

数学建模课程的教学现状分析

王福胜¹, 刘梦杰¹, 戴 蓓², 韩来庆³, 徐 智¹

¹太原师范学院数学与统计学院, 山西 晋中

²井冈山大学教育学院, 江西 吉安

³太原师范学院马克思主义学院, 山西 晋中

收稿日期: 2023年1月7日; 录用日期: 2023年2月28日; 发布日期: 2023年3月8日

摘 要

数学建模是培养大学生创新能力和实践能力的有效途径。当前, 我国高校数学建模课程经过多年建设与发展, 教学成果较为显著, 但问题依旧明显。为了有效掌握我国高校数学建模教学的现实问题, 本文通过文献元分析, 并结合我们多年的实际教学体验, 对该课程教学的现状与存在的问题进行了梳理和反思, 以期能够更好地为高校数学建模教学改革指明方向。

关键词

数学建模, 教学改革, 课程建设

The Analysis of Teaching Status on the Course of Mathematical Modeling

Fusheng Wang¹, Mengjie Liu¹, Bei Dai², Laiqing Han³, Zhi Xu¹

¹School of Mathematics and Statistics, Taiyuan Normal University, Jinzhong Shanxi

²School of Education, Jinggangshan University, Ji'an Jiangxi

³School of Marxism, Taiyuan Normal University, Jinzhong Shanxi

Received: Jan. 7th, 2023; accepted: Feb. 28th, 2023; published: Mar. 8th, 2023

Abstract

Mathematical modeling is an effective way to cultivate the innovative ability and practical ability for college students. At present, after years of construction and development, the course of mathematical modeling in Chinese universities has achieved remarkable teaching results, but the problems are still exists. In order to effectively grasp the practical problems of mathematical modeling teaching in Chinese universities, based on questionnaire survey and in-depth interview,

combined with our years of practical teaching experience, by literature meta-analysis, this paper combed and reflected on the existing problems, and gave an overall report and discussion in the teaching practice of the course of mathematical modeling, we also put forward our opinion or the direction for its teaching reform in Chinese universities.

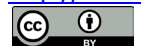
Keywords

Mathematical Modeling, Teaching Reform, Curriculum Construction

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. 引言

《数学建模》是 20 世纪 80 年代初在学习国外世界一流大学成功经验的基础上, 从美国高校引进的一门全新课程, 并由清华大学姜启源、谢金星、叶俊教授编写了第一本数学建模教科书(已经更新第 5 版, 成为该课程的经典教材) [1]。最初只有几所大学开设《数学建模》课程, 随后引起了国内教育界学者的高度关注, 教育部高教司下文组织推广全国高校相关专业开设此课程。与此同时, 借鉴国外经验, 为了加强该课程的教学和培养创新型人才, 1992 年由教育部和中国工业与应用数学会开始主办每年一届“全国大学生数学建模竞赛”活动, 并被教育部列为全国大学生学科竞赛六大核心比赛之一(影响力最大的 A 类学科竞赛)。近年来, 其他学会组织也增设专门的机构, 负责组织、推广开展各类开放性的数学建模竞赛活动。例如, 著名数学家华罗庚先生创立的中国优选法统筹法与经济数学研究会也成立了“数学建模与算法分会”, 承办面向本科生和研究生的“Mathorcup 数学建模”大赛, 中国学位与研究生教育学会和中国科协青少年科技中心联合主办了面向研究生的“华为杯中国研究生数学建模竞赛”等。

众所周知, 数学是研究现实世界数量关系和空间形式的科学。数学的特点不仅在于概念的抽象性、逻辑的严密性、结论的明确性和体系的完整性, 而且更在于它应用的广泛性。自从 20 世纪以来, 随着科学技术的迅速发展和计算机的普及应用, 人们对各种问题的要求越来越精确, 使得数学的应用越来越广泛和深入。特别是在 21 世纪随着互联网和“5G”技术的普及应用, 人类迈入了人工智能的时代, 数学科学的地位发生了巨大变化, 数学已经成为一种能够普遍实施的技术, 它正在从国家经济和科技的后台走到了前沿, 成为当代高科技的一个重要组成部分。因此, 培养学生应用数学的意识和能力已经成为数学教学的一个重要方面。所谓应用数学就是应用数学的原理和方法去解决应用领域中的各种实际问题。但不论是用数学方法在科技和生产领域解决哪类实际问题, 还是与其它学科相结合形成交叉学科, 首要和关键的一步就是要建立研究对象的数学模型, 并加以计算求解(通常借助计算机软件编程), 这种应用数学知识从实际问题中抽象、提炼出数学模型的过程就称为“数学建模”(Mathematical Modeling)。数学建模常常既需要人们对错综复杂的现实问题进行深入细微的观察和分析, 并做出合理简化, 又需要人们灵活巧妙地利用各种数学知识, 建立更符合客观现实情况的数学结构。因此, 数学建模又是十分困难的一步, 它需要深厚扎实的数学基础、敏锐的洞察力和想象力、对实际问题的浓厚兴趣和广博的知识面。数学建模在科学技术发展中的重要作用越来越受到数学界和工程界的普遍重视, 它已成为现代科技工作者必备的重要能力之一。

