

1:250 万亚洲中部及邻区地质图系的计算机制图

范本贤¹ 剧远景¹ 韩坤英¹ 王振洋¹ 王丽亚²

(1. 中国地质科学院地质研究所, 北京 100037; 2. 河北省区域地质矿产调查研究院, 河北 廊坊 065000)

摘要: 本文比较系统地介绍了中、俄、哈、蒙、韩五国合作编制 1:250 万亚洲中部及邻区地质图系计算机制图的基本情况, 详细地阐述了制图区域范围内地理概况、地理底图的编制、地质图系的成图过程、各图层划分的命名规则以及图件出版的各个部分。1:250 万地理底图是亚洲中部及邻区地质图系的基础, 其成图过程与地质图、能源矿产成矿规律图等是基本一致的。本文充分反映和总结了 1:250 万亚洲中部及邻区地质图系从设计、编制到出版的计算机制图的原则和方法。

关键词: 亚洲中部及邻区; 地质图系; 计算机制图; 地理底图

中图分类号: P623.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-3657(2010)04-1208-07

2002 年 10 月在北京召开了中国、俄罗斯、哈萨克斯坦和蒙古国的编图项目第一次工作会议, 2003 年韩国也参加本项目, 由五国共同完成亚洲中部及邻区地质图系的编图。

亚洲中部及邻区地质图系主要包括: 地理底图、地质图、大地构造图、固体矿产成矿规律图和能源矿产成矿规律图。

中国负责地理底图、地质图和能源矿产成矿规律图, 由中方分别提出上述 3 个图的设计方案, 供各国讨论、修改, 最后形成统一的编图方案。俄罗斯、哈萨克斯坦、蒙古国、韩国分别按照规定时间, 按承担的编图地区及编图方案的要求, 把有关数据提供给中国, 中方将各国提供的数据进行统一编辑, 并召开不同形式的小型会议进行各国之间地质内容的接图, 最后由中方负责地质图和能源矿产成矿规律图的中英文版出版, 并制作上述两种图的中、英文浏览光盘。关于这两种图的说明书, 也由五国分别撰写编图区内的有关内容, 汇交给中方后, 统编、翻译成中、英文两种版本与图件一起出版发行 (目前图件和浏览光盘已制作完成, 文字说明书正在编辑中)。

俄罗斯负责亚洲中部及邻区地质图系中的大地构造图和固体矿产成矿规律图, 其编图过程和中国负责的 3 个图相同, 目前, 大地构造图和固体矿产成矿图已经由俄罗斯印刷英文版, 中方将翻译成中文出版, 不久即可与读者见面。

1:250 万亚洲中部及邻区地质图系是多国合作编图成果, 从开始编制地理底图到最终完成地质图系的编制、出版, 合作长达六、七年。五国的地质科技人员不仅在科技领域进行广泛交流, 提高认识, 促进发展, 而且相互之间加强了解, 增进友谊, 取得科技与人文的双丰收。

李廷栋院士是亚洲中部及邻区地质图系的总主编之一 (中方代表), 也是亚洲中部及邻区地质图的主编, 更是亚洲中部及邻区地质图系国际合作编图的中方领军人物, 全体编图人员在他的指导下, 出色地完成了编图任务, 受到国际友人的赞誉。在五国合作编图的全过程中, 李廷栋院士身体力行, 积极参与, 悉心指导, 运筹帷幄, 为顺利完成亚洲中部及邻区地质图系的编制作出了重要贡献。笔者仅以此文表示对李廷栋院士的敬意和对李院士 80 华诞的

祝贺。

1 编图区域范围

亚洲中部及邻区地质图系的编图范围^[1],位于中亚及乌拉尔山脉以东地区,直至亚洲大陆东海岸,地理坐标:东经 46°~140°,北纬 32°~66°。其涉及的国家包括中国(北部)、俄罗斯(东南部)、哈萨克斯坦、蒙古国、韩国、朝鲜、乌兹别克斯坦、塔吉克斯坦、土库曼斯坦和吉尔吉斯斯坦(图 1)。

2 编图区域内基本地理概况

编图区域内最基本的地理特征是南高北低(或东南高西北低),青藏高原北缘和帕米尔高原位于“亚洲中部及邻区地理底图”南图廓的中部,以此为本区内地势的最高点,向北逐渐降低,尤其是西北部,主要以平原为主,地势较低(图 2)。

