

doi:10.13582/j.cnki.1674-5884.2024.02.003

学科交叉与融合对大学教学实践的新要求

——以“构造地质学”课程教学为例

罗金海,李玮,冀文斌,封从军

(西北大学 大陆动力学国家重点实验室/地质学系,陕西 西安 710069)

摘要:拓宽学生的知识视野、提高学生对课程知识的兴趣并激发学生的发散性思维是大学教学的重要目的之一。在当前新兴学科和新知识点不断涌现的背景下,学科交叉与融合对大学教学提出了新的要求。以“构造地质学”课程为例,以实例分析该课程的教学内容与旅游地质、生命起源、碳循环和大气成分演变、地球系统科学、行星地质学等新兴学科的密切联系,这种联系要求在大学教学过程中加强课程与新兴学科的交叉和融合,可以通过多种途径实现不同学科的交叉与融合。学科交叉与融合不仅可以拓宽学生的知识视野,而且有助于提高学生学习大学课程的兴趣,激发学生的创造性思维,从而提升教学效果,更好地服务于培养创新型和复合型人才的教學目标。

关键词:学科交叉与融合;大学教学;“构造地质学”;实例分析;教学目标

中图分类号:G642

文献标志码:A

文章编号:1674-5884(2024)02-0017-07

在当前科学技术飞速发展的时代,不同学科之间的相互交叉与融合不仅创造了许多新兴学科,而且已经成为科技创新的重要驱动力。人类社会所面对的问题、挑战和危机通常需要通过多学科参与的、综合性的交叉学科、边缘学科、多学科甚至跨学科研究团队才能解决,跨学科研究反过来又促进了跨学科学习^[1]。在这种情况下,为培养出具有更大创新潜力的大学生,大学的专业课程教学也有必要做出相应的调整,以便取得更好的教学效果,适应学科交叉与融合的新形势。跨学科人才培养是提升教育教学质量的重要途径^[2],跨学科教育可以打破学科之间的界限,有助于取得融会贯通、举一反三的教育效果^[3]。大量的实证分析表明,基于多学科交叉融合理念的创新创业教育在多学科应用背景下可以有效促进理论与实践转化,提升创新创业长效发展机制,健全高校“双创”教育生态系统^[4]。科研创新与突破需要学科交叉融合,高校提升人才培养质量,尤

其是培养创新型、复合型人才也需要实施学科交叉与融合^[5]。当前的科技发展进一步强化了学科交叉与融合,而学科交叉与融合又反过来促使高等教育做出相应的调整,从而对大学教学实践提出了一些新的要求。

本文以“构造地质学”为例,试图说明一些看似并无太大联系的学科之间其实也可能存在一些相关的专业内容或知识点,这种相关性一方面为创新大学教学实践的方式方法提供良好的基础,另一方面也对大学教学实践提出一些新的要求,要求授课教师在教学的方式方法和教学内容等方面做出一些适当的调整,以便更好地适应当前科技发展对学科交叉与融合的迫切需求。

1 学科交叉与融合的内涵及其在大学教学实践中的价值

学科交叉与融合指不同学科之间在某些专业内容或知识点上相互借鉴、融合与渗透,从而充分

收稿日期:2023-03-29

基金项目:西北大学地质学拔尖学生培养实施路径探索研究(21ZY003);西北大学构造地质学 MOOC 建设项目(JX18164)

作者简介:罗金海(1967—),男,陕西汉中,教授,博士,主要从事构造地质学和区域地质构造研究。

发挥各个学科的优势,拓展不同学科的理论、思路和方法的应用范围,有助于不同学科的从业者摆脱在单一学科知识和理论框架下容易出现的惯性思维模式,促进多学科对复杂问题的协同攻关,最终在传统学科的边缘或交叉点上取得突破性的研究成果,为科技创新提供新的途径。

