

教学研究

数学建模活动促进教学与科研融合的研究与实践

朱善良, 韩玉群, 邢建民, 杨树国

(青岛科技大学 数理学院, 山东 青岛 266061)

摘要: 在大学数学教学活动中, 广大高校数学教师面临的一个突出问题是如何做好教学和科研的融合, 有效提升人才培养质量. 为了解决这个问题, 本文总结了我校数学建模活动促进科教融合的相关举措与实践经验. 长期的教学实践表明, 构建层次化的建模活动平台, 多学科协同育人, 是实现数学建模教学常态化、课外实践经常化和应用研究专业化的有效举措. 该举措能够培养具有扎实数学应用能力的创新型人才, 提高教师教学与科研水平, 提升高校服务社会的能力.

关键词: 数学建模; 教学改革; 科教融合; 人才培养

中图分类号: O29

文献标志码: A

文章编号: 2095-3070(2021)04-0038-05

DOI: 10.19943/j.2095-3070.jmmia.2021.04.05

0 引言

人才培养和科学研究是高等教育的基本职能, 其中培养创新人才是高等教育的核心工作, 如何促进人才培养和科学研究有机融合、实现教书育人和科研育人的教学目的, 是广大高等教育工作者面对的重要课题^[1]. 现实情况是, 高校教师, 特别是基础课教师, 对教学科研孰轻孰重问题心存困惑, 不知教学科研如何下手. 有些人专注搞科研, 轻教学, 在教学上的精力明显不够, 其表现为热衷于项目数量、论文篇数和科研获奖, 很少走近课堂, 与教学心如陌路、渐行渐远; 有些人只从事教学, 不搞科研, 只顾蒙头教学上好课, 科研上鲜有成果, 其表现为教学上尽职尽责, 但教学内容陈旧、教学方法单一、教学模式僵化, 开展教学改革的动力不足, 对科研知之甚少, 或科研基本与教学无关.

当前部分高校存在科研教学“两张皮”问题的原因虽然是多方面的^[2], 但教师的教学科研有机结合理念淡薄在某种意义上对提升人才创新能力和培养质量是极其不利的. 教学和科研的割裂会导致高校优质丰富的教学科研资源无法形成有效的育人合力, 无法转化为人才培养优势^[3]. 在大学数学教育教学中, 如何做好教学和科研的融合是一名高校数学教师亟待解决的问题. 本文以我校数学建模活动培养数学应用创新人才为例, 对建模活动促进我校大学数学教学改革和数学教师科学研究进行一些探索和实践.

1 开展数学建模活动的现实意义

如今, 以物联网、大数据、机器人及人工智能等技术为驱动力的第四次工业革命正以前所未有的态势席卷全球, 这不仅给数学的应用提供了广阔的市场, 也日益凸显着数学建模的重要性, 使其成为现代应用数学的一个重要组成部分^[4]. 作为联系数学与应用的重要桥梁, 数学建模于 20 世纪 80 年代进入我国大学课堂, 以数学建模教学和竞赛为主的各类数学建模活动蓬勃发展, 规模不断扩大, 影响

收稿日期: 2021-09-29

基金项目: 2021 年山东省研究生教育优质课程(多元统计分析); 2021 年山东省一流本科课程(概率论与数理统计)

通讯作者: 朱善良, E-mail: zhushanliang@qust.edu.cn

引用格式: 朱善良, 韩玉群, 邢建民, 等. 数学建模活动促进教学与科研融合的研究与实践[J]. 数学建模及其应用, 2021, 10(4): 38-42.

ZHU SH L, HAN Y Q, XING J M, et al. Exploration and practice on mathematical modeling activities promoting the combination of teaching and scientific research(in Chinese)[J]. Mathematical Modeling and Its Applications, 2021, 10(4): 38-42.

