

职业教育数学教学现状统计分析与改革实践研究

黄美兰, 钟德光, 魏东平*

深圳职业技术大学 应用数学研究中心, 广东 深圳 518055

摘要: 高等数学课程适应性的持续提升是职业教育的应有之义。文章通过开学问卷, 收集所任教学生的基本情况, 统计分析职业院校学生特点。同时, 对理工科专业的工程应用数学教学改革内容进行要素分解, 形成教学模式、课程思政、课程内容设计、课程外延四个维度。具体改革措施为: 整合专业特色教学案例, 形成数专融合知识模块的重构; 创新课堂教学模式, 并通过课程思政元素提升思政育人能力; 开展赛教结合、岗证结合及工学结合等实践教学拓展。通过系列教学改革, 课程着力于构建“专业融合-项目实施-思政教育-能力拓展”的工程应用数学教学闭环, 并最终建立起新的教学范式。

关键词: 学情分析; 课程改革; 数专结合; 教学实践

Research on the Current Situation and Reform Practices of Mathematics Teaching in Vocational Education

Huang Meilan, Zhong Deguang, Wei Dongping

Institute of Applied Mathematics, Shenzhen Polytechnic University, Shenzhen, Guangdong 518055

Abstract: The continuous enhancement of the adaptability of higher mathematics courses is an essential requirement for vocational education. This study utilizes an opening questionnaire to gather basic information about the students being taught and analyzes the characteristics of students in vocational colleges. Additionally, the content of teaching reform in engineering applied mathematics for science and engineering disciplines is broken down into four dimensions: teaching models, integration of ideological and political education, course content design, and course extension. Specific reform measures include: integrating profession-specific teaching cases to reconstruct knowledge modules that blend mathematics and specialized subjects; innovating classroom teaching models while incorporating elements of ideological and political education to enhance moral cultivation capabilities; and expanding practical teaching through initiatives such as competition-integrated teaching, the combination of work and certification, and work-study integration. Through this series of teaching reforms, the course aims to establish an engineering applied mathematics teaching loop encompassing "professional integration, project implementation, ideological education, and capacity development," ultimately creating a new teaching paradigm.

Keywords: student analysis; curriculum reform; integration of mathematics and specializations; teaching practice

引言

《职业教育提质培优行动计划(2020—2023年)》^[1]《关于推动现代职业教育高质量发展的意见》^[2]及《中华人民共和国职业教育法》^[3]等多部职业教育文件强调了专业体系与课程教学质量的重要性, 明确提出要重视职业教育的科学技术研究、教材和教学资源开发, 积极推进职业教育信息化建设与融合发展。加强专业与课程的深度融合, 确保教材贴切时效, 促使课程的多样性与知识的实用性, 已经成为新时代教育新要求。目前, 高等数学作为理工科专业的前导课程, 在与专业学科应用融合上存在不充分、不到位现象。应用背景形式化、概念抽象化的特点, 使得高等数学在职业教育体系中存在外联性不足, 与专业学科形成壁垒的局限。在课程转型和变革浪潮中, 如何紧跟职业教育发展趋势和社会需求, 加速高等数学内容体系中融合行业新技术、新工艺、新规范, 是今后职业教育中高等数学的教学改革重点和发展趋势。

项目来源:

深圳职业技术大学教研课题“融合专业的工程应用数学改革与研究”(编号: 7023310207), 主持人: 魏东平;

深圳市教育学会“十四五”规划教育科研课题“跨学科视角下工程应用数学教学改革与实践研究”(编号: YB2023038), 主持人: 黄美兰;

作者简介:

黄美兰(1996—), 女, 广东梅州人, 深圳职业技术大学助教, 硕士, 研究方向: 稳健统计、数学教育;

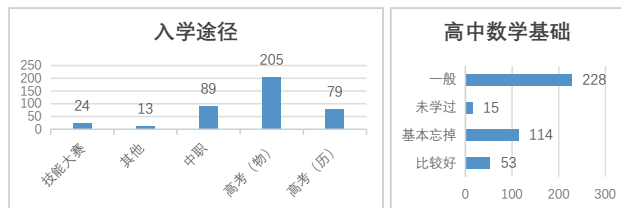
钟德光(1989—), 男, 广东深圳人, 深圳职业技术大学讲师, 博士, 研究方向: 基础数学、竞赛数学;

魏东平(1980—), 男, 广东深圳人, 深圳职业技术大学副教授, 博士, 研究方向: 职业技术教育, 通讯邮箱: wdp@szpu.edu.cn.

