

# 基于CDIO教育理念的大学数学类课程项目化教学改革探究与实践

钟家伟<sup>1</sup> 耿杰<sup>1</sup> 刘树德<sup>1,2</sup>

1. 安徽信息工程学院 通识教育与外国语学院 安徽 芜湖 241000;

2. 安徽师范大学 数学与统计学院 安徽 芜湖 241000

**[摘要]** 大学数学课程具有涉及面广、抽象度高、逻辑性强的特点,项目化教学基于建构主义理论,项目来源于生产生活实际,能够帮助学生通过数学建模分析问题、创造性的解决问题,提升学生学习内驱力。根据对学生评教和问卷调查结果的量化分析,总结困扰本科生大学数学学习的相关问题。通过对大学数学类课程的项目化教学改革的系统设计和实施,强化了学生数学建模、数据分析、工程实践等能力和创新意识、团队合作意识。

**[关键词]** CDIO理念; 大学数学; 项目化教学; 数学建模; 工程能力

**[DOI]** 10.12252/j.issn.2096-6288.2021.09.463

## 1 引言

当今世界科技水平正经历着深刻的变革,世界经济论坛主席克劳斯·施瓦布发布的《第四次工业革命》一书阐述工程科技正在快速的改变世界。工程科技的进步需要新的教育形式,以培养当今与未来社会 and 经济发展所需要的能力。2018年MIT发布的《全球一流工程教育发展的现状》介绍了当前世界一流工程教学的领导者和新型引领者的改革措施。项目化教学改革模式提出通过“以学生为主体,以能力为本位,以课程为单位,以项目为载体,以任务来驱动”理论,改革课程内容、教学方法、评价体系,优化课程结构,深入探索能力本位的课程教学模式,提升学生的技能水平和创新能力,不断提高人才培养质量<sup>[1-5]</sup>。探索与实践应用型人才培养的新模式,是地方高校走应用型改革之路的关键任务之一。

以地方性应用型本科高校大学生数学类课程项目化教学改革为研究对象,以应用型本科高校大学数学课程评教分析结果为依据,“反向设计、正向施工”,构建了符合CDIO理念的大学数学“四级挑战项目”,构建数学类课程群,通过对比分析,总结实施项目化教学改革对教学效果的促进作用。

## 2 传统课程教学存在的问题

传统的大学数学类课程教学以概念讲解、理论传授和解题方法技巧为教学主体,单向知识输入,启发式教学不足,与学生互动不充分,学生处于被动接受状况。基础数学学科知识与专业性知识之间交叉融合性不够,理论与实践相脱节,理论知识与工程应用方面的实践相脱节,得不到及时强化,综合性不强。以安徽信息工程学院2018级软件工程专业(未开展项目化教学改革)6个班级319人高等数学课程学生评教结果为研究对象。

### 2.1 问卷统计

采用结构式量表问题问卷进行评教,从学生习得效果、教师教学方法、教师教学效果三个角度,设置多个问题,总结提炼传统大学数学类课程教学中所存在的问题。

表1 2018级《高等数学》课程评教问卷(节选)

序号	问卷指标	分值界定
1	你认为该课程学习难易程度?	0—10, 0代表简单, 10代表非常难。
2	该课程执行启发式教学情况?	0—10, 0代表未执行, 10完全执行。
3	该课程教学教学方法适宜性?	0—10, 0代表不适宜, 10完全适宜。
4	你对本课程学习兴趣程度?	0—10, 0代表不感兴趣, 10十分感兴趣。
5	你对本课程学习掌握程度?	0—10, 0代表完全不能掌握, 10完全掌握。

教学评测共发布问卷310份,回收问卷307份,回收率99.03%;其中有效问卷305份,有效率99.35%。

### 2.2 问卷分析

通过SPSS统计软件,对问卷指标数据采用李克特量表信度分析,通过分析得出本次问卷的克隆巴赫系数为0.888,问卷指标的一致性极好。李克特量表信度分析通常采用克隆巴赫系

表2 2018级《高等数学》课程评教问卷(节选)

序号	问卷指标	平均值
1	你认为该课程学习难易程度?	6.87
2	该课程执行启发式教学情况?	6.29
3	该课程教学教学方法适宜性?	6.02
4	你对本课程学习兴趣程度?	6.19
5	你对本课程学习掌握程度?	5.45

