

以学生为中心的 CDIO+ACM 竞赛模式在高等数学中的 教学设计

朱俐玫

兰州资源环境职业技术大学基础教学部

DOI:10.12238/er.v8i3.5909

摘要：在教育历程中，传统的教学模式将重点放在了理论知识的传授上，而对学生实际应用能力的培养有所忽视。CDIO 模式强调学生在实际问题解决过程中的综合能力，而 ACM 竞赛则注重编程技能和算法设计。本文提出了关于高等数学课程教学创新理念，将这两种模式融合到教学过程中，一方面可以激发学生学习的积极性，提高学生的理论知识水平，另一方面还可以促进教育信息化与教育教学深度融合，增强他们的实践能力和创新思维。

关键词：CDIO+ACM 竞赛；高等数学；教学设计

中图分类号：G64 文献标识码：A

Teaching Design of the CDIO + ACM Competition Model Centered on Students in Higher Mathematics

Limei Zhu

Lanzhou Resources & Environment Voc-tech University

Abstract: In the process of education, traditional teaching models focus on imparting theoretical knowledge, while neglecting the cultivation of students' practical application abilities. The CDIO model emphasizes students' comprehensive abilities in solving practical problems, while the ACM competition focuses on programming skills and algorithm design. This article proposes innovative teaching concepts for higher mathematics courses, integrating these two modes into the teaching process. On the one hand, it can stimulate students' enthusiasm for learning and improve their theoretical knowledge level. On the other hand, it can promote the deep integration of educational informatization and teaching, enhance their practical ability and innovative thinking.

Keywords: CDIO+ACM competition; Advanced mathematics; Instructional design

引言

在本科教育过程中，高等数学扮演着非常重要的角色，它在学生学习后续的课程中是不可或缺的工具，也是其它更高层次专业课程的数学基础。《高等数学》教学过程中面临的主要“痛点”是以教师为中心，重点讲授，轻能力培养，教学模式单一，学生课堂参与度不高。聚焦教学过程中存在的“痛点”问题，以学生为中心的 CDIO（构思-设计-实现-操作）和 ACM（美国计算机协会）竞赛模式则提供了一种全新的教学思路，其主要目的是通过具体项目和一些竞赛活动，在增强学生的创新能力和团队合作精神的基础上，降低知识本身的难度，丰富教学内容，将课程内容融入到实践当中。

1 CDIO 理论和 ACM 竞赛简介

1.1 CDIO 理论简介

CDIO 理论是由麻省理工学院和瑞典皇家工学院等四所大学在 2000 年共同研创的一种新型教学模式。它倡导的教

学方法以学生为中心，教学过程中着重突出学生的主动性和创造性^[1-3]。CDIO 理论包括四个阶段：构思（Concept）、设计（Design）、实现（Implementation）和操作（Operation）。每个阶段都有明确的目标和任务，帮助学生逐步掌握从问题解决到实际应用的全过程。CDIO 理论其主要目标在于培养学生的工程实操能力和科创思维，激发学生的学习动力和主观能动性，倡导在实践中学习的教学理念。

1.2 ACM 竞赛简介

ACM（Association for Computing Machinery）是国际大学生程序设计竞赛，由美国计算机学会主办。众所周知，此项竞赛是世界上公认的参赛人数最多、规模宏大、水平要求最高的竞赛。通常由一系列编程题目组成，参赛者需要在限定时间内完成这些题目。竞赛题目涵盖算法、数据结构、离散数学、系统设计等多个领域，具有较高的技术含量和挑战性，其设计目的是要求大学生通过计算机来全面展示本人分析问题的思路和解决问题的实力。如果在高等数学的课程设

计中能融合 ACM 竞赛题进行讲解，不仅可以为学生呈现精彩有趣多元的课堂教学，降低知识本身的枯燥度和理解难度，而且还能增强学生参加 ACM 竞赛的能力，提高课程的广度和深度。

2 以学生中心的 CDIO+ACM 竞赛模式在高等数学中的教学设计

2.1 CDIO 教学模式

CDIO 教学模式的主要倡导方法是以学生为中心^[4]的教学方式，在全过程的教学环节尤其突出了学生在学习新知识过程中的自发性和创造，构思、设计、实现和操作是 CDIO 教学模式的各个阶段。

2.1.1 构思阶段：问题定义与背景介绍

教师在讲授高等数学课程的过程中，首先需要结合 CDIO 模式的构思阶段来引导学生明确问题。教师可以通过实际案例或行业需求来激发学生的兴趣，使他们能够从实际背景出发，定义具体的问题。例如，在解决工程设计中的优化问题时，教师可以引导学生分析实际工程中的具体应用场景，从而明确需要解决的问题。讲解二重积分的概念时，教师可以引出国家大剧院和美国生态温室这两个具体场景，进而思考如何求出曲顶柱体的体积。

