

秦岭—大别造山带北部中-新生代 逆冲推覆构造期次及时空迁移规律^{*}

孙晓猛¹ 吴根耀² 郝福江¹ 张梅生³ 刘鹏举³

(1. 吉林大学应用技术学院 长春 130022; 2. 中国科学院地质与地球物理研究所 北京 100029;

3. 吉林大学地球科学学院 长春 130026)

摘 要 秦岭—大别造山带北部中-新生代逆冲推覆作用可分出 5 个期次: 印支期(T_2 - T_3)、燕山早期(J_2 末- J_3)、燕山晚期(K_1 末)、燕山末期(K_2 末)和喜马拉雅早期(E末)。本区中-新生代逆冲推覆构造具有明显的时空迁移特征,主要体现在同一期次断裂在不同区域内规模和强度明显不同,并具有穿时迁移演化特征;不同期次断裂在规模和强度及其地球动力学机制上也明显不同。印支期逆冲推覆构造具有东强西弱、东断西褶的构造迁移规律;燕山早期具有由东向西由早到晚穿时迁移演化特征;燕山晚期和燕山末期具有东弱西强的构造特征。前 4 期逆冲推覆构造规模和强度大,而古近纪末期规模和强度相对较小。前 3 期具有从南向北规模和强度递减的趋势,后 2 期表现出北强南弱特征。反映出中生代造山作用由早到晚、由东向西、由南向北的时空变化规律。中生代逆冲推覆构造是在扬子、华北两板块由东向西呈剪刀差式穿时碰撞、陆内俯冲断离和山脉隆升与伸展坍塌的地球动力学背景下形成的。古近纪末期逆冲构造形成机制与印度板块向欧亚板块之下俯冲的远程效应有关。

关键词 秦岭—大别造山带 中-新生代 逆冲推覆构造 构造期次 构造迁移

中图分类号: P542

文献标识码: A

文章编号: 0563-5020(2004)01-0063-14

秦岭—大别造山带是近 20 余年来国内、外地学界研究的热点地区之一。许多专家学者对该区进行了长期深入细致的研究,在造山带构造格局、岩石圈结构特征、高压-超高压变质作用及其地球动力学机制等方面取得了令人瞩目的成果。然而,对发生于碰撞期和陆内造山期中-新生代区域深大断裂特征研究还较为薄弱,不同学者之间的认识存在较大分歧,导致迄今为止对该区中-新生代逆冲推覆作用的形成时代、期次、时空迁移及演化规律缺乏系统研究和合理划分,直接影响到逆冲推覆构造与含油气盆地控盆断裂构造耦合关系、盆地构造单元划分及有利油气聚集带的研究。笔者通过野外调查和前人资料综合分析,着重讨论研究区中-新生代逆冲推覆构造形成时代、期次及时空迁移规律,为断裂控盆作用及含油气盆地的形成演化研究提供必要的构造学信息。

秦岭—大别造山带横亘于我国中部,是典型的复合型大陆造山带,具有长期复杂的演化历史。造山带北部是指商丹缝合带以北的造山带分布区。该区发育一系列 NWW 向展布的中-新生代逆冲推覆构造,其分布如图 1 所示。

^{*} 本文为国家自然科学基金(编号:49902005)、中国石油天然气集团总公司九五科技工程项目(编号:970206-01)和中国石油化工股份有限公司十五科技开发项目(编号:P00002)的成果。

