

中国古代机械融入工业设计工程技术基础类课程的探索与实践

肖琳臻 窦韵洁

(西安明德理工学院艺术与设计学院, 陕西 西安 710124)

摘要 工业设计工程技术基础类课程具有工科类课程的属性,目前的课程教学未能很好地与产品设计专业学生的特点和自身发展需求相匹配,存在较多的问题,需要对课程教学进行改革,以提升教学效果。文章通过分析工业设计工程技术基础类课程教学现状,总结课程教学中存在的问题。结合产品设计专业学生的特点,分析了中国古代机械的教学价值,将中国古代机械融入工业设计工程技术基础类课程教学中,有针对性地在教学内容、教学方法、教学案例等方面进行改革和实践。实践结果表明,所进行的教学改革提升了学生的学习热情,中国传统机械中所蕴含的设计思想和设计哲学为学生的学习和设计实践活动提供指导,有助于学生形成科学严谨的设计思维,并增强学生对中国传统文化的认同感和归属感,提升了文化自信。

关键词 工业设计; 产品设计; 中国传统文化; 中国古代机械; 教学改革

EXPLORATION AND PRACTICE OF INTEGRATING ANCIENT CHINESE MECHANISMS INTO THE BASIC ENGINEERING TECHNOLOGY COURSES OF INDUSTRIAL DESIGN

XIAO Linzhen DOU Yunjie

(School of Art and Design, Xi'an Mingde Institute of Technology, Xi'an, Shaanxi 710124)

Abstract The basic engineering technology courses of industrial design have the attributes of science and engineering courses. The current teaching of these courses does not match well with the characteristics and developmental needs of product design students, and there are many problems that need to be addressed through curriculum reform to enhance teaching effectiveness. This paper analyzes the current status of the teaching of basic engineering technology courses in industrial design and summarizes the existing problems. It explores the teaching value of ancient Chinese mechanisms in the context of product design students' characteristics and integrates ancient Chinese mechanisms into the teaching of these courses. Targeted reforms and practices are carried out in teaching content, methods, and cases. The results show that the teaching reform has increased students' enthusiasm for learning. The design ideas and philosophies contained in traditional Chinese mechanisms provide guidance for

收稿日期: 2025-08-25

基金项目: 西安明德理工学院校级教育教学改革研究项目“中国传统机械元素融入工业设计工科类课程的探索与实践”(编号: JG2024YB55)。

通信作者: 肖琳臻, 963833580@qq.com; 窦韵洁, 349496938@qq.com。

引文格式: 肖琳臻, 窦韵洁. 中国古代机械融入工业设计工程技术基础类课程的探索与实践[J]. 物理与工程, 2025, 35(6): 80-86.

Cite this article: XIAO L Z, DOU Y J. Exploration and practice of integrating ancient Chinese mechanisms into the basic engineering technology courses of industrial design[J]. Physics and Engineering, 2025, 35(6): 80-86. (in Chinese)

students' learning and design activities, helping them develop a scientific and rigorous design mindset. It also enhances students' identification with and sense of belonging to Chinese traditional culture, thereby boosting cultural confidence.

Key words industrial design; product design; Chinese traditional culture; ancient Chinese mechanisms; curriculum reform

工业设计是一门科学与美学、技术与艺术交叉融合的学科专业,它将创新、技术、商业、研究及消费者紧密联系在一起,共同进行创造性活动。工业设计的知识体系包括了工学知识体系、设计学知识体系和人文艺术知识体系^[1]。现代产品愈加复杂的功能和结构对工业设计师的知识结构提出了更高的要求,工业设计师除关注产品的外观、功能性和用户体验外,还必须具备足够的工程技术知识来提升设计方案的可行性,保证设计构想转化为实际产品,产生预期的商业价值^[2]。

为了完善产品设计专业学生的知识体系、提升工程素养、提高跨学科协作能力,国内外高校的产品设计专业均开设有工程技术基础类课程。这类课程所教授的知识和技能是实现产品功能的基础,能有效地提升设计方案的可行性,使设计方案顺利地过渡到工程技术阶段,使学生的思维由“定性”向“定量”层面延伸^[3]。但产品设计专业的工程技术基础类课程具有工科类课程的属性和特点,在教学上有很高的难度,教学效果不够理想,没有很好地匹配产品设计专业学生的特点和专业人才培养需求。

