

文章编号: 1009-3850(2002)03-0107-05

# 基于 GIS 的区域地质调查数字制图 ——以 1:5 万《里庄幅》为例

廖忠礼<sup>1,2</sup>, 刘晓蓉<sup>1</sup>, 陈 乔<sup>1</sup>, 廖光宇<sup>1</sup>, 朱弟成<sup>1,2</sup>

(1. 成都地质矿产研究所, 四川 成都 610082; 2. 中国地质大学, 北京 100083)

摘要: 本文以 1:5 万里庄幅为例, 阐述了运用 GIS 系统对区调过程中各种资料的处理与编辑方法, 并介绍了数字制图方法及工艺流程, 提出了 GIS 系统在 1:5 万区调工作中的应用前景。

关键词: GIS; 区域地质调查; 数字制图; 里庄幅; 四川

中图分类号: TE121.3 文献标识码: A

## 1 概述

1:5 万《里庄幅》图幅地处我国西南横断山系东缘的中高山及高山深切区段内, 位于四川省凉山彝族自治州的冕宁县、西昌市和盐源县接壤部位。其区域研究程度较高, 许多院校、科研及生产单位先后在本区进行过地质矿产调查及专题研究工作(四川省地质局、水电部设计单位、中国科学院、西南地震队、四川省冶金地质勘探公司 603 队、成都地质学院、成都地质矿产研究所及中国地质科学院地质研究所、地质力学研究所)。本次工作在野外填图前, 搜集了区内已有的地质矿产、水文、工程、航片和 TM 卫片以及地形资料。同时选用了 MAPGIS 软件进行资料处理及编辑。

地理信息系统(Geographic Information System, 简称 GIS)是建立在地球科学基础上的边缘科学, 是以地理空间数据库为基础, 在计算机软硬件的支持下, 对空间相关资料进行采集、管理、操作、查询分析、模拟、显示和制图输出, 并采用地理模型分析方法, 适时提供多种空间和动态的地理信息, 为地理研究和地理决策服务而建立起来的计算机技术系统; 是融地理学、几何学、计算机科学及各类应用对象为一体

的综合性高新技术<sup>[1~3]</sup>。其最大特点在于能够提供多种方法和途径, 综合分析不同的空间信息, 解释不同实体的空间关系, 解释各种地质现象以及模拟其形成过程。因此借助于计算机, GIS 为地质人员提供了一个分析解译地质、物化探、水文、遥感及地形等方面的多元综合信息强有力的工具。

## 2 基于 GIS 的区调地质调查方法

MAPGIS 具有生产高品质矢量地图和图表的能力, 完全可以满足区调工作最终成果需求。GIS 在区调工作中的实施应贯穿于工作的始末。GIS 的工作过程包括数据准备、数据输入、数据编辑与输出, 应与区调工作的资料收集、踏勘设计、野外调查、资料整理及出版对应起来<sup>[4,9]</sup>。

### 1. 数据准备

组成区调的 GIS 数据主要包括收集到的资料及野外实际勘测得到的数据。考虑到成果的综合性和除收集常规的地质、矿产资料外, 还应收集水资源、土地、植被等资料, 并按所建立的 GIS 数据模型, 来描述工作区内不同地质体、不同资源信息的空间位置(几何信息)及与之相关的性质信息(属性信息),

建模的方法应符合系统对数据的要求。

根据区调的特点,其 GIS 数据库模型一般采用关系型数据库。在进行区域扫面之前,应确定数据库中每一个要输入记录的字段类型及宽度,以确保信息输入的速度并减少作业的出错率。野外扫面应在数据模型的指导下完成,根据库内字段类型来完成信息的采集。

## 2. 数据输入

数据输入是在硬件支持下完成的,主要输入设备包括数字化仪、扫描仪等,目前主要采用扫描输入方式,键盘输入是属性数据的输入方式。

在 GIS 中,几何数据以点、线、面形式表示。点要素在区调工作中反映为地质点、岩性控制点、岩性界限点、采样点、剖面起始点、矿体点、构造控制点以及风景点、人文点等等;线状要素反映为地质界限、构造线、剖面线;面状要素反映为岩体、岩脉、火山机构、环状断裂及其他封闭的地质单元和其他面状信息。为合理安排工作强度,应在设计前期输入地形图,并按照区调的要求对地形图内各要素进行合理取舍或添加,并应用 GIS 的图层管理功能,删除生成编稿原因、交通图、地形数字模型等图件。

