

基于 GIS 的区域地质编图方法

韩坤英 丁孝忠 范本贤 耿树方 剧远景 王振洋

(中国地质科学院地质研究所, 北京 100037)

提要: 本文以地理信息系统在小比例尺区域地质编图中的应用为基础, 结合《亚洲中部及邻区系列地质图》的编制, 详细阐述了应用 ArcInfo、MapGis 等 GIS 软件进行数字地质编图的方法。对地理空间数据和专业地质空间数据的编制做了详细介绍, 其中包括各种要素制图综合、属性库制作、编码设计、现势资料的补充等。根据数据源的不同, 制定了不同的技术路线和工作方法。将来自不同国家的数据源进行数据转换、投影变换和误差校正, 转换为统一的数据格式和投影坐标系统。对基于 GIS 的区域地质编图方法及数据源做了具体分析。

关 键 词: GIS; 区域地质; 数据源; 数据转换

中图分类号: P628+.4 文献标识码: A 文章编号: 1000-3657(2005)04-0713-05

1 引言

随着计算机技术的不断发展, 计算机技术的应用已深入到各个学科领域, 20 世纪 90 年代初, 计算机技术被引进到地质编图领域, 并且有了较快的发展^[1]。国内外出现了多种地理信息系统软件, 如国内较成熟的 MapGis、Geostar、Citystar、Geoway 等, 国外软件在中国较流行的有 ArcInfo、Mapinfo 等。已经完成的 150 万、1250 万地质图数据库和正在进行之中的 1100 万地质图数据库的建立均采用了基于 GIS 的先进的地质编图方法^[2]。而中国首次与国外(俄罗斯、蒙古、哈萨克斯坦、韩国)合作编制《亚洲中部及邻区系列地质图系》, 也是应用 GIS 软件平台开展跨国际的系列地质图件编制工作, 通过这种国际合作编图方式, 可以超越相邻国家间的界线, 共同研究过去一个国家无法解决的境内外地区性重要地质、矿产、大地构造环境和地层划分对比等问题, 将有助于提高区域地质科学理论水平, 推动各国成矿规律研究和地质找矿工作的开展。

2 数字制图方法概述

与传统编图方法相比, 无论从编图成果, 还是成图过程, 基于 GIS 的地质编图方法有了很大变化。成图过程包括采用的技术流程、系统库制作、色标设计、成图周期等等。目前区域地质综合研究和编图成果一般包含两种表达形式: 正式出

版印刷的纸质图件和数字地质图, 这样便于编图成果的应用、数据库的建立、更新及维护。其中数字地质图数据格式有国内常用的 MapGis 格式, 以及国际上应用比较多的 ArcInfo (Coverage 或 Shapefile) 格式等。成图技术流程和数据源有很大的关系, 来自电子图件的数据源和来自 GIS(数据库)的数据源也有一定的差别, 采用的编图方法也不同。从电子图件数据编制图件要简单一些, 而从 GIS(数据库)数据编制图件要复杂一些。比如电子图件有图面注释, 而 GIS 数据则没有, 其注释包含在属性数据中; 电子图件注重图面内容的载负量, 而 GIS 数据表示的内容要详尽得多, 等等。笔者主要讨论的是基于 GIS 数据的成图方法。另外地质图件是编制其他相关图件的基础, 从综合研究编图、建立数据库到出版以及数据库的更新和维护(GIS)是一项系统工程, 所以在编图实施过程中对工作条件的限制、软件应用情况及图件(数据库)出版必须做为一个整体来考虑。本文所举实例是采用 MapGis 和 ArcInfo 作为基础平台, MapGis 主要用于地质编图、数据整理; ArcInfo 主要用于数据转换和建库工作, 同时结合其他数据库软件作为补充。