日益深远,其中全国大学生数学建模竞赛是首批入选“高校竞赛排行榜”的 19 项竞赛之一。2017 年以来,每年超过 10 万名国内外大学生报名参赛,该项赛事已成为世界上最大规模的数学建模竞赛活动^[5]。数学建模活动具有问题驱动、实践为主及多学科交叉应用三大特征^[6],是培养数学应用创新人才、促进学科交叉融合的重要课外科技实践活动。在提升大学生的创新实践能力、提高教师科研水平和促进师生跨学科交叉研究等方面发挥着其他教学活动无法替代的作用,在提高教学质量和创新人才培养质量上具有开拓性的意义。

近些年,我校数学建模团队秉承“促学促练强素质、促教促研促发展”的育人理念,积极开展各类数学建模活动,每年有 1 000 多名大学生参与,其中 2011—2020 年,我校共有 1 209 支队伍正式参加全国大学生数学建模竞赛,获国家一等奖 22 项、二等奖 63 项,山东省一等奖 512 项、二等奖 283 项、三等奖 108 项,参赛规模和获奖质量在山东赛区名列前茅。我校不仅积极组织大学生参加各类建模竞赛,同时还在培养学生数学创新实践能力、提升师生科研能力和提高数学教学质量等方面做了大量有意义的探索和实践,构建了课堂教学、课外实践和应用研究三级数学建模活动平台,形成了课程体系建设、教学模式改革、实践教学优化、竞赛活动拓展、科研能力提升等五层递进式数学应用创新人才模式,并取得了一定的成效。

2 数学建模活动促进课堂教学改革

我校依托数学建模课堂教学平台,秉承“夯实基础以强根”的教学理念,以数学应用创新人才培养为根本,从完善数学建模课程体系、改革优化教学模式两个层面使学生掌握扎实深厚的数学理论知识。这些数学建模教学活动将背景材料、数学知识和应用案例有机结合,对学生的“学”和教师的“教”都有极大的促进作用,为培养数学应用创新人才打开新思路,为教学实践和应用研究奠定坚实的理论基础。

2.1 优化课程体系和教学内容

数学建模教学的最佳状态应是将其融入各门大学数学课程,融入课堂和实践教学环节。为此,我校积极探索将数学建模的思想方法全面融入到数学类课程教学之中。为了满足不同层次学生的要求,相继开设了 32 和 48 学时的《数学建模》、32 学时的《数学实验》、48 学时的《数学建模实训 1》和《数学建模实训 2》等系列数学建模课程,形成了以“公共基础课+数学建模+数学实践+相关专业课”为核心的多类型、多层次的课程体系^[7]。

在教学实践中,我校通过紧密跟踪数学建模赛题、数学前沿应用领域以及相关专业的最新发展趋势,不断丰富数学建模知识和教学内容:1)跟踪建模竞赛发展趋势,不断拓展数学建模知识,如智能优化算法、偏微分方程解法和机器学习算法等;2)结合国内外优秀建模论文和技术开发课题,精选可用性强、易于讲授的建模论文和科研素材,不断丰富更新教学内容,初步建成以工程数学应用实践为主的数学建模多模块案例库;3)以建模实践教学为平台,结合学校的专业特色,面向不同专业,训练不同的建模案例,实施不同的实践项目,精准服务于学校专业认证和学生数学应用创新能力培养,形成以数学建模案例、实践项目为拓展的“平台+模块+项目”理论和实践融通的实践教学理念。

该课程体系的实施,使得我校选修数学建模类课程的学生持续增加,受益面不断扩大,如 2020 年我校 4 个校区、2 000 余名学生选修数学建模类课程。教学实践表明,数学建模教学体系较好地满足了不同层次学生的“学数学、用数学”的内在需求,能够培养学生的建模兴趣,强化学生的数学应用意识和能力。同时,在教学过程中,教学团队及时更新教学内容,并注重数学建模与公共基础课程、数学专业课程的融合,以提升教师的知识水平,拓展教师的知识范畴,巩固教师的自身素质。

2.2 推行“问题驱动式”OBE 教学模式

传统的“老师讲学生听”的教学模式,缺乏对学生应用意识的培养,容易使学生产生“学而无用、学而无趣”的思想。为培养学生研究性学习能力,我校在数学建模类课程教学中引入 PBL(problem-based learning)教学方法,学生以小组为单位在教师的指导下,通过图书馆、网络等各种学习途径,收集和整理可以用于解决问题的资料,让学生充分发挥主观能动性,变被动为主动,实现“要我学”与“我要学”的学习观念的转变;基于 OBE(outcomes-based education)教学模式,将教学重点放在教育

的“产出”上,强调学生“获得了什么”,并结合翻转课堂模式将学习的决定权从教师转移给学生^[7].这些教学模式的有效结合,形成了以学生为中心,以学习结果产出为导向的“问题驱动式”OBE教学模式,实现了课堂翻转.

