焓㶲熵三火筑基
学用创三阶赋能

“能量三把火”点燃热工基础课堂——面向真实场景的基础课程教学创新与实践



第六届全国高校教师教学创新大赛

2026 年 6 月

目录 CATALOGUE

一、课程概况 4

（一）课程内容 04

（二）课程目标 04

二、学情与教学真实问题 6

（一）学情分析 06

（二）真实问题 07

1. 概念难内化——重公式记忆，轻系统建构 07

2. 能力难迁移——重例题求解，轻工程决策 07

3. 价值难感知——重知识传授，轻价值内化 07

三、教学创新理念与思路 8

四、创新举措与实践 9

（一）重布“火源”：基于储能电站情境的内容重构 09

（二）环境创设：构建“虚实融通、阶跃赋能”的沉浸式训练场 10

1. 学——“焓火”（自主认知） 10

2. 用——“炯火”（思辨决策） 11

3. 创——“熵火”（创新内化） 11

（三）基于“三火筑基”的“学—用—创”三阶教学模式 12

（四）传熵火延伸：产业实战淬炼与闭环验证 12

（五）以“能量三把火”为统领，系统构建课程思政育人体系 13

（六）以“能量三把火”为标尺：三阶递进的发展性评价体系 15

五、教学创新成效与示范 15

（一）教学创新成效：从“三难”到“三阶赋能”的实证转变 15

（二）创新成效示范 20

摘 要

本课程立足智能制造专业面向复杂工程系统集成与绿色高效运行的培养目标，直面《热工基础》课程**概念难内化、能力难迁移、价值难感知**的三大痛点，围绕新工科“解决复杂工程问题”的核心要求，系统重构课程体系。

课程组基于热工学科内在逻辑，提炼形成“能量三把火”的教学理念，将**焓、㶲、熵分别转化为系统认知建构、工程决策能力生成和效率极限与工程约束认知培养的三维认知框架**。依托“储能电站热管理”真实工程情境，构建“情境贯穿、任务驱动”的项目式教学路径，**形成“备焓火—燃㶲火—传熵火”三阶递进、微循环迭代的教学模式**，并配套搭建数智赋能的沉浸式学习环境与过程性发展评价体系。

改革后，学生实现了从“解题”到“解决产业真问题”的跨越式成长。在系统思维能力、工程判断能力与创新实践水平方面均获得实证性提升。课程形成了可复制、可推广的工科基础课创新范式，为培养“懂能量、能优化、担使命”的复合型工程人才提供了实践路径。

【关键词】能量三把火；情境贯穿任务驱动；备焓火——燃㶲火——传熵火；储能电站热管理

一、课程概况

（一）课程内容

这是一门曾让智能制造专业学生感到“隔岸观火”的《热工基础》课程。公式繁杂、概念抽象，与眼前蓬勃发展的光伏、风电装备相距甚远。学生常惑：这种围绕“能量转换与传递”的专业基础课，如何支撑智能制造装备能效优化与系统集成等关键能力的培养（图1）？

