

高等学校资源勘查工程专业能力图谱构建路径

王东东 张晓阳 许庆林 韩超 贾海波 郑雪

山东科技大学地球科学与工程学院, 中国·山东 青岛 266590

【摘要】在“双碳”目标与战略性矿产资源安全保障的战略背景下,资源勘查工程专业面临前所未有的转型需求。为适应能源结构转型与关键矿产安全保障要求,本文提出构建“三维能力矩阵-五阶培养路径-双循环保障机制”的专业能力图谱,旨在培养兼具传统地质技能与新兴技术能力的复合型人才。研究以行业需求为驱动,聚焦清洁能源勘查(如氢气、地热勘查等)、战略性矿产保障(如深部找矿、隐伏矿预测)及数字勘查技术(AI、大数据、物联网)三大方向,构建涵盖基础能力、专业能力、创新能力的三维矩阵,并通过“基础夯实-专业定向-技术融合-创新提升-综合实战”五阶路径实现能力进阶。双循环保障机制强调校企协同,通过“数字勘查联合实验室”“双导师制”等模式强化产教融合。案例表明,该框架可显著提升学生复合型能力,为新时代资源勘查人才培养提供理论支撑与实践路径。

【关键词】资源勘查工程;能力图谱;双碳目标;高等学校

引言

在“双碳”目标与战略性矿产资源安全保障的双重战略需求下,资源勘查工程专业正面临前所未有的发展机遇与转型挑战。作为保障国家能源资源安全的核心学科,该专业需构建与新时代要求相匹配的能力图谱,培养兼具传统地质勘查技能与新兴技术能力的复合型人才。张艳等(2018)指出,“新工科”建设要求专业能力图谱重构需聚焦知识交叉、能力融合与素质提升,这一理念为资源勘查工程专业改革提供了方法论支撑^[1]。本文基于行业发展趋势与技术变革,系统构建资源勘查工程专业能力图谱,提出“三维能力矩阵-五阶培养路径-双循环保障机制”的创新框架,为专业改革提供理论支撑。

1 战略需求驱动的能力重构逻辑

1.1 “双碳”目标的技术倒逼

全球能源结构转型要求勘查技术向清洁能源领域延伸。地热资源勘查需突破深部地热储层评价技术,干热岩勘查需发展高精度地球物理探测方法,氢能储层评价需建立地质-工程一体化模型。中国地质调查局数据显示,2025年清洁能源勘查投入占比将达35%,要求毕业生具备碳捕获与封存(CCUS)地质可行性评价能力。丁恋等(2021)指出,CCUS技术是实现碳中和目标的关键手段,其地质封存环节需通过精细的三维地质建模与流体动力学模拟确保封存安全性^[2]。

1.2 战略性矿产的安全保障需求

关键金属矿产(如锂、钴、稀土)的勘查评价成为国家

战略。需构建“成矿规律认知-勘查技术选型-资源潜力评价”三位一体能力体系。中国地质科学院研究表明,到2035年,我国战略性矿产对外依存度需从72%降至55%,这要求专业培养强化深部找矿、隐伏矿体预测等核心技术能力。鹿爱莉(2024)强调,提升战略性矿产保障能力需深化政策支持,包括建立国家储备体系与优化勘查开布局^[3]。

1.3 数字勘查的技术革命

人工智能、大数据、物联网技术正在重塑勘查流程。需建立“数据采集-智能处理-决策支持”的数字化能力链。章献民等(2023)提出,基于知识图谱的专业认知体系构建有助于学生系统掌握勘查技术链^[4]。江永亨等(2023)指出,实验能力图谱的模块化设计可支撑数字化勘查技术的分层教学,例如将无人机航测、三维地质建模等纳入专项实验模块^[5]。

2 三维能力矩阵构建

2.1 基础能力维度

地质认知层:构建“岩石-构造-成矿”系统认知,强化板块构造理论、矿床成因机制等核心知识单元。彭向东等(2014)指出,校企联合“双导师制”可有效提升学生对地质现象的工程认知^[6]。张艳等(2018)建议,通过跨学科课程重组,将地球化学动力学与环境科学原理融入传统地质课程^[1](图1)。

技术操作层:发展“传统勘查+数字技术”双技能,包括钻探工程、地球物理/化学勘查、遥感地质解译等传统技能,以及无人机航测、三维地质建模、智能反演等新技术。

术。张远飞等（2023）提出，遥感与化探数据融合技术可显著提高隐伏矿体预测精度^[7]。江永亨等（2023）强调，实践能力图谱需涵盖“硬件操作-数据处理-模型构建”全流程，例如设置激光雷达（LiDAR）设备实操与点云数据处理实验模块^[5]。

