

提升师范生数学素养：湖南科技学院数值分析课程改革的实践探索

唐树江, 王丹

湖南科技学院理学院, 湖南 永州

收稿日期: 2024年11月14日; 录用日期: 2024年12月6日; 发布日期: 2024年12月13日

摘要

本文针对湖南科技学院数值分析课程的改革进行了研究, 旨在提升师范生的数学素养和教学应用能力。研究发现, 现行课程过于侧重理论, 未能有效与实际教学相结合。通过更新课程内容、创新教学方法、强化实践教学以及优化评价体系, 课程改革显著提高了学生的满意度和参与度。研究结果为高校数值分析课程的改革提供了实践指导, 有助于培养具备扎实数学素养的师范生, 从而提升基础教育的整体质量。

关键词

数值分析教学, 师范教育, 跨学科整合

Enhancing Mathematical Literacy of Teacher Training Students: A Practical Exploration of Numerical Analysis Course Reform in Hunan University of Science and Engineering

Shujiang Tang, Dan Wang

School of Science, Hunan University of Science and Engineering, Yongzhou Hunan

Received: Nov. 14th, 2024; accepted: Dec. 6th, 2024; published: Dec. 13th, 2024

Abstract

This paper examines the reform of the numerical analysis course in Hunan University of Science and Engineering (HUSE), aiming to improve the mathematical literacy and teaching application ability of teacher trainees. It is found that the current course focuses too much on theory and fails to

effectively integrate with practical teaching. By updating the course content, innovating the teaching methods, strengthening the practical teaching and optimizing the evaluation system, the reform of the course has significantly improved students' satisfaction and participation. The results of this study provide practical guidance for the reform of numerical analysis courses in universities, which can help train teacher trainees with solid mathematical literacy and improve the overall quality of basic education.

Keywords

Teaching Numerical Analysis, Teacher Education, Interdisciplinary Integration

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

在 21 世纪的知识经济时代, 教育的重要性日益凸显, 高等教育机构作为培养未来社会栋梁的摇篮, 其教学质量和教学特色成为衡量教育水平的重要标准。湖南科技学院, 作为一所肩负着培养未来教育工作者重任的高等学府, 其课程设置和教学实施的质量自然成为公众关注的焦点。在众多课程中, 数值分析以其在数学领域的核心地位, 不仅反映了学院的教学实力, 更是数学专业学生专业素养的体现。然而, 随着教育需求的不断演变, 我们发现现有的数值分析课程尚未完全适应师范专业学生的需求, 特别是在理论深度和数学难度上偏重, 而忽视了与未来教育实践的紧密结合, 这不仅影响了学生对数值分析的兴趣, 也限制了他们将数学知识应用于实际教学的能力。

在这一背景下, 湖南科技学院面临着对数值分析课程进行改革的迫切需求。改革的目标是使课程更加贴合师范专业学生的实际需求, 提升他们将数学知识应用于未来 ze 教学工作的能力。考虑到师范生未来将在中小学教育领域发挥重要作用, 数值分析等数学课程的知识 and 技能, 如果能够得到恰当的整合 and 应用, 将极大地丰富数学教学的内容, 提高教学效果, 并对提升学院整体的教育教学质量产生积极影响。

在国内外研究领域, 数值分析课程改革已成为广泛关注的热点问题。Caligaris 等人[1]研究了如何利用网络资源优化数值分析教学方法, 其后, 他们[2]进一步探讨了翻转课堂在提升学生学习积极性方面的作用。González-Santander 等人[3]则提出了基于问题的学习方法(PBL), 并验证了该方法在提高学生自主学习能力和问题解决能力方面的有效性。此外, 武文华等人[4]从整体策略与实施过程两个方向深入阐释了实践教学对提升学生创新能力的核心价值。郑继明等人[5]结合理工科硕士生数值分析课程的内容特点及教学实践中的具体问题, 系统地阐明了以课程教学目标为导向的教学设计思想, 并提出了切实可行的教学改进策略。任泽民等人[6]立足于数值分析教学现状, 结合新工科建设对人才培养的实际需求, 深入分析了该课程在学生创新能力与实践能力培养中的关键作用, 并提出了以工程案例驱动的教学改革框架。赵振宇等人[7]则通过问题驱动教学法, 结合 Python 软件的应用, 不仅提升了学生对重要算法的理解深度, 还显著增强了其动手实践能力。