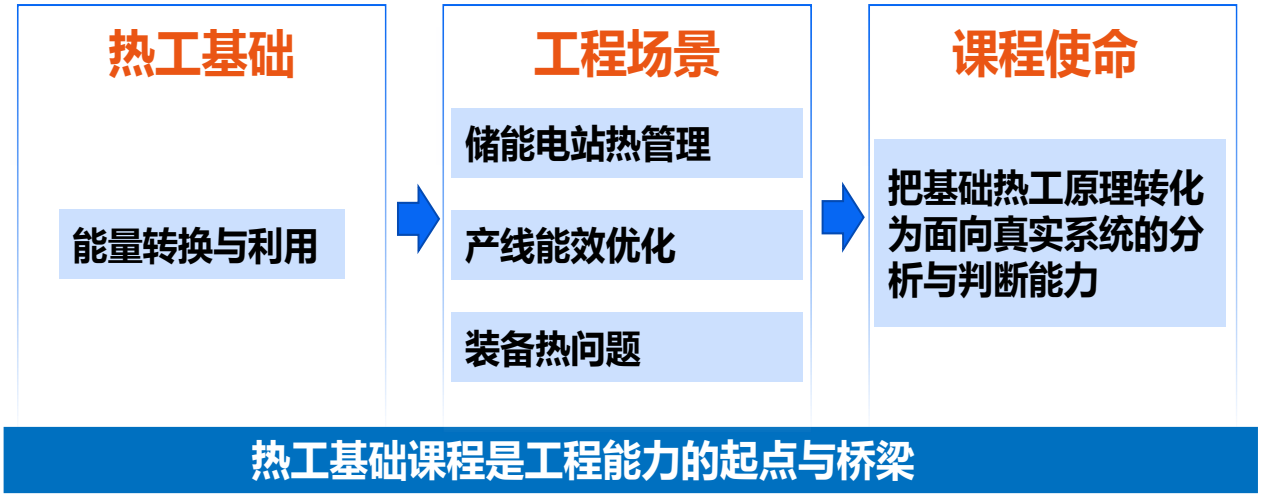


图1　课程使命

（二）课程目标

课程定位紧扣“双碳战略”与智能制造产业需求（图2），明确了课程目标：知识层面，学生能明概念、识对象、辨条件；能力层面，析机理、建路径、作判断；价值层面，重优化、能反思、见价值（图3）。自担任课程负责人以来，依托国家级一流专业和省级一流基层教学组织，带领团队历经三轮迭代，推动课程从传统教学到数智赋能的全面跃升，致力于将其打造为一门深受学生喜爱的智慧课程（图4）。

专业人才培养目标	**直面西部清洁能源与高端装备制造的产业需求**，聚焦培养能驾驭“智能制造产线中物质流、能量流、信息流”的复合型工程技术人才。
课程信息	**课程性质：专业基础课程**　　**学时学分：36学时/2学分** **面向专业：机械工程智能制造**　　**开设年级：三年级上**

课程简介

是一门关于能量的科学，介绍能量的转换与传递规律


火电



核电


太阳能


航空发动机


火箭


燃气轮机

课程定位

“双碳战略”

智能制造产业需求

图2　课程信息

知识目标

复述热工核心理论定律与概念内涵

辨析热力循环、传热方式在智能制造场景的应用规律

计算典型**热工**系统的基本能量参数与转换效率

能力目标

辨识智能系统中的热工系统

建立智能系统中热工系统模型

评价装备**智能制造**中不同热工方案的可行性与局限性

素养目标

树立“能效优先、绿色素养”的可持续发展理念

践行精益求精、严谨务实的工**匠**精神

肩负服务西部清洁能源和双碳战略的责任担当

新工科人才

懂能量　**能优化**　**担使命**

图3　课程目标



图4 课程建设历程

二、学情与教学真实问题

（一）学情分析

智能制造专业学生的前置知识体系以机械、控制为主，能量认知框架缺失。这种“机械离散思维”与“能量系统连续流动思维”在认知范式上的差异，阻碍了学生构建热工系统全局分析框架的能力。

课程前测与往届成绩分析显示：学生在计算类题目中的平均得分率显著高于系统分析与开放性设计题；企业调研与师生座谈亦反馈，学生“会算参数，但难以对方案优劣做出工程判断”（图5）。同时，在智能工具广泛介入背景下，学生获取答案的门槛降低，但对学生的深层分析、辨析能力要求提升。基于此，课程呈现出三重断裂：概念断裂、能力断裂、价值断裂。

