

《现代机械设计方法》教学大纲

课程名称：[0110284]现代机械设计方法	课程类别（必修/选修）：选修（限选）
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：毕业设计	
授课时间： 第 1 - 12 周：周一 5 - 6 节	授课地点： (理论课) 6C - 206 (实验课) 12A-402
授课对象： 2021 机械卓越 1-2 班	
开课学院：机械工程学院	
任课教师姓名/职称：林荣 / 讲师	
答疑时间、地点与方式： 1. 教室答疑：每次上课的课前、课间和课后，当面答疑； 2. 线上答疑：通过微信课程群答疑； 3. 课外当面答疑： 地点：东莞理工学院松山湖校区综合实验楼 12N206 室。 时间：每周四下午，其它时间建议提前预约。	
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：	

1. 《有限单元法》，王勖成，北京：清华大学出版社，2003 2. 《弹性理论基础》，陆明万，罗学富，北京：清华大学出版社，2001		
课程简介： <p>《现代机械设计方法》是机械设计制造及其自动化专业的专业方向限选课，教学目的和任务是使学生了解创新设计的理论与方法，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，了解优化设计的基本理论与方法，结合上机学习，使学生掌握有限元分析和优化的基本流程，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。</p> <p>本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，又注重培养学生使用计算机及大型通用有限元软件分析机械结构设计相关问题的能力。上机实践内容来源于实际工程问题，通过将理论和实践相呼应，帮助学生深入理解相关基础理论，并用于分析和解决实际工程问题。</p> <p>本课程将为机械设计及其自动化方向的学生以后完成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。</p>		
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： 能够基于有限元法的核心思想和基本原理，将相关机械 engineering 问题转化为有限元分析模型，并能正确地表达和输入荷载、边界条件。	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 engineering 问题。	2 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 engineering 问题，以获得有效结论。
目标 2： 能够结合实际工程需求，正确选择分析模型和分析方法，综合考虑安全、健康、法律、经济、文化及环境等制约因素进行结构分析和设计。	3.3 能够在设计中考考虑安全、健康、法律、文化及环境等制约因素。	3 设计/开发解决方案：能够设计针对机电产品设计的解决方案，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: 能列举出现代机械设计中常用的仿真软件，能辨析不同软件、不同算法的适用领域和局限性，能够使用一种通用仿真软件，分析机械工程问题以得出具体结论，解读仿真结果的工程意义，描述其适用条件和局限性。	5.1 了解机械工程领域常用的现代仪器、信息技术工具、工程工具和模拟软件的使用原理和方法，并理解其局限性。	5 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 线下/混合式	教学方法	作业安排	支撑课程目标
1	绪论、创新设计理论与方法	林荣	2	创新设计的理论、方法与意义，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。 教学重点： 1. 创新设计的常见理论与方法。2. 有限元法简介和发展史。3. 有限元法的基本思想和求解步骤。 教学难点： 1. 创新设计的实施；2. 有限元法离散的基本思想。 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，另一方面，实际工程应用也促进了有限元方法本身的发展。这体现理论指导实践，实践丰富理论的哲学思想。	线下	讲授	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。	目标 1 目标 2
2	弹性力学基础	林荣	2	应力、应变的概念和公式描述；微元体的平衡方程；弹簧单元和弹簧系统。	线下	讲授		目标 1

