

doi: 10.12029/gc20160301

李廷栋, 卢民杰, 丁孝忠, 等. 努力创造有宏观影响的大成果——中国区域地质志编纂的阶段性成果[J]. 中国地质, 2016, 43(3): 699–708.

Li Tingdong, Lu Minjie, Ding Xiaozhong, et al. Spare no efforts to create a great achievement with overall influence—Fruitful progress in the compilation of Regional Geology of China[J]. Geology in China, 2016, 43(3): 699–708 (in Chinese with English abstract).

## 努力创造有宏观影响的大成果 ——中国区域地质志编纂的阶段性成果

李廷栋<sup>1,2</sup> 卢民杰<sup>1</sup> 丁孝忠<sup>1</sup> 姚建新<sup>1</sup> 耿树方<sup>1</sup> 张 恒<sup>1</sup>

(1. 中国地质科学院地质研究所, 北京 100037; 2. 国土资源部咨询研究中心, 北京 100035)

**摘要:**中国区域地质志项目实施 8 年以来, 已启动 24 个省级和 2 个区级地质志的编纂工作, 其中 11 个省级地质志已经完成并通过验收, 即将出版面世。通过编纂地质志, 对编志地区以及全国地质进行了大综合、大集成, 取得若干创新性成果: 前寒武纪地质研究获重大突破; 重新厘定了一些地区和全国地层系统; 分析总结了岩浆岩时空分布规律; 进行了构造区划, 深化了中国地质构造的认识; 发现典型的洋盆地层系统; 成功进行了三维立体地质图的编图试点。志书的编纂完成, 将为中国地质工作和国家经济社会发展提供一套具有宏观影响的基础地质系列丛书。

**关键词:**区域地质志; 阶段性成果; 新进展

中图分类号: P541 文献标志码: A 文章编号: 1000-3657 (2016)03-0699-10

### Spare no efforts to create a great achievement with overall influence—Fruitful progress in the compilation of Regional Geology of China

LI Ting-dong<sup>1,2</sup>, LU Min-jie<sup>1</sup>, DING Xiao-zhong<sup>1</sup>, YAO Jian-xin<sup>1</sup>,  
GENG Shu-fang<sup>1</sup>, ZHANG Heng<sup>1</sup>

(1. Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China; 2. Senior Consulting Research Center, Ministry of Land and Resources, Beijing 100035, China)

**Abstract:** The project for compilation of Regional Geology of China has been implemented for eight years, and the work has been carried out at the provincial and regional level, covering twenty-four provinces and two autonomous regions. During this period, the compilation work for eleven provinces was completed and has passed the check acceptance, and the results are to be published soon. The compilation is a huge comprehensive and integrated work for these regions or even for whole China. Some innovative achievements have been gained: Precambrian geology research has got major breakthrough; some regional and national stratigraphic systems have been reclassified; the spatial-temporal distribution of magmatic rocks has been analyzed and summarized; the tectonic units have been divided and, as a result, the understanding of the geological structure of China has been deepened; the typical

收稿日期: 2016-01-12; 改稿日期: 2016-03-06

基金项目: 中国地质调查局项目“主要地质单元区域地质调查片区总结与服务产品开发”(1212011120115)资助。

作者简介: 李廷栋, 男, 1930 年生, 中国科学院院士, 主要从事区域地质和编图研究; E-mail: litdong@163.com。

oceanic-basin stratigraphic systems have been detected; the three-dimensional geological map has been successfully compiled. The completion of the project for compilation of Regional Geology of China will provide a series of basic geological monographs which are expected to exert tremendous influence on China's geological work as well as on national economy and social development.

**Key words:** Regional Geology of China; initial achievements; new progress

**About the first author:** LI Ting-dong, male, born in 1930, academician of Chinese Academy of Sciences, majors in the research on regional geology and geological map compilation; E-mail: litdong@163.com.

**Fund support:** Supported by China Geological Survey Program (No. 1212011120115).

20世纪80—90年代,中国编纂出版了第一代分省区域地质志,系统总结了20世纪80年代以前全国区域地质调查和地质科学研究成果,为促进中国地质事业和服务经济社会发展发挥了重要作用。

近30年以来,中国区域地质调查、矿产勘查和地质科学研究又取得丰硕的调查研究成果,积累了丰富的基础地质资料,并有诸多新发现。全面总结这些新成果、新资料,使之系统化、规律化和理论化,不仅可以为地质工作和经济社会发展提供一套整套的地质信息产品,而且可以为发展地质科学理论奠定资料基础。为此,中国地质调查局在2005—2007年试点的基础上,于2008年正式启动了新一代中国区域地质志编纂工作。

## 1 目标任务和总体部署

### 1.1 工作依据

2006年,《国务院关于加强地质工作的决定》指出:“提高基础地质调查(研究)程度”,“建立地质图文更新机制,为社会提供有效快捷的地质信息服务”。

经国务院同意颁布的《全国地质勘查规划(2005—2020)》要求:“开展重大基础地质问题研究和重点地质基础地质综合研究,力争实现基础地质研究的重大突破。开展全国基础地质资料综合研究和成果集成工作,编制新一代全国系列基础地质图件”,“努力创造有宏观影响的大成果”。

这两个文件是中国区域地质志立项的主要依据。

### 1.2 目标任务

重编中国区域地质志,要求运用新的地质理论和技术方法,把过去几十年所取得的丰富的地质、地球物理、地球化学、遥感等资料,特别是区域地质调查的大量成果,进行综合研究和集成,使之系统化、规律化和理论化;同时,开展必要的专题研究和现场考察研讨,解决一些重大地质疑难问题,为地

