

竞赛式考核与微视频融合教学在数值分析课程中的实践研究

——以线性方程组迭代解法为例

郭玉玲¹, 王子成¹, 徐晓玉^{2*}

¹上海理工大学数学学院, 上海

²上海中医药大学附属浦江高级中学, 上海

收稿日期: 2026年6月26日; 录用日期: 2026年8月3日; 发布日期: 2026年8月14日

摘要

数值分析是理工科研究生重要的公共基础课程, 传统教学存在单向灌输、互动不足、实践环节薄弱等问题。为提升课堂参与度、强化学生自主学习与工程计算能力, 本文提出将竞赛式考核与微视频法相结合的创新教学模式, 并以线性方程组迭代解法章节为载体开展教学实践。通过问题设计、分组探究、微视频制作、课堂展示、竞赛答题与多元评价等环节, 系统构建“课前微视频自主制作 + 课堂竞赛互动”的双环节教学机制。实践结果表明, 该模式显著提升了学生学习主动性与课堂互动氛围, 有效强化了理论推导、算法编程、团队协作与学术表达等综合能力, 考核方式更趋公平多元。该教学模式可为数值分析及同类理工科计算类课程的教学改革提供可复制的实践路径与参考。

关键词

数值分析, 竞赛式考核, 微视频教学, 线性方程组, 迭代解法

Integrating Competition-Based Assessment and Micro-Video Teaching in Numerical Analysis

—A Case Study on Iterative Methods for Linear Equations

Yuling Guo¹, Zicheng Wang¹, Xiaoyu Xu^{2*}

¹College of Mathematics, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai

*通讯作者。

文章引用: 郭玉玲, 王子成, 徐晓玉. 竞赛式考核与微视频融合教学在数值分析课程中的实践研究[J]. 创新教育研究, 2026, 14(8): 105-113. DOI: 10.12677/ces.2026.148584

Abstract

Numerical Analysis is an important public basic course for graduate students in science and engineering. Traditional teaching methods suffer from problems such as one-way indoctrination, insufficient interaction, and weak practical training. To enhance classroom participation and strengthen students' autonomous learning and engineering computation ability, this paper proposes an innovative teaching model that combines competition-based assessment with micro-video method. Taking the chapter on iterative methods for linear systems as a carrier, the teaching practice is carried out through problem design, group inquiry, literature study, micro-video production, classroom presentation, competition-based question answering, and diversified evaluation. A double-link teaching mechanism of "pre-class autonomous micro-video production + in-class competitive interaction" is systematically constructed. Practical results show that this model significantly improves students' learning initiative and classroom interaction atmosphere, effectively strengthens comprehensive abilities such as theoretical derivation, algorithm programming, teamwork, and academic expression, and makes the assessment more fair and diversified. This teaching model can provide a replicable practical path and reference for the teaching reform of Numerical Analysis and similar computation-oriented courses in science and engineering.

Keywords

Numerical Analysis, Competition-Based Assessment, Micro-Video Teaching, Linear Systems, Iterative Methods

Copyright © 2026 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

数值分析是理工科研究生培养体系中的一项重要公共基础课程，它融合了数值理论推导与现代算法设计，涵盖函数逼近、数值微积分、线性方程组求解及微分方程数值解等核心内容[1]，是培养学生工程计算能力与算法实现能力的有效载体。然而，在传统的“师传生授”教学模式下，教师往往采用单向知识传输方式，课堂以讲授为主，师生之间难以形成良性互动机制[2]；同时，受限于课时安排、硬件设备等资源配置的约束，学生在课堂环境中进行数值模拟与算法实践的环节相对薄弱[3]。这种状况容易导致学生被动接受知识、缺乏主动探索意识，动手能力与解决实际问题的能力难以得到有效锻炼。

为应对上述挑战，国内外学者从不同角度对数值分析课程的教学改革进行了探索。例如，有研究尝试引入案例教学法，通过工程实例串联知识点[4]；也有工作采用翻转课堂模式，将部分理论知识移至课前自学，以腾出课堂时间用于讨论与练习[5]。上述改革在一定程度上改善了课堂氛围和实践环节，但在激发学生持续学习动机、培养团队协作与学术表达能力方面仍有进一步提升的空间。

