

AI驱动下的CBL + PBL + Seminar立体教学模式在《冶金工程设计》实践教学的应用研究

袁晓丽^{1*}, 刘施峰², 李 科¹, 黄青云¹, 夏文堂¹

¹重庆科技大学冶金与动力工程学院, 重庆

²重庆大学材料科学与工程学院, 重庆

收稿日期: 2025年10月9日; 录用日期: 2026年1月14日; 发布日期: 2026年1月22日

摘 要

在AI和新工科背景下, 本文针对重庆科技大学冶金工程专业实践课程《冶金工程设计》在教学中存在的主要问题, 提出了AI驱动下的案例教学法(CBL) + 问题式教学法(PBL) + 专题研讨式教学法(Seminar)立体教学模式, 通过立体重构“智能冶金, 绿色冶金、课程思政”教学内容, 开发“智能冶金 - 数智冶金 - 智慧冶金”三位一体的人工智能应用教学案例, 创新“线上线下教学法 + CBL + PBL + Seminar”混合式教学方法, 系统构建“新工科 + 新冶金”交叉融合的数据驱动的多维度育人质量评价体系, 不仅有效弥补了传统教学的不足, 还培养了学生的工程实践能力、创新思维和团队协作能力, 助力“双碳”目标下的“新冶金”人才培养, 拓展AI技术在冶金教学中的应用场景, 推动冶金工程教育的智能化、数字化变革。

关键词

冶金工程设计, 人工智能, CBL + PBL + Seminar立体教学模式, 教学改革

Research on the Application of an AI-Driven Three-Dimensional Teaching Model Integrating CBL, PBL and Seminar in Practical Teaching of “Metallurgical Engineering Design”

Xiaoli Yuan^{1*}, Shifeng Liu², Ke Li¹, Qingyun Huang¹, Wentang Xia¹

¹School of Metallurgy and Power Engineering, Chongqing University of Science and Technology, Chongqing

*通讯作者。

文章引用: 袁晓丽, 刘施峰, 李科, 黄青云, 夏文堂. AI 驱动下的 CBL + PBL + Seminar 立体教学模式在《冶金工程设计》实践教学的应用研究[J]. 职业教育发展, 2026, 15(2): 8-15. DOI: 10.12677/ve.2026.152060

²College of Materials Science and Engineering, Chongqing University, Chongqing

Received: October 9, 2025; accepted: January 14, 2026; published: January 22, 2026

Abstract

Under the background of AI and new engineering disciplines, this paper addresses the main issues existing in the teaching of the practical course “Metallurgical Engineering Design” for the Metallurgical Engineering major at Chongqing University of Science and Technology. It proposes a three-dimensional teaching model of AI-driven case teaching method (CBL) + problem-based teaching method (PBL) + Seminar teaching method, and through the three-dimensional reconstruction of “Intelligent Metallurgy”. The teaching content of “Green Metallurgy and ideological and Political Education in Courses” has been developed. A three-in-one artificial intelligence application teaching case of “intelligent Metallurgy-Digital and intelligent Metallurgy-Smart Metallurgy” has been developed. A blended teaching method of “online and offline teaching + CBL + PBL + Seminar” has been innovated. A multi-dimensional data-driven education quality evaluation system for the cross-integration of “new engineering + new metallurgy” has been systematically constructed. It not only effectively makes up for the deficiencies of traditional teaching, but also cultivates students’ engineering practice ability, innovative thinking and teamwork ability, contributes to the cultivation of “new metallurgy” talents under the “dual carbon” goals, expands the application scenarios of AI technology in metallurgical teaching, and promotes the intelligent and digital transformation of metallurgical engineering education.