质工作和国家经济社会发展提供一整套地质资料和系列地质图件,为发展地质科学理论开辟道路,并满足对外地质科技交流的需求。

### 1.3 总体部署

为适应全国和各省(市、区)不同部门的要求,第二代中国区域地质志将分省(市、区)地质志、重要地区地质志和全国性地质志3个层次编纂。总体部署见表1。

## 2 编志工作进展

### 2.1 省级地质志

全国共有32个省级地质志。已陆续启动24个省(市、区)地质志。截至2014年已完成并验收的省(市、区)地质志有11个。计划于2016年启动的8个省级志:云南、新疆、西藏、四川、江苏、上海、山西、河南(图1)。

### 2.2 区级地质志

计划编制18~20个区级地质志,包括6大区地质志,跨省(市、区)重点造山带、成矿区(带)、重要经济区和海域地质志。已开展祁连山和江南造山带地质志。起止年限见表1。

### 2.3 更新了各省(市、区)地理底图与空间数据库

各省(市、区)均在原地矿部2000年完成的全国1:50万地质图数据库中地理底图基础上,在MapGIS平台上,应用、吸收GIS最新技术,收集、使用了大量现势资料,对境界、居民地、水系、交通等要素进行了更新,各省(市、区)之间地理要素都达到了无缝拼接。

### 2.4 制定了编纂地质志的指导性文件

主要包括编志总体设计、管理办法和《中国区域地质志》工作指南3个文件。工作指南根据地质基本理论和有关国标、行标及国际标准,对地层、岩浆岩、地质构造、第四纪地质、岩石圈构造等的划分

表1 中国区域地质志总体部署  
Table 1 Overall arrangements of the compilation of Regional Geology of China

	志 书 名 称	起止年限
省级地质志	山东省、辽宁省、陕西省、安徽省、湖南省、福建省、海南省等省(市、区)区域地质志	2008—2011年
	河北省、江西省、贵州省、宁夏回族自治区等省(市、区)区域地质志	2009—2012年
	甘肃省、内蒙古自治区、湖北省、重庆市、广东省(含香港、澳门特别行政区)、广西壮族自治区、台湾省、吉林省、天津市、北京市等省(市、区)区域地质志	2013—2015年
	黑龙江省、青海省、浙江省、云南省、新疆维吾尔自治区、西藏自治区、四川省、江苏省、上海市、山西省、河南省等省(市、区)区域地质志	2014—2018年
地区级地质志	祁连山地质志、江南造山带地质志	2013—2016年
	秦岭一大别山地质志、大兴安岭地质志、环渤海地质志、海峡两岸地质志、南岭地质志、西南三江(横断山脉)地质志、西北地区地质志	2016—2018年
	黄海、东海地质志、南海地质志、六大区地质志	2017—2019年
全国地质志	分地层、地质构造、岩浆岩、区域地质、前寒武纪地质、第四纪地质志、岩石圈结构构造、地质制图等专业分别编纂志书; 编制全国性系列地质图件及基础数据库	2017—2020年

