

中国 1:100 万地质图数据库管理系统的设计与应用

韩坤英^{1,2} 张庆合³ 丁孝忠² 范本贤²
耿树方² 姜 兰³ 庞健峰² 剧远景² 王振洋² 逯永光²

(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)

摘要:中国 1:100 万地质图空间数据库是近期完成的小比例尺地质图数据库, 该数据库内容包括 1:100 万国际标准分幅的 64 幅地理底图和 64 幅地质图, 数据格式为 MapGIS 格式, 总数据量约 2.0G。为了科学地管理和应用这些数据, 使其更有效地应用于社会经济可持续发展和科学研究, 基于 MapGIS 设计开发了数据库的管理系统。该系统首次将 1:100 万地质图数据库与地层数据库进行了集成。这套管理系统设计的原则是: 操作简单、应用灵活、方便、实用。管理系统主要功能包括空间范围检索、地理要素检索、地质要素检索、综合属性显示、自动生成图例、元数据查询等功能。应用本数据库管理系统, 可以快速实现空间数据库的图形可视化, 实现动态制图, 综合编图, 方便生成专题图件, 为数据库的应用提供了可视化的操作平台。

关键词: GIS; 地质图数据库; 管理系统; 查询; 检索; 属性

中图分类号: P623.7 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-3657(2010)04-1215-09

随着数据库技术的快速发展, 其应用领域也越来越广泛, 它已经成为当今各行业信息建设的重要组成部分。空间数据库技术是随着数据库技术在地理信息系统方面的应用而发展起来的, 是传统数据库系统在空间的扩展, 主要管理 GIS 数据, 也就是管理具有时间性、空间性、多尺度等特性的数据^[1]。地质图数据属于具有空间特性的空间数据, 随着地质调查工作的不断深入和地质科学研究水平的提高, 地质图件作为地质成果的集中体现^[2], 积累了大量的各种比例尺的地质图数据资料, 为了集中管理和应用这些信息资料, 应用数据库技术进行地质图数据管理成为当前一项重要任务, 是地学基础数据信息化不可缺少的重要组成部分。

中国 1:100 万数字地质图及空间数据库的编制

与建立, 是在充分吸收新一轮区域地质调查资料(1:25 万、1:5 万)、专题研究成果, 在综合研究和高度概括的基础上编制完成的。它在一定程度上体现了中国近些年的地质科学研究水平^[3]。这是中国首次编制建立的全国范围的 1:100 万地质图数据库, 应用地层学、岩石学等新理论和最新的技术方法, 地层按照岩石地层单位, 侵入岩采用岩性加时代的表示方法编制而成。1:100 万地质图空间数据库具有内容复杂, 数据量大, 数据以分图幅方式进行存储等特点, 因此科学的管理和应用这些数据, 为地质科学研究、地质矿产调查、能源地质、环境地质、工程地质、国际合作与交流等提供快捷有效的地质信息和科学决策依据, 具有非常重要的实用价值, 自 2008 年完成以来已经得到了广泛的应用, 扩大了区域地质调查与

收稿日期: 2010-03-20; 改回日期: 2010-05-10

基金项目: 中国地质调查局地质大调查项目(1212010511501、1212010811033 及 1212010911001)资助。

作者简介: 韩坤英, 女, 1968 年生, 副研究员, 博士生, 主要从事 GIS 及其应用; E-mail: kunyinghan@163.com。

专题研究成果的影响^[4]。

1 系统设计目的及原则

1.1 系统设计的目的

中国 1:100 万地质图空间数据库是应用 MapGIS 平台进行数据的输入、编辑、存储的。主要包括地理数据和地质数据两大部分。数据库内容包括全国陆地范围内 64 幅 1:100 万国际标准分幅的地质图数据、地理底图数据和元数据库,数据量大约 2.0 G。MapGIS 是专业的地理信息系统应用平台,系统操作复杂,一般情况下要经过专门的培训才能使用,另外 MapGIS 在数据的管理和应用方面功能比较弱。如果从数据库中任意提取某个地层单元信息、或某一区域的地质信息、自动生成图例等,都需要经过二次开发才能实现。为了提供一个方便而且高效地存取、管理和控制地质图空间数据库信息的环境,解决对海量的分幅地质图数据的有效管理,笔者基于 MapGIS 平台进行了二次开发,设计完成了 1:100 万地质图空间数据库的管理系统。该系统设计的主要目的是有效管理海量地质图数据库,充分应用 GIS 功能,通过二次开发,方便地实现对数据的图形显示、从数据库中可以任意查询、检索所需要的内容;基于数据库的地质图自动成图,自动生成图例,快速制作各种专题图件、区域性图件,实现动态制图,从而提高地质图数据的快速更新;元数据信息的快速查询和方便快捷的数据库共享,提高了地质图数据库的利用率。

