

基于专创融合项目式教学的机器人仿生学基础教学改革

宋晓文, 吕贺^{*}, 唐术锋, 武建新, 郭世杰, 邹云鹤, 李华强

内蒙古工业大学机械工程学院, 内蒙古 呼和浩特 010051

摘要: “专创融合”是高校创新创业教育深化改革的方向,是高校培养应用型创新人才的重要途径。本文针对机器人专业特色课程《机器人仿生学基础》在创新思维培养、课堂参与度及内容更新等方面的不足,探讨了基于专创融合项目式教学的课程改革。通过优化课程体系、改革教学方法、强化实践环节及完善评价机制,以提升学生的“4C”能力,即批判性思维、创造力、沟通能力和协作能力。实践效果良好,深化了专创融合教学改革,显著提升了教学质量和师生的创新创业能力。

关键词: 专创融合; 机器人仿生学; 教学改革; 4C能力; 创新创业教育

The Basic Teaching Reform of Robot Bionics Based on Specialized Innovation and Integration Project Teaching

Song Xiaowen, Lv He^{*}, Tang Shufeng, Wu Jianxin, Guo Shijie, Zou Yunhe, Li Huaqiang

School of Mechanical Engineering, Inner Mongolia University of Technology, Hohhot, Inner Mongolia 010051

Abstract: The integration of specialized education with innovation and entrepreneurship is a key direction for advancing reforms in university education and an important pathway for cultivating practical, innovative talent. This paper addresses challenges in the "Fundamentals of Bionic Robotics" course, particularly in fostering innovative thinking, increasing classroom engagement, and updating course content. It explores curriculum reform through a project-based teaching approach within this integrated model. By refining the course structure, improving teaching methods, strengthening practical components, and enhancing evaluation mechanisms, the goal is to develop students' "4C" skills—critical thinking, creativity, communication, and collaboration. The reform has shown positive results, advancing the integration of specialized and entrepreneurial education, significantly improving teaching quality, and boosting both students' and teachers' innovation and entrepreneurship skills.

Key words: innovation and integration; robot bionics; teaching reform; 4C ability; innovation and entrepreneurship education

引言

新工科建设是中国高等教育改革和发展的重要组成部分,旨在应对新一轮科技革命和产业变革带来的挑战。随着全球化进程的加速和科技创新的快速发展,传统工程教育模式已难以满足现代社会对高素质工程人才的需求。因此,新工科建设应运而生,其核心目标是培养具备创新意识、实践能力和国际视野的工程人才^[1-3]。

国家发布一系列政策文件,如《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》等,明确了新工科建设的方向和重点^[4]。这些政策旨在推动高等教育与经济社会发展的深度融合,促进教育链、人才链与产业链、创新链的有效对接。

由于当前工程教育与产业发展需求不匹配的,在知识更新换代加速的今天,工程教育需要更加注重学生的创新能力和实践技能的培养^[5]。21世纪技能框架(21st Century Skills Framework)由多个教育研究组织和专家提出,旨在帮助学生在快速变化的全球化社会和科技环境中茁壮成长。该框架提出的“4C”代表四种关键能力,分别是批判性思维(Critical Thinking)、创造力(Creativity)、沟通能力(Communication)和协作能力(Collaboration)。专创融合通过将专业教育与创新教育的有机结合,通过课程体系、教学方法和

项目信息:“高质量人才培养视角下团队育人模式研究与实践”(2023101);内蒙古工业大学校级“跨学科团队育人研究与实践教学团队”项目。

基金支持:(1)教育部产学研合作协同育人项目:“专创融合”背景下机器人仿生学课程教学内容与课程体系改革项目(231101473041133);

(2)教育部产学研合作协同育人项目:现代产业学院视域下机器人工程专业教学内容改革研究(231106451015616);

(3)内蒙古工业大学校级重点教学改革项目:面向新工科产教融合创新人才培养培养模式研究(2022101);

(4)内蒙古工业大学新工科课程建设项目,机器人仿生学基础课程建设项目(RC2400000668);

