

doi: 10.12029/gc20160324

闵隆瑞, 王永, 王成, 等. 一幅新的第四纪地质及地貌图的编制——以宁夏与山东为例[J]. 中国地质, 2016, 43(3): 1026–1032.

Min Longrui, Wang Yong, Wang Chen, et al. The compilation of a new Quaternary geology and geomorphology map with special reference to Ningxia and Shandong[J]. Geology in China, 2016, 43(3): 1026–1032(in Chinese with English abstract).

## 一幅新的第四纪地质及地貌图的编制 ——以宁夏与山东为例

闵隆瑞<sup>1</sup> 王 永<sup>1</sup> 王 成<sup>2</sup> 许克民<sup>3</sup> 庞健峰<sup>1</sup> 迟振卿<sup>1</sup> 董 进<sup>1</sup>

(1. 中国地质科学院地质研究所, 北京 100037; 2. 宁夏回族自治区地质调查院, 宁夏 银川 750021;  
3. 山东省地质调查院, 山东 济南 250013)

**摘要:**为了更好地与生态环境及灾害地质紧密结合, 第二代全国区域地质志编制项目规定第四纪地质及地貌图必须编图件之一。图件内容包括第四纪地质体的时代、成因类型、岩性和地貌成因形态组合类型、活动断裂及海侵范围等重要地质内容, 同时, 附第四纪地质-地貌典型剖面 and 重要的地貌景点。图件特点: (1) 图件的地理底图是首次用数字高程模型 (DEM) 数据灰度图作背景; (2) 第四纪地质内容与地貌成因形态类型同编为一幅图; (3) 第四纪地质体的面色用成因类型色表示; (4) 地貌部分划分了不同级别成因形态类型和有特色的微地貌景点。总之, 图面有立体感, 地形高差明显, 层次分明, 色彩鲜艳, 是一幅崭新的图件, 可供防灾治理和地质旅游参考应用。

**关键词:** 第四纪地质; 地质图; 地貌图; DEM

中图分类号: P534.63 文献标志码: A 文章编号: 1000-3657(2016)03-1026-07

### The compilation of a new Quaternary geology and geomorphology map with special reference to Ningxia and Shandong

MIN Long-rui<sup>1</sup>, WANG Yong<sup>1</sup>, WANG Chen<sup>2</sup>, XU Ke-min<sup>3</sup>,  
PANG Jian-feng<sup>1</sup>, CHI Zhen-qing<sup>1</sup>, DONG Jin<sup>1</sup>

(1. Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China; 2. Ningxia Institute of Geological Survey, Yinchuan 250013, Ningxia, China; 3. Shandong Institute of Geological Survey, Jinan 250013, Shandong, China)

**Abstract:** Quaternary geology and geomorphology map is one of the series of maps in the second edition of the National Regional Geology Annals, with special attention paid to the close integration with ecological environment and geological disasters. The map includes such important geological contents as Quaternary geological epoch, genetic type, combination type of lithology and geomorphology genesis, active faults and transgression range with the attachment of the typical profiles of Quaternary geology-geomorphology and important landscape attractions. The map has the following characteristics: (1) Digital elevation model (DEM) grayscale image is for the first time used as background for the geographic base map. (2) Quaternary geology features and

收稿日期: 2015-12-31; 改回日期: 2016-04-05

基金项目: 中国地质调查局项目 (1101021120115, DD20160120-07) 资助。

作者简介: 闵隆瑞, 女, 1938 年生, 研究员, 主要从事第四纪地质研究; E-mail: MLR@cags.ac.cn。

geomorphologic genetic types are compiled on the same map. (3) The colors of Quaternary geological bodies are indicated by the colors of genetic types. (4) Geomorphologic part is divided into different levels of morphological types and geneses of distinctive micro-topography attractions. In short, the map is a brand new one with three-dimensional drawing, obvious terrain elevation, fine arrangement, bright color, and availability for disaster prevention and control and geological tourism applications.

