

基于OBE理念的机械产品设计课程改革研究

陈浩泽, 黄小娣, 吴康福, 蓝勤兰, 宋世潮

广东理工学院智能制造学院, 广东 肇庆

收稿日期: 2025年10月29日; 录用日期: 2025年11月27日; 发布日期: 2025年12月5日

摘要

为应对普通高校本科生在机械产品设计课程中普遍存在的理论与实践脱节、工程应用能力不足等问题, 文章以成果导向教育(Outcome-Based Education, OBE)理念为指导, 对《SolidWorks机械产品设计》课程进行了系统性改革研究。改革围绕“以学生为中心、以成果为导向、持续改进”的核心, 通过重构课程目标与内容、实施项目驱动教学、构建多元化考核评价体系、深化产教融合等一系列措施, 旨在有效提升学生的三维设计能力、工程素养和创新能力, 为其未来职业发展奠定坚实基础。

关键词

本科教育, 三维机械设计, OBE理念, 教学改革

Research on the Reform of Mechanical Product Design Curriculum Based on the OBE Concept

Haoze Chen, Xiaodi Huang, Kangfu Wu, Qinlan Lan, Shichao Song

School of Smart Manufacturing, Guangdong Technology College, Zhaoqing Guangdong

Received: October 29, 2025; accepted: November 27, 2025; published: December 5, 2025

Abstract

In response to the common problems of disconnection between theory and practice and insufficient engineering application abilities among undergraduate students in mechanical product design courses at general universities, this paper, guided by the Outcome-Based Education (OBE) concept, conducts a systematic reform study of the "SolidWorks Mechanical Product Design" course. The reform centers on the core principles of "student-centered, outcome-oriented, and continuous improvement." Through a series of measures, including restructuring course objectives and content,

implementing project-driven teaching, constructing a diversified assessment and evaluation system, and deepening industry-education integration, the study aims to effectively enhance students' 3D design proficiency, engineering literacy, and innovative capacity, thereby laying a solid foundation for their future career development.

Keywords

Undergraduate Education, 3D Mechanical Design, OBE Concept, Teaching Reform

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着“中国制造 2025”与智能制造的深入推进，国家对具备解决复杂工程问题能力的机械工程人才需求日益迫切[1]。在此背景下，《SolidWorks 机械产品设计》作为关键桥梁课程，其传统教学模式却因“重软件操作、轻设计思维”等“三重三轻”现象，导致学生能力与企业需求脱节[2]。系统梳理现有研究发现，虽然 OBE 理念与项目驱动教学已成为共识，但如何将其精细化融入此类课程的全环节，仍是亟待填补的实践缺口。为此，本研究并非将 OBE 视为标签，而是以其为核心方法进行系统重塑：首先，基于产业需求反向设计，将毕业要求细化为“参数化设计”、“系统集成”等可衡量的具体能力成果；进而，以此成果为终点，构建贯穿教学始终的“阶梯式项目链”，将指令学习融入从零件到整机的系统设计中，破解“轻系统集成”之弊；在教学实施中，强调学生中心与项目探索，以培养学生自主设计思维；最后，建立以能力达成为核心的多元评价与持续改进机制，对设计思维全过程进行反馈与优化。本研究旨在通过 OBE 理念对课程每一环节的深度渗透，实现从知识传授到能力生成的根本转变，有效培养学生的复杂工程问题解决能力。

2. 本科高校 SolidWorks 课程教学现状分析

为奠定研究的理论与实践基础，首先需系统梳理国内外工程教育领域关于成果导向教育(OBE)与项目驱动教学的研究现状[3]。现有研究虽已确认 OBE 在目标设定与项目驱动教学在激发学习主动性方面的价值，但二者往往呈“板块化”结合，缺乏以 OBE 为内核、贯穿教学改革全过程的深度整合范式，这正是本研究旨在弥补的理论缺口。基于此，本研究将着力于一项核心实践创新：超越将 OBE 仅作为顶层原则或评价标签的局限，将其系统性地嵌入到“目标设定 - 项目设计 - 任务实施 - 动态评估 - 持续改进”的每一个闭环环节中。具体而言，将深入探讨 OBE 的“成果产出”定义如何精准指导项目任务的逆向设计，其“学生中心”原则如何重塑教学过程中的师生角色与互动模式，并通过“持续改进”机制将评价反馈实时用于教学策略与项目内容的动态调优，从而确保 OBE 理念不仅是改革的起点，更是贯穿每一个操作细节、驱动人才培养质量实质性提升的内生动力[4]。

