

附件 7

2025 年湖南省普通本科高校教育教学改革 典型分享项目成果简介

项目名称：基于双碳战略的建环专业人才培养与课程体系改革

单位名称：湖南大学土木工程学院

项目主持人：彭晋卿

团队成员：刘忠兵、李厚培、罗伊默、李洪强

一、项目研究背景

建筑环境与能源应用工程专业（简称“建环专业”）自成立以来，曾几次更名：从 20 世纪 50 年代初期的“供热、供煤气及通风”，到 1987 年调整为“供热、供燃气、通风及空调工程”与“城市燃气工程”两个专业。1998 年，顺应时代发展重视人居环境科学研究，更名为“建筑环境与设备工程”。2012 年调整为“建筑环境与能源应用工程”，成为与国民经济和可持续发展战略密切相关的重要专业。可见，专业的每次更名都与国民经济与社会发展息息相关，专业名称具有一定的指向性，在一定程度上反映了不同时期国家对专业人才培养提出的不同战略需求。

2020 年，为缓解环境污染、能源紧缺，应对气候变化等问题，我国提出了 2030 年实现碳达峰，2060 年实现碳中和的“双碳目标”。在实现碳达峰、碳中和的过程中，高等教育人才培养将起着至关重要的作用。为此，教育部印发了《加强碳达峰、碳中和高等教育人才培养体系建设工作方案》，明确了“进一步加强风电、光伏等人才培养”、“推动建筑等行业的电气化与节能降耗为重点的建筑类人才培养”等目标，并要求“围绕碳达峰、碳中和目标，优化课程体系和教学内容”。

我国建筑全生命周期能耗占全国能源消费总量的 45%，碳排放量占全国排放总量的 50.6%。作为建筑能耗主要相关专业，建环专业对建筑双碳目标的实现起到至关重要的作用。面对“双碳”人才培养的全新目标和更高要求，建环专业的内涵变得更为丰富，人才培养面临着巨大的机遇与挑战。如何不断提高学生的专业素养和创新能力，促进建环专业人才培养转型升级，从而满足双碳战略下创新领军人才的培养需求是亟需解决的问题。

建环专业主要以最低的能源消耗来构造适宜的人工环境为目标，针对建筑本体和建筑设备系统开展工作。其传统培养目标为：培养具备从事本专业技术工作所需的基础理论知识及专业技术能力，从事采暖、通风、空调、净化、冷热源、供热、燃气等方面的规划设计、研发制造、施工安装、运行管理及系统保障等技术或管理岗位工作的复合型工程技术人才。在传统的建环专业学生培养过程中，尽管也涉及到可再生能源利用、节能减排等内容的学习，但这些内容往往是选修或辅修内容，在面向国家“双碳战略”上，没有形成明确的培养目标，也没有系统的知识体系，缺乏顺应时代发展的教学模式和适应全球化发展的教学资源，难以帮助学生在工程中建立“碳循环”思维及“低碳思维”。然而，国家双碳战略目标对建环专业人才的知识、能力和素质都提出了新的要求。

具体而言，面向“双碳”创新领军人才培养需求，我国建环专业的人才培养亟需解决如下问题：

(1) 培养方案相对落后。在传统的建环专业学生培养过程中，尽管也涉及到可再生能源利用、节能减排等内容的学习，但这些内容往往是选修或辅修内容，在面向国家“双碳战略”上，没有形成明确的培养目标，也没有系统的知识体系，缺乏顺应时代发展的教学模式和适应全球化发展的教学资源，难以帮助学生在工程中建立“碳循环”思维及“低碳思维”。

(2) 教学内容相对老旧。在以往的建筑环境营造、建筑节能和建筑设备运维等传统知识基础上，本专业还应包括可再生能源利用技术、储能技术、建筑智慧能源系统与技术等相关知识。对此，传统的建筑能源技术类课程还缺乏系统的讲解，且没有明确的培养目标，也没有确定相应的教学方式。此外，教材是教师执教的根基，也是学生学习的依据，而本专业部分教材存在与现实脱节、对教学不利的问题。

