

# 复旦大学

## 2013 年度本科教学研究及教改激励项目申报表

项目名称	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				
项目类型 (请勾选)	校级重点 项目 ( √ )	A 类 <input type="checkbox"/>		教师自选项目 ( )	
		B 类 <input type="checkbox"/>			
		C 类 <input type="checkbox"/>			
		D 类 <input type="checkbox"/>			
		E 类 <input checked="" type="checkbox"/>			
		F 类 <input type="checkbox"/>			
项目负责人	谢锡麟	性别	男	出生年月	1974 年 2 月
工作单位 具体到系/室	力学与工程科学系	职称	副教授	联系方式	Tel:65643938
					Email:xiexilin@fudan.edu.cn
<p>项目负责人的研究专长、近 3 年承担的教学工作及相關成果 (300 字以内)</p> <p>持续有志于将现代数学的相关思想及方法运用于连续介质力学的基本理论及实践;注重基于现代数理知识体系发展可适合一类问题的新思想及新方法,特别强调理论联系实际;将自身学习、研究与教学互为融合、互为促进。目前已基本建设有“微积分一流化进程”以及“现代连续介质力学理论及实践(合作形式)”二条课程路径(已有课程网站),就知识体系的构建及传授具有系统的自身认识(含科研成果);部分课程的广度与深度能类比国内外具有一流水平的教程或专著;教学效果理想,学生中有一定影响。上述教学路径的建设分别受市教委重点课程建设(2011 年)及重点教改项目(2011 年)资助;2012 年至今在《中国科学》(英文版)、《力学季刊》及《复旦学报》上发表侧重思想及方法研究的学术论文 5 篇。</p>					
主要参加者	姓名	工作单位	职务/职称	项目分工	Email
	姚一隽	数学科学学院	副教授	相关知识体系研习、课程教学研究与实践	yaoyijun@fudan.edu.cn
	徐建军	物理系	副教授	相关知识体系研习、课程教学研究与实践	xujj@fudan.edu.cn
	华 诚	力学与工程科学系	副教授	相关知识体系研习、课程教学研究与实践	huacheng@fudan.edu.cn

一、关键词：提供5个左右的关键词来描述本项目的主题、核心内容、基本特色等。力学-数学-物理学融合学习与教研；现代数理知识体系；课程广度与深度的一流化；教师自身学养及教学水平提升

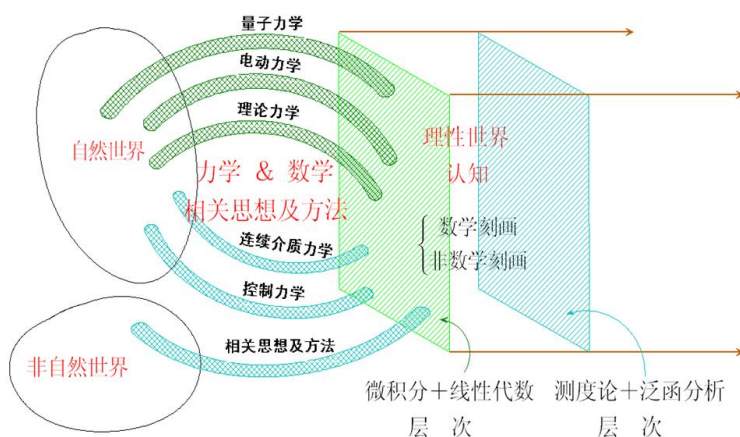
二、项目概要：不超过300字，其主要作用在于向评阅人进行项目的自我推介，内容包括项目的目的、创新性以及对提升教育教学质量的贡献和意义。

本项目由来自力学、数学及物理学方面有着共同志趣的中青年教师，通过合作研习现代数理知识体系来提升现有相关课程的程度。对知识体系的研习，注重追求现代性、高端性以及学科间的融合，注重理论联系实际，藉此追求相关课程的广度与深度能类比甚至超越国内外具有一流水平的教程或专著（一流化）。项目具体确定五类数理知识体系，紧密联系于力学、数学及物理学的当前发展；紧密联系于项目承担者自身的学习、研究与教学，项目的开展将切实促进承担者自身学术修养的提高，以此提升三学科十余门课程的程度，切实追求一流化。项目成果将既贡献于复旦优秀数理人才培养的事业，也将贡献于复旦优秀数理学术的传承与传播。

