

人工智能驱动下中医药高等院校数学实验与案例建模教学的实践与创新



赵莹, 彭春花, 叶红, 林蓉, 邵建华, 孙继佳

上海中医药大学中药学院数理教研室 (上海 201203)

【摘要】结合中医药高等院校特点及创新人才培养目标, 重构面向“新医科”、适应人工智能新时代的医药类高等数学课程体系势在必行, 其中一项重要举措就是在传统课程教学中融入并渗透数学实验和案例建模内容。上海中医药大学中药学院数理教研室秉持成果导向教育 (outcome-based education, OBE) 理念, 通过对高等数学课程体系和内容的建设与优化, 推动“中医药+数学建模”的实际应用, 进一步提升教学技术与手段, 建立数学实验和案例建模教学平台, 以培养满足未来需求的复合型中医药人才。

【关键词】人工智能; 中医药; 高等数学; 数学实验; 数学建模

【中图分类号】G 642; R-05 **【文献标识码】**B

Practice and innovation of mathematics experiment and case modeling teaching in traditional Chinese medicine colleges and universities driven by artificial intelligence

ZHAO Ying, PENG Chunhua, YE Hong, LIN Rong, SHAO Jianhua, SUN Jijia

Mathematics and Physics Teaching and Research Office, School of Pharmacy, Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 201203, China

Corresponding authors: SHAO Jianhua, Email: jianhuashao05@163.com; SUN Jijia, Email: jijiasun@163.com

【Abstract】Combined with the characteristics of traditional Chinese medicine (TCM) colleges and universities and the goal of cultivating innovative talents, it is imperative to reconstruct the teaching system of the advanced mathematics course for medical and pharmaceutical disciplines oriented toward the "New Medicine" and adapted to the new era of artificial intelligence. One of the key measures is to integrate and infiltrate the contents of mathematical experiments and case modeling into traditional course teaching. The Mathematics and Physics Teaching and Research Office of School of Pharmacy, Shanghai University of Traditional Chinese Medicine adheres to the outcome-based education (OBE) concept in its teaching process. Through the construction and optimization of the curriculum system and content, the practical application of "TCM + mathematical modeling" is promoted, the teaching techniques and methods are further enhanced, and a teaching platform for mathematical experiments and case modeling is established, in order to

DOI: 10.12173/j.issn.1004-4337.202503048

基金项目: 2024 年度上海高校市级重点课程建设项目 (沪教委高〔2024〕38 号); 上海中医药大学第二十三期课程建设重点项目 (KECJ2024004)

通信作者: 邵建华, 教授, Email: jianhuashao05@163.com

孙继佳, 副教授, Email: jijiasun@163.com

cultivate compound TCM talents that meet future demands.

【Keywords】 Artificial intelligence; Traditional Chinese medicine; Advanced mathematics; Mathematical experiments; Mathematical modeling

近年来,人工智能(artificial intelligence, AI)技术在中医药领域的应用呈现快速发展态势,并催生了一系列新兴的交叉学科研究方向,如基于AI的中医药智能诊断与治疗系统、智能化针灸推拿与康复技术,以及中医药智能制造技术等。研究表明,中医药学与AI技术的深度融合已成为学科发展的必然趋势,将对中医药现代化进程产生深远影响^[1-4]。AI技术的理论基础主要建立在严密的数学理论和模型之上^[5],因此,中医药高等院校需充分重视数学类相关课程教学,构建多学科交叉培养体系,以培养适应新时代的创新型人才^[6]。数学实验与案例建模是目前国内外高校高等数学教学的重要内容和形式,在培养学生数学素养、提升学生理论联系实际能力等方面起到了积极作用。然而,长期以来由于医学类院校,尤其是中医药院校普遍对数学教学不够重视,且同类院校相关课程尚未形成统一的课程目标和教学大纲,导致相关课程建设的内容和创新明显落后于综合类院校^[7-8]。

