

课程与教学

基于地球系统科学理念的“地球科学概论”课程
改革与探索孙圣思^{1, 2}, 董云鹏^{1, 2}, 惠博^{1, 2}

1. 西北大学 地质学系, 陕西 西安 710069; 2. 大陆演化与早期生命全国重点实验室, 陕西 西安 710069

摘要: 在全球气候变化日益凸显的背景下, 随着地球科学分支学科不断交叉融合, 以及现代观测和计算技术的突飞猛进, 地球系统科学的概念被提出并受到越来越多的重视。从地球系统科学思维去认识和研究宜居地球与行星地质, 已成为国际学术界的普遍共识和发展前沿。“地球科学概论”作为地学专业入门和基础核心课程, 其教学改革尤为关键, 不仅要对传统课程的内容和方法进行补充与升级, 更是对教学理念的一次革命性重塑。本文旨在系统探讨“地球科学概论”课程改革的途径, 聚焦培养目标的升级、课程内容的革新及教学方法的创新。通过引入地球系统科学的思维方法、研究内容和技术手段, 推动课程的改革与探索, 培养具有系统思维和创新能力的新一代地学人才, 以应对全球性气候变化的挑战, 更好地服务于地球资源环境的可持续发展。

关键词: 地球科学概论; 课程改革; 人才培养; 多圈层互馈; 地球系统科学

中图分类号: G642

文献标识码: A

文章编号: 1006-9372 (2025) 02-0001-07

Title: Reform and Exploration of the Course of Introduction to Earth Science Based on Concept of Earth System Science

Author(s): SUN Shengsi, DONG Yunpeng, HUI Bo

Keywords: introduction to earth science; curriculum reform; talent training; multi-layer mutual feedback; earth system science

1921年, 竺可桢在东南大学创办了中国首个地学系, 并开设了“地学通论”课程, 而后在1924年, 改为“普通地质学”课程^[1]。一百年来, 一代代地学教育工作者薪火相传, “普通地质学”课程多更名为“地球科学概论”, 现已经发展为地质类专业本科生的第一门专业启蒙和核心课程^[2]。“地球科学概论”涵盖地质学基础知识的核心内容, 具有衔接和统筹地学各门类专业知识的特点, 是培养学生地学兴趣和思维, 夯实地学研究基础的专业课程。其主要讲授内容包括: 固体地球的物质组成、结构构造、地质作用过程和形成演化规律。通过对地质学基本知识和基本理论的概括介绍, 发挥专业引导和启蒙的作用, 为学生日后探索地球的奥秘奠定理论基础。

进入21世纪, 在全球气候变化研究的驱动下, 随着地球科学的传统分支学科不断交叉融合, 以及现代观测技术和计算能力的快速发展, 地球系统科学应运而生。地球系统科学 (Earth System Science) 是以全球性的系统观和多时空尺度为核心的新兴交叉学科, 以地球科学学科为依托, 同时综合应用其他学科 (数学、物理学、化学、天文学、生物学、工程技术等) 的理论和方法, 着眼于地球各圈层之间物理、化学、生物的相互作用, 并且借此来研究地球整体及其圈层之间的性质、行为、过程和机制^[3]。以地球系统科学思维去认识和研究宜居地球乃至行星地质, 已经成为全球科学家的共识, 这既是实现人类社会可持续发展的需要, 也是经济社会发展对地球科学提出的新要求。

收稿日期: 2024-03-20; 修回日期: 2024-04-20。

基金项目: 西北大学本科人才培养建设项目 (JX2024041) 资助。

作者简介: 孙圣思, 女, 教授, 首批“全国高校黄大年式教师团队”主要成员, 主要从事构造地质学、岩石流变学研究。

投稿网址: www.chinageoeducation.net.cn 联系邮箱: bjb3162@cugb.edu.cn

引用格式: 孙圣思, 董云鹏, 惠博. 基于地球系统科学理念的“地球科学概论”课程改革与探索 [J]. 中国地质教育, 2025, 34 (2): 01-05.

