

关于“数学建模”课程教学现状的调查与分析

胡良剑¹, 乐经良², 许建强³

(1. 东华大学 应用数学系, 上海 200051; 2. 上海交通大学 数学系, 上海 200240;
3. 上海应用技术学院 数理教学部, 上海 200233)

[摘 要] 根据问卷调查和深度访问获得的第一手资料, 对当前我国“数学建模”课程教学现状作了总结和分析, 并就该课程教学中存在的几个有共性的问题提出自己的意见和建议。

[关键词] 数学建模; 教学改革; 课程建设; 抽样调查

[中图分类号] G642.0 [文献标识码] C [文章编号] 1672-1454(2010)05-0147-05

1 引 言

有史以来, 数学发展的动力从根本上说, 主要还是来源于客观实际的需要。但是, 随着教育的专业化发展, 学生们进入被称为“象牙塔”的大学校园, 数学教学越来越形式和抽象, 只见定义、定理、推导、证明, 少见数学与我们周围世界的联系。不少有远见的科学家很早就注意到这一现象的严重性, 认为这样的数学教学不利于创新人才的培养, 甚至影响到数学学科本身的地位。二十世纪 70 年代末至 80 年代初, 英国剑桥大学为研究生开设了“数学建模(Problem Solving)”课程, 牛津大学创设了与工业界的合作研究活动, 欧洲和美国也开始将“数学建模”列入研究生和本科生的教学计划中。1985 年美国 70 所大学联合举办了第一届数学建模竞赛, 这一活动迅速引起美国以及国际大学生的广泛兴趣。在此期间, 我国数学教育界的一些学者了解到西方数学教育的这一重要动向, 逐步将“数学建模”(或称“数学模型”)课程引入我国大学本科教学计划, 并与 1992 年成功举办第一届“全国大学生数学建模竞赛”。

“数学建模”课程自从 20 世纪 80 年代引入我国高校以来, 结合全国大学生数学建模竞赛, 发展迅速, 在很多有志于教育创新的数学教师不懈的努力下, 成为改革开放以来数学教学改革最具标志性的成果。今天, “数学建模”课程成为我国绝大多数数学类专业的必修课和很多其他专业广泛开设的选修课, 并拓展到研究生层次课程中, 也逐渐形成了一些成熟的教学方法和相对稳定的教学内容。正如李大潜院士所指出的, “数学建模”“数学实验”等课程的开设, 使很多的同学收益, 效果很好, 但总的说来还处于不断革新和完善的过程中, 对课程的定位, 对其教学基本要求、教学内容和方法的安排, 有待于进一步的探索与实践。

为了深入了解全国“数学建模”课程教学现状, 进一步深化这类数学实践环节课程的教学改革, 2006 年教育部高教司批准高校数学基础课程教学指导分委员会设立了“关于数学实验与数学建模课程的规范化研究”的教改项目。课题组通过调查问卷和定点访问结合的形式在全国范围内进行了一次广泛调研, 并访问了一些有代表性的学校, 获得了很多珍贵的第一手资料。以下我们就本次调查所了解的“数学建模”课程现状作一个总结和分析, 并就该课程开设中存在的几个有共性的问题提出讨论和建议, 希望为兄弟院校“数学建模”课程的老师提供有益的参考。

2 调查情况汇总

2.1 课程体系与课时.

