

数学建模的认识与实践

许梅生,章迪平,张少林

(浙江科技学院 基础部,浙江 杭州 310012)

摘 要:结合组织学生参加全国大学生数学建模竞赛的实践,阐述了数学建模活动在工科数学教学中的重要性,并就如何进一步开展此项活动提出了几点建议。

关键词:数学建模;数学素质;教学改革

中图分类号:G642.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1671-8798(2003)01-0040-03

随着科学技术的飞速发展,人们越来越认识到数学科学的重要性:数学的思考方式具有根本的重要性,数学为组织和构造知识提供了方法,将它用于技术时能使科学家和工程师生产出系统的、能复制的、且可以传播的知识……数学科学对于经济竞争是必不可少的,数学科学是一种关键性的、普遍的、可实行的技术^[1]。在当今高科技与计算机技术日新月异且日益普及的社会里,高新技术的发展离不开数学的支持。没有良好的数学素养已无法实现工程技术的创新与突破。因此,如何在数学教育的过程中培养人们的数学素养,让人们学会用数学的知识与方法去处理实际问题,值得数学工作者的思考。

大学生数学建模活动及全国大学生数学建模竞赛正是在这种形势下开展并发展起来的,其目的在于激励学生学习数学的积极性,提高学生建立数学模型和运用计算机技术解决实际问题的综合能力,拓宽学生的知识面,培养创造精神及合作意识,推动大学数学教学体系、教学内容和教学方法的改革^[2]。浙江科技学院在近几年开展了这项极富意义的活动,组队参加了全国大学生数学建模竞赛。为了更好地组织、指导此项活动,让更多的学生投入此项活动并从中受益,我们根据组织与指导的实践,对数学建模活动的作用与实施谈一些认识,以期起到深化数学教学改革、推动课程建设的作用。

1 数学建模竞赛活动的作用与意义

数学建模是一个将实际问题用数学的语言、方法,去近似刻画、建立相应数学模型并加以解决的过程。为检验大学生数学建模的能力,我国在每年 9 月底举办一届大学生数学建模竞赛。参加过数学建模活动的教师与学生普遍反映,数学建模活动既丰富了学生的课外生活,又培养了学生各方面的能力,同时也促进了大学数学教学的改革。通过数学建模活动,教师与学生对数学的作用有了进一步的认识。

1.1 激发学生学习数学的兴趣

现今大学工科数学教学普遍存在内容多、学时少的情况,为此很多教师采取了牺牲应用、偏重理论讲解以完成教学进度的方法,使学生对数学的重要性认识不够,影响了学生学习数学的兴趣,很多学生进入专业课学习阶段才感觉到数学的重要,但为时已晚。数学建模活动及竞赛的题目是社会、经济和生产实践中经过适当简化的实际问题,体现了数学应用的广泛性;学生参与数学建模及竞赛活动,感受到了数学的

生机与活力,感受到了对自己各方面能力的促进,从而激发起他们学习数学的兴趣。

1.2 培养学生多方面的能力

(1)培养综合应用数学知识及方法进行分析、推理、计算的能力。由于数学建模的过程是反复应用数学知识与方法对实际问题进行分析、推理与计算,以得出实际问题的最佳数学模型及模型最优解的过程,因而学生明显感到自己这一方面的能力在具体的建模过程中得到了较大提高。

(2)培养学生数学语言的表达能力。由于建模问题来源于实际,不像传统数学课程中的数学练习题只需对已有的数学模型进行求解,而要用数学知识及方法去解决实际问题:首先应通过分析与推理,将实际问题用数学语言加以表述,使之成为一个数学问题,并提出一系列符合该问题实际背景的假设,建立起相应的数学模型,进而寻求适当的数学工具、相应的算法及计算机软件来获取模型的结果,最后还需将模型的结果用通俗的语言表达出来,才能应用于实际。

