

地球物理学课程教学优化：新工科背景下的改革思路

余年¹，李天阳^{2*}，廖志伟²，王京雷³

¹重庆大学电气工程学院，重庆，中国

²重庆大学资源与安全学院，重庆，中国

³西南大学商贸学院，重庆，中国

*通讯作者

【摘要】地球物理学在资源勘探、环境监测、灾害预警及新能源开发中具有重要战略意义。现有课程体系在专业认同感、知识体系复杂性及实践教学成效等方面存在不足。本文对重庆大学地球物理学课程在新工科建设背景下的教学体系进行了系统研究，分析其现状、问题及改革路径。本研究提出基于“专业认知-能力培养-价值塑造”理念的改革方案，通过融入课程思政、构建知识图谱与人工智能辅助教学、优化实践教学及应用信息化手段等措施，提升学生专业认同感、降低学习难度并增强实践能力。研究结果为优化地球物理学课程教学体系、培养适应新工科需求的复合型人才提供了理论依据与实践参考。

【关键词】地球物理学；新工科；AI 赋能；模块化；复合型人才

【基金项目】重庆市教育科学“十四五”规划重点课题（项目编号：K24YD2010029）；重庆市高等教育教学改革研究项目（项目编号：243032）；重庆大学研究生教育教学改革研究项目（项目编号：cqu230211）；重庆市一流本科课程《地质学基础》（项目编号：2023-2-001）

1. 引言

地球物理学是一门研究地球内部结构、物理场变化及其在资源勘探、环境监测、灾害预警等领域应用的交叉学科，在新工科建设中具有不可替代的战略地位[1]。随着全球科技的迅猛发展，地球物理学的应用领域不断拓宽，已从传统的地质勘探延伸至人工智能、大数据、智慧能源、医学影像等多个前沿领域。地球物理数据的智能处理与分析为深度学习模型的训练提供了海量样本，推动了地震预测和资源探测技术的革新[2]。同时，地球物理技术在新能源开发（如地热能）、地下储能（如碳封存）及智能电网建设中发挥了关键作用。而在医学领域，地球物理成像技术与医学影像学的交叉融合催生了新型诊断手段。这些应用不仅体现了地球物理学的工具属性，更使其成为多学科融合创新的交汇点[3,4]。

在国家战略层面，地球物理学与“十四五”规划中提出的“加强地球科学科技创新，推动资源高效利用和环境保护”目标高度契合。特别是在“碳中和”战略下，地球物理学在地下碳封存的选址、监测与长期评估中具有不可替代的作用[5,6]。当前，利用地震波成像技术监测封存区的稳定性，已成

为国际碳中和技术研发的重点方向。此外，在“一带一路”倡议中，地球物理学为沿线中亚地区国家的资源勘探、基础设施建设及灾害防治提供了技术支持。另外，作为国家重要的能源与资源基地，重庆市在智慧能源、生态环保、城市安全建设等领域对地球物理学的需求尤为迫切[7]。例如，重庆的喀斯特地貌研究和城市地质灾害防控高度依赖地球物理相关技术。

重庆大学的地球物理学课程是碳储科学与工程专业的重要支撑，直接服务于新工科背景下的多学科人才培养目标。通过教授地震学、电磁学、重磁学、电法勘探等核心知识，使学生掌握地球物理勘探的基本原理和方法。例如，学生通过学习地震波传播规律，能够在油气勘探中识别地下储层特征，为未来从事能源开发奠定基础。在二氧化碳封存领域，地球物理课程则聚焦于环境监测和灾害预警的应用，如利用电磁法探测地下二氧化碳扩散范围，帮助学生解决封存监测中的实际问题。此外，在新工科交叉领域，地球物理学课程为人工智能、大数据等专业的学生提供了跨学科工具，助力其在智慧城市建设、灾害模拟等前沿领域培养创新能力[8,9]。

重庆大学极为重视地球物理基础理论与技能在培养方案中的作用,在资源与安全学院开设了《碳储地质学》、《工程与水文地质》、《非常规储层地质》、《地球物理勘探技术》、《岩石物理学》等一系列地球物理类课程,形成了完整的地球物理学基础知识结构体系(图1)。在重庆大学,地球物理学课程不仅是地球科学相关专业发展的基石,还为新工科人才培养搭建了重要桥梁。然而,现有课程体系在课程设计、内容更新和实践环节等方面仍存在不足,难以完全满足新时代对复合型人才的需求,如何整合这些课程模块以及细化课堂-实践-实习培养模式,为培养目标提供有效支撑,仍处于探索阶段。

