

《现代机械设计方法》教学大纲

课程名称：现代机械设计方法	课程类别（必修/选修）：选修
课程英文名称： Modern mechanical design methods	
总学时/周学时/学分：24/2/1.5	其中实验/实践学时：10
先修课程：高等数学，线性代数，理论力学，材料力学	
后续课程支撑：机械制造技术基础、精密加工与测量技术	
授课时间：1-12 周；周二 9 到 10 节	授课地点：松山湖校区 6E-203
授课对象：2020 机械卓越 1 班;2020 机械卓越 2 班;2020 智能制造(机械设计)1 班;2020 机械设计(机器人)1 班	
开课学院：机械工程学院	
任课教师姓名/职称：彭云/讲师	
答疑时间、地点与方式： 1.每次上课的课前、课间和课后，采用一对一的问答方式； 2.分散随机答疑：通过微信/电话/电子邮件/微信、QQ 等进行答疑； 3.预约当面答疑： 地点：东莞理工学院松山湖校区综合实验楼 12N206 室。 时间：预约，课余时间。 预约方式： 邮件预约、 电话预约。	
课程考核方式：开卷（）闭卷（）课程论文（√）其它（）	
使用教材：《有限元法及 ANSYS 程序应用基础》，张力. 北京：科学出版社, 2008	
教学参考资料： 王勖成. 有限单元法. 北京：清华大学出版社，2003	
课程简介：	

《现代机械设计方法》本课程是机械设计制造及其自动化专业机械设计及自动化方向的专业方向选修课，教学目的和任务是使学生掌握现代机械设计中有限元方法的基本思想、基本原理和关键技术，结合上机学习，使学生掌握有限元分析的基本流程，培养学生使用有限元工具来解决机械设计中实际工程问题的能力。

该门课程将理论和上机实践相结合，既重视有限元基础理论的学习，又注重培养学生的上机实际操作能力。上机实践都是来源于实际工程问题，将理论和实践相呼应，让学生巩固理论基础，学会分析实际工程问题并解决，将所学的理论知识用到实践中来。

该课程将为相关专业学生以后进一步学习课程设计和毕业设计、从事专业工作以及进行科学研究打下基础。

课程教学目标及对毕业要求指标点的支撑：

课程教学目标	支撑毕业要求指标点	毕业要求
目标 1: 通过现代机械设计方法课程的学习，了解有限元法的特点及利用有限元分析结构的基本步骤；理解有限元离散的思想核心；掌握杆、梁、板、实体单元的特征及其分析方法；理解常用非节点载荷的处理方法；学会将一般的工程问题归结为有限元力学模型的方法，并能上机计算。	2.2 能基于相关科学原理和数学模型方法，正确表达复杂机械工程问题。	C2 问题分析： 能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、表达并通过文献研究分析机电产品设计、开发、制造、管理等过程中的复杂机械工程问题，以获得有效结论。
目标 2: 通过现代机械设计方法课程的学习，掌握 ANSYS 有限元软件使用，掌握用 ANSYS 建立杆、梁、板和实体单元，理解各单元的优缺点，掌握单元选择、网格划分、载荷和边界条件处理，并能读取和理解分析结果。	3.2 能够设计出满足特定需求的机械系统、单元（部件）和工艺流程，并能够在设计中体现创新意识。	C3 设计/开发解决方案： 能够设计针对机电产品设计、开发、制造、管理等过程中的复杂机械工程问题的解决方案，设计满足特定需求的机械系统、单元（部件）或工艺流程，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。

目标 3: 通过现代机械设计方法课程的学习，能将一般实际工程实际中提炼出力学问题，建立有限元模型进行求解，并分析得出结论以进行优化设计，训练学生对问题的理解能力，并学会归纳总结的能力。具体包括简化工程实际，抓取主要问题，并用有限元模型表达出来，能计算机械结构件的应力和变形，进行力学校验和优化设计，为以后的课程设计、毕业设计以及走向工作和科研岗位打好基础。	12.2 具有自主学习的能力,包括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等。	C5 使用现代工具: 能够针对机电产品设计、开发、制造、管理等过程中的复杂机械工程问题，开发、选择与使用恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具，包括对复杂机械工程问题的预测与模拟，并能够理解其局限性。
课程思政目标: 通过本课程学习，养成积极进取、敢于挑战、崇尚科学、探究科学的学习态度和思想意识，养成理论联系实际、科学严谨、认真细致、实事求是的科学态度和职业道德，践行社会主义核心价值观。		