Keywords

Metallurgical Engineering Design, Artificial Intelligence, The Three-Dimensional Teaching Model of CBL + PBL + Seminar, Teaching Reform

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着人工智能(AI)、虚拟仿真技术的快速发展,以及“双碳”目标和新工科建设的深入推进,冶金工程专业的实践教学改革面临着新的机遇与挑战[1]-[7]。《冶金工程设计》作为冶金工程专业的核心实践课程,其教学质量和效果直接影响学生的工程实践能力和科技创新能力。然而,传统的教学模式存在课程内容单一,体系滞后性矛盾,缺乏多学科交叉与新技术融入,尤其 AI 与虚拟仿真技术的融合应用不足,此外,还存在教学方法传统,时空资源配置失衡,学生参与度低,评价机制结构性缺陷等问题,难以满足新时代对“新冶金”创新人才培养的需求。

为了探索人工智能与虚拟仿真技术深度融合的“案例教学法(CBL) + 问题式教学法(PBL) + 专题研讨式教学法(Seminar)”立体教学模式在《冶金工程设计》课程中的应用,本研究通过立体重构“智能冶金,绿色冶金、课程思政”教学内容,开发“智能冶金-数智冶金-智慧冶金”三位一体的人工智能应用教学案例,将案例教学法(CBL)、问题式教学法(PBL)和专题研讨式教学法(Seminar)的深度融合,结合 AI 驱动的虚拟仿真技术,构建智能化、沉浸式、互动性强的实践教学体系,建构数据驱动的教学质量评价

体系。该模式不仅能有效解决传统实践教学中的时空限制、安全风险等问题，还能提升学生的自主学习能力、工程实践能力和创新思维，为“双碳”背景下的智能制造人才培养提供新的教学范式。这对推动冶金工程实践教学的智能化转型，提高教学效率和质量；促进多学科交叉融合，适应“双碳”和新工科背景下的教学需求；构建面向智能制造的“新冶金”创新人才培养体系，助力国家一流专业建设和工程教育认证具有重要意义。

2. 《冶金工程设计》课程主要存在的问题

当前，《冶金工程设计》课程在实践教学环节存在以下突出问题：

2.1. 课程内容单一，体系滞后性矛盾，缺乏多学科交叉与新技术融入

在“双碳”目标和新工科背景下，冶金工程正向绿色化、智能化方向发展，但现有课程内容仍以传统冶金技术教学为主，对氢冶金、低碳冶炼、智能制造等新兴技术的涉及较少，未能有效融入多学科交叉知识，限制了学生的创新视野。此外，还存在课程思政元素与专业教育的有机融合度不足，价值引领功能亟待强化。

2.2. AI 与虚拟仿真技术的融合应用不足，实践教学与企业需求脱节

目前，人工智能和虚拟仿真技术在冶金工程实践教学中的应用仍处于初步探索阶段，课程模块尚未有效融入人工智能、大数据分析等前沿技术，传统授课模式难以适应机器学习算法、智能优化设计等新型知识载体，学生数字化技术应用能力培养存在显著短板和缺乏系统性整合。传统冶金工程课程设计主要依赖视频教学和简单模拟，难以真实反映现代冶金企业的智能化生产流程，导致学生所学知识与企业实际需求存在较大差距。

2.3. 教学方法传统，时空资源配置失衡，学生参与度低，创新能力培养不足

冶金工程实践教学涉及烧结、炼铁、炼钢等复杂工艺流程，但由于课时有限、设备昂贵、安全风险高等因素，学生往往只能被动接受知识。课内 - 课外学习链条断裂，现有教学模式难以支撑深度学习需求，制约学生自主探究能力发展。缺乏深度参与和自主探索的机会。传统的“教师讲授 + 学生操作”模式难以激发学习兴趣，学生参与度低，导致教学效果不佳，学生的工程实践能力和科技创新能力提升有限。

2.4. 评价机制结构性缺陷，缺乏面向智能制造的“新冶金”人才培养体系

考核体系过度侧重终结性评价，缺乏基于人工智能技术的全过程动态评估手段，难以精准反映能力成长轨迹。现有教学体系尚未完全适应“双碳”和智能制造的发展趋势，缺乏系统性的 AI 与虚拟仿真技术融合方案，未能建立以学生为中心、以创新能力培养为导向的新型教学模式，严重制约了高素质冶金工程人才的培养。

3. CBL + PBL + Seminar 与 AI 及虚拟仿真技术的深度融合

在《冶金工程设计》实践课程中，以现场人工智能技术赋能产教深度融合的实践问题为导向，构建“AI+ 新工科 + 新冶金 + 课程思政”协同育人体系，本课程的教学改革和实践主要包括以下四个部分：

