

地质学实践教学新体系

周鼎武， 赖绍聪^{*}， 张成立， 张复新， 张云翔

(西北大学 地质学系， 陕西 西安 710069)

摘要：地球科学是一门实践性科学，实践教学在人才培养过程中具有至关重要的作用。本文系统介绍了西北大学地质学系十余年来在野外实习、课程实习实验及课间实习等实践教学领域的系统改革与创新，分析了存在的问题，初步建立了一套行之有效的实践教学新体系。

关键词：教学体系；实习实验；地质学

中图分类号：G642.0 **文献标识码：**A **文章编号：**

西北大学地质学系自 1993 年以来，在全面研究、分析国内外地球科学发展现状和趋势，评估西北大学所具有的优势和特色基础上，为适应地球科学发展对人才需求的新形势，以新的教育理念，对地质学本科实践教学进行了全新构建，并在与时俱进的建设和教学实践过程中，反复研究探索，补充修改完善，形成了贯穿本科教学全过程的符合教学规律，培养基本素质和技能，启发综合思维，激发创新精神和自律管理的实践教学新体系。

一、地质学实践教学新体系的教育理念

1. 更新教育观念

教育是传承，又是超越。教育既要学生掌握扎实的知识，又要学生获得获取知识、发现问题、解决问题的思想、方法。教育过程中，教师的职能不仅在于传道、授业、解惑，更在于教师是教学的组织者、参与者、吸收新知识和新技能的指导者，知识创新的探索者和实践者。学生已不再是知识的被动接受者，学生在人格上与教师的平等关系决定了他是教学过程的主动、自觉的参与者和探索者。

2. 地学发展对人才培养的新需求

人口超载、资源短缺、灾害频发、环境污染等问题已严重的影响着社会的可持续发展，深入研究地球，科学合理的开发地球，理智的关爱保护地球已成为 21 世纪人类社会注目的重大课题。中国经济的高速持续发展，资源能源需求的快速增加、环境保护日趋重要，也是中国地球科学研究关注的重大问题^[1~2]。

当今的地球科学正发生着深刻的变革，由于新思想、新理论的不断发展和新技术、新方法的开发应用，地球科学已从静态到动态，从运动学到动力学，从地球表层向地球外部空间和向地球的深部延伸。而且地学的同涵和功能也在发生着显著变化，地球科学越益关注与人类生存和社会可持续发展面临的环境、资源、能源、灾害等重大问题。正因为此，地学各学科之间已向多学科配合和高新技术参与的交叉合作的综合研究发展。地学的发展和社会的迫切需求，需要培养知识面宽、素质高、适应性强，具多学科综合思维能力和创新能力的宽口径基础人才。因此，深化改革地学的实践性教学和教学方法显得尤为重要^[3~4]。

收稿日期：2006-11-10；

第一作者简介：周鼎武，(1948-)男，教授/博士生导师，主要从事区域地质及构造地质教学科研工作。

***通讯作者：**赖绍聪，(1963-)男，教授/博士生导师，西北大学地质学系主任，主要从事岩石学教学科研工作。

3. 传统地质学实践教学存在问题思考

实践是一切真知的源泉，对以实践性强为突出特点的地球科学而言，地质演化历史之长，各种地质现象及形成过程之复杂，绝大部分是无法模拟或不可再现的。因此地质学的特点要求必须有与之相适应的实践教学体系。实践过程就是认知思辨、训练能力、提高素质、启发思维、激发创新的过程。地质现象的不同观察和不同认识、不同学术观点的讨论是培养正确的地球科学思维观、独立思考和创造性思维的过程。地球科学的发展和社会进步对人才的需求促使国内外地质工作者和教育者努力探索实践性教学环节和课程设置。随着思维科学和新技术、新方法的不断发展，将科学研究引入教学、培养学生创新能力，教学方式方法，均正在发生着重要变化，并取得了显著成效。

地质学科原有的实践教学体系突出认识与方法的训练，实践课程具有明显的单科性和验证性，启发学生自主思维不足，训练方法传统落后。特别是课程的“自我封闭”和传统教学思想方法的束缚以及教学条件的限制，实践性教学环节尚未构建起既科学合理，又有新技术新方法参与、多学科交叉综合，实施研究性学习，激发创新思维的完整教学体系。教学方法还是以灌输—认知—验证为主，缺少综合性、研究性教学实践，缺少创新性思维引导，新技术、新方法（如数字化地球，遥感技术等）的应用还未实质性的纳入实践教学体系，并与传统方法密切结合进行教学方法的训练。传统实践教学中的急待解决的问题、新的教育理念和地学发展对人才的需求向地学教育提出了更高要求。发挥野外实践教学更有利于师生互动、学科交叉、综合思维和研究性学习的优势，构建新的实践教学体系，对实现本科教学目标，提高人才培养质量至关重要。

二、地质学实践教学新体系框架与教学目标

西北大学地处我国大西北，辽阔的地域，受世界地球科学家关注并具丰富大陆地质内涵的区域地质，为西北大学地学研究和发展提供了得天独厚的地域空间。长期以来，西北大学几代学人艰苦奋斗，扎扎实实的研究积累，造就了一代又一代优秀的科研—教学团队，取得了一系列重要研究成果，并在早期生命演化、构造地质、前寒武纪地质、造山带与盆地、新生代地质与环境、古植物地理区系、含油气盆地地质、油层物理和油藏地质以及黄土研究等方面形成了自己的优势和特色。

在构造地质学研究方面，早在五十年代，著名地质学家、中国科学院院士张伯声教授就建立了地壳构造的波浪状镶嵌构造学说。经过长期的积累，西北大学地质学系构造地质学科现已形成 5 个稳定的研究方向和多学科配套的研究群体，以秦岭造山带及相关盆地为主要研究基地，在地质、地球化学、地球物理等多学科相结合研究造山带等重大地学问题方面取得了一系列重要成果，获得国家自然科学二等奖。

