

## 实践教学

# 地质院校“数字填图”技术在实践教学应用的弊端与对策研究

梁 晓，王根厚，魏玉帅，徐德兵，李 晶

中国地质大学（北京） 地球科学与资源学院，北京 100083

**摘要：**“数字填图”技术的应用改变了传统地质实习的教学模式，同时也暴露了一些弊端。周口店地质实习中分专业分层次开展了“数字填图”教学实践，简化了填图流程和内容，强调了以传授地质知识为宗旨，成绩考核设置知识与技术的比例为3:1，修正了“数字填图”的技术规范，仍采用纸介质对地质现象进行描述和分析，弥补了“数字填图”在构建地质思维中的缺陷。实习中调动学生主动参与“数字填图”学习，采取新方法使得教员与学生利用课余时间弹性教学。这些措施有机协调了新技术和地质知识，突出了“三基”的教学思想。

**关键词：**实践教学；数字填图；地质实习；地质院校

中图分类号：G642 文献标识码：A

文章编号：1006-9372（2017）04-0054-06

DOI:10.16244/j.cnki.1006-9372.2017.04.015

**Title:** Problems and Solutions of the Application of “Digital Geological Mapping” in Practice Teaching of Universities of Geosciences.

**Author(s):** LIANG Xiao, WANG Gen-hou, WEI Yu-shuai, XU De-bing, LI Jing

**Keywords:** practice teaching; digital geological mapping; geological practice; universities of geosciences

地质学是自然科学五大基础学科之一，它的产生源自于人类社会对矿产资源的需求，主要研究地球的物质组成、内部构造、外部特征、各层圈之间的相互作用和演变历史<sup>[1]</sup>。当前，依托地质学开展的地质调查和矿产勘探依旧是社会生存与发展的基础<sup>[1]</sup>，其中前者又称地质填图，是一种基础性、公益性、战略性的基础地质工作，它不仅在生产和科研中发挥承上启下的作用，也为资源环境的规划管理保护、灾害防治、城市规划建设提供理论支撑<sup>[2-6]</sup>。20世纪80年代以来国内外现代信息技术和空间技术蓬勃发展<sup>[2-3,7]</sup>，特别是近十年来智能终端与嵌入式GIS的融合<sup>[8]</sup>，使得社会经济和人的生活都朝着信息化和大数据方向发展<sup>[8-9]</sup>，新需求促使地质调查借助“3S”等高新技术，在技术支持、填图内容和图件形式等方面向数字信息化方向转变<sup>[2-3,7]</sup>。20世纪80年代后，澳大利亚、美国和

加拿大率先融合PDA与GPS技术，开发了地质数据的采集和录入系统<sup>[2]</sup>。1999年以后，中国地质调查局开展了“计算机软件辅助区域地质调查系统”的试典<sup>[3-4]</sup>，并逐步启动了“数字国土”工程<sup>[10-11]</sup>；2005年以来将基于MAPGIS平台并融合“3S”技术的数字填图系统引入我国地勘行业，将其作为规范和标准广泛推广在一线地质工作之中<sup>[8,11-12]</sup>。我国初步计划在2010年实现“数字地球”信息网络化<sup>[13]</sup>。总之，“3S”技术不仅提高了地质填图效率、质量，并且实现了全过程信息化，所建立的数字地质图显著提高了社会服务能力<sup>[3]</sup>。

地质类院校不仅是地球科学理论和方法的创新地，而且肩负着培养我国地质学专业人才的使命。由于以固体地球为研究对象，地质学天生以野外实践为特色，各高校不仅将实践教学作为链接课堂理论学习和野外观察的纽带，而且充分认

收稿日期：2017-05-04；修回日期：2017-09-07。

基金项目：周口店地质技能教学改革与实习平台建设（JGZHD201501）。

作者简介：梁晓，男，讲师，主要从事造山带地质调查与构造地质学的教学与科研工作。

投稿网址：[www.chinageoeducation.net.cn](http://www.chinageoeducation.net.cn) 联系邮箱：[bjb3162@cugb.edu.cn](mailto:bjb3162@cugb.edu.cn) All rights reserved. http://www.cnki.net  
引用格式：梁晓，王根厚，魏玉帅，等. 地质院校“数字填图”技术在实践教学应用的弊端与对策研究[J]. 中国地质教育，2017，26（4）：54-59.

