

数学建模教育 融入高职数学课程的 分析与实践

■ 朱焕桃 著

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

数学建模教育融入 高职数学课程的分析与实践

朱焕桃 著



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书以数学建模教育融入高职数学课程为主线,在总结高职数学教育现状的基础上,全面阐述数学教育与数学建模教育的发展历程;在对两种课程开发模式——目标模式和过程模式全面分析的基础上,整合两种模式的优点,提出目标过程模式开发高职数学课程;在对数学建模融入高职数学课程的可行性和必要性进行论证的基础上,提出以数学建模为切入点推动高职数学教学改革;最后,通过一些典型案例阐述如何将数学建模教育融入高职数学课程,同时,对基于目标过程模式的课堂教育教学提出了量化的评价标准和管理办法。

本书主要针对高职院校数学教师 and 教学、科研管理人员,但实际上对高职其他课程及对中职、职高、技工院校的教师和教学、科研管理人员同样具有启发和借鉴意义。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

数学建模教育融入高职数学课程的分析与实践 / 朱焕桃著. —北京:北京理工大学出版社, 2013. 11

ISBN 978 - 7 - 5640 - 8404 - 2

I. ①数… II. ①朱… III. ①数学模型 - 教学研究 - 高等职业教育 IV. ①O141. 4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 241089 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

82562903 (教材售后服务热线)

68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

刷 印 / 北京京华虎彩印刷有限公司

开 本 / 880 毫米 × 1230 毫米 1/32

印 张 / 4. 125

字 数 / 99 千字

版 次 / 2013 年 11 月第 1 版

定 价 / 38.00 元

2013 年 11 月第 1 次印刷

责任编辑 / 陈莉华

文案编辑 / 陈莉华

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 马振武

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

作者简介

朱焕桃，男，1970年生，硕士，副教授，系湖南省青年骨干教师，湖南省职业院校教育教学评估与咨询专家，现任湖南信息职业技术学院教务处、科技处处长，主要从事高等职业教育管理及高职数学教学工作。主要科研方向：微分方程、生态数学、高教管理等，发表相关学术论文40余篇。

前 言

长期以来，数学教育以其特定的内涵和模式在教育人、发展人的素质等方面起到了十分重要的作用。近年来，我国高等职业教育发展迅速。众所周知，高等职业教育具有高等教育和职业教育的双重属性，以培养生产、建设、服务和管理第一线的专业技能型的高素质专门人才为主要任务。在高职人才培养过程中，高等教育属性明确了高职数学课程开设的必要性，而职业教育属性说明高职数学必须面向工作实际、解决实际问题。

秉承“让每位学生成为处理或解决实际问题的高手”的办学理念，我们在实际数学教学中，都希望教给学生有用的数学知识和数学思考方法，以及怎样用数学去解决实际问题。随着高职教育教学的改革，高职数学教学正在以加强学生的数学素养为目标，培养学生的应用能力为宗旨而转变。如何达到上述目标，笔者认为：将数学建模教育融入高职数学教学是行之有效的途径。但如何将数学建模的思想与方法融入高职数学教学之中，如何改革高职数学教学内容、考核方式，教师如何创新教学方法和教学策略是一个亟待研究和解决的问题。

本书以数学建模教育融入高职数学课程为主线，在总结日前高职数学教育现状的基础上，全面阐述数学教育与数学建模教育的发展历程；在对两种课程开发模式——目标模式和过程模式全面分析的基础上，整合两种模式的优点，提出目标过程模式开发高职数学课程；在对数学建模融入高职数学课程的可行性和必要性进行论证的基础上，提出以数学建模为切入点推动高职数学教学改革，提供了一个基于目标过程模式的高职数学课程标准；最后，通过一些典型案例阐述如何将数学建模教