科学发展史表明,不同学科的交叉与融合有利于创立新兴学科并获得创新型的研究成果。国务院学位委员会和教育部在2020年12月30日发布《关于设置“交叉学科”门类、“集成电路科学与工程”和“国家安全学”一级学科的通知》(学位〔2020〕30号),国家自然科学基金委也相应地设立了交叉科学部,可见交叉学科已经上升到国家层面,在科研实践与大学教学过程中都有必要贯彻学科交叉与融合的理念。

学科交叉与融合不仅在科研实践中具有重要价值,而且在大学课程教学过程中也具有重要的应用价值。如果在授课过程中适当地引入新兴学科的知识点,把本课程的专业知识与新兴学科的相关内容交叉与融合,可以起到多方面的积极作用:(1)拓宽学生的知识视野,丰富学生的知识结构。对现代大学教育来说,拓宽学生的知识视野越来越受到重视,国内许多大学已经在本科生刚入学时不把他们直接分配到特定专业,而是让其在无专业限制的情况下学习一年,然后再让学生根据其学习兴趣选择自己喜欢的专业,这种做法实际上就是在淡化专业的概念。对学生在专业知识体系方面的“高”“精”“尖”训练实际上应该是在研究生教育阶段进行的。对于“构造地质学”这门专业课程来说,如果学生在学习构造地质学专业知识的同时能够了解一些旅游地质、生命起源、大气循环等方面的知识,他们的专业知识结构和知识视野就会在无形之中被拓宽,这有助于培养全能型和复合型的本科人才,为他们在后续研究生阶段和工作阶段选择合适的专业方向提供更多的选项。(2)激发学生学习专业课程的兴趣,有助于他们更好地学好该课程。由于专业课程的知识体系已经比较系统和完善,学生从课程的基础知识开始按照课程进度似乎就可以自然而然地学到该课程的主要内容,这些内容之间本来就存在着比较稳固的因果关系,有可能难以使学生对这些传统内容进行更多的思考,这在一定程度上会降低他们对课程内容的学习兴趣。如果在授课过程中适当地引入新兴学科的内容,这些新内容

会让学生感受到该课程的授课内容除了已知的实际用途之外,原来还有更多的用途,由此可以激发学生的学习兴趣。也许学生还会思考:这些内容是否还能运用于其他的新兴学科中呢?这样会提高学生专业学习的兴趣,从而学好该课程。(3)鼓励学科交叉与融合,有助于激发学生的创造性思维,更好地服务于培养创新型和复合型专业人才的教育目标,为学生将来综合性解决人类社会所面临的诸如能源、生态、环境、健康等问题奠定良好的基础。现代科学体系既高度分化又高度综合,而学科交叉与融合实际上是把专业分化与综合合为一体,在一定程度上实现了学科专业的整体化。人类社会所面临的问题越来越复杂,仅凭任何单一学科或一大门类学科似乎都难以有效地解决,而学科交叉与融合最有可能为最终解决问题提供有效途径^[1]。《21世纪100个交叉科学难题》^[6]一书中选录了120多位科学家提出的100个交叉科学难题,涉及自然科学与社会科学领域之间大跨度、多方式的广泛交叉与融合,主要是从宇宙起源、物质结构、生命起源和智力起源四大基本难题中衍生出来的交叉科学难题,这些科学难题需要一大批具有宽广知识背景的学者进行交叉科学前沿研究,这方面的研究也易于产生重大原始创新的前沿研究成果。大学教学过程中的学科交叉与融合正好迎合了这一发展趋势,为学生将来解决这些科学难题奠定了比较好的基础,提高了大学教学的社会价值。

2 学科交叉与融合在大学课程中的体现

大学课程教学的基本目标是使学生系统地掌握本课程必需的基础理论和基本知识,为学生进一步深刻理解专业知识并运用专业知识分析和解决相关问题奠定良好基础,从而服务于培养创新型和复合型专业人才这一更高目标。在当前新学科和新的知识点不断涌现的情况下,为了更好地服务于大学教学的更高目标,新兴学科和新的知识点给大学的课程教学实践提出了一些新的要求,要求在大学课程教学实践中不宜仅仅局限于课程的教学大纲和教材内容,还需要适当关注不同学科的交叉与融合,尽可能在大学课程教学实践中引入其他学科的相关内容,这样做不仅可以拓宽学生的科学视野,而且有助于提高学生学习大学课程的兴趣,从而提升教学效果,更好地服务于培养创新型和复合型人才的培养目标。

