新工科背景下“变质岩岩石学”课程教学改革与智慧课堂实践

曹玉亭，王淞杰，宋志刚，孔凡梅，张春荣，王　雪
山东科技大学 地球科学与工程学院，山东 青岛 266590

摘要：在新工科教育理念深化推进的背景下，地质学类专业面临学科交叉融合、实践创新导向、数字化转型和价值引领的综合改革需求。“变质岩岩石学”作为地质学类专业的核心基础课，传统教学存在理论抽象难懂、知识体系单一、实践环节薄弱、教学模式固化等问题，难以满足新工科对高素质地质人才的培养要求。本文以山东科技大学资源勘查工程专业的“变质岩岩石学”课程改革为实践案例，系统阐述应对新工科背景下智慧课堂的建设路径：通过章节目录的系统性重构，构建“理论-实践-工程”一体化知识框架；通过问题驱动的知识图谱设计，实现“识记-理解-应用”分层能力培养；通过“知识-思政-价值”三维课程思政图谱融入，强化立德树人目标；依托在线课程资源与学情分析技术，搭建线上线下融合的智慧教学生态。在此基础上，总结形成知识体系优化、教学模式创新和育人体系完善的“三位一体”改革体系，分析其与新工科需求的契合性，并提出下一步完善方向，为地质学类专业基础课的新工科改革提供可借鉴的实践方案。

关键词：变质岩岩石学；知识体系改革；教学方法创新；智慧课堂
中图分类号：G642　　**文献标识码：**A　　**文章编号：**1006-9372（2026）04-0100-05

Title: Teaching Reform and Smart Classroom Practice on Course of Metamorphic Petrology Under the New Engineering

Author(s): CAO Yuting, WANG Songjie, SONG Zhigang, KONG Fanmei, ZHANG Chunrong, WANG Xue

Keywords: metamorphic petrology; reform of knowledge system; teaching innovation; smart classroom

2017年以来，“复旦共识”“天大行动”以及《教育部高等教育司关于开展新工科研究与实践的通知》[1]等文件的相继发布，全力探索形成领跑全球工程教育的中国模式、中国经验，助力高等教育强国建设，标志着我国新工科建设进入全面推进阶段。新工科以服务国家战略需求、对接产业发展前沿为核心，强调学科交叉融合、实践创新能力、数字化教学模式与价值引领的协同育人理念。作为支撑国家资源安全、生态保护、工程建设的基础性学科，在新工科背景下，地质类人才培养需从传统地质知识传授转向复杂地质问题解决能力、跨学科整合能力和数字化应用能力的综合培养。“变质岩岩石学”作为地质类专业的核心课程，其研究对象为地球深部内力作用改造形成的变质岩，涉及温压条件、矿物组合以及构造背景的多维度关联，具有理论抽象、时空尺度大、实践依赖性强的特点，其知识体系与教学方法的更新与改革成为当前地质教育的重要议题。传统教学中，课程知识体系多局限于“定义－分类－特征”的单一逻辑，缺乏与地球化学、地球物理等学科的交叉融合；教学模式以教师讲授和标本观察为主，学生难以建立变质作用的动态演化认知；实践环节与工程需求脱节，难以培养学生解决复杂地质问题的能力；同时忽视价值引领，未能充分挖掘课程蕴含的科学精神与家国情怀。

为响应新工科建设要求，山东科技大学地球

收稿日期：2025-10-20；**修回日期：**2026-04-20。
基金项目：山东科技大学2025年智慧课程建设项目（ZHK202537）；山东科技大学教育教学研究“群星计划”项目（QX2022M11,QX2023M11,QX2024M13）。
作者简介：曹玉亭，女，教授，主要从事岩石学教学和大陆俯冲带变质－深熔－岩浆作用研究工作。
投稿网址：www.chinageoeducation.net.cn　　*联系邮箱*：bjb3162@cugb.edu.cn
引用格式：曹玉亭，王淞杰，宋志刚，等．新工科背景下“变质岩岩石学”课程教学改革与智慧课堂实践[J].中国地质教育，2026，35（4）：100-104.

