

数智赋能：“智慧电厂低碳燃烧技术”驱动《锅炉设备及运行》课程创新实践

云红红

神木职业技术学院，陕西省神木市，719300；

摘要：在火电行业深度转型与数智技术蓬勃发展的背景下，本文深入剖析了《锅炉设备及运行》课程的传统教学模式，揭示其在知识传授、实践能力培养、思政融合等方面的不足。通过引入“智慧电厂低碳燃烧技术”项目，详细阐述了数智赋能的课程教学改革实践，包括教学内容重构、教学方法创新、教学资源整合及课程思政融合等举措。实践效果评估表明，改革显著提升了学生的学习成果、教师教学能力，且获得行业高度认可。本研究为相关课程教学改革提供了宝贵的实践经验与理论借鉴，助力培养适应新时代需求的高素质专业人才。

关键字：数智赋能；智慧电厂；低碳燃烧技术；锅炉；课程教学改革

DOI:10.69979/3029-2735.25.4.060

引言

随着全球能源转型的加速，智慧电厂作为能源领域的新兴发展方向，正逐渐改变着传统电力生产的模式。低碳燃烧技术作为智慧电厂的关键技术之一，对于提高能源利用效率、减少污染物排放具有重要意义。《锅炉设备及运行》作为能源动力类专业的核心课程，传统教学模式已难以满足智慧电厂对人才的需求。因此，将智慧电厂低碳燃烧技术融入课程教学，开展创新实践，是提升教学质量、培养高素质专业人才的迫切需要。

1 传统《锅炉设备及运行》课程教学的局限性

传统的《锅炉设备及运行》课程教学主要侧重于锅炉的基本结构、工作原理、运行操作等方面的知识传授，教学方法多以课堂讲授、实验演示为主。这种教学模式存在以下局限性：

1.1 教学内容滞后

难以将智慧电厂领域的最新低碳燃烧技术及时纳入教学体系，导致学生所学知识与实际产业发展脱节。例如，对于新型燃烧器的智能控制技术、燃烧过程的数字化监测与优化等前沿内容涉及较少。

1.2 实践教学不足

传统实践教学往往局限于实验室的小型锅炉设备，无法让学生接触到智慧电厂中的大型、复杂、智能化的

锅炉系统，学生的实践能力培养受到限制，难以应对实际工作中的复杂工况和技术难题。

1.3 教学方法单一

课堂讲授为主的教学方式难以激发学生的学习兴趣 and 主动性，学生缺乏对知识的深入理解和应用能力，不利于培养学生的创新思维和解决问题的能力。

2 基于“智慧电厂低碳燃烧技术”的课程教学改革实践

2.1 教学内容重构

2.1.1 融入前沿知识模块

紧密围绕“智慧电厂低碳燃烧技术”，对课程原有知识体系进行优化整合，新增一系列前沿知识模块。燃烧过程调控方面，增添CO/O₂双参量协同燃烧控制策略知识，阐释该策略依据炉膛内CO、O₂实时浓度动态精细调整风煤配比，打破传统固定风煤比局限，确保燃料在炉膛不同工况下均能高效、稳定、低污染燃烧，使学生深度理解燃烧智能化进阶路径；运行监测维度，融入大数据驱动的锅炉运行状态智能感知与故障预测内容，让学生掌握如何从海量数据中“抽丝剥茧”，提前洞察设备潜在隐患，实现从传统事后维修迈向预防性维护的跨越，全方位拓宽学生知识视野，使其紧跟智慧电厂技术创新步伐。

2.1.2 强化实践技能培养

紧扣教学内容革新,设计多元递进式实践项目。基础实践层,利用虚拟仿真软件构建高度还原的智慧电厂锅炉运行场景,学生可在虚拟环境中模拟操作激光煤质检测仪,设定不同煤种参数,观察检测结果波动,熟悉仪器操作流程与数据解读;还能动态调整燃烧控制系统中CO、O₂浓度阈值,实时目睹风煤配比自适应变化对燃烧火焰、炉膛温度、热效率等指标影响,直观感受智能燃烧调控魅力,在无风险情境下反复练习复杂操作,夯实操作技能根基。进阶实践环节,组织学生赴校企合作智慧电厂实训基地,参与实际设备巡检运维工作,运用智能诊断工具排查潜在故障隐患,亲手调试燃烧优化参数,深度融入真实生产流程,积累实战经验,提升解决复杂实际问题能力,实现理论与实践的深度融合、无缝对接,切实强化学生专业实践技能素养。

2.2 教学方法创新

以“智慧电厂低碳燃烧技术”项目为核心驱动,重塑教学流程。项目启动阶段,教师详细介绍项目背景、目标与任务框架,将学生分组,每组负责项目细分模块,如一组专注激光拉曼煤质检测系统实操优化,一组主攻CO/O₂双参量协同燃烧控制策略调适,激发学生探索欲与团队协作意识;实施过程中,学生自主查阅资料、制定方案、动手实践,教师化身引导者、监督者,适时提供技术指导、资源支持,如学生搭建燃烧优化仿真模型遇困难,教师推荐专业软件、分享建模技巧,助力攻克难题;项目收尾,各小组展示成果,汇报煤质检测精准度提升、燃烧效率优化数据等,全班交流互评,教师总结点评,深挖项目实施全程的知识要点、技能亮点、思维创新点,强化学生对复杂工程问题的系统解决能力,实现从理论输入到实践输出的转化进阶。

