

# 教学成果总结报告

## 一、成果产生背景和介绍

### （一）产生背景

2017年以来，我国积极推进新工科建设，探索工程教育改革的新模式、新经验，并提出了“问产业需求建专业，问技术发展改内容，问学校主体推改革，问学生志趣变方法，问内外资源创条件，问国际前沿立标准”的新工科建设理念。新工科建设坚持问题导向，以学生为中心，以面向未来和国际先进水平为目标，通过工程项目和多学科交叉融合，培养学生的实践能力和创新能力。当前，新工科建设正在进入新阶段。大学数学作为新工科建设非常重要的基础课程，必须在新理念、新行动引领下开展理性自觉的教学改革，以适应新时代提出的新要求。大学数学教学体系是支撑新工科人才培养体系的重要部分。数学课程是学生后续进行科学研究和工程实践必须掌握的理论工具，是培养工科学生的创新能力和应用能力的基础。然而目前大学数学教学体系存在教学理念落后，教学模式单一，教学资源不足，以及学生学习兴趣较低、理论知识与能力培养脱节，教师主导课堂、大学数学与工科专业联系不够紧密等问题，因此传统的教学模式不能适应新工科人才培养的要求，迫切需要探索研究大学数学教学改革。

### （二）成果概述

本项目以加强大学数学在新工科人才能力培养的核心作用为中心目标，由烟台大学联合山东大学、重庆大学等高校，从2012年开始，依托9项省部级教学改革课题，坚守立德树人根本任务，在十余年的大学数学（高等数学、线性代数、概率论与数理统计等）教学探

索中，立足“**建模融合、创新驱动**”的教学理念，坚持“**融合数学建模思想**”的**大学数学教学改革**路径，构建了**教学理念先进、教学模式创新、数字资源丰富**的**大学数学新教学体系**，取得了显著成效，成果可复制可推广到同类高校。

(1) 提出了“**基础为本、育人为魂、实践为翼**”的教学理念，实施以**能力培养为导向，数学知识为根基，建模思想融合**的课程体系改革。研发“**专业 热点 思政**”三结合的建模案例库，建成了课程思政和**数学建模思想双融合**的课程体系。成立多校协同的**大学数学虚拟教研室**，提高了教师**案例建模、信息技术和课程思政**三大能力，打造了**赛教结合**的**教书育人团队**。

(2) 构建了“**以学生为中心、以解决实际问题为导向、教学与竞赛相结合**”的**多方协同教育教学模式**。课程设计采用基于**STEM**教育理念的**PBL 案例教学法**，融合**数学建模思想**，融入**学科竞赛方法**。利用**翻转课堂**等方式，推进**混合式课堂教学改革**，将**实际案例和竞赛内容**延伸至课程设计，实现了**大学数学教学与工科专业学习**之间紧密结合。

(3) 搭建了“**二维三段**”**全程贯穿、立体支撑的教学资源保障体系**，实现**优质数字教学资源共享**。依托**SPOC+MOOC**平台，上线**大学数学类课程**，创建**线上讨论区**和“**指尖上的微思政**”，**2 门慕课**入选**学习强国平台**，实现**优质数字教学资源跨校共享**。开发**教材课件视频一体化**的学习资源，优化**线下课程体系设计**，打造**贯穿课堂内外的线上线下二维结合、课前课中课后三段衔接**的**全过程教书育人环境**。

经过十余年的改革实践，学生数学学习兴趣和综合素质全面提升，近五年摘得各类科技竞赛国家级奖项 3000 余人次；教师教育教学能力显著提升，多人次在全国教学比赛中获奖；教学资源保障体系建成，实现了优质数字教学资源共享，形成了融合数学建模为特色的大学数学教学体系，在 37 所高校示范推广。主要解决的教学问题如下：

