

# 高等数值分析课程教学改革探讨\*

宋松和, 朱建民, 唐玲艳, 成礼智  
(国防科学技术大学 理学院, 湖南 长沙 410073)

[摘要] 本文分析了研究生公共课程《高等数值分析》的特点, 在本课程的教学内容、教学手段和考核方式等方面进行探讨, 提出优化教学内容, 采用多媒体课件与板书相结合的教学手段和笔试与上机相结合的考核方式的改革思路。

[关键词] 高等数值分析; 多媒体; 教学改革

[中图分类号] G642.0 [文献标识码] A [文章编号] 1672-8874 (2008) 04-0066-02

## Research on Teaching Reform of Advanced Numerical Analysis

SONG Song-he, ZHU Jian-min, TANG Ling-yan, CHENG Li-zhi

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

**Abstract:** In this paper, we analyze the characteristics of graduate public course-Advanced Numerical Analysis, and do some research on the issue concerning teaching content, teaching means and examination mode. The main idea is the optimization of teaching content, teaching with the conjunct form of multimedia slide and writing on blackboard and assessing students by test method with a combination of numerical practice.

**Key words:** advanced numerical analysis; multimedia; teaching reform

## 一、引言

随着计算机技术的飞速发展, 数学学科的地位发生了巨大的变化, 特别是在自然科学的许多分支中, 有相当多的研究问题走向定量化和数值化, 从而出现了一系列与计算有关系的研究方向, 如计算物理、计算力学、计算化学、计算地质学、计算生物学、计算气象学等。目前, 数值计算(科学计算)、理论研究、科学实验已经成为当今科学研究的三大方法, 而科学计算由于具有研究成本低、周期短、风险少等特点, 因而受到广泛的重视。

解决实际工程问题时所导出的数学模型其完备形式往往不能方便地求出精确解, 而数值分析正是探讨如何借助计算机来解决这些数学问题的一门课程, 它不仅内容丰富、研究方法深刻、有着自身的理论体系, 而且还特别注重应用, 该课程的理论与方法除了在许多专业课程中常常运用之外, 也是解决科学和工程实际问题的重要手段。根据高等数值分析课程的特点, 我们针对传统纯数学理论课教学中重理论轻实践的问题, 对本课程教学内容、手段、方法和考核方式等方面进行了改革探索, 将教学重点放在对学

员理解能力与应用能力的提高上, 取得了很好的教学效果。

## 二、高等数值分析课程的教学特点

与其它纯数学理论课程相比, 数值分析除了具备数学高度抽象性与严密科学性的特点之外, 其理论体系构建、算法设计等的思维方式具有鲜明特征, 更加注重方法和解决实际问题的工程思想, 特别注意在方法的精确性和有效性之间平衡。具体来说, 这门课程具有以下教学特点:

### 1、课程学时短, 知识面跨度大

高等数值分析作为工科研究生公共选修课程, 只有 36 个学时, 内容包括数值逼近、数值积分、线性代数方程组的直接解法和迭代方法、非线性方程组的计算方法、矩阵特征值与特征向量的计算、最优化方法、常微分方程数值计算等, 涉及数学分析、代数学、微分方程、泛函分析等众多数学理论。

### 2、注重理论与应用的结合

与传统数学课程强调理论分析和逻辑推导不同, 高等数值分析课程更注重运用这些理论构造适合计算机执行的数值方法。例如, 求解非线性方程组的不动点迭代法正是

\* [收稿日期] 2008-12-05

[作者简介] 宋松和 (1965-), 男, 湖南湘乡人, 国防科学技术大学理学院副教授, 博士。

基于泛函分析中的压缩映射原理构造的, 而函数插值则综合运用了线性代数中函数空间的概念与高等数学中的 Taylor 级数展开等。

### 3、特别强调上机实践

数值分析主要研究那些在理论上解而用手工无法计算、必需借助计算机求解的数学问题。它的许多理论与方法本身并不是数学学科的产物, 而是以“计算”为目标发展起来的。因此, 在本课程的教学过程中, 上机实习是必不可少的一个环节。

## 三、教学改革的探索

针对高等数值分析课程教学的上述特点, 我们本着提高学员理解能力与应用能力的思想, 对本课程的教学内容、手段、方法和考核方式等方面进行了改革探索。

### 1、优化教学内容

数值分析是一个庞大的理论体系, 为了要在较短的时间内系统地讲授好这门课程, 使学员能够掌握科学计算的精髓, 学会在实际问题中举一反三、灵活运用, 我们在组织教学内容时采取了“一增一减”的原则。

