

“产-学-研”一体化体系下矿物鉴定实验教学创新模式探讨

张素梅^{1,2}, 张敏杰^{1,2}, 于延秋^{1,2}, 王霄汉^{1,2}, 朱丽娜^{1,2}

¹ 河北地质大学地球科学学院 河北石家庄

² 河北省战略性关键矿产研究协同创新中心 河北石家庄

【摘要】矿物鉴定是地质类专业的一门核心实践课程，也是理论与行业实践的重要桥梁，而传统的矿物鉴定实验教学因教学资源的分散性、教学标本相对单一性和标准性、教学内容与生产-科研结合的脱节等方面的问题。影响着教学质量的提升和改善，同时也影响着学生实践能力及综合素质的培养。本文基于“产-学-研”有机融合的教育理念，课题组根据生产单位及科研单位的发展需求调研与分析，意图从教学目标体系、教学内容体系、教学方法与平台建设、评价体系等方面对矿物鉴定实验教学进行改革，并通过“校企多元协同、科研反哺、虚实融合”的实践路径来构建“产-学-研”一体化的矿物鉴定实验教学创新模式，为培养新时代的应用型、创新型及综合型人才提供理论和实践基础。

【关键词】产-学-研一体化；矿物鉴定；实验教学；创新模式；地质类

【基金项目】2025 年河北省实验教学和教学实验室建设研究项目：“产-学-研”一体化体系下矿物鉴定三级联动教学模式创新研究

【收稿日期】2026 年 5 月 16 日

【出刊日期】2026 年 6 月 18 日

【DOI】10.12208/j.ije.20260074

A discussion on innovative teaching models for mineral identification experiments under the integrated system of “Industry-University-Research”

Sumei Zhang^{1,2}, Minjie Zhang^{1,2}, Yanqiu Yu^{1,2}, Xiaohan Wang^{1,2}, Lina Zhu^{1,2}

¹ School of Earth Sciences, Hebei University of Geosciences, Shijiazhuang, Hebei

² Collaborative Innovation Center for Strategic Key Mineral Resources Research, Shijiazhuang, Hebei

【Abstract】 Mineral identification is a core practical course for geology majors and an important bridge between theory and industry practice. However, traditional mineral identification experimental teaching suffers from problems such as the dispersion of teaching resources, the relative uniformity and standardization of teaching specimens, and the disconnect between teaching content and the integration of production and scientific research. These issues affect the improvement of teaching quality and the cultivation of students' practical abilities and comprehensive qualities. This paper, based on the educational philosophy of organic integration of industry, academia, and research, explores reforms in mineral identification experimental teaching by investigating and analyzing the development needs of production and research units. The reforms aim to improve teaching objectives, content, methods, platform construction, and evaluation systems. Through a practical approach of “multi-party collaboration between universities and enterprises, research feedback, and virtual-real integration,” the paper constructs an innovative integrated industry-academia-research model for mineral identification experimental teaching, providing a theoretical and practical foundation for cultivating application-oriented, innovative, and comprehensive talents in the new era.

【Keywords】 Industry-academia-research integration; Mineral identification; Experimental teaching; Innovative model; Geology

