

应用型高校非机类专业《机械设计》课程OBE改革与实践

吴昊年*, 何芳, 黄江波

长江师范学院机器人工程学院, 重庆

收稿日期: 2026年5月22日; 录用日期: 2026年6月23日; 发布日期: 2026年6月30日

摘要

在工程认证与新工科背景下, 传统非机类《机械设计》跨院系教学存在结构性断层、专业区分度低及认知阻抗等痛点。本文以OBE理念为核心, 深度融合建构主义一致性与认知负荷理论, 重构课程教学体系。通过跨院系反向设计重塑目标; 遵循认知规律构建“基础-拓展-实践”三级模块; 基于具身认知与自我决定理论, 实施时空、具身与动机“三重协同”的创新教学法; 建立定量追踪达成度的“三重结合”评价体系。实践表明, 该方案化解了学时少、基础弱等矛盾, 某专业课程达成度由0.624升至0.795, 显著增强了学生解决跨学科复杂工程问题的能力, 为同类课程建设提供了系统化路径。

关键词

OBE理念, 非机类专业, 《机械设计》, 模块化教学, 工程教育专业认证

OBE-Based Reform and Practice of the “Mechanical Design” Course for Non-Mechanical Majors in Application-Oriented Universities

Haonian Wu*, Fang He, Jiangbo Huang

School of Robot Engineering, Yangtze Normal University, Chongqing

Received: May 22, 2026; accepted: June 23, 2026; published: June 30, 2026

*通讯作者。

文章引用: 吴昊年, 何芳, 黄江波. 应用型高校非机类专业《机械设计》课程 OBE 改革与实践[J]. 教育进展, 2026, 16(6): 1593-1600. DOI: 10.12677/ae.2026.1661296

Abstract

Under the background of engineering accreditation and Emerging Engineering Education, traditional “Mechanical Design” courses for non-mechanical majors face issues like structural disconnects and cognitive friction. Guided by the OBE framework and integrating constructive alignment and cognitive load theories, this paper reconstructs the teaching system. It reshapes objectives through cross-departmental reverse design; constructs a three-tiered module structure of “foundation-extension-practice” following cognitive laws; implements an innovative teaching method based on embodied cognition and self-determination theories, employing a “triple synergy” of time, space, embodiedness, and motivation; and establishes a “triple combination” evaluation system for quantitatively tracking achievement. Practice shows this resolves conflicts of limited hours and weak prerequisites, raising the achievement degree from 0.624 to 0.795, and significantly enhancing students’ cross-disciplinary problem-solving skills, and providing a systematic path for the construction of similar courses.

Keywords

OBE Concept, Non-Mechanical Majors, “Mechanical Design”, Modular Teaching, Engineering Education Professional Accreditation

Copyright © 2026 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

随着全球新经济的蓬勃发展与现代产业的剧烈转型，培育具备多学科交叉背景的复合型工程科技人才已成为高等教育的共识。“新工科”建设与工程教育专业认证(基于《华盛顿协议》标准)正是驱动我国高等工程教育内涵式演进的核心引擎。在国际工程教育界，自 Spady 提出成果导向教育(Outcome-Based Education, OBE)框架以来，重塑以“最终学习产出”为导向的教学体系已成为全球主流范式[1]。Biggs 在此基础上进一步确立了“建构主义一致性”(Constructive Alignment)理论，强调课程的教学活动、考核方式必须与预期的学习成果(ILOs)达成系统性的矩阵耦合[2]。然而，如何将这种高维度的顶层设计，有效解构并落实到具体跨学科技术基础课程的微观教学中，依然是国内外工程教育研究聚焦的难点[3]。

《机械设计》作为近机类及非机类工科专业(如食品科学、生物工程、智能制造等)的关键技术基础课，在支撑学生构建工程大局观与解决复杂交叉工程问题能力方面，承担着不可替代的基石作用。国际上关于跨学科工程课程设计的最新研究表明，非本专业学生在面对高度专业化的异质工程知识时，极易因缺乏先修概念网络而产生严重的“认知阻抗”(Cognitive Friction)[4]。为了缓解这一矛盾，欧美一些高水平大学尝试引入 CDIO (构思 - 设计 - 实现 - 运行)模式及项目驱动学习法(PBL)，推动基础技术课程与行业应用的深度跨界融合[5]。然而，这些国际前沿探索多根植于高弹性、高生师比的完全学分制土壤，直接移植到我国地方应用型高校时往往遭遇“水土不服”：一方面，地方应用型高校非机类专业学生的工程力学、制图等先修知识储备高度异质且整体薄弱；另一方面，在 50~60 学时的极度压缩课时内，传统教学模式难以平衡“共性机械原理基础”与“个性行业专业适配”的双重需求。

