

关于信息技术赋能工科研究生数值分析课程教学的探讨

邓镇国*, 郑海艳#

广西大学数学与信息科学学院, 广西 南宁

收稿日期: 2025年3月31日; 录用日期: 2025年5月15日; 发布日期: 2025年5月26日

摘要

数值分析作为我校工科研究生必修的一门公共数学基础课程, 其教学效果与学生的创新能力、实践能力密切相关。本文探讨了信息技术在工科研究生数值分析课程教学中的应用, 分析了信息技术赋能教学的现状、问题及对策, 提出了一些基于信息技术的教学改革措施, 以提升课程的教学效果, 从而提高学生的创新能力和实践能力。

关键词

信息技术, 数值分析, 工科研究生, 教学改革

Exploring the Empowerment of Information Technology in Teaching Numerical Analysis Courses for Engineering Graduate Students

Zhenguo Deng*, Haiyan Zheng#

School of Mathematics and Information Science, Guangxi University, Nanning Guangxi

Received: Mar. 31st, 2025; accepted: May 15th, 2025; published: May 26th, 2025

Abstract

Numerical analysis, as a compulsory public mathematical foundation course for engineering graduate students at our university, has teaching outcomes that are closely related to students' innovation

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 邓镇国, 郑海艳. 关于信息技术赋能工科研究生数值分析课程教学的探讨[J]. 创新教育研究, 2025, 13(5): 424-430. DOI: 10.12677/ces.2025.135358

and practical abilities. This paper explores the application of information technology in the teaching of numerical analysis courses for engineering graduate students. It analyzes the current situation, problems, and countermeasures of information technology empowering teaching, and proposes some teaching reform measures based on information technology to improve the teaching effectiveness of the course, thereby enhancing students' innovation and practical abilities.

Keywords

Information Technology, Numerical Analysis, Engineering Graduate Students, Teaching Reform

Copyright © 2025 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

数值分析是我校工科研究生必修的一门公共数学基础课程,其核心内容包括数值线性代数、非线性方程(组)的数值解、数值逼近和常微分方程数值解等。随着新工科建设的不断推进,如何通过教学改革提升学生的创新能力和实践能力成为广泛关注的课题。

传统的授课方式是以“教”为中心,没有向以“学”为中心转换,而且教学手段单一。然而,仅靠传统的板书以及 PPT 授课难以将抽象难懂的数值算法具体化和形象化,以至于学生的学习兴趣不高,学习效率不佳,更谈不上将所学知识灵活应用于实际问题的求解或相关学术问题的研究中。

信息技术的迅猛发展为教育领域带来了诸多新的可能性。通过引入虚拟仿真、在线学习平台以及数据可视化工具等先进的技术手段,数值分析课程能够打造多元化的学习体验,并获得丰富多样的教学资源 and 手段,从而更高效地实现教学目标。然而,信息技术在工科课程中的应用仍存在许多挑战,例如信息技术与教学目标的结合度不高、学校信息技术基础设施支持不足、学生自主学习能力有限等。本文旨在探讨信息技术赋能工科研究生数值分析课程教学的路径与实践。

2. 信息技术赋能数值分析教学的现状与存在的问题

2.1. 信息技术在数值分析教学中的应用现状

当前,信息技术在数值分析教学中的应用主要体现在以下几个方面:

1) 计算工具的应用:如 MATLAB、Python 等编程语言和软件被广泛用于数值分析课程[1]-[3]。例如,赵金玲等[1]布置的上机作业,要求学生每章所学的数值方法编写 MATLAB 代码并对运行结果展开讨论。从摘选的学生用 MATLAB 生成的对多种插值、积分、拟合方法的对比分析图可以发现,学生能够熟练地运用 MATLAB 工具完成上机作业。张建华等[2]、陈丽娟等[3]同样要求学生利用 MATLAB 完成上机作业。这些文献表明, MATLAB 确实是很好的辅助教学工具。与 MATLAB 相比, Python 由于出现的晚,在数值分析课程中应用相对少些。