(1) 新工科理念渗透不够，大学数学在新工科人才核心能力培养中的作用不突出，学以致用效果不明显。

(2) 大学数学教学与工科专业学习之间联系不够紧密，传统的教学模式不能适应新工科人才培养的要求。

(3) 教学资源单一，难以覆盖“立体化”教学的全过程和实现优质数字教学资源共享。

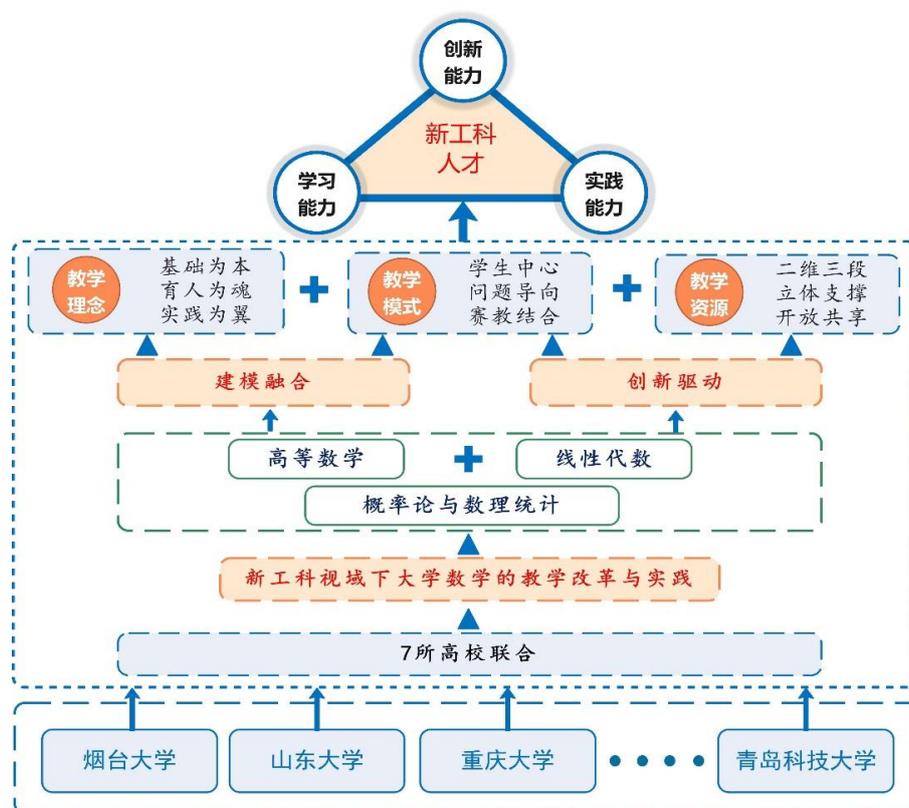


图 1 教学改革体系图

## 二、理论研究基础

### （一）认知学习相关理论

数学认知是人类最重要的高级认知功能之一，基于认知科学的学习机理是实施教学行为的重要前提。认知学习活动特征包括，一是自主学习，二是深度学习，三是具身学习。这三种机理和特征，是实施数学建模思想融合到大学数学教学改革的主要理论基础。

### （二）混合式教学相关理论

一是布鲁姆掌握学习理论，二是问题驱动式教学法，三是主动学习理论，四是 STEM 教育理念。上述教学理论是进行教学模式创新的主要理论基础。

### （三）“新工科”等相关理念和政策

首先，新工科计划为教学改革提供了方向。新工科计划要求培养工程实践能力强、创新能力强、具备国际竞争力的高素质复合型人才。其次，成果导向教育（OBE）理念为教学改革提供了路径。

### （四）问题驱动式教学法

问题驱动式教学法（PBL），即基于问题的教学方法，是一种以学生为主体、以专业领域内的各种问题为学习起点、以问题为核心规划学习内容，让学生围绕问题寻求解决方案的一种学习方法。教师在此过程中的角色是问题的提出者、课程的设计者以及结果的评估者。

### 三、教学改革探索实践

数学建模思想融合到大学数学课程设计，成功地将知识的传授和能力的培养结合起来，将能力的培养寓于知识的传授中，切合新工科教学改革的出发点，我们和山东大学、重庆大学等高校共同合作探讨，进行了一系列的改革：

（一）采用基于 STEM 教育理念的 PBL 教学方法，融合数学建模思想，构建动态调整、持续改进的教学体系，实现新工科人才核心能力提升。

采用 STEM 教育理念，加强新工科理念渗透，课程设计融合数学建模思想，选取实际工程问题，利用建模方法抽象出数学问题，建立数学概念，通过严格逻辑推理分析，得到性质定理，并应用于解决提出的实际问题。利用 PBL 教学方法，提升学生的数学建模能力，强化数学建模与专业学习的融合，实现学以致用，支撑大学数学在新工科人才核心能力培养的基础作用。