**Key words:** Quaternary geology; geological map; geomorphologic map; DEM

**About the first author:** MIN Long-rui, female, born in 1938, senior researcher, mainly engages in the study of Quaternary geology; E-mail: MLR@cags.ac.cn.

**Fund support:** Supported by China Geological Survey Program (No. 1101021120115, 1101021120118).

第二代全国区域地质志编制项目包括了第四纪地质综合研究,其中涉及到第四纪地层、第四纪成因类型、地貌成因形态组合和新构造等一些研究领域,它们均与人类可持续发展和生态环境整治息息相关,是愈来愈被人们重视的研究领域。因此,在这次编制地质志的任务中,不但要求充分反映这方面的相关内容,并要求编制一幅以数字高程模型(DEM)数据作地理底图的第四纪地质及地貌图,其目的是更好地为环境地质、灾害地质、国土整治等提供基本资料和信息。

## 1 编制第四纪地质及地貌图件的指导思想及要求

第四纪地质及地貌图是由第四纪不同时期、不同成因类型、不同岩性的地质体、地貌成因形态组合类型和新构造断裂等组合而成的。而第四纪成因类型、岩性、地貌及断裂主要受第四纪时期新构造运动和全球或区域性气候波动等因素控制。因此,编制第四纪地质及地貌图的指导思想是,以新构造运动和全球变化为主线,准确地反映地球表层系统在内、外营力作用下第四纪沉积物时空分布、发展特点及规律,及地貌形态组合类型与新构造运动的内在联系,更好地为有关学科和部门提供环境地质、灾害地质及国土整治等等的背景资料和信息。

图件是科学研究必不可少的一种手段,它能直观地反映研究领域研究的内容和新的动向。第二代全国区域地质志是代表21世纪初第四纪及地貌等领域的新成果,因此,要求在全面收集前人资料的基础上,特别要反映新技术、新方法的各项测试成果和最新动态,总结各区域第四纪地质和地貌分布特征及规律。

## 2 第四纪地质及地貌图表示的内容

第四纪地质及地貌图主要反映地表及一定深

度第四纪地质体的时代、成因类型、岩性和地貌分区和成因形态组合类型、活动断裂及海侵界线等重大地质事件。另附第四纪典型剖面、重要地貌景点、古人类化石点等。

### 2.1 第四纪地层地质时代及岩石地层单位

随着新技术、新方法的应用,特别是近40年来<sup>14</sup>C、热释光(TL)、光释光(OSL)、电子自旋共振法(ESR)、铀系法等测年方法及古地磁的广泛应用,大大提高了第四系划分、对比的研究水平。2009年国际地层委员会确认第四系是系一级年代地层单位,把第四系底界下移到格拉斯阶底界,由位于意大利西西里岛的Monte San Nicola金钉子定义,年龄值为2.59 Ma<sup>[1]</sup>。目前国内一般采用岩石地层、生物地层、气候地层和年代地层等多重地层划分的原则。年代地层划分方案参照2001年《中国地层指南及中国地层指南说明书(修订版)》的划分方案<sup>[2]</sup>。第四纪二分,分为更新统(Qp)和全新统(Qh)。更新统又划分为3个阶,全新统未分。中国根据黄土及河湖相地层古地磁测定<sup>[3,4]</sup>,结合生物群组合面貌和古气候由暖转冷(或凉)的开始,暂将中国第四系下限定为2.6 Ma(即古地磁松山反极性时与高斯正极性时界线附近)。下、中更新统的界线定为0.78 Ma,即古地磁布容正极性时与松山反极性时(B/M)的界线,相当于深海氧同位素19阶段底,处于古气候变化主导周期转型时段<sup>[5]</sup>。中、上更新统的界线定为0.128 Ma<sup>[6]</sup>,即相当深海氧同位素第5阶段底界,代表末次间冰期开始。全新统与更新统界线定为0.011 Ma<sup>[6]</sup>,即相当深海氧同位素第1阶段底界,全新世代表冰期结束温暖期(冰后期)开始。全新统在中国地层指南(2001年)中未分,但考虑到全新世与人类活动关系更为密切,故在这次编写地质志时将其划为三分。全新世早期与欧洲北方期、前北方期气候期对比,代表气候转温暖;中期与欧洲大西洋、亚北方期气候对比,代表气候暖湿;晚期与亚大西洋期气候对

