

编号	
----	--

# 2015 年度复旦大学精品课程

## 申报表

推荐院系 力学与工程科学系

课程名称 张量分析与微分几何基础  
连续介质力学基础

课程层次（本/专） 本科生（亦适用有关研究生铺垫基础）

课程类型 专业选修课/跨学科选修课

所属学科门类 工学、理学

所属专业类别 力学类、航空航天类、物理学类

课程负责人 谢锡麟

申报日期 2015 年 3 月

学年授课学生数 约 60 名

复旦大学教务处

二〇一四年十一月

## 填写要求

- 一、请严格按照表中要求如实填写各项。
- 二、申报表文本中外文名词第一次出现时，要写清全称和缩写，再次出现同一词时可以使用缩写。
- 三、请以 word 文档格式填写表中各栏目。
- 四、封面的“所属学科门类”和“所属专业类别”请查询教育部普通高等学校本科专业目录（2012 年）
- 五、凡涉密内容不得填写，需要说明的，请在本表说明栏中注明。凡有可能涉密和不宜大范围公开的内容，请在说明栏中注明。

## 1. 课程负责人情况

1-1  基本 信息	姓 名	谢锡麟		性 别	男		出生年月	1974 年 2 月					
	最终学历	研究生		职 称	副教授		电 话	13601747708					
	学 位	博士（理学）		职 务	校教学指导委员会委员		传 真	65642742					
	所在院系	复旦大学力学与工程科学系		E-mail	<a href="mailto:xiexilin@fudan.edu.cn">xiexilin@fudan.edu.cn</a>								
	通信地址（邮编）	上海市邯郸路 220 号 复旦大学 力学与工程科学系											
1-2  教学 情况	近五年来讲授的主要课程（含课程名称、课程类别、周学时；届数及学生总人数）（不超过五门）；承担的实践性教学（含实验、实习、课程设计、毕业论文、毕业设计自年限、学生总人数）；主持的教学研究课题（含课程名称、来源、年限、本人所起的作用）（不超过五项）；作为第一署名人在国内外主要刊物上发表的教学相关论文（含题目、刊物名称与级别、时间）（不超过十项）；获得的表彰/奖励（含奖项名称、授予单位、署名次序、时间）（不超过五项）。												
	§ 1. 本申请相关课程开设情况（2009-2010 学年至 2014-2015 学年）												
	系列课程		课程开设学期（√ 表示开设）										
			09 秋	10 春	10 秋	11 春	11 秋	12 春	12 秋	13 春	13 秋	14 春	14 秋
数 学 基 础	数学分析（一年制）	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	经典力学数学名著选讲(有关微积分深化, 暑期开设)	√		√		√		√		√		√	
力 学 基 础	张量分析与微分几何基础	√		√		√		√		√		√	
	连续介质力学基础		√		√		√		√		√		
	现代张量分析及其在连续介质中应用 (FIST 课程)									√		√	
上述课程的授课学时数估算：													
《数学分析》（一年制）		6 学时/周 × 17 周/学期 × 12 学期 = 1224 学时											
《经典数学力学名著选讲》		2 学时/周 × 17 周/学期 × 6 暑期 = 204 学时											
《张量分析与微分几何基础》		2 学时/周 × 17 周/学期 × 6 学期 = 204 学时											
《连续介质力学基础》		3 学时/周 × 17 周/学期 × 5 学期 = 255 学时											
《现代张量分析及其在连续介质中应用》		54 学时 × 2 = 108 学时											

§ 2. 本申请相关教育教学研究项目

- [1] 2014 年度市教委高校本科重点教学改革项目 “力学-数学-物理学相关知识体系之间互为借鉴与融合的教学研究与实践”. 负责人谢锡麟, 合作者 姚一隼(数学), 徐建军(物理), 华诚(力学).
- [2] 2011 年度市教委高校本科重点教学改革项目 “‘现代连续介质力学理论及实践’课程体系”. 负责人 谢锡麟, 合作者 麻伟巍(东华大学), 华诚(复旦大学).
- [3] 2011 年度市教委重点课程项目 “《数学分析》(一年制, 面对力学等技术科学专业)”. 负责人 谢锡麟.

§ 3. 本申请相关教育教学著述及研究论文 (论文 1-5 侧重知识体系及其传播的研究, 均为系统性论述; 6-9 为会议交流论文)

著述

谢锡麟 著. 现代张量分析及其在连续介质力学中的应用. 复旦大学出版社, 2014. 开本 787×1092 1/16, 字数 748 千字. 注: 综合性反映现代张量分析与连续介质力学知识体系及其应用于相关科学研究的认识.

研究论文

- [1] 谢锡麟. “正本清源”在力学之数学及专业基础知识体系建立中的作用. 第五届全国力学史与方法论学术研讨会(11 年 9 月, 大连)会议交流; 《力学季刊》, 2012 年第 33 卷第 4 期, 页: 544-557. 注: 提出知识点、知识要素; 数学通识.
- [2] 谢锡麟. 基于郭仲衡先生有关现代张量分析及有限变形理论知识体系所开展的教学与研究的若干体会. 第十三届现代数学和力学学术会议暨钱伟长诞辰 100 周年纪念大会 (12 年 10 月, 上海) 会议交流; 《力学季刊》, 2013 年第 34 卷第 2 期, 页: 337-351. 注: 澄清或发展张量分析、有限变形理论相关思想及方法.
- [3] Xie Xi-Lin\*, Chen Yu, Shi Qian. Some studies on mechanics of continuous mediums viewed as differential manifolds. 《Sci China-Phys Mech Astron》(SCI 期刊), 2013, 56:432-456. 注: 提出以流形观点区分连续介质, 分别提出体积 (区别经典)、曲面理论.
- [4] XIE Xi-Lin\*. On two kinds of differential operators on general smooth surfaces(英文稿). 《复旦学报(自然科学版)》(核心期刊), 2013, 52(5):688-711. 注: 区分曲面上二类梯度算子, 提出固定曲面上流动的涡量动力学理论; 相关结果隶属数学与力学之间的关系.
- [5] 谢锡麟\*, 陈瑜, 史倩. 有限变形理论的若干进展及其在流体力学中的相关应用. 《复旦学报(自然科学版)》(核心期刊), 2013, 52(4):547-557. 注: 著述所提理论的相关应用.
- [6] 谢锡麟. 现代张量分析在连续介质力学中的若干应用. 会议交流并发表于《第十一届全国水动力学学术会议暨第二十四届全国水动力学研讨会并周培源教授诞辰 110 周年纪念大会文集》, 页 224-236, 海洋出版社, 2012.

- [7] 谢锡麟. 基于现代张量分析的连续介质力学理论及其在流体力学中的实践. 第五届全国力学课程报告论坛(10年11月, 成都)会议交流并发表于《力学课程报告论坛论文集2010》, 高教社.
- [8] 谢锡麟. 面对力学专业有关微积分教学的若干体会. 第五届全国力学课程报告论坛(10年11月, 成都)会议交流并发表于《力学课程报告论坛论文集2010》, 高教社.
- [9] 谢锡麟, 陈瑜, 华诚等. 全美一流院校航空航天学科的调研及其对力学学科发展的启示. 第三届全国力学课程报告论坛(08年11月, 兰州)会议交流并发表于《力学课程报告论坛论文集2008》, 高教社.

\*表示通讯作者

#### § 4. 本申请相关教育教学获奖

- [1] 2013年高等教育上海市级教学成果一等奖“追求具有一流水平的微积分与连续介质力学基础知识体系的教研与实践”, 获奖人 谢锡麟、麻伟巍、华诚、陈纪修.
- [2] 2011年复旦大学教学成果二等奖“基于现代张量分析的连续介质力学理论及其在流体力学中的实践”, 获奖人 谢锡麟.
- [3] 2012年复旦大学青年教师讲课比赛, 理科组三等奖.
- [4] 2014届本(专)科毕业生“我心目中的好老师”提名奖, 全校共10名.
- [5] 2008年度 香港人奖教金(校级), 谢锡麟.

#### § 5. 教育教学相关任职

复旦大学教学指导委员会委员(自荐, 2012年起); 复旦大学教师教学发展委员会委员(2015年起); 中国力学学会第八届科学普及工作委员会委员(2011年起); 上海市力学学会第十一届理事会理事, 并为教育工作委员会副主任(2012年起); 复旦大学复旦学院任重书院导师委员会主任(2013-2014年); 复旦大学复旦学院腾飞书院导师(2014年起).

