

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2024.04.005

欢迎按以下格式引用:刘凯,王怀宇,刘小冬,等.基于“专创交叉融合”的机械工程专业创新创业教育体系构建与实践研究[J].高等建筑教育,2024,33(4):36-42.

# 基于“专创交叉融合”的机械工程专业创新创业教育体系构建与实践研究

刘凯<sup>1</sup>,王怀宇<sup>2</sup>,刘小冬<sup>1</sup>,高国华<sup>1</sup>

(1.北京工业大学机械与能源工程学院,北京100124;2.北京市教育科学研究院高等教育科学研究所,北京100036)

**摘要:**大学生创新创业教育的实施对促进高校教育教学改革,推动大学生全面发展与社会进步具有重要意义。面向大学生创新创业教育,创新高校人才自主培养体制机制能够更好地满足社会对多样化、拔尖创新人才的需求,激发学生创新潜能,培养更具实践能力和创新创业精神的人才,进而推动高等教育与社会发展的紧密结合。北京工业大学机械工程专业积极探索并构建了以“专创交叉融合”为基础的人才创新创业教育体系,从课程建设、教学方法、师资培养、评价机制等方面,着力提高学生创新创业能力,加强知识运用能力,以提高学校人才培养质量。该体系对促进中国高校创新创业生态系统具有积极的借鉴意义。

**关键词:**创新创业教育;专创交叉融合;人才培养;项目式教学

中图分类号:G642

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2024)04-0036-07

2010年以来,教育部在前期试点基础上全面推动全国高校创新创业教育。高校创新创业教育在过去的十多年里取得了积极进展,但与专业教育之间依然存在“两张皮”现象,未能真正实现“面向全体学生、融入人才培养全过程”的基本目标。基于此,2015年国务院办公厅颁发的《关于深化高等学校创新创业教育改革的实施意见》指出,深化高等学校创新创业教育改革是国家实施创新驱动发展战略、促进经济提质增效升级的迫切需要,是推进高等教育综合改革、促进高校毕业生更高质量创业就业的重要举措。随后,教育部在2018年10月发布的《关于加快建设高水平本科教育全面提高人才培养能力的意见》中指出,创新创业教育改革要面向全体、分类施教、结合专业、强化实践,促进学生全面发展。高校应推动创新创业教育与专业教育紧密结合,深化创新创业课程体系、教学方法、实践训练、队伍建设等关键领域改革。由此可见,实现专业教育与创新创业教育的紧密融合是对高校创新创业教育改革工作提出的新要求和新挑战。

自2015年起面向“专创融合”的创新创业教育研究进入了加速增长期,目前已有成果主要集中在以下四个层面:一是关于“专创融合”的理论探讨,例如,三螺旋理论<sup>[1]</sup>、TRIZ理论<sup>[2]</sup>和PBL理论<sup>[3]</sup>

修回日期:2024-05-25

基金项目:北京市高等教育学会重点课题(ZD202233)

作者简介:刘凯(1991—),男,北京工业大学机械与能源工程学院讲师,博士,主要从事机器人与机构学研究,(E-mail)kailiu@bjut.edu.cn。

等;二是关注院校宏观层面,以“双一流”建设高校<sup>[4]</sup>、应用型高校<sup>[5]</sup>、高职院校<sup>[6]</sup>等为研究对象,研究各类型高校开展“专创融合”的模式、路径、方法等;三是以“专创融合”为基本背景或视角,在院校中观层面重点围绕人才培养模式改革<sup>[7]</sup>、实践教学<sup>[8]</sup>和实验室建设<sup>[9]</sup>等不同主题开展研究;四是侧重教学微观层面,以某一特定专业<sup>[10]</sup>或专业群<sup>[11]</sup>为例,主要聚焦“专创融合”的人才培养模式、教育教學体系的构建等;或以课程<sup>[12]</sup>、教学建设与改革<sup>[13]</sup>为核心,进行“专创融合”教育教學改革的实践探索。

创新创业教育是一个综合性的教育工程,“专创融合”不能仅仅依靠一门或几门创新创业课程来实现,需要逐步渗透和渐进发展。分析发现,目前已有研究主要集中在理论研究和院校宏观、中观层面,围绕专业建设和课程、教学改革的人才创新创业教育体系研究相对较少,而且多数成果以观点阐述为主,侧重于专业或课程的规划和设计,虽然在改革和建设思路上具有一定的启发意义,但仍有待进一步发展。

