

数字化转型下机械设计课程教学内容的升级改革

孙启新 席平原

江苏海洋大学机械工程学院

摘要: 数字技术的发展引领教育资源、教育模式的升级转型。按照教育数字化转型的发展趋势,本文分析总结了当前机械设计课程教学内容存在问题及其对课程教学、人才培养带来的难点、堵点,按照新工科教育理念,提出借助数字技术重构学习场景,构建纸质和线上教学资源,实现多元化、个性化、自主学习;基于大量实际工程案例,实现课堂探究性、互动性教学;深度融合校企合作、行业合作,共建课程项目案例,实现教学内容紧跟技术前沿,有机融入课程思政元素。全面提高学生设计能力、创新能力培养,为“四新经济”培养更多卓越人才。

关键词: 数字化; 机械设计; 工程案例; 课程思政

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6288.2024.06.125

引言

近年来,依托数字技术我国提出新工科教育理念和工程教育改革,以立德树人为引领,研究和实践工程教育改革的新理念、新体系、新模式,着力培养适应社会和产业发展需要的多元化、创新性卓越工程人才^[1]。新工科目标是培养面向未来新技术、新工艺、新材料、新设备的创新人才,而未来工程师的能力培养和知识涵养最终落脚点是每门专业课的内容和教学模,没有新知识和新教学模式的注入,新工科教育无从谈起。

随着计算机技术、信息技术、人工智能技术的不断发展,我国于2020年把数字产业化和数字经济写入“十四五”规划。为响应国家发展规划,2022年全国教育工作会议更提出了要实施教育数字化战略行动^[2]。期望借助数字化、信息化促进教育理念、教学模式的改革,助推课程思政元素融入专业学习中。

机械设计是机械类专业的专业基础课,本课程的任务是使学生掌握机械设计的一般规律和通用机械零部件的工作原理和设计方法;培养独立设计机械传动系统和机械结构的能力;培养学生具有查阅和应用有关资料来解决实际工程中问题的能力;培养学生创新实践能力和精益求精的工匠精神;培养学生对中华民族大国制造的自豪感和使命感。在掌握基础知识的基础上,重点培养学生严谨的计算分析、灵活的结构创新设计能力。

按照新工科要求和工程教育认证基本理念,拟定本课程培养目标下:

目标1: 掌握通用零部件的失效形式及设计方法,能够将这些知识应用于机械零件的强度设计和结构设计中。能够将数学、自然科学、工程基础和专业知识用于解决机械工程领域的复杂工程问题。课程思政目标:培养学生探索精神。

目标2: 掌握机械零件的设计原理和准则,在此基础上综合应用专业知识对机械工程问题进行分析归纳,构建其可行性数学模型。能够应用数学、自然科学和工程科学、管理科学的基本原理,识别、表达、并通过文献研究分析机械工程领域的复杂工程问题,以获得有效结论。课程思政目标:培养学生创新意识和创新精神。

目标3: 培养应用标准、规范、手册和查阅技术资料的能力,运用机械工程领域的设计规范和技术标准对具体工程问题进行综合分析评估。能够应用数学、自然科学和工程科学、管理科学的基本原理,识别、表达、并通过文献研究分析机械工程领域的复杂工程问题,以获得有效结论。课程思政目标:培养学生工匠精神。

目标4: 掌握通用机械产品设计的理论与方法,加强人文修养,能够对不同特点的产品或系统的工程技术问题进行提炼和描述,确定设计目标和方案。能够设计针对机械工程领域的复杂工程问题的解决方案,设计满足特定需求的机械系统、单元(部件)或工艺流程,并能够在设计环节中体现创新意识,考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。课程思政目标:培养学生科学精神和家国情怀。**目标5:** 了解机械设计学科的重要新技术成就及发展趋向。能够针对较为复杂机械工程问题,对相关数据进行分析校核。能够基于科学原理并采用科学方法对机械工程领域的复杂工程问题进行研究,包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。课程思政目标:培养学生创新意识和科学精神。

但目前的教学内容和教学方式难以适应新工科和以学生为中心的教育教学发展要求。

一、课程内容存在问题

(一) 内容更新较慢,跟不上行业新技术新方法的发展。现有主流教材内容大都包括螺纹连接、键连接、带传动、链传动、齿轮传动、轴、轴承、联轴器等常用机械零件的设计。随着全球化进程,每一种常用零件对应一个行业,每个行业都在不断地推陈出新,而现有教材依然保持原有的内容,更新较少,特别是标准更新较缓慢^[3]。比如带传动,随着机器人和新能源汽车行业发展,同步带、齿形带的应用越来越广,而现有教材对这两类带的设计涉及较少,主要篇幅放在了V型带设计计算上。轴承部分内容,直线轴承、空气悬浮轴承等新型轴承教材没有相关介绍。