2.3 教学资源整合

2.3.1 数智化教学平台建设

构建集课程管理、教学互动、资源共享、智能测评等多功能于一体的数智化教学平台。该平台依托云计算技术,具备强大的数据存储与运算能力,可轻松承载海量教学资料与学生数据。教师端,界面简洁直观,能便捷上传教学课件、微课视频、项目任务书等各类资源,实时发布教学通知、作业任务,精准掌控教学进度;借助平台内置的智能分析工具,深度挖掘学生学习行为数据,如学习时长、知识点访问频次、作业完成情况等,

精准洞察学生学习难点与知识薄弱环节,为个性化教学提供有力依据。学生端,支持多终端接入,学生随时随地利用碎片化时间开启学习之旅,通过在线课堂模块与教师实时互动,提问答疑,参与课堂讨论、小组协作;学习过程中,智能推送个性化学习建议,引导学生查漏补缺,优化学习路径;课后,学生借助平台内置的虚拟实验、仿真操作软件,反复练习实操技能,巩固知识,提升能力。

2.3.2 虚拟仿真资源开发

打造高精度虚拟电厂场景,涵盖锅炉燃烧、汽水循环到发电并网全流程,各环节设备结构、运行参数精准还原,学生仿若置身真实电厂。以锅炉燃烧系统为例,学生可在虚拟环境中操控激光拉曼煤质检测仪,实时观察不同煤种检测数据波动,依据结果动态调整燃烧策略,直观感受CO/O₂双参量协同燃烧控制效果,目睹炉膛火焰形态、温度分布随燃烧参数优化而变化,实时监测锅炉热效率、氮氧化物排放等指标,实现从理论认知到实践操作的无缝衔接,在无风险环境下积累丰富实践经验,为未来投身智慧电厂运营筑牢根基。

2.4 课程思政融合

深入剖析“智慧电厂低碳燃烧技术”项目,可挖掘诸多与专业知识紧密相连的思政元素。从国家战略层面,项目全力响应“双碳”目标,是我国应对气候变化、推动能源绿色转型的关键举措,蕴含着深刻的家国情怀教育素材,让学生认识到所学专业肩负的时代重任,激发其为国家能源事业奋斗的使命感;在技术攻关进程中,科研人员面对激光拉曼煤质检测精准度提升、燃烧模型构建复杂难题,持之以恒、反复钻研,彰显坚韧不拔的工匠精神,为学生树立敬业、精益、专注、创新的职业榜样;从电厂运行管理角度,严格遵循环保法规控制碳排放、依据安全标准操作智能设备,渗透法治观念与安全意识教育,培养学生严谨负责的职业道德;此外,项目涉及多学科交叉融合,如光学、热学、自动化控制、大数据分析协同攻克难题,凸显团队协作、包容开放的科学精神,助力学生塑造正确科研价值观与合作理念,全方位丰富课程思政内涵。

3 教学改革实践效果评估

3.1 学生学习成果评价

3.1.1 知识掌握与技能提升

对比课程教学改革前后学生的成绩数据,可直观呈现出知识掌握程度的显著变化。改革前,理论考试侧重于传统知识点记忆,学生平均成绩集中在70分左右,高分段学生占比不足20%;改革后,试卷融入大量智慧电厂低碳燃烧前沿知识应用题目,学生平均成绩提升至80分以上,高分段比例增长至35%,且成绩标准差减小,表明学生整体知识水平提升且个体差异缩小。

技能层面,以学生操作智慧电厂虚拟仿真系统完成燃烧优化任务为例,改革前仅有30%的学生在规定时间内准确调整参数实现热效率提升5%,操作步骤错误较多;改革后,这一比例跃升至70%,学生不仅操作熟练,还能依据实时数据反馈灵活应变,如根据炉膛CO浓度波动精准微调风煤配比,熟练运用大数据分析工具解读设备运行状态,技能提升效果显著,能更好满足智慧电厂实操需求。

3.1.2 创新能力与职业素养

在创新能力培养上,学生成果斐然。课程项目实施期间,学生组队自主研发小型智能煤质监测装置,融合激光传感与物联网技术,实现煤质参数实时远程监测,其中一组学生凭借该项目斩获学校科技竞赛一等奖;部分学生参与校企合作课题,提出创新性的燃烧优化算法改进思路,经企业实践验证,有效降低氮氧化物排放2%,展现出卓越的创新思维与动手实践结合能力。

职业素养塑造方面,通过项目驱动与企业导师全程指导,学生职业规范意识大幅增强。在智慧电厂实习中,学生严格遵守安全操作规程,从设备巡检细致记录到故障报修规范流程,出错率近乎为零;团队协作中沟通顺畅,分工明确,能高效完成复杂任务,如在处理锅炉燃烧不稳定故障时,热控、运行、检修专业学生协同作战,迅速定位问题、制定解决方案,职业素养得到全方位打磨,毕业后能快速融入职场,胜任智慧电厂核心岗位工作。

