

教学成果总结报告

成果名称：“厚基深融，教赛结合，多元协同”三位一体的
大学生数学实践创新能力培养

成果实施时间：2019.8——2023.6

2023年8月

该项目以《关于加快建设发展新工科，实施卓越工程师教育培养计划 2.0 的意见》和《关于加强基础学科人才培养的意见》为指引，依托“数学建模”优秀教学团队，以破解“钱学森之问”为导向，根据学校不同专业要求，结合新工科以产出为导向的需求，因材施教，配置不同专业、不同层次、不同深度的课程体系，理论联系实际，培养学生的数学实践创新能力。

一、成果内容

本成果以培养新工科专业数学实践创新能力为目标，构建了“厚基深融，教赛结合，多元协同”的三位一体培养模式。厚实基础，开展了新工科专业公共基础课与数学专业基础课、专业方向课的项目式教学改革；深度跨学科融合，将建模案例融入各科教学中，拓展了数学教学思想；建立实践创新基地，出台数学建模竞赛管理办法，教赛结合，组织开展了三级数学建模竞赛，使学生在充分体验获得感和成就感的同时，锻炼自我，挑战自我，完善自我，提升其实践创新能力；多元协同，以育人为根本，以课程体系改革，师资队伍和实践创新基地建设为载体，激发了学生的挑战欲，提高了学生探究能力。