三、项目描述：2000字左右，内容包括背景、研究问题和内容、执行方法（含对象、方法和路径、评估项目成效的方式、成员的合作分工），请按各条内容分段介绍。

### 1. 研究背景——力学、数学与物理的现今关系

我们把世界分成客观世界（包括自然世界，非自然世界）以及理性/认知世界两大类；理性



认知世界指我们对客观世界的认知，表现为我们所归纳的各种知识体系。按物理学和力学专业的核心课程，我们主要基于力学和数学的思想及方法认知自然世界，以不断拓展和深化我们的理性世界。我国著名科学家谈镐生先生将“力学和数学比作为支撑大物理科学（含物理、化学、生物等学科）的两根支柱”；俄著名

数学家 V.I. Arnold 认为“数学是物理的一部分；物理是自然科学，且是实验科学；且数学是物理中‘做实验’比较‘便宜’的那部分”。——总体上，我们把“力学 & 数学”认识为探知自然及非自然世界的系统的思想及方法，这些思想及方法支撑了我们对大物理科学的研究。

另一方面，随着现代科学技术的发展，我们逐渐发现传统意义上的学科划分——物理学主要面对微观及宇观世界，力学主要面对宏观（连续介质）世界——已愈发显现其局限性。如我们现所面对的几何形态可视为曲面的纳米膜与细胞膜，光可致变形的形状记忆合金，宇宙的连续介质模型等等，迫切需要力学、数学与物理学的融合。

综上，我们隶属不同学科的教师希望能有一个平台——交流我们现有力学、数学及物理学方面的学习、研究与教学，逐渐建立不同知识体系之间的借鉴与融合，藉此提升相关课程的广度与深度，使其能类比甚至超越国外内具有一流水平的教程或专著。

## 2. 研究内容及目标

来自力学、数学、物理学的中青年教师一同研习我们共同确定的五类知识体系（§ 2.1 中述）；藉此提升各自课程的广度及深度（§ 2.2 中述）。要求各课程：所授知识体系结构完整、脉络清晰、分析完整，注重思想性及方法性，注重体系的现代化，注重理论联系实际，注重教与学的效果，逐步使课程的广度与深度能类比甚至超越国内外具有一流水平的教程或专著。

### § 2.1 知识体系（科学研究纲要及主要合作分工）

I. 现代几何学融合于连续介质力学 ① 微分流形观点下刚体力学（姚一隽、徐建军）② Riemann 几何应用于几何形态为曲面的连续介质的有限变形理论（谢锡麟、徐建军）

II. 现代分析学融合于连续介质力学 ① 按一般赋范线性空间上微分学，进一步完善张量场论（谢锡麟、姚一隽）② 按一般赋范线性空间上微分学，建立一般张量映照的微分学并应用于复杂介质的本构关系研究（姚一隽、谢锡麟）

III. 偏微分方程融合于连续介质力学 ① Lagrange 观点下有限变形弹性静力学及动力学控制方程的定解问题提法、适定性理论及数值求解方案（华诚、谢锡麟）② 固定曲面上不可压缩及可压缩流动控制方程的定解问题提法、适定性理论及数值求解方案（谢锡麟、姚一隽）