古生物学与地层学现已成为学科特色鲜明、优势突出，在国际前沿研究领域十分活跃的国家级重点学科。大荔人头骨化石的发现和与研究，新生代古脊椎动物及地层学研究，寒武纪高肌虫研究，淮南生物群和洛南生物群研究等方面取得了重要成果。在运用岛屿理论对中国古植物地理区系进行新的划分独具特色。近年来尤其在早期生命研究领域取得了突破性进展，取得了一批具有重要影响的标志性成果，获国家自然科学一等奖。

矿产普查与勘探学科经过长期探索研究，提出含油气盆地研究的整体、动态、综合三项总则和成盆动力学、油气成藏动力学及勘探方法与技术三大子系统。在盆地形成动力学、流体动力学、改造型盆地油气勘探理论方法及关键技术，油气勘探、热力学演化与油气赋存规律、多期成藏机理等重大理论和油气资源综合定量评价，模拟水驱油真实砂岩模型驱替实验，复杂地质条件下地震资料综合反演及多波勘探技术等前沿领域，形成了较为完整、彼此配套的系统理

论和技术成果。在泥岩压实与油气运移理论与研究方法上形成了自己的特色。

矿物学、岩石学、矿床学和地球化学以中国中西部为重点研究地区，紧密围绕造山带-盆地形成与演化等大陆动力学前沿课题和油气、固体矿产成藏机理与分布规律等研究领域，持续开展系统研究。第四纪地质学是地质学系的传统学科，在黄土、青藏高原、北方干旱化研究领域十分活跃。近年来对青藏高原东北偶诸盆地进行沉积学、气候学、环境学开展了系统研究，取得了重要成果，为中国西部的可持续发展提供了重要的科学依据。

地球探测与信息技术、地质工程在岩石磁学、裂变径迹、土力学和土动力学实验方面已拥有一批先进实验设备。在板块极移曲线、岩石圈物质组成、三维结构，井下岩芯定位、沉积盆地热史恢复及地热资源评价，地质图形图像处理、数值模拟与油气藏描述，矿山、水库坝址、公路工程等地质勘察、遥感判译及地质环境评价，黄土区地质工程研究、勘察和设计等方面取得了一系列重要成果。上述系列成果，为将地质资源优势 and 科研资源优势转化为教育资源，实现本科教育优秀人才培养目标提供了良好基础。

1. 建立实践教学新体系的思路与框架

地质学以实践性强为突出特点，野外实践教学与室内课堂理论教学构成了地学本科教育的两大体系。建立科学、合理、循序渐进并与课堂教学交叉配合的实践教学新体系，是实现本科教学培养目标的关键。

地质学实践性教学内容包括两个重要部分，其一为课堂理论教学的辅助内容，涉及课堂实践和课间野外实践。其二为与理论教学内容密切相关，又自成系统的不同年级的野外实践教学。新的实践教学体系是以新的教育理念，在全面统筹、协调贯穿本科教学全过程的理论教学和实践教学基础上，构建以秦岭造山带及其相邻稳定地块的大陆地质为天然实验园地，穿插、协调不同课程的课间实践教学和不同阶段的野外实践教学，实施以学生为主体的新技术、新方法与传统技术方法结合，启发性、讨论性、研究性和综合性教学方式结合的实践教学，完成认知、研究、创新的教学过程和科学、自律、人性的管理过程，实现对学生知识积累和素质能力及团队精神的培养。

2. 建设内容

实践性教学过程在完成从单科性向综合性，从认识性、继承性向研究性，从验证向创新，从灌输式向启发式、讨论式，从传统向高科技的思想观念和方法转变的基础上，突出以学生为主体，全面改造实践性教学环节的教学方法和方式，实现知、辩、行的全面训练，培养基本素质和综合思维，激发创新精神，具体内容包括：

- 在已有实践性教学改革的基础上，统筹本科四年的不同阶段、不同课程的教学内容和计划，构建课堂教学与实践教学内容协调配置，时间穿插的循序渐进的实践性教学新体系、完善本科实践教学环节。

- 建设部分理论课程室内实践和课间野外实践教学的实践教学模式。

- 建设秦岭造山带与相邻地区在地域上相互关联，具丰富大陆地质内涵，在教学内容上循序渐进，具有科学性、综合性和前瞻性的不同年级野外实践教学基地和不同理论课程的课间野外实践基地。

- 发挥学科优势，实现科研资源向教育资源的转化，完成不同年级、不同实践教学基地的教学内容建设和教材建设。

- 探索实践教学认识—技术方法—多学科综合思维与创新的实践—研究性实践—创新性实践的循序渐进的实践教学方式、方法。

- 建立数字地球实验室，在实现硬件和软件建设的基础上，开发新技术、新方法 with 传统的行之有效的地质方法密切结合，便于操作的研究方法。

- 建立与实践性教学体系配合的、科学、自律的管理体制。
- 在实践教学过程中，加强人文素质培养，增强相互协作的团队精神，形成既有严谨的学习风气，又有集体性与个性共存、生动活泼的人文环境。

3. 教学目标

充分利用西北大学所处的地域优势和学科优势，构建贯穿本科教育全过程，在教学上循序渐进，在教学内容上密切协调，在实践教学的地域上相互关联的特色鲜明、科学合理的认知、方法、研究、素质培养和新技术、新方法与传统方法结合，多学科交叉融合的实践教学体系，实施与之配套的行之有效的科学管理。实现宽口径、高素质、具创新精神的地质基础人才的培养。

