

《机械制造技术基础》课程教学大纲

课程类别：专业基础课程

英文名称：Technical Foundation of Mechanical Manufacturing

开课单位：机械工程学院

课程编号：B02020302

课程性质：专业必修

总学时：40

实验：0

学 分：2.5

适用专业：机械电子工程

先修课程：机械制图、理论力学、材料力学、金工实习、机械设计基础

大纲编写（修订）时间：2021年10月6日

一、课程性质与教学目标

（一）课程性质与任务（需说明课程对人才培养方面的贡献）

机械制造技术基础课程是高等学校本科“机械电子工程”专业的一门重要的专业教育课程，是培养机械电子工程专业领域高级技术人才不可或缺的主干课程。

本课程培养学生具有金属切削过程的基本理论和规律及机械加工基础知识，能够根据工艺要求选择合理的加工方法，懂得机床、刀具的选用，并具备设计夹具的初步能力；培养学生具备影响机械加工质量（加工精度和表面质量）的因素知识，具备分析和解决工艺问题初步能力；培养学生能够具有机械加工工艺规程的基本知识，具有制定工艺规程的初步能力。

通过该课程学习机械制造技术的基础知识、基本理论和基本方法，培养学生运用所学知识分析和解决有关机械制造方面的复杂工程问题的基本方法和能力，初步具备解决现场工艺问题的能力并且为后续机电一体化系统设计、专业综合课程设计及生产/毕业实习的学习奠定理论基础。

（二）课程目标

课程目标 1：具有机械制造技术原理与方法的专业基础知识，具备解决机电产品设计中涉及到的金属切削条件、机床夹具进行比较、优化及改进的专业知识。（支撑毕业要求 1-4）

课程目标 2：能够运用机械制造质量分析原理，判断加工误差产生的原因，设计典型零件的机械加工工艺规程，并结合现代加工技术的发展体现一定的工艺创新意识。（支撑毕业要求 3-2）

课程目标 3：能够站在环境保护和可持续发展的角度思考机电工程中的可持续性发展，评价机械产品周期中可能对人类和环境造成的损害和隐患。（支撑毕业要求 7-2）

课程思政目标：能够在机械制造工艺设计中体现精益求精的大国工匠精神和科技报国的家国情怀和使命担当。

课程目标与毕业要求观测点的关联性见表 1-1 所示。

表 1-1 毕业要求观测点与课程目标的关联性

毕业要求观测点	课程目标	关联度
1-4: 能够将专业基础理论、专业知识, 能将其用于解决机电产品及系统的设计与控制等复杂工程问题方案的比较、优化、改进。	课程目标 1: 能够将机械制造技术原理与方法的专业基础知识, 能将其用于解决机电产品设计中涉及到的金属切削条件、机床夹具进行比较、优化及改进。	高
3-2: 能够在考虑健康、安全、法律及环境等约束条件下, 设计满足特定需求的机电产品、零部件(单元), 并在设计中体现出创意。	课程目标 2: 能够运用机械制造质量分析原理, 判断加工误差产生的原因, 设计典型零件的机械加工工艺流程, 并结合现代加工技术的发展体现一定的工艺创新意识。	高
7-2: 能够正确认识、评估机电产品及系统设计中的复杂工程问题的工程实践对环境、社会可持续发展的影响。	课程目标 3: 能够能够站在环境保护和可持续发展的角度思考机电工程中的可持续性发展, 评价机械产品周期中可能对人类和环境造成的损害和隐患。	中

二、课程内容、学时分配及对毕业要求指标点的支撑

章节	内 容	讲 课	实 验	小 计	支撑课程目 标	支撑的毕业要 求指标点
第 1 章	<p>1 机械制造技术概论</p> <p>1.1 制造与制造技术；主要内容：能叙述制造系统与制造技术的概念；能说明制造系统的组成及特点。</p> <p>1.2 先进生产模式；主要内容：能说明成组技术、计算机集成制造及并行工程等先进生产模式的基本原理；能对机械制造的发展历程、现状与发展趋势进行简要说明</p> <p>1.3 机械加工工艺流程基本组成；主要内容：能说明工艺工程的基本组成；能叙述工序、工步、走刀、安装等基本概念；能叙述各基准基本概念；能区分各种不同生产类型的基本特点。</p> <p>重点：机械加工工艺流程基本组成</p> <p>难点：工序、工步、走刀、安装等基本概念的关系及区别。</p>	3	0	3	1	1-4
第 2 章	<p>2 机床夹具设计原理</p> <p>2.1 工件装夹与机床夹具概述；主要内容：能叙述工件装夹的方式与概念；说明机床夹具的组成、分类与功能。</p> <p>2.2 工件在夹具上的定位；主要内容：能够说明六点定位原理并能进行定位分析；能够叙述完全定位、不完全定位、欠定位及过定位基本概念；能够说明定位误差的基本概念，能够计算定位误差，并进行定位分析。</p>	8	0	8	1	1-4

	<p>2.3 工件的夹紧；主要内容：能够说明夹紧力的方向、作用点及计算公式；能够叙述常用夹紧机构的特点。</p> <p>2.4 各类机床夹具；主要内容：能够叙述和分析钻床、镗床夹具的类型、结构特点及设计要点；能够解释铣床夹具的典型结构及设计要点。</p> <p>2.5 ；夹具设计步骤；主要内容：能够说出家具设计的基本步骤，并能够绘制夹具装配图。</p> <p>重点：工件在夹具上的定位</p> <p>难点：定位误差的分析计算</p>					
第 3 章	<p>3 切削过程及其控制</p> <p>3.1 刀具基础知识；主要内容：能够说明刀具坐标系和刀具标注角度。</p> <p>3.2 切削过程；主要内容：能够说明切屑形成过程，变形区及积屑瘤的成因；能够叙述变形系数及切屑类型。</p> <p>3.3 切削力、切削热与切削温度；主要内容：能够解释切削力的产生原因及影响切削力的因素；能够解释切削温度分布及影响切削温度的主要因素。</p> <p>3.4 刀具磨损与破损；主要内容：能够叙述刀具磨损、破损形式及刀具使用寿命与切削用量的关系。</p> <p>3.5 金属切削条件的合理选择；主要内容：能够说出工件材料切削加工性的含义及其影响因素；能够解释切削用量的选择与优化时应具体考虑的问题。</p> <p>3.6 磨削原理；主要内容：能够叙述砂轮特性的五个基本要素。</p> <p>重点：切削过程及金属切削条件的合理选择</p> <p>难点：金属切削过程基本规律</p>	5	0	5	1	1-4

第 4 章	<p>4 机械加工质量分析与控制</p> <p>4.1 机械加工质量概述；主要内容：能够说明机械加工精度，表面质量基本概念；能够叙述原始误差及机械加工精度的获得方法。</p> <p>4.2 工艺系统静误差；主要内容：能够说明加工原理误差、刀具误差及主轴回转误差对加工精度的影响及其控制措施；能够说明导轨导向精度及传动误差基本概念，叙述其对加工精度的影响。</p> <p>4.3 工艺系统动误差；主要内容：能够解释工艺系统受力变形、刚度，误差复映；能够具体解释分析工艺系统动误差对加工精度的影响。</p> <p>4.4 加工误差统计分析；主要内容：能够应用分布图分析法对加工误差进行统计分析计算。</p> <p>4.5 机械加工过程振动；主要内容：能够说明强迫振动，自激振动机理。</p> <p>4.6 机械加工表面质量；主要内容：能够解释影响粗糙度的因素； 重点：工艺系统静误差和动误差对加工精度的影响 难点：加工误差统计分析</p>	7	0	7	2	3-2
第 5 章	<p>5 工艺规程设计</p> <p>5.1 概述；主要内容：能够说出机械加工工艺规程设计步骤与方法。</p> <p>5.2 定位基准选择；主要内容：能够叙述粗、精基准选择原则，能够说明某些实例基准的选择过程；</p> <p>5.3 工艺路线拟定；主要内容：能够说明各典型表面加工方法选择；能够简述加工阶段的划分原理，加工顺序安排的原则；能够说明工艺路线拟定的基本方法。</p>	9	0	9	2、3	3-2、7-2

	<p>5.4 工序尺寸及公差；主要内容：能够说明加工余量基本概念，能够阐述影响加工余量的各种因素；能够计算确定工序尺寸及公差。</p> <p>5.5 工艺尺寸链；主要内容：能够说明工艺尺寸链的计算方法；能够分析计算工艺尺寸链；能够说明建立工艺尺寸链的图表的方法。</p> <p>5.6 工艺过程经济分析；主要内容：能够叙述时间定额及提高生产效率的途径；能够对各种不同工艺方案进行技术经济分析。</p> <p>5.7 机器的装配工艺；主要内容：能够说出装配工艺规程；能够叙述保证装配精度的方法。</p> <p>重点：定位基准选择、工艺路线拟定、工序尺寸及公差、编制工艺规程的步骤与方法</p> <p>难点：分析在加工过程中如何选择定位基准，如何应用工艺尺寸链计算方法建立正确的尺寸链</p>					
合计		40	0	40		

三、达成课程目标的途径和措施

1. 教学过程中紧抓机械加工工艺规程制订这一课程教学主线，围绕着工艺规程制定过程中所涉及到的各步骤，讲授机械加工工艺规程制订过程中所涉及的机床夹具设计原理、切削过程及其控制、机械加工质量分析与控制等基础知识、基本原理和方法、基本规律、思想方法、分析方法为主，以提出问题、内容归纳为主要手段，结合随堂提问、课后作业、随堂测验、课外答疑等多种方式巩固课堂教学内容。让学生不仅能够具有机械制造技术原理与方法的专业知识，而且采用大作业的方式，要求学生查阅相关资料，学生分组分工协作，完成工艺规程的设计工作，实现对复杂机械制造问题解决方案进行比较和分析。（达成课程目标1）

2. 机械制造技术基础课程中金属切削理论和机械制造工艺知识具有很强的实践性，应该是通过不断的实际训练加深对书中基本知识的理解与应用。必须在不断的实践—理论—实践的循环中善于总结、思考、分析、应用，才能达到真正掌握的程度。课堂授课中采用讲授法、课下自学、课堂讨论多种教学方法，板书、视频演示和 PPT 相结合的方法，其中：涉及到数学公式推导的部分使用板书、工件装夹找正、各种加工方法（如钻孔、攻螺纹、珩磨等加工方法）、切削瘤产生过程等使用视频演示、机床夹具定位、夹紧机构等使用 PPT、概念性知识点使用课下看录像自学等方式进行学习；（达成课程目标1）

3. 在教学环节中，首先结合案例分析典型零件的机械加工工艺规程的基本原理、方法和步骤。设计典型零件加工工艺规程，确定各工序的机床、刀具、量具、定位及夹紧方案，并要求学生在工艺编制中要结合现代加工技术的发展，体现工艺设计的创新意识。能够运用机械制造质量分析原理，判断加工误差产生的原因（达成课程目标2）

4.通过讲授课程内容制造与制造技术及切削过程等知识点，学生能够分析机械加工过程中材料消耗、切削液等对环境、社会可持续发展的影响，评价机械产品周期中可能对人类和环境造成的损害和隐患。（达成课程目标3）

5.制造业是一个国家的立国之本，是一个国家的民族产业和支柱产业，在教学过程中要将学科教育与政治素养、国家意志高度一致。合理组织教学内容，将时代的、社会的、前沿的正能量内容引入课堂教学中，激励学生成长成才。通过课堂讲授、学生利用课余时间观看《大国重器》、《大国工匠》等电视节目中与机械制造相关的内容，进行分组讨论，书写心得体会，引导学生树立爱国主义精神，树立爱岗敬业的思想理念。（达成课程思政目标）

四、考核方式

1. 课程考核方式包课堂情况、作业情况、测试情况和期末考试等。
2. 定量评价

本课程包含 4 个分课程目标，有 4 个考核方式，各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配如下：

表 4.1 各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配

课程目标	分课程目标权重 (本列总和为 1) $\sum P_i=1$	各考核方式评价比例分配 (每行总和为 1) $\sum W_{ik}=1$				各考核方式在课程目标达成中的占比 (所有行列总和为 1) $\sum \sum S_{ik}=1$ $S_{ik}=P_i \times W_{ik}$			
		课堂情况	作业	测试	期末考试	课堂情况	作业	测试	期末考试
1	0.5	0.1	0.3	0.1	0.5	0.05	0.15	0.05	0.25
2	0.4	0.05	0.2	0.15	0.6	0.02	0.08	0.06	0.24
3	0.1	—	0.5	—	0.5	—	0.05	—	0.05
各考核环节对课程目标达成的贡献率						0.07	0.28	0.11	0.54

那么第 i 个分课程目标的评价基于各环节 k 的贡献加权求和，就是该分课程目标的达成度 A_i ，即

$$A_i = \sum G_{ik} \times W_{ik} \quad 4-1$$

而多个分课程目标再根据比例加权求和，就得到本门课程的课程目标达成度 A 。

$$A = \sum A_i \times P_i \quad 4-2$$

其中： k 表示不同的考核环节， i 表示不同的分课程目标；

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

W_{ik} 表示第 k 种评价方式对第 i 个课程目标百分占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

G_{ik} 表示第 k 种考核方式支撑第 i 个课程目标的达成度。

3. 定性评价

定性评价指利用学生的调查问卷进行课程目标达成情况评价，按照各课程目标分项设计合适的问卷，调查学生掌握知识及获得能力等课程目标达成情况。其中成绩均采用百分制统计，五级分制转换为百分制时，优对应 95 分，良对应 85 分，中对应 75 分，及格对应 65 分，不及格对应 55 分。

综合定性与定量评价结果，取最小量为最终评价结果。

五、评价标准：

5.1 课堂情况评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100 分	75-89 分	60-74 分	0-59 分	
具有机械制造技术原理与方法的专业基础知识，具备解决机电产品设计中涉及到的金属切削条件、机床夹具进行比较、优化及改进的专业知识。(支撑毕业要求 1-4)	在课堂讨论或学习通等网上辅助教学过程中，基本概念正确、论述逻辑清楚；层次分明、语言规范。	在课堂讨论或学习通等网上辅助教学过程中，基本概念正确、论述基本清楚；语言较规范。	在课堂讨论或学习通等网上辅助教学过程中，基本概念基本正确、论述基本清楚；语言较规范。	在课堂讨论或学习通等网上辅助教学过程中，基本概念不清楚甚至错误、原理论述不清楚。	0.71
能够运用机械制造质量分析原理，判断加工误差产生的原因，设计典型零件的机械加工工艺规程，并结合现代加工技术的发展体现一定的工艺创新意识。(支撑毕业要求 3-2)	能够应用相关知识分析解决实际工程问题，论述逻辑清楚，语言规范。	能够应用相关知识分析解决实际工程问题，论述清楚，语言较规范。	基本能够应用相关知识分析解决实际工程问题，论述基本清楚，语言较规范。	基本概念不清楚甚至错误、论述不清楚。	0.29

5.2 作业评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100 分	75-89 分	60-74 分	0-59 分	
具有机械制造技术原理与方法的专业基础知识，具备解决机电产品设计中涉及到的金属切削条件、机床夹具进行比较、优化及改进的专业知识。(支撑毕业要求 1-4)	按时交作业；基本概念正确、论述逻辑清楚；层次分明、语言规范。	按时交作业；基本概念正确、论述基本清楚；语言较规范。	按时交作业；基本概念基本正确、论述基本清楚；语言较规范。	不能按时交作业，有抄袭现象；或者基本概念不清楚、论述不清楚。	0.53
能够运用机械制造质量分析原理，判断加工误差	按时交作业；能够应用相关知	按时交作业；能够应用相关知	按时交作业；基本能够应用相	不能按时交作业，有抄袭	0.29

差产生的原因，设计典型零件的机械加工工艺流程，并结合现代加工技术的发展体现一定的工艺创新意识。(支撑毕业要求 3-2)	识分析解决实际工程问题，论述逻辑清楚，语言规范。	识分析解决实际工程问题，论述清楚，语言较规范。	关知识分析解决实际工程问题，论述基本清楚，语言较规范。	现象；或者基本概念不清楚、论述不清楚。	
能够能够站在环境保护和可持续发展的角度思考机电工程中的可持续性发展，评价机械产品周期中可能对人类和环境造成的损害和隐患。(支撑毕业要求 7-2)	按时交作业；懂得如何对产品生命周期中出现的情况进行分析说明，论述逻辑清楚，语言规范。	按时交作业；懂得如何对产品生命周期中出现的情况进行分析说明，语言较规范。	按时交作业；基本懂得如何对产品生命周期中出现的情况进行分析	不能按时交作业；作业中存在大量错误。不懂得如何对产品生命周期中出现的情况进行解决	0.18

5.3 测试评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100分	75-89分	60-74分	0-59分	
具有机械制造技术原理与方法的专业基础知识，具备解决机电产品设计中涉及到的金属切削条件、机床夹具进行比较、优化及改进的专业知识。(支撑毕业要求 1-4)	应用机械制造基本概念判断问题正确，金属切削基本原理、机床夹具设计原理论述正确，语言简练。	应用机械制造基本概念判断问题基本正确，金属切削基本原理、机床夹具设计原理论述正确，语言简练。	应用机械制造基本概念判断问题基本正确，金属切削基本原理、机床夹具设计原理论述基本正确，语言简练。	应用机械制造基本概念判断问题错误较多，金属切削基本原理、机床夹具设计原理论述不清或有原则性错误。	0.45
能够运用机械制造质量分析原理，判断加工误差产生的原因，设计典型零件的机械加工工艺流程，并结合现代加工技术的发展体现一定的工艺创新意识。(支撑毕业要求 3-2)	结合机械制造工程问题选择零件加工方法正确、合理；应用机械制造质量分析方法，能对加工误差进行综合分析正确；语言论述正确。	结合机械制造工程问题选择零件加工方法基本正确、合理；应用机械制造质量分析方法，能对加工误差进行综合分析正确；语言论述正确。	结合机械制造工程问题选择零件加工方法基本正确、合理；应用机械制造质量分析方法，能对加工误差进行综合分析基本正确；语言论述正确。	结合机械制造工程问题选择零件加工方法错误或合理；应用机械制造质量分析方法，能对加工误差进行综合分析错误；语言论述不正确。	0.55

5.4 考试评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100分	75-89分	60-74分	0-59分	
具有机械制造技术原理与方法的专业基础知识，具备解决机电产品设计中涉及到的金属切削条件、机床夹具进行比较、优化及改进的专业知识。(支撑毕业要求1-4)	应用机械制造基本概念判断问题正确，金属切削基本原理、机床夹具设计原理论述正确，语言简练。	应用机械制造基本概念判断问题基本正确，金属切削基本原理、机床夹具设计原理论述正确，语言简练。	应用机械制造基本概念判断问题基本正确，金属切削基本原理、机床夹具设计原理论述基本正确，语言简练。	应用机械制造基本概念判断问题错误较多，金属切削基本原理、机床夹具设计原理论述不清或有原则性错误。	0.46
能够运用机械制造质量分析原理，判断加工误差产生的原因，设计典型零件的机械加工工艺流程，并结合现代加工技术的发展体现一定的工艺创新意识。(支撑毕业要求3-2)	结合机械制造工程问题选择零件加工方法正确、合理；应用机械制造质量分析方法，能对加工误差进行综合分析正确；语言论述正确。	结合机械制造工程问题选择零件加工方法基本正确、合理；应用机械制造质量分析方法，能对加工误差进行综合分析正确；语言论述正确。	结合机械制造工程问题选择零件加工方法基本正确、合理；应用机械制造质量分析方法，能对加工误差进行综合分析基本正确；语言论述正确。	结合机械制造工程问题选择零件加工方法错误或合理；应用机械制造质量分析方法，能对加工误差进行综合分析错误；语言论述不正确。	0.45
能够能够站在环境保护和可持续发展的角度思考机电工程中的可持续性发展，评价机械产品周期中可能对人类和环境造成的损害和隐患。(支撑毕业要求7-2)	概念论述正确。	概念论述基本正确。	概念论述正确，但有瑕疵。	概念论述有原则性错误。	0.09

六、参考书目及学习资料（书名，主编，出版社，出版时间及版次）

- 1.卢秉恒 《机械制造技术基础》第4版 机械工业出版社 2018.12.21；
- 2.张世昌主编《机械制造技术基础》第三版 高等教育出版社 2014.12；
- 3.任小中 任乃飞 王红军编著《机械制造技术基础》机械工业出版社 2014.8

制定人：王春花

审定人：

批准人：

2021年 10月 6日

《计算机原理与接口技术》课程教学大纲

课程类别：专业教育课程 英文名称：Computer Principle and Interface Technology

开课单位：机械工程学院 课程编号：B02020301

课程性质：（专业必修）

总学时：40 实验：0 学 分：2.5

适用专业：机械电子工程

先修课程：电子技术、C 语言程序设计、电工技术

大纲编写（修订）时间：2019.7

一、课程性质与教学目标

（一）课程性质与任务（需说明课程对人才培养方面的贡献）

《计算机原理及接口技术》是机械电子工程专业本科生的一门重要学科基础教育课程。本门课程分为计算机原理和单片机原理及接口技术两部分。计算机原理部分主要使学生掌握 X86 构架下微型计算机系统内部构架、系统组成原理；单片机原理及接口技术部分使学生获得 32 位单片机应用系统设计的基本理论、基本知识与基本技能，掌握 32 位单片机应用系统各主要环节的设计、调试方法，初步具备应用单片机进行设备技术改造、产品开发的能力。

通过本课程学习，培养学生在计算机控制器领域具备理论基础和应用能力，为学生后续学习与控制、信息传感技术相关课程提供知识基础。

（二）课程目标

本课程以经典的 X86 构架下的 8086 微型计算机系统为学习对象，通过研究构架、硬件组成、工作原理，使学生获得微型计算机系统的设计、运行思想，为机电子一体化系统设计中的计算机控制系统设计打下硬件基础。

之后，在 8086 构架的基础上，以行业流行 ARM 构架下的 32 位嵌入式单片机 STM32 为对象，研究其运行原理及接口电路设计，使学生具备嵌入式测试、控制系统电路设计开发、程序设计的基本能力。为后续专业课的学习和将来从事专业技术工作打下良好的基础。

课程目标 1：能够理解并描述 8086 微型计算机系统构架、存储器、I/O 口等基本理论知识；能够描述和分析 32 位单片机系统；（支撑毕业要求 1-2）

课程目标 2：能够独立完成 32 位单片机最小系统及其外围接口电路设计、程序设计、PCB 电路发行；（支撑毕业要求 2-2）

课程目标 3：能够基于 32 位单片机最小系统电路，根据特定要求完成单片机系统软硬件调试，对出现的错误的因素进行分析。（支撑毕业要求 3-1）

课程思政目标：针对全球芯片技术局势变迁，帮学生建立正确的科学观和技术观；倡导基础科学重要性，广泛树立科学研究工匠精神；通过芯片技术面临的巨大困难和机遇激发和培养学生的爱国主义情

结和为国家科技进步贡献力量的志气。

表 1.1 毕业要求观测点与课程目标关联性

毕业要求观测点	课程目标	关联度
1-2: 具有物理、化学、计算机等自然科学知识, 能将其运用到对机电产品及系统设计与控制等复杂工程问题的评价和适当表述中。	能够理解并描述 8086 微型计算机系统构架、存储器、I/O 口等基本理论知识; 能够描述和分析 32 位单片机系统	高
2-2: 能够基于相关科学原理和数学模型方法对机电产品及系统的设计与控制中的工程问题进行正确表达。	能够独立完成 32 位单片机最小系统及其外围接口电路设计、程序设计、PCB 电路发行	高
3-1: 能具备机电系统设计和产品开发全周期、全流程的基本设计 / 开发方法和技术, 会分析影响设计目标和技术方案的各种因素。	能够基于 32 位单片机最小系统电路, 根据特定要求完成单片机系统软硬件调试, 对出现的错误的因素进行分析。	高

二、课程内容、学时分配及对毕业要求指标点的支撑

	内 容	讲课	实验	小计	支撑课程目标	支撑的毕业要求指标点
第 1 章	1 计算机概述 1、微型计算机的特点、发展、分类及应用； 2、微型计算机系统的硬件组成和基本工作方式； 3、软件的作用及其与硬件的相依关系，微处理器、微型计算机和微型计算机系统。	2	0	2	1	1-2
第 2 章	2 环境搭建 1、熟悉硬件电路，完成 MDK5 安装，完成调试下载设置，能够下载程序并无错误。 2、编制一个工程模板 3、STM32 固件库 4、STM32 最小系统电路设计 5、STM32 时钟及 AD 软件 PCB 电路发行	12	0	12	1,2,3	1-2,2-2,3-1
第 3 章	3 GPIO 及中断 1、 STM32 GPIO ； 2、 STM32 中断控制设计 1：按键触发 3、 STM32 中断控制设计 2：计算机中断控制原理和程序设计方法 4、STM32 中断控制设计 3：中断控制程序设计调试	12	0	12	1,2,3	1-2,2-2,3-1
第 4 章	4 定时器 1、STM32 定时器 1 SysTick（系统滴答定时器） 2、STM32 定时器工作原理 3、定时器 2 TIM3 示波器	9	0	9	1,2,3	1-2,2-2,3-1
第 5 章	5 I/O 接口串行通讯 1、计算机 I/O 系统及串行通讯原理及程序设计方法 2、STM32 串行通讯：温度测量程序设计及调试	5	0	5	1,2,3	1-2,2-2,3-1
合 计		40	0	40		

三、达成课程目标的途径和措施

达成课程目标的途径主要有课堂教学、课堂技术交流、课堂调试、课后作业、期末考试等。合理利用考勤手段保证学生到位率，快速课堂测试保证独立完成作业。课后作业批改并在课堂反馈。期末考试内容根据考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配，涉及相关内容和题型，以分析、计算、方案为主。

具体措施有：

1、根据培养目标梳理课程结构：据此课程任务，学习内容摒弃传统计算机专业对于 X86 框架的全面学习，选择和机电一体化必要相关 X86 基础知识作为学习内容。计算机原理和单片机从前被分为 2 门课程，学习存在多处的重复性，不连贯性。本大纲将嵌入式系统 32 位单片机必须的 X86 基础知识为前期学习内容，是其中的“理”，而把的 stm32 具有嵌入式工程应用价值的概念知识作为其中的“用”让学生把基础理论和实用技术结合起来。（达成目标 1）

2、紧密围绕学以致用：学以致用，再应用中学习，本课程具有很强的实操性。由于目前工业控制系统逐渐由嵌入式单片机替代传统工控计算机，因此，32 位单片机被引入作为学生学习计算机原理的实操落脚点，随着课堂进程，紧密搭配 stm32 核心的库函数配置实验操作，让学生能够动手完成系统必备硬件系统设计和程序设计。（达成目标 2）

3、通过 STM32 最小系统的单元设计以及微机原理的处理器、寄存器、存储器的基础知识的深入掌握，讲解时结合数字电路相关知识，让学生初步具备设计嵌入式系统软硬件实验环境的能力，能够实现数据采集、计算、输出控制的基本操作，并通过调试和分析故障，具备完整的 STM32 系统开发能力。（达成课程目标 3）

4、通过近年出现的美国对中国华为、中兴等企业芯片技术的“卡脖子”压制，让学生理解科学和技术是两个完全不同的概念，但它们之间有联系。技术发明靠的是经验的积累，或许还有灵机一动；而科学发现则是建立在系统研究和专业训练的基础上。只知其然不知其所以然，不求甚解，这些倾向今天也在严重影响我们的技术发展和进步。离开科学的指引，技术的发展注定不会走得久远。

通过华为在 5G 技术的全球领先，以及美国的制裁案例。激发学生的爱国主义情结，并树立科学研究和技术进步的自信心，通过一代代学子的共同努力，秉承工匠精神终将突破封锁，我国必将成为相关技术行业的领先者。

四、考核方式

1、课程考核方式包括课堂技术交流、课堂调试、课后作业、期末考试四种方式。

定量评价

2、本课程包含 3 个分课程目标，有 4 个考核方式，各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配如下：

表 5.1 各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配

课程目标	分课程目标权重（本列总和为 1） P_i	各考核方式评价比例分配（每行总和为 1） W_{ik}				各考核方式在课程达成中的占比（所有行列总和为 1） $S_{ik}=P_i*W_{ik}$			
		技术交流	课后作业	课堂调 试	期末考试	技术交流	课后作业	课堂调 试	期末考试
1	0.400	0.214	0.071	0.000	0.714	0.086	0.029	0.000	0.286
2	0.300	0.348	0.087	0.348	0.217	0.104	0.026	0.104	0.065
3	0.300	0.500	0.000	0.429	0.071	0.150	0.000	0.129	0.021
各考核环节对课程目标达成的贡献率						0.340	0.055	0.233	0.372

那么第 i 个分课程目标的评价基于各环节 k 的贡献加权求和，就是该分课程目标的达成度 A_i ，即

$$A_i = \sum G_{ik} \times W_{ik} \quad \text{式 5-1}$$

而多个分课程目标再根据比例加权求和，就得到本门课程的课程目标达成度 A 。

$$A = \sum A_i \times P_i \quad \text{式 5-2}$$

其中： k 表示不同的考核环节， i 表示不同的分课程目标；

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

W_{ik} 表示第 k 种评价方式对第 i 个课程目标百分占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

G_{ik} 表示第 k 种考核方式支撑第 i 个课程目标的达成度。

3. 定性评价

定性评价指利用学生的调查问卷进行课程目标达成情况评价，按照各课程目标分项设计合适的问卷，调查学生掌握知识及获得能力等课程目标达成情况。其中成绩均采用百分制统计。

综合定性与定量评价结果，取最小量为最终评价结果。

五、评价标准：

5.1 课堂技术交流情况评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100 分	75-89 分	60-74 分	0-59 分	

能够理解并描述 8086 微型计算机系统构架、存储器、I/O 口等基本理论知识;能够描述和分析 32 位单片机系统;(支撑毕业要求 1-2)	在课堂讨论或学习通等网上辅助教学过程中,基本概念正确、论述逻辑清楚;层次分明、语言规范。	在课堂讨论或学习通等网上辅助教学过程中,基本概念正确、论述基本清楚;语言较规范。	在课堂讨论或学习通等网上辅助教学过程中,基本概念基本正确、论述基本清楚;语言较规范。	在课堂讨论或学习通等网上辅助教学过程中,基本概念不清楚甚至错误、原理论述不清楚。	0.17
能够独立完成 32 位单片机最小系统及其外围接口电路设计、程序设计、PCB 电路发行(支撑毕业要求 2-2)	能够应用相关知识分析解决实际工程问题,论述逻辑清楚,语言规范。	能够应用相关知识分析解决实际工程问题,论述清楚,语言较规范。	基本能够应用相关知识分析解决实际工程问题,论述基本清楚,语言较规范。	基本概念不清楚甚至错误、论述不清楚。	0.44
能够基于 32 位单片机最小系统电路,根据特定要求完成单片机系统调试。(支撑毕业要求 3-1)	能够基本概念正确、论述逻辑清楚;层次分明、语言规范。	能够基本概念正确、论基本清楚;语言较规范。	能够基本概念基本正确、论述基本清楚;语言较规范。	能够基本概念不清楚甚至错误、原理论述不清楚。	0.39

5.2 作业评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100 分	75-89 分	60-74 分	0-59 分	
能够独立完成 32 位单片机最小系统及其外围接口电路设计、程序设计、PCB 电路发行(支撑毕业要求 2-2)	规定时间内,能够完成测试题目;能够完成包括:STM32 晶体振荡器、复位电路、LED、Key、稳压电源 I/O 端口的电路原理图	规定时间内,能够完成测试题目;能够基本完成包括:STM32 晶体振荡器、复位电路、LED、Key 及 I/O 端口的电路原理图至少 5 部分	规定时间内,能够完成测试题目;能够完成包括:STM32 晶体振荡器、复位电路、LED、Key 及 I/O 端口的电路原理图中至少 4 部分	不能按时完成测试题目;能够完成包括:STM32 晶体振荡器、复位电路、LED、Key 及 I/O 端口的电路原理图其中小于 4 部分	0.67
能够理解并描述 8086 微型计算机系统构架、存储器、I/O 口等基本理论知识;能够描述和分析 32 位单片机系统;(支撑毕业要求 1-2)	规定时间内,能够完成测试题目;能够准确写出 8086 系统构架,能够准确字、位扩展设计存储器;能够正确描述 32 位单片机系统构架全部。	规定时间内,能够完成测试题目;能够较为准确写出 8086 系统构架,能够准确字、位扩展设计存储器;能够正确描述 32 位单片机系统构架中 2 部分以上	规定时间内,能够完成测试题目;能够准确写出 8086 系统构架,能够准确字、位扩展设计存储器;能够正确描述 32 位单片机系统构架中 1 部分以上	规定时间内,不能够完成测试题目;不能够准确写出 8086 系统构架,不能够准确字、位扩展设计存储器;不能够正确描述 32 位单片机系统构架。	0.33

5.2 课堂调试情况评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100分	75-89分	60-74分	0-59分	
能够独立完成 32 位单片机最小系统及其外围接口电路设计、程序设计、PCB 电路发行。(支撑毕业要求 2-2)	能够应用相关知识分析解决实际工程问题, 论述逻辑清楚, 语言规范。	能够应用相关知识分析解决实际工程问题, 论述清楚, 语言较规范。	基本能够应用相关知识分析解决实际工程问题, 论述基本清楚, 语言较规范。	基本概念不清楚甚至错误、论述不清楚。	0.57
能够基于 32 位单片机最小系统电路, 根据特定要求完成单片机系统调试。(支撑毕业要求 3-1)	能够基本概念正确、论述逻辑清楚; 层次分明、语言规范。	能够基本概念正确、论述基本清楚; 语言较规范。	能够基本概念基本正确、论述基本清楚; 语言较规范。	能够基本概念不清楚甚至错误、原理论述不清楚。	0.43