IV. 复杂连续介质力学 ① 群论在连续介质本构理论等方面的应用（徐建军、华诚）② 多场作用下连续介质有限变形理论（徐建军、谢锡麟）

V. 现代应用数学 ① Euclid 空间以及一般集类上测度论的统一建立方式及其应用（姚一隽、谢锡麟）② 基于泛函分析的数学物理方法（姚一隽、谢锡麟）③ 微分流形基本理论及其力学、物理中应用（徐建军、姚一隽）

### § 2.2 课程建设（提升课程的广度与深度，任课教师负责）

课程名称	所属院系及任课教师	课程建设 (现状及目标; 计划充实内容)
张量分析与微分几何基础	力学 谢锡麟 (本科选修)	现已可类比国内外一流化程度; 充实内容 II ①、II ②; 在保持理论联系实际的原则上, 追求体系的现代化, 更好衔接后续课程
连续介质力学基础	力学 谢锡麟 (本科选修)	现已可类比国内外一流化程度; 充实内容 I ②、III ①、III ②、IV ②; 加强本构理论、多场作用理论, 使得体系更适合现代科技的发展
断裂与损伤	力学 华 诚 (本科选修)	基于连续介质力学一般理论讲授固体介质断裂和损伤的思想及方法, 提升学生理解和掌握固体介质材料强度学的基本思路和计算分析能力; 充实内容 III ①、IV ①
力学中数学方法	力学 谢锡麟 (研学位)	基本框架已建立, 具体内容尚未成熟; 充实内容 I ①、II ②、IV ①、V ①、V ②、V ③; 确定按不同层次微积分提供相关思想及与方法, 注重应用性, 追求体系的现代化
现代张量分析及其在连续介质中应用	力学 谢锡麟、 华诚 (FIST 课程, 研、本共享)	提供连续介质研究所需的核心知识体系, 相关内容已成熟且可类比国内外一流化程度; 充实内容 I ②、II ①、II ②、III ①、III ②、IV ①、IV ②; 邀请合作者协作授课
流形上微积分	力学 谢锡麟 (本科选修)	基本框架及内容尚未成熟, 主要困难为相关数学思想及方法的实际意义及深层内容; 充实 I ①、I ②、V ③; 邀请合作者协作授课
应用实变函数与泛函分析基础	力学 谢锡麟 (研、本共享)	基本框架及内容尚未成熟; 充实内容 V ①、V ②; 邀请合作者协作授课
基础力学	力学数学 姚一隽 (本科必修)	主要为数学类专业学生提供经典力学的基本思想及方法; 充实 I ①、V ③; 提升经典力学知识体系的现代化, 注重理论的实际意义
泛函分析	数学 姚一隽 (本科必修)	注重强调抽象理论在力学、物理学等问题中的应用; 充实内容 V ②
群论	物理 徐建军 (本科选修)	提供对称性理论及其在物理学、力学中的应用; 充实内容 IV ①; 提升课程的严格性, 加强应用性
应用数学	物理 徐建军 (本科选修)	提供现代数学的基本概念、思想及方法, 提高学生的思维能力和创新能力; 充实内容 I ①、I ②、IV ①、IV ②

### 3. 执行方法

#### § 3.1 知识体系研究

为争取课程所授知识体系的广度与深度能类比甚至超越国内外具有一流水平的教程或专著，研究组将主要研习“俄罗斯数学教材选译”（含力学类专业教程），“Princeton Lectures in Analysis”“法兰西数学精品译丛”，“L.D.Landau & E.M.Lifshitz 等著理论物理系列教程”等享誉世界的高端教程或专著。

研究组将组织有志趣的研究生及本科生组成若干学习与研究小组（由研究组四位教师按实际需求及相关课程开设组织学习与研究小组，鼓励跨学科组队），协调研究组成员一同进行相关知识体系的研习。

