

基于核心素养的高等数学项目式教学改革与实践

刘映伶

桂林信息科技学院基础教研部, 广西 桂林 541004

摘要: 在产教融合背景下, 针对应用型本科院校工科类专业高等数学课程存在的教学内容脱离实际、教学方法单一等问题, 构建了“企业需求-专业需求-课程需求”三维联动的项目式教学框架。通过重构“数学建模+工程案例”教学内容体系, 创新“小组协作-任务驱动-数字赋能”教学模式, 形成了全过程多元化考核评价机制。经过两轮教学实践验证, 实验班学生数学应用能力测评优秀率提升 32%, 数学建模竞赛获奖率增长 45%, 课程满意度达 91.2%。研究表明, 项目式教学改革有效促进了学生数学抽象、逻辑推理等核心素养的发展, 为应用型人才培养提供了可复制的实施路径。

关键词: 高等数学; 项目式教学; 核心素养; 产教融合; OBE 理念

1 问题提出与研究基础

1.1 现实困境与改革诉求

当前高等数学教学普遍存在“三重三轻”现象: 重理论推导轻实践应用、重统一教学轻个性发展、重知识传授轻能力培养。对长三角地区 12 所应用型本科院校的调研显示: 83.6% 学生认为数学知识与专业需求脱节 72.3% 教师反馈传统教学模式难以激发学习动力 65.4% 企业指出毕业生数学建模能力不足

产教融合的深入推进对数学课程提出新要求, 需建立“产业问题数学化-数学工具工程化”的教学转化机制。

1.2 理论依据与研究创新

融合核心素养理论、OBE 教育理念和 CDIO 工程教育模式, 构建“三阶三维”教学模型:

1、核心素养理念强调知识、能力和态度的综合培养, 具体包括以下五个方面: 数学抽象能力能够从具体情境中提取数学模型, 理解数学概念的本质; 逻辑推理能力能够运用逻辑思维解决问题, 培养严谨的数学思维; 数学建模能力能够将实际问题转化为数学问题, 并通

过数学方法求解; 数学运算能力能够熟练掌握数学运算技巧, 提高计算能力; 数据分析能力能够对数据进行收集、整理和分析, 培养统计思维^[1]。

2、OBE 教育理念: 明确学习目标根据人才培养目标设定具体的学习成果; 反向设计课程从学习成果出发, 设计教学内容和方法; 持续改进教学: 根据教学效果反馈, 不断优化教学过程。

3、CDIO 工程教育模式: 对接产业需求将产业需求融入课程设计, 增强课程的实用性; 强化实践能力通过实践教学提升学生的动手能力和解决实际问题的能力; 培养应用型人才, 注重培养学生的综合素质和创新能力, 满足社会对应用型人才的需求^[2]。

2 教学体系重构与实施路径

2.1 项目式教学方法与手段

没有长篇大论、没有手把手的解题方法的精讲, 学生们直接就接到了一份课程项目任务书和书单, 在一个学期的学习中, 学生们每天都不得不努力适应从“读书郎”向“未来工程

师”的转变，包括学着克服自学各种知识的苦恼，包括站在台上向所有人汇报学习的进展。

1、组织小组合作：围绕某个问题或项目，例如：剪纸游戏——了解定积分的性质，让学生通过观察和动手，分团队剪出符合定积分 7 大性质的几何面积的纸片，通过游戏中的任务分工，非独立性、互动性、协作性的教学形式，增强学生的团队协作能力和集体责任感。

2、引导自主学习：通过问题导向的教学方式，例如：跳水运动员的瞬时速度——导数的定义，引导学生进行自主学习和独立思考，培养其主动学习和自我发展的能力。

3、翻转课堂：利用多媒体资源，如数学软件、教学视频等，例如：观看不规则曲顶柱体无限分割近视求和的视频——了解二重积分定义，让学生的可以帮助学生更好地理解 and 掌握数学知识，提高学习效率^[3-4]。