比,代表气候温湿<sup>[7]</sup>。下、中全新统的界线暂定为0.0075 Ma,中、上全新统的界线暂定为0.0025 Ma。

第四系发育较好且研究程度较高的地质体,需用“时代+组名”表示。研究程度较低的地质体,仅用“时代+成因”表示即可。

## 2.2 第四纪沉积物成因类型及岩性花纹

第四纪沉积物成因类型与内、外动力有内在紧密联系。多种多样的成因类型组合不但充实丰富了第四纪研究内容和图面的色彩,而且是灾害地质、农业地质等重要参考资料。中国第四纪沉积物发育良好,成因类型复杂,准确地表示出地质体的成因是我国地质图的重要内容之一。

第四纪成因类型划分方案是:首先考虑各种不同的外营力的作用,将不同外营力划分为数个成因组合;然后,以成因组合为单位进一步划分出不同地貌部位、不同外营力形式下产生发育的不同沉积类型。

为了与全球变化和环境结合得更好,第四纪地质及地貌图增加了红土型残坡积物、崩积物、泥石流堆积物、冻土等成因类型。黄土成因若能分出风成、水成、残积等成因的,则分。在大片发育风成沙的地区,应标出风成沙的类型(新月型或垅岗型等),并用尖头表示出风向。

图面上,成因类型除用符号代表外,还有沉积物岩性花纹颜色分别表示不同成因组合。风化残积、重力堆积及岩溶堆积组合用粉色岩性花纹表示;流水沉积、湖沼沉积组合用绿色岩性花纹表示;冰川、冰缘组合、海陆交互及海洋组合用蓝色岩性花纹表示;风力组合(包括黄土)用棕色岩性花纹表示。

不同内、外动力作用产生不同的第四纪沉积物岩性组合,岩性组合与沉积物成因类型有紧密联系。在第四纪地质及地貌图上,要求表示第四系沉积物成因类型岩性花纹符号。目前,沉积物的粒度分类标准尚不统一,我们建议参照工程地质勘察规范有关划分方案。

## 2.3 地貌部分

研究构造地貌位置,地形高度,内、外营力对地貌形成的控制作用,地貌的物质组分,地貌形态特征等是探讨地貌形成、发展演化的重要内容。而地貌面的海拔和地表的相对起伏度(一般指单位面积或宽度内的高差)<sup>[8-10]</sup>是最基本的地貌形态指标。

地貌单元命名原则是,采用内、外营力作用+地貌形态特征。以内营力为主,外营力为辅的,如以断块隆起作用等为主,可命名为断块隆起高(中)山区等;以外营力为主,内营力为辅的,如以流水侵蚀作用、风力作用、喀斯特化作用等为主的,可命名为流水侵蚀中山区、风成堆积盆地区、喀斯特化丘陵区等。若能反映地貌物质组分的也可说明之,如:由花岗岩组成的侵蚀-剥蚀丘陵区等。

微地貌形态类型是地貌成因形态类型组成部分。如:岩溶地貌中洞穴、峰林等;风蚀地貌中新月型沙丘等;流水地貌中阶地等;重力地貌中滑坡等。

图面上用符号表示微地貌形态类型。

## 2.4 新构造部分

新构造运动与第四纪地质有着不可分割的内在联系,是第四纪地质图的组成部分。新构造运动一般指上新世以来的构造运动<sup>[11]</sup>。活动构造时限目前尚不统一<sup>[12-14]</sup>,有的采用全新世(10 ka)以来活动的<sup>[13]</sup>,有的采用更新世晚期(12~15 ka)以来活动的<sup>[14]</sup>,我们偏向于后者。