实现实践教学的上述目标，必须实现下述转变：

从验证性到设计性的转变：改变长期以来，主干课程的实践教学环节大多仅仅是针对理论教学过程中的相关知识进行验证性实习的传统习惯，实施课程内部各知识点的相互融通，完成实践教学目标下的过程和方式的自我设计。

从单科性到综合性的转变：通过实施以跨构造单元的区域地质调研和多学科的交叉综合分析研究、探讨教学实习区的区域地质特征及其形成演化，使学生经历不同单科性知识自然融汇的综合性实践教学训练。

从认识性、继承性到研究性、创新性的转变：针对实践中存在的问题和学生感兴趣的问题，立项进行专题研究，使学生经受选题立项，收集相关地质资料和研究技术方法资料，开展研究工作（包括测试、分析），总结撰写论文的完整训练，达到由传承向独立研究与创新的转变。

从传统地质方法到新技术方法与传统方法结合的转变：将新技术、新方法实质性的纳入实践教学体系，野外实践过程中，以新技术（GPS、数码相机、笔记本电脑）和传统技术方法结合的方式，完成地质剖面实测和地质填图工作，全面提高学生的野外工作和研究能力。

从灌输式到启发、讨论式实践教学的转变：改变过去习以为常的灌输—认知—验证的传统教学模式，在教学全过程中始终贯穿以学生为主体，采用能够激发学生主动性和独立思考、能够刺激学生创造性思维的启发、讨论式教学模式。

三、地质学实践教学新体系教学内容

以具丰富大陆地质内涵的秦岭造山带和相邻的华北地块与扬子地块作为天然实验室，选择自然、人文、科研条件均佳的秦皇岛、安徽巢湖和鄂尔多斯盆地—秦岭造山带地质走廊为野外实践教学基地。按照本科四年教学的阶段性，在合理安排不同阶段专业课程内容并与野外实践教学交叉协调的基础上，遵循教学循序渐进、由易到难，从单科到综合的规律，并根据野外教学基地的客观实际，我们设置了贯穿本科四年级不同的教学内容，建立了认知—技术方法—研究、创新—多学科交叉与综合思维的循序渐进的实践教学内容。

（一）实践教学新体系的野外实践教学内容

以秦岭造山带及其相邻的华北地块和扬子地块为大陆地质的天然实验室，完善本科四年级的不同实践教学，实施阶段不同方式、不同内容、不同教学要求的实践教学，实现本科教学目标。

1. 一年级地质认识实习—实现由内陆向海洋、由认知向实证的转变

长期以来，国内各地质院校（系）大多将一年级地质认识实习定位在实施以增强对地球科学的了解、提高兴趣，掌握地质基本概念、基本知识和基本技能（野外地质现象观察、记录、

描述、罗盘使用等方面），目的主要是通过实习了解、熟悉所在实习区的地质系统及其地质特征，验证、积累基本知识上。当然，这些内容是地质认识实习的基本方面，必不可少，但是，仅有这些内容显然是不够的。

近年来，地学的发展进入了一个大变革时期，研究的重点发生了重大的转变。地球科学已由单学科的纵向深入，向横向交叉和渗透的方向发展。代表当代地球科学重大前沿的一批交叉学科、综合学科将主宰未来地质科学的发展，并使地质科学朝着系统、整体化方向发展。地球科学的本科教育应以培养素质高，基础扎实，知识面宽，综合能力强的基础研究人才为目标。

为实现这一目标，我们实施了以下改革：

● 我们首先实施了实习区域由内陆向沿海的转移。由于西北大学地处西部内陆省份，数十年来均以西部内陆地区为实习基地，约束了师生的视野。自 20 世纪 80 年代中期开始，我系努力克服了资金上的重重困难，将一年级实习基地选择在自然、人文、科研条件均佳的秦皇岛地区，使我系绝大多数生源来自西部内陆地区的学生有机会既接触沿海经济较发达地区的自然、人文、地理环境，开拓了思路，领略了大自然的美丽风光，稳固了专业思想。同时又亲身感受到海洋地质作用。

● 将现代技术纳入一年级教学。地形图判读、定点、定位是一年级实习的重要内容之一，我们为每个实习小组配备全球卫星定位系统 GPS，将 GPS 在现代地质、地形测量中的应用技术纳入教学内容，提升了野外技术方法，丰富了地质认识实习的内涵。

● 实施半定量的地形、地质剖面实测训练。具体作法是：利用 GPS 及地形图综合确定剖面起点、终点、地质观察点的点位及点间距离，根据地形图等高线判定点间高程差，使用量角器、三角板及视倾角换算表等，在厘米纸上野外现场完成地质剖面的测制。这一措施不但增强了学生的野外地质工作能力，而且为二年级数字地质填图实习奠定了良好基础。

● 实施学生地质剖面自测训练。在实习总结阶段，每个学生均需独立完成一条地质剖面的测制工作，并作为实习成绩考核的重要依据。

● 实施实习总结报告编写制度。秦皇岛地质认识实习要求学生完成四张地质剖面图，并对四条地质剖面的地层、岩石、岩石组合、岩性变化规律、沉积特征、沉积环境分析等方面进行详细论述，并以学生自己的野外记录 and 实际观察内容为主。总结报告要求学生在充分发挥主观能动性、创造性的前提下，充分消化野外实际观察内容，用自己的理解方式将实习区地层体系和岩石类型进行总结，全面归纳分析实习区地层序列和特征。

正是由于这一系列的具体有效的改革，使我系一年级实习已不再是通常概念上的地质认识实习，其难度、内涵均较传统的地质认识实习产生了飞跃性的变化，初步实现了由认知向实证的转变。

为了配合一年级秦皇岛地质实习，我们组织野外工作经验丰富的教师群体，精心编写并公开出版了《秦皇岛地区地质实习指导书》，为高质量完成实习任务打下了坚实基础。据不完全统计，已有 20 余家地质、地理院（校）、系采用或部分采用了我系的秦皇岛实习教材，在国内形成了良好的辐射效应。

