

DOI: 10.19344/j.cnki.issn1671-5276.2025.01.020

# “机械创新设计”课程创客式改革研究与实践

黄克瑶

(南京机电职业技术学院, 江苏 南京 211306)

**摘要:**为提高机械类专业学生的创新及动手能力,开展“机械创新设计”课程创客式改革与实践,利用切实可行的创客项目重构教学内容,采用“知、析、创、绘、制、展”等活动形式组织安排教学,运用简单易用创客工具快速制造样机实物,利用活动记录考核健全综合评价,让学生在项目创新实践过程中不断加深对理论知识的理解,使学生想“做”,想“分享”,更想成为“创客”。

**关键词:**机械创新设计;创客教育;课程育人

**中图分类号:**G423.07 **文献标志码:**B **文章编号:**1671-5276(2025)01-0091-04

## Research and Practice of Maker-based Reform in the Course of "Mechanical Innovative Design"

HUANG Keyao

(Nanjing Vocational Institute of Mechatronic Technology, Nanjing 211306, China)

**Abstract:** To enhance the innovation and practical abilities of students of mechanical engineering major, a Maker-oriented reform and practice of "Mechanical Innovation Design" course is launched, which involves reconstructing the teaching content using practical and feasible Maker projects, organizing and arranging the teaching through the activity formats of "knowing, analyzing, creating, drawing, manufacturing and exhibiting", utilizing simple and easy-to-use Maker tools to quickly manufacture prototypes, and leveraging activity records and assessments to establish a comprehensive evaluation system. This approach allows students to continually deepen their understanding of theoretical knowledge during the process of project innovation and practice, motivating them to "create", "share", and aspire to become "makers".

**Keywords:** mechanical innovative design; Maker education; curriculum-based education

### 0 引言

《中国制造2025》提出我国要实现从“制造大国”向“制造强国”转变,创新是引领这个转变的基石,而人才则是创新的根基,培养科技创新型人才是高校教育的永恒话题<sup>[1]</sup>。在新工科时代背景下,机械类专业需要培养学生的批判性思维、设计思维、工程思维与数字化思维,同时提升学生的创新创业、跨学科交叉融合、自主终身学习、沟通协商能力等<sup>[2]</sup>。“机械创新设计”课程一般为高校机械类相关专业的进阶课程,各高校都在对其教学内容、手段、方法、实验方法进行探讨。

“创客”一词来源于英文单词“maker”,指出于兴趣与爱好,努力把各种创意转变为现实的人。创客既是“创意者”,又是“设计者”和“实施者”,他们以“创新、实践、分享”为宗旨,通过发现问

题,产生创意,综合利用数字化制造工具进行设计及制造,而后在社群分享成果。“创客空间”指创客集会活动的场所,是开放交流的实验室、工作室与机械加工室,向创客提供激光切割机、3D打印机、机械加工等制造设备。“创客教育”意为培养创客的教育,通过创建学习情境,激发学生好奇心,系统开展体验学习和项目学习,是一种“学中玩、玩中学、学中创”的教育<sup>[3]</sup>。利用创客教育的理念与方法对“机械创新设计”进行课程改革是本文探讨的主要内容。

### 1 “机械创新设计”课程改革原因

“机械创新设计”课程通过阐述创新方法与技巧、机构及结构的创新设计等内容,运用实例加以分析和引导,启迪学生创新思维,并将理论与实践相结合,从而提高学生创新设计能力<sup>[4]</sup>。在课

**基金项目:**江苏省青蓝工程优秀教学团队项目;江苏省职业教育立方星制造“双师型”名师工作室项目;南京机电职业技术学院院级科研重点项目(KY202202)

**作者简介:**黄克瑶(1990—),男,江苏南京人,讲师,本科,研究方向为机械创新设计,825440286@qq.com。

程设置上,前导课程一般有“机械制图与 CAD”、“机械设计基础”、“三维数字化建模”、“金工实训”等,后续课程有“毕业设计”、“毕业实习”<sup>[5]</sup>。在实际课程教学中,学生中普遍存在学习难度较大、学习兴趣不浓、无法完成项目制作等问题,且无法全面对学生进行教学评价。

