

新时代背景下《计算方法》课程多元化教学改革探索

魏伟 宋逸夫

(南京林业大学应用数学系, 江苏南京 210037)

摘要: 针对当前《计算方法》课程中存在的与新时代需求不匹配的问题, 本文从教学内容、教学模式和评价体系三个方面提出了相应的改革措施, 以期建立一个“课前-课堂-课后”与“线上线下”相融合的时空一体的教学新模式。

关键词: 计算方法; 问题牵引; 数值试验; 课程思政; 成果导向

随着科学技术的发展和社会水平的进步, 尤其是双一流高校的不断建设, 越来越多的理工科专业开设了《计算方法》课程。该课程也称为《数值分析》, 主要研究借助计算机技术求解各类数学问题的数值算法及其相应理论。与传统的数学类课程相比, 《计算方法》不仅具有数学学科的抽象性和逻辑性, 而且还强调计算机科学的技术性和实践性, 是一门着眼于培养学生综合素质的基础性课程。然而, 目前的教学模式往往重理论而轻实践, 将课程的大部分时间用来填鸭式地讲授算法原理和公式推导, 而对实践部分草草带过。很显然, 这与该课程的特点和预期是不相符合的, 也是与当前的“以生为本”的教学理念是背道而驰的。对此, 目前已有不少学者提出了一些改革措施。受他们启发, 并结合当下正在如火如荼开展的线上线下混合教学研究和课程思想政治建设, 本文将从教学内容、教学模式和评价体系三个方面对该课程的教学改革进行探讨, 并提出相应的整改措施。

一、课程改革的必要性

《计算方法》作为信息与计算科学专业的一门主干课程, 在教与学这两个方面, 仍有许多不足之处。

从计算数学专业演变到现在的信息与计算科学专业, 意味着科学计算已被赋予了新的内容和要求, 所遇到的计算问题, 涉及的领域越来越广, 也越来越复杂, 可以说, 新的计算问题层出不穷, 显然, 靠一门课、一本教材是无法解决所有的问题, 由此, 如何使学生在毕业后, 仍能运用学到的计算方法知识解决一些新的计算问题, 这是值得探讨的。

作为一门学科而言, 计算方法缺乏与其他相关学科的互相“渗透”, 这种“渗透”包含了两层意思: 一是其他学科的知识“渗透”到计算方法中, 二是计算方法的知识“渗透”到其他学科中, 即所谓的“输入”“输出”关系。总体而言, 计算方法学科还是自成一体, 从而构成了一个封闭系统, 这一特点制约了本学科向纵深发展。

二、优化教学内容

目前, 《计算方法》课程内容较多, 涉及的知识面较广。主要包括高等数学中涉及的方程求根、定积分计算和微分方程求解, 线性代数中涉及的线性方程组求解和特征值计算, 数据分析中涉及的插值与拟合, 以及误差分析理论等。每一部分不仅包含方法的基本思想和原理的阐述, 还涉及算法的收敛性和稳定性分析等理论内容; 不仅要面向计算机设计高效的程序代码, 还要面向实际问题加强应用实践。然而, 与之不匹配的是较少的课时量。目前, 绝大部分高校面向工科专业开设的《计算方法》一般只有 32 个课时, 而面向理科专业开设的一般也不超过 48 课时。这也是导致目前教学模式重理论而轻实践的一个重要原因。因此, 有必要进一步优化教学内容, 聚焦教学重点, 提高教学质量。

根据实际应用中的需要, 我们建议将课程分为如下几个部分:

绪论、插值与拟合、数值积分与数值微分、非线性方程求根、线性方程组的数值解法、常微分方程的数值解法、幂法与反幂法共七个章节。对于每个章节, 课堂上重点介绍典型算法的基本思想和编程实践, 将算法原理和理论分析进一步精炼, 将复杂晦涩的内容删减, 将实例牵引和基础知识回顾等内容置于课前导读部分, 将应用实践和算法延拓等内容置于课后拓展部分, 并充分利用多媒体和网络资源, 形成“课前-课堂-课后”与“线上线下”多元化教学模式。

