

Teaching Reform and Exploration of Practice Course of Robot Innovation and Creative Engineering Practice

Xinyu Guo He Peng

China Petroleum University (Beijing) School of Mechanical and Storage Engineering Experimental Teaching Center, Beijing, 102249, China

Abstract

The intelligent robotics industry is currently experiencing robust growth, making innovative talent cultivation crucial and elevating the demands for practical education. This study implements teaching reforms in the “Robotics Innovation and Creative Engineering Practice” course to address persistent issues in traditional robotics programs, including delayed course implementation, disconnect between theoretical knowledge and industry competition needs, fragmented content, and insufficient engineering literacy and innovation awareness among students. By adopting a phased course structure and progressive teaching model, the curriculum adapts to learners' varying foundational levels. It also employs formative assessments and flexible evaluation mechanisms to recognize students' learning commitment and incremental progress. The reform has demonstrated remarkable effectiveness, achieving tiered skill enhancement across different student backgrounds. Concurrently, it drives optimization of professional training programs, development of specialized textbooks, and upgrades to laboratory platforms. The established reform pathway provides valuable insights for enhancing the quality and efficiency of similar practical courses.

Keywords

Industry-Education Integration; Robotics; Innovative Practice; Teaching Reform

《机器人创新创意工程实践》实践课程教学改革与探索

郭昕宇 彭鹤

中国石油大学(北京)机械与储运工程学院实验教学中心, 中国·北京 102249

摘要

当前智能机器人产业发展态势良好, 创新型人才培养至关重要, 对实践教学的要求也随之提高。本文以《机器人创新创意工程实践》课程为对象开展教学改革, 旨在解决传统机器人实践课程开课滞后、理论与产业及竞赛需求脱节、内容碎片化、学生工程素养与创新意识薄弱等问题。课程通过前置开课时间、构建递进式教学模式, 适配不同基础学生的学习需求, 同时采用过程性考核与宽容性评价机制, 注重认可学生的学习投入与阶段性进步。改革成效显著, 实现不同基础学生的能力阶梯式提升; 同步推动专业培养方案优化、特色教材编撰及实验室平台建设升级。本研究形成的改革路径, 可为同类实践课程提质增效提供参考。

关键词

产教融合; 机器人; 创新实践; 教学改革

1 引言

目前全球智能机器人发展态势良好, 呈现出技术创新加速、应用场景不断拓宽、人机交互更加自然、产业模式创新发展等特点, 中国在其中占据重要地位。作为全球最大的机器人市场, 2024年中国工业机器人安装量占全球54%的份额, 庞大的市场需求推动着中国机器人产业的快速成长, 尤其在机器人技术创新方面有着迅猛发展和突出表

现。2019年国家发展改革委及教育部等6部门联合印发了《国家产教融合建设试点实施方案》, 提出要深度开展校企协同育人改革, 推动高校做好人才培养和专业课程设置的有机衔接, 培养与产业发展和国家战略需求密切相关的专业创新型人才。多所高校纷纷开设智能机器人相关专业, 支持培养专业技术和复合型创新人才^[1]。中国石油大学(北京)机器人工程专业于2019年获批设立, 2020年9月正式开始招生, 旨在培养具有良好的工程素养, 系统掌握机器人工程专业所需的多方面理论知识, 具备创新精神、实践能力的工程技术人才。

为进一步提升机器人工程专业学生的创新实践能力, 使其更好契合产业发展和国家战略对机器人领域创新人才的培养要求, 中国石油大学(北京)机械工程与机器人创新

【基金项目】2024年度中国石油大学(北京)本科教育教学改革研究项目。

【作者简介】郭昕宇(1994-), 女, 中国内蒙古乌兰浩特人, 硕士, 工程师, 从事传感器、智能机器人等研究。

实践教研室积极开展实践教学模式探索与改革,开设《机器人创新创意工程实践》核心实践课程。

本实践课程紧扣机器人工程专业创新实践能力培养核心需求,融合产业发展实际与专业教学内容,对接国家战略发展导向及创新型人才培养要求。课程创新构建产教融合的实践教学改革方案,打造以工程素养培育为核心的新型实践教学模式,推动实践教学、人才培养与产业发展的有机联动、协同共进,旨在培养工程素养高与创新能力强的机器人工程领域创新型人才。

2 传统机器人实践课程教学存在的问题

2.1 传统模式下实践课程开设时段偏晚

在机器人工程专业传统教学体系中,核心实践类课程的开设时段普遍偏晚,大多集中于大三、大四学年。低年级阶段(大一、大二)的教学内容以通识教育课程和专业基础理论课程为主,学生接触专业实践的机会寥寥无几,不仅鲜有走进专业实验室、近距离接触与操作机器人实体设备的契机,且有限的实践环节也多以理论课程配套的上机操作或软件仿真为主。

这种教学安排存在明显的局限性:一方面,学生在低年级阶段难以建立对机器人系统的直观认知,无法将课堂所学的机械原理、控制理论、编程基础等抽象知识与机器人硬件结构、运动控制、感知决策等实际应用场景相结合,导致理论与实践出现脱节;另一方面,仿真环境与真实工程场景存在较大差异,学生难以在仿真操作中熟悉机器人的实际性能参数、调试技巧及故障排查方法,专业实操能力的锻炼机会严重不足,不利于工程思维与实践能力的早期培养,也在一定程度上制约了学生后续专业核心课程学习与创新能力发展的连贯性。

2.2 理论教学与产业需求、竞赛导向脱节

在传统机器人工程专业课程体系中,教学内容的设计往往以基础理论讲授为核心,与产业领域的真实应用场景衔接不足,尤其针对油气行业的特色化实践需求存在明显缺口。例如,课程中较少涉及油气管道漏油巡检、工业仪表数据采集与故障检测等贴合行业实际的技术应用内容,导致学生所学理论知识难以直接转化为解决油气领域工程问题的能力,与行业岗位的技能需求形成断层^[2]。

与此同时,课程实践环节的设计未能与高校机器人、人工智能类高水平竞赛的核心任务有效融合。例如SLAM自主建图、无人系统路径规划、工业物联网数据传输与警报、复杂场景目标检测、仪表参数智能读取等竞赛高频技术要点,在传统实践内容中鲜有体现。这种脱节不仅使得学生在参与学科竞赛时,需要花费大量课外时间补充相关知识,难以快速适应竞赛的技术要求;更导致学生在校期间缺乏将理论知识与竞赛场景、产业需求相结合的训练机会,毕业后进入相关岗位或参与技术研发时,需要较长时间完成从

校园到职场的能力过渡,不利于创新型、应用型人才快速培养。

2.3 实践教学体系呈现碎片化特征

在传统机器人工程专业实践教学模式下,实践环节的设计普遍存在碎片化、零散化的问题,各实践模块之间缺乏有机衔接与逻辑关联。具体来看,现有实践内容多聚焦于单一设备的操作训练或孤立技术点的验证实验,例如仅针对机械臂的基础运动控制、传感器的单一数据采集等展开教学,未能构建起覆盖“行业场景调研—运行环境搭建—机器人选型设计—分模块技术攻关—系统集成调试—成果落地应用”的完整实践链条。这种碎片化的教学安排,既无法形成层层递进、环环相扣的阶梯式能力培养路径,也难以让学生置身于真实的工程情境中^[3]。

学生在实践过程中,往往只能掌握零散的操作技能,无法理解各技术模块在整体项目中的定位与作用,更难以系统锻炼从项目需求分析、方案规划设计,到技术难点攻克、成果转化落地的全流程工程能力。长此以往,不仅会导致学生的知识体系与技能储备呈现割裂状态,更会制约其工程思维与系统思维的养成,难以满足机器人工程领域对复合型、应用型人才的能力要求。

2.4 工程素养与创新意识培养力度薄弱

传统机器人工程专业实践教学体系,在工程素养培育与创新意识激发层面存在显著短板。教学内容设计上,既缺乏对真实工业场景痛点的深度拆解与模拟,也未设置跨学科融合的实践训练模块,导致学生难以在复杂的工程情境中,学会整合机械设计、电气控制、软件编程、智能算法等多领域知识,解决实际问题的综合工程素养得不到有效锻炼。

与此同时,传统教学模式过度束缚学生的自主探索空间,既未给予充分的可行性试错机会,也未预留开放性的想象设计环节,使得学生的创新思维难以被激活,主动探索、大胆创新的积极性受到抑制。

在考核评价环节,传统模式长期秉持“重结果、轻过程”的导向,以项目最终完成度、实验数据达标情况等硬性指标作为核心评分依据,忽视了学生在实践过程中展现的问题分析能力、方案优化思路、技术攻关尝试等关键维度。这种单一化的考核方式,既无法全方位、立体化地展现学生的个性特长与创造性成果,也难以引导学生在实践中主动突破固有框架、探索创新路径,最终导致学生解决复杂工程问题的能力与创新意识普遍不足,主观能动性未能得到充分调动与释放^[4]。

3 课程建设目标与思路

3.1 实践课程前置改革

为契合机器人工程专业的未来发展定位与人才培养方向,着力培育创新思维能力强和工程实践水平高的专业人才,本课程突破“先理论、后实践”的传统实践教学模式,

确立实践能力和工程素养优先培养的核心原则。将原计划于大三、大四开设的专业实践类课程（机器人创新创意工程实践），前置至大二下学期（第四学期），构建“先动手实践、再深化理论”的新型教学逻辑。引导学生在实践操作中探索规律，在解决真实工程问题的过程中夯实理论基础，实现理论学习与实践应用的深度融合。

通过抓住学生在大二下学期思维活跃、专业学习热情高、动手操作积极性强、实践探索能力强的关键阶段，构建“先动手实践、再深化理论、以实践反哺理论”的新型教学逻辑闭环。在实践教学过程中，依托机器人专业实验室和创新创业实训平台，设置与油气产业相关的递进式项目任务，引导学生逐步进入专业学习领域，并在项目立项初期开始接触并深入了解行业发展现状和相关工程要求，及早培养学生的工程师思维和工程素养，为后续高年级继续深入专业学习、参与更多学科竞赛筑牢根基，这种教学理念和实践课程设置的模式，能有效激发学生的探索实践潜能，实现理论学习与实践应用的深度融合，助力培养高质量创新型专业人才。

3.2 项目递进式教学模式构建

本教学模式以目标任务为导向，通过阶梯化项目设计与系统化任务拆解，引导学生在逐层攻克技术难点的过程中达成教学目标、夯实知识体系、锤炼多维度实践问题解决能力。

课程项目体系采用“分项实训—能力积淀—综合攻坚”的递进式架构，各项目模块既保持独立的知识与技能训练目标，又通过技术逻辑与应用场景紧密关联，形成层层递进、环环相扣的教学闭环。教学初期，聚焦机器人核心功能模块，设置深度相机应用、激光雷达环境感知、底盘运动控制调试、目标识别等分项实训任务，让学生逐一掌握机器人感知、决策、执行层面的关键技术。

通过分项实训的操作熟练度积累与技术难度叠加，学生能够逐步构建起机器人系统集成的知识框架与工程思维。在此基础上，引入巡检机器人漏油及仪表检测综合项目，将前期分项技术进行整合应用，要求学生完成从机器人硬件搭建、软件系统联调，到模拟场景下漏油识别、仪表数据读取与异常预警的全流程任务。以此实现从单一技术掌握到系统能力突破的进阶，培养学生的工程整合能力与创新应用能力。

3.3 个性化设计任务难度

大学二年级是机器人工程专业学生专业能力与知识阅历分化的分水岭。在这一阶段，学生群体呈现出显著的能力水平分层特点：少部分学生在大一阶段已经参与过机器人相关竞赛，或者接触过 ROBOMASTER 等高水平机器人竞技赛事，不仅积累了扎实的实操实践经验，还利用课外时间完成了理论知识与编程技术的自主学习，在机器人系统控制、硬件调试、软件编程等方面的能力远超同年级学生。针对这

类高水平学生，常规的项目内容与目标设置已难以匹配其进阶学习需求，因此需为其量身定制高难度、针对性强的专项任务，通过拔高考核标准与技术要求，充分激发其创新潜能与攻坚能力。

同时，另外大部分学生之前并未接触过机器人竞赛相关训练，在机器人控制的实践操作与理论基础方面存在明显短板。因此，需要设计由浅入深、阶梯递进的项目训练体系，构建“入门夯实—进阶过渡—综合攻坚”的阶梯式任务体系，引导学生从基础操作入手，逐步掌握核心技术要点和实践应用体系，最终达成课程预设的任务目标与学习效果，确保不同能力层次的学生均能在课程中实现个性化成长与能力跃升。

3.4 过程性考核和创新性评价机制

本课程构建“以过程性考核和创新性评价为主、结果性考核为辅”的多元评价体系，不采用“重结果、轻过程”的传统教学评价模式。在实践教学实施过程中，重点记录学生在完成阶梯递进式项目全流程中的表现：聚焦学生发现问题、分析问题、解决问题的完整思维链路，将其在项目推进中展现的工程师思维与工程实践能力纳入核心考核指标。同时，通过高频次的师生沟通与阶段性复盘，动态跟踪项目进度，及时为学生提供针对性指导，保障实践任务高效落地。

在评价标准上，打破传统的“一刀切”结果导向评分模式，实施分层分类评价：针对不同能力基础的学生，以其自身能力的提升幅度、任务完成的相对进步程度为核心依据，而非以统一的成果标准衡量优劣。在成果展示环节，综合评判学生的答辩 PPT 制作、创意设计呈现、项目视频记录等多维内容，弱化技术实现难度的权重占比，转而强化对作品创新性、想象力的评价力度，采取宽容性评价原则，大幅提升创新创意指标的得分比重，充分释放学生的创新潜能，助力其高质量完成实践课程项目^[4]。

4 课程改革方案与方法

4.1 构建“课程—竞赛—产业”融合内容体系

以管道智能巡检产业需求和竞赛任务目标为导向，将机器人运动控制、感知技术、SLAM 建图、自主导航、目标识别、检测报警等核心任务转化为课程的实践项目内容，引入工业巡检需求的相关检测指标与竞赛评分指标，结合课程考核要求，实现实践教学内容与产业应用场景与竞赛需求的深度融合和有机衔接。

4.2 设计项目式实践教学流程

打造“场景调研—方案设计—模拟搭建—成果竞技”的项目式实践教学流程，从工程作业流程、环境特点等方面展开调研，引导学生分组完成机器人选型、技术方案设计，利用实验室软硬件搭建模拟巡检场景，完成系统运行与调试，最终通过各种形式进行实践成果展示，全方面汇报小组作品的完成过程，突出呈现创新创意设计，以此形成工程思

维塑造、创新水平提升、实践技能强化的系统化能力培养路径^[5]。

4.3 创新教学模式与考核机制

采用“任务驱动+竞技赋能”模式，通过拆解真实工业巡检场景作业需求和痛点问题，将完整的巡检任务拆解为SLAM建图、自主导航、目标识别、检测报警等模块化子任务，以子任务为导向设计阶梯式实践项目，引导学生从基础技术攻关入手，逐步完成单一功能模块开发、多模块集成调试，最终实现全流程综合性巡检任务目标，让学生在任务拆解与递进式实践中建立系统化的工程问题解决思维。

考核评价环节推行“过程性考核+创新宽容评价”相结合的机制：过程性考核覆盖方案设计合理性、模拟场景搭建规范性、系统调试有效性等关键环节，全程追踪学生的实践参与度与问题解决能力；创新宽容评价则打破传统评价的固化标准，鼓励学生开展颠覆性创新尝试，对具备创新性但暂未完全落地的方案给予认可与指导，保护学生的创新积极性。同时，综合实物功能演示、技术报告完整性、赛事竞技表现等多维度指标进行全面评估，既考察学生的工程实操能力与技术文档撰写能力，也通过竞技场检验成果的实用性与竞争力，最终实现学生工程素养、创新意识与实战能力的全方位提升。

5 课程教学设计与实践

5.1 智能巡检操作机器人设计立项

《机器人创新新创意工程实践》课程实践项目是培养学生工程师思维和实践操作能力的教学项目，重在考察和培养学生的团队协作能力和解决问题能力，其目标是学生以团队的形式进行分工协作、相互配合，通过完成一个综合性实践项目的设计与实现，逐步学习并深入掌握ROS机器人的相关专业知 识，以实现工业场站智能巡检操作机器人创意设计的最终目标。课程设计立项主要包括设计题目、组建团队、选题调研、预期成果、实施方案、进度安排等内容。

在设计立项阶段，学生首先需要组建最多不超过4人的项目团队，确定团队的学生队长以作为总体项目完成进度把控和协作任务分配的总负责人，立项申请书中需明确学生团队信息、项目研究目的与意义、项目创新点、项目实施内容、项目实施方案、项目实施方法、以及进度安排等。通过完成项目的立项申请书，学生可以更加明确本小组的任务

内容，学生队长可以根据本组队员已掌握的专业技能情况，将任务进行合理化分配给队员，使项目的目标达成更加高效有序。

5.2 智能巡检操作机器人教学设计

智能巡检操作机器人的设计载体是搭载六自由度机械臂的ROS移动机器人，通过对机器人底盘、感知系统及机械臂控制系统的协同控制，实现机器人的导航定位、自主巡航、漏油检测、仪表检测报警等功能。

智能巡检操作机器人的课程项目教学设计立足于学生的差异化基础，覆盖从ROS机器人零基础到熟练应用的不同层次学习内容，通过阶梯性的实践项目设计，引导学生由浅入深地学习专业知识并构建知识体系；实践项目的内容与难度层层递进，最终完成综合性实践项目目标，保障课程任务目标与学生立项申请目标可以同步达成。本课程为学生提供有两种不同款式的ROS智能机器人，通过递进式的项目内容学习，均可实现课程任务目标。

表1 实践项目内容设计

六自由度机械臂 ROS 机器人	
基础训练项目 1	机器人连接与调试
基础训练项目 2	HELLO ROS
基础训练项目 3	小乌龟仿真
基础训练项目 4	运动控制
基础训练项目 5	可视化工具
基础训练项目 6	舵机与手柄控制
基础训练项目 7	IMU 自动校正
基础训练项目 8	激光雷达驱动
基础训练项目 9	相机驱动
基础训练项目 10	SLAM 构建地图与保存
基础训练项目 11	单点与多点自动导航
基础训练项目 12	ROS 安卓 APP 建图与导航
基础训练项目 13	Opencv 视觉识别与检测
综合训练项目 14	油气管道巡检机器人综合实践

5.3 智能巡检操作机器人教学实践

本次机器人实践课程开设面向机器人专业二年级学生，共计32人，其中1/3的学生具备ROS机器人学习基础，2/3的学生为零基础。实践教学项目全程依托搭载六自由度机械臂的ROS移动机器人设备与机器人创新创意实验室的硬件条件展开，整体实践周期为4周，按分组立项、基础进阶、联调测试、成果答辩共四个阶段层层推进。

表2 《机器人创新新创意工程实践》课程教学实施阶段任务表

实践阶段	时间节点	核心任务	阶段目标
分组立项与方案设计	第1周	确定分组、产业巡检需求调研、提交立项申请书	明确实践方案和关键环节、完成方案可行性审核
任务细分与模拟场景实践	第2-3周	搭建模拟场景、进行功能验证、分项实践	掌握机器人操作要点，实现移动控制、建图导航、自主巡检等功能
机器人控制训练及调试优化	第2-3周	软硬件协同联调、解决技术故障、教师集中答疑	实现模拟场景下机器人自主管道巡检
成果展示与答辩	第4周	运行效果优化、拍摄成果视频、现场演示与答辩	达成最佳巡检效果，完成综合考核评价

5.4 课程结果与评价

《机器人创新创意工程实践》课程教学改革效果显著。一方面，课程内容相较以往实现较大更新，贴合产业巡检需求与学校行业特色；另一方面，全新的教学与评价模式充分激发了学生的学习积极性和创新思维，参与课程的学生不仅全部完成巡检任务，还呈现出包括空地协同巡检在内的多项创新性方案，切实达成高质量育人成效，为机器人专业后续课程改革提供了可靠的实践依据。

在任务完成方面，参与课程的8个小组全部完成了管道巡检核心目标任务，综合能力较强的小组创新性设计出空地协同一体化巡检方案，零基础小组也顺利完成全部巡检点的检测与异常信息播报任务，各组成果呈现出鲜明的差异化与层次化特征。

在考核成绩方面，本课程考核采用过程性评价与宽容性评价相结合的模式，考核重心不局限于技术实现的难易程度，而是重点关注学生在方案设计中是否融入自主创意思维、在机器人调试实践全过程中是否投入足够精力，最终全班8个小组考核平均分达到85分，其中2个小组得分在90分以上，更加全面公平地衡量学生的综合能力，有效激发学生的创新积极性和实践主动性。

在成果影响方面，本次课程结果成果质量突出，学生的实践展示视频具备极高的展示度，相关内容被学校官网专题报道；特别选取了两组不同ROS基础的学生进行专访，两位学生在采访中详细分享了自己在课程学习中实践能力与创新思维的提升过程，充分展示了课程对不同基础学生的教学效果；同时，课程内容将智能巡检与油气产业管道检测场景相结合，既贴合产业实际需求，又凸显了学校行业特色与机器人专业的人才培养定位。

6 课程改革成果与育人成效

6.1 阶梯式教学落地见效

针对学生ROS基础的差异化实施递进式的项目教学实践方法，将管道巡检机器人综合任务进行拆解，将任务细分为各子项目内容，使零基础学生能够通过入门学习、基础训练、综合进阶进行稳步学习，最终顺利完成核心巡检目标任务；对于综合能力较强的学生，支持其开展高阶技术实现，进行开拓创新，提出“无人机+地面机器人”空地协同一体化巡检方案，充分展示学生的创新性和创造力。课程实践成果效果显著，获学校官网专题报道，学生代表接受采访分享成长案例，成为校级实践教学育人的典型范例。

6.2 竞赛项目创新赋能

将课程构建的管道巡检机器人实践教学体系进行成果转化，成功打造为华北五省大学生机器人大赛的管道巡检机器人专项赛项，并于本年度正式落地开赛。该赛项有效丰富了大学生机器人竞赛的内容维度，兼具鲜明的行业应用特色，为高校及同类型兄弟院校搭建了交流协作的平台，助力机器人实践教学协同发展。

6.3 学生竞赛成果丰硕

课程紧密衔接实践教学体系与竞赛内容，通过强化实践教学，带动学生参与机器人高水平赛事，学生团队凭借课程学习中积累的技术储备与项目实践经验，在各级机器人竞

赛中表现突出，在中国机器人及人工智能大赛、全国大学生信息安全与对抗技术竞赛等高水平赛事中获得国家级一等奖。同时，课程将竞赛任务转化为“场景调研—方案设计—模拟搭建—赛事竞技”阶梯式实践内容，学生在备赛“机器人应用赛（城市道路识别）”“服务机器人竞技B”等核心赛项时，技术方案完整度、问题解决效率较课程改革前均得到了有效提升，获奖成果成功转化为课程实践项目，充分彰显课程在提升学生学习水平、竞赛能力及创新实践素养上的显著成效。

6.4 机器人实验室平台建设水平显著提升

依托本次课程改革，机器人教研室完成机器人专业培养方案的优化升级，同步推进《机器人创新创意工程实践》特色教材的编撰工作。优化后的培养方案大幅补充实践学时与实践内容，深度融合行业发展趋势与机器人专业特色，形成具有本校辨识度的人才培养体系。与此同时，机器人实验室的建设同步提质增效，软硬件配置与实践场景搭建进一步完善，为专业人才培养提供了更坚实的平台支撑。

7 结语

本研究围绕《机器人创新创意工程实践》课程开展教学改革探索，针对传统机器人实践课程开课滞后、理论教学与产业及竞赛需求脱节、教学内容碎片化、学生知识技能掌握不扎实、工程素养与创新意识薄弱等痛点问题，构建了针对性的改革方案。课程通过前置开课时间、搭建递进式教学模式，提出了对零基础与高水平两类学生的差异化培养方案，既保障全体学生达成课程核心任务目标，又为能力突出的学生提供技术拔高的空间；同时创新采用过程性考核与宽容性评价机制，摒弃以硬性结果为唯一导向的评价方式，充分肯定学生的学习投入与阶段性进步。此次改革成效显著，不仅有效提升了学生的课程学习质量与竞赛获奖水平，还推动了机器人专业人才培养方案的优化、特色实践教材的编撰以及实验室平台建设的提质增效。未来，本课程将持续深化教学改革，不断完善递进式教学体系与多元化评价机制，进一步强化课程与产业、竞赛的深度融合，为培养更多具备扎实工程素养与创新能力的机器人专业人才奠定坚实基础。

参考文献

- [1] 武星,薛萍萍,傅玉灿,等. 机器人环境感知类产教融合实践课程改革探索研究[J].工业和信息化教育,2025,(05):57-63.
- [2] 李祖鹏,文江波,刘继新,等. CDIO在机器人设计课程教学改革中的实践与创新[J].实验教学与仪器,2025,42(01):125-128. DOI:10.19935/j.cnki.1004-2326.2025.01.043.
- [3] 吴文强,萧仲敏,朱大昌,等. “科产教融合”机器人实践课程教学改革探索[J].高教学刊,2024,10(08):15-19.DOI:10.19980/j.CN23-1593/G4.2024.08.004.
- [4] 常青青,周建阳,何宇. 基于OBE理念的实践教学课程建设与改革——以机器人技术课程为例[J].造纸装备及材料,2024, 53(09):180-183.
- [5] 刘新玉,齐小敏,平燕娜,等. 机器人课程“五位一体”研究性教学模式改革与实践[J].高教学刊,2025,11(27):142-145. DOI:10.19980/j.CN23-1593/G4.2025.27.034.