孙晓猛,男,1954 年 2 月生,博士,教授,区域地质学专业。

2002-08-15 收稿,2002-09-24 改回。

界中发育了一系列指向北的逆冲断裂和逆冲岩片,主干逆冲断裂由南向北包括:桐柏—晓天—磨子潭断裂、信阳—舒城断裂、六安断裂、固始—肥中断裂、颖上—定远断裂和阜阳—凤台断裂(图 1),在主干断裂之间还分布大量的分支逆冲断裂。卷入冲断作用的最新地层为二叠系。三叠纪本区遭受到强烈的风化剥蚀作用并被夷平,形成合肥盆地基底,即形成合肥盆地最重要的地质界面——印支运动构造面。其上沉积的下侏罗统与下覆地层呈明显的角度不整合接触关系(徐春华等,2002)。由于地层的冲断叠覆,致使地壳急剧缩短。合肥盆地地震平衡剖面反演研究表明,该时期南北向地壳缩短至少在 117.8 km 以上,上元古界-古生界组成的地壳缩短量在 50 % 左右(周进高等,1999)。在阜阳南部新集及淮南罗山,下三叠统和古生界均遭受褶皱和冲断作用,太古界和下元古界逆冲推覆到石炭-二叠系和下三叠统之上,形成由南向北逆冲的脆-韧性逆冲构造带,其上被侏罗系角度不整合覆盖(安徽省地质矿产局,1987;尚冠雄,1997)。在周口坳陷和信阳盆地,也分布这一期逆冲构造。周口坳陷 254.7 ~ 258 和 660 测线地震平衡剖面反演研究显示,在侏罗系沉积前,印支运动使三叠系发生褶皱、冲断并剥蚀夷平,但印支期冲断数量少,规模小,逆冲作用远不及合肥盆地发育,印支运动主要表现为形成了一系列走向近东西向的复式褶皱构造,卷入褶皱的最新地层为中-下三叠统,褶皱由南向北两翼倾角变缓,变成开阔褶皱。信阳盆地除 NWW 向的南、北边界断裂外,盆地内部很少有规模较大的印支期断裂。在信阳以西的毛集一带亦分布有逆冲推覆系统,卷入推覆构造的最新地层为含放射虫化石的中-下三叠统,推覆体又被燕山中-晚期的中-酸性岩体侵入(杜远生等,1997;郭华等,2002),故其形成时期为印支-燕山早期。再向东至东秦岭地区,该期逆冲推覆构造少见踪迹而以褶皱构造为主,这与吴正文等(1991)关于秦岭造山带印支期陆内造山带的收缩作用由褶皱作用完成、即表现形式是褶皱构造的结论是一致的。以上证据说明印支期断裂的强度和规模有自东向西、自南向北逐渐减弱的趋势,并由冲断为主过渡到以褶皱构造为主。

1.2 燕山早期(J_2 - J_3)逆冲推覆构造

该期逆冲推覆构造在全区都非常发育。在大别山北缘北淮阳地区,由于逆冲推覆作用,使本区古生界为主体的中、浅变质构造地层,在几百公里的范围内向东北逆冲(掩)于中侏罗统之上,形成一系列构造窗,飞来峰和逆冲岩片(图 2 和图 3)。断裂卷入的最新地层为中侏罗统三尖铺组和凤凰台组,又被下白垩统毛坦厂组或金刚台组火山岩不整合覆盖,故其形成时代应限于中侏罗世末期至晚侏罗世之间。逆冲断层面大多倾向 SSW,推覆方向自 SSW 至 NNE 向,最小逆冲距离约 25 km(王瑜,1994;刘文灿等,1999)。同时,合肥盆地中的六安断裂、蜀山断裂、固始—肥中断裂、颖上—定远断裂也由南向北逆冲,使新元古界-古生界佛子岭岩群逆掩在中-上侏罗统之间。逆冲断面大多倾向 SSW,推覆方向自 SSW 至 NNE 向。根据合肥盆地 1 号地震测线(周进高等,1999)和皖北晓天镇—淮南大地电磁测深—地质综合解释(沈修志等,1993),浅部断层面有向深部收敛于主逆冲推覆面的趋势,逆冲推覆构造的根带为桐柏—磨子潭—晓天断裂。

在东秦岭地区,朱阳关—夏馆—大河逆冲推覆带和瓦穴子—鸭河口—明港逆冲推覆带中的上三叠统太子山组或太山庙组砂岩经强烈剪切后形成宽逾 200 m 的断裂带,断裂带中构造透镜体、构造片理和小揉皱现象十分发育(图 4),其中断续分布有大量长条状展

