

文章编号: 1006-6616 (2017) 03-0333-06

# 数字地质填图野外手图地理底图制作方法

杨星辰<sup>1</sup>, 叶培盛<sup>1</sup>, 蔡茂堂<sup>1</sup>, 周 维<sup>2</sup>

(1. 中国地质科学院地质力学研究所, 北京 100081;

2. 中国地质大学(北京)地球科学与资源学院, 北京 100083)

**摘要:** 数字填图系统实现了区域地质调查从野外数据采集、数据处理、成果输出等全流程信息化, 准确、快速地制作符合相关精度要求的野外手图地理底图是保证野外调查工作质量重要基础环节。通过 1:5 万区域地质调查实际工作, 提出了地形数据坐标系转换流程, 总结了一套简洁实用并符合相关精度要求的区域地质调查野外地质手图地理底图的制作方法: 第一步使用 Mapgis67 投影变换模块中的“工作区直接投影转换”功能将 1:5 万比例尺的地形图数据放大, 第二步运用 Section 插件对放大到 1:2.5 万的矢量地形数据进行裁剪, 第三步根据最新遥感影像等资料添加最新的地形地物从而实现地理底图的图面整饰。

**关键词:** 野外地质手图; 地理底图; 坐标系转换

**中图分类号:** P623

**文献标识码:** A

## 0 引言

对于区域地质调查类项目, 以往传统的野外地质填图数据采集技术已经不能适应当前地质工作现代化的要求, 开展地质填图数据采集与制图技术研究, 实现地质调查数据采取全过程的信息化, 是目前世界先进国家区域填图工作的发展趋势<sup>[1]</sup>。数字地质调查多数成果都体现在地质成果图件上, 其中不可缺少的是地理底图, 它是地学图件的基础和骨架, 对图件的完整性、对比性和表现力均有重要意义<sup>[2-8]</sup>。准确快速制作内容详实信息丰富的地理底图是地质调查工作得以顺利进行的根基。不同比例尺的区域地质调查工作指南要求野外工作底图(野外数据采集手图), 都需要使用较大比例尺的地理底图, 然而大比例尺填图一般情况下很难直接获取合适比例尺的地理底图作为野外工作底图, 因此需按照有关制图精度放大编制成较大比例尺的地理底图。

本文以去除高程点、等高线以及重要地物的 1:50000 比例尺地形图为例, 详细阐述了将其放大

并裁剪成为 1:25000 的野外工作底图并补充有关基础设施的现势资料的全过程, 通过实际工作总结了一套简洁实用的地理底图制作方法。

## 1 数据基础

数字填图系统的开发应用是地质调查工作信息化的发展, 是以计算机野外数据采集和空间数据存储与表达技术为手段, 通过填制数字地质图, 解决一些基础地质问题的应用系统。主要应用于区域地质调查和区域地质矿产调查项目中, 在项目资料准备阶段, 需要收集制作适合数字填图系统应用的地形数据, 以此作为野外地质调查和成果数据库的基础地理数据。

### 1.1 数据源选择

按现行相关技术要求, 1:50000 地质调查工作使用的地形图数据应采用国家测绘局出版的 1:50000 地形图或国家地理信息中心提供的 1:50000 矢量化地形图<sup>[3]</sup>。本文演示的原始数据是从国家测绘局购置的 ArcGIS 数据格式的数字线划地图(DLG)标准分幅数据, 该数据格式为 Coverage。经转换,

收稿日期: 2017-02-10

基金项目: 中国地质调查局“特殊地质地貌区填图试点”项目(12120114042101); 地质力学研究所基本科研业务费(DZLXJK201609)