该教学模式不仅培养学生的研究性学习能力和科研意识,还要求教师具有较广的知识面、较强的解决实际问题能力以及驾驭课堂的能力,并在教学中不断更新教学内容,有效提升了教师的教学水平,促使教师积极进行教学改革,“科教相长”表现突出.近年来,教学团队在各类教学比赛中获奖20余项,完成数学建模类教学研究论文30余篇,诸如《基于OBE教学模式的数学建模课程教学实践研究》《数学建模课堂教学新方法的探索与实践》《数学建模思想融入力学教学的探讨》《以能力为导向的数学建模竞赛活动的探索》《论数学建模与创新教育》等;教学团队已完成省级数学建模相关的教改项目8项、校级教改项目20余项;相继获得山东省教学成果一等奖1项、二等奖2项,校级教学成果一等奖2项、二等奖1项.

3 数学建模活动助推课外实践

强化学生的数学应用创新能力是数学建模活动的优势所在.我校充分挖掘实践教学资源,搭建多种形式的课外实践平台,引导数学建模协会开展丰富多彩的建模课外实践活动,积极践行“理论加实践、实践带竞赛、竞赛融教学、教学促发展”的课外实践教学理念,深入“强化实践”以“固魂”.这些课外实践平台能够培养学生的数学应用创新能力、团队协作能力和科技成果的撰写能力,并为其后期的专业学习与科研实践奠定良好的基础.同时,也为教师的科研活动注入新素材,促使教师不断学习新知识、持之以恒地进行科研活动^[8].

3.1 开辟“四重熏陶”为主体的第二课堂

在数学实验教学基础上,我校延伸课堂教学,开展以“启智慧、拓视野、助成长、促教研”为主题的数模讲座,指导数学建模协会定期举行形式多样的数模论坛、数模沙龙等社团活动,协助建模老师开展混合学习模式,通过网络互动、线上和线下混合教学,让学生充分实现个性化学习.在4个校区分别建设数学建模创新基地,面向学生全天候开放安排实验室,每年参加以“四重熏陶”为主体的第二课堂活动学生3000余人次.第二课堂以建模文化推动学生认识数学、理解数学、热爱数学和用好数学,能够丰富学生的课外活动,提升学生的数学建模兴趣和实践能力.在师生互动过程中,能够开阔师生视野,激发师生的想象力和创造力,有效弥补课堂教学的不足.

3.2 开展“金字塔”式的系列大学生数学建模培训活动

我校以各类数学建模竞赛为契机,以培训带动竞赛,以竞赛促进培养,积极探索数学建模教学与竞赛管理的新思路、新途径和新方法,形成了一个具有我校特色的“二选四训三阶段”的竞赛培训平台.其中,“二选”包括校内初选、培训优选;“四训”包括课程普及、初级培训、分散培训和强化培训;“三阶段”中第一阶段是开展建模宣传、建模知识讲座等;第二阶段是进行校内初选、知识拓展培训;第三阶段包括分散培训、强化培训和适应性集训等.在不影响正常教学秩序的情况下,利用课余、假期时间开展培训活动,通过这些培训活动,学生们能够掌握数学建模的知识和方法,系统地完成数学应用全过程的训练,使学生在数学实践应用能力方面取得长足进步.同时,建模培训活动不仅使具有特长的学生脱颖而出,而且也为指导教师的科研活动注入新的思想和素材.

3.3 形成以大创计划为载体的师生科研互动机制

我校遵循“兴趣驱动、自主实践、重在过程”的原则,以大学生创新创业训练计划(简称大创计划)为载体,推进大学生科研能力和创新创业能力的培养,形成良性的师生科研互动机制.从3个方面组织学生开展数学建模的科研训练:一是以建模赛题为素材,提炼科学问题,组织有兴趣、有潜力的学生继续进行赛题研究,指导老师以项目形式进行管理,师生共同完成研究成果;二是精心选择贴近实际的数学问题,指导参加过建模竞赛的团队申报大学生创新创业训练项目,强化大学生科研能力和创新实践能力的训练;三是加强与其他院系的合作交流,组织优秀的建模学生参与工程技术、经济管理等领域的科研项目,协同开展跨专业院系、多学科交叉的科研课题的研究,提升师生的多学科研究能力.

