文章编号：1671-6612（2026）05-778-05

“双碳”背景下建环专业人才培养模式改革路径探索

孙亮亮　曹晓玲　马荣江　余　涛

（西南交通大学　成都　610031）

【摘　要】　“双碳”目标的提出对我国建筑行业绿色低碳转型提出了迫切要求，建筑环境与能源应用工程专业作为建筑节能领域的关键专业之一，其人才培养模式亟需做出调整。分析了“双碳”背景下建筑行业对建环专业人才的新要求，指出行业正从传统的“工程建设”向“工程运维”转型，对具备碳核算、绿色设计、智能运维等能力的复合型人才需求日益迫切。在此基础上，深入剖析了当前建环专业在课程体系、实践教学、教学方法及师资队伍等方面存在的主要问题，包括教学内容滞后于行业发展、实践教学缺乏真实运维场景、数字化教学手段应用不足以及教师双碳知识储备有限等。针对上述问题，从重构人才培养目标、优化课程体系、强化实践教学、创新教学方法四个维度提出了系统的改革路径，为“双碳”背景下建环专业人才培养模式改革提供参考。

【关键词】　双碳目标；建环专业；人才培养模式

中图分类号　G642.0　　文献标志码　A

Exploring the Reform Path of Talent Cultivation Mode for Building Environment and Energy Engineering under the Dual Carbon Goals

Sun Liangliang　Cao Xiaoling　Ma Rongjing　Yu Tao

(Southwest Jiaotong University, Chengdu, 610031)

【 **Abstract** 】　The proposal of the Dual Carbon Goals has imposed urgent requirements on the green and low-carbon transformation of China's building industry. As one of the key disciplines in the field of building energy conservation, the Building Environment and Energy Engineering (BEEE) major urgently needs to adjust its talent cultivation mode. This paper analyzes the new requirements of the building industry for BEEE talents under the Dual Carbon Goals, and points out that the industry is shifting from traditional "engineering construction" to "engineering operation and maintenance," with an increasingly urgent demand for interdisciplinary talents equipped with capabilities in carbon accounting, green design, intelligent operation and maintenance, and related fields. On this basis, the paper deeply examines the major problems currently existing in the BEEE major in terms of curriculum system, practical teaching, teaching methods, and faculty, including teaching content lagging behind industry development, lack of real operation and maintenance scenarios in practical teaching, insufficient application of digital teaching tools, and limited knowledge reserves of teachers regarding carbon-related topics. In response to these problems, systematic reform paths are proposed from four dimensions: restructuring talent cultivation objectives, optimizing the curriculum system, strengthening practical teaching, and innovating teaching methods, so as to provide a reference for the reform of talent cultivation mode for the BEEE major under the Dual Carbon Goals.

基金项目：“双碳”战略下能源类专业复合型创新人才培养新模式（JG2024010）
作者（通讯作者）简介：孙亮亮（1982.04-），女，博士，副教授，博导，E-mail：sunliangliang@swjtu.com
收稿日期：2026-02-25

【Keywords】 Dual carbon goals; Building environment and energy engineering; Talent cultivation mode

0　引言

习近平总书记“四个革命、一个合作”的重大能源战略思想强调，努力构建清洁低碳、安全高效的能源体系。为此，《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》明确提出要坚持绿色低碳高质量发展战略。为力争实现 2030 年前碳达峰、2060 年前碳中和的目标，大力发展新能源成为我国“双碳”背景下能源结构转型的关键举措。“双碳”战略能够推动能源领域的转型和创新，促进能源可持续发展，以应对气候变化和环境保护的挑战，进一步为能源类专业提供新的发展机遇和方向。教育部发布了《高等学校碳中和科技创新行动计划》，该“行动计划”提出：加大力度支持能源类专业新工科建设，重视碳中和交叉学科建设，制定“双碳”人才培养方案，建立全新的人才培养体系。