理论教学进程表

周次	教学主题	授课教师	学时数	教学内容（重点、难点、课程思政融入点）	教学模式 （线上/混合式/线下）	教学方法	作业安排	支撑课程目标
----	------	------	-----	---------------------	---------------------	------	------	--------

1	绪论、单弹簧	彭云	2	<p>有限元法在现代工程中的应用概述；有限元的发展概况；有限元的基本思想；单弹簧和弹簧单元。</p> <p>教学重点：1. 有限元法简介和发展史。2. 有限元法的基本思想和求解步骤。3. 弹簧单元。4. 单弹簧的平衡方程。</p> <p>教学难点：1. 有限元法的基本思想。2. 弹簧的平衡方程。</p> <p>课程思政融入点：基于有限元进行理论分析、优化设计方案是现代机械设计过程的重要工作。中国共产党也是在马克思主义理论的指导下成立的，这体现了理论对实践的重要指导作用。</p>	线上教学	讲授	<p>课程思政作业：查阅有限元先驱冯康为我国第一颗原子弹的研制所作出的贡献，激发学生的爱国情怀。</p>	目标 3
2	弹簧系统	彭云	2	<p>弹簧系统的平衡方程；弹簧系统的刚度矩阵；弹簧系统的外力；弹簧系统的边界条件。</p> <p>教学重点：1. 弹簧系统。</p> <p>教学难点：1. 刚度矩阵。2. 弹簧系统的平衡方程及求解。</p>	线下教学	讲授	<p>弹簧系统的刚度矩阵、刚度矩阵的物理意义</p>	目标 1

3	弹性力学基础	彭云	2	<p>应力、应变的定义，弹性力学基础</p> <p>教学重点：弹簧力学基础</p> <p>教学难点：1、应力。2. 应变。3. 弹性基本方程。</p>	线下教学	讲授		目标 1
4	杆系结构的有限元	彭云	2	<p>拉伸杆的有限元思想，从离散单元向实体单元的思维转变。</p> <p>教学重点：杆系结构的有限元分析流程。</p> <p>教学难点：1. 刚度矩阵的物理意义。2. 有限元分析的基本流程。3. 虚位移原理。</p>	线下教学	讲授		目标 2
5	梁系结构的有限元	彭云	2	<p>从拉伸杆向梁单元的学习，梁单元的自由度描述和虚位移原理。</p> <p>教学重点：梁系结构的有限元分析。</p> <p>教学难点：直梁的广义坐标。</p>	线下教学	讲授		目标 1
6	平面问题的三角形单元	彭云	2	<p>一次和二次三角形单元，形函数。</p> <p>教学重点：一次和二次三角形单元。</p> <p>教学难点：1、平面应力和平面应变问题。2. 单元的离散化。3、一次单元和二次三角形单元的优缺点。</p>	线下教学	讲授	课程思政作业：写一篇作文，未来机械行业的发展是什么，有哪些需求。	目标 1

				课程思政融入点：有限元的发展先是数学家提出来的，前期主要是探索性的，然后随着计算机的发展而迅猛发展，这些发展是随着时代的需求和潮流而发展起来的。无论技术或学科的发展，一定是瞄准需求的。				
7	平面问题的矩形单元	彭云	2	平面问题的矩阵单元。 教学重点： 一次和二次矩形单元。 教学难点： 1、一次和二次矩形单元。	线下教学	讲授		目标 1
合计			14					

实践教学进程表

周次	实验项目名称	授课教师	学时	教学内容（重点、难点、课程思政融入点）	项目类型（验证/综合/设计）	教学方式	支撑课程目标
----	--------	------	----	---------------------	----------------	------	--------

