

中国区域地质志空间数据库结构设计

范本贤¹, 张庆合², 剧远景¹, 韩坤英¹, 姜 兰², 王振洋¹, 庞健峰¹, 王丽亚³, 丁伟翠¹

(1. 中国地质科学院地质研究所, 北京 100037; 2. 中石化石油勘探开发研究院, 北京 100083;

3. 河北省区域地质矿产调查研究所, 廊坊 065000)

摘要: 在 MapGIS 平台上, 采用关系数据库模型以及统一的系统库, 设计了中国区域地质志中各类专业图数据库图层命名的原则, 各类要素编码的方法, 各类属性表的内容、结构, 开发了数据库管理系统和一系列辅助软件, 在提高建设数据库的效率和保证数据库质量精确的同时, 实现了数据库系统用户访问、数据共享、数据查询等多种功能。中国区域地质志系列图空间数据库为实现“地质一个库”打下了基础, 为地质图数据库建设提供了宝贵的经验。

关键词: MapGIS;《中国区域地质志》;空间数据库;图层;属性表;地质一个库

DOI: 10.3724/SP.J.1047.2011.00720

1 引言

地质图编制是一项科学集成度高、要求严格的系统工程。地质制图的技术方法, 随着科学技术的发展得以不断改进、创新。

地质编图受到各国政府及国际地质组织的高度重视^[1], 地质编图在我国的地质工作中同样占有重要的位置, 地矿部门的领导和专家, 都将编制各种地质图作为地质工作的三大成果之一(三大成果指: (1) 地质工作的调查报告、研究论文等文字成果; (2) 找矿及获取的矿产储量; (3) 地质调查和编制的各种地质图件)。因此, 地质图是对一个时代一个地区的地质科研成果的记录, 也表达了地质专家对该地区地质现象认识的结果, 其为进一步开展该地区的经济开发、地质研究打下了坚实基础^[2]。

中国区域地质志是以省级行政单位为基础, 全面总结、记录 20 多年来在区域地质调查、矿场勘查和专题研究最新成果, 特别是地质大调查实施以来的新资料、新进展, 以活动论为指导, 开展区域地质调查综合集成研究, 编写中国区域地质志和编制系列地质图件, 中国区域地质志系列图件的编制是一个庞大的系统工程, 其必须要建立比较完备合理的空间数据库作为支撑, 因此, 一个合理可靠的空间数据库的设计是至关重要的。

本文重点论述中国区域地质志中 1:50 万地

理底图和地质图空间数据库的设计。

2 中国区域地质志系列图空间数据库结构设计

无论是大比例尺或中、小比例尺的地质图空间数据库, 都是由地理底图和地质图数据库组成(图 1), 地理底图的数据库是基础, 为地质要素提供明确和准确的地理位置^[3]。在工作安排上要先行一步, 然后在地理底图的基础上, 建设地质图的空间数据库。

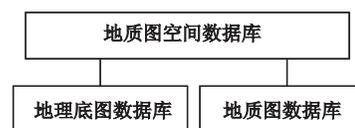


图 1 地质图空间数据库基本结构

Fig. 1 Basic structure of geological map spatial database

2.1 中国区域地质志系列图空间数据库结构

中国区域地质志系列图空间数据库, 主要由 1:50 万地质图; 省级、重要构造单元和全国系列图 4 部分组成, 全国 32 个省(市、自治区)的地质志系列图空间数据库(香港特别行政区、澳门特别行政区和广东省合建一个库)组成, 见图 2。

中国区域地质志系列图空间数据库采用关系

收稿日期: 2011-06-30; 修回日期: 2011-11-30.

