

学科竞赛赋能工程训练实践课程的学生创新能力培养研究

赵锦龙, 解雨星, 郭思佳, 徐刚

内蒙古工业大学创新创业学院, 内蒙古 呼和浩特 010051

DOI:10.61369/EIR.2026040037

摘 要 : 学科竞赛以真实工程任务为载体, 能够有效赋能工程训练实践课程, 弥补传统教学创新环节薄弱、实践深度不足的问题。本文结合工业协作机器人夹具设计竞赛案例, 系统分析竞赛赋能实践课程的内在逻辑与实施路径, 构建课赛融合的创新能力的培养体系, 强化学生设计迭代、结构创新、工程实践与问题解决能力, 为高校工科创新人才培养提供可复制、可推广的实践方案。

关 键 词 : 学科竞赛; 工程训练; 实践课程; 创新能力; 协作机器人夹具

Research on the Cultivation of Students' Innovation Ability in Engineering Training Practice Courses Empowered by Academic Competitions

Zhao Jinlong, Xie Yuxing, Guo Sijia, Xu Gang

College of Innovation and Entrepreneurship, Inner Mongolia University of Technology, Hohhot, Inner Mongolia 010051

Abstract : Academic competitions, utilizing real-world engineering tasks as their foundation, effectively empower engineering training practice courses, addressing the shortcomings of traditional teaching methods such as weak innovation components and insufficient practical depth. This paper systematically analyzes the internal logic and implementation pathways of how competitions empower practice courses, drawing on the case study of an industrial collaborative robot gripper design competition. It constructs an innovation ability cultivation system that integrates competitions with courses, enhancing students' abilities in design iteration, structural innovation, engineering practice, and problem-solving. This provides a replicable and scalable practical approach for cultivating innovative engineering talents in higher education institutions.

Keywords : academic competitions; engineering training; practice courses; innovation ability; collaborative robot gripper

引言

工程训练实践课程是工科学生获得工程技术技能、树立工程观念、养成工程师品质的重要基地。在以往的工程训练中, 主要是进行一些基本的工艺操作和规范化的实训项目, 学生们大多都是被指导者或执行者的角色, 缺少自主设计、改进结构以及创造新功能的能力培养, 远远不能满足当今社会对高质量的创新型人才的需求。学科竞赛有其明确的任务要求、问题导向性、合作精神、成果展示和技术领先等特点, 可以给工程训练实践课带来活力与创新的动力。把学科竞赛贯穿到整个工程训练过程中去, 用竞赛任务来促进课堂教学模式改革, 以提高创新能力为目的来提升能力培养层次, 就可以使这门课的教学内容由单纯的技能培训转变为全面的发展学生的创造力的过程, 从而大大增强同学们的创新意识、创新理念以及创新能力。

一、学科竞赛赋能工程训练实践课程的核心价值

工程实训主要目的是培养学生的工程素质以及创新能力, 在此基础上, 学科竞赛以高度仿真的工程环境、综合性任务挑战、全方位动手操作体验, 成为连接课堂学习与生产实践之间的组

带^[1]。通过工业协同机器人夹具设计等比赛项目, 可以让学生在真实的限制条件下进行设计、加工、调试及改进等工作, 把所学的知识变成自己的成果, 让课程育人更加明确, 能力培养更加有针对性, 实践成效更加显著。

作者简介:

赵锦龙 (1981.03-), 男, 汉族, 内蒙古呼和浩特人, 硕士研究生, 实验师, 增材制造、材料科学与工程;

解雨星 (2003-), 女, 汉族, 内蒙古自治区鄂尔多斯人, 本科, 主要研究方向: 机械设计制造及其自动化。

（一）补齐实践教学创新短板

传统的工程实训课一直是以金工实习、钳工操作、普通车床加工等基本工艺为主，教学目的主要是掌握操作规程及基本技能，任务单一，程序死板，结果唯一，学生的自主思考能力、方案设计能力和创新实践的机会较少。这样的方式导致实训课易流于“依样画葫芦、照猫画虎”的低端层次，不利于学生创造力培养以及创造力锻炼。学科竞赛以开放性和挑战性的工程项目作为主体，比如工业协同机器人多功能夹具的设计项目，就需要同学们自己进行需求分析、构思方案、三维建模、结构设计、加工装配调试等一系列的工作内容，而不只是学习一门技术。学生们需要根据项目要求设计出具有个性化的作品，在不断的探索改进过程中完成创意的应用，很好地弥补了传统实训课缺乏创新的问题，使学生成为了主动的设计者而不是被动的执行者，极大地调动了自主创新能力的积极性。

（二）强化系统工程思维培养

工程项目具有多目标、多约束、综合性、实践性等特点，真正的工程创新是基于完整的系统观念。传统的工程实训大多是对单一工件或者单一零件进行训练，学生不容易把握整个机械设备、装置结构以及其功能实现之间的关系。学科竞赛项目非常接近生产实际的要求，例如协作机器人夹具的设计，就需要考虑到夹持物种类、大小、运动时的相互影响、材料强度特性、加工费用、安装调试便利程度、操作安全性及可靠性等一系列问题。学生们要在完成任务的同时，还要做到尽可能地兼顾到各个方面的问题，在不断思考和修改的过程中建立起“整体—局部—细节”的工程观念。这样就使他们摆脱了单个零件、单个工艺环节的限制，学会了用系统的观点去审视设计方案合理性，逐步养成了认真细致、严谨全面、科学务实的工作态度，为以后解决更为复杂的工程技术难题打下了坚实的基础。

