

西北地区 1 : 5 万区域地质图 数据库建设及应用

雷桂侠¹, 刘荣梅², 韩媛¹, 夏建勋³, 郝维杰⁴,
余晓红⁵, 张娟霞⁶, 李红霞⁷, 石小亚¹, 乔玉兰¹

(1. 中国地质调查局西安地质调查中心, 陕西 西安 710054; 2. 中国地质调查局发展研究中心, 北京 100037; 3. 新疆维吾尔自治区地质调查院, 新疆 乌鲁木齐 830000; 4. 青海省地质调查院, 青海 西宁 810012; 5. 甘肃省地质调查院, 甘肃 兰州 730000; 6. 陕西省地质调查中心, 陕西 西安 710016; 7. 宁夏回族自治区国土资源调查监测院, 宁夏 银川 750004)

摘要:西北地区 1 : 5 万区域地质图数据库建设工作起始于 1999 年, 经过 15 年建库工作, 至 2013 年底西北地区已完成 801 幅 1 : 5 万区域地质图空间数据库、元数据库及相关文档, 编制了西北地区 1 : 5 万区域地质图空间数据库建设工作程度图。通过数据积累, 已形成西北地区大型综合性大比例尺基础数据库阶段性成果, 修复抢救了西北五省(区) 1 : 5 万区域地质调查成果资料。1 : 5 万区域地质图空间数据库建设, 采用了统一的建库标准、合理的技术路线和可靠的数据质量监控方法, 形成了完善的空间数据库建设质量控制体系, 从数学基础、空间精度、拓扑一致性、属性正确性等方面保证了数据质量。该数据库信息量丰富, 具备面向对象特点, 数据模型符合地质实际, 形成了可满足政府和社会公益需求的系列产品。目前, 已在地质调查研究、矿产资源潜力评价、生态环境评估等方面得到广泛应用。

关键词: 1 : 5 万地质图; 数据库建设; 方法与流程; 成果应用; 西北地区

中图分类号: P28 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-6248(2013)04-0231-10

Construction and Application of 1 : 50000 Regional Geological Map Databases in the Northwest of China

LEI Gui-xia¹, LUI Rong-mei², HAN Yuan¹, XIA Jian-xun³, HAO Wei-jie⁴,
YU Xiao-hong⁵, ZHANG Juan-xia⁶, LI Hong-xia⁷, SHI Xiao-ya¹, QIAO Yu-lan¹

(1. Xi'an Center of Geological Survey, CGS, Xi'an 710054, China; 2. Development Research Center, CGS, Beijing 100037, China; 3. Xinjiang Geological Survey Institute, Urumqi 810012, China; 4. Qinghai Geological Survey Institute, Xi'ning 810012, China; 5. Gansu Geological Survey Institute, Lanzhou 730000, China; 6. Shaanxi Geological Survey Institute, Xi'an 710016, China; 7. Ningxia Land and resources investigation and monitoring Institute, Yinchuan 750004, China)

Abstract: From 1999 to the end of 2013, the project of creating 1 : 50000 regional geological map databases in northwest of China has completed 801 regional geological map spatial databases, metadatabases and relative documents, meanwhile, the work schedule map of building the databases has

收稿日期: 2013-07-05; **修回日期:** 2013-08-10

基金项目: 中国地质调查局地质矿产调查评价专项“区域地质图数据库建设(西北)”(1212011220346)项目资助

作者简介: 雷桂侠(1964-), 女, 高级工程师, 从事地质编图、国家基础地质数据库建设与更新维护工作。E-mail: lgx1949@126.com

also been compiled. Through the accumulation of data, primary achievements have been made in the construction of a comprehensive large scale database in the northwest, and the 1 : 50000 regional geological survey data in the 5 provinces (district) of northwest China has been repaired. In the process of creating 1 : 50000 regional geological map spatial database, unified standard, reasonable technology route and reliable data quality monitoring methods were adopted to form a perfect quality control system for the created spatial database to ensure the quality of data, from the perspectives of mathematical foundation, spatial accuracy, topological consistency, and validity, etc. The informative database is object-oriented, and the data model is in line with the geological reality, which would form a series of products to meet the demand of the government and social benefit. Currently, it has been widely applied in the geological investigation, mineral resources potential evaluation, ecological environment evaluation and so on.

Key words: 1 : 50000 geological map; database construction; methods and procedures; application of results; northwest of China

我国自开展基础地质调查工作以来,已积累了大量有价值的基础地质资料和科研成果,但这些资料大部分以纸介质分散于各省(区)地勘单位和院校,信息化程度低,不利于资料查询、检索、利用以及科学管理。为了抢救和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,完成国家基础地质数据建设,中国地质调查局部署了全国1 : 5万区域地质图数据库建设工作,西北地区1 : 5万区域地质图数据库建设是其中的一部分。

区域地质图空间数据库建设是地质调查成果数字化、信息化及数字国土工程的重要组成部分,为我国经济建设提供重要的基础数据支撑(张广宇,2012)。西北地区幅源辽阔,面积约311万 km^2 ,占全国面积的32.3%,覆盖了中国西北地区的陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆五省(区)(徐友宁,2002),传统填图完成的图幅数量多,资料分散,且其地质图多为专业信息与地理信息组成的平面图,以表达基础地质、资源、环境等内容为重点,图注、图例纷繁复杂,专业性很强,制约了非地质专业人员对地质成果的有效利用(李建星,2003),因此,建立西北地区1 : 5万区域地质图空间数据库具有较大的经济 and 实际意义。

