

新工科背景下地方商科大学 公共数学课程教学改革与创新

王敬童

(湖南工商大学 数学与统计学院,湖南 长沙 410205)

摘要:“新工科”建设背景下,如何将创新创业教育理念与专业教育教学有机结合,将“新商科”与“新工科”深度融合,是地方商科大学教育教学面临的一项挑战。通过分析新工科背景下公共数学教学的现状与不足,构建基于专业群为教学单元的公共数学分类教学模块化体系。以应用驱动为导向,整合教学内容,打通课程之间的壁垒,探索全新的公共数学教学模式,培养具有创新意识、创新精神、创业能力的适应地方社会经济发展的“新商科+新工科”人才。

关键词:新工科;公共数学;创新;教学改革

中图分类号:G642.0

文献标志码:A

文章编号:1674-5884(2020)06-0057-06

培养具有创新精神和实践能力的高级专门人才是高等教育的根本任务。自2016年“新工科”概念提出后,先后形成了“复旦共识”“天大行动”“北京指南”等一系列指导性文件,“新工科”计划经教育部高教司反复研讨、调研和论证,于2017年正式推出。新工科背景下,要真正实现创新创业教育理念深入人心,更重要的是要培养学生的创新思维,将其融入大学课堂,与专业教育有效融合,突出学生的主体位置,增强对学生创新实践能力的培养,促进未来多维度的创业就业。

新工科的教和学等方面需要新方法。亟需从专业、课程和知识体系方面讨论新工科教育范式。公共数学基础课作为地方商科大学的核心课程之一,是低年级普遍开设的必修的公共基础类课程,重要性不言而喻,其教学效果的优劣将直接影响到人才培养的质量。它对学生数学思维的训练、数学方法的掌握和数学能力的提高都有着非常重要的作用。传统的公共数学教学模式和教学手段单一,教学内容枯燥,教学效果不明显;传统的公共数学教学课堂,以教师为中心,面对面

讲授为主,重理论、轻应用,学生学习主动性和积极性不高,自主学习能力和创新思维能力没有得到很好的培养。一般来说,大学公共数学课程每周是一次课或两次课,一次2节课或3节课,45分钟的课堂,讲解的知识点很多,教师要在相对紧凑的课时里完整、系统地讲授课程教学的内容,无疑是公共数学课程教学的一大挑战。而且,商科大学的学生是文理兼招,学生数学基础参差不齐,尤其是文科学生对学习公共数学更是缺乏兴趣,接受能力有限,有的可能当时听懂了,但由于课后没有进行及时的巩固与复习,再加上两次课之间的时间间隔较长,学的知识很快就遗忘了。

近年来,新一代信息技术在数学教学中得到广泛应用,这在一定程度上规避了传统教学中的弊端,但并未从根本上提高教学质量。多媒体的过度依赖和使用,使得学生的注意力只集中在丰富多彩的课件当中,对具体的数学知识却不够关注,分析问题和解决问题的能力也没有得到有效的训练。

商科大学公共数学课程的设置目标不仅仅是要使学生掌握数学基础知识,更重要的是要突出

收稿日期:20200613

基金项目:湖南省普通高校教研教改项目(湘教通[2019]291号)

作者简介:王敬童(1973-),男,湖南双峰人,副教授,主要从事信息安全、互联网金融、数学经济研究。

数学对学生思维创新意识培养的功能,关注和培养学生的逻辑思维、分析能力和创新意识,培养具有创新创业能力的应用型技术人才。新工科背景下,面对新的形势和新时期经济社会发展的需要,如何进一步深化教学改革、积极探索和改革公共数学教学方法和模式、将创新创业教育融入公共数学课堂教学、提升教学质量和教学效果、推进产业和学校的协同创新依然是公共数学课程教学改革的当务之急。