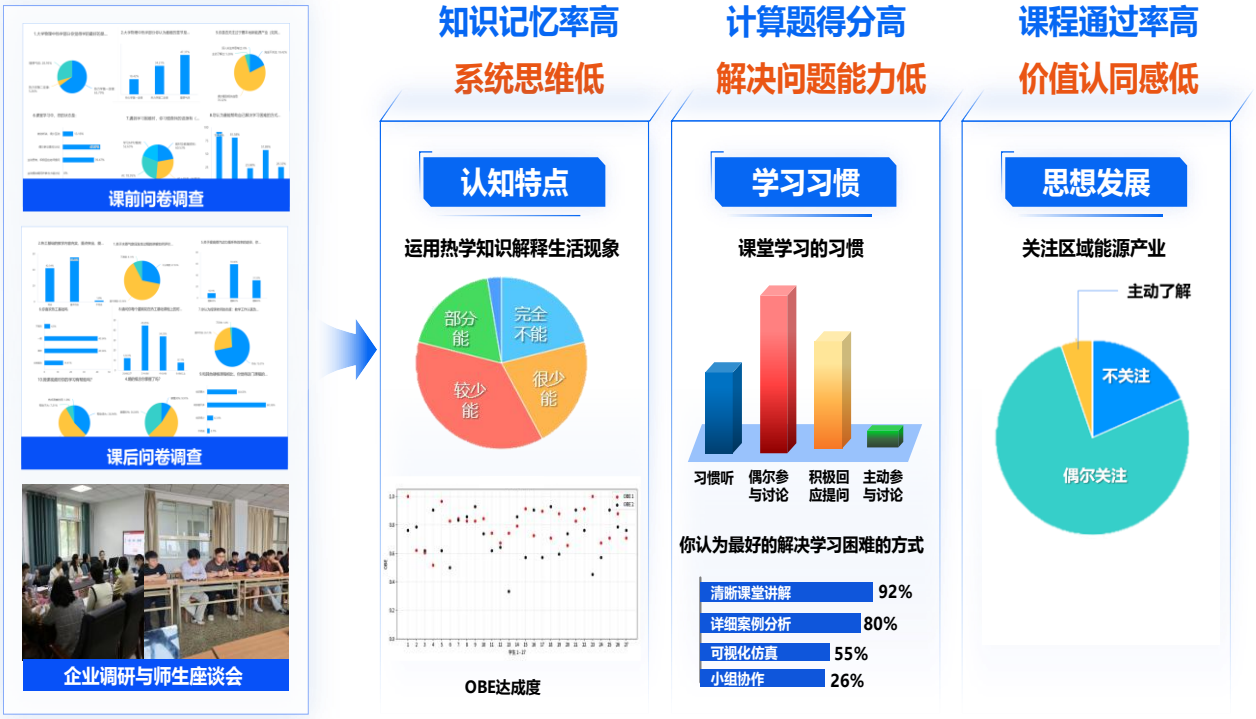


图5 学情分析调查统计

（二）真实问题

1. 概念难内化——重公式记忆，轻系统建构

焓、烟、熵等概念抽象，传统教学将其割裂到不同章节，学生记了一堆公式，却难以建立统一的热工分析框架。导致学生与后续专业课“无法对话”。

2. 能力难迁移——重例题求解，轻工程决策

学生能完成教材例题，却难以把热力学和传热学知识迁移到储能装备热管理和能效优化等真实工程情境。

3. 价值难感知——重知识传授，轻价值内化

课程围绕经典热机展开，与智能制造的产业前沿、区域新能源发展和国家“双碳”战略联系不够紧密，学生责任意识淡薄（图6）。



图6 课堂真实问题

三、教学创新理念与思路

面对课程的三难困境，课程团队从热工基础的学科本质出发寻找突破口。围绕能量数量（焓），能量品质（㶲）与能量耗散（熵）三个递进层级展开，提炼出“能量三把火”的教学理念。焓火，构建系统认知框架；㶲火，生成工程决策能力；熵火，指向效率极限与工程约束认知（图7）。用能量三把火构成系统能效分析的三维递进认知框架。