				教学重点： 弹簧力学基础；弹簧系统的平衡方程、刚度矩阵、弹簧系统的外力，弹簧系统的边界条件。 教学难点： 1. 弹性基本方程。2. 刚度矩阵的物理意义。3. 弹簧系统的平衡方程及求解。				
3	杆系结构的有限元分析	林荣	2	杆系结构有限元分析的基本假设、理论基础和分析流程。 教学重点： 1. 杆单元的平衡方程；2. 梁单元的平衡方程。 教学难点： 单元刚度矩阵、总体刚度矩阵的构成和物理意义。	线下	讲授	结合上机实践，分析指定的杆系结构，说明杆系结构的有限元分析方法，并解读计算结果。	目标 1 目标 2
4	平面问题的三角形单元	林荣	2	平面问题的概念；一次和二次三角形单元。 教学重点： 1. 一次和二次三角形单元的形函数。2. 平衡方程的推导过程。 教学难点： 1. 平面应力和平面应变和应力的计算。2. 形函数的意义。3. 应变能的计算。 课程思政融入点： 有限元的思想最初是数学家力学家提出来的，但在很长一段时间内，它主要体现为理论探索，而后随着计算机的快速发展而迅速强大并应用于工程实际中。这说明了理论的应用离不开客观条件、并受到客观条件的制约。	线下	讲授	1. 结合上机实践，分析指定的平面问题，说明平面问题有限元分析的一般流程，并解读计算结果，评估仿真参数对结果的影响。 2. 课程思政作业：通过查阅资料及思考，结合机械行业发展史，谈谈机械行业未来发展的愿景和前景，并思考作为一名机械专业的大学生，应该如何做？	目标 1 目标 2
5	平面问题的矩形单元；模态分析、实体单元	林荣	2	平面问题的矩形单元；模态分析。 教学重点： 1. 一次和二次矩形单元。 2. 矩形单元的形函数。 3. 三维问题中的实体单元。 4. 结构固有频率和固有模态的物理意义，模态分析的工程应用。	线下	讲授	结合上机实践，完成指定三维问题的模态分析，说明模态分析的一般流程，并解读计算结	目标 1 目标 2

				教学难点： 1. 一次和二次矩形单元的应力和应变。2. 结构固有频率和固有模态的物理意义。			果，评估仿真参数对结果的影响。	
6	优化设计基础	林荣	2	优化设计的数学基础、优化方法及在机械优化设计中的应用。 教学重点： 约束问题的优化设计方法；优化设计的一般步骤和基本原则。 教学难点： 约束问题优化设计方法的数学基础。	线下	讲授		目标 1 目标 2
7	总结、讨论与复杂工程问题分析方法	林荣	2	1. 上机实践总结、点评与讨论。2. 复杂边界条件、接触问题、复杂约束条件的特点和分析方法。3. 动力学问题分析方法介绍。 教学重点： 仿真分析结果正确性的评估。 教学难点： 复杂边界条件、接触问题、复杂约束条件的分析和处理。	线下	讲授、讨论		目标 1 目标 2
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	林荣	1	ANSYS 环境熟悉，ANSYS 有限元分析基本过程 教学重点： 1.ANSYS 基本分析过程及操作。 教学难点： 1.点、线、面、体的创建。2.有限元的基本流程 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。	验证	讲授、上机操作 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。	目标 3

	杆系结构的有限元仿真分析	林荣	1	练习杆单元和梁单元，熟悉建模和求解过程 教学重点： 1. 杆单元和梁单元的建模。 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。	验证	讲授、上机操作	目标 1 目标 2 目标 3
9	一次和二次三角形单元练习；一次和二次矩形单元的练习	林荣	2	平面问题的建模，有限元分析过程的收敛性 教学重点： 1. 平面问题的三角形单元；2. 平面问题的矩形单元；3. 分析求解过程的收敛性。 教学难点： 1. 三角形单元划分。2. 解读应力分析结果。3. 一次单元和二次单元的结果比较。4. 判断结果的收敛性。	验证	讲授、上机操作	目标 1 目标 2 目标 3
10	一次和二次四面体单元练习	林荣	2	三维问题的四面体单元建模 教学重点： 1. 实体模型的建模过程。2. 实体模型的边界条件。3. 分析求解过程的收敛性。 教学难点： 1. 三维问题的模型简化。2. 一次单元和二次单元结果比较。	综合	讲授、上机操作	目标 1 目标 2 目标 3
11	优化设计练习	林荣	2	机械优化设计的应用与实践。 教学重点： 1. 机械优化设计步骤；2. 建立正确的优化设计约束条件。 教学难点： 优化设计约束条件的确定。	综合	讲授、上机操作	目标 1 目标 2 目标 3
12	上机实践综合考核	林荣	2	根据现场指定的分析任务，自主完成问题分析、建模和求解。	设计	上机操作	目标 1 目标 2 目标 3
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	15	30
目标 2	3.3	5	10	15	30
目标 3	5.1	0	20	20	40
总计		10	40	50	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：2023 年 8 月 25 日

