

东北地区 1:5 万区域地质图空间数据库建设与集成

康 庄

中国地质调查局 沈阳地质调查中心, 辽宁 沈阳 110034

摘 要: 东北地区 1:5 万区域地质图空间数据库从 1999 年度试点工作到 2015 年底持续近 16 年的数据库建设工作, 收集了大量 20 世纪 60 年代以来东北地区开展的 1:5 万区域地质调查工作所获取的基础地质成果资料, 对东北地区完成的区调和建库工作程度及资料状况进行核查、摸底、整合, 完成了 382 个标准图幅传统填图 1:5 万区域地质图空间数据库建设工作。建库过程中建立了完善的质量监控体系, 健全了空间数据验收的方法和流程, 规范了基本的评分方法和成果评价等级。

关键词: 1:5 万区域地质图; 数据库建设; 空间数据库; 东北地区

CONSTRUCTION AND INTEGRATION OF THE 1:50 000 REGIONAL GEOLOGICAL MAP SPATIAL DATABASE OF NORTHEAST CHINA

KANG Zhuang

Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources, CGS, Shenyang 110034, China

Abstract: The construction of the 1:50 000 Regional Geological Map Spatial Database of Northeast China lasted 16 years from 1999 to 2015. The database collects a great deal of basic geological information obtained from the 1:50 000 regional geological survey in Northeast China since 1960s. With the database construction, the complete level of regional geological survey and the status of information were checked and ascertained. The spatial database includes 382 sheets of 1:50 000 regional geological maps by traditional mapping. A perfect quality control system was established to improve the acceptance method and process of spatial data and normalize the basic grading method and achievement evaluation.

Key words: 1:50 000 regional geological map; database construction; spatial database; Northeast China

0 前言

1:5 万区域地质调查工作开展几十年来, 国家投入大量资金, 获取了海量的基础地质成果资料, 在矿产勘查、地质科学研究等方面应用取得了重要成果^[1]。但由于地质图资料分散在各个地勘单位, 加之机构的调整变化, 部分数据濒于失散。为了挽救这些宝贵的

历史资料, 中国地质调查局设立区域地质图数据库建设项目, 通过此项目开展全国 1:5 万区域地质图空间数据库建设, 系统地收集与整理这些宝贵成果, 应用现代计算机技术、空间数据管理技术和信息共享技术, 进行全面系统的数字化、汇总、管理, 保护了这些宝贵资料, 最大限度地发挥成果的应用效益。

收稿日期: 2017-02-24; 修回日期: 2017-03-15. 编辑: 张哲.

基金项目: 国土资源大调查项目“区域地质图空间数据库建设”(编号 1212011120397, 1212011220343); “国家地质数据库建设与整合项目”(编号 121201207000171401).

作者简介: 康庄(1979—), 男, 高级工程师, 从事地质信息技术、地质空间数据整合与集成研究, 通信地址 辽宁省沈阳市皇姑区黄河北大街 280 号, E-mail//sybeetle@126.com

1:5 万区域地质图空间数据库建设始于 1998 年,随着 1:20 万数字地质图空间数据库建设取得的进展和数据库建设技术、相关规范的逐步成熟,为了完善国家基础数据库建设,为新一轮地质大调查提供更为翔实的数据信息资源,1999 年 1:5 万区域地质图空间数据库建设被列为数字国土工程项目,中国地质调查局根据急用先上的原则,优先保证新的地质调查、资源评价的需要,从 1999 年开始部署 1:5 万地质图空间数据库建库工作,早期建库工作主要集中部署在重点成矿区带、重要地质构造单元中的 1:5 万区调成果。除了完成一定数量的图幅采集外,还对地质图空间数据库建设流程进行了针对性的研究与完善。2000 年起 1:5 万区域地质图空间数据库在除上海外的各省(区、市)进行试点性数据库建设,2003 年开始全国性数据库建设。

项目由中国地质调查局发展研究中心及天津地调中心、南京地调中心、沈阳地调中心、西安地调中心、成都地调中心、武汉地调中心等六大区中心组织实施。笔者一直负责东北地区 1:5 万区域地质图空间数据库建设工作的部署和实施,希望通过对该领域研究现状、数据库建设方法的总结、归纳和对数据库成果应用效益的分析,对此数据库建设方法及成果进行推广^[2]。