在国内，众多学者亦围绕非机类《机械设计基础》或《机械设计》课程的教改开展了积极探索，现有

的研究脉络主要集中于三个维度：一是教学内容的“向内压缩”，即对机构学与零件设计内容进行精简与模块化重组[6]；二是教学方法的“向外延伸”，通过引入雨课堂、超星等智慧教学工具或虚拟仿真实验来降低认知门槛[7]-[9]；三是考核评价的“多元化”，提高过程性评价的考核比重[10]-[13]。尽管上述研究积累了丰富的实践经验，但从系统论与工程认证的标准审视，仍普遍存在“碎片化修补”的局限性。

鉴于此，本研究立足于地方应用型高水平大学的发展战略，针对非机类专业《机械设计》跨院系教学中的瓶颈问题，将 OBE 理念与 Kolb 经验学习循环及认知负荷理论进行深度融合。本研究的国际定位与贡献在于：在学时紧凑、数理基础薄弱、组织行政边界僵化的典型应用型高校语境下，探索出一条具有柔性适配特征的跨学科技术基础课重构路径。本文将系统阐述其“目标反向重塑、内容三级模块映射、教学三重协同、评价三重结合”的系统化改革方案，以期为国内外同类跨专业工科课程建设提供理论参考与实证借鉴。

2. 非机类专业《机械设计》教学现状与痛点剖析

当前，尽管许多高校已认识到非机类专业《机械设计》课程改革的必要性，但在实际教学运行中，由于跨学院开设、师资背景单一等原因，仍暴露出以下四个核心痛点。

2.1. 课程目标与毕业要求支撑脱节

在传统的教学管理体制下，非机类专业的《机械设计》课程往往存在人才培养方案制订单位(设课学院)与课程教学大纲制订单位(开课学院)分离的现象。这种“各自为战”的局面导致课程教学大纲在制订过程中缺乏系统设计与专业针对性。课程目标未能精准对应各专业的毕业要求指标点，支撑矩阵存在明显错位，使得课程在整个专业人才培养体系中的定位模糊，支撑作用被严重削弱。

2.2. 教学内容缺乏专业区分度

非机类专业的《机械设计》课程普遍具有内容广、理论深、课时紧的特点。目前，承担此类课程的教师多具备机械专业背景，在授课时习惯性地将其视为机械类《机械原理》与《机械设计》两门核心课程的“浓缩版”。由于未能充分调研各非机类专业的行业背景，教师往往采取简单的“压缩与合并”策略，导致面对生物工程、食品科学等截然不同的专业时，教学内容千篇一律，未能体现专业特色与课程目标的差异化，教学内容与学生专业背景的契合度极低。

2.3. 教学方法滞后，课程达成度偏低

非机类工科学生普遍缺乏《工程制图》《理论力学》《材料力学》等机械类先修知识的系统训练，空间想象能力和力学分析基础相对薄弱。面对高度抽象的机构运动学分析和繁杂的零部件强度计算，传统的“满堂灌”和纯理论推导式的讲授型教学模式极易使学生产生畏难情绪。加之教师对学生的专业需求了解有限，难以引入具有其专业背景的工程案例，导致课堂互动匮乏，学习积极性受挫，最终使得课程目标的达成度不尽如人意。

2.4. 产教融合层面的资源整合困难

应用型高校的人才培养强调服务地方与区域产业发展。然而，在跨专业的基础课程教学中，往往缺乏跨学科、跨区域且长久稳定的合作机制保障。这导致课程教学资源的开发严重滞后于现代产业(如现代食品产业、智能制造产业)的技术发展前沿，项目与课程内容的融合度不高，难以对学生形成有效的工程应用驱动。

3. 基于 OBE 理念的课程体系重构路径

针对上述痛点,本研究全面贯彻“学生中心、成果导向、持续改进”的 OBE 核心理念[14],以认知理论为指导,构建了破解跨专业教学瓶颈的总体设计方案。

3.1. 科学重塑课程目标, 强化毕业支撑矩阵

人才培养质量的核心在于毕业要求的达成,而毕业要求必须系统分解至每一门具体课程。前置提到人才培养方案制订单位(设课学院)与课程教学大纲制订单位(开课学院)分离现象成为首要克服的难题:

1. 深度对接培养方案。开课单位(如机器人工程学院)的教师团队深入各设课专业(如生物工程等),系统研读其 2023 版最新人才培养方案。

2. 反向设计目标。依据工程教育认证标准,从专业培养目标和毕业要求出发,反向推导《机械设计》课程应承担的能力指标点,科学设定包含知识、能力、素质在内的综合性课程目标。

3. 明晰支撑关系。在修订后的教学大纲中,明确每一条课程目标对特定毕业要求指标点的支撑权重,确保课程目标与毕业要求的无缝对接,解决“支撑脱节”问题。

3.2. “认知规律”向“课程模块”的映射机制论证

为解决内容繁杂与学时有限的矛盾,本研究以认知理论为指导,摒弃了机械的“学时裁剪”,转而阐明“感性认知-理性认知-实践应用”认知循环如何通过经验学习圈(Kolb's Learning Cycle)与认知负荷控制具体映射到三大模块,如图 1 所示。

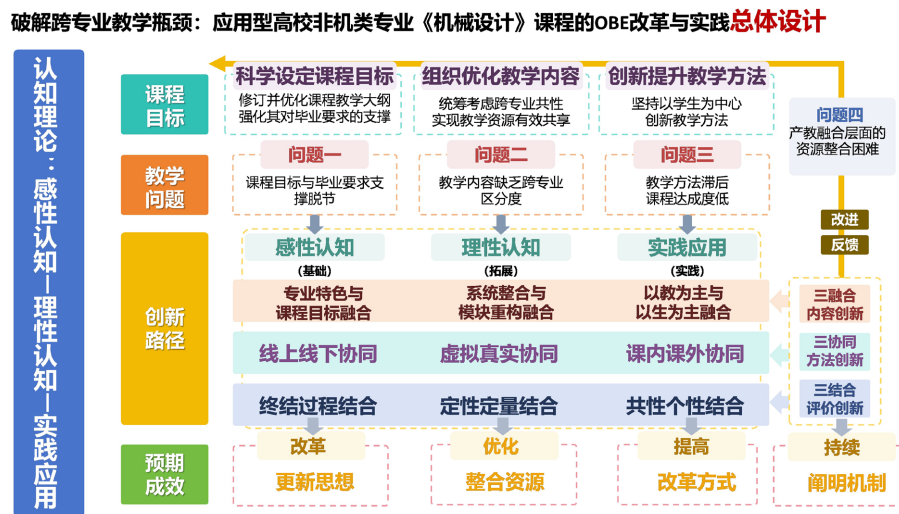


Figure 1. Overall study design
图 1. 研究总体设计

1. 感性认知(基础模块)。非机类学生因缺乏《工程制图》《力学》等概念准备,直接面对复杂零件设计会产生极高的内在认知负荷(Intrinsic Cognitive Load)。因此,本模块通过实物拆装与动画演示,首先在学生大脑中构建直观的物理表象,激活图式(Schema),为其后续的理性推导搭建认知支架(Scaffolding)。

2. 理性认知(扩展模块)。遵循建构主义的知识重组规律,此阶段非单纯灌输,而是实施“专业定制”。通过引入学生本专业的工业背景(如食品机械的不锈钢材料特性与无菌密封),促使学生将基础模块中抽象的“共性机械原理”主动同化(Assimilation)并顺应(Accommodation)到其自身的专业知识网络中,完成

从表象到数理逻辑的升华。

3. 实践应用(实践模块)。以系统整合为核心,结合课内8学时的实验教学,设置与学生本专业相关的综合性设计任务,依托课内实验,引导学生将内化的理性符号转化为解决具体跨学科工程问题的外显技能。

通过这种共性教学模块结合专业特色教学模块,既实现了跨专业教学资源的有效共享,又凸显了个性化培养。

3.3. 构建教育学与心理学深层机制

为打破传统讲授模式的局限,提升课程达成度,本改革推动教学范式从“以教为主”向“以生为主”的根本性转变,构建了“三重协同融合”的方法创新体系。具体实施路径,如图2。

