

矿业类高校新能源科学与工程专业地热相关课程改革方法与思路

张洪伟 常海滨

中国矿业大学(北京)能源与矿业学院 北京 100083

【摘要】：在“双碳”战略背景下，地热能作为清洁低碳能源迎来快速发展，对专业人才培养提出新要求。针对矿业类高校新能源科学与工程专业开设的《地热学》课程，提出了以“矿业特色”为新增教学内容的教学改革方法和思路。依托地质、矿业学科优势，构建“理论-技术-应用”三位一体的课程基础和特色教学内容体系，融入矿井热害治理、矿井水与围岩热能回收、废弃矿井地热储能与综合利用等特色教学内容与模块，强化学生对“灾害-资源”双重属性认知，为培养兼具矿业背景与新能源视野的高素质创新人才提供有力支撑。

【关键词】：矿业类高校；地热学；新能源科学与工程专业；教学方法改革

DOI:10.12417/2705-1358.26.07.078

1 引言

在全球能源结构加速转型和我国“双碳”战略目标持续深入推进的背景下，发展新能源已成为能源行业实现绿色低碳发展的关键路径。地热能作为一种储量巨大、分布广泛、利用效率高的可再生能源^[1]，在清洁供暖、发电及综合利用方面展现出广阔应用前景。

我国在本科专业布局方面，尚无独立的“地热工程”或“地热科学与工程”等本科专业，地热领域的人才培养主要通过在新能源科学与工程、地质工程、能源与动力工程等专业中开设地热相关课程^[2-4]，此类情况众多。以新能源科学与工程为例，全国已有超过150所高校开设该本科专业，且很多专业开设了地热相关课程，覆盖了综合性大学、理工类院校、行业特色高校及地方应用型本科院校。矿业类高校作为服务国家能源资源战略的重要科技和人才培养力量，依托其在地质、采矿、岩土工程等领域的深厚积淀，发展地下新能源专业具有独特的学科优势与现实基础。

目前，传统地热相关的课程多偏重工程热物理、地质成因，难以满足新能源产业对复合型、应用型人才的需求，尤其在矿山地热灾害治理、废弃矿井地热资源综合利用等前沿领域方面还存在教学内容不完善、实践环节薄弱、学科融合不足等问题^[5]。因此，面对国家对地热能开发利用日益重视的重大机遇，以及矿业转型升级对新能源技术的迫切需求，发挥矿业类高校自身学科优势，将矿山地热开发等特色教学内容融入课程体系，对推进矿业类高校新能源专业《地热学》等课程的系统性改革具有重要意义。

本文旨在立足矿业特色，紧扣新能源产业发展方向，重构课程体系，融合前沿特色技术，推动《地热学》课程向“理论-技术-应用”一体化的高水平专业课程转型，为培养兼具矿业背景与新能源视野的高素质创新人才提供有力支撑。

2 高等院校地热相关教育情况

近年来，随着国家“双碳”战略的推进和地热能开发利用的加速，国内地热领域的教育研究逐步受到重视，呈现出从传统地质教育向多学科融合、应用型人才培养转型的发展态势，但整体仍处于探索与初步发展阶段。

高等教育中地热相关知识主要依托新能源科学与工程、地质工程、能源与动力工程等专业进行设置课程或开展模块化教学^[6]。中国地质大学(武汉)、中国地质大学(北京)、吉林大学等传统地学强校在地热地质、地热资源勘查与评价方面具有长期积累，课程体系相对成熟，侧重于地热成因、水文地球化学、地热钻井、地热田勘探等基础理论教学，如中国地质大学(武汉)开设《地热工程学》、中国科学院大学开设《地热地质学》等课程，让学生系统掌握地热资源地质成因、勘探和高效经济开发的相关技术。

相较于传统地学类院校，矿业类高校在地热教育领域的起步较晚，但近年来依托其在矿山地下开采方面的独特学科优势与工程实践基础，正积极探索具有“矿业特色”的地热人才培养路径，如中国矿业大学、中国矿业大学(北京)等，依托其在深部岩体力学、矿井热环境治理、矿山地下开采工程等方面的特色，积极探索“地热+矿业”交叉课程建设，将废弃矿井

