

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2026.01.013

欢迎按以下格式引用:王昌凤,李宪莉,张静,等.新工科背景下建筑碳中和技术概论课程建设与实践[J].高等建筑教育,2026,35(1):118-125.

新工科背景下建筑碳中和技术概论课程建设与实践

王昌凤,李宪莉,张静,王宇,郭春梅

(天津城建大学能源与安全工程学院,天津 300384)

摘要:新工科背景下,立足国家“双碳”目标与经济建设需求,围绕建筑碳中和技术概论课程建设,以强化专业课程创新、培育适任敬业的建筑碳中和领域新质人才为核心目标。课程建设以新质教育为根基,从“融合、创新、共生”三个维度精准发力推进教学创新:聚焦建筑碳中和核心知识,提升课程高阶性,重构整合教学内容以搭建系统知识框架;推进课程数字化教材建设,营造探索性学习环境;构建数智赋能的新型教学模式,引导学生优化学习方法。实践表明,“整体统筹+个性承载”的教学内容重构,助力学生实现低阶学习向高阶学习的有效跃迁,夯实建筑碳中和专业事实认知并深化价值认同;课程新形态数字化教材建设,推动多元化、开放性教育资源高效应用,满足学生个性化学习需求;教学模式创新与数字技术赋能,可及时反馈课程教学目标达成情况,有效促进课程教学过程的持续优化。

关键词:课程建设;双碳目标;新质教育;教学资源;数字化赋能;教学模式

中图分类号:G642

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2026)01-0118-08

2020年9月,习近平主席在第七十五届联合国大会一般性辩论上正式向国际社会作出碳达峰碳中和承诺。国家和地方各部门陆续出台关于“双碳”目标的实施路径与行动计划。2022年2月8日,教育部发布2022年工作要点,提出《关于加强碳达峰碳中和人才培养体系建设行动方案》。为实现这一人才培养目标,需要实现从适应社会生产力需求到引领新质生产力发展的转变,以科技创新为核心,推动教学、研究、管理的现代化进程,培养能托起“国之重业”的适任敬业的新质人才,实现教育强国的新质发展。

建筑领域作为能源消费的三大领域之一,面向建筑相关专业如建筑学、土木工程、建筑环境与能源应用工程、工程管理、建筑材料等,需打破学科壁垒,加强碳中和公选课程建设,优化知识体系,

修回日期:2025-03-01

基金项目:2023年天津市普通高等学校本科教学质量与教学改革研究计划项目“地方高校教学质量监控和保障体系优化研究与实践”(A231079201);津高教函[2024]19号:天津市级普通高校精品教材建设项目;2025年天津城建大学本科教育教学改革与研究重点项目“基于新工科重点建设专业的建环专业项目制实践教学模式研究与实践”(JG-ZD-25019)

作者简介:王昌凤,副教授,主要从事绿色建筑、建筑节能与可再生能源利用研究;(通信作者)郭春梅,教授,博士,主要从事绿色建筑、建筑节能与可再生能源利用研究。

以满足当前新质人才培养需求。近年来,很多学者对相关应用型人才培养和碳中和课程教学开展了研究。李炎锋等^[1]分析了“双碳”背景下建筑环境与能源应用工程专业教学可持续发展的问题,以及人才培养面临的挑战和机遇,并尝试从可持续发展教育、创新教学方法等方面进行改革。赵金玲等^[2]指出了新形态教材开发思路 and 措施,并从3个方面提出改革措施。徐珊珊等^[3]以应用型人才培养为核心,通过凝练课程主线,将应用型人才培养与课程思政有机结合,不断强化学生学习的内驱力,进而达成新工科应用型人才培养目标。

因此,基于新质人才培养、课程与教学的新质发展需求,提出了新工科背景下的建筑碳中和技术概论课程建设与实践,从重构教学内容、教材建设赋能、创新教学模式三方面开展创新实践,旨在服务国家“双碳”目标和建筑行业转型与升级,为行业和社会培养敬业的新质人才。

