

“数理打通”条件下数学分析课程的改革与实践

王红霞, 成礼智, 陈波

(国防科学技术大学理学院, 湖南长沙 410073)

摘要: 分析了数学分析课程的特点以及该课程在国内外著名理工科大学的设置情况, 结合我校的人才培养目标, 从教学内容、教学方法、难点处理等方面, 介绍了近年来我校数学分析课程改革的若干实践, 特别是2000年以来, 在“数理打通”背景下, 着眼于培养学生的数学素质和创新能力, 在数学分析课程教学中所积累的若干经验。

关键词: 数学分析; 课程改革; 数理打通

中图分类号: G642

文献标志码: A

文章编号: 1673-9833(2010)01-0097-04

The Reform and Practice in the Course of Mathematical Analysis for Science Students

Wang Hongxia, Cheng Lizhi, Chen Bo

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

Abstract: Based on the curriculum of mathematical analysis in some outstanding universities at home and abroad, some practical methods in the curricular reform are introduced. The exploration focuses on how to improve innovation capacity and mathematical faculties. Orienting to the basic objective of training new high-quality military personnel, discusses several major respects of the reform including the teaching content, teaching methods and the resolutions of teaching difficulties.

Keywords: mathematical analysis; reform of course; mathematics and physics

0 引言

数学专业不仅要培养国防基础研究领域所需的数学专门人才, 同时更要为大量国防关键技术研究领域不断输入生力军。《数学分析》是国防科学技术大学理学院最重要的专业基础课之一, 授课时间长、内容多、难度大。《数学分析》不仅是学习其它后续课程的基础, 而且对学生数学思维的形成、科学素养的养成以及创新能力的培育有着重要意义。

国防科学技术大学的数学分析课程自1977年开设至今, 一直作为数学专业的龙头课程, 由知名教授担任主讲, 教学过程始终围绕着“两课一活动”展开(数学分析+分析基础选讲+理科数学竞赛), 教学理念、

教学水平、教学质量、教学效果得到了校内外专家组与学员的高度肯定, 培养出了一批各领域知名专家学者, 为国防科技战线输送了大量优秀人才。

近年来, 随着高校招生规模的扩大, 国防科学技术大学理学院生源质量整体有所下降, 学生个体差异增大。与此同时, 军队和社会对数学人才的需求也趋向多元化。因此, 2000年以来, 我们就开始探索“数理打通”条件下的数学分析课程建设, 以“厚实基础、加强能力、提高素质”为目标, 积极开展“以传授数学思维方法为指导思想, 以培养能力为重点”的教学改革, 在重视讲述理论发展脉络的同时, 着重培养学生的抽象思维能力、逻辑推理能力以及综合运用所学知识分析和解决问题的能力, 取得了积极成效。

收稿日期: 2009-09-22

通信作者: 王红霞(1977-), 女, 江苏扬中人, 国防科学技术大学副教授, 博士, 主要研究方向为图像处理的数学理论,

E-mail: whx8292@yahoo.com.cn;

成礼智(1962-), 男, 湖南常德人, 国防科学技术大学教授, 博士生导师, 主要研究方向为信息处理中的快速算法。

1 国内外著名院校数学分析课程的设计

国内外几乎所有知名的理工科大学都为数学系本科生开设了数学分析课程。《数学分析》作为学生在第一、二学年必修的一门最重要的数学基础课,对于学生数学素质的培养、科学观的建立以及日后从事的科学或工程研究具有重要意义^[1-2]。

国内如北大、清华、复旦等高校,数学分析课程一般在300学时左右,分3个学期完成(见表1)。教学内容以微积分学为主体,侧重极限理论,一元微积分部分是教学的重点。在近年来的教学改革中,多元

