

新工科教育和双碳背景下土木工程材料课程的教学思考

易超凡, 李静*

广西大学土木建筑工程学院, 广西南宁

摘要: 本文针对新工科教育与双碳战略大背景下, 土木工程材料课程教学所面临的诸多挑战进行了深入探讨。在此基础上, 思考并提出了一系列针对性的教学改革措施及展望。目前, 土木工程材料课程的教学模式“重理论, 轻实践”, 忽视了对学生知识应用技能的培养; 同时课程内容更新的滞后性, 导致难以把握住新工科教育和双碳背景下的学科前沿动态, 亦不符合时代进步的要求。针对上述问题, 本文建议阶段性革新教学内容, 融入新工科及双碳战略的相关理念, 扩充教学方法和手段, 致力于培育多元化能力的人才, 并推行多维度的教学评估和考核模式。通过以上教学改革措施, 期望推进土木工程材料课程的课程改革, 进而为培养新时代背景下具有扎实理论基础、良好实践能力、蓬勃创新精神的多元复合型人才奠定专业基础。

关键词: 新工科; 双碳战略; 土木工程材料; 教学改革; 复合型人才

Thinking on the Teaching of Civil Engineering Materials under the Background of New Engineering Education and Dual-Carbon Strategy

Chaofan Yi, Jing Li*

College of Civil Engineering and Architecture, Guangxi University, Nanning, Guangxi

Abstract: The challenges of civil engineering materials teaching were deeply discussed in this paper under the background of new engineering education and dual-carbon strategy. On this basis, a series of targeted teaching reform measures and prospects were proposed. At present, the teaching mode of civil engineering materials course emphasizes theory and ignores the training of students' knowledge application skills. At the same time, the lag of updating the course content makes it difficult to grasp the frontier dynamics of the new engineering education and the dual-carbon strategy, which does not meet the requirements of the progress of The Times. In view of the above problems, this paper proposed to innovate the teaching content in stages, integrate the related concepts of new engineering and dual-carbon strategy, expand the teaching methods and means, devote to cultivating talents with diversified abilities, and implement a multi-dimensional teaching evaluation and assessment model. Through the above teaching reform measures, it is expected to promote the curriculum reform of civil engineering materials courses, and then lay a professional foundation for cultivating multi-compound talents with solid theoretical foundation, good practical ability and vigorous innovation spirit under the background of the new era.

Keywords: New Engineering; Dual Carbon Strategy; Civil Engineering Materials; Teaching Reform; Compound Talents

1 引言

在建设中国特色社会主义的宏伟目标驱动下，在“新基建”和“建设教育强国”的双重背景下，国家及社会各界对我国人才培养提出了新的要求。为实现教育改革与产业发展的紧密结合，培育出符合国家重大发展战略和重大工程需求，具有创造性思维、解决实际工程问题能力、有望引领未来产业发展的卓越工程科技人才[1-3]，本文以土木工程材料课程作为切入点，展开了对教学改革的思考和展望。在传统的课程教学中，为师者往往侧重于理论知识的传授，却对实践教学的重视不足，阻碍了理论知识与实际工程的有效融合，不利于培育符合行业需求的具备创新精神和应用能力的复合型人才。因此土木工程材料课程的教学改革势在必行。2017年2月以来，教育部积极推进新工科建设，期望以互联网和工业智能为核心，以智能制造、云计算、人工智能、机器人等新兴技术和产物为驱动力，用于传统工科专业的升级改造。同时，结合以“碳达峰”与“碳中和”为目标的双碳背景，为土木工程材料等工科课程的教学改革提供了新的契机。“新工科”教育理念强调教学过程中要“以应对变化、塑造未来为建设理念，以继承与创新、交叉与融合、协调与共享为主要途径”，强调教学与实践并重，以此培养出面向未来、多元化和创新型卓越工程人才[4,5]。新工科既是新的人才培养理念，也是改造升级传统工科和发展新兴工科的专业建设策略[6]。双碳战略的提出，也让土木工程行业焕发新春，带动全行业全面响应。例如，中国工程院院士岳清瑞在深圳院士讲坛作题为《“双碳”背景下土木工程材料发展的思考》的报告，他指出土木工程材料生产环节所引起的碳排放已达总碳排放量的四分之一以上，我国土木工程材料领域碳减排任务艰巨且势在必行[7]。在此“新工科”和“双碳战略”的背景下，有必要结合当前形势和学术前沿，对土木工程材料课程进行教学探索，从而培养出符合时代和行业发展需求的人才。