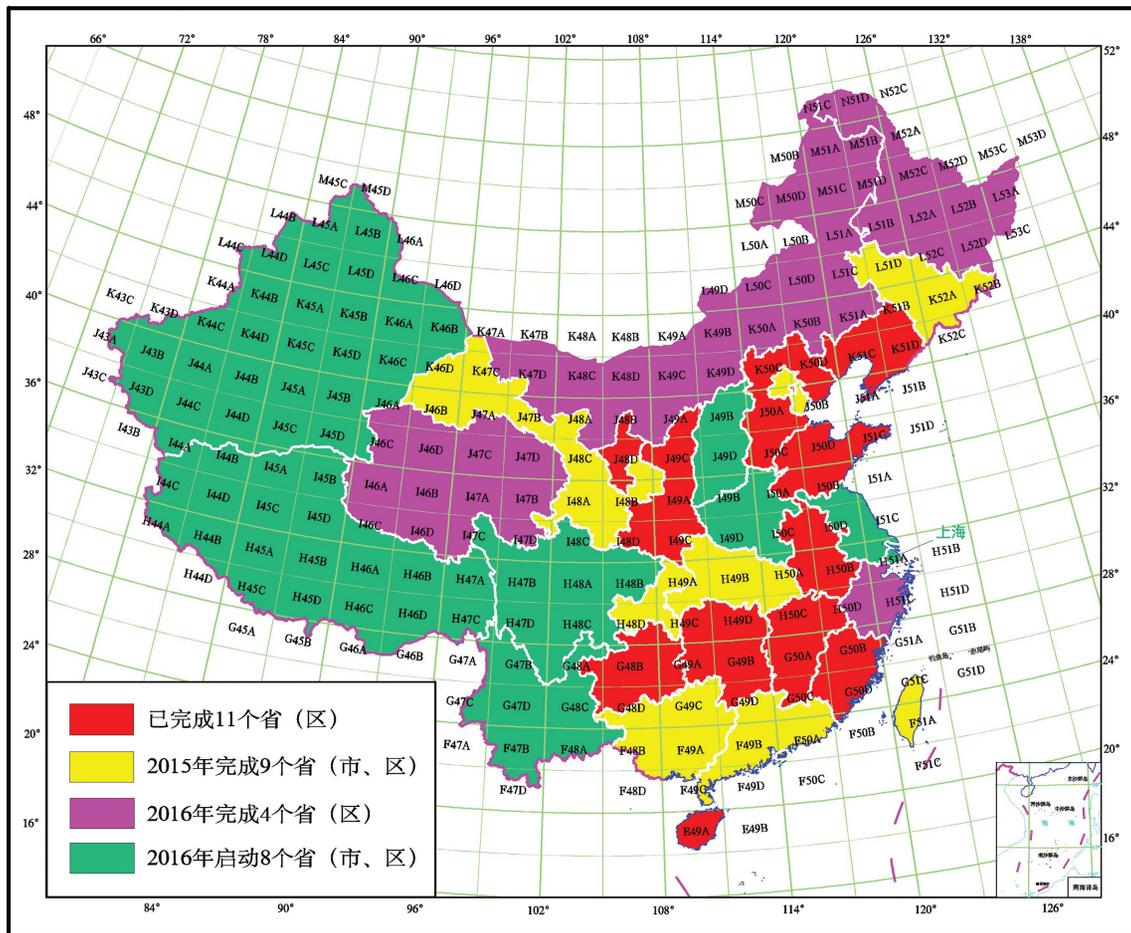


图1 省级地质志进展状况  
Fig.1 The progress in compilation of provincial geology

对比,以及有关地质图件的编制等,都做出了较详细的规定,作为编志的科学技术指导性文件。

### 3 阶段性成果

通过近8年中国区域地质志的编纂,以及在项目实施过程中的专题研究和现场考察交流,取得了丰硕科学成果,解决了诸多地质疑难问题,大幅度地提高了编志地区的地质研究程度。

#### 3.1 前寒武纪地质研究获得新突破

前寒武纪地质一直是我国地质研究上的薄弱环节,争论问题较多。近年来的研究取得较大进展,并有几项重大突破。

##### 3.1.1 鞍(山)—本(溪)地区是中国大陆太古宙古陆核发育最完整地区

通过精细研究和高精度同位素测年,揭示中国东部乃至全国大陆最完整的太古宙古陆核发育在鞍(山)—本(溪)地区,构成中国乃至全球早前寒武纪岩浆活动期次最全的地区。其他地区的古陆核是从中太古代末期—新太古代初期迅速发展起来的。

中国的前寒武纪变质铁矿形成于新太古代晚期(2600~2500 Ma),而非国际地层表中的古元古代早期(2500~2300 Ma)。

##### 3.1.2 对华北早前寒武纪地层进行了调整

曹庄岩组由古太古代改划归中元古代晚期或新太古代;迁西岩群及相当地层由中太古代调整为新太古代早期;化德群由古元古代改划为中元古代等。

##### 3.1.3 提出中—新元古界新的划分方案

通过华北地区基础地质详细研究、系统总结和在青白口系下马岭组及相当地层中获得的1360 Ma左右的同位素年龄数据,颠覆了传统层序划分,给出新的划分方案,并提出在蓟县系和青白口系之间建立2个待建系。这一方案已获全国地层委员会批准,作为2014年新颁布的《中国地层表》的划分方案(图2),所不同的是《中国地层表》只有一个待建系。

##### 3.1.4 重新厘定了“江南造山带”及邻区元古宙地层层序

经几年专题研究和高精度测年数据证明,原划归中元古界的一套地层,包括湖南的冷家溪群、贵州梵净山群、广西四堡群、江西双桥山群等,均属于新元古界,年龄介于850~820 Ma<sup>[1-15]</sup>。只有赣东—皖南铁沙街组仍属于中元古界(1150 Ma左右)<sup>[16-17]</sup>。这一划分

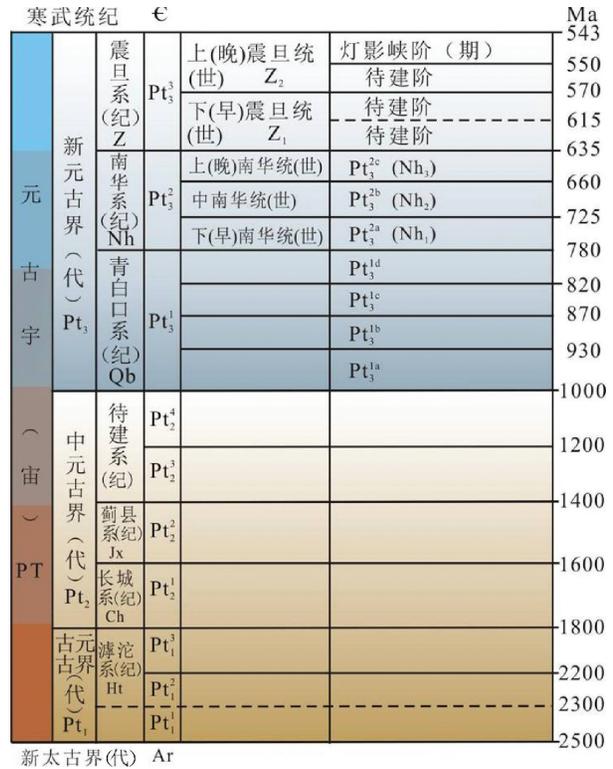


图2 中国中—新元古代地层划分建议方案  
Fig.2 The proposal for the Middle–Upper Proterozoic classification in China

对比方案已被有关省(市、区)地质部门、科研、院校接受(图3)。

#### 3.2 重新厘定了各地区地层系统

通过编志地区地质调查研究资料的系统总结,并依据新获得的大量古生物、同位素年龄及古地磁数据,对全国及编志地区地层进行了系统清理、对比和重新厘定,取得了一些新认识,按2014年新颁布的国际地层规范编制了华北和华南大区古生代与中生代地层对比表。