识到它是学生步入科研、生产的第一站，普遍安排学生在本科二年纪结束后完成 5 周左右的野外实习<sup>①②</sup>。例如，“周口店地质实习”是中国地质大学北京与武汉一门具有 60 年悠久传统的重要必修课，作为摇篮培养了 30 余位两院院士<sup>[14-15]</sup>。不同高校在设计实践教学流程和内容时都借鉴了我国“1:5 万区域地质调查”的技术指南<sup>[3,6,14-15]</sup>，旨在为各级地勘单位提供合格地质人才，并为少数未来科研人才夯实地质基础<sup>[14-15]</sup>。2000 年以后，应“3S”技术在地球科学领域发展的蓬勃趋势<sup>[16]</sup>，以及我国地勘系统开展“数字填图”的需要，绝大部分地质院校陆续将数字技术嵌入在实践教学中<sup>[3-9,11,17-22]</sup>。经过约 15 年的试典，大部分高校在地质实习中沿袭了“数字填图”的流程和内容，对传统教学模式进行了重要改革<sup>[3-9,11,20-22]</sup>，部分教师甚至建议直接摒弃传统的实践教学流程和方法<sup>[9,13]</sup>。尽管“数字填图”得到了国内外普遍认同<sup>[2-4,7]</sup>，但它在我国新一轮地质调查中也暴露许多弊端，因此客观上要求地质院校引入新技术时“去伪存真”。文献显示只有少数教师意识到了新形势下萌发的教学问题，尤其是新方法、规范与培养学生地质思维之间的激烈矛盾<sup>[5,10,12,20-21]</sup>，但并未系统总结相关问题，深入分析矛盾产生的背景，并且给出合理可行的解决方案。

笔者自 2006 年以来投身我国 1:5 万区调工作，通过不断对中国地质调查局“数字地质调查系统”的应用，积累了大量实践经验。自 2015 年

以来，作为教员在中国地质大学（北京）“周口店地质实习”中开展了数字填图野外教学，发现培养学生地质水平与嵌入“数字填图”之间存在激烈碰撞，棘手的教学问题频出。基于教学探索积累的经验，以及与地质调查同行的认真讨论，本文将试图讨论如何取舍数字填图的优缺点，最大化促进学生地质思维和填图水平的提高，抛砖引玉，为地质学实践教学的健康发展提供一定经验借鉴。

## 一、应用现状

### 1. 国内高校“数字填图”开展程度

据文献和网络资料统计，我国大部分地质类院校 2000 年后逐渐在地质实践教学中融合了“3S”等高新技术（表 1）。因中国地质大学（武汉）参与了中国地质调查局 1999 年部署的第一轮“数字填图”试典<sup>[4]</sup>，最早开始在实践教学中结合“3S”技术，2000 年在周口店地质实习中应用了“计算机辅助区域地质调查系统 Geoview——学习版”<sup>[10,15,20]</sup>，2005 年使用了中国地质调查局全面推广的 RGMAPV2.5 数字填图系统<sup>[15,20]</sup>。总体上，各大高校对“数字填图”技术的应用存在如下特点：（1）充分认识到了高新技术对地质调查效率、质量提高的作用，并对教学模式做出了相应改革；（2）部分高校选择部分专业开展了实践教学，例如中国地质大学（北京）；（3）不同高校对各自学科发展的定位不同，因此应用的技术手段多样化。其中面向国土资源系统的高校直接沿袭了中国地质调查局开