在整个构思阶段，学生需要根据自己的认识和理解对处理的问题进行初步分析。教师会引导学生提出多个可能的解决方案，并鼓励学生进行头脑风暴和讨论。此阶段的主要目标是要激发起学生独特的创新思维和想要解决问题的浓厚兴趣。

2.1.2 设计阶段：理论知识的应用

为了找到解决问题的方案，在设计阶段这个环节中，学生需要运用已学的高等数学理论知识体系来构建框架。教师应指导学生如何将复杂的数学模型应用于实际问题中，并通过小组讨论和合作学习的方式，帮助学生逐步建立完整的解决方案框架。例如，在解决优化问题时，学生需要运用微积分等数学工具来构建优化模型，并通过迭代方法求解最优解。

设计阶段是 CDIO 模式的核心部分，学生需要根据构思阶段的结果，制定详细的设计方案。这包括选择合适的方法和工具，绘制设计图纸，以及编写技术文档。教师在此过程中会提供必要的指导，有针对性的解答并帮助学生克服设计过程中遇到的各种疑难困惑。

2.1.3 实现阶段：编程与算法实现

学生为了将设计方案得以实现，此阶段编程和算法显得尤为重要。教师应教授学生使用 Python、Matlab 等编程工具，并通过 ACM 竞赛中的算法设计技巧来实现具体的数学模型。例如，在解决最优化问题时，学生需要编写代码来实现梯度下降法、牛顿法等优化算法，并通过调试和优化代码来提高计算效率。

根据设计方案要将其转化为一个实际的工程产品或解决问题的方案。这要求学生要具备主动解决问题的能力 and 团队之间的相互协作能力。教师会组织实验室和工作坊，提供必要的实验设备和工具，帮助学生顺利完成这一阶段的任务。

2.1.4 操作阶段：结果验证与反馈

在操作阶段，学生需要通过实验和仿真来验证解决方案的有效性，并根据结果进行反馈和改进。教师应指导学生如何设计实验和仿真方案，并通过数据分析和可视化手段来展示结果。例如，在解决工程设计中的优化问题时，学生可以通过实验数据来验证优化模型的准确性，并根据结果进行参数调整和优化。

作为 CDIO 教学模式的最后阶段，需对整个项目进行严格评估和准确总结。学生需要对最终成果进行演示和展示，并进行自我评估和反思。教师会根据学生最终操作得到结果进行评价和反馈，帮助学生找到不足之处并做出进一步的改进。

2.2 ACM 竞赛模式

为了帮助学生熟练掌握算法设计与编程基础，进而在高等数学课程教学中引入了 ACM 竞赛模式。教师应通过竞赛题目来引导学生学习数据结构、算法设计和编程技巧，并通过编程练习来巩固所学知识。例如，在解决动态规划问题时，教师可以通过 ACM 竞赛中的经典题目来引导学生学习动态规划算法，并通过编程练习来提高学生的编程能力。

ACM 竞赛不仅注重编程技能，还强调综合能力的培养。教师可以通过具体竞赛题目去引导学生运用数学、计算机和工程学等各个领域的知识来遇到的解决问题，同时在操作项目的过程中与团体成员之间的协作来培养学生的综合素质。例如，在解决复杂优化问题时，教师可以通过 ACM 竞赛中的综合性题目来引导学生综合运用微积分和优化理论来构建解决方案，并通过团队成员相互帮助来提升学生的合作能力。

3 CDIO+ACM 竞赛模式在高等数学中的应用价值

将 CDIO+ACM 竞赛模式应用于高等数学教学中，可以显著提高学生的学习效果和实际应用能力。具体来说，可以通过以下几个方面实现：

3.1 教学内容的整合

教学内容要淡化纯理论推导证明，注重应用知识的传授。将 CDIO+ACM 竞赛模式与高等数学教学内容相结合，设计出具有实际意义的项目和竞赛题目。通过渗透以学生为中心的 CDIO+ACM 竞赛模式，激发学生学习高等数学的兴趣和培养学生的创新能力，打造具有“高阶性、创新性、挑战度”的课程。在讲授高等数学课程时，可以通过实际工程问题或计算机编程问题，引导学生进行构思、设计、实现和操作。