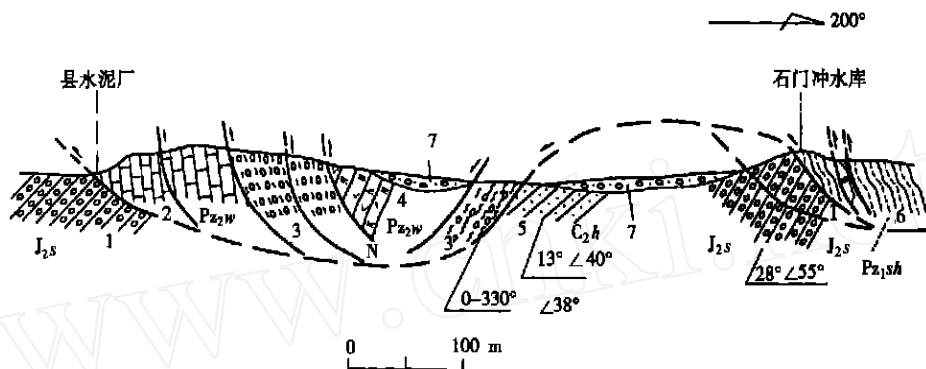


图 2 商城县歪庙水泥厂—石门冲水库构造剖面

1. 中侏罗统三尖铺组砾岩; 2. 上古生界歪庙(岩)组灰岩; 3. 燕山早期逆冲断裂带; 4. 歪庙(岩)组斜长角闪岩; 5. 石炭系胡油坊组砂岩; 6. 下古生界石门冲(岩)组片岩; 7. 第四系

Fig. 2 Structural profile from Waimiao Cement Factory to Shimenchong Reservoir, Shangcheng County

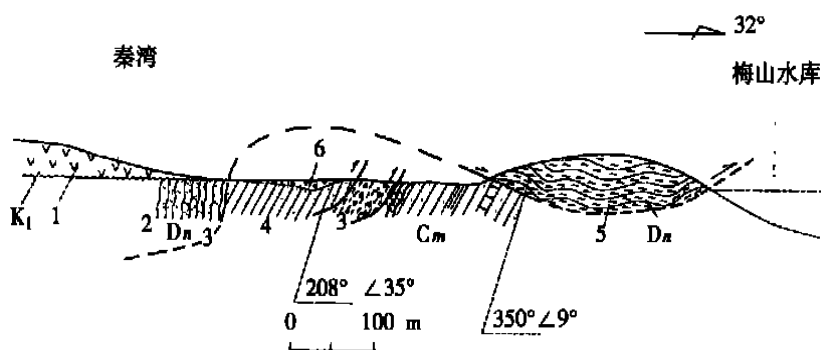


图 3 金寨县秦湾至梅山水库构造窗与飞来峰

1. 下白垩统金刚台组火山岩; 2. 泥盆系南湾组石英片岩; 3. 逆冲断裂; 4. 石炭系梅山群; 5. 泥盆系南湾组绿泥石英片岩; 6. 第四系

Fig. 3 Tectonic window and klippen from Qinwan to Meishan Reservoir, Jinzhai County

布的下元古界秦岭群、下古生界及上三叠统构造岩片,众多晚燕山期花岗岩沿断裂侵入。吴正文等(1991)研究表明,秦岭造山带内所有的上侏罗统及更老的地层都卷入了这期逆冲作用,而上白垩统红层并未受到该期逆冲作用的影响。该

区普遍缺失下白垩统,反映了晚侏罗世到早白垩世处于强烈挤压隆升状态。因此,可以认为冲断形成于晚侏罗世末期并延续到早白垩世末期。

1.3 燕山晚期(K_1 末)逆冲推覆构造

这一期逆冲构造在研究区也较为发育。在北淮阳构造带,霍山县南关岭金矿片麻岩逆掩于下白垩统火山岩之上(安徽省地质矿产局,1987);金寨县金刚台北坡和梅山水库附近断裂切割了下白垩统金刚台组火山岩,使其强烈片理化和构造透镜体化;商城县张家冲石炭系逆冲在下白垩统之上。在合肥盆地内部也广泛分布这一期逆冲构造。该期断裂几乎全部迁就了燕山早期逆冲推覆构造面进行的,因此,它叠加在前期构造面上,生长

切穿下白垩统,其上被上白垩统角度不整合覆盖。薛爱民等(1999)在合肥盆地所作的地震平衡剖面反演研究表明,该时期盆地内地壳南、北缩短量约5.3 km,说明逆冲作用强度低于印支期和燕山早期。

