

# 数字地质填图在高校地质实习中的应用与挑战

王师捷,王冠\*,商宇航,杜添添,张博

(黑龙江科技大学矿业工程学院,哈尔滨 150022)

**摘要:**本文系统探讨了数字地质填图系统在高校地质实习中的应用现状、显著优势与面临的突出挑战,并提出针对性对策。数字地质填图契合行业发展趋势,能大幅度提高教学效率,但过度依赖导致学生地质思维能力弱化;冗余功能也会增加学习负担;同时,兼具地学专业背景与信息技术能力的复合型师资短缺。针对上述挑战,本文提出多维度解决路径:构建“数纸结合、能力递进”培养链优化教学体系;构建适配化教学环境;打造“双师型”教学共同体强化师资队伍;建立全方位考核体系激发学生参与。研究为高校科学应用数字地质填图技术,平衡技术效率与地质思维培养,提升地质实践教学质量提供理论参考与实践指导。

**关键词:**数字地质填图系统;高校地质实习;地质思维;教学改革

**中图分类号:**G642.0 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-2736(2025)12-0113-5

## 0 引言

地质实习是地质类专业人才培养的基石,承载着理论联系实际、训练野外技能、培养地质思维的核心使命。传统实习依赖纸质地形图、罗盘、记录簿(“老三件”)进行观测、记录与手绘地质图,流程繁琐、效率受限,且成果共享与后期处理困难。随着地理信息系统、全球导航卫星系统、移动计算与数据库技术的迅猛发展,数字地质填图技术应运而生。它将传统地质填图流程全面数字化、智能化,已在全球地质调查机构广泛应用<sup>[1]</sup>。将这一先进工具引入高校地质实习,不仅是技术发展的必然趋势,更是提升实践教学质量、对接行业需求、培养学生核心竞争力的关键举措<sup>[2]</sup>。

虽然“数字填图”技术在全球范围内获得了广泛认可,但在教学的实际应用中,也有其局限性。这促使地质类院校在采纳新技术时,必须进行科学筛选。在新形势下的地质野外实习的教学环节面临的各种新挑战,特别是新技术、新规

范与学生地质思维能力培养之间存在的显著冲突<sup>[3,4]</sup>。然而,对于这些问题的系统性梳理、深层成因的剖析以及切实可行的解决策略,目前的研究存在一定的不足。本文总结了过去数字地质填图技术在教学中的发展历程及存在的问题,提出一些可行对策,为培养支撑国家矿产开发的高素质人才提供借鉴和参考。

## 1 数字地质填图技术发展概述

### 1.1 技术体系构成与原理

数字地质填图技术是以地质路线观测为基础,集成 GIS(地理信息系统)、GPS(全球定位系统)和 RS(遥感)等空间信息技术构建的现代地质工作方法。目前我国的数字地质填图系统由中国地质调查局开发,于 2004 年全面推广。其核心创新在于 PRB(地质点—分段路线观察—点和点间界线)理论框架的建立,通过这一框架实现了野外数据的数字化采集与结构化存储<sup>[5]</sup>。与传统纸质填图模式相比,数字填图技术形成了

**基金项目:**黑龙江科技大学 2025 年教学研究项目(JY25-47、JY25-28);黑龙江省高等教育教学改革研究项目(SJGYB2024547);2024 年度黑龙江省研究生精品课程建设项目(2024-091)。

三级技术架构:野外采集层依托 GPS 实时定位与 RMAPGIS 系统,按地质点、分段路线、点间界线三要素进行结构化数据采集;数据处理层通过 DGSGIS 平台整合遥感影像、地球物理等多源数据,建立数据库;成果输出支持多种比例尺地质图件的自动生成<sup>[6]</sup>。

## 1.2 高校教学应用演进历程

数字地质填图技术融入高校教学的历程呈现清晰的阶段性演进特征。早期(约 2000 年代初-2010 年代初)为技术引入与初步探索阶段,前沿院校开始将其作为传统填图的补充或选修内容,教学重心在于对数字化流程掌握,开拓填图技术的数字化教学流程。此时以中国地质大学(武汉)、南京大学和中国海洋大学为代表,软件类型多样,但并未和行业有充足的对接<sup>[3]</sup>。随着这项技术在国家地质调查中的普及和规范的成熟,2010 年后,技术推广进入加速期。数字填图逐步成为地质类野外填图实习的重要环节,教学重点转向与国家规范接轨的标准化操作、数字化工具与传统方法的结合以及基础数据处理分析,高校选择的软件基本转向中国地质调查局的 DGSS(电脑端)和 ArcMap(移动端)系统,可与行业更好地对接<sup>[7]</sup>。