新能源产业快速发展和传统化石能源高效清洁开发与利用对能源环保领域碳中和技术发展以及综合性能均提出了更高的新要求。能源结构及配套产业的人才需求发生了根本变化，现有人才培养体系已不能完全满足新时代国家能源发展战略和产业特色人才的需求。“双碳”背景下，高校迫切需要建设能源类一流专业，培养高水平能源类专业创新人才，为实现碳达峰、碳中和目标源源不断地提供人才资源。因此，在新时期新使命的驱动下，有必要深入探讨适应新时代需求的能源类专业一流专业人才培养模式，构建服务支撑行业发展的人才培养体系，深度服务“双碳”战略。

1　双碳目标对建环专业人才培养的新要求

1.1　建筑行业绿色低碳转型的人才需求变化

“双碳”目标提出以来，建筑行业正加速向绿色化、智能化、数字化转型。实现城乡建设发展绿色转型的新征程，对具备系统创新思维与跨学科整合能力的建筑碳中和人才产生了前所未有的迫切需求。这一转型趋势对建环专业人才提出了全新的能力要求[1,2]。一方面，建筑行业对具备碳核算、绿色建筑设计、智能建造与运维、碳交易等能力的复合型人才的需求日益迫切。另一方面，建筑全生命周期低碳化的理念要求人才具备从规划设计、施工建造到智慧运维的全链条能力。行业正从传统的“工程建设”向“工程运维”转型，对人才的知识结构、能力素养提出了更全面、更复合的要求。

1.2　建环专业人才培养面临的新挑战

面对行业需求的深刻变化，当前建环专业人才培养面临着多重挑战。首先，传统课程体系存在明显滞后性，教学内容侧重新建建筑的暖通系统设计，对可再生能源、储能技术等新型减碳技术涉及不足，同时缺少数字化仿真工具和跨学科知识融入。其次，实践教学模式滞后于产业发展，建筑节能低碳类课程种类少，学生低碳技术能力训练不足。此外，AI 技术的快速发展也对建环专业教育提出了新的要求—如何在教学中有效融入人工智能工具、培养学生的智能化思维，已成为亟待解决的课题。

1.3　人才培养目标的重构方向

基于上述行业需求变化与人才培养困境，建环专业的人才培养目标亟需系统性重构[2]。其一，培养目标需从传统的“暖通工程师”向“低碳智慧建筑能源系统工程师”转型。其二，人才培养应注重培养学生的新能源应用能力与绿色建筑能源供应系统规划与设计能力，使学生掌握可再生能源利用、建筑储能、低碳供热供冷等核心技术。其三，培养目标应体现数字化、智能化和可持续性的深度融合—学生不仅需要掌握传统的暖通专业知识，还需具备运用 BIM、大数据分析、人工智能等数字化工具解决建筑低碳问题的能力。

2　当前建环专业人才培养的现状与问题分析

2.1　课程体系

建筑环境与能源应用工程专业 2025 版培养方案的课程体系图如图 1 所示。该课程体系图呈现了建筑环境与能源应用工程专业本科四年、八个学期的递进式培养路径：前期侧重于以英语、数学、物理及思政课程为代表的通识基础与机械制图、工程力学等学科基础的搭建；中期循序渐进地过渡至工程热力学、流体力学、传热学等专业核心理论，并随之展开建筑环境学、冷热源工程、供热工程、通风与空气调节等专业主干课程的学习。同时，该课