3.1. 立体重构绿色智能化的教学内容

通过对接智能制造产业需求，充分利用智能辅助教学工具，让学生开展个性化自主学习。基于人工

智能技术和面向智能制造的“新冶金”创新人才培养的实践教学内容改革，立体重构“智能冶金、绿色冶金和课程思政”教学内容，将其融入《冶金工程设计》课程教学大纲。通过嵌入智能冶金工艺优化、绿色冶金数字孪生等前沿技术模块，有机融入工程伦理与工匠精神思政元素，形成“技术革新-生态转型-价值引领”的教学内容体系。



Figure 1. Three-dimensional reconstruction of the teaching content of “green and low-carbon, intelligent metallurgy, and ideological and political education in courses”

图 1. 立体重构“绿色低碳、智能冶金、课程思政”教学内容

本着理论和实践相结合的原则，在选择教学案例、问题和讨论资源的过程中，首先采用 deepseek、秘塔 AI 搜索、纳米 AI 搜索、360AI 办公、讯飞同传等工具查阅和总结相关文献，收集现有的智能制造、绿色冶金的先进的技术、工艺和设备资料，筛选与教学关联度高的案例，为实践教学提供素材，将《冶金工程设计》内容与绿色低碳、智能冶金、课程思政元素立体重构设计，如图 1，例如，在讲授冶金工程设计概述时，引入钢魂铁志视频，通过对本专业“手撕钢”0.015 mm 世界纪录创造者领军人物王天翔等创新典范事迹的学习，通过播放现代化冶金企业视频，激发学生爱国报国，强化科技强国、人才兴国的

理念,提升学生专业自信,让学生传承榜样的力量,自觉致敬楷模、学习先进。运用即梦 AI、夸克 APP 制作微课软件制作《冶金工程设计》课程思政微课,将微课发布雨课堂平台,充分利用微课资源以 deepseek、秘塔 AI 搜索等多种 AI 辅助教学工具,让学生完成线上个性化和自主学习。

在“新工科”“新冶金”建设背景下,根据冶金工程专业人才培养目标,通过重构课程思政、新冶金、新工科多维度的立体化教学内容。重构后《冶金工程设计》课程内容面向产出的专业人才培养的需求,保证了知识体系的全面性和完整性,紧跟时代前沿,有效解决了教学内容陈旧,与现场生产实际和人才培养目标脱节的教学痛点。

3.2. 开发产教融合的人工智能案例

基于虚拟教室和虚拟实验室的冶金全流程应用场景,开发“智能冶金-数智冶金-智慧冶金”三位一体的人工智能应用教学案例。基于冶金全流程 AI 应用场景,建立典型冶金现场生产的人工智能技术应用于烧结生产、炼钢生产等冶金全流程教学实践案例,构建“企业真实案例库+虚拟仿真平台”双轨资源池,将其应用于《冶金工程设计》的实践教学中。实施“科研反哺教学”机制,将冶金大数据分析、智能控制算法等科研成果转化为梯度化实践项目,形成动态更新的 AI 技术教学案例迭代体系。

采用人工智能神经网络算法优化、智能过程控制等前沿技术和虚拟仿真技术实现钢铁冶金的炼铁原料处理-高炉炼铁-转炉炼钢-连铸连轧,以及铜、铝、钨等有色冶金工艺的冶金全流程沉浸式实践,采用模块化项目设计,建立“虚实结合、软硬协同”的混合式实践体系。

根据冶金现场人工智能技术应用情况,建立典型冶金现场生产的人工智能技术应用于烧结生产、炼钢生产等冶金全流程教学实践案例,将其应用《冶金工程设计》实践教学中。开发“连铸保护渣粘度预测模型的研究与软件开发”和“烧结实验教学用配料计算软件的研究与开发”的基础上,运用神经网络、遗传算法等技术自编烧结实验教学用配料计算软件、烧结优化配矿计算软件、连铸保护渣粘度预测模型软件进行升级和优化,建立人工智能技术在《冶金工程设计》烧结厂设计的典型应用案例以及在炼钢厂设计典型应用案例。例如,利用 AI 构建特定冶金工艺的智能配矿仿真系统,通过数据基石与知识建模(多源数据融合与治理、冶金工艺机理模型构建)、AI 模型开发与集成(核心 AI 预测模型训练、智能优化引擎开发)系统实现与部署(仿真平台开发与用户界面设计、系统测试与验证)等开发步骤,利用 AI 数据驱动,在虚拟空间中模拟和优化配矿方案,以最低的成本、最稳定的质量、以及最优的能耗和环保指标,指导实际生产。

