

工程教育认证背景下“土木工程材料实验” 教学改革探索与实践

曾昊

绍兴文理学院土木工程学院, 浙江 绍兴

收稿日期: 2024年8月21日; 录用日期: 2024年10月9日; 发布日期: 2024年10月22日

摘要

随着我国正式加入华盛顿协议, 工程教育认证工作开始在全国推行。基于工程教育专业认证重新规划了土木工程材料实验的课程目标; 并以课程目标为导向开展教学改革, 从三个方面进行改革, 分别是课程融入思政元素, 科学设计教学环节和构建多方位评价方法; 最终通过计算课程目标达成度, 评价分析实验教学的改革成效。结果表明, 3个课程目标达成度均超过期望值, 问卷结果表明, 超过50%的学生认可改革后的教学模式。另外, 通过教学反思, 给出了课程下一步的改革设想。

关键词

工程教育认证, 土木工程材料实验, 课程思政, 混合式教学, 课程目标达成度

Exploration and Practice of Teaching Reform on “Civil Engineering Material Experiment” under Engineering Education Certification

Hao Zeng

School of Civil Engineering, Shaoxing University, Shaoxing Zhejiang

Received: Aug. 21st, 2024; accepted: Oct. 9th, 2024; published: Oct. 22nd, 2024

Abstract

With our country formally joined the Washington Agreement, the engineering education certification

work began to be carried out in the whole country. Based on the engineering education certification, the course objective of civil engineering material experiment is re-planned. The teaching reform is carried out from three aspects, which are integrating ideological and political elements into the curriculum, scientifically designing teaching process and constructing multiple evaluation methods. Finally, by calculating the degree of achievement of curriculum objectives, the reform effect of experimental teaching is evaluated and analyzed. The results showed that the achievement of the three curriculum objectives exceeded the expectation, and the reformed teaching mode was recognized by more than 50% of students according to the survey. In addition, through teaching reflection, the next step of curriculum reform is proposed.

Keywords

Engineering Education Certification, Civil Engineering Material Experiment, Curriculum Ideological and Political, Blended Teaching, Degree of Achievement of Curriculum Objectives

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

随着 2016 年我国正式加入华盛顿协议, 工程教育认证工作开始在全国推行。工程教育认证是实现工程教育国际互认和工程师资格国际互认的重要基础, 强调了“学生中心、结果导向、持续改进”的教育理念[1]。在最新的《工程教育认证通用标准解读及使用指南(2022 版)》中进一步提出了立德树人的有关要求, 要求将教学内容与课程思政有机结合, 实现全员全程全方位育人[2]。目前我校土木工程专业正在开展工程教育认证工作, 作为工科专业, 须以培养实践能力和工程素质为重点, 而土木工程材料实验作为支撑土木工程专业的基础实践课程, 在培养土木工程专业人才中的作用日益凸显[3]。

近年来, 许多研究者开展了基于工程教育认证对实验教学进行改革的研究。有基于“产出导向”通过增设工程背景的综合设计性实验和基于科研和竞赛的探索研究性实验开展教学改革的[4]; 有将产教融合项目融入实验教学, 提高学生解决复杂问题的能力[5]; 也有构建自主研发的实验教学系统多维度评价学生实验表现的[6]。但这些研究较少涉及课程思政方面, 基本是对实验内容的改革。而关于“土木工程材料实验”这门课的教学改革也主要集中于将科研项目融入实验教学[7]-[9], 线上线下混合式教学也仅限于线上直播或者线上实验视频资源[10] [11], 其他线上资源较少涉及。

因此, 本文将基于工程教育认证中的毕业要求指标点设计课程目标, 并以课程目标为导向, 从思政与课程融合, 科学设计教学环节以及构建多方位评价方法开展教学改革, 最终通过课程目标达成评价分析教学改革效果。

2. 基于工程认证的课程目标设计

土木工程材料实验是土木工程专业开设的一门关于常见土木工程材料如水泥、砂、石子以及混凝土、砂浆等性能检测方面的实验课。土木工程材料实验作为支撑土木工程专业的基础课程, 确定的课程目标必须有力支撑专业毕业要求。根据土木工程专业培养方案中列出的 12 条毕业要求, 每条毕业要求又分解成若干指标点, 而土木工程材料实验这门课程对应的毕业要求指标点有 3 个, 分别为工程知识、研究以及个人和团队, 分解指标点分别为 1-1、4-2、9-2, 为支撑毕业要求指标点, 设置了 3 个课程目标, 如表

