南方科技大学 SOUTHERN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

课程详述

COURSE SPECIFICATION

以下课程信息可能根据实际授课需要或在课程检讨之后产生变动。如对课程有任何疑问，请联系授课教师。

The course information as follows may be subject to change, either during the session because of unforeseen circumstances, or following review of the course at the end of the session. Queries about the course should be directed to the course instructor.

1.	课程名称 Course Title	流体力学数学导引 Mathematical Intro to Fluid Mechanics
2.	授课院系 Originating Department	数学系 Mathematics
3.	课程编号 Course Code	MA328
4.	课程学分 Credit Value	3
5.	课程类别 Course Type	专业选修课 Major Elective Courses
6.	授课学期 Semester	春季 Spring
7.	授课语言 Teaching Language	中英双语 English & Chinese
8.	授课教师、所属学系、联系方式（如属团队授课，请列明其他授课教师） Instructor(s), Affiliation& Contact （For team teaching, please list all instructors）	张振，数学系，副教授 慧园 3 栋 417 zhangz@sustc.edu.cn Zhang Zhen, Mathematics, Associate Professor Room 417, Block 3, Wisdom Valley zhangz@sustc.edu.cn
9.	实验员/助教、所属学系、联系方式 Tutor/TA(s), Contact	无 NA
10.	选课人数限额(可不填) Maximum Enrolment （Optional）	

11.	授课方式 Delivery Method	讲授 Lectures	习题/辅导/讨论 Tutorials	实验/实习 Lab/Practical	其它(请具体注明) Other（Please specify）	总学时 Total
	学时数 Credit Hours	48				48

12.	先修课程、其它学习要求 **Pre-requisites or Other Academic Requirements**	数学分析 III 或 数学分析精讲 Mathematical Analysis III or Real Analysis
13.	后续课程、其它学习规划 **Courses for which this course is a pre-requisite**	计算流体力学 Computational Fluid Dynamics
14.	其它要求修读本课程的学系 **Cross-listing Dept.**	

教学大纲及教学日历 SYLLABUS

15. **教学目标 Course Objectives**

教授流体力学中的基本原理及其数学性质

Teach basic principles in Fluid Mechanics and their mathematical properties

16. **预达学习成果 Learning Outcomes**

掌握 Navier-Stokes 方程和双曲方程的基本知识，为分析上和数值上的进一步研究奠定数学和物理基础

Master the fundamentals of Navier-Stokes equations and hyperbolic equations, provide mathematical and physical senses for the future analytical and numerical study

17. **课程内容及教学日历 （如授课语言以英文为主，则课程内容介绍可以用英文；如团队教学或模块教学，教学日历须注明主讲人）**
Course Contents (in Parts/Chapters/Sections/Weeks. Please notify name of instructor for course section(s), if this is a team teaching or module course.)

第一部分：运动方程

Part I: The Equations of Motion

第一章：欧拉方程：守恒律，Reynolds 传输定理，热力学简介，不可压流和等熵流的欧拉方程，Bernoulli 定理（8 学时）

Chapter 1: Euler's Equations: conservation laws, Reynolds transport theorem, introduction to thermodynamics, Euler equations for incompressible and isentropic flows, Bernoulli's theorem (8 hours)

第二章：旋度和涡：流场的涡度表示，Kelvin 回路定理，Helmholtz 定理，流函数-旋度分解（6 学时）

Chapter 2: Rotation and Vorticity: vorticity representation of flow fields, Kelvin's circulation theorem, Helmholtz's theorem, streamfunction-vorticity formulation (6 hours)

第三章：Navier-Stokes 方程：应力张量，Cauthy 定理，粘性，Navier-Stokes 方程，边界条件，无量纲化，Reynolds 数，润滑模型，Helmoholtz-Hodge 分解，Stokes 方程，能量耗散，状态方程，声速，Mach 数（6 学时）

Chapter 3: Navier-Stokes Equations: stress tensor, Cauthy's theorem, viscosity, Navier-Stokes equations, boundary conditions, non-dimensionalization, Reynolds number, lubrication model, Helmoholtz-Hodge decomposition theorem, Stokes equations, energy dissipation, equation of state, sound speed, Mach number (6 hours)