<p>1- 3 学术 研究</p>	<p>近五年来承担的学术研究课题（含课题名称、课题类别、来源、年限、本人所起作用）（不超过五项）；在国内外主要刊物上发表的学术论文（含题目、刊物名称与级别、时间、署名次序）（不超过十项）；获得的学术研究表彰/奖励（含奖项名称、授予单位、时间、署名次序）（不超过五项）。</p> <p>§ 1. 学术研究项目</p> <p>[1] 国家自然科学基金面上项目“几何形态为曲面的连续介质有限变形理论（方法与应用研究）”，项目编号 No.11472082，执行期 2015—2018 年，项目负责人 谢锡麟；合作单位负责人 麻伟巍。（本项目明确有相关教学研究与实践的内容）</p> <p>[2] 国家自然科学基金面上项目“边界的有限变形运动对流场局部及全局空间动力学行为影响的研究”，项目编号 No.11172069，执行期 2012—2015 年，项目负责人 谢锡麟；合作单位负责人 麻伟巍。（本项目明确有相关教学研究与实践的内容）</p> <p>[3] 国家自然科学基金面上项目“真实开放流场对应的 Navier-Stokes 方程的空间动力学行为新探索（No.10872051）”，执行期 2009—2011 年(已结题)，项目负责人 谢锡麟；合作单位负责人 麻伟巍。</p> <p>§ 2. 学术研究论文</p> <p>[1] 马云驰，余宇轩，谢锡麟*，麻伟巍. 基于多谱分析实验研究圆柱尾迹的全局空间动力学行为. 水动力学研究与进展(核心期刊), 2014, 29(6):127-133.</p> <p>[2] 刘浪，陈瑜，谢锡麟*. 基于多维 Fourier 分析研究流场的空间尺度分解. 复旦学报(自然科学版) (核心期刊), 2014, 53(5):45-54.</p> <p>[3] Xie X L, Chen Y, Shi Q. Some studies on mechanics of continuous mediums viewed as differential manifolds. Sci China-Phys Mech Astron 中国科学(物理力学天文)英文版, 2013, 56:432 - 456. (SCI 收录)</p> <p>[4] 余宇轩，谢锡麟，麻伟巍. 正交圆柱尾迹空间动力学行为的实验研究. 水动力学研究与进展(核心期刊), 2013, 28(3):370-378.</p> <p>[5] 陈瑜，谢锡麟，麻伟巍. 基于显含时间曲线坐标系的涡一流函数解法及其在可变形边界流动问题中的应用. 会议交流并发表于《第十一届全国水动力学学术会议暨第二十四届全国水动力学研讨会并周培源教授诞辰 110 周年纪念大会文集》，页 212-223，海洋出版社，2012.</p> <p>[6] 史倩，陈瑜，谢锡麟. 基于几何形态为曲面的连续介质的有限变形理论研究固定曲面上流动及曲面自身运动. 论文原稿. 第十三届现代数学和力学学术会议暨钱伟长诞辰 100 周年纪念大会会议交流.另, 本文相关内容参加 2012 年力学全国博士生学术论坛（12 年 10 月，北京大学）并获“优秀论文奖”（约 90 篇交流论文中遴选 10 篇）.</p> <p>[7] 尚宣廷，谢锡麟，麻伟巍，杨安. 基于自谱及互谱实验研究二维单圆柱尾迹空间动力学行为. 力学季刊, 2010, 第 31 卷, 3 期, 页:319-328.</p> <p>[8] XiLin XIE, WeiWei Ma &amp; HuiLiang ZHOU. Bifurcation, transition and attractors of Real Open Flows. Journal of Mechanical Engineering</p>
---------------------------	--

Science. Proceeding of the Institution of Mechanical Engineers Part C. Chaos Special Issue. Vol.220(C3):345-356, 2006. (SCI & ISTP: 035NG)

[9] XiLin XIE. A framework of experimental studies on spatial dynamics of open flows. Modern Physics Letter B. 2005,Vol.19, No.28-29 Sp.Iss., pp:1599-1602. (SCI: 004QV)

[10] CHAI Jing, Ma Weiwei & XIE Xilin. Relations between spatial global dynamics and phase-patterns of open shear flows. 力学季刊, 2005, Vol.26, No.4, pp:580-588. (通讯作者)

### § 3. 学术任职

现担任专业学术期刊《力学季刊》编委；《水动力学研究与进展》(英文版为SCI 期刊) 编委；上海市力学学会第十一届理事会理事，并为流体力学专业委员会副主任 (2012 年起)。

## 2. 主讲教师情况

2-1 基本 信息	姓 名	谢锡麟	性 别	男	出生年月	1974 年 2 月
	最终学历	研究生	职 称	副教授	电 话	65643938
	学 位	理学博士	职 务		传 真	65642742
	所在院系	复旦大学 力学与工程科学系	E-mail	xiexilin@fudan.edu.cn		
	通信地址（邮编）	上海市邯郸路 220 号 复旦大学 力学与工程科学系				
2- 2 教学 情况	<p>近五年来讲授的主要课程（含课程名称、课程类别、周学时；届数及学生总人数）（不超过五门）；承担的实践性教学（含实验、实习、课程设计、毕业论文、毕业设计自年限、学生总人数）；主持的教学研究课题（含课程名称、来源、年限、本人所起的作用）（不超过五项）；作为第一署名人在国内外主要刊物上发表的教学相关论文（含题目、刊物名称与级别、时间）（不超过十项）；获得的教学表彰/奖励（含奖项名称、授予单位、署名次序、时间）（不超过五项）。</p> <p style="text-align: center;">请见 课程负责人部分</p>					
2- 3 学术 研究	<p>近五年来承担的学术研究课题（含课题名称、课题类别、来源、年限、本人所起作用）（不超过五项）；在国内外主要刊物上发表的学术论文（含题目、刊物名称与级别、时间、署名次序）（不超过十项）；获得的学术研究表彰/奖励（含奖项名称、授予单位、时间、署名次序）（不超过五项）。</p> <p style="text-align: center;">请见 课程负责人部分</p>					



## 2. 主讲教师情况 (1)

2 (1) -1  基本 信息	姓 名	华 诚	性 别	男	出生年月	1963 年 1 月	
	最终学历	研究生	职 称	副教授	电 话	55664965	
	学 位	博士	职 务		传 真	65642742	
	所在院系	复旦大学力学 与工程科学系	E-mail	huacheng@fudan.edu.cn			
	通信地址 (邮编)		上海市邯郸路 220 号 复旦大学 力学与工程科学系				
2 (1) -2  教学 情况	<p>近五年来讲授的主要课程 (含课程名称、课程类别、周学时; 届数及学生总人数) (不超过五门); 承担的实践性教学 (含实验、实习、课程设计、毕业论文、毕业设计年限、学生总人数); 主持的教学研究课题 (含课程名称、来源、年限、本人所起的作用) (不超过五项); 作为第一署名人在国内外主要刊物上发表的教学相关论文 (含题目、刊物名称与级别、时间) (不超过十项); 获得的教学表彰/奖励 (含奖项名称、授予单位、署名次序、时间) (不超过五项)。</p> <p>1999 年在东京大学 (日本) 获博士学位, 东京大学生产技术研究所博士后, 日本航空宇宙技术研究所研究协力员, 日本芝浦工业大学工学部机械工学科非常勤讲师, 2005 年 9 月起至今受聘为复旦大学力学与工程科学系副教授。</p> <p>2006 年至 2010 年期间持续承担本科生的数学基础课程《解析几何》; 2005 年起至今持续承担涉及张量分析理论方面的专业基础课程《固体力学基础》、《飞行器结构设计与分析》和涉及张量分析理论及其应用方面的专业选修课程《复合材料力学》、《断裂与损伤》、《粘弹性力学》等教学工作。</p> <p>作为合作者获得 2013 年高等教育上海市级教学成果一等奖“追求具有一流水平的微积分与连续介质力学基础知识体系的教研与实践”。作为合作者参加 2014 年度市教委本科重点教学改革项目“力学-数学-物理学相关知识体系之间互为借鉴与融合的教学研究与实践”。</p>						