数学建模是联系数学与实际问题的桥梁[2], 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。为了适应现代科学技术发展的需要和培养高质量、高层次科技人才, 国内外很多高校将《数学

建模》课程设置为数学专业或其他相关专业的主干课程,也是数学类相关专业的一门重要的实践性课程。《数学建模》不同于其他任何一门数学课程,国内外《数学建模》的权威教材都是以“案例”为主线编写的。因此,这就决定了该课程的教学方法一定是以“案例教学法”为主导。需要强调的是数学建模从方法论上看,它没有一个行之有效的、通用的万能法则,它一定是根据不同的领域、不同的实际问题、不同的需求目的,“翻译”或抽象成某个具体的数学问题,而这个“翻译”或抽象过程非常“艰难”。也正是因为这一点,专家们普遍认为:“数学建模与其说是一门技术,不如说是一门“艺术”。艺术的本质特征有二:一是“无章可循”,二是“创新性”[1]。这些特性决定了这门课程具有难度大、涉及面广、形式灵活的特点,对教师和学生的教与学都面临巨大的挑战。因此,数学建模的教学是一个不断探索、不断创新、不断完善和提高的过程,许多院校正在将《数学建模》课程教学改革和培养高层次科技人才相结合,努力探索更有效的数学建模教学法和培养面向 21 世纪的人才的新思路。作者通过多年的《数学建模》课程教学实践,发现《数学建模》课程目前仍不同程度的存在以下问题,希望为兄弟院校“数学建模”课程的老师提供有益的参考。

2. 《数学建模》课程问题分析

2.1. 课程安排不合理

《数学建模》是一门介于专业基础课程和专业课程之间的“过渡”性课程,也有一些高校课程设置上把它看成专业课程。针对该课程的教学内容与教学目标要求,开设本课程需要先修一些必要的数学基础和计算机基础类课程,如数学分析、高等代数(或线性代数)、常微分方程、概率统计、运筹学等数学类课程、以及计算机编程语言(Matlab, C++)等计算机类课程。因此,从开课的时间窗口看,目前国内外高校大多是在大二(下学期)至大四(上学期)学习阶段开设该课程。但由于不同高校针对上述基础课程的开课时间不一(课程衔接问题)或者课程设置上的缺憾(课程设置问题),导致学生在上《数学建模》课程时数学基础或计算机基础不够的问题。例如我校是在大二(下学期)或大三(上学期)开设此课,个别必要的先修课程或者不开设或者开设时间延后;另外,由于各高校类别不同(如理工类、财经类、师范类等),其培养方案与课程设置各有侧重,加之目前由于教学计划和课程体系都在不断改进,基础课程的学习时数不断减少,造成很多高校对于《数学建模》课时挤压(课时不足的问题)。例如:我校为 54 课时,也有一些高校为 36 课时。若系统讲授该课程教材内容这些课时是严重不足的。正如李大潜院士指出,到目前为止,“数学建模”还只是原有的数学教学体系上的一个“补丁”,要使数学建模的思想融入到数学类主干课程中去,才能算是真正牢固地占领了阵地[2]。

因此,在学生基础知识储备不够、课时安排不足的情况下,对老师和学生的“教”与“学”都面临着严峻的挑战。在这种情况下势必导致老师上课需要补充很多相关知识,从而使学生基础不够与课时安排不足的矛盾非常突出。

2.2. 课程难度大

《数学建模》课程不同于其他的数学类课程,针对该课程的内容及特点,其课程难表现在五个方面,一是课程涉及的数学知识包罗万象。随着科技的发展,数学几乎应用到一切领域,正如马克思说:“一种科学,只有在成功地运用数学时,才算达到了真正完善的地步”。因此,数学建模所涉及的数学知识涵盖从中学到大学所有学过的以及没有学过的数学类课程,包括分析、代数、几何、方程以及不确定或随机等各种数学结构。另外,为了求解数学模型,还需要掌握计算机软件、编程等相关知识,而且与数学实验密切相关。二是数学应用的广泛性。数学建模涉及到工农业、化工、航天、国防、经济管理、金融、交通、人工智能、大数据处理等各行各业,这就要求任课老师和学生掌握相关领域宽厚的背景知识,但大家对很多领域的应用场景都很陌生,更谈不上这些应用领域的机理了。三是将各种各样的实际应用

