数智时代基于OBE理念“非金属矿产及其利用”课程教学体系的构建与实践

邹 灏，王 勤，王 强，龙训荣，曹华文
成都理工大学 地球与行星科学学院，四川 成都 610059

摘要：为应对数智时代对地球科学类人才培养的新要求，笔者基于OBE理念对“非金属矿产及其利用”课程进行了系统改革。构建了以“新版教材、易搜非金属App、SPOC线上线下课程和翻转课堂”为支撑的立体化教学资源，并以“3123”课程教学体系为核心框架，实施了“线上自学—线下内化—课后拓展”的混合教学模式，并建立了多元持续的评价体系。实践表明，该课程教学体系有效破解了传统教学中的三大难题，提升了学生在非金属矿产勘查与利用方面的工程实践能力和创新思维，显著促进了课程目标的达成。

关键词：OBE理念；数智时代；非金属矿产；混合式教学；教学体系
中图分类号：G642 **文献标识码：**A **文章编号：**1006-9372（2026）05-0054-04

Title: Construction and Practice of a Teaching System for the Course of Non-metallic Minerals and Utilization Based on the OBE Concept in the Digital-intelligence Era

Author(s): ZOU Hao, WANG Qin, WANG Qiang, LONG Xunrong, CAO Huawen

Keywords: OBE concept; digital-intelligence era; non-metallic minerals; blended teaching; teaching system

一、研究背景及改革思路

1. 研究背景与意义

非金属矿产是支撑现代工业体系尤其是能源化工、新能源、先进材料与节能环保等战略性新兴产业不可或缺的物质基础，其资源安全保障与高效高值化利用，直接关系到国家经济安全与“碳达峰、碳中和”战略目标的实现[1]。成都理工大学开设的“非金属矿产及其利用”是一门专门讲授非金属矿产的概念、地质特征、工业要求及开发与利用的综合性课程，是资源勘查工程专业的核心方向课程，旨在培养学生掌握从矿产勘查、经济评价到开发利用的全链条知识与技能。自2002年开设本课程以来，已累计为社会培养了3000余名掌握非金属相关知识的学生，拓宽了学生对非金属矿产资源的认知程度，该课程因此成为培养地矿类高级工程技术人才的关键环节之一。

然而，该课程的传统教学模式面临三重困境：其一，知识体系庞杂与传统教学方式的矛盾。课程涵盖矿种繁多，非金属种类近200种，理论性与实践性均极强，在有限的32学时内，难以通过传统“满堂灌”的方式让学生深入理解并掌握核心内容。其二，教学内容与行业发展脱节。国内外非金属矿产行业在资源勘查技术、深加工工艺及应用领域日新月异，如，江西省、内蒙古自治区等地萤石矿企与宁德时代等高新企业合作，建设“萤石-氢氟酸-电解液”一体化生产线，标志着萤石矿应用领域进一步扩宽；国家将高纯石英矿作为我国的第174号矿种，首次从法律和资源分类上将其列为独立矿种地位[2]。然而，现有教材稀少且陈旧，未能及时反映最新科技成果、行业标准与市场需求。其三，传统教学模式对学生能力赋能不足，传统以教师为中心的教学模式，难

收稿日期：2025-12-02；**修回日期：**2026-02-23。
基金项目：四川省学位与研究生教育学会2024年研究课题（2024ZD05）；成都理工大学高等教育人才培养质量和教学改革项目（2024-36）；成都理工大学课程改革项目。
作者简介：邹灏，男，教授，主要从事矿物学、岩石学、矿床学方面的教学与科研工作。
*投稿网址：*www.chinageoeducation.net.cn *联系邮箱：*bjb3162@cugb.edu.cn
*引用格式：*邹灏，王勤，王强，等．数智时代基于OBE理念“非金属矿产及其利用”课程教学体系的构建与实践例[J].中国地质教育，2026，35（5）：54-57.