(5)内蒙古工业大学机械电子工程专业优秀教学团队。

通讯作者:吕贺,通讯邮箱:lveh1221@163.com

评价机制的改革，激发学生的创新潜能，提高解决实际问题应该具备的4C能力。通过“专创融合”将专业知识与创新实践相结合，能够潜在地帮助学生更好地应对未来职业生涯中的挑战，满足社会和产业对复合型、创新型人才的需求，促进技术进步与产业发展。目前，专业教育领域关于“专创融合”的研究主要包括三方面：一是对“专创融合”的概念、创新创业教育与专业教育的关系进行辨析；二是专业教育与创新创业教育的融合障碍及消解路径进行研究；三是围绕专业教育与创新创业教育的融合模式及实践问题展开论述^[6-8]。本文针对《机器人仿生学基础》课程，分析了教学实践中存在的问题，特别是专创融合的落实情况。在此基础上，探讨如何在课程中有效实施专创融合，提升学生的“4C”能力，以更好地满足现代工程教育的要求。

一、现状分析

现有的《机器人仿生学基础》由理论教学和实践教学两部分构成，共32学时，其中理论教学占26学时，实践教学占6学时。课程内容包括仿生学概论、生物学原理与仿生技术、机器人技术基础、传感器与驱动器、以及仿生机器人设计案例分析等内容。在理论部分，学生通过学习仿生学的基本概念、生物体的运动机制与机器人技术的结合，理解如何将自然界生物的功能应用于机器人设计中；实践部分则通过项目实践，学生动手设计与开发简单的仿生机器人模型，强化实践动手能力。

教学方法上，传统的讲授法用于系统传授理论知识，配合多媒体教学如PPT、动画视频和三维模型展示，帮助学生更直观地理解仿生学原理。此外，课程还引入案例教学法，通过实际案例的分析让学生将理论知识与实际应用相结合。在实践教学过程中，采用实验教学法和项目式学习，通过动手实验与团队项目，提升学生的实践能力和创新意识。尽管课程内容涵盖广泛，也采用了一定新型教学手段，但在实际实施过程中，仍存在问题。

（一）创新能力和创新思维培养不足

现有课程模式重点关注知识体系的建构和仿生案例的介绍，缺乏系统的创新思维和创造力培养路径。虽然有项目设计环节，但学生往往遵循预设的模板完成任务，缺少自主探索和灵活解决问题的机会。这种固定化的教学模式削弱了学生的主动性，限制了他们在项目中进行创新尝试的可能性，难以有效激发其创造力和批判性思维。

面对复杂的实际问题，学生通常缺乏有效的创新方法和解决问题的思路，难以在不断发展的技术环境中提出独特的解决方案。课程中缺少足够的创新空间和实践场景，导致学生在探索新兴技术和提出新想法方面表现不足。随着技术的快速迭代和产业需求的多样化，培养学生的创新能力和创新思维显得尤为重要，现有课程在这方面仍有较大改进空间，需要通过课程内容和教学方法的创新，来满足学生在未来职业中的实际需求。

（二）学生在课堂参与度不足

在“机器人仿生学”课程中，学生课堂参与度不足是一个关键问题。主要采用讲授式教学，虽然能有效传授理论知识，但容易导致被动学习，难以激发学生的创新思维和主动探索兴趣。现有教学体系中实践环节占比少，相关的实验设备和项目资源缺乏，限制了学生对理论知识的深入理解和实际操作技能的培养。

传统的线下教学方式的讨论和互动覆盖面窄，大部分学生在课上不能被关注，导致表达能力欠缺，思维得不到有效激活。久而久之，部分学生对课程失去兴趣，最终影响学习效果和“4C”能力的培养。

（三）创新教育评价体系不完善

现有的评价体系主要侧重于考核学生的理论知识，而忽视了对其创新设计能力、问题解决能力和实践操作能力的全面评价。这种评价方式使得学生更注重应试教育和理论成绩，而忽略了创新能力和实践能力的提升，抑制了他们在创新实践中的积极性。

当前的考试和项目评分多集中在学生对概念的掌握和项目最终结果上，对设计过程中创新性思维的激发和能力的发展关注较少。这种评价体系无法全面反映学生的综合素质，尤其是在机器人仿生学这种跨学科、多样化的领域，缺少对学生团队合作能力、创新思维、过程管理和解决实际问题能力的系统评估。