目前,大多数地质院校在地学实习中都会应用数字填图技术并进行扩展。在 PRB 基础流程训练的基础上,引入人工智能岩性识别、虚拟仿真和三维建模等进阶模块,是未来数字技术在野外教学应用的发展趋势<sup>[8-10]</sup>。

## 2 数字地质填图技术在教学中的优势

### 2.1 智能化实习路线规划与导航

利用 DGSS 和 ArcMap 软件预加载高分辨率遥感影像、数字高程模型(DEM)、已有地质资料等。教师可预先规划最优实习路线,标注关键观察点、露头位置及潜在风险区域。学生通过平板电脑或手机实时接收路线导航,结合 GPS 精准定位,显著减少迷路风险,将精力集中于地质观察本身,极大提升野外工作效率与安全性。

### 2.2 结构化、标准化野外数据采集

数字地质填图系统核心在于提供定制化的电子野外数据采集表。学生可在移动终端上直接录入:岩石岩性、产状要素(走向、倾向、倾角,系统自动换算并可视化)、构造现象(断层、褶皱类型与参数)、样品信息(自动生成唯一编号、拍照、绑定 GPS 坐标)、素描与现象描述(支持手绘、拍照、语音备注)。数据格式高度结构化,强制必填项有效规避传统记录中的遗漏问题。GPS 自动获取的高精度坐标(亚米级)确保了地质点位的空间准确性。

### 2.3 动态成果表达与互动评价

数字地质填图系统生成的地质图件是“活”的电子地图,可随时叠加、更新不同图层信息,学生可在移动端选择不同时段的卫星影像,也可在集成的地质云中查看目标区域中小比例尺地质图信息,能够更快捷地帮助学生理解野外前人工作和地质现象。学生实习成果(数字地质图、数据库、解释报告)以电子化、标准化形式提交。教师可利用 GIS 的空间查询、统计分析功能进行更客观、高效的成果评价。学生之间、师生之间可便捷地共享、对比、讨论彼此的数字化成果,极大促进了协作学习与反思深度。

### 2.4 激发学习兴趣与培养数字素养

数字地质填图系统的应用契合当代大学生数字化、可视化学习偏好。实时成图的反馈机制、智能手机的使用体验显著提升了学生的参与热情和成就感。更重要的是,熟练掌握数字地质填图系统本身已成为现代地质工作者的核心技能。在实习中嵌入该工具,使学生提前熟悉行业主流工作模式,培养了其空间思维、数据管理与信息技术应用能力,显著增强了就业竞争力。

## 3 高校应用数字地质填图系统面临的主要挑战

### 3.1 技术操作与地质思维的失衡

地质填图是非常好的培养地质思维的教育方式<sup>[11]</sup>,数字地质填图系统的广泛应用在提升

高校地质实习效率的同时,也引发了技术操作与地质思维培养的失衡问题。目前许多高校的实际教学效果来看,尽管数字化工具显著提高了填图效率和数据精度,但过度依赖电子设备导致学生野外观察能力和地质现象解析能力弱化。尤其是在进行地质现象描述、信手剖面绘制的效果上,较传统教学方式的提升有限。这种差异源于数字化流程的结构化数据采集模式,其预设字段和标准化选项无形中限制了学生对复杂地质现象的自主思考空间<sup>[3,4]</sup>。

从认知心理学视角分析,该问题可归因于双重编码理论的失效<sup>[12]</sup>。传统填图过程中,学生需同时处理文字记录、手绘图件和空间定位等多模态信息,这种认知负荷反而促进了对地质知识的深度编码。而数字系统的自动化功能(如岩性描述等)削弱了多感官协同认知过程,导致知识留存率下降。

### 3.2 教学系统与生产工具的适配矛盾

高校教学场景与地质生产需求存在本质差异,直接移植专业填图系统导致功能冗余。RGMAP系统作为中国地质调查局研发的生产型工具,包含几十个功能模块,而教学实习仅需要使用其中8-10个核心功能。这会使学生平均花费更多的实习时间学习系统操作,严重挤压了地质观察与分析的实践时长。这种矛盾在实习初期尤为突出,会导学生因系统复杂度产生畏难情绪,在填图作业中出现技术性规避现象——即选择简单地质路线以降低操作难度。除此之外,野外填图数据的录入仅仅是其中一个过程,后续室内还需要对路线或者剖面进行修改和完善,这非常依赖于学生对Mapgis类软件的熟悉程度。加之DGSS系统在2014年后与Mapgis数据不兼容,增加了数据转换的步骤。这些地质工具的“术”的学习,一定程度上制约了学生对地质规律“道”的理解和掌握。