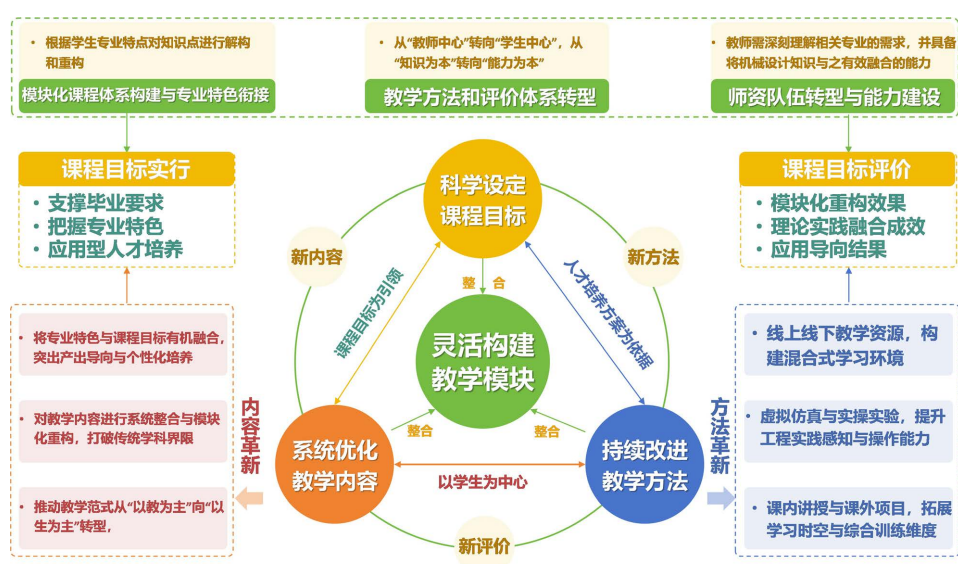


Figure 2. Technical route and implementation approach
图2. 技术路线及实施途径

1. 线上线下协同。依托雨课堂、超星等网络教学平台,整合微课、慕课等优质线上教学资源,构建混合式学习环境。协同的本质在于“认知过程的分流”。将低阶认知目标(如知识记、领会)移至课前线上,利用微课自测降低课堂上的相关认知负荷(Germane Cognitive Load);将高阶认知目标(如分析、综合、评价)留在课中线下,通过师生、生生辩论促进高阶思维的发生,解决了有限课时与跨学科高密度知识的冲突。

2. 虚拟真实协同。在实践认知环节,结合虚拟仿真技术与真实物理实验。对于大型、昂贵或内部结构复杂的机械装备,利用虚拟仿真平台让学生进行沉浸式的交互体验与拆装模拟;随后辅以实验室真实的机构运动简图测绘和减速器拆装实验,虚实互补,极大提升了工程实践感知与操作能力。极大提升了工程实践感知与操作能力。此设计的心理学依据在于:针对非机类学生空间表象能力弱的痛点,虚拟仿真(VR/交互三维)能够提供高度具身的沉浸式交互经验,帮助其在心理上完成机构运动的“动态预演”;随后辅以真实减速器拆装的触摸、感知与测绘,实现了“虚拟认知表象”向“真实物理感官”的无缝融合,大幅提升了图纸识别与空间想象效率。

3. 课内课外协同。引入项目驱动和案例教学,设置具有专业特色背景的工程实践案例。根据自我决

定理论(Self-Determination Theory), 传统的纯理论讲授无法满足学生的“自主需要”与“胜任需要”。通过将课内理论知识与课外真实竞赛项目(如大创、互联网+)相贯通, 让学生在解决真实的、具备其专业背景的工程项目中获得“心理自主感”, 从而爆发持续的自主探究能动性。

3.4. 建立“三重机制结合”的持续改进评价体系

评价体系是检验 OBE 理念是否落地的试金石。摒弃以往“一考定音”的单一考核方式, 系统建立多维度、立体化的新评价体系。

1. 终结过程结合。降低期末理论考试(终结性评价)比重, 大幅提升平时作业、课堂讨论、项目汇报、实验操作等过程性评价的权重。实现对学习全流程的持续跟踪与及时反馈。如表 1 是为生物工程专业专门设置的矩阵。

Table 1. Matrix of course objectives and assessment methods

表 1. 课程目标与考核方式矩阵关系

课程目标	考核方式					考核占比
	期末考试成绩比例 60%	实验成绩比例 10%	课堂表现成绩比例 8%	作业完成情况 14%	期中测评 8%	
课程目标 1	40%	0%	30%	30%	80%	37%
课程目标 2	60%	0%	70%	70%	20%	53%
课程目标 3	0%	100%	0%	0%	0%	10%

