

# 数学建模与现行工科数学教学的融合

胡建强, 汪新凡, 汤琼

(湖南工业大学, 湖南 株洲 412008)

**摘要:** 论述了数学建模与大学生数学素质提升之间的内在联系, 阐述了将数学建模融入现行工科数学教学的必要性, 提出了将数学建模融入现行工科数学教学的途径及有待进一步研究解决的问题。

**关键词:** 数学建模; 数学教学; 数学素质

中图分类号: G642

文献标识码: A

文章编号: 1673-9833(2008)02-0095-03

## Integration on Mathematical Modeling and the Current Mathematics Teaching for Technology

Hu Jianqiang, Wang Xinfan, Tang Qiong

(Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412008, China)

**Abstract:** In view of the internal relationship between mathematical modeling and mathematics quality improvement for the college students, the necessity of integration for mathematical modeling and the current mathematical teaching for technology is put forward. It also gives out the approach on how to integrate by analyzing the problem existing in this process.

**Key words:** mathematical modeling; mathematics teaching; mathematical quality

数学建模是一种重要的数学应用的思想方法, 是在实验、观察和分析的基础上, 对实际问题的主要方面给出合理的假设和简化, 明确变量和参数, 应用数学语言和方法, 形成明确的数学问题(称之为数学模型), 然后用数学方法或借助计算机对之进行精确或近似求解, 并对其结果进行检验和解释。

数学建模作为一项数学教学活动, 最早源于20世纪80年代初英国剑桥大学为研究生开设的数学建模课程, 我国是20世纪90年代初开始这项活动的。从1992年起, 我国由全国工业与应用数学学会举办一年一度的全国大学生数学建模竞赛活动<sup>[1]</sup>。目前, 该活动已成为全国高校中规模最大、参加人数最多的大学生课外科技活动, 其影响力正日益提高。数学建模能提高大学生的数学素质, 锻炼大学生应用数学知识和方法解决实际问题的能力, 但因其目前在高校只是作为一种大学生课外科技活动或选修课, 其作用和功能远未得到充分发挥。

## 1 数学建模与大学生数学素质的提升

大学教育的重要任务之一是培养大学生的文化素质。工科学生的数学素质是其文化素质的重要组成部分, 许多工科毕业生都有相同的反映: 工科学生的专业发展后劲如何, 很大程度上取决于他的数学素质。什么是数学素质呢? 数学是研究客观世界中数量关系与空间形式的科学。因而, 人们认识事物的“数”、“形”属性及其处理相应关系的悟性和潜能就是数学素质<sup>[2]</sup>。所谓培养和提升大学生的数学素质, 实际上就是在数学教学活动中激发学生的这种悟性和开发学生的这种潜能。怎样才能实现这一目标呢? 数学建模训练就是一种有效的方法。

数学建模既是一种数学技术, 也是一种数学的思考方法。相对于纯粹数学, 它体现出几方面的特点<sup>[3]</sup>:

1) 条件的可选择性。建模问题往往是现实问题, 题目条件或隐含或多余, 需要建模者精心选择与假

收稿日期: 2007-12-08

基金项目: 湖南省教育厅普通高等学校教学改革研究基金资助重点项目(2004-82)

作者简介: 胡建强(1957-), 男, 湖南桃江人, 湖南工业大学教授, 主要从事高等教育管理及数学教育教学研究。

设。这种选择和假设常常表现出建模者的“悟性”。

2) 算法的多样性。对同一个问题,即使是构建出同一个模型,也常有不同的算法,有的算法简便,有的算法复杂,在如何挑选精当的算法过程中,就能体现和开发建模者的“潜能”。

3) 结论的误差性。数学建模由于假设条件、算法的不同,得到的结论也会有所不同,但这并不影响对问题的探讨。数学建模允许结论存在一定的误差,使得数学描述和求解过程更加丰富多彩,能锻炼学生的发散思维和跳跃思维,培养学生的创新精神。

数学建模的过程是把错综复杂的实际问题简化、抽象为合理的数学结构的过程,学生应用各个领域中的知识,并将这些知识综合起来,通过调查,收集数据资料,全面分析和研究实际对象的特征、内在规律,建立起反映实际问题的数量关系,然后利用数学理论、方法去分析和解决问题。在这一过程中,学生分析问题的能力、综合应用的能力得到明显提高,学生对实际问题中的“数”、“形”属性的认识及其处理相应关系的“悟性”和“潜能”也能得到充分发挥。

