基于专业特色下《建筑冷热源》课程三维教学体系改革研究

段姣姣，向夏楠，田柳，石星
湖南城市学院，湖南 益阳 413000
DOI: 10.61369/RTED.2026160025

摘　　要： 在国家“双碳”战略全面推进、新型电力系统加速建设、智慧建筑能源体系快速迭代的行业背景下，建筑冷热源系统已从传统的暖通空调负荷供给系统，转变为集电网响应、储能调峰、智能调控于一体的综合能源核心单元。传统《建筑冷热源》课程长期存在教学视角单一、重设备热力设计、轻电气调控与系统智能运行的问题，导致学生知识结构滞后于智慧建筑与综合能源行业发展需求。为此，基于我校建筑环境与能源应用工程专业鲜明特色，构建“外部电网响应适配、内部能源系统调度、数字 AI 智慧优化”三维教学体系，深化专业核心课程《建筑冷热源》教学改革，为新工科背景下建环专业复合型能源人才培养提供实践参考。

关 键 词： 建筑冷热源；响应；调度；智能控制；教学改革

Research on the Three-Dimensional Teaching System Reform of the "Building Heating and Cooling Sources" Course Based on Professional Characteristics

Duan Jiaojiao, Xiang Xianan, Tian Liu, Xing Shi
Hunan City University, Yiyang, Hunan 413000

Abstract: Under the background of the country's "carbon neutrality" strategy being fully implemented, the accelerated construction of the new power system, and the rapid iteration of the energy system in smart buildings, the building heating and cooling source systems have transformed from the traditional HVAC load supply system to a comprehensive energy core unit that integrates grid response, energy storage peak shaving, and intelligent control. The traditional "Building Heating and Cooling Sources" course has long had the problem of a single teaching perspective, emphasizing equipment thermal design while neglecting electrical regulation and intelligent system operation. This has led to a lag in students' knowledge structure compared to the demands of the development of smart buildings and integrated energy systems. Therefore, based on the distinct characteristics of the School of Building Environment and Energy Application Engineering, a three-dimensional teaching system of "external power grid response adaptation, internal energy system scheduling, and digital AI intelligent optimization" was constructed. The teaching reform of the core course "Building Heating and Cooling Sources" was deepened, providing practical references for the cultivation of interdisciplinary energy talents in the building environment and energy application engineering major in the context of new engineering disciplines.

Keywords: Building Heating and Cooling Sources; Response; Scheduling; Intelligent Control; Teaching Reform

引言

随着我国绿色建筑规模化普及、建筑全面电气化推进以及新型电力系统不断完善，现代建筑能源运行逻辑发生根本性变革[1]。建筑冷热源系统作为建筑能耗占比最高、可调潜力最大的核心用能系统[2]，不再仅仅承担室内温湿度环境调节的基础功能，更需要参与电网需求响应、新能源就地消纳、储能移峰填谷、动态负荷优化调度，是智慧建筑能源体系与城市电网柔性互动的关键载体。

基金项目：湖南省普通本科高校教学改革研究项目（202502001228）
作者简介：段姣姣（1987.02—），女，湖南益阳，副教授，博士研究生，人行为及建筑节能技术，duanjj-16@163.com

 Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

现阶段国内高校《建筑冷热源》课程教学体系普遍沿用传统暖通培养框架，教学内容聚焦冷热负荷计算、机组设备选型、机房管路设计、设备热力特性分析[3]，整体存在重静态设计、轻动态运行；重热力原理、轻电气调控；重单体设备、轻系统耦合的教学局限。传统培养模式下，学生普遍能够完成冷热源系统的常规设计工作[4]，但对设备电气控制逻辑、电网运行约束、建筑能源智能调度、数字化运维等前沿内容认知匮乏，难以适配综合能源服务、智慧机房运维、建筑电网协同调控等新兴岗位需求。

我校建筑环境与能源应用工程专业经过长期教学积淀，形成了“暖通热力为基础、电气智能为特色”的专属人才培养模式。在专业培养方案中，本专业学生系统学习了电工电子学、自动控制原理、建筑电气、建筑设备及其自动化等系列专业理论课程，并配套开展专业实验课程、建筑电气及其自动化课程设计、建筑电气方向毕业综合训练等系列专业实践课程。相较于其他高校建环专业学生普遍存在的电气基础薄弱、自控认知不足的问题，本专业学生具备扎实的建筑电气理论基础与工程实操能力，电控思维成熟、电气联动逻辑理解快，是本专业区别于同类专业的核心竞争力。

基于本专业学生独有的电气特长，本文针对性开展课程教学改革，打破传统冷热源课程单一热力教学视角，构建内外联动、数智融合的三维教学新体系，将电网响应、光伏储能利用、智能优化调控等前沿内容融入课堂教学，把学生的建筑电气优势、自控技术特长转化为智慧能源系统的工程创新能力，实现课程教学与行业新技术、新岗位、新需求的精准对接。