图面上要求表示上新世以来新构造断裂和更新世晚期(Q<sub>3</sub>)以来的活动断裂两种构造线条,前者用黑色线条;后者用红色线条。

另外,要表示第四纪火山岩和火山口。第四纪火山岩不按地层处理,按岩体处理。其代号为火山岩岩性代号+时代,如:βQ<sub>3</sub><sup>1</sup>,βQ<sub>3</sub><sup>2</sup>,βQ<sub>3</sub><sup>3</sup>,βQh。

## 2.5 地理底图

第四纪地质及地貌图的底图用数字高程模型(DEM)数据灰度图(图1~3)表示。在山地丘陵区,主要出露前第四纪地层,因而,能较好地显示出DEM数据灰度图表示的基岩高差的影像特征。平原,盆地区,由于全部覆盖第四系,而第四系的面色用成因类型色表示,这样,成因类型色与地理底图灰色调叠加一起,导致地质体色不清晰。因而,在平原、盆地区可去地理底图的灰色色调。

## 2.6 其他

### (1) 古人类化石点

图面上标出古人类化石点及编号。

### (2) 海侵界线

图上标出第四纪不同时期最大海侵线和贝壳堤,注上地质时代或年龄数据。

### (3) 雪被

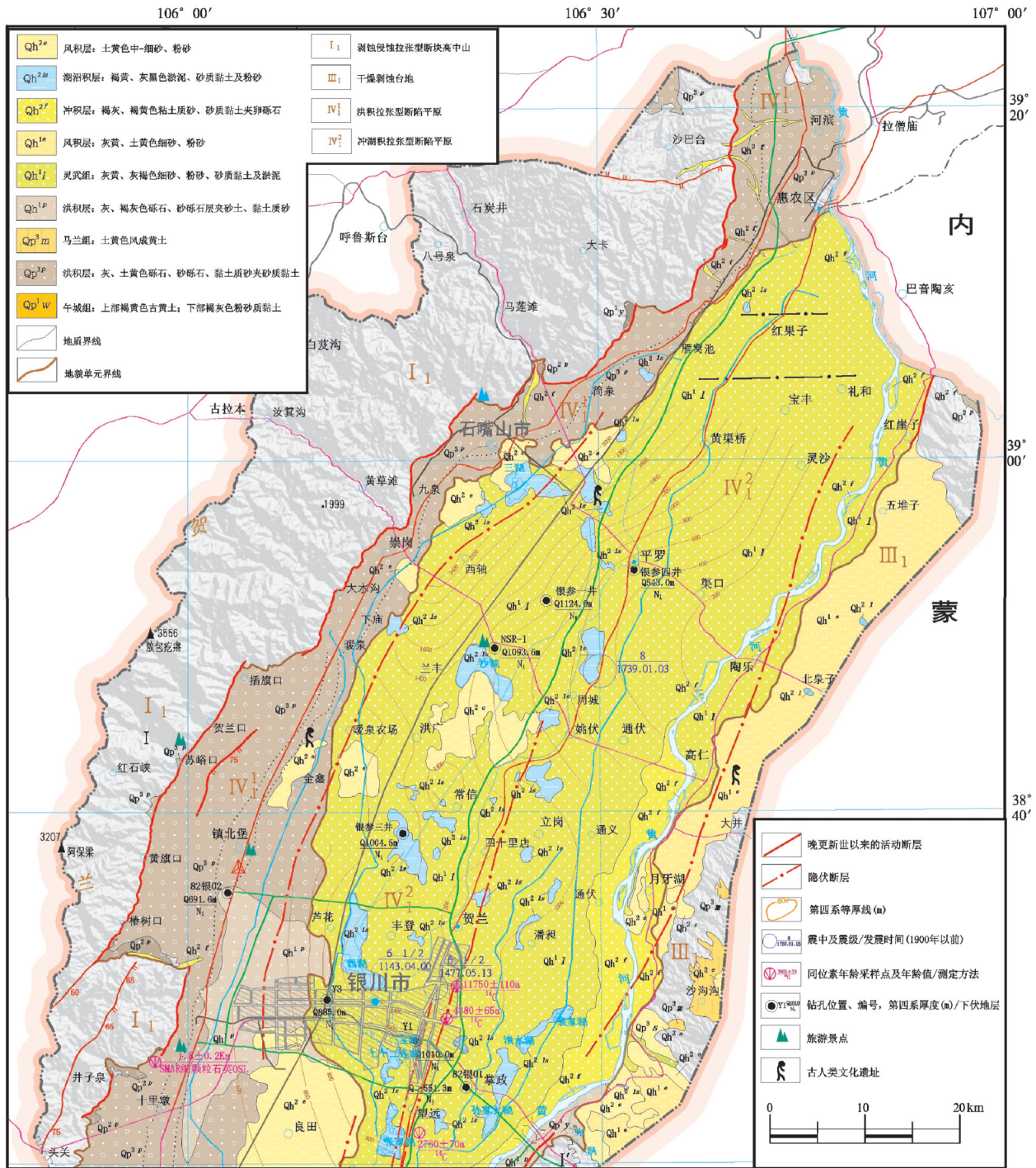


图1 宁夏回族自治区(北部)第四纪地质及地貌图  
Fig.1 Quaternary geology and geomorphological map of Ningxia (northern part)