笔者根据多年来从事西北地区1 : 5万区域地质图空间数据库建设工作的经验,对该领域研究现状、数据库建设方法进行了总结、归纳,对数据库成果应用效益进行了分析,以期对此数据库建设方法及成果进行推广。

1 数据库建设现状

1 : 5万区域地质图数据库建设,是针对20世纪60年代以来我国传统填图开展的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,应用现代计算机技术、空间数据管理技术和信息共享技术,进行全面系统地数字化、汇总、建库和管理(刘荣梅,2012)。全国1 : 5万区域地质图数据库建设始于1998年,1999年被列为数字国土工程项目(刘荣梅,2009),是“国家基础地质数据库建设与更新维护”的重要内容,经过15年持续工作,取得了长足的进展。全国需回溯性建库图幅约4600幅,至2013年已完成建库3839幅。

西北地区的1 : 5万区域地质图数据库建设与全国同步,起始于1999年,至今一直延续,建库工作逐年推进。主要针对2003年前传统填图方法完成的1 : 5万区域地质调查资料进行数字化建库(雷桂侠,2012)。据统计,西北地区用传统填图方法完成的1 : 5万区调图幅约962幅,多是在2003年以前完成且主要以纸介质为主,少量为已数字化但未建库图幅。至2013年度西北地区已完成数字化建库的图幅有801幅,约占区调图幅的83%;未建库图幅约161幅,约占区调图幅的17%(图1)。已完成建库图幅中,陕西147幅,甘肃159幅,宁夏52幅,青海129幅,新疆314幅;未数字化建库图幅中,青海20幅,甘肃58幅,新疆83幅。目前宁夏、陕西已完成传统填图建库,至2015年西北将全面完成传统填图,完成的1 : 5万区调图幅数据库建设工作,预期成果图幅数约962幅。

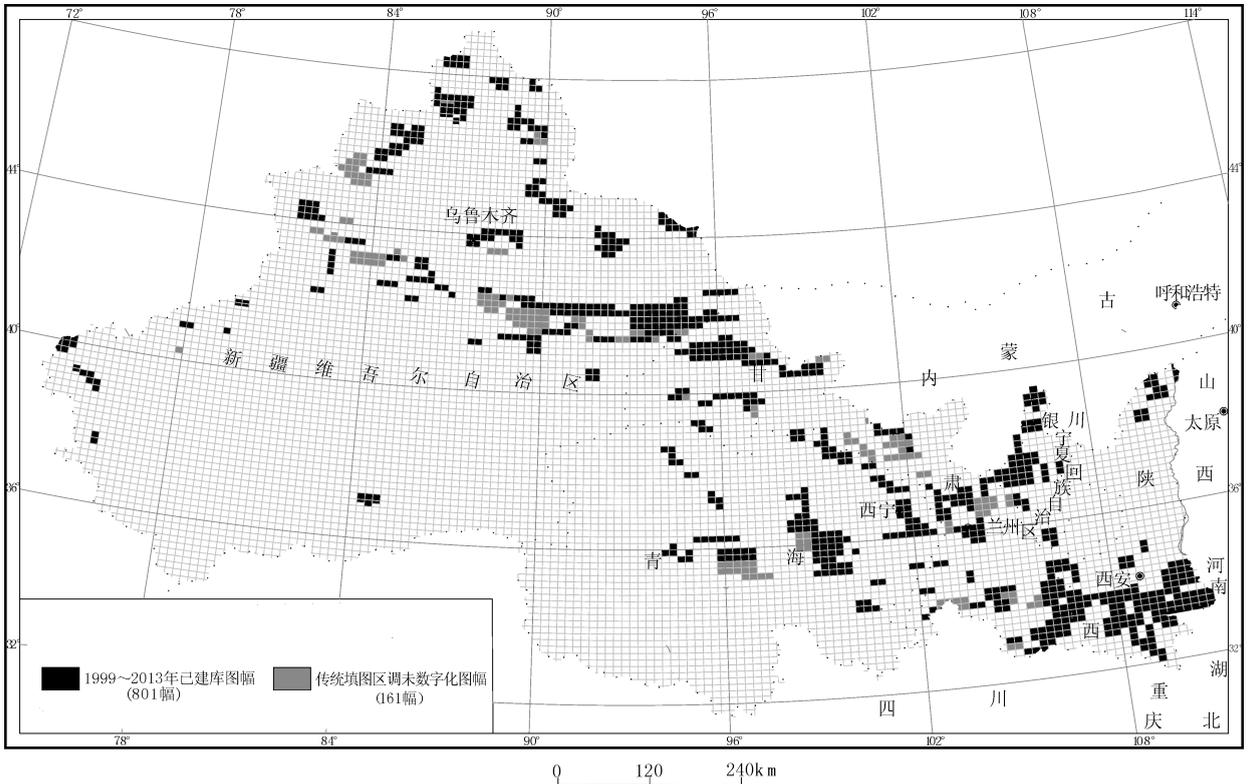


图1 西北地区1:5万区域地质图数据库建设工作程度图

Fig.1 The work schedule map of created 1:50000 regional geological map databases

2 数据库建设方法

2.1 建库资料

1:5万区域地质图空间数据库建设资料来源于1:5万区域地质调查成果资料,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。图形数据采集主要以地质图为基础资料,矿产图层以矿产图为基础资料,不建立单独的数据库,地理部分的数据采集主要以地质图地理底图为基础资料。工作底图优先选择变形小的聚酯薄膜,纸介质次之。