3 基于 GIS 的区域地质编图方法

以亚洲中部及邻区系列地质图的编制为例, 详细介绍应用 GIS 进行地质编图的成图过程以及对影响成图质量、成图周期等问题的分析。

收稿日期: 2005-04-16; 改回日期: 2005-06-07

基金项目: 中国地质调查局地质大调查项目(121201051501、200113000077)资助。

作者简介: 韩坤英, 女, 1966 生, 工程师, 主要从事区域地质编图及地理信息系统应用; E-mail: Hankunying8888@sohu.com。

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

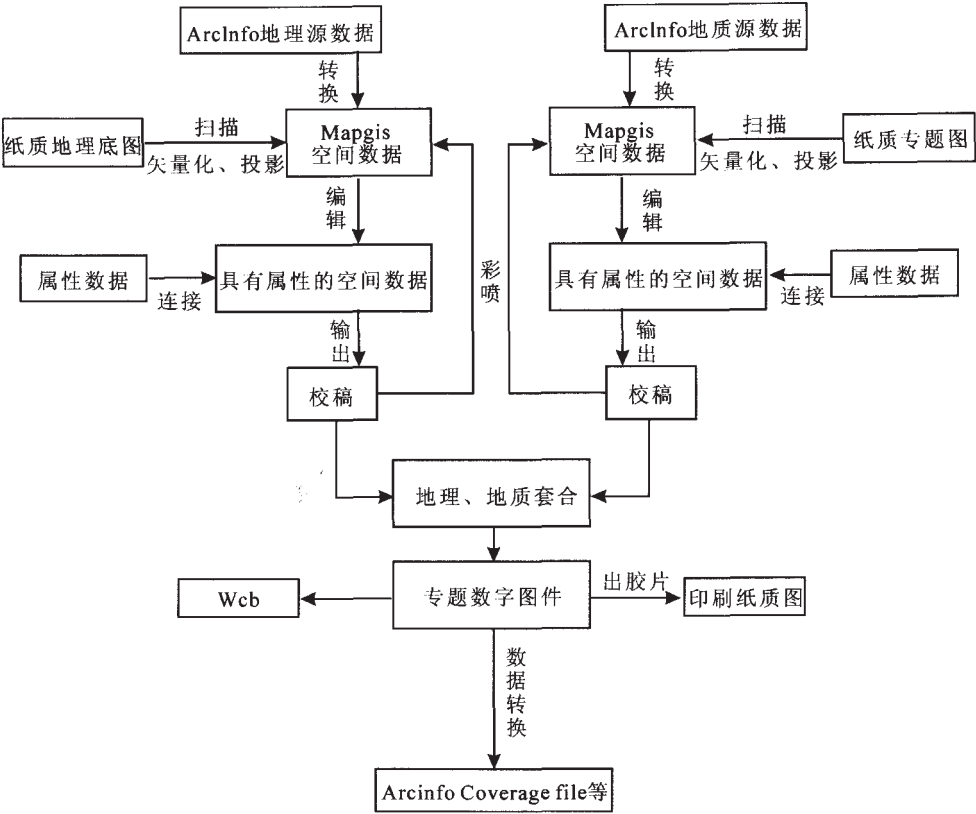


图 1 地质图编制流程图
Fig.1 Flow diagram of geological map production

3.1 数据源

亚洲中部及邻区系列地质图件包括地质图、构造图、成矿规律图和能源地质图。地质图数据源分别由中国、俄罗斯、蒙古、哈萨克斯坦和韩国提供,由中国进行汇总、汇编。数据格式分别为 MapGis (wt、wl、wp)、Arcview3.1 PC ArcInfo 的 Coverage、ArcInfo Desktop 8.2 Coverage 及具有现势性很好的纸质图新资料用以补充这些数字图内容,这些数据采用的投影、椭球体等不同,需要在计算机上进行格式转换、投影转换、接图和编辑等工作以适应统一投影方式。

3.2 编图方法流程

现代地质编图与以往不同,没有完全固定的方法、流程。主要取决于数据源的情况,采用的技术方法以及最终成果形式等而定。根据此次的数据源及采用的软件平台,以地质图编制为例,制定以下流程(图 1)。

3.3 地理底图的编制

地理底图是各专业图件的背景图,也是各专业部门制作各种专题图的基础资料,它具备地图数学基础和简略的基本地理要素(水系、居民地、交通、政区界、地形),用于专题信息的定位,表现其与周围地理环境的关系和分布规律^[3-9]。因此地理底图的精度、制图综合、现势性直接影响到专题图的成

图质量。

3.3.1 建立坐标系

任何一幅图件,成图数学精度是关键。因此必须首先建立数学基础,数学基础的构成主要有经纬网、内图廓线、控制点。根据本图的比例尺制作 1 250 万标准经纬网,范围东经 25°~160°;北纬 25°~75°;这一任务是在 Mapgis 平台上完成的。应用实用服务子系统的投影转换,绘制投影经纬网,投影原点纬度定为 0°。