2.1. 教学内容与产业需求脱节

当前课程的教学内容在很大程度上仍固守于对软件本身基本命令的孤立讲解与简单、标准化零件的重复性建模训练。这种教学模式导致课程知识与飞速发展的工业实践严重脱节，所选用的教学案例往往陈旧，未能融入当今制造业广泛关注的智能制造、轻量化设计、模块化设计以及可持续设计等先进工程理念[5]。例如，《SolidWorks 机械产品设计》课程很少引导学生思考如何为增材制造(3D 打印)进行结构

优化,或如何运用自顶向下的设计方法构建一个可快速变型的产品平台。其直接后果是,学生虽然能够通过模仿完成教程中预设的范例,但对知识点的理解是零散和浅表的,无法在头脑中构建起一个贯穿产品设计全流程的、系统性的知识框架。当他们面对一个真实的、具有特定功能和约束条件的工程设计任务时——从初期的需求分析与功能定义,到中期的概念设计与方案演化,再到具体的三维建模、虚拟装配以检查干涉、进行运动仿真验证机构合理性,乃至运用有限元分析完成关键部件的强度校验与优化,最后输出符合行业规范的工程图纸——往往会感到无从下手。这种“学”与“用”之间的巨大鸿沟,不仅严重挫伤了学生的学习主动性与创新潜能,更从根本上背离了本科教育培养高素质工程人才的初衷。

2.2. 教学方式单一且学生主动性不足

在当前工程教育强调创新与实践能力培养的背景下,传统的“教师演示-学生模仿”教学模式仍在《SolidWorks 机械产品设计》等软件课程中占据主导地位[6]。这种线性的、“手把手”传授的教学方式,其优势在于能够确保学生按部就班地掌握软件的基本操作指令,在一定程度上降低了初学者的入门门槛。然而,其弊端更为深远和根本:它本质上构建了一种以教师为中心的知识单向传递路径,将学生置于一个被动接收和机械复现的认知舒适区,从而严重抑制了其自主探究的意愿与批判性创新思维的萌发。

在这种教学范式下,学生的学习行为被简化为对操作步骤的记忆与重现。他们的注意力高度集中于“如何点击”以实现某个特征,而非深入思考“为何这样设计”——即特征背后的工程原理、力学性能、工艺可行性以及行业标准规范。例如,在创建一个简单的法兰盘模型时,学生可能仅仅学会了旋转凸台命令的使用,却不会主动去查阅机械设计手册,思考法兰厚度、螺栓孔分布圆直径等关键尺寸的确定依据,更不会去分析不同工况下应选用何种密封面形式。这种对设计内涵的思考缺位,导致学生所学的知识是零散的、孤立的命令集合,而非一个有机的、系统化的产品设计知识体系。在此教学范式下,学生思维被局限于软件操作的模仿,严重忽视了对设计背景、工程原理及行业标准的深入探究。这导致其所学知识呈孤立的点状分布,无法融会贯通为系统性的设计思维。结果是,学生虽能模仿范例,却无力应对综合性设计任务,暴露出分析、决策能力的根本性缺失。这种模式培养的仅是执行命令的“操作员”,而非能解决复杂工程问题的“设计师”,与现代工业的人才需求严重脱节。

2.3. 实践平台与评价体系不完善

当前课程评估体系主要采用期末模型提交或上机操作的考核形式,这种单一维度的评估方式过度强调软件操作技能的熟练程度,而未能全面衡量学生在设计流程合理性、工程制图规范性、结构工艺可行性以及团队协作能力等核心职业素养方面的表现。此种评估模式存在明显局限性:其一,它无法有效检验学生将专业技术知识转化为系统化、符合工程实践要求的设计解决方案的能力;其二,由于缺乏与真实产业项目的有效衔接,学生难以获得来自行业实践的专业反馈,导致其学习成果与工程实际需求之间存在显著差距。这种评估与实践的脱节不仅影响了学生对专业知识价值的认知,也削弱了其深入学习与探索的内在动力。为培养符合现代制造业需求的复合型工程技术人才,亟需构建一个融合项目实践、团队协作与行业评价的多元化评估体系,以全面促进学生工程实践能力与职业素养的协调发展。

3. 研究思路及课改理念

为应对本科实践课程所暴露出的学生综合能力滞后问题,如实践能力欠缺、理论深度不足与知识体系系统性不强,对其进行系统性重构已尤为迫切。本项改革以构建一套完整的机械设计课程体系导图为起点,见图1。

