

面向实际应用的工程力学教学改革

任艳荣, 石萍, 王晓虹

北京建筑大学理学院, 北京

收稿日期: 2023年8月3日; 录用日期: 2023年9月4日; 发布日期: 2023年9月12日

摘要

工程力学课程是一门重要的基础课, 是学习后续专业课程的基础。本文以新工科人才培养模式为指导, 结合三全育人目标, 以工程力学SPOC为基础, 重塑课程内容, 以学生为本, 提升课程互动性和学生参与度, 从而提升工程力学的教学质量。

关键词

工程力学, 教学改革, 线上线下混合教学, 创新能力

Teaching Reform of Engineering Mechanics for Practical Application

Yanrong Ren, Ping Shi, Xiaohong Wang

School of Science, Beijing University of Civil Engineering and Architecture, Beijing

Received: Aug. 3rd, 2023; accepted: Sep. 4th, 2023; published: Sep. 12th, 2023

Abstract

The course of Engineering Mechanics is an important basic course, which is the basis for learning subsequent professional courses. This article is guided by the new engineering talent training model, combining the Three Comprehensive Education Goals, based on the Engineering Mechanics SPOC, remodeling course content, based on students, and in order to improve the interaction of courses and student participation and the teaching quality of engineering mechanics.

Keywords

Engineering Mechanics, Teaching Reform, Blended Online and Offline Teaching, Creative Ability

Copyright © 2023 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

工程力学课程是经管、环能、交通专业进入大学以来首先接触到的第一门力学课，是学习后续专业课程的基础，承担着将基础科学理论知识向工程应用转变的任务，内容经典、理论性强，内容来源于自然现象，又应用于工程实际，具有普适性。本课程的目的就是要培养学生一种全新的(初等教育中几乎没有的)思维和表达方式，帮助学生准确理解力学的基本概念，掌握一定的用力学解决工程实际问题的方法。通过学习该课程，可以参加与本专业相关且用力学知识解决的竞赛，从而提高学生学以致用能力。

由于工程力学课程力学概念比较抽象，且不易理解，而传统的讲授方法则侧重于概念的引入和公式的推导，以及解题方法和技巧的讲解，学生理解难度比较大。在此背景下，教师需精心设计和重塑课程教学内容，采用各种各样、灵活多变的教学方式和手段，结合学生感兴趣的实际工程实例，穿插现代科技理念，融入思政元素，将学生的注意力吸引到课堂，提高教学效果和教学质量。

2. 信息技术与教学融合，提升学生自主学习能力

工程力学课程理论性比较强，学时数在缩减，传统的课堂教学模式以黑板和多媒体课件为介质导致学生理解本门课程的难度增大。

基于“FD-QM”高等教育混合在线课程质量标准 and 重塑课程内容的要求[1]，在“泛雅”网络教学平台内建设的工程力学(B)课程，见图1，包含：课程简介、教学大纲、课程团队、教学条件、教学方法、总体学习目标、教学日历、平时成绩的评定规则、本课程目的和学习进程安排、教师答疑及反馈、拓展资源等。课程的教学结构按照课程的章节内容划分出了结构单元，结构清晰。在每个教学单元下有单元教学目标、教学重点和难点、预习任务单、预习测验、教学课件、慕课视频、讨论题、章节测验等，有些章节还提供课程思政内容和学生的优秀思维导图展，并提供和力学相关的文章，供学生参考和拓展思维。

工程力学 (B)

主讲教师: 任艳荣
教师团队: 共 1 位

编辑本页 设置

学校: 北京建筑大学
开课院系: 理学院

课程章节

1

工程力学教材电子版

- 1.1 工程力学教材电子版
- 1.2 课程学习目标
- 1.3 课前预习任务单

2

第一篇 静力学

- 2.1 静力学学习目标
- 2.2 第二章 静力学公理和物体的受力分析
- 2.3 第二章 PPT课件
- 2.4 力的基本概念视频
- 2.5 预习测
- 2.6 静力学公理视频
- 2.7 课前预习任务单
- 2.8 约束和约束反力视频



Figure 1. Course block diagram
图 1. 课程框图

依托泛雅网络教学平台的优势,可以方便学生自主学习,随时随地借助于学习通进行答疑和讨论,不受时间和空间的限制,增强了师生互动和生生互动,极大地促进了学生利用教学平台学习的自主性,从而取得更好的教学效果。

3. 改革教学模式, 凸显以学生为本的教育理念

3.1. 概述

基于自建慕课 + SPOC + 师讲生听 + 翻转课堂开展线上线下混合式教学[2],多种形式的教学手段,多元化的考核模式,提高课堂的互动性和学生的参与度。教学过程分课前导学、课中讲学、课后促学三个教学步骤,即问题驱动式引入、探究式推进、参与式巩固,充分体现以“学生为中心,以学生为本”的教育理念,见图 2。

