

工科数学教育的若干思考

胡 月¹,薛有才¹,李 晓²

(1.浙江科技学院 理学系,浙江 杭州 310012;2.浙江水利水电专科学校,浙江 杭州 310016)

摘 要: 分析了 21 世纪社会发展对工科数学教育提出的挑战和工科数学教育中现存的问题,认为工科数学教育改革的关键是改变数学教育观念,加速师资队伍建设和现代化教材建设,进而对今后的工科数学教育提出了若干设想。

关键词: 工科数学; 数学教育; 数学教育观念

中图分类号: G642.0 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671 - 8798(2003)04 - 0255 - 04

现代高新技术,从本质上讲是一种数学技术。这是因为高新技术的基础是应用科学,而应用科学的基础是数学。因此,要发展我国的现代高新技术,就必须发展我们的数学教育。工科数学,作为大学工科专业的基础课,历来受到重视。但是,随着现代科学技术的发展,我们有必要重新审视我们的工科数学教育,努力建立一个让学生领会数学的价值、学会学习数学、学会数学的思维、掌握现代教育技术、具有创新能力、以学生为主体、教师为主导、师生互动、生动活泼的现代数学教育模式,为 21 世纪的工科教育打下一个良好的基础。

1 21 世纪社会发展对工科数学教育提出的挑战

科技在发展,社会在进步,数学在发展,数学教育也随之发展。回顾 20 世纪科学技术的进步,展望 21 世纪的科学技术以及对数学、数学教育的影响,我们可以预见到未来社会对工科数学教育提出的严峻挑战。

(1) 首先,20 世纪以来发生的以电子计算机和核能等为主的第三次技术革命,引导时代科技的潮流。21 世纪的社会将是一个信息社会。信息社会的一个重大问题就是大量信息的处理技术和大规模计算及复杂计算。其次,以微电子、新材料、新能源、生物工程、海洋工程等群体技术成为新技术革命的主要潮流。这些科学技术的发展,无不以数学为主要工具。它们的发展,一方面向数学提出了许多新的课题,同时也向数学教育提出了严峻的挑战。新技术革命需要数学教育的革命,需要数学教育的发展。

随着现代科学技术的发展,传统的高等数学教育内容已落后于时代的要求。传统的工科数学教育从观念上偏向于数学的应用功能,即数学的工具作用,从内容上偏重于数学的计算功能,即体现数学的应用功能,而对大规模、大数字的计算显得力不从心。同时,由于现代计算技术的发展,人们对传统的数学教学内容提出了许多批评意见。例如,“一些人提出,在计算机时代,特别强调微积分的做法必须大幅度的加以修改。”^[1]可见,数学教育的改革已是紧迫的任务。

(2) 数学在各种文化的碰撞、交流、融合和自身的发展要求中不断得到发展。现代教育技术随着现代科技的发展得到了极大的发展,数学教育的理论随着现代教育理论的发展也得到了极大的发展。我们还得提到,随着科技的发展、经济的增长、文化的交流,作为社会细胞的人的自身也在不断得到发展。人们要认识世界,认识自然,从必然王国走向自由王国,就要不断提高自身的素质,而数学教育恰恰能从思维层次、思想方

收稿日期: 2003 - 03 - 02
基金项目: 浙江省教育厅教学项目(20020313);浙江科技学院教学研究重点项目(2003 - A05)
作者简介: 胡 月(1964—)男,河南西峡人,副教授,理学硕士,主要从事计算数学研究和数学教学研究。

法、和谐统一等多种角度锤炼人的思维品质,提高人的素质。这也是数学教育越来越受到人们重视的原因。这是社会和文化的进步对数学教育提出的挑战。

随着社会和文化的进步,人们对数学教育提出了越来越高的要求,而且不仅仅局限于基本的计算、解题的要求,而是从文化、思维、应用、全面提高人的素质等多角度向数学教育提出了要求。如何做到传统数学知识与现代数学发展的最佳结合,如何很好地利用现代教育技术,如何加强工科数学教育的文化性,如何应用数学教育的思维功能全面提高人们的素质,这是时代给我们提出的课题。