这些课外科研训练活动能够激发学生的科研兴趣,提高学生的软件应用能力、快速获取新知识和

信息的能力、科技论文写作和撰写能力等,有效提升教师的跨学科研究能力.近年来,以赛题为素材,师生发表科研论文 20 余篇,参赛学生撰写数学模型类毕业论文 200 余篇;每年各专业的参赛学生主持各类大创项目 50 余项,在各自专业都有强劲的发展潜力,在其他学科竞赛与创新实践中崭露头角.据不完全统计,其他学科竞赛获奖学生中 80% 以上都曾受益于建模活动,每年评优、推免和考研学生中超过 70% 都参加过建模活动.

4 数学建模活动推动科学研究

多学科知识交叉应用是数学建模的三大特征之一,重视科研训练、跨学科协同育人已成为数学应用创新拔尖人才培养的重要内容.在学校大力支持下,教学团队成立了校级的数学与交叉科学研究院,从学校层面搭建一个数学与其他学科交叉合作的科研平台.研究院结合学校优势和特色,以数学建模应用为核心,凝聚校内外数学与相关学科力量,开展围绕数学与控制科学交叉、数学与海洋科学交叉、数学与高分子材料科学交叉、数学与信息技术交叉、数学与工程技术交叉等若干前沿问题开展应用基础研究,并根据不同交叉领域设立多个研究团队.每个团队都有固定的活动场地和良好的硬件环境.科研平台培养了具有扎实数学应用能力的创新拔尖人才,拓宽了教师的知识结构,提升了教师的跨学科研究能力.近年,教学团队相继承担了纵向科研课题 30 余项,企业技术研发类课题 10 余项,科研成果近 10 项,初步实现了数学建模应用的专业化,多学科协同育人举措成效显著.

4.1 组建优势互补的校内跨学科科研团队

数学建模是联系数学与现实世界的重要桥梁,其问题来源于现实生活,涉及众多学科领域,因此,需要建模教师具有宽厚的知识储备和较高的学术素养.为促进数学建模教师专业知识结构的多元化,拓宽其科研领域,我校不断探索跨学科、跨院系合作,积极与其他院系的教师开展学术交流和科研互动,建立优势互补的科研团队,成员之间不仅具有足以互补的专业知识、技能和技术,而且能在科研工作中进行有效的沟通和交叉融合.如团队与机电学院的科研团队合作联合培养学生,依托“青科大一号”卫星构建的环境大数据、农业大数据、海洋大数据等大数据群,与信息学院协同合作,在大数据预处理、数据质量控制和深度学习算法等方面致力于开展大数据技术的科学研究,一些先进的技术和成果在农业遥感、智慧农业、智慧海洋等方面得到应用.团队通过跨学科、跨院系交流,实现了多学科交叉合作,为教师从事科研活动开辟新途径,多学科协同育人,为培养复合型创新拔尖人才奠定坚实基础.

4.2 构筑多样化的校外科研协作平台

我校秉承务实合作、优势互补和合作共赢的理念,依托数学建模技术优势,采取“请进来、走出去”方式,主动加强与外部优质资源的合作交流.通过参加学术会议、专家互访交流、联合技术开发、联合培养学生、聘请兼职导师和兼职教授等形式,开展强强联合和优势互补的协作交流,丰富师生的创新思路,建立起稳定长效的科研协作机制,在更高起点助力师生科研实力的提升、助推团队内涵发展、推动科研成果产出、科研协作等方面成效显著.如与中国科学院海洋研究所合作,基于人工智能技术,联合开展海表温度预测、涡旋检测别及次表层温盐场重构等方向的应用基础研究;团队相继聘请国内外兼职教授 4 人,兼职导师 8 人,在他们指导下,师生发表高水平科研论文 50 余篇.

4.3 形成合作共赢的产学研融合发展新模式

服务社会、服务区域发展是地方院校的主要职责和任务,不同学科如何服务地方,尤其是数学基础学科如何有效地服务于社会发展和地方经济建设是值得思考的问题.