2) 虚拟仿真实验:通过虚拟实验平台,学生可以进行数值模拟和实验操作,深化对理论知识的理解。例如,赵金玲等[1]在引入数值积分问题时,基于有限元 ABAQUS 软件平台虚拟了复合材料层合板的建立过程,不仅让学生体会到课程的“实用性”,而且学生通过实际操作能够深化对理论知识的理解。

3) 在线学习平台:一些高校开始采用 MOOC、学习通、雨课堂等平台,用于课程资源的发布、作业提交和在线讨论[1][3]。这些平台为学生提供了灵活的学习方式,使他们能够根据自己的时间安排进行学

习。例如, 一些研究发现, 通过在线平台进行的在线讨论和作业提交, 能够提高学生的参与度和学习主动性[3]。此外, 教师通过在线平台发布问卷调查, 可以很方便地对学生反馈的学习情况进行分析, 了解教学效果, 从而能够及时对教育教学方法进行改进[1]。

2.2. 存在的问题

尽管信息技术在数值分析教学中已有所应用, 但仍存在以下问题:

1) 学校信息技术基础设施支持不足: 许多学校, 尤其是资源有限的院校, 在信息技术基础设施(如计算机设备、软件许可等)方面存在不足, 对研究生工科数学课程, 一般不会配备专用机房, 更不用说建立虚拟实验平台, 这直接制约了信息技术在教学中的应用效果。

2) 信息技术与教学目标的脱节: 例如, 教学过程中直接给学生提供现成的代码模板, 学生只需填写空缺部分或修改参数即可运行, 而忽略了对数值分析方法的数学原理和理论推导的讲解, 从而未能达到数值分析课程的核心目标——帮助学生理解数值方法的原理及其在实际问题中的应用。

3) 学生自主学习能力有限: 学生使用信息技术进行学习时, 容易受到干扰或缺乏自律性, 影响学习效果。例如, 如果学生过度依赖 AI 助手来完成作业, 他们可能会错过学习和理解数值分析方法的宝贵机会。数值分析不仅仅是编程, 而是理解背后的数学原理、算法的实现和优化, 以及如何应用这些方法来解决实际问题。如果学生只是复制 AI 生成的代码, 他们可能无法真正掌握这些核心概念。

3. 信息技术赋能数值分析教学的对策与实践

3.1. 使用免费在线运行 Python 代码的网站, 解决没有专用机房问题

目前 MATLAB、Python 等编程语言和软件被广泛用于数值分析课程, 虽然 MATLAB 软件交互式风格非常适合课堂教学, 但是 MATLAB 是收费高昂的商业软件包, 很多学校都没有购买版权, 学生更加用不起, 所以不建议使用盗版 MATLAB 软件, 建议使用开源免费的 Python 发行版本。网上有一些免费好用的 Python 发行版本, 如 Anaconda, PyCharm 等。Anaconda 就是一个开源的 Python 发行版本, 专门为数据科学、机器学习和科学计算等领域设计。它包含 conda、Python 以及超过 180 个科学包及其依赖项, 如 NumPy、Pandas、Matplotlib、SciPy 和 Scikit-learn 等。到 Anaconda 官网下载软件, 按照提示安装即可使用, 非常适合初学者使用。课堂上可以选用免费在线运行 Python 代码的网站(如 cocalc.com, pythontutor.com 等), 学生在手机上通过网站就可以操作, 非常便于现场指导学生进行数值分析实验和探究, 解决没有专用机房问题。不过这些免费在线平台有时间使用限制, 一般运行时间超过一两分钟就会宕机。所以学生课后进行数值分析实验, 需要安装 Python 发行版本。

3.2. 优化课程内容, 融入信息技术元素

在课程内容设计中, 可以将信息技术与数值分析的核心知识点有机结合。例如:

在解线性方程组的高斯列主元消去法[4] [5]的教学中, 利用 Python 进行实时计算和可视化展示线性方程组消元的过程, 可以帮助学生直观地了解这种数学方法思想, 体会到利用计算机解线性代数方程组与手工使用初等行变换解线性代数方程组的不同之处, 意识到数值算法在解决实际问题中的重要性。