2.2 组织形式

2006年前为“1+1+n”模式,从2006年开始,为“1+1+6+n”模式,即中国地质调查局→中国地质调查局发展研究中心→六大区地质调查中心→各省(区)地质调查院等。其中,中国地质调查局发展研究中心负责技术标准规范的制定、技术方法培训、成果数据库验收;六大区地质调查中心负责组织管理、中期质量检查及数据验收;各省(区)地质调查院等单位进行地质图数字化及建库

工作。西北地区1:5万数据库建设,由中国地质调查局西安地质调查中心和陕西省地质调查中心、甘肃省地质调查院、宁夏回族自治区国土资源调查监测院、青海省地质调查院、新疆维吾尔自治区地质调查院共同完成。

2.3 建库标准及数据模型

建库标准:建库标准是数据库建设及质量控制的重要依据。1:5万区域地质图数据库建库采用的标准及规范主要有《1:5万区域地质图空间数据库(分省)建设实施细则》(下称《实施细则》)(中国地质调查局发展研究中心,2012)、《地质调查元数据标准DD 2006-05》、《1:5万区域地质图空间数据库标准代码汇编》及全国统一的MAPGIS系统库;以上标准中未包含的内容按现行相关地质与信息技术标准执行。

技术要求:1:5万数字地质图空间数据库的建设严格遵守和保持单幅、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(中国地质调查局发展研究中心,2012)。

数据模型:是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、拓扑关系和属性描述信息。1:5万区域地质图数据库建设采用以“结点-弧-多边形”拓扑关系为基础的数据模型。以图幅为单位进行管理,划分的图层在不同图幅中是一致的,单幅空间数据以图层为单元进行管理。数据结构及数据文件可参考《实施细则》,属性内容由MAPGIS内部属性管理,元数据采用《地质调查元数据标准DD 2006-05》。

2.4 建库思路与方法流程

建库总体思路为:收集相关资料,摸清西北地区区域地质调查工作程度及资料保存状况;应用计算机技术、空间数据库技术和信息管理技术,在MAPGIS、GeoMap、Excel、Access、GeoCheck等平台及相关软件支撑下,按照区域地质图空间数据库建库标准和其他相关地质与信息技术标准,由地质和信息人员相结合,建立统一标准、统一格式、统一系统库下的西北地区1:5万区域地质图空间数据库、元数据库;通过建库及检查软件培训、自检、互检、抽检、技术指导、中期质量检查、成果验收等环节,严格控制数据库建设质量;对已建1:5万区域地质图数据库数据及资料进行综合整理;为地质调查信息化建设和社会化服务,提供基础数据支撑。

单幅1:5万数据库建库工作方法步骤可分为资料收集整理、读图进行图层划分、属性卡片编填、图件扫描、图形矢量化、点线编辑修改、图形输出检查、图形校正、建立拓扑、建立分层文件、属性录入或挂接、图面整饰、投影变换、元数据编写及报告编写。地质人员负责采集1:5万地质图数据库属性,计算机人员负责1:5万地质图扫描、矢量化、编辑、图形数据和属性的关联、投影转换、图面整饰出图。其数字化工作流程见图2。

2.4.1 资料收集整理

完整、齐全的第一手资料是建立地理信息空间数据库的前提,也是对地理信息空间数据进行空间分析的基础。因此,首先要全面收集有关资料(包括区域地质调查报告、说明书、地质图、矿产图、野外原始记录卡片、记录本等各种资料信息),以满足建库需求;其次对资料进行预处理,主要包括对原始底图、文字资料进行分析、整理清绘,例如,将不清晰或遗漏的图廓角点标绘清楚,将模糊不清中断的各种线状图形进行加工,将变形的图形

资料纸介质进行烫平处理等。对于质量不高的数据源,通过预处理工作不但可减少误差,还可提高数字化工作的效率。

2.4.2 读图进行图层划分

地质图内容包括地理要素、地质要素和图面整饰三部分,图层划分标准见表1。

2.4.3 图面处理

地质内容尊重原图内容的原则,标记错误、线划错误及缺失、设色错误、地质体时代标注错误、接触关系及压盖关系等错误,由地质专家确认并修改;柱状图中存在的古生物名称与报告不符等问题,经查阅《地质辞典》、《地史古生物》等资料后予以改正;对于联测图幅及出版时图面遗漏图例的图幅,依照地质报告及图面内容补充图例。

2.4.4 图形矢量化

矢量化工作在MAPGIS平台下完成,分别对地理、地质及整饰图层进行矢量化。其中点图元矢量化,可一边矢量化,一边输入属性。地质图层中地质界线矢量化时遵循地层由新到老的原则,先第四系、然后依次是断层、岩体、脉岩、沉积地层,尤其要注意压盖关系,以免图层叠加时接触关系发生错误或不套合现象;地理图层中水系矢量化时要注意水流方向。点、线编辑时,要保证线的准确和自然光滑,不得采取MAPGIS系统提供的线圆滑功能处理。应尊重原图,包括图内、图外整饰。