尽管当前针对数值分析课程改革的研究已取得了诸多成果[8]-[12], 但相关研究大多集中于理工科背景, 而针对师范专业的探索仍显匮乏。仅有陈桂秀等人[13]对传统教学中存在的问题及其成因进行了初步分析, 并提出了改进教学的具体建议。然而, 现有研究在理论与实践之间仍存在一定的脱节, 这为未来的深入研究提供了方向。上述研究不仅为我们开展数值分析课程改革提供了重要的理论依据 and 实践经验

支持,同时也揭示了其中尚需突破的局限性,为进一步优化相关教学模式与策略奠定了基础。

本研究基于湖南科技学院数值分析课程的现状分析,以及对课程内容、教学方法、实践教学和评价体系的深入改革实践,提出了一系列创新的改革策略。这些策略旨在提升师范生的数学素养和教学应用能力,具体包括课程内容的更新、教学方法的创新、实践教学的加强以及评价体系的优化。通过实施这些策略,研究结果显示学生的满意度和参与度显著提高,有效地将数值分析课程与师范教育的实际需求相结合,为培养具备扎实数学素养的师范生提供了实践指导。

2. 数值分析课程现状分析

本节旨在深入剖析湖南科技学院数值分析课程的现状,以识别存在的问题,并为后续的改革提供坚实的依据。数值分析,作为数学专业的核心课程,对于培养学生的数学素养和解决实际问题的能力具有不可替代的作用。然而,随着教育需求的演变,现有课程体系在适应师范专业学生需求方面显得捉襟见肘。

2.1. 课程内容设置状况

湖南科技学院的数值分析课程内容主要基于李庆扬编著的《数值分析》[14],涵盖了插值与逼近、数值积分与微分、线性代数的数值方法、常微分方程的数值解法等关键领域。这些内容对于培养学生的数学理论基础和计算能力至关重要。然而,从师范教育的角度来看,课程内容存在以下问题:

理论与实践脱节:课程内容偏重于理论计算与数学推导,忽视了知识点在基础教育实践中的应用价值,导致学生难以将所学知识与未来的教学实践有效对接。

跨学科整合不足:课程未能充分整合数值分析与教育技能、数学教学法等师范教育核心课程,使得学生难以认识到学习数值分析对其未来教育职业生涯的具体益处。

实践性与应用性不足:课程在实践教学环节的安排上尚显不足,缺乏将数值分析知识应用于教学设计和学生思维启发等方面的具体指导和实操机会。

2.2. 教学方法与手段

目前,数值分析课程主要采用传统的讲授法,辅以有限的课下习题练习和上机操作。这种方法在多个方面存在明显的不足,对师范类学生的综合发展构成了一定的限制:

互动性与参与性不足:以教师为中心的传统讲授法限制了学生在课堂上主动参与的机会,减少了他们表达观点和进行学术交流的空间,影响了他们作为未来教师所需的教学反思能力和课堂互动技巧的培养。

个性化与差异化教学缺失:课程内容的固定化和统一化教学进度未能充分考虑学生间的个体差异,如学习风格、认知水平和职业兴趣等,导致师范生对数值分析课程兴趣的减少以及学习效果的不佳。

实践技能培养不足:尽管课程中包括了一定的上机操作环节,但因实践环节较为有限,无法充分覆盖数值分析课程的所有关键内容,难以满足师范生将理论知识应用于实际问题解决中的需求。