[收稿日期] 2009-12-01

1980年以来,“数学建模”课程的开设在高等学校中稳步展开,获得了广泛认同.在我们的调查对象中,约有10%的学校在1990年以前就开设了“数学建模”课程,接下来的基本上每5年比例增加15%~20%.今天,“数学建模”已经成为89%数学类专业的必修课程,24%数学类专业的选修课程(部分学校将数学建模分为两部分,第一部分必修,第二部分选修).课时数以48~64学时(合每周3~4学时)为主流.在我们的调查对象中,最少为30学时,最多达到108学时.非数学类专业“数学建模”以选修课为主(约80%),但也有相当比例的必修课(约20%),非数学专业学时数明显较少,以30~45学时为主,但其选修课人数却很多,个别学校达到1000人以上.据了解,很多学校非数学专业“数学建模”选修课主要是围绕数学建模竞赛的培训来开展.从时间安排上看,数学专业“数学建模”课程大部分在3年级开设(60%),少部分2年级开设(27%),也有些院校分为两学期在2年级和3年级开设.而非数学专业“数学建模”课程大部分在2年级开设(75%),少部分3年级开设(25%).有一些学校还将数学建模列为研究生甚至博士生的必修或选修课程.例如,东南大学将“数学建模”课程教学层次多元化,从本科生、硕士研究生、一直到博士研究生阶段都纳入了学位课程,几乎包括全校所有理工科院系.

一个明显存在的问题是师资缺乏,有4位以上“数学建模”主讲老师的学校仅占30%.相当一部分学校(15%)仅有1位任课教师.有些学校上课的学生的总人数达到400人以上,却只有1~2位任课教师.究其原因,“数学建模”课程涉及多个数学领域,对任课老师的要求比较高.要做一位全面合格的“数学建模”主讲教师,实属不易.为了解决这个问题,有些学校将“数学建模”分成几个模块,由几位任课老师共同主讲,分别主讲自己专长的章节,能够做到专而精,这是一个值得提倡的方向.

2.2 教材和教学内容.

全国现已出版的“数学建模”课程教材不下20本,根据调查,姜启源等编写的《数学模型》占据统治地位,达到60%以上的使用率(教材或教学参考书),其他教材占有的份额都不超过10%.另有5%左右的学校主要采用未出版的自编讲义.

教材的编排风格上基本上分成两大类,第一类是按模型所使用的数学方法来划分章节,如初等模型、优化模型、微分方程模型等,以姜启源等编写的《数学模型》为代表;第二类是按模型的应用领域来划分章节,如社会学模型、经济学模型、生态学模型等,以刘来福等编写的《数学模型与数学建模》为代表.

从调查来看,“数学建模”课程教学主要涉及的数学模型和方法包括

- (1)最优化模型:线性规划、非线性规划、整数规划、多目标规划和动态规划等;
- (2)微分方程模型:差分方程、常微分方程、偏微分方程等;
- (3)概率统计模型:随机决策、回归分析、判别分析、排队论等;
- (4)离散模型:图论优化、组合优化、层次分析法等;
- (5)计算方法:数据插值和拟合、计算机模拟、蒙特卡罗方法等;
- (6)其他:神经网络、模糊数学模型、数学建模论文写作等.

应该说,这些模型和方法既反映了实际问题中常见的数学模型,又与大学本科层次数学教学内容相符.其中线性规划、回归分析、常微分方程等构成“数学建模”课程最常见的基本模型.

“数学建模”课程教学内容的组织取得了广泛共识,以案例教学法为主.首先针对一个或一类实际问题,分析所要解决的问题和关键条件,作出假设,建立数学模型,介绍相关数学知识,进行求解和分析,最后作出评论和推广.这样的组织结构基本体现了数学建模的全过程,使学生很好地了解数学理论与实际问题之间的联系.

很多学校都选用几个大学生数学建模竞赛题作为教材内容的有效补充,这样不仅可以提高学生参加数学建模竞赛的能力,也提高了学生对于“数学建模”课程的兴趣.值得一提的是,有不少老师将本校的科研项目涉及的问题引进“数学建模”课程教学,形成自己的特色,应予以鼓励和提倡.

“数学建模”课程选材关键要考虑其应用性和适用性.应用性是指选用的案例一定要有明确的实际背景,适用性是指要适合教育对象的知识水平.一个需要引起注意的问题是,有些学校“数学建模”课程教学内容求大求全,意图包含“数学建模”所有的典型模型和方法.我们认为,这不仅是不必要的,也是徒劳无益的.“数学建模”课程的核心思想是提高学生的应用数学知识解决实际问题的能力,应该重过程而不是重结果,不必追求课程体系的完备性.要避免将“数学建模”课程搞成应用数学知识的大杂烩或者数学

模型的资料库.因为过多的内容会加重学生负担,迫使教师和学生重回单方面记忆接受的老路,与“数学建模”的宗旨背道而驰.我们认为,现有大部分教材偏难偏深,尤其是适合非数学专业或专科学校的教材不多.另一方面,也有少数学校“数学建模”课程教学内容过于单一,基本上就是《运筹学》的教学内容,这样未免有些欠缺.