在解线性方程组的雅可比迭代法和高斯-赛德尔迭代法[4] [5]的教学中, 利用 Python 对一些例子进行数值实验, 让学生观察两种方法的收敛速度(即达到同样数值精度下迭代次数), 不仅可以帮助学生直观地了解到这两种方法的使用范围, 而且可以培养学生批判性思维 and 创新能力。

在乘幂法求矩阵特征值和特征向量的[4] [5]的教学中, 利用 Python 进行实时计算和可视化展示一初始向量被同一矩阵连续作用后的变化趋势, 帮助学生直观地理解乘幂法的思想, 体会到乘幂法求矩阵特

征值和特征向量与线性代数所采用方法的不同之处, 以及它们的适用范围。

在非线性方程数值解法[4] [5]的教学中, 通过 Python 数值实验让学生分析二分法和牛顿迭代法的收敛性, 发现一些有用的结论, 即二分法一定全局收敛但相对较慢, 而牛顿法虽然收敛较快但仅局部收敛, 从而帮助学生理解不同解法的优劣, 并学会根据问题选择合适的方法。

在插值法[4] [5]的教学中, 通过 Python 数值实验让学生观察到拉格朗日插值法与牛顿插值法所得的数值逼近结果, 体会到两种方法构造的是同一个插值多项式, 但形式不同, 而且后者有继承性, 在实用性上是对前者的改进。通过 Python 数值实验让学生观察等距节点上多项式插值的龙格现象, 体会到增加插值多项式的次数不一定能提高精度, 与直观想象不吻合, 通过这样的实验让学生体会正确使用方法的重要性。

在曲线拟合的最小二乘法[4] [5]的教学中, 通过人口预测案例的 Python 数值实验让学生对曲线拟合法与插值法进行讨论、分析和比较, 虽然这些方法都能应用, 但是结果的可靠性不同, 通过这样的实验可以让学生开始意识到, 采用一种方法解决问题之前, 必须先了解这种方法的使用范围和条件。

在数值积分法[4] [5]的教学中, 首先通过动态几何教学软件 GeoGebra 动态地演示左矩形公式、右矩形公式、中矩形公式、梯形公式、辛普森公式对曲边梯形的逼近过程, 帮助学生直观地了解数值积分方法逼近思想, 和学生一起对这些方法进行讨论、分析和比较, 筛选出梯形法和抛物线法, 进一步引导学生去构造复合梯形公式和复合辛普森公式, 最后让学生通过 Python 数值实验比较这两种复合公式的收敛性, 验证理论分析的结论。

在常微分方程初值问题数值解法[4] [5]的教学中, 通过 Python 数值实验让学生观察各种数值解法的收敛性和稳定性, 帮助学生理解不同解法的优劣, 并学会根据问题选择合适的方法。

在采用问题教学法时, 借助 DeepSeek AI 助手生成涵盖数值分析核心知识点的实际工程或科学中的案例。通过这些案例, 展示数值分析方法在实践中的应用。例如: 考虑一个简单的药物浓度变化一阶微分方程模型, 先使用欧拉法和 Runge-Kutta 法模拟药物在血液中的浓度随时间的变化, 然后分析药物的吸收和排泄过程, 并评估数值解的误差, 最后比较这两种数值方法的性能和适用性。又如, 在电路分析中, 电流随时间的积分可以得到电荷量。假设电流由函数 $f(t) = \sin(t)$ 定义, 积分区间为 $[0, \pi]$ 。使用复合梯形公式和复合辛普森公式计算总电荷量, 并分析两种方法的精度和计算量。

3.3. 构建混合式教学模式

混合式教学模式将线下面授与线上学习相结合, 可以充分利用信息技术的优势。例如:

1) 翻转课堂: 学生可以通过在线学习平台提前学习课程视频和电子教材, 课堂时间则用于解决问题和讨论。如果学校没有购买在线学习平台, 教师可以到 MOOC、B 站精选与教材配套的免费课程, 把网址发给学生提前预习。