2. 二年级数字化地质填图实习 - 实现由传统方法向利用新技术、方法改造传统地质方法的转变

二年级的野外教学实践不但对巩固学生低年级时期获得的基础地质知识并逐步顺利进入到更加深入认识地质及其研究起到重要桥梁作用，而且也是强化学生野外地质实践和突出其技能训练的重要阶段。数十年来，经过地质系几代教师的奋斗和努力建立了扬子区梁山野外教学基地，在传统地质野外工作方法训练方面形成了一整套培养学生野外工作能力的成功教学方法，取得良好的教学效果。但是，随着国家对面向二十一世纪新型地学人才培养的需要以及新技术、新方法的应用，对人才培养提出更高的要求。

野外区域地质填图是二年级野外教学的重要内容，也是训练学生应用已有知识综合分析问

题和强化野外地质技能的有效途径。近年来，随着 GPS、GIS 等高新技术在地学广泛应用，区域地质调查（填图）的效率大大提高，地质填图的质量明显改进，并使区域地质调查实现了信息化。数字地质图数据库的建立，也从根本上改变了地质图信息的传统表达方式。因此，当前许多国家均已先后开展了新的国家地质填图计划，并明确了应用高新技术的基本要求。为此，我系及时调整二年级野外教学指导思想，探索新形势下的野外教学方法，开展数字化地质填图教学。地质填图训练以国家标准和规范为基础，以 1:5 万区域地质调查实践和技能、方法训练为主要目的，在加强基础野外地质技能训练的同时，将新技术、新方法的应用纳入到野外工作中，从而实现传统三大件（铁锤、罗盘、放大镜）和新三大件（GPS、数码相机和笔记本电脑）密切结合的数字化地质填图工作。

为实现上述目标，我系自主开发了科研教学密切结合的地质数字填图软件系统，该系统选取当前较先进的 SuperMap 作为 GeoGIS 系统平台进行研发。在此基础上，以目前受到我国较多地质院校（系）重视的安徽巢湖地区为实践教学基地，实施数字化地质填图。安徽巢湖为扬子区以沉积地层系统为特点并经历一定构造变形改造的地层—构造典型地区，地层系统具典型性和代表性，构造格局特征，是实施地质填图的良好地区。在该地区以数字地形（地理数字）为电子底图，同时配置 GPS、数码相机和笔记本电脑的硬件设备，实施符合国家规范的地质填图完整过程，使学生既受到严格技术方法训练，并使已学到的基础知识得到实际的应用。目前，这一教学方法已取得初步成效，相应配套的数字填图实验室、室内教学模拟等硬件设备配置到位，一个适合于培养具有新技能的二十一世纪新型人才的初步完善的数字填图教学野外训练体系已经完成。

3. 三年级科学研究实习 - 将科学研究实质性地纳入教学过程、实现由综合向研究性实习的转变

三年级科学研究实习是学生在本科期间进行独立科研训练，激发创新性为目的的重要教学环节。该项教学工作是在学生经过了一、二年级不同阶段，分别以认识、方法为重点的基础训练，并具备了初步认识、观察、分析和研究客观地质事物的基本能力基础上，对学生进行综合运用基本知识和技能，独立研究和解决实际问题，实现从选题到实践、实验（测试）再到总结、提高、理论化的完整科研过程训练，以培养和掌握从事科学研究的基本能力和方法。三年级实践教学依照学生的兴趣、爱好（张扬个性），以教师与学生双向选择的方式，或参与不同专业方向教师的科研项目，或申请本科生创新基金项目，完成研究性学习。

近 10 年来，我系三年级科研实习的实施效果良好，对新型人才培养起到了重要促进作用。但是，在实施过程中也发现了一些问题，比如学生在三年级结束时选导师，显然时间偏晚。另外以往过去我系为学生选派导师，主要是学生通过查阅教师工作简历后由学生自主选择，选定导师后再定课题，这样操作既忽略了教师对学生的了解，也造成学生对教师近年来的科研特色、承担项目情况及科研经费情况考虑不足。从而出现部分学生研究兴趣与选定导师有较大差异的矛盾，并制约学生个性的发展。另一种情况是，个别教师在学生的研究课题中投入经费不足，造成学生野外工作时间和室内分析测试工作量不匹配，难以支持完成研究工作。针对上述情况，我们对导师制实施了新的改革，制定了以项目为先导，以师、生双向选择最终确定的方式进行。即由不同学科方向的教师根据自己的科研特色和研究实际，提出科研小课题（有限时间、有限经费、有限目标），学生根据自己的兴趣和特长选择课题，将导师制与创新基金有机地结合在一起，初步形成了教师—研究生—本科生研究群体与教师的科研项目—研究生的论文选题—本科生的创新基金多层面的课题组，从而将导师制、创新基金研究计划、实验室开放及本科毕业论文有机的融为一体。

实际的具体步骤是：

● 首先由教师根据自己的科研内容和承担课题经费情况申报适合学生承担的科研小课题，然后由系教学委员会组织专家组对课题进行审定，审定后的课题向全体学生公布，供学生选择。

● 我系学生在三年级伊始，即配备导师。由学生根据自身情况和科研兴趣在公开发布的科研小课题中选题。题目选定后，提供该研究课题的教师即成为该学生的导师。他（她）将负责指导学生的创新基金项目申请和实施，并全面负责该学生的科研训练和毕业论文设计，直至学生毕业。