(3)培养学生的创造力、联想力与洞察力。所谓创造力,是指“对已积累的知识和经验进行科学的加工和创造,产生新概念、新知识、新思想的能力,大体上由感知力、语言力、思考力及想象力四种能力构成”^[3]。现今教育界认为,创造力的培养是人才培养的关键,由于建模题材有较大的灵活性,没有统一的标准答案,学生可针对同一问题从不同角度、用不同的数学方法去解决,因而有利于学生发挥其创造能力。此外,对于很多不同的实际问题,尽管其专业背景不同,但在一定的简化层次下,它们的数学模型可以是相同或相似的,这就要求学生在建模时触类旁通,发挥其联想能力,挖掘不同事物间本质、相似的关系,从而用熟知、已有的数学知识及方法去建立模型。而对一个具体的建模问题,能否把握其本质、抽象概括出数学本质、将实际问题转化成数学问题,是完成建模过程的关键所在,要做到这一点,敏锐的洞察力是必不可少的。建模过程是发挥学生创造力、联想力、洞察力的过程,通过建模活动使学生这方面的能力得到了培养。

(4)培养对已有科技理论及成果的应用能力。建模问题来源于社会生活的众多领域,解决它需用到相应领域的相关知识,但学生不可能熟知每一领域的专业知识,因而在建模过程中,他们需独立查阅相关的文献资料,进行针对性阅读并及时消化,将其应用到建模中来。此外,模型的求解过程往往需要用数值计算来实现,它促使学生为完成建模去利用现有的计算机技术及数学软件来获取模型的结果。正因为如此,通过建模活动,开阔了学生的眼界,拓宽了学生的知识面,提高了学生获取新知识以解决复杂问题的能力。

(5)培养学生团结协作精神及诸如交流、表达等能力。建模问题较复杂,所需知识较多,且数学建模竞赛要求学生在三天内以论文形式完成所选题目,因而很难独自一人去完成,所以,数学建模竞赛是以三人一队为单位参加的。要较好地完成任务,离不开良好的组织与管理、分工与协作(如数学基础好的多做些数学上的分析与处理,计算机应用能力强的可进行上机操作,写作能力好的可负责论文的撰写等);面对问题,要求队员们以互相理解、互相尊重,共同进行探讨,发挥各自的智慧,表达各自的意见,彼此协调以求共识,从而最大限度地提高集体的知识容量、达到较高的工作效率。因而在建模过程中,学生们学会了如何与别人合作以谋求最大成功,学会了如何清楚地表达自己的思想来进行交流,学会了如何容纳别人的见解以发挥整体的作用。此外,竞赛最终要以论文的形式交卷,能否在论文中将建模的思想与结果清晰地表述出来,将影响到参赛成绩的好坏。通过数模竞赛,学生们普遍感到语言表达能力及文字写作能力的重要:一个好的想法与创新,若无法将其用语言或文字明确地表达出来,是难以让人理解并接受的。

1.3 推动大学数学教育改革

现代大学教育培养的是符合知识经济时代需求的合格人才,与之相适应,大学数学(非理科专业)教育的任务是:不仅要让学生掌握必要的数学知识与方法,以便更好地学习专业知识,而且要培养学生良好的数学素质(主要包括创造力、归纳能力、演绎能力、数学应用能力)。由于传统的数学课程注重的是通过分析、推理与计算去求解已经建立的数学模型,由一定的思路去处理,从而使学生形成思维定势,无法拓宽其思路,限制了学生创造性思维能力的培养;再加上数学课教学存在着内容多、学时少的状况,因而很多教师在内容处理上,偏重理论及解题的讲解,忽略了应用问题的处理与展开;在教学方法上大多采用单向式教学(即教师讲、学生听),忽视了学生在教学中的主体地位,学生学习缺乏主动性。而数学建模是针对实际

问题用数学的语言及方法去抽象、概括事物本质,构造出相应的数学模型,它侧重于数学的应用;要解决一个没有统一标准答案、甚至于错综复杂的实际问题,应获取与实际背景相关的知识与信息,应有足够的洞察力以便抓住问题的本质,应展开广泛的联想与多角度的思考以便确定解决问题所需的数学知识与方法;通过建模活动,培养了学生的创造性思维能力、应用数学知识及方法分析处理实际问题的能力、通过自学以获取相关知识的能力。从这一点讲,数学建模活动改变了传统数学教育重知识轻能力、重理论轻应用的教学体系与内容。此外,由于建模活动的教学一般都是针对某些建模实例进行分析与讨论,因而通常采用双向式教学(即“教师讲、学生听”与“学生讲、教师听”相结合)和讨论式教学等有利于学生能力培养的教学方法,突出了学生的参与性,充分调动了学生学习的积极性,从而提高了教学效率与效果。

