

基于OBE的《工程力学》课程改革与实践

张建辉, 张继伟, 章菊, 尹长城, 覃玄

湖北汽车工业学院汽车工程学院, 湖北 十堰

收稿日期: 2024年7月11日; 录用日期: 2024年8月9日; 发布日期: 2024年8月19日

摘要

《工程力学》是高等学校材料相关专业的一门专业基础课, 它是材料专业进行材料力学性能研究的关键课程。本文以湖北汽车工业学院材料相关专业为例, 引入OBE (Outcomes Based Education)教学理念, 基于工程教育专业认证对《工程力学》课程进行改革。经过改革后, 学生的课程目标有较好的达成度, 对课程的主观满意度有所提升, 教学质量也得到了提高。

关键词

《工程力学》, OBE, 工程教育专业认证

The Reform and Implementation of the “Engineering Mechanics” Course Based OBE

Jianhui Zhang, Jiwei Zhang, Ju Zhang, Changcheng Yin, Xuan Qin

School of Automotive Engineering, Hubei University of Automotive Technology, Shiyan Hubei

Received: Jul. 11th, 2024; accepted: Aug. 9th, 2024; published: Aug. 19th, 2024

Abstract

The course “Engineering Mechanics” is a foundational subject in materials-related disciplines at higher education institutions. It serves as a critical course for studying the mechanical properties of materials. This paper takes the materials-related disciplines at Hubei Automobile Industry Institute as an example and introduces the Outcomes Based Education (OBE) teaching concept. Based on the professional accreditation of engineering education, reforms are made to the “Engineering Mechanics” course. Following these reforms, students demonstrate improved achievement of course objectives, subjective satisfaction with the course has increased, and overall

teaching quality has been enhanced.

Keywords

“Engineering Mechanics”, OBE, Professional Accreditation of Engineering Education

Copyright © 2024 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

《工程力学》是面向材料科学与工程专业本科学生开设的重要课程，是一门为设计工程实际构件提供必要理论基础的重要技术基础课，也是一门理论与实验相结合的课程。教学过程中存在以下痛点：学生被大量理论学习所困扰，缺乏复杂工程问题的力学建模、分析与计算能力，只会做题，不能将所学理论知识应用于解决实际工程问题等，背离了工科人才培养的初衷。工程专业认证是新工科背景下提高学生能力和素养的重要途径，美国工程教育认证协会全面接受了 OBE 理念，并将其贯穿于工程教育认证标准的始终，它是一种以成果为目标导向，以学生为本，采用逆向思维进行课程教学的先进教学理念[1]。部分学者探讨了 OBE 教学理念下的教学改革。黄成等基于 OBE 理念对机械专业的《工程力学》进行了课程教学改革[2]。辛程鹏等对“OBE 理念 + 课程思政”双融入环境下如何开展《工程力学》课程教学改革研究进行了初步探索[3]。栗梅等介绍了基于 OBE 对课程的考核方式进行了改革[4]。崔宇等基于 OBE 理念对该课程的学习目标、教学方法、教学评价进行重新设计[5]。李巧珍等基于 OBE 教学理念对课程的教学内容、教学方法和考核方式进行教学创新改革[6]。这些研究从不同方面对《工程力学》的教学改革进行了探讨，而对材料类专业《工程力学》OBE 教学改革的研究较少。蔡晓娜基于 OBE 理念对工程力学在线开放课程教学进行了改革与实践，她通过激发学生学习动力、设计符合 OBE 理念的评估方式、提供丰富的教材和资源、提升技术网络条件等方式，解决学生自主学习意愿不强、评估方式不适应 OBE 理念要求、教材和资源匮乏等问题[7]。李炎森等基于 OBE 理念对“工程力学实验”课程教学进行了改革研究，他结合 OBE 教学理论，以学生的知识及能力目标为导向，重构课程模式，整合实验教学内容，探索新型教学模式，完善评价考核体系，开拓新型教育教学手段，激发学生主动学习、探究学习的热情，提高学生自主学习、深度学习的能力[8]。本文依据培养材料类复合人才的社会定位和基础类课程厚基础、宽口径等原则，探讨教学的新模式，从而全面提高学生工科素养。

2. OBE 模式下工程力学课程目标的设定

OBE 教学理念是以目标为导向，反向进行课程设计和教学，因此目标的设定尤为重要。工程力学的目的是研究构件受力平衡以及承受各种载荷下的变形等力学性能。通过学习使学生掌握将工程实际构件抽象为力学模型的方法；掌握构件受力分析及平衡的求解方法；掌握研究杆件内力、应力、变形分布规律的基本原理和方法；掌握分析杆件强度、刚度和稳定性问题的理论与计算方法；具有熟练的计算能力、分析能力和实验能力；为后续相关课程的学习、结构设计和科学研究奠定必备的力学素养。具体的教学目标如下：