## 2 将数学建模融入现行工科数学教学的必要性

现行工科数学教学主要表现为如下形式:在教学内容上主要以经典理论的概念、原理、公式和计算方法为基本框架,很少关注实际问题的解决,学生的解题练习几乎都是唯一的、精确的答案,很少涉及有多种选择的,可以近似求解的问题。在教的方式上,多年形成的灌输式教学未得到实质性的改变,老师重传授、轻启发和引导。在学的方面,由于我国基础教育的“应试性”,中小学阶段已习惯了死记硬背的大学生在大学的学习中仍然只习惯于被动地接受知识,缺乏主动探索问题、分析问题和解决问题的意识,更缺乏迎难而上、勇于创新的精神。这种教学状况不适应知识经济时代的要求,不利于提高学生的综合素质,更不利于培养社会主义合格的建设者和接班人。

知识经济时代特征要求大学生们有较强的知识迁移能力,以适应未来工作的需要。知识迁移能力实际上就是知识更新和“活学活用”的能力。对工科学生而言,其知识结构中最重要和基础的部分就是数学知识,因而其“活学活用”的能力在很大程度上体现为对数学知识的“活学活用”。因此,在数学教学中改变目前灌输式传授和被动式接受,让“教”注重启发和引导,让“学”注重主动探索,就显得尤为重要。

如上所述,通过经历数学建模这一过程,学生能锻炼如何观察和分析问题的能力,也能锻炼如何将初看起来似乎与书本数学知识无多大关联的问题归纳成一个数学问题,并寻求数学方法解决问题的能力。通

过数学建模训练,有利于学生沟通书本知识与现实问题的联系,有利于提高学生数学学习的兴趣,有利于激发学生主动探索问题和分析解决问题的积极性。因此,将数学建模的思想和方法融入现行工科数学的教学之中是十分必要的。正如中国科学院院士李大潜教授所说:“数学的教学不能与其他学科和整个外部世界隔离开来,只是一个劲地在数学内部的概念、方法和理论中打圈子,这不利于了解数学的概念、方法和理论的来龙去脉,不利于启发学生自觉运用数学工具来解决各种各样的现实问题,不利于提高学生的数学素养。在开设和改进数学建模的基础上,逐步将数学建模的精神、内涵和方法有机地体现到一些重要的数学课程中去,应该是一个努力的方向。”<sup>[4]</sup>

## 3 将数学建模融入现行工科数学教学的途径

现行工科数学的教学内容涵盖了数学中的微积分、级数论、空间解析几何、常微分方程、线性代数和概率论与数理统计,一般用250个学时左右的时间完成。课时安排较紧,而要在本科生必修课中另外安排数学建模课程,现行课程体系的课时配置又不够。在这种情况下,将数学建模的思想方法和案例融入现行工科数学教学还是只能充分利用已有的250个左右的必修课时,其可供考虑与选择的途径有几个方面。

**从教材的纯数学问题处融入** 对教材中出现的纯数学问题,可以依照科学性、现实性、新颖性、可行性等原则,融入有实际背景或有一定应用价值的建模应用问题。这样的教学过程虽然比直接讲解纯数学问题要繁琐一些,但对学生来说,具有实用性、启发性,其教育教学的价值更大。如,教材中的很多定理,历史上发明它们的时候,本来有很自然的背景,但在经过抽象之后写在课本上,学生学起来就不知道这些定理的来龙去脉,不知道为什么需要这些定理了,发明者的原始想法被隐藏在逻辑推理之中,使得学生初学起来感觉迷茫,甚至困难。因此,在教学中让学生能在一定程度上了解所学知识的来龙去脉及历史渊源,把定理的结论看作一个特定的模型,需要我们去建立它。于是,当把定理的条件看作是模型的假设时,即可根据预先设置的问题,引导学生一步一步地发现定理的结论,这种融入数学建模思想的教学方法,不但使学生学到知识,而且让他们体验到探索、发现和创造的过程,是培养学生创新意识和能力的良好途径。

**从教材的应用问题处融入** 对教材中的应用问题,可以改变设问方式,变换题设条件,互换条件结论,或者拓广类比成新的建模应用问题。如讲了计算铁塔悬链线的弧长后<sup>[5]</sup>,可提出下面的问题:某旅游景点从山脚下到山顶有一缆车索道,全长1471 m,高

380 m, 缆绳悬挂在从上行站到下行站行程中的 8 个铁塔上, 这 8 个铁塔以山势走向距离不等, 从上行站到第一个铁塔的水平距离为  $d_0$ , 高为  $h_0$ , 从第一个铁塔到第二个铁塔的水平距离为  $d_1$ , 高为  $h_1$ , ……从第八个铁塔到下行站的水平距离为  $d_8$ , 高为  $h_8$ , 其余各铁塔之间的水平距离及高度见表 1。

表 1 上行站、铁塔间的水平距离及高度

Tab. 1 The horizontal distance and its height between the uplink station and the towers