结合工程认证，修订课程体系，定制授课模块，确立大学数学在新工科人才核心能力培养中的地位。以新工科人才核心能力培养为目标，实施混合式课堂教学改革，推进启发式、探究式、讨论式、参与式教学，跨校合作建立协同教研模式，打造行动和效果可评估可持续改进的教学体系。

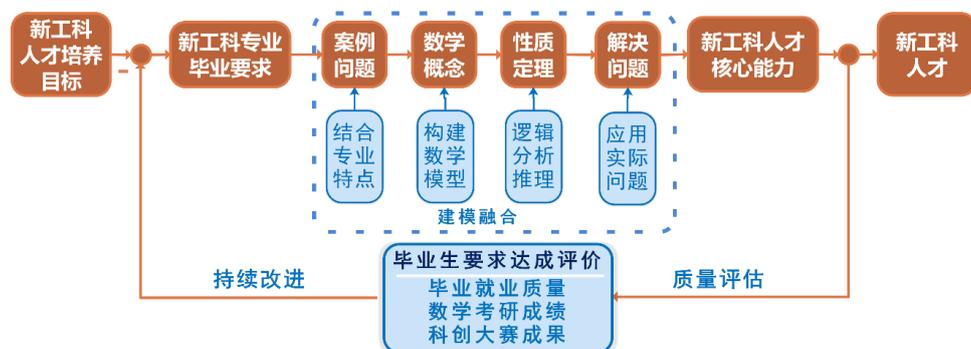


图 2 大学数学教学体系

(二) 实施 OBE 教学模式，坚持以学生为中心、以实际问题为导向、教学与竞赛相结合，实现大学数学与专业学习紧密结合。

采用 BOPPPS 教学结构，实行“分层分类”教学，根据不同工科专业特点将学生分层，根据教师专长将教师分类并保持授课专业相对固定，实现以学生为中心的教学模式。依据 OBE 教学思想，结合专业特点设计教学案例库，引导学生利用数学建模解决工程问题，将**数学教学和学生专业紧密结合**。

突出数学建模与工程教育结合，发挥 STEM 中“跨学科整合”“循证教学”“主动学习”等理念的优势，组织数学建模等科技竞赛和科研实践，搭建“学习加实践、实践带竞赛、竞赛促创新”的实践平台，**提高数学对解决复杂工程问题能力的支撑作用**。

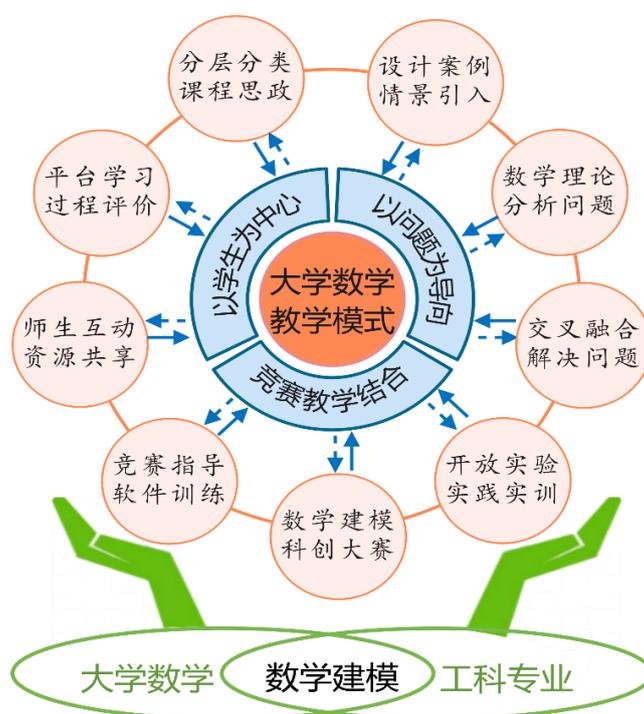


图 3 大学数学教学模式

(三) 搭建“二维三段”全程贯穿、立体支撑的教学资源保障体系，实现优质数字教学资源共享。

**丰富线上学习资源。**着力搭建网络教学平台和教学资源平台，开发“思博乐学”APP，建立微信公众号等。借助 SPOC+MOOC 平台，建设线上讨论区，引入“指尖上的微思政”。2 门慕课上线学习强国平台，自建线上系列微课程二百余小时及配套电子教案一千多件，建设互动习题库五千余题，编制基于案例模型导入的课件库三套，提供一百多篇优秀教学案例等资源。

