

工程教育专业认证背景下高等数学模块化教学的研究与实践

于立新^a, 郭宜明^b

(烟台大学 a.数学与信息科学学院;b.教务处,山东 烟台 264005)

[摘要] 基于国际工程教育专业认证对人才培养目标和学生数学素养的要求,立足于烟台大学的人才培养目标,以烟台大学工科学院的部分专业为试点,充分结合数学专业课程和公共数学课程的教学内容、教学模式和教学方法,探讨如何根据成果导出理念,坚持以学生为中心,从内容到目标,从措施到效果,实现以学生为主体的高等数学模块化教学模式。重组教学内容,优化教学设计,采用多种教学手段和教学方法,建立高等数学模块化教学结构体系。

[关键词] 工程教育专业认证;模块化教学;高等数学;成果导向

[基金项目] 2020年度山东省面上教改项目“工程教育专业认证背景下大学数学模块化教学的创新研究”(M2020082);2020年度烟台大学教改项目“工程教育专业认证背景下大学数学基础课教学内容研究”(jyxm2020043)

[作者简介] 于立新(1973—),女,山东烟台人,理学博士,烟台大学数学与信息科学学院教授(通信作者),主要从事数学教育和偏微分方程的控制理论研究;郭宜明(1972—),男,山东枣庄人,硕士,烟台大学教务处综合科讲师,主要从事应用数学研究。

[中图分类号] G642.0

[文献标识码] A

[文章编号] 1674-9324(2021)49-0090-04

[收稿日期] 2021-04-24

一、高等数学模块化教学的背景与意义

工程教育专业认证是国际通行的工程教育质量保障制度,也是实现工程教育国际互认和工程师资格国际互认的重要基础。工程教育专业认证的核心就是要确认工科专业毕业生达到行业认可的既定质量标准要求,是一种以培养目标和毕业出口要求为导向的合格性评价^[1]。工程教育专业认证要求专业课程体系设置、师资队伍配备、办学条件配置等都围绕学生毕业能力达成这一核心任务展开,并强调建立专业持续改进机制和文化,以保证专业教育质量和专业教育活力。工程教育专业认证起源于《华盛顿协议》,是由美国、英国和加拿大等6个英语国家的工程专业团体于1989年发起并签署的工程教育学位互认协议。经过30多年运行,它已经发展成为国际上最具影响力的互认协议。协议的宗旨是提高工程教育质量,实现工程学位的互认,促进成员国之间工程技术人员的国际流动^[2]。

“模块”理论是美国迈克尔·加扎尼加(Michael Gazzaniga)教授于1976年提出的。当今世界模块教学的主要流派有以下两种:一种是北美实行的

CBE(Competency Based Education,能力本位教育)模式,主要以加拿大、英国为代表。它是以执行能力为依据确定模块,以从事某种职业应当具备的认知能力和活动能力为主线,可称之为“能力模块”。另一种是国际劳动组织(ILO)研发的以现场教学为主、以技能培训为核心的MES(Modules of Employable Skills)模块式技能培训模式。它是以岗位任务为依据确定模块,以从事某种职业的实际岗位工作的完成程序为主线,可称之为“任务模块”。两种流派的共同点是,它们都强调实用性和能力化。二者的不同点是:CEB模式是从职业普遍规律和需求出发,侧重于职业基础通用能力;而MES模式是从职业具体岗位工作规范出发,侧重于职业岗位工作能力^[3,4]。

近年来,我国不断推出了建设世界一流高校、一流学科和专业的“双万计划”,开展“新工科”“新农科”“新文科”“新医科”建设的重要举措,计划在全部本科高校开展“保合格”“上水平”“争卓越”的三级专业认证机制,通过专业认证方式来加强专业内涵建设和保证专业人才的培养质量。以此为背景,国内高校相继展开轰轰烈烈的教学改革运

