



研究生微专业课程教学大纲

课程名称 (中英文)	空天动力智能流动、仿真与控制 Intelligent Flow, Simulation and Control for Aerospace Propulsion				
学时	18	学分	1	授课语言	中文
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		开课学期	学术科研周+暑期/长学期	
课程负责人	张瑞子		开课对象	全校硕士、博士研究生	
教学团队	张瑞子、罗大海、黄典贵、顾青青				
课程思政设计	一、家国情怀与使命担当 结合我国空天动力事业从跟跑到并跑的发展历程，讲述 "两弹一星" 精神与新时代航天精神，激发学生科技报国使命感，树立攻克 "卡脖子" 技术的责任担当。 二、科学精神与学术道德 通过流体力学大师的探索历程，培养严谨求实的科研态度。强调 CFD"验证与确认" 的重要性，杜绝学术不端，养成 "每一个计算结果都要经得起检验" 的科研习惯。 三、工程伦理与安全意识 结合航空航天事故案例，强调 "安全是生命线" 的工程伦理观。引导学生认识到每一次数值模拟都承载着飞行安全，必须以极端负责的态度对待每一个计算参数。 四、创新思维与交叉融合 展示 AI+ 流体力学的颠覆性创新潜力，鼓励学生打破学科壁垒。通过国内学者原创成果展示，增强创新自信，培养敢为人先的探索精神。 五、团队协作与集体主义 通过小组项目实践，培养协作能力。弘扬航天 "万人一杆枪" 的系统工程精神，引导学生在团队协作中实现个人价值。				
课程简介					
(如为“AI+”微专业，应包含 AI 赋能教学实践的内容)					

本课程是面向研究生开设的空天动力领域前沿交叉微专业核心课程，系统构建传统流体力学、数值仿真、流动控制、智能技术与工程应用的完整知识体系。课程立足空天动力战略发展需求，面向全校不同专业背景学生，从基础流体力学原理出发，深入浅出讲解 CFD 计算方法、边界层流动控制理论，通过大量上机实操掌握物理信息神经网络 (PINN)、数据驱动流场重构等智能流动前沿技术，并结合跨介质飞行器这一研究热点开展综合工程应用实践。课程采用理论精讲结合上机实战、项目驱动的教学方式，注重学以致用，让学生在有限学时内系统掌握空天动力智能仿真的核心方法与实用技能。					
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 1 章 空天动力与流体力学基础 1.1 空天动力系统发展历程与战略意义 1.2 流体力学核心概念与守恒定律 1.3 Navier-Stokes 方程物理内涵 1.4 层流、湍流与可压缩流动特征	4	4	0	0
2	第 2 章 CFD 原理与空天流动仿真 2.1 计算流体力学基本思想与方法 2.2 有限体积法、网格与湍流模型要点 2.3 实践：航空发动机内流场 CFD 算例操作 2.4 实践：计算结果后处理与分析	4	1	3	0
3	第 3 章 边界层流动与流动控制 3.1 边界层理论与流动分离机理 3.2 附面层控制与减阻增升技术 3.3 实践：翼型绕流边界层 CFD 模拟	3	1	2	0
4	第 4 章 智能流动核心技术 4.1 实践 I：CNN 流场重	2		2	0

	构方法与代码实现 4.2 实践 II: PINN 物理神经网络应用				
5	第 5 章 跨介质飞行器智能流动仿真 5.1 跨介质流动特性与智能仿真方法 5.2 实践 I: 出水过程多相流数值模拟 5.3 实践 II: 流动特性分析与载荷计算	3	1	2	0
6	第 6 章 课程总结与成果汇报 6.1 知识体系梳理与融会贯通 6.2 学习成果展示与小组汇报 6.3 前沿展望与课程考核	2	2	0	0
合计		18	9	9	0

教材及教学资源

使用教材	(1) 《数据驱动流体力学基础与实践》，陈刚、袁先旭等著，科学出版社； (2) 《计算流体力学基础与多相流模拟应用》，陈彩霞、夏梓洪著，科学出版社； (3) 《机器学习》，周志华著，清华大学出版社。
课程网站	(1) 国家高等教育智慧教育平台： https://higher.smartedu.cn ； (2) 上海理工大学在线教学平台：校内 Blackboard / 超星学习通课程专区； (3) 课程配套开源代码库：GitHub 公开仓库。
参考书目	(1) 《多相流体动力学》，周力行著，科学出版社； (2) 《航空发动机原理》，朱之丽、陶智、徐国强著，北京航空航天大学出版社； (3) 《深度学习》，Ian Goodfellow 等著，人民邮电出版社； (4) 《ANSYS Fluent 2024 流体计算从入门到精通》，电子工业出版社，ISBN: 9787121491405 (5) 《Data-Driven Fluid Mechanics》，Mendez 等著，Cambridge University Press； (6) 《水下航行体水动力学》，国防工业出版社。
实践单位	空天动力研究所、校内高性能计算平台；根据微专业建设情况联合企业或科研院所提供案例数据与专题实践指导。

课程负责人签名：

张瑞子

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。