基于专创交叉融合,研究构建机械学科的人才创新创业教育体系,并从课程建设、教学方法、师资培养、评价机制四个方面系统阐述北京工业大学机械学科创新高校人才自主培养体制机制的过程、特色与成效,以期完善具有中国特色的高校创新创业体系提供有益借鉴。

## 一、北京工业大学机械学科人才创新创业教育体系的构建

基于目前国内高校“专创融合”人才培养体系建设的现状,北京工业大学依据本校的创新人才定位、专业特点制定人才培养体系。北京工业大学致力于培养适应行业 and 经济发展需求,具备较强实践能力、持续学习能力和创新能力,并能从事研究开发、设计制造和管理等工作的高素质人才。

以习近平总书记的教育、科技和人才“三位一体”思想为引领,针对高校创新人才培养新要求,深入研究各类创新案例,发现“创新有规律,创新有方法,创新可学习,创新可传授”,逐步确立了面向“专创交叉融合”的高校创新人才规模化自主培养体系建设目标,提出了“创新人才培养、创新方法先行”的教育理念,确定了“学科驱动、方法先行、专创融合、开放共享”的建设思路,以创新方法教育为突破口,紧紧围绕“四个聚焦”,创建了高校创新人才规模化自主培养体系并组织实施。为具体构建面向专创交叉融合的机械学科人才创新创业教育体系,采取的举措主要有以下几个方面。

### (一)“专创交叉融合”课程体系建设

课程是人才培养的核心要素,课程质量直接决定人才培养质量。而课程体系是落实教育教學理念、能力大纲的基础和首要的载体。北京工业大学机械工程专业基于2020版人才培养方案的修订,制定了机械工程2020版课程体系。该课程体系以“专业理论”“创新方法”“工程实践”为三条主线,其中创新主线包括创新思维与方法、创新原理与分析、创新设计与实现三门主干课程。通过创新理论、创新方法和创新实践三个层次提升本科生创新能力,如图1所示。

“创新方法”类课程作为自主必修课程,即根据学科设置、教学理念和学生需求等因素自主确定的必修课程,已成为机械工程专业课程体系的重要组成部分。创新思维与方法、创新原理与分析、创新设计与实现,以及电工电子创新设计等创新类课程的学分占自主课程总学分的70%,如表1所示。创新思维与方法、创新原理与分析、创新设计与实现三门课程联合形成了由泛入微的创新知识教学和由简入繁的项目实践教学,构建了理论与实践之间的紧密联系,搭建起了课程理论与实践的桥梁。

在“工程实践”体系中,强化了减速器产品和创新项目产品的设计、加工和装配等实际动手能力。在“创新方法”体系中,以实际工程项目为基础,构建了教学库,开展了项目创新实践。最终,在毕业设计阶段,学生将通过具有科研背景的工程项目创新实践活动取得创新成果,如图2所示。

	第1学期 23.5	第2学期 27.1	第3学期 26.5	第4学期 24	第5学期 24	第6学期 24	第7学期 16	第8学期 8
通识教育 12			外语选修课 2	工程伦理 1	经济管理选修 2	经济管理选修 2	通识教育任意选修 2	
实践环节 45	军事理论 2 军事训练 2 计算机语言训练 2	军事理论 2 军事训练 2 物理实验(I)-1 1 工程图学项目实践 3	中国特色社会主义实践 2 化学与环境实验 0.5 物理实验(II)-2 1 互换性与公差配合实践 1.5 机械制图项目实践 2	认识实习 1 机械原理项目实践 2	认识实习 1 机械原理项目实践 2	认识实习 1 机械原理项目实践 2	认识实习 1 机械原理项目实践 2	毕业设计 8
自主选修课 10	新生研讨课 1 学科前沿 1		学科前沿 1	学科前沿 1	学科前沿 1	学科前沿 1	学术写作 1	
专业与个性选修课 10		化学与环境 2		材料力学IV 1			专业能力选修1-5 10 毕业复合能力选修 6	
学科基础必修 39	工程图学 3		电子技术I 2	电子技术II 2	电子技术III 2	电子技术IV 2	传感与测试技术 2	
公共基础必修 48	中国近代史纲要 3 高等数学(工)-1 5.5 大学英语(综合) 4 体育1 1 思想道德修养与法律基础 3	大学物理1-1 3.5 高等数学(工)-2 5.5 大学英语(高级) 4 体育2 1	大学物理1-2 3.5 线性代数(工) 3 体育3 1	概率论与数理统计(工) 3 体育4 1	通识教育 70 理想信念与家国情怀 29 人文基础与科学素养 28 国际视野与沟通表达 8 马克思主义基本原理 3			