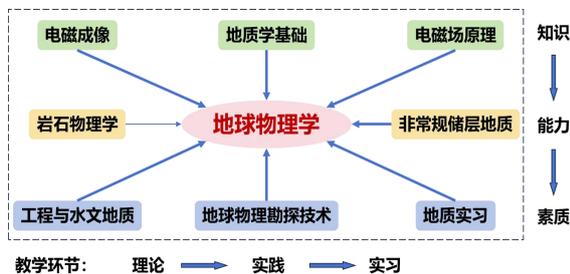


图1.地球物理学基础知识结构体系示意图

2.地球物理学课程教学体系的问题分析

当前高校地球物理学课程体系比较完善。以重庆大学为例,其地球物理学课程讲授地球科学基础知识以及地震勘探、电磁成像等理论与实践技能,辅以《碳储地质学》、《工程与水文地质》、《非常规储层地质》、《地球物理勘探技术》等系列课程,提供电磁学、地质学、水文学及储层演化表征等专业知识。总体来看,该课程覆盖面较为全面,构建了相对完善的知识网络结构和专业技能体系。然而,地球物理学存在教学难度大、跨越周期长、融合程度差等问题,对核心知识-技能实践的支撑度也不够充分,亟需开展相关教学研究予以解决,有效强化学生宽基础、强实践、重创新的综合能力培养。此外,目前重庆大学教学团队对地球物理学课程教学培养方案的效果评价处于边实践、边探索阶段,尚未有成熟经验可供借鉴。因此,开展存在问题总结与成因分析,将为完善地球物理学课程教学体系、提出科学、合理的改革探索路径提供依据。

2.1 传统工科专业认同感低,学习内驱力弱

学科价值的认知偏差成为桎梏学生兴趣的首要障碍。地球物理学在传统教学中被过度强调其“工具属性”,而其作为“学科交

叉枢纽”的战略地位缺乏系统性阐释。例如,在《地球物理学》课程中,教师往往聚焦于地震波传播、电磁场计算等基础理论,却极少结合人工智能、医学影像等前沿领域展示其应用场景。学生难以理解为何需要耗费大量时间学习张量分析和偏微分方程,这些抽象知识似乎与当下热门的智慧城市、新能源开发毫无关联。同时,传统课程体系将学生的就业方向局限于地质勘探、资源开发等地矿油能源行业[10]。受现代家庭和社会价值影响,学生及家长对专业内涵了解不够清晰,使得学生更倾向于学习“热门专业”。这些情况都会导致一定比例学生存在程度不一的厌学情绪、专业认同感低等问题,甚至提出转专业申请,从而可能破坏良好的学习氛围,削弱学习内驱力。

2.2 知识体系抽象繁杂,学习难度大

地球物理学天然具有多学科属性,涵盖地震学、地磁学、地电学、地热学、重力学等理论方法,融合地质学、数学、物理学、计算机科学等多个领域。课程内容抽象繁杂,既相对独立又相互关联,构成复杂的知识网络,覆盖面广且抽象程度高[11,12]。学生难以在常规学习时间内建立系统性思维,学习难度显著增加。此外,国内外大量学者持续开展高水平研究,地球物理学的新理论、新技术层出不穷,知识体系更新迅速。然而,教材更新速度远不及行业技术进步,导致教学内容与实际需求脱节,进一步加大学生的学习负担。

2.3 知识-实践沟通不畅,创新能力培养不足

地球物理学的工程应用属性决定了实践教学的核心地位,然而当前课程的实践环节却陷入“仪器陈旧、场景单一、创新匮乏”的困境。现行教学大纲往往更重视理论知识传授,对相应的实践过程教学设计较少,而实践恰恰是理论转化为技能的关键桥梁。同时,由于地球物理课程模块涉及多门课程,教学环节延续时间较长,跨越多个教学周期,且分属不同教师主持实施,使得实践技能培养过程形成了“各自为战”的格局。从教学团队角度看,实践教学体系虽强调体系化建设,但具体实施多依赖教师个人发挥,基层设计不够充分;从学生角度看,不同学生有不同的专业方向和职业需求,但实践环节设计却较为统一,实践场景也未能做到与时俱进,难以满足个性化需求,创新与思辨能力培养效果有限。实验设备的代际落差、

