

doi:10.3969/j.issn.1671-9247.2022.06.015

工程教育认证背景下大学数学教学改革与探索

张 理, 张艳霞, 朱红宝

(安徽工业大学 数理科学与工程学院, 安徽 马鞍山 243002)

摘 要:在工程教育认证背景下,根据工程教育认证中对工科学生毕业要求,提出了注重数学思想方法、调整教学内容、改变教学模式、改革课程考核评价体系以及提升任课教师自身工程背景知识等措施对工科专业大学数学课程教学改革进行了积极的探索与实践。这五项措施对提高教学效果,培养学生的创新能力和解决问题能力起到一定的促进作用。

关键词:大学数学; 工程教育; 教学改革

中图分类号:G642.0

文献标识码:A

文章编号:1671-9247(2022)06-0061-04

A Teaching Reform and Exploration of College Mathematics under the Background of Engineering Education Certification

ZHANG Li, ZHANG Yanxia, ZHU Hongbao

(School of Maths and Physics, Anhui University of Technology, Ma'anshan 243002, Anhui, China)

Abstract: Under the background of engineering education certification, by analyzing the graduation requirements of engineering education certification for engineering students, this paper puts forward five measures, including focusing on mathematics thought and method, adjusting teaching content, changing teaching mode, reforming assessment and evaluation system and improving teachers' engineering background knowledge, to explore and practice the teaching reform of mathematics course in engineering major universities. These five measures play a certain role in improving the teaching effect and cultivating students' innovation ability and problem-solving ability.

Key words: college mathematics; engineering education; teaching reform

一、引言

工程教育专业认证是实现工程教育国际互认的重要途径,在工程教育专业认证理念下,高等教育教学以学生为中心,以培养学生解决复杂问题的能力为核心,以学生学习成果的产出为导向,部分高校通过工程教育专业认证作为本科教育质量的重要体现形式。

最新版《工程教育认证通用标准》对工科专业毕业生明确提出了12项标准,其中前2项标准对学生运用数学知识解决工程复杂问题提出了具体要求:(1)工程知识。明确要求学生能够将所学数学、自然科学等知识用于解决复杂工程问题。具体要求可理解为:能将数学、自然科学、工程科学的语言工具用于工程问题的表述;能针对具体的对象建立数学模型并求解;能够将相关知识和数学模型方法用于推演、分析专业复杂工程问题;能够将相关知识和数学模型方法用于复杂工程问题解决方案的比较与综合。(2)问题分析。要求学生能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理,识别、表达并通过文献研究分析复杂工程问题,以获得有效结论。本标准项描述的能力可通过数学、自然科学、工程基础、专业基础类课程的教学来培养和评价。教学上应强调“问题分析”的方法论,培养学生的科学

思维能力。

通过对以上两条标准的解读不难发现,工科学生顺利毕业必须具备扎实的数学理论功底,以及运用数学知识解决复杂工程问题的能力。在工程教育专业认证背景下,作为工科院校核心基础课程的大学数学课程教学面临挑战。大学数学是工科各专业一门主干必修课程,具有知识容量大、课时多等特点,同时具有高度的抽象性、严密的逻辑性、很强的理论性和广泛的应用性。通过大学数学课程教学使学生系统地获得数学基础理论知识,围绕上述理论知识培养学生基本运算能力、抽象思维能力、逻辑推理能力以及解决实际问题能力,提高学生数学素养。如何适应我国工程教育专业认证的要求,提高大学生运用数学知识分析和解决问题,是大学数学课程教学的重要研究课题。

长期以来由于教学资源 and 教学条件的限制,教学中无法真正实施以学生为中心、将数学理论和学生的专业实际结合起来培养学生的创新能力和工程实践能力。究其原因,主要有以下几个方面:(1)课程内容抽象、理论性强,部分学生感觉难度大、失去学习兴趣,从而使教师难以培养学生应用数学解决问题的能力;(2)传统的教学方法和教学手段已经不能满足大学数学

收稿日期:2022-06-17

基金项目:安徽高校省级质量工程项目(2020jyxm0201、2020kfkc120、2021jyxm0191);安徽工业大学教学研究项目(2020xkcsz096、2020jy20)