一方面, 为了让大部分学员能够较好地学习这门课程, 我们在教学中特别注意方法的连贯性, 尽量做到有点有面, 除了重点讲授本课程的理论与方法外, 还酌情添加一些前续知识和相关数学背景。比如, 在讲授数值逼近这一章时, 既介绍一般插值法、正交多项式、最佳逼近等比较基础的内容, 也学习有理函数的逼近、多元样条函数等; 在学习线性方程组的求解时, 先学习通常的直接方法和迭代方法, 然后再介绍  $R^n$  空间中基于变分原理的算法。与此同时, 我们还会选择性地介绍一些近代数值计算中的最新方法和最新理论, 以满足部分学员的要求。

另一方面, 与传统的数学教学训练学生的思维能力不同, 数值分析的本质是利用数学知识解决实际问题。为了确保学员在有限的时间内了解数值分析的理论体系及其思维特点, 我们在教学中简化了数学理论及其证明, 重点讲授各种方法的构造与实现, 即如何从模型问题出发构造出方法, 并且通过自己的编程, 在计算机上完成计算。另外, 为了加强对学员应用能力和创新能力的培养, 我们在教学中并不单独介绍数值方法, 而是常与工程中的一些问题结合起来, 如在学习超松弛(SOR)迭代法时, 联系二维 Laplace 方程的求解来分析松弛因子  $\omega$  的选择方法。

### 2、多媒体课件与板书相结合的教学手段

尽管本课程的计划学时少, 但是教学内容涉及面广、概念多、原理抽象、内容繁琐, 在讲授每一种方法时不仅需要理论上的推导还要有具体的数值计算实例及图示来实际地比较一些算法及算法误差, 大量的信息和频繁的板书既增添了说明问题的难度, 又延缓了教学进度, 而且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了很大的困难。鉴于此, 我们采用了多媒体教学课件与黑板板书相结合的教学手段。一是提高教学效率。

将定义和定理的叙述、公式的描述、结论的总结、图形等可以事先作成课件, 在课堂上只需播放一下即可。这样可以省下时间来增加课堂的信息量, 提高教学效率。二是提高学员的学习兴趣, 增强直观的理解。结合直观图形的几何意义可以使学员对比较抽象的定理、定义等内容可以留下非常深刻的印象。比如, 在讲述 Householder 变换时, 由于该变换的公式比较繁琐, 但通过图形演示该变换是一个镜面反射变换, 这样给学员既留下更加深刻的印象, 又可以从几何意义上推出变换公式。三是通过与应用软件 (Matlab、Mathematic 等) 的有机结合, 可以让学员对数值方法有更加具体的认识, 例如在学习 Lagrange 插值时, 学员对可能出现的 Runge 现象不怎么理解, 但通过用 Matlab 给出相应的数值结果, 并实时地绘制出一个不稳定的图形, 可以让学员对此有直观的认识。

### 3、闭卷笔试与上机作业相结合的考核方式

数值实验是高等数值分析教学过程中非常重要的一个步骤。为了合理地评估学生对本课程内容的掌握情况, 培养学生的理解能力和应用能力, 我们采取了笔试与上机实习相结合的考核方式, 其中笔试成绩占总成绩的 70%, 上机实习成绩占 30%。闭卷笔试不仅要考查学生对基本概念、基本理论和算法的掌握情况, 上机实验则重点考察学员的实践动手能力。对本课程, 常规的数值实验是用模拟数据设计一些简单的计算题目, 例如给出平面上几个已知点的坐标, 要求构造多项式插值和有理插值, 这些简单的计算可以巩固在课堂上学到的内容并加深理解。事实表明, 使用计算机做题有利于调动学员的学习积极性, 加深对算法的理解, 也有利于培养他们解决问题的能力 and 应用能力。

## 四、结束语

高等数值分析是理工科研究生的一门重要公共课程, 我们分析这门课程的教学特点, 再根据我校学员的具体情况, 对其教学内容和教学手段进行了一些改革, 通过多年的教学实践, 取得了比较好的教学效果, 特别是在教学中多媒体课件与 Matlab 有机的结合, 既有效地调动学员的学习积极性, 又可以加深对数值方法的理解。

### [参考文献]

- [1] 石钟慈. 第三种科学方法—计算机时代的科学计算 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2000.
- [2] 吴勃英, 刘克安, 高广宏, 王德明, 李道华. 优化教学设计提高工科研究生《数值分析》的教学效果 [J]. 大学数学, 2005, (2).
- [3] 黄兵. 《数值分析》课程教学改革的几点思考 [J]. 重庆教育学院学报, 2005, (11).
- [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).

(责任编辑: 卢绍华)