<p>2 (1) -3</p> <p>学术 研究</p>	<p>近五年来承担的学术研究课题（含课题名称、课题类别、来源、年限、本人所起作用（不超过五项）；在国内外主要刊物上发表的学术论文（含题目、刊物名称与级别、间、署名次序）（不超过十项）；获得的学术研究表彰/奖励（含奖项名称、授予单位时间、署名次序）（不超过五项）。</p> <p>承担课题情况</p> <p>[1] 上海市科委“创新行动计划” 基础研究重点项目《飞行器设计中的数学模型及其模拟与分析》（课题编号 07JC14001, 2007.12—2009.11），项目依托单位为复旦大学，负责人：程晋。已结题。该项目将张量分析工具应用于飞行器结构变形等问题的研究，本人承担的责任是建模及模拟计算的实施工作。本项目可为本课程建设提供应用实例。</p> <p>[2] 国家自然科学基金面上项目《声波经圆窗途径传入耳蜗时基底膜的振动模式》（编号 81070786, 2011.01-2013.12），项目依托单位为复旦大学，负责人：张天宇。在研项目。该项目研究声波在流固连续介质中传播问题的耦合模型，波的传播模型必须运用张量形式来描述，本人承担的责任是相关的数学建模与分析的合作研究。本项目可为本课程建设提供应用实例。</p> <p>[3] 课题负责人：上海市自然科学基金项目《耳蜗三维螺旋结构的力学建模及其流固耦合力学特性研究》（课题编号 10ZR1403500, 2010.4—2012.3），已结题。该项目研究耳蜗螺旋结构对感音机理的力学作用，研究手段是张量分析，本项目可为本课程建设提供许多应用实例方面的经验。</p> <p>[4] 课题负责人：教育部留学中心科研启动基金《航空复合材料 TiGr 层板中的金属层对其压缩强度的影响》，已结题。</p> <p>代表性科学研究论文有</p> <p>[1] 杨琳，华诚，戴培东，张天宇，丁光宏，王克强，王正敏，“Corti 器动力学行为的二维有限元分析”，振动与冲击，2008, Vol.27(4): 108-111.</p> <p>[2] 施玮静，华诚，丁光宏，“上海机场中转旅客转机场优化方案”，中国民航大学学报，2010-1, Vol.28: 41-44.</p> <p>[3] Cheng HUA, Chao FANG, Jin CHENG, “Simulation of Fluid-Solid Interaction on Water Ditching of an Airplane by ALE Method”, Journal of Hydrodynamics Ser. B, 2011, Vol. 23(5):637-642.</p> <p>[4] WU Cai-qin, Cheng HUA, YANG Lin, DAI Pei-dong, ZHANG Tian-yu, WANG Ke-qiang, “Dynamic Analysis on Fluid - Structure Interaction of Endolymph and Cupula in The LSCC of Inner Ear”, Journal of Hydrodynamics Ser. B, 2011, Vol. 23(6):777-683.</p> <p>[5] Cheng HUA, Jin CHENG, Qi-fu CHEN, A Viscoelastic Model for Time-dependent Simulating Analysis of The Wenchuan Earthquake Fault, Journal of Math-for-Industry, 4(A): 79-83, 2012.</p> <p>[6] 高中，华诚，程晋，陈棋福，龙门山断裂带深部构造变形的粘弹性模拟分析，复旦学报（自然科学第51卷第4期：393-399页，F0003页，2012.</p>
----------------------------------	---

## 2. 主讲教师情况 (2)

2 (2) -1  基本 信息	姓 名	麻伟巍	性 别	男	出生年月	1956 年 3 月
	最终学历	研究生	职 称	副教授	电 话	67792026
	学 位	硕士研究生	职 务		传 真	
	所在院系	东华大学 理学院	E-mail	mww@fudan.edu.cn		
	通信地址 (邮编)	东华大学理学院 (201620)				
2 (2) -2  教学 情况	<p>近五年来讲授的主要课程 (含课程名称、课程类别、周学时; 届数及学生总人数) (不超过五门); 承担的实践性教学 (含实验、实习、课程设计、毕业论文、毕业设 计年限、学生总人数); 主持的教学研究课题 (含课程名称、来源、年限、本人所起 的作用) (不超过五项); 作为第一署名人在国内外主要刊物上发表的教学相关论文 (含 刊物名称与级别、时间) (不超过十项); 获得的教学表彰/奖励 (含奖项名称、授 予位、署名次序、时间) (不超过五项)。</p> <p style="text-indent: 2em;">长期致力于力学基础理论及其应用方面的教学与研究, 持续性承担《张量分析与连续介质力学》、《流体力学》、《数学物理方程》、《动态实验技术及并行计算方法》等本科生及研究生课程。</p> <p style="text-indent: 2em;">张量分析与连续介质力学是东华大学力学专业研究生的必修课程 (每周学时 3), 该课程的教学为后续课程流体力学 (每周学时 2) 和数学物理方程 (每周学时 3) 以及复合材料力学 (每周学时 3) 的课程教学起着有非常重要的作用, 从而使得后续这些张量运用的课程达到了学以致用连贯性教学效果, 为培养学生如何运用张量方法来方便的分析这些专业中较为复杂的问题。</p> <p style="text-indent: 2em;">长期担任东华大学理学院力学实验室和研究生动态测试与并行计算基地中心负责人, 目前已建设成熟有流体力学、固体力学、生物力学和振动等方面的实验设施以及高性能并行计算平台。主讲课程“动态实验技术与并行计算方法”获得 2010 年东华大学教学成果一等奖, 第三获奖人. 2013 年中国纺织工业联合会纺织教育教 学成果三等奖. 第一获奖人。</p> <p style="text-indent: 2em;">作为合作者获得 2013 年高等教育上海市级教学成果一等奖“追求具有一流水平的微积分与连续介质力学基础知识体系的教研与实践”。作为合作者参加 2011 年 度市教委本科重点教学改革项目“‘现代连续介质力学理论及实践’课程体系”。</p> <p style="text-indent: 2em;">近五年来完成指导硕士研究生毕业 5 名。</p>					

<p>2 (2) -3</p> <p>学术 研究</p>	<p>近五年来承担的学术研究课题（含课题名称、课题类别、来源、年限、本人所起作用（不超过五项）；在国内外主要刊物上发表的学术论文（含题目、刊物名称与级别、间、署名次序）（不超过十项）；获得的学术研究表彰/奖励（含奖项名称、授予单位时间、署名次序）（不超过五项）。</p> <p>自 1997 年在复旦大学获得硕士学位后，一直同复旦大学力学与工程科学系紧密合作，致力于流场空间动力学行为的理论与实验研究。作为项目合作单位负责人与复旦大学合作参加：（1）国家自然科学基金面上项目“实验研究自由剪切流中拟序结构与湍流生成机制”（No.10072018），执行期 2001—2003 年；（2）国家自然科学基金面上项目“开放流场对应 Navier-Stokes 方程动力学行为的实验研究”（No.10502015，探索性项目），执行期 2006 年；（3）国家自然科学基金面上项目“真实开放流场对应的 Navier-Stokes 方程的空间动力学行为新探索”（No.10872051），执行期 2009—2011 年；（4）国家自然科学基金面上项目“边界的有限变形运动对流场局部及全局空间动力学行为影响的研究”（No.11172069），执行期 2012—2015 年等。</p> <p>代表性科学研究论文有</p> <p>[1] 余宇轩, 谢锡麟, 麻伟巍. 实验研究正交圆柱尾迹的空间动力学行为. 已被《水动力学研究与进展》正式接受, 拟于 2013 年发表. (通讯作者)</p> <p>[2] 蒋运幸, 谢锡麟, 麻伟巍. 实验研究平面对称剪切流中的螺旋涡. 已被《水动力学研究与进展》正式接受, 拟于 2013 年发表. (通讯作者)</p> <p>[3] 谢锡麟、麻伟巍. 真实开放流场空间动力学行为分析的基本思想及方法. 中国科技论文在线精品论文, 2012 年 2 月, 第 5 卷 第 3 期.</p> <p>[4] 张宁、麻伟巍、谢锡麟. 一种基于 HHT 的实验数据去噪方法及其在并列双圆柱绕流研究中的应用. 中国科技论文在线, 2011 年 2 月.</p> <p>[5] 尚宣廷、谢锡麟、麻伟巍、杨安. 基于自谱及互谱实验研究二维单圆柱尾迹空间动力学行为. 力学季刊, 2010 年 9 月, 第 31 卷 第 3 期, 页 319—328.</p> <p>[6] XiLin XIE, WeiWei MA, Huiliang ZHOU. Bifurcation, transition and attractors of Real Open Flows. Journal of Mechanical Engineering Science. Proceeding of the Institution of Mechanical Engineers Part C. Chaos Special Issue. Vol.220(C3):345-356, 2006. (SCI &amp; ISTEP: 035NG)</p> <p>[7] CHAI Jing, Ma Weiwei, XIE Xilin. Relations between spatial global dynamics and phase-patterns of open shear flows. 力学季刊, 2005, Vol.26, No.4, pp:580-588.</p> <p>[8] Xie Xilin, Ma WeiWei, Zhou Huiliang. Coherent structures in countercurrent axisymmetric shear flows. ACTA MECHANICA SINICA, 2003. Vol.19, No.1, pp: 11-32. (SCI: 653MF)</p> <p>[9] Ma WeiWei, Xie Xilin, Zhou Huiliang. An experimental study of the coherent structures and chaotic phenomena in the axisymmetric counter-current shear flow. ACTA MECHANICA SINICA, 2001.Vol.17,No.3,pp:214-224. (SCI: 466MP; INSPEC: 7047759; EI: EIP02096871539)</p> <p>[10] 谢锡麟, 麻伟巍, 周慧良. 实验研究具有周向抽吸轴对称射流的拟序结构. 力学学报, 2001. 卷, 4 期, 页: 452-460.</p>
----------------------------------	--