图1 北京工业大学机械工程专业课程体系

表1 机械工程专业自主课程一览表

序号	课程名称	学分	总学时	理论学时	实践学时	课程类型	学分占比
1	新生研讨课	1	16	10	6		
2	学科前沿	1	16	16		非创新类课程	30%
3	学术写作	1	16	16			
4	创新思维与方法	2	32	16	16		
5	电工电子创新设计	1	16	16		创新类课程	70%
6	创新原理与分析	2	32	16	16		
7	创新设计与实现	2	32	16	16		

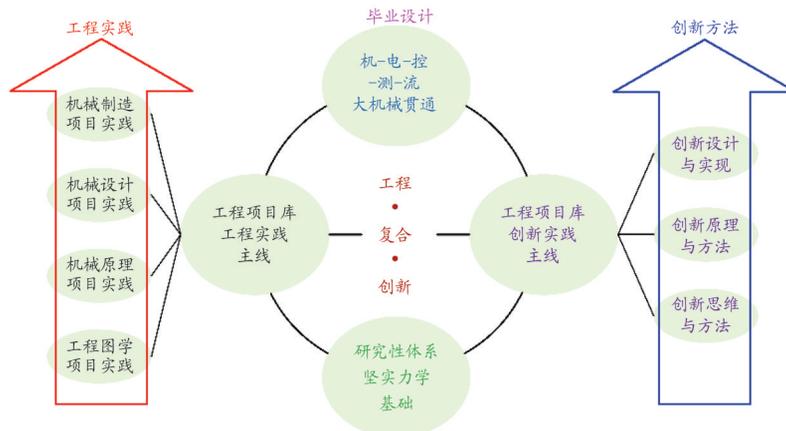


图2 北京工业大学机械工程专业工程实践与创新方法融合

(二) “专创交叉融合”教学方法构建

教学方法直接影响着学生的学习效果和体验。良好的教学方法能够激发学生的学习兴趣,提高他们的学习动力,促进其思维能力和创造力发展。有效的教学方法还能够帮助学生更好地理解和应用知识,培养他们的综合能力和解决问题的能力。基于项目化教学、翻转式课堂、交互式平台和知识图谱等,北京工业大学创新方法课程以问题为导向的混合式教学,具体教学方法与特色如下。

(1)知识图谱,关联内在。利用知识图谱解析“创新方法”课程与“专业理论”“工程实践”课程的内在关联。知识图谱在教学中扮演着重要的角色,可以帮助教师和学生更好地组织、理解和应用知

识。借助知识图谱将多门课程内容按照逻辑结构和关联关系进行整合和呈现,使学生更清晰地了解知识体系的框架和内在联系。

(2)翻转课堂,学生主讲。北京工业大学的创新方法、机械设计等课程入选了国家级精品视频公开课或国家级资源共享课程。每学期课程开始前,教师提前要求学生观看视频、查阅资料,并做讲课的预习。课堂上,教师提纲挈领讲述,而后按照原定顺序由各组学生“自己做老师”讲授各知识点。再由教师讲授一个工程实际案例,开展理论知识与实践应用的讨论。采用“翻转课堂”的形式,由学生来讲知识,更有利于学生对知识的理解和掌握。

(3)线上线下,混合交互。线上学习线下实践交互进行,保持学生创新持续性。学生在视频预习、课堂讲授后,会对各项知识点有了基本认识。而后结合教师布置的课下作业,尝试应用创新工具开展具体问题的解决。在这一过程中,学生可以回看教学视频,重新理解知识点,也可以通过线上论坛与教师交流沟通线下实践遇到的问题,使得教学互动持续性。