1 所示。

Table 1. The course objectives and corresponding graduation requirements of civil engineering material experiment
表 1. 土木工程材料实验的课程目标及其对应的毕业要求

| 毕业要求 | 毕业要求指标点 | 课程目标 |
|----------|--|---|
| 1. 工程知识 | 指标点 1-1 具备数学、自然科学、工程基础知识，并将其用于土木工程问题的描述。 | 1. 掌握土木工程材料主要性能指标，对土木工程材料品质做出判断，根据工程要求，选用合格的土木工程材料。 |
| 4. 研究 | 指标点 4-2 能够基于科学原理，设计和开展土木工程专业性实验，对所采集数据进行分析 and 解释，通过信息综合得到合理有效的结论。 | 2. 能够运用土木工程材料知识开展实验，正确操作实验设备，并对测试数据进行分析 and 评定 |
| 9. 个人和团队 | 指标点 9-2 能够在多学科背景下的团队中独立或合作开展工作。 | 3. 能在小组中配合组长分工或者担任组长组织组员共同完成实验 |

3. 以课程目标为依据的教学改革

为了达到课程目标，围绕学生知识、能力和素质三方面的综合培养，将从以下三个方面对课程进行改革。

3.1. 思政与课程融合，构建三位一体思政案例库

从课程内容中充分挖掘思政素材，构建了国家宏观、社会微观、个人微观三位一体的思政案例库。通过多样化的教学方法并结合信息化技术手段开展思政教育，以“润物细无声”的方式完成知识传授、能力培养与价值引领的有机统一[12]。

国家宏观层面，主要通过《大国建造》和《超级工程》等纪录片，向学生介绍近几年我们国家的一些重大工程(港珠澳大桥、川藏铁路等)在面临海洋侵蚀、高温和极寒等复杂环境的挑战时，对所使用的工程材料性能提出了更高的要求，使得我国在先进工程材料的开发和应用领域发展迅速，比如超高性能混凝土和高延性纤维增强水泥基复合材料 ECC 等，增强学生的民族自豪感和自信心。另外，为了让学生对未来土木行业发展有信心，引入前沿技术 3D 打印混凝土在我们国家的快速发展的案例，比如深圳宝安 3D 打印混凝土公园，早在 2021 年 9 月就实现了世界最大规模 3D 打印城市公园的建设尝试。这部分内容主要在第一节绪论课开展，引发学生对课程的期待和兴趣，激发学生专业自信，适应时代发展，学“新工科”做“新土木人”。

社会微观层面，2019 年绍兴被国务院确定为全国 11 个“无废城市”建设试点城市之一，也是浙江省唯一一个试点城市。介绍绍兴“无废城市”建设的两个项目。一个是绍兴龙山书院培训中心项目——也是全国首批三个“中瑞零碳建筑合作项目示范工程”之一，实现了再生砂石对天然砂石的 100% 取代。另一个是绍兴绿云路智慧快速路，在建设过程中使用了再生沥青取代传统设计。这些项目都使用了再生材料，培养了学生的绿色可持续发展观和社会责任感。另外，通过介绍国际前沿研究——新型低碳水泥 LC3，引导学生关注我们国家提出的 2030 年“碳达峰”与 2060 年“碳中和”目标[13]。而水泥行业是 CO₂ 排放“大户”，其产生的 CO₂ 排放约占全球 CO₂ 排放总量的 8.3% [14]，推动水泥工业实现深度减能减排助力“双碳”目标实现，是我们的专业使命。

个人微观层面，从“我要学什么 - 我是为了未来而学 - 我能发生什么变化”，将开展的以自主学习为主的教学方式与学生的发展联系起来。让学生明白，通过课前自主学习基础知识，从而提高自主学习能力；课中开展同伴教学和分组教学，促进知识的内化以及提高团队合作能力；课后组织学生参加学科

竞赛，运用理论知识解决实际问题，达到学以致用。

3.2. 科学设计教学环节，课前、课中、课后三环节进阶式教学

在教育数字化转型的大环境之下，借助先进的信息技术，学生可自由探索云端的课程资源库。智能教学平台打破了传统教学的束缚，实现了师生间即时的互动与反馈。虚拟教学环境的构建，让那些难以在现实中实践的知识和技能得以生动展现。教育数字化转型正以其强大的力量重塑着教育的形态，引领着未来教育的方向[15]。因此本课程依托数字化线上学习平台，从知识传授 - 知识内化 - 实践强化三个维度，课前 - 课中 - 课后三环节进阶式进行教学，构建了以学生自主学习为主、教师引导为辅的“三维三阶”线上线下混合式教学，并在该过程中全程使用同伴教学法。