水平距离	$d_0$	$d_1$	$d_2$	$d_3$	$d_4$	$d_5$	$d_6$	$d_7$	$d_8$
数值	220	200	140	120	100	120	140	200	220
高度	$h_0$	$h_1$	$h_2$	$h_3$	$h_4$	$h_5$	$h_6$	$h_7$	$h_8$
数值	50	45	40	38	34	38	40	45	50

每一段缆绳下垂的最低点不低于其两端铁塔中较低塔顶悬挂绳处 1 m, 试估算整个索道工程所用的缆绳总长度。这就是在教材的定积分应用部分融入数学建模的典型问题。通过此题的建模与求解, 学生就可深刻体会到定积分应用的实际意义。

**从新课导入处融入** 新课开始时, 用一个相关的数学建模实例引入, 提起学生的兴趣。如讲授数列时, 先引入银行利率计算问题, 由于此问题与学生生活息息相关, 他们急切地想知道如何计算, 能激发学生的学习欲望, 使学生对抽象数学知识有更直接的体验和直观的感受。

**从课程章节结束处融入** 一个章节结束时, 结合已学内容和下章节将要学的内容, 可适时提出数学建模实例。这样, 一方面有利于帮助学生用实际问题来体会本章节所学内容, 另一方面也有利于为下章节的教学设置问题情景, 从而锻炼学生自我探索的能力和引发学生对下章内容学习的兴趣。

**从习题课中融入** 习题课往往是对一章教学内容的总练习, 也是将数学建模融入数学教学的好时机。笔者认为, 改变以往上习题课时老师面面俱到地复习一遍, 然后讲几个与课本例题差不多的习题, 再叫学生做几个相应的习题的状况, 而代之以一个相应的建模实例来消化本章内容, 既能提升学生学习数学的兴趣, 又能提高学生分析问题、解决问题的能力, 是值得尝试的。

## 4 将数学建模融入现行工科数学教学有待进一步研究解决的问题

将数学建模融入现行工科数学教学其意义是重大的, 但其实现并不是轻而易举的。根据教学实践的认识, 笔者认为还有一些问题有待进一步研究解决。

**教材问题** 现行工科教学教材体系编排都是按概念、原理、计算这一传统方式安排的, 而数学建模是以问题背景描述、问题假设、简化与归纳、问题求解

为主线的, 这样两种方式的融合还有待进一步的研究, 能否对现行教材进行较大改革, 在不失基本概念、基本原理的前提下, 以数学建模方式编排值得探索。

**教学内容的组织问题** 现行工科数学课的教学内容不管什么专业, 教师都是按书本统一内容进行教学, 如果从学生将来工作实际需要着想, 在数学课的应用部分, 宜对不同专业组织与专业方向相应的实际问题作为数学课的应用实例进行建模解答, 这样既有利于锻炼学生的建模意识、探索能力, 同时也为他们适应将来的工作打下基础。

**课时问题** 要将数学建模融入现行工科数学教学, 在既要求学生掌握基本概念、基本原理、基本计算方法, 又希望学生了解建模思想与方法, 并能解决有一定难度的实际问题的教学目标下, 现有教学课时太少, 因此, 工科学生整体课时结构有待调整。

**教与学的问题** 将数学建模融入现行工科数学教学, 老师与学生都有一个适应过程。从原则上讲, 学生在学习大学数学课程的同时, 学习数学建模是可行的。正如叶其孝教授所说: “每一个学习过高等数学的学生都能初步了解数学建模和数学实验是怎么回事。大致的步骤、初步的应用, 碰到与数学建模有关的比较深入的问题可以参考什么书和文献、可以找哪些专家等等, 这样的要求实际上是当代大学生必须具备的素质。”但在实际过程中, 学生还未习惯于自我探索, 还只习惯于被动接受, 老师也未习惯于寻找合适问题启发引导学生自我探索, 只习惯于依教材进行灌输式的讲授。总之, 现行的工科数学教学仍是一种以教师为中心而不是以学生为中心的教学状态。

将数学建模融入现行工科数学教学中存在的问题的解决, 有赖于教学改革的深化, 有赖于教师教学水平与学生学习能力的自我提升, 也有赖于教育管理部门在评价与激励方面(如建模竞赛奖励及学业成绩评定方面)的积极引导。

### 参考文献:

- [1] 扈生彪. 数学建模在大学数学教育中的作用[J]. 青海民族学院学报: 社会科学版, 1998(2): 109-112.
- [2] 吴莉. 数学建模: 大学生数学综合素质的核心[J]. 南京林业大学学报: 人文社会科学版, 2007, 7(2): 109-112.
- [3] 范英梅. 数学建模对学生综合素质的影响分析[J]. 高教论坛, 2007(3): 62-64.
- [4] 李大潜. 数学建模与素质教育[J]. 中国大学教学, 2002(10): 41-43.
- [5] 同济大学应用数学系. 高等数学(上册)[M]. 5版. 北京: 高等教育出版社, 2002: 278.