反思教学本身的问题,首先,按照教材章节以及课程逻辑顺序,课程划分为创新方法与机械设计两个部分。前半部分主要讲解组合创新法、奥斯本检核表等创新方法;后半部分主要是原理方案设计、机构设计、结构设计等内容。两个部分内容联系较少,结合不紧密,表现在学生无法利用前面学习的创新方法完成后面的机械创新设计。其次,教材及课程中重、难点内容为机构创新设计,包括串联机构、并联机构等,内容偏理论且提供的案例,如液压拨道器设计、牛头刨床机构设计等不贴近学生学习生活,学生对此兴趣度不高。再次,课程中有涉及动手制作的部分,其中“车、铣、刨、磨、钳”为传统机械加工方法,部分加工方法受限于设备及材料因素,加工难度较高,且未能体现新技术、新工艺,致使学生样机制作成品质量较差。最后,课程结课考试评价方式过于片面,无法准确评价学生的创新及动手能力,形成闭环。

为此,对“机械创新设计”开展创客式课程改革试点,以创客空间及机械类专业实验实训室为教学场所,以将学生培养成创客为目标,借助自主设计、开发并制造出融合一定表现形式的机械装置,让学生体验到“制造及使用他们自己发明”的乐趣,由此学生的体验感、获得感、满足感会显著增强,持续学习的动力也能不断巩固。

## 2 “机械创新设计”课程改革路径

针对“机械创新设计”课程在教学内容、教学策略、教学资源以及教学评价方式 4 个方面进行

教学改革,以学生为中心的创客教育理念为指导,重构教学内容,注重培养学生的创新思维和动手能力,解决以往教学过程中的种种难题。

### 2.1 以项目为载体,重构教学内容

在教学内容重构中,遵循学生认知规律及技能习得特点,按照基础—提高—应用—创新的认知规律确定课程的 4 个项目,从剖析“自行车的变形与发展”到尝试设计“宿舍可折叠使用家具”,再到动手制作“以砵码及牛皮筋为动力的势能小车”,最后是综合应用“机械操作及加工工具的创新”。采用递进式的项目对教学内容进行重构,通过围绕学生自身感兴趣的项目,使学生主动学习的意愿逐步增强,主动探究实现创意、完成项目所需要的专业知识和技能。

第 4 个项目“工具创新项目实战”,也是“机械创新设计”课程的综合项目,围绕创客空间以及机械类实验实训室所用的操作及加工工具为主题。基于机械产品创新设计流程,由简单到复杂,由单一到组合,序化教学内容为 4 个任务:拔钉子(起钉器)—按板子(按压器)—搬箱子(搬运器)—割料子(切割机)。4 个任务方案从基本机构逐渐过渡到变异机构、组合机构,复杂程度逐级递进。从工具的创新设计到工具的样机制作等子任务展开教学,让学生体验从想法到设计再到专利申请及实物制作的全流程。图 1 为“机械创新设计”原课程教学内容,图 2 为“机械创新设计”项目化重构后的教学内容。

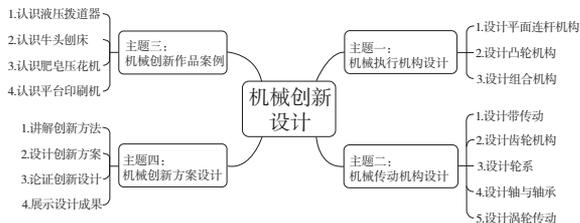


图 1 “机械创新设计”原课程教学内容

课程依据	重构教学内容	工欲善其事,必先利其器
国家专业标准	基础项目 创新初体验(8学时) 项目一 自行车的创新设计  提高项目 创新深挖掘(8学时) 项目二 折叠家具的创新设计  应用项目 创新善动手(16学时) 项目三 势能小车的创新设计  综合项目 创新重实战(16学时) 项目四 工具创新项目实战	任务1: 拔钉子(起钉器)(4课时) 任务1.1 起钉器的创新设计(2学时) 任务1.2 起钉器的样机制作(2学时)
人才培养方案		任务2: 按板子(按压器)(4课时) 任务2.1 按压器的创新设计(2学时) 任务2.2 按压器的样机制作(2学时)
课程标准		任务3: 搬箱子(搬运器)(4课时) 任务3.1 新型搬运工具的创新设计(2学时) 任务3.2 新型搬运工具的样机制作(2学时)
岗位需求		任务4: 割料子(切割机)(4课时) 任务4.1 多功能切割机的创新设计(1学时) 任务4.2 多功能切割机的样机制作(1学时) 任务4.3 汇报展示与专利申请(2学时)
1+X职业等级标准		
机械创新设计大赛竞赛标准		