贵州省在全面清理、研究地层系统的同时,建立了贵州“十大古生物群”:兴义生物群、盘县生物群、关岭生物群、青岩生物群、凯里生物群、瓮安生物群、榔榔生物群、牛蹄塘生物群、小壳生物群、江口庙河生物群,极大地充实了贵州“古生物王国”的化石宝库。

在辽宁省大连地区首次建立了震旦纪水母动物群和蠕虫类组合;通过对“热河生物群”的系统总结,建立了辽西盆地的双壳类、叶肢介、鱼类、两栖

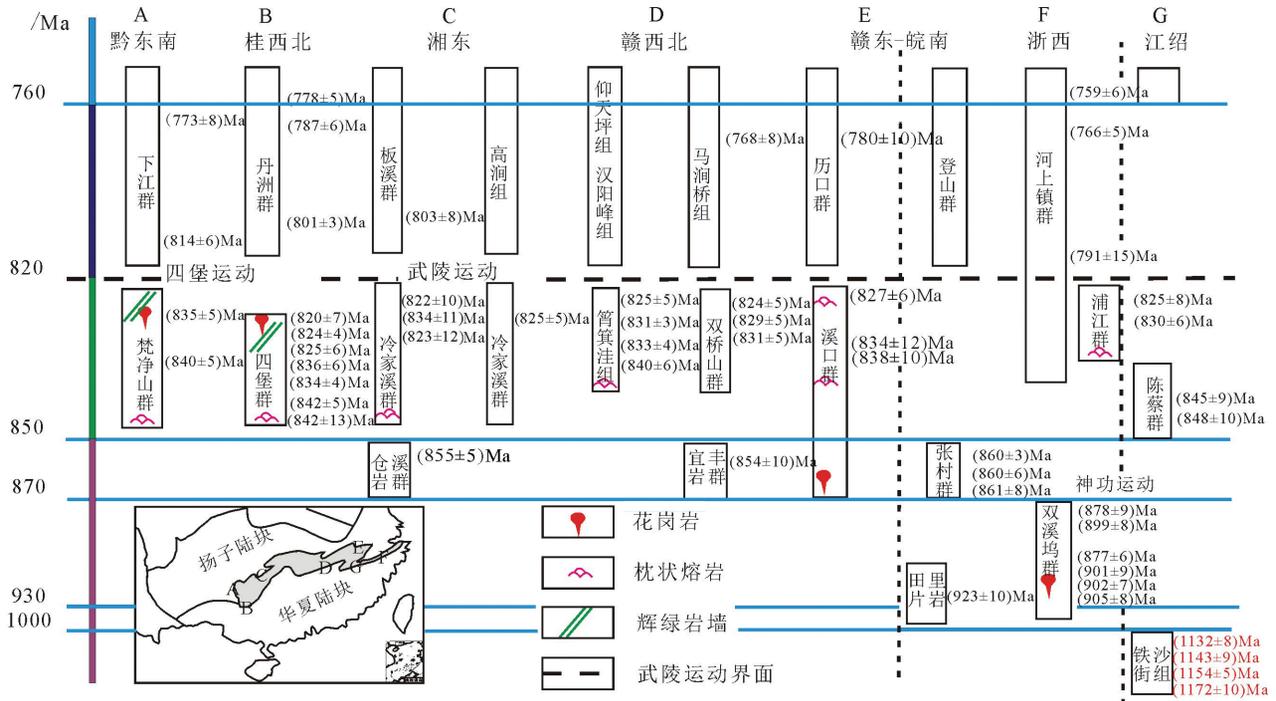


图3 华南地区新元古界地层对比<sup>[1-17]</sup>

Fig.3 Correlation of the Neoproterozoic strata in South China<sup>[1-17]</sup>

类、爬行类、植物类等生物化石组合,完善和丰富了“热河生物群”的门类种属。

### 3.3 总结了岩浆岩时空分布规律

在综合研究岩石类型、岩石系列、岩石组合及地球化学特点基础上,以大量锆石U-Pb年龄或火山岩Ar-Ar年龄为依据,进行了时代划分和岩浆岩分带,编制了岩浆岩图,以重要岩浆事件为主线,以构造块体聚散为背景,总结了岩浆岩时空分布、成因及演化规律,分析了岩浆活动的构造环境。

各省(市、区)都对编志地区岩浆岩资料进行了全面收集和系统总结,获得一些新的发现,提出一些新的认识。湖南省首次对各时代花岗岩岩浆活动与成矿作用关系进行了系统总结,认为本省与花岗岩有关的成矿期主要为侏罗纪和白垩纪。与W、Sn、Mo、Bi等有关的岩石类型主要为H型花岗岩;与Cu、Pb、Zn、Au、Ag成矿有关的主要为C型花岗岩;离子吸附型稀土矿则与加里东期花岗岩关系密切。福建省把省内火山活动划分为6个构造岩浆旋回。把中生代火山活动划分出2个亚带、10个火山喷发带等5个级次火山构造,客观反映了本省岩浆岩时空分布及演化特点。有的省(市、区)把岩浆岩作为“岩石探针”手段,用以研究壳幔相互作用,探讨

