

# 数字填图在区域地质调查中的应用

——以青海马海湖地区 1:5 万黄沙包幅为例

崔庆岗,孟令华,周龙涛

(中化地质矿山总局山东地质勘查院,山东泰安 271000)

**摘要:**区域地质调查在国民经济各个领域的基础性、公益性中占据十分重要的地位。PRB 数字填图技术在 1:5 万黄沙包幅区域地质调查中效果良好。介绍了数字填图从野外 PRB 过程、室内 PRB 过程和最终阶段成果 PRB 过程,说明了区域地质调查填图数字化准确性、高效性。

**关键词:**数字填图;区域地质调查;黄沙包幅;青海马海湖地区

中图分类号:P208

文献标识码:B

## 0 引言

区域地质调查是一切地质工作开展的基础,也是一项国家部署、面向社会、服务国民经济的基础性、公益性工作<sup>[1]</sup>。传统地质填图有时因野外条件恶劣,纸质图件极易损坏,地质记录和图形编辑工作量大,野外表格记录数据量庞大,一定程度上影响了成果图的质量和精度,对地质工作者也是一种很大的负担。

20 世纪 80 年代中期,美国、意大利、澳大利亚、英国等实施新一代数字地质填图<sup>[2]</sup>,各国均投入大量人力和物力进行大小比例尺的数字填图实验,采用 GIS, GPS, RS 等新技术,将填图过程计算机化、成果数字化及三维地质模型可视化推进重要一步,如: Pendragon Forms<sup>[3]</sup>, GSMCAD<sup>[4]</sup> (美国), AGSO FieldPad<sup>[5-6]</sup> (澳大利亚), Fieldlog<sup>[7]</sup> (意大利)。

1999 年开始,我国致力于数字填图技术的研究和试验,中国地质调查局开发数字区域地质调查系统(Rgmap),前后选取福建东山、宫前幅、湖北崇阳、汀泗桥幅 4 个 1:5 万图幅作为试点<sup>[8-9]</sup>,利用计算机技术将区域地质调查工作过程实现了信息化,在 1:5 万区域地质调查中取得了良好的成果<sup>[10-11]</sup>,