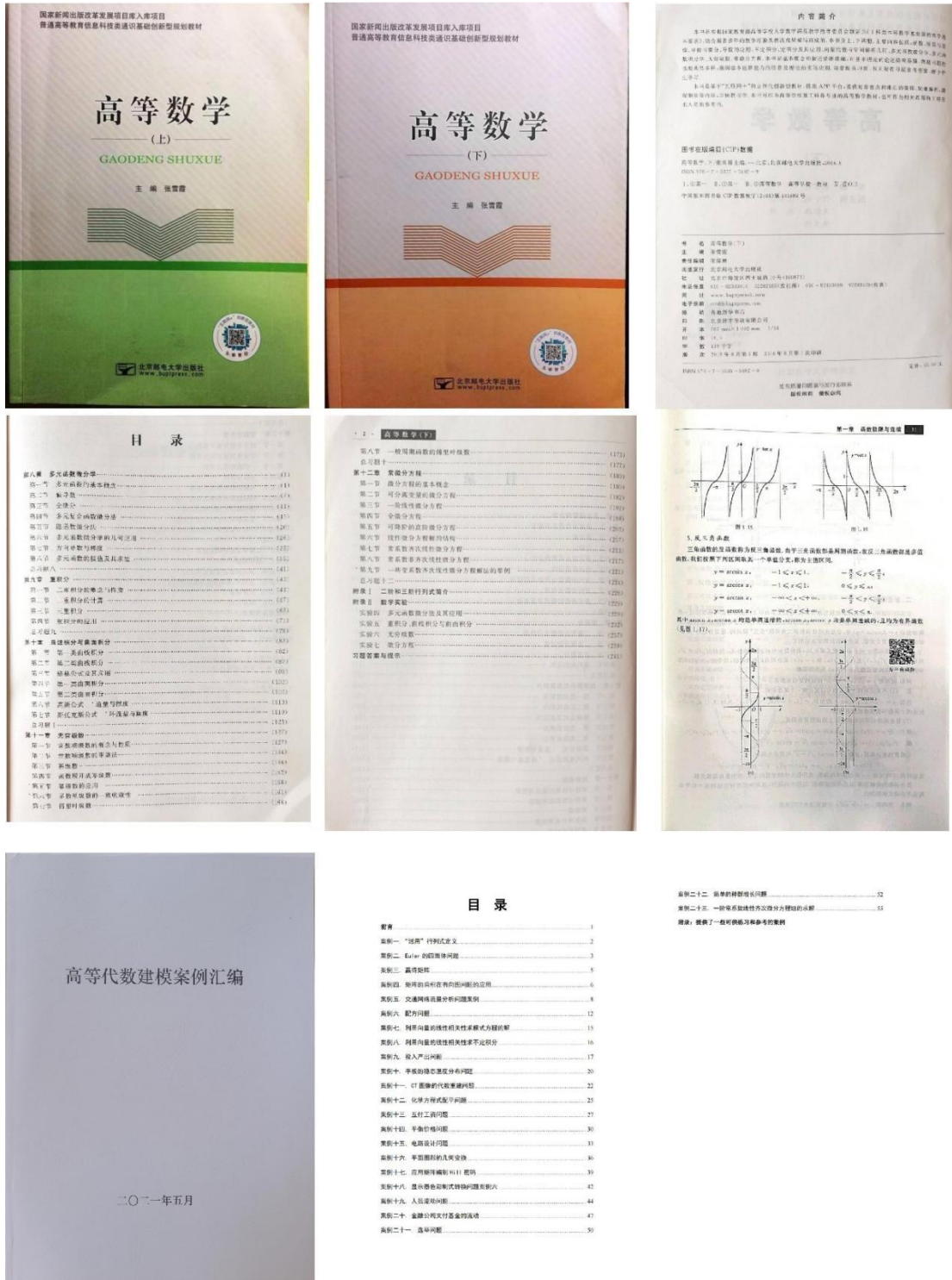


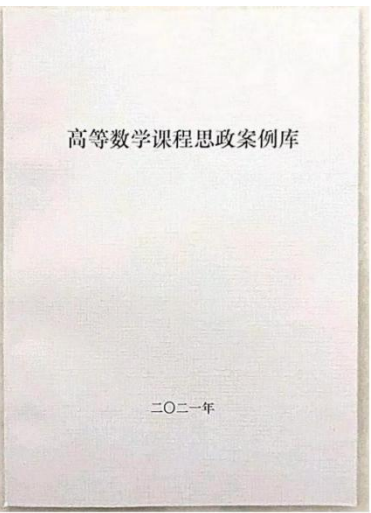
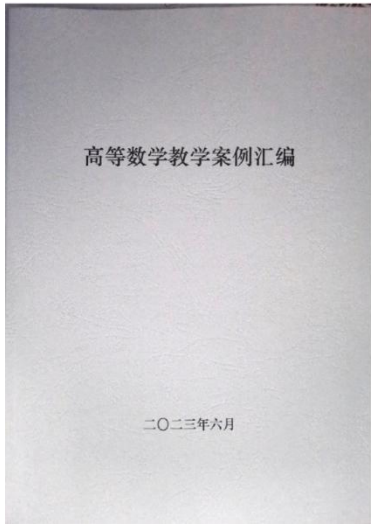
图 1 大学生数学实践创新能力培养模式

在项目实施期间,项目组积极进行教学改革创新研究,对运筹学、数学建模、高等代数、线性代数、概率论与数理统计等专业课和公共基础课进行了项目式教学改革:编写了**建模案例汇编(共2套)**,分别是高等代数案例汇编(共23个案例)、高等数学案例汇编(共173个案例);编写了**融入案例教学和课程思政的教学大纲**(分别是数学建模、运筹学、高等数学、线性代数教学大纲,共4份)、**教案**(分别是数学建模、运筹学、高等数学、线性代数、概率统计课程教案,共5套)、**课件及思政案例库(共2套)**,分别是运筹学(共18个案例)、高等数学思政案例库(共137个思政案例);建立了**功能完善的教学网站(泛雅网络教学平台)**,提供了各课程的教学视频、PPT、电子教案、章节测试题等**教学资源**;构建了**数学建模竞赛培训**的网络平台,赛前对学生以**系列讲座**(分别是:线性规划模型、规划理论与数学模型、线性代数模型、图论与数学模型、EXCEL应用、微分方程模型与LINGO软件、偏微分方程应用、数值计算与数值逼近、微分方程的数值解法、动态优化模型、数据库原理与技术、数据处理、R语言、matlab绘图和插值拟合、统计模型与matlab应用、主成分分析与因子分析、非线性回归分析、Python爬虫、数据可视化、Python数据分析、模糊数学、模拟退火算法、遗传算法、数据降维及竞赛平台使用,共19讲)的形式培训,实行**导师制**。共申报立项项目14项,其中,**教育部产学合作协同育人项目**2项;**山西省教育科学“十三五”规划课题**1项;**山西省教学改革创新项目**5项;**校级教学改革创新项目**6项;**山西省高校科技创新项目**1项。共出版教材1部,发表**教改论文**14篇。在全国大学生数学建模竞赛中,获得国家二等奖7项,省级一等奖5项,省级二等奖16项,其他奖项若干;在2021、2022年“金地杯”山西省大学生数学建模竞赛中,获一等奖5项,

