

机械原理课程教学改革：在思政教育与工程案例融合中的实践与探索

唐昀青 梁晓亮

山东大学 机械工程学院, 山东 济南 250061

[摘要]《机械原理》是机械类专业重要的专业基础课程,在学生理解机械系统运动规律、掌握机构分析方法以及开展后续机械设计学习中具有基础性作用。该课程理论性较强,涉及机构组成、运动分析、连杆机构、凸轮机构、齿轮传动、轮系和机械系统方案设计等内容。传统教学多以课堂讲授、公式推导和习题训练为主,能够保证知识体系的完整性,但也容易出现学生学习主动性不足、理论知识与工程实际联系不紧密、课程思政融入不够自然等问题。文中结合《机械原理》课程教学特点,从教学现状、工程案例驱动的教学改革设计、课程思政融入与教学实施等方面进行分析,提出以典型机械装置和真实工程问题为载体,将抽象理论置于具体工程情境中讲授,并在机械安全、装备可靠性、绿色制造和高端装备自主研发等案例中融入价值引导。通过课程内容和教学方式的调整,可进一步提高学生的工程分析能力、设计意识和责任意识,为机械类专业基础课程教学改革提供参考。

[关键词]机械原理;教学改革;课程思政;工程案例;项目驱动

DOI: 10.33142/fme.v7i6.20122

中图分类号: G642.3

文献标识码: A

Teaching Reform of Mechanical Principles Course: Practice and Exploration in the Integration of Ideological and Political Education and Engineering Cases

TANG Yunqing, LIANG Xiaoliang

School of Mechanical Engineering, Shandong University, Ji'nan, Shandong, 250061, China

Abstract: "Mechanical Principles" is an important foundational course for mechanical majors, which plays a fundamental role in students' understanding of the motion laws of mechanical systems, mastery of mechanism analysis methods, and subsequent mechanical design learning. This course is highly theoretical and covers topics such as mechanism composition, motion analysis, linkage mechanisms, cam mechanisms, gear transmission, wheel systems, and mechanical system design. Traditional teaching mainly focuses on classroom lectures, formula derivation, and exercise training, which can ensure the integrity of the knowledge system. However, it is also prone to problems such as insufficient student learning initiative, weak connection between theoretical knowledge and engineering practice, and unnatural integration of ideological and political education into the curriculum. Based on the teaching characteristics of the course "Mechanical Principles", this article analyzes the current teaching situation, teaching reform design driven by engineering cases, integration of ideological and political education into the course, and teaching implementation. It proposes to use typical mechanical devices and real engineering problems as carriers to teach abstract theories in specific engineering contexts, and integrate value guidance into cases such as mechanical safety, equipment reliability, green manufacturing, and independent research and development of high-end equipment. By adjusting the course content and teaching methods, students' engineering analysis ability, design awareness, and sense of responsibility can be further improved, providing reference for the teaching reform of basic courses in mechanical engineering majors.

Keywords: mechanical principles; teaching reform; course ideology and politics; engineering case; project driven

引言

《机械原理》是机械工程及相关专业学生较早接触的一门专业基础课程。课程内容涵盖机构组成原理、平面机构运动分析、连杆机构、凸轮机构、齿轮传动、轮系、机

械平衡以及机械系统运动方案设计等,是后续《机械设计》《机械制造技术基础》以及课程设计、毕业设计的重要基础。与理论力学、工程制图等先修课程相比,《机械原理》更强调把基础理论用于机械系统分析;与后续专业课程相

比,它又承担着从理论学习向工程设计过渡的作用。因此,该课程不仅关系到学生对机械系统基本规律的理解,也影响其工程思维和设计意识的形成。

从实际教学情况看,《机械原理》并不是一门容易学的课程。课程中的许多知识点具有较强抽象性,需要学生结合几何关系、运动约束和力学分析进行理解。例如,自由度计算不仅是代入公式,还涉及构件、运动副和约束关系;速度瞬心法表面上是几何作图,本质上是对机构运动关系的转化;齿轮啮合原理涉及渐开线齿廓、啮合线、传动比和重合度等概念。如果课堂教学主要围绕公式推导和标准例题展开,学生容易形成“会做题但不会分析实际机构”的学习状态。

近年来,新工科建设不断推进,机械类人才培养目标也发生了明显变化。现代机械工程已不再局限于传统机械结构设计,而是与智能制造、机器人技术、新能源装备、先进材料、信息技术等领域深度交叉。学生不仅要掌握基本理论,还应具备分析实际装备问题、比较机械方案、开展简单设计优化的能力。这就要求《机械原理》课程在保持理论体系完整的同时,更加重视工程案例、问题导向和综合应用。

