

中国东部陆缘中区中—新生代区域断裂系统 时空分布特征、迁移规律及成因类型

孙晓猛¹, 王璞珺¹, 郝福江², 包亚范³, 马旭¹, 韩国卿¹

(1. 吉林大学 地球科学学院, 吉林 长春 130026; 2. 吉林大学 应用技术学院 吉林 长春 130022; 3. 吉林省第三地质调查所, 吉林 四平 136000)

摘要: 中国东部陆缘中区中—新生代深大断裂十分发育。根据断裂的时空分布规律, 可划分出 4 个断裂系: 燕山造山带断裂系、秦岭—大别—苏鲁造山带断裂系、郑庐断裂系及东海陆架盆地—冲绳海槽断裂系。4 个断裂系具有各自不同的断裂迁移规律: 燕山造山带印支—燕山期断裂具有从早到晚从 EW→NE→NNE 向偏转迁移规律; 秦岭—大别造山带北麓逆冲推覆作用的强度在印支—燕山早期表现出南强北弱、东强西弱和东断西褶趋势, 同时具有由东向西由早到晚穿时迁移演化特征, 燕山末期—喜山早期则相反, 表现出北强南弱、西强东弱的构造特征; 郑庐断裂系的活动对盆地的控制作用具有由早到晚由西向东、由南向北迁移规律; 东海陆架盆地—冲绳海槽断裂的形成时代具有明显的从西向东越来越新的迁移规律。4 个断裂系及构造迁移规律分别是板块碰撞—陆内俯冲、陆内造山、走滑、板块俯冲后退 4 种不同地球动力学背景中的产物。

关键词: 中国东部; 中—新生代; 断裂系; 断裂构造迁移; 成因类型

中图分类号: P542.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-5888(2005)05-0554-10

Space time Distribution Features, Migration Regularities and Genetic Types of Regional Fault System of Meso Cenozoic in the Central Section of Epicontinent of the East China

SUN Xiaomeng¹, WANG Pujun¹, HAO Fuhjiang², BAO Yafan³, MA Xu¹, HAN Guoqing¹

(1. College of Earth Sciences, Jilin University, Changchun 130026, China; 2. College of Applied Technology, Jilin University, Changchun 130022, China; 3. Third Geological Survey, Jilin Province, Siping 136000, China)

Abstract: Deep and large faults developed very well in the central section of epicontinent of the East China. Based on the space time distribution of the faults, four fault systems are divided, namely, Yanshan orogenic belt fault system, Qinling Dabie Sulu orogenic belt fault system, Tanlu fault system and East China Sea shelf basin Okinawa trough fault system. The four fault systems have different migration regularities of the faults. The faults of Indosinian epoch Yanshan epoch of Yanshan orogenic belt have deflective migration regularity from EW direction to NE direction to NNE direction from the early to the late periods. The strength of thrust nappe of the Qinling Dabie orogenic belt fault system shows a tendency of being strong in the south and in the east, weak in the north and in the west and of faulting in the east and folding in the west in Indosinian early Yanshan epochs. Meanwhile, the faults have the feature of diachronous migration evolution from the east to the west from the early to the late periods.

收稿日期: 2004-09-27

基金项目: 国家自然科学基金项目(40272043); 中国石油天然气集团总公司“九五”科技工程项目(970206-01); 中国石油化工股份有限公司“十五”科技开发项目(P00002)

作者简介: 孙晓猛(1954-), 男, 吉林长春人, 教授, 博士, 主要从事区域大地构造及地层古生物研究, Tel: 0431-5210567, E-mail: sunxiaomeng5210@163.com.

On the contrary, the last Yanshanian - early Himalayaian epochs show the tectonic feature of being strong in the north and in the west, weak in the south and in the east. The activity and basin controlling function of the Talu fault system are characterized by the migration from south to north from early to late periods. The formation time of the East China Sea shelf basin Okinawa trough fault system become apparently younger from west to east. The four fault systems and their structural migration are the products of different geodynamic backgrounds: collision of plates, intracontinental subduction, intracontinental orogeny, strike slip, plate subduction and retreat.

Key words: East China; Mesozoic; fault system; fault migration; genetic types

中国东部陆缘中区包括燕山及其以南,长江以北,太行山以东的广阔陆域和南黄海、东海海域。区内分布有渤海湾、开封、南华北、南襄、胶莱、苏北—南黄海以及东海等一系列中—新生代含油气盆地(图1)。这些盆地的形成、发育与演化,与区域深大断裂系统有着密切的成因联系。因此,研究区域断裂的时空配置、断裂性质、活动期次、迁移转化规律、成因机制以及控盆作用,不仅对深化区内中、新生代区域构造演化具有重要的理论意义,而且在成盆、成藏规律研究和寻找有利油气聚集区带,为石油部门油气勘探进行战略决策提供依据等都具有十分重要的现实意义。

断裂系构造迁移是指在同一时期的不同地区,以及不同时期相同地区或不同地区,断裂的规模、强度、性质随区域地球动力的变化而呈现一定方向的变化规律。不同断裂系和构造迁移类型有着完全不同的成因,是特定地球动力学机制的产物。因此,断裂系类型和构造迁移类型是鉴别不同地球动力学机制的直接和非常重要的标志之一。中国东部陆缘中区中—新生代断裂十分发育,根据断裂的时空分布规律,可划分出4个断裂系:燕山造山带断裂系、秦岭—大别—苏鲁造山带断裂系、郯庐断裂系及东海陆架盆地—冲绳海槽断裂系(图1)。4个断裂系具有各自不同的构造迁移规律。

1 燕山造山带断裂系时空分布特征及构造迁移规律

1.1 断裂系时空分布特征

断裂系分布于燕山造山带及其邻区。该区在中—新生代经历了中三叠世末期、早侏罗世末期、中侏罗世末期—晚侏罗世、白垩纪末期和古近纪末期5期挤压逆冲和晚三叠世—早侏罗世、中侏罗世、白