目前,国内外高校针对历史文化与技术融入专业教学展开探索和实践。国内高校^[4-7]的研究表明,传统技艺与工程实例不仅是技术发展的历史记录,也是帮助学生理解课程理论知识的重要资源,通过案例挖掘与教学实践,将农业、造纸、印刷、水利、建筑、天文等典型成果引入工业设计机械设计基础、机械原理、包装工艺与机械、机械制图等课程,增强学生对理论知识的认知和历史脉络的理解。国外高校^[8,9]的教学过程中,在讲授历史文化和技术相关知识的基础上,通过历史背景调查、实践工作坊、跨学科学习和合作项目等教学方式,鼓励学生将传统材料和手工艺、古典设计风格、传统价值观融入现代设计中,加强学生对文化传统的理解,提升文化素养。

中国是历史悠久的文明古国,在人类文明进步中有许多杰出的创造发明,其中古代机械的成

就尤为突出^[10]。中国古代机械的种类多、数量大、水平先进、内容丰富。在发展过程中,涌现了一大批辉煌成果,产生了许多古代机械瑰宝与优秀科学家^[11]。从中国古代机械的优秀成果中汲取养分,融入工业设计工程技术基础类课程教学中,具有重要的教学意义和历史价值。

文章对中国古代机械进行整理、分析,发掘其中所蕴含的教学价值,融入产品设计专业工程技术基础类课程教学中,对教学模式和教学方法进行了探索和改革,以期丰富教学内容、提升学生的学习热情,还能让学生对中国传统设计哲学和设计思想有深入的认识,更全面地了解中国传统文化,增强对中国传统文化的认同感和归属感,提升文化自信。

1 工业设计工程技术基础类课程教学现状

工程技术基础类课程是产品设计专业的重要的学科基础课程,主要包括工业设计机械基础、设计材料与工艺、产品结构设计、计算机辅助工业设计等课程,涉及力学、机械学、材料学、图学等领域的知识。这些课程的内容大部分来源于机械类和近机类专业相关课程^[12],如理论力学、材料力学、机械制图、机械设计、机械基础、机械原理、机械制造技术基础等课程。机械类和近机类专业的课程有深厚的历史积淀,理论性强,包含有大量的分析、推导和计算的内容,知识内容复杂且存在大量互相关联的关系,学生需要严谨的逻辑思维来构建对课程的认知。

工业设计工程技术基础类课程在对这些课程进行移植时,很多时候只进行了简单的合并,而没有针对产品设计专业人才培养需要进行必要的改进和优化。这就使得工业设计工程技术基础类课程内容繁杂、理论性强、较为抽象,课程中的部分内容对于产品设计专业的艺术类学生来说鲜有接触,如带传动、齿轮传动、轴系零件等,学生难以对

这些内容建立起直观的认识。产品设计专业学生在大一、大二的课程多数为素描、色彩、构成等艺术类课程,对于理工类知识接触的较少,这就造成学生在学习工程技术基础类课程时感觉难度高,学习主动性不强,部分学生会产生畏难情绪。

另外,工业设计工程技术基础类课程的授课方式较为单一,主要以教师的理论讲授为主,学生被动接收,很难形成开放、活跃的教学氛围。这种授课方式与产品设计专业其他课程存在着较大差异,也难以适应产品设计专业学生的知识构成和思维方式,使得学生学习兴趣不高,回避课程的学习,部分学生仅以通过课程考试为目标。

此外,在工业设计工程技术基础类课程中所使用的教学案例也大部分直接移植自机械类和近机类专业相关课程,如机床、内燃机、减速器、冲压机等,这些案例与产品设计专业其他课程中常用的经典产品设计案例存在很大的差异,学生很容易形成机械设计、结构设计、材料与工艺主要是针对大型复杂设备的观念,这就使得学生对于工业设计工程技术基础类课程的学习产生排斥的心理,部分学生会产生厌学情绪。