引言

矿物鉴定是地学类专业的一门核心课程，实验教

学是理论与行业实践的重要桥梁，也是培养学生实践能力、科研思维和创新意识的关键环节。其核心在于通

过肉眼, 显微镜及其他测试仪器对矿物的物理化学性质进行分析和研究, 进而精准识别矿物种属并推断其成因、指导下一步工作具有典型意义。

矿物鉴定作为各个国家战略资源勘查与开发利用、民生工程等的前提和必需手段之一, 它承载着国家基础地质研究、战略找矿、矿山开发治理、地质灾害防御等工作方向的深入选择和重点投入。随着我国深地计划深入开展、矿山科学探矿与治理、灾害地质应急等工作加强, 矿物的精准、快速鉴定及其相关分析显得尤为重要, 矿物鉴定作为勘查与找矿分析的前提工作之一, 需要投入大量时间和人力来完成, 这也为如何培养学生迅速掌握矿物系统鉴定方法及精准识别矿物种属等传统教学工作带来了十分严峻的考验。同时, 在国内外测试方法、便携仪器不断更新发展大背景下, 矿物鉴定实验的教学工作亟需由传统“教-学-研”向“产-学-研”模式转变与创新。随着我国战略矿产资源的勘查开发纵深发展、绿色矿山建设稳步推进、新型矿物材料的研发及交叉学科的快速渗透融合, 国家大型民生工程、灾害应急工程、矿产开发与利用及航空航天等高精尖行业对矿物鉴定人才的需求也由“基础识别”转向“综合分析+解决复杂问题”。然而, 传统的实验教学模式以教师对“经典”矿物的“讲授”和学生“模仿”、教师的“授知”和学生的“收知”为主, 这不仅缺乏不同矿山实际需求及不同场景的变换, 也阻碍着学生由“求知”向“探知”的创新思维转换主动性和积极性。

因此, 如何打破传统教学模式, 促使“产”、“学”、“研”三者有机融合则成为目前众多教育工作者的重点关注对象。“产-学-研”一体化体系下矿物鉴定实验教学的创新模式探讨则是实验教学改革等工作一个重要环节。

1 传统矿物鉴定实验教学现状

我国矿物鉴定实验教学始于 20 世纪 50 年代初, 经历了 60-70 年代的调整期和 80-90 年代的恢复发展期, 21 世纪开始迎来了创新与繁荣阶段的黄金时期(地勘导报, 1999; 张海军和刘燊, 2018)。然而传统矿物鉴定实验教学多以实验室现有的“标准”标本进行实验验证性为主, 缺少综合设计性和创新性, 且实验操作内容与生产企业、科研院所等地质用人单位的实际应用相脱节, 存在主要问题有 4 个方面。首先, 实验标本因“标准”而不利于学生创新思维的养成。传统的实验室教学标本具有相对明显且典型的鉴定标志及观测现象, 学生因验证操作的过程简单而缺乏科研思维的锻炼, 同时也阻碍了部分学生学习的主动性和积极性。其次, 单一矿物的“标识”特征与生产科研中的“假象”特征

脱钩。传统实验教学常以橄榄石族、辉石族、角闪石族、石英族、长石族等中的常见造岩矿物单一矿种作为主要研究对象, 教学标本多为经过层层筛选“标型”矿物, 相对缺乏“过渡型-假型”矿物标本, 实验内容也以其典型物理化学性质为主, 缺乏不同场景及不同实验模式的转换与锻炼。由于生产及实践中矿物形态千变万化, 且大多矿物伴有蚀变现象, 其共生组合也不会千篇一律, 因此学生在生产和应用中因为缺乏场景转换和生产项目中矿物鉴定实操锻炼, 导致学生在面对实际矿物鉴定时往往会表现出典型的“无从下手”的无力感。第三, 实验教学资源与生产实际相割裂、教学方法与能力培养相错位限制了学生的动手能力及复杂矿物的鉴别能力。传统实验教学以教师主动“授知”和学生被动“收知”为特色, 矿物鉴定仪器以偏光显微镜为主, 实验流程中忽视了学生对实验过程的逻辑辨识考核、实验“标本”与实际“标本”的显著差异分析、科研及生产单位所常用的显微光度计和拉曼光谱仪等设备操作锻炼等, 从而导致学生对复杂问题综合分析及高端仪器操作能力欠缺。第四, 高校、企业与科研院所之间“学”-“产/研”的脱节。近年来的研究发现, 企业的实践资源(矿山的现场样品及数据)与教学案例未实现相互转化, 科研院所的最新研究成果(如新型矿物的发现和鉴定方法的创新)教学内容未实现有机融合; 高校的教学需求与企业 and 科研机构未实现有效反馈, 导致三方资源不能有机相融、合力育人。