课前：教师将提前录制的视频以及教学课件上传线上学习平台，同时，在平台上发布课前学习任务清单，学生根据清单里的要求利用线上平台中的课程资源进行自主学习并完成预习测验和小组讨论记录表。

小组讨论记录表由组长完成并上传线上平台，组长采取“轮流制”，由组员轮流担任。讨论的内容包括组长按照课前学习任务清单检查每个组员的预习情况、组员互相解答预习过程中的问题、预习测试中的错题以及上一次实验报告中的问题。整个过程如图 1 所示。以这种方式激励学生彼此学习、相互借鉴，充分凸显学生的主体地位。让学生不再是单纯的学习者，更是其他同学的“老师”，从而改变学生被动学习者的状态，增强了学生之间的互动[16]。教师端可以借助“学习通”后台掌握学生的预习进度及存在的问题或难点，筛选出线下教学需要重点讲授的内容。

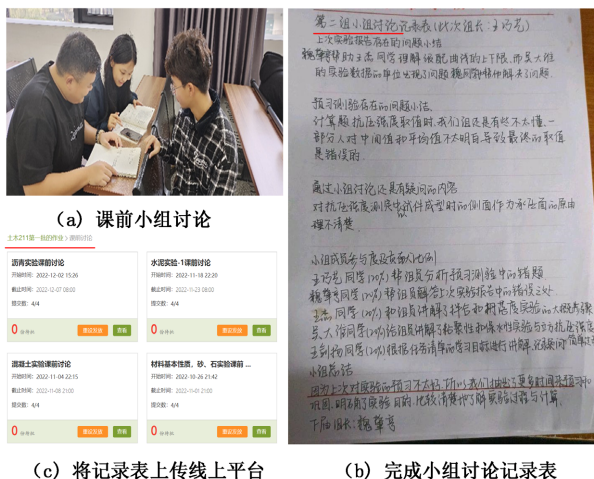


Figure 1. The process of group discussion before class
图 1. 课前小组讨论的过程

课中：先是每个小组汇报预习情况。之后，教师根据每组提交的讨论记录表里的内容，有针对性的进行抽查，考查的是学生对预习过程中实验目的、实验原理和实验过程的理解。接着教师根据学生预习中反映出的问题进行重点讲解。之后学生开始分组实验。实验过程中，鼓励学生开展同伴教学，就是当学生遇到问题，先让其他组员进行辅导，刚学会的同学也可以选择去指导其他同学，形成一个“学”与“教”的良性循环，提高了学生课程的参与度。

课后：实验结束后，学生需要将原始数据记录表以及实验过程总结照片或者视频上传线上平台。同时完成实验报告，通过这个过程，学生又一次巩固了实验内容。除了课程内容之外，还鼓励学生积极参

与课程相关的竞赛和科研项目。

3.3. 构建多方位评价方法，多维度评价学生学习效果

围绕课程目标设计，将评价内容细分成实验预习、实验表现、实验操作和实验成果4个方面，每个方面都有评价细则和评价方式，并与课程目标一一对应，评价内容与课程目标的对应关系如表2所示。由于课程目标1考查的是学生对土木工程材料基本性能指标测试方法的了解，偏记忆和认知，学生通过自行观看学习通上的微课和设备操作视频就能够掌握，因此课前设置预习测验题检验学生的预习情况。而课程目标2侧重于应用和分析，属于相对高阶的目标，有一定的难度，因此与课程目标2对应的，除了设置实验操作外还设置了实验报告用于巩固。课程目标3考查的是学生的团队合作能力，所以在实验表现这个方面设置了让组长组织组员开展小组讨论以及小组汇报的方式，使目标达成。

Table 2. The corresponding relationship between evaluation content and curriculum objectives