工业设计工程技术基础类课程在教学内容、教学方式、教学案例等方面没有很好地与产品设计专业学生的特点及其发展需求相匹配,学生没有对工业设计中涉及的工程技术知识形成系统性的认知和理解,使得工业设计工程技术基础类课程难以实现预期的效果。

2 中国古代机械的教学价值

中国古代的机械制造技术涉及的领域十分广泛,包括农业、纺织、交通运输、冶炼、土木工程等多个方面^[11],这些机械的设计和制造都具有较高的水准^[13]。中国古代机械的设计和制造水平在当时处于世界前列,体现出超越时代的设计思想和设计哲学。古代机械涉及的技术方法手段、蕴含的科学观和哲学思想,对当前研究科学技术与人类、环境及社会关系都具有重要参考价值^[14]。

中国古代机械中的材料、工艺、力学、零件、机构等要素与工业设计工程技术基础类课程中的知识点存在较好的对应关系,如指南车、记里鼓车、

水运仪象台等机械中所使用的齿轮系,水碓、水排中使用的凸轮机构,秦陵铜车马中的轴、轴承等,文章整理归纳了部分中国古代机械所使用的机构及其历史意义,如表1所示。

中国古代机械通常由数量有限的零件组成,各零件之间的连接方式清晰,没有很多的复杂嵌套结构及隐藏的运动链,如龙骨水车由木质的木槽、链轮、刮板和支架四大部件构成,其“动力输入—传动—执行”这一运动链非常清晰,其中的零件、构件、机构与功能的对应关系较为直接。将中国古代机械作为案例应用于教学中,学生无需借助抽象的理论或繁复的推导,仅凭观察就能建立起“形式”和“功能”之间的匹配关系,能形成对于机械的直观感受,降低了学生对于工程技术知识的理解难度,调动起学生对工程技术知识的学习兴趣。同时,很多中国古代机械兼具实用和审美价值,是“道”与“技”的协调统一,机械不仅是实现功能的手段,其动态过程本身也成为了审美对象。如被中香炉,通过多层同心圆环的组合,实现了不管香炉如何翻滚,其中心的香盂始终保持水平,很好地实现了机械的功能。同时,唐代银质被中香炉外径仅5厘米,通体鎏金、镂空透雕,卷草、蜂蝶、团花布满香炉表面,具有极高的审美价值,其形式和功能高度统一,体现古人造物的匠心。这些中国古代机械为产品设计专业学生提供了技术与艺术融合的典范,很好地匹配了产品设计专业学生的特点及其发展需求。

中国古代机械体现出了超越时代的设计思想和设计哲学,如“天人合一,道法自然”:秦陵铜车马的篷盖为圆形,与方形的车身相互映衬,体现了中国古代“天圆地方”的宇宙观,车轮辐条数量为30根,“辐条三十根,以象日月也”,将30根辐条对应一个月约30天的周期,建立起与日月运行规律的关联;“大道至简”:被中香炉的多层同心圆环,仅用铰链结构进行连接,没有其他多余的支承,却能实现香盂始终保持水平;“生生不息,循环往复”:水转连磨、龙骨水车等借水力循环往复地驱动磨盘、木槽,利用自然的力量,而不改河道走向。这些设计思想和设计哲学对于产品设计专业学生有重要的启迪和借鉴作用,能够为学生的设计实践活动提供指导,帮助学生形成更加科学合理的设计思维。

