

DOI: 10.3969/j.issn.1672-8874.2010.01.027

# 面向应用的计算方法课程教学模式研究<sup>\*</sup>

唐玲艳, 宋松和

(国防科学技术大学 理学院, 湖南 长沙 410073)

[摘要] 针对工科类本科生专业选修课程《计算方法》的特点, 提出面向应用的教学模式, 以实际问题为驱动, 从课件制作、课堂讲授、教学实践和考试考核等四个方面进行改革, 充分发挥学员学习的积极性和创造性, 培养学员的实践动手能力。

[关键词] 计算方法; 教学模式; 面向应用

[中图分类号] G642.0 [文献标识码] A [文章编号] 1672-8874 (2010) 01-0085-03

## The Research on Application-oriented Teaching Mode of Computational Method Curriculum

TANG Ling-yan, SONG Song-he

(College of Science, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China)

**Abstract:** Computational method is an elective professional course of engineering undergraduates. In the light of the characteristics of this curriculum, we propose an application-oriented teaching mode. Impulsed by the practical problems, reforms in four aspects of the course are discussed, including courseware production, classroom lectures, teaching and examination. Practice has proved that this kind of teaching mode not only gives full play to the students' enthusiasm and creativity in learning, but cultivates their practical ability.

**Key words:** computational method; teaching mode; application oriented

### 一、引言

计算方法也称为数值计算方法, 是我校有科学计算要求的各工科专业本科生的专业选修课, 它属于数学与计算机科学的交叉领域, 兼有这两门学科的基本特征, 既有数学的抽象性与严密性, 又有计算机科学的实践性与技术性, 重点介绍连续模型离散化过程中的高精度、数值稳定算法的设计与计算机实现。

我校工科专业本科生的培养目标是适应建设信息化军队、打赢信息化战争要求的专门技术人才和军事指挥人才, 培养他们的动手能力和观察、想象、解决实际问题的能力是课程教学的关键。另一方面, 计算方法本身也是一门极具启发性、与实际非常接近的课程, 它内容丰富, 涉及高等数学、线性代数、微分方程和泛函分析等诸多学科, 其理论本身又自成体系。作为一门数学课程, 计算方法与其它基础数学课程有着本质上的区别, 它不仅研究自身的理论, 而且更多地与实际相结合, 提供真正具有应用价值的理论成果, 对学员从事科学计算很有帮助。而且, 本课程所介绍的算法的构造过程几乎处处含有创新的内容和常用科研方法的应用, 有利于培养学生的科研能力和创新意识<sup>[3-5]</sup>。

目前, 我校对工科专业本科学员开设的计算方法专业

选修课程是 32 学时, 讲授的内容包括插值与多项式拟合、线性方程组的直接与迭代求解、非线性方程的求根、数值积分以及常微分方程数值解等, 课程教学一直面临“学时少, 内容多”的尴尬。为了在有限的学时中取得更好的教学效果, 我们针对学员与课程的特点, 探索了面向应用的教学模式, 以领会常用算法的计算原理和掌握计算步骤为主干线, 淡化数学定理证明中的严谨性, 强化数值方法与计算机技术的应用能力训练, 培养学员解决实际问题的工程思想, 并取得了令人满意的效果。

### 二、面向应用的课程教学模式

具体来说, 我们以实际问题为背景, 从课件制作、课堂讲授、教学实践和考试考核等四个方面进行改革, 建立起面向应用的教学模式。

(一) 以应用问题为先导, 制作多媒体课件, 增添课程教学的趣味性与实用性

尽管目前多媒体课件在数学课程教学中的运用还受到一定质疑, 但是计算方法课程本身的特点决定了其课堂教学要涉及众多复杂的数学公式、算法分析、程序及计算框图等等, 大量的信息增添了说明问题的难度, 传统教学模式中频繁的板书又延缓了教学进度, 容易使学生失去学习的兴趣和信心, 给老师教学和学生理解造成很大程度

\* [收稿日期] 2009-06-29

[作者简介] 唐玲艳 (1980-), 女, 湖南永州人, 国防科学技术大学理学院讲师, 博士。

的困扰。鉴于此,我们在教学过程中采取了多媒体课件为主,黑板板书为辅的教学手段。除关键定理的证明和算法原理的逻辑推导之外,大量的数据、繁琐的公式和图表等主要通过多媒体课件生动呈现。

考虑到国内的计算方法教材大多注重于知识体系的介绍,定理的严谨性证明,对方法的应用背景讲解甚少,我们选取《Applied Numerical Methods with Matlab for Engineers and Scientists》<sup>[21]</sup>一书中的蹦极者自由落体问题贯穿课件制作始终。该案例主要描述蹦极者由带弹性的橡皮绳牵引,从高处下落过程中所涉及到的数学问题(如图1所示),事例简单,涉及的应用问题却相当广泛:根据蹦极者下落过程中的受力平