以“构造地质学”的教学实践为例,分析说明诸如旅游地质、生命起源、碳循环与大气成分演变、地球系统科学、行星地质学等似乎与该课程表面关系不大的新兴学科实际上与该课程的教学内容密切相关。在“构造地质学”课程的教学实践中适当地引入这些新兴学科的相关内容有助于拓展学生的知识视野,提高学生学习该课程的兴趣,从而达到更好的教学效果。

“构造地质学”是地学类各专业的专业基础课,课程主要教学内容是褶皱、断层、线理、节理、劈理、韧性剪切带等地质构造的几何学、运动学和动力学解析^[7-12]。随着地质学相关学科的发展,有必要适时增添一些教学内容^[13]。实际上,除了这些基本的教学内容之外,“构造地质学”的教学过程还可以为实现“培养创新型和复合型的地学人才”这一基本教学目标做出更多贡献。与所有课程的教学实践类似,“构造地质学”的教学过程必然面临两个基本的问题:(1)该课程的教学内容有什么实际用途?这一点对提高学生的学习兴趣至关重要。学习兴趣会促使学生积极主动地学习该课程,从而达到事半功倍的教学效果。“构造地质学”的教学内容与矿产资源勘探与开发、工程地质和地质灾害的密切联系已众所周知,几乎所有版本的构造地质学教材都对此有深入论述,授课教师也会在讲课过程中大量列举这方面的实例。(2)该课程的教学内容如何更好地服务于“培养创新型和复合型的地学人才”这一基本的教学目标?把“构造地质学”这门课程基本的教学内容讲好,让学生很好地接受构造地质学基本的教学内容无疑有助于实现基本的教学目标。实际上通过加强与其他相关学科的交叉与融合,可以在提高“构造地质学”的教学效果和实现教学目标方面做得更好。一些表面与“构造地质学”的教学内容没有联系的学科领域实际上与其是有紧密联系的,如果在“构造地质学”的教学过程中能够适时地引入其他学科领域的相关实例,不仅可以拓宽学生的科学视野,而且有助于提高学生学习“构造地质学”课程的兴趣,提升“构造地质学”课程的教学效果,更好地服务于创新型和复合型地学人才的培养目标。

2.1 构造地质学与旅游地质的联系

许多地质地貌景观的形成过程都受到地质构造的控制,而许多地质地貌景观则是良好的地质旅游景点。因此,构造地质学与旅游地质的联系

还是相对比较密切的。例如,华山和黄山景区的许多陡立绝壁实际上都是受到近直立的剪切破裂/断层控制的^[14-15],发育在花岗岩中近直立的剪切破裂面的一侧被剥蚀崩塌后就形成了现存的陡立绝壁。黄河壶口瀑布的河道有一个显著特点:瀑布上方很宽的河道在瀑布处急剧收敛于很窄的河道之内,在河道收敛的地方就形成了壮观的壶口瀑布。河道为何会在瀑布处收敛?实际上这是由于河道受到剪切破裂的控制所致。壶口瀑布发育于中三叠统纸坊组砂岩夹泥岩地层中,在这套地层中发育近直立的剪切破裂,瀑布景区下方很窄的河道实际上就是沿着一条剪切破裂发育的。据闫小兵等^[16]的研究结果,黄河壶口瀑布在不同时期的溯源侵蚀速率不同,先秦至今黄河壶口溯源侵蚀的平均速率为1.51 m/a,如今的壶口瀑布在4~5万年前应该在韩城禹门口一带,而当时瀑布的活动应该与韩城断裂密切相关。如果在“构造地质学”关于节理和剪切破裂的教学内容中引入壶口瀑布的形成与构造的关系这些内容,无疑会使学生更好地理解这些破裂构造对地貌的控制作用,从而不仅使学生对壮观的河流山川产生极大的兴趣,而且能够更好地理解节理和破裂构造的形成演化过程,取得良好的教学效果。