2. 定性定量结合。理论知识掌握情况通过试卷进行定量统计分析, 而团队协作能力、工程思维表达、创新实践方案等则通过教师评价、生生互评进行多维度的定性分析。

3. 共性个性结合。在保证基础模块(共性要求)达成及格底线的同时, 为在拓展模块和学科竞赛(个性发展)中表现优异的学生设置创新加分机制, 兼顾标准化考核与差异化成长。

每次课程结束后, 严格依据这套评价数据撰写《课程达成度分析报告》, 查找薄弱环节, 形成“评价-反馈-改进”的闭环, 确保教学质量的持续攀升。

4. 改革实施与成效

自本项目在机器人工程学院主导的多个非机类专业中开展前期试点与全面实施以来, 改革举措紧扣“调查研究、归纳综合、实证研究”的技术路线稳步推进, 取得了显著的预期效果与实质性成果。

4.1. 课程与毕业要求支撑度实现双提升

通过修订并实施各专业的《机械设计》模块化教学大纲, 课程定位更加精准。各教学环节直接服务于专业毕业要求的达成度分析表明, 该课程对非机类专业学生解决跨学科复杂工程问题能力的支撑度显著提高。以 2025 年春季生科院生物工程专业开设的《工程制图及机械设计》课程为例, 达成度分析表明: 学生能够运用恰当的科学方法和手段, 结合工程制图有关知识, 快速完成工程图纸的绘制; 能够熟练使用现代设计软件与工具, 并树立起创新设计意识。针对机械工程领域的机构设计及分析的相关问题, 能通过运用所学知识进行实验研究分析, 并得出结论以解决实际问题。达成度由上一年度平均 0.624 提升至 0.795, 结果如表 2 所示。

Table 2. Analysis of achievement levels in a non-mechanical major
表 2. 某非机类专业达成度分析

	统计汇总					平均达成度	样本人数
	0~0.6	0.6~0.7	0.7~0.8	0.8~0.9	0.9~1.0		
课程目标 1	1	14	20	10	4	0.752	49
	2.04%	28.57%	40.82%	20.41%	8.16%		
课程目标 2	1	11	20	13	4	0.761	
	2.04%	22.45%	40.82%	26.53%	8.16%		
课程目标 3	0	0	7	23	19	0.873	
	0.00%	0.00%	14.29%	46.94%	38.78%		
课程总目标达成度						0.795	

4.2. 学生学习能动性与创新能力的显著增强

“以学生为中心”的教学方法转型以及具有专业背景的案例引入，极大激发了学生的学习兴趣。学生不再将《机械设计》视为枯燥的“天书”，而是将其作为解决本专业问题的有力工具。依托课内课外协同机制，项目组成员指导学生在各类创新实践中屡获佳绩，成功获批市级大学生创新创业训练计划项目(人文学院 2 名)，并在中国国际大学生创新大赛中斩获重庆赛区铜奖等标志性成果(经管学院 2 名)。

4.3. 教研相长，教学资源库建设成果丰硕

在改革过程中，教师团队的教学理念得到深刻更新，师资队伍跨学科融合教学能力得到锻炼。项目组不仅产出了多篇高质量教改论文，还系统编制了《非机类专业〈机械设计〉教学模块和教学内容设计报告》及配套的《课程教学案例》集。此外，团队成员主编的《机器人工程专业导论》等教材也已由高水平出版社出版，为教学改革的深化和推广提供了坚实的资源载体。

5. 讨论与局限性

5.1. 实施过程中的实际挑战

在改革推进过程中，首要挑战在于“跨学科沟通成本”的增加。专业定制化模块要求机械背景教师深度理解食品、生工等行业的工艺需求，这对教师的知识储备提出了极高要求。其次，部分长期习惯“满堂灌”模式的学生在初期面对“翻转课堂”和“过程性评价”时表现出较强的不适应与畏难情绪，需要教师投入更多精力进行引导。

5.2. 研究的局限性

本研究的实证数据具有一定的范围限制。目前的达成度对比分析(如表 2)主要集中在具有一定理工科基础的生物工程等近理科专业。对于经管、人文类等数理基础更为薄弱的纯非机类专业，该三级模块化路径的适用深度与外部效度仍需经过更大范围的样本检验。