二等奖 28 项，三等奖若干；指导学生参加大学生创新创业项目 22 项；获批校级技术创新团队 1 项，校级优秀教学团队 2 项。

独立成册的成果主要有：





目 录

第一章 函数与极限	1
第1节 函数	1
第2节 极限	5
第二章 导数与微分	10
第1节 导数	10
第2节 微分的定义	13
第3节 微分中值定理	14
第4节 微分的几何意义	17
第5节 函数的极值与最值	18
第6节 微分应用	28
第7节 不定积分	31
第8节 微分中值定理的教学建议	32
第三章 定积分	33
第1节 定积分	33
第2节 微积分基本公式	35
第3节 换元积分法	42
第4节 分部积分法	44
第5节 平面图形的面积	46
第6节 立体的体积	47
第7节 平面曲线的弧长	47
第8节 变力沿直线所作的功	48
第9节 引力与万有引力	50
第10节 高阶导数的计算	52
第四章 多元函数微分学	53
第1节 多元函数的微分	53
第2节 多元函数的极值	56

第2节 微分	78
第3节 方向导数与梯度	79
第七章 多元函数微分学	83
第1节 多元函数的微分	83
第2节 多元函数极值在物理上的应用	86
第八章 微分	88
第1节 多元函数的微分	88
第2节 多元函数的极值	90
第3节 梯度	94

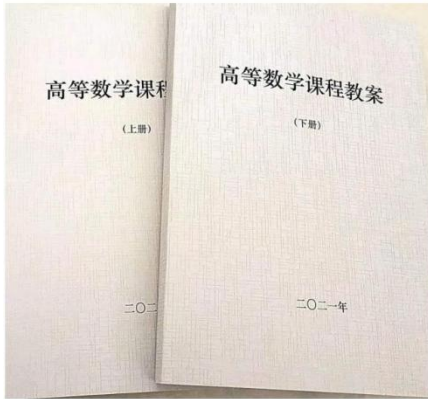
第一章 函数与极限

序号	思政要素切入点	思政目标	思政元素
1	1. 我国自主研发能力日益提高，特别是新能源汽车，像比亚迪的刀片电池、广汽本田的混动系统为行业打样，汽车领域与国外的关系表示为 $y = kx + b$ 。 2. 从大国大流，我们国家展示了强大的军事力量，我们作为中国人很骄傲，那么如何发展高度与发射到我国在国防数学领域与为什么函数？ 3. 身边函数：生活中的水、电费等等，可以简单分析，反对铺张浪费，节能减排。 4. 中国悠久的历史，很博大，中国古代表现出来，中国人精神，中华优秀传统文化，爱国主义精神。	1. 培养学生爱国主义精神，增强民族自信心和自豪感。 2. 培养学生逻辑思维能力和数学应用能力。 3. 培养学生勤俭节约、反对铺张浪费的价值观。	爱国主义、民族自信、逻辑思维、数学应用、勤俭节约
2	1. 数学的起源和发展与古希腊哲学家毕达哥拉斯、欧几里德、阿基米德等密切相关，反映了人类对自然规律的探索。 2. 微积分的发明是数学史上的重要里程碑，为现代科学的发展奠定了基础。	1. 培养学生对数学历史的了解，增强文化自信。 2. 培养学生对科学探索精神的感悟，激发创新意识。	文化自信、科学精神、创新意识