自2022年起,上海中医药大学陆续推进人才培养模式改革,重点开设中医学“屠呦呦”班、中药学创新班与中西医汇聚创新班等,着力培养中医药拔尖人才。鉴于此,上海中医药大学中药学院数理教研室对高等数学教学体系进行改革创新,在课程中融入数学实验和案例建模内容,以充分培养学生的抽象思维、逻辑推理、运算和自学能力。同时,教研室还注重教学理念与方法的升级和优化,采用混合教学方式,激发学生的学习热情、兴趣和主动性,融合“成果驱动”“问题导向”“案例导向”“协作创新”等模式,引导学生掌握科学的学习与研究方法,有效提升学生的创新意识和能力。

1 教学体系建设

我教研室围绕理念模式、内容设计、评价方式及资源建设等关键教学环节进行优化设计,同时坚持以中医药专业的实际应用为导向。在教学过程中,坚持成果导向教育(outcome-based education, OBE)理念^[9],推动教学方法和手段

的创新,采用混合教学模式,即“以授课为基础的学习(lecture-based learning, LBL)+问题导向学习(problem-based learning, PBL)”^[10-11]进行数学实验教学,“案例导向的学习(case-based learning, CBL)+协作创新学习(collaborative innovative learning, CIL)”^[12-13]进行案例建模教学。在教学内容上,借鉴国内外高校数学实验建模课程设计和教学经验,通过查阅和参考优秀教材和高质量文献,选取并自主编写了一定数量的教学案例,重点突出中医药特色,且涵盖了生物医药、工程技术、人文社会、历史地理和社会热点问题等,注重数学模型和方法在中医药领域的实际应用。同时,为了提高学生对数学实验和建模的重视程度,还完善了教学评价环节,适当增加了表现性、过程性评价指标,分别对数学实验与建模案例两部分进行过程性评价。考核方式也具有多样性,除期末考试外,增加了对课堂表现、实验报告和小组讨论环节的评分,见图1。

2 教学内容建设

将数学实验和案例建模教学正式列入课程教学大纲和教学内容,在现有课时数不变的情况下,尝试在每个章节的教学中专门安排1~1.5个学时进行数学实验和案例建模内容的教学活动,总计学时数不超过10个。

数学实验教学主要分为5个部分,即实验目的、实验内容、工具使用、实验例题和动手实践。其中,实验目的和实验内容在课程中作为一般介绍性内容;工具使用部分主要介绍Python和MATLAB软件求解数学问题的基本函数命令;通过实验例题演示使学生能够快速掌握并利用软件求解简单的数学问题;借助软件可视化等功能进一步讲解基本数学原理,也为后续案例建模教学奠定基础。

案例建模教学主要内容为实际问题的提出、模型构建及软件求解,同时突出案例与思政教育融合。案例包括课内建模案例和课外拓展案例。首先,教研室在前期课程建设的基础上对建模案例进行了增补,共设计了60~70个具有鲜明特色