2 “产-学-研”一体化的矿物鉴定实验教学创新模式改革及举措

基于传统实验教学过程中存在“标本”的现象“标准”、矿物单一及特征“典型”、教-学与实际融合欠深入等方面不足, 目前各高校、企业及科研院所三者之间正在竭力寻求“产-学-研”协同发展的新思路和新方式, 因此, 构建“产-学-研”一体化的矿物鉴定实践教学体系势在必行。本文是在河北地质大学晶体光学与光性矿物学实验课程教学内容基础上, 以“扎实的理论基础、突出的实践能力及敏锐的创新意识”为教学核心, 在“多元协同”教学方式夹持下, 形成一套“三级联动”的教学内容体系, 最终构建一个“产-学-研”相结合的矿物鉴定创新与改革模式(图 1)。

(1) 确立“知识-能力-素养”一体化的“三维融合”教学目标体系。通过知识点解析、讨论等手段, 联合企业/矿山及检测机构共建教学案例库, 将真实生产项目(如矿石品位鉴定、尾矿资源化评估)融入教学内容, 整合数字化矿物标本库、便携式鉴定设备及矿山实地实

训等资源,并借助 MOOC、学习通等网络资源促使学生熟练掌握“标识性矿物”鉴定特征,并引导学生自主拓展知识面,为学生对实地探采矿物与标型矿物的鉴定特征差异性分析提供基础。在此基础上,教师(企业导师)指导学生了解当前国内外矿物鉴定最新方法,为提高学

生“野外初步识别-实验室精准鉴定-数据综合分析”的鉴别能力及综合素养提供便利条件（王濮等，1994；张海军和刘燊，2018；李艳军和赵艳军，2020；陈德进，2024），以期达到学生运用多技术手段解决产业实际问题的综合能力及素养的“三维融合”教学目的。