表 2. 评价内容与课程目标的对应关系

| 评价内容 | 评价细则 | 评价方式 | 课程目标 |
|------|---|----------------------------------|------|
| 实验预习 | 主要考查学生对土木工程材料基本性能指标测试方法的了解 | 预习测验 | 1 |
| 实验表现 | 主要考查学生团队协作情况 | 小组讨论记录表 小组汇报 | 3 |
| 实验操作 | 主要考查学生规范操作仪器，描述实验现象和规范记录实验数据情况 | 拍摄实验现象加实验描述并上传学习通进行打分 原始数据记录表 | 2 |
| 实验成果 | 主要考查学生对所获得的数据运用各种科学用语、表格、线图等形式进行处理并对结论的可靠性进行评价和分析情况 | 实验报告 | 2和3 |
| | 主要考查学生的自我总结能力 | 实验反思 | |

4. 课程目标达成评价分析及持续改进

4.1. 课程目标达成分析

课程目标是否达成需要通过计算课程目标达成度进行判断。因此，课程结束后，进行了3个课程目标达成度的计算，结果如下图2所示。土木工程材料实验课程目标达成度期望值设定为0.6，从图2可以看出，3个课程目标达成度都在0.8以上。课程目标1的达成度值最高，这表明学生通过课前自主学习对于知识性的内容能较好地掌握。相比之下，课程目标2达成度低于另外两个目标，反映出学生对解决复杂问题的能力还有待提高。达成度值较低的主要原因是实验报告中关于混凝土强度设计计算等复杂问题上的得分率较低。

此外，课程结束之后对所教授的班级开展了问卷调查，结果如表3。由表3可知，超过半数的学生认为改革后的教学方式对于学习很有帮助，这表明学生对该教学模式的认可，尤其是小组讨论、预习测验和上传实验照片这几项，学生在实验报告的心得体会部分也提到这些对他们帮助很大，如图3所示。

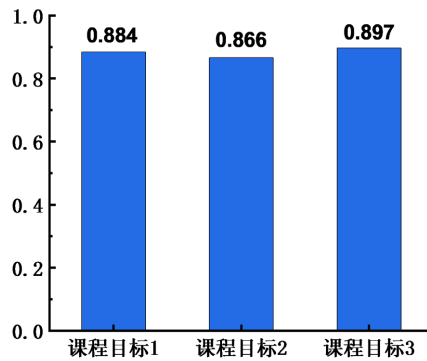


Figure 2. Three achievement degree of the course objective
图 2. 3 个课程目标达成度值

Table 3. The result of questionnaires
表 3. 问卷调查结果

| 问卷题目 | 很有帮助 (%) | 有帮助 (%) | 一般 (%) | 没有 (%) |
|-----------------------------------|----------|---------|--------|--------|
| 课程思政教学内容对于专业认同感有帮助吗? | 77 | 16 | 5 | 2 |
| 线上平台上教师设置的实验操作视频、PPT 等内容对你学习有帮助吗? | 76 | 18 | 6 | 0 |
| 线上平台设置的预习测验对你学习有帮助吗? | 81 | 12 | 7 | 0 |
| 课前组长组织小组讨论的学习方式对你有帮助吗? | 74 | 21 | 4 | 0 |
| 课堂上同伴之间互相教学的方式对你学习有帮助吗? | 71 | 15 | 11 | 3 |
| 课后整理上传实验照片或者视频的方式对你巩固所学知识有帮助吗? | 84 | 11 | 5 | 0 |

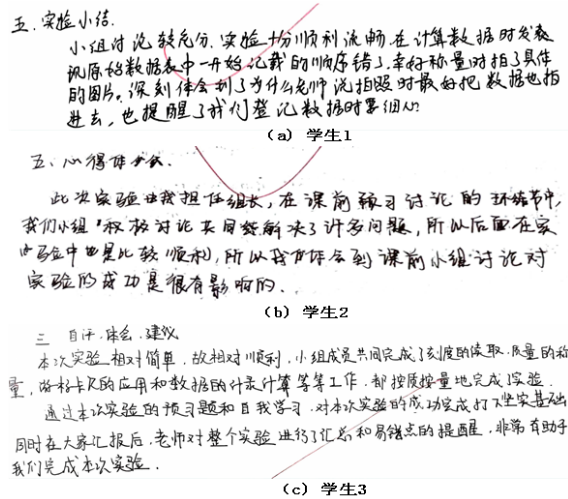


Figure 3. Student learning experience
图 3. 学生学习心得

4.2. 教学反思

本文基于工程教育专业认证进行的改革, 让所有的教学活动都围绕课程目标的达成开展, 对于提高

教学质量有显著效果。根据工程认证的毕业要求指标点 - 提炼设计课程目标 - 依据课程目标重构课程教学 - 通过课程目标达成度评价教学改革成效。这种改革思路对于其他课程也具有参考意义,具有一定的推广和借鉴价值。

