

双碳背景下数学建模课程改革

杨艳梅, 刘秋梅, 张莹丽

华北理工大学理学院应用数学系, 河北 唐山

收稿日期: 2024年9月9日; 录用日期: 2024年10月7日; 发布日期: 2024年10月21日

摘要

在教育部碳中和、碳达峰人才培养体系建设的高标准要求下, 本文针对数学建模课程展开教学改革的研究与探索, 尝试将碳中和、碳达峰的理念与要求融入课程的教学实践。具体包括教学内容与双碳实践案例相结合, 课堂组织形式与教学模式改革, 以及考核方式的优化和考核标准的细化。通过课程教学改革以达到优化课程内容供给、提升教学效果、体现低碳思政成效, 为数学建模课程育人效果的提升提供新的思路。

关键词

数学建模, 双碳目标, 低碳理念, 教学改革

Reform of Mathematical Modeling Course under the Background of "Dual Carbon"

Yanmei Yang, Qiumei Liu, Yingli Zhang

Department of Applied Mathematics, College of Science, North China University of Science and Technology, Tangshan Hebei

Received: Sep. 9th, 2024; accepted: Oct. 7th, 2024; published: Oct. 21st, 2024

Abstract

In response to the stringent standards of the Ministry of Education's talent cultivation systems in carbon neutrality and carbon peak reduction, a meticulous research and exploration has been conducted on the teaching reform of the mathematical modeling course. It involves incorporating pedagogical content with double carbon practice cases, revamping classroom organization, instructional methods, as well as refining the evaluation method and standard. The reform aims to augment the supply of course content, enhance teaching effectiveness, manifest the effect of low-carbon political education, and provide new insights for elevating the educational impact of the mathematical modeling course.

Keywords

Mathematical Modeling, Goal of Dual Carbon, Low Carbon Concept, Teaching Reform

Copyright © 2024 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

2022年在新的发展环境下,教育部为了提高碳达峰、碳中和相关专业人才的培养质量,颁布了《加强碳达峰碳中和高等教育人才培养体系建设工作方案》,要求高等教育高质量发展服务于国家碳达峰、碳中和专业人才培养需求[1]。数学建模作为数学专业必修课程之一,是研究如何将数学方法用于解决实际问题的学科,数学建模是数学科学与社会实际问题之间的主要桥梁,是提高运用数学知识解决实际问题、基本技能和训练综合能力所开设的一门学科[2]。课程通过引入社会相关的实际问题,引导学生利用数学建模基本思想和方法,进行科学研究、解决社会问题的教学实践过程。以课堂理论学习与实际问题的操作相结合,重点培养学生想象力、逻辑思考的能力、推理的能力;使学生具有掌握应用数学理论知识,并能运用相关知识解决实际问题的能力。

国内外高校在碳中和背景下通过教学、学习和研究开展了形式多样的绿色校园教育推进可持续发展。国内高校在碳中和背景下,从教学内容、教学模式、实践教学等方面就《环境》《化工》等课程开展了教学改革探索和实践研究[3]-[7]。目前,课程改革多针对于化学、环境、能源等专业,对理科专业特别是数学专业课程的碳元素的挖掘和融入研究相对较少,而碳峰值的预测、碳中和问题的研究与数学建模密切相关。本项目旨在数学建模课程中挖掘碳中和元素,建立专业知识与双碳目标有机的融合的教学设计方案,同时碳中和与低碳理念也是课程思政的重要元素,从而在教学过程中深入践行“低碳-可持续”新理念,提升育人水平,努力培养懂交叉融合、善于创新,具备家国崇高情怀的科技人才。

2. 教学现状与问题分析

学生是教学活动的主体,学生的学习情况直接影响课程教学的进度与效果。学习效果是学生对所学知识理解、认知的直接映像,能够映射出学生能否把所学的知识灵活运用到社会生活的实践中,为解决问题提供指导与支撑。

2.1. 学生建模课程的学习现状与问题

数学建模课程按照教学大纲的要求,主要包括:理论教学和实践上机两部分。学生在任课教师的指导下,进行理论学习和实践操作,独立完成或以小组团队合作的形式完成建模设计,形成建模研究报告作为学生学习效果和期末的成绩的评定依据。学生在建模理论课和教学实践课的学习上,存在着“机械学习、浅层学习”的状况,部分学生对课程内容的思考探究不深入,学生的团队研究、合作意识尚显不足等问题。

2.2. 教师教学现状与面临的问题

教师是教学工作的主导者。教学活动一方面受教材、教学大纲、教学内容、教学组织形式等客观因素的影响和制约。另一方面,教师的教学活动还被教师魅力、师生关系、课堂氛围等主观因素制约。在