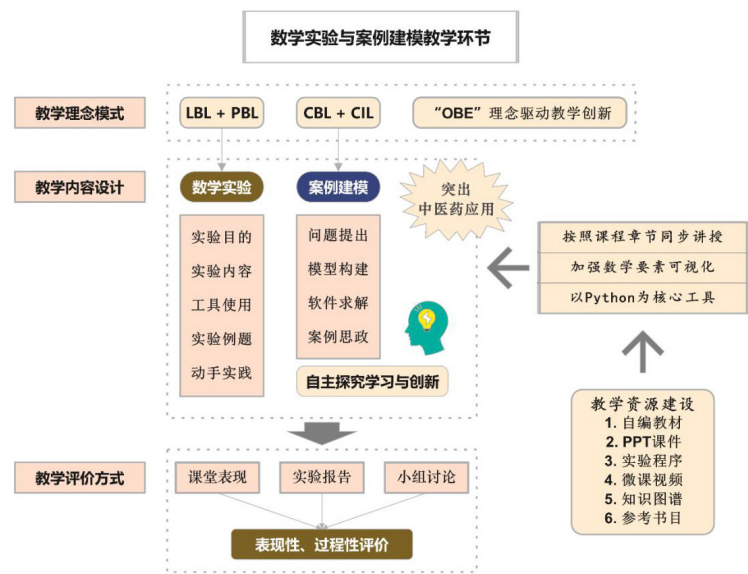


图1 数学实验与案例建模教学体系建设示意图

Figure 1. Diagram of teaching system construction for mathematical experiment and case modeling
注：LBL, lecture-based learning, 以授课为基础的学习；PBL, problem-based learning, 问题导向学习；CBL, case-based learning, 案例导向的学习；CIL, collaborative innovative learning, 协作创新学习；OBE, outcome-based education, 成果导向教育。

的课内建模案例，这些案例以“即学即用”的形式呈现，紧密结合每章节所教授的基本理论和知识点，使学生在学完本章的基础知识和实验内容后，即可尝试自行解决相关数学建模问题。其次，教研室首次尝试以 10~12 个大型专题的形式呈现课外拓展案例，目的是帮助学有余力的学生进一步拓宽视野和思维，培养其自主探究与创新意识。

教学设计突出中医药院校特色，紧密结合中医药院校的专业需求和特点，旨在为学生提供实践性强、具有针对性的数学实验建模内容，确保教学目标与中医药创新人才体系建设目标一致^[14]。在选择案例建模内容时，不仅关注社会热点问题和前沿领域的最新研究成果，还结合了中医学、中药学等交叉学科的问题，使学生能够通过数学模型和方法探索新的研究领域和方向。

课内案例如“安全用药问题”“体内药物含量预测”“中药生产成本”“中医诊所就医人数预测”“中药制剂的配制”“组合药物最优疗效”等，都是与中医药专业密切相关的常见问题，同时还设置了特色的中医药模型专题，如“中医古典与符号模型”“中医分形模型”“中医阴阳基本模型”等，对中医药领域现有的数学模型进行系统梳理和阐述。课外拓展案例结合了本校交叉

学科的研究方向，为学生提供“中医五脏功能数学模型”“中医专家系统的数学模型”“中医智能诊断的数学原理”和“中药分子对接的数学原理”等案例。以下为相关代表性案例。

案例一：安全用药问题

用药应始终遵循医嘱，不得擅自调整药物剂量。在学习极限概念及其计算方法后，从数学建模的角度探讨药物剂量的数学机理。假设为了控制某种慢性疾病而服用某药物，该药物在患者体内剂量维持在 40 mg 时可获得较好的治疗效果，但药物每天只有 1/4 通过代谢排出体外。提问：在长期服药的情况下，要将患者体内药物剂量维持在 40 mg，每天的服用剂量应是多少？

在课堂教学中，教师应逐步引导学生，根据题意推导出患者长期服药后（第 n 天）体内的药物剂量，让学生通过 MATLAB 或 Python 软件自主完成对上述问题的求解，并进一步提高学生安全用药的意识。

案例二：组合药物最优疗效

假设联合使用 A、B、C 三种药物治疗某种疾病，疗效 R 的计算公式为 $R = x^3 y^2 z$ ，其中 $x > 0, y > 0, z > 0$ 分别代表 A、B、C 的剂量，剂量分配为 $3x + 2y + z = 1$ 。提问：药物 A、B、C 的剂量分别为多少时疗效最佳？

此类问题是中医药专业学生在未来工作中可能遇到的实际场景。因此,教师除讲解如何应用多元函数极值进行求解外,更应强调学生通过实际软件操作来完成相关任务。

案例三: Verhulst 模型

在组氨酸营养缺陷体细胞胁变过程中,氨基酸对于构造蛋白质和细胞再生是十分必要的。假设在某数量巨大的种群繁衍过程中,由于组氨酸有限,细胞只能获得不充分的供给来支撑其 40 分钟一次的分裂,其繁衍量要低于现在的保有量。如果 C_n 表示 n 个时间间隔后细胞的总量,那么可得如下模型,其中, k 称为饱和常数,代表细胞胁变的酶携带容量。

$$c_{n+1} = \frac{2}{1 + \frac{1}{k} c_n} \cdot c_n$$

在教学过程中,教师向学生介绍该模型是由 Verhulst 于 1848 年在研究人口种群动态时提出的。同时,指导学生使用 MATLAB 软件根据不同的 C_0 研究 $\{C_n\}$ 的发展趋势,并绘制图形,以深入理解参数变化对模型的影响。