该区域内地貌类型复杂多样,地形起伏较大^[1,2]。南部有“世界屋脊”之称的青藏高原和帕米尔高原,平均海拔在 4 000 m 以上;而最低点的吐鲁番盆地海拔为-154 m。还有著名的黄土高原、蒙古高原、中

西伯利亚高原等。主要山脉有乌拉尔山、萨彦岭、切爾斯基山、斯塔诺夫山、大兴安岭、阿尔泰山、天山、昆仑山等。在山脉之间分布着塔里木盆地、准噶尔盆地、柴达木盆地和费尔干纳盆地等。沙漠分布广泛,有塔克拉玛干沙漠、克孜勒库姆沙漠、卡拉库姆沙漠等。平原主要分布在编图区域的西北部,有面积广大的西西伯利亚平原和东欧平原,东部有华北平原。在青藏高原和西西伯利亚平原之间有哈萨克斯坦丘陵等。

编图区域内主要以北冰洋水系、太平洋水系和内陆水系为主,地势决定了河流由南向北流入北冰洋,主要有鄂毕河、叶尼塞河、勒拿河等。黄河、黑龙江(阿穆尔河)属于太平洋水系。本区内气候干燥,沙漠分布广泛,内陆水系发育,主要有锡尔河、阿姆河、伊犁河、塔里木河等。卡拉库姆运河是世界上最长的灌溉及通航的运河之一。

编图区域内的湖泊分布很广,而且很有特色:里海是世界第一大湖,最大的咸水湖;贝加尔湖是世界上最深的湖,也是亚洲最大的淡水湖;巴尔喀什湖是东部咸水、西部淡水同时存在的内陆湖泊;伊塞克湖是著名的内陆高山湖。