建模课程的教学过程中，应当把建模课程视为一个桥梁，让学生把社会上的现实问题和数学理论知识紧密联系在一起，引导学生运用数学知识、数据分析、程序运算等手段解决实际问题。由此可见，建模课程要以解决社会现实问题为根本出发点和落脚点。这就要求教师在理论教学和实践教学中，不但需要给学生讲授严谨的、系统的、深入的数学专业知识，也需要给学生提供与教学理论相契合的社会问题教学案例。从而提高课堂教学内容与社会热点问题的紧密度、契合度与结合度。这样才能不断提升学生的问题意识，从根本上挖掘学生的独立思考的意识以及运用所学知识解决问题的实践能力。从而达到社会进步和发展对人才不断提高的标准。由此，教师在建模课程的教学过程中，要注重社会热点问题在教学内容和线上实践的融入和运用。

3. 双碳背景下数学建模课程改革与实践

随着“碳中和”、“碳达峰”等热点词语不断走向社会，融入大众的社会生活，建模课程也应该把“碳中和”、“碳达峰”等相关问题纳入到教学实践中，以“实际、实用、实践”的原则，逐步改变在教学中理论知识碎片化、零散化与社会问题链接不强的问题，通过优化原有教学内容体系，删减与实践脱节的内容，增加实用性内容等方法不断提升建模课程理论和社会实践的契合性和结合性。这就需要教师在教学中重视学生理论知识和实践能力之间的衔接与联系的问题。因此，在建模课程的理论教学和课上实践中，注重理论知识和实践问题之间的融合与相互促进。

3.1. 专业内容与双碳典型案例相结合 - 优化内容供给

数学建模课程在“实际、实用、实践”思想的指导下，将课程教学目标的教育性、知识性、实用性相互交汇融合，将“双碳人才”的培育、“双碳社会责任感”的激发贯通于学生专业技能学习和实训过程之中。通过与学生座谈，进一步了解学生关心的建模相关热点问题：“气候变暖”、“大数据”、“环境保护”、“绿色校园”等等，这些问题与“碳中和”、“碳达峰”都具有密切的联系。因而，在教学过程中，引入学生相关的相关案例，体现数学学科的科学素养与人文素养。例如，在“数学规划”知识模块中，融入了碳项目的数学规划模型；在“概率统计”知识模块，通过具体案例讨论碳排放量预测模型，回归拟合碳曲线，估计碳市场波动率，加强理想信念教育，深化社会主义核心价值观；在“博弈模型”知识模块中，应用博弈论分析碳交易市场中企业的行为和策略[7]-[12]。学生对数学建模课程的理论知识的学习，逐渐把建模的思维模式、问题的分析过程恰当运用到“碳达峰、碳中和”相关的实际问题中，重点运用到模型的建立、求解、检验等方面。在数学建模的整个教学过程中，融入“碳中和、碳达峰”对全球、全国经济政治的影响的课堂讨论，使学生树立关注“双碳”问题的思想和意识，更重要的通过教学内容和案例讨论，触动学生的低碳意识、家国情怀，从而激发学生的学习动力和信心。

以面向“双碳”问题的发现、分析、讨论为目标指引，对建模课程从内容设置和案例设计两个方面进行更新。首先从课程内容设置方面在学时比例设置上面进行创新。在案例设计上，注重“双碳”前沿问题引领和导向，从两方面优化课程案例设置：(1) 重视“双碳”热点案例的发现、分析和讨论，增加实践内容的新颖性和趣味性。(2) 巩固建模课程的核心主干，注重数学建模与“碳中和、碳达峰”知识的交叉融合。探讨与碳中和相关的数学模型、挖掘碳中和思政元素，以此为契机探索以课程建设来提高教学质量的方法与途径。

3.2. 课堂组织形式的探索与教学模式的丰富 - 确保教学效果

针对建模课程的育人要求，根据现有的教学条件以及学生的实际情况。作者与学校、学院担任数学建模相关课程的教师进行深入的访谈，寻找建模课程的主要制约因素和提升教学效果的方法和途径。通

经过整理被访谈教师的记录，作者了解到建模课程主要制约因素有教学内容、教学组成形式、师生互动情况、学生主动性等几个主要方面。访谈教师都指出了提升建模课程的方法，详见表 1。

Table 1. Feedback form for teacher interviews on improving the effectiveness of modeling course (N = 17)

表 1. 建模课程教学效果提升方法教师访谈信息反馈表(N = 17)