3.3.2 数据转换和扩展

因为数据源来自不同的国家,投影也不一样。有 Transverse Mercator 投影,等距圆锥投影,以及用经纬度表示的,最终成图用等角圆锥投影,中央经线 92°;标准纬线 40°和 60°;经纬网密度 2°。考虑到编制地质图的工作量很大,以及制图出版的方便,最后选定 Mapgis 作为主要操作平台,把所有的数据转换成 Mapgis(WI、Wt、Wp)的格式进行编辑。

(1) Coverage、Shapefile 转成 Mapgis 格式

首先把 Shapefile 数据转换成 Coverage 格式,在把 Coverage 格式转换成 Interchange file(*.E00)格式,然后再把 E00 数据转换成 Mapgis(WI、Wt、Wp)格式。转换过程是在 ArcGIS Desktop 的 ArcToolbox 上完成的,或者在 Workstation

上完成。从 E00 到 Mapgis 格式是在 Mapgis 软件下完成的, 首先通过 Mapgis 的文件转换功能将 E00 转成 (Wt、Wl、Wp), 此数据是无投影的。然后在应用投影转换功能将此数据转换为本图件需要的 Lambert Conformal Conic 投影。这种转换形式把空间数据的属性信息都可以转换过来, 这样在 MapGis 的编辑工作量就节省了很多。

(2) 纸质图件的处理

为了增加图件的现势性等, 还应搜集补充一些最新的纸质图等补充资料, 通过扫描矢量化, 转成矢量数据, 再通过投影转换, 加载到数据中。

3.3.3 定义投影信息

最终成果要求用 Lambert Conformal Conic, 所以必须把各类数据源定义成统一的投影, 即 Lambert, 然后把这些数据 和 1 250 万的标准经纬网套合到一起, 拼接成一幅完整的地理底图, 作为地质图、构造图等专题图件的底图, 所以它的精度直接影响到系列图件的质量。具体投影方法: (1) 从 ArcInfo 转成的 MapGis 数据是系统自定义的, 首先在投影变换系统里打开需要转换的文件, 编辑 TIC 点, 将理论值类型设置为地理坐标系, 以“度”或“度、分、秒”为单位。当前投影参数设置为用户自定义, 比例尺分母为 1, 坐标单位 mm, 结果投影参数设置为地理坐标系, 坐标单位“度、分、秒”, 然后进行投影转换成地理坐标系。(2) 将地理坐标系转成 Lambert Conformal Conic, 结果投影参数设置: 坐标系类型设置为投影平面直角, 比例尺分母为 2500000, 投影类型为兰勃特 (Lambert) 投影。

3.3.4 制图编辑和建立地理底图库

(1) 符号库制作

符号化是地理信息可视化的重要组成部分, 因此在进行制图综合以前必须首先设计符号库, 所有的空间信息都是以符号的形式表现的, 点要素以点状符号表示, 线要素以线状符号表示, 面状要素的边线选用线状符号表示, 它的封闭范围用面状符号填充。

(2) 数据分层及命名

为了有效的管理数据, 对每个国家的数据分层及命名采用统一的标准, 根据地物要素的类别, 将数据组织在不同的层面中, 由于每个国家的地物要素种类不同, 分层的数量有所不同。每层需要有一个文件名。为了直观地判别这些图层所包含的内容, 在文件命名时, 每个国家的文件名前加上这个国家的第一个英文字母, 后面是按照要素的英文名字命名的。如中国的河流文件为 Criver.wl, 俄罗斯的河流文件 River.wl 等。

(3) 属性数据制作

最终成图要求有数字图、出版纸质图, 其中数字图要求用 ArcInfo 的 Coverage 或 Shape 格式, 在数据的互相转换过程中, 为了编辑的方便, 必须给每一个空间要素附以属性。从 MapGis 数据转换到 ArcInfo 数据, 在 MapGis 系统下输入的制图参数是不随数据转换的。只有属性信息随同数据一并转

到 ArcInfo 系统下, 因此属性信息尤为重要。根据实际情况及所要表达的效果, 设计属性结构(见表 1), 以满足地理各要素转换操作平台以后编辑的需要。河流为了用渐变线表示, 又增加了分级代码, 如果采用 ArcInfo 直接输出, 就能实现河流用渐变线表示, 增加了底图成果图的科学性和真实性。具体解决方法是在 Class 字段设计 8 个级别, 分别代表线宽 0.1~0.45mm。代码与线宽对照见表 2。

表 1 地理底图属性结构

Table 1 The attribute structure of the geographical base map

NAME	TYPE	LENGTH
ID	Double	8
L_CODE	Double	8
NAME	String	64
TEXT	String	100
CLASS	Double	6