此外,教研室还将案例建模教学与思政元素进行了多维度有机融合^[15]。在学习“三峡大坝抗压力估算”案例时,学生不仅能够利用定积分求解大坝抗压力值,还可以从中了解三峡大坝是当今世界上最大的水利枢纽建筑之一,感受中国智慧与中国力量,树立强国建设、民族复兴的信念。在“三星堆文物年代确定”案例的学习中,根据微分方程推算三星堆出土文物距今约 3 049 年,证明了中国历史文化的源远流长,从而增强学生的文化自信。通过学习“过度捕捞的数学原理”“保护濒危野生动物问题”“生活垃圾总量预测”“海面油污扩散问题”“石油消耗问题”等与生态环境资源相关的案例,使学生深刻认识到保护自然环境、节约资源的重要性。

3 教学方式与手段优化

为解决目前数学建模教学讲解不够细致、缺乏建模案例实现细节等问题,我教研室采取了一系列改进措施:①按章节将建模案例进行拆分编排,与理论知识教学同步,让学生通过案例学习加深对理论的理解和掌握。②在不增加课时的前提下,根据授课情况设置“5 个案例建模+1 个

案例实践”,将案例建模教学分为模型构建和软件求解两部分,使学生能更深刻地领悟数学建模的本质,并提升其解决实际问题的能力。③将课外拓展案例作为“自习辅导”专题,鼓励和引导学生查阅资料文献,了解案例的背景知识,学会使用 AI 工具来辅助进行案例的研究,以小组讨论、合作和答辩的形式完成案例学习。同时,还制作了拓展建模案例的微课视频,帮助学生理解案例,学习其中涉及的数学知识和原理,以及如何应用软件来解决问题。

在数学实验与案例建模的教学实施过程中,不仅要考虑到中医药院校学生的数学基础,还应重视其学习接受能力。在使用数学软件解决实验和建模问题时,学生需要掌握程序语言技能。通过调研发现,目前我校计算机公共基础课程常采用 Python 语言进行教学,学生普遍具备一定的 Python 语言基础,这为数学实验和案例建模教学的开展提供了有利条件。基于此,教研室将 Python 语言深度融入数学实验与案例建模的知识体系中,学生不仅可以学习如何应用基于 Python 语言开发的可视化工具包,对数学概念、定义、原理和公式等进行可视化分析及动态演示,还能够利用 Python 完成相关数学实验和案例建模,且在未来的学习及科研工作中,还可以进一步利用 Python 实现数据分析、机器学习建模,甚至 AI 工具的开发等,充分锻炼了学生的自主学习 and 创新能力。

4 教学资源平台建设

良好的教学成果离不开丰富的教学资源和学习平台的支持。为优化教学效果和提升服务学生的质量,教研室进一步升级了教学资源平台:①在课堂理论知识讲授部分,更新并完善了现有教材案例、教案、讲义等;②在数学建模实践教学部分,增加了相应的可视化课件、动态交互 APP 等,并为学生提供了所有实验相关程序代码;③理论知识微课视频主要围绕章节内容导学、重要定理的阐述与证明,以及典型例题的讲解等进行设计和制作;数学实验建模微课视频聚焦课外拓展案例,对案例的研究背景、中医药特色元素等进行全面细致的介绍和引导,重点在于帮助学生了解实际案例的背景、理解所涉及到的数学知识及其基本原理。此外,随着教学改革持续深化