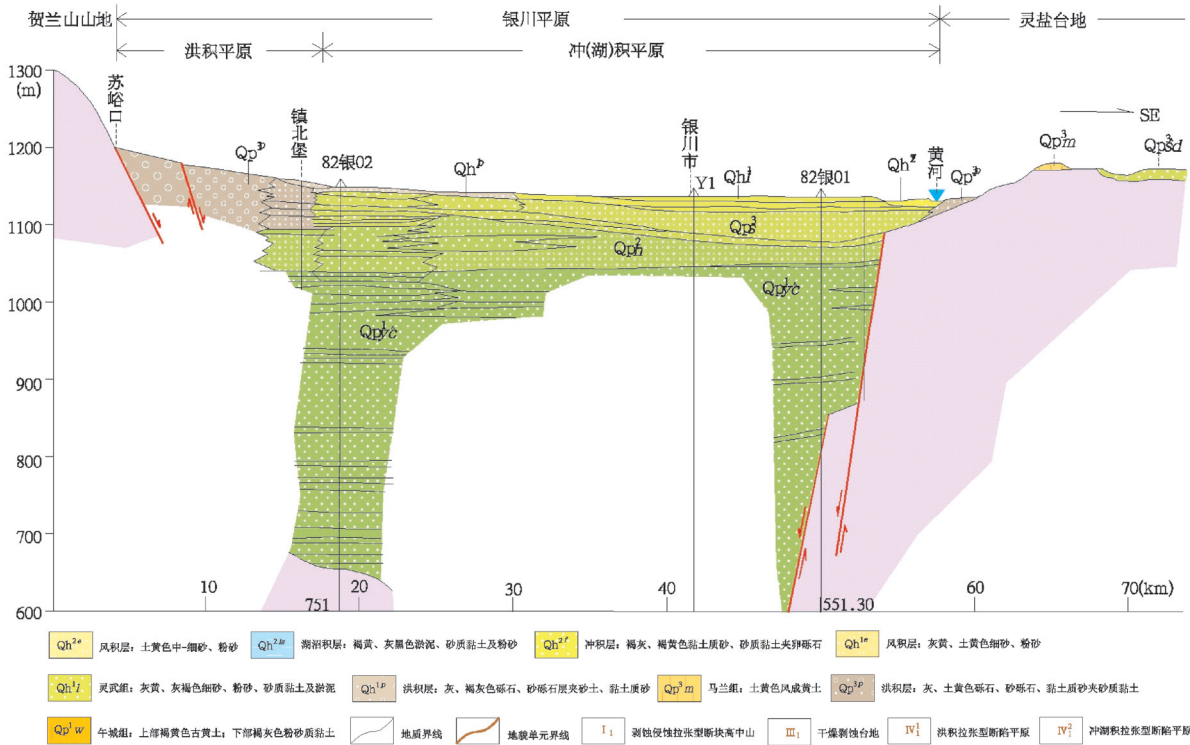


图2 宁夏贺兰山—银川—灵盐剖面图  
Fig.2 Geological section of Helanshan-Yinchuan-Lingyan, Ningxia

在高山区,要圈出现代雪被范围。

### 3 图件特点

现以宁夏回族自治区第四纪地质及地貌图(图1、图2)和山东省第四纪地质及地貌图(图3)的部分内容展示图件特点如下。

#### 3.1 用DEM数据作底图

图件的地理底图是首次用数字高程模型(DEM)数据灰度图作背景(图1,图3)。图面有立体感,灰度色深浅不一,地形高差明显,图面新颖,便于生态环境和灾害地质分析应用。

#### 3.2 第四纪地质与地貌融合一体

以前编制的图件常常将第四纪地质图与地貌图分开,成为2幅独立的图。但第四纪沉积物是受内、外动力控制的,与地貌要素密切相关,也就是说往往在一定的地貌部位堆积一定的第四纪沉积物,如:高山处发育冰川沉积物;山前常常堆积大洪积扇的堆积物;盆地低洼处常常是湖相沉积物堆积区等。因此,第四纪地质与地貌融合一体,能更好地

分析它们之间的内在联系。故本次编图采用了第四纪地质与地貌合为一体的编图方案。

#### 3.3 第四纪地质体的面色用成因类型色表示

第四纪沉积物成因类型直接反映了地貌面貌和生态环境,不同时期的成因类型反映了不同时期的古地理、古生态环境。现第四纪地质体的面色用成因类型色表示,就能一目了然地看到不同地区的各种地理环境面貌。地理环境面貌与水文、工程建设及防灾治理关系密切。

#### 3.4 基岩部分反映了地貌成因形态类型

基岩部分在DEM灰度图上圈出不同级别、不同成因(用罗马字代号表示)的成因形态类型界线,让读者能了解到本区域内以哪种内、外作用力为主的地貌成因形态类型。另用各种符号表示不同的微地貌类型。这样便于有关部门采取防灾治理和开展地质旅游的依据。