工程实践层：建立“勘查设计-施工管理-成果转化”全流程能力，涵盖勘查项目可行性研究、QHSE管理体系应用、勘查成果经济性评价等模块。丁秀杰（2024）强调，实训基地安全评估体系需纳入勘查工程风险管理训练^[8]。

2.2 专业能力维度

能源地质方向：常规能源侧重油气成藏机理、煤层气开发地质、页岩气甜点区预测等能力培养。李福仁（2023）指出，油气行业需通过技术创新应对新能源挑战^[9]。新能源侧重地热资源评价、干热岩EGS（增强型地热系统）勘查、氢气地质储存等能力培养。何太碧等（2024）提出，油气企业需向综合能源服务商转型，这对勘查专业新能源方向人才培养提出新要求^[10]（图1）。

固体矿产方向：金属矿产侧重斑岩型铜矿勘查模型、矽卡岩型铁矿定位预测能力，非金属矿产侧重石墨烯原料矿评价、萤石矿绿色勘查技术等能力培养，等等。

战略性矿产方向：稀土矿产侧重离子吸附型稀土矿原地浸出地质条件评价等能力培养，锂矿侧重盐湖卤水锂资源动态评价、伟晶岩型锂矿深部探测等能力培养，等等。

2.3 创新能力维度

技术融合创新：发展“地质+AI”交叉能力，如基于深度学习的矿体三维建模、区块链技术在矿产资源管理中的应用。章献民等（2023）建议，将人工智能算法纳入资源勘查工程专业核心课程^[4]（图1）。

