

建设应用型高校背景下数学建模教学思考

——以沈阳航空航天大学为例

孙旭, 闻良辰

沈阳航空航天大学理学院, 辽宁 沈阳

收稿日期: 2023年11月26日; 录用日期: 2023年12月22日; 发布日期: 2023年12月29日

摘要

在建设应用型高校的背景下, 广泛开展数学建模教学和竞赛, 对学生应用创新能力意义重大。本文针对当前数学建模教学和竞赛中存在的问题, 对其根源进行探讨, 围绕教学的必要性、存在的某些误区、内容设计的某些不完善方面论述, 提出可行的改良方案, 推动数学建模教学与竞赛的改革和发展。

关键词

数学建模, 建模课程设置, 建模教学改革

Thought on Mathematical Modeling Teaching under the Background of Building Applied Universities

—Taking Shenyang Aerospace University as an Example

Xu Sun, Liangchen Wen

School of Science, Shenyang Aerospace University, Shenyang Liaoning

Received: Nov. 26th, 2023; accepted: Dec. 22nd, 2023; published: Dec. 29th, 2023

Abstract

Under the background of building applied universities, it is of great significance to widely carry out mathematical modeling teaching and competitions to cultivate students' innovative application abilities. This article explores the root causes of the current problems in mathematical modeling teaching and competition, discusses the necessity of teaching, some misunderstandings, and

some imperfect aspects of content design, and proposes feasible improvement plans to promote the reform and development of mathematical modeling teaching and competition.

Keywords

Mathematical Modeling, Modeling Course Setting, Modeling Teaching Reform

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

数学建模,指的是人类在认识与改造自然界过程中,以数学为工具,使用数学的方法寻求解决实际问题的途径和方法。“数学建模是沟通现实世界和数学科学之间的桥梁,是数学走向应用的必经之路”[1]。为将使用人类自然语言描述的现实问题转化为可进行运算、分析的数学语言(函数、方程、方程组等),需要将问题抽象化、简洁化,对数据进行合理近似、赋予恰当的变量和常量等处理,从而创建合理的数学模型,运用成熟的数学理论与先进的计算机技术辅助分析问题、求解问题。在建设应用型高校的背景下,作为素质教育重要组成部分的数学建模教学,其最主要且有效的实施途径便是数学建模课堂的广泛开展和建模竞赛。在教学过程中,既要考虑到点,又要考虑到面[2]。进一步推广数学建模课程开展、强化高校在读学生数学应用意识、提高在校生的数学应用能力是后续高校数学建模课程改革的重要目标。当前我国高校在数学建模方面的工作成绩与问题并存,主要存在的问题有:

- 1) 教学内容侧重理论,与实际应用联系相对缺乏;
- 2) 教学方法不够全面,在调动学生的学习兴趣方面效果一般;
- 3) 课程设置合理性有待提升,在整体规划方面需要增加;
- 4) 实践操作占比不足,无法使学生真正了解数学建模的核心内容。

本文将结合一线教学经验,联系数学建模的自身特点,对当前数学建模的课程的教学工作改革提出若干讨论。

2. 数学建模现状和所存在问题与原因分析

2.1. 数学建模竞赛现状

大学生数学建模竞赛是针对当前全国高校在校生的竞赛活动,多年以来,我校在历次竞赛中均取得了可观的成绩,参与数学竞赛已经成为我校一项重要的课外活动,同学们的参赛热情日益提高。

自1992年首次举办以来,我国大学生数学建模竞赛已有30余年发展历程,对比历年赛题可以看出,在组委会讨论及命题人加工后,赛题通常较为接近纯数学问题,不需要参赛学生对现实过多提炼[3]。一般来说,尽管赛题具有一定的实际背景,但基本对专业知识没有要求,因此对于本科生来说,在研读赛题上所需时间并不多。此外,赛题所需数据通常由命题人直接给出,参赛者无耗神需收集数据。知识储备方面,完成赛题所需数学知识基本不超过公共基础课范畴,即高等数学、线性代数、概率论与数理统计,个别问题需要一些运筹学与控制论和图论的知识。