近年来，竞赛式教学模式因其任务驱动、以学生为中心的特点而受到广泛关注。该模式通过设置具有挑战性的任务或比赛环节，引导学生主动查阅资料、分析问题、完成成果并参与展示与答辩，已在基

础学科、工程应用、医学教育等多个领域取得良好效果[6]-[9]。与此同时,微视频法作为一种灵活的信息载体,能够支持学生在课前自主制作或观看短视频,从而将知识内化过程前置,并为课堂互动留出更多时间[10];该方法在人文社科、体育教育等课程中也展现出良好的跨学科适用性[11][12]。理论上,将竞赛式考核与微视频法有机融合,有望形成“课前微视频自主制作 + 课堂竞赛互动”的双环节教学机制,既能强化学生的信息整合与自主学习能力,又能通过竞赛与展示提升课堂参与度和综合表达素养。

尽管上述两种教学策略已在不同课程中分别得到验证[13],但迄今为止,尚未有研究将竞赛式考核与微视频法联合应用于数值分析课程的教学实践,更缺乏针对具体章节(如线性方程组迭代解法)的系统性案例设计与效果分析。线性方程组的迭代解法是数值分析课程中的重点与难点内容,涉及雅可比迭代、高斯-赛德尔迭代、收敛性分析等理论推导,同时也需要编程实现与计算实验,非常适合开展竞赛式、可视化的教学活动。

为此,本文提出将竞赛式考核与微视频法相融合的创新教学模式,并以“线性方程组迭代解法”章节为载体开展教学实践。通过问题设计、分组探究、微视频制作、课堂展示、竞赛答题与多元评价等环节,系统构建“课前微视频自主制作 + 课堂竞赛互动”的双环节教学机制。本教学模式融合了建构主义、合作学习、自我决定理论与情境学习四大理论精髓:建构主义强调学习者在问题情境中主动建构知识,合作学习注重积极互赖与个体责任,自我决定理论关注自主、胜任与归属三种基本心理需求的满足,情境学习则主张学习应嵌入真实的学术实践之中。四种理论并非简单叠加,而是彼此支撑、层层递进,共同塑造了“情境驱动-协作建构-竞赛激励-自主内化”的教学逻辑——即以真实问题激发探究动机,以小组分工促进协作共进,以竞赛展示催化成就体验,最终实现知识的意义建构与能力的深度内化。文中将详细阐述该模式的具体实施流程,分析教学效果,并总结可复制的实践经验,以期为数值分析及同类理工科计算类课程的教学改革提供参考。

2. 竞赛式考核联合微视频法

本章将基于竞赛式考核联合微视频法,介绍线性方程组迭代解法的具体实施过程。

2.1. 问题设计

围绕雅可比迭代法、高斯-赛德尔迭代法和逐次超松弛迭代法,教师以“问题链”的形式设计了五组核心问题。首先,引导学生思考三种方法的迭代公式与基本构造思想分别是什么,以及它们如何从原始方程组出发通过矩阵分裂导出迭代格式。其次,要求学生辨析三种方法在迭代格式构造上的关键区别,例如雅可比迭代是否使用最新计算的分量、高斯-赛德尔迭代如何实现“就地更新”,以及逐次超松弛迭代中松弛因子所起的作用。第三,提出收敛性判定问题:由迭代法生成的向量序列是否必然逼近方程组的精确解?若不收敛,需满足哪些附加条件?学生需从迭代矩阵谱半径、矩阵性质(如严格对角占优、对称正定等)角度给出答案。第四,指导学生设计数值实验,比较三种方法的计算效果与适用场景,包括选取不同类型的系数矩阵(如严格对角占优矩阵、病态矩阵、非对称矩阵等),并以迭代次数、计算时间、数值误差作为评价指标。最后设置拓展思考题,例如对于超松弛迭代法,松弛因子的最优选择是否存在理论公式?当松弛因子偏离最优值时收敛速度如何变化?