1 改革公共数学教学模式,针对不同专业进行分层次分模块教学

商科大学创新型、创业型、应用型人才培养目标的确立,需要调整公共数学教学计划。针对公共数学相关课程本身的特点和公共数学教学现状,改革和创新现有的教学方法、教学手段和教学模式。与专业教育相契合,针对不同专业对数学的不同需求进行分类组织教学过程,建立基于专业群为教学单元的公共数学分类教学模块化体系。根据学生实际和不同专业的侧重点、人才培养目标要求,实施个性化、针对性的分层次分模块教学,保证学生在学习掌握基础数学知识的同时,发展与专业相适应的数学应用能力,提升自身的数学素养,并促进创新思维的培养^[1,2]。以湖南工商大学为例,根据学校所设专业,大学公共数学课程可以划分为以下三个专业群:

一是工科数学专业群:包括计算机技术与科学、电子信息、信息管理、工程管理、数据科学与大数据技术、人工智能、应用物理等专业。根据以上专业的培养要求,公共数学课程重点开设和讲授以下内容:一元函数微积分、微分方程、多元函数微积分、无穷级数、线性代数、概率论与数理统计、线性规划、离散数学、数值分析、数学建模、相关统计软件的使用、复变函数与积分变换。少数理科类非数学专业可开设数学分析、高等代数。

二是经管应用数学专业群:包括会计类、经济类、工商管理类、金融类、旅游管理类专业。以上经济管理类专业主要开设和讲授一元函数微积分、微分方程、二元函数微积分、无穷级数、线性代数和线性规划的基本知识、概率论与数理统计的基本知识、数学建模。

三是数学素养类专业群:包括艺术设计类专业、行管类专业、外语、法学、文学类专业等,主要

讲授大学数学,包括一元函数的微积分学、线性代数、概率论的基础知识。

基于专业群为教学单元的公共数学课程模块化体系有待进一步深入研究。基于模块化课堂的构建与实施,需健全院系协同培养的体制机制,强化协作。总之,在横向分类、纵向分级的原则下,需进一步广泛调研,细化各个模块的内容与层次,更好地服务于专业,契合专业要求,改变数学教学与专业教学相脱节的现状,使学生具有公共数学的基本知识,并能学以致用,成为真正高素质的、具有创新思维和创业能力的复合型人才。

以一流本科课程建设为契机,树立课程建设新理念。进一步完善过程评价,加强对课堂内外、线上线下学习的评价。进一步开展研究型、项目式学习,采用探究式、论文式等作业方式,提高学生学习的主动性和课程学习的广度与深度。强化教学研究,教学团队定期集体备课,研讨课程设计、课程内容组织。创新教学方法,杜绝单纯知识传递而忽视能力素质培养的现象。教育教学与现代信息技术深度融合,杜绝信息技术应用的简单化、形式化。强化师生互动、生生互动,注重创新性、批判性思维的培养,杜绝教师满堂灌学生被动听的现象。

2 综合多种教学方法,激发和培养学生创新思维和创新意识

公共数学课程是大学开设的一门基础学科,教师应不断完善和创新数学教学,找到科学有效的教学方法,打破传统过程教学的单一模式。

2.1 讨论式教学

讨论式教学突出学生的主体地位,教师不再是传统教学中的经典的单向传授,学生也不是被动接受,而是师生互动的多边交流。公共数学授课过程中,教师以问题为导向,针对课堂教学目标,针对某一重点或难点设计问题,启发思路,引导学生积极思考与讨论,促进和培养学生的独立思考能力、参与合作意识以及创新意识和质疑精神。着力营造独立思考、自由探索、勇于创新、轻松活跃的课堂学习氛围,使学生在讨论中理解数学的概念定理,并提高创新思维和运用知识解决问题的能力。但讨论式教学需要充裕的教学时间,针对公共数学课程的特点和教学实际,在教学过程中需要教师控制好时间的长短,以保证讨论

式教学的有效开展。

2.2 任务驱动教学法

这是一种建立在建构主义学习理论基础上的教学法,要求学生在教师的引导和帮助下,在强烈的问题动机驱动下,带着真实的任务在探索中学习,自主探索、互动协作,拥有学习的主动权。公共数学教学过程中,教师可以针对某一数学知识点布置任务,设置数学题目。在这个过程中,教师引导学生探索思考,通过循循善诱,培养学生的数学思维,使学生的脑子真正“动”起来。学生主动建构自己的知识经验,并不断获得成就感,培养了独立探索、勇于创新的数学自学能力。