垩纪和古近纪4期拉张断陷成盆作用。5期挤压逆冲作用分别为:中三叠世末期,以EW向密云—喜峰口逆冲断裂为代表^[1,2];早侏罗世末期,以EW向汤河口—下板城断裂、NE向杨杖子—瓦房店断裂、建昌—朝阳断裂为代表^[3](图2);中侏罗世末期—早白垩世,在不同的地球动力学背景下形成了两种不同的断裂类型,一种是呈EW向展布于华北北部的巨型逆冲推覆带,该带有两个强烈活动时期:中侏罗世末期,以EW向尚义—平泉逆掩断裂为代表;晚侏罗世—早白垩世,以EW向康保—围场—开原断裂、丰宁—隆化断裂、大庙—娘娘庙断裂为代表^[4](图2)。这些断裂向西可与大青山EW向大型逆冲推覆构造和阿拉善盟北缘中蒙边界地区的EW向大型逆冲推覆构造^[5,6]相连,东西绵延1800 km,构成了一条巨型的阴山—燕山EW向逆冲推覆构造体系。第二种断裂类型呈北东向分布在燕山造山带中。中侏罗世末期—晚侏罗世是燕山造山带遭受强烈挤压变形时期,挤压作用使髫髻山组及土城子组发生褶断,形成了一系列NE40°~50°方向展布的逆冲推覆构造和褶皱,其上又被早白垩世东岭台组(或义县组)呈不整合覆盖。如北京西山百花山向斜、髫髻山向斜、青白口穹隆以及云蒙山滑覆—推覆系、十三陵逆掩断裂等,它们在空间上呈斜列式斜跨于早期EW向褶皱和断裂之上^[9,10]。在辽西地区,该期断裂以凌源—东官营子逆冲断裂、南宫营子—北票逆冲断裂、大屯—锦州逆冲断裂为代表,中侏罗世之前形成的建昌—朝阳逆冲断裂也强烈活动(图2)。这一时期的挤压变形奠定了辽西地区的逆冲推覆构造格局^[3]。白垩纪末期发生的逆冲断裂活动多为NE—NNE向,主要是以沿早期断裂重新活动为特征,断裂的范围和强度已经远不如前几个阶段,以北票盆地的南天门逆冲断裂为代表^[3,11]。古近纪末

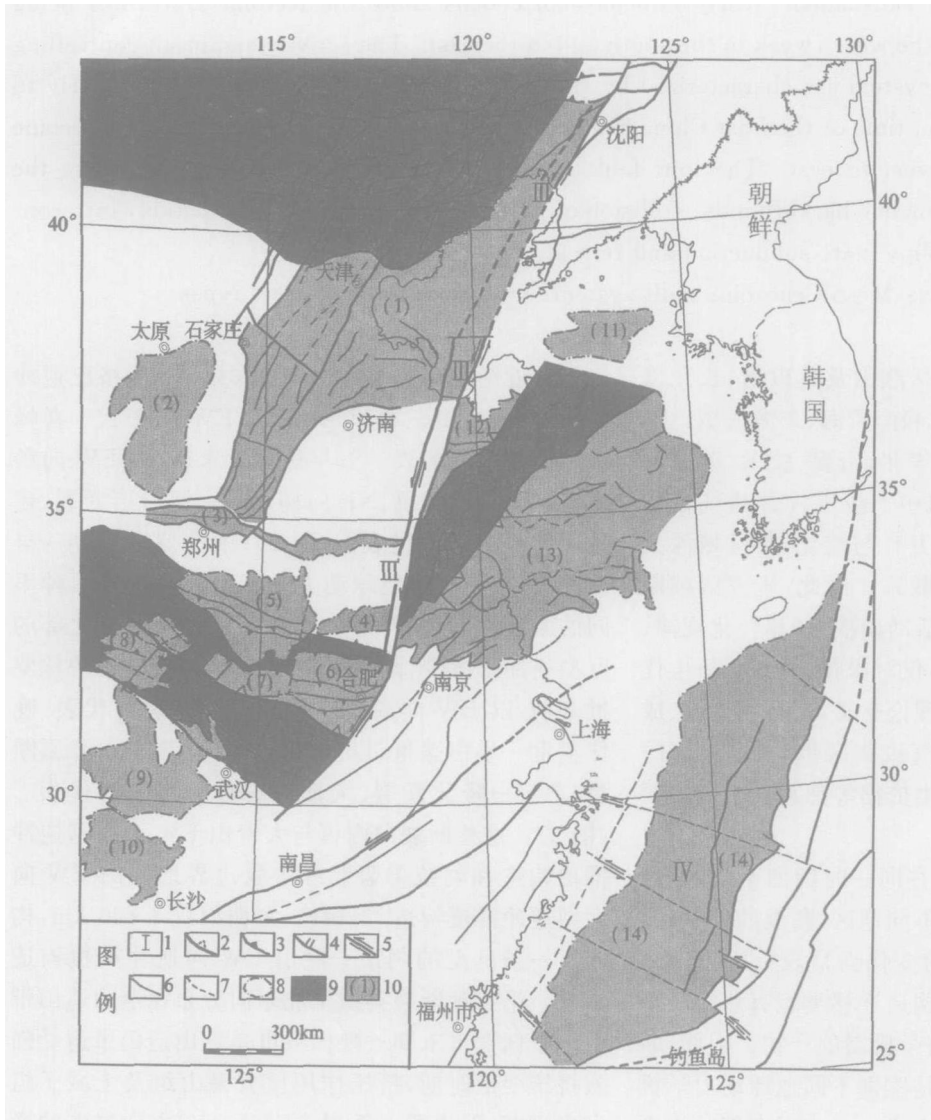


图 1 中国东部陆缘中区中—新生代深大断裂及盆地分布略图

Fig. 1 Sketch map of deep and large faults and basins of Mesozoic in the central section of epicontinent of the East China

- 1. 断裂系: I. 燕山造山带断裂系; II. 秦岭—大别—苏鲁造山带断裂系; III. 郯庐断裂系; IV. 东海陆架盆地—冲绳海槽断裂系; 2. 板块缝合带; 3. 逆断层及逆掩断层; 4. 正(张性)断层; 5. 走滑断层; 6. 性质未分断层; 7. 推测断层; 8. 盆地边界线; 9. 造山带分布区; 10. 盆地分布区; (1) 渤海湾盆地; (2) 沁水盆地; (3) 开封拗陷; (4) 固镇拗陷; (5) 周口拗陷; (6) 合肥盆地; (7) 信阳盆地; (8) 南襄盆地; (9) 江汉盆地; (10) 洞庭盆地; (11) 北黄海盆地; (12) 胶莱盆地; (13) 苏北—南黄海盆地; (14) 东海盆地

期, 在华北、下辽河盆地中也形成了一些 NNE 向逆冲断裂。

5 期逆冲推覆作用在时间上相对短暂, 其间被早侏罗世(如北京百花山—门头沟近 EW 向张性断裂和断陷含煤盆地)、中侏罗世(如朝阳—北票、金岭寺—羊山盆地中同沉积断裂^[11])、白垩纪(如 NNE 向上黄旗—乌龙沟断裂、紫荆关断裂、太行山东麓断裂、沧东断裂等走滑拉张断裂)(图 2)和古近纪(如华北、下辽河盆地中同沉积断裂)拉张、走滑断陷期隔开。上述挤压、走滑和拉张断陷成盆作用相互交替演化, 奠定了燕山造山带中—新生代构造格局。