(3) 培养模式脱离时代。随着互联网技术高速发展，在面对数字化、信息化、智能化为主要特征的新工科时代，建环专业需要深入探讨如何利用互联网建立全新的教学方式、以智能化与自动化为基础发展新型教学终端、以虚拟现实技术为主体实现创新的教学互动模式，从而顺应时代特征，创新教学模式，发挥教学特长，提高教学质量，普惠教学内容。

(4) 思政育人需持续加强。建环专业在国民经济和能源应用领域发挥着重要的作用，在面对当下的国内发展态势与国际复杂环境时，建环专业的一流人才必须要具有远大的理想信念，高尚的道德情操，扎实的基础知识，以及终生的学习能力。因此如何在建环专业的教学内容中实现“双碳”专业知识传授与思政育人的有机结合，加强课程思政在学生全面发展中的重要作用，是本教改项目必须解决的问题。

湖南大学建环专业成立于 1958 年，作为中国最早开办该专业的“老八校”之一，于 1978 年开始招收和培养建筑热能工程专业研究生。1993 年被评为原机械工业部重点学科，2003 年获评湖南省重点学科，2003 年通过国家本科专业评估，并先后于 2008、2013、2018 和 2023 年通过专业复评，2019 年列入首批国家级“一流本科专业”建设计划。现有专任教师 23 名，师资队伍优良，国际化特色显著。本学科培养和凝聚了一批综合素质高、勇于创新的中青年知名专家。湖南大学建筑环境与能源应用工程专业实验室建筑面积达 5000 m²，科研平台好，科教协同发展，建设有建筑安全与环境国家级国际联合研究中心、建筑安全与节能教育部重点实验室、大型边界层风洞实验室等教学科研平台。以上条件为本专业教学改革研究的开展奠定了坚实的基础。

二、研究目标、任务和主要思路

本项目研究目标为：

(1) **解决人才培养体系与国家发展战略不对标的问题**，实现培养目标与国家需求的高效匹配。建筑环境与能源应用工程专业的人才培养对建筑领域双碳目标的实现起到至关重要的作用，因此需要将国家双碳战略引入到建环专业教学改革中，积极调整人才培养方案和课程知识体系，并升级培养目标。

(2) **解决教学模式无法满足学生多元发展需求的问题**，提高专业教学的效率与质量。在数字化和智能化背景下，传统教学模式无法满足学生多元发展需求，需打破单一教学方式方法，通过数字化、智能化赋能教学模式改革，有效运用各种教学方法和教学手段提高专业教学的效果。

(3) **解决重智育轻德育的问题，落实价值观培养**。全面推进课程思政建设，是落实立德树人根本任务的战略举措。当前建环学科人才培养普遍存在“重智育轻德育”的现象。因此，需围绕“厚基础、强实践、重创新”面向双碳战略的建环专业人才培养总目标，通过思政案例、课程实践和学科前沿的引入，培养学生的科学素养、国际视野和创新精神，厚植爱国情怀、社会主义核心价值观和社会责任感，使其成长为建环专业创新领军人才。

为实现上述目标，本项目开展了以下研究工作：

1) 双碳背景下建环专业人才培养方案的研究

在原有建筑环境与能源应用工程专业培养方案的基础上，将绿色低碳理念纳入教育教学体系，研究建筑碳中和发展目标对人才的技术能力、思维能力、实践和创新等能力的需求与课程体系、毕业要求和实验实践课程之间的对应关系；根据人才培养目标和知识需求，研究形成科学合理的课程、实验与实践体系和学分分布，最终提出具有中国特色、世界水平的面向双碳目标的建环专业人才培养方案。