在高等教育层面,“地球科学概论”作为专业入门和基础核心课程,必须适应时代发展的要求,与时俱进地引入地球系统科学的理念。这不仅是应对地球科学发展和研究技术方法革新的需要,更是培养具有较强科技创新能力和国际竞争力、适应 21 世纪地学发展人才的关键路径。因此,对其进行教学改革显得尤为关键,不仅要对传统课程内容和方法进行补充与升级,还要对教学理念进行革命性重塑。本文旨在探讨“地球科学概论”课程改革的必要性,以及在课程内容、教学方法和培养目标上的革新策略。

一、课程改革的必要性

1. 地球科学发展的需要

自 20 世纪末以来,全球气候变暖问题日益凸显,并引发一系列环境和社会经济问题。1984 年,国际科学联合会理事会(ICSU)第 20 届大会认识到,全球气候变化问题不仅仅是单一圈层的问题,而是涉及地球整体行为及其各圈层相互作用的复杂过程^[4]。1988 年,美国地球系统科学委员会(ESSC)出版了《地球系统科学》,书中正式系统地阐述了地球系统及其科学研究框架,强调将地球的大气圈、水圈、岩石圈、生物圈(包括地球上全部生物、生命系统和人类本身)视为相互联系的整体,进而从地球系统这一整体性视角研究地球各圈层的相互作用过程和机理^[3]。在这一理念驱动下,地球系统科学逐渐成为地学界共识,各国纷纷制定相关计划,地球科学研究自此开启了新征程。

面对国际地学研究的快速转型,我国科研界也迅速做出反应。2001 年 1 月,中国科学院把“地球系统整体行为的集成研究”列为 21 世纪科学家要面对的第九大挑战之一^[3]。2002 年 3 月,国家自然科学基金委地学部提出了 21 世纪初地球科学战略重点,拟定了“以地球系统各圈层的相互作用为主线,从我国具有优势的前沿领域寻找主攻目标”的优先资助领域战略^[5]。2024 年,由中国海洋地质学家汪品先等人撰写的《中国地球系统科学 2035 发展战略》出版,为我国未来地球科学前沿领域突破指明了方向^[5]。经过 40 多年的快速发展,地球系统科学已经成为引领 21 世纪地球科学发展的重要方向,也为应对全球气候变化挑战和服务宜居地球提供科学支撑。正是在这样的新形势下,地球科学入门课程理应在传统“地球科学概论”的基础上,增加地球系统各圈层的相互作

用的内容,从“单一圈层知识传授”转向“系统过程解析”,突破传统地学壁垒,融入地球多圈层互馈复杂过程和多时空尺度协同演化的内容。

2. 技术方法的革新

技术方法的革新持续推动着地球科学的深刻变革。二战后,地球物理、地磁学、海洋地质学等领域的突破性进展促成了板块构造理论的提出,标志着地学研究的革命性飞跃。近 20 年来,计算机模拟的应用、全球数据共享的加强、材料学研究的进步、微量元素分析技术的提升,使我们能够更加系统地解析陆内造山带的演化、大陆的聚合与裂解机制以及壳幔相互作用。如今,随着遥感技术、大数据分析、人工智能等技术的高速发展,多学科交叉、大数据、多变量、系统性的地球科学研究呼之欲出,地学研究正在迎来一场新的范式革命。在这一过程中,“数字地球”这一概念应运而生。它融合了遥感技术、地理信息系统(GIS)、虚拟现实、云计算和大数据分析等技术,并结合可持续发展需求,试图构建一个全球性的、多维度、动态演化的数字地球模型。这样的科研背景对地学相关专业学生在传统专业基础上提出了更高的要求。学生不仅要能够进行更精确的数据获取和分析,还需要了解模拟、预测地球系统行为的方法,为未来的地学研究开辟新途径。传统“地球科学概论”中教授的研究方法和技术已经不能满足时代的要求,引入大数据、人工智能分析的教学内容迫在眉睫。

3. 教育理念的转变

地质学教育从来不是一成不变的,它始终与国家需求、科技发展同频共振。20 世纪 50 年代,为支撑工业化建设,地质教育以找矿勘探为核心,培养了一代“锤子+罗盘”的野外地质学家;70 年代后,板块构造理论的革命性突破,推动课程体系加入了地球动力学与岩石成因分析;而进入 21 世纪,随着全球变暖与可持续发展议题的兴起,水文地质、环境地质等内容逐渐成为必修模块。如今,我们正面临新一轮的变革节点:人工智能、大数据、高性能计算等新兴技术正在打破原有的学科壁垒,重塑地球科学的研究范式,而碳中和、极端气候灾害、深地深海开发等国家战略则对地学人才提出了更高维度的能力要求