2.3 在教学中融入数学文化

坚持立德树人,体现以学生发展为中心,致力于开启学生内在潜力和学习动力,注重学生德智体美劳全面发展。一方面,将数学文化融入公共数学教学中。讲解微积分基本定理时可向学生简单介绍科学巨擘牛顿与博学多才的符号大师莱布

尼茨的生平。结合中外数学史,通过穿插数学发展史上的一些著名典故和数学人物的故事,如通过欧拉公式讲授蕴含在理论和方法背后的数学文化内涵,将数学所体现出的美学和人文价值呈现给学生,以此来加深学生对相关数学知识和概念的理解,同时也激发学生对数学的兴趣,并以伟大数学家为榜样,树立起严谨求实、勇于探索创新的科学精神。另一方面,将数学科学与人文学科有效融合。正如数学家张恭庆所言,作为文化,数学追求一种完全确定的、完全可靠的知识^[3]。大学数学中蕴含着丰富的哲学思想。比如引入定积分概念时,教师可以引导学生“思考曲边梯形面积或变速直线运动路程等问题的解决方法,解决步骤是什么?”通过动态演示,学生能深刻理解问题解决的四个步骤:分割—作近似—求和—取极限(如图1所示),而且这种“有限—无限,量变—质变,近似—精确”的思想,是对微积分思想的最朴素的直观感受。

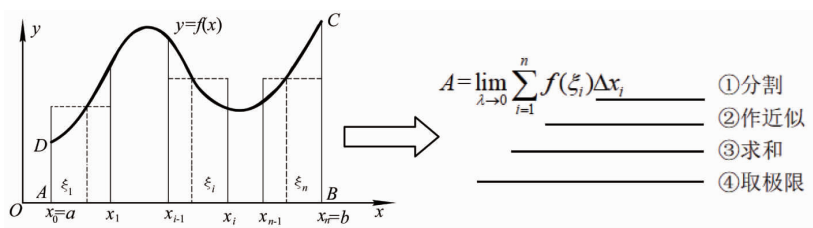


图1 曲边梯形面积求解

进一步升华到哲学层面。例如,曲边梯形面积求解过程中,用小矩形代替小曲边梯形,再在无限分割时对近似和取极限得其精确值,这种以直代曲、以常代变体现了直线和曲线、常量与变量的对立与统一;对曲边梯形进行有限分割、取近似、求和是曲边梯形面积发生量变的过程,借助取极限,实现对曲边梯形无限分割并由此得到曲边梯形面积的精确值,则是量变到质变的转化;从这个特定和式的极限求出原曲边梯形面积又体现了哲学中的否定之否定思想。这种撇开曲边梯形面积和变速直线运动路程的实际背景抽象出来的定积分概念又能解决更多的实际问题,这一研究范式又体现了特殊—一般—特殊的哲学思想。再如微积分中极限的概念、连续与间断的概念体现的是哲学中对立与统一的思想,微分中值定理体现的是哲学中局部和整体的思想,等等。这样,在教学过程中,教师不仅传授了数学理论和方法,还能引导学生一起探索和挖掘这些蕴含在数学理论和方

法中的思想文化,有助于学生养成辩证思考和提高解决实际问题的能力,更有利于培养学生的创新意识、创新精神。

2.4 基于“应用驱动”构建新工科数学课程学习环境

随着新经济、新业态和跨界融合,传统的工科数学教育模式已明显无法满足突飞猛进的社会发展实际需要^[4]。公共数学教学需要向专业问需求,进行公共数学课程内容的有机整合。比如讲解线性方程组的求解时,引导学生结合所学C语言、Matlab科学计算等编程实现;讲解矩阵方程、特征值与特征向量时给学生介绍Google的PageRank算法等^[5,6]。当下工业应用与专业课程中有很多问题是多门工科数学课程的综合应用。遗憾的是,绝大多数学生在大三、大四进行专业学习时,不能运用之前学习的工程数学理论去解决专业问题。为此,公共数学教学中应以当下的热点问题或专业课程中的问题为切入点,整合教学内