与此同时,课程思政建设也对专业课教学提出了新的要求。对于《机械原理》而言,思政教育并不是脱离专业知识的附加内容。机械装备的安全运行、传动系统的可靠设计、机械效率的提升、高端装备关键机构的自主研发,本身就蕴含着工程责任、质量意识、科学精神和家国情怀。如何从专业知识中找到自然切入点,使学生在学习机构分析和机械设计方法的同时理解工程师的责任,是课程改革需要重点解决的问题。

1 课程教学现状分析

目前,《机械原理》课程教学中存在的第一个突出问题,是课程内容抽象,学生容易停留在公式和习题层面。以铰链四杆机构为例。

首先,学生可以通过教材例题掌握曲柄存在条件、急回特性和传动角计算,但如果缺少实际机构作为支撑,往往不清楚这些参数为什么会影响机构运动性能。再如凸轮机构,学生能够按照要求绘制从动件位移曲线,却不一定能理解速度和加速度突变会带来冲击、振动、磨损和噪声。齿轮传动教学中也存在类似情况,学生能够计算传动比,却容易忽视啮合平稳性、加工误差、润滑状态和可靠性等工程因素。

其次,理论教学与工程应用之间的衔接仍显不足。机械原理中的许多知识都来自实际机械装备,如汽车雨刮器

中的四杆机构、发动机配气系统中的凸轮机构、减速器中的齿轮传动、工业机器人中的关节机构等。但在传统课堂中,这些对象有时只是作为简单例子出现,并没有真正成为学生分析问题的对象。比如,教师在讲授四杆机构时提到雨刮器,如果只是说明它属于四杆机构,学生对其运动规律和设计约束的理解仍然有限。更有效的做法是进一步分析雨刮器为什么要实现往复摆动,杆长变化会怎样影响摆动范围,传动角过小时会带来什么问题,以及如何通过参数调整改善机构性能。只有这样,工程案例才能真正服务于理论理解。

再次,学生参与度和主动思考仍有提升空间。传统教学以教师讲授为主,优点是能够系统推进课程内容,也便于控制教学进度。但在这种模式下,学生更多是听讲和模仿例题,缺少观察机构、提出问题、比较方案和表达判断的机会。实践教学中也存在类似情况,部分实验以验证性内容为主,学生按照指导书完成操作和记录即可,对数据背后的机构运动特性和工程意义思考不够。久而久之,学生容易把课程学习等同于完成作业和准备考试,而不是把它看作分析机械系统和解决工程问题的方法训练。

最后,课程思政融入方式还需要进一步优化。《机械原理》本身蕴含较多育人资源,但这些资源需要从专业问题中自然引出。机械平衡可以联系高速装备运行安全,机械效率可以联系节能降耗和绿色制造,传动系统设计可以联系装备可靠性,机构创新可以联系制造强国建设。如果思政内容只是以几句总结性语言出现在课堂末尾,就容易与专业教学脱节,也难以真正引起学生共鸣。因此,课程思政改革的重点不是简单增加思政表述,而是要找到专业知识、工程问题 and 价值引导之间的内在联系。

2 工程案例驱动的教学改革设计

《机械原理》课程改革应在保留理论体系完整性的基础上,调整知识呈现方式和学生学习方式。基础理论仍然是课程的根基,公式推导和计算训练也不可缺少,但这些内容不应只服务于考试,而应服务于学生理解和分析工程问题。教师在讲授重要知识点时,可以引导学生思考:这个知识点解决什么问题,在哪些机械装置中会用到,如果设计时忽视这个问题会产生什么后果。通过这种方式,学生对知识的理解可以从单纯记忆逐步转向实际应用。

工程案例应成为连接理论与实践的重要线索,而不是课堂中的简单点缀。案例选择应遵循“结构清晰、功能明确、知识点对应”的原则。对于基础知识,可选择学生容易理解的典型装置。例如,用雨刮器机构讲解四杆机构的往复摆动和急回特性,用发动机配气机构讲解凸轮轮廓与

从动件运动规律,用减速器讲解齿轮传动比和传动平稳性,用飞轮讲解机械速度波动调节。这类案例与教材内容联系紧密,适合用于课堂导入和基本概念解释。

在综合性章节中,可引入更具系统性的工程对象。例如,工业机器人关节系统涉及机构运动、齿轮传动、减速装置和动力学问题;自动包装机械中常同时包含连杆机构、凸轮机构、间歇运动机构和传动系统;高速列车、风电装备和工程机械中的传动系统,则可以引导学生理解效率、可靠性、振动控制 and 安全性之间的关系。通过综合案例,学生能够看到不同章节知识之间的联系,避免把课程内容理解成彼此孤立的知识点。