图7 教学创新理念与思路

四、创新举措与实践

（一）重布“火源”：基于储能电站情境的内容重构

针对概念抽象难内化的问题，课程以“能量三把火”为内容重构依据，以储能电站“储能——放能”物理流程为逻辑主线（图8），重塑知识组织方式，采用“理想模型—子系统剥离—关键变量聚焦—系统整合”工程建模路径，构建渐进式脚手架，引导学生由简入繁地理解工程系统，实现由“学科逻辑驱动”向“工程问题驱动”的转变。

课程组根据“焓—㶲—熵”的内在逻辑关系，将知识点重构为五个进阶模块：模块一、二以“焓火”为主导，夯实系统认知；模块三、四以“㶲火”为核心，锻造学生分析与方案决策能力；模块五以“熵火”为升华，引导学生优化系统的过程中形成工程责任意识。每个模块内部以递进式任务为驱动，设置“基础—进阶—高阶”三层能力目标，对应“会建模计算→能分析决策→可优化创新”的进阶能力要求，实现“问题牵引知识、知识服务任务”的学习路径（图9）。

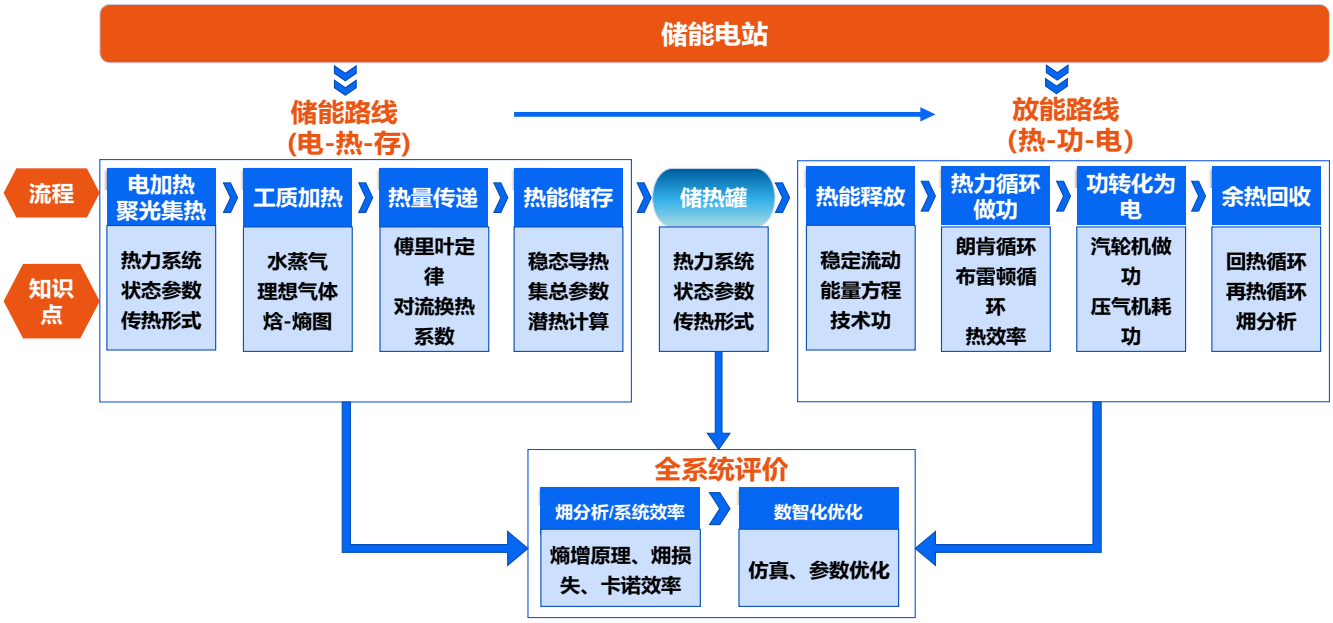


图8　以储能为载体的路线图



图9　内容重构前后对比图

（二）环境创设：构建“虚实融通、阶跃赋能”的沉浸式训练场

数智平台作为支撑学生工程判断的证据支架和认知放大器，贯穿教学全过程。依据“学、用、创”三阶段目标，结合学生差异，对资源进行精准配置和智能推送，形成“因阶施教、因人助学”的立体化支撑体系（图10）。