4、采用案例教学：例如关于房贷还款的问题。等额本息和等额本金还款法，哪种更优惠。这需要用到等比数列的求和公式和复利公

式。通过案例分析，让学生了解数学知识的实际应用，培养其解决实际问题的能力。

5、强化实践教学：通过实验、建模等实践教学环节，帮助学生将数学知识应用于实际问题的解决中，培养其数学应用能力。

6、个性化教学：高等数学中较多复杂公式、定理需要记忆，记忆技巧也是教学中不可缺少，针对不同学生的记忆能力和需求，可制定个性化的教学方式，例如游戏、比赛、情景模拟等方式^[5]。

2.2 “三维需求”导向的内容重构

不再以教师讲授为主，而是包含堂上授课、研讨和数学建模三大部分，以学生自主学习和合作学习为主。教师的职责由灌输变为引导，按照“学懂-会用-敢为”的教学理念，创新教学模式，每一章的课程教学按“授课-研讨-建模实践”形成循环，结合课上所学在项目中实际应用。建立企业工程师、专业教师、数学教师的“三师协同”机制，开发“基础模块+专业模块+创新模块”课程体系（表 1）。

表 1 “基础模块+专业模块+创新模块”课程体系

模块类型	学时占比	典型项目案例
基础模块	50%	机械振动微分方程建模
专业模块	30%	桥梁结构有限元分析
创新模块	20%	智能算法优化设计

2.3 “五步递进”式教学实施

2.3.1 “定积分”项目式教学的案例

组织步骤：第一步，翻转课堂，观看视频：如：【定积分定义，从入门到超神只要 10 分

钟！-哔哩哔哩】 <https://b23.tv/rARjH9l>；
第二步：教授讲授，结合机械专业的数学原理：汽车引擎做功度量；第三步，分组实验和讨论，上机数学建模与试验：学生们将被分成几个小

组,每个小组将选择一个曲线并计算其下的面积。可使用数学软件和编程语言来计算积分,并验证他们的结果是否正确^[6]。第四步:他们需要记录和分析结果,并向全班汇报结果。第五步,项目评估:评估学生们在项目中的表现,包括他们对积分概念的理解程度、计算的准确性和他们的问题解决能力。

2.3.2 学习二重积分性质的翻转课堂模式

第一步:教师播放微视频,介绍二重积分定积分的性质,包括比较定理、积分区间可加性、积分常数倍性等。第二步:小组讨论与答

疑:学生分组讨论,针对预习中遇到的问题和难点进行交流和讨论。第三步:教师巡视课堂,收集学生在讨论中普遍遇到的问题,参与学生的讨论,给予指导和帮助。第四步:课堂练习:教师设计相关的题目和评分标准发送至学习通,学生课堂练习,拍照上传学习通。第五步:教师设置学习通互评互改,匿名进行,每份作业由5人评阅,取平均分,系统轮动公布分数,教师后台巡视和调控

3 典型教学案例设计(表2)

表2 典型教学案例列表

序号	高等数学 I 项目安排及目标任务	时间、地点	教学组织形式	相关要求
1	六类基本初等函数图像的绘制——函数的简单形态	正常课时、教室	小组讨论+视频	学习通作业评比
2	剥“洋葱”法——初等函数的复合过程	正常课时、教室	小组比赛+视频	学习通作业评比
3	寻找数列的规律——数列的极限	智慧教室	小组讨论+汇报、	汇报成果
4	物理、经济、工程、金融等领域中的趋势现象——函数极限的定义	正常课时、教室	小组讨论+AI	汇报成果
5	求不同类型函数的求极限法	正常课时、教室	小组讨论+讲授	学习通作业评比
6	两个重要极限的发现	正常课时、实验室	小组讨论+试验	机房试验
7	机械零件的强度与刚度分析——函数极限的应用	智慧教室	小组收集数据	学习通作品评比
8	观察领域内值的变化——函数的连续与间断	正常课时、教室	小组讨论+视频	学习通作品评比
9	曲线切线的斜率、跳水运动员的瞬时速度探索——导数的定义	正常课时、教室	小组讨论+视频	汇报
10	翻转课堂——导数公式的记忆、导数求导法则、复合函数求导	智慧教室	翻转课堂	学习通作业评比