（三）提高解决复杂工程问题的能力

创新能力是发现真实问题的需求，然后提出解决的方法，解决问题并不断优化的能力^[2]。而在传统的工程训练里，更多的是已经设定好的问题以及比较简单的问题，解决方案也比较明确，学生们很少有机会去处理一些不确定性和复杂性的问题。在学科竞赛中，就很好地模拟了真实的工程项目环境，在夹具的研发及调试的过程中会出现很多的问题：第一代夹具只能抓取有限的几种罐体，且不能打开或者收回拉环、达不到预期的功能要求等问题；第二代夹具虽然增加了可以抓取的数量，但是也带来了整个夹具太长、太大、容易与机器人发生碰撞、使用不方便等一系列的新问题；最后的设计环节，还会出现开盖不同轴、夹持不稳定、开瓶机构卡死、3D打印件变形、结构强度不够等一系列的问题。对于这些问题，学生就需要自己进行原因调查、方案修正、制作实物、效果检验等一系列的工作，从而形成“发现问题—分析问题—设计方案—制作实物—调试改进—总结提高”的完整的创新实践活动闭环。这样反复练习的过程，就可以培养出学生的应变能力和解决问题的能力，使他们的创造力在实际的问题解决过程中得到有效的锻炼。

（四）推动课程内容与产业同步更新

工程训练实践课程要与产业发展同步，才能培养出符合行业发展需要的工程技术人员。传统的工程训练项目比较老化，缺乏与智能制造、协作机器人、先进的成型工艺、智能化设备的设计等相关的内容，课程的高阶性、创新性和挑战度严重匮乏。学科竞赛一直把握工程技术发展的前沿以及行业的动向，在教学中融入了协作机器人的应用、多功能智能化夹具设计、3D打印快速成形、模块化结构设计及集成化的功能机构等新技术、新理念和新方法。在以竞赛驱动式的工程实训课里，学生们可以接触到高强度工程塑料、高精度3D打印、可拆卸模块化结构、杠杆式开盖机构、磁吸回收装置等先进技术和设计理念，掌握工业现场对于生产设备轻量化、集成化、高效化、可靠性等方面的要求。课程由传统工艺实训到现代工程创新实践转变，难度及强度有了很大提高，能很好地调动学生的探究欲望和求知欲，促进工程实训课程往高层次、创新型、富有挑战的方向发展。

二、学科竞赛赋能工程训练实践课程的实施路径

明确核心价值后，需将竞赛赋能转化为可操作、可落地、可推广的教学路径，把创新能力培养嵌入工程训练全流程^[3]。以工业协作机器人夹具设计实践为载体，通过任务重构、迭代训练、技术支撑、过程评价四位一体的实施模式，可将竞赛优势转化为教学优势，让学生在系统化实践中完成从技能掌握到创新突破的能力跃升。

（一）以竞赛任务重构课程实践内容

开展竞赛赋能工程训练的第一步，就是利用典型竞赛项目作为引导，对传统的实践课程内容进行一次全面的革新，打破“工艺分散、目标单一、创新缺失”的局面。学校应该根据机械类、智能制造类专业的培养要求，选取工业协作机器人夹具设计、智能装备系统集成、机械结构创新设计等有代表性的比赛题目，把它们分解成层次分明的一系列的任务群。课程的内容也不再是用车床、钳工、铣床、刨床、磨床等单独的一个个工艺来区分，而是采用“需求分析—方案设计—三维建模—结构优化—加工制造—装配调试—功能测试—总结汇报”的工程项目式的安排方式。以夹具的设计为例，在课程中可以安排竞赛任务介绍、夹持物分析、多种方案比较、结构细节设计、3D打印参数设定、零件加工及后期处理、机构组装和间隙调节、开盖以及夹持的功能检测等一系列的教学环节。学生在完成课程任务的同时，也完成了整个一个竞赛项目的开发过程，“以赛促学、以赛促练、课赛融合、能力递阶”，使工程实训切实地起到培养学生的创造思维的作用。

（二）以迭代设计训练创新优化能力

创新不是一次性的设计，而是一个不断优化、不断完善的过程。以迭代设计为主线进行授课，是学科竞赛赋能工程训练、提高学生创新能力的有效途径^[4]。在协作机器人夹具的设计中，老师需要让学生做好每一版的设计记录以及实施过程中的每一次改进