一、课程与教学改革面临的困难

(一) 课程教学现状

建筑碳中和技术概论为专业公共选修课程,学校建筑学、土木工程、建筑环境与能源应用工程、材料科学与工程、工程管理、环境工程、给排水、建筑电气及其自动化等12个专业的学生均可申请选修,课程辐射面广。在课程设置上,课程开设在大三或大四学年,共24学时,1.5学分,每学年开设1~2个教学班,每班约60人,每周2学时。内容涵盖低碳建材利用技术、低碳建筑建造技术、建筑节能和能效提升降碳技术、可再生能源减碳技术四个模块,各模块既相对独立又有机统一,是一门较为系统的综合性课程。通过课程学习,学生能够系统掌握建筑碳中和核心技术原理与应用方法,实现知识的融会贯通,并自觉践行新发展理念。

在教学资源建设方面,选用由课程团队教师编写的《零碳建筑技术概论》(第1版)作为教材。该教材内容系统全面,为21世纪高等教育建筑环境与能源应用工程融媒体新形态系列教材。2024年,获批天津市普通高校精品教材建设项目。

在课程教师团队方面,成立了“三师”课程团队,共计10名主讲教师,分别由专业骨干教师、企业教师、思政顾问组成,在教学、科研、工程等方面有着丰富的经验,其中教授1人,副教授(高工)7人,讲师2人。

在课程评教方面,课程每学年评教一次,学生对课程评教平均分为93.8分,学校督导、同行教师评教均为优秀。课程建设在教学理念创新、教育教学方法改革等方面受到了师生一致认可。

多年来,建筑碳中和技术概论在课程教学建设方面开展了很多有益的基础性工作,但在国家“双碳”目标和可持续发展经济建设需求下,对比新质生产力发展引领的工程专业人才培养,在课程建设与实践方面还需要注入全新的活力,课程教学改革也面临着困难与挑战^[4-6]。

(二) 课程教学改革面临的困难

新工科背景下,以新质生产力为支撑,课程教学需要发生深刻转变,实地调研121名本校生的课程学习现状,学情问题如图1所示。

1. 重“单一输出”轻“多元融合”

跨学科整合知识的能力不足。建筑碳中和技术概论课程教学中提供了建筑学、土木工程、建材等大量跨学科知识和优质资源信息,课程知识体系较为复杂,涉及基础理论知识方面的热学、工程力学、流体力学、自动控制等内容,学生难以整合跨学科知识和资源,创造性地解决现实工程中存在的问题。同时,跨界协作能力欠缺。课程讲授多以基础理论为导向,在多学科环境中开展项目实践,学生难以衔接各相关专业课程知识,使用恰当的减碳技术解决复杂工程问题^[7-9]。

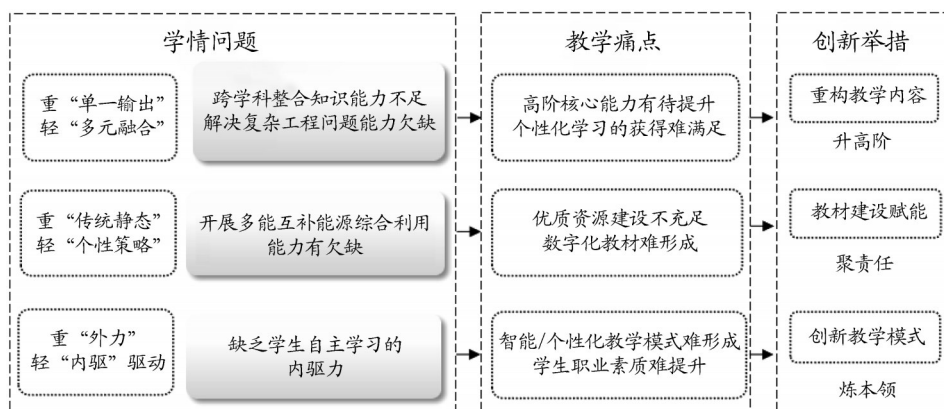


图1 学生学情分析

2. 重“传统静态”轻“个性策略”

课程满意度调研结果显示,学生针对教材内容与建筑低碳设备发展速度、新技术应用实践脱节的问题,提出了具体改进建议。他们不再满足于简单的教材内容和传统的静态课堂教学所传授的知识性学习,而是更加渴望获得个性化的学习策略^[10]。同时,调研发现,建筑领域基于数字化教育教学改革的案例很少,尚未见该类数字化教材出版。因此,需要对学生的学习行为、知识掌握情况等数据进行分析,实时更新教学内容,积极进行数字化教材建设。