作者简介: 杨星辰(1986-), 男, 博士研究生, 主要从事构造地质及数字化填图应用研究。E-mail: 530884521@qq.com

通讯作者: 蔡茂堂(1981-), 男, 博士, 助研, 主要从事沉积环境演化研究。E-mail: caimt@cags.ac.cn

将数据转为 MapGIS 格式的点、线、面数据。具体的转换过程已有相关文献进行了详细介绍<sup>[4]</sup>, 本文不再论述。

## 1.2 坐标系选择

我国于上世纪 50 年代和 80 年代分别建立了 1954 北京坐标系和 1980 西安坐标系, 除了早期的地质图件采用的是北京 54 坐标系, 绝大部分地质图件所采用的均为西安 80 坐标系。本文演示的地形数据采用的是 1980 西安坐标系。

随着社会的进步, 国民经济建设、国防建设和社会发展、科学研究等对国家大地坐标系提出了新的要求, 迫切需要采用原点位于地球质量中心的坐标系统作为国家大地坐标系。2000 国家大地坐标系在该背景下诞生。近年来新开展的地质调查工作有逐步以 2000 国家大地坐标系取代 1980 西安坐标系的趋势。由于坐标系的更新, 我们在实际工作中常常碰到坐标系转换等相关问题。

### 1.2.1 更新 2000 国家大地坐标系的必要性和意义

现行的 1954 北京坐标系和 1980 西安坐标系由于其成果受技术条件制约, 精度偏低、无法满足新技术的要求。从技术和应用方面来看, 这两种现行坐标系都是二维、非地心坐标系, 不仅制约了地理空间信息的精确表达和各种先进的空间技术的广泛应用, 无法全面满足当今气象、地质、水利、交通等部门对高精度测绘地理信息服务的要求, 而且也不利于与国际上民航与海图的有效衔接, 因此更新坐标系已势在必行。

随着经济发展和社会的进步, 我国航天、海洋、地震、国土资源管理等领域的科学研究需要一个定义更加科学、以全球参考基准为背景的坐标系统来处理国家、区域、海洋与全球化的资源、环境、社会和信息等问题, 而 2000 国家大地坐标系正符合我国经济社会发展的这种需求: 采用 2000 国家大地坐标系是保障交通运输、航海等安全的需要; 其将进一步促进遥感技术在我国的应用, 发挥其在资源和生态环境动态监测方面的作用; 有利于应用于防灾减灾、公共应急与预警系统的建设和维护, 如汶川大地震的救援; 另外, 2000 国家大地坐标系及卫星导航技术与通信、

遥感和电子消费产品不断融合, 会创造出更多新产品和新服务, 并形成较大规模的新兴高技术产业。总之, 采用 2000 国家大地坐标系具有科学意义, 可对国民经济建设、社会发展产生巨大的社会效益。

### 1.2.2 坐标系转换

坐标系转换操作本身并不复杂, 其特殊性在于出于国家安全的考虑, 进行坐标系的转换必须要使用公共控制点进行位置校正, 而这个公共控制点属于国家机密信息, 需到相关测绘部门办理有关手续并签订保密协议后获取, 所有公共控制点相关操作需在未联网的保密计算机上进行。

转换参数的获得是进行坐标系转换的必要条件, 一般可以通过至少三对公共点算出转换参数。在获得了标准控制点以后就可以使用 mapgis67 软件的投影变换模块进行坐标系转换, 转换核心步骤如下:

(1) 打开投影变换模块, 选择坐标系转换, 在弹出的“转换坐标值”窗口依次在输入和输出栏填入转换前以及转换后所对应坐标系的控制点值, 在“转换方法”一栏中选择“公共点操作求系数”项, 顺序输入所有公共点坐标值后保存控制点文件。