科学与工程学院岩石学教学团队以智慧课堂为载体，对“变质岩岩石学”课程的知识体系与教学方法进行系统性改革。本文结合课程改革实践，从新工科要求分析、智慧课堂建设实践、改革体系契合性和下一步完善方向等方面展开论述，为同类课程改革提供参考。

一、新工科对“变质岩岩石学”课程的核心要求

山东科技大学资源勘查工程专业是我校最早设置的地质类专业之一，2016年获批山东省高水平应用型专业群核心专业，2019年获批山东省一流专业建设点，2021年通过教育部工程专业教育认证。多年来为了不断适应新工科建设要求，我校资源勘查工程专业的人才培养目标由单一的面向行业领域，扩展到服务地方、服务区域经济发展，面向市场需求的“供需式”人才培养。“变质岩岩石学”是资源勘查工程的专业基础课程，也是国内少数工科专业中从三大岩石体系中分离出来单独开设的基础课程，新工科理念对“变质岩岩石学”的改革导向，本质是实现知识、能力和素养的协同提升，因此本课程应以培养具有扎实的理论知识、强劲的学习能力和积极的创新精神的地质类人才为导向进行课程教学改革，具体体现为以下几方面的核心要求。

1. 知识体系：从“单一学科”到“跨学科融合”

新工科强调“打破学科壁垒，构建交叉知识网络”。传统变质岩岩石学知识体系以岩石学理论为核心，缺乏与其他学科的关联，导致学生难以从多维度理解变质作用过程。因此，应融入地球化学、地球物理、地质工程等相关学科的知识，使学生能够从多个角度全面理解变质岩的性质和应用。例如，课堂延伸教学中让学生了解利用同位素定年技术（如锆石U–Pb定年）确定变质事件时代，结合石榴子石、锆石的成分环带分析，可以综合反演变质岩的P-T-t轨迹[2]，实现岩石学与地球化学的深度融合。此外，更应注重变质岩与工程应用、环境保护等方面的联系，增加与工程实践、技术创新相关的内容。例如，变质岩的硬度、完整性、透水性对隧道开挖、大坝建设的影响，增加相关案例，实现理论知识与工程实践衔接。

2. 能力培养：从“知识识记”到“实践创新”

新工科以“培养解决复杂工程问题的能力”为核心目标。“变质岩岩石学”课程传统教学多侧重矿物、岩石特征的描述和识记，缺乏变质过程模拟、变质反应路径设计等创新性实验，从而削弱了对学生实践操作与创新思维的培养[3]。在实践操作方面，除了手标本鉴定和薄片镜下观察之外，还需增加如扫描电镜、电子探针分析、激光剥蚀–等离子体质谱仪这些大型仪器的实操实验，培养学生肉眼识别、微观分析、数据解读的连贯能力；鼓励学生参与科研项目，开展野外地质调查、样品测试、数据分析等工作，培养发现问题、设计方案、解决问题的科研思维；组织学生进行小组讨论、团队合作，培养其团队协作精神和沟通能力。

3. 教学模式：从“传统灌输”到“数字化转型”

新工科强调“利用信息技术推动教学模式创新”。传统“变质岩岩石学”以课堂讲授为主，抽象的变质作用过程（如P–T–t轨迹、板块俯冲带变质作用）难以通过语言直观呈现，学生理解难度大[4]。因此，需要依托在线课程资源，构建智慧教学平台，借助互动教学工具，综合教学视频、课中讨论与测验、课后作业等手段，实现课前预习、课中互动、课后拓展的闭环教学；充分利用网络资源和可视化技术，利用动画、3D模型、虚拟仿真等手段，将抽象的变质作用过程（如岩石变形、矿物重结晶等）直观呈现，帮助学生建立时空动态认知；同时，利用平台的学习分析功能，收集学生的学习行为数据，精准分析学生的学习状况和知识掌握程度，动态调整教学策略，实施个性化教学。

4. 育人目标：从“专业培养”到“价值引领”

新工科要求“将立德树人贯穿教学全过程”。“变质岩岩石学”课程蕴含丰富的思政元素，但传统教学未能充分挖掘，难以实现专业教育与价值引领的协同。构建“变质岩岩石学”课程思政育人体系，首先要融入家国情怀，结合我国超高压变质岩研究的国际领先地位（如大别–苏鲁超高压变质带）、大陆科学深钻孔（5500 m）等成果，增强学生的民族自豪感与学科自信；还要弘扬科学精神，通过介绍国内变质岩研究的科学家们（如程裕淇、张国伟、郑永飞等）在艰苦条件下推动变质岩学科发展的事迹，培养学生攻坚克难、追求真理的科研精神[5]；此外还要强化责任担当，结合变质岩与矿产资源（如铁矿、金矿）的关联，强调地质工作对国家资源安全的重要性，引导学生将个人理想与国家需求结合。

二、“变质岩岩石学”智慧课堂的建设与改革实践

针对以上新工科的核心要求以及亟须的课程改革方向，山东科技大学“变质岩岩石学”课程团队以智慧课堂为载体，从章节目录重构、问题图谱设计、思政图谱融入和智慧生态搭建方面开展建设实践。