数(Cronbach's Alpha)表示,一般认为 $\alpha$ 大于0.6可以接受,大于0.8时则表示量表的一致性极好。

表3 评教量表信度分析

Cronbach's Alpha	基于标准化项的Cronbach's Alpha	项数
.888	.907	5

评教结果反应,传统教学中学生普遍存在教学的畏难情绪,学习兴趣较差;启发式教学手段运用较少,无法适宜当前学生学习;“学生中心”思想在教学过程设计中体现不突出;教学效果较差,学生掌握效果不佳。

## 3 项目化教学改革实施方案

项目化教学改革实施通过应用型人才培养的人才需求调研,依据“反向设计、正向施工”的原则,凝练总结企业、行业人才需求的能力标准,借鉴工程教育认证体系,以能力为导向的评价体系构建、突出工程标准和规范、原型设计和制作、自主探究和反思,重构各工科类专业培养方案。实现项目化教学改革需要在软硬件和师资队伍建设上创造前提基础条件,在此基础上实施项目化教学改革。

### 3.1 项目化教学改革设计思路

以“学生中心,能力为重”为核心打破数学类课程之间的壁垒,突出应用性,凸显实用性,重塑数学类课程结构,通过“反向设计,正向施工”打造工程数学类课程群,构造数学类项目化教学设计方案,由学生能力树、教学项目树、教学课程群和课程模块四部分构成。整体设计满足数学知识的整体教学的逻辑严密性,遵循数学教学规律。

学生能力树(Capability tree)是基于工程认证标准结合专业人才培养方案对数学类课程赋予的能力指标要求的总结提炼和升华。能力树包括数学计算能力、逻辑思维能力、抽象思维能力、数学建模能力、数据分析能力以及创新思维意识和合作探究意识的“五能双识”能力目标。

教学项目树(Project tree)是为了满足基础知识和基本技能的“双基”本科教学要求和体现理论与实践螺旋上升的工程能力、工程(产品)意识、工匠精神的能力素质而设计的四级学生数学类挑战项目。项目树包括数学基础应用项目、数学实践应用项目、数学建模竞赛项目和专业融合数学项目。

教学课程群(Course group)是为了支撑教学项目的设计要求按一定的内在逻辑关系在满足实用性和适用性基础上组

合而成的相关数学类课程模块集。课程群包括数学基础应用项目、数学实践应用项目、数学竞赛和课程模块。课程群与教学挑战项目呈现一一对应的关系，各课程群之间呈现螺旋迭代上升的知识体系。

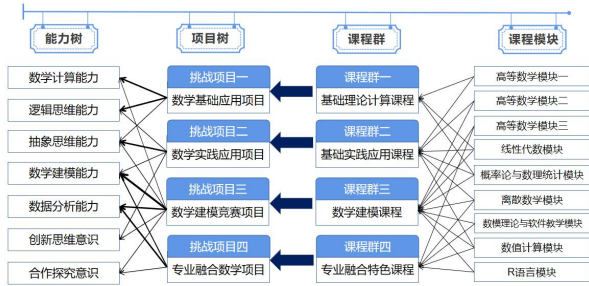


图1 软件工程专业数学类项目化教学设计方案

3.2 基于CDIO项目设计与实践

在为期4年的大学本科教育过程中，学生需设计并完成对应的教学项目，其中数学基础应用项目设置大一秋；数学实践应用项目设计在大一春和夏学期；数学建模竞赛项目在大二；专业融合数学项目设置在大三。项目化教学过程遵循CDIO教育理论，具体如下：

项目构思（C）：为充分调动学生学习的主动性，激发学生学习兴趣，项目化教学第一步为数学项目化设计导论课程，为学生提供设计思路，一、二级个人挑战项目主要以固定挑战项目课题为主，鼓励学生自主选题+教师指导。逐步过度至三、四级挑战项目由项目组自主选题。

项目设计（D）：课题来源主要围绕校园公共问题、软件和硬件优化问题等。如：大学生生活费用支配情况调查分析（数学基础应用项目）；校园共享自行车的公共停车区域优化方案（数学实践应用项目）；某企业工业机器人控制系统优化设计与实践（数学建模竞赛项目）；校园供电系统的智能化改造升级（专业融合数学项目）。

项目实现（I）：硬件条件上，设置24小时学生开放实验室，学生可以根据自己的时间安排情况，合理利用场所开展项目的学习和研究。软件条件上，利用智能项目化教学平台系统，如“博思智慧项目化教学平台”等，学生在系统中完成项目闭环。项目经费上，配以“大学生创新创业项目”和“项目化教学课程经费”支撑学生如开展问卷调查开展、硬件和软件的购置、材料打印等，提升学生的产品意识。教师指导上，设置指导教师的“office hours”的第二课堂，组织定期的项目进展汇报会进行项目指导。挑战项目一、二、四运行的整个过程包括项目选题、项目任务书（策划书）、项目经费申报、中期检查、项目总结和成果展示、项目答辩和成绩判定。挑战项目三增设大二暑假的数学建模专项课程进行模块化教学以及

