

# 全国 1:100 万地质图空间数据库建设进展

韩坤英<sup>1,2</sup> 丁孝忠<sup>2</sup> 李廷栋<sup>2</sup> 范本贤<sup>2</sup> 张庆合<sup>3</sup>  
剧远景<sup>2</sup> 庞健峰<sup>2</sup> 柯 学<sup>2</sup> 王振洋<sup>2</sup>

(1. 中国地质大学地球科学与资源学院, 北京 100083; 2. 中国地质科学院地质研究所, 北京 100037;  
3. 中国石化集团石油勘探开发研究院, 北京 100083)

**提要:**地质图空间数据库的建立对于基础地质图件的快速更新、信息资源共享以及基础地质科学研究具有重要意义。全国 1:100 万地质图空间数据库(2005 年版本)是以 1:50 万地质图数据库为基础,充分吸收近年来 1:25 万、1:5 万区域地质调查的新资料新成果,应用当代最先进的地质科学理论、现代信息技术和先进制图学理论,使用中国自主开发的 MapGIS 平台,结合 ArcGIS、Access 等软件进行研究建立的。数据库包括地理底图库、地质图库、元数据库、外挂岩石地层库,数据量约 1.6 GB。数据库管理系统具有较强的图幅检索、查询、自动成图、自动生成图例等功能。

**关键词:**地质图数据库;地理底图库;查询;检索;GIS

**中图分类号:**P285.1;TP311.132 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-3657(2007)02-0359-06

地质图件是区域地质调查和专题研究成果的主要表现形式之一,是体现一个国家地质调查工作部署、研究程度和地质科学总体水平的重要标志,是地质工作和基础地质研究的重要组成部分,是编制各种综合性图件或专业性图件的基础,也是开展地球科学研究与交流的重要工具。因此,许多国家对地质图件的编制和出版非常重视,在信息时代,随着空间数据库技术的快速发展,出版相应的电子版图件和建立空间数据库成为新的研究任务<sup>[1]</sup>。

1:100 万地质图件的编制出版和数据库的建设更能够反映一个国家区域地质综合研究的水平。俄罗斯从 1999 年正式开始第三版(第三代)1:100 万国家地质图系列编制和出版工作,并且专门制订了《俄罗斯联邦 1:100 万国家地质图系列编制和出版规范》。英国、法国(第七版)、南非、印度、蒙古、朝鲜等也编制出版了全国 1:100 万地质图,美国和加拿大编制出版了部分地区 1:100 万地质图件或专业图件,意大利在 2003 年新出版了第五版 1:100 万《意大利地质图》<sup>[2,3]</sup>。1:100 万国际分幅地质图是国家基本比例尺地质图件之一,此前,中国使用的 1:100 万国际分幅图件主要是在 20 世纪 60 年代初期编制出版的(内部出版),包括地质图、矿产分布图、大地构造图、内生金属成矿规律图等一套图共计 148 幅,四十多年来,为国民经济建设、政府部门工作规划部署、地质科学发展、矿产资源开发、地质灾害防治、区域地质研究等提供了重

要参考资料。随着近年来国土资源大调查所取得的区域地质调查、矿产勘查和专题研究的新成果,特别是青藏高原地区实现了 1:25 万区域地质调查全覆盖,积累了大量的地质信息资料。随着计算机技术在地质科学中应用的不断深入,为全面和系统地开展综合分析研究,应用现代 GIS 技术,更新编制全国 1:100 万地质图、建立 1:100 万国际分幅地质图空间数据库、实现信息资源的共享奠定了基础<sup>[4]</sup>。

## 1 全国 1:100 万地质图空间数据库概况

全国 1:100 万地质图空间数据库(2005 年版本)是一套覆盖了中国陆疆全域,包括台湾、海南岛屿的大型地质图空间数据库。它包含专业地质图库、地理底图库和元数据库。本数据库主要是应用 MapGIS 平台,同时结合了 ArcGIS、Access 等软件建立的,数据量约为 1.6 GB。这套数字地质图和空间数据库以全国 1:50 万地质图数据库为基础<sup>[5]</sup>,充分吸收了 1:25 万区域地质调查的新成果新资料(主要资料截止日期为 2003 年 12 月,部分资料至 2004 年),在综合研究的基础上,按照 1:100 万国际标准分幅的精度进行数字地质图编制,每幅图的经纬度为 4°×6°,共由 64 幅地质图(子库)组成(图 1),在此基础上建立了全国 1:100 万地质图空间数据库。其数据采用分幅存储的方式,其中的每一幅图即相当于一个子图库(区块),是全国 1:100 万地质图空间数据库的一个基