以原课程中“矩阵特征值问题计算”章节为例。首先, 删减“正交变换”和“QR 方法”两小节内容, 保留“幂法”与“反幂法”两小节内容。事实上, 删减的两部分属于数值代数研究方向的硕士研究生需要深入学习的基础内容, 其理论极其复杂, 需要非常扎实的矩阵计算功底, 对于仅接触过高等数学和线性代数的本科生而言是无法理解的。其次, 在本章最前面增加“实例牵引”内容。譬如, 以“谷歌的 Page-Rank 算法”为例, 引出矩阵特征值问题以及幂法的基本思想。事实上, 这部分内容可放在课前导读部分让学生自行学习, 以激发学生的学习兴趣。这样做不仅可以节约课时, 更重要的是能培养学生的自主学习能力, 而且不会因为教师的片面教学而局限学生的思维。再次, 在“实例牵引”之后增加“基础知识回顾”内容。这一部分主要罗列线性代数中的一些关于矩阵特征值问题的基础概念和基本结论, 有利于保持知识的连贯性。此外, 需要借助多媒体资源, 对这部分内容作简单考核, 以保证学生的自学效果。再次, 在本章最后面增加“知识拓展”部分。譬如, 以幂法中涉及的“矩阵-向量乘积”引出类似思想的“Krylov 子空间方法”。这样做可以让学生对本章内容的最新进展有一个初步认识, 埋下一颗科学研究的种子。事实上, 这部分内容仅需要介绍基本思想, 具体的算法推导可通过引用经典参考文献让学生自主学习。最后, 布置一个实践性题目让学生课后组队完成。譬如, 利用“层次分析法”解决旅游目的地选择问题。这样不仅能进一步加强学生对所学知识的理解, 还有利于培养学生利用所学知识解决实际问题的能力。

三、重构教学模式

针对目前《计算方法》课程存在的一些问题, 结合优化后的教学内容, 对教学模式提出如下几点改革措施。

(一) 转变教学观念

在“以生为本”“成果导向”和“教育教学”等新时代教育理念指导下, 《计算方法》课程首先要转变教学观念。教师要以学生为主体, 强调学生“能学到什么”, 而不仅仅是教师“能讲授什么”; 要以学生的综合素质能力培养为教学的终极目标, 而不仅仅是最终的课程考核有多高的分数; 要加强实践应用能力的不断培养, 而不仅仅是算法原理和公式推导的简单记忆; 要建立“时空一体”的新时代教学思维, 彻底改变“教室是唯一的教学场所”这一落后认知。

(二) 以问题为牵引

在传统的教学模式下, 教师往往单刀直入, 直接抛出数学问题进而讲解算法的数学原理。这样做虽然可以让学生尽快地接触到具体的数值算法从而节约课时, 但也非常容易导致学生对课程失去兴趣, 进而产生厌烦的情绪。长此以往, 学生的学习热情和学习效果必然都非常差。因此, 有必要在每章之初根据学生的专

业特色精心设计一些有趣且有意义的实例,引导学生进行积极思考并激发学习热情。为节约课时,可借助网络资源将实际问题的建模过程放在课前导读部分,以“课前线上”为主的教学形式充分调动学生的主观能动性。在课堂上,只需对学生讨论的结果加以总结和评价即可。

(三) 精炼算法原理

鉴于《计算方法》课程内容的特点,不可避免地会涉及较多的算法原理、公式推导和理论证明。对于那些过于烦琐且不是教学重点的内容,可适当删减。对于学有余力的学生,可提供参考文献让其自主学习。对于核心内容,要进一步精炼。譬如,在介绍非线性方程求根的牛顿法时,可从泰勒展开式、切线方程以及线性插值等多个角度导出牛顿迭代公式。在课堂上,完全没有必要重复推导,可单讲其中一个方法,而将其余方法留予学生课后自行推导发现。此外,对于复杂公式的推导,可借助多媒体资源进行展示。

(四) 加强数值试验

在传统的教学模式下,数值试验部分通常只简单展示静态的运行结果。譬如,在介绍高次多项式插值的 Runge 现象时,往往只借助教科书上的一张经典图片一带而过。事实上,长期这样做会使学生产生陌生感、虚无感,甚至会产生怀疑的态度。如果在课堂上,以发现问题的形式,对数值试验部分进行实时编程展示,势必会让学生产生浓厚的兴趣以及自我编程实现的欲望。

(五) 融入课程思政

在当前课程融入思政元素的新形势下,《计算方法》课程也要紧跟步伐。教师要积极主动地去挖掘课程思政点,并将思政元素巧妙地融入到教学活动中,使得学生在学习专业知识的同时也能受到精神层面的洗礼。譬如,在以“秦九韶算法”来说明简化计算量的必要性时,可详细介绍秦九韶的生平和他的杰出成就,增强学生的爱国主义精神和家国情怀。再如,在依次介绍数值积分中的梯形公式、复合梯形公式和龙贝格公式时,可分析它们的内在联系,培养学生精益求精的人生态度和勇于探索的创新精神。

