



研究生课程教学大纲

课程名称：	计算流体力学		
	Computer Fluid Dynamics		
课程编号：	ZB02304T		
开课单位：	石油工程学院	开课学期：	1
课内学时：	32	学分：	2
适用学科 专业及层次：	海洋油气工程学术学位博士（含直攻博）专业必修课 海洋油气工程学术学位硕士专业选修课 石油与天然气工程专业学位硕士专业选修课		
先修课程：	1.流体力学；2.高等数学；3.数值分析/数理方程；4.计算机 程序设计/计算机语言/流体力学数值模拟		
教学团队：	李爱华，高慧，白莉，付光明		

一、课程简介与学习目标

《计算流体力学》是一门运用计算方法研究复杂流体力学问题的分支学科。本课程的学习目标是掌握经典流体力学方程的数值求解方法，包括扩散方程、对流-扩散方程、粘性流动、湍流模型以及油气多相流动的数值求解方法。主要内容包括：

1. 对流动方程组的离散方法、收敛性稳定性问题等基本理论基础的介绍；
2. 典型模型方程（双曲型、抛物型、椭圆型）的有限差分或有限体积离散；
3. 掌握无粘流动的典型解法：无粘流动的有限体积法；热传导问题（扩散问题）的有限体积法；对流-扩散问题的有限体积法；
4. 求解粘性流体 N-S 方程的压力修正算法；
5. 紊流模型的求解以及 CFD 最新进展等内容。

要求学生完成并掌握运用编程语言或 CFD 软件解决流体力学相关的研究性

问题。该课程是油气井工程、油气田开发专业博士研究生的专业核心课。

二、课程内容

第 1 章 绪论

- 1.1 计算流体动力学的应用与发展
- 1.2 流体动力学控制方程组

第 2 章 流动模型的数理特征

- 2.1 偏微分方程的分类和离散方法
- 2.2 偏微分方程的有限差分法
- 2.3 离散方程的相容性、收敛性及稳定性
- 2.4 离散方程的守恒性和迁移性

第 3 章 无粘流动的典型解法

- 3.1 波动方程的特征差分法与经典差分格式
- 3.2 边界条件与特征线和传播过程
- 3.3 长输水管水击方程的特征线方程求解算例

第 4 章 扩散问题的有限体积法

- 4.1 有限体积法的理论基础和离散方法
- 4.2 一维导热问题和多维导热方程的求解
- 4.3 输油管道内充分发展对流换热问题的求解

第 5 章 对流扩散问题的有限体积解法

- 5.1 对流项的离散格式
- 5.2 对流项的中心差分与迎风格式
- 5.3 对流-扩散方程的混合格式及乘方格式
- 5.4 一维稳态与非稳态的纯对流方程及算例

第 6 章 粘性流动的压力修正方法

- 6.1 不可压流动方程及求解中的关键问题
- 6.2 交错网格及动量方程的离散
- 6.3 求解 N-S 方程的压力修正方法及应用算例
- 6.4 流场迭代求解的收敛判据及 SIMPLE 算法的发展

第 7 章 紊流的数值求解及计算流体力学的发展

7.1 湍流的数值模拟方法

7.2 油气管道两相流动数值求解方法及算例

三、教学方式

课堂理论讲授+案例分析，上机，课外文献阅读

四、考核方式

Fluent 流场模拟算例报告+编程作业

五、教材与参考资料

(一) 教材

1. 傅德薰，马延文，《计算流体力学》，高等教育出版社，2002；
2. 约翰 D. 安德森，《计算流体动力学基础及其应用》，吴颂平译，机械工业出版社，2007。

(二) 主要参考资料：

1. 陶文铨.《数值传热学》. 西安交通大学出版社，2001（第 2 版）
2. 王福军.《计算流体动力学分析：CFD 软件原理与应用》.清华大学出版社，2004
3. 胡坤，李振北.《ANSYS ICEM CFD 工程实例详解》.人民邮电出版社，2015
4. 张鸣远.《高等工程流体力学》.高等教育出版社，2008
5. 张兆顺，崔桂香.《流体力学》.清华大学出版社，2006
6. 吴望一.《流体力学》.北京大学出版社，1995