2.4.5 图形校正

经检查无误(100%检查)后,使用MAPGIS 6.7版本软件生成基于原图投影方式的理论图框,进行误差校正,要求全图幅采集控制点,且校正选择的投影参数应与原地质底图的投影参数一致。

2.4.6 拓扑处理

对参与整体拓扑的图层进行拓扑处理、错误检查、修改,然后编辑面状要素颜色。

2.4.7 属性采集及录入

首先由地质人员查阅区调报告、地质图、实际材料图等,根据图面内容及对应于文字报告的综合分析,对各图层数据项进行全面采集,填写属性卡片,属性内容以已有成果资料为准,以报告描述和图面内容相结合的方法采集。地层单位属性代码的上下角标按统一方式表示,即:上标用 \uparrow 表示,下标用 \downarrow 表示,还原用 \rightarrow 表示。如 Ar_3Pt_1 表示

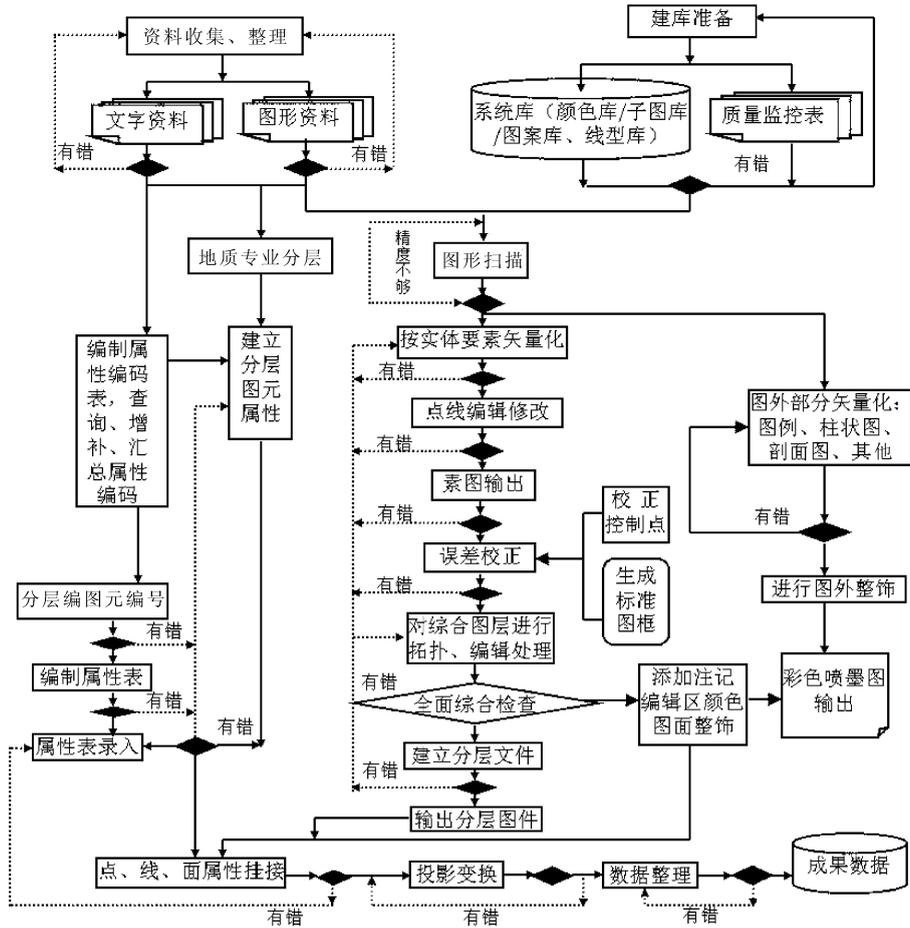


图 2 1 : 5 万区域地质图空间数据库建设数字化工作流程图 (据《实施细则》)

Fig. 2 The digital workflow of created 1 : 50000 regional geological map spatial database

为 Ar ↓ 3 → Pt ↓ 1。属性数据库中地质术语代码参照相关标准及《代码汇编》填写，对于标准或《代码汇编》中不存在的代码，采用靠大类填写。其次由信息人员按照《实施细则》的要求确定属性结构、字段长度及类型，并以此为依据建立属性表文件，按属性卡片录入各图层属性。

2.4.8 图面整饰

图面整饰主要是指在 MAPGIS 中对出图的整饰，分图内整饰和图外整饰两个图层，图面整饰图层要根据原图内容，按有关区调图幅的出版格式和要求进行整饰。

2.4.9 投影变换

1 : 5 万区域地质图空间数据库建设提交数据格式为 MAPGIS 格式的高斯投影与经纬度无投影数据。检查无误的数据需要进行投影转换：将原投影的 MAPGIS 格式数据投影到经纬度格式（单位

为度），形成 MAPGIS 经纬度数据；再将 MAPGIS 经纬度格式数据分别投影到高斯坐标系（北京和西安，比例尺 1 : 1，单位：km），形成 MAPGIS 高斯（北京）和高斯（西安）数据。

2.4.10 元数据编写

以图幅为单位，按照《地质信息元数据标准》(DD2006-05)，使用元数据采集软件对每一幅地质图的元数据信息进行填写，完成后导出 .txt 和 .mxl 2 种格式的元数据文件，建立 1 : 5 万区域地质图空间数据库元数据库。