函数部分以及级数部分的重要性越来越得到重视,这在各校自编的优秀教材中都有体现。例如,华东师范大学数学系编写的《数学分析》第3版中就加强了向量值函数的相关内容,这套教材为国内诸多高校采用,影响广泛,在某种程度上代表了当前国内数学分析课程改革的思路^[3]。但是,与MIT等国外著名高校相比,国内院校的《数学分析》课程对于点集拓扑、流形等方面的内容涉及过少,体系总体而言偏于陈旧,这应该和我国的教学传统有关。此外,近年来招生规模的扩大导致学生水平参差不齐,过高的教学要求往往也是脱离现实之举。

表1 国内外数学分析课程的设置

Table 1 The course system of mathematical analysis both at home and abroad

高校名称	课程名称	课时数/学时	主要教材
北京大学	数学分析	280	1) 彭立中, 伍胜健, 谭小江, 等. 《数学分析》第1~3册. 高等教育出版社, 2005. 2) 张筑生. 《数学分析》新讲. 北京大学出版社, 1990年10月.
清华大学	数学分析	272	1) 张筑生. 《数学分析》新讲. 北京大学出版社, 1990年10月. 2) B.A.卓里奇. 《数学分析》. 高等教育出版社, 2006年6月.
复旦大学	数学分析	272	陈纪修, 於崇华, 金路. 《数学分析》(第2版). 高等教育出版社, 上册: 2004年6月, 下册: 2004年10月.
华东师范大学	数学分析	324	华东师范大学数学系. 数学分析A: 《数学分析》(第3版). 高等教育出版社. 1) W. Rudin. Principles of Mathematical Analysis. 3rd ed. McGraw-Hill. 2) James R. Munkres. Analysis on Manifolds. CO: Westview Press, June 1997. 3) Michael Spivak. Calculus on Manifolds: A Modern Approach to Classical Theorems of Advanced Calculus. Boulder, CO: Westview Press, June 1, 1965.
MIT	Analysis	214	Michael Spivak. Calculus on Manifolds: A Modern Approach to Classical Theorems of Advanced Calculus. Boulder, CO: Westview Press, June 1, 1965.
University of Toronto	Analysis	240	Michael Spivak. Calculus on Manifolds: A Modern Approach to Classical Theorems of Advanced Calculus. Boulder, CO: Westview Press, June 1, 1965.

另外,通过比较分析还发现,国外一流大学数学分析课程的课时相对较少,但是授课内容更深、体系更新,这说明学生课后用于自行思考和练习的时间比国内大学多,对于学生的自主学习更为重视。这方面的改革不但要视我国的教育现状具体对待,同时还有赖于整个教学体系的调整和完善。

2 数理打通条件下课程的教学内容

借鉴国内外知名大学在数学分析课程建设中的经验,并以数学与物理同在理学院为契机,从2000年起,国防科学技术大学正式启动“数理打通”模式的教学改革。数学分析是数理打通条件下建设的重点课程,授课对象从以前的数学专业本科生,拓展到包括物理各专业在内的全院本科生,内容包括为期3个学期的数学分析(共计240学时)以及第4学期的分析基础选讲(40学时)。数理打通的目的在于通过强化微积分学的基础性和前瞻性,使学生的数学思维能力和自学能力得到显著提高,从而满足在物理学、电子工程、航

空航天、自动控制等诸多对数学分析基础要求较高的专业进一步学习的要求。

现行《数学分析》的教学内容分为如表2所示的4个模块,其中:

1) 极限理论与一元函数微积分学主要讲述实数的理论、极限的理论和无穷小的思想、以及一元函数微积分理论,极限的思想是课程的重点和难点。

2) 多元微积分学除与一元函数类似的内容外,在微分部分还有方向导数与梯度、隐函数定理、参变量积分所确定函数的微分法等,积分部分则有重积分、参变量积分、曲线与曲面积分等内容。这部分内容对于学生日后解决相关学科的实际问题意义深远。

3) 分析基础是数学分析课程的进一步深化,基于课程体系的完整性和数学分析的严密性考虑,着重讲述在优化后的数学分析课程中相对简化了的内容,如实数理论,连续性、可积性以及数项级数的收敛性等高级专题。这部分内容旨在强化学生的逻辑思维和表达能力。