2 土木工程材料课程特点

土木工程材料课程是土木工程专业的核心课程之一。课程的主要目的是让学生了解并掌握土木工程材料的原材料及生产工艺，熟悉其组成成分，掌握其性质和应用的基本知识；理解土木工程材料性质与其组成、结构、构造之间的关系，熟悉改善其性能的途径，并掌握常用土木工程材料的试验、检

测方法，为后续的专业课程学习以及从事土木行业相关工作打下理论基础。该课程教学主要分为理论教学和实验教学两部分。理论教学通常设置 28 个学时，内容涉及土木工程材料的基本性质、建筑钢材、无机胶凝材料、普通混凝土及砂浆、砌筑材料、沥青及沥青混合料、建筑塑料等。教授内容偏向于理论，且具备“内容辐射面广”、“知识点独立性强”、“学科交叉度高”等特点；此外，在新时代“新工科”和“双碳战略”的背景下，新材料和新技术的更新迭代使得土木工程材料在广度和深度上不断被拓展，而当前教学大纲的更新速度却难以跟上科学和学术前沿发展的步伐。实验教学通常设置 12 个学时，内容主要包括水泥基本性能实验、细骨料粗骨料实验、新拌混凝土基本性能实验、混凝土力学实验和钢材基本性能实验。实验的设置仅是为了验证理论教学中某些重要的结论，过于形式化；此外，实验课程设置时长短，学生数量多，教学材料和设备相对缺少，无法保障学生深度参与课程实验中，进而导致学生从原本的实验操作者转变成实验观望者。基于上述特点和现状，“新工科”和“双碳战略”背景下的土木工程材料课程教学成为了一个极具挑战性的大课题。

3 新工科和双碳背景下土木工程材料课改面临的问题

3.1 课程思政与专业知识的融合程度不足

立德树人是教育的根本任务[8]。为了实现立德树人，2014年，我国提出了课程思政的教育理念，即以全课程育人格局的形式将各类课程与思想政治理论同向同行，形成协同效应[9]。2017年，新工科再次强调了立德树人的重要性。新工科的建设要求以立德树人为引领，培养德才兼备的创新型人才。这意味着课程思政应贯穿于课程教学的全过程，培养学生的思想道德素质、职业素养、社会责任感，引导学生形成正确的人生观、价值观和世界观。然而，在当前的土木工程材料教学过程中，大部分教师只注重专业知识的教授，未充分认识到思想政治教育的重要性，缺乏对土木工程材料与思想政治内在联系的探索，导致课堂知识与思政融合度不高。对于少数开展课程思政建设的教师群体，思政内容的融入方式较为简单、生硬。更有甚者，仅是流于形式，多为空洞的道德说教，在专业知识讲授之外机械、生硬地空谈爱国、敬业等思政主题，未能合

理、自然地结合我国的传统文化背景、卓越技术成就、经典工程案例，从而导致思政教育和土木工程材料专业知识相互脱节，亦无法很好地激发学生的国家情怀、工匠精神、专业自信、低碳意识以及树立作为土木工程人应具备的职业道德精神，难以达到“立心”的效果。此外，现有的思政和土木工程材料结合的教学资源相对匮乏，有限数量的案例反复使用，易引起学生感官疲劳，甚至产生抵触情绪，导致无法达到预期教学目标。最后，土木工程材料课程的课时量偏短，对课程思政与课程专业知识的充分融合产生了一定的限制作用。在完成课程内容教授的核心目标下，教师倾向于压缩思政教学时间，换取专业知识的讲解完成度，导致思政教育的表面化和粗浅化。