5.4 考试评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100分	75-89分	60-74分	0-59分	
能够理解并描述 8086 微型计算机系统构架、存储器、I/O 口等基本理论知识; 能够描述和分析 32 位单片机系统; (支撑毕业要求 1-2)	术语正确、描述准确、逻辑清晰论述正确, 语言简练。计算、分析结果正确。	术语正确、描述部分准确、逻辑较为清晰语言简练。计算、分析结果正确。	术语正确、描述不准确、逻辑不清晰语言简练。计算、分析结果正确。	术语错误、描述不准确、逻辑不清晰语言简练。计算、分析结果正确。	0.63
能够独立完成 32 位单片机最小系统及其外围接口电路设计、程序设计、PCB 电路发行 (支撑毕业要求 2-2)	系统原理图设计合理准确, 术语正确、描述准确、逻辑清晰	系统原理图设计基本合理, 术语正确、描述部分准确、逻辑较为清晰	系统原理图设计部分合理, 术语正确、描述不准确、逻辑不清晰	系统原理图设计不合理, 术语错误、描述不准确、逻辑不清晰	0.31
能够基于 32 位单片机最小系统电路, 根据特定要求完成单片机系统调试。(支撑毕业要求 3-1)	工程模板编译无错误, 加载文件全面, 并能够说明之间关系;	工程模板编译无错误, 加载文件不全, 并能够说明之间关系;	工程模板编译错误, 能够说明之间关系;	工程模板编译错误, 不能够说明之间关系;	0.06

六、参考书目及学习资料 (书名, 主编, 出版社, 出版时间及版次)

《微型计算机原理与接口技术 (第二版)》, 冯博琴 吴宁等. 清华大学出版社。

《嵌入式单片机 STM32 设计及应用技术》, 张淑清, 国防工业出版社, 2015 年。

《微型计算机技术及应用 (第 4 版)》, 戴梅萼, 史嘉权编著, 清华大学出版社. 2008 年。

制定人: 赵鹏飞

审定人: 赵俊生

批准人: 赵俊生

2020 年 07 月

《专业导论》课程教学大纲

课程类别：学科基础教育课程

英文名称：Professional Introduction Courseware

开课单位：机械工程学院

课程编号：B06020019

课程性质：专业必修

总学时：16

实验：无

学 分：0.5

适用专业：机械电子工程

先修课程：1 年级授课无先修课，其它年级授课以前一年的所有课程为先修课

大纲编写（修订）时间：2019.7

一、课程性质与教学目标

（一）课程性质与任务（需说明课程对人才培养方面的贡献）

《专业导论》是专业教育课程，是本专业的前导性课程，是专业学习总体论和方法论。引导学生了解自己所学专业内涵、课程设置、毕业生能力和素质要求及未来工作去向。

通过本课程的学习使学生对机械电子工程专业学什么？如何学？学科前沿有什么？毕业后干什么？等相关内容有一个较全面的认识和把握，以指导学生四年专业学习，指导学生的职业生涯。

（二）课程目标

通过本课程的学习，使学生了解自己所学专业内涵、专业培养方案及未来工作去向，使学生了解机械电子工程的基本问题、基本概念、基本原理，激发学生对专业学习的兴趣和积极性，确立自己的学习目标和努力方向。

课程目标 1：能够明确面向机电系统的分析、设计及性能评价对环境产生的影响，在产品设计中贯穿环保和可持续发展的理念和内涵。（支撑毕业要求指标点 7-1）

课程目标 2：能够追踪了解专业领域的国际发展趋势及研究热点，理解和尊重世界不同文化在机电系统的分析、设计及性能评价的差异性和多样性（支撑毕业要求指标点 10-2）；

课程目标 3：能够在社会和技术发展的背景下，认识到不断探索和学习的必要性，具有自主学习和终身学习的意识。（支撑毕业要求指标点 12-1）。

课程思政目标：培养学生的远大理想。树立中国特色社会主义共同理想，实现个人价值与社会价值的统一。树立学生的“四个自信”。引导学生养成科学、严谨的工作态度，培养学生努力钻研的工匠精神，增强学生科技报国的责任担当，培养学生的创新思维，提高学生的创新能力，弘扬时代精神。

二、课程内容、学时分配及对毕业要求指标点的支撑

章节	内 容	讲 课	实 验	小 计	支撑课 程目标	支撑的毕业 要求指标点
第 1 单元	<p>1 机械电子工程 第 1 学年的学习</p> <p>1.1 机械工程概述 主要内容：机械、机械工程的含义，机械制造全过程的各个环节，机械设计、制造过程及方式方法，列举设计制造过程中自动化、智能化技术或问题；能理解运用机械电子工程专业知识的基本原理，分析各种方案的影响因素，获得有效结论。</p> <p>1.2 机械电子工程专业 主要内容：专业含义，专业培训方案中培养目标、毕业要求、课程体系及其相互关系；大学期间要解决的三个问题：能做什么？该做什么？会做什么？引导学生加强对本专业的认知，预测自己毕业后可能就业去向。</p> <p>1.3 第 1 学年课程及其作用 主要内容：课程设置内容及对毕业要求的支撑，各门课程的基本内容及学习特点和方法，能列举并说明第 1 学年课程设置的内容及作用，拟定自己将要采取的学习方法。</p> <p>重点：（1）了解机械制造全过程、设计过程及方法、制造过程及方式、设计制造中的自动化、智能化；能理解运用机械电子工程专业知识的基本原理，分析各种方案的影响因素，获得有效结论。</p> <p>（2）能解释说明本专业的含义，培训方案中培养目标、毕业要求、课程体系及其相互关系；明确上大学要解决的三个问题：能做什么？该做什么？会做什么？</p> <p>难点：预测自己毕业后的就业去向。</p>	4		4	1	2-3
第 2 单元	<p>2 机械设计技术及第 2 学年的学习</p> <p>2.1 机械设计概述；主要内容：机械设计定义、设计分类，机械设计流程、设计阶段及约束条件，现代设计方法及设计技术，机械设计相关课程及相互关系，设计过程的相关案例讲解。</p> <p>2.2 常用机械设计软件；主要内容：机械设计软件概述，学习 CAD、CAE 软件：Pro/E、UG、Solidworks、AutoCAD，Ansys 等。</p> <p>2.3 第 2 学年课程及其作用；主要内容：第 2 学年课程设置的内容及对毕业要求的支撑，各门课程的基本内容及学习特点和方法，能列举课程设置的内容和作用，拟定自己将要采取的学习方法。</p> <p>重点：（1）机械设计定义、设计分类，机械设计流程、设计阶段及约束条件，现代设计方法及设计技术，机械设计相关课程及相互关系和对毕业要求的支撑；</p> <p>（2）各门课程的基本内容及学习特点和方法，能解释说明各课之间的关系及对毕业要求的支</p>	4		4	1	2-3

	<p>撑, 并拟定自己的学习方法。</p> <p>难点: 安装 CAD、CAE 其中一种软件并进行体验式设计。</p>				
第 3 单元	<p>3 制造自动化技术及第 3 学年的学习</p> <p>3.1 机械制造自动化概述; 主要内容: 机械制造自动化的内容及过程, 智能制造, 以及安全、社会、健康、法律、文化以及环境等条件对机械复杂工程问题解决方案的影响。</p> <p>3.2 产品制造工程实践过程对环境产生的影响, 在产品的设计过程中具备环保和可持续发展的理念和内涵。</p> <p>3.3 第 3 学年课程及其作用; 主要内容: 第 3 学年课程设置的内容及对毕业要求的支撑, 各门课程的基本内容及学习特点和方法。</p> <p>重点: (1) 了解并说明机械制造自动化的内容及过程, 智能制造, 安全等非技术因素对工程问题解决方案的影响;</p> <p>(2) 各门课程的基本内容及学习特点和方法, 能解释说明各课之间的关系及对毕业要求的支撑, 并拟定自己的学习方法。</p> <p>难点: 在产品的设计过程中具备环保和可持续发展的理念和内涵。</p>	4	4	2 3	3-1 7-1
第 4 单元	<p>4 机械制造技术及第 4 学年的学习</p> <p>4.1 机械制造概述; 主要内容: 机械制造及机械产品, 常见制造工艺方法及其特点, 能合理选择工艺方法,</p> <p>4.2 追踪专业领域的国际发展趋势, 研究热点, 理解和尊重世界不同文化的差异性和多样性;</p> <p>4.3 第 4 学年课程及其作用; 主要内容: 第 4 学年课程设置的内容及对毕业要求的支撑, 各门课程的基本内容及学习特点和方法。</p> <p>4.4 毕业设计概论; 主要内容: 毕业设计定义及目的、内容、步骤及注意事项。</p> <p>重点: (1) 各门课程的基本内容及学习特点和方法, 能解释说明各课程之间的关系及对毕业要求的支撑, 并拟定自己的学习方法。</p> <p>(2) 毕业设计的内容及具体步骤的掌握及应用。</p> <p>难点: 追踪研究热点及发展趋势, 能对各国之间的工程标准加以对比、区别。</p>	4	4	4	10-2
合计		16	16		

三、达成课程目标的途径和措施

1、积极探讨引进各种参与式教学方式方法

以学生为中心的教学必须采用参与式学习方式开展教学工作，要努力提高学生在课堂上的参与度，积极探讨引进各种有效的参与式学习方式。

讲课要深入浅出，要贯彻科普的理念；

讲课要以问题为导向，要应用多种问答方式吸引学生的注意力，促进学生积极思考；

开展各种形式的讨论，如全班公开讨论、多人小组讨论、小组合作学习、辩论等以提高课堂学习的参与度。

2、微助教等教学工具的使用

应用基于网络平台的现代教学工具（软件）来丰富与学生的互动方式，提高教学质量。基于网络平台的现代课堂教学工具有多种，微助教操作简便、方便实用、有趣味性，得到了比较广泛的应用，在我校应用也比较多。该工具提供课堂签到、课堂测试、课堂讨论等多种互动功能。通过微助教，学生可以用手机在课堂中签到、答题和讨论。出勤率、课堂研讨、虚拟论坛发言、平时作业和小测验等都可以记录下来，便于老师对学生学习全过程进行持续观察，作出最后发展性的评价。在本课程中建议使用该教学工具，以提高教学效果，加强教学过程管理。

应用多媒体工具，采用案例结合工程实际的教学方法，可以使学生通过具体的案例对产品设计、工艺制定、自动化方案草拟等方面的知识有了直观的认识，在进一步学习专业课程之前就具备相关知识和方法的实际应用能力。

3、积极开展各种实践体验活动

本课所讲内容要学生了解、理解还要应用，让学生在设计和实作中发现问题，加深对工程问题的理解和把握，同时激发学生学习专业知识和技能的学习兴趣，专业兴趣甚至树立职业理想。

（1）本课所讲的内容都是本专业最基本的问题、概念、原理，要应用这些知识让学生开展产品设计、工艺制定、自动化方案草拟等练习，安排产品设计及实作、制造工艺设计及实作、自动化方案设计及实作等类型的实践活动；

（2）本课程所讲内容除专业的基本的问题、概念、原理外还有培养方案、课程学习方面的内容，这方面也要强调应用，如制定四年的学业计划，制定学年计划，放飞专业理想主题作文等；

（3）软件介绍部分内容，安排学生与软件第一次接触活动等；

（4）对于 2-4 年级的学生，采用项目驱动的方式引导学生进行机械方面的相关设计，在进行设计过程中首先给出项目模板，进而提出设计要求，培养学生解决实际问题的思路和方法。

四、考核方式

1. 课程考核方式包括随堂测验、课后作业、大论文和小组讨论成绩等。

注：点名、提问不作为考核方式，考核方式里面的随堂测验、课后作业等必须覆盖全部学生，考核方式必须 2 种以上。

2. 定量评价

成绩由 4 次大作业成绩+2 次设计制作成绩+平时作业和学习过程四部分组成。

(1) 4 次大作业占总成绩 60%；

(2) 2 次设计制作占总成绩的 30%

(3) 学习过程情况（微助教的答题、课堂小测评等）占总成绩的 10%

(4) 问卷调查及心得体会写作，调查了解学生学习情况，特别是考核目标 4：专业兴趣的提高和专业思想稳定，以致放飞以本专业为基础的职业理想；自主学习和终身学习的意识和能力。这部分内容是给成绩的必要条件，不完成没有成绩，但不具体占分数。

本课程包含 3 个分课程目标，有 2 个考核方式，各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配如下：

表 5.1 各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配

课程目标	分课程目标权重 (本列总和为 1) $\sum P_i=1$	各考核方式评价比例分配 (每行总和为 1) W_{ik}		各考核方式在课程达成中的占比 (所有行列总和为 1) $S_{ik}=P_i*W_{ik}$	
		4 次 作业	学习 过程	4 次 作业	学习 过程
1	0.30	0.6	0.4	0.18	0.12
2	0.30	0.6	0.4	0.18	0.12
3	0.40	0.6	0.4	0.24	0.16
各考核环节对课程目标达成的贡献率				0.6	0.4

那么第 i 个分课程目标的评价基于各环节 k 的贡献加权求和，就是该分课程目标的达成度 A_i ，

即

$$A_i = \sum G_{ik} \times W_{ik} \tag{5-1}$$

而多个分课程目标再根据比例加权求和，就得到本门课程的课程目标达成度 A 。

$$A = \sum A_i \times P_i \tag{5-2}$$

其中： k 表示不同的考核环节， i 表示不同的分课程目标；

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

W_{ik} 表示第 k 种评价方式对第 i 个课程目标百分占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

G_{ik} 表示第 k 种考核方式支撑第 i 个课程目标的达成度。

3. 定性评价

定性评价指利用学生的调查问卷进行课程目标达成情况评价，按照各课程目标分项设计合适的问卷，调查学生掌握知识及获得能力等课程目标达成情况。其中成绩均采用百分制统计，五级分制转换为百分制时，优对应 95 分，良对应 85 分，中对应 75 分，及格对应 65 分，不及格对应 55 分。

综合定性与定量评价结果，取最小量为最终评价结果。

五、评价标准

5.1 大作业评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100 分	75-89 分	60-74 分	0-59 分	
掌握机械、机械工程的含义，能理解运用机械电子工程专业知识的基本原理，分析各种方案的影响因素，获得有效结论。（支撑毕业要求指标点 2-3）	按时交作业；基本概念、原理正确、论述逻辑清楚；层次分明、语言规范。	按时交作业；基本概念、原理正确、论基本清楚；语言较规范。	按时交作业；基本概念、原理基本正确、论述基本清楚；语言较规范。	不能按时交作业，有抄袭现象；或者基本概念不清楚、论述不清楚。	0.15
结合所学机械设计的基础内容，现代设计方法及设计技术，阐述机械设计相关课程及相互关系。（支撑毕业要求指标点 2-3）	按时交作业；能够把课程相互之间的关系阐述清楚，论述逻辑清楚，语言规范。	按时交作业；能够把课程相互之间的关系阐述清楚，论述较为清楚，语言较规范。	按时交作业；能够把课程相互之间的关系阐述清楚，论述基本清楚，语言较规范。	不能按时交作业，有抄袭现象；或者基本概念不清楚、论述不清楚。	0.15
说明机械制造自动化的内容、过程及智能制造过程中，安全等非技术因素对工程问题解决方案的影响，在产品设计中具备环保和可持续发展的理念和内涵。（支撑毕业要求指标点 3-1，7-1）	按时交作业；能够明确非技术因素对解决工程问题方案的影响，并能在设计过程中贯彻环保和可持续发展理念，论述逻辑清楚，语言规范。	按时交作业；能够明确非技术因素对解决工程问题方案的影响，并能在设计过程中贯彻环保和可持续发展理念，论述清楚，语言较规范。	按时交作业；能够明确非技术因素对解决工程问题方案的影响，并能在设计过程中贯彻环保和可持续发展理念，论述基本清楚，语言较规范。	不能按时交作业，有抄袭现象；或者基本概念不清楚、论述不清楚。	0.5
能够应用文献或网络资	按时交作业；能够	按时交作业；能够	按时交作业；能	不能按时交	0.2

源追踪专业领域的国际发展趋势，研究热点，理解工程问题上国内外的不同点，尊重世界不同文化的差异性和多样性（支撑毕业要求指标点10-2）	正确通过广泛文献查阅等手段，追踪研究热点和发展趋势，内容新颖，有自己的观点，论文通顺，综合性强。	通过一定的文献查阅等手段，追踪部分研究热点和发展趋势，内容客观，有部分自己的观点，综合性较强。	够通过少量文献查阅等手段，追踪研究热点和发展趋势，内容较少，没有自己的观点，综合性一般。	作业，有抄袭现象；或者基本内容空洞、论述不清楚，没有条理。	
--	--	---	--	-------------------------------	--

5.2 学习过程评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100分	75-89分	60-74分	0-59分	
针对每个学期的课程设计选择题，包括单选和多选，判断题，按照学生答对题目的百分比计算成绩（支撑毕业要求指标点2-3, 3-1, 7-1, 10-2）	答题正确率在90%以上。	答题正确率在80%以上。	答题正确率在70%以上。	答题正确率在60%以上。	0.1

六、参考书目及学习资料（书名，主编，出版社，出版时间及版次）

1. 自编讲义
2. 相关专业书籍
3. 网上资源

制定人： 宁峰平

审定人： 赵俊生

批准人： 赵俊生

2019年09月12日

表 1.1 毕业要求观测点与课程目标的关联性

毕业要求观测点	课程目标	关联度
1-4: 能够将专业基础理论、专业知识, 能将其用于解决机电产品及系统的设计与控制等复杂工程问题方案的比较、优化、改进。	课程目标 1: 建立信号时域与频域的知识体系, 具备机电系统典型信号频谱分析能力, 具备解决基本滤波与去噪问题的能力	高
2-2: 能够基于相关科学原理和数学模型方法对机电产品及系统的设计与控制中的工程问题进行正确表达。	课程目标 2: 能够利用与本专业相关的数学、力学、电学基础知识, 建立机电系统的数学模型, 具备系统计算与分析、系统响应特性判断的能力。	高
4-3: 能够针对机电产品及系统的设计与控制中复杂工程问题, 构建实验系统, 安全地开展实验, 正确地采集实验数据。能够正确分析和解释实验结果, 并通过信息综合得到合理有效的结论。	课程目标 3: 能够根据实验结果, 分析信号的频谱构成, 分析系统频域特征, 为机电系统控制提供有效理论依据。	高

二、理论教学内容及基本要求

章节	内 容	讲 课	实 验	小 计	支撑课程目 标	支撑的毕业要 求指标点
第 1 章	<p>1 信号与系统概论</p> <p>1.1 信号描述和分类；</p> <p>1.2 系统模型及其分类：线性时不变系统、系统分析一般方法；</p> <p>1.3 信号的基本运算：典型信号及其描述方法，δ 函数及其的性质，能够将这些典型信号的特征熟练运用于系统响应分析与求解过程中；（重点）</p>	6	0	6	1	1-4
第 2 章	<p>2 连续时间系统的时域分析法</p> <p>2.1 微分方程的建立与求解：重点理解起始点的跳变——从0^-到0^+状态的转变，求解系统零输入响应和零状态响应；（重点，难点）</p> <p>2.2 冲激响应与阶跃响应求解：冲激响应在系统完全响应求解与表征物理系统固有特性中的地位与作用，</p> <p>2.3 时域卷积计算方法：求解系统时域完全响应。（重点）</p>	8	0	8	1	1-4
第 3 章	<p>3 连续时间信号的频域分析</p> <p>3.1 周期性信号的频域分析（付里叶级数分析）：典型周期信号的频谱特征；</p> <p>3.2 付里叶变换：典型非周期信号的付里叶变换、付里叶变换的性质，借助计算机辅助分析信号的频谱组成；（重点）</p> <p>3.3 周期信号的付里叶变换：付里叶级数与付里叶变换间的关系</p>	8	2	10	1、3	1-4 4-3

第 4 章	<p>4 线性时不变系统的频域分析</p> <p>4.1 连续时间 LTI 系统的频率响应：信号通过系统响应的频域分析方法,将时域频域分析方法相结合，分析系统响应与系统特性。（重点）</p> <p>4.2 无失真传输系统条件，理想模拟滤波器。</p>	8	2	10	2、3	2-2 4-3
第 5 章	<p>5 连续信号与系统的复频域分析</p> <p>5.1 连续时间信号与 LTI 系统的复频域分析方法：复频域法分析系统零状态响应与零输入响应，快速求解系统完全响应。（重点）</p> <p>5.2 连续时间 LTI 系统的系统函数与系统特性：冲激响应、频率响应与系统函数间的关系。</p> <p>5.3 拉普拉斯变换与傅立叶变换的关系。</p>	6	0	6	2	2-2
合 计		36	2	40		

三、实验教学内容及基本要求

实验环节主要基于 MATLAB 软件进行连续时间信号的仿真、分析与系统求解，共 2 个学时，1 个实验。

编号	实验项目名称	学时	类型	要求	支撑课程目标	支撑的毕业要求指标点
1	连续时间信号与系统频域分析实验	2	验证性	必做	1	1-4
2	线性时不变系统的响应特性实验	2	验证性	必做	2	2-2

实验 1：连续时间信号与系统频域分析实验

实验目的：能够根据信号频谱特征分析信号的组成成分，根据系统的频域特征分析该系统对输入信号的滤波作用；

实验原理：信号傅里叶变换与系统频率响应求解；

实验仪器：装有 MATLAB 软件的计算机，

实验安排：教师简单介绍 MATLAB 的信号处理应用，根据实验步骤引导学生完成实验内容；学生每人/组，对实验信号进行分析。

实验报告要求：复习教材，结合课内外学习资源，熟练使用 MATLAB 仿真技术，用清晰条理的语言描述实验步骤，分析实验结果，进一步理解实验信号与理论信号在频谱结果上的差异。

实验 2：线性时不变系统的响应特性实验

实验目的：掌握系统频率响应特性的概念，物理意义及其计算方法；理解具有不同频率响应特性的滤波器对信号的滤波作用。

实验原理：信号傅里叶变换与系统频率响应求解；

实验仪器：装有 MATLAB 软件的计算机，

实验安排：教师简单介绍 MATLAB 的信号处理应用，根据实验步骤引导学生完成实验内容；学生每人/组，对实验信号进行分析。

实验报告要求：复习教材，结合课内外学习资源，熟练使用 MATLAB 仿真技术，用清晰条理的语言描述实验步骤，分析实验结果，进一步理解实验信号与理论信号在频谱结果上的差异。

四、达成课程目标的途径和措施

1、把握主线，引导学生掌握机械电子工程中信号与系统分析的实际意义，利用工程中的实际案例，帮助学生理解和掌握不同分析方法的基本原理和使用特点。此外，采用多媒体教学手段，配合线上线下例题的讲解及适当的思考题，保证讲课进度的同时，注意学生的掌握程度和课堂的气氛，以达到课程目标 1 的要求；

2、采用案例式教学，结合工程实际，对工程中应用到的信号分析，从而具备相关知识和方法的实际应用能力，以达到课程目标 2 的要求。

3、本课程有 2 个学时的实验，其中信号时频域描述与分析、频率响应分析要求学生能够自学 MATLAB 软件，在此基础上要求每位学生能够在提供程序的基础上根据具体的实验内容修改程序，完

成实验内容，以达到课程目标 3 的要求。

4、利用一些知识点背后蕴含的思政元素，去引发学生深入思考，使他们不仅仅掌握这门课程的知识点，更重要的是培养他们思考问题和解决问题的能力，实现立德树人润物无声。在课程知识中，有很多伟大科学家和工程师提出了信号变换以及采样定理等重要基础理论。在讲课的过程中结合傅里叶的生平事迹，引导学生探索科学，提升学生学习的积极性和内驱力，激发学生的学习兴趣。

五、课程目标达成评价

1. 考核方式

课程考核方式包括课堂情况、作业、实验、期末考试四种。

2. 各环节成绩评定占比依据

考核环节	课堂情况	作业	实验	期末考试
权重 M_k (求和为 1)	0.17	0.17	0.15	0.51
支撑材料	课堂出勤记录, 课堂评价标准, 课堂提问记录或随堂考试等	作业评价标准, 典型作业拍照, 或电子版	实验出勤记录, 实验报告	试题评分标准, 试卷

3. 各环节对课程目标达成评价权重分配比例

表 5.1 各环节对课程目标达成评价所使用到的权重占比分配

课程目标	知识面比例 (本列总和为 1) P_i	各环节评价比例分配 (每行总和为 1) W_{ik}				各环节在课程达成中的占比 (所有行列总和为 1) $S_{ik}=P_i*W_{ik}$			
		课堂情况	作业	实验	期末考试	课堂情况	作业	实验	期末考试
1	0.4	0.2	0.2	0	0.6	0.08	0.08	0	0.24
2	0.45	0.2	0.2	0	0.6	0.09	0.09	0	0.27
3	0.15	0	0	1	0	0	0	0.15	0
各环节对课程目标达成的贡献率 (M_k)						0.17	0.17	0.15	0.51

采用达成值算法，辅以对学生的问卷调查法。

达成值算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式：

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

总的课程目标达成度评价采用下式：

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

以上公式中：

i ——课程目标序号；

k ——考核方式序号；

G_k ——第 k 种考核方式期末评价成绩平均分，为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$ ——第 k 种考核方式通过第 i 个课程目标反映在总的课程目标中的评价占比；

W_{ik} ——第 k 种评价方式对第 i 个课程目标达成权重；

P_i ——第 i 个课程目标在课程总评价中的达成权重。

六、评价标准

1. 课堂情况评价标准

每一章的内容讲解完成后，在课堂上利用教学软件（微助教等），对本章教学内容涉及到的知识性内容进行简单问答，也可以进行简单的计算题目。

基本要求	评价标准				权重
	90-100 分	75-89 分	60-74 分	0-59 分	
建立信号时域与频域的知识体系，具备机电系统典型信号频谱分析能力，具备解决基本滤波与去噪问题的能力（支撑毕业要求 1-4）	基本概念正确、论述逻辑清楚；层次分明、语言规范。	基本概念正确、论述基本清楚；语言较规范。	基本概念基本正确、论述基本清楚；语言较规范。有一些错误	基本概念不清楚甚至错误、原理论述不清楚。有较多错误。	47%
能够利用与本专业相关的数学、力学、电学基础知识，建立机电系统的数学模型，具备系统计算与分析、系统响应特性判断的能力（支撑毕业要求 2-2）	基本概念正确、论述逻辑清楚；层次分明、语言规范。	基本概念正确、论述基本清楚；语言较规范。	基本概念基本正确、论述基本清楚；语言较规范。有一些错误	基本概念不清楚甚至错误、原理论述不清楚。有较多错误。	53%

2. 作业评价标准

每一章讲解完成后，对本章涉及到的内容布置相应数量的作业，使学生能够巩固所学的知识。

基本要求	评价标准				权重
	90-100分	75-89分	60-74分	0-59分	
建立信号时域与频域的知识体系，具备机电系统典型信号频谱分析能力，具备解决基本滤波与去噪问题的能力（支撑毕业要求 1-4）	按时交作业；基本概念正确、论述逻辑清楚；层次分明、语言规范。	按时交作业；基本概念正确、论述基本清楚；语言较规范。	按时交作业；基本概念基本正确、论述基本清楚；语言较规范。	不能按时交作业，有抄袭现象；或者基本概念不清楚、论述不清楚。	47%
能够利用与本专业相关的数学、力学、电学基础知识，建立机电系统的数学模型，具备系统计算与分析、系统响应特性判断的能力（支撑毕业要求 2-2）	按时交作业；基本概念正确、论述逻辑清楚；层次分明、语言规范。	按时交作业；基本概念正确、论述基本清楚；语言较规范。	按时交作业；基本概念基本正确、论述基本清楚；语言较规范。	不能按时交作业，有抄袭现象；或者基本概念不清楚、论述不清楚。	53%

3. 实验教学评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100分	75-89分	60-74分	0-59分	
能够根据实验结果，分析信号的频谱构成，分析系统频域特征，为机电系统控制提供有效理论依据（支撑毕业要求 4-3）	按照要求完成预习，按照实验安全操作规程进行实验，实验步骤与结果正确；实验仪器设备完好。按时交实验报告，实验数据与分析详实、正确；图表清晰，语言规范，符合实验报告要求。	能够预习，按照实验安全操作规程进行实验，实验步骤与结果正确；实验仪器设备完好，按时交实验报告，实验数据与分析正确；图表清晰，语言规范，符合实验报告要求。	按照实验安全操作规程进行实验，实验步骤与结果基本正确；实验仪器设备，按时交实验报告，实验数据与分析基本正确；图表较清晰，语言较规范，基本符合实验报告要求。完好。	没有按照实验安全操作规程进行实验；或者实验步骤与结果不正确，没有按时交实验报告；或者实验数据与分析不正确；或者实验报告不符合要求。	100%

4. 考试评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100分	75-89分	60-74分	0-59分	
建立信号时域与频域的	见《试题答案与	见《试题答案与	见《试题答案与	见《试题答案	47%

知识体系，具备机电系统典型信号频谱分析能力，具备解决基本滤波与去噪问题的能力（支撑毕业要求 1-4）	评分标准》	评分标准》	评分标准》	与评分标准》	
能够利用与本专业相关的数学、力学、电学基础知识，建立机电系统的数学模型，具备系统计算与分析、系统响应特性判断的能力（支撑毕业要求 2-2）	见《试题答案与评分标准》	见《试题答案与评分标准》	见《试题答案与评分标准》	见《试题答案与评分标准》	53%

七、教材及参考材料

1. 信号与系统. 陈后金. 高等教育出版社, 2015, 第 2 版
2. 信号与系统. 郑君里, 应启珩. 高等教育出版社, 2018, 第 3 版
3. 信号与系统. 奥本海姆. 电子工业出版社, 2013, 第二版

制定人: 史源源

审定人: 李建素

批准人: 赵俊生

2020 年 7 月 12 日

《控制工程基础》课程教学大纲

课程类别： 专业教育课程 英文名称： Fundamentals of Control System Engineering

开课单位： 机械工程学院 课程编号： B03020302

课程性质： 专业必修

总学时： 40 实验： 4 学 分： 2.5

适用专业： 机械电子工程

先修课程： 高等数学、线性代数、大学物理、电工技术、电子技术、机械设计基础

大纲编写（修订）时间： 2020.10

一、课程性质与教学目标

（一）课程性质与任务（需说明课程对人才培养方面的贡献）

《控制工程基础》面向机械电子工程专业，课程以机电控制系统为研究对象，以系统分析方法为重点，以经典控制理论为主线，结合课堂教学、计算机仿真、实验教学等教学方式，主要授课内容是运用现代数学知识、控制理论和信息技术来分析、设计典型机电控制系统。旨在培养学生运用科学方法和工具来解决机械工程基本问题的系统分析设计能力、综合创新能力。

通过本课程的学习，学生能够掌握机电系统自动控制的基本理论；能够建立典型机电系统的数学建模，能够对系统的性能进行分析，并掌握系统设计、校正与补偿等基本知识和基本技能；具有基本的机电控制系统分析设计能力，以及对复杂机械系统的控制问题进行分析、求解和论证的能力，并了解机械控制领域的新理论和新技术。

（二）课程目标

课程目标 1：能够叙述控制系统的基本概念和基本原理，具备对机电系统建模、比较、分析的控制工程专业知识。（支撑毕业要求指标点 1-4）

课程目标 2：能对机电工程问题的时域性能指标、误差进行正确表达，并利用系统的稳定性判据对机电系统进行评价表达。（支撑毕业要求 2-2）

课程目标 3：能够利用 MATLAB 软件对系统进行时域分析、频域分析，并能对不稳定的系统制定方案进行分析、校正设计。（支撑毕业要求 5-2）

课程思政目标：通过控制之父钱学森的事迹，引导学生弘扬其刻苦勤奋的学习精神、攻坚克难精神、创新精神。

表 1.1 毕业要求观测点与课程目标的关联性

毕业要求观测点	课程目标	关联度
1-4: 能够将专业基础理论、专业知识, 能将其用于解决机电产品及系统的设计与控制等复杂工程问题方案的比较、优化、改进。	能够叙述控制系统的基本概念和基本原理, 具备对机电系统建模、比较、分析的控制工程专业知识。	高
2-2: 能够基于相关科学原理和数学模型方法对机电产品及系统的设计与控制中的工程问题进行正确表达。	能对机电工程问题的时域性能指标、误差进行正确表达, 并利用系统的稳定性判据对机电系统进行评价表达。	高
5-2: 能够针对机电产品及系统的设计与控制中的具体研究对象, 选用或开发满足特定需求的现代工具, 模拟和预测专业问题, 并能够分析其局限性。	能够利用 MATLAB 软件对系统进行时域分析、频域分析, 并能对不稳定的系统制定方案进行分析、校正设计。	高

二、课程内容、学时分配及对毕业要求指标点的支撑

章节	内 容	讲 课	实 验	小 计	支撑课程目 标	支撑的毕业要 求指标点
第 1 章	1 机械工程控制基础理论 1.1 控制理论发展简史；主要内容：经典控制理论发展过程 1.2 控制系统的基本工作原理；主要内容：人工控制、自动控制 1.3 自动控制系统的几种分类；主要内容：开环系统、闭环系统、反馈 1.4 研究对象；主要内容：输入、系统、输出已知其二求其一，共五种分类 重点：反馈的概念 难点：判断闭环系统、理解自动控制	2	0	2	1	1-4
第 2 章	2 系统的数学模型 2.1 拉斯变换；主要内容：拉斯变换基本概念、定理、拉斯逆变换；主要内容： 2.2 系统的传递函数；主要内容：求系统传递函数 2.3 典型环节的传递函数；主要内容：六个典型环节的传递函数 2.4 系统的传递函数方框图及化简 重点：拉斯变换定理、典型环节的传递函数 难点：利用串联、并联、反馈关系化简传递函数方框图	8	0	8	1	1-4
第 3 章	3 系统的时间响应分析 3.1 一阶系统的时间响应；主要内容：输入单位阶跃信号一阶系统的输出特点 3.2 二阶系统的时间响应；主要内容：输入单位阶跃信号二阶系统的输出特点； 3.3 二阶系统的性能指标 3.4 系统稳定误差分析与计算；主要内容：稳态误差的两种计算方法 重点：二阶系统的性能指标分析 难点：建立二阶系统的性能指标与系统数学模型的关系	6	2	8	1	2-2