及教学内容的更新发展,教学资源平台也将不定期进行更新和完善。

5 结语

随着 AI 技术不断发展和进步,数学实验和案例建模在各个领域日益受到重视。高水平的中医药学科科研成果常与大数据分析、生物信息学、计算化学和分子模拟等学科紧密相关,数学模型的应用是其核心内容。因此,加强对中医药专业学生的数学实验和案例建模教学具有现实意义和实际价值。我教研室重新设计了现有高等数学课程教学体系,建立了适应 AI 时代背景的创新数学实验和案例建模教学平台,致力于培养“新医科”背景下的复合型中医药人才,本次实践或可为后续中医药院校的教学改革提供一定参考。

参考文献

- 1 Song Z, Chen G, Chen CY. AI empowering traditional Chinese medicine?[J]. Chem Sci, 2024, 15(41): 16844–16886. DOI: 10.1039/d4sc04107k.
- 2 Wang Y, Shi X, Li L, et al. The impact of artificial intelligence on traditional Chinese medicine[J]. Am J Chin Med, 2021, 49(6): 1297–1314. DOI: 10.1142/S0192415X21500622.
- 3 赵宇平, 李楠, 闫朋宣, 等. 中医药人工智能现状研究及发展思考[J]. 中国中西医结合杂志, 2020, 40(6): 746–749. [Zhao YP, Li N, Yan PX, et al. Research and development of artificial intelligence in traditional Chinese medicine[J]. Chinese Journal of Integrated Traditional and Western Medicine, 2020, 40(6): 746–749.] DOI: 10.7661/j.cjim.20190827.183.
- 4 杨菁颖, 谢玉芳, 张磊昌, 等. 中医人工智能技术的现状与未来[J]. 江西中医药, 2024, 55(10): 69–72. [Yang JY, Xie YF, Zhang LC, et al. Current situation and future of artificial intelligence technology in traditional Chinese medicine[J]. Jiangxi Journal of Traditional Chinese Medicine, 2024, 55(10): 69–72.] DOI: 10.20141/j.0411–9584.2024.10.20.
- 5 于冬梅. 新工科背景下基于数据驱动的数学建模课程教学模式改革与实践[J]. 高教学刊, 2025, 11(2): 133–136. [Yu DM. Teaching model reform and practice of mathematical modeling course based on data driven in the background of new engineering[J]. Journal of Higher Education, 2025, 11(2): 133–136.] DOI: 10.19980/j.CN23–1593/G4.2025.02.032.
- 6 李晓红, 金伟锋. 基于创新能力培养和质量工程提升的中医药院校数学建模教学方法与实践[J]. 中医药管理杂志, 2019, 27(17): 13–14. [Li XH, Jin WF. Teaching method and practice of mathematical modeling in traditional Chinese medicine colleges based on innovation ability training and quality engineering improvement[J]. Journal of Traditional Chinese Medicine Management, 2019, 27(17): 13–14.] DOI: 10.16690/j.cnki.1007–9203.2019.17.006.
- 7 罗万春, 宋丽娟, 马翠, 等. 数学建模思想下的医学高等数学课堂教学设计[J]. 高等数学研究, 2023, 26(4): 66–69. [Luo WC, Song LJ, Ma C, et al. Design of medical advanced mathematics classroom teaching based on mathematical modeling[J]. Studies in College Mathematics, 2023, 26(4): 66–69.] DOI: 10.3969/j.issn.1008–1399.2023.04.019.
- 8 吕佳萍, 夏建国. 关于《医药高等数学》的教学[J]. 数理医药学杂志, 2009, 22(3): 373–374. [Lyu JP, Xia JG. On the teaching of Medical Advanced Mathematics[J]. Journal of Mathematical Medicine, 2009, 22(3): 373–374.] DOI: 10.3969/j.issn.1004–4337.2009.03.052.
- 9 李静, 寇冰煜. 基于 OBE 理念的高等数学概念课教学设计——以常数项级数的概念为例[J]. 高等数学研究, 2025, 28(1): 120–122. [Li J, Kou BY. Teaching design of higher mathematics concept course based on OBE concept—take the concept of series as an example[J]. Studies in College Mathematics, 2025, 28(1): 120–122.] DOI: 10.3969/j.issn.1008–1399.2025.01.034.
- 10 金岳龙, 袁慧, 姚应水, 等. LBL 教学模式在医学统计学中的应用与思考[J]. 皖南医学院学报, 2012, 31(2): 168–170. [Jin YL, Yuan H, Yao YS, et al. Application and considerations of LBL pedagogics in medical statistics[J]. Acta Academiae Medicinae Wannan, 2012, 31(2): 168–170.] DOI: 10.3969/j.issn.1002–0217.2012.02.026.
- 11 叶薇薇, 储亚伟. “新工科”建设背景下基于 PBL 的高等数学教学实践——以“洛必达法则”为例[J]. 洛阳师范学院学报, 2023, 42(5): 86–89. [Ye WW, Chu YW. PBL-based teaching practice of advanced mathematics in the context of New Engineering—L'Hospital's rule as an example[J]. Journal of Luoyang Normal University, 2023, 42(5): 86–89.] DOI: 10.3969/j.issn.1009–4970.2023.05.018.
- 12 赵瑜, 冯天义, 李江平, 等. 新医科背景下基于应用场景的 CBL 教学模式应用探索——以医药数理统计课程为例[J]. 高教学刊, 2023, 9(8): 102–105. [Zhao Y, Feng TY, Li JP, et al. Application exploration of CBL teaching model based on application scenarios in the background of new medicine—taking medical mathematical statistics course as an example[J]. Journal of Higher Education, 2023, 9(8): 102–105.] DOI: 10.19980/j.CN23–1593/G4.2023.08.025.
- 13 华程, 史雪莹. “金课”背景下“高等数学”混合式教学模式探索与实践——以泰州学院为例[J]. 教育教学论坛, 2025, (2): 117–120. [Hua C, Shi XY. Exploration and practice of mixed teaching mode of advanced mathematics under the background of "Gold Course": taking Taizhou College as an example[J]. Education and Teaching Forum, 2025, (2): 117–120.] DOI: 10.20263/j.cnki.jyxl.2025.02.016.
- 14 许美琳, 赵冉, 贾海女, 等. 新医科背景下中医药拔尖创新人才培养模式的探索与实践[J]. 中医药管理杂志, 2023, 31(23): 18–20. [Xu ML, Zhao R, Jia HN, et al. Exploration and practice of training model of top innovative talents in traditional Chinese medicine under the background of new medical science[J]. Journal of Traditional Chinese Medicine Management, 2023, 31(23): 18–