2.3 教学方法和教学手段.

作为“数学建模”课程教学的鲜明特点之一,它基本上脱离了传统的完全依赖板书和作业的教学方法.从调查来看,教学过程中大多数使用了多媒体教学和网络教学.绝大部分学校在“数学建模”教学中结合了数学软件实验.最广泛采用的数学软件是 Matlab(75%)和 Lindo\Lingo(45%).其他有 Mathematica,SPSS,SAS(各10%左右),Maple,C,Excel(5%左右),“数学建模”课程完全不使用数学软件的学校只占到15%.但总体来看,教师讲课还是在教学过程中占有绝大部分比重,要很好体现学生的主体性和教学过程的互动,普遍反映实践中有相当大的难度.一些学校在课程建设和教学改革中积累了成功经验.复旦大学、解放军后勤工程学院等在教学过程中,广泛采用教学互动,通过小组讨论,学生上讲台做演讲等手段,提高了学生的兴趣,锻炼了学生的综合能力,取得了很好的效果.华东理工大学将数学建模工作与大学生科技创新活动结合,使之成为经常性的科研活动.浙江大学还将“数学建模”教学与教师的科研课题相关联,通过这种方式进一步培养学生的学习能力和科研能力.

“数学建模”课程练习和考核方式明显有别于传统数学课程.从调查情况来看,平时练习很多采用了上机、案例分析和论文等.考试或考核大多数采用组合考核,即平时练习、阶段论文、期末考试三部分综合评定成绩.有相当一部分学校没有期末考试(约30%),通过模拟竞赛的论文来评定成绩.在安排期末考试的学校中,开卷和闭卷考试各占一半.我们认为,“数学建模”适用多元化的考核方式,不宜简单采用闭卷考试或论文评定.有标准解答的考试不符合“数学建模”问题的特点,而论文评定的公平性和客观性难以掌握.

2.4 教改成果.

“数学建模”课程作为改革开放以来数学课程改革的一个突破口,得到很多学校的重点支持,不少学校“数学建模”课程进入校精品课程和教改项目.在我们的调查对象中,有20%进入省市级以上精品课程和教改项目,40%进入校级精品课程和教改项目.2003至2009年,全国有11所高校的“数学建模”或“数学实验”课程获得国家级精品课程.值得注意的是,一些军队院校和地方性院校的“数学建模”课程改革很有特色,改革步伐甚至明显超过了很多教育部直属院校.

“数学建模”课程一直是伴随着全国大学生数学建模竞赛的推广而展开的.从调查结果看来,开设有“数学建模”课程的学校80%参加了全国大学生数学建模竞赛,首次参加的时间点也与课程开设时间相当.参赛队数多数在10~20个,少数学校达到50以上,个别学校达到100个队以上.除了全国大学生数学建模竞赛,很多学校都举办有校内选拔赛,地区性联赛,如“全国大学生数学建模邀请赛”“东北三省数学建模选拔赛”“苏北数学建模竞赛”等.我们高兴地看到,一些在平时对数学课程学习了无兴趣的学生,在竞赛中却可以废寝忘食,才思敏捷,这说明这个竞赛活动引起了同学们的广泛兴趣,符合当代大学生的特点,极大地调动了学生学习的主动性和积极性.在很多学校,学生自发组织了“数学建模协会”“数学建模兴趣小组”,许多“数学建模协会”还成为学校和省市级的优秀社团.复旦大学、东南大学、上海交通大学等校数学建模协会还自发组织了“华东地区的数学建模竞赛”,这个完全由学生运作的竞赛的影响力现在已突破了区域限制,辐射到全国.