8	ANSYS 软件环境及有限元基本建模练习	彭云	2	<p>Ansysis 的基础操作，有限元软件的操作步骤及流程</p> <p>教学重点：1. ANSYS 基本分析过程及操作。</p> <p>教学难点：1. 点、线、面、体的创建。2. 有限元的基本流程</p> <p>课程思政融入点：有限元的基本思想是把连续复杂问题离散化。离散化的思想有助于启发学生遇到困难时学会将问题分解，从而找到解决问题的方法。</p>	综合	<p>讲授、上机操作</p> <p>课程思政作业：完成一个具有代表性的工程实例的有限元分析。</p>	目标 3
9	杆单元和梁单元练习	彭云	2	<p>杆单元和梁单元的建模、计算和分析流程，边界条件的确定和截面的定义</p> <p>教学重点：1. 杆单元和梁单元的建模。</p> <p>教学难点：1. 梁单元截面定义。2. 杆单元和梁单元的结果提取。</p>	综合	<p>讲授、上机操作</p>	目标 2
10	一次和二次三角形单元练习	彭云	2	<p>平面问题的一次和二次三角形单元的建模和求解，两种单元的结果比较</p> <p>教学重点：平面问题的三角形单元</p> <p>教学难点：1、三角形单元划分。2、解读分析结果。3. 一次单元和二次单元的结果比较。</p>	综合	<p>讲授、上机操作</p>	目标 2

11	一次和二次矩形单元练习	彭云	2	<p>平面问题的矩形单元的建模和求解，并与三角形单元的结果比较</p> <p>教学重点：平面问题的矩形单元。</p> <p>教学难点：1. 矩形单元划分。2. 一次矩形单元和二次矩形单元比较。</p>	综合	讲授、上机操作	目标 2
12	实体单元练习	彭云	2	<p>实体问题的四面体单元的建模和求解，有限元模型在工程中的实际应用案例</p> <p>教学重点：实体模型建模和分析过程，撰写分析报告。</p> <p>教学难点：划分实体单元，分析参数的设置。</p>	综合	讲授、上机操作	目标 2
合计			10				

课程考核

课程目标	支撑毕业要求指标点	评价依据及成绩比例（%）			权重（%）
		作业	上机实验	课程论文	
目标 1	2.2	5	10	20	35
目标 2	3.2	5	10	20	35
目标 3	12.2	5	10	15	30
总计		15	30	55	100

备注：1) 根据《东莞理工学院考试管理规定》第十二条规定：旷课 3 次（或 6 课时）学生不得参加该课程的期终考核。2) 各项考核标准见附件所示。

大纲编写时间：2022 年 8 月 24 日

我系（专业）课程委员会已对本课程教学大纲进行了审查，同意执行。

系（部）主任签名：谢黎

日期：2022 年 8 月 25 日

备注：

附录：各类考核评分标准表

作业评分标准

教学目标要求	观测点	评分标准			
		<i>A (90-100)</i>	<i>B (80-89)</i>	<i>C (60-79)</i>	<i>D (0-59)</i>
目标 1: 通过现代机械设计方法课程的学习，了解有限元法的特点及利用有限元分析结构的基本步骤；理解有限元离散的思想核心；掌握杆、梁、板、实体单元的特征及其分析方法；理解常用非节点载荷的处理方法；学会将一般的工程问题归结为有限元力学模型的方法，并能上机计算。	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 掌握有限元离散的核心思想； ➤ 应用所学知识理解离散化的意义、并能计算单元刚度矩阵，会组装整体刚度矩阵。 ➤ 解题过程表达完整、清晰、规范性； (权重 0.3) 	清晰正确掌握有限元离散的核心思想； 能熟练正确运用相关知识离散化的意义、并能计算刚度矩阵、组装整体刚度矩阵，计算正确，表达完整、清晰、规范。	较为正确掌握有限元离散的核心思想； 能合理正确运用相关知识离散化的意义、并能正确计算刚度矩阵、组装整体刚度矩阵，计算正确，表达完整、清晰、规范。	基本正确掌握有限元离散的核心思想； 基本能正确运用相关知识理解离散化的意义、并能基本正确计算刚度矩阵、组装整体刚度矩阵，计算基本正确，表达基本完整、清晰、规范。	不交作业或作业，解答中概念、过程及解题存在严重错误，表达非常不合理、不规范，计算错误。
目标 2: 通过现代机械设计方法课程的学习，掌握 ANSYS 有限元软件使用，掌握用 ANSYS 建立杆、梁、板和实体单元，理解各单元的优缺点，掌握单元选择、网格划分、载荷和边界条件处理，并能读取和理解分析结果。	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 掌握基本单元的概念和特点 ➤ 通过对比分析单元，能选用正确的单元进行计算，能正确地简化和处理边界条件，正确地分析计算结果。 	清晰正确掌握有限元基本单元的概念和特点； 能熟练正确运用所学知识选取正确的单元进行计算，能正确地简化和处理边界条件	较为正确地掌握有限元基本单元的概念和特点； 能合理正确运用所学知识选取正确的单元进行计算，能正确地简化和处理边界条件	基本正确地掌握有限元基本单元的概念和特点； 基本正确运用所学知识选取单元进行计算，能基本正确地简化和处理边界条件并	不交作业或作业，解答中概念、过程及解题存在严重错误，表达非常不合理、不规范，计算错误。

