

“机器人学”课程实践教学探索

柏朗 张伟 张嘉玲 郭世忠 梁小明 姚梓萌

(西安文理学院 西安 710065)

摘要: 根据我国机器人工程专业起步时间较短、机器人学课程综合性较高以及现有教学模式问题较多的情况, 尝试将项目式教学法应用到“机器人学”课程的教学过程中, 加深学生对机器人知识和技术的理解与应用, 提高学生的创新和实践能力。针对机器人学课程的项目式教学特点, 设计了相应的教学框架、实施计划及成绩评定方案。调研结果表明: 项目式教学模式具有一定的可行性和有效性, 能够有效地提高课程的教学质量、学生的创新思维及学生的实践动手能力, 在机器人工程专业建设和教学改革方面具有一定的参考意义。

关键词: 机器人; 机器人学; 实践; 项目式教学

中图分类号: G42 **文献标识码:** A

一、引言

2021年12月工业和信息化部、国家发展和改革委员会、科学技术部等15个部门联合印发了《“十四五”机器人产业发展规划》, 该《规划》明确提出: 到2035年, 我国机器人产业综合实力达到国际领先水平, 机器人成为经济发展、人民生活、社会治理的重要组成部分。机器人工程专业近几年在高考报名中的热度也在逐年攀升, 每年全国各地的高校都在陆续开设本专业, 机器人未来的发展潜力和热度已得到国家、社会和个人的广泛认可。但传统的机器人本科教学呈现理论与实践脱离、教学效果达不到教学目标且课程考核形式单一等现象, 培养的人才难以满足未来机器人产业发展的需求。为提高学生的实践能力和加深学生对机器人知识的理解, 在借鉴现有的实践教学基础上^[1-4], 分析了机器人教学领域的发展现状, 提出了以机器人学课程为例的项目式教学框架和实施计划, 并提出了一套相应的成绩评定方案。

二、机器人教学领域发展现状

机器人工程属于典型新工科专业, 涉及控制工程、机械工程、电子工程、电气工程、传感器与检测技术、计算机科学与技术等诸多学科, 是一门交叉性很强的学科^[5-6]。自2016年东南大学在国内首开机器人工程本科专业以来, 已有超180所高校陆续新增机器人工程专业^[7], 但这种“井喷式”的新增仍难以满足社会对机器人专业人才日益膨胀的需求。

尽管机器人工程专业起步时间较短, 但在机器人教学领域的研究已进行了很长时间, 国内的机器人教学最早始于研究生阶段^[7]。随着机器人工程专业在本科阶段的陆续新增, 机器人学课程作为本专业重要的专业核心课, 也在各个高校的本科阶段陆续开设。机器人学也被称为机器人工程学, 是一门涉及多学科交叉的课程, 其知识面广且综合性强^[8], 包含自动控制、机械原理、机械设计、传感技术、动力学、运动学、轨迹规划、线性代数、人工智能、机构学、编程调试等知识。且因机器人技术更新迭代较快, 本课程的内容也具备一定的前沿性。传统的教学模式是通过知识的单一讲授和理论推导实现的, 学生接受起来较为吃力, 尤其是运动学和动力学求解过程的位姿矩阵推导演化对本科生而言难度较高, 导致学生学习兴趣不高。

为改变当前的教学困境, 借鉴现有的实践教学改革经验, 提出将项目式教学法应用到“机器人学”课程的教学过程中, 以项目的立项、实施和总结为驱动力, 化被动学习为主动汲取, 激发学习的主动性和高效性, 改变过去学生学完理论知识后仍对项目束手无策的尴尬局面, 让学生真正感受到理论知识的神奇魅力和工程实践的

成就感。

三、项目式教学的优势

项目式教学法^[9-11]是由美国的凯兹博士和加拿大查理博士两位教育家共同提出的, 是一种在教师的充分引导下以学生为主体的教学方法。多年的教学实践表明项目式教学法适应我国的教学环境, 在促进学生全面发展和完善教学理论方面都取得了不错的成果, 是科学的教学模式^[12-14]。机器人学课程综合性强, 在搭建学生机器人基础知识体系的同时也培养学生的创新性和实践性, 而传统的教学模式主要是侧重理论知识掌握和验证性实验课程, 并不能很好地达到机器人学课程的教学目标。机器人学课程是离不开实践环节的, 项目式教学法的核心思想就是实践, 两者在实践上的契合是实现教学目标的有力保障, 可以有效弥补现阶段机器人教学过程实践环节不足、学生难以做到理论联系实际等问题。

设计的机器人学课程项目式教学是在教师的充分引导下, 以学生为主体以项目为基础, 以4-6名学生为一个项目小组来展开的, 授课教师或其他教师都可作为项目指导教师, 由学生自主选择。机器人学课程结合项目式教学法在实现教学目标和培养目标时主要具备以下三点优势: 一是更能提高学生的创新能力, 在项目立项时学生要针对行业痛点, 拿出具有创新性的解决方案, 在项目实施时要调动创新思维进行头脑风暴解决随时出现的问题; 二是更能提高学生的主动性, 在项目实施的各阶段学生作为主体可以根据项目需要随时调整学习安排, 学生也可根据自身的兴趣和特长自主选择项目环节; 三是更能提高学生的综合能力, 在项目立项时需要主动研究所需理论和知识, 在项目实施时需要熟练掌握各方面知识才能应对随时出现的问题, 在项目总结时需要具备良好的表达能力和思维层次感, 且在制作汇报PPT时要求学生具备一定的文字处理和排版能力。

四、教学框架和实施计划

传统的教学模式主要是由教师先铺垫基础概念理论, 再进行分析推导计算, 最后进行实验或实例证明, 本课程引入项目式教学法, 以学生为主体给予其充分的自由, 利用其渴望完成项目的内驱力, 充分调动学生的主观能动性, 锻炼学生独立思考和解决问题的能力。项目式教学过程涉及知识面较广综合性较强, 学生在学习机器人学课程的同时, 能够体会到各个课程之间彼此的相关性和意义。根据项目式教学特点, 主要分为3个阶段: 项目立项、项目实施及项目总结, 每个阶段需要完成相应的教学活动和具体的内容, 下表1为机器人学课程项目式教学模式的教学框架。

表1. 机器人学课程的项目式教学框架

项目过程	教学活动	教学内容
项目立项	选题分配	结合项目主题和学生兴趣, 每班分配8组, 每组分配4-6人
	方案论证	针对项目背景及痛点, 设计2-3套方案, 论证方案的可行性
项目实施	课前预习	对课程内容和项目所需的知识理论进行课前预习
	课堂讲授	围绕项目进行线下课堂讲授和项目指导, 线上随时答疑互动

项目总结	组内分工	结合理论学习情况和个人兴趣分工开展工作
	线下实验	根据项目所需进行基础实验和创新实验
	动手实践	进行机械部分的设计、校核及仿真，控制部分的编程与调试
	分享展示	学生展示分享团队成果，教师打分，学生互评
	总结归纳	分析总结存在问题，为下一届项目式教学积累经验

根据机器人学项目式实践课程的教学框架，课程实施计划可按照项目立项、项目实施和项目总结依序实施。以科学竞赛串联整个实施过程，赛题由授课教师根据课程内容来制定，要求既要融入本课程学生必须掌握的知识和理论，还要满足学生在实践过程中的趣味性。利用线下实验培养学生比赛时理应具备的制作、组装和调试等动手能力。引导学生自由组合团队和组内分工，根据赛题搭建机器人系统，将本课程与其他课程的相关内容融会贯通，最后通过答辩的展示和点评来总结项目，加深对项目背后知识和理论的理解。

在项目立项阶段，以4-6名学生为规模组成一个项目团队，对赛题的项目背景进行分析讨论，设计2-3套方案后，由指导教师带领团队对方案的相关技术和优缺点进行探讨论证，确定一套工作量相当的最终可行方案。

在项目实施阶段，课前预习可以很好地补充教材内容，在“学习通”平台上传5分钟左右的知识铺垫和机器人的前沿动态，弥补教材的滞后性。课堂讲授项目所需的知识和理论，同时挖掘相关“思政元素”，在项目式教学的同时塑造学生价值观。实验课也是围绕项目所需进行开设的，掌握相关的实验原理、技巧和注意事项，为后续项目开展铺垫好实践基础。此外，课堂和实验的知识梳理、重难点、实验原理与技巧、注意事项等也可以制作成视频上传到“学习通”平台上，为学生提供随时复习的途径，也为性格内向和羞于提问的同学提供课后自学材料。在具备一定的知识储备和操作经验后，根据最终的方案进行分工实施，以四足机器人项目任务为例，若团队成员为6名学生，可参照表2中的分工来实施项目。

在项目总结阶段，可由表2中的学生f作为主答辩人，在最后几节课堂上通过操作实物和播放PPT来阐述项目的完成情况和过程。答辩演示结束后进行学生互评和教师点评，点评教师可邀请本专业其他教师一起进行点评打分。最后由授课教师进行全方位综合评价，细致分析项目的实施细节，指出仍存在的问题，给出后续完善的可行性意见。学生通过答辩总结可以充分展示项目的整个完成过程，锻炼了表达和沟通能力。整个项目做下来，学生不仅“会思考”和“会学习”还能“会实践”和“会表达”，提升了学生的综合能力。

表2.四足机器人项目的分工明细

项目内容	项目成员分工内容
机械部分	学生 a: 结构设计、绘制工程图
	学生 b: 仿真分析、整机装配
	学生 c: 结构完善、场地搭建
控制部分	学生 d: 电机控制、转向控制
	学生 e: 电路搭建、无线传输
其他部分	学生 f: 整体把控、资料整理、操作演示

五、成绩综合评价

大学课程传统的成绩评定主要以作业、出勤及期末考试成绩作为评定依据，这样的评定方法不能准确客观的反映学生的学习效果，有“一考定终生”的弊端，且无法体现学生的实践动手、团队协作和创新能力。本课程引入项目式教学法，在项目立项、项目实施和项目总结三个阶段中涉及多个教学环节，可以得到学生更多的过程性成绩，更全面的反映学生综合学习效果。

在评定学生的综合成绩时，学生的出勤(占6%)、作业(占8%)、预习(占6%)和复习(占6%)等成绩由学习通进行系统导出，学生的项目论证(占4%)、实践操作(占15%)、创新能力(占12%)、项目贡献(占8%)和总结汇报(占6%)等成绩由指导老师进行客观评价，学生的课堂表现(占11%)、实验操作(占10%)和实验报告(占8%)由任课老师进行综合评价，各项成绩加权求和后得到最终的综合成绩。学生的各项能力将通过综合成绩可实现多维展示，

例如展示出优秀的动手能力和创新思维的学生，可以吸纳到相应的学科竞赛队伍或教师的科研项目团队中进行重点培养。学生也可凭借自己的综合成绩，全面认识自身的长处和短处，对自身清晰的认知有助于学生未来的生涯规划，既可以做到扬长避短，也可以针对性的提高自身不足。

六、结语

将项目式教学法应用到“机器人学”课程的教学中，形成了一套“机器人学”课程的实践教学模式。相比于传统的由教师单方面制定教学计划和学生按部就班的被动式学习，所探索的实践教学模式可以很大程度地赋予学生自主权，学生基于个人兴趣自主选择课题和团队分工，通过主动式学习和实践完成项目分工，在掌握专业知识和核心技术的同时，也提高了自身的实践能力、创新能力和协作能力，该实践教学模式为机器人工程专业建设和课程改革提供了参考。

参考文献:

- [1]冯士刚, 齐倩蕊等.智能机器人实践课程自主创新能力培养研究[J].计算机教育, 2016, (10): 45-48.
- [2]吴振宇, 刘禹彤等.机器人实践教学体系改革探索[J].实验室研究与探索, 2017, 36(6): 192-195.
- [3]曹阳, 孙松丽.应用型本科机器人工程专业课程体系改革与探索[J].高教学刊, 2019, (12): 41-43.
- [4]石端伟, 廖冬梅等.综合性大学工程训练与创新实践教学体系研究与应用[J].实验技术与管理, 2019, 36(7): 201-205.
- [5]董玉瑛, 汪皓琦, 邹学军, 等.应用型本科教学课程体系标准化构建研究[J].大连民族大学学报, 2017, 19(05): 513-516.
- [6]马荣琳.应用型地方本科院校机器人工程专业课程体系构建[J].教育现代化, 2018, (30): 100-101, 105.
- [7]张奔.机器人机构学课程教学探索[J].中国教育技术装备, 2019, (14): 63-64, 69.
- [8]李鸿.机器人学课程教学方法改革[J].中国教育技术装备, 2018, (16): 95-96, 105.
- [9]黎茵, 张以顺等.高校本科实验课程研究性项目教学实践与探索[J].实验室研究与探索, 2018, 37(6): 158-161.
- [10]冯若愚, 陈格等.软体机器人实践与创新教学[J].力学与实践, 2020, 42(3): 347-350.
- [11]曾敏.项目教学模式在中职服装设计专业的应用研究[D].四川师范大学, 2013.
- [12]韩锐.新工科背景下工业机器人实训课程设计与教学实践[J].时代汽车, 2022(18): 98-100.
- [13]卢爱臣, 魏建宇, 郭强.以项目为牵引的机器人系统与开发实践课程教学设计[J].计算机教育, 2022(08): 71-75.
- [14]彭明仔.专业群背景下“工业机器人应用技术”课程的教学改革探析[J].科技与创新, 2022(14): 130-132.

作者简介: 柏朗(通讯作者), 1990年11月, 男, 汉族, 陕西西安, 博士, 讲师, 研究方向为机器人机构学和板料成形; 张伟, 硕士, 教授, 研究方向为机器人系统集成和控制; 张嘉玲, 博士, 讲师, 研究方向为故障诊断和信号处理; 郭世忠, 博士, 讲师, 研究方向为功率电子和智能检测; 梁小明, 博士, 讲师, 研究方向为冷滚打加工技术; 姚梓萌, 博士, 讲师, 研究方向为单点增量成形技术。

项目来源: SPOC课程, 工业机器人离线编程及仿真, JY2022KGB04; 2022年陕西省大学生创新创业训练计划项目省级项目, 智能无忧输液系统。