2.2 构造地质学与生命起源

生命起源是科学界重点关注的科学问题之一,关于生命起源的学说归纳起来主要分为天外起源说和地球起源说两大类。目前大多数科学家认为生命是在地球上起源的,认为生命是在地球早期经过了长期复杂的化学演化而产生的^[17]。地球起源说中又有多种说法,如“原始汤说”“泥土说”“火山说”“硫化物说”和“深海热液说”等^[18]。

关于生命起源的这些说法似乎都与“构造地质学”的教学内容没有太大联系,其实不然。在这些说法中的“硫化物说”和“深海热液说”就与“构造地质学”的教学内容密切相关。这涉及海底“黑烟囱”,而海底“黑烟囱”发育在大洋裂谷处,大洋裂谷是伸展构造的一种重要类型,伸展构造是“构造地质学”的一个重要教学内容。大洋中脊处沿着大洋裂谷发育的深海热泉的温度可高达350℃,富含硫化物的高温热泉在喷出时形似黑烟而被称之为“黑烟囱”。在海底黑烟囱周围高温、高压、黑暗、缺氧、含硫等极端环境中,生活着特殊的深海生物群落,它们的初级生产者——

嗜热细菌和古细菌,在基因组序列上最接近地球上原始的生物祖先。地球历史早期热液系统曾经在地球表面广泛分布,因而嗜热微生物有着广泛的生存空间,现代海底“黑烟囱”周围的水热环境是探索生命起源的理想场所^[17,19]。通过对海底“黑烟囱”的介绍,可以把大洋裂谷与生命起源这个重大的科学问题联系起来,不仅可以使学生更好地理解伸展构造,还可以激发学生对生命起源这个基础科学问题的兴趣。

2.3 构造地质学与碳循环、大气成分演变

碳元素在地球生物圈、大气圈和岩石圈之间的循环与人类社会生活密切相关,碳捕集与封存以及由于CO₂排放而导致的温室效应都是当前人类社会面临的重要问题。碳酸盐岩的构造去气作用就与“构造地质学”的教学内容相关,而碳酸盐岩的构造去气作用对碳循环和大气成分演变至关重要。

地球大气圈和生物圈中大量的碳元素通过沉积作用形成碳酸盐岩,从而被封存在岩石圈中。Kendrick等通过对太平洋最古老洋壳地区810C钻孔中碳酸盐岩脉的研究表明,海洋中碳酸盐化的速率对大气圈中CO₂浓度的变化不敏感,也就是说,海洋中碳酸盐岩的沉积速率基本是恒定的^[20]。由于海洋中的碳酸盐岩沉积作用一直在持续进行,如果被封存在碳酸盐岩中的碳元素不被释放出来,大气圈中CO₂的浓度就会持续降低,当大气圈中CO₂的浓度降低到一定程度时就会造成严重的后果:温室效应太弱,地球表面的温度大幅度降低,冰期难以结束,在这种情况下生物界的演化难以想象。大量的研究表明,地球大气圈中CO₂的浓度在相当长的时间内保持基本恒定,并没有出现持续降低的情况,这意味着被封存在岩石圈中的碳元素实际上又以某种方式被释放出来了(由于人类历史相对于地球历史而言太短暂,这里暂不考虑由于人类活动从岩石圈中释放出来的碳元素),这个过程主要发生在板块俯冲带,随着板块俯冲作用进入岩石圈深部或地幔的碳酸盐岩发生构造去气作用,排出的CO₂伴随着岩浆喷发作用或者通过构造裂隙排出到大气圈中,从而保持大气圈中CO₂浓度基本恒定^[21-23],这个过程对古元古代大气圈氧气浓度大幅度上升事件(即大氧化事件,Great Oxidation Event,GOE)和发生在新元古代的第二次大氧化事件(Neoproterozoic Oxidation Event,NOE)都有重要贡

