

“双碳”目标下绿色算力人才培养的多学科融合路径探索*

更太加

金弟

青海民族大学国家民委重点人工智能应用技术实验室，西宁 810007

天津大学认知计算与应用重点实验室
天津 300350

雍玖

魏建国**

兰州交通大学轨道交通信息与控制国家级虚拟仿真实验教学中心，兰州，730070

天津大学认知计算与应用重点实验室
天津 300350

摘要 在“东数西算”与“双碳”战略背景下，绿色算力成为连接能源转型与数字经济的核心纽带。本文以智慧供热系统为实践载体进行人才培养，探索构建融合能源、控制、人工智能等领域的课程体系重构路径。以“多学科融合、能力导向”的课程教学改革路径，通过构建集太阳能热电联供、人工智能与数据监测于一体的教学实验平台，推动学生工程意识与系统思维的培养。平台设计AI算法的实际应用训练模块，使计算机专业学生掌握从原始数据处理到模型开发与部署的完整工程能力，形成“问题驱动—方法探索—方案构建—系统反馈”的螺旋式学习路径与实践闭环。在青海等西部地区的教学实践基础上，有效培养了学生的系统思维与工程实践能力，学生团队在科技创新竞赛中表现优异，可有效促进多学科知识融合与实践能力培养。

关键字 多学科融合；智慧能源；新工科；工程实践；教学体系

Exploring Multidisciplinary Integration Paths for Talent Cultivation in Green Computing Power under the "Dual Carbon" Goals*

Kuntharrgyal Khsru

Di Jin

Key Laboratory of Artificial Intelligence Application Technology, Qinghai Minzu University, Xining, 810007, China;

Tianjin Key Laboratory of Cognitive Computing and Application, Tianjin University, Tianjin, 300072, China;

Jiu Yong

Jianguo Wei**

National Virtual Simulation Experimental Teaching Center for Rail Transit Information and Control, Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou, 730070, China;

Tianjin Key Laboratory of Cognitive Computing and Application, Tianjin University, Tianjin, 300072, China;

Abstract—Under the "East Data, West Computing" and "Dual Carbon" strategic initiatives, green computing power has emerged as a critical link between energy transition and the digital economy. This study employs a smart heating system as a practical platform for talent development, exploring pathways to reconstruct a curriculum system integrating energy, control, and artificial intelligence (AI). Through a "multidisciplinary integration, competency-oriented" teaching reform approach, we developed an experimental teaching platform combining solar thermal-electric cogeneration, AI, and data monitoring to cultivate students' engineering awareness and systems thinking. The platform incorporates practical training modules for AI algorithm applications, enabling computer science students to master end-to-end engineering capabilities—from raw data processing to model development and deployment—forming a spiral learning path and practical loop of "problem-driven exploration, method experimentation, solution development, and system feedback." Teaching practices in western regions like Qinghai have effectively enhanced students' systems thinking and engineering skills, with outstanding performance in innovation competitions,

*基金资助：本文得到国家自然科学基金项目（62261045）；青海省重点研发与转化计划（2022-QY-218）；高层次人才（博士）计划（2021XJG19）资助

**通讯作者：魏建国 jianguo@tju.edu.cn 。

demonstrating its potential to foster multidisciplinary knowledge integration and practical competency development.

Keywords—Multidisciplinary Integration; Smart energy; Emerging engineering education; Engineering practice; Teaching system;

1 引言

在“双碳”战略目标的推动下，工程科技正向高效化、集成化与智能化转型，工程教育也需积极响应学科融合、智能技术与绿色发展的趋势^[1]。然而，当前我国高等工程教育在应对能源系统复杂性、多专业协同与“绿色算力”集成等方面仍存在不足，课程体系缺乏系统思维，教学内容分散、实验平台孤立，制约学生跨学科综合能力的培养^[2-3]。

多学科融合已成为全球工程教育改革的核心趋势。《全球工程前沿 2024》强调，工程前沿正朝着极综合交叉方向发展^[4]，同时，人工智能与绿色算力也在重塑能源系统的运行逻辑，推动能源与信息深度融合^[5]。在此背景下，将多学科知识与绿色算力融入工程教育体系，构建系统化、融合化的教学模式，成为高校改革的关键。以计算机、能源、自动化和人工智能等专业为例，现有课程往往结构封闭、知识割裂，学生缺乏在真实系统中进行“系统构建—智能优化—协同控制”综合训练的机会^[6-7]。面对日益复杂的工程项目，高校须重构教学组织与实践平台，培养学生跨界整合与系统解决问题的能力。