表 1 地质院校实践教学中“数字填图”的应用情况（不完全统计）

地质院校	试典时间	数字填图基地	开设专业	应用软件系统
中国地质大学（武汉）	2000	周口店野外实践教学基地	地质学基地班及资源勘查	Geoview、RGMAPV2.5
南京大学	2003	巢湖地质实习基地	地质学	SDP、GS2012、Surfer、CorelDraw
中国海洋大学	2004	巢湖地质学野外教学实习基地	地质学	Surfer8.0、Grapher5.0、AutoCAD、Mapinfo
中南大学	2008	锡矿山实习基地	地质工程（A 方向）、地理信息系统	RGMAP
新疆大学	2010	达坂城白杨河填图实习基地	资源勘查工程	ArcGIS9.0
吉林大学	2011	兴城实践教学基地	地理科学	DGS2010
河南理工大学	2011	嵩山实习基地	地质工程、水文与水资源工程和地球信息科学与技术	RGMAP
中国地质大学（北京）	2015	周口店野外实习基地	固体资源勘察、地质与地球物理复合	DGS2010

注：①中国地质大学（北京）教务处. 中国地质大学（北京）本科培养方案.  
②中国地质大学（武汉）教务处. 中国地质大学（武汉）本科培养方案（2015 年版）.

发的 RGMAP、DGS2010 软件，其他高校如中国海洋大学、新疆大学则采用了国外流行的 ArcGIS 软件；(4) 少数高校引入了国际流行的制图软件 (Surfer 等)，其中南京大学自主开发了多款地质软件，如 SDP、GS2012。

## 2. “数字填图”的实践教学模式

各院校将“数字填图”技术引入实践教学后，对传统教学模式进行了重要改革，大致体现在技术支持、实习内容、图文表达和实习流程等方面<sup>[3-9,11,20-22]</sup>。首先在技术方面，野外调查中地质老三件与新三件（掌上电脑、蓝牙GPS和数码相机）实现了普遍结合，基于矢量化地形图、遥感图的GPS定位功能促使了填图精度的提升，室内地质剖面的清绘则借助计算机软件完成，显著提高了工作效率。第二个重要改变是实习内容，传统教学的每个阶段，学生依据地质规范，在地质点和地质剖面中对各种现象进行观察和描述，室内对野薄进行完善和整饰；“数字填图”教学则需要按软件格式增加许多新内容。例如，地质路线要以“PRB过程”的方式表达，并且需要花费较长时间进行室内整理；绘制地质图要经历野外总图—实际材料图—编稿原图—地质图—成果空间数据库的复杂过程。实习内容的改变促使教师对学生的考评机制要兼顾“三基”思想（基本的理论、知识、技能）和新的软件规范。第三，“数字填图”要求基于软件系统对图件、地质内容进行表达，纸介质逐渐被取代。例如，绘制素描图要在PDA、电脑上完成；地质点与剖面分层描述需要在掌上机系统手写录入，室内进行补充。第四，新环境下教学环节的设计基本参考了“数字填图”流程<sup>[2-4]</sup>，大致分为：(1)理论学习阶段；(2)地质踏勘与填图软件练习阶段；(3)实测剖面与填图阶段；(4)成图与报告编写阶段<sup>[8,11,20-22]</sup>。与传统实习相比，学习技术设备、软件系统的操作方法会贯穿在各个阶段。

## 二、存在问题

基于“3S”技术的“数字填图”系统在我国地质调查中掀起了“信息化革命”，优点是不仅提高了填图效率和质量，而且多种地质资料的系统集成便于后期查阅，等等<sup>[2-3]</sup>。但随着区调工作中“数字填图”的广泛运用，一些弊端也得到了暴露，实践教学中也发现“数字填图”教学模式一定程度上很难协调新技术和“三基”思想。总体来讲，“数字填图”与实践教学只是在形式上完成

了统一，两者在深层次仍然存在一系列冲突，分述如下。

### 1. 对“数字填图”的定位

服务社会是高等教育的一项基本要求<sup>[23]</sup>，新世纪以来实践教学中采纳“数字填图”技术是基于新一轮国土资源大调查紧缺相关人才的迫切形势<sup>[8-9,20-22]</sup>，中国地质大学（武汉）因此在本科阶段设置了区调专业。另外，高等院校也肩负着为国家科技进步培养研究型人才的重担，本科生分层次培养模式在国内地质院校呈普遍趋势，目的是平衡科研、生产、教学的关系<sup>[24-25]</sup>。统计表明大多数院校对“数字填图”应用缺乏一定的选择性（表1），首先表现在没有明确该技术适用的专业，或者对全部地学专业进行了应用，因此造成实践教学中不能分层次、分专业教学；其次，大部分高校全盘采用了“数字填图”的工作流程，并没有选择性剔除其中偏向生产的内容、规范，因此许多方面偏离了实践教学的“三基”思想。