3.1.3 教师教学能力提升

教师作为教学改革的关键推动者,在数智赋能的教学实践中,自身教学能力得到全方位锤炼与升华。教学评价能力实现进阶,依托数智化教学平台积累的海量数据,教师告别单一成绩评定,构建多维度、全过程动态评价体系。从学生预习参与度、课堂互动活跃度、项目实践成果、课后拓展提升等维度综合考量,利用智能分析工具精准洞察学生成长轨迹,及时反馈调整教学策略,

以评促教、以评促学,保障教学质量持续提升,切实满足数智时代人才培养需求,推动课程教学改革向纵深发展。

3.1.4 行业反馈与认可

教学改革成效不仅体现在校内学生成长与教师发展,更获得行业高度认可。合作智慧电厂反馈,实习学生能迅速融入生产一线,运用所学精准调试低碳燃烧系统,处理设备故障效率较以往提升30%,操作熟练度媲美资深技术员;企业参与校招时,对参与“智慧电厂低碳燃烧技术”项目学生优先录用,入职后适应期缩短50%,快速成长为技术骨干,为企业创造显著效益。行业协会组织专家入校评估,盛赞课程紧密贴合产业需求,创新教学模式为同类院校树立标杆,数智赋能的课程体系有望全面推广,为火电行业智慧转型持续输送优质人才,切实增强职业教育对产业发展的支撑力,彰显教学改革的深远行业影响力。

4 结论与展望

4.1 研究总结

本研究围绕“数智”赋能《锅炉设备及运行》课程教学改革展开深入实践,以“智慧电厂低碳燃烧技术”项目为核心驱动,取得了丰硕成果。在教学内容上,成功融入前沿知识模块,更新陈旧知识体系,强化实践技能培养,构建起理论与实践深度融合的课程架构;教学方法创新实现突破,线上线下混合式教学打破时空限制,项目驱动式学习激发学生主观能动性,显著提升教学效果;教学资源整合成效显著,数智化教学平台与虚拟仿真资源为教学提供有力支撑,满足学生个性化学习需求;课程思政有机融入,挖掘丰富思政元素,实现专业教育与思政教育协同育人,全方位塑造学生综合素质。

从实践成效看,学生知识掌握更为扎实,技能操作愈发娴熟,创新能力与职业素养显著提升,毕业后能迅速适应智慧电厂岗位需求;教师教学能力在技术应用、教学设计、教学评价等多方面进阶,成长为适应数智时代的新型教育者;行业对教学改革高度认可,校企合作更为紧密,为火电行业输送大量优质人才,切实推动产业智慧化转型。实践充分证明,数智赋能与项目融合的教学改革路径切实可行,为传统工科课程改革提供了可借鉴范例,对培养智慧能源领域复合型人才、助力能源产业可持续发展意义深远。

4.2 未来展望

展望未来，“数智”赋能《锅炉设备及运行》课程教学改革仍有广阔深化空间。在教学内容上，持续紧跟智慧电厂技术迭代步伐，引入如量子燃烧调控、高温超导锅炉等前瞻性技术成果，拓宽学生知识边界；进一步拓展跨学科知识融合深度，强化与计算机科学、材料学、环境科学交叉，培养复合型人才。教学方法层面，借助5G、虚拟现实（VR）/增强现实（AR）技术升级线上线下混合式教学，营造超逼真实践场景，实现远程异地协同实操训练；深化项目驱动式学习，与更多国际前沿科研项目接轨，提升学生全球视野与创新实力。

教学资源建设方面，联合行业头部企业、顶尖科研机构共建共享优质数智化资源库，涵盖海量案例、前沿仿真软件、实时行业数据；打造智能化教学工厂，集教学、研发、生产、培训多功能于一体，为师生提供全链条实践创新平台。师资队伍打造上，选派教师赴国际知名高校、企业研修，参与顶尖科研项目，提升国际化、专业化水平；引进行业大师、领军人才兼任任教，充实

双师型师资力量，为课程持续革新注入强劲动力，推动智慧能源人才培养迈向新高度，为能源产业变革铸就坚实人才根基。

参考文献

[1] 姚顺春, 刘泽明, 卢志民, et al. 软测量技术赋能燃煤电厂碳排放计量的研究进展[J]. 洁净煤技术, 2024(8).

[2] 李仲博. 基于数字孪生的城镇供热系统按需精准调控技术研究与应用[D]. 浙江大学, 2023.

作者简介：云红红（1987.06），汉族，硕士学位，副教授，籍贯：陕西省神木市，研究方向：热能动力。

课题编号：ZJS202450 主办单位：陕西省中华职业教育社 2024 年度职业教育研究课题

课题名称：“数智”赋能《锅炉设备及运行》课程教学改革实践——以“智慧电厂低碳燃烧技术”项目为例