

面向特色行业领域需求的机械设计课程设计 改革与实践

杨玉磊, 祖 莉, 宋梅利, 梁 医

南京理工大学 机械工程学院 江苏 南京 210094

[摘 要]针对现有机械设计课程设计普遍存在选题与现代机械装备的发展脱节、主题单一、对先进设计工具使用不足等现象, 本文提出面向特色行业领域需求的机械设计课程设计教学改革。从特色行业院所的相关需求中提炼转化课程设计课题, 由学生开放式提出解决思路, 并综合应用先进三维设计和性能分析工具, 完成解决方案的制定, 课程设计的成果可进一步形成发明/实用新型专利、竞赛作品等。实践表明, 本文所提出的改革方案取得了较好的效果, 为机械设计课程设计的革新发展提供有益借鉴。

[关键词]机械设计; 课程设计; 特色行业; 教学改革

[中图分类号] G642.0 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1893-9431 (2026)-0083-98 **[收稿日期]** 2025-08-13

一、机械设计课程设计现状

机械设计课程设计是机械和近机类专业主干基础课程的实践环节, 既是对课程知识的综合应用, 又是对机械设计基本技能的训练。近年来高端机械装备发展迅速, 先进设计分析工具的应用也进一步普及深化, 而现有机械设计课程设计并未随之变革, 与现阶段客观环境不能有效适应, 并导致一系列问题^[1]。

当前, 大多数高校的机械设计课程设计主题仍是一级或二级齿轮减速器^[2]。减速器这一经典主题, 是对机械设计、机械制图、工程材料及热处理、机械原理等先修课程知识的综合应用, 契合机械设计课程设计的教学要求和目标。但这一单一主题与各高校的行业特色存在差异, 与现代机械装备的发展

和需求存在脱节。课程设计的实施过程有规范化的指导书指导, 学生只需按部就班完成各计算设计步骤, 导致学生缺乏对前序课程知识的主动思考, 锻炼学生综合应用机械设计基本技能的效果不显著。由于减速器等主题已使用多年, 学生之间仅有参数上的差异, 往届学生和网络上大量可供借鉴的资料, 难以避免抄袭现象, 无法达到使学生真正做到学以致用目的。同时, 课程设计仍主要以手算、手工画图或简单三维软件制图等手段为主, 对先进设计和性能分析软件的应用有待提高。针对机械设计课程设计存在的上述问题, 部分高校探索了将课程设计与机械设计课程嵌入式实施^[3]、将学科竞赛主题融入课程设计^[4]、面向特定产业开展课程设计等方式^[5], 并取得了一定的有益效果。

本文围绕当前机械设计课程设计普遍存在的选题与现代机械装备的发展和需求脱节、涉及的主题对象单一、对先进设计工具使用不足等问题，提出以特色行业领域需求为牵引的机械设计课程设计教学改革，并在南京理工大学机械工程专业进行了实践探索。

二、面向特色行业领域需求的机械设计课程设计方案设计

作者所在的南京理工大学特色行业领域鲜明，机械设计课程设计是机械、装备类专业必修的专业基础课程，现有课程设计仍以二级齿轮减速器、涡轮蜗杆减速器等传统对象为主。在与相关单位的合作及沟通交流中了解到，特色行业领域中仍有较多有特殊需

求的机械功能模块，尚未得到满意的解决，迫切需要具有创造性的解决方案。若将相关需求归集梳理后形成机械设计课程设计课题，充分发挥学生的创造力提出解决办法，即可达到课程设计的目的，又可为相关需求的解决提供具体方案。

据此，本文提出向特色行业领域需求的机械设计课程设计方案，如图 1 所示。该方案主要包括特色行业领域机械设计类型特色需求归集梳理，机械设计课程设计课题形成，学生自主组队、选题，解决方案提出与实施，课程设计成果产出，潜在应用推广共 6 个环节。