1.2 断裂系构造迁移规律

燕山造山带中三叠世末期逆冲断裂、早侏罗世拉张断陷、早侏罗世末期的逆冲断裂、中侏罗世末期

逆冲断裂主要呈 EW 向。前已详述, 从中侏罗世末期—古近纪末期, 逆冲、走滑和拉张断陷随时间推移由 EW 向向 NE、NNE 方向左旋偏转迁移; 火山活动也由早侏罗世的 EW 向转为中侏罗世的 NE 向和早白垩世的 NNE 向。因此, 燕山造山带断裂具有从早到晚从 EW→NE→NNE 向明显的偏转迁移规律。

2 秦岭—大别—苏鲁造山带断裂系时空分布特征及构造迁移规律

2.1 断裂系时空分布特征

断裂系的主要断裂有: 商城—丹凤缝合带、勉略—襄樊缝合带、牟平—五莲缝合带、连云港—黄梅缝

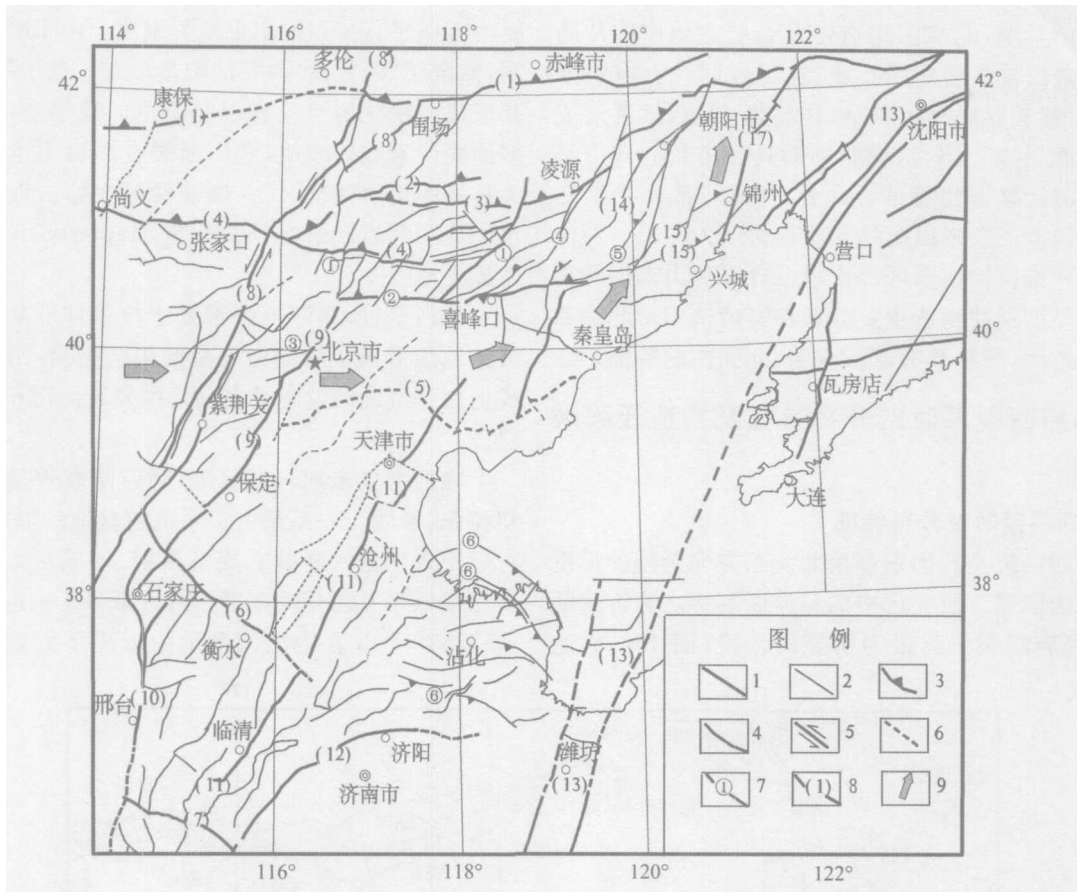


图 2 燕山造山带 - 渤海湾盆地中、新生代断裂系统及构造迁移规律

Fig. 2 Sketch map of fault systems and tectonic migration regularities of Meso Cenozoic in the Yanshan orogenic belt to Bohaiwan basin

根据野外地质调查、河北省区域地质志^[7]和辽宁省区域地质志^[8]等资料编: 1. 深大断裂; 2. 一般断裂; 3. 逆断层及逆掩断层; 4. 正(张性)断层; 5. 走滑断层; 6. 推测断层; 7. T_2 - J_2 主要断裂; ①汤河口一下板城断裂; ②密云-喜峰口断裂; ③百花山-门头沟断裂; ④杨杖子-瓦房店断裂; ⑤建昌-朝阳断裂; ⑥济阳拗陷逆冲断裂; 8. J_3 - K_1 末期主要断裂: (1)康保-围场-开原断裂; (2)丰宁-隆化断裂; (3)大庙-娘娘庙断裂; (4)尚义-平泉断裂; (5)固安-宁河-昌黎断裂; (6)无极-衡水断裂; (7)临漳-魏县断裂; (8)上黄旗-乌龙沟断裂; (9)紫荆关-灵山断裂; (10)太行山东麓断裂; (11)沧州断裂; (12)兰聊断裂; (13)郑庐断裂; (14)南官营子-北票断裂; (15)大屯-锦州断裂; 9. 断裂迁移方向

合带、秦岭一大别造山带逆冲推覆构造带, 以及受苏鲁造山带与江南隆起带共同控制的下扬子前陆区成对逆冲推覆带等。该区中一新生代断裂构造发生多期次、多性质的活动。根据野外调查和综合前人资料, 可分为 5 期逆冲推覆作用和 3 期走滑、拉张断陷作用。5 期逆冲推覆作用包括印支期($T_2 - T_3$)、燕山早期(J_2 末)、燕山晚期(K_1 末期)、燕山末期(K_2 末期)和喜马拉雅早期(E 末期); 3 期走滑、拉张作用包括早白垩世、晚白垩世和古近纪^[15](已另文详述)。逆冲推覆作用与走滑、拉张断陷作用交替脉动式进行, 造就了秦岭一大别-苏鲁造山带及下扬子区中一新生代大地构造格局。