**致谢:**在第四纪地质及地貌图编制中,得到中国地质调查局基础部翟刚毅处长、张智勇处长和地质志编制项目负责人李廷栋院士、丁孝忠研究员以

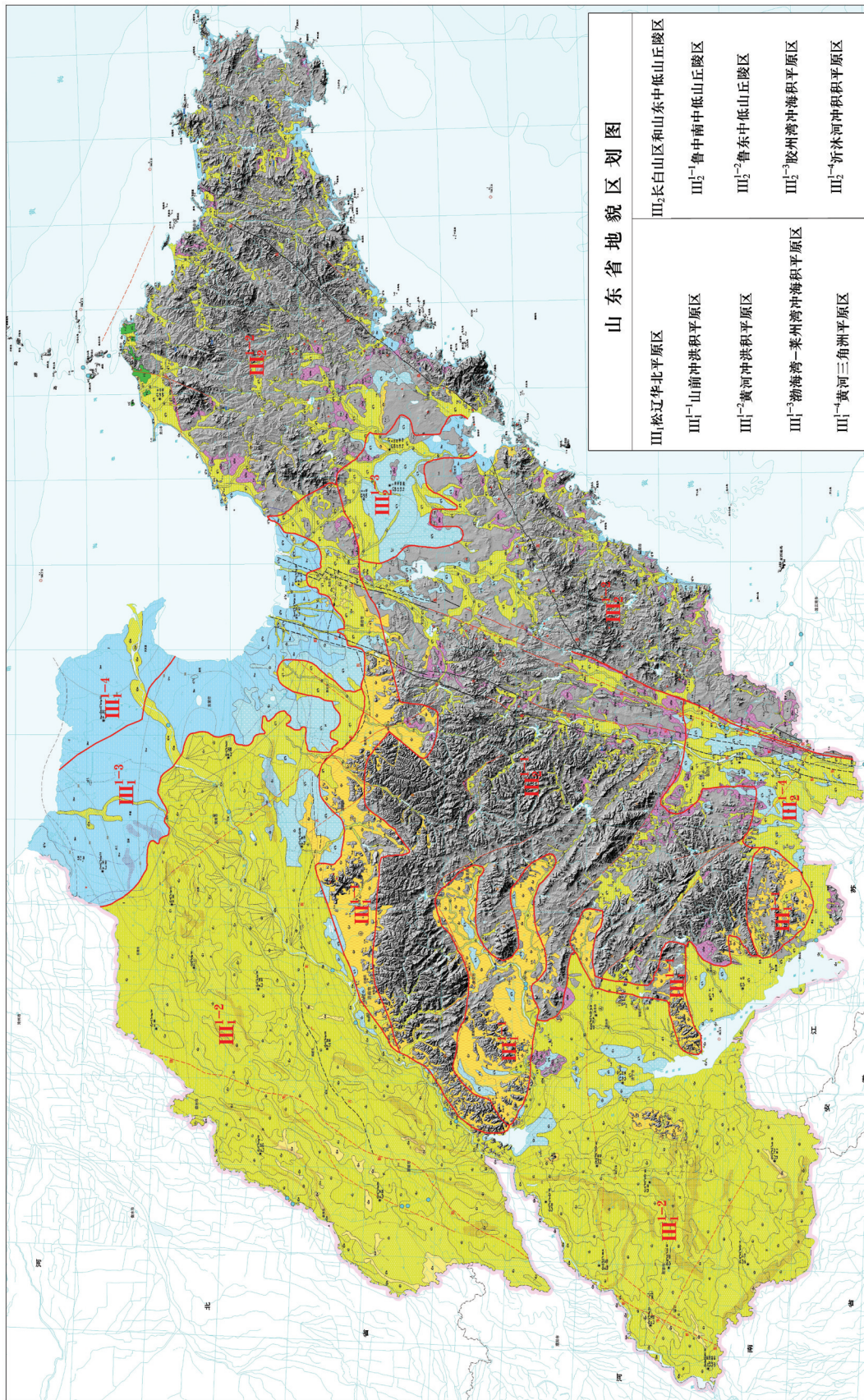


图3 山东省第四纪地貌区划图  
Fig.3 Quaternary geomorphological map of Shandong Province

及参加地质志项目的各省市总工及项目负责人的大力支持和协助,在此一并表示衷心感谢!