1 数据库建设现状

1:5 万区域地质图空间数据库建设主要任务是针对 20 世纪 60 年代以来我国系统开展的 1:5 万区域地质调查工作所获取的海量基础地质成果资料,进行全面系统的数字化、汇总、建库和管理。

1:5 万区域地质图调查成果数据库建设单图幅数据采集过程是以 1:5 万国际标准图幅为单元进行数据采集。空间数据库建设资料主要来源于中国地质调查局部署的地质大调查项目和各省地矿厅资补费项目 1:5 万区域地质矿产调查成果,主要包括 1:5 万地质图、矿产图、第四纪地质图或基岩图以及有关的地质报告、说明书、科研专题报告等。

在建库过程中严格遵守并保持单幅、联测图幅地质数据的独立性和原始性,确保原始资料的真实与可靠,建库所用原图为正式出版的地质图。全国累计已完成 4393 幅 1:5 万区域地质图空间数据库、元数据库建设。

东北地区 1:5 万区域地质图空间数据库建设是全国 1:5 万区域地质图空间数据库建设中重要组成部分,工作范围覆盖辽宁省、吉林省、黑龙江省。从 1999 年度试点工作到 2015 年底持续 16 年数据库建设工作,参加单位包括辽宁省地质矿产调查院、辽宁省地质矿产研究院、吉林省地质调查院、黑龙江省地质调查研究院。截至 2015 年底东北片区全面完成了 382 个标准图幅传统填图 1:5 万区域地质图空间数据库建设工作,其中黑龙江省 66 幅,吉林省 144 幅,辽宁省 172 幅(见图 1)。

2 数据库技术方法

2.1 数据模型

采用经典数据模型将区域地质图中的各种要素以点、线、面的形式抽象成若干专题图层,包括图形信息、拓朴关系和属性描述信息。区域地质图空间数据库建设大都采用以“结点-弧-多边形”拓朴关系为基础的数据模型^[3](图 2)。

区域地质图空间数据库以图幅为单位进行管理,划分的图层在不同图幅中都是一致的。单幅空间数据以图层为单元进行管理。地质图内容包括地理要素、地质要素和图面整饰 3 部分,属性内容由 MapGIS 内部属性管理。

2.2 建库标准

建库标准是数据库建设的纲领和指南,项目组统一制定了《1:5 万区域地质图空间数据库(分省)实施细则》(下称实施细则)、空间数据库属性代码汇编《1:5 万区域地质图空间数据库代码汇编(中国地质调查局发展研究中心,2012)》、数据质量评价标准《地质数据质量检查与评价(DD2006-07)》、元数据建设标准《地质调查元数据标准(DD2006-05)》及相关行业标准等。基于 1:5 万区域地质图空间数据库建设多采用 MapGIS 平台,项目组汇总并建立了统一的系统库,并提供给各省建库使用。

2.3 建库方法流程

区域地质图数字化及空间数据整理、转换和综合,应严格遵守并保持单幅、联测图幅地质数据的独立性和原始性。各图幅之间不进行地质联图,确保原始资料的真实与可靠。保证整理的数据与原始图件地质内容及逻辑的一致性。1:5 万地质图数字化及空间数据