(六) 课外知识拓展

对于课堂上未能详尽的以及较为复杂的实际问题、延拓知识等相关内容,要积极组织研讨分享会。鼓励学生创建学习小组,由组内成员自行选择要拓展研究的内容,并定期分享各组的研究成果。如此一来,不仅能让学更加深入地认同本门课程的实用性,而且还可以拓宽学生的知识面,培养吃苦耐劳的科研精神和团队合作的协同能力,为参加数学建模竞赛、大学生创新创业大赛甚至是今后的研究生生涯以及工作生涯提供不竭的动力。这部分内容以“课后线上”形式为主。

四、完善评价体系

一个好的教学内容和教学模式必须要有一个完善的科学的评价体系作为保证,否则很难长期实施。传统的评价体系通常是简单的“期末考试为主,平时成绩为辅”的“六四开”或“七三开”模式。这种模式很难体现学生的学习效果。因此,要不断强化过程性考核,弱化终结考核比例,根除“一考定终身”的顽疾。根据已优化的教学内容和重构的教学模式,建立一个包含课前学习、课堂表现、课后作业、分组作业、课程设计和期终考核共六个部分的全过程考核评价体系。

(一) 课前学习

课前学习内容需精心策划,包括问题牵引的实例和本章基础知识等内容。这部分内容的展现形式以线上资源为主,可以是教师提前录制的讲解视频,也可以是网络上的现有资源。考核评价的形式主要包含是学习时长和测试题目的正确率,其中测试题目

应以选择填空题为主。建议这部分占比 10%,其中学习时长和题目正确率各占 5%。

(二) 课堂表现

这是传统考核评价体系中经常涉及的部分,主要包括出勤率、答题参与度与准确率、互动频率共三个子模块。关于出勤率,需要明确缺勤和迟到时长的不同界定。对于一些简单的知识,以在线题目的形式向学生发布,统计学生答题的参与度与准确率。对于一些具有启发性的问题,可与学生进行互动,并根据互动情况对学生进行评价。建议这部分占比 10%,其中三个子模块占比分别为 4%、4% 和 2%。

(三) 课后作业

这是传统考核评价体系中非常重要的一环,要进一步强化和落实。这部分内容主要涉及每章所学知识点考查,以较为简单的客观题为主,为避免抄袭现象,可在题目设计中引入诸如学号后两位这样的变量。建议这部分占比 10%。

(四) 分组作业

分组作业内容需精心策划,以主观的开放性题目为主,有一定的难度,能充分展现学生的学习能力。展现形式以小组汇报为主,建议以离线形式进行,譬如提交学习报告或录制的汇报视频等,这样无须占用有限的课时。考核标准可以先由小组成员根据各自表现给出每位成员的贡献度,再由教师根据小组的完成情况进行评定。建议这部分占比 20%。

(五) 课程设计

课程设计内容以主观的开放性题目为主,最好给出多个选题供学生自主选择。这些选题需精心设计,要能体现学生的学习效果,且各题之间难易程度相当。需要给出课程设计完成情况的评分细则,包括抄袭情况的处理方案等。建议这部分占比 20%。

(六) 期终考核

这是传统考核评价体系中最为重要的一部分,然而“一考定终身”的考核机制并不科学,需要对其进行一定的弱化。考试题目应以基础概念、常用方法等基础题目为主,减少复杂的机械的计算题。建议这部分占比 30%。

五、结语

随着时代的发展,《计算方法》课程的教学改革也要紧跟潮流。本文在新时代教育背景下,从教学内容、教学模式和评价体系三个方面出发,提出了一种“课前-课堂-课后”与“线上线下”相融合的时空一体的多元化教学模式,以期为国家培养高素质人才做出一定的贡献。

参考文献:

- [1] 杨云磊. 高等学校计算方法课程教学改革与思政建设探索 [J]. 科教导刊, 2021(16): 91-93, 97.
- [2] 王班, 周传平, 周茂琰. 《数值计算方法》课程教学改革探索 [J]. 教育教学论坛, 2020(8): 222-223.
- [3] 吴静, 任水利, 孙宗岐, 杨阳. 基于 MATLAB 软件的《计算方法》课程教学改革与实践探索 [J]. 科技风, 2021(22): 34-36.
- [4] 周乾智. 数值计算方法课程教学改革策略探究 [J]. 科学咨询, 2020(50): 84-85.
- [5] 项重辰, 丁汉林. “新工科”背景下线上线下混合式教学模式及评价机制的探索 [J]. 现代职业教育, 2021(3): 152-153.
- [6] 程瑶, 马茹茹, 宋传静, 徐常青. “计算方法”课程思政教学的思考与探索 [J]. 科教文汇, 2021(20): 78-80.