### 3.3 复合型师资短缺困境

高校数字填图教学的推进同样面临师资能力结构性短缺的瓶颈。在传统地质专业中,同时

具备地学专业背景和信息技术应用能力的教师占比不高。由于传统的教师培养路径和生产的结合不够紧密,使得许多院校缺乏既懂地质填图规范又能进行系统调试的复合型人才。

教师需要掌握数字地质填图技术,并能够将其融入到传统的教学大纲中。这要求教师不仅具备扎实的地质专业知识,还要熟悉地理信息技术,并能创新教学方法以适应数字化的学习环境。教学模式需从传统的讲解示范向引导学生自主探索和解决问题转变。除此之外,数字化教学团队(基地)往往配备多名专职技术人员进行运维,这种人力配置模式在资源有限的地方院校难以复制。

## 4 实施对策

### 4.1 平衡技术操作与地质思维:优化教学体系,重构实习路径

针对数字化操作削弱学生野外观察与地质思维的问题,需要通过课程设计和实习路径重构来实现平衡。首先,应在课程体系中合理取舍教学功能,突出PRB的逻辑思路,而将复杂的操作规范制作成线上课程或视频资料<sup>[13]</sup>,供学生自主学习。其次,建立2-3门循序渐进的课程模块,避免“一次性野外实习突击学习”。在实施路径上,可以采用阶梯式培养模式:低年级通过虚拟仿真平台进行数字化预训练,熟悉系统操作与数据规范;中高年级开展“传统手绘→数字采集→GIS分析”的三阶训练,强化野外观察与数据处理能力;毕业阶段对接真实地质项目,完成从采集到制图与成果汇报的全过程。最终形成“虚拟预演→传统技能训练→数字结构化采集→智能成图→动态答辩”的完整链条,确保学生既能掌握技术,又能深化地质思维,避免单纯依赖数字化操作。

### 4.2 缓解教学系统与生产工具矛盾:构建适配化的教学环境

面对数字填图系统与教学实际之间的功能适配矛盾,应推动系统在教学场景中的“轻量化”改造。一方面,在野外实习中选择性使用系

统的核心功能(8-10 个),减少学生在学习复杂模块上的负担,把时间还给野外观察和思考;另一方面,将数据处理环节纳入分阶段教学,通过虚拟仿真和室内 GIS 训练逐步消化,避免野外阶段学生因系统复杂性而产生畏难情绪。同时,应正视 DGSS 与 MapGIS 不兼容带来的技术壁垒,鼓励校企联合开发“教学定制版”系统。通过课程内容与工具功能的双重优化,实现从“术”到“道”的有效衔接,确保学生在工具操作和地质理解之间实现平衡。

#### 4.3 应对复合型师资短缺:加强校企协同,打造“双师型”教学共同体

复合型师资短缺是制约数字地质填图教学的核心瓶颈。对此,可通过校企合作和双聘机制来提升师资能力。高校可与地勘单位、信息技术企业合作,共建师资团队,由高校教师负责地质教学,企业技术专家提供系统操作与运维支持,实现优势互补。通过这种“双师型”共同体,不仅弥补了地方院校缺乏专职技术人员的短板,还能实现企业实践经验的反哺,使课程内容紧贴行业需求。同时,鼓励教师从传统讲解向数字化引导转型,提升其在地质专业与信息技术融合层面的综合教学能力。除此之外,校企可合作建设区域性数字填图教学培训基地,实现优质师资与技术资源的共享,缓解地方院校资源约束问题。

#### 4.4 构建全方位考核体系,提升学生学习积极性

与前述针对课程体系、工具适配和师资队伍的外部改进不同,学生学习积极性是决定数字地质填图成效的内在动力。应当建立纸-数融合、过程与成果并重的闭环考核体系<sup>[14,15]</sup>。坚持“知识主导、技术辅助”,成绩结构以地质知识解释与证据链为主,数字化规范与 PRB 作业为辅。通过全过程、分层次的考核方式,将野外观察、剖面记录、PRB 操作与成果一致性等环节纳入评价,并辅以自评、互评和导师评价,同时融入课程思政,考察科学精神、生态文明与法治意识等素养,形成闭环反馈。重点不在于强化工具操作,而在于引导学生主动思考、独立分析和合作实践,从而真正把被动的系统使用转化为主动的学

习探索,全面提升地质素养与创新能力

## 5 结语

数字地质填图系统作为现代地质工作的核心技术,融入高校地质实习是教育信息化与行业需求接轨的必然选择。但技术操作与地质思维培养的失衡、专业生产工具与教学场景需求的错配以及复合型师资短缺等核心挑战制约了技术潜能的充分发挥,甚至可能削弱地质实习的核心目标——扎实野外技能与地质思维的培养。