3. 重“外力”轻“内驱”驱动

通过对在校学生的学习能力、学习理念等调研发现,认为学习能力、学习自主性需要提高的学生占比达67.86%,如图2所示。当前课程教学的推进更多依赖外部教育形式,未能充分激发学生自主学习的内驱力^[11]。针对学生实践能力薄弱与创新意识不足的现状,亟须强化其内在驱动力。为此,课程应深度融合数字信息技术,构建新型教学模式,持续推动教学过程的迭代升级^[12-13]。

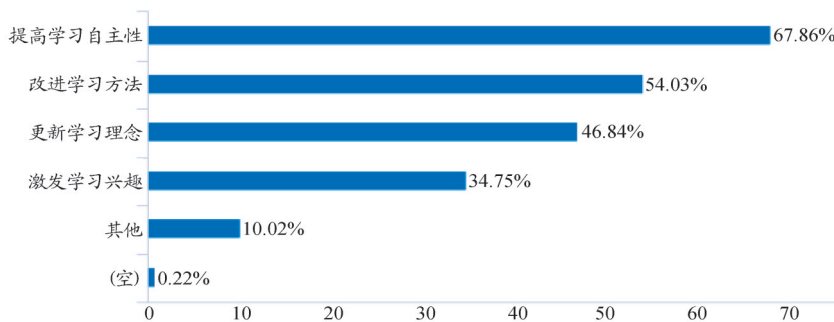


图2 学生自主学习力调查

二、课程教学改革研究思路与目标

(一) 课程教学改革思路

作为专业选修课程,建筑碳中和概论课程提出了以“融合、创新、共生”为核心的教学改革思路,旨在培养智慧城市、绿色城市新质建设人才。

融合,课程建设以新质教育为基础,强调跨学科间的深度融合,不断提升“相干叠加”催生低碳新型技术,如追踪碳中和建筑领域出现的新能源学科,以及新材料、新工艺、新技术等。

创新,课程建设以“科学—技术—工程”为主线,强化碳中和技术的工程实践属性,培养学生的工程系统性思维、工程集成能力和多技术交叉融合创新能力。

共生,课程建设针对新质人才培养创新协同不足等问题,深化产教深度合作,形成互融互通的“全新生态体系”,助力行业科技创新及转型升级。

(二) 明确课程教学目标

课程建设与创新、人才培养不仅是技术的应用,更是教育观念、教学方法和管理模式的全面变革。以专业课程创新促进适任敬业的新质人才培养为目标,构建了人才培养核心能力三层次框架,如图3所示,制定了“强基础、重能力、升高阶”的递进式阶段性课程教学目标,具体如表1所示。

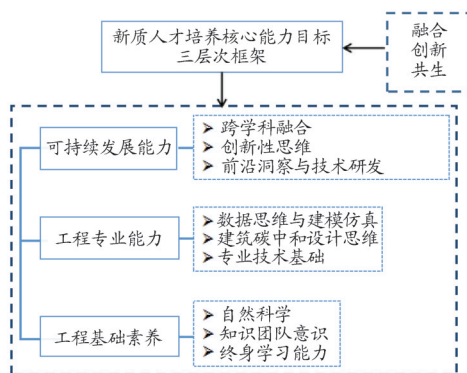


图3 新质人才培养核心能力三层次框架

表1 课程教学目标

层次	课程教学目标
“强基础” 的知识目标	具备解决建筑节能领域复杂工程问题所需能源基本理论、能效管理理论知识;能够采用环保建材,运用低碳、节能设计方案,落地绿色低碳的建筑工程实践并实现节能降耗目标
“重能力” 的能力目标	建立能量系统节能和保护环境思维,正确理解可持续发展理念;具有应用建筑节能减碳技术理论和方法,在多学科环境中开展项目实践
“升高阶” 的可持续发展素质目标	理解我国建筑节能、“双碳”目标实施的大国担当;追踪学科前沿和行业热点,树立应有的社会责任;支撑“国之重业”新质人才培养