岩浆岩成因及大陆地壳生长过程。

### 3.4 进行了构造区划和岩石圈形成演化研究

以全球构造观和板块构造理论为指导,以古生代构造格架为基础,进行了中国大陆构造区划,把全国划分为7个I级单元(板块)、30个II级单元(克拉通、造山带)和103个III级单元(表2)。首次使用板块构造观点统一编制各省(市、区)区域地质构造图和分析研究构造特点。以大陆岩石圈形成演化为主线,进行了构造旋回划分,从太古宙至新生代,共划分出5个大的构造旋回,分析了中国大陆地壳组成和形成演化历史,探讨了我国地质构造的若干特点,并对一些地区构造性质、构造边界等进行了重新厘定。

各省(市、区)都对编志区构造单元进行了细分,一般均划分到V级,总结了构造特点及演化历史,提出若干新认识。例如,海南省地质志编制了中国南海九段线地质依据略图,为九段线提供了海底地质边界科学依据。江西省进行了构造的综合区划与动态区划,重建了中、新元古代华南洋、扬子、华夏陆缘的古构造格局。研究发现,传统的“华夏古陆”发现洋盆地质记录,说明“华夏古陆”既不是克拉通,也非陆块,而是活动性较强的造山系。

表2 不同级别构造单元的命名方案

Table 2 Naming scheme of different level tectonic units

I 级	II 级	III 级		IV-V 级
板	克拉通 (含微陆块、亚板块等)	地块		由各省(市、自治区)自行确定并 予命名。如有涉及相邻省区的划分, 应与相邻省区协商或共同讨论
		克拉通盆地		
		隆起区(带)		
		拗陷区(带)		
		沉陷带, 陆缘沉降带		
		裂谷带、裂陷带、裂陷槽		
		推覆带		
块	造山带 (包括不同的活动大陆边缘、 被动大陆边缘以及中间地块) (命名冠以地质时代)	活动 陆缘	岛弧、岩浆弧	
			弧前盆地、弧后盆地	
			陆缘弧、陆缘火山带	
			增生楔、残余洋盆	
		被动 陆缘	大陆斜坡	
			裂陷盆地	
			裂陷大陆边缘	
中间地块				
上叠盆地 (可以跨越不同板块或位于不同克拉 通和造山带之间)	隆起、拗陷			
	断隆、断拗			
	断阶带			
	残余盆地			

近年研究还发现,以江绍—萍乡带为代表的“华南洋”闭合的时间,可能从新元古代一直延续到早古生代甚至更晚,并在江西、湖南寒武系及奥陶系中首次发现放射虫化石。华北和扬子之间大洋最后消亡的遗迹,不是传统认识上的商丹断裂带,而是宽坪—佛子岭带。

### 3.5 发现典型的洋盆地层系统

在编志过程中,我们会同各省(市、区)专家重点现场考察和专题研究若干地区的蛇绿混杂岩。利用海洋板块地层从洋中脊到汇聚带构造环境变化的当代标准的海洋板块模型重新研究了一些造山带构造环境和岩石组合,发现黑龙江省的黑龙江群与湖北大洪山的花山群是典型的由洋盆地层系统组成的增生混杂岩带。

黑龙江群过去一直被作为佳木斯地块前寒武纪变质基底,时代为元古宙。通过对有关资料的系统分析、专题研究和现场考察证明:黑龙江群实际是由古生代变质基性岩、枕状玄武岩、变硅质岩、深海相铁锰硅质岩、海山玄武岩—大理岩组合岩块和泥质页岩、浊积岩基质组成的较典型的洋盆地层组合(图4),是经蓝片岩相—绿片岩相—绿帘角闪岩

相变质和强烈剪切改造的俯冲增生混杂岩带,代表了佳木斯地块与松嫩地块之间二叠纪—早三叠世俯冲增生杂岩带。

湖北大洪山地区花山群构造性质长期争论。传统上认为它是中生代南秦岭勉略缝合带的东延部分。经深入的专题研究和现场调查研究,证明其岩层序列包括:海山玄武岩—大理岩组合、洋岛型变质基性岩、枕状玄武岩、变硅质岩和硅泥质片岩、浊积岩等组成的洋盆地层系统。在三里岗—小阜岩浆弧中存在岛弧玄武岩—安山岩—英安岩—流纹岩—碎屑岩组合和俯冲TTG侵入岩组合。

### 3.6 成功进行了三维立体地质图编制试点

综合有效利用多款GIS软件(Global Mapper、ArcGIS、MapGIS等),以安徽、辽宁、陕西、湖南、海南等省为例,进行了基于DEM数据的三维立体地质图制作方法的实验研究。

实验结果表明:与传统平面地质图相比,该类地质图立体感和可读性明显增强,图件所表达的信息量显著增大,图面呈现出清晰的三维地质结构,有利于进行综合分析和总结地质规律,提高地质图的质量。