收稿日期:2006-08-28;改回日期:2006-11-29

基金项目:中国地质调查局地质大调查项目(1212010511501)和科技部项目(G99-A-01-d-0202)资助。

作者简介:韩坤英,女,1966 年生,助理研究员,硕士,主要从事区域地质与编图及地理信息系统应用研究;E-mail:Hankunying8888@sohu.com。

		哈巴河 M-45						漠河 N-51	新民 N-52	
							满州里 M-50	嫩江 M-51	黑河 M-52	抚远 M-53
	塔城 L-44	克拉玛依 K-45	青河 L-46			巴彦乌拉 L-49	西乌珠穆沁旗 L-50	齐齐哈尔 L-51	哈尔滨 L-52	虎林 L-53
吐尔尕特山口 K-43	伊宁 K-44	乌鲁木齐 K-45	哈密 K-46	额济纳旗 K-47	巴彦淖尔 K-48	呼和浩特 K-49	张家口 K-50	沈阳 K-51	吉林 K-52	
喀什 J-43	和田 J-44	且末 J-45	格尔木 J-46	西宁 J-47	兰州 J-48	太原 J-49	北京 J-50	大连 J-51		
乔戈里峰 I-43	噶尔 I-44	改则 I-45	安多 I-46	玉树 I-47	宝鸡 I-48	西安 I-49	南京 I-50	南通 I-51		
	普兰 H-44	日喀则 H-45	拉萨 H-46	昌都 H-47	成都 H-48	长沙 H-49	武汉 H-50	上海 H-51		
		亚东 G-45	错那 G-46	大理 G-47	昆明 G-48	衡阳 G-49	福州 G-50	台北 G-51		
				景洪 F-47	凭祥 F-48	广州 F-49	香港 F-50	高雄 F-51		
						三亚 E-49				

图1 全国 1:100 万地质图数据库分幅图名称及接合表示意图

Fig.1 Sheet names of the 1:1 million geological map database of China and index of adjoining sheets

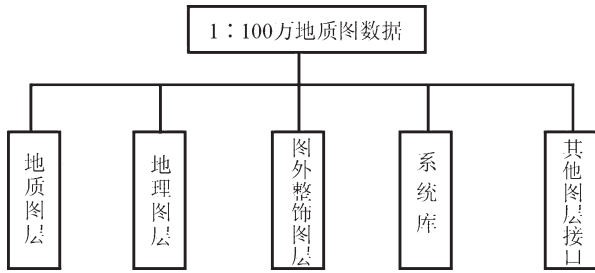


图2 1:100 万地质图数据库图层构成

Fig.2 Layer architecture of the 1:1 million geological map database

本构成单元,每一个子图库(区块)主要包含3部分内容:地质图层部分、地理图层部分、图廓外整饰部分,构成了空间数据库的主要框架(图2),这种存储方式有利于数据库的管理,方便进行数据的提取、检索和查询。数据库采用了统一投影、统一编码和统一数据格式,最终开发建立了“全国 1:100 万地质图空间数据库管理系统”。

## 2 数据库表示内容

全国 1:100 万地质图数据库由 64 幅图(子库)组成,分幅编号采用国际 1:100 万地形图的编号,每幅图数据包含有 4 部分内容:地理内容、地质内容、图外整饰、图例说明,涵盖了中国大陆部分的地理、地质内容。

### 2.1 地质图库

1:100 万地质图数据库包括的地质图是在综合研究的基础上,按照 1:100 万比例尺精度编制的。主要表示的内容和技术要求如下:

(1)地层:地质年代划分是按照《中国地层指南及中国地层指南说明书》(全国地层委员会,2001)标准。对具有穿时性的岩石地层单位,按各地区实际时代表示,穿时特征在属性表描述中予以体现。