● 为了提高教师指导学生的积极性，同时为学生独立承担科研小课题搭建平台，我系于2002年起全面推行学生创新基金研究计划。我们设立地质学学生创新基金的宗旨是训练学生的独立研究能力，培养开拓精神和创业精神、激发创新意识，使其尽早地参与科学研究、技术开发和社会实践等课外学术科技活动，并得到基本的科研训练。创新基金重点资助学术思想新颖、目标明确、具有创新性和探索性，研究方案可行的项目。申请者可以是学生个人，也可以是项目小组（一般二人为一组）。三年级学生在导师指导下认真填写《学生创新基金申请书》，系教学委员会组织专家组对项目进行公开答辩、评审，确定资助项目名单及资助金额。项目执行过程中进行中期检查，学生毕业前实施结题验收。

● 对于创新基金承担人，以及参加教师科研项目的全体学生，我系在教学科研实验室使用上实行全方位的开放，同时在西北大学“大陆动力学教育部重点实验室”样品测试、收费等方面实现大幅度的减免和政策倾斜。

由于导师制的改革，以及创新基金研究计划的全面推行，使我系三年级科研训练实践教学产生了质的飞跃，学生以第一作者身份公开发表的论文数明显增加。更为重要的是，我系学生自三年级起就实质性地独立承担小课题、加入到教师的科研群体中，形成了本科学生—研究生—教师共同进行野外工作，同场学术报告和学术讨论的、颇具西北大学地质系特色的科研群体模式，真正实现了将科学研究实质性地纳入教学过程、实践教学由综合向研究性的转变。

4. 四年级鄂尔多斯盆地—秦岭造山带地质走廊实习—实现地球科学复合、创新型人才培养

在以秦岭造山带及其相邻地块为大陆地质实践基地，并完成了华北区的秦皇岛一年级实习，扬子区巢湖地区的二年级实习和三年级不同学科方向的研究性实习基础上，四年级则进入了以鄂尔多斯盆地—秦岭造山带地质走廊为实习基地的跨大地构造单元，多学科交叉的区域地质综合实践。鉴于该实践教学对本科教学的重要性，我们将其建设成了一门重要的实践教学课程。该课程在2004年已入选国家精品课程。

四年级以鄂尔多斯盆地—秦岭造山带地质走廊为教学基地，在对不同构造单元、不同时代、不同类型和不同层次地层系统和构造变形为主的实际观察、研究、分析基础上，进行点、线、面结合的同时异岩、异相、异构的对比分析，构建区域时、空地层—构造格架，研究地质事件、分析区域地质结构构造特征，探讨区域地质演化过程。以此使学生树立新的地球观，训练学生的基本素质和技能、培养多学科交叉观察、分析、解决问题，特别是综合分析问题的能力，激发创新思维。

地质走廊建立了以主干剖面地质观察研究为主，辅助剖面和典型区段地质解析为辅的点—线—面相结合的区域调研的野外地质综合教学方案。对主干、辅助剖面和典型解剖区段的选择，兼顾了区域的贯通性，地质现象的代表性、典型性和可对比性，以及地壳结构的层次性。并针对不同剖面的地质特点，实施了详细的再调研。

主干剖面保证了对不同大地构造单元地表地质特点及其时、空相关性的全面的、宏观的理解和认识；辅助剖面一方面补充因露头限制的缺憾，另一方面则弥补了由地质作用的特殊性造成的地质现象的差异。

典型区段的地质解剖是依据对沉积作用、岩浆作用、构造变形和变质作用等深入研究的需要，选择出露良好、地质现象典型的区段，进行以不同学科的理论、方法实践为主要目的的观察和研究，以达到在一、二、三年级实习基础上对地质内容和野外工作方法的提高，并提供进行科学研究工作的初步训练。已选择的区段包括陆相、海相沉积区，陆相、海相重力流沉积区，

沉积岩区构造、变质岩区构造、稳定地块区构造和造山带构造，侵入岩结构构造等。特别将地质现象典型，但成因争议较大的区段作为研讨的区段，以扩大学生的知识面并促使学生了解地质现象的复杂性和人们认识的多解性。

鉴于四年级鄂尔多斯盆地—秦岭造山带地质走廊野外教学跨区域地质时空演化的复杂性和多学科综合研究的困难性，必须提供一套首先有指导性，即提供区域综合研究的思想、方法；其次要有客观性，有一套真实可靠并可反复观察的实际素材以及前人研究资料供反复理解认识；再次有启发性和思考探索性，即能启发学生的科学思维和激发创造性思维的教材体系。该套教材包括录相、多媒体、教学实习指导书自成系统、各有侧重的三部分组成，构成相互配合的“立体”教材体系。

录相教材简明扼要的提供对本课程教学方法和教学主要内容全面概括的初步了解。

多媒体教材则提供一套按构造单元，分区段沿观察路线的翔实客观野外地质素材，或称地质信息库，其中包括了前人研究的部分地质成果和超出观察路线的特征地质现象。

教学指导书提供了区域地质多学科综合解析的思想方法和教学区域具体地质结构构造特征及其形成构造动力学的分析。区域构造动力学的分析采用多元化、开放式的思维，即在了解国内外对地球动力学、大陆动力学研究的不同学术观点和新思想、新认识的前提下，介绍对秦岭造山带及相邻地区构造演化的不同观点、不同认识；最后采用大多数人接受的大地构造主流观点，如板块构造理论对区域进行构造演化的综合探讨，以学生作示范性的分析，并完成区域地质多学科综合研究思想方法的实践和总结。

（二）实践教学新体系的室内及课间教学内容

课程实践教学是地质学实践体系的又一重要组成部分，改变以往以验证为目的的课程实践教学内容是整个实践教学体系改革的重要方面，为此，我们因课制宜，努力寻求有效的方法，让学生在实验课中获得良好的感性认识，消化理论知识，完成设计性、综合性及创新性教学过程。