## 2. 主讲教师情况 (3)

2 (3) -1 基本 信息	姓 名	祖迎庆	性 别	男	出生年月	1978 年 8 月
	最终学历	研究生	职 称	副研究员	电 话	55664965
	学 位	博士	职 务		传 真	65642742
	所在院系	复旦大学力学 与工程科学系	E-mail	yzu@fudan.edu.cn		
	通信地址 (邮编)	上海市邯郸路 220 号 复旦大学 力学与工程科学系				
2 (3) -2 教学 情况	<p>近五年来讲授的主要课程 (含课程名称、课程类别、周学时; 届数及学生总人数) (不超过五门); 承担的实践性教学 (含实验、实习、课程设计、毕业论文、毕业设 计年限、学生总人数); 主持的教学研究课题 (含课程名称、来源、年限、本人所起 的作用) (不超过五项); 作为第一署名人在国内外主要刊物上发表的教学相关论文 (含 刊物名称与级别、时间) (不超过十项); 获得的教学表彰/奖励 (含奖项名称、授 予位、署名次序、时间) (不超过五项)。</p> <p style="text-align: center;">2010 年在诺丁汉大学 (英国) 获博士学位, 诺丁汉大学能源与可持续发展系 博士后, 谢菲尔德大学 (英国) 机械工程系助理研究员, 2013 年 7 月起至今受聘 为复旦大学力学与工程科学系副研究员。2014 年入选上海市浦江人才计划。</p> <p style="text-align: center;">2014 年起至今持续承担持续承担本科生的数学基础课程《工程数学》和涉及 张量分析理论及其应用方面的专业选修课程《计算流体力学》《工程中的数学方法》 等教学工作。</p>					

<p>2 (3) -3</p> <p>学术 研究</p>	<p>近五年来承担的学术研究课题（含课题名称、课题类别、来源、年限、本人所起作用（不超过五项）；在国内外主要刊物上发表的学术论文（含题目、刊物名称与级别、间、署名次序）（不超过十项）；获得的学术研究表彰/奖励（含奖项名称、授予单位时间、署名次序）（不超过五项）。</p> <p>承担课题情况</p> <p>[1] 课题负责人：上海市浦江人才资助项目《CO<sub>2</sub> 咸水层封存中孔隙尺度过程的数值模拟研究》（课题编号 14PJ1401600，2014.7—2016.6），在研项目.该项目采用格子 Boltzmann 算法模拟多孔介质中的多相流，其中要采用张量分析工具推导和构建格子 Boltzmann 模型.本项目可为本课程建设提供应用实例.</p> <p>[2] 课题负责人：复旦大学引进人才科研资助项目《节能环保与新能源技术中的微尺度多相流与相变传热问题》(2013.7—2016.6)，在研项目.该项目采用理论、数值手段研究多相流相变及换热，其中要采用张量分析工具做理论推导以及构建数值模型.本项目可为本课程建设提供应用实例.</p> <p>[3] 英国工程和自然科学研究委员会（EPSRC）项目《Fundamental study of migration of supercritical carbon dioxide in porous media under conditions of saline aquifers 》（课题编号 EP/I010971/1，2011.10—2014.9），项目依托单位为谢菲尔德大学，负责人：Shuisheng He. 本人承担的责任是相关的数学分析与数值模拟工作. 本项目可为本课程建设提供应用实例.</p> <p>代表性科学研究论文有</p> <p>[1] Y.Q. Zu, S. He, Phase-field-based lattice Boltzmann model for incompressible binary fluid systems with density and viscosity contrasts, <i>Physical Review E</i>, 87(4): 043301(2013).</p> <p>[2] Y.Q. Zu, Y.Y. Yan, Lattice Boltzmann method for modelling droplets on chemically heterogeneous and micro structured surfaces with large liquid-gas density ratio. <i>IMA Journal of Applied Mathematics</i>, 76(5): 743-760 (2011).</p> <p>[3] S. Gedupudi, Y.Q. Zu, T.G. Karayiannis, D.B.R. Kenning, Y.Y. Yan, Confined bubble growth during flow boiling in a mini / micro-channel of rectangular cross-section Part I: Experiments and 1-D modelling. <i>International Journal of Thermal Sciences</i>, 50(3): 250-266 (2011).</p> <p>[4] Y.Q. Zu, Y.Y. Yan, S. Gedupudi, T.G. Karayiannis, D.B.R. Kenning, Confined bubble growth during flow boiling in a mini-/micro-channel of rectangular cross-section Part II: Approximate 3-D numerical simulation, <i>International Journal of Thermal Sciences</i>, 50(3): 267-273 (2011).</p> <p>[5] Y.Q. Zu, Y.Y. Yan, J.Q. Li, Z.W. Han, Wetting behaviours of a single droplet on biomimetic micro structured surfaces, <i>Journal of Bionic Engineering</i>, 7(2): 191-198 (2010).</p>
----------------------------------	---

### 3. 教学队伍情况

	姓名	性别	出生年月	职称	学科专业	在教学中承担的工作
3-1 人员 构成(含 外聘 教师)	谢锡麟	男	1974年2月	副教授	力学基础及 流体力学	复旦课程主讲 教学研讨组织
	华 诚	男	1963年1月	副教授	力学基础及 固体力学	复旦课程主讲 参加教学研讨
	麻伟巍	男	1956年3月	副教授	力学基础及 流体力学	东华课程主讲 参加教学研讨
	祖迎庆	男	1978年8月	副研究员	力学基础及 流体力学	复旦课程主讲 参加教学研讨
3-2 教学队 伍整体 结构	<p>概述教学队伍的知识结构、年龄结构、学缘结构、师资配置情况(含辅导教师或实验教师的比例)</p> <p>教学队伍主要由课程负责人和三位教师组成。四人中三位具有博士学位,一位具有硕士学位;其中50后一位,60后一位,70后二位(包括课程负责人);四人主要研究领域覆盖力学一级学科所属四个二阶学科:一般力学与力学基础、流体力学、固体力学、工程力学。</p> <p>我们都对张量分析、连续介质有限变形理论知识体系具有浓厚兴趣并具有一定的认识程度;在各自主要承担的课程中讲授相关知识及其应用于具体研究的经验与体会。</p>					
3-3 教学改 革与教 学研究	<p>综述近五年来教学改革、教学研究成果及其解决的问题(不超过十项)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 获得2011年度市教委重点课程项目“《数学分析》(一年制,面对力学等技术科学专业)”,负责人 谢锡麟。通过此项目,基本完成微积分教学一流化水平的知识体系及其传播的研究,发表有会议论文。</li> <li>2. 获得2011年度市教委高校本科重点教学改革项目“‘现代连续介质力学理论及实践’课程体系”,负责人 谢锡麟,合作者 麻伟巍(东华大学),华诚(复旦大学)。通过此项目,基于完成《张量分析与微分几何基础》、《连续介质力学基础》所涉及的知识体系的研究,发表有系统性论述的杂志论文。</li> <li>3. 获得2011年复旦大学教学成果二等奖“基于现代张量分析的连续介质力学理论及其在流体力学中的实践”,获奖人 谢锡麟。</li> <li>4. 2014年正式获得2013年高等教育上海市级教学成果一等奖“追求具有一流水平的微积分与连续介质力学基础知识体系的教研与实践”,获奖人 谢锡麟、麻伟巍、华诚、陈纪修。基本建设完成二个课程体系网站“微积分的一流化进程”、“现代连续介质力学理论及实践”。</li> <li>5. 获得2014年度市教委高校本科重点教学改革项目“力学-数学-物理学相关知识体</li> </ol>					

	<p>系之间互为借鉴与融合的教学研究与实践”，负责人 谢锡麟，合作者 姚一隼（数学），徐建军（物理），华诚（力学）。本项目正在执行中。</p> <p>6. <u>代表性著述</u>：谢锡麟 著《现代张量分析及其在连续介质力学中的应用》.复旦大学出版社, 2014. 本著述系统阐述了作者就张量分析及连续介质有限变形理论的认知程度；作为《张量分析与微分几何基础》、《连续介质力学基础》课程的主要教程。</p> <p>7. <u>代表性论文</u>：谢锡麟. “正本清源”在力学之数学及专业基础知识体系建立中的作用. <u>《力学季刊》 2012,33(4):544-557.</u>（系统论述）本文提出：以“知识点、知识要素”构建知识体系；提出一维 Euclid 空间、有限维 Euclid 空间以及一般赋范线性空间上微分学知识体系的辐射型发展特征；给出若干基于微积分澄清力学相关概念的事例。</p> <p>8. <u>代表性论文</u>：谢锡麟. 基于郭仲衡先生现代张量分析及有限变形理论知识体系的相关研究. <u>《力学季刊》 2013,34(2):337-351.</u>（系统论述）本文按向量值映照以及一般赋范线性空间之间映照的微分学认识或澄清现代张量分析及连续介质有限变形理论的有关思想及方法。系统反映了作者基于微积分知识体系认识具有较高程度张量分析及有限变形理论知识体系的基本思想及方法，藉此可理想地实现面对本科生传授较高程度的知识体系。</p> <p>9. <u>代表性论文</u>：XIE Xi-Lin. On two kinds of differential operators on general smooth surfaces(英文稿). <u>《复旦学报(自然科学版)》 2013, 52(5):688-711.</u>（系统论述）本文指出，涉及曲面的研究，力学采用微分学观点，基于曲面上梯度算子开展场论；数学采用流形观点，基于曲面上 Riemann 联络开展场论。本文基于一些研究事例阐述了数学与力学之间的关系。</p> <p>10. <u>代表性论文</u>：Xie X L, Chen Y, Shi Q. Some studies on mechanics of continuous mediums viewed as differential manifolds. “Sci China-Phys Mech Astron” (<u>《中国科学》G辑英文版</u>) 2013,56:432-456.（系统论述）本文正式提出：按连续介质的几何形态区分为体积以及曲面形态的连续介质，并分别提出体积及曲面形态连续介质的有限变形理论。本文系统反映了作者基于微积分发展连续介质有限变形理论的基本思想及方法。</p>
3-4 师资 培养	<p>近五年培养青年教师的措施与效果。</p> <p>主要邀请青年教师参与相关教改项目，参加相关教学研究与实践的学术交流。</p>



