

教学研究与实践 阶段性总结

教学路径：微积分一流化进程

教学路径：基于现代张量分析的连续介质力学基础理论



复旦大学 力学与工程科学系
谢锡麟

xiexilin@fudan.edu.cn

2013年12月 整理

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

第一部分 研究背景与目的

我们面对的自然世界，从尺度而言，可以简单分为：微观世界，宏观世界以及宇观世界。宏观世界，主要包括机械运动，也涉及生命体中器官、组织等运动。这个世界所包括的对象往往在空间中呈连续分布形态，称为连续介质。对连续介质的运动学及动力学研究主要构成连续介质力学，相关研究主要属于力学范畴。连续介质力学涵盖一般刚性物质（含小变形物质），主要包括机械，材料，桥梁及建筑等等；可变形物质，包括水，气，高分子材料，生命体及其宏观组成部分以及现代智能材料等等。因此，连续介质力学涉猎极其广泛，且紧密联系于我们的日常生活，生产建设等。从学科发展而言，正是由于连续介质力学的兴起，使得力学独立于物理学。

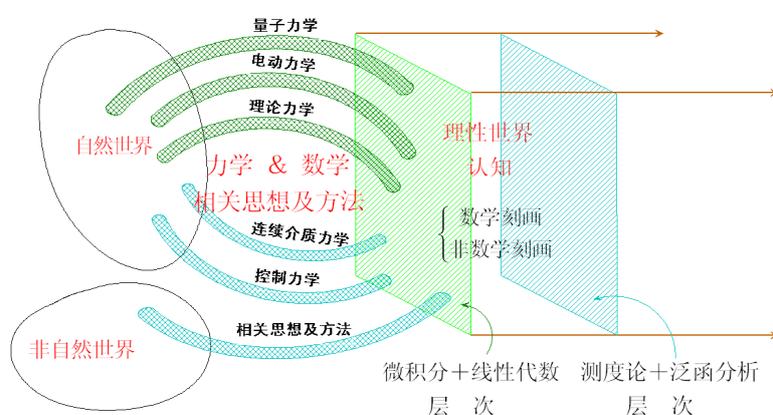


图 1 力学与数学之间的关系及其在认识自然及非自然世界中的作用

归纳力学专业（以理论力学、连续介质力学、控制力学等为核心）、物理专业（以理论力学、电动力学、热力学与统计力学、量子力学等为核心）的骨干课程，我们可绘出如图 1 所示的力学与数学之间的关系及其作用：力学与数学为我们认识自然及非自然世界提供了基本而又系统的思想及方法；同时数学又为我们构建理性世界（认知世界）提供了基本的表述形式。

连续介质力学作为力学的核心基础，结合微积分作为高等数学的核心基础，本教研与实践的主要目标为：将自身学习、研究与教学紧密融合，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，并通过相关课程体系持续地向学生传递相关知识体系；注重理论联系实际，切实将相关知识体系作为认识自然及非自然世界的思想及方法源泉。此处，“一流水平”指：① 课程的广度及深度达到甚至超越国内外具有一流水平的教程或专著的程度；② 研究知识体系的发展脉络，不仅表现为自身知识体系结构清晰，而且数学与力学知识体系之间关系清晰。

第二部分 研究特色（创新点）

1. 追求具有“一流化水平”的微积分及连续介质力学基础知识体系，具体建设有二条课程体系：① “微积分一流化进程”，主要包括《数学分析》（一年制，必修课程）、《经典力学数学名著选讲》（有关微积分的深化，选修课程）、《流形上的微积分》（选修课程）；② “基于现代张量分析的连续介质力学基

础理论”，主要包括《张量分析与微分几何基础》(选修课程)、《连续介质力学基础》(选修课程)、《现代张量分析及其在连续介质中的应用》(复旦大学暑期集中性教学项目 FIST, 本研共享)、《张量分析与连续介质力学》(东华大学, 研究生必修课程, 本研共享)。现有上述课程的广度及深度可类比相关国内外具有一流水平的教程或专著, 且具有较为理想的教与学的效果。上述课程体系适用于技术科学类、自然科学类等专业的数学及力学基础教学, 适用于相关高端人才(如拔尖人才、卓越工程师等)的培养。