2.3. 学生学习态度与反馈

为了更深入地了解学生对数值分析课程的态度和需求,我们采用了混合方法研究设计,结合问卷调查与半结构化访谈。问卷调查覆盖了263名2021级和2022级学生,而半结构化访谈则聚焦于具有不同学习风格和背景的学生群体,深入探讨了其对课程的具体看法(如表1所示)。问卷数据分析显示,学生普遍认为数值分析课程理论性强、抽象性高且难度较大,这在一定程度上削弱了他们的学习信心与动力。进一步的访谈揭示了这一现象背后的深层次原因,包括课程内容与未来职业发展的关联性不足、教学方

式过于单一, 以及缺乏实践应用的机会。

Table 1. Learning questionnaire
表 1. 学情调查表

问题编号	调查问题内容	非常同意	同意	中立	不同意	非常不同意
1	课程内容难以理解	58	87	49	31	38
2	课程与我的未来职业发展无关	69	79	52	26	37
3	课程占用了太多的学习时间, 且收益有限	82	68	51	24	38
4	课程的教学方法需要改进	64	82	53	27	37
5	课程缺乏与我专业相关的教学内容	52	79	58	39	35
6	课程的作业和评估过于繁重	68	67	52	33	43
7	数值分析课程的教学进度不适合我	47	72	58	43	45

具体而言, 许多学生未能清晰认识到数值分析与未来职业发展的直接联系, 尤其是其在未来教师角色中的实际价值, 这导致他们对课程重要性的认识不足, 从而影响学习的积极性。此外, 学生普遍反映课程缺乏将理论知识应用于实际问题解决的机会, 尤其是在与未来教学实践相关的具体情境中的应用。这些发现为后续的课程改革提供了明确方向与依据, 强调了在教学设计中增强职业关联性与实践性的重要性。

综上所述, 湖南科技学院的数值分析课程在内容设置、教学方法和学生反馈方面存在明显的问题, 这些问题限制了课程在培养未来教育工作者方面的潜力。因此, 本研究提出了一系列改革策略, 旨在通过课程内容更新、教学方法创新、实践教学加强和评价体系优化, 提高师范专业学生对数值分析的兴趣和认识, 提升其将数学知识应用于实际教学的能力。这些改革策略不仅能够增强师范生的专业技能, 还能为他们日后的教学工作奠定坚实的理论和技術基础。

3. 数值分析课程改革策略与实施

本节详细介绍了针对湖南科技学院数值分析课程的改革方案, 旨在解决现有课程体系中的问题, 并提升课程的实践性和应用性, 以更好地适应师范教育的需求。改革方案围绕课程内容更新、教学方法创新、实践教学加强和评价体系优化四个核心领域展开, 并在每个领域中融入具体的教学案例, 以增强方案的实操性和示范性。

3.1. 课程内容更新

为了强化数值分析与师范教育的联系, 本方案提议将数值分析的核心概念与教育技术、教学法等课程进行整合。这一跨学科内容整合不仅能够增强课程的相关性, 还能为学生提供更广阔的知识视野。

3.1.1. 跨学科内容整合

建构主义理论主张, 知识是通过个体与环境的互动而逐步建构的。在数值分析课程改革中, 通过跨学科内容整合, 将建构主义理念融入教学设计, 尤其强调将数值分析的抽象概念与教育技术、教学方法等实际应用领域相结合。此举旨在帮助学生在真实教育情境中构建并灵活运用数值分析知识, 从而提升其学习效果与实践能力。为此, 本文通过案例分析探讨如何将数值分析方法应用于教育问题的解决, 例如利用聚类分析对学生进行合理分组, 以优化教学策略。

案例: 学生首先通过在线资源学习聚类分析的理论知识, 包括其数学原理、适用场景和计算方法。

特别强调聚类分析在教育领域中如何帮助教师根据学生的能力、兴趣和学习风格进行分组。学生收集学校某班级学生的考试成绩、课堂表现、作业完成情况等数据, 这些数据将用于后续的聚类分析。