属性信息的输入与几何信息的输入同时进行,按照预先建好的数据类型来完成。其他数据库的记录应按工作总则的要求并随着工作的进展来逐步完成。

## 3. 编辑及分析

编辑作业主要以人机交互的方式进行。其主要任务是:(1)处理在初期输入作业中难以处理的、复杂的属性信息;(2)修正、补充在图幅间接边外形因数据的不一致以及输入的几何数据与属性数据的差错及缺失等;(3)创建不同岩性花纹,多数 GIS 软件缺乏地学中的岩性花纹,但系统具有创建符号功能,可依据有关标准创建;(4)修边工作,地质图不同于一般图件之处在于周边的内容(图例、剖面、接图表、柱状图、岩性谱系图等),此项工作应在编辑阶段内完成;(5)确定空间拓扑关系,通过拓扑关系,确定地质图内不同几何信息的关系(断裂与地层、岩体、岩体与岩脉,岩体与岩脉,岩脉与地层等),以便进行空间分析。

GIS 不同于一般数据库系统与计算机制图系统之处,在于其具有分折功能,并可在区调工作中充分应用。例如,通过叠加法对有关图件进行逻辑运算,就可形成有关专题图件。

## 4. 产品输出

GIS 产品输出常有打印输出或绘图输出。目

前,高质量的喷墨绘图仪完全可以满足对地质图的高精度、高清晰度和着色均匀的要求,如出图的份数较大时,为降低成本起见,可采取光栅分层,输出红、绿、蓝 3 原色图,再由印刷合成。

## 3 数字制图方法及工艺流程

### 3.1 数字制图依据的规范

(1) 中华人民共和国地质矿产部 1986 年批准、发布的标准 DZ41-86《1:5 万区域地质图地理底图编绘及地质图清绘规程》;

(2) 中华人民共和国国家技术监督局 1989 年发布的中华人民共和国国家标准 GB958-89《1:5 万区域地质图图例》;

(3) 中华人民共和国国家技术监督局 1990 年发布的中华人民共和国国家标准 GB12342-90《1:2.5 万、1:5 万、1:10 万地形图图式》;

(4) DZ/T0179-1997《1:5 万地质图用色标准及用色原则》(本测区使用 4 色色标)。

(5) 中华人民共和国地质矿产部 1991 年发布的行业标准 DZ/T0001-91《1:5 万区域地质调查总则》及《3 大岩类(沉积岩、变质岩、花岗岩类)区域地质填图方法指南》;

(6) 四川省地质矿产局 1992 年《1:5 万区域地质调查工作手册》(内部出版、使用);

(7) 编绘设计书

### 3.2 数字制图方法及工艺流程

#### 1. 数学基础的建立

新编制的 1:5 万地质图采用高斯-克吕格(Gauss-Kruger)投影,克拉所夫斯基(Krusovosky, 1940)椭球体,6°分带,分幅编号按国家测绘局 1990 年 12 月发布的《1:5 万地形图更新技术规定》进行分幅编号。每幅图经差 15',纬差 10',方里网注偶公里数,间距 4 厘米,中央经线 99°。因收集到的底图资料仍为 1954 年北京坐标系,1956 年黄海高程系,加之考虑到与测区东西两侧地区已测图幅的接图等原因,故仍采用 1954 年北京坐标系,1956 年黄海高程系,等高距为 40m。H47E023024 位于 17 带的东边缘 15'以内,故需展绘 18 带方里网(表 1)。

控制点点位误差不超过  $\pm 0.2\text{mm}$ ,图廓边长误差不得超过  $\pm 0.2\text{mm}$ ,方里网线误差不超过  $\pm 0.1\text{mm}$ ,对角线误差不超过  $\pm 0.3\text{mm}$ ,两对角线的校差不超过 0.3mm;图廓线均可按直线绘出(表 2,图 1)。