1. 章节目录的系统性重构：构建“理论－实践－工程”一体化框架

课程团队结合新工科需求，在传统按“定义、分类、特征”的逻辑排列的章节目录基础之上，打破内容碎片化弊端，以“变质作用的动态演化”为主线，构建“基础－核心－应用”三级模块教学，整合知识、强化逻辑。根据章节内容适时融入工程应用与科研案例，形成“理论讲解－案例分析－实践应用”的闭环（表1），实现理论知识与工程实际、科研前沿的无缝对接。

（1）基础模块。通过对比岩浆岩、沉积岩，结合生活类比（如面包发霉、煮茶叶蛋），帮助学生建立岩石学整体认知并理解变质作用基本概念及影响因素。

（2）核心模块。以变质作用动态演化为主线，联动变质作用特征与变质反应等，突破矿物共生组合分析、变质相、变质带等难点。

（3）应用模块。将不同类型变质岩特征与大地构造、矿产勘探结合，推动理论向实践转化。

2. 问题驱动的知识图谱构建：实现“识记－理解－应用”分层培养

为打破传统教学知识点碎片化的问题，课程团队以培养地质思维为核心，设计20多个核心问题，构建三层问题图谱（图1），实现问题驱动学习、知识系统整合。问题图谱的设计遵循由浅入深、层层递进的原则：第一层级聚焦基础知识识记，第二层级强调知识理解与对比，第三层级注重知识应用与创新。通过该图谱，学生可构建“问题－知识－能力”的关联网络，培养从现象到本质、从理论到应用的地质思维，符合新工科能力导向的要求。

3.“知识－思政－价值”三维课程思政图谱融入：强化立德树人

课程团队挖掘课程蕴含思政元素，构建知识层（专业内容）–思政层（思维/精神）–价值层（个人/社会）的三维思政图谱，实现思政元素与专业知识的有机融合，而非生硬叠加。在课堂教学中，思政元素通过案例导入—知识讲解—价值升华的流程融入：例如讲解高压变质岩折返时，先介绍苏鲁造山带高压变质岩的地质特征（知识层），再讲述我国地质学家为揭示其成因付出的多年的努力（思政层），最后引导学生讨论科研中如何面对困难（价值层），实现“润物细无声”的育人效果，符合新工科价值引领的要求。

4. 智慧教学生态搭建：实现“线上线下融合”

课程团队依托山东科技大学智慧课程建设项目，搭建“资源－互动－评价”三位一体的智慧教学生态。目前已建成内容全面的在线课程体系，见表2，覆盖理论与实验教学，包含可视化教学资源、分层练习资源和科研案例资源。其中可视化教学资源包含46个授课视频（总计468分钟），

表1 “变质岩岩石学”课程章节融入科研实践与工程地质案例方案

教学模块	章节	改革亮点
基础模块	第一章 变质作用概述	工程应用案例：增加“变质作用与人类活动”小节，介绍变质岩在建筑、矿产等领域的应用，衔接工程需求
	第二章 变质岩的基本特征	工程应用案例：新增“变质岩工程性质”小节，分析结构构造对岩石硬度、透水性的影响，服务工程实践
	第三章 变质岩的分类和命名	工程应用案例：结合矿产勘查案例（如角闪岩型铁矿），说明分类命名的工程意义
核心模块	第四章 变质反应与矿物共生分析	科研实践案例：融入地球化学数据（如矿物成分分析），讲解变质反应影响成分，实现跨学科融合
	第五章 变质作用的研究	科研实践案例：结合青岛连三岛科研案例，介绍P-T-t轨迹的实际研究方法
应用模块	第六章 区域变质岩类	科研实践案例：结合板块构造理论，分析不同构造背景下的变质岩组合，衔接大地构造工程需求
	第七章 局部变质岩类	工程应用案例：增加“局部变质岩与矿产”小节（如云英岩化与钨锡矿），对接矿产勘查工程
	第八章 变质作用与大地构造	科研实践案例：引入我国青藏高原、苏鲁造山带等前沿性的科研成果案例，强化科研自信