2.2 断裂系构造迁移规律

秦岭一大别造山带北部中一新生代逆冲推覆构造具有明显的时空迁移特征, 体现在同一期次断裂在不同区域内规模和强度明显不同, 并发生穿时迁移演化; 不同期次断裂在强度及其地球动力学机制上也明显不同。在北淮阳构造带、合肥盆地和信阳盆地中, 印支期逆冲推覆构造最为发育, 断裂的规模和强度也最大。向西、向北至周口坳陷, 逆冲推覆构造的强度和规模已明显减少, 构造样式是断裂和褶皱并存, 褶皱构造以较宽缓的斜歪褶皱为主。再向西至东秦岭地区, 该期逆冲推覆构造少见踪迹而以褶皱构造为主。因此, 印支期构造具有东强西弱、东断西褶的构造迁移规律(图 3)^[15]

燕山早期,北淮阳构造带及合肥盆地中的冲断与秦岭造山带同期冲断相比,在形成时代上有一个时间差,前者形成时代较早(J_2 末期- J_3),后者形成时代较晚(J_3 末- K_1),说明冲断具有由东向西由早到晚穿时迁移演化特征。此外,印支-燕山早期逆冲推覆构造还表现出南强北弱趋势^[15](图3)。燕山晚期逆冲推覆构造全区都比较发育。燕山末期和喜马拉雅早期逆冲构造主要分布在秦岭造山带北缘和东秦岭地区,断裂具有西强东弱、北强南弱特征。

3 郟庐断裂系时空分布特征及构造迁移规律

3.1 断裂系时空分布特征

郟庐断裂是我国东部呈北北东方向延伸的最重要的深大断裂。研究区中的郟庐断裂称之为沂沭断裂,是郟庐断裂出露最为明显的地段(图1)。它主

要由4条平行排列的主干断裂组成。由于断裂的切割,形成了“两堑夹一垒”的构造形式。数十年来,对其形成与演化历史一直存在争论。近年来,越来越多的同位素数据表明,郟庐断裂在早白垩世表现为大规模的走滑活动^[16,17],断裂两侧生物古地理资料也印证了郟庐断裂在早白垩世 Hauterivian 期发生左旋走滑^[18]。

晚白垩世,郟庐断裂带处于拉张伸展状态。在沂沭地区形成了两堑夹一垒的构造格局,沿地堑形成上白垩统断陷盆地并在盆地中发育同沉积张性断层。

晚白垩世末期-古近纪,郟庐断裂带呈右旋剪切拉张,导致了一系列古近系沉积盆地的形成发育。古近纪末期进入断裂右旋挤压期,形成巨大的陡立挤压褶皱带及昌乐县鄌郚镇古近系砂岩中巨型构造透镜体带^[19]。在渤海湾盆地中形成了大量影响古

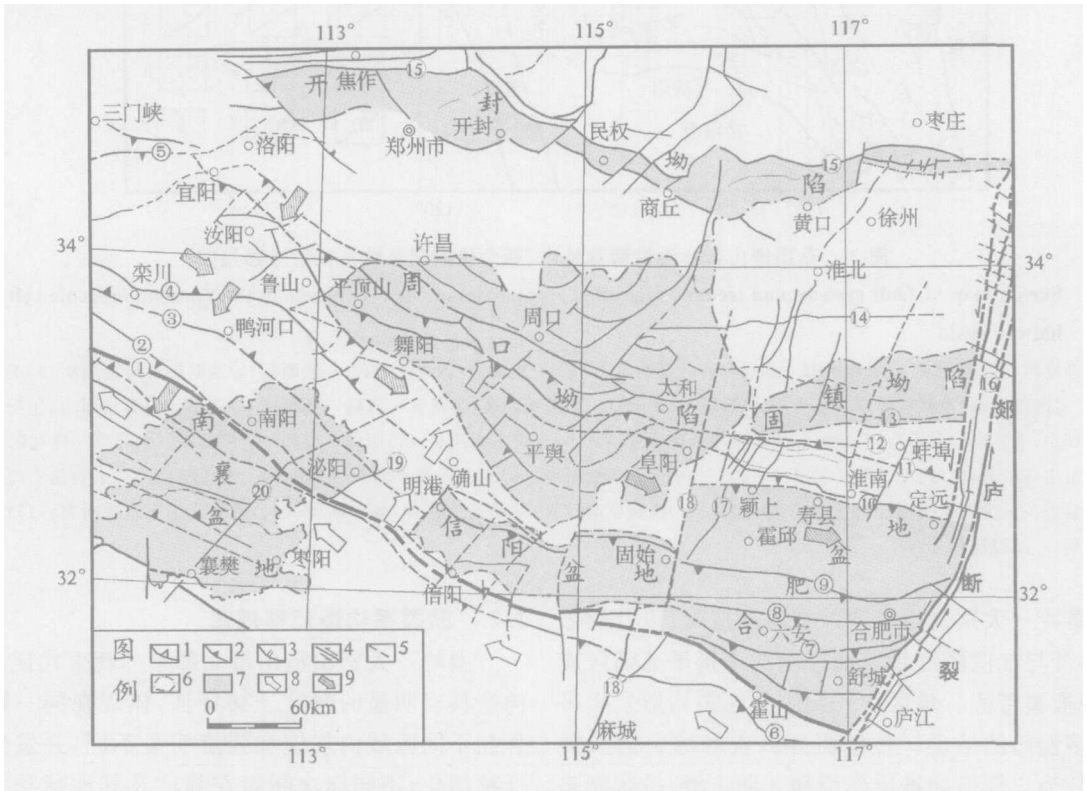


图3 秦岭一大别山造山带北部中-新生代断裂系统及构造迁移规律

Fig. 3 Distribution map of fault systems and tectonic migration regularities of Meso Cenozoic in the north of Qinling Dabie shan orogenic belt

根据野外地质调查及河南省区域地质志^[12]、安徽省区域地质志^[13]和 Zhang G W^[14]资料编;主要断裂:①商南-丹风缝合线;②朱阳关-夏馆-大河断裂;③瓦穴子-鸭河口-明港断裂;④栾川-确山-固始断裂;⑤潼关-宜阳-鲁山-舞阳-阜阳-淮南断裂;⑥桐柏-晓天-磨子潭断裂;⑦六安断裂;⑧蜀中断裂;⑨固始-肥中断裂;⑩颍上-一定远断裂;⑪刘麻断裂;⑫怀远断裂;⑬利辛断裂;⑭宿北断裂;⑮太行山南-丰县-沛县断裂;⑯郟庐断裂;⑰长山东断裂;⑱团山-麻城断裂;⑲栗阳-泌阳断裂;⑳曲注断裂;1. 板块碰撞带;2. 逆及逆掩断层;3. 正(张性)断层;4. 走滑断层;5. 推测断层;6. 盆地边界线;7. 盆地分布区;8. 印支-燕山早期断裂迁移方向;9. 燕山晚期-喜山早期断裂迁移方向