(2) 求转换系数, 在“转换方法”一栏中选择“七参数布尔莎模型”项, 单击菜单栏的“求转换系数”后系统会根据输入的多个公共点对坐标自动计算出 7 个参数。

(3) 再次打开“转换坐标值窗口”输入需要转换的坐标值即可完成单个坐标的转换, 同时可以使用批量转换命令对编辑好的 txt 文本文件进行批量转换。

### 1.2.3 在 mapgis67 中新增 2000 国家大地坐标系

由于 mapgis67 软件推出时国家还没有颁布 2000 国家大地坐标系, 所以软件内部并没有自带 2000 国家大地坐标系的相关参数, 本文给出了 2000 国家大地坐标系的相关参数 (见表 1)。通过编辑修改 ellip. dat 文件将第 5 行“自定义坐标系”修改为“2000 国家大地坐标系”并输入相关参数即可实现, ellip. dat 文件的存储目录在 mapgis67 安装目录下的 program 文件夹里, 修改完成的效果图见图 1。

表 1 2000 国家大地坐标系相关参数

Table 1 The related parameters of 2000 national geodetic coordinate system

长半轴	扁率	地心引力常数	自转角速度
$a = 6378137 \text{ m}$	$f = 1/298.257222101$	$GM = 3.986004418 \times 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$	$\omega = 7.292115 \times 10^{-5} \text{ rad/s}$

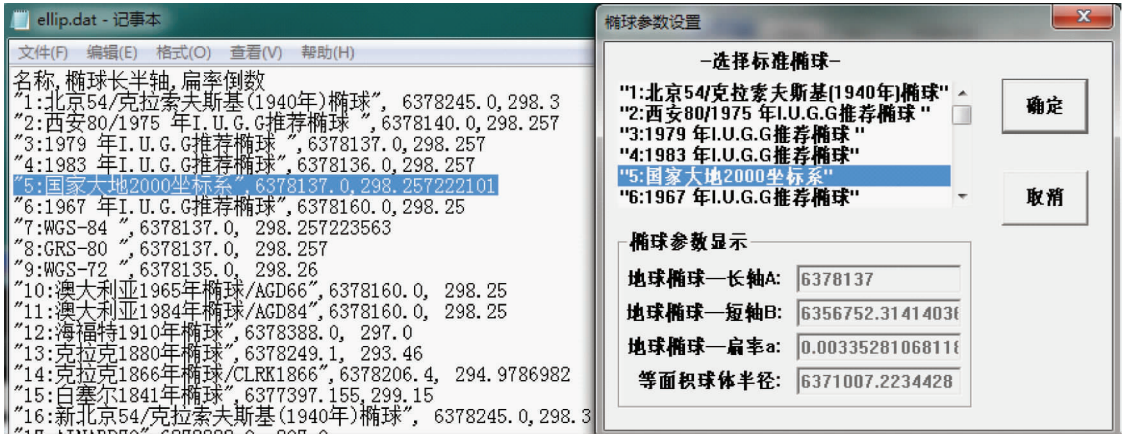


图 1 Magsis67 软件中设置好 2000 国家大地坐标系的效果图

Fig. 1 Renderings of 2000 National Geodetic coordinate system setted in Magsis 67

## 2 比例尺放大

有多种方法可以实现比例尺的放大, 本文介绍的优选方法为使用 Magsis67 投影变换模块中的“工作区直接投影转换”命令进行转换。其他方法简要介绍了“进行投影转换”命令和“成批文件

投影转换”命令。

### 2.1 优选方法——工作区直接投影转换

打开 magsis67 软件, 设置好工作目录、矢量字库目录和系统库目录, 本文设置的工作目录为 D 盘的 sample 文件。而后进入 Magsis67 实用服务里的投影变换模块, 打开准备好的 1:5 万地理底图的点、线、区文件 (见图 2)。