针对上述挑战，本文提出以能力为导向、系统为载体、融合为路径的教学体系。依托智慧能源真实场景，构建融合能源、控制与 AI 的教学实验平台，引入绿色算力与虚实结合仿真工具，通过项目驱动提升学生的系统建模、协同设计与智能决策能力。

论文以“太阳能热电联合智慧供暖系统”为案例，集成热泵、光伏、储能与控制等模块，构建多能源协同的实验平台，支持算法部署与仿真调度，实现“知识系统化应用、能力项目化生成、素养过程化沉淀”的教学目标。

2 融合式教学课程体系设计与构建

当前能源系统复杂性日益增强，传统单一学科课程模式难以满足人才培养需求。尽管各学科理论独立成体系，但工程实践中需多专业协同完成建模、优化与控制任务。同时，人工智能与算力技术的快速发展，正在深刻改变工程系统的运行方式^[13-14]。绿色算力（Green Computing Power）不仅关注云端 AI 能效，更代表能效优化与智能调控的综合能力。为应对挑战，课程体系需转向“系统导向”，推动跨学科能力整合。

论文提出以“系统建构—智能优化—协同控制”为主线的融合式课程体系，通过打破学科壁垒实现知识融合与能力跃升。该体系要求学生掌握学科基础，

并在综合性项目中整合跨学科解决方案，培养系统思维与实践能力。

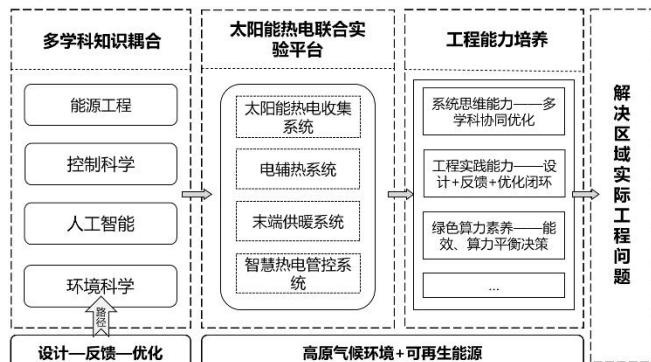


图 1 多学科融合课程体系架构图

2.1 多学科协同：从“知识积木”向“系统实践”转变

目前的工程教育中，不同学科课程往往独立开设、彼此割裂，学生对知识的掌握多停留在概念识记和理论理解层面，缺乏贯通不同领域知识、构建系统解决方案的能力^[9-10]。这种传统模式在处理复杂工程问题时，明显存在能力迁移难、知识整合弱等短板^[11-12]。

为解决这一问题，课程体系采用多学科协同的设计理念，将计算机科学、人工智能、控制工程等多个学科知识嵌入统一的工程任务之中，并以真实复杂的工程问题为载体，引导学生在“问题驱动—方法探索—方案构建—系统反馈”的螺旋式学习路径中逐步实现从知识碎片到系统整体的跨越。

具体实施中，通过真实情境案例引导，增强学生的实践意识；通过平台化知识体系构建，搭建多学科知识间的逻辑关系网络，帮助学生形成完整的知识体系。学生从被动接收转向主动探索，进而培养以系统思维解决复杂工程问题的能力。

2.2 绿色算力：面向新工科的跨学科协同能力

随着人工智能、大数据、云计算等技术的飞速发展，算力正在成为继能源、电力之后的新型基础资源。教学体系引入绿色算力素养的理念，帮助学生将计算能力与能源效率、系统负载等维度深度融合，使其具备理解、评估、调度和优化算力资源的基本能力。学生在实验、项目和挑战任务中应用这些知识进行资源调度与优化分析。

2.3 任务驱动设计：以系统问题为牵引开展项目化教学

工程教育的任务在于培养学生解决实际问题的能力。融合式课程体系以任务驱动作为教学组织的核心逻辑，围绕真实、复杂的系统性工程问题，设计全过程、闭环式的项目化教学流程。项目任务围绕产学研合作提供的场景需求，如智能制造、智慧能源、绿色建筑、智能交通等，设计任务链条，并嵌入课程全过程。

