



同济数学系列丛书

TONGJI UNIVERSITY MATHEMATICS SERIES

大学数学教学研究

(第1辑)

主 编 边保军 副主编 殷俊锋



同济大学出版社

TONGJI UNIVERSITY PRESS

去发现和理解数学中较为抽象或复杂的内容,以中国科技大学的“数学实验”课为代表^[2];还有一类是以解决来自各个领域的实际问题为主,在解决问题的实验中学学习和应用数学,以上海交通大学的“数学实验”课为代表^[3]。总体来说,对于“数学实验”课的性质和定位、内容和方法、考核方式,以及“数学实验”与“数学建模”课程之间的关系,目前还没有完全形成共识^[4]。

二、东华大学“数学实验”教学的探索与实践

近 20 年来,东华大学做了一些数学实验教学的探索和实践,也取得了一些成果。我们于 1994 年开设“数学建模”课,1997 年开设“数学实验”课,2001 年出版教材《数学实验——使用 MATLAB》获得上海市优秀教材二等奖,2005 年主持项目“工科数学课程的计算机教学改革与实践”获得上海市教学成果二等奖,2006 年,我们在高等教育出版社出版了受到好评的教材《MATLAB 数学实验》,2014 年 2 月以“十二五”国家级规划教材发行第二版^[5]。

目前,东华大学既有独立开设的“数学实验”课程,也有融入主干课程的软件实验教学。分为三个系列:数学专业、统计学专业和工科类专业。具体安排见表 1。

表 1 东华大学数学课程的软件实验教学安排

专业	课程	总学时/实验学时	学期	软件
数学	数学实验	40/28	三(期末 2 周)	MATLAB
	运筹学	48/6	三	Lingo
	数学建模	64/8	四、五	MATLAB, Lingo
	数学建模实验	40/40	五(期末 2 周)	MATLAB, Lingo, SPSS
	金融计算	40/28	六(期末 2 周)	MATLAB
统计	SPSS 软件	40/28	四(期末 2 周)	SPSS
	SAS 软件	40/28	六(期末 2 周)	SAS
	时间序列分析	48/8	六	R
	高等数学实验	32/16	三或四	MATLAB
工科	数学建模	32/8	每学期选修	MATLAB

注:1 学时=45 分钟。

我们的“数学实验”类课程采用组合考核方式,即按照平时练习、阶段论文、期末考试几部分来综合评定成绩,而不是单纯靠一张考卷确定成绩。例如,“高等数

数学实验教学的探索与实践

胡良剑

(东华大学理学院)

摘 要: 本文主要介绍了东华大学在数学、统计学和工科类专业的一系列数学课程中融入软件实验教学的实践经验,提出了实施过程中存在的一些共性问题 and 自己的看法,最后介绍了东华大学最近在大面积数学课程分类型教学改革上的一些尝试。

关键词: 数学实验 MATLAB 数学软件 数学建模

Abstract: The paper mainly introduces our teaching experience in the software experiment in the mathematical courses of Donghua University, related to the majors of Mathematics, Statistics and Engineering. We also comment on the issue of common concern in the teaching practice. Finally, we introduce our recent goal-oriented reform in the fundamental mathematical courses.

Keywords: mathematical experiment, MATLAB, mathematical software, mathematical modeling

一、引言

近 30 年来的大学数学课程教学改革的主要背景是计算机技术的迅猛发展,而“数学建模”和“数学实验”课程的诞生是一项获得广泛认可的改革成果。“数学建模”注重数学与实际问题的结合,在解决具体问题的过程中学习和应用数学,有利于培养学生的创新意识和综合能力。结合全国大学生数学建模竞赛,“数学建模”课程已经形成了相对稳定的教学内容和教学方法,可以说已经进入了比较成熟的阶段。

“数学实验”课程是 20 世纪末出现的新型数学课程。经过多年的发展,在国内已形成了以下三种主流模式:一种是以介绍数学应用方法为主,通常把数值计算、统计、优化等模块与数学软件、典型案例相结合的方法来组织实验,以清华大学的“数学实验”课为代表^[1];另一种是以探索数学的理论和内容为主,目的是通过实验

切,各校应根据自己的专业特点和师资状况选择适当的软件。同类型的软件选一个即可,建议从 MATLAB, Mathematica, Maple 中选择一种,再从 SPSS, SAS, R 中选择一种。例如, MATLAB+SPSS 是一个较好的组合。

