

DOI:10.16788/j.hddz.32-1865/P.2017.03.009

# 华东地区 1:5 万区域地质图空间数据库建设及应用

马 明, 吴涵宇, 陈 刚

(中国地质调查局南京地质调查中心, 南京 210016)

**摘要:** 1:5 万区域地质图空间数据库是国家基础地质数据库中最基本、最核心的数据库, 其数据质量直接受数据库建库流程和质量控制影响。文章以 778 幅华东地区 1:5 万区域地质图空间数据库成果为基础, 论述 1:5 万区域地质图空间数据库建库的技术流程、工作方法、质量控制及数据库的应用效果。严谨的数据库数据模型、统一的建库技术方法、全面的质量控制程序是确保数据库数据质量的前提, 地质图数据库管理系统平台可实现华东地区 1:5 万地质图空间数据库的系统化管理与共享。

**关键词:** 数据库建设; 1:5 万区域地质图; 应用; 华东地区

**中图分类号:** P628+.4

**文献标识码:** A

**文章编号:** 2096-1871(2017)03-228-06

1:5 万地质图空间数据库建设主要应用现代计算机技术、空间数据库管理技术和信息共享技术, 对 20 世纪 60 年代以来我国系统开展的地质调查工作中取得的基础地质成果资料进行数字化、汇总、建库和管理<sup>[1]</sup>。为进一步保存原始地质成果资料, 为信息化管理和社会化服务提供基础数据支撑, 中国地质调查局部署了全国 1:5 万地质图数据库建设工作<sup>[2]</sup>。以往华东地区 1:5 万地质调查成果资料主要以地质图件、区域地质调查报告、样品测试分析结果及野外记录文档等纸介质为主, 给地质资料的长期保管和灵活使用带来局限。1999 年, 第 1 个全国性地质图数据库 1:50 万地质图数字地质图数据库完成, 广泛应用于新一轮国土资源大调查中的地质调查项目、政府行政管理及基础设施建设等方面<sup>①</sup>, 以数据库模式管理地质图数据与信息共享促进了 1:5 万地质图数据库工作的部署和开展。

1999 年以来, 华东地区已全面完成 778 幅 1:5 万区域地质图空间数据库的建库工作。数据库建设在统一的数据库建设标准、数据模型、建库技术方法和质量控制下实施, 并利用 mapgis6.7、Geomap、Geocheck 等数据采集和检查软件, 建立了包含地质图源数据、空间数据、属性数据和建库文

档等海量数据的数据库。作为众多地质图数据库之一, 1:5 万地质图数据库具有“参考标准全面、数据模型内容丰富、建库流程和技术要点清晰、质量控制措施严格”等特点。本文在 778 幅华东地区 1:5 万区域地质图空间数据库成果的基础上, 总结与论述 1:5 万区域地质图空间数据库建库的技术流程、工作方法、质量控制以及数据库的应用方法与效果, 以期对其他相关数据库建库提供参考。

## 1 数据库建设方法

### 1.1 数据库建设参考标准

在数据库建设过程中, 技术标准主要有元数据库建设标准《地质调查元数据标准 DD2006-05》<sup>[3]</sup>、空间数据库属性代码《1:5 万地质图空间数据库标准代码汇编》<sup>[4]</sup>、《数字地质图空间数据库建设指南 2.0》<sup>[5]</sup>及相关行业标准<sup>[6]</sup>, 如 GB958-99 地质图图例(1:5 万)、GB6390-86 地质图用色标准及用色原则(批准稿)(1:5 万)、GB/T 9649.10-2001《地质矿产术语分类代码》-岩石学等。华东地区 1:5 万地质图数据库建设以上述标准为基础, 结合该数据库地质信息表达方式, 增加《1:5 万地质图空间数据库(分省)建设实施细则》<sup>②</sup>为建库参考文件。