例如，在讲解二重积分的概念时，首先可以聚焦如何计

算国家大剧院和美国生态温室的体积? 学生首先观察到这两个图形不特殊, 没有现成的公式计算, 对于这种问题立马



聚焦问题

接下来老师要求学生以小组讨论的方式思考问题: 如何计算曲顶柱体的体积? 学生设计具体方案解决老师问题, 讨论结束后, 每组派出代表汇报讨论结果, 所有汇报完成后教师给予每个小组建设性的建议和指导。抽象求曲顶柱体体积的过程, 得到二重积分的定义。最后回到如何计算国家大剧院和美国生态温室的体积问题中, 用二重积分的定义得到其结果。

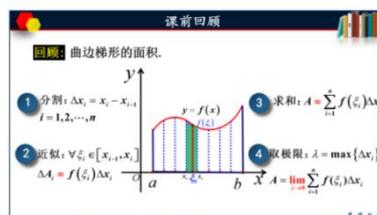
3.2 教学方法的创新

以项目驱动和问题导向的教学模式, 通过项目实操和竞赛活动激发学生的主观能动性 提升学生的学习兴趣。教师可以组织小组讨论、实验室实践和竞赛训练等活动, 帮助学生更好地理解和掌握高等数学知识。通过引入实际工程案例, 让学生感受到高等数学在解决实际问题中的应用价值, 从而激发其学习兴趣。例如, 在讲解导数、定积分等概念时, 可以结合物理学、工程学中的实例, 让学生看到这些数学工具是如何在实际问题中发挥作用的。ACM 竞赛的成功经验可以为高等数学教学改革提供有益的借鉴。例如, 可以借鉴 ACM 竞赛的竞赛模式和训练方式, 设计一些具有实践性和挑战性的高等数学课程或项目, 以推动高等数学教学的创新和发展。

3.3 教学资源的优化

利用现代信息技术和教学资源平台, 提供丰富的在线课程、实验视频和竞赛题目, 方便学生随时随地进行学习和练习。同时, 教师也可以依托此类资源平台, 及时了解学生知识点的掌握情况和存在的疑惑, 采取针对性的辅导或者发挥小组团队互助作用, 帮助他们进步。CDIO+ACM 竞赛模式要求参赛者具备扎实的算法基础和良好的编程能力。在高等数学教学中, 可以通过引入算法思维训练, 让学生理解并掌握一些基本的数学算法和计算方法, 如数值分析中的迭代法、插值法等, 以提高学生的数学素养和计算能力。引导学生通过 GGB 软件操作学习定积分的极限思想; 通过几何画板绘图验证数学定理成立; 操作 MATLAB 体验数学建构过程; 利用软件寻找专业中的数学思想等等。实现“从专业中来, 到专业中去”的知识回归运用。使学生具备专业所需的数学

联想到前面学过的曲边梯形的面积计算:



激活旧知

知识和数学思想, 培养学生应用数学方法解决专业问题的能力。

3.4 考核方式的改革

传统的考核方式往往将侧重点落脚于对知识点的记忆和理解, 而 CDIO+ACM 模式则更注重对学生实践能力和综合素质的考核。因此, 在高等数学教学中, 可以引入项目报告、口头汇报、同伴评价等多种考核方式, 以全面评价学生的学习成果。实现以评促学, 以评促教。

综上所述, CDIO+ACM 竞赛模式在高等数学教学中具有显著的应用价值。通过借鉴这些模式的教育理念和方法手段, 教师可以更有效地提升学生的实践能力、创新能力、逻辑思维和解决问题的能力等方面的综合素质。

4 结束语

以学生为中心的 CDIO+ACM 竞赛模式在高等数学的课程教学中, 不仅能够提高学生的学习效果和实际应用能力, 还能提升学生的团队协作能力和思维创造力。为了构建出一种全新的教学体系, 将传统教学方法与 CDIO 和 ACM 竞赛模式结合起来, 培养学生通过数学方法解决专业问题的能力, 为学生的发展打下良好的基础。

[参考文献]

- [1]姚保峰,王磊,朱洪浩.基于 CDIO 理念的计算机类人才培养模式改革探索[J].计算机教育,2016(9):99-102.
- [2]施达雅.基于 CDIO 的应用型高校信息专业人才培养模式研究[J].软件导刊,2019(11):199-202.
- [3]胡文龙.基于 CDIO 的工科探究式教学改革研究[J].高等工程教育研究,2014,(1):163-168.
- [4]常洛,宋慧敏,孙薇.“以学生为中心”的高等数学教学方法探索与研究[J].科教文汇,2021,(7):75-77.

作者简介:

朱俐孜(1990.09-),女,甘肃会宁人,讲师,硕士学位,研究方向:非线性泛函分析研究。

基金项目:

本论文为 2024 年度校级教改项目《以学生为中心的 CDIO+ACM 竞赛模式在“高等数学”教学改革中的渗透》(编号: JG202434)阶段性成果。