作者简介:张 理(1980—),男,安徽枞阳人,安徽工业大学数理科学与工程学院副教授,博士。

课程教学需要,亟需实施以学生为中心的教学模式的转变;(3)课程的考核评价体系需要改革,加强学习过程考核已经迫在眉睫;(4)任课教师对工程专业知识了解不足,在教学中不能有效引导,将影响学生的学习积极性,同时也影响学生创新能力和实践能力的培养。

二、注重挖掘数学思想方法

数学思想方法是现实世界的数量关系和空间形式反映到人脑,经过思维活动而产生的对数学事实与数学理论的本质的认识。“即使学生把所教的知识(概念、定理、法则和公式等)全忘了,铭记在他心中的数学精神、思想和方法却能使他终身受益。”^[1]因此,数学思想方法是数学知识的精髓,它是数学最本质、最具价值的内容,可以说数学思想方法是数学的灵魂。

在工程教育认证背景下,尤其强调培养学生的创新思维和创新能力,大学数学课程将要肩负着更大的教学使命,同时对数学教师也提出了更高的要求。教师不仅应向学生讲授大学数学各门课程具体的数学知识,还需注意挖掘知识所含的数学思想方法,因为数学思想方法大量地蕴涵于数学的定理、公式、法则和解决问题的过程中。教师应以这些数学知识为载体,把隐藏于知识背后的思想方法挖掘出来,使之明朗化,让学生掌握这些思想方法,培养学生数学素质,引导学生用数学眼光看世界,用数学思维想问题,用数学智慧解决问题。若要达成这一高层次的教学目标,教师在平时课堂教学过程中,既要讲清楚各章节具体内容,更要有意识、有目的地结合具体问题层层递进,达到“润物细无声”的教学效果。

在讲授定积分的概念和性质时,关键要让学生掌握“分割、近似、代替、求和”的思想方法,这里还蕴涵了以直代曲、以不变代变化的数学思想。只有全面掌握数学思想方法,才能领悟数学的本质、掌握数学的真谛。教师必须引导学生把握数学思想方法,才能逐步培养学生的抽象思维能力、逻辑推理能力、空间想象能力和综合运用所学知识去解决问题的能力,特别是启迪学生会用数学思想方法描绘工程专业中的概念和解决生产实践中出现的问题。

比如学生学完函数导数及其应用就可以适时引导学生运用导数来处理工程实践中遇到的问题。针对冶金与材料专业学生,教师教学中以金属液体流入模具口的流量问题为例,经过推导最终可归结为计算函数的增量与自变量的增量之比,当自变量的增量趋于零时的极限问题,从而可引入导数的概念。还可以用导数求函数最值知识解决土木工程专业中计算爆破施工炸药包的埋深问题。

三、适当调整教学内容

大学数学教学需要根据产业转型升级和社会发展需要,不断优化教学内容,逐步实现教学内容的现代化。如果数学课程教学与工科专业学习、专业能力发

展脱节,就会导致大学数学教学效果难以让人满意。长期以来,工程数学类课程教学内容是以教材章节安排的,比如高等数学教材基本内容包括:一元函数及多元函数的微积分、向量代数、空间解析几何、微分方程和无穷级数等基础理论,教材注重学生基础概念和基本理论,淡化了学生对知识应用能力的培养和训练,而这与工程教育认证的标准相悖。为此,教师可以在讲完高等数学每一章节基本内容之后补充一些相关实例,引入数学建模的思想,同时在网络课程资源中加入工程实例,让学生线下以小论文或者大作业的形式去完成,一方面让学生体会到高等数学的魅力,激发学生的学习兴趣,另一方面培养学生的科研意识,锻炼学生分析问题和解决问题的能力。

教师不能因为知识的连续性而放弃调整知识结构,应该主动删减教学内容,适应工程教育认证标准,形成以学生为教学主体,以学生能力训练为导向的教育模式。例如,高等数学中利用极限定义中的“ ϵ - δ ”语言证明相关问题,对学生来说,内容晦涩难懂,即使对数学专业的学生也是如此,对于工科专业的学生可将这部分证明的内容删减。当前科技发展对数学软件的应用需求越来越迫切,但传统教材却未能及时更新,教师教学中也没有加以重视,必须增开数学实验板块,指导学生运用数学软件 Mathematica/Matlab 建模、分析和解决工程问题,锻炼学生解决工程实践问题的能力。在大学数学教学过程中,引入每个工科专业实际问题背景,引导学生将教学内容与他们专业学习合理结合,建立学生所学工科专业实际问题的数模案例,使学生切实感受到数学的魅力,同时感受到不同知识交叉的效果,从而增强他们学习数学的兴趣。