同当前国内高校的主流思路类似,我校是先进行理论培训和模拟训练(校赛)再组织学生参赛。通常提前两个月左右开始组织学生的报名培训工作。培训内容通常由理论讲解和模拟训练(校赛)两个部分组成。

理论讲解主要包括数学建模基础、概率论与数理统计、运筹学与控制论、常微分方程、偏微分方程、偏微分方程数值解等课程; 模拟训练通常以往届国内外普通组和大专组的竞赛题或其稍加改编为选题, 让学生自愿结组后在规定时间内完成, 之后对学生的完成情况进行针对性点评和指导。以沈阳航空航天大学为例, 原则上参赛学生需要参加培训, 并经模拟训练后选拔出参赛队员。但事实上, 学生未经过选拔过程就参赛, 学生在培训阶段的减员, 都是难以避免的。

通常情况下, 由于好奇心, 培训开始时报名学生数量通常不少, 但几次之后往往人数锐减。原因主要在于数学建模课程的教学内容编排过于凝练, 受现实约束开课时间有限, 一般情况下教师仅能直接以成熟的模型为依托进行常规讲解, 而对于种种问题产生的背景来源、建立数学模型过程所需的多种数学思想方法难以涉猎, 更遑论留出时间进行课堂讨论、让学生展示交流与合作的结论成果, 在这样的现实情况下, 在有限的课时中让选课学生深入掌握数学建模的核心思想方法颇具难度。

2.2. 所存在的问题及原因分析

在组织学生参与数学建模的工作中, 我国高校存在着许多普遍问题。第一, 进行日常的教学工作时, 对数学建模工作涉猎较少, 从而不能激发学生对数学建模的兴趣, 难以调动学生的积极性, 即使有学生参赛, 培训过程多为临阵磨枪, 收效甚微。第二, 数学建模活动影响力尚且有限, 参与竞赛培训的学生专业范围较小, 一方面是宣传的力度不够, 一方面是当前的数学教学中缺少必要的对数学建模重要性的渗透。第三, 高年级学生参赛比例与获奖的比例呈负相关趋势。但高年级学生囿于时间紧迫的毕业设计、就业的压力、研究生入学考试的知识需求, 尽管比起低年级学生数学基础明显更为深厚, 解决问题经验也更加丰富, 但却难以分心给竞赛; 刚进入大学的低年级学生积极性往往很高, 参加培训竞赛的人数众多, 但成绩却难尽如人意。究其根本, 是因为数学建模与知识的掌握、积累密切相关, 对经验要求较高, 低年级囿于课程设置, 许多相关课程尚未开设或者在培养计划中不存在。第四, 部分高等教育从业者忽视了数学教育与现实问题的结合, 过于强调抽象的数学问题, 或将重点过于侧重在复杂背景的实际问题的解决上, 造成理论教学与工科应用的脱节。

另外, 受长期以来实用主义和功利主义的数学观影响[4], 数学建模课程开设过程中, 不足之处是客观存在的。一般而言, 数学建模课程依托于以理工类专业数学建模教材为, 这些教材的主要问题为: 一, 教材中涉及大量专业性较强、难度很大但已经非常成熟的数学模型, 对于非相关专业学生而言, 很难充分理解这些问题的处理思路, 因而只能依靠机械模仿和机械记忆进行学习; 二, 采用以问题为主线分模块编排的教材重在问题的罗列和问题的解决, 造成教师驾驭教材难, 学生接受教材更难。而过于专业的模型更是难以使学生体会到数学应用的广泛性, 培养学生数学应用意识和能力, 使学生掌握数学建模的根本思路, 不足以满足当前高等教学中培养应用型人才、建设应用型高校的需要。