\* 收稿日期: 2016-06-02 修订日期: 2016-09-21 责任编辑: 谭桂丽

基金项目: 中国地质调查局“国家地质数据库建设与更新维护”和“地质图空间数据库建设(华东)(编号: 1212011120399)”资助。

第一作者简介: 马明, 1980 年生, 女, 工程师, 主要从事 GIS 地质编图和数据库建设工作。

## 1.2 数据模型

数据库的数据结构、操作集合和完整性约束规则集合等组成数据库的数据模型<sup>[7]</sup>。对数据模型内容细化要素,依据单幅地质图的地质体属性描述,补充了岩性、断层类型、产状类型等属性字段的代码。

## 1.3 数据库建设技术

以标准化的地质图数据库建设流程为依据,数据库建库重点技术环节为:资料收集→资料整理→图形矢量化(同步开展属性卡片和质量监控文档填写)→中期数据质量检查→图形校准→建立拓扑和分层文件→属性编辑与检查→数据综合整理与完善等。

### (1) 资料收集

收集最新的建库技术细则、slib 库,建立质量监控表格文件及存放路径,安装元数据采集器及最新版的 Geomap 和 Geocheck 等软件,收集每个图幅的 1:5 万纸质地质图或电子图、区域地质报告及其他成果资料等。

### (2) 资料整理

检查地质图图面内容,整理、清绘原始图件中不清晰的、遗漏的信息。对因地质工作新认知而需修正的各类地质实体进行更新,扫描地质图,控制误差精度和图面清晰度。根据数据模型中的要素类划分地质图内容并准备对应的属性卡片,准备属性字段说明文件和代码文件等,供地质人员填写属性卡片内容使用。

### (3) 图形矢量化和属性卡片填写

依据图例要素分类建立每个图幅的图例版.cln 文件。修改 slib 库文件路径,设置系统参数,坐标点间的最小距离为  $10^{-9}$ 。考虑地质体之间的压盖和地理、地质图元在空间上的拓扑关系,按图层的先后顺序采集图元信息,依照 1:5 万地质图空间数据库(分省)建设实施细则中的图形矢量化技术要求和质量控制方法采集数据。地质人员结合图例、柱状图、地质区调报告等,填写各图层文件对应的属性卡片内容。

### (4) 中期数据质量检查

检查矢量数据是否采集完整,图元参数、图元分类、图元坐标精度等是否符合要求。控制属性卡片填写质量,检查工作日志是否及时、真实,原图错

误及其改正措施是否合理等,记录并修改所有已发现的问题。

### (5) 图形校准

参考原始地质图右下角中的图幅参数说明文字,根据图幅编号创建平面直角坐标系、北京/西安、比例尺为 1:50 000、单位为毫米的标准图框文件。在矢量化的方里网格文件和标准图框文件间均匀选取多个控制点,获得图形误差校正.pnt 文件,通过成批误差校正功能将所有图元校准至标准图框,形成带投影坐标参数的空间数据。

### (6) 建立拓扑和分层文件

整理地质界线、断层、双线河流及其他参与拓扑造区的线图元,检查河流线方向,清除线的重叠点、自相交、Z 子线、拓扑错误等,以线为边界建立地质体区文件拓扑。依据 1:5 万地质图用色标准赋予地质体合适的颜色和花纹,将分段的同一条断层连接为一条完整断层并删除重叠坐标点,提取河流线、区文件,分离沉积、变质岩、火山岩、侵入岩等地质、地理和整饰 3 类图层文件。

### (7) 属性编辑

建立各分层文件的属性结构字段名称、字段类型和长度等属性结构内容,将属性卡片内容输入至对应的字段。通过查询《1:5 万地质图空间数据库标准 代码汇编》填写属性代码,灵活运用图元参数类型和 Geomap 软件中的参数刷和属性刷等编辑功能,成批进行属性编辑录入工作。

### (8) 质量控制

利用 Geomap 软件、Geocheck 软件检查、修改空间数据和属性数据质量(表 1),重复检查、修改数据至软件提示无错误。

### (9) 数据综合整理与完善

对照数据库成果汇交目录格式及要求,分别存放数据库建设中产生的各类文件。将图框内所有矢量数据分别转换北京 54 和西安 80 椭球参数、投影平面直角坐标系、比例尺为 1、单位为 km,并转换 1 套地理坐标系、单位为度的成果数据。导出单个的属性表格.dbf 文件,利用元数据采集器和元数据填写标准说明填写元数据库内容,完善建库文档和表格。