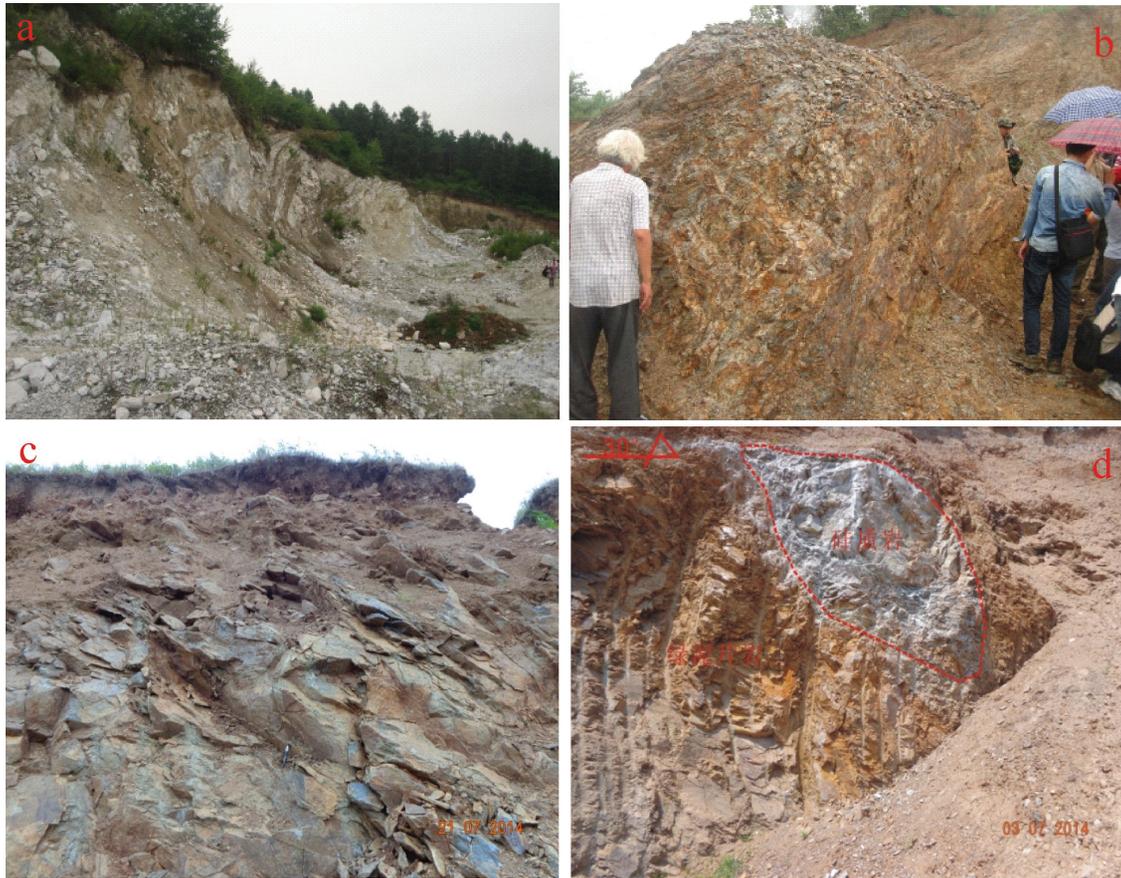


图4 佳木斯地块黑龙江群岩石组合

a—海山玄武岩和大理岩组合;b—深海相铁锰硅质岩和蓝片岩组合;c—变枕状熔岩;d—硅质岩残块

Fig. 4 Rock association of Heilongjiang Group in Jiamusi block

a-Seamounts basalt and marble association; b- Deep-sea manganese iron siliceous rock and blueschist association; c-Metamorphic pillow lava; d-Fragments of siliceous rock

## 4 结 语

中国区域地质志项目的实施和取得的阶段性成果及其对地质工作所发挥的作用,可概括以下7点:

(1)对海量地质成果进行了大综合和大集成。

各编志单位都在充分收集、分析各部门、各种类型地质调查、矿产勘查和科学研究成果基础上,进行了地质、地球物理、地球化学、遥感地质相结合的综合研究和成果集成,为国家提供了一套整套的地质资料,并且总结了规律,分析了特色,扬升了理论,充分反映了各省(市、区)及全国地质研究程度和地质认知水平。