作者简介：张洪伟(1990-)，男，汉族，山东邹城人，博士，副教授，研究方向：地热开发与利用等。

基金项目：1.中国矿业大学(北京)本科教育教学改革与研究项目资助(新能源专业《地热学》教学体系与教学方法研究)(J251102)。

2.北京中国矿业大学教育基金会(深部固体煤炭资源流态化开采)(XD2021018)。

地热利用、深部地热开采技术纳入教学内容,将地热教育嵌入矿业可持续发展链条,形成了地热学课程设计的差异化发展模式。

3 矿业类高校《地热学》课程建设和人才培养目标

矿业类高校《地热学》课程建设应充分发挥其在深部地质、岩体力学、矿井工程、资源综合利用等方面的学科优势,结合“矿业类高校+新能源专业”定位,构建具有鲜明“矿业特色”的地热能人才培养目标。

3.1 培养具备新旧能源特质的复合型地热技术人才

立足“地质—采矿—能源”交叉学科背景,培养具备扎实地地质学基础、掌握深部地热系统开发原理、熟悉矿山地热灾害治理与资源化利用技术的复合型、应用型工程技术人才,服务传统矿业转型升级与新能源产业发展双重需求。紧密对接国家地热能发展规划与矿区绿色低碳转型需求,将课程建设与科研项目、产业示范工程相结合,推动教学成果向实际应用转化,为矿山企业节能减排、关闭矿井资源化利用提供人才支撑与技术储备,服务行业转型与区域发展。

3.2 构建具备特色化模块的课程知识体系

突破传统《地热学》偏重地质成因与资源勘查的局限,紧密结合矿业工程背景,系统融入矿井热害预测与智能防控、深部地温场数值建模、矿井水余热高效回收、废弃矿井地热综合利用、中深层井下换热及地热储能等前沿模块,强化多学科交叉与工程实践融合,打造“基础理论—矿业场景—工程应用”三位一体的课程架构,提升学生解决复杂地热问题的综合能力。

3.3 基于深井开采特色强化工程实践与创新能力

依托矿业类高校在深井开采领域积累的丰富校企合作基地与科研平台,结合深部高温矿井实际条件,构建集地热虚拟仿真实验、矿井地热环境模拟、地源热泵运行调控、废弃矿井储能系统设计于一体的综合性实践教学体系。通过案例式、项目式教学模式,引导学生开展地热系统建模、热害治理方案设计与能效优化等实践训练,强化其在复杂工程场景下的系统思维、技术创新与工程决策能力,全面提升工程实践素养与可持续发展意识。

3.4 推动“勘探-开采-应用-降碳”多学科融合

促进地质工程、采矿工程、新能源科学与工程、环境工程、碳储科学与工程等学科协同,探索跨专业教学团队建设与课程群联动机制;推进现代信息技术与教学深度融合,建设“勘探-开采-应用-降碳”数字化教学资源库与智能化教学平台,打造“金课”标准的高质量课程,为我国地热能高质量发展和矿业

可持续转型提供坚实的人才保障与智力支持。

4 矿业类高校《地热学》基础内容体系

《地热学》课程内容体系以地热资源的地质成因、勘查评价与规模化能源开发为核心,基本内容涵盖地地质学基础、地热资源分类与分布规律、地球物理与地球化学勘查方法、地热钻井与储层工程、地热发电技术、直接利用、地源热泵系统设计以及资源评价与环境影响分析等。矿业类高校《地热学》课程基础内容体系应以地地质基础理论为支撑,实现“理论-技术-应用”三位一体的基础内容体系。

(1) 理论基础模块包括地热资源成因与分类、地热系统类型与特征、热储层与盖层、地热流体化学等基础理论。重点讲授地地质学基础理论,为学生理解地热开发技术奠定理论基础。

(2) 技术方法模块涵盖地热资源勘查技术(地质勘查、地球物理勘查、地球化学勘查)、地热钻井工程、热储评价与模拟、地热回灌技术等。注重技术方法的系统性和前沿性,引入三维地质建模、数值模拟等现代技术手段。