(4)学科交叉,融会贯通。在“创新思维与方法”课程后半阶段聘请力学专业教师,将力学知识引入创新方法课程中促进学生跨学科的思维,帮助他们将不同领域的知识进行结合和应用,从而更好地解决实际项目问题。在“创新设计与实现”课程中穿插引入电气专业教师。电气类教师通常具备丰富的电子电路、信号处理、控制系统等方面的专业知识,可以为课程提供电子技术、硬件设计等方面的专业指导,帮助学生将理论知识应用到实际项目中,并且能够指导学生进行电路设计、硬件调试等实际操作。

(5)项目依托,创新实施。以授课教师的自然科学基金、企业课题等纵横项目为基础,通过技术问题分解成小工程案例,穿插于课堂知识点讲述过程中,让学生从具体案例中体会理论知识的应用背景、适用情况、应用方法等,加深对知识学习的兴趣和理论。同时,参与国家级课题的研究活动,提升学生自信心。项目实施过程中,学生三人一组,自选小组长,负责联系组织。小组共同承担一个题目,分工合作,每人完成总体的一部分,最终集成成一个整体设计结果。加强团队合作的同时,锻炼了设计协作能力。

(6)接轨国际,资格认证。聘请国际MTRIZ协会副主席、中国地区总负责人孙永伟博士为创新方法校外指导教师,定期到学校作学术报告等。在学期学习结束后,参加由MTRIZ组织的国际创新师一级认证考试,通过的学生颁发证书。

### (三)“专创交叉融合”师资培养体系建设

北京工业大学机械学科是从1960年建校之初“基础教学部”中“零件系”发展而来,师资培养体系秉承教学改革持续性、教学育人复合型、学科发展交叉性的理念。

(1)师资培训方式。强化学科与教学融合、科研成果融入教学,设立“创新工程师”专项培训。作为教指委全国高校“创新方法”师资培训基地、北京市创新方法培训基地,积极发挥师资培训作用,每年2次以上线上和线下高校教师培训活动,支持“专创交叉融合”工作。通过创新方法培训近两年新增20余位教师获得2级国际TRIZ和2级创新工程师认证。

(2)教学指导形式。创新方法课程教研组定期活动,优秀教师示范课、新教师研讨课每两周举行一次。这些活动旨在促进教师之间的交流与合作,共同探讨创新方法课程的教学理念、教学方法和教学内容,提升教学水平,进一步推动创新创业教育的发展。通过数十年坚持,形成了“薪火相传”育人理念。

(3)教学资源支持。围绕教改立项、课程立项,开展团队性课程改革工作,以项目带教学改革。团队积极承担教学改革和课改项目,使教学改革更加系统化、有序化,并且能够在项目实践中落地验证,提高改革的可持续性和实效性。2015年创新方法及应用课程获评国家级“视频公开课程”。

(4)教学经验交流。积极强化全国高校同行交流、深入开展新工科教学改革探索工作。作为教指委秘书长单位、机械工程卓越工程师联盟秘书长单位、“专创交叉融合”虚拟教研室单位,积极联合国内其他高校,组织教学研讨会、交流会,提升教师教育教学水平。

(5)教学评价反馈。建立科学的教学评价机制与平台,其中包括学生评教、同专业督导评教和跨专业督导评教等环节。这一机制旨在为教师提供及时的反馈和改进建议。对于评分较低的任课教师,设立了一对一教学指导服务,由省部级以上教学名师组成的指导组提供支持,帮助教师改进教学方法,提升教学效果。

#### (四)“专创交叉融合”评价体系建设

人才自主培养体制机制的评价体系可以保障和提高教育质量,指导发展战略,提升师资水平,优化教学资源配置,以及提升学生竞争力和就业能力。面向专创交叉融合的人才自主培养体制机制以全面提升学生创新创业能力为基本目标。能力导向的评价标准主要包含以下几个方面。

(1)创新能力:评估学生在项目实践时所展现的创新思维和创意产出能力,包括对新概念、新方法、新技术的提出和应用等。(2)跨学科理解能力:评估学生对不同学科领域的理解程度,以及将不同学科的知识、理论和方法进行有效整合和应用的能力。(3)沟通协作能力:评估学生在项目实践过程中与其他同学和指导教师进行沟通、合作的能力,包括表达、倾听、团队合作等。(4)解决问题能力:评估学生在项目实践过程中解决问题的能力,包括分析问题、提出解决方案、实施方案和评估效果等。(5)实践应用能力:评估学生将创新方法理论应用到实际问题中的能力,包括创新产品、服务或解决方案的开发等。(6)持续学习能力:评估学生在项目实践中持续学习和自我提升的能力,包括对新知识、新技术的学习和适应等。

