

文章编号: 1671-6612 (2022) 05-777-05

# “双碳”背景下建环专业综合改革探析

杜芳莉 杨亚萍 申慧渊

(西安航空学院能源与建筑学院 西安 710077)

**【摘要】** 双碳目标即碳达峰和碳中和目标的提出,为能源及建筑行业的发展提出了新的要求和挑战。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,受到人们的广泛关注。本研究项目基于以上背景,主要从专业的人才培养目标、教学理念、课程体系、实践内容、课程考核评价等多方面对建筑环境与能源应用工程专业的教学体系进行综合改革探索,提高本专业学生的工程素养和创新能力,从而满足双碳目标下暖通行业对高素质应用型技术人才的需求。

**【关键词】** 双碳目标; 建环专业; 综合改革; 探析

中图分类号 G642 文献标识码 A

## Analysis on the Comprehensive Reform of Construction and Ring Major Under the Background of "Dual-Carbon"

Du Fangli Yang Yaping Shen Huiyuan

(Department of Energy and Architecture, Xi'an Aeronautical University, Xi'an, 710077)

**【Abstract】** The proposal of dual-carbon goals namely carbon peak and carbon neutralization target presents new requirements and challenges for the development of the energy and construction industry. Architectural environment and energy application engineering major, as one of the key majors in the field of building energy conservation, has attracted wide attention. Based on the above background, this research project mainly explores the comprehensive reform and exploration of the construction environment and energy application engineering major from many aspects of professional talent training objectives, teaching concept, curriculum system, practical content, course assessment and evaluation. In order to improve the engineering quality and innovation ability of the students majoring in CCB, so as to meet the needs of the HVAC industry for high-quality applied technical talents under the dual-carbon goal.

**【Keywords】** Double carbon target; Architectural environment and energy application engineering major; Comprehensive reform; Explore and analyse

## 0 引言

着眼当前高校工程教育,无论是政策导向还是形势所趋,转变教育理念,强化教学改革,已成为

高校发展的大势所趋。2020年9月22日的第七十五届联合国大会一般性辩论上,中国提出二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值,努力争取2060年

基金项目:陕西省高等教育教学改革研究项目:“碳中和”背景下建环专业的综合改革与实践(21BZ076);陕西省教育科学十三五规划课题:基于学科竞赛的大学生创新创业能力培养探索(SGH20Y1363);校级教育教学改革项目:聚焦“工程认证”的建环专业改革与实践(21JXGG1003);校级高等教育研究项目:基于OBE理念的制冷空调课程体系改革与实践(2021GJ1010)

作者(通讯作者)简介:杜芳莉(1975-5-),女,硕士研究生,副教授, E-mail: 972339919@qq.com

收稿日期:2022-01-13

前实现碳中和。在 2021 年 3 月全国两会期间，碳达峰和碳中和被首次写入政府工作报告。建筑行业作为能源消耗大户，每年约 50 亿吨能源消耗、130 亿吨二氧化碳排放，如此之高的碳排放，若想实现碳中和，绝非一件容易的事情<sup>[1]</sup>。建筑环境与能源应用工程专业，简称“建环”专业，是建筑节能领域的关键专业之一，对建筑节能目标的实现起到至关重要的作用<sup>[2]</sup>。众所周知，暖通空调设备能耗是建筑能耗中的大户，据统计，暖通空调系统运行能耗通常约占到建筑能耗的 60% 以上<sup>[3]</sup>，所以，降低暖通空调设备能耗是建筑节能的关键所在。根据重庆大学、山东建筑科技大学、长安大学、西安工程大学、西安科技大学五所高校建环专业的本科培养方案可知各高校专业课程体系框架基本相同，专业基础课程主要包括流体力学、工程热力学、传热学等；专业核心课程不同高校之间有所差异，例如有些高校将供热工程、空调工程和通风工程分别授课，也有些高校将三门课程合并为暖通空调一门集中授课，还有些高校则将供热工程与锅炉与锅炉房系统两门课程合并为一门课程；另外专业选修课各高校差异较大，也最能体现各高校特色，例如西安工程大学设置蒸发冷却空调原理与设备课程，西安科技大学设置矿井通风与空气调节课程，山东建筑科技大学则设置建筑节能新技术课程。但是目前各高校建环专业却缺乏对可再生能源、储能等新能源和新技术的重视，所以只有不断调整和完善建环专业的教学体系，才能适应双碳目标下建环专业对人才培养的要求。

