课程目标 1、2、4）

本章主要介绍符号表达式的建立，符号表达式的代数运算、符号表达式的化简、符号表达式的替换、符号极限、微积分和级数求和、符号方程求解和符号积分变换等内容。

通过本章学习，要求学生：能够创建符号变量和符号表达式；进行符号表达式的代

数运算、符号对象与数值对象的转换、符号表达式的化简和替换；能够进行符号极限、符号微分和级数求和；了解拉普拉斯变换及反变换的计算机软件实现方法、Z 变换及反变换的计算机软件实现方法；能够对符号方程的求解及进行符号函数的可视化。

第三章：数组运算及数组化编程（支撑课程目标 1、2）

本章主要介绍数组、结构和创建，讨论矩阵的建立、矩阵元素的输入与提取；多项式的求值、求根和部分分式展开及多项式的乘除法和微积分等内容。

通过本章学习，要求学生：实现一维数组的创建及其子数组的寻访和赋值；能通过不同方法创建二维数组；能够对二维数组元素进行标识（全下标、单下标和逻辑 1 标识）；对二维数组的子数组进行寻访和赋值。

第四章：数值计算（支撑课程目标 1、2、4）

本章主要介绍数值计算中的线性代数的各种分解计算、函数分析、数据拟合、插值和样条和常微分方程的数值解。

通过本章学习，要求学生：能够利用多种方法求解线性方程组；能够进行数值微积分的计算；能够进行多项式基本运算及多项式拟和和多项式的插值运算。

第五章：数据和函数的可视化（支撑课程目标 1、2）

本章主要介绍计算机数据分析中的二维曲线的绘制，三维图形的绘制，特殊图形的绘制。

通过本章学习，要求学生：能够利用基本绘图命令及绘制曲线的一般方法进行曲线绘制；通过交互式图形命令，控制立体图形与图轴表现形式，获取和设置图形对象属性；了解特殊图形的绘制及图形窗口的功能。

第六章：程序流程控制及函数（支撑课程目标 1、2）

本章主要介绍程序流程控制、函数文件的设计及意义、函数调用和参数传递等内容。

通过本章学习，要求学生：能够使用代码文本编辑器，编写流程控制语句，实现目标功能；设计软件函数、能够实现函数调用与参数传递。

第七章：控制系统仿真基础（支撑课程目标 3、4）

本章主要以 Simulink 工具为例，介绍模型建立、复杂系统仿真与分析、子系统与封装等内容。

通过本章学习，要求学生：能够通过 Simulink 文件操作和模型窗口界面的操作进行系统的仿真与分析；对建立子系统的方法、条件执行子系统的使用和子系统的封装具备初步了解；对以 Simulink 为基础模块工具箱具备初步了解。

五、实验内容

序号	实验名称	主要内容	支撑课程目标	是否必做	学时
----	------	------	--------	------	----

1	编程环境的熟悉及其基本知识	熟悉软件安装和编程环境；数值、变量和表达式的表达方式；计算结果的图形化表示步骤；命令窗的操作。	课程目标 1	必做	2
2	符号计算	符号对象和符号表达式的创建和操作；符号表达式的极限、导数，序列/级数的求和及符号积分；符号方程求解；	课程目标 1、2、4	必做	2
3	数值数组及向量化运算	数值数组的创建和运算方法；逻辑数组、关系数组、下标访问和“全下标”“单下标”的相互转换；数组运算和矩阵运算的不同点体会；分段函数的表示一般方法。	课程目标 2、4	必做	2
4	数据和函数的可视化	数值计算方法；离散数据和离散函数的可视化（方法及其指令）；连续函数的可视化；二维曲线和图形绘制。	课程目标 4	必做	2

六、参考文献

主要参考书：

- [1] 尚涛. MATLAB 基础及其应用教程. 北京：电子工业出版社，2014.
- [2] 魏鑫. MATLAB R2014a 从入门到精通. 北京：电子工业出版社，2015.
- [3] 薛山. MATLAB 基础教程. 北京：清华大学出版社，2011.

七、课程目标对毕业要求的支撑

毕业要求指标点	课程目标	支撑度	支持理由
3.4 能够用工程图纸、设计报告、软件模拟或实物模型等形式，呈现设计成果。	课程目标 1、2	L	课程目标 1、2 中涉及利用计算机软件对数学模型和数据进行处理，并利用图形等方式呈现。
5.2 能够合理运用 Matlab、SolidWorks、DXP 等专业技术工具对复杂工程问题中的关键部分进行计算、仿真、模拟、分析与预测；	课程目标 2、3	L	课程目标 2、3 中包括利用计算机软件的函数和工具箱进行数据分析与处理，将 simulink 应用于对自动控制等模型的仿真等内容。
5.3 能够理解并分析运用 Matlab、SolidWorks、DXP 等专业技术工具对复杂工程问题进行预测与模拟的局限性，针对应用	课程目标 4	L	课程目标 4 通过对符号计算和数值计算差异性的展示，着重要求学生理解仿真计算的局限性。

过程中出现的问题，提出恰当的解决方案并进行改进。			
--------------------------	--	--	--

注：H 表示课程为强支撑课程。L 表示课程为弱支撑课程。

八、考核环节对课程目标的支撑

本门课程的考核环节包含课堂教学和实验教学。课堂教学考核主要由作业、期末考试组成；实验教学通过课程实验完成情况及实验报告完成情况进行评分。各个环节考核结果可综合评定课程目标的达成情况。以下对主要考核环节如何支撑课程目标作了说明。

课程目标	如何考核课程目标的达成
课程目标 1 熟知 Matlab 程序的关于符号计算、数值计算基本函数调用方法，能够将计算结果用图形进行显示，并且将上述程序语句用 M 文件的形式展现出来。	通过讲授、课堂练习加深学生对基本函数基本方法的记忆及理解，通过作业进一步巩固。通过上机实验达到能够熟练使用的程度，并通过期末试题的选择题、填空题对课程目标 1 进行考核。综合评价作业、实验及期末考试中相关试题的完成情况可考核改课程目标达成情况。
课程目标 2 能利用 Matlab 的基本函数和工具箱进行数据分析与处理。	通过对例题讲解加深学生对基本函数和工具箱应用方法的记忆及理解，通过作业进一步巩固。通过上机实验、课后作业达到能够熟练使用的程度，并通过期末试题的选择题、填空题、程序填空题对课程目标 2 进行考核。综合评价作业、实验及期末考试中相关试题的完成情况可考核改课程目标达成情况。
课程目标 3 能将 Matlab 应用于对自动控制等问题的设计和仿真分析中。	通过对自动控制问题案例讲解，使学生掌握利用 Matlab 对自动控制等实际问题分析、解决的一般流程与方法，通过期末考试解答题进行考核。
课程目标 4 能够分析符号计算和数值计算的差异性，在此基础上理解仿真的局限性。	通过对计算原理和例题讲解，使学生深入理解符号计算和数值计算的差异性，通过上机实验进一步加深认识，通过期末考试程序填空题与解答题进行考核。

九、达成课程目标的途径与措施

达成目标的途径和措施主要有：

1. 引导学生掌握课程所使用软件的基本方法，利用具体的案例帮助学生建立对课程学习内容的兴趣。

2. 精讲多练。课堂讲授以提出实际问题、分析问题、解决问题为主，由于本课程在多媒体教室内授课，学生可在课堂中对所讲授知识进行联系，加深理解和记忆，辅之习题练习，课后作业；促使学生能利用基本原理和方法。

3. 多环节训练、督促检查，巩固学习成果。

(1) 课堂练习

(2) 课后作业，包括拓展学习作业

(3) 实验

(4) 期末考试：主要涉及各部分知识的基本原理、基本方法和综合应用。

4. 命题要求：

本课程试题由选择题、填空题、程序分析题和解答题组成。其中选择题占比 10%，主要考核课程目标 1、2；填空题占比 35-45%，主要考核课程目标 1、2；程序填空题占比 15-20%，主要考核课程目标 2、4；解答题占比 25-40%，主要考核课程目标 3、4。

十、成绩构成及评分标准

1. 成绩构成

课程总成绩包括三个部分：“平时成绩”、“期末成绩”和“实验成绩”，各部分成绩占比见下表。“期末成绩”由期末卷面考试成绩决定，按百分制给出，占“总成绩”的 40%；“平时成绩”由作业和课堂表现组成，占“总成绩”的 30%，其中课堂表现占 10%，主要依据课堂练习评定，作业成绩占 20%；“实验成绩”由实验报告成绩给出，占“总成绩”的 30%。

考核方式	平时成绩 作业+课堂表现	实验成绩	期末成绩
成绩占比	30%	30%	40%
对应课程目标	1、2、3、4	1、2、3、4	1、2、3、4

2. 评分标准

(1) 作业评分标准

	90-100 分	80-89 分	70-79 分	60-69 分	60 分以下
正确率	正确率 \geq 90%	正确率 \geq 80%	正确率 \geq 70%	正确率 \geq 60%	正确率 $<$ 60%
作业总成绩	各次作业成绩取平均值。若出现明显态度问题酌情扣分。				

(2) 期末考试按百分制计分，详见试题评分标准。

(3) 小组研讨评分标准

	90-100 分	80-89 分	70-79 分	60-69 分	60 分以下
--	----------	---------	---------	---------	--------

正确率 (70%)	正确率 $\geq 90\%$	正确率 $\geq 80\%$	正确率 $\geq 70\%$	正确率 $\geq 60\%$	正确率 $< 60\%$
呈现形式 (30%)	报告格式完整、正确	报告格式较为完整、正确	报告格式基本完整、正确	不能按照报告格式提交, 或有明显态度问题	报告难以阅读

注：实验题目评分标准参见实验指导书。

十一、教学进程

周次	课次	教学内容	学时分配		
			讲授	习题课	实验
1	1	1 绪论	3		
2	2	2 符号计算 1	3		
3	3	2 符号计算 2	3		
4	4	3 数值数组及向量化运算	3		
5	5	实验一 编程环境的熟悉及其基本知识 实验二 符号计算			3
6	6	4 数值计算 2	3		
7	7	5 数据和函数的可视化 1	3		
8	8	实验三 数值数组及向量化运算			3
9	9	实验四 数据和函数的可视化 1			3
10	10	6 M 文件和函数句柄 1	3		
11	11	6 程序流程控制及函数		2	

测控技术与仪器新技术讲座

四川大学机械工程学院本科课程

《测控技术与仪器新技术讲座》教学大纲

一、课程基本信息

课程号	302022010	课程名称	测控技术与仪器新技术讲座		
学分	1	英文名称	New Development of Measurement and Control Technology		
总学时	16	周学时	2	上课周数	8
课程属性	<input type="checkbox"/> 必修课 <input checked="" type="checkbox"/> 选修课		考核方式		笔试
课程类别	<input type="checkbox"/> 公共基础课 <input type="checkbox"/> 通识模块课 <input type="checkbox"/> 学科基础课 <input type="checkbox"/> 专业核心课 <input checked="" type="checkbox"/> 专业选修课 <input type="checkbox"/> 实践教育课程				
使用教材	自编《测控技术与仪器新技术讲座》指导书				
面向对象	测控技术与仪器，三年级本科生				
先修课程	传感器、信号与系统、互换性与技术测量、精密机械设计、测控电路、智能仪器原理及应用、光电检测技术等				
课程负责人	甘芳吉	开课单位	机械工程学院		
大纲执笔	甘芳吉	审核	专业教学指导组	执行时间	2022.9

二、课程简介

(一) 中文课程简介

本课程为测控技术与仪器专业的一门专业选修课，主要由三位老师结合实际科研情况向学生介绍测控领域的一些前沿发展技术，要求学生掌握文献检索、总结等基本能力。通过本课程的学习，能够使学生对测控领域的新技术、新概念、新方向等有初步的了解，提升对测控专业的认知度，为进一步深造和工作奠定一定的基础。

(二) 英文课程简介

This course is a professional elective course for measurement and control technology and instrument specialty. In this course, three teachers introduce some cutting-edge development technologies in the field of measurement and control to

students based on the actual scientific research situation, and students are required to master the basic abilities such as document retrieval and summary. Through the study of this course, students can have a preliminary understanding of new technologies, new concepts, new directions, etc. in the field of measurement and control, improve their awareness of measurement and control specialty, and lay a certain foundation for further study and work.

三、课程目标

(一) 课程目标

课程具体目标为：

- 1、能正确表述当前智能制造领域中精密仪器及测控系统技术的若干发展热点方向及其现有国内外研究基本现状和大致发展趋势。
- 2、能正确阐述管道腐蚀检测技术、微纳检测技术、机器视觉测量技术及分析仪器技术的基本技术要点、系统组成及关键性能参数。
- 3、能对应用实施以上几种技术可能带来的对社会公众健康及法律等方面的影响做出基本描述，并能据此评估应用实施这些技术所需承担的责任。
- 4、能对以上几种技术的应用实施在设计、制造、运行、废弃处理各环节中对自然环境及可持续发展可能造成的损害和隐患做出基本评估和描述。

(二) 课程教学方法对课程目标的支撑

课程教学方法	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4
课堂理论/实验教学	√	√		√
互动探究	√	√	√	√
课堂测验	√		√	√
课外作业	√			√
拓展学习		√	√	√
线上线下考核评价	√	√	√	√
翻转课堂		√		√

四、教学内容

第一章：管道腐蚀检测技术（支撑课程目标 1、2、3、4）

- 1、石化行业油气输送管线构架，腐蚀的原因，国内外常用的腐蚀检测技术及其对自然环境、可持续发展和社会、健康、安全的影响。
- 2、一种新颖的基于场指纹法的管道内腐蚀监测技术，注重复杂工程问题的
- 3、解决方法。

第二章：微纳检测技术（支撑课程目标 1、2）

- 1、精密、超精密几何量测量的基本概念。
- 2、典型精密、超精密测量设备的测量原理和特点。
- 3、微齿轮几何量精密测量的一个案例（包含测量需求分析、测量仪器设计、数据处理及误差分析）。

第三章：机器视觉测量技术（支撑课程目标 1、2）

- 1、机器视觉测量技术的特点及适用对象。
- 2、机器视觉测量系统的组成。
- 3、常用的图像处理步骤及方法。
- 4、影响测量精度的因素及提高测量精度的方法。
- 5、基于机器视觉的球面孔位测量系统。

第四章：分析仪器基础与前沿（支撑课程目标 1、2、3、4）

- 1、分析仪器基本概念、类型及原理。
- 2、光谱分析仪器发展现状及研究前沿。
- 3、质谱分析仪器发展现状及研究前沿。
- 4、等离子体技术在分析仪器领域的应用及研究前沿。

五、参考文献

- [1] “基于场指纹法的管道内腐蚀监测技术” 学术论文
- [2] 孙长库，精密测量理论与技术基础，机械工业出版社，2015
- [3] 韩九强，机器视觉技术及应用，高等教育出版社，2009
- [4] 张琢，激光干涉测试技术及应用，机械工业出版社，1998.1
- [5] 段忆翔，激光诱导击穿光谱分析技术及其应用，科学出版社，2016.12

六、课程目标对毕业要求的支撑关系

毕业要求指标点	课程目标	支撑度	支撑理由
6.3 能客观评价工程实践中所采用或设计的方法、结构、装	课程目标 3	L	课程目标 3 中提到的 3. 能对应用实施以上几种技术可能带来的对

置等对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任。			社会公众健康及法律等方面的影响做出基本描述，并能据此评估应用实施这些技术所需承担的责任，在石油管道安全检测中，会多次提到相关问题。
7.2 能在精密仪器、测控系统的设计、生产、运行等各个环节中依据相关法律法规，考虑、评价工程实践对社会和环境可能造成的损害和隐患。	课程目标 4	L	课程目标 4 中提到的能对以上几种技术的应用实施在设计、制造、运行、废弃处理各环节中对自然环境及可持续发展可能造成的损害和隐患做出基本评估和描述，在管道安全检测环节、光谱检测环节，会着重强调。
12.1 关注与智能制造相关的精密仪器、测控系统的整体状态与发展趋势，了解新技术、新原理、新方法的应用，清楚科学发现对测量科学和仪器科学的重大促进作用。	课程目标 1/2	H	课程目标 1 和 2 提到的，例如对测控专利的发展趋势的了解掌握等，正是本门课的核心点。
12.2 认识不断探索和学习的必要性，有明确的职业发展规划，能自主学习、拓展知识，具有终身学习的意识和能力。	课程目标 1/2/3/4	L	课程目标 1~4，均要求学生掌握资料检索能力、总结能力，为以后读研深造、工作等奠定基础。

注：H 表示课程为强支撑课程。L 表示课程为弱支撑课程。

七、考核环节对课程目标达成的支撑

本门课程的考核环节包含课堂教学、课程报告等环节。各个环节考核结果，再结合课程学习的问卷调查可综合评定课程目标的达成情况。以下对主要考核环节如何支撑课程目标作了说明。

课程目标	如何考核课程目标的达成
------	-------------

<p>课程目标 1：能正确表述当前智能制造领域中精密仪器及测控系统技术的若干发展热点方向及其现有国内外研究基本现状和大致发展趋势。</p>	<p>在课程报告考核环节，会要求学生某个前沿的知识点进行大量的文献检索，对一些新技术、热点研究方向等进行总结。</p>
<p>课程目标 2：2. 能正确阐述管道腐蚀检测技术、微纳检测技术、机器视觉测量技术及分析仪器技术的基本技术要点、系统组成及关键性能参数。</p>	<p>在课程报告中，会要求学生就管道腐蚀检测技术、微纳检测技术、机器视觉测量技术及分析仪器技术等进行相应的阐述，介绍工作原理，分析优缺点等。</p>
<p>课程目标 3：能对应用实施以上几种技术可能带来的对社会公众健康及法律等方面的影响做出基本描述，并能据此评估应用实施这些技术所需承担的责任。</p>	<p>在课堂讨论、课程报告中，会要求学生在社会公众健康及法律等层面，对所选取的技术进行相应分析。</p>
<p>课程目标 4：能对以上几种技术的应用实施在设计、制造、运行、废弃处理各环节中对自然环境及可持续发展可能造成的损害和隐患做出基本评估和描述。</p>	<p>在课程报告中，会要求学生在自然环境及可持续发展等层面，对所选取的技术进行相应分析。</p>

八、达成课程目标的措施

1、安排课前预习环节，要求学生通过图书馆及网络资源预先了解课程 4 个专题的研究背景、国内外研究现状、技术关键点、各种解决方案的优缺点及适用范围等，课堂上主要讲解重点技术难点，以解决本门课程课时少而内容又相对较多的难题，提高学生的自学能力和知识掌握的牢靠度；

2、课堂授课注重讲解研发过程思路和测控仪器领域中的共性技术及方法的应用，启发学生提出多种解决方案，进行比对分析并在综合考虑多种因素的情况下合理选型，训练学生的解决复杂工程问题能力；

3、针对课程 4 个专题布置相应的研讨题，特别注意针对学生容易轻视的新技术的应用对自然环境、可持续发展和社会、健康、安全的影响等非技术因素的材料准备及预

习，要求学生分组研讨后在课堂上做交流，再由教师点评各组讨论结果的优缺点，提高学生的专业交流表述能力及分析能力；

4、采用包括上课考勤、课堂提问、小组讨论、期末报告等多环节考查手段形成成绩评定，全面真实地综合评价学生的学习效果；

九、成绩评定

1. 本课程为考查性教学环节，成绩构成如下：

上课考勤	课程报告1	课程报告2	课程报告3
10%	30%	30%	30%

2. 课程报告评分标准

得分	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
报告质量	报告质量好	报告质量较好	报告质量一般	报告质量一般	报告质量差

十、教学进程

教学内容	学时数
1. 管道腐蚀检测技术	4
2. 微纳检测技术	2
3. 机器视觉测量技术	4
4. 分析仪器基础与前沿	4
参观实验	2
合计：	16

四川大学机械工程学院本科课程

《物联网编程语言》教学大纲

一、课程基本信息

课程号	302897020	课程名称	物联网编程语言		
学分	2	英文名称	Programming language in internet of things		
总学时	32	周学时	4	上课周数	8
课程属性	<input type="checkbox"/> 必修课 <input checked="" type="checkbox"/> 选修课		考核方式		闭卷笔试
课程类别	<input type="checkbox"/> 公共基础课 <input type="checkbox"/> 通识模块课 <input type="checkbox"/> 学科基础课 <input type="checkbox"/> 专业核心课 <input checked="" type="checkbox"/> 专业选修课 <input type="checkbox"/> 实践教育课程				
使用教材	《C#物联网程序设计基础》胡锦涛 唐建清，机械工业出版社				
面向对象	测控技术与仪器，三年级本科生				
先修课程	计算思维与计算机、C程序设计（基础）C语言基础、MATLAB程序设计				
课程负责人	罗泽伟	开课单位	机械工程学院		
大纲执笔	罗泽伟	审核	专业教学指导组	执行时间	2024.9

二、课程简介

（一）中文课程简介

本课程为测控技术与仪器专业的一门专业选修课，讲述了C#语言基础、面向对象编程技术、基于C#的物联网应用系统开发。要求学生掌握简单C#应用系统代码的编写、修改、测试能力，可以从事C#开发工程师、测试工程师、系统维护工程师等，具有广阔的市场前景的职业岗位工作。

（二）英文课程简介

This course is an elective course for the major of measurement and control technology and instrument. It describes the basic of C# language, object-oriented programming technology, and the development of Internet of Things application system based on C#. Students are required to master the ability to write, modify and test

simple C# application system code, and can be engaged in C# development engineers, test engineers, system maintenance engineers, etc., with broad market prospects.

三、课程目标

(一) 课程目标

1、熟悉 visual studio 软件开发平台，了解 Framwork 架构，知道不同系统对应的 NET 版本和 VS 版本，以及 VS 不同版本和不同开发语言的区别，能够针对具体的程序应用，搭建相匹配的软件开发环境。

2、掌握公共基础控件的属性和事件的涵义，区别不同控件的功能，能利用系统控件设计基础的应用程序设计界面，对控件的位置、大小、分布等具体属性以及移动、单击、双击等具体事件有明确的认知。

3、掌握基本的语法结构，能通过执行程序代码实现对控件属性的设置和改变，进一步的能够结合控件的事件触发相应的程序代码，实现程序的基本输入输出以及界面变化。

4、建立程序设计的逻辑思维图，多个控件和不同事件的触发或访问，避免产生逻辑错误，完成多步程序设计和访问，能够读懂程序的运行流程，摸清程序设计人员背后的思路逻辑。

5、能设计一个简易的程序，通过触发不同的事件，执行不同的功能函数，输出计算后的值，认识基本的盲操作理念，通过盲操作检测简易程序的稳定性，减少程序 BUG 的出现。

6、能独立完成一个具有复杂功能函数的程序设计，生成可执行文件 EXE，在其他电脑中可以正常运行，经过程序测试，实现既定的功能目标，同时尽可能较少出现或者不出现异常报错。

(二) 课程教学方法对课程目标的支撑

课程教学方法	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4	课程目标 5	课程目标 6
课堂理论/实验教学	√	√	√	√	√	√
互动探究	√	√	√	√		
课堂测验	√		√	√		
课外作业	√			√		
拓展学习		√	√	√		
线上线下考核评价	√	√	√	√		
上机实验				√	√	√

四、教学内容

本课程作为测控技术与仪器专业的必修课，是一门理论性和实践性较强的专业课。

学习本课程旨在为学生掌握测控仪器及测控系统的设计和应用知识打下基础

第1章 初识C#编程（支撑课程目标 1、2、3、4、5、6）				
建议学时	2 课时课堂教学			
介绍	本章先从一个案例入手，讲解了C#的应用开发场景；简要介绍了C#的来源、基本思想、技术体系和应用前景。重点介绍了C#的开发平台VS2012的安装过程，而后基于WPF应用程序来讲解WPF的概念、特点，重点介绍了基于C#开发的WPF项目的开发过程。并基于新大陆物联网实训平台，介绍了如何物联网实训平台中的数字量、模拟量采集的相关设备；以两个完整的案例介绍了基于实训设备的C#应用程序开发过程。最后总结了案例中c#开发所涉及的常用术语。			
目标	了解C#发展历程、特点 掌握使用开发环境搭建 掌握简单WPF应用程序的实现 了解物联网实训系统平台 了解C#编程中的常用术语			
知识点		难点	重点	备注
1.1	C#应用实例		✓	
1.2	C#入门			
1.3	开发环境搭建			
1.4	第一个WPF程序			
1.5	基于C#的物联网实训系统	✓	✓	
1.6	C#案例开发所涉及的基本术语		✓	
第2章 C#语法基础（支撑课程目标 3、5、6）				
建议学时	4 课时课堂教学			
介绍	本章先从一个实验室环境参数监测案例入手，创建了“Csharp_2、Csharp_2_数据类型、Csharp_2_运算符”三个项目。“Csharp_2”用于实现2.1节针对设备的案例；“Csharp_2_数据类型”用来演示验证C#数据类型的知识点，并采用“输出”窗口来显示结果，以便读者能掌握更多的程序调试方法；“Csharp_2_运算符”用来演示验证C#运算符和表达式的知识点。最后，总结了案例中c#开发参考的编码规范。			
目标	理解数据和内存、二进制 掌握变量与常量、进制间数据的使用			

	<p style="text-align: center;">熟悉数据类型的定义、使用 掌握各类运算符及其表达式的代码编写 了解 C#编码规范</p>			
知识点		难点	重点	备注
2.1	变量与常量		✓	
2.2	数据和内存			
2.3	进制转换		✓	
2.4	C#基础数据类型		✓	
2.5	运算符与表达式	✓	✓	
2.6	C#编码规范		✓	
实训项目		难点	重点	备注
案例实现	环境参数采集—数据表达式的使用	✓	✓	
第3章 流程控制（支撑课程目标 4、5、6）				
建议学时	2 课时课堂教学			
介绍	<p>本章先从一个环境参数自动监测案例入手,创建了“Csharp_3、Csharp_3_顺序结构、Csharp_3_选择结构、Csharp_3_循环结构”四个项目。 “Csharp_3”用于实现本章的综合案例；Csharp_3_顺序结构、Csharp_3_选择结构、Csharp_3_循环结构三个案例分别介绍了三种程序结构的语法规范及其编程实现。</p>			
目标	<p style="text-align: center;">顺序结构语句 选择结构语句 循环结构语句 跳转语句 异常处理</p>			
知识点		难点	重点	备注
3.1	控制结构			
3.2	顺序结构			
3.3	选择结构	✓	✓	
3.4	循环控制语句	✓	✓	
3.5	异常处理		✓	
实训项目		难点	重点	备注
案例实现	智能环境控制—流程控制结构	✓	✓	
第4章 数组与集合（支撑课程目标 3、5、6）				
建议学时	2 课时课堂教学			

介绍	本章先从一个案例入手，讲解了 C# 的应用开发场景；简要介绍了 C# 的来源、基本思想、技术体系和应用前景。重点介绍了 C# 的开发平台 VS2012 的安装过程，而后基于 WPF 应用程序来讲解 WPF 的概念、特点，重点介绍了基于 C# 开发的 WPF 项目的开发过程。并基于新大陆物联网实训平台，介绍了如何物联网实训平台中的数字量、模拟量采集的相关设备；以两个完整的案例介绍了基于实训设备的 C# 应用程序开发过程。最后总结了案例中 c# 开发所涉及的常用术语。			
目标	理解数组的用途和在内存里存储的形式 掌握一维数组、二维数组的定义和使用 理解集合的用途以及在内存中的存储形式 熟练掌握集合中 ArrayList 的使用 了解 ADAM4150 协议			
知识点		难点	重点	备注
4.1	数组概述			
4.2	一维数组	✓	✓	
4.3	二维数组	✓	✓	
4.4	可变数组			
4.5	集合		✓	
实训项目		难点	重点	备注
案例实现	同时控制多个风扇和连续多次环境数据采集—数组使用	✓	✓	
第 5 章 函数（支撑课程目标 5、6）				
建议学时	4 课时课堂教学			
介绍	本章以浅显易懂的例子讲解了函数定义、调用、参数、返回值及变量作用域的基本知识，并通过对比分析，进一步阐述了各知识点中应注意的关键性问题，以便读者能循序渐进的掌握知识点，增强程序调试排错能力。最后，结合物联网实训设备，实现一个智能路灯控制的简单工程案例，让读者能充分理解函数在实际应用程序中的作用，掌握函数结构编程方法，规范程序结构。			
目标	理解使用函数的作用； 掌握函数的定义与调用； 掌握函数的参数类型及使用； 掌握变量的作用域；			
知识点		难点	重点	备注

5.1	函数的作用			
5.2	函数的定义与调用		✓	
5.3	返回值			
5.4	参数		✓	
5.5	递归调用	✓	✓	
5.6	变量的作用域	✓	✓	
实训项目		难点	重点	备注
案例实现	路灯智能控制—函数的使用		✓	
第6章 面向对象编程—类和对象（支撑课程目标 2、5、6）				
建议学时	4 课时课堂教学			
介绍	本章先从一个风扇开关控制案例入手，讲述面向对象的概念，类和对象的定义、构造函数、析构函数、静态成员、常量成员、函数重载、索引、引用、对象数组等知识点。重点要求掌握面向对象的机制和相应的代码实现，从而理解面向对象设计程序的优缺点，能够在不同的场合灵活应用。			
目标	<p style="text-align: center;">了解面向对象的基本概念</p> <p style="text-align: center;">掌握掌握类的定义和对象的声明</p> <p style="text-align: center;">掌握类的属性、构造函数</p> <p style="text-align: center;">掌握类的静态成员、常量成员、重载等基本应用</p> <p style="text-align: center;">掌握 this 关键字、索引、值类型和引用类型的使用</p> <p style="text-align: center;">掌握对象数组的声明</p>			
知识点		难点	重点	备注
6.1	面向对象基本概念			
6.2	类的定义和使用	✓	✓	
6.3	类的高级应用	✓	✓	
实训项目		难点	重点	备注
案例实现	风扇开关控制—类的使用		✓	
第7章 面向对象编程—继承和多态（支撑课程目标 5、6）				
建议学时	2 课时课堂教学			
介绍	本章从读者容易理解的“人”类入手，讲述了面向对象继承、多态、接口的定义和使用。本章共创建了“Csharp_7、Csharp_7_继承应用、Csharp_7_Adam4150 类继承应用、Csharp_7_多态应用”四个 WPF 项目。学习这一章应重点要求读者领会这些概念并加以应用灵活应用，面向对象编程是程序员开发应用程序最基本的知识点。			
目标	了解继承、多态、接口的基本概念；			

	<p>掌握如何由基类创建派生类、虚函数的重写、普通函数的隐藏；</p> <p>掌握 protected 成员、base 关键字的应用；</p> <p>掌握抽象类和抽象函数、密封类和密封函数数、派生类构造函数、的应用</p> <p>领会派生类的对象和基类的关系；</p> <p>掌握多态性、接口的应用</p> <p>掌握 is 运算符、向下类型转换的应用</p>			
知识点		难点	重点	备注
7.1	继承	✓	✓	
7.2	多态性	✓	✓	
实训项目		难点	重点	备注
案例实现	实验室路灯控制一类的继承、多态		✓	
第 8 章 线程处理（支撑课程目标 6）				
建议学时	2 课时课堂教学			
介绍	<p>本章从线程与进程的概念入手，讲述了主线程、子线程的实现和线程的优先级、插入等基本操作；以及 DispatcherTimer 定时器的应用。本章创建了” Csharp_8、Csharp_8_线程应用、Csharp_8_子线程、Csharp_8_线程类、Csharp_8_定时器” 五个 WPF 项目。学习这一章应把注意力放在掌握线程概念、如何使用线程类、DispatcherTimer 类。</p>			
目标	<p>了解线程的概念</p> <p>掌握 Thread 类的使用</p> <p>理解线程的优先级</p> <p>了解线程的插入、线程的状态、线程的同步</p> <p>掌握 DispatcherTimer（定时器）类的应用</p>			
知识点		难点	重点	备注
8.1	线程概述			
8.2	线程的优先级	✓	✓	
8.3	线程的插入			
8.4	线程的状态			
8.5	线程类	✓	✓	
8.6	定时器 DispatcherTimer	✓	✓	
实训项目		难点	重点	备注
案例实现	温度自动控制—线程处理		✓	