如图1所示,本体系采用环形架构,将“培养具备机械设计能力的本科学生”这一终极培养目标置

于核心位置。核心由教学/评价、教法/项目、教材/案例三大关键维度紧密环绕，共同统领实践课程的构建。具体实施路径涵盖教材开发、教学模式革新与评价体系构建，并最终延伸至外围的具体操作层面。整个改革严格遵循 OBE 理念：以案例库平台建设为先导，继而推动校企协同评价，最终旨在实现教育理念的系统性升级与再造，从而形成一个持续改进的闭环。

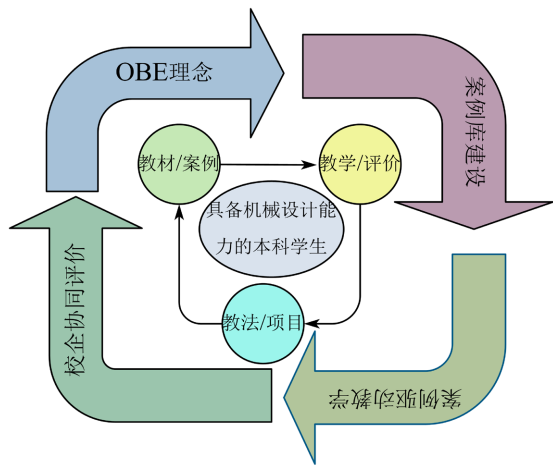


Figure 1. Architecture map of the mechanical design curriculum reform
图 1. 机械设计课程体系改革的体系导图

以实际教学为例进行说明，在《SolidWorks 机械产品设计》教学中，《变速箱的设计与建模》一部分内容，在传统教学中，理论授课后通常是基础的软件操作练习。而我们的目标在于引入企业真实项目，借助行业资源，要求学生根据提供的二维图纸，完成变速箱各零件的三维参数化建模，并进行虚拟装配与干涉检查。在动态仿真中，测试其在不同转速下的运动关系与间隙合理性。最后将完整的三维模型、工程图及分析报告提交给合作企业，在工程师与教师的共同指导下，完成符合企业规范的技术文档。企业根据设计合理性、模型精度及装配工艺性等维度给予学生综合评定，并反馈于教学，以优化我们的课程内容与实训项目。这样，通过“真题真做”的校企协同机制，强化学生从三维建模到虚拟装配的全流程设计能力，构建基于 OBE 成果导向的多维度评价体系，最终有效激发学生的创新设计思维，并系统培养其现代工程设计理念。

4. 构建对接企业需求的机械设计教学培养体系

4.1. 建设机械设计教学教师队伍

高水平的机械设计教师队伍是培养卓越工程人才的关键基石。为突破传统教学中理论与实践脱节的瓶颈，构建一支既精通理论又富于工程实践经验的“双师型”队伍，特制定本建设路径：1) 平台共建：与行业领军企业建立战略合作，共建集设计、分析、检测于一体的协同创新实验室；2) 人才共享：建立“双向互聘”机制，引进企业资深工程师，同时派遣教师入驻企业，形成常态化的协同育人机制；3) 能力升级：实施“教师工程能力提升计划”，通过参与全产品设计流程，掌握从概念设计到生产制造的全链条知识与技能，最终形成“教学 - 实践 - 反馈 - 提升”的闭环建设模式。

4.2. 构建多元化教学评价体系

为彻底改变传统单一化、重结果的考核模式，我们构建了一套“三维一体”的多元化考核评价体系。

该体系旨在全面、客观地衡量学生在知识、能力与素养三个维度的综合表现[7]。第一维度是过程性考核,它关注学生在项目周期内的持续表现,具体包括项目进度的管理与执行,以及在团队协作中体现出的沟通与责任担当,以此培养学生严谨的工作习惯和团队精神[8]。第二维度是成果考核,它聚焦于最终输出的质量,不仅要求学生提交规范、严谨的设计报告,更引入了企业评审机制,邀请行业专家从工程可行性、工艺性与创新性等角度进行评判,确保学习成果与产业需求接轨。第三维度是创新能力附加分,旨在激励学术探索与技术突破,对在项目中提出独特解决方案、或有效运用前沿技术的学生给予直接认可[9]。

尤为关键的是,本体系主动对接国际主流的 SolidWorks 认证工程师(Certified SolidWorks Professional, CSWP)认证标准,将认证所要求的核心技能与评价指标融入课程教学与考核中,使学生在校内向国际认可的工程师应用水平靠近。通过这一多维、立体的评价机制,我们不仅实现了对学生学习全过程的有效监控与引导,更从根本上推动了人才培养质量与国际工程教育标准的看齐。