## 4. 课程描述

### 4-1 本课程校内发展的主要历史沿革

课程负责人自本科二年级（1993 年）起就对张量分析、连续介质有限变形理论知识体系产生浓厚兴趣，至今都有持续性的学习与研究，并热爱通过课程将自己的认识及体会及时传递给有兴趣的学生们。2005 年春在复旦大学博士毕业后就留校，在力学与工程科学系从事教学与研究工作。2005 年秋季就开始了“张量分析与微分几何基础”的教学研究与实践。

《张量分析与微分几何基础》、《连续介质力学基础》课程沿革概述如下。

- ◇ 初始阶段 2005—2006 学年至 2007—2008 学年。设立课程《张量分析与微分几何基础 I》（329.237.1.01）、《张量分析与微分几何基础 II》（329.237.2.01），均为专业选修课（周学时 2）；几乎每学期轮流开设。此阶段为任课教师就张量分析与微分几何知识体系的建立与完善，教学方式方法上的提高提供了必要且珍贵的过程与机会。
- ◇ 成长阶段 2008—2009 学年至 2013-2014 学年。2008-2009 学年，将《张量分析与微分几何基础 I，II》合并为《张量分析与微分几何基础》（MECH130093）；2009-2010 学年，设立后续课程《连续介质力学基础》（MECH130105）。随后，一般每学年秋季学期开设《张量分析与微分几何基础》春季学期开设《连续介质力学基础》，持续至今。期间，获得 2011 年度市教委本科重点教改项目“‘现代连续介质力学理论及实践’课程体系”资助；并于 2014 年出版著述《现代张量分析及其在连续介质力学中的应用》，以此可作为二门选修课程教学理念、教学内容及教学方法上的趋于成熟的标志。谨认为现有课程所授知识体系的广度与深度可类比国内具有一流水平的教程或专著，且教与学效果理想。
- ◇ 再发展阶段 14—15 学年起。随着现代科技的发展，现代连续介质呈现几何形态以及作用形式多样化与复杂化的发展特征，我们意识到课程的后续发展需要力学、数学与物理学相关知识体系的互为融合。就此我们获得 2014 年度市教委本科重点教学改革项目“力学-数学-物理学相关知识体系之间互为借鉴与融合的教学研究与实践”，为相关教学与实践提供了支持。

## 4-2 理论课和理论（含实践）课教学内容

### 4-2-1 课程在本专业的定位与课程目标

我们生产与生活的世界中介质在时空中呈连续分布的形式，可称为连续介质世界。连续介质的本质性特征就是其变形运动，连续介质有限变形理论提供了连续介质宏观行为（变形及其受力）的刻画方式，而张量分析则为变形刻画提供了必要的数学方法。由此，基于张量分析的连续介质有限变形理论为连续介质的宏观行为研究提供了系统的思想与方法。

《张量分析与微分几何基础》、《连续介质力学基础》分别提供了张量分析、连续介质有限变形理论知识体系，故课程本身适用于力学、航空航天、物理、材料、环境、计算机等诸多学科的专业，并非局限于力学类专业。上述二门课程及我们暑期开设的 FIST 课程《现代张量分析及其在连续介质中应用》（为上述二门课程的综合版）往往能吸引校内外较多专业或背景的本科生与研究生修读，均取得理想的教与学的效果。

作为选修课程《张量分析与微分几何基础》、《连续介质力学基础》追求课程所授知识体系可类比甚至超越国内外具有一流水平的教程或专著，并且课程注重理论联系实际。我们持续性致力于相关知识体系的研究，藉此提升课程涉及知识体系的广度与深度、提升教与学的效果。

按现有教学实践，《张量分析与微分几何基础》、《连续介质力学基础》对培养有志趣于相关数理学习与研究的学生具有理想的效果，相关教学研究与实践经验亦可借鉴至力学、航空航天、物理学等专业必修内容的教学。

### 4-2-2 知识模块顺序及对应的学时

《张量分析与微分几何基础》课程（实际授课每周约 3 学时，约 54 学时），目前主要按下述体系构建讲授内容：

1. 张量的基本代数性质（第一部分）， $2 \times 3 = 6$  学时。将张量定义为有限维 Euclid 空间中的多重线性函数，涉及协变基、逆变基（对偶基）、简单张量及张量表示、张量并积、张量多点点积。
2. 有限维 Euclid 空间中体积上张量场场论， $6 \times 3 = 18$  学时。基于有限维 Euclid 空间以及张量赋范线性空间上的微分学（引述一般赋范线性空间上微分学的相关理论），基于微分同胚定义曲线坐标系、曲线坐标诱导之局部基及其运动方程（引入 Christoffel 符号）；基于张量场沿坐标线的偏导数/变化率引入张量分量的协变导数以及梯度算子；度量张量及 Eddington 张量；场论恒等式推导的一般方法；非完整基思想及方法；广义 Gauss-Ostrogradskii 公式；曲线几何特征（曲率及挠率），曲线上局部标架及其运动方程；应用方面，涉及弹性力学、流体力学中的基本关系式。
3. 有限维 Euclid 空间中曲面上张量场场论， $4 \times 3 = 12$  学时。曲面几何特征（第一基本形式、第二基本形式、Gauss 曲率及平均曲率、截线曲率及主方向）；曲面上局部标架及其运动方程；基于曲面上张量场沿坐标线的偏导数/变化率引入张量分量的协变导数以及曲面梯度算子；基于曲面上张量场沿坐标线的二阶偏导数，引入曲面上 Ricci 等式（Gauss 方程）以及 Codazzi

方程；曲面内蕴形式广义 Stokes 公式。

4. 张量的基本代数性质 (第二部分),  $3 \times 3 = 9$  学时。引入置换算子、对称及反称化算子、外积运算、Hodge 星算子；仿射量特征问题的相关表述，涉及行列式定义、主不变量表示、Cayley-Hamilton 定理。
5. 张量映照微分学,  $2 \times 3 = 6$  学时。基于张量赋范线性空间上的微分学阐述可微性（一阶导数）、高阶导数等结论；特征问题相关结论。
6. 流形上微分学基本概念、思想及方法 (此部分作为选讲或自习为主内容)。以有限维 Euclid 空间中光滑曲面 (Riemann 流形) 作为对象，按微分同胚以及列满秩映照叙述的坐标卡以及地图册 (概念及作用)；流形上 Riemann 度量、Levi-Civita 联络、协变微分的坐标定义及其曲面上的具体实现；曲面切空间及余切空间；曲面上张量场；同态映照及其推前与拉回运算；曲面上张量场的 Lie 导数与物质导数、Hodge 星算子、里积运算、外微分运算，流形上主要微分运算之间的关系；力学、物理等方面的几何化相关内容。

《连续介质力学基础》课程 (实际授课每周 3 学时, 约 54 学时), 主要按下述体系构建讲授内容:

1. 几何形态为体积 (Euclid 流形) 的连续介质有限变形理论,  $6 \times 3 = 18$  学时。直接阐述我们提出的当前物理构形对应之曲线坐标系显含时间的有限变形理论, 包括构型构造、变形梯度及其基本性质、变形刻画、输运方程、守恒律方程。
2. 有限变形弹性静力学、动力学若干经典问题的半解析求解 (应用体积理论),  $2 \times 3 = 6$  学时。涉及问题的 Euler 提法以及 Lagrange 提法; 张量场多点形式的非完整基理论; 基于非完整基理论进行的经典问题的求解。
3. 本构关系的基本研究方法以及典型介质的本构关系,  $2 \times 3 = 6$  学时。主要针对体积形态连续介质, 包括张量映照的表示理论。
4. 几何形态为曲面 (Riemann 流形) 的连续介质有限变形理论,  $3 \times 3 = 9$  学时。阐述我们现已发展的理论思想及方法, 包括构型构造、变形梯度及其基本性质、变形刻画、输运方程、守恒律方程。
5. 变分原理,  $2 \times 3 = 6$  学时。包括变分一般计算方程; 体积形态连续介质变分原理, 包括虚功原理、总势能驻足原理、总余能驻足原理。
6. 连续介质力学一般理论的应用,  $2 \times 3 = 6$  学时。可具体涉及经典弹性力学、流体力学相关知识以辅助和补充相关专业课程的学习; 涉及考虑电场、磁场等其它作用的连续介质力学, 以期接近相关前沿科技; 包括鼓励学生参与相关典型问题的数值实验及真实实验, 可涉及固定曲面上的薄层流动 (对应镀膜过程等); 薄膜的有限变形运算 (如薄膜振动、旗帜与周边流场的耦合作用等)、皂膜流动、水面上污染物的扩散过程等。另提供学生开展数值实验以及真实实验的软硬件条件等。

#### 4-2-3 课程的重点、难点及解决办法

国内张量分析、连续介质有限变形理论方面的教程或专著可以郭仲衡院士著《张量（理论及应用）》、黄克智院士等著《张量分析》为代表。郭先生的著述理论程度颇高，且采用了现代化的叙述方式，特别表现为基于外积运算研究仿射量特征问题以及张量函数表示等，并且引入了微分流形的相关思想与方法（虽未明确说明但所述方式及内容可做直接推广）。黄先生的书相对而言更注重阐述张量分析在力学研究中的应用。总体而言，张量分析与连续介质有限变形理论（特别基于一般曲线坐标系的力学与数学分析以及基于几何化观点的叙述方式），普遍地被业界学者认为是教学上的难点，故相关课程一般面对研究生开设。

经过近十年的教学研究与实践，现我们的课程《张量分析与微分几何基础》《连续介质力学基础》所涉及知识体系的广度与深度可类比郭、黄二位先生的著述，并在一些方面有自己的发展；另上述课程主要面对本科生开设，且教与学效果理想，特别对有志趣于数理学习与研究的学生具有积极意义。

以下概述课程所涉及的主体性知识体系的构建思想与方法，并以此进行课程讲授。

1. 注重基于微积分知识体系发展张量分析知识体系、基于张量分析知识体系发展连续介质有限变形理论知识体系。《张量分析与微分几何基础》课程，主要基于向量值映照的微分学与积分学建立体积及曲面上张量场论（包括微分学与积分学），主要的处理思想与方法有：①基于微分同胚及曲面向量值映照的 Jacobi 矩阵建立体积及曲面上局部基/标架；②基于向量场整体沿坐标线的偏导数/变化率获得标架运动方程；③按极限观点定义并分析张量场整体沿坐标线的偏导数，以此自然引入张量分量的协变导数；④基于张量场整体沿坐标线的偏导数定义体积及曲面上梯度算子，以此定义微分算子；⑤通过计算曲面上张量场沿坐标线的二阶偏导数引入 Riemann-Christoffel 张量，同时获得 Ricci 等式以及 Codizza 方程；⑥以微积分中 Gauss-Ostrogradskii 公式、Stokes 公式为原型发展出张量场适用的所有形式的曲面积分与体积分、曲线积分与曲面积分的关系式。《连续介质力学基础》课程，主要基于体积及曲面上张量场论建立几何形态为体积及曲面的连续介质有限变形理论，二种有限变形理论都具有类似的建立过程及架构，主要处理思想与方法有：①基于微分同胚及曲面向量值映照建立初始、当前物理构型及其对应的参数构型；②基于向量值映照的可微性定义变形梯度并分析其基本性质；基于变形梯度基本性质获得变形的所有刻画形式；③基于变形刻画获得所有介质形态（线、面、体）的第一类及第二类输运方程。总体而言，微积分为张量分析、连续介质有限变形理论提供了充实的研究思想与方法，藉此教与学充分表现“温故而知新”的过程，教与学效果非常理想。
2. 注重“数学通识”在知识体系建立过程中的作用。我们把知识体系按知识点进行归类，每一知识点再概括为若干知识要素；知识要素往往为一些数学结构。近年我们逐渐发现，隶属同一甚至不同知识体系的知识点可能含有相同的知识要素，就此称为“数学通识”。现认识到的数学通识，主要有：①体积上张量场沿坐标线偏导数的极限定义及其分析方法可以完全适应于曲面上张量场沿坐标线的偏导数；②如果当前物理构型对应之曲线坐标系显含时间，则对应于体积及曲面形态连续介质的变形梯度具有相似的性质，且分析方法几乎完全一致；③通过归纳置换运算的基本性质，获得张量置换算子的基本性质，基于置换算子的基本性质获得张量外积运算的基本性质，藉此可实现张量代数的现代化阐述，但本质上仅需掌握几乎显而易见的置换运算的

基本性质。总体而言，可基于数学通识高效地建立知识体系，有益于促进同一知识体系之间的“融汇贯通”、不同知识体系之间的“触类旁通”。

3. 注重澄清“数学与力学之间的关系”。虽然我们注重基于微积分等数学知识体系建立张量分析、连续介质有限变形理论等力学知识体系，但仍需厘清数学与力学之间的关系。按我们现有认识，数学的确提供了系统的分析思想与方法，但应用于力学仍需要为此“搭建一些桥梁”或“进行一些雕琢”。目前我们获得的力学与数学之间的关系，主要有：①曲面流形上第二类面积分的通量解释；②曲面流形上 Stokes 公式的旋度形式；③张量场物质导数的变形分解（澄清了 Lie 导数的力学意义）；④区分曲面上梯度算子与 Levi-Civita 算子，藉此建立了固定曲面上二维流动的涡量动力学理论。上述结论为我们自身的研究成果，发展了郭仲衡先生著述中的相关结论，修正了在西方具有深远影响的相关著作（Aris 著《Vectors, tensors and the basic equations of fluid mechanics》）中的错误，可标示我们就张量分析、连续介质有限变形理论的认识水平。课程上我们讲述数学与力学之间的关系，有益于引导或启迪学生的思想，同时展现了课程的高水平。
4. 注重“理论联系实际”。我们注重将课程所受知识系统应用于实际问题，主要表现有：①结合工程实际问题给出一般曲线坐标系下张量场场论的应用事例；②给出张量场非完整基理论在湍流模式理论中的应用；③给出弹性介质有限变形问题的 Lagrange 解法（基于我们发展的张量场多点表示形式下的非完整基理论）并说明同 Euler 解法之间的关系（郭仲衡先生著述仅有 Euler 解法）。课程上我们讲述相关理论在工程实际问题中的应用，有益于学生对抽象理论的理解、体会所学知识的作为，同时也体会如何基于数理知识体系进行科学研究的方式方法。我们鼓励课程学生在课外进行专门化研究，并提供研究所需的软硬件条件。

#### 4-2-4 实践教学的设计思想与效果（不含实践内容的课程不填）

《张量分析与微分几何基础》、《连续介质力学基础》课程主要致力于张量分析与连续介质有限变形理论的传授。我们致力于为学生铺垫扎实的数理基础，同时鼓励学生实践理论联系实际（目前非课程必要内容）。实践过程的主要设计思想为鼓励与促进学生将课程所学的基本理论应用于具有研究，一般包括：①理论演绎（包括针对具体问题推演具体的理论结论），②真实或数值实验的方案设计（实验设备或数值方法），③具体获得结果并进行分析，④学术交流或撰写论文。

按现有实践，我们认为注重扎实的数理基础并注重理论联系实际的教育教学理念，有益于培养学生具有自我学习与自我发展的能力，有益于培养学生具有科学与技术研究的创新能力。

以下列举同本课程教学紧密相关的学生科研成果或人生中的成功事例。

- [1] 史倩（复旦大学力学专业 2008 级本科生）。指导教师 谢锡麟。基于几何形态为曲面的连续介质的有限变形理论研究固定曲面上流动及曲面自身运动。复旦大学本科生毕业论文。2012 届复旦大学理论与应用力学专业代表性本科毕业论文，入选《复旦大学本科生优秀论文选编 2012 年》（复旦大学教务处 此文集非正式出版）。
- [2] 陈瑜（复旦大学力学专业 2007 级本科生）。指导教师 谢锡麟。数值研究边界可作有限变形运动的二维流动。复旦大学本科生毕业论文。2011 届复旦大学理论与应用力学专业代表性本科毕业论文，入选《复旦大学本科生优秀论文选编 2011 年》（复旦大学教务处 此文集非正式出版）。
- [3] 史倩，陈瑜，谢锡麟。基于几何形态为曲面的连续介质的有限变形理论研究固定曲面上流动及曲面自身运动。论文原稿。第十三届现代数学和力学学术会议暨钱伟长诞辰 100 周年纪念大会会议交流。另，本文相关内容参加

2012 年力学全国博士生学术论坛（2012 年 10 月，北京大学）并获“优秀论文奖”（约 90 篇交流论文中遴选 10 篇；获奖时史倩同学刚本科毕业作为直博士生入学）。

- [4] 陈瑜, 谢锡麟. 二维可变形壁面圆柱绕流的空间动力学行为. 第八届全国流体力学会议交流, 荣获第八届全国流体力学会议湍流与稳定性专题优秀论文奖.
- [5] 张大鹏 (复旦大学物理学专业 2009 级本科生) 修读系列选修课程, 于 2014 年成为流体力学专业直博生.
- [6] 潘金海 (复旦大学力学专业 2010 级本科生) 于 2015 年成功考取清华大学高能物理研究生 (笔记及复试第一名), 来信感谢自己的成功得益于相关选修课程的学习.