一、职业教育的高等数学教学现状

(一) 生源、数学基础差异化

职业院校生源多元化，涵盖中职、技能竞赛和高考等多渠道升学方式，学生间知识水平差异较大，部分学生数学基础薄弱。在任教的2024年12个班级共441份有效开学问卷调查显示：

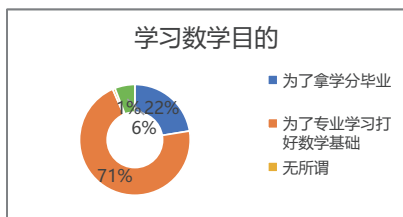


> 图1 入学途径和高中数学基础问卷数据分析

约25%的学生为中职及技能大赛渠道升学，约30%的学生基本忘掉或未学过高中数学基础（如图1）。在多元化教育背景及多水平基础的学情下，数学课堂教学水平覆盖面需要扩大，课程教学实施的难度较大。在多样化交互式学习的教育新趋势^[4]下，充分利用信息化手段，丰富课堂形式，开展分层教学活动，降低教学难度，提升教学效果。

(二) 数专结合，实践导向

高等数学在高等院校作为基础课程，在课程建设的不断优化迭代中，已经建立了相对完善的课程体系和知识框架。相较之下，职业院校的高等数学起步较晚，培养目标则更侧重于技术能力的培养，以“适度、够用”为原则^[5]。通过分析人才培养目标，探究学生学习数学的目的，挖掘两者关联。在441份问卷调查中关于学习数学目的问卷结果如下：



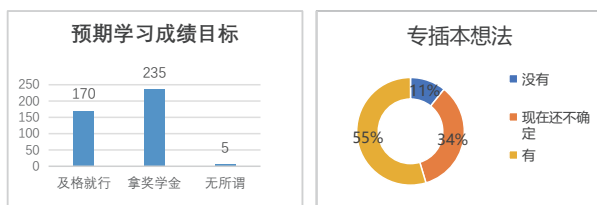
> 图2 学习数学目的的问卷数据分析

约71%的学生希望所学数学能够辅助专业的学习（如图2），学习意愿大体上与培养目标相符。而理论化的高等数学教学与学生实践需求不匹配，学生学习容易陷入“效率差、兴趣弱、参与低”僵局。因此，优化职业院校高等数学教学内容，打通理论与实践通道，培养解决问题能力，使学生掌握数学在专业领域的实际意义，提高学生的学科综合能力是课程改革的重中之重。

(三) 学习动力差异化，有升学需求

职业教育学生的学习主动性和学习需求呈现出多样化特征，与其未来职业规划、升学意向以及个人发展目标密切相关。学生的学习主动性和需求既受到内在动机的驱动，也受到外部环境的影响，能够直接影响学生学习效果。通过上述开学问卷的调查分析发现，学生的学习动力存在差异，结果如下：

约53.3%的学生明确将获得奖学金作为学习目标，有55%的学生表示有专插本（升学）意向（如图3）。有拿奖学金和专插本想法的学生在数学课程学习上更加主动、课堂参与度较高和学习



> 图3 预期学习成绩目标和专插本想法问卷数据分析

效果理想，而另一部分学生的内驱动力较弱，更多依赖教师的推动。在教学实践中，需要针对学生的差异化特征，实施多元化的教学策略，激发学生学习兴趣，满足其多样化需求，从而提高数学课程的教学效果和学生的学习体验。