## 2. 淡化了地质知识

“数字填图”分为野外数据采集和桌面填图系统，每个环节都有严格的操作流程<sup>[2-3]</sup>。实践发现其挪用了许多野外观察和室内分析时间，相比于传统区调，在很多方面降低了工作效率。野外采集系统要求借助掌上终端对地质要素（描述、产状、照片、采样等）单独输入，而且可能需要传统方法的辅助（如素描图、信手剖面），十分耗时，难免会造成对露头的观察时间缩短，并在室内采取回忆录的形式进行补充。经验表明室内整理一条地质路线至少需要一个工作日，因此调查者常会在第二天就转入室内工作，否则大量堆叠任务后容易造成遗忘。此外，调查后期数据库的整理工作也十分费时，需要增加测试和鉴定结果、修改填图单位、批注地质内容等等。

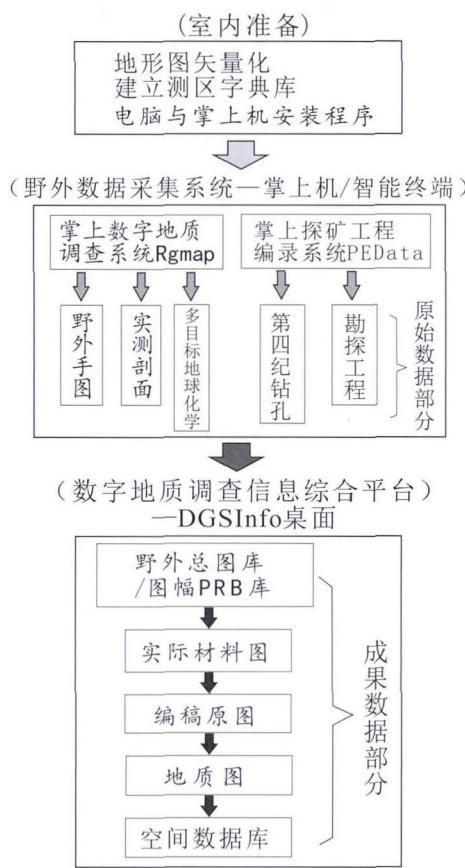
### 3. 限制了主观能动性

“数字填图”一些方面阻碍着地质人员主观能动性的发挥，将来可能会限制他们地质水平的提高。首先，它在传统地质填图基础上增加了一系列软件规范，例如，“PRB”过程需要数字编码，地质界线必须要有 GPS 点控制，地质图界线要完全与“野外手图”一致，不能在纸介质上进行连图等等。机械的条条框框使得调查者不能灵活发挥。其次，调查者野外观察、素描和识图等重要技能得到了淡化。例如利用蓝牙 GPS 可以在野外快速精确定位，但大部分学生会产生依赖，忽略了读

地形图和微地貌定点的能力，一旦掌上机和 GPS 没电或出现故障时（概率较高），不仅影响工作，而且会增加不安全因素。再者，“数字填图”设计的步骤 1（踏勘后建立测区每个填图单位的字典库）存在缺陷，虽然方便以后描述相同填图单位时调用模版，但这种方法肯定无法避免对不同露头进行拷贝或复制的现象，造成观测内容真实性下降。此外，掌上终端一定程度上对调查者视野和思考空间存在限制，相反利用纸介质地形图可以及时勾绘地质界线，建立宏观地质格架。

#### 4.“教”与“学”时间紧张

数字填图技术有着严格并且精密的流程<sup>[2-3]</sup>，涵盖准备背景资料、建立填图系统、采集、录入和整理野外数据，以及地质图件与成果数据库的生成和完善（图 1）。区调实践显示：新手至少要参加一次地调系统的“数字填图”培训（1周左右），并且完整参与项目一个年度的工作，才能熟悉大部分工作流程、技术方法。各地质院校对本科生地质实习设计的时间类似（4~5 周），期间会普遍安排 1~2 次的“数字填图”讲座，部分高校在实习前的校内课程间隙插入了相关培训<sup>[20-21]</sup>。相比于生产中“数字填图”的应用，地质实习中“教”与