(2)侵入岩(包括浅成岩和潜火山岩):采用“岩性+时代”表示。

(3)火山岩:上新世以前的火山岩按地层表示,大面积火山岩分布区的地层单位叠加了火山岩岩性花纹进行双重表示。上新世至第四纪的火山岩按岩体的表示方法进行表示。

(4)断裂:分重要断裂和一般断裂两大类。全国性重要断裂表示了 93 条,还有省级重要断裂,一般断层在图面上长度大于 1 cm 进行了表示,有特殊意义的进行了夸大表示。

(5)特殊地质体。图面上对有特殊意义的地质体:榴辉岩、榴闪岩、科马提岩、蓝片岩、蛇绿岩、蛇绿混杂岩等均进行了表示,面积过小的适当夸大表示,并反映了其原有的展布方向。

(6)覆盖区有钻孔资料的进行了选择性表示,表示了同位素年龄及采样点,以及中国在超高压变质带地区实施深达 5 158 m 的大陆科学钻探工程位置。为了反映中国地层古生物学研究进展,图上表示了部分重要标准剖面的位置。

### 2.2 地理底图库

地理底图数据库采用国家测绘局国家基础地理信息中心提供的 2002 年版 1:100 万地形图(ArcInfo 格式),根据数据库的特点以及地理底图的功能进行编制的,并引用了中华人民共和国省级行政区划界线标准画法图集资料(2004 年 6 月),以及 2004、2005 年出版的《中华人民共和国行政区划简册》资料。主要是补充修改了居民地、国界、省界、交通等要

素。内容包括境界图层,表示了国界(包括未定国界)、省、自治区、直辖市、特别行政区、地级行政界线和县级行政界线;居民地表示到乡镇以上;水系表示了图上长度大于 10 mm 的河流和面积大于 2 mm 的湖泊、水库;交通网包括铁路、高速公路、重要公路等;地貌表示了等高线图层和雪被图层;其他要素还表示了长城等文化要素。

### 3 空间数据处理和建库

空间数据库的建立首先是收集和分析源数据,保证所使用数据的质量。因为不论建立何种数据库,都需要保证建库基础资料的质量,包括数据内容、精度、现势性等<sup>[6]</sup>。对不同类型(专业)的数据资料需要设计不同的处理流程,并提出空间数据库相关功能的实现方案,将设计的空间数据库的结构体系进行编码实现,建立系统库、组织数据、编辑、拓扑处理、属性库编辑、录入、检查等<sup>[7]</sup>,最终建成空间数据库管理信息系统,并定期对数据库进行维护。全国 1:100 万地质图空间数据库(2005 年版本)综合研究、编图和建库采用的工作流程见图 3。

#### 3.1 数据分幅分层处理

在数字地质图的编制过程中,由于数据量大,为了便于数据库的管理,采用地理坐标系,按 1:100 万国际标准分幅存

储数据。为了更有效地组织和管理空间数据,依据国家相关信息分类标准,在分幅的基础上进行分层表示,分层按实体要素类型进行划分,不同的要素归属于不同的图层(图 4)<sup>[8]</sup>。在 1:50 万地质图数据库中数据是分省存储的,而 1:100 万地质图数据库是以国际标准分幅存放,在分幅的基础上进行地质图的编制研究和接图处理等。地质图的空间数据主要在 MapGIS 平台上进行处理,应用其他的数据库软件如 Access 进行处理属性数据。

#### 3.2 数据格式转换

地理底图的数据源是 ArcGIS 的 Coverage 格式,首先要进行数据的格式转换,转换成 MapGIS 的 Wl、Wt、Wp 格式,然后进行投影转换,地理底图的投影采用等角圆锥投影,边缘纬线与中央纬线变形的绝对值相等。然后按照 1:100 万地理底图库的精度要求,在 MapGIS 平台上进行数据的编辑、处理。

#### 3.3 建立属性数据库

用二维表的形式表示属性。属性数据库是在 Access 中完成的,以 \*.dbf 格式存放。地质要素代码参照国家最新 GB958-99 标准并进行了扩充,同时参考了全国 1:50 万地质图数据库的代码。根据要素的不同设计属性项,其中地层的