2. 课程设置问题:单独开设还是融入主干课程

李大潜先生曾批评道^[6]:“我们现在在每门数学课的教材及教学,更多的是强调这一分支学科的特点和特色,但却削弱、淡化甚至割裂了与其他方面的联系,追求的是一种自我封闭、作茧自缚的状态,实际上陷入王婆卖瓜、自卖自夸的局面。这样做,会造成学生认识上的片面性,抑制了学生的创造性思维和想象,造成了课程间不必要的重叠和隔阂,也加重了学生的负担。”今天,我们的“数学实验”课何尝不也是如此呢?这类课程单独开设不是一个理想的状态。有朝一日,能将数学软件工具和数学建模思想融入到数学类主干课程中去,改革才能算真正的成功了。

3. 教学改革的怪圈:越改课时越多,越改学生负担越重

我们的教改往往是以减轻学生负担为理由提出的,但常常事与愿违,越改课时越多,越改学生负担越重。教改中,我们增加了“数学实验”与“数学建模”课,但原来的数学理论课时并没有减少,减少了怕影响考研成功率。况且,教材和教学内容不作更新,技术上也难以减少课时或者减低理论部分的要求。如果不对数学课程体系作系统性的优化调整,这样的教学改革注定是以加重学生负担为代价的。

4. 师资问题:大多数教师不懂数学软件,推广困难

今天,“数学实验”类课程单独开设,恐怕也是无奈之举。其中一个主要原因是目前的师资还不能满足全面改革的要求。很多学校搞了多年的改革,往往还是只能停留在实验阶段,限于少数教师、少数班级,大面积推广有困难,因为大多数教师不懂数学软件。看来,要真正将软件实验教学融入数学课程,师资力量的培训与更新换代一定要跟上。

5. “数学建模”的教改热与科研冷

随着数学建模竞赛活动影响的日益扩大,“数学建模”课程及其相关的活动成为数学教学改革突破口的突破口,占据了各省市教学成果奖和精品课程的主要位置。然而,与“数学建模”相关的科研活动却乏善可陈。其结果是,数学建模的优秀案例太少,好的竞赛题匮乏,数学建模教材的案例抄来抄去。究其原因,问题还是出在政策导向方面。现在的大学,由于过度强调科研成果的考核和评定,大大淡化了对教学研究的要求。数学建模的优秀案例来自数学工作者对工程实际问题中数学应用

学实验”上机考勤 20%,上机开卷考试 80%;“数学建模实验”上机考勤 20%,小组论文 40%,上机开卷考试 40%;“SAS 软件”上机考勤 20%,编程作业 40%,上机开卷考试 40%。在这种上机开卷考试中,计算机就是一个功能强大的计算器,学生允许使用任何参考资料(包括准备好的参考程序),用计算机编程作答,然后在考卷上写出编程代码和计算结果。为了防止作弊,我们采用了以下措施:①单双号机位分别用 A、B 卷,保证相邻机位试卷不同;②考试中关闭网络(涉及网上查资料的题除外);③学生按规定机位就座,严查换机位现象;④答卷必须由每个学生亲自交给监考教师,不允许由别人转交。在教学过程中,还制作了与《MATLAB 数学实验》教材配套的“高等数学实验”课程试题库。

我们编写的《MATLAB 数学实验》教材比较系统地介绍了大学“数学实验”的内容,在 MATLAB 软件基础上,涵盖了微积分、线性代数、概率统计、数值分析、运筹学和人工智能等课程的计算和建模实验。教材内容是在多年教学实践过程中形成,并汲取教师和学生的意见后精选而成的。尽管跨度很大,但篇幅简洁清晰,并对学生易犯错误或常见困难作了着重说明和解释,所以,学生们普遍感觉容易接受,效果很好。由于教材中数学建模程序丰富,还被很多参加数学建模竞赛的大学师生作为竞赛培训资料使用。据高等教育出版社的不完全统计,自 2006 年出版以来,本教材已印刷 8 次,共计 3.4 万册,被全国 17 个省市 60 多所高校采用。该教材入选“十二五”国家级规划教材并于 2014 年 2 月发行第二版。第二版主要的修订有两个方面:①体现了 MATLAB 软件的升级更新;②补充了数学建模竞赛中一些常用函数和程序。