由于不同课程内容的差异，地质学系在建设实践教学新体系中，全面改革了基础课程实践教学模式，以课程的性质为依据，建立了课程综合实践教学模式，现场实践教学模式和研究性实践教学模式 3 种类型。不仅完善了不同课程自成体系的实习内容，而且建立了既服务于本课程内容，又为后续的区域地质综合教学积累的内容。

1. 课程综合实践教学模式—以《古生物学》为例

以往的《古生物学》实践教学多是以观察标本为主，以达到理解课堂中理论的阐述和验证课程中对古生物形态的描述，即以验证为实践教学的主要内容。新的《古生物学》课堂实践一方面突出重点，精简原来过于繁琐的记忆性内容，另一方面提出一些学科发展中具有代表性的问题及相应的参考文献，通过学生自己的阅读，写出该方面学科发展综述及自己对这些问题的认识。在标本的实习中，为促使学生独立思考，教学中只提供基本地质素材（包括未定名化石标本及化石产地地质剖面图），让学生综合运用所学知识，采用多种方法对所提供的未定名化石标本进行鉴定，在标本鉴定的基础上，对所提供的地质剖面进行分析，最终作出化石鉴定报告和地质分析报告。实践教学中还提出一些古生物学新近研究的热点问题进行讨论，要求内容基本正确，有新意，参考资料丰富，最终以课程论文的形式完成实践教学的考核。实践证明，这些是加强学生动手能力、综合能力训练行之有效的办法，对于提高学生思维能力有着良好的作用。

2. 现场实践教学模式—以《矿床学》为例

矿床学课间野外实习教学是自 70 年代以来长期坚持的教学实践环节，并在长期教学过程

中，不断继承、调整、改革而建立起来了新的教学模式。以往的矿床学本科课间教学实习是以认识实习为目的，教师讲解，学生被动学习。以矿床地质特征描述为主，注重训练学生的观察能力，仅就矿床类型和矿床特征进行教学。

近几年，随着教学改革和地学实践教学新体系的不断革新与健全，矿床学课间野外实习教学作为该课程体系的一个环节，进行了新的改革与思考，主要从实践的的目的性、实习内容、教学方式方法、训练学生实践能力方面进一步强化。为此，充分考虑了以下几点：

(1) 充分利用地域优势，优选世界著名超大型金堆城斑岩钼矿床为基地，继承秦岭大剖面区域地质综合野外实习，使用矿床地质实践性教学举一反三，重温秦岭地质，加强矿床学专业化实践的训练。

(2) 改变描述型、填鸭灌输式和传统的被动教学模式，采用现场考察研讨式、设计式教学的模式，模拟工作访问式科研活动进行教学，训练学生综合的专业素质和专业科研能力。

(3) 进一步加强学生专业知识语言及形体表述能力的训练，以问题讨论方式调动学生之间、学生与教师间的互动性交流，引导学生独立思考，提高观察分析解决问题的能力，培养过硬的科学研究作风。

矿床学是一门应用基础专业课，通过矿床野外实践，使学生学会认识和掌握矿床的野外考察、研究的程序、研究内容与方法、矿床学工作与研究的规范，提高综合分析的能力，为今后生产、科研工作与方法、思路、综合能力和科研报告编写的训练，提高学生的科研能力，为本科毕业实践打下基础。

3. 研究性实践教学模式-以《环境地球化学》为例

《环境地球化学》是 20 世纪 60 年代兴起的新研究领域，近年来随着人类生存环境问题日益突出，人们环境意识的增强以及该学科研究内容不断更新和扩充，新认识、新成果不断涌现，显示该学科有着广泛的应用前景和巨大的发展潜力。显然旧有的教学方法不仅不能适应该学科发展的需求，也不符合当前高校创新性人才培养方针。根据本课程特点并考虑到它是一门在完成了地质学主要基础课程之后为高年级学生开设的指选课，我们将教学目标重点放在研讨、综合分析和实际动手的互动交流能力的培养上。

鉴于近年来出现的大量新成果以及信息技术的广泛应用，课程制定了激发学生主观能动地利用各种资源的阶段式考核，以教师命题和学生根据学科发展自己提出问题相结合的方式设立专题，给学生更多的空间在课外利用各种渠道（图书馆、资料室和网络查询）收集与专题相关的资料，并严格按科技论文的形式撰写各种形式读书报告（学科发展综述、存在科学问题以及自己的看法与认识等等），不但培养学生独立收集阅读文献和综合分析资料的能力，而且还锻炼了科学研究的方法和技能。

教学中改革传统教学方式方法，采取课堂讲解与讨论的互动教学方法，给学生创造上讲台的机会并充分利用多媒体技术以小组为单位对大家关心的问题 and 当前本学科的研究热点进行讲解答辩，锻炼学生的表达和思辨能力。

此外本课程还注重开发学生实际科学研究的动手和应用能力，并在两个方面做了有益的尝试：一是进行模拟式科研训练，主要通过收集前人对特定地区研究所得实际资料的收集，去除其论证和观点，给出学生地质背景和分析数据等，让学生根据自己对前人测试数据的处理、整理和分析，结合地质背景，分析地质意义，撰写科研论文；另一是野外观察和采样以及实验室实际操作的研究过程培养。具体做法是结合本课程设计的课间野外现场教学，让学生取得野外第一手实际资料，并在室内研究的基础上进入我校教育部大陆动力学重点实验室开展各种样品的处理和测试分析研究工作。这一工作的开展基本以小组为单位并与大四年纪毕业论文工作相结合，成果突出者，将鼓励在正式刊物发表。通过这种多技能训练授课方式，使学生在有限授课学时内最大限度地掌握了《环境地球化学》这门课程的学科体系、新知识、新内容和发展趋

势，同时还培养了学生独立思考和综合分析解决问题的能力，并学会解决实际问题的科研方法和基本技能，使学生综合素质及创新精神和实践能力明显提高，满足创新性人才培养的目的。