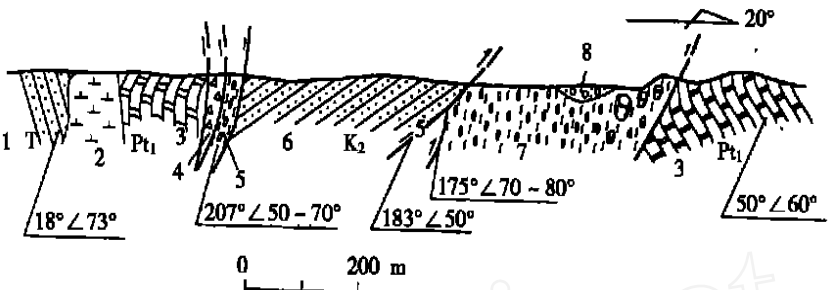


图4 卢氏县五里川小河面构造剖面

1. 三叠系砂岩;2. 闪长岩;3. 下元古界秦岭群大理岩;4. 张性断层;5. 燕山末期逆冲断裂带;6. 上白垩统红色砂砾岩;7. 燕山早期逆冲断裂带;8. 第四系

Fig. 4 Structural profile in Wulichuan, Lushi County

在周口坳陷中,该期逆冲断裂是数量最多、规模最大、影响范围最广的一期断裂,也是盆地中最重要的一期控盆断裂,控制了盆地的构造格局及形成与演化。周口坳陷中叶鲁—娄提断裂与其南部的确山断裂分别是秦岭—大别山造山带北界逆冲断裂(潼关—鲁山—阜阳—淮南断裂带)和华北板块南缘与北秦岭—北淮阳构造带的分界断裂(溱川—确山—固始—肥中断裂)在盆地的延伸部分。两条断裂之间是一条宽达数十公里的大型逆冲构造带,其中的一系列冲断面均往南倾,上陡下缓,剖面上呈叠瓦状组合,向深部收敛归并于基底滑脱面(孙自明等,1999)。在东秦岭地区,晚侏罗世末期强烈的冲断作用可一直延续到早白垩世末期。

1.4 燕山末期(K_2 末)逆冲构造

这一期逆冲构造主要分布在秦岭造山带北缘。在商南—西峡—镇平一带,逆冲断裂与商丹板块拼接带分布位置基本重合,冲断切割了向北逆冲的先期断裂,使中元古界宽坪群向南逆冲于晚白垩世盆地之上(图5)。在朱阳关—夏馆—大河逆冲推覆带中,逆冲断裂不仅切割了上白垩统,而且还切割了晚侏罗世末期—早白垩世末期的逆冲断裂(图4)。区域上,两条断裂控制了晚白垩世盆地呈北西西向长条状展布,并被古近系所覆盖。在栾川—确山—固始逆冲推覆带中,陕西洛南蟒岭—碾子坪一带的中元古界宽坪群逆冲在上三叠统和上白垩统之上,形成飞来峰及构造窗(王思敬等,1992)。在卢氏县横涧乡田家村,断裂切割了燕山晚期花岗岩并将其逆冲于太古代云母片岩之上。在潼关—鲁山—阜阳—淮南逆冲推覆带中,断裂带分为南、北两支,南支由潼关向东经汝阳、鲁山及舞阳一带展布;北支由陕县的观音堂向东经义马、伊川、临汝及平顶山北部一带展布,两条断裂带之间被宽达20余公里的逆冲岩席所占据。据石铨曾等(1990)和陈传诗等(1991)的研究结果,冲断带随时间的推移呈背驮式由南向北逐渐扩展,即逆冲带南部(上部)的断层较北部(下部)的断层形成时间早,断裂最早形成于早白垩世末期,晚白垩世末强烈活动。薛爱民等(1999)对合肥盆地南北向主干地震剖面进行了平衡剖面研究,证实晚白垩世末盆地内近东西向的蜀山断裂和六安断裂也曾发生过逆冲。此外,合肥盆地上白垩统与古近系之间表现为十分明显的角度不整合接触(徐春华等,2002)。