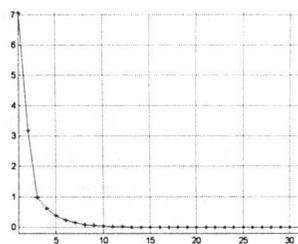


图1 蹦极者自由落体示意图

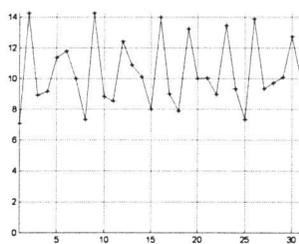
(二) 重原理,轻证明,借助 Matlab 演示,增强课堂教学的感染力

本课程的授课对象均为非数学专业的工科类本科生,他们虽然需要学习计算方法,但并不需要在计算数学的理论问题上花费过多的时间。而且,学员的数学基础相对较弱,过分强调理论的严密性只会使他们陷入枯燥的证明过程,削弱课程最精华的内容——算法原理及其应用。鉴于此,我们在课堂讲授过程中简化定理和公式的证明,注重从算法原理上进行讲述,使学生在解决专业问题时能够得心应手。

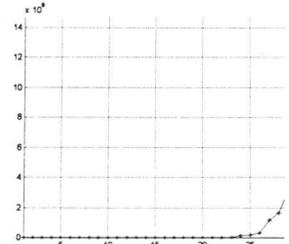
俗话说“耳听为虚,眼见为实”,为了加深学员对算法



(a)  $\omega = 1.0$



(b)  $\omega = 2.0$



(c)  $\omega = 3.0$

图3 取不同值时SOR迭代法中残差向量的变化情况

(三) 通过网络教学平台,加强实践环节,实现师生互动

衡,建立其下落速度与下落时间的函数关系,得到一个常微分方程问题;已知橡皮绳拉伸到最大长度时蹦极者的速度,要求下落时间,这是一个非线性方程求根问题;若蹦极者所受的空气阻力与速度的平方成正比,想根据测得的若干时刻的速度确定空气阻力的函数表达式,这是一个多项式插值和曲线拟合问题;假设多位蹦极者拴在同一根橡皮绳上下落(如图2所示),要同时确定各段橡皮绳拉伸的长度,就要求解一个线性代数方程组。我们的课件用实际问题引导出数值计算的具体方法,并通过方法的介绍和编程解决实际问题,真正体现了“从实践中来,到实践中去”的原则,不仅能启发和引导学员积极思维,而且有助于培养其数学建模能力。

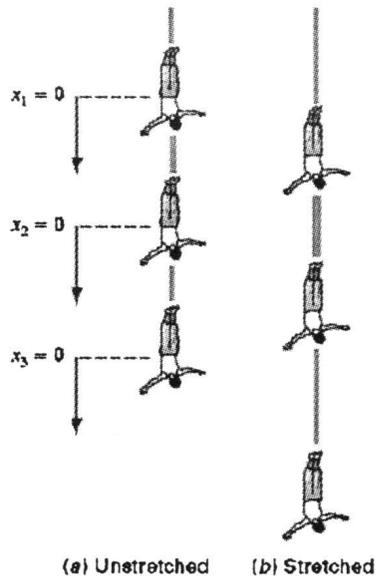


图2 多位蹦极者拴在同一根橡皮绳上下落示意图

的理解,我们选用 Matlab 在课堂上进行演示。Matlab 是一门面向科学与工程计算的高级计算机语言,具有很强的图形处理功能。借助于 Matlab 的辅助教学,既不会使课堂教学陷入繁琐的底层编程,又能使学员清晰地观察到各类算法的计算效果,激发他们的学习兴趣和效率。例如,在讲述线性代数方程组的迭代法时,虽然有定理严格证明SOR迭代法收敛的必要条件是松弛因子  $\omega \in (0, 2)$ <sup>[1]</sup>,但学员的印象并不深刻。为此,我们编写了SOR迭代的M文件,用图像显示出取不同值时残差向量的变化情况,既简单明了,由具有很强的说服力,取得了很好的效果。

计算方法是一门实践性很强的课程,每个算法除了理论上要正确可行之外,还需要通过数值试验证明是行之有效的

效的, 因此实践训练是教学过程中不可忽略的重要环节。目前, 学校已建成数理实验中心, 其中的数学实验室拥有 200 个机位, 计算资源丰富。然而, 根据教学大纲规定, 本课程的 32 个学时全部为课堂讲授, 实践训练主要通过 6 个学时的课外实习完成。由于课表上并未安排实验课的时间, 所以给学员统一上机和教师指导带来了一定的困难。针对这种情况, 我们一方面保证实验室在每周的几个固定时间开放, 方便学员上机。另一方面主要通过 BlackBoard 网络教学平台与学员实现课外互动。利用网络, 教师可与学员及时沟通, 指导学员解决实验问题, 使学员可以在有限的学时内完成绝大多数数值实验, 并对典型的基本算法加以实验研究, 深入研究并掌握计算方法的基本原理和计算技巧, 培养其独立分析和解决问题的能力。除此之外, 学员可以在课程网站上自由讨论, 交流编程心得; 教师也可以进行网上答疑, 解决学员在学习生活中遇到的问题。