#### 4-3 教学条件（含教材使用与建设；促进学生主动学习的扩充性资料使用情况；配套实验教材的教学效果；实践性教学环境；网络教学环境）

##### ◇ 教材建设

现已正式出版《现代张量分析及其在连续介质力学中的应用》（谢锡麟著，复旦出版社，2014 年）。（1）张量分析方面，主要包括张量代数性质，Euclid 空间中体积上张量场论、曲面上张量场论，张量映照微分学，这部分内容作为《张量分析与微分几何基础》课程的主要讲授内容。（2）连续介质有限变形理论方面，主要包括体积形态连续介质的有限变形理论，按作者近期发展的当前物理构型对应之曲线坐标系显含时间的有限变形理论进行阐述，曲面形态连续介质的有限变形理论，主要由作者独立发展，这部分内容作为《连续介质力学基础》课程的主要讲授内容。

本书另包括微分流形的概念、思想及方法，一般赋范线性空间上微分学，以及体积、曲面形态连续介质有限变形理论的实际应用，可作为学生主动学习的扩充性资料。

##### ◇ 课程网站

建设有课程体系网站“现代连续介质力学理论及实践”，现发布有《张量分析与微分几何基础》、《连续介质力学基础》主要教学内容的教学视频与讲稿（按知识点进行划分）；发布有课程学生基于课程所授理论进行科学研究的成果等。

##### ◇ 科研环境

我们注重以知识体系研究为基础，藉此驱动教学研究与科学研究；并注重理论联系实际。近 10 年的课程建设期间，我们亦获得四项国家自然科学基金青年及面上项目的资助（其中二项资助直接对应于体积及曲面形态连续介质有限变形理论的方法与应用研究），藉此已建设有较为完备的科研环境，具体由复旦大学力学与工程科学系风洞实验室、东华大学理学院力学实验中心承载，可提供课程学生从事科研的优越的软硬件条件及经费支持。

#### 4-4 教学方法与教学手段（含多种教学方法灵活使用的形式与目的；现代教育技术应用与教学改革）

《张量分析与微分几何基础》、《连续介质力学基础》课程涉及的理论程度较高，需要通过数学与力学的紧密融合以认知自然；课程追求学生基于教师的认识能事半功倍地理解并掌握高程度知识体系。

课程讲授的基本形式为：全程脱稿板书，教师以认知自然的研究方式，逐步建立知识体系；注重由研究背景归纳出数学对象、注重对数学对象进行严格细致的数学演绎、注重数学结论的实际意义、注重数学分析与力学分析的融合；课程上不仅传递知识体系而且传授研究问题的思想与方法，引导和帮助学生建立具有自我学习与发展的能力。学生在课程上认真听讲，以审视的态度理解、评价教师的阐述，可以随时与教师进行讨论。

我们建设有课程体系网站“现代张量分析理论及实践”，有“课程介绍”、“教学视频”、“课程教案”、“试卷习题”栏目，特别按知识点划分教学视频及讲稿可供学生课前预习、课后复习；有“教学研究”、“科学研究”栏目，可供学生了解课程所授理论（思想与方法）在相关科学与技术研究中的作用（很多具体的研究结果都是课程学生的成果），我们也积极鼓励课程学生实践理论联系实际，并提供软硬件条件。另有“课程评估”有业内知名专家的学术评述以及学生的来信等。

#### 4-5 教学效果（含校内同事举证评价、校外专家评价及有关声誉的说明；校内学生评教指标和近两年学生的评价结果；课堂教学录像资料要点）

##### ◇ 国内知名学者就教学研究与实践的学术评述

我们主要基于教学研究与实践的学术交流获得相关学者对相关课程的评价、建设意见及建议，并进行自我评估；2013年就微积分、张量分析与连续介质力学的教学研究与实践成果申请市级教学成果奖时，获得国内一些知名学者的学术评述，包括①我国力学界前辈、北大武际可教授，②清华大学朱克勤教授（钱学森力学班负责人之一），③复旦力学系前辈陈守吉教授，④教育部力学教指委副主任、同济大学仲政教授，⑤全国人大代表、教育部力学教指委委员、重庆大学刘占芳教授，⑥固体领域杰青获得者、中科大何陵辉教授；⑦2014年又获得清华大学研究生精品课程《张量分析》负责人殷雅俊教授的学术评述。

专家学术评述主要可归纳如下。

1. 治学上肯定我们将力学与数学紧密结合，并藉此认知自然的学术观点。武际可教授评述“19世纪以来百余年，在教学中数学与力学分开教学。现在谢等的实践是一种向历史发展真实的回复”。
2. 课程的广度与深度可达国内外一流水平。上述评述人基本都明确给予了一流水平的明确评述。刘占芳教授评述“力学和一些工程领域教学的张量化进程越来越重要，但是也是教学实践上的难点，对老师和学生都是挑战。谢教授等所进行的教研与实践已经走在了前面，具有一流的国际水准。我很荣幸看到我们有这样的教师，态度诚挚、学术造诣高、教书育人至切，可为高等学校教学树立真实的标杆”。
3. 就著述《现代张量分析及其在连续介质力学中的应用》的评述。何陵辉教授评述“决非恭维，我觉得您的这本著作充分体现了一种现代感，无论从深度和广度上看在所有同类著作中都是出类拔萃的”。殷雅俊教授评述“这既是一本极为难得的好教材，又是一部极为出色的学术著作。该书具有如下鲜明的特色：该书自始至终渗透着强烈的现代气息，该书是数学理论与力学应用

有机结合的典范，该书实现了思想的深刻性和陈述的通俗性的有机统一，该书是研究与教学相长的样板”。

4. 对高程度教学、对教与学效果的称赞与肯定。武际可教授评述“以往也曾有过将张量分析与力学结合的教学实践。中外大都在研究生阶段的一种尝试。而现在他们在大学基础课中试行，这是一项创举。而且得到学生的肯定，这是难能可贵的”。陈守吉教授评述“2013年4月我又受邀参加由谢锡麟组织的《张量分析与微分几何基础》课程研讨会，我系的一位该领域的资深教授，同济大学的一位资深教授，特别是我校物理系的陶瑞宝院士也都应邀参加研讨。大家听取了谢锡麟的课程研讨报告后，都很赞同和支持他的努力以及现在已经取得的成绩”。何陵辉教授评述“自2011年春天在复旦力学教学研讨会上听完您的报告后，我一直非常羡慕复旦学生能有您这样醉心于基础教学的老师。我由衷赞赏您对一流水平微积分与连续介质力学基础知识体系的追求；我相信正如您所言，优秀力学专业学生的培养，应该立足于使他们在现代数学和力学知识体系上达到更高层次的融汇贯通”。刘占芳教授评述“我国在各个领域都取得了很大发展，但存在一些‘硬伤’，其中一方面在于缺乏一流水平的大学教育。一个重要原因就是大学老师不能潜心治学、教书育人、我很感动看到谢锡麟等人如此持之以恒从事学术探索，展示了复旦大学成为一流大学的潜力”。

◇ 课程教与学的效果

学生始终对《张量分析与微分几何基础》《连续介质力学基础》具有优秀的评价。基本每年都能收到学生来信，表达对我们教书育人工作的感谢；网上也有学生为任课教师留帖，表达了对教师的爱戴。值得指出，我们的课程为学生铺垫扎实的数理基础，引导学生有志趣于力学、航空航天、物理学基础领域的学习与研究起到了较为明显的作用。力学类修读相关课程的学生，往往受到北大、清华、中科院力学所等研究机构的青睐，近几年都有学生免试或考入这些机构做研究生；有作为直博士直升本系的学生，在博士一年级参加北大工学院组织的国内博士生论坛上就获得优秀论文奖，有的在全国性专业学术会议上获得优秀论文奖等。