#### 2. 地理底图数字化及编辑

由于 1:5 万里庄幅的地形图不是数字化地图,

表1 里庄幅图廓点对邻带坐标的坐标值

Table 1 The coordinate values for the sheet border points of the Lizhuang Sheet in relation to the location of the adjacent areas

点号	经度( $\lambda$ )	纬度( $\varphi$ )	经差( $\pm\Delta\lambda$ )	纵坐标 $X$ (m)	横坐标 $Y$ (m)	
					查表值	换算值
1	101°45'	28°10'	+2°45'	312029.0	270140.3	1770140.3
2	102°00'	28°10'	+3°00'	312061.5	294710.5	794710.5
3	101°45'	28°00'	+2°45'	3101546.6	270558.2	770558.2
4	102°00'	28°00'	+3°00'	3102126.8	295166.5	795166.5

表2 里庄幅三角点控

Table 2 Relevant results for the triangular controlling points of the Lizhuang Sheet

点名	等级	直角坐标(m)		高程(m)
		$X$	$Y$	
黄瓜坪子	III	3126469.0	17776212.1	3209.6
阿牛窝个	II	3137939.13	17793241.38	3626.3
牦牛山	III	3124914.6	17789190.4	3403.3

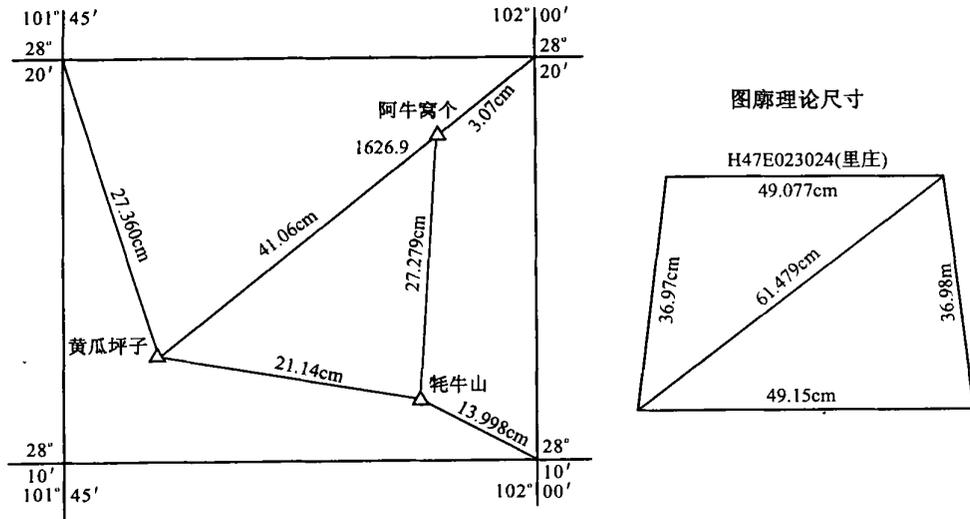


图1 图廓理论尺寸及三角控制点分布图

Fig.1 Theoretical sizes of the sheet border and distribution of the triangular controlling points

因此,首先要对其地理底图进行数字化。数字制图的工艺流程一般为图2所示。

(1)地理工作底图编绘:使用用彩图嵌贴方法:在厚0.1mm的热定型薄膜片基上,用方眼坐标尺展绘1:5万数学基础,经检查达到精度要求后方能使用。选用图纸伸缩率不超过4%的1:5万软纸彩色地形图作编图基本资料图件。每幅1:5万地形图视图纸伸缩情况裁割成若干块,但不得超过16块。然后展绘有数学基础的薄膜片基在透图台上进行嵌贴,所有的方里网线、图廓点和三角控制点均作为嵌贴控制点。控制点拼贴对点误差不超过0.1mm方里线应为直线,因扭曲而造成的弯曲矢长不超过0.2mm,

嵌贴裂隙不大于0.2mm,彩图不得压盖内图廓线,嵌贴好的彩图图面平整、清洁、粘贴牢固,无漏胶现象。

(2)地理工作底图数字化:将编绘好的二版图铅笔稿地理工作底图,扫描成栅格图,输入微机,应用MARGIS软件将其数字化,并依照前述规范、技术标准及编绘设计书的各类参数表对各要素进行编辑,形成地理版数字图文件。