五、实验内容（共计 10 学时）

序号	实验名称	主要内容	支撑课程目标	是否必做	学时
1	Visual studio professional 开发环境搭建	熟悉软件开发平台，环境配置过程，架构选择	课程目标 1	必做	2
	基础控件界面设计	拖动控件到窗口，掌握控件的属性和事件参数	课程目标 2		
2	编写计算器	参考计算机自带的计算器设计界面，撰写函数代码，实现计算功能。	课程目标 2、3、4、5	必做	4
3	编写串口助手	参考串口助手通信软件，设计相应的界面，完善函数代码，通过功能测试。	课程目标 2、3、4、5、6	必做	4

六、参考文献

- [1] 《C#从入门到精通（第6版）》，明日科技，清华大学出版社，2021年11月
- [2] 《C#入门经典：更新至C#9和.NET5》，[英]马克·J.普赖斯(Mark J.Price)，清华大学出版社，2021年07月
- [3] 《C#入门经典(第8版)》，[美]本杰明·帕金斯(Benjamin Perkins)，清华大学出版社，2018年12月
- [4] 《C#高级编程(第11版) C#7 & .NET Core 2.0》，[美]克里斯琴·内格尔(Christian Nagel)，清华大学出版社，2019年03月
- [5] 《C#图解教程 第5版》，[美]丹尼尔·索利斯(Daniel Solis) 卡尔·施罗坦博尔(Cal Sc)，人民邮电出版社，2019年11月

七、课程目标对毕业要求的支撑关系

毕业要求指标点	课程目标	支撑度	支撑理由
---------	------	-----	------

3.4 能够用工程图纸、设计报告、软件模拟或实物模型等形式，呈现设计成果。	课程目标 1/2/3/4/5/6	L	课程目标 5/6 能根据需要设计应用程序，针对精密仪器、测控系统的复杂工程问题，进行软件模拟。课程目标 1/2/3/4 作为课程目标 5/6 的基础，对指标点同样具有支撑作用。
4.1 能够将专业相关的基础理论知识运用到解决精密仪器、测控系统复杂工程问题的实验设计中，提出科学实验方法、设计并制定实验方案、搭建实验装置。	课程目标 1/2/3/4/5/6	H	课程目标 5/6 能根据需要及专业相关的基础理论知识设计应用程序，可运用于解决精密仪器、测控系统的复杂工程问题的实验设计及数据采集、处理中。课程目标 1/2/3/4 作为课程目标 5/6 的基础，对指标点同样具有支撑作用。
5.2 能够合理运用 MATLAB、SolidWorks 等专业技术工具对复杂工程问题中的关键部分进行计算、仿真、模拟、分析与预测。	课程目标 1/2/3/4/5/6	H	课程目标 5/6 能根据需要设计应用程序，可对复杂工程问题中的关键部分进行计算、仿真、模拟与分析。课程目标 1/2/3/4 作为课程目标 5/6 的基础，对指标点同样具有支撑作用。

注：H 表示课程为强支撑课程。L 表示课程为弱支撑课程。

八、考核环节对课程目标达成的支撑

本门课程的考核环节包含课堂教学、课程报告等环节。各个环节考核结果，再结合课程学习的问卷调查可综合评定课程目标的达成情况。以下对主要考核环节如何支撑课程目标作了说明。

本门课程的考核环节包含课堂教学和实验教学。教学考核由平时作业、期末考试组成；实验教学通过课程实验完成情况及实验报告完成情况进行评分。以下对主要考核环节如何支撑课程目标作了说明。

课程目标	如何考核课程目标的达成
课程目标 1：熟悉 visual studio 软件开发平台，了解 Framwork 架构，知道不同系统对应的 NET 版本和 VS 版本，以及 VS 不同版本和不同开发语言的区别，能够针对具体的程序应用，搭建相匹配的软件开发环境。	平时作业和实验报告中的程序界面设计要求包括整个 VS 设计环境，以及在期末考试中会以选择题、判断题或者填空题的方式测验对平台和版本的熟悉程度，可以评价课程目标 1 的达成情况。

<p>课程目标 2: 掌握公共基础控件的属性和事件的涵义, 区别不同控件的功能, 能利用系统控件设计基础的应用程序设计界面, 对控件的位置、大小、分布等具体属性以及移动、单击、双击等具体事件有明确的认知。</p>	<p>平时作业和实验报告中的程序界面设计要求包括不同类型的公共基础控件, 以及在期末考试中会以选择题、判断题或者填空题的方式进行测验, 可以评价课程目标 2 的达成情况。</p>
<p>课程目标 3: 掌握基本的语法结构, 能通过执行程序代码实现对控件属性的设置和改变, 进一步的能够结合控件的事件触发相应的程序代码, 实现程序的基本输入输出以及界面变化。</p>	<p>平时作业可以附代码, 实验报告必须附代码, 以及在期末考试中会以选择题、判断题或者填空题的方式进行测验, 可以评价课程目标 3 的达成情况。</p>
<p>课程目标 4: 建立程序设计的逻辑思维图, 多个控件和不同事件的触发或访问, 避免产生逻辑错误, 完成多步程序设计和访问, 能够读懂程序的运行流程, 摸清程序设计人员背后的思路逻辑。</p>	<p>平时作业可以画逻辑思维图, 实验报告必须附设计思路, 以及在期末考试中会以选择题、判断题、填空题、简答题或设计题的方式进行测验, 可以评价课程目标 4 的达成情况。</p>
<p>课程目标 5: 能设计一个简易的程序, 通过触发不同的事件, 执行不同的功能函数, 输出计算后的值, 认识基本的盲操作理念, 通过盲操作检测简易程序的稳定性, 减少程序 BUG 的出现。</p>	<p>平时作业涉及设计两个简易程序, 实验报告是设计一个完整功能的程序, 以及在期末考试中会以设计题的方式进行测验, 可以评价课程目标 5 的达成情况。</p>
<p>课程目标 6: 能独立完成一个具有复杂功能函数的程序设计, 生成可执行文件 EXE, 在其他电脑中可以正常运行, 经过程序测试, 实现既定的功能目标, 同时尽可能较少出现或者不出现异常报错。</p>	<p>平时作业涉及设计两个简易程序, 并要求能够完整独立的运行, 实验报告是设计一个完整功能的程序, 必须经过运行测试, 以及在期末考试中会以设计题的方式进行测验, 可以评价课程目标 6 的达成情况。</p>

九、达成课程目标的措施

达成课程目标的措施主要有:

1、作业有两个最基本的程序设计, 一个是计算器, 另一个是串口助手。两个程序必须包括整体设计环境、程序逻辑图/程序设计代码、运行测试图。从而可以掌握学生对编程环

境、编程能力、BUG 调试的基础技能。

2、程序设计考察报告，是一个开放性题目，由学生自由发挥设计一个至少满足两个功能函数的程序，程序包括思路的来源，界面的设计，代码的编写，不仅如此还必须进行上机实操，测验程序的稳健性。以创新性、功能函数的复杂性、代码的简洁性等判断学生的学习效果。

3、采用新的教学评价和考核方式。将标准答案考试与非标准答案考试相结合，教师评价与学生评价相结合，以多元化的学习过程评价机制将学生的学习积极性充分调动起来。成绩构成和评分标准详见第八点。

十、成绩评定

1. 成绩构成

课程总成绩包括四个部分：“平时成绩”、“期末成绩”、“考察报告”，各部分成绩占比见下表。“期末成绩”由期末卷面考试成绩决定，按百分制给出，占“总成绩”的 40%；“平时成绩”由平时作业确定，占“总成绩”的 20%；“考察报告”由编程表现和程序设计报告质量两部分组成，占“总成绩”的 40%。

2. 评分标准

(1) 作业评分标准

界面设计的精美程度、程序逻辑/代码的完整性、运行测试的复杂性，三部分各占 30%。

(2) 单元测验、阶段考试及期末考试按百分制计分，详见试题评分标准。

(3) 实验评分标准

(4) 界面设计的精美程度、程序逻辑/代码的完整性、函数功能的复杂性，三部分各占 30%。

十一、教学进程

详见教学内容，理论课时 22 学时，上机课程 10 学时，该门课程总计 32 学时。

四川大学机械工程学院本科课程

《物联网通讯与安全》教学大纲

一、课程基本信息

课程号	302993020	课程名称	物联网通讯与安全		
学分	2	英文名称	Internet of Things Communication and Security		
总学时	32	周学时	4	上课周数	8
课程属性	<input type="checkbox"/> 必修课 <input checked="" type="checkbox"/> 选修课		考核方式		笔试
课程类别	<input type="checkbox"/> 公共基础课 <input type="checkbox"/> 通识模块课 <input type="checkbox"/> 学科基础课 <input type="checkbox"/> 专业核心课 <input checked="" type="checkbox"/> 专业选修课 <input type="checkbox"/> 实践教育课程				
使用教材	董健. 物联网与短距离无线通信技术 (第二版). 电子工业出版社. 2012. 9				
面向对象	测控技术与仪器, 三年级本科生				
先修课程	《模电》、《数电》、《电工技术》、《信号分析与处理》				
课程负责人	甘芳吉	开课单位	机械工程学院		
大纲执笔	甘芳吉	审核	专业教学指导组	执行时间	2024. 1

二、课程简介

(一) 中文课程简介

本课程是测控技术与仪器专业智能感知与物联网特色班的专业核心课程。本课程是一门理论与实践性很强的课程,目的是培养学生对物联网短距离无线通信各种技术的基本原理、基本概念、基本概念和组网方式有较为全面的理解。

课程主要介绍物联网应用中的常用的短距离无线通讯技术,比如蓝牙、Zigbee、无线局域网(WLAN)、IrDA(红外)、RFID(射频)、近场通信(NFC)、超宽带技术(UWB)、60GHz等,要求学生掌握各种短距离无线通信技术的基本原理、系统构成、基本应用,学会在物联网系统设计中选择合适的短距无线通信技术,引导学生进入短距离无线通信技术这一生机勃勃的研究应用领域。

(二) 英文课程简介

This course is the core course of the characteristic class of intelligent perception and Internet of Things for the major of measurement and control technology and instrument. This course is a highly theoretical and practical course, which aims to cultivate students to have a comprehensive understanding of the basic principles, basic concepts, basic concepts and networking methods of various short-range wireless communication technologies of the Internet of Things.

The course mainly introduces the commonly used short-range wireless communication technologies in the application of the Internet of Things, such as Bluetooth, Zigbee, WLAN, IrDA, RFID, NFC, UWB, 60GHz, etc. Students are required to master the basic principles, system composition and basic applications of various short-range wireless communication technologies, learn to select appropriate short-range wireless communication technologies in the design of the Internet of Things system, This course will guide students to enter the dynamic research and application field of short-range wireless communication technologies

三、课程目标

(一) 课程目标

- 1、熟练掌握物联网短距离通信的基本概念、基本原理及技术特点。
- 2、熟练掌握蓝牙、Zigbee、WLAN 等技术的特点并灵活应用。
- 3、对给定的实际问题，能够建立准确的问题模型，设计有效的问题求解方法，选择合适的技术路线，设计有效的技术方案来解决短距离通信的实际问题。

其中，课程目标 1 为课程知识目标，课程目标 2 为能力目标，课程目标 3 为课程价值目标。

(二) 课程教学方法对课程目标的支撑

课程教学方法	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3
课堂理论/实验教学	√	√	√
互动探究	√	√	
课堂测验	√	√	
课外作业	√	√	
拓展学习		√	
线上线下考核评价	√	√	
翻转课堂			√

四、教学内容

本课程是测控技术与仪器专业本科生创新班的专业选修课，通过本课程的学习，培养学生熟悉和掌握各种短距离无线通信技术。

第一章：概述（支撑课程目标 1）

- 1、物联网概述。
- 2、物联网通信。

要求学生：能解释物联网的相关专业术语；能区分不同物联网短距离通信技术的特点。

第二章：蓝牙通信技术（支撑课程目标 1、2）

- 1、蓝牙通信技术概。
- 2、蓝牙协议体系结构。
- 3、蓝牙协议子集及应用规范。
- 4、蓝牙技术的应用。

要求学生：掌握蓝牙协议体系结构、蓝牙协议子集及应用规范、蓝牙组网、蓝牙路由机制，了解蓝牙技术的应用。

第三章：Zigbee 通信技术（支撑课程目标 1、2）

- 1、Zigbee 技术概述。
- 2、Zigbee 协议栈。
- 3、Zigbee 组网技术。
- 4、Zigbee 路由协议分析。
- 5、基于 Zigbee 的无线传感网络。
- 6、6Zigbee 技术的应用。

要求学生：掌握 Zigbee 技术的基本概念及特点，掌握 Zigbee 协议栈的基本内容，了解 Zigbee 无线传感网络的基本构成和特点，了解 Zigbee 技术的应用范围。

第四章：WLAN 无线通信技术（支撑课程目标 1、2、3）

- 1、WLAN 概述。
- 2、WLAN 物理层技术。
- 3、WLAN 的 MAC 技术。
- 4、WLAN 的网络安全技术。
- 5、WLAN 的应用。

要求学生：掌握 WLAN 物理层、MAC 技术，了解 WLAN 的应用。

第五章：IrDA 无线通信技术（支撑课程目标 1、2）

- 1、IrDA 技术简介。
- 2、IrDA 技术标准。
- 3、基于 IrDA 协议栈的红外通信。
- 4、IrDA 的应用。

要求学生：掌握 IrDA。

第六章：RFID 无线通信技术（支撑课程目标 1、2、3）

- 1、RFID 基础。
- 2、RFID 的基本原理。
- 3、RFID 的关键技术。
- 4、RFID 技术的应用。

要求学生：掌握 RFID 技术的基本原理、RFID 天线、RFID 防碰撞技术，了解 RFID 技术的应用。

第七章：NFC 无线通信技术（支撑课程目标 1、2）

- 1、NFC 概述。
- 2、NFC 的技术原理。
- 3、NFC 的安全问题。
- 4、NFC 的应用与发展问题。

要求学生：掌握 NFC 的技术原理，了解 NFC 技术的应用。

第八章：UWB 无线通信技术（支撑课程目标 1、2）

- 1、UWB 技术概述。
- 2、UWB 的关键技术。
- 3、UWB 的系统方案。
- 4、UWB 技术的标准化。
- 5、UWB 的应用及发展方向。

要求学生：掌握 UWB 的技术原理，了解 UWB 技术的应用。

第九章：60GHz 无线通信技术（支撑课程目标 1、2）

- 1、60GHz 无线通信技术概述。
- 2、UWB 的关键技术。
- 3、UWB 的系统方案。
- 4、UWB 技术的标准化。
- 5、UWB 的应用及发展方向。

要求学生：掌握 UWB 的技术原理，了解 UWB 技术的应用。

五、实验内容

序号	实验名称	主要内容	是否必做	学时
1	实验一 蓝牙通信	BLE 风扇传感器实验、BLE 电位传感器实验	必做	3

2	实验二 Wifi 无线通信	WIFI 光电传感器实验、WIFI 温湿度传感器实验	必做	3
3	实验三 Zigbee 无线通信	Zigbee 光敏传感器实验、ZigbeeLED 灯实验	必做	2

六、参考文献

- [1] 陈兵等编著《物联网通信》，清华大学出版社，2019
- [2] 刘云浩主编《物联网工程导论（物联网工程专业系列教材）》，科学出版社，2010

七、课程目标对毕业要求的支撑关系

毕业要求指标点	课程目标	支撑度	支撑理由
1.1 能运用数学、自然科学、工程基础和专业知识表述精密仪器、测控系统的工程问题。	课程目标 1/2	H	课程目标 1 和课程目标 2 设计到众多描述工程问题的专业术语，解决实际工程问题的专业知识。
3.2 能够在安全、环境、法律等现实约束条件下，对多种设计方案的可行性、新颖性进行论证，优选出合理的解决方案。	课程目标 3	H	课程目标 3 中，在实际工程问题中，设计到通信安全认证等多方面的非技术因素问题，也要求学生根据实际工程问题，制定、选择最优的实施方案。

注：H 表示课程为强支撑课程。L 表示课程为弱支撑课程。

八、教学及考核环节对课程目标达成的支撑

本门课程的考核环节包含课堂教学、课后研讨和实验教学等。课堂教学考核由平时作业、单元小测验、阶段性考试、期末考试及小组研讨等组成；实验教学通过课程实验完成情况 & 实验报告完成情况进行评分。各个环节考核结果，再结合课程学习的问卷调查可综合评定课程目标的达成情况。以下对主要考核环节如何支撑课程目标作了说明。

课程目标	教学及考核环节对课程目标的支撑
课程目标 1: 熟练掌握物联网短距离通信的基本概念、基本原理及技术特点	在课堂提问、实验等环节，都要求学生物联网技术的基本概念、基本原理、实现方式等，使用规范的专业术语进行叙述和解释。
课程目标 2: 熟练掌握	在期末考试的设计类题目中，需要学生综合分析所学的各类无

握蓝牙、Zigbee、WLAN 等技术的特点并灵活应用	线通信技术的原理、特点、适用范围、成本，结合具体使用环境，选择恰当的无线通信手段，解决实际工程问题。通过考试分数可以评价课程目标 2 的达成情况。
课程目标 3: 对给定的实际问题，能够建立准确的问题模型，设计有效的问题求解方法，选择合适的技术路线，设计有效的技术方案来解决短距离通信的实际问题	在实验课环节，学生根据传感器特点、通信范围及数据传输速率等实际问题，对选用的无线通信技术进行恰当的参数配置，以达到最优的效果。

九、达成课程目标的措施

达成课程目标的措施主要有：

1. 本门课是针对测控专业创新班开设的专业课程，因此选课人数有限制，非常适合采用小班教学的方式进行授课。在课堂上与学生充分互动，通过小组研讨、课后分组查阅相关资料、研讨题讨论、平时作业讨论及进行实验等，充分发调动每一位同学的参与性。
2. 学生参与评价。小组研讨汇报时，每个组的组长都是评价组成员，根据各个小组汇报内容进行评价打分，提高学生参与的积极性。
3. 采用新的教学评价和考核方式。将标准答案考试与非标准答案考试相结合，教师评价与学生评价相结合，以多元化的学习过程评价机制将学生的学习积极性充分调动起来。

十、成绩构成及评分标准

1、成绩构成

课程总成绩包括三个部分：“平时成绩”、“期末成绩”和“实验成绩”，各部分成绩占比见下表。“期末成绩”由期末卷面考试成绩决定，按百分制给出，占“总成绩”的 50%；“平时成绩”由小组研讨、平时作业、考勤的平均分确定，占“总成绩”的 20%；“实验成绩”由实验表现和实验报告质量两部分组成，占“总成绩”的 30%。

成绩	平时成绩（ 课堂提问+考勤）	期末考试（期末 卷面考试成绩）	实验
占比 100%	20%	50%	30%

2、评分标准

(1) 作业评分标准

	90-100 分	80-89 分	70-79 分	60-69 分	60 分以下
--	----------	---------	---------	---------	--------

正确率	正确率 \geq 90%	正确率 \geq 80%	正确率 \geq 70%	正确率 \geq 60%	正确率 $<$ 60%
作业总成绩	各次作业成绩取平均值。				

(2) 期末考试按百分制计分，详见试题评分标准。

(3) 小组研讨评分标准

	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
报告完成度(教师按组评定, 60%)	报告格式规范, 研讨内容表达清楚, 分析结果正确合理。	报告格式规范, 研讨内容表达较清楚, 大部分分析结果正确	报告格式较规范, 研讨内容表达基本清楚, 分析结果基本正确	报告格式不够规范, 研讨内容表达不够清楚, 小部分析结果正确	报告格式不规范, 研讨内容表达不清楚, 分析结果基本不正确
小组评分(40%)	小组评分包含出勤, 参与研讨及个人贡献等情况。小组成绩体现差异性。				
总分	研讨总成绩 = 研讨报告成绩*60%+小组成绩*40%				

(4) 实验评分标准

	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
实验表现(40%)	完成度好	完成度较好	完成度一般	只完成部分实验	完成度差
实验报告质量(60%)	报告质量好	报告质量较好	报告质量一般	报告质量一般	报告质量差

十一、教学进程

教学内容	学时数
1 概述	2 学时
2 蓝牙通信技术	4 学时
3 Zigbee 通信技术	4 学时
4 WLAN 无线通信技术	2 学时
5 IrDA 无线通信技术	2 时
6 RFID 无线通信技术	2 时
7 NFC 无线通信技术	2 时

8 UWB 无线通信技术	2 时
960Hz 无线通信技术	2 时
合计	24 学时

注：本门课程共计 32 学时，其中授课共计 24 学时，实验 8 学时。

电路仿真与 PCB 设计

四川大学机械工程学院本科课程

《电路仿真与 PCB 设计》教学大纲

一、课程基本信息

课程编号:	302039020	课程性质:	选修
课程名称:	电路仿真与 PCB 设计	学时/学分:	32/2
英文名称:	Circuit simulate and PCB design	考核方式:	闭卷笔试
选用教材:	《Cadence 16.6 高速电路板设计与仿真》第 1 版左昉、李刚 机械工业出版社	大纲执笔人:	晋崇九
先修课程:	《模拟电路》、《数字电路》、《电路原理》	大纲审核人:	专业教学指导组
适用专业:	测控技术与仪器		

二、课程目标

- 1、能够解释高速 PCB 定义、主要性能指标和专业术语等基本概念并知道其含义。知道现
- 2、代高速、高密 PCB 设计流程、BOM 采购、PCB 装配调试、高低温与振动测试、三防与老化等技术与工艺。对高速 PCB 技术的新发展有一定认识。
- 3、能利用模拟电路、数字电路、电工原理的基本概念和基本定律，借助高速 PCB 设计流程，分析高速 PCB 的基本工作原理、结构和特性以及性能影响参数，并运用高速
- 4、PCB 设计技术解决测控系统的信息获取与处理问题。
- 5、能利用电路的基本概念和基本定律分析高速 PCB 的工作原理，并解释影响其工作可靠性的因素，得出改善性能的方法，并加以应用。
- 6、能分析常用高速 PCB 的典型应用实例，知道高速 PCB 的常用设计方法，包括应用范围、特点、工作条件、安装使用注意事项等，能针对不同测控要求，提出多种解决方案。
- 7、知道常用高速 PCB 的一些工程设计方法和性能改善措施，能解释方法的合理性；能分析一般测控系统中模拟信号、数字信号等常用参数的测量要求，进行合理的高速
- 8、PCB 方案设计，解决信息获取与处理方案设计中的关键问题。
- 9、知道高速 PCB 设的装配步骤和方法，能利用实验装置完成高速 PCB 设的工艺文件，

同时利用所学高速 PCB 设计知识设计完成实验。

三、教学内容

第一章 Cadence 基础入门（支撑课程目标 1）

介绍 Cadence 软件功能、设计流程以及安装，以手机软硬件系统为例，解释高速 PCB 概念。重点讲述 Cadence 软件设计流程，以 FPGA + DDR 系统设计为实例说明原理图设计、网表生成和 PCB 的 Layout 设计步骤。

互动讨论直插元器件与 SMD 特点与适用范围；探究 BGA 扇出技术。作业布置安装 Cadence 软件。

课堂测验考查高速 PCB 基本概念。

- 1、电路总体设计流程
- 2、Cadence 软件平台介绍
- 3、OrCAD Capture CIS 工作平台
- 4、Design Entry HDL
- 5、Library Explorer 工作平台
- 6、Allegro Package 工作平台
- 7、SigXploer 工作平台
- 8、Allegro PCB 工作平台
- 9、Cadence 功能模块
- 10、Cadence 软件新功能
- 11、电路设计分类

第二章 原理图库（支撑课程目标 1、2）

介绍 Cadence 软件原理图库使用和设计技术，以分立元件为例，建立 Pin 与 Pad 对应关系。通过设计 Spartan 3A 原理图元件，掌握源图库设计技术。

互动讨论 FPGA 电源部分 Pin 命名方法；探究 DDR 的地址总线与数据存储之间的关系。作业布置查阅 FPGA 器件手册并绘制其原理图元件。

课堂测验考查原理图库相关基本概念、基本原理以及设计技术。

- 1、元件库概述
- 2、元件库管理
- 3、打开“Place Part”面板
- 4、加载元件库
- 5、卸载元件库

- 6、新建元件库
- 7、元件库的绘制
- 8、新建库元件
- 9、绘制元件外形
- 10、添加引脚
- 11、编辑引脚
- 12、绘制含有子部件的库元件
- 13、库文件管理器
- 14、库管理工具
- 15、按照菜单命令创建库文件
- 16、按照向导创建库文件
- 17、手动创建库文件
- 18、Library Explorer 图形窗口
- 19、元件库管理器
- 20、启动元件编辑器
- 21、编辑器窗口
- 22、环境设置
- 23、库元件创建
- 24、新建元件
- 25、复制元件
- 26、添加引脚
- 27、创建元件轮廓
- 28、编辑库元件
- 29、查找元件
- 30、操作实例

第三章 原理图基础（支撑课程目标 2）

介绍 Cadence 软件原理图设计流程，以 FPGA + DDR 系统原理图设计为实例，重点讲述 DSN 创建、Page 设计、元件添加和电气连接等操作。通过 Spantan 3A 配置部分原理图设计，重点讲述原理图设计规范、元件命名和封装选择等关键技术。

互动讨论 Spantan 3A 配置方式；FPGA 如何选择不同接口电平。

作业布置绘制 FPGA + DDR 系统原理图。

课堂测验考查原理图设计相关基本概念、基本规范以及基本操作。

- 1、原理图功能简介
- 2、项目管理器
- 3、原理图分类
- 4、平坦式原理图
- 5、层次原理图
- 6、仿真电路
- 7、创建原理图
- 8、创建平坦式电路
- 9、创建层次原理图
- 10、创建仿真电路
- 11、更改文件类型
- 12、原理图基本操作
- 13、 电路原理图的设计步骤

第四章 原理图环境设置（支撑课程目标 2、3）

介绍 Cadence 原理图环境设置操作，重点讲述 Path 设置、颜色设置和 Grid 设置等常用操作。在此基础上，以 FPGA + DDR 系统原理图设计为实例，讲述原理图属性编辑操作，为网表生成做好准备。

互动讨论 PCB 堆叠管理和颜色设置。作业布置设置颜色、Grid 和 PCB 堆叠。

课堂测验考查原理图环境设置相关基本概念及基本操作。

- 1、原理图图纸设置
- 2、配置系统属性
- 3、颜色设置
- 4、格点设置
- 5、设置缩放窗口
- 6、设计向导设置

第五章 元件操作（支撑课程目标 3）

介绍 Cadence 原理图设计中的元件操作，以 FPGA + DDR 系统原理图设计为实例，讲述 FPGA

+ DDR 系统原理图各部分元件的基本操作。

互动讨论元件查找、改名以及 PCB 同步。

作业布置绘制 FPGA + DDR 系统原理图。

课堂测验考查原理图元件操作技术。

- 1、放置元件
- 2、对象的操作
- 3、调整元件位置
- 4、元件的复制和删除
- 5、元件的固定
- 6、元件的属性设置
- 7、属性设置
- 8、参数设置
- 9、外观设置
- 10、自动编号
- 11、反向标注

第六章 原理图的电气连接（支撑课程目标 3、4）

介绍 Cadence 原理图电气连接操作，以 FPGA + DDR 系统原理图设计为实例，讲述 FPGA +DDR 系统原理图电气连接。

互动讨论导线、端口和网络标号之间的区别和联系。

作业布置绘制 FPGA + DDR 系统原理图，查阅文献说明 DDR 的设计要领。

课堂测验考查原理图电气连接的基本操作。

- 1、原理图连接工具
- 2、元件的电气连接
- 3、导线的绘制
- 4、总线的绘制
- 5、总线分支的绘制
- 6、自动连线
- 7、放置手动连线
- 8、放置电路端口
- 9、放置页间连接符
- 10、放置图表符
- 11、放置图样入口
- 12、放置电源符号
- 13、放置电源符号
- 14、放置网络标号

- 15、放置不连接符
- 16、绘图工具
- 17、绘制直线
- 18、绘制多段线
- 19、绘制矩形
- 20、绘制椭圆
- 21、绘制椭圆弧
- 22、绘制圆弧
- 23、绘制贝塞尔曲线
- 24、放置文本
- 25、放置图形
- 26、操作实例
- 27、抽水机电路
- 28、监控器电路
- 29、电源开关设计
- 30、串行显示器 PS7219 及单片机的 SPI 接口
- 31、存储器接口电路
- 32、声控变频器电路
- 33、扫描特性电路

第七章 原理图的后续处理（支撑课程目标 4）

介绍 Cadence 原理图的后续处理，以 FPGA + DDR 系统原理图设计为实例，讲述 FPGA + DDR 系统原理图的后续处理，重点讲述约束设置、ERC、BOM 生成和网表生成等操作。

互动讨论 ERC、BOM 生成和网表生成遇到的问题以及如何修改。

作业布置 FPGA + DDR 系统原理图 BOM 生成和网表生成。

课堂测验考查 FPGA + DDR 系统原理图 BOM 生成和网表生成遇到的问题以及如何修改的相关知识点。

- 1、设计规则检查
- 2、报表输出
- 3、生成网络表
- 4、元器件报表
- 5、交叉引用元件报表
- 6、属性参数文件
- 7、打印输出

- 8、设置打印属性
- 9、打印区域
- 10、打印预览
- 11、打印
- 12、 操作实例

第八章 仿真电路（支撑课程目标 4、5）

介绍 Cadence 电路仿真功能，以 FPGA + DDR 系统原理图设计为实例，讲述 FPGA + DDR 系统原理图的时序仿真和逻辑仿真，重点讲述 DDR 信号完整性设计规范和常用仿真工具与逻辑分析设备使用技术。

互动讨论 DDR 时序与信号完整性之间的关系。

作业布置 FPGA + DDR 系统原理图时序仿真和逻辑仿真。

课堂测验考查 FPGA + DDR 系统原理图时序仿真和逻辑仿真基本概念、基本原理以及基本操作。

- 1、电路仿真的基本概念
- 2、电路仿真的基本方法
- 3、仿真电路设计
- 4、仿真原理图电路
- 5、仿真分析参数设置
- 6、直流分析（DC Sweep）
- 7、交流分析（AC Sweep/Noise）
- 8、噪声分析（Noise Analysis）
- 9、瞬态分析（Time Domain (Transient)）
- 10、傅里叶分析（Time Domain (Transient)）
- 11、静态工作点分析（Bias Point）
- 12、蒙特卡罗分析（Monte Carlo Analysis）
- 13、最坏情况分析（Worst - Case/Sensitive）
- 14、参数分析（Parameter Sweep）
- 15、温度分析（Temperature (Sweep)）
- 16、仿真信号

第九章 创建 PCB 封装库（支撑课程目标 5）

介绍 Cadence 封装设计的接本概念，包括：PCB 堆叠、Pad、阻焊等。
以 FPGA + DDR 系统

PCB 设计为实例，讲述 FPGA + DDR 系统全部封装设计方法，以 FPGA 为例，说明如何使用向导制作 BGA 封装。

互动讨论 Class 与 Subclass 重要作用。作业布置设计 FPGA + DDR 系统全部封装。

课堂测验考查 Class 与 Subclass 相关概念以及常用操作。

- 1、封装的基本概念
- 2、常用封装介绍
- 3、封装文件
- 4、焊盘设计
- 5、焊盘分类
- 6、焊盘设计原则
- 7、焊盘编辑器
- 8、封装设计
- 9、设置工作环境
- 10、使用向导建立封装零件
- 11、手动建立零件封装
- 12、操作实例

第十章 印制电路板设计（支撑课程目标 5、6）

介绍 Cadence 印制电路板设计基本概念，包括：Layer、Plane 和 VIA 等。以 FPGA + DDR 系统 PCB 设计为实例，讲述 FPGA + DDR 系统 PCB 设计流程，重点讲述 DDR 约束设置、电源层分割等操作。

互动讨论三种 VIA 工艺特点和适用范围。

作业布置 FPGA + DDR 系统 PCB 的 DDR 约束设置和电源层分割。

课堂测验考查 DDR 约束设置和电源层分割相关基本概念、基本原理以及常用操作。

- 1、印制电路板概述
- 2、印制电路板的概念
- 3、PCB 设计流程
- 4、设计参数设置
- 5、建立电路板文件
- 6、使用向导创建电路板
- 7、手动创建电路板
- 8、电路板物理结构