四、改革教学方法和教学手段

(一)深度融合信息技术,打造智慧课堂

随着信息技术和互联网的发展,基于互联网的现代教育技术和模式雨后春笋般地出现,MOOC 和翻转课堂颠覆了传统的黑板加粉笔的教学模式。利用投影仪和粉笔黑板板书的方式已不能满足教学需要,因为黑板板书知识容量小,有些内容在黑板上无法逼真形象地传递给学生,例如在讲到空间几何双曲抛物面(马鞍面)时,传统的教学中教师在黑板上不仅要花费很多时间画图,而且图形还不够形象,仅仅靠课件 ppt 也不能让学生生动地看清这个图形的形状,但是一旦利用智慧课堂中的多媒体,立体图形能立即生动直观地出现在学生面前。运用信息技术创设生动逼真的教学情境,将复杂抽象的几何问题形象化和具体化,再结合实例来加以辅助说明,不但激发学生对深入学习数学的好奇心和求知欲,还能培养学生的创新思维。

随着信息科学技术深度发展,智慧课堂的推广应用^[2],有力地扩大了教学信息量,极大地提升了教学效率。线上教学和线上线下混合式教学改变了传统教学

模式,将学生从固定时间和地点上课中解放出来,使学生可以更自由、更灵活、更主动地学习。以往教师在讲授大学数学课程时由于课时所限不能讲解太多相关知识的应用,这让学生觉得数学学习与自己专业学习关联度低,无法体现数学在工科专业学习中的重要支撑作用。学习通、雨课堂等教学平台的出现让授课教师能有更多时间去给工科学生补充数学的专业应用问题,做好数学学习与专业学习的有效衔接,提升学生的主体性和参与度,打造新型高效的大学数学金课。目前,我校高等数学、线性代数、概率论和数理统计课程均为省级精品资源共享课程,网络课程资源网站已完成教学课件、教学大纲、教案、讲稿以及教学日历的上传工作,后续进行各章节试题的上传和课程视频的录制。随着网络课程资源建设完成,学生除了在课堂中学习课程内容外,还可以进一步借助网络平台线上学习,达到学习效果的最大化。后续计划建设高等数学大规模在线开放课程,学生可以直接通过线上完成本课程学习,还可以根据自己的实际情况选择不同的学习方式。

(二)坚持问题导向,转变教学理念

传统大学数学的教学方式是“填鸭式”地满堂灌,较少注意学生是否能接受、是否感兴趣,也没有注重培养学生运用数学知识解决复杂工程问题的能力。面对工程教育认证,大学数学课程教学要突出问题导向,要从以教师讲授为主导转向以学生为主体的探究式教学,让大学数学课堂中学生从定义、性质、定理和证明等被动式接受转变为学生主动答问、质问,把教学重点放在引导学生积极参与、主动探索、主动思考和主动实践上来,要联系工程教育中相关实际问题,让学生利用所学知识进行分析问题、解决问题,最后探究出问题中所隐含的理论规律。

在工程教育认证背景下,教师和学生都需要转变教学理念,传统的数学教学体现教师的主体性,用“满堂灌”的方式来让学生在课堂上全盘接受上课内容,无法突出学生的主体性。为了培养学生解决复杂问题的能力,教师应该回归教学本身,潜下心来研究教学,积极创设教学情境,激发学生的好奇心,引导学生探究问题,提高学生课堂参与度,努力打造具有挑战度的金课。学生应该勤奋学习,从被动接受知识转变为主动思考问题,在课堂中努力发挥自己的主体性,面对问题主动出击,努力提升自己解决复杂问题的能力。

(三)将数学软件融入数学教学中

Mathematica/Matlab 等数学软件具有强大的数值计算、符号计算、绘图和程序设计等功能,可以进行各种符号运算和数值计算,包括高等数学中公式的推导、数值求解最值问题,还可以绘制二维和三维几何图形,并能产生动画和声音。通过软件的直观演示,将数学中一些抽象的概念和学生感兴趣的结果可视化,这样既可以加深学生对一些重要概念和定理的理解和掌