2) 双碳背景下建环专业课程与教材的建设

根据双碳背景下国家对建筑领域双碳人才在“知识、能力、素质”方面需要达到的要求，在建环专业人才培养方案的基础上，根据专业发展和行业需求，拓展原有教学范围，新建可再生能源应用、建筑柔性用能和建筑碳排放计算和碳交易等方面的理论、实验与实践课程，组织老师和专家研讨各门新建课程与人才培养的关系，建立新建课程教学大纲、教学内容和课程考核要求，最终开设出能满足建筑碳中和人才培育需求的一系列课程，并进行了相关教材的编写。

3) 双碳背景下建环专业教学模式的探索

针对传统建筑能源技术类课程存在的教学模式单一问题，通过数字化赋能教学模式改革，打破单一线下教学方法，有效运用全国公开课直播、虚拟仿真实验、

科教融合实践等多种教学方法和教学手段提高专业教学的效果。在全国范围内率先开设了《低碳建筑能源技术》专业核心课程，打造了集“科教融合实践教学-虚拟仿真实验教学-线上线下理论教学-课程设计巩固教学”四位一体的《低碳建筑能源技术》教学模式。

4) 双碳背景下建环专业人才培养思政教育的建设

针对双碳背景下建环专业教学内容进行精心设计，挖掘思政元素，积极推进课程思政教学改革。通过融合史料，将建环专业的发展历史和服务国家经济建设的历程、以及专业课程涉及的“以人为本”、“绿色低碳”、“高质量发展”、“健康中国”的安全发展、可持续发展等思想贯穿始终。由工程案例引入思政教育，通过引入丰富多彩的工程案例，将思政元素融入到课堂中，让学生理解应承担的社会责任，牢固树立学生的工程责任意识和工程职业道德。结合学校“传道济民、经世致用”文化，培养学生服务国家和地方经济的爱国情怀和使命担当。

三、主要工作举措

(1) 研究国家战略对建环专业人才培养的具体要求，重构培养方案、更新教学内容

在原有建筑环境与能源应用工程专业培养方案的基础上，将绿色低碳理念纳入教育教学体系，研究国家双碳发展目标对人才的技术能力、思维能力、实践和创新能力等方面的需求以及与培养方案、课程体系、毕业要求和实验实践课程之间的对应关系；根据人才培养目标和知识需求，研究形成科学合理的课程、教材、实验与实践体系和学分分布；邀请海内外专家针对培养方案进行指导修订，最终提出了“厚基础、强实践、重创新”的面向双碳战略的建环专业人才培养方案，为建环专业创新领军人才的培养奠定理论基础。

为落实以上人才培养目标和培养方案，在全国范围内率先设立了低碳建筑实验班进行单独招生和培养。在入学教育方面，针对低碳建筑实验班新生开设了“新工科绿色低碳学术专题讲座”邀请了美国、英国、中国香港以及国内清华大学、上海交大等高校的知名学者进行专业通识教育，帮助大一新生尽早认识专业、了解专业、热爱专业。实验班主要教学内容涵盖低碳建筑全生命周期，包括低碳建筑设计、低碳建筑材料、低碳建造方式、低碳建筑能源、低碳建筑运维等领域。新开设了9门核心课程，包括《低碳建筑能源技术》、《低碳建筑专业导论》、《低碳建筑设计方法》、《建筑碳分析》、《建筑环境低碳基本原理》、《低碳医疗建筑环境设计》、《建筑环境与人工智能》、《智能建造总论》和《自动控制原理》。在教材建设方面，目前本专业有5本教材入选住建部十四五国家级规划教材，分别为《建筑能源系统设计方法》、《建筑环境人工智能》、《建筑环境测试技术（第二