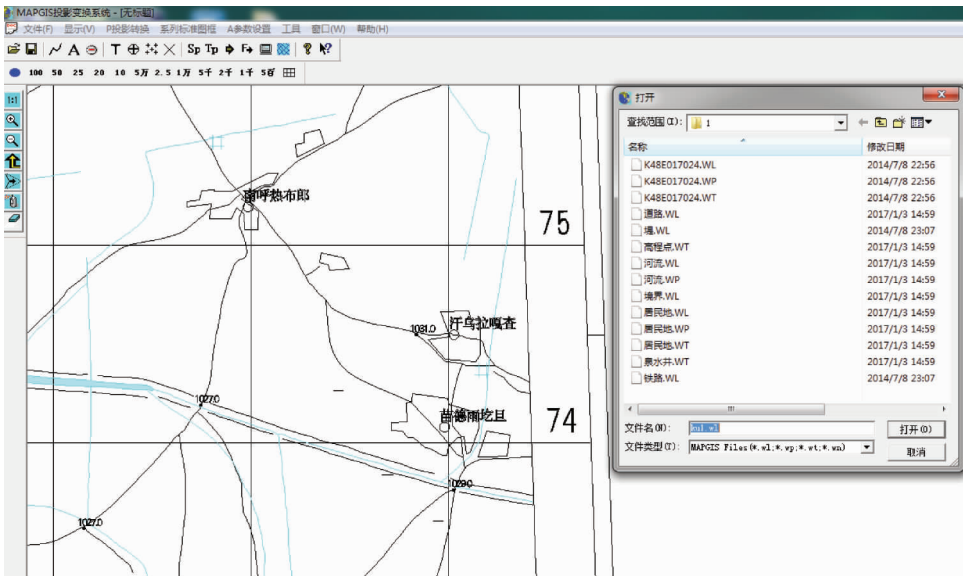


图 2 Magsis67 投影变换模块操作界面

Fig. 2 Magsis67 Projection transformation module interface

选择菜单栏投影转换下的工作区直接投影转换, 选择文件、设置当前投影参数和结果投影参数。此操作步骤有几点需要说明, 首先由于 Magsis67 软件开发较早, 现今的操作系统无法保证对其完美兼容, 所以会出现一些由兼容性引起的小问题, 例如当前投影参数和结果投影参数中

出现 -0 值, 当然手动去掉负号即可, 其次确认所有的参数都需选择正确, 例如投影带类型选择 6 度带, 投影带序号本文选择的是 18 度带, 最后整体检查核对尤其注意坐标系的选择。在设置好当前投影参数 (见图 3) 和结果投影参数 (见图 4) 之后就可以单击开始转换按钮进行投影转换了, 转