动,模块化教学作为一个以能力培训为核心的教学方法也逐渐深入人心,CBE和MES得到了广泛的研究和实验。在此基础上,我国职业教育领域总结出了相对适合我国国情的“宽基础、活模块”教育模式,并得以广泛推广使用。与此同时,国内许多本科高校也相继开展了模块教学的研究与实践,呈现出一大批的理论成果和实践经验,但是还没得到广泛的推广与应用。

高等数学课程作为所有工科专业的公共基础类课程,是所有工科教育的基础。只有较好地掌握了一定的数学基础知识,才能使数学知识与本专业的工程问题更好地结合,从而产生探索工程问题的现代科学分析工具。目前,我们国内绝大多数本科院校的高等数学教学仍然采用传统的授课模式,在教学计划制定、课程设计和知识讲授过程中,没有能够很好地跟相关工程专业的专业背景或专业需求紧密结合,从而导致高等数学的教学与工程教育专业培养工程人才的终极目标仍有脱节,在当前社会对复合型应用型工科人才的需求日益高涨的市场形势下,高等数学教学应该紧跟时代发展形势,灵活调整数学教学思路、教学内容和教学方法,以适应工程教育专业认证要求。在工程教育专业认证理念的驱动下,高等数学模块化教学的研究将有助于提高学生自主学习的能力、解决实际问题的能力及团结协作创新能力,提升学生的数学文化素养,培养学生的家国情怀,对确保高等学校人才培养的质量及专业教育的质量与活力,使人才培养更能符合社会需求等方面无疑具有重要的实际意义。

二、高等数学模块化教学的研究内容与成果

高等数学模块化教学的研究与实践是基于国际工程教育专业认证对人才培养目标和学生数学素养的要求,立足于烟台大学的人才培养目标,以烟台大学的工科院系的部分专业为试点,研究以学生为主体的高等数学的模块化教学模式。改革根据工程教育专业认证的成果导出理念,坚持以学生为中心,研究了模块化教学模式下,如何重新调整组合高等数学教学内容,按照大概念的教学理念将教学内容从不同层次分成不同的模块,并合理安排每个模块的教学内容,做好每个模块的教学设计,采用启发式、互动式等多种教学方法和线上线下相结合的教学手段,经过反复的探索与

实践,形成一套完整成熟的模块化教学结构体系。在工程教育专业认证背景下,通过对高等数学模块化教学模式的研究,突破以往教学设计以教师为主体,教学内容纯理论化、零碎化、分散化的弊端,形成了以工程教育认证中成果导出、以学生为主体的理念,根据不同专业的需求,调整内容结构,优化教学设计,构建了一个大概念和模块化相融合的高等数学的模块化教学体系,也为工程教育认证背景下的高等数学教学模式的深度改革实践提供了新思路和新方向。

本项目的研究和实践主要从教学内容重塑和优化教学设计两个方面入手:第一,我们根据成果导出理念,建立模块化和大概念相融合的教学内容结构体系。根据专业需求、学生需求和社会发展的需要,把高等数学课程按照数学大概念分成几个大模块,比如极限模块、连续模块、导数模块及级数模块等诸多模块,又在每个概念模块下按照不同专业、不同需求层次分为3个模块——基础模块、专业模块和拓展模块,形成数学大概念层面的横向模块和内容深度层面上的纵向模块相融合的内容结构,各理工科专业可以根据培养目标和专业课程的需要选择不同的模块学习,从而实现教师教学和学生学习的灵活性和实用性。第二,以学生为中心,优化组合模块中的教学内容和教学设计。在每个模块中,根据专业对毕业生的要求,合理安排必修内容和选修内容的比例、理论内容和实践内容的比例、基础内容和专业内容的比例、数学知识和课程思政的比例,再根据学生的实际需求和实际能力差异进行教学设计,既注重传授给学生数学知识,又注重培养学生的各方面能力和思想品德,以实现立德树人的目标。

