

湍流高精度数值模拟方法

湍流是流体运动的普遍现象，也是航空航天、海洋、大气及工业生产中重点关注的流动问题。由于航空航天等领域的迫切需求，湍流研究近年来成为流体力学及空气动力学领域的研究热点。以直接数值模拟、大涡模拟以及混合方法（RANS-LES）为代表的高精度计算方法是研究湍流机理及规律的重要手段，近年来得到了快速发展。与传统的雷诺平均方法（RANS）不同，这些高精度计算方法既可获得湍流的平均信息，又可获得湍流的脉动特性，是研究湍流多尺度特征的有力工具。本课程将介绍和讲授目前最新的湍流高精度计算方法，包括直接数值模拟、大涡模拟以及混合方法，以及湍流及转捩的机理及模型。此外还介绍高精度数值格式以及大规模并行计算等内容。

本课程适合的选课对象是：航空航天、力学、海洋、能源动力、工程热物理等专业的研究生（硕、博）和高年级本科生；数学、大气、环境和其他理工科专业的研究生（硕、博）。

课程目标：通过学习本课程，使学员能够对湍流的高精度模拟技术有较为深入的认识，掌握湍流精细模拟的高精度计算方法及并行计算技术，并对湍流及转捩有一个宏观认识，了解湍流及转捩方面国内外的最新研究进展及前沿热点，为湍流理论及应用方面的深入研究奠定基础。

教师风采



李新亮研究员：中国科学院力学研究所高温气体动力学国家重点实验室研究员，中国科学院大学岗位教授，博士生导师。主要研究方向是计算流体力学，可压缩湍流与转捩，飞行器空气动力学等。任中国空气动力学会物理力学专业委员会副主任委员，计算物理学会常务理事，Computers & Fluids 杂志编委，《空气动力学报》及《计算物理》杂志编委等职。获 2000 年度中国科学院自然科学二等奖，2013 年度陕西省科学技术三等奖，中国科学院朱李月华优秀教师奖等奖项。



于长平副研究员：中国科学院力学研究所高温气体动力学国家重点实验室副研究员，李新亮研究员团队成员。2013 年获北京大学博士学位，2014 年 1 月至今于中国科学院力学研究所工作。主要从事湍流基

础理论及大涡模拟模型方法的基础研究，提出了基于螺旋度的新型亚格子模型、尺度自适应的大涡模拟方法以及能流相似大涡模拟方法等研究成果。



杨廷涛研究员：北京大学工学院特聘研究员，“千人计划”青年项目入选者。2009年7月获北京大学流体力学专业博士学位，2011年至2013年担任北京大学应用物理与技术中心“培源学者”博士后，2013年至2017年在荷兰 Twente 大学做博士后研究工作，2017年5月起加入北京大学工学院。主要研究方向集中在浮力驱动对流湍流，尤其是海洋相关的温盐驱动双扩散对流，以及流固耦合和多相流研究，如变形壁面数值模拟，及变形颗粒数值模拟。



田振夫教授：复旦大学航空航天系教授，博士生导师。主要研究方向为计算流体力学、磁流体力学、高性能计算与算法和热/流//声/磁多物理场可计算建模及流噪声机理与控制，多组分多相流非线性动力学特性、稳定性与转捩等。教育部“高校青年教师奖”、国务院特殊津贴获得者，“上海市研究生优秀成果（学位论文）”博士论文指导教师。

课程设置

1. 预修课程要求：

基础要求：流体力学、计算方法

建议预修：计算流体力学、空气动力学

2. 教学内容及授课安排

日期	时间	教学内容	授课教师
8月1日	8:00-8:45	课程简介	田振夫
	9:00-11:30 14:00-16:50	湍流及转捩基本概念	李新亮
8月2日	9:00-11:30 14:00-16:50	湍流直接数值模拟	
8月3日	8:30-11:30 14:00-17:30	高精度数值方法	

8月4日	8:30-11:50	并行计算技术	于长平
	14:00-16:30	高超声速边界层转捩及激波边界层干扰	
8月7日	9:00-11:30	湍流燃烧的直接数值模拟	
	14:00-17:00	湍流大涡模拟	
8月8日	9:00-11:00		
	14:30-17:00		
8月9日	9:00-11:00		
8月11日	14:00-17:50	标量场湍流数值模拟方法	杨延涛
8月12日	14:00-17:50	颗粒湍流数值模拟方法	
8月13日	9:00-11:30	不可压缩流的可计算模型和高精度方法	田振夫
	14:00-16:30		
机动	待定	前沿报告	待定

3. 课程考核及成绩评定

出勤（20%）+作业（50%）+课堂表现（20%）+其它（10%）

4. 教学参考资料

- ✚ 傅德薰，马延文，李新亮，王强，可压缩湍流直接数值模拟，北京，科学出版社，2010
- ✚ J. Blazek, Computational Fluid Dynamics: Principles and Applications, Elsevier, 2005
- ✚ A. Prosperetti, G. Tryggvason, Computational Methods for Multiphase Flow, Cambridge University Press, 2007

5. 联系方式（授课教师或助教联系方式均可）

助教：陈正兴

邮箱：19110290010@fudan.edu.cn；手机号：15821695269