但在改革的过程中也发现了一些问题,比如学生自主学习能力有待提高。由于学生在进入大学之前一直是以被动学习者的身份进行学习,而本次教学改革设置了较多的自主学习任务,需要学生在开始上课前花一部分时间进行自主学习。有些学生可能一下适应不了这种转变,导致没有很好的完成自主学习的任务。因此,下一轮教学计划选用一些新的方法,比如模拟游戏里的积分制,每完成一项自主学习任务奖励积分,每次课更新排行榜,激励学生自主学习,让学生体验到学习的乐趣。

基金项目

浙江省高等教育学会高等教育研究课题“‘理念贯通,多元融合’教学模式在土木工程材料实验教学中的探索与实践研究”(KT2024103);教育部产学研合作协同育人项目“工程教育认证背景下基于建筑智能鉴定加固系统的实践课程建设”(230904699180751)。

参考文献

- [1] 刘声涛,刘旭,刘清清,等. 学生视角下工程教育认证成效的实证研究——基于 A 校 SERU 调查数据[J]. 大学教育科学, 2023(3): 73-83.
- [2] 中国工程教育专业认证协会. 关于印发《工程教育认证通用标准解读及使用指南(2022 版)》的通告[EB/OL]. <https://www.cecaa.org.cn/gcjyzyrzh/xwdt/tzgg56/631560/index.html>, 2022-11-08.
- [3] 崔圣爱,符飞,陈振,等. 土木工程材料课程科研反哺教学研究——以川藏铁路高地温喷射混凝土创新性实验研究为例[J]. 实验室研究与探索, 2021, 40(9): 193-197.
- [4] 周国泉,徐一清,樊艳,等. 面向工程教育专业认证的“三性四度”大学物理实验教学探索与实践[J]. 实验技术与管理, 2023, 40(11): 225-231.
- [5] 李艳凯,战艳虎,滕谋勇,等. 工程教育认证背景下《高分子材料与工程综合实验》依托产品标准的整合优化探究[J]. 高分子通报, 2024, 37(5): 701-706.
- [6] 刘银萍,宋亚男,曾思明,等. 工程专业认证背景下的电工电子实验教学改革[J]. 实验室研究与探索, 2022, 41(10): 221-225.
- [7] 王圣程,禄利刚,张朕,等. 基于科研资源的土木工程材料实验教学拓展探索[J]. 实验技术与管理, 2018, 35(4): 199-202.
- [8] 李福海,靳贺松,王江山,等. 土木工程材料课程实验创新探讨——以纤维水泥基材料抗拉综合性试验为例[J]. 实验室研究与探索, 2020, 39(1): 185-190.
- [9] 李福海,何肖云峰,李瑞,等. 建筑材料实验教学三位一体模式探索[J]. 实验室研究与探索, 2020, 39(3): 155-159+189.
- [10] 段海娟,王英. 基于 ADDIE 模式的土木工程材料实验课混合式教学探索[J]. 实验室研究与探索, 2021, 40(8): 159-162.
- [11] 彭宇,钱匡亮,余世策. 新冠疫情下建筑材料实验课程线上线下混合教学模式实践[J]. 实验室研究与探索, 2021, 40(12): 232-236+257.
- [12] 朱玉平,张学军,高翔,等. 工程实践创新能力融合培养研究[J]. 实验科学与技术, 2022, 20(3): 44-48.
- [13] 王波,陈家任,廖方伟,等. 智能建造背景下建筑业绿色低碳转型的路径与政策[J]. 科技导报, 2023, 41(5): 60-68.
- [14] 白玫. 中国水泥工业碳达峰、碳中和实现路径研究[J]. 价格理论与实践, 2021(4): 4-11+53.
- [15] 陈浪城,杨月榕,林烈青,等. 教育数字化转型背景下新工科实验竞赛实施路径[J]. 实验室研究与探索, 2023, 42(10): 174-180+195.
- [16] 梁大龙,赵龙文,杜太利,等. 融合对分课堂与同伴教学的大四实践课教学新模式[J]. 实验室研究与探索, 2022, 41(2): 193-197+223.