第二部分：有势流和微粘性流

Part II: Potential Flow and Slightly Viscous Flow

第四章：有势流：无旋流，流场的复数表示，Blasius 定理，Kutta-Joukowski 定理，d'Alembert's 矛盾，有势旋度，几乎有势流，Green 函数（6 学时）

Chapter 4: Potential flow: irrotational flow, complex velocity and field, Blasius' theorem, Kutta-Joukowski theorem, d'Alembert's paradox, potential vortex, almost potential flow, Green's function (6 hours)

第五章：边界层：渐进展开，Prandtl 边界层方程，Navier-Stokes 方程近似解，边界层分离（5 学时）

Chapter 5: Boundary Layers: asymptotic expansions, Prandtl boundary layer equations, approximations to Navier-Stokes equations, boundary layer separation (5 hours)

第六章：涡流层： Tchebysheff 不等式，大数定律，中心极限定理，随机游走和热方程，随机游走和涡流层，算法及其一致性和收敛性，流映射（5 学时）

Chapter 6: Vortex sheets: Tchebysheff's inequality, Law of large number, central limit theorem, random walk and heat equations, random walk and vortex sheets, algorithm and its consistency and convergence, flow map (5 hours)

第七章：稳定性和分支：稳定不动点，Liapunov 稳定性定理，Hopf 分支定理（2 学时）

Chapter 7: Stability and Bifurcation: =Stable fixed points, Liapunov stability theorem, Hopf Bifurcation theorem (2 hours)

第三部分：其他专题

Part III: Other Topics

第八章：一维气体流：特征线，Riemann 不变量，稀疏波和激波，Riemann 问题（5 学时）

Chapter 8: Gas flow in one dimension: characteristics, Riemann invariants, rarefaction waves and shock waves, Riemann problems (5 hours)

第九章：多相流：界面描述，Young-Laplace 方程，接触线和接触角，两相 Poiseuille 流（5 学时）

Chapter 9: Multiphase flows: interface description, Young-Laplace equation, contact line and contact angle, two-phase Poiseuille flow (5 hours)

18. 教材及其它参考资料 Textbook and Supplementary Readings

参考教材 Textbook：

流体力学数学导论（英文版）A Mathematical Introduction to Fluid Mechanics, by A. J. Chorin, 世界图书出版公司北京公司, 2013.

流体力学（第 2 版）英文版 Fluid Mechanics, by L. D. Landau, 世界图书出版公司, 1999.

流体力学（上、下），吴望一 编著，北京大学出版社, 1982.

其他参考资料 Supplementary Readings：

Navier-Stokes Equations: Theory and Numerical Analysis, by Roger Temam, North-Holland Publishing Company, 1977.

Fluid Mechanics, by Pijush K. Kundu, Ira M. Cohen, David R. Dowling, Academic Press, 2012.

An Introduction to Fluid Mechanics, by G. K. Batchelor, Cambridge University Press, 2000.

计算流体力学基础及其应用 Computational Fluid Dynamics, by 约翰 D. 安德森 John D. Anderson，吴颂平，刘赵森 译, 机械工业出版社, 2007.

课程评估 ASSESSMENT

19.

评估形式 Type of Assessment	评估时间 Time	占考试总成绩百分比 % of final score	违纪处罚 Penalty	备注 Notes
出勤 Attendance				
课堂表现 Class Performance				
小测验 Quiz				
课程项目 Projects				
平时作业 Assignments		30%		
期中考试 Mid-Term Test		30%		
期末考试 Final Exam		40%		
期末报告 Final Presentation				
其它（可根据需要改写以上评估方式） Others (The above may be modified as necessary)				

20. 记分方式 GRADING SYSTEM

☑ A. 十三级等级制 Letter Grading
☐ B. 二级记分制（通过/不通过） Pass/Fail Grading

南方科技大学
SOUTHERN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

课程审批 REVIEW AND APPROVAL

21. **本课程设置已经过以下责任人/委员会审议通过**
This Course has been approved by the following person or committee of authority