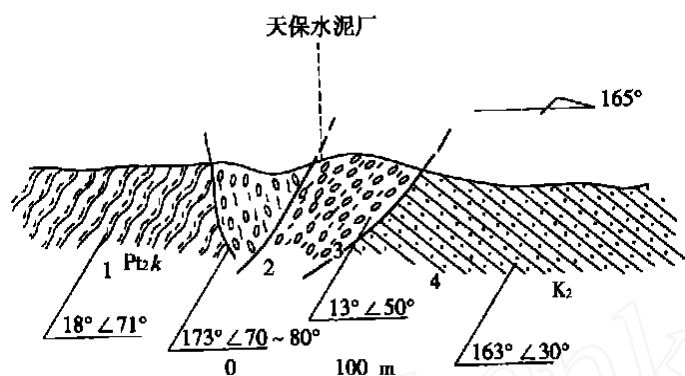


图5 西峡县天保水泥厂逆冲推覆构造剖面

1. 中元古界宽坪群云母片岩; 2. 燕山早期逆冲断裂;
3. 燕山末期逆冲断裂, 4. 上白垩统红色砂砾岩

Fig. 5 Structural profile of thrust-nappe tectonics
at Tianbao Cement Factory, Xixia County

2.5 喜马拉雅早期(E末期)逆冲构造

与前4期相比喜马拉雅期的逆冲作用规模相对较小,在洛南景村,该期断裂带宽逾160 m,其中夹杂着中生代花岗质碎裂岩及古近系强烈挤压片理化砂页岩和构造透镜体,反映至少在古近纪时断裂发生过两期具有不同性质的运动。古近纪开始,拉张断陷沉积,古近纪末期开始逆冲推覆(吴利仁等,1998)。该时期潼关—鲁山—

阜阳—淮南逆冲推覆带重新活动,使上元古界地层逆冲于古近系陈宅沟组和蟒川组之上(左景勋等,1995)。在周口坳陷中,该期断层主要有新桥凹陷南缘的蔡沟—曹窑逆断层、舞阳凹陷北缘的讲武逆断层和射桥、项城—沈丘逆断层(孙自明等,1999)等。吴堃虹等(2002)在东大别地区所作的磷灰石裂变径迹研究结果显示,古近纪时晓天—磨子潭断裂可能重新发生逆冲活动。在合肥盆地中也分布一些规模较小的冲断断层,造成中-新生界的逆冲抬升和剥蚀。

5期逆冲构造与研究区中-新生界5个区域性角度不整合即 J_{1-2} 与 T_{2-3} 之间、 K_1 与 J_2 (在秦岭地区为 K_2 与 J_3)之间、 K_2 与 K_1 之间、E与 K_2 之间和N与E之间(安徽省地质矿产局,1987;河南省地质矿产局,1989;韩树桢,1996)的形成时代完全对应。说明逆冲推覆构造的形成与区域挤压隆升作用密切相关。

上述特征还表明,同一主干断裂往往发生多期次活动,如北淮阳断裂带、朱阳关—夏馆—大河断裂带、潼关—鲁山—阜阳—淮南断裂带以及合肥盆地、周口坳陷北西西向控盆断裂等在中-新生代都发生过多期次逆冲推覆作用。

2 逆冲推覆构造时空迁移规律

秦岭—大别造山带北部中-新生代逆冲推覆构造具有明显的时空迁移特征,主要体现在同一期次断裂在不同区域内规模和强度明显不同,并具有穿时迁移演化特征;不同期次断裂在强度及其地球动力学机制上也明显不同。

逆冲推覆构造的规模主要体现在断裂的长度、宽度、切割深度和断裂数量上,而构造强度除了与规模有关外,更主要的体现在断层的位移量、逆冲岩席内部变形的缩短率、不同尺度构造变形的透入性、构造岩的类型和组构特征等方面。研究表明,印支期逆冲推覆作用是板块由东向西呈剪刀差式穿时碰撞形成的,具有东强西弱、东断西褶的构造迁移规律。在北淮阳构造带及合肥盆地中冲断最为发育,断裂的规模和强度大,由于强烈逆冲推覆,使该时期合肥盆地南北向地壳缩短至少在117.8 km以上,上元古界-古生界组