1.2 系统设计原则

1.2.1 灵活性

本系统能提供灵活的检索方式,可以进行任意空间范围、任意地质内容、任意地理内容、及其任意组合的检索;在空间范围上能实现任意区域的检索;可以实现国际标准分幅比例尺的检索,满足不同专业、不同应用目的对数据库应用的要求。

1.2.2 易操作性

系统应操作简单、界面友好、响应时间短,非 GIS 软件操作的人员也能很容易地使用数据库,检索查询所需要的数据资料。

1.2.3 实用性

本系统设计目的性强。由于地质图数据库的更新周期长,更新的要求严格,数据的更新涉及的因素

比较多。因此在系统设计时主要考虑对数据库的应用、数据的提取等,不涉及数据的编辑等功能。

2 系统空间数据库的建立

空间数据库处理的是与空间位置、空间关系有关的数据,是合理存放于计算机存储设备上的相互关联的空间数据集合。本文中的 1:100 万地质图空间数据就是应用 MapGIS 平台生成的各类点、线、面文件(地质数据和地理数据)及其属性信息。

2.1 空间数据库主要内容

1:100 万地质图空间数据库包括地理底图数据库、地质图数据库。分别由覆盖全国陆域面积的 64 个标准图幅组成。每幅图经差 6 度,纬差 4 度,地理底图内容和地质图内容分别以等角圆锥投影和地理坐标系两种方式存储。

1:100 万数字地质图在横向上以分幅,在纵向上以分层方式存储。每一个图幅根据要素类的不同和几何类型的不同划分为不同的图层。地质图上主要表示的内容包括地层、侵入岩(深成岩和浅成岩)、火山岩、特殊地质体、地质界线、断层、钻孔、同位素采样点、火山口、层型剖面等。

地理底图数据库也包含有 64 个标准图幅,每幅图上表示的内容根据要素类的不同划分为 7 大类,分别为境界、水系,居民地、交通、地貌、文化要素、地理网格。其中境界表示了县级以上行政界线;水系表示了双线河、单线河、湖泊、水库、海洋等;居民地表示了乡镇以上的居民地,在中国西部人烟稀少的地方也适当表示了村级居民地;交通表示了高速公路、国道、省道、一般公路;文化要素类表示了长城等。

2.2 属性数据库的建立

本数据库中的所有属性表都对应于空间实体,都属于空间要素属性表,与空间要素类采用一对多的方式,即属性表中每一条记录对应多个空间实体,也就是泛化的对应关系。属性表主要有地层面属性表、地质界线属性表、断层线属性表、点状要素属性表。属性表的输入主要是应用了 FoxPro、Access 等软件来完成的,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、地质单元名称、地层或岩石的描述等。

2.3 数据质量控制

数据的质量是数据库的重要内容之一,为了保证编图过程及地质体要素所赋属性内容、结构、编码等的完整、正确,项目组根据“编图细则”自主开发了“1:100 万地质图空间数据库自动检查系统”,进行数据内容的全面检查与修改。

检查数据的范围是否在规定的范围之内,检查接边属性是否正确,检查拓扑关系是否正确,数据入库后检查按图幅显示是否完整。针对每幅图生成图例,按图例、图层检查属性及面元颜色、填充图案是否正确。在建库过程中经过多层次、多环节的质量检查与监督,确保数据库中数据准确无误^[8-10]。

3 管理系统主要功能模块设计

MapGIS 是由中地数码科技有限公司开发的地理信息系统基础软件平台。具有较强的数据编辑、存储、管理、分析和输入输出等功能。MapGIS 提供了丰富的二次开发手段,主要包括了 API 函数库、MFC (Microsoft Foundation Class) 类库、COM 组件和 ActiveX 控件等 4 种开发方式。数据库系统的软件结构分为应用层、系统层和数据层 3 个层次,应用 Visual Basic 语言基于 MAPGIS6.7 平台进行二次开发,将文件管理、查询、检索、浏览结合在一起,实现 MapGIS 文件管理的可视化,建立一种界面友好、使