育融入高职数学课程，同时，对基于目标过程模式的课堂教育教学提出了量化的评价标准和管理办法。

本书是湖南信息职业技术学院 2009 年启动新一轮教育教学改革后的实践成果。湖南信息职业技术学院以“培养能够自主学习、触类旁通和解决实际问题，能胜任一个岗位、适应一群岗位的‘专业能力过硬、社会能力突出、基础能力扎实’专业技能型的高素质专门人才”为培养目标，不断完善“系列产品（项目）驱动”、“校企合作、订单培养”的工学结合人才培养模式。经过多年的酝酿、论证、建设和实践，学院构建了由目标层、设计层、五年规划层、落实层组成的战略体系和人才培养的顶、中、底层设计。学院秉承“天容万物、海纳百川；德系于爱、行胜于言”，让每位教师成为处理或解决实际问题的大师、让每位学生成为处理或解决实际问题的高手；“目标、设计、规划、落实一体化战略体系”的办学理念，提出并实施了基于目标模式的任务分解课程体系设计方法和基于目标模式任务分解的以实践为主线的课程标准设计方法。

本书的编写得到了湖南信息职业技术学院相关领导的诚恳指导和大力帮助，得到了数学教研室张钟德、杨红、易美香、陈五立、张屏、祝文达等各位老师的支持，参考了一些专家学者的相关文献资料。在此，一并致以衷心的感谢！

本书立足于高职数学课程，主要针对高职院校数学教师 and 教学、科研管理人员。但由于职业教育的相通性，实际上对高职其他课程以及对中职、职高、技工院校的教师和教学、科研管理人员同样具有启发和借鉴意义。

由于本人水平有限，本书的疏漏和错误在所难免。恳望各位专家和读者批评指正。

朱焕桃

2013 年 8 月

目 录

第一章 高职数学教育的现状	1
一、高职数学教育中存在的主要问题	4
二、传统数学与数学建模的区别	6
第二章 数学教育与数学建模教育概述	8
一、数学与教育	8
二、数学教育概述	11
三、数学建模教育概述	20
第三章 数学建模活动教育意义的理论分析	27
一、目标模式和过程模式理论对高职数学教学 改革的启示	27
二、数学建模与学生创造性思维的发展	40
三、数学建模教育在高职教育中的作用	41
第四章 数学建模教育融入高职数学课程的 现实分析	45
一、高职院校数学建模教学现状	45
二、数学建模教育融入高职数学的可行性	46
三、数学建模教育融入高职数学的必要性	48

第五章 以数学建模为切入点推动高职数学教学改革	53
一、数学建模的基本方法	53
二、数学建模的一般步骤	55
三、数学建模方法的教学策略	59
四、以数学建模为切入点推动高职数学教学改革	64
五、基于“目标过程模式”的高职数学课程标准	66
第六章 数学建模融入高职数学课程的实践	79
一、以“三个结合”为原则,设计高职数学建模教学内容体系	79
二、高职院校应以“低起点、高目标”精心进行数学建模课程教学设计	80
三、在建模培训指导中充分发挥教师的主导作用	82
四、基于目标过程模式的教育教学管理	83
五、数学建模融入高职数学课程的典型案例	96
参考文献	123

第一章

高职数学教育的现状

目前,高职教育改革如火如荼,从人才培养模式到职业技能课程开发,新名词、新理念、新方法层出不穷、铺天盖地。然而,高职数学却如同春风不度的“玉门关”,教学改革相对滞后。一方面,高职专业设置名目繁多,各专业知识特征和能力需求差异较大;另一方面,高职学生的数学基础相对薄弱,知识水平参差不齐,这都给高职数学课程提出了多元化、分散化等顺应专业课程改革的新要求。但是,“巧妇难为无米之炊”,没有平台,缺乏支持,高职数学伴随着越砍越少的课时,不断地减内容、降难度,陷入了“学生被动,专业不满、数学教师左右为难”的怪圈,高职数学课程改革已势在必行。

现阶段高职数学课程教学存在的主要困难和问题有:第一,高职数学课程教学内容不适应高职教育发展的需要,重理论、轻应用,学科体系色彩比较浓厚;第二,高职院校学生数学基础薄弱,入学成绩的差异很大,其逻辑推理判断的能力和对于问题的理解分析能力都比较薄弱;第三,学生缺乏数学学习的兴趣和动机,对待学习任务处于被动应付状态,学习主动性不强,没有明确的数学学习目标和良好的学习习惯,缺乏合作交流意识和合作学习的能力;第四,针对高职学生的特点,比较