(3) 随着教育改革的开展,中小学教学改革走在了前面。近年来,中小学各种教学方法的试验,各种教学思想的交流,以及教材的大幅度改革,从侧面显示了大学数学教育的相对落后。从知识上讲,平面向量及其简单运算、极限初步、一元微积分初步、概率统计初步、线性规划初步等许多知识已进入中学教材;从教学理念和教学方法上讲,各种先进的教学思想和教学方法已走进中学课堂;许多中学(特别是重点中学)的教学手段已得到极大的改善。这一切,是中学教育改革或说是全面推进素质教育向工科数学教育提出的挑战。

我们必须探讨如何使工科数学教育与中学数学教育衔接的问题,必须研究如何更新工科数学教育的观念、思想、方法和教学手段,研究如何革新工科数学教材等问题,真正使工科数学教育适应 21 世纪的需要。

2 工科数学教育的主要问题

工科数学教育的研究,包括数学和数学教育的观念,以及工科数学的教材建设、教学方法、教育理论的研究,现代计算机教育与工科数学教育的结合,师资队伍的建设,学生学习方法的研究及教育评价等问题。近年来,由于改革开放步伐不断加大和国外大量的教育理论的介绍和引入,对我国数学教育理论的研究和教学改革起到了较大的推动作用。一方面,国内许多专家学者如曹才翰、严士健、张奠宙、徐利治、郑毓信等就建立中国的数学教育理论做了大量的工作,其中徐利治、郑毓信关于数学教育哲学的研究对数学教育产生了较大的影响。另一方面,在教育部(及原国家教委)的领导下,在工科高等数学教材建设和教学方法的改革上,许多学者做了大量工作。特别是同济大学和清华大学等许多著名大学纷纷出版了他们在长期教学实践中使用并已成熟了的教材以及近年出版的面向 21 世纪教材,对工科数学教学起到了巨大的推动作用。此外,许多从事工科数学教学的老师,在繁重的工作之余撰写了大量的教育教学研究论文,介绍他们的教学研究经验,尤其是在教学案例上的研究有许多成果出现。与此同时,其他一些非数学专业数学教育的研究(如文科数学与体育应用数学的教育研究)也取得了相应成果。这些成果,对开展工科数学教育的研究提供了理论和实践上的有益借鉴和有力支持。但是,我们也应该看到,工科数学教育研究相对滞后,它主要表现为:

(1) 数学教育观念的落后 长期以来,工科数学教育强调对数学知识的掌握,强调计算,强调应用,但忽视了数学思想、数学思维、数学方法、数学学习方法的教学。而这些恰恰是现代数学教育的核心部分。

(2) 数学教育理论和教学研究的相对滞后 近年来,中小学数学教育理论和教学方法的研究大大促进了中小学的教育改革。新课程标准的颁布,新教学大纲的实施,新教材的使用,各种教育理论的实践和比较,各种教学方法的实验和探索,使我国中小学的基础教育在现代化的方向上大步迈进。相对而言,大学数学教育改革明显滞后,正如郑毓信先生指出的:“大学数学教师不仅对数学教育的最新发展、包括基本理论和研究方法等缺乏必要的了解,而且常常没有认识到应当自觉地去从事数学教育方面的学习和研究。”^[6]

(3) 师资队伍建设的相对落后 其主要表现是:①数学教师对于数学教育的基本理论和研究方法缺乏必要的了解。②由于对工科数学教育的不重视(由公共课的地位造成的)导致了工科数学教师队伍的相对缺乏,特别是缺乏具有较高学术水平和教育水平的教师。③由于经济收入、评职、评奖等各种利益驱动,大学工科数学教师忙于繁重的教学工作或其他基础数学或应用数学的研究,无暇顾及教育教学研究;④大部分工科数学教师来源于数学专业各层次的毕业生,由于较少具备工科专业知识,所以工科数学教育只能滞留在“纯数学”的层面上。⑤随着高校的扩招,大批青年教师担任了教学重任,他们大都没有接受相应的数学教育的培训,甚至有的对基本的教学大纲都没有读过。教学照本宣科,具有较大的盲目性。

(4) 学生的数学观念和对于数学的学习态度、学习方法、学习效果不容乐观 从学习态度上讲,有相当部分的学生不想学习数学,不了解数学的价值;还有不少学生由于惧怕数学从而放弃学习数学或非常被动地