表 1 中国古代机械所使用机械机构及其历史意义

机构类型	机械名称	核心技术	历史意义
齿轮机构	指南车	通过一套精密的差动齿轮系,使车上木人的手臂指向始终不变。	世界最早的自动控制系统之一。
	记里鼓车	通过一套与车轮周长精密匹配的减速齿轮组及一个杠杆机构,实现“记理”功能。	世界上最早的里程计,是古代精密计量与自动机械结合的典范。
	水运仪象台	其核心是由水力驱动的天衡系统(擒纵机构)。	被誉为“世界时钟之祖”。
	浑天仪(浑象)	核心是一套由水驱动的齿轮传动系统,精确模拟天球的周日运动。	实现了天文仪器的自动化运行,是天文与机械工程的伟大结合。
凸轮机构	诸葛连弩	内部机匣上包含类似凸轮的轮廓,实现自动连续供箭。	实现了冷兵器时代的自动化连续射击。
	水排	通过水轮驱动一根凸轮轴,将空气持续吹入炼炉。	是冶金工业的重大革命,比欧洲早约 1100 年。
棘轮机构	弩的弩机	弩机核心部件“牙”和“悬刀”的咬合与释放,构成了一个典型的棘轮棘爪单向锁止机构。	实现了能量的储存与可控释放,是古代精密机械的典范。
	辘轳	在许多提升重物的辘轳上,会安装一个棘轮棘爪机构(俗称“千斤”)。	实现了单向间歇运动和安全自锁,广泛应用于农业中。
铰链	被中香炉	香盂位于多层同心圆环中,各环轴心彼此错开,其连接铰链构成了一个空间上的万向机构。无论外框如何滚动,重力会使香盂始终保持水平。	利用巧妙的空间结构实现了方向隔离,是古代工匠对平衡原理的极致运用。
连杆机构	候风地动仪	核心是一套倒立摆(都柱)杠杆机构,通过感应地震波来检测地震。	被认为是世界上第一台试图检测地震的仪器。
	龙骨水车	整个装置可以看作一个大型的多连杆机构。	是一种高效、可靠的农业灌溉工具,沿用超过千年。
弹簧机构	锁具	古代锁具内部使用了极薄的青铜片作为簧片,利用其弹性变形实现闭锁与开启。	是日常生活中对弹簧机构的巧妙运用。

3 中国古代机械融入工业设计工程技术基础类课程教学的实践

3.1 中国古代机械教学内容开发与应用

针对工业设计工程技术基础类课程中知识内容繁杂、知识点分散,且存在大量互相关联的关系的特点,构建相关课程的知识图谱,梳理课程中较为分散的知识点。之后,通过文献研究、实地考察等多种调研方式获取中国古代机械的相关资料,从中国古代机械的优秀成果中选出部分与工业设计工程技术基础类课程高度相关的案例,对其材质、制作工艺、运行原理、机械结构与机构等进行了深入的研究、分类,将这些案例与工业设计工程技术基础类课程中的知识点对应起来,使这些案

例能对课程中的知识点进行准确的诠释。由于部分中国古代机械在古籍中仅有文字描述,不够直观,或者现有的素材质量不高,无法直接应用于课程教学,文章运用数字化技术对这些案例进行复原,开发制作中国古代机械的教学案例。首先,深入分析中国古代机械案例的组成形式,拆分为多个零件,利用工程设计软件构建各零件的数字化模型,如图 1、图 2 所示;然后为各零件添加约束关系,在虚拟环境中对各零件进行组合装配,如图 3 所示;之后为零件添加运动方式,进行运动仿真验证,确保装配后的机械可以正常运转,如图 4 所示;再然后,按照中国古代机械的实际材质和工艺,为数字化零件赋予材质,进行渲染,输出中国古代机械的数字化仿真动画;最后,为仿真动画添加特效、字幕、背景音乐等内容,完成中国古代机