2. 提出以“知识点—知识要素”构建知识体系, 建议将知识体系分成若干知识点, 对每一知识点再分成若干知识要素。就不同层面的微分学知识体系, 我们构建了具有高度相似性的知识点集合(注重澄清并归纳最为基本的思想及方法), 由此使得不同层面的微分学教学表现出高度相似性, 以此追求“温故而知新”的理想效果。另值得指出, 知识要素可为某些特定的数学结构, 由此可能隶属不同知识体系的知识点含有相同的知识要素, 我们将此称为“数学通识”。我们自身并鼓励学生一同追求对各个知识体系自身的“融会贯通”(可基于对知识点和知识要素的不断凝练), 追求对不同知识体系之间的“触类旁通”(可基于对数学通识的挖掘)。
3. 注重数学、力学知识体系之间的融合, 以此作为认识自然及非自然世界系统的思想及方法, 由此注重从实际问题中提炼出问题(构建数学及力学模型), 经过数学及力学分析后再回到实际问题的完整过程, 而非仅限于单纯的数学逻辑过程。注重相关数学知识体系同力学知识体系之间的关系, 表现为按一般数学知识体系发展力学知识体系对应的主要结论。将数学知识体系对应于力学知识体系, 不仅十分有益于相关力学思想、方法及结论的澄清, 而且也能通过数学理论的具体实践加深对数学知识体系自身的理解和认识。就此方面, 教学中表现出“基于已有知识发展新知识”的自我扩充和自我发展的过程。
4. 注重研究与发展知识体系的基本思想及方法, 藉此发展可适合一类问题的思想及方法; 随时将相关最新科研成果或者按现有知识体系归纳的已有成果作为课程的教学内容, 就此教与学的形式, 往往表现出教师与学生之间的学术研讨。注重理论联系实际, 学生基于理论学习可针对具体问题实践相关思想及方法, 形式可为数值实验或真实实验; 在获得科研成果的基础上, 我们鼓励和资助学生积极参加各种学术会议, 撰写学术论文等。总体上, 我们注重培养学生基于坚实基础发展新思想及新方法的创新能力。

第三部分 现有工作

§ 3.1 课程体系建设

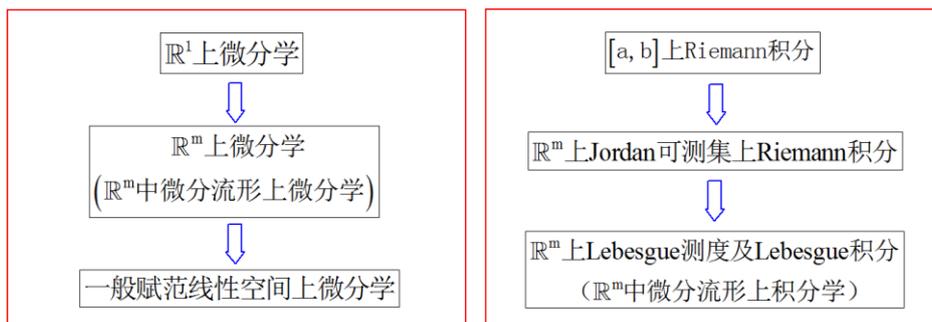


图2 具有一流水平的微分学及积分学知识体系架构

按我们调研，国外具有一流水平的微积分教学表现为如下特征：① 将微分学由有限维 Euclid 空间延拓至一般赋范线性空间；② 将积分学由 Riemann 积分延拓至 Jordan 测度、Lebesgue 测度意义下的积分；③ 将微积分研究对象由可单个参数化的几何形态延拓至需多个参数化的几何形态，亦即建立微分流形上的微积分。图 2 显示了较为完整的微积分知识体系架构。需指出，国内现行微积分课程设置一般为一年或一年半制(对应于非数学以及数学专业)；非数学专业的微积分教学止于有限维 Euclid 空间上微积分，并不能充分满足现代工程科学的要求。由此，我们通过设计系列课程（包括选修课）以完成上述知识体系的讲述。随着我们对自然及非自然世界认识的深入，按上述特征提升我们的微积分知识体系具有深远意义。

