

《碳储地质学》课程思政与信息化融合教学改革探索

廖志伟¹, 裴召文^{1*}, 余年², 甘泉¹, 陈强¹, 李天阳¹, 罗永江¹, 何将福¹

¹重庆大学资源与安全学院, 重庆, 中国

²重庆大学电气工程学院, 重庆, 中国

*通讯作者

【摘要】针对当前碳储科学与工程专业地质类课程中存在的专业认同感低、知识体系繁杂、理论与实践衔接脱节等问题, 本文以重庆大学《碳储地质学》为改革对象, 构建了多维思政元素库, 依托本校矿业学科优良传统, 将价值引领融入地质知识教学, 引入思维导图辅助知识体系建构, 开发虚拟仿真与数值模拟教学资源, 应用信息化软件实现教学数据采集与学习成效分析。上述举措有效提升了学生学习内驱力和专业认同度, 促进了地质思维与实践能力提升。

【关键词】碳储地质学; 课程思政; 信息化; 碳储科学与工程

【基金项目】重庆市高等教育教学改革研究项目(编号: 243032、243033、253014、253017); 重庆市一流本科课程(编号: 2023-2-001); 重庆大学研究生教育教学改革研究项目(编号: cqy230211)

1. 引言

在全球气候变暖日益严峻的背景下, 二氧化碳捕集、利用与封存(CCUS)技术已被广泛视为实现碳中和目标的关键技术[1,2]。CCUS的规模化应用迫切需要大批兼具扎实地质基础、跨学科视野和工程实践能力的高素质人才[3,4]。在此背景下设立的碳储科学与工程专业(以下简称碳储专业)属于新兴交叉工科专业, 其人才培养水平对我国双碳战略实施具有至关重要的支撑作用[5]。

地质类课程是碳储专业人才培养体系的重要基石[6], 涵盖《碳储地质学》、《地质实习》《非常规油气储层地质》等课程。其中, 《碳储地质学》作为专业核心基础课, 在碳储专业培养方案和地质课程体系中具有基础性和桥梁性双重地位, 在碳封存地质可行性、封存安全与泄露风险、二氧化碳监测与选址等核心知识体系构建中发挥着关键作用。同时, 配合课夹实验, 以及《地质实习》、《毕业实习》等实践课程, 实现理论知识与野外实践的有机融合, 并为后续相关课程奠定基础。总体而言, 碳储专业地质类课程是串联多学科专业知识学习和实践技能培养不可或缺的环节。

然而, 碳储科学与工程专业自2019年起在国内高校陆续获批增设, 但课程建设仍处于探索阶段, 各高校普遍面临跨学科衔接不畅、实践平台不足、教学资源整合度低等难

题[7,8]。特别是地质类课程, 存在教学难度大、跨越周期长、融合程度差等共性问题[9]。以重庆大学为例, 碳储专业依托矿业工程一级学科建设, 师资队伍主要来自采矿工程与安全工程专业, 培养方案借鉴原有专业建设经验, 致使其地质类课程承袭了原专业地质教学体系的同类问题[10,11]。目前, 重庆大学碳储专业即将迎来首届毕业生, 亟需开展系统性教学效果评估与改进研究, 为地质课程体系优化提供依据。

基于上述认识, 本文以重庆大学《碳储地质学》本科课程为改革对象, 聚焦课程思政与信息化融合两个关键突破口, 探索解决学生专业认同感低、知识体系抽象繁杂、理论与实践衔接脱节等问题的有效路径, 旨在为碳储专业地质课程体系建设提供理论支撑与实践参考。

2. 教学现状与存在问题分析

2.1 碳储专业地质课程体系

《碳储地质学》是碳储专业地质课程体系的核心, 主要讲授岩石学、矿物学、地质年代学和构造地质学等基础知识以及碳封存地质体类型、形成机制等理论内容。在此基础上, 结合《工程与水文地质》、《非常规油气储层地质》、《地球物理学》、《二氧化碳-水-岩作用原理》等课程, 从不同专业视角为固碳、储碳地质体的水文学特征、地球化学行为、地球物理响应、储层演化表征等

知识提供支撑。《地质实习》通过为学生提供地质技能的野外鉴定操作场景，助力学生直观理解前述地质课程内容。各模块内容相对独立又相互关联，形成了覆盖面广、层次分明、系统性强的课程体系。但由于地质类课程知识模块多、教学周期长、授课教师背景多样，课程间缺乏有机衔接，“各自为战”的现象较为突出，影响了整体教学效果。