思政要素切入点	思政目标	思政元素
1. 我国自主研发能力日益提高，特别是新能源汽车，像比亚迪的刀片电池、广汽本田的混动系统为行业打样，汽车领域与国外的关系表示为 $y = kx + b$ 。 2. 从大国大流，我们国家展示了强大的军事力量，我们作为中国人很骄傲，那么如何发展高度与发射到我国在国防数学领域与为什么函数？ 3. 身边函数：生活中的水、电费等等，可以简单分析，反对铺张浪费，节能减排。 4. 中国悠久的历史，很博大，中国古代表现出来，中国人精神，中华优秀传统文化，爱国主义精神。	1. 培养学生爱国主义精神，增强民族自信心和自豪感。 2. 培养学生逻辑思维能力和数学应用能力。 3. 培养学生勤俭节约、反对铺张浪费的价值观。	爱国主义、民族自信、逻辑思维、数学应用、勤俭节约

序号	思政要素切入点	思政目标	思政元素
1	1. “运筹帷幄之中，决胜千里之外。”出自《史记·留侯世家》，体现了古代军事家对战略战术的深刻洞察。 2. 运筹学作为一门交叉学科，广泛应用于经济、管理、工程等领域，体现了科学对生活的指导意义。	1. 培养学生对古代军事智慧的感悟，增强文化自信。 2. 培养学生对科学探索精神的感悟，激发创新意识。	文化自信、科学精神、创新意识
2	1. 运筹学的发展与第二次世界大战密切相关，体现了科学在战争中的重要作用。 2. 运筹学在现代社会中的应用越来越广泛，体现了科学对生活的指导意义。	1. 培养学生对科学在战争中的作用的感悟，增强民族自信心和自豪感。 2. 培养学生对科学对生活的指导意义的感悟，激发创新意识。	民族自信、科学精神、创新意识

思政要素切入点	思政目标	思政元素
1. “运筹帷幄之中，决胜千里之外。”出自《史记·留侯世家》，体现了古代军事家对战略战术的深刻洞察。 2. 运筹学作为一门交叉学科，广泛应用于经济、管理、工程等领域，体现了科学对生活的指导意义。	1. 培养学生对古代军事智慧的感悟，增强文化自信。 2. 培养学生对科学探索精神的感悟，激发创新意识。	文化自信、科学精神、创新意识



章节(单元)教案	
第一章 函数与极限	
第二 节 定积分	
课程名称	定积分
课程性质	公共必修课程
学分	3
学时	54
授课教师	王明
适用专业	数学专业
教材	《高等数学》(上册), 同济大学数学系编, 上海教育出版社, 2006年.
参考书目	《微分方程》, 同济大学数学系编, 上海教育出版社, 2006年.
备注	

章节(单元)教案	
第一章 函数与极限	
第二 节 定积分	
课程名称	定积分
课程性质	公共必修课程
学分	3
学时	54
授课教师	王明
适用专业	数学专业
教材	《高等数学》(上册), 同济大学数学系编, 上海教育出版社, 2006年.
参考书目	《微分方程》, 同济大学数学系编, 上海教育出版社, 2006年.
备注	



课程名称		数学建模		总计: 1.5 学时	
课程性质	公共选修课程	学分	3	讲课	1.5 学时
学时	18	实验	1.5 学时		
授课教师	王明				
适用专业	数学专业				
教材	《数学建模》, 清华大学出版社, 2006年.				
参考书目	《数学建模》, 清华大学出版社, 2006年.				
备注					

章节(单元)教案	
第一章 函数与极限	
第二 节 定积分	
课程名称	定积分
课程性质	公共必修课程
学分	3
学时	54
授课教师	王明
适用专业	数学专业
教材	《高等数学》(上册), 同济大学数学系编, 上海教育出版社, 2006年.
参考书目	《微分方程》, 同济大学数学系编, 上海教育出版社, 2006年.
备注	



课程名称		线性代数		总计: 4.5 学时	
课程性质	公共必修课程	学分	3	讲课	4.5 学时
学时	18	实验	0		
授课教师	王明				
适用专业	数学专业				
教材	《线性代数》, 清华大学出版社, 2006年.				
参考书目	《线性代数》, 清华大学出版社, 2006年.				
备注					

章节(单元)教案	
第一章 函数与极限	
第二 节 定积分	
课程名称	定积分
课程性质	公共必修课程
学分	3
学时	54
授课教师	王明
适用专业	数学专业
教材	《高等数学》(上册), 同济大学数学系编, 上海教育出版社, 2006年.
参考书目	《微分方程》, 同济大学数学系编, 上海教育出版社, 2006年.
备注	