用简单、易于操作的 MapGIS 文件格式信息管理平台^[5,6]。系统的主页面窗口见图 1,主要功能包括文件、工作区操作、空间范围检索、地质要素检索、地理要素检索、图例检索、显示属性、生成图例、元数据及其他功能模块等,系统的主要功能框架结构图(图 2)。

3.1 文件模块

此功能模块主要是对 MapGIS 文件(点文件 *.Wt,线文件 *.WL,面文件 *.Wp)的读取操作,调入工作区进行显示、查询等,将从数据库中提取的各要素类文件生成工程文件等。

3.2 工作区操作模块

主要是实现对点、线、面数据的可视化操作,完成图形数据的放大、缩小、漫游、数据分层显示等功能。

3.3 空间范围检索

按照空间范围检索分为两大类,包括按标准图幅检索和按照行政区域检索。其中按标准图幅检索是指按照国际标准比例尺 1:100 万、1:50 万、1:25 万、1:10 万、1:5 万国际分幅方式检索。检索方式分为键盘输入标准图幅号检索和用鼠标点击索引图(图 3)中图幅所在位置进行检索。按行政区域检索是指按省级行政区域、按矩形、按经纬度、按任意多边形及按多边形文件检索。

3.4 地理要素检索

地理内容分为居民地、河流、湖泊、界线、交通、

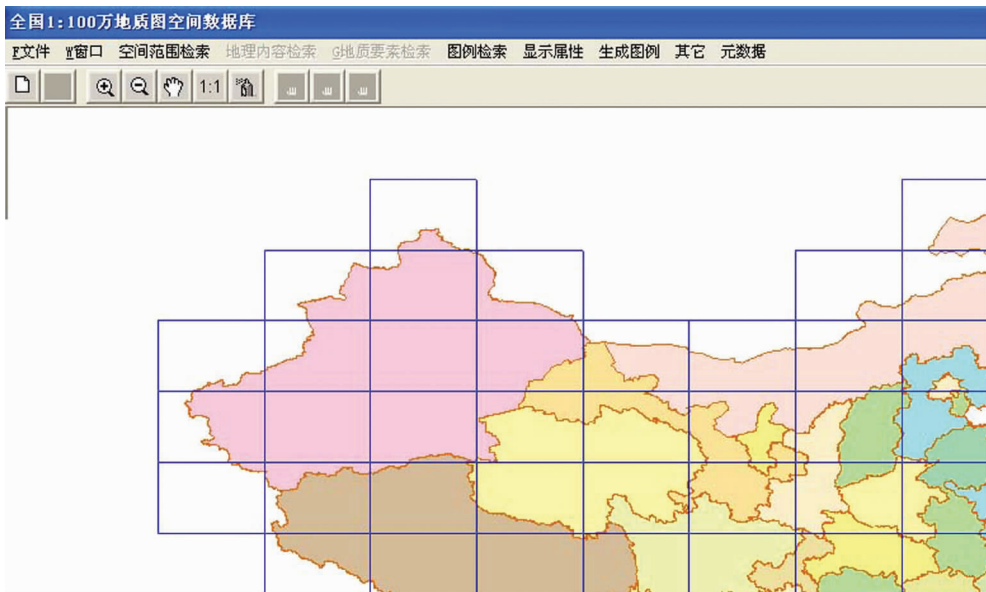


图 1 系统主页面窗口

Fig.1 Main interface of the database management system

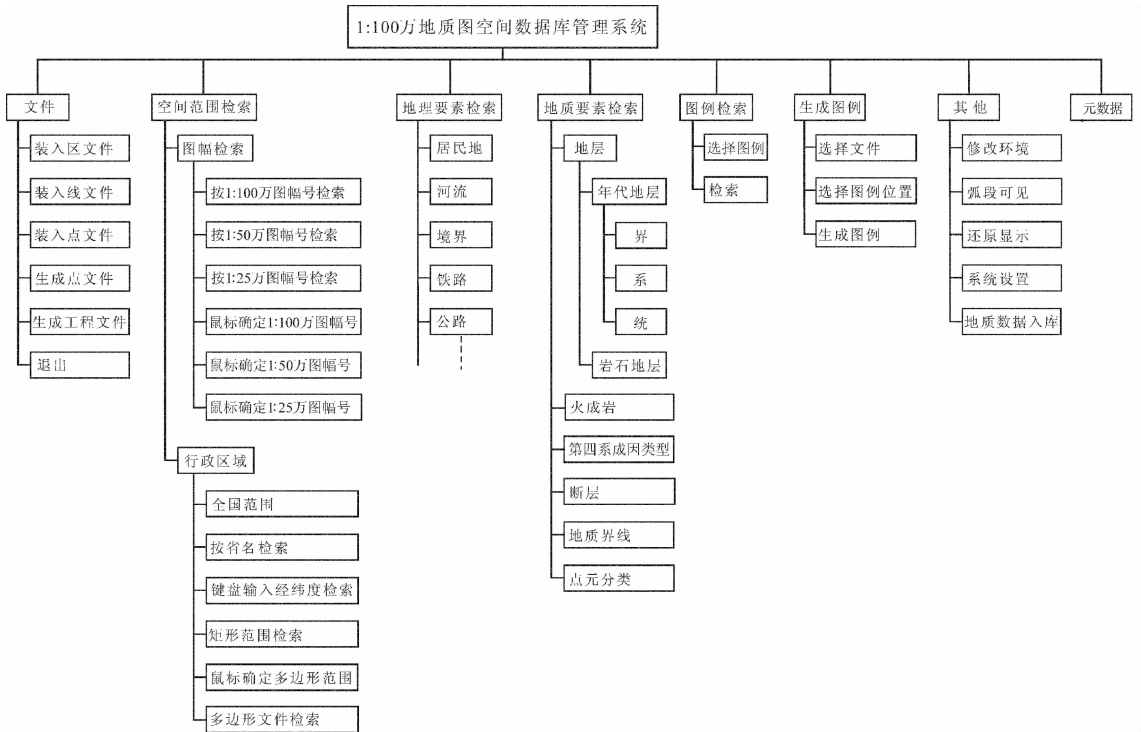


图 2 系统主要功能结构图
Fig.2 Main function framework of the database system

									漠河 N-51	新民 N-52	
		哈巴河 M-45						满洲里 M-50	嫩江 M-51	黑河 M-52	抚远 M-53
	塔城 L-44	克拉玛依 L-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	措那 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 3 1:100 万地质图数据库索引表示意图