我们现建设形成的“微积分一流化进程”知识体系，主要包括：① 一年制《数学分析》，② 暑期课程《经典力学数学名著选讲》（有关微积分的深化），③ 《流形上的微积分》。

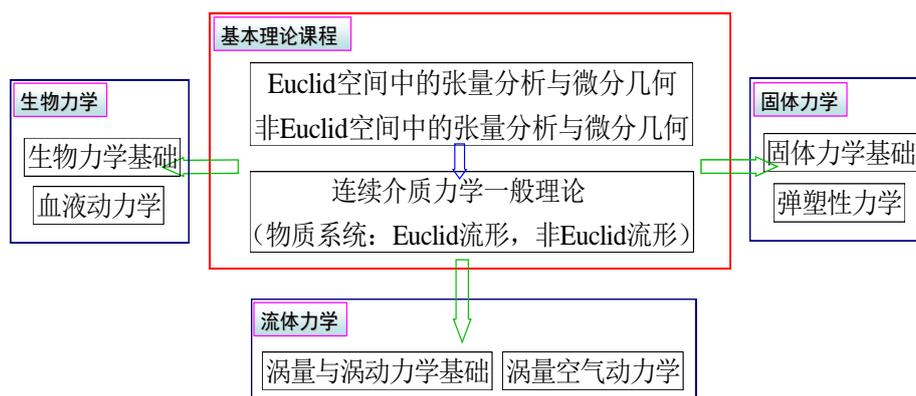


图 3 基于现代张量分析的连续介质力学基础理论及其实践的知识体系架构

近二年来我们在连续介质力学基础理论研究方面取得一定进展。主要表现为，按连续介质的几何形态区分为 Euclid 流形（体）和 Riemann 流形（曲面）。针对几何形态为 Euclid 流形的连续介质提出“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”；相关理论适合研究边界可作有限变形运动的流固耦合问题，如可变形飞行器飞行特性、生物体流动等。针对几何形态为 Riemann 流形的连续介质提出“几何形态为曲面的有限变形理论”；相关理论适合星体表面大气运动、镀膜过程、生物膜运动、水面上油污扩散等问题。上述有限变形理论参照经典有限变形理论的基本内容做平行发展，主要包括构形及曲线坐标系构造；变形梯度定义及其基本性质；变形刻画及输运定理；守恒律控制方程。结合当前力学、航空宇航科学与技术、生物医学工程等学科的发展趋势，上述二套有限变形理论所适用的研究对象均属热点。另一方面，我们实现了将一般赋范线性空间上微分学的基本理论对应实现至张量映照，由此使得张量分析知识体现更具系统性、严格性和现代性。

我们现建设形成的“基于现代张量分析的连续介质力学基础理论”课程体系，主要包括：①《张量分析与微分几何基础》，②《连续介质力学基础》，③《现代张量分析及其在连续介质中应用》，④《张量分析与连续介质力学》。相关知识体系架构，如图 3 所示。

相关课程开设情况（2007 年 9 月至 2013 年 12 月）

系列课程 (课程代码)	课程开设学期（√ 表示开设）												
	07 秋	08 春	08 秋	09 春	09 秋	10 春	10 秋	11 春	11 秋	12 春	12 秋	13 春	13 秋
数 数学分析 (一年制)	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