(二) 知识条块性、人为割裂太强。现有教材针对每一种零件为一章节进行讲解,习题也是针对每种零件进行设计的,实际设计是各种零部件的综合,彼此之间的联系非常重要。这种方式最适合作为设计手册使用,不利于培养学生的结构设计能力、创新能力。

(三) 教材编写条列太多,可读性差,学生很难通读下去。目前的教材由于技术原因,语言文字叙述较多,加上大量的专业术语,学生读起来非常枯燥烦杂,影响阅读兴趣;大量条列式知识点,让学生望而却步难以掌握。难以适应现在年轻人追求的快餐式阅读、快乐阅读模式。

(四) 设计方法和手段单一。现有教材重点放在设计理论和步骤上,设计方法为传统的查表、读图、手算。随着计算机技术、信息技术、人工智能技术的发展,各种计算机辅助设计、智能优化设计、运动仿真分析、数字孪生虚拟等先进设计方法很少在教材中被采用。比如齿轮的设计,齿轮设计水平直接影响其工作性能,要求设计者具备较高的数学、力学、材料学、运动学、机械制造等多学科的知识背景,对普通学生掌握难度较大。齿轮设计软件可减少设计者的工作繁杂程度,提高齿轮设计的科学合理水平的重要工具。全球齿轮设计软件如KISSsoft、ZGCAD、RomaxDesigner可以进行齿轮强度计算、齿轮参数优化,现有教材基本没有涉及。

(五) 课程思政资源缺失。机械设计课程可融入的思政元素非常的多,但传统的纸质教材,限于篇幅和字数要求,难以提供丰富的思政案例和资料供学生去研读^[5]。

二、课程教学存在问题

(一) 可用图片视频资源较少,多用语言表述,学生接受理解透彻难度大。机械设计无论动力分析还是结构设计都比较抽象,只用语言去描述难以让学生掌握设

计的精髓。目前,时长、清晰度合适的视频、结构图较少,且课堂上视频播放由老师掌握,学生无法灵活的重复观看。

(二) 课堂讨论题目设置较难,翻转式课堂教学实施起来难度大。机械设计中零件的设计计算步骤基本上固定的,且相关设计题目较大,课堂组织讨论规划较难;而结构在没有图纸和视频的情况下,无法进行有效的讨论。

(三) 缺乏可用的设计案例。机械装备的设计计算相对较复杂,且都需要一定行业背景,课堂教学中选用合适的案例将知识点进行串联,并锻炼学生设计能力至关重要。目前机械设计教学资源严重缺乏相关的设计案例。

数字技术的发展引领教育资源、教育模式的升级转型。数字资源的建设可以重构教育场景,实现学习的多元化,个性化学习、项目式学习、翻转学习模式将得到推广应用^[4];沉浸式趣味学习成为可能,特别是工科应用课程学习,将会变的引人入胜;在3D、VR/AR技术的支持下,课程教学能够采用多种方法解决真实世界中的复杂性问题,引导学习在真实性任务中开展对话、协作和交流,从而在更深层次上了解知识之间的关系^[6]。

三、借助数字化升级课程内容

(一) 编写数字化教材,增加数字资源,扫码看实例视频、图片。现有教材限于文字篇幅,对设计知识和理论采用了节选形式,学生去查找相关资料较困难,在数字技术支持下,采用纸质和线上资源相结合,可实现教材内容知识的海量设计;同时增加大量图片,视频实例,降低知识理解的难度,提高课程学习的趣味性;学生通过扫二维码可方便快捷获取各种学习资源,进行个性化选择学习。

(二) 产教融合协同育人,紧跟机械行业发展前沿。机械装备各行业时刻在飞速发展,解决的工程问题越来越复杂,采用线上数字资源,可快速实现知识和工程实例的更新,可以方便的邀请各行各业的工程师、研究人员对课程资源进行更新^[6]。真正做到全员育人、全过程育人。比如在轴承设计这部分,可邀请轴承行业知名企业里的工程师对课程内容进行建设;对齿轮的设计可联合全球齿轮设计制造企业建设课程资源。

(三) 添加数字化、智能化现代设计方法和手段。随着人工智能技术的发展,每一种机械零件都有多种数字化、智能化设计方法,如齿轮计算机辅助设计、轴承可靠性优化设计、链传动虚拟仿真设计等,市面上出现