学习数学。从学习方法上讲,不少学生认为学习数学就是做习题,满足于会做几个习题,谈不上数学概念的构建、数学方法的掌握、数学知识的应用、数学水平的提高,数学学习的效果也就可想而知了。

(5) 工科数学教学和教育评价的相对滞后 目前工科数学教学落后的主要表现是:教学上以知识为主,没有体现出数学方法、数学思维以及学生非智力因素的培养,也没有体现出信息时代对数学教育的要求和现代教育技术对数学教育的影响;没有在教学中体现出创新教育,没有在教学中结合建模教学和其他应用数学的教学等。教学中如何以学生为主体,以教师为主导也是一个值得深思的问题。在教育评价中,仅以知识评价为主,没有把教育评价当作数学教育的一个有机部分来研究。对教师来说,新的教育思想、教学方法没有在评价活动中得到及时的反映;对学生来说,其数学思想方法的掌握和解题策略的掌握,应用知识的水平和认知水平的提高都没有得到较好的反映。

(6) 工科数学教材建设相对落后 目前工科数学教材体系的主要缺陷在于未及时反映现代社会进步、科技进步(包括数学科学与其他科学,特别是计算机科学及现代教育技术的进步)、教育理论进步的要求,也未跟上中学教材改革的步伐,没有形成配套的立体教材。同时,由于计算机教育和快速计算的要求,离散数学和数值计算等知识对工科学生来说已十分必要,目前在教学中未得到及时反映。再者,学生的应用数学能力一直是教学中存在的问题,特别是如何在数学教学中加强现代计算技术教育和提高学生的创新能力等。

3 工科数学教育改革的突破点

工科数学教育改革的关键何在?这是我们首要思考的问题。笔者认为,首要的是数学教育的观念问题,其次是教材的问题,再次是师资的问题。只要解决好这三个问题,其他的问题都会迎刃而解。

3.1 以现代数学哲学和数学教育哲学的基本原理为出发点,是改变工科数学教育教学观念的核心所在

首先,我们必须清楚地看到时代进步所引起的数学教育目标的变化。过去,虽然也强调提高学生的智力和思维能力,但工科数学教育是以知识和技能为重点的。我们认为,由于工科数学的教学时间非常有限,不可能学习太多的知识,这也是工科数学教师常常苦恼的事情。我们应当把数学教育的重点放在培养学生的能力上,主要指培养学生的思维能力和解决问题的能力。应当充分利用教学时间,很好地组织教学材料(知识),让学生领会数学的价值,学会学习数学,学会数学的思维,掌握基本的数学语言和数学推理方法,培养应用数学知识分析和解决问题的能力。

注重学生现代计算技术的能力培养。由于计算机的发展和现代计算技术的日益成熟,过去许多必要的计算技巧已显得不那么重要。我们应当在数学教育中加强现代计算技术的教育,要强调的是现代计算技术不仅仅指成熟软件的使用,而且指掌握“数学实验或计算机仿真实验——即把所要研究问题的数学模型转换为能输入计算机进行运算的形式”。^[1]

其次,我们还要注意到工科数学教育的特殊性。工科教育是为社会培养未来的工程师。所以,应用数学解决工程技术问题的能力历来是工科数学教育的重要目标。这里的问题是如何利用有限的教学时间和有限的教学内容(知识)组织教学,实现上述目标。数学建模的教学为问题的解决提供了较好的思路。如何在组织数学教学时处理好数学建模的教学,且应通过数学建模的教学让学生掌握数学及应用数学的方法,而不是满足于一两个具体问题的求解,这也就是我们常说的“问题解决”。而这也正是上面所分析的数学思维能力的培养和数学方法的应用和掌握。

再次,我们特别强调“学会学习数学”。由于信息社会千变万化,知识更新速度不断加快,社会成员的职业也会相应发生变化。所以,数学教育的一个重要任务就是要培养学生的学习能力,培养终身学习的意识,教给学生学习方法,让学生学会学习。

最后,我们还要对工科数学教学大纲中的“够用”作一简要分析。“够用”是一个相对的概念,对其正确的理解首先应是我们已有足够的数学教学材料让学生能够认识数学的价值,学会数学的思维,掌握基本的数学思想和方法,具有应用数学分析和解决问题的能力;“够用”的尺度应是让学生掌握“足够”的数学知识,并包括让学生了解现代工程数学的发展动态,以利将来的发展。