4.3. 深化课程体系重构

为彻底打破传统课程内容与产业需求脱节的困境,我们采用了“反向设计”的构建理念。该方法不再从既有教材和知识体系出发,而是以当前行业对机械设计人才的核心能力要求,如智能装备的集成设计能力、计算机辅助工程(Computer Aided Engineering, CAE)仿真分析与优化能力等——为明确目标,反向推导并系统重构教学内容。基于此,我们将课程科学地拆解为“基础建模→装配设计→工程仿真→创新实践”四个递进的能力模块,确保学生的学习路径与解决复杂工程问题的实际工作流程高度一致。同时,课程前瞻性地融入了增材制造(3D 打印)、工业互联网等新兴技术,确保学生所学知识能够紧密契合技术发展的前沿趋势。

在具体实施中,四大模块环环相扣,形成从技能掌握到能力创新的完整闭环。“基础建模”模块着重夯实三维参数化设计的核心功底;“装配设计”模块则训练复杂产品的数字化装配与协调关系管理;进入“工程仿真”模块,学生将运用 CAE 工具对设计进行静力学、动力学等性能验证,实现从“会画图”到“懂分析”的跨越。最终的“创新实践”模块为升华,引导学生综合运用前述技能及新兴技术,完成一个贴近企业真实场景的综合性、开放性设计项目,从而彻底打通从理论到实践、从技能到创新的最后一公里。

5. 结语

为应对新工科与智能制造对人才培养提出的新要求,本研究针对《SolidWorks 机械产品设计》课程存在的学用脱节、跨学科整合薄弱及评价单一等问题,实施了系统化教学改革。通过构建“基础建模-装配设计-工程仿真-创新实践”的四阶递进课程体系,并融入增材制造、工业互联网等前沿技术,有效促进了机械、控制与仿真等多学科知识的交叉融合。同时,建立了融合过程评估、成果考核与创新评价的多元评测机制,引入 CSWA/CSWP 国际认证及企业项目评审标准,实现从传统分数导向向综合能力画像的转变。

必须指出,本研究仍存在一定局限性。改革实践仅限于单一课程范畴,其设计与成效深受本校教学资源、生源特质及地域产业背景的制约,故其普适性有待进一步验证。跨学科模块的实施深度依赖于配套学科支持,多元评价体系的有效运行亦对师资结构与校企合作基础具有较高要求。

综上,本研究可为应用型本科院校的同类工程软件课程改革提供一个经过初步实践检验的案例参考。后续研究将在持续跟踪内部成效的基础上,拓展至不同院校背景进行对比实证,以检验并完善此改革模式的迁移性与适应性。

基金项目

广东理工学院 2025 年校级高等教育教学改革项目《基于 OBE 理念的 SolidWorks 机械产品设计课程改革与实践》(项目编号: JXGG2025019)。

参考文献

- [1] 朱文博, 钱炜. 面向解决复杂工程问题能力培养的机械类专业建设探索与实践[J]. 高教学刊, 2025, 11(22): 33-37.
- [2] 赵庆, 罗君宇, 秦俊男. 新工科项目式课程对学生创新能力培养分析——以全国机械产品数字化设计赛为例[J]. 教育教学论坛, 2024(21): 21-24.
- [3] 李晓娜. 基于成果导向教育的机械类专业实践教学改革[J]. 设备管理与维修, 2020(12): 63-65.
- [4] 王娜, 商丽, 王玉玲. 基于产教融合、协同育人机制的机械类应用型人才培养模式研究[J]. 高教学刊, 2020(27): 180-182+185.
- [5] 刘奋军, 王国章, 李天鹏, 等. 地方高校机械类专业应用型创新人才培养实践教学体系探索[J]. 高教学刊, 2025, 11(18): 161-164.
- [6] 宋代琴, 汪舒丽, 王苏明. 基于工程实例的机械制图课程教学模式优化研究[J]. 现代制造技术与装备, 2025, 61(8): 219-221.
- [7] 王晓娟. “互联网 + 新工科”背景下电气控制与 PLC 技术课程多元化考核评价体系构建[J]. 西部素质教育, 2024, 10(21): 7-10.
- [8] 丁慧玲, 党凤魁, 陈慧敏, 等. 基于 OBE 理念的机械制造工艺学课程过程性考核方式改革[J]. 农业工程, 2024, 14(5): 129-132.
- [9] 胡良斌, 唐德文, 李必文, 等. 新工科背景下机械类专业工程创新能力培养体系构建[J]. 中国现代教育装备, 2025(19): 74-76.