(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. 地质类一般而建议地质类四年级管理安排授课

“学”的时间十分紧张<sup>[10,20]</sup>。尽管教师一般会在有限时间内快节奏完成相关教学，但客观上要求学生掌握三个步骤（图 1）的所有内容，以及在紧凑的专业课学习间隙让他们花费充足的时间、精力、毅力完成自学很不现实。周口店实习中，教员发现学生在培训后仍然对“数字填图”的工作内容、软件操作十分陌生，后期经过双方的巨大努力才完成了实习任务。预计今后的实习中这个问题依然会困扰着教学双方。

### 三、实践经验与对策

#### 1. 小范围开展“数字填图”

实践教学是课堂教学的延伸，理应采取分层次、分专业方向培养的模式，因此宏观上需合理定位“数字填图”的适用范围和程度。以中国地质大学（北京）为例，地学方向开设了创新实验班、地质学（含理科基地班）、地球化学、资源勘察、地质与地球物理复合专业、地质旅游等专业<sup>[24-25]</sup>，客观来讲，“数字填图”对于部分地质学、地球化学、资源勘察专业适用，因为大部分毕业生将来要步入国土资源系统，熟悉软件系统可以为以后的生产工作打下基础。对于面向科研人才培养或者适应市场经济的其他专业，尽管不太适合开展“数字填图”，但可以结合部分技术促进他们野外工作水平的提高，例如利用遥感影像（RS-image）对地层界线、产状和区域构造的解译，结合数字高程模型（DEM）对新构造展开研究。需要指出，“数字剖面”模块适用所有专业，可以显著提高绘制实测剖面的效率、质量、美观程度。此外，也可以引入其他软件（例如 Surfer、Grapher 等）促进学生三维地质建模能力的提高。

#### 2. 简化数字填图流程

“数字填图”三个步骤均有相应的技术方法和规范（图 1），区调必须按流程依次执行，否则形成的地质数据库难以通过野外和成果验收。快节奏的实践教学中可供培训的时间十分有限，因此制定教学计划时必须要理思路、抓重点、作取舍，否则教学双方会产生巨大困惑。以周口店实习为例，教师在室内完成了步骤 1（室内准备），并且教授学生自己操作，完成了步骤 2、3（除去空间数据库）。最终结果证明“取舍”是合理的，很多技术内容完全可以让学生在业余兴趣时间或工作后掌握。另外，笔者及同行多年的实践表明：“数字填图”更加侧重的是操作技术和数据矢量化，难度系数一般，因而建议地质类四年级管理安排授课

与教员带班两个教学环节，突出教员课下时间的教学工作。课堂应重点介绍我国区调和数字填图的应用背景、实践流程，以及区调数据（如地质图与区调报告）的利用，避免过多讲述3个步骤庞杂无边的技术方法，带班实践中则应突出方法和规范，教会学生“数字填图”的技术操作。再者，可以将完整的操作流程和方法梳理后做成多媒体或视频材料，挂靠在实习基地网站（例如吉林大学），方便学生弹性学习。

### 3. 定制相应的考核标准

引入“数字填图”使得实践教学在地质内容表达、工作流程等方面发生了变化，并产生了新的质量体系<sup>[3-9,11,20-22]</sup>。尽管如此，大量区调实践反映纸介质依然是地质内容表达的重要方式，通过对地质现象的分析、演绎有助于提高地质人员专业水平。因此，对学生成绩的考核需要合理设置专业知识和数字填图技术的比例，并综合利用软件与纸介质两种格式。周口店实习中我们树立了“知识主导、技术辅助”的思想，成绩评定时地质知识占考核75%，技术规范占25%。路线踏勘、剖面测制、独立填图中对地质现象的记录（文字、素描、信手剖面等）仍以野薄、地形图为介质，掌上机和蓝牙GPS只用于地形识别和PRB过程标记（地质界线、产状、采样、照片等）。室内“野外手图”和“实测剖面”的整理分开进行，利用“桌面地质调查系统”整合路线PRB过程（地质点、地质界线、分段路线等），而地质内容则用Word整理后导入系统。形成总数据库后，基于桌面填图系统编制地质图件（实测剖面、实际材料图、构造纲要图、地质图）。编写实习报告仍采用纸介质手写，防止学生相互抄袭，初稿经教员批改后允许在电脑上编辑为Word格式。总之，考核标准的制定务必要融合纸介质和软件技术的优点，做到取长补短。