#### § 3.2 学术交流（包括成果评估）

就确定的课程建设内容（§ 2.1 所述 I-V），主要采用“分散研究、集中交流”的方式进行。主要包括如下形式的学术交流：

- ◇ 力学、数学、物理学研究者定期学术研讨 确定每月进行知识体系、课程建设、教学（讲授）方式方法、学生学习效果等方面的交流。形式上，先由每位合作者报告各自情况，然后大家研讨；适合情况下，邀请研究生助教以及课程学生一起参加研讨。形成细致会议记录。
- ◇ 阶段性研究专家（资深学者）咨询会议 研究组就知识体系及课程建设方面获得阶段性研究成果时，组织专家咨询会议，报告相关进展，以听取专家的批评、意见及建议。确定每学年至少组织一次专家咨询会议。专家咨询会议邀请研究生助教、课程学生以及任何有兴趣师生一起参加。形成细致会议记录。
- ◇ 互听课程及合作授课 为促进彼此间交流与合作，确定力学、数学、物理学三方研究者，每学期至少听取其他二方的相关课程各一次。就合作建设的课程内容，相关课程的任课教师积极邀请合作者讲授相关内容。研究组也积极邀请相关专家听取相关课程。
- ◇ 成果推荐 申请通过学校教师教学发展中心向校内师生推荐本项目就知识体系及课程建设方面的成果，计划进行 2 次报告及交流。

#### § 3.3 基本成果形式

本项目设计执行期为二年（至 2015 年 12 月），设定如下项目成果：

- ◇ 学术论文 就 § 2.1 所述的五类知识体系的研究，完成侧重思想性及方法性的学术论文 3 篇，计划在《复旦学报》《力学季刊》等专业杂志发表。跨学科间的科学与教学研究，我们将积极寻求“数学通识”（某些数学结构或者关系式，在不同知识体系中起着关键性作用），藉此建立不同知识体系之间的内在联系。教学上，通过“数学通识”亦将有益于学生“融会贯通、触类旁通”。
- ◇ 教学大纲 就 § 2.1 所述的相关课程都将提供细致的“课程教学大纲”，包括课程的基本理念及目的，课程所涉及知识体系的知识点及知识要素构成，课程广度与深度的基本评估等。

四、进展计划、期限、经费使用情况：不超过 500 字。

#### § 4.1 年度研究计划

##### ◇ 2013 年年底

研究组制定完成相关知识体系研究的计划，包括组建若干由学生一起参加的学习与研究小组；启动相关研究。

##### ◇ 2014 年全年

研究组按具体分工，分别就 I - V 类研究中的 1 至 2 项研究取得一定进展。研究组每月定期开展学术交流。2014 年下半年研究组组织召开“2014 年阶段性研究专家咨询会议”。2014 年度，计划通过学校教师教学发展中心向校内师生推荐现代张量分析及连续介质力学基础知识体系方面的教学研究与实践成果。

##### ◇ 2015 年全年

研究组按具体分工，分别就 I - V 类研究中的其余 1 至 2 项研究取得一定进展。研究组每月定期开展学术交流。2014 年暑期完成相关课程的教学大纲修订。2015 年下半年研究组组织召开“2015 年阶段性研究专家咨询会议”。2015 年度，计划通过学校教师教学发展中心向校内师生推荐本项目综合性研究成果。

#### § 4.2 经费预算

经费明目	预算 (万元)	说 明
日常办公	3.0	力学、数学、物理学每一学科 0.25 万/学期，共计 4 学期：用于项目组成员，学习与研究小组
书籍资料	3.0	力学、数学、物理学每一学科 1 万：用于相关课程，学习与研究小组
学术活动	1.0	用于研究组内学术交流、阶段性研究专家咨询会议：茶水费及专家咨询费
总 计	7.0	注：经费使用三学科共享

五、结题时间： 2015 年 12 月

六、成果预期及贡献：不超过 300 字。

本项研究通过力学、数学、物理学方面中青年教师合作研习现代数理知识体系，致力于切实提升复旦大学现有力学、数学、物理学专业相关课程的广度与深度，使得部分课程可类比甚至超越国内外具有一流水平的教程或专著。相关教学研究与实践成果将切实支持“复旦大学理学基础深厚”的优秀传统，将为培养有志趣于现代数理知识体系及其实践的优秀人才做有贡献，课程建设涉及本科生及研究生课程。本项研究所致力建设的数理知识体系注重现代性、高端性以及学科间的融合，全面适用于相关选修课程，也有大量研究成果适用于基础及专业必修课程。本项目的开展也将为开展与促进“跨学科的科学研究与教学研究”积累一定的经验。

以上内容属实。

项目负责人姓名：谢锡麟

2013 年 10 月 26 日