以有效培养学生的自主学习能力、解决复杂工程问题的实践能力及团队协作创新能力。

2. 理论框架与改革思路

为破解上述困境，本课程教学体系引入OBE（Outcome-Based Education，成果导向教育）理念作为课程体系重构的核心理念。OBE强调以学生最终取得的学习成果（毕业生应具备的能力）为导向，反向设计课程体系、教学内容和评价方式[3]。它要求教学活动从“教什么”转向“学生能做什么”，聚焦于学生的能力达成与持续改进，同时，数智时代的技术为实现OBE理念提供了强大赋能[4]。

数智时代的人工智能、大数据、移动互联等技术能够有效赋能OBE理念的实现。数字化工具可以实现个性化学习路径推荐、教学过程数据的实时采集与分析；线上教学平台能够突破时空限制，拓展教学深度与广度，为混合式教学与形成性评价奠定基础[5]。

因此，本研究旨在探索一条将OBE理念与数智化技术深度融合的课程改革路径。通过系统构建一个目标清晰、资源丰富、方法科学、评价有效的教学新体系，并命名为“3123”的课程教学体系（图1），以期提升“非金属矿产及其利用”课程的教学质量与育人成效，为同类工科专业课程的改革提供可复制的经验与范式。

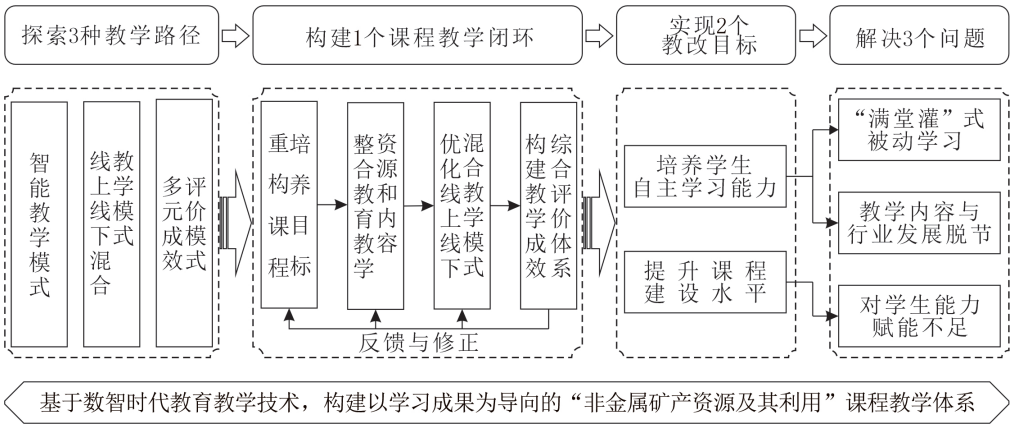


图1　基于OBE教育理念构建“3123”课程教学体系整体思路

二、基于OBE理念的课程教学体系构建

1. 以终为始：面向产出的“3123”课程教学体系设计

基于OBE的“反向设计”原则，课程团队首先深入分析了国家“新一轮找矿突破战略行动”、四川省“5+1”现代工业体系中能源化工与先进材料产业发展对非金属矿产人才的能力需求，以及工程教育专业认证的毕业要求[6-7]。将课程总目标分解为知识、能力、素养三个层次的可测量、可评价的具体学习成果[8-9]。为实现这些成果，本研究构建了“3123”课程教学体系作为总体改革框架（图1）。

“3”：三大教学路径，探索智能教学、线上线下混合教学和多元化教学成效评价三种路径，全面覆盖“教、学、评”三个环节。

“1”：一个教学闭环，构建一个基于OBE理念、以学生为中心、以学习成果为导向的教学闭环。

“2”：两大改革目标，达成培养学生自主学习能力和提升课程建设水平两个核心目标。

“3”：三大问题破解，着力解决课堂内容难拓展、学生被动学习、评价体系单一三个核心教学痛点。

该体系以学习成果为起点和终点，通过数智技术整合资源、优化教学过程，并利用评价反馈驱动教学活动的持续改进，形成一个良性循环的教学闭环。

2. 数智赋能：立体化、多模态教学资源的系统建设

为实现“3123”体系目标，课程团队历时10年，系统规划并建设了三大核心教学资源，构成了支撑混合式教学的“铁三角”。

（1）“易搜非金属”App——移动端数字化学伴。

针对课程“矿种多、数据杂、记忆难”的痛点，团队研发并获得了国家软件著作权（2019SR1234702）的“易搜非金属”App。该产品集成了非金属矿产的矿物学、矿床学、工艺矿物学及市场应用等海量数据，具备智能检索、知识图谱可视化、典型案例库等功能。它如同一个

“口袋里的非金属矿百科全书”，使学生能利用碎片化时间进行沉浸式、交互式学习，将抽象知识具象化，是数智化教学落地的重要载体。截至目前，该App用户已经累计使用超500人/次，成功将软件植入学生的日常学习，在课堂的小组讨论、考前复习等方面发挥了重要作用。

