

1:25 万公众版地形图应用于 1:25 万地质图的技术方法研究与探讨

康 健¹ 王黔驹² 颜世强^{2,3}

(1.中国地质大学(北京)信息工程学院,北京 100083;2.中国地质调查局发展研究中心,北京 100037;
3.北京大学地球与空间科学学院,北京 100871)

摘要:现阶段,1:25 万地质图受地理底图涉密的限制,在地质工作和国民经济中的利用受到严重制约。2010 年国家测绘局发布 1:25 万公众版地形图,提供给社会作为公开出版之用,利用公开出版地形图可以编制精度要求不高的旅游图等示意性图件。本文开展了 1:25 万公众版地形图应用于 1:25 万地质图的实验研究,提出了一套将地质图套合在公众版地形图上的处理流程和方法;主要包括格式转换、坐标投影转换、地理要素替换、套合分析与处理、地图整饰等,实验结果存在 200~500 m 的无定向误差,可提供精度要求不高的地质图浏览、展示使用,较难应用到实际的地质工作中。

关 键 词:公众版地形图;地质图;拓扑套合;适用性

中图分类号:P623 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-3657(2012)04-1087-07

1 前 言

中国 1:25 万地质图是由 1:20 万地质图演变而来,为了统一地质图比例尺系列,中国地质调查局在前几年决定将 1:20 万缩编成 1:25 万地质图,从此,形成了中国地质图 1:100 万、1:50 万、1:25 万、……的比例尺系列。1:20 万(或 1:25 万)地质图是中国广泛使用的地质工作用图之一,它在基础地质调查、矿产资源评价、地下水勘查、工程勘察和地质环境调查评价等方面都有重要的使用价值。但是,由于 1:25 万地质图的地理底图是由国家测绘局提供的基本地形图编制而成,属于涉密图件,不能公开应用于经济建设当中,严重影响了地质图的使用范围和效率^[1]。

2010 年国家测绘局发布了 1:25 万公众版地形图,在脱密过程中删去了涉密的地理要素内容,对地理要素的空间精度通过投影变换、位移、空间位置的随机干扰,以及对地理要素特征点的弱化、变形,达

到 1:25 万地形图的脱密目的,提供给社会作为公开出版之用,利用公开出版地形图可以编制精度要求不高的旅游图等示意性图件。是否可以将其应用于 1:25 万地质图,本文在这方面进行了探索和总结,希望加强地质成果和测绘成果的结合,提升地质图社会化服务水平。

1:25 万地质图与 1:25 万公众版地形图有着密不可分的关系,也存在着显著的不同,因此本文首先对两种数据进行了深入的调研。

2 前期准备

2.1 数据准备

(1)1:25 万地质图数据情况

本次研究选取了全国地质资料馆 G48C001003 等 9 幅 1:25 万地质图数据,数据为 MapGIS 格式,采用西安 80 坐标系,1985 国家高程基准,高斯-克吕格投影,按 6 度分带^[2-3]。其要素图层主要分为 3

类:地层界线、岩层产状、岩相界线、火山岩岩性界线、钻孔、矿化点、热矿泉等地质要素;图框、注释、编号、子图、注记、引线等辅助要素;以及境界、水系、交通、地貌、居民地等地理底图要素^[4]。

(2)1:25 万公众版地形图数据情况

1:25 万公众版地形图由中国测绘科学研究院于 2010 年 2 月 8 日研发成功,按照 1:25 万标准图幅分幅存储,存储格式为 ARC/INFO SHAPEFILE,采用西安 80 坐标系,1985 国家高程基准,每个图幅的经纬度范围为经度差 1 度 30 分、纬度差 1 度,数据分为 19 个要素图层,包括 9 类地形数据(境界、居民地、铁路、公路、水系、地貌、土地覆盖、辅助要素及其他要素)。