- 9、图样参数设置
- 10、电路板的物理边界
- 11、编辑物理边界
- 12、放置定位孔
- 13、环境参数设置
- 14、设定层面
- 15、设定栅格
- 16、颜色设置
- 17、板约束区域
- 18、在 PCB 文件中导入原理图网络表信息

第十一章 布局（支撑课程目标 6）

介绍 Cadence 布局操作，以 FPGA + DDR 系统 PCB 设计为实例，讲述 FPGA + DDR 系统 PCB 布局规范和操作。

互动讨论 DDR 布局要领。

作业布置 FPGA + DDR 系统 PCB 布局。课堂测验考查 DDR 布局要领。

- 1、添加 Room 属性
- 2、摆放封装元件
- 3、元件的手工摆放
- 4、元件的快速摆放
- 5、基本原则
- 6、自动布局
- 7、3D 效果
- 8、敷铜
- 9、敷铜分类
- 10、敷铜区域
- 11、敷铜参数设置
- 12、PCB 设计规则

第十二章 布线（支撑课程目标 6、7）

介绍 Cadence 布线操作，以 FPGA + DDR 系统 PCB 设计为实例，讲述 FPGA + DDR 系统 PCB 布线规范和操作。

互动讨论 DDR 布线要领。

作业布置 FPGA + DDR 系统 PCB 布线。

课堂测验考查 DDR 布线要领。

- 1、基本原则
- 2、布线命令
- 3、设置栅格
- 4、手动布线
- 5、设置自动布线规则
- 6、自动布线
- 7、PCB Router 布线器
- 8、补泪滴
- 9、电路板的输出
- 10、报表输出
- 11、生成钻孔文件
- 12、制造数据的输出
- 13、操作实例
- 14、音乐闪光灯电路 PCB 设计
- 15、晶体管电路 PCB 设计。

四、实验内容

注：实验详情见课程实验大纲及实验指导书

五、参考文献

- [1] 周润景, 袁伟亭, 张鹏飞, Cadence 高速电路板设计与仿真, 电子工业出版社, 2009 年
- [2] 周润景, Cadence 高速电路板设计与仿真:原理图与 PCB 设计(第 4 版), 电子工业出版社, 2018 年
- [3] 周润景, Cadence 高速电路板设计与实践 (第 2 版), 电子工业出版社, 2016 年

六、达成课程目标的途径与措施

电路仿真与 PCB 设计涉及内容广, 课程目标较多, 其达成目标的途径和措施主要有:

1. 引导学生掌握电路仿真技术相关概念、基本理论、超高速模拟数字混合电路设计原理及方法, 利用学生感兴趣的案例(如 DM6467 的 EVB, 学生不够了解 DM6467)帮助学生建立超高速模拟数字混合电路设计的主要内容;

2. 课堂讲授以提出实际问题、分析问题、解决问题为主, 辅之习题练习, 课后小作业和课后大作业; 促使学生能利用基本原理和方法;

3. 大班授课, 布置一个课后大作业, 设计 DM6467 的 PCB, 要求学生按照工业现场环境要求设计出能够实时在线摄像、压缩、实时传输图像, 并具有计算机数据处理的实验装置。完成后, 用一次课的时间, 让每组推荐一位同学上台讲解, 教师和其他

同学提问，促使学生利用基本原理、方法解决实际超高模拟数字混合电路系统的问题；

4. 多环节训练、督促检查，巩固学习成果：

(1) 作业：课后习题和小作业（PCB 主要工艺评价）

(2) 实验

(3) 期末考试：内容为课程全部，主要涉及各部分的基本概念、基本原理和超高速模拟数字混合电路设计技术。

5. 命题要求

试题类型分为单项选择、填空、简述和综合应用题。其中综合应用题为解决复杂工程问题相关试题，与大作业内容具有一定相似度。试题主要考核课程目标 1~7，各个部分题型所占分数应与实际授课以及考核需求相符合。

七、成绩评定

平时作业	平时测验	课堂表现	考勤	实验环节	期末考试
5	5	5	5	50	30

八、课程目标对毕业要求的支撑

毕业要求	指标点	课程目标
毕业要求 3：针对精密仪器、测控系统的复杂工程问题，能够提出解决方案，在设计环节中体现创新意识，并考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。	3.4 能够用工程图纸、设计报告、软件模拟或实物模型等形式，呈现设计成果。	课程目标 1/2/3
毕业要求 4：能够基于科学原理，采用科学方法对精密仪器、测控系统复杂工程问题进行研究，能设计实验，对实验数据进行	4.1 能够将专业相关的基础理论知识运用到解决精密仪器、测控系统复杂工程问题的实验设计中，提出科学实验方法、设计并制定实验方案、搭建实验装置。	课程目标 4/5/6

分析与解释，通过信息综合得到合理有效的结论。		
毕业要求 5：能够针对精密仪器、测控系统中的复杂工程问题，开发或选用恰当的技术、资源及现代工具对问题进行预测与模拟，并能够理解其局限性。	5.2 能够合理运用 MATLAB、SolidWorks 等专业技术工具对复杂工程问题中的关键部分进行计算、仿真、模拟、分析与预测。	课程目标 4/5/6

九、教学进程

教学内容	学时数
1. 第 1 章 Cadence 基础入门	2
2. 第 1 章 Cadence 基础入门	2
3. 第 2 章 原理图库	2
4. 第 3 章 原理图基础	2
5. 第 4 章 原理图环境设置	2
6. 第 5 章 元件操作	2
7. 实验一：绘制 FPGA + DDR2 高速板原理图	2
8. 第 6 章 原理图的电气连接	2
9. 第 7 章 原理图的后续处理	2
10. 第 8 章 仿真电路	2
11. 实验二：绘制 FPGA + DDR2 高速板 PCB	2
12. 第 9 章 创建 PCB 封装库	2
13. 第 10 章 印制电路板设计	2
14. 第 11 章 布局	2
15. 第 12 章 布线	2
16. 系统总结和答疑	2
合计：课堂授课学时+实验学时	32

课内外时间约为 1:1.0~1.5 学时。

四川大学机械工程学院本科课程 《激光精密测量技术》教学大纲

一、课程基本信息

课程编号:	302321020	课程性质:	选修
课程名称:	激光应用技术	学时/学分:	32/2
英文名称:	Laser Precision Measurement Technology	考核方式:	闭卷笔试
选用教材:	《激光原理与技术》第 2 版阎吉祥 高等教育出版社	大纲执笔人:	晋崇九
先修课程:	《大学物理》、《工程光学基础》	大纲审核人:	专业教学指导组
适用专业:	测控技术与仪器		

二、课程目标

(一) 课程目标

课程具体目标为:

1. 能解释激光器的定义、主要性能指标和专业术语等基本概念并知道其含义。知道大尺寸激光测量系统、超精密激光轮廓仪等一些新型激光精密测量的知识,对激光精密测量技术的新发展有一定认识。
2. 能利用物理、工程光学的基本概念和基本定律,借助激光精密测量的原理示意图,分析常用传感器的基本工作原理、结构和特性以及性能影响参数,并运用传感器解决测控系统的信息获取问题。
3. 能利用光学的基本概念和基本定律分析单纵模、双纵模等常用激光器的稳频电路原理,并解释影响其稳频性能的因素,得出改善性能的方法,并加以应用。
4. 能分析常用激光器的典型应用实例,知道激光器的常用方法,包括应用范围、特点、工作条件、安装使用注意事项等,能针对不同精密测量要求,提出多种解决方案。
5. 知道常用激光器的一些工程设计方法和性能改善措施,能解释方法的合理性;能分析一般精密测量系统中频率稳定度、复现度等常用参数的测量要求,进行合理的激光器选型,解决精密测量方案设计中的关键问题。
6. 知道激光器的参数评定步骤和方法,能利用实验装置完成激光器的参数评定,同时利用所学激光精密测量知识设计完成实验。

三、教学内容

第一章 激光的基本原理及其特性(支撑课程目标 1)

介绍激光发展历史,讲述激光特性,解释与激光相关各种概念。举例说明 Kr86 与激光单色性的差别,计算

He-Ne 激光器的中心频率、相干长度和线宽。

互动讨论玻尔兹曼分布，重点对比不同光源的光子简并度。

作业布置阅读并说明激光产生的先决条件和决定条件。

课堂测验考查基本概念、基本原理以及计算中心频率和线宽。

1.1 激光的特性

1.1.1 单色性与时间相干性

1.1.2 方向性与空间相干性

1.1.3 高亮度

1.1.4 高阶相关

1.2 光波模式和光子状态

1.2.1 光波模式

1.2.2 光子状态

1.2.3 光子的相干性

1.2.4 光子简并度

1.3 原子的能级、分布和跃迁

1.3.1 原子的能级

1.3.2 能级间的跃迁和辐射

1.3.3 Bohzman 分布

1.4 激光产生的必要条件

1.4.1 二能级系统的三种跃迁

1.4.2 激光产生的必要条件

1.5 激光产生的充分条件

1.5.1 饱和光强的概念

1.5.2 饱和光强的简单计算

1.5.3 激光产生的充分条件

1.6 谱线加宽和线型函数

1.6.1 概述

1.6.2 均匀加宽

1.6.3 非均匀加宽

1.7 谱线加宽下的增益系数

- 1.7.1 谱线加宽下的跃迁系数修正
- 1.7.2 吸收截面和发射截面
- 1.7.3 谱线加宽下的增益系数
- 1.8 激光器的速率方程
 - 1.8.1 速率方程的建立
 - 1.8.2 固体三能级系统速率方程
 - 1.8.3 固体四能级系统速率方程
 - 1.8.4 速率方程的稳态解
 - 1.8.5 反转粒子数及增益的饱和
- 1.9 连续与脉冲工作
 - 1.9.1 速率方程的解
 - 1.9.2 激光器的工作状态
- 1.10 激光放大的阈值条件
 - 1.10.1 粒子数反转分布条件
 - 1.10.2 阈值增益系数和阈值反转粒子数密度
 - 1.10.3 连续/长脉冲阈值光泵功率
 - 1.10.4 短脉冲阈值光泵功率
- 1.11 激光器的振荡模式
 - 1.11.1 起振纵模数目的估算
 - 1.11.2 激光器稳定工作状态的建立
 - 1.11.3 均匀加宽激光器的模竞争
 - 1.11.4 非均匀加宽激光器的多模振荡
 - 1.11.5 频率牵引
- 1.12 激光器的输出模式
 - 1.12.1 连续激光器的输出功率
 - 1.12.2 脉冲激光器的输出功率
- 1.13 激光器的单模线宽极限和弛豫振荡
 - 1.13.1 激光器的单模线宽极限
 - 1.13.2 弛豫振荡

1.14 激光器的泵浦技术

1.14.1 直接泵浦

1.14.2 间接泵浦

第二章 光学谐振腔理论（支撑课程目标 1、2）

介绍谐振腔分类方法，讲述谐振腔稳定条件，对比各种谐振腔特点；解释纵模、横模产生机理。重点讲述高斯光束的概念、特征和变换技术。

互动讨论 TEM 命名方法，练习不同 TEM 命名；讨论腔长与纵模树木之间的关系；探究非稳腔的应用。

作业布置解释纵模、横模产生机理。

课堂测试考查基本概念以及 TEM 命名，高斯光束的概念、特征和变换技术。

2.1 光学谐振腔的基本知识

2.1.1 光学谐振腔的组成和分类

2.1.2 光学谐振腔的作用

2.1.3 腔模

2.2 光学谐振腔的损耗

2.2.1 光腔的损耗及其描述

2.2.2 光腔的损耗及其描述

2.2.3 无源腔的品质因数-Q 值

2.2.4 无源腔单模线宽

2.3 光学谐振腔的稳定条件

2.3.1 光线传播的矩阵表示

2.3.2 共轴球面腔的稳定条件

2.3.3 稳区图

2.4 谐振腔的衍射积分理论

2.4.1 菲涅尔-基尔霍夫衍射积分

2.4.2 自再现模所应满足的积分方程式

2.4.3 积分方程解的物理意义

2.5 平行平面腔的自再现模

2.5.1 平行平面腔的模式积分方程

- 2.5.2 平行平面腔的数值迭代解法
- 2.5.3 对称共焦腔的自再现模
- 2.5.4 方形球面镜共焦腔模式积分方程及其解
- 2.5.5 方形球面镜共焦腔自再模的特征
- 2.5.6 方形球面镜共焦腔的行波场
- 2.5.7 圆形球面镜共焦腔
- 2.6 一般稳定球面腔的模式理论
 - 2.6.1 等价共焦腔
 - 2.6.2 一般稳定球面腔的模式特征
- 2.7 高斯光束
 - 2.7.1 高斯光束的基本性质
 - 2.7.2 高斯光束的 q 参数
 - 2.7.3 高斯光束 q 参数的变换规律
 - 2.7.4 ABCD 定律在谐振腔中的应用
- 2.8 非稳腔的模式理论
 - 2.8.1 非稳腔的几何自再现模
 - 2.8.2 非稳腔的几何放大率
 - 2.8.3 非稳腔的能量损耗

第三章 典型激光器（支撑课程目标 2）

介绍典型激光器分类方法，总结四类激光器能级结构、泵浦方式和谱线加宽的特点。详细讲解红宝石、掺钛蓝宝石、Nd³⁺: YAG、准分子、He-Ne、CO₂、N₂、氩离子、半导体、染料等各种激光器。

互动讨论工作物质能级结构特点，探究泵浦原理。

作业布置查阅国内外激光器发展趋势，写出自己针对激光器发展的看法。

课堂测试考查各种激光器特性掌握情况，重点在于激光在工程中的应用相关的概念、理论和方法。

- 3.1 概述
 - 3.1.1 激光器的基本结构
 - 3.1.2 激光器的分类及其主要输出特性
- 3.2 气体激光器
 - 3.2.1 气体放电激励基础
 - 3.2.2 He-Ne 激光器
 - 3.2.3 CO₂ 激光器
- 3.3 固体激光器
 - 3.3.1 固体工作物质
 - 3.3.2 光泵浦系统
 - 3.3.3 工作物质的热效应及其散热
 - 3.3.4 掺钛蓝宝石激光器
- 3.4 染料激光器
 - 3.4.1 染料激光器的工作原理
 - 3.4.2 染料激光器的泵浦方式与典型器件结构

第四章 半导体激光器（支撑课程目标 2、3）

讲述能带概念，重点解释导带、价带和禁带三者之间的关系，简要介绍费米能级，进一步说明半导体激光器实现粒子数反转的方法。

互动讨论半导体激光器发散角、纵模和横模与其它激光器的区别；探究半导体激光器在现代通信中的应用原理和技术；启发并讲解半导体谐振腔几种重要结构和特性。

作业布置描述半导体激光器能带特点和工作原理。

课堂测试考查半导体激光器能带结构和谐振腔的重要知识点。

- 4.1 半导体的能带结构和电子状态
 - 4.1.1 能带概念的引入
 - 4.1.2 半导体中的电子状态
- 4.2 激发与复合辐射
 - 4.2.1 直接跃迁和半导体激光材料
 - 4.2.2 态密度和电子的激发
 - 4.2.3 非本征半导体材料
- 4.3 激光振荡条件
 - 4.3.1 半导体中的光增益
 - 4.3.2 损耗和阈值振荡条件
- 4.4 异质结半导体激光器
 - 4.4.1 异质结
 - 4.4.2 激光器的结构

4.5 导体激光的波长与线宽

4.5.1 导体激光的波长

4.5.2 线宽与频率控制

4.6 半导体激光器当前发展趋势

4.6.1 大功率半导体激光器

4.6.2 表面发射激光器

4.7 半导体激光器的应用

4.7.1 概述

4.7.2 半导体激光器在各种 CD 盘中的应用

4.7.3 半导体激光器在光纤通信中的应用

第五章 光纤激光器（支撑课程目标 3）

讲述光纤激光器一般结构，解释单模和多模概念，重点讲述双包层技术。介绍光纤结构和分类，进一步说明光纤理论损耗极限和增益补偿的物理意义。

互动讨论光纤激光器在现代通信和非线性光学中的重要作用。

作业布置查阅国内外光纤激光器研究和应用前景，写出自己的体会。课堂测试考查光纤激光器结构和应用方面的重要概念、理论和技术。

5.1 引言

5.2 光纤激光器的工作原理

5.3 模及单模运转条件

5.3.1 坎状工作介质

5.3.2 光纤工作物质

5.3.3 模特性与截止频率

5.3.4 光纤激光器的基本结构

5.4 双包层光纤激光器

5.4.1 单包层光纤的限制

5.4.2 双包层光纤激光器

- 5.4.3 光子晶体光纤激光器简介
- 5.5 受激散射光纤激光器
 - 5.5.1 Raman 散射
 - 5.5.2 Raman 散射光纤激光器
 - 5.5.3 受激布里渊散射光纤激光器
- 5.6 调Q 和锁模光纤激光器
 - 5.6.1 光纤激光器的调 Q 工作
 - 5.6.2 光纤激光器的锁模工作
- 5.7 可调谐光纤激光器
 - 5.7.1 孤立波和光孤子
 - 5.7.2 全光纤系统中波长可调谐光孤子脉冲
 - 5.7.3 波长连续可调光纤激光器
- 5.8 高峰值功率光纤激光现状
 - 5.8.1 高峰值功率光纤激光
 - 5.8.2 窄线宽高峰值功率光纤激光器

第六章 热容激光器（支撑课程目标 3）

讲述废热对光程差影响的原理，进一步介绍波前自适应修正技术。

互动讨论无辐射跃迁、空间复合与废热之间关系。

作业布置查阅国内外热容激光器发展趋势，写出自己的体会。

课堂测试考查波前自适应修正技术。

- 6.1 固体的热容
 - 6.1.1 固体热容的经典理论
 - 6.1.2 固体热容的量子理论
- 6.2 储热与温升
 - 6.2.1 储热功率与输出光功率
 - 6.2.2 温度的升高
 - 6.2.3 能量输出
- 6.3 温度分布与热应力
 - 6.3.1 表面与中心的温度差
 - 6.3.2 应力比较
- 6.4 光束畸变
- 6.5 NOPC 的基本原理
 - 6.5.1 相位共轭波的定义
 - 6.5.2 用于固体激光器的 MDM 基自适应光学系统

第七章 模式选择技术与稳频技术（支撑课程目标 3、4）

讲述纵模和横模选择的基本原则，解释谱线竞争、衍射损耗和稳频技术的基本原理。举例说明纵模和横模选择方法；讲述塞曼效应、双纵模热稳频技术详细实现方法。

互动讨论稳频技术的环境适应性与大尺寸精密测量之间的关系。作业布置描述双纵模热稳频技术详细实现方法。

课堂测试考查模式选择和稳频技术相关概念、理论和技术。

7.1 模式选择技术

7.1.1 激光模式与选模的概念

7.1.2 横模选择技术

7.1.3 纵模选择技术

7.2 稳频技术

7.2.1 稳频的基本理论

7.2.2 兰姆凹陷稳频

7.2.3 塞曼稳频

7.2.4 分子饱和吸收稳频

7.2.5 半导体激光器的稳频

第八章 激光光束质量的评价和测量（支撑课程目标 4、5）

介绍激光光束质量的评价参数和参数测量方法。对比几种参数的特点和适用范围。重点解释 BPP 和 M² 因子物理意义和它们在工程应用和精密测量中的重要作用。

互动讨论基本光学参数测量方法；探究 M² 因子测量方法。作业布置解释各种激光光束质量的评价参数。

课堂测试考查各种激光光束质量的评价参数的定义和测量方法。

8.1 激光束宽的定义方法

8.2 高斯光束质量的评价方法

8.2.1 高斯光束质量的常用评价参数

8.2.2 一些激光束的 M² 因子

8.3 激光束传输特性参数的测量

8.3.1 光束宽度的测量

8.3.2 远场发散角的测量

8.3.3 激光光束质量参数的测量

8.3.4 其他测量束宽的方法

第九章 调 Q 技术与锁模技术（支撑课程目标 4、5）

讲述短脉冲技术概念、分类和方法。重点解释电光效应、声光效应和磁光效应。比较各种调 Q 技术和锁模技术的特点和适用范围。

互动讨论一次和二次电光效应；对比 KDP 和 LN 特点。作业布置解释电光效应、声光效应和磁光效应。

课堂测试考查电光效应、声光效应和磁光效应理解和掌握程度

- 9.1 调 Q 技术
 - 9.1.1 调 Q 的基本理论
 - 9.1.2 调 Q 激光器的速率方程
 - 9.1.3 电光调 Q
 - 9.1.4 可饱和吸收调 Q
 - 9.1.5 声光调 Q
 - 9.1.6 机械转镜调 Q
- 9.2 锁模技术
 - 9.2.1 锁模的基本理论
 - 9.2.2 实现锁模的主要方法
 - 9.2.3 主动锁模原理与器件
 - 9.2.4 被动锁模原理与器件
 - 9.2.5 同步泵浦锁模原理与器件
 - 9.2.6 自锁模原理与器件

第十章 激光调制技术（支撑课程目标 5、6）

介绍激光调制技术基本原理、分类和实现技术。结合激光现代通信理论讲述 PCM、FSK 等关键技术。

互动讨论倍频、差频技术。

作业布置解释激光调制技术基本原理。

课堂测试考查激光调制技术相关基本概念、原理和基本技术。

- 10.1 调制的基本概念
 - 10.1.1 振幅调制
 - 10.1.2 频率调制和相位调制
 - 10.1.3 强度调制
 - 10.1.4 脉冲调制
 - 10.1.5 脉冲编码调制
- 10.2 电光强度调制
 - 10.2.1 电光调制的物理基础
 - 10.2.2 电光强度调制
 - 10.2.3 电光相位调制
 - 10.2.4 电光调制器的电学性能
 - 10.2.5 设计电光调制器应考虑的问题
- 10.3 声光调制
 - 10.3.1 声光调制的物理基础
 - 10.3.2 声光相互作用的两种类型
 - 10.3.3 声光调制器
 - 10.3.4 声光调制器设计应考虑的问题
- 10.4 磁光调制
 - 10.4.1 磁光调制的物理意义
 - 10.4.2 磁光调制器
- 10.5 直接调制
 - 10.5.1 半导体激光器（LD）直接调制的原理

10.5.2 半导体光源的模拟调制

10.5.3 半导体光源的 PCM 的数字调制

第十一章 光束功率合成（支撑课程目标 6、7）

讲述光束功率合成的主要实现技术，对比各种技术的特点和适用范围。

互动讨论非线性光学应用前景。

作业布置查阅国内外光束功率合成研究趋势，写出自己的体会。

课堂测试考查光束功率合成相关的概念、原理和技术。

11.1 概述

11.2 光相干的电磁理论

11.2.1 光的电磁理论

11.2.2 光波的叠加与干涉

11.3 光相干的经典统计描述

11.3.1 复色场的复表示

11.3.2 空间和时间相干度

11.3.3 空间和时间相关性的测量

11.4 光纤激光的相干合成

11.4.1 孔径填充方法

11.4.2 空间和时间相干度

11.4.3 光束合成的限制条件

11.5 波长光束合成

11.5.1 概述

11.5.2 WBC 合成阵列元数估计

11.5.3 WBC 与 CBC 的比较

四、实验内容（共计 10 学时）

序号	实验名称	主要内容	支撑课程目标	是否必做	学时
1	实验一：双纵模激光热稳频装置稳频技术	采用双纵模激光热稳频装置进行预热、光电池调节、模式竞争选择、激光稳频，采集测量数据，得出最后结果，并对其进行评价。	课程目标 3-2	必做	2
2	实验二：高斯光束准直与滤波	调节开普勒望远镜，放置 2~3 个可调节的反射镜，观察夫琅和费衍射条纹，反复调节直到得到满意结果；放置空间滤波器，滤除高阶模。采集测量数据，得出结论，并对结果进行评价	课程目标 4-2	必做	2
3	远场发散角测量与评定	用 8~12 组夫琅和费衍射条纹测量远场发散角。	课程目标 3-2		2
4	增益曲线测量与绘制	用光功率计进行增益曲线测量与绘制。	课程目标 3-2		2
5	高斯光束束腰大小测量	采用薄透镜变换原理测量高斯光束束腰。	课程目标 4-2		2
6	迈克尔逊干涉仪测量激光波长	采用迈克尔逊干涉仪测量激光波长。学习能力较强的学生可以在迈克尔逊干涉仪中增加 F-P 标准具。		3~7 共 5 个实验选做 2 个	2
7	激光全息摄影	学生自己调节光学部件，选择摄影物体，全息成像，显影，定影，直到完成全息复现。			2

注：实验详情见课程实验大纲及实验指导书

五、参考文献

- [1] 周炳昆, 激光原理, 国防工业出版社, 2004 年
- [2] 中井贞雄, 激光工程, 科学出版社, 2002 年
- [3] 蓝信钜, 激光技术, 科学出版社, 2003 年

六、达成课程目标的途径与措施

激光应用技术涉及内容广, 课程目标较多, 其达成目标的途径和措施主要有:

1、引导学生掌握激光技术相关概念、基本理论、超精密计量与测试原理及方法, 利用学生感兴趣的案例(如迈克尔逊干涉仪测量激光波长时, 学生不够了解迈克尔逊干涉仪)帮助学生建立超精密计量与测试技术的主要内容;

2、课堂讲授以提出实际问题、分析问题、解决问题为主, 辅之习题练习, 课后小作业和课后大作业; 促使学生能利用基本原理和方法;

3、大班授课, 布置一个课后大作业, 为实际超精密计量装置设计, 要求学生按照工业现场环境要求设计出能够实时在线测量, 并具有计算机数据处理的实验装置。

完成后, 用一次课的时间, 让每组推荐一位同学上台讲解, 教师和其他同学提问, 促使学生利用基本原理、方法解决实际超精密计量装置的问题;

4、多环节训练、督促检查, 巩固学习成果:

(1) 作业: 课后习题和小作业(半导体激光器主要参数评价)

(2) 实验

(3) 期末考试: 内容为课程全部, 主要涉及各部分的基本概念、基本原理和现代激光应用技术。

5、命题要求

试题类型分为单项选择、填空、简述和综合应用题。其中综合应用题为解决复杂工程问题相关试题, 与大作业内容具有一定相似度。试题主要考核课程目标 1~7, 各个部分题型所占分数应与实际授课以及考核需求相符合。

七、成绩评定(%)

平时作业	平时测验	课堂表现	考勤	实验环节	期末考试
10	10	5	5	40	30

八、课程目标对毕业要求的支撑

毕业要求	指标点	课程目标
毕业要求 3: 针对精密仪器、测控系统的复杂工程问题, 能够提出解决方案, 在设计环节中体现创新意识, 并考虑社会、健	3.2 能够设计满足特定需求的单元模块和功能部件。	课 程 目 标 1/2/3

康、安全、法律、文化以及环境等因素。		
毕业要求 4：能够基于科学原理，采用科学方法对精密仪器、测控系统复杂工程问题进行研究，能设计实验，对实验数据进行分析与解释，通过信息综合得到合理有效的结论。	4.1 能够将专业相关的基础理论知识运用到解决精密仪器、测控系统复杂工程问题的实验设计中，提出科学实验方法、设计并制定实验方案、搭建实验装置。	课程目标 4/5/6

九、教学进程

教学内容	学时数
1. 第 1 章 激光的基本原理及其特性	2
2. 第 1 章 激光的基本原理及其特性	2
3. 第 2 章 光学谐振腔理论	2
4. 第 3 章 典型激光器	2
5. 第 4 章 半导体激光器	2
6. 第 5 章 光纤激光器	2
7. 实验一：双纵模激光热稳频装置稳频技术	2
8. 第 6 章 热容激光器	2
9. 第 7 章 模式选择技术与稳频技术	2
10. 第 8 章 激光光束质量的评价和测量	2
11. 实验二：高斯光束准直与滤波	2
12. 第 9 章 调 Q 技术与锁模技术	2
13. 第 9 章 调 Q 技术与锁模技术	2
14. 第 10 章 激光调制技术	2
15. 第 11 章 光束功率合成	2
16. 系统总结和答疑	2
合计：课堂授课学时+实验学时	32

课内外时间约为 1:1.0~1.5 学时。

四川大学机械工程学院本科课程 《智能仪器原理及应用》教学大纲

一、课程基本信息

课程号	302163030	课程名称	智能仪器原理及应用		
学分	3	英文名称	Intelligent Instrument Principle and Applications		
总学时	48	周学时	3	上课周数	16
课程属性	<input checked="" type="checkbox"/> 必修课 <input type="checkbox"/> 选修课		考核方式		笔试
课程类别	<input type="checkbox"/> 公共基础课 <input type="checkbox"/> 通识模块课 <input type="checkbox"/> 学科基础课 <input checked="" type="checkbox"/> 专业核心课 <input type="checkbox"/> 专业选修课 <input type="checkbox"/> 实践教育课程				
使用教材	程德福、林君，智能仪器（第3版），ISBN:9787111574132，机械工业出版社，2017.8				
面向对象	测控技术与仪器，三年级本科生				
先修课程	《电子技术基础》《传感器》《测控电路》、《单片机原理及应用》				
课程负责人	黄伟	开课单位	机械工程学院		
大纲执笔	黄伟	审核	专业教学 指导组	执行时间	2025.1

二、课程简介

（一）中文课程简介

课程在学习电子技术、传感器及单片机等课程的基础上，通过了解智能仪器的概念及其设计内容，能设计智能仪器的各种功能模块，以便今后能从事智能仪器的设计、研发工作。

课程主要研究智能化仪器仪表的组成原理、设计技术和应用方法。课程涉及信号采集、人机接口、通讯协议、微机接口、标准总线、数据处理方法、测量控制算法、以及智能化仪器仪表的典型实例分析。目的是让学生掌握智能化仪器仪表的设计、开发方法，适应现代测控仪器发展的要求。

（二）英文课程简介

On the basis of learning electronic technology, sensors, single-chip microcomputer and other courses, the course can design various functional modules of intelligent instruments by understanding the concept and design content of intelligent instruments, so as to engage in the design, research and development of intelligent instruments in the future.

This course mainly studies the composition principle, design technology and application method of intelligent instruments. The course involves signal acquisition, man-machine interface, communication protocol, microcomputer interface, standard bus, data processing method, measurement control algorithm, and typical example analysis of intelligent instruments. The purpose is to enable students to master the design and development methods of intelligent instruments and meters, and adapt to the requirements of the development of modern measurement and control instruments.