这种跨学科内容整合方式, 不仅能够有效提升师范生的数学素养, 还能增强其将数学知识灵活应用于教学实践的能力, 从而培养出既具有扎实数学基础, 又具备创新教学能力的未来教师。这一教学改革为师范生的职业发展奠定了坚实的基础, 并推动其成长为兼具专业素质与实践能力的教育工作者。

3.1.2. 实际应用导向

实际应用导向的教学方法强调将理论知识与实际问题相结合, 此类教学策略能有效帮助学生理解数值分析在现实世界中的应用, 增强学习动机并提升实际解决问题的能力。通过将数值分析与初高中数学教学中的实际问题联系起来, 学生能够更加直观地认识所学知识的实际价值。课程内容将增加与未来师范生教学工作紧密相关的应用案例, 例如数值方法在求解初高中数学问题中的具体应用。这种设计不仅能帮助学生认识数值分析在实际教学中的重要性, 还能显著提高课程的实用性和针对性。

案例: 通过分析初高中数学课程中的典型问题, 如求解方程和函数优化, 引入数值方法, 让学生探讨如何使用数值分析工具简化复杂数学问题的教学。

通过这种教学方法, 学生不仅能够学会将数值分析工具应用于解决实际教学问题, 如优化教学策略与提升课堂教学效果, 还能深化对数值分析在教育实践中价值的理解。这种实践性的学习体验, 不仅全面提高了学生的专业能力, 同时也为其职业生涯奠定了坚实基础。

3.1.3. 最新科技融入

随着科技的迅猛发展, 将现代技术融入教学内容已成为提升教育质量的关键途径。借助计算机编程和教育软件工具, 不仅能够显著提升学生的技术素养, 还能帮助他们更好地适应未来教育的需求。这种教学模式鼓励学生掌握先进的技术手段, 为其未来的教学实践奠定坚实基础。

案例: 引入 Python 编程语言, 教授学生如何使用 SciPy 库进行数值计算, 包括线性代数问题、微分方程求解等, 并将这些技能应用于解决实际教学问题。

通过学习 Python 编程以及掌握 SciPy 库等现代工具, 学生能够将数值分析技能有效地运用到复杂问题的解决中。这种技术技能的培养不仅为他们的未来教学实践提供了有力支持, 还对其科研能力的发展具有重要意义, 帮助他们在教育领域保持长久的竞争力。

3.2. 教学方法创新

为了提高学生的主动学习和深度参与, 本方案提倡采用以下创新教学方法。

3.2.1. 翻转课堂

翻转课堂模式是一种以学生为中心的教学方法, 鼓励学生在课前自主学习理论知识, 并在课堂上通过讨论与实践活动进一步深化理解。这种教学模式能够有效培养学生的自主学习能力和批判性思维, 同时促进其将知识应用于实际问题的能力。本方案倡导在数值分析课程中广泛运用翻转课堂模式, 具体实施方式包括学生课前利用在线学习资源掌握理论内容, 课堂上则通过小组讨论、案例分析等活动强化对知识的理解与应用。

案例: 在讲解数值积分的课程中, 学生在课前通过视频和阅读材料学习基本理论, 课堂上则通过小组合作解决实际问题, 如计算不规则物体的体积。

在翻转课堂的教学过程中, 小组合作是其核心环节之一。通过共同解决实践中遇到的复杂问题, 学生的沟通能力和协作能力得以显著提升。同时, 他们能够更好地将所学理论知识灵活运用于实践, 从而增强创新意识和问题解决能力, 为其未来的教育或科研工作奠定坚实基础。

3.2.2. 项目式学习

项目式学习是一种综合性的教学方法,旨在通过实际项目的参与,促进学生对知识的深刻理解与灵活应用。这种方法能够有效培养学生的跨学科思维和解决复杂问题的能力。在针对师范生的数值分析课程中,可以设计与其未来教学职业密切相关的项目任务,例如模拟教学设计、教育工具的开发等,使学生在项目实践中实现数值分析知识与教学技能的有机融合。

