

文章编号: 2095-1663(2013)04-0042-06

工科研究生数学能力的培养研究

——基于科技创新的视角

周少波¹ 孙 祥² 徐 晟²

(1. 华中科技大学数学与统计学院, 湖北 武汉 430074; 2. 合肥工业大学管理学院, 安徽 合肥 230009)

摘 要:工科研究生的创新能力直接影响着国家未来的整体创新水平,但相关研究结果显示,我国高校培养的研究生创新能力不够强,难以满足社会对创新人才的需求,其重要原因之一就是数学基础理论知识不够,数学基本功底过于薄弱,导致科技创新中的核心技术难以突破。本文通过分析现代高科学技术与数学模型及数学方法的密切依赖关系,阐明为培养具有国际竞争力的高科技创新人才,必须加强工科研究生的数学基础理论的教学,注重研究生的数学建模能力、科学计算能力、几何直观与科学预测能力的培养,并就如何提高研究生的数学能力给出了若干建议。

关键词:研究生;数学能力;数学建模;科学计算;几何直观

中图分类号: G643

文献标识码: A

研究生是国家科技创新体系中科研队伍的主要潜在力量,研究生的创新能力直接影响着国家未来的整体创新水平和国家的创新竞争力。高等学校是研究生教育的主要阵地,是培养高科技创新人才的摇篮,应当以培养研究生创新能力为根本目标,将科技创新能力的培养渗透到研究生教育的整个过程。教育部于2003年公布的“研究生教育创新计划”就指出,为全面建设小康社会,国家对高层次创新人才的需求不断扩大,研究生教育必须加快改革步伐,不仅要培养大批人才,更要把工作重心转移到提高培养质量,特别是提高研究生的创新意识和创新能力方面上来,积极主动适应国家对创新型人才的需要,实现从研究生教育大国向研究生教育强国的转变^[1]。近年来,高等院校越来越重视工科类研究生创新能力的培养,但效果还不明显。大量的调查研究结果显示,我国高校培养的工科类研究生创

新能力总体不足,不能很好地满足社会对创新人才的需求,与美国等发达国家差距依然很大^[2-3],其根本原因之一就是专业基础理论知识缺乏,尤其是数学基础理论知识不够,数学基本功底过于薄弱,导致科技创新中的核心技术难以突破。

数学是科学的语言,是思维的体操,是科学技术发展的钥匙,是激烈的行业竞争中强者的翅膀。现代科学技术的高精度、高质量、高效率等特性,极大地依赖于数学模型和数学方法的运用。美国著名数学家 Whitehead 曾说过“在人类思想领域里具有压倒性的新情况,将是数学地理解问题占统治地位”^[3]。美国历来将数学科学的发展置于重要的地位,数学被单独地列为四大领域之一。美国前总统克林顿在其国情咨文报告中指出:“如果要在现在和将来的挑战中占领先地位,就必须在数学和科学中占领先地位。”美国军方支持数学的程度也相当明

收稿日期:2013-03-02

作者简介:周少波(1971—),女,湖北浠水人,华中科技大学数学与统计学院讲师,博士。

孔祥(1968—),男,湖北蕲春人,合肥工业大学管理学院教授,校人才引进工作办公室主任,博士。

徐晟(1972—),男,湖北浠水人,合肥工业大学管理学院副教授,财务管理研究所所长,博士。

基金项目:本文系教育部人文社会科学基金项目(10YJ840001)和中央高校基本业务费资助项目(2011QN167)阶段性成果。

显,他们的核爆试验就是在计算机上运用数学知识完成的。微软公司每年都高薪聘请 12 位数学家,订 5 万多份数学杂志。美国工程研究人员经常去俄罗斯访问,为的是借鉴俄罗斯某些先进的应用数学方法,“跟上动力系统的步伐”。美国的高等教育体系令世界称羨,其研究生教育能够成功培养出世界上最具创新能力的高级人才,为美国的繁荣提供创新型人才储备,与美国长期以来一直重视数学科学是分不开的。