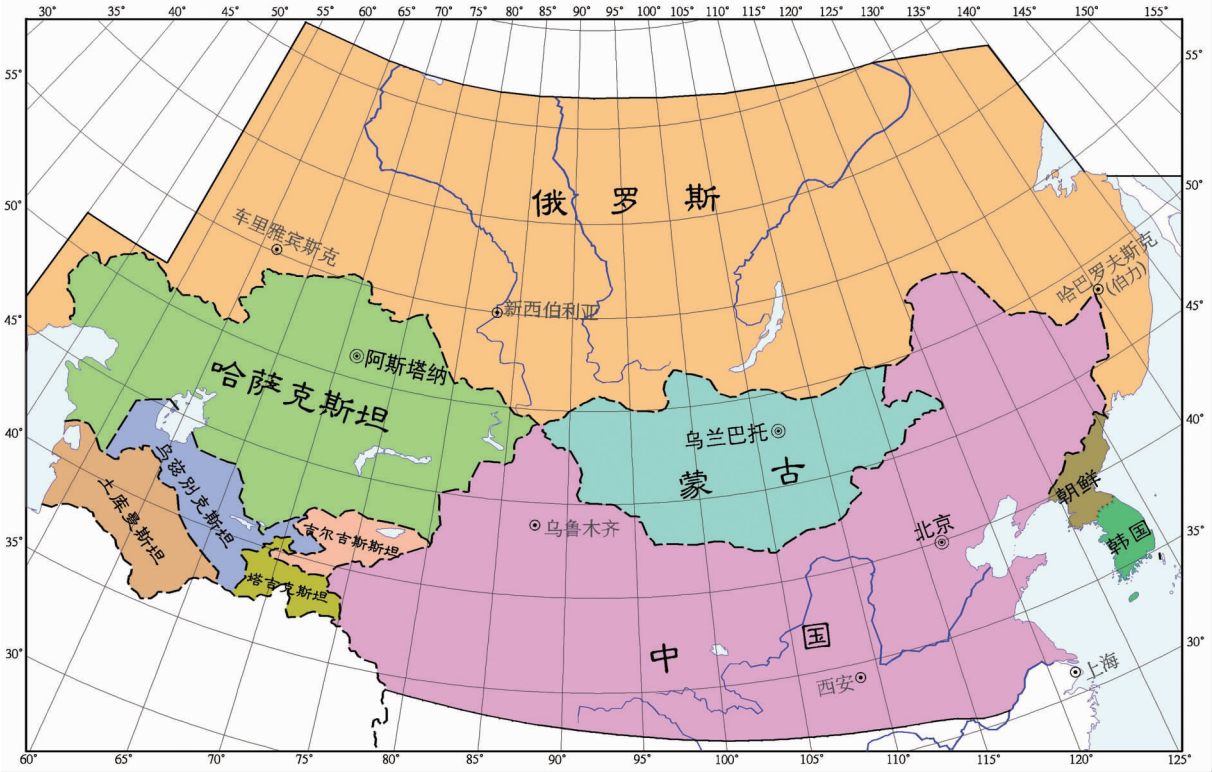


图 1 亚洲中部及邻区编图区域范围示意
Fig.1 The limits of Atlas of Geological Maps of Central Asia and adjacent areas

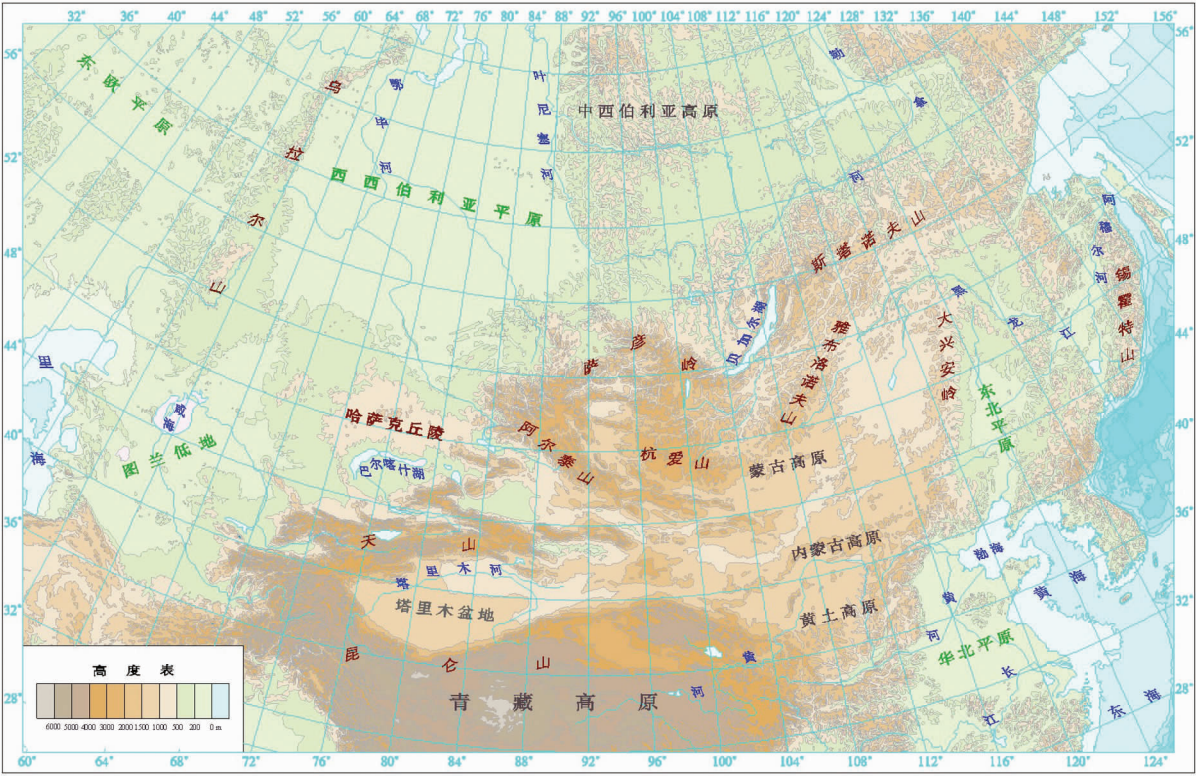


图 2 亚洲中部及邻区地势图
Fig.2 Relief map of Central Asia and adjacent areas

编图区域内,只有中国东部的人口密度较大,其他地区的人口密度相对较小,主要分布在铁路、公路沿线,以及主要河流的两岸,居民地一般以中小城市为主。中国东部的交通网比较稠密,其他地区相对来说比较稀,“欧亚大陆桥”通过本区。

