

# 基于BOPPPS的“钢铁绿色制造技术”课程 线上线下混合式教学改革研究

周 恒, 寇明银, 吴胜利

北京科技大学冶金与生态工程学院, 北京

收稿日期: 2026年8月11日; 录用日期: 2026年10月5日; 发布日期: 2026年10月15日

---

## 摘 要

以北京科技大学钢铁绿色制造技术为例, 剖析课程当前面临的主要问题。介绍了基于BOPPPS的线上线下混合式教学改革, 培养学生解决复杂问题的综合能力 and 高级思维, 适应新时代冶金创新人才需求。

## 关键词

BOPPPS, 教学模式, 教学改革, 混合教学

---

# Research on the Blended Online-Offline Teaching Reform of the “Green Manufacturing Technology of Iron and Steel” Course Based on the BOPPPS

Heng Zhou, Mingyin Kou, Shengli Wu

School of Metallurgical and Ecological Engineering, University of Science and Technology Beijing, Beijing

Received: August 11, 2026; accepted: October 5, 2026; published: October 15, 2026

---

## Abstract

Taking the course “Green Manufacturing Technology of Iron and Steel” at University of Science and Technology Beijing as an example, this paper analyzes the main problems currently faced by the course. It introduces an online-offline blended teaching reform based on the BOPPPS model, aiming to cultivate students’ comprehensive ability to solve complex problems and advanced thinking, so as to meet the demand for innovative talents in metallurgy in the new era.

**文章引用:** 周恒, 寇明银, 吴胜利. 基于 BOPPPS 的“钢铁绿色制造技术”课程线上线下混合式教学改革研究[J]. 创新教育研究, 2026, 14(10): 67-71. DOI: 10.12677/ces.2026.1410762

## Keywords

**BOPPPS, Teaching Model, Teaching Reform, Blended Teaching**

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

课堂教学作为高校承担育人兴邦使命、践行立德树人根本任务的最前线，强化课堂教学质量是实现人才自主培养质量提升的重要基础之一。当前，我国冶金工业快速发展，生产的智能化、绿色化水平大大提高，生产工艺、技术装备持续提升，强化了对现代化冶金创新人才的需求。探索冶金工程创新人才培养和专业课程教学改革，提升专业课程的教学质量和水平，无疑对培养更多“具有为国奉献钢筋铁骨的高素质人才”意义重大。

北京科技大学冶金工程学科为国家一级重点学科，在教育部最新一轮全国学科评估中获评 A+，入选世界一流学科建设，七次位列软科世界学科排名第一。“钢铁绿色制造技术”课程是冶金工程专业必修的专业核心课，在冶金工程领域工程创新人才培养过程中起着举足轻重作用。目前，BOPPPS 教学模式在教学效果和质量的提升上受到国内外教育界的广泛推崇与关注[1]。BOPPPS 教学模式是一种以建构主义、交际教学法为理论依据，以学生为主体，以教学反馈为核心的一种高效课堂教学组织模式[2]。该模式将课堂教学环节分为导入(Bridge-in, B)、学习目标(Objective, O)、前测(Pre-assessment, P)、参与式学习(Participatory Learning, P)、后测(Post-assessment, P)、总结(Summary, S)等 6 个教学环节，强调了教学过程以学生为中心，注重教学过程中的互动性，注重学生学习兴趣的激发、学习目标的明确、学习者学习情况的检测和学习者的主动参与。另一方面，在人工智能、大数据等前沿技术的引领下，线上线下混合式教学得以迅速发展，该模式强化现代信息技术与教育教学深度融合，杜绝单纯知识传递、忽视能力素质培养的现象，可实现定制化学习、重难点拓展学习等，充分体现学生主体地位，已成为提升教学效果的重要教学方法[3]。近年来，冶金工程学科的相关教育工作者也聚焦线上线下混合式教学模式改革。曹玲玲等[4]从 BOPPPS 教学模式出发开展冶金工程专业英语教学研究，实现师生有效互动、激发学生学习兴趣并引领其主动学习。刘红霞[5]等探讨了如何将线上线下相结合的混合式教学引入冶金物理化学教学实践。徐健等人[6]以冶金专业高年级本科生研讨类课程为对象，围绕冶金工艺设计与研究课程开展线上线下融合教学实践，并基于学生反馈对模式细节进行了优化。李江涛等人[7]课堂教学中嵌入线上教学，将课堂教学中教师引导和学生管理的优势与线上教学的远程化、企业现场授课与专家线上互动等模式结合，传授最新稀有金属冶金技术，弥补了任课教师在工程实践方面的不足。王建丽等[8]针对冶金工程专业需求，探索材料基础化学混合式教学模式，通过整合线上与线下资源，构建创新教学模式，激发学生的学习热情，提升其参与度与自主学习能力。相关研究成果为指导“钢铁绿色制造技术”课程建设提供了有效借鉴。但涉及 BOPPPS 模式下进行线上线下混合教学在冶金工程学科，特别是钢铁领域的相关改革实践还较少。如何充分发挥 BOPPPS 教学模式在教学环节控制以及线上线下教学素材的充分利用，实现“1+1>2”的效果还有待进一步探索。