容,精心组织,打通课程之间的壁垒,帮助学生融会贯通,逐步形成“基础知识—思想方法—语言训练—实际应用”的教学内容体系链条。将公共数学以合适的方式与关联工科专业进行交叉融通,打破专业和院系的藩篱,以数学的特色和优势汇聚各工科专业的优势,探索全新的公共数学教学模式,培养学生的创新能力、应变能力,以适应新工科的发展需要^[7]。

2.5 重视课程价值,推进校企合作、产学研协同创新

公共数学的理论知识在数学、自然科学、工程技术以及经济人文等领域都有广泛的应用,因此重视课程价值尤为重要,将公共数学课程教学功能提高到增进学生的数学素质上,做到理论与实践的统一。校企合作平台的建设是信息与计算科学、数学与应用数学等专业的重要特色,湖南工商大学数学与统计学院目前拥有1个省级校企合作基地和4个校级校企合作基地,每学期都聘请企业专家来学院开展实践教学,最大限度拉近学生和行业的距离。未来5年内,拟积极与区块链、大数据、人工智能等科技公司开展校企合作基地建设,全面实行双导师制,切实提高课程教学的质量,推进产学研协同创新,培养契合企业需求、社会发展的复合型人才。

3 创新教学手段,将在线交互式教学理念引入公共数学教学

商科大学以培养应用型、创新型、创业型人才为目标,注重培养学生的实际动手能力,公共数学这类基础课安排课时量相对较少,要完整讲授教学内容,对公共数学课程的教学无疑是一大挑战。随着信息化教育的不断发展和普及,将微课设计、MOOC、在线课堂、SPOC课堂等引入公共数学课堂,与传统教学相融合,实现线下、线上、线下线上混合的多元学习与教学,吻合了在信息化时代学生利用智能终端进行移动学习的需要,也是专业教学资源库建设的需要,是高等院校数字化校园建设的重要内容和专业建设的重要抓手。

在教学设计上,符合学生认知规律和接受特点,突出创新和互动。公共数学微课教学内容的设计,可以从以下几个模块来进行。第一个模块:新授讲解类型微课。通过这一类微课,加深学生对数学概念和数学定理性质的理解与掌

握。按照“观察—直观描述—数学语言—概念深化”四个阶段学习数学概念,学生参与到知识的发生、发展过程中来,主动建构知识而非被动地接受知识,水到渠成,这样最终的定义是由师生共同完成的,学生也能亲身体验到数学之美和数学语言使用的魅力,从而对其数学逻辑思维的培养及数学素养的提高,都有很大的价值。第二个模块:习题分析类型微课。对重难点的典型例题进行分析讲解,例如:行列式依行依列展开即降阶法求行列式,可以精心设计习题微课,系统讲解三对角行列式、次三对角行列式、两线行列式等的求法以及加边法等。通过习题微课,帮助学生课后及时复习,及时巩固知识或者学习落下的课程。第三个模块:数学知识实际应用类型微课。将数学生活化,将数学应用到生活和生产实际中,而生活经验数学化。例如复利计息问题、企业投入产出分析模型、应用矩阵编制希尔(Hill)密码等。第四个模块:数学史讲述类型微课。例如:数列极限的引入,以数学史上刘徽的割圆术、截杖问题等作为背景知识,介绍我国古代数学家对数列极限思想所做的贡献。通过这一类型微课的学习,有利于促进数学文化的传播,同时丰富和拓展学生的知识面,培养学生对数学的兴趣和情怀。这一系列的微课,学生可以通过在线学习平台进行选择性的学习。每个微课都具有独立性,有各自的学习目标,可以作为学生一个单独的学习材料,从而满足不同学生的个性化需求。

公共数学课程的混合式教学在课堂内外的推广,极大地弥补了传统教学的课时不足、教学手段单一、教学效果不明显等局限。近年来,为整体推进与提升高等教育质量与创新水平,学校立足“双一流”建设和“新工科”教育背景,将建设一流本科教育作为“创新发展、内涵发展、特色发展、和谐发展”战略的中心任务,大力推进数字化校园、智慧校园建设,推进教学信息化工程,不断加大信息技术在教学上的应用力度;适时启动“慕课”建设计划,依托网络在线课程,革新教学理念,推进课程教学模式变革。教学深融信息化,教学手段智慧化,重视师生、生生互动,课堂真正活起来了。然而,如何利用互联网、移动互联网、智能终端等现代信息技术改变传统课堂教学,真正提升公共数学课堂教育教学质量和水平,提升人才培养的质量与学生自主学习能力等,还有许多现实困难需要克服,亟待高校教育工作者制定切