我国的数学研究虽然在一些领域内取得了一定的成就,但是在应用上与国际先进水平的差距相当大,对于数学重要性的认识也还存在一些偏差,将数学方法仅仅理解为应用数学,大大偏离了数学科学的研究本质。由于多种因素的影响,理工类研究生在研究生阶段,往往把数学看成服务性的课程,仅学习一些肤浅的数学知识和数学计算,对一些影响深远、应用价值大的数学思想和数学方法很少涉及。国内许多优秀研究生,到国外深造时普遍反映数学学习是他们最大的困难,通用的数学概念成为学习的障碍。在国内,数学能力也往往成为高科技创新的拦路虎,许多具有硕士学位的科技人员面对涉及较深的数学知识的科技创新时,也显得力不从心。面对这一现状,我们不得不反思高等学校研究生数学教育的指导思想,积极推进研究生数学教学改革,提高工科类院校研究生的数学能力。

一、数学基本理论水平的提升

加强基本理论、基本技能的学习是培养理工类研究生数学能力的关键,基本理论的掌握有利于研究生领会思想、掌握精髓,为日后运用数学知识进行科技创新打下坚实的基础。研究生数学能力的培养不仅是使研究生获得多少数学知识,更重要的是要使他们具有较强的数学学习能力,很强的数学理解能力和对数学问题敏锐的观察力,能够很快地将数学知识与自己面临的科技创新问题联系起来,将数学的精髓融入科技创新技术中。一些科技工作者遇到比较复杂的工程问题无从下手,主要原因是数学基础欠缺,数学基础好的人,可以较好地发现其中的数学问题并能很快地找到处理问题的数学方法。

纵观人类历史的发展,数学是科技创新的主要推动力。微积分是因为牛顿研究物理学的需要而产生的,运动学和热力学发展推动了数学分析的发展,

微分方程的发展促进了电磁学基本规律的问世,非欧几何理论的建立导致了广义相对论的诞生,这些实例有力地说明了数学理论对科技发展起着极其重要的作用。数学真正的魅力是其无法比拟的实用性,有些看来抽象的纯数学理论,开始时看不到和实际的直接关系,如非欧几何、拓扑学、抽象群论等等,若干年后往往在意想不到的地方开花结果^[4]。陈省身 20 世纪 40 年代研究的纤维丛理论,到了 20 世纪 70 年代,竟成为物理学上由杨振宁等建立的规范场论的数学工具,庞加莱的黎曼几何在其死后竟成为爱因斯坦广义相对论的理论基础。绝大多数理工科专业的知识体系都建立在数学的基石之上,学习数学知识可以培养和训练人的思维能力。经济学家中,85%的人在本科阶段是学数学的,诺贝尔经济学奖已经至少 3 次授予以数学为工具分析金融问题的经济学家。数学也是计算机专业的基础,要想成为具有创新能力的软件人才,需要有严密的逻辑思维能力,而严密的逻辑思维能力,来自于深厚扎实的数学功底。

数学在科技创新中扮演着重要角色,在科技发展的进程中数学必须先行。要培养思维活跃、具有创新意识的高科技人才,首先必须加强研究生的数学基本理论教学,使其掌握数学科学中最为核心的基础理论。如泛函分析、偏微分方程、高等概率论、基础拓扑学、非线性分析等骨干课程,其在整个数学学科中起着关键作用,是数学理论的基石。这些骨干课程是数学分析、概率论等本科课程的延伸,是研究生初级阶段的必修课程,应该纳入研究生培养方案。一旦掌握了最基础的理论,在将来的科技创新中遇到数学问题时,可能会更容易快速理解并加以解决。工科研究生教育应将基础数学能力的培养纳入研究生培养计划中,结合专业特点,构建研究生数学基础课程知识体系,建立数学基本理论知识资料库,加强研究生数学基础知识的训练,在科研进程中,根据需要定期开展数学专题讲座,为日后的科技创新打下坚实的数学功底。