2 开展数学建模教学,促进课程建设

由于数学建模活动能促进学生学习数学的主动性、提高学生学习数学的兴趣、培养学生多方面的能力,所以,应积极开展此项活动,并扩大活动规模和受益面,在指导学生参加全国大学生数学建模竞赛的同时,将数学建模教学纳入正常的教学体系中,以推动教学改革、深化课程建设。

2.1 将数学建模的基本思想与方法贯穿、渗透到高等数学、工程数学各门课程中

其目的是让学生多接触实际问题,树立理论联系实际的思想 and 具有初步分析、解决实际问题的能力。在现今大学高等数学、工程数学教学中,由于传统的数学教育特别注重数学的抽象性、严密性和系统性,因而所用教材大多理论性较强,而应用性较弱。教师在教学过程中主要是传授知识,教学生记住已有的数学概念、定律和公式,其优点是学生能在较短时间内学到很多知识,但却忽略了数学应用的广泛性,使大部分学生不太了解各种数学概念的实际背景,更不知道怎样用学到的数学知识来解决实际问题,以为学数学只是为了解一些数学题目,从而使学生觉得数学枯燥、乏味。为提高学生学习数学的兴趣,在大学数学各门课程的教学中,应更多地体现数学的应用性,在讲授基本概念及方法时,突出其实际背景及用数学分析处理的过程,适当增加用所学知识建模的实例;在教学手段上可充分发挥计算机的辅助教学作用,将一些常见的数学软件(如 Mathematica 等)介绍给学生,将传统数学中花费大量精力的人工积分、微分、微分方程初等求解、级数求和等用计算机软件来完成,增强学生面向信息时代应具备的现代科研的计算机应用能力。

2.2 将数学建模的思想与方法在《数学建模》课程中加以深化

通过《数学建模》课程的教学,培养学生的数学语言翻译能力,应用已学知识与方法进行综合分析的能力,提高学生的想像力、创造力及洞察力,提高学生使用现有技术手段的能力^[4]。《数学建模》课程教学内容应以数学建模常见方法及具体的建模案例为主,补充一些运筹学、图论、组合数学、统计学中的基本知识。在教学方法上,应采用研讨式教学,将课堂讨论、课外阅读与具体问题建模试验相结合,突出学生的主动性与参与性。教师应侧重讲解建模方法与思路,针对实际问题,讲清问题的背景及建模要求,引导学生加工、提炼信息,通过合理的假设和简化分析去建立数学模型,获取模型的结果、并用结果去解释实际现象。

2.3 积极组织学生学习参加全国大学生数学建模竞赛

通过竞赛,检验学生的数学建模能力,增强学生的竞争意识及团体协作意识。为更好地参加数学建模竞赛,有必要对参赛学生进行进一步的指导与培训,培训应侧重指导学生利用计算机及相关的数学软件来获取模型的结果,以及通过查阅有关文献资料来获取建模所需的知识、方法,并进行写作,以论文的形式表述建模的思想与结果。让学生以三人一组的形式针对建模案例就如何进行分析处理、如何提出合理假设、如何建立模型及如何求解等进行研究与讨论,并安排读书报告。最后可选取 1~2 个实际问题,要求学生完全按竞赛的要求,三人一组在三天内独立完成模型的建立、求解与论文的写作,然后让学生分别就自己的论文作报告,让学生在实践中提高自己的建模能力、临场应变能力和组织协调能力。在培训方式上,可采用学生上机练习为主、教师讲解演示为辅的方式,对每一部分内容先提出相应的培训大纲及课时安排,并给出覆盖大纲内容的练习题,让学生通过上机练习来达到培训要求;然后针对学生暴露出来的在数学知识及论文写作方面的薄弱环节,有重点地进行训练和强化。

(下转第 50 页)