3 地理底图的数学基础和主要地理要素的编绘

地理底图是 1:250 万亚洲中部及邻区地质图系的基础,在工作安排上也是首先完成编图区域内的地理底图,然后分别提供给其他 4 个国家作为编制地质图系的底图。

3.1 编图的基本原则

- (1)在编图时,采用中、俄、哈、蒙、韩五国提供的地理数据,如俄罗斯部分,利用俄方提供的地理数据。在内容选取,制图综合时,应从全图的统一性、协调性为基准,充分反映制图区域内的地理特点。
- (2)要确保地理底图的精度,中、俄、哈、蒙、韩提供的数字地理底图的精度是符合要求的,通过编辑

加工和投影转换,必须保证原有的地理精度。各国之间地理要素的拼接要科学、正确、合理。

(3)中、俄、哈、蒙提供的国界线数据,经过投影转换,拼接在一起时,编绘成一条共有的国界线,在编绘时必须认真、仔细,以确保各国之间的国界线画法的正确、合理,不能出现差错。

3.2 数学基础

亚洲中部及邻区地理底图的地图投影采用等角圆锥投影;标准纬线:40°N 和 60°N;中央经线:92°E;经纬网密度为 2°×2°;比例尺:1:2 500 000。

3.3 主要地理要素的编绘

3.3.1 国界线

中、俄、哈、蒙、韩提供的国界线资料,投影转换后拼接在一起时,国界线的基本图形及走向比较相近,差别不大,这为中方编绘国界线提供了很大方便,但是,不可能完全一致,笔者在编绘国界时,主要按下列要求进行:

- ① 在编绘国界线时,必须十分认真、负责,不得马虎;

② 尽可能采用各自国家的画法;

③ 根据国界线的实际位置和习惯画法,如以经纬线为国界时,必须严格与经纬线相重合;

④ 根据与地形、地物之间的关系,确定国界线的画法,如以河为界时,国界线沿河两岸统一跳绘;

⑤ 查阅有关公开出版地图中的画法;

⑥ 当“亚洲中部及邻区地理底图”(初稿)完成后,国家测绘局对该图的国界线进行了初审,根据他们提出的批改意见,笔者进行修改,然后再提供给俄、哈、蒙、韩,作为编制地质图的地理底图。在出版之前,国家测绘局又对“亚洲中部及邻区地质图系”中的地理底图进行全面的审查,根据审查意见,进行出版前的最终修改定稿。

3.3.2 水系

河流一般表示到四级,河流名称分一、二、三级注记,在干旱地区选取了一部分季节河,还选取了一些灌溉渠等水系要素;湖泊(水库)的名称注记分一、二、三级注记,并用不同颜色区分出咸水湖和淡水湖^[9]。

在俄罗斯提供的地理数据中,与其他地区相比,其水系内容特别详细、密度也高。在编绘时,笔者舍去了 1 cm 左右的小河流,还舍去大量 4 mm² 左右的小湖泊(尤其在西西伯利亚平原地区)。中国、哈萨克斯坦、蒙古的水系基本上都保留;但乌兹别克斯坦、塔吉克斯坦、土库曼斯坦和吉尔吉斯斯坦的水系资料太简单,中方在编辑时,适当增加了一部分水系内容,使全图的水系分布的密度对比比较合理,基本反映了本制图区域水系分布的特点,并对今后的地质、矿产要素起到较好的控制作用。

3.3.3 居民地

中亚及邻区地理底图上的居民地共分四级,以居民地的人口数和行政意义相结合的原则进行分级,具体分级如下:

一级居民地:首都,或居民地人口数在 100 万以上;

二级居民地:省级加盟共和国的首府或洲府;居民地人口数 30~100 万;

三级居民地:县市级行政中心;居民地人口数 5~30 万;