## 2 数据库成果

### 2.1 数据库成果类型

华东地区 1:5 万地质图空间数据库成果以图幅

表 1 数据检查项目

Table 1 Check items of the data

序号	检查项目	序号	检查项目
1	命名检查	17	图元编号及 ID 码唯一性检查
2	投影参数检查	18	地质界线接触关系检查
3	结点检查	19	产状属性检查
4	重叠坐标检查	20	断层属性检查
5	Z 字型线检查	21	数据项值域检查
6	线弧自相交检查	22	数据项填写率检查
7	多余弧段检查	23	矢量数据边界精度检查
8	重复或重叠图元检查	24	矢量数据精度检查
9	文件压缩存盘情况检查	25	误差校正精度检查
10	套合一致性检查	26	投影 TIC 精度检查
11	拓扑一致性检查	27	汇交成果完整性检查
12	等高线封闭性检查	28	成果目录完整性检查
13	水系方向检查	29	分层完整性检查
14	微小线段或弧段检查	30	图(影)像数据完整性检查
15	属性结构检查	31	元数据检查
16	属性代码检查	32	其他

为单位汇交,每个图幅的成果内容主要包含 5 类数据(图 1):影像数据、成图数据、空间数据、属性数据、元数据及文档,分别存放在 RASTER、MAP、MAPGIS、DBF、METAFILE 和 README 等 6 个对应的文件夹中。其中,RASTER 文件夹存放由纸质地质图扫描形成的栅格影像数据,MAP 文件夹存放以 MapGIS 软件为媒介采集的包含地质要素、图例、柱状图、地质剖面等的点(wt)、线(wl)、面(wp)文件,MAPGIS 文件夹存放赋予地理坐标和属性内容的地质要素,DBF 文件夹存放属性表,METAFILE 文件夹存放元数据,README 文件夹存放建库过程中产生的工作日志、错误修改记录、图元参数设定等质量控制文件。

## 2.2 数据库工作程度

华东地区划分 1 780 个 1:5 万图幅,通过统一的数据库建设标准,建立了江苏省 118 幅、安徽省 147 幅、江西省 235 幅、浙江省 126 幅及福建省 152 幅的数据库(图 2)。大部分图幅的数据库为完整的 1:5 万图幅数据,部分图幅由于跨省分幅,形成以省界分割的数据库,部分图幅只开展了部分地区的区域地质调查工作,形成部分数据库。

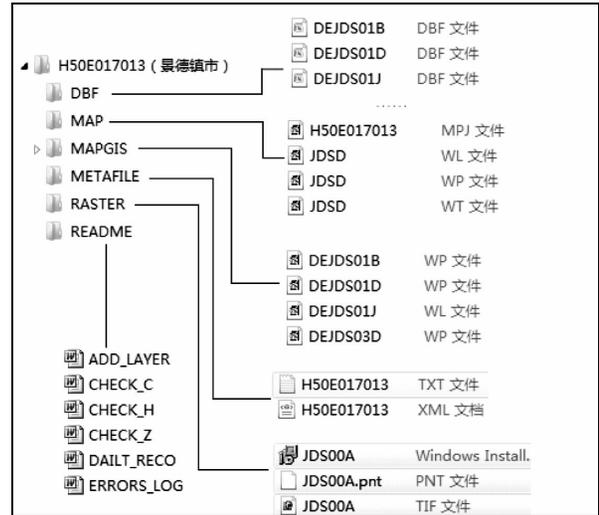


图 1 单个图幅数据库成果

Fig. 1 Data sheet for a single map

## 3 数据库管理模式

### 3.1 数据库管理系统

以中国地质调查局发展研究中心组织开发的“1:5 万地质图数据库管理系统”作为华东地区 1:5 万地质图数据库管理平台。该系统以 MAPGIS 6.7 为 GIS 二次开发平台,运用组件技术和 Visual Basic 编程语言开发。基于 Visual Basic 语言简单易学,且功能强大,具有可视化集成开发环境,扩充性好,开发者易掌握和运用,对管理软件开发易实现,因此选用 VB 语言为区域地质图管理系统二次开发语言工具<sup>[8]</sup>。