2.5 质量监控方法

质量是数据的核心生命，错误的数据会带来不可估量的损失。狭义的质量指数据生产过程中形成的质量，如数据精度、一致性、完整性、正确性等；广义的质量指“本征”质量 + 易得性 + 易懂性 + 满足用户要求等（姜作勤，2004）。地质图空间数

表1 图层划分标准表

Tab.1 The classification standard of layer

类别	图层内容	图层名称	图层分项名称	图层含义
地理 图层	基本信息	LX△△△01	LX△△△01T	图幅角点 TIC
			LX△△△01J	图幅基本信息(以标准图框赋基本信息图层属性)
	水系	LX△△△02	LX△△△02H	单线河流(含季节性河流和干沟)、海岸线等
			LX△△△02S	双线河、湖泊、水库、雪线等
	交通	LX△△△03	LX△△△03J	铁路、公路等
	居民地	LX△△△04	LX△△△04M	居民地和各级政府驻地
	境界	LX△△△05	LX△△△05X	行政区划
			LX△△△05J	境界线
	地形	LX△△△06	LX△△△06D	地形等高线
			LX△△△06G	各级控制点、山峰高程点
地质 图层	地层	DX△△△01	DX△△△01J	所有地质界线(包括地层界线、变质地层界线、火山岩性界线、非正式地层单位界线、侵入岩界线及水体界线和断层)
			DX△△△01D	沉积地层单位和火山沉积地层单位
			DX△△△01B	变质岩系地层单位
			DX△△△01Q	第四系盖层(基岩地质图与第四纪地质图共存时,且基岩地质图参与拓扑时)
			DX△△△01X	第四系接触界线(基岩地质图与第四纪地质图共存时)
	火山岩岩性	DX△△△02	DX△△△02H	火山岩岩性
	非正式地层	DX△△△03	DX△△△03D	非正式地层单位
	侵入岩	DX△△△04	DX△△△04N	侵入岩年代单位
			DX△△△04P	侵入岩谱系单位
	脉岩	DX△△△05	DX△△△05M	脉岩
	围岩蚀变	DX△△△06	DX△△△06S	各种围岩蚀变带
	混合岩化及变质相带	DX△△△07	DX△△△07H	各种混合岩化带
			DX△△△07B	变质相带
	断层	DX△△△08	DX△△△08D	断层
	构造变形带	DX△△△09	DX△△△09G	构造变形带(经变形已变成新的实体,如碎裂岩等)
			DX△△△09Z	构造变形带(经变形没有形成新的实体的)
	矿产	DX△△△11	DX△△△11K	符号表示的矿产地
DX△△△11C			图面已圈出矿体范围的矿产地	
产状符号	DX△△△12	DX△△△12C	产状符号	
其它	DX△△△13	DX△△△13H	化石采样点	
		DX△△△13T	同位素年龄采样点	
		DX△△△13K	钻孔点	
		DX△△△13S	各类火山口	
		DX△△△13Q	泉点	
		DX△△△13P	剖面线	
		DX△△△13D	第四系等厚线	
整饰 图层	图内整饰	ZX△△△01	ZX△△△01D	地质整饰(地质代号、引线、各种花纹符号、断层性质、断层产状、剖面线注释等)
			ZX△△△01L	地理整饰(水系注释及附属设施、居民地符号及注释、各种独立地物符号及注释、道路附属设施、管线和垣栅、地貌符号及注释等)
			ZX△△△01G	地形整饰(等高线高程值、高程点注释、公里网经纬网等)
			ZX△△△01K	钻孔整饰(钻孔编号等)
			ZX△△△01C	矿产整饰(矿产符号、编号等)
	图外整饰	ZX△△△02	ZX△△△02Z	图廓外的柱状图
			ZX△△△02P	图切割面图
			ZX△△△02T	图例
			ZX△△△02Q	图框外其他内容

注: 据《实施细则》。X. 比例尺代码, 此处为 E, 代表 1:5 万; △. 图幅名称的汉语拼音字母。

数据库数据量大，内容复杂，为了保证数据库的质量，在地质图空间数据库的建立过程中，对数据的全面系统检查工作是非常必要的(韩坤英，2010)。

建立完备有效的质量监控体系是质量保证的根本，1:5万区域地质图空间数据库建设有由中国地质调查局发展研究中心—六大区中心—各省(区)地质调查院(信息中心)等单位组成的三级质量监控体系，保障了数据库建设质量。

西北地区1:5万数据质量控制方法主要有：①建立由西安地质调查中心—项目组—省(区)专题组组成的三级质量控制体系；②在源头上控制数据库建设质量，即在数据生产过程中建立工作日志，建立严格的自检、互检、抽检制度；③通过5个环节控制数据库建设质量(省区工作方案审查—不定期质量检查、培训、指导—中期质量检查—最终成果检查验收—数据复核)，数据的检查和验收分别从图面、空间数据、属性数据、相关文档等4个方面进行检查，严把数据质量关；④保持长期稳定的建库队伍和专家团队；⑤运用成熟规范的技术方法、质量检查流程和高效适用的质量检查软件等。