1:25 万公众版地形图是经过对原国家 1:25 万基础地理数据库数据进行保密技术处理和涉密内容删除,处理方法主要涉及两方面:一是对涉密信息的删减;二是对位置精度的弱化^[5-6]。脱密之后,其空间位置精度和属性内容符合《公开地图内容表示若干规定》、《公开地图内容表示补充规定》和国家强制性标准《导航电子地图安全处理技术基本要求》,精度不高于 50 m^[7-8]。图形特征被钝化(折线精细程度降低)、特征点的几何精度被弱化,其在几何精纠正过程中的作用被明显降低^[6]。

2.2 软件环境

本文所使用的软件环境为 ArcGIS9.3 版本,以及 MapGIS6.7 版本。

3 技术路线

开展 1:25 万公众版地形图应用于 1:25 万地质图研究的处理流程如图 1 所示,分为 5 步:1:25 万公

众版地形图的数据格式转换;1:25 万地质图的坐标投影转换;地质图中涉密地理要素的替换;地质要素与地理要素的拓扑套合分析与处理;地理要素参数修复及地图整饰。

4 技术实施步骤

4.1 格式转换

考虑地质图件多为 MapGIS 格式,而且从 MapGIS 到 ArcGIS 的转换,系统库的转换过于复杂,因此选择将地形图数据转换为 MapGIS 格式再统一套合^[9]。

目前来说,从 Shapefile 到 MapGIS 数据格式的转换有多种方法,编程的方法对普通地质制图人员来说难度较大^[10];使用 shapefile 格式直接转换会造成拓扑关系错误;通过 MapInfo 进行间接转换的方法可能造成数据丢失^[11];通过 E00 格式进行间接转换会造成属性数据丢失。为了保证矢量数据、拓扑关系以及属性数据都一致,笔者在转换区文件的时候,提出了将 E00 作为中间格式并进行 Label 点合并的方法,具体的转换方法如下:

- (1)点文件和线文件的转换直接使用 MapGIS 文件转换模块转换,转换后对属性结构进行调整。
- (2)区文件的转换流程如图 2 所示:
 - ①将需要转换的地形图 shp 区文件转换为 wp 区并造 Label 点。
 - ②将该 shp 区文件转为 E00,利用生成的 E00 线文件转 shp,并进一步转为 wl 线文件造区。
 - ③将区文件与 Label 点合并完成转换。
- (3)部分图层的数据在转换过程中会出现错误,原因有两个:一是原 shp 文件中的区存在拓扑错误需要使用 ArcGIS 的 RepairGeometry 工具进行修

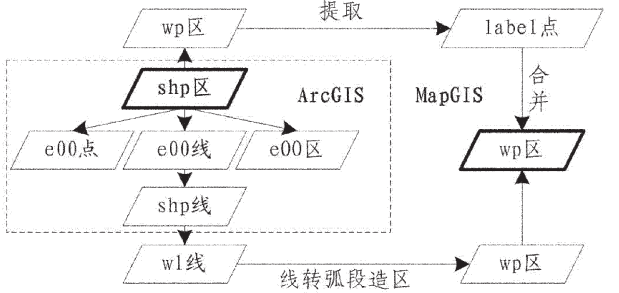


图 2 区文件格式转换流程图

Fig.2 Zone format file conversion flow chart

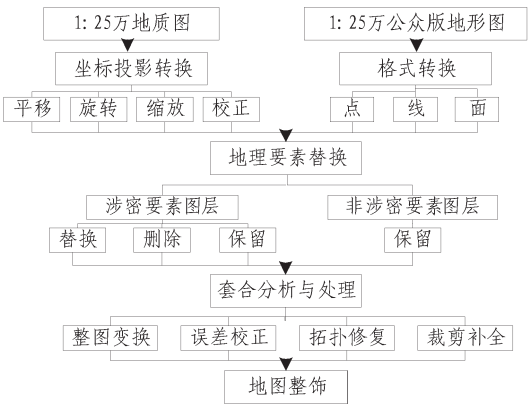


图 1 处理流程图

Fig.1 Processing flow chart

复;二是原 shp 文件为多点或多面格式,MapGIS 转换不支持,需要在 ArcGIS 中先转换为 shp 单点、单区文件,用到的模块为 Feature to point 与 Feature to polygon。