内容	教师反馈人数	所占比例(%)
教学内容新颖性	16	94.12
教学组织多样性	14	82.35
网络或媒体融入	15	88.24
学生学习的主动性	16	94.12
课程考核方式的灵活性	15	88.24

教学组织形式和教学模式是保证教学工作顺利进行的重要手段。通过合理的教学安排教学活动，鼓励教师和学生之间积极互动，同时激发学生学习的兴趣。教师以优化教学组织的形式，创设出能够吸引学生的教学案例、教学情景，从而进一步提升学生学习效果。课堂教学组织形式的探索，是教师和学生按照改变传统的灌输式教学组织形式模式。上传数学建模相关视频、碳中和相关的数据、模型、案例以供学生课前预习、课后查阅和实践。应用学习通资源采用线上线下混合式教学，加强了互动教学模式，增加网络互动、视频讲解、分组讨论等教学方法，见表 2。例如在“优化模型”知识模块，采用网络互动、分组讨论的教学模式，引导同学们思考一些启发性问题：“何为优化问题，你遇到过或学习过哪些优化问题？”、“何为静态优化问题，何为动态优化问题？”、“求解静态优化模型的一般方法是什么？”，“碳中和路径优化过程中可能用到什么数学模型？”，通过讨论学习，提升学生的学习能力、创新思维和学科交叉思维。

Table 2. Comparison of teaching organization form

表 2. 教学组织形式优化前后对比

教学组织形式	优化前	优化后
课前	预习教科书内容	网络热点问题预习
课中	灌输式讲解	网络互动 + 视频教学
课后	书面作业	线上辅导 + 分组讨论

教学模式的变化和丰富，是提高教学效率，不断满足学生需要的重要抓手。教学模式的改变，根本点在于确立学生为中心的教学观念。从以教师讲授为主转变到教师引导学生主动学习上来，注重培养学生对所学知识的实践和应用能力。这就要求教师在教学中应该积极调动学生的主动性，重点突出教学目标、方法和手段对学生启发和引导。教师通过教学模式的改变实现对学生不间断、无死角的教学和辅导，推动学生在创新思维、创新方法、创新实践方面不断进步。见表 3。

Table 3. Comparison of teaching mode

表 3. 教学模式改变前后对比

教学模式	改进前	改进后
课堂教学	讲授式为主	问题导向的启发式
课下教学	作业批改与反馈	线上指导 + 线下评价

在实践教学中引导学生对碳峰值预测、碳储量、碳交易、碳足迹计算等问题建模进行实践。学生在理论课程学习或是课程实践中，都需要同学之间的相互合作与配合，完成文献查询、模型构建、数据筛选、撰写报告等工作。探讨与碳中和相关的数学模型、挖掘碳中和思政元素，以此为契机探索课程建设来提高教学质量的方法与途径。碳中和课程研究的成果运用能够进一步提升教师在教学中理论与实践相结合紧密程度，有助于培养学生的思维能力、分析和解决问题的能力，以及培养创新人才。逐步采用学生主体的实践模式，教师作为教练员指导学生进行课前实践材料的准备、课上分析、课上讨论、课后学生总结。教师在讲授数学建模基础知识的同时，通过双碳相关案例的学习，进一步提升学生学习兴趣和学习的积极主动性，使学生具有数学建模、统计分析等基本素养，同时又让学生对双碳政策、低碳技术发展、环境气候等领域具有初步的了解，初步熟悉碳测算行为方式和方法。

3.3. 课程考核方式的优化及考核标准的细化 - 体现低碳理念

课程教学考核是教学工作中至关重要的一个环节。教学考核的方式，使教师的了解教学情况，更为重要的是掌握学生的学习效果。教师通过多层次、多维度考核评价，为优化和调整教学策略和方法提供重要的依据。在建模课程的考核中，重点对学生的过程考核。考核出勤率主要反映学生是否按时上课；考核小组讨论是为了反馈学生是否积极融入到建模团队之中，从而发挥自己的价值与作用；考核课后思考题的回答情况、自主学习能力等方面，主要反映学生是否按时把课上的知识及时复习与巩固。期末考核论文选题多为开放型和应用型，学生可根据自己的专长选择某个专题撰写一篇建模论文，倡导利用数学的知识和方法解决碳中和相关实际问题，鼓励学生深入践行“低碳 - 可持续”新理念。在制定考核标准层面，重点考察学生认知能力、动脑能力和论文写作的能力，进一步评价学生的数学精神、创新精神、责任心等方面的达标情况，如：积极回答问题、参加讨论、小组讨论、注重提升低碳意识。通过对 2021 级学生数学建模课程课堂表现与期末成绩的总结与分析，可以看出学生在基本理论知识，建模实践能力，双碳意识，团队分工与合作等方面都表现良好。抽取 30 名学生成绩，学生知识目标、能力目标、素养目标、思政目标的达成度分析，如图 1 所示。教学效果在学生的期末论文和课后反馈中得到良好体现。