学 基 础	经典力学数学名著选讲(有关微积分的深化)			√		√		√		√		√		√
	流形上的微积分						√			√		√		√
力 学 基 础	张量分析与微分几何基础	√	√	√	√	√		√		√		√		√
	连续介质力学基础					√	√		√		√		√	
	张量分析与连续介质力学(东华大学)	√		√		√		√		√		√		√
	现代张量分析及其在连续介质中应用(复旦 FIST)													√
		07 秋	08 春	08 秋	09 春	09 秋	10 春	10 秋	11 春	11 秋	12 春	12 秋	13 春	13 秋

2010、2011、2012、2013 年 (8 学期), 上述课程的实际授课学时:

《数学分析》(一年制)	$6(\text{学时/周}) \times 17(\text{周/学期}) \times 8(\text{学期}) = 816$ 学时
《经典力学数学名著选讲》	$3(\text{学时/周}) \times 17(\text{周/学期}) \times 4(\text{暑期}) = 204$ 学时
《流形上的微积分》	$3(\text{学时/周}) \times 17(\text{周/学期}) \times 4(\text{学期}) = 204$ 学时
《张量分析与微分几何基础》	$3(\text{学时/周}) \times 17(\text{周/学期}) \times 4(\text{学期}) = 204$ 学时
《连续介质力学基础》	$3(\text{学时/周}) \times 17(\text{周/学期}) \times 4(\text{学期}) = 204$ 学时
《张量分析与连续介质力学》(东华大学)	$3(\text{学时/周}) \times 17(\text{周/学期}) \times 4(\text{学期}) = 204$ 学时
《现代张量分析及其在连续介质中应用》	54 学时 (2013 年暑期首次开设)

——总计: 1890 学时 (8 学期); 相当于每周 14 节课, 已持续 8 学期。

§ 3.2 知识体系建设

我们注重数学与力学基础知识体系的研究, 注重发展可适合一类问题的思想及方法; 此方面成果表现为“注重阐述思想及方法的教研与科研融合型论文以及学术专著/教程”。我们的实践表明, 研究知识体系的基本思想及方法, 藉此发展可适合一类问题的思想及方法, 可切实提升课程的广度与深度, 切实有益于学生深入理解和掌握相关思想及方法, 而且教与学的效果突出、特别受到优秀学生的青睐。

◇ 注重阐述思想及方法的教研与科研融合型论文 (现已正式发表 5 篇杂志论文, 3 篇会议论文)

- [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. 《力学季刊》2012,33(4):544-557. (系统论述) 本文提出: (1) 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。(2) 按张量场可微性理解 Euclid 空间中一般曲线坐标系下张量场的梯度以及张量场整体对曲线坐标的偏导数等。(3) 给出了 Stokes 公式的一种完全证明形式, 将向量场旋度联系与向量场 Jacobi 矩阵反称化后的对偶向量, 使得旋度的力学意义更为清晰。本论文主要内容在第五届全国力学史与方法论学术研讨会 (2011 年 9 月 大连) 做一般会议交流。
- [2] 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. 《力学季刊》2013,34(2):337-351. (系统论述) 本文按有限维 Euclid 空间上微积分以及一般赋范线性空间上微分

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,包括:(1)基于空间微分同胚以及时空微分同胚理解连续介质变形研究中当前物理构型对应的曲线坐标系;(2)按一般赋范线性空间上微分学系统给出张量值映照微分学;(3)置换算子运算性质的归类等。本文较为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,较系统地建立了微积分与张量分析及有限变形理论之间的关系。藉此,较为理想地实现了可面对本科生进行较高程度的专业基础知识的系统讲授(相关课程的广度及深度可类比郭仲衡先生著述)。本论文主要内容在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)做一般会议交流。