4.2 坐标投影转换

1:25 万公众版地形图转换 MapGIS 格式后其坐标是标准矩形图幅的经纬度坐标,而 1:25 万地质图则是与标准图幅有偏移及变形的高斯-克吕格投影坐标,并且图幅左下角为原点,有旋转,底边被拉平。

通过对 1:25 万地质图进行坐标投影转换主要包括平移、旋转、缩放和误差校正等操作,实现地质图与地形图套合,具体步骤如图 3 所示:

- ①在 MapGIS 中生成图幅对应的标准图框,将左下角平移为原点且底边拉平,使用误差校正工具将地质图校正到该标准图框下。
- ②再次生成标准图框,但左下角不平移为原点且底边不拉平,计算两图框偏差并将图幅变换为正确的高斯坐标。
- ③使用投影变换工具将图幅转换为经纬度坐标。

4.3 地理要素替换

对于 1:25 万地质图中的涉密地形要素,可根据已有的 1:25 万地形图要素进行替换,但这些地形要素的替换并非可以用简单的图层替换来处理,部分图层中会有涉密与不涉密两种要素共存。因此,本文根据是否含有涉密信息将地质图图层分为非涉密要素图层与涉密要素图层。

对于地质图中的非涉密要素图层进行保留。包括:岩层产状、热矿泉、内图框、脉岩点、蚀变点、钻孔位置、化石、同位素测年、火山口,以及这些要素的注释和子图文件^[12]。

对于地质图中的涉密要素图层,可以分为 3 类:一类是可以直接替换的图层,包括地貌、交通、居民地、境界、和水系的 HYDNT 层,以及部分地质图中没有的但在公众版地形图中出现的地理要素层直接添加就可以,如水系中含堤、水井、泉等的 HYDLK 层等;一类是可以直接删除的地质图层,包括高程点、矿化点、经纬线或直角坐标网,在《公开地图内容表示若干规定》中“比例尺等于或大于 1:50 万的各类公开地图均不得绘出经纬线和直角坐标网”^[13];第三类图层是指地质图中既含有无法直接去除的涉密地理信息又含有非涉密地质信息的图层。在制图过程中,这些地理要素的轮廓线与周围的地质要素共

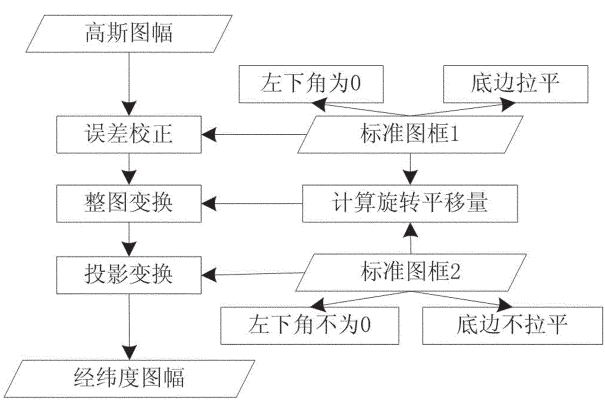


图 3 坐标投影转换流程
Fig.3 Coordinate projection conversion flow chart

用了相同弧段进行造区,如在地质体面实体层中的面状水体、雪被、冰川、沼泽等^[14],这类图层先进行保留,在下一步套合时进行处理。

可以看出,地理图层的处理需要根据国家法律法规对于涉密的相关要求进行,而且进行地理要素的替换并非简单的删除、添加图层就可以,地质图中的图层具有一定的复杂性,很多地质要素与地理要素是同时存在且相互依赖的,而且有些地质要素中隐含着部分地理信息,因此要分类使用不同的方法来处理。