1:5万地质图数据库建设采用的数据生产及检查软件主要有：中国地质调查局发展研究中心和广东省佛山地质局共同研制开发的《地质图空间数据生产与质量控制辅助系统(GeoMap)》和《地质数据质量检查与评价系统(GeoCheck)》软件。前者以数据库的生产流程为主线，即以“引入规则→构建基本框架→矢量化→数据编辑→属性数据库管理→检查与更正→数据整理(成果汇交)”为主线，以标准图框生成、误差校正、数据裁剪、图形转换、投影变换、输出图形等为辅助工具，实现数据库生产与质量控制；后者适用中期检查和数据验收，运用引入规则→检查与更正，自动生成系列检查评价表，联动图面及相关内容，就可实现错误的检查、更正及质量控制。

通过上述建库方法，建立统一标准、统一格式的西北地区1:5万区域地质图数据库。

3 数据库建设成果

3.1 数据库成果及其主要产品

至2013年度，西北地区1:5万数据库建设成果主要有报告、图、表及数据库4类。

(1) 区域地质图空间数据库(西北)成果报告(2006~2010年)(2011~2013年)。

(2) 西北地区1:5万区域地质图数据库建设工作程度图(至2013年)。

(3) 西北地区已完成的1:5万区域地质图空间数据库图幅列表(1999~2013年)。

(4) 801幅单图幅1:5万区域地质图空间数据库、元数据库及相关文档。

其中，西北地区1:5万区域地质图数据库建设工作程度图准确反应了西北地区应用传统技术方法填图的1:5万区域地质调查及建库工作程度，不仅为项目规划部署提供依据，而且为数据库成果的应用提供了高效、便捷的查询方式。

单图幅数据库成果及系列产品主要有：①DBF属性数据库；②Map全要素地质图(为原图投影MAPGIS矢量文件)；③Mapgis空间数据库(为分图层数据文件，包括原图投影、高斯投影及经纬度无投影三套数据)；④RASTER出版原图扫描图片(为Tif和msi格式文件)；⑤METAFILE元数据库(为txt和mxl格式)；⑥README工作日志，自检、互检、抽检表，原图错误汇总表，图式图例库说明及图形要素参数说明、修改字段说明等；⑦相关文档：省区年度工作方案、省区年度工作报告等。

3.2 完成的1:5万建库图幅分布

西北地区已建成的801幅1:5万区域地质图数据库建设成果，除了2013年95幅待验收外，其他各图幅验收结果均为优秀评价。通过数据积累，已形成了西北地区大型的综合性大比例尺基础数据库阶段性成果。

在建库图幅的部署上，按照应国家所需的原则，紧密与国民经济发展及地方建设相结合，以为城市规划和城市发展研究及地质找矿、资源环境评价提供大比例尺数字化地质图数据资料为目的，优先选择位于重要成矿区带或关键地质问题地带、“九五”已正式出版尚未数字化的1:5万地质图；紧密结合地调局部署并正在开展的1:5万矿产远景调查工作，结合多目标地球化学勘查与评价及其他勘查项目，于省级矿产资源勘查重点区域、地质灾害多发区、西北地区重要成矿区带(阿尔泰、准噶尔、天山、阿尔金-北山、祁连山、秦岭等)安排1:5万地质图的建库工作。已建库图幅主要分布在阿尔

泰地区、准噶尔区、北天山区、中天山区、南天山区、塔里木盆地北缘及西南缘地区、阿尔金—北山地区、华北区（宁夏北及陕北）、祁连地区、北秦岭地区、中南秦岭区、柴北地区、西昆仑北及东昆仑地区、勉略宁地区、汉南地区、塔什库尔干区等16个地层自然分区中，形成一个已建库图幅主要分布在重要成矿带及关键地质问题地带的格局。

4 应用效益分析

1:5万区域地质图空间数据库成果本着“边建设，边服务”的宗旨，项目实施以来，已在西安地质调查中心及西北五省（区）得到了广泛使用。在西北地区开展的地质调查、重要矿产勘查和地质矿产调查综合研究、设计及项目实施中，均优先推荐使用新建成的1:5万区域地质图空间数据库成果开展编图和综合研究工作，大大方便了地质人员对最新地质资料的使用，减少了编图工作量。

4.1 应用情况

据初步统计，西北地区提供该成果服务总计约1336幅/人次，其中，西安地调中心156幅/人次，陕西地调院244幅/人次，甘肃地调院83幅/人次，宁夏地调院183幅/人次，青海地调院262幅/人次，新疆地调院408幅/人次。

该成果在西北大区项目立项、基础地质编图、矿产远景调查、找矿评价、地质灾害评估等方面发挥了重要作用，已累计使用图幅156幅/人次。例如，西乡矿调、秦岭成矿带地质综合研究、西安数据节点试验、阿尔泰-准噶尔北缘成矿带地质矿产调查综合研究、西北地区重要成矿带地质背景调查、西北成矿带综合研究、陕西山阳-柞水矿集区1:5万矿产分省图编制、新疆1:5万大白地—雅满苏北山地区综合物探、陕西省重要城镇地质灾害风险评估、丹江流域地质灾害调查及成灾规律研究等项目均使用了1:5万数据库成果，大大提高了项目工作效率和质量，体现了数据共享服务的优势，无形中产生巨大社会和经济效益。