案例:学生团队设计一个教学模块,使用数值分析方法解决一个实际的数学问题,并将其整合到一个互动式教学软件中,供中学生使用。

通过设计和实施该教学模块,学生能够在实践中将数值分析知识与教学技能相结合。这种体验不仅显著提升了学生的专业能力,还为其未来的教育工作积累了宝贵的实践经验,为成为高效能教师奠定了坚实基础。

3.2.3. 讲座与工作坊

讲座和工作坊能够为学生提供与领域专家直接交流的机会,这种交流有助于学生了解最新的学科知识和研究动态,拓宽他们的视野。定期邀请数值分析和教育技术领域的专家学者举行讲座和工作坊,为学生提供最前沿的学科知识和研究动态。

案例:邀请一位在数值分析教育领域有丰富经验的专家,举办一个关于如何使用数值分析工具进行学生学习成效评估的工作坊。

通过参与讲座和工作坊,学生能够将理论知识应用于实际问题,如使用数值分析工具进行学生学习成效评估。这种实践经验对于学生未来的教学和科研工作具有重要意义。

3.3. 实践教学加强

为了加强学生的实践技能和教学应用能力,本方案提出了以下实践教学活动。

模拟教学环境

模拟教学环境是一种实践教学方法,它通过模拟真实的教学场景来提高学生的实践技能和教学应用能力。这种方法有助于学生在安全的环境中尝试新的教学策略,从而提高他们的教学自信心和创新能力。通过模拟教学环境,如“数值分析工作坊”,学生将设计并实施一个以学生为中心的工作坊,旨在帮助未来的中小学生对数值分析的基本概念。这种模拟教学环境不仅增强了学生的实践能力,还提高了他们将理论知识应用于实际教学的能力。

案例:学生设计并实施一个工作坊,通过互动游戏和小组活动,向中学生介绍数值分析的基本概念,如误差分析和算法稳定性,以及这些概念在日常生活中的应用。

通过这样的模拟教学活动,学生能够将所学理论知识直接应用于教学实践。这种宝贵的实践经验不仅全面提升了学生的教学技能,更为其未来在教育领域的职业发展奠定了坚实基础。

3.4. 评价体系优化

为了全面评价学生的理论知识掌握和实践能力,本方案提出了以下多元化评价机制。

3.4.1. 多元化评价机制

多元化评价机制是一种综合性评估学生学习成果的方式,涵盖了课程作业、小组项目报告、课堂互动表现以及期末设计作品等多种形式的评估。该机制旨在全面衡量学生对理论知识的掌握程度及其实践运用能力,为学生提供多维度的发展机会。

案例:学生在完成聚类分析项目后,需要提交一份项目报告,并在课堂上展示他们的分析过程和结

果, 同时接受同伴和教师的反馈。

这种多元化的评价方式使学生能够从不同视角获得具体的改进建议, 帮助他们全面了解自身的学习进展。基于反馈, 学生可以针对性地调整学习策略, 不断优化学术能力及实践水平, 从而切实提升整体学习效果。

3.4.2. 过程性评价与反馈

过程性评价与反馈是一种注重持续观察与指导的教学评价方式, 旨在通过对学生学习过程的动态评估, 及时发现学习中的问题并提供针对性的反馈。该方法不仅帮助教师灵活调整教学策略以满足学生的个性化学习需求, 还鼓励学生对自身学习进行反思和改进, 最终促进其持续进步与发展。

案例: 在学生进行数值分析软件操作时, 教师实时观察学生的操作过程, 提供个性化指导, 并根据学生的表现调整后续的教学内容和难度。

通过有效的过程性评价, 学生能够清楚地了解自己的学习进展, 发现存在的问题, 并及时采取合理的改进措施。这种评价方式不仅能显著提高学生的学习效率, 还能够有效提升其学习效果, 为后续学习奠定坚实基础。