二、课程教育理念支撑

(一) STEAM教育理念

新工程教育提倡建立多学科融合的新工程体系。在这背景下，STEAM教育理念正是倡导“知识跨界，场景多元，协同增效”的多学科融合的综合教育性理念。通过促进工程、艺术、数学等学科间的互通互联，搭建学科桥梁，挖掘学科交叉点，协同搭建知识体系框架^[6-7]。在中国，该理念还被赋予“产教融合、引企入教”指导功能。STEAM教育理念通过促进工程、艺术、数学等学科间的互通互联，搭建学科桥梁，挖掘学科交叉点，协同搭建知识体系框架。在基于STEAM教育理念的数学拓展课程设计^[8]中，体现了多维特征的教学内容，并通过实践验证了这种教学的有效性。

(二) OBE教育理念

建构主义理论强调知识的自我建构过程，聚焦学生的个体发展和学习需求，重视培养学生独立思考能力。相似地，成果导向教育（Outcomes-Based-Education, OBE）理念^[9-10]是以学生学习成果输出导向，规划课程理论教学、实践教学及支撑条件，计划实施整个教学过程，并注重学习成果考核和课程延伸拓展的教育模式^[11]。基于这一理念，马国勋^[12]提出“成果导向、任务驱动、闭环改进”的高职课程教学模式。在OBE理念指导下，教育界愈加关注学生学习成果和能力培养方面，对教育事业进行了改革和创新。学校则根据学生的发展水平和行业人才需求导向，制定专业人才培养计划。这种以学生为中心的教育模式不仅有助于提高学生的学习效果，更好地满足社会的人才需求。

(三) STEAM-OBE教育理念

OBE教育理念正好契合STEAM教育理念主张的多学科融合、协同增效的综合教育观。通过结合OBE成果导向教育，一定程度上解决STEAM的知识层面泛化的困境。STEAM-OBE教育理念（STEAM和OBE教育理念相结合）能够让学生在专业背景下，明白学什么，达到什么层次，使得学习更有方向性。在该理念指导下，高等数学学科课程组在课程教学设计时，需研究所教学的专业岗位需求，结合专业背景，拆分课程内容，融合专业要素和高等数学理论体系，建构学生的新知识和生长新技能。教育者也能够更加精准地了解学生的学习需求和实际能力水平，将学生的实际需求置于教学的核心位置，使教育内容更贴近实际职场需求，从而能够有效实现精准育人。

三、课堂教学模式实施方案

(一) 创新启发式教学法

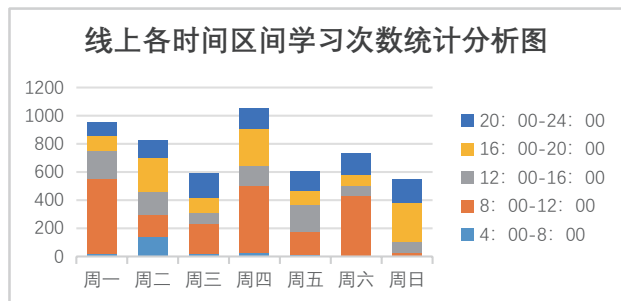
启发式教学法作为常用课堂教学方法，强调“学生主体、教师主导”地位。教师根据教学目标，启发学生自主发现、思考和解决问题，引导学生自主构建知识。这种方式既能够避免学生学习的盲目性，又培养了学生的自主学习意识。然而，在实际的课堂教学中，启发式教学法容易被形式化，通过创设基于数学知识推导的问题情境引出知识点，学生难以从中将问题具象化，产生认知障碍，达不到预期课堂教学效果。

基于以学生学习成果为导向，多学科融合的 STEAM-OBE 教育理念，我们对传统的启发式教学法进行了创新。以高等数学和专业所需知识的掌握为导向，在问题情境设置中，结合学生的专业背景，创设专业应用场景，将高等数学课堂教学问题置于项目式教学的框架下，融合高等数学和专业学科，构建相应的专业项目模块。通过设置项目任务，逐步解决项目的难点，引导学生逐步探索学习数学知识。这种创新的启发式教学法将专业背景项目作为知识内容的载体，以任务驱动教学进程，更好激发学生的学习兴趣，活跃课堂氛围。