三、课程教学改革研究与实践

(一) 重构教学内容,融产业发展

1. 分合一体,建立“整体统筹+个性承载”双向课程网络结构

整体统筹,统筹知识单元,建立整体“双向”结构。在重构课程知识内容的基础上,打造“纵向+横向”双向贯通式课程知识体系及逻辑结构。纵向贯通体现学生的基础知识水平,以研究分析为侧重,以创新意识培养为贯通纽带;横向贯通指开发、选择与使用恰当的技术和资源,对复杂工程问题进行预测与模拟。

个性承载,以学生为中心,调整课程教学设计模式。课程系统由传统的“设计—构建—测试”逐步转变为“模型—分析—构建”。通过课堂研讨案例、建筑减碳控制与管理项目实践,培养学生将复杂问题抽象为简单模型的思维能力,学生在完善和优化自己作品的过程中,不仅拓展了自己的知识和技能,更能逐步内化形成专业价值观,以对专业事实的理性认知推动价值认同的建立。

2. 完善课程知识图谱,整合跨学科教学资源

深挖新工科背景下大数据、人工智能、智能制造等技术驱动变革的教学素材,将AI技术与建筑

碳中和技术相结合,构建教材、题库、微课视频、节能软件、专题知识点课件等课程资源,如图4所示。例如,将建筑通风计算软件、建筑碳排放计算、能耗模拟与优化、太阳能高效利用等设计软件等,融入课程教学的各个阶段,使学生能够快速掌握建筑碳中和设计的现代方法和工具;将开发录制的8组不同学科的项目视频,以及制作的27套实操课件和动画等,融入课程案例教学。调研发现,学生对特色项目的开展满意度在90%以上,普遍认为其能够帮助理解专业知识,提升实践操作能力和创新能力。

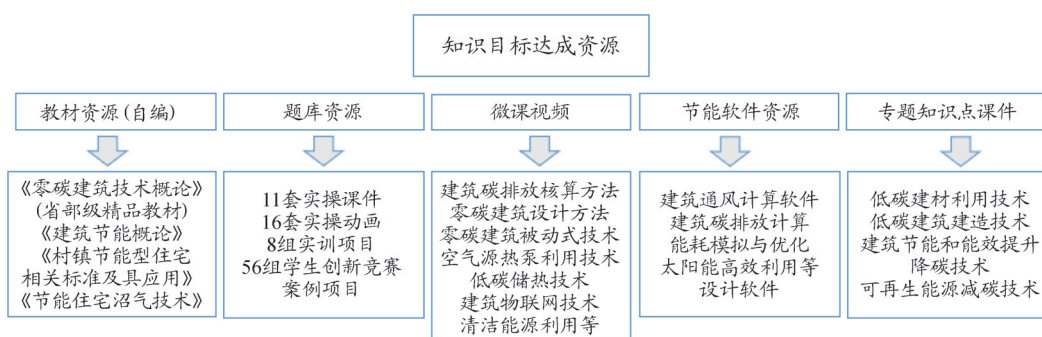


图4 课程知识目标达成资源建设

3. 融产业发展,建设课程育人实践基地

以建筑碳中和概论课程建设为中心,与企业协同,以特色专业实验室和工程实训中心为基础,建设建筑节能碳减排实践基地,并形成了支撑课程建设的育人体系,如图5所示。

首先,开发了项目微课、节能软件、典型工程技术、学生竞赛4个教学模块,多方面支持多元融合的项目式教学。其次,结合课程内容,实践基地设立物联网、建筑设备自控技术相关创新项目,并将企业生产实践融入项目实施过程。教师全程指导学生凝练并解决具体工程问题,完成项目书、项目可行性研究报告等文本撰写,学生则运用已有知识,针对工程项目或项目中的某个部分开展独立研究,提出专项设计(研发)方案。最后,利用实践基地,课程组持续与企业创新项目孵化、奖助学金设立、创新竞赛赞助、技术前沿课程讲座开设等方面开展育人实践活动。例如,课程教学结合学生科技竞赛,与企业联合创建人工环境、制冷、节能减排等科技竞赛活动,开展“绿建运营与实训”竞赛,以团队担当能力、个人创新能力为考查重点,学生创新能力显著提升。