(3)数字化地理版的误差校正:地理版数字化编辑完毕后,应用理论数据对其进行校正。校正时,采用4个图廓点及偶公里组成的方里网交点和三角控制点为校正控制点。图廓和方里网交点的理论数据

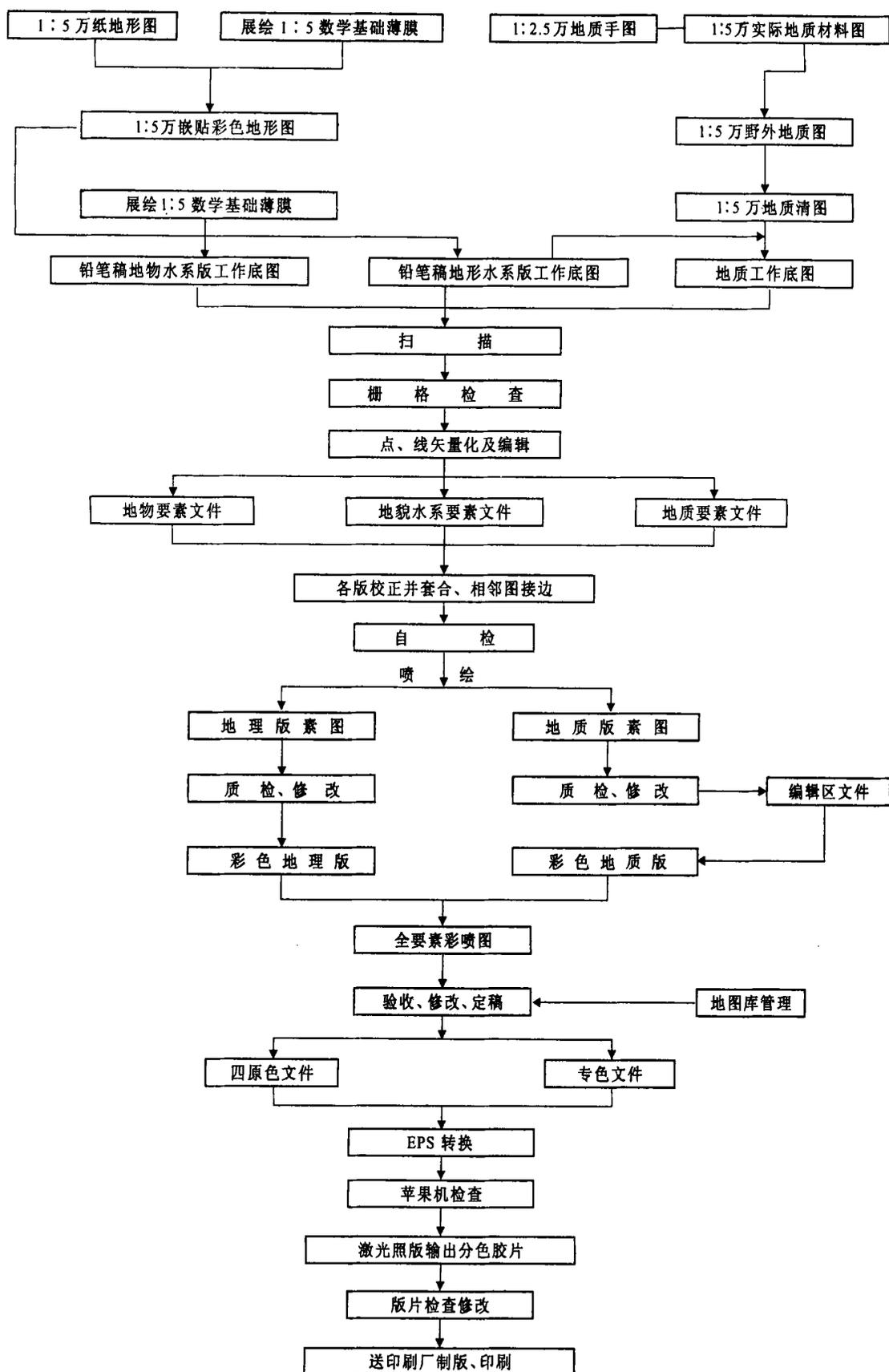


图2 1:5万区域地质图数字制图工艺流程

Fig. 2 Technological processes for the digital mapping of the 1:50000 regional geological map