(二) 线上+线下混合式教学

STEAM-OBE 教育理念强调要达到学生学习成果，需要考虑实践教学及支撑条件。实施数字化赋能，以课程建设为抓手，以金课平台为载体，通过“线上+线下”结合方式，重点突出课程特色。在“金课建设”中，《工程应用数学》金课制作完成并上线到 istudy 平台使用，通过细分课程体系，形成“学—练—做—展”的教学架构，其中包括教学视频、课件、章节测试、习题库及开放式讨论题等的全链条、全覆盖、全配备素材。线下，课程组教师通过设置项目式导向，引导学生结合金课内容，预先观看涵盖教学重难点的微视频，通过任务驱动，完成相应教学任务。采用“线上+线下”混合式结合，我们在线上发布任务，布置相应的练习，并设置单元测试，以及创建试题库，同时也设置开放式讨论，以便学生能够相互交流和学。通过收集学生的线上学习信息，我们能够进行学情分析，及时了解学生的学习状况，从而实现线下教学时依据学生实际学习情况调整教学策略，更好地满足学生的学习需求。打造适应于数字化时代的工程应用数学教学范式。

通过跟踪分析 2024 年《工程应用数学》（智能制造类）机械 1、2 班共 87 名学生的 istudy 线上学习数据。按区间分析，学生在各天的学习频次数据统计如下：



> 图4 线上各时间区间章节学习次数分析图

从数据分析表看出学生主要在线时间上午的 8:00-12:00，这个时间段是课程上课时间，从中可以看出线上+线下的教学模式，能让学生突破时间和空间的限制，充分利用课程线上资源学习《工程应用数学》，课程整体的线上资源率较高。

四、课程教学实践

(一) 课程思政教学

课程思政在当前教育环境中具有重要意义，能够贯彻立德树人教育任务，突出课程特色，培养学生的数学素养，传递数学思想。学生学习不仅是理论知识的掌握，更是思维逻辑、价值观念的培养，将思政元素融入课程教学恰能体现以学生为主体，协同增效的 STEAM-OBE 教育理念。在融合专业的《工程应用数学》建设过程中，深入挖掘数学中内涵思政元素，将思想政治教育融入课程教学，既能帮助学生了解数学背景、数学理论及数学故事等，激发学生的求知欲、探索欲，让学生了解到专业与数学的关联性，提高学生对数学学科的认同感。还能通过课程思政，以严谨、科学的学科思维模式，引导学生树立正确的科学观和价值观。

在课程设计中，我们精心设置了四个章节，共包含 37 个课程思政内容。每个章节中，我们挖掘了 3-17 个思政元素（如下表 1）。课程思政内容包括数学发展背景，理清相关数学知识体系的来龙去脉，激发学生求知欲；数学学科与其他学科交叉应用案例，突出专业学习的同时学好数学的必要性；数学相关故事，增强数学的趣味性等。通过一系列的课程思政教学旨在引导学生在学习工程应用数学的同时，思考数学背后的价值观和社会责任感，培养他们积极向上的人生态度和精神风貌。

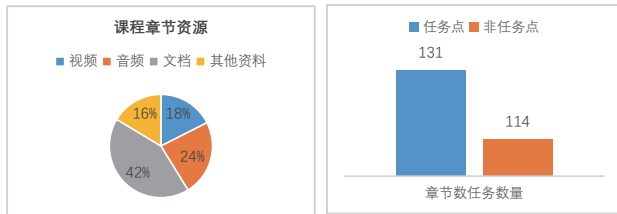
表 1 《工程应用数学》（智能制造类）课程思政数量分布表

课程章节思政元素数量统计（共 37 个）				
要素	函数与极限	导数微分	积分	常微分方程
背景	8	4	3	3
拓展知识	2	2	0	0
数学家	6	1	6	0
应用	1	1	0	0

(二) 课程内容设计框架

以专业应用为背景，挖掘数学要素，以任务驱动的模式引导学生积极参与教学。将《工程应用数学》每个模块设计为专业案例驱动的学习过程。课程主要分为三个板块：基础知识板块、能力提升板块以及计算软件实现设计。

基础知识板块注重学生的概念理解和掌握；能力提升板块通过实例和练习提升学生的问题解决能力和数学思维水平；计算软件实现设计板块引入现代计算软件，让学生通过实践操作将数学知识应用于解决实际工程问题。同时，我们设计了半开放的讨论环节，鼓励学生提出问题、分享见解，并与同学共同探讨数学与专业之间的联系，以促进更深层次的理解和应用。