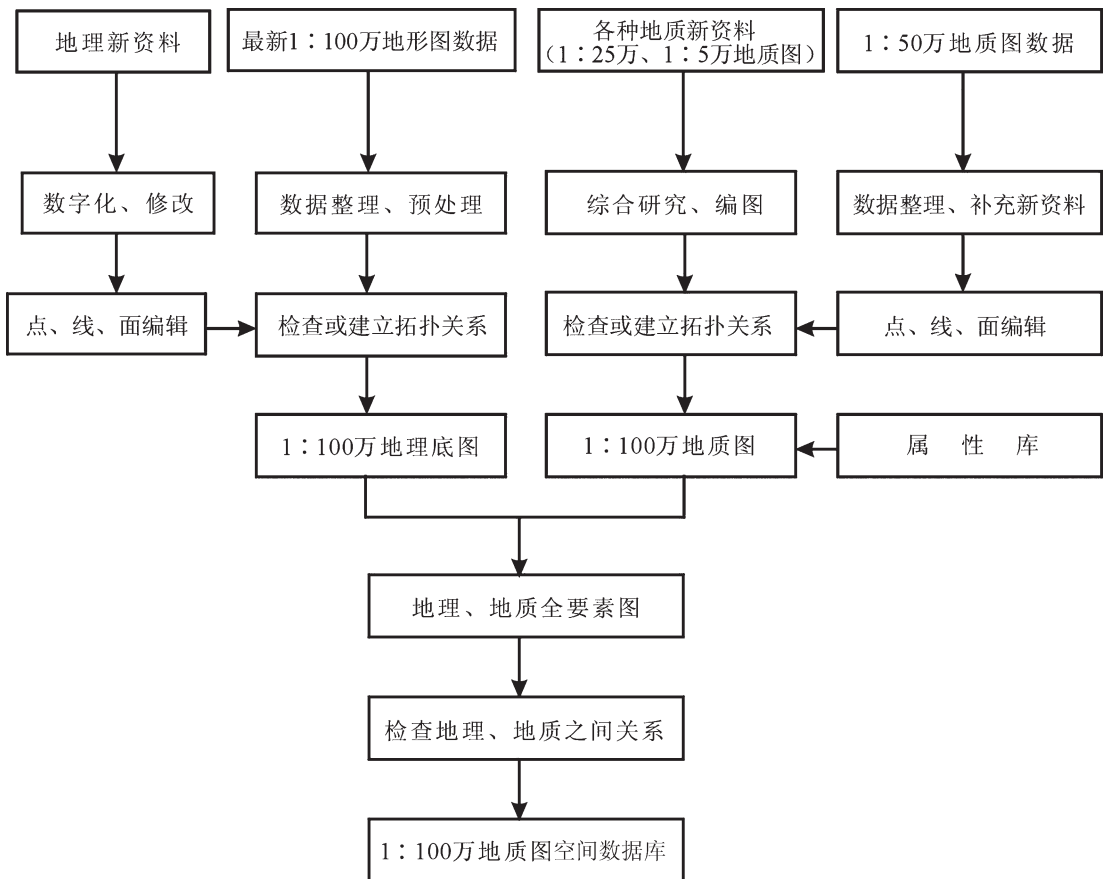


图 3 1:100 万地质图数据库主要工作流程图

Fig.3 Main flow chart of the 1:1 million geological map database

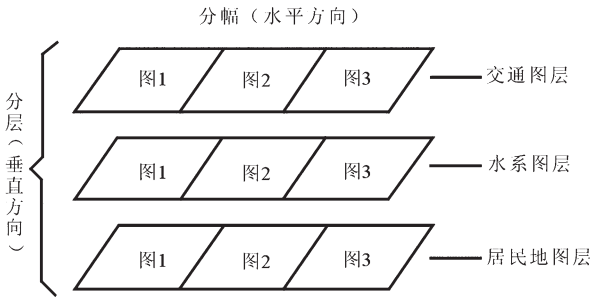


图4 地质图空间数据分幅和分层示意图

Fig.4 Diagram showing the sheets and layers of the spatial data of geological map

