

OBE视角下数值分析课程的教学改革探索与实践

——以广西科技师范学院数学与应用数学专业为例

韦洪锦^{1*}, 何富良², 李 帅^{3#}

¹广西科技师范学院, 数学与计算机工程学院, 广西 来宾

²来宾市第十一中学, 广西 来宾

³广西科技师范学院, 先进制造工程学院, 广西 来宾

收稿日期: 2025年10月30日; 录用日期: 2025年11月28日; 发布日期: 2025年12月9日

摘要

本文针对数学与应用数学专业, 在成果导向教育理念下, 结合《数值分析》课程的理论和实践性的特点, 分析了该课程在教学中存在的问题。并从课程大纲的修订, 教学内容的优化, 授课方式的创新, 考核模式的改进和目标达成度的持续改进等方面进行教学探索与实践。

关键词

数值分析, OBE理念, 教学改革, 教学实践

Exploration and Practice of Teaching Reform of Numerical Analysis Courses from the Perspective of OBE

—Taking the Mathematics and Applied Mathematics Major of Guangxi Science & Technology Normal University as an Example

Hongjin Wei^{1*}, Fuliang He², Shuai Li^{3#}

¹School of Mathematics and Computer Engineering, Guangxi Science & Technology Normal University, Laibin Guangxi

²Laibin No.11 Middle School, Laibin Guangxi

*第一作者。

#通讯作者。

³School of Advanced Manufacturing Engineering, Guangxi Science and Technology Normal University, Laibin Guangxi

Received: October 30, 2025; accepted: November 28, 2025; published: December 9, 2025

Abstract

This article is aimed at mathematics and applied mathematics majors, based on the concept of Outcome Based Education and combined with the theoretical and practical characteristics of the “Numerical Analysis” course, to analyze the problems existing in the teaching of this course. We also carry out teaching exploration and practice from the aspects of revision of course syllabus, optimization of teaching content, innovation of teaching methods, improvement of assessment model and continuous improvement of goal achievement.

Keywords

Numerical Analysis, OBE Concept, Teaching Reform, Teaching Practice

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

数值分析以各类数学问题的数值解法作为研究对象，并结合现代计算机技术，为解决各类数值计算问题提供基本的算法。数值分析对我校数学与应用数学专业的“应用型人才”培养目标起着重要的作用，它有益于推理、运算、建模和数据分析等能力的提升，有益于反思意识和批判性思维的培养，更有益于学科独特的育人价值。随着物联网、人工智能和 AI 技术的发展，数值分析这门课对数应专业的学生的影响越来越大。过去数值分析的教学内容设置普遍偏重理论灌输，弱化了思想方法的训练，脱离了工程应用的背景，故探索适合当代大学生发展的教学模式显得尤为重要。

近几年各领域学者基于成果导向教育(简称 OBE)理念[1]，对数值分析课程展开多元的教学改革，旨在将教学重心切实转移到学生的学习成效上。欧桂瑜等[2]分析了信息与计算科学专业“数值计算方法”的教学现状，并从教学目标、内容和模式进行教学改革。武斌等[3]从大纲、软件、考核等方面深入探讨了信息与计算科学专业的数值分析课程的改革路径。针对计算机专业《数值分析》课程的教学问题，吴鸿韬等[4]通过构建知识图谱、引入学科前沿、新技术和设计应用案例等方式，对该课程进行教学改革。基于机械工程专业“计算方法”课程的教学痛点，唐嘉昌等[5]提出了“工程问题 - 建模 - 求解”的教学模式。葛坤朋等[6]根据勘查技术与工程专业的《计算方法》课程中存在的问题，对该课程开展反向教学设计。刘玉飞等[7]从大纲、教学模式、软件应用、实验考核和目标达成度等方面进行探索。总的来说，他们根据不同学科特点探索了适合各专业发展的教学改革。但目前在 OBE 视角下关于数学与应用数学专业的数值分析的课程教学改革的研究成果非常少。

分析既有文献不难发现，其针对课程大纲、教学模式、软件使用到成效评估等关键环节的改革思路，对数应专业同样适用。但教学改革还须紧扣数应专业的学科特点，注重夯实理论基础、强化逻辑推理、落实学科育人。本文基于 OBE 理念，立足于学生的学情与专业特色，以成果为导向，对数值分析课程进

