

跨界融合视角下复杂工程问题的实验教学设计

邵伟平

(无锡职业技术学院机械工程学院,江苏无锡 214121)

[摘要]在跨界融合理论框架下,探讨了复杂工程问题的实验教学设计方案。首先,阐述了跨界融合视角下实验教学的设计思路,包括设计原则和设计要素。接着,以难加工材料切削实验教学为例,通过构建跨学科合作交流平台、整合多学科资源、采用现代科技优化实验方案等手段,使学生在掌握基本知识的同时,学会运用多学科知识与技能解决实际复杂工程问题,培养了学生的创新思维和跨学科综合能力。该研究为相关领域的教学改革提供了有益的参考与借鉴。

[关键词]实验教学;跨界融合;复杂工程问题;难加工材料

[中图分类号] TB12-4; G642.423 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 2096-711X(2025)19-0194-03

doi: 10.3969/j.issn.2096-711X.2025.19.065

[本刊网址] <http://www.hbxb.net>

随着科技的飞速发展和社会需求的多样化趋势,复杂工程问题在各个领域内日益凸显。如何解决这些出现的问题,往往需要采用多个学科或领域的知识与要求。原来高校传统的单一学科教学模式已难以满足学生应对这些复杂工程问题。因此,迫切需要一种新的教育模式来应对社会的需求。

跨界融合教育模式通过融合不同学科的知识资源和方法,在教育中寻求多维度、多取向的问题解决方法,正逐步成为工程教育改革的趋势。在跨界融合教育中,学生通过多学科协作不仅能够建立更全面的知识体系,还能培养其整体性创新思维以及团队合作能力。近年来,国内外学者及教育机构在跨界融合方面做了许多有益的探索。例如,斯坦福大学开设了“设计思维”课程,通过跨学科团队协作以及实际工程项目激发学生从不同学科角度思考问题;麻省理工学院开设的“系统工程”课程则从系统思维和跨学科合作来应对复杂工程的挑战;与此同时,国内有学者提出通过项目驱动学习和案例分析,将不同学科的知识整合到工程课程中来提升学生解决复杂问题的能力,以及通过开展跨学科实验课程来研究学科交叉融合人才培养模式。

尽管已有一些研究初步探讨了跨界融合在工程教育中的应用,但系统性的实验教学设计方案仍需进一步深入研究与实践。因此,本文以难加工材料切削实验为例,探讨跨界融合视角下实验教学设计方案,为相关领域的教学改革提供参考。

一、跨界融合视角下实验教学设计思路

(一)设计原则

在实验教学方案设计中,设计原则是纲领,其为实验教学活动提供指导框架。跨界融合视角下的实验教学需确保教学活动能够跨越学科界限,能培养学生的整体性、创新性思维,并提升其综合素养。因此,在设计实验教学方案时,需遵循以下六大原则:

1. 跨学科整合原则。跨界融合实验教学应打破传统的学

科壁垒,将工程问题所涉及的不同领域知识、技能和方法有机融合起来,形成跨学科新的教学内容和活动。例如难加工材料切削实验,它涉及了材料性能、加工方式与工艺制定、加工性能与质量检测等不同学科与领域的知识,在制定实验方案时,就需要采用跨学科整合的原则与手段,围绕实际工程问题,制定出新的教学内容和活动。这种跨学科的整合不仅使学生能掌握多领域的知识,还能培养他们的综合应用能力。

2. 实践导向原则。跨界融合的实验教学应以工程问题的实践解决为导向,通过设计具有实践性和探索性的内容,让学生在实践中学学习新知,并探索和解决问题。例如在机械切削实验中,学生通过操作机床加工零件,并实时采集数据分析结果,学生在实践中就能掌握机械、计算机不同领域的知识与技能。实践导向原则能增强学生的动手能力并提高其分析问题和解决问题的能力。

3. 创新驱动原则。跨界融合的实验教学应注重教学内容和问题解决方案等方面的创新,鼓励学生通过实验探索未知领域,并提出不同的观点和看法。例如,教师在实验中可设置障碍,鼓励学生根据工程问题设计个性化的实验方案。创新驱动原则能培养学生的创新能力,还能激发学生的求知欲和自信心。