在此背景下,传统以岩石圈为主要讲授对象的“地球科学概论”教学模式已难以满足需求,亟需向“地球系统科学”范式转型,倡导涵盖从浅部

到深部、贯穿深时尺度的、全面的“地球系统科学”的教学。从传统地质教育向地球系统科学教育转变,既是高等地质教育学术发展的趋势,也是我国地质事业发展对高等教育提出的新要求。在新形势下,我们的培养目标亟待升级,应当着重培养学生的系统思维能力,以地球系统科学理念为出发点,综合运用现代科技手段,从跨圈层、跨学科的视角认识丰富的地球过程,理解地质与人类活动的时空演化关系,进而联系地球各个系统变化的过程与机制,最终解决我们面临的全球性复杂问题,推动人类社会向前可持续发展。

4. 国际竞争的需要

传统地学教育向地球系统科学教育的改革,已然成为各国高等教育人才竞争的新赛道^[4-5]。美国早在1991年便开始实施地球系统科学教育计划(ESSE),通过资金与政策支持,推动大学地球系统和全球变化科学学术基地建设,抢占地学研究前沿领域^[6]。迄今为止,包括斯坦福大学、加州大学洛杉矶分校及普林斯顿大学等共有45所大学入选ESSE-I、ESSE-II两个阶段的计划。2002年,美国又启动了“21世纪地球系统科学教育计划”,进一步倡导高校地球系统科学的进一步发展,力图在地球系统科学研究和人才培养方面保持领先^[6]。2015年,斯坦福大学,作为这项改革的领航者,不仅将地球科学学院更名为“地球、能源与环境科学学院”,而且创办了地球系统科学系,构建了完善的专业框架,系统性开展地球系统科学研究和人才培养与引进。这样的布局不仅关乎学术发展,更是国家战略竞争力的体现——地球系统科学研究直接关系到全球环境监测与治理,碳中和、战略资源开发等关键领域的国际话语权。

我国高校也陆续开展了地学教育改革,例如,清华大学设立了地球系统科学系,南京大学创建了地球系统科学实验班,浙江大学、西北大学等开设了“地球系统科学”课程等^[2, 7]。2022年,我国更将“地球系统科学”正式列入普通高等学校本科专业目录的新专业名单,标志着国家层面对这一战略领域的高度重视^[5]。这场教育变革的背后,实则是全球科技竞争在地学领域的投射——谁能在跨圈层、多学科的地球系统研究中取得突破,谁就能在未来资源开发、气候治理等国际议题中掌握主动权。

综上所述,为应对地球科学发展的需要、信息技术的飞跃、培养目标的升级和国际竞争的需

要,地学专业入门和基础核心课程“地球科学概论”亟待开展教学目标、内容和方式的改革和升级。

二、教学目标的升级

本课程涵盖地质学基础知识的最核心和必要内容,传统教学目标侧重于通过理论教学和实验训练,使学生掌握固体地球的物质组成、结构构造、内动力和外动力地质作用以及形成演化规律的基本原理,了解分析地质问题的基本方法和思维方式,激发对地质学的兴趣和对地质事业的热爱。秉承“基础、能力、人格”的“三位一体”育人理念,在地球系统科学理念的指导下,本科课程的教学目标的必须在原有的基础上升级,主要包括以下专业目标:(1)掌握地球内圈层(地核、地幔和地壳)和外圈层(大气圈、水圈、生物圈和土壤圈)的基本知识(物质组成、结构构造等);(2)认识地球系统跨圈层的相互作用原理及其互馈过程;(3)了解地球系统科学的思想理念和研究方法;(4)运用现代技术手段获取和处理地球系统科学信息。