2013 年中化地质矿山总局山东地质勘查院在青海省冷湖行委宗马海湖地区开展 1:5 万四幅联测,并进行了黄沙包幅野外数字填图工作。

## 1 调查区概况

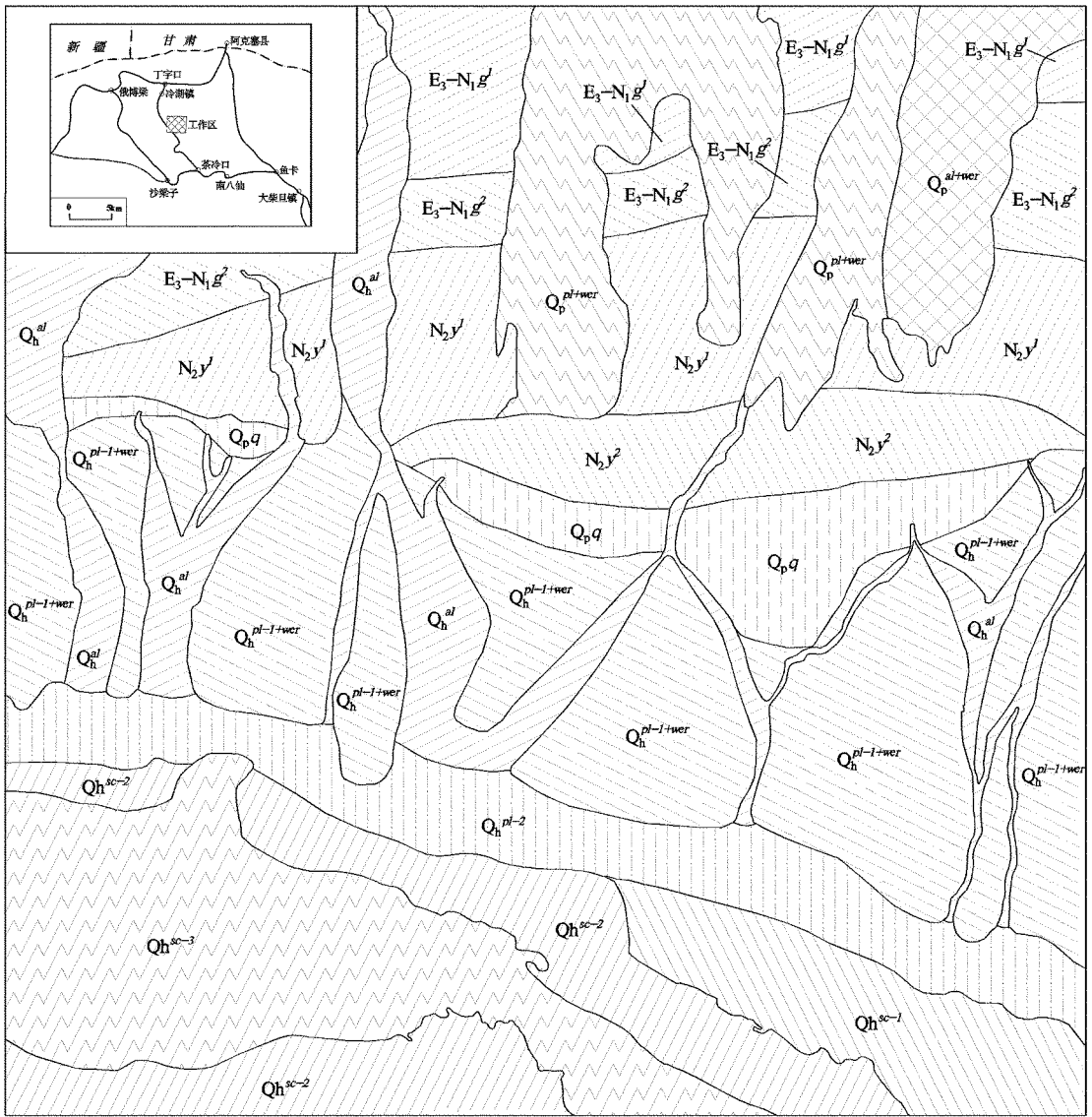
调查区地处青藏高原北缘柴达木盆地内北部边缘,大部分地区为平坦的盐湖沉积平原,地形起伏不大,海拔 2 700 ~ 3 045 m,地势总的为沿北西向,中间低,两侧高;湖畔四周碱滩与沼泽广布、沟梁交错、沙丘散布。

调查区地层属一级单元秦祁昆地层区,横跨柴达木北缘和柴达木盆地 2 个地层分区。出露地层主要有古一新近纪干柴沟组下段和干柴沟组上段,新近纪油砂山组下段和油砂山组上段,更新世七个泉组、风蚀洪积物、风蚀冲积物,全新世风蚀山前洪积扇、冲积物、扇三角洲平原沉积物, I 型盐壳、II 型盐壳、III 型盐壳等(图 1)。第四纪除“成因类型”划分外,结合干旱区盐湖沉积环境的特点,加强了对沉积相和沉积环境研究,以干盐湖各沉积微环境的沉积物类型和成因类型的方法对第四系进行填图单元划分。

收稿日期:2014-04-02;修订日期:2014-04-27;编辑:陶卫卫

地调项目:中国地质调查局“青海省冷湖行委宗马海湖地区 J46E010015、J46E010016、J46E011016、J46E011017 四幅 1:5 万区域地质调查”,项目编号 12120113033030

作者简介:崔庆岗(1984—),男,山东聊城人,助理工程师,主要从事固体矿产勘查、区域地质调查等工作;E-mail:cqg1985@126.com。



0 1 2 3 4 km

- 1  $Qh^{sc-3}$  2  $Qh^{sc-2}$  3  $Qh^{sc-1}$  4  $Qh^{pl-1+wer}$  5  $Qh^{pl-2}$  6  $Qh^{al}$  7  $Qp^{pl+wer}$  8  $Qp^q$  9  $N_2y'$  10  $N_2y^2$  11  $E_3-N_1g^1$  12  $E_3-N_1g^2$  13

1—III型盐壳(丘型);2—II型盐壳(微丘型);3—I型盐壳(平缓型);4—风蚀山前洪积扇:扇状洪积物;5—扇三角洲平原沉积物:支流河道沉积物和河道间泛滥沉积物;6—冲积物:带状河流冲积物;7—更新世风蚀冲积物;8—更新世风蚀洪积物;9—七个泉组:灰黑色砾岩、灰绿色砂质泥岩、泥夹细砂岩、泥灰岩;10—油沙山组上段:棕红、灰色砾岩、石膏质砂岩、砂质泥岩夹泥岩、泥灰岩;11—油沙山组下段:棕红、蓝灰色砂质泥岩、泥岩与粉砂岩夹砂岩、砾岩、泥灰岩;12—干柴沟组上段:棕红、棕黄色砂质泥岩、泥岩与浅黄绿色砂岩、粉砂岩夹砾岩;13—干柴沟组下段:棕灰色砾岩、细砾岩、粉砂岩夹杂色泥岩

