

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	计算流体力学初步	课程编号			
课程英文名称	A first Course of 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

《计算流体力学初步》课程主要论述了计算流体力学中的有限差分法的基础理论和应用，具体包括流体力学的各级近似方程及其数学性质，模型方程及其差分计算的分析理论，经典和近代的差分格式，边界条件的数学处理，网格生成技术等。

三、课程英文简介

“A first Course of Computational Fluid Dynamics” mainly discusses the basic theory and application of the finite difference method in computational fluid dynamics, including the approximate equations of fluid mechanics at various levels and their mathematical properties, the model equations and the analysis theory of finite difference computation, the modern and classic difference schemes, the mathematical treatment of boundary conditions, the grid generation techniques, etc.

四、教学目标

本课程的目的是使数学专业研究生初步了解计算流体力学的基本概念、基本定理和基本应用，为进一步深入学习计算流体力学打下一定的理论基础。

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 流体力学的各级近似方程及其数学性质

主要内容：流体力学的各级近似方程、流体力学各类近似方程的类型、流体力学问题的定解条件的提法

重点：理解流体力学各类近似方程的类型、流体力学问题的定解条件的提法

难点：掌握弱解与熵增条件

课程思政融合点：了解流体力学产生背景和发展历史；理解求解流体力学偏微分方程在工程应用中的重要意义，激发学生的学习热情和追求科学真理的志向。

第二章 模型方程及其计算的分析理论

主要内容：流体力学各级近似的模型方程、方程的离散化及构造差分格式的方法、若干典型的差分格式等

重点：理解差分方程的相容性、稳定性、收敛性以及 Lax 等价定理、判断稳定性的 Fourier 或 Von Neumann 分析方法

难点：掌握差分方程和熵增条件

课程思政融合点：了解差分方法的产生、历史及研究现状，理解差分格式稳定性判定在研究方向中的意义，激发学生的学习热情和追求科学真理的志向。

第三章 几个典型的差分格式

主要内容：Maccormack 显式耗散格式、基于 Runge-Kutta 法的显示耗散格式、Beam Warming 隐式耗散格式、Jameson 隐式耗散格式、混合反应扩散格式

重点：理解基于 Runge-Kutta 法的显示耗散格式

难点：掌握 Beam Warming 隐式耗散格式、混合反应扩散格式

课程思政融合点：了解常见的差分格式，理解差分格式的发展历程，激发学生的学习热情和追求科学真理的志向。

第四章 无波动的不含自由参数的差分格式

主要内容：NND 格式的总变差、NND 格式的稳定性分析、NND 格式的其它表现形式

重点：理解 NND 格式的总变差

难点：掌握 NND 格式的稳定性分析

课程思政融合点：了解建立无波动差分格式的理论基础以及无波动差分格式的建立过程，激发学生的学习热情和追求科学真理的志向。

第五章 高精度差分格式

主要内容：三阶 ENN 格式、广义紧致格式、时空守恒方法

重点：理解三阶 ENN 格式、广义紧致格式

难点：掌握时空守恒方法

课程思政融合点：了解高精度差分格式的必要性及构造的基本原则，通过对高精度差分格式的发展历程激发学生的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	流体力学的各级近似方程及其数学性质	流体力学的各级近似方程、流体力学各类近似方程的类型、流体力学问题的定解条件的提法	10		2		
2	模型方程及其计算的分析理论	流体力学各级近似的模型方程、方程的离散化及构造差分格式的方法、若干典型的差分格式等	8		2		
3	几个典型的差分格式	Maccormack 显式耗散格式、基于 Runge-Kutta 法的显示耗散格式、Beam Warming 隐式耗散格式、Jameson 隐式耗散格式、混合反应扩散格式	10		2		
4	无波动的不含自由参数的差分格式	NND 格式的总变差、NND 格式的稳定性分析、NND 格式的其它表现形式	8		2		
5	高精度差分格式	三阶 ENN 格式、广义紧致格式、时空守恒方法	8		2		
小计			44		10		

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 70%
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中的有限差分法的基础理论及应用，更多地偏向于讲授计算格式的稳定性分析，可为计算流体力学的实际计算和格式分析打下坚实的理论基础。

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：差分方法的原理和应用	张涵信、沈孟育	国防工业出版社	1	2003 年 1 月

参考书	计算流体力学的若干新方法	刘儒勋，舒其望	科学出版社	1	2003 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：