四级居民地:居民地人口数在 5 万以下。

中、俄、哈、蒙、韩提供的居民地资料中,在居民地的密度和分级上存在较大的差异,中方在编图过程中,根据上述的标准,进行统一的分级和选取。中

国部分,在人口密集的东部舍去一部分小城镇,而在西部舍去一些小居民地;俄罗斯部分舍去了大量的小城市;哈萨克斯坦(含乌兹别克斯坦、塔吉克斯坦、土库曼斯坦和吉尔吉斯斯坦)居民地全部保留,还增加了一些居民地(如公路交叉点上的居民地等),蒙古部分舍去了一些小居民地。朝鲜半岛部分也舍去了一些小居民地,并采用了韩国居民地名称的最新英文拼法。经过取舍后,基本反映了制图区域内居民地分布的特点。

3.3.4 交通

在中亚及邻区地理底图上,只表示了主要铁路和主要公路,对中、俄、哈、蒙、韩提供的地理数据,在编绘时,笔者作了如下处理:

中国部分,只选取主要铁路和主要公路(对公路的级别进行合并);俄罗斯部分,由于提供的数据中交通网比较密,舍去了大量支线,只保留主要铁路和公路;哈萨克斯坦部分,在提供的数据中没有公路,笔者根据有关资料补充了一些主要公路,特别是通向邻国的公路;蒙古部分,在提供给我们数据中,我们只选取了主要的铁路和公路。朝鲜半岛部分,也只选取了主要铁路和公路。

经过综合编辑后,基本上反映了制图区域内主要的交通情况,并且,把各国之间的交通也连成网。

3.3.5 其他要素

在亚洲中部及邻区地理底图上,我们选取(或增加)了一些主要的山峰及其名称和高程,还标注了一些主要山脉、沙漠、盆地的名称注记。

4 亚洲中部及邻区地质图系的成图过程

亚洲中部及邻区地理底图的成图过程,基本上也是地质图系的成图过程(图 3)。主要在 ArcInfo 和 MapGIS 软件的支持下实现的。通过 E00 数据格式,进行上述两个软件间相互转换:

(1)俄罗斯、蒙古、韩国提供的数据都是 ArcInfo 的 Shapefile 数据文件。把 ArcInfo 的 Shapefile 数据格式,转换成 ArcInfo 的 Coverage 数据格式^[10],具有了拓扑关系。

(2)将 ArcInfo 的 Coverage 数据通过 E00 的格式转换到 MapGIS 软件平台,同时,各要素的属性也一起转换到 MapGIS。

(3)将俄罗斯、蒙古国、韩国以及中国提供的数

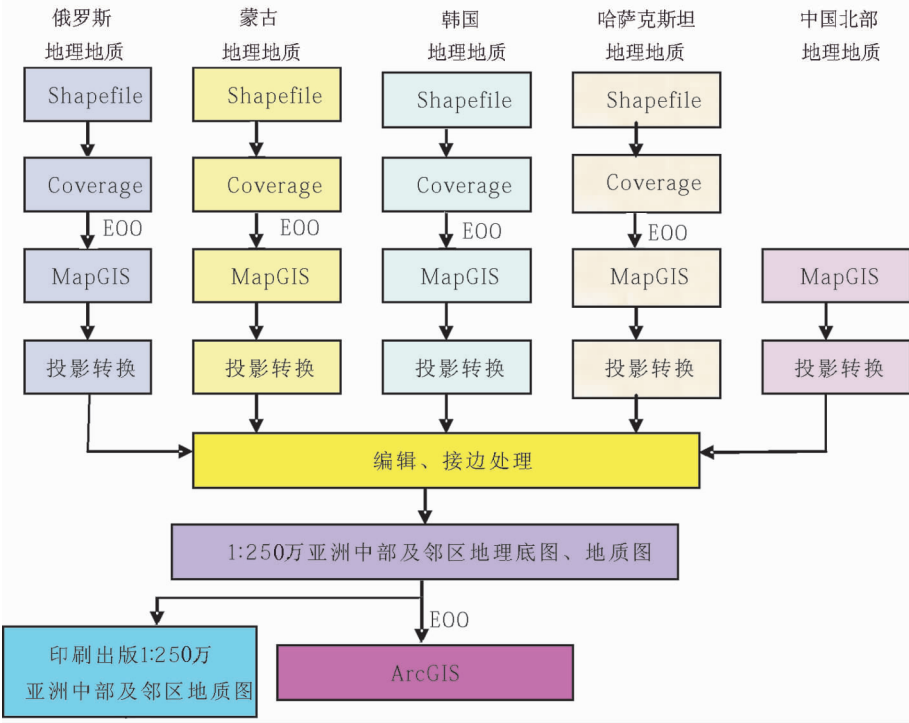


图 3 编制亚洲中部及邻区地质图系的主要工作流程
Fig.3 Work flow for Atlas of Geological Maps of Central Asia and adjacent areas