章节	内 容	讲 课	实 验	小 计	支撑课程目 标	支撑的毕业要 求指标点
第 4 章	4 系统的频率特性分析 4.1 典型环节奈斯图；主要内容：几个典型环节奈斯图特点 4.2 系统波德图；主要内容：几个典型环节波德图和系统的波德图 重点：频率特性的图示方法 难点：绘制系统的波德图、利用波德图求系统传递函数	6	0	6	2	1-4
第 5 章	5 系统的稳定性 5.1 系统稳定性的定义和条件；主要内容：稳定性定义、条件 5.2 系统稳定判据；主要内容：劳斯判据、胡尔维茨判据、奈斯判据、根轨迹 5.3 稳定性裕量；主要内容：四个基本概念 重点：稳定判据 难点：如何用判据判断系统稳定性。	6	0	6	2	2-2
第 6 章	6 系统的校正 6.1 控制系统设计的基本任务；主要内容：系统设计 6.2 串联校正；主要内容：利用串联校正使系统满足要求 重点：串联校正过程 难点：串联校正参数选择	4	2	6	3	5-2
第 7 章	7 MATLAB 在控制工程基础中的应用 7.1 MATLAB 在时域分析中的应用；主要内容：时域分析应用 7.2 MATLAB 在频域分析中的应用；主要内容：频域分析应用 重点：MATLAB 程序掌握 难点：MATLAB 程序编写	4	0	4	3	5-2
合 计		36	4	40		

三、本课程开设的实验项目

编号	实验项目名称	学时	类型	要求	支撑课程目标	支撑的毕业要求指标点
1	二阶系统的阶跃响应	2	仿真	必做	3	5-2
2	连续系统的串联校正	2	仿真	必做	3	5-2

实验 1.二阶系统的阶跃响应

实验目的：研究二阶系统的特征参数阻尼比 ξ 和无阻尼固有频率 ω_n 对系统动态性能的影响。学会利用 MATLAB 语言求解典型二阶闭环系统的传递函数和求解控制系统瞬态响应性能指标。

实验仪器：MATLAB 软件，PC 计算机

实验安排：教师介绍实验要求，学生 1 人一组，根据实验任务书进行编程仿真，采集数据，完成实验报告。

实验报告要求：完成仿真实验，记录数据，写出实验源程序，并将实验结果填入相应的记录表中。讨论二阶系统的特征参数与性能指标的关系。分析特征参数变化对系统性能指标的影响，写出实验的体会与疑问。

实验 2.连续系统的串联校正

实验目的：能够确定校正方式。会描述串联校正原理。利用 MATLAB 语言完成校正装置的设计和校正。

实验仪器：MATLAB 软件，PC 计算机

实验安排：教师介绍实验要求，学生 1 人一组，根据实验任务书进行编程仿真，采集数据，完成实验报告。

实验报告要求：完成仿真实验，记录数据，写出实验源程序及校正步骤，记录实验运行结果，包括校正环节传递函数、校正前后的 BODE 图和各项性能指标，分析校正装置对系统性能指标的影响，写出实验的体会与疑问。

四、达成课程目标的途径和措施

1、把握经典控制利用数学模型分析与解决线性系统稳、快、准问题的主线，学习控制系统的基本概念、基本组成、控制原理、分析方法。以提出问题、解决问题、案例应用、主要手段，结合随堂提问、课后作业、课外答疑等多种方式巩固课堂教学内容。在播放全自动炒菜机器人工作视频后，让学生们讨论系统的基本工作原理，使学生在课堂的交流讨论中加深对知识的理解，同时也可以激发学生对所学知识的兴趣和思考，增强学生的学习主动性。最后再给学生一道结合实际生活的讨

论题：人手取物体时是开环控制还是闭环控制，并简述基本工作原理。通过这样的讨论、身边的例子让同学们积极发表自己的想法，并让其他同学给以补充，通过先讨论、再总结、反思让同学们对控制系统的基本工作原理及组成有了更加深刻的理解，对同学们的讨论给与充分的肯定和表扬，激励同学们进一步发掘身边的实例，提升学生们分析问题与解决问题的能力。达成以学生为中心和成果导出的理念。（达成课程目标 1）

2、在整个课堂教学的实施过程中基于工程教育专业认证的理念，将传统的以老师为中心的教学方式，转变为以学生为中心，教师为辅，以能力培养为主线的教学模式。将 BOPPPS 教学方法运用到课程教学中，将课堂的中心转变为以学生为主的课堂教学中心。培养学生的思维能力，从而具备相关知识和方法的实际应用能力。（达成课程目标 2）

3、加强直观教学，充分发挥现代化多媒体教学手段，能够运用 MATLAB 软件仿真模拟辅助理论教学，以巩固和提高教学效果。使教学形式生动活泼，保证良好的教学效果。结合现代化多媒体教学手段、模拟软件，配合实例讲解及适当的思考题，引导学生对不稳定系统进行校正设计，掌握对系统进行校正的能力。（达成课程目标 3）

4、本课程有 4 个学时的实验，具体实验内容见“三、本课程开设的实验项目”。利用 MATLAB 语言得到二阶系统的时域响应，并分析系统的特征参数发生变化时对系统性能指标的影响。理解校正装置的作用，利用 MATLAB 对系统进行校正。（达成课程目标 3）

5、机电系统控制的目的在于保证机电装备平稳、准确运行，控制工程基础知识对机电系统的稳定性和控制性能有着重要影响。通过两弹一星功勋钱学森、郭永怀、邓稼先等科学家的感人事迹和工匠精神，让学生树立认真负责、严谨的学习和工作作风。通过课堂讲述、案例分析、讨论互动的方式，通过纪实新闻、图片、视频等信息化载体对学生进行思想政治教育。（达成课程思政目标）

五、考核方式

1. 课程考核方式包括随堂测验、课后作业情况、实验情况和期末考试等。
2. 定量评价

本课程包含 3 个课程目标，有 4 个考核方式，各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配如下：

表 5.1 各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配

课程目标	分课程目标权重(本列总和为 1) P_i	各考核方式评价比例分配 (每行总和为 1) W_{ik}				各考核方式在课程达成中的占比 (所有行列总和为 1) $S_{ik}=P_i*W_{ik}$			
		随堂测验	作业	实验	期末考试	随堂测验	作业	实验	期末考试
1	0.50	0.2	0.2		0.6	0.1	0.1		0.3
2	0.45	0.2	0.2		0.6	0.09	0.09		0.27
3	0.05	0.2	0.2	0.6		0.01	0.01	0.03	-
各考核环节对课程目标达成的贡献率						0.2	0.2	0.03	0.57

第 i 个分课程目标的评价基于各环节 k 的贡献加权求和，就是该分课程目标的达成度 A_i ，即

$$A_i = \sum G_{ik} \times W_{ik} \quad (4-1)$$

多个分课程目标再根据比例加权求和，就得到本门课程的课程目标达成度 A ，

$$A = \sum A_i \times P_i \quad (4-2)$$

其中： k 表示不同的考核环节； i 表示不同的分课程目标；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$ 是第 k 种考核方式通过第 i 个课程目标反映在总的课程目标中的评价占比；

W_{ik} 表示第 k 种评价方式对第 i 个课程目标百分占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

G_{ik} 表示第 k 种考核方式支撑第 i 个课程目标的达成度。

课程考核环节结束后，需要根据各考核结果计算每一课程目标的达成度，并根据各课程目标的权重计算课程总的达成度。

3. 定性评价

定性评价指标利用学生的调查问卷进行课程目标达成情况评价，按照各课程目标分项设计合适的问卷，调查学生掌握知识及获得能力等课程目标达成情况。其中成绩均采用百分制统计，五级分制转换为百分制时，优对应 95 分，良对应 85 分，中对应 75 分，及格对应 65 分，不及格对应 55 分。

综合定性与定量评价结果，取最小量为最终评价结果。

六、评价标准：

针对课程考核方式的随堂测验、课后作业、实验情况和期末考试四个环节，制定相应的评价标准如下。

6.1 随堂测试评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100 分	75-89 分	60-74 分	0-59 分	
能够叙述控制系统的基本概念和基本原理，具备对机电系统建模、比较、分析的控制工程专业知识。（支撑毕业要求指标点 1-4）	基本概念正确、能准确对机电系统的数学模型进行分析、比较、建立。	基本概念正确、能较准确对机电系统的数学模型进行分析、比较、建立。	基本概念基本正确、基本能对机电系统的数学模型进行分析、比较、建立。	基本概念不清楚，不能准确对机电系统的数学模型进行分析、比较、建立。	0.5
能对机电工程问题的时域性能指标、误差进行正确表达，并利用系统的稳定性判据对机电系统进行评价表	能准确表达机电系统时域性能指标、误差。能正确应用判	能较准确表达机电系统时域性能指标、误差。能较正确应	基本能准确表达机电系统时域性能指标、误差。基本能	不能准确表达机电系统时域性能指标、误差。不能正确	0.45

达。(支撑毕业要求 2-2)	据对系统进行评价表达	用判据对系统进行评价表达	正确应用判据对系统进行评价表达	应用判据对系统进行评价表达	
能够利用 MATLAB 软件对系统进行时域分析、频域分析,并能对不稳定的系统制定方案进行分析、校正设计。(支撑毕业要求 5-2)	能准确描述校正的分类,了解利用软件对系统进行校正的过程。	较准确描述校正的分类,较了解利用软件对系统进行校正的过程。	基本准确描述校正的分类,基本了解利用软件对系统进行校正的过程。	不能准确描述校正的分类,不了解利用软件对系统进行校正的过程。	0.05

6.2 作业评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100 分	75-89 分	60-74 分	0-59 分	
能够叙述控制系统的基本概念和基本原理,具备对机电系统建模、比较、分析的控制工程专业知识。(支撑毕业要求指标点 1-4)	基本概念正确、能准确对机电系统的数学模型进行分析、比较、建立。	基本概念正确、能较准确对机电系统的数学模型进行分析、比较、建立。	基本概念基本正确、基本能对机电系统的数学模型进行分析、比较、建立。	基本概念不清楚,不能准确对机电系统的数学模型进行分析、比较、建立。	0.50
能对机电工程问题的时域性能指标、误差进行正确表达,并利用系统的稳定性判据对机电系统进行评价表达。(支撑毕业要求 2-2)	能准确表达机电系统时域性能指标、误差。能正确应用判据对系统进行评价表达	能较准确表达机电系统时域性能指标、误差。能较正确应用判据对系统进行评价表达	基本能准确表达机电系统时域性能指标、误差。基本能正确应用判据对系统进行评价表达	不能准确表达机电系统时域性能指标、误差。不能正确应用判据对系统进行评价表达	0.45
能够利用 MATLAB 软件对系统进行时域分析、频域分析,并能对不稳定的系统制定方案进行分析、校正设计。(支撑毕业要求 5-2)	能准确编程实现时域分析、频域分析、系统校正。	较准确编程实现时域分析、频域分析、系统校正。	基本能编程实现时域分析、频域分析、系统校正。	不能编程实现时域分析、频域分析、系统校正。或程序有错。	0.05

6.3 实验教学评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100 分	75-89 分	60-74 分	0-59 分	
能够利用 MATLAB 软件对系统进行时域分析、频域分析,并能对不稳定的系统制定方案进行分析、校正设计。(支撑毕业要求 5-2)	能够很好运用 MATLAB 软件完成实验内容,并完成实验报告。	能够较好运用 MATLAB 软件完成实验,并完成实验报告。	基本能够运用 MATLAB 软件完成实验,并完成实验报告。	不能够运用 MATLAB 软件完成相应的任务	1

6.4 考试评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100分	75-89分	60-74分	0-59分	
能够叙述控制系统的基本概念和基本原理,具备对机电系统建模、比较、分析的控制工程专业知识。(支撑毕业要求指标点1-4)	基本概念正确、能准确对机电系统的数学模型进行分析、比较、建立。	基本概念正确、能较准确对机电系统的数学模型进行分析、比较、建立。	基本概念基本正确、基本能对机电系统的数学模型进行分析、比较、建立。	基本概念不清楚,不能准确对机电系统的数学模型进行分析、比较、建立。	0.52
能对机电工程问题的时域性能指标、误差进行正确表达,并利用系统的稳定性判据对机电系统进行评价表达。(支撑毕业要求2-2)	能准确表达机电系统时域性能指标、误差。能正确应用判据对系统进行评价表达	能较准确表达机电系统时域性能指标、误差。能较正确应用判据对系统进行评价表达	基本能准确表达机电系统时域性能指标、误差。基本能正确应用判据对系统进行评价表达	不能准确表达机电系统时域性能指标、误差。不能正确应用判据对系统进行评价表达	0.48

七、参考书目及学习资料(书名,主编,出版社,出版时间及版次)

1. 杨叔子,杨克冲. 机械工程控制基础(第七版). 武汉: 华中科技大学出版社, 2018
2. 朱骥北. 机械控制工程基础. 北京: 机械工业出版社, 2012
3. 董景新,赵长德,郭美凤. 控制工程基础(第四版). 北京: 清华大学出版社, 2015
4. 王积伟,吴振顺. 控制工程基础. 北京: 高等教育出版社, 2010
5. 孔祥东. 控制工程基础. 北京: 机械工业出版社, 2019
6. 朱孝勇. 控制工程基础. 北京: 机械工业出版社, 2018

制定人: 原霞 李建素

审定人: 赵鹏飞

批准人: 赵俊生

2020年10月7日

《测试与传感技术》课程教学大纲

课程类别：专业教育课程

英文名称：DETECTION AND SENSOR TECHNOLOGY

开课单位：机械工程学院

课程编号：B03020303

课程性质：专业必修

总学时： 32

实验： 4

学 分： 2.0

适用专业：机械电子工程

先修课程：高等数学、信号与系统、电工技术、电子技术、理论力学

大纲编写（修订）时间：2017.08.06

一、课程性质与教学目标

（一）课程性质与任务（需说明课程对人才培养方面的贡献）

《测试与传感技术》是机械电子工程专业本科生的一门重要专业教育课程。内容涉及工业自动化、智能控制、智能家居等领域中各类常见物理量，如：距离、振动、温度、压力等传感器测量原理及其应用。

学生通过本课程的学习，可以掌握工程测试的基本概念和方法，对传感器原理有较深的认识与理解，具备综合应用数学、自然科学和工程科学基本原理分析复杂工程问题，并获取有效结论的能力；可以掌握解决工程问题的基本思路和方法，具备综合应用所学的测试原理、传感器技术和信号处理手段等知识解决复杂工程问题的能力；可以针对机械电子领域内具体的工程问题，能够恰当选择专业前沿实验仪器、先进测试方法与技术开展研究。

（二）课程目标

课程目标 1：能够叙述测试系统的基本特性、传感器的原理，并能计算线性系统的基本特性，具备对测试系统设计方案进行分析、比较或优化的工程专业基础知识。（支撑毕业要求指标点 1-4）。

课程目标 2：能够利用测试系统组成、传感器原理及其特点等专业基础知识，分析影响测试系统的因素，具有设计测试系统的能力。（支撑毕业要求指标点 3-1）。

课程目标 3：能够运用力学、电学和本门课程所学的测试与传感器等科学知识，分析测试产品或系统的设计中的工程问题。（支撑毕业要求指标点 4-1）。

课程目标 4：能够认识测试或传感系统中的常用仪器，选择合适的仪器或工具对工程问题进行分析或设计。（支撑毕业要求指标点 5-1）。

课程思政目标：通过机场、火车站等的测温系统，升华智能测试技术的作用，表明科技在公共卫生事件中的重要作用，号召学生不断创新、报效祖国。

表 1.1 毕业要求观测点与课程目标的关联性

毕业要求观测点	课程目标	关联度
<p>1-4: 能够将专业基础理论、专业知识,用于解决机电产品及系统的设计与控制等复杂工程问题方案的比较、优化、改进。</p>	<p>课程目标 1: 能够叙述测试系统的基本特性、传感器的原理,并能计算线性系统的基本特性,具备对测试系统设计方案进行分析、比较或优化的工程专业基础知识。</p>	<p>高</p>
<p>3-1: 能具备机电系统设计和产品开发全周期、全流程的基本设计 /开发方法和技术,会分析影响设计目标和技术方案的各种因素。</p>	<p>课程目标 2: 能够利用测试系统组成、传感器原理及其特点等专业基础知识,分析影响测试系统的因素,具有设计测试系统的能力。</p>	<p>高</p>
<p>4-1: 能够基于科学原理,通过文献研究或相关方法,调研和分析机电产品及系统的设计与控制中复杂工程问题。</p>	<p>课程目标 3: 能够运用力学、电学和本门课程所学的测试与传感器等科学知识,分析测试产品或系统的设计中的工程问题。</p>	<p>高</p>
<p>5-1: 能够认识机电领域常用的现代仪器、信息或工程工具和工程仿真模拟软件的使用原理和方法,能恰当地选择和使用这些工具对复杂工程问题进行分析、计算与设计。</p>	<p>课程目标 4: 能够认识测试或传感系统中的常用仪器,选择合适的仪器或工具对工程问题进行分析或设计。</p>	<p>高</p>

二、课程内容、学时分配及对毕业要求指标点的支撑

章节	内 容	讲课	实验	小计	支撑课程目标	支撑的毕业要求指标点
第 1 章	<p>1 绪论</p> <p>1.1 生产生活中的测试技术；主要内容：说明测试技术在智能制造、环境监测、办公室自动化等领域的应用情况；测试技术的作用、地位和发展趋势。</p> <p>1.2 测试技术的内涵；主要内容：工程测试技术中涉及到的概念；测试技术的内容、任务和组成；工程中的常见的待测物理量。</p> <p>重点：测试系统的组成。</p> <p>难点：测量与测试的关系及区别。</p>	2	0	2	1	1-4
第 2 章	<p>2 测试系统的基本特性</p> <p>2.1 概述；主要内容：线性系统和线性系统的五大特性。</p> <p>2.2 测试系统的静态响应特性；主要内容：测试系统的静态特性参数：灵敏度、线性度、精确度、回程误差等。</p> <p>2.3 测试系统的动态响应特性；主要内容：测试系统的动态特性描述方法：传递函数、频率响应函数、脉冲响应函数等。</p> <p>2.4 不失真测试的条件；主要内容：不失真测试时，系统的幅频特性和相频特性条件。</p> <p>2.5 测试系统的动态响应；主要内容：一阶、二阶系统频率响应函数的特点；单位阶跃激励下一阶、二阶系统的动态响应；测试系统在任意激励作用下测试系统的动态响应的求法。</p> <p>重点：二阶系统的动态特性描述、实现不失真测试的条件的内涵、测试系统对周期激励的响应计算。</p> <p>难点：如何应用动态响应特性曲线来分析测试系统实现不失真测试的条件；对传递函数、频率响应函数和脉冲响应函数内涵的理解和实际工程测试中的应用；测试系统响应问题在时域、频域与复频域之间的相互转换、测试系统响应与测试结果的关系。</p>	4	0	4	2	1-4
第 3 章	<p>3 传感器原理及其应用</p> <p>3.1 传感器基本概念；主要内容：传感器的基本组成和分类。</p> <p>3.2 参量式传感器；主要内容：电阻式、电容式、电感式传感器的原理及其应用。</p> <p>3.3 发电式传感器；主要内容：电动势、变磁阻式、压电式、热电式和光电式传感器的</p>	10	2	12	1、2	1-4、3-1

	原理及其应用。 重点：电阻式、电容式、电感式、磁电式传感器的测试原理。 难点：如何应用不同传感器原理实现工业生产中物理量的测试、传感器如何选型。					
第4章	4 信号调理与变换 4.1 电桥；主要内容：直流、交流电桥桥路，电桥平衡条件；半桥单臂、半桥双臂和全桥连接方式下电桥的输出及其对应的灵敏度。 4.2 调制与解调；主要内容：调制和解调的方式方法，推导电桥调幅过程的输入输出关系。 4.3 滤波原理；主要内容：常用滤波器的特点及参数关系，RC滤波器的动态响应特性。 重点：电桥电路与信号变换原理、调幅与同步解调原理、RC滤波器。 难点：电桥调幅原理、RC滤波器的响应问题。	4	0	4	3	4-1
第5章	5 信号分析 5.1 傅立叶变换的综合应用；主要内容：傅里叶变换的基本性质，计算如信号的截断、信号的调制、信号的采样等过程的傅立叶变换并画出频谱图。 5.2 随机信号的相关分析和功率谱密度分析方法；主要内容：信号相关分析的概念和性质；典型信号的相关函数和功率谱密度函数的计算及其应用。 重点：信号的傅里叶变换及其主要性质、利用傅里叶变换的性质快速求解、采样原理与采样定理。 难点：解释信号频谱的概念、信号时频域变换基本原理、傅里叶变换的卷积特性。	2	0	2	3	4-1
第6章	6 测试技术的应用 6.1 振动的测试；主要内容：振动测试系统的组成、振动的激励方式及激振设备；振动测试的力学原理，选择测振传感器等。 6.2 转速的测试；主要内容：转速测试原理、选择转速测试传感器。 6.3 流量和压力的测试；主要内容：三类主要的弹性式压力元件和测压原理；差压式流量计、转子流量计等流量测量原理。 6.4 典型测试系统；主要内容：基于力学、电学、光学、热学等基本原理，组建典型测试案例测试系统 重点：振动、转速和压力测试的原理及其对应的传感器。 难点：典型测试系统的构建。	6	2	8	4	5-1
合计		28	4	32		

三、本课程开设的实验项目（如课程不含实验，请将该项删除）

编号	实验项目名称	学时	类型	要求	支撑课程目标	支撑的毕业要求指标点
1	轴承座振动特性测试	2	设计性	必做	2	3-1
2	电涡流传感器的位移特性及应用实验	2	综合性	必做	3	5-1

注：1. 类型指验证性、综合性、设计性等。

2. 要求指必做、选做。

实验一、轴承座振动特性测试

实验目的：通过实验的方法测试转子实验平台上轴承座的振动情况，熟悉转子实验平台，辨别该实验台所需关注的关键因素，提出测试方案，完成测试系统的构建，传感器的安装和测试系统的分析。

实验原理：压电加速度传感器的原理；采样定理。

实验仪器：转子实验台。

实验安排：教师介绍转子实验台的构造，由学生判断该转子实验台需要关注的关键因素（振动情况），提出测试方案，搭建压电加速度测试平台，采集并分析测试数据；学生以6人一组，构建测试系统，进行数据分析。

实验报告要求：能够正确分析实验台的影响因素，组建电机轴承座振动测试系统；能够测试电机轴承座在线工作时的振动加速度信号；能对振动信号进行分析与处理，分析设备的振动情况。

实验二、电涡流传感器的位移特性及应用实验

实验目的：针对转子实验台的转子轴心偏移情况，选用传感器和设计搭建轴心轨迹测试实验系统，了解电涡流传感器测量位移的工作原理和特性，能利用电涡流传感器测量轴的轴心轨迹。对所搭建的测试系统进行性能分析。

实验原理：光电传感器、电涡流传感器等的原理；数据采样定理。

实验仪器：转子实验台。

实验安排：教师介绍转子实验台的构造，进行操作演示，学生选用传感器和设计搭建轴心轨迹测试实验系统，采集并分析测试数据；学生以6人一组，构建测试系统，利用数据处理软件进行数据分析和测试系统性能评价等。

实验报告要求：能够正确选用传感器和组建轴心轨迹测试系统；能够测试转子实验台在线工作时的电涡流信号；能对电涡流信号进行分析与处理，评价设备的运行情况。

四、达成课程目标的途径和措施

1、采用案例式教学，结合工程实际，进行振动、位移、转速的测试和分析，从而具备相关知识和方法。从而保证课程目标 1 的达成。

2、把握主线，引导学生掌握测试系统中的相关概念、传感器的应用与信号调理、信号分析的实际意义，利用振动、转速测量的实际案例，帮助学生理解和掌握不同测试方法的基本原理、方法和所得测试结果的特点，具备选择、设计合适的测试方法对被测物理量进行表征和分析的能力。从而保证课程目标 2 和课程目标 3 的达成。

3、本课程有 4 个学时的实验，其中轴承座振动特性测试要求学生能够针对转子平台的振动情况，搭建振动测试系统，实现轴承座的振动特性测试，完成实验内容，能够进一步保证课程目标 2 的达成。电涡流传感器的位移特性及应用实验能让学生完成实验系统的搭建、测试、数据分析和系统评价等。从而保证课程目标 4 的达成。

4、采用多媒体教学手段，配合例题的讲解及适当的思考题，保证讲课进度的同时，注意学生的掌握程度和课堂的气氛。合理的课堂测试、适当的课后作业和期末考核等方式，能有效地检验课程目标的达成情况，从而保证课程目标 1、2、3 和 4 的达成。

5、机电系统测试的目的在于保证机电设备平稳、准确运行，测试与传感技术知识对机电系统的准确性和稳定性起着重要影响。通过机场、火车站等的测温系统的研发、试验为例，讲授红外测温传感器和热像仪等传感器的基本原理及应用。通过精准的测温设备，解决大规模人群聚集时的测温问题，让学生具有不断创新、报效祖国的意识。通过纪实新闻、图片、视频等信息化载体对学生进行思想政治教育。（达成课程思政目标）

五、考核方式

1. 课程考核方式包括课堂测试、课后作业、实验情况和期末考试等。

2. 定量评价

本课程包含 4 (i) 个分课程目标，有 4 (k) 个考核方式，各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配如下：

表 5.1 各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配

课程目标	知识面比例 (本列总和为 1) P_i	各环节评价比例分配 (每行总和为 1) W_{ik}				各环节在课程达成中的占比 (所有行列总和为 1) $R_{ik}=P_i*W_{ik}$			
		课堂测试	作业	实验	期末考试	课堂测试	作业	实验	期末考试

1	0.3	0.2	0.2	-	0.6	0.06	0.06	-	0.18
2	0.3	0.1	0.2	0.25	0.45	0.03	0.06	0.07	0.14
3	0.2	0.2	0.2	-	0.6	0.04	0.04	-	0.12
4	0.2	-	-	0.5	0.5	-	-	0.10	0.10
各环节对课程目标达成的贡献率 (M_k)						0.13	0.16	0.17	0.54

那么第 i 个分课程目标的评价基于各环节 k 的贡献加权求和，就是该分课程目标的达成度 A_i ，即

$$A_i = \sum G_{ik} \times W_{ik} \quad 5-1$$

而多个分课程目标再根据比例加权求和，就得到本门课程的课程目标达成度 A 。

$$A = \sum A_i \times P_i \quad 5-2$$

其中： k 表示不同的考核环节， i 表示不同的分课程目标；

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

W_{ik} 表示第 k 种评价方式对第 i 个课程目标百分占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

G_{ik} 表示第 k 种考核方式支撑第 i 个课程目标的达成度。

3. 定性评价

定性评价指利用学生的调查问卷进行课程目标达成情况评价，按照各课程目标分项设计合适的问卷，调查学生掌握知识及获得能力等课程目标达成情况。其中成绩均采用百分制统计，五级分制转换为百分制时，优对应 95 分，良对应 85 分，中对应 75 分，及格对应 65 分，不及格对应 55 分。

综合定性与定量评价结果，取最小量为最终评价结果。

六、评价标准：

6.1 课堂测试评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100 分	75-89 分	60-74 分	0-59 分	
能够叙述和计算测试系统的基本特性，具备对测试系统设计方案进行分析、比较或优化的工程专业基础知识。（支撑毕业要求指标点 1-4）	基本概念正确、论述逻辑清楚；层次分明、语言规范。	基本概念正确、论述基本清楚；语言较规范。	基本概念基本正确、论述基本清楚；语言较规范。	基本概念不清楚甚至错误、原理论述不清楚。	0.46

结合所学相关知识,能够应用测试技术等基础专业知识对测试系统的影响因素进行分析。 (支撑毕业要求指标点 3-1)	能够应用相关知识分析解决实际工程问题,论述逻辑清楚,语言规范。	能够应用相关知识分析解决实际工程问题,论述清楚,语言较规范。	基本能够应用相关知识分析解决实际工程问题,论述基本清楚,语言较规范。	基本概念不清楚甚至错误、论述不清楚。	0.24
结合所学相关知识,能够分析测试系统设计中的工程问题。(支撑毕业要求指标点 4-1)	能够应用相关知识分析测试系统设计中的工程问题,论述逻辑清楚,语言规范。	能够应用相关知识分析测试系统设计中的工程问题,论述清楚,语言较规范。	能够应用相关知识分析测试系统设计中的工程问题,论述基本清楚,语言较规范。	基本概念不清楚甚至错误、论述不清楚。	0.30

6.2 课后作业评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100分	75-89分	60-74分	0-59分	
掌握测试系统的基本特性;掌握传感器的工作原理。 (支撑毕业要求指标点 1-4)	按时交作业;基本概念正确、论述逻辑清楚;层次分明、语言规范。	按时交作业;基本概念正确、论述基本清楚;语言较规范。	按时交作业;基本概念基本正确、论述基本清楚;语言较规范。	不能按时交作业,有抄袭现象;或者基本概念不清楚、论述不清楚。	0.38
结合所学相关知识,能够应用测试与传感技术等专业知识对影响测试系统的因素进行分析,设计测试系统。 (支撑毕业要求指标点 3-1)	按时交作业;能够应用相关知识分析影响,设计系统,论述逻辑清楚,语言规范。	按时交作业;能够应用相关知识分析影响,设计系统,论述清楚,语言较规范。	按时交作业;能够应用相关知识分析影响,设计系统,论述基本清楚,语言较规范。	不能按时交作业,有抄袭现象;或者基本概念不清楚、论述不清楚。	0.38
结合所学相关专业知识,能够分析测试系统设计中的工程问题。 (支撑毕业要求指标点 4-1)	按时交作业;能够应用相关专业知识,分析测试系统设计中的工程问题,论述逻辑清楚,语言规范。	按时交作业;能够应用相关专业知识,分析测试系统设计中的工程问题,论述清楚,语言较规范。	按时交作业;能够应用相关专业知识,分析测试系统设计中的工程问题,论述基本清楚,语言较规范。	不能按时交作业,有抄袭现象;或者基本概念不清楚、论述不清楚。	0.24

6.3 实验教学评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100分	75-89分	60-74分	0-59分	
能够根据实验指导书规定的实验目的与要求,进行轴承座振动测试设计,并完成实验,验证方法的正确性。 (支撑课程目标2、毕业要求指标点 3-1)	按照要求完成预习,按照实验安全操作规程进行实验,传感器安装正确、测试系统调试正确;实验步	能够预习,按照实验安全操作规程进行实验,传感器安装正确、测试系统调试基本正确;实验步	按照实验安全操作规程进行实验,传感器安装正确、测试系统基本调试正确;实验步骤与结果	没有按照实验安全操作规程进行实验;或者设计的测试系统有重大错误;或者实验	0.40

	验步骤与结果正确；实验仪器设备完好。	骤与结果正确；实验仪器设备完好。	基本正确；实验仪器设备完好。	步骤与结果不正确。	
能够根据实验指导书规定的实验目的与要求,进行轴心轨迹测试的方法设计和搭建实验系统,根据实验结果,撰写实验报告,实现对测试结果的分析和评价。 (支撑课程目标 4、毕业要求指标点 5-1)	按时交实验报告,实验数据与分析详实、正确;图表清晰,语言规范,符合实验报告要求。	按时交实验报告,实验数据与分析正确;图表清晰,语言规范,符合实验报告要求。	按时交实验报告,实验数据与分析基本正确;图表较清晰,语言较规范,基本符合实验报告要求。	没有按时交实验报告;或者实验数据与分析不正确;或者实验报告不符合要求。	0.60

6.5 考试评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100 分	75-89 分	60-74 分	0-59 分	
掌握测试系统的基本特性、传感器工作原理等。 (支撑课程目标 1、毕业要求指标点 1-4)	应用测试系统基本特性分析问题正确,传感器工作原理论述正确,语言简练。	应用测试系统基本特性分析问题基本正确,传感器工作原理论述正确。	应用测试系统基本特性分析问题基本正确,传感器工作原理论述基本正确。	应用测试系统基本特性分析问题错误很多,传感器工作原理论述不清或有原则性错误。	0.34
应用测试与传感技术专业基础知识,能够设计测试系统。 (支撑课程目标 2、毕业要求指标点 3-1)	结合机电工程测试问题选择传感器正确、合理;对机电工程测试系统的影响因素进行分析,能够设计测试系统;语言论述正确。	结合机电工程测试问题选择传感器较正确;对机电工程测试系统的影响因素进行分析;能够设计测试系统;语言论述较正确。	结合机电工程测试问题选择传感器基本正确;对机电工程测试系统的影响因素进行分析;能够设计测试系统;语言论述基本正确。	有错误;语言论述有原则性错误。	0.26
应用信号调理、信号分析等专业基础知识,分析测试产品或系统的设计中的工程问题 (支撑课程目标 3、毕业要求指标点 4-1)	应用合理的调理电路,结合静动态特性,对机电工程的测试系统的设计中的工程问题进行分析、设计;语言论述正确。	应用合理的调理电路,结合静动态特性,对机电工程的测试系统的设计中的工程问题进行分析、设计;语言论述较正确。	应用合理的调理电路,结合静动态特性,对机电工程的测试系统的设计中的工程问题进行分析、设计;语言论述基本正确。	机电工程的测试系统的设计中的工程问题分析错误;语言论述有原则性错误。	0.22
能够选择测试系统或仪器,对工程问题进行分析或设计。 (支撑课程目标 4、毕业要求指标点 5-1)	测试系统或仪器选择正确,语言描述正确,设计合理。	测试系统或仪器选择较正确,语言描述正确,设计基本合理。	测试系统或仪器选择基本正确,语言描述基本正确,设计有瑕疵。	语言描述错误或关键选择错误、设计错误。	0.18