图10 资源建设

1. 学——“焓火”（输入燃料）

团队依据5个模块构建知识图谱，根据任务链构建驱动问题图谱与能力图谱。向学生精准推送微课、仿真、数字教材等基础资源，确保系统认知建构。学有余力者获得拓展资源，实现分层自主学习。

2. 用——“姻火”（燃烧释放）

资源转化为深度互动的“思辨支架”。小组研讨中，案例库提供情境证据；项目库提供真实问题；虚拟仿真提供验证机制。三者协同，将讨论从泛谈引向证据驱动的决策训练。

3. 创——熵火（传递扩散）

通过企业真问题、学科竞赛真题，引导学生将优化方案量化为能效提升率与减碳贡献量。通过智能体持续追问、暴露漏洞，引导学生对方案进行核查与合理性反思，促进其在真实工程中完成从“解题”到“担当”的价值内化。

（三）基于“三火筑基”的“学—用—创”三阶教学模式

在“三火筑基—学用创赋能”理念统领下，课程以“焓构系统、㶲做判断、熵促优化”为结构主线，以“学—用—创”作为三把火的行为展开方式，在工程任务驱动下，实现由认知建构到工程决策再到优化创新的微循环迭代机制（图11）。

“学”的层面，以焓火为支撑，围绕系统建模与能量流动分析组织课堂活动，引导学生明确系统边界、识别能量路径、理解状态变量含义，夯实系统认知之基。

“用”的层面，以㶲火为核心，通过多方案比较、约束条件分析与小组研讨等方式，引导学生在真实工程情境中进行方案判断与决策说明，使知识转化为解决实际问题的工程能力。

“创”的层面，以熵火为升华，引导学生分析不可逆因素并提出优化路径，结合能效提升与减碳量化指标，完成从技术分析到价值判断的提升，实现工程能力与责任意识的内化。

以一堂课为例的三火流程图如图12所示。

（四）传熵火延伸：产业实战淬炼与闭环验证

依托“传熵火”延伸机制，课程打破了传统课堂的边界，将“能量三把火”的理论势能直接转化为攻克国家重大装备可靠性难题的实践动能。通过深度介入共享装备、吴忠仪表等企业的热管理与能效优化项目，学生不仅完成了从“解题”到“解决真问题”的跨越，更在减熵增效的实战中厚植了家国情怀，实现了知识传授、能力塑造与价值引领的同频共振（图13）。

（五）以“能量三把火”为统领，系统构建课程思政育人体系

课程以热工学的严谨概念为基础，将㶲损与熵增结合阐释工程伦理与价值引导：通过㶲分析引导学生认识效率极限与资源约束，形成敬畏自然规律的工程伦理；通过熵增不可逆性的分析，引导学生关注系统全生命周期优化，理解节能减碳的责任内涵（图14）。



图11　教学模式



图12 三火流程图



图13 产业实战淬炼



图14 课程思政地图

（六）以“三把火”为标尺：三阶递进的发展性评价体系

在评价方式上，构建贯穿“三把火”的过程性考评体系。依托智慧教学平台采集学生学习轨迹数据，通过前测—过程—后测对比，刻画学生在系统认知、工程判断与优化意识等方面的成长幅度，关注学生相对于自身起点的进步情况，使“能量三把火”由教学理念转化为可观测、可量化的成长指标（图15）。