教学流程采用任务拆解、阶段交付、动态反馈的机制，学生以团队形式完成问题识别到解决方案实施的全过程。在这一过程中，学生提升了解决复杂问题的系统能力，且锻炼了沟通表达、团队协作、项目管理等综合素质，工程伦理、社会责任等素养也在实践中得以内化。这种真实任务驱动、跨学科团队合作、全流程参与的教学方式，激发了学生的学习主动性与工程责任感。

3 融合式教学实践平台

在融合式课程体系的框架下，教学实验平台的设计不仅承载了知识传授与能力训练的双重功能，更是学生理解复杂工程系统运行机理和掌握实际工程操作的关键支撑。以“太阳能热电联合智慧供采暖系统”为例，构建一个融合理论教学、实验实训与项目实践为一体的教学平台。

3.1 核心载体：热电联合智慧系统

近年来，随着可再生能源技术与智能控制理论的快速发展，清洁供暖系统的研究逐渐从单一能源形式向多能源耦合、智能化运行方向演进。欧美国家较早布局了光伏+热泵系统的协同控制模式，如“智能住宅能源管理系统（HEMS）”，通过本地预测控制提升光热协同效率^[13]。

平台以构建绿色、清洁、高效、智能的能源系统为目标，集成太阳能光热、电辅热、储热管理与智能控制模块，实现“光—热—储—控”一体化的系统教学框架。系统主要由以下四大子系统构成：太阳能热电收集系统，配置光伏组件、太阳能集热器、热交换设备和储热水箱，具备太阳能光电与光热双向能量转换功能，实现能源的高效复用与分时调度；电辅热系统，由空气源热泵与电锅炉构成互补结构，在光照不足或热负荷突增的情况下提供稳定热能补偿，保障系统连续运行；末端供暖系统，包括室内地暖管道、温控阀、流量调节器及环境传感器，实现按需供热、局部调节、舒适度优化等功能；智慧热电管控系统，基于边缘控制器、传感器网络及数据采集单元，配套开发智能控制算法与可视化监控界面，实现多源能量协同控制与动态能效优化。太阳能热电联合智慧供采暖系统硬件设计模型如图 2 所示。