## 1 专业现状

建环专业是我校应用性极强的工程类专业，该专业主要培养掌握“消耗最少能源，创造最适宜环境”相关的专业基础知识，具备供热、通风及空调工程的设计、预算、施工和调适、运维等方面的基本能力，能在设计研究院、建筑工程公司、物业管理公司、房地产公司、设备制造厂等企事业单位从事供暖、通风、空调、冷热源、净化等方面的规划设计、施工安装，以及运行管理岗位的高素质应用型技术人才<sup>[4]</sup>。随着双碳目标的提出，建环专业的发展遇到如下问题：首先，现有的专业课程体系主要基于传统的专业内涵，偏重于基础知识学习，着重开设供热、供通风及空调系统等相关课程，缺乏

对可再生能源、储能等新能源和新技术的重视，导致建环专业与双碳目标下新的建筑节能路径脱节，难以培养学生的创新能力和创新意识；其次，教学方法缺乏创新性，普遍采用以教师为主的灌输式理论教育模式，无法充分调动学生主动学习的积极性。最后，目前我校的大部分专业课程缺少新技术类课程实验教学及体验教学环节，不能与新知识课堂教学同步观摩，造成学生的理论与体验之间联系不紧密，导致学生的实践动手能力较差<sup>[5]</sup>。因此，在双碳目标下，以绿色、低碳、环保价值为引领，对建环专业进行综合改革，是顺应国家发展战略的要求，同时也是跨越式发展本专业的需求。

## 2 改革思路

基于以上问题，团队教师对陕建十一建集团公司，陕西建工安装集团有限公司、陕西融盛机电科技有限公司等知名暖通企事业单位展开了广泛的人才需求实地调研，调研中各企事业单位均提出建环专业人才培养应以行业需求为导向，夯实学生专业基础知识，注重学生兴趣培养等建设性意见，如图 1 所示。另外，团队还通过各种渠道对部分高校建环专业课程体系进行了调研，例如中国矿业大学围绕卓越工程师人才培养的方针，以空气调节为典型科目，开展案例补充课堂教学的探索，以增强学生的工程实践能力，弥补部分专业课程企业参与度不足带来的局限<sup>[6]</sup>。西安科技大学建筑环境与能源应用工程专业的课程体系将空气调节内容与矿井环境融合在一起，致力于井下环境气候的控制，形成一套独特的教学模式。西安建筑科技大学建环专业结合建筑智能化学科特点对课程体系进行了改革探索，教师队伍不断完善适合自己的精品教材、引入国外教材和双语教学、实行线上线下混合式教学等教学改革和教学法研究。基于以上调研，本专业教学团队分析了双碳目标下，暖通工程技术人员的从业岗位、工程能力需求及专业课程体系未来的发展方向，提出了只有对建环专业的人才培养目标、教学理念、课程体系、教学方式、课程评价等多方面进行综合改革和升级，全面提高本专业的教育教学质量，才能满足双碳目标下暖通空调工程对高素质、应用型技术人才的实际需求。双碳背景下建环专业综合改革思路如图 2 所示。



(a) 陕建十一建集团公司调研



(b) 陕西建工安装集团有限公司调研

图1 教学团队调研暖通企事业单位

Fig.1 The teaching team research on HVAC enterprises and institutions

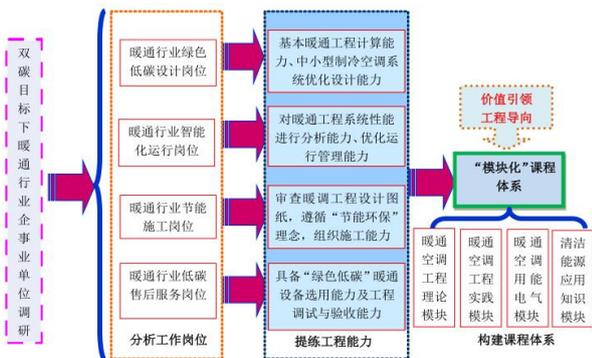


图2 双碳背景下建环专业综合改革思路

Fig.2 Comprehensive reform idea of environmental construction major under the dual-carbon background

### 3 改革内容与方法

#### 3.1 改革内容

建环专业属于土木工程的二级学科,双碳目标下建筑行业达标的关键路径是减少碳排放,这就需要采取相关的节能措施,具体包括可再生能源利用清洁化、建筑设备用能电气化、智能化等。而现有各高校建环专业的课程体系主要基于传统的专业内涵,偏重于基础知识学习,着重开设供热、通风