具体而言：“焓火”阶段侧重自主认知达标度评价（如微课学习、动态进阶测试）；“烟火”阶段侧重思辨与决策过程评价（如小组辩论贡献、方案迭代日志）；“熵火”阶段侧重创新成果与价值内化评价（如项目报告、竞赛成果）。图16是课程考核成绩构成与平时成绩评价细则。



图15 课程学习考评

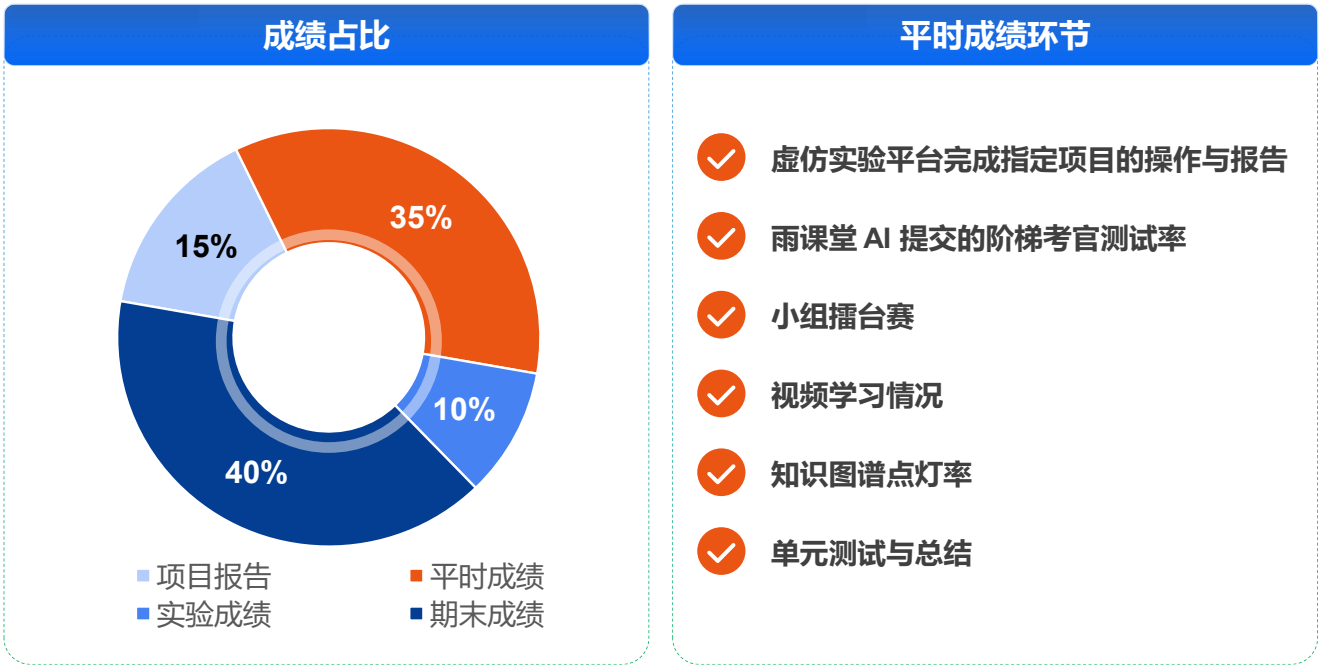


图16 成绩占比

五、教学创新成效与示范

（一）育人力：从“三难困境”到“三阶赋能”的实证转变

1.认知重构：焓火筑基，系统思维显著增强

从学生反馈可以看出，学生从最初的“被动答题”到“主动审辩”的思维跃迁（图17）。通过对比改革前后（以2022级为对照，2023级实施改革），OBE达成度显著提升（图18）。