方法论创新：构建非常规矿产勘查理论体系，如深部找矿“透明地球”物理模型、城市地下空间资源勘查方法。

装备研发能力：突破高端勘查装备国产化，如航空重力梯度仪、激光诱导击穿光谱（LIBS）现场分析系统。

3 五阶培养路径设计

3.1 基础夯实阶段（第1-2学期）

课程模块：普通地质学、矿物岩石学、构造地质学基础等（图1）。

实践环节：地质认知实习、岩石野外识别、岩矿鉴定实验等。

能力目标：建立地质时空观，掌握基础地质工作方法。程超等（2016）提出，OBE理念指导下的课程设计可强化学生实践能力^[11]。

3.2 专业定向阶段（第3-4学期）

课程模块：矿床学、地球物理勘查、遥感地质学等（图1）。

实践环节：区域地质调查、地球物理数据处理实训。

能力目标：形成专业方向认知，掌握基本勘查技术流程。

3.3 技术融合阶段（第5-6学期）

课程模块：地质大数据分析、勘查地球化学、数字勘查技术等（图1）。

实践环节：勘查项目设计竞赛（跨学科团队）、三维地质建模实训。

能力目标：实现传统技术与数字技术融合，具备初步方案设计能力。

3.4 创新提升阶段（第7学期）

课程模块：战略性矿产勘查、新能源勘查技术、资源经济学等（图1）。

实践环节：企业导师制项目、勘查技术创新工作坊。

能力目标：对接行业前沿，完成技术创新点突破。

3.5 综合实战阶段（第8学期）

实践环节：毕业实习（建议参与企业真实项目）、毕业设计（建议包含数字勘查模块）（图1）。

能力目标：实现从勘查方案设计到成果转化的全流程能力贯通。

4 双循环保障机制

4.1 内部质量保障循环

建立“课程-能力”映射矩阵，实施OBE（成果导向教育）模式。程超等（2016）的实践表明，该模式可显著提升学生工程实践能力^[11]（图2）。

开发能力评估数字化平台，实现“理论考试+实操考核+项目答辩”三维评价。

构建动态调整机制，根据行业技术发展每年更新10%课程内容。

4.2 外部协同发展循环

校企共建“数字勘查联合实验室”，开发虚拟仿真教学项目。张艳等（2018）强调，产教融合需突破“校热企

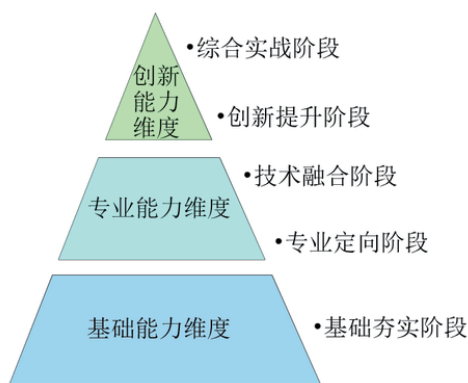


图1 三维能力矩阵与五阶段培养路径

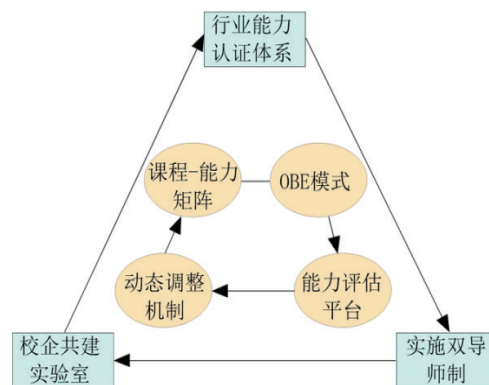


图2 双循环保障制度

冷”困境，建议通过“订单式”人才培养实现校企利益绑定^[1]（图2）。

实施“双导师制”，企业导师参与教学大纲修订与毕业设计指导。彭向东等（2014）指出，“双导师制”可有效缩短学生岗位适应期^[6]。

建立行业能力认证体系，推动“学历证书+职业资格证书”双轨并行。

5 典型案例分析

5.1 中国地质大学（武汉）实践

构建“地质过程+工程应用”双螺旋课程体系，开发《智能勘查技术》新课程。建成全球首个“页岩气勘查虚拟仿真实验中心”，实现钻井过程全流程模拟。毕业生在深部找矿、新能源勘查领域就业率达82%。

5.2 吉林大学创新模式

创立“勘查技术创新创业工作坊”，学生团队研发的“便携式XRF岩矿分析仪”获“互联网+”大赛金奖。与紫金矿业共建“一带一路”联合实验室，培养国际化勘查人才。

6 结语

新时代资源勘查工程专业能力图谱构建，需实现三个转变：从“单一资源”向“全要素资源”认知转变，从“传统勘查”向“智能勘查”技术转变，从“地质工程师”向“资源管理者”角色转变。通过三维能力矩阵的系统设计、五阶培养路径的渐进实施、双循环保障机制的持续优化，可培养适应“双碳”战略与资源安全保障需求的高层次勘查人才，为构建新发展格局提供坚实的人才支撑。

参考文献：

[1] 张艳, 杨允仙, 唐安, 等. “新工科”人才培养的能力

图谱重构及实践路径解析[J]. 高等工程教育研究, 2018, 13 (3): 24-29.

[2] 丁恋, 宁树正, 刘元. 基于SWOT模型的CCUS技术分析及发展对策研究[J]. 中国煤炭地质, 2021, 33(z1): 87-91.

[3] 鹿爱莉. 提升战略性矿产资源保障能力需深化政策支持[J]. 中国国土资源经济, 2024, 37(11): 1-5.

[4] 章献民, 史治国, 回晓楠, 等. 基于知识图谱的专业认知体系构建和课程建设——以“信息与电子工程导论”课程为例[J]. 工业和信息化教育, 2023, (7): 1-6.

[5] 江永亨, 任艳频, 唐潇风. 高校实验能力图谱基础架构及关键问题探讨[J]. 实验技术与管理, 2023, 40(12): 187-191.

[6] 彭向东, 刘羽, 黎敦朋. 资源勘查工程专业校企联合“双导师制”培养模式的构建[J]. 中国地质教育, 2014, (3): 1-5.

[7] 张远飞, 吴德文, 朱谷昌, 等. 遥感与化探数据融合处理技术方法及应用研究[J]. 有色金属矿产地质调查中心, 2023, (5): 1-10.

[8] 丁秀杰. 危险化学品实训基地安全评估体系的搭建[J]. 现代盐化工, 2024, 51(3): 1-5.

[9] 李福仁. “双碳”背景下中国油气发展战略思考[J]. 现代商贸工业, 2023, 44(20): 1-5.

[10] 何太碧, 姜雪, 何秋洁, 等. 传统油气行业新时代新质生产力发展路径研究[J]. 天然气技术与经济, 2024, 18(3): 1-5.

[11] 程超, 刘诗琼, 刘红岐. 基于OBE理念修订人才培养方案——以西南石油大学勘查技术与工程专业为例[J]. 中国地质教育, 2016, (1): 1-5.