

高校数学建模实践性教学改革探索

苗晴

佛山大学 数学学院, 广东 佛山 528000

DOI:10.61369/EDTR.2025020025

摘要： 数学建模作为沟通数学理论与实际应用的桥梁，受到了国内外各界人士的极大重视，已经从高等教育走向了基础教育领域。高校数学建模课程遵循立德树人的根本任务，其实践性教学改革探索势在必行。文章从高校数学建模课程的教学内容、教学方法、教学模式以及评价方式四个方面阐述了数学建模教学改革的内容，探究了以实际问题为驱动的“Why, What, How, Do”的实施方法，培养了学生的实践能力和创新意识，为实践教学工作提供了一定的指导。

关键词： 数学建模；教学改革；立德树人；实践能力；创新意识

Exploration of Practical Teaching Reform of Mathematical Modeling in Colleges and Universities

Miao Qing

School of Mathematics, Foshan University, Foshan, Guangdong 528000

Abstract： Mathematical modeling, as a bridge connecting mathematical theory and practical application, has received great attention from people from all walks of life at home and abroad, and has moved from higher education to the field of basic education. The mathematical modeling course in colleges and universities adheres to the fundamental task of fostering virtue and cultivating talent, and the exploration of its practical teaching reform is imperative. This article expounds the content of the teaching reform of mathematical modeling from four aspects: teaching content, teaching methods, teaching models and evaluation methods of the mathematical modeling course in colleges and universities. It explores the implementation methods of "Why, What, How, Do" driven by practical problems, and cultivates students' practical ability and innovative consciousness. It provides certain guidance for practical teaching work.

Keywords： mathematical modeling; teaching reform; fostering virtue and cultivating talent; practical ability; innovative consciousness

引言

数学建模是沟通数学与实际应用的桥梁，是数学在各个领域广泛应用的重要媒介^[1]。《数学建模》课程上个世纪六七十年代起源于西方国家的大学，在八十年代被引入中国的几所大学课堂。该课程是数学学科的一门重要课程，也是我国大多高等院校数学与应用数学专业的核心课程，也是多数理工专业的选修课程。现实问题与数学之间的关联可以通过数学建模实现，通过数学建模的学习与实践训练，学生在建模与编程、逻辑思维、文献综述、团队协作、论文撰写以及学术规范等方面得到很好的锻炼、能力得到了提升。

随着人们对数学建模的关注，在全国范围内倍受瞩目的“全国大学生数学建模竞赛”在1992年也拉开了帷幕。该竞赛每年一届，是首批列入“高校学科竞赛排行榜”的19项竞赛之一。其中，2024年，来自我国以及美国、英国、澳大利亚、新加坡、马来西亚的1788所院校/校区、65761队（本科59278队、专科6483队），近20万人报名参加该竞赛^[2]。无论是数学建模课程还是数学建模竞赛，均涉及到多学科、多领域的知识与应用，如物理、化学、生物、医学等等，但又不受任何具体的学科、领域的局限，因此数学建模受到各专业领域莘莘学子的欢迎。

数学建模作为各领域运用数学知识的基本手段，不仅成为信息时代下专业人才的必备技能，更是成为数学教育领域不可或缺的教学内容。在全球范围内，无论在国际测评研究与大型会议，还是在国际数学教育大会，对数学建模的重视程度都一直在持续增长^[3]。2021年7月12-18日，四年一度的第14届国际数学教育大会(ICME-14)首次在中国举办^[4]。其中，数学建模专题研究报告(TSG22)中包括了40场学术报告和8份学术墙报，包括了专题调查报告、邀请报告、ICMI附属机构会议、中国特色主题活动、工作坊活动以及专题研究报告等相关的学术活动^[5]，此会议也说明了当前数学建模受到了国内外各界人士的极大重视。