（四）教学内容更新滞后，缺乏前沿性

教学内容的更新滞后是当前课程改革中的另一个重要问题。机器人仿生学作为一个快速发展的前沿领域，新的技术和应用不断涌现，学生需要接触最新的研究成果和技术动态，才能保持对该领域的敏锐性和兴趣。

然而，课程的内容更新往往滞后于科技发展的步伐，教材和案例多为较为基础的理论和技术应用，无法全面反映仿生学的最新发展动态。随着科技进步的加快，教学内容如果不能及时更新，学生将难以在毕业后应对实际行业中的最新挑战。

这种滞后的教学内容，不仅降低了课程的吸引力，也影响了学生对前沿技术的掌握。例如，近年来生物仿生材料、智能仿生结构、基于AI的仿生机器人设计等新技术的涌现，应该被及时融入课程中。通过引入最新的技术和研究成果，可以提高学生对课程的兴趣，使他们在学习过程中保持创新的动力，并为未来的职业发展打下坚实的基础。

综上所述，机器人仿生学基础课程在创新能力和创新思维培养不足、教学方法的多样化、评价体系的改进以及内容更新的及时性等方面存在不足。

二、仿生机械学专创融合教学改革措施

基于上述分析，我们对《机器人仿生学基础》课程体系进行了系统优化，着眼于培养学生的“4C”能力，从教学内容、教学

方法、实践环节、考核评价体系及课程思政方面做了教学改革，以全面提升教学质量和效果。

（一）课程体系优化

为了应对创新教育与专业教育的脱节问题，课程体系优化成为改革的核心。首先，课程，注重前沿内容导入。随着仿生学领域的快速发展，我们定期更新教学大纲，加入生成式人工智能、智能传感器、具生智能和生物启发算法等最新科技前沿内容。通过引入前沿研究成果，确保学生了解领域内的最新技术和案例。其次，理论教学和实践操作并重的模块化设计。理论教学包括两部分，一部分是机器人仿生的基础原理，包括机械结构学、运动学、力学基础以及仿生学基本原理和相关的软件导入。课堂的主体教学内容按照“仿生步行机械分析及设计”“仿生爬行机械分析及设计”“仿生飞行机械分析及设计”“仿生游动机械分析及设计”及“仿人体组织机械结构分析及设计”五大模块师生共创的放上开展。实践模块则强调以小组的形式完成仿生机器人的设计与制作，通过动手操作帮助学生将理论知识转化为实际操作技能。模块化设计不仅让学生循序渐进地掌握复杂理论，还提升学生的动手、协作和沟通能力。最后，课程注重学科交叉内容设计。在课程中我们引入跨学科的知识 and 案例，在机械结构设计、生物学和仿生的基础上，我们还会引入特殊材料，如 SMA 记忆合金、超疏水材料、压电陶瓷材料等，传感器和控制技术，如 IMU 单元、生物复眼视觉传感器、肌电控制、神经网络、大语言模型等。跨学科交叉通过实际问题的探讨和项目驱动的方式，帮助学生在解决复杂仿生机器人设计过程中打破学科壁垒，实现创新设计。

（二）教学方法改革

教学方法的多样化是提升学生学习效果的关键。为了更好地激发学生的创新思维 and 实践能力，我们对传统的讲授式教学进行了改革，融入了多种创新性教学方法，包括项目驱动教学法、问题导向教学法以及翻转课堂模式^[9-10]。

首先，通过项目驱动教学法，我们将实际的仿生机器人设计案例引入课堂，如宇树科技的四足机器人、西工大的仿生鸟、FASTO公司的仿生蜻蜓等，同时参考上述案例，给学生布置项目式仿生作业，学生分阶段完成仿生机器人的分析设计、运动仿真、元件选型、结构组装、实物制作全过程。在项目实施过程中将所学的理论应用于实际问题的解决。这种方法不仅有效提升了学生的创新设计能力，还强化了他们的团队协作和实践能力。学生通过在项目中的不断尝试、失败和改进，逐步培养出应对复杂问题的“4C”能力。其次，引入问题导向学习法，在每个教学单元中引入实际案例和问题，如帮助残疾人的辅助医疗机械结构设计、仿人型机器人发展带来的社会伦理问题、仿鸟类飞行器对于生态环境治理的作用，学生在讨论、学习和思考的过程中，加深了对专业问题的理解与认识。这一方法显著提高了学生的自主学习能力和课堂参与度，激发了学生的探索精神和批判性思维，进一步增强了学生在创新设计方面的能力。此外，为了进一步提升学生在课堂上的参与度和逻辑表达能力，我们引入了翻转课堂模式。在这种模式下，学生通过线上资源自主学习、课下