行教学探索和实践。首先指出教学中存在的困难，接着明确了本课程的学科素养、综合育人和学会反思的 3 个课程目标，并据此反向设计教学大纲，重构以“算法思想 - 误差分析 - 典例分析 - 编程实现 - 总结反思”为主线的教学内容。在教学实施中，采用线下线上融合式、启发式、案例式和问题驱动式等教学方法，将工程与科学计算中的真实问题引入课堂，引发学生思考，激发学习兴趣。然后在教学中融入科学家轶事与算法美学，培养学生的科学精神、创新精神和民族自豪观等。为精准检验学生的学习成果，构建了过程性与终结性的考核体系，关注学生将数学理论转化为解决实际问题的能力，有效激发学生的计算思维和批判性思维，从而确保课程目标的高质量达成。最后根据课程目标达成度反向改进教学大纲和教学内容。

2. OBE 视角下的《数值分析》课程在教学中存在的问题

我院数应专业的传统的“数值分析”教学通常强调课程的理论性教学，对课程的核心素养、学科育人和反思能力的要求还不够。基于此，根据近几年对《数值分析》课程的教学以及对我校 22 级数学与应用数学专业的学生进行问卷调查，发现教学中面临以下一些困难：

1) 教学内容方面：近几年我校数应专业的数值分析课程的教材是选用李庆扬，王能超，易大义编写的《数值分析(第 5 版)》[8]。该教材的教学内容具有公式结构复杂、推导过程严密而冗长和计算量大的特点。其注重理论分析，注重介绍各种算法的基本原理和思想，利于数学专业的学生的逻辑推理、计算能力和算法设计能力的培养，但是教材没有融合 MATLAB 进行数值实验。通过问卷调查发现，80% 左右的学生认为教学内容难度很大，掌握起来困难。

2) 学生方面：学生的学习主动性、数学基础和课程价值认知存在较大差异。通过问卷调查发现，部分学生会提前预习和及时复习，并自主学习相关的理论和编程软件，但部分学生表示不会主动学习。同时学生的基础有好有差，这些学情结构对教学实施提出了挑战。此外，部分学生对本课程的价值认知存在明显不足，他们未能理解该课程在连接数学理论与工程应用、推动数学知识向实用工具转化中的关键作用。因此部分学生以应试为主要学习目标，缺乏内在学习动力，学习态度不积极，且容易受到周边学习环境中消极因素的干扰。

3) 教学方法方面：之前采用讲授为主的传统教学方法，这样易导致学生被动地接受知识，缺乏自己的思考，致使学生难以真正理解核心知识，进而引发学习动力下降、教学成效不佳等后果，从而导致学生对这门课失去兴趣。

4) 特色育人培养方面：传统模式教学过程中，教师通过传统的传授知识、举例、布置作业等实现教学。课程的教学目标更倾向于知识和技能的培养，对学生的思想教育不明显。

5) 编程能力培养方面：我院数应专业学生的编程能力差。根据平时布置的算法程序设计的作业来看，大部分学生没有运用专业软件解决问题的能力。同时通过问卷调查也发现，仅有 3% 左右学生表示能较好运用 Matlab、C 语言等专业软件进行简单的编程，但 90% 学生认为编程环节对课程的知识点的理解有很大帮助。在教学中发现，尝试过运用编程设计算法的学生的成绩更好，对算法的理解更加深入。因此，学生的编程能力差严重地影响了学生的实践能力和创新能力的培养。

3. OBE 视角下《数值分析》课程的教学改革探究和实践

针对上述 OBE 视角下的《数值分析》课程在教学中存在的困难，从以下一些方面进行了教学探索和实践。

3.1. 修订课程大纲，为教学过程的有利实施提供依据

在 OBE 理念下，以数应专业毕业要求和专业师范认证为依据设定教学目标、内容、课程思政内容与

考核方式等，同时依托学生学习成果进行持续评估和改进。数值分析课程旨在帮助数应专业学生掌握数值分析的核心理论及常用方法，使其具备数学的专业素养，同时培养其综合能力、反思能力和批判性思维。在制定本课程的教学大纲时，先确定了本课程的课程目标。接着确定课程内容与课程目标的对应关系，具体明确学习目标、课程思政融入点和教学方式方法等内容。考核方式中增加了过程性考核比重，重在培养学生的数学核心素养，增强对学生问题分析能力与算法实现能力的培养。依据师范认证标准及OBE理念，每年会根据上一次的课程达成度对课程大纲进行修订，为有效实施教学过程提供了清晰依据和全面保障。