4. 协同合作原则。跨界融合实验教学应鼓励跨学科、跨领域的协同合作。如学校与企业间合作、不同学科教师间合作,共同设计实验内容;学生之间通过团队合作完成实验任务。这种协同合作的教学方式不仅增强了学生的沟通能力,还培养了他们的团队精神。

5. 评价多元化原则。跨界融合实验教学在教学评价时应采用多元化的评价方式,可以采用过程性评价、结果性评价,以及互评、自评等多种手段。例如,在切削实验中,教师不仅评价实验结果,还关注学生的实验设计能力和团队合作表现等方面。多元化评价原则能全面反映学生的学习情况,还能激励其学习动力。

收稿日期:2025-3-14

基金项目:本文系2024年江苏省高校实验室研究会研究课题“复杂问题导向下的实验教学创新:工程实践能力与创新思维协同培养研究”(项目编号:GS2024YB40)。

作者简介:邵伟平(1973—),男,江苏无锡人,无锡职业技术学院高级实验师,主要从事切削与职业教育研究。

6. 可持续发展原则。跨界融合的实验教学应坚持可持续发展原则,在实验方案设计中将环保、节能等理念融入实验内容。例如,在切削实验中,教师通过引导学生思考如何减少材料浪费和能源消耗,促使学生优化实验方案。可持续发展原则不仅培养了学生的环保意识,还增强了其社会责任感。

(二) 设计要素

跨界融合视角下实验教学设计需综合考虑多个设计要素。在各设计要素的制定过程中,需确保教学活动能够跨越学科界限,同时能激发学生的创新性思维,且培养其解决复杂工程问题的能力。以下为跨界融合实验教学应关注的六大要素:

1. 实验项目与目标设定。实验项目的选择应充分考虑跨学科融合的特点,涵盖多个学科领域的知识点和技能。如难加工材料切削实验的目标是探究切削参数对加工质量的影响,同时培养学生的跨学科整合能力。通过设定明确的实验目标,学生能够在实验过程中有针对性学习和应用多学科知识。

2. 实验内容与资源整合。在跨界融合实验教学中,实验内容的制定、资源的选取需根据具体工程问题涵盖多个学科领域的知识和要求,并将其整合起来加以应用。例如在切削实验中,我们根据切削的要求,整合制定了切削实验模块,内容包含切削材料性能、切削刀具、切削工艺、切削检测、切削质量等不同学科的知识,并选取其相关的教学资源。通过整合不同学科的教学内容和资源,学生能获得更全面的学习体验。

3. 实验任务与活动设计。跨界融合实验任务与活动的设计应注重创新性与实践性相结合。例如在切削工艺制定中,我们设计了不同切削方式对材料切削力影响的任务,学生根据切削任务能自主地设计实验方案并实施实验任务,完成不同切削方式下各切削力的对比。通过多样化的实验活动,学生能够在实践中培养创新思维和解决问题的能力。

4. 教学策略与方法应用。跨界融合的实验教学应采用多元化的教学方法,如项目式学习、问题解决式学习和协作式学习等方法。如在切削实验中,教师通过项目引导学生完成具体零件的切削加工任务,通过零件尺寸误差问题的解决来学习数控机床刀补值的修改方法。通过灵活运用不同的教学方法,能激发学生的学习兴趣 and 创新能力。

5. 评价与反馈机制建立。跨界融合实验教学应建立科学合理的评价体系与及时的反馈机制。教师通过科学合理的多元评价与实时反馈来帮助学生调整实验方案。通过建立多元化的评价体系,教师能够全面了解学生的学习情况,并及时调整教学策略。

6. 跨学科合作与交流平台搭建。跨界融合实验在实施前就应搭建跨学科的合作交流平台。通过合作交流平台,行业企业专家能与学校教师一起设计内容;学生能与教师和专家共同探讨现场问题,与此同时获得更多的学习资源和机会。

二、复杂工程问题实验教学设计案例与效果分析

随着新材料、新技术等现代科技的发展,工程领域出现的复杂问题越来越多。为培养能解决这些复杂工程问题的人才,跨界融合提供了可能与支持。下面以无锡职业技术学院难加工材料切削实验教学为例,探讨在材料科学、机械工

程和计算机科学等多学科交叉融合的背景下如何设计并实施实验教学,并分析其效果。

难加工材料切削实验在工程领域是一项具有挑战性的实验,其目的是探究不同切削参数与切削方式对难加工材料加工质量与加工效率的影响。其要求是学生运用材料科学的理论理解材料的特性;会运用机械工程的理论确定切削参数和切削方式;会运用计算机科学的手段进行数据采集和分析。根据工程教育专业认证对复杂工程问题界定的要求,难加工材料切削具备复杂工程问题所须具备的相应特征。这种跨学科融合的实验,不仅能加深学生对各自学科知识的理解,还能培养他们的综合素养和创新能力。

(一) 难加工材料切削实验教学平台构建

难加工材料切削涉及材料、机械工程、数字控制、检测等不同领域的知识和内容。根据实验需求,梳理整合所涉领域的教学内容和资源,包括实验室设备、实验教材、实验项目、实验手段等,构建切削实验教学平台,该平台包括材料分析、切削刀具分析、切削工艺分析、切削检测分析、切削数据分析等不同的模块,每个模块有对应的资源和内容,学生通过平台就能了解实验任务与要求,并可通过平台与教师进行实时的交流和互动。通过跨学科教学平台的搭建、教学资源的共享以及校企间的紧密合作,有力地支撑了难加工材料切削实验的开展。同时,通过平台,我们还组建了由多学科教师与企业技术专家组成的实验教学团队,确保团队中每位教师都具备跨学科的知识背景和教学经验。

(二) 难加工材料切削实验设计与实施

实验目的。难加工材料切削实验的目的是探究切削速度、进给量、切削深度等参数对难加工材料切削质量的影响;培养学生综合运用多学科知识与技能解决复杂工程问题的能力。同时,提升学生的实验操作技能、数据分析和创新思维的能力。

1. 实验设备。在难加工材料切削实验中,数控机床用于进行难加工材料的切削加工。数据采集系统用于实时采集切削过程中的切削力、切削温度等参数。显微镜、粗糙度仪和硬度测量仪等用于观察和分析切削后的材料表面质量和硬度。

2. 实验步骤与实施。一是准备实验材料:选择难加工领域具有代表性的材料,如钛合金或高温合金等材料;二是设计实验方案:分析所选材料的特性、适合的切削加工方式;根据不同组合的切削参数设计多组实验方案,确保实验结果的可靠性和可比较性;三是进行切削实验:按照制定的实验方案,在数控机床上对材料进行切削,利用数据采集系统实时记录切削过程中的关键数据;四是分析实验结果:利用显微镜、粗糙度仪和硬度测量仪等检测工具观察和分析切削后的材料表面质量和硬度,结合数据采集系统的数据分析切削参数对切削质量的影响。在整个实验过程中学生是主体,其按照实验项目的内容和要求分步进行学习,同时通过成员间的合作、相互讨论和解决问题;教师现场或通过平台提供及时的指导与支持,帮助学生解决实验中遇到的困难和问题。

3. 采用现代技术手段优化实验教学。难加工材料的切削存在材料特性的未知性、切削参数和切削工艺的不可预测性以及切削操作的危险性等难题。实验教学中我们引入了虚

拟现实(VR)与增强现实(AR)等技术手段。通过采用VR技术创建与真实切削相似的环境,让学生在切削实验之前就进行实验的模拟操作,增强其实践操作的能力,VR系统的实时反馈与评估功能也能帮助学生及时调整实验方案;采用AR技术将切削过程以三维模型的形式展示,结合虚拟实验数据与实物切削状态,学生对实验有直观的体验。与此同时,实验将VR和AR技术融合形成完整的难加工材料切削教学方案,并利用在线教学平台实现远程教学功能,以满足不同学生的学习需求。

4. 实验教学评价。为了提升实验教学的质量与效果,在难加工材料切削实验中,我们建立了全面的实验教学评价体系。该体系涵盖实验的前、中、后三个阶段,指标囊括实验结果、学生表现等多个方面,旨在全面评估了解教学效果,同时发现存在的问题,为后续实验改进提供依据。同时我们鼓励学生在实验结束后进行反思与总结,深入分析其实验过程中的得失和教训,以促进他们对复杂工程问题的深入理解及问题解决能力的提升。基于评估结果和学生反馈,我们持续改进实验教学方案的设计和实施以及评价标准。

(三)效果分析

1. 难加工材料切削实验使学生在掌握切削加工基本技能的同时,学会了如何运用多学科知识与技能解决实际复杂工程问题。实验过程中学生通过自主设计和实施实验方案,锻炼了他们的实验操作技能以及数据分析和创新思维能力。

2. 难加工材料切削实验使学生深刻体会到了不同学科之间的交叉融合。学生在确定切削参数时需了解材料的物理和化学性质;制定切削工艺时需掌握机械的切削原理;分析切削效果时需掌握必要的检测分析软件。这种融合多学科知识与技能的实验设计加深了学生对自身学科知识的理解,同时拓展了其视野,培养了其跨学科知识技能的综合运用能力和综合素养。

3. 难加工材料切削实验中融入VR和AR技术,显著提升了实验的安全性和可操作性。VR技术通过模拟操作避免了真实实验中的危险,AR技术则提供实时虚拟辅助信息降

低操作难度,这些技术极大增强了实验教学效果与学生的学习体验。

4. 切削实验结束后,通过对学生进行测试和问卷调查,发现其在切削参数的选择、切削质量的控制以及数据分析和处理等方面都有了显著的提升。调查中学生普遍反映难加工材料切削实验不仅让他们学到了实用的技能,还激发了他们对复杂工程问题的兴趣和探究欲望。这种跨学科融合的实验教学模式,不仅提高了学生的实验操作技能和数据分析能力,还培养了学生的创新思维和解决实际工程问题的能力。

三、结语

跨界融合视角下的实验教学设计为复杂工程问题的解决提供了新的思路和方法。通过难加工材料切削实验教学,学生不仅掌握了跨学科知识与技能,还培养了创新思维和解决实际工程问题的能力。未来我们将继续深化跨界融合教育理论的研究与实践,持续优化实验教学方案,同时加强交流与合作,为培养跨学科素养和创新能力的人才贡献力量。

参考文献:

- [1] 蒋宗礼. 本科工程教育:聚焦学生解决复杂工程问题能力的培养[J]. 中国大学教学,2016(11):27-30,84.
- [2] 阎群,李擎,崔家瑞,等. 大学生解决复杂工程问题能力的培养[J]. 实验技术与管理,2017,34(11):178-181,186.
- [3] 衣霄翔,夏雷,陈璐露. 面向设计思维培养的建筑类设计课程教学创新[J]. 高等工程教育研究,2023(5):78-85.
- [4] 陈平. CDIO模式下的“系统工程”教学改革研究[J]. 黑龙江教育学院学报,2015,34(3):60-63.
- [5] 张文利,王卓峥,司农,等. 创新类通识教育课程建设的探索与实践[J]. 高等工程教育研究,2019(4):90-95.
- [6] 张存贵. 新工科建设背景下学科交叉融合人才培养模式的探索与思考[J]. 职业技术教育,2019,40(17):17-20.
- [7] 孔全存,杨海涛,刘桂礼,等. 面向解决复杂工程问题能力培养的凸轮设计实验教学改革[J]. 实验室研究与探索,2020,39(4):197-203.

Experimental Teaching Design of Complex Engineering Problems from the Perspective of Cross-border Integration

SHAO Wei-ping

(School of Mechanical Engineering, Wuxi Institute of Technology, Wuxi Jiangsu 214121, China)

Abstract: This paper explores the experimental teaching design of complex engineering problems within the framework of cross-border integration theory. Firstly, it describes the design ideas of experimental teaching from the perspective of cross-border integration, includes design principles and design elements. Then, taking the cutting experiment teaching of difficult-to-process materials as an example, by building an interdisciplinary cooperation and exchange platform, integrating multi-disciplinary resources, and optimizing the experimental plan with modern technology, we enable students to master basic knowledge and skills while learning to apply multi-disciplinary knowledge and skills to solve practical complex engineering problems. It has cultivated students' innovative thinking and interdisciplinary comprehensive abilities. This study provides useful references and inspiration for teaching reform in related fields.

Key words: experimental teaching; cross-border integration; complex engineering problems; difficult-to-process materials

(责任编辑:章樊)