课程目标 1：掌握并运用工程力学(静力学和材料力学)的基本概念，培养能够应用其基本原理对工程问题进行合理描述、简化和求解的能力。

课程目标 2：具备复杂工程问题的识别和表达能力，深入运用工程力学(静力学和材料力学)相关知识对复杂工程问题进行综合分析和计算的能力。

课程目标 3：具有利用工程力学(材料力学)基本理论，运用力学实验方法和技术操作相关仪器进行材料力学性能、应力应变等相关测试及对结果进行合理评价能力，具备对复杂材料工程力学性能进行测试、分析的能力。

课程目标对毕业要求的支撑如表 1 所示：

Table 1. The support of course teaching objectives for graduation requirements
表 1. 课程教学目标对毕业要求的支撑

毕业要求	毕业要求指标点	对应课程目标
毕业要求(1) 能够将数学、自然科学、工程基础和专业知识用于解决复杂材料成型工程问题。	1.2 能够针对工程问题建立合适的数学模型，并利用恰当的条件求解	课程目标 1
毕业要求(2) 能够将数学、自然科学、工程科学的基本原理用于复杂材料成型工程问题的识别和表达，并通过文献研究获得解决问题的技术路线及影响因素。	2.2 能基于相关科学原理和数学模型方法正确表达复杂材料成型工程问题及其制约条件	课程目标 2
毕业要求(4) 能够基于科学原理并采用科学方法对复杂材料成型工程问题进行研究，包括获得研究方案、设计 4.1 能基于相关科学原理，通过调研和分析，实验方案、构建实验系统、开展实验和采集与解释数据，能够对复杂工程问题提出研究方案并通过信息综合得到合理有效的结论	4.1 能基于相关科学原理，通过调研和分析，实验方案、构建实验系统、开展实验和采集与解释数据，能够对复杂工程问题提出研究方案	课程目标 3

3. 课程目标达成途径设计及学时分配

为促成各项教学目标的顺利达成，对理论教学环节、过程训练环节、实践教学环节等达成途径进行具体规定，其中包含理论 60 个学时，课外 90 个学时，实验 4 个学时。

理论教学环节对课程目标 1 支撑的讲授学时 35 个，对课程目标 2 支撑的讲授学时 21 个，对课程目标 3 支撑的讲授学时 4 个。教学环节要求老师紧紧围绕课程目标进行教学设计，以培养学生提出问题、分析问题、解决问题的能力为中心进行课堂教学。该课程有很强的逻辑性、连贯性、灵活多样性及实践性，因此在讲授和学习本课程时应注意以下几点：重视对基本概念和基本理论的讲授和理解；注意加强运算能力和运算技巧的训练；培养学生综合分析问题的能力；树立工程意识，培养学生用所学理论解决工程实际问题的能力。

过程训练环节是课外的 90 个学时，主要包括：复习、作业共 82 个学时，要求学时复习相应的知识，结合理论与工程问题的分析，独立完成作业。为帮助学生掌握课程基本内容，培养分析、运算能力，习题总量不可少于 90 道，即每两节课应至少布置 3~4 道习题。实验前预习、完成实验预习报告、完成实验数据分析及报告共 8 个学时，要求学生每次实验前需要预习，熟悉相关理论知识及仪器的操作方法，完成实验预习报告。

实践教学环节共进行 3 个实验，其中金属材料拉伸实验 1 学时，金属材料压缩实验 1 学时，矩形截面梁弯曲正应力电测 2 学时，通过实验环节，掌握基本实验仪器的操作方法，掌握复杂电测实验的实验原理，能够完成相应的验证，具备对材料成型工程零部件性能进行测试、分析的基础能力。

4. 课程考核评价方式和教学目标达成度评价

4.1. 课程考核评价方式

课程考核内容严格按照该课程的教学大纲考核要求执行。课程考核包括下述形式：期末闭卷考试、

作业考核以及实验成绩三部分。其中期末考试为闭卷形式占 50%，支撑课程目标 2，主要考核学生对基本理论的深入运用和综合分析，它要求对复杂工程问题进行分析简化并建立合理的计算力学模型的能力、对基本理论的综合应用和分析能力等进行考核。作业考核占 40%，安排在课程讲授完基本理论后，考察学生阶段性掌握知识的情况，起督促学生学习的作用，它要求对基本知识、基本概念及分析方法等掌握情况的考核。实验成绩占 10%，主要考核学生实验课的预习以及实验过程、实验数据处理、实验报告撰写的完成质量，由实验指导老师给出该项成绩，它要求对试验标准理解、试验手段和方法的掌握情况、数据处理与分析能力、实验报告撰写等进行考核。