3.2. 优化教学内容，激发学生学习动力

在OBE理念指导下，本课程的教学实施紧密围绕学生的认知基础、专业培养目标及认证能力要求，明确了以“算法思想-误差分析-典例分析-编程实现-总结反思”为主线的教学内容框架，并在恰当的地方融入课程思政元素。在教学实践中，教师首先依据学生学情与认知特点，精选教材中的核心典型算法，系统阐释各类数值方法的基本原理与算法特性，适度精简抽象理论证明与复杂公式推导，注重知识讲授的逻辑递进与层次展开。接着注重误差分析，突出其在数值计算中的重要性。然后在各教学模块中融入实际案例或典型例子，以吸引学生的学习兴趣。同时课程内容融入Matlab等专业软件程序，引导学生完成从算法设计到程序实现的全过程，通过可视化结果呈现，增强学习的实践性与直观体验，从而提升学生解决复杂综合问题的专业应用能力。最后总结算法的优缺点，反思如何改进优化。

对于数应专业学生的培养，如何通过数值分析的课堂教学明确地向学生传达课程思政，且能收到应有的效果，是值得任课教师深入思考的问题[9]。因此在要求学生掌握数值分析的基本方法和基本思想的同时，还需要在恰当地方将课程思政元素融入案例(见表1)，体现课程的独特的育人价值。通过问卷调查发现，本课程融入课程思政元素，给学生在民族自豪感、创新精神、人物传记和科学精神等方面留下了深刻印象。

通过以上教学内容的优化，既培养数应专业学生的核心素养，又培养他们的综合能力和反思能力，还达到了学科育人价值，体现以学生学习成果为目标，从而激发学生学习主动性。

Table 1. The corresponding relationship between the course content and the cases of integrating ideological and political elements into the course

表 1. 课程内容与课程思政元素融入案例的对应关系表

教学内容	课程思政元素融入案例
绪论	通过算法不稳定的例题，告诫学生一定要注意自己的一言一行，当意识到自己“犯了小错”时，必须反思纠正，决不能心存侥幸地让它继续下去，让学生树立正确的价值观。通过介绍秦九韶算法、秦九韶的生平与《数书九章》的历史地位，激发学生的民族自豪感和创新精神。
插值法	通过对各类“插值法”优缺点的比较，培养学生的类比思维，向学生阐释什么是科学无止境，激发学习永攀科学高峰的意志。在讲运用差商表计算差商时，指出牛顿插值虽然只用了最上面一层差商的值，但如果其他层的值计算不正确，将会全盘皆输，启发学生要脚踏实地。介绍我国一千多年前就有科学家(如刘焯、刘洪)应用了插值法来研究历法，激发学生的民族自豪感与使命担当。
函数逼近与计算	通过介绍最小二乘法不强迫曲线穿过所有点，而是承认误差、尊重数据，寻找最能反映整体趋势的那条线。引导学生追求现实世界中的“最优解”，而非理想世界中的“完美解”。

续表

数值积分与数值微分	龙贝格算法通过对粗糙结果进行组合加工，获得高精度解，体现人类永不满足、精益求精的科学探索精神。
常微分方程数值解法	通过数学家欧拉一生坚韧不拔，在失明后仍以惊人毅力创造科学高峰，引导学生树立远大理想，培养不畏艰难的意志品质与科学报国情怀。从 Euler 法的简陋，到改进 Euler 法，再到高阶 R-K 法，引导学生不满足于现状，勇于改进与创新。
方程求根	通过二分法的学习，引导学生做事情时要脚踏实地，最后才可能实现理想目标。通过强调迭代法的不同的构造方法会导致完全不同的结果，引导学生实现自己的目标的路径可以有多条，当某条路走不通，不代表目标无法实现，而是提醒大家需要灵活应变，革新方法，换一条路再走。
解线性方程组的直接方法	介绍“数学王子”高斯不仅是一个天才，还特别勤奋，且他做到了将理论、应用和发明完美结合，鼓励学生勤奋好学，并将理论与实际相结合。