11	高阶导数、隐函数及参数式函数的导数	正常课时、教室	小组讨论+视频	学习通作业评比
12	寻找近似值——函数的微分	机房实验室	小组比赛+视频	汇报
13	高速路罚单合理性分析——微分中值定理	正常课时、教室	小组讨论+汇报、	汇报成果
14	“与型”的另类求极限法——洛必达法则	正常课时、教室	小组讨论+AI	学习通作业评比
15	机械传动系统的稳定性评价——函数的单调性	正常课时、教室	小组讨论+讲授	学习通作品评比
16	机械制造过程的质量控制——函数的凸凹性	正常课时、实验室	小组讨论+试验	上机房
17	最佳理论的探索（从投资策略、最短路径，最优空间等方面）——函数的极值与最值	智慧教室	小组收集数据	学习通作品评比
18	产品定价策略优化——函数导数实际应用	正常课时、教室	小组讨论+视频	学习通作品评比
19	曲边梯形的面积的求解，物体变速运动轨迹计算——定积分的定义	正常课时、教室	小组比赛+讲授	学习通作业评比
20	面积关系的剪纸游戏——定积分的性质	智慧教室	翻转课堂	学习通作品评比
21	牛顿—莱布尼茨的发现——微积分学基本定理	正常课时、教室	小组讨论、	学习通作品评比
22	课堂翻转——定积分公式的记忆比赛	正常课智慧教室时、教室	翻转课堂	汇报成果
23	含 $\varphi(x)$ 与 $\varphi'(x)$ 、 $\sqrt[3]{ax+b}$ 、 $\sqrt{a^2-x^2}$ 、 $\sqrt{x^2-a^2}$ 、 $\sqrt{x^2+a^2}$ 积分法	正常课时、教室	小组讨论、	学习通作品评比
24	不同初等函数乘法积分——分部积分法	正常课时、教室	小组讨论、	学习通作品评比
25	发现不定积分与定积分的相同与不同	正常课时、教室	小组讨论、	学习通作品评比
26	不规则面积的计算——定积分的几何应用	机房实验室	小组讨论、	学习通作品评比
27	区间反常与函数反常的积分——广义积分	正常课时、教室	小组讨论、	学习通作品评比
周次	高等数学 II 项目安排及目标任务	时间、地点	教学组织形式	相关要求
1	放射性元素衰变——微分方程的概念	正常课时、教室	小组讨论、	学习通作品评比

2	固定资产折旧, 时间估计——可分离变量微分方程求解	正常课时、教室	小组讨论+视频	学习通作业评比
3	马尔萨斯人口模型——一阶线性微分方程的求解	正常课时、教室	小组比赛+视频	学习通作业评比
4	位移、速度、加速度的关系——可降阶的三种特殊微分方程	机房实验室	小组讨论+汇报、	汇报成果
5	弹簧下挂的重物运动规律——二阶常系数线性齐次微分方程的解法	正常课时、教室	小组讨论+AI	汇报成果
6	四维空间阑尾炎不用开刀、空间八卦限——空间向量与直角坐标系及向量的坐标表达	正常课时、教室	小组讨论+讲授	学习通作品评比
7	外力做功和力矩的探究——向量的点积和叉积	正常课时、实验室	小组讨论+试验	上机房
8	空间平面、直线及其方程	正常课时、智慧教室	小组讨论+视频	学习通作业评比
9	空间曲面与曲线及其方程	正常课时、教室	小组讨论+视频	学习通作业评比
10	空间二次曲面图形的特点与方程的联系	正常课时、教室	小组比赛+视频	学习通作业评比
11	理想气体的体积V与温度T、压强P关系——多元函数的基本概念	机房实验室	小组讨论+汇报、	汇报成果
12	探究空间曲面某点的切线斜率——偏导数与全微分	正常课时、教室	小组讨论+AI	汇报成果
13	“连式法则”——多元复合函数、隐函数求导法	正常课时、教室	小组讨论+讲授	学习通作品评比
14	蚂蚁的逃生法——方向导数与梯度	机房实验室	小组讨论+试验	上机房
15	利益最大化——多元函数的极值	机房实验室	小组收集数据	学习通作品评比
16	寻找曲顶柱体的体积——二重积分的概念	正常课时、教室	小组讨论+视频	学习通作品评比
17	体积关系的切萝卜丁游戏——二重积分的概率性质	正常课时、教室	小组比赛+视频	学习通作业评比
18	直角坐标系、极坐标系中计算二重积分	正常课时、教室	小组讨论+视频	学习通作品评比
19	非均匀物体的质量——三重积分的定义与计算	正常课时、教室	小组比赛+视频	学习通作业评比
20	曲线形构件的质量——对弧长的曲线积分	正常课时、教室	小组讨论+汇报、	汇报成果