系统具有图形导航的数据查询检索、入库管理等功能,可用于数据的导入与导出,数据的加载入库与卸载,属性代码转换浏览、保存、数据分布式存储等,可实现任意范围的地质和地理检索,形成用于数据服务的数据包。

### 3.2 系统功能设计

#### (1) 数据入库

根据区域内单个图幅的数据内容,系统设计了“标准图幅入库”、“非标准图幅入库”等入库方式,已入库图幅以红色方块显示(图 3)。

单个图幅能以较快速度入库,重复导入某个图幅数据时,系统会自动弹出提示对话框。入库后的数据在浏览界面显示,以图幅内图廓为界。

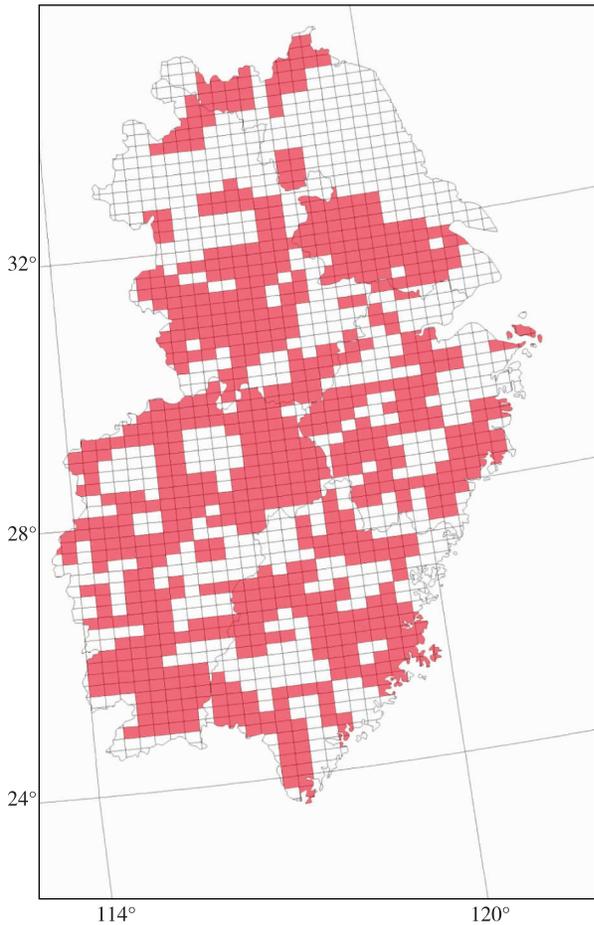


图 2 华东地区 1:5 万地质图数据库成果分布

Fig. 2 Distribution of the 1:50 000 regional geological map database in East China

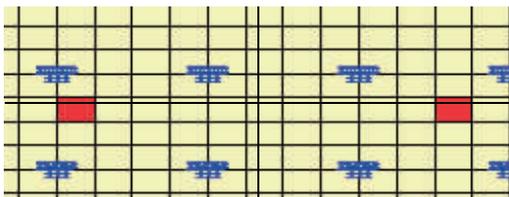


图 3 图幅数据入库

Fig. 3 Importation of the sheet-map data

(2)空间范围查询

提供多种检索数据方式(表 2),根据检索方式显示数据库中任意范围的内容。

(3)空间内容裁剪

选择需要的数据图层(图 4),输入坐标值或以鼠标点击圈定数据范围,裁剪数据(图 5)。

(4)制图表达

根据检索结果数据配置图例、图框、责任表、图

名等要素。系统统计图层要素分类,在选定位置生成图例文件,根据属性内容补充图例文字内容,绘制责任表框架,根据数据检索范围添加图框、方里网或经纬网等整饰内容。

表 2 数据检索方式

Table 2 Searching means of data

检索范围	检索方式
矩形范围	鼠标确定矩形范围 坐标输入矩形范围(经纬度)
多边形范围	鼠标确定多边形范围 多边形文件检索
标准图幅	输入 1:5 万图幅号 选择 1:5 万图幅号 选择 1:25 万图幅号 选择 1:20 万图幅号 选择 1:10 万图幅号 鼠标确定 1:25 万图幅号 鼠标确定 1:20 万图幅号 鼠标确定 1:10 万图幅号
行政区域	按省名检索 鼠标确定省名检索 鼠标确定地区名检索 鼠标确定县名检索