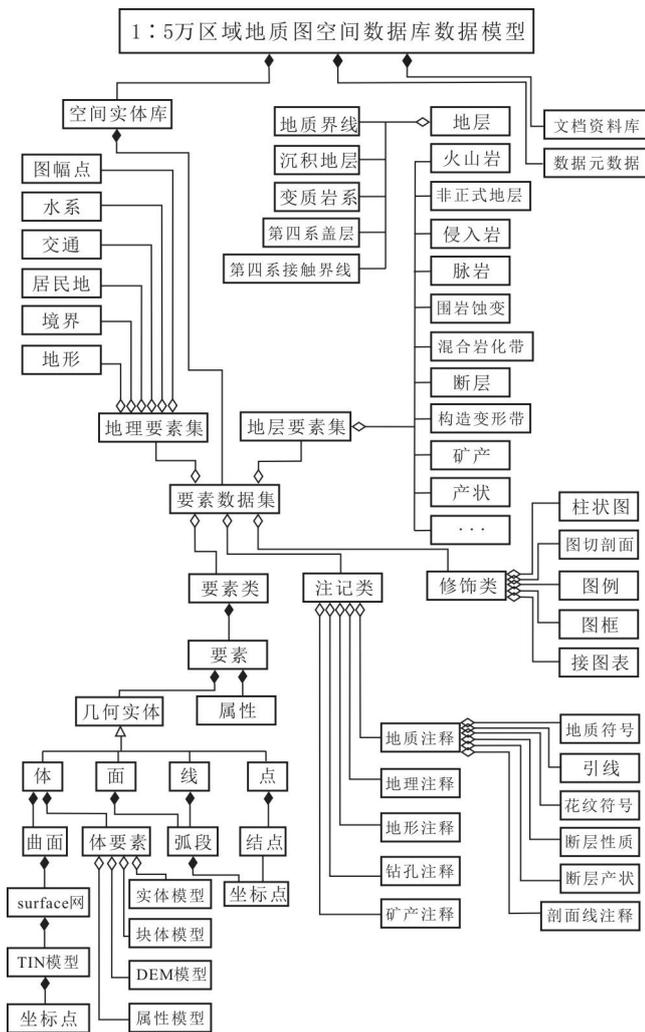


图2 1:5万区域地质图空间数据库基本结构模型

Fig. 2 Basic structural model of the 1:50 000 Regional Geological Map Spatial Database

对各图幅原地质图存在的错误进行检查;按图形要素的参数表,采用 MapGIS 进行交互式矢量化;在图形矢量化的基础上,对点线进行编辑、修改;对矢量数据进行屏检和打印输出检查;图形数字化数据误差校正;建立拓扑关系;按照图层划分要求对地质要素分层、分类;按属性结构填写相应属性;按有关区调图幅的出版格式和要求进行整饰;投影变换(图形坐标点空间坐标的换算)。

2.4 地质信息元数据集

数据采集严格按照《地质信息元数据标准(DD2006-05)》与《1:5万区域地质图空间数据库元数据建设说明》中所列数据项填写,元数据信息、数据质量信息、数据坐标信息、数据内容信息、数据库建设联

系等内容翔实,格式统一,每幅图元数据分别提交 txt 和 xml 两种格式。

2.5 数据质量监控

数据质量的优劣除了将直接影响 GIS 应用分析结果的应用目标的实现^[3-4],还直接影响到空间数据库所带来的经济效益和社会效益,影响到所有基于该空间数据库的应用、分析、决策的正确性和可靠性^[5]。

东北地区 1:5 万区域地质图空间数据库建设由地质调查局发展研究中心统一部署,沈阳地质调查中心辅助组织,辖区地勘单位完成数据库建设的完善三级管理机制。建库过程中遵循如下建库规范。

1)严格实行工作日志制度:建立完整的工作日志表,每个作业人员每天必须按要求填写工作日志,将每天的工作内容全面、完整地记录下来,并由作业组长签名认可。

2)坚持自互检制度:建立完整的自互检表,每个作业人员作每一幅图都要根据不同的工作阶段进行质量检查,自检率 100%,并将自检结果和修改处理结果如实、完整地记录下来,由作业组长签名。在自检的基础上,由专题负责人安排其他作业人员进行 100%的互检,并将互检结果和修改处理结果如实、完整地记录下来,由作业组长签名。

3)阶段性检查制度:每项阶段性工作完成后,项目组要阶段性检查,符合要求后,方可转入下一阶段工作,并填写质量检查记录。

4)严格抽检制度:每幅图完成后,由专题负责抽取 20%进行检查,并确保检查内容全部符合质量要求。

为了保证数据质量,研发了“地质数据质量检查与评价辅助软件工具”(GeoCheck)。针对地质数据质量检查与评价所涉及的数据质量描述框架、缺陷分级、检查的方式/手段/方法、抽样检验方法和抽样方案、质量评价规则、质量报告的内容与格式、地质数据质量检查与评价流程以及标准的应用原则,规范了数据库建设流程,保障数据建库质量,加快建设进度,使地质数据质量的检查与评价有的放矢,保障数据入库的质量。