（2）“非金属矿产资源概论”新教材——理论与实践融合的新载体。

针对国内现有经典教材或偏重地质成因、或偏重开发利用[10-11]，或时间相对久远且数据标准相对陈旧等问题，课程团队于2020年在地质出版社正式出版了新版教材[1]。该教材的编写严格遵循OBE理念，打破了传统教材的编排逻辑，大幅增加了“工业指标与评价”“采选冶技术”“资源–环境–经济综合评价”等内容，并嵌入了大量来自国内外的最新矿床实例与案例分析，实现了从“知识传授”到“能力培养”的教材功能转型。

（3）SPOC在线课程——线上线下混合的枢纽。

在中国大学MOOC平台上建设的SPOC（Small Private Online Course，小规模限制性在线课程）是实施混合式教学的关键平台。课程团队将约占总量1/3的基础性、概念性教学内容（如名词解释、基本分类、基础理论）制作成系列微课视频、文本和PPT置于线上。不仅有效缓解了线下学时紧张的压力，更重要的是为实现“翻转课堂”提供了前提，使学生可以自定步调完成基础知识的学习，为线下课堂开展深度研讨和高阶思维训练腾出了宝贵时间。

3.模式创新：线上线下深度融合的混合式教学路径设计

基于“3123”体系中的“线上线下混合教学路径”，面向2020—2022级成都理工大学资源勘查工程专业的教学班，课程实施了精细化的混合式教学方案。

（1）线上环节（主导“学”与“练”）。

课前——引导与诊断：教师通过SPOC平台提前发布学习任务单、微课视频和预习测验。学生自主学习并完成测验，其学习数据（如视频观看时长、测验正确率、论坛提问）被平台自动记录，形成初步的学情分析报告。教师据此精准把握学生的共性难点与个体差异，使线下教学有的放矢。

课后——巩固与拓展：线上平台成为课后巩固的延伸空间。教师发布在线作业、单元测试和拓展阅读材料（如行业最新研究报告）。学生通过讨论区进行互助答疑，教师则进行在线指导和反馈，实现了教学互动的时空延展。

（2）线下环节（聚焦“内化”与“应用”）。

课堂讲授——精讲与深化：线下课堂彻底摒弃了“照本宣科”，转而采用“精讲–互动”模式。教师仅对线上反馈的疑难知识点、课程的核心理论与关键技能进行深度剖析。例如，对“高岭土与膨润土物化性质差异及其工业应用导向”这类综合性问题，进行集中讲解。

案例研讨——探究与合作：这是线下教学的核心。教师精心设计来自真实生产一线的教学案例，如“四川某地石墨矿的选矿工艺选择与经济性论证”或“高纯石英矿为什么能成为我国的第174号矿种”，引导学生以小组为单位进行探究式学习。在案例的选择上，重点选择我国非金属行业发展起里程碑作用的关键性事件或在学习中容易产生混淆的概念和难点问题。学生在探究式学习期间，利用“易搜非金属”App查询资料，结合教材相关理论知识进行案例分析和方案设计，并在小组研讨的基础上完成探究式学习的汇报答辩。这一过程极大地锻炼学生在信息整合、问题分析、团队协作和口头表达的能力。

4.持续改进：基于数据的多元化课程评价体系

改革建立了“过程与结果并重、线上与线下结合”的多元化评价体系，以全面评估课程目标的达成度，即“3123”体系中的“多元成效评价路径”。

形成性评价：贯穿教学全过程，包括线上预习测验（10%）、课后在线作业与参与度（15%）、课堂互动与案例研讨表现（25%）。这些评价数据为教学过程的动态调整提供了即时依据。

终结性评价：包括期末自主学习成果汇报（30%）和期末闭卷/开卷考试（20%）。成果汇报要求学生选取一种非金属矿产，完成一份从地质背景、资源评价到开发利用方案的综合性报告，全面考察其知识整合与应用能力。

达成度分析：课程结束后，教学团队将根据各项考核数据，对照预先设定的课程目标，进行细致的课程目标达成度定量分析。这份分析报告不仅是给学生学业成绩的判定，更是下一轮课程教学改革与持续改进的起点和决策依据。

三、教学改革实践成效与反思

1.实践成效分析

通过对2020—2022级102位选课学生的教学

实践与跟踪调查，本次教学改革取得了显著成效：

（1）学生学习投入度与满意度双提升。问卷调查与访谈结果显示，超过90%的学生认为混合式教学模式“更能激发学习兴趣”，线上资源的便捷性与线下研讨的挑战性相结合，使其学习由“被动接受”转向“主动建构”。