2.2 主要问题

参照采矿工程专业地质教学经验，结合《碳储地质学》课程的反馈数据和达成情况分析，当前碳储专业地质教学主要存在以下三方面问题。

第一，专业认同感低。碳储专业属于艰苦类专业，毕业生主要面向地矿油等单位就业，学生及家长对其内涵了解不足，更倾向就业热门专业，导致学生专业认同感低、厌学情绪明显、学习内驱力弱。

第二，知识体系抽象繁杂。碳储地质类课程涵盖多个教学模块，学生难以快速建立地质思维，学习难度大。同时CCUS行业知识与技术更新快，对教学时效性要求高，如何提升教学效率成为教学质量关键。

第三，理论与实践衔接脱节。碳储专业实践性强，需学生掌握扎实地质实践技能，但现行教学大纲通常重理论、轻实践，实践学时不足。因课程模块多、周期长，并分属不同专业教师教学，实践培养呈“各自为战”格局；教学团队实践设计不充分，学生实践环节缺乏针对性，难以满足个性化需求。

2.3 问题成因剖析

上述问题源于客观与主观双重因素：客观上，碳储专业为新设专业，教学体系建设处于探索阶段，缺乏可借鉴的国内外成熟经验；主观上，教学团队对地质课程特殊性认识不足，课程设计与教学方法存在短板，且未充分挖掘思政元素激发学生内驱力。

3.课程思政元素的系统设计与融入路径

地质类课程蕴含着丰富的思政教育资源，具有育人元素多、趣味性强、通识性好的天然优势[12]。充分发挥课程思政的价值引领作用，是提升艰苦专业学生专业认同感、增强学习内驱力的有效途径。

3.1 思政元素库的模块化构建

教学团队深入挖掘地质类课程中的思政教学资源，按照“德育为先、价值引领”的

原则，系统构建了包含能源安全与家国情怀、科学家精神与报国情怀、工匠精神与职业伦理、双碳使命与全球视野、生态文明与绿色发展、创新精神与科技自立自强、艰苦奋斗与扎根西部、系统思维与学科交叉八个主题的思政元素库（图1），针对不同教学内容融入对应思政元素。

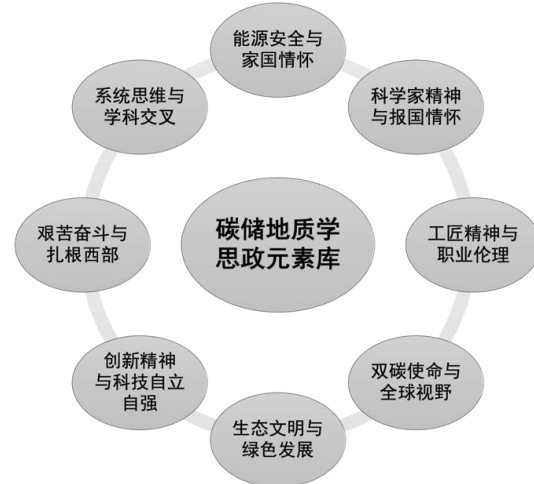


图1.碳储地质学课程思政元素库

3.2 思政元素与专业知识的有机融合

思政元素应以沉浸式融入为核心，摒弃硬性灌输模式。教学团队按照“知识点-思政点-融入方式”的对应关系，逐层优化各教学环节，精心设计每一堂课的教学方案。

以“二氧化碳地质封存场址选址”教学模块为例：在讲授选址指标体系时，融入“系统思维与学科交叉”思政点，通过综合分析地质条件、工程条件、社会经济条件等因素，引导学生建立多维度思考框架；在讲解选址标准时，融入“工匠精神与职业伦理”思政点，强调选址数据准确的极端重要性；在介绍鄂尔多斯盆地神华CCS示范工程时，融入“科学家精神与报国情怀”思政点，讲述科研团队扎根西部、攻坚克难的感人事迹；在讨论选址方法从层次分析法向机器学习迭代时，融入“创新精神与科技自立自强”思政点，激发学生勇攀科技高峰的志向。这种有机融合，不仅保障了专业教学质量，还充分发挥了专业价值引领作用。

3.3 多方协同的思政育人格局

教学团队积极拓展思政育人渠道，构建了“课内课外、校内校外”多方协同的育人格局。在课内，充分发挥课堂教学主渠道作用，将思政元素融入每一个教学环节；在课外，组织学生参观CCUS示范工程、走访能源企业、开展社会实践，在真实场景中深化