### 4. 让学生主动参与

“数字填图”的实践教学显示学生普遍对3S技术具有浓厚的兴趣<sup>[5,22]</sup>，掌握后有助于他们日后开展生产、科研工作。因此，实践教学中可以调动学生积极性，让他们在课余时间主动学习“数字填图”的操作方法和流程。周口店实习中，我们制定了学生自学的思路，有限的课堂教学介绍了“数字填图”重点环节，并将制作好的多媒体资料提供给学生自学软件操作，教员及时进行辅导。第1、(2)实习阶段学生边学边练，在教员引导下掌握如何

在野外和室内基于填图系统对路线和实测剖面进行数据采集、整理，因此学生在第3阶段独立填图中表现较好。具体实践中，教员采取了循序渐进、以点带面、休息加课的方法。先集中让学生熟练运用掌上填图系统在野外完成路线和剖面调查，随后让他们导入桌面系统后按规范进行整理，最后在第3、4阶段集中教授各类地质图件的制作；每个小组内学生轮流把持地质新三件，但重点培养技术能力高手代替教员指导其他学生。虽然学生每天的实习内容十分紧凑，但教员与各组高手不时挤出下午时间赴后山操练掌上填图系统，晚上则熟悉桌面填图系统。总之，调动学生的积极性并最大化激发他们的主观能动性，可以事半功倍。部分学生反馈所学到的遥感(RS)和地信(GIS)技术在日后学习中起到了作用。

### 四、结语与展望

当前，高新科技促进了地球科学革命式向前发展，地质教育也在不断重视学生技术能力的培养，实践教学中基于传统教学模式增加高新技术的应用十分必要，因此地质院校应在今后的实习中继续开展“数字填图”，但也必须正视该技术手段对地质思维的负面冲击。建议今后积极借鉴近20年区调对“数字填图”的应用经验，在地质实践教学中注意以下几个方面：

(1) 分专业、层次开展“数字填图”教学，并对填图流程和内容做出一定取舍，并注意融合其他的地质软件（例如Surfer、Coreldraw）。

(2) 实习考核合理设置知识和技术的比例，强调仍以地质知识为主体。修正“数字填图”的技术规范，利用纸介质弥补“数字填图”的弊端，地质路线仍要以纸介质为表达方式，实测剖面、地质图件则借助软件完成。

(3) 针对教学时间紧张的问题，可以调动学生主动学习“数字填图”的工作方法和内容，并要求教员与学生灵活利用课余时间弹性教学。

致谢：实践教学得到了地质与地球物理复合专业10011314班全体同学的积极配合，李茂瞳同学花费了许多课余时间绘制地质图件；周口店实习队全体教员给予了全力支持；成都地质调查中心的耿全如研究员、天津地质调查中心的冉书明研究员、有色地调中心的王行军博士和甘肃地质勘察局的张志平参与了讨论，在此一并表示衷心感谢。