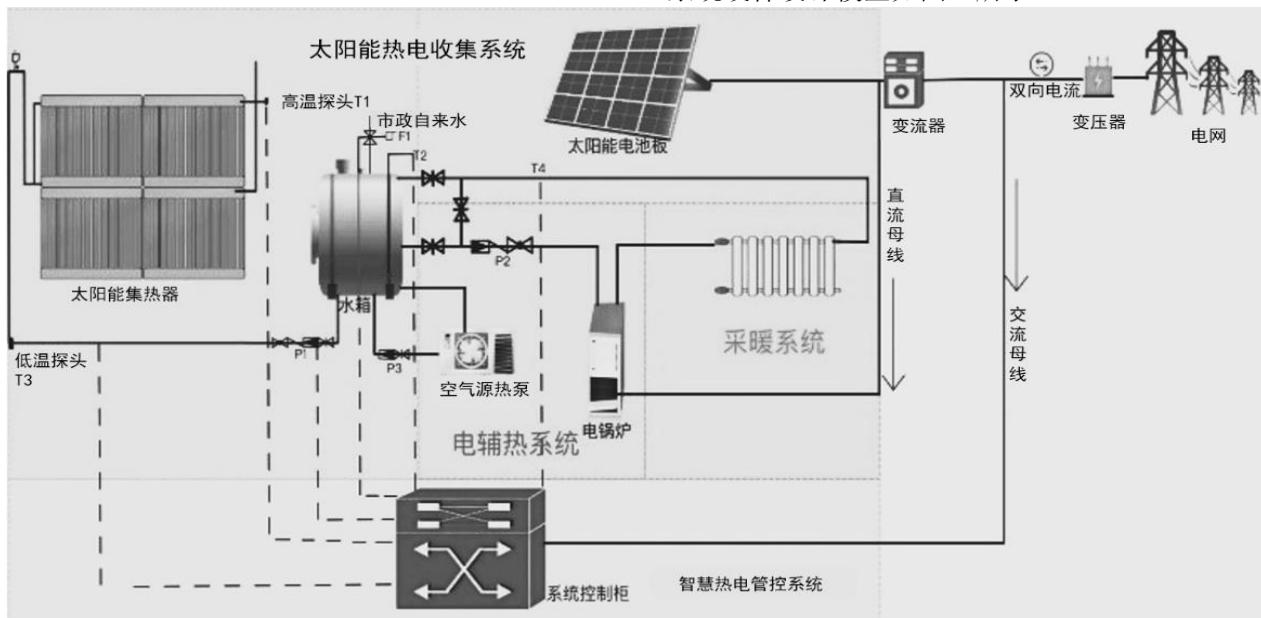


图 2 太阳能热电联合智慧供采暖系统硬件设计模型

课程以构建太阳能热电联合供采暖实验平台为载体，通过多能源协同控制系统的教学集成，将人工智能、智能控制、系统优化等跨学科知识有机融合，让学生在真实工程场景中构建完整的系统认知，实现“知识在系统中应用、能力在项目中生成、素养在过程中沉淀”的教学目标。

平台通过“设计—操作—反馈—优化”的闭环训练，学生掌握从理论到实践的转化能力，通过反复调试与优化，培养了系统思维。平台支持控制算法的部署与验证，使绿色算力从理论转化为可操作的工程实践，帮助学生理解计算与控制的协同作用，并促进其在能源效率优化中的创新与可行性思维的形成。

3.2 人工智能与绿色算力的深度融合

在“双碳”战略驱动下，算力与能源的融合成为教学实验平台设计的创新重点。平台引入绿色算力理念，全过程融合 AI 能力，将绿色算力理念贯穿教学实践全过程，为学生提供从理论到工程落地的完整能力的训练。

算力平台配置本地边缘服务器与远程云端算力平台，支持分布式数据处理与模型训练。并实时采集太阳能热电系统中的多维度运行数据，包括设备层、环境层数据。如光伏组件输出的电压和电流、热泵的 COP 值、水箱的温度梯度、光伏发电量、水箱温度及系统能耗等数据，系统进行 TRNSYS 实时仿真，学生在真实数据上进行预处理，完成高频采集数据的初步过滤、异常检测。使学生在仿真与实体平台的互动中深入理解能源流与信息流的耦合机制，培养其从设备级控制到系统级调度的工程思维，以及基于数据驱动的系统分析与决策能力。

在 AI 算法模块与仿真验证方面，平台预置典型 AI 算法供学生对比研究。包括基于 LSTM 的光伏发电量预测、基于深度强化学习的储能调度策略用于光、储、热协同优化等。同时，支持学生设计优化算法，并部署至平台进行实验验证。在算法测试阶段，学生将训练好的模型部署到仿真系统，并对比不同算法在极端寒冷天气下的性能差异。

为了培养学生的绿色算力素养，可以实时观测边缘服务器与云端计算集群的能耗对比，此外，平台还设置挑战，要求学生在给定的能效约束下，设计方案，优化 AI 模型的推理速度和准确率。这些实验环节不仅帮助学生掌握 AI 算法开发的技能，还让他们深入理解绿色算力的实践意义。

3.3 高原特色的实验模块

结合平台结构与课程目标，构建多层次、跨专业的实验模块体系，实现教学内容与能力目标的一致性。通过教学实验平台的系统化设计与模块化建设，学生能够掌握系统的基础知识与技术路径，更能在项目实践中形成系统能力与绿色算力素养。

教学体系紧密结合青海地区独特的清洁能源优势，构建了具有鲜明地域特色的实验教学平台。依托青海 92.8% 的清洁能源装机占比和 84.5% 的绿色电力发电量这一得天独厚的能源条件^[15]，平台实现了理论教学与区域实践的深度融合。学生通过基础实验模块掌握太阳能集热器效率测试、热泵性能分析等，在综合实验模块，通过模拟真实的高原气候环境下，开展太阳能、风能等可再生能源的系统集成与优化研究。

掌握基础系统运行机制后，学生在创新应用环节，

针对高原地区实际需求，选择合适人工智能算法进行系统优化与调节。并为学生提供针对性训练，在基于 LSTM 算法或深度强化学习等方法上，训练智能调度策略。部分成果的实测结果表明，能够有效减少弃光电量与碳排放量，学生在算法工程化能力方面提升显著。

基于本土能源特征的项目化教学，使学生深入理解多能互补系统的运行机理，也培养了其将理论知识转化为解决区域实际问题的工程能力。

4 教学方法实施与创新

在课程体系实施过程中，重点结合西部地区的能源特点与工程需求，构建了多学科融合的实践教学平台。平台支持学生在仿真系统进行系统设计、算法部署与控制策略验证，将课堂所学的理论知识贯穿于实际工程问题中，培养系统化思维与工程实践能力。通过这一平台，学生能够将课堂所学的理论知识贯穿于实际工程问题中，培养系统化思维与工程实践能力。