Fig.3 Schematic diagram showing the link map of the 1:100,000 geological map database

文化要素、海洋要素、其他。在空间范围检索的基础上,可以通过地理要素选择对话框(图 4),选择要检索的要素类型,可以单选,也可以多选。

3.5 地质要素检索

在空间范围检索的基础上才能实现地质要素与地理要素的检索。地质要素检索分为五大类:地层、火成岩、第四系成因类型、断层界线、点元分类。其中每类又进行了细分,地层分为年代地层、岩石地层两种,年代地层的下级菜单又分为界、系、统,岩石地层的检索是通过一个对话框直接输入要检索的岩石地层名称即可;断层的检索分为 3 种方法,可以按照全国重要断层、省级重要断层和一般断层检索,可以按重要断层的编号或者按照断层的性质进行检索;第四系成因类型是根据 1:100 万的编图要求分为冲积、洪积、化学堆积、风积等 16 种成因类型进行检索,也可以进行多项选择进行检索(图 5);点元要素的检索分为同位素年龄测试采样点、钻孔、火山口、标准剖面等。本系统提供单项和多项交叉检索的功能。

3.6 自动生成图例

在空间范围检索数据的基础上,根据各要素的点、线、面属性生成图例,图例位置能够自由选择,并可以进行图例框大小,图例说明文字的参数设定等。

3.7 元数据

数据库中包括了 1:100 万国际标准分幅的 64

幅地质图的元数据和总数据库的核心元数据,通过菜单选项可以任意选择、提取、查询,每幅图的元数据以 Word 文档的形式打开。

4 数据库系统应用

通过 1:100 万地质图数据库管理系统,可以实现对地质数据以及地理数据的空间范围和属性内容检索。数据库空间检索方式包括按省级行政界线、按任意矩形范围、按任意经纬度、按任意多边形及按 1:100 万国际标准分幅方式检索等等。数据库属性查询检索功能包括按地层检索,按火成岩检索,按构造检索,按点要素属性检索,并将检索结果按照自己要求的投影方式自动成图,自动生成图例文件等等。以下是数据库系统应用实例介绍。