课程名称		运筹学		总计: 1.5 学时	
课程性质	公共选修课程	学分	3	讲课	1.5 学时
学时	18	实验	0		
授课教师	王明				
适用专业	数学专业				
教材	《运筹学》, 清华大学出版社, 2006年.				
参考书目	《运筹学》, 清华大学出版社, 2006年.				
备注					

章节(单元)教案	
第一章 函数与极限	
第二 节 定积分	
课程名称	定积分
课程性质	公共必修课程
学分	3
学时	54
授课教师	王明
适用专业	数学专业
教材	《高等数学》(上册), 同济大学数学系编, 上海教育出版社, 2006年.
参考书目	《微分方程》, 同济大学数学系编, 上海教育出版社, 2006年.
备注	

部分课程网站开放式教学资源使用截图如下：



申报立项的各类教学改革项目有：

项目名称	项目来源	立项时间	经费 (万元)	负责情况
高等数学混合式“金课”建设及实践研究 (201901044027)	教育部产学合作协 同育人项目	2019	3	主持 完成
高等数学云课程资源建设和实践 (201801123001)	教育部产学合作协 同育人项目	2018	1	主持 完成
《矩阵理论》在线开放课程资源建设 (2018JG75)	山西省教育厅	2018	2	主持 完成
融入课程思政的高等数学课程混合式 教学改革与实践 (J2020319)	山西省教育厅	2020	0.7	主持 完成
基于研究性教学的大学生实践创新能 力的培养 (J2020319)	山西省教育厅	2020	0.7	主持 完成
基于网络平台的混合式教学模式的实 践研究—以线性代数课程为例	山西省教育厅	2021	1	主持 在研
课程思政下《高等代数》教学模式的 研究与实践	山西省教育厅	2022	1	主持 在研
2021 年度“1331”工程重点创新团队建 设计划项目	校级	2021	3	主持 在研

应用统计学与 R 语言应用	校级	2022	1	主持完成
线性代数混合式教学的研究与实践” (Jg202045)	校级	2020	1	主持完成
基于“慕课+翻转课堂”的高等代数教学中学生自主学习能力的培养 (Jg202043)	校级	2020	1	主持完成
基于研究性教学的大学生科研能力的培养(Jg201914)	校级	2019	1	主持完成
“课程思政”视野下《数学分析》课程教学改革探讨 (Jg201920)	校级	2019	1	主持完成
微时代下碎片化学习微资源的建设与应用 (GH—16107)	山西省教育科学“十三五”规划课题	2016	3	参与完成

二、成果主要解决的教学问题及方法

1. 成果主要解决的教学问题

(1) 学生理论转化实践能力较弱，如何顺应时代发展，在不断夯实基础知识的同时，持续改进，培养学生解决问题的思维能力和综合能力；

(2) 学生创新意识淡薄，如何借助竞赛平台，提升学生的实践创新意识；

(3) 学生主动探究兴趣不高，如何构建新的育人模式，渗透数学建模思想，在激发学生挑战欲的同时，提高学生的参与度与主动性，培养其探究能力。



图 2 大学生数学实践创新能力的提升

2. 成果解决教学问题的方法

(1) 厚实基础，深度融合，将建模案例引入课堂教学，渗透数学建模思想，将“学数学”变为“做数学”，开展多维度、多层次的系列课程改革

针对新工科专业要求学生具有创新创业精神、跨学科交叉融合和自主终身学习意识的特点，对公共基础课、专业核心课和专业方向课展开多维度、多层次的“案例教学”和“课程思政”的项目式教学改革，实现数学分析与高等数学、高等代数与线性代数、数学建模与运筹学课程一体化建设，跨专业深度融合，多学科思维融合，结合学生需求，夯实基础知识，因材施教，配置不同专业、不同层次、不同深度的案例体系，培养学生解决问题的思维能力。