该成果在陕西主要应用于地质调查项目立项和陕西省矿产资源潜力评价项目中。已使用约244幅/人次（含重复使用图幅）。例如，在矿产资源潜力评价的预测区图件编制工作中，应用了大量1:5万地质图数据库成果，涵盖整个陕南地区各成矿带

上，大大降低了人工矢量化成本，为陕西省矿产预测提供了有力的资料资源。在陕西省地调院承担的中央勘查基金项目、省基金项目等的立项论证中，也应用了此成果。例如，秦岭地区化探方法试验、华阴矿产远景调查、洛南县文化岭-洛源铁钼多金属矿调查、陕西省地质系列图件编制与综合研究、陕西省找矿突破战略行动、水工环的地质灾害调查、环境评价等多个项目皆应用了1:5万数据库资料。

该成果在甘肃主要应用于地质编图、矿产资源潜力评价及项目的立项中，已使用约83幅/人次。例如，矿产资源潜力评价、矿权办公室、项目立项论证、甘肃省地质系列图件编制与综合研究等，主要使用了分布于北山和祁连构造带上的1:5万数据库成果。

该成果在宁夏已得到广泛应用。由于宁夏2008年已完成了省内全部1:5数据库建设工作，所以应用程度较高。2011年建立了宁夏地质综合信息平台，可在此平台中浏览、查询已建的1:5万地质图相关信息，推进了成果的应用。共计约使用183幅/人次（含重复使用图幅）。例如：宁夏回族自治区矿产资源潜力评价、宁夏回族自治区矿产资源总体规划（2008~2015年）、宁夏多目标区域地球化学调查、宁夏回族自治区矿产资源集中开采区矿山地质环境调查、宁夏县（市）地质灾害调查与区划综合研究、宁夏回族自治区重要矿产“三率”综合调查与评价、银川市浅层地热资源调查评价与综合研究、宁夏南部地区1:5万地质灾害详细调查、宁夏海原县西华山簸箕掌铜（金）矿勘查区普查、宁夏回族自治区矿产资源利用现状调查等项目均使用了宁夏区1:5万数据库成果。

该成果在青海主要应用服务于基础地质编图、青海省地质矿产立项、矿产资源规划和地质科研中。据统计成果已提供使用约262幅/人次（含重复使用图幅）。例如：青海省东昆仑成矿带1:5万地质编图、青海省矿产资源潜力评价、青海北祁连1:5万矿调多元地质信息集成与靶区优选、兴海县赛什塘地区1:5万多信息集成、矿权设置编图、青新铁路西宁—门源青石嘴地区水文地质工程地质调查、西宁市海湖新区地热项目、项目立项与设计编写、青海省板块构造编图以及在新一代1:100万青海省大地构造图、青海省地质图和青海

省成矿规律图等基础编图中均应用了该数据成果,极大提高了工作效率,使地质矿产立项、编图、规划更方便快捷。

该成果在新疆主要应用于新疆区的地质调查、矿产勘查及综合研究及矿产资源潜力评价项目及项目立项、设计和实施中,初步统计已提供应用与服务408幅/人次。例如,新疆1:5万地质调查区靶区优选、新疆矿产资源潜力评价、东天山中段铜矿找矿靶区评价及大型矿床定位预测、新疆重要远景区找矿预测与评价方法试点研究及项目立项与设计编写等,均使用了该成果,获得了良好的社会经济效益。

尤其在2006~2013年西北矿产资源潜力评价项目进行过程中,已建成的1:5万地质图数据库得到有效使用,取得了非常好的利用效果。如在实际材料图、建造构造图、大地构造相图的编制中使用了信息量丰富的该数据库成果开展编图,保证了编图工作的高质量和高效率;在各矿种(组)预测工作区成矿要素图、预测要素图编制中利用该数据库的面向对象特点快速完成了所需地质要素的提取与组合,使以往繁琐而复杂综合编图过程变得非常便捷,使地质信息提取、最小预测区圈定与优选更准确,提高了编图质量和效率。

根据各方用户的反馈,1:5万区域地质图空间数据库的使用,大大提高了项目工作效率和质量,体现了数据共享服务的优势。随着数据库建设工作的推进和数据量的积累,1:5万区域地质图空间数据库作为极其重要的大比例尺基础地质数据库,将为地质研究、矿产资源评价、电力规划、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质数据,具有较大社会及经济效益。

该数据库成果在应用中存在的问题及解决办法,还有待进一步研究探讨。

4.2 长远效益分析

西北地区1:5万数据库应用便利,根据不同用途可分别提供系列产品。数据库中各图元分层属性多采用代码表示,有利于数据库的浏览、查询与检索,同时应用GeoMap和GeoCheck软件,数据库中相关代码可以自动翻译显示为中文地质术语,这大大方便了地质人员使用该数据库成果。

基础地质数据库建设是地质调查信息化的基

础,也是提高已有地质成果资料利用率的重要途径,是国家地质工作社会服务功能的重要体现(其和日格,2003)。由中国地质调查局发展研究中心组织开发的“全国1:5万地质图空间数据库管理系统”和“1:5万区域地质图空间数据库ARCGIS转换模块”,大大提高了现有1:5万地质图空间数据库的管理水平和应用能力,实现了与发达国家数据库建设相近水平。