实可行的移动学习策略,并加以积极引导。

4 突出学生中心,注重能力产出

有效提升课程的高阶性、创新性、挑战度,注重培养学生综合应用分析能力。鼓励学生积极参加全国大学生数学建模竞赛、大学生数学竞赛、程序设计大赛等,实现专业交融、赛学互哺,亦为科研反哺教学搭建平台。课程在传统教材的基础上,注重突出课程内容的系统性与内在逻辑,让学生真正做到把握重点,化解难点,澄清疑点。改变传统教学法的单纯注重知识讲授的弊端,选择恰

当的专题,采取以案例为起点、学生为中心的探究式教学法。比如矩阵的特征值与特征向量的专题实验:“统计学习与智能计算”湖南省重点实验室欲选购一批电脑,学院为开源节流,希望花最少的钱买到最理想的电脑。试通过层次分析法构建数学模型,并据此为学院确定欲选购的电脑。首先,给学生介绍层次分析法适用于难以完全量化又相互关联、相互制约的众多因素构成的复杂问题。其基本思想是把问题层次化、数量化,并用数学方法为分析、决策等提供定量依据。进而引导学生建立选购电脑的层次结构模型,如图2所示。

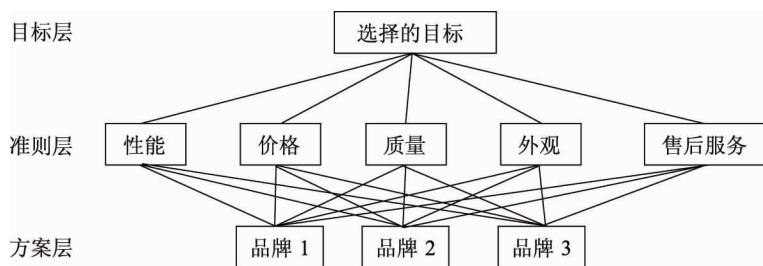


图2 选购电脑的层次结构模型

该层次结构模型共有三层:目标层、准则层、方案层,其中准则层有“性能”“价格”“质量”“外观”“售后服务”五个判断准则;方案层有品牌1、品牌2、品牌3三种选择方案。

其次引导学生构造成对比较判断矩阵。建立层次分析模型的关键是构造判断矩阵。若以上一层的某一元素 y 为准则,它所支配的下一层次元素为 $x_1, x_2, \dots, x_n$,这 n 个元素对上一层次元素 y 有影响,要确定它们在 y 中的比重。采用成对比较法。即每次取两个元素 x_i 和 x_j ,用 a_{ij} 表示 x_i 与 x_j 对 y 的影响之比,全部比较的结果可用矩阵 A 表示,即 $A = (a_{ij})_{n \times n}$, $i, j = 1, 2, \dots, n$,称 A 为判断矩阵。

进而指导学生建立准则层对目标层的成对比较判断矩阵与建立方案层对准则层的成对比较判断矩阵。

最后需要引导学生计算层次单排序权重向量,并进行一致性检验。层次总排序权重通过自上而下地将层次单排序的权重进行合成而得到。计算出某层元素对其上一层中某元素的排序权重向量以及各层元素,特别是最底层中各方案对于目标层的排序权重,即层次总排序权重向量,再进行方案选择。在构造判断矩阵时,由于人的认识

的多样性与客观事物的复杂性,并没有要求判断矩阵具有一致性。特别是在规模大且因素多的情况下,对于判断矩阵的每个元素来说,不可能求出精确的比值,但要求判断矩阵大体上应该是一致的。通过计算排序权重向量,当判断矩阵过于偏离一致性时,其可靠性也有问题。因此,需要对判断矩阵的一致性进行检验。