系（部）审查意见：

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：2023 年 8 月 30 日

附录：各类考核评分标准表

作业评分标准

课程目标	观测点	评分标准			
		<i>A (100)</i>	<i>B (85)</i>	<i>C (70)</i>	<i>D (0)</i>
目标 1：能够基于有限元法的核心思想和基本原理，将相关机械工程问题转化为有限元分析模型，并能正确地表达和输入荷载、边界条件。	基于有限元法的核心思想和基本原理建立分析模型的合理性，荷载与边界条件表达的正确性。	有限元原理的运用正确，分析模型建立合理，荷载与边界条件表达正确。	有限元原理的运用比较正确，分析模型建立比较合理，荷载与边界条件表达比较正确。	有限元原理的运用基本正确，分析模型建立基本合理，荷载与边界条件表达基本正确。	有限元原理的运用不太正确，分析模型建立不太合理，荷载与边界条件表达不太正确。
目标 2：能够结合实际工程需求，正确选择分析模型和分析方法，综合考虑安全、健康、法律、经济、文化及环境等制约因素进行结构分析和设计。	结合实际工程需求，正确选择分析模型和分析方法，综合多种因素进行结构分析和设计。	正确理解工程需求和多种制约因素，模型建立合理，分析方法正确。	能比较正确地理解工程需求和多种制约因素，模型建立比较合理，分析方法比较正确。	对工程需求和制约因素的理解基本正确，模型建立基本合理，分析方法基本正确。	对工程需求和制约因素的理解不太正确，或所考虑的因素单一，模型建立不太合理，分析方法不太正确。

上机实验评分标准

课程目标	观测点	评分标准			
		<i>A (100)</i>	<i>B (85)</i>	<i>C (70)</i>	<i>D (0)</i>
目标 1: 能够基于有限元法的核心思想和基本原理, 将相关机械工程问题转化为有限元分析模型, 并能正确地表达和输入荷载、边界条件。	基于有限元法的核心思想和基本原理建立分析模型的合理性, 荷载与边界条件表达的正确性。	有限元原理的运用正确, 分析模型建立合理, 荷载与边界条件表达正确。	有限元原理的运用比较正确, 分析模型建立比较合理, 荷载与边界条件表达比较正确。	有限元原理的运用基本正确, 分析模型建立基本合理, 荷载与边界条件表达基本正确。	有限元原理的运用不太正确, 分析模型建立不太合理, 荷载与边界条件表达不太正确。
目标 2: 能够结合实际工程需求, 正确选择分析模型和分析方法, 综合考虑安全、健康、法律、经济、文化及环境等制约因素进行结构分析和设计。	结合实际工程需求, 选择分析模型和分析方法的正确性, 进行结构分析和设计时所考虑制约因素的全面性和正确性。	正确理解工程需求和多种制约因素, 模型建立合理, 分析方法正确。	能比较正确地理解工程需求和比较多种制约因素, 模型建立比较合理, 分析方法比较正确。	对工程需求和制约因素的理解基本正确, 模型建立基本合理, 分析方法基本正确。	对工程需求和制约因素的理解不太正确, 或所考虑的因素单一, 模型建立不太合理, 分析方法不太正确。
目标 3: 能列举出现代机械设计中常用的仿真软件, 能辨析不同软件、不同算法的适用领域和局限性, 能够使用一种通用仿真软件, 分析机械工程问题以得出具体结论, 解读仿真结果的工程意义, 描述其适用条件和局限性。	软件和算法选择的正确性, 使用软件的熟练程度和正确性, 分析、描述结果适用条件和局限性的正确性, 分析结论的正确性。	能基于工程问题需求选择合理的软件和算法, 熟练使用软件进行建模和分析、读取分析结果, 准确描述分析结果的适用条件和局限性, 并能结合实际工程问题得出正确结论。	能基于工程问题需求比较合理地选择软件和算法, 比较熟练地使用软件进行建模和分析、读取分析结果, 比较准确地描述分析结果的适用条件和局限性, 能结合实际工程问题得出比较正确的结论。	软件和算法选择基本合理, 具有使用软件进行建模和分析、读取分析结果的基本能力, 描述分析结果的适用条件和局限性基本正确, 得出的结论基本正确。	软件和算法选择不太合理, 不太具备使用软件进行建模和分析、读取分析结果的基本能力, 描述分析结果的适用条件和局限性不太正确, 得出的结论不太正确。