献^[24,25]。这里构造去气过程涉及气体的运移通道,气体的运移通道主要是由断裂提供的,而断裂则是“构造地质学”课程重要的讲解内容之一。

印度板块与欧亚板块自始新世以来的碰撞造山作用形成了世界屋脊——青藏高原,青藏高原内部和喜马拉雅山前陆地发育是以褶皱—冲断构造为标志的挤压构造,这些挤压构造都可以很好地应用于“构造地质学”的教学实践。此外,青藏高原的隆升显著地影响了地球表层大气圈、水圈和生物圈的相互作用过程,深刻地影响了亚洲气候动力学、生物多样性、碳循环、现代水资源分布和大江大河的演化^[26]。

2.4 构造地质学与地球系统科学

目前大学教育似乎有“淡化专业”的趋势,一些高校本科生在入学时已不分专业。这种做法一方面可以让学生通过一段时间的学习选择自己最适合的专业,从而提高学生的学习兴趣;另一方面有助于拓宽学生的专业知识面,培养综合型的本科生。为了培养综合型的地质学人才,地质学各专业的教学实践都有必要向学生传达“地球系统科学”的理念,在“构造地质学”的教学过程中也可以引入地球系统科学的实例,更好地服务于综合型地质学人才的培育过程。

地球系统指由大气圈、水圈、地圈(含地壳、地幔和地核)、土壤圈和生物圈(包括人类)组成的有机整体,地球系统科学主要研究地球系统各圈层的物质组成、结构分布、各圈层内部及之间一系列相互作用过程和形成的演变规律,以及与人类活动相关的全球变化,为人类认知地球和可持续发展提供科学支撑,以应对全球环境变化所带来的挑战。

“构造地质学”的许多授课内容都涉及地球系统科学。例如,新构造和新构造运动涉及地震、火山、地质灾害和工程地质;大洋中脊处大洋裂谷的活动除了涉及前述的生命形成与演化之外,还涉及海底扩张、海底磁异常条带的形成和板块运动的驱动力等科学问题;青藏高原的隆升深刻地改变了亚洲地区的大气环流,形成了亚洲季风,彻底改变了中国华南地区的气候环境^[27]。

2.5 构造地质学与行星地质学

行星地质学是研究太阳系中行星、卫星、小行星、彗星和行星环等固态天体形成和演化过程的一门交叉学科。地球上的许多基本构造样式在太阳系其他类地天体表面均有发现,且不同天体上

具有在形态上高度相似的地质构造,现在已经发展出以天体表面地质构造及其动力学机制为主要研究目标的行星构造学^[28]。水手10号和信使号的探测结果表明,水星表面遍布各种各样的地质构造,如由褶皱和逆冲断层组合而成的皱纹脊构造,它们被认为是由水星收缩所导致的岩石圈变形而产生的^[28-29]。火星表面也发育大量的挤压构造,火星表面的挤压构造主要是由火山作用形成的^[28]。在火星和土卫二表面还发育以地堑或半地堑的组合形式存在的伸展构造,在金星表面发育放射状分布的地堑系统。节理在类地行星上普遍发育,在火星表面的玄武岩中甚至发育柱状节理^[28]。金星表面的瓦片状地形是由伸展作用和挤压作用形成的,其中层状岩石由于褶皱堆叠而形成线性构造特征^[30]。月球上除了存在复杂的撞击构造之外,还存在许多可能由内生作用产生的构造特征(如裂谷、山脊、火山群等),其中的大部分裂谷都由天体撞击形成,少部分裂谷由月球本身的地质作用产生^[31]。

由于天体的大小、物质组成和轨道位置不同,天体表面构造特征及其形成机制各异。对比研究地球和其他天体上的构造特征,是完善地球动力学的重要途径。关于地球早期的形成与演化历史,有必要将地球自身演化的问题置于整个太阳系的全局之中来考虑,从地球以外的其他天体上获得线索。地球上地壳和岩石圈的运动规律在地外天体上是否适用?地外天体上的某些地质现象(尤其是构造现象)对地球的构造变形有何启示?为了鼓励学生思考这些问题,在“构造地质学”的教学过程中可以更多地引用这方面的实例,让学生知道在相关的天体上可能存在着类似的地质构造,从而积极主动地去探讨这些地质构造的形成机制与动力学过程。

