

宁波大学研究生课程教学大纲

一、课程基本信息

课程中文名称	计算流体力学	课程编号			
课程英文名称	Computational Fluid Dynamics	总学时	54	学分	3
开课学院	数学与统计学院	开课学期	☒ 春季	☐ 秋季	☐ 全年
课程负责人	张文欢	教学团队成员			
适用学科/专业	计算数学、应用数学	授课语言	☒ 中文	☐ 全英文	☐ 双语
适用学生	☒ 学术学位博士 ☒ 学术学位直博生 ☐ 学术学位直博生（留学生） ☐ 学术学位硕士 ☐ 专业学位硕士 ☐ 学术学位硕士（留学生） ☐ 专业学位硕士（留学生） ☐ 专业学位硕士（非全日制）				
课程类别	☐ 公共学位课 ☒ 专业学位课 ☐ 公共选修课 ☐ 专业选修课 ☐ 专业补修课 ☐ 必修培养环节 ☐ 其他_____				
主要教学方式 (可多选)	☒ 讲授 ☐ 讨论 ☐ 专题讲座 ☐ 文献研读 ☐ 专题研讨 ☐ 案例分析 ☐ 实验（含上机） ☐ 自学 ☐ 其他__				
考核方式	☒ 考试 ☐ 考查				

二、课程中文简介

《计算流体力学》课程主要论述了偏微分方程有限差分方法的基本概念，差分格式的稳定性以及差分解的耗散和弥散，可压缩流体动力学基本方程组及其特征，结构网格生成方法等。

三、课程英文简介

The course of “Computational Fluid Dynamics” mainly discusses the basic concepts of finite difference methods for partial differential equations, the stability of difference schemes, the dissipation and dispersion of differential decomposition, the basic equations of compressible fluid dynamics and their characteristics, the method of generating structural meshes, and so on.

四、教学目标

计算流体力学是流体流动数值模拟的科学，同时也是研究流体力学的一种新方法，近年来得到了显著发展。本课程的目的是使学生掌握计算流体力学的基本概念、基本定理和基本应用，为从事计算流体力学方向的研究打下理论基础。

五、教学内容、基本要求及学时分配

1. 各章节主要内容

第一章 偏微分方程有限差分方法的基本概念

主要内容：物理问题的适定性、Banach 空间内适定问题的提法和基本收敛定理、有限差分方法、Lax 等价定理及推论

重点：理解有限差分方法的基本概念、Banach 空间内适定问题的提法

难点：掌握 Lax 等价定理

课程思政融合点：了解有限差分方法产生背景和发展历史；理解有限差分方法求解偏微分方程在整个科学发展历史中的意义，激发学习热情和追求科学真理的志向。

第二章 差分格式的稳定性以及差分解的耗散和弥散

主要内容：Von Neumann 稳定性条件和 CFL 准则、Kreiss 矩阵定理和更进一步的稳定性充分条件、关于变系数线性方程和非线性问题稳定性的讨论、耗散和弥散

重点：理解 Von Neumann 稳定性条件、Kreiss 矩阵定理、物理问题和差分方法的耗散和弥散

难点：变系数线性方程和非线性问题稳定性

课程思政融合点：了解 CFL 准则的产生背景，以及差分解的耗散和弥散的研究现状，理这些知识点在研究方向发展历史中的意义，激发学习热情和追求科学真理的志向。

第三章 可压缩流体动力学基本方程组及其特征

主要内容：可压缩流体动力学基本方程组、拟线性偏微分方程组的特征、可压缩流体动力学方程组的特征、工程中湍流数值模拟的控制方程

重点：理解可压缩流体动力学基本方程组的推导、可压缩流体动力学方程组的特征、工程中湍流数值模拟的控制方程

难点：拟线性偏微分方程组的特征、工程中湍流数值模拟的控制方程

课程思政融合点：了解 Navier-Stoke 方程产生背景，湍流理论的发展和应用，激发学习热情和追求科学真理的志向。

第四章 结构网格生成方法

主要内容：飞行器外形的人工输入和非均匀有理 B 样条、单域的代数网格生成方法、微分方程数值解的网格生成方法、网格的生成策略和拓扑结构、分域解耦方法

重点：微分方程数值解的网格生成方法、网格的生成策略和拓扑结构、分域解耦方法

难点：飞行器外形的人工输入和非均匀有理 B 样条、单域的代数网格生成方法

课程思政融合点：了解微分方程数值解的网格生成方法的发展历程，网格生成的数学思想，激发学习热情和追求科学真理的志向。

2. 学时分配表

章节	标题	教学内容	学时分配				备注
			理论	实验	讨论	其他	

1	偏微分方程有限差分方法的基本概念	物理问题的适定性、Banach 空间内适定问题的提法和基本收敛定理、有限差分方法、Lax 等价定理及推论	10		4		
2	差分格式的稳定性以及差分解的耗散和弥散	Von Neumann 稳定性条件和 CFL 准则、Kreiss 矩阵定理和更进一步的稳定性充分条件、关于变系数线性方程和非线性问题稳定性的讨论、耗散和弥散	10		4	2	
3	可压缩流体动力学基本方程组及其特征	可压缩流体动力学基本方程组、拟线性偏微分方程组的特征、可压缩流体动力学方程组的特征、工程中湍流数值模拟的控制方程	8		2	2	
4	结构网格生成方法	飞行器外形的人工输入和非均匀有理 B 样条、单域的代数网格生成方法、微分方程数值解的网格生成方法、网格的生成策略和拓扑结构、分域解耦方法	8	2	2		
小计			36	2	12	4	

六、考核方式及成绩评定方法

1. 考核方式：闭卷考试
2. 成绩评定：平时成绩占 40%（其中课程思政占比 10%），期末成绩占 60%
3. 考核标准及要求：掌握课程的基本知识点，能正确回答考试试题。

七、本课程创新点（内容、方法等）

本课程讲解计算流体力学，更多地偏向于讲授流体计算方法中包含的数学理论，可为计算流体力学的科学计算和学术深造打下一定的理论基础。

八、教材及主要参考书目、文献与资料

类别	教材名称	编者	出版社	版次	出版时间
教材	计算流体力学（上）	徐文灿，胡俊 著	北京理工大学出版社	1	2011 年 12 月
参考书	计算流体力学入门	John D. Anderson	清华大学出版社	1	2002 年 4 月
	Computational Techniques for Fluid Dynamics	Fletch, C. A.	Springer, New York		1997
	粘性流体力学	章梓雄	清华大学出版社		2011

课程负责人（签名）：

日期：

学位点负责人（签名）：

日期：

所在学院主管领导（签名）（公章）：

日期：