械教学案例的开发制作,如图5、图6所示。

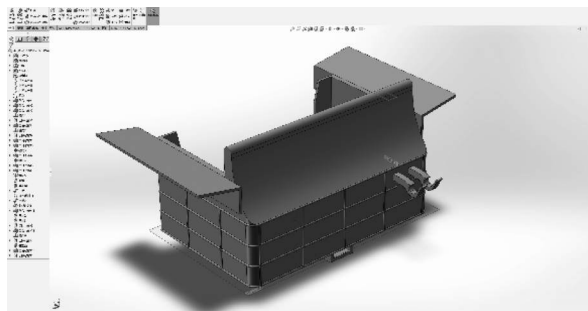


图1 秦陵铜车马车身数字化建模



图2 秦陵铜车马车轮数字化建模

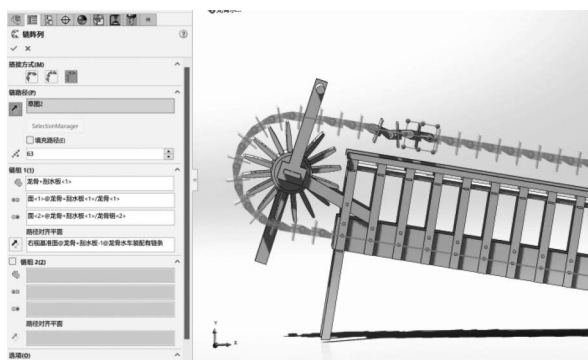


图3 龙骨水车装配体构建

在工业设计工程技术基础类课程教学中,在讲授知识点之前,先引入这些中国古代机械的教



图5 中国古代机械——云梯的教学案例

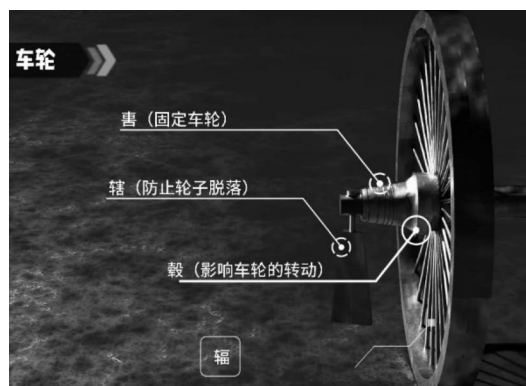


图6 秦陵铜车马轮轴教学案例

学案例,让学生先建立起对于相关知识的直观感受,调动起学生的学习兴趣,再进行后续的理论讲解。

3.2 教学方法改进

针对工业设计工程技术基础类课程的授课方式单一且以理论讲授为主的问题,文章结合中国古代机械,对教学方法进行了如下改进:

(1) 增加针对中国古代机械的设计调研环节。在教学过程中,要求学生针对课程中的知识点,以中国古代机械为对象进行调研,查找相关资料,归纳总结后进行汇报展示。由学生主动去探

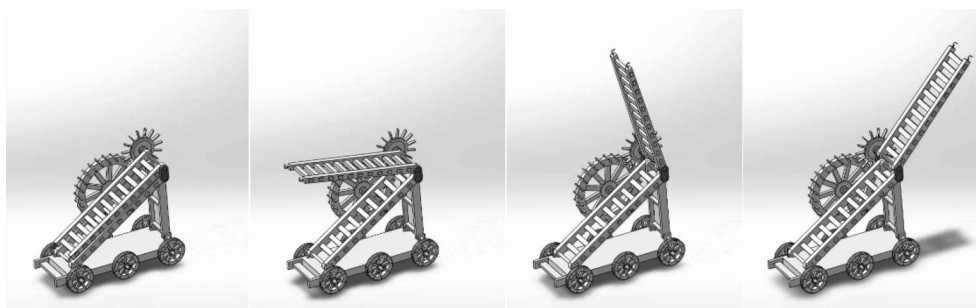


图4 中国古代机械——云梯运动仿真过程

索相关中国古代机械的出现年代、材质、制作工艺、运行原理、功用、机械机构及结构、适用场合等内容,帮助学生克服畏难心理,激发学习兴趣。

(2) 增加针对中国古代机械的设计实践环节。在学生完成相关知识的学习后,要求学生完成部分中国古代机械的复原设计。根据设计调研中获取的资料,利用计算机辅助工业设计技术和工具,构建中国古代机械的数字化模型,并进行运动仿真,对复原方案进行评估。这一过程使得学生的学习成果可视化,提升了学生的学习热情,深入地掌握核心知识,能够用工程知识解决设计问题,并对中国古代机械有了更加深入的理解。

(3) 对设计实践成果进行深化与提升。在学生完成多门工业设计工程技术基础类课程的学习后,综合运用多门课程中掌握的理论和技能,以中国古代机械为基础进行再设计,在多个设计约束下利用工程知识解决设计问题,完成具有较高创新性和可行性的设计方案。学生在这一过程中由被动接收知识转为主动学习,并能将完成的设计方案细化后参加多项科技竞赛,并能在其他实践环节中利用工程技术解决设计问题,取得了较好的成果。