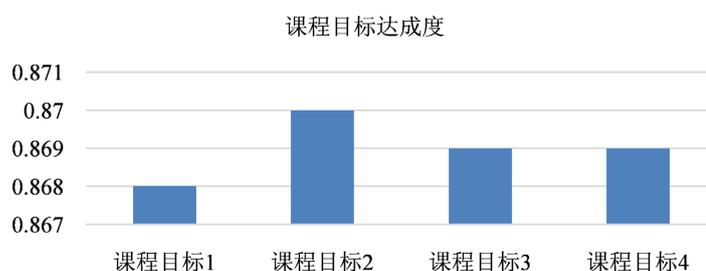


Figure 1. Analysis of course achievement

图 1. 课程达成度分析

4. 总结

基于双碳问题的数学建模课程改革，将课程教学目标与“双碳人才”的培养、“双碳社会责任感”激发相互结合，逐步打造出数据分析能力突出，创新能力强，团队合作与实践能力并重的教学育人过程。学生学会独立思考，用数学的思维思考实际问题，灵活运用所学知识，创新解决问题。以案例背景导入，学生根据题目要求建立数学模型完成问题的过程中，同步进行爱国主义教育，激发学生的爱国之情。加强思政教育，实现价值引领，引导学生绿色环保意识与低碳理念，学生正确处理模型问题的同时提高社

会责任感和道德素质。课程内容、思想和方法直接影响到学生的数学实践能力和创新思维的培养，并且对学生继续深造以及毕业后的工作、学习有着深远的影响。碳中和案例的研讨促进学生了解前沿理论，能运用所学的数学理论、方法和技能解决某些科研或生产中的实际课题，并使学生掌握文献检索、资料查询的方法，具有一定的科学研究能力，同时为本科第四学年的毕业论文工作，打下良好的论文写作基础。

基金项目

华北理工大学教育教学改革研究与实践项目(T-ZJ2218)。

参考文献

- [1] 教育部. 加强碳达峰碳中和高等教育人才培养体系建设工作方案[EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202205/t20220506_625229.html, 2024-09-07.
- [2] 姜启源, 谢金星, 叶俊. 数学模型[M]. 第五版. 北京: 高等教育出版社, 2018.
- [3] 郝润龙, 齐萌, 吴梦园. 新时代“双碳”目标下环境工程专业多课程融合教学改革探索[J]. 高教学刊, 2024, 10(6): 15-18.
- [4] 姜珺秋, 王琨, 王广智. 基于“双碳”目标下的环境工程专业课程教学改革[J]. 黑龙江教师发展学院学报, 2023, 42(9): 76-78.
- [5] 闫喜凤, 蒋浩, 贾美玉, 等. 基于“双碳”目标的环境工程专业特色课程群构建与实践研究——以东华理工大学环境工程专业为例[J]. 东华理工大学学报(社会科学版), 2023, 42(4): 391-395.
- [6] 王庆锋, 马艳娥, 汪晓男, 等. 面向“双碳”目标人才培养的工业化学课程教学改革探索与实践[J]. 高教学刊, 2024, 10(19): 135-138.
- [7] 陈亮, 王茂, 甄树聪. “双碳”视域下燃气输配课程思政与教学改革探索[J]. 大学教育, 2024(12): 78-82.
- [8] 庄贵阳, 窦晓铭, 魏鸣昕. 碳达峰碳中和的学理阐释与路径分析[J]. 兰州大学学报(社会科学版), 2022, 50(1): 57-68.
- [9] 李少林, 杨文彤. 碳达峰、碳中和理论研究新进展与推进路径[J]. 东北财经大学学报, 2022(2): 17-28.
- [10] 胡鞍钢. 中国实现 2030 年前碳达峰目标及主要途径[J]. 北京工业大学学报(社会科学版), 2021, 21(3): 1-15.
- [11] 蔡鑫, 孟凡鑫, 孙宇彤, 等. 高校校园碳足迹核算及零碳校园规划路径分析——以北京师范大学海淀校园为例[J/OL]. 北京师范大学学报(自然科学版), 2024: 1-8. <https://link.cnki.net/urlid/11.1991.n.20240903.0859.001>, 2024-09-05.
- [12] 陈林, 王佳莹, 陈臻, 等. 中国居民收入与家庭碳达峰: 基于 CGSS 数据与多项 Logit 模型[J]. 中国软科学, 2024(4): 166-175.