表2 我校现行数学分析课程的主要知识模块

Table 2 The contents of mathematical analysis in NUDT

课程名称	学时数	时序	主要内容
数学分析 I	60	第1学期	极限理论、一元函数微分学
数学分析 II	90	第2学期	一元函数积分学、多元函数微分学、场论
数学分析 III	90	第3学期	级数、广义积分、参量积分、常微分方程(组)
分析基础选讲	40	第4学期	实数理论、连续性、可积性与级数等高级专题

3 教学难点的处理和教学方法探索

针对数学分析课程内容抽象严密、跨度大、入门难的特点,和学员个体差异大、对于长达3个学期的数学课常有畏难情绪的实际情况^[4],国防科学技术大学理学院在教学中本着以学生为主体的教育理念,坚持以学生的长远发展为宗旨,着力提高学生的数学素质。

3.1 教学过程围绕系列问题展开,注重问题的提出及其背景

通过对问题的分析,提炼数学模型和概念,在传授知识的同时特别注重教会学生如何发现和解决问题,体现素质教育与能力的培养。例如,通过极限思想方法的应用,使一些应用问题得到了理论支撑和解决方法,处理起来简便、快捷。因此,对涉及极限的内容安排了较多教学时数,同时还定期安排面向问题的专题讲座,使数学理论重现它本来的生机与活力。

3.2 加强多元部分的教学,用向量语言讲述向量值函数

多元函数无论是对于训练学生的抽象思维能力,还是对于他们以后进一步学习,特别是解决相关学科的实际问题都十分重要。过去有一种倾向是将多元函数视为一元函数的推广,不遗余力地精讲一元函数的结论,多元函数则匆匆带过。从“打通数理基础”的目标出发,特别是为物理专业学生的进一步学习打下坚实基础,学院特别加强了多元函数的教学。与过去重点介绍二元函数,而将一般 n 元函数视作二元情形的推广不同,现在直接用向量语言描述和讲解多元函数,对于隐函数和反函数定理,不但着力讲解定理本身,还讲解它的外延和应用^[5]。这对提高学生的数学素质,提升其进一步学习的能力有十分重要的意义。

3.3 采用现代化的教学手段,突破难点,提高教学效率

在教学中采取了灵活多样的教学方法,充分利用现代化教学手段,尽可能的使教学对象直观化、通俗化,以便于学生接受、理解。例如在讲解重积分计算时,首先引导学生自主想象,充分训练他们的空间想象力,然后利用电子课件将图形画出,使其有直观的

印象。学校的网络教学平台上既配备有丰富的教学资源,又设置了专门的讨论区,方便教员与学员的交流。

3.4 长期坚持“两课一活动”

从1977年数学师资班开始,数学分析课程就建立了“两课一活动”的模式,及“教师大班讲课+师生小班讨论课+数学竞赛活动”。2000年开始实施的“数理打通课程改革”赋予了“两课一活动”全新的内涵。由于打通后的数学分析课程中增加了物理专业所必须的微分方程内容,所以相对简化了实数理论、极限理论等内容。为课程的严密性和系统完整性考虑,在数学分析结束后的第4学期,又为数学专业学生加开了一门“分析基础选讲”,这2门课互为补充,构成了数学分析完整的课程体系。此外,每年定期开设“大学生数学竞赛培训班”,借助竞赛的激励,促使有潜质的学生得到更大的发展。

3.5 实践性教学环节的引入

实践性环节在当今基础理论课教学中日益受到重视。为了将抽象的数学概念与理论直观化、实验化、可视化,使学生直观感受到数学理论解决实际问题时的巨大威力,同时帮助学生消除/克服畏难心理,提高学习兴趣,近年来,在传统的数学分析课程教学中,学院尝试从以下方面加入实践性环节。

一是在课程内容中融入若干应用问题,特别是有物理背景的实际问题。比如,在方向导数部分介绍定常流的压力问题,在多元函数极值部分介绍惠更斯问题等。这种做法一方面真实地复原了历史上数学物理紧密相连的发展过程,同时向学生展示了数学解决实际问题的巨大能力,也是真正体现“数理打通”意义的需要。