3. 以数学建模活动为载体开展数学建模教学的途径与方法

3.1. 开展教学时对教学案例深入打磨雕琢

在备课准备时, 教师对要在课堂上讲解的案例进行精心选取并深入打磨, 将具体问题与数学建模所涉及的数学理论、思想、方法有机结合。课堂教学由教师讲授和学生讨论课堂发言共同完成, 并给学生布置课后任务, 要求学生在课后讨论对问题的理解和已有数学模型的认识, 并提出新的改进数学模型思路, 并根据新思路进行分析、讨论以及实现, 教师对学生工作进行点评和提出改进建议。实施案例教学要注意把握以下环节:

1) 教学案例的选取。选取案例有必要遵循以下原则:

教学案例易于接受。案例应尽量避免涉及专业知识过多, 又要兼顾学科之间的联系, 既可以拓宽学

生的知识面又不至于因过于专业影响学生的接受。

选取的案例尽量来自于原始材料, 如广播电视、报刊发表的第一手消息, 政府机关、企事业单位的报告、计划、统计资料的原始版本等[5]。目的在于引导学生意识到建模的现实意义, 认识到数学建模不仅仅是一种教学活动, 更是数学应用于实际的直接体现。

教学案例有助于激发学生的学习兴趣。许多数学分支都有具有代表性的趣味实例, 如概率论中的分赌本问题, 图论中的七桥问题, 拓扑学中的“三明治定理”、“毛球定理”等。同样的道理, 在数学建模教学中, 教师在选取案例时, 应尽量选择兼顾趣味性和数学建模思想的案例, 从激发兴趣切入, 引导学生自发学习, 逐步体会到建模的思想方法, 从而把握数学建模的精髓。

教学案例有益于培养学生的创新精神和创造能力。在应用型高校建设思想的指引下, 一题多模或多题一模型例题是非常有必要的, 在工作中, 教师要在做好本职工作的同时密切关注现代科学技术的发展状况和行业人才需求(如量子计算、新能源汽车、芯片开发等), 使学生培养和创新技术发展密切结合, 融入当前科学发技术展、社会进步的主流。

2) 案例的课堂教学。教师在讲授具体的建模案例时, 主要应注重两方面:

一、从实际问题, 将问题背景、建模需求、现有信息阐述清晰, 阐明如何通过合理假设、简化分析建立优化、有效的数学模型, 指导学生掌握结果分析、模型检验的方法和思路。同时照顾到教学的重点和学生充分进行下一步思考的空间。例如讲授交通规划模型时, 不同的假设和简化思路会引向建立不同的模型, 要从实际出发进行充分修正才能得到可应用于实际的有指导意义的模型。或者教师还可以只给学生提供改进的方向和思路, 让学生自己课外独立进行思考和探究。

二、教师讲授与学生的讨论有机结合。考虑到数学建模并非以考试为根本目标, 教师的讲授可以侧重案例背景、关键因素、所需数学工具等情况, 具体选取数学理论和建立数学模型由学生自主发言, 进行讨论式教学。从而规避掉单一由教师讲授的枯燥乏味, 还可以使得课堂气氛更为活跃, 更有益于提高学生的课堂学习兴趣和积极性, 以学生为主体, 破除填鸭式教学的框架, 引导学生主动学习和应用数学知识。

3.2. 关注课后数学建模实践训练

数学建模教学的其终极目的是让学生在未来的工作和研究中能独立进行数学建模工作, 因此有必要重点关注建模实践训练的环节。建模训练主要有以下的形式:

1) 在课堂内容中尽量全面包含的数学建模方法, 也可以留出时间让学生对课上问题做进一步的探讨, 主要目的在于巩固课堂教学。

2) 每完成一处知识单元教学后, 布置该单元相匹配的训练题, 并给出规定时间, 让学生在数学建模实验室自行查找资料, 应用计算机技术, 在规定时间内完成一篇思路清晰、条理清楚、逻辑严密的数学建模论文, 从而完成模拟建模竞赛的强化训练。其目的在于, 完成强化训练后, 学生的认模、建模、用模的能力可以获得充分锻炼和提高。教师在对模拟训练论文进行认真批阅审定后, 对论文的优点进行肯定, 不足给予指导, 将优秀作品展示给全体同学, 通过全体范围的交流, 互相学习、取长补短, 共同提高。