实习平台的领域局限以及产学研协同的机制缺失,使得实践教学沦为理论知识的苍白注脚[13]。课程设计也多采用简化的二维地质模型,要求学生完成标准化数据采集与解释,与真实工程场景相距甚远。例如,页岩气开发需处理多尺度、多物理场耦合的三维模型;城市地质灾害预警需整合 InSAR 监测、机器学习与 GIS 分析[14]。最后,针对课程教学和实践教学的效果评估也存在较大缺欠,主要原因在于较少应用信息化手段对过程培养各个阶段的评价数据进行汇总分析,导致对学生学习达成情况未能及时掌握,限制了教学策略的及时调整,造成整体教学效果的差异化特征明显[15]。

3.教学改革方案

地球物理学确定了“专业认知-能力培养-价值塑造”的三螺旋课程培养理念,坚持以学生需求和发展为中心,以学生创新思维能力培养为导向,构建“跨学科、跨专业、多场景”的混合式教学实施和评价反馈机制。首先,从立德树人要求出发,充分发挥地球物理学课程思政价值引领属性,提升专业认知度,培养服务国家重大需求的高层次技术和管理人才。其次,紧扣新工科发展内涵,不断强化人工智能与课程体系培养沟通维度,交叉融合多学科前沿成果,优化现有理论教学过程,促进学生个性化与多样化发展;最后,以丰富教学资源为依托,将知识、实践和创新过程多元融合,充分应用信息化教学手段,及时跟踪学习成效,增强学生理论联系实践的整合能力,实现课程育人与创新思维能力培养的有效啮合。

3.1 课程思政与专业认同提升策略

通过思政教育与职业引导的双轮驱动,专业认知从“被动接受”转向“主动认同”,为后续能力培养奠定情感与认知基础。一是,全面梳理、整合地球物理学课程的课程思政结构体系,充分利用地球物理学学科的基础性、前沿性、实用性等特点,挖掘本学科、本专业及交叉领域内涌现的丰富思政元素,分类别、层次递进地导入至知识章节中,通过对课程中各单元思政素材的整理,建立系统的思政资源库,并根据学情变化,不断更新调整思政元素,以有效发挥课程思政在教学中的价值引领属性,明晰课程和专业内涵,让学生建立强烈的专业责任感和荣誉感,以提升课程学习认同感。二是,在核心课程教学设计中,积极邀请国内外地

球物理领域知名专家和学者,开展职业发展与学术讲座和研讨,分享个人成长与专业发展动态,利用面对面方式解答学生职业规划疑惑,坚定所属专业在国民经济中的重要性,同时鼓励学生依托地球物理专业知识积极拓展其在相关领域的探索研究,从而构筑良好学习氛围,强化课程学习内驱力。

3.2 人工智能(AI)赋能地球物理学

AI 技术与实践教学相辅相成,理论学习从“碎片化”到“系统化”,实践能力从“单一场景”到“多维应用”,推动学生能力全面提升。一是,通过重庆大学已有的超星发展“知识图谱”工具,将详细教案输入其中,构建地球物理学的知识图谱可视化网络结构,依托“深度关联”和“拓展关联”等新增工具,系统梳理本课程相关领域基础理论和实践教学体系,并与其他辅助课程知识形成沟通点。由课程组成员根据学科发展态势,结合团队教学研讨,及时更新和创建新内容,以保持课程知识点的前沿性。二是,在上述知识图谱基础上,使用 AI 手段赋能地球物理学教学实践,为课后学习提供有效指导。课程理论教学中往往存在知识隔离现象,且由于学生学习习惯、能力差异,常会导致部分学生难以建立完整的概念模型。通过 AI 辅助工具,任课教师对课程知识库进行多模态分析和切片处理,把大量的课程内容按知识点拆成不同类型的概念库、习题库、视频库等等,形成知识碎片库。每个知识碎片会关联知识点,丰富 AI 学伴和知识图谱中相关知识点的讲解,并为智能推送奠定基础,更好地服务学生。三是,建立基于地球物理核心课程的 AI 知识库和工具箱,并逐步拓展至关联课程。建设所需资源主要来自课程组自有教学教案、网络精品课程、工程实践案例、学术报告和国外教学视频与素材等,将这些资源通过人工筛选+机器识别、抽取后转化为关键知识点图片和文档,导入至 AI 平台,形成了课程基础版知识体系,并在此基础上导入补充知识点,进而构建了完整的知识图谱及附属资源库(图 2)。这种建设方式不仅大大提高了知识整理的效率,也确保了知识结构的准确性和完整性。学生可在课后针对课程教学过程的不足,对相关概念及其应用场景进行提问,帮助学生系统掌握地球物理学基础知识,更注重培养其解决实际工程问题的能力,最终实现知识学习的有效掌握和难度降