基金项目: 中国地质调查局项目“中国地质构造区划与区域地质调查综合集成”(1212011120115)。

作者简介: 范本贤(1940-), 男, 研究员。长期从事地质制图研究以及地理信息系统的应用工作。E-mail: dzttzh@cags.ac.cn

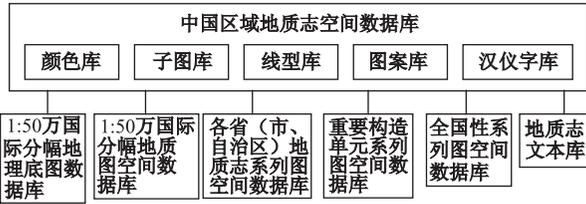


图2 《中国区域地质志》数据库结构

Fig. 2 Regional Geology Annals of China spatial database structure

数据库模型,关系数据库的设计简单、灵活,应用广泛、成熟,对于数据管理与处理十分有效^[4]。在数据库建设时,既要重视几何图形数据库的建设,还要重视属性库的建设,因此,在建设中国区域地质志系列图空间数据库时,对属性表进行规范化设计^[5]。

中国区域地质志空间数据库是建立在 MapGIS 平台上,各省(市、自治区)在建库过程中采用统一的系统库,系统库目录下有:子图库、填充图案库、线型库、颜色色谱库^[6]及汉仪字库。

各省(市、自治区)的地质志系列图空间数据库,既可以完全独立,又是全国性数据库的一个分库,可以与全国的总库和其他省(市、自治区)的数据库共享、更新。

各省(市、自治区)地质志系列图空间数据库是由地理底图、地质图、岩浆岩地质图、构造地质图、第四纪地质及地貌图等子库,以及文字说明的文本库组成(图3)。

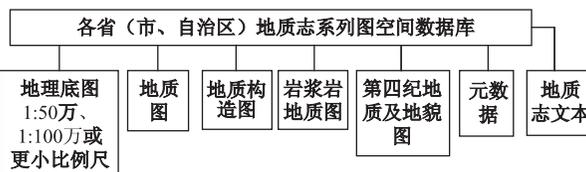


图3 省(市、自治区)地质志数据库构成

Fig. 3 Geology database element of each province (municipalities and autonomous regions)

2.2 中国区域地质志系列图图层命名规则

在地质志中的地理图、地质图、地质构造图等,都要分别建立各自的数据库,最终要集成地质志数据库。各专业图的数据库由若干图层构成,为直观地判别这些图层包含的内容^[7],为方便今后数据库管理和应用,每个专题图的图层命名作如下规定。

每一个图层名的第一个字母为专题图的代码,如:L—代表地理底图;D—代表地质图;T—代表

地质构造图;Q—代表第四纪地质及地貌图;I—代表岩浆岩地质图;

1:50万国际分幅系列图的图层命名方法:

专题图代码+图幅号+专题要素名

以J50D图幅为例:

地理底图的经纬线图层文件名:LJ50D_GRID;

地质图的断层文件名:DJ50D_FAULT。

当完成1:50万国际分幅专题图的编制和建库后,各图幅转换成地理坐标,进行无缝拼接处理,检查无误后,才能建立以各省(市、自治区)为单位的数据库,同时按省级数据库内的同名要素文件名统一存储。

各省(市、自治区)的各专题图的图层文件的命名可按下列要求:

专题图代码+省(市、自治区)字母码+专题要素名

如北京市地理图的居民地图层文件名:LBJ_SETTL;如北京市地质图的断层图层文件名:DBJ_FAULT。

3 地理底图空间数据库结构

各省(市、自治区)1:50万地理底图空间数据库以国际分幅为基础建库,并转换成地理坐标,作无缝拼接处理,经检查无误后,按设计的要求,进行投影转换,建立各省(市、自治区)的地理底图空间数据库。

以国际分幅建立的地理底图空间数据库和以省(市、自治区)建立的地理地图空间数据库,其地理要素内容的分层是一致的,仅在图层的文件名略有不同。地理底图空间数据库结构以及图层划分,见图4。

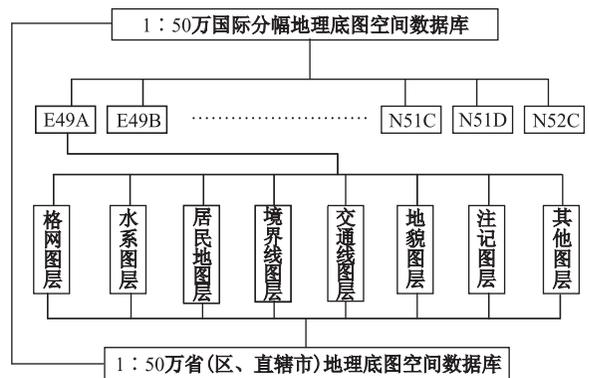


图4 各省(市、自治区)1:50万地理底图数据库结构

Fig. 4 1:500 000 geographic base map database structures of each province (municipalities and autonomous regions)