(四) 采用多样的考核方式, 全面考察学员的逻辑推理能力和分析解决实际问题的能力

本课程的教学目标是, 要求学生能够以学到的高等数学以及线性代数为基础, 运用一门程序设计语言, 在插值与多项式拟合、线性方程组直接与迭代求解、非线性方程的求根、数值积分以及常微分方程数值解的计算等方面掌握较系统的算法设计方法以及软件编程实现技术。这一目标决定了本课程必须采用理论与实践并重, 书面考试与上机实习相结合的考核方式。其中, 书面考试与传统数学课程的考核方式类似, 主要考察学员的逻辑推理能力, 包括其对计算方法的基本概念、基本理论和基本算法的掌握情况, 力求知识面广, 题型丰富。上机实习则主要考核学员实践动手能力和分析解决实际问题的能力, 结合工程中可能遇到的问题。我们一共设计了 5 大类共 13 个计算实习题, 具体分布如下: 非线性方程求根 2 个 (Steffensen 加速迭代法和 Newton 迭代法及其变形)、线性方程组求解 4 个 (Gauss 消去法、LU 分解法、Jacobi 迭代和 Gauss-Seidel 迭代法以及 SOR 迭代法)、插值和曲线拟合 3 个 (Lagrange 插值法、Newton 均差插值法, 以及带自然边界条件的三次样条插值)、数值积分 2 个 (Romberg 算法和 Gauss 求积公式)、常微分方程数值解 2 个 (改进 Euler 法和经典四阶 Runge-Kutta 法)。这些题目基本涵盖了计算方法课程的全部内容, 学员可自行选作不同类的 3 个题, 记作上机实习成绩。为了保证考核成绩的客观公正, 并方便教师更直观地了解学员的知识面, 本课程只接受学员当面提交的上机实习作业。学员必须在任课教师面前运行程序, 并回答教师提出的关于算法原理和程序编制的问题。最后, 由任课教师根据程序的运行情况、学员回答问题情况以及平时表现, 给出一个上机实习成绩, 该成绩占总成绩的 30%。实

践证明, 书面考试与上机实习相结合的考核形式, 既考察了学生对概念和算法的理解程度以及综合运用所学知识解决问题的能力, 又能促进学生更好地掌握知识, 对培养创新型人才有重要意义。

### 三、关于今后课程建设的设想

在课程教学实施过程中, 我们也发现了一些问题, 以下是对今后工作的两点设想:

(1) 建设良好的数值实验环境是开设计算方法课程的必备条件, 课时太少, 学生上机时间不能保证, 则教学效果就很难保证。虽然我们目前通过网络教学平台基本解决了这一问题, 但学员没有“合法”的上机时间, 实践环节得不到重视的矛盾仍然突出。接下来, 我们将致力于让实验学时能在教学大纲中得到体现, 进一步强化本课程的应用特性。

(2) 目前, 国内的计算方法教材大都以常用数值算法的基本思想和理论分析为经典内容, 对 Matlab、Mathematica 和 Maple 等科学计算软件关注较少, 不利于训练和提高学员的计算机应用技术能力和水平。因此, 加强工科类本科生计算方法教材建设, 将实际问题、应用软件与算法实现相结合, 是今后工作的重点。

### 四、结束语

随着现代科学技术的发展和计算机的广泛应用, 计算方法课程不仅要面对计算数学工作者, 还要更多地面对一般的工程技术人员。针对工科类本科生的特点和需求, 我们提出了面向应用的教学模式, 以问题带动教学, 以科学计算软件的动态演示加深课堂感染力, 并在课程实践和考试考核等方面进行探索, 有效地发挥了学员学习的积极性、主动性和灵活性, 有利于培养学员的实践能力和创新精神。

### [参考文献]

- [1] 李庆扬等. 数值分析(第四版)[M]. 北京: 清华大学出版社, 2001.
- [2] Steven C. Chapra, Applied Numerical Methods with Matlab for Engineers and Scientists, Second Edition [M]. McGRAW-HILL International Edition.
- [3] 姚传义. 面向应用提高数值分析课程教学效果[J]. 化工高等教育, 2007, (2): 39-41.
- [4] 殷明, 朱晓临, 陈晓红, 陈国琪. 计算方法课程改革的设想与实践[J]. 大学数学, 2006, (10): 15-17.
- [5] 宋松和, 朱建民, 唐玲艳, 成礼智. 高等数值分析课程改革探讨[J]. 高等教育研究学报, 2008, (4): 66-67.

(责任编辑: 阳仁宇)