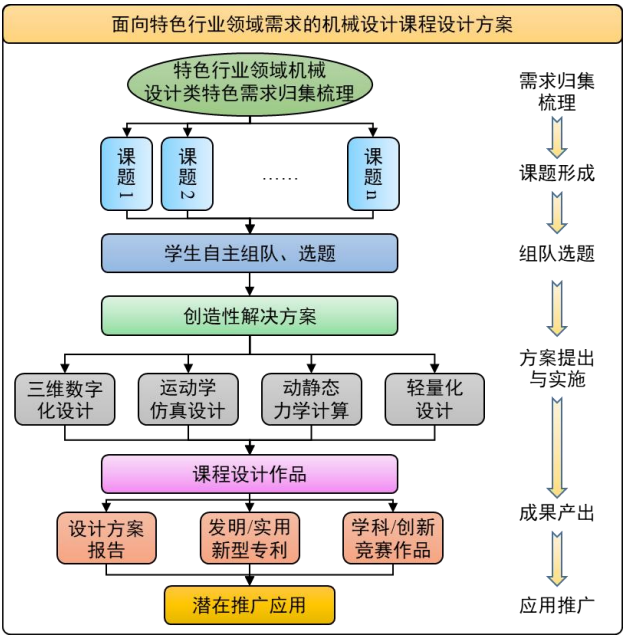


图 1 面向特色行业领域需求的机械设计课程设计方案

在需求归集梳理环节，对特色行业领域单位提出的机械设计方面的需求进行收集归类，梳理设计性质、工作量和难度符合机械

设计课程设计要求的需求。其次，将相关需求进行脱密和去敏感化处理，明确各需求的具体目标和相关性能参数要求，编制形成课

程设计课题。随后,通过视频、PPT 等形式向学生介绍课题的需求背景和具体要求,学生根据兴趣自主组队,自主选择课题。在课题方案提出和实施环节,由学生自主收集相关资料,提出创造性解决方案并完成细化实施工作。通过课题的实施,一方面可以形成课程设计作品,满足课程设计的要求;另一方面还可以进一步转化为设计方案报告、发明/实用新型专利或学科/创新竞赛作品等。对具备良好推广应用价值的作品,还可进一步向需求提出单位进行推广应用。在课程设计实施的全过程,指导老师和相关单位相关技术人员负责全程为学生提供指导,保障课程设计的顺利开展。

同时,在本文提出的课程设计方案中,学生将以团队化的方式完成课程设计,有利于学生团队协作能力的锻炼和提高。课程设计方案由学生团队自主提出,可充分发挥大学生的创造力,进一步培养学生的创新意识。在课程设计的具体实施环节,依据课题性质不同,可涉及到 Solidworks、Adams、Ansys、Comsol 等三维数字化设计、运动学仿真、动

静态力学性能计算和轻量化设计等工具,培养学生前序知识的综合应用能力。课程设计的成果,不再局限于课程设计作品本身,可形成设计方案报告、发明/实用新型专利申请书、学科竞赛作品等成果,并有进一步推广应用的可能。

三、课程改革实践与效果

针对某航天院所提出的几类特色机械模块设计需求,通过归纳梳理,结合机械设计课程目标和高年级机械、装备类本科生的知识水平,作者所在教学团队形成了多个课程设计课题。其中,两个具有代表性的课题如图 2 所示,课题 1 为空间受限圆柱舱段螺栓拆装装置设计,课题 2 为圆柱舱体折叠翼展开装置设计。课题 1 中两圆柱舱段的连接法兰由螺栓连接紧固,螺栓需经由舱段 1 上直径 30 mm 的操作窗口完成拧紧和拆卸,课程设计目标为设计一种可实现快速拆装该舱段螺栓的装置。课题 2 的设计目标为设计一种可将折叠翼由折叠状态展开至工作状态的装置,实现将折叠翼绕转轴转动 100° 角后自锁定。