3.1 地理底图的编码标准

各省(市、自治区)1:50万地理图数据库中数据的分类与编码,采用GB/T13923-2006的国家标准;分类编码采用6位十进制数字码,分别按数字顺序排列:大类(1位)、中类(1位)、小类(2位)和子类码(2位),如:国界的代码为620201、常年河的代码为210100。

根据各省(市、自治区)1:50万系列图空间数据库中地理图的要求,本库中要表示的大类码的内容如下:

1—定位基础;2—水系;3—居民地;4—交通;6—境界与政区;7—地貌;9—其他。

中类码是对大类要素基础上的细分,大类和中

类不得重新定义和扩充。小类码是对中类要素基础上的细分,子类码是在小类基础上的细分形成的要素类,要素的小类、子类可以在同级的分类上进行扩充,扩充的小类和子类应归入相应的中类和小类。

3.2 地理底图的图层设计

1:50万地理底图,每一个国际分幅以文件的形式存储,每一个1:50万国际分幅的文件名,直接用分幅号表示,如J50A、E49A。将地理要素分别存放在相应的图层内,每一个图层名都用英文来命名^[8]。

1:50万国际分幅系列图地理底图的图层文件命名方法:

地理底图代码L+图幅号+地理要素名,见表1。

表1 地理底图图层文件的命名表

Tab. 1 Name table of a geographic base map layer file (such as J50D)

要素大类	图层名称	图层类型	内容描述(要素中类)
定位基础	LJ50D_GRID	线	主要包括经纬网、北回归线、内图廓等
	LJ50D_GRID	多边形	主要包括外图廓、比例尺等
	LJ50D_GRID	点	主要包括经纬度注记等
水系	LJ50D_HYDRO	线	主要包括河流、湖泊、运河、渠道等
	LJ50D_HYDRO	多边形	海岸线、双线河、湖泊及水库
	LJ50D_HYDRO	点	井、泉,水系名称注记
居民地	LJ50D_SETTL	线	真形居民地范围线
	LJ50D_SETTL	点	点状符号居民地、居民地名称
	LJ50D_SETTL	多边形	真形居民地范围的图案
交通线	LJ50D_RAIL	线	主要铁路
	LJ50D_ROAD	线	主要公路
境界线	LJ50D_BOUND	线	国界,省(区)、直辖市,地区和县界线
地貌	LJ50D_GLAC	多边形	冰川、雪被范围内的花纹图案、海洋等深线分层设色
	LJ50D_CONTO	线	等高线、冰川、雪被范围线
	LJ50D_DEPTH	线	等深线
	LJ50D_PEAK	点	山峰、山隘、高程点等符号及名称注记、高程数据
注记	LJ50D_ANNOT	点	各类地理名称注记,如:山脉名称、盆地、沙漠名称

地理要素属性表可以分为面元属性表、线元属性表和点元属性表。

点、线、面图层文件名的后缀分别为: .WT、.WL、.WP。

当1:50万国际分幅地理底图的编制和建库完成后,将1:50万国际分幅地理图空间数据库,转换到省(市、自治区)地理图时,只要将地理图的图层文件名中的“图幅号”改为省(市、自治区)的代码:

地理图代码L+省(市、自治区)字母码+地理要素名

如:湖北省的水系图层名,LHB_HYDBO

4 地质图空间数据库

根据地质志地质图空间数据库的特点和编图要求,参考相关技术标准,编制了“中国区域地质志”数字地质图的地质要素代码。

“中国区域地质志”地质图空间数据库采用6位十进制编码,分别按数字顺序排列:

大类码(1位)、一级代码(2位)、二级代码(1位)、三级代码(2位);

如:上侏罗统的代码为103310、花岗岩的代码

为 401402。

大类码中:1—地层;2—地质、构造界线;4—岩石;7—第四纪沉积物成因类型;8—地质遗迹点、观测点、样品采集点;9—勘查工程、标准剖面、地质公园。

4.1 地质图图层命名规则

1:50 万国际分幅地质图的图层文件命名规则:

地质图代码 D+图幅号+地质要素名,见表 2。

表 2 地质图图层文件命名表

Tab. 2 Name table of a geological base map layer file (such as J50A)

要素类	图层名	图层类型	内容描述
地质体	DJ50A_GEOLOGY	多边形	地层、岩石、第四纪成因类型、上新世以前火山岩
	DJ50A_GEOLOGY	线	各类断层(弧段)、地质界线、岩层界线
	DJ50A_GEOLOGY	点	地质代号、化石产地、同位素年龄采样点、钻孔、火山口、标准剖面等
图例	DJ50A_LEGEND	多边形	图例面
	DJ50A_LEGEND	线	图例线
	DJ50A_LEGEND	点	图例点
图廓	DJ50A_FRAME	多边形	图框面
	DJ50A_FRAME	线	图框线
	DJ50A_FRAME	点	图框点
断层	DJ50A_FAULT	多边形	断层面
	DJ50A_FAULT	线	断层线
	DJ50A_FAULT	点	断层点

当 1:50 万国际分幅地质图的编制和建库完成后,将 1:50 万国际分幅的地质图空间数据库,转换到省(市、自治区)地质图时,只要将地质图的图层文件名中的“图幅号”改为省(市、自治区)的代码:

地质图代码 D+省(市、自治区)字母码+地质

要素名

如,河北省的断层图层名:DHE_FAULT。

4.2 面元属性表

主要用于地层、岩石和上新世以前火山岩部分,如表 3 所示。

表 3 面元属性结构

Tab. 3 The attribute structure of surface elements

序次	字段名	类型	宽度(字节)	小数位	说明
①	USERID	整型	9		标识码
②	TYPE	整型	2		面元类型
③	COLOR_NO	整型	4		色标号
④	FILL_NO	整型	4		填充图案号
⑤	FILL_COLOR	整型	4		填充图案颜色号
⑥	FILL_HEIGHT	浮点型	6	2	填充图案高度
⑦	CODE1	整型	8		地质年代代码
⑧	CODE2	整型	8		岩石名称代码
⑨	SYMBOL	字符型	40		地质代号
⑩	UNIT_NAME	字符型	80		单元名称
⑪	ACCORDANCE	字符型	80		地质年代依据
⑫	DESCRIPTOR	字符型	180		描述

其中,第①项,USERID;第②项,TYPE:面元类型;1—地层;2—第四纪;3—岩浆岩;5—上新世以前火山岩;6—混合岩及变质深成侵入体;7—岩脉。

4.3 线元属性表

主要用于地质界线、断层等线型符号。见表4。

表4 地质界线及断层的属性结构

Tab. 4 The attribute structure of geological boundaries and faults

序号	字段名	类型	宽度(字节)	说明
①	USERID	整型	9	标识码
②	TYPE	整型	2	分类码
③	LSTY1	整型	4	线型码
④	LSTY2	整型	4	辅助线型码
⑤	CODE1	整型	4	断层编码
⑥	CODE2	整型	6	GB958-99 编码
⑦	ATTR	字符型	20	线元性质
⑧	NAME	字符型	48	名称
⑨	DESCRIPTOR	字符型	254	描述

其中,第①项,USERID;第②项,TYPE:线元的分类,共分5类:1—全国性重要断裂;2—省内重要断裂、高压变质带;3—一般断裂;4—岩层界线;5—构造界线(内图框、断层、境界、水系等)。

4.4 点元属性表

点元属性表内容包括同位素年龄、钻孔、火山口、重要化石产地、标准剖面、重要地质遗迹等,见表5。

表5 点元属性结构

Tab. 5 The attribute structure of point elements

序号	字段名	类型	宽度(字节)	说明
①	USERID	整型	9	标识码
②	TYPE	整型	2	分类码
③	CODE1	整型	6	点元代码
④	SYMBOL	整型	4	点元符号编码
⑤	LONGITUDE	字符型	10	点元位置经度
⑥	LATITUDE	字符型	10	点元位置纬度
⑦	DESCRIPTOR	字符型	80	描述

其中,第①项,USERID;第②项,TYPE:点元的分类码;1—同位素年龄采样点;2—钻孔;3—火山口;4—重要化石采集点;5—重要地质遗迹(如世界地质公园及国家地质公园位置);6—标准剖面(世界候选层型剖面位置、“金钉子”剖面及国内主要标准剖面位置)。