七、参考书目及学习资料（书名，主编，出版社，出版时间及版次）

1. 机械工程测试技术（第二版）,许同乐主编，机械工业出版社，2015年10月，第二版；
2. 工程测试技术（第二版），王伯雄,王雪,陈非凡主编，清华大学出版社,2012年10月，第二版；
3. 机械工程测试技术基础（第四版），熊诗波主编，机械工业出版社，2018年9月，第四版。

制定人： 李建素

审定人： 史源源

批准人： 赵俊生

2017年8月6日

《电气控制与 PLC》课程教学大纲

课程类别：专业教育课程

英文名称：Electric Control & PLC

开课单位：机械工程学院

课程编号：B03020306

课程性质：专业必修

总学时：32

实验：0

学分：2

适用专业：机械电子工程

先修课程：大学物理、计算机基础、计算机原理与接口技术、电工技术、电子技术基础

大纲编写（修订）时间：2019年8月

一、课程性质与教学目标

（一）课程性质与任务

电气控制与 PLC 是机械电子工程专业的一门专业教育课程，是培养机电类专业工程技术人才的整体知识结构和能力的重要组成部分，同时也是后继专业课程的基础。

通过本课程的学习，主要要求学生掌握机电行业常用控制电器的原理和选择、三相异步电动机的起动、调速、制动等基本环节的控制线路，掌握 PLC 的梯形图和编程语言，熟悉各种控制线路的阅读分析方法，掌握电气接线图的工艺设计思想。培养学生具有各种电气控制线路分析能力和初步设计的能力，为其从事电气设备方面设计、运行、维护等工作打下良好的基础。教学中应当结合行业实际，并适当反映机电行业电气控制的发展以激发学生的学习热情。

（二）课程目标

课程目标 1: 针对机电传动被控对象及控制系统，能够综合考虑电动机、生产机械特性及系统稳定性等复杂问题，进行起动、调速、制动等被控过程进行分析，从而选择适当的控制方案并得到有效结论；（支撑毕业要求指标点 2-3）；

课程目标 2: 在考虑社会、健康、安全、法律、文化及环境等因素的条件上，能够选择采用适当的电压电器、PLC 及设计方法（分析设计法、逻辑设计法、顺序控制设计法），进行控制系统的设计和结果评价，并在设计中体现一定的创新意识；（支撑毕业要求 3-3）；

课程目标 3: 能够正确使用编程软件等现代工具，对控制线路梯形图及 PLC 控制程序进行编程、仿真，并能根据反馈结论对梯形图程序进行改进；（支撑毕业要求 5-1）；

课程目标 4: 能够在控制系统设计中体现精益求精的大国工匠精神和科技报国的家国情怀和使命担当。（支撑毕业要求 8-1）。

表 1.1 毕业要求观测点与课程目标的关联性

毕业要求观测点	课程目标	关联度
<p>2-3: 能认识到解决问题有多种方案, 运用基本原理结合文献研究, 能够分析各种方案的影响因素, 通过对方案进行综合对比从而确定最终方案。</p>	<p>课程目标 1: 针对机电传动被控对象及控制系统, 能够综合考虑电动机、生产机械特性及系统稳定性等复杂问题, 进行起动、调速、制动等被控过程进行分析, 从而选择适当的控制方案并得到有效结论;</p>	<p>高</p>
<p>3-3: 能够在考虑健康、安全、法律及环境等约束条件下, 进行机电系统或控制流程设计, 并体现一定的创新意识。</p>	<p>课程目标 2: 在考虑社会、健康、安全、法律、文化及环境等因素的条件上, 能够选择采用适当的电压电器、PLC 及设计方法(分析设计法、逻辑设计法、顺序控制设计法), 进行控制系统的设计和结果评价, 并在设计中体现一定的创新意识;</p>	<p>高</p>
<p>5-1: 能够认识机电领域常用的现代仪器、信息或工程工具和工程仿真模拟软件的使用原理和方法, 能恰当地选择和使用这些工具对复杂工程问题进行分析、计算与设计。</p>	<p>课程目标 3: 能够正确使用编程软件等现代工具, 对控制线路梯形图及 PLC 控制程序进行编程、仿真, 并能根据反馈结论对梯形图程序进行改进;</p>	<p>高</p>
<p>8-1: 具有正确的人生观和价值观, 理解个人与社会的关系, 树立社会主义核心价值观, 具有人文社会科学素养和社会责任感。</p>	<p>课程目标 4: 能够在控制系统设计中体现精益求精的大国工匠精神和科技报国的家国情怀和使命担当。</p>	<p>高</p>

二、课程内容、学时分配及对毕业要求指标点的支撑

表 2.1 课程内容、学时分配及对毕业要求指标点的支撑

章节	内 容	讲 课	实 验	小 计	支撑课程目 标	支撑的毕业要 求指标点
第 1 章	1 概述 1.1 机电传动控制课程的意义和任务； 1.2 机电传动控制技术的发展； 1.3 电气控制技术的发展概况。	1	0	1	8-1	8-1
第 2 章	2 机电传动系统的动力学基础 2.1 机电传动系统的运动方程式及其意义； 2.2 多轴拖动系统中转矩折算的基本原则和方法； 2.3 典型生产机械的负载特性； 2.4 机电传动系统稳定运行的条件，学会用它来分析系统的稳定平衡点。 重点：机电传动系统稳定运行的条件 难点：系统的稳定平衡运行的判别	1	0	1	2-3	2-3
第 3 章	3 直流电机的工作原理及其特性 3.1 直流电机工作原理及特性；主要内容：结构、工作原理、固有特性。 3.2 直流电动机的人为特性；主要内容：启动、调速和制动的方法及各方法的优缺点和应用场合。 重点：直流电机的机械特性。 难点：直流电机的制动特性。	4	0	4	2-3	2-3
第 4 章	4 交流电动机的工作原理及其特性 4.1 了解异步电动机基本结构和原理，着重掌握异步电动机的工作原理、机械特性，掌握用机械特性的四象限法来分析异步电动机的运行状态；（难点） 4.2 了解单相异步电动机的启动方法和工作原理。 4.3 了解同步电动机的结构特点、工作原理、运行特性及启动方法；	4	0	4	2-3	2-3
第 5 章	5 控制系统常用低压电气 5.1 控制系统常用低压电器；主要内容：工作原理、作用、特点、表示符号； 5.2 继电器-接触器控制线路中基本控制环节； 5.3 常用低压电器基本控制线路。	4	0	4	3-3	3-3

	重点：常用低压电器基本控制线路 难点：互锁电路					
第 6 章	6 生产机械电气控制系统设计 6.1 电气图的常用符号、电气图的绘制原则； 6.2 电气原理图的阅读；主要内容：查线阅读法、分析阅读法。 6.3 电气控制线路设计的基本原则； 6.4 电气控制线路的设计方法；主要内容：经验设计法、逻辑设计法。 重点：电气控制线路的设计 难点：电气控制线路的逻辑设计	4	0	4	3-3	3-3 8-1
第 7 章	7 PLC 结构与工作原理 7.1 PLC 的特点、功能及基本结构组成； 7.2 PLC 的工作原理； 7.3 PLC 程序设计语言、性能指标及分类。 重点：PLC 的工作原理 难点：PLC 的工作原理	4	0	4	5-1	5-1
第 8 章	8 S7-200PLC 编程元件及指令系统 8.1 S7-200 系列 PLC； 8.2 S7-200 PLC 数据存储及基本编程元件； 8.3 S7-200 PLC 常用的指令系统。 重点：S7-200 PLC 常用的指令系统 难点：定时器、计数器	4	0	4	3-3 5-1	5-1
第 9 章	9 PLC 控制系统设计及应用 9.1 PLC 控制系统设计；主要内容：系统设计内容及方法、步骤； 9.2 熟练掌握 PLC 程序设计方法；主要内容：经验设计法、继电器控制线路转换法、逻辑设计法、顺序控制设计法。 9.3 PLC 控制系统设计的工程应用。 重点：PLC 控制系统设计 难点：逻辑设计法、顺序控制设计法	6	0	6	2-3 3-3 5-1	3-3 5-1 8-1
合 计		32	0	32		

三、达成课程目标的途径和措施

1. 采用的教学模式

(1) 采用启发式教学，激发学生创造性思维

在课堂教学中坚持启发式教学，以知识为载体，重点讲思路、讲方法，结合课程思维导图，引导学生通过探索进行学习，避免简单地“灌输型”传授知识，重在师生交流启发式地“教”，鼓励学生独立思考、大胆质疑，引导学生多方位、多角度地发现问题和解决问题，将传统的以教师为中心的课堂教学模式转变为以学生为主体的教学模式，活跃了课堂气氛，既调动了学生学习的积极性，培养了学生分析解决问题的思维方式和方法，从而实现课程目标 1 的达成。

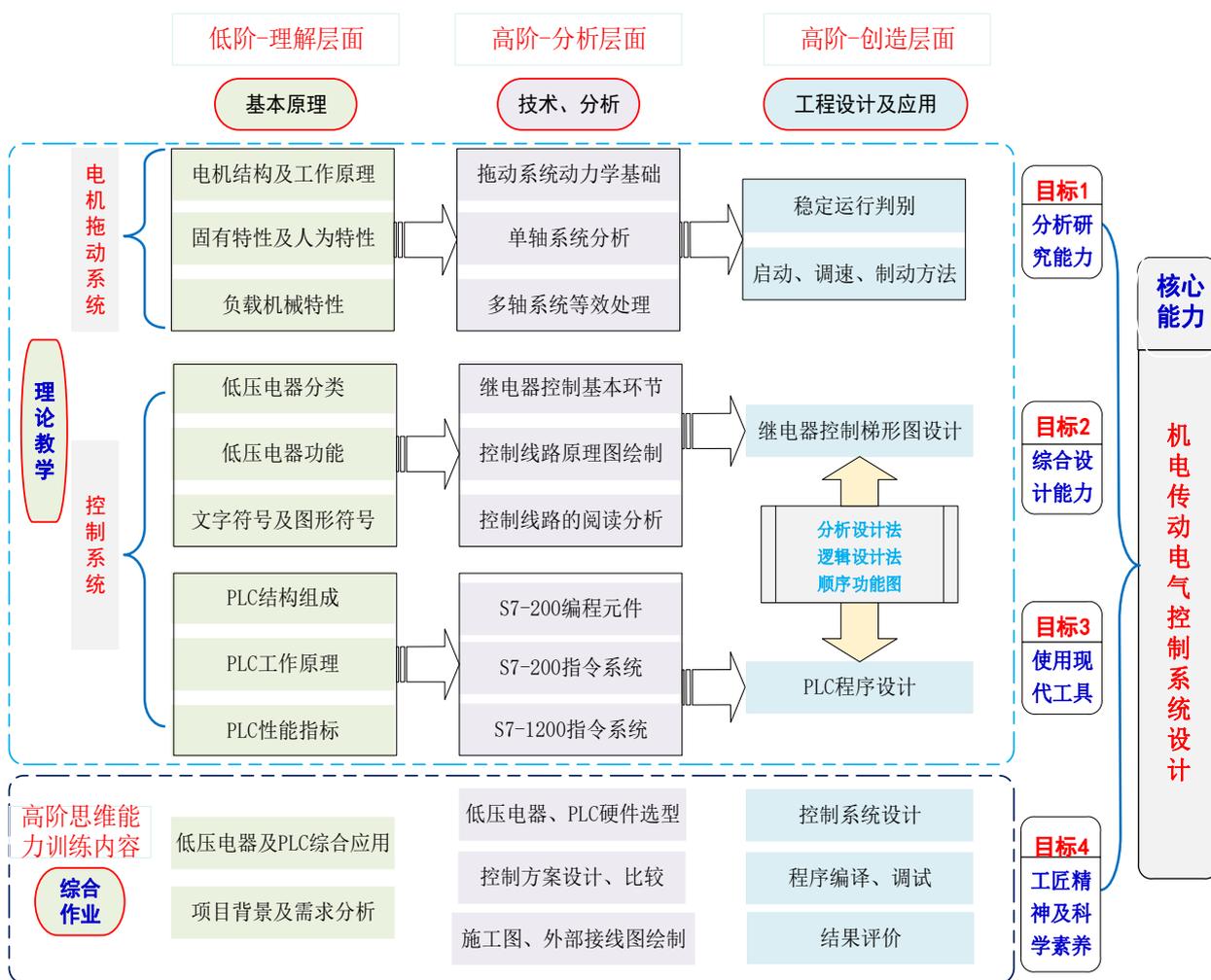


图 3.1 课程内容思维导图

(2) 采用混合式教学模式实现理论教学与实践教学的并行模式

课程开始即导入项目，课堂讲解项目需掌握的专业知识点。学生线上根据自己需要进行自主学习，线下主要进行分组讨论、考核评定。这种组织实施方式不仅能体现“以学生为中心”的教学理念，而且能极大地调动学生学习的积极性这主动性，培养学生分析问题、解决问题的能力，实现课

程目标 1、2 的达成。

(3) 通过综合作业实现编程器的编程、仿真，并反馈指导对梯形图的改进与优化

为加强《电气控制与 PLC》课程的理解和掌握，更深层次理解电气控制原理，掌握 PLC 常用指令的功能、编程方法，增强学生对控制系统的设计能力，学会编程器等现代工具对控制电路梯形图进行编程、仿真，并反馈指导对梯形图的改进与优化，通过安排一次综合作业来实现编程器等现代工具对控制电路梯形图进行编程、仿真能力。

综合作业应是机电一体化相关的低压电气控制系统设计，具体题目由任课教师拟定。学生应根据作业要求，在搜集、归纳、分析资料的基础上，明确系统的主要功能，确定实现系统主要功能的原理方案（接触器继电器控制、单片机控制、PLC 控制等），并对各种方案进行分析和评价、方案择优，给出设计的总体方案，进而完成电气控制方案设计；完成控制系统电气原理图设计、PLC 指令程序设计，通过编程器等现代工具对控制电路梯形图进行编程、仿真，并反馈指导对梯形图的改进与优化，从而实现课程目标 3 的达成。

(4) 引入项目教学法，开设研究型专题讨论课

为了满足不同层次人才的培养需求，发展学生的个性和爱好以及充分挖掘学生潜能，教学过程中适当引入项目教学法。结合科研项目，设计专题讨论课，使学生掌握根据功能要求构思多种机构方案，以及对已构思出的方案进行分析，找出存在的问题并加以改进；掌握题目中蕴含的基本概念，扩展课堂所学知识，学会设计原理的灵活运用，培养学生的思维方式和方法。通过选作一些从教师承担的科研工作中提炼出的设计题目，设置不同类型不同难度的设计题目、实验题目，使一部分优秀学生参与教师的部分科研活动，培养学生的综合能力。

2. 课程目标达成评价方法

课程目标是教学活动的出发点和归宿，课程目标达成度是衡量课堂教学效果的核心内容，课程目标达成评价是基于相关教学活动，通过对每位学生的考试或考核来衡量课程目标是否达成的一种手段，无论是对教学效果的评价、教学过程的调整，还是对教学的引领都具有重要的作用。

教学过程是包含一系列具体环节的动态过程。针对该课程的特点，除课堂理论教学外，还安排了适当的课后作业，各个教学环节均对课程目标的达成有直接的影响。因此，在评价中设立了 3 个考核环节，包括期末考试、课后作业、综合作业，综合考虑各个考核环节对课程目标达成影响程度的高低，设立了相应的权重，建立了相应的评价指标体系。在课程目标达成的评价方法上，采用了线性加权综合评价法，对各个考核环节的成绩进行线性加权综合，得到课程目标的达成度。

通过机电传动稳定平衡点判别，引申大国外交中国际矛盾的处理对社会稳定的贡献；从能源角度讲授轮毂电机在新能源汽车的应用背景——培养学生的忧患意识。

设置话题“中国为什么选择电动车”，通过传统车领域内燃机技术赶超难度、中国为何不鼓励发展混动等问题，引出打破石油依赖、打击石油美元、输出煤电技术等国家战略，培养国家情怀和民族自信。

从纵向历史与横向现实的维度出发，通过认识中国与世界发展的大势比较、中国特色与国际的

比较、历史使命与时代责任的比较，深化创新精神与工程伦理培育，激发终身学习的兴趣和必要性。

以广州南沙美的智能工厂视频观看为例，讨论其控制系统系统，进一步讨论中国制造 2025 进程中科研人员的责任和使命。

四、考核方式

1. 课程考核方式包括线上线下学习情况、课后作业、期末考试等。

2. 定量评价

本课程包含 3 个分课程目标，有 3 个考核方式，各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配如下：

表 4.1 各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配

课程目标	课程目标权重 P_i	考核方式评价权重 W_{ik}			考核方式在课程达成中的占比 $S_{ik}=P_i*W_{ik}$		
		学习情况	课后作业	期末考试	学习情况	课后作业	期末考试
1) 针对机电传动被控对象及控制系统，能够综合考虑电动机、生产机械特性及系统稳定性等复杂问题，进行起动、调速、制动等被控过程进行分析，从而选择适当的控制方案并得到有效结论；（支撑毕业要求指标点 2-3）	0.35	0.2	0.3	0.5	0.07	0.105	0.175
2) 在考虑社会、健康、安全、法律、文化及环境等因素的条件下，能够选择采用适当的低压电器、PLC 及设计方法（分析设计法、逻辑设计法、顺序控制设计法），进行控制系统的设计和结果评价，并在设计中体现一定的创新意识；（支撑毕业要求 3-3）	0.40	0.1	0.4	0.5	0.04	0.16	0.2
3) 能够正确使用编程软件等现代工具，对控制线路梯形图及 PLC 控制程序进行编程、仿真，并能根据反馈结论对梯形图程序进行改进；（支撑毕业要求 5-1）	0.15	0	0.5	0.5	0	0.075	0.075
4) 能够在控制系统设计中体现精益求精的大国工匠精神和科技报国的家国情怀和使命担当。（支撑毕业要求 8-1）	0.10	0.5	0	0.5	0.05	0	0.05
各环节对课程目标达成的贡献率 (M_k)					0.16	0.34	0.50

第 i 个分课程目标的评价基于各环节 k 的贡献加权求和，就是该分课程目标的达成度 A_i ，即

$$A_i = \sum G_{ik} \times W_{ik}$$

而多个分课程目标再根据比例加权求和，就得到本门课程的课程目标达成度 A 。

$$A = \sum A_i \times P_i$$

其中： k 表示不同的考核环节， i 表示不同的分课程目标；

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

W_{ik} 表示第 k 种评价方式对第 i 个课程目标百分占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

G_{ik} 表示第 k 种考核方式支撑第 i 个课程目标的达成度。

3. 定性评价

定性评价指利用学生的调查问卷进行课程目标达成情况评价，按照各课程目标分项设计合适的问卷，调查学生掌握知识及获得能力等课程目标达成情况。其中成绩均采用百分制统计，五级分制转换为百分制时，优对应 95 分，良对应 85 分，中对应 75 分，及格对应 65 分，不及格对应 55 分。

综合定性与定量评价结果，取最小量为最终评价结果。

五、评价标准：

5.1 课后作业评价标准

表 5.1 线上/线下学习情况评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100 分	75-89 分	60-74 分	0-59 分	
1) 针对机电传动被控对象及控制系统，能够综合考虑电动机、生产机械特性及系统稳定性等复杂问题，进行起动、调速、制动等被控过程进行分析，从而选择适当的控制方案并得到有效结论；（支撑毕业要求指标点 2-3）	按阅读章节、资料中的阅读材料总时长计分，总时长达到 240 分钟为满分。阅读材料包括专题、图书、期刊文献等。	按阅读章节、资料中的阅读材料总时长计分，总时长达到 200 分钟以上。阅读材料包括专题、图书、期刊文献等。	阅读章节、资料中的阅读材料总时长计分，总时长达到 160 分钟以上。阅读材料包括专题、图书、期刊文献等。	阅读章节、资料中的阅读材料总时长计分，总时长不足 160 分钟。	0.44
2) 在考虑社会、健康、安全、法律、文化及环境等因素的条件下，能够选择采用适当的电压电器、PLC 及设计方法（分析设计法、逻辑设计法、顺序控制设计法），进行控制系统的设计和结果评价，并在设计中体现一定的创新意识；（支撑毕业要求 3-3）	全部完成课程平台继电器、PLC 控制系统梯形图设计方法 32 个视频，单个视频分值平均分配，总时长 8 小时，满分 100 分。	完成部分视频学习，总时长介于 8—6 小时。	完成部分视频学习，总时长介于 6—4 小时。	完成部分视频学习，总时长少于 4 小时。	0.25

4) 能够在控制系统设计中体现精益求精的大国工匠精神 and 科技报国的家国情怀 and 使命担当。(支撑毕业要求 8-1)	针对控制系统设计中的相关理论点、知识点设置的工匠精神和科技报国互动讨论话题, 发表或回复等 5 个以上。	针对控制系统设计中的相关理论点、知识点设置的工匠精神和科技报国互动讨论话题, 发表或回复 4 个讨论。	针对控制系统设计中的相关理论点、知识点设置的工匠精神和科技报国互动讨论话题, 发表或回复 3 个讨论。	发表或回复 2 个及以下讨论。	0.31
--	--	---	---	-----------------	------

5.2 课后作业评价标准

表 5.2 课后作业评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100 分	75-89 分	60-74 分	0-59 分	
1) 针对机电传动被控对象及控制系统, 能够综合考虑电动机、生产机械特性及系统稳定性等复杂问题, 进行启动、调速、制动等被控过程进行分析, 从而选择适当的控制方案并得到有效结论; (支撑毕业要求指标点 2-3)	按时交作业; 基本概念正确、论述逻辑清楚; 层次分明、语言规范。综合作业研究对象、研究目的、采用的方法或技术路线、结果结论等, 阐述清楚详细。	按时交作业; 基本概念正确、论基本清楚; 语言较规范。综合作业研究对象、研究目的、采用的方法或技术路线、结果结论等, 阐述简要。	按时交作业; 基本概念基本正确、论述基本清楚; 语言较规范。综合作业研究对象、研究目的、采用的方法或技术路线、结果结论等, 阐述不完整。	不能按时交作业, 有抄袭现象; 或者基本概念不清楚、论述不清楚。综合作业研究对象、研究目的、采用的方法或技术路线、结果结论等, 阐述不完整且有较大遗漏。	0.31
2) 在考虑社会、健康、安全、法律、文化及环境等因素的条件下, 能够选择采用适当的电压电器、PLC 及设计方法(分析设计法、逻辑设计法、顺序控制设计法), 进行控制系统的设计和结果评价, 并在设计中体现一定的创新意识;(支撑毕业要求 3-3)	按时交作业; 能够应用相关知识分析解决实际工程问题, 论述逻辑清楚, 语言规范。综合作业设计方案合理, 有依据调研(计算)结果进行合理分析讨论、总结。在设计中体现一定的创新意识	能够应用相关知识分析解决实际工程问题, 论述清楚, 语言较规范。综合作业设计方案基本合理, 分析讨论、总结不够完整。	基本能够应用相关知识分析解决实际工程问题, 论述基本清楚, 语言较规范。综合作业设计基本完整, 分析讨论、总结与调研(计算)结果勉强关联。	不能按时交作业, 有抄袭现象; 或者基本概念不清楚、论述不清楚。综合作业设计不完整, 分析讨论、总结与调研(计算)结果无关联。	0.47
3) 能够正确使用编程软件等现代工具, 对控制线路梯形图及 PLC 控制程序进行编程、仿真, 并能根据反馈结论对梯形图程序进行改进;(支撑毕业要求 5-1)	编程逻辑性强, 能有效实现控制要求; 通过仿真、分析能反馈指导梯形图的改进与优化。	编程具有一定的逻辑性, 能实现的控制要求; 完成必要的仿真、分析。	编程逻辑性较差, 但能实现基本的控制要求; 基本完成必要的仿真。	编程不能实现基本的控制要求; 基本完成必要的仿真。	0.22

5.3 期末考试评价标准

表 5.3 期末考试评价标准（具体参见试卷评分标准）

基本要求	评价标准				权重
	90-100 分	75-89 分	60-74 分	0-59 分	
1) 针对机电传动被控对象及控制系统，能够综合考虑电动机、生产机械特性及系统稳定性等复杂问题，进行起动、调速、制动等被控过程进行分析，从而选择适当的控制方案并得到有效结论；（支撑毕业要求指标点 2-3）	基本概念判断问题正确，电机拖动工作过程论述正确，稳定性判别、语言简练。	基本概念判断问题基本正确，电机拖动工作过程论述正确。	基本概念、判断问题基本正确，电机拖动工作过程论述基本正确。	基本概念判断问题错误很多，电机拖动工作过程述不清或有原则性错误。	0.35
2) 在考虑社会、健康、安全、法律、文化及环境等因素的条件下，能够选择采用适当的电压电器、PLC 及设计方法（分析设计法、逻辑设计法、顺序控制设计法），进行控制系统的设计和结果评价，并在设计中体现一定的创新意识；（支撑毕业要求 3-3）	设计方法科学合理，所设计控制线路能有效实现对控制要求，逻辑性较强。	设计方法不够明确，梯形图具有一定的逻辑性，能实现基本的控制要求。	逻辑性较差，但能实现基本的控制要求。	设计方法盲目，不能全部实现基本的控制要求。	0.40
3) 能够正确使用编程软件等现代工具，对控制线路梯形图及 PLC 控制程序进行编程、仿真，并能根据反馈结论对梯形图程序进行改进；（支撑毕业要求 5-1）	程序流程正确，程序编写正确。	程序流程正确，程序编写基本正确。	程序流程基本正确，语言有瑕疵。	程序流程错误或关键语句错误。	0.15
4) 能够在控制系统设计中体现精益求精的大国工匠精神和科技报国的家国情怀和使命担当。（支撑毕业要求 8-1）	设置相关试题，回答正确。	相关试题的回答基本正确。	相关试题的回答部分正确。	相关试题的回答基本错误。	0.10

六、参考书目及学习资料（书名，主编，出版社，出版时间及版次）

1. 电机与电气控制及 PLC，赵俊生，原霞，翟建龙编著，电子工业出版社，2012 第二版；
2. 电气控制与 PLC，王建平编著，机械工业出版社，2012；
3. 现代电气控制及 PLC 应用技术，王永华编著，北京航空航天大学出版社，2008；
4. 可编程序控制器的编程方法与工程应用，廖常初编著，重庆大学出版社，2001。

制定人：赵俊生

审定人：刘波

批准人：赵俊生

2017 年 8 月 10 日

表 1-1 毕业要求观测点与课程目标的关联性

毕业要求观测点	课程目标	关联度
1-4: 能够将专业基础理论、专业知识, 能将其用于解决机电产品及系统的设计与控制等复杂工程问题方案的比较、优化、改进。	课程目标 1: 具备对液压系统性能进行分析及性能评价的流体计算知识	高
3-2: 能够在考虑健康、安全、法律及环境等约束条件下, 设计满足特定需求的机电产品、零部件(单元), 并在设计中体现出创意。	课程目标 2: 能够利用典型液压传动系统的工作原理对液压基本回路进行分析, 具备液压气压传动工程问题的多种方案的分析能力, 并通过文献研究获得可替代的解决方案	高
3-2: 能够在考虑健康、安全、法律及环境等约束条件下, 设计满足特定需求的机电产品零、部件(单元), 并在设计中体现出创意。	课程目标 3: 能够设计满足特定工程需求的液压传动系统或单元, 具备一定的分析和解决问题的能力。	中

二、课程内容、学时分配及对毕业要求指标点的支撑

章节	内 容	讲 课	实 验	小 计	支撑课程目 标	支撑的毕业要 求指标点
	<p>绪论</p> <p>绪论；主要内容：液压与气压传动的研究对象、工作原理、系统组成、优缺点、应用及发展。</p> <p>重点：液压与气压传动的研究对象、工作原理、系统组成、优缺点。</p> <p>难点：液压与气压传动的工作原理与优缺点。</p>	2		2	1	1-4
第 1 章	<p>1 液压传动基础知识</p> <p>1.1 液压传动工作的介质；主要内容：液压传动工作介质的性质、液压传动对工作介质的要求、液压传动工作介质的分类和选用、液压系统的污染控制。</p> <p>1.2 液压静力学；主要内容：液压静力及其性质、液体静压力基本方程、压力的表示及单位、帕斯卡原理、液体静压力对固定壁面的作用力。</p> <p>1.3 液体力学；主要内容：液体力学基本概念、连续性方程、伯努利方程、动量方程。</p> <p>1.4 定常管流的压力损失计算；主要内容：流态、雷诺数、液体在直管中流动时的压力损失、局部压力损失、管路系统中的总压力损失与压力效率。</p> <p>1.5 孔口和缝隙流动；主要内容：孔口液流特性、缝隙液流特性。</p> <p>1.6 空穴现象；主要内容：油液的气体分离压和饱和蒸汽压、节流口处的空穴现象、减小空穴现象的措施。</p> <p>1.7 液压冲击相关知识；主要内容：液压冲击产生的原因、液压突然停止运动时产生的液压冲击、运动部件制动时产生的液压冲击、减少液压冲击的措施。</p> <p>重点：液压传动工作的介质、液压静力学、液体力学、定常管流的压力损失计算、孔口和缝隙流动。</p> <p>难点：液体力学基本概念、连续性方程、伯努利方程、动量方程。</p>	6		6	1	1-4
第 2 章	<p>2 液动力元件</p> <p>2.1 液压泵的概述知识；主要内容：液压泵工作原理及特点、液压泵的主要性能参数。</p>	4		4	1	1-4

	<p>2.2 齿轮式液压泵；主要内容：外啮合齿轮泵、螺杆泵与内啮合齿轮泵工作原理、优缺点、主要性能。</p> <p>2.3 叶片式液压泵；主要内容：单作用叶片泵、双作用叶片泵、双极叶片泵和双联叶片泵、限压式变量叶片泵工作原理、优缺点、主要性能。</p> <p>2.4 柱塞式液压泵；主要内容：径向柱塞泵、轴向柱塞泵工作原理、优缺点、主要性能。</p> <p>2.5 液压泵的噪声；主要内容：产生噪声的原因、降低噪声的措施。</p> <p>2.6 液压泵的选用；主要内容：液压泵的选用。</p> <p>重点：齿轮式液压泵、叶片式液压泵和柱塞式液压泵工作原理、优缺点、主要性能，液压泵的噪声、液压泵的选用。</p> <p>难点：齿轮式液压泵、叶片式液压泵和柱塞式液压泵工作原理、优缺点、主要性能。</p>					
第 3 章	<p>3 液压传动执行元件</p> <p>3.1 液压马达；主要内容：液压马达的特点及分类、液压马达的工作原理、液压马达的基本参数和基本性能。</p> <p>3.2 液压缸；主要内容：液压缸的分类、液压缸的典型结构和组成、液压缸的设计和计算。</p> <p>重点：液压马达、液压缸分类、工作原理、基本参数和基本性能、液压缸的设计和计算。</p> <p>难点：液压马达、液压缸工作原理及液压缸的设计和计算。</p>	2	2	1	1-4	
第 4 章	<p>4 液压控制元件</p> <p>4.1 概述；主要内容：液压控制元件的分类等。</p> <p>4.2 方向控制阀；主要内容：单向阀、换向阀的工作原理及符号。</p> <p>4.3 压力控制阀；主要内容：溢流阀的基本结构及其工作原理、减压阀、顺序阀、压力继电器简介。</p> <p>4.4 流量控制阀；主要内容：流量控制原理及节流口形式、普通节流阀工作原理及特点。</p> <p>4.5 叠加式液压阀；主要内容：叠加式溢流阀、叠加式调速阀简介。</p> <p>4.6 二通插装阀；主要内容：插装式锥阀的工作原理及基本组成、插装式锥阀用作方向控制阀、插装式锥阀用作压力控制阀、插装式锥阀用作流量控制阀。</p> <p>4.7 液压阀的连接；主要内容：管式连接、板式连接、集成快式、叠加阀式</p> <p>重点：方向控制阀、压力控制阀、流量控制阀、叠加式液压阀、二通插装阀。</p>	4	4	1	1-4	

	难点: 方向控制阀、压力控制阀、流量控制阀、叠加式液压阀、二通插装阀。					
第 5 章	5 液压辅助元件 5.1 管路和管接头；主要内容：管路、管接头形式。 5.2 油箱；主要内容：油箱功用和结构、设计时的注意事项。 5.3 过滤器；主要内容：过滤器的功用和基本要求、过滤器的形式、过滤器的选用和安装。 5.4 密封装置；主要内容：对密封装置的要求、密封装置的类型和特点。 5.5 蓄能器；主要内容：蓄能器的类型和结构、蓄能器的功用、蓄能器容量计算、蓄能器的安装。 重点: 油箱功用和结构、设计时的注意事项、蓄能器的功用、蓄能器容量计算。 难点: 油箱的设计、蓄能器容量计算。				2	2-3
第 6 章	6 液压传动系统基本回路 6.1 压力控制回路；主要内容：调压回路、减压回路、增压回路、卸荷回路、保压回路、平衡回路工作原理。 6.2 速度控制回路；主要内容：调速回路、快速运动回路、速度换向回路工作原理。 6.3 多执行元件控制回路；主要内容：顺序动作回路、同步回路多缸快慢速互不干扰回路工作原理。 6.4 其他回路；主要内容：锁紧回路、节能回路工作原理。 重点: 压力控制回路、速度控制回路、多执行元件控制回路工作原理。 难点: 压力控制回路、速度控制回路、多执行元件控制回路工作原理。	6	5	1		1-4
第 7 章	7. 典型液压传动系统分析 7.1 组合机床动力滑台液压系统；主要内容：YT4543 型动力滑台液压系统的工作原理及特点。 7.2 万能外圆磨床液压系统；主要内容：外圆磨床工作台换向回路、M1432 万能外圆磨床液压系统的工作原理及特点。 7.3 液压压力机液压系统；主要内容：YB32-200 型液压压力机液压系统的工作原理及特点。 7.4 堆码机液压系统；主要内容：堆码机液压系统的工作原理及特点。 重点: 组合机床动力滑台液压系统、万能外圆磨床液压系统、液压压力机液压系统工作原理	4	4	2		2-3