4.2. 课程目标达成度评价方法

本课程考核采用期末考试试卷成绩分析方法、实验评分法与课堂测试评分法相结合的评价方法。

4.2.1. 实验评分

课程实验要求实验前预习实验报告、完成实验观察与测试、完成实验数据整理与分析、完成实验回答。其中预习成绩占 30%，实验及实验数据处理分析占 50%，实验与理论对应的问题回答占 20%。实验分组每组不超过 5 人。实验重点反映学生的工程仪器操作及测试能力、工程力学分析问题、自主学习等能力。最终成绩考核为 3 次实验的平均成绩。此项考核评分标准按满分 10 分计算。

4.2.2. 作业成绩评分

强调独立完成作业的重要性，并能够结合理论与工程问题进行分析。对计算分析能力、独立解决问题的能力、创新能力、自主学习能力等进行考核。此项考核评分标准按满分 40 分计算。

4.3. 课程目标达成度评价方法

结合期末考试试卷成绩分析法、实验评分表、作业评分表，将每个学生指标点的考核成绩分别统计，得到每项课程目标的平均成绩。然后根据表 2 分别计算出各目标的达成度，最后根据每个学生的各项成绩和计算得到的整体达成度绘制出学生的各指标达成度图。

Table 2. Course assessment content and evaluation method for achieving course objectives
表 2. 课程考核内容及课程目标达成度评价方法

课程目标	考核内容	目标值	平均值	指标点达成度
课程目标 1	作业考核	40	A	$\frac{A}{40}$
课程目标 2	期末考试	100	B	$\frac{0.5*B}{0.5*100}$
课程目标 3	实验成绩	10	C	$\frac{C}{10}$

4.4. 课程的持续改进

OBE 的主要理念有三个：以学生为中心，以学习成果为导向，持续改进。课程的持续改进是重要环节，有必要定期做适当的记录，以评估学生取得的能力。这就要求老师做好学生课堂练习及练习等级的记录，及时了解学生课堂吸收情况，对理解不到位的同学，及时质疑。在此基础上可以利用学习通等网络平台，及时获取学生情况，对于平时表现差的同学进行预警和提醒，同时评估的结果会被系统地加入项目持续改进中。

通过对《工程力学》课程的 OBE 改革，学生主动学习的意识显著得到提高。解决工程问题的思路、方法、步骤得到强化。在提高教学质量的同时，我校毕业生也得到了企业广泛认可。

基金项目

本教育部产学合作协同育人项目(220905074213138)，湖北省省级教学改革研究项目(2023409)，湖北汽车工业学院教研项目(Y201905)，湖北省高等学校省级教学改革研究项目(2023405)，湖北汽车工业学院“明德”课程思政重点教研项目(22mdsz03)，湖北汽车工业学院校级教学改革研究项目(创新创业教育专项)(SCJY202208)。

参考文献

- [1] 王科银. 基于 OBE 的《车辆工程认识实习》课程改革与实践[J]. 教育现代化, 2019, 6(69): 44-46.
- [2] 高黄成, 王晓军, 孙晓峰, 陈静. 基于 OBE 理念的机械专业工程力学课程教学改革探索和实践[J]. 造纸装备及材料, 2023, 52(1): 227-229.
- [3] 辛程鹏, 魏艳敏, 刘义磊. “OBE 理念+课程思政”双融入环境下工程力学课程教学改革研究[J]. 现代职业教育, 2022(31): 61-63.
- [4] 粟梅, 张太乐, 熊灿娟, 刘小亮, 高颖. 基于 OBE 的《工程力学》课程考核方式改革[J]. 山东化工, 2020, 49(4): 207-208.
- [5] 崔宇, 王义, 刘蕾. 基于 OBE 理念“工程力学”课程教学设计[J]. 教育教学论坛, 2021(19): 153-156.
- [6] 李巧珍, 王晶, 唐友福, 陈桂娟, 罗敏, 张晓光. 基于 OBE 教育理念的工程力学课程教学创新探索[J]. 高教学刊, 2023, 9(S1): 118-121.
- [7] 蔡晓娜. 基于 OBE 理念的工程力学在线开放课程教学改革与实践[J]. 教育信息化论坛, 2023(10): 24-26.
- [8] 李炎森, 马洪鑫. 基于 OBE 理念的“工程力学实验”课程教学改革研究[J]. 教育教学论坛, 2023(33): 81-84.