因此优化教学体系,加强师资建设、构建多维考核评价体系,是引导学生深度参与、综合发展的有效保障。未来,高校需在持续跟踪技术发展的同时,应坚持以地质思维培养为核心,通过科学设计、资源整合与模式创新,使数字地质填图技术真正成为提升地质人才培养质量的有力引擎,为国家矿产勘查开发输送兼具扎实理论基础、精湛实践技能与前沿技术应用能力的高素质人才。

#### 参考文献(References):

- [1] Wang C, Wang X, Chen J. Digital Geological Mapping to Facilitate Field Data Collection, Integration, and Map Production in Zhoukoudian, China [J]. Applied Sciences, 2021, 11(11): 5041.
- [2] 申添毅, 申添毅. 数字填图技术与地质野外实践教学的深度融合[J]. 中国地质教育, 2022, 31(02): 94-98.
- [3] 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(04): 54-59.
- [4] 罗晓锋, 尚海丽, 郑有伟, 等. 数字地质填图技术在实践教学中的问题及对策——以周口店实习为例[J]. 科技视界, 2022, (28): 110-112.
- [5] 李超岭, 张克信, 于庆文, 等. 数字地质填图 PRB 粒度理论框架研究[J]. 地质通报, 2008, (07): 945-955.
- [6] 李超岭, 杨东来, 李丰丹, 等. 中国数字地质调查系统的基本构架及其核心技术的实现[J]. 地质通报, 2008, (07): 923-944.

- [7] 张丽. 基于数字地质调查技术的野外地质教学实习模式改革[J]. 中国教育技术装备, 2025, (10): 157-160.
- [8] 吴志春, 郭福生, 薛林福, 等. 三维地质建模技术在本科生区域地质调查实习中的应用[J]. 中国地质教育, 2019, 28(03): 87-91. DOI: 10. 16244/j. cnki. 1006-9372. 2019. 03. 020.
- [9] 张鑫刚, 李仰春, 孙仁斌. 世界主要国家地质填图现状、特点、趋势及启示[J]. 矿产勘查, 2020, 11(02): 301-310.
- [10] 王挽琼, 葛玉辉, 郗爱华, 等. 数字教育背景下虚拟仿真在野外地质实习中的应用[J]. 实验科学与技术, 2025, 23(02): 42-47.
- [11] 丁汝鑫. 通过地质填图实习培养宏观思维[J]. 教育教学论坛, 2023, (31): 11-14.
- [12] 陈长胜, 刘三女牙, 汪虹, 等. 基于双重编码理论的双轨教学模式[J]. 中国教育信息化, 2011, (03): 52-55.
- [13] 何虎军, 焦建刚, 杨兴科, 等. 基于 OBE 理念和课
- 程思政的野外地质实习课程线上线下混合式教学模式探索[J]. 中国地质教育, 2024, (01): 116-121.
- [14] 郭春涛, 史江涛, 郭春涛, 等. 基于 CIPP 模式的野外地质实践教学质量评价体系的构建与应用[J]. 西部素质教育, 2024, 10(08): 10-13+57.
- [15] 饶松, 杨小玉, 林小云, 等. 地质类专业野外地质实习教学质量评估体系构建与实施[J]. 高教学刊, 2021, 7(13): 88-91.

---

#### 作者简介:

第一作者:王师捷,1993年生,男,黑龙江桦南人,博士,黑龙江科技大学矿业工程学院,讲师,主要研究方向为造山带与盆地构造。Email:wangshijie1993@qq.com;  
通讯作者:王冠,1984年生,男,黑龙江佳木斯人,博士,黑龙江科技大学,高级工程师,主要研究方向为固体矿产勘查。Email:12120792@qq.com

---

## Application and Challenges of Digital Geological Mapping Systems in University Geological Field Training

WANG Shijie, WANG Guan\*, SHANG Yuhang, DU Tiantian, ZHANG Bo

(School of Mining Engineering, Heilongjiang University of Science & Technology, Harbin 150022, China)

**Abstract:** This study systematically examines the application status, significant advantages, and prominent challenges of digital geological mapping systems in university geological field training and proposes targeted countermeasures. Digital geological mapping aligns with industry development trends and can greatly enhance teaching efficiency; however, excessive reliance may weaken students' geological thinking, redundant functions increase their learning burden, and there is a shortage of faculty with both geological expertise and information technology proficiency. To address these challenges, this paper proposes a multi-dimensional solution pathway: constructing a "paper-digital integration, progressive ability cultivation" framework to optimize the teaching system; building an adaptive teaching environment; fostering a "dual-qualified" teaching community to strengthen faculty capacity; and establishing a comprehensive evaluation system to stimulate student engagement. The study provides theoretical references and practical guidance for the scientific application of digital geological mapping technologies in higher education, balancing technical efficiency with the geological thinking, and ultimately improving the quality of geological field training.

**Key words:** digital geological mapping system; university geological field training; geological thinking; teaching reform