成熟的高职数学教材与数学建模教材缺乏，现有的数学建模教材大多数是本科数学建模的内容，很多难以融入高职数学课程教学。

在我国大学里，一些教师正在将数学建模的思想和方法融入数学主干课程进行研究和试验。无疑，这是对数学教学体系和教学内容改革的一个有益尝试。我国每年在9月份举行大学生数学建模竞赛，从1994年的196所学校867个队开始，每年的规模以25%的平均速度递增，到2012年全国大学生数学建模竞赛有1284所学校参加，21219个队，60000多名学生参与了数学建模竞赛。数学建模竞赛促进了数学建模课程的发展，促进了数学的课程体系和教学内容的改革，对我国高等教育水平的不断提高起到了重要的作用。

北京师范大学严士键教授在《中国数学教育改革要面向21世纪》一文中指出：“将实际问题化成可以处理的但又对原来的问题有用的数学问题（即建模），寻找解决问题的数学方法，有时还需要对问题做出解释和讨论。但如何使学生获得这种能力不是很简单的，它比使学生获得数学知识更难，应该认真地研究。”李大潜院士于2002年5月18日在数学建模骨干教师培训班上的讲话中指出，长期以来，数学课程往往自成体系，处于自我封闭状态，而对于学数学的学生开设的物理、力学等课程，虽然十分必要，但效果并不理想，与数学远未有机地结合起来，起不到相互促进、相得益彰的作用，更谈不上真正做到学用结合。可以说，长期以来一直没有找到一个有效的方式，将数学学习与丰富多彩、生动活泼的现实生活联系起来，以致学生在学了许多据说是非常重要、十分有用的数学知识以后，却不会应用或无法应用，有些甚至还会觉得毫无用处。直到近年来强调了数学建模的重要性，开设了数学建模乃至数学实验的课程，并举办了数学建模竞赛以后，这方面的情况才开始有了有益的变化，为数学与外部世界的联系在教学过程中打开了一个通道，

提供了一种有效的方式，对提高学生的数学素质起了显著的效果。

著名数学家华罗庚指出：宇宙之大，粒子之微，火箭之速，化工之巧，地球之变，生物之谜，日用之繁，无处不用数学。人类从蛮荒时代的结绳计数，到如今电子计算机指挥宇宙飞船航行，任何时候都受到数学的恩惠和影响。高耸入云的建筑物，海洋石油钻井平台、人造地球卫星等，都是人类数学智慧的结晶。随着计算机科学的迅速发展，数学兼有了科学与技术的双重身份，现代科学技术越来越表现为一种数学技术。当代科学技术的突出特点是定量化，而定量化的标志就是运用数学思想和方法。精确定量思维是对当代科技人员的共同要求，所谓定量思维是指人们从实际中提炼数学问题，将之抽象为数学模型，用数学计算求出此模型的解或近似解，然后回到现实中进行检验，必要时修改模型使之更切合实际，最后编制解题的计算软件，以便得到更广泛和更方便的应用。高精度、高速度、高自动、高质量、高效率等特点，无一不是通过数学模型和数学方法并借助计算机的控制来实现的。

美国科学院一院士指出：“数学是一种关键、普遍、可以应用的技术”；“数学对由研究到工业领域的技术转化，对加强竞争力具有重要意义”；“计算和建模重新成为中心课题，它们是数学科学技术转化的主要途径”。数学产生计算机，计算机影响数学发展，使数学作用更加突出。

应用数学的基本使命是把纯数学获得的成果和方法应用于实践，具体地说是应用于科技和社会，以最终服务于人类。但纯粹数学是量化的、符号化和抽象化的东西，而客观世界不是以量的形式存在的，不是直接以逻辑符号形式存在的，即使抽象（无形）事物也不是以数学语言反映在人们脑子里的，这就决定了纯数学与纯实践之间虽然有着“逻辑”把它们联系起来，但形式上看除此之外，似乎两者都是矛盾的。应用数学的任务