3 数据成果格式转换

区域地质图空间数据库建设基于 MapGIS 平台建设,随着社会需求的增大,1:5 万区域地质图空间数据库的应用由以往以找矿为主的信息资料服务,转变为

面向全社会的集生态、环境、自然灾害、旅游和基础设施建设等多方面的即时、中期和长期信息服务^[6]。这种服务主体的转变和服务内容的转变,由于地矿行业信息数据特点和 MapGIS 数据库文件应用上的局限性,以 MapGIS 为基础平台建立的数据服务受到限制。面对社会化服务的多样性,需要为了克服这些限制,在现有的技术条件下可以利用数据格式转换方式将已建成的基础库转成通用的主流 GIS 平台 ArcGIS 平台下的空间数据库。因此对已完成的 1:5 万区域地质图空间数据库进行 MapGIS—ArcGIS 转换并完成 ArcGIS 平台下空间数据库的整理综合,也是本项目工作任务之一。

为了保证转换后数据的质量,数据转换由发展中心项目组统一组织实施,以当前建库技术要求为标准,应用统一的 MapGIS—ArcGIS 数据转换模块,建立了 1:5 万区域地质图空间数据库 ARCGIS 格式系统库。数据源为高斯西安投影的 MapGIS 格式空间数据库,目标格式为 ArcGIS 平台 Geodatabase 格式。利用自动转换工具进行数据转换后,对照原图对 ArcGIS 空间数据进行文件格式、命名、图饰、地理地质内容、属性内容的检查和整理,从而形成 ArcGIS 格式的 1:5 万区域地质图空间数据库成果。

完成了 382 幅已建 1:5 万区域地质图空间数据库的数据转换,获取一套 ArcGIS 格式数据产品。同时对转换后 ArcGIS 空间数据进行文件格式、命名、图饰、地理地质内容、属性内容的检查和整理,形成了 382 幅 ArcGIS 格式的 1:5 万区域地质图空间数据库成果。为 1:5 万区域地质图空间数据库成果的社会化服务提供了技术基础和多类型的数据基础。

4 数据库集成

根据 1:5 万地质图管理与服务的需要,设计开发基于 MapGIS 图形导航的 1:5 万成图数据和数据库数据的查询检索,并根据检索结果形成用于数据服务的数据包。基于 MapGIS 平台的 1:5 万区域地质图空间数据库管理系统基本框架如图 3 所示。

从图 3 可知,根据管理对象及操作方式的不同,系统包括“空间数据管理”和“空间数据检索”两大主要功能。空间数据管理的对象是 1:5 万地质图数据库成果的所有数据,包括全要素彩喷图、空间数据库数据、栅格扫描图像、元数据、质量监控文档等,主要的操作为

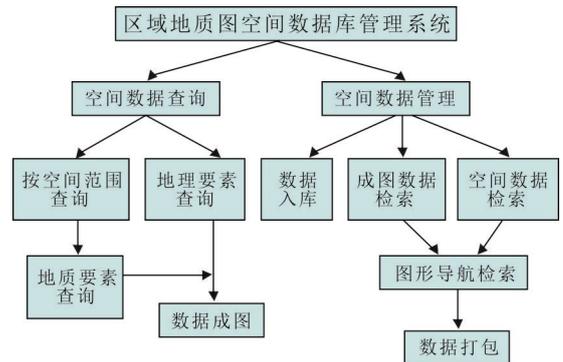


图 3 区域地质图空间数据库管理系统总体框架

Fig. 3 Framework of management system of the Regional Geological Map Spatial Database

数据的入库、管理、多方式检索查询、浏览显示等。此部分主要进行 1:5 万地质图管理信息的数据加载,也就是将 1:5 万标准图幅存储的位置信息、GIS 信息、图像信息、工作日志等信息记录在数据库中,并可以完成入库信息的统计,提供管理者数据库入库管理表,以标准图幅为单位进行多模式的数据检索、查询与输出。GIS 空间数据不作剪裁和投影变换。空间数据检索的对象是主要 1:5 万地质图空间数据库,主要操作针对空间数据库数据进行多模式的查询检索,根据检索结果进行属性查询、代码转换、图层合并、投影转换及数据输出等操作^[7]。

本信息平台的建库与开发将采用面向对象的软件工程方法。基于关系数据库统一管理空间数据库与非空间数据,可以有效地实现空间与非空间数据关联和集成,而且由于空间数据与非空间数据都以数据表或视图的形式存贮,只是数据的驱动有所不同^[8]。空间数据涉及附件与属性数据的检查,非空间数据原则上只涉及属性数据的检查,故通过编程实现空间数据与非空间数据的一体化管理。