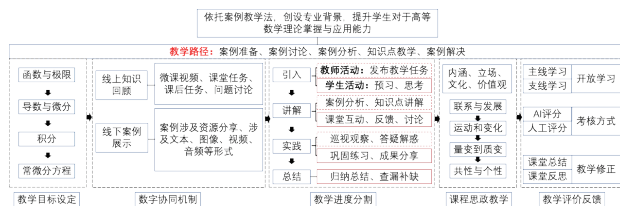
> 图5 线上课程内容资源统计

统计已上线的 istudy 线上的《工程应用数学》课程资源（如图5），共创建了视频、音频、文档和其他材料四种不同形式的文件资源，并在课程知识点布置了245个线上教学活动，包括任务点131和非任务点114个。

（三）课程内容设计教学实践

1. “案例导向式”课程设计

STEAM-OBE教育理念强调搭建学科交叉点，构建多维特征教学内容的知识体系。《工程应用数学》作为理工科学生的专业基础课，不仅要为专业学习理论基础奠基，衔接后续课程，还要确保教学具有针对性，最大限度降低教学难度，建立长效机制。案例教学作为重要枢纽，能够通过真实案例厘清抽象理论与实际问题要素，浅化难点、焦点，强化应用实效。在融合专业的《工程应用数学》的整体案例教学具体流程思路（如图6）：



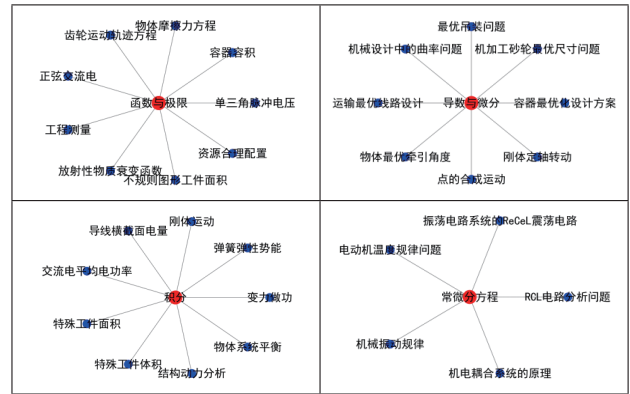
> 图6 案例教学法教学路径

以机械专业的第二章“导数求最值”课程案例教学为例。我们将机械专业中制作符合要求的机加工砂轮零件应用情景创设为利用导数求最值问题。课前，教师在 istudy 上发布机加工砂轮案例，要求学生阅读并查阅相关资料，同时发布预习导数计算最值方法的任务；课中，先让学生开展小组讨论并分享学习成果，再总结点评学生结论，通过引领学生研讨并分析机加工砂轮案例，拆解任务目标，落实到导数求最值的知识点教学，学生通过掌握、练习和巩固导数求最值方法后，解决课前发布案例问题，在课后拓展中，让学生设计满足不同需求的机加工砂轮最优方案。

在《工程应用数学》课程建设中，课程内容主要分为函数与极限、导数与微分、积分和常微分方程四个模块。每个模块根据专业的背景，精心收集了相应的专业教学案例，以确保案例与专业知识的紧密联系。如下图所示：

函数与极限章节：单三角脉冲电压、容器容积、物体摩擦力方程、齿轮运动轨迹方程、正弦交流电、工程测量、放射性物质衰变函数、不规则图形工件面积（曲边梯形面积）和资源合理配置。

导数与微分章节：容器最优化设计方案、机加工砂轮最优尺寸问题、最优吊装问题、机械设计中的曲率问题、运输最优线路设计、物体最优牵引角度、点的合成运动（凸轮机构、曲柄机构速度与加速度）和刚体定轴转动（汽油机制动时间、平行四连杆速度与加速度）。



> 图7 章节案例关键词网络图

积分章节：变力做功、弹簧弹性势能、刚体运动（转动惯量）、导线横截面电量、交流电平均电功率、特殊工件面积（平面图形面积）、特殊工件体积（旋转体）、结构动力分析和物体系统平衡。