图1 调查区地质图

## 2 数字填图的计算机硬、软件

硬件有手持GPS、掌上机(Rgmap软件, Windows CE系统)、笔记本电脑、数码相机;软件为DGSS数字填图系统、MapGIS6.7, ERDAs, Corel-Draw, Photoshop等。数字填图与GIS嵌入系统密切

相关;HPC, PPC, GPS是野外数据采集的必备条件<sup>[1,11-13]</sup>。这两者对数字填图技术的根本实现起决定作用。

## 3 PRB数字填图流程

PRB过程指地质点P过程、分段路线R过程、点间地质界线B过程3个基本要素。其中,P过程

指野外路线中的地质界线、重要接触关系、地质构造及地质现象等;R过程指2个地质点间的分段路线要素的描述、记录;B过程是对2个R过程之间的界线分段描述,依赖于R过程,是后期室内PRB数据整理、地质连图的重要依据之一<sup>[14]</sup>。

野外手图制作、调查路线设计、野外PRB过程数据采集、室内资料整理均采用数字填图系统。数字填图与传统地质工作相比,采集数据集成化、格式化和规范化具有明显的优越性。PRB过程是数字填图最基本框架图,分为三级体系<sup>[1,12]</sup>:

### 3.1 一级PRB过程

它是路线地质调查的最小组合单位,P开始、多个B、R任意组合,是构成二、三级PRB过程的重要基础。

### 3.2 二级PRB过程

它由一个或多个PRB过程组合而成,也称为一条地质填图的路线。

### 3.3 三级PRB过程

在黄沙包幅数字填图中,将数字填图的全过程划为三级PRB过程,该过程构成了数字填图技术主流程(图2)。

遥感、DEM、物探、化探等数字化资料整合在同一空间上<sup>[12]</sup>。资料的数字化录入是前期PRB过程的主要内容,前期PRB过程是其后PRB过程的基础,没有前期PRB过程,其后PRB过程都将无法开展并直接影响其后的几个PRB过程。1:5万黄沙包幅前期PRB过程主要包括矢量化地形图和遥感卫片解译:

将1:5万纸质地形图通过MapGIS平台下的数字化,采用了高斯-克吕格投影,克拉索夫斯基参考椭球体,1980年西安坐标系,1985年国家高程基准,形成背景图层,在数字填图系统中对其拷贝导入,形成图幅地形数据库。

遥感数据采用Landsat ETM(7波段)和法国空间中心CNES SPOT6(3波段)遥感数据,应用ER-DAs软件,以DEM高程信息为基准,均匀选择1:5万地形图控制点,对多光谱图像和全色图像进行几何精校正、融合及拼接,辅以色彩均衡、图像数字增强和地理等要素的复合处理。

#### 3.3.2 PRB初期过程

PRB字典库的建立是数字填图中的一个重要环节,可在后期的工作中提高记录质量和野外工作效率。字典库由结构化字典(1级字典)、填缺式字典(1.5级字典)和描述性字典(2级字典)3部分组成<sup>[1,13]</sup>。1:5万黄沙包幅横跨地层单元较少,短期内涉及到的填图单元有限,填图单元、采样层位、产状类型、接触关系、界线类型等放在最上部,减少野外选择词条的时间;此外,同一填图单元的岩性组合是一定的,在横向上岩性变化不大,充分利用“岩性描述”功能,将常用岩性的描述添加其中,便于相邻地质路线之间的相互调用。

#### 3.3.3 野外PRB过程

PRB的基本过程组合由地质点P、分段路线R、点间界线B、GPS、样品、化石、照片、产状和素描图9个野外数据采集图层组成,野外工作中对路线进行连续观测,既满足了计算机数字化处理的需要,又能保证取准、取全各项原始资料。

P过程、R过程和B过程:P、R和B是数字填图的基本过程。其中P过程地质点野外描述内容多,电子字典可发挥其巨大优势;B过程要求填写每个Boundary依据,与传统的野外填图相比,增加了野外工作量。数据采集系统在阳光照射下分辨率较低,且手写笔输入明显低于手写速度,因此会在一定程