3 存在的问题和建议

当前,有关“数学建模”课程的教学内容和方法有了一定程度的共识,也形成了一些成功的实践模式,但也有一些突出的矛盾和问题需要解决.调查反映,不同学校在一些问题上不同看法,甚至分歧很大.下面就几个广泛关注的问题做一些总结和分析,并提出我们的看法.

1. “数学建模”课程的指导思想.

一些老师批评“数学建模”教学还是没有脱离传统的教学模式,基本上成了《运筹学》、《数理统计》,

《微分方程》等几门数学课程的拼盘,课程侧重于方法和模型的介绍,而对于如何分析实际问题,对某个实际问题或某类实际问题应该去考虑什么样的数学模型引导得不够,造成课程与解决实际问题能力之间还有脱节现象,具体表现为课程结束后学生在完成数学建模竞赛问题时仍感到无从下手.也有老师认为数学建模课程应加强系统性和理论性而不是个案型的学习,要着重于能力和素质的培养而不是方法的照学照搬.有老师认为数学建模教学过程需要摆脱一般理论课程的教学模式,更多的引入实践活动,做到从课内到课外、校内到校外,给学生多一些实践机会,这样才能够使得数学建模课程达到预期的目的.有些老师感叹道“数学建模”课程思想很好,但是贯彻实践很难.我们认为,“数学建模”课程的核心思想是提高学生应用数学知识解决实际问题的能力,不宜求大求全,片面追求自成体系,其侧重点应放在通过案例让学生学会怎样思考问题、分析问题和解决问题,体验数学建模的全过程,包括怎样克服困难到建立一个好的模型的曲折过程,而不是仅仅教给学生认识一个成功的模型.在教学实践中,还要考虑到客观条件的限制,如课时限制、学生接受能力、与其他课程的衔接等.

2. 教学要求的规范性.

不少老师反映,由于“数学建模”课程缺乏统一的教学基本要求,基本上是各个学校任课教师自己决定,这样难以保证教学质量.一些学校建议全国教学指导委员会制定指导性的教学大纲,进行规范化课程管理,这样才能做到让学生学会使用数学软件、学习数学在实际问题的应用、培养学生的应用能力.我们认为,“数学建模”课程要以案例式教学为主,体现实践性和趣味性,但是教学内容的多少和深浅,应视教学条件和对象而定,不必期待出现统一的教学大纲或者标准化教材.因为这有悖于“数学建模”的基本精神,“数学建模”课程如果被标准化了,就意味着它就快要消亡了.还有一个常常让人困惑的问题是“数学建模”课程与“数学实验”课程的关系问题.“数学建模”要不要做实验?“数学实验”要不要讲建模?很多老师反映,这两门课的分工难以把握,常常出现内容重复.不少老师建议将两门课合二为一,成为“数学建模及实验”课程.我们认为,“数学建模”课程与“数学实验”课程确实有一些共性的部分,但是又有各自的侧重点.与“数学建模”相比,“数学实验”对数学基础的要求更应该低一些,更适合低年级或非数学类专业学生,更侧重数学软件的使用.“数学实验”可以作为“数学建模”的先导课程,通过让学生熟悉数学软件为后继的“数学建模”课程打下一个良好的基础.不同学校完全可以根据自己的教学需要作出选择,“数学实验”和“数学建模”可以分开讲,也可以合并为一门课.讲多少讲多深是次要的,重要的是让大学生们真正知道数学重要,数学有用,数学怎样应用于实践.

3. “数学建模”课程的地位.