二、数学建模能力的培养

著名的数学家克莱因说:“数学是人类最高超的智力成就,也是人类最独特的创作。音乐能激发情怀,绘画使人赏心悦目,诗歌能打动人心弦,哲学使人获得智慧,科学改善物质生活,但数学能给予以上的

一切。”数学对实际问题的运用主要是通过数学建模来实现的,数学建模和与之相伴的科学计算正成为工程设计和科技创新的关键工具。思想比公式重要,建模比计算重要,数学并不是简单地由一序列的定义定理和数学公式堆砌而成的,学习数学决不是死记硬背数学公式和数学计算,数学能力是最重要的,建模能力是数学能力的具体体现,通过数学建模可以培养研究生观察、思考、解决实际问题的能力,有利于研究生创新能力的培养。

人类历史的许多辉煌成就正是在运用数学知识,建立数学模型的基础上取得的。上世纪七十年代,R. Merton 和 M. Schole 建立了期权定价模型,即著名的 Black-Sholes 公式,因其确定衍生证券价值方法的深远影响而获得 1997 年诺贝尔经济奖。Robert Engle 和 Clive Granger 于 1982 年提出了反映方差变化特点的 ARCH 模型,被广泛应用于金融数据时间序列分析,因而摘取 2003 度诺贝尔经济学奖的桂冠。开普勒花了 10 年的时间研究第谷 30 年的天文观测数据,总结出行星运动的三个规律,因为缺乏理论依据,当时不为人们认同。牛顿运用运动定律,建立数学模型,由此严格推导出行星运动的三大定律,成功地解释行星运动规律,证实了开普勒结论的正确性。2012 年,我国神九载人航天技术研究中,对航天员心理素质的评价和飞行乘组选拔综合评价时,是运用数学方法,建立数学模型得以完成的。

正是考虑到数学建模是联系数学理论与实际应用的关键环节,国内外很多单位都在积极举办各类大学生数学建模竞赛,受此影响,2003 年东南大学等 12 所高校研究生会联合发起了“南京及周边地区研究生数学建模”竞赛,吸引了 20 所学校近 200 名研究生参加。至 2009 年,已有 210 多所高校、1662 支队、近 5000 名研究生参加了数学建模竞赛,吸引了包括南京大学、中国科技大学等高校的优秀学生参加,极大地提高了研究生利用数学知识和数学方法分析实际问题、利用计算机解决实际问题的能力,提高了学生的科技创新能力。

在研究生培养过程中,有关教师应深入浅出地将数学建模思想和方法贯穿于专业课程中,注重对数学建模思想、方法的培养和渗透。在理论教学中,可选择研究生易于接受而又能反应建模思想的工程案例进行讲解,通过对工程系统的运行过程进行分析,确定系统变量,用抽象简洁的数学符号、数学方程等刻划实际系统,将实际工程问题简化、抽象成数

学问题,建立数学模型,再选择系统实际的运行数据,对模型赋予数值,运用 Matlab 软件编制程序,求解结果,制作结果图形,以分析、预测实际问题的可能结果。这样既可以加深对理论知识的理解和认识,又可以通过思想方法的诱导,让研究生把握建模的精髓,培养研究生的建模能力。在指导研究生科研活动时,研究生导师可以结合自己的研究课题,选择一些数据真实、具有应用价值的本专业的实际工程问题,或本学科的前沿课题,让学生进行建模探讨,然后让研究生报告给导师听,导师对学生所建立的模型应该给予适当的点评,通过研究生一起探讨,对其建立的模型和算法提出改进意见,让学生加以修改,直到满意为止。由于涉及实际生产生活问题的模型很不容易建立,涉及的专业知识和数学知识可能很深,难度很大,需要导师一起参与讨论,给予引导,这就要求导师本身具有较为全面的专业知识和数学知识,并在精力和时间上有所投入。只要导师重视并严格要求,经过不断地科学探索,研究生的数学建模能力一定会得到较大提高,从而为其日后的科学研究、科技创新奠定坚实的建模基础。