3.3. 创新多元化的混合式教学方法

突破传统冶金教学时空限制,利用多元化教学资源,创新“线上线下教学法+CBL(案例教学法)+PBL(问题式教学法)+Seminar(专题研讨式教学法)”混合式教学方法,让学生实现虚拟社区学习与在线协同学习。线上采用微课法、融合“线上线下教学法”(线上微课法、线下任务项目驱动法+CBL+PBL+Seminar 法),改进现有的教学方法,达到节约成本、克服冶金工程距课堂远、工程规模大、内部不能进入等问题,有效地提高教学效果和办学效益。

以“年产 350 万吨的烧结矿烧结厂设计”项目驱动为例,录制了《冶金工程设计》绪论、烧结球团厂设计概论、设计的原则程序、内容与厂址的选择、烧结工艺流程的选择与论证、烧结厂设计工艺过程计算、工艺设备的选择与计算、SO₂废气脱硫系统的选择与设计 and 烟气净化系统的选择与设计 8 个视频。

在《冶金工程设计》课程教学中,采用 CBL+PBL+Seminar 立体教学法,采用 CBL 法可以实现案例导入,然后运用 PBL 法承接,让学生进行分析,最后 Seminar 法提升,对问题进行分析总结,给出解决方案,学生在此基础上进行总结,从而思维受到启发,最终达到知识迁移、学以致用效果,培养创

新思维。例如,为实现低碳绿色冶金,在设计中运用高炉富氢新技术。首先采用 CBL 法导入,教师选取教学科研中的典型案例,如人工智能和虚拟仿真技术控制氢气在高炉应用中的案例。安排学生 4~5 人一组,采用 PBL 法承接,选取某一学生作为主讲负责人,主要讲述氢气在冶金生产应用中存在的主要问题。在讲述过程中,其他的学生可以就其讲的内容进行讨论和补充,并以此为切入点,让学生深入讨论目前科研和实践中出现的新的观测点(尤其课本上没有讲过的),例如如何通过人工智能和虚拟仿真技术控制氢气的制取、储存以及输送等安全问题,然后老师针对这些具体问题,以小组为单位讨论。最后,采用 Seminar 法提升,将前面讨论的问题,大家通过总结分析,让其中某一位学生进行 PPT 汇报,然后其他同学就汇报内容提出更多的问题和疑问,在讨论中教师需要进行引导,把相关的理论和知识融入其中,最后进行总结,主要围绕人工智能和虚拟仿真技术控制氢气在高炉应用,就其应用存在的主要问题以及解决方案,形成完整研究报告,最终教师进行总结和讲评。以上 CBL + PBL + Seminar 学习中利用 kimi 软件制作 PPT、通信听悟整理讨论和总结要点。如在烧结厂设计这一段单元中,以学生为中心进行项目任务驱动,烧结工艺流程自主设计,学生进行个性化学习,并通过自主设计烧结工艺参数和流程把问题解决。在课程实践中,授课教师和学生均需要掌握人工智能技术,采用现代的实践教学方法,从而在课堂教学的主渠道中实现全方位、全过程的育人目标。

3.4. 数据驱动的教学质量评价体系建构

基于 OBE 理念,系统构建“新工科 + 新冶金”交叉融合的数据驱动的多维度育人质量评价体系,实时进行学情监测和分析。按照国家一流专业建设、工程教育认证作为标准,在新工科背景下,以面向智能制造的“新冶金”创新人才培养为目标,建立“目标 - 能力 - 课程”三维映射矩阵,系统构建“新工科 + 新冶金”交叉融合的数据驱动的多维度育人质量评价体系。在《冶金工程设计》课程教学中,通过多元化的考核方式,全面评价学生的学习效果,促进学生的知识掌握、能力提升和素质培养,考核不仅关注学生对课程内容的掌握程度,还注重学生的创新能力、实践能力和综合素质的培养。