- [3] 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)》2013, 52(5):688-711. (系统论述)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;数学采用流行观点,基于曲面上 Riemann 联络开展场论。本文主要观点及内容有:(1)我们需要以曲面上梯度算子表现自然界中的各种守恒律,且基于微分学观点的结果(张量场梯度的整体形式)的一部分为基于流行观点的结果(按联络定义的张量分量协变导数)。(2)相关数学知识体系经过一定“改造”或者“建立接口”就能有效应用于力学研究(这方面工作并非平凡),本文阐述了基于流行上 Riemann 联络建立固定曲面上二维流动的涡量动力学理论框架;此部分亦指出了 Aris 著作上的分析错误。(3)按算子观点推广微积分中的 Stokes 公式至张量场,再基于曲面的半正交系将全空间梯度算子转化为曲面上梯度算子,从而获得二种内蕴形式的广义 Stokes 公式(张量场仅需在曲面上有定义而无需延拓至包含曲面的开集);我们认为内蕴形式的广义 Stokes 公式刻画了所有形式的曲线积分同曲面积分之间的关系。(4)基于内蕴形式广义 Stokes 公式,获得钱伟长先生有关板与壳内蕴理论中的守恒律微分方程;获得可变形固体边界上流体涡量法向梯度及胀压量的耦合表达式,可作为涡量动力学方面的一项理论成果。
- [4] 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》G 辑英文版) 2013,56:432-456. (系统论述)本文正式提出:(1)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,分别对应于 Euclid 流形(平坦空间)以及 Riemann 流形(弯曲空间)。(2)就体积形态连续介质提出“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”;就曲面形态的连续介质提出“几何形态为曲面的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。
- [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)》2013, 52(4):547-557.
- [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(2010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.

◇ 学术专著 (兼做教程)

现已完成学术著述一部: 《现代张量分析及其在连续介质力学中应用》 谢锡麟著。本著述列为复旦大学出版社 2013 年出版计划, 现已进入出版流程, 预计 2013 年 12 月或 2014 年 1 月正式出书。

本著述主要表现了项目负责人对现代张量分析及其在连续介质力学中应用的现有认识, 主要内容分成以下六部分: (一) 张量定义及其代数性质。主要按张量的多重线性函数定义获得张量的表示形式及基本代数运算, 基于置换运算研究外积运算并基于外积运算研究仿射量基本代数性质。(二) 有限维 Euclid 空间中体积上张量场论。主要叙述一般曲线坐标系下张量场论及其应用, 涉及湍流时均方程, 旋转参照系下流体控制方程等。(三) 有限维 Euclid 空间中曲面上张量场论。分别按有限维 Euclid 空间上微分学以及微分流形的观点叙述有限维 Euclid 中曲面的基本几何性质以及曲面上张量场论。(四) 体积形态连续介质力学。叙述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, 涉及可变形边界上涡量动力学, 有限变形弹性体 Euler 及 Lagrange 型控制方程等。(五) 曲面形态连续介质力学。主要叙述几何形态为曲面的连续介质有限变形理论, 涉及固定曲面上二维流动涡量动力学, 固体膜有限变形及海面油污扩散的控制方程等。(六) 张量映照微分学。主要概述一般赋范线性空间上微分学以及张量映照微分学的相关内容。写作风格上, 注重体系的系统性以及分析的细致和完整性, 故本著述分六部分, 共二十六章, A4 纸 400 余页。

本书著直接为《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》、《张量分析与连续介质力学》等课程提供核心内容。本书著的预印本已发给学生使用。

本成果完成人自 1993 年 (作为大学二年级学生) 起就一直研习郭仲衡著《张量 (理论和应用)》、《非线性弹性理论》以及其它相关专著或教程, 现所著《现代张量分析及其在连续介质力学中应用》反映了作者 20 年勤奋学习与研究的积累。按作者认识 (实际也会是公认的), 国内迄今为止最具代表性的张量分析及其在力学方面应用的教程或专著为郭仲衡先生 (中科院院士) 著《张量 (理论和应用)》以及黄克智先生 (中科院院士) 等著《张量分析》。按作者自我评估及专家评述, 就知识体系的广度及深度, 学术侧重及风格而言, 《现代张量分析及其在连续介质力学中的应用》可同上述二位先生的著述属于同一层次, 也可类比国外相关代表性教程或专著。