三、科学计算能力的培养

计算机的迅速发展和普及,不仅为数学提供了强大的技术支持,也极大地改变着数学的研究方法和思维模式。数学是自然科学的基础,计算机强大的逻辑功能和计算能力使得数学原理得以实现,计算机的广泛使用,计算技术高速发展,极大地缩短了从数学理论到实际应用的距离,数学理论推动着计算机科学的快速发展,而计算机的飞速发展刺激着数学科学的快速进步。数学思想和方法与计算技术的结合已经形成了一种关键性的、可实现的技术,称为“数学技术”。数学技术本质上是数学的内容物化为计算机的软件及硬件,是真正可以实现的技术,在科技极为发达的今天,数学与计算机浑然一体的科学计算已成为独立于理论分析和实验研究的第三种科学研究手段。

科学计算是以计算机为工具,以数学模型为基础的模拟研究,在科技创新工作的先行性研究中具有极为重要的作用。计算机的直观思维对科学理论的产生与发展有着极大的推动作用,借助计算机的高速计算能力使得绘制精确的立体图成为可能,通过坐标的旋转使得人们在计算机屏幕上可以从不同

的角度观察曲面的形状。计算机绘图比人在纸上所画的图象更加形象生动,使人们可以清楚地看到图象生成的动态过程,借助计算机将图形展示出来已经成为人们研究微分几何的重要手段,极小曲面发现就是一个典型的例子。极小曲面问题的研究是微分几何领域中最活跃的分支之一,从极小曲面概念产生以来,人们所能举出的 R^3 中拓扑型有限的完备嵌入极小曲面只有平面、悬链面、螺旋面。长期困扰几何学家的是:除这三个面外,是否还存在其他有限拓扑型的完备嵌入极小曲面,直到 1985 年,Costa 等借助计算机发现并构造了完备嵌入极小曲面的第一个新例子,通过观察到的特性,然后加以严格的理论证明,从而解决了人类 200 多年来悬而未决的问题,这一成就被列为 1985 年世界科技重大发现之一^[5],其中计算机绘图起着极为关键的作用。此外,非线性现象中特有的奇异吸引子、孤立波也首先是在计算机上用数值模拟发现的^[6]。

科学计算不仅在数学研究上起着重要作用,而且在医学、地质勘探、天气预报、生物工程、航天技术等方面有着极其广泛的应用。例如为了验证飞机的外形设计在气体、液体高速运动的环境中能否正常工作,过去常常是将飞机模型放在大型风洞里做流体动力学的物理模拟实验^[7],然后根据实验结果修改设计。现在是利用计算机建立飞机的几何模型,并进行流体动力学的模拟计算,利用计算机可视化技术在屏幕上将结果动态地显示出来,分析流体流动的模拟计算结果。显然,利用计算机技术既缩短了设计周期,又避免了资源的浪费,节省了资金。事实表明科学计算极大地增强了人们从事科学研究的能力,加速了把科技转化为生产力的进程,深刻地改变着人类认识世界和改造世界的方法和途径。

美国《面向 21 世纪数学课程标准》中指出:数学教学应使用现代技术帮助学生理解数学,并为在越来越科技化的社会中应用数学作好准备^[8]。2001 年曾对美国 200 多个大学自动化专业做过调查,其中大量、全程使用科学计算机语言的主要课程涉及信号与系统、计算方法、数字信号处理与自动控制,数学实验等,将 Matlab 应用于各种课程的教材已达 800 多种^[9-10]。目前在科技和工程界上流行和著名的四大数学软件是 Maple、MATLAB、MathCAD 和 Mathematica,这些软件贯穿于整个教学过程中。

