

DOI: 10.3969/j.issn.1672-8874.2011.03.025

·教学改革与实践·

# 高等数学现代化教学改革的研究与实践

刘雄伟, 李建平, 朱健民

(国防科学技术大学 理学院, 湖南 长沙 410073)

**[摘要]** 依托现代教育技术, 构建现代化的教学内容体系与立体化教材, 将形象直观的数学实验、丰富多彩的数字化资源和形式多样的互动交流融入到日常教学中, 让高等数学教学充满活力。通过几年的教学改革研究与实践, 取得了较为理想的教学效果, 为高素质人才培养提供了有力的保障。

**[关键词]** 高等数学; 数学实验; 教育技术; 教学改革; 人才培养

**[中图分类号]** G642.0 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-8874(2011)03-0075-03

## The Research and Practice of Modern Teaching Reform of Higher Mathematics

LIU Xiong-wei, LI Jian-ping, ZHU Jian-min

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

**Abstract:** The paper discusses how to integrate modern educational technology with the research and practice of higher mathematics teaching. Relying on information technology, we can construct a modern system of teaching content and the three-dimensional materials, which integrates the visual mathematical experiment, a variety of digital resources and various forms of interaction with teaching. And it can also revitalize the higher mathematics teaching to provide a strong guarantee for high-quality talent training.

**Key words:** higher mathematics; mathematical experiment; educational technology; teaching reform; talent training

高等数学是我校所有专业的学生必修的一门公共基础课程。这门课程开设的目标不仅仅是为了让学生掌握数学知识、思想与方法, 以满足后续课程学习的需求; 更重要的是, 通过该课程的学习, 学生能够获得一种理性的思维模式和轻松驾驭错综复杂局面的能力, 面对复杂、多变的问题能及时地做出理性地分析、判断和决定, 并让学生真切感受到学有所获、学有所悟、学有所用、学以致用。为实现这个目标, 培养出适应时代和社会发展需求的创造性、应用型、复合型人才, 近几年来, 我们开展了现代教育技术条件下的高等数学教学内容、教学方法、教学手段和教学模式的改革, 更新了相应的课程内容体系, 探索了实验性的教学模式, 完善了配套的课程资源, 丰富了师生互动方式, 并在提高人才培养质量方面取得了一些成效。

### 一、依托现代信息技术, 构建现代化的高等数学教学内容体系

《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020年)》中指出: 中国要发展, 关键在人才, 基础在教育。全面提高人才培养质量, 适应大发展大变革的需求, 培养知识丰富、本领过硬的高素质专门人才和拔尖创新人才是对高等教育赋予的使命, 从而也对大学数学教育提出了更高

的要求。

要发展现代化的大学数学教育, 就需要有适应现代化发展的数学课程内容体系。长期以来, 我国高等数学教学内容体系的改革难以跟上高等教育现代化发展的步伐, 这集中表现在高等数学教材的建设上。虽然国内现行的高等数学教材中不乏有优秀之作, 但大部分教材过分追求全求严和过分强调数学知识的系统性、完备性、严密性与技巧性, 忽视了数学思想的剖析, 缺少以现实世界问题为背景的实例, 同时也很少将现代信息技术发展带来的成果融入到教学内容, 没能很好体现现代教育的教学理念。这与国外优秀的微积分教材<sup>[1-2]</sup>形成了鲜明的对比。这两部教材保持了美国教材重应用的特点, 紧跟信息技术的进步, 很好地将现代技术融入到了教材的编写中, 形成了纸质教材、优质配套电子教材与网络资源等立体化的教材体系。

为改变这种现状, 我们依据学校人才培养的任务, 一般本科教育的特点和人的发展、社会发展的实际需求, 本着厚实基础、淡化技巧、突出数学思想, 加强数学实验与数学建模等应用能力的培养, 充分体现数学素质在人才培养中作用的思想, 组织经验丰富的老师编写了全校各专业适用的《高等数学》教材<sup>[3]</sup>。教材内容上, 首先注意挖掘有应用背景的问题, 将数学建模及数学实验的思想与方法

融入教材,引导学员如何对问题建模、求解。其次,突出数学思想,通过多角度描述来加深对内容的理解;强调严格的数学训练,以此培养学员不惧困难险阻的意志品质,学会在错综复杂的形式下保持清醒的头脑,果敢地处理各种问题。第三,努力贯彻现代教育思想,改革、更新和优化微积分教学内容,将数学软件的学习和使用穿插在教学内容中,始终将提高学生的数学素质和应用能力摆在首位。第四,注意经典内容向现代数学的扩展和各专业课程内容表述之间关系,加强各课程之间的横向联系,努力实现课程体系 and 内容的优化整合。第五,将国内外优秀教材的经验和我校多年来在高等数学教学改革、研究和实践中积累的成果融入教材内容,力求内容切实服务于我们的人才培养需要。