完成项目作业，而课堂时间用于完成项目路演，进一步讨论和深度探究。这一模式打破了传统单向讲授的教学方式，使学生的学习过程更加主动，并为其提供了更多的思考和实践机会。

（三）加强实践环节

为提升学生的实践能力，我们将《机器人仿生学基础》课程改革为理实一体化的形式，打破传统理论与实践分离的教学模式，实现课堂教学与实践操作的有机结合^[11]。为激发学生的创新意识和团队协作能力，我们组织学生以比赛的方式完成项目作业的考核环节，同时引导学生参加各类创新创业竞赛。这些竞赛不仅为学生提供了一个将课堂知识应用于实际项目的机会，也帮助学生通过竞赛中的挑战来培养他们的创新设计思维和项目管理能力^[12]。竞赛过程中，学生需要将仿生机器人项目作为核心，通过设计优化、团队协作和实际制作，全面提升他们的实践和创新能力。此外，学院与“探索者”公司达成了初步的合作意向，计划共同筹建“机器人仿生学实践教学基地”。此基地将为学生提供仿生机器人设计、测试及工程化应用的真实项目环境，使学生参与企业实际的教育机器人产品设计、开发与测试。虽然基地尚未正式落地，但前期的合作规划和项目交流已经展开。

（四）完善考核评价机制

为了更加全面地考察学生的知识掌握、能力发展和素养提升，我们对《机器人仿生学基础》课程评价机制进行了优化与创新，采用了定量与定性相结合的综合考核方式。评价内容涵盖课上表现、实验动手能力、线上话题讨论、知识点测试、线下项目式作业和综述报告等多个方面，不再局限于单一的理论知识考察^[13]。同时，结合数字化教学工具如学习通和雨课堂，实时监控学生的学习进度和参与度，提供即时反馈，促进教学过程的动态调整。为全面提升学生的批判性思维、沟通能力、合作能力和创造力（即“4C”能力），我们采用了项目式作业进行考察。该作业包括文献调研、分析设计、实物制作、项目报告撰写与汇报路演等环节，培养学生的综合应用能力。此外，学生评价不再仅由教师单一进行，而是引入了学生互评机制，鼓励学生通过互评反思自身和他人表现，增强团队合作与相互学习的意识^[14]。通过这一考核机制的完善，能够更有效地评估学生的多方面素质，推动他们实现从知识储备到能力提升的全面发展。

（五）发挥课程思政育人功能

在专业课程中融入思政教育元素是一项重要的教改实践，旨在培养学生的职业道德和社会责任感。在《机器人仿生学基础》课程中，我们通过引入科技伦理、社会责任等内容，帮助学生在专业知识的学习过程中，能够深刻认识科技发展的社会影响^[14]。这种结合不仅提升了学生的理论与实践能力，也为其未来成为负责任的技术人才奠定了思想基础。

同时，我们建立了课程思政案例库，将实际案例与课程内容有机结合，通过讨论和分析这些案例，学生在学习学科知识的过程中逐步树立正确的价值观^[15-16]。这一举措有效地提升了学生的综合素质，强化了他们在社会责任和职业道德方面的意识，推动了德育与专业教育的融合发展。

三、专创融合实践效果分析

通过对《机器人仿生学基础》课程的改革与优化，实践效果显著。学生的创新能力、课堂参与度和实践操作能力得到了明显提升，尤其是在项目驱动和问题导向学习的实施下，学生能够更好地结合理论知识进行创意设计。此外，综合考核机制使得学生能力评估更加全面，同时融入的思政教育元素增强了他们对科技伦理和社会责任的认知。总体来看，这一系列改革有效促进了学生的全面发展，为未来职业生涯奠定了坚实基础。此外，教师的专业水平和教学能力也得到了显著提升，形成了一支高水平的教学团队，为学生提供了更优质的学习体验。