进一步拓展,假设你马上就要大学毕业,面临择业,你对工作的选择着重考虑以下几个因素:(1)单位的声誉;(2)收入;(3)专业是否对口;(4)是否有机会深造或晋升;(5)工作地点;(6)休闲时间。对上述各种因素你可以根据自己的具体情况排序。如果现在有4个单位打算聘用你,用上述标准来衡量,没有一个单位具有明显的优势,试用层次分析法为你自己做一个合理的选择。

通过“分析案例提出问题—分析问题拟定解决方案—分步研讨解决问题—拓展问题提升能力”的模式展开教学,实践表明,这一模式对激发学生对本课程的兴趣,引导学生主动思维,体会数学知识的发现过程和数学的一般研究过程具有很好的促进作用。在学习基础知识的同时,培养学生提出问题、分析问题、解决问题的能力以及创新意识;师生、生生充分互动,学生参与这一过程,

能深刻体会数学概念和知识的形成过程,进而培养学生的抽象思维能力和提炼概括能力以及创新精神。这些教学环节的实施,能有力夯实学生今后学习与工作的基础。统计数据显示,湖南工商大学近几届毕业生就业率稳定在较高水平,居省内同层次高校前列,且呈逐年上升趋势。就业质量处于省内院校“第一方阵”。调研结果显示,用人单位对我校就业工作满意度在95%以上,毕业生在用人单位“用得上、沉得下、留得住”,得到社会广泛认可。

5 结语

总之,公共数学教学改革是一项系统工程。新工科背景下,作为商科大学数学教育工作者,要充分认识大学数学教学在创新人才培养中的重要作用,研究数学教学教育规律,进一步深化教学教育改革,改变传统的纯数学教学模式,将创新创业教育融入数学教学实践中;适应“新工科+新商科”的人才培养要求,对接各行业对不同专业人才的要求,推动信息化教学,不断拓展教育资源,优化教学结构和内容;探索有效的教学方法,启迪

学生智慧,注重发掘和激发学生的数学思维、创新意识和创新精神。

参考文献:

- [1] 杨文霞,何朗,刘扬.新工科背景下工程数学课程群教学改革与实践——以武汉理工大学为例[J].大学教育,2020(1):25-27.
- [2] 王洋,刘鹏飞,王玉杰.新工科数学类课程体系构建和教材建设[J].高师理科学刊,2019(5):64-67.
- [3] 黄平,杨启贵,刘小兰.新工科建设背景下工科数学实践教学模式创新[J].教育现代化,2019(69):15-17.
- [4] 蒋英春,蒋秉睿.交叉与融合——“新工科”背景下应用数学类研究生课程体系新探索[J].教育现代化,2019(79):182-184.
- [5] BRYAN K, LEISE T. The MYM25,000,000,000 eigenvector: The linear algebra behind Google[J]. SIAM review, 2006(3): 569-581.
- [6] GALLARDO P F. Google's secret and Linear Algebra[J]. EMS Newsletter, 2007, (63): 10-15.
- [7] 教育部高等教育司关于开展新工科研究与实践的通知.[EB/OL].(2017-02-20)[2020-06-15]. http://www.moe.gov.cn/s78/A08/A08_gggs/A08_s#/201702/t20170223_297158.html.

Teaching Reform and Innovation of Public Mathematics Courses in Local Business Universities Under New Engineering Background

WANG Jingtong

(School of Mathematics & Statistics, Hunan University of Technology and Business, Changsha 410205, China)

Abstract: Under the background of new engineering construction, how to organically combine the education concept of innovation and entrepreneurship with the professional education and teaching, and how to deeply integrate new business and new engineering are the challenges for the education and teaching of local business universities. By analyzing the current situation and the shortage of public mathematics teaching under the new engineering background, this paper tries to establish a modular teaching system of public mathematics classification based on the teaching unit of specialty group. In order to cultivate talents of “new business” and “new engineering” with innovation consciousness, innovation spirit and entrepreneurial ability, and the capability to adapt to local social and economic development, this paper, guided by application-driven, suggests to integrate teaching contents, break down the barriers between courses, and explore a new public mathematics teaching mode.

Key words: new engineering; public mathematics; innovation; teaching reform

(责任校对 王菊英)