在构建多维度的育人质量评价体系中,更加注重面向过程绩效的考核评价,主要通过对学生的综合行为能力进行评价。课程采用多元化考核方式,主要包括项目式考核、形成性考核、终结性考核、自主学习式考核等。本课程的课程内容录制了微课视频,为微课视频设计了配套作业,并上传至作业平台,且和形成性考核挂钩。采用自主学习式让学生练习并掌握冶金工程设计技能,并在终结性考核中进行检验。通过项目式分级训练学生的总结能力、团队合作能力及对新事物的接受能力,特别通过考察在冶金工程设计中运用主流的 AI 技术情况,结合大模型发布的设计实践指导书,让学生能够熟悉并使用 AI 相关技术解决问题,这是本课程考核内容的创新举措,学生对新事物新技术的学习促进效果非常明显。

形成性考核贯穿整个教学过程,课前,采用线上教学,每次课前,在雨课堂平台上把本次课程的学习方案发布给学生。学生首先进行预习,其中包括学习微课视频,并完成和视频配套的预习作业;线上作业的完成情况,以扣分制的形式纳入形成性考核,并在课前把完成情况的数据从系统中导出公布给学生,以此来督促学生进行线上微课的学习。课中采用线下教学形式,课堂教学中,针对具体的教学内容设计有丰富的教学案例和项目式练习;根据不同平台的特点以及教学内容的特点,利用 QQ、钉钉平台、企业微信群、雨课堂、豆包 APP 等发布课堂练习和提问,并线上答疑,从而调动学生的积极性。课堂交互环节的成果也以扣分制的形式纳入形成性考核。课后利用 QQ 等平台检查完成情况,在规定的时间内(通过系统设定)内,不提交课程设计将从形成性考核中扣分。

终结性考核通常在课程结束时进行,是对整个课程学习成果的总结性评价。课程终结性分为课程设计报告(占 20%)、图纸(30%)和平时成绩(答辩以及 AI 新技术综合运用考核占 20%)四部分组成,全面考察学生的思维能力、创新能力、沟通能力和团队协作能力,如图 2。

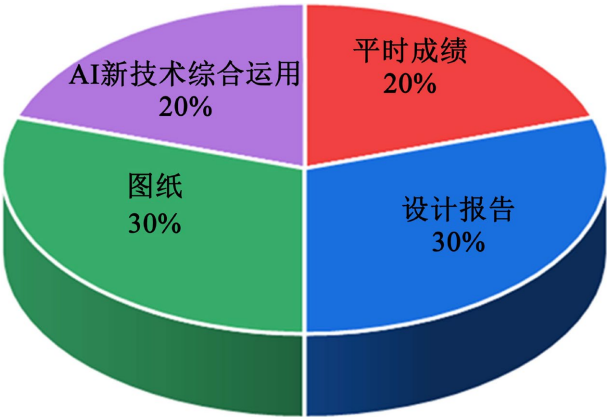


Figure 2. Distribution of course assessment scores
图 2. 课程考核成绩分布

学生可以充分利用智普清言软件、DeepSeek 润色修改课程设计报告，运用 AutoCAD、Gravit Designer 等软件绘制图纸，采用 kimi 软件制作 PPT、通信听悟软件整理设计答辩和总结要点。AI 新技术综合运用的具体评分标准见表 1，考核时涉及到团队任务，学生提前填写好分组表，采取分组方式，根据最终确定的分组表进行项目打分，将从 AI 掌握情况以及协同应用深度和团队协作等多个维度综合考虑打分，从而激发学生对 AI 学习和应用积极性，强化学生利用 AI 技术解决问题的能力和团队协作意识。根据冶金行业的发展、冶金新技术应用的需求、学生的认知与成长规律，结合新工科对卓越工程师的培养的新要求，通过形成性和终结性考核相结合的模式，运用 AI 技术的全过程动态评估手段，从而精准反映学生能力成长轨迹，有效解决了《冶金工程设计》教学评价不合理，难以满足目前新工科、新冶金以及新一轮的工程教育认证对创新人才培养要求的问题。

Table 1. Specific scoring criteria for the comprehensive application of new AI technologies
表 1. AI 新技术综合运用的具体评分标准