早在 1989 年钱学森先生就指出了计算机对数学的深刻影响,提出数学与计算机要紧密结合,提倡

计算机的模拟与实验。强有力的计算技能,包括掌握问题算法的能力、编程能力、数学软件使用能力和计算机应用能力,越来越受到科技工作者的重视。虽然大多数研究生本科阶段已经接触到一些较为初等的计算方法,但并未涉及较重大的科学计算,在研究生阶段需要进一步提高他们的科学计算能力,以适应科学研究和科技开发的需求。首先,教师必须转变传统的教学观念,树立新的教学理念,在研究生教学中运用计算机进行数学实验和数学建模,培养研究生利用计算机计算和处理数据的能力,提高研究生的科学计算能力。根据需要可将 Matlab 等部分程序应用的介绍编写进研究生教材中,在讲授理论课程之后,有意识地结合 Matlab 软件系统进行计算机仿真,模拟计算,让研究生了解 Matlab 解决各种具体工程计算问题的强大功能,体验科学计算的神奇魅力,体会抽象、繁琐而枯燥的数学是如何变得概念形象、计算简明而应用精彩,使得学生在搞清一些问题的基本概念后可以使用软件计算,激发研究生的学习兴趣,培养研究生利用计算机解决问题的能力。专业导师若能结合自己的科研项目或科研成果,将重大科技问题的可视化计算演示给学生看,则更能激发学生对科学计算、科学研究的热情。其次,要培养研究生的科学计算能力,必须创造条件让研究生自己动手,研究生导师可以选择有应用价值的工程实际问题,要求研究生自己去做,并将所做的结果交给导师看,这样做一方面可促使研究生必须去做,另一方面也可以与研究生一起讨论所做的结果,进行详细的指导,久而久之,研究生就会有使用计算机处理数学问题的习惯,进而提高研究生的计算能力。

四、几何直观、科学预测能力的培养

人脑思维的一般规律是,先是直觉思维,然后是逻辑思维。数学的直觉思维常常以形象思维的形式在人脑中呈现一幅整体的图像,可能这种图像较为模糊,但它常常使人们从逻辑思维的困境中走出来,虽然它不具有严密的推理,但一旦在脑海里闪现,恰是解决问题的关键。几何直观是揭示数学本质的有力方式,有助于科学的世界观和方法论的形成。借助几何直观,揭示研究对象的性质和关系,帮助理解、接受抽象的内容和方法,很容易使思维转向更高级更抽象的空间形式。几何学有形象化的好处,几何会给人以数学直觉。只会推理,缺乏数学直觉,是

不会有创造性的。

在科学研究中几何直观很早就受到人们的青睐,据说公元前 4 世纪古希腊雅典著名的柏拉图学园的大门口,挂着一块醒目的牌子,上面写着:“不懂几何者不得入内”。恩格斯说数学本身就是研究数量关系和空间形式的科学。几何直观已经渗透到了整个数学科学,许多数学定理是可以给出几何的描述,其证明大多源于几何直观的思想,如微分中值定理有形象的几何直观,运用几何面积的直观来理解测度论,而拓扑学的代数方法是基于多面体的直观研究而产生的。数学家总是力求把他们研究的问题尽量变成可借用的直观问题,直观方法具有极大的启发性,常常成为数学发现的向导,甚至可以说数学思想的火花是靠直观思维向前推进的。20 世纪最伟大数学家希尔伯特在《直观几何》一书中谈到:图形可以帮助我们发现、描述研究的问题,可以帮助我们寻求解决问题的思路,可以帮助我们理解和记忆得到的结果,这就是几何直观带给我们的好处。20 世纪初,在研究复杂的动力学系统中,法国大数学家庞加莱首先提出利用直观图即相空间的新思想来研究动力学系统,任何系统都可以设想同一类型的几何图象,相空间中的坐标是所有变量的值,相图为微分方程所确定的由所有可能的初始条件出发的所有可能行为的盘旋曲线族。在相空间中,不需考虑微分方程解的精确数值,而仅仅关注相图,这一几何直观方法在科学中得到广泛应用。