§ 3.3 课程网站建设

现已建设成二个课程体系网站:

“微积分的一流化进程” 课程体系 <http://jpkc.fudan.edu.cn/s/354/>

“现代连续介质力学理论及实践” 课程体系 <http://jpkc.fudan.edu.cn/s/353/>

网站上及时发布相关教学研究与实践的学术交流信息, 学术论文; 课程讲稿, 参考试卷; 课程录像; 学生科研; 课程评价等。

现已公布的各课程录像 (自行拍摄) 有

课程名称	录像信息 (约 348 学时)
《数学分析》(一年制)	2012-2013 学年全程课程录像 约 216 学时; 以往《微积分

	课外辅助讲座》6次，每次3学时
《经典数学力学名著选讲》(有关微积分的深化)	2008年暑期课程(全部拍摄)，约54学时
《张量分析与微分几何基础》	部分内容，约6学时
《现代张量分析及其在连续介质中应用》(复旦FIST课程)	2013年暑期课程全程录像，约54学时



§ 3.4 现所获复旦大学、上海市教委、国家自然科学基金委的资助项目

- [1] 2013年度复旦大学本科教学研究及教改激励项目《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》(重点项目) 项目负责人 谢锡麟; 合作者 物理系 徐建军, 数学科学学院 姚一隽, 力学与工程科学系 华诚. 2014年开始正式执行
- [2] 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)” 项目负责人 谢锡麟; 合作者 陈纪修. 已结题
- [3] 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” 项目负责人 谢锡麟; 合作者 麻伟巍, 华诚. 已结题
- [4] 2013年复旦大学暑期集中教学项目(FIST)《现代张量分析及其在连续介质中应用》 项目负责人 谢锡麟; 合作者 华诚. 2013年暑期教学工作已圆满完成
- [5] 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)

第四部分 学术交流 (自我评估与成果推荐)

我们积极通过各种全国性教学研讨会议、力学专业性学术会议交流相关成果, 受到业内一些资深学者的鼓励和支持。“基于研习高端数理知识体系(包括数学、力学知识体系及其间的融合), 注重发展适合一类问题的思想及方法”的学术风格已逐渐为业内同行所知。至今, 我们已在正式学术期刊发表以阐述思想及方法为主的系统论述性论文4篇, 学术风格表现为介于纯粹教研与科研论文之间的一种形式(§ 3.2中有概述)。

◇ 2010年起至今主要组织和参加的教学研究与实践学术交流（共计10次）

- [1] 第六届全国力学史与方法论学术研讨会（2013年8月21-24日，宁夏），交流报告《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教学与研究 研习·继承·发展·传播》
- [2] 组织教学研究与实践研讨（2013年4月7日，复旦大学），向校内外师生报告《张量分析与微分几何基础》课程教学研究与实践阶段性总结，并作讨论；整理有《2013年4月7日“张量分析与微分几何基础”课程研讨会会后感悟》
- [3] 组织2012年力学、航空宇航科学与技术、生物医学工程复旦大学博士生学术论坛暨上海市力学学会青年工作委员会学术活动（2012年11月23-24日），交流报告《“现代连续介质力学理论及实践”课程体系》，《内蕴形式广义Stokes公式及其在几何形态为曲面的连续介质之有限变形理论中的应用》
- [4] 第十三届现代数学和力学学术会议（MMM-XIII）暨钱伟长先生诞辰100周年纪念大会（2012年10月6-8日，上海），交流报告《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——相关教学与研究工作 谨纪念郭仲衡先生》
- [5] 第五届全国力学史与方法论学术研讨会（2011年9月17-18日，大连），交流报告《“正本清源”在力学之数学及专业知识体系建立中作用》
- [6] 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（2012年8月25-30日，无锡），交流报告《现代张量分析在连续介质力学中的若干应用——相关教学与研究工作 谨纪念周培源先生》
- [7] 组织复旦大学校庆107周年校庆学术文化周（2012年5月29日），向校内外师生交流报告《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的相似性——教学研究与实践阶段性总结》
- [8] 组织教学研究与实践研讨（2012年1月19日，复旦大学），向校内外师生报告“2011年度市教委重点课程《数学分析》（一年制，面对力学等技术科学专业）”以及“2011年度市教委重点教改项目‘现代连续介质力学理论及实践’课程体系”组织实施情况，并作讨论
- [9] 组织2011年理论与应用力学专业教育教学复旦大学研讨会（全国理论与应用力学专业协作组主办，复旦大学力学与工程科学系承办），2011年3月25-26日复旦大学。交流报告《“微积分中微分同胚→一般曲线坐标系下张量分析→有限变形理论→涡量与涡动力学”教学路径之研究与实践阶段性体会》，撰写《2011年理论与应用力学专业教育教学 复旦大学研讨会学术信息整理》
- [10] 第五届全国力学课程报告论坛（2010年11月，成都），交流报告《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》，《面对力学专业有关微积分教学的若干体会》