(2)细化和笃行了有关地质规范和标准。

为了统一地质对比和编志标准,在地层区划和地层划分对比、侵入岩类型及分期、构造区划和运

动期序,以及地质图表编绘、地质术语及度量单位使用、参考文献列举等,都根据国标、行标及国际标准做出了统一规定。

(3)破解了一些重大疑难地质问题。

如前所述,通过区调、科研、院校等部门联合组织的专题研究、现场地质考察与学术研讨、省际之间的交流对比等方式,解决了一批重大地质疑难问题,或有新的发现或深化了认识。

(4)总结了大项目科学管理的经验和规律。

①对编写地质志基本要求概括为:“求真务实、尊标守成、增新拾遗、修误存正”16字方针。

②对志书和地质图件要求作到3个“务必”:务必杜绝政治性错误;务必避免科学技术上的重大谬误;务必把一般性错漏降到最低限度。

③对地质图件强调贯彻“内容丰富、彰显特色,



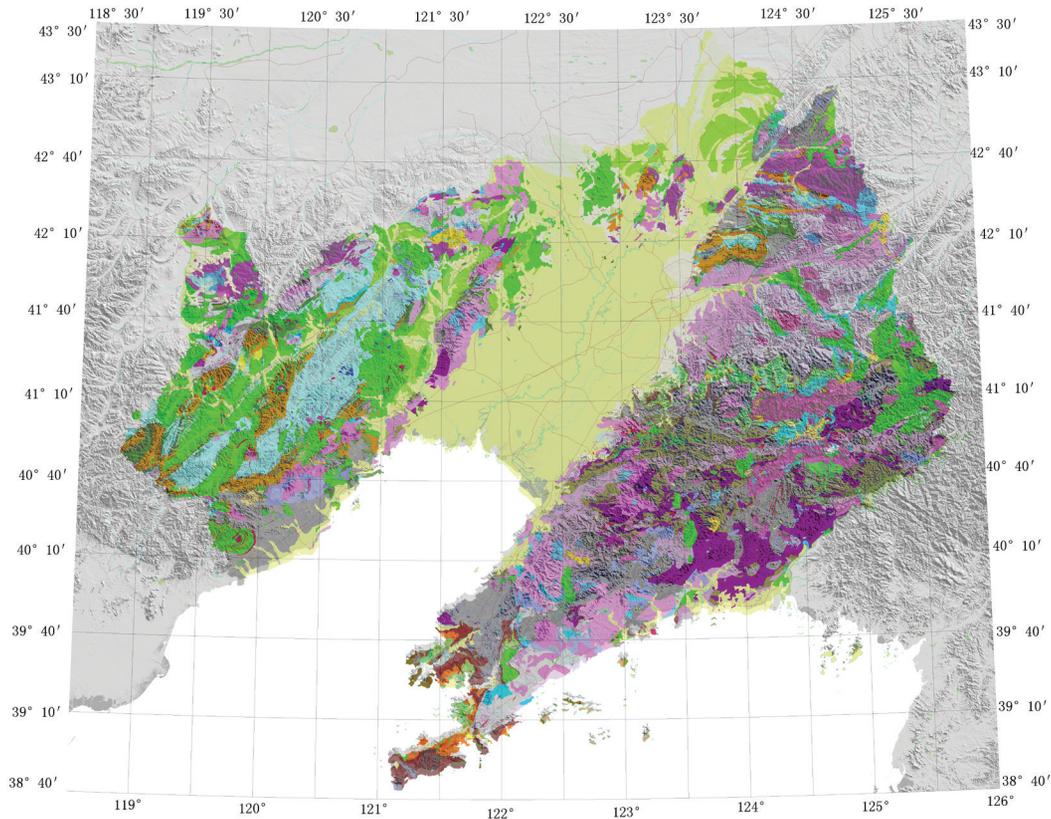


图6 辽宁省三维立体地质图

Fig.6 Three-dimensional geological map of Liaoning Province

中国区域地质志编纂对科技进步的贡献给予了深度、高度的概括和评价。他说:“全国区域地质志编制工作夯实了地质调查百年老店的基础,开辟了打开能源资源宝库以及解决地质环境保护和地灾防治等问题的钥匙,提供了探索推进区域性地质填图改革的依据,创建了地质调查与科学研究有机融合的示范,搭建了地质理论创新和人才培养的平台”。

我们将坚持信心、充满耐心,克服一切困难,精心谋划、精心组织、精心思考,精益求精,勇于创新,善始善终地完成中国区域地质志的编纂工作,力争把这套志书编纂成具有宏观影响的大成果,为地质事业和国家经济社会发展作出重大贡献。

**致谢:**向各省(市、区)、6个大区地调中心和中国地质科学院地质研究所提供资料的同仁们致以衷心感谢。

#### 参考文献(References):

[1] 刘树文, 杨朋涛, 王宗起, 等. 赣东北婺源—德兴地区新元古代浅

变质火山岩的地球化学和锆石U-Pb年龄[J]. 岩石学报, 2013, 29(2): 581-593.

Liu Shuwen, Yang Pengtao, Wang Zongqi, et al. LA-ICPMS zircon U-Pb ages and geochemistry of Neoproterozoic low-grade metavolcanic rocks in Wuyuan-Dexing area of northeastern Jiangxi Province[J]. Acta Petrologica Sinica, 29(2): 581-593(in Chinese with English abstract).

[2] 张恒, 高林志, 李廷栋, 等. 浙西地区新元古代骆家门组锆石SHRIMP U-Pb年龄及地质意义[J]. 地质通报, 2015, 36(2/3): 24-32.

Zhang Heng, Gao Linzhi, Li Tingdong, et al. Zircon U-Pb dating of the Luojiamen Formation in western Zhejiang Province and its geological implications[J]. Geological Bulletin of China, 2015, 34(2/3): 447-455(in Chinese with English abstract).

[3] 高林志, 尹崇玉, 丁孝忠, 等. 华南地区新元古代年代地层标定及地层对比[J]. 地球学报, 2015, 36(5): 533-545.

Gao Linzhi, Yin Chongyu, Ding Xiaozhong, et al. Rating data of the Neoproterozoic chronostratigraphy and stratigraphic correlation in South China[J]. Acta Geoscientica Sinica, 2015, 36(5): 533-545 (in Chinese with English abstract).