	➤ 解题过程表达完整、清晰、规范性； （权重 0.5）	并正确地分析计算结果，表达完整、清晰、规范。	并正确地分析计算结果，表达完整、清晰、规范。	分析计算结果，表达基本完整、清晰、规范。	
目标 3: 通过现代机械设计方法课程的学习，能将一般实际工程实际中提炼出力学问题，建立有限元模型进行求解，并分析得出结论以进行优化设计，训练学生对问题的理解能力，并学会归纳总结的能力。具体包括简化工程实际，抓取主要问题，并用有限元模型表达出来，能计算机械结构件的应力和变形，进行力学校验和优化设计，为以后的课程设计、毕业设计以及走向工作和科研岗位打好基础。	➤ 基本概念掌握程度； ➤ 能从简单的实际工程中提炼出力学模型，并选用正确的单元和边界条件计算，能正确地分析计算应力和应变结果； ➤ 解题过程表达完整、清晰、规范性； （权重 0.2）	清晰正确掌握有限元基本单元的概念和特点； 能熟练正确运用所学知识从简单的工程问题建立力学模型，并采用正确的单元和边界条件计算，计算和分析结果正确，表达完整、清晰、规范。	较为正确地掌握有限元基本单元的概念和特点； 能合理正确运用所学知识从简单的工程问题建立力学模型，并采用正确的单元和边界条件计算，计算和分析结果合理正确，表达完整、清晰、规范。	基本正确地掌握有限元基本单元的概念和特点； 能基本正确运用所学知识从简单的工程问题建立力学模型，并采用基本正确的单元和边界条件计算，计算和分析结果基本正确，表达基本完整、清晰、规范。	不交作业或作业，解答中概念、过程及解题存在严重错误，表达非常不合理、不规范，计算错误。

实验评分标准

教学目标要求	观测点	评分标准			
		A (90-100)	B (80-89)	C (60-79)	D (0-59)