采用MAPGIS软件中投影转换子系统所提供的1:5万标准图框的数据,三角控制点采用收集到的数据换算而成。校正后数学基础应满足规范要求的精度。

### 3. 作者地质原图的制作

(1)地质工作底图数字化及编辑:将地质工作底图扫描成栅格图,输入微机后,进行精度和变形检查,认定合格后,应用MAPGIS软件的编辑子系统,将栅格图数据化,并依照规范和技术要求以及编绘设计书所编写的各类参数表中的参数对地质体各要素及地质版的其他组成部分进行编辑。编辑前,应先按照编绘设计书中的各类参数,编辑好子图库和线型库。编辑工作程序为:线、点要素矢量化→线、点要素编辑→拓朴处理→区编辑→图幅整饰。图幅内容编辑顺序为:主图→附图(图例、剖面图、柱状图、角图)→图面整饰。

(2)数字化地质图的误差校正:误差校正的方法和理论数据同地理版。校正后的数学基础应完全满足精度要求。

(3)地理版与地质版的套合:地理版和地质版各自具有独立的文件。为了处理好各要素间的关系,应移动某一版(一般移动地理版)使之各同名图廓点和方里网线叠合在一起,其重叠的点、线误差均不超过0.2mm。

作者地质原图的制作应与野外填图同步进行,当野外填图扫面一条或几条路线结束时,回到野外

工作站(这里应配有计算机),在展绘实际材料图时,也向计算机内输入。目前,由中国地质调查局开发的数字填图方法已经取得重要进展,并在填图实践中得到应用,野外就是用掌上机录入第一性资料。

## 4 结语

区域地质调查是一项基础性、公益性的地质工作,也是一项生产性科研工作,它所涉及的知识面很广,几乎包括地质学各个领域。区调工作过程需要处理大量多方面的资料,区调成果也正是多元信息综合研究的体现。另一方面,区调涉及的资料种类繁多,既有图形、图象,又有文字、数字,并且这些资料多与空间位置密切相关,这些恰与GIS的特征相符合,GIS的特点表现在综合处理多源空间信息。因此,GIS在区调工作中可以得到充分的发挥及应用。

### 参考文献:

- [1] 陈述彭,等. 地理信息系统导论[M]. 北京:科学出版社,1999.
- [2] 张利平,任福继,叶荣华,等. 地理信息系统与MapInfo应用[M]. 北京:高等教育出版社,1995.
- [3] 张超,陈丙咸,邬伦. 地理信息系统[M]. 北京:高等教育出版社,1995.
- [4] 赵文吉,张松梅,晋佩东. GIS技术在区域地质调查中的应用[J]. 贵金属地质,2000,9(3):170-173.
- [5] 董国臣,郝国杰. GIS在1:5万榆关镇幅区域地质调查中的应用[J]. 中国区域地质,1998,17(4):436-439.

## GIS applications to the digital mapping in the regional geological surveys: An example from the 1:50000 Lizhuang Sheet

LIAO Zhong-li<sup>1, 2</sup>, LIU Xiao-rong<sup>1</sup>, CHEN Qiao<sup>1</sup>, LIAO Guang-yu<sup>1</sup>, ZHU Di-cheng<sup>1, 2</sup>

(1. Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082, Sichuan, China; 2. China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

**Abstract:** Exemplified by the 1:50000 Lizhuang Sheet, the present paper deals, in detail, with the GIS applications to the digital mapping, compilation and processing of the data obtained from the regional geological surveys. With the help of a computer, GIS has provided a useful tool for interpreting various spatial information and modeling geological phenomena and their genetic processes.

**Key words:** GIS; regional geological survey; digital mapping; Lizhuang Sheet; Sichuan