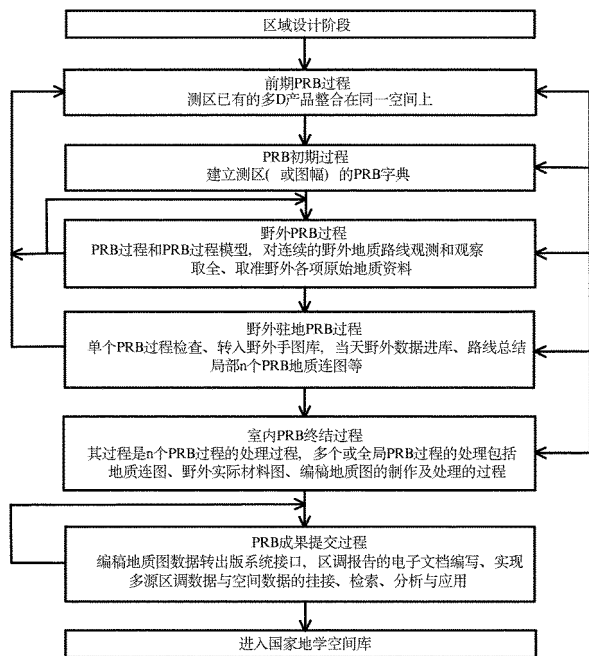


图2 数字填图PRB过程流程原型模型  
(李超岭,2001)

#### 3.3.1 前期PRB过程

该过程相当于传统地质填图资料收集阶段,将

度延长野外时间。

采样(SAMPLE)、化石(FOSSIL)和照相(PHOTO):数字填图路线调查中,采样、化石和照相记录较简单,实用功能较强。照片和采样有独立系统库,在后期路线整理、照片和样品管理及建库过程中可提高工作的效率。

产状(ATTITUD):野外数据采集中产状较为简单,但产状的坐标在 Rgmap 中识别出的横轴和纵轴坐标相同,需要进一步改进。另外,掌上机上产状只是一个符号,并没有按走向显示,但在 DGSS 中则按走向显示符号。

素描(SKETCH):野外素描相对较困难,掌上机屏幕阳光下能见度低,输入注释困难。目前是野外输入素描的符号,素描在纸介质记录本上实现或进行照相,室内素描图数字化在 DGSS 桌面系统中实现。

#### 3.3.4 野外驻地 PRB 过程

将野外单条路线(例如路线 L1001)转入到野外手图库“D:\DGSSData\J46E010016\数字填图\野外手图”,是绘制实际材料图的前提和基础,在 DGSS 系统中进行行业标准化转换、数据交换。当天的野外数据入库、路线小结、路线统计等,局部多路线地质连图,检查无误后进行图幅 PRB 入库。

#### 3.3.5 室内 PRB 终结过程

指  $N$  个 PRB 过程的处理过程。一条路线为  $N$  个 PRB 过程的累计,图幅 PRB 库为该图幅内的若干 PRB 二级过程的整合,包括野外 PRB 检查、野外 PRB 小结、地质连图、野外实际材料图等,这个过程由 DGSS 系统实现,还可建立以图幅为单位的样品数据库、专题数据库、剖面数据库、地质点库、数字地质图空间数据库、影像数据库等<sup>[9,12]</sup>。

#### 3.3.6 PRB 成果提交过程

数字地质图是成果数据库建设的基础,从野外数据采集到成果表达实现了全程数字化,形成的数字地质图具有图形和属性数据<sup>[9,12]</sup>。通过空间数据库组织→自动合并实际材料图到空间数据库→直接从 PRB 实际材料图库导入空间数据库,并补充完善对象类、要素类和综合要素类属性数据,完成空间数据库建设。按中国地质调查局《地质空间数据库建设工作指南》《数字地质图空间数据库标准(2006)》的要求,提交数字区域地质调查系统原始数据资料(含实际材料图数据库)、最终成果图件空间数据库

和报告文字数据。

## 4 认识与结论

数字填图在青海省 1:5 万黄沙包幅区域地质调查过程中取得了较好的效果,改变了传统地质填图的工作方法,完成了原始资料由纸介质向数字化存储的转变,实现了数据采集精准化、自动化及智能化,降低了工作成本,缩短了工作周期,减少了原始资料的损坏和丢失,方便了信息更新、查询及数据提取,实现了不同地域信息共享。