上述的实例分析表明,虽然旅游地质、生命起源、碳循环与大气成分演变、地球系统科学、行星地质学等新兴学科的内容并不是“构造地质学”课程传统的授课内容,这些新兴学科的内容与“构造地质学”的授课内容似乎毫无关联,但是实际上它们之间还是有一些相对比较紧密的联系。“构造地质学”课程关注的传统内容已经相对比较成熟,这些内容无疑是需要传授给相关专业的大学学生的。但是如果给学生仅传授这些传统的授课内容,由于这些传统内容从专业知识体系的角度来看似乎是“理所当然”的,一方面易于把学生

的思维限制在传统的知识结构里面,另一方面可能也难以激发学生对相关专业进一步思考的兴趣。

3 学科交叉与融合对大学教学实践的具体要求

学科交叉与融合是当代科技发展的显著趋势之一,大学教学需要对这一趋势做出积极响应^[1-5],并由此对大学教学实践提出一些新要求,要求在大学教学实践中进一步贯彻学科交叉与融合的理念。在大学教学实践中可以通过以下五个途径做好学科交叉与融合:(1)在大学教学实践中适当地引入其他学科的相关知识点,从而做到不同学科的交叉与融合。大学教学的授课内容首先需要着眼于本课程的重点内容,在介绍本课程传统的重点内容的同时,建议适当地引入其他学科的相关知识点。就像本文所论述的那样,在“构造地质学”的授课过程中,在讲授大洋裂谷时与生命起源相联系,在讲授板块俯冲带的逆冲推覆构造时与碳循环、大气成分演变相联系,这样就做到了与其他新兴学科的交叉与融合。但是在联系到生命起源、碳循环、大气成分演变问题时不宜花费太多的时间,以免影响专业课程的授课效果而使授课过程显得不太自然。(2)鼓励学生把本专业的知识点与其他学科相关的专业知识点相互联系起来思考。授课教师在讲授专业课的过程中,不必对每一个与本课程相关的其他新兴学科的知识点都做详细地解剖,对有些专业知识点可以给学生提供线索,鼓励学生课后自己查阅相关资料,通过自学的方式思考和理解专业课程与其他新兴学科的相互联系。例如,在“构造地质学”的授课过程中,在讲到节理构造时,可以告知学生,壶口瀑布的形成过程与中三叠统纸坊组砂岩地层中发育的剪节理相关,他们之间的具体联系鼓励同学们课后查阅相关资料了解并掌握。(3)需要授课教师不断学习,学习新兴学科的主要内容,扩大自己的知识面,从而能够把本学科的专业知识与其他学科的相关知识点联系起来,更好地做到不同学科之间的交叉与融合。(4)在传统的学科范围之外跨学科兼职或授课,在大学教学过程中营造学科交叉与融合的良好氛围,当然这需要得到相关政策的支持。大学可以通过推动“大学部”建设、组建学科交叉团队、建设跨学科研究中心、设置跨学科学位点等路径,促进学科交叉融

合,培育建设一流学科,提升学校的核心竞争力^[32]。教师可以通过精选教学内容与排序,将学习目标从背景中凸显出来、对学习过程进行精细化指导等方式应对学科交叉背景下的教学设计^[33]。(5)鼓励学生跨学科听课和学习。许多高校在多年以前实行的“双学位制”其实就是鼓励学生跨学科学习的具体举措,但是效果并不理想,主要是因为实行了“双学位制”后,学生为了拿到第二个学位,需要花费大量的精力学习第二学位相关课程,这样就会显著地增加学生的学习负担,留给学生自由思考的时间不多,最后导致学习效果欠佳。在学科交叉与融合背景下,为了鼓励学生跨学科学习,可以对其跨学科学习的成绩给予相应学分,但是未必给学生授予第二学位,这样学生就可以根据其兴趣和学科之间的相互关系而选择合适的跨学科课程,从而取得很好的学习效果。