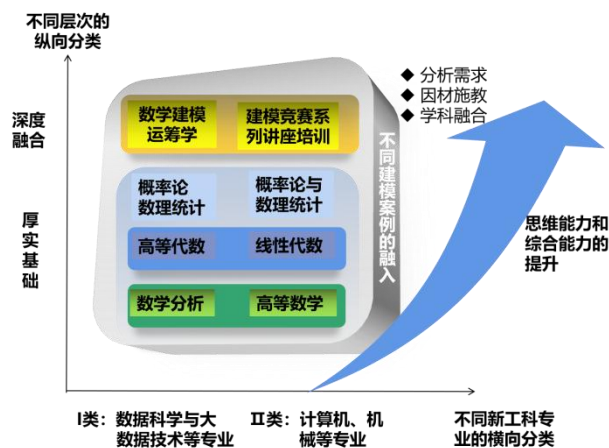


图 3 多维度、多层次的系列课程一体化建设

项目组定期开展教研活动，加入了全国高等数学虚拟教研室，邀请各专业教师深度探讨，以问题为导向，搜集和制作适合不同学科不同专业的建模案例，结合专业背景，与专业教师共同编写建模案例库。定期组织教学观摩，研究如何将数学建模的方法融入相关实际案例，并补充建模案例到例题和习题中，充分调动学生的积极性，降低抽象理论的难度，以数学建模的思想和方法为突破口，增加应用实例，提高学生的参与度，培养其探究能力。

(2) 教赛结合，构建了“三级三段”建模竞赛模式，提升学生实践创新意识和能力

建立实践创新基地，出台数学建模竞赛管理办法，成立数学建模协会、数学建模委员会，构建了“三级三段”数模竞赛模式，达到了以赛促教、以赛促做、以赛促学、以赛促改的目的。于2020年12月26日举办了校级首届数学建模竞赛，积极鼓励并指导学生参加校级、省级、国家级数学建模竞赛，规模逐年壮大（由最初不到10队到2023年的98支队伍）；为确保参赛学生的备赛质量，团队在泛雅网络超星平台创建了“数学建模竞赛培训”课程，成立导师制，赛前培训，赛中检验，赛后提升，培养锻炼学生勇于挑战和不断创新的精神！

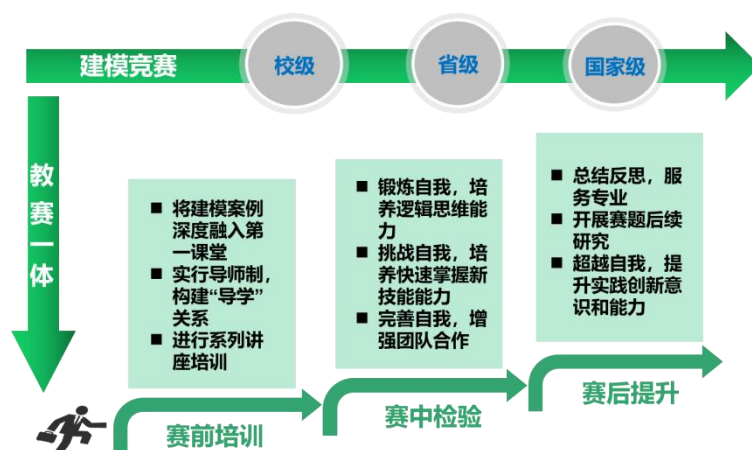


图4 “三级三段”建模竞赛模式

(3) 多元协同，构建“三位一体”育人模式，培养学生探究能力

以育人为根本，以课程体系改革，师资队伍和实践创新基地建设为载体，厚基深融，教赛结合，构建“三位一体”育人模式，开展融入建模案例的项目式教学和“问题+专题+课题”的研究性教学，改变传统的教学方法和教学手段，真正实现线上线下融合互补的混合式教学。通过将数学建模的思想方法融入各科教学中，激发学生从被动变主动、从浅层学习向深层学习转变，激发学生的挑战欲，提高学生的学习主动性，进而锻炼学生自主解决实际问题的探究能力。



图 5 多元协同，“三位一体”育人模式

三、成果的主要特色和创新之处

(1) 多辐射，深渗透，多维度多层次一体化建设，实现教学方法创新

项目组鼓励各学科各专业教师开展研究性教学，开展系列课程项目式教学改革，坚实数学基础，为学生综合素质的培养打下了基石，全方位支撑新工科内涵式的发展。涉及新工科专业公共基础课《高等数学》、《线性代数》、《概率论与数理统计》；数据科学与大数据技术