近系的逆冲断层和褶皱^[20]。在依兰—伊通盆地的舒兰凹陷内, 古近系呈现右旋雁列状褶皱, 并被新近系不整合覆盖^[21]。

新近纪以来, 郯庐断裂带及邻区的构造应力场呈近东西向挤压, 主要表现为新生代褶皱和逆冲推覆构造, 第四系沉积逆冲到老地层之上。郯庐断裂带切穿莫霍面直达上地幔, 碱性玄武岩及幔源包体沿断裂带展布。

3.2 断裂系构造迁移规律

郯庐断裂构造迁移主要体现在对盆地的控制作用上。早白垩世, 郯庐断裂左旋走滑控制了断裂两侧众多盆地的形成, 如苏北盆地和下扬子中小盆地群、合肥盆地东部、石场—中楼盆地、胶莱盆地等走滑盆地的形成以及在渤海湾、济阳和鲁西南地区受郯庐断裂带左旋走滑的影响, 先期 NW 向逆冲断层发生负反转形成的 3 个北西向断堑系。

晚白垩世, 以郯庐断裂为界分为东、西两大区。西区普遍上升隆起, 遭受剥蚀, 只有个别地区如合肥地区东北部等地发生沉积; 东区(包括郯庐断裂本身)以伸展作用为主, 形成大范围的断陷和坳陷沉积。因此, 郯庐断裂控制了该时期东坳西隆构造格局的形成。古近纪, 大体以潍坊一带为界, 其北沿郯庐断裂两侧广泛出现了地堑式断陷盆地, 如莱洲湾—潍北坳陷、济阳坳陷、黄骅坳陷、渤中凹陷和辽东湾坳陷等。其南部除了合肥盆地东部和潜山盆地继续发育外, 皖南和沂沭断裂带处于隆起状态^[22], 说明郯庐断裂对盆地的控制作用由晚白垩世的的东西向变化转为古近纪的南北向变化。

古近纪时期的郯庐断裂带不仅控制了不同盆地的构造沉积迁移, 而且控制了同一盆地沉积中心的迁移。在渤海湾盆地, 具有从南向北、由陆向海沉积中心不断向北迁移的特点。张云银^[23]划分出两条迁移带: 一条是从南部潍北凹陷(孔店组沉积中心)—东营凹陷(沙三、沙四段沉积中心)—沾化凹陷(沙三、沙一段沉积中心)—渤中凹陷(沙三、沙一段、东营组沉积中心); 另一条迁移带是从黄骅坳陷南部的南皮凹陷(孔店组为主)—黄骅坳陷中部的歧口等凹陷(沙河街组为主)—黄骅坳陷东北部的南堡凹陷(沙河街组及东营组), 反映了渤海湾盆地古近纪凹陷沉积中心的总趋势也具有明显的向北迁移现象。

总之, 郯庐断裂控制的盆地, 在早白垩世广泛分布, 晚白垩世绝大部分分布于断裂东部, 古近纪主要分布于潍坊以北地区, 说明郯庐断裂对盆地的控制

作用具有由早到晚由西向东、由南向北迁移规律。渤海湾盆地古近纪凹陷沉积中心也具有明显的向北迁移现象。

4 东海陆架盆地—冲绳海槽断裂系时空分布特征及构造迁移规律

断裂系分布于东海陆架盆地、钓鱼岛隆起和冲绳海槽地区, 主要由 NNE 向和 NW 向两组断裂组成(图 4)。从苏鲁造山带—下扬子地区—东海陆架盆地—冲绳海槽, 断裂的形成时代具有由西向东由早到晚迁移规律。连云港—黄梅缝合带形成于印支期; 下扬子成对逆冲推覆系统和苏北盆地中一、二级控盆断裂形成于印支晚期—燕山早期^[24]。东海盆地 NNE—NE 向和 NW 向两组基底断裂形成于晚白垩世, 第三纪又重新多次活动。但不同区域活动时代不同, 盆地西部坳陷带晚白垩世—古新世为拉张断陷期, 始新世发生坳陷; 中央隆起带晚古新世为拉张断陷期, 早中始新世坳陷; 东部坳陷带古新世—始新世为右旋拉张断陷期, 渐新世坳陷^①; 男岛—赤尾岛断裂形成于中新世; 冲绳海槽和琉球海沟断裂形成于中新世晚期—第四纪^[25, 26]。断裂形成及活动时代从西向东越来越新, 具有明显的从早至晚从西向东迁移特征。东海盆地中的构造运动也具有从早至晚从西向东迁移特征, 古新世末的瓯江运动主要影响了西部坳陷带; 始新世末的玉泉运动使西部坳陷带和中央隆起带抬升; 中新世末的龙井运动主要表现在东部坳陷带。

上述显示, 中国东部陆缘中区深大断裂一个重要特征是在中—新生代各个断裂系具有各自不同的断裂迁移规律。

5 断裂的成因类型

不同断裂系和构造迁移类型是不同地球动力学机制的产物, 因此, 它们是鉴别不同地球动力学机制的直接和非常重要的标志之一。尽管上述 4 种断裂系的形成都直接或间接与板块活动有关, 但它们是在不同板块之间的不同时期或不同部位相互作用的产物。本文根据断裂形成时地球动力学背景的不同, 将本区划分出 4 种断裂成因类型。

① 王春修. 东海陆架盆地天然气资源前景评价. 中海石油研究中心勘探研究院, 2000.