几何直观思维也渗透到物理、化学、生物遗传工程等诸多科技研究领域,如杨振宁的物理原理几何化,最典型的例子是广义相对论是在黎曼几何的基础上建立的。1904 年,即发现狭义相对论的前一年,爱因斯坦读到庞加莱的《科学与假设》一书,被书中席卷数学、科学和哲学的气势所感动,从中了解了几何学的基础,直到 1912 年,爱因斯坦才恍然领悟到狭义相对论只有在高度几何化后才能完全广义化。1916 年,即在广义相对论发表的第二年,德国数学家希尔伯特发出了这样的感叹:物理学家必须要首先成为几何学家。最近,在研究现代生物遗传基因 DNA 序列的信息过程中,人们采用几何直观方法,把 DNA 序列转换成适当的直观图形,让人眼和人脑参与比较和识别,也受到事半功倍之效果。我国科学家张春霆、张任等根据正四面体的对称性,将 DNA 序列与三维空间中一条曲线—— Z 曲线,建立了一一对应映射,对于任一给定的 DNA 序列,

可求出唯一的一条 Z 曲线与之对应,反之亦然。曲线一般是具有丰富的折叠结构的三维空间曲线,它反映了 DNA 序列中碱基分布的局部细节与总体特征, Z 曲线的提出,为显示和分析 DNA 序列提供了强有力的直观工具^[11]。

直觉思维应该作为思维科学的突破口,我们不仅要培养研究生严密的逻辑推理能力,还应该培养研究生直观判断能力,培养研究生具有常识推理或合情推理的能力,使研究生具有某种数学上的直觉和想象力,根据所面对的问题的本质特点,估计到可能的结论,培养研究生的科学预测能力。一些数学原理是有很强的几何直观意义的,主讲研究生数学课程的老师在讲解数学原理的证明之前,可以采用几何直观方法,帮助研究生理解数学基本原理,理解数学原理的证明,让研究生真正掌握数学问题的实质,然后再给出逻辑推理,这样就会提高研究生的几何直观能力,进而培养研究生的科学预测能力。科学预测能力是科技创新的关键,在教学中将专业课程的基本原理给出几何描述和几何解释,有意识地引导研究生从几何直观性角度理解实际工程问题,由简单到复杂,对培养研究生的几何直观能力和科学预测能力无疑是很有帮助的。研究生导师在指导研究生的教学科研活动中,宜采用开放型、民主互动型的教学方式和教学态度,鼓励学生的独创行为,鼓励学生扩散性思考,鼓励研究生探求未知的科学问题,增强研究生的好奇心,激发研究生对科学问题的兴趣,对研究生的探索行为应该给予支持与正面回应,提供正面的引导,允许学生犯错,让学生不受约束地进行科学预测与科学探索,有意识地培养研究生的科学预测能力,提升科技创新能力。

总之,为了顺应科学技术快速发展的要求,培养高科技创新人才,数学原理、数学建模、科学计算、几何直观和科学预测必将成为研究生课堂的重要内容。工科学校应从研究生考核体系建设、导师团队建设和研究生科研小组建设三个方面共同努力以实现研究生数学能力的提高。

(1) 制定合适的研究生考核方式。由于多种因素的影响,国内多数研究生更关注论文的写作,研究生心理普遍比较浮躁,不愿意静下心来学习基础理论知识,针对这一现状,作为培养人才摇篮的高等学校应该改革研究生培养机制,制定出有利于培养研究生创新能力的考核体系,应该要求研究生在前期多学习一些关键的数学基础理论课程,到研究生后

期才涉及项目、论文等。

(2)加强国际交流与合作。学习美国等发达国家研究生培养的成功经验,借鉴其研究生的数学课程设置,委派青年教师深入国外知名高校学习交流,学习国外先进的教学方法和教学手段,结合自身的需求,制定出有利于培养研究生数学能力的培养计划,有条件的学校或团队还可以邀请国外专家讲学,开设国际化数学课程,开拓研究生的国际视野,提高研究生的数学能力。