问题提炼、抽象、构建成具体的数学模型很难。因为数学属于高度抽象、概括的哲学范畴，大脑的这种抽象思维和智力活动本身就很难。四是数学模型的求解难。目前常见的数学模型有六大类[3]，绝大多数数学模型都需要使用计算机运算。因此，需要掌握各种数学模型的求解方法或计算方法，并通过计算机编程进行数值计算[4] [5]，这些对任课老师和学生都是巨大的挑战。五是数学建模没有固定的模式和方法，也没有标准答案，而且数学模型也可能不唯一。数学建模需要根据问题的实际需要，做出合理的假设，对问题进行简化，这也是学生面临的难点。

总之，数学建模技艺性很高，它的“艺术性”特质、“无章可循”，造成了很多大学生在学习该课程的过程中，出现“初学时兴趣满满，深入时困难重重”的症状。数学建模活动是综合阅读理解、数据分析、逻辑推理、简化假设、抽象概括、软件编程、上机操作等多种能力培养的过程，是培养创新思维与科学家精神很好的实践，这也正是数学建模课程的魅力与难点所在。

2.3. 课程教学模式和教学方法有待改进

《数学建模》课程是一门综合性、技艺性、创新性、应用性、实践性、前沿性很强的数学类课程，教材大多采用案例式编写。因此，传统的教学模式和方法已经不能适应数学建模课程的要求。很多老师在授课时延续一般数学课程的教学方法[6]，即以教师、课堂、书本教材为中心，课堂教学中采用板书法，教学模式与教学方法不够灵活，缺乏针对性，教师照本宣科、满堂灌、填鸭式地讲授，学生则被动地听、被动的接受，难以激发学生的学习兴趣。单向注入式的教学方式使得师生之间教与学信息反馈不及时，导致学生课堂中缺乏积极性与主动性思考，尤其是建模“难”的问题导致很多学生对课后的习题或竞赛的题目感到无从下手、望而却步。这些因素的叠加，造成大多数学生忽略数学建模能力的提高而只重视知识的掌握或期末考试如何过关，这与“数学建模”的宗旨背道而驰。

《数学建模》课程教学应倡导启发式教学与交互式个性化教学方式，采用讲授、探究、讨论相结合的教学方法，鼓励学生主动去获取与实际背景相关的知识与信息，自主选择解决问题所需的数学知识与方法，从以教师为中心向以学生为中心、以教师为主导的方式转变，千方百计引导学生开动脑筋，挖掘案例中所潜藏的、隐性的数学内涵或数学要素，连通“数学知网”的切入点，进而创新思维、构建恰当的数学模型，在此过程中提高数学建模的技艺，以实现举一反三的教学效果。

2.4. 教学内容需要与时俱进

2016年12月7日，习近平总书记在全国高校思想政治工作会议上指出：“要把做人做事的基本道理、把社会主义核心价值观的要求、把实现民族复兴的理想和责任融入各类课程教学之中，使各类课程与思想政治理论课同向同行，形成协调效应”[7]。通过调查发现，部分任课教师由于课时紧或缺乏课程思政相关知识储备，忽视了数学文化和课程思政教学。不同的课程有不同的背景和课程特色，《数学建模》课程内容精选于国内外数学应用的典型案例，蕴含着丰富的数学发展历史和思政元素。读史可以明智，纵观世界数学发展史，其中镶嵌着许许多多耀眼的明珠，它们中很多都是十分经典的数学建模案例。通过这些案例的教学，适时引入数学史介绍，不但可以启迪大学生的创新性思维，而且可以提升大学生的数学文化素养、激发他们勇于探索的精神。另外，我国改革开放以来，工农业、通讯、国防、国民经济、科技等各领域快速发展，得益于应用数学的发展，也为数学建模提供了丰富的教学案例。深入挖掘其中的思政元素，融入《数学建模》课程教学，对于落实立德树人根本任务，培养大学生的爱党、爱国情怀，激发大学生建设富强中国的热情，都具有重要的实践意义。因此，教师在传授课程知识的基础上，要充分发挥课程的德育功能，提炼专业课程中蕴含的价值元素，引导学生将所学知识转化为自己的能力，同时在润物细无声的知识学习中融入理想信念层面的精神指引。