图 4 选择数据图层

Fig. 4 Layers selection of the data

在“1:5 万地质图数据库管理系统”中,通过数据入库、处理和输出等功能的应用和管理,可灵活、方便地进行华东地区 1:5 万地质图数据库的系统化集成与管理,将数据库管理应用的方法规范化,通过流程化的操作制作一幅图件要素完整的地质图。

4 数据库应用

4.1 数据库应用中的数据处理方法

基于 1:5 万地质图数据库的内容特点,主要将

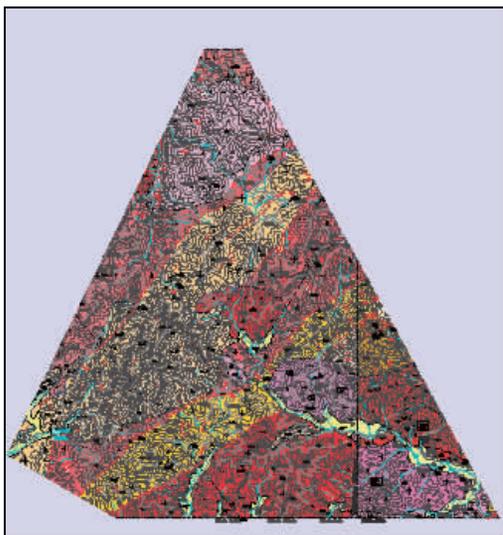


图5 数据裁剪  
Fig. 5 Clipping the data

其用于编制1:2.5万野外调查实际材料图底图和修编1:5万或更小比例尺的地质图。

#### (1) 编制1:2.5万实际材料图底图

将单幅1:5万地质图成果数据投影转换为1:2.5万数据;生成4幅1:2.5万图幅标准图框并利用其内图框文件裁剪出4幅1:2.5万地质图数据;按照1:2.5万地理底图规范修改各类要素,包括调整线宽度,符号和注记的大小,补充地名、高程等要素使其均匀分布,更新河流、居民地、道路、高程等地形要素等,添加标准图框,形成实际材料图底图。

将野外勘探路线、手图、采样点、钻孔、剖面、矿点等数据投影至底图上,补充图例、责任表等图件整饰内容,完成专题成果图件的编制。

#### (2) 编制1:5万或更小比例尺地质图

从“1:5万地质图数据库管理系统”中导出任意范围的1:5万地质图数据,投影转换成1:10万或更小比例尺数据。按地质矿产行业标准编图规范要求,简化河流、道路、居民地和等高线等地形要素,并根据最新地质资料修编地层内容,合并地层,删减地质界线和地层代号,重建地质体之间的拓扑关系。整理图例、柱状、剖面等图外整饰内容,形成一幅区域性地质图。

与成矿规律、物化探、遥感、重砂等数据图层叠加,可编制专题系列图件。以地质图数据库为基础,可建立新的成果数据库。

## 4.2 数据库应用效益

### (1) 信息化管理地学成果资料

地质图数据库建设推进了全国基础地学数据信息的社会化共享和服务,提高了地质信息的利用率,可体现国家基础地质工作的价值<sup>[9]</sup>。通过1:5万地质图数据库建设,完成华东地区1:5万原始地质成果资料的抢救和保存,将地学成果资料从纸介质转换至数据硬盘存储和计算机处理,利用“1:5万地质图数据库管理系统”平台的数据集成和软件安装,实现地学成果资料的信息化管理。