换好的文件直接覆盖原文件所以转换前需做好备份工作。

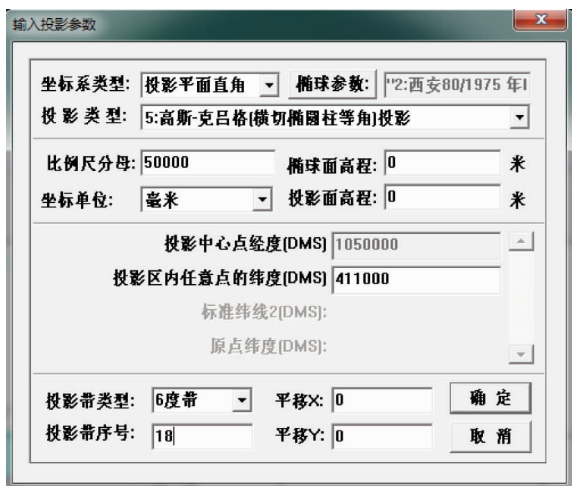


图3 当前投影参数设置

Fig. 3 Setting of the current projection parameters

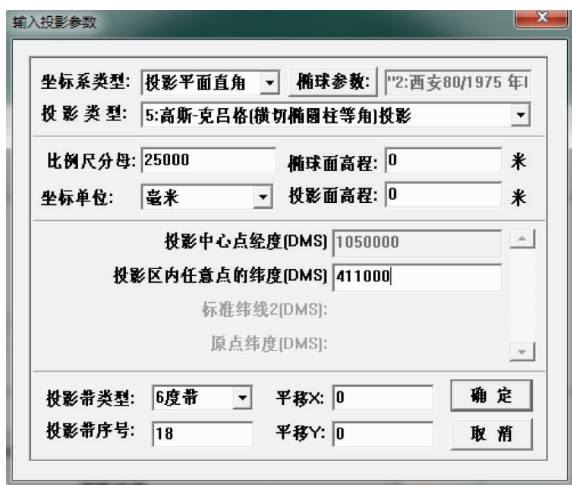


图4 结果投影参数设置

Fig. 4 Settings of the projection results parameters

## 2.2 其他方法

“进行投影转换”命令和“成批文件投影转换”命令，整体来说跟“工作区直接投影转换”命令相似，都是设置好当前投影参数以及结果投影参数后进行投影转换。主要的区别在于“进行投影转换”命令是针对单文件进行投影转换，转换好了需要另存，而“成批文件投影转换”命令可以转换整个目录，转换好了之后也是直接替换原文件。

## 3 图形裁剪

同样多种方法可以实现图形裁剪，本文介绍

的优选方法为使用 Section 插件进行裁剪。其他方法简要介绍了 Mapgis67 实用工具里的“图形裁剪”模块以及工程文件中的“工程裁剪”。

### 3.1 优选方法——使用 Section 插件进行裁剪

Section 的操作界面跟 Mapgis67 非常相似，打开经 1:5 万地形图数据放大的 1:2.5 万地形数据，添加单幅由 Mapgis67 生成的 1:2.5 万的标准图框的线文件。由于标准图框的内图框为四条互不相连的直线，并不符合裁剪框的要求，所以需要使用时编辑里的链接先命令将四条线联接成一个矩形框，为了突出显示本文将联接好的内图框线改为红色加粗（见图 5）。选择菜单栏的辅助工具中的裁剪工具，裁剪框选择 1:2.5 万标准图框的内图框，保证需要裁剪的所有文件都处于可编辑状态，选择内裁命令以及确定裁剪后的文件存放目录，图形裁剪即可完成。

### 3.2 其他方法

“图形裁剪”模块的大致操作流程是：打开——分别装入点、线、区三种文件——装入裁剪框（裁剪框的制作方法跟优选方法相同）——新建裁剪工程，在工程中指定结果文件存放路径——单个文件进行裁剪（一般点和线选择制图裁剪，区文件选择拓扑裁剪）

“工程裁剪”的大致流程如下：准备填充为区文件的裁剪框（“工程裁剪”命令只识别区文件作为裁剪框）——新建一个用于存放裁剪后文件的文件夹——选择其他菜单栏里的工程裁剪命令——添加被裁剪的点、线、区文件——装入裁剪框进行裁剪。

## 4 图面整饰

根据 1:50000 区域地质调查工作指南要求，放大比例尺后的图件需补充有关道路等基础设施的现势资料，所以该步骤的主要目标是根据遥感影像等资料添加最新的地形地物以充实经过放大和裁剪的 2.5 万地理地图，从而满足野外工作底图的精度要求<sup>[2,9]</sup>。总体来说完成此项内容需要使用到以下两种操作：第一种操作的核心思路是将遥感影像等资料校正到 1:2.5 万的标准图框内，而后以其为底图勾绘地形地物。此操作适合对最新的公路、铁路、面状水系等地物的补充以及绘制，需要特别注意的是必须保证影像资料精确配准标准