为了达成以上专业目标,需要在教学过程中,重点培养以下的能力:(1)系统思维能力。培养学生综合运用所学知识,深入理解地球各圈层间相互作用的复杂性,进行系统分析和思考,理解地球物质在各圈层之间垂向与横向循环,理解区域性问题如何演变为全球性问题,以及某个圈层的问题如何引发整个系统的连锁反应。通过系统性的思辨,分析特定区域或者全球问题的成因,引导学生探索解决方案。(2)科技创新能力。在课程教学中广泛使用和介绍地球系统科学最新技术与研究方法,鼓励学生利用现代信息技术手段进行研究,尤其是大数据分析、虚拟现实、人工智能、云计算等与地球科学有着紧密联系的新兴技术。借助前沿科技手段,培养学生在地学领域的创新思维和技术应用能力,提升其在地学领域的前沿探索与实践能力。(3)跨学科合作能力。地球系统科学具有其独特的综合性和复杂性,探究各圈层间相互作用往往需要统筹多学科的知识 and 研究手段。多学科知识的整合与应用能力,是新型地质人才必不可少的基本素养之一。因此,在教学过程中,要注意培养学生跨学科整合能力、有效沟通能力以及协同合作意识,使其能够在多学科交叉的研究环境中发挥优势,提升综合研究能力。

在专业和能力目标培养的同时,将课程思政教育融入教学过程,润物无声地引导学生树立德

识双馨的价值取向,培养健全的人格,达到思政育人目标:(1)厚植“地质报国”的情怀,提高学生的国家认同感和民族自信心;(2)启发学生的科学探索精神,培养学生对地学的兴趣和热情;(3)提升学生对全球气候、环境和能源问题的认识 and 关注;(4)培养学生守护宜居地球的责任感与使命担当。

围绕上述专业、能力和思政目标,新时代地学教育致力于培养具备地球系统科学的全局观和整体观、深刻理解地球系统跨圈层作用规律、富有科研能力并敢于理论创新的新一代地学人才。推动他们服务国家重大战略需求,积极应对全球环境与资源挑战,为人类与地球的可持续发展贡献智慧与力量,是地学教育工作者努力的方向。

三、课程内容的革新

近年来,“地球科学概论”课程教学在广度和深度上持续拓展,但教学重点仍然主要集中在固体地球各圈层(尤其是岩石圈)的组成、结构及其内外动力过程。基于地球系统科学的理念的全新改革,将引领学生构建全球性、统一性的整体观、系统性的知识框架,从多时空尺度理解地球内外圈层系统的相互作用与效应。这一改革不仅有助于学生深入把握地球系统的整体运作机制,更能使其科学认识与人类生存息息相关的气候环境和资源能源等全球性重点关切问题,并运用现代化、信息化的手段开展系统性分析和创新性研究。因此,“地球科学概论”的改革和探索一定要在课程内容方面有所突破,特别是注重增加和强化以下内容。

1. 多圈层互馈作用

地球系统科学的理论核心在于揭示各圈层的物质与能量的动态交互机制,这一认知是理解宜居地球、生命起源和演化的关键。在日常教学中,如何系统有效地向初入地学专业的本科生阐述多圈层互馈作用是本课程的重点和难点。基于多年的教学实践,我们构建了“深部过程—地表响应—环境效应”三位一体的教学框架,这一认知路径既符合地质过程的自然逻辑,也便于学生建立系统思维。整个教学路径可分解为三大层次:(1)深部过程驱动。地球内动力地质作用带动地球内部物质和能量循环,控制浅部地表活动,塑造地表形态。(2)构造地貌响应。地形地貌变化调控水热循环,驱动气候环境演变。(3)气候环境反馈。气候环境变化影响岩石风化剥蚀,影响重力均衡,诱

发内动力地质作用。三个层次彼此相依,环环相扣,带动地球演化由低级走向高级。

在具体的教学中,这一理论框架可有机融入到相关专业章节的研究中。例如,在板块构造章节中可以引入板块构造运动如何通过改变海陆分布格局,进而改变洋流与大气环流,影响全球气候变迁?印度板块与欧亚板块的碰撞如何造成青藏高原的隆升,进而影响这个东亚大陆的气候格局?洋中脊附近海底“黑烟囱”如何为深海生物提供物质与能量循环,进而为研究早期生命演化提供理想参考?在气候变迁章节,可介绍冰期内冰川的运动如何重塑地球地貌?新仙女木事件如何影响气候变迁,促进人类农业文明的开始?在沉积作用章节引入风化剥蚀作用如何通过地壳均衡诱发新的构造活动?构造隆升如何影响河流的溯源侵蚀?生物礁的发育如何通过碳循环反馈影响大气 CO_2 浓度,形成生物—气候耦合系统?