因此，围绕提升课堂教学质量这一核心目标，探索基于 BOPPPS 的“钢铁绿色制造技术”课程线上线下混合式教学改革，通过创新教学方法、优化教学内容、完善过程评价等，促使课堂活起来、课程优起来、学生忙起来，培养学生解决复杂问题的综合能力 and 高级思维，适应新时代冶金创新人才需求。

## 2. 存在的主要问题

### 2.1. 授课方式的灵活性和多样性有待提高，师生互动、生生互动亟需加强

本课程课堂教学在传统 PPT+ 板书的基础上，重点实施了研讨式教学模式。近三年的教学实践发现，在实施案例研讨的课时中大部分学生参与度较高、积极性较好，然而常规教学过程中，学生被动接受知识，被动感较为强烈，学生在课堂知识疑问、认知和理解等方面与教师交流偏少且覆盖率偏低。此外，课堂教学以教师传授为主，难以较好激发学生的兴趣，学生参与度低、参与形式单一，难以形成有效的生生互动效果。因此，亟需进一步探索新型教学模式，特别是全面深入开展以学生为中心的教学，强化师生互动、生生互动，解决好创新性、批判性思维培养的问题，提高学生思考问题和解决问题的能力。

### 2.2. 部分授课内容广度和深度有待强化，学生解决复杂问题能力及高阶思维有待提升

本课程涉及 CO<sub>2</sub> 减排、污染物处理、固废及二次能源利用、协力城市生态等方面，专业综合性较强，知识点分布宽，各章相对独立。课程针对部分内容较为陈旧的问题建设有前沿工程实践案例，但受学时限制，部分内容涉及面偏窄，内容广度不够。例如 CO<sub>2</sub> 减排技术章节，涉及全球范围开发的低碳/近零碳减碳钢铁工艺的介绍较少，特别是关于氢基直接还原竖炉 + 电炉、氢基直接还原竖炉 + 电熔分炉 + 转炉等热点减碳路径的相关内容有待进一步拓宽；废水治理章节，针对废水的分离处理方法，部分方法与技术还未能涉及，需要扩展。

此外，部分知识点理论深度需要强化，例如烟气 SO<sub>2</sub> 脱除方法、NO<sub>x</sub> 的 SCR 脱硝方法、固废综合利用、消纳危废物等相关知识以概念叙述性文字为主，相关的理论性研究和计算内容不多，知识点理论深度需要加强。因此，有必要探索线上线下混合式教学模式，突破学习时空限制，做到最新技术有覆盖、重要知识点有深度，进而有利于突破习惯性认知模式，培养学生深度分析、大胆质疑、勇于创新的精神和能力。

### 2.3. 全过程多元化评价考核方式有待完善，学生自我评估及同伴评价需综合考虑

课程已开展考核方式的革新，将结课笔试的成绩占比调低，引入口试环节，涉及授课知识点的质疑、相关工艺理论和技术的专题研讨等，但基于 BOPPPS 的线上线下混合式教学，将涉及课前、课中、课后的全过程评价，部分过程考核主要通过线上完成，考试、口试、研讨等主要在线下完成，涉及全过程多元化评价考核方式需要深入摸索与实践。

此外，当前对学生自主学习部分的评价不完善，不利于调动学生学习的积极性和能动性，不利于师生之间的互动交流，需引入学生自我评价及同伴评价等非标准化评价。还需注意及时针对线上过程教学评价结果的线下总结和分析，便于及时调整教学策略，改进和完善教学活动，做到线上线下教学评价的有效结合。