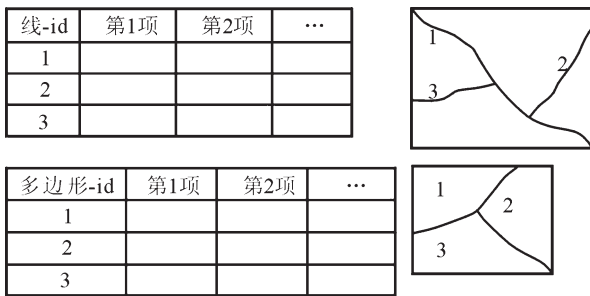


图5 空间数据连接属性示意图 (据 Kang-tsung Chang, 2003 修编)

Fig.5 Diagram of spatial data connection attribute (after Kang-tsung Chang, 2003)

主关键项和外部关键项。主关键项定义地层实体的唯一性,外部关键项是为了和属性数据连接,它们之间的关系是多对多的关系(图5),图中的属性数据通过地图要素的标识ID码与空间数据关联起来<sup>19</sup>。

### 3.5 系统库的建立

1:100万地质图空间数据库是在综合研究、编图基础上建立的,不同于1:5万、1:25万地质图空间数据库,其中的图式图例系统和花纹符号标识等根据地质体综合概括处理,必须重新建立1:100万地质图空间数据库的系统库,包括色标库、子图库、线型库、花纹符号库等。

### 3.6 数据库接边

数据分幅存放会带来数据无缝处理的问题。由于数据转换的误差和人工操作的失误,以及编图过程中相邻图幅研究程度、综合取舍的程度不同,造成两个相邻图幅的同一空间实体在跨两个图幅的地方出现图形数据不能相互衔接,即相邻两幅图之间数据的完整性与一致性问题,因此这些分幅图数据库在集成为一个大的数据库时,需要进行图幅数据库的接边处理。首先将有投影数据转换成地理坐标系,然后进行数据的接边处理,每幅图的上、下、左、右都必须进行接边处理(图6)。全国1:100万地质图数据库是采用MapGIS系统生成的标准图框,最终套合到地理底图的标准图框,由于系统之间计算方法的不同产生了误差,导致了地质内容与地理底图图框之间产生了缝隙,所以必须以标准图框为准重新建立拓扑关系。

### 3.7 空间数据和属性数据的检查

空间数据主要是通过喷墨图进行检查,一般要经过3次审校。检查属性数据的内容一般包括两部分的内容:首先保证属性数据与空间数据的正确连接,也就是关键字ID是唯一能区分的标志,不含空值<sup>19</sup>。然后是检查属性数据的正确性,包括字段名称、属性项和属性值等。属性数据的检查工作量大,但非常重要。属性数据错误的原因很多,在本项目实施过程中,采用人工和软件检查相结合的方式。首先利用新开发的软件进行检查,检查内容包括字段名称、数据类型、数据长度和属性值。然后分别对每幅图的属性表再进行人工核查,以确保属性数据的质量。

## 4 综合研究及建库的主要进展

(1)在编制全国1:100万国际分幅地质图数据库的基础上,完善了全国1:100万国际分幅地质图数据库“编图细则”,为小比例尺图件的综合研究、区域编图、建立数据库和出版等提供了统一的技术要求。

(2)按图幅重新对全国地层系统进行了划分对比研究,特别是前寒武系的新资料新数据的应用。提出了第四系成因类型新的表达方法,火成岩和变质岩采用了新的表达形式。结合编图开展了部分野外地质调查和专题研究。

(3)断层线、湖泊、水库没有参加地层的拓扑构面,减少了数据处理的工作难度。

属性内容包括面元的类型、填充色标颜色和号码、地质年代代码、岩石名称代码、单元名称、地层或岩石的描述等。

### 3.4 属性和图形的连接

全国1:100万地质图空间数据在入库以前,属性数据和空间数据在不同平台上进行编辑、处理,地质图空间数据以MapGIS格式进行存储,属性数据使用Access存储,最终两者通过关键项进行连接。地质图空间数据定义了两个关键项:

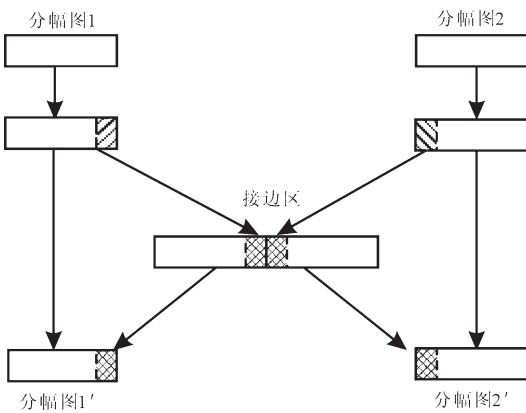


图6 相邻图幅接边过程

Fig.6 Process of adjoining neighboring sheets



(4)新设计建立了 1:100 万地质图数据库系统库(包括色标库、花纹库、子图库、线型库),为 64 个图幅的出版奠定了基础。

(5)有效地解决了长期以来存在的“图-库”之间脱节的矛盾,检索出来的地质注记在比较复杂的地区相互重叠,因此专门建立了注记图层。图例也按照 1:100 万地质图的精度进行了编排,单独存放于不同的层,这样在检索 1:100 万国际分幅图时,可直接从库里调用,在进行输出纸质图时可以有更好的效果,但是这样做的缺点是增加了数据处理的工作量。

(6)编写了 64 幅分幅图的元数据和总的核心元数据,为 1:100 万地质图元数据库的建设奠定了基础。

## 5 数据库管理系统的功能

数据库管理系统是用 VB 语言基于 MapGIS 开发的。通过 MapGIS6.7 平台,实现各模块的功能。主要功能模块包括:图库管理、空间范围检索、地质要素检索、地理要素检索、生成图例、元数据和其他功能等(图 7)。

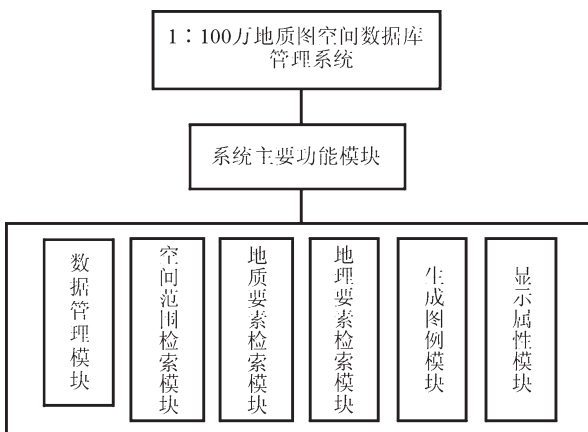


图 7 系统主要功能模块

Fig.7 Main function modules of the management system of the 1:1 million geological map spatial database of China

通过系统的功能模块,可以实现的主要功能:

(1)按国际标准比例尺图幅的检索:包括 1:100 万、1:50 万、1:25 万以及 1:10 万、1:5 万等标准图幅检索;任意范围的检索;省级行政区划范围的检索等。

(2)地质内容的检索。包括按年代地层检索、岩石地层检索、第四纪成因类型检索、断层检索、地质界线、点状符号的检索(包括同位素年龄采样点、钻孔、层型剖面等检索),在此基础上进行各要素的属性查询。

(3)地理内容的检索。地理数据共包括 7 类要素,可以分别进行检索和查询属性。并满足专题图对地理要素的不同需求。

(4)自动生成图例和地质代号。

(5)在进行检索成图时投影方式可以根据需要范围和比例尺任意选择合适的投影。

## 6 结论与讨论

(1)通过研究建立全国 1:100 万地质图空间数据库,在综合研究、编图方法、编图理论、建立地质图空间数据库等方面取得了一定的认识和进展。例如利用多源数据进行空间数据的集成整合、编制地理底图、编制地质图、建立属性库、建立系统库,建立适合地质空间信息的元数据标准及内容等。

(2)关于数据库的更新维护问题。随着地质调查工作的不断深入,新资料、新数据、新成果不断出现,因此必须对数据库进行定期的动态更新、维护。

(3)必须统一编图建库流程,确保每一环节数据的质量,保证精度。进行全国范围的接图处理,使每一地区的地质内容连接,保证全国范围内地质内容的统一表示。编写数据检查程序,保证数据的质量。

(4)地质图空间数据库的建设是一项系统工程,涉及到地质科学理论、计算机科学、信息科学、制图学、地理学等多学科。因为建立数据库的 GIS 软件专业性比较强,同时,地质图空间数据库的数据量大,为了便于使用,必须开发功能强、界面友好、方便快捷的数据库管理系统,方便数据查询检索,实现信息资源在更大范围内共享,使基础地质调查和研究成果尽快服务于社会。