**优化线下课程资源。**开发“专业 热点 思政”三结合建模案例一百个，覆盖课程 90% 以上的知识点。拓展开放实验室教学功能，增强实践实训和创新能力。**加强立体化教材建设**，以信息化推进优质资源共享，满足学生课前自主学习、课中集中学习、课后知识拓展的需要。

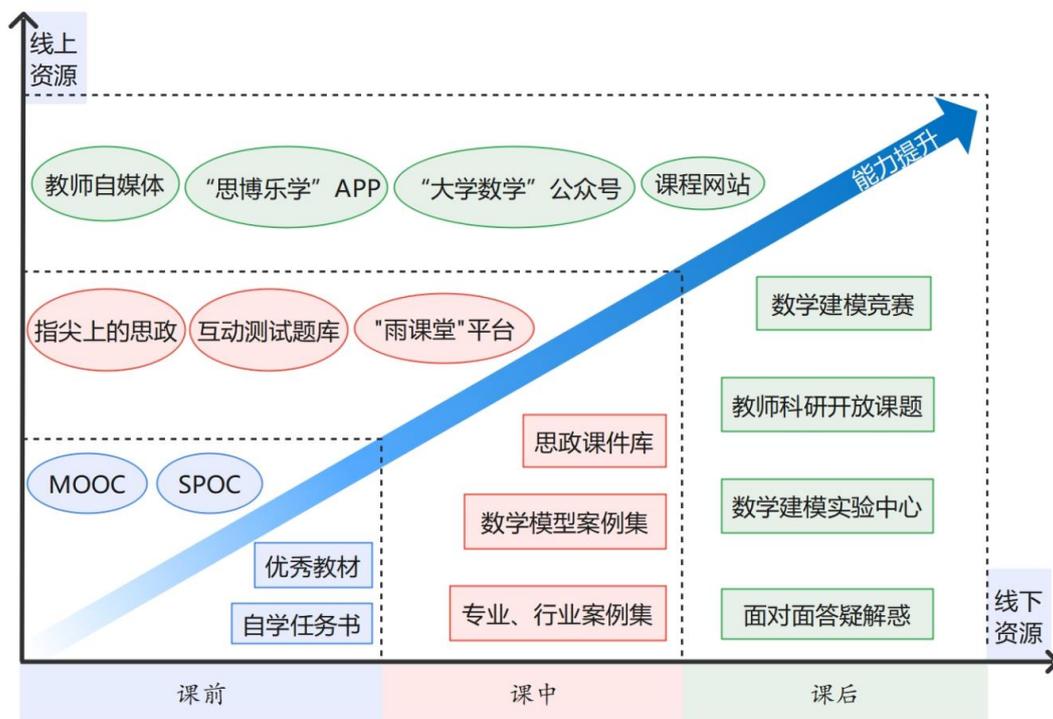


图 4 资源体系图

## 四、成果研究特色和创新点

**（一）教学理念创新：**提出了“基础为本、育人为魂、实践为翼”的育人理念，实施数学建模思想融入的课程改革和教学设计。

教学设计深度融合数学建模思想，因势利导灵活选择教学方法，以“深化知识理解，培养创新意识和能力”**为本**；思政教育与工程教育有机结合，开设“数学与我的专业”“数学与科学前沿”等课堂活动，以“数学文化熏陶促进专业学习和三全育人”**为魂**；通过开放实验室、数模竞赛、科创大赛等活动，以“知识融于实践，实践检验知识，知识支撑能力”**为翼**。建设虚拟教研室，教师研究成果丰硕，开发专业行业案例和数学问题模型，建立持续改进的教学体系，有效支撑了大学数学在新工科人才核心能力培养的基础作用。