4. 践行跨学科协同育人,建立“三师”团队

“三师”团队由材料工程、土木工程、建筑环境与能源应用工程、给排水工程等专业的骨干教师、企业高工和思政教师组成。团队教师共商建设实践基地、共编课程教材、共提教学质量。在基地建设过程中,明确教师职责和分工,构建了实践基地培养模式,确定方案和培养计划,结合课程特色设置案例教学内容,在建设中不断调整,从适用性、可实施、有效性、可持续等方面保障实践基地运行;在教材建设中,教师根据行业发展持续更新教材,编写了4部相关教材。不断进行教学内容改进,支持跨学科项目教学,科教协同,将自身学术研究积极融入教学实践,实现研学双向供给、双向促进;教师严把教学质量关,定期开展理论学习、观摩体验、集中研讨、课件制作等教研交流,时刻关注学生的个性化学情动态,梳理学生成长的关键事件,不断分析、反思和重构教学设计。

(二) 教材建设赋能,创“四联动”

以全生命周期碳中和建筑为目标,积极构建数字化教材建设的“四联动”。以自编教材为依据、以学生需求为根本、以数字技术为支撑,实现教材内容重构、数字化资源开发、混合式课程设计及课程思政元素融入“四联动”,如图6所示。通过数字教材和数字化资源建设赋能线上教学,为学生营造高交互、智能化的在线阅读、学习记录、自我考核和形成性评价的教学环境。

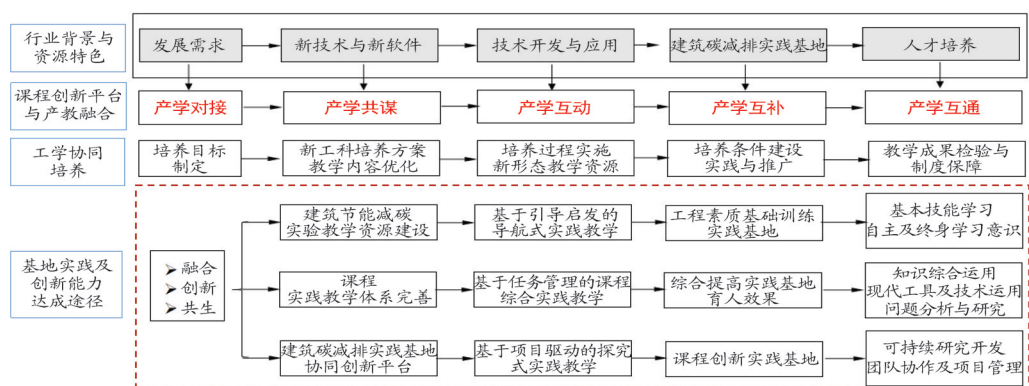


图5 课程育人创新实践基地建设体系

教材数字化资源建设主要围绕教学课件、授课视频、客观题和开放式讨论题,以及一些展示碳中和技术原理、工艺流程的动画和典型案例等进行,以全面满足线上教学和形成性考核的双重需求。同时,充分发挥数字化优势,利用多媒体、网络等数字技术,从教学目标、教学内容、教学策略、教学资源和教学评价五个维度展开混合式课程设计,将数字化教材内容融入实际教学过程,支撑智慧教学环境下的教学体系重构。

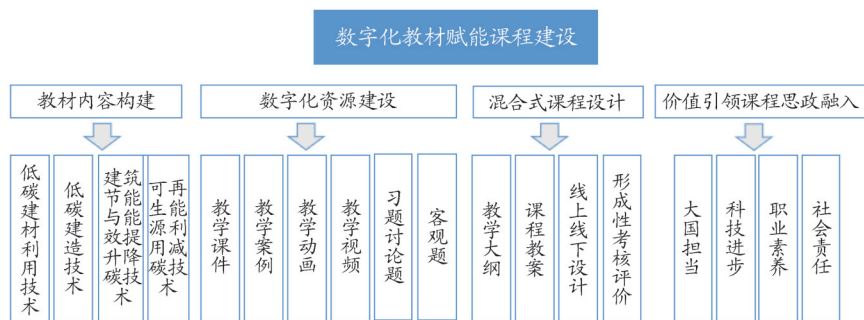


图6 数字化教材赋能课程建设“四联动”

(三) 数智赋能新型教学模式,生“成长评价”档案

1. 以智助教,构建智能化成长环境

利用AI技术打造翻转课堂。将传统课堂的知识讲授迁移至线上平台,从而释放线下课堂时间。在典型应用方面,以“建筑全生命周期碳排放”章节为例,针对跨七个阶段(材、运、施、营、修、拆、废)庞杂的数据体系,搭建AI资源中枢。通过智能算法实现优质教学资源的动态更新与精准投送,帮助学生构建系统性的碳减排知识体系。