这种问题驱动的任务形式不仅覆盖了知识点的“是什么”和“为什么”,更引导学生主动设计实验方案、预判实验结果,从而有效激发求知欲与探索精神,实现从被动接受向主动建构的转变。

2.2. 任务布置

以一个30人的自然教学班为例,将学生分为三个小组,每组十人(含一名组长和九名组员),通过抽签确定各小组所研究的迭代方法(雅可比、高斯-赛德尔、逐次超松弛),以保证研究主题的平行性与可比

性。教师在第 1 天公布分组与研究方向,发布《小组任务说明书》;第 2 天各组长提交阶段性研究计划(含时间表、预期成果清单),并根据组员前期成绩调查与自荐意愿动态调整分工,确保人尽其才;第 3 至第 7 天为小组自主探究期,每周至少组织两次线上或线下研讨,每次研讨需留存纪要。

具体分工如下:两名组员负责迭代公式的构造思想,推导矩阵分裂形式并对比三种方法的内存访问模式;两名组员负责收敛条件及理论证明,查阅文献并用谱半径或矩阵范数给出收敛定理的完整证明;两名组员负责数值算例选择与 MATLAB 实现,至少选取三个不同阶数的线性方程组,编写通用迭代求解函数;一名组员担任跨组沟通专员,定期与其他小组交换进展信息,汇总三种方法的性能对比表;每位成员独立撰写 Word 格式的个人报告(不少于 1500 字),包含本人承担任务的详细过程、遇到的问题及解决途径;剩余两名组员整合全组成果,制作汇报 PPT(15 页左右),并负责总结陈述与微视频录制(视频时长 8~10 分钟,内容覆盖方法原理、代码演示、数值结果分析)。

通过这种结构化分工,30 人的大班被拆解为三个高效协作的学习单元,每位成员均承担明确且不可替代的角色,有效提升了参与度与团队凝聚力。微视频作为可视化成果,不仅记录了小组的探究历程,还可在班级平台进行展示与互评,形成良好的学习激励循环。

2.3. 文献阅读

为帮助学生从不同维度深入理解迭代法,教师推荐了分层文献阅读方案。在基础理论层,建议通读李庆扬等《数值分析》(第 5 版)第八章[1],系统掌握三种迭代法的基本公式、收敛性定理及误差估计。在收敛性深化层,推荐雍龙泉的《对线性方程组迭代法的一些补充》[14],讨论非标准矩阵分解下的收敛条件;张光辉、任敏的《关于解线性方程组 $AX=b$ 迭代法的几点注记》[15],纠正若干常见教材中的模糊表述;蔡静的《严格次对角占优线性方程组迭代法的收敛性分析》[16],给出次对角占优条件下迭代法收敛的充分条件。在算法设计与实现层,可参考王学彬的《基于 MATLAB 实现线性方程组的迭代解法》[17],提供通用迭代框架代码及性能优化技巧;杨红、陈豫眉、严嘉毅的《求解线性方程组迭代终止条件的探究》[18],比较绝对误差、相对误差、残差范数等终止准则的适用场景;以及姬进、艾莉、郭警涛、赵君、闫稳的《迭代法解线性方程组的并行算法设计与实现》[19],针对大规模问题引入并行计算思路。各小组可根据所选方法的特性自行拓展其他文献(如关于 SOR 方法最优松弛因子、预处理技术的文献)。

教材提供系统的基础知识,专业文献展现前沿成果与不同视角,二者结合有助于学生拓展认知边界,强化数值计算能力与工程素养。在本章自主探究过程中,教师应通过线上答疑、线下辅导等方式及时解决学生的困惑,引导其扎实掌握基础内容,理解方法之间的内在联系,着力培养解决实际问题的核心素养。