专业《数学建模》、《高等代数》、《数学分析》、《运筹学》等 17 门课程改革。辐射面广，全面加强专业、教材和课程体系建设，着力推动“课堂革命”，着重学生实践创新能力的培养。

目前大多数大学数学教材内容都是以理论为主，涉及应用方面的问题很少，为了弥补这一缺陷，在理论教学过程中，合理设计教学内容，深挖课程实践案例和思政元素，推动“课程节节有案例，教师人人讲育人”，利用数学建模的方法融入一些相关实际案例和应用，激发学生的学习兴趣，使学生注意力保持在教学活动中、沉浸在教学场景中，使学生真正实现从被动学习向主动学习的转变；并补充一些建模案例到例题和习题中，这样不仅丰富教学内容，增强了学生求知欲，又使学生尽早了解了数学建模是用数学来解决实际问题的全过程，同时也为学生参加大学生数模竞赛提早做了准备。实现家国情怀熏陶，引导学生报效祖国、勇攀数学高峰。

(2) 立体化，构建三位一体创新能力提高体系

以数学建模竞赛为载体，探索“教赛一体”的教育教学改革方案。为解决数学建模教学在课程设置、教学资源建设、学生素质能力和教师团队建设等方面的问题，项目组将全国大学生数学建模竞赛赛前培训与竞赛核心课程建设统筹研究，建立“教赛一体-导师制-系列讲座”立体化创新能力提高体系。结合导师制聘请各专业教师为指导教师，推行培优行动，立体化培养学生的实践创新能力。

(3) 知行合一，实现教学模式创新

知行合一，紧紧抓住“研究”“实践”这两个关键词，通过开展“问题+专题+课题”的研究性教学的实施，倡导以学生为主体的人才

培养与实践性学习的教学改革，建立以问题和课题为核心的线上线下混合式教学模式，强化实践教学，使学生在日常的课堂学习中就得到科学研究、发现问题的初步训练，逐步形成优良的创新创业氛围和文化，推动数学教学改革与应用型人才培养，提高学生的探究兴趣，培养学生的探究能力。

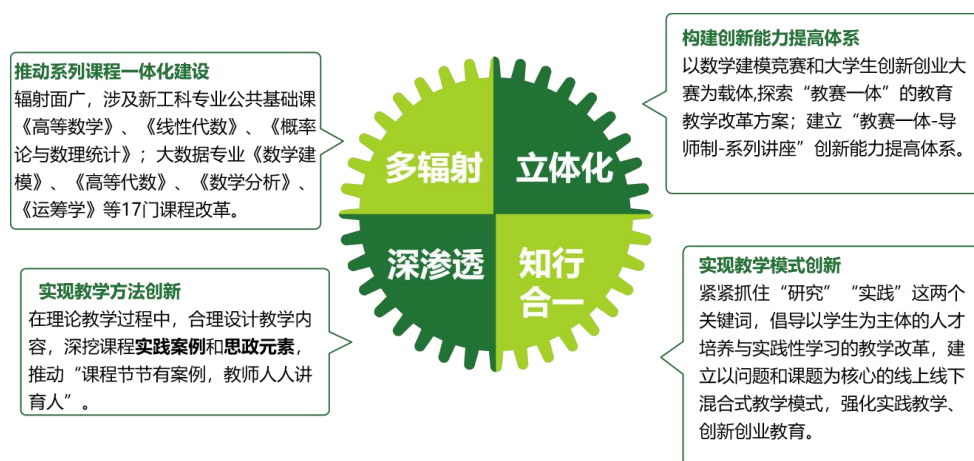


图 6 成果的创新点

四、成果的推广应用效果

本成果已在 4 届学生中进行了推广应用，成果应用有深度，有广度，有重点、有突破，可复制。

(1) 课程建设发展迈上新台阶。

数学与应用数学、信息与计算科学专业获批为校级**一流专业建设点**；《高等数学》课程获批**山西省高等学校精品共享课程**、**山西省普通本科教育课程思政示范课程**；“数学建模融入高等代数教学实践与推动数学教学改革”获**山西省教学成果奖一等奖**；“线上线下融合互补，资源共享，高等数学金课建设与实践”获**山西省教学成果奖二等奖**；使用网络教学平台，使课程的信息化建设更上了一个新的台阶。