正如郑毓信先生所言:“第一,数学观的更新,即是由静态的、形而上学的、机械反映论的数学观转移到动

态的、辩证的、模式论的数学观。第二,数学教育观的更新,这主要包括:①正确认识数学教育的价值及其时代特征。就现代而言,我们应努力创造信息社会的数学教育,而其核心就在于我们应当帮助学生学会数学地思维、数学地去观察世界和解决问题。②正确认识学习活动的本质,也即应当由被动接受的学习理论转移到建构主义的学习理论。”^[1]

3.2 随着时代的进步,数学教育观念的变化,必须改革工科数学教材

其改革的主要依据是:

(1) 工科数学教材建设首先应满足数学的标准 我们应通过工科数学教学体现数学的价值,让学生学到基本的数学思想和方法,学会数学地思维。这一标准是否太高,我们可以讨论。事实上,高等教育出版社新出版的几种面向 21 世纪教材已在这一方面做了努力。笔者认为,我们应当围绕这一目标选择和组织教学材料,编写教材。

(2) 工科数学教材建设应满足科技进步需要,培养社会需要的工程技术方面的合格人才注意引入新的数学内容,如计算数学的知识和方法、现代计算技术等。充分利用科学技术提供的条件建立立体式的教材。

(3) 工科数学教材建设要坚持应用的标准 我们强调数学教材要体现数学的价值,但并不排斥数学的应用性。恰恰相反,数学的价值也包含数学的应用。应加快数学建模的教学研究,在教材中体现数学建模的方法,把数学建模和常规教学结合起来,通过数学建模的教学使学生进一步理解数学的思想和方法,并能应用数学思想和方法分析和解决问题。

3.3 加快工科数学师资队伍建设是一个刻不容缓的任务

于此,我们暂不讨论如何提高数学教师专业水平的问题,只重点讨论如何使工科数学教师适应数学教育发展的任务。

首先,工科数学教师应学习一些现代数学教育哲学、教育理论和学习理论——主要指建构主义的教学理论和学习理论,以了解和掌握这些理论对数学教育的指导作用,转变数学教育观念,自觉创建一个以学生为主体、教师为主导、师生互动、生动活泼的数学教学模式。

其次,工科数学教师应学习和研究现代计算技术和现代教育技术,学习现代“实验数学”的理论和方法,要能够充分利用现代教育技术提供的条件,利用计算机进行“机器运算和证明”,创建动态的立体式的数学教学模式,把“数学教学由原来的一张纸、一支笔的演算转移到全面使用计算机和计数器”的时代^[1]。

最后,工科数学教师应学习和了解一些相关学科的知识,以便更好地体现工科数学的特点。

4 若干设想

(1) 组织全国范围内的工科数学教育教学现状的调研。调研的主要内容有:①数学师资队伍的现状——包括学历、年龄、教龄、教育教学理论的学习和研究,专业研究方向等,以及对师资队伍建设的意见和建议。②工科学子学习数学情况的调研——包括学习态度、学习方法、数学观、学习成绩、应用数学分析和解决问题的能力,以及对学习数学的建议。③工科数学教材及其使用情况的调研——包括搞清现行出版的教材和正在使用的讲义以及各种教材的使用情况、评价及建议。④工科数学教学状况的调研——包括课时情况、教学评价、现代教育技术的应用等及各种建议。⑤召开数学家、教育家、工科相关专业的专家,以及教育行政主管部门和研究部门、出版社等人员参加的会议,征求他们的意见和建议。

(2) 开展工科数学教育改革的讨论。讨论可以征文、会议等多种形式进行,广开言路征求各种意见和建议。

(3) 组建工科数学教育教学改革的研究队伍。队伍可以是有组织的,也可以是松散的,不拘形式,只求注重实效。应该动员所有有志于工科教学改革的研究人员、教师等广泛参与,让现代数学教育教学的思想深入人心,进行深入研究推出成果。争取政府教育行政部门和科研行政部门的资助。

(4) 鼓励各大专院校的教师、研究人员出版自己的讲义,并组织比较研究,取长补短,最后形成一套或数套较好的教材。

(5) 借鉴国外的教材和教改的先进经验。组织力量研究国外的教材,取长补短,以加速我们的教材建设。

(下转第 262 页)