

## 《湍流》课程教学大纲（2021 版）

课程基本信息 (Course Information)					
课程代码 (Course Code)	MS3401	*学时 (Credit Hours)	48	*学分 (Credits)	3
*课程名称 (Course Name)	湍流				
	An Introduction to Turbulent Flows				
课程类型 (Course Type)	专业选修课				
授课对象 (Target Audience)	本科生				
授课语言 (Language of Instruction)	中文				
*开课院系 (School)	海洋学院				
先修课程 (Prerequisite)	流体力学	后续课程 (post)			
*课程负责人 (Instructor)	杭超洵	课程网址 (Course Webpage)			
*课程简介 (中文) (Description)	<p>(中文 300-500 字, 含课程性质、主要教学内容、课程教学目标等)</p> <p>“湍流问题”至今仍是经典数学物理中一个悬而未决之谜, 其复杂的本质由此可见一斑。湍流的重要性却是显而易见, 它几乎存在于自然界中一切流体, 包括了海洋, 大气, 湖泊等。因此, 学习湍流也为未来对于相关自然科学和工程技术的研究打下坚实的基础。本课程的主要教学内容有 1) 湍流的背景知识介绍; ) 湍流动能和热能的输运; 3) 湍流的动态变化; 4) 无边界和有边界情况下的剪切流; 5) 湍流的统计描述; 6) 湍流的模型与数值模拟。本课程目标是为海洋科学专业的本科生提供一个学习湍流初级理论与专业知识的平台, 引导学生初步了解湍流的基本概念, 研究方法、发展趋势等, 初步树立系统科学的观念, 培养和提升学生对湍流以及相关衍生学科的专业兴趣。</p>				
*课程简介 (英文) (Description)	<p>(英文 300-500 字)</p> <p>“The Problem of turbulence” is one of the last unsolved questions in classic mathematic physics. The importance of turbulent flow is obvious due to its existence in most fluid of nature, such as ocean, atmosphere, lakes, etc. Hence, it is important to study turbulence for the relevant science and engineering applications. In this course, we will cover 1) the background of turbulence; 2) turbulent transport of momentum and heat; 3) dynamics of turbulence; 4) boundary-free and wall-bounded shear flows; 5) the statistical description of turbulence; 6) modelling and simulation.</p>				

This class aims at providing a platform for undergraduate students majoring in Marine Science understanding basic theories of turbulence and introducing fundamental knowledge and background. Through this course, students can learn basic theories, research approaches, and future trends of turbulent flows, and are encouraged to build interests in relevant subjects.

### 课程目标与内容 (Course objectives and contents)

*课程目标 (Course Object)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能够清晰描述湍流的本质特点</li> <li>2. 能够了解湍流学科的研究方法</li> <li>3. 能够清晰描述湍流动能和热能的运输</li> <li>4. 能够清晰描述湍流的动力学</li> <li>5. 能够解释无边界情况下的剪切流</li> <li>6. 能够解释有边界情况下的剪切流</li> <li>7. 能够清晰通过统计学知识描述湍流的特性</li> <li>8. 了解湍流的模型与数值模拟方法</li> <li>9. 训练科研素养, 包括文献阅读, 科学论文写作与报告能力</li> </ol>
--------------------------	--

毕业要求指标点与课程目标的对应关系 (根据学院要求填写)	课程目标	毕业要求指标点

*教学内容进度安排及对应课程目标 (Class Schedule & Requirements & Course Objectives)	章节	教学内容 (要点)	教学目标	学时	教学形式	作业及考核要求	课程思政融入点	对应课程目标
	第零章	绪论	了解学科定位、研究内容、发展史	1	课堂教学、讨论		追求真理, 树立创造未来的远大目标	课程目标 1
	第一章	湍流的本质	了解湍流的不规则性, 扩散性, 耗散性, 连续性等本质概念	4	课堂教学、讨论	1次作业 作业/考试	培养学生一丝不苟、认真严谨的工作作风	课程目标 1
	第二章	湍流的动量和热输运 (一)	掌握雷诺分解和推导雷诺方程, 熟悉雷诺应力的物理含义, 掌握推到湍流热输运	2+1/3	课堂教学、讨论	1次作业 作业/考试	培养学生一丝不苟、认真严谨的工作作风	课程目标 3
		随堂考试		2/3		闭卷		