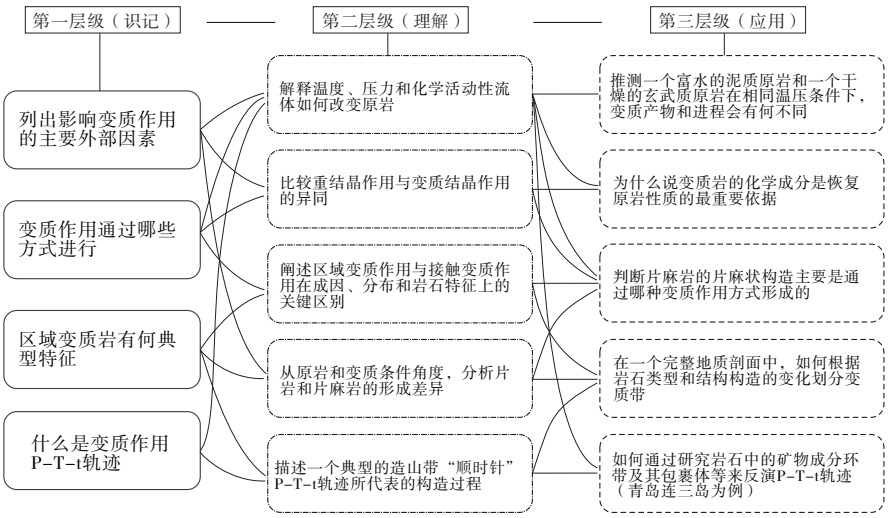


图 1　“变质岩岩石学”课程部分问题图谱

表 2　“变质岩岩石学”在线课程资源清单

类型	数量	核心特点
授课视频	46 个，468 分钟	动画 + 实物展示，直观呈现抽象知识
课程知识点	58 个	按章节拆分，便于碎片化学习
章节测验	8 次，65 道题	分层设计，覆盖不同知识难度
课后作业	13 次，100 道题	理论知识结合实验与工程案例，强化应用能力

采用动画（如 P–T–t 轨迹动态演化）、实物展示（手标本、薄片镜下影像）等形式，将抽象知识直观化；每个章节设置章节测验，共计 8 次测验（65 道题），以及课后共计 13 次作业（100 道题），按“基础 – 提升 – 拓展”分层，满足不同学生需求；在课堂讨论部分上传青岛连三岛高压变质岩研究 [2] 等科研案例，资料可包含野外照片、测试数据、论文摘要，供学生拓展学习，实现科研反哺教学 [6-7]。

结合智慧课堂平台，实施课前、课中、课后三阶段教学。

（1）课前预习。学生通过在线平台学习知识点视频、完成预习，完成随堂练习，授课教师根据测验结果调整课堂重点，如变质相系知识点正确率低，则需要在课堂讲解中重点讲授。

（2）课中互动。课堂采用案例讨论结合实时答题模式，如分析青岛连三岛变质岩变质演化时，学生通过智慧课堂平台提交观点，授课教师实时展示并点评。

（3）课后拓展。学生完成分层作业以及章节测验，参与线上讨论（例如：如何利用变质岩特征进行找矿），授课教师在答疑区针对性答疑。

将所有线上线下学习数据纳入过程性考核，涵盖课前在线预习、课堂表现、课后作业、小组研讨、实践报告等内容，通过智慧课堂平台分析学生学习数据，精准诊断问题，识别知识薄弱点，对课后作业、章节测验和随堂练习中出错率较多的知识，在课堂进行重点讲解，并及时组织小组辅导，实现“以学定教”的个性化教学，从而提高学习效果。通过以上精准教学，其中一个教学班章节测验成绩显示 80 ～ 100 分占比 90% 以上，说明该班级基础知识掌握良好，达到教学预期目标。

三、改革体系与新工科需求的契合性分析

基于上述实践，课程团队总结形成知识体系优化、教学模式创新和育人体系完善的“三位一体”改革体系，其与新工科需求的契合性具体体现为以下几点。

1. 知识体系优化：契合“跨学科融合与工程导向”需求

重构后的知识体系融入了地球化学（矿物成分分析）、矿床学（变质成因的矿产特征）、工程地质（变质矿物力学性质）知识，突破了学科壁垒，培养学生跨学科整合能力。增加了工程应用内容（如变质岩工程性质、矿产勘查案例），让学生理解知识的工程价值，突破了理论局限。通过 P–T–t 轨迹、板块构造背景等内容，教师帮助学生建立“微观矿物 – 宏观构造 – 地质历史”的时空关联，符合地质学时空尺度大的学科特点，突破了时空限制。该体系解决了传统知识体系单一、抽象、脱离实践的问题，契合新工科跨学科融合与工程导向的要求。