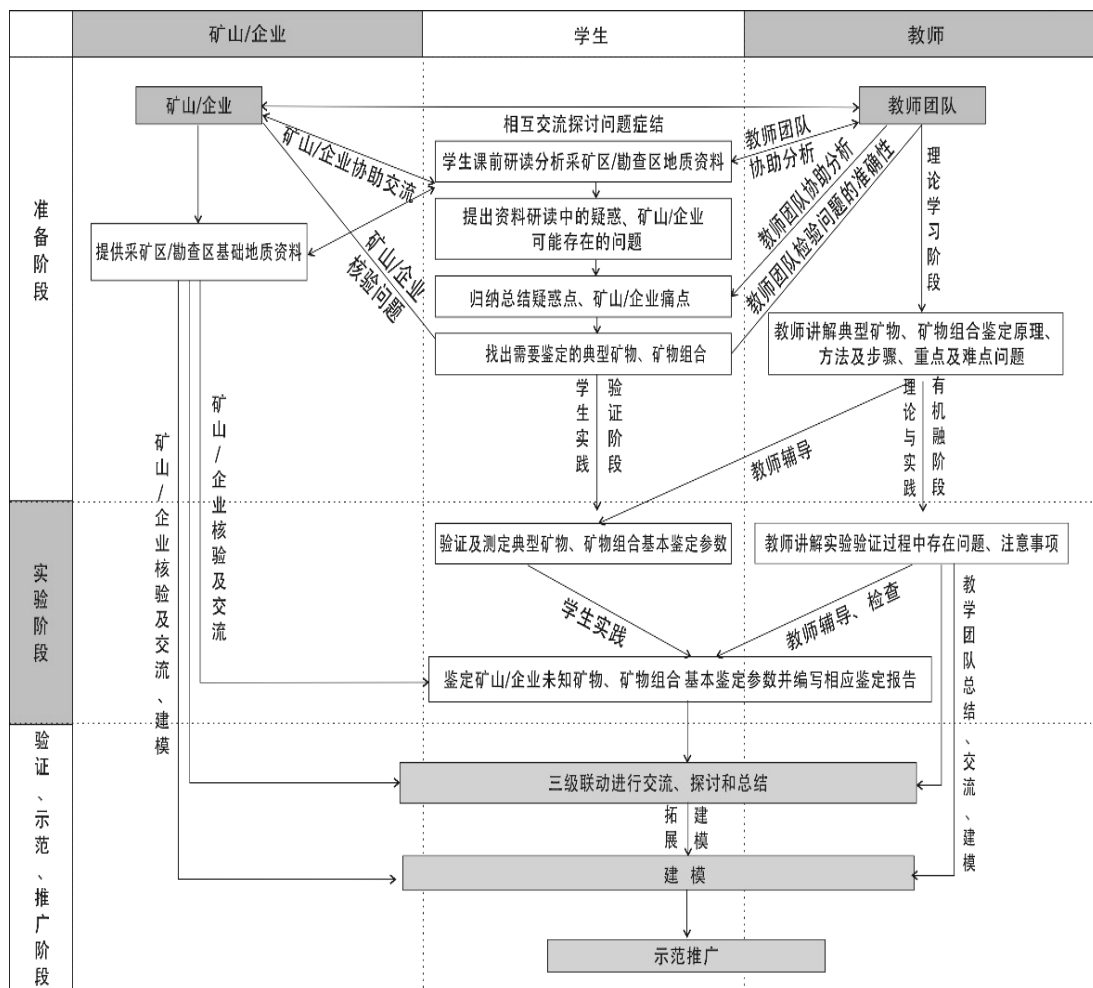


图 1 “产-学-研”一体化教学模式图

(2) 建立虚实结合一体化的“三级联动”教学内容体系。基于显微互动及便携式鉴定设备技术,以学校“标型”矿物鉴定特征为基础,以战略合作单位提供的“标型”及“过渡型-假型”矿物为主线,建立“产-学-研”一体化实验教学内容体系。首先,保留基础矿物(长石类、石英类等)的鉴定实训,同时融入生产及科研中的变异的特征识别及相关分析,让学生理解“鉴定-命名-成因推测”之间的关系。以此为基础,将鉴定内容实施模块化,主要对传统“标准”矿物与典型地区的标志性岩石标本有机融合和调整,通过实施模块化处理建立适合学生探究的小型课题模块,如对典型矿山/

企业开采区,学生实习基地,冈底斯成矿带、华南造山带等典型科学研究研究区的热点问题与传统教学内容相融合、解析后进行实验模块整理,并根据偏光显微镜、便携式鉴定设备、高分辨率拍摄影像等资料合成的矿物典型鉴定标志,以多方位、多层次分析的视角来校对和修正鉴定结果,进而利用模块化处理结果建立虚实结合的一体化教学内容体系,引导学生利用多种设备开展实验,培养其科研思维。通过三级联动教学模式建立,引导学生课前学习企业提供的矿山基础资料并提出生产痛点问题,实验环节鼓励学生按生产标准对未标注矿石的样品进行鉴定和报告编写,通过创建良好教学情

境来调动学生主动性、合作性,进而挖掘其自身潜能,拓展发展空间,提升其创造力、实践力和创新意识。

(3) 实施“鉴(地质工作人员)-验(化验人员)-析(综合分析人员)”、“虚实结合”、“以研哺学”、“校企融合”的“多元协同”矿物鉴定实验教学思路改革。根据课程需求将学生划分为“鉴”、“验”、“析”几组,通过“多元协同”完成以“产”(企业/科研单位的生产任务)促“学”,以“景”(矿物鉴定的虚实融合场景)促“学”,以“研”哺“学”的教学模式改革。“虚实结合”的技术赋能、“校企融合”综合指导及学生的多角色体验构建成的“多元协同”教学模式不仅可以夯实学生理论基础,实现理论与实践的统一,还能打破产学研脱节及教学内容滞后等方面的困境。