3.3. 创新授课方式，体现“以学生为中心”的教学理念

在《数值分析》课程教学过程中，从以下几方面对大学生的授课方式进行了探索和实践：

1) 采用线下线上融合的教学方法。在授课之前，会在学习通上建好数值分析这门线上课程。线上要求学生观看学习通上的教学视频，完成相应练习，并在讨论处发起问题。还要求学生主动学习学习通上的课外阅读、数值分析的论文、MATLAB 程序和上机实验作业案例等资料，让学生加大对数值分析这门课程的了解，帮助他们提高程序设计能力。此外，线上的作业或者测验达不到及格要求，会返回给学生重做。这样学生就会一直对自己严格要求，慢慢地，基础才会越打越牢，自学能力、应用能力、推理能力也会得到提高。线下教学过程中要注重抛出恰当问题，引发学生积极思考和讨论，并动手推导、演算与验证，得到结论，最后总结，体现学生的主体地位，培养学生专业素养。与其他工科类学生不同，数应专业学生需认真研究算法，从简单、初等的范例提炼出一般的技巧，进行归纳分类，并触类旁通。因此，教师需引导学生掌握好每一类算法的依据，研究方法、过程、结果和可解决的问题。

2) 案例教学法。从问题的实际案例或典型例子进行教学，对学生应用理论解决问题起到重要作用。数值分析中的算法本质源于实际问题的抽象，再经由数学理论推导形成。因此，教师在讲授数值方法后，宜解决具体实例或典型问题，引导学生主动思考如何运用已有数学知识构建解决方案。

3) 对比法教学。教师要引导学生学习某些算法后，总结该算法的优缺点。并根据存在的不足进行改进，创新出更优的算法解决实际问题。同时还需将所学方法形成对比，思考为什么可以使用该方法和各种方法的优缺点。例如，学习了插值法和曲线拟合的最小二乘法后，让学生比较这两种方法的最本质的区别。通过对比法的教学，可以让学生更深入地理解算法，今后也会根据具体问题选择更合适的算法，让他们勇于创新和敢于探索。

4) 问题驱动法。在教学过程中，教师可以通过多设置随堂问题、主题讨论或小组合作等活动吸引学生认真听课，积极主动参与课堂，认真思考和动手实践。同时，在讲授中，可发起讨论，引发学生思考。如，在讲解迭代法求解方程的根时，给出两种迭代公式，先让学生分小组计算，并讨论这两种迭代公式是否都有效。学生动手计算并发现问题，从而得到迭代法的效果有时并不总是让人满意的结论，今后会选择收敛的迭代公式。

2025 年春学期，采用下表 2 所示的《欧拉方法》教学案例，对学院 22 级数应专业学生实施教学。通过学生的问卷调查发现，大部分学生表示喜欢这样的教学方法，主要原因是能激发他们主动学习。从而说明有效的教学方法能显著提升教学成效，其着重培养学生的批判性思维、创新意识及解决复杂问题的综合能力，从而实现知识传授、能力培养与价值塑造的有机统一。