◇ 课程体系网站建设 <http://jpkc.fudan.edu.cn/s/353/>

我们建设有课程体系网站“现代连续介质力学理论及实践”。现包括《张量分析与微分几何基础》《连续介质力学基础》复旦大学暑期集中教学项目《现代张量分析及其在连续介质中应用》(可为上述二门课程的综合版)以及《涡量与涡动力学基础》。网站主要栏目有任课老师、课程介绍、教学视频、课程教案、试卷习题、教学研究、科学研究、课程评估、友情链接、联系我们等。本网站涉及的课程都表现教学与科研的高度融合，发布有课程学生的研究成果等。

我们按相关课程涉及的主要知识点整理课程录像及讲稿。

《张量分析与微分几何基础》课程，主要包括：(I) 体积上张量场论，分曲线坐标系，张量定义及其代数运算，度量张量与 Eddington 张量，场论恒等式，非完整基理论及应用。(II) 曲面上张量场论，分曲面定义及其切空间，曲面度量张量与曲率张量，Gauss 曲率与平均曲率的意义，曲面上截线及法截线，张量场沿坐标线的一阶偏导数，张量场沿坐标系的二阶偏导数，曲面局部参数化。(III) 张量代数，分置换运算，张量定义及其表示，置换算子及其表示，仿射量特征问题。

《连续介质力学基础》课程，主要包括：(I) 体积形态连续介质有限变形理论，分构型构造，变形梯度，变形刻画，输运方程，守恒律方程。(II) 曲面形态连续介质有限变形理论，分构型构造，变形梯度，变形刻画，输运方程，守恒律方程。



## 5. 自我评价

### 5-1 本课程的主要特色（限在 200 字以内，不超过三项）

课程特色归纳如下：

1. 所授知识体系的一流化水平 现有课程的广度与深度能类比于国内外具有一流水平的相关教程或专著，知识体系的构建上深度反映我们自身研究成果，自身学术及讲授特色鲜明。现已有著述出版，作为课程主要教材。
2. 基于已有知识发展新的知识 我们已研究并成功实践基于微积分知识体系发展张量分析知识体系，基于张量分析知识体系发展连续介质有限变形理论知识体系。藉此，课程讲授上充分体现温故而知新的效果，实现了理想的教与学效果。相关教研与实践受到国内多位资深学者的称赞（面对本科生成功传授相关高水平知识体系在国内尚很鲜见），获得校级、市级教学成果奖。
3. 言传身教、潜移默化 课程讲授基本采用教师脱稿板书的形式，注重澄清知识体系脉络、注重力学与数学推导的系统性与严格性、注重基于力学与数学的融合认知自然。如此的形式既能保证学生高度关注教师讲授，经历并参与知识体系的建立过程，也能激发学生追求坚实数理基础的志趣。另建设有课程网站，发布课程录像、讲稿、参考资料等信息，有助于学生课外研习。教与学效果理想。

### 5-2 本课程在国内外同类课程中的地位

总体而言，《张量分析与微分几何基础》《连续介质力学基础》课程所授知识体系的广度与深度可类比国内外具有一流水平的教程或专著，甚至在某些方面具有一定的先进性；且教与学的效果理想，特别对于优秀学生的培养效果显著；课程涉及的知识体系可以广泛适用于自然科学、技术科学等诸多领域，故具有很大的推广与应用价值。

《张量分析与微分几何基础》《连续介质力学基础》课程所授知识体系的广度及深度可类比国内郭仲衡院士著《张量(理论及应用)》、黄克智院士等著《张量分析》以及 Aris 著《Vectors, tensors and the basic equations of fluid mechanics》,并且在一些方面我们都有进一步的提高。我们课程涉及的知识体系已反映于著述《现代张量分析及其在连续介质力学中的应用》(谢锡麟著, 复旦出版社, 2014), 国内一些熟识这方面教学与研究的知名学者都给予“具有一流化水平”的评价。特别地, 我们基于微积分知识体系发展张量分析知识体系、基于张量分析知识体系发展连续介质有限变形理论知识体系, 成功实现了面对本科生传授相关高程度知识体系(很多兄弟院系仅限于研究生课程)。一些参加课程的学生, 由于数理基础扎实, 易于被北大、清华大学、中科院力学所、剑桥大学等国内外著名学术机构录取为研究生。

### 5-3 目前本课程还存在的不足之处

主要归纳如下方面：

1. 课程广度与深度的跨学科性 目前课程所授张量分析、连续介质有限变形理论的广度与深度可以类比国内外一流教程或专著并且紧密联系与相关科学研究，但仍旧限于力学学科。随着现代科技的发展，连续介质呈现复杂形式（包括几何形态多样化以及多场耦合作用等形式），由此需要联系物理学、数学等学科，使得课程所授知识体系能紧密联系当前科技发展。为深化课程广度与深度，需要进一步加强相关知识体系的研究（包括联系物理学、数学背景的教师一起进行合作研究，研究相关力学、物理、数学知识体系的通识性），藉此保证理想的教与学的效果。
2. 课程影响力的进一步提升 《张量分析与微分几何基础》《连续介质力学基础》起初作为复旦大学理论与应用力学专业、飞行器设计与工程专业的选修课程而设立，近三、四年修读课程的学生基本有一半来自物理学等专业，但影响力尚有很大的提升空间。因为课程所授知识体系对于材料、环境、计算机等专业的学生都很有意义，后续的课程建设将致力于能吸引并适合于自然科学类、技术科学类更多的学生修读，计划进行 MOOCs 建设。

## 6. 课程建设规划

6-1 本课程的建设目标、步骤、课程资源上网计划等(须承诺三年内上网教学视频不少于本课程课时总数的 60%):

课程建设将建设针对 5-3 指出的现课程不足之处,主要有如下二方面。

1. **继续课程知识体系的建设** 具体包括: ① 提升知识体系的跨学科性。张量分析,现主要内容为体积上张量场论、曲面上张量场论、基于外积研究仿射量的特征问题,需要进一步加强现代几何学(微分几何)的思想与方法的引入,包括微分流形、群论等。连续介质力学,现主要内容为体积与曲面形态连续介质有限变形理论,需要进一步加强连续介质电动力学、基于一般理论的空气动力学与塑性力学等。② 进行一步研究力学、数学、物理相关知识体系之间的相似性/数学通识,藉此提升教与学的效果。计划于 2015 至 2016 年出版著述《微积分讲稿》,讲稿将注重阐述向量值映照微积分、流形上微积分,注重微积分知识体系同后续数理知识体系之间的关系,藉此可有效促进张量分析、连续介质有限变形理论知识体系的传播。
2. **继续课程的影响力建设** ① 课程网站建设。随着课程建设持续性更新现有课程网站,现有框架已经较为完备,主要是内容更新。计划 2015-2016 学年对《张量分析与微分几何基础》《连续介质力学基础》课程再进行全程录像,按知识点进行分类。② 计划将《张量分析与微分几何基础》《连续介质力学基础》建设为慕课,2016 年暑期先在复旦 iMOOCs 平台上上线,然后按建设情况再推广到全国性的平台。③ 计划建设课程讲稿的英文文本;计划将著述《现代张量分析及其在连续介质力学中的应用》翻译成英文,考虑出版此著述的英文版。计划在 2017 年底完成相关建设工作;条件成熟时将课程建设成国际化的慕课。

6-2 课程建设具体预算如下(请具体到项目,二门课程额度 4 万元):

1. 预算出版资助 2 万元。为更有效地传播张量分析、连续介质有限变形理论知识体系,计划出版《微积分讲稿》;计划出版《现代量分析及其在连续介质力学中的应用》第二版。
2. 预算论文版面费 0.5 万元。计划在《复旦学报(自然科学版)》《力学季刊》等专业学术期刊发表相关知识体系及其传播的学术论文 2-3 篇。
3. 预算研究生工作津贴 0.5 万元。《张量分析与微分几何基础》《连续介质力学基础》二门课程的慕课建设,聘请研究生进行讲稿准备、课程录像、网站制作等工作。
4. 预算办公经费 0.5 万元。相关教学研究与实践的办公经费,包括购买学术书籍、供课程使用的资料费等。
5. 预算会务费 0.5 万元。组织小型教育教学研讨会 2 次(2015, 2016 年各一次),邀请相关学者及学生进行教学研究与实践,教与学效果的研讨。

6-2 本课程网上资源(在相应栏前打√)

自建课程网站(需校外能访问评审),网址为: \_\_\_\_\_

使用学校统一精品课程网络平台, 网址为: <http://jpkc.fudan.edu.cn/s/353/>

课程试卷及参考答案链接(仅供专家参阅)

课程网站“现代连续介质力学理论及实践” <http://jpkc.fudan.edu.cn/s/353/> 提供课程大纲,教学研究论文或体会,教学学术交流信息,课程录像,课程试卷及参考答案等所有信息。

7. 院系意见

院长/系主任签字：  
年 月 日

8. 专家组评审意见

组长签字：  
年 月 日

9. 学校意见

领导签字：  
年 月 日