对专业内涵的理解。在校内，邀请马院教师参与集体备课，共同挖掘思政元素、优化融入路径；在校外，聘请企业专家担任校外导师，通过“现身说法”分享行业认知和职业感悟。通过构建多方协同的育人格局，使思政教育可感可触、入脑入心。

4. 信息化融合的教学改革实践

信息化融合是解决地质课程知识体系抽象繁杂、学习难度大等问题的关键手段[13]。教学团队从教学资源建设、教学过程管理、实践教学创新三个层面推进碳储地质学课程信息化融合建设，以数字技术赋能教学提质增效。

4.1 教学资源的信息建设

第一，思维导图辅助知识体系建构。地质类课程知识点多、关联复杂，学生易形成碎片化认知。教学团队要求各主讲教师在课堂教学中积极使用思维导图，帮助学生梳理课程结构、拆解知识模块、攻克重难点问题。课前借助思维导图展示章节框架与课程整体定位，课后依托导图复盘知识逻辑与内在关联，复习阶段通过整合性导图构建系统化知识体系。思维导图的运用能够直观展现课程逻辑，并强化学生主体地位，有效降低了学习难度，提高了学生学习积极性。

第二，数字资源库拓展认知维度。教学资源库的建设是拓展学生认知维度的重要途径。教学团队将教学资源分为六个方面：一是虚拟仿真演示资源，包括二氧化碳地质封存过程模拟、注入井-储层动态响应模拟等，主要依托重庆大学矿山开采与安全国家级虚拟仿真实验教学中心建设；二是数值模拟软件资源，如 TOUGH 系列软件、COMSOL Multiphysics 等；三是教学视频与动画资源，涵盖地质作用过程、矿物岩石特征、构造演化历史等；四是科普讲座资源，邀请国内外知名专家开展线上线下讲座；五是矿物岩石标本图片库和实物库，课前统一发送学习资料，帮助学生了解常见矿物岩石类型及基本地质特征；六是前沿文献资源，及时追踪 CCUS 领域前沿进展并引入教学，保持教学内容的时效性。

第三，数字化教材与教学平台建设。教学团队正在探索建设《碳储地质学》数字化教材，将文字、图片、视频、动画、虚拟仿真实验等多种形式有机整合，实现教材内容的多媒体呈现和交互式学习。同时，依托学校在线教学平台，建设课程专属教学空间，

集成教学资源、学习任务、在线测试、互动讨论等功能，为学生提供一站式学习支持。

4.2 教学过程的数字化管理

第一，“雨课堂”赋能智慧教学环境。在教学全过程融入“雨课堂”智慧教学工具，课前推送预习资料和思考题，引导学生带着问题进入课堂；课中开展即时测评，动态掌握学生学习效果并调整教学节奏；课后推送复习资料和拓展材料，巩固学习效果。同时，借助互动功能活跃课堂氛围、增进师生交流，有效改善大班课堂学生参与不足的问题。

第二，“Class Manager”实现全过程评价。“Class Manager”是由本校教师编写、教学团队参与改进的课程管理软件，可实时采集学生课堂表现、作业完成、测验成绩、实践环节等多维学习数据，自动生成知识点达成度和课程目标达成度分析报告。教学团队成员可随时查看各项数据，及时识别学习进度滞后学生与薄弱知识点，采取针对性干预措施。

第三，混合式教学提升学习效率。针对碳储地质知识更新快、学习难度大的特点，教学团队探索实施线上线下混合式教学模式。基础知识部分录制微课视频，供学生自主观看学习；重点难点部分安排线下课堂精讲，通过师生互动深化理解；前沿进展部分组织线上研讨，引导学生追踪最新研究成果。

4.3 实践教学的信息化创新

第一，虚拟仿真实验突破时空限制。针对地质实习受季节、天气、场地等条件限制的问题，教学团队开发了二氧化碳地质封存虚拟仿真实验系统，支持学生在虚拟环境中完成场址地质评价、井位设计、过程模拟、风险预测等全流程操作，直观理解复杂地质封存过程。

第二，地质导向钻进虚拟实训。针对现有地质教学实践缺少地质导向钻进内容的短板，教学团队开发了地质导向钻进虚拟实训模块，支持学生在虚拟环境中操作随钻测量工具、解读测井曲线、判断地层变化、调整钻进轨迹，沉浸式体验碳储工程现场实操流程与核心环节。