案例库建设可按照基础案例、综合案例和拓展案例三个层次展开。基础案例用于解释单个知识点,帮助学生建立直观认识;综合案例用于多个章节知识的整合,培养学生系统分析意识;拓展案例则用于课程项目和创新训练,如简易搬运装置、自动夹持机构、可折叠支架、仿生行走机构和康复辅助装置等。案例库不宜只追求数量,更应重视案例与教学目标之间的对应关系。每个案例都应明确服务于哪个知识点、引导学生分析什么问题、能够体现哪些工程约束。

此外,数字化教学资源也可以作为案例教学的重要补充。对于四杆机构、凸轮机构和齿轮传动等内容,可利用三维动画、机构仿真或虚拟实验展示运动过程。学生通过改变杆长、凸轮运动规律或齿轮参数,可以直观看到机构运动轨迹、速度变化和传动效果的改变。这种方式能够弥补单纯板书推导的不足,使抽象理论与可观察的运动现象建立联系。尤其对于空间想象能力较弱的学生,动画和仿真能够降低理解门槛,提高课堂参与度。

在课堂组织上,可采用“问题导入-理论讲解-案例分析-方案讨论”的基本流程。以机械效率教学为例,可先提出“为什么有些机械装置输入功率较大,但有效输出并不高”的问题,引导学生围绕摩擦、传动损失和结构设计进行讨论,再引入机械效率的定义和计算方法,最后结合节能装备和绿色制造案例说明其工程意义。以凸轮机构教学为例,可先展示自动化生产线中凸轮送料或分度机构的视频,让学生观察从动件运动特点,再分析不同运动规律对速度、加速度和冲击的影响。这样,学生学习的不再是孤立曲线,而是能够联系实际装备运行状态的知识。

3 课程思政融入与教学实施

课程思政融入《机械原理》教学,应尽量依托具体专业内容展开,避免脱离课程知识进行空泛表达。机械工程

本身与装备安全、产业发展、节能减排和技术创新密切相关,只要案例选择得当,价值引导可以自然进入课堂。例如,在机械平衡教学中,可结合高速电机、航空发动机或高速列车转动部件,说明不平衡会引起振动、噪声、疲劳破坏甚至安全事故。学生在学习平衡理论时,也能理解工程师进行严谨计算、规范制造和反复验证的重要性。在齿轮传动教学中,可结合风电齿轮箱、工业机器人减速器和新能源汽车传动系统,分析啮合精度、润滑状态、承载能力和可靠性对装备运行的影响,使学生认识到传动设计不仅是计算传动比,还关系到设备寿命和运行安全。在机械效率教学中,可联系节能装备和绿色制造。提高机械效率不仅是课程中的计算问题,也关系到能源利用和资源节约。通过这类案例,学生能够理解专业知识与社会需求之间的关系。在机构创新教学中,可引入仿生机械、可展开机构和自动化设备中的典型机构,引导学生认识到创新并不是随意追求新奇结构,而是在真实需求和工程约束下提出更合理、更可靠的方案。对于高端装备相关案例,还可以引导学生理解关键技术自主可控的重要性,使学生认识到基础课程与重大工程之间并不遥远。

项目驱动教学是落实案例教学和课程思政融合的重要方式。项目不宜过大,也不宜变成单纯手工制作,而应围绕课程核心知识设置具有明确功能需求的小型任务。例如,可设置简易物料搬运机构设计项目,要求学生完成物料的夹取、移动和释放。学生以小组为单位进行需求分析、机构选型、自由度计算、运动简图绘制、关键参数设计和方案说明。条件允许时,还可利用软件进行运动仿真,检查机构是否存在干涉、运动是否连续、传动角是否合理。同时,也可以设置与校园生活或实验室场景相关的小型项目,如样品转移装置、桌面清洁机构、简易夹持机构或辅助取物装置等。这类项目贴近学生生活,容易激发参与兴趣,也能训练学生从实际需求出发思考机械问题。教师在指导过程中不宜直接给出标准答案,而应通过问题引导学生修改方案,如机构自由度是否合理、运动是否稳定、结构是否便于制造和装配、是否存在安全隐患等。这样的过程能够促使学生从完成作业转向完善设计。