三、课程目标

(一) 课程目标

1、能画出智能仪器的总体结构框图，并根据实际需求对所需模块做出增减。在设计、研制智能仪器时能依据其一般过程对智能仪器的开发做出规划。

2、能根据设计要求设计适合的仪器功能部件，主要包括数据采集与模拟输出部分（包括信号调理部分、模拟多路开关、A/D 转换、D/A 转换等）、键盘/显示、串行及并行通信接口等。能根据性能要求（速度、分辨率、精度、抗干扰等）选取实现方式。

3、能根据设计要求完成自动测量功能的硬件系统设计。能根据实际情况选用合适的方法对粗大误差、随机误差、系统误差进行处理以提高测量精度。

4、能在设计中考虑到不同测量的特殊性，采用高共模抑制比电路、自举电路、四线法、信号隔离以及其它方法实现高精度测量。

(二) 课程教学方法对课程目标的支撑

课程教学方法	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4
课堂理论/实验教学	√	√	√	√
互动探究	√	√	√	√
课堂测验		√	√	
课外作业	√	√	√	√
拓展学习		√	√	√
线上线下考核评价	√	√	√	√

翻转课堂	√	√	√	√
------	---	---	---	---

四、教学内容

第一章 导论（支撑课程目标 1）

- 1、智能仪器的组成及特点，包括智能仪器的基本结构、智能仪器的主要特点。
- 2、智能仪器及测试系统的发展，包括独立式智能仪器及自动测试系统、个人仪器系统设计 VXI 总线仪器系统、软件技术的高速发展及虚拟仪器系统。
- 3、智能仪器的设计要点，包括设计研究智能仪器的一般过程、智能仪器主机电路的选择。

要求学生：能画出智能仪器的总体结构框图，并根据实际需求对所需模块做出增减。在设计、研制智能仪器时能依据其一般过程对设计进行规划。

第二章 智能仪器模拟量输入/输出通道（支撑课程目标 2、4）

- 1、信号调理部分要满足的条件及设计方法（补充内容）。
- 2、模拟量输入，包括 A/D 转换器概述、逐次比较式 A/D 转换器及其接口、积分式 A/D 转换器及其接口、 $\Sigma-\Delta$ 型 A/D 转换器及其接口。
- 3、高速模拟量输入通道，包括并行比较式 A/D 转换器原理概述、高速 A/D 转换器及其接口技术、高速数据采集与数据传输。
- 4、模拟量输出通道，包括 D/A 转换器概述、D/A 转换器与微处理器接口、D/A 转换器应用举例。
- 5、数据采集系统，包括数据采集系统的组成、模拟多路开关及接口、模拟信号的采样保持、数据采集系统设计举例。

要求学生：能根据设计要求设计适合的数据采集部分（包括信号调理部分、模拟多路开关、A/D 转换部分），能根据性能要求选取合适的 A/D 转换器、D/A 转换器。

第三章 智能仪器人机接口（支撑课程目标 2）

- 1、键盘与接口，包括键盘输入基础知识、键盘接口电路及控制程序、键盘分析程序。
- 2、LED 显示及接口，包括七段 LED 显示及接口、点阵 LED 显示及接口。
- 3、键盘/LED 显示接口设计，包括 HD7279A 的功能及结构特点、键盘/LED 显示器接口设计举例。
- 4、微型打印机及接口，包括 TPuP-ROB/C 微型打印机及其接口、微型打印机接口管理程序。

要求学生：能根据系统对键盘/显示的要求选取合适的键盘、LED 等的驱动方式，能设计出满足设计要求的键盘/显示系统（显示只包括 LED）。

第四章 智能仪器通信接口（支撑课程目标 2）

- 1、GP-IB 通用接口总线，包括 GP-IB 标准接口系统概述、接口功能与接口消息、GP-IB

标准接口系统的运行、GP-IB 接口芯片简介、智能仪器的 GP-IB 接口设计、控制器的 GP-IB 接口设计。

2、串行通信总线，包括串行通信基本方式、串行通讯协议、RS-232C 标准、RS-485 标准。

3、串行通信接口电路设计，包括智能仪器串行通信接口的结构、MCS-51 系统串行通信接口的结构、PC 系统与 MCS-51 系统的通信。

要求学生：能分析串行、并行通信的优缺点并选用合适的通讯方式运用到设计中，能根据串行通讯中数据量的大小、通讯距离、干扰大小以及应用场合等因数选择合适的串行通讯标准（协议）（只要求在 RS-232C 标准、RS-485 标准中选择）。

第五章 智能仪器典型处理功能（支撑课程目标 3、4）

1、硬件故障的自检，包括自检方式、自检算法、自检软件。

2、自动测量功能，自动量程转换、自动触发电平调节、自动零点调整、自动校准。

3、仪器测量精度的提高，包括随机误差的处理方法、系统误差的处理方法、粗大误差的处理方法。

4、干扰与数字滤波，包括中值滤波、平均滤波程序、低通数字滤波。

5、测量数据的标度变换，包括线性标度变换、智能仪表中采用的线性标度变换公式、非线性参数的标度变换。

要求学生：能根据设计要求完成自动测量功能的硬件系统设计。能根据实际情况选用合适的方法对粗大误差、随机误差、系统误差进行处理以提高测量精度。

第六章 基于电压测量的智能仪表（支撑课程目标 1、2、3、4）

1、智能 DVM 原理，包括智能 DVM 原理概述、输入电路、智能 DVM 中的 A/D 转换技术、典型智能 DVM 介绍。

2、智能 DMM 原理，包括智能 DMM 原理概述、交直流转换器、其他模拟转换技术、典型智能 DMM 介绍。

3、智能化 LCR 测量仪器原理，包括智能化 LCR 测量仪概述、自由轴法测量原理、LCR 测量仪电路分析、典型智能 LCR 测量仪介绍。（选讲）

要求学生：能对 DVM 输入电路进行分析、并能将其中用到的部分技术应用到电路设计中。能根据设计要求选择合适的欧姆转换器，并能说明该方法的原理及优缺点。

第八章 智能电子计数器（选讲）（支撑课程目标 1、2、3、4）

1、智能电子计数器概述，包括电子计数器测量原理、通用计数器测量误差、多周期同步测量技术、模拟内插扩展技术。

2、典型部件分析，包括输入通道、计数器电路、单片通用计数器。

3、智能电子计数器的设计，包括以 ICM7226 位基础的智能频率计、等精度频率计的设计实例。

4、典型智能计数器介绍，包括仪器的原理与组成、仪器键盘操作与分析、仪器的软件系统。

要求学生：能对智能电子计数器采用的方法进行分析（特别是等精度频率测量方法），并能说出每种方法的优缺点。能对其输入通道、计数器电路等电路进行设计。

五、实验内容

序号	实验名称	主要内容	支撑课程目标	是否必做	学时
1	实验一：A/D 转换实验	1、设计 ADC0809 与单片机的硬件连接。 2、编写程序验证其精度和分辨率。	课程目标 2、3	必做	2
2	实验二：D/A 转换实验	1、设计 DAC0832 与单片机的硬件连接。 2、编写程序验证其精度和分辨率。	课程目标 2、3	必做	2
3	实验三：步进电机控制	根据步进电机驱动原理，编写程序控制其正转、反转及停止。	课程目标 4	必做	2

注：实验详情见课程实验大纲及实验指导书

六、参考文献

- [1] 智能仪器 程德福、林君 编著 机械工业出版社，2004
- [2] 检测仪器电子电路 李永敏 主编 西北工业大学出版社，1996
- [3] 测控仪器设计 浦昭邦、王宝光主编 机械工业出版社，2001
- [4] 智能仪器原理与设计 朱欣华等 编著 中国计量出版社，2002
- [5] 智能仪器原理及设计技术 刘大茂 著 国防工业出版社，2014-05-01
- [6] 智能仪器设计基础 王祁 编 机械工业出版社，2010-03-01
- [7] 智能仪器技术及工程实例设计 高云红、冯志刚、吴星刚 编 北京航空航天大学出版社，2015-08-01
- [8] 智能仪器设计 丁国清、陈欣 著 机械工业出版社，2014-07-01
- [9] 智能仪器设计 王祁、赵永平、魏国 编 哈尔滨工业大学出版社，2016-01-01

七、课程目标对毕业要求的支撑关系

指标点	课程目标	支撑度	支撑理由
1.3 能将数学、自然科学、工程基础和专业知识用于分析精密仪器、测控系统的复杂工程问题，并进行推演分析。	课程目标 3/4	H	课程目标 3/4 均需运用数学、自然科学、工程基础和专业知识来分析仪器系统中的工程问题

2.2 能正确表达精密仪器、测控系统复杂工程问题，认识到问题分析有多种方法，能够提出解决复杂工程问题的多种工作原理并能正确解释。	课程目标 1/3	L	课程目标 1/3 分析仪器设计可采用不同测量原理与多种不同实现方法，并需通过分析计算做出正确解释。
2.3 能运用相关的基本原理和文献研究，分析影响精密仪器、测控系统性能的因素，获得有效结论。	课程目标 4	L	课程目标 4 考虑到不同测量的特殊性，在理论研究与分析的基础上，采用不同方法实现高精度测量。
3.3 能够设计满足特定需求的单元模块和功能部件。	课程目标 2	L	课程目标 2 包含有对不同单元部件的设计

八、教学环节对课程目标的支撑

课程目标	教学环节
课程目标 1: 能画出智能仪器的总体结构框图，并根据实际需求对所需模块做出增减。在设计、研制智能仪器时能依据其一般过程对智能仪器的开发做出规划。	1、作业：相关章节课后习题； 2、大作业（研讨）：一次小型研讨，多次关于测控仪器设计的研讨、设计； 3、SPOC 参与+测验 4、期中考试：画图、简答； 5、期末考试：画图、简答。
课程目标 2: 能根据设计要求设计适合的仪器功能部件，主要包括数据采集与模拟输出部分（包括信号调理部分、模拟多路开关、A/D 转换、D/A 转换等）、键盘/显示、串行及并行通信接口等。能根据性能要求（速度、分辨率、精度、抗干扰等）选取实现方式。	1、作业：相关章节课后习题； 2、大作业（研讨）：一次小型研讨，多次关于测控仪器设计的研讨、设计； 3、实验：实验 1、2； 4、SPOC 参与+测验 5、期中考试：简答、分析计算； 6、期末考试：简答、分析计算。
课程目标 3: 能根据设计要求完成自动测量功能的硬件系统设计。能根据实际情况选用合适的方法对粗大误差、随机误差、系统误差进行处理以提高测量精度。	1、作业：相关章节课后习题； 2、大作业（研讨）：多次关于测控仪器设计的研讨、设计； 3、实验：实验 1/2； 4、SPOC 参与+测验 5、期末考试：画图、简答、分析计算。

<p>课程目标 4：能在设计中考虑到不同测量的特殊性,采用高共模抑制比电路、自举电路、四线法、信号隔离以及其它方法实现高精度测量。</p>	<p>1、作业：相关章节课后习题； 2、大作业（研讨）：多次关于测控仪器设计的研讨、设计； 3、SPOC 参与+测验 4、期末考试：画图、简答、分析计算。</p>
---	---

九、达成课程目标的途径与措施

智能仪器原理及应用涉及到硬件与软件、模拟与数字、测量原理与测量方法、协议与标准等多方面内容，需要学生前修的课程多，要求学生能把学到的理论知识应用到实际的设计中去，课程综合性较强，为此，达成目标的途径和措施也较多，主要有：

1. 以关键问题为切入点：以精度、分辨率等技术指标作为整个课程的主线，帮助学生建立智能仪器设计的基本思维模式。对不同测试原理、测量方法进行分析对比，让学生比较容易在设计中选用合适的原理、方法完成设计。举例并分析其中的关键环节和关键技术引导学生在设计中抓住重点。

2. 理论联系实际：课堂讲授采用案例式教学，提出从完整设计到具体模块的多种实例，分析其原理、方法、优缺点以及改进措施等。课后除书内作业外另布置小作业（设计题）、课后研讨题（大作业、设计题、分组设计），作业内容针对课堂学习的原理、方法，要求同学采用具体软硬件实现，并要求在实现上考虑多种方法（与书本上方法不同），同时进行精度、分辨率的分析计算，从而将理论与实际开发、设计联系起来；

3. 大班授课，小班研讨：布置多个课后研讨题，要求学生分组讨论、设计，形成完整功能模块或仪器系统，促使学生利用基本原理、方法解决课本中没有的实际智能仪器相关问题，并让学生将电子技术基础、测控电路、传感器、单片机等课程知识综合应用起来。

4. 多环节训练、督促检查，巩固学习成果。

(1) 作业：课后习题、小作业（设计题）、课后研讨题（大作业、设计题、分组设计）

(2) 实验

(3) SPOC 参与、SPOC 测验

(4) 期中考试（测验）：内容主要为智能仪器硬件部分。

(5) 期末考试：内容为课程目标中要求的智能仪器硬件部分、软件部分以及实例等全部内容。

(5) 大班授课，小班研讨

(6) 上课考勤

十、成绩构成及评分标准

1、成绩构成

课程总成绩包括四个部分：“平时成绩”、“期中成绩”、“期末成绩”和“实验成绩”，各

部分成绩占比见下表。

表 1 各分项成绩比例 (%)

考核方式	平时成绩			实验成绩	期中成绩	期末成绩
	研讨(2次)	大作业	SPOC			
所占成绩比例 (%)	10	10	15	15	10	40
对应课程目标	1、2、3、4	1、2、3、4	1、2、3、4	2、3、4	1、2、3	1、2、3、4

“期末成绩”由期末卷面考试成绩决定，按百分制给出，占“总成绩”的40%；“期中成绩”由阶段性考试成绩决定，按百分制给出，占“总成绩”的10%；“平时成绩”由大作业、研讨、SPOC网上参与与单元测验成绩确定，占“总成绩”的35%；“实验成绩”由实验表现和实验报告质量两部分组成，占“总成绩”的15%。

2、评分标准

(1) 期中考试及期末考试按百分制计分，详见试题评分标准

(2) 大作业(研讨)评分标准

	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
报告完成度(教师按组评定)	报告格式规范, 研讨内容表达清楚, 分析结果正确合理。	报告格式规范, 研讨内容表达较清楚, 大部分分析结果正确	报告格式较规范, 研讨内容表达基本清楚, 分析结果基本正确	报告格式不够规范, 研讨内容表达不够清楚, 小部分分析结果正确	报告格式不规范, 研讨内容表达不清楚, 分析结果基本不正确

(3) 实验评分标准

	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
实验表现(40%)	完成度好	完成度较好	完成度一般	只完成部分实验	完成度差
实验报告质量(60%)	报告质量好	报告质量较好	报告质量一般	报告质量一般	报告质量差

十一、教学进程

教学内容	学时数	
	课堂	SOPC
第一章 导论	4	2
第二章 智能仪器模拟量输入输出通道	8	4
第三章 智能仪器人机接口	6	4

第四章 智能仪器通信接口	6	4
第五章 智能仪器典型处理功能	8	4
实验	6	
第六章 基于电压测量的智能仪器	8	4
合计：课堂授课学时+实验学时	46	22
总学时合计	68	

注：课内外时间约为 1:1.0~1.5 学时。

大作业及研讨的提交时间由教师和学生商定另外的时间和地点。

医疗检测芯片开发技术

四川大学本科课程

《医疗检测芯片开发技术》课程大纲

一、课程基本信息

课程号	302946015	课程名称	医疗检测芯片开发技术		
学分	1.5	英文名称	Technology of Medical Testing Chip Development		
总学时	24	周学时	3	上课周数	8
课程属性	<input type="checkbox"/> 必修课 <input checked="" type="checkbox"/> 选修课		考核方式		考查
课程类别	<input type="checkbox"/> 公共基础课 <input type="checkbox"/> 通识模块课 <input type="checkbox"/> 学科基础课 <input type="checkbox"/> 专业核心课 <input checked="" type="checkbox"/> 专业选修课 <input type="checkbox"/> 实践教育课程				
使用教材	无				
面向对象	测控技术与仪器专业，三年级本科生				
先修课程	《大学物理》、《电路原理》、《测控电路》、《传感器》等				
课程负责人	王竹卿	开课单位	机械工程学院		
大纲执笔人	王竹卿	审核	专业教学 指导组	执行时间	2026.1

二、课程简介

(一) 中文课程简介

本课程是测控技术与仪器专业的专业选修课，重点讲授微机电系统（MEMS）技术在医疗检测领域应用的关键技术。通过本课程的学习，学生将在具备一定医学和制造相关基础知识的基础上，全面了解医用 MEMS 芯片的工作原理、设计方法、材料特性及制备工艺等关键技术，并能理解和分析 MEMS 技术在未来医疗领域的发展趋势和应用前景。

(二) 英文课程简介

This course is a professional elective course for the major of measurement & control technology and instrument, focusing on the key techniques of Micro Electro-Mechanical System (MEMS) in the field of medical detection applications. Through the study of this course, students will have a comprehensive understanding of the working principle, design method, material characteristics and manufacturing

technology of medical MEMS chips on the basis of certain medical and manufacturing knowledge, so as to be able to understand and analyze the development trend and application prospect of MEMS technology in the future medical field.

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习，学生

1. 了解医疗检测芯片的定义、功能、分类等基本专业知识，并能解释相关术语及概念；
2. 全面系统地了解医疗检测芯片的设计原理、材料特性、制备方法、制备工艺及相关设备和流程；
3. 能理解不同医疗检测应用场景的芯片工作原理，对不同类型医疗检测芯片的特点进行分析比较；
4. 能综合运用医疗检测芯片开发的相关知识，理解和追踪芯片开发技术在生物医疗相关领域的应用，为后续专业课程学习及科学研究奠定基础。

(二) 课程教学方法对课程目标的支撑

课程教学方法	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4
课堂理论教学	√	√	√	√
课堂互动及考核	√	√	√	
课程实验	√	√		
课程汇报		√	√	√
阅读报告		√	√	√

四、教学内容

第一部分 绪论（支撑课程目标 1、4）

探讨微机电系统（MEMS）的基础概念和发展历程；重点介绍 MEMS 芯片技术在医疗检测领域的关键应用与需求；讨论当前医疗检测芯片的研究现状；介绍芯片开发的基本流程。

要求学生：了解医疗检测芯片的定义、功能、分类等基本专业知识，并能解释相关术语及概念。

第二部分 医疗检测芯片制备工艺（支撑课程目标 2、3）

探讨硅单晶和硅基晶片制备技术，重点介绍其在 MEMS 芯片制造中的关键应用与工艺流程；介绍刻蚀工艺在 MEMS 芯片制造中的应用，包括离子刻蚀和干法刻蚀技术的原理与优化方法。

要求学生：全面系统地了解医疗检测芯片的设计原理、材料特性、制备方法、制备工艺及相关设备和流程。

第三部分 医疗检测芯片开发案例（支撑课程目标 2、3、4）

介绍先进的生物传感器技术及其在医疗领域的创新应用。重点包括声表面波（SAW）生物传感器的原理与设计，以及其在生物分子检测和环境监测中的重要作用；可穿戴及植入式生物医疗传感器的开发及其在长期健康监测和治疗中的应用前景；场效应晶体管（FET）在生物传感器中的应用等。

要求学生：能理解不同医疗检测应用场景的技术需求以及芯片工作原理，能对不同类型医疗检测芯片的特点进行分析和比较。

五、实验内容

序号	实验项目名称	内容提要	学时分配	支撑课程目标	是否必做
1	常见 MEMS 芯片开发实验设备参观学习	参观学习紫外光刻机、晶圆旋转涂胶机、光学显微镜、磁控溅射镀膜机、探针测试台等实验设备的基本功能和使用方法。	3	课程目标 2	必做

*注：实验内容详情见课程实验大纲及实验指导书

六、参考文献

- [1] 王跃林等著《硅基 MEMS 制造技术》，电子工业出版社，2022
- [2] 崔铮著《微纳米加工技术及其应用(第四版)》，高等教育出版社，2020
- [3] 贺显聪主编《功能材料基础与应用》，化学工业出版社，2021
- [4] 潘峰等编著《声表面波材料与器件》，科学出版社，2013

七、课程目标对毕业要求的支撑

毕业要求指标点	课程目标	支撑度	支撑理由
2.1 通过文献研究分析，能识别和判断精密仪器、测控系统复杂工程问题的关键环节和参数。	课程目标 1	L	课程目标 1 涉及医疗检测芯片相关的概念和术语，与测控系统的关键环节有关，具有特定参数。
3.1 能够根据用户及社会需求明确需要解决的复杂工程问题，提出设计目标、确定设计任务。	课程目标 2、3	L	课程目标 2 和 3 涉及针对不同医疗检测应用场景的芯片解决方案，需要理解具体应用需求，分析设计任务。
3.2 能够在安全、环境、法律等现实约束条件下，对多种设计方案的可行性、新颖性进行论证，优选出合理的解决方案。	课程目标 2、3	L	课程目标 2 和 3 需理解针对不同医疗检测应用场景的芯片工作原理及设计制备过程，能在现实约束条件对方案进行分析和比较。
12.1 关注与机械制造相关的精密仪器、测控系统的整体状态与发展趋势，了解新技术、新原理、新方法的应用，清楚科学发现对测量科学和仪器科	课程目标 4	L	课程目标 4 涉及运用医疗检测芯片开发的相关知识，理解和追踪芯片开发技术在生物医疗相关领域的应用。

学的重大促进作用。			
-----------	--	--	--

注：H表示课程为强支撑课程。L表示课程为弱支撑课程。

八、考核环节对课程目标的支撑

本课程对学生进行全过程学业评价，考核环节包含了教学的各个环节：课堂上应用智慧教学平台进行互动并通过所记录的数据考查学生的课堂参与度；课程实验考查学生对所参观学习的芯片开发设备的认识和理解能力；课程汇报和阅读报告在拓宽学生眼界的同时，考查学生对医疗检测芯片相关的英文文献的理解能力及归纳表达能力。下表对主要考核环节如何支撑课程目标进行说明。

课程目标	考核环节对课程目标的支撑举例
课程目标 1	主要通过课堂上随知识点讲解而进行的互动以及实验环节帮助学生理解及记忆基本概念。
课程目标 2	主要通过课堂互动及实验来巩固及考查学生对医疗检测芯片的设计原理、材料特性、制备方法、制备工艺及相关设备和流程的理解及应用。
课程目标 3	主要通过课程汇报和阅读报告考查学生基于课上所学知识，在阅读英文文献后对特定医疗检测应用场景中的芯片工作原理及设计开发过程的理解及分析能力。
课程目标 4	主要通过课程汇报和阅读报告考查学生综合运用医疗检测芯片开发相关知识，理解和追踪芯片开发技术在生物医疗相关领域应用的能力。

九、达成课程目标的措施

达成课程目标的途径和措施主要有：

6. 应用现代教育辅助手段进行课堂互动，有效调动课堂气氛，实时了解学生的学习效果，并记录过程数据；

7. 运用启发式、讨论式的教学手段，引入具体案例帮助学生理解基本原理，并引导学生阅读英文文献，针对实际医疗检测需求下的解决方案进行总结和分析；

8. 理论教学与课程实验相结合，通过参观学习性实验使学生对课堂所学知识产生具象的认识，提升学生解决实际工程问题的能力；

9. 以多元化的学习过程评价机制充分调动学生的学习积极性，通过课堂表现、课程实验、课程汇报和文献阅读报告等环节全过程地评估和考核学生的课程学习效果，并对考核结果进行分析，总结经验和不足，对课程进行持续改进。

十、成绩构成及评分标准

3. 成绩构成

课程总成绩由“课堂表现”、“课程实验”、“课程汇报”和“阅读报告”四部分构成，各

部分占比见下表。

考核方式	课堂表现	课程实验	课程汇报	阅读报告
所占成绩比例	20%	10%	40%	30%

4. 评分标准

(1) 课堂表现评分标准：根据学生在课堂上参与互动、答题等表现给分。这些数据通过智慧教育平台所记录的数据及教学过程记录表获得。

(2) 阅读报告评分标准：根据学生所归纳总结内容的准确性和合理性、英文表达的条理性和准确性、以及文档的规范性等方面综合评分。

(3) 课程汇报评分标准：综合考虑内容的深度与广度、PPT设计的合理性与美观度、表达的逻辑性与流畅性、以及答辩的准确性与互动效果，确保全面评估学生在技术理解和沟通能力方面的表现。

(4) 课程实验评分标准：

分数段	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
实验过程表现（50%）	完成度好	完成度较好	完成度一般	只完成部分实验	完成度差
实验报告质量（50%）	报告质量很好	报告质量好	报告质量较好	报告质量一般	报告质量差

十一、教学进程

教学内容	学时数
1 微机电系统（MEMS）概述	1
2 MEMS 芯片技术的发展与需求	2
3 医疗检测芯片的研究现状及开发的基本流程	2
4 硅单晶和硅基晶片制备	2
5 精密图像光刻技术	2
6 薄膜与物理气相沉积技术	2
7 刻蚀工艺	2
8 声表面波（SAW）生物传感器	2
9 单细胞可穿戴微纳生物医疗芯片技术	2
10 植入式生物医疗传感器及应用	2
11 场效应晶体管（FET）	2

实验：常见 MEMS 芯片开发实验设备参观学习	3
合计：课堂授课学时+实验学时	24

注：本门课程共计 24 学时，各教学环节的进程可根据教学效果合理调整。

测控前沿技术及发展趋势

四川大学机械工程学院本科课程 《测控前沿技术及发展趋势》教学大纲

一、课程基本信息

课程号	302999005	课程名称	测控前沿技术及发展趋势		
学分	0.5	英文名称	Frontier technology and development trend in the field of measurement and control		
总学时	8	周学时	4	上课周数	2
课程属性	<input type="checkbox"/> 必修课 <input checked="" type="checkbox"/> 选修课		考核方式	考查	
课程类别	<input type="checkbox"/> 公共基础课 <input type="checkbox"/> 通识模块课 <input type="checkbox"/> 学科基础课 <input type="checkbox"/> 专业核心课 <input checked="" type="checkbox"/> 专业选修课 <input type="checkbox"/> 实践教育课程				
使用教材	校外专家指定文献				
面向对象	测控技术与仪器，三年级本科生				
先修课程	传感器、信号与系统、公差配合与技术测量、精密机械设计、测控电路、智能仪器、光电检测技术等				
课程负责人	林庆宇	开课单位	机械工程学院		
大纲执笔	张涛	审核	专业教学 指导组	执行时间	2023.1

二、课程简介

(一) 中文课程简介

本课程针对精密测量技术、分析仪器及技术、传感器芯片技术三大部分进行介绍。针对精密测量技术、分析仪器及MEMS芯片，分析讨论当前复杂国际局势下的科技创新及发展动向，对前沿精密仪器及测控技术的基本原理、仪器构造、功能应用进行介绍，分析测控技术与仪器专业的前景及未来发展趋势；针对传感器芯片技术，主要介绍基于半导体加工技术的微纳器件开发与应用，通过对微纳制造常用工艺方法及加工设备的介绍、微纳器件和芯片的开发设计方法，以及微纳芯片与系统的功能、应用与发展前景进行讲解和介绍，让学生对芯片技术形成

形象的认识。

（二）英文课程简介

Analytical instruments and technology and sensor chip technology are introduced in this course. On one hand, scientific and technological innovation and development trend under the current complex international situation are discussed. The basic principle, instrument structure and functional application of cutting-edge analytical instruments and analytical techniques are introduced. And the prospect and development trend of measurement & control technology and instrument specialty are analyzed. On the other hand, in order to help students form the image of chip technology, the development and applications of micro/nano devices based on semiconductor processing are discussed, including commonly used methods and equipment in micro/nano manufacturing, the design and development methods of micro/nano chips and devices, and the functions, applications and development prospects of some typical micro/nano chips and systems.

三、课程目标

（一）课程目标

1.能根据校外专家授课指导及文献检索分析说明当前测控领域某个专题的若干热点方向、现有国内外研究基本现状及大致发展趋势。

2.能与校外专家进行专业问题的交流互动，能正确表达工程问题解决思路或方案；能与不同语种及文化背景的专业同行就复杂工程问题及专业发展国际状况进行沟通和交流。

（外籍教师专家课）。

3.能在期末报告中综合各种来源的资料及数据，有针对性地正确回答校外专家布置的专业综述问题。

4.通过本课程，学生将对当前复杂国际局势下测控技术的发展与动态有所认识，对目前国内制约相关技术发展的卡脖子问题及其与测控技术的联系有所了解，同时，形成对精密测量、分析仪器及技术、传感器芯片技术的形象认识，并能与测控专业知识构成联系，在此基础上，理解分析仪器及技术、传感器芯片技术等方向的发展趋势及应用前景。

（二）课程教学方法对课程目标的支撑

课程教学方法	课程目标1	课程目标2	课程目标3	课程目标4
课堂文献理论	√	√	√	√

互动探究	√	√		√
课堂提问	√	√		√
课程论文报告	√		√	√

四、教学内容

1. 当前复杂国际局势下的科技创新及发展动向；（1学时）
2. 分析仪器及技术的基本原理及应用；（1学时）
3. 测控技术与仪器专业的前景及未来发展趋势；（2学时）
4. 传感器芯片技术概述；（1学时）
5. 微纳制造常用工艺方法及加工设备；（1学时）
6. 微纳器件和芯片的开发设计方法；（1学时）
7. 微纳芯片与系统的功能、应用与发展前景。（1学时）

五、参考文献

- [1] 牛利, 包宇, 刘振邦等,《电化学分析仪器设计与应用》, 化学工业出版社, 2021
- [2] 朱勇, 张海霞,《微纳传感器及其应用》, 北京大学出版社, 2010
- [3] 王智宏, 刘杰, 千乘辉.《精密仪器设计》, 机械工业出版社, 2013

六、课程目标对毕业要求的支撑

指标点	课程目标	支撑度	支撑理由
5.1 能够通过文献检索、网络、图书馆等途径获取资料及数据。	课程目标 1	L	课程目标 1 要求学生能根据授课校外专家课前要求, 利用图书馆、网络等资源等文献检索手段收集、整理到相关专题资料, 并能做出归纳分析。
10.2 能对业界同行提出的专业问题或社会公众的关注问题进行有效回应。	课程目标 3/4	H	课程目标 3 和4 要求学生能与校外专家进行专业问题的交流互动, 能正确表达工程问题解决思路或方案; 并能在期末报告中综合各种来源的资料及数据, 有针对性地正确回答校外专家布置的专业综述问题。
10.3 具备外语交流能力, 关注相关行业的国际状况, 能够在跨文化背景下就复杂工程问题进行沟通和交流。	课程目标 2	H	课程目标 2 要求学生能与不同语种及文化背景的专业同行就复杂工程问题及专业发展国际状况进行沟通和交流(外籍教师专家课)。
12.1 关注与机械工程相关的精密仪器、测控	课程目标 1	H	课程目标 1 要求学生能根据校外专家授课指导及文献检索分析说明当前测控领

系统的整体状态与发展趋势，了解新技术、新原理、新方法的应用，清楚科学发现对测量科学和仪器科学的重大促进作用。			域某个专题的若干热点方向、现有国内外研究基本现状及大致发展趋势。
12.2 认识不断探索和学习的必要性，有明确的职业发展规划，能自主学习、拓展知识，具有终身学习的意识和能力。	课程目标 1/2	L	课程目标 1/2 均要求学生在预习、文献调研及研讨学习过程中能认识到终身不断探索和学习的必要性，形成个人初步的职业发展兴趣及自主学习能力。

七、考核环节对课程目标的支撑

课程目标	考核环节对课程目标达成的支撑
课程目标1	达成度评定由权重 0.3 的平时成绩（20%考勤+30%提问）和权重 0.7 的期末报告成绩两部分组成。提问要求学生能根据校外专家课前规定，利用图书馆、网络资源等文献检索 手段收集、整理相关专题资料，并对资料做出文献综述；期末报告中综合论述题也有部分内容考核课程目标 1 的达成情况。
课程目标2	达成度评定由权重 0.2 的平时成绩（20%考勤+30%提问）和权重 0.8 的期末报告成绩两部分组成。提问有涉及分析说明当前测控领域某个专题的若干热点方向、现有国内外研究基本现状及大致发展趋势的内容；期末报告中综合论述题也有部分内容考核课程目标2 的达成情况。
课程目标3	达成度评定由权重 0.5 的平时成绩（20%考勤+30%提问）和权重 0.5 的期末报告成绩两部分组成。提问有涉及专业问题的交流互动，表达工程问题解决思路或方案的内容；期末报告中综合论述题也有部分内容考核课程目标 3 的达成情况。
课程目标4	达成度评定由权重 1.0 的期末报告成绩组成。期末报告中要求综合各种来源的资料及数据，有针对性地正确回答校外专家布置的专业综述问题。

八、达成课程目标的途径与措施

达成课程目标的途径和措施主要有：

- 1、安排课前文献收集及阅读学习环节，要求学生通过图书馆及网络资源预先了解课程专题的历史背景、发展过程、国内外研究现状、技术关键点、各种解决方案的优缺点及适用范围等，授课时首先安排检查、讨论及初步归纳总结环节；
- 2、课堂授课注重讲解测控仪器领域中工程问题解决思路的共性方法，启发

学生提出各种解决方案，进行比对分析并与现有实际在用技术做综合比较，培养学生在考虑多种因素的情况下合理选型、解决复杂工程问题能力；

3、采用包括上课考勤、课堂提问、期末报告等多环节考查手段形成成绩评定，全面真实地综合评价学生的学习效果；

4、命题要求：本课程期末报告由综合论述题组成，其中考核课程目标 1、3、4 的题目各在 20 分左右，考核课程 2 的题目在 40 分左右。

九、成绩评定

1、成绩构成

成绩占比	平时成绩（课堂考勤 40%+课堂提问 60%）	期末报告成绩
100%	40%	60%
总成绩=平时成绩×40%+期末报告成绩×60%		

2、评分标准

（1）课堂考勤评分标准

	100 分	90 分	80 分	60 分	0 分
考勤表现	准时完全参加课程，不迟到不早退，上课认真专注	准时完全参加课程，不迟到不早退，遵守课堂纪律	有迟到早退，不超过 5 分钟	迟到早退超过 5 分钟	旷课（3 次不能参加期末考核）
总成绩	各次成绩取平均值。				

（2）课堂提问评分标准

	100 分	90 分	80 分	60 分
提问表现	回答正确，表达流畅	回答基本正确	能回答大部分内容	能回答部分内容
总成绩	各次成绩取平均值。			

十、教学进程

教学内容	学时数
1 课前文献学习内容的检查、讨论及初步归纳	2
2 专题技术历史发展、研究现状及现有方法关键难点讲解	4
3 专题技术发展趋势、热点及后续引伸问题研讨总结	2
合计：	8

面向机电系统的集成设计

四川大学机械工程学院本科课程 《面向机电系统的集成设计》教学大纲

一、课程基本信息

课程号	302269005	课程名称	面向机电系统的集成设计		
学分	0.5	英文名称	Frontier technology and Integrated design for MEMS		
总学时	8	周学时	4	上课周数	2
课程属性	<input type="checkbox"/> 必修课 <input checked="" type="checkbox"/> 选修课		考核方式		考查
课程类别	<input type="checkbox"/> 公共基础课 <input type="checkbox"/> 通识模块课 <input type="checkbox"/> 学科基础课 <input type="checkbox"/> 专业核心课 <input checked="" type="checkbox"/> 专业选修课 <input type="checkbox"/> 实践教育课程				
使用教材	校外专家指定文献				
面向对象	测控技术与仪器，三年级本科生				
先修课程	传感器、信号与系统、公差配合与技术测量、精密机械设计、测控电路、智能仪器、光电检测技术等				
课程负责人	林庆宇	开课单位	机械工程学院		
大纲执笔	张涛	审核	专业教学 指导组	执行时间	2022.6

二、课程简介

(一) 中文课程简介

本课程针对精密测试仪器、分析仪器及传感器芯片技术进行介绍。针对精密测试仪器、分析仪器及技术，分析讨论当前复杂国际局势下的科技创新及发展动向，对前沿分析仪器及分析技术的基本原理、仪器构造、功能应用进行介绍，分析测控技术与仪器专业的前景及未来发展趋势；针对传感器芯片技术，主要介绍基于半导体加工技术的微纳器件开发与应用，通过对微纳制造常用工艺方法及加工设备的介绍、微纳器件和芯片的开发设计方法，以及微纳芯片与系统的功能、应用与发展前景进行讲解和介绍，让学生对芯片技术形成形象的认识。

(二) 英文课程简介

Analytical instruments and technology and sensor chip technology are introduced in this course. On one hand, scientific and technological innovation and development trend under the current complex international situation are discussed. The basic principle, instrument structure and functional application of cutting-edge analytical instruments and analytical techniques are introduced. And the prospect and development trend of measurement & control technology and instrument specialty are analyzed. On the other hand, in order to help students form the image of chip technology, the development and applications of micro/nano devices based on semiconductor processing are discussed, including commonly used methods and equipment in micro/nano manufacturing, the design and development methods of micro/nano chips and devices, and the functions, applications and development prospects of some typical micro/nano chips and systems.