第三，多学科协同实践教学。教学团队探索实施“地质+X”多学科协同实践教学模式，邀请地球物理、地球化学、石油工程、采矿工程等多学科教师联合指导。依托大学

生创新创业项目、“互联网+”大赛及教师科研项目等资源，组织学生团队开展综合性实践任务。

5.改革成效与反思

经过近年来的探索实践，《碳储地质学》课程思政与信息化融合教学改革取得了阶段性成效。第一，思政教育的系统融入让学生深刻认识到碳储专业在服务国家“双碳”战略中的时代使命，专业使命感和学习积极性明显提升。第二，思维导图、数字教学资源、混合式教学及虚拟仿真等信息化举措，助力学生快速构建了专业思维框架，课程目标达成度显著提升。第三，多学科协同实践教学和虚拟仿真实训的引入，使学生在有限学时内接触到更多工程实践场景，促进理论知识向工程应用能力高效转化。第四，依托跨学科联合备课机制和“一课多师”模式，打破了学科壁垒，强化了教学团队交流协作和教研能力。

当前改革尚处于探索阶段，仍存在若干问题：一是思政元素融入的深度和自然度有待提升，部分内容融入较为生硬；二是数字资源多分散开发，缺乏有机整合；三是实践教学信息化程度有待提高，虚拟仿真与实地教学衔接不够紧密；四是育人评价体系有待完善，思政育人成效的量化评估机制仍需优化。

6.结论

本文以重庆大学碳储科学与工程专业《碳储地质学》课程为研究对象，围绕课程思政建设与信息化教学融合两大主线，开展系统性教学改革探索。课程搭建多元思政资源库，将价值引领潜移默化融入专业知识讲授，切实强化学生专业使命认知与自主学习动力。同时，全面推进信息化教学创新，运用思维导图梳理知识逻辑，研发虚拟仿真、数值模拟等特色实践资源，结合雨课堂、“Class Manager”等智慧教学工具，实现教学过程动态监测与学习达成度量化分析。教学实践表明，本次改革能够有效培育学生地质思维，提升综合实践能力，也可为高校碳储类地质课程的高质量建设与改革提供有益参考。

参考文献

[1] 窦立荣, 孙龙德, 吕伟峰, 等.全球二氧化碳捕集、利用与封存产业发展趋势及中

国面临的挑战与对策[J].石油勘探与开发, 2023, 50(05): 1083-1096.

[2] 陈兵, 肖红亮, 李景明, 等.二氧化碳捕集、利用与封存研究进展[J].应用化工, 2018, 47(03): 589-592.

[3] 陶剑, 文志杰, 王沉等.“双碳”目标下矿业类本科生拔尖创新人才培养模式探索[J].科学咨询, 2026, 08: 282-286.

[4] 张士川, 王昆, 李杨杨等.“双碳”目标下采矿工程研究生课程教学改革探索[J].创新创业理论与实践, 2024, 7(03): 28-31.

[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(03): 385-392.

[6] 仇模伟, 高玮, 王为辉.高校碳储科学与工程专业人才培养方案及课程体系设置探讨[J].华东科技, 2023, 01: 128-130.

[7] 高志前, 李治平, 赖枫鹏等.碳储科学与工程专业建设模式探索与发展方向思考[J].中国地质教育, 2023, 32(01): 14-18.

[8] 韩鹏, 孙志明, 刘波.科技矿场赋能“双碳”背景专业创新实践人才培养模式探索与改革[J].中国高校科技, 2025, 08: 84-89.

[9] 张树明, 郭福生, 蒋振频等.东华理工大学非地质专业地质学基础课程教学存在的问题与解决对策[J].东华理工大学学报(社会科学版), 2008, 3: 267-269.

[10] 潘德安, 陶帅, 胡二峰.重庆大学碳储专业“三维递进一四域协同”人才培养模式探析[J].人才资源开发, 2025, 11: 34-37.

[11] 潘德安, 徐尤泉, 胡二峰.面向“双碳”目标的“AI+碳储”复合型人才培养机制构建与实践[J].产业创新研究, 2026, 09: 163-165.

[12] 周翊, 范存辉, 刘向君.“三全育人”理念下高校理工类专业课程思政建设研究——以地学学科为例[J].四川轻化工大学学报(社会科学版), 2021, 36(02): 33-46.

[13] 许中杰, 王竞娴, 程日辉等.海洋地质学课程信息化教学资源建设与考试模式改革探索[J].高教学刊, 2023, 9(09): 53-56.