4.4 套合分析与处理

(1)套合后出现的问题

经过地理要素替换之后的地质图与原图相比发生了很大的变化,并且出现了大量的拓扑错误。

这些变化可以归纳为 3 类:从整体来看,虽然地形图与地质图的图幅边界重合,没有要素的多余与缺失,但地形图要素相对地质图地理底图有整体移位,每幅图的移位方向和程度各不相同;从局部来看,在基本消除整体移位的影响之后,在同一图幅的不同位置仍然存在移位,且移位的方向和程度各不相同,如在同一图幅的左上角与右下角移位的方向不同、程度不同,同一地理要素的不同部分偏移和变形也不同;最后是地理要素的抽稀,如等高线抽稀,居民点抽稀,水系线要素抽稀(支流删减),水系线上的节点被抽稀(折线的精细程度降低)。

出现的拓扑错误主要分为两类:一类是要素之间的关系错误,如断层与水系的接触关系经过地理要素替换之后发生了改变等;另一类是基本的几何拓扑错误,如重叠坐标、悬挂线等。这些拓扑错误都

需要修复。

(2) 套合处理的原则

为了保证地质图数据不涉密并且地质要素关系正确可用。笔者确定了以下 3 项套合处理的原则:一是以公众版地形图数据为准,只改动地质图中的数据;二是采取参考原地质图拓扑关系的原则;三是要保证拓扑等价性,即在拓扑变换下,点、线、面的数目和空间位置、节点与线的结合关系和顺序关系、闭合线与面的闭合性质等要与替换前的地质图保持一致。

(3) 套合处理的方法

① 整图变换

整体偏移量是首先处理的问题,套合时参考地理要素中相对更加重要的水系和等高线要素层,对地质图图层进行整体移位,目标是使整体移位后更多的地质图要素位置接近地形图的定位位置,从而让拓扑关系错误尽可能最少。操作时使用 MapGIS 中的整图变换工具。

② 误差校正

对于局部偏移的问题,套合时参考地理要素中的水系和等高线中的特征点,依赖原有的地理底图相应添加控制点,并对地质图其他图层进行同步校正,目标是进一步减少拓扑关系错误。操作时使用 MapGIS 中针对矢量数据的误差校正工具,注意修改缺省的控制点精度。

③ 拓扑修复

经过前两步的操作之后,仍然存在地质要素与地理要素的接触关系和压盖关系与原图中的明显不符,其中主要有以下几类:地质要素与水系或其他土地覆盖要素的拓扑关系错误(地质体与水系线的位置关系、与面状水体的接触关系);地质要素与等高线的拓扑关系错误(地质体与山头、山谷的位置关系);地质要素与居民区的拓扑关系错误(断层或其他地层界线跨越居民区);地质要素与交通线的拓扑关系错误(交通线跨越断层或其他地层界线)。操作时首先根据属性信息、要素参数(颜色、线型、符号、宽度)、图层号的差异确定要替换的地理要素,利用对应的公众版地形图要素重新造区,替换原有要素,并修改连接要素与周边要素。在单一节点移位后可能会引起图形规律的生硬变化,可进行联动圆内其他节点的移位或多个节点联动移位^[15]。

④ 裁剪补全

查看图幅边界,对超出边界的地理要素要进行裁

剪,对缺失的地理要素要寻找相邻的图幅,并利用相邻图幅的数据进行补全,如需要进行一些裁剪、打断、连接、延长等操作,保证最大限度地接近原图数据。

在进行以上 4 个步骤的处理过程中,会遇到很多基本的几何拓扑错误,如:重叠线、重叠坐标、悬挂线、悬挂弧段、多边形不闭合等,操作时需要使用 MapGIS 的“拓扑错误检查”功能,反复进行线拓扑处理^[16],注意将系统参数中“结点裁剪搜索半径”设置在 $1e-009$ 以上,否则拓扑重建时会造成区文件变形^[17]。对于不同图幅可能还会遇到各类不同的问题,只要结合套合处理的原则以及地质图制图的一些基本原则和经验,都是可以处理的。

4.5 地图整饰

地图整饰主要是对替换后地理要素进行参数设置,以及拓扑套合处理后造成的符号位置不协调进行调整。主要包括以下两方面的内容:

(1) 公众版地形图中的地理要素转换之后 MapGIS 会按照默认的系统参数进行设置,这与地质图中原有地理要素的参数不同,由于原地质图中不同图幅所使用的参数设置有一些差别^[18-19],因此需要使用各个图幅原地质图对应的系统库,并参照原地质图中的参数设置方案,使用划分图层统改参数的方法进行修复,遇到原地质图中没有参照的要素按照《1:250 000 地质图地理底图编绘规范》进行设置。

(2) 在进行拓扑套合的过程中,部分要素的位置及形状发生了变化,所以其所对应的子图、注释等辅助要素的位置要进行相应的调整,其周围要素受到影响的也要进行调整。

5 适用性评价

5.1 处理结果评价

在拓扑修复中虽然使用了误差校正,但由于全图存在大量需要校正的位置,且各个位置的校正方向和程度不同,软件的校正算法无法保证校正后的数据能够完全符合要求。要保证拓扑位置不变,以及图幅在边界处的正确性,拓扑修复与裁剪补全操作中都涉及到大量的修复操作,这些操作需要对地质要素做变形与拼接,对地质图的破坏较大,加入了过多的人为主观因素,这样操作的后果是不可预知的,而且实际误差也在 200~500 m,对于地质工作的实际应用来说参考价值有待提高。如图 4 和图 5 为地质体要素与两种地理要素拓扑关系不吻合的对比



图4 水系拓扑错误
Fig.4 River topology error

图,图4中黑色线①为公众版地形图水系,蓝色线②为地质图水系,红色线③为断层,其他线要素为地层界线,图中蓝色区为水系,其他区为地层要素。要保证拓扑关系的正确性,需要手工修改断层及周边地层界线的位置,这样就导致了地质体要素的人为变形。图5中深黑色线①为公众版地形图中的等高线,浅黑色线②为地质图中原有的等高线,红色线为断层,不同颜色的区为不同的地层要素。图中有3处明显的山顶位置拓扑错误,修复操作也会使周边地质体要素发生人为变形。

5.2 服务效果评价

目前,在实际服务的过程中,涉密地质图只删除地质图中地理底图等涉密信息,用户普遍反映没有地理底图的地质图非常不便于使用。本文所使用的方法去除了1:25万地质图中的地质涉密信息,替换了涉密的地理信息,为地质图提供了公开的地理底图作为参考,地理要素位置精度达到了地图公开所要求的50 m以上,但考虑实际存在200~500 m的无定向误差,可提供精度要求不高的地质图浏览、展示使用,较难应用到实际的地质工作中。

地质图的地质内容是由区调单位通过野外实测得来的,全面、客观、真实地反映了该图幅内的地质要素展布和特点,广泛应用在地矿行业的科研、生产和规划设计当中。因此,1:25万地质图是科学性很强,精度要求很高的图件。一般地矿行业可以通过正常渠道都可以获得1:25万地质图,为了公开1:25万地质图,花费大量的精力、人力、时间,将科学性强、位置精度高的地质图,通过各种技术手段和人工干

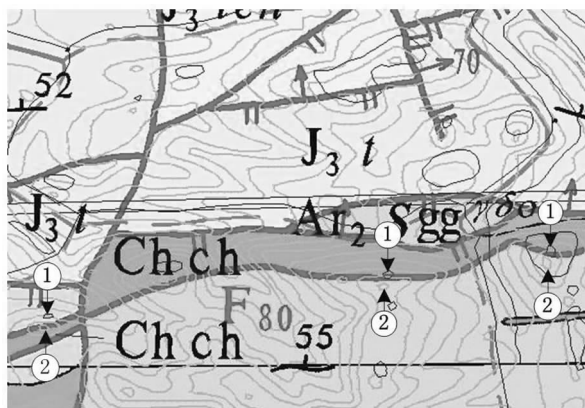


图5 等高线拓扑错误
Fig.5 Contour topology error

预,吻合到公众版地形图上,失去了其科学性和实用价值,因此,国家测绘局发布的1:25万公众版地形图不适合地质图。

6 结束语

(1)通过实践研究,本文总结出了一套针对1:25万地质图替换、套合1:25万公众版地形图的流程和方法,主要包括1:25万公众版地形图格式转换、1:25万地质图坐标投影转换、地理要素替换、套合分析与处理、地图整饰等。