**（二）教学模式创新：**依托认知理论框架，构建了“以学生为中心、以解决实际问题为导向、教学与竞赛相结合”的教学模式。

以 OBE 理念重塑教学体系，依据认知学习理论优化课程设计，突出“学生中心”和“学习产出”，开发专业案例库和数学实践问题集，支撑数学教学目标与专业培养指标对应结合。利用雨课堂等工具，设计能力“达成性评价”，基于反馈持续改进教学。以数学建模融合为改革路径，将数学建模等科创竞赛和科研项目引入教学，实现了课堂教学与课外科技活动无缝连接，激活学生自主学习动力，形成能力培养为核心、融入建模为特色的教育教学模式。

**（三）资源体系创新：搭建了全程贯通、立体支撑的“二维三段”数字教学资源体系，实现了优质数字教学资源共享。**

开发了线上线下二维结合、课前课中课后三段衔接的大学数学教学资源库，构建同步异步结合、课堂课外融合的教学互动关系，贯通新工科人才能力培养全过程。线性代数、概率论与数理统计慕课上线学习强国平台，国家、省级一流课程教学小组通过虚拟教研室合作，开放数学建模实验中心等教学平台实现以赛促教，编写了适应信息化教学特点的新教材 7 部，实现了多类型数字教学资源共享，满足学生课前个性学习、课中集中学习、课后知识拓展的需要。

## **五、项目成果推广情况与实践效果**

### **（一）学生创新能力显著提升**

在国内外各类科创竞赛中，学生表现出色。近五年（2017-2021）来，摘得各类科技竞赛国家级奖项 3000 余人次，获奖数量和质量稳步提升。全国数学建模竞赛国家一等奖获得者，2021 届毕业生蓝世财表示：“将数学建模案例融入到课堂，让我们工科学生缩小了对大学数学的距离感”。“挑战杯”国家银奖，中国智能制造挑战杯国家级特等奖获得者，2022 届毕业生张建宇认为：“案例和数学模型结合知识讲解，让我形成了建立数学模型解决实际的一套逻辑，这份影响远超竞赛和考研”。



图 5 部分获奖学生展示

## （二）教师教学创新成果显著

团队先后主持教育部新工科项目、中国高等教育学会教改项目以及省级教改项目等教研课题 9 项，获批**国家一流课程 3 门、国家级课程思政示范课程 1 门、省级课程思政示范课程 2 门**。支撑机械设计制造及自动化等 42 个专业入选**国家级一流本科专业建设点**和通过国际工程专业认证。

教学团队素质提升，获得**全国优秀教师、宝钢优秀教师、国家课程思政示范课程教学团队、山东省高校黄大年式教师团队、山东省教学名师**等荣誉称号。团队教师教学科研双优，形成了一支**年龄结构合理“能站讲台、能带实践、能做科研”**的优秀教学团队。



图 6 团队成员高校应用和推广改革成果

### （三）改革示范成果应用广泛

成果持续应用于烟台大学 31 个工科专业的大学数学课程教学，每年授课对象超过 8000 人。合作单位山东大学、重庆大学等高校直接参与教学模式改革并积极推广应用，江苏师范大学、曲阜师范大学、济南大学等 37 所国内高校先后应用教学资源和教学资源等改革成果。在《大学数学》《高等数学研究》等杂志发表相关教改论文 32 篇。线性代数在线课程被学习强国慕课栏目特别推荐，累计选课人数超过 60 万。

### （四）教育教学声誉持续提升

承办 2021 年全国信息通信数学及应用大会、2017 年全国数学建模教学与应用会议和 2016 年山东省电子设计教学培训与竞赛工作研讨会等，多位成果完成人多次在兄弟院校和教学论坛作课程教学改革的报告，收到积极反响，成果声誉进一步提升。

## （五）引发社会媒体广泛报道

全国性媒体学习强国、大众日报、搜狐网、腾讯视频、人邮教育、胶东在线、省级媒体齐鲁晚报等报道大学数学相关教学改革新闻 50 余次。



图 7 承办全国会议及媒体报道教学改革实践成果

## （六）获得同行专家高度评价

以教育部高等学校数学类专业教指委主任、国家万人计划教学名师郑志明院士为组长组成的教学成果鉴定专家组一致认为：该成果教育理念先进、目标明确、实施途径扎实、特色鲜明、成效显著，在国内同类高校中处于领先水平，具有重要的示范作用和推广价值。