	<p>及特点。</p> <p>难点: 万能外圆磨床液压系统、液压压力机液压系统工作原理。</p>					
第 8 章	<p>8. 液压传动系统设计与计算</p> <p>8.1 明确设计要求、进行工况分析；主要内容：明确设计要求、进行工况分析。</p> <p>8.2 拟定液压系统原理图；主要内容：拟定液压执行元件的类型、液压回路的选择、液压回路的综合。</p> <p>8.3 液压元件的计算和选择；主要内容：液压泵的选择、阀类元件的选择、液压辅助元件的选择。</p> <p>8.4 系统的性能验算；主要内容：液压系统压力损失的验算、液压系统发热温升的验算。</p> <p>8.5 绘制工作图和编制技术文件；主要内容：绘制工作图、编写技术文件。</p> <p>8.6 设计计算举例；主要内容：负载分析、负载图和速度图的绘制、液压缸主要参数的确定、液压系统图的拟定、液压元件的选择、液压系统的性能验算。</p> <p>重点: 拟定液压系统原理图、液压元件的计算和选择、系统的性能验算。</p> <p>难点: 设计计算举例</p>	2	2	2、3	2-3、3-2	
第 9 章	<p>9 气压传动</p> <p>9.1 空气的物理性质；主要内容：空气性质、湿空气、气体体积的易变特性。</p> <p>9.2 气压传动基础知识；主要内容：理想气体的状态方程、理想气体的状态变化过程。</p> <p>9.3 气压传动能源元件和辅助元件；主要内容：气源装置、气源净化装置、其他辅助元件。</p> <p>9.4 气压传动执行元件；主要内容：气缸、气动马达。</p> <p>9.5 气压传动调节与控制元件；主要内容：方向控制阀、压力控制阀、流量控制阀、气动逻辑元件气动比例阀和气动伺服阀。</p> <p>9.6 气压传动基本回路；主要内容：换向回路、速度控制回路吧、压力控制回路、气液联动回路、计数回路、延时回路、安全保护和操作回路、顺序动作回路。</p> <p>重点: 气压传动基础知识、气压传动基本回路。</p> <p>难点: 换向回路、速度控制回路吧、压力控制回路、气液联动回路、计数回路、延时回路、安全保护和操作回路、顺序动作回路。</p>	2	2	1	1-4	
合 计		32	32			

三、达成课程目标的途径和措施

液压与气压传动是一门系统性很强的课程，无论对学生的思维素质、创新能力、科学精神以及在工作中解决实际问题的能力的培养，还是对后继课程的学习，都具有十分重要的作用。它是研究液压与气压传动作为一种基本的传动形式的理论基础和实际运用，具有概念、名词术语、图形符号多，内容抽象，回路图复杂，实践性强等特点。

教师授课时要把握主线，引导学生学习四大模块：液压和气动基础、液压与气动元件、液压与气动基本回路、液压与气动系统。主要采用互动式教学，多媒体教学手段，结合工程实际，运用项目驱动教学法，要求学生根据所学知识分析液压和气动系统，进而达到设计的要求，使学生具备相关知识和方法的实际应用能力。

1) 课堂情况：使用线上教学方式在课堂上增加一些填空、简答、选择或讨论题，考察学生对基础知识的掌握情况，以及运用基础知识分析设计系统的能力，在保证讲课进度的同时，活跃课堂的气氛；(达成课程目标 1)

2) 课后作业着重选择教材课后作业，着重在分析回路和系统、计算选择液压气动元件等方面。课程结束后要求学生绘制该课程体系的思维导图，系统复习该课程的知识点。(达成课程目标 1、2)

3) 采用大作业的形式，在课程开始之初让学生以小组为单位查找现实生活中使用液压传动的一个实际装备，如建筑工地常见的液压挖掘机、起重机、平面磨床、汽车转向器等。随着教学内容的开展，学生仍以小组为单位结合所学的知识去了解前期调研的装备，全面掌握该装置的功能、工作原理、结构和系统特点等等，同时要进行检查；每一小组用 PPT 来汇报，大家要相互帮助团结协作才能取得好成绩。每组选择的对象不同，大家可以相互学习，在学到专业知识的同时，增强了学生的综合能力、分析能力、自学能力、动手能力和团队协作能力等。(达成课程目标 1、3)

4) 通过挖掘液压气压传动控制发展过程中做出突出贡献的国内外杰出人物的事迹，培养学生运用科学方法探索求证未知领域的科学素养，勇于担当的工匠精神。课程可挖掘未来机电液一体化控制以及智能制造的案例，让学生树立安全意识，培育爱国主义精神、团结协作的品质。

四、考核方式

1. 考核方式

考核方式包括课堂情况（线上教学测试和随堂测试）、课后作业、大作业和期末考试 4 个环节。

2. 定量评价

本课程包含 3 个分课程目标，有 4 个考核方式，各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分

配如下：

课程 目标	分课程目标 权重（本列 总和为1） P_i	各考核方式评价比例分配				各考核方式在课程达成中的占比			
		（每行总和为1） W_{ik}				$S_{ik}=P_i*W_{ik}$			
		课堂 情况	课后 作业	大作业	期末 考试	课堂 情况	课后 作业	大作业	期末 考试
1	0.45	0.2	0.2	0	0.60	0.09	0.09	0.00	0.27
2	0.25	0	0.4	0.2	0.40	0	0.10	0.05	0.10
3	0.30	0	0	1.0	0	0	0	0.3	0
各考核环节对课程目标达成的贡献率						0.09	0.19	0.35	0.37

那么第 i 个分课程目标的评价基于各环节 k 的贡献加权求和，就是该分课程目标的达成度 A_i ，
即

$$A_i = \sum G_{ik} \times W_{ik} \quad 4-1$$

而多个分课程目标再根据比例加权求和，就得到本门课程的课程目标达成度 A 。

$$A = \sum A_i \times P_i \quad 4-2$$

其中： k 表示不同的考核环节， i 表示不同的分课程目标；

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

W_{ik} 表示第 k 种评价方式对第 i 个课程目标百分占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

G_{ik} 表示第 k 种考核方式支撑第 i 个课程目标的达成度。

3. 定性评价

定性评价指利用学生的调查问卷进行课程目标达成情况评价，按照各课程目标分项设计合适的问卷，调查学生掌握知识及获得能力等课程目标达成情况。其中成绩均采用百分制统计，五级分制转换为百分制时，优对应 95 分，良对应 85 分，中对应 75 分，及格对应 65 分，不及格对应 55 分。

由以上获得的课程目标达成度定量评价与定性评价结果，在达成度分析报告中，运用多元评价法来进行综合评价，结合实际教学过程，找出本轮教学中的不足，提出改进方案，并将用于下一轮教学的改进中。

五、评价标准

5.1 课堂情况评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100分	75-89分	60-74分	0-59分	
能够解释并比较液压和气动元件的工作原理、特点、应用；叙述液压和气动回路的功能、组成和特点；分析机械行业先进的、典型的液压和气动回路与系统；（支撑毕业要求指标点 1-4）	基本概念正确，微助教小测试正确率位居全班前 20%。	基本概念正确，微助教小测试正确率位居全班 21%-50%。	概念基本正确，微助教小测试正确率位居全班 71%-90%。	基本概念不清楚，微助教小测试正确率位居全班 90%之后。	1

5.2 作业评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100分	75-89分	60-74分	0-59分	
能够解释并比较液压和气动元件的工作原理、特点、应用；叙述液压和气动回路的功能、组成和特点；分析机械行业先进的、典型的液压和气动回路；（支撑毕业要求指标点 1-4）	按时交作业；根据作业评分标准判分 ≥ 90 分。	按时交作业；根据作业评分标准判分 75-89 分之间。	按时交作业；根据作业评分标准判分 60-74 分之间。	不能按时交作业，有抄袭现象，或根据作业评分标准判分 < 60 分。	0.47
能够运用所学的液压和气动知识，针对机械专业复杂流体传动问题设计正确的解决方案；能够在设计过程中体现创新意识，综合考虑社会、安全以及环境等因素。（支撑毕业要求指标点 3-2）	按时交作业；选择元件和设计系统准确，并能考虑实际问题。	按时交作业；选择元件和设计系统正确，并能一定程度上考虑实际问题。	按时交作业；选择元件和设计系统基本正确，但不能考虑实际问题。	不能按时交作业，有抄袭现象；选择元件和设计系统不正确。	0.53

5.3 大作业评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100分	75-89分	60-74分	0-59分	
能够解释并比较液压和气动元件的工作原理、特点、应用；叙述液压和气动回路的功能、组成和特点；分析机械行业先进的、典型的液压和气动回路与系统；（支撑毕业要求指标点 2-3）	对所选项目的工作原理和结构特点描述正确、合理，答辩材料准备充分、PPT 制作精美。	对所选项目的工作原理和结构特点描述合理，答辩材料准备完整，PPT 制作良好。	对所选项目的工作原理和结构特点描述基本合理，答辩材料准备比较完整。	对所选项目的工作原理和结构特点描述不合理，答辩材料准备不完整。	0.73
能够就所选项目的液压或气动系统的工作原理和结构特点，协调、组织成员根据工程需要讨论确定合理的设计方案，并搭建回路、验证实验方案、撰写报告和答辩。（支撑毕业要求指标点 3-2）	项目完成过程中起主要作用，小组分工明确，配合默契，答辩时能够主导或引领小组成员。	项目完成过程中积极参与，答辩时能够思路清晰、能协助完成工作。	参与了项目，答辩时能够与其他成员互动，补充。	答辩思路不清晰；项目参与度低或不参与。	0.27

5.4 期末考试评价标准

考试评价标准以每年的“试题答案及评分标准”为准，各课程目标考核权重按照：课程目标 1：课程目标 2=0.73：0.27。

基本要求	评价标准				权重
	90-100 分	75-89 分	60-74 分	0-59 分	
能够解释并比较液压和气动元件的工作原理、特点、应用；叙述液压和气动回路的功能、组成和特点；分析机械行业先进的、典型的液压和气动回路；（支撑毕业要求指标点 1-4）	见《试题答案与评分标准》	见《试题答案与评分标准》	见《试题答案与评分标准》	见《试题答案与评分标准》	0.73
能够解释并比较液压和气动元件的工作原理、特点、应用；叙述液压和气动回路的功能、组成和特点；分析机械行业先进的、典型的液压和气动回路与系统；（支撑毕业要求指标点 2-3）	见《试题答案与评分标准》	见《试题答案与评分标准》	见《试题答案与评分标准》	见《试题答案与评分标准》	0.27

六、参考书目及学习资料（书名，主编，出版社，出版时间及版次）

1. 液压与气压传动，左健民，机械工业出版社，2012 年 6 月第四版；
2. 液压与气压传动，李兵、黄方平，华中科技大学出版社，2016 年 1 月第二版；
3. 沈兴全主编. 液压传动技术. 国防工业出版社. 2013 年 5 月第 4 版

制定人：刘璐

审定人：张纪平

批准人：赵俊生

2017 年 7 月 11 日

《数控技术》课程教学大纲

课程类别：专业教育课程

英文名称：Numerical control

开课单位：机械工程学院

课程编号：B03020307

课程性质：专业必修课

总学时：24

实验：0

学分：1.5

适用专业：机械电子工程

先修课程：画法几何与机械制图、机械设计基础

大纲修订时间：2017.7

一、课程性质与教学目标

（一）课程性质与任务

本课程为机械电子工程专业的必修专业教育课。通过本课程的学习，学生能够获取用于解决数控机床这一典型机电产品的设计与控制方案的专业基础理论和专业知识，并能在考虑健康、安全、法律及环境等约束条件下，通过编程控制数控机床，并体现一定的创新意识。进而增强对公众安全、健康以及环境保护的社会责任意识，并在自觉数控加工行业中履行责任。通过学习本课程可以融汇机械电子工程专业的基础知识，并将其应用于解决具体工程问题之中，培养专业技能；学生通过学习总结归纳数控机床这一典型机电设备的控制系统、伺服系统、检测系统、机械本体系统以及各系统之间的联系，思考并认知如何通过编程控制数控机床，可以总结出其它机电设备的组成。

本课程综合了计算机技术、自动控制、电气传动、精密测量、机械制造等多学科的最新技术，特别重视学生理论联系实际能力的培养。

（二）课程目标

课程目标 1：学生通过学习该课程并融汇之前所学基础知识，具备用于解决数控机床这一典型机电产品的设计与控制方案的评价、优化及改进所需的专业基础理论和专业知识。（支撑毕业要求 1-4）

课程目标 2：能够在考虑健康、安全、法律及环境等约束条件下，通过编程控制数控机床，并体现一定的创新意识。（支撑毕业要求 3-3）

课程目标 3：理解数控加工对公众安全、健康、福祉以及环境保护的社会责任，能够在产品加工和制造工艺实践中履行责任。（支撑毕业要求 8-3）

表 1.1 毕业要求观测点与课程目标的关联性

毕业要求二级指标	课程目标	关联度
<p>1-4: 具备用于解决机电产品及系统的设计与控制等复杂工程问题方案的比较、优化、改进的专业基础理论和专业知识。</p>	<p>课程目标 1: 学生通过学习该课程并融汇之前所学基础知识, 具备用于解决数控机床这一典型机电产品的设计与控制方案的评价、优化及改进所需的专业基础理论和专业知识。</p>	<p>高</p>
<p>3-3: 能够在考虑健康、安全、法律及环境等约束条件下, 进行机电系统或控制流程设计, 并体现一定的创新意识。</p>	<p>课程目标 2: 能够在考虑健康、安全、法律及环境等约束条件下, 通过编程控制数控机床, 并体现一定的创新意识。</p>	<p>高</p>
<p>8-3: 理解工程师对公众安全、健康、福祉以及环境保护的社会责任, 能够在机电装备制造业及相关行业工程实践中自觉履行责任。</p>	<p>课程目标 3: 理解数控加工对公众安全、健康、福祉以及环境保护的社会责任, 能够在产品加工和制造工艺实践中履行责任。</p>	<p>中</p>

二、课程内容、学时分配及对毕业要求指标点的支撑

章节	内 容	讲课	实验	小计	支撑课程目标	支撑毕业要求指标点
第 1 章	<p>1 数控技术概述</p> <p>§ 1.1 数控机床的产生与发展；</p> <p>§ 1.2 数控机床的组成与分类；</p> <p>本章讲授要点：数控机床的产生、发展、组成、分类。</p> <p>难点：讲明数控机床是集合了所学专业知 识并将其融汇。</p>	2	0	2	1、2	1-4、3-3
第 2 章	<p>2 计算机数控(CNC)装置</p> <p>§ 2.1 CNC 装置的作用、组成和特点；</p> <p>§ 2.2 典型 CNC 系统；</p> <p>本章讲授要点：CNC 装置的作用、组成。</p> <p>重点：CNC 与计算机的通信、PLC 模块的作用。</p>	2	0	2	1	1-4
第 3 章	<p>3 数控检测装置</p> <p>§ 3.1 旋转变压器的组成和工作原理及应用；</p> <p>§ 3.2 感应同步器的组成和工作原理及应用；</p> <p>§ 3.3 光栅的组成和工作原理；</p> <p>§ 3.4 磁栅的组成和工作原理和应用。</p> <p>讲授要点：对检测装置的要求及各检测元件原理、组成和应用。</p> <p>难点：旋转变压器的工作原理、感应同步器的原理</p>	2	0	2	1	1-4
第 4 章	<p>4 数控伺服系统</p> <p>§ 4.1 伺服系统的驱动元件，伺服系统的基本组成和分类；</p> <p>§ 4.2 进电动机、直流电动机、交流电动机和直线电动机的工作原理</p> <p>讲授要点：伺服系统的组成、分类、步进电机、直流电机、交流电机、直线电机。</p>	2	0	2	1	1-4

	重点: 步进电机、直流电机、交流电机及其驱动装置 难点: 电机的驱动					
第 5 章	5 数控机床的机械结构 § 5.1 数控机床的总体布局; § 5.2 数控机床的主传动系统、进给传动系统、导轨、自动换刀装置和回转工作台的工作原理和工作方式; 讲授要点: 机床的总体布局、主传动系统、进给传动系统、导轨、自动换刀装置和回转工作台 重点: 主传动系统、进给传动系统、导轨	2	0	2	2	3-3
第 6 章	6 数控加工编程 § 6.1 数控编程的基础知识, 重点是机床坐标系的建立; § 6.2 工艺分析与数值计算; § 6.3 数控车床编程基础; § 6.4 数控铣床编程基础; 重点: 数控车床编程基础、数控铣床编程基础 难点: 工艺分析与数值计算	12	0	12	2、3	3-3、8-3
第 7 章	7 数控系统插补原理和数据处理 (2 学时) § 7.1 插补基本原理; § 7.2 逐点比较插补法和数字积分插补法; 重点: 逐点比较插补法 难点: 数字积分插补法	2	0	2	1	1-4
合计		24	0	24		

三、达成课程目标的途径和措施

1、把握课程主旨，引导学生自主构建有关数控技术的知识体系、培养思考工程问题并自主解决问题的能力。

2、采用多媒体教学手段，配合例题的讲解及适当的思考题，保证讲课进度的同时，注意学生的掌握程度和课堂的气氛；

3、鼓励学生自主学习，结合实际，具备运用相关知识和方法解决实际问题的能力。

四、考核方式

1. 课程考核方式包括课后作业情况、课堂情况和期末考试等。

2. 定量评价

本课程包含 i 个分课程目标，有 k 个考核方式，各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配如下：

表 4.1 各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配

课程目标	分课程目标权重 (本列总和为1) $\sum P_i=1$	各考核方式评价比例分配 (每行总和为1) $\sum W_{ik}=1$			各考核方式在课程目标达成中的占比 (所有行列总和为1) $\sum \sum S_{ik}=1$ $S_{ik}=P_i \times W_{ik}$		
		课后作业	课堂情况	期末考试	课后作业	课堂情况	期末考试
1	0.4	0.4	0.1	0.5	0.16	0.04	0.20
2	0.5	0.4	0.1	0.5	0.20	0.05	0.25
3	0.1	0.6	0.4	0	0.06	0.04	0
各考核环节对课程目标达成的贡献率					0.42	0.13	0.45

那么第 i 个分课程目标的评价基于各环节 k 的贡献加权求和，就是该分课程目标的达成度 A_i ，即

$$A_i = \sum G_{ik} \times W_{ik} \quad 4-1$$

而多个分课程目标再根据比例加权求和，就得到本门课程的课程目标达成度 A 。

$$A = \sum A_i \times P_i \quad 4-2$$

其中： k 表示不同的考核环节， i 表示不同的分课程目标；

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

W_{ik} 表示第 k 种评价方式对第 i 个课程目标百分占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

G_{ik} 表示第 k 种考核方式支撑第 i 个课程目标的达成度。

3. 定性评价

定性评价指利用学生的调查问卷进行课程目标达成情况评价，按照各课程目标分项设计合适的问卷，调查学生掌握知识及获得能力等课程目标达成情况。其中成绩均采用百分制统计，五级分制转换为百分制时，优对应 95 分，良对应 85 分，中对应 75 分，及格对应 65 分，不及格对应 55 分。综合定性与定量评价结果，取最小量为最终评价结果。

五、评价标准

5.1 课堂情况评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100 分	75-89 分	60-74 分	0-59 分	
学生通过学习该课程并融汇之前所学基础知识，具备用于解决数控机床这一典型机电产品的设计与控制方案的评价、优化及改进所需的专业基础理论和专业知识。	能够应用相关知识分析解决实际工程问题，论述逻辑清楚，语言规范。	能够应用相关知识分析解决实际工程问题，论述清楚，语言较规范。	基本能够应用相关知识分析解决实际工程问题，论述基本清楚，语言较规范。	基本概念不清楚甚至错误、论述不清楚。	0.38
能够在考虑健康、安全、法律及环境等约束条件下，通过编程控制数控机床，并体现一定的创新意识。	基本概念正确、论述逻辑清楚；层次分明、语言规范，程序编写基本无误	基本概念正确、论基本清楚；语言较规范，程序编写错误较少。	基本概念基本正确、论述基本清楚；语言较规范，看读懂程序。	基本概念不清楚甚至错误、原理论述不清楚，看不懂程序。	0.48
理解数控加工对公众安全、健康、福祉以及环境保护的社会责任，能够在产品加工和制造工艺实践中履行责任。	能通找出工程问题的核心与关键点，并总结出文献检索关键词。	能通过问题关键词进行文献检索，可以对文献分析和借鉴。	能通过问题关键词进行文献检索，但对文献分析和借鉴能力不足。	不能通过问题关键词进行文献检索。	0.14

5.2 作业评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100分	75-89分	60-74分	0-59分	
学生通过学习该课程并融汇之前所学基础知识,具备用于解决数控机床这一典型机电产品的设计与控制方案的评价、优化及改进所需的专业基础理论和专业知识。	按时交作业;能够应用相关知识分析解决实际工程问题,论述逻辑清楚,书写规范。	按时交作业;能够应用相关知识分析解决实际工程问题,论述清楚,书写较规范。	按时交作业;基本能够应用相关知识分析解决实际工程问题,论述基本清楚,书写较规范。	不能按时交作业,有抄袭现象;或者基本概念不清楚、论述不清楚。	0.31
能够在考虑健康、安全、法律及环境等约束条件下,通过编程控制数控机床,并体现一定的创新意识。	按时交作业;基本概念正确、论述逻辑清楚;层次分明、书写规范,程序无误。	按时交作业;基本概念正确、论述基本清楚;书写较规范,程序基本无误。	按时交作业;基本概念基本正确、论述基本清楚;书写较规范,程序存在少量错误。	不能按时交作业,有抄袭现象;或者基本概念不清楚、论述不清楚,程序错误。	0.38
理解数控加工对公众安全、健康、福祉以及环境保护的社会责任,能够在产品加工和制造工艺实践中履行责任。	能够有针对性的检索文献;并对文献进行综述和合理借鉴;提出合理的解决方案。	能够较有针对性的检索文献;并对文献进行综述和合理借鉴;提出出较为合理的解决方案。	检索文献存在部分不相关或针对性不强;对文献进行了综述和借鉴,提出了问题解决方案。	检索文献不相关或针对性不强;或者没对文献进行综述和借鉴;或者无法提出问题解决方案。	0.31

5.3 考试评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100分	75-89分	60-74分	0-59分	
学生通过学习该课程并融汇之前所学基础知识,具备用于解决数控机床这一典型机电产品的设计与控制方案的评价、优化及改进所需的专业基础理论和专业知识。	面向某些工程问题能熟练正确运用相关知识对工程问题能给予合理的解决方案。	面向某些工程问题能熟练运用相关知识对工程问题给予分析、指导和适当的方案。	面向某些工程问题能运用相关知识对工程问题给予适当的指导与评价。	面向某些工程问题不能运用相关知识对工程问题进行分析。	0.44
能够在考虑健康、安全、法律及环境等约束条件下,通过编程控制数控机床,并体现一定的创新意识。	能清晰的用专业术语表述数控机床这一典型机电设备的组成和各组成系统间的关系,并准确编程。	能的表述数控机床这一典型机电设备的组成和各组成系统间的关系,并且编程错误较少。	能用自己的话简要说明数控机床这一典型机电设备的组成和各组成系统间的关系,编程存在少量错误。	不能的表述数控机床这一典型机电设备的组成和各组成系统间的关系,或编程错误。	0.56

六、参考书目及学习资料（书名，主编，出版社，出版时间及版次）

- [1] 中北大学：《机械电子工程专业本科培养方案》（2017版），2017年.
- [2] 董玉红：《数控技术》，北京：高等教育出版社.
- [3] 李郝林：《机床数控技术》第二版，北京：机械工业出版社，2007年.
- [4] 罗学科：《数控原理与数控机床》，北京：化学工业出版社，2004年.
- [5] 何雪明：《数控技术》，武汉：华中科技大学出版社，2006.
- [6] 朱晓春：《数控技术》，北京：机械工业出版社，2007年.

制定人： 骆庆群

审定人： 原霞

批准人： 赵俊生

2017年 8月 10日

《机电一体化系统设计》教学大纲

课程类别：专业教育课程

英文名称：Mechatronics System Design

开课单位：机械工程学院

课程编号：B03020305

课程性质：专业必修

总学时：32

实验：0

学 分：2

适合专业：机械电子工程

先修课程：信号与系统、机械设计基础、测试与传感技术、计算机原理与接口技术、电气控制与PLC

大纲编写（修订）时间：2019.9

一、课程性质与教学目标

（一）课程性质与任务

本课程是机械电子工程专业的专业基础课，也是该专业的一门主干技术专业课程。

机电一体化是一门综合性的学科，涉及到机械、电子、信息、自动控制等多学科领域。学习机电一体化系统的设计理论、方法和应用，对培养学生设计能力、新产品的开发能力，提高学生的工程意识、工程素质及工程能力具有十分重要的作用。

（二）课程目标

课程目标 1. 能够对机电一体化系统设计中涉及的传动机构支撑部件等机械部件、传感检测元件选型、控制系统的元器件选型和接口进行对比分析，进而确定涉及方案。（支撑毕业要求 2-3）

课程目标 2. 能够建立机械电子系统总体设计、分析、选型、系统搭建理念，并通过数据分析和信息综合，能够研究机电产品和系统的设计、制造等复杂工程问题。（支撑毕业要求 3-1）

课程目标 3. 通过机电一体化系统相关知识的综合应用，能够提高对相关技术问题的理解能力、归纳总结的能力和提出问题的能力具备，从而提高终身学习能力。（支撑毕业要求 12-2）

课程思政目标：通过本课程的学习，加强学生科学思维方法的训练和工程伦理教育，激发学生勇攀科学高峰的责任感和使命感。

表 1.1 毕业要求观测点与课程目标的关联性

毕业要求观测点	课程目标	关联度
2-3：能认识到解决问题有多种方案，运用基本原理结合文献研究，能够分析各种方案的影响因素，通过对方案进行综合对比从而确定最终方案。	能够对机电一体化系统设计中涉及的传动机构支撑部件等机械部件、传感检测元件选型、控制系统的元器件选型和接口进行对比分析，进而确定涉及方案。（支撑毕业要求 2-3）	高
3-1：能具备机电系统设计和产品开发全周期、全流程的基本设计 /开发方法和技术，会分析影响设计目标和技术方案的各种因素。	能够建立机械电子系统总体设计、分析、选型、系统搭建理念，并通过数据分析和信息综合，能够研究机电产品和系统的设计、制造等复杂工程问题。（支撑毕业要求 3-1）	高
12-2：具有自主学习的能力，能通过不断学习不断提高对技术问题的理解能力，归纳总结的能力和提出问题的能力，以应对行业快速发展和变化。	通过机电一体化系统相关知识的综合应用，能够提高对相关技术问题的理解能力、归纳总结的能力和提出问题的能力具备，从而提高终身学习能力。（支撑毕业要求 12-2）	高

二、课程内容、学时分配及对毕业要求指标点的支撑

章节	内 容	讲课	实验	小计	支撑课程目标	支撑的毕业要求指标点
第 1 章	<p>1 概述</p> <p>1.1 机电一体化的基本概念；主要内容：机电一体化的基本概念。</p> <p>1.2 机电一体化的发展概况；主要内容：机电一体化的发展概况。</p> <p>1.3 机电一体化系统的构成；主要内容：机电一体化系统的构成。</p> <p>1.4 机电一体化的共性关键技术；主要内容：机电一体化的共性关键技术。</p> <p>重点：机电一体化系统的构成、机电一体化的共性关键技术。</p> <p>难点：机电一体化的共性关键技术。</p>	4		4	1	3-1
第 2 章	<p>2 机械系统设计</p> <p>2.1 概述；主要内容：机电一体化系统要求。</p> <p>2.2 传动机构的设计；主要内容：传动机构的形式及设计要点。</p> <p>2.3 支撑部件的设计；主要内容：支撑部件的形式及设计要点。</p> <p>2.4 数控机床的机械结构；主要内容：数控机床的主轴、支承、进给、导轨灯结构。</p> <p>2.5 机器人的机械系统设计；主要内容：结合机器人的某一个机械参数进行分析设计。</p> <p>重点：传动机构的形式及设计要点、支撑部件的形式及设计要点。</p> <p>难点：传动机构的形式及设计要点。</p>	6		6	1	2-3
第 3 章	<p>3 传感检测系统的选择与设计</p> <p>3.1 概述；主要内容：传感器分类、发展、测量精度测量方法、测量误差、测量误差处理。</p> <p>3.2 机电一体化系统常用传感器；主要内容：位移、速度、加速度、力传感器工作原理。</p> <p>3.3 传感检测系统设计方法；主要内容：传感器选用原则、传感检测系统设计考虑因素。</p> <p>3.4 传感器与计算机的接口；主要内容：接口基本方式、开关量接口、模拟量接口等原理</p> <p>3.5 传感器在数控机床中的应用；主要内容：各种类型传感器的应用概述。</p> <p>3.6 机器人的传感器设计；主要内容：机器人中使用的传感器系统。</p> <p>重点：机电一体化系统常用传感器、传感检测系统设计方法</p> <p>难点：位移、速度、加速度、力传感器工作原理。</p>	6		6	2	2-3
第 4 章	<p>4 控制系统设计</p> <p>4.1 概述；主要内容：控制分类、动作控制方式及特点。</p>	6		6	2	2-3

	<p>4.2 控制系统的数学模型；主要内容：机械、电气、液压控制系统数学模型。</p> <p>4.3 典型数字控制器的设计；主要内容：数字控制器的模拟化设计及离散化设计。</p> <p>4.4 计算机控制技术；主要内容：计算机控制系统组成、系统设计、微机的选择。</p> <p>4.5 控制量输出接口设计；主要内容：数字量、模拟量输出接口设计原理</p> <p>4.6 典型计算机数控系统介绍；主要内容：CNC 系统组成、西门子 849D 数控系统组成</p> <p>4.7 机器人的控制系统；主要内容：机器人所使用控制技术。</p> <p>重点：机械、电气、液压控制系统数学模型、计算机控制系统组成、系统设计、微机的选择。</p> <p>难点：机械、电气、液压控制系统数学模型。</p>					
第 5 章	<p>5 伺服系统选择与设计</p> <p>5.1 概述；主要内容：伺服系统结构、分类、特点；伺服系统设计步骤；伺服系统执行元件。</p> <p>5.2 步进电机选择；主要内容：步进电机工作原理、特性及控制。</p> <p>5.3 直流伺服电机与驱动；主要内容：直流伺服电机工作原理、特性及控制。</p> <p>5.4 交流伺服电机；主要内容：交流伺服电机工作原理、特性及控制。</p> <p>5.5 机器人的伺服系统设计；主要内容：机器人的伺服系统的设计过程。</p> <p>重点：步进电机、直流伺服电机、交流伺服电机特性及控制。</p> <p>难点：直流伺服电机、交流伺服电机特性及控制。</p>	6		6	3	2.3
第 6 章	<p>6 机电一体化系统的机电有机结合的分析与设计</p> <p>6.1 机电一体化系统设计概述；主要内容：机电一体化系统设计考虑的问题。</p> <p>6.2 机电一体化系统稳态设计的考虑方法；主要内容：负载分析、执行元件的匹配选择、减速比的匹配选择、传感、信号转化放大、电源的匹配选择、数学模型建立。</p> <p>6.3 机电一体化系统动态设计的考虑方法；主要内容：系统校正补偿、机械结构弹性变形的影响。</p> <p>重点：机电一体化系统稳态设计、动态设计的考虑方法。</p> <p>难点：机电一体化系统稳态设计、动态设计的考虑方法。</p>	2		2	3	3-1
第 7 章	<p>7 典型的机电一体化装置</p> <p>7.1 喷涂机器人；主要内容：EP-500 小型电动喷涂机器人概述。</p> <p>7.2 汽车防抱死制动系统(ABS)；主要内容：汽车防抱死制动系统(ABS)概述。</p> <p>7.3 电梯；主要内容：电梯的设计过程。</p> <p>重点：汽车防抱死制动系统(ABS)概述。</p> <p>难点：汽车防抱死制动系统(ABS)概述。</p>	2		2	4	12-2
合计		32	0	32		

三、达成课程目标的途径和措施

机电一体化系统设计是一门系统性很强的课程，所谓“机电一体化”并不是机械技术、微电子技术及信息技术的简单组合，而是相互取长补短、有机结合，以实现系统构成及其性能的最佳化。本课程从机电有机结合的角度较系统的阐述了机电一体化系统的设计原理与方法，充分体现“以机为主、以电为用、机电有机结合”的原则。

教师授课时要把握主线，采用互动式教学，多媒体教学手段，结合工程实际，运用项目驱动教学法，要求学生根据所学知识分析机电一体化系统，进而达到设计的要求，使学生具备相关知识和方法的实际应用能力。

1) 课堂情况：使用线上教学方式在课堂上增加一些填空、简答、选择或讨论题，考察学生对基础知识的掌握情况，以及运用基础知识分析设计系统的能力，在保证讲课进度的同时，活跃课堂的气氛；（达成课程目标 1、3）

2) 课后作业着重选择教材课后作业，结合课外习题，着重在分析系统构成、计算相应参数及选择元器件等方面。课程结束后要求学生绘制该课程体系的思维导图，系统复习该课程的知识点。（达成课程目标 1、2）

3) 采用大作业的形式，在课程开始之初让学生以小组为单位查找现实生活中使用机器人这个实际装备。随着教学内容的开展，学生仍以小组为单位结合所学的知识去了解前期调研的装备，全面掌握该装置的功能、工作原理、结构和系统特点等等，同时要进行检查；每一小组用 PPT 来汇报，大家要相互帮助团结协作才能取得好成绩。每组选择的对象不同，大家可以相互学习，在学到专业知识的同时，增强了学生的综合能力、分析能力、自学能力、动手能力和团队协作能力等。（达成课程目标 2、3）