三、课程目标

(一) 课程目标

1.能根据校外专家授课指导及文献检索分析说明当前测控领域某个专题的若干热点方向、现有国内外研究基本现状及大致发展趋势。

2.能与校外专家进行专业问题的交流互动，能正确表达工程问题解决思路或方案；能与不同语种及文化背景的专业同行就复杂工程问题及专业发展国际状况进行沟通和交流。

(外籍教师专家课)。

3.能在期末报告中综合各种来源的资料及数据，有针对性地正确回答校外专家布置的专业综述问题。

4.通过本课程，学生将对当前复杂国际局势下测控技术的发展与动态有所认识，对目前国内制约相关技术发展的卡脖子问题及其与测控技术的联系有所了解，同时，形成对分析仪器及技术、传感器芯片技术的形象认识，并能与测控专业知识构成联系，在此基础上，理解分析仪器及技术、传感器芯片技术等方向的发展趋势及应用前景。

(二) 课程教学方法对课程目标的支撑

课程教学方法	课程目标1	课程目标2	课程目标3	课程目标4
课堂理论	√	√	√	√
互动探究	√	√		√
课堂提问	√	√		√

课程论文报告	√		√	√
--------	---	--	---	---

四、教学内容

1. 当前复杂国际局势下的科技创新及发展动向；（1学时）
2. 分析仪器及技术的基本原理及应用；（1学时）
3. 测控技术与仪器专业的前景及未来发展趋势；（2学时）
4. 传感器芯片技术概述；（1学时）
5. 微纳制造常用工艺方法及加工设备；（1学时）
6. 微纳器件和芯片的开发设计方法；（1学时）
7. 微纳芯片与系统的功能、应用与发展前景。（1学时）

五、参考文献

- [1] 牛利, 包宇, 刘振邦等, 《电化学分析仪器设计与应用》, 化学工业出版社, 2021
- [2] 朱勇, 张海霞, 《微纳传感器及其应用》, 北京大学出版社, 2010
- [3] 王智宏, 刘杰, 千乘辉. 《精密仪器设计》, 机械工业出版社, 2013

六、课程目标对毕业要求的支撑

指标点	课程目标	支撑度	支撑理由
5.1 能够通过文献检索、网络、图书馆等途径获取资料及数据。	课程目标 1	L	课程目标 1 要求学生能根据授课校外专家课前要求, 利用图书馆、网络等资源等文献检索手段收集、整理到相关专题资料, 并能做出归纳分析。
10.2 能对业界同行提出的专业问题或社会公众的关注问题进行有效回应。	课程目标 3/4	H	课程目标 3 和 4 要求学生能与校外专家进行专业问题的交流互动, 能正确表达工程问题解决思路或方案; 并能在期末报告中综合各种来源的资料及数据, 有针对性地正确回答校外专家布置的专业综述问题。
10.3 具备外语交流能力, 关注相关行业的国际状况, 能够在跨文化背景下就复杂工程问题进行沟通和交流。	课程目标 2	H	课程目标 2 要求学生能与不同语种及文化背景的专业同行就复杂工程问题及专业发展国际状况进行沟通和交流(外籍教师专家课)。
12.1 关注与机械工程相关的精密仪器、测控系统的整体状态与发展趋势, 了解新技术、新原理、新方法的应	课程目标 1	H	课程目标 1 要求学生能根据校外专家授课指导及文献检索分析说明当前测控领域某个专题的若干热点方向、现有国内外研究基本现状及大致发展趋势。

用,清楚科学发现对测量科学和仪器科学的重大促进作用。			
12.2 认识不断探索和学习的必要性,有明确的职业发展规划,能自主学习、拓展知识,具有终身学习的意识和能力。	课程目标 1/2	L	课程目标 1/2 均要求学生在预习、文献调研及研讨学习过程中能认识到终身不断探索和学习的必要性,形成个人初步的职业发展兴趣及自主学习能力。

七、考核环节对课程目标的支撑

课程目标	考核环节对课程目标达成的支撑
课程目标1	达成度评定由权重 0.3 的平时成绩(20%考勤+30%提问)和权重 0.7 的期末报告成绩两部分组成。提问要求学生能根据校外专家课前规定,利用图书馆、网络资源等文献检索 手段收集、整理相关专题资料,并对资料做出文献综述;期末报告中综合论述题也有部分内容考核课程目标 1 的达成情况。
课程目标2	达成度评定由权重 0.2 的平时成绩(20%考勤+30%提问)和权重 0.8 的期末报告成绩两部分组成。提问有涉及分析说明当前测控领域某个专题的若干热点方向、现有国内外研究基本现状及大致发展趋势的内容;期末报告中综合论述题也有部分内容考核课程目标2 的达成情况。
课程目标3	达成度评定由权重 0.5 的平时成绩(20%考勤+30%提问)和权重 0.5 的期末报告成绩两部分组成。提问有涉及专业问题的交流互动,表达工程问题解决思路或方案的内容;期末报告中综合论述题也有部分内容考核课程目标 3 的达成情况。
课程目标4	达成度评定由权重 1.0 的期末报告成绩组成。期末报告中要求综合各种来源的资料及数据,有针对性地正确回答校外专家布置的专业综述问题。

八、达成课程目标的途径与措施

达成课程目标的途径和措施主要有:

1、安排课前文献收集及阅读学习环节,要求学生通过图书馆及网络资源预先了解课程专题的历史背景、发展过程、国内外研究现状、技术关键点、各种解决方案的优缺点及适用范围等,授课时首先安排检查、讨论及初步归纳总结环节;

2、课堂授课注重讲解测控仪器领域中工程问题解决思路的共性方法,启发学生提出各种解决方案,进行比对分析并与现有实际在用技术做综合比较,培养学生在考虑多种因素的情况下合理选型、解决复杂工程问题能力;

3、采用包括上课考勤、课堂提问、期末报告等多环节考查手段形成成绩评

定，全面真实地综合评价学生的学习效果；

4、命题要求：本课程期末报告由综合论述题组成，其中考核课程目标 1、3、4 的题目各在 20 分左右，考核课程 2 的题目在 40 分左右。

九、成绩评定

1、成绩构成

成绩占比	平时成绩（课堂考勤 40%+课堂提问 60%）	期末报告成绩
100%	30%	70%
总成绩=平时成绩×30%+期末报告成绩×70%		

2、评分标准

（1）课堂考勤评分标准

	100 分	90 分	80 分	60 分	0 分
考勤表现	准时完全参加课程，不迟到不早退，上课认真专注	准时完全参加课程，不迟到不早退，遵守课堂纪律	有迟到早退，不超过 5 分钟	迟到早退超过 5 分钟	旷课（3 次不能参加期末考核）
总成绩	各次成绩取平均值。				

（2）课堂提问评分标准

	100 分	90 分	80 分	60 分
提问表现	回答正确，表达流畅	回答基本正确	能回答大部分内容	能回答部分内容
总成绩	各次成绩取平均值。			

十、教学进程

教学内容	学时数
1 课前文献学习内容的检查、讨论及初步归纳	2
2 专题技术历史发展、研究现状及现有方法关键难点讲解	4
3 专题技术发展趋势、热点及后续引伸问题研讨总结	2
合计：	8

万物的面貌：以测量洞悉科学

四川大学机械工程学院本科课程

《万物的面貌：以测量洞悉科学》教学大纲

一、课程基本信息

课程号	302880020	课程名称	万物的面貌：以测量洞悉科学		
学分	2	英文名称	The Face of Everything: Insight into Science through Measurement		
总学时	32	周学时	2	上课周数	16
课程属性	<input type="checkbox"/> 必修课 <input checked="" type="checkbox"/> 选修课		考核方式		考查
课程类别	<input type="checkbox"/> 公共基础课 <input checked="" type="checkbox"/> 通识模块课 <input type="checkbox"/> 学科基础课 <input type="checkbox"/> 专业核心课 <input type="checkbox"/> 专业选修课 <input type="checkbox"/> 实践教育课程				
使用教材	暂无教材				
面向对象	全校各年级本科生				
课程负责人	刘晓宇	开课单位	机械工程学院		
大纲执笔	刘晓宇	审核	专业教学指导组	执行时间	2020.6

二、课程简介

（一）中文课程简介

科学始于测量，没有测量就没有科学。测量是科学技术的基础，是人类认识世界的工具。人类历史上三次技术革命都与测量技术的突破息息相关，测量科技成果对推动其他科学技术的进步与发展具有重要的促进和引领作用。《万物的面貌：以测量洞悉科学》课程将通过对测量技术在不同学科领域应用案例的剖析，介绍测量科学的基本概念、理论与方法，传播科学精神，培养学生利用测量思维洞悉世界的能力。

（二）英文课程简介

Science begins with measurement, and there can be no science without measurement. Measurement is the foundation of science and technology and a tool for human beings to know the world. The three technological revolutions in the history of mankind are closely related to the breakthroughs in measurement technology, and the achievements of measurement science and technology have an important role in

promoting and leading the progress and development of other science and technology. The course “The Face of Everything: Insight into Science through Measurement” will introduce the basic concepts, theories and methods of measurement science through analyzing the application cases of measurement technology in different disciplines and spreading the spirit of science for developing the ability of students to gain insight into the world through measurement thinking.

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程的学习，学生能够：

- 1、了解测量技术的发展趋势及其在促进科技发展中的作用；
- 2、通过案例分析，学习测量的基本术语、原理及方法，能够运用测量原理解决实际问题，培养多学科交叉思维及能力；
- 3、遵守职业道德规范，树立良好的社会主义核心价值观；
- 4、树立新工科背景下的良好的现代工程观，即现代工程科学、工程技术、道德及价值取向、社会、经济、文化、生态的交叉融合，协调建构；
- 5、能够通过分析应用案例，提高解决实际工程问题、科研问题的能力，增强自信心。

(二) 课程教学方法对课程目标的支撑

课程教学方法	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4	课程目标 5
课堂理论教学	√	√	√	√	√
课堂互动	√	√	√	√	√
课后作业		√	√		√
小组研讨	√	√	√	√	√
课程报告	√	√	√	√	√

四、教学内容

本课程 2 学分，共 32 学时。教学内容及学时分配如下：

第一章 基础知识（共 4 学时）

第一讲 科学始于测量（2 学时）

1. 测量技术在工程革新和社会进步中的重要作用；
2. 测量技术前沿。

第二讲 测量学世界漫游指南（2 学时）

1. 测量技术基本术语；
2. 基本测量原理；
3. 主要测量方法；

4. 误差理论与数据处理。

第二章 专题案例（共 22 学时）

第三讲 智慧生活“小帮手”（2 学时）

1. 案例分析与讨论：智能建筑；智慧交通；智能家居系统；环境监测；
2. 相关测量技术及测量原理介绍。

第四讲 智能制造“核心工匠”（2 学时）

1. 案例分析与讨论：智能制造中的测量技术；微纳米测量技术；
2. 相关测量技术及测量原理介绍。

第五讲 大型基础设施“健康预警员”（2 学时）

1. 案例讨论与分析：水库大坝裂纹检测；水下地形测量；
2. 相关测量技术及测量原理介绍。

第六讲 航空航天“护卫者”（2 学时）

1. 案例讨论与分析：哈勃望远镜；无人航天器；航天测控技术；
2. 相关测量技术及测量原理介绍。

第七讲 刚正不阿的“裁判员”（2 学时）

1. 案例分析与讨论：计时技术（田径计时，游泳计时）；鹰眼技术；
2. 相关测量技术及测量原理介绍。

第八讲 石油管道“监测卫士”（2 学时）

1. 案例分析与讨论：石油管道腐蚀监测；
2. 相关测量技术及测量原理介绍。

第九讲 农业轻工“评判官”（2 学时）

1. 案例讨论与分析：生丝黑板智能化检验；生丝清洁度、洁净度和匀度评判；小麦不完善粒检测；
2. 相关测量技术及测量原理介绍。

第十讲 医学“检测与诊断助手”（2 学时）

1. 案例讨论与分析：呼出气检测-肺癌筛查，质谱仪在医工领域的应用；
2. 相关测量技术及测量原理介绍。

第十一讲 智能感知“芯力量”（2 学时）

1. 案例讨论与分析：智能感知芯片的研发、在医工融合方面的应用；
2. 相关测量技术及测量原理介绍。

第十二讲 测量技术在历史考古中的应用（2 学时）

1. 案例讨论与分析：马王堆汉墓挖掘中的测量技术；
2. 相关测量技术及测量原理介绍。

第十三讲 明察秋毫的“超级学霸”（2 学时）

1. 案例讨论与分析：机器视觉技术在工业上、生活中的应用；

2. 相关测量技术及测量原理介绍。

第十四讲 行业检测机器人（2学时）

1. 案例讨论与分析：电力铁塔攀爬及检测机器人；石油管道检测机器人；

搬运机器人；茶艺机器人等多种先进机器人；

2. 相关测量技术及测量原理介绍。

第三章 多学科交叉融合创新应用模块（共2学时）

第十五讲 玩转测量科学（2学时）

1. 介绍如何开展创新性设计；

2. 如何在科研中实践多学科交叉融合。

第十六讲 学生汇报及展示（2学时）

学生通过自行组队、选题，就某一领域或专业中的测量技术和相关应用进行汇报展示；

说明：本课程共32学时，教学内容30学时，小组研讨及汇报等教学活动2学时。

五、参考资料

[1] 《万物皆可测量》，艾尔弗雷德·W. 克罗斯比[美]，广西师范大学出版社，2023

[2] 《仪器科学与科技文明》，钱政，清华大学出版社，2022

[3] 《实验、测量与科学》，汪涛，东方出版社，2017

[4] 《智能仪器》，程德福等，机械工程出版社，2017

[5] 《精密仪器设计原理》，王中宇等，北京航空航天大学出版社，2013

[6] 《现代精密仪器设计》，李玉和，郭阳宽，清华大学出版社，2010

[7] 《精密仪器结构设计手册》，张善锺，机械工业出版社，2009

[8] 《量具、量仪与测量技术》，顾晓玲，机械工业出版社，2009

[9] 《长度计量》，国家质量监督检验检疫总局计量司编，中国计量出版社，2007

六、成绩构成及评分标准

1、成绩构成

本课程主要以考查为主，采用“全过程学业评价+非标准答案考查”的考核方式，成绩构成主要分为平时成绩和期末成绩两个部分。其中，平时成绩由课堂表现、课堂互动、课后作业构成；期末成绩主要由小组研讨构成。成绩构成比例如下：

课堂表现	课堂互动（学习通）	课后作业（学习通）	小组研讨
10%	20%	20%	50%

2、评分标准

（1）课后作业评分标准

	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
--	---------	--------	--------	--------	-------

正确率	正确率 \geq 90%	正确率 \geq 80%	正确率 \geq 70%	正确率 \geq 60%	正确率 $<$ 60%
作业总成绩	各次作业成绩取平均值。				

(2) 课堂表现和课堂互动评分标准

	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
表现情况	积极参与课堂互动，主动回答问题。	较为主动参与课堂互动，能够回答问题。	可以参与课堂互动，不主动回答问题。	偶尔参加课堂互动，不主动回答问题。	不参与课堂互动，不回答问题。
总成绩	各次课堂表现成绩取平均值。				

(3) 小组研讨评分标准

	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
小组互评 (20%)	由学生根据各自的完成情况进行组内互评。				
课堂展示 (30%)	每组请1-2位同学进行课堂展示，根据PPT内容、格式和汇报情况进行评分。				
报告完成度 (50%)	报告格式规范，研讨内容完整，逻辑清晰。	报告格式规范，研讨内容较完整，逻辑较清晰。	报告格式较规范，研讨内容基本完整，逻辑基本清晰。	报告格式不够规范，研讨内容不够完整，逻辑不够清晰。	报告格式不规范，研讨内容不完整，逻辑不清晰。
总分	研讨总成绩 = 小组互评*20% + 课堂展示 30% + 报告完成度*50%				

传感器及测控电路课程设计

四川大学机械工程学院本科课程 《传感器及测控电路课程设计》教学大纲

一、课程基本信息

课程号	302350020	课程名称	传感器及测控电路课程设计		
学分	2	英文名称	Course design of sensor and measurement and control circuit		
总学时	32	周学时	16	上课周数	2
课程属性	<input checked="" type="checkbox"/> 必修课 <input type="checkbox"/> 选修课		考核方式		考查
课程类别	<input type="checkbox"/> 公共基础课 <input type="checkbox"/> 通识模块课 <input type="checkbox"/> 学科基础课 <input type="checkbox"/> 专业核心课 <input type="checkbox"/> 专业选修课 <input checked="" type="checkbox"/> 实践教育课程				
使用教材	《传感器及测控电路课程设计指导书》 徐晓秋				
面向对象	测控技术与仪器，三年级本科生				
先修课程	《传感器》、《测控电路》、《单片机》、				
课程负责人	甘芳吉	开课单位	机械工程学院		
大纲执笔	甘芳吉	审核	专业教学指导组	执行时间	2023.1

二、课程简介

(一) 中文课程简介

本课程为测控技术与仪器专业的一门课程设计，针对本专业的两门核心课程《传感器》和《测控电路》进行融合学习，目的是为了使学生对上述两门核心课程有更加深刻的认识，针对具体的课题制定恰当的系统方案，能掌握参数分析、传感信号采集、电路设计等相关知识，并对成果进行讲解展示等。

(二) 英文课程简介

This course is a course design for the major of measurement and control technology and instrument. It aims to integrate the two core courses of this major, Sensor and Measurement and Control Circuit, so that students can have a deeper understanding of the above two core courses, develop appropriate system schemes for specific topics, master relevant knowledge such as parameter analysis, sensor signal acquisition, circuit design, and explain and display the results.

三、课程目标

(一) 课程目标

- 1、能针对课题，通过文献检索及其他途径收集整理资料，获得有效信息。
- 2、能利用传感器、测控电路等工程基础和专业基础知识正确分析设计任务和要求，研究并制定总体方案。
- 3、能够按技术要求，分析参数检测、信号采集及处理、显示等各单元模块 的工作原理，推演计算相关参数，完成各单元模块的硬件设计、选型和软件设计 等（包括传感器的选型、信号处理电路及显示电路的设计、报警方式的选取等）， 对方案进行优选比较，论证其可行性。（考虑器件的材料、性能及价格等因素）
- 4、能够根据测量方案设计相应的实验，并利用 Protues、Matlab 等工具进行电路设计和仿真实验，或在有条件的情况下搭建实验装置进行实验，分析实验数据。
- 5、能够用图纸、报告、软件模型或实物等形式，呈现设计成果。
- 6、能够进行团队协作，分工合作完成设计任务

(二) 课程教学方法对课程目标的支撑

课程教学方法	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4	课程目标 5	课程目标 6
课堂理论/ 实验教学	√	√	√	√	√	√
互动探究	√	√	√	√		√
课堂测验	√	√	√	√	√	
课外作业	√	√	√	√		√
拓展学习		√	√	√		
线上 线下 考核评价	√	√	√	√	√	
翻转课堂					√	√

四、课程设计及设计要求

按教师规定课题或学生自拟课题，指导学生综合运用所学的《传感器》、《测控电路》及《单片机原理及应用》等专业课知识，进行测控系统的设计，使学解决实际问题的能力得到训练。内容涉及传感器的选用、检测信号的处理、显示电路及报警方式的选取等。设计课题详见《传感器及测控电路课程设计指导书》。设计要求如下：

- 1、根据课题，收集查阅文献资料，对有用信息和数据进行归纳（支撑课程目标 1）

- 2、分析设计任务，制定设计方案，画出系统组成框图；（支撑课程目标 2）
- 3、按照技术指标要求，分析检测模块的原理，合理选择传感器；（支撑课程目标 3）
- 4、分析各部分电路的实现方法和原理，计算相应的参数并确定电路的元器件及型号；（支撑课程目标 3）
- 5、选择合适的芯片，完成系统的硬件电路设计和软件编程；（支撑课程目标 3）
- 6、完成实验设计，利用 Matlab、Protues 等工具进行仿真实验和数据分析，得出结果；（支撑课程目标 4）
- 7、完成电路的 PCB 设计，并绘出总的电路图；提交程序设计框图及程序清单。（支撑课程目标 5）
- 8、分小组布置设计题目，小组成员合理分工，对设计问题进行小组讨论，研究解决问题的方法，分工合作完成任务；（支撑课程目标 6）
- 9、提交设计报告书，要求打印，并列出参考文献。设计报告书必须独立完成，要求 3000~4000 字，参考文献至少 5~6 篇（除参考书外）；设计框图和电路不能徒手画，不能通过扫描或粘贴完成。（支撑课程目标 5）

五、参考文献

- [1] 黄劼，单片机原理及接口技术，国防工业出版社，2012 年 2 月
- [2] 李刚，现代测控电路，高等教育出版社，2004.1
- [3] 唐文彦，传感器，机械工业出版社，2007.1
- [4] 刘靳、刘笃仁，传感器原理及应用技术，第三版，西安电子科技大学出版社，2013.08
- [5] 王化祥，传感器原理及应用，第三版，天津大学出版社，2007.02
- [6] 王庆有，光电传感器应用技术，第二版，机械工业出版社，2014.04
- [7] 王煜东，传感器应用电路 400 例，中国电力出版社，2008.08
- [8] 张国雄，测控电路，第三版，机械工业出版社，2010.04

六、课程目标对毕业要求的支撑关系

毕业要求指标点	课程目标	支撑度	支撑理由
3.1 能够根据用户及社会需求明确需要解决的复杂工程问题，提出设计目标、确定设计任务；	课程目标 2	H	课程目标 2 中涉及利用传感器、测控电路等工程基础和专业知识正确分析设计任务和要求，研究并制定总体方案。
3.3 能够设计满足特定需求的单元模块和功能部件；	课程目标	L	课程目标 3 中涉及分析检测、信号采集及处理、显示等各单元模块的工作原理，推

	3		演计算相关参数，完成各单元模块的硬件设计、选型和软件设计等内容。
3.4 能够用工程图纸、设计报告、软件模拟或实物模型等形式，呈现设计成果。	课程目标 5	H	课程目标 5 包含能够用图纸、报告、软件模型或实物等形式，呈现设计成果的要求。
5.1 能够通过文献检索、网络、图书馆等途径获取资料及数据；	课程目标 1	H	课程目标 1 涉及能针对课题，通过文献检索及其他途径收集整理资料，获得有效信息。
5.2 能够合理运用 MATLAB、SolidWorks 等专业技术工具对复杂工程问题中的关键部分进行计算、仿真、模拟、分析与预测；	课程目标 4	H	课程目标 4 要求能够根据测量方案设计相应的实验，并利用 Protues、Matlab 等工具进行仿真实验和电路设计，或在有条件的情况下搭建实验装置进行实验，分析实验数据。
9.2 能理解个人在团队中的角色与责任，在担任不同团队角色时，能相互合作、完成相应的工作。	课程目标 6	H	课程目标 6 要求能够进行团队协作，分工合作完成设计任务。

注：H 表示课程为强支撑课程。L 表示课程为弱支撑课程。

七、考核环节对课程目标达成的支撑

课程目标	如何考核课程目标的达成
课程目标 1 能针对课题，通过文献检索及其他途径收集整理资料，获得有效信息；	教学环节中 ，明确给出了设计要求 1：收集查阅文献资料，对有用数据和信息进行归纳。 考核环节中 ，通过“方案审核”及“课程报告”的内容分别对课程目标 1 进行考核评分，以此可以评价课程目标的达成情况。
课程目标 2 能利用传感器、测控电路等工程基础和专业知识正确分析设计任务和要求，研究并制定总体方案；	在教学环节中 ，明确给出了设计要求 2：制定总体设计方案，画出系统组成框图。 考核环节中 ，通过“方案审核”及“课程报告”的内容分别对课程目标 2 进行考核评分，以此可以评价课程目标的达成情况。
课程目标 3 能够按技术要求，分析单	在教学环节中 ，明确给出了设计要求 3、4、5：通过①分析检测模块的原理，合理选择传感器；②分析各部分电路的实现方

元模块、功能部件的原理，推演计算相关参数，完成单元模块、功能部件的硬件设计、选型和软件设计，	法和原理，计算相应的参数并确定电路的元器件及型号；③选择合适的芯片，完成系统的硬件电路和软件设计。 考核环节中 ，通过“课题答辩”及“课程报告”的内容分别对课程目标 3 进行考核评分，以此可以评价课程目标的达成情况。
--	---

对方案进行优选比较，论证其可行性。	
课程目标 4 能够根据测量方案设计相应的实验，并利用 Matlab、Protues 等工具进行仿真实验和分析。	在教学环节中，明确给出了设计要求 6、7：通过①完成实验设计，利用 Protues、Matlab 等工具进行仿真实验和分析，得出结果；②完成电路的 PCB 设计并用计算机绘出总的电路图。 考核环节中，通过“课程报告”的内容可对课程目标 4 进行考核评分。
课程目标 5 能够用图纸、报告、软件模型或实物等形式，呈现设计成果。	在教学环节中，明确给出了设计要求 9：提交设计报告书，要求打印，并列出参考文献。设计报告书必须独立完成，要求 4000~5000 字。 考核环节中，通过“课程报告”的内容可对课程目标 5 进行考核评分。
课程目标 6 能够进行团队协作，分工合作完成设计任务。	在教学环节中，明确给出了设计要求 8：分小组布置设计题目，小组成员合理分工，对设计问题进行小组讨论，研究解决问题的方法，分工合作完成任务。 考核环节中，通过“小组课程报告”、“方案审查”“课题答辩”及小组评议成绩，可对课程目标 6 进行考核评分。

八、达成课程目标的措施

- 1、设计分小组进行，采取组长负责制。小组成员自愿组合（原则上 6-8 人），并选出组长。
由组长负责任务分工，组织研讨和小组成绩评定。
- 2、设计分阶段完成，每个阶段定出相应的达成目标。
 - (1) 明确任务。由教师提出设计题目（学生也可以自拟题目），对设计题目内容进行介绍，通过实例讲授设计思路和方法，对学生提出设计要求及评分标准。
 - (2) 形成总体方案。经查阅资料，分析课题技术要求，小组讨论进行方案比较，并在方案评审中用 PPT 展示陈述；经教师提问，小组讨论修改，形成设计方案。
 - (3) 解决设计中的关键问题。包括元器件选型的依据；精度、分辨率如何满足条件，分析影响因素；硬件电路设计及编程等问题。
 - (4) 指导学生撰写设计报告。
 - (5) 提交报告并组织小组答辩。由组长介绍本组设计的总体情况，各成员对自己完成的任务进行说明，教师针对每个部分进行提问，给出答辩成绩。
- 3、小组根据组员的学习态度、完成分配任务情况与同组成员的合作等情况，评定小组成绩。

4、命题要求。本课程设计命题依据《传感器与测控电路课程设计》课程大纲而设置，题目的难度、工作量适中。题目及要求详见《传感器与测控电路课程设计指导书》。

5、报告评定。教师根据设计要求对设计报告进行综合评阅，包括文献资料应用能力、方案的合理性、各功能模块的设计分析、实验设计、报告质量及规范性等，详见第七部分“成绩构成和评分标准”。

九、成绩构成和评分标准

1、本课程为实践性教学环节，成绩构成如下：

小组成绩 (%)	方案审查 (15%) + 答辩成绩 (15%)	报告成绩 (%)
20%	30%	50%
个人总成绩 = 小组成绩 20% + 方案审查成绩 (15%) + 答辩成绩 15% + 报告成绩 50%		

2、评分标准

(1) 方案审查评分标准 (按小组打分)

方案审查	90-100 分	80-89 分	70-79 分	60-69 分	60 分以下
评分标准	A	B	C	D	E

注：A：提出多种方案，分析、陈述清楚，正确回答提问，语言表达流畅。

B：提出方案合理，分析、陈述清楚，正确回答大部分提问，语言表达流畅。

C：提出方案合理，分析较清楚，正确回答部分提问，语言表达较流畅。

D：提出方案基本合理，正确回答少部分提问，语言表达不太流畅。

E：提出方案不合理，陈述不清楚，不能回答提问，语言表达不流畅。

(2) 答辩情况评分标准 (按小组打分)

答辩	90-100 分	80-89 分	70-79 分	60-69 分	60 分以下
评分标准	A	B	C	D	E

注：A：语言表达流畅，概念准确、清楚，正确回答全部提问。

B：语言表达较流畅，概念准确、清楚，正确回答大部分提问。

C：语言表达较流畅，概念较清楚，正确回答部分提问。

D：语言表达不太流畅，部分概念不清楚，正确回答少部分提问。

E：语言表达不流畅，概念不清楚，回答问题不正确。

(3) 小组评议标准

“小组评议成绩”由同组成员依据小组讨论、个人任务完成及团队协作等方面的情况讨论评定。

	90-100	80-89	70-79	60-69	60 以下
小组讨论 (30%)	积极发言、 提出多种 解决方案	积极发言， 提出一种 解决方案	参与讨论， 能提出想 法	部分参与讨论 (一次缺席)	极少参与讨论 (多次缺席)
个人任务 完成 (50%)	全部或超 额完成	部分完成 (80%)	部分完成 (60%)	部分完成 (50%)	未完成
团队协作 (20%)	非常好	好	较好	一般	差
总评成绩	总成绩=讨论*30%+任务完成*50%+团队*20%				

(4) 课程设计报告评分标准

“报告成绩”包含方案设计 (20%)、分析推演 (30%)、实验设计及仿真 (20%)、成果呈现 (15%)、资料收集 (15%) 等综合评定。

	90-100 分	80-89 分	70-79 分	60-69 分	60 分以下
方案设计 (20%)	考虑设计要求 全面，总体方 案合理	考虑设计要 求较全面， 总体方案较 合理	考虑设计 要求，总体 方案基本 合理	考虑设计要 求不够 全面，方案 不够合理	考虑设计要 求不全面， 方案不合理
分析设计及推导 计算 (30%)	各单元模块工 作原理分析清 楚，推演计算 正确，很好完 成设计任务	各单元模块 工作原理分 析较清楚， 推演计算基 本正确，较 好完成设计 任务	各单元模 块工作原 理分析基 本清楚，推 演计算基 本正确，完 成设计任 务一般	各单元模块 工作原理分 析不够清 楚，推演计 算存在一定 问题。	未能完成设 计任务
成果呈现 (15%)	文档、绘图规 范，有实物呈 现	文档、绘图 较规范，实 物呈现一般	文档、绘图 不够规范， 无实物呈 现	文档、绘图 不够规范， 无实物	文档、绘图 质量差，无 实物
实验设计 (20%)	实验方案合 理，结果正确	实验方案合 理，结果基 本正确	实验方案 基本合理， 结果存在	实验方案 不合理	未完成实验

			一定问题		
资料收集（15%）	资料详实、非常全面	资料详实、较全面	资料收集不够全面	资料较欠缺	资料收集差

注：因登录成绩选项的原因，各部分成绩对应以下选项。

- (1) 小组成绩（实践成绩）
- (2) 方案审查+答辩（课堂表现）
- (3) 报告成绩（课程报告）。

十、教学进程

教学内容	课内学时分配
1.布置设计任务	4 学时
2.审核总体方案	4 学时
3.指导设计	6 学时
4.指导报告撰写	2 学时
5.小组答辩	4 学时
6.学生课下设计	12 学时
合计：	32 学时（2 周）

项目制工程实践 3

四川大学机械工程学院本科课程 《项目制工程实践 3》教学大纲

一、课程基本信息

课程号	302998010	课程名称	项目制工程实践 3		
学分	1	英文名称	Project-based Engineering Practice (III)		
总学时	16	周学时		上课周数	8 周
课程属性	<input checked="" type="checkbox"/> 必修课 <input type="checkbox"/> 选修课		考核方式		考查
课程类别	<input type="checkbox"/> 公共基础课 <input type="checkbox"/> 通识模块课 <input type="checkbox"/> 学科基础课 <input type="checkbox"/> 专业核心课 <input type="checkbox"/> 专业选修课 <input checked="" type="checkbox"/> 实践教育课程				
使用教材	《项目制工程实践指导书》				
面向对象	测控技术与仪器二年级本科生				
先修课程	《大学物理》《微积分》《线性代数》《理论力学》《C 语言程序设计》《机械制图》				
课程负责人	陆小龙	开课单位	机械工程学院		
大纲执笔	陆小龙	审核	专业教学指导组	执行时间	2024. 9

二、课程简介

(一) 中文课程简介

《项目制工程实践 3》是测控技术与仪器专业一门综合性的实践类专业课程。在《大学物理》《微积分》《线性代数》《理论力学》《C 语言程序设计》等先修课程的基础上开设本课程，旨在引导学生将已学知识融会贯通地应用于传感器、测控仪器的设计中，使学生能够在实践中熟练运用 MATLAB、COMSOL Multiphysics、Multisim、ZEMAX 和 SolidWorks 等仿真与建模软件对项目实践中所研究的传感器工作原理、视觉检测原理、光学检测原理和 MEMS 器件设计进行仿真、分析，培养学生利用数值方法和仿真工具的能力，为后续《项目制工程实践 4》《项目制工程实践 5》《项目制工程实践 6》的顺利开展奠定基础。

(二) 英文课程简介

Project-based Engineering Practice 3 is a comprehensive professional course focusing on measurement and control technology and instruments. This course is designed to build upon foundational knowledge in College Physics, Calculus, Linear Algebra, Theoretical Mechanics, and C Language Programming. Its objective is to guide students in integrating their acquired knowledge into the design of sensors and measurement/control instruments. It aims to equip students with the skills to proficiently utilize simulation and modeling software such as MATLAB, COMSOL Multiphysics, Multisim, ZEMAX and SolidWorks for simulating and analyzing sensor working principles, visual detection principles, optical detection principles, as well as MEMS device design studied in project practice. Furthermore, it seeks to cultivate students' proficiency in using numerical methods and simulation tools while laying a solid foundation for subsequent Project-based Engineering Practices 4 through 6.