二是将多媒体教学适当引入课堂,运用Mathematical、Maple、Matlab等数学软件辅助教学,使教学形式多样,在确保教学质量的同时,大幅提高课堂教学的效率,提升学生的学习兴趣 and 形象思维能力,并引导学生利用数学软件动手解决实际问题。在课后借助数理中心平台,组织学生利用数学软件编程,解决一些实际问题,不但扩大了学生的知识面,而且极大地调动了学生学习数学分析的积极性,有效地提升了学生独立思考、自主创新的能力。

4 结语

数学分析课程的设置及其教学效果对我军新复合型军事人才的培养影响巨大,因此,数学分析课程的改革意义重大。近10年来,国防科学技术大学理学院在“数理打通”环境下对数学分析课程改革作了积极的尝试和探索,在强化学生数理基础、提高学生数学素质方面取得了积极成效。随着科学技术的进步和课程改革的深化,对于课程内容的选择、实践教学环节

的设计等方面还需要不断调整和完善。总之，这是一项复杂而长远的工作，需要在未来的教学实践中不断探索。

参考文献：

[1] 李 忠. 历史的回顾：我国数学分析课程内容体系的变迁——在第三届数学课程论坛上的报告[J]. 数学通报, 2008(2): 1-5.
 Li Zhong. Looking Back of the History: The Changes of the Curriculum Contents in Mathematical Analysis in China[J]. Bulletin des Sciences Mathematics, 2008(2): 1-5.

[2] 杜海清. 关于数学分析课程教学的几点思考[J]. 高等数学研究, 2007(10): 46-48.
 Du Haiqing. Several Suggestions about the Teaching of Mathematical Analysis[J]. Studies in College Mathematics, 2007(10): 46-48.

[3] 华东师范大学数学系. 数学分析(上、下册)[M]. 3版. 北

京：高等教育出版社，2008.
 Department of Mathematics, East China Normal University. Mathematical Analysis (Part I and II)[M]. 3th Edition. Beijing: Higher Education Press, 2008.

[4] 项明寅, 方继光, 鲍志晖, 等. 论“数学分析”入门学习四大难关的成因与对策[J]. 高等理科教育, 2006(6): 20-22.
 Xiang Mingyin, Fang Jiguang, Pao Zhihui, et al. Four Difficulties in the Rudimental Study of Mathematical Analysis: The Causations and Countermeasures[J]. High Science Education, 2006(6): 20-22.

[5] 吴孟达, 李志祥, 宋松和. 数学分析(上、下册)[M]. 长沙：国防科技大学出版社，2002.
 Wu Mengda, Li Zhixiang, Song Songhe. Mathematical Analysis (Part I and II)[M]. Changsha: The National University of Defense Technology Press, 2002.

(责任编辑: 张亦静)

《包装学报》创刊

根据湖南省新闻出版局湘新出函[2009]15号“关于同意《湖南冶金职业技术学院学报》更名为《包装学报》及变更主办单位的批复”文件，我校申请创办的《包装学报》已得到国家新闻出版总署的批准，新编国内统一连续出版物号为CN43-1499/TB，国际标准连续出版物号为ISSN1674-7100。我社已于2009年10月出版第1期《包装学报》。

《包装学报》是一本面向国内外包装行业，具有国际视野的包装行业学术型期刊。期刊立足学术研究，以科学发展观为指导，及时报道和刊发包装科技领域的新技术、新成果，促进包装科技进步与交流、繁荣包装文化、搭建包装产学研结合的桥梁，推动我国包装产业可持续发展和包装工业科技进步。

我们将倾力打造《包装学报》这一学术平台，携手广大包装界孜孜学人、莘莘学子以及包装业界精英，传播包装科学与技术，关注学术前沿。

我们期待您的关注和支持！

湖南工业大学期刊社