21	变力沿曲线所作的功——对坐标的曲线积分	正常课时、教室	小组讨论+AI	汇报成果
22	导航定位系统的误差分析——格林公式	正常课时、教室	小组讨论+讲授	学习通作品评比
23	断椎重接——级数的基本概念与性质 观察雪花分形过程——常数项级数	机房实验室	小组讨论+试验	上机房
24	正项级数审敛法	正常课时、智慧教室	小组收集数据	学习通作品评比
25	阿贝尔的重大发现——幂级数与幂级数审敛法	正常课时、教室	小组讨论+视频	学习通作品评比
26	函数的幂级数展开式的应用	正常课时、教室	小组比赛+视频	学习通作业评比
27	谐波分析——傅里叶级数	正常课时、教室	小组讨论+汇报、	汇报成果

4 教学方法创新与实践

4.1 建立“三位一体”考核机制（表 3）

表 3 “三位一体”考核

考核维度	评价方式	权重
过程表现	课堂互动、实验报告	30%
项目成果	模型精度、创新程度	40%
综合能力	答辩表现、团队贡献	30%

4.2 实践成效分析

对 2021-2023 级机械专业学生进行跟踪评估（表 4）

表 4 2021-2023 级机械专业学生进行跟踪评估结果

指标项	改革前	改革后	提升幅度
-----	-----	-----	------

数学应用能力	62.3	84.5	+35.6%
创新项目参与	17%	63%	+270%
企业认可度	68%	92%	+35.3%

5 结论与展望

本研究构建的项目式教学模式，通过“产业问题项目化、数学工具可视化、学习过程协同化”的创新实践，有效破解了传统数学教学“学用脱节”的难题。后续研究需在以下方面

深化：开发跨学科综合实践项目，构建校企协同育人长效机制，完善数学能力动态评估系统。

教学实践证明，基于核心素养的项目式改革为应用型人才培养提供了有效路径，对其他理工科基础课程改革具有示范价值。

参考文献

[1]教育部. 中国教育现代化 2035[Z]. 2019.

[2]王承绪. 工程教育认证标准解读[M]. 北京: 高等教育出版社, 2020.

[3]张景中. 数学与人文(第 15 辑)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2021.

[4]许国超. 大学教育与产业的融合——应用型课程项目式教学研究[J]. 现代交际, 2021, (03): 16-18.

[5]产教融合背景下应用型大学学科建设的路径研究[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2020.

[6]张丽梅; 顾剑; 赵围围. 面向应用型本科大学数学教学的改革与实践[J]. 大学教育, 2018: 107-109.

项目课题：1. 2023 年桂林信息科技学院“项目式教学”改革项目（2023XMY10）
2. 2024 年度广西高等教育本科教学改革工程项目（2024JGB474）