成的南北向地壳缩短量高达 50 % 左右。在周口坳陷中,逆冲断裂强度和规模已明显减小,逆冲作用远不及合肥盆地发育,构造样式是断裂和褶皱构造并存,褶皱构造是以较宽缓的斜歪褶皱为主。在信阳盆地至南襄盆地之间,逆冲推覆构造形成时间略晚(T_3 - J_1)。再向西至东秦岭地区,该期逆冲推覆构造少见踪迹,印支运动表现形式主要是褶皱作用。

燕山期逆冲推覆构造的形成与扬子板块的陆内俯冲密切相关。燕山早期,北淮阳构造带及合肥盆地中逆冲推覆构造非常发育,断裂的规模和强度都很大。向西至秦岭北部,这一期逆冲推覆也表现的极其强烈,在朱阳关—夏馆—大河逆冲推覆带和瓦穴子—鸭河口—明港逆冲推覆带中分别见有宽逾 200 m 的强烈冲断带,其间还分布一系列大小不同的逆冲断裂。但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在形成时代上有一个时间差,前者形成时代较早(J_2 末- 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。

燕山晚期逆冲推覆构造全区都比较发育,与前两期断裂不同的是,其强度有东弱西强特征。在秦岭地区,形成于晚侏罗世末期的强烈冲断可一直延续到早白垩世末期。吴正文等(1991)也认为秦岭造山带中生代的逆冲推覆作用发生在燕山晚期。在周口坳陷中,秦岭—大别山造山带北界逆冲断裂和北秦岭—北淮阳构造带北界逆冲断裂及其两断裂之间的一系列冲断层共同组成一条宽达数十公里的大型逆冲推覆构造带。再向东至大别山前,断裂强度有所降低,断裂基本上迁就了前两期构造面发育,它叠加在前期构造面上,生长切穿下白垩统。

燕山末期逆冲构造主要分布在东秦岭北缘地区,向南东出露较少,也具有东弱西强特征。喜马拉雅早期全区逆冲作用规模和强度相对较小,分布范围也较局限。

上述说明,本区逆冲推覆作用的强度以前 4 期表现强烈,而喜马拉雅早期较弱。前 3 期还表现出从南向北逐渐减弱的趋势,后两期则相反,表现出北强南弱构造特征。反映出中生代碰撞和陆内造山作用由早到晚、由东向西、由南向北的时空迁移演化规律。

3 逆冲推覆构造的地球动力学背景

中-新生代逆冲推覆构造的动力学机制实质上是造山动力学机制问题。20 世纪 80 年代以来已发表的大别、苏鲁造山带高压(HP)-超高压(UHP)变质岩的同位素年龄数据主要集中在三叠纪(240 ~ 210 Ma)(Ames et al., 1993; Jahn et al., 1995; Chavagnar and Jahn, 1996; Li et al., 1996),说明扬子板块与华北板块陆-陆碰撞发生在中-晚三叠世。吴汉宁等(1990)、马醒华等(1993)、刘育燕等(1993)和赵越等(1994)发表的古地磁资料也表明,扬子、华北两板块在晚古生代-三叠纪时均发生向北的漂移,后者的速度逊于前者,二是在自南向北的远移过程中两者均发生了旋转,扬子克拉通顺时针地转动而华北克拉通逆时针地转动。因而秦岭洋的闭合是“剪刀式”的,相应地,洋盆闭合后的陆-陆碰撞自东向西迁移。这可从磨拉石建造的时代上得到清楚的佐证。在豫东皖西地区,早石炭世晚期的杨山组、晚石炭世的道人冲组和胡油坊组属磨拉石建造(赵宗举等, 2000b)。秦岭洋最终闭合于晚三叠世,因而鄂西地区晚三叠世早-中期开始磨拉石堆积(九里岗组,湖北省地质矿产局, 1990)。至川北地区,须家河组磨拉石的时代为晚三叠世中-晚期(晚诺利-瑞替期,四川省地质矿产局, 1991)。