2) 在线作业与测试: 通过 MOOC、学习通、雨课堂等学习管理系统发布作业和测试, 实时监测学生的学习进度和掌握情况。如果学校没有购买学习管理系统, 可以通过 QQ 群发布作业和测试。

3.4. 强化实践教学, 提升学生创新能力和实践能力

信息技术为数值分析的实践教学提供了更多可能性。例如: 为了应对学生过度使用 AI 助手完成编程作业的问题, 教师可以利用 DeepSeek AI 助手将作业设计为需要多次迭代和深入分析的项目, 鼓励学生在过程中不断优化和改进。也可以让 DeepSeek AI 助手在作业中加入要求学生解释算法原理、比较不同方法优缺点, 或者应用数值方法解决实际问题的题目。

下面解线性方程组的雅可比迭代法和高斯-赛德尔迭代法的作业就是根据需求提示语利用 DeepSeek

AI 助手设计的。在 QQ 群作业发布作业题目: 选择一个具体的线性方程组, 比如在工程中的实际问题(如电路分析、结构分析等), 按照以下步骤进行作业的深入分析, 最后形成实验报告提交。

步骤 1: 理论分析

写出该线性方程组的系数矩阵, 并将其表示为雅可比迭代法和高斯-赛德尔迭代法所需的矩阵形式。分析该矩阵是否满足雅可比迭代法和高斯-赛德尔迭代法的收敛条件。

步骤 2: 手动迭代

使用雅可比迭代法和高斯-赛德尔迭代法, 手动计算该线性方程组的近似解, 直到满足一定的精度要求。记录每次迭代的结果, 并绘制收敛曲线, 观察两种方法的收敛速度。

步骤 3: 收敛性比较

比较雅可比迭代法和高斯-赛德尔迭代法在相同精度下所需的迭代次数和计算量。分析两种方法的收敛速度, 并讨论在什么情况下一种方法可能比另一种方法更优。

步骤 4: 编程实现

使用 Python 编程工具实现雅可比迭代法和高斯-赛德尔迭代法, 求解该线性方程组。比较程序的运行时间和迭代次数, 验证手动计算的结果, 并进一步分析两种方法的优缺点。

步骤 5: 应用分析

将雅可比迭代法和高斯-赛德尔迭代法应用到另一个实际问题中, 比较两种方法在不同场景下的表现, 并总结它们的适用范围和实际效果。

步骤 6: 改进方法

研究如何通过松弛技术改进雅可比迭代法和高斯-赛德尔迭代法的收敛速度。在相同的测试问题上, 实现改进后的方法, 并比较其效果。

步骤 7: 错误分析

假设在雅可比迭代法或高斯-赛德尔迭代法的实现中存在某些计算错误, 分析这些错误可能导致的结果偏差, 并提出检测和修正的方法。

通过这些问题, 学生将全面掌握雅可比迭代法和高斯-赛德尔迭代法的原理、实现和应用, 同时培养其分析和解决实际问题的能力。

需要指出的是, 使用 DeepSeek AI 助手可以帮助教师备课效率, 但是教师还是要认真检验由 AI 助手生成的案例, 判断是否适配学生的认知水平, 经过二次甚至多次加工再布置给学生。对于编程基础较差的同学, 可以鼓励这些同学借助 AI 助手完成。也可以根据实际情况, 设置一到两个小组(三到五个人一组)合作完成的项目, 培养学生团队协作意识, 为日后走向社会做准备。

全国研究生数学建模竞赛(National Post-Graduate Mathematical Contest in Modeling)是“全国研究生创新实践系列活动”的主题赛事之一, 由教育部学位与研究生教育发展中心主办。在课堂上鼓励同学们积极参加这类比赛。不仅能够巩固数值分析课程内容, 还能培养他们的创新实践能力和应用数学能力以及团队协作意识。