一、传统《建筑冷热源》课程教学问题

（一）教学视角封闭，缺乏外部电网耦合认知

传统课程以建筑室内冷热负荷需求为唯一设计导向，教学内容独立于城市电力系统之外。课程仅关注设备能否满足建筑冷热需求，完全忽略电网峰谷特性、分时电价政策、电力负荷约束、需求响应机制等外部运行条件[5]。学生形成“建筑独立用能”的固化思维，无法理解现代冷热源系统作为电网柔性可调负荷的核心功能。

（二）教学内容陈旧，忽视建筑内部新能源与储能潜力

现有课程体系对蓄冷蓄热、光伏一体化等新型建筑能源系统涉及较少[6]。教学过程不涉及建筑内部能源自产、存储、移峰、就地消纳的调度逻辑，无法覆盖当前绿色建筑、零碳建筑的主流技术体系，学生对建筑内部可调节能源空间认知空白。

（三）电暖知识割裂，学生专业特色未能尽情发挥

虽然课程内容学习了建筑水暖电相关知识，学生也具备承担三份简单工作的能力。但各课程之间严重脱节，电是电，水是水，暖是暖，并没有形成合力，也难以达到“你中有我、我中有你”的境界，比如无法配合电气专业进行暖通空调设备运行控制方案的制定，很难有针对性对暖通设备用电负荷、运行控制参数等提出具体要求[7]。

（四）数字教学缺失，与智慧建筑工程实际脱节

传统课程缺少能源供需优化模型、数字能源平台、AI 负荷预测、全自动智慧调控等前沿教学内容。课程实践停留在图纸识读、设备选型、理论计算层面，学生无法掌握现代建筑智慧用能的核心技术，与企业数字化、智能化运维岗位需求严重脱节。如学生在学了 Python 编程和数据处理技术后，并没有教授给学生如何将这些技术运用到冷热源的问题上。学生学到了计算机的编程技术，但并不知道怎样用编程实现冷热源系统仿真以及优化等问题，也无法深入地掌握数字化手段[8]。

二、基于学生电气特长的三维教学体系构建

如图1所示，结合行业发展趋势与本专业学生独有建筑电气优势，本文构建外部电网响应、内部能源调度、数字 AI 优化三维一体的全新课程教学体系，层层递进、由浅入深，充分发挥学生专业特长，实现课程提质升级。

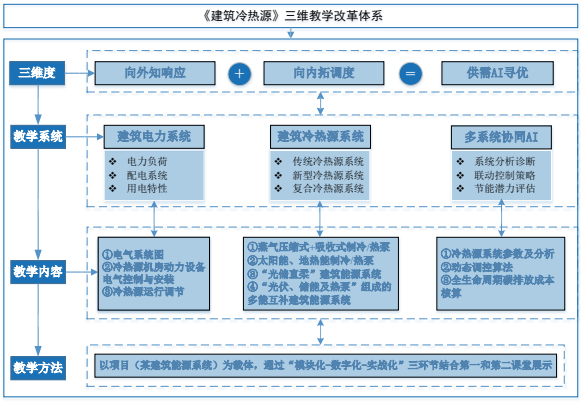


图1《建筑冷热源》课程三维教学体系

（一）向外联通——强化电网耦合认知，掌握外部能源响应条件

利用学生已掌握的建筑电力负荷、配电系统、设备用电特性等电气知识，打破建筑能源系统封闭教学壁垒。

在课程中新增新型电力系统基础内容，重点讲解电网峰谷波动规律、分时电价机制、电网高峰负荷约束、建筑柔性负荷定义、冷热源系统需求响应策略。依托学生电气负荷分析特长，引导学生从设备热力运行视角升级为电网适配运行视角，让学生掌握冷热源机组错峰启停、负荷平移、高峰避峰、低谷蓄能的外部电网适配逻辑，使学生能够基于电网外部约束条件制定合理的冷热源系统运行方案。

（二）向内深挖——探索建筑资源潜力，挖掘内部能源调度空间

依托学生建筑电气新能源接入、配电调控、储能电控基础，系统增补建筑内部新型能源系统教学内容。

课程重点引入建筑屋顶光伏、建筑一体化光伏系统、冷水蓄冷、热水蓄热、建筑电化学储能等技术体系，讲解建筑自产能

Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

源、储能能源的就地消纳、余电存储、负荷转移的运行逻辑。借助学生电气实践课程中掌握的新能源并网、储能充放电控制、配电切换等实操能力，让学生深度理解建筑内部可产能量、可储能量、可调负荷的调度空间，掌握建筑内源网荷储一体化运行机理，建立建筑节能与能源优化的内部系统思维。