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程设计，学生应具备以下能力：

1. 能通过文献检索等方式获取相关资料，并运用大学物理知识，掌握相关传感器、检测方法的工作原理；
2. 能应用 MATLAB、COMSOL Multiphysics、Multisim、ZEMAX 和 SolidWorks 等仿真建模软件，根据任务要求完成建模与仿真分析。
3. 能够撰写设计说明书，并在说明书中完整地呈现设计的原理、思路、方案、建模及仿真分析等内容；
4. 能主动与小组成员讨论，进行团队协作，分工合作完成设计任务；
5. 能够在答辩环节讲解设计方案，回答指导教师和同学提出的问题。

(二) 课程教学环节对课程目标的支撑

课程教学方法	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4	课程目标 5
文献查找	√		√		
小组研讨	√	√	√	√	
撰写设计说明书			√		
仿真建模、分析	√	√			
汇报展示及答辩					√

四、教学内容及设计要求

根据《项目制工程实践3》中罗列的课题，学生自愿组合，分组后任选一题，以小组为单位完成课程设计。教师指导学生综合运用所学的《大学物理》《微积分》《线性代数》《理论力学》《C语言程序设计》等课程的知识，借助 MATLAB、COMSOL Multiphysics、Multisim、ZEMAX 和 SolidWorks 等仿真建模软件进行设计，使学生解决一些简单工程实际问题的能力得到锻炼。设计课题详见《项目制工程实践3 设计指导书》。设计要求如下：

1、以小组为单位进行课题设计（支撑课程目标 1、3）

要求学生：自愿组合（原则上 4-6 人）成小组，并选出组长。由组长负责任务分工，组织研讨和小组成绩评定；

2、设计任务分析（支撑课程目标 1、2）

要求学生：能够理解设计要求，并对待研究对象的工作原理、物理机理进行分析，能通过文献调研等手段了解国内外相关技术和产品的现状。

3、数值建模与仿真分析（支撑课程目标 2、3）

要求学生：借助 MATLAB、COMSOL Multiphysics、Multisim、ZEMAX 和 SolidWorks 等仿真建模软件完成所负责项目研究对象的数值建模与仿真分析。

4、撰写设计说明书（支撑课程目标 3）

要求学生：能够通过设计说明书准确表述设计任务分析过程、任务中涉及的传感器或检测方法工作原理、数值建模和仿真分析等内容。提交设计报告书，要求打印，并列参考文献。设计报告书必须独立完成，要求 3000~5000 字，参考文献至少 5~6 篇（除参考书外）；原理图不能徒手画，不能通过扫描或粘贴完成。

5、答辩（支撑课程目标 4、5）

要求学生：能够讲解设计方案，仿真分析结果，理解教师或其它小组同学提出的问题，并能给出合理回应。

五、参考文献

- (1) COMSOL 视频课程中心 <https://cn.comsol.com/video-training>
- (2) MultisimLive 在线学习网站 <https://www.multisim.com/>
- (3) 《现代精密仪器设计》，李玉和，郭阳宽，清华大学出版社，2010
- (4) 《涡流检测》，任吉林，林俊明，机械工业出版社，2013

六、课程目标对毕业要求的支撑关系

毕业要求指标点	课程目标	支撑度	支撑理由
5.2 能够合理运用 MATLAB、SolidWorks 等专业技术工具	课程目标 1/2	H	课程设计要求学生综合运用所学的《大学物理》《微积分》《线性代数》《理论力学》《C语言程序设计》等课程的知识，借助 MATLAB、

对复杂工程问题中的关键部分进行计算、仿真、模拟、分析与预测；			COMSOL Multiphysics、Multisim、ZEMAX 和 SolidWorks 等仿真建模软件进行设计
5.3 能够理解并分析运用 MATLAB、SolidWorks 等专业技术工具对复杂工程问题进行预测与模拟的局限性, 针对应用过程中出现的问题, 提出恰当的解决方案并进行改进。	课程目标 1/2	H	课程设计要求学生借助 MATLAB、COMSOL Multiphysics、Multisim、ZEMAX 和 SolidWorks 等仿真建模软件完成所负责项目研究对象的数值建模与仿真分析。
9.1 能主动与不同学科背景的个体及团队合作开展工作；	课程目标 4	H	课程要求学生以小组为单位进行课题设计, 需要主动与小组成员讨论, 进行团队协作, 分工合作完成设计任务
9.2 能理解个人在团队中的角色与责任, 在担任不同团队角色时, 能相互合作、完成相应的工作。	课程目标 4/5	H	课程要求学生以小组为单位进行课题设计, 需要主动与小组成员讨论, 进行团队协作, 分工合作完成设计任务

注：H 表示课程为强支撑课程。L 表示课程为弱支撑课程。

七、教学考核环节对课程目标达成的支撑

课程目标	教学考核环节对课程目标的支撑
课程目标 1 能通过文献检索等方式获取相关资料, 并运用大学物理知识, 掌握相关传感器、检测方法的工作原理；	以小组为单位进行课题研究, 中期考核时以口头问答的形式考查学生对设计题目相关资料的查阅情况及对设计任务的理解是否准确; 课程设计最终提交的设计说明书要求包含设计任务分析部分, 要求学生结合相关文献资料对设计题目进行分析, 从而确定数值仿真分析的内容。
课程目标 2 能应用 MATLAB、COMSOL Multiphysics、Multisim、ZEMAX 和 SolidWorks 等仿真建模软件, 根据任务要求完成建模与仿真分	要求学生在小组研讨的基础上, 对所负责的课题研究对象的工作原理进行数值建模, 对关键参数进行仿真分析, 对分析结果进行讨论, 以报告的形式进行呈现。

析。	
课程目标 3 能够撰写设计说明书，并在说明书中完整地呈现设计的原理、思路、方案、建模及仿真分析等内容；	要求学生在设计说明书中按照项目任务书，将研究对象的工作原理、数值建模、仿真分析结果，结果分析等内容阐述清楚，并对设计说明书内容的完整性、准确性、合理性等进行考核。
课程目标 4 能主动与小组成员讨论，进行团队协作，分工合作完成设计任务；	课程设计以小组为单位进行，需要有合理的团队分工与协作，根据选题完成所有设计任务，并分别完成设计任务分析、方案审核答辩、中期检查答辩及最终答辩。
课程目标 5 能够在答辩环节讲解设计方案，回答指导教师和同学提出的问题。	将答辩设计到课程设计的全周期，开题、方案审查、中期考查和最终答辩。通过设置这样的答辩环节，考查学习实际参与课程设计的情况，是否可以对所设计方案进行讲解和展示，以及回答老师和同学提出的问题。

八、达成课程目标的途径与措施

达成课程目标的途径和措施主要有：

1、多环节训练、考核。

(1) 课题开题，由教师对课程设计内容进行介绍，明确学生需要达到的要求，评分标准。学生自由分组、组合，组内全体成员对设计任务进行分析、工作量分配；

(2) 形成总体方案。经查阅资料，分析课题技术要求，小组讨论进行方案比较，并在方案评审中用 PPT 展示陈述；经教师提问，小组讨论修改，形成设计方案，通过项目研究的总体方案；

(3) 解决设计中的关键问题，包括研究对象的工作原理分析、数值建模、关键参数仿真分析；

(4) 在课题研究过程中，通过中期答辩对各小组的课题进展情况进行考查；

(5) 小组根据组员的学习态度、完成分配任务情况、报告质量、与同组成员的合作等情况，评定小组成绩；

(6) 报告提交、答辩，由组长对设计总体情况进行介绍，各成员对各自设计内容进行介绍，教师对设计的每个部分进行提问要求特定同学回答；

(7) 报告评定。教师根据设计要求对设计报告进行综合评阅，包括方案的合理性，设计的完整性，综合因素的考虑，数值建模、仿真分析、结果讨论等考查方面。

2、命题要求

项目制工程实践 3 的命题依据《项目制工程实践 3》课程大纲而设置，题目的难度、工

作量适中。课程设计的题目应贴近工程实际应用，具有一定的复杂性，既锻炼学生运用深入的工程原理进行问题分析的能力，也锻炼学生将已学的专业知识进行综合应用的能力。

九、成绩构成和评定标准

1、本课程为实践性教学环节，成绩评定方式如下：

考核方式	过程考核成绩	三次答辩成绩	报告成绩
成绩比例（%）	30	30	40
对应的课程目标	4、5	4、5	1、2、3

成绩评定说明：

1、总成绩由“过程考核成绩（30%）”“答辩成绩（30%）”和“报告成绩（40%）”三部分组成。

2、“过程考核成绩”将依据小组研讨、任务完成、报告质量及团队协作等方面的情况讨论评定。

3、“答辩成绩”由“开题答辩”、“中期答辩”和“末期答辩”三部分成绩组成，各项所占比例分别为：30%，30%和40%。

4、“报告成绩”包含方案的合理性，设计的完整性，综合因素的考虑，装配图，零件图，设计说明书等几个考查方面。

5、因登录成绩选项的原因，各部分成绩对应以下选项。

- (1) 过程考核成绩（实践环节）；
- (2) 答辩成绩（课堂表现）；
- (3) 报告成绩（课程报告）。

2、评分标准

(1) 方案评审和答辩情况评分标准

“答辩成绩”由“方案审查”和“课题答辩”取平均值。

方案审查	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
评分标准	A	B	C	D	E

注：A：提出多种方案，分析、陈述清楚，正确回答问题，语言表达流畅。

B：提出方案合理，分析、陈述清楚，正确回答大部分提问，语言表达流畅。

C：提出方案合理，分析较清楚，正确回答部分提问，语言表达较流畅。

D：提出方案基本合理，正确回答少部分提问，语言表达不太流畅。

E：提出方案不合理，陈述不清楚，不能回答问题，语言表达不流畅。

答辩	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
评分标准	A	B	C	D	E

注：A：正确回答全部提问，概念准确、清楚，语言表达流畅。

B：正确回答大部分提问，概念准确、清楚，语言表达较流畅，。

C：正确回答部分提问，概念较清楚，语言表达较流畅，。

D：正确回答少部分提问，部分概念不清楚，语言表达不太流畅。

E：回答问题不正确，概念不清楚，语言表达不流畅。

(4) 过程考核标准

“过程考核成绩”将依据小组研讨、任务完成及团队协作等方面的情况讨论评定。

	90-100	80-89	70-79	60-69	60 以下
小组研讨 (30%)	积极发言、 提出多种 解决方案	积极发言， 提出一种 解决方案	参与研讨， 能提出想 法	部分参与研讨 (一次缺席)	部分参与研讨 (多次缺席)
个人任务完 成 (50%)	完成	部分完成 (80%)	部分完成 (60%)	部分完成 (50%)	未完成
团队协作 (20%)	非常好	好	较好	一般	差
总评成绩	总成绩=研讨*30%+任务完成*50%+团队*20%				

(5) 课程设计报告评分标准 (以组为单位)

“报告成绩”包含总体方案 (20%)、分析设计 (30%)、实验设计及仿真 (20%)、成果呈现 (15%) 和资料收集 (15%) 等综合评定。

	90-100 分	80-89 分	70-79 分	60-69 分	60 分以下
总体方案 (20%)	考虑设计要求 全面，总体方 案合理	考虑设计要 求较全面， 总体方案较 合理	考虑设计 要求，总体 方案基本 合理	考虑设计要 求不够 全面，方案 不够合理	考虑设计要 求不全面， 方案不合理
分析设计 (30%)	待测对象工作 原理分析清 楚，数值建模 正确，很好完 成设计任务	待测对象工 作块工作原 理分析较清 楚，数值建 模基本正 确，较好完 成设计任务	待测对象 工作工作 原理分析 基本清楚， 数值建模 基本正确， 完成设计 任务一般	待测对象工 作工作原理 分析不够清 楚，数值建 模存在一定 问题。	未能完成设 计任务

呈现形式 (15%)	文档、绘图规范, 有很好的数值建模呈现	文档、绘图较规范, 有较好的数值建模呈现	文档、绘图不够规范, 数值建模呈现一般	文档、绘图不够规范, 无数值建模	文档、绘图质量差, 无数值建模
仿真实验设计 (20%)	实验方案合理, 结果正确	实验方案合理, 结果基本正确	实验方案基本合理, 结果存在一定问题	实验方案不合理	未完成实验
收集资料 (15%)	资料详实、非常全面	资料详实、较全面	资料收集不够全面	资料较欠缺	资料收集差

十、教学进程

- 1、接受任务：小组接受设计题目后由小组长和组员讨论，形成讨论记录表；
- 2、开题：通过小组研讨，小组成员对题目进行初步讨论和分析，形成开题报告；
- 3、方案审查：根据讨论结果，在综合考虑安全、环境、法律等现实约束条件下，对多种设计方案的可行性、新颖性进行论证，优选出合理的解决方案；
- 4、中期考查：检查中期完成进度。
- 5、答辩：完成设计后，形成设计报告，进行答辩。
- 6、任务布置、教师与学生讨论分析、答疑及设计指导、答辩工作由教师和学生商定时间和地点。

测控仪器设计课程设计

四川大学机械工程学院本科课程

《测控仪器设计课程设计》教学大纲

一、课程基本信息

课程号	302352020	课程名称	测控仪器设计课程设计		
学分	2	英文名称	Course Design of Measurement & Control Instrument		
总学时	32	周学时		上课周数	3周
课程属性	<input type="checkbox"/> 必修课 <input checked="" type="checkbox"/> 选修课		考核方式		考查
课程类别	<input type="checkbox"/> 公共基础课 <input type="checkbox"/> 通识模块课 <input type="checkbox"/> 学科基础课 <input type="checkbox"/> 专业核心课 <input type="checkbox"/> 专业选修课 <input checked="" type="checkbox"/> 实践教育课程				
使用教材	《测控仪器设计课程设计指导书》刘晓宇、尹伯彪				
面向对象	测控技术与仪器四年级本科生				
先修课程	《测控仪器设计》《传感器》《精密机械设计》《误差理论与数据处理》 《单片机原理及应用》《测控电路》				
课程负责人	刘晓宇	开课单位	机械工程学院		
大纲执笔	刘晓宇	审核	专业教学指导组	执行时间	2022.9

二、课程简介

(一) 中文课程简介

《测控仪器设计课程设计》是测控技术与仪器专业一门综合性极强的实践类专业课程。在《测控仪器设计》《传感器》《精密机械设计》《测控电路》《单片机原理及应用》等先修课程的基础上开设本课程,旨在引导学生将已学知识融会贯通地应用于测控仪器的设计中,使学生能够在实践中熟练运用测控仪器的精度理论、设计原则、设计原理和设计方法,培养测控仪器总体设计的思维,并且具有一定的设计能力,能够根据设计任务完成测控仪器的总体设计。

(二) 英文课程简介

"Course Design of Measurement & Control Instrument" is a highly comprehensive practical professional course for measurement and control technology and instrument

major. This course is set up on the basis of "Design of Measurement & Control Instrument", "Sensor", "Precision Machinery Design", "Measurement and Control Circuit", "SCM Principle and application" and other advanced courses, aiming to guide students to apply the learned knowledge in the design of measurement and control instruments. Through the study of this course, students can skillfully use the precision theory, design principles and design methods of measurement and control instruments skillfully in practice, cultivate the thinking of overall design of measurement and control instruments, and have certain design ability, and complete the overall design of measurement and control instruments according to the design task.

三、课程目标

(一) 课程目标

通过本课程设计，学生应具备以下能力：

1、能通过文献检索等方式获取相关资料，并运用工程原理及文献研究对设计任务进行合理地分析，确定仪器系统的性能及参数范围，并且能够在满足设计任务前提下，充分考虑安全、环境、法律等约束条件；

2、能根据设计任务的需求提出合理的仪器总体设计方案，设计各组成模块，并应用测控仪器设计的基本原则和原理分析影响系统性能的各类因素，对社会、健康、安全、法律、文化、环境等因素的制约进行考虑，在此基础上对设计方案做出合理选择，并通过补偿等手段优化设计方案，体现创新意识；

3、能应用 SolidWorks 等软件完整地设计并呈现仪器的总体装配图和重要零件图；

4、能够撰写设计说明书，并在说明书中完整地呈现设计的原理、思路、方案及精度分析和估算等内容；

5、能主动与小组成员讨论，进行团队协作，分工合作完成设计任务；

6、能够在答辩环节讲解设计方案，回答指导教师和同学提出的问题。

(二) 课程教学环节对课程目标的支撑

课程教学方法	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4	课程目标 5	课程目标 6
文献查找	√					
小组研讨		√			√	√
撰写设计说明书	√	√		√	√	
绘制工程图			√		√	

汇报展示及答辩					√	√
---------	--	--	--	--	---	---

四、教学内容及设计要求

根据《测控仪器设计课程设计指导书》中罗列的课题，学生自愿组合，分组后任选一题，以小组为单位完成课程设计。教师指导学生综合运用所学的《精密机械设计》《传感器》《测控电路》《误差理论及数据处理》等课程的知识进行测控仪器设计，使学生解决一些简单工程实际问题的能力得到锻炼。设计课题详见《测控仪器设计课程设计指导书》。设计要求如下：

1、以小组为单位进行课题设计（支撑课程目标 1、5）

要求学生：自愿组合（原则上 4-6 人）成小组，并选出组长。由组长负责任务分工，组织研讨和小组成绩评定；

2、设计任务分析（支撑课程目标 1、2）

要求学生：能够理解设计要求，并对被测对象、被测量、仪器功能、使用条件等进行合理分析，能通过文献调研等手段了解国内外相关技术和产品的现状，并确定仪器主要参数和技术指标，在此过程中充分考虑安全、环境、法律等约束条件。

3、提出仪器设计方案（支撑课程目标 2）

要求学生：能够根据设计任务的需要提出合理的仪器设计方案，确定仪器的测量原理、基准和传感器等，并能通过仪器工作原理简图展现设计方案。

4、仪器总体结构设计及装配图呈现（支撑课程目标 2、3）

要求学生：确定构成仪器的所有功能模块，并进行仪器总体结构的合理布局，合理确定各部件的尺寸，并通过 SolidWorks 等软件将仪器总体装配图呈现出来。

5、仪器精度分析及校核（支撑课程目标 2、3）

要求学生：能够找出仪器各部分的源误差，并对仪器整体精度进行估算，在设计时合理分配误差并进行精度校核。

6、撰写设计说明书（支撑课程目标 4）

要求学生：能够通过设计说明书准确表述设计任务分析过程、仪器总体方案、测量原理、部件选择及设计、精度设计等内容。提交设计报告书，要求打印，并列出参考文献。设计报告书必须独立完成，要求 3000~5000 字，参考文献至少 5~6 篇（除参考书外）；仪器原理图不能徒手画，不能通过扫描或粘贴完成。

7、答辩（支撑课程目标 5、6）

要求学生：能够讲解设计方案，理解教师或其它小组同学提出的问题，并能给出合理回应。

五、参考文献

[1] 《测控仪器设计》第 3 版，浦昭邦，刘庆纲，机械工业出版社，2014

[2] 《精密仪器设计原理》，王中宇等，北京航空航天大学出版社，2013

[3] 《现代精密仪器设计》，李玉和，郭阳宽，清华大学出版社，2010

[4] 《量具、量仪与测量技术》，顾晓玲，机械工业出版社，2009

[5] 各种设计手册及标准。

六、课程目标对毕业要求的支撑关系

毕业要求指标点	课程目标	支撑度	支撑理由
3.2 能够在安全、环境、法律等现实约束条件下，对多种设计方案的可行性、新颖性进行论证，优选出合理的解决方案。	课程目标 1/2	H	课程设计要求学生能够根据设计的题目及要求，对被测对象、被测量、仪器功能、使用条件等进行合理分析，从而确定所设计仪器的主要参数和技术指标。
3.3 能够设计满足特定需求的单元模块和功能部件。	课程目标 2	L	课程设计要求学生在提出仪器设计方案后，确定仪器的基准及传感器等，并对各个功能模块进行设计。
3.4 能够用工程图纸、设计报告、软件模拟或实物模型等形式，呈现设计成果。	课程目标 3/4	L	在提出仪器设计方案时，要求学生能够通过仪器工作原理简图展现设计方案；课程设计完成时，要求学生通过 SolidWorks 软件将仪器总体装配图及重要零件图呈现出来，并撰写设计说明书。
8.2 理解测控工程师的职业性质和责任，能意识到在工程实践中违反工程职业道德和规范引起的后果，自觉遵守职业道德和规范，具有法律意识。	课程目标 2	L	要求学生能够充分理解并践行工程师职业道德规范，具有法律意识。
9.2 能理解个人在团队中的角色与责任，在担任不同团队角色时，能相互合作、完成相应的工作。	课程目标 5	L	要求学生分组完成任务，每组成员分工合作。最终文档中有讨论记录表。
10.1 能针对精密仪器、测控系统的复杂工程	课程目标 4/6	H	要求学生能够规范撰写设计说明书，并能够通过口头或书面方式表达自己的想法及意

问题,通过口头或书面方式表达自己的想法及意愿。			愿。
-------------------------	--	--	----

注: H 表示课程为强支撑课程。L 表示课程为弱支撑课程。

七、教学考核环节对课程目标达成的支撑

课程目标	教学考核环节对课程目标的支撑
课程目标 1 能通过文献检索等方式获取相关资料,并运用工程原理及文献研究对设计任务进行合理地分析,确定仪器系统的性能及参数范围。	以小组为单位进行课题研究,中期考核时以口头问答的形式考查学生对设计题目相关资料的查阅情况及对设计任务的理解是否准确;课程设计最终提交的设计说明书要求包含设计任务分析部分,要求学生结合相关文献资料对设计题目进行分析,从而确定所设计仪器的性能及参数范围。
课程目标 2 能根据设计任务的需求提出合理的仪器总体设计方案,设计各组成模块,并应用测控仪器设计的基本原则和原理分析影响系统性能的各类因素,对相互冲突的因素进行考虑并做出合理选择,并通过补偿等手段优化设计方案,体现创新意识。	在小组研讨的基础上,中期考核时要求各个小组结合工作原理简图阐述初步的总体设计方案;课程设计最终提交的设计说明书要求包含所设计仪器的工作原理说明、仪器传感器及基准的选择及工作原理、仪器主要结构参数确定和计算、仪器精度分析和优化设计、对与之配合的电气和计算机部分的要求说明以及对各类综合因素(特别是互相冲突的因素)方面的考虑与选择。
课程目标 3 能够撰写设计说明书,并在说明书中完整地呈现设计的原理、思路、方案及精度分析和估算等内容。	要求学生在设计说明书中按照测控仪器设计的基本程序及思路,将仪器的工作原理、各部分功能模块设计、精度分析和估算以及方案优化等内容阐述清楚,并对设计说明书内容的完整性、准确性、合理性等进行考核。
课程目标 4 能应用 SolidWorks 等软件完整地设计并呈现仪器的总体装配图和重要零件图。	课程设计要求学生提交应用 SolidWorks 软件设计的仪器总体装配图及重要零件图,并对装配图及零件图的完整性、合理性及规范性进行考核。
课程目标 5 能主动与小组成员讨论,进行团队协作,分工合作完成设计任务。	课程设计以小组为单位进行,需要有合理的团队分工与协作,根据选题完成所有设计任务,并分别完成设计任务分析、方案审核答辩、中期检查答辩及最终答辩。
课程目标 6 能够在答辩环节讲解设计方案,回答指导教师和同学提出的问题。	将答辩设计到课程设计的全周期,开题、方案审查、中期考查和最终答辩。通过设置这样的答辩环节,考查学习实际参与课程设计的情况,是否可以对所设计方案进行讲解和展示,以及回答老师和同学提出的问题。

八、达成课程目标的途径与措施

达成课程目标的途径和措施主要有：

1、多环节训练、考核。

(8) 课题开题，由教师对课程设计内容进行介绍，明确学生需要达到的要求，评分标准。学生自由分组、组合，组内全体成员对设计任务进行分析、工作量分配；

(9) 形成总体方案。经查阅资料，分析课题技术要求，小组讨论进行方案比较，并在方案评审中用 PPT 展示陈述；经教师提问，小组讨论修改，形成设计方案，通过仪器工作原理简图呈现设计的总体方案；

(10) 解决设计中的关键问题，包括确定仪器的测量原理、基准和传感器；确定构成仪器的所有功能模块，并进行仪器总体结构的合理布局；能够找出仪器各部分的源误差，并对仪器整体精度进行估算，在设计时合理分配误差并进行精度校核；绘制关键零件图和整体装配图等；

(11) 在课题研究过程中，通过中期答辩对各小组的课题进展情况进行考查；

(12) 小组根据组员的学习态度、完成分配任务情况、报告质量、与同组成员的合作等情况，评定小组成绩；

(13) 报告提交、答辩，由组长对设计总体情况进行介绍，各成员对各自设计内容进行介绍，教师对设计的每个部分进行提问要求特定同学回答；

(14) 报告评定。教师根据设计要求对设计报告进行综合评阅，包括方案的合理性，设计的完整性，综合因素的考虑，装配图，零件图，设计说明书等几个考查方面。

2、命题要求

本课程设计命题依据《测控仪器设计课程设计》课程大纲而设置，题目的难度、工作量适中。课程设计的题目应贴近工程实际应用，具有一定的复杂性，既锻炼学生运用深入的工程原理进行问题分析的能力，也锻炼学生将已学的专业知识进行综合应用的能力。

九、成绩构成和评定标准

本课程为实践性教学环节，成绩评定方式如下：

考核方式	过程考核成绩	三次答辩成绩	报告成绩
成绩比例 (%)	20	30	50
对应的课程目标	5、6	5、6	1、2、3、4

成绩评定说明：

1、总成绩由“过程考核成绩（20%）”“答辩成绩（30%）”和“报告成绩（50%）”三部分组成。

2、“过程考核成绩”将依据出勤、小组研讨、任务完成、报告质量及团队协作等方面的情况讨论评定。

3、“答辩成绩”由“开题答辩”、“中期答辩”和“末期答辩”三部分成绩组成，各项所占比例分别为：20%，30%和50%。

4、“报告成绩”包含方案的合理性，设计的完整性，综合因素的考虑，装配图，零件图，设计说明书等几个考查方面。

5、因登录成绩选项的原因，各部分成绩对应以下选项。

- (4) 过程考核成绩（实践环节）；
- (5) 答辩成绩（课堂表现）；
- (6) 报告成绩（课程报告）。

评分标准

(1) 方案评审和答辩情况评分标准

“答辩成绩”由“方案审查”和“课题答辩”取平均值。

方案审查	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
评分标准	A	B	C	D	E

注：A：提出多种方案，分析、陈述清楚，正确回答问题，语言表达流畅。

B：提出方案合理，分析、陈述清楚，正确回答大部分提问，语言表达流畅。

C：提出方案合理，分析较清楚，正确回答部分提问，语言表达较流畅。

D：提出方案基本合理，正确回答少部分提问，语言表达不太流畅。

E：提出方案不合理，陈述不清楚，不能回答问题，语言表达不流畅。

答辩	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
评分标准	A	B	C	D	E

注：A：正确回答全部提问，概念准确、清楚，语言表达流畅。

B：正确回答大部分提问，概念准确、清楚，语言表达较流畅，。

C：正确回答部分提问，概念较清楚，语言表达较流畅，。

D：正确回答少部分提问，部分概念不清楚，语言表达不太流畅。

E：回答问题不正确，概念不清楚，语言表达不流畅。

(6) 过程考核标准

“过程考核成绩”将依据小组研讨、任务完成及团队协作等方面的情况讨论评定。

	90-100	80-89	70-79	60-69	60以下
小组研讨 (30%)	积极发言、 提出多种 解决方案	积极发言， 提出一种 解决方案	参与研讨， 能提出想 法	部分参与研讨 (一次缺席)	部分参与研讨 (多次缺席)

个人任务完成 (50%)	完成	部分完成 (80%)	部分完成 (60%)	部分完成 (50%)	未完成
团队协作 (20%)	非常好	好	较好	一般	差
总评成绩	总成绩=研讨*30%+任务完成*50%+团队*20%				

(7) 课程设计报告评分标准 (以组为单位)

“报告成绩”包含总体方案 (20%)、分析设计 (30%)、实验设计及仿真 (20%)、成果呈现 (15%) 和资料收集 (15%) 等综合评定。

	90-100 分	80-89 分	70-79 分	60-69 分	60 分以下
总体方案 (20%)	考虑设计要求全面, 总体方案合理	考虑设计要求较全面, 总体方案较合理	考虑设计要求, 总体方案基本合理	考虑设计要求不够全面, 方案不够合理	考虑设计要求不全面, 方案不合理
分析设计 (30%)	各单元模块工作原理分析清楚, 推演计算正确, 很好完成设计任务	各单元模块工作原理分析较清楚, 推演计算基本正确, 较好完成设计任务	各单元模块工作原理分析基本清楚, 推演计算基本正确, 完成设计任务一般	各单元模块工作原理分析不够清楚, 推演计算存在一定问题。	未能完成设计任务
呈现形式 (15%)	文档、绘图规范, 有很好的实物呈现	文档、绘图较规范, 有较好的实物呈现	文档、绘图不够规范, 实物呈现一般	文档、绘图不够规范, 无实物	文档、绘图质量差, 无实物
实验设计 (20%)	实验方案合理, 结果正确	实验方案合理, 结果基本正确	实验方案基本合理, 结果存在一定问题	实验方案不合理	未完成实验
收集资料 (15%)	资料详实、非常全面	资料详实、较全面	资料收集不够全面	资料较欠缺	资料收集差

十、教学进程

- 1、接受任务：小组接受设计题目后由小组长和组员讨论，形成讨论记录表；
- 2、开题：通过小组研讨，小组成员对题目进行初步讨论和分析，形成开题报告；
- 3、方案审查：根据讨论结果，在综合考虑安全、环境、法律等现实约束条件下，对多种设计方案的可行性、新颖性进行论证，优选出合理的解决方案；
- 4、中期考查：检查中期完成进度。
- 5、答辩：完成设计后，形成设计报告，进行答辩。
- 6、任务布置、教师与学生讨论分析、答疑及设计指导、答辩工作由教师和学生商定时间和地点。

精密机械设计课程设计

四川大学制造科学与工程学院本科课程

《精密机械设计课程设计》教学大纲

一、课程基本信息

课程编号	302095020	课程中文名称	精密机械设计课程设计		
学分	2	课程英文名称	Course Design of Precision Machine Design		
总学时	32	周学时	16	上课周数	2
课程属性	<input type="checkbox"/> 必修课 <input checked="" type="checkbox"/> 选修课		考核方式	考查	
课程类别	<input type="checkbox"/> 公共基础课 <input type="checkbox"/> 通识模块课 <input type="checkbox"/> 学科基础课 <input checked="" type="checkbox"/> 专业核心课 <input type="checkbox"/> 专业选修课 <input type="checkbox"/> 实践教育课程				
面向对象	测控技术与仪器，三年级本科生				
先修课程	《高等数学》《公差配合与技术测量》、《机械制图》《工程材料力学》《精密机械设计》				
课程负责人	陆小龙	开课单位	机械工程学院		
执笔人	陆小龙	审核人	专业教学指导组	执行时间	2023. 1

（一）中文课程简介

本课程是《精密机械设计》课程的实践环节，是继课堂授课与课内实验课之后的一次设计训练，培养学生独立进行设计的实际工作能力，在认识问题、分析问题和解决问题等方面受到较全面的训练。

（二）英文课程简介

This course is the practical part of “Precision Machinery Design” course. It is a design training after theory of learning. It cultivates students’ practical ability to design independently and has a more comprehensive training in understanding analyzing and solving problems.