2.教学模式创新：契合“数字化转型与实践创新”需求

智慧教学模式实现了从“灌输式”到“互动式”、从“抽象化”到“可视化”、从“统一化”到“个性化”的教学创新改革，相对于传统教学，大大提升了“低头族”学生的学习参与度，降低了P–T–t轨迹、高压变质岩折返等抽象过程的理解难度，实现了从精准诊断到靶向改进的教学专项训练，提升了学生知识的正确率。同时，科研反哺教学（如青岛连三岛案例）让学生积极参与教师科研项目，实现科教融合理念[6-7]，契合新工科数字化转型与实践创新的要求。

3.育人体系完善：契合“价值引领与综合素养”需求

“知识–思政–价值”三维育人体系实现“三提升”：通过我国超高压变质岩研究成果、矿产资源勘探案例，学生对地质工作服务国家战略的认知度有所提升；老一辈地质学家事迹、科研案例的融入，使学生不畏艰难、追求真理的科研精神认同度提升；变质岩与资源安全、生态保护的关联讲解，引导学生将资源勘查作为职业发展方向，契合新工科培养高素质人才的要求。

四、“变质岩岩石学”课程建设的下一步完善方向

结合现有改革成效以及新工科发展趋势，下一步将从两方面完善课程建设。

1.融合沉浸式资源与智能评价的智慧教学体系构建

为深化“变质岩岩石学”课程教学改革，后期还需要系统构建以沉浸式数字资源、精准化互动模块、智能化多元评价及跨校协同资源库为核心的智慧教学体系。例如：引入虚拟仿真实验、3D矿物模型和地质剖面动画，使学生直观感知地质过程与微观结构，强化时空动态认知；设计项目式学习、实时互动工具与跨校联合实验，提升学生工程实践、思辨与协作能力；建立涵盖学习全过程与AI辅助的评价体系，并引入行业专家评审，实现“知识–能力–素养”综合评估；同时联合多校共建共享变质岩数据库与教学资源，推动优质资源广泛流通与教学经验互通互鉴，全面支持新工科背景下资源勘查专业人才的培养。

2.面向新工科与课程思政的“变质岩岩石学”一体化教材建设

本课程在既有教学创新基础上，还需着重推进教材配套建设，以构建适应新工科与课程思政要求的资源勘查工程专业变质岩岩石学教材，作为课程体系改革的关键举措。教材内容强调理论与实践融合，通过引入实际案例与应用场景，强化变质岩基本概念、分类、成因及其在资源勘查中的应用价值，提升学生解决复杂地质问题的能力。同时，有机融入思政元素，结合国家战略需求与地质文化，突出变质岩在新能源开发、灾害防治等领域的社会意义，增强学生的专业认同与家国情怀。教材形态上依托在线课程与数字资源，实现模块化设计，嵌入视频讲解与在线学习链接，促进抽象知识具体化、学习过程趣味化。此外，配套实验教学内容，包括手标本与镜下照片图版及实验视频，实现理论与实验操作紧密结合，助力学生全方位掌握知识并促进理论向实践转化。

五、结论

新工科背景下，“变质岩岩石学”课程的改革应以跨学科融合、实践创新、数字化转型、价值引领为核心导向。本文通过山东科技大学的实践案例，证明章节目录重构、问题图谱设计、思政图谱融入、智慧生态搭建的智慧课堂建设路径，能够有效解决传统教学的痛点。总结形成的“三位一体”改革体系，实现了与新工科需求的深度契合，学生的跨学科整合能力、实践创新能力、价值认同度均显著提升。

参考文献：

[1] 教育部高等教育司关于开展新工科研究与实践的通知[EB/OL].(2017-02-20)[2025-09-20].http://www.moe.gov.cn/s78/A08/tongzhi/201702/t20170223_297158.html.
[2] 郜源，曹玉亭，王淞杰，等.青岛连三岛地区“荆山岩群”高压变质岩的变质时代和变质演化特征[J].岩石学报，2021，37(5)：1347-1377.
[3] 谢志鹏，杨光树，王蓉，等.“变质岩岩石学”一流本科专业课程建设的实践与探索[J].中国地质教育，2025，34(2)：65-69.
[4] 李益龙，王国庆.变质岩岩石学室内教学中的难点和改进方法探讨[J].中国地质教育，2017，26(2)：43-47.
[5] 王浩铮，王晨晨，范翔宇.“变质岩岩石学”教学中的“课程思政”探索[J].科教文汇，2020(5)：58-59.
[6] 钟秉林.推进大学科教融合，努力培养创新型人才[J].中国大学教学，2012(5)：4-6.
[7] 刘强，续海金，章军锋，等.基于科教融合理念的地质学实践教学模式探索[J].中国地质教育，2021，30(4)：91-94.