3.5. 使用 QQ 群建立免费在线学习平台, 解决收费学习平台问题

MOOC、学习通、雨课堂等平台都是收费的学习平台, 很多学校都没有给研究生购买这些平台的使用许可, 因此可以利用 QQ 群建立用于课程资源的发布、作业提交和在线讨论的学习平台是一个不错的选择。教师可以到 B 站上选择适合本课程和学生学习基础的优秀教学课程, 把网址发布在 QQ 群公告上并置顶。学生通过 QQ 群作业提交作业, 教师在上面批改, 学生和教师都能同时得到及时的反馈。教师和学生都可以在群里在线讨论问题, 一些共性问题可以贴到腾讯文档共享, 便于学生查询和学习。不仅

提高答疑效率, 学生也能得到及时解惑, 提高学习效率。

3.6. 使用 QQ 群发布问卷调查, 对信息技术应用的效果进行量化分析

虽然 MOOC、学习通、雨课堂等平台是发布问卷调查收集数据并对数据进行量化分析的好平台, 但是很多学校都没有给研究生购买这些平台的使用许可, 因此可以利用 QQ 群收集表发布问卷调查收集数据, 然后上传到 DeepSeek AI 助手进行量化分析。

4. 探讨信息技术如何具体提升学生创新能力和实践能力

现在结合 3.4 节教学案例说明信息技术通过以下几个方面具体提升了学生的创新能力:

1) 多次迭代与深入分析

要求学生在项目中不断优化和改进, 例如在雅可比迭代法和高斯 - 赛德尔迭代法的作业中, 学生需要通过多次迭代来逼近解。这一过程要求学生不断提出问题、分析问题、解决问题, 培养了他们的批判性思维和创新能力。

2) 解释算法原理与比较方法

在作业中加入要求学生解释算法原理、比较不同方法优缺点的题目, 帮助学生深入理解算法的内在逻辑, 培养他们分析和评估问题的能力, 为创新能力的提升奠定了基础。

3) 应用数值方法解决实际问题

通过将数值方法应用于实际问题, 例如电路分析或结构分析, 学生能够看到理论知识的实际应用, 激发他们将所学知识用于解决现实问题的兴趣和动力, 这是创新能力培养的重要途径。

5. 结论

信息技术的快速发展为工科教育带来了新的机遇和挑战。在数值分析课程中, 信息技术的应用不仅可以提升教学效果, 还能培养学生的创新能力和实践能力。然而, 信息技术的引入需要注重教学目标的导向, 避免技术与教学内容的脱节。

随着人工智能技术的广泛应用, 学生使用 AI 助手辅助学习的趋势不可避免, 老师们应该理性对待, 在课堂上对学生进行正确的引导, 帮助学生更好地使用这个工具, 提高自主学习效果。当然, 老师们自己也要努力掌握 AI 赋能教学和学习的正确方法, 才能正确引导学生使用 AI 工具, 同时提高备课效率和课堂教学效率。

总之, 信息技术赋能工科研究生数值分析课程教学, 是一种必然趋势, 也是提升教学质量的重要途径。信息技术与数值分析教学的深度融合, 有助于为新工科人才培养提供坚实的科学计算基础。

基金项目

1) 地区科学基金项目“几种非确定性可再生能源发电入网下电力系统优化调度模型与方法研究”(71861002);

2) 广西研究生教育改革项目“新工科背景下研究生数值分析课程的教学改革研究与实践”(JGY2023032)。

参考文献

- [1] 赵金玲, 张超, 常乐. 面向研究生创新能力培养的数值分析课程教学改革与实践[J]. 大学数学, 2023, 39(6): 84-85.
- [2] 张建华, 赵静. 新工科背景下研究生数值分析课程教学改革探索[J]. 高教学刊, 2023(18): 146-149.

- [3] 陈丽娟, 李明珠, 马鸿洋. 数值分析“四项融合”教学改革研究与实践[J]. 高教学刊, 2023(24): 133-136.
- [4] 黎健玲, 简金宝, 李群宏, 钟献词, 唐春明. 数值分析与实验[M]. 北京: 科学出版社, 2012.
- [5] 李庆扬, 王能超, 易大义. 数值分析[M]. 第5版. 北京: 清华大学出版社, 2008.