5 数据库成果产品

东北地区 1:5 万区域地质图空间数据库建设,完成了 382 幅 1:5 万区域地质图数字化与建库工作。通过数字化建库工作,形成了可满足政府和社会公益需求和服务为目的的系列产品,主要包括:①MapGIS 格式 1:5 万区域地质图空间数据库;②MapGIS 格式 1:5 万区域地质图全要素数字文件;③1:5 万区域地质图原始资料扫描图;④1:5 万区域地质图空间数据库元

数据库;⑤ArcGIS格式1:5万区域地质图空间数据库。

建立的区域地质图空间数据库,全面反映了大比例尺区域地质特征要素综合空间信息,在数学基础、空间精度、空间数据标准化程度、图元录入质量、图形分层、拓扑一致性、结点关系、属性精度、代码一致性、属性与图元对应等方面具有可靠的质量保证。

6 数据库成果应用

数据库建设实施以来,先后为大区地调中心、地调院、地勘院、水文监测院、武警黄金部队等单位提供数据服务,其成果已经在基础地质研究、矿产资源勘查评价、地震活动研究等领域应用^[9-10]。随着数据库建设工作的推进和数据量的积累,区域地质图数据库成果作为重要的基础地质数据库,将为地质调查、矿产资源评价、交通规划、水利设施建设、城市建设、生态环境评价、科学研究等社会各领域提供基础翔实的地学数据。除了传统形式的数据加工处理与集成服务,还积极拓展数据应用。

1)为东北地区矿产资源潜力评价提供基础地质数据

全面收集1:5万、1:20万、1:25万区调成果报告及区域地质综合研究成果资料,掌握1:5万、1:20万、1:25万区调原始资料,收集已有区域地质志、岩石地层统一清理成果及其他有关科研资料。开展综合研究,编制相关图件。编制1:25万实际材料图,1:25万建造构造图。依据矿产预测类型确定与成矿有关的专题研究内容,补充及充实相关实际资料,按矿产预测方法类型,编制预测工作区范围的地质构造专题底图。

2)服务长吉图经济区地质环境调查评价与区划

以1:5万区域地质图数据为底图,编制工程地质图、水文地质图等系列专题图件,范围涉及吉林省长春市、吉林市部分区域和图们江地区1:5万地质图幅21幅,为长吉图经济区地下水资源和矿泉水资源利用,周边环境污染治理及其发展规划提供了重要数据依据。

3)境外周边小比例尺地质编图研究

引用1:5万区调最新成果,陆续编制完成了1:250万东北亚地区地质图、矿产图和成矿规律图;编制完成中-朝毗邻地区1:100万地质图、矿产图和大地构造图。

本项工作成果绩效显著,成果得到了广泛应用。为整个东北地区地质工作部署、矿产调查评价、地质环境评价、矿业开发及资源环境的利用等工作提供了重要的数据支撑服务;为步入大数据时代奠定了翔实、多元、海量的地学数据基础。数据库建设成果不仅可向社会各界提供基础性地质资料和信息,更好地为国民经济发展和建设规划提供基础素材,同时也为国家制定经济发展的战略,保证国土资源信息化工作的高水准、高效率,为国家经济持续发展起到有力的促进作用,同时对成果资料的整理和建库,对资料的保存和可持续利用极为有利。

参考文献:

- [1]康庄,张长捷.东北地区基础地质数据库维护与建设成果现状[J].地质与资源,2012,21(3):313-318.
- [2]雷桂侠,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):231-240.
- [3]赵树林,刘荣梅.地质图空间数据库建设质量控制方法研究[J].地理信息世界,2014,21(4):64-67,75.
- [4]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):23-28,22.
- [5]康庄,王永力.数字填图系统成果地质图空间数据库的特点与质量检查方法[J].地质与资源,2012,21(2):256-260.
- [6]李磊,郑锦娜,孙义伟,等.多源异构空间数据库整合技术探讨与实践—以1/5万区域地质图空间数据库为例[J].地质调查与研究,2016,29(3):237-240.
- [7]赵树林,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):55-60.
- [8]姜灵芝,李瑞宁.区域地质图数据库管理系统的设计与开发[J].电子世界,2015(15):30-31.
- [9]王兴琴,张权莉,包立新.贵州省1:5万区域地质图空间数据库成果及应用[J].贵州地质,2015,32(4):290-292.
- [10]尚培颖,周国华,陈晗,等.区域地质图数据库建设中地质信息处理分析[J].江苏科技信息,2015(7):69-71.