5.3. 未来研究方向

为解决师资精力瓶颈与个性化指导不足的问题，未来的研究将尝试引入 AI 赋能教育技术，开发基于大语言模型的工程专业知识问答助教，辅助构建跨专业的定制化案例库。同时，将联合国内多所应用型高校扩大试点范围，以期在更广泛的工程教育场景中完善该 OBE 体系。

6. 结语

在工程教育专业认证的指引下,应用型高校非机类专业《机械设计》课程的改革势在必行。本研究跳出了单纯修补教学方法的窠臼,从顶层设计出发,以 OBE 理念为核心,创新性地提出了基于认知理论的模块化内容重构,以及“三重协同融合的教学方法与三重结合的评价体系”这一系统性实施路径。实践证明,该改革方案不仅化解了跨专业教学中学时少、基础弱、差异大的现实矛盾,更为新工科背景下应用型人才工程素养的全面提升探索出了一条行之有效的创新之路。未来,我们将依托虚拟教研室建设,进一步探索 AI 技术赋能课程教学的深度融合,持续优化产教融合层面的资源整合,推动课程建设向更高水平迈进。

基金项目

- 1) 长江师范学院 现代食品产业产教融合专业群 教育教学改革研究培育项目(编号: SPQJY2521)。
- 2) 长江师范学院 教育教学改革研究重大项目(编号: JG2025103)。

参考文献

- [1] Spady, W.G. (1995) Outcome-Based Education: Critical Issues and Answers. American Association of School Administrators. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:151030676>
- [2] Biggs, J. and Tang, C. (2011) Teaching for Quality Learning at University. McGraw-Hill Education. [https://cetl.ppu.edu/sites/default/files/publications/-John Biggs and Catherine Tang- Teaching for Quali-BookFiorg-.pdf](https://cetl.ppu.edu/sites/default/files/publications/-John%20Biggs%20and%20Catherine%20Tang-%20Teaching%20for%20Quality%20Learning.pdf)
- [3] Felder, R.M. and Brent, R. (2024) Teaching and Learning STEM: A Practical Guide. Jossey-Bass.
- [4] Borrego, M., Cutler, S., Prince, M., et al. (2014) Fidelity of Implementation of Research-Based Instructional Strategies in Engineering Science Courses. *Journal of Engineering Education*, **103**, 560-596.
- [5] Crawley, E.F., Malmqvist, J., Östlund, S., et al. (2014) Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-05561-9>
- [6] 黄春燕, 谢钰珊, 曹煜媛, 等. 基于 OBE 理念的 AI 赋能财务共享课程教学改革研究与实践[J]. 中国电子商情, 2026, 32(11): 70-72.
- [7] 车璐, 许昕. 应用型本科高校近机类专业《工程制图》服务智能制造人才培养的教学改革探索[J]. 锻压装备与制造技术, 2026, 61(2): 174-177.
- [8] 郑州, 赵圣斌, 王明娣. “机械设计”课程思政教学模式创新与实践[J]. 教育教学论坛, 2026(11): 57-60.
- [9] 陈玉霞, 等. 基于形成性评价体系的专业实践课程考评模式构建[J]. 高教学刊, 2025, 11(15): 102-105.
- [10] 冯新敏, 潘承怡, 宋欣. 基于 OBE 的“机械设计”课程教学方法研究[J]. 黑龙江教育(理论与实践), 2024(11): 67-69.
- [11] 卢百平, 李贵发, 黄华, 等. OBE 理念与课程思政融合的“工程伦理”线上教学体系构建[J]. 南昌航空大学学报(自然科学版), 2024, 38(3): 121-129.
- [12] Wang, S. (2024) An Exploration on the Training Mode of Economics and Management Majors in Applied Universities Based on OBE Concept. *Advances in Applied Sociology*, **14**, 715-727. <https://doi.org/10.4236/aasoci.2024.1412046>
- [13] Hita, R.R., Wahyuni, D. and Saepuzaman, D. (2025) Experiment Design and Laboratory Activities on Mechanical Design for Non-Mechanical Majors. *Journal of Engineering Education Transformations*, **38**, 1-12.
- [14] 张俊. 非机类专业机械工程基础课程教学研究[J]. 现代制造技术与装备, 2021, 57(6): 220-221+224.