我校依托数学建模活动,以应用研究项目为纽带,以企业技术需求为导向,大力推进校企合作,在共建实习实践基地、共建专业实验室、联合培养学生及协同技术攻关等方面开展合作,形成“人才共育、合作共赢、成果共享”的校企合作模式.校企双方互相支持、互相渗透、双向介入、优势互补、资源互用、利益共享,在产学研结合上取得突破,初步展现了数学建模活动服务社会的成效,如分别与青岛地铁集团有限公司、青岛高校信息产业股份有限公司和广东明阳智慧能源集团股份有限公司等合作,将数学模型、大数据技术应用于青岛市地铁建设、商务酒店用电节能控制以及海洋数据挖掘之中,有效解决了企业的技术难题;与青岛眼科医院合作,对青岛市中小学生视力状况进行统计分析,为地方政府近视防治方案的制定提供科学参考依据.校企深度合作实现了地方院校与企业“双赢”,使数学

教师解决实际问题的能力大大提升,促使教师的教学和科研良性互动,提高了人才培养质量。

5 结论

我校多年的数学建模活动实践表明,数学建模活动在促进数学教学改革的同时,能够极大地提高师生的实践创新能力和科研能力,是促进科教融合的有效途径,是培养拔尖创新人才的重要载体。构建层次化的数学建模活动平台,将数学建模活动融入学校人才培养之中,实现数学建模教学常态化、课外实践经常化和应用研究专业化,能够培养具有扎实数学应用能力的理工类拔尖创新人才、提升高校服务社会的能力。

致谢 山东大学刘保东教授、解放军信息工程大学韩中庚教授在本文选题、框架设计和行文表述等方面给予了具体的指导,他们的真知灼见使笔者受益匪浅,在此对他们表示衷心的感谢。

参考文献

- [1]周光礼,周详,秦惠民,等.科教融合 学术育人——以高水平科研支撑高质量本科教学的行动框架[J].中国高教研究,2018,8:11-16.
- [2]史恩义.科教融合的教学团队建设[J].中国高校科技,2016,9:42-44.
- [3]刘合财,侯颖,陈治友.利用数学建模促进科教融合[J].遵义师范学院学报,2016,18(5):131-133+145.
- [4]李大潜.数学建模是开启数学大门的金钥匙[J].数学建模及其应用,2020,9(1):1-8.
- [5]全国大学生数学建模竞赛组委会.全国大学生数学建模竞赛和活动大事记[EB/OL].[2021-08-25].http://www.mcm.edu.cn/html_cn/block/8de42674f0a9d7c439d17666d2bdfe02.html.
- [6]吴孟达,王丹,毛紫阳.面向问题的数学教学——谈数学建模对数学教学改革的启示[J].高等教育研究学报,2011,34(S1):15-16.
- [7]朱善良,张淑芳,张新丽.基于OBE教学模式的数学建模课程教学实践研究[J].当代教育实践与教学研究,2020,12:205-207.
- [8]裘哲勇,陈光亭.基于数学建模活动平台的大学生科研能力培养的研究与实践[J].宿州教育学院学报,2013,16(2):123-125+132.

Exploration and Practice on Mathematical Modeling Activities Promoting the Combination of Teaching and Scientific Research

ZHU Shanliang, HAN Yuqun, XING Jianmin, YANG Shuguo

(School of Mathematics and Physics, Qingdao University of Science and Technology, Qingdao, Shandong 266061, China)

Abstract: In university mathematical teaching, one of the prominent problems facing mathematics teachers is how to integrate teaching and scientific research to effectively enhance the quality of talent-training. In order to solve this problem, this paper summarizes the relevant measures and practical experience of mathematical modeling activities in our university to promote the integration of teaching and scientific research. The teaching practice shows that building a hierarchical modeling activity platform and multidisciplinary collaborative education is the effective measures to realize the normalization of mathematical modeling teaching, the regularity of extracurricular practice and the specialization of applied research. These measures can cultivate top-notch innovative talents in science and engineering with solid mathematical application ability, improve teachers' level in teaching and research, and enhance the ability of universities to serve the society.

Key words: mathematical modeling; teaching reform; combination of teaching and researching; personnel training

作者简介

- 朱善良(1977—),男,博士,副教授,主要研究方向为非线性系统自适应控制、数学建模及其应用。
韩玉群(1987—),男,博士,副教授,主要研究方向为非线性系统自适应控制。
邢建民(1978—),男,博士,副教授,主要研究方向为非线性迭代控制、数学建模及其应用。
杨树国(1970—),男,博士,教授,主要研究方向为大数据分析及应用、数字图像处理。