由于扬子、华北两板块相向旋转汇聚运动及由东向西呈剪刀差式穿时碰撞和陆内俯冲作用 (Yin and Nie, 1993; 张国伟等, 1995; Lee et al., 1997; Zhang, 1997), 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。这种剪刀差式穿时碰撞和陆内俯冲作用不仅表现在商丹带, 而且在勉略带也有明显体现。刘少峰等 (1999) 的研究结果显示, 勉略带在中三叠世于东段发生陆-陆碰撞, 然后由东向西呈斜向、剪刀差式闭合, 造成东秦岭—大别山向南的推覆构造具有东强西弱特征。在大别造山带, 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。三维地震 P 波速度层析成像显示出扬子板块俯冲于华北板块之下, 并在 170 ~ 200 km 的深度发生断离 (徐佩芬等, 1999)、拆沉去根和地幔上涌 (王清晨等, 1997; 董树文等, 1998)。断离和拆沉去根造成 HP-UHP 变质岩折返、大别山强烈隆升、造山带内广泛的岩浆活动 (Cong Bolin, 1996) 和逆冲推覆、滑覆作用。印支期逆冲作用与 HP-UHP 变质岩快速折返阶段 (240 ~ 220 Ma) 和中速折返阶段 (220 ~ 180 Ma) (Wang and Cong, 1996; 从柏林等, 1999) 的早期相对应, 在大别山核部中-深层次发生向北西或北北西方向透入性韧性逆冲推覆或斜冲, 浅表层次形成向造山带两侧的背冲或逆冲推覆 (王国灿等, 1998)。

燕山早期, 由于扬子板块陆内俯冲使大别山北麓刚性岩石圈强烈压陷挠曲, 形成前陆盆地, 盆地中堆积了中-上侏罗统巨厚的磨拉石建造, 同时伴随着大别山快速隆升 (150 ~ 120 Ma) (陈江峰等, 1995; 杨坤光等, 1999), 在造山带北麓及其盆地中形成指向北的大规模逆冲推覆构造。燕山晚期至末期, 造山带进入伸展坍塌及断块不均一隆升阶段, 表现为大量的花岗质岩体就位、造山带核部断陷盆地发育及造山带南、北边缘指向山前盆地的滑覆逆冲扩展 (索书田, 1999)。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晚侏罗世末期, 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。上述表明, 商丹缝合带以北地区中生代逆冲推覆构造是在扬子、华北两板块碰撞, 陆内俯冲断离, HP-UHP 变质岩折返, 山脉迁移隆升和伸展坍塌的地球动力学背景下形成的, 两板块自东向西呈剪刀差式穿时会聚运动是造成同期次断裂在不同区域内规模和强度明显不同并具有由东向西由早到晚穿时迁移特征以及不同期次断裂在规模和强度上也明显不同的根本原因。古近纪末期逆冲推覆作用, 无论从其规模还是强度上都不及前几期。该时期正是印度河—雅鲁藏布洋封闭、新特提斯洋消亡、印度大陆开始向欧亚大陆陆内俯冲时期, 因此, 其形成机制与印度板块向欧亚板块之下俯冲的远程效应有关。

应该指出的是: 逆冲推覆构造的时空迁移还受苏鲁造山带造山作用和郯庐断裂的影响。苏鲁造山带不是秦岭—大别印支期造山带的简单东延, 而是燕山期的碰撞造山带, 碰撞发生在苏皖地块与胶辽地块间。邓晋福等 (1992) 提出苏皖地块上的晚侏罗—早白垩世火山岩的构造背景类似于安第斯式的大陆边缘弧, 指示了苏鲁洋的消减; 杨文采等 (1999) 提出江苏东海一带超高压变质岩的折返与苏皖地区与华北克拉通的碰撞有关, 伴生的花岗岩年龄 120 ~ 140 Ma, 即: 碰撞发生在早白垩世早-中期。秦岭—大别洋闭合后郯庐断裂成为中国—东南亚次大陆边缘的剪切带。因苏皖地块侏罗纪时的快速北移 (古地磁数据可参阅吴根耀等, 2002), 沿郯庐断裂发生斜向会聚—剪切造山作用。在苏皖地块