### 参考文献(References):

- [1] Cita M B, Pillans B. Global stages, regional stages or no stages in the Plio/Pleistocene? [J] *Quaternary International*, 2010, 219: 6–15.
- [2] 全国地层委员会编. 中国地层指南及中国地层指南说明书(修订版)[M]. 北京: 地质出版社, 2001.  
China Commission of Stratigraphy. Stratigraphical Guide of China and Its Explanation (Revised Edition) [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2001(in Chinese).
- [3] 安芷生, 王俊达, 李华梅. 洛川黄土剖面的古地磁研究[J]. 地球化学, 1977, (4): 239–249.  
An Zhisheng, Wang Junda, Li Huamei. Paleomagnetic research of the Lochuan Loess section[J]. *Geochimica*, 1977, (4): 239–249(in Chinese with English abstract).
- [4] 闵隆瑞, 张宗祜, 王喜生, 等. 河北阳原台儿沟剖面泥湾组底界的确定[J]. 地层学杂志, 2006, 30(2): 103–108.  
Min Longrui, Zhang Zonghu, Wang Xisheng, et al. The basal boundary of the Nihewan formation at the Tai'ergou section of Yangyuan, Hebei Province[J]. *Journal of Stratigraphy*, 2006, 30(2): 103–108(in Chinese with English abstract).
- [5] 王汝建, Abelman A, 李保华, 等. 南沙海区放射虫组合在中更新世气候转型时的突然变化[J]. 科学通报, 2000, 45(3): 314–318.  
Wang Rujian, Abelman A, Li Baohua, et al. Abrupt variations of the radiolarian fauna at Mid-Pleistocene climate transition in the South China Sea[J]. *Chinese Science Bulletin*, 2000, 45(10): 952–955(in Chinese with English abstract).
- [6] 刘嘉麒, 刘强. 中国第四纪地层[J]. 第四纪研究, 2000, 20(2): 129–141.  
Liu Jiaqi, Liu Qiang. Quaternary stratigraphy in China[J]. *Quaternary Sciences*, 2000, 20(2): 129–141(in Chinese with English abstract).
- [7] 闵隆瑞. 第四纪[C]//中国地质调查局地层古生物研究中心. 中国各地质时代地层划分与对比. 北京: 地质出版社, 2005.  
Min Longrui. Quaternary[C]//Center for Stratigraphy and Paleontology, China Geological Survey. Stratigraphic Division and Correlation of Each Geologic Period in China. Beijing: Geological Publishing House, 2005(in Chinese).
- [8] 周成虎, 程维明, 钱金凯. 数字地貌遥感解析与制图[M]. 北京: 科学出版社, 2009: 7–29.  
Zhou Chenhu, Cheng Weiming, Qian Jinkai. Digital Geomorphological Interpretation and Mapping from Remote Sensing[M]. Beijing: Science Press, 2009: 7–29(in Chinese).
- [9] 沈玉昌. 中国地貌的类型与区划问题的商榷[J]. 中国第四纪研究, 1958, 1(1): 33–41.  
Shen Yuchang. The discussion on geomorphological types and compartmental problems of China[J]. *Quaternary Sinica*, 1958, 1(1): 33–41(in Chinese with English abstract).
- [10] 李炳元, 潘保田, 韩嘉福. 中国陆地基本地貌类型及其划分指标探讨[J]. 第四纪研究, 2008, 28(4): 535–543.  
Li Bingyuan, Pan Baotian, Han Jiafu. Basic terrestrial geomorphological types in China and their circumscription[J]. *Quaternary Sciences*, 2008, 28(4): 535–543(in Chinese with English abstract).
- [11] 任纪舜, 姜春发, 张正坤, 等. 中国大地构造及其演化[M]. 北京: 科学出版社, 1981.  
Ren Jishun, Jiang Chunfa, Zhang Zhengkun, et al. China Tectonics and Its Evolution[M]. Beijing: Science Press, 1981(in Chinese).
- [12] 赵勇, 蔡向明, 王继明, 等. 北京平原构造断块划分及微断块第四纪活动性探讨[J]. 中国地质, 2015, 42(6): 1876–1884.  
Zhao Yong, Cai Xiangming, Wang Jiming. The division of “small blocks” of structure in Beijing plain — a discussion on the activity of micro block in Quaternary period[J]. *Geology in China*, 2015, 42(6): 1876–1884(in Chinese with English abstract).
- [13] 强祖基. 什么叫活断层[J]. 地震, 1982, (1): 8.  
Qiang Zuji. What's the active fault? [J]. *Earthquake*, 1982, (1): 8(in Chinese with English abstract).
- [14] 邓起东. 中国活动构造研究[J]. 地质论评, 1996, 42(4): 295–299.  
Deng Qidong. Active tectonics in China[J]. *Geological Review*, 1996, 42(4): 295–299(in Chinese with English abstract).