3.2 课程内容的更新迭代滞后，难以把握学科前沿

随着双碳目标的提出，低碳环保成为我国材料发展的主旋律之一[10,11]。而当前土木工程材料课程中的水硬性胶凝材料（石灰、石膏、水玻璃）、水泥、混凝土、建筑砂浆、烧结砖、建筑钢材、建筑塑料、沥青材料、木材等内容均涉及到工业化生产和应用等环节，然后其中关于节能减排、循环利用、绿色环保方面的探讨和教授内容少之又少，这也是土木工程材料课程内容的更新速度跟不上时代发展步伐的表现之一。另一方面，教师的备课环节通常与教材内容高度挂钩，鲜有人以实际工程和学科发展前沿趋势来调整备课和教学内容。同时，教学内容或途径也与智能制造、云计算、人工智能、机器人等新兴技术关联度不足。因为这需要教师具备一定的实际工程经验或者对行业的最新动态有深刻认识，甚至需要对于国家政策、学术前沿有一定的了解。在此基础上，授课老师还需要花费一定的时间去思考如何将新旧内容有效地结合，从而使得学生既能掌握基础知识，又能紧跟时代发展地步伐。此外，另一个不容忽视的原因是土木工程材料这门课程的覆盖面广、涉及类别繁多、知识点分散。如何在有限的学时下，将基础知识讲解地尽可能充分、透彻，是对授课教师的一个严峻挑战。因此，大部分教师通常会针对不同二级专业的要求进行课程内容的删减。而在授课内容本就精简的情况下，再补充新的内容，这也对授课老师提出了一个新的难题。

3.3 教学模式单一，缺乏互动性、探究性和创新性

随着新工科建设的推进，高校教育教学模式也在逐步转变。然而，在土木工程材料课程中，目前大部分高校仍然采用传统的授课模式。课堂上教师主要以口述、板书、PPT的形式教授理论知识，学生则以听课、做笔记的形式接收知识。虽然这种授课方式能够保证知识的系统性和完整性，也有利于教师对学生的学习情况进行实时了解。但是，不免存在以下弊端。首先，传统教学模式“重教轻学”，忽视了学生的主体地位，学生的主动性和创造性得不到充分发挥，无法激发学生的学习兴趣。其次传统教学模式中一对多的授课方式，难以满足每个学生的个性化学习需求。例如部分学生学习能力较强，对于基本知识和经典理论的掌握速度较快，使得他们拥有余力进行更为深入的互动式、探究式、应用式学习；而部分学生相对于教师的讲授，更喜欢通过一些启迪式的问题和任务进行自主学习；还有部分学生则需要额外的个性化指导或者通过实践教学来帮助他们理解和掌握所教授的知识点。基于以上这些情况，传统的单一教学模式无法有效地满足当代新工科背景下大学生的学习需求。此外，由于土木工程材料课程的教学内容涉及的相似概念较多，如密度、表观密度和堆积密度、孔隙率和空隙率，吸水率和含水率。这些概念具象化程度低且容易混淆，所以可能会存在教师“输出”和学生“吸入”知识点慢的问题；另一方面，教师会以考试为导向强调知识点的记忆，如材料的性能、与之相对应的指标、相关参数的计算。这种偏“应试教育”的教学模式缺乏创新和探究精神，导致学生的创新思维和工程应用能力得不到有效培养。然而，传统的教学模式已经沿用多年，授课教师和学生都已习惯了这种教学方式。教师探索新的教学模式亦存在一定挑战，如缺少新颖教学方式的培训经验，这需要授课教师花费大量时间和精力主动学习和掌握新的前沿教学方法和策略。同时，新的教学模式可能伴随更多的自主学习内容，这也需要考虑学生的接受度和适应度问题。此外，新的教学模式通常也需要一定的教学资源 and 设施支持，例如在线学习平台、多媒体设备、大数据分析平台等，而这些资源的获取和维护可能会面临一定的困难和成本压力。

3.4 课程考核模式单一，应试教育特征明显

课程考核是检验学生学习成果的重要手段，对于教学活动的开展具有导向作用。然而，当前我国课程考核模式过于单一，主要以笔试为主，注重考试成绩，使得学生在学习过程中过分追求分数，忽略了自身素质的提高。这种现象加剧了应试教育的弊端，对土木工程专业学生的长远发展产生了不良影响。目前土木工程材料课程的考核方式主要由期末考试和实验报告两部分组成。期末考试主要侧重于理论知识的考察和记忆能力的评估。传统教育观念认为，分数是衡量学生能力的唯一标准，导致课程考核过于关注考试成绩。在此背景下，学生只关注考试成绩，而忽略了实践能力和创新能力的培养，致使学生在毕业后面临就业时出现“高分低能”的现象，难以适应当前信息化、智能化洪流下，新工科产业和双碳控制的工作需求。对于授课教师而言，在教学中只注重知识的传授，而忽略了学生其他能力的培养，加重了“重教轻学”的弊端。而实验报告通常是学生完成实验后，对实验过程、现象和结果的记录以及思考，但往往在实际教学中由于教学时间和实验设备的限制，以多人为一组的形式开展实验教学，这也导致了学生参与度低、对学科前沿了解度少、同组学生的报告相似度高、学生实践能力培养难达预期等一系列问题，进而限制了新工科背景下当代大学生跟随时代脚步的全面发展。