基金项目：2023年度广东省本科高校教学质量与教学改革工程建设项目——高校数学建模实践性教学改革与创新实践。

作者简介：苗晴（1982-），女，汉族，广东佛山人，博士，副教授，研究方向：应用数学。

一、数学建模现状

随着计算机技术的普及与飞速发展,数学建模作为数学在各个领域广泛应用的重要媒介,已成为信息时代下专业人才的必备技能。从上个世纪开始,数学建模已成为了我国绝大多数高等院校理工类专业的重要必修或选修课程。除了对大学生建模思想与建模能力的培养外,作为高等教育体系中最高层次的研究生教育,也用数学建模来促进研究生创新和创造能力的提升^[6]。2004年,由东南大学等26个研究生培养单位发起全国研究生数学建模竞赛,华为自2012年起连续冠名赞助该赛事,直到今日,“华为杯”中国研究生数学建模竞赛已成为影响力最大的、专门面向研究生的主题赛事之一。此外,“深圳杯”数学建模挑战赛、“数维杯”大学生数学建模挑战赛等比赛也普遍受到我国高等院校学生的欢迎。这些都充分表明了社会对高等教育数学建模工作的认可与肯定。

自上个世纪,数学建模教学以及数学建模竞赛等活动在各高校中以培养不同专业学生的能力,进而促进各专业教学目标的达成。此外,西方针对中小学数学建模培养模式也有很多的探索,积累了丰富的经验。比如,澳大利亚昆士兰科技大学 ENGLISH L^[6]通过对小学生的调查研究,探索了数学建模对小学生独立探索问题能力培养的意义,开展了将数学建模用于小学生创新能力培养的研究。OSWALT S^[7]通过美国中学阶段中数学建模类课程设置的现状,阐明了数学建模课程在中学教育中的开展情况,通过实例讲述了数学建模应用于教学中的具体操作。ARSEVEN^[8]在文献中数学建模对小学、初中以及大学不同阶段的实施进行了说明。近年来,数学建模作为我国六大数学学科核心素养之一,已正式纳入《普通高中数学课程标准(2017年版2020年修订)》^[9]。此外,在我国新颁布的《义务教育数学课程标准(2022年版)》中,“模型意识”与“模型观念”的重要性得到了体现^[9]。由此可见,我国也开始注重中小学教育阶段对学生建模思想与建模能力的培养,数学建模在我国的基础教育领域的地位稳固上升。

总之,世界多个国家在对数学建模能力的培养上都进行了很多有益的尝试。近年来,数学建模逐渐从大学已推广到各个学段中,已经从高等教育走向了基础教育领域。因此,数学建模已经成为当今时代不可缺少的学习内容。

二、高校数学建模实践性教学改革

为适应当今科学技术发展的需要以及培养高质量、高层次科技人才,数学建模已成为众多领域的学者以及科技工作者所具备的重要能力之一。它为培养学生利用数学方法分析以及解决实际问题的能力开辟了一条有效的途径,是联系数学与实际问题的桥梁,是数学在各个领域广泛应用的媒介,是数学科学技术转化的主要途径。数学建模能力的培养与传统数学课程知识的传授是相辅相成的。一方面,数学知识为数学建模提供了严谨的数学理论和多样的方法,另一方面,数学建模也为数学知识的应用提供了实践渠道与用武之地。在21世纪这个知识经济时代,高校数学建模的实践性教学改革的挖掘与探索势在必行。

(一) 数学建模教学改革内容

对于高校数学建模的教学,教学内容需跟随时代的发展进行

滚动式地更新、重构与优化。结合不同的应用背景,教学内容需符合“两性一度”即高阶性、创新性和挑战度的要求。此外,教学方法需要多样化,教学模式需要更加丰富,评价方式需要更加全面、合理。此外,数学建模实践性与实用性的影响范围还需要拓展,应用与受益还需推广。通过本课程的学习,学生对数学课程的基本理论、基本方法有比较全面和系统的认识 and 正确的理解,能灵活应用数学理论和方法去提炼问题、分析问题、建立数学模型,具备运用现代信息技术解决问题的能力以及实践创新能力,具备良好的专业素养,具有浓厚的理想信念、家国情怀以及强烈的科技报国的责任担当。

首先,在教学内容方面,授课教师需根据各校教学大纲挖掘多学科和多领域的实践建模案例,重构实践内容,突出实践、追求创新。比如,授课教师或团队成员根据自身的研究领域、研究方向引入相关的建模案例,秉承科研反哺教学,查阅文献资料更新或拓展案例内容。特别重要的是,融合思政元素,整合后的教学内容需高阶性、创新性和挑战度的要求,保证内容的时代性、新颖性、多样性。