3.3 教学实践成效

上述课程改革措施经在工业设计工程技术基础类课程中实施,取得了较好的成效。帮助学生克服了畏难心理,学生学习主动性增强,课堂参与度提高,这在期末成绩、综合成绩和及格率等方面有直观的体现。以设计材料与工艺、工业设计机械基础课程为例,教学改革措施实施后学生的期末成绩、综合成绩、及格率与前一学年相比均有所提升,期末成绩及综合成绩两学年对比如图7、图8所示,设计材料与工艺、工业设计机械基础课程的及格率分别从2023—2024学年的81.82%、76.47%提升到2024—2025学年的100%和90%。

学生对于课程内容和教学方法改进认可度较高,学生对设计材料与工艺课程的满意度由2023—2024学年的93.35%提升到2024—2025学年的99.40%,对工业设计机械基础课程的满意度由2023—2024学年的93.79%提升到2024—2025学年的99.35%。在课程结束后调研中,有95%的学生表示“课程的学习资源满足我的学习需求,对我学习有帮助”,95%的学生表示“教师通过教学案例、问题研讨等方法启发了我的学习思

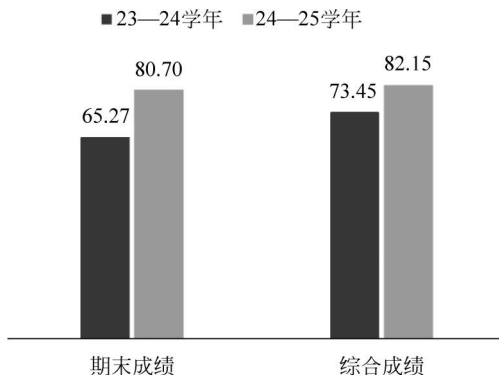


图7 设计材料与工艺课程两学年成绩对比

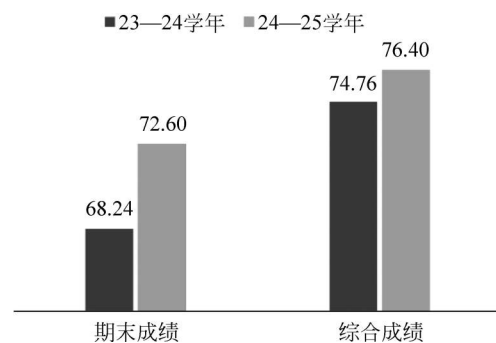


图8 工业设计机械基础课程两学年成绩对比

路,激发了我的学习热情”,95%的学生表示“教师能够运用信息化教学手段和案例丰富课堂教学,帮助我更好的理解课程内容”,100%的学生表示“教师在教学过程中向我传播了优秀传统文化”,100%的学生表示“通过课程的学习,我提升了人文素养和文化自信”。

4 结语

将中国古代机械融入工业设计工程技术基础类课程中,丰富了课程的内容和教学案例,提升了学生的学习热情,消除了学生的畏难情绪,以积极的心态投入到学习中。中国传统机械中所蕴含的设计思想和设计哲学能为学生的学习和设计实践活动提供指导,有助于学生形成科学严谨的设计思维。同时,也加深了学生对于中国传统文化的了解,增强对中国传统文化的认同感和归属感,提升文化自信,能积极主动地推广和弘扬中国传统文化。