### (2) 共享地学成果资料

1:5万地质图数据库已为华东地区区域地质/矿产调查、成矿带综合研究、水工环综合研究等科研项目的立项、编制工作方案及开展实物工作提供地质背景数据,为三维城市地质、地质灾害治理等城市管理提供分析数据。从其应用实践看,还可为交通工程前期论证、施工勘查、水利、电力工程施工勘查等市政建设工作提供地质资料<sup>[10]</sup>。通过网络发布及查询1:5万地质图数据库元数据信息,通过借阅和使用数据实现地学成果资料共享。

### (3) 转化数据库成果

1:5万地质图数据库应用可节省获取地学数据的费用和时间。对于纸介质的地质图建库工作,需要花费约3万元/幅的费用和1.5月/幅的工时,利用数据库模式建库和管理数据,可立即调用地质成果数据,避免重复采集数据的费用和时间。同时,可方便各地地勘科研和社会生产单位查询、检索所需图幅的地学资料。利用专业软件修改数据,编制各类图件,通过分析空间属性获得统计、分析结论,供科研成果展示或决策参考,实现单个图幅数据在不同单位、不同项目和不同专题中的应用,从而转化新的数据成果。

## 5 结 论

(1) 严谨、统一的数据库数据模型、建库技术方法、质量控制程序是确保数据库数据质量的前提,也是数据库建设的有效途径。

(2) 1:5万地质图数据库管理系统平台,可实现华东地区1:5万地质图空间数据库的系统化管理与共享。

(3) 将1:5万地质图空间数据库应用于地学科

研和生产实践,为科研工作和城镇建设服务,从而实现其价值转化。

### 注释

- ① 中国地质调查局.中华人民共和国 1:50 万数字地质图数据库使用手册(2001 版).2001.
- ② 中国地质调查局发展研究中心.1:5万地质图空间数据库(分省)建设实施细则(2012 版).2012.

### 参考文献

- [1] 赵林林,刘荣梅.基于 MAPGIS 的 1:5万地质图管理系统设计与实现[J].中国地质调查,2015,2(1):55-77.
- [2] 雷桂霞,刘荣梅,韩媛,等.西北地区 1:5万区域地质图数据库建设及应用[J].西北地质,2013,46(4):232.
- [3] 中国地质调查局发展研究中心.DD2006-05—2006 地质信息元数据标准[S].
- [4] 中国地质调查局发展研究中心.1:5万地质图空间数据库标准 代码汇编[S].
- [5] 中国地质调查局发展研究中心.数字地质图空间数据库建设指南 2.0[S].
- [6] 孙立梅,杨正萌,周文瑾,等.1:5万数字地质图空间数据库的质量控制[J].吉林地质,2007,26(2):63-66.
- [7] 黄杏元,马劲松,汤勤.地理信息系统概论[M].北京:高等教育出版社,2006:114.
- [8] 马长发.基于 VB 的 MAPGIS 组件式二次开发[J].新疆师范大学学报:自然科学版,2005,24(2):37-43.
- [9] 马瑜宏,纪存,谢颂涛.区域地质图空间数据库质量控制的 MapGIS 分析[J].地球信息科学学报,2011,13(6):758-762.
- [10] 黄祥芝.湖北省地质图空间数据库建设[J].资源环境与工程,2011,25(6):647.

## Construction of 1:50000 regional geological map database in East China and its application

MA Ming, WU Han-yu, CHEN Gang

(Nanjing Center, China Geological Survey, Nanjing 210016, China)

**Abstract:** The database of 1:50 000 regional geological map is the most fundamental and important database in national basic geological databases, and its quality is directly affected by the process of database construction and the methods of controlling quality. On the basis of 778 map-sheets of 1:50 000 regional geological databases in East China, the paper discussed the technical process, work means and quality control of 1:50 000 regional geological databases and their application and effect. Precise database modelling, unified methods of constructing database and overall quality-controlling process are the necessary preconditions for ensuring the quality of the databases. The management system of the geological map databases can realize the systemic management and sharing of the 1:50 000 regional geological map databases of East China.

**Key words:** database construction; 1:50 000 regional geological map; application; East China