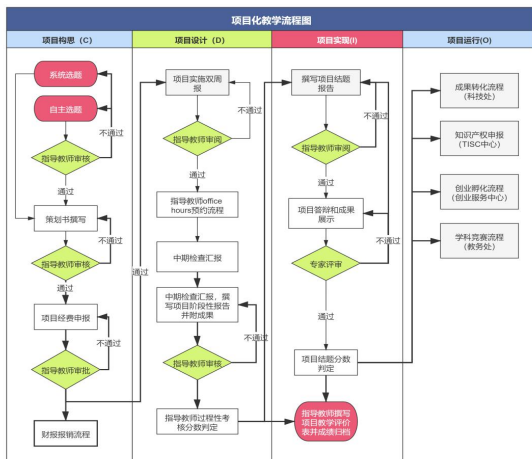


图2 项目化教学CDIO实施流程图

matlab、spss、python等软件编程教学，以校级和省级大学生数学建模竞赛为主的各项数学竞赛为依托“以赛促学”。

项目运行（O）：项目运行主要依据成果产出物的不同而采用多种形式，如：产品的运行，专利和软著授权、成果转化或行业、社会评价、项目总结的专家可行性分析等。部分成果鼓励学生进行创业孵化。在运行过程中进一步改进、优化和成果升级、推广。

4 项目化教学改革实施效果

以安徽信息工程学院2021年软件工程和计算机科学与技术2个专业6个班级325人开展问卷调查。

4.1 问卷统计

为更好地与2018级学生评教数据进行对比，设计同类型结构式量表问题进行问卷调查，从学生习得效果、教师教学方法、教师教学效果三个角度设置同类型的五个问题。本次评测共发布问卷325份，回收问卷320份，回收率98.46%；其中有效问卷319份，有效率99.69%。

表4 2021级数学类课程项目化教学调查问卷分值

序号	问卷指标	平均值
1	你认为数学项目化学习难易程度?	8.20
2	数学项目化学习启发式教学情况?	7.51
3	数学项目化教学方法适宜性?	8.44
4	数学项目化学习兴趣程度?	8.35
5	数学项目化学习掌握程度?	7.53

4.2 问卷分析

通过SPSS统计软件，对问卷指标数据采用李克特量表信度分析，通过分析得出本次问卷的克隆巴赫系数为0.912，问卷指标的一致性极好。

表5 调查问卷量度信度分析

Cronbach' s Alpha	基于标准化项的Cronbach' s Alpha	项数
.912	.961	5

通过对比2018级和2021级学生对大学数学教学的评价，学生的学习兴趣有着较大的提高、学习效果有着明显的改善，对知识和能力的提升也有着较大的促进作用。

5 结束语

通过大力推行实施CDIO工程教育理念的数学类课程的项目化教学改革，系统推进教学资源建设和师资教学能力的提高，改善了学生学习的主动性，提升了数学课程的教学效果。对培养学生工程实践能力，提高综合素质有着较大的促进作用，对振兴应用型高校本科教育有着较大的典型示范作用。

参考文献

[1] 邹庆云, 周启元, 刘丽芳. 地方性院校数学建模教学与竞赛的探讨[J]. 湖南文理学院学报, 2013, 25 (4): 74-77.  
 [2] 孟瑾, 吴培群. 大学数学类课程项目驱动教学模式的实践与探讨[J]. 大学数学, 2016, 32 (4): 50-55.  
 [3] 吴述金. 浅谈对美国大学生数学建模竞赛的指导[J]. 大学数学, 2016, 32 (5): 45-48.  
 [4] 张袁元, 颀孙随意, 许丽娇等. 应用型本科的课程项目化教学改革研究[J]. 教育教学论坛, 2021, (39): 88-91.  
 [5] 温秀平, 解乃军, 黄家才等. “三维度、四层次、进阶式”创新创业项目化教学课程体系构建与实施[J]. 工业和信息化教育, 2021, (07): 5-9.

作者简介:

钟家伟 (1990—), 男, 安徽六安人, 硕士, 讲师, 主要从事代数编码理论、高等数学教学研究。

基金项目: 安徽省高校自然科学重点项目 (KJ2019A1286);