版)》、《流体输配管网(第四版)》和《暖通空调工程设计方法与系统分析(第二版)》。

通过以上实践,深入贯彻落实了教育部关于《加强碳达峰碳中和高等教育人才培养体系建设工作方案》,实现了培养目标与国家战略需求的高效匹配。

(2) 探讨利用互联网建立虚实结合的教学模式,打造实践创新平台、践行体验式教学理念

积极探索了如何利用互联网建立全新的教学方式、以智能化与信息化为基础发展新型教学终端、以虚拟现实技术为主体创新教学互动模式,从而顺应时代特征,创新教学模式,发挥教学特长,提高教学质量,普惠教学内容。

针对传统建筑能源技术类课程存在的教学模式单一问题,通过数字化赋能教学模式改革,打破单一线下教学方法,有效运用全国公开课直播、虚拟仿真实验、科教融合实践等多种教学方法和教学手段提高专业教学的效果。在全国范围内率先开设了《低碳建筑能源技术》专业核心课程,打造了集“科教融合实践教学-虚拟仿真实验教学-线上线下理论教学-课程设计巩固教学”四位一体的《低碳建筑能源技术》教学模式。

在国内率先通过暖通空调云课堂直播平台等互联网平台,打造了《零能耗建筑与可再生能源技术》、《零能耗建筑与低碳社区》和《低碳建筑能源技术》三个全国公开课,邀请了来自美国、英国、瑞典、中国香港和内地的十余位院士、专家和国际知名学者进行讲座,一方面有力促进了国际学术交流与合作,另一方面也实现了优质教学资源共享和教学手段创新。

为了加强线上+线下混合教学,在国内率先建设了《光电建筑设计及柔性负荷调控》虚拟仿真实验平台,解决了实物实验存在高风险、高损耗、难重复等方面的难题。该仿真实验包括光伏系统设计、负荷设计及运行和光-储-柔调控三个实验环节。虚拟仿真平台结合3D建模、计算机网络、动画模拟、人机交互等手段,将以上三个实验环节进行了深度融合,并结合不同气候区代表性城市的气象条件逼真地渲染出光电建筑设计、建筑产能及用能状态和光-储-柔协同优化调控的全部过程,从而为学生提供了光电建筑设计及柔性负荷调控的全视角展示和贴近实际的人机虚拟仿真交互,极大地提高了学生的学习兴趣。

与此同时,为了践行体验式教学理念,强化学生的动手实践能力,本专业投入了大量资金添置相关实验教学设备和平台。例如,建设了国际领先的零碳建筑科教融合实践创新平台,可开展建筑一体化光伏设计、分布式储能、需求响应和建筑柔性负荷调度等学科前沿的教学和研究,实现了科研资源与教学资源的协同融合,优化了教育教学方法,促进了本-研一体化创新领军人才的培养。为进一步巩固教学效果,还专门增设了课程设计环节,邀请设计院专家对学生课程设计

进行指导，从工程实际出发，宣贯标准规范，剖析工程难点痛点，打通理论到实践的最后一公里。

(3) 深入挖掘课程思政元素，创新课程思政教学实践

在课程学习过程中，引导学生认识国家战略、关注中国能源问题、理解中国能源现实。紧密结合中国能源发展战略，响应建筑能源领域的时事热点，适当调整授课和实践内容，将思政育人元素与课程知识内容的有机融合，激发学生的强烈的时代感和使命感。课程系统地把工程价值观、工程社会观和工程职业观元素融于课堂教学中，引导学生用辩证唯物主义思维理解建筑区域能源系统集成技术在推进人类文明进程中的巨大作用。此外，课程就专业学习、职业发展、行业状况等主题进行深入和广泛的交流，引导学生将个人发展同国家战略需求相结合，树立远大理想和宏伟目标。

针对传统建筑能源技术类课程存在的教学模式单一问题，通过数字化赋能教学模式改革，打破单一线下教学方法，有效运用全国公开课直播、虚拟仿真实验等多种教学方法和教学手段，使知识传递方式由单向传导转为多向互动，教师角色由知识传授者转为学习活动设计者和指导者，师生关系由“你教我学”转为学习伙伴甚至学习共同体。基于此，加强师生互动，全过程、深度关心学生的成长，建立与学生之间良好的沟通渠道，真正的把正确的人生观、价值观、世界观传达给学生，从而提高课程思政育人效果。