表 2 分类代码与线宽对照

Table 2 The comparison of class codes and line widths

Class	Line Width
1	0.1 mm
15	0.15 mm
20	0.2 mm
25	0.25 mm
30	0.3 mm
35	0.35 mm
40	0.4 mm
45	0.45 mm

(4) 地理数据综合编辑

源数据按要素分层表示, 图面要素是通过属性提取的。有的数据并不是完整的, 例如咸水湖和淡水湖的区分, 在编辑时又增加了属性代码。制图综合采用人机交互式处理。虽然在理论上数字数据综合可以利用数学方法以批处理的方式实现, 但目前的图形表示是涉及美学技能的处理过程, 因此需要制图人员进行手工综合, 依据地图学的理论知识要考虑要素的特性和重要性^[5-7]。对于传统手工制图来讲, 制图综合是比例尺的驱动, 那么现在数据库的数据转换成制图数据, 也是一个综合的动力, 而且它的综合要比因比例尺变化的综合更复杂。有些要素注记可以直接从属性要素提取制图要素, 有些从属性提取的制图要素无法使用。此次编图的矢量数据大部分是来自数据库中的数据, 所以在编辑这部分数据时很困难。

3.4 专业内容的编制

专业数据是专题图件的主体部分, 专题内容的综合、表示方法、符号系统、色标设计等是图件是否成功的主要标志。

3.4.1 专业数据要求

专业内容的数据源来自不同版本的 ArcInfo 的 Shapefile 格式, 各国提供的数据都属于 GIS 数据, 没有图面注记, 没有原始的属性数据文件, 也没有属性字段的说明文件, 这给编图工作带来很大困难, 应用专业知识, 制图人员和地质人员

的相互配合, 解译出每个字段的涵义。从 Shapefile 转到 MapGis以后, 如果没有属性代码, 后面的编辑工作几乎从零开始, 如果有标准代码, 可以根据属性统一修改, 这样就能减少很大工作量, 主要是地质代号和面元色的填充。因此, 属性数据必须有详细的说明文件。

3.4.2 专业数据转换

专业数据内容也同样来自不同国家, 投影和数据格式和相应的地理内容相同, 因此采用和地理相同的方法, 将不同的数据格式转成 MapGis格式, 并定义投影信息, 定义方法和地理内容相同。

3.4.3 专业数据处理

在地质图、构造图等编辑过程中, 采用的地质代号是从面文件的属性里提取的, 这样提取的代号编辑工作量也是很大的。因为每个国家的代号命名都有自己的规定, 所以必须进行统一编辑。另外从属性中提取生成的代号是非常密集的, 而且代号的位置需要重新确定, 这些都需要人机交互编辑处理, 地层及岩性花纹的填充根据它的标准代码进行编辑。境内外的专业内容的接边可以采用人机交互处理方法。

3.4.4 专业要素数据库建立

(1) 系统库制作

专业内容也是由各种符号表示, 在制图综合以前要进行符号库设计, 包括点元符号、线元符号、面元符号以及色标库设计。

(2) 数据分层及命名

相对于地理内容, 专业内容的分层比较简单, 包括专业内容的点、线、面文件, 命名方法和地理内容相同。

(3) 属性数据制作

为了实现 MapGis和 Arcinfo 的相互转换, 属性数据是必须的。前面已提到, 在进行数据格式转换时, 制图参数并不随之转换, 只有属性信息才能转到另一种格式。由于本图系中构造图的花纹比地质图要复杂, 因此属性表也比较复杂(表

3~4)。
3.4.5 解决要素冲突

目前无论是数据库的建设, 还是图件的输出和出版都必须解决要素冲突问题, 只要是专业图件, 就包含地理内容和专业内容两部分。地理底图的内容包括经纬网、道路、居民地、水系等, 不可避免的和专业要素内容发生冲突, 解决这种冲突是为了空间关系的维护和可读性的需要, 是编图综合成功的标志, 满足制图的需要, 对于建立数据库是必不可少。图层的安排要分配合理, 一般是同类要素放在同一层中, 同时注意各要素之间的压盖关系。专业图层和地理底图进行套合以后, 需经过 2~3 次的审校修改, 才基本可以满足地质图件出版要求。