(4) 创建“三位一体”教学实践平台及“多方位”评价体系来提升学生的综合素养。教师在教学过程中,利用校内实验教学优势来完善和夯实学生识别矿物的基础,借助校企合作实习基地及科研协同平台来提升学生的创新能力,构建“三位一体”教学实践平台来提升学生对“产-学-研”有机融合的认识及深入理解,进而增强学生学习的自主性和积极性。课程评价体系改革将由“产”方模块评价、“研”方模块评价及“教学”方模块评价构成。其中,“产”方评价企业评价主要由企业导师针对产业任务评价学生解决实际问题的能力。“研”方评价主要由科研人员针对探究课题设计的模块对学生的实验设计合理性、数据可靠性、结论创新性等进行相关评价。“教-学”方评价主要由教师评价和学生评价构成,教师评价主要针对课堂考察、小组汇报等方式评估学生对基础理论的掌握及团队协作能力;学生评价主要通过实验日志鼓励学生反思不足,通过小组互评反映学生合作及自主学习的能力,以期提高学生在学习过程中的学而思、思而学的自主意识。

因此,“三位一体”教学实践平台的构建及“多方位”评价体系的创新是课程目标由“供知”向“求知”、“传授”向“探索”转化,也是实现“课堂翻转”及“实践”向“理论”的升华,以调动学生对知识需求的主动性、积极性,进而获得自信、科学态度和理性思维的一个新途径新方式。引入教与学的过程(学和验)、知识运用过程(产和研)及成果校验过程(学习效果)等元素所构建的多元化评价体系不仅可以多方位评价“产-学-研”实验教学效果,打破传统的“一纸报告定成绩”,也可以直观反映教学相长的效果,体现“产-学-研”一体化实验教学有效性和必要性。

3 结论与展望

“产-学-研”一体化矿物鉴定实验教学改革为提高教学质量及教学效果提供了新方法、新思路,本文通过教学目标体系、教学内容体系及评价体系的相关设计,分析了教学目的与行业需求对接、教学内容与科研成果融合、教学平台与实践资源共享,有效解决了传统教学中“学用脱节”的问题,提升了学生的实践能力和创新意识。

产学研一体化实验教学下一步工作将重点加强数字化平台建设,利用人工智能技术开发“矿物智能鉴定辅助系统”,辅助学生快速鉴定复杂变化的疑难矿物;其次是加强国内外合作,在教学中引入国外典型矿床的矿物标本与鉴定标准,培养学生的国际化视野;同时完善和加强校-企及国际间的长期合作,并确保“产-学-研”一体化的多元协同稳定性和可持续性。

综上,矿物鉴定实验教学创新改革始终以培养生产型、科研型及综合型人才为主要教学目标,通过“产-学-研”有机融合来实现“授知”向“求知”的转变,从而为我国高质量的矿产资源开发利用提供有力支撑。

参考文献

- [1] 教育部. 2019. 国家产教融合建设试点实施方案 [Z].
- [2] 王濮,潘兆樵,翁玲宝. 1994. 系统矿物学 [M]. 北京:地质出版社.
- [3] 张海军,刘燊. 2018. 矿物学实验教学改革与创新人才培养 [J]. 中国地质教育,2018 (2): 56-59.
- [4] 李艳军,赵艳军.2020. 产教融合背景下地质类专业实践教学体系构建 [J]. 高等工程教育研究,2020 (3): 156-160.
- [5] 陈德进. 2024. 金属矿物鉴定中的不足及策略分析[J].中国金属通报,2024,(04):203-205.
- [6] 地勘导报. 1999. 测试,地质事业的“眼睛”——岩矿分析与测试工作 60 年历程回顾.
https://www.cgs.gov.cn/xwl/ddyw/201603/t20160309_276351.html.
- [7] 张敏杰,于延秋,王霄汉.校企合作模式下“生产实习”教学改革探讨——以资源勘查工程专业为例.教育发展与创新,2024,2(15):90-92
- [8] 宋杨,盛炎民,葛培,等.基于产教融合特色的土建类专业生产实习教学改革研究[J].常州工学院学报, 2025, 38(04):82-87
- [9] 章广成,李长冬,崔德山等.校企联合共建大学生生产实习基地教学模式研究——以地质工程和岩土工程专业为例[J].中国地质教育,2015,24(2):69-71

版权声明: ©2026 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

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



OPEN ACCESS