四、教学手段与方法的创新性探索

针对不同年级的野外实践教学，均实施了“室内—野外—室内”的阶段教学，并分别采取了相应的以学生为主体的启发性、讨论（争论）性、综合性、研究性的不同教学方式和方法。

1. 实践教学过程的三段式教学

包括野外准备阶段的室内教学、野外教学和野外总结阶段的室内教学，是不同年级野外实践教学的基本规范，以保证有效实施野外教学计划，具体内容详见附件。

2. 营造野外教学环境，实施启发、讨论式和研究性、综合性的教学

● 营造野外教学环境

野外实践教学既建设不同学科交融的天然实验基地，又营造师生平等、情感交融、宽松、自由、民主、开放的精神氛围，是实践教学的基本环境条件。

充分发挥野外实践教学对自然天成的野外各种客观地质现象的实际观察、研究和综合分析完成课堂理性化、抽象化教学内容生动活泼的直接实践。

充分利用实践教学打破课堂分门别类、自成体系、单课独进的封闭式教学和课程体系，使不同课程内容自然交融。并通过对不同地质现象的由表及里、由此及彼的比较研究和多学科交叉综合分析，培养科学的地球思维观和独立思考的能力。

野外教学教师全身心的投入，师生共同生活、同舟共济、平等相处，既为师生随意的情感交流、思想交流，也为知识交流提供了无拘无束、倾心交谈的良好环境。

野外自然环境是无遮无拦的自由天地。在学生的自我管理下面对千姿百态的鲜活地质现象、广阔的空间、宽松、随意的心境，必定有无穷的思考和顿悟，并主动参与教学过程中，激发学生的个性潜能及创新意识和思维。

● 实施以学生为主的启发式、讨论（争论）式教学

野外教学过程坚持自始至终贯穿以学生为主体，以培养能力、培养兴趣，激发学生主动性和独立思考、创造性思维为目的启发式教学。无论在剖面地质观察和典型区段地质解析过程中，均不采用“灌输式”讲解，而用四段式教学，即每到一观察点或区段，教师首先依据本区段地质特点及与相邻区的相互关系向学生提出一系列相关问题，包括面对露头区的实际提出就事论事及由表及里的具体问题或跨单元由此及彼的抽象问题提供思考；其次由学生带着问题自己观察、分析、思考，在观察过程中或与同学、或与教师相互讨论；然后教师提问（学生也可向教师提问），自由发言（也可指定发言）、讨论，尤其鼓励自由争论并引导争论；最后由教师或指定学生作总结发言。例如延安曹家砭发育风成的白垩纪厚层砂岩，是与区域中普遍见到的沉积成因砂岩不同但又很少见到的岩石类型。在这个观察点，教师首先提出问题，并建议学生注意从露头区的宏观（出露岩层的岩石组合、结构构造特征）和微观（手标本和镜下矿物组成及其特征）结合等方面仔细观察，让学生在观察之后，自由发言、争论、讨论，提出自己的认识，然后由学生自己归纳总结出为什么是风成而不是水成沉积的几点客观认识。

由于野外地质现象的复杂性和由现今观察到的现象来反演其形成过程中的多解性，因此引导争论，鼓励提倡争论是我们在野外教学中特别重视的方法，以此激发学生的观察研究问题的热情和兴趣，激发独立思考、创造性的思维。针对这一点我们刻意选择了对地质现象有争议的观察点，在观察之前，说明对这里的地质现象目前前人研究有不同认识，并介绍了已有的不同学术观点。例如对陕西洛南上张湾地区的晚震旦世的一套粗碎屑沉积的成因，有重力流沉积、

冰川沉积和重力流、冰川共同作用等不同认识；再如对陕西淳化赛古桥区段的特征构造变形则有逆冲推覆说、水下滑动说、裂谷—挤压说，然后让学生观察、讨论，最后集中看现象、谈认识，特别强调不看重你的结论，关键看你获得某种结论的具体事实和思维方法。

● 开展综合性教学

野外教学是以点、线、面的地质研究为基础展开的。综合教学主要是以点与点、点与线、线与线、点—线—面不同方式和内容、单学科或多学科的对比分析实现的。它既涉及同一地区点、线、面比较分析的具体问题（如地层对比、沉积相、构造关系、构造层次等），又涉及不同构造单元的不同学科问题（如同时异岩、异相，同时同岩异构，异岩异构等）。点与点之间对比综合分析的典型实例是宜川区段的三叠系延长组沉积相研究。该区段陆相沉积的三叠系延长组呈近水平分布，长距离范围可观察到同一套地层的横向变化，如同为延长组的河流相（或湖相），不同点可显示出微相的变化。不同地区或不同构造单元的点、线、面比较的综合分析，如以秦岭造山带的“加里东运动”的综合分析为例，该问题是秦岭造山带研究中争议最大的基础地质问题之一，已有不同的观点和认识，我们引导学生如何从地质走廊野外实践的不同构造单元的观察中，以不同区域的点、线、面地质事实的观察、研究，从地质事件、沉积作用、岩浆作用、变形变质作用的多学科时、空对比中观察、思考问题。

● 开展研究性教学

研究性教学分两种类型，其一为野外实践教学过程中的研究性教学，教学过程中，针对学生对地质观察中发现的有兴趣实际问题和有争议的地质问题，鼓励并指导学生进行专题性的研究。其二为三年级学生以参与教师研究项目，或在师生双向选择基础上，提出书面申请，在获得创新基金项目支持下，实施专题研究。研究性教学鼓励学生以自己的爱好、兴趣选择导师、拟定项目，以张扬个性、激发创新，并在充分利用西北大学教育部大陆动力学重点实验的优越测试技术和方法进行扎实研究分析，最后撰写研究论文，通过完整的科研训练培养学生的科学研究能力，培养创新精神。