为打破课程教学、科学研究和产业需求互相割裂的现状，结合自身科研优势，借助能源行业企业的科研力量，打造了建筑区域能源系统集成技术产学研用实践平台。在课程教学过程中，充分利用该平台开展思政教学，邀请设计院和行业龙头企业的专家亲临讲解前沿技术，融入思政案例，促进学生学以致用、学做统一，取得理论与实践相长、技术与价值观互利的效果。

在课堂思政教学中，引入实例，提出开放性问题，鼓励学生思考和讨论；鼓励学生积极参加大学生创新训练项目，开展小组合作、实地考察锻炼学生合作和实践能力；举办多个全国公开课，邀请海内外专家开展学术报告，讲述领域技术热点，引导学生深入了解国内外发展现状，达到培养国际视野和深厚家国情怀的双重目标。通过以上方式进一步扩展课外课程思政教学，实现全方位协同育人。

四、取得的工作成效

1. 本项目取得了如下理论成果：

(1) 构建了基于“一流方案+一流课程”的低碳人才培养体系。面向国家“双碳”战略，落实教育部关于《加强碳达峰碳中和高等教育人才培养体系建设

工作方案》文件精神，积极开展“双碳”人才培养体系建设和教育教学改革，在国内率先创办了“建筑环境与能源应用工程”专业低碳建筑实验班，出台了国内首个低碳建筑人才培养方案，并配套开设了“新工科绿色低碳学术讲座”来加深学生对专业的认识，从根本上扭转了学生对专业认识不足、转专业率高的问题；新开设了《低碳建筑设计方法》、《建筑环境与人工智能》等9门核心课程，新编5本教材入选住建部十四五国家级规划教材，发表了“面向双碳战略的《低碳建筑能源技术》课程教学改革及效果评价”教改论文1篇。

(2) 实践了基于“虚实结合+实践创新”的体验式教学模式。提出并建设了国内首个集光伏发电、电池储能、柔性用电于一体的《光电建筑设计与柔性负荷调控虚拟仿真实验平台》，解决了实物实验存在高危险、高损耗、难重复方面的难题，有效填补了国内低碳建筑能源领域大型实验教学的空白。该虚拟仿真平台实验课程已成功申报国家级虚拟仿真课程。建设了国际领先的零碳建筑科教融合实践创新平台，既用于科学研究又用于实践教学，实现了科研资源与教学资源的协同融合。基于以上“虚实结合”的教学模式，实践了体验式教学方法，实现了本-研一体化创新领军人才培养目标。

2. 基于本项目，打造了一门专业核心课——《低碳建筑能源技术》

一方面及时更新课堂教学内容，有针对性补给前沿知识，深入挖掘课程思政元素，持续优化课程教学内容；另一方面通过开发先进虚拟仿真实验平台，推广体验式实践教学方法，加深学生对低碳智慧建筑能源系统的认识；此外，通过搭建产学研用融合教学平台，新增校企联合指导课程设计，打破课程教学、科研和产业互相割裂的现状。课程建设以来，取得了丰硕的理论成果，包括四位一体课程体系、“虚实结合”实验教学方法和具有鲜明科教融合特征的教学资源，可为我国《低碳建筑能源技术》及类似课程教学的创新和优化提供理论依据和教学指导。实践证明，以上举措取得了良好的教学效果，可有效提高建环专业学生的专业素养和创新能力，从而实现双碳目标下建环专业高素质人才培养的目标。

3. 本项目具有良好的推广价值：

(1) 提出了“厚基础、强实践、重创新”的面向双碳战略的建环专业人才培养方案。

基于以上人才培养目标和培养方案，在全国范围内率先设立了低碳建筑实验班进行单独招生和培养，每年受益学生约450人，并积极向本专业其他学校宣传介绍项目研究成果，惠及全国建环专业人才。