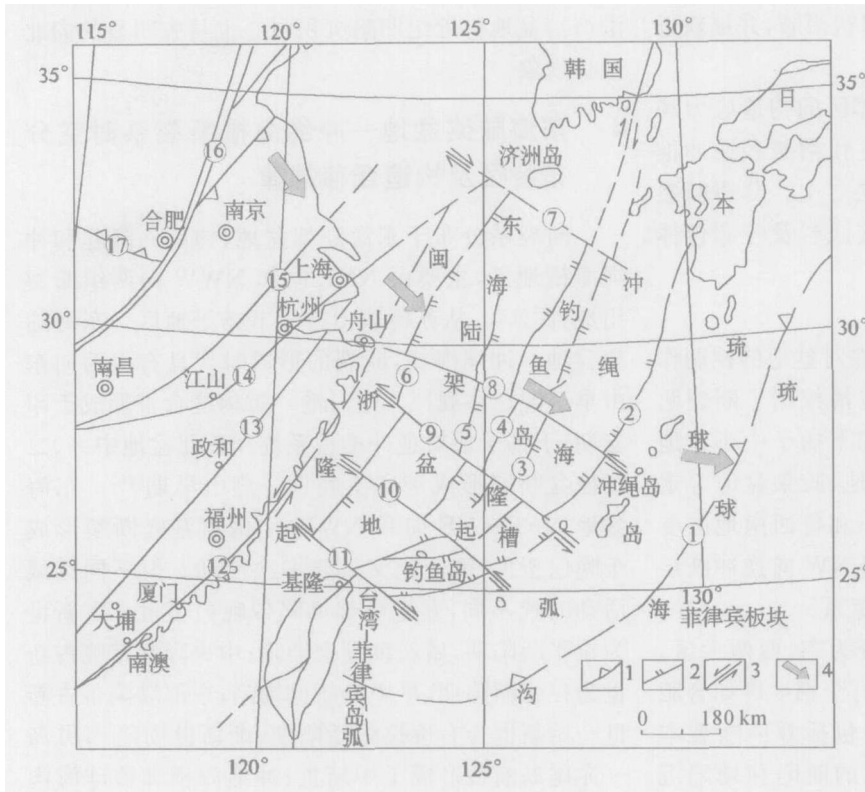


图 4 东海陆架盆地—冲绳海槽主要断裂及断裂迁移方向

Fig. 4 Major faults and fault migration direction of East China Sea shelf basin - Okinawa trough

- 1. 板块缝合带及俯冲带; 2. 正(张性)断层;
- 3. 走滑断层; 4. 断裂迁移方向; 断裂编号:
- ①琉球东断裂, ②冲绳海槽大断裂, ③男岛—赤尾屿断裂, ④陆架盆地东缘断裂, ⑤浙东拗陷西缘断裂, ⑥陆架盆地西缘断裂;
- ⑦济州岛南断裂, ⑧舟山—国头断裂, ⑨钓鱼山—久米断裂, ⑩洞头—宫古断裂, ⑪基隆北断裂, ⑫长乐—南澳断裂, ⑬上虞—政和—大埔断裂, ⑭江山—绍兴断裂, ⑮赣东北—湖苏断裂, ⑯鄱—庐断裂带, ⑰商城—丹凤断裂带

5.1 板内造山型

燕山造山带中燕山期断裂构造的成因类型属于板内造山型。目前,对燕山造山带属于陆内造山带的认识已趋于统一,但对形成造山带的本质——造山作用过程和动力学机制问题还远没有得到解决,有各种不同的认识。断裂形成期次和构造迁移特征显示,不同时期断裂构造形成于不同的地球动力学背景之中。本文认为,华北北部阴山—燕山地区东西向展布的中侏罗世末至早白垩世特大型逆冲推覆构造带和狭长断陷带的形成难以用伊泽奈崎板块对东部大陆边缘斜向俯冲来解释;地球内部物质的垂向调整、幔源物质和热流的上升也难以形成这一规模巨大的线性构造。而蒙古—鄂霍茨克洋在中侏罗世—早白垩世发生剪刀式关闭^[27],其碰撞闭合的远程效应可能是形成这一特大型推覆-隆升带及前缘断陷盆地带的主要动力。

在燕山造山带,从中侏罗世末期开始,断裂具有从早到晚从EW→NE→NNE向偏转迁移特征,这是蒙古—鄂霍茨克洋闭合远程效应、伊泽奈崎板块斜向俯冲作用和地幔上隆相互叠加影响所致。随时间的推移,蒙古—鄂霍茨克洋闭合产生的远程效应

的影响逐渐变小,相反伊泽奈崎板块斜向俯冲作用的影响逐渐增强,致使构造线方向发生明显的左旋偏转迁移。晚白垩世以来,本区主要受太平洋板块俯冲作用的影响,断裂线方向呈NNE向。

5.2 板块碰撞—陆内俯冲型

秦岭—大别山—苏鲁断裂系的成因属于典型的板块碰撞—陆内俯冲型。扬子板块和华北板块在中晚三叠世—早侏罗世由东向西呈剪刀差式穿时碰撞和陆内俯冲作用^[14,28],使大别与秦岭造山带在隆升速率、剥蚀深度和逆冲推覆作用等方面产生很大差异,发生构造迁移现象。在大别—苏鲁造山带,两板块碰撞和陆内俯冲早,山脉隆升早,故逆冲推覆作用形成早,强度大,所形成的印支—燕山早期逆冲推覆构造十分发育。相反,在东秦岭地区,板块碰撞和山脉隆升晚,隆升剥蚀的幅度也不及大别山造山带。该区在印支期逆冲构造少见踪迹;燕山早期逆冲推覆作用发生在侏罗世末期,比大别山同期逆冲作用形成时代晚,而秦岭造山带最强烈的逆冲推覆作用发生在燕山晚期(早白垩世末期),也晚于大别造山带逆冲推覆最强期^[12]。因此,逆冲推覆作用具有由东向西由早到晚穿时迁移演化特征。又由于逆冲推

覆作用是由缝合带向造山带两侧迁移扩展的,所以在缝合带以北印支—燕山早期的逆冲推覆构造具有南强北弱特征。

在燕山晚期至末期,造山带进入伸展坍塌阶段,沿造山带核部形成断陷盆地,而在造山带南北边缘形成指向山前盆地的滑覆逆冲扩展^[29],这可能是造成该区逆冲推覆作用北强南弱的主要原因。

5.3 走滑型

走滑型主要指郯庐断裂带的成因类型。晚侏罗—早白垩世期间,由于伊泽奈崎板块呈NNW—N方向向东亚大陆之下斜向俯冲^[30],促使郯庐断裂发生大规模的左旋走滑作用。在断裂带内部及两侧形成一系列走滑拉分盆地和走滑断陷盆地。

晚白垩世,中国东部动力学背景又发生了很大的转变。太平洋区库拉(Kula)板块逐渐转为向西正面俯冲于东亚大陆之下,并且在100~85 Ma间俯冲速度猛增至233~238 km/Ma。中生代中期至85 Ma,伊泽奈崎—库拉板块俯冲角由早期的10°逐渐变为85 Ma左右约80°,相应中国东部大陆由低角度俯冲下的压扭而转变成高角度俯冲下的伸展^[31]。在此动力学背景下,岩浆弧向东迁移,控盆断裂和断陷盆地也由西向东迁移,形成了以郯庐断裂带为界线的东坳西隆构造格局。

晚白垩纪末期—古近纪,太平洋板块以北西西方向向欧亚大陆俯冲,同时,雅鲁藏布江洋开始向北俯冲、闭合,改变了中国东部以及郯庐断裂的构造应力场,导致郯庐断裂带呈右行平移,郯庐断裂右行平移是渤海湾盆地沉积中心由南向北迁移的重要原因。

5.4 板块俯冲后退型

前已论及,从下扬子地区—东海盆地—冲绳海槽—琉球海沟,无论是断裂带的形成时代,还是东海盆地不同构造带中断陷发生时代以及构造运动时代,都具有从西向东时代越来越新、从早到晚从西向东迁移特征。此外,东海盆地是由一系列的火山岛弧或弧后(弧间)盆地所组成,也具有从西向东越来越新的特征。这种构造迁移特征指示了太平洋板块俯冲带由西向东不断后退迁移,火山岛弧不断形成的过程。

参考文献(References):

[1] 杨农,陈正乐,雷伟志.冀北燕山地区印支期构造特征研究[M].北京:地质出版社,1996:18-20.