4 新工科和双碳战略背景下土木工程材料课程教学思考

4.1 革新教学内容，融入新工科和双碳理念

教育应当与时俱进。通过革新教学内容，融入新工科和双碳理念是土木工程材料课程改革的第一步。首先，需要培养和提升教师的新工科教育理念和学科前沿相关的基础理论水平，使其有能力在土木工程材料课程教学设计中融入新工科培养理念和双碳背景下土木工程材料的发展动态，从而培养出具有扎实理论基础、“活学活用”能力与“技术革新”潜力的复合型人才。其次，要对土木工程材料课程的知识点进行整合和优化。课程内容要结合行业低碳发展需求，在传统土木工程材料课程基础上做到继承与发展。例如，水泥的理化性质是土木工程材料中的重点教学内容，其生产过程是导致行业碳排放量增加的重要原因之一。因此，授课教师在讲解该章内容时，可从水泥的生产环节引导学生

对碳排放问题展开思考，也可借用当前学科前沿的新型绿色低碳水泥“抛砖引玉”，引导学生进一步思考如何设计、优化、生产低碳绿色土木工程材料，激发学生的探索精神以及“全球命运共同体”意识。相似地，在讲述混凝土章节的相关性能评估时，可以与当前学术前沿的人工智能、数字孪生、月壤混凝土等“新工科”技术衔接，让学生置身时代洪流中去感受和了解低碳、智能土木工程材料对产业链的贡献以及行业未来的发展趋势。最后，授课教师还需要在专业知识体系中提取思政元素，结合中国故事、中国制造以及重大工程背后蕴含的中国精神，整合形成家国情怀、工匠精神、低碳意识和专业自信四个价值模块，实现思政元素由点到面的串联，构建“土木工程材料”课程思政的体系架构，为培养出具备社会主义核心价值观和新工科核心素养的工程人才夯实基础。

4.2 丰富教学手段，打造多元化课堂

教学手段是教师用来传递教学内容的工具，只有选择对了合适的教学手段，才能有效地实现教学内容的传递，帮助学生轻松、准确、快速地理解。

(1) 充分发挥互联网优势，结合传统教学方法，提升教学成效与品质。在讲解土木工程材料课程中各种抽象概念，如混凝土的和易性及耐久性时，可以围绕“何为耐久性”以及“如何增强混凝土的耐久性”等问题，设置虚拟工程场景，利用互联网资源获取相关图文、动画、视频和案例，构建起生动形象的教学场景。从而一方面能激发学生的视觉、听觉以及想象和思维能力，构筑起课本知识与实际工程之间的纽带，另一方面也能有效地降低知识理解难度，激发学生的学习热情。

(2) 充分利用数字化互动教学平台。在课堂教学过程中，既要充分发挥授课教师的主导作用，又要体现学生的主体作用。充分利用多功能的数字化交互式平台，如雨课堂、翻转课堂、互动课堂的点评功能、板书功能、作品同屏演示功能、课堂练习的实时检测功能等，可以发挥教师的引导和激励作用，同时有助于提升学生在课堂中的积极性，激发学习的主观能动性，同时还能够满足学生的个性化学习需求。

(3) 鼓励学生参与课程相关的学科竞赛，提升学生的应用能力和创新素养。例如，授课教师可围绕水泥、混凝土在生产至使用过程中降低碳排放的问题，引导学生从材料选用、生产技术、工程应用等

层面探讨减排策略。鼓励学生以小组的形式,从多元视角出发,开展深入讨论与交流,集思广益并提出意见和建议。在探讨过程中,授课教师应指导学生运用所学知识,对各类材料的碳排放及环境影响进行分析,并提炼出切实可行的解决方案。在此基础上,授课教师可根据授课条件组织学生开展实验活动,基于讨论与实践成果,鼓励各小组积极参与大学生创新创业大赛、“互联网+”等与学科相关的竞赛,在此过程中锻炼学生的创新思维与实践技能,同时增强团队协作与表达沟通能力。