工作,把每次的更新升级都当作一项重要任务来完成。第一代夹具主要是为了完成基本夹持功能的检验,在制作及测试之后,发现有夹持种类太少、缺少开罐装置、拉环不能回收等问题出现,并列出具整改计划;第二代夹具针对第一代的问题,增大了夹持范围,增添了开启盖子的功能,并且对整个结构进行了控制,使其不再过大,从而解决了单一的功能问题,但是也带来了体积较大、动作相互影响、使用不方便等一系列的新问题;最后一代夹具是在前几版的基础上,实现了七种不同饮料罐头的安全抓取,集合了拉环收集、同轴旋转开启瓶盖、按下式开启软管等多种用途于一体,并且做到了结构紧凑、运动灵活可靠的特点。老师应当让同学们保存好每一个版本的设计图纸、实物图片、遇到的问题、采取的办法等资料,做成完整的迭代档案。经过这样的系统化地迭代锻炼,可以让大家更加深入地领会到“设计—制造—实验—完善”的过程就是创新的本质所在,学会如何做结构上的优化、功能上的增强、问题查找的方法等等技能,把创新变成了一种可以再现也可以把握住的一种工程技术能力。

(三) 以先进技术支持工程实践创新

先进材料、先进制造技术和创新设计理念是竞赛成果走向应用的基础,更是工程训练课程需要加强的部分。在以赛促训的工程实训过程中,要着重融入3D打印、模块化设计、集成化机构、高强度工程塑料等技术元素。在材料选用上,让学生比较了解普通ABS材料与高强度工程塑料之间的区别:ABS材料打印困难大、对温度要求严格、易发生翘曲变形现象、强度较低、表面较粗糙,不适合用于夹具承受压力及精度需求较高的场景;而高强度工程塑料具有强度高、韧性好、抗冲击能力强、耐磨性良好、不易折断、易于加工、打印之后可直接成型不需要大量打磨的优点,更加适合多功能夹具制作。在结构设计方面,推广可拆卸式模块化的设计理念,比如夹具钩子采取单独的可以拆换的方式,不用跟爪做成一体式的结构,方便损坏时及时更换,减少维修费用;使用左右对称钩子结构,在夹爪闭合的同时也跟着一起关闭,保证红牛拉环平稳地被取出并定点回收;为尖叫瓶盖特制专用咬合钩子,准确卡入凹槽位置,实现有效开启;对于泰象苏打水皇冠盖,则用杠杆原理按压式启瓶器结构,结合弹簧、活动锁

以及磁铁,进行固定、解锁、瓶盖吸持收集等一系列动作。通过先进的技术来支持创新的设计,可以使学生的创意迅速变成实物,从而增强他们的成就感和动手能力。

(四) 以过程评价保障创新培养质量

科学合理有效的考核机制,能够有效保证竞赛赋能工程训练的效果、促进学生重视创新过程。以往的工程实训考评大多以结果为重,注重零件是否达标以及操作是否规范,在设计思路、改进过程、创意点子、解决问题的能力等方面考虑较少,容易造成学生只求结果而忽视过程、只求模仿而不求创新的现象发生。竞赛赋能工程实训课要建立以创新能力为核心的形成性评价方式,在整个课程中进行考核。考核的内容有:竞赛任务的理解程度及需求分析完整性、设计方案合理性与创造性、迭代过程记录严谨程度、结构细节的设计水平高低、3D打印以及组装技能掌握情况、功能测试及排障能力、团队合作精神以及交流能力、最终作品稳定性和可靠性等。考核的方法采取平时的过程性记载、定期检查、迭代日志撰写、实体展示、答辩等方式相结合,加大创新点、设计思路、优化方案、工艺要求所占的比例。通过丰富多样化的全面化考核,来促使学生由原来的注重“完成”转变为注重“做好、做优、做新”,重视每一个环节的设计和完美工作,使创新能力在不断的系统化、规范化、有方向性的培养下得以逐步提高^[9]。

三、结语

学科竞赛对工程训练实践课而言,是真实任务环境以及创新人才培养平台,可以激发学生的创造力、提高其工程技能水平、培养其系统观念。以协作机器人夹具设计等比赛项目为基础,在课堂中融入比赛内容来重新规划课程结构,在不断改进的设计过程中培养学生的创造能力,在先进的技术基础上完成作品产出,在过程考核上保证教育效果,就可以形成一个完善的创新能力培养机制。学校要不断加强竞赛与工程实训一体化建设力度,改革教育教学方式方法并增加相应的师资力量投入,促进工科专业学生创新人才的成长和发展。

参考文献

- [1]王凯,龙江.“项目+竞赛”双驱动的民航院校工程训练课程改革与实践[J].中国民航飞行学院学报,2026,37(02):76-80.
- [2]李秀丽,刘辉林,张自超.工程训练实践课程研究性教学模式的探索[J].创新创业理论与实践,2025,8(18):120-122.
- [3]张定邦,刘君刚,杜海民,等.高校土建类专业的学科竞赛现状与发展[J].湖北理工学院学报,2024,40(06):73-78+88.
- [4]金慧萍,田涛,穆键,等.新工科背景下工程实训与学科竞赛融合教学探索[J].机电产品开发与创新,2024,37(06):155-158.
- [5]杨静,王亚杰,杨彬,等.多学科融合的竞赛模式在工程训练中的应用[J].实验室科学,2023,26(02):204-206+211.