[4] Gao L Z, Ding X Z, Zhang C H, et al. Revised chronostratigraphic

- framework of the metamorphic strata in the Jiangnan Orogenic Belt, South China and its tectonic Implications[J]. *Acta Geologica Sinica*, 2012, 86(2): 339–349.
- [5] 高林志, 杨明桂, 丁孝忠, 等. 华南双桥山群和河上镇群凝灰岩中的锆石 SHRIMP U–Pb 年龄——对江南新元古代造山带演化的制约[J]. *地质通报*, 2008, 27(10): 1744–1751.  
Gao Linzhi, Yang Minggui, Ding Xiaozhong, et al. New SHRIMP U–Pb dating for the Shuangqiaoshan Group in South China[J]. *Geological Bulletin of China*, 2008, 27(10): 1744–1758 (in Chinese with English abstract).
- [6] 高林志, 黄志忠, 丁孝忠, 等. 赣西北新元古代修水组和马涧桥组 SHRIMP 锆石 U–Pb 年龄[J]. *地质通报*, 2012, 31(7): 26–33.  
Gao Linzhi, Huang Zhizhong, Ding Xiaozhong, et al. Zircon SHRIMP U–Pb dating of Xiushui and Majianqiao Formations in northwestern Jiangxi Province[J]. *Geological Bulletin of China*, 2012, 31(7): 1086–1093(in Chinese with English abstract).
- [7] Li Z X, Wartho J A, Occhipinti S, et al. Chaomin Baoc early history of the eastern Sibao Orogen (South China) during the assembly of Rodinia: New mica  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  dating and SHRIMP U–Pb detrital zircon provenance constraints[J]. *Precambrian Research* 159 (2007) 79–94.
- [8] Li X H, Li W X, Li Z X, et al. 850–790 Ma bimodal volcanic and intrusive rocks in northern Zhejiang, South China: A major episode of continental rift magmatism during the breakup of Rodinia[J]. *Lithos*, 2008, 102(1/2): 341–357.
- [9] 张传恒, 高林志, 史晓颖, 等. 梵净山群火山岩锆石 SHRIMP 年龄及其年代地层学意义[J]. *地学前缘*, 2014, 21(2): 139–143.  
Zhang Chuanheng, Gao Linzhi, Shi Xiaoying, et al. SHRIMP age of the volcanic rock from the Fanjingshan Group and its chronostratigraphic significances[J]. *Earth Science Frontiers*, 2014, 21(2): 139–143 (in Chinese with English abstract).
- [10] 王敏, 戴传固, 王雪华, 等. 贵州梵净山白云母花岗岩锆石年代、铪同位素及对华南地壳生长的制约[J]. *地学前缘*, 2011, 18(5): 213–223.  
Wang Min, Dai Chuangu, Wang Xuehua, et al. In-situ zircon geochronology and Hf isotope of muscovite-bearing leucogranites from Fanjingshan, Guizhou Province, and constraints on continental growth of the Southern China block[J]. *Earth Science Frontiers*, 2011, 18(5): 213–223 (in Chinese with English abstract).
- [11] 高林志, 戴传固, 丁孝忠, 等. 侵入梵净山群白岗岩锆石 U–Pb 年龄及白岗岩底砾岩对下江群沉积的制约[J]. *中国地质*, 2011, 38(6): 1111–1118.  
Gao Linzhi, Dai Chuangu, Ding Xiaozhong, et al. SHRIMP U–Pb dating of intrusive alaskite in the Fanjingshan Group and alaskite basal conglomerates: Constraints on the deposition of the Xiajiang Group[J]. *Geology in China*, 2011, 38(6): 1111–1118 (in Chinese with English abstract).
- [12] Li X H. U–Pb zircon ages of granites from the southern margin of the Yangtze Block: Timing of Neoproterozoic Jinning Orogeny in SE China and implications for Rodinia Assembly[J]. *Precambrian Research*, 1999, 97:43–58.
- [13] 高林志, 戴传固, 刘燕学, 等. 黔东南—桂北地区四堡群凝灰岩锆石 SHRIMP U–Pb 年龄及其地层学意义[J]. *地质通报*, 2010, 29(9): 1259–1267.  
Gao Linzhi, Dai Chuangu, Liu Yanxue, et al. Zircon SHRIMP U–Pb dating of tuff bed of the Sibao Group and implication for its stratigraphic significance[J]. *Geological Bulletin of China*, 29(9): 1259–1268 (in Chinese with English abstract).
- [14] 高林志, 陆济璞, 丁孝忠, 等. 桂北地区新元古代地层凝灰岩锆石 U–Pb 年龄及地质意义[J]. *中国地质*, 2013, 40(5): 1443–1452.  
Gao Linzhi, Lu Jipu, Ding Xiaozhong, et al. Zircon U–Pb dating of Neoproterozoic tuff in South Guangxi and its implications for stratigraphic correlation[J]. *Geology in China*, 2013, 40(5): 1443–1452 (in Chinese with English abstract).
- [15] 周效华, 张彦杰, 廖圣兵, 等. 皖赣相邻地区双桥山群火山岩的 LA–ICP–MS 锆石 U–Pb 年龄及其地质意义[J]. *高校地质学报*, 2012, 18(4): 609–622.  
Zhou Xiaohua, Zhang Yanjie, Liao Shengbing, et al. LA–ICP–MS zircon U–Pb geochronology of volcanic rocks in the Shuangqiaoshan Group at Anhui–Jiangxi boundary region and its geological implication[J]. *Geological Journal of China Universities*, 2012, 18(4): 609–622 (in Chinese with English abstract).
- [16] 张恒, 李廷栋, 高林志, 等. 赣东北中元古界铁沙街组石英角斑岩和流纹岩锆石 SHRIMP U–Pb 年龄、Hf 同位素及地球化学特征[J]. *地质论评*, 2015, 61(1): 65–78.  
Zhang Heng, Li Tingdong, Gao Linzhi, et al. Zircon SHRIMP U–Pb dating, geochemistry, and tectonic significance of the Tieshajie Formation in the Jiangshan–Shaoxing Fault zone—Evidence from the Cathaysia[J]. *Geological Review*, 2015, 61(1): 65–78 (in Chinese with English abstract).
- [17] 高林志, 刘燕学, 丁孝忠, 等. 江山–绍兴断裂带铁沙街组流纹岩 SHRIMP 锆石 U–Pb 测年及其意义[J]. *地质通报*, 2013, 32(7): 996–1005.  
Gao Linzhi, Liu Yanxue, Ding Xiaozhong, et al. Geochronographic dating of the Tieshajie Formation in the Jiangshan–Shaoxing fault zone and its implications[J]. *Geological Bulletin of China*, 2013, 32(7): 996–1005 (in Chinese with English abstract).