## 3. 教学改革与实践

### 3.1. 教学设计重构，实施 BOPPPS 三阶段六步骤教与学混合模式

开展三阶段六步骤教与学，即 BOPPPS+ 慕课 + 雨课堂的课前、课中、课后的线上线下混合教学模式。课前[导入(B)-目标(O)-前测(P)]，通过引入与课程内容相关的实际案例或视频，激发学生的学习兴趣，并明确本节课的学习目标，同时基于本课程自建的在线教学资源，完成第一轮次的网络平台视频自主学习等，完成布置的章节测试与作业。课中[参与式学习(P)-后测(P)]，主要通过课堂导入、预习反馈、课堂教学目标分析、重难点讲解、课堂互动、小组讨论、课堂实测、课堂总结、课后拓展等环节开展实践。课

堂互动强调现代信息技术与教学深度融合，尝试小组讨论、案例分析、角色扮演等多种互动方式。课后[总结(S)]，着重关注提升拓展与实践作业，经过前两个阶段的学习后，布置本单元课后作业或拓展思考。通过这种三阶段六步骤的教学模式，可以有效提高课堂教学的灵活性和多样性，增强师生互动和生生互动，激发学生的学习兴趣 and 主动性，提升教学效果和学生的学习体验。

表 1 展示了石灰 - 石膏法烟气 SO<sub>2</sub> 脱除方法的 BOPPPS 六环节设计。其中，前测环节的 3 道选择题旨在诊断学生对“湿法脱硫”“核心反应”“优缺点”等前置知识的掌握情况。参与式学习环节设计了‘案例诊疗’活动，要求学生从反应过程和工艺装备等角度分析脱硫效率偏低的原因，从而突破宏观工艺懂、微观机理弱的认知障碍。

**Table 1.** Lime-gypsum method for SO<sub>2</sub> removal from flue gas-BOPPPS teaching module design  
**表 1.** 石灰 - 石膏法烟气 SO<sub>2</sub> 脱除方法 BOPPPS 教学环节设计

| 环节                                | 线上(课前/课后)                                                                   | 线下(课中)                                                                         | 具体内容                                                                                                                            |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 导入<br>(Bridge-in)                 | 在雨课堂发布一段 1 分钟的视频：某钢厂排放黄烟的新闻片段。                                              | 课中提问：“看到这个画面，你想到什么？”                                                           | 引发学生对环保问题的关注，引出“脱硫”的必要性。                                                                                                        |
| 目标<br>(Objective)                 | 在 MOOC 视频开头展示：本节课后，你将能：① 阐述石灰石 - 石膏法的反应原理；② 分析影响脱硫效果的关键因素；③ 石灰 - 石膏法的主要优缺点。 | 教师口头强调目标的层次性(记忆→理解→应用)。                                                        | 目标明确，可测量。                                                                                                                       |
| 前测<br>(Pre-assessment)            | 雨课堂发布 3 道选择题(如：二水硫酸钙的化学式是？)。                                                | 教师根据前测结果，实时调整教学节奏(如果多数学生答错，则先花 5 分钟复习基础)。                                      | 前测题目示例：“SO <sub>2</sub> 与 Ca(OH) <sub>2</sub> 反应生成的主要产物是？(A. CaSO <sub>3</sub> ； B. CaSO <sub>4</sub> ； C. CaCO <sub>3</sub> )” |
| 参与式学习<br>(Participatory Learning) | 无                                                                           | <b>小组讨论(15 分钟)：</b> 给出一个实际案例：“某钢厂脱硫效率只有 85%，请从气速、浆液 pH 值、液气比三个角度分析原因，并提出改进方案。” | 每组派代表发言，教师点评。                                                                                                                   |
| 后测<br>(Post-assessment)           | 无                                                                           | 雨课堂发布一道论述题：“叙述石灰 - 石膏法的主要脱硫原理并简述其优缺点”                                          | 后测用于检验目标达成度。                                                                                                                    |
| 总结<br>(Summary)                   | 课后在雨课堂发布一张思维导图(总结本课知识点)，并布置一道拓展思考题：“对比石灰石 - 石膏法与氨法脱硫的优缺点，并说明哪种更适合北方钢厂？”     | 教师用 5 分钟带领学生回顾本节课的核心逻辑。                                                        | 总结环节强调“从宏观工艺到微观反应的思维路径”。                                                                                                        |