此外,通过对野外采集数据和室内资料整理的过程中遇到的问题,也认识到了数字填图系统的一些不足之处。

(1)数字填图硬件不够完善,掌上机内存一般较小,地形图、影像图数据较大时运行速度较慢且容易死机;阳光照射时屏幕分辨率低;供电时间有待提高,无法满足长时间、长路线的地质调查任务。

(2)数字填图基于 MapGIS 和 DGSS 软件平台,两者并不十分完善和稳定,有时会出现非系统文件、软件程序出错等情况导致系统关闭,若未及时保存前期工作需从头来过。

(3)对路线总长度硬性指标缺乏灵活性,工作量控制仍然是评价地质调查优劣的主要手段之一;掌上机录入机械化,忽略了实质性、全面性;野外 PRB 操作中属性数据繁多,采集界面切换过于频繁,重复填写现象十分严重。

(4)PRB 数据的检查、完善和修饰都非常耗费时间,并且数据之间缺少链接,不支持直接在已入库图幅 PRB 改动单条路线要素,若单条路线描述内容有误,必须在“野外手图”中对该路线修改之后再重新入库,反复入库操作又会造成数据冗余而导致系统出现错误。

## 参考文献:

- [1] 李超岭,于庆文. 数字区域地质调查理论与技术方法[M]. 北京:地质出版社,2003:1-65.
- [2] 郑贵州,周顺平. 计算机辅助区域地质填图[J]. 地矿测绘,2002,18(1):18-19.
- [3] Gregory J. W. Geological Mapping and Collection of Geological Structure Data with a GPS Receiver and a Personal Digital Assistance (PDA) Computer[A]//Digital Mapping Techniques '99 Workshop Proceedings[C],1999:127-131.
- [4] Williams V. S., Selner G. I., Taylor R. B. GSMCAD, a new

- computer program that combines the functions of the GSMAP and GSMEDIT programs and is compatible with Microsoft Windows and Arc/Info [R]. US Geological Survey Open2File Report 96-007, 1996, 18.
- [5] Blewett R S, Hazell M. Userps guide to Mappad and AGSO Fieldpad for the Apple Newton palmtop computer[M]: Australian Geological Survey Organization Record, 1997.
- [6] Blewett, R. S. . The AGSO field geological notebooks a user's guide [M]. Australian geological Survey Organisation Record, 1993.
- [7] Brodaric B. Field data capture and manipulation using GSC Fieldlog v3.0 [A]//In: Soller D. R., ed. Digital mapping techniques97 - proceedings of a workshop on digital mapping techniques[C], 1997:77-81.
- [8] 郑雪峰, 彭和求, 肖冬贵, 等. 数字地质填图工作方法——在湖南1:25万大庸市-吉首市幅区域地质调查中的应用[J]. 国土资源导刊, 2007, 4(4):45-47.
- [9] 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]. 上海地质, 2003, 3(87):47-50.
- [10] 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, 2003, 28(4):370-376.
- [11] 方成名, 葛梦春. Rgmap 数字区域地质调查方法及应用[J]. 东华理工学院学报, 2004, 27(3):251-254.
- [12] 李超岭. 我国数字填图技术研究现状与发展趋势[J]. 新疆地质, 2003, 21(增刊):1-6.
- [13] 朱云海, 张智勇, 李超岭, 等. PRB 数字地质填图前期数据准备及 PRB 过程字典库建立[J]. 地球科学(中国地质大学学报), 2003, 28(4):385-388.
- [14] 李超岭, 于庆文, 杨东来, 等. PRB 数字地质填图技术研究[J]. 地球科学, 2003, 28(4):377-383.

## Application of Digital Mapping Techniques in Regional Geological Surveying

——Setting Huangshabao Sheet with the Scale of 1:50000 as an Example

CUI Qinggang, MENG Linghua, ZHOU Longtao

(Shandong Geological Prospecting Institute of China Chemical and Geological Mine Bureau, Shandong Tai'an 271000, China)

**Abstract:** Regional geological survey has important significance in basic and public geological work of national economic construction in all areas. PRB digital mapping technique has good effect in regional geological survey of Huangshabao sheet with the scale of 1:50000. In this paper, PRB procedure of digital mapping techniques from field to indoor and the final production have been introduced. It proves that digital techniques in region geological survey are high-speed and precise.

**Key words:** Digital geological mapping; regional geological survey; Mahaihu area in Qinghai provinve