三、实践中的问题与思考

在教学实践中,我们也遇到了一些困惑和问题。通过与国内同行交流,发现这些问题具有一定的普遍性。

1. 软件平台选取问题:单个软件还是多个软件

不同课程使用统一的数学软件好,还是用不同的软件好呢?选用的软件太多,必然要花费很多学习时间,挤压了“数学实验”的核心内容。使用 MATLAB 这类通用性较好的软件平台可以减少软件学习的时间,基本上可以处理课程中涉及各类问题。但是,不同软件有各自的特长,也就有自身的缺陷。用 MATLAB 求解优化问题就不如 Lingo 方便和高效,特别是对于离散优化问题有很大的局限性;对统计分析问题, MATLAB 也不如 SPSS 或者 SAS 的结果那么丰富。从另一角度来说,多接触几个软件对学生就业也是有好处的。我们认为,这个问题不应一刀

的提炼,这就要求数教师直接面向工程实际,潜心做数学建模的研究,这往往需要相当长的时间,研究结果或者由于理论层次不高,或者由于创新不够,却难以发表在SCI收录期刊上,对教师升等升级帮助不大。没有高质量的数学应用研究,就没有高质量的数学建模教学。看来要真正提高数学建模教学水平,必须要扭转过度追求SCI收录的科研考核标准。

四、大面积数学课程的分类型教学改革

近十年来,随着高等教育扩招和社会发展变化,大学数学教学出现了一些新的挑战。一方面,学生的数学基础水平有所下降,发展志向差异也日益增大;另一方面,我们的教学内容仍然采取统一要求,与十年前相比,没有明显变化。呈现的突出问题是教学量过大,不及格率居高不下,学生的学习兴趣不高,只会解题不懂应用,等等。

针对上述问题,我们经过广泛讨论和研究,2013年启动了分类型教学改革。基本思路是将学生按学术型和应用型两种类型来培养。对于基础好且有继续深造志向的学生,按学术型人才培养,加强数学理论知识学习,同时,通过数学竞赛和数学建模竞赛锻炼其分析和应用能力,为进一步深造打下坚实的数学基础;对于其他学生,按应用型人才培养,将数学实验融入主干课程,注重数学理论与实际应用的结合,形成专业人才培养必需的数学知识结构,使其具备较强的应用能力和就业竞争力。课程安排见表2。

表2 东华大学数学课程的分类型改革

类	课程	性质	学期	学分	教材	实验
学 术 型	高等数学	必修	1和2	12	同济《微积分》	无
	线性代数	必修	2或3	2	同济《线性代数》	无
	概率统计(理工类)	必修	3或4	3	东华《概率论与数理统计》	无
	概率统计(经管类)	必修	3或4	3	人大《概率论与数理统计》	无
	数学建模	选修	3—6	2	清华《数学模型》	有
	数学提高	选修	6和7	4	自编讲义	无
应 用 型	高等数学	必修	1和2	12	《托马斯微积分》 ^[7]	有
	线性代数	必修	2或3	2	《线性代数及其应用》 ^[8]	有
	概率统计	必修	3或4	3	自编讲义	有
	高等数学实验	必修	3或4	2	东华《MATLAB数学实验》	有
	数学提高	选修	6和7	4	自编讲义	无

参 考 文 献

- [1] 姜启源,等.大学数学实验[M].2版.北京:清华大学出版社,2010.
- [2] 李尚志.数学实验[M].2版.北京:高等教育出版社,2010.
- [3] 乐经良,等.数学实验[M].2版.北京:高等教育出版社,2011.
- [4] 许建强,乐经良,胡良剑.国内数学实验课程开设现状调查分析[J].大学数学,2010,26(4):1-4.
- [5] 胡良剑,孙晓君.MATLAB数学实验[M].2版.北京:高等教育出版社,2014.
- [6] 李大潜.愿更多的数学精品教材成为传世的经典[J].中国大学数学,2012(12):4-7.
- [7] F. W. Giordano. 托马斯微积分[M].10版.叶其孝,等.译.北京:高等教育出版社,2003.
- [8] David C. Lay. 线性代数及其应用[M].3版.刘深泉,等.译.北京:机械工业出版社,2005.

附 录

作者:胡良剑,东华大学理学院应用数学系

电话:021-67792089-543

邮箱:ljhu@dhru.edu.cn