通过系统引入并深入解析这一系列跨圈层互馈的科学问题,不仅可以帮助学生建立“过程—响应—反馈”的系统思维,更能培养其运用多学科知识解决复杂地球科学问题的能力。这种案例导向的教学方式既能激发学生的学习兴趣,又能引导其认识地球系统的整体性和复杂性,为后续专业学习奠定坚实基础。

2. 气候环境问题

基于地球系统科学多圈层相互作用的整体框架,当前“地球科学概论”课程在内容体系上需要与时俱进。传统课程虽然系统性地涵盖了岩石圈、地幔等固体地球系统的地质过程,但对大气圈—水圈—生物圈—人类圈的耦合机制关注不足,特别是缺乏对地球表层系统关键过程的教学内容。

面对全球气候变化加剧、生态环境恶化等重大现实挑战,建议在教学中增设“宜居地球”专题章节。整个章节重点围绕以下三大内容:(1)基于现代观测数据阐释人类世气候变化的异常性,特别要突出工业革命以来人类活动对地球系统的改造已远超自然变幅;(2)从地质时间尺度解析地球气候演化规律,介绍对黄土、冰川、沉积相的研究进展,通过古气候代用指标(如冰芯气泡、沉积物同位素等)揭示自然变率与突变事件;(3)建立“深时—现代—未来”的关联认知,既要通过将今论古的方法解读地质记录中的气候信号,也要以古论今地评估当前变化的长期影响。在实际教学过程中,要重点强调气候变化与地球系统演化

的耦合机制。岩石风化-碳循环-温室效应的负反馈系统如何维持长期气候稳定;冰盖-反照率-海平面之间的正反馈如何导致气候突变;人类活动如何通过改变土地利用和化石燃料消耗打破自然平衡。通过这种系统思维的训练,使学生既认识到短时间尺度(百年际)气候变化的紧迫性,又理解长时间尺度(千年乃至百万年尺度)地球自我调节的必然性。

在此科学认知基础上,课程应当深入阐释我国“碳达峰、碳中和”战略的深层内涵:从生态维度看,这是重建人与自然和谐关系的关键路径;从政治维度看,这体现了中国在全球环境治理中的历史担当。通过对比不同发展阶段的碳排放特征,分析中国在应对气候变化中的制度优势和技术创新,如特高压电网、光伏产业、生态碳汇等领域的突破性进展,培养学生的家国情怀和科学使命感,使其深刻认识到中国作为负责任大国在构建人类命运共同体中的重要作用。

3. 资源和能源问题

传统“地球科学概论”课程中,专门介绍矿产资源和能源的系统性阐述相对薄弱,相关知识大多是分散在不同章节,作为“地质应用”或“经济价值”进行介绍。如在“矿物”章节中讲授金属和非金属矿物的工业用途,在“变质作用”中讲授矽卡岩矿床,在“板块构造”中讲授板块边缘的成矿作用,在“风化作用”中讲授残积矿床,在“湖沼及其地质作用中”讲授盐湖矿床和煤炭的形成机制等。这样的课程设计虽然可以让学生更好的理解各种资源和能源的形成条件和过程,但是客观上弱化了对资源和能源的分类、分布及其短缺问题的系统讲授。

建议在完成“宜居地球”章节的气候环境议题后,增设“全球资源与能源系统”专题教学单元,教学内容应当包括:(1)矿产资源的种类与分布,其内容涵盖地球内部的矿产资源(金属、非金属矿产),水资源,地热资源,能源(石油、煤炭、天然气、核能等)的产生、分布、开发和利用等;(2)当代能源开发的转型,特别讲授现在世界能源格局所面临的深刻调整,新一轮能源革命正在蓬勃兴起,非常规油气、低碳能源、可再生能源、安全先进核能等一大批新兴能源技术正在改变传统能源格局;(3)我国能源形势与变局,我国能源需求仍在不断增长,能源转型任重道远,且推动着能源消费、能源供给、能源技术和能源体制四