## 参考文献：

- [1] 汪新文. 地球科学概论(第二版) [M]. 北京: 地质出版社, 2013 : 318.
- [2] 李超岭, 杨东来, 李丰丹, 等. 中国数字地质调查系统的基本架构及其核心技术的实现 [J]. 地质通报, 2002 ( 7 ): 923-944.
- [3] 于庆文, 李超岭, 张克信, 等. 数字地质填图研究现状与发展趋势 [J]. 地球科学——中国地质大学学报, 2003 ( 4 ): 370-376.
- [4] 高山, 冯光胜, 张旺生. 数字填图技术在区域地质调查中的应用实例——以民和试点图幅为例 [J]. 科技进步与对策, 2003 ( S1 ): 302-303.
- [5] 张明华. 数字化地质填图技术及实践教学方法讨论 [J]. 中山大学学报论丛, 2006 ( 1 ): 11-16.
- [6] 毛晓长, 王根厚, 梁晓, 等. 增生杂岩带 1 : 5 万地质填图的实践与探索: 以西藏羌塘中部角木日地区为例 [J]. 地学前缘, 2015, 22 ( 3 ): 382-393.
- [7] 李超岭, 杨东来, 于庆文, 等. 数字地质调查与填图技术方法研究 [J]. 中国地质, 2008 ( 2 ): 213-217.
- [8] 张宝一, 刘兴权, 彭先定, 等. 面向地学学科的数字填图实践教学探索 [J]. 中国地质教育, 2012, 21 ( 1 ): 132-137.
- [9] 周志广, 王根厚, 顾德林. 本科生野外地质教学应引入数字地质填图技术 [J]. 中国地质教育, 2004, 13 ( 2 ): 49-51.
- [10] 王敏芳, 宫勇军, 何谋春, 等. 周口店野外地质教学实习中高新技术的应用 [J]. 中国地质教育, 2008, 17 ( 3 ): 31-33.
- [11] 向中林, 司荣军, 王润怀, 等. 数字化填图技术在野外地质实习中的应用 [J]. 中国地质教育, 2011, 20 ( 4 ): 39-43.
- [12] 张树明, 蒋振频, 张群喜, 等. 江山区域地质调查实习引入数字填图技术的必要性及建议 [J]. 东华理工大学学报, 2009 ( 1 ): 77-80.
- [13] 刘国生, 孙世群, 牛漫兰, 等. 巢湖基地地学实习数字化方法探索 [J]. 合肥工业大学学报(社会科学版), 2005 ( 1 ): 9-11.
- [14] 王根厚, 颜丹平. 周口店实习指导书 [M]. 北京: 地质出版社, 1997
- [15] 赵温霞, 李方林, 周汉文, 等. 周口店地质及野外地质工作方法与高新技术应用 [M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 2003.
- [16] WANG Q, ZHANG P, Z, FREYMUELLER J. T, et al. Present-Day Crustal Deformation in China Constrained by Global Positioning System Measurements[J]. Science, 2001 ( 294 ): 574-577.
- [17] 王敏, 王志敏, 江思珉, 等. 区域地质测量野外作业子系统的实现 [J]. 高校地质学报, 2003 ( 1 ): 123-129.
- [18] 王功文, 陈建平. “3S”技术课程在地球科学领域中的教学实践探讨 [J]. 中国地质教育, 2007, 16 ( 1 ): 54-56.
- [19] 刘天虎, 陈川, 赵新生. 达坂城白杨河矿区数字填图实习基地建设和教学改革 [J]. 中国地质教育, 2014, 23 ( 3 ): 80-82.
- [20] 董玉森, 刘强, 杨坤光, 等. RGMAP 数字填图系统在周口店实践教学中的应用 [J]. 中国地质教育, 2006, 15 ( 2 ): 92-95.
- [21] 李安龙, 赵广涛, 韩宗珠, 等. 数字化填图技术在地质本科教学实习中的应用 [J]. 中国地质教育, 2008, 17 ( 2 ): 67-70.
- [22] 廖晴, 施小清, 朱国荣, 等. 南京大学巢湖区测实习数字化填图教学方法探索 [J]. 中国地质教育, 2015, 24 ( 3 ): 78-84.
- [23] 傅树京. 高等教育学 [M]. 北京: 首都师范大学出版社, 2007 : 256.
- [24] 颜丹平, 张维宸, 王根厚, 等. 本科阶段人才培养中的分层次地学实践教学体系建设 [J]. 中国地质教育, 2009, 18 ( 1 ): 65-68.
- [25] 王根厚, 颜丹平, 陈家玮, 等. “一三五”地质类专业本科人才培养体系构建与实践 [J]. 中国大学教学, 2016 ( 1 ): 44-47.