图17 学生反馈与能力评估报告

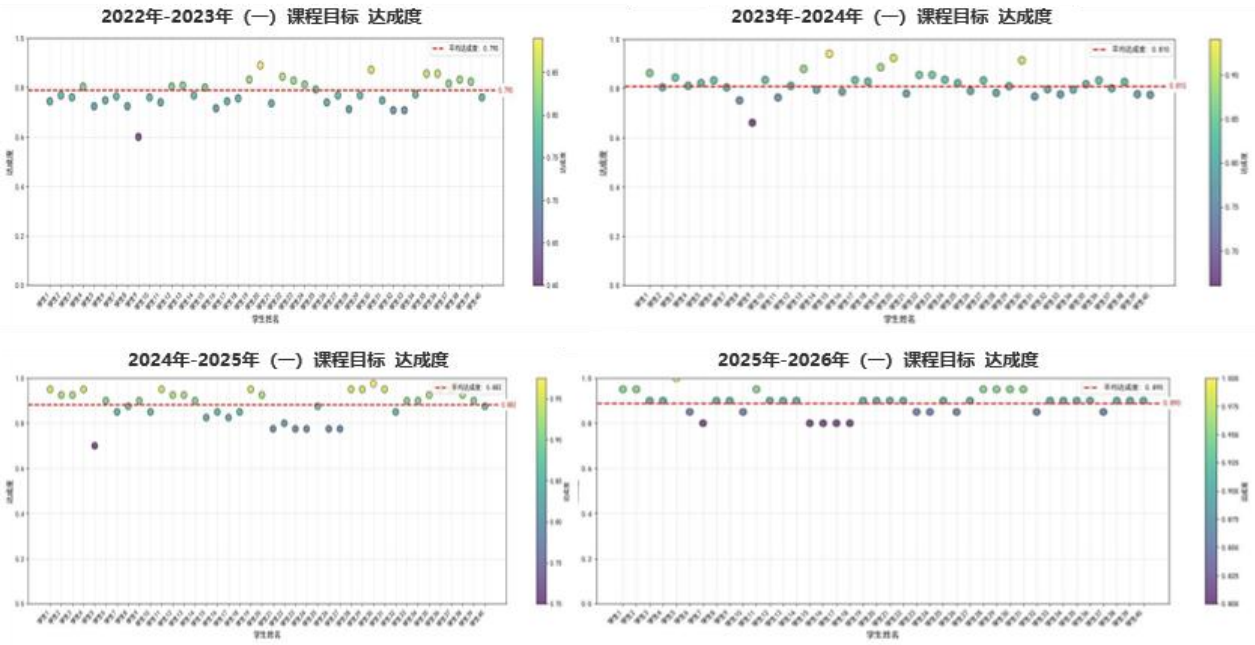


图18 改革前后课程目标OBE达成度对比曲线

2. 能力跃升：㶲——熵协同，从“解题”走向工程决策

通过引入㶲分析与效率标尺，学生不再停留于计算参数与套用公式，而是能够在多方案比较中识别关键㶲损来源，分析不可逆因素对系统性能的影响。在效率极限与工程约束框架下形成工程决策，实现由“会算”向“会选、会决策”的能力跃迁。竞赛参与度（图19）与获奖数量（图20）的显著提升，印证了学生工程判断能力与综合分析能力的结构性增强。