低效果。

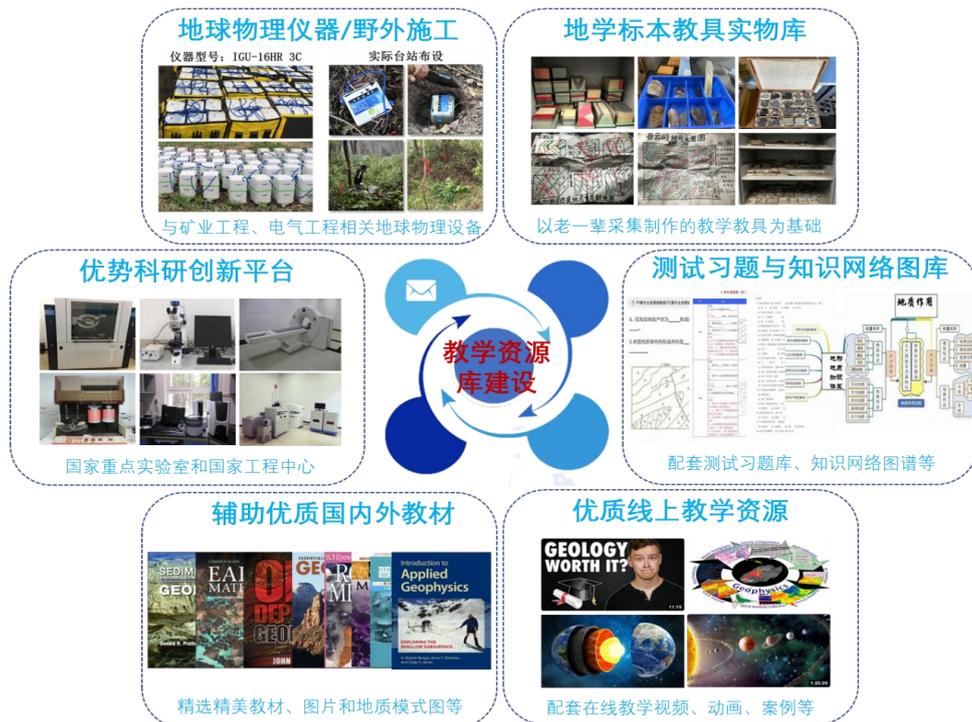


图 2.地球物理学课程教学资源库建设系统图

3.3 教学团队与实践创新优化策略

通过教学团队、信息化手段与跨学科实践，价值塑造从“课堂灌输”转向“实践内化”，学生在服务国家需求的实践中形成崇高的职业理想。一是，组建地球物理学教学团队，通过定期的教学会议，建立“一课多师”制度，开展地球物理+“AI”模块化建设（图3），确保地球物理知识学习与实践能力培养的联系性，同时结合所在专业的核心培养目标，通过地球物理学技术开展大学生创新创业训练计划、“互联网+”及课程成员科研项目等实践培养过程，可有效提升知识-实践沟通性，培养团队协作和实践创新能力。

二是，优化课程实践与专业实习教学方案，丰富实践实习场景，及时更新课程内容和教学内容，强化从算法提升到仪器设计再到工程应用及反馈分析的过程，让学生及时了解所学知识与实践应用之间的差距，保持扩展学习习惯，培养创新思维能力。同时，根据学生反馈和学情分析，在课程实验中加入企业短期见习与参观，了解地球物理学知识在地质勘探、资源开发和环境监测中的实际问题和解决方案。

三是，积极引入最新教学信息化手段，从教学目标达成情况和虚拟实践两个角度开展实施。在地球物理学课程和实践教学中使用

“雨课堂”进行课堂回顾、随堂测验、知识巩固、场景分析等过程，通过“Class Manager”教学管理软件采集中期考试和期末考试的核心数据，解决学生持续学习和挑战难点能力不足问题。同时，利用相关专业已有国家级虚拟仿真平台（如能源与动力电气虚拟仿真实验教学中心、矿山开采与安全国家级虚拟仿真实验教学中心）开展实践教学，创建师生互动场景，改善创新能力培养不足问题。