2.4. 过程跟踪

为保障混合式探究活动的有序开展,教师利用数字化教学平台实施全流程跟踪。教师通过学校统一部署的 Welink 平台发布研究主题、分组结果、任务分工及文献资料包,各组长分别创建微信群或 QQ 群,邀请教师与组员加入,形成“教师-组长-组员”三级沟通链路,教师每天固定时段(如 20:00~21:00)集中回复学生提问。教师以“合作研究者”的身份深入参与线上研讨,适时引导讨论方向。例如,在研究高斯-赛德尔迭代的收敛速度时,有学生发现对于某些矩阵,其迭代次数反而多于雅可比迭代,教师没有直接否定,而是引导学生检查系数矩阵是否满足“不可约弱对角占优”条件,并建议用谱半径关系进行验证,使学生最终认识到收敛速度取决于矩阵的谱性质而非方法绝对优劣。教师还敏锐捕捉学生在互动中暴露的认知疑点与探究困境,例如当多个小组询问“超松弛迭代因子大于 2 是否可能收敛”时,教师意识到这是共性问题,随即在 Welink 平台推送补充材料《逐次超松弛迭代法收敛的必要条件: $0 < \omega < 2$ 》

并附带数值验证代码，既解决了疑问又避免了重复讲解。

教师设置了三个关键检查点：第 3 天各小组提交迭代公式推导过程的扫描件，教师批注后返回；第 5 天各小组上传初步的 MATLAB 代码及至少一个测试算例的运行结果截图，教师重点检查代码结构是否清晰、迭代终止条件是否合理、输出是否包含误差曲线；第 7 天各小组提交微视频初稿(5 分钟预览版)，教师从内容准确性、逻辑流畅性、声画配合度等方面提出修改建议。同时，教师设计了《小组学习过程记录表》，采集线上研讨次数及持续时间、教师介入引导的次数及内容分类、代码调试过程中的重大突破节点、微视频修改次数及最终版本完成时间、组员个人报告的知网查重率(要求低于 20%)等信息。这些数据既作为平时成绩的重要组成部分(占总评 40%)，也为学生提供了自我反思的参照——各组长可定期在群内公示任务完成进度，形成良性的组内竞争与合作氛围。

在教师多维度、深度的过程跟踪下，小组探究活动高效推进。学生对迭代法的核心原理、适用条件及收敛性分析形成了系统而深刻的理解，能够自主推导定理条件，超越了教材的基础描述；学生选取的线性方程组算例涵盖严格对角占优、不可约弱对角占优、病态等不同类型，计算结果丰富且具有对比价值，避免了问题的同质化；在算法转化为 MATLAB 代码的过程中，通过小组研讨与教师的即时反馈，学生高效修正了逻辑错误(如循环索引偏移、数据类型不匹配、迭代初值设置不当等)，显著提升了计算实践能力与代码调试能力。此外，教师通过过程跟踪积累了丰富的教学案例，为后续教学改革提供了第一手素材。

2.5. 课堂展示

教师首先阐释迭代法的一般形式，为后续三类经典迭代法的小组展示奠定基础。考虑线性方程组 $Ax = b$ ，迭代法的核心[1] [14]是构造一个收敛于解的向量序列：任取初始向量 $x^{(0)} \in R^n$ ，建立迭代格式 $x^{(m+1)} = Cx^{(m)} + f$ ，其中 $C \in R^{n \times n}$ ， $f \in R^n$ 以及 $m \in N$ 。教师指出，由该格式生成的向量序列不一定逼近精确解，并给出一般迭代法的收敛条件。随后，依次播放各小组的微视频，并与成员提问互动，以增强课堂参与感、深化理解并激发批判性思考。

1) 雅可比迭代法小组成果

首先由小组代表介绍雅可比迭代法的构造思想[1]：每一步均用当前第 m 次迭代向量 $x^{(m)}$ 计算下一次迭代向量的所有分量，即

$$x_i^{(m+1)} = \frac{1}{a_{ii}} \left(b_i - \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n a_{ij} x_j^{(m)} \right), \quad (m = 0, 1, 2, \dots; i = 1, 2, \dots, n)$$

其矩阵形式为 $x^{(m+1)} = D^{-1}(L + U)x^{(m)} + D^{-1}b$ ，其中对角矩阵 $D = \text{diag}(A)$ ，严格下三角矩阵 L 与严格上三角矩阵 U 分别是由 A 的严格下三角部分($i > j$ 的元素)与严格上三角部分($i < j$ 的元素)的负值组成。