二、课程目标

（一）课程目标

- 1、能根据设计任务书和教师指定题目，提出设计目标、确定设计任务；
- 2、能够根据设计目标和任务，在安全、环境等约束条件下，对设计方案的可行性、新颖性进行论证，选出合理的方案；
- 3、能够用工程图纸、设计报告、软件模拟等形式，呈现设计成果。
- 4、能够合理运用 SolidWorks 等专业技术工具对设计中的关键部分进行强度校核、应力分析、运动仿真；并理解仿真的局限性，针对应用过程中出现的问题，提出恰当的解决方案并进行改进。
- 5、能主动与小组成员讨论、合作；以及小组之间讨论，交流；
- 6、能够在答辩环节讲解；回答指导教师和同学提出的问题。

(二) 课程教学方法对课程目标的支撑

课程教学方法	课程目标 1	课程目 标 2	课程目 标 3	课程目 标 4	课程目 标 5	课程目 标 6
文献查找	√					
小组研讨		√			√	√
撰写设计说明书	√	√		√	√	
绘制工程图			√		√	
汇报及答辩					√	√

三、实验内容

参见《精密机械设计课程设计》指导书。

四、参考文献

- [1] 蒋秀珍，精密机械结构设计，清华大学出版社，2011年4月
- [2] 卢耀祖，机械结构设计，同济大学出版社，2009年1月
- [3] 于靖军，机械原理，机械工业出版社，2013年8月
- [4] 何宝芹，工程材料及热处理，华中科技大学出版社，2012年2月

五、达成课程目标的途径与措施

《精密机械设计课程设计》是继课堂教学与课内实验课之后对本专业学生进行的一次独立完成精密机械结构设计任务的训练，涉及内容广，课程目标较多，其达成目标的途径和措施主要有：

1. 用实例引导学生掌握通用零、部件的工作原理、特点、选型及其计算方法。
2. 要求学生分组讨论，形成组内结果；促使学生利用基本原理、方法解决课本中没有

的实际问题。

3. 分组对不同题目设计，培养团队协作精神。
4. 理论分析与三维结构设计相结合，促使学生掌握 Solidworks 等三维设计与分析软件。
5. 不定期答疑与讨论。
6. 命题要求
7. 课程设计题目来源于指导教师实际的工程项目。

六、成绩评定 (%)

本课程为实践性教学环节，成绩评定：优、良、中、及格、不及格，其中优（100~90分）；良（89~80）；中（79~70）；及格（69~60）；不及格（59 以下）。总成绩 =小组自评成绩+答辩成绩+报告成绩；

七、课程目标对毕业要求的支撑关系

指标点	课程目标	支撑理由
3.1 能够根据用户及社会需求明确需要解决的复杂工程问题，提出设计目标、确定设计任务；	课程目标 1	教学环节包含开题，开题主要内容为提出设计目标、明确设计任务。
3.2 能够在安全、环境、法律等现实约束条件下，对多种设计方案的可行性、新颖性进行论证，优选出合理的解决方案；	课程目标 2	教学环节包含方案审查，考核指标有方案审查评分。
3.4 能够用工程图纸、设计报告、软件模拟或实物模型等形式，呈现设计成果。	课程目标 3	教学环节形成的报告中，包含设计说明书和设计图纸，考核指标有该点评分。
5.2 能够合理运用 MATLAB、SolidWorks 等专业技术工具对复杂工程问题中的关键部分进行计算、仿真、模拟、分析与预测；	课程目标 4	在答辩教学环节之前，指导教师要对各小组的仿真进行检查，小组设计说明书中有强度校核、精度分析和应力分析等内容。
5.3 能够理解并分析运用 MATLAB、SolidWorks 等专业技术工具对复杂工程问题进行预测与模拟的局限性，针对应用过程中出现的问题，提出恰当的解决方案并进行改进。	课程目标 4	在方案审查后，答辩之前，装配图完成后，小组成员会模拟结果进行说明，并提出改进措施。
9.1 能主动与不同学科背景的个体及团队合作开展工作；	课程目标 5	教学环节中有小组讨论记录表记录小组讨论内容及次数。
10.1 能针对精密仪器、测控系统的复杂工程	课程目标 6	答辩环节中，小组成员都须参

问题，通过口头或书面方式表达自己的想法及意愿；		加，由指导教师和同学提问，小组成员回答问题。
-------------------------	--	------------------------

八、考核环节对课程目标达成的支撑

具体考核环节（以 18 年教学环节为例）：

课程目标	教学环节对课程目标的支撑举例
课程目标 1	设计任务书、开题报告
课程目标 2	设计报告、方案审查表
课程目标 3	设计报告
课程目标 4	答辩
课程目标 5	小组讨论
课程目标 6	答辩

九、教学进程

1. 开题；
2. 方案审查；
3. 中期考核；
4. 出设计说明书和工程图纸；
5. 答辩；
6. 小组讨论贯穿整个过程。

四川大学机械工程学院本科课程

《智能仪器系统综合设计》教学大纲

一、课程基本信息

课程号	302351020	课程名称	智能仪器系统综合设计		
学分	2	英文名称	Integrated design of intelligent instrument system		
总学时	32	周学时	3	上课周数	4
课程属性	<input type="checkbox"/> 必修课 <input checked="" type="checkbox"/> 选修课		考核方式		笔试
课程类别	<input type="checkbox"/> 公共基础课 <input type="checkbox"/> 通识模块课 <input type="checkbox"/> 学科基础课 <input type="checkbox"/> 专业核心课 <input checked="" type="checkbox"/> 专业选修课 <input type="checkbox"/> 实践教育课程				
使用教材	自编《智能仪器系统综合设计》指导书				
面向对象	测控技术与仪器，四年级本科生				
先修课程	《电子技术基础》《传感器》《测控电路》《单片机原理及应用》 《智能仪器原理及应用》				
课程负责人	黄伟	开课单位	机械工程学院		
大纲执笔	黄伟	审核	专业教学 指导组	执行时间	2023.10

二、课程简介

(一) 中文课程简介

课程以设计完整仪器为目标，对本专业学生进行智能仪器设计的综合训练。使学生能较全面、系统地分析和解决测控专业仪器设计方面的实际问题。

学生以 4-6 人分组，每组一个题目。学生根据题目要求，经拟定设计方案、开题报告、分工协作具体设计、模拟仿真、精度分析、设计报告撰写、答辩等步骤，共同完成设计。

设计中要求学生能够在方案的提出过程中参考行业、国家标准，对方案进行优化设计，并对设计方案的可行性进行研究。

(二) 英文课程简介

With the goal of complete instrument design, the course provides students with comprehensive training in intelligent instrument design. It enables students to comprehensively and systematically analyze and solve practical problems in instrument design of measurement and control specialty.

The students are divided into groups of 4-6, with one topic for each group. According to the requirements of the topic, students can jointly complete the design through drawing up the design scheme, opening report, specific design through division of labor and cooperation, simulation, accuracy analysis, design report writing, defense and other steps.

During the design, students are required to refer to the industry and national standards in the process of proposing the scheme, optimize the design of the scheme, and study the feasibility of the design scheme.

三、课程目标

(一) 课程目标

1、以设计完整仪器为目标，对本专业学生进行智能仪器设计内容的综合训练，使学生能较全面、系统地分析和解决测控专业仪器设计方面的实际问题。

2、能够对设计要求进行分析，对设计内容进行模块划分，提出设计中各模块需要达到的技术要求，在此基础上提出设计方案。

3、能够在方案的提出过程中参考行业、国家标准，对方案进行优化设计，并对设计方案的可行性进行研究。

4、能利用 Protel (DXP)、Proteus、Multisim、Matlab 等进行设计、开发和仿真。能通过仿真判断设计的优缺点，并对设计进行优化。

5、能够理解运用 Matlab、Proteus、Multisim 等专业技术工具进行预测与模拟的局限性；

6、能通过实验或仿真实验得到数据进行分析，得出系统能达到的精度、分辨率等技术指标，并能分析得出设计的合理性。

7、能够用图纸、报告、软件模型或实物等形式将各组设计成果进行展示，能对系统总体或自己参与设计部分进行说明。

8、学生能够在团队中承担不同的团队角色，发挥自己的长处完成自己的任务，协助组内其他同学完成相应工作。

(二) 课程教学方法对课程目标的支撑

课程教学方法	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4	课程目标 5	课程目标 6	课程目标 7	课程目标 8
课堂理论/实验教学	√	√	√	√	√	√	√	√
互动探究	√	√	√	√	√	√	√	√
课堂测验								
课外作业	√	√	√	√	√	√	√	√
拓展学习		√	√	√	√	√	√	√
线上线下考核评价	√	√	√	√	√	√	√	√
翻转课堂	√	√	√	√	√	√	√	√

四、教学内容及设计要求

学生分组在下面 8 个题目中任选一题进行设计（每题最多有两组选择），每组组员在 6 人左右，分工协作。设计题目如下：

- 1、等精度频率计设计；
- 2、超声波风向风速测试仪设计；
- 3、RLC 测量仪设计；
- 4、毫安校验仪设计；
- 5、超声波测厚仪设计；
- 6、数字称重传感器设计；
- 7、身高体重自动测试仪设计；
- 8、室内环境空气参数测量仪设计；

具体设计内容参见《智能仪器系统综合设计》指导书。

要求学生：

1、分析设计要求，画出所设计的智能仪器的总体结构图，并简述各部分功能、作用。

2、分析影响系统精度的指标有哪些，分析要提高系统精度最重要的措施有哪些，找出设计难点并说明解决办法。

3、分析整个系统的每部分要完成的功能，并说明每部分需要达到的技术指标。分析各部分对总体性能（精度、分辨率、速度等）的影响。

4、根据设计选用器件，并说明选用该器件的理由，并进行精度校核。

5、分析除设计的主要功能外，该系统是否需要其它辅助功能部件（如电源、抗干扰措施等），说明如何实现。

- 6、画出设计系统的元件原理图（用 Protel、Proteus 等）。
- 7、分析该系统软件应具有的功能，画出软件总体结构图。
- 8、画出各软件模块流程图并编写对各硬件操作的软件，数据处理软件。对该系统进行仿真（用 Multisim、Proteus 等），检验是否能达到设计要求。有条件可对软件进行仿真，检查执行情况。
- 9、画出设计系统的电路布线图（用 Protel、Proteus 等）（选做）。
- 10、提交设计报告书。要求打印，并列出参考文献。

五、参考文献

- [1] 智能仪器 程德福、林君 编著 机械工业出版社，2004
- [2] 检测仪器电子电路 李永敏 主编 西北工业大学出版社，1996
- [3] 测控仪器设计 浦昭邦、王宝光主编 机械工业出版社，2001
- [4] 智能仪器原理与设计 朱欣华等 编著 中国计量出版社，2002
- [5] 智能仪器原理及设计技术 刘大茂 著 国防工业出版社，2014-05-01
- [6] 智能仪器设计基础 王祁 编 机械工业出版社，2010-03-01
- [7] 智能仪器技术及工程实例设计 高云红、冯志刚、吴星刚 编 北京航空航天大学出版社，2015-08-01
- [8] 智能仪器设计 丁国清、陈欣 著 机械工业出版社，2014-07-01
- [9] 智能仪器设计 王祁、赵永平、魏国 编 哈尔滨工业大学出版社，2016-01-01

六、课程目标对毕业要求的支撑关系

指标点	课程目标	支撑度	支撑理由
3.1 能够根据用户及社会需求明确需要解决的复杂工程问题，提出设计目标、确定设计任务；	课程目标 1、2	H	课程目标 1、2 是关于设计总体目标与任务相关内容。
3.2 能够在安全、环境、法律等现实约束条件下，对多种设计方案的可行性、新颖性进行论证，优选出合理的解决方案；	课程目标 2、3	H	课程目标 3、4 包含了现实约束条件下，设计方案的可行性等相关内容。
4.2 通过实验获取有效数据，对实验数据进行分析 and 解释，通过信息综合得到合理有效的结论。	课程目标 6	L	课程目标 6 有部分关于实验及数据分析得到合理有效结论内容。
5.2 能够合理运用 MATLAB、SolidWorks 等专业技术工具对复杂工程问题中的关	课程目标 4	H	课程目标 4 为：能利用 Protel (DXP)、Proteus、Multisim、Matlab 等进行设

键部分进行计算、仿真、模拟、分析与预测；			计、开发和仿真。能通过仿真判断设计的优缺点，并对设计进行优化。
5.3 能够理解并分析运用 MATLAB、SolidWorks 等专业技术工具对复杂工程问题进行预测与模拟的局限性，针对应用过程中出现的问题，提出恰当的解决方案并进行改进。	课程目标 5	L	课程目标 4 为：能够理解运用 Matlab、Proteus、Multisim 等专业技术工具进行预测与模拟的局限性，并进行改进等相关内容。
9.1 能主动与不同学科背景的个体及团队合作开展工作。	课程目标 8	H	课程目标 8 为团队及承担不同的团队角色，与组内其他不同任务的相互协作，共同完成相应工作相关内容。
10.1 能针对精密仪器、测控系统的复杂工程问题，通过口头或书面方式表达自己的想法及意愿；	课程目标 7	L	课程目标 7 为：能够用图纸、报告、软件模型或实物等形式将各组设计成果进行展示，能对系统总体或自己参与设计部分进行说明，符合对应毕业要求指标点要求。

注：H 表示课程为强支撑课程。L 表示课程为弱支撑课程。

七、教学环节对课程目标达成的支撑

课程目标	教学环节
课程目标 1：以模拟课题为对象，对本专业学生进行智能仪器设计内容的综合训练，使学生能较全面、系统地分析和解决测控专业仪器设计方面的实际问题。	1、任务布置及要求讲解 2、系统总体设计及精度分配讨论 3、小组讨论、研讨 4、方案审核 5、答疑及设计指导 6、硬软件仿真及结果讨论 7、报告撰写 8、答辩
课程目标 2：能够对设计要求进行分析，对设计内容进行模块划分，提出设计中各模块需要达到的技术要求，在此基础上提出设计方案。	1、任务布置及要求讲解 2、系统总体设计及精度分配讨论 3、小组讨论、研讨
课程目标 3：能够在方案的提出过程中参考行业、国家标准，对方案进行优化设计，并对设计方案的可行性进行研究。	1、系统总体设计及精度分配讨论 2、小组讨论、研讨 3、方案审核
课程目标 4：能利用 Protel(DXP)、Proteus、Multisim、	1、系统总体设计及精度分配讨论

Matlab 等进行设计、开发和仿真。能通过仿真判断设计的优缺点，并对设计进行优化。	2、硬软件仿真及结果讨论
课程目标 5:能够理解运用 Matlab、Proteus、Multisim 等专业技术工具进行预测与模拟的局限性。	1、系统总体设计及精度分配讨论 2、小组讨论、研讨 3、硬软件仿真及结果讨论
课程目标 6: 能通过实验或仿真实验得到数据进行分析, 得出系统能达到的精度、分辨率等技术指标, 并能分析得出设计的合理性。	4、硬软件仿真及结果讨论
课程目标 7、能够用图纸、报告、软件模型或实物等形式将各组设计成果进行展示, 能对系统总体或自己参与设计部分进行说明	1、小组讨论、研讨 2、方案审核 3、硬软件仿真及结果讨论 4、报告撰写 5、答辩
课程目标 8、学生能够在团队中承担不同的团队角色, 发挥自己的长处完成自己的任务, 协助组内其他同学完成相应工作	1、自组设计团队 2、小组讨论、研讨 3、报告撰写 4、答辩

八、达成课程目标的途径与措施

《智能仪器系统综合设计》课涉及到硬件与软件、模拟与数字、测量原理与测量方法、协议与标准等多方面内容。需要学生先修的课程多, 课程综合性较强, 为此, 达成目标的途径和措施也较多, 主要有:

1.以关键问题为切入点。以精度、分辨率等技术指标作为整个设计的主线, 帮助学生建立智能仪器设计的基本思维模式。对不同测试原理、测量方法的精度、分辨率进行分析对比, 让学生比较容易在设计中选用合适的原理、方法完成设计。

2.理论联系实际。以现有类似的成熟设计为例, 对其总体原理进行分析、对其各部分的设计精度、分辨率进行分析、对其元器件选择的依据进行分析、对其提高精度、分辨率的措施进行分析, 分析其中的关键环节和关键技术引导学生在设计中抓住重点。

3.多环节训练、督促检查, 巩固学习成果。

(1) 课题开题, 由教师对课程设计内容进行介绍, 明确学生需要达到的要求, 评分标准。学生自由分组、组合, 组内全体对系统总体进行规划设计、再分工对各部分设计、之后再各自设计整合进行分析、仿真。

(2) 资料查阅完毕, 形成总体设计方案后进行方案答辩。

(3) 硬件设计过程中对各部分设计进行讨论, 分析其精度、分辨率是否

能达到设计要求，分析设计中可能存在的问题，以便于下一步的修改。

(4) 软件设计与仿真过程中进行讨论，分析仿真过程中的问题、分析仿真结果的可靠性。

(5) 各小组内讨论设计过程中组员的努力程度、知识水平、对设计的贡献，形成组内成绩。

(6) 报告提交、答辩，由组长对设计总体情况进行介绍，各成员对各自设计内容进行介绍，教师对设计的每个部分进行提问要求特定同学回答。

(7) 设计报告评价，教师根据设计要求对每组设计报告进行考评，考评主要内容：文献资料应用能力、系统设计方案的合理性、设计系统的精度分辨率等技术指标、设计系统的完整性、各功能模块是否能满足设计要求，实用性如何、仿真分析的结果与可信度、报告质量、工作量及工作态度等方面。

4.命题要求

本课程设计内容为一完整的实际可应用的仪器仪表的设计。设计内容要依据课程目标设置。题目难度、工作量适中，保证同学能在规定时间内完成。

九、成绩构成及评定标准

1、本课程为实践性教学环节，成绩构成如下：

考核方式	报告	答辩	方案评审	小组讨论 (平时成绩)
所占成绩比例(%)	40	30	15	15
对应课程目标	1、2、3、4、5、 6、7、8	1、2、3、4、5、 6、7、8	1、2、3、4、5、 6、7、8	1、2、3、4

2、评分标准

(1) 方案评审（开题汇报）和答辩情况评分标准

“答辩成绩”由“方案审查”和“课题答辩”取平均值。

方案审查评分标准如下表：

方案审查	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
评分标准	A	B	C	D	E

注：A：提出多种方案，分析、陈述清楚，正确回答提问，语言表达流畅。

B：提出方案合理，分析、陈述清楚，正确回答大部分提问，语言表达流畅。

C：提出方案合理，分析较清楚，正确回答部分提问，语言表达较流畅。

D：提出方案基本合理，正确回答少部分提问，语言表达不太流畅。

E：提出方案不合理，陈述不清楚，不能回答提问，语言表达不流畅。

答辩评分标准如下表：

答辩 评分标准	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
	A	B	C	D	E

- 注：A：正确回答全部提问，概念准确、清楚，语言表达流畅。
 B：正确回答大部分提问，概念准确、清楚，语言表达较流畅，。
 C：正确回答部分提问，概念较清楚，语言表达较流畅，。
 D：正确回答少部分提问，部分概念不清楚，语言表达不太流畅。
 E：回答问题不正确，概念不清楚，语言表达不流畅。

(8) 小组讨论标准

小组讨论成绩由教师根据同组成员在小组研讨、任务完成及团队协作等方面
 面的情况讨论评定。

	90-100	80-89	70-79	60-69	60 以下
小组研讨 (30%)	积极发言、 提出多种解 决方案	积极发言， 提出一种解 决方案	参与研讨， 能提出想法	部分参与研 讨（一次缺 席）	部分参与研 讨（多次缺 席）
个人任务完成 (50%)	完成	部分完成 (80%)	部分完成 (60%)	部分完成 (50%)	未完成
团队协作 (20%)	非常好	好	较好	一般	差
总评成绩	总成绩=研讨*30%+任务完成*50%+团队*20%				

(9) 课程设计报告评分标准 (以组为单位)

“报告成绩”包含资料收集(15%)、总体方案(20%)、分析设计(30%)、
 实验设计及仿真(20%)、成果呈现(15%)等综合评定。

	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
总体方案 (20%)	考虑设计要 求全面，总体 方案合理	考虑设计要 求较全面，总 体方案较合 理	考虑设计要 求，总体方案 基本合理	考虑设计要 求不够 全面，方案不 够合理	考虑设计要 求不全面，方 案不合理
分析设计 (30%)	各单元模块 工作原理分 析清楚，推演 计算正确，很	各单元模块 工作原理分 析较清楚，推 演计算基本	各单元模块 工作原理分 析基本清楚， 推演计算基	各单元模块 工作原理分 析不够清楚， 推演计算存	未能完成设 计任务

	好完成设计任务	正确,较好完成设计任务	本正确,完成设计任务一般	在一定问题。	
成果呈现 (15%)	文档、绘图规范,有很好的实物呈现	文档、绘图较规范,有较好的实物呈现	文档、绘图不够规范,实物呈现一般	文档、绘图不够规范,无实物	文档、绘图质量差,无实物
实验设计及仿真 (20%)	实验方案合理,结果正确	实验方案合理,结果基本正确	实验方案基本合理,结果存在问题	实验方案不合理	未完成实验
资料收集 (15%)	资料详实、非常全面	资料详实、较全面	资料收集不够全面	资料较欠缺	资料收集差

注：因登录成绩选项的原因，各部分成绩对应以下选项。

总成绩 = 课程论文*40.0% + 实践环节*30.0% + 课堂表现*30.0% 上述成绩分项与课程考察内容对应关系如下：

课程论文 = 报告成绩（资料收集（15%）、总体方案（20%）、分析设计（30%）、实验设计及仿真（20%）、成果呈现（15%））

实践环节 = 开题汇报（50%）+ 小组讨论（50%）

十、教学进程

教学内容	学时数
1. 任务布置及要求讲解, 自组设计团队。	2 (课堂内)
2. 系统总体设计及精度分配讨论。	4
3. 方案审核	4 (课堂内)
4. 分部设计: 硬件系统搭建。	6
5. 分部设计: 软件编程。	6
6. 硬软件仿真及结果讨论。	4
7. 报告撰写。	6
8. 答辩。	4 (课堂内)
合计: 课堂授课学时+课堂外学时 (未包含答疑及设计指导)	36

注：课内外时间比约为 1:3~1:5。

任务布置、教师与学生讨论分析、答疑及设计指导、答辩工作由教师和学生商定时间和地点。

四川大学机械工程学院本科课程

《物联网综合实践》教学大纲

一、课程基本信息

课程号	302899010	课程名称	物联网综合实践		
学分	1	英文名称	Comprehensive Practice of IOT		
总学时	16	周学时	2	上课周数	8
课程属性	<input type="checkbox"/> 必修课 <input checked="" type="checkbox"/> 选修课		考核方式		考查
课程类别	<input type="checkbox"/> 公共基础课 <input type="checkbox"/> 通识模块课 <input type="checkbox"/> 学科基础课 <input type="checkbox"/> 专业核心课 <input type="checkbox"/> 专业选修课 <input checked="" type="checkbox"/> 实践教育课程				
使用教材	华清远见《智能交通综合实训系统使用手册》				
面向对象	测控技术与仪器，四年级本科生				
先修课程	《物联网编程语言》、《物联网通讯与安全》				
课程负责人	夏操	开课单位	机械工程学院		
大纲执笔	夏操	审核	专业教学 指导组	执行时间	2024.09

二、课程简介

(一) 中文课程简介

课程以智能交通系统相关项目的开发为目标，对本专业学生进行物联网智能交通系统设计的综合训练。使学生能综合运用 RFID、无线传感、移动互联网、智能识别、嵌入式系统、云计算等技术，依托部署在实景交通沙盘中的智能网关、无线传感节点、智能小车、控制节点、工业摄像机等设备实现模拟交通的智能控制与管理，包含城市道路交通控制、智能公交、智能停车场、ETC 不停车收费、视频监控、道路环境监管等功能，帮助学生熟悉智能交通系统相关项目的开发，完成从具体基础知识点到综合应用的提高。

学生以 3~5 人分组，每组一个题目。学生根据题目要求，经小组讨论、方案设计、交通沙盘搭建与测试、实验报告撰写等步骤，共同完成智能交通系统相关项目的开发。

（二）英文课程简介

The course aims at developing projects related to Intelligent Transportation Systems (ITS), providing comprehensive training in IoT-based ITS design for students in this major. It enables students to integrate technologies such as RFID, wireless sensing, mobile internet, intelligent recognition, embedded systems, and cloud computing. Relying on equipment deployed in real-life traffic sandboxes, including intelligent gateways, wireless sensing nodes, smart vehicles, control nodes, industrial cameras, and more, students can achieve simulated traffic intelligent control and management. This encompasses functions such as urban road traffic control, smart public transportation, smart parking, Electronic Toll Collection (ETC), video surveillance, and road environment monitoring. The course helps students become familiar with the development of projects related to ITS, transitioning from foundational knowledge points to comprehensive applications.

Students are grouped into teams of 3 to 5, with each team assigned a unique project topic. Based on the project requirements, students will undergo stages such as group discussion, scheme design, traffic sandbox construction and testing, and experimental report writing to jointly complete the development of their ITS-related projects.