据,通过转换,建立 1:250 万亚洲中部及邻区地质图系的投影系统(等角圆锥投影,标准纬线为 40°N 和 60°N,中央经线为 92°E)。

(4)对地理要素进行编辑和无缝接边处理,完成 1:250 万亚洲中部及邻区地理底图的初稿,经过反复的修改才完成定稿。

(5)将俄罗斯、蒙古国、韩国、中国的地质数据投影在已经完成初稿的“亚洲中部及邻区地理底图”上,成为全要素的“亚洲中部及邻区地质图”。

(6)对各国提供的数字地质图进行编辑处理,最主要的工作有下列 4 项:

- ① 接边处理。这方面的工作要进行多次,反复检查、修改。
- ② 地质代号的转换。韩国提供的数字地质图,其地质代号基本上按 1:250 万亚洲中部及邻区地质图的要求表示,俄罗斯、蒙古国、中国的地质代号都必须转换成统一的地质代号。
- ③ 制作 1:250 万亚洲中部及邻区统一的彩色地质图,为今后的出版印刷作准备。
- ④ 建立一套为今后出版专用的地质代号文件,作为数据库来说,各地层和岩性代号,可通过属性直

接生成在图面上。而出版图上只需标注一部分地质代号,保持图面的清晰和易读性,为此,笔者专门建立了出版用的地质代号文件。

(7)编辑、接边处理后的数据,通过 EOO 格式,将 MapGIS 数据和属性转换成 ArcInfo 的数据格式,提供给俄罗斯、蒙古国、韩国进行审校、修改。

(8)经过反复修改,定稿后作出版准备。

5 数据文件中的图层划分及命名

由于各国提供给中方的地理数据中,数据的结构是不同的,图层的划分和命名也不相同,当编制成统一的 1:250 万亚洲中部及邻区地理底图后,必须将数据进行一次整理,为了计算机运行时节省时间和工作方便,将编图范围内按参加国的编图区分成几个片,并分别用英文字母代替。

在每一个编图区内,将地理要素分别存放在相应的图层内,每一个图层名都用英文来命名,每一个图层名的前面,冠以所属国家的简写。每一个图层有点、线、面之分。

具体命名规则为:国家或地区的简写字母+地理要素名+要素类型。

图层名中的第一个字母,代表所属国家。
C:代表中国,如:Clakel;
R:代表俄罗斯,如:Rlakel;
M:代表蒙古国,如:Mlaket;
K:代表哈萨克斯坦,如:Klakep;
Ko:代表朝鲜半岛,如:Kolakel
U:代表乌兹别克斯坦、塔吉克斯坦、土库曼斯坦和吉尔吉斯斯坦,如:Ulakel;

图层名最后的一个字母, 分别代表该图层的线元:l:代表 Line;t:代表 Point;p:代表 Polygon。

图层名中的“lake”,表示具体的地理要素,主要有 river、city、railway、road 等,有的要素又分点、线、面图层。所以,在亚洲中部及邻区地理底图中,最多可分 23 个图层。

6 亚洲中部及邻区地质图系的出版

1:250 万亚洲中部及邻区地质图的出版有两种形式:纸质印刷和电子版光盘。

6.1 纸质印刷

中、俄、哈、蒙、韩合作编图项目,经过 5 年的工作,顺利完成了“亚洲中部及邻区地质图系”的编制任务,进入成果出版阶段。在 2006 年韩国大田会议上,对 1:250 万亚洲中部及邻区地质图系的出版问题,有了基本一致的认识,中方负责地质图和能源矿产成矿规律图的出版,俄罗斯负责大地构造图和固体矿产图的出版工作。全图分九幅印刷(图 4),成品的纸张尺寸为 100 cm×70 cm,采用无光铜版纸,CTP 印刷。

6.2 电子版光盘

制作 1:250 万亚洲中部及邻区地质图的电子版光盘。电子版光盘可以脱离专业软件平台,利用光盘作为介质,在任何计算机上可以浏览,具备如下功能:

- (1)数据浏览、逐级显示功能:以整幅图的形式管理数据,在不同的窗口下显示;
- (2)图形查看:可以通过浏览系统,查看矢量图形,包含放大、缩小、漫游等显示功能;
- (3)分层浏览功能:可以地理、地层、断裂、火成

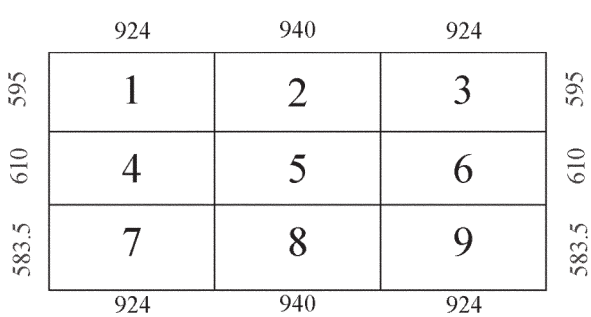


图 4 亚洲中部及邻区地质图系分幅尺寸示意图
(单位:mm)
(各图幅边长尺寸包含 5 mm 重叠边;全图的内图廓尺寸为 2768 mm×1768.5 mm)
Fig.4 Sheet line sketch map for Atlas of Geological Maps of Central Asia and adjacent areas
(Each map includes 5mm overlap edge; neat line size 2 768 mm×1 768.5 mm)

岩的岩性(酸性、中性、基性超基性、偏碱性)等图层浏览矢量图形;

- (4)图例显示功能;
- (5)区域裁剪及窗口打印:可以任意裁剪所需要的区域或制作 PPT,也可以直接在打印窗口显示的图形。

参考文献(Reference):

[1] 范毅,周敏,等. 世界地图集[M]. 北京:中国地图出版社, 2005.
Fan Yi, Zhou Min, et al. World Atlas[M]. Beijing: SinoMaps Press, 2005 (in Chinese).
[2] 杜秀荣,唐建军,等. 中国地图集[M]. 北京:中国地图出版社, 2004.
Du Xiurong, Tang Jianjun, et al. Atlas of China [M]. Beijing: SinoMaps Press, 2004 (in Chinese).
[3] 黄崇珂, 钱大都. 数字地质图—空间数据库—元数据 [M]. 北京:地震出版社, 2001.
Huang Chongke, Qian Dadu. Digital Geological Map —Spatial Database —Metadata [M]. Beijing:Seismological Press, 2001 (in Chinese).
[4] 关泽群, 秦昆. ArcInfo 基础教程[M]. 北京:测绘出版社, 2002.
Guan Zequn, Qin Kun. Foundation of ArcInfo[M]. Beijing:Survey Press, 2002.

Computer mapping for Atlas of 1:2 500 000 Geological Maps of Central Asia and Adjacent Areas

FAN Ben-xian², JU Yuan-jing¹, HAN Kun-ying¹, WANG Zhen-yang¹, WANG Li-ya²

(1. *Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China*; 2. *Hebei Institute of Regional Geology and Mineral Resources Survey, Langfang 065000; Hebei; China*)

Abstract: This paper systematically describes the basic situation of the computer mapping of Atlas of 1:2 500 000 Geological Maps of Central Asia and Adjacent Areas, which is conducted by the cooperation of experts from China, Russia, Mongolia, Kazakhstan and South Korea. The geographic overview of the mapping region, the drawing of the basic geographical map, the mapping process of the geological map series, the naming rules of each layer, and all parts of the map publication are dealt with in detail. The 1:2 500 000 basic geographical map is the base of the Atlas of Geological Maps of Central Asia and Adjacent Areas, and its mapping process is similar to that of the Geological Map and Metallogenic Regularity and Mineral Energy Resource Prognosis Map. This paper fully summarizes the principles and methods for computer mapping of Atlas of 1:2 500 000 Geological Maps of Central Asia and Adjacent Areas from the design and preparation to the publication.

Key words: Central Asia and adjacent areas; geological map series; computer mapping; basic geographical map

About the first author: FAN Ben-xian, male, born in 1940, long engages in the study of geological mapping; E-mail: dzztzh@cags.ac.cn.