4) 机电一体化产品的典型代表是数控机床和机器人，系统的设计直接关系到产品的稳定和可靠，通过视频等方式的学习，使学生看到工程师们严谨认真的态度，对待任何一个小问题一丝不苟的精神，通过对当前工业发展的分析，增强学生的使命感和责任感，并进行思想政治教育。（达成课程思政目标）

四、考核方式

1. 考核方式

考核方式包括课堂情况（线上教学测试和随堂测）、课后作业、大作业和期末考试 4 个环节。

2. 定量评价

本课程包含 3 个分课程目标，有 4 个考核方式，各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配如下：

课程目标	分课程目标 权重（本列 总和为 1） P_i	各考核方式评价比例分配				各考核方式在课程达成中的占比			
		（每行总和为 1） W_{ik}				$S_{ik}=P_i*W_{ik}$			
		课堂 情况	课后 作业	大作业	期末 考试	课堂 情况	课后作业	大作业	期末考试
1	0.35	0.2	0.2	0	0.6	0.07	0.07	0	0.21
2	0.5	0	0.2	0.2	0.6	0	0.1	0.1	0.3
3	0.15	0.2	0	0.4	0.4	0.03	0	0.06	0.06
各考核环节对课程目标达成的贡献率						0.1	0.17	0.16	0.57

那么第 i 个分课程目标的评价基于各环节 k 的贡献加权求和，就是该分课程目标的达成度 A_i ，即

$$A_i = \sum G_{ik} \times W_{ik} \quad 4-1$$

而多个分课程目标再根据比例加权求和，就得到本门课程的课程目标达成度 A 。

$$A = \sum A_i \times P_i \quad 4-2$$

其中： k 表示不同的考核环节， i 表示不同的分课程目标；

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

W_{ik} 表示第 k 种评价方式对第 i 个课程目标百分占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

G_{ik} 表示第 k 种考核方式支撑第 i 个课程目标的达成度。

3. 定性评价

定性评价指利用学生的调查问卷进行课程目标达成情况评价，按照各课程目标分项设计合适的问卷，调查学生掌握知识及获得能力等课程目标达成情况。其中成绩均采用百分制统计，五级分制转换为百分制时，优对应 95 分，良对应 85 分，中对应 75 分，及格对应 65 分，不及格对应 55 分。

由以上获得的课程目标达成度定量评价与定性评价结果，在达成度分析报告中，运用多元评价法来进行综合评价，结合实际教学过程，找出本轮教学中的不足，提出改进方案，并将用于下一轮教学的改进中。

五、评价标准：

5.1 课堂情况评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100分	75-89分	60-74分	0-59分	
能够对机电一体化系统设计中涉及的传动机构支撑部件等机械部件、传感检测元件选型、控制系统的元器件选型和接口进行对比分析，进而确定涉及方案。（支撑毕业要求 2-3）	基本概念正确，微助教小测试正确率位居全班前 20%。	基本概念正确，微助教小测试正确率位居全班 21%-50%。	概念基本正确，微助教小测试正确率位居全班 51%-90%。	基本概念不清楚，微助教小测试正确率位居全班 90%之后。	0.7
通过机电一体化系统相关知识的综合应用，能够提高对相关技术问题的理解能力、归纳总结的能力和提出问题的能力具备，从而提高终身学习能力。（支撑毕业要求 12-2）	提炼知识与自身密切相关，知识内容覆盖位居全班前 20%。	提炼知识与自身相关，知识内容覆盖位居全班 21%-50%。	提炼知识与自身基本相关，知识内容覆盖位居全班 51%-90%。	提炼知识与自身密切相关，知识内容覆盖位居全班 90%之后。	0.3

5.2 课后作业评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100分	75-89分	60-74分	0-59分	
能够对机电一体化系统设计中涉及的传动机构支撑部件等机械部件、传感检测元件选型、控制系统的元器件选型和接口进行对比分析，进而确定涉及方案。（支撑毕业要求 2-3）	按时交作业；根据作业评分标准判分 ≥ 90 分。	按时交作业；根据作业评分标准判分 75-89 分之间。	按时交作业；根据作业评分标准判分 60-74 分之间。	不能按时交作业，有抄袭现象，或根据作业评分标准判分 < 60 分。	0.42
能够建立机械电子系统总体设计、分析、选型、系统搭建理念，并通过数据分析和信息综合，能够研究机电产品和系统的设计、制造等复杂工程问题。（支撑毕业要求 3-1）	分析思路准确，微助教小测试正确率位居全班前 20%。	分析思路准确，微助教小测试正确率位居全班 21%-50%。	分析思路基本准确，微助教小测试正确率位居全班 51%-90%。	思路不清楚，微助教小测试正确率位居全班 90%之后。	0.58

5.3 大作业评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100分	75-89分	60-74分	0-59分	
能够建立机械电子系统总体设计、分析、选型、系统搭建理念，并通过数据分析和信息综合，能够研究机电产品和系统的设计、制造等复杂工程问题。（支撑毕业要求 3-1）	针对研究问题可利用所学知识进行准确分析，构建系统方案可行。	针对研究问题可利用所学知识进行较准确分析，构建系统方案较可行。	针对研究问题可利用所学知识进行基本分析，构建系统方案基本可行。	针对研究问题不能利用所学知识进行较准确分析，构建系统方案不可行。	0.62

过机电一体化系统相关知识的综合应用，能够提高对相关技术问题的理解能力、归纳总结的能力和提出问题的能力具备，从而提高终身学习能力。（支撑毕业要求 12-2）	通过研究问题，建立自己的一套设计流程和方法	通过研究问题，基本建立自己的一套设计流程和方法	通过研究问题，初步建立自己的一套设计流程和方法	通过研究问题，无法建立自己的一套设计流程和方法	0.38
---	-----------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	------

5.4 期末考试评价标准

考试评价标准以每年的“试题答案及评分标准”为准，各课程目标考核权重严格按照：课程目标 1：课程目标 2：课程目标 3=0.37：0.52：0.11。

六、参考书目及学习资料（书名，主编，出版社，出版时间及版次）

1. 机电一体化系统设计，张保成，电子工业出版社，2012 年 9 月第一版；
2. 机电一体化系统设计，张建民，北京理工大学出版社，2019 年 8 月第二版；
3. 机电一体化导论，封士彩，西安电子科技大学出版社，2017 年 12 月第一版；

制定人：刘璐

审定人：张纪平

批准人：赵俊生

2019 年 09 月 07 日

《机器人技术基础》教学大纲

课程类别：专业方向课程	英文名称：Robot Technology Foundation
开课单位：机械工程学院	课程代码：B06020301
课程性质：专业选修	
总学时：32	学 分：2
适用专业：机械电子工程	
先修课程：线形代数、理论力学、机械设计基础、控制工程基础	
大纲编写（修订）时间：	

一、课程性质与教学目标

（一）课程性质与任务

本课程是机械电子工程专业“工业机器人及应用”方向的专业选修课，是进行工业机器人设计和应用工业机器人的重要理论基础课程。随着中国制造 2025 的推进，工业机器人在工业领域得到了广泛应用，工业机器人技术是机械电子工程师必须掌握的专业知识。该课程以提高学生的设计及应用工业机器人的能力为目的，主要讲授工业机器人的基础理论与技术，包括运动学及动力学分析、控制理论及方法、机器人的感知技术和轨迹规划等，同时也兼顾工程应用及相关分析工具软件的讲解。通过该课程的学习使学生掌握工业机器人的相关理论基础，使学生能够应用相关的理论知识和工具软件进行工业机器人的设计和工程应用。

本课程将会以先修课程中的部分内容为铺垫，用数学方式描述机器人的运动过程，进行各关节受力分析，从而进行运动控制。该门课程内容涵盖较广，部分工程设计难度较大，以上所列先修课程并非完全可以支撑该门课程，因此需要在教学过程中重视引导学生学习先修课程大纲未涉及知识及拓展知识。后续课程有《工业机器人编程技术及应用》和《工业机器人编程实验》，均以该门课程为基础，以机器人的编程、轨迹规划、运动控制的具体实例为主，涉及到不同通用机器人的使用，是该门课程的具体应用与实践，无重复性知识点。

（二）课程目标

根据本专业 2017 版培养方案的要求，制定本课程的课程目标如下：

课程目标 1：借助已有的数学、物理、力学基础知识，能够对工业机器人进行运动学、动力学分析，具备应用机器人学理论进行分析和设计的能力（支撑毕业要求 1-4）；

课程目标 2：能够通过分析，建立机器人控制系统模型，进行工业机器人控制器的设计和轨迹规划，借助传感系统，使控制系统能够精确控制机器人运动（支撑毕业要求 2-2）；

课程目标 3：能够结合先修知识，查阅工业机器人设计相关文献，对该系统设计所需求的各类应用技术发展趋势做出相应判断，将工业机器人发展对工业社会发展的长期影响做出正确的分析（支撑毕业要求 7-2）。

二、课程内容、学时分配及对毕业要求指标点的支撑

章节	内 容	讲 课	实 验	小 计	支撑课程目 标	支撑的毕业要 求指标点
第 1 章	1 绪论 1.1 机器人学的发展：机器人的定义、与人工智能的关系、机器人的应用领域； 1.2 机器人的特点、结构与分类：机器人的自由度、析机械人的工作范围。	2		2	1	1-4
第 2 章	2 数理基础 2.1 位置和姿态的表示 2.2 坐标变换与齐次坐标变换 重点：根据机器人不同的运动方式，能够写出变换算子； 难点：机器人运动算子的左乘与右乘法则。 2.3 物体的变换及逆变换、通用旋转变换	6		6	1	1-4
第 3 章	3 机器人运动学 3.1 机器人运动方程的表示 重点：能建立串联型机械手的 D-H 坐标系，分析相邻连杆间的运动关系，分析机械手末端与基座间的关系； 3.2 机械手运动方程的求解 要求：能够说明正、逆向运动学所要解决的问题，并正确分析与求解。	5		5	1	1-4
第 4 章	4 机器人动力学 4.1 刚体动力学：对运动体进行动力学分析 难点：拉格朗日方程； 4.2 机械手动力学方程：串联型机械手的动力学分析。	5		5	1	1-4

第 5 章	5 机器人控制 5.1 机器人的基本控制原则：机械人不同控制方式的特点； 5.2 机器人的位置控制 重点：（1）画出机器人位置控制流程图，列出控制系统传递函数； （2）能够理论分析，选择合理的控制与位置调节方式。	6		6	2	2-2
第 6 章	6 机器人传感器 6.1 机器人传感器概述：工业机器人运用较多的传感器类别； 6.2 机器人的内传感器与外传感器：内外传感器的常见类型与使用方法； 重点：光电编码器测量机械臂的位移与速度。	2		2	2	2-2
第 7 章	7 机器人轨迹规划 7.1 轨迹规划应考虑的问题：轨迹规划的目的及在工业机器人设计中重要地位； 7.2 关节轨迹的插值计算 重点：应用三次、五次多项式、抛物线等插值算法对关节进行轨迹规划。	4		4	2	2-2
第 8 章	8 机器人系统化设计 8.1 如何查阅机器人研究或设计相关文献； 8.2 综合设计与各系统的匹配设计； 8.3 机器人与新技术	2		2	3	7-2
合计		32		32		

三、达成课程目标的途径和措施

1. 采用混合式教学方法进行教学。课堂授课中采用讲授法、课下自学、课堂讨论多种教学方法，将板书、视频演示和 PPT 相结合，其中涉及到数学公式推导的部分使用板书，绪论部分内容使用视频演示，运动学、动力学等使用 PPT，概念性知识点使用课下看录像自学等方式。以达到课程目标 1、2 的要求。

2. 采用的具体的评测方法包括上课签到考勤或采用手机 APP 现场讨论、课后作业、章节测验和期末考试等。

3. 机器人技术发展日新月异，为了引导学生以发展眼光和各学科高度融合的方式学习该课程，本课程特别设置了最后一章，以达到课程目标 3，该章鼓励学生查阅国内外最新文献，总结机器人发展趋势，把握机器人的最新发展动向，查阅后完成机器人系统匹配设计与发展趋势调研报告。

四、考核方式

1. 期末闭卷考试、每章节测验或调研报告、出勤率、作业。各章节考核形式如下：

第 1~7 章：作业、章节测验；第 8 章：调研报告。

2. 定量评价

考核方式	课堂情况	课后作业	章节测验	调研报告	期末考试
支撑材料	课堂评价标准，课堂提问记录或随堂考试，结合出勤率等	作业评价标准，典型作业拍照，或电子版	测验评价标准，测验卷	大作业材料	试题评分标准，试卷，

3. 各环节对课程目标达成评价权重分配比例

课程目标	课程目标权重 P_i	考核方式评价权重 W_{ik}					考核方式在课程达成中的占比 $S_{ik}=P_i*W_{ik}$				
		课堂情况	课后作业	章节测验	调研报告	期末考试	课堂情况	课后作业	章节测验	调研报告	期末考试
1	0.5	0.1	0.2	0.1		0.6	0.05	0.1	0.05		0.3
2	0.4	0.1	0.2	0.1		0.6	0.04	0.08	0.04		0.24
3	0.1	0.1			0.8	0.1	0.01			0.08	0.01
各环节对课程目标达成的贡献率 (M_k)							0.1	0.18	0.09	0.08	0.55

采用达成值算法，辅以对学生的问卷调查法。

达成值算法结合上表权重分配，采用下表进行计算。大于 0.60 为达成。

单一课程目标达成度评价采用下式：

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

总的课程目标达成度评价采用下式：

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

以上公式中：

i ——课程目标序号；

k ——考核方式序号；

G_k ——第 k 种考核方式期末评价成绩平均分，为百分制；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$ ——第 k 种考核方式通过第 i 个课程目标反映在总的课程目标中的评价占比；

W_{ik} ——第 k 种评价方式对第 i 个课程目标达成权重；

P_i ——第 i 个课程目标在课程总评价中的达成权重。

五、评价标准：

1. 课堂情况评价标准

每一章的内容讲解完成后，在课堂上利用教学软件（微助教等），对本章教学内容涉及到的知识性内容进行简单问答，也可以进行简单的计算题目。

基本要求	评价标准				权重
	90-100分	75-89分	60-74分	0-59分	
课程目标 1: 能够对工业机器人进行运动学、动力学分析, 具备应用机器人学的理论进行分析和设计的能力 (支撑毕业要求 1-4)	基本概念正确、论述逻辑清楚; 层次分明、语言规范。	基本概念正确、论述基本清楚; 语言较规范。	基本概念基本正确、论述基本清楚; 语言较规范。有一些错误	基本概念不清楚甚至错误、原理论述不清楚。有较多错误。	50%
课程目标 2: 能够通过分析, 将工业机器人相关的工程问题转换为技术问题, 进行工业机器人控制器的设计和轨迹规划 (支撑毕业要求 2-2)	基本概念正确、论述逻辑清楚; 层次分明、语言规范。	基本概念正确、论述基本清楚; 语言较规范。	基本概念基本正确、论述基本清楚; 语言较规范。有一些错误	基本概念不清楚甚至错误、原理论述不清楚。有较多错误。	40%
课程目标 3: 能够结合先修知识, 查阅工业机器人设计相关文献, 对该系统设计所需求的各类	基本概念正确、论述逻辑清楚; 层次分明、语言规范。	基本概念正确、论述基本清楚; 语言较规范。	基本概念基本正确、论述基本清楚; 语言较规范。有一些错误	基本概念不清楚甚至错误、原理论述不清楚。有较	10%

应用技术发展趋势做出相应判断，将工业机器人发展对工业社会发展的长期影响做出正确的分析（支撑毕业要求 7-2）。				多错误。	
---	--	--	--	------	--

2. 作业评价标准

每一章讲解完成后，对本章涉及到的内容布置相应数量的作业，使学生能够巩固所学的知识。

基本要求	评价标准				权重
	90-100 分	75-89 分	60-74 分	0-59 分	
课程目标 1: 能够对工业机器人进行运动学、动力学分析，具备应用机器人学的理论进行分析和设计的能力（支撑毕业要求 1-4）	按时交作业；基本概念正确、论述逻辑清楚；层次分明、语言规范。	按时交作业；基本概念正确、论述基本清楚；语言较规范。	按时交作业；基本概念基本正确、论述基本清楚；语言较规范。	不能按时交作业，有抄袭现象；或者基本概念不清楚、论述不清楚。	55%
课程目标 2: 能够通过分析，将工业机器人相关的工程问题转换为技术问题，进行工业机器人控制器的设计和轨迹规划（支撑毕业要求 2-2）	按时交作业；基本概念正确、论述逻辑清楚；层次分明、语言规范。	按时交作业；基本概念正确、论述基本清楚；语言较规范。	按时交作业；基本概念基本正确、论述基本清楚；语言较规范。	不能按时交作业，有抄袭现象；或者基本概念不清楚、论述不清楚。	45%

3. 章节测验评价标准

根据本章内容进行小测验，巩固本章知识，学生知晓自己掌握知识水平。

基本要求	评价标准				权重
	90-100 分	75-89 分	60-74 分	0-59 分	
课程目标 1: 能够对工业机器人进行运动学、动力学分析，具备应用机器人学的理论进行分析和设计的能力（支撑毕业要求 1-4）	见《测评答案》	见《测评答案》	见《测评答案》	见《测评答案》	55%
课程目标 2: 能够通过分析，将工业机器人相关的工程问题转换为技术问题，进行工业机器人控制器的设计和轨迹规划（支撑毕业要求 2-2）	见《测评答案》	见《测评答案》	见《测评答案》	见《测评答案》	45%

4. 调研报告评价标准

学生查阅相关文献，了解相关技术应用及最新发展情况，了解行业动态，学习目标更加明确。

基本要求	评价标准				权重
	90-100分	75-89分	60-74分	0-59分	
课程目标 3: 能够结合先修知识, 查阅工业机器人设计相关文献, 对该系统设计所需求的各类应用技术发展趋势做出相应判断, 将工业机器人发展对工业社会发展的长期影响做出正确的分析 (支撑毕业要求 7-2)。	结合自己较深入的见解, 按要求完成, 格式较整齐, 报告结构合理。	按要求完成, 格式较整齐, 报告结构合理。	按要求完成, 格式较整齐。	按要求完成。	100%

5. 考试评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100分	75-89分	60-74分	0-59分	
能够对工业机器人进行运动学、动力学分析, 具备应用机器人学的理论进行分析和设计的能力 (支撑毕业要求 1-4);	见《试题答案与评分标准》	见《试题答案与评分标准》	见《试题答案与评分标准》	见《试题答案与评分标准》	55%
能够通过分析, 将工业机器人相关的工程问题转换为技术问题, 进行工业机器人控制器的设计和轨迹规划 (支撑毕业要求 2-2)。	见《试题答案与评分标准》	见《试题答案与评分标准》	见《试题答案与评分标准》	见《试题答案与评分标准》	43%
课程目标 3: 能够结合先修知识, 查阅工业机器人设计相关文献, 对该系统设计所需求的各类应用技术发展趋势做出相应判断, 将工业机器人发展对工业社会发展的长期影响做出正确的分析 (支撑毕业要求 7-2)。	见《试题答案与评分标准》	见《试题答案与评分标准》	见《试题答案与评分标准》	见《试题答案与评分标准》	2%

六、教材及参考材料

1. 机器人学. 蔡自兴, 谢斌. 清华大学出版社, 2015, 第三版.
2. 机器人学导论. 约翰 J. 克雷格. 机械工业出版社, 2018, 第 4 版.

制定人: 史源源

审定人: 赵鹏飞

批准人: 赵俊生

2018 年 7 月 8 日

《工业机器人编程实验》教学大纲

课程类别：实践教学环节 英文名称：Experiments For Industrial Robot Programming

开课单位：机械工程学院 课程编号：B06020302S

课程性质：专业方向选修

总学时：16 学 分：0.5

适用专业：机械电子工程

先修课程：高等数学、工业机器人技术基础、控制工程基础等

大纲编写（修订）时间：

一、课程性质与教学目标

1. 课程性质与任务

《工业机器人编程实验》是机械电子工程专业工业机器人及应用方向的一门专业教育课程，是培养机电类专业工程技术人才的整体知识结构和技术能力的重要组成部分。该课程可以强化学生对《工业机器人技术基础》、《机器人编程技术及应用》课程知识的掌握，培养学生解决工业机器人设计过程中结构与控制等问题的能力。课程以工业机器人的离线编程与仿真实验为主要内容，从操作与实践的角度分析机器人结构，满足工业机器人实际开发需求。

2. 课程目标

课程目标1：能够独立开展机器人编程实验和仿真分析，得出机器人运动学、动力学特征，发现机器人设计不足，对机构、控制、路径规划等提出相应改进措施；（支撑毕业要求4-3）

课程目标2：具备利用仿真软件模拟机器人在实际工作环境中执行任务的能力，具备对机器人开展简单路径规划的能力；（支撑毕业要求5-1）

课程目标3：能够与他人合作开展实验，撰写设计方案清晰、过程详细、结果分析客观明确的实验报告，能够胜任个人在团队中的分工。（支撑毕业要求9-2）

二、本课程开设的实验项目

编号	实验项目名称	学时	类型	支撑课程目标	支撑的毕业要求指标点
1	基于 MATLAB 的工业机器人运动学分析	2	验证性	1, 3	4-3, 9-2
2	基于 ADAMS 的工业机器人动力学分析	4	验证性	1, 3	4-3, 9-2
3	布局机器人基本工作站	2	设计性	1, 3	4-3, 9-2
4	构建机器人仿真工作站	2	设计性	1, 3	4-3, 9-2
5	建立机械臂模型	4	设计性	2, 3	5-1, 9-2
6	机器人离线轨迹编程	2	设计性	2, 3	5-1, 9-2
合计		16			

实验一 基于 MATLAB 的工业机器人运动学分析

实验目的：能够使用 MATLAB 软件建立机械臂数学模型、求解运动学、分析机械臂运动结果。

实验原理：机器人运动学基础、MATLAB 仿真基础。

实验安排：以某工业机器人为例，教师演示教学；学生两人一组，自主选择关节型机器人对其进行运动学分析。

实验报告要求：简述分析对象结构，建立变换矩阵对分析对象进行运动学计算与分析（手写），编写 MATLAB 求解程序，验证求解结果。

实验二 基于 ADAMS 的工业机器人动力学分析

实验目的：能够使用软件建立机械臂三维模型并导入 ADAMS 进行动力学求解、分析机械臂动力学结果。

实验原理：机器人动力学基础、ADAMS 仿真基础。

实验安排：以某工业机器人为例，教师演示教学；学生两人一组，以实验一关节型机器人为对象对其进行三维建模及动力学分析。

实验报告要求：简述分析对象结构，建立其三维模型，对分析对象进行动力学计算与分析（手写），在 ADAMS 中求解运动学，验证求解结果。

实验三 布局机器人基本工作站

实验目的：熟悉 ROS 软件基本功能，能够熟练布局机器人基本工作站。

实验原理：工业机器人工作站仿真基础。

实验安排：以某工业机器人为例，教师演示教学；学生两人一组，自主选择关节型机器人对其进行工作站布局。

实验报告要求：简述布局过程、布局中遇到的困难及解决途径。

实验四 构建机器人仿真工作站

实验目的：能够熟练创建工业机器人工件坐标系与轨迹程序，仿真运行机器人。

实验原理：建立工业机器人系统与手动操纵方法。

实验安排：以某工业机器人为例，教师演示教学；学生两人一组，对实验三机器人进行工作站仿真运行。

实验报告要求：简述仿真过程、运行中遇到的困难及解决途径。

实验五 建立机械臂模型

实验目的：能够熟练创建机械装置与机器人用工具。

实验原理：ROS 建模功能与测量工具的使用。

实验安排：以某工业机器人为例，教师演示教学；学生两人一组，为实验三机器人建立模型。

实验报告要求：简述机械臂模型建立过程。

实验六 机器人离线轨迹编程

实验目的：能够创建机器人离线轨迹曲线及路径，调整机器人目标点及轴配置参数。

实验原理：机器人轨迹规划技术，离线编程辅助工具使用方法。

实验安排：以某工业机器人为例，教师演示教学；学生两人一组，对某机器人进行轨迹规划设计，并进行离线轨迹编程。

实验报告要求：简述轨迹编程过程，验证运行结果。

三、达成课程目标的途径和措施

1. 教学方法

(1) 本课程以课堂演示教学与课内实验相结合、课堂练习与课后练习相结合、线上线下相结合指导方式进行；

(2) 选用优质课程实验指导教材，结合学生个性特点，因人施教。以教师为主导，并授之以法，启发学生，共同研讨；

(3) 指导学生通过独立阅读教材和检索查阅参考资料获得知识的一种教学方法。

2. 考核内容

(1) 课程进行前相关软件的正确安装，实验原理与软件基本使用方法的熟悉；

(2) 课堂情况考核，包括出勤情况、课内小组讨论、课内实验设计；

(3) 课后实验与实验报告的考核，其中包括设计思路、软件使用、实验过程与实验结果分析，是否参考除教材外的其余参考文献，是否发现相关待解决问题，提出解决策略；

3. 达成课程目标的措施

课程目标 1 的达成，课前需要学生成功安装专业软件，配合《工业机器人编程及应用》课程，熟悉所需软件的基本使用方式，明确实验目的。教师需使用 30%~40% 课堂时间做部分演示，提出本次课内实验的实验步骤，启发学生自主完成实验，设计实验思路，解决实验中遇到的软件操作、编程等问题，如遇课堂上实验未完成，则提醒学生课后务必完成。下次课程前十分钟教师组织学生对本具有代表性的实验及报告进行讨论与总结，同时启发学生思考实验设计是否有改进空间、如何改进，实验结果对机器人的结构优化、控制策略优化是否提出了有效的依据。线上教学可以辅助学生解决软件安装、编程语言等问题。

课程目标 2 的达成除了开展与课程目标 1 相同的教学形式外，还需指导学生查阅国内外相关文献，鼓励学生自主使用不同软件、不同控制策略，完成机器人轨迹规划任务。

课程目标 3 的达成需要在课堂上进行实验报告撰写指导，引导学生在完成基本内容的基础上如

何以清晰的思路和准确的语言完成报告，使实验报告充分体现作者设计思路和实验结果，对优质实验报告进行线上展览，课堂上以小组讨论的方式对实验报告的撰写提出小组意见。

四、考核方式

1. 考核方式包括课前准备、课堂情况和实验报告三部分。

2. 定量评价

本课程包含 3 个分课程目标，有 3 个考核方式，各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配如下表：

表 4.1 各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配

课程目标	分课程目标权重 (本列总和为 1) $\sum P_i=1$	各考核方式评价比例分配 (每行总和为 1) $\sum W_{ik}=1$			各考核方式在课程目标达成中的占比 (所有行列总和为 1) $\sum \sum S_{ik}=1$ $S_{ik}=P_i \times W_{ik}$		
		课前准备	课堂情况	实验报告	课前准备	课堂情况	实验报告
1	0.5	0.2	0.5	0.3	0.1	0.25	0.15
2	0.3	0.2	0.5	0.3	0.06	0.15	0.09
3	0.2	-	-	1	-	-	0.2
各考核环节对课程目标达成的贡献率					0.16	0.4	0.44

第 i 个分课程目标的评价基于各环节 k 的贡献加权求和，就是该分课程目标的达成度 A_i ，即

$$A_i = \sum G_{ik} \times W_{ik} \quad (4-1)$$

而多个分课程目标再根据比例加权求和，就得到本门课程的课程目标达成度 A 。

$$A = \sum A_i \times P_i \quad (4-2)$$

其中： k 表示不同的考核环节， i 表示不同的分课程目标；

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

W_{ik} 表示第 k 种评价方式对第 i 个课程目标百分占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

G_{ik} 表示第 k 种考核方式支撑第 i 个课程目标的达成度。

3. 定性评价

利用调查问卷进行课程目标达成情况评价，按照各课程目标分项设计合适的问卷，调查学生掌握知识及获得能力等课程目标达成情况。其中成绩均采用百分制统计，五级分制转换为百分制时，优对应 95 分，良对应 85 分，中对应 75 分，及格对应 65 分，不及格对应 55 分。

综合定性与定量评价结果，取最小量为最终评价结果。

五、评价标准：

任课教师可依据课程的考核方式及评价标准增加所采用的其它考核方式或去掉下面给出的其中某些不涉及考核方式的成绩分析。

1. 课前准备评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100分	75-89分	60-74分	0-59分	
能够独立开展机器人编程实验和仿真分析，得出机器人运动学、动力学特征，发现机器人设计不足，对机构、控制、路径规划等做出相应改进措施；（支撑毕业要求 4-3）	在线提交实验准备工作截图，正确安装所需软件，熟练掌握实验所需理论。	在线提交实验准备工作截图，基本正确安装所需软件，较好掌握实验所需理论。	在线提交实验准备工作截图，安装所需软件，基本掌握实验所需理论。	在线提交实验准备工作截图，未安装所需软件，未掌握实验所需理论。	0.625
具备利用仿真软件模拟机器人在实际工作环境中执行任务的能力，具备对机器人开展简单路径规划的能力；（支撑毕业要求 5-1）	在线提交实验准备工作截图，正确安装所需软件，可以使用所需算法和编程语言。	在线提交实验准备工作截图，正确安装所需软件，可以较好使用所需算法和编程语言。	在线提交实验准备工作截图，正确安装所需软件，基本可以使用所需算法和编程语言。	在线提交实验准备工作截图，未安装所需软件，不能使用所需算法和编程语言。	0.375

2. 课堂情况评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100分	75-89分	60-74分	0-59分	
能够独立开展机器人编程实验和仿真分析，得出机器人运动学、动力学特征，发现机器人设计不足，对机构、控制、路径规划等做出相应改进措施；（支撑毕业要求 4-3）	实验过程中操作规范，设计方案合理，实现了要求的功能，调试结果正确	实验过程中操作规范，设计方案基本合理，实现了大部分要求的功能，调试结果正确	实验过程中操作基本规范，设计方案存在瑕疵，实现了部分要求的功能，调试结果基本正确	实验过程中操作不规范，或者设计方案不合理，或者没有实现要求的功能	0.625
具备利用仿真软件模拟机器人在实际工作环境中执行任务的能力，具备对机器人开展简单路径规划的能力；（支撑毕业要求 5-1）	实验过程中操作规范，设计方案合理，实现了要求的功能，调试结果正确	实验过程中操作规范，设计方案基本合理，实现了大部分要求的功能，调试结果正确	实验过程中操作基本规范，设计方案存在瑕疵，实现了部分要求的功能，调试结果基本正确	实验过程中操作不规范，或者设计方案不合理，或者没有实现要求的功能	0.375

3. 实验报告评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100分	75-89分	60-74分	0-59分	
能够独立开展机器人编程实验和仿真分析，得出机器人运动学、动力学特征，发现机器人设计不足，对机构、控制、路径规划等做出相应改进措施；（支撑毕业要求 4-3）	实验报告准确表达实验过程，对实验结果做出详细的客观分析，就实验结果可以对机器人设计中存在的问题提出有针对性的改进措施。	实验报告较准确表达实验过程，对实验结果做出较详细的客观分析，就实验结果可以对机器人设计中存在的问题提出有初步的改进措施。	实验报告完整表达实验过程，对实验结果基本做出客观分析，就实验结果可以发现机器人设计中存在的问题。	实验报告不能完整表达实验过程，对实验结果不能做出客观分析。	0.34
具备利用仿真软件模拟机器人在实际工作环境中执行任务的能力，具备对机器人开展简单路径规划的能力；（支撑毕业要求 5-1）	实验报告准确表达实验过程，对实验结果做出详细的客观分析，可以借鉴多种参考文献，提出自主学习后脚有针对性自行设计的不同控制策略。	实验报告较准确表达实验过程，对实验结果做出较详细的客观分析，可以借鉴参考文献中控制策略，用于实验。	实验报告基本表达实验过程，对实验结果做出较详细的客观分析。	实验报告不能表达实验过程，未完成实验结果分析。	0.2
能够与他人合作开展实验，撰写设计方案清晰、过程详细、结果分析客观明确的实验报告，能够胜任个人在团队中的分工。（支撑毕业要求 9-2）	按时交实验报告，且符合下列情况中两条：结构合理，表达方式明确，图表清晰，语言规范，符合实验报告要求。	按时交实验报告，且符合下列情况中两条：结构较合理，表达方式较明确，图表较清晰，语言较规范，符合实验报告要求。	按时交实验报告，且符合下列情况中两条：结构基本合理，表达方式基本明确，图表基本清晰，语言基本规范，符合实验报告要求。	没有按时交实验报告，且符合下列情况中两条：结构不合理，表达方式不明确，图表基本不清晰，语言不规范，不符合实验报告要求。	0.46

六、参考书目及学习资料（书名，主编，出版社，出版时间及版次）

1. 工业机器人技术.李瑞峰，葛连正.清华大学出版社，2019，第1版.
2. 工业机器人技术基础与应用分析.罗霄，罗庆生.北京理工大学出版社，2018，第1版.