程体系包含有专业实验、课程设计、认识实习、生产实习及毕业设计等独立实践环节，并引入了建筑节能、轨道交通暖通空调、BIM 应用及工程项目管理等专业拓展内容。

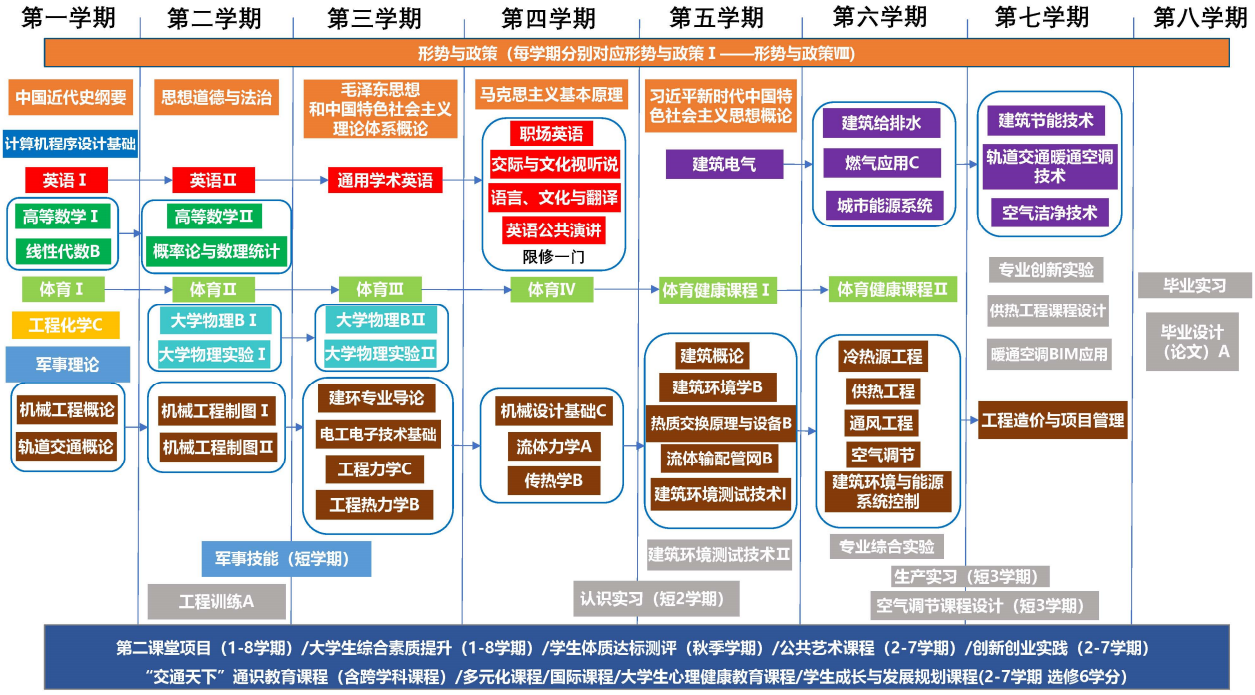


图 1　培养方案课程体系图

Fig.1　Curriculum system diagram of cultivation program

教学内容仍以传统暖通空调知识为主，可再生能源利用、储能技术、碳核算方法等新型减碳技术融入不足。双碳目标和新工科背景下，建环专业需要从人才培养目标出发，调整和完善现有教材体系。课程对建筑运维实践环节的重视不够，学生缺乏对建筑实际运行能耗数据与碳排放情况的系统认知。此外，随着人工智能技术的飞速发展，传统课程体系难以满足新时代对复合型人才的培养要求—AI 辅助设计、智能运维、建筑能源系统优化等课程内容尚未系统性地纳入教学计划[3]。

2.2　实践教学

实践教学是建环专业培养学生工程能力的关键环节，但目前存在诸多问题。实验教学内容相对滞后，教学方式单调，难以激发学生的创新思维。教学设备条件受限，先进的低碳技术实验平台和建筑能耗监测系统匮乏，学生缺乏接触前沿低碳技术的机会。同时，建筑节能低碳类课程种类偏少，难以满足“双碳”目标下对高素质人才培养的需求。

2.3　教学方法

在教学方法层面，当前建环专业教学仍以教师讲授为主，学生的主动学习积极性与动手实践能力培养不足。建环专业的许多核心课程涉及多领域知识点的交叉融合，如可再生能源课程涉及能源、建筑、电气等多个学科领域，传统讲授式教学使学生难以抓住重点、形成系统认知。与此同时，数字化教学手段的应用明显不足，虚拟仿真实验、BIM 技术教学、在线开放课程等现代教学工具尚未得到充分运用[4]。