5 辅助软件的开发及数据库系统的维护

空间数据库设计须综合考虑,借鉴以往的建库

过程中的经验,结合中国区域地质志项目的目标及预期成果,开发一些实用的辅助软件来实现繁琐的工作;同时要开发出相应的数据库管理系统,对数据库具体内容进行有效管理,根据工作进程的需要及时对空间数据库进行不断的维护,以利正常合理的运行。

(1) 系列辅助软件的开发

空间数据库的建设应开发一系列辅助软件,例如,数据库各要素内容的检查软件,检查编码是否正确,检查普染的颜色号和花纹符号是否正确等;因此,开发一些计算机检查软件,可以提高检查速度,保证数据的质量^[9]。又如,属性表中的USERID号,用人工赋值比较麻烦,开发专用软件就可以自动给USERID赋值。

(2) 空间数据库管理系统的开发

当空间数据库建成后,及时开发有针对性的数据库管理系统。它是用户访问数据库的接口,有利于数据共享、数据的快速查询和维护^[13]。数据库管理系统建成后能科学有效地组织和存储数据,高效地获得和管理数据,能方便、快捷地完成用户提出的各种访问请求,大大提高了数据库的应用价值,充分发挥数据库的作用。

(3) 空间数据库建成后需要及时更新和不断完善

建设一个成功的空间数据库,需要花费大量的资金、人力、资源和时间,建成后需要有专人对数据库的数据进行常态化的更新和维护,例如,在地理底图中变化最大的交通网,我国的铁路、高速公路发展很快,需要将新建成的重要的主干交通线及时的补充;居民地的名称、行政级别、驻地等内容也在不断的变化,需要及时更新,使读者能得到最新信息。在地质内容方面,经常有新认识、新数据、新资料、新发现的确认和发表,例如,地层时代的改变、地质体岩性的重新厘定等,都应在地质图空间数据库内进行定期、不定期的动态更新、维护^[12]。

地质图空间数据库建成后,难免有一些不足或数据的错漏,因此,需要不断地改进和完善,提高空间数据库的质量。

6 结论与展望

经过“中国区域地质志”系列图件建库过程中的实践,中国区域地质志空间数据库结构设计还是

比较合理的,从总体上很好地满足了项目的需要,在实践中也得到了不断的完善,从中也积累了丰富的地质数据库的建库经验。空间数据库设计的图层命名的原则,各类要素编码的方法,各类属性表的内容、结构,很好地实现了编图的目的,从不同层面突出了各个图件的层次性和重要性,将各个要素有机结合起来,重点突出,特征鲜明,最终生成的图件美观大方,从一定程度来说是比较精细的,代表我国目前的地质制图的较高水平。

近几年来,我们完成了全国 1:100 万地质图数据库,目前正在修编、更新 1:50 万地理底图和地质图数据库,在建设地质图空间数据库的实践中,我们得到以下几点启示:

(1)建设数据库过程中一定要重视辅助软件的开发,地质图空间数据库具有海量的数据,人工进行查询修改是不可能实现的,在建库初期就应该充分考虑建库过程中所需辅助软件的开发。

(2)建库过程中必须开发出成熟的符合项目需求的数据库管理系统,数据库管理系统在提高建设数据库的效率和保证数据库质量精确的同时实现了数据库系统用户访问、数据共享、数据查询等多种功能,大大提高了工作效率。

(3)要对空间数据空进行及时的更新和不断完善,以便能很好地解决建库过程中遇到难题,达到项目的最终的成果要求,同时及时地进行总结,为以后建设空间数据奠定基础。

(4)为建设“地质一个库”打下了基础。中国区域地质志系列图空间数据库是以 1:50 万国际分幅为基础进行编图和建库,目前确定要建立空间数据库的图种有:地理底图、地质图、地质构造图、岩浆岩地质图、第四纪地质图,以后,还可以建各类矿产图、能源图、水文地质图,各类地球物理图、地球化学图等,上述这些不同专业的地质图件,都建在一个总库内,各自独立,可分可合,这就是“地质一个库”的基本概念。为实现“地质一个库”必须具备下列条件:

①统一的建库平台:一般可以建在 MapGIS 或 ArcGIS 平台上,地矿系统一般以 MapGIS 为主;

②统一的系统库:包括子图库、线型库、图案库、颜色库和字库,各图在建库时都用上述统一的系统库,如果不够用,可以扩展;

③统一的图层命名规则:例如,中国区域地质志中,地理底图图层名称的第一个字母都以“L”开头,地质图图层名称的第一个字母都以“D”开头,其他图件以此类推,保证数据库内图层名称的唯一性;

④地质要素的统一分类和编码:采用已公布的国标,如没有国标,根据编码的基本原则自行设计。

建设一个图种的数据库要花费大量的时间、人力和经费,因此,数据库的建设一般经过需求分析,避免浪费和占用数据库的有限资源,建成“地质一个库”后,可以实现数据共享,产生新的图件。

参考文献:

- [1] 李廷栋. 国际地质编图现状及发展趋势[J]. 中国地质, 2007, 34(2): 206 - 211.
- [2] 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.
- [3] 谢良珍. 地质专题图地理底图的编绘[J]. 第四纪研究, 1999(3): 260 - 267.
- [4] Kang-tsung Chang(张康聪)著. 陈健飞等译. 地理信息系统导论(第 3 版)[M]. 北京:清华大学出版社, 2009.
- [5] 张新长, 马林兵, 张青年. 地理信息系统数据库[M]. 北京:科学出版社, 2005.
- [6] 董钧祥, 李光祥, 郑毅. 实用地理信息系统教程[M]. 北京:中国科学技术出版社, 2007.
- [7] 韩坤英, 丁孝忠, 范本贤, 等. 基于 MapGIS 的区域地质编图方法[J]. 中国地质, 2005, 32(4): 713 - 717.
- [8] 范本贤, 剧远景, 韩坤英. 1:250 万亚洲中部及邻区地质图系的计算机制图[J]. 中国地质, 2010, 37(4): 1208 - 1214.
- [9] 韩坤英, 庞健峰, 丁孝忠, 等. 地质图空间数据库自动检查系统的设计[J]. 地球学报, 2010, 31(6): 885 - 891.
- [10] 崔铁军. 地理空间数据库原理[M]. 北京:科学出版社, 2006.
- [11] 韩坤英, 丁孝忠, 李廷栋, 等. 全国 1:100 万地质图空间数据库建设进展[J]. 中国地质, 2007, 34(2): 359 - 364.

Spatial Database Structure Design of Regional Geology Annals of China

FAN Benxian¹, ZHANG Qinghe², JU Yuanjing¹, HAN Kunying¹, JIANG Lan²,
WANG Zhenyang¹, PANG Jianfeng¹, WANG Liya³, DING Weicui¹

1. *Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China;*
2. *Research Institute of Petroleum Exploration and Development, CNPC, Beijing 100083, China*
3. *Hebei Institute of Regional Geology and Mineral Resources Survey, Langfang 065000, China)*

Abstract: Regional Geology Annals of China is a comprehensive and integrated display of the regional geological survey. It gave summary and records of new information, new development and the activity theory in regional geological survey, mining exploration and the latest research results over the past 20 years. Then it needs the reasonable and reliable 1 : 500 000 spatial geological map database and geographical base maps database for the project. On the MapGIS platform, using relational, database model and unified system library, we designed several rules for the Regional Geology Annals of China. The design contains the name principles of the professional map database, the coding method of various elements, the contents and structure of attributes table and so on. Then we developed database management systems and a range of supported software. It not only improved the database construction efficiency and achieved the precise quality but also realized the functions of user access to the system, data sharing, data query and so on. China Regional Geology Annals series map spatial database has laid a foundation for the realization of “one geology database”, and provided a valuable learning experience for the construction of geological map database.

Key words: MapGIS; Regional Geology Annals of China; spacial database; map layer; attributes table; one database of geology

~~~~~  
(上接第 719 页)

maps of earth surface to that of earth deep interior. In addition, revolution and innovation have taken place in map structure design, presentation patterns and mapping craftsmanship. In order to realize the constant improvement of cartographic and compiling techniques for geological maps, we must consult a wide variety of maps, analyze and study on the developing trend of international map technologies.

**Key words:** consulting a wide variety of geological maps; raise; mapping; level