**3.2. 教学内容升级，线上线下教学资源协同的知识点拓展与深化**

利用线上教学过程灵活性特点，将低碳钢铁、“三废”防治、二次能源利用、协力城市生态等方面的典型方法、前沿工程案例等知识点补充进入线上平台，学生可以通过观看视频、参与在线讨论、完成在线测验等方式，进行自主学习和知识拓展。在线下课堂教学内容中，对相关章节重点内容进行改造，特别是典型工艺、方法的反应机理、理论计算、工程应用等内容资源进一步升级。

在理论知识深度增加的基础上，更加注重将相关的学术研究、科技发展前沿成果引入课堂，以此为基础，在参与式学习(P)中的重难点讲解、课堂互动环节还可邀请行业专家在线讲解相关前沿技术，并结合实际案例深入分析和讨论。通过线上线下教学资源的协同，既可以拓展知识点的广度，又可以深化知

识点的深度,帮助学生突破习惯性认知模式,提升他们的高阶思维和解决复杂问题的能力。

### 3.3. 评价考核多元,构建全过程多维度综合评价体系

利用线上线下混合式教学模式的优点,课前阶段通过在线测验、学习日志等方式,评估学生的预习情况和学习态度,并给予及时反馈和指导。课中阶段,既有雨课堂采集的考勤管理、互动环节(弹幕、投稿等)、实时测试等学习行为数据,还包括小组研讨、案例分析中的针对阅读量和阅读能力的考察。在课后阶段,以在线作业、项目报告、口头答辩、理论考试相结合的方式,评估学生的学习成果和应用能力。

还引入学生自我评价和同伴评价等非标准化评价模式,鼓励学生进行自我反思和相互反馈,提升他们的自主学习能力和合作能力。最后,通过线上线下评价结果的综合分析,及时调整教学策略,改进和完善教学活动,确保教学评价的全面性和有效性。通过构建全过程多元化的综合评价考核体系,全面评估学生的学习过程和学习效果,激发学习积极性和主动性,实现“评价-反馈-改进”反复循环以持续改进教学效果。

## 4. 结语

通过 BOPPPS 三阶段六步骤教学模式,结合慕课和雨课堂,构建线上线下混合教学模式,开展兼顾广度与深度的教学内容升级并提出兼顾引导和评价的综合评价考核体系,帮助学生突破习惯性认知模式,强化高阶思维养成和提升解决复杂问题能力,提高冶金类人才培养质量。通过教学改革,BOPPPS 混合式教学显著提升了学生课堂参与程度,学生对“参与式学习”环节的满意度最高,学生综合评价成绩,尤其在高阶认知题(如案例分析题)上的得分率提升更为明显。由于实践周期仅为一学期,长期效果有待进一步跟踪与改进,未来研究将相关模式拓展至其他讲台以及其他课程,夯实教学改革方法和路径。

## 基金项目

北京科技大学本科教育教学改革面上项目(JG2024M05);北京科技大学青年教学骨干人才培养计划(JXGG202402);北京科技大学本科教育教学改革重大项目(JG2023ZD01)。

## 参考文献

- [1] 柳晶晶. 基于“雨课堂+慕课”的《电工电子学》混合式教学设计与研究[J]. 教育现代化, 2019(95): 143-144.
- [2] 韩亭亭, 边江鱼, 王立宁. 线上线下混合式 BOPPPS 教学模式在有机化学课堂教学中的应用[J]. 长春师范大学学报, 2023, 42(6): 177-180.
- [3] 董银秀, 覃玉荣. 基于 AI+OBE 的大学英语听说混合式教学探索与实践——以广西大学为例[J]. 广西教育学院学报, 2023(6): 220-226.
- [4] 曹玲玲, 王艳南, 王宏明, 等. 新工科背景下 BOPPPS 教学模式在冶金工程学科教学中的探索——以冶金工程专业英语为例[J]. 科教导刊, 2023(12): 49-51.
- [5] 刘红霞, 路焱, 代书华. 混合式教学模式在冶金物理化学课程的应用研究[J]. 大学(教学与教育), 2020(10): 73-74.
- [6] 徐健, 吕学伟, 陈泽军, 等. 冶金工艺设计与研究课程线上线下融合教学模式探索与实践[J]. 中国冶金教育, 2024(1): 36-37, 43.
- [7] 李江涛, 巫圣喜, 王明玉. 稀有金属冶金混合式教学与多元化评价[J]. 中国冶金教育, 2025(6): 1-3.
- [8] 王建丽, 叶龙刚, 朱博洪, 等. 面向冶金工程专业人才培养的材料基础化学混合式教学模式探索[J]. 创新创业理论研究与实践, 2026, 9(14): 50-52.