### 参考文献(References):

- [1] 韩坤英,丁孝忠,范本贤,等. MapGIS 在建立地质图数据库中的应用[J]. 地球学报, 2005, 26(6):587-590.  
Han Kunying, Ding Xiaozhong, Fan Benxian, et al. The application of MAPGIS to the construction of geological map database [J]. Acta Geoscientica Sinica, 2005, 26(6):587-590(in Chinese with English abstract).
- [2] Asch K. Under construction:the geological GIS of the 1:5 000 000 international geological map of Europe and adjacent areas [J]. Episodes, 2001, 24(3):201-204.
- [3] Bouysse P, Mendel V, Munsch M, et al. A new CGMW map: The structural map of the Indian Ocean:An attempt at ocean cartography[J]. Episodes, 2004, 26(2):199-202.
- [4] 韩坤英,丁孝忠,范本贤,等. 基于 GIS 的区域地质编图方法[J]. 中国地质, 2005, 32(4):713-717.  
Han Kunying, Ding Xiaozhong, Fan Benxian, et al. Methods of regional geological map production based on GIS [J]. Geology in China, 2005, 32(4):713-717(in Chinese with English abstract).
- [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 1:500 000 geological map database [J]. Geology in China 2002, 29(2):208-212(in Chinese with English abstract).
- [6] 张新长,马林兵,张静. 地理信息系统数据库[M]. 北京:科学出版社, 2005.  
Zhang Xinchang, Ma Linbing, Zhang Jing. Geographical

- Information System Database [M]. Beijing: Science Press, 2005 (in Chinese).
- [7] 欧少佳, 许惠平, 陈华根, 等. 中国岩石圈数据模型总体设计[J]. 地球学报 2005, 26(3):265-270.
- Ou Shaojia, Xu Huiping, Chen Huagen, et al. Framework design for Chinese lithosphere Data Model [J]. Acta Geoscientica Sinica, 2005, 26(3):265-270(in Chinese with English abstract).
- [8] 李满春, 任建武, 陈刚, 等. GIS 设计与实现[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- Li Manchun, Ren Jianwu, Chen Gang, et al. GIS Designing and Realizing[M]. Beijing: Science Press, 2003(in Chinese).
- [9] Kang-tsung Chang. Introduction to Geographic Information System [M]. Translated by Chen Jianfei. Beijing: Science Press, 2003.
- [10] 毋河海. 地图数据库系统[M]. 北京: 测绘出版社, 1991.
- Wu Hehai. Cartographic Database System [M]. Beijing: Surveying Publishing House, 1991(in Chinese).

## Progress in the construction of the spatial database of the 1:1 million Geological Map of China

HAN Kun-ying<sup>1,2</sup>, DING Xiao-zhong<sup>2</sup>, LI Ting-dong<sup>2</sup>, FAN Ben-xian<sup>2</sup>,  
ZHANG Qing-he<sup>3</sup>, JU Yuan-jing<sup>2</sup>, PANG Jian-feng<sup>2</sup>, KE Xue<sup>2</sup>, WANG Zhen-yang<sup>2</sup>

(1. School of Geosciences and Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China;

2. Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China;

3. Research Institute of Petroleum Exploration and Development, CNPC, Beijing 100083, China)

**Abstract:** The construction of the geological map spatial databases has great significance for the fast renewing of basic geological maps, sharing of information resources and study of basic geoscience. The 1:1 million geological map database (2005 edition) was constructed on the basis of the 1:500,000 geological map database. The 1:1 million Geological Map Spatial Database of China was built with the softwares such as MapGIS, ArcGIS and Access and by absorbing fully the latest information and outcomes of 1:250,000 and 1:50,000 geological surveys and using the most advanced geoscience theories, modern information technology and advanced cartographic theories. The databases include the geographical map database, geological map database, metadata base and rock/strata database, with a data quantity of 1.6 GB. The spatial database management system possesses strong functions of map retrieval and inquiry, automatic map making and automatic legend drawing.

**Key words:** geological map database; geographical map database; inquiry; retrieval; GIS

---

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