(4) 分享学科前沿的热点知识和问题,普及新工科内涵以及与土木工程材料课程的融合点。基于校内学科建设平台,邀请相关领域专家学者讲述土木工程材料的前沿内容与发展动态,普及以互联网和工业智能为核心,以智能制造、云计算、人工智能、机器人等新兴技术和产物为驱动力的新工科内涵,介绍包括“双碳目标”在内的多种与本课程相关的科学战略。同时在课堂教学过程中,根据知识点需求和契合度,同步为学生补充新工科和双碳战略方面的知识点,建立多学科交叉融合的复合式课堂,培养学生在多学科交叉融合下的创新思考能力。

4.3 实施多维度考核模式

在传统教学评价模式中,单纯依赖期末考试和实验报告来评定学生的成绩,往往无法全面、准确地反映学生的实际学习情况。这种评价方式可能导致对学生的评价存在片面性和偏差,无法充分体现学生的日常学习态度、努力程度和专业技能的提升。为此,建议采取一种更加综合的评价体系,将课堂出勤率、课堂表现、课后作业完成质量、参与学科竞赛的积极性和成果、实验操作的参与程度等多元因素,纳入学生总成绩的评定范畴。通过这样的综合评价方法,我们可以更加全面地了解 and 衡量学生在该学科领域的知识掌握程度、学习态度、专业技能、创新思维和学习能力。同时,这样的评价体系有助于激励学生在日常学习中持续投入,培养其主动学习和探究问题的习惯,也能够有效避免单一考核方式可能带来的评价不公和“高分低能”现象。此外,将平时成绩纳入总评,还能够鼓励学生注重学习过程,而不仅仅是考试结果,有助于学生形成正确的学习观念,提高其解决实际问题的能力。这种评价方式更有利于学生的全面发展,为培养符合时代需求的新工科创新型人才奠定坚实的基础。

5 结语

新工科建设和双碳战略对土木工程材料课程改革提出了新的挑战和机遇。通过分析课程特点、存在问题以及提出的建设性思考,我们可以看到革新教学内容、丰富教学手段和实施多维度考核模式的重要性。教师需要具备新工科教育理念,学校和部门需提供支持,学生也需积极参与。只有多方共同努力下,才能推动课程的有效改革,保持教学模式的先进性,为中国特色社会主义建设培养出具备扎实理论基础、优秀实践能力和蓬勃创新能力的复合型工程人才。后续我们也需要将土木工程材料课程内容与区域经济发展需求紧密结合起来,以培养出符合当地经济发展需求的人才,从而更好地支撑当地社会经济的发展。

致谢

本文由基金项目:2023年度广西高等教育本科教学改革工程项目:新工科与双碳背景下土木工程材料课程的数字化改革与建设(2023JGA115)资助。

参考文献

- [1] 夏小华. 新工科人才的工程素质及其培育路径. 上海理工大学学报, 2020, 42(4): 377-382.
- [2] 张挺, 许莉, 张健斌. 新工科背景下土木人才的培养战略[J]. 高教学刊, 2020(02): 151-153.
- [3] 阳令明, 张俭民, 周基. 新工科土木工程专业人才培养模式构建的探索[J]. 高等理科教育, 2019(05): 96-102.
- [4] 尹毅, 李思琦. 以“新工科”建设引领高等工程教育创新与变革[J]. 高等建筑教育, 2019, 28(04): 1-6.
- [5] 谢娟, 阳月明, 张永宁. 新工科背景下土木工程材料课程教学方法探索与实践[J]. 科技资讯, 2019, 17(23): 117-118+121.
- [6] 韩旭, 高长安. 以“工学并举”思想引领高校新工科建设[N]. 中国科学报, 2019-01-23(004).
- [7] 岳清瑞. 土木工程材料要为“双碳”目标作出贡献[J]. 建筑, 2022(02): 9.
- [8] 中共中央国务院印发《中国教育现代化 2035》[N]. 人民日报, 2019-02-24(001).
- [9] 邱仁富. “课程思政”与“思政课程”同向同行的理论阐释[J]. 思想教育研究, 2018(04): 109-113.

- [10] 潘科, 徐海涛, 冯祥奕. “双碳”目标下我国新材料重点方向发展研究[J]. 信息通信技术与政策, 2022(03): 74-81.
- [11] 缪昌文, 穆松. “双碳”目标下水泥基材料绿色低碳路径思考与展望[J]. 未来城市设计与运营, 2022(02): 10-16.

Copyright © 2024 by author(s) and Global Science Publishing 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