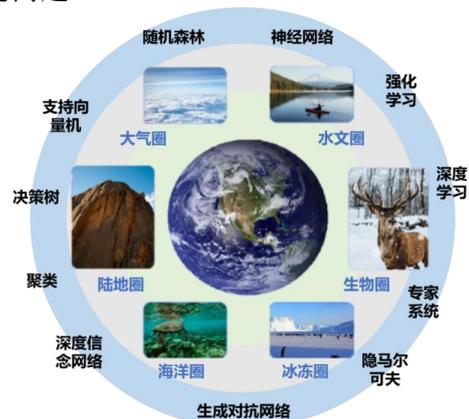


图 3.地球物理学+“AI”概念图

4. 结论与展望

本研究以重庆大学的地球物理学课程为例，在新工科建设背景下的教学体系进行了系统分析，揭示了其在专业认同感、知识体系复杂性及实践教学成效等方面的不足。具

体而言,学生对地球物理学科价值的认知偏差导致专业认同感较低,学习内驱力不足;课程内容因其高度抽象、复杂且更新迅速,显著增加了学生学习难度;实践教学环节存在知识与实践脱节、场景单一及创新能力培养不足的问题,教学效果评估机制亦需进一步完善。为应对上述挑战,本教学改革方案以“专业认知-能力培养-价值塑造”三螺旋理念为核心,围绕学生需求,构建“跨学科、跨专业、多场景”的混合式教学机制。通过整合课程思政体系与专家讲座,提升专业认同与内驱力;利用AI知识图谱与碎片库,优化教学内容,降低学习难度;组建教学团队,推行“一课多师”与地球物理+AI模块化建设,丰富实践场景,融入企业见习与虚拟仿真,增强知识-实践衔接与创新能力,为新工科背景下地球物理学课程改革提供科学路径。

参考文献

[1]滕吉文,胡国泽,杨辉,等.学科交叉与交叉学科:地球物理学在创新进程中的必然发展轨迹[J].地球物理学进展,2012,27(6):2263-2278.

[2]曹来,顾观文,武晔等.深度学习在地震速度建模中的应用研究综述[J].防灾科技学院学报,2025,27(1):78-88.

[3]刘连光,吴伟丽.电网磁暴灾害风险影响因素研究综述[J].地球物理学报,2014,57(6):1709-1719.

[4]滕吉文.高精度地球物理学是创新未来的必然发展轨迹[J].地球物理学报,2021,64(4):1131-1144.

[5]芮振华,张凤远,梁永图等.“双碳”目标下高校开设碳储科学与工程专业的必

要性与初步实践[J].石油钻采工艺,2023,45:1-8.

[6]赵改善.二氧化碳地质封存地球物理监测:现状、挑战与未来发展[J].石油物探,2023,62(2):194-211.

[7]王栩,王志辉,陈昌昕等.城市地下空间地球物理探测技术与应用[J].地球物理学进展,2021,36(5):2204-2214.

[8]林朋,赵惊涛,卢勇旭.“地震勘探数据处理”多学科交叉融合教学模式探索[J].教育教学论坛,2024(48):86-89.

[9]孟庆生,樊玉清,王秀海等.基于人工智能的地球物理反演教学方法探讨[J].高教学刊,2023,9(13):113-116.

[10]张博,邵振华,田立慧等.“地球物理勘探”课程的教学研究与改革[J].科教文汇,2024(11):95-99.

[11]吴娟,白敏.新工科背景下“C语言程序设计”课程教学改革探索——以地球物理学专业为例[J].教育教学论坛,2024(30):83-86.

[12]汪利民.基于地球物理学专业特色的野外基础地质实践教学方法探讨[J].教育现代化,2019,6(82):141-142.

[13]张美玲,刘云鑫,曾科.合理设置理学专业实践课程是专业发展的关键[J].高师理科学刊,2015,35(7):107-110.

[14]刘向红,于景邨,孙林华等.“应用地球物理学”工程性与应用性教学设计研究[J].长春师范大学学报,2017,36(2):136-138,156.

[15]李媛媛,杨宇山,张玉芬.基于雨课堂的混合式教学形成性评价设计与实践[J].高教学刊,2021,7(15):101-104.