就是要把这一对“矛盾”的、完全不同的对象结合起来，而且是逻辑地结合，这一点谈何容易。这就是应用数学（也是数学应用）面临的“两难”问题。

“数学教育研究的目的，是揭示数学教育的基本原理、特有规律，把隐藏在大量实践背后的因果线索理清楚，并上升为理论”。重视数学建模已成为数学教育的共识，因数学建模的重要性以及数学建模本身存在的困难性，如何实施数学建模教学呢？由于每个学生的差异性，每个学生的数学建模水平也是不一样的，怎样划分数学建模水平才科学，一个为多数人都能达到的水平是什么，对这些问题缺乏清楚的认识。日前国内外对大学生数学建模水平的划分缺乏系统的定性、定量的研究。特别对高职院校而言，研究高职学生数学建模的水平，研究提高数学建模水平的原因，研究教师应采用的教学策略，以指导高职数学教学改革和教学实践是非常有意义的。

如何将数学建模的思想与方法融入高职数学教学之中，如何改革高职数学课程，有关学者进行了一些研究。但系统地将数学建模教学作为高职数学教学改革的切入点，转变高职数学教师的教学理念，改革高职数学教学内容，创新教学方法，改革课程考核方式，编写高职数学与数学建模相互融合的数学教材及与之配套的数学计算机软件尚不多见。因此，研究将数学建模教学融入高职数学课程的改革既必要又迫切。

一、高职数学教育中存在的主要问题

（一）高职数学教育偏重于体系，侧重于理论，课程内容缺乏实际案例

目前，高职数学的教学内容基本上是在普通本科高等数学课程基础上的压缩，教师在实施教学的过程中，仍以给学生传

授系统数学理论知识为主,对这些知识是否适应高职数学的教育目的、满足学生的发展关注不够;以讲授数学内容为主,重理论、轻应用,没有或很少触及人们发现和创造数学知识的过程及如何运用数学知识解决实际问题,更没有与课程密切相关的完整大型案例贯穿全课程。

(二) 有高职特色的数学案例教材匮乏

目前大多高职数学教材以知识为中心,注重学科体系的完整性,主要是从大学本科的数学教材中选择合适的内容进行简化而来,其主要缺陷是:理论与实践割裂,不符合高职实际。

(三) 教学方法及教学模式单一

教学内容以书本内容为主,枯燥地讲授数学的理论知识,从概念讲解到定理证明再到例题习题,一味灌输,缺乏培养学生“应用数学”的措施与途径。教学模式仍主要采用“口语+粉笔+黑板”的传道授业模式。注重的是满堂灌,推崇的是“师之所存,道之所存”的观念,表现的是“五环节”教学形式。

(四) 数学教育与专业教育缺少整合

数学教师只是从数学专业的角度讲授数学,各专业课程只是在需要数学的地方才引用某些结论、公式。学生学习的数学课程和专业课程处于分离状态,两种课程未能进行很好的整合。

(五) 数学教育与计算机技术缺乏融合

当今社会,计算机技术日新月异、高速发展,Mathematica、Matlab等数学软件已能轻松实现烦琐的计算,但数学教育还停留在一支笔、一张纸、一块黑板等传统的教学模式中,未能与计算机技术充分融合。

二、传统数学与数学建模的区别

（一）数学教育应该培养学生两种能力

数学教育应该培养学生“算数学”（计算、推导、证明……）和“用数学”（实际问题建模及模型结果的分析、检验、应用）的能力。但传统数学教学体系和内容偏重前者，忽略后者；数学建模引入教学是不打乱现有体系下的教改实验，数学建模就是要培养学生“用数学”的能力，同时探索数学教学改革的途径，通过数学建模的训练，培养学生的创新精神，提高学生的综合素质。