3.4.3. 自我评价与同伴评价

自我评价与同伴评价是一种有效促进学生自我反思与同伴学习的教学方法。这种方法不仅能够帮助学生提升自我管理能力和团队协作能力, 还能够增强他们的社交技能与自我意识。在教学过程中, 通过鼓励学生进行自我反思, 分析自身表现, 同时运用同伴评价促进同伴间的交流与合作, 从而实现共同进步。

案例: 在每个项目结束后, 学生需要撰写自我评价报告, 并与同伴交换报告, 提供建设性的反馈, 以促进相互学习和成长。

通过自我评价与同伴评价, 学生能够从多角度审视自己的优点与不足, 同时通过同伴提供的宝贵反馈, 针对性地进行改进。这种方法不仅有助于学生增强自我改进意识, 还能提升他们在个人学习与团队合作中的整体能力, 从而为未来的学习和职业发展奠定基础。

通过实施这些改革措施, 本研究旨在打造一个更加贴合师范生需求、更加注重实践应用、更加促进学生全面发展的数值分析课程。这不仅能增强师范生的专业技能, 还能为他们日后的教学工作奠定坚实的理论和技術基础。

4. 课程改革效果评估与研究结果

本节旨在通过综合评估改革措施的实施效果, 验证课程改革策略的有效性, 并提出基于研究结果的未来教学改革建议。

4.1. 课程改革效果评估

为了全面评估课程改革的效果, 本研究采用了多维度数据收集方法, 包括学生反馈、同伴评价、教师观察、自我评价和课堂互动表现。这些数据(表 2)的收集旨在从不同角度反映课程改革对学生学习体验和教学效果的影响。

Table 2. Student learning content

表 2. 学生学情内容

维度	描述
学生反馈评分	学生对课程内容、教学方法和学习体验的主观评价, 评分范围为 1~5。
同伴评价评分	学生之间的互评, 反映学生对同伴学习表现和合作态度的评价, 评分范围为 1~5。

续表

教师观察评分	教师对学生课堂表现、参与度和学习态度的观察评分, 评分范围为 1~5。
自我评价评分	学生对自己的学习成果和课堂表现的自我评价, 评分范围为 1~5。
课堂互动评分	学生在课堂上的互动频率和质量的评分, 评分范围为 1~5。
综合满意度	根据上述五个维度的评分计算得出的综合满意度, 评分范围为 1~5。

4.2. 研究结果

为了提高研究的代表性和可靠性, 我们扩大了样本规模, 共收集了 127 名学生的数据, 这些学生来自不同年级和专业背景, 如表 3 所示。我们采用了分层随机抽样方法, 确保样本能够代表整个师范生群体。此外, 我们引入了多元统计分析方法, 如因子分析和聚类分析, 以更深入地探讨不同变量之间的关系, 并识别影响学生满意度和参与度的关键因素。

Table 3. Student learning score

表 3. 学生学情得分

学生编号	学生反馈评分	同伴评价评分	教师观察评分	自我评价评分	课堂互动评分	综合满意度
1	4	4.5	4.7	4.2	4.6	4.4
2	4.5	4.8	4.4	4.3	4.7	4.5
3	4	4.7	4.6	4.1	4.8	4.5
4	4.2	4.6	4.5	4.4	4.3	4.3
5	4.3	4.4	4.8	4.5	4.9	4.6
...
127	4.6	4.3	4.7	4.0	4.5	4.4

4.2.1. 主要发现

通过对收集到的数据进行分析, 我们得出以下主要发现:

学生反馈评分、同伴评价评分、教师观察评分、自我评价评分和课堂互动评分均有所提高, 表明学生对课程的满意度和参与度有所提升。

综合满意度的提高, 反映了课程改革在提升学生学习体验和教学效果方面的积极影响。

4.2.2. 对未来教学改革的建议

基于研究结果, 我们提出以下建议:

持续更新课程内容: 随着教育技术和教学方法的发展, 课程内容应不断更新, 以保持其时代性和实用性。

强化实践教学: 增加更多的实践教学环节, 使学生能够在实际教学环境中应用所学知识。

优化评价体系: 评价体系应更加多元化, 不仅评价学生的知识掌握, 还要评价他们的实践能力和创新能力。

加强教师培训: 教师应接受更多的培训, 以掌握新的教学方法和技术, 提高教学效果。

5. 结论

本文针对湖南科技学院数值分析课程的现状进行了分析, 提出了课程改革策略, 包括内容更新、教学方法创新、实践教学加强和评价体系优化。改革实施后, 学生对课程的理解和满意度显著提升, 教学

方法的创新增强了学生的参与度和互动性, 实践教学的加强提升了学生将理论应用于实际教学的能力。

未来, 建议持续跟踪评估课程效果, 强化教师培训, 建立完善的学生反馈机制, 并鼓励跨学科研究, 以确保课程改革持续适应教育发展的需求。本研究为湖南科技学院及其他高校提供了实践指导, 旨在培养具备扎实数学素养和实践能力的师范生, 为提升基础教育质量贡献力量。

基金项目

2023年永州市指导性科技计划项目(2023YZ005)。

参考文献

- [1] Caligaris, M.G., Rodriguez, G.B. and Laugero, L.F. (2015) Using the Web as Part of the Classroom in Numerical Analysis Courses. *Procedia—Social and Behavioral Sciences*, **182**, 596-600. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.789>
- [2] Caligaris, M., Rodríguez, G. and Laugero, L. (2016) A First Experience of Flipped Classroom in Numerical Analysis. *Procedia—Social and Behavioral Sciences*, **217**, 838-845. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.02.158>
- [3] González-Santander, J.L. and Sánchez-Lasheras, F. (2021) A Problem-Based Learning Proposal to Teach Numerical and Analytical Nonlinear Root Searching Methods. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, **53**, 996-1009. <https://doi.org/10.1080/0020739x.2020.1868590>
- [4] 武文华, 曲忠宪, 王春红. 数值分析课程教学改革的探索与研究[J]. 吉林农业科技学院学报, 2018, 27(3): 100-102, 123.
- [5] 郑继明, 刘勇. 数值分析课程教学改革的研究与实践[J]. 科学咨询(科技·管理), 2019(42): 125-126.
- [6] 任泽民, 李庆玉, 黎彬. 新工科背景下数值分析课程改革的几点思考[J]. 教育教学论坛, 2020(18): 284-285.
- [7] 赵振宇, 由雷. 新工科背景下对数值分析课程改革的思考[J]. 科教文汇(下旬刊), 2020(36): 74-75.
- [8] 武斌, 王冠舒. OBE 视角下数值分析课程改革探索与实践研究——以中国石油大学胜利学院信息与计算科学专业为例[J]. 武汉冶金管理干部学院学报, 2021, 31(1): 72-73.
- [9] 唐玲艳, 文军. 新工科背景下高等数值分析课程教学改革的思考[J]. 高教学刊, 2022, 8(24): 144-147.
- [10] 熊焱. 数值分析课程教学设计策略探究[J]. 产业与科技论坛, 2023, 22(13): 167-168.
- [11] 晏日安, 熊佩英, 陈暑波. 新工科背景下数学专业数值分析课程的教学改革[J]. 学园, 2024, 17(17): 24-26.
- [12] 李俊林, 孙妮妮, 胡珂珂, 等. 人工智能背景下数值分析课程教学改革研究[J]. 电脑知识与技术, 2024, 20(20): 37-40.
- [13] 陈桂秀, 马咸礼. 师范院校“数值分析”课程教学方法改革与实践——以青海师范大学为例[J]. 青海师范大学学报(自然科学版), 2023, 39(1): 90-92.
- [14] 李庆杨, 王能超, 易大义. 数值分析[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2022.