（2）知识掌握与能力构建更为扎实。对比往届学生，本届学生在案例分析报告和期末综合汇报中展现出的信息整合能力、逻辑分析能力和创新思维均有明显进步。学生能够更有条理地阐述“某矿产从矿山到市场”的全流程，并能初步进行技术经济权衡。具体体现在期末考试测评中，超过80%的学生能够正确回答试卷中关于当前非金属行业的前沿发展问题，并能够正确辨析课程相关的难点和易错点，相较于往届学生相似问题的回答情况，2020—2022级102位选课学生的答题正确率和完整度提升了近60%。

（3）教学管理精细化与科学化。通过SPOC平台提供的学习行为大数据，教师能够精准识别学习相对较困难的学生，并实施早期预警与有针对性地干预，实现了从“群体教学”到“精准育人”的转变。

2.反思与未来展望

尽管改革取得了初步成功，但在实践中也暴露出一些有待深化之处：

（1）技术工具的深度融合欠佳：目前“易搜非金属”App的功能主要用于查询和展示，未来可引入更多功能增强互动性。

（2）现实（AR）技术：动态展示矿物晶体结构或矿山开采场景，或嵌入简单的决策支持系统，让学生模拟矿床经济评价过程。

（3）跨学科项目式学习（PBL）的探索：非金属矿产的利用涉及材料、化工、环境等多学科知识。未来可尝试与相关院系合作，设计跨学科的综合性项目，如“设计一个以尾矿为原料的新型建材产品”，更全面地培养学生的系统思维和跨界整合能力。

（4）评价体系的进一步优化：对于团队合作、创新思维等非技术性能力的评价，主观性仍较强。未来需开发更为量化的、基于行为观察的评价量规，使评价更加客观、公正。

四、结语

在数智时代背景下，本项研究基于OBE理念对“非金属矿产及其利用”课程进行了系统性的教学改革与实践，构建并实施了“3123”体系为核心框架的教学体系。这是一个以“培养学生自主学习、提升课程建设水平”为目标，以“教学App、新形态教材、SPOC课程”为教学资源支撑，以“线上线下深度融合”为实施路径，以“多元化达成度评价”为保障的闭环教学体系。实践证明，该教学体系有效破解了传统教学的诸多痛点，显著提升了学生的课程学习体验与综合能力达成度，实现了人才培养质量的实质性提升。

本改革的成功经验表明，工科专业课程的现代化转型必须坚持以学生发展为中心，以清晰的育人目标为引领，主动拥抱数智技术，系统性重构教学内容、方法与评价。这不仅是对“非金属矿产及其利用”一门课程的优化，更是对新时代地矿类乃至更广泛工科专业课程建设与改革模式的有益探索与示范。

参考文献：

[1] 邹灏，徐旃章，龙训荣．非金属矿产资源概论[M]．北京：地质出版社，2020.
[2] 自然资源部．新发现矿种公告[EB/OL]．(2025-04-08)[2025-12-02].https://gi.mnr.gov.cn/202504/t20250410_2882785.html.
[3] Spady W G .Outcome-Based Education:Critical Issues and Answers.[M].Arlington:American Association of School Administrators, 1994.
[4] 陈明选，来智玲．智能时代教学范式的转型与重构[J]．现代远程教育研究，2020，32(4):19-26.
[5] 顾佩华，胡文龙，林鹏，等．基于“学习产出”(OBE)的工程教育模式：汕头大学的实践与探索[J]．高等工程教育研究，2014(1):27-37.
[6] 徐争启，施泽明，宋昊，等．基于OBE理念的地质学人才培养模式探索与实践[J]．中国地质教育，2025，34(2):26-31.
[7] 邹灏，张刚阳，米博文，等．澳大利亚西澳大学地质学专业本科人才培养方案[J]．中国地质教育，2018，27(2):84-89.
[8] 邹灏，陈翠华，郎兴海，等．“卓越工程师教育培养计划”创新实验班设立10年的成效与思考：以成都理工大学地球科学学院资源勘查工程专业为例[J]．中国地质教育，2024，33(1):34-40.
[9] 丁枫，陈翠华，蔺吉庆．“卓越工程师教育培养计划”下地学专业的实践教学体系建设：以资源勘查工程专业为例[J]．中国地质教育，2014，23(2):88-91.
[10] 冯本智，兰心俨，周裕文．非金属矿产地质学[M]．北京：地质出版社，2007.
[11] 陶维屏，苏德辰．中国非金属矿产资源及其利用与开发[M]．北京：地震出版社，2002.