第五部分 教与学情况

§ 5.1 近年学生反馈意见及建议

◇ 摘录自数学类课程学生反馈意见（来源于复旦大学URP教务系统）

▷数学分析虽然深奥，但谢老师教得非常清晰，处理问题的观点很高。▷高水平，高起点，高要求，所讲述内容广泛深邃，内容充实丰富，上课态度认真，讲课脱稿讲述，对知识体系认知深刻。希望能在引入新知识时，能多举出例子来。▷老师上课认真负责，板书清晰，课件明了，重点突出。课堂气氛活跃，讨论氛围浓厚。作业难

度适中,对我的帮助很大。▷上课态度认真负责,工作细致到位,常给同学们发邮件沟通。建议老师尽量使用一些简明、通用的数学符号,同时改进板书,并增加对例题、作业题的讲解,便于同学们更好地理解掌握。谢谢!

▷对教学工作认真负责讲课思路清晰,善于表达,有良好的课堂组织能力,善于与学生交流沟通,能够提供给学生提问和发表意见的机会。▷您很认真负责,但希望能多一点练习,另外希望数分的体系能再简洁些,有些能用简单语言描述的尽量不要弄得太繁杂,不易理解,而且容易掩盖事情的本质。最后还是谢谢您的辛苦付出!▷我见过最好的老师,甚至说是最好的科研人员之一。上课富有个性,提倡正本清源,力求给同学们一个最好的知识体系。▷虽然数分很苦很难,但是谢老师独特的知识系统以及十分认真的教学态度,必然会让每一个力学系的学生对于大一的数分记忆犹新。感谢老师一年以来的付出。▷最认真负责勤奋努力的老师。谢老师在专业知识方面见识很广很深,并且自己形成了一套高端知识理论体系,受教一年,在数分学习上收益颇丰。同时,谢老师的人格魅力也影响了我不少,真的很感激,很幸运。▷老师上课真的很认真,对学生非常负责,对数学分析的理解也非常深刻。相比之下我觉得自己在数学分析上下的功夫还远远不够,非常惭愧。祝老师在新的一年里阖家幸福。▷额,课很好,但掌握还是有些难。▷帮助我们构建高端知识体系。▷讲的很到位,很多书上没有的知识,开阔视野,责任心很强,学术性极强。▷注重高级知识体系的培养,和蔼可亲,讲课风趣,会牺牲自己的休息时间给大家补课。很好。▷生动形象,活泼有趣,体谅学生,认真细致,板书风格与众不同。▷大师级老师,很有自己的见解,并且很风趣,从一个高度对于数学分析有很好的认识,还会讲一些人生哲理。▷上课风格独具一格,内容亦然,教学还是非常认真负责,关爱学生,课堂风趣幽默。▷课上的水平很高,很严谨