课程论文评分标准

课程目标	观测点	评分标准			
		<i>A (100)</i>	<i>B (85)</i>	<i>C (70)</i>	<i>D (0)</i>
目标 1: 能够基于有限元法的核心思想和基本原理, 将相关机械工程问题转化为有限元分析模型, 并能正确地表达和输入荷载、边界条件。	基于有限元法的核心思想和基本原理, 建立分析模型的合理性, 荷载与边界条件表达的正确性。独立完成的能力。	有限元原理的运用正确, 分析模型建立合理, 荷载与边界条件表达正确。独立完成。	有限元原理的运用比较正确, 分析模型建立比较合理, 荷载与边界条件表达比较正确。独立完成。	有限元原理的运用基本正确, 分析模型建立基本合理, 荷载与边界条件表达基本正确。基本能独立完成。	有限元原理的运用不太正确, 分析模型建立不太合理, 荷载与边界条件表达不太正确。无法独立完成或完成时间超时。
目标 2: 能够结合实际工程需求, 正确选择分析模型和分析方法, 综合考虑安全、健康、法律、经济、文化及环境等制约因素进行结构分析和设计。	结合实际工程需求, 选择分析模型和分析方法的正确性, 进行结构分析和设计时所考虑制约因素的全面性和正确性。独立完成的能力。	正确理解工程需求和多种制约因素, 模型建立合理, 分析方法正确。独立完成。	能比较正确地理解工程需求和比较多种制约因素, 模型建立比较合理, 分析方法比较正确。独立完成。	对工程需求和制约因素的理解基本正确, 模型建立基本合理, 分析方法基本正确。基本能独立完成。	对工程需求和制约因素的理解不太正确, 或所考虑的因素单一, 模型建立不太合理, 分析方法不太正确。无法独立完成或完成时间超时。
目标 3: 能列举出现代机械设计中常用的仿真软件, 能辨析不同软件、不同算法的适用领域和局限性, 能够使用一种通用仿真软件, 分析机械工程问题以得出具体结论, 解读仿真结果的工程意义, 描述其适用条件和局限性。	软件和算法选择的正确性, 使用软件的熟练程度和正确性, 分析、描述结果适用条件和局限性的正确性, 分析结论的正确性。独立完成的能力。	能基于工程问题需求选择合理的软件和算法, 熟练使用软件进行建模和分析、读取分析结果, 准确描述分析结果的适用条件和局限性, 并能结合实际工程问题得出正确结论。独立完成。	能基于工程问题需求比较合理地选择软件和算法, 比较熟练地使用软件进行建模和分析、读取分析结果, 比较准确地描述分析结果的适用条件和局限性, 能结合实际工程问题得出比较正确的结论。独立完成。	软件和算法选择基本合理, 具有使用软件进行建模和分析、读取分析结果的基本能力, 描述分析结果的适用条件和局限性基本正确, 得出的结论基本正确。基本能独立完成。	软件和算法选择不太合理, 不太具备使用软件进行建模和分析、读取分析结果的基本能力, 描述分析结果的适用条件和局限性不太正确, 得出的结论不太正确。无法独立完成或完成时间超时。