针对上述评价标准,采用多元化评估手段:(1)创新创业能力测试量表。从关注知识获取到重视能力提升,运用学生创新创业能力测试量表对学生学习效果进行综合评价,通过在不同教学阶段对学生能力进行阶段性测试,考查学生能力变化情况,根据测试结果对课程教学进行反馈,达到持续改进的目的。(2)项目评审与答辩。完成项目实践后,各小组需分别以书面报告形式和PPT演讲形式对项目完成过程和结果进行汇报,评审组包括机械、力学和电气等专业教师以及其他组成员,对小组的项目完成情况进行综合评判。(3)创新学分的认定与奖励。为培养大学生的创新精神、协作精神和解决实际问题的能力,倡导学习、合作、竞争、向上的校园氛围,鼓励广大师生踊跃以创新方法课程的实践项目为基础参加各类科技竞赛活动。学校特制定北京工业大学创新人才培养评估管理办法,以促进我校各类科技竞赛活动的质量提升和良性发展,充分调动师生积极性。

人才培养体系的持续改进与反馈机制是确保培养体制机制不断适应时代需求和行业发展的重要环节。聘请第三方评估机构定期组织评估会议,邀请师生代表参与培养体系评估,并提出改进建议。同时建立学生反馈渠道如问卷调查、意见箱等,鼓励学生就创新方法课程的各个方面提出建议和意见。

## 二、实施效果

作为全国第一批开展“创新方法”课程的高校,在课程建设、教学改革、师资培养、创新案例库组织等方面卓有成效。获批教育部“专创交叉融合”虚拟教研室;开设了国家级视频公开课创新方法及应用;在学校培养了50余名国际二级创新方法认证教师 and 上百位国际创新师一级认证学生;已经积累机械、电子、计算机、材料、建筑、交通、生命等10个专业方向的专业创新案例库;搭建基于手机Android系统的教育与推广平台,其中部分成果如图3—图6所示。

围绕学生综合素质和创新创业能力等核心要素,在创新方法类课程学习中通过企业项目和国家级、省部级项目实践,培养学生创新创业能力。不仅提高了学生的创新学习能力,而且增强了他们的自主能动性;学期末的教学评价与意见也充分体现了学生对创新方法类课程的认可。在此过程中,学生完成了多项创新科技作品,部分作品如图7所示,并发表了多篇论文,申请了多项专利。其中,针对农业机械、智能制造、仿生设计等领域,学习创新方法类课程的学生积极开展了诸如“智

能小型挖树设备”“立体停车库结构优化”“仿生河豚装置”等课题研究。在课程中完成了基本知识储备、项目需求分析、初步方案设计、优化设计、仿真验证等工作,并在机械创新设计或创新方法应用大赛等省部级以上竞赛中获得荣誉,部分奖项如图8所示。这些案例充分展示了北京工业大学机械学科在培养创新创业人才方面取得的成果。



图3 主讲国家级视频公开课程“创新方法及应用”



图4 50名国际二级创新方法认证教师



图5 10个专业方向的专业创新案例库



图6 开发基于手机 Android 系统的教育与推广平台



图7 创新方法课程本科生创新科技作品



图8 基于创新方法课程的省部级以上竞赛奖项

### 三、结语

在当前社会发展的大背景下,大学生创新创业教育已成为高校教育教学改革的重要一环。北京工业大学机械学科以其“专创交叉融合”的人才培养体制机制为例,展示了高校在推动创新创业教育方面的积极探索和实践。通过不断完善课程体系、教学方法、师资培养、评价体系等方面的举措,致力于提升学生创新能力和实践能力,以满足社会对多样化、拔尖创新人才的需求。这种探索不仅有助于提高学校人才培养质量,更是推动高等教育与社会发展紧密结合的有效路径。