握,还能激发学生自觉运用数学软件的热情,培养学生学习运用数字软件进行各种运算、绘制各种图形和完成应用课题,将数学与计算机相结合解决实际问题的能力。同时也调动了学生的学习积极性和主动性,培养了学生的数学创造性思维和动手能力。如在讲曲率部分时,可以通过 Matlab 软件编程得到动画演示,让学生直观理解曲率概念,同时还能发现曲率圆和曲率半径的由来,从而加深学生对曲率这部分内容的理解和掌握。在讲解无穷级数近似逼近时,如果能运用数学软件 Mathematica/Matlab 画出级数逼近函数时的动画,通过动画学生就可以发现级数逼近函数收敛速度不同,教师可以让学生去分析影响收敛快慢因素,从而培养学生分析问题和解决问题的能力。

五、探索课程考核评价改革

最新版《工程教育认证通用标准》要求对学生在整个学习过程中的表现进行跟踪与评估,并通过形成性评价保证学生毕业时达到毕业要求。形成性评价是指在课程教学过程中通过各种方式观察和评价学生的学习状态,发现问题,及时纠正或帮扶,帮助学生达成课程学习目标。形成性评价的目的是为了有针对性地改进教学,使学生在学业结束时能够满足毕业要求。

以往的课程考核取决于课程的期末考试,期末成绩是学生本课程期末考试的卷面成绩,忽视了对学生平时学习过程的考查,导致评价不全面。这种考核方式缺乏对学生学习过程的考核,注重的是考试结果,这样导致教师不能有效地掌握学生的学习过程和学习情况,也就不能根据学生的具体情况及时调整自己的教学方法和教学内容。在形成性评价中,平时成绩需要考查学生平时多方面的表现,除了课后作业和课堂出勤率外,还要考核学生在课堂教学互动中的表现,比如随堂练习、课堂讨论、抢答问题,以及课后学生学习的自主性、章节测试、实践学习等方面,要求平时成绩所占比例不少于 40%。我校高等数学课程从 2020 年开始加入长三角高等工程教育联盟,实行华东五校联考,同一时间同一试卷进行高等数学期末考试。该课程总评成绩由平时成绩(占 30%)、期中成绩(占 30%)、期末成绩(占 40%)组成,其中平时成绩主要考查以下几个方面内容:

(1)线下作业。工科数学类课程每次上课结束后布置一定量的线下作业让学生课后完成,以达到复习巩固的效果。每学期布置作业不少于 10 次。

(2)课堂考勤。利用学习通平台每学期高等数学课堂至少考勤 8 次,如果无故旷课 3 次及以上,该生将被取消参加该课程期末考试资格。

(3)随堂练习。在讲课的过程中讲到某个知识点需要学生加深理解或者辨别时,利用学习通或者雨课堂等平台及时发布问题,学生及时回答,课程平台立即统计出学生的回答结果。

(4)分组讨论。在智慧教室中可以将学生分组,充分利用信息技术,将讲课中的一些重难点内容进行课堂讨论,发挥学生的主体作用,让学生课堂积极发言、集体讨论。

(5)章节测验。在大学数学上课期间,不定期地进行一些测验,或者每一章结束时专门进行一次测试,摸底学生对知识点的掌握程度,每次测验教师批改出成绩,这样既让学生清楚自己对知识点的掌握情况,还能让授课教师及时掌握学生的学习动态。

(6)课后实践。学生在课余时间除了完成布置的作业外,还需要利用所学知识点去解决一些实际问题。高等数学教学中学生在学完一阶微分方程知识后,教师可以发布一些实际问题让学生去解决。比如地壳岩石中含有少量的铀,铀衰变为另一种元素,这种元素又再衰变为其它元素,直至衰变为不放射的铅-206,形成铀衰变系列。中间包括靠前的镭-226,靠后的铅-210及钋-210。西方油画颜料白铅中含有少量的放射性元素铅-210和镭-226,而镭-226通过衰变为铅-210减缓了铅-210的衰变速度。根据这些信息资料,让学生建立相关的数学模型,并利用所学知识进行求解。通过测算,让学生自己去发现如何去鉴别艺术品中伪造品和真品。课后实践要求学生将具体建模过程和求解过程