4.1 按 1:100 万、1:50 万等标准比例尺检索

按标准比例尺检索,可以通过菜单选择检索图幅的比例尺。图 7 是从数据库中检索出的 1:100 万西宁幅(J-47)地质图。

4.2 按照矩形范围检索

通过鼠标在系统主页面确定任意矩形范围,可以检索出任意范围(可以跨任意图幅)的地质图。图 7 表示了从数据库中检索出涉及 4 个 1:100 万标准图幅(玉树幅(I-47)、宝鸡幅(I-48)、昌都幅(H-47)、成都幅(H-48))内容的地质图,图幅中显示的

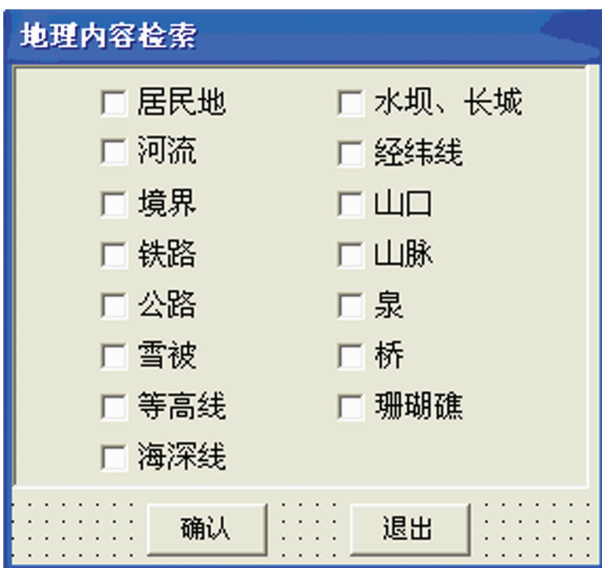


图 4 地理内容检索对话框

Fig.4 Selecting dialog box for geographic feature



图 5 第四系成因类型选择对话框

Fig.5 Choosing dialog box for genetic types of Quaternary

是检索的初始图名,也可以根据需要进行图名的修改。图中的图例是应用系统功能自动生成的,是检索范围内各空间要素的说明解释。

4.3 按照年代地层检索

根据综合研究的需要,可以对某一地区某个时代地层进行检索,形成新的单一地层分布图。图8是从数

据库中检索出的武汉地区下志留统的地层分布图。

4.4 按照岩石地层名称检索

某一地区一套地层按照地层单位群(或组)等进行检索,形成有关群或组的地层分布图。图9是从数据库中检索出的西宁地区庙沟组的地层及查询的属性结果。

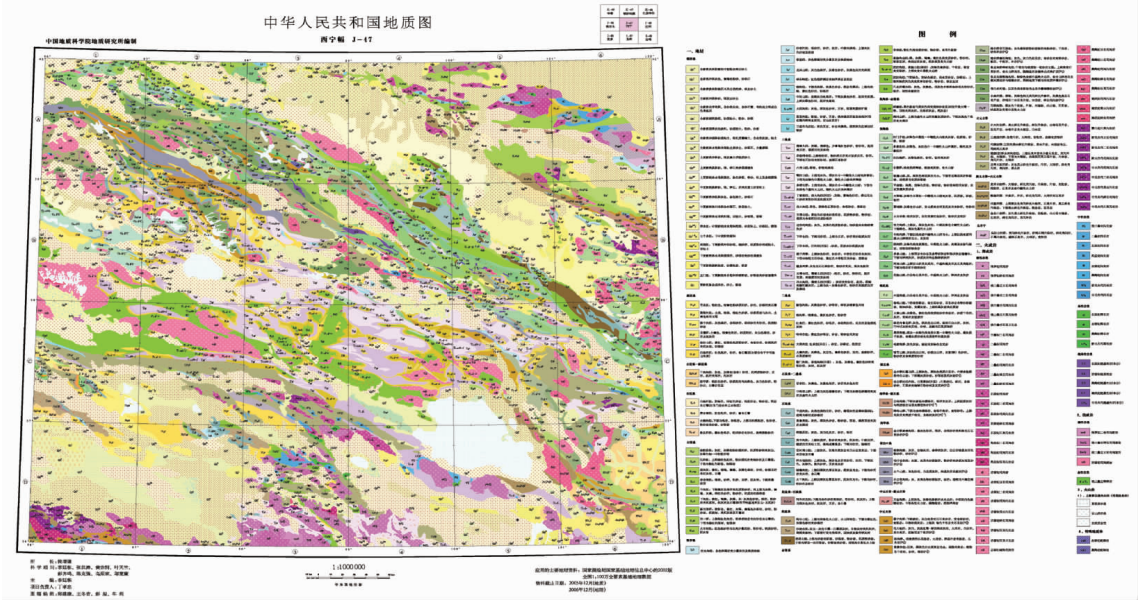


图6 1:100万西宁幅(J-47)地质图
Fig.6 1:1M geological map (J-47) of Xining Sheet

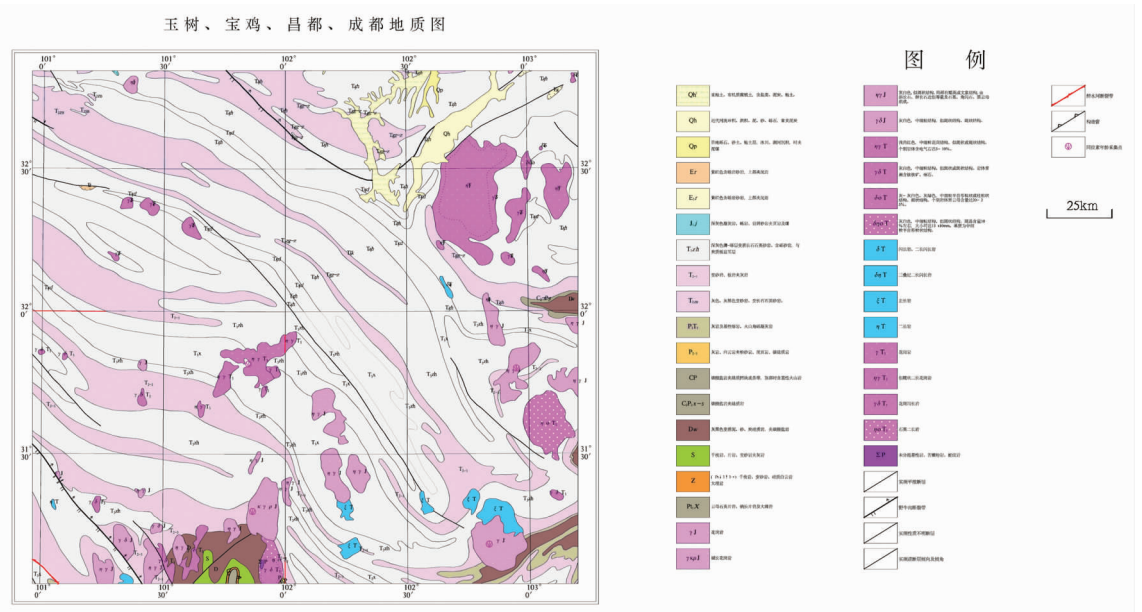