(3) 应用实践模块包括地热供暖、地热发电、地热农业、温泉旅游等应用领域。通过案例分析、实验操作、现场调研等方式,强化知识应用能力。

5 矿业类高校《地热学》特色内容体系

我国矿山地热具有鲜明的国情特征和工程背景,其核心特色在于“深部、高热、复合利用”与“灾害—资源”双重属性的并存,形成了区别于常规地热开发的独特技术路径与应用场景。另外,我国大量矿井进入关闭或废弃阶段,形成庞大的地下空间网络,具备发展含水层储热、岩体储热的良好条件。因此,在课程教学模块和教学内容设计中,应该有机融入矿山地热等特色,呈现“矿业工程+新能源”交叉特征。

(1) 融入矿井热害与治理模块,将深部地温场分布规律、岩温预测模型、热害等级划分标准、通风降温技术、局部制冷系统设计融入到教学知识点,使学生掌握矿井热害成因分析与防控工程设计能力,理解“热”作为灾害的机理与应对策略,同时,可以引入山东、河南等矿区的深井矿热害治理工程实例,开展问题导向式教学。

(2) 融入矿井水与围岩热能回收利用模块,将矿井水水质与热物性分析、水源热泵系统原理与选型、矿井水余热回收工艺流程、井下换热器布置优化、能效评估与经济性分析,融入到教学知识点,培养学生设计矿井余热利用系统的能力,掌握低温热源高效提取技术,可以同步开展“某矿矿井水供热系统方案设计”课程设计,提升学生的工程应用能力。

(3) 融入废弃矿井地热储能与综合利用模块, 将关闭矿井地下空间特征、含水层储热、岩体储热、中深层井下地埋管换热技术、多能互补系统集成等融入到教学知识点, 引导学生探索矿区绿色转型路径, 具备废弃资源再利用的系统规划能力, 可以促使学生设计创新应用案例, 结合大学生创新训练项目或采矿作品实践大赛, 激发学生创新思维。

6 总结与展望

面向矿业类高校新能源科学与工程专业《地热学》课程教学体系尚不完善、教学内容滞后、实践环节薄弱等问题, 以矿山地热开发为特色, 构建了“理论-技术-应用”三位一体的基

础教学内容体系。通过引入矿山地热开发等特色教学模块, 实现了课程内容的优化升级。改革后的课程显著提升了教学内容的先进性和实践性, 促进了学科交叉融合, 强化了学生的综合分析和解决实际问题的能力。

矿业类高校地热相关的课程建设是一个持续改进的过程, 应紧跟地热技术发展前沿, 持续更新教学内容。随着关废矿山地热储用、矿山地热资源开发等技术的不断成熟, 课程内容需及时反映最新进展。各行业特色院校应充分发挥传统学科优势, 将行业独特的地热开发原理、方法、场景、工艺等作为特色内容融入课程, 但是要在地热方向应形成相对统一的培养内容和体系, 促进学生在不同院校之间深造和发展。

参考文献:

- [1] 蔺文静, 刘志明, 王婉丽, 等. 中国地热资源及其潜力评估[J]. 中国地质, 2013, 40(01): 312-321.
- [2] 张洪伟, 周宏伟, 赵毅鑫, 等. 矿业类高校新能源科学与工程专业建设实践及思考——以中国矿业大学(北京)为例[J]. 高教学刊, 2023, 9(03): 9-12.
- [3] 王文欢, 刘凤娇, 刘海龙, 等. 新工科背景下《传热学》实验教学改革实践[J]. 中国电力教育, 2025, (09): 78-79.
- [4] 张学民, 李银然, 王英梅, 等. 新工科背景下地方高校新能源科学与工程专业升级改造路径探索[J]. 高教学刊, 2025, 11(01): 21-25+32.
- [5] 王朱亭, 顾承串, 方辉煌, 等. “双碳”背景下新能源科学与工程专业地热学课程建设与存在的问题思考[J]. 科技风, 2025, (17): 16-19.
- [6] 陈维, 邱玮, 李聪, 等. 新工科理念下新能源科学与工程专业课程建设与改革探索[J]. 教育教学论坛, 2025, (34): 77-80.