其次,在教学方法方面,授课教师事先要做详细的学情分析,挖掘出启发式及案例分析式等多种教学方法的有效性和先进性。以学生为中心,以问题为主线,以培养学生的实践应用能力为目标来组织教学。在建模课堂上,可采用教师讲授、建模实训练习、学生讨论与合作学习相结合的方式,设计教学活动并融入到实践教学,及时发现并解决实践教学中的“痛点问题”。比如,解决学生的实践操作动力较弱、理论与实践脱节等问题。但是,在指导学生在重实践的同时,也要加深对数学的理论认知。

再次,在教学模式方面,授课教师在当今时代充分利用现代化教育载体,通过课内与课外相结合、线上与线下相结合、理论与实践相结合等方式,结合微课程、多种网络平台等教学资源,提高学生进行自主性学习的积极性。比如,教师利用微课在某节课的较短的时间内来反映某个知识点或某个教学重点,为学生提供方便快捷的学习模式和有趣的教学环境。在实践环节,安排好课程实训、项目学习、科技竞赛、实习实践等内容,强化学生的实践应用能力、科技创新能力。

最后,在评价方式方面,加强学生的过程性评价,使其更具多样性与合理性,可考虑课前预习准备、课堂思政讨论、课中实训小测、分组讨论与汇报、课后实践检验、论文考核评价等。比如,课前指引学生自觉下载学习资料,让学生进行自主预习和探索,教师给出课前评价;课中引入思政元素,学生对具体的案例进行问题分析和讨论,可以分组合作、进行程序测试并报告,教师进行提问、答疑和辅导,给出课中评价;课后有实践作业的检测,包括论文考核,教师给出课后评价。

(二) 数学建模教学改革实施方法

基于以上四个方面的数学建模的改革内容,以下探究以实际问题为驱动的“Why, What, How, Do”的实施方法,使得数学建模教学在实施效果上达成度更高、融合度更深。

首先, Why --- 在课前预习部分或者课堂案例引入实施,引导学生了解不同案例问题的背景、目的和问题设计的出发点,并将思政元素润物细无声地引入教学。

比如,在课堂导入部分,授课教师用数学的语言和方法,抽象、简化并描述实际生活现象或问题,挖掘问题来源。让学生了

解建模的价值和意义,激发学生的学习欲望,调动学生的主观能动性,使其成为教学中的真正参与者。比如,近几年的流感等传染病肆虐全球,教师可结合社会热点问题,将传染病的传播与预防等建模问题引入课堂,引导学生去思考如何去建模,如何去分析传染病的传播过程,如何提出有效的预防或阻止传播的措施。同时,授课教师也可结合我国实际,可将思政元素润物细无声地引入教学^[9]。

其次,What---结合线上与线下等混合教学等方式,引导学生发现问题,对问题进行准确的数学描述和分析,体验数学的魅力,做到“知行合一”。

在教学中,授课教师可针对整个建模大问题进行分解,力求重点突出、思路清晰、便于理解。比如,在学生已经在线上课前预习或者已经了解案例的基础上,授课教师在课堂上可以引导学生发现问题、自主学习。运用翻转课堂辅助教学,指导学生对问题用数学的语言和符号表述出来,具体对问题进行提炼、并进行准确的描述,将之转化为一个完整的数学问题。让学生体会到数学的理论魅力、思想魅力和应用魅力,引导学生知行合一。

再次,How---在数学建模中重视信息技术的应用,引导学生挖掘探索,小组合作上机实践与程序测试,建立并求解问题模型,实现“理论联系实际、应用于实际”^[10]。

在教学中,授课教师可启发并引导学生运用什么数学理论以及实施哪些算法解决建模问题,指导学生分析理论与算法的适用前提和优缺点,结合 MATLAB 等数学应用软件实践经验举例,并指导学生分工合作、上机编程与求解。此外,授课教师也可考虑项目带动式教学等方式,将项目中一些小问题可以拿来给学生分享,分享问题构建过程、建模过程以及求解思路。教师也可将科技竞赛、实习实践等有机融入数学建模教学,强化学生的实践能力以及科技创新能力。