(2) 教师队伍建设获得新进展。

项目实施以来，建立了实践创新基地，成立了**数学建模委员会、创新创业委员会**；数学建模团队被评为**校级优秀教学团队**；有3名教师晋升为副教授；项目组负责人获得了**省级教学名师、山西省三晋英才——拔尖骨干人才**光荣称号；项目组2名成员获**校级三育人先进个人称号、优秀教师荣誉**；在“课程思政”教学竞赛中荣获**二等奖、获首届教学设计竞赛三等奖、多媒体课件制作竞赛三等奖**；荣获**第二届优秀教学二等奖、中青年教师教学基本功竞赛一等奖**；团队成员发表**科研论文40余篇，教改论文10余篇**，其中包括被SCI收录、**国家级中文核心期刊发表等**；申报**省、校级教学、科研项目13项**；参与**山西省重点实验室建设项目1项**；**团队规模日益壮大**，现已有26名数学建模团队的教师参与到了教学研究与教学实践中。



图7 项目组成员部分获奖奖状

(3) 人才培养质量得到新提升。

项目覆盖面广，逐步辐射到全校各专业，学生的实践创新能力显著提升。在全国大学生数学建模竞赛中，获得国家二等奖7次，省级一等奖5次，省级二等奖16次，其他奖项若干；在2021、2022年“金地杯”山西省大学生数学建模竞赛中，获一等奖5项；二等奖28项；三等奖若干；学生参加大学生创新创业项目22项；从近四届学生毕业论文选题来看，有75%的学生倾向于实际问题的选择，能运用所学理论知识，通过建立数学模型，运用所学的数学软件等工具对模型进行求解，检验，并解释实际问题；学生考研积极性高，数学与应用数学专升本1801班的29#a106宿舍的6名同学分别考取了兰州理工大学、山西师范大学、西安理工大学、河北工业大学、中北大学等知名院校，被评为考研学霸宿舍。并有多名优秀学生顺利升入更高学府，攻读博士学位。



图8 部分学生建模获奖奖状



图9 部分优秀毕业生

(4) 成果实施成效广受好评。

项目组负责人担任太原学院教育学校外指导专家，受邀进行了太原学院“2022届、2023届毕业论文选题”指导和论证；“数学与应用数学专业人才培养方案”论证；“2021版OBE教学大纲修订”论证；指导数学系专业建设、点评“课程思政进课堂、全院磨课讲金课”活动；进行“新工科背景下数学建模思想融入数学课程的实践”和“教赛结合——大学生数学实践能力培养模式创新与应用”讲座，交流并推广本成果，收效显著。

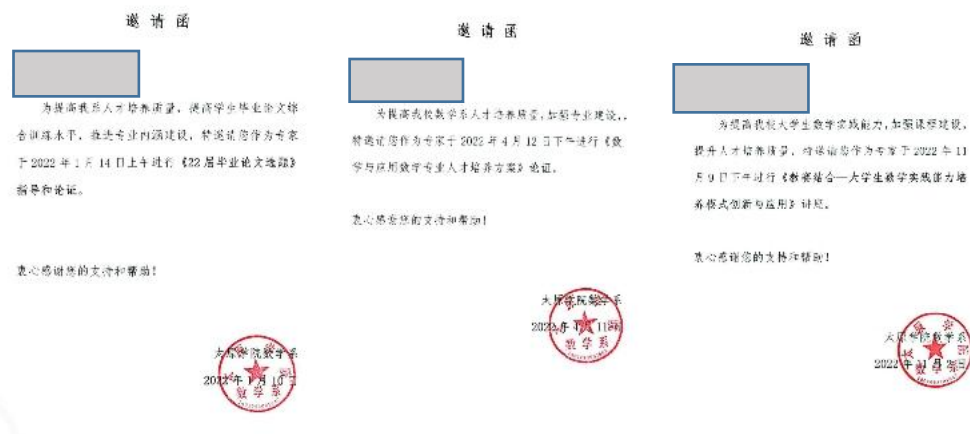


图10 项目组负责人受太原学院邀请