小组选取一般线性方程组作为算例，用雅可比迭代法计算并分析收敛性。教师补充分析了误差衰减的数学表达式。随后选取系数矩阵为三维严格对角占优矩阵的算例，展示迭代结果。教师进一步强调：系数矩阵的严格对角占优性是雅可比迭代法收敛的充分条件[15]。数值结果显示，在有限迭代次数内达到预设精度，且迭代矩阵谱半径小于 1，从数据与理论上共同佐证了收敛性。

2) 高斯-赛德尔迭代法小组成果

首先由小组代表介绍高斯-赛德尔迭代法的构造思想[1]：与雅可比迭代不同，计算第 i 个分量时使用当前已更新的分量，即

$$x_i^{(m+1)} = \frac{1}{a_{ii}} \left(b_i - \sum_{j=1}^{i-1} a_{ij} x_j^{(m+1)} - \sum_{j=i+1}^n a_{ij} x_j^{(m)} \right), \quad (m = 0, 1, 2, \dots; i = 1, 2, \dots, n)$$

其矩阵形式为 $x^{(m+1)} = (D-L)^{-1} Ux^{(m)} + (D-L)^{-1} b$ (假设 $D-L$ 可逆)。

小组选取典型算例, 在相同系数矩阵(严格对角占优)下比较雅可比与高斯-赛德尔迭代法在不同终止容差下的迭代次数。结果表明: 随着精度要求提高(容差对数减小), 两种方法的迭代次数均近似线性增长, 收敛速率稳定; 相同容差下, 高斯-赛德尔迭代次数始终少于雅可比。教师补充讲解, 严格对角占优也是高斯-赛德尔方法收敛的充分条件[1] [15]。

3) 逐次超松弛迭代法的小组成果

首先由小组代表介绍逐次超松弛(SOR)迭代法的构造思想[1]: 记高斯-赛德尔计算得到的第 $m+1$ 迭代向量的第 i 个分量为 $\tilde{x}_i^{(m+1)}$, 引入松弛因子 ω , 将上一次分量与当前分量加权平均

$$x_i^{(m+1)} = (1-\omega)x_i^{(m)} + \omega\tilde{x}_i^{(m+1)}。$$

具体形式为

$$x_i^{(m+1)} = (1-\omega)x_i^{(m)} + \frac{\omega}{a_{ii}} \left(b_i - \sum_{j=1}^{i-1} a_{ij}x_j^{(m+1)} - \sum_{j=i+1}^n a_{ij}x_j^{(m)} \right), \quad (m=0,1,2,\dots; i=1,2,\dots,n)$$

其矩阵形式为 $x^{(m+1)} = (D-\omega L)^{-1} [(1-\omega)D + \omega U]x^{(m)} + \omega(D-\omega L)^{-1} b$ (假设 $D-\omega L$ 可逆)。 $\omega=1$ 时退化为高斯-赛德尔迭代法。

小组选取与前两种方法相同的严格对角占优算例, 设置 $\omega=0.8$ 、 $\omega=1.0$ 、 $\omega=1.2$, 对比迭代次数、收敛速度与精度。数值结果表明: 恰当选取松弛因子可显著减少迭代次数, 加速收敛; 因子选取不当则导致收敛变慢甚至发散。同时计算迭代矩阵谱半径, 验证谱半径小于 1 是收敛的充要条件。

教师补充讲解: SOR 收敛的充要条件是迭代矩阵谱半径小于 1; 对于严格对角占优矩阵, 当 $0 < \omega < 2$ 时收敛[1] [15]。最优松弛因子的选取对收敛速度影响极大, 实际应用中需结合系数矩阵特征与数值实验确定。该方法在大型稀疏线性方程组求解中优势明显, 是工程计算中更高效的迭代解法。

2.6. 竞赛答题

课堂展示环节结束后, 随即进入竞赛答题阶段, 目的是检验各小组对三类迭代法的理解深度与综合运用能力, 同时营造积极互动的竞争氛围。竞赛分为必答题、抢答题和小组互评三个环节。

在必答题环节, 教师围绕迭代法的构造思想、收敛条件、计算复杂度及适用场景, 设置六道客观题(如判断题、选择题), 每组须在五分钟内独立完成, 之后由其他小组交叉批改并给出评分, 这一环节主要考查学生对基础知识的掌握情况。