参考文献

- [1] 陈金亮,赵锋,邓晗. 工业设计专业机械设计基础课程教学

- 改革研究[J]. 工业设计, 2018(1): 25-26.
- CHEN J L, ZHAO F, DENG H. Study on the teaching reform of fundamentals of mechanical design in industrial design[J]. Industrial Design, 2018, (1): 25-26. (in Chinese)
- [2] 王宁, 张慧忠, 肖琳臻. “工业设计机械基础”课程教学改革探索与实践[J]. 工业设计, 2024(12): 101-104.
- WANG N, ZHANG H Z, XIAO L Z. Exploration and practice of teaching reform in course “machinery foundation of industrial design”[J]. Industrial Design, 2024, (12): 101-104. (in Chinese)
- [3] 阮宝湘. 工业设计机械基础[M]. 北京: 机械工业出版社, 2016.
- RUAN B X. Machinery foundation of industrial design[M]. Beijing: China Machine Press, 2016. (in Chinese)
- [4] 刘冀伟. 创造性思维在工业设计专业工程类课程教学中的应用与研究[J]. 创新创业理论研究与实践, 2021, 4(10): 148-150.
- LIU Y W. The application and research of creative thinking in the teaching of engineering courses of industrial design majors[J]. The Theory and Practice of Innovation and Entrepreneurship, 2021, 4(10): 148-150. (in Chinese)
- [5] 安达, 王春华, 王志坚, 等. 新工科背景下中国古代机械文明融入机械原理课程专业教学与思政教育方法探讨[J]. 中国教育技术装备, 2023(16): 124-126.
- AN D, WANG C H, WANG Z J, et al. Discussion on the integration of ancient Chinese mechanical civilization into the teaching and ideological and political education of the theory of machines and mechanisms course under the background of emerging engineering education [J]. China Educational Technology & Equipment, 2023, (16): 124-126. (in Chinese)
- [6] 郑益谦, 程娟, 杨松平. 《包装工艺与机械》课程思政元素挖掘与教学改革研究[J]. 包装工程, 2024, 45(S2): 1-4.
- ZHENG Y Q, CHENG J, YANG S P. Research on excavating ideological and political elements and teaching reform of the packaging technology and machinery course[J]. Packaging Engineering, 2024, 45(S2): 1-4. (in Chinese)
- [7] 王光艳. 机械制图教学中思政元素的挖掘与融入[J]. 贵州工程应用技术学院学报, 2021, 39(3): 131-135.
- WANG G Y. Excavation and integration of ideological and political elements in mechanical drawing teaching[J]. Journal of Guizhou University of Engineering Science, 2021, 39(3): 131-135. (in Chinese)
- [8] AGORDAH F E. Cultural heritage and fashion: Integrating traditional values into modern fashion design at takoradi technical university[J]. International Journal of Research in Education Humanities and Commerce, 2025, 6(2): 143-165.
- [9] MINDER B. Involving craft know-how and traditions in design education: Cases of Switzerland, Turkey and India[J]. Proceedings of DRS, 2022: 1-12.
- [10] 陆敬严. 中国古代机械文明史[M]. 上海: 同济大学出版社, 2012.
- LU J Y. A history of ancient Chinese mechanical civilization[M]. Shanghai: Tongji University Press, 2012. (in Chinese)
- [11] 陆敬严. 中国古代机械发展概况[J]. 机械工程, 1989(2): 41-44.
- LU J Y. An overview of the development of ancient Chinese machinery[J]. Mechanical Engineering, 1989, (2): 41-44. (in Chinese)
- [12] 芮晓光, 刘鑫培, 王传洋. 工业设计专业机械基础课程教学改革理论与实践[J]. 机械制造与自动化, 2022, 51(6): 40-44, 105.
- RUI X G, LIU X P, WANG C Y. Teaching reform theory and practice of mechanical foundation course in industrial design specialty [J]. Machine Building & Automation, 2022, 51(6): 40-44, 105. (in Chinese)
- [13] 李龙. 基于中国传统机械文化的平面化机械机构创新设计研究[D]. 杭州: 浙江工业大学, 2020.
- LI L. Research on innovative design of planar mechanical mechanism based on Chinese traditional mechanical culture [D]. Hangzhou: Zhejiang University of Technology, 2020. (in Chinese)
- [14] 彭飞, 刘丹. 新工科背景下中国古代机械融入机械原理的教学实践[J]. 化学工程与装备, 2021(11): 189-190, 188.
- PENG F, LIU D. Teaching practice of integrating ancient Chinese machinery into mechanical principles under the background of emerging engineering education[J]. Chemical Engineering & Equipment, 2021, (11): 189-190, 188. (in Chinese)