了各种成熟的软件。将不同的设计方法和软件引入在线数字资源内,既便于课上演示讲解,又便于学生自学和讨论。

(四)增加工程实例,项目串联知识,提高学习兴趣。课程的学习最终目标是培养学生设计能力、创新能力,联合机械各行业实例,通过提炼作为教学案例。案例既适合初学者理解能力,又能将不同知识点、设计方法、手段串联起来,实现探究性学习。同时要注意案例紧跟行业前沿,比如步进输送机和采摘机器人两个案例相比,显然后更能反应时代需求,更能吸引学生。

(五)引入思政案例,助推课程思政。借助数字资源平台,为学生提供丰富的思政案例和资料,采用短视频、图表和文字等多种形式融入不同的思政元素^[8]。比如在讲述螺纹连接防松措施知识点时,在讲解完传统防松措施后,可抛出我国高铁上螺纹连接防松措施这一问题,引入案例“唐氏螺纹-真正“不会松动的螺栓””,介绍唐氏螺纹发明人唐宗才几十年如一日攻克“双旋向、非连续、变截面”螺纹防松技术。该案例即介绍了螺纹防松新技术,又润物细无声的融入了戮力前、精益求精、像工匠般执着的思政元素。彰显出中国技术的无限潜力,中国科学家和工程师深耕不辍的工匠精神。

四、依托数字化课程内容改进教学

(一)加大课堂讨论,开展项目式教学。依靠海量的在线数字资源、优秀的案例,学生可以方便的进行课下预习,老师可以方便的选择讨论题设,借助大数据、3D/VR/AR、各种终端可自如的开展课堂讨论。通过课堂完成复杂问题的分析、理论依据解答、方案设计、设计方法手段的选择,在此基础上方便学生课下完成整个设计,设计结果形式可多样化。这样更方便的开展翻转式课堂教学。

(二)注重能力培养。借助数字资源可大大降低理论知识的理解难度,从而有更多的课时放在工程问题的分析和设计能力上,锻炼学生将实际工程问题转会为数学模型、力学模型。通过不同实例的分析、讨论、探究,全面提升学生解决复杂工程问题的能力。

(三)变要我学为我要学。采用大量的前沿工程实例和视频,可激起学生学习兴趣和积极性。改变现在采用作业、考试等手段推动学生去学。比如在讲解机械装备设计步骤时,采用水果采摘机器人作为案例,从市场调研、制定任务书、方案设计、技术设计、文件编制分

阶段用图片和视频进行展示讲解,学生会更容易理解。

(四)课程考核引入成果导向。在传统考核方式的基础上,适当加入知识产权申请、论文发表、工程设计成果、参与竞赛与创新创业训练项目等作为考核依据,突出学生的创新能力培养。

综上所述,高等教育数字化转型为机械设计教学内容、教学模式的升级提供了多种可能,为课程目标的实现和达成提供了丰富的技术手段。基于互联网、大数据可大大丰富课程内容,打破现有教材编写界限和知识容量,方便快捷的实现校企联合建设课程资源;基于云平台、VR/AR实现学习个性化和自主性;基于计算机技术、人工智能获得更多设计方法和手段;基于大量实际工程案例,可实现探究性、互动性学习;丰富的多样性案例润物细无声的融入课程思政元素。全方位支撑培养有能力、有思想、有素养的“新工科”人才。

参考文献

- [1]钟登华.新工科建设的内涵与行动[J].高等工程教育研究,2017,11(3):1-6.
 - [2]刘基盛,刑峰,李威,等.数字化转型背景下机械设计实践课程教学改革与研究[J].现代职业教育,2023,12(2):1-4.
 - [3]武宝林.基于新工科建设背景下的《机械设计》教材建设的几点思考[J].中国大学教学,2022,79(03):92-96.
 - [4]祝智庭,胡姣.教育数字化转型的理论框架[J].中国教育月刊,2022,21(14):41-49.
 - [5]汤迎红,刘国亮,蔡颂,等.新工科背景下机械设计课程思政教学探索与思考[J].中国教育技术装备,2022(12):116-119.
 - [6]胡钦太,危妙,陈颖珊.高等教育数字化:演进、挑战与转型[J].国家教育行政学院学报,2023,04(04):20-26.
 - [7]韩筠.“互联网+”时代教与学的新发展[J].中国大学教学,2019,11(12):4-7.
 - [8]丁伟华,岳丹飞.基于OBE理念的机械设计课程思政教学设计与评价[J].教育教学论坛,2022,12(38):160-163.
- 基金项目:江苏海洋大学2020年校级高等教育教学改革研究课题,新工科背景下机械专业核心课程重构研究(JGX20200009)。