4 结论

大学教学与新兴学科的交叉与融合至少有三个方面的积极作用:(1)拓宽学生的知识视野,丰富学生的知识结构;(2)激发学生学习专业课程的兴趣,有助于更好地学好专业课程;(3)激发学生的创造性思维,更好地服务于培养创新型专业人才的教育目标。

“构造地质学”的传统授课内容似乎与旅游地质、生命起源、碳循环与大气成分演变、地球系统科学、行星地质学等新兴学科关系不太密切,但是它们之间实际上存在密切联系。

学科交叉与融合对大学教学实践提出了一些新要求,要求在大学教学实践中进一步贯彻学科交叉与融合的理念。授课老师可以从五个方面做好大学教学与其他新兴学科的交叉与融合:(1)在大学教学实践中适当地引入其他学科的相关知识点;(2)鼓励学生把本专业的知识点与其他学科相关的专业知识点相互联系起来思考;(3)授课教师不断学习,学习新兴学科的主要内容,为不同学科之间的交叉与融合奠定基础;(4)在传统的学科范围之外跨学科兼职或授课,但这需要得到相关政策支持;(5)鼓励学生跨学科听课和学习,对其跨学科学习的成绩给予相应学分。

参考文献:

[1] 徐冬青.从跨学科研究到跨学科学习[J].上海教育,

2020(32):47-49.

- [2] 王俊华.跨学科学位支持下的跨学科人才培养模式——基于卡内基梅隆大学 BXA 项目的分析[J].高教论坛,2021(5):37-40,51.
- [3] 赵传栋.跨学科教育原理[M].上海:上海远东出版社,2022:1-24.
- [4] 单子丹,王晓燕,韩姣.多学科交叉融合下理工科高校“双创”教育质量评价[J].科技和产业,2022(10):240-244.
- [5] 苏阳群,杨旖萱,朴美景.学科交叉融合背景下高校人才培养模式改革[J].北京教育(高教),2023(1):43-48.
- [6] 李喜先.21世纪100个交叉科学难题[M].北京:科学出版社,2005:57.
- [7] 曾佐勋,樊光明.构造地质学:第三版[M].武汉:中国地质大学出版社,2008:107.
- [8] 李忠权,刘顺.构造地质学:第三版[M].北京:地质出版社,2010:44-48.
- [9] 刘志宏,刘正宏,梁一鸿,等.构造地质学:第二版[M].北京:地质出版社,2011:124.
- [10] 胡明,周小军.构造地质学:第二版[M].北京:石油工业出版社,2015:79.
- [11] 宋鸿林,张长厚,王根厚.构造地质学[M].北京:地质出版社,2013:65.
- [12] 罗金海,梁文天,于在平.构造地质学[M].北京:高等教育出版社,2018:87.
- [13] 罗金海,于在平,李玮,等.改进构造地质学教学内容与教学方法的一些建议[J].中国地质教育,2019(2):28-32.
- [14] 滕志宏,李继康.华山景区主要景点的地质地貌成因解析[J].西北大学学报(自然科学版),1997(3):243-246.
- [15] 王瑜.黄山地貌形成的构造过程[C]//中国地质学会.2009年黄山花岗岩地质地貌研讨会论文集.北京:中国地质学会,2009:100-103.
- [16] 闫小兵,李自红,赵晋泉,等.黄河壶口逆源速率及其与韩城断裂的关系[J].地震地质,2016(4):911-921.
- [17] 冯军,李江海,陈征,等.“海底黑烟囱”与生命起源述评[J].北京大学学报(自然科学版),2004(2):318-325.
- [18] 齐文同,柯叶艳.早期地球的环境变化和生命的化学进化[J].古生物学报,2002(2):295-301.
- [19] 冯军,李江海,牛向龙.现代海底热液微生物群落及其地质意义[J].地球科学进展,2005(7):732-739.
- [20] KENDRICK M A, ZHAO J X, FENG Y X. Early Accretion and Prolonged Carbonation of the Pacific Ocean's Oldest Crust[J]. Geology, 2022(11):1270-1275.
- [21] LEE C T A, THURNER S, PATERSON S, et al. The Rise and Fall of Continental Arcs: Interplays between