4 结论与讨论

地质编图技术随着时代的发展也在不断的改进, 编图软件越来越多, 越来越便捷。利用 GIS软件可以使地质编图的质量更高、精度更高、更方便、速度更快。

(1) GIS软件在地质编图中发挥了很大的作用, 并将不断完善。

(2) 用于编图的数据源其精度和现势性直接影响编图的质量, 对于不同格式的数据, 尤其是数据库的数据, 其属性数据要全面准确, 并且要有属性说明, 以便于数据格式转换以后进行重新编辑以及从属性提取图面信息用于出版的需要。

(3) 虽然 ArcInfo 在数据的空间分析等方面占有很大优势, 但也有其不足之处。如点状符号、线状符号、面状符号的制作不方便等。

(4) 为了使综合研究和地质编图成果广泛应用, 基于 GIS 的区域地质图必须达到出版要求。

参考文献(References):

[1] 胡英. 地图、地图制图与地理信息系统[J]. 地图, 1999, 53(2): 12~14.
Hu Ying. Map, mapping and geographic information system [J]. Cartography, 1999,53(2): 12~24(in Chinese).
[2] 中国地质调查局. 中华人民共和国地质图说明书(1:2500000)[M]. 北京: 中国地图出版社, 2004.
China Geological Survey. Explanatory Notes of Geological Map of the People's Republic of China (1:2500000)[M]. Beijing: SinoMaps Press, 2004(in Chinese).
[3] 黄崇钊, 钱大都, 叶天竺, 等. 数字地质图—空间数据库—元数据[M]. 北京: 地震出版社, 2001.
Huang Zongke, Qian Dadu, Ye Tianzhu, et al. Digital Geological Map- Spatial Database- Metadata[M]. Beijing: Seismological Press, 2001(in Chinese).
[4] 黄崇钊, 李浩川. 中华人民共和国 1:50 万数字地质图和空间元数据[J]. 中国地质, 2001, 28(2): 43~47.
Huang Rongke, Li Haochuan. Spatial Metadata and 1:500000- Scale Digital Geological Map of PRC[J]. Geology in China (Chinese Ge-

表 3 地质图属性

Table 3 The attribute of geological map		
NAME	TYPE	LENGTH
ID	Double	8
CODE_NAME	String	10
CODE	Double	8
DESCRIPTION	String	64

表 4 构造图属性

Table 4 The attribute of tectonic map		
NAME	TYPE	LENGTH
ID	Double	6
ID1	Double	4
ID2	Double	4
NAME	String	10
CODE1	Double	4
CODE2	Double	6
CODE3	String	8
NUMBER1	Double	4
NUMBER2	Double	4

- ology), 2001, 28(2): 43~47(in Chinese).
- [5] 张庆合, 曹邦功, 姜兰. 1:50 万地质图数据库的研建[J]. 中国地质, 2002, 29(2): 208~212.
- Zhang Qinghe, Cao Banggong, Jiang Lan. Development and construction of the 1:500000 geological map database [J]. Geology in China, 2002, 29(2): 208~212(in Chinese with English abstract).
- [6] 郭庆胜, 李沛川. 地图自动综合方法的研究进展(续)[J]. 地图, 1999, 53(2): 15~18.
- Guo Qingsheng, Li Peichuan. Research process in map automated generalization methods (continue)[J]. Cartography, 1999, 53(2): 15~18(in Chinese).
- [7] 李超龄, 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, 2002, 29(2): 213~217.
- Li Chaoling, Yang Donglai, Yu Qingwen, et al. Digital geological survey and mapping techniques[J]. Geology in China, 2002, 29(2): 213~217(in Chinese with English abstract).

Methods of regional geological map production based on GIS

HAN Kun-ying, DING Xiao-zhong, FAN Ben-xian, GENG Shu-fang,
JU Yuan-jing, WANG Zhen-yang

(Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Science, Beijing 100037, China)

Abstract: Based on the application of GIS (Geographic Information System) and in small-scale regional geological map production, combined with the production of the Geological Map Series of Central Asia and Adjacent Areas, the paper expounds the methods of digital geological map production based on the GIS softwares such as Arcinfo and Mapgis and introduces the compilation of geographical and geological spatial data, including map-making generalization, attribute database production and code design of various elements, as well as supplements of new materials. According to different data sources, different technical lines and map production methods are laid down. The data from the data sources of different countries are converted into the unifying data format and projection coordinates system by data conversion, projection conversion and error correction. A concrete analysis has been made of the methods of regional geological map production based on the GIS and data sources.

Key words: GIS; regional geology; data sources; data conversion

About the first author: HAN Kun-ying, female, born in 1966, engineer, mainly engages in regional geological map production and application of GIS; E-mail: Hankunying8888@sohu.com.