课前导学:利用 SPOC 布置线上学习任务、通过观看慕课视频、PPT 课件和其他教学资源进行预习测。任课教师会在学习通中提前发放预习任务单,任务单按照以下格式进行设计:上课内容、上课要求、重点难点、上课目标和思考问题等。根据课前预习任务单,要求同学提前进行自学,并通过预习测检测预习情况,题型为客观题,主要针对工程力学中的一些概念、定理,若测试成绩未达到规定分数,学生需得重新学习知识点,直到测试通过为止。出错较多的题目及时找老师答疑,从而实现学习者和学习内容的互动。

课中讲学:课堂上师讲生听,在学生自学的基础上,精讲精练。对于重点、难点进行详细讲解,强化易错易混淆知识点,总结主要知识点,并给出大量典型例题,同时穿插工程案例,将课程思政融于理论教学,引导学生进行深度思维。

课后促学：利用 SPOC 中的章节检测、课后讨论、思考题、绘制章节思维导图、小组大作业等多种形式进行巩固学习，实现生生互动，从而帮助学生查漏补缺，了解学生存在的主要问题，帮助学生有的放矢地解决问题。

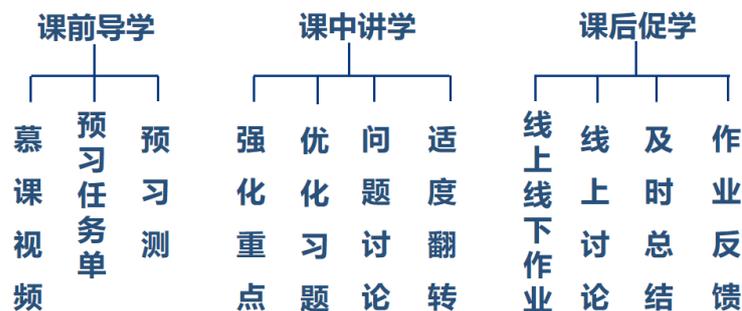


Figure 2. Teaching mode
图 2. 教学模式

3.2. 课程实例

3.2.1. 准备工作

授课老师提前一星期分好研讨小组，每班一组，同学选出组长，并将研讨课题布置给小组组长，组长负责安排组员工作。组长带领组员阅读电子课件，观看相关视频，掌握相关知识、理论和解题方法。组内分工，明确各自任务，最后制作汇报文件。

3.2.2. 实施过程

- 1) 老师简要介绍本次研讨主题——用微分关系画出梁的剪力图和弯矩图；主题涉及到的基本知识——剪力图和弯矩图的分段原则以及画图技巧；
- 2) 主讲上台发言，见图 3，组内其他成员进行补充；
- 3) 讨论交流：针对发言情况，可以提出不同看法或者解法，报告人进行回答或解释；
- 4) 总结：老师进行总结点评发言情况，积累经验，给出建议，以便指导下次活动。总结本次讨论的要点——如何熟练绘制梁的剪力图和弯矩图。

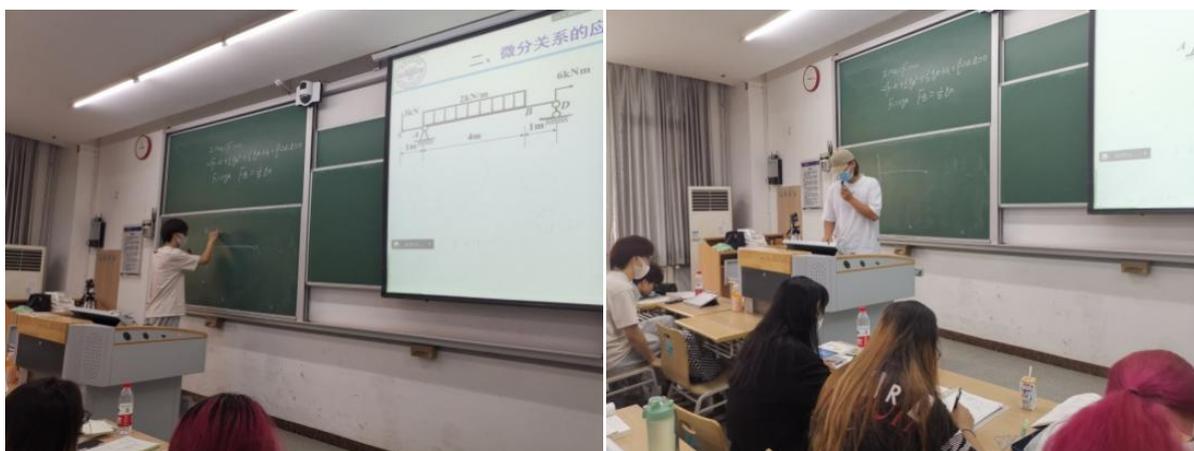


Figure 3. Student speaker
图 3. 学生主讲

3.2.3. 评价过程

- 1) 知识点的熟练程度：剪力图和弯矩图是否正确？
- 2) 前后知识的逻辑关系；
- 3) 思路是否清晰，用词是否准确；
- 4) 书写是否规范；
- 5) 剪力图和弯矩图的图形规律？

3.2.4. 教学效果

通过本次研讨，希望大家能够熟练绘制梁的剪力图和弯矩图。弯曲变形是材料力学的核心内容，梁的剪力图和弯矩图是校核梁强度的前提和基础，同时也是后续内容——组合变形以及后续专业课程结构力学所用到的知识。主讲同学思路清晰，重点突出，难点讲解到位，剪力图和弯矩图画得非常工整，正可谓台上一分钟，台下十年功，台下同学认真听讲。