课程采用“四型问题教学法”，从 What（现象认知）、How（方法探索）、Why（原理分析）、Analyze（系统优化）四个维度引导学生思考，强化其发现问题、分析问题、解决问题的能力。强调学生在解决问题过程中的主动知识和能力建构，与绿色算力多学科融合的特性高度契合。例如，学生需分析不同气候条件下的能源调度策略，并通过仿真与实验验证优化方案，形成完整的闭环学习路径。提升了学生的专业技能，且培养了独立思考与创新能力。

通过四型问题教学法的实施，学生形成了完整的闭环学习路径：从现象认知出发，通过方法探索和原理分析，最终实现系统优化。这一过程不仅提升了学生的专业技能，而且培养了独立思考与创新能力。在问题分析阶段，学生需要综合运用多学科知识，提出创新性解决方案，这是培养创新思维和系统思维的关键环节。

此外，结合教育学中的“最近发展区”理论，课程采用案例教学法，选取青海地区典型能源系统（如光伏供暖、储能调度等）作为研究对象，引导学生分析实际运行数据，提出改进方案。同时，定期发布与课程内容相关的科研项目或竞赛题目，鼓励学生参与科技创新活动。理论强调教学应略超前于学生现有水平但通过努力可以达到，我们据此设计了阶梯式教学案例和项目任务。

5 教学实践成果

通过教学平台的系统化实施与“四型问题教学法”的应用，学生在工程实践能力、科技创新水平及综合素质方面取得了显著提升。本教学体系的成效具体体现在平台建设与资源共享、学生创新成果产出、师资

队伍强化以及社会服务能力等多个方面。

5.1 高水平实践教学平台的建设

在实践平台建设中突出结合青海省人才需求，结合青海省社会发展需求及产业发展需求来构建专业教学内容、构建实践教学平台，充分体现学以致用、研以致用，为绿色算力与多语言信息处理等方向的实验教学和科研创新提供了坚实基础。培养出一批具有扎实理论基础和丰富实践经验的信息处理人才。

5.2 学生创新与实践能力显著增强

课程极大地激发了学生的创新热情与实践能力，学生在各类高水平学科竞赛与创新创业项目中表现突出，在近3年的实践探索中，学生依托教学平台参与竞赛获奖与创新代表性成果统计如表1：

表1 教学成果统计表

成果类型	累计数量
国家级竞赛获奖	4
省级竞赛获奖	9
软件著作权	5
论文发表	15

例如，学生团队设计的“光源计划——智慧供采暖系统”作品，基于课程所学的能源调度与优化算法，成功应用于高原地区清洁供暖场景，荣获中国国际“互联网+”大学生创新创业大赛全国铜奖。另一学生团队开发的“畜牧之家智慧化管理平台”，将绿色算力与物联网技术相结合，实现畜牧业生产的智能化管理，斩获“互联网+”大学生创新创业大赛国家级铜奖。

此外，课程团队聚力“双创+三融合”（创新与创业融合、理论与实践融合、教学与科研融合、能力与素质融合）的培养模式，引导学生积极参与科研项目。学生依托课程实践，成功申报软件著作权5项，并在国内外高水平会议和期刊上发表SCI/EI论文十余篇，学术交流能力得到充分锻炼。

5.3 思政教育与服务区域发展能力提升

课程坚持立德树人根本任务，将思政教育有机融入教学实践。引导学生将绿色算力技术与服务国家“双碳”战略、推动西部地区高质量发展相结合，培养了学生的使命担当。通过聚焦青海省在智慧能源、生态大数据等领域的紧缺人才需求，体系为地方培养了一批具备系统思维、创新能力和实践精神的高素质人才，为区域绿色发展提供了有力的支持和人才保障。

成果验证了教学体系通过平台、项目、竞赛的多轮驱动，不仅显著提升了学生的工程实践与创新能力，更在平台建设、师资强化、思政育人及服务地方方面形成了可复制、可推广的宝贵经验，全面验证了面向