（二）数学建模课程的特点

内容的实用性：教材的内容来自于实际。

知识的广泛性：依赖于各方面的基础知识。

内容的趣味性：有些问题就像是做游戏，引人入胜。

教学方式的多样性：教师讲授方式，小组讨论方式，学生报告方式，课堂教学方式，课外教学方式等。

（三）数学建模教学的主要目的

培养学生运用数学思想解决实际问题的综合能力。

① “双向翻译”能力。

② 运用数学思想进行综合分析的能力。

③ 结合其他专业（特别是计算机和合适的数学软件，如 Matlab）解决问题的能力。

④ 面对复杂事物的洞察力、想象力以及创造力。

⑤ 提高文献资料的收集能力及撰写科技论文的文字表达能力。

⑥ 团结协作的精神和管理协调的组织能力。

数学建模就是一种翻译，把我们平常生活里碰到的现象、问题用数学语言说出来。就像中国人和英国人要交流，就要知道公共汽车对应着 bus。为什么要做这个翻译呢，因为生活太复杂了，不如数学符号那么简练。而且这么多年，数学家们用这些符号抽象了很多解决问题的方法，我们也可以用，这样就比较容易找到生活中不容易找到的解决问题的点子了。

第二章

数学教育与数学建模教育概述

一、数学与教育

数学作为一门课程进入学校在公元前柏拉图时期就已开始，至今已有 2 400 年左右。柏拉图甚至认为：“如果说不知道正方形的对角线和边是不能用同一单位度量的，那他就不值得人的称号。”他甚至规定不懂几何学不得进他的哲学学校。那时代就已经把数学学习与教育、与做人联系起来了。

现在，我们可以看到，在全世界最普遍开设的教育课程是数学，其开设的时间之长，唯有本国语言文学课程可以与其相比。人类是如何达成这一共识的呢？是如何确立了数学如此重要地位的呢？

几乎每位数学家都不只停留在数学，他们都通过数学来看世界，有时也通过世界来反观数学。由于他们对世界观的看法而推动了或影响了他的数学工作。从毕达哥拉斯直到近代的伽利略、笛卡尔、开普勒这样一些数学家（有的兼为天文学家、哲学家）一直认为世界是数的体现，世界是按数学公式运行的，宇宙的书本是用数学写成的。

数与世界密不可分。直到19世纪、20世纪，一批数学家仍然继承着毕达哥拉斯、柏拉图的理念，如德国的克罗内克、法国的庞加莱。而且，像庞加莱、罗素这样一些数学家都像从古代到近代的许多数学家那样，兼为哲学家。数学依然是他们观察世界的不可缺少的武器，甚至是他们世界观的基本成分。

从逻辑上说，数学确实是最讲究普遍联系的。数学的最大特征之一是抽象，虽然别的学科也必有一定的抽象，但远不如数学抽象。这一最大特点事实上导致了它更广泛地存在于众多事物的结果中。

事物与事物之间的差异反映在个性与内涵上。个性“抽”去得越多，就越只在内涵的共同处考虑，越能发现事物与事物之间的共同点。因而在更高的程度上反映共性。内涵越少，外延越宽，这是基本的逻辑结论。

1842年，剑桥大学学生亚当斯按照“尚有一颗未被发现的行星”的估计去工作。根据万有引力定律，可以从已知行星的参数去计算其对另一行星运动轨道的摄动。现在的问题是个逆问题：需要从已知行星所受到的摄动去计算另一颗使之受到摄动的行星的参数。解决这个问题所需要进行的数学计算是十分复杂的，未知因素有十多种。但亚当斯经过了努力的工作，进行了大量的计算。据观测，前后行星与太阳的距离成两倍的关系。亚当斯先假定未知行星的轨道是圆形的，与太阳的距离为天王星的两倍，并展开计算。结果，得到的数据与观测的数据出入较大。亚当斯修订了假设，把未知行星的轨道设想为椭圆形，再度进行计算，结果误差有所减小。经过反复修正，逐步逼近准确结果。1845年10月21日，亚当斯把自己的研究结果交给格林尼治天文台长艾里，艾里因看不起这样的“小人物”而未予理睬。巴黎天文台的另一青年勒维烈做了与亚当斯同样的工作，并把他的研究结果寄给了柏林天文台的观察人员加勒，并在信中写道：“请你把望远镜对准黄道上的宝瓶星座，即经度