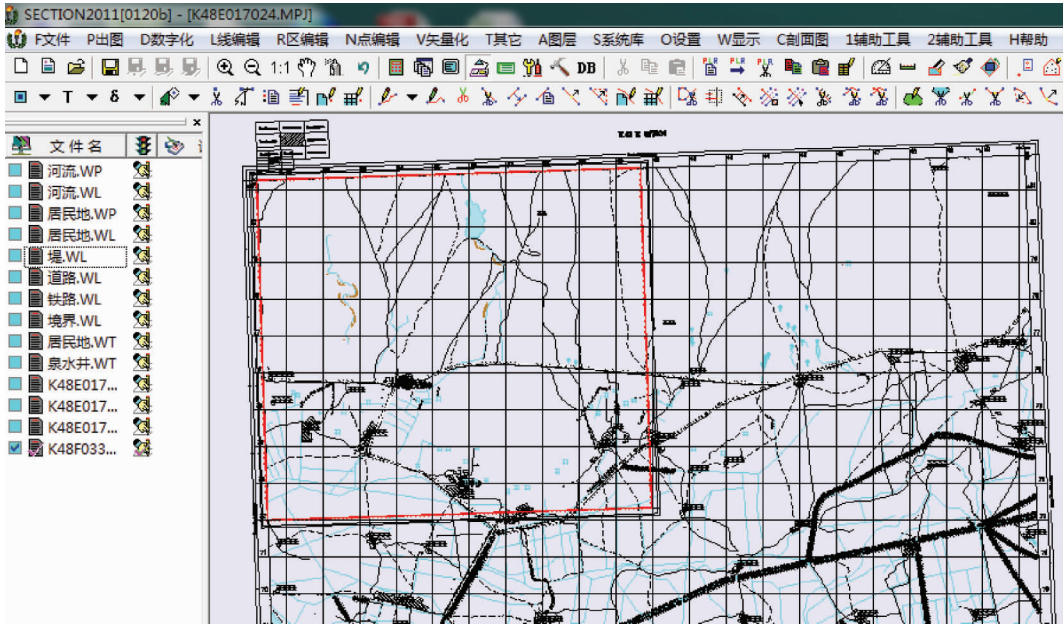


图5 Section 插件主操作界面

Fig. 5 Main operating interface of the Section plug-in

图框,否则会导致实际地物跟图件位置有很大的偏差。第二种操作方法主要使用到的命令是投影变换里的用户文件投影转换,此操作适合单点地物(例如房屋、泉水等)的投影以及线性地物的校正,此方法最关键的操作是投影变换参数的选择。

## 5 制作方法总结

地理底图的制作过程分为比例尺放大、图形裁剪以及图面整饰三大步骤。第一步比例尺放大选取的“工作区直接投影转换”功能较其他两种方法更加简单便捷,采取此方法几乎不会出现内存不足等系统问题。第二步图形裁剪推荐使用 Section 插件进行裁剪,Section 是一款优秀的 Mapgis67 辅助插件,该插件为 Mapgis67 软件使用过程中遇到的很多繁琐步骤提供了较为便捷的处理模块,值得广大地质工作者推广应用。介绍的其他两种方法都有其明显的不便之处,“图形裁剪”操作较为复杂并且只能单个文件进行裁剪,而“工程裁剪”只能选择区文件作为裁剪框并且必须要新建一个文件夹,否则进行裁剪操作所有原始文件都会被替换。第三步图面整饰并没有什么简洁方法,相关人员对 Mapgis67 软件操作的熟练程度对此步骤起了决定性的作用。三大步骤环环相扣,缺一不可,操作过程中需小心谨慎避免

中间产生错误导致最后制作失败。

## 6 结论

在 1:5 万区域地质调查的工作中总结提出了地形图坐标系转换的基本技术流程,应用 Mapgis67 软件和 Section 插件将 1:5 万比例尺 Mapgis 格式数据放大为 1:2.5 万比例尺并进行了投影变换以及图形裁剪,保证了转换前后属性和参数数据的一致性。转换流程整体具有可操作性,使用的方法简洁明了,经过整饰后的图层符合数字填图地理底图的要求。

## 参 考 文 献

- [1] 李超岭,张克信,墙芳躄,等. 数字区域地质调查系统技术研究[J]. 地球科学进展, 2002, 17(5): 763~768.  
LI Chao-ling, ZHANG Ke-xin, QIANG Fang-zhu, et al. Research on digital regional geologic survey system techniques [J]. Advance in Earth Sciences, 2002, 17(5): 763~768.
- [2] 谢良珍. 地质专题图地理底图的编绘[J]. 第四纪研究, 1999, 19(3): 260~267.  
XIE Liang-zhen. Compiling the basic map of geography for the geoscience maps [J]. Quaternary Sciences, 1999, 19(3): 260~267.
- [3] 1:50000 区域地质调查工作指南[R]. 北京:中国地质调查局, 2016.  
1:50000 regional geological survey work instructions [R].