图7 任意矩形范围检索的地质图
Fig.7 Geological map selected by arbitrary rectangle range

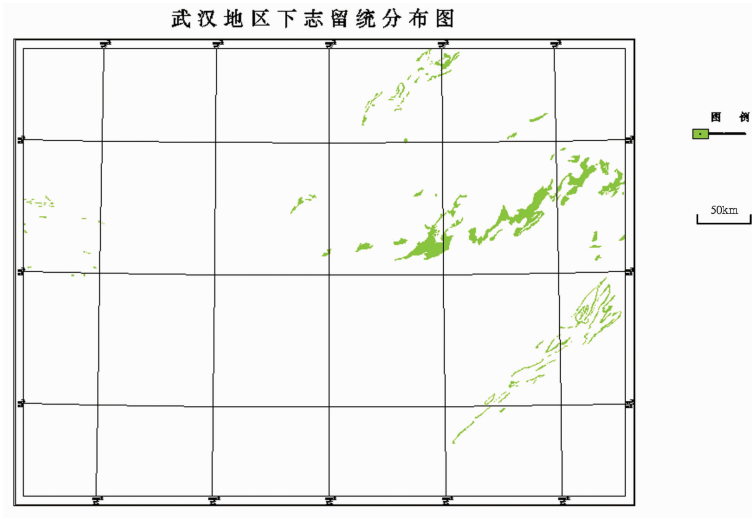


图 8 武汉地区下志留统分布图

Fig.8 The distribution of lower Silurian strata in Wuhan area

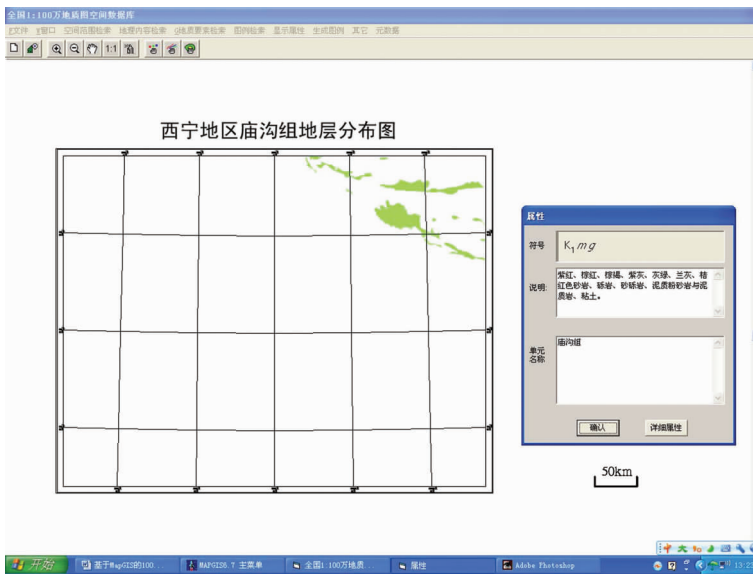


图 9 西宁地区下白垩统庙沟组分布图

Fig.9 The distribution of lower Cretaceous Miaogou Formation in Xining area

4.5 岩石地层库检索

由于系统集成了地层数据库,因此可以应用该系统进行岩石地层的多级查询,也就是可以查询某一岩石地层的详细信息。如选中“郎山组”后,可以得到有关“郎山组”的更详细的属性信息见图 10。其中主要包括“岩石地层”单位、时代、命名、层型剖面、同物异名、特征及分布等。

以上概括介绍了 1:100 万地质图数据库管理系

统的部分主要功能,在应用中根据需要将不断完善、修改并增加新的功能,例如增加缓冲区的检索,也就是沿着某条铁路进行某一距离范围内的要素检索;增加输出、打印功能等等。

5 结论

地质图空间数据库具有图形复杂,数据量大等特点。1:100 万数字地质图是在现有地质调查资料和专

详细属性:	
地层编号	0715410932
地层序号	0932
时代符号:	K1
时代	K
地层名称	郎山组
命名	西藏第四地质大队, 1973年命名。
正层型	察雅县香堆白垩系实测剖面(四川区域地质调查大队, 1974, H-47(昌都幅) 1:100万区域地质调查报告)