(2)处理的结果达到公开利用的要求,考虑其实际存在200~500 m的无定向误差,可提供精度要求不高的浏览、展示使用。

参考文献 (References):

- [1] 毛锋. 地理信息的数据保护研究 [J]. 遥感技术与应用, 1999, 14 (1):49-52.
Mao Feng. A study of geographic information data protection [J]. Remote Sensing Technology and Application, 1999, 14 (1):49-52 (in Chinese with English abstract).
- [2] 商瑶玲, 王东华, 吉建培, 等. 全国1:25万地形数据库的建立与应用 [J]. 测绘通报, 2001, (10):29-31
Shang Yaoling, Wang Donghua, Ji Jianpei, et al. The national 1:250 000 scale topographic database: Establishment and application [J]. Bulletin of Surveying and Mapping, 2001, (10):29-31 (in Chinese).
- [3] 1:250 000 地质图地理底图编绘规范 [Z]. 中华人民共和国地质矿产行业标准 DZ/T 0191-1997. 1997-10-20.
Geographical Base Map Compilation Specification of 1:250 000 Geological Map [Z]. Geology and Mineral Industry Standard of People's Republic of China DZ/T 0191-1997. 1997-10-20 (in Chinese).
- [4] 陈安蜀, 李效广, 高晓红. 1:25万区域地质图空间数据库建设 [J].

地质调查与研究, 2008, 31(1):64-69.

Chen Anshu, Li Xiaoguang, Gao Xiaohong. 1:250 000 -scale regional geological map spatial database [J]. Geological Survey and Research, 2008, 31(1):64-69(in Chinese with English abstract).

[5] 杨梦梅, 王辉. 利用基础地理信息数据编制公开版地图的关键技术探讨[J]. 测绘技术装备, 2008, 10(2):5-7.

Yang Mengmei, Wang Hui. Applying basic geographic information data to the public version of topographic map [J]. Geomatics Technology and Equipment, 2008, 10(2):5-7(in Chinese).

[6] 傅宏. 公众版地图地理要素脱密处理方法 [J]. 地理空间信息, 2010, (4):133-134.

Fu Hong. Decipherment methods of geography elements of the public version map[J]. Geospatial Information, 2010, (4):133-134(in Chinese with English abstract).

[7] 公开地图内容表示补充规定 (试行) [Z]. 国测图字 [2009]2 号, 2009-01-23.

Supplementary Provisions of the Open Map Content (Trial) [Z]. National Administration of Surveying and Mapping, Number: [2009]2. 2009-01-23(in Chinese).

[8] 涉密地质资料管理细则[Z]. 国土资发[2008]69 号, 2008.

Secret Geological Data Management Rules[Z]. Ministry of Land and Resources, Number:[2008]69. 2008(in Chinese).

[9] 叶国华. ArcGIS 向 MapGIS 数据格式转换[J]. 测绘与空间地理信息, 2008, 31(6):43-49.

Ye Guohua. Data format transformation from ArcGIS to MapGIS[J]. Geomatics & Spatial Information Technology, 2008, 31 (6):43-49 (in Chinese with English abstract).

[10] 彭晶晶, 戴爱德. MapGIS 数据向 ArcGIS 转换研究[J]. 国土资源信息化, 2008;19-252008;19-25.

Peng Jingjing, Dai Aide. Data conversion from MapGIS to ArcGIS [J]. Land and Resources Informatization, 2008:19-252008;19-25 (in Chinese with English abstract).

[11] 郭风华, 李仁杰, 郭顺通. MapGIS 软件坐标系统与 MapInfo 数据交换的关系[J]. 地理空间信息, 2007, 5(3):128-130.