《数学建模》也是一门实践性很强的课程,根据调查发现,部分高校《数学建模》课程教学仍然重视理论教学,而忽视了实验与实践性教学,表现在以下几个方面:一是只安排理论教学课时,没有安排上机实验课时;二是教师课堂只重视理论教学,延续传统的讲授法满堂灌,而不重视计算机编程实践;三是学生把《数学建模》课程等同于其他一般数学课,习惯性的沿用学习数学的常规学习方法,加之部分学生对计算机编程缺乏兴趣,因而不重视计算机程序语言与编程的操作实践;四是部分高校对国内外的数学建模竞赛活动不重视,因而学生对此类竞赛或者关注度不高,或者缺乏参与积极性。这些都与该课程的特点与培养目标要求是不相符的。《数学建模》涉及数学分析、高等代数、常微分方程、运筹学、最优化、概率统计等相关知识,有很强的实践性,而数学建模案例的求解大多依赖于计算机编程计算,通过计算机技术的运用,一方面能够加深学生对理论知识的理解,另一方面可以增进对数学模型的体验感和成就感,从而进一步激发学生们对数学建模的学习兴趣,提高学生的动手能力和解决问题的能力。实践教学还体现在数学建模比赛与相关活动,参加竞赛有助于提升学生的数学建模能力[8][9],同时也是对数学建模水平检验的一种重要方式。近年来数学建模竞赛题目综合性越来越强,数据量越来越大,涉及面越来越广,实时性越来越紧,我们课程的教学安排也该与时俱进[10]。

2.5. 课程考评方式存在局限性

《数学建模》课程不同于其它传统的数学类课程,但从调查情况来看,部分高校的考核方式单一,对于《数学建模》课程仍然延续传统的大众化的考核方式,即把它视为一般数学类课程进行考核,显然与“数学建模”的开放性、技艺性、实践性不相符。采用传统的闭卷考试是强调以教师为主导,以知识传授为目标,重视结果的评价体系。简单的“两个小时一张考卷”,最终以看似标准的答案给定分数,难以体现学生抽丝剥茧、推理检验、解决疑难的过程,难以体现学生数学建模的真正能力,忽视了数学建模过程在培养创新型人才的育人作用。考评方式就是指挥棒,这种传统的考核方式必然导致学生死记硬背,知识教条式固化,钝化了学生的创造力,阻碍了学生的创新性思维的发展。因此,应该以培养创新型人才为主要目标,以提高教学质量为理念,以综合素质考查为任务[11],对学生在建立模型解决问题的每一个环节的表现以及综合能力进行评价。《数学建模》适用多元化的考核方式,例如:平时练习、阶段论文、期末考试三部分综合评定成绩[3]。

3. 结束语

当前,有关《数学建模》课程的教学内容和方法虽然有了一定程度的共识,也形成了一些成功的实践模式,但仍然存在一些突出的矛盾和问题需要解决。根据调查反馈,不同学校在一些问题上有不同看法。为了改变过去以教师为中心、以课堂讲授为主、以知识传授为主的传统教学模式,进一步探索该课程教学改革的有效途径,提高学生分析问题和解决问题的能力,培养高层次创新型人才和落实立德树人根本任务,本文就《数学建模》课程教学中存在的问题从六个方面进行了梳理和总结,希望为高校《数学建模》课程的老师提供有益的参考,同时也为该课程的教学改革与实践路径提供借鉴。

致 谢

作者非常感谢相关文献对本文的启发。

基金项目

山西省高等学校教学改革创新项目(J2021552);山西省研究生优质课程建设项目(2021YJJG276);山西省基础研究计划(自由探索类)面上项目(202103021224303);山西省高等学校大学生创新创业训练计划项目(重点);太原师范学院教学改革重点项目(JGLX2105)。

参考文献

- [1] 姜启源, 谢金星, 叶俊. 数学模型[M]. 第5版. 北京: 高等教育出版社, 2018.
- [2] 李大潜. 将数学建模思想融入大学主干课程[J]. 中国大学教学, 2006(1): 9-11.
- [3] 胡良剑, 乐经良, 许建强. 关于“数学建模”课程教学现状的调查与分析[J]. 大学数学, 2010, 26(5): 147-151.
- [4] 谢金星, 薛毅. 优化建模与Lindo/Lingo件[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005.
- [5] 朱宁, 段复建. 数学建模教学团队建设的实践探索[J]. 大学数学, 2013, 29(3): 69-72.
- [6] 王小娟. 关于新建本科院校数学建模课程的思考和探索[J]. 教育现代化, 2018, 5(40): 98-100.
- [7] 赵婀娜, 张烁. 立德树人有道 春风化雨无声[N]. 人民日报, 2016-12-07(001).
- [8] 谢金星. 科学组织大学生数学建模竞赛 促进创新人才培养和数学教育改革[J]. 中国大学教学, 2009(2): 8-11.
- [9] 何万生, 梁达平. 抓好数学建模竞赛, 推动数学教学改革[J]. 数学的实践与认识, 2002, 32(3): 511-513.
- [10] 吕颖, 蒋观敏. 数学建模课程的教学改革探讨[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2015, 40(12): 173-175.
- [11] 赵小艳, 李继成. 数学实验课程考核方式的探索与实践[J]. 大学数学, 2018, 34(3): 36-39.