（三）数智融合——搭建供需择优模型，依托企业平台实现AI智慧用能

在前两个维度基础上，结合学生突出的电气自控、系统联动、设备调控特长，开展高阶智能化教学改革。

整合外部电网约束条件与建筑内部光伏、储能能源资源，引导学生构建冷热源系统能源供需择优优化模型，实现不同工况、不同电价、不同新能源出力条件下的系统最优运行策略。同时依托校企合作企业数字能源平台资源，引入真实建筑能源监测、负荷调度、智能管控系统，开展平台实践教学。

三、课程教学改革具体实施路径

（一）重构课程教学内容，打造电气与暖通交叉特色模块

第一课堂中保留传统课程负荷计算、设备原理、机房设计、水力工况等核心基础内容，依托学生电气特长，新增五大特色教学模块：电网需求响应与柔性负荷调控、建筑光伏与储能系统运行、冷热源设备变频电气调控、能源供需择优优化模型、建筑数字智慧能源平台应用。

（二）优化课堂教学模式，创造冷热源场景实施数字化教学手段

第一和第二课堂中改变传统纯理论、纯公式推导的教学模式，采用数智化教学方式[9]。通过数字化手段增设智慧冷热源系统控制逻辑分析、峰谷电价下设备优化运行方案设计、储能光伏协同调控、数字综合冷热源系统等虚拟仿真场景和平台。

（三）升级实践教学体系，利用项目进行垂直一体化实战

第二课堂中结合工程实际项目含传统集中式空调、新能源等复合冷热源系统进行垂直一体化实践教学[6]。实操项目的设计、实施、运维、调控全过程，在设计阶段考虑电网需求响应和建筑能源调度确定方案，利用BIM等技术手段确保方案高效实施，通过峰谷电价、新能源系统优化项目各阶段运行方案，最后集数据一体的智慧能源平台进行快速反馈实施调控，确保项目高效低碳运行。

四、结语

针对传统《建筑冷热源》课程视角封闭、内容滞后、数智化脱节的教学痛点[10]，本文立足我校建环专业学生具备建筑电气理论与实践能力、电气特长突出的专属学情优势，构建了“外部电网响应适配、内部能源潜力挖掘调度、数字AI供需智能优化”的三维教学改革体系。

课程改革充分扬长本专业学生电气核心优势，补齐传统课程模块化、数字化、实战化教学短板，打通了建筑冷热源系统与新型电力系统、建筑分布式能源、数字智慧运维的教学壁垒，构建了具有本专业鲜明特色的课程育人体系。本次教学改革活动有效推动了传统暖通课程向智慧能源课程的转型升级，可为新工科背景下建环专业复合型、创新型能源人才培养提供借鉴与参考。

参考文献

[1] 支彤 . 江亿院士让建筑变成能源电力产消者 [J]. 科学大观园 ,2022,(11):24-25.

[2] 黄莲如 ." 双碳 " 目标下建筑暖通空调与电气系统协同节能技术研究 [C]// 广西网络安全和信息化联合会 . 第二届工程技术管理智能化转型学术交流会论文集（上册）.2026:60-62.

[3] 齐俊峰，齐子姝，蒋迪 . 基于新工科和OBE理念的建筑冷热源课程教学改革探索 [J]. 中国教育技术装备 ,2022,(18):111-113+126.

[4] 段姣姣，向夏楠，刘婷婷，等 . 空气调节用制冷技术课程思政教学体系思考 [J]. 中国教育技术装备 ,2022,(8):124-126.

[5] 孙钦荣，居发礼，廖春晖，等 . 产学协同育人背景下的多模式混合教学探索与实践——以《冷热源工程》为例 [J]. 制冷与空调（四川）,2024,38(3):437-442.

[6] 雷勇刚，宋翀芳，景胜蓝 . 建筑冷热源核心课程群培养体系构建 [J]. 高等建筑教育 ,2018,27(3):82-86.

[7] 曾莉，余晓平 . 建环专业电学与智能化控制知识领域实践教学探索 [J]. 重庆科技学院学报（社会科学版）,2013,(11):190-192.

[8] 李升煜，余晓平 ." 双碳 " 目标下空调冷热源技术课程改革与实践——基于 " 三融三化 " 的数字化与跨学科整合探索 [C]// 昆明理工大学建筑工程学院 .（西南地区）建环工程教育创新协作平台2025年人才培养研讨会论文集 . 中国建筑工业出版社 ,2025:54-56.

[9] 张丽娜 ." 建筑冷热源 " 课程混合式教学改革探究 [J]. 智慧引航 ,2025,(15):115-117.

[10] 刘猛，陈圆 . 高等工程教育未来课堂的路径选择与实践探索——以重庆大学为例 [J]. 高等工程教育研究 ,2026,(2):18-22.

 Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.