上,响应该期造山作用的磨拉石即早-中侏罗世的象山群。磨拉石盆地的西界在安徽怀宁—庐江—巢湖一线(怀宁见最大残留厚度为 2 817 m),向东南厚度变薄,成熟度增高,盆地东界位于浙皖交界的长兴一线。

受郯庐断裂以东早-中侏罗世的斜向会聚—剪切造山、晚侏罗世的俯冲造山和早白垩世的碰撞造山的影响,秦岭—大别造山带发生陆内的造山活动且表现出东早西晚的时空迁移。在郯庐断裂以西的淮南六安—肥西地区,早侏罗世防虎山组,中侏罗世早期园洞山组和中侏罗世晚期周公山组为磨拉石建造。其西的豫南地区,仅发育中侏罗世晚期(朱集组)和晚侏罗世(段集组)磨拉石。早白垩世时,因苏皖地块与胶辽地块的碰撞而形成中国东部燕山期高原(张旗等,2001),高原内部发育有开阔的山间磨拉石盆地(吴根耀等,2002)。

上述地球动力学过程不但解释了秦岭—大别造山带中-新生代逆冲推覆构造在时间上是自东向西变晚的,而且暗示着逆冲推覆构造的强度也具有明显的空间变化规律,即:印支期和早燕山期时该地的逆冲推覆构造显然为东强西弱;早白垩世末开始,东亚燕山期山系(包括中国东部的碰撞高原)开始坍塌,晚白垩世是其强烈的坍塌期,古新世时东亚燕山期山系已不复存在(吴根耀等,2002),之后中国东部处于伸展的构造体制中,而中国西部,晚白垩世-新生代初新特提斯洋闭合,印度板块与欧亚大陆碰撞,因而此时秦岭—大别造山带的活化表现出西强东弱的空间规律。

4 结 论

(1) 秦岭—大别造山带北部中-新生代逆冲推覆作用并不是由一两次完成的,而是多时代、多期次的产物。同一主干断裂往往具有多期活动特征。本文首次将秦岭—大别造山带北部中-新生代逆冲推覆作用划为 5 个期次:印支期(T_2 - T_3)、燕山早期(J_2 - J_3)、燕山晚期(K_1 末)、燕山末期(K_2 末)和喜马拉雅早期(E末)。它们大部分并非前中生代区域深大断裂的延续和再次活动所形成的“长寿断层”,而是新的构造—热体制——陆内造山作用的产物。

(2) 秦岭—大别造山带北部中-新生代逆冲推覆构造具有明显的时空迁移特征。主要体现在同一期次断裂在不同区域内规模和强度明显不同,并具有穿时迁移演化特征;不同期次断裂在强度及其地球动力学机制上也明显不同。印支期逆冲推覆构造具有东强西弱、东断西褶的构造迁移规律;燕山早期逆冲推覆构造具有由东向西由早到晚穿时迁移演化特征;燕山晚期和末期具有东弱西强构造特征;前 4 期逆冲推覆作用强度大、断裂数量多、规模大;喜马拉雅早期规模和强度相对较小。前 3 期具有从南向北递减的趋势,而后两期表现为北强南弱特征。反映出中-新生代陆内造山作用由早到晚、由东向西、由南向北的时空迁移变化规律。

(3) 本区中生代逆冲推覆构造是在扬子、华北两板块自东向西呈剪刀差式穿时碰撞、陆内俯冲断离、HP-UHP 变质岩折返、山脉迁移隆升和伸展坍塌的地球动力学背景下形成的。古近纪末期逆冲构造的形成机制可能与印度板块向欧亚板块之下俯冲的远程效应有关。

参 考 文 献

- 安徽省地质矿产局. 1987. 安徽省区域地质志. 北京:地质出版社. 496—516.
- Bureau of Geology and Mineral Resources of Anhui Province. 1987. Regional Geology of Anhui Province. Beijing: Geological Publ. House. 496—516.
- 陈传诗,曹运兴. 1991. 河南义马煤田的逆冲推覆构造. 河南地质, 9(3):31—36.
- Chen Chuanshi and Cao Yunxing. 1991. The thrust-nappe tectonics of the Yima coal field in Henan. *Henan Geology*, 9(3):31—36.
- 陈江峰,谢智,刘