- Beijing: China Geological Survey, 2016.
- [ 4 ] 李磊, 郑锦娜, 王心华. 数字填图地理底图转换与制作方法研究 [J]. 地质调查与研究, 2013, 36 (4): 318~320.  
LI Lei, ZHENG Jin-na, WANG Xin-hua. Conversion and making method for digital mapping geographic basemap [J]. Geological Survey and Research, 2013, 36 (4): 318~320.
- [ 5 ] 徐磊, 孙羽, 李永军, 等. 浅谈数字填图系统背景图层的参数调整技巧与方法 [J]. 甘肃地质, 2013, 22 (1): 81~85.  
XU Lei, SUN Yu, LI Yong-jun, et al. Methods and skills of adjusting the parameters of background layer for digital mapping [J]. Gansu Geology, 2013, 22 (1): 81~85.
- [ 6 ] Golledge N. Digital field survey technology: the future of BGS mapping? [J]. Earthwise, 2004, (20): 4~5.
- [ 7 ] 李丰丹, 李超岭, 吴亮, 等. 大数据环境下数字填图数据集成服务技术 [J]. 地质通报, 2015, 34 (7): 1300~1308.  
LI Feng-dan, LI Chao-ling, WU Liang, et al. Data integration and services of digital geological mapping based on big data [J]. Geological Bulletin of China, 2015, 34 (7): 1300~1308.
- [ 8 ] 郑雪萍. 地理底图小放大编绘的几个问题 [J]. 地矿测绘, 1999, (2): 35~37.  
ZHENG Xue-ping. Some problems in enlargement compilation of geographic base map [J]. Surveying and Mapping of Geology and Mineral Resources, 1999, (2): 35~37.
- [ 9 ] 陈勇, 黄建桥, 唐国强, 等. 西藏地区 1:5 万地理底图数字化编绘质量控制 [J]. 资源环境与工程, 2014, 28 (1): 74~76.  
CHEN Yong, HUANG Jian-qiao, TANG Guo-qiang, et al. Quality control of digital editing of 1:50000 base map in Tibet [J]. Resources Environment & Engineering, 2014, 28 (1): 74~76.

## METHODS FOR THE PRODUCTION OF FIELD FREE-HAND MAPS AND GEOGRAPHIC BASEMAPS IN DIGITAL GEOLOGICAL MAPPING

YANG Xing-chen<sup>1</sup>, YE Pei-sheng<sup>1</sup>, CAI Mao-tang<sup>1</sup>, ZHOU Wei<sup>2</sup>

(1. Institute of Geomechanics, China Academy of Geological Sciences, Beijing 100081, China;

2. School of Earth Science and Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

**Abstract:** Digital mapping system realizes the informatization in the whole process of regional geological survey from field data acquisition, data processing to result output and so on. Accurate and rapid production of field free-hand maps and basemaps is the foundation of field investigation work. According to the 1:50000 scale regional geological survey, the transformation process of terrain data coordinate system is presented and a set of methods for the rapid production of field free-hand maps and basemaps that meet the relevant accuracy requirements are summarized. The first step is using the “workspace direct projection transformation” function in the projection transformation module of Mapgis 67 to enlarge the 1:50000 scale data. The second step is cutting out the enlarged 1:25000 scale terrain vector data with the Section widget. The third step is adding the latest terrain and surface features according to the remote-sensing image data to achieve the final drawing of geographic basemaps.

**Key words:** field geological free-hand map; geographic basemap; coordinate system transformation