3) 数学相关软件的学习。在计算机技术的发展日新月异的当下, 大批高效率、应用性强的数学软件有了越来越广泛的应用, 如 Matlab、Mathematica、Maple、Python、SAS、Lindo、Lingo 等。教师根据自身现实情况可选取少数几种进行系统讲授后, 指导学生上机操作, 掌握这些软件在实际数学运算的应用, 直到独立应用数学软件辅助数学建模工作的完成, 对于计算机水平较高的学生, 也可由学生自行选取应用软件完成建模工作。

3.3. 教师坚持学习提高以促进数学建模教学工作

在数学建模教学过程中, 学生是教学核心, 教师是教学关键。教师水平的高低直接决定了数学建模教学能否达到培养学生能力预期目标。作为数学建模教学工作的执行者, 高校教师除了要具备较高的专业水平, 还需要具备相当丰富的实践经验及充分的解决实际问题能力。为达到有效提高教师水平目的, 教师应充分整合资源, 结合信息时代特点, 多进行线上线下的专业培训学习和学术交流, 如参加学术会议、做访问学者等。同时, 也可结合所处院校实际情况, 请相关领域著名专家教授走进校园做建模学术报告, 帮助广大师生拓宽知识面, 拓展学术视野, 认识当前科技发展最前沿, 了解新趋势、新动态。另外, 数学教师要不断更新教育理念, 积累和学习相关知识, 贯彻终身学习的思想。

3.4. 强化学生的数学应用意识

恩格斯曾说: “任何一门科学的真正完善在于数学工具的广泛应用。”在科学研究领域, 如果没有使用足够的数学作为支撑, 使用成熟有效的数学方法来进行分析支撑, 只有通篇的文字叙述的文章, 无论是博士、硕士论、本科论文, 无论自然科学论文还是社会科论文, 均不能认为是成功的。作者多年的一线教学实践表明, 数学建模的思想方法在事实上已经融入了大学生的整个学习过程, 是本科教育的重要一环。

历年的赛题都是从实际问题出发, 其中一些甚至可以认为已经脱离了数学的范畴。从概念角度而言, 顾名思义, 数学建模是一种特有的解决实际问题的方法, 是将实际问题抽象化并结合计算机技术的运用, 以数学模型为体现, 应用数学理论演绎并解决。针对数学建模的自身特点, 让学生能够更多元化地去建立数学模型, 在未来的工作和研究中也能够有更多的方法和手段处理问题, 从而真正地将学习与实践相结合的, 培养出更多顺应时代要求的应用型人才, 是高校数学建模工作从业者进行人才培养的重要目的, 也是从业者接下来工作方向的指引。

4. 结语

在当前建设应用型高校的大背景下, 推动大学课堂中数学建模的课程改革是重要的教学实践, 符合当前社会的人才培养需求并且顺应我国高校教育改革潮流。保持不断的自我学习和教法优化, 是每一名从业者应有的坚持。本文对数学建模课程的特点和现状进行了简单剖析, 提出了作者在实践中遇到的问题及应对思路, 希望可以抛砖引玉, 为广大同行提供些许有益的思考。

参考文献

- [1] 李大潜. 中国大学生数学建模竞赛[M]. 北京: 高等教育出版社, 1998.
- [2] 王茂芝, 徐文哲, 郭科. 数学建模培训课程体系设计探讨[J]. 数学教育学报, 2005, 14(1): 79-81.
- [3] 贾利新, 张小勇. 研究生数学建模的特点与培训策略研究[J]. 教育教学论坛, 2015(18): 205-206.
- [4] 黄泰安. 数学教师的数学观和数学教育观[J]. 数学教育学报, 2004, 13(4): 24-27.
- [5] 傅世球. 数学课堂教学艺术[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2013.