同物异名	
特征	以灰绿灰黑色灰岩、生物灰岩和泥质灰岩为主, 偶夹粉砂岩、粉砂质泥岩和细砂岩。产固着蛤、圆笠虫、海螺等化石。下与多尼组整合、上与竟柱山组不整合。
分布	西藏日土、革吉、班戈。(中国地层典-白垩系, 第58-59页)。
备注	
<input type="button" value="确认"/>	

图 10 多级检索得到的岩石地层单位的详细信息

Fig.10 Detailed information of lithostratigraphic units selected from the database

题研究成果的基础上编制完成的,是中国首次建立的1:100万数字地质图空间数据库,通过综合研究、地质编图和建立数据库,扩大了区调成果的影响。

1)1:100万地质图数据库覆盖中国全部陆地面积,空间范围比较大,数据在横向以分幅方式,在纵向上以分层方式进行存储。1:100万地质图空间数据库属于基础地质资料数据库,由于MapGIS是普通的商业化软件,侧重于对数据库的建立,因此应用MapGIS进行数据库的管理应用远远不能满足非专业GIS人员的要求,需要充分应用GIS的功能,根据地质图数据库的应用特点,面向实际用户开发一套管理系统,实现对数据的科学管理和灵活的应用,满足不同专业、不同的应用目的。

2)数据库管理系统是应用Visual Basic开发软件,基于MapGIS 6.7平台设计开发的。主要功能包括空间范围检索、地质要素检索、地理要素检索、图例检索、显示属性、元数据查询、生成图例及其他功能模块。

3)1:100万地质图数据库管理系统的设计完成,可以快速的实现数据库的图形可视化,制作出不同的专题图件和专题图的底图,满足不同层次GIS人员对数据库的操作,使这一成果更有效地服务于国

民经济建设和科学研究。

谨以此文恭祝李廷栋院士80华诞,祝先生健康长寿!