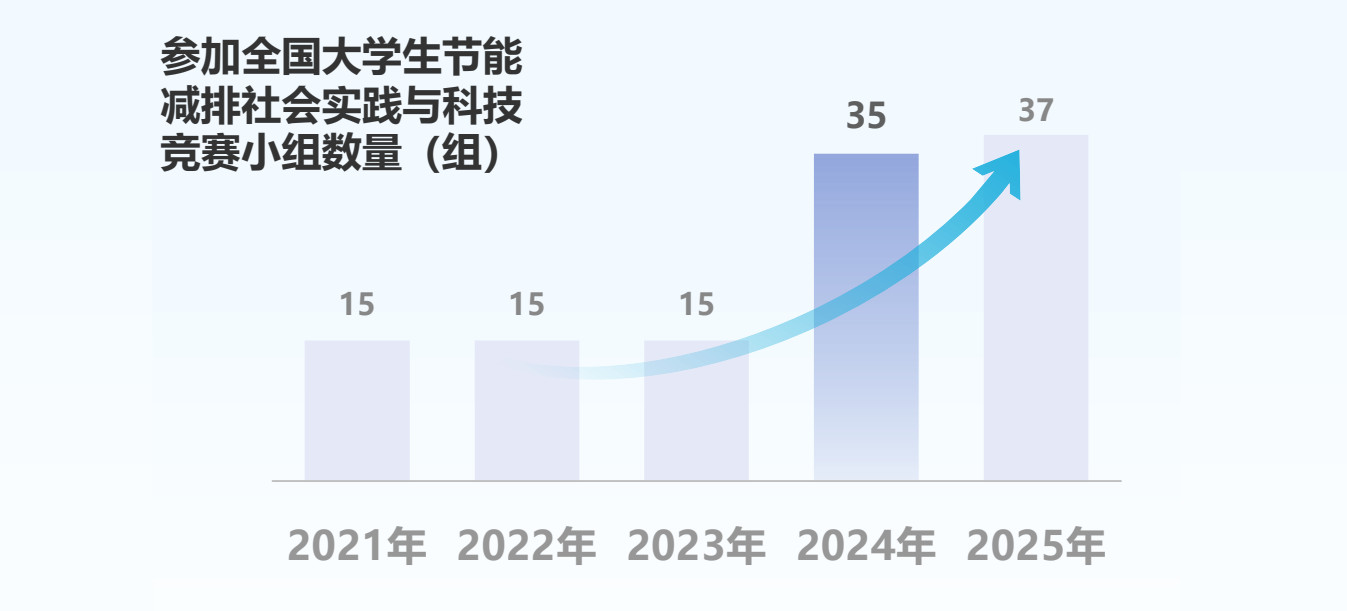


图19 学生学科竞赛参与度增长情况

（二）建设成效：教师发展与团队成长协同提升

1. 教师进步

教学创新推动教师在工程教育理论研究与实践转化能力上同步提升。主讲教师获得各级各类型教学创新比赛一等奖5项、发表教研论文 9 篇，指导学生获奖9项（图21）。

2. 团队成长

教学团队建成国家级样板支部建设单位，入选省级“双带头人”党支部书记“强国行”计划，省级课程思政教学团队，省级优秀基层教学组织（图22）。

6项

学科竞赛国赛

国赛
一等奖3项
二等奖3项

复杂工程问题
科研反哺教学



图20 学生参加比赛获奖情况

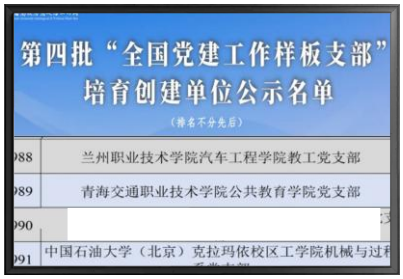
各级各类型教学竞赛 **一等奖（5项）**

教学研究论文 **9篇**





图21 个人进步



国家级样板支部



省级先进基层党组织



省级一流基层教学组织



省级课程思政教学团队



省级双带头人教师党支部书记“强国行”专项行动

图22 团队成长

（三）示范推广：形成了可复制、可推广的基础课改革范式

1. 校内推广应用

课程团队以“能量三把火”为统领，将内容重构逻辑、三阶教学模式与发展性评价体系整体打包，作为基础课程改革的实施范式在校内推广。该范式已辐射带动学院10余门课程建设，促进多门课程实现由“讲知识”向“育能力”的转型。

2. 教学创新经验分享与推广

围绕“三火筑基”教学范式，团队开展校际交流与示范展示15次以上，系统分享**以学科逻辑支撑工程问题解决的课程改革路径**，为同类基础课程改革提供了可借鉴样本，并获得多家媒体报道（图23）。



图23 团队成长