编号	考察点	优秀 (90~100 分)	良好 (80~89.9 分)	中等 (70~79.9 分)	及格 (60~69.9 分)	不及格 (0~59.9 分)
1	AI 技术掌握情况	综合运用至少 4 种 AI 技术，深入理解其工作原理，能熟练运用多种技术，并有效解决复杂问题。	综合运用至少 3 种 AI 技术，深入理解其工作原理，能有效运用多种技术，有效解决复杂问题。	综合应用 2 种技术，基本理解工作原理，基本理解工作原理，能较好运用技术解决实际问题，但缺乏深度不够。	仅能应用 1 种 AI 技术，但对其工作原理理解有限，基本满足项目需求，但技术应用较为单一，缺少深度。	未有效应用 AI 技术或应用不当，AI 技术与项目需求脱节，解决问题的效果差。
2	AI 新技术系统应用深度	学生对 AI 新技术具有快速学习和深度掌握的能力，并能够独立解决 AI 新技术学习过程中遇到的所有问题。	学生对 AI 新技术具有良好学习和较深度掌握能力，能够较独立解决学习过程遇到的问题。	学生对 AI 新技术具有较好的学习能力，基本能够掌握所需技能，但深度和独立解决问题能力有待提高。	学生对 AI 新技术具有初步学习尝试，但是掌握程度有限，解决问题能力一般。	学生对 AI 新技术未能展示有效的自主学习能力，对 AI 新技术掌握不足。

续表

3	团队协作与分工的效率	团队成员之间具有明确的分工，各个成员的贡献清晰，合作高效，团队协作的成果显著。	团队成员之间具有良好的明确分工，每个成员的贡献清晰，合作较高效，团队协作成果较显著。	团队成员之间分工较为明确，合作较好，成员贡献较为清晰，但团队协作效率一般，还有提升空间。	团队成员之间有一定的分工，成员贡献不太清晰，合作一般，团队协作效果有限。	团队成员之间分工不明确，成员贡献不清晰，合作效率低，团队协作效果差。
---	------------	---	--	--	--------------------------------------	------------------------------------

4. 结语

本研究将 AI 驱动的虚拟仿真技术与“CBL+PBL+Seminar”立体教学模式深度融合，为《冶金工程设计》实践教学提供了创新解决方案。该模式不仅能有效弥补传统教学的不足，还能培养学生的工程实践能力、创新思维和团队协作能力，助力“双碳”目标下的“新冶金”人才培养，进一步拓展 AI 技术在冶金教学中的应用场景，推动冶金工程教育的智能化、数字化变革。

基金项目

重庆科技大学本科教育教学改革研究项目(项目编号：202409 和 202515)；重庆市高等教育教学改革研究项目(项目编号：244114 和 253239)；重庆科技大学人工智能 + 课程建设项目——《冶金工程设计》课程(序号：9)。

参考文献

[1] 袁晓丽, 刘施峰, 安娟, 夏文堂. 项目驱动+微课模式下课程思政融入《冶金工程设计》教学探索[J]. 科教导刊(电子版), 2022(31): 112-113.

[2] 袁晓丽, 刘施峰, 姚宗湘, 戴庆伟. 面向“新工科”创新人才培养的人工智能与虚拟仿真技术在冶金工程实践教学深度融合研究[J]. 科教导刊(电子版), 2022(28): 24-25.

[3] 沈丹阳, 陈世杰, 魏晓斌. 生成式人工智能助力高校专业课教学的思考——以 ChatGPT 为例[J]. 大学教育, 2024(2): 65-73.

[4] 许莎, 李锦, 金光灿. 生成式人工智能在汽车理论专业课教学中的应用[J]. 大学教育, 2024, 49(7): 168-171.

[5] 袁晓丽, 黄青云, 安娟, 尹建国, 周雪娇, 夏文堂, 向小艳, 杨文强. 国家级钢铁制造虚拟仿真实验教学中心在应用型冶金工程“一流专业”实践教学中的应用[J]. 科教导刊(电子版), 2021(5): 154-155.

[6] 吴兰岸, 闫寒冰, 黄发良, 等. 大型语言模型在高等教育中的应用分析与现实挑战[J]. 现代教育技术, 2023, 33(8): 1-9.

[7] 袁晓丽, 安娟, 夏文堂, 尹建国, 周雪娇, 任兵芝, 吕俊杰. 基于工程教育认证的冶金工程设计课程教学改革研究与实践[J]. 中国冶金教育, 2019(3): 4-11.