<p>目标 2:</p> <p>通过现代机械设计方法课程的学习，掌握 ANSYS 有限元软件使用，掌握用 ANSYS 建立杆、梁、板和实体单元，理解各单元的优缺点，掌握单元选择、网格划分、载荷和边界条件处理，并能读取和理解分析结果。</p>	<p>ANSYS 有限元软件的熟练和准确操作程度，正确执行有限元的操作步骤，包括选用适当的单元、施加正确的边界条件，能正确地实施有限元的网格收敛性验证，操作规范，步骤合理清晰，在规定的时间内完成实验，写出规范、清晰的实验报告，计算、作图正确，对实验结果分析合理。</p> <p>（权重 0.6）</p>	<p>能按照要求熟练准确操作 Ansys 软件、会建立几何模型、施加材料，能正确划分网格及评判网格的质量、能正确施加边界条件并正确地得到计算结果，并正确实施有限元的收敛性验证，撰写出规范的实验报告。</p>	<p>能正确操作 Ansys 软件，并合理地正确建立几何模型、施加材料，能合理正确划分网格及评判网格的质量、施加边界条件并正确地得到计算结果，并合理实施有限元的收敛性验证，撰写出规范的实验报告。</p>	<p>能基本准确操作 Ansys 软件、基本建立几何模型、施加材料、划分网格及评判网格的质量、能基本正确施加边界条件并正确地得到计算结果、实施有限元的收敛性验证，撰写出规范的实验报告。</p>	<p>不能按照 要求操作，实验态度马虎，实验数据不完整或 不正确，不能进行有效的数据分析，实验报告敷衍了事。</p>
<p>目标 3:</p> <p>通过现代机械设计方法课程的学习，能将一般实际工程实际中提炼出力学问题，建立有限元模型进行求解，并分析得出结论以进行优化设计，训练学生对问题的理解能力，并学会归纳总结的能力。具体包括简化工程实际，抓取主要问题，并用有限元模型表达出来，能计算机械结构件的应力</p>	<p>ANSYS 有限元软件的熟悉操作程度。能从简单的实际工程中提炼出力学模型，并输入到 ANSYS 有限元软件里去得到正确的模型和计算结果，能对结果进行分析，能评判计算结果的正确性，从而是否能指导实际工程。撰写出规范、清晰的实验报告，计算、作图正确，对实验结果分析合理。</p>	<p>能按照要求熟练准确操作 Ansys 软件，会从简单的工程问题的提炼力学模型，并进行正确的有限元分析计算，能分析应力和应变计算结果的正确性，并正确实施有限元的收敛性验证，撰写出规范的实验报告。</p>	<p>能按照要求熟练准确操作 Ansys 软件，会从简单的工程问题的提炼力学模型，并进行正确的有限元分析计算，能分析应力和应变计算结果的正确性，并正确实施有限元的收敛性验证，撰写出规范的实验报告。</p>	<p>能基本准确操作 Ansys 软件，基本正确地简单的工程问题的提炼力学模型，有限元分析计算过程和应力和应变计算结果能基本正确，能基本理解实施有限元的收敛性验证，撰写出合理规范的实验报告。</p>	<p>不能按照要求操作，实验态度马虎，实验数据不完整或 不正确，不能进行有效的数据分析，实验报告敷衍了事。</p>

和变形，进行力学校验和优化设计，为以后的课程设计、毕业设计以及走向工作和科研岗位打好基础。	(权重 0.4)				
---	----------	--	--	--	--

课程论文评分标准

教学目标要求	观测点	评分标准			
		<i>A (90-100)</i>	<i>B (80-89)</i>	<i>C (60-79)</i>	<i>D (0-59)</i>
目标 1: 通过现代机械设计方法课程的学习，了解有限元法的特点及利用有限元分析结构的基本步骤；理解有限元离散的思想核心；掌握杆、梁、板、实体单元的特征及其分析方法；理解常用非节点载荷的处理方法；学会将一般的工程问题归结	论文选题正确，掌握有限元离散的核心思想； 应用所学知识理解离散化的意义、掌握有限元计算的基本步骤。 论文过程表达严谨、条件	论文选题正确，清晰正确掌握有限元离散的核心思想； 论文过程中清晰正确描述工程问题，并选用正确的有限元求解分析步骤，能清晰正确地表达有限元的操作过程和求解过程、和	论文选题正确，合理正确地掌握有限元离散的核心思想； 论文过程中合理正确地描述工程问题，并选用合理的有限元求解分析步骤，能合理正确地表达	论文选题基本正确，基本正确掌握有限元离散的核心思想； 论文过程中基本正确描述工程问题，并选用基本正确的有限元求解分析步骤，能基	论文选题不正确，没有掌握有限元的核心思想。论文论证不甚严谨，条理不甚清晰，内容有较