通过上述两个主要问题的解决,根据不同学科不同专业的培养方案,重构高等数学教学内容,重新制定了新的高等数学教学大纲,以满足工程教育专业认证对人才培养目标和学生数学素养的要求。然后,以前期制定的教学大纲为基础,进行教学实践,根据不同专业和不同层次的学生实际需要及时调整相关教学内容及其结构安排,做好并优化每个教学模块的教学设计,形成完整成熟的高等数学的模块式教学内容结构体系,使所培养的学生更能达到和满足工程教育专业认证的国际化标准和社会需求。同时,通过前期的理

论研究和教学实践,不仅提高了学生的数学知识水平,而且也提升了学生分析问题、解决实际问题的能力,增强了学生的创新能力,也提升了学生的文化素养、思想政治觉悟和家国情怀等,更能满足社会对应用型人才的需求。

三、研究方法步骤

为了较好地研究和实践高等数学的模块化教学,科学的研究方法和合理的研究步骤是必需的。为此,我们进行了以下五个步骤。

1.前期调研。我们深入烟台大学机电学院和其他已通过或者正在申请工程教育专业认证的相关院系实地考察,通过与专业教师和高年级的学生访谈及进行问卷调查,了解掌握在国际工程教育专业认证标准下,不同院系不同相关专业对数学的知识要求和能力要求,对调研情况进行全面总结并制定研究计划。

2.理论研究。教学团队对前期调研多次进行研讨和理论分析,研究高等数学模块化教学模式,如何更为合理地将高等数学的内容从数学大概念角度分成不同的模块,如何在每个知识模块中从知识深度层次分成不同的、全面的模块以满足不同专业、不同同学的多种学习需求,然后将两个不同方向的模块如何有机融合到一起,进行合理的教学设计和教学安排。

3.实践尝试。按照理论研究的结果,重新改写教学大纲,进行新的教学设计,并在教学过程中应用新的教学大纲和教学设计,定期总结前期执行过程中的经验与存在的问题,每学期定期调整改善教学大纲和教学设计,使得研究成果更加实用有效,也为后期理论研究提供实践依据。

4.案例分析。每学期末,通过对实验教学班的试卷、成绩等进行统计分析研究,并通过大数据将实验教学班与学校其他非实验班的试卷、成绩进行对比分析,并对实验班的同学开展教学设计、教学内容、教学理念及教学方法等方面的问题调研,找出前期研究中的不足之处,分析问题出现的原因,寻找解决问题的办法,以便完善后期的理论研究。

5.总结完善。通过对前期的实践情况和问卷进行总结,分析在模块化教学过程中存在的问题,针对出现的问题寻求解决方案,调整教学方案设计和教学方法,总结经验,寻找启示,进一步完善

前期的理论研究成果,调整修改教学大纲,使得高等数学模块化的教学体系更加合理完善。

四、研究创新点

工程教育专业认证背景下,高等数学的模块化教学的创新性研究与实践既是必要的,也是未来的一种发展趋势,因为它具有自身的特色与创新,为高等数学的教学改革注入了新的血液和活力,其主要体现为以下几方面。

1.本项目的研究和改革以工程教育专业认证的理念和目的为导向。近年来,我国计划在全部本科高校开展“保合格”“上水平”“争卓越”的三级专业认证机制,通过专业认证方式来提升专业内涵建设和保证专业人才的培养质量。高等数学的模块化教学以此为背景,在构建模块化教学的内容结构体系的过程中,始终坚持认证标准中的成果导出、以人为本、持续发展的三大理念。项目的研究和实施都是按照认证要求中人才培养目标的知识要求和能力要求,进行教学内容模块重组,并在每个模块的详细设计中始终以学生为中心,考虑到各方面的能力水平和专业需求,从而培养满足时代要求的合格人才。

2.在构建模块化教学体系的教学内容结构中,首次将大概念理念和模块化教学有机地融合在一起。模块化教学是以技能培训为核心的一种教学模式,大概念是指围绕涉及重要科学领域的有结构、有联系的科学核心概念和模型。本项目在构建模块化教学体系的教学内容结构中,将先按照数学大概念将内容横向分成形式上的模块,在每个形式模块中,以对学生的能力培养为核心,按照层次再进行纵向模块化设计,从而使得大概念理念和模块化设计有机融为一体。