同时根据不同专业需求以及拔尖人才培养的需求,高等数学课程实施分层教学,含钱学森班、高等数学高级班、高等数学普通班、“1+1”双语教学班、“数理打通”数学分析教学班、以及文科高等数学教学班,并制定和完善了不同的教学大纲和选择了不同深度和宽度的内容模块。

## 二、探索高等数学实验化教学模式,培养学生的探索精神与创新意识

随着科学技术的发展,人们逐渐认识到:数学不仅仅是一种“工具”或“方法”,同时是一种思维模式,即数学思维;不仅是一种知识,更是一种素质,即数学素质<sup>[4]</sup>。我们要实现大力培养应用型人才、复合型人才和拔尖创新人才的目标,就需要加强对学生数学思维的训练和数学素质的提高,也就要求我们改变传统的、妨碍培养学生创新能力的教学观念与教学模式,去尝试一种给学生独立思考、有足够思维空间的教学模式。高等数学教学过程的实验化就是我们在实施教学改革过程中探索的一种教学模式。

现代数学软件技术的发展和各高校校园网及上机条件的改善,为高等数学提供了数字化的教学环境和实验环境。将数学实验融入到高等数学的日常教学中的教学改革也受到了广大教师的关注。我们的具体做法如下:

首先,在 Mathematica 软件环境支撑下,将数学建模与数学实验案例融入教材,借助数学软件,通过数学实验诠释数学问题的实质。如割圆术与极限、变化率与导数概念的引出、局部线性化与微分的讨论、积分概念的引出和级数的讨论等,另外在每节内容后面都配置了专门的数学实验问题。

其次,根据高等数学课程的教学特点,结合传统教学方式,恰当地融入了多媒体技术,尤其数学软件技术,采取了黑板板书加计算机演示等多种媒体相结合的教学方式。课堂教学不再是直接把现成的结论教给学生,而是借助于功能强大的数学软件技术,贯彻启发式教学模式,根据数学思想的发展与理论的形成过程,创造问题的可视化教学情境,模拟理论形成过程,让学生进行大量的图形和实验

数据观察,从直观想象进入到发现、猜想和归纳,然后进行验证及理论提升与证明。如借助于数学软件对参数方程与极坐标方程图形、空间曲线与曲面等的展示;微分、常微分方程、定积分、重积分等概念的引出;对极限中  $\varepsilon - N$ 、 $\varepsilon - \delta$  定义的描述;多项式逼近与泰勒公式;方向导数与梯度引出及其应用<sup>[5]</sup>;积分中的元素法;曲面的剖分与条件收敛的重排等。

再次,在课堂教学中,通过演示性的数学实验引导学生理解、应用数学知识与数学软件工具,发现、解决相关专业领域与现实生活中的实际问题,如通过“三点”方式引入曲率圆和曲率半径及对教材中相关结论的比较、梯度中对地形地貌、天气预报的解释,级数中对吉布斯现象的讨论等。为此我们还编写了以实验项目形式编排,与高等数学教学进度同步的高等数学课程实验指导书。每个实验项目由问题描述、实验内容及程序、进一步讨论三个部分构成。其中,“问题描述”以实际问题为背景简要地引出相关的高等数学问题;“实验内容及程序”渐进式地开展针对性实验,从实验结果中观察、分析实验现象;“进一步讨论”则或者将实验进一步引向深入,或者进行理论分析与探讨。通过实验项目的实践,学生可以进一步加深对数学知识、思想与方法的理解,并通过相关问题的探究,在实验中学会观察、分析与发现新的规律。

最后,我们还为高等数学课程分配了专门的实验室课时,并建设了专门的数学公共实验室为高等数学实验性教学提供硬件与技术保障。在实验课时我们给出开放性的实验项目,或者让学生自己寻找、发现问题。学生通过所学知识或查阅资料,独立或分组进行探索性实验,借助数学工具,找到问题的解决思路与方法。如圆周率的各种计算方法的探索,向量积右手法则关系的讨论,最小二乘法的应用,线性函数在图像融合或图像信息隐藏与伪装中的应用等。

这种近乎全真的直观教学,实现了传统教学无法实现的教学境界。通过形与数、静与动、理论与实践的有机结合,使学生从形象的认识提高到抽象的概括,可以使抽象的数学概念以直观的形式出现,更好地帮助学生思考概念间的联系,促进新的概念的形成与理解。让学生在接受相关知识时,在感受、思维与实践应用之间架起了一座桥梁,有利于澄清一些容易混淆的概念和不易理解的抽象内容,从而达到活跃课堂气氛,提高教学效率,节省教学时间,消除学生对数学知识的困惑和激励学生积极、主动获取数学知识的目的。