Guo Fenghua, Li Renjie, Guo Shuntong. Relation of the MapGIS coordinate system and MapInfo exchange format in data exchanging [J]. Geospatial Information, 2007, 5 (3):128-130 (in Chinese with English abstract).

[12] 数字地质图空间数据库标准. 中国地质调查局地质调查技术标准 DD2006-06[Z], 2006-12.

Spatial Database Standards of Digital Geological Map. Technical Standards of China Geological Survey, DD2006-06 [Z], 2006-12 (in Chinese).

[13] 公开地图内容表示若干规定[Z]. 国家测绘局, 2003-05-09.

Certain Provisions of Open Map Content [Z]. National Administration of Surveying and Mapping. 2006-12(in Chinese).

[14] 地质图空间数据库建设工作指南 2.0 [Z]. 中国地质调查局, 2001-06-01.

Geological Map Spatial Database Construction Guide 2.0 [Z]. China Geological Survey, 2001-06- 01 (in Chinese).

[15] 黄礼霞. 区域地质图空间数据库建库中的拓扑套合问题[J]. 山西建筑, 2008, 34(28):366-367.

Huang Lixia. The problems of the topological register in the establishment of the spatial database for the regional geological map [J]. Shanxi Architecture, 2008, 34 (28):366-367 (in Chinese with English abstract).

[16] 殷如新, 周国祥, 彭晟, 等. 地质图空间数据库建设中的拓扑关系处理[J]. 湖南地质, 2002, 21(4):310-313.

Yin Ruxin, Zhou Guoxiang, Peng Sheng, et al. Disposal of topological relation in construction of geological map space data-Base[J]. Hunan Geology, 2002, 21(4):310-313 (in Chinese with English abstract).

[17] 陈爱明, 柯育珍, 周录英. MapGIS 地质图空间数据库建设常见错误与分析[J]. 资源环境与工程, 2008, 22(5):543-546.

Chen Aiming, Ke Yuzhen, Zhou Luying. Analysis on common mistakes in the construction of spatial database of MapGIS geological map [J]. Resources Environment & Engineering, 2008, 22(5):543-546(in Chinese with English abstract).

[18] 1:25 万区域地质图空间数据库建设技术要求及实施细则[Z]. 中国地质调查局发展研究中心, 2007 .

1:250000 Regional Geological Map Spatial Database Construction Technology Requirements and Implementation Details [Z]. China Geological Survey Development Research Center, 2007 (in Chinese).

[19] 1:250000 区域地质调查技术要求 (暂行)[Z]. 中国地质调查局 DD2001-02[Z], 2001-06-08.

1:250000 Regional Geological Survey Technical Requirements (Interim)[Z].China Geological Survey DD2001-02, 2001-06-08(in Chinese).

A tentative discussion on the application of the public version of 1:250 000 topographic map to 1:250 000 geological map

KANG Jian¹, WANG Qian-ju², YAN Shi-qiang^{2,3}

(1. Faculty of Information Technology, China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 2. Development Research Center of China Geological Survey, Beijing 100037, China; 3. School of Earth and Space Sciences, Peking University, Beijing 100871, China)

Abstract: Due to the confidentiality of the geographical base map, the application of the 1:250 000 geological map to geological task and economic development is being excessively curbed at present. National Administration of Surveying, Mapping and Geoinformation in 2010 issued the public version of the 1:250 000 topographic maps. As a public use to the publication, it can be prepared for the indicative tourist map and other maps whose accuracy is not strictly required. This paper, based on a study of applying the public version of 1:250 000 topographic map to 1:250 000 geological map, has analyzed the involved key techniques of the workflow which includes data format conversion, coordinate system and projection transformation, geographical elements replacement, as well as the topological register analysis, processing, and map decoration. The result has non-directional errors between 200 to 500 meters, and hence it can provide geological map view of low precision, but the application of the result to actual geological work remains somewhat impractical.

Key words: public version of topographic map; geological map; topological register; applicability

About the first author: KANG Jian, male, born in 1987, master candidate, majors in cartography and geographical information engineering; E-mail: kangjian-163@163.com.