Table 2. Teaching case of Euler's Method
表 2. 《欧拉方法》的教学案例

教学目标	教学过程	教学效果
知识目标: 掌握欧拉方法的基本思想和计算公式，并能手动计算。掌握它们四种格式的区别与联系。	课前准备: 学生活动: 1) 观看微视频，内容为：复习常微分方程基本概念；了解常微分方程初值问题的解，明白为什么需要数值解？数值解的思想(几何方法)；欧拉格式的几何直观解释(用折线逼近曲线)。 2) 完成线上作业：用常微分方程的方法求课本的例 5.1 的初值问题的解析解，并算出一些准确解；用欧拉格式算出一些近似解；将近似解和准确解一起列在一个表。 3) 提交疑问：在讨论区提出关于欧拉格式思想、计算步骤或案例的疑问。 教师活动： 发布学习资源，监控学生预习数据和作业完成情况，收集学生的共性疑问，用于课堂针对性讲解。	知识方面： 掌握了欧拉方法的 4 种格式的基本思想和计算公式，并懂得它们之间的区别与联系，学会使用欧拉方法解决问题。
能力目标: 通过线上学习，培养自主学习和问题发现的能力。通过误差公式的推导，培养学生逻辑推理能力。通过典型案例分析，培养学生计算能力。通过编程实现和小组合作，培养学生的编程能力和团队协作能力。将算法不断改进优化，培养学生反思能力和创新精神。	课堂教学: 欧拉格式： 问题聚焦：启发式问题 1：“欧拉格式这种‘以直代曲’的逼近方式，其误差主要来自哪里？”启发式问题 2：“大家得到的表的数据一样吗？步长的选择对算法有什么影响？” 欧拉格式的核心思想：用切线近似曲线，离散化处理(将连续问题转化为离散问题)，递推计算(从已知点出发，一步步向前进)，注意师生互动。 误差分析：根据以上问题，引导学生思考和发现误差的来源，师生共同推导其局部截断误差。 思政融入：介绍数学家欧拉的事迹。 典型案例：让学生动手计算初值问题例 5.1，规定结果取 5 位有效数字，步长为 0.1，将算出的近似解、准确解和误差放在同一个表，直观感受欧拉格式的优缺点。 编程实现：学生先合作编写程序，然后师生共同验证，最后实现(算出数值解，并将准确解与数值解画在同一张图上)，将结果可视化。 总结反思：学生先总结，教师补充。 后退的欧拉格式： 引导学生思考运用差商代替导数，引出后退的欧拉格式的思想。小组讨论：怎样将隐式方程逐步显式化？师生共同推导该方法的计算公式和局部截断误差。 梯形格式： 启发式问题：“能否综合欧拉格式和后退的欧拉格式得到新的方法？”精讲梯形格式的思想和误差。小组讨论：梯形方法的迭代公式会是怎样的？其计算复杂吗？ 改进的欧拉格式： 启发式问题：“梯形方法计算复杂，可以怎么改进，得到不同的方法吗？”讲解改进欧拉法的思想和预测 - 校正步骤。组织学生以小组为单位，用改进欧拉方法重新计算初值问题。邀请小组展示计算结果，并与解析解进行对比，制作误差表格。小组讨论：改进的欧拉格式为何更精确？数值方法的“改进”永无止境，这体现了怎样的科学精神？	能力方面： 培养了学生离散化与连续问题建模能力，逼近思维和迭代计算思维。培养学生自主学习、计算、编程、协作和反思能力。
思政目标: 通过数学家欧拉一生坚韧不拔，在失明后仍以惊人毅力创造科学高峰，引导学生树立远大理想，培养不畏艰难的意志品质与科学报国情怀。在探索算法不断改进的过程中，体会“精益求精”的科学精神。	思政素养方面： 培养学生不畏艰难的意志品质、“精益求精”的科学精神与科学报国情怀。	

续表

课堂小结：总结比较以上 4 种格式的思想、公式、优缺点和联系。布置常规作业和开放性作业(见课后延拓)。介绍下节课内容(龙格 - 库塔方法)的线上预习资源。

课后延拓：

- 1) 编程实践型：使用 Matlab 或其他编程语言，编程求解初值问题，并将数值解与解析解画在同一个图像上。提交你的代码、结果和图像。
- 2) 调研分析型：寻找一个常微分方程数值解法在数学领域的应用实例。撰写一份简短报告，描述该问题、所使用的数值方法以及其在解决该问题中的价值。

3.4. 以成果为导向，改进课程考核模式

为了更好体现过程性成果，体现从学生个人出发，将课程考核方式“平时成绩(30%) + 期末成绩(70%)”改为“平时成绩(40%) + 期末成绩(60%)”。依据 OBE 教育理念注重学生“能力”，而不是学生的“记忆”，并根据我院学生的学情情况制定适合数值分析课程教学的考核评价标准(见表 3)。重视和细化学生的学习过程性的考核，可有效提升学生学习积极性和应用综合能力。