2. 以智助学,建立个性化成长路径

构建“课堂动态反馈—学习策略优化—个性化成长”的学生成长路径。依托AI技术赋能,通过实时学情反馈、元认知能力训练、差异化精准教学等举措,显著提升学生学业成绩、项目作品等显性学习成果。在学生成长培养环节,课程强化前沿技术与应用案例的整合构建,以项目式学习为载体,打通理论与实践的转化通道;将低碳节能核心知识点融入实际问题与案例的解决过程,使学生不仅能扎实掌握专业知识,更能熟练运用数字技能实现物理空间与各类智能软件的无缝衔接,学会合理规划既有资源,快速掌握碳中和设计技能。

3. 以智助管,生成“成长评价”档案

课程采用动态“成长评价”方式,设置了平时课堂、作业、视频(案例)、讨论(联动设计/科技项目)、考试(项目或竞赛活动)五种考核方式,前四项成绩占比为10%,考试(项目或竞赛活动)成绩占

比60%,评价注重过程学习效果反馈,评价过程强调评价的过程性、动态性和发展性。

课程教学过程性评价实施中,利用在线章节测试成绩判断学生每一阶段的碳中和知识掌握情况,利用互动讨论的积极性和准确性判断学生对碳中和技术某一类问题的理解程度。因此,成绩评定与教学组织环节紧密相承,反映了学生在全过程的学习效果。

课程动态性教学评价实施中,开展学生小组协作持续、多维评价。每组每周设置不同任务点,分别对“基础任务+能力任务+联动任务(制作模型/基本流程绘制)”作三方评价。例如:在建筑设备节能减碳技术重点学习阶段,要求学生以小组形式开展对新建医院、新能源公司、大型公建等能源利用及设备调研(线上、线下结合),完成调研分析或制作模型,并开展课堂汇报和讨论。

构建课程发展性评价体系:建立学生成长记录袋,精准定位个体发展偏差;整合课堂表现与平台行为数据,动态追踪学习轨迹;针对学业成绩、心理状态、社会性发展等潜在问题进行预警,启动干预机制并制定针对性教育计划。

从成绩维度直观来看,2023学年后学生“中等”段成绩保持稳定,优良率提高约25%,如图7所示。在教学理念创新、教育教学方法改革、多样化课堂组织等方面,得到了学生和同行教师的认同。学生课堂平均到课率为100%,课堂互动率达85.4%,学生课程满意度稳步提升,课程好评优秀率达92.8%,同行教师评教优秀。综上,课程动态“成长评价”促进了教学与评价协同发展,评价反哺教学形成良性循环。

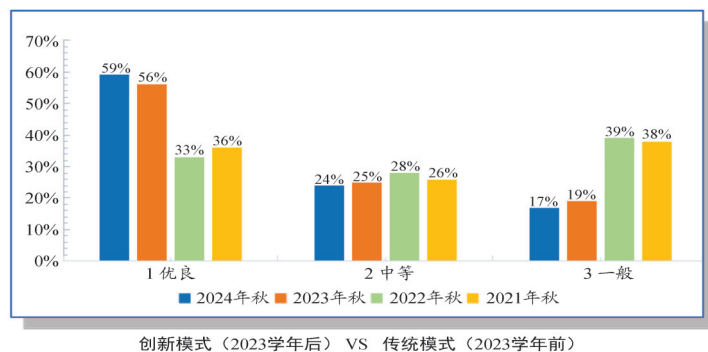


图7 学生成绩分布

四、结语

新工科背景下,建筑碳中和技术概论课程以加强专业课程创新和适任敬业的新质人才培养为目标,以新质教育为基础,从“融合、创新、共生”三个维度发力,不断推进教学内容、教材建设、教学模式改革。课程实践成效显著,培养了一批契合行业发展与社会需求的高素质新质人才。

(1)对标新质生产力发展引领的工程专业人才培养,分析课程教学改革面临的困难,构建了新质人才培养核心能力多层次框架,制定了课程“强基础、重能力、升高阶”递进式教学目标。