为有限元力学模型的方法，并能上机计算。	清晰、规范性。 (权重 0.2)	计算结果，表达严谨、清晰、规范。	达有限元的操作过程和求解过程、和计算结果，表达严谨、清晰、规范。	本正确地表达有限元的操作过程和求解过程、和计算结果，表达基本严谨、清晰、规范。	多缺失。
目标 2: 通过现代机械设计方法课程的学习，掌握 ANSYS 有限元软件使用，掌握用 ANSYS 建立杆、梁、板和实体单元，理解各单元的优缺点，掌握单元选择、网格划分、载荷和边界条件处理，并能读取和理解分析结果。	熟悉掌握有限元软件 ANSYS 的基本操作； 论文所描述的工程问题所用的理论前提及假设正确完整，有详细的有限元建模、求解和分析过程，掌握建立几何模型、施加材料，能正确划分网格及评判网格的质量、能正确施加边界条件并正确地得到计算结果，并正确实施有限元的收敛性验证，撰写出规范的实验报告。 论文过程表达严谨、条件清晰、规范性。	清晰正确掌握有限元基本单元的概念和特点； 能清晰准确完整地描述工程问题所用的理论前提及假设，能熟练正确运用所学知识选取正确的单元进行计算，能正确地简化和处理边界条件并正确地分析应力和应变的计算结果，有正确实施有限元网格收敛性验证的完整步骤和结果，论文结构完整、表达清晰、规范。	能正确掌握有限元基本单元的概念和特点； 能比较准确完整地描述工程问题所用的理论前提及假设，能比较正确运用所学知识选取正确的单元进行计算，能比较正确地简化和处理边界条件并分析应力和应变的计算结果，能比较正确实施有限元网格收敛性验证的完整步骤和结果，论文结构合理完整、表达清晰、规范。	能基本正确掌握有限元基本单元的概念和特点； 能基本准确完整地描述工程问题所用的理论前提及假设，能基本正确运用所学知识选取正确的单元进行计算，能基本正确地简化和处理边界条件并分析应力和应变的计算结果，能基本正确实施有限元网格收敛性验证的完整步骤和结果，论文结构基本完整、表达清晰、规范。	论文所描述的工程问题所用的理论前提及假设不甚正确完整、有不甚详细的建模过程，单元选择、网格划分、载荷及边界条件处理不甚合理，分析过程不甚详细且合理，有部分或较大建模过程或分析过程缺失。

	(权重 0.5)				
目标 3: 通过现代机械设计方法课程的学习, 能将一般实际工程实际中提炼出力学问题, 建立有限元模型进行求解, 并分析得出结论以进行优化设计, 训练学生对问题的理解能力, 并学会归纳总结的能力。具体包括简化工程实际, 抓取主要问题, 并用有限元模型表达出来, 能计算机械结构件的应力和变形, 进行力学校验和优化设计, 为以后的课程设计、毕业设计以及走向工作和科研岗位打好基础。	能按照要求熟练准确操作 Ansys 软件, 会从简单的工程问题的提炼力学模型, 并进行正确的有限元分析计算, 能分析应力和应变计算结果的正确性, 并正确实施有限元的收敛性验证, 并能从工程中合理解释计算结果是否正确, 撰写出规范的实验报告。 (权重 0.3)	能熟悉正确操作 Ansys 软件, 会从工程问题中提炼出正确的力学模型, 并进行正确的有限元分析计算, 能正确分析应力和应变计算结果、实施有限元的收敛性验证, 并能从工程中正确解释计算结果, 撰写出规范的实验报告, 论文表达严谨、条件清晰、规范性。	能合理正确操作 Ansys 软件, 会从工程问题中提炼出合理正确的力学模型, 并进行有限元分析计算, 能合理正确分析应力和应变计算结果、实施有限元的收敛性验证, 并能从工程中合理解释计算结果, 撰写出规范的实验报告, 论文表达严谨、条件清晰、规范性。	能基本正确操作 Ansys 软件, 会从工程问题中提炼出基本的力学模型, 并有限元分析计算, 能基本正确分析应力和应变计算结果、实施有限元的收敛性验证, 并能从工程中基本正确解释计算结果, 撰写出基本规范的实验报告, 论文表达严谨、条件清晰、规范性。	论文没有从工程问题中提炼出正确的模型, 计算结果不正确, 认证不甚严谨, 条理不甚清晰, 内容有较大缺失。