2.4　师资队伍

师资队伍是人才培养改革的关键支撑，但当前建环专业教师队伍在“双碳”相关的教学能力方面存在明显不足。多数教师的专业知识背景以传统暖通空调为主，对碳核算方法、可再生能源技术、建筑碳排放评价等“双碳”相关领域的知识储备有限。此外，教师工程实践经验普遍欠缺—许多教师从高校到高校，缺乏在建筑设计院、工程公司、能源服务企业的实际工作经历。校企师资双向流动机制不健全，导致教师难以及时了解行业前沿动态和真实工程需求，进而影响教学内容的更新与教学方式的改进。

3　双碳背景下建环专业人才培养模式改革路径

3.1　重构人才培养目标，明确双碳导向

人才培养目标的重构是改革的首要任务。首先，应将“双碳”能力纳入人才培养的核心目标体系，明确要求学生掌握建筑碳排放核算、低碳设计与节能评估等核心能力。其次，在知识层面融入可再生能源与低碳技术，在能力层面强化系统思维与工程实践，在价值层面培育绿色低碳的社会责任感。再次，可侧重培养具备建筑碳中和技术研发能力的创新型人才，实现人才培养与行业需求的精准对接。

3.2　优化课程体系，强化双碳知识融入

（1）应将可再生能源、储能技术、建筑碳核算等新型减碳技术系统纳入人才培养方案。在传统课程中融入“双碳”知识点—如在供暖通风与空气调节课程中融入低碳设计理念，在冷热源课程中加入可再生能源耦合系统的教学内容。同时应淘汰陈旧的教学内容，积极融入“双碳”与数字化模块。

（2）面向国家“双碳”战略与建筑行业低碳转型需求，对核心课程群进行系统性重构。构建“双碳+OBE”导向的课程体系，以成果导向教育理念为指引，精准对接学生专业能力与行业需求。增设《建筑碳中和技术》《低碳人工环境营造》《建筑低碳能源系统》等新兴课程。

（3）开展建筑环境低碳智能营造的贯通式项目课程，通过跨学期、跨课程整合知识与实践，系统培养学生的综合应用能力和工程实践能力。本课程以学校三号教学楼为工程载体，遵循“一栋楼、一条线、三年不断”的设计理念。“一栋楼”指全程围绕同一栋真实在用建筑开展实践，学生与研究对象共同经历完整的季节更替与运行工况变化。“一条线”指以“认知启蒙→系统认知→测试评价→能源审计与运行诊断→碳排放核算与低碳优化”为主线，五个环节任务逐级递进，成果逐级深化。“三年不断”指自大一暑期延续至大四上学期，项目小组固定、项目档案贯通，形成从认识专业到解决工程问题的完整能力成长曲线。课程采用项目式学习方法组织，学生以固定项目组身份，像运维工程师与咨询工程师那样，对一栋真实建筑体验“能耗诊断—能源审计—碳核算—优化改造”的全过程工程实践。

（4）应深入挖掘“双碳”相关的思政元素，将绿色低碳理念有机融入专业教学全过程。通过思政教育案例将跨学科知识要点与行业发展所需要的人才素质要求相融合[5-7]。构建专业知识传授与价值引领辩证融合的路径，使学生不仅掌握低碳技术，更能理解本专业在应对全球气候变化中的责任担当。

3.3　强化实践教学，提升双碳实操能力

（1）应建立“基础实验—综合实训—创新实践”三层次递进式实践教学体系。第一层次为基础实验，培养学生对建筑热湿环境、能源系统的基本认知与测试能力；第二层次为综合实训，通过课程设计、虚拟仿真项目等培养学生系统设计与分析能力；第三层次为创新实践，依托学科竞赛、科研项目等培养学生解决复杂低碳工程问题的创新能力。