四、结语

本文基于专创融合项目式教学改革，深入探讨了机器人仿生学基础课程的创新与实践路径。通过对课程体系的优化、教学方法的多样化、实践环节的强化以及评价机制的完善，学生的“4C”能力等到了有效的锻炼和提升。未来，我们将继续推动这一专创融合模式的深入实施，探索更多跨学科融合的教育方式，以应对快速发展的科技环境和复杂的行业挑战，力求在教育改革中不断创新，培养出更符合社会需求的复合型人才。

参考文献

- [1] 张金海, 马聪, 高琴, 等. 新工科视域下工程实践创新教学体系的研究和实践 [J]. 机械设计, 2024, 41(06): 171-176. DOI: 10.13841/j.cnki.jxsj.2024.06.024.
- [2] 孙刚成, 杨晨美子. 系统思维视域下的新工科人才核心能力培养 [J]. 系统科学学报, 2024, 32(02): 108-113.
- [3] 牛士超, 李秀娟, 韩志武, 等. 新工科背景下仿生机械设计课程的“四跨”教学探索 [J]. 高等工程教育研究, 2024, (04): 82-87.
- [4] 教育部办公厅关于做好深化创新创业教育改革示范高校 2019 年度建设工作的通知 [EB/OL]. (2019-03-26)[2022-07-20]. http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2019-03/26/content_5458031.html.
- [5] 赵玉新, 许德新, 刘志林. “3I”特色新工科人才多维创新实践平台的建设 [J]. 高等工程教育研究, 2024, (02): 31-37.
- [6] 周黎明, 吴明霞, 喻洪平. 基于“专创融合”的机械制造基础课程教学设计与实践探索 [J]. 创新创业理论与实践, 2024, 7(09): 123-127.
- [7] 吴晓静. 论应用型高校“专创融合”的路径依赖与突破 [J]. 扬州大学学报(高教研究版), 2024, 28(02): 25-35. DOI: 10.19411/j.cnki.1007-8606.2024.02.003.
- [8] 杜启霞, 高锦懿, 祖强, 等. 从“背离”到“融合”: 专创融合共同体的逻辑起点、内在机理与建设路径 [J]. 江苏高教, 2024, (02): 60-64. DOI: 10.13236/j.cnki.jshe.2024.02.008.
- [9] 肖立, 黄嘉莉. 一种循环互利的“教育生境”: 美国高校翻转课堂培养大学生“4C”素养的个案研究 [J]. 西南民族大学学报(人文社科版), 2019, 40(12): 218-225.
- [10] 兰凯, 陈硕然, 叶常青. 分类培养视域下专业学位研究生“专创融合, 课创融汇”课程改革探索与实践 [J]. 印刷与数字媒体技术研究, 2024, (03): 176-182. DOI: 10.19370/j.cnki.cn10-1886/ts.2024.03.024.
- [11] 毕海胜, 卜秋祥, 郭建章, 等. 基于 TRIZ 理论的专创融合教学探索与实践 [J]. 中国现代教育装备, 2024, (07): 171-173+185. DOI: 10.13492/j.cnki.cme.2024.07.051.
- [12] 刘新娥, 殷晓春, 李方方. 专创融合视角下“学研赛创”一体化能力培养研究——以移动应用开发专业“Android 移动应用开发”课程为例 [J]. 教育教学论坛, 2024, (08): 85-88.
- [13] 王学智, 张景强, 马宁, 等. “专创融合”背景下机械装备结构设计课程设计教学改革策略 [J]. 中国现代教育装备, 2024, (03): 157-159. DOI: 10.13492/j.cnki.cme.2024.03.019.
- [14] 宁树实, 赵国库, 李青, 等. 专创融合视角下创新思维课教学案例设计 [J]. 创新教育研究, 2024, 12(5): 352-358. DOI: 10.12677/ces.2024.125294.
- [15] 李晓. 应用型本科院校专创融合的价值实现研究 [D]. 湖北师范大学, 2024. DOI: 10.27796/d.cnki.ghbsf.2024.000012.
- [16] 胡天佑, 李晓. 应用型本科院校“专创融合”的价值导向、阻滞因素及推进策略 [J]. 黑龙江高教研究, 2022, 40(12): 127-131. DOI: 10.19903/j.cnki.cn23-1074/g.2022.12.012.