方面的革命。虽然以煤炭为主的消费结构在短期内无法改变,但是页岩气储量较大,天然气水合物开采技术领先,地热资源可观,未来有望实现能源产业健康发展。

4. 大数据的应用

21世纪以来,地球科学的发展呈现出两大显著特征:在研究理念上注重多圈层互馈的地球系统科学;在研究方法上,随着观测、分析和模拟技术的进步,地学数据的海量积累,以及信息科学和技术的飞速发展,由大数据技术引发了地学研究的范式革命。传统“地球科学概论”的研究主要讲授相关仪器测试方法和“将今论古”“以古论今”“活动论”的理论分析方法。然而,在新形势下,地学大数据已成为现在地球系统科学研究的新兴手段和必然趋势。这种基于海量多源数据的研究范式,为深入理解地球跨圈层互馈作用和机理的提供了理论视角和方法论支撑。为适应这一学科发展态势,建议增设“地学大数据与地球系统研究”专题章节,其核心内容应包括:(1)地学大数据的发展历程与范式革命;(2)大数据技术在地球科学研究中的应用原理;(3)人工智能等信息技术在地球系统模拟中的应用;(4)未来发展趋势与挑战。在教学中重点介绍基于海量地学数据积累,如何运用大数据技术和人工智能等信息技术方法,开展地球复杂系统演化的模拟、计算和预测工作。在讲授过程中,开设室内计算机实践课程,学习 Google Earth Engine、Apache Science Data Analytic Platform、The Pangeo Project、Gplates、EarthDataMiner 等相关软件和数据库的应用。

5. 典型地区剖析

“地球科学概论”课程主要面向一年级本科生,由于全球尺度的内外圈层相互作用机制较为复杂,学生理解存在一定难度。针对这一教学特点,选取典型区域案例进行系统解析,能够有效帮助学生掌握地球系统科学的研究思路与方法。西北大学在地域上毗邻秦岭造山带,在地质学、地理学、环境科学、生物学等相关学科领域积累了丰富的研究成果,使秦岭造山带成为阐述多圈层互馈作用的理想范例。在教学过程中,重点剖析秦岭地区的深部地质-浅表地貌-气候环境之间的动态耦合关系。具体来说,自新生代以来秦岭在全球构造控制下发生了强烈的深部地质作用,经历了强烈、复杂和多样的现代山地地貌形成过程,塑造了雄伟高大、绵延 1600 余公里的秦岭山脉。秦

岭山脉现今海拔高达 2000 ~ 3000 米,阻隔了东亚地区冬季风的南下和夏季风的北上,造就了中国南北气候环境的巨大差异,分割了北部的温带季风和南部的亚热带季风气候,而且山脉本身也表现出明显的垂直气候分带特征。显著的气候环境差异以及秦岭复杂的地形,造就了动植物生存环境的复杂性和多样性。浅表强烈的生物作用加快了岩石的风化速率,影响了地貌的形成和演化;同时,浅表地貌的快速剥蚀影响和调节了深部地质过程,引发地壳均衡造山,导致深部地质作用和浅表剥蚀作用耦合。

四、教学方法的多元化

在推进上述课程内容改革的同时,“地球科学概论”课程讲授地球各组成部分的物质组成、结构构造、相互作用机制和地球的整体系统演化过程,其空间范围从地球深部到地球外层空间,时间跨度从地质灾害发生的几秒几十秒到行星演化的几十亿年,研究尺度从微观的纳米级别到宏观的整个地球乃至太阳系,具有时空尺度大、实用空间广、综合性强的特点。为此,必须优化教学方法,开展案例式教学、探究式教学、体验式教学、互动式教学、专题式教学、分众式教学等,重视知识传递过程与体验过程、知识的应用和创新过程^[6]。经过多年的课程改革实践,发现以下方法在“地球科学概论”课程中有明显的教学效果。

1. 丰富野外实践教学

野外实践是地球科学的教学特色,也是激发学生学习兴趣,深化对理论知识理解的有效途径。在地球系统科学的教学框架下,应该适度引入内-外圈层互馈相关的教学内容,如果有条件,结合教学内容中的典型地区剖析效果更佳。例如,西北大学的“地球科学概论”课程实践在秦岭造山带开展^[7],近年来在传统的三大岩认知和各种构造现象识别的基础上,增加了构造地貌(山前断裂、河流侵蚀等),风化作用(物理、化学和生物风化),秦岭南北生物,气候差异等教学内容,帮助学生建立深部地质-浅表地貌-环境生物多圈层互馈的系统研究思维。

2. 拓展情境教学

针对难以实地观察的地球过程,可充分利用现代信息技术开展沉浸式情境教学。通过整合遥感影像、虚拟现实(VR)、数字地球等技术平台,动态模拟地球系统的深部地质-浅表地貌-气候环境-人类社会的相互作用过程,使学生身临其