然而,教育改革之路仍任重道远。未来应进一步深化教学改革,不断优化人才培养体制机制,

为学生提供更广阔的创新创业平台和更丰富的发展机遇。同时,也需要积极借鉴各类高校的成功经验,加强校际交流与合作,共同推动中国高校创新创业生态系统的健康发展。相信在全社会的共同努力下,大学生创新创业教育将不断迈向新的高度,为我国高等教育事业和社会进步作出更加重要的贡献。

#### 参考文献:

- [1] 罗昆,张廷龙. 创新创业教育与专业教育融合的模式、路径与实践——基于“三螺旋理论”的视角[J]. 山东科技大学学报(社会科学版),2019, 21(5):103-108.
- [2] 王永,谢莉,刘浩. 基于TRIZ创新理论的专创融合教学方法研究[J]. 教育现代化, 2019, 6(68): 23-25.
- [3] 黄晓颖. 基于PBL理论的创新创业课程群建设探索与实践——以东北大学为例[J]. 创新创业理论与实践,2023, 6(13):11-18.
- [4] 彭华涛,朱滔.“双一流”建设背景下专创深度融合模式及路径研究[J]. 高等工程教育研究,2021(1): 169-175.
- [5] 段辉琴,沈晓平. 应用型大学专创融合的模式、路径和方法探索——以北京联合大学生物化学工程学院为例[J]. 北京联合大学学报,2020,34(4):7-13.
- [6] 曹加文,邓彦敏,罗纯. 高职院校创新创业人才培养模式的探索与实践[J]. 创新创业理论与实践, 2023, 6(23): 123-132.
- [7] 宣翠仙,陈海荣,王成福,等. 专创融合视角下高职院校“学研创用”人才培养模式探索[J]. 黑龙江高教研究,2019,37(6):80-83.
- [8] 张渭武,杜小利,邓荔丹. 基于隐性知识视角的高校“双创”师资人才队伍建设[J]. 河北职业教育,2018,2(1):83-87.
- [9] 曹蕾,蒋学强.“专创融合”视角下创新创业实验室发展路径实践与探索[J]. 实验技术与管理,2020,37(8):26-31,36.
- [10] 倪向丽. 高校“专创融合”教育教学体系的构建与探索——以财务管理专业为例[J]. 云南大学学报(自然科学版), 2020,42(S1):153-157.
- [11] 陈强.“专创融合”人才培养模式构建及推进策略——以新商科专业群为视角[J]. 中国高校科技,2019(11):73-76.
- [12] 王志凤,王桂花. 基于“专创融合”的专业课程重构研究——以“供应链管理”课程改革为例[J]. 中国职业技术教育, 2020(5):79-83.
- [13] 杨燕. 课堂教学视角下“专创融合”教学设计研究[J]. 职教论坛,2021,37(12):52-59.

## Construction and practice research of innovative entrepreneurship education system in mechanical engineering based on the cross integration of specialization and innovation

LIU Kai<sup>1</sup>, WANG Huaiyu<sup>2</sup>, LIU Xiaodong<sup>1</sup>, GAO Guohua<sup>1</sup>

(1. School of Mechanical and Energy Engineering, Beijing University of Technology, Beijing 100124, P. R. China; 2. Institute of Higher Education, Beijing Academy of Educational Sciences, Beijing 100036, P. R. China)

**Abstract:** The implementation of innovation and entrepreneurship education for college students holds significant importance in promoting reforms in higher education teaching and learning, fostering the comprehensive development of students, and advancing societal progress. Targeting innovation and entrepreneurship education for college students, innovative autonomous talent cultivation systems in higher education can better meet the demands of society for diverse and top-tier innovative talents, stimulating the innovative potential of students, and cultivating talents with stronger practical abilities and entrepreneurial spirit. This, in turn, promotes a closer integration of higher education with societal development. Mechanical engineering program of Beijing University of Technology actively explores and constructs a talent innovation and entrepreneurship education system based on the fusion of expertise and innovation, aiming to enhance the innovation capabilities of students, strengthen their ability to apply knowledge and enhance the quality of talent cultivation through improvements in curriculum systems, teaching methods, faculty training, and evaluation systems. It provides reference for promoting the innovation and entrepreneurship ecosystem in Chinese higher education.

**Key words:** innovation and entrepreneurship education; specialization-innovation cross integration; talent cultivation; project-based teaching

(责任编辑 邓 云)