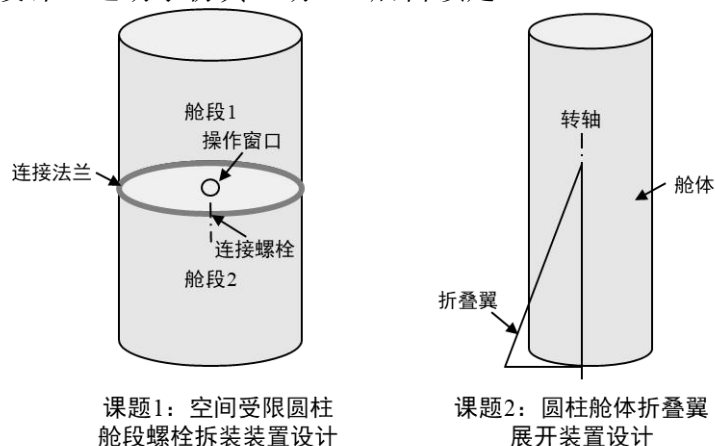
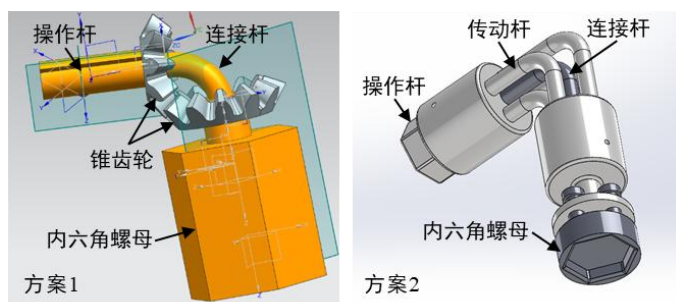


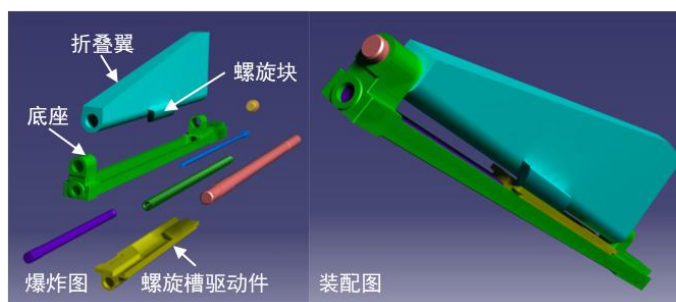
图 2 由特色行业领域需求转化而来的两个代表性课程设计课题

学生自主组队选题环节,有 2 个小组选择了课题 1,5 个小组选择了课题 2。在课程设计实施阶段,各小组通过集体讨论、查阅文献、网络视频以及与指导老师沟通,提出了多种创造性解决方案。图 3 所示为课题 1 和课题 2 的代表性解决方案。课题 1 的方案 1 通过锥齿轮传动完成连接螺栓的拧紧和拆卸,连接杆用于两锥齿轮的连接,满足操作空间和所需扭矩要求,且具有传动效率高,操作灵活的特点;方案 2 则通过 4 个可动传动杆完成扭矩的传递和螺栓的拆装,同样用连接杆连接螺栓拆卸段和操作段,具有操作

简便的特点,可灵活通过空间受限圆柱舱段的操作窗口,但传动效率低于方案 1。课题 2 的代表性解决方案采用火工品作为动力源推动螺旋槽驱动件直线运动,固连于折叠翼上的螺旋块受螺旋槽作用而发生旋转运动,实现机翼的展开,展开后依靠螺旋块的锁紧面完成机翼的自锁定,完全满足机翼展开和锁定的功能。各组同学在课程设计中使用了 Solidworks 等软件完成三维建模,利用 Adams 进行了运动学仿真,通过 Ansys 完成了关键零部件的强度计算。