近年来,由于总体学分数的减少,一些学校对“数学建模”课程不够重视,觉得可有可无,“数学建模”课时受到挤压,课程的课时量在不断减少,数学建模已不能完整地讲授,而能够有精力在业余时间学习数学建模的人太少,所以工作不好开展.部分学生只关注考研课程的学习,只对数学建模竞赛感兴趣,对“数学建模”课程却不够重视.学生往往开始学习的时候有兴趣,但数学建模需要学生有钻研精神,很多学生缺乏这种精神.如何将学生对数学建模的好奇心和兴趣持续到底,是教学中存在的一个很大的问题.李大潜院士指出,到目前为止,“数学建模”还只是原有的数学教学体系上的一个“补丁”,要使数学建模的思想融入到数学类主干课程中去,才能算是真正牢固地占领了阵地.有些学校已经率先在高等数学、线性代数和概率统计等课程的教学做了融入数学建模思想的试点.应当指出的是,这样的教学改革应着重于在数学类主干课程中融入数学建模的“思想”而非“内容”.我们目前的师资水平、考核方式等还不利于“数学建模”的生存,如果简单地将“数学建模”的内容分散到原数学课程中,“数学建模”极有可能被边缘化.可见,“数学建模”在一定时期内作为一门单独的課程存在还是有价值的.

4. “数学建模”课程与数学建模竞赛的关系.

如上所述,“数学建模”课程一直是伴随着全国大学生数学建模竞赛的推广而展开的.“数学建模”课程与“数学建模竞赛”培训应该区分吗?在这个问题上,各校反映两极,分歧严重.一方面,有些老师认为“数学建模”课程要坚持自身的知识体系,避免将“数学建模”课程开设成数学建模竞赛的培训课.另一方面,有些老师认为“数学建模”课程必须围绕数学建模竞赛来开展,如果离开了数学建模竞赛就失去了在学校的地位,学生也失去了兴趣.我们认为,“数学建模”课程与大学生数学建模竞赛应相互促进,共同发展.还应该认识到,大学生数学建模竞赛毕竟只是一项课外科技活动,参加人数有限,而“数学建模”课程

的开设可以使更多的同学收益。“数学建模”课程的建设远比竞赛成绩重要,不可本末倒置。

5. 教学案例的收集和研究.

由于“数学建模”课程涉及知识面广,而各校的教学力量和资源的投入普遍不足,教学案例的收集和研究是一个值得关注的问题.现在教材上的案例大同小异,好的案例少,部分建模实例专业性又太强,学生感觉离自己较远,很难激发学生的学习积极性.我们期待从事数学建模教育的老师对于本学科国内外科研问题做认真研究和改造,总结出更多涉及不同工程应用背景的实例,这些实例需要很好地再现建模的基本思想、基本方法,同时又要简单、具体和有趣.也希望有关教育部门设立基金项目鼓励加强数学建模案例库和问题库建设.

[参 考 文 献]

- [1] 叶其孝.大学生数学建模竞赛辅导教材(一)[M].湖南:湖南教育出版社,1993:1—23.
- [2] 李大潜.将数学建模思想融入数学类主干课程[J].中国大学教学,2006(1):9—11.
- [3] 李大潜.大力提倡和推动以问题驱动的应用数学研究[C]//大学数学课程报告论坛组委会,大学数学课程报告论坛论文集.北京:高等教育出版社,2006:3—7.
- [4] 姜启源,谢金星,叶俊.数学模型[M].北京:高等教育出版社,2003.
- [5] 刘来福,曾文艺.数学模型与数学建模[M].北京:北京师范大学出版社,2006.
- [6] 谭永基.将数学建模思想融入通识教育数学核心课程[J].高等数学研究,2009,12(2):8—12.
- [7] 刘琼荪,钟波.将数学建模思想融入工科“概率统计”教学中[J].大学数学,2006,22(2):152—154.

A Survey Study on the Teaching Practice of the Course of Mathematical Modeling in Chinese Universities

HU Liang-jian¹, YUE Jing-liang², XU Jian-qiang³

(1. Department of Applied Mathematics, Donghua University, Shanghai 200051, China;

2. Department of Mathematics, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240, China;

3. Department of Mathematics and Physics, Shanghai Institute of Technology, Shanghai 200233, China)

Abstract: Based on the questionnaire survey and in-depth interview, the paper gives an overall report and discussion on the teaching details of the course of Mathematical Modeling in Chinese university. We also put forward our opinion and suggestion on some contentious issues of common concern.

Key words: mathematical modeling; teaching reform; course promotion; sampling survey