三、课程目标

（一）课程目标

1. 能够综合运用 RFID、无线传感、移动互联网、智能识别、嵌入式系统、云计算等技术，实现模拟交通的智能控制与管理，完成从具体基础知识点到综合应用的提高；
2. 能综合利用传感器知识和嵌入式编程知识，针对交通沙盘中的某一个子模块，理解硬件参数和程序设计流程，使其功能模块能够正常工作，进一步掌握数据的输入输出，学习和探究综合监测系统的建立。
3. 能够在现有子模块系统的基础上进行组合创新，融入创新思想，或者联合其他子模块，构成更复杂的系统，基本构成智慧交通系统。
4. 能主动与小组成员讨论、合作；以及小组之间讨论，交流。
5. 能够在物联网系统的设计、实验等各个环节中依据相关法律法规，考虑、评价工程实践对社会和环境可能造成的损害和隐患。

(二) 课程教学方法对课程目标的支撑

课程教学方法	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4	课程目标 5
讲授法	√	√	√		
实验法	√	√	√		
互动法	√	√	√	√	√
自学法	√	√	√		√
研究法	√	√	√		√

四、教学内容及设计要求

学生分组在下面 10 个题目中任选一题进行设计（每题最多有两组选择），每组组员在 3~5 人左右，分工协作。设计题目如下：

序号	实验项目名称	内容提要	实验性质	学时分配	每组人数	备注
1	车辆定位系统	摄像头识别发方式，定位车辆在沙盘中的位置	专业	16	3~5	十选一分组连续研究
2	智能停车场系统	通过车牌识别、智能管控技术实现停车场的自动计时扣费、无人化管理	专业	16	3~5	
3	ETC 不停车收费系统	模拟真实 ETC 场景，对过往的车辆进行智能收费，不需要人工干预，按照车辆的型号、需求的服务进行收费	专业	16	3~5	
4	车流量统计系统	关键的交通十字路口设置红外传感器模拟地磁感应线圈，使用智能交通控制模块进行过往车辆计数，为中心控制系统提供监测路口的车流量数据	专业	16	3~5	
5	环境监测系统	为中央控制系统提供实时环境信息，如风速、风向、PM2.5、环境温度、环境湿度以及光照度等信息	专业	16	3~5	
6	危险路段监视系统	模拟高山落石、泥石流危险区以及禁止行人、动物穿越的场景，当有异常触发监视系统后，局部声光报警	专业	16	3~5	
7	智能路灯控制系统	模拟真实的路灯控制，智能路灯控制系统提供智能控制模式与时段控制模式两种	专业	16	3~5	

8	交通指示控制系统	上位机产生逻辑，定时控制交通灯状态；根据车流量显示信息，自动调整红绿灯时间	专业	16	3~5
9	智能公交系统	智能站牌实时显示公交位置与公交路线，给用户最新的公交位置，便于用户选择合适的公交	专业	16	3~5
10	物联网传感器系统	烟雾传感器、气体传感器、火焰传感器、人体红外传感器，通过家庭消防传感点的互联，家庭预警、小区排查、消防自动调度、最优路线调度以及消防优先通行	专业	16	3~5

具体设计内容参见《物联网综合实践》指导书。

要求指导教师和学生：

- 1、学生在实验前必须认真复习课程有关内容，预习实验指导书。
- 2、指导教师提示实验要求，实验所需设备、性能及注意事项，并检查预习情况。
- 3、实验学生独立操作完成实验。
- 4、要求学生掌握实验原理和操作步骤，完成相应的实验数据处理和实验报告。
- 5、在实验学时内不能完成的实验，由学生和实验指导教师商定课外进行实验。
- 6、实验报告内容包括：实验目的、原理、方法等，并针对实验结果进行分析，得出结论。

五、参考文献

- [1] 智能交通综合实训系统使用手册 V2.4 华清远见教育集团

六、课程目标对毕业要求的支撑关系

毕业要求指标点	课程目标	支撑度	支撑理由
4.1 能够将专业相关的基础理论知识运用到解决精密仪器、测控系统复杂工程问题的实验设计中，提出科学实验方法、设计并制定实验方案、搭建实验装置。	课程目标1和课程目标2	L	物联网交通沙盘是一个综合性的训练系统，需要牢固掌握前期的专业知识，不仅如此还需要将知识转化为应用才能完成实验。但是仅仅针对物联网方向，缺乏普适性。

注：H 表示课程为强支撑课程。L 表示课程为弱支撑课程。

七、考核环节对课程目标的支撑

具体考核环节：

课程目标	教学环节对课程目标的支撑举例
课程目标 1	实验预习、小组讨论、实验操作、实验报告
课程目标 2	实验操作、小组讨论、实验操作、实验报告
课程目标 3	实验预习、小组讨论、实验操作
课程目标 4	小组讨论
课程目标 5	实验报告

八、达成课程目标的途径与措施

《物联网综合实践》课程以智能交通系统相关项目的开发为目标，旨在对本专业学生进行物联网智能交通系统设计的综合训练。为达成此课程目标，我们制定了以下途径与措施：

1. 以智能交通系统为核心项目：

将智能交通系统的开发作为整个综合实践的主线，涵盖城市道路交通控制、智能公交、智能停车场、ETC 不停车收费、视频监控、道路环境监管等功能模块。

通过项目需求分析，引导学生理解物联网技术在智能交通系统中的应用，如 RFID、无线传感、移动互联网、智能识别、嵌入式系统、云计算等。

强调系统设计的整体性和各功能模块之间的协同工作，帮助学生建立物联网智能交通系统设计的思维模式。

2. 理论与实践相结合：

结合智能交通系统的实际案例，分析系统原理、设计思路、技术选型及实现方法。

引导学生对部署在实景交通沙盘中的智能网关、无线传感节点、智能小车、控制节点、工业摄像机等设备进行深入了解，理解其工作原理及在智能交通系统中的作用。

通过模拟实验和实际操作，让学生亲身体验物联网智能交通系统的开发和调试过程。

3. 分阶段实施，逐步深入：

任务选择阶段：由教师对智能交通系统的不同子系统模块进行介绍，学生进行分组讨论，选择某个或者多个模块作为目标子系统进行设计。

系统设计阶段：学生根据选择的子系统，明确其功能需求，进行总体方案设计。

系统集成与测试阶段：在实景交通沙盘中进行软硬件模块的搭建和调整，进行整体系统的测试与调试，确保系统稳定运行。

项目总结与阶段：学生提交项目报告，进行项目总结。教师对项目的完成情况、等和系统功能的丰富性、实用性等方面进行评价。

4. 多环节督促检查，确保学习成果：

在每个阶段结束时，进行阶段性检查和评估，确保学生按时完成任务并达到预期的学习效果。

通过小组讨论、报告提交等形式，督促学生积极参与项目实践，提高团队协作能力和解决问题的能力。

鼓励学生在项目实践中进行创新，提出新的想法和解决方案，培养创新意识和实践能力。

通过以上途径与措施的实施，我们期望能够帮助学生熟悉物联网智能交通系统相关项目的开发流程和技术要点，完成从具体基础知识点到综合应用的提高，为未来的职业发展打下坚实的基础。

九、成绩构成和评定标准

1、本课程为实践性教学环节，成绩构成如下：

小组自评成绩 (%)	报告成绩 (%)
20%	80%

2、评分标准

(1) 小组自评标准

“小组自评成绩”由同组成员依据小组研讨、任务完成及团队协作等方面的情况讨论评定。

	90-100	80-89	70-79	60-69	60 以下
小组研讨 (30%)	积极发言、提出多种解决方案	积极发言, 提出一种解决方案	参与研讨, 能提出想法	部分参与研讨 (一次缺席)	部分参与研讨 (多次缺席)
个人任务完成 (50%)	完成	部分完成 (80%)	部分完成 (60%)	部分完成 (50%)	未完成
团队协作 (20%)	非常好	好	较好	一般	差
总评成绩	总成绩=研讨*30%+任务完成*50%+团队*20%				

(2) 实验报告评分标准 (以组为单位)

“报告成绩”包含总体方案 (20%)、系统设计 (45%)、成果呈现 (35%) 等综合评定。

	90-100 分	80-89 分	70-79 分	60-69 分	60 分以下
总体方案 (20%)	考虑设计要求全面, 总体方案合理	考虑设计要求较全面, 总体方案较合理	考虑设计要求, 总体方案基本合理	考虑设计要求不够全面, 方案不够合理	考虑设计要求不全面, 方案不合理
系统设计 (45%)	各单元模块工作原理分析清楚, 很好完成设计任务	各单元模块工作原理分析较清楚, 较好完成设计任务	各单元模块工作原理分析基本清楚, 完成设计任务一般	各单元模块工作原理分析不够清楚。	未能完成设计任务
呈现形式 (35%)	文档规范, 系统功能的丰富性和完成度高	文档规范, 系统功能完成度和丰富性较高	文档不够规范, 系统功能的丰富性和完成度一般	文档规范性较差, 系统功能的丰富性和完成度较差	文档规范性差, 系统功能的丰富性和完成度差

十、教学进程

教学内容	课内学时分配
1. 布置开发任务	1 学时
2. 审核总体方案	2 学时
3. 实验环节指导	11 学时
4. 指导报告撰写	2 学时
合计:	16 学时 (8 周)

生产实习

四川大学机械工程学院本科课程 《生产实习》教学大纲

一、课程基本信息

课程号	302122020	课程名称	生产实习		
学分	2	英文名称	Production Practice		
总学时	32	周学时	16	上课周数	2
课程属性	<input checked="" type="checkbox"/> 必修课 <input type="checkbox"/> 选修课		考核方式		实习报告、表现及考试
课程类别	<input type="checkbox"/> 公共基础课 <input type="checkbox"/> 通识模块课 <input type="checkbox"/> 学科基础课 <input type="checkbox"/> 专业核心课 <input type="checkbox"/> 专业选修课 <input checked="" type="checkbox"/> 实践教育课程				
使用教材	详见教学指导书与其他相关教学资源				
面向对象	测控技术与仪器，三年级本科生				
先修课程	精密机械设计、公差配合与技术测量、测控仪器设计、误差理论及数据处理等				
课程负责人	李文涛、林思建	开课单位	机械工程学院		
大纲执笔	林思建	审核	专业教学指导组	执行时间	2023.1

二、课程简介

(1) 中文课程简介

《生产实习》课程是测控技术与仪器专业必修课，属于实践教育类课程。该课程主要实施形式为：到合作的实习单位参观学习。通过该课程，让学生具备理论联系实际的能力，具备深入分析实习过程涉及的相关测控仪器设备工作原理的能力，能够对相关法律法规有较为充分的认识，同时强化学生团队协作意识，具备解决复杂工程问题的思维模式。

(2) 英文课程简介

Production Practice is a required course for major of Measurement and Control Technology and Instrument, which belongs to practical education. The main implementation form of this course is to visit and study in the cooperative internship units. Through this course, students will have the ability to combine theory with practice, deeply analyze the working principles of relevant measurement and control instruments and equipment during the internship, have a relatively full understanding of relevant laws and regulations. The course can strengthen the students' sense of teamwork and make the students have the thinking mode to solve complex engineering problems.

三、课程目标

(一) 课程目标

本课程是测控技术与仪器专业重要的实践性教学环节，课程的具体目标如下：

- 1、能够通过生产实践活动，对本专业的基本理论和工程知识有感性认知和深入理解。
- 2、能够认识到生产实践活动对自身安全、自然环境、社会可持续发展所造成的影响，考虑测控仪器及装置可能对社会和环境造成的损害和隐患，并了解环境保护的相关法律法规。
- 3、能对工程技术人员和实习指导老师提出的专业问题做出正确回答。
- 4、认识测控仪器及装置生产、运行过程中现代企业生产管理和经济决策的关联性，结合生产过程中不同学科知识的应用，理解工程管理原理、经济决策方法的复杂性。
- 5、了解与测控仪器及装置设计、制造及运行相关的技术标准、知识产权、产业政策。
- 6、具有一定的工程意识、质量意识和效益意识，遵守相关的实习纪律，明确自身的行为在生产活动中所承担的责任，并有相关的法律意识。
- 7、能认识到终身学习的重要性，具有不断学习和适应发展的意识和能力。

(二) 课程教学环节对课程目标的支撑

课程教学方法	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4	课程目标 5	课程目标 6	课程目标 7
生产实习动员大会						√	√
参观学习	√	√	√	√	√	√	√
实习报告	√						√
实习笔记	√			√			
以问题为导向互动讨论			√				√
实习考试	√	√			√		√

四、教学内容

生产实习可以使学生积累实践经验，是学生在走上工作岗位之前的一次很好地接触企业的机会。实习主要包含两个部分的内容，其一是由实习单位的管理及技术人员进行专题讲座，包括公司介绍、安全教育、管理体系、企业产品的相关技术标准、知识产权、产业政策及法律法规知识等；其二是对实习单位的研发中心、生产车间及质检部门等参观学习，了解产品的工艺流程、加工方法、质检标准及手段等。

4.1 普什宁江机床有限公司（支撑课程目标 1、2、3、4、5、6、7）

4.1.1 宁江集团公司介绍和安全教育

- (1) 宁江集团公司介绍
- (2) 规章制度、入厂纪律及安全教育
- (3) 企业的环境保护和可持续发展

4.1.2 公司管理体系介绍

- (1) 公司管理的发展阶段
- (2) 公司管理体系
- (3) 企业文化（包括员工的职业操守和职业道德）
- (4) 企业产品的相关技术标准
- (5) 知识产权、产业政策及法律法规知识

4.1.3 计量室实习

- (1) 熟悉了解针对工厂主要生产产品的各种检测技术
- (2) 熟悉各种精密测试仪器的基本性能、结构特点、使用方法及操作规程等
- (3) 通过对各种精密仪器的观察比较，总结其典型的结构特征和功能
- (4) 熟悉了解计量仪器的操作总则、维护和保养

4.1.4 装配车间的实习

- (1) 了解精密自动车床、数控车床、坐标镗床及坐标磨床的结构特点和用途；
- (2) 熟悉主要机床产品的装配工序及总装精度检验方法
- (3) 了解总装调试工序
- (4) 了解机床调试过程中及手工加工工件所用的测试方法和仪器

4.1.5 工模具车间实习

- (1) 熟悉了解部分零件及模具的加工工序和工艺纪律，要求绘制零件加工图。

4.2 四川航天技术研究院（支撑课程目标 1、3、4、5、7）

4.2.1 四川航天技术研究院介绍、安全教育以及质量管理体系介绍

- (1) 四川航天技术研究院介绍
- (2) 公司质量管理的发展阶段
- (3) 公司质量管理体系
- (4) 企业文化

4.2.2 计量室实习

- (1) 计量的定义
- (2) 计量的分类
- (3) 航天计量测试研究所主要物理量测量

4.3 中国科学院光电技术研究所（支撑课程目标 1、3、7）

4.3.1 中国科学院光电技术研究所介绍

4.3.2 测控领域前沿知识学习

4.3.3 光电所先进光学研制中心参观

五、参考文献

- 1、蔡安江，张丽，王红岩，《工业生产技术》，北京：机械工业出版社，2009

2、孙长库，精密测量理论与技术基础，机械工业出版社，2015

六、课程目标对毕业要求的支撑

毕业要求指标点	课程目标	支撑度	支撑理由
6.1 具有工程实习、专业实习、生产实习和社会实践的经历；	课程目标 1、3	H	本课程安排学生普什宁江机床有限公司，中国科学院光电技术研究所，四川航天技术研究院进行为期2周的参观实习。
6.3 能客观评价工程实践中所采用或设计的方法、结构、装置等对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任。	课程目标 2	H	在实习期间，邀请企业相关负责人向学生讲解生产实践中所采用或设计的方法、结构、装置等对社会、健康、安全、法律及文化的影响，并在实习结束后的安全考试中对学生进行考核。
7.1 理解环境保护和社会可持续发展的内涵并具有环境保护相关法律法规知识。	课程目标 2、6	H	在实习期间，邀请企业相关负责人向学生介绍环境保护和可持续发展的内涵。
7.2 能在精密仪器、测控系统的设计、生产、运行等各个环节中依据相关法律法规，考虑、评价工程实践对社会和环境可能造成的损害和隐患。	课程目标 2、6	L	在实习期间，邀请企业相关负责人向学生介绍企业发展过程中对社会和环境的影响。
8.2 理解测控工程师的职业性质和责任，能意识到在工程实践中违反工程职业道德和规范引起的后果，自觉遵守职业道德和规范，具有法律意识。	课程目标 2、6	H	在实习期间，邀请实习基地专业人士对学生进行安全教育、介绍企业文化（包括员工的职业操守和职业道德）和工程管理和经济决策方面的知识。
10.2 能对业界同行提出的专业问题或社会公众的关注问题进行有效回应；	课程目标 3	L	要求学生在整个实习过程中积极主动与企业工程师进行交流，记录相关问题，并提交生产实习笔记。
11.1 具备工程管理原理与经济决策方法的知识；	课程目标 4、5	H	在实习期间，邀请实习基地专业人士向学生介绍生产实践中工程管理和经济决策方面的相关知识。
11.2 能运用工程管理原理、经济决策方法对多学科环境下的复杂工程问题的解决方案进行工程实施规划、技术经济评价、投资效益分析、风险分析。	课程目标 4、5	H	在实习期间，邀请实习基地专业人士对学生进行安全教育、介绍企业文化（包括员工的职业操守和职业道德）和工程管理和经济决策方面的知识。

注：H表示课程为强支撑课程。L表示课程为弱支撑课程。

七、考核环节对课程目标的支撑

课程目标	教学环节对课程目标的支撑举例
课程目标 1	(1) 实习过程要求学生积极主动与企业技术人员交流学习,对本专业的基本理论和工程知识有深入的理解; (2)生产实习考试中考核学生对测量领域的相关知识点和检测设备的工作原理的掌握。
课程目标 2	(1) 实习过程中对学生严格进行考勤,并邀请企业技术人员对学生进行入厂安全教育、绿色制造、环保方面的政策法规; (2)生产实习考试中考核学生对生产事故原因及预防的理解,企业生产对社会、环境等造成的损害和隐患。
课程目标 3	实习过程中要求学生积极主动与技术人员交流,实习笔记作为考核的内容之一。
课程目标 4	(1) 实习过程中对学生严格进行考勤,并邀请企业技术人员对学生进行入厂安全教育; (2) 生产实习考试中涉及质量管理方面的内容。
课程目标 5	(1) 实习过程中邀请企业专家给学生讲解行业技术标准、知识产权及产业政策; (2) 生产实习考试中涉及国家标准、知识产权方面的内容。
课程目标 6	(1) 实习过程中对学生严格进行考勤,邀请企业技术人员对学生进行入厂安全教育和企业管理相关的讲座,参观质量监控部门时强调质量管理的意义; (2) 生产实习考试中考核工程意识、生产责任和职业道德等方面的内容,并涉及相关法律。
课程目标 7	(1) 实习过程中邀请企业技术人员对学生强调工作中不断学习的重要性; (2) 要求学生在实习过程中体会企业工作竞争的激烈程度。

八、达成课程目标的措施

实习指导教师出发前一周动员学生积极性,介绍实习基地及任务要求,强调实习纪律。

在宁江实习基地通过集团公司介绍和安全教育讲座,使学生能够认识到生产实践活动对自身安全、自然环境、社会可持续发展所造成的影响,并了解环境保护的相关法律法规。

在宁江实习基地通过公司管理体系介绍讲座,使学生能够体会到现代企业生产管理和经济决策的关联性。了解与测控仪器及装置设计、制造及运行相关的技术标准、知识产权、产业政策。

与实习单位的技术部门、管理部门人员、高级工程人员及生产工人进行现场交流学习,了解目前行业的动态。

通过生产现场的参观,使学生深入工厂、企业,让学生了解机械零件的加工工序,加工方法,掌握几何量测量、动平衡测量及无损探伤检测等方面先进的测试方法,仪器设备和手段,熟悉各种测量参数的测量评定标准等。

实习指导教师按照实习目标指导学生撰写实习报告。

通过测试检验学生实习的效果。

九、成绩构成及评分标准

(一) 成绩构成

课程总成绩包括三个部分：“平时成绩”、“考试成绩”和“实习报告”，各部分成绩占比见下表。平时成绩主要考核生产实习的表现，包括考勤，参与积极度等；报告成绩主要考核参观过程中的学习、体会和感受等；考试成绩考核学生是否掌握专业知识和相关技能。

成绩占比	平时成绩 (考勤+表现+参与度)	期末考试 (期末卷面考试成绩)	实习报告
	35%	25%	40%

有下列情况之一者不能参加考核，该次实习以 0 分记

- (1) 无故缺席两次以上；
- (2) 迟到或早退五次以上；
- (3) 违反安全生产规定经教育不改者；
- (4) 病事假超过五天者。

(二) 评分标准

(1) 平时成绩

	90-100 分	80-89 分	70-79 分	60-69 分	60 分以下
实习表现	表现、出勤 突出	表现、出勤 优秀	表现、出勤 良好	表现、出勤 合格	表现、出勤差

(2) 期末考试

	90-100 分	80-89 分	70-79 分	60-69 分	60 分以下
期末考试	1. 能够了解本专业的相关法律法规并正确应用。 2. 能客观评价工程实践中所采用或设计的方法、结构、装置等对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任。 3. 具备工程管理原理与经济决策方法的知识 and 正确的解决相关问题； 4. 能正确的运用工程管理原理、经济决策方法对多学科环境下的复杂工程问题的解决方案进行工程实施规划、	1. 较为了解本专业的相关法律法规并应用。 2. 能较为客观评价工程实践中所采用或设计的方法、结构、装置等对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任。 3. 具备工程管理原理与经济决策方法的知识，能够较为正确的解决相关问题； 4. 能较为正确的运用工程管理原理、经济决策方法对多学科环境下的复杂工程问题的解决方案进行工程实施规划、技术经济评价、投资效益分析、	1. 一般了解本专业的相关法律法规，应用不是特别准确。 2. 在评价工程实践中所采用或设计的方法、结构、装置等对社会、健康、安全、法律以及文化的影响及应承担的责任表现一般。 3. 具备工程管理原理与经济决策方法的知识，解决相关问题的能力一般； 4. 运用工程管理原理、经济决策方法对多学科环境下的复杂工程问题的解决方案进行工程实施规划、技术经济评价、投资效益分析、风险分析	上述要求能力均为一般。	上述要求能力均为较差。

	技术经济评价、投资效益分析、风险分析。	风险分析。	的能力一般。		
--	---------------------	-------	--------	--	--

(3) 实习报告评分标准

	90-100分	80-89分	70-79分	60-69分	60分以下
实验报告质量	报告质量好	报告质量较好	报告质量一般	报告质量一般	报告质量差

十、教学进程

教学内容	学时数
普什宁江机床有限公司参观学习	40
四川航天技术研究院参观学习	4
中国科学院光电技术研究所参观学习	4
合计	48

毕业论文（设计）

四川大学机械工程学院本科课程

《毕业论文（设计）》教学大纲

一、课程基本信息

课程号	302279100	课程名称	毕业论文（设计）		
学分	10	英文名称	Graduation Thesis (Design)		
总学时	192	周学时		上课周数	
课程属性	<input checked="" type="checkbox"/> 必修课 <input type="checkbox"/> 选修课		考核方式		论文、答辩
课程类别	<input type="checkbox"/> 公共基础课 <input type="checkbox"/> 通识模块课 <input type="checkbox"/> 学科基础课 <input type="checkbox"/> 专业核心课 <input type="checkbox"/> 专业选修课 <input checked="" type="checkbox"/> 实践教育课程				
使用教材	无				
面向对象	测控技术与仪器，四年级本科生				
先修课程	测控技术与仪器专业核心课程				
课程负责人	黄玉波	开课单位	机械工程学院		
大纲执笔	黄玉波	审核	专业教学 指导组	执行时间	2026. 9

二、课程简介

（1）中文课程简介

毕业设计教学环节旨在让学生在学习和掌握了本专业核心理论、基本知识和技能的基础上，开展科学研究和工程应用设计方面的综合训练，从而培养学生独立分析问题和解决问题的科学研究能力，树立认真、求实、创新、协作的工作作风。

本专业毕业设计需应用本科阶段所学的自动控制原理、精密机械设计、传感器、测控电路、误差分析、单片机、测控仪器设计、计算机编程等方面的知识，同时通过搜集整理资料、翻译外文文献、理论分析与计算、实验设计与分析、计算机编程等环节使学生解决复杂工程问题的能力得到锻炼和提高。

（2）英文课程简介

Based on the learning and mastering of specialized core theories, basic knowledge and skills, students are required to conduct comprehensive training in terms of scientific research and engineering application design in graduation design,

so as to strengthen the scientific research ability of analyzing and solving problems independently, and build up serious, pragmatic, innovative, and collaborative work style.

Graduation design of our major needs to apply broad knowledge learned during the undergraduate period, such as automatic control principle, precision mechanical design, sensors, measurement and control circuit, error analysis, single-chip microcomputer, measurement and control instrument design, computer programming and so on. At the same time, students' ability to solve complex engineering problems would be exercised and improved through searching and sorting data, translating foreign literature, theoretical analysis and calculation, experimental design and analysis, computer programming and so on.

三、课程目标

(一) 课程目标

毕业设计课程目标如下，学生

7、能够根据设计任务独立查阅文献，正确翻译外文资料，收集、加工各种信息及获取新知识，进行文献综述；

8、能够应用所学基础知识、专业理论和工程原理，提出多种设计方案并进行技术论证，利用专业知识完成系统设计及相应的理论分析与计算；

9、在设计中能综合考虑环保因素、工程管理及经济成本等因素；

10、论文撰写能反映毕业设计的成果，且结构严谨、有逻辑性、文字表达准确，格式规范；

11、论文答辩思路清晰、概念清楚，能正确回答主要提问；

12、在设计中能通过自我学习解决课程学习以外的相关问题。

(二) 课程教学环节对课程目标的支撑

课程教学方法	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4	课程目标 5	课程目标 6
文献资料应用	√					
方案设计及研究		√				
综合因素设计			√			
论文撰写				√		
论文答辩					√	
自主学习						√

四、教学内容

毕业设计教学环节实行指导教师负责制,指导教师应具有中级及以上职称或硕士及以上学历。专业鼓励学生到企业进行毕业设计,对学生的考核由学校、企业共同完成。学校教务处对毕业论文(设计)的具体要求如下:

(1) 理论研究:对精密测量及测控技术进行理论分析、仿真,并通过实验验证,得到有效结论。毕业论文(设计)应包括文献综述、理论分析工具选择、实验方案论证、性能分析等内容。

(2) 技术开发:仪器或测控系统(装置)软硬件设计。毕业论文(设计)应包括文献综述、研究方法和软硬件设计开发等内容。

(3) 应用研究:对精密仪器及测控系统的工程应用机理进行分析、研究,并通过实验验证,获得具有工程指导意义的结论。毕业论文(设计)应包括文献综述、研究方法选择、性能及结果分析等内容。

上述毕业论文(设计)的要求能够覆盖仪器类专业补充标准要求的实验研究、工程设计和软件开发三种类型毕业论文(设计)要求。

五、课程目标对毕业要求的支撑

毕业要求指标点	课程目标	支撑度	支撑理由
3.1 能够根据用户及社会需求明确需要解决的复杂工程问题,提出设计目标、确定设计任务。	课程目标 2	H	课程目标 2 使学生能够根据设计任务指标要求,应用所学专业知识提出多种设计方案并进行技术论证,确定解决方案,同时要求学生能够完成系统设计及相应的理论分析与计算。
5.1 能够通过文献检索、网络、图书馆等途径获取资料及数据。	课程目标 1	H	课程目标 1 使学生能够根据设计任务独立查阅文献,正确翻译外文资料,收集、加工各种信息及获取新知识,完成文献综述。
7.2 能在精密仪器、测控系统的设计、生产、运行等各个环节中依据相关法律法规,考虑、评价工程实践对社会和环境可能造成的损害和隐患。	课程目标 3	H	课程目标 3 要求学生在毕业设计中综合考虑环保因素、工程管理及经济成本等因素。
10.1 能针对精密仪器、测控系统的复杂工程问题,通过口头或书面方式表达自己的想法及意愿。	课程目标 4、5	L	课程目标 4、5 使学生在答辩及与指导教师交流的过程中通过口头表达自己对于专业问题的看法,在论文撰写过程中通过书面方式表达毕业设计的内容。
10.2 能对业界同行提出的专业问题或社会公众的关注问题进行有效回应。	课程目标 4、5	L	课程目标 4、5 使学生通过撰写论文和答辩等方式,对业界同行提出的专业问题或社会公众的关注问题进行有效回应。

11.2 能运用工程管理原理、经济决策方法对多学科环境下的复杂工程问题的解决方案进行工程实施规划、技术经济评价、投资效益分析、风险分析。	课程目标 3	L	课程目标 3 要求学生在毕业设计过程中合理安排工作与进度，并在设计中综合考虑与设计相关的各类非技术因素影响。
12.2 认识不断探索和学习的必要性，能进行自主学习、拓展知识，具有终身学习的意识和能力。	课程目标 6	H	课程目标 6 使学生在毕业设计中通过自我学习解决课程学习以外的相关问题，以培养终身学习的意识和能力。

注：H 表示课程为强支撑课程。L 表示课程为弱支撑课程。

六、考核环节对课程目标的支撑

下表对主要考核环节如何支撑课程目标进行说明。

课程目标	考核环节对课程目标的支撑举例
课程目标 1	在教学环节中，学院每年都会下发毕业设计的具体要求，指导教师根据这个要求下达任务书。在考核环节中，通过开题报告会，由学生汇报根据设计任务查阅文献，收集、加工各种信息进行文献综述，并拟定初步方案，由开题答辩组教师提出问题，并根据回答情况和报告内容对课程目标 1 进行考核评分，以此可以评价课程目标 1 的达成情况。
课程目标 2	考核环节中，通过“开题报告”、“中期答辩”、“毕业论文及答辩”，能够对课程目标 2 进行考核评分，以此可以评价课程目标 2 的达成情况。
课程目标 3	毕业设计课程目标中，对综合考虑环保因素、工程管理及经济因素提出了明确要求，论文评审及答辩时，教师给出评分，以此评价课程目标 3 的达成情况。
课程目标 4	毕业设计的要求中，对论文撰写结构、文字表达，格式规范提出了明确要求，论文评审及答辩时，教师给出评分，以此评价课程目标 4 的达成情况。此外，学校规定了论文的查重要求，不合格论文，不能参加答辩。
课程目标 5	毕业设计论文完成后，专业组织论文答辩，答辩小组老师根据学生答辩情况给出评分，以此评价课程目标 5 的达成情况。
课程目标 6	考核环节中，通过撰写的论文及论文答辩环节的提问及评分，可对课程目标 6 进行考核，以此评价课程目标 6 的达成情况。

七、达成课程目标的措施

达成课程目标的途径和措施主要有：

10. 学生在大四上学期完成毕业设计选题，指导教师布置设计任务。选题要求结合本专业的科研或者工程实际问题，明确设计任务指标，专业教学指导小组需对设计题目和任务进行审核；

11. 指导教师指导学生查阅文献资料，完成开题报告，并进行分组答辩，答辩未通过的学生需修改报告，方可开题；

12. 指导教师每周应对学生毕业论文（设计）工作的进展情况至少进行一次检查、指导，并填写指导教师记录表；

13. 毕业设计中期由专业教学指导小组对毕业设计进度进行检查督导，学生填写毕业设计中期检查表，并由导师审核、签字；

14. 指导教师应按照学校对本科毕业生论文（设计）的要求，指导学生撰写论文；

15. 论文必须通过重复率审查，重复率不符合要求的论文必须修改，达到要求才能提交答辩；

16. 论文答辩前，指导教师和评阅专家对论文进行评阅审查，并按要求填写评阅意见书，论文审查通过才能进入答辩，否则必须修改直至通过审查；

17. 全系专业教师参加学生毕业设计争优答辩，评出优秀毕业论文；

18. 全系专业教师分小组参加其余学生的分组答辩，并评定成绩；

19. 由专业教学指导小组对全部毕业论文进行质量检查，对不合格论文提出修改意见，并督促修改。

八、成绩构成及评分标准

5. 成绩构成

毕业论文（设计）的成绩按照四川大学本科毕业论文（设计）成绩评定表的要求进行评定。

具体说明：毕业设计采取指导教师负责制。教师按照学院“关于XXXX级毕业设计（论文）工作的具体要求”，指导学生完成设计选题、查阅资料、开题答辩、期中检查、论文撰写及论文查重、答辩等各环节。总成绩评定按照指导教师评分占40%、评阅教师评分占30%、答辩评分占30%进行计算。

6. 评分标准

指导教师评分、评阅教师评分及答辩评分分别按照“四川大学本科毕业论文（设计）指导教师评阅意见书（理、工、医科用表）”、“四川大学本科毕业论文（设计）专家评阅意见书（理、工、医科用表）”及“四川大学本科毕业论文（设计）答辩情况及成绩评定表”的相应评分标准进行评分。课程目标达成度计算由指导教师根据学生总成绩，结合毕业设计全过程中学生的具体表现，按六个课程目标给出相应的分数（见附件），将全体学生每个部分的分数总和求取平均值，再得出其百分数占比即为最终达成值。

九、教学进程

毕业论文（设计）各个阶段的安排严格按照学院“关于XXXX级毕业设计（论文）工作的具体要求”文件要求进行。

- 参见：四川大学本科毕业论文（设计）格式和参考文献著录要求；

- 参见：四川大学关于本科毕业设计（论文）查重检测的通知；
- 参见：四川大学毕业设计工作套表；
- 参见：四川大学本科毕业论文（设计）质量检查专家用表；
- 参见：四川大学机械工程学院关于毕业设计（论文）工作的具体要求。

附件：四川大学本科毕业论文（设计）总成绩评定表

四川大学本科毕业论文（设计）总成绩评定表

答辩人姓名		学院	专业		年级		
论文（设计）题目：							
评价项目	具体要求（A级标准）	最高分	评 分				
			A	B	C	D	E
文献资料应用能力	能独立查阅文献，正确翻译外文资料，具有收集、加工各种信息及获取新知识的能力。	10	9-10	8	7	6	<6
方案设计 及研究能力	能针对课题任务提出研究思路，确定多种方案，方案设计合理；实验方法科学；理论分析与计算正确，实验数据准确可靠；有较强的动手能力、分析能力和实验数据处理能力；能综合运用所学知识发现与解决实际问题，得出有价值的结论。并综合考虑环保、经济及工程管理等因素。	40	36-40	32-35	28-31	24-27	<24
综合因素设计能力	正确理解课题任务，在方案设计中能综合考虑环保因素、工程管理及经济成本等非技术因素。	10	9-10	8	7	6	<6
论文质量	论文（设计）结构严谨，逻辑性强；语言文字表达准确流畅；有一定的学术价值或实用价值。	10	9-10	8	7	6	<6
论文答辩情况	思路清晰；概念清楚，重点（创新点）突出；语言表达准确；报告时间、节奏掌握好。回答问题有理有据，基本概念清楚；主要问题回答准确、有深度。	20	18-20	16-17	14-15	12-13	<12
自主学习 能力	能通过自我学习解决设计过程中出现的课程以外的相关问题。	10	9-10	8	7	6	<6
总分							
总成绩：							
答辩组成员（签名）							
答辩委员会主任（签名）：			年 月 日				

注：1、表中给出了各评价项目达到A级的具体要求，各项目的评分分为A、B、C、D、E五个等级并赋予相应的分值范围。2、请对照A级标准，结合该论文（设计）答辩实际情况，评出各项目具体得分，并填写在相应项目的评分栏中，然后计算总分。3、论文（设计）成

绩评定按百分制给出。