五、地质学实践教学新体系硬件建设

近年来，为了配合实践教学体系的系统改革，我系进一步加强了硬件建设，改造了原有教学实验室，新建数字地球等 6 个专业实验室。在实验室建设中，我们坚持高起点、高标准，实施教学—科研一体化实验室建设的思路，短短几年全系教学实验条件再上新台阶，专业基础课和专业课实验设备提高到一个新的档次。机房的改造和多媒体实验室的建成彻底解决了学生上机问题。这些工作对于提高实践教学效果和教学质量、推动教学改革、提高人才培养质量发挥了重要作用^[5]。

为了适应基于计算机和现代技术的教学方法和教学手段革新，我系为教师配备了实践教学所需的笔记本电脑、数码相机和GPS。硬件建设的及时到位，极大地促进了实践教学手段的改革力度。良好的硬件条件为教师将科研成果转化为实践教学内容提供了极大的便利，不但丰富了教学内容，也使学生亲身感受现代地质科学研究的气氛，提高学生的专业兴趣^[5]。

从传统地质教学到利用高科技改造传统专业，将新技术、新方法纳入实践教学体系，培养获取第一手地质资料的方法和能力是实践教学面临的新问题，特别是随着空间技术的成熟和广泛使用，数字地球已被提到了地学教育的议事日程，成为地学教育中的一个新亮点。在新一轮国土资源调查中，数字地质填图成为国土资源部指定填图方法。及时开展数字地球教育，培育数字地球科学思想，有机结合地质、地球物理、地球化学等多学科信息，已成为提高人才培养质量，加强学生创新性能力的重要方法。为此我系新建数字地球实验室，为学生按小组购置了笔记本电脑、数码相机和全球定位仪，自主开发填图软件，初步实现了野外工作的数字化。

水资源与水环境是我国社会经济发展面临的重大问题，在西部大开发中，这一问题尤为突

出。关注西部社会经济发展的重大问题，培养研究和开发水资源的人才已是目前当务之急，为此我们适时建立以水资源与环境为主要研究对象的环境地质实验室，购置了时域反射仪，压力膜仪，水质多功能分析仪，计算机及应用软件等。

我系大陆动力学教育部重点实验室为学生开展研究性学习提供了良好条件。学生在指导教师的直接指导下和进行先期培训的前提下，可进入实验室完成地球物质研究样品制备以及各类样品的分析测试。在专职管理人员的监管下进入 XRF 实验室自主完成地球化学样品的分析测试工作。这一举措使设备使用效率提高到在 80%以上。

高质量和大力度的硬件建设，为我系系统的实践教学改革搭建了优良的平台。

七、地质学实践教学新体系教学效果

1. 实施的教改项目和教学成果

西北大学地质系近 10 年以来，围绕地质学实践教学新体系的建设，先后完成了由教育部、陕西省教委和西北大学资助的 30 余项教学改革项目，发表了数十篇教学研究论文。相关教学成果先后获得了教育部、陕西省和西北大学的奖励。

2. 教学效果

地质学实践教学新体系的构建和教学实践，不仅从根本上改变了传统的教学体系和教学方式方法，而且完善了本科阶段的教学环节，实现了传统地质方法与新技术新方法的有机结合，实施了以学生为主的启发性、讨论性、研究性和综合性的教学和学生“自我设计”、“自我管理”的科学、自律的教学管理、训练了学生的基本技能，培养了观察问题、分析问题、解决问题的能力，特别是培养了多学科综合观察分析问题的地质思维方法，激发了创新意识，取得了良好的教学效果。

不同课程的课堂实习和课间野外实习，实现了理论知识与实践的密切结合，不仅加深了对理论知识的领会和理解，而且提供了将理论知识应用于实践过程的初步训练。

以秦岭造山带及其相邻地区为大陆地质天然实验园地的野外教学实践，学生由衷的感受到，这样的教学基地，为我们提供了大区域浏览万千地质现象，感受大自然鬼斧神工，多学科综合解读自然奥秘的难得机会，不仅深切感受到祖国山河的壮美，加深了对祖国的深厚感情，增强了爱国主义信念和民族精神，坚定了立志地质事业、报效祖国的决心；而且野外师生同舟共济、共同战胜困难，培养了集体主义精神。尤其是培养了观察事物，认识事物的思维、方法和能力，激发了兴趣和创新精神。

参考文献

- [1] 杨承运, 张大良. 2003. 地学教育总体改革研究报告. 高等教育出版社
- [2] 国家自然科学基金委地球科学部. 2002. 21 世纪初地球科学战略重点. 中国科学技术出版社
- [3] 毕孔彰, 胡轩魁. 2002. 关于地学教育的思考和建议. 中国地质教育, 2:1-3
- [4] 刘瑞珣. 2002. 回顾地质事业的发展, 思考理科地质教育改革. 中国地质教育, 2:4-5
- [5] 张云翔, 赖绍聪. 国家“理科人才培养基地”的创新教育[J]. 高等理科教育, 2004, 3:9-11

Systematic Reformation on the Geological Field Practice and Experimental Teaching

ZHOU Ding-wu, LAI Shao-cong, ZHANG Cheng-li, ZHANG Fu-xin, ZHANG Yun-xiang
(Northwest University, Xi'an 710069, China)

Abstract: As we know, the earth science focuses on the field investigation and experimental research. The geological field practice and experimental teaching have taken great effect on geological profession education. This paper introduces the new courses system and teaching plan in geological field practice and experimental teaching of the Geological Department, Northwest University during recent ten years. Finally, this paper proposed a systematic model on the geological field practice and experimental teaching for synthetical quality and innovative capability of students.

Key words: courses system; field practice and experiment teaching; geology