YANG Nong, CHEN Zheng le, LEI Wei zhi. Study of Indo Chinese Epoch tectonic features in the Yan shan Yinshan area, Northern Hebei Province[M]. Beijing: Geological Publishing House, 1996: 18-20.

[2] 马友谊,郝跃生.浅论河北板内构造应力场[J].河北地质矿产信息,1999,(2):1-8.

MA You yi, HAO Yue sheng. Study of tectonic stress field of the intraplate in Hebei Province[J]. Information of Geology and Mineral Resources in Hebei Province, 1999,(2):1-8.

[3] 张长厚,王根厚,王国胜,等.辽西地区燕山板内造山带东段中生代逆冲推覆构造[J].地质学报,2002,76(1):64-76.

ZHANG Chang hou, WANG Gen hou, WANG Guo sheng, et al. Thrust nappe tectonics in the eastern segment of the intraplate Yanshan orogenic belt, Western Liaoning Province, North China[J]. Acta Geologica Sinica, 2002, 76(1): 64-76.

[4] 郭华,李明,李守林,等.板内造山带主要构造特征研究[M].北京:地质出版社,2002:7-46.

GUO Hua, LI Ming, LI Shou lin, et al. Study of major tectonic features of the intraplate orogenic belt[M]. Beijing: Geological Publishing House, 2002: 7-46.

[5] 郑亚东, Davis G A, 王琮,等.内蒙古大青山大型逆冲推覆构造[J].中国科学(D辑),1998,28(4):289-295.

ZHENG Ya dong, Davis G A, WANG Cong, et al. A Large scale thrust nappe tectonics in Daqingshan of Inner Mongolia[J]. Science in China(Series D), 1998, 28(4): 289-295.

[6] 和政军,李锦轶,牛宝贵,等.燕山—阴山地区晚侏罗世强烈推覆—隆升事件及沉积响应[J].地质论评,1998,44(4):407-417.

HE Zheng jun, LI Jin yi, NIU Bao gui, et al. A Late Jurassic intense thrusting uplifting event in the Yanshan Yinshan area, Northern China, and its sedimentary response[J]. Geological Review, 1998, 44(4): 407-417.

[7] 河北省地质矿产局.河北省区域地质志[M].北京:地质出版社,1989:566-589.

Bureau of Geology and Mineral Resources of Hebei Province. Regional geology of Hebei Province[M]. Beijing: Geological Publishing House, 1989: 566-589.

[8] 辽宁省地质矿产局.辽宁省区域地质志[M].北京:地质出版社,1987:679-691.

Bureau of Geology and Mineral Resources of Liaoning

- Province. Regional geology of Liaoning Province[M] . Beijing: Geological Publishing House, 1987; 679 - 691.
- [9] 北京市地质矿产局. 北京市区域地质志[M] . 北京: 地质出版社, 1993; 220 - 230.
- Bureau of Geology and Mineral Resources of Beijing [17] City. Regional geology of Beijing City[M] . Beijing: Geological Publishing House, 1987; 220 - 230.
- [10] 赵越. 燕山地区中生代造山运动及构造演化[J] . 地质论评, 1990, 36(1): 1 - 12.
- ZHAO Yue. The Mesozoic orogenies and tectonic evolution of the Yanshan area[J] . Geological Review, [18] 1990, 36(1): 1 - 12.
- [11] 马寅生, 崔盛芹, 曾庆利, 等. 燕山地区燕山期的挤压与伸展作用[J] . 地质通报, 2002, 21(4 - 5): 218 - 223.
- MA Yin sheng, CUI Sheng qin, Zeng Qing li et al. [19] Yanshanian compression and extension in the Yanshan area[J] . Geological Bulletin of China, 2002, 21(4 - 5): 218 - 223.
- [12] 河南省地质矿产局. 河南省区域地质志[M] . 北京: 地质出版社, 1989; 258 - 291, 617 - 629.
- Bureau of Geology and Mineral Resources of Henan [20] Province. Regional geology of Henan Province[M] . Beijing: Geological Publishing House, 1989; 258 - 291, 617 - 626.
- [13] 安徽省地质矿产局. 安徽省区域地质志[M] . 北京: 地质出版社, 1993; 252 - 255, 496 - 516.
- Bureau of Geology and Mineral Resources of Anhui. [21] Regional geology of Anhui Province[M] . Beijing: Geological Publishing House, 1993; 252 - 255, 496 - 516.
- [14] Zhang Guo wei, Meng Qing ren, Lai Shao chong. [22] Tectonics and structure of Qingling orogenic belt [J] . Science in China(Series B), 1995, 38(11): 1 379 - 1 394.
- [15] 孙晓猛, 吴根耀, 郝福江, 等. 秦岭一大别造山带北部中生代逆冲推覆构造期次及时空迁移规律[J] . 地质科学, 2004, 39(1): 63 - 76.
- SUN Xiao meng, WU Gen yao, HAO Fu jiang et al. [23] The epochs and regularity of space time migration of Meso Cenozoic thrust nappe tectonics in the north of Qinling Dabie orogenic belt[J] . Scientia Geologica Sinica, 2004, 39(1): 63 - 76.
- [16] 朱光, 牛漫兰, 刘国生, 等. 郯庐断裂带早白垩世走滑运动中的构造、岩浆、沉积事件[J] . 地质学报, 2002, 76(3): 325 - 334.
- ZHU Guang, NIU Man lan, LIU Guo sheng, et al. [24] Structural magmatic and sedimentary events of the Tan Lu fault belt during its Early Cretaceous strike slip movement[J] . Acta Geologica Sinica, 2002, 76(3): 325 - 334.
- 窦立荣, 宋建国, 王瑜. 郯庐断裂带北段形成的年代学及其意义[J] . 地质论评, 1996, 42(6): 508 - 512.
- DOU Li rong, SONG Jian guo, WANG Yu. Chronology and its significance of the north segment in Tan Lu fault zone[J] . Geological Review, 1996, 42(6): 508 - 512.
- [18] 陈丕基. 郯庐断裂巨大平移的时代与格局[J] . 科学通报, 1988, (4): 289 - 293.
- CHEN Pei ji. Time and tectonic pattern of huge strike - slip Tan Lu fault zone[J] . Science Bulletin, 1988, (4): 289 - 293.
- [19] 孙晓猛, 张梅生. 郯庐断裂带中段构造特征及演化[J] . 长春科技大学学报, 2001, 31(增刊): 108 - 111.
- SUN Xiao meng, ZHANG Mei sheng. The tectonic feature and evolution of middle part of Tan Lu fault zone[J] . Journal of Changchun University of Science and Technology, 2001, 31(Sup.): 108 - 111.
- [20] 陆克政, 漆家福. 渤海湾新生代含油气盆地构造模式[M] . 北京: 地质出版社, 1997; 72 - 193.
- LU Ke zheng, QI Jia fu. Tectonic model of Cenozoic petroliferous basin, Bohai bay province[M] . Beijing: Geological Publishing House, 1997; 72 - 193.
- [21] 刘茂强, 杨丙中, 邓俊国, 等. 伊通—舒兰地堑地质构造特征及其演化[M] . 北京: 地质出版社, 1993; 42 - 82.
- LIU Mao qiang, YANG Bing zhong, DENG Jun guo, et al. The Feature of geological structure and its evolution of Yitong Shulan graben [M] . Beijing: Geological Publishing House, 1993; 42 - 82.
- [22] 朱光, 王道轩, 刘国生, 等. 郯庐断裂带的伸展活动及其动力学背景[J] . 地质科学, 2001, 36(3): 269 - 278.
- ZHU Guang, WANG Dao xuan, LIU Guo sheng et al. Extensional activities along the Tan Lu fault zone and its geodynamic setting[J] . Scientia Geologica Sinica, 2001, 36(3): 269 - 278.
- [23] 张云银. 郯庐断裂带含油气研究[J] . 石油实验地质, 2003, 25(1): 28 - 32.
- ZHANG Yun yin. A study of hydrocarbon bearing characteristic in the Tancheng Lujiang fault zone[J] . Petroleum Geology & Experiment, 2003, 25(1): 28 - 32.
- [24] 朱光, 徐嘉伟, 刘国生, 等. 下扬子地区前陆变形构造格局及其动力学机制[J] . 中国区域地质, 1999, 18