紧接着的抢答题环节, 教师提出三道开放性问题的第一, 对于非严格对角占优的线性方程组, 雅可比迭代可能不收敛, 那么高斯-赛德尔迭代是否一定也不收敛? 请举例说明。第二, 实际工程中如何判断方程组是否适合迭代法求解? 若适合, 又该如何选择具体方法? 第三, 逐次超松弛(SOR)法中松弛因子的选取是否仅依赖于谱半径? 还有哪些影响因素? 各小组通过举手或在线平台进行抢答, 答对加分, 答错不扣分, 教师根据回答质量即时点评并判定分数。

最后是小组互评环节, 每组需对其他小组的微视频展示内容提出至少一个问题或改进建议, 展示小组当场回应, 教师则根据提问与回答的质量给予加分。该环节旨在培养学生的批判性思维与学术交流能力。

2.7. 综合评分

为确保考核的公平性与全面性, 本文采用多元加权评价机制。其中, 个人研究报告占总评的 20%, 由教师依据逻辑性、数据详实度与理论深度进行评分; 微视频质量占 20%, 由教师与学生互评共同从内

容完整性、表达清晰度及可视化效果三个方面评定；课堂展示表现占 25%，由教师根据 PPT 制作质量、陈述逻辑、语言表达及时间控制给出分数；竞赛答题成绩占 20%，综合考虑必答题正确率、抢答题表现以及互评环节的提问质量，由教师评分；小组内部贡献占 15%，由组长组织匿名互评，以反映每位成员在合作过程中的参与度。在具体评价标准上，微视频质量进一步细化为内容深度(50%，含原理阐释、实验设计、结果分析)、表达清晰度(30%，含逻辑结构、语言表达、声画配合)与制作技巧(20%，含视觉效果、创新性)三个维度，各维度均设四档评分标准；组内贡献则从任务完成、研讨参与、协助他人、实质贡献四维度入手，结合组长推荐与教师日常观察综合评定。此外，教师于教学第 5 天发放匿名问卷，了解学生的学习负荷、协作体验与焦虑程度，课后抽取 6 名学生进行半结构化访谈，对焦虑过高或参与不足者进行个别沟通，并设立技术互助讨论区，形成从过程跟踪到学情反馈的完整闭环。

在此基础上，教师提出若干指导建议：鼓励理论与实践的交叉协作，即理论分析与编程实践能力较强的成员可在研究过程中适当轮换角色或互帮互学，以提升团队整体综合能力；课后要求学生撰写三种迭代法的对比分析报告，从收敛速度、存储开销、适用矩阵类型及优缺点等方面进行比较，作为个人作业提交；组长需全程记录小组成员的任务完成情况、讨论活跃度及协作表现，作为小组内部贡献评分的依据，记录模板由教师提前提供。

2.8. 课后延伸

为巩固学习效果并拓展学术视野，课后布置了以下综合性任务。首先，在理论深化方面，要求学生阅读关于 Krylov 子空间方法(如共轭梯度法、GMRES)的入门资料，并思考其与传统迭代法之间的本质区别。其次，在实践拓展环节，学生需针对大型稀疏线性方程组(例如有限元离散所得的泊松方程)编写 MATLAB 程序，对雅可比迭代法、高斯-赛德尔迭代法与逐次超松弛迭代法的实际计算效率进行对比分析。最后，在文献调研层面，每个小组需查找近五年内一篇将迭代法应用于实际工程问题(如图像处理、网络分析或结构力学)的学术论文，并撰写不少于 300 字的阅读笔记。

3. 教学效果与反思

3.1. 教学效果

在本章节实施竞赛式考核联合微视频法后，取得了显著效果：学生在任务驱动下主动查阅文献、设计算例并编写代码，改变了被动听讲的状态(95%的学生认为该模式增强了对迭代法的理解深度，92%愿意继续参与类似活动)；同时，学生在理论推导、数值实验、PPT 制作、微视频录制及团队协作等方面的综合能力得到全面锻炼，课堂互动氛围浓郁，教师转型为引导者，真正实现了“以学生为中心”的教学转型；此外，涵盖过程性与结果性评价的多元考核机制有效避免了“搭便车”现象，体现了公平性与激励性。