制定人：史源源

审定人：赵鹏飞

批准人：赵俊生

2017年8月6

日

《工业机器人编程技术及应用》课程教学大纲

课程类别：专业教育课程 英文课名：Industrial Robot Programming Technology
& Application

开课单位：机械工程学院 课程编号：B06020302

课程性质：专业选修

总学时： 32 实验学时： 4 学分： 2

适用专业：机械电子工程

先修课程： 高等数学，机器人技术基础，控制工程基础

大纲编写（修订）时间：

一、课程性质与教学目标

1. 课程性质与任务

工业机器人的普及是实现自动化生产、提高社会生产效率、推动企业和社会生产力发展的有效手段。机器人编程技术及应用课程结合机器人理论，以工业机器人的离线编程与仿真技术为主要内容，从更直观的角度分析机器人结构，满足工业机器人实际开发需求。通过本课程的学习，学生可以在仿真环境下建立机器人模型，从而在离线环境下对机器人进行编程、轨迹规划等；能够掌握机器人的手动及示教操作方法，具备从事工业机器人软件开发相关工作储备必要的工程知识、技术分析和工程设计能力。

本课程将会以先修课程中的部分内容为铺垫，以机器人机械结构、运动学、动力学、控制方式、轨迹规划为理论基础，所列先修课程并非完全可以支撑该门课程，因此需要在教学过程中重视引导学生学习先修课程大纲未涉及知识及拓展知识。本课程配合《机器人控制技术》专业方向课程、《工业机器人编程实验》的实践环节，以机器人的建模、编程、轨迹规划、运动控制的具体实例为主，涉及到不同通用机器人的使用，是该门课程的具体应用与实践，无重复性知识点。

2. 课程目标

课程目标 1：能够使用现代工具对工业机器人进行运动学、动力学、结构分析，能够对关节型机器人进行离线编程，具备对机器人开展简单路径规划的能力；（支撑毕业要指标点 3-1）

课程目标2： 通过示教与手动编程操作，可以对机器人优化设计进行论证；（支撑毕业指标点 4-2）

课程目标3： 具备工业机器人基本操作能力，可以使用手动控制器对其操作，为机器人二次开发、在线监控与编程、方案设计与验证等奠定基础。（支撑毕业指标点5-2）

二、课程内容、学时分配

章节	内 容	讲课	实验	小计	支撑课程目标	支撑的毕业要求指标点
绪论	0.1 什么是机器人仿真，仿真有哪些途径和类别，机器人仿真目的与仿真应用； 0.2 国内外不同工业机器人的编程方法与编程应用。 重点：机器人仿真如何为优化设计提供分析基础。	2	0	2	1	3-1
第 1 章	1 机器人建模与仿真 1.1 机器人的三维建模，运动学仿真、动力学仿真、结构分析； 1.2 建构基本仿真工业机器人工作站； 1.3 机器人进行运动轨迹仿真。 重点：机器人 MATLAB 运动学仿真、ADAMS 动力学仿真、Ansys 结构分析； 难点：ROS 构建机器人工作站。	12	0	12	1	3-1
第 2 章	2 机器人离线编程 2.1 工业机器人编程的程序结构、编程方法； 2.2 机器人的基本编程指令，从而能够根据机器人的任务特征，编制相应控制程序，对机器人进行简单的运动控制。 重点：编程方法与基本指令； 难点：运动控制算法的实施。	8	0	8	1	3-1
第 3 章	3 机器人手动及示教编程操作 3.1 了解示教器的结构与功能，机器人的安全操作事项； 3.2 掌握机器人的手动操作与示教编程方法，能够进行简单的命令编辑操作。 重点：示教操作过程 难点：示教编程方法	6	0	6	2	4-2
实验	实验一 某机器人的基本操作实验 1. 认识机器人系统基本组成及其功能； 2. 掌握机器人启、停、手动等基本操作。 实验二 某机器人的示教编程实验 1. 认识机器人的控制器，了解示教盒基本功能与使用方法； 2. 掌握简单运动的示教及再现编程方法	0	4	4	3	5-2
合计		28	4	32		

三、达成课程目标的途径和措施

1.通过项目驱动的方式，以某关节型机器人为例，采用多层次的教学方法，配合《工业机器人技术基础》先修课程与后续《工业机器人编程实验》实践课程，理论联系实际，支撑课程目标1、2。如机器人运动学分析，从理论分析入手，得出变换矩阵；在分析软件中建立机器人数学模型，编程计算运动学模型，得出结论；对结论加以分析，是否与理论分析结果一致，是否满足机器人运动学设计要求。

2. 采用线上线下、互动式、开放式的混合教学方法，教学过程中，让学生先进行充分的线下学习，学习各软件的解决问题方式，回顾先修课程理论，以线上答题作为测试环节，评价掌握程度。课堂上积极参与理论分析，项目讨论找到各类的实际应用、软件的选用、编程问题，提高学生借助软件分析问题的能力。可以支撑课程目标1、2的达成。

3. 课后作业与课堂测验相结合，对所学内容加以复习和巩固，同时考察学生对所学知识的掌握程度。

4. 采用项目驱动，对某机器人进行综合分析，预测执行过程，对机器人的优化设计提出合理意见，由此支撑课程目标 3；

5. 示教是机器人编程常用方式，为了能够更好地完成该部分内容学习，由教师录制相关实验的使用教程放在网上，要求学生按照任务点完成观看，并且配合后续实践课程完成必做实验，更好地支撑课程目标 3。

四、考核方式

1. 课程考核方式

考核方式包括课堂情况、课后作业、实验和期末考试四种考核方式（实验考核列入课后作业。

2.定量评价

本课程包含 3 个课程目标，4 种考核方式，各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配如表 4.1。

表 4.1 各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配

课程目标	分课程目标权重(本列总和为 1) P_i	各考核方式评价比例分配(每行总和为 1) W_{ik}				各考核方式在课程达成中的占比(所有行列总和为 1) $S_{ik}=P_i*W_{ik}$			
		课堂情况	课后作业	实验	期末考试	课堂情况	课后作业	实验	期末考试
1	0.6	0.2	0.2	0	0.6	0.12	0.12	0	0.36
2	0.3	0.2	0.2	0	0.6	0.06	0.06	0	0.18

3	0.1	0	0	1	0	0		0.1	0
各考核环节对课程目标达成的贡献率						0.18	0.18	0.1	0.54

第 i 个分课程目标的评价基于各环节 k 的贡献加权求和，就是该分课程目标的达成度 A_i ，即

$$A_i = \sum G_{ik} \times W_{ik} \quad (4-1)$$

而多个分课程目标再根据比例加权求和，就得到本门课程的课程目标达成度 A ，即

$$A = \sum A_i \times P_i \quad (4-2)$$

其中： k 表示不同的考核环节， i 表示不同的分课程目标；

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

W_k 表示第 k 种评价方式对第 i 个课程目标百分占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

G_{ik} 表示第 k 种考核方式支撑第 i 个课程目标的达成度。

由以上获得的课程目标达成度定量评价和定性评价结果，在达成度分析报告中，运用多元评价法来进行综合分析，结合实际教学过程，找出本轮教学中的不足，提出改进方案，并用于下一轮教学的改进中。

五、评价标准

1. 课堂情况评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100分	75-89分	60-74分	0-59分	
课程目标1: 能够使用现代工具对工业机器人进行运动学、动力学、结构分析, 能够对关节型机器人进行离线编程, 具备对机器人开展简单路径规划的能力; (支撑毕业要指标点3-1)	在课堂讨论或教学过程中, 基本概念正确、论述逻辑清楚; 层次分明、语言规范。	在课堂讨论或教学过程中, 基本概念正确、论述基本清楚; 语言较规范。	在课堂讨论或教学过程中, 基本概念基本正确、论述基本清楚; 语言较规范。	在课堂讨论或教学过程中, 基本概念不清楚甚至错误、原理论述不清楚。	0.67
课程目标2: 通过示教与手动编程操作, 可以对机器人优化设计进行论证; (支撑毕业指标点4-2)	在课堂讨论或教学过程中, 对示教编程操作过程明确, 对编程语言掌握灵活。	在课堂讨论或教学过程中, 对示教编程操作过程教明确, 对编程语言掌握较灵活。	在课堂讨论或教学过程中, 对示教编程操作过程基本明确, 对编程语言基本掌握。	在课堂讨论或教学过程中, 对示教编程操作过程不明确, 对编程语言没有掌握。	0.33

2. 课后作业评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100分	75-89分	60-74分	0-59分	
课程目标1: 能够使用现代工具对工业机器人进行运动学、动力学、结构分析, 能够对关节型机器人进行离线编程, 具备对机器人开展简单路径规划的能力; (支撑毕业要指标点3-1)	按时交作业; 作业完成过程条理、清晰, 整洁, 没有改动, 错误少于2处;	按时交作业; 作业完成过程较为条理、清晰, 改动少于2处, 错误少于4处;	按时交作业; 作业完成过程基本条理、清晰, 页面基本整洁, 改动少于4处, 错误少于6处;	不按时交作业; 作业完成过程混乱, 页面不整洁, 改动多于4处, 错误多于6处	0.67
课程目标2: 通过示教与手动编程操作, 可以对机器人优化设计进行论证; (支撑毕业指标点4-2)	按时交作业; 作业完成过程基本条理、清晰, 页面基本整洁, 没有改动, 错误少于2处;	按时交作业; 作业完成过程基本条理、清晰, 页面基本整洁, 改动少于2处, 错误少于4处;	按时交作业; 作业完成过程基本条理、清晰, 页面基本整洁, 改动少于4处, 错误少于6处;	按时交作业; 作业完成过程基本条理、清晰, 页面基本整洁, 改动多于4处, 错误多于6处	0.33

3. 实验评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100分	75-89分	60-74分	0-59分	
课程目标3: 具备利用仿真软件建立工业机器人模型的能力, 为机器人二次开发、在线监控与编程、方案设计与验证等奠定基础。(支撑毕业指标点5-2)	实验完成过程条理、清晰, 整洁, 没有改动, 错误少于2处;	实验完成过程较为条理、清晰, 改动少于2处, 错误少于4处;	实验完成过程基本条理、清晰, 页面基本整洁, 改动少于4处, 错误少于6处;	实验完成过程混乱, 页面不整洁, 改动多于4处, 错误多于6处	1

4. 考试评价标准

期末考试题中各章节的比例, 按照模块及其重难点的分布, 基本按照绪论5分, 第一章55分, 第二章30分, 第三章10分的比例出题, 并由授课教师集体制定“标准答案”完成卷子的批改。

六、参考书目及学习资料(书名, 主编, 出版社, 出版时间及版次)

1. 工业机器人技术.李瑞峰, 葛连正.清华大学出版社, 2019, 第1版.
2. 工业机器人技术基础与应用分析.罗霄, 罗庆生.北京理工大学出版社, 2018, 第1版.

制定人: 史源源

审定人: 赵鹏飞

批准人: 赵俊生

2017年8月6日

《机械振动基础》课程教学大纲

课程类别： 专业教育课程 英文名称： Fundamentals of Mechanical Vibration

开课单位： 机械工程学院 课程编号： B06020303

课程性质： 专业选修

总学时： 32 实验： 0 学 分： 2

适用专业： 机械电子工程

先修课程： 高等数学、线性代数、机械原理、理论力学、材料力学、机械设计基础

大纲编写（修订）时间： 2020.7

一、课程性质与教学目标

（一）课程性质与任务

机械振动基础为机械电子工程专业的专业选修课，是研究系统动态响应的技术基础课。本课程讲授单自由度系统振动自和多自由度系统振动的基本理论，为解决机械系统和工程结构的振动问题提供必要的基础理论和方法。

通过本课程的学习，学生能够掌握机械系统振动特性分析与设计需具备的基础知识，掌握线性系统微幅振动的基本理论；掌握振动系统的分析方法。能用所学理论知识对实际振动问题进行建模分析，并具有有效分析和解决工程振动问题的能力。

（二）课程目标

课程目标 1：能够掌握单自由度振动系统固有特性及振动响应的专业理论知识。（支撑毕业要求指标点 1-4）

课程目标 2：能够运用力学的基础知识、科学原理、机械振动基础的基本理论，建立多自由度振动系统数学模型，并能够应用振动理论知识对振动系统的固有特性和振动响应进行分析。（支撑毕业要求指标点 2-2）

课程目标 3：能够利用隔振、消振和吸振器等基本理论解决工程中常见振动问题，评价振动对人类和环境造成的损害和隐患，并能够了解机械振动领域的新理论、新技术和新知识。（支撑毕业要求 7-2）

课程思政目标：引导学生探索科学，提升学生学习的积极性和内驱力，激发学生的学习兴趣。

表 1.1 毕业要求观测点与课程目标的关联性

毕业要求观测点	课程目标	关联度
1-4: 具备用于解决机电产品及系统的设计与控制等复杂工程问题方案的比较、优化、改进的专业基础	课程目标 1: 能够掌握单自由度和多自由度振动系统固有特性及振动响应的专业理论知识。	高

理论和专业知识。		
2-2: 能够基于相关科学原理和数学模型方法对机电产品及系统的设计与控制中的工程问题进行正确表达。	课程目标 2: 能够运用力学的基础知识、科学原理、机械振动基础的基本理论，建立单自由度和多自由度振动系统数学模型，并能够应用振动理论知识对振动系统的固有特性和振动响应进行分析。	高
7-2: 能够正确认识、评估机电产品及系统设计中的复杂工程问题的工程实践对环境、社会可持续发展的影响。	课程目标 3: 能够利用隔振、消振和吸振器等基本理论解决工程中常见振动问题，评价振动对人类和环境造成的损害和隐患，并能够了解机械振动领域的新理论、新技术和新知识。	高

二、课程内容、学时分配及对毕业要求指标点的支撑

章节	内 容	讲 课	实 验	小 计	支撑课程目 标	支撑的毕业要 求指标点
第 1 章	<p>1 机械振动基础</p> <p>1.1 引言；主要内容：研究机械振动问题的基本步骤</p> <p>1.2 机械振动基本概念；主要内容：简谐振动、周期振动、自由度、广义坐标</p> <p>1.3 构成机械振动系统的基本元素；主要内容：基本元素、基本元件、基本物理参数</p> <p>重点：研究机械振动问题的基本步骤</p> <p>难点：区别基本元素、基本原件、基本物理参数</p>	2	0	2	1	1-4
第 2 章	<p>2 单自由度系统</p> <p>2.1 无阻尼自由振动；主要内容：物理模型、数学模型、求解、响应表达</p> <p>2.2 能量法；主要内容：能量法建立数学模型</p> <p>2.3 有阻尼自由振动；主要内容：物理模型、数学模型、求解、响应表达</p> <p>2.4 简谐激励作用下强迫振动；主要内容：三种不同激励方式下物理模型、数学模型、求解、响应表达</p> <p>2.5 简谐激励强迫振动理论的应用；主要内容：积极隔振、消极隔振</p> <p>2.6 非简谐激励作用下的强迫振动；主要内容：响应表达</p> <p>重点：建立物理模型、数学模型、求解</p> <p>难点：将工程问题对应建模分析</p>	12	0	12	1、3	1-4 7-2
第 3 章	<p>3 两自由度系统</p> <p>3.1 无阻尼自由振动；主要内容：物理模型、数学模型、求解、响应表达</p> <p>3.2 无阻尼强迫振动；主要内容：物理模型、数学模型、求解、响应表达</p> <p>3.3 无阻尼吸振器；主要内容：特点与适用范围</p> <p>3.4 有阻尼振动；主要内容：物理模型、数学模型、求解、响应表达</p> <p>3.5 有阻尼吸振器；主要内容：特点与适用范围</p> <p>3.6 位移方程；主要内容：建立方程与求解</p> <p>重点：建立物理模型、数学模型、求解</p> <p>难点：将工程问题对应建模分析</p>	8	0	8	2、3	2-2 7-2

章节	内 容	讲 课	实 验	小 计	支撑课程目 标	支撑的毕业要 求指标点
第 4 章	4 多自由度系统 4.1 多自由度系统数学模型建立；主要内容：能量法、牛顿定律、影响系数法建立数学模型 4.2 无阻尼自由振动和特征值问题；主要内容：特征向量、模态矩阵 4.3 特征向量的正交性和主坐标；主要内容：正交证明、正则坐标 4.4 对初始条件的响应和初值问题 重点：多自由度系统数学模型建立、证明特征向量的正交性 难点：掌握建模方法	8	0	8	1	2-2
第 5 章	5 振动与噪声控制专题 5.1 专题一；主要内容：了解振动控制的新理论、新技术 5.2 专题二；主要内容：振动控制	2	0	2	3	7-2
合 计		32	0	32		

四、达成课程目标的途径和措施

达成课程目标的途径主要有课堂教学、课堂情况考核、课后作业等。正确利用考勤手段要求学生参加全部的课堂教学活动，按要求独立完成作业。合理安排随堂测试环节，对学生作业及时批改，掌握学生学习情况，安排习题课内容。期末考试内容各根据考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配，涉及相关内容。

1. 结合力学的基础知识，讲授机械振动的基本理论知识，包括单自由度和多自由度振动系统的响应与振动特性分析的专业知识。充分发挥现代化多媒体教学手段，利用软件仿真模拟辅助理论教学，以巩固和提高教学效果，运用 MATLAB 或者 ADAMS 软件建立单自由度系统数学模型，并能够模拟振动系统的响应特性。（达成课程目标 1）

2. 以机械振动问题分析的四个步骤为课程教学主线，传授单自由度系统和多自由度振动系统建立数学模型的方法，并能利用振动分析的基础知识识别不同特征参数下系统的振动特征，以提出问题、解决问题、案例应用、内容归纳为主要手段，结合随堂提问、课后作业、课外答疑等多种方式巩固课堂教学内容。（达成课程目标 2）

3. 采用案例式教学，结合科研成果讲解隔振、消振、隔振器基本理论在工程中的应用，能够利用隔振、消振和吸振器基本理论解决工程中常见振动问题，评价振动对人类和环境造成的损害和隐患。并能够了解机械振动领域的新理论、新技术和新知识。（达成课程目标 3）

4. 利用一些知识点背后蕴含的思政元素，去引发学生深入思考，使学生不仅仅掌握这门课程的知识点，更重要的是培养学生思考问题和解决问题的能力，实现立德树人润物无声。在讲课的过程中结合我国机械动力学和机械振动专家的生平事迹，引导学生探索科学，提升学生学习的积极性和内驱力，激发学生的学习兴趣。

五、考核方式

1. 课程考核方式包括随堂测验、课后作业情况和期末考试等。

2. 定量评价

本课程包含 3 个课程目标，有 3 种考核方式，各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配如下：

第 i 个分课程目标的评价基于各环节 k 的贡献加权求和，就是该分课程目标的达成度 A_i ，即

$$A_i = \sum G_{ik} \times W_{ik} \quad (4-1)$$

多个分课程目标再根据比例加权求和，就得到本门课程的课程目标达成度 A ，

$$A = \sum A_i \times P_i \quad (4-2)$$

其中： k 表示不同的考核环节； i 表示不同的分课程目标；

$S_{ik} = P_i \times W_{ik}$ 是第 k 种考核方式通过第 i 个课程目标反映在总的课程目标中的评价占比；

W_{ik} 表示第 k 种评价方式对第 i 个课程目标百分占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

G_{ik} 表示第 k 种考核方式支撑第 i 个课程目标的达成度。

课程考核环节结束后，需要根据各考核结果计算每一课程目标的达成度，并根据各课程目标的权重计算课程总的达成度。

表 5.1 各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配

课程目标	分课程目标权重(本列总和为 1) P_i	各考核方式评价比例分配 (每行总和为 1) W_{ik}			各考核方式在课程达成中的占比 (所有行列总和为 1) $S_{ik}=P_i*W_{ik}$		
		随堂测验	作业	期末考试	随堂测验	作业	期末考试
1	0.50	0.2	0.2	0.6	0.1	0.1	0.3
2	0.40	0.2	0.2	0.6	0.08	0.08	0.24
3	0.10	0.1	0.1	0.8	0.01	0.01	0.08
各考核环节对课程目标达成的贡献率					0.19	0.19	0.62

3. 定性评价

定性评价指利用学生的调查问卷进行课程目标达成情况评价，按照各课程目标分项设计合适的问卷，调查学生掌握知识及获得能力等课程目标达成情况。其中成绩均采用百分制统计，五级分制转换为百分制时，优对应 95 分，良对应 85 分，中对应 75 分，及格对应 65 分，不及格对应 55 分。

综合定性与定量评价结果，取最小量为最终评价结果。

六、评价标准

针对课程考核方式的随堂测验、课后作业和期末考试四个环节，制定相应的评价标准如下。

6.1 随堂测试评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100 分	75-89 分	60-74 分	0-59 分	

能够掌握单自由度振动系统固有特性及振动响应的专业理论知识。(支撑毕业要求指标点 1-4)	能准确掌握单自由度振动系统固有特性及振动响应的专业理论知识。	能较准确掌握单自由度振动系统固有特性及振动响应的专业理论知识。	基本能掌握单自由度振动系统固有特性及振动响应的专业理论知识。	不能掌握单自由度振动系统固有特性及振动响应的专业理论知识。	0.52
能够运用力学的基础知识、科学原理、机械振动基础的基本理论,建立多自由度振动系统数学模型,并能够应用振动理论知识对振动系统的固有特性和振动响应进行分析。(支撑毕业要求指标点 2-2)	能准确建立系统的数学模型,并能够应用振动理论知识对振动系统的固有特性和振动响应进行分析。	能较准确建立系统的数学模型,能够应用振动理论知识对振动系统的固有特性和振动响应进行分析。	基本能建立系统的数学模型,基本能够应用振动理论知识对振动系统的固有特性和振动响应进行分析。	不能准确建立系统的数学模型,不能够应用振动理论知识对振动系统的固有特性和振动响应进行分析。	0.42
能够利用隔振、消振和吸振器等基本理论解决工程中常见振动问题,评价振动对人类和环境造成的损害和隐患,并能够了解机械振动领域的新理论、新技术和新知识。(支撑毕业要求 7-2)。	能准确描述利用积极隔振、消极隔振、吸振器的基本理论,并能准确应用理论知识解决工程问题。	较准确描述利用积极隔振、消极隔振、吸振器的基本理论,并较准确应用理论知识解决工程问题。	基本能准确描述利用积极隔振、消极隔振、吸振器的基本理论,基本能准确应用理论知识解决工程问题。	不能准确描述利用积极隔振、消极隔振、吸振器的基本理论,不能准确应用理论知识解决工程问题。	0.06

6.2 作业评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100分	75-89分	60-74分	0-59分	
能够掌握单自由度振动系统固有特性及振动响应的专业理论知识。(支撑毕业要求指标点 1-4)	按时交作业,能准确回答振动理论知识。	按时交作业,能较准确回答振动理论知识。	基本能按时交作业,基本能回答振动理论知识。	不能按时交作业,有抄袭现象。不能准确回答振动理论知识。	0.52
能够运用力学的基础知识、科学原理、机械振动基础的基本理论,建立多自由度振动系统数学模型,并能够应用振动理论知识对振动系统的固有特性和振动响应进行分析。(支撑毕业要求指标点 2-2)	按时交作业,准确建立系统的数学模型,并能够应用振动理论知识对振动系统的固有特性和振动响应进行分析。	按时交作业,准确建立系统的数学模型,并能够应用振动理论知识对振动系统的固有特性和振动响应进行分析。	基本按时交作业,基本能准确建立系统的数学模型,并能够应用振动理论知识对振动系统的固有特性和振动响应进行分析。	不按时交作业,不能准确建立系统的数学模型,并能够应用振动理论知识对振动系统的固有特性和振动响应进行分析。	0.43

能够利用隔振、消振和吸振器等基本理论解决工程中常见振动问题,评价振动对人类和环境造成的损害和隐患,并能够了解机械振动领域的新理论、新技术和新知识。(支撑毕业要求 7-2)	按时交作业,能准确描述利用积极隔振、消极隔振、吸振器的基本理论,并能准确应用理论知识解决工程问题。	按时交作业,较准确描述利用积极隔振、消极隔振、吸振器的基本理论,并较准确应用理论知识解决工程问题。	基本能按时交作业,基本能准确描述利用积极隔振、消极隔振、吸振器的基本理论,基本能准确应用理论知识解决工程问题。	不能按时交作业,有抄袭现象。不能准确描述利用积极隔振、消极隔振、吸振器的基本理论,不能准确应用理论知识分析问题。	0.05
---	---	---	---	--	------

6.3 考试评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100分	75-89分	60-74分	0-59分	
能够掌握单自由度振动系统固有特性及振动响应的专业理论知识。(支撑毕业要求指标点 1-4)	能准确掌握单自由度振动系统固有特性及振动响应的专业理论知识。	能较准确掌握单自由度振动系统固有特性及振动响应的专业理论知识。	基本能掌握单自由度振动系统固有特性及振动响应的专业理论知识。	不能掌握单自由度振动系统固有特性及振动响应的专业理论知识。	0.48
能够运用力学的基础知识、科学原理、机械振动基础的基本理论,建立多自由度振动系统数学模型,并能够应用振动理论知识对振动系统的固有特性和振动响应进行分析。(支撑毕业要求指标点 2-2)	能准确建立系统的数学模型,并能够应用振动理论知识对振动系统的固有特性和振动响应进行分析。	能较准确建立系统的数学模型,能够应用振动理论知识对振动系统的固有特性和振动响应进行分析。	基本能建立系统的数学模型,基本能够应用振动理论知识对振动系统的固有特性和振动响应进行分析。	不能准确建立系统的数学模型,不能够应用振动理论知识对振动系统的固有特性和振动响应进行分析。	0.38
能够利用隔振、消振和吸振器等基本理论解决工程中常见振动问题,评价振动对人类和环境造成的损害和隐患,并能够了解机械振动领域的新理论、新技术和新知识。(支撑毕业要求 7-2)。	能准确描述利用积极隔振、消极隔振、吸振器的基本理论,并能准确应用理论知识解决工程问题	较准确描述利用积极隔振、消极隔振、吸振器的基本理论,并较准确应用理论知识解决工程问题	基本能准确描述利用积极隔振、消极隔振、吸振器的基本理论,基本能准确应用理论知识解决工程问题	不能准确描述利用积极隔振、消极隔振、吸振器的基本理论,不能准确应用理论知识解决工程问题	0.14

七、参考书目及学习资料(书名,主编,出版社,出版时间及版次)

- 1.程耀东,李培玉.机械振动学(第二版).浙江:浙江大学出版社,2005
- 2.闻邦春,刘淑英.机械振动理论及应用.北京:高等教育出版社,2009
- 3.李晓雷,俞德孚.机械振动理论及应用(第二版).北京:北京理工大学出版社,2010
- 4.胡葛庆,胡雷.机械振动.长沙:国防科技大学出版社,2017

制定人:原霞

审定人:樊文欣

批准人:赵俊生

2020年7月14日

《虚拟仪器技术及应用》课程教学大纲

课程类别：专业教育课程

英文名称：Virtual Instrument Technology and Application

开课单位：机械工程学院

课程编号：B06020304

课程性质：专业选修

总学时：32

实验：4

学 分：2

适用专业：机械电子工程

先修课程：计算机原理、C语言、测试与传感技术、信号与系统

大纲编写（修订）时间：2017.07.10

一、课程性质与教学目标

（一）课程性质与任务（需说明课程对人才培养方面的贡献）

《虚拟仪器技术及应用》是机械电子工程专业本科生的一门选修课程。虚拟仪器系统是集机械、电子、信息及控制等为一体的综合性应用，其中信号分析和测试系统部分需要工程测试技术所涉及的测试系统设计、器件搭建等内容。各个虚拟器件的选用及程序编译等工作，涉及到计算机原理和 C 语言的部分知识点。本课程知识点的掌握，可以直接为机电工程专业的课程及其课程设计中的测试与分析提供软件支撑，为智能控制技术及应用课程提供仿真、测试方法，支撑机械电子工程专业学生相关毕业论文的顺利完成。

通过课程的学习，学生能够掌握虚拟仪器系统的基本构成及基本设计思想，应用图形化语言进行编程和设计，熟练掌握 LabVIEW 软件的应用。以基于 LabVIEW 图形化编程语言的虚拟仪器开发平台为基础，具备 LabVIEW 编程、数据采集、信号分析与处理等方面的能力。同时在掌握基本理论知识和编程方法的基础上，能够从测量问题的本身出发，通过题目分析，电路组成等设计合理的测量方案，利用数据采集卡和相应的硬件设施，解决实际的测量问题。掌握虚拟仪器系统软件的设计方法，具备计算机技术综合应用的能力。

（二）课程目标

课程目标 1：针对机电传动系统中的振动分析及测试等复杂工程问题，能够将数据数组的操作方法、程序结构知识、数据采集、信号处理用于测试程序设计及功能验证。（支撑毕业要求指标点 1-4）

课程目标 2：能够应用虚拟仪器技术进行循环结构、Case 结构及顺序结构等的 VI 程序、人机交互界面等测试程序设计，并对信号测试与分析的解决方案进行可行性分析和论证。（支撑毕业要求指标点 3-2）

课程目标 3：结合机电装备行业振动测试现状，能够将 LabVIEW 虚拟仪器的编程技术、DAQ 数据采集、数据的分析与处理应用于工程测试的系统设计中。（支撑毕业要求指标点 5-1）

二、课程内容、学时分配及对毕业要求指标点的支撑

章节	内 容	讲 课	实 验	小 计	支撑课程目 标	支撑的毕业要 求指标点
第 1 章	1 绪论 1.1 虚拟仪器技术概述；主要内容：虚拟仪器技术在智能制造、环境监测、办公室自动化等领域的应用情况。 1.2 虚拟仪器的开发平台；主要内容：LabVIEW 的操作模板。 1.3 科研实例应用介绍；主要内容：轴线轨迹测量实例。 重点：虚拟仪器的概念，LabVIEW 的操作模板。 难点：LabVIEW 的语言编程基础。	2	0	2	2	3-2
第 2 章	2 LabVIEW 开发入门 2.1 创建 VI；主要内容：创建前面板和程序框图。 2.2 子 VI；主要内容：创建和编辑图标，定义连接器。 2.3 VI 的编辑和调试；主要内容：VI 的编辑和调试。 重点：VI 的创建和编辑方法；子 VI 创建与调用。 难点：VI 程序的调试。	2	0	2	3	5-1
第 3 章	3 数据对象与操作 3.1 数值型对象；主要内容：数值型对象。 3.2 布尔型对象及其操作；主要内容：布尔型对象。 3.3 字符串对象；主要内容：字符串对象。 3.4 其它数据类型；主要内容：其它数据类型对象。 3.5 变量操作；主要内容：变量操作方法。 重点：各种数据对象的结构。 难点：各种数据对象的调用操作。	2	0	2	1	1-4
第 4 章	4 数组、簇和波形 4.1 数组；主要内容：创建数组，利用数组的操作函数。 4.2 簇；主要内容：创建簇，簇的操作函数。 4.3 波形；主要内容：创建波形，波形的操作函数。 重点：能够创建、操作和灵活运用数组、簇和波形等。 难点：如何使用 LabVIEW 的复合数据类型。	2	0	2	1	1-4
第 5 章	5 程序结构 5.1 循环结构；主要内容：While、For 循环结构。 5.2 条件结构；主要内容：条件结构设置。	6	2	8	1	1-4

	5.3 顺序结构；主要内容：层叠式和平铺式的顺序结构。 重点：各种循环结构的建立和应用。 难点：各种程序结构的应用					
第 6 章	6 波形显示 6.1 波形图和图表；主要内容：波形图、波形图表的数据格式设置、属性设置。 6.2 X-Y 图；主要内容：X-Y 图。 重点：波形图、图表、X-Y 图显示数据。 难点：格式设置、属性设置。	2	0	2	2	3-2
第 7 章	7 字符串和文件 I/O 7.1 字符串；主要内容：字符串的输入和输出方法。 7.2 文件 I/O；主要内容：数据文件的输入和输出，文件操作节点分类。 重点：文件类型和 I/O 操作。 难点：文件 I/O 操作。	4	0	4	2	3-2
第 8 章	8 数据采集 8.1 数据采集卡设备的配置和管理；主要内容：配置数据采集卡。 8.2 DAQ 程序设计；主要内容：通过 DAQ Assistant 和 DAQmx 的相关 VI 建立数据采集任务。 重点：DAQ 的设置和调用。 难点：DAQ 的使用。	4	2	6	2、3	3-2、5-1
第 9 章	9 信号产生与信号处理 9.1 波形产生监视；主要内容：产生常用的波形。 9.2 波形测量；主要内容：波形测量。 9.3 信号处理；主要内容：滤波、时频域分析等。 重点：熟悉 LabVIEW 中的各种信号处理功能。 难点：如何在实际工程中使用 LabVIEW。	4	0	4	3	5-1
合计		28	0	32		

三、本课程开设的实验项目

编号	实验项目名称	学时	类型	支撑课程目标	支撑的毕业要求指标点
1	基于顺序结构 VI 程序设计	2	设计性	1	1-4
2	基于 LabVIEW 软件与 DAQ 卡的数据采集	2	综合性	2、3	3-2、5-1

实验一 基于顺序结构 VI 程序设计

实验目的：设计一个顺序(Sequence)结构并且把数据传送到文件

实验器材：计算机、LabVIEW 虚拟仪器软件

实验报告：1 清晰描述实验方案与过程，2 清晰表达虚拟实验台的搭建步骤和成果，3 把虚拟信号的产生方法、仿真结果写明，并加以简单分析。

实验二 基于 LabVIEW 软件与 DAQ 卡的数据采集实例设计

实验目的：数据采集系统的构成和 DAQ 数据采集卡的使用

实验器材：转子实验台、电脑、软件、数据采集卡等；

实验报告：1 描述振动信号采集系统的建立过程，2 描述硬件连接方法和各部分的功能，3 对采集的信号进行处理、分析并形成结论，最好加上具有实际意义的指导意见。

四、达成课程目标的途径和措施

1. 通过项目驱动的方式，以机电装备振动测试为例，采用多层次的教学方法，配合《振动技术基础》先修课程与后续《振动测试及仿真实验》实践课程，理论联系实际，支撑课程目标 1、2。

2. 可采用线上线下、互动式、开放式的混合教学方法，教学过程中，让学生先进行充分的线下学习，学习各软件的解决问题方式，回顾先修课程理论，以线上答题作为测试环节，评价掌握程度。课堂上积极参与理论分析，项目讨论找到各类的实际应用、软件的选用、编程问题，提高学生借助软件分析问题的能力。可以支撑课程目标 1、2 的达成。