及空调系统等相关课程,缺乏对可再生能源、储能等新能源和新技术的重视,导致建环专业与双碳目标下新的建筑节能路径脱节,难以培养学生的创新能力。本项目在双碳目标下,结合我校实际情况进行如下改革:

(1) 优化培养目标,面向碳中和的发展方向,结合行业对暖通人才能力的需求,优化建筑环境与能源应用工程专业的培养目标,培养具有较强工程实践能力和创新能力的暖通应用型人才,促进学生全面发展,引导学生关心国家和世界的发展方向,培养学生对碳中和的学习兴趣,使得本专业学生毕业后除了能在供热、通风及空调领域,还能在太阳能、风能、智慧能源等新能源领域从事开发研究、工程设计、优化运行及生产管理工作,满足国家碳中和战略的发展需求。

(2) 改革教学理念,落实以学生为中心,以产出为导向,持续改进的 OBE 教学理念,对建筑环境与能源应用工程专业的教学方式方法进行综合改革,将“绿色低碳”理念融入到制冷空调课程体系的教學全过程,以实现教学方式的多样化。以教师为主导、学生为主体,采用线上与线下相结合方式进行教学,注重对学生的引导与启发,重视学生的主动参与。同时,推荐学生利用多种手段获取信息,如利用互联网资源、校园网资源、图书馆资源等进行课外阅读,以提高学生的学习积极性和学习效率,从而提高教学质量<sup>[7]</sup>。

(3) 更新课程体系,基于碳中和背景,对制冷空调课程体系内容进行增、删、整、并,做到融知识传授、能力培养、素质教育于一体,重构具有先进性和前瞻性的符合碳中和发展方向的制冷空调课程体系<sup>[8]</sup>。从多学科交叉融合视角对现有的课程体系进行改革,适当弱化传统化石能源相关课程,增加建筑设备自动化、建筑电气设备、建筑能源管理等用能电器化类的专业课程,及热泵技术、太阳能利用技术、风能利用技术、蓄冷技术等供能清洁化的可再生能源类课程或专题讲座,将绿色低碳理念融入建筑环境能源应用工程专业的教学过程之中。

(4) 重构实践内容,双碳目标下,无论是能源结构调整还是新能源利用技术都是新方向,建环专业需要根据实际优化实践教学内容,搭建“以赛促练”的学科竞赛创新平台,增强理论联系实际的

实践性教学环节<sup>[9,10]</sup>。在“碳中和”背景下，聚焦“节能减排”类学科竞赛，积极鼓励本专业学生参加“全国大学生节能减排社会实践与科技竞赛”，从而为本专业学生树立节能减排意识，做到低碳生活创造锻炼的平台。

(5) 创建“多维度”考核评价体系，根据教学过程各个环节，以满足国家碳中和战略的发展需求为目标，以毕业要求为准绳，创建“碳中和”背景下反映建环学生实际应用“绿色低碳理念”相关专业解决实际问题能力的“多维度”综合考核评价体系。

### 3.2 改革方法

本项目以“碳中和、碳达峰”能源发展目标为依据，以双碳目标下暖通行业所需的职业能力培养为主线，重新构建以“供能清洁化和用能电气化”为主线的课程体系；以实际暖通工程中的典型工作任务为载体，结合“绿色低碳理念”设计教学活动；以专业基本技能掌握及新能源知识应用为参照，强化对学生进行暖通系统工程的实践能力训练，从而使该课程体系真正达到“学校所教、学生所学、企业所用、持续改进”的目的。具体改革方法及措施如下：

(1) 双碳背景下制冷空调课程体系对应岗位群分析

组织专业课程团队教师，认真学习双碳目标政策，领会双碳目标内涵，并针对双碳目标的要求，广泛调研制冷空调行业的工程实际，提炼制冷空调工作岗位的典型工作任务。

(2) 岗位工作任务分析

对双碳目标下制冷空调行业的岗位所需的技能与素质要求进行归类分析，确定从事制冷空调工作岗位的对象、内容、手段、组织、产品及环境。

(3) 课程体系构建

以“碳中和、碳达峰”国家能源及环境发展目标为背景，以制冷空调企业目前采用的新技术，新业务流程为蓝本，校企融合共同参与构建以“暖通设备供能清洁化和用能电气化的原则”为链条、以“绿色低碳理念”为价值引领的“模块化”课程体系，并将实际暖通企业的节能减排工程案例引入相关专业的课程教学之中。