为进一步科学检验该教学模式的有效性，本研究采用非等同组前测-后测准实验设计，选取授课教师、教材、课时及考核权重均一致的两个自然班为对象，其中实验班($n=32$)实施竞赛式考核联合微视频法，对照班($n=30$)采用传统讲授式教学。

前测试卷设计。在开课第一周，对两班进行前测，旨在确认两班学生在数值分析基础知识与编程能力方面的初始水平无显著差异。前测试卷涵盖以下维度：数值分析基本概念(10 分，选择题)、线性代数基础知识(15 分，填空题，含矩阵运算、向量范数等)、MATLAB 基础编程(15 分，含循环结构、矩阵操作等简单编程题)。前测总分为 40 分，限时 45 分钟。

后测试卷围绕迭代法构造思想、收敛条件判别、迭代公式推导、谱半径计算、三种方法对比分析、收敛性证明等核心内容设置选择题(15 分)、填空题(15 分)、简答题(20 分)，辅以编程题(30 分)考查通用迭

代函数编写与误差收敛曲线绘制,以及综合题(20分)考查实际背景线性方程组的全流程求解,能力层级覆盖识记、理解、应用、分析、评价、创造各层次;编程题由在线评测平台按代码正确性(10分)、规范性(5分)和结果分析深度(15分)自动评分,主观题则由两位教师独立阅卷取均值以保证信度。数据分析上,先以独立样本 t 检验比较两班前测成绩确认同质性,再以协方差分析(ANCOVA)控制前测差异对后测的影响,并计算 Cohen's d 效应量;同时,对实验班的微视频质量、小组互评成绩与后测编程题得分进行 Pearson 相关性分析,以揭示各环节表现与学习成效的关联。

实验班后测平均成绩显著高于对照班(统计学显著性 $p < 0.05$)且效应量 $d \geq 0.5$,另外作为衡量学生计算实践能力提升的关键指标的编程题得分有明显差异,表明该模式具有较好教学效果。

3.2. 存在问题与改进方向

该模式在实施中存在时间投入较大(课前查阅文献、制作 PPT 与录制微视频耗时较多)、小组协作不均衡(少数成员参与度不足)、硬件与技术支持不足(部分学生不熟悉录制剪辑软件)以及逐次超松弛迭代法展示内容相对单薄等问题。针对上述不足,后续可适当放宽任务周期或设微视频为选做加分项;强化组长职责、增加个人贡献权重并设计随机提问机制;课前提供微视频制作培训或推荐简易剪辑 App;同时加强对相关小组的过程跟踪,提前审核算例设计与分析深度,确保各组展示质量均衡。

3.3. 推广应用建议

竞赛式考核联合微视频法不仅适用于线性方程组迭代解法教学,还可推广至数值分析课程的其他章节(如插值法、数值积分、常微分方程数值解等),乃至其他理工科课程(如计算方法、最优化方法、机器学习基础等)。建议其他教师应用时注意:1) 根据班级规模灵活调整分组方式(小班 2~3 人一组,大班 6~8 人一组);2) 微视频时长控制在 5~8 分钟,避免负担过重;3) 竞赛题目兼顾基础性与挑战性,既有保底分也有区分度。

另外,对于本教学模式,在适用边界上需保持批判性认识:该方法适合“理论可推导、算法可编程、结果可视化”的章节如插值和数值积分,而不适合纯繁琐推导或抽象度过高的内容;相较于低年级本科生,该模式更适合研究生或高年级本科生,对基础薄弱者需提供推导模板和代码框架并增设进步分以降低焦虑;公共基础课中学生背景差异大,需强化差异化支持,而专业选修课实施效果可能更佳。此外应警惕“为竞赛而制作”的表面化倾向,评价量规中需明确内容深度权重远高于制作技巧,抢答环节应兼顾内向学生并保留非即时竞争分数,建议后续教师先完成适用性诊断再决定实施程度而非全盘照搬。