3. 课后作业与课堂相结合，对所学内容加以复习和巩固，同时考察学生对所学知识的掌握程度。为了更好的支撑课程目标 1；在每章节课程上到约三分之二时，布置综合作业，挖掘学生应用已掌握知识解决新问题的潜力，要求针对本章节课程进行知识扩展，随堂完成知识拓展类作业。

4. 采用项目驱动，对机电装备振动测试进行综合分析，对测试系统进行方案设计提出合理意见，由此支撑课程目标 2；

5. 示教是机器人编程常用方式，为了能够更好地完成该部分内容学习，由教师录制相关实验的使用教程放在网上，要求学生按照任务点完成观看，并且配合后续实践课程完成必做实验，更好地支撑课程目标 3。

五、考核方式

1. 课程考核方式包括课后作业、实验（综合作业）、答辩。
2. 定量评价

本课程包含 3 (i) 个分课程目标，有 4 (k) 个考核方式，各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配如下：

表 3.1 各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配

课程目标	知识面比例 (本列总和为 1) P_i	各环节评价比例分配 (每行总和为 1) W_{ik}			各环节在课程达成中的占比 (所有行列总和为 1) $R_{ik}=P_i*W_{ik}$		
		课后作业	综合作业	实验答辩	作业	综合作业	实验答辩
1	0.4	0.5	-	0.5	0.20	-	0.20
2	0.4	-	0.5	0.5	-	0.20	0.20
3	0.2	-	1.0	-	-	0.20	-
各环节对课程目标达成的贡献率 (M_k)					0.20	0.40	0.40

那么第 i 个分课程目标的评价基于各环节 k 的贡献加权求和，就是该分课程目标的达成度 A_i ，即

$$A_i = \sum G_{ik} \times W_{ik} \quad 3-1$$

而多个分课程目标再根据比例加权求和，就得到本门课程的课程目标达成度 A。

$$A = \sum A_i \times P_i \quad 3-2$$

其中： k 表示不同的考核环节， i 表示不同的分课程目标；

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

W_{ik} 表示第 k 种评价方式对第 i 个课程目标百分占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

G_{ik} 表示第 k 种考核方式支撑第 i 个课程目标的达成度。

3. 定性评价

定性评价指标利用学生的调查问卷进行课程目标达成情况评价，按照各课程目标分项设计合适的问卷，调查学生掌握知识及获得能力等课程目标达成情况。其中成绩均采用百分制统计，五级分制

转换为百分制时，优对应 95 分，良对应 85 分，中对应 75 分，及格对应 65 分，不及格对应 55 分。

综合定性与定量评价结果，取最小量为最终评价结果。

六、评价标准

6.1 作业评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100 分	75-89 分	60-74 分	0-59 分	
能够将数据数组的操作方法、程序结构知识、数据采集、信号处理用于测试程序设计及功能验证。（支撑毕业要求指标点 1-4）	基本概念正确、VI 程序设计合理。	基本概念正确、VI 程序设计较合理。	基本概念基本正确、VI 程序设计正确。	基本概念不清楚甚至错误、VI 程序设计错误。	0.20

6.3 综合作业评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100 分	75-89 分	60-74 分	0-59 分	
能够应用虚拟仪器技术进行测试程序设计，并对信号测试与分析的解决方案进行可行性分析和论证。（支撑毕业要求指标点 3-2）	能够应用相关知识合理设计方案，论述逻辑清楚，语言规范。解决方案可行性分析和论证充分、合理。	能够应用相关知识合理设计方案，论述清楚，语言较规范。解决方案可行性分析和论证基本合理。	能够应用相关知识合理设计方案，论述基本清楚，语言较规范。解决方案可行性分析基本合理，缺少必要的论证。	基本概念不清楚甚至错误、论述不清楚。没有解决方案可行性分析和论证。	0.20
能够将 LabVIEW 虚拟仪器的编程技术、DAQ 数据采集、数据的分析与处理应用于工程测试的系统设计中。（支撑毕业要求指标点 5-1）	工程测试的系统设计中 VI 程序结构、DAQ 数据采集、数据分析选择合理；排版规范。	工程测试的系统设计中 VI 程序结构、DAQ 数据采集、数据分析选择基本合理；排版基本规范。	工程测试的系统设计中 VI 程序结构、DAQ 数据采集、数据分析内容不全。	工程测试的系统设计中 VI 程序结构、DAQ 数据采集、数据分析内容不全；排版不够规范	0.20

6.4 实验答辩环节评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100 分	75-89 分	60-74 分	0-59 分	
能够将数据数组的操作方法、程序结构知识、数据采集、信号处理用于测试程序设计及功能验证。（支撑毕业要求指标点 1-4）	针对作业中涉及知识，答辩逻辑清晰，能正确回答问题，陈述逻辑清楚，语言规范。	针对作业中涉及知识，答辩逻辑清晰，能正确回答问题，陈述逻辑较清楚，语言较规范。	答辩逻辑较清晰，能基本正确回答问题，作业陈述逻辑较清楚，语言较规范。	不能按时答辩和提交作业，有抄袭现象；或者基本概念不清楚、陈述不清楚。	0.10

能够应用虚拟仪器技术进行测试程序设计,并对信号测试与分析的解决方案进行可行性分析和论证。(支撑毕业要求指标点 3-2)	针对解决方案可行性分析和论证,答辩逻辑清晰,能正确回答问题。	针对解决方案可行性分析和论证,答辩逻辑较为清晰,能正确回答大部分问题。	针对解决方案可行性分析和论证,答辩逻辑较为清晰,不能正确回答大部分问题。	针对解决方案可行性分析和论证,答辩逻辑混乱,能正确回答大部分问题。	0.10
---	--------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	------

七、参考书目及学习资料（书名，主编，出版社，出版时间及版次）

1. LabVIEW 大学实用教程, 乔瑞萍等译, 机械工业出版社, 2016 年 1 月第三版;
2. 虚拟仪器设计基础教程, 黄松岭、吴静编著, 清华大学出版社, 2008 年 10 月;
3. LabVIEW8.20 程序设计, 陈锡辉、张银鸿编著, 清华大学出版社, 2007 年 7 月

制定人: 李建素

审定人: 原霞

批准人: 赵俊生

2020 年 7 月 10 日

二、本课程开设的实验项目

编号	实验项目名称	学时	类型	支撑课程目标	支撑的毕业要求指标点
1	虚拟仪器程序创建及子 VI 程序调用	2	设计性	2	5-1
2	基于循环结构的实时数据采集	2	设计性	2	5-1
3	数据图表显示及分析功能子程序设计	2	设计性	2	5-1
4	基于 Case 结构的 VI 程序设计	2	设计性	2	5-1
5	基于顺序结构 VI 程序设计	2	设计性	2	5-1
6	基于 LabVIEW 软件与 DAQ 卡的数据采集实例设计	2	综合性	1、3	4-3、9-2
7	机座振动信号的数据采集与处理	2	综合性	1、3	4-3、9-2
8	转子轴心轨迹测量实验	2	验证性	1、3	4-3、9-2
合计		16			

实验一 虚拟仪器程序创建及子 VI 程序调用

实验目的：熟悉 LabVIEW 软件环境、初步掌握虚拟仪器编程语言，创建一个 VI 程序，并作为子 VI 程序进行调用。

实验仪器：计算机、LabVIEW 虚拟仪器软件

实验报告要求：程序设计及仿真分析

实验二 基于循环结构的实时数据采集

实验目的：设计一个条件循环结构和一个被测波形图表，并用信号发生器对程序进行仿真

实验仪器：计算机、LabVIEW 虚拟仪器软件

实验报告：程序设计及仿真分析

实验三 数据图表显示及分析功能子程序设计

实验目的：以图表方式显示数据并使用分析功能子程序，并用信号发生器对程序进行仿真

实验仪器：计算机、LabVIEW 虚拟仪器软件

实验报告：程序设计及仿真分析

实验四 基于 Case 结构的 VI 程序设计

实验目的：设计一个 Case 结构的 VI 程序，并用信号发生器对程序进行仿真

实验仪器：计算机、LabVIEW 虚拟仪器软件

实验报告：程序设计及仿真分析

实验五 基于顺序结构 VI 程序设计

实验目的：设计一个顺序(Sequence)结构并且把数据传送到文件

实验器材：计算机、LabVIEW 虚拟仪器软件

实验报告：1 清晰描述实验方案与过程，2 清晰表达虚拟实验台的搭建步骤和成果，3 把虚拟信号的产生方法、仿真结果写明，并加以简单分析。

实验六 基于 LabVIEW 软件与 DAQ 卡的数据采集实例设计

实验目的：数据采集系统的构成和 DAQ 数据采集卡的使用

实验器材：转子实验台、电脑、软件、数据采集卡等；

实验报告：1 描述振动信号采集系统的建立过程，2 描述硬件连接方法和各部分的功能，3 对采集的信号进行处理、分析并形成结论，最好加上具有实际意义的指导意见。

实验七 机座振动信号的数据采集与处理

实验目的：搭建振动信号采集系统，借助转子实验台进行真实振动信号的采集、并对数据进行处理。

实验器材：转子实验台、电脑、软件、数据采集卡等；

实验报告：1 简述实验目的和原理；2 根据实验步骤要求，描述振动信号采集系统的建立过程，以及硬件连接方法和软件部分的功能；3 对采集的信号进行处理、分析并形成结论，以及具有实际意义的指导意见。

实验八 转子轴心轨迹测量实验

实验目的：1 掌握电涡流传感器测量的原理和方法；2、利用电涡流传感器的涡流效应，进行轴的振动、位移测量；3 利用 LabVIEW 编程进行轴振动位移的采集及分析，并显示轴心轨迹。

实验器材：转子实验台、电脑、软件、数据采集卡等；

实验报告：1 简述转子轴心轨迹测试原理；2 根据实验步骤要求，描述轴心轨迹测试系统的数据采集过程，以及硬件连接方法和软件部分的功能；3 对采集的信号进行处理、分析并形成结论，以及具有实际意义的指导意见。

三、课程目标达成评价的途径和措施

1. 教学方法

(1) 本课程以程序设计与实验动手相结合、课堂讨论、辅导与课后完成相结合、线上线下相结合指导方式进行；

(2) 选用自编课程实验指导教材，结合学生个性特点，以学生为主，教师进行启发式辅导；

(3) 指导学生通过独立思考和自主设计实验方案，通过交流完善实验方案，并交流学习完成实验。从而自主构建知识与技能，强化解决实际问题的能力。

2. 考核内容

(1) 实验操作考核：包括程序设计、实验系统搭建；

(2) 实验报告：包括实验程序设计、实验/仿真过程、实验报告的规范性；

(3) 答辩：包括设计思路、软件使用、实验过程与实验结果分析，是否发现相关待解决问题，提出解决策略。

3. 达成课程目标的措施

课程目标 1 的达成，在实验过程中针对具体问题，启发学生进行独立思考并自主设计实验方案，激发学生深入思考实验背后的理论支撑，通过报告撰写的指导，引导学生在完成基本内容的基础上深入挖掘实验结果背后所对应的理论知识，并对有理论深度的优质实验报告进行线上展览。要努力做到与理论教学相呼应，使学生能在实践中复习、巩固和深化理论知识。

课程目标 2 的达成，课前需要学生成功安装专业软件，熟悉软件的基本使用方式，明确实验目的。教师需使用 30%~40%课堂时间做部分演示，提出本次实验的步骤，启发学生自主设计虚拟仪器。

同时可以采用线上教学辅助学生解决软件安装、编程语言等问题。

课程目标 3 的达成，指导学生正确撰写试验报告，准确描述实验目的、实验方案、实验步骤及实验过程，有效叙述设计的程序。引导学生通过小组讨论的方式交流完善实验方案，再通过团队合作完成实验，分组进行组间互评、组内互评，通过答辩以考核该课程目标的达成。

四、考核方式

1. 考核方式包括实验操作、实验报告和答辩三部分。

2. 定量评价

本课程包含 3 个分课程目标，有 3 个考核方式，各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配如下表：

表 4.1 各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配

课程目标	分课程目标权重 (本列总和为 1) $\sum P_i=1$	各考核方式评价比例分配 (每行总和为 1) $\sum W_{ik}=1$			各考核方式在课程目标达成中的占比 (所有行列总和为 1) $\sum \sum S_{ik}=1$ $S_{ik}=P_i \times W_{ik}$		
		实验操作	实验报告	答辩	实验操作	实验报告	答辩
1	0.4	0.5	-	0.5	0.20	-	0.20
2	0.5	0.6	0.2	0.2	0.30	0.10	0.10
3	0.1	-	-	1.0	-	-	0.10
各考核环节对课程目标达成的贡献率					0.50	0.10	0.40

第 i 个分课程目标的评价基于各环节 k 的贡献加权求和，就是该分课程目标的达成度 A_i ，即

$$A_i = \sum G_{ik} \times W_{ik} \quad (4-1)$$

而多个分课程目标再根据比例加权求和，就得到本门课程的课程目标达成度 A 。

$$A = \sum A_i \times P_i \quad (4-2)$$

其中： k 表示不同的考核环节， i 表示不同的分课程目标；

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

W_{ik} 表示第 k 种评价方式对第 i 个课程目标百分占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

G_{ik} 表示第 k 种考核方式支撑第 i 个课程目标的达成度。

3. 定性评价

利用调查问卷进行课程目标达成情况评价，按照各课程目标分项设计合适的问卷，调查学生掌握知识及获得能力等课程目标达成情况。其中成绩均采用百分制统计，五级分制转换为百分制时，优对应 95 分，良对应 85 分，中对应 75 分，及格对应 65 分，不及格对应 55 分。

综合定性与定量评价结果，取最小量为最终评价结果。

五、评价标准

任课教师可依据课程的考核方式及评价标准增加所采用的其它考核方式或去掉下面给出的其中某些不涉及考核方式的成绩分析。

1. 实验操作评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100 分	75-89 分	60-74 分	0-59 分	
能够根据实验方案搭建实验系统，进行振动信号的采集；（支撑毕业要求指标点 4-3）	实验过程中操作规范，设计方案合理。	实验过程中操作规范，设计方案基本合理。	实验过程中操作基本规范，设计方案存在瑕疵	实验过程中操作不规范，或者设计方案不合理	0.20
能够应用 LabVIEW 软件及现代测试工具和方法，进行程序设计及 DAQ 数据采集；（支撑毕业要求指标点 5-1）	程序设计实现了要求的功能，DAQ 数据采集调试结果正确。	程序实现了大部分要求的功能，DAQ 数据采集调试结果正确。	程序实现了要求的部分功能，DAQ 数据采集调试结果基本正确。	程序没有实现要求的功能，DAQ 数据采集调试错误。	0.30

2. 实验报告评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100 分	75-89 分	60-74 分	0-59 分	
能够应用 LabVIEW 软件及现代测试工具和方法，能够设计人机交互界面的数据采集程序，进行振动测试系统设计；（支撑毕业要求指标点 5-1）	设计的程序具备振动信号进行仿真、采集和处理过程等功能；对采集的振动信号进行了详细分析。人机交互界面数据采集程序功能全部实现；进行振动测试系统设计。	振动信号进行仿真、采集和处理过程描述基本清楚；对采集的振动信号进行了简单分析。人机交互界面数据采集程序功能部分实现；振动测试系统设计合理。	振动信号进行仿真、采集和处理过程描述不够清楚；没有对采集的振动信号进行分析。人机交互界面数据采集程序功能仅有少部分实现；振动测试系统设计一般。	对振动信号进行仿真、采集和处理过程描述不清楚；没有对采集的振动信号进行分析。人机交互界面数据采集程序功能没有实现。	0.10

3. 答辩评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100分	75-89分	60-74分	0-59分	
能够根据实验方案搭建实验系统,进行振动信号的采集;(支撑毕业要求指标点4-3)	实验方案完整、可行,概念清楚,思路清晰。	实验方案较为完整、可行,概念清楚,思路清晰。	实验方案基本可行,思路明确。	实验方案思路不清。	0.20
能够设计人机交互界面的数据采集程序,进行振动测试系统设计;(支撑毕业要求指标点5-1)	对所设计的数据采集程序叙述清楚,思路清晰。	对所设计的数据采集程序叙述基本清楚,思路基本清晰。	对所设计的数据采集程序叙述基本清楚,思路含糊不清。	对所设计的数据采集程序叙述不清楚,不能回答提出的问题。	0.10
能够胜任实验过程中的个人角色,能与教师、同学进行有效沟通并倾听意见与建议,能够有效陈述振动测试方案、数据采集程序设计及实验结果。(支撑毕业要求指标点9-2)	有自己的设计方案,并对自己的方案进行评价,提出不足之处和待改进之处。同时对别人设计方案提出改进意见。	有自己的设计方案,并对自己的方案进行评价。提出不足之处和待改进之处。	没有自己的设计方案,但是对别人方案的评价,提出不足之处和待改进之处。	没有自己的想法。	0.10

六、主要参考书

- [1] 陈国顺等. 测试工程及 LabVIEW 应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2013.
- [2] 江建军等. LabVIEW 程序设计教程[M]. 北京: 电子工业出版社, 2012.1

制定人: 李建素

审定人: 原霞

批准人: 赵俊生

《专业外语》课程教学大纲

课程类别：专业教育课程

课程名称：Professional English

开课单位：机械工程学院

课程编号：B03020308

课程性质：专业选修

总学时：24

实验学时：0

学分：1.5

适用专业：机械电子工程

先修课程：机械设计基础、机械制造技术基础、计算机原理与接口技术、信号与系统、机电一体化系统设计

大纲编写（修订）时间：2020.7

一、课程性质与教学目标

1. 课程性质与任务

专业外语是机械电子工程专业的专业选修课。本课程通过结合国外本专业技术发展热点学习，帮助学生系统梳理和具象化前期专业知识。同时提高学生专业文献阅读、检索、分析能力，拓展机械电子工程技术领域的视野。

本课程的对象状态为：已经完成大学3年基础课和专业基础课程学习，即将面临进入企业工作和进入硕士研究生阶段学习的学生。本阶段学生已经掌握了本专业相关专业基础知识，需要通过综合运用和学习，将各门专业知识与本专业方向工程实践和科学研究结合。

2. 课程目标

课程目标1：基于已掌握的专业知识，通过查阅专业外文文献，能够分析和总结特定文献在机械结构设计、测试与传感技术、计算机控制技术、信号与系统分析、软件与数据存储领域的设计思路、研究方法、技术路线等，从而得到最终方案。（支撑毕业要指标点2-3）

课程目标2：通过阅读文献或观看相关视频，能够掌握在全球的科研机构、代表性企业在机械电子工程领域的技术前沿、发展趋势。（支撑毕业指标点10-2）

课程目标3：通过外文文献的学习，能够构思和撰写符合他国文化的外文文献。（支撑毕业指标点10-3）

课程目标3：通过阅读专业外文文献，能够积累机械、电子、信息技术的科技文献阅读与综述词汇，能够自助查阅、理解、分析行业外文文献。（支撑毕业要指标点12-2）

课程思政目标：针对全球科技前沿的发展现状，和国内外技术水平的差异；鼓励学生认识我国部分技术被“卡脖子”的原因，激发学生为国家科技发展而努力的决心。

表 1.1 毕业要求观测点与课程目标关联性

毕业要求观测点	课程目标	关联度
2-3: 能认识到解决问题有多种方案, 运用基本原理结合文献研究, 能够分析各种方案的影响因素, 通过对方案进行综合对比从而确定最终方案。	基于已掌握的专业知识, 通过查阅专业外文文献, 能够分析和总结特定文献在机械结构设计、测试与传感技术、计算机控制技术、信号与系统分析、软件与数据存储领域的设计思路、研究方法、技术路线等, 从而得到最终方案。	高
10-2: 能够认识机电装备制造业及相关行业工程领域中的国际发展趋势及其中的研究热点。	通过阅读文献或观看相关视频, 能够掌握在全球的科研机构、代表性企业在机械电子工程领域的技术前沿、发展趋势。	低
10-3: 具备跨文化交流的语言和书面表达能力, 能够就专业基本知识在多元文化背景下进行沟通和交流, 并能理解和尊重世界不同文化的差异性和多样性。	通过外文文献的学习, 能够构思和撰写符合他国文化的外文文献。	中
12-2: 具有自主学习的能力, 能通过学习不断提高对技术问题的理解能力, 归纳总结的能力和提出问题的能力, 以应对行业快速发展和变化。	通过阅读专业外文文献, 能够积累机械、电子、信息技术的科技文献阅读与综述词汇, 能够自助查阅、理解、分析行业外文文献。	中

二、课程内容、学时分配及对毕业要求指标点的支撑

章节	内 容	讲课	专题 讨论	小计	支撑课程 目标	支撑的毕业要 求指标点
第 1 章	1. What is Mechatronics? 1.1 What is Mechatronics? 1.2 Scientific Writing 1.2.1 Writing your paper 1.2.2 Finishing your paper 1.2.3 Review and editorial processes 1.2.4 Publishing	2	2	4	3、4	10-3、12-2
第 2 章	2. Mechatronic Design Approach 2.1 Mechatronic Systems; 2.2 Ways of Integration; 2.3 Information Processing Systems; 2.4 Design Procedure for Mechatronic Systems	2	0	2	1、2、3、4	2-3、10-2、 10-3、12-2
第 3 章	3 Modeling Electromechanical Systems 3.1 Modeling of Mechanical Systems for Mechatronics Applications 3.2 Electrical Engineering 3.3 Modeling Electromechanical Systems 3.4 Fluid Power Systems 3.5 Modeling for MEMS 3.6 Engineering Thermodynamics	2	2	4	1、2、3、4	2-3、10-2、 10-3、12-2
第 4 章	4. Sensors and Actuators 4.1 Introduction to Sensors and Actuators; 4.2 Sensor Characteristics 4.3 Actuators Characteristics	2	2	4	1、2、3、4	2-3、10-2、 10-3、12-2
第 5 章	5. Signals and Systems	2	2	4		

	5.1 Introduce for Signals and Systems 5.2 Digital Signal Processing for Mechatronic Applications	2	2		1、2、3、4	2-3、10-2、 10-3、12-2
第 6 章	6. Mechatronic System Control 6.1 The Role of Controls in Mechatronics 6.2 Control System Design 6.3 Control System Optimization	2	2	4	1、2、3、4	2-3、10-2、 10-3、12-2
第 7 章	7. Computers and Logic Systems 7.1 The Mechatronic Use of Computers 7.2 Embedded Computers 7.3 Programmable Logic 7.4 Computer Networks	2	0	2	1、2、3、4	2-3、10-2、 10-3、12-2
第 8 章	8. Software and Data Acquisition 8.1 Introduction 8.2 Transducers and Sensors 8.3 Analog Signals and Digital 8.4 Signal Conditioning 8.5 Data Acquisition Hardware 8.6 Data Acquisition Software	2	2	4	1、2、3、4	2-3、10-2、 10-3、12-2
第 9 章	9. An Introduction to Micro- and Nanotechnology 9.1 Introduction 9.2 Microsensors 9.3 Microactuators 9.4 Nanomachines	2	2	4	1、2、3、4	2-3、10-2、 10-3、12-2

三、达成课程目标的途径和措施

1.通过文献检索驱动的方式，以各个章节讨论知识点为对象，采用多层次的教学方法，配合先修专业基础课程与专业课程，对比教学，支撑课程目标 1、2。

2. 采用、互动式、开放式的混合教学方法，教学过程中，让学生先进行充分的线下查阅相关文献，结合先修课程理论，以讨论作为测试环节，评价掌握程度。课堂上积极参与理论分析，就文献讨论找到各类的相关知识点，提高学生借阅读分析问题的能力。可以支撑课程目标 3、4 的达成。

3. 课后作业与课堂测验相结合，对所学内容加以复习和巩固，同时考察学生对所学知识的掌握程度。由此支撑课程目标 3。

四、考核方式

1. 课程考核方式

考核方式包括课堂情况、课后作业和期末评测四种考核方式。

2.定量评价

本课程包含 4 个课程目标，3 种考核方式，各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配如表 4.1。

表 4.1 各考核方式对课程目标达成评价的权重占比分配

课程目标	分课程目标权重（本列总和为 1） P_i	各考核方式评价比例分配（每行总和为 1） W_{ik}			各考核方式在课程达成中的占比（所有行列总和为 1） $S_{ik}=P_i*W_{ik}$		
		课堂情况	课后作业	期末评测	课堂情况	课后作业	期末评测
1	0.4	0.5	0.2	0.3	0.2	0.08	0.12
2	0.1	0.3	0.2	0.5	0.03	0.02	0.05
3	0.2	0.3	0.2	0.5	0.06	0.04	0.1
4	0.3	0.5	0.2	0.3	0.15	0.06	0.09
各考核环节对课程目标达成的贡献率					0.44	0.2	0.36

第 i 个分课程目标的评价基于各环节 k 的贡献加权求和，就是该分课程目标的达成度 A_i ，即

$$A_i = \sum G_{ik} \times W_{ik} \quad (4-1)$$

而多个分课程目标再根据比例加权求和，就得到本门课程的课程目标达成度 A ，即

$$A = \sum A_i \times P_i \quad (4-2)$$

其中： k 表示不同的考核环节， i 表示不同的分课程目标；

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

W_k 表示第 k 种评价方式对第 i 个课程目标百分占比；

P_i 表示第 i 个课程目标在课程总评价中的占比；

G_{ik} 表示第 k 种考核方式支撑第 i 个课程目标的达成度。

由以上获得的课程目标达成度定量评价和定性评价结果，在达成度分析报告中，运用多元评价法来进行综合分析，结合实际教学过程，找出本轮教学中的不足，提出改进方案，并用于下一轮教学的改进中。

五、评价标准

1. 课堂情况评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100分	75-89分	60-74分	0-59分	
课程目标 1: 基于已掌握的专业知识,通过查阅专业外文文献,能够分析和总结特定文献在机械结构设计、测试与传感技术、计算机控制技术、信号与系统分析、软件与数据存储领域的设计思路、研究方法、技术路线等。(支撑毕业要指标点 2-3)	在课堂讨论或教学过程中,基本概念正确、论述逻辑清楚;层次分明、语言规范。	在课堂讨论或教学过程中,基本概念正确、论述基本清楚;语言较规范。	在课堂讨论或教学过程中,基本概念基本正确、论述基本清楚;语言较规范。	在课堂讨论或教学过程中,基本概念不清楚甚至错误、原理论述不清楚。	0.31
课程目标 2: 通过阅读文献或观看相关视频,能够掌握在全球的科研机构、代表性企业在机械电子工程领域的技术前沿、发展趋势。(支撑毕业指标点 10-2)	在课堂讨论或教学过程中,对于行业信息、动态了解广泛,准确。对技术前沿、发展趋势有自己的见解。	在课堂讨论或教学过程中,对于行业信息、动态了解,准确。对技术前沿、发展趋势有自己的见解。	在课堂讨论或教学过程中,对于行业信息、动态不够了解。对技术前沿、发展趋势有自己的见解。	在课堂讨论或教学过程中,对于行业信息、动态不够了解。对技术前沿、发展趋势没有自己的见解。	0.19
课程目标 3: 通过外文文献的学习,能够构思和撰写符合他国文化的外文文献。(支撑毕业指标点 10-3)	在课堂讨论或教学过程中,能够流利、准确的,用中英文表述专业技术相关内容,并提出自己的观点。	在课堂讨论或教学过程中,能够流利、准确的,用中英文表述专业技术相关内容,缺乏个人观点提炼。	在课堂讨论或教学过程中,基本能够用中英文表述专业技术相关内容。	在课堂讨论或教学过程中,不能够用中英文表述专业技术相关内容。	0.19
课程目标 4: 通过阅读专业外文文献,能够积累机械、电子、信息技术的科技文献阅读与综述词汇,能够自助	在课堂讨论或教学过程中,准确阅读、翻译相关文献词汇、句子,	在课堂讨论或教学过程中,基本正确阅读、翻译部分相关文	在课堂讨论或教学过程中,不能正确阅读、翻译部分相关文献词	在课堂讨论或教学过程中,不能正确阅读、翻译部分相关文献词汇、句子。不能	0.31

查阅、理解、分析行业外文文献。(支撑毕业要指标点12-2)	准确把握段落大意。	献词汇、句子。准确把握段落大意。	汇、句子。准确把握段落大意。	把握段落大意。	
-------------------------------	-----------	------------------	----------------	---------	--

2. 课后作业评价标准

基本要求	评价标准				权重
	90-100分	75-89分	60-74分	0-59分	
课程目标1: 基于已掌握的专业知识, 通过查阅专业外文文献, 能够分析和总结特定文献在机械结构设计、测试与传感技术、计算机控制技术、信号与系统分析、软件与数据存储领域的设计思路、研究方法、技术路线等。(支撑毕业要指标点2-3)	按时交作业; 作业完成过程条理、清晰, 整洁, 没有改动, 错误少于2处;	按时交作业; 作业完成过程较为条理、清晰, 改动少于2处, 错误少于4处;	按时交作业; 作业完成过程基本条理、清晰, 页面基本整洁, 改动少于4处, 错误少于6处;	不按时交作业; 作业完成过程混乱, 页面不整洁, 改动多于4处, 错误多于6处	0.22
课程目标2: 通过阅读文献或观看相关视频, 能够掌握在全球的科研机构、代表性企业在机械电子工程领域的技术前沿、发展趋势。(支撑毕业指标点10-2)	按时交作业; 作业完成过程基本条理、清晰, 页面基本整洁, 没有改动, 错误少于2处;	按时交作业; 作业完成过程基本条理、清晰, 页面基本整洁, 改动少于2处, 错误少于4处;	按时交作业; 作业完成过程基本条理、清晰, 页面基本整洁, 改动少于4处, 错误少于6处;	按时交作业; 作业完成过程基本条理、清晰, 页面基本整洁, 改动多于4处, 错误多于6处	0.22
课程目标3: 通过外文文献的学习, 能够构思和撰写符合他国文化的外文文献。(支撑毕业指标点10-3)	按时交作业; 作业完成过程基本条理、清晰, 页面基本整洁, 没有改动, 错误少于2处;	按时交作业; 作业完成过程基本条理、清晰, 页面基本整洁, 改动少于2处, 错误少于4处;	按时交作业; 作业完成过程基本条理、清晰, 页面基本整洁, 改动少于4处, 错误少于6处;	按时交作业; 作业完成过程基本条理、清晰, 页面基本整洁, 改动多于4处, 错误多于6处	0.33
课程目标4: 通过阅读专业外文文献, 能够积累机械、电子、信息技术的科技文献阅读与综述词汇, 能够自助查阅、理解、分析行业外文文献。(支撑毕业要指标点12-2)	按时交作业; 作业完成过程基本条理、清晰, 页面基本整洁, 没有改动, 错误少于2处;	按时交作业; 作业完成过程基本条理、清晰, 页面基本整洁, 改动少于2处, 错误少于4处;	按时交作业; 作业完成过程基本条理、清晰, 页面基本整洁, 改动少于4处, 错误少于6处;	按时交作业; 作业完成过程基本条理、清晰, 页面基本整洁, 改动多于4处, 错误多于6处	0.22

3. 期末评测评价标准

期末评测通过对各个课程子目标分解, 按支撑指标点分布, 选定一篇文献, 按照教师规定要求完成对文章的分解、分析、评价。并由通过互动课程学生分组互评完成分析评价。

基本要求	评价标准				权重
	90-100分	75-89分	60-74分	0-59分	

课程目标 1: 基于已掌握的专业知识, 通过查阅专业外文文献, 能够分析和总结特定文献在机械结构设计、测试与传感技术、计算机控制技术、信号与系统分析、软件与数据存储领域的设计思路、研究方法、技术路线等。(支撑毕业要指标点 2-3)	能够准确分析和总结文献设计思路、研究方法、技术路线三部分。	能够准确分析和总结文献设计思路、研究方法、技术路线其中两部分。	能够准确分析和总结文献设计思路、研究方法、技术路线其中一部分。	不能够准确分析和总结文献设计思路、研究方法、技术路线。	0.23
课程目标 2: 通过阅读文献或观看相关视频, 能够掌握在全球的科研机构、代表性企业在机械电子工程领域的技术前沿、发展趋势。(支撑毕业指标点 10-2)	能够准确翻译文献技术前沿、发展趋势, 错误少于 3 处。	能够较为准确翻译技术前沿、发展趋势, 错误少于 6 处。	能够部分翻译技术前沿、发展趋势, 错误少于 9 处。	不能够部分翻译技术前沿、发展趋势, 错误多于 10 处。	0.38
课程目标 3: 通过外文文献的学习, 能够构思和撰写符合他国文化的外文文献。(支撑毕业指标点 10-3)	能够撰写文献设计思路、研究方法、技术路线等框架, 错误少于 3 处。	能够较为准确撰写文献设计思路、研究方法、技术路线等框架, 错误少于 6 处。	能够部分撰写文献设计思路、研究方法、技术路线等框架, 错误少于 9 处。	不能够部分撰写文献设计思路、研究方法、技术路线等框架, 错误多于 10 处。	0.38
课程目标 4: 通过阅读专业外文文献, 能够积累机械、电子、信息技术的科技文献阅读与综述词汇, 能够自助查阅、理解、分析行业外文文献。(支撑毕业要指标点 12-2)	能够准确互译机械、电子、信息技术中英文词汇和短语。	能够较为准确完成机械、电子、信息技术中英文词汇和短语互译。	基本能够完成中机械、电子、信息技术中英文词汇和短语互译, 错误较少。	基本能够完成中机械、电子、信息技术中英文词汇和短语互译, 错误较多。	0.23

六、参考书目及学习资料 (书名, 主编, 出版社, 出版时间及版次)

- 1.“The Mechatronics Handbook”Robert H. Bishop, The University of Texas at Austin Austin, Texas
- 2.“Scientific Writing” Jennifer Peat, BMJ Books, BMA House, Tavistock Square, London.
- 3.“Scientific Writing=Thinking in Words”, David Lindsay.CSIRO publishing.
- 4.“Mechatronics”, Elsevier Publishing Campus

制定人: 赵鹏飞

审定人: 史源源

批准人: 赵俊生

2020 年 12 月 12 日