境地体验和理解复杂的地球演化历程。例如,可以利用虚拟现实技术(VR)构建三维地质构造场景,学生佩戴设备仿若置身野外地质现场,可近距离观察地层褶皱、断层形态,触摸虚拟矿物标本,增强感知体验;通过增强现实技术(AR),呈现动态地质演化过程,使静态知识鲜活化,如演示火山喷发岩浆流动路径、生物化石形成过程,提升知识理解深度。此外,在课堂教学中可引入最新影视资源辅助讲解气候变化与地质灾害等主题。我们精选了 BBC《地球脉动 III》(2023)的 4K 实景影像、NASA 高分辨率卫星数据以及 USGS 三维地震模拟系统等权威教学素材。这些前沿视听资料通过超高清影像技术,将板块运动、极端天气等复杂的地球系统过程进行可视化呈现。其中,《完美星球》(2021)结合 ECMWF 先进气候模型的动态演示,对地球圈层相互作用进行系统解析,能够帮助学生建立完整的人地关系认知体系。

3. 开展问题导向教学

为培养学生对地球系统科学的独立思考和科研思维,建议采用问题导向式教学方法,选取典型的地质-环境-气候-社会事件作为教学案例。提出涉及多圈层、多学科的综合性问题,如“2008 年 5·12 汶川地震为何会发生?导致了怎样的地貌变化和地质灾害?”“美国夏威夷基拉韦厄火山为什么频繁喷发?对区域甚至全球气候会造成什么影响?”“亚马逊雨林退化如何影响全球碳循环和水循环?”“格陵兰岛冰盖融化会引发怎样的地壳均衡调整?对宜居地球有什么危害?”通过这些问题,激发学生对地球系统复杂性的探究兴趣,引导学生从多学科视角开展综合调查、分析、讨论,引导学生思考这些事件或者现象在不同圈层内的作用过程并解析其对于全球环境和人类社会的影响。在实验条件允许的情况下,可增设综合性、范例式的教学实验研究,如设计“华山岩体的形成和剥露时间及其构造背景?”的科研问题,指导学生完成从研究方案设计、野外采样到实验测试分析讨论的全流程科研训练,从而培养学生的科研思维和实践创新能力。

五、建议和展望

在生态文明建设和全球可持续发展背景下,地学教育转型势在必行。作为地学专业启蒙课程,“地球科学概论”的改革是面向未来的系统性变革。通过培养目标升级、创新课程体系和优化教学方法,地学教育将培养出具有地球系统思维、能应

对全球性挑战、推动可持续发展的新一代复合型地学人才。这一转型不仅顺应地球科学向系统科学发展的学科趋势,更将为培养具备国际视野、多学科交叉能力和创新精神的新时代地学工作者奠定了坚实基础。

参考文献:

- [1] 舒良树,王博,茆雅凤.培养德识双馨的国家栋梁之才:《普通地质学》课程教学有感[J].高校地质学报,2022,28(3):294-301.
- [2] 杨树锋,陈汉林,程晓敢.新时代《地球科学概论》教材编写的思考[J].中国大学教育,2020,(2-3):106-109.
- [3] 郑永飞,郭正堂,焦念志,穆穆,朴世龙,傅绥燕,杨顶辉,朱茂炎.地球系统科学研究态势[J].中国科学:地球科学,2024,54(10):3065-3090.
- [4] 陈泮勤,马振华,王庚辰译.地球系统科学[M].北京:地震出版社,1992.
- [5] 汪品先,郭正堂,焦念志,金之钧,王成善.中国地球系统科学的十年展望[J].科学通报,2024,69(32):4691-4695.
- [6] 侯志军,欧阳建平,徐绍红.试论地球系统科学与我国高等地质教育教学改革[J].中国地质教育,2010,3:1-4.
- [7] 陈骏.地球系统科学:跨学科专业建设与拔尖创新人才培养[J].中国大学教学,2017,3:4-7.
- [8] 王博,舒良树,解国爱,茆雅凤,王宝军.大类招生培养新形势下普通地质学课程教学优化与实践[J].高校地质学报,2022,28(3):334-341.
- [9] 孙圣思,董云鹏.《秦岭造山带—鄂尔多斯盆地野外实践》课程之“造山带构造演化”野外教学设计[J].高校地质学报,2022,28(3):368-377.