(2)以课程教学内容重构与整合为依托,建立双向课程网络结构、整合跨学科教学资源、建设课程育人实践基地、建立“三师”团队,不断融合产业发展,践行跨学科协同育人,培养学生跨学科合作、创新实践与持续发展的能力。

(3)在数智化转型过程中,一方面要推动课程教学与数字化教材建设同向同行,构建协同机制,实现教材数字化的“四联动”;另一方面要建立新型课程教学模式,构建以智助教、以智助学、以智助管的学生成长环境,开展动态学生“成长评价”,形成评价反哺教学的良性循环。

参考文献:

- [1] 李炎锋,苏积赫,王宏燕.“双碳”目标背景下土木类专业可持续发展的探索——以建筑环境与能源应用工程专业为例[J]. 教育教学论坛,2024(45):105-108.
- [2] 赵金玲,王树刚,王宗山. 建筑环境与能源应用工程专业新形态教材建设探索[J]. 中国教育信息化,2020(16):35-38.
- [3] 徐珊珊,曹明,王健,等. 应用型本科院校建筑环境学课程教学改革探索[J]. 现代职业教育,2022(6):34-36.
- [4] 张静,高天宝,赵国敏,等. 安全工程专业融合递进式实践教学体系研究[J]. 实验室研究与探索,2024,43(2):212-216.
- [5] 教育部学校规划建设发展中心,新工科下人才培养“OBE”模式[EB/OL]. (2017-07-13)[2022-10-24]. <https://www.Csdp.Edu.cn/article/2767.html>.
- [6] 卢黎,谢强,朱正伟,等. 工科专业课课程思政教学方案设计探索与实践——以土力学课程为例[J]. 高等建筑教育,2021,30(3):108-113.
- [7] 吕石磊,王冉.“30·60”双碳目标下建环专业的教学改革与思考[J]. 高教学刊,2021,7(30):62-65+69.
- [8] 王昌凤,郭春梅,杨俊兰,等.“建筑能源应用”类专业冷热源系列课程改革与实践[J]. 教师,2022(23):117-119.
- [9] 郭惠勇. 基于云模型的教学质量评价方法的有效性研究——以工程力学课程为例[J]. 高等建筑教育,2021,30(4):07-15.
- [10] 郝德永.“课程思政”的问题指向、逻辑机理及建设机制[J]. 高等教育研究,2021,42(7):85-91.
- [11] 于冠华,李敬强. 课程思政的价值与实现路径探析[J]. 教育教学论坛. 2018(21):40-41.
- [12] 周静. 新工科背景下地方高校工科人才培养改革与实践[J]. 实验室研究与探索,2022,41(7):256-263.
- [13] 阮晓龙,刘明哲. 高校智慧教育门户建设体系探讨[J]. 中国教育技术装备,2018,4(5):5-7.

Curriculum development and practice of introduction to building carbon neutrality technology based on emerging engineering education

WANG Changfeng, LI Xianli, ZHANG Jing, WANG Yu, GUO Chunmei

(School of Energy and Safety Engineering, Tianjin Chengjian University, Tianjin 300384, P. R. China)

Abstract: Based on emerging engineering education, and grounded in the national dual carbon goals and economic development needs, this paper centers on curriculum development for introduction to building carbon neutrality technology. Its two core objectives are: strengthening professional course innovation and fostering competent, dedicated new-type talents in building carbon neutrality. Curriculum development is based on innovative quality education, focusing on integration, innovation, and symbiosis, to concentrate efforts on teaching innovation. To enhance course quality at a higher level, we restructure the teaching content into a systematic knowledge framework, develop digital textbooks for exploratory learning environments, and build digitally empowered teaching models to optimize students' learning methods. Practice shows that the reconstruction of teaching content featuring holistic coordination plus individualized support enables students to transition effectively from lower-order learning to higher-order learning, consolidating their professional cognition and value identification. The development of new digital teaching materials promotes efficient utilization of diversified and open educational resources to meet students' personalized learning needs. The innovation of teaching mode and the application of digital technology can timely feedback the achievement of teaching objectives and promote the continuous improvement of the teaching process.

Key words: curriculum development; dual carbon goals; new quality education; teaching resources; digital empowerment; teaching mode

(责任编辑 梁远华)