



研究生微专业课程教学大纲

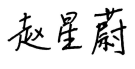
课程名称 (中英文)	空天动力结构智能计算 Intelligent Computing for Aerospace Propulsion Structures				
学时	18	学分	1	授课语言	英文
课程编号	无	课程类别	研究生微专业课程	课程性质	必修
开课学院	能源与动力工程学院		开课学期	学术科研周+暑期/秋季学期	
课程负责人	赵星蔚		开课对象	动力工程及工程热物理、低空技术与工程、航空航天、力学、机械工程等相关学科研究生	
教学团队	赵星蔚，赵嘉毅				
课程思政设计	本课程贯彻“立德树人”根本任务，将思政教育有机融入专业教学全过程： 1. 家国情怀与使命担当：结合我国航空发动机、燃气轮机及低空经济发展成就，引导学生认识空天动力结构安全在国家战略与经济社会发展中的关键作用，增强科技报国的责任感。 2. 科学精神与自主创新：通过介绍我国自主 CAE/智能算法软件（如 INTESIM、PHengLEI、MindSpore 等）在结构分析领域的突破，激发学生原始创新意识。 3. 工匠精神与工程伦理：在结构建模、数据分析与故障诊断环节强调数据的真实性、模型的可靠性及工程决策的伦理边界，塑造严谨求实的职业素养。 4. 团队协作与系统思维：在项目实践中鼓励跨专业组队协作，培养复杂结构工程问题的系统分析与解决能力。 融入方法：绪论部分结合“两机”专项、低空经济国家战略；案例教学中选用国产动力装备（如某型涡扇发动机叶片、无人机机体结构）的实际数据与问题；研讨环节设置“智能算法的可信性与航空结构安全”等工程伦理议题；项目实践中引导学生面向真实结构健康监测场景选题。				

课程简介					
本课程以“结构”为主线，聚焦空天动力装置与低空动力系统中的结构力学分析、结构健康监测、结构失效预测、结构数字孪生与结构优化设计等核心问题。系统讲授计算结构力学基础、机器学习/深度学习、物理信息神经网络（PINN）、图神经网络（GNN）等智能计算方法，实践依托奇瑞汽车等企业平台，提供真实工程结构数据与问题场景。					
教学进度					
序号	章节及内容	学时	学时分配		
			理论教学	校内实践教学	校外实践教学
1	第一章 绪论：空天动力结构的内涵与挑战 - 空天动力结构定义与分类（发动机转子/静子结构、轮盘/叶片、机匣、燃烧室结构、推力室结构等；低空飞行器机体/旋翼/电机支架结构） - 结构服役环境与典型失效模式（高周/低周疲劳、蠕变、热机械疲劳、振动高周疲劳、断裂、屈曲、接触磨损） - 结构分析在空天动力全生命周期中的作用 - 智能计算在结构领域的应用现状	2	2	0	0
2	第二章 计算结构力学基础 - 结构动力学基本理论（单/多自由度振动、模态分析、瞬态响应） - 有限元方法核心原理（变分原理、单元类型、刚度矩阵组装、结构有限元简介） 课内实践：简支梁/悬臂板结构的模态分析与静力分析（使用 ANSYS/Calculix 或 Python 有限元库）	4	2	2	0
3	第三章 机器学习与深度学习基础（面向结构问题） - 监督/无监督学习基本概念 - 回归模型用于结构响应预测 - 分类模型用于结构损伤模式识别 - 神经网络、CNN、RNN/LSTM 在结构振动信号/应变场分析中的应用	2	2	0	0
4	第四章 物理信息神经网络与结构边值问题求解 PINN 核心思想：将结构控制方程（平衡方程、本构关系、几何方程）及边界条件	4	2	2	0

	嵌入损失函数 • PINN 求解线弹性/热弹性结构问题 • 数据驱动结构建模: SINDy 辨识结构动力学方程、代理模型加速结构分析 • 课内实践: 基于 PINN 求解一维弹性杆拉伸问题或二维平面应力问题(对比有限元解)				
5	实践模块一: Python 科学计算与结构数据机器学习综合实践 • NumPy/Pandas/Matplotlib 数据处理与可视化 • Scikit-learn 完成结构响应回归或损伤分类任务 • 基于模拟或实验的结构数据集(如梁结构应变、叶片振动)进行全流程分析	2	0	2	0
6	实践模块二: 空天/低空动力结构智能计算综合项目实践 • 物理信息驱动的转子-支承结构动力学模型辨识 • 低空飞行器机体结构的数字孪生建模与优化 要求: 小组(2-3人)完成问题定义、建模、代码实现、结果分析,提交报告并答辩	4	0	2	2
合计		18	8	8	2

教材及教学资源

使用教材	1. 郭旭. 数据力学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2025. (“101 计划”核心教材, ISBN: 978-7-04-065801-9) 2. [德] Klaus-Jürgen Bathe 著, 轩建平 译. 有限元法: 理论、格式与求解方法(上) [M]. 北京: 高等教育出版社, 2019. (ISBN: 978-7-04-053470-2)
课程网站	上海理工大学一网畅学平台: 课程资料和实践任务均通过课程平台发布
参考书目	1. Christopher M. Bishop. Pattern Recognition and Machine Learning. Springer New York, NY, 2006. (ISBN: 978-0-387-31073-2) 2. 王俨凯, 廖明夫, 丁小飞. 航空发动机故障诊断. 北京: 科学出版社, 2020. (ISBN 978-7-03-064946-1) 3. Donald E. Bently, Charles T. Hatch. Fundamentals of Rotating Machinery Diagnostics. (ISBN 0-9714081-0-6)

	4. Irwin E. Treager. Aircraft Gas Turbine Engine Technology. (ISBN 0-02-801831-1) 5. 廖明夫. 航空发动机结构动力学. 西安: 西北工业大学出版社, 2015. (ISBN 978-7-5612-4646-7) 6. 期刊: AIAA Journal, Journal of Sound and Vibration, Mechanical Systems and Signal Processing, Structural Health Monitoring, 《航空学报》《推进技术》《振动工程学报》.
实践单位	奇瑞汽车股份有限公司
课程负责人签名:  2026 年 6 月 20 日	
学院负责人审批意见: 签名 (盖章): 年 月 日	
研究生院 (卓越工程师学院) 审批意见: 签名 (盖章): 年 月 日	

注: 1、章节和学时分配: 学时分配填写相应章节的教学方式, 其中实践教学不少于 50%;
 2、本表一式两份, 课程负责人填写后, 最迟于正式开课两周前交学院研究生教学秘书。学院留存一份, 提交研究生院 (卓越工程师学院) 一份。