		湍流可视化		1	视频观看与讨论	思考学期课题, 总结前期上课内容	追求真理, 树立创造未来的远大目标	课程目标 1, 2
第二章	湍流的动量和热输运 (二)	熟悉湍流方程闭合问题, 以及湍流黏度假说与混合长度模型, 掌握在特殊流体中运用雷诺方程		4	课堂教学、讨论	1次作业 作业/考试	培养学生一丝不苟、认真严谨的工作作风	课程目标 3
第三章	湍流的动力学问题 (一)	掌握平均流和湍流的动能收支平衡方程及各项代表的物理含义		4	课堂教学、讨论	1次作业 作业/考试	培养学生一丝不苟、认真严谨的工作作风	课程目标 4
	学期项目开题	验证课题可行性与问题的有效性		2	学生介绍与互相提问与评论		培养学生一丝不苟、认真严谨的工作作风	课程目标 1, 2, 3, 9
第三章	湍流的动力学问题 (二)	了解涡量矢量与涡量方程, 温度扰动的动力学方程		2	课堂教学、讨论	1次作业 作业/考试	追求真理, 树立创造未来的远大目标	课程目标 4
第三章	湍流的动力学问题 (三)	了解大气边界层中湍流动力与温度扰动的动力学方程		2	论文讨论	1次作业 作业/考试	追求真理, 树立创造未来的远大目标	课程目标 4, 9
	随堂考试			1		闭卷		
第四章	湍流统计描述	掌握湍流概率密度, 傅里叶变换以及联合统计方法		4	课堂教学、讨论	1次作业 作业/考试	培养学生理论与实践结合的能力	课程目标 7
第五章	自由剪切流动 (一)	熟悉二维平面流动, 了解横向与流向上的动量方程		3	课堂教学、讨论	1次作业 作业/考试	培养学生一丝不苟、认真严谨的工作作风	课程目标 5
第五章	自由剪切流动 (二)	了解湍流尾迹的自我保存, 平均动量与湍流动能的收支		2	课堂教学、讨论	1次作业 作业/考试	培养学生一丝不苟、认真严谨的工作作风	课程目标 5
第六章	壁面约束流动 (一)	了解管道流动中的湍流特性		2	课堂教学、讨论	1次作业 作业/考试	培养学生理论与实践结合的能力	课程目标 6
第六章	壁面约束流动	了解通道流动中的湍流特性		2	课堂教学、讨论	1次作业 作业/考试	培养学生一丝不苟、认真严谨	课程目标 6

	章	(二)					谨的工作作风	
	第六章	壁面约束流动 (三)	学习行星边界层中的湍流, 包括地转风, 大气与海底埃克曼层, 表面层	6	课堂教学、讨论	1次作业 作业/考试	培养学生一丝不苟、认真严谨的工作作风	课程目标6
		随堂考试		1		闭卷		
	第八章	湍流的模型与数值模拟	了解湍流研究中常用的模型与数值模拟方法	2	课堂教学、讨论	1次作业 作业/考试	培养学生一丝不苟、认真严谨的工作作风	课程目标8
	第九章	科研探索	展示湍流相关现象并用所学知识解释	2	课堂展示	幻灯片	实践, 探索与表达能力	课程目标1-9
	注1: 建议按照教学周学时编排, 以便自动生成教学日历。							
	注2: 相应章节的课程思政融入点根据实际情况填写。							
课程目标达成度评价 (根据学院要求填写)	课程目标			平时作业 (20分)	随堂考试 (40分)	期末项目 (40分)	课程目标权重	课程目标达成度
	考核方式							
*考核方式 (Grading)	<b>作业:</b> 每1-2周布置作业, 下一周课前交; 上交方式: 书面或电子形式 <b>科研探索:</b> 学生自由选择生活中与湍流相关的一个科学主题。主要要求是从生活中找一个感兴趣的湍流现象, 尝试从流体力学角度来解释现象的成因, 规律或者相关内容。在学期最后阶段以幻灯片的形式当堂展示。每人五分钟展示三分钟回答问题。 <b>随堂测试:</b> 三次20-30分钟闭卷随堂测试 <b>课程成绩:</b> 作业(20%)、科研探索(40%)、随堂测试(40%) 最终成绩按照上述比例、实际教学情况和学生学习进步情况综合决定, 采用相对分数。							
*教材或参考资料 (Textbooks & Other Materials)	湍流初级教程 [A First Course in Turbulence], H. 田内克斯, J. L. 兰姆利 著, 施红辉, 林培锋, 金浩哲 译, 科学出版社, 2015年, 第1版, ISBN 978-7-03-042562-1  Turbulent Flows, Stephen B. Pope, Cambridge University Press, 2000, First edition, ISBN 978-0-521-17784-9							

其它 (More)	
备注 (Notes)	<p>特殊需要：若由于任何疾病或个人特殊原因影响到了一个学生的学习和表现，请学生告诉相关的老师，我们回尽力在学校政策允许的范围内，调整我们的教学方法，帮助学生学习。</p> <p>学术道德：学生应该认真学习《上海交通大学学生手册》，严格遵守学校的学习纪律。</p> <p>日期和进度调整：课程内容、进度和日期将按照学生学习情况、学校假期安排及不可预测情况进行调整，调整将由任课老师进行通知，所有调整将不影响课程的总体内容和目标。</p>

备注说明：

1. 带\*内容为必填项。
2. 课程简介字数为 300-500 字；课程大纲以表述清楚教学安排为宜，字数不限。