(3)实行导师团队负责制。要培养研究生科技创新能力,研究生导师应该具有扎实的数学基础理论知识、较强的数学建模能力、科学计算能力、直观判断力和科学预测能力,这对单个导师而言,要求有些高,往往不容易做到,最好构建导师团队,分工合作,根据导师的专业特长,各负责其中的一个方面,

既可以充分发挥每个导师在指导上的优势,又节省了时间。在构建导师团队时至少应该邀请一位数学专业导师加入,数学专业教师一般具有扎实的数学基础理论知识、较强的数学建模能力和几何直观能力,必定对团队老师和研究生数学能力的提升发挥着重大作用。

(4)建立科研小组,定期开展学术活动。由教师、博士生和硕士生组成科研小组,根据学生的不同学习阶段,制定出适合个体的培养方案,明确各自分工。结合专业特征定期开展数学专题讲座,负责数学建模的老师结合课题选择本专业的实际工程问题,或本学科的前沿课题,让高年级的博士生课后动手建模,并进行计算机模拟实验,然后再在每周的学术活动课上汇报,导师给予适当分析和总结,并提出改进建议。

参考文献:

- [1] 张胤,徐宏武. 研究生创新能力培养的现状、问题及对策,基于实证的研究[J]. 研究生教育研究,2011,(1):43-47.
- [2] 戚巍,李峰. 中美研究生教育评价的最新进展和比较研究[J]. 研究生教育研究,2011,(2):73-79.
- [3] 张秀萍,张弛. 基于开放式创新的研究型大学基层学术组织科研模式[J]. 研究生教育研究,2011,(2):68-73.
- [4] 格林姆. 数学科学技术经济竞争力[M]. 邓超凡,译. 天津:南开大学出版社,1992:109.
- [5] 李大潜. 数学建模与素质教育[J]. 中国大学教学,2002,(10):41-43.
- [6] 朱小蔓. 新世纪教师教育的专业化走向[M]. 南京:南京师范大学出版社,2004:279-283.
- [7] 蒋文蔚. 几何直观思维在科学研究及数学教学中的作用[J]. 数学教育学报,1997,(6):67-71.
- [8] 张战场. R^3 中具有多重开口的极小曲面的构造[D]. 大连:大连理工大学,2005.
- [9] 陈怀琛. 论科学计算与质量工程的关系. 2007年10月在高等学校本科教学质量论坛上的发言, <http://see.xidian.edu.cn/faculty/hchchen/education.asp>.
- [10] 苏东宁,赵琨,宋方臻. MATLAB教学应重视科学计算能力的培养[J]. 中国现代教育装备,2009,75(5):73-75.
- [11] 包小军. 浅谈科学计算可视化及其应用[J]. 科技信息,2008,(36):270.

A Study of Development of Engineering Graduate Students' Mathematical Ability — From the Viewpoint of Scientific Innovation

ZHOU Shao-bo¹, SUN Xiang², XU Sheng²

(1. School of Mathematics and Statistics, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan, Hubei 430074;
2. School of Management, Hefei University of Technology, Hefei, Anhui 230009)

Abstract: The innovation ability of engineering graduate students will directly influence the overall level of innovation of the nation in the future. Research shows that Chinese students' innovation ability is rather weak and does not satisfy the social demand for innovation. One fundamental reason is their lack of a good mathematical knowledge, which is a barrier to technical breakthroughs. In view of the heavy dependency of modern technology on mathematical models and methods, it is clarified that, to cultivate high-level innovative people with international competitiveness, the teaching of basic mathematical theories should be improved, mathematical modeling and scientific computation capabilities emphasized, and geometric skills and prediction capacity strengthened. In addition, some suggestions are also made as to how to improve students' mathematical ability.

Keywords: graduate student; mathematical ability; mathematical modeling; scientific computation; geometric object