- 20.] DOI: [10.16690/j.cnki.1007-9203.2023.23.009](https://doi.org/10.16690/j.cnki.1007-9203.2023.23.009).
- 15 王宏洲, 闫桂峰, 李学文, 等. 铸精神、赋能力: 课程思政与数学模型教学的融合探索 [J]. 高等数学研究, 2024, 27(5): 59-63. [Wang HZ, Yan GF, Li XW, et al. Cast spirit, empower abilities: an exploration of integrating curriculum ideological and

political education with mathematical modeling instruction[J]. Studies in College Mathematics, 2024, 27(5): 59-63.] DOI: [10.3969/j.issn.1008-1399.2024.05.021](https://doi.org/10.3969/j.issn.1008-1399.2024.05.021).

收稿日期: 2025 年 03 月 13 日 修回日期: 2025 年 05 月 19 日

本文编辑: 王雅馨 黄 笛

引用本文: 赵莹, 彭春花, 叶红, 等. 人工智能驱动下中医药高等院校数学实验与案例建模教学的实践与创新[J]. 数理医药学杂志, 2025, 38(8): 636-641. DOI: [10.12173/j.issn.1004-4337.202503048](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-4337.202503048).

Zhao Y, Peng CH, Ye H, et al. Practice and innovation of mathematics experiment and case modeling teaching in traditional Chinese medicine colleges and universities driven by artificial intelligence[J]. Journal of Mathematical Medicine, 2025, 38(8): 636-641. DOI: [10.12173/j.issn.1004-4337.202503048](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-4337.202503048).