通过十几年的建库工作,形成一支精干的具有合理层次结构的地质资料信息化建设队伍,进一步提高地质资料管理水平,有效改善地质资料服务环境,最大限度地满足经济社会发展对地质资料提出的需求,为可持续发展提供地质基础信息支撑,为西北地区环境治理、成矿带圈定等将提供翔实的第一手资料。对地质信息化的开展具有一定的示范及指导作用,进一步推动了地质信息化的发展。

如果不建库,每幅1:5万地质图,假如陆续有100个单位使用,那各自就得数字化建库100次,按建库标准费用3万元/幅计算,就需300万元/幅,如此类推,建801幅就需近24亿元,按现已用1336幅计算,就得约40亿元,而801幅建库成本只有不到3000万元,将分别节约效益23亿元和39亿元,可见重复工作浪费的人力、资金是非常惊人的,通过建库共享机制,节约的效益也将是惊人的。同时利用数据库与传统区调资料相比,减少了各种资料之间的互相转绘过程,提高了工作效率,减少了工作周期及劳动强度。将区调工作成果及各类资料均以数字化形式保存,有利于资料的更新及二次开发利用,实现综合解译及数据处理分析,达到资料共享。同一幅数据反复使用,大大节约成本,提高了经济效益。

西北地区1:5万区域地质调查工作几十年来,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、地学科学研究等方面的应用取得了重要成果。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,部分资料濒于失散。甚至部分早期填图留下的1:5万区域地质调查成果纸介质资料经过多次使用已严重破损,如不采取抢救措施,无法为用户提供服务。通过1:5万区域地质图空间数据库的建设项目,系统地收集与整理这些宝贵成果,对资料进行一定程度的修复,再应用当前先进的计算机技术、成熟的数据库理论与

GIS技术,进行全面系统地数字化、汇总、管理,保护了宝贵资料,积累了数据资源,最大限度地发挥地质调查成果长远应用效益。

5 结论

综上所述,西北地区1:5万区域地质图空间数据库阶段性成果已有801幅,建库方法和流程已较成熟,质量控制环节已趋完善,抢救修复了西北地区范围的1:5万区域地质调查成果资料,培养了一批数据库建设队伍,其数据库建设阶段性成果已在西北地区得到应用。该数据库的建成,是西北地区又一大型大比例尺基础地质数据库,是基于图层和图层实体拓扑关系及属性信息的数字地质图空间数据库,所承载的信息量丰富,具备面向对象特点,数据模型符合地质实际,极大方便了1:5万区域地质调查成果的使用和再开发,必将在地质工作中发挥重要的基础作用。1:5万区域地质图空间数据库的建设过程,无论是管理机制、组织协调上,还是在数据生产、质量控制方法体系等方面,体现了我国近10多年来开展地学主流流程信息化工作的精髓,具有现实的社会意义和经济意义。

致谢:笔者在写作过程中得到西安地质调查中心杨合群研究员、中国地质调查局发展研究中心张明华研究员、天津地质调查中心陈安蜀教授级高工的指导,在此一并表示深深的感谢!

参考文献 (References):

张广宇,刘英才,康庄,等.区域地质图空间数据库建设技术方法及操作技巧[J].地质与资源,2012,21(1):165-172.

Zhang Guangyu, Liu Yingcai, Kang Zhuang, et al. Construction and operation of the spatial database of regional geologic maps [J]. Geology and Resources,

2012, 21 (1): 165-172.

徐友宁,何芳,张江华,等.西北地区矿山环境地质问题及动态数据库建设[J].西北地质,2002,35(4):154-166.

Xu Youning, He Fang, Zhang Jianghua, et al. The problems of environmental geology and database forming in Northwestern China [J]. Northwestern Geology, 2002, 35 (4): 154-166.

李建星,王永和.三维影像地质图制作及其应用前景展望——以阿尔金中段苏吾什杰地区为例[J].西北地质,2003,36(1):94-97.

Li Jianxing, Wang Yonghe. The facture of 3-D image geologic map and outlook for its applied prospect [J]. Northwestern Geology, 2002, 35 (4): 154-166.

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):22-28.

Jiang Zuqin. The research and practice status of data quality and quality standards of spatial data [J]. Land and Resources Informatization, 2004 (3): 22-28.

韩坤英,庞健峰,丁孝忠,等.地质图空间数据自动检查系统的设计[J].地球学报,2010,31(6):885-891.

Han Kunying, Pang Jianfeng, Ding Xiaozhong, et al. The Design of the Automatic Checking System for Geological Map Spatial Database [J]. Acta Geoscientica Sinica, 2010, 31 (6): 885-891.

其和日格,韩志军.地质调查信息化建设[J].国土资源信息化,2003,(1):12-16.

Qiherig, Han Zhijun. The information construction of geological survey [J]. Land and Resources Informatization, 2003, (1): 12-16.

刘荣梅,王成锡,张庆合,等.1:5万区域地质图空间数据库建设成果报告(2008-2010年度)[R].2012.

刘荣梅,向运川,吴轩,等.1:5万区域地质图空间数据库建设成果报告(2003-2007年度)[R].2009.

雷桂侠,韩媛,李健强,等.区域地质图空间数据库建设(西北)成果报告(2006-2010年度)[R].2012.

中国地质调查局发展研究中心.1:5万区域地质图空间数据库(分省)建设实施细则(2012版)[S].2012.