图 2 “机械创新设计”项目化重构后教学内容

## 2.2 以学生为中心,制定教学策略

“机械创新设计”课程改革确定“以学生为中心”来制定相关教学策略,确保学生的学习需求、兴趣和才能得到充分满足。课程开始前,通过问卷调查、访谈等方式了解学生的背景、兴趣和特点。调研问卷显示 90% 的学生对创新实践项目兴趣浓厚,希望制作出创新工具并申报专利,但缺乏实际岗位工作经验。学生动手能力强,80% 的学生喜欢小组合作等体验活动,具有较好的信息应用能力。

在教学设计环节中,参考“创客工作坊”的模式,按照“导入—探析—实践—评价”教学流程,设计了“知(痛点挖掘)—析(案例分析)—创(创意方案)—绘(结构设计)—制(样机制作)—展(成果展示)”6 个活动环节为主线推进任务实施。采用互动式教学模式,以任务为驱动指导学生完成项目。课堂中,教师是课堂的组织者,学生成为了课堂创意及项目的主人。表 1 为“拔钉子(起钉器)”教学环节设计。

表 1 “拔钉子(起钉器)”教学环节设计

环节	主题	内容	预期成果
知	痛点挖掘	创建起钉器的使用情境,讲解创新技法,挖掘现有起钉器在使用过程中的缺点与不足	调研报告及项目任务书
析	案例分析	总结设计需求点,分析现有起钉器及可引用相关机械工具的机构及结构特点,启发学生开展自主探究	新型起钉器设计思路
创	创意方案	分组讨论激发创意,在小组间充分思考及讨论后,确定新型起钉器机构原理,开展原理方案设计	新型起钉器机构简图或示意图
绘	结构设计	利用 SW、UG 等三维绘图软件进行结构设计,进行虚拟装配及功能验证,并对新型起钉器的三维模型进行优化	新型起钉器零件图及装配图
制	样机制作	制定加工工艺方案及装配工艺,利用 3D 打印、激光切割等数字化制造工具,结合部分标准件、自制件快速制造项目原型	加工工艺卡、新型起钉器实物
展	成果展示	撰写专利交底书、申请相关专利,并进行 PPT 汇报展示,进行评比打分	新型起钉器专利交底书、汇报 PPT

在教学方法方面,根据学情特点及教学重、难点的要求,采用任务驱动法、案例分析法、虚拟仿真法等教学方法。教学过程以“起钉器”、“按压器”、“搬运器”、“切割机”的创新设计与制作为任务,引导学生通过逐步完成任务的方式完成学习知识和技能,达成素质目标;通过已申报发明专利的相关典型案例启发学生创新思维,小组协作学习,完成新型工具的创新设计;运用仿真软件对设计的作品进行虚拟优化与功能验证,提升设计效果。

## 2.3 以实践为导向,扩充教学资源

实践及动手制作是创客的主要特征,在“机械创新设计”课程改革试点中,始终将创新设计与样机制作紧密结合,通过动手制作,让学生获得“制造及使用他们自己发明”的乐趣。根据学生学情了解到,学生具备计算机绘图能力,但无法应用合适的工具及材料将设计的模型变成实物;学生普遍会操作数控车床、数控铣床,但对零件加工工艺不熟悉,加工未学过的非标零件难度较大。

鉴于此,将激光切割、3D 打印等创客常用的数字化制造工具及 PLA 塑料、亚克力、木板等材料引入课程教学资源。激光切割通过 CAD 二维图形绘制可快速、精准地切割出所需的零部件,3D 打印通过三维零件建模可在无需模具或复杂加工设备的情况下,快速制造出各种形状复杂的结构件。激光切割机和 3D 打印机设备使用简单,这些工具的引入可大大降低非标零件及结构件的制作难度,提高制作效率。

样机制作时,充分利用好标准件和通用件是减少零件制造工程量、降低制作成本、加快样机制造进度的关键<sup>[6]</sup>。借助“淘宝”等线上平台,让学生直面需求,鼓励学生通过图样、规格表等充分了解螺栓、轴承、弹簧、齿轮等市售机械标准件及通用件,并根据设计需求购买合适零件。同时,再配合可任意组合搭建的工业铝型材,利用其具有无需焊接、方便拆卸和组装、加工性能好等优点,可制作一些尺寸较大的结构件、框架构件,以充分满足 DIY 的需求。

## 2.4 以活动为形式,健全综合评价

相较于传统课程平时成绩及期末考试的评价方式,“机械创新设计”课程改革后更加突出了以活动为主要形式的考核方式,强化课前、课中、课后全过程,采用自评、互评和师评多方评价,评价学生创新能力、实践能力、职业素养、思政素养的养成情况。评价考核内容包括调研报告及项目任