3.2.5. 教学反思

梁的剪力图和弯矩图是材料力学的重点、难点、考点，而且也是校核梁强度的前提。教师提前布置两道非常具有代表性的计算题，融合了本章的主要知识点。通过研讨，提高同学们全方位思考问题的方法，主讲者在讲述过程中，要学会分解难点，强化重点，透彻分析所学知识点，让同学们意识到“学习非一朝一夕”的道理，须在课下多下功夫，分析问题才能得心应手。

4. 运用多元化的教学方法和手段，提升学生参与度

由于工程力学课程力学概念比较抽象，学生不易理解。在教学过程中要重构教学内容，即强化概念，细化定理，深化过程，优化习题。对教学方案要进行规划，构建线下教学(主课堂) + 多维的育人空间，见图4，设计一定的学习情境，精心设疑，做到精讲精练。

授课过程中，采用问题导入式，以便增强知识的逻辑性；融入工程案例，理解理论内容的真正含义与应用；教具辅助教学，增加教学中的可视性，拓展学生视野；内容及时复盘，帮助学生加强记忆。运用启发式教学、案例教学和任务引领教学等多种教学方法，讲练结合，激发学生的学习兴趣。



Figure 4. Teaching method
图4. 教学方法

5. 以学生为本，考核方法多元化，改进成绩评定模式

新工科建设的一个重要内容就是要完善个性化的人才培养质量评价体系。改进传统的一次或两次考试定结果的成绩评定模式，突出过程评价的目的是从单纯对知识的关注转变到对情感、态度、价值观和能力的关注上来，体现以学生为本的现代教学理念，见图5。

学习工程力学的目的是让学生可以利用学过的知识解决一些工程实际问题，加强过程性考核，可以增强学生的学习能力。通过教学活动参与度、知识的归纳总结、主题讨论等多方面的教学活动，可以让学生对所学知识有清晰的脉络，具有总结概括和逻辑思维能力，培养学生勤于思考、敢于质疑、查阅文献等能力，从而实现多维度、多元素的综合评价。



Figure 5. Composition of regular grades
图 5. 平时成绩构成

6. 课程思政元素融于课堂

高校的根本任务是育人，育于民族、国家、社会、人民有益之人。这就要求高校要从时代担当、历史负责的高度，深刻认识和把握立德树人的内涵，把德育作为学校育人的“第一要务” [3]。

授课时，结合课程内容，适时地插入科学家简史，介绍科学家自强不息、坚持不懈的科学精神，如讲到压杆稳定时，介绍瑞士著名的数学家和力学家——欧拉的生平，激发同学们具有严谨的工匠精神、科学家的钻研精神以及不畏困难的精神，唤起学生对科学大家的敬仰之心、对科学的热爱之心、对所学知识的向往之心；介绍我国历史上和近现代的伟大建筑时，以中国古代建筑结构图作为工程应用背景，展示我国古代建筑设计的精妙，说明我国古代文明、科技的前瞻性；通过古代和现代建筑结构的对比，说明科技改变人们生活，引导学生增强文化自信，勇于探索，从而培养学生的民族自豪感，增进其专业热情；合适的工程案例、以及适当的工程反思，培养学生踏实严谨、精益求精的工匠精神，心怀人类进步、乐于奉献的家国情怀；引入日常生活实例，介绍这些实例所蕴含的力学概念，让同学们体会到“处处留心皆学问”的道理，讲如何提到梁的强度措施时，引入古代寓言中的“七根筷子”来体现团结的力量。那么团结的力量有多大？可以从力学的角度进行分析。因此，对团体而言，要想做好一件事情，必须同心同德，齐心协力，这样的团体才会有无敌的力量，激发同学们具有团队精神意识；古诗、古句激励学生，引古论今，体现中国文化之精深，激发民族自信心和自豪感。

通过引入力学故事、力学文化，润物无声地将课程思政融入教学中，培养学生的方法观和认识观，提升学生的工程伦理意识，做一个有责任和担当的有志青年。

7. 结论

通过改革教学方法与课堂教学模式和成绩的评定方法，充分利用线上线下混合教学模式的优势，凸显以学生为本的教学理念，提升学生的自主学习能力、实践能力和创新能力，为培养高层次工程技术人才打下坚实的力学基础。

基金项目

北京建筑大学教育科学研究项目(Y2231)。

参考文献

- [1] 复旦大学教师教学发展中心. FD-QM 高等教育混合在线课程质量标准及注释(第二版) [M]. 上海: 复旦大学出版社, 2021.
- [2] 杨菊, 庄英. 翻转课堂模式在工程力学教学中的应用[J]. 新课程研究(中旬-双), 2015(12): 96-98.
- [3] 习近平: 坚持中国特色社会主义教育发展道路 培养德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人[EB/OL]. 新华网. <http://cpc.people.com.cn/n1/2018/0910/c64094-30284598.html>, 2018-09-10.