(1): 73 - 79.
 ZHU Guang, XU Jia wei, LIU Guo sheng, et al. Tectonic pattern and dynamic mechanism of the fore land deformation in the lower Yangtze region[J]. *Regional Geology of China*, 1999, **18**(1): 73 - 79.

[25] 金翔龙, 喻普之. 冲绳海槽的构造特征与演化[J]. *中国科学(B 辑)*, 1987, (2): 196 - 203.
 JIN Xiang long, YU Pu zhi. The tectonic feature and evolution of Chongsheng trough[J]. *Science in China (Series B)*, 1987, (2): 196 - 203.

[26] 刘光鼎. 中国海区及邻域地质地球物理特征[M]. 北京: 科学出版社, 1992: 283 - 301.
 LIU Guang ding. Geological and geophysical features in China sea and its neighboring regions[M]. Beijing: Science Press, 1992: 283 - 301.

[27] Yin A, Nie S. A Phanerozoic palinspastic reconstruction of China and its neighboring regions[A]. In: Yin A, Harrison T M, eds. *The tectonic evolution of Asia* [C]. Cambridge: Cambridge University Press, 1996: 442 - 485.

[28] 马醒华, 杨振宇. 中国三大板块的碰撞拼合与古欧亚大陆的重建[J]. *地球物理学报*, 1993, **36**(4): 476 - 486.
 MA Xing hua, YANG Zhen yu. The collision and suturing of the three major blocks in China and the reconstruction of the paleo Eurasia continent[J]. *Acta Geophysica Sinica*, 1993, **36**(4): 476 - 486.

[29] 索书田. 大别地块超高压变质省的构造变形研究[J]. *地学前缘*, 1999, **6**(4): 255 - 262.
 SUO Shu tian. Study on tectonic deformation of UHP metamorphic province in Dabie massif[J]. *Earth Science Frontiers* 1999, **6**(4): 255 - 262.

[30] Maruyama S, Seno T. Orogeny and relative plate motions: example of the Japanese Islands[J]. *Tectonophysics*, 1986, **127**: 305 - 329.

[31] 李显武, 周新民. 中国东南部晚中生代俯冲带探索[J]. *高校地质学报*, 1999, **5**(2): 164 - 169.
 LI Xian wu, Zhou Xin min. Exploration of subduction zone of Late Mesozoic in southeastern China[J]. *Geological Journal of China Universities*, 1999, **5**(2): 164 - 169.

(上接 553 页)

[22] 朱建明, 郑宝山, 刘世荣, 等. 多形态自然硒的首次发现及成因初探[J]. *矿物学报*, 2000, **20**(4): 327 - 334.
 ZHU Jian ming, ZHENG Bao shan, LIU Shi rong, et al. Some new forms of native selenium and their genetic investigation[J]. *Acta Mineralogica Sinica*, 2000, **20**(4): 327 - 334.

[23] FENG Cai xia, LIU Jia jun, HU Rui zhong, et al. Geochemistry of the Yutangba Se deposit in western Hubei, China[J]. *Chinese Journal of Geochemistry*, 2004, **23**(3): 255 - 264.

[24] 冯彩霞, 刘家军. 鄂西南双河渔塘坝硒矿区硅质岩地球化学特征[J]. *吉林大学学报(地球科学版)*, 2002, **32**(1): 21 - 25.
 FENG Cai xia, LIU Jia jun. The geochemistry of chert from Yutangba selenium digging in Shuanghe, Hubei Province[J]. *Journal of Jilin University(Earth Science Edition)*, 2002, **32**(1): 21 - 25.

[25] 雒昆利, 咎淑芹, 张梅生. 南秦岭下古生界石煤的富硒性及意义[J]. *长春地质学院学报*, 1995, **25**(2): 125 - 130.
 LUO Kun li, ZAN Shu qin, ZHANG Mei sheng. Enrichment of selenium in stone coal in southern Qinling Mountain and its significance[J]. *Journal of Changchun University of Earth Sciences*, 1995, **25**(2): 125 - 130.

[26] Simon G, Essene E J. Phase relation among selenides, sulfides, tellurides and oxides; I Thermodynamic data and calculated equilibria[J]. *Econ Geol*, 1996, **91**: 1 183 - 1 208.

[27] Simon G, Kesler S E, Essene E J. Phase relation among selenides, sulfides, tellurides and oxides; II Application to selenide bearing ore deposits[J]. *Econ Geol*, 1997, **92**: 468 - 484.