写成小论文提交,这既能锻炼学生查阅文献资源的能力,又能考验学生运用所学数学知识解决问题的能力,同时增强学生之间的团结协作精神。

六、提升任课教师的工程背景知识水平

最新版《工程教育认证通用标准》不但要求学生能够将数学、自然科学、工程基础和专业知用于解决复杂工程问题,通过文献研究分析复杂工程问题,以获得有效结论,而且还要求高校任课教师具有足够的教学能力、专业水平。我们在教学中主动将专业相关知识与抽象的高等数学概念联系起来。工科数学与专业接轨可以激发学生的学习兴趣,培养学生运用数学知识解决复杂问题的能力。要做到这一点,任课教师必须自我提升工程专业背景知识,主动对接学生所在工科专业,学习和掌握相关工程背景知识,在线上或者线下教学中抛出工程实例,然后引导学生通过数学知识解决问题。

参考文献:

- [1]张顺燕.教学的思想、方法和应用[M].北京:北京大学出版社,1997.
- [2]刘洁,苏新冰,杜炫杰.智慧教室环境下的数学课堂教学行为研究[J].数学教育学报,2020,29(4):44-51.

(责任编辑 文双全)

(上接第60页)采用线上线下相结合的形式开展教学活动。在教学方法上,强调打破传统理论知识的课堂灌输,以自主学习和课堂讨论培养学生学习的主动性和综合能力。在教学形式上,采用线上线下融合的方式加强师生互联互通,有效提升课程教学的效率和效果。在教学主体上,构建以学生为中心,教师在不同学习阶段担任不同角色的“双主体”新型师生关系,有利于最大限度地发挥学生的学习潜力。

参考文献:

- [1]教育部关于一流本科课程建设的实施意见[EB/OL].(2019-10-31)[2022-01-06].http://www.moe.gov.cn/srscsite/A08/s7056/201910/t20191031_406269.html.
- [2]李延莉,卜晗.基于企业实践的成本会计课程教学关键点研究[J].商业会计,2021(16):121-123.
- [3]郭晓.企业管理教育:从“管理案例”到“管理游戏”的转变[J].广义虚拟经济研究,2020,11(3):12-15.
- [4]欧丽慧.整合式工商管理专业硕士(MBA)案例教学模式研究[D].上海:华东师范大学,2018.
- [5]张民杰.案例教学法:理论与实务[M].兰州:甘肃文化出版社,2005:99.
- [6]范永茂.公共管理硕士全案例教学实践研究:中国人民大学MPA培养经验与思考[J].教育理论与实践,2019,39(9):12-14.
- [7]汪莹,王亚楠,黄海珠,等.MBA案例教学改进对策研究:以

中国矿业大学(北京)为例[J].学位与研究生教育,2017(3):55-59.

- [8]王淑娟,胡芬.MBA教育中的案例特色培养模式探索[J].学位与研究生教育,2014(4):33-37.
- [9]李思志,吕新,赵春妮.全案例教学在本科高年级课程中的应用探讨[J].上海管理科学,2016,38(1):102-108.
- [10]赵曙明,杜娟.企业经营者胜任力及测评理论研究[J].外国经济与管理,2007(1):33-40.
- [11]SPENCER L M, SPENCER S M. Competence at Work: Models for Superior Performance[M]. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 1993:9.
- [12]杨广春,丁赤英.企业家的心理模式与能力结构[J].北方经济,2001(4):20-21.
- [13]王烈.企业家能力结构的社会学分析[J].华东经济管理,2001(3):67-69.
- [14]章丽萍,孔泽,尹依婷.“大数据+财务”管理会计人才培养与优化路径:基于能力成熟度模型视角分析[J].财会通讯,2020(23):158-162.
- [15]王建民,杨木春.胜任力研究的历史演进与总体走向[J].改革,2012(12):138-144.
- [16]包学菊.全案例教学模式在汉语国际教育专业中的应用:以MTCSOL“课堂案例分析”为例[J].国际汉学学报,2017(1):105-111.

(责任编辑 文双全)