Table 3. Evaluation criteria for teaching assessment of numerical analysis course
表 3. 数值分析课程教学考核评价标准

类别	阶段	考核内容	评价目的	评价人	占比
	课前	学习通上的学习与自主预习情况	知识掌握	教师	6%
	课中	课堂表现：认真听课、课堂参与度、问题回答、讨论、完成课堂练习、发言、思维清晰等方面。	知识和技能掌握	教师与学生	10%
过程性	课后	平时作业：常规作业：按时、书写、逻辑、正确性等方面； 延拓作业(开放式课题或算法编程实现的题目)：完成情况、质量、程序、结果或报告等方面。	知识和技能掌握	教师与学生	16%
		平时测验(开卷)：教学大纲需要记忆、理解、应用的知识点。	知识掌握	教师	8%
终结性	期末	期末考试(闭卷)：教学大纲需要记忆、理解、应用的知识点。	知识掌握	教师	60%

3.5. 以学定教，持续改进

遵循 OBE 理念，《数值分析》课程构建了以能力达成为核心的闭环评价体系。该体系以课程大纲明确的学习成果为目标，通过系统化的教学实施与多元化考核，对课程目标的达成度进行量化评估。课程结束后，及时分析成绩，精准计算各项目标的达成情况，客观识别教学薄弱环节(如数值算法的反思能力和编程实现能力)，为持续改进提供实证依据。同时，将量化数据与学生反馈相结合，通过问卷调查等方式，广泛收集学生对课程内容、教学模式及考核方式等的主观体验与建议。在充分考虑数据分析结果与

学生反馈后，形成“评价-反馈-改进”的教学质量闭环，确保课程教学始终围绕学生核心能力的达成而持续改进。

4. 结语

本文面向数学与应用数学专业，针对当前该课程教学中存在的实际问题，从课程大纲修订、教学内容优化、教学方法创新、考核方式改革以及课程目标达成度的持续改进等多个维度展开教学探索，并结合具体教学案例进行实践验证，结果表明所提出的改革路径具有一定有效性。然而，从学生成绩和课程目标达成度评价来看，学生在“学会反思”与“编程实现”两方面的能力达成仍显不足。因此，后续教学改革应着重加强上述薄弱环节，并积极引入人工智能技术赋能教学。未来将持续深化教学改革，引导学生充分认识“数值分析”课程的重要性和趣味性，激发其学习主动性与积极性，从而系统提升其逻辑推理能力、数值计算能力、程序设计与综合创新能力。

基金项目

广西科技师范学院校级本科教学改革工程项目(2024GKSYG17)；校级教师科研基金项目(GXKS2024YB029)；大学生创新训练项目(S202511546038)。

参考文献

- [1] Spady, W.G. (1994) Outcome-Based Education: Critical Issues and Answers. American Association of School Administrators, 1-3.
- [2] 欧桂瑜, 李云东. OBE 理念下“数值计算方法”教学改革探究[J]. 西部素质教育, 2024, 10(4): 157-160.
- [3] 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.
- [4] 吴鸿韬, 李智, 袁玉倩. 《数值分析》课程教学改革: 基于 OBE 的思考与设想[J]. 软件导刊(教育技术), 2019, 18(8): 63-65.
- [5] 唐嘉昌, 曾鑫, 廖海洋, 等. 机械工程专业“计算方法”OBE 课程教学改革[J]. 信息系统工程, 2024(1): 173-176.
- [6] 葛坤朋, 樊罡一, 周慧, 等. 基于 OBE 工程教育模式的《计算方法》教学实践与探索[J]. 轻工科技, 2020, 36(11): 125-126.
- [7] 刘玉飞, 许德章, 梁利东, 等. 基于 OBE 理念的理工科专业《计算方法》课程教学改革探索与实践[J]. 教育教学论坛, 2018(9): 135-137.
- [8] 李庆扬, 王能超, 易大以. 数值分析[M]. 第 5 版. 武汉: 华中科技大学出版社, 2018.
- [9] 孙艳萍, 裴丽芳, 王远. 课程思政融入数值分析课程的探索与实践[J]. 大学数学, 2025, 41(1): 43-50.