（2）应积极引入虚拟仿真、BIM 等数字化教学工具。通过虚实结合的手段，探索面向未来的实践教学创新发展模式；采用项目驱动教学法，以实际项目为载体提升学生解决复杂工程问题的能力。在毕业设计环节中设置“双碳”相关创新选题—如既有建筑低碳改造方案设计、建筑光伏一体化系统设计、建筑碳排放核算与优化等，使毕业设计成为学生综合运用“双碳”知识与技能的重要实践平台。

3.4　创新教学方法，推进教学模式变革

（1）针对建环专业课程多领域知识点交叉的特点，应采用线上线下混合式教学模式。线上部分可提供基础理论知识的视频讲解、数字化仿真实验和拓展学习资源；线下部分则聚焦于案例分析、专题研讨和实操训练。教学过程中应融合行业最前沿技术案例与数字化仿真软件—如在可再生能源课程中引入实际光伏电站运行数据、在空调系统课程中应用系统仿真软件进行方案优化。

（2）在实现“双碳”目标和 AI 高速发展的双重背景下，建环专业的人才培养亟需探索人工智能赋能的新路径。应利用 AI 技术构建课程情景化教学，实现传统知识传递向实践应用的跨越。具体而言，可利用 AI 辅助课程内容设计、学情统计与学生自主管理；可借助生成式人工智能辅助教学内容的生成与多样化考核。

4　结论

“双碳”目标的提出为建环专业的人才培养带

来了深刻的变革契机与严峻的挑战。本文系统分析了“双碳”背景下建筑行业绿色低碳转型对建环专业人才的新要求，深入剖析了当前建环专业在课程体系、实践教学、教学方法与师资队伍等方面存在的主要问题。在此基础上，从重构人才培养目标、优化课程体系、强化实践教学、创新教学方法四个维度提出了系统的改革路径：培养目标应向“低碳智慧建筑能源系统工程师”转型；课程体系需融入可再生能源、储能技术等新型减碳技术并增设《建筑碳中和技术》等新兴课程；开展贯通式项目课程，实现从知识传授向能力生成的整体贯通；实践教学应建立三层次递进体系；教学方法应推广线上线下混合式教学并探索人工智能赋能的新路径。未来，建环专业人才培养模式的改革还应进一步关注数智化与“双碳”目标的深度融合、国际化视野的拓展以及面向不同层次高校的差异化改革策略等方向。

参考文献：

[1] 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.

[2] 陈敏,余晓平,檀姊静,等.新形势下建环专业本科人才培养改革路径探析—基于综合能源服务业的转型视角[J].暖通空调,2025,55(11):8-17.

[3] 高蓬辉,张东海,黄建恩,等.多元协同下建环专业创新型人才培养体系构建与实践[J].高等建筑教育,2026,35(2):40-46.

[4] 白梦梦,康彦青,张瑜,等.“双碳”背景下建环专业新能源课程体系的建设与实践[J].制冷与空调,2025,39(1):140-146.

[5] 于静梅,董金玲,王芳,等.“双碳”背景下混合式一流课程探索与实践—以工程热力学为例[J].高教学刊,2023,9(24):9-12.

[6] 李炎锋,刘之源,许德胜,等.面向“双碳”发展需求的建环专业思政课建设—以“建筑设备自动化”为例[C].全国高等学校建筑环境与能源应用工程专业第二届课程思政建设及教学改革研究与实践论文集,2025:288-290.

[7] 刘红姣,王小雨,晋梅.新工科背景下工程热力学课程思政建设探索[J].高教学刊,2023,9(21):153-156.

（上接第 777 页）

[7] 潘程宁.基于热泵系统的新能源汽车空调热管理策略[J].汽车画刊,2026,(2):11-13.

[8] 朱玉豪,江盼.电动汽车空调热泵系统在低温环境下的性能研究[J].节能,2025,44(8):38-42.

[9] 韩贤贵.新能源电动汽车低温热泵型空调系统研究[J].专用汽车,2024,(7):69-71.

[10] 石方鉴,袁腾飞,陆增俊.纯电动汽车热泵空调控制策略研究现状分析[J].装备制造技术,2025,(11):119-122.