3.4. 大班教学与资源受限情境的变体策略

在大班教学与资源受限情境下,本研究提出差异化变体策略:60 人以上大班可配备 1~2 名助教负责对接小组、初审代码和微视频技术问题,分组增至 6~8 组并将同方法两组并行展示互评,播放视频压缩至 5~6 分钟且抢答改为线上弹幕提交;资源受限时可推荐 PPT 内置录屏、剪映、EV 录屏等低门槛工具并提供速成指南,允许以详细图文报告加现场陈述替代视频,同时提前对接学校多媒体空间;15 人以下小班则每组 4~5 人,展示延长至 15 分钟并增设辩论题以提升深度。

4. 结语

本文以线性方程组迭代解法为例,探讨了竞赛式考核联合微视频法在数值分析课程中的教学实践。通过问题设计、任务布置、文献阅读、过程跟踪、课堂展示、竞赛答题及综合评分等环节的系统实施,有效激发了学生的学习主动性,提升了理论推导、数值实验、团队协作与表达交流等综合能力。实践表明,该教学模式能够克服传统课堂“单向灌输、互动匮乏”的弊端,为数值分析课程的教学改革提供了一条

可行路径。未来将进一步优化实施细节,探索线上线下混合式教学场景下的适应性改进,并开展更长周期的教学效果跟踪评价。

基金项目

国家自然科学基金青年项目(No. 12501512)。

参考文献

- [1] 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.
- [2] 刘美春,王芬.OBE理念下数值分析课程的问题驱动启发式教学模式探索[J].大学,2025(32): 76-79.
- [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,2023,9(24): 133-136.
- [4] 范峥,蒋胜,刘菊荣,等.强化工程案例教学,促进研究能力培养——以“MATLAB 与化工数值计算”课程为例[J].化工设计通讯,2024,50(2): 72-75.
- [5] 谭志军,江颖,吴静文,等.基于半翻转课堂的混合教学模式数值分析课程的建设[J].高教学刊,2021,7(34): 71-75.
- [6] 吴良根.化学教学中实施竞赛式教学的实践与思考[J].化学教学,2007(1): 23-25+30.
- [7] 王飞.竞赛式教学法在计算机教学中的应用[J].现代教育科学: 中学教师,2012(2X): 174-175.
- [8] 杨沈秋,刘定,王文杰,等.竞赛式教学法在大学体检诊断教学中的应用[J].中国教育技术装备,2014(4): 79-80.
- [9] 潘双利,郑贵军.竞赛式考核法的应用研究与实践——以物流类本科专业为例[J].科教导刊,2018(13): 48-50.
- [10] 苏放,温向明.短视频应用于高校教学的机遇,问题和对策[J].中国大学教学,2025(3): 77-82.
- [11] 谭文辉.微视频教学法在大学篮球课中的运用研究[J].文科爱好者,2018(12): 23-25.
- [12] 张祖爱.微视频在道德与法治课堂中的运用[J].新教育时代电子杂志(教师版),2020(9): 127.
- [13] 张虹,蔡莎莎,邹金艳,等.微视频法联合竞赛式考核在微生物检验实习生带教中的应用效果[J].中国高等医学教育,2024(5): 92-93.
- [14] 雍龙泉.对线性方程组迭代法的一些补充[J].高师理科学刊,2021,41(7): 4.
- [15] 张光辉,任敏.关于解线性方程组 $AX = b$ 迭代法的几点注记[J].蚌埠学院学报,2018,7(2): 69-71.
- [16] 蔡静.严格次对角占优线性方程组迭代法的收敛性分析[J].华东师范大学学报(自然科学版),2019(2): 1-6.
- [17] 王学彬.基于 Matlab 实现线性方程组的迭代解法[J].武夷学院学报,2014(5): 6-9.
- [18] 杨红,陈豫眉,严嘉毅.求解线性方程组迭代终止条件的探究[J].西华师范大学学报: 自然科学版,2019,40(1): 5.
- [19] 姬进,艾莉,郭警涛,等.迭代法解线性方程组的并行算法设计与实现[J].山西电子技术,2022(4): 4.