此外,评价体系也需要与教学改革相适应。如果课程成绩仍主要依赖期末考试,学生容易回到应试学习模式。因此,应逐步建立理论考试、过程评价和项目评价相结合的方式。理论考试仍然必要,因为基本概念、基本原理和基本计算能力是课程学习的基础,但考试内容可适当增加工程应用题和综合分析题。例如,给出一个实际机构示意图,要求学生判断机构组成、计算自由度、分析运动特点,

并说明可能存在的设计问题。这样的题目既考查基础知识,也能引导学生关注知识应用。过程评价可包括课堂提问、随堂练习、案例分析报告、小组讨论和实验表现。项目评价则可从方案合理性、理论分析正确性、表达规范性、工程可行性和团队协作等方面进行考查。对于开放性项目,不宜只看最终方案是否唯一正确,更应关注学生是否有明确的设计依据,是否能够解释机构原理,是否进行了必要的参数分析,是否能够发现方案不足并提出改进思路。通过评价方式的调整,可以引导学生把学习重点从“会不会做题”转向“能不能分析和解决问题”。

4 结论

《机械原理》作为机械类专业的重要基础课程,不仅承担着传授机构学和机械传动知识的任务,也承担着培养学生工程思维、设计意识和责任意识的作用。传统以课堂讲授和习题训练为主的教学方式,在保证知识体系完整方面具有优势,但面对新工科背景下的人才培养要求,还需要进一步加强工程案例、项目实践和价值引导。将工程案例融入《机械原理》教学,可以把抽象的机构分析和运动设计内容放到具体机械装置中讲授,帮助学生理解理论知识的来源和用途。通过雨刮器、发动机配气机构、减速器、工业机器人、高速列车和航天器展开机构等案例,学生能够更直观地认识四杆机构、凸轮机构、齿轮传动、机械平衡等知识在工程中的作用。项目驱动教学则为学生提供了综合运用知识的机会,使其在机构选型、自由度分析、运动简图绘制、参数设计和方案表达过程中逐步形成工程设计意识。课程思政的融入应依托机械平衡、齿轮传动、机械效率和机构创新等专业内容自然展开,使学生在专业知识的同时理解工程安全、质量责任、绿色发展和技术创新的重要意义。总体来看,《机械原理》课程改革不应简单追求形式变化,而应围绕学生是否真正理解知识、是否能够分析工程问题、是否形成基本工程责任意识来推进。后续教学中,还需进一步完善工程案例库和课程项目库,

加强数字化教学资源建设,细化过程评价和项目评价方式,使课程更好地服务于机械类专业学生专业基础能力和综合素质的培养。

【参考文献】

- [1]申会鹏,曹毅,丁浩,等.新工科背景下的机械原理课程改革初探[J].机械工程师,2022(7):4.
 - [2]杨华文,杨礼康,段福斌.案例教学在机械原理课程教学中应用的探索[J].浙江理工大学学报,2012,29(1):40-54.
 - [3]陈杰.机械原理教学实践研究[J].农业技术与装备,2021(12):113-114.
 - [4]赵楠,郭培培.课程思政背景下机械原理课程教学模式改革探索[J].教育信息化论坛,2022,6(11):120-122.
 - [5]刘邦雄,黄佳雯,郑立斌.创新平台下机械原理课程教学改革与实践研究[J].景德镇高专学报,2021(5):036.
 - [6]杨高炜,薛宏伟,王文杰,等.机械原理的课程思政改革探索[J].现代职业教育,2021(50):210-211.
 - [7]王海波,常宗瑜,汤超,谭俊哲.与海洋特色实践项目结合的机械原理课程教学模式探索[J].中国教育技术装备,2025(6):85-88.
 - [8]彭毅.“机械原理”课程教学改革探索[J].学术与实践,2023(2):143-148.
 - [9]陆倩倩,吴央芳.机械原理课程思政教学改革探索与实践[J].中国教育技术装备,2025(12):68-71.
 - [10]杨潇,黄勇刚,陈鹏.高校机械类专业的机械原理课程思政教学策略[J].模具制造,2024,24(3):118-120.
- 作者简介:唐昀青(1989—),博士研究生,山东大学机械工程学院教授,主要从事材料设计与加工、磨损控制技术、微尺度传热等领域研究;梁晓亮(1991—),博士研究生,山东大学机械工程学院教授,主要从事难加工材料切削去除机理与调控机制、多源传感信号融合制造过程质量预测系统、激光-超声能场辅助加工与测量技术等研究领域。