参考文献(References):

- 1) 万常选, 廖国琼, 吴京慧, 等. 数据库系统原理与设计 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2009: 1-44.
Wan Changxuan, Liao Guoqiong, Wu Jinghui, et al. Theory and Design for Database System [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2009: 1-44(in Chinese).
- 2) 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.
Li Tingdong. Status and development trend of geological map compilation in the world [J]. Geology in China, 34 (2): 206-211(in Chinese with English abstract).
- 3) 韩坤英, 丁孝忠, 李廷栋, 等. 中国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.
Han Kunying, Ding Xiaozhong, Li Tingdong, et al. The progress of the construction of 1:1000000 geological map spatial database of China[J]. Geology in China, 2007, 34(2): 359-364(in Chinese with English abstract).
- 4) 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. Developmeng and construction of the 1:500000 geological map database[J]. Geology in

- China, 2002, 29(2):208-212(in Chinese with English abstract).
- [5] 黄海, 祝国瑞, 林孝松. 基于 WebGIS 的港口航道管理信息系统设计[J]. 地理空间信息, 2006, 4(6):44-47.
Huang Hai, Zhu Guorui, Lin Xiaosong. Design of port & waterway management information system based on WebGIS [J]. Geospatial Information, 2006, 4 (6):44-47 (in Chinese with English abstract).
- [6] 何勇, 辜寄蓉, 王勉, 等. 四川省矿区环境评价信息系统设计与应用[J]. 地球信息科学, 2007, 9(3):10-16.
He Yong, Gu Jirong, Wang Mian, et al. The Design of Sichuan Mining Area Environment Appraisal Information System and Its Application [J]. Geo-information Science (in Chinese with English abstract).
- [7] 韩培友, 董桂云, 柳虹. 数据库技术[M]. 西安:西北工业大学出版社, 2008:1-361.
Han Peiyou, Dong Guiyun, Liu Hong. Database Technology [M]. Xi'an: Northwestern polytechnical University Press 2008:1-361.
- [8] 李超龄, 张克信. 基于 GIS 技术的区域性多源地学空间信息集成若干问题探讨 [J]. 地球科学-中国地质大学学报, 2001, 26(5): 545-550.
Li Chaoling, Zhang Kexin. Study on regional multi-source geological spatial information system based on techniques of GIS [J]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 2001, 26(5):545-550 (in Chinese with English abstract).
- [9] 姜作勤. 数据质量研究与实践的现状及空间数据质量标准 [J]. 国土资源信息化, 2004, (3):23-28.
Jiang Zuoqin. Status for research and practice of data quality and spatial data criterion in quality [J]. Land and Resources Information, 2004, (3):23-28 (in Chinese with English abstract).
- [10] 李军, 姜作勤, 童小华. 地质数据的抽样检查方法研究[J]. 地理信息世界, 2006, 4(2):8-11.
Li Jun, Jiang Zuoqin, Tong Xiaohua. Research on Sampling inspection method for geological data [J]. Geomatics World, 2006, 4 (2):8-11 (in Chinese with English abstract).

The design and application of the management system for 1:1M geological map database of China

HAN Kun-ying^{1,2}, ZHANG Qing-he³, DING Xiao-zhong², FAN Ben-xian², GENG Shu-fang²,
JIANG Lan³, PANG Jian-feng², JU Yuan-jing², WANG Zhen-yang², LU Yong-guang²

(1. Faculty of Geosciences and Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 2. Institute of Geology, Chinese Academy of Geology Sciences, Beijing 100037, China; 3. Research Institute of Petroleum Exploration and Development, CNPC, Beijing 100083, China)

Abstract: The spatial database of 1:1M geological map of China has just been established in China, which includes 2.0G abundant data of 64 geographical maps and 64 geological maps. The management system for this database has been designed on the basis of the MapGIS format, which integrates for the first time spatial database of 1:1M geological map with strata database. This management system is characterized by simplicity, flexibility, convenience and practicability. The major functions of the management system include the search of spatial scope, the retrieval of geographical and geological features, the display of various properties, the automatic creation of legends, and the inquiry of metadata. Using this new database management system, we can easily set up an operation platform for visualization of database applications, on which various visual figures, dynamic cartographies and special maps will be quickly created.

Key words: GIS; geological map database; management system; inquiring; retrieval; property

About the first author: HAN Kun-ying, female, born in 1968, doctor candidate and associate professor, mainly engages in GIS and application of GIS; E-mail: Kunyinghan@163.com.