(4) 课程内容分析

根据“碳中和、碳达峰”对建环专业的要求及

对制冷空调工作岗位任务分析，重新确定各专业课程的目标、性质及内容，设计对应的实践项目，提取对应支撑的主要知识点，积极吸纳双碳目标下制冷空调前沿技术领域中的新成果充实课程内容。

(5) 课程教学方法研究

基于 OBE 理念，探索适应现代化教育教学方法。针对不同教学内容的性质与特点，采用传统教学结合 MOOC、雨课堂、工程项目导入、翻转课堂等多种新兴的教学方式与手段，打造立体学习氛围。通过“提问、探讨、汇报”等方式加强线下教学中的师生互动，并构建“课前引导、课堂教学、课后辅导一体化”及“竞赛+实践一体化”的两个“一体化”教学模式。

(6) 创新实践平台搭建

基于工程实践的视角，为拓展学生专业技术的应用能力，本专业结合“中国制冷空调行业大学生科技竞赛”及“全国大学生节能减排社会实践与科技竞赛”等理论联系实际的学科竞赛环节，与企业深度融合共同开发“以赛促练”的创新实践平台，校企协同培养学生实践能力，促使学生在暖通空调方面的职业能力获得螺旋式迁移和上升。

(7) 教学过程与实施

校企共同承担教学任务，企业技术骨干主要承担实践类课程，包括：专业实习、生产实习及课程设计、毕业设计等指导工作，同时兼顾理论知识的工程应用章节讲解；学校教师主要承担理论知识的教学任务，并利用假期及课余时间参与到企业实际节能减排工程项目之中。

(8) 课程考核

依据学生能力成长的碎片信息，融合“双碳”背景知识与专业课程内容，组织学生分组上台汇报，并与台下同学进行专题探讨，探索“多维度”课程考核评价体系，并加以持续改进，不断优化建环专业的人才培养目标。

## 4 改革创新点

本项目围绕双碳目标背景，结合暖通行业对知识运用能力及工程素养的要求，以助力实现建筑行业“节能减排”为导向，分别从专业人才培养目标、教学理念、课程体系、实践内容、课程考核评价等多方面对建环专业教学体系进行综合改革，改革创

新点如下:

(1) 以“碳中和、碳达峰的发展总趋势”和“企业对暖通人才能力需求”为依据,以“价值引领和产出导向”为目的,重构符合“绿色低碳理念”的制冷空调模块化课程体系。

(2) 构建“课前引导、课堂教学、课后辅导一体化”及“竞赛+实践一体化”的创新教学模式,促使学生在制冷空调方面的职业能力获得螺旋式迁移和上升,为学生进行制冷空调工程职业生涯的可持续发展奠定基础。

(3) 搭建“以赛促练”创新实践平台,构建“学生为主、教师为辅”的创新管理模式。学生带着问题去积极查找资料和文献或请教指导教师,从被动式的学习转变成主动式学习,从中体会到自主学习的乐趣,进而增强实践动手能力及创新能力。

(4) 通过设计作品、小测试、考勤、小组讨论、课堂活跃的程度、小组项目成果答辩等所有表现学生能力成长的碎片信息,创建“多维度”课程考核评价体系。

#### 参考文献:

[1] 清华大学建筑节能研究中心.中国建筑节能年度发展

研究报告 2020[M].北京:建筑工业出版社,2020.

[2] 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,(30):62-65.

[3] 伍小亭.暖通空调系统节能设计思考[J].暖通空调,2012,42(7):1-11.

[4] 杜芳莉,申慧渊.基于“校企协同”的制冷空调课程体系的构建[J].制冷与空调,2020,(2):268-272.

[5] 崔友平.新发展理念的主线脉络与实践要求[J].人民论坛,2021,(7):24-27.

[6] 黄丛亮,梁林,辛成运.基于“卓越工程师教育培养计划”的案例补充课堂教学的新思考——以《空气调节》课程改革为例[J].教育现代化,2018,(33):71-72.

[7] 杜芳莉,申慧渊.基于校企融合、协同育人的空调工程教学改革探析[J].制冷与空调,2019,(6):679-683.

[8] 杜芳莉,刘剑坤,申慧渊.建筑环境与能源应用工程专业课程思政改革探析——以《工程热力学》为例[J].制冷与空调,2020,(6):760-764.

[9] 龙惟定,梁浩.我国城市建筑碳达峰与碳中和路径探讨[J].暖通空调,2021,51(4):1-17.

[10] 黄紫旭,印红梅,叶会文,等.新工科背景下建筑环境与能源应用工程专业实践教学平台建设的思考与探索[J].制冷与空调,2018,(5):563-566.