常微分方程章节：RCL电路分析问题、振荡电路系统的ReCeL 震荡电路、电动机温度规律问题、自然界与工程技术的机械振动规律（升降机的拉力问题、汽车弹簧的减震、惯性测振仪器原理、发动机带粘性的振动规律）和机电耦合系统的原理。

2. “项目导向式”课程设计

在 STEAM-OBE 教育理念指导下，融合专业的《工程应用数学》改革以构建学生知识、技能新生长点为学习目的，通过规划课程教学内容，以场景多元化的项目实验为载体，进行项目化课程设计延伸。“项目教学”应用于《工程应用数学》教学的基本思路：根据学生专业的领域应用，以专题项目为单元设置教学情景，通过梳理分析，逐层拆解项目重难点，将项目实现落实到相应数学基础知识的学习上。通过具有挑战性和开放性的项目化任务驱动，让学生从中发现问题，提出问题并解决问题。教学中的项目设计原则应遵循：项目与教学内容结合；教学理论与实际技能结合；能够进行知识迁移。选取课程中的可实施进行实施的项目式教学内容如下：

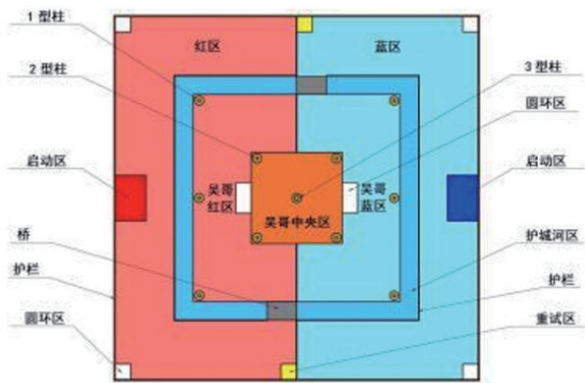
项目实验：数学之旅——全国大学生机器人大赛（<2023 ROBOCON>“吴哥之花”）

实验说明：随着第四次工业革命的到来，以人工智能为背景的机器人研究正蓬勃发展，而机器人中的零件制作及机器人系统都离不开数学的应用。整个机器人系统是由众多子系统函数表示而成的复杂系统。系统内含的数学理论越精确，机器人系统越灵敏。这个项目中涉及的数学分支有：微积分、常微分方程、几何学及线性代数等。具体内容包括函数的表示，曲率的计算、常微分方程求解等。通过任务驱动，完成相应的项目内容，掌握其的数学内容。

实验项目：挖掘 <2023 ROBOCON>“吴哥之花”的数学知识元素。

实验要求：1.根据机器人特性，挖掘内含数学表达式，并根据具体要求分析机器人状态；2.制定机器人运动路径。

任务一：机器人转动可以看成刚体的绕定轴转动，描述刚体转动位置的方程称为转动方程。求解机器人原地转动时的转动方



>图8 <2023 ROBOCON>“吴哥之花”比赛场地示意图

程、角速度和角加速度。

任务二：分析转动时机器人上某处的运动。

任务三：机器人平面移动可看作刚体平面运动，分析机器人移动时某处的速度、加速度。

本项目从2023年全国大学生机器人比赛的赛题入手，涉及的数学内容包括：函数、极限、导数，点的曲线运动，刚体的定轴转动等。通过实际应用的案例，将机器人在比赛中的场景表现转换成高等数学中函数、极限及导数等知识框架教学场景，通过项目任务解决掌握数学知识，使学生能够对自身需要掌握的知识目标有更清晰地理解。项目化课程设计教学引入专业赛事拓宽了学生视野，调动起学习的热情，用更直观前沿的案例呈现，使得教学环节更加生动形象，培养学生运用数学知识到实践中，实现在做中学，在学中做。

进一步地，在后续常微分章节的教学中，同样可以引用这一比赛场景，依据比赛规则，制订投掷运动轨迹，将这一场景转化为数学知识：用一组常微分方程控制机器人运动的框架。通过建立常微分方程，求解常微分方程设置项目任务，实现常微分方程在职业教育中所需的知识体系教学过程。