## 三、搭建高等数学网络教学平台,拓广师生互动维度

教育信息化首先要实现各种教学资源数字化,使之能够适应信息化教育、网络化与互动式教学发展的需求。随着现代信息技术的日益发展和校园网、园区网、因特网的

逐步完善与普及,为数字化资源建设和管理提供了开放、可靠、高效的技术与管理平台。加强资源共享与教学互动对提高教学效率、保证人才培养质量有着十分重要的积极作用。

高等数学作为一门公共基础课程,具有很强的通用性,非常适合通过网络来实现开放式教学。我们的作法是,首先依托学校的网络教学平台,根据教学层次的不同,搭建包括高等数学 I、高等数学 II、文科高等数学、高等数学提高班、钱学森班、数学实验等在内的教学资料库(如电子教案,教学大纲,教学素材、参考资料、第二课堂等)、相关的视频点播(如课程全程录像,观摩课录像,相关学习视频等)、数学工具介绍与下载、数学实践案例与相关专题讲座、在线作业与习题库、网络考试系统、数学史料、数学文化以及相关学科的发展、研究与应用等,并根据专业特色与学校性质添加了个性化内容的高等数学资源库,从而达到完善和补充课堂教学内容的目的。并搭建了专门的高等数学省级精品课程网站和数学建模与数学实验国家级精品课程网站。

其次,依托方便、快捷的高速校园网、园区网扩展互动式教学范围。互动式教学的目标是沟通与发展,因此应该面向一个开放的教学空间,应该包括课堂教学之外,教师、学生之间,现实生活和现代信息技术创设的虚拟交互环境中彼此之间平等地学习、交流、讨论与教学活动的开展。互动式教学中,除了采用传统的讨论式交流互动之外,也可以借助于互动式教学工具<sup>[6]</sup>,如互动式电子白板、答题器、互动式教学系统来开展互动式教学,其中互动式教学系统更是打破了传统互动学习的模式,更适应高等数学教学现状。因此,我们也搭建了相应的互动交流平台,包括课程交流论坛、教师个人空间、电子邮件和实时答疑系统等多种方式,实现学生之间与师生之间的互动交流和相关反馈信息的收集。

第三,根据多年的积累,我们专门制作了与教学内容体系相配套的整套高等数学多媒体教学软件。该软件教学内容完整,教学设计科学,创新点突出,融入了数学实验,数学素材表现力强,在使用过程中实践效果好。该软件除

了在全系高等数学教员中共享外,并被上传到高等教育出版社教学资源中心实现全国范围内的数字资源共享,并获得 2009 年度全国多媒体课件制作大赛二等奖。

#### 四、结束语

经过多年的研究与实践,我们发现,将现代教育技术融入高等数学的教学改革为学生的学习成才创造了广阔的空间。现代化的教学内容体系、实验化的教学过程、丰富多彩的数字化资源和形式多样的互动交流,很好地将数学知识、数学建模与实验、现代教育技术(尤其是数学软件技术)、数学实践与应用融为了一体。这些工作的开展不仅能够让学生深刻理解与掌握相关的数学理论、思想与方法,并能在理解中有所发展,做到学有所获并学有所悟;而且能够让学生深刻体会到学习数学的用处,也能学会如何将数学应用到自然科学、社会科学、工程技术、经济管理与军事指挥等相关的专业领域,做到学有所用、学以致用;同时也最大限度地突出了学生学习的主体地位,充分发挥出学生的主观能动性;更重要的是有助于培养学生多角度、多层次思考问题的习惯,提升实践性的动手能力,培养他们科学研究的探索精神和创新意识。

#### [参考文献]

- [1] Finney, Weir, Giordano. 托马斯微积分(第 10 版)[M]. 叶其孝, 王耀东, 唐兢兢, 译. 北京: 高等教育出版社, 2003.
- [2] James Stewart. 微积分(第 5 版)[M]. 白峰杉, 译. 北京: 高等教育出版社, 2004.
- [3] 朱健民, 李建平. 高等数学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2007.
- [4] 章迪平, 许梅生. 数学实验课程的教学与数学素质的培养[J]. 数学的实践与认识, 2002, 32(1): 158 - 160.
- [5] 朱健民, 李建平, 罗建书. 高等数学教学创新初探[J]. 高等教育研究学报, 2004, 27(3): 62 - 64.
- [6] 王雁南, 蒋静, 吴恺, 耿骞. 让课堂真正“动”起来[J]. 中国教育网络, 2008(12): 65 - 67.

(责任编辑: 彭安臣)