课题 1 解决方案



课题 2 解决方案

图 3 两个课题的代表性解决方案

两个课题的代表性解决方案均得到了课题需求单位的高度认可,正在形成技术方案报告和专利申报。同时,几组同学以课程设计作品参加了校级三维数字化创新设计大赛,

并获得了校级一等奖和二等奖多项。

通过本文所提机械设计课程设计方案,学生进一步增强了创新意识,锻炼了综合应用所学前序知识和设计分析软件的能力,也

提高了团队协作精神。课题需求单位获得了创新性的解决方案。本文所提面向特色行业领域特色需求的课程设计,也得到了学生、需求单位和院系教师的一致好评,取得了较为理想的成效。

四、结束语

将特色行业领域中机械设计类特色需求融入机械设计课程设计,呼应了现代机械装备的发展和需求,丰富了选题的多样性、新颖性,既满足了课程设计的目的,又进一步增强了对学生的锻炼价值。不存在标准答案式的解题,有利于发挥学生的创新意识和培养创造性思维。课程设计实施过程中学生通过团队协作,完成资料文献调研、方案拟定、三维设计和性能分析,既训练了对机械设计课程知识的使用,又拓展至先进设计分析工具的综合应用。课程设计的成果,亦可由课

程设计作品进一步深化为技术方案报告、专利和竞赛作品等。对本文所提课程设计改革的实践,取得了良好的教学效果,验证了所提改革方案的合理有效性。

基金项目:2023 年江苏省高等教育教改研究课题“机械设计核心课群多元项目式的思维化教学建设”(2023JSJG378);2023 年度江苏省高校“青蓝工程”(苏教师函〔2023〕27 号)。

作者简介:杨玉磊(1990-)男,汉族,山东菏泽人,工学博士,南京理工大学副教授,主要从事高端装备关键部件摩擦磨损、表面改性研究工作与机械工程领域教学工作;祖莉(1977-),女,汉族,江苏南京人,工学博士(通讯作者),南京理工大学教授,主要从事先进滚动功能部件领域研究工作与机械工程领域教学工作。

参考文献:

- [1]李轩.“机械设计”课程设计教学改革研究与实践[J],教育教学论坛,2022,(10):63-66.
- [2]李芳环,王伟,范志锋.新工科背景下机械设计课程设计教学改革措施[J],造纸装备及材料,2023,52(11):213-215.
- [3]丁凯,徐鸿翔,陈修祥.基于问题导向的“机械设计课程设计”教学改革研究[J],教育教学论坛,

2023,(30):89-82.

- [4]马雪亭,周岭,张涵,等.基于学科竞赛的机械设计课程设计教学改革与实践——以工程训练综合能力竞赛为例[J],内燃机与配件,2022,(2):241-243.
- [5]陈青,朱佳桂,顾金彤,等.面向产业的“机械设计课程设计”教学改革探索[J],现代制造技术与装备,2023,(6):222-224.

Curriculum Design Reform and Practice of Mechanical Design Targeting Demands in Featured Fields

Yulei Yang, Li Zu, Meili Song, Yi Liang

School of Mechanical Engineering, Nanjing University of Science and Technology, Nanjing, China, 210094

Abstract: The curriculum design of mechanical design generally suffers issues such as disconnect with modern mechanical equipment, unitary design theme, and insufficient use of advanced design tools. In the present study, curriculum design reform and practice of mechanical design targeting the demands in featured fields is proposed and applied in practice. Curriculum design topics are collected and formed from the relevant demands of featured industry institutes. Open ended solutions are proposed by bachelor students in teams, and the comprehensive usage of advanced 3D design and performance analysis tools to finish detailed design. The achievements of curriculum design are expanded from a single work to technical reports, invention patents, and works for competition. The practice in Nanjing University of Science and Technology proved the benefits of the proposed reform. This study provides valuable reference for the innovative development of mechanical design curriculum design.

Key words: Mechanical design; curriculum design; featured fields; teaching reform