(2) 开发的课程资源收获行业良好口碑

邀请海内外院士、知名专家学者举办《零能耗建筑与可再生能源技术》、《零

能耗建筑与低碳社区》、《低碳建筑能源技术》三个全国公开课，单场在线观众高达九千人，累积在线观众超 20 万人次，获得行业高度认可和评价，并且学生可随时访问暖通空调云课堂，获取以上学习资源。此外，建环教师队伍与海外名师建立了良好合作关系，坚持根据专业热点组织全国公开课，或以研讨会等形式持续输入前沿知识，达到了久久为功的效果。

开发的《光电建筑设计与柔性负荷调控虚拟仿真实验平台》在全国人工环境学科博导论坛、全国高校建筑环境与能源应用工程专业负责人会议等大会上得到推广介绍并引起了同行的广泛关注，该平台目前已经在哈尔滨工业大学、同济大学、天津大学等 10 余所著名高校推广应用并成功申报了国家虚拟仿真实验平台。

(3) 举办的国际会议受到广泛关注

协助举办 2023 国际绿色智能建造与建筑工业化博览会暨世界建造大会，展览面积 5 万平方米，参展企业近 400 家，参观参会人数达 5 万人次。设置“住房城乡建设成果综合展示”“绿色智能建造与建筑工业化”“绿色农房建设与乡村振兴”和“建筑节能、绿色建筑与绿色建材”四大板块，展示了住房城乡建设发展成就和未来发展方向，以及建筑全产业链的新技术、新产品、新应用、新成果。举办的世界建造业大会邀请住建领域的中外专家学者出席，围绕绿色建造、智能建造、建筑工业化等方面，研讨产业方向，展望发展前景，获得了国内外同行的积极评价。

五、特色和创新点

(1) 形成了“面向双碳战略”的人才培养体系，实现了培养体系与国家战略需求的高效匹配。对标教育部《加强碳达峰、碳中和高等教育人才培养体系建设工作方案》对双碳人才在知识、能力、素质方面的综合性要求，分析现有培养方案和知识体系存在的问题，在国内率先创办了“建筑环境与能源应用工程”专业低碳建筑实验班，出台了国内首个低碳建筑实验班培养方案，新增了 9 门核心课程和 5 部规划教材，获批了 10 余项省部级教改项目和外国专家引进计划，为培养面向双碳战略的建环专业创新领军人才奠定了理论基础。

(2) 打造了“虚实结合”教学模式，提高了专业教学的效率与质量。在数字化背景下，建设了国内首个《光电建筑设计与柔性负荷调控虚拟仿真实验平台》和国际领先的零碳建筑科教融合实践创新平台，通过数字化赋能教学模式改革，打造了“虚实结合”的教学模式，优化了体验式教学方法，提高了专业教学效果。面向学生的问卷调查结果显示，教学模式的升级改进进一步夯实了学生的数理基

基础、提升了学生的科研与工程实践能力，沟通、管理与终生学习能力，实现了专业知识与思想政治协同育人的目标。

（3）实现了价值塑造、知识传授和能力培养三者融为一体的目标，达到润物细无声的教育效果。以国家战略和专业特色为主线，有机融合课程思政育人元素与课程知识内容，并将工程价值融入知识体系，构建了与新时代人才培养目标相适应的“国家战略引领、数字技术驱动、产学研用助力、四维思政掌舵”四位一体课程教学新体系。围绕课程育人目标，坚持教师的主导性和学生的主体性相统一开展教学实践，通过数字化赋能教学模式改革，将知识点、案例素材、前沿思想和思政元素多元融合，进行线上线下混合式创新课堂教学设计。有效运用全国公开课直播、虚拟仿真实验、产学研融合思政教学等多种教学方法和教学手段，使知识传递方式由单向传导转为多向互动。