五、改革效果和推广应用价值

通过对高等数学模块化教学的理论研究和实践,任课教师教学能力和水平得到了进一步提高,学生自主学习的兴趣和能力都能大大提高,分析问题、解决问题的能力得到全面提升。教师方面,通过教学改革,在教师教学的过程中,改变了以往“教师讲授,学生听课”的以教师为主的满堂灌的上课模式,学生在课堂上能够以小组讨论、课堂提问、师生互动等各种方式积极主动地参与到教学的各个环节,成为课堂的主体,大大激发了学生的学习兴趣,提高了听课效率,同时学生自主学习能

力、团结协作能力及解决问题的能力都能得到很好的锻炼。学生方面,在学生学习的课后学习过程中,学生可以根据模块设计进行有选择性的系统的预习、学习和复习,将高等数学内容与专业知识有机地融合到一起学习,并将理论学习和实践学习同步进行,不再是零碎的、孤立的、繁杂的学习,学生的学习积极性、求知欲望和持久学习的能力大大提高;学生在高等数学的整个学习过程中,既能熟练掌握数学的基本概念、基本理论和基本方法,也能够充分了解相应的数学背景、数学文化及所蕴含的思想政治教育元素,知识层面和文化素养层面得到很大的提升,既能满足后续专业课程的学习,又能满足社会发展的需要,使得立德树人的宗旨得以体现。

模块化教学的教学改革方法首先通过高等数学这门公共课,在烟台大学部分学院的部分专业进行试点实施,在实施的过程中不断调整完善,逐步构建成一个完整成熟的理论体系。该研究是基于全国各高校工程教育专业认证背景下进行的,始终以工程专业认证的理念和目标做指引,因此

理论成果可以首先在烟台大学所有理工科院系的相关专业进行推广,后期可以逐步推广到全省乃至全国更多的本科高校的理工科类专业。同时,本研究是以高等数学这门公共数学课为试点进行研究的,因此研究成果可以推广到“线性代数”“概率统计”等其他公共数学课的教学当中,乃至推广到本科教育的许多课程当中。本改革研究的实施将进一步提升理工科专业乃至所有专业学生人才培养质量,满足目前国内普遍开展的工程教育专业认证的要求,使得培养的人才更能适应区域经济发展和社会需求,具有较好的推广价值。

参考文献

- [1]王树忠,于禄,石宇静,等.基于工程教育认证的数学教学模式探索[J].吉林广播电视大学学报,2020(4):66-67+70.
- [2]许文建.中职院校分析化学模块教学的研究与实践[D].呼和浩特:内蒙古师范大学,2013.
- [3]董雅丽.基于综合能力提升的物流管理模块化教学模式设计[J].物流工程与管理,2019(12):108-183.
- [4]刘念.高职计算机专业课程模块化教学改革初探[J].科技展望,2016(26):344.

Research and Practice on Modular Teaching of Advanced Mathematics Course under the Background of Professional Certification of Engineering Education

YU Li-xin^a, GUO Yi-ming^b

(a. School of Mathematics and Information Science; b. Office of Academic Affairs, Yantai University, Yantai, Shandong 264005, China)

Abstract: Based on the requirements of talent training objectives and students' mathematical literacy for international professional certification of engineering education, and based on the talent training objectives of Yantai University, some majors of the engineering schools of Yantai University are taken as a pilot project. Combining with the teaching contents, teaching models and teaching methods of mathematics professional courses and public mathematics courses, this paper discusses how to realize the modular teaching model of Advanced Mathematics course based on the outcome-oriented concept, which adheres to the student-centered teaching from the content to the goal, and from the measures to the effect. By reorganizing the teaching content, optimizing the teaching design, and adopting a variety of teaching means and methods, a modular teaching structure system of Advanced Mathematics course is established.

Key words: professional certification of engineering education; modular teaching; Advanced Mathematics; outcome-orientation