最后,Do---授课教师指导并带领学生去解决问题,进行结果分析,总结归纳,课后调研,考核评价,提升学生的综合素质。教师在数学建模的教学过程中做到价值引领,思政育人,培养我国当代应用型与创新型人才。

在教学中,授课教师做到“以学生为中心”,步步启发并引导学生展开问题的求解步骤与方法,重难点清晰。课堂上注重与

学生的互动,及时注意学生的反馈,指导学生对结果进行分析,思考如何改进模型、并进行模型的推广和应用等问题。特别注意的是,在建模过程中,教师要注重实现学生对专业知识的较高水平的认知,做到专业知识深度和广度相结合、形象思维和抽象思维相结合、实践指导与思政育人相结合。针对数学建模中的痛点问题,运用现代信息技术理论联系实践,拓展数学知识的应用。最后,对建模课程进行总结归纳,课后调研,通过建模实践作业进行考核评价,及时了解学生的学习反馈与数学建模竞赛动态,做出下一步的实施方案。

总之,在以实际问题为驱动的“Why, What, How, Do”的实施过程中,授课教师要秉承立德树人根本任务,以实际问题为驱动,将数学建模贯穿于课前预习、案例导入、课堂授课、讨论互动、评价考核、课后调研等全方位和全过程,实现知识传授、能力培养与价值塑造相结合的教学目标。

三、结语

数学建模的教学本身是一个不断探索、不断创新、不断完善与提高的过程。数学建模作为数学在各个领域广泛应用的媒介,是数学科学技术转化的主要途径。因此,授课教师特别是高校教师对数学建模的实践性教学的教学改革与深入探索势在必行。授课教师在教学中深度挖掘数学建模问题中蕴含的爱国情怀、理想信念,以立德树人为根本,以学生为中心,以问题为主线,以能力培养和价值塑造为目标来组织教学工作。通过数学建模教学,学生能了解并利用数学理论和方法去分析和解决数学建模问题的全过程,进而提高他们分析问题和解决实际问题的能力,提高他们学习数学的兴趣和应用数学的意识,培养他们将数学和计算机有机地结合起来去解决问题的能力 and 创新意识。同时,教师通过数学建模也可培养学生的浓厚的家国情怀、立足岗位的创新意识与责任担当,实现知识传授、能力培养、价值塑造相结合的教学目标,培养“德智体美劳全面发展的社会主义建设者与接班人”,更好地担当起学生引路人的责任,为落实立德树人的根本任务贡献更多的力量。

参考文献

- [1] 李大潜. 数学建模的教育是数学与工业间最重要的教育界面 [J]. 数学建模及其应用, 2012, 1(1): 38-41.
- [2] 全国大学生数学建模竞赛网站. <http://www.mcm.edu.cn>.
- [3] 黄健, 徐斌艳. 国际视野下数学建模教与学研究的发展趋势——基于第14届国际数学教育大会的分析 [J]. 数学教育学报, 2023, 32(1): 93-98.
- [4] 分享最新研究成果, 展望数学教育未来. 第14届国际数学教育大会在上海开幕. 来源: 中国教育报, 2021-07-14. http://www.moe.gov.cn/jyb_zzjg/huodong/202107/t20210714_544575.html
- [5] 陈建, 王继利, 孙小光. 基于数学建模竞赛的科研与实践创新能力培养 [J]. 数学建模及其应用, 2022, 11(1): 39-44.
- [6] ENGLISH L. Mathematical modeling in the primary school: children's construction of a consumer guide [J]. Educational Studies in Mathematics, 2006, 63(3): 303-323.
- [7] OSWALT S. Mathematical modeling in the high school classroom [D]. Baton Rouge: Louisiana State University, 2012.
- [8] ARSEVEN A. Mathematical modelling approach in mathematics education [J]. Universal Journal of Educational Research, 2015, 3: 973-980.
- [9] 高校教育管理信息化发展与评估系统构建 [J]. 文丽. 吉林农业科技学院学报, 2023(05).
- [10] 高校数学教育与师范类专业教育的有效衔接问题研究 [J]. 郭玉丹. 现代职业教育, 2024(08).