（四）“岗课赛证”课程外延

数字化时代下，未来产业“小而精”的生产实践工作模式，

激发信息技术、创新能力、学习能力等素质的复合型人才需求。面对交叉融合、跨界联通及复杂系统性等特点的就业前景，遵循着中国式“产教融合”的STEAM-OBE教育理念，《工程应用数学》在课程建设中，着力于学科融合、项目实践、跨界整合等的交叉学科理论内容重组，围绕课程内容、教学形式及教学手段驱动课程融合教学改革，依托“岗课赛证”创新力优势，打通课程学习、实践技能比赛和技能证书的协同性发展，将数学理论应用于实际，凝聚课程赋能力。

在实际教学中，以《工程应用数学》的高等数学理论知识为基础，通过对标专业的产业发展，挖掘项目场景要素，在课程体系中纳入了数学建模、数学实验等应用性模块，促进“知识积累”转变为“能力积累”。同时，我们还组织学生参与数学建模比赛、数学竞赛等专业性赛事，通过真实发现、抽象概括、数学建模、模拟实证形成理实一体化，以赛促教，提升应用知识能力。此外，为了更好地适配数字化人才的需求，培养满足专业职业素养的人才。课程教学聚焦就业形势，分析岗位需求，指导学生考取相关证书，为专业技术赋能、实现能力迭代，从而提升竞争力和学习持续性。

五、结语

从学生的学情分析入手，解析了2024年所任教学生的生源、数学基础、学习数学目的、学习动力及个人发展目标。结合学情分析，立足职业教育学生的发展需求和人才培养方案，以工科类专业应用场景为导向，面向专业技能培养需求，开发《工程应用数学》课程内容和教学创新实践。课程内容开发主要体现在专业案例和应用项目的重组提炼，通过优化课堂教学模式，挖掘思政元素培养数学思维。

在后续研究中，将统计分析改革后《工程应用数学》的实际教学效果，及时反馈并迭代优化教学水平，最终摸索出适配高等数学改革的创新定位、方向与路径，为教师提供丰富的教学资源 and 实践经验，又能够通过数专融合教学实施改革帮助学生更快地适应产业变革、科技创新及结构升级。

参考文献

- [1]教育部等九部门关于印发《职业教育提质培优行动计划（2020-2023年）》的通知：教职成[2020]7号[A]。2020-09-16。
- [2]中共中央办公厅，国务院办公厅。关于推动现代职业教育高质量发展的意见[EB/OL]。(2021-10-12)[2021-11-30].http://www.moe.gov.cn/jyb_xxgk/moe_1777/moe_1778/202110/t20211012_571737.html。
- [3]全国人民代表大会常务委员会。中华人民共和国职业教育法[EB/OL]。(2022-04-22)[2022-04-22].http://www.moe.gov.cn/jyb_sjzl/sjzl_zcfg/zcfg_jyfl/202204/t20220421_620064.html。
- [4]张玉莲。“互联网+”环境下工程数学教学模式探究[J]。科教导刊，2021(08):68-70。
- [5]刁菊芬。“以学生为中心”的高职数学教学设计探讨[J]。科教文汇(上旬刊)，2021(11):149-151。
- [6]李学书。STEAM跨学科课程：整合理念、模式构建及问题反思[J]。全球教育展望，2019,48(10):59-72。
- [7]彭敏，郭梦娇。STEAM教育的基本内涵与发展路径研究[J]。教育理论与实践，2018,38(25):14-18。
- [8]赵千惠，张维忠。STEAM教育理念下数学拓展课教学设计研究[J]。浙江师范大学学报(自然科学版)，2024(12):1001-5051。
- [9]SPADY W G, MARSHALL K J. Beyond traditional outcome-based education educational [J]. Educational Leadership, 1991, 49(2):67-69。
- [10]张男星，张炼，王新风，等。理解OBE：起源、核心与实践边界——兼议专业教育的范式转变[J]。高等工程教育研究，2020,(03):109-115。
- [11]杨慧，闫兆进，慈慧，等。OBE驱动的工程教育课程教学创新设计[J]。高等工程教育研究，2022(02):150-154。
- [12]马国勤。基于OBE理念的高职课程教学模式研究与实践[J]。职教论坛，2020,36(05):63-68。