◇ 摘录自力学类课程学生反馈意见(来源于复旦大学URP教务系统)

▷谢老师是复旦大学为数不多的一位极其负责的老师,这样的老师现在真的不多了,能够遇到确实是我们的福气。▷讲课很清晰,收获很大。▷敬业。

◇ 摘录2013年暑期FIST课程学生问卷调查

▷同济大学一位博士研究生的反馈信息(具有代表性) (1)关于课程形式及特点 作为外校师生第一次感受到FIST课程的氛围;老师认真负责,数学功底扎实,受益匪浅;课程理论框架清晰,理论学习和专业讲座衔接很好;课程方法具有普适性,对于开拓学术思路非常有益;涉及固体力学、流体力学、软物质力学在同一框架下的研究;课程更多是澄清基本概念,掌握一种普适性的方法,这个很重要;研讨过程中也了解相关方面的一些前沿领域;该课程对于完善知识体系,明确基本概念,提高专业素养是非常有帮助的。(2)关于课程教师 课程对“连续介质力学及张量分析”有深刻领悟及独特见解;可实现脱稿推导,这一点非常难得、羡慕和佩服;课程讲义是任课教师多年执教智慧的结晶,是对学科的发展;重点、难点推导清晰,相应物理意义阐述清晰;互动很不错,也感受了复旦的学术生活气息;不同教师知识结构相似,使知识体系更系统。(3)对FIST课程的建议 FIST课程要选择把教育事业当作事业来做的老师,找那些能从教学中汲取“营养”的老师,能教研互动的老师,中国的高等教育重视这样的老师,我觉得才会慢慢地看到曙光。

§ 5.2 课程体系对学生的培养

学生基于对二个课程体系的学习,具备相对扎实和高端的理论水平并具有理论联系实际的能力。主要表现为,相关学生在导师指导下具有独立实现相关理论具体应用的能力(包括理论检查,理论推导及程序编制等),并完成学术论文的交流与撰写。

◇ 与本成果相关的学生(系统参加相关课程学习)科研成果

- [1] Xie X L, Chen Y(陈瑜), Shi Q(史倩). Some studies on mechanics of continuous mediums viewed as differential manifolds. “Sci China-Phys Mech Astron” (《中国科学》G辑英文版) 2013, 56:432-456. (SCI 检索)
- [2] REN Liu-jie(任柳杰), HUA Cheng, DING Guang-hong et al. Hydrodynamic modeling of cochlea and numerical simulation for cochlear traveling wave with consideration of fluid-structure interaction. Journal of Hydrodynamics. 2013, 25(2):167-173. (SCI 检索)
- [3] 陈瑜 谢锡麟 麻伟巍. 基于显含时间曲线坐标系的涡-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. 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).
- [4] 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).
- [5] 史倩. 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》(此文集非正式出版).
- [6] 陈瑜. 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》(此文集非正式出版).

◇ 与本成果相关的学生 (参加《数学分析》课程学习) 竞赛获奖 (按复旦教务处网站公布信息)

- [1] 第四届全国大学生数学竞赛 姚旭获上海赛区非数学组一等奖; 姚家俊获上海赛区非数学组三等奖.
- [2] 第三届全国大学生数学竞赛 李立人、潘望白、钱成获上海赛区非数学组二等奖; 傅宇诚、曹艳君获上海赛区非数学组三等奖.

另有从原力学类转入数学类专业学生 (朱洁祥、徐仝、李恒等) 在往届全国大学生数学竞赛上海赛区数学组获奖。

第六部分 专家学术评述

我们邀请了北京大学、清华大学、中国科学技术大学、同济大学、重庆大学、复旦大学以及加拿大 YORK 大学七位资深专家对我们现有教学研究与实践进行客观的学术评述, 就教学理念、教学水平 (课程的广度及深度、教与学的效果)、成果价值、敬业精神等都一致性地给予了高水平评价。