绿色算力的多学科融合教学路径的有效性与先进性。

6 结束语

随着“双碳”战略的深入推进和工程教育转型的不断加快，高校工程类专业教育面临着培养复合型、创新型人才的紧迫任务。研究以智慧供采暖系统为载体，围绕新工科背景下的课程体系创新需求，系统开展了融合式课程体系的构建与教学实践探索。通过对能源、人工智能等交叉领域的深度整合，构建了模块化、项目驱动式的教学结构，搭建了支撑多层次实践能力培养的智慧教学平台。实现了人工智能、能源、控制的跨学科融合，更有效提升了学生的工程意识与实践能力。

从课程内容、教学方法到组织机制的多维度创新能够有效提升学生的知识融合能力、系统思维能力和工程实践能力。此外，在服务西部地区绿色发展、支撑本地高层次技术技能人才培养方面能够展现良好的适应性与引领性。使学生在真实系统中理解抽象原理、在项目实践中锻炼综合能力、在跨专业协作中提升创新素养，未来，将进一步优化平台功能，推动AI算法、人机交互等新兴技术融入教学，力求构建集“教、学、研、创”于一体的专业教学新生态，助力高校人才培养质量的持续提升。

融合式课程体系的进一步完善可聚焦于内容层面与前沿技术融合，持续引入绿色能源、智能算法、数据驱动控制等新兴技术成果，动态调整课程内容结构，提升课程的时代适应性与创新引领性。

参 考 文 献

- [1] 王书亭,谢远龙,尹周平,等.面向新工科的智能制造创新人才培养体系构建与实践[J].高等工程教育研究,2022,(05):12-18.
- [2] 李卫军,邢延,蔡述庭,等.面向多学科融合的自动化类人才培养模式探索与实践[J].高等工程教育研究,2021,(06):31-37.
- [3] Shi D ,Song D ,Ying L , et al.Research and Practice on the "One Core, Two Wings" Innovation Talent Cultivation Model for Mechanical Engineering in the Context of New Engineering Education[J].Journal of Educational Research and Policies,2024,6(12):95-99.
- [4] 中国工程院“全球工程前沿研究”项目综合组. 2024全球工程前沿. Engineering. 2024, 43(12): 4-7
<https://doi.org/10.1016/j.eng.2024.11.010>.
- [5] 唐萍萍,胡耀华,胡仪元.人工智能赋能形成绿色生产力的机制与路径[J/OL].山东财经大学学报,2025,(03):5-14[2025-05-29].
<http://kns.cnki.net/kcms/detail/37.1504.F.20250519.1008.002.html>.
- [6] 刘进,吕文晶.人工智能时代应深化研究生课程的学科融合——基于对MIT新工程教育改革的借鉴[J].学位与研究生教育,2021,(08):40-45.DOI:10.16750/j.adge.2021.08.007.
- [7] 李亚坤,颜荣恩,杨波,等. 生成式人工智能背景下高校软件

- 工程课程的教学改革与探索[C]// 计算机技术与教育学报. 2024:1-5.
- [8] 杨庆,刘志军,孔纲强,等.学科交叉融合背景下高等工程教育策略研究 [J/OL]. 高等工程教育研究 ,1-5[2025-05-30].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/42.1026.G4.20250312.1454.002.html>.
- [9] 廖兴宇,刘海龙.新工科背景下《数据结构》课程重构与实践研究 [C]. 计算机技术与教育学报 .2025:42-46.DOI: 10.12427/jcte2325-0208.20250508
- [10] Qiu C .First-class courses guided by new problems and cases based on the concept of engineering education Reform of Teaching Mode—Taking Foundation Engineering Course as an Example[J].Curriculum and Teaching Methodology,2025,8(2):
- [11] 李鑫,齐红,张馨予,等. 工程教育认证背景下计算机一流专
业建设的路径研究 [C]. 计算机技术与教育学报 . 2022:62-65.
- [12] 张婧,张武,解红霞,等. 基于 OBE 理念的应用型本科院校创新创业教育探索与实践[C].计算机技术与教育学报. 2022:70-72.
- [13] 徐涛,宫丽娜,杨斌,等. 工程教育认证+专业思政背景下人才培养方案改革与探讨 [C].计算机技术与教育学报. 2022:94-98.
- [14] Mahapatra B, Nayyar A. Home energy management system (HEMS): Concept, architecture, infrastructure, challenges and energy management schemes[J]. Energy Systems, 2022, 13(3): 643-669.
- [15] 刘瑜.“绿色算力+人工智能，是青海发展的重大机遇”[N]. 西宁晚报,2025-03-29(A03).DOI:10.28899/n.cnki.nxnwb. 2025.000877.