- Magmatism, Uplift, Weathering, and Climate [J]. *Earth and Planetary Science Letters*, 2015(425):105–119.
- [22] LEE C T A, YEUNG L Y, MCKENZIE N R, et al. Two-step Rise of Atmospheric Oxygen Linked to the Growth of Continents [J]. *Nature Geoscience*, 2016(6):417–424.
- [23] MILLS B J W, SCOTESE C R, WALDING N G, et al. Elevated CO₂ Degassing Rates Prevented the Return of Snowball Earth during the Phanerozoic [J]. *Nature Communications*, 2017(1):1110.
- [24] WILLAMS J J, MILLS B J W, LENTON T M. A Tectonically Driven Ediacaran Oxygenation Event [J]. *Nature Communications*, 2019(1):2690.
- [25] EGUCHI J, SEALES J, DASGUPTA R. Great Oxidation and Lomagundi Events Linked by Deep Cycling and Enhanced Degassing of Carbon [J]. *Nature Geoscience*, 2019(1):71–76.
- [26] 姚金龙, 赵国春, 韩以贵, 等. 晚新元古代—早寒武世现代板块构造与现代地球系统的建立 [J]. *西北大学学报(自然科学版)*, 2021(6):1007–1018.
- [27] DING L, KAPP P, CAI F L, et al. Timing and Mechanisms of Tibetan Plateau Uplift [J]. *Nature Reviews Earth and Environment*, 2022(10):652–667.
- [28] 肖智勇, 许志琴. 行星构造: 寻求地球演化的踪迹 [J]. *地质学报*, 2021(1):259–275.
- [29] 谢景椿, 黄乘利, 张冕. 水星表层构造及其成因研究进展 [J]. *天文学进展*, 2019(4):367–383.
- [30] 陈乐, 张少兵, 余金霏. 金星: 认识早期地球的窗口 [J]. *地球与行星物理论评*, 2022(1):66–84.
- [31] 杨宏伟, 赵文津, 吴珍汉. 月球构造新认识: 基于 60m 高精度全月形图的月球构造形态学研究 [J]. *地质学报*, 2016(9):2206–2218.
- [32] 周喜存, 柯尊斌. 地方高水平大学促进学科交叉融合的策略与通路 [J]. *高教学刊*, 2023(3):13–16.
- [33] 周付安, 唐佳. 学科交叉融合背景下教学设计的应对策略 [J]. *北京教育(高教)*, 2023(1):52–55.

The New Requirements for University Teaching Resulting from Discipline Crossing and Integration: Taking Structural Geology Teaching as an Example

LUO Jinhai, LI Wei, JI Wenbin, FENG Congjun

(State Key Laboratory of Continental Dynamics / Department of Geology, Northwest University, Xi'an 710069, China)

Abstract: To broaden students' knowledge horizon, to increase students' interest in curriculum knowledge and to stimulate students' creative thinking are one of the most important university teaching objectives. Under the background of constantly emerging of the new disciplines and new knowledge points at present, it is necessary to apply discipline crossing and integration into university teaching. This paper takes structural geology as an example, and by the means of instance analysis, the paper analyses the relationship between structural geology and the emerging disciplines in recent years such as tourism geology, origin of life, carbon cycling and evolution of atmospheric composition, earth system science, and planetary geology. It is suggested to strengthen the crossing and integration with other disciplines to promote teaching efficiency by way of introducing examples of the other disciplines. The teachers could realize the crossing and integration with other disciplines by means of ways. The crossing and integration of the structural geology teaching with other disciplines not only broadens students' scientific view, but also helps to improve students' learning interest for structural geology and stimulate students' creative thinking, thereby promoting teaching efficiency of structural geology and better serving the instructional objectives of the innovative and compound talents.

Key words: discipline crossing and integration; university teaching; structural geology; instance analysis; teaching efficiency

(责任校对 王小飞)