务书、项目设计及图样、项目实物制作、项目汇报展示、项目是否申请专利等,多元评价学生学习效果,促进学生学以致用,增强学生的获得感。

### 3 “机械创新设计”课程改革效果

围绕自身感兴趣的项目主题,学生完成了项目的创意构思到设计与制作的全过程学习,学生的知识、技能与素质在项目的深入中逐步得到螺旋式提升,有效达成了课前设定的三维教学目标。通过发现问题、产生创意、综合利用数字化制造工具进行设计及制造,而后在班级分享成果,使学生体验了创客“创新、实践、分享”的全过程,学习迁移能力也得到提升。创新设计成果通过学校申报国家专利,专利可作为创新能力的有力证明。同时,参加“挑战杯”、“互联网+”等各类比赛,在比赛中历练,提升学生们作为未来机械设计师的职业归属感、荣誉感。

### 4 结语

以“创新、实践、分享”的创客教育理念对“机

械创新设计”课程进行课程改革,在实践中不断总结教育教学方法,效果显著,其思路和方法可为其他院校该课程的开展及机械创新人才的培养提供一定参考。

#### 参考文献:

- [1] 李峰,秦晓峰,李秀红,等.新工科机械类创新人才培养模式下实践教学体系构建[J].机械设计,2023,40(11):135-140.
- [2] 孙建芳.项目教学法在“机械设计”课程教学的实践[J].装备制造技术,2022(4):186-187,201.
- [3] 周庆礼.面向高等职业教育的创客教育内涵与特征研究[J].江苏高教,2021(5):110-113.
- [4] 孙亮波,刘小翠,桂慧,等.“机械创新设计”课程教学方案分析[J].武汉轻工大学学报,2021,40(6):113-118.
- [5] 连碧华.高职“工学结合、校企共育”人才培养模式研究[J].机械制造与自动化,2022,51(1):87-89,93.
- [6] 钟元.面向制造和装配的产品设计指南[M].北京:机械工业出版社,2011.

收稿日期:2024-04-17

(上接第84页)

- [4] 卢成伟,钱博增,王慧敏,等.工件分特征下的五轴数控机床关键几何误差分析与补偿方法[J].中国机械工程,2022,33(14):1646-1653.
- [5] YANG S, YANG J X, WANG F Y. Finite element simulation and deformation control of high-Speed Milling of Al7050-T7451 thin-walled parts[J].Recent Patents on Engineering,2022,16(6):93.
- [6] 曹洋,宁雪梅,秦剑,等.复杂多特征SR3薄壁塑料壳体多向抽芯注塑模具设计[J].塑料工业,2022,50(增刊1):76-81.
- [7] 袁宏培,王胜.农机部件模具数控加工及仿真建模研究—基于UG和VERICUT[J].农机化研究,2023,45(6):203-207.
- [8] SATHYANARAYANA N, NARASIMHAMURTHY A M. Vehicle type detection and classification using enhanced Relief algorithm and long short-term memory network[J]. Journal of the Institution of Engineers (India): Series B, 2023, 104(2): 485-499.
- [9] PRINCE, HATI A S. Convolutional neural network-long short term memory optimization for accurate prediction of airflow in a ventilation system[J]. Expert Systems with Applications, 2022, 195: 116618.

- [10] 徐建明,李想.基于双B样条的手机点胶轨迹插补算法研究[J].浙江工业大学学报,2022,50(4):355-364.
- [11] 姚学峰,李超.基于改进NURBS曲线插补算法的食品分拣机器人轨迹规划[J].食品与机械,2022,38(3):80-85.
- [12] 吴子腾,张立强,杨青平,等.蒙皮镜像加工误差实时补偿优化方法研究[J].机械科学与技术,2023,42(4):644-650.
- [13] 王伟,袁俊鹏,张小俭,等.综合考虑薄壁叶片弹性弯曲变形和让刀的铣削误差补偿方法研究[J].现代制造工程,2023(8):80-86,140.
- [14] 邓华波,王玮琪,梁务宇,等.一种拟合三维复杂螺旋刀具轨迹NURBS插值逼近方法[J].沈阳建筑大学学报(自然科学版),2022,38(5):937-944.
- [15] 张建涛,刘志峰,李彦生,等.基于相似理论的重型数控机床—基础系统位移变形研究[J].机械工程学报,2022,58(7):309-316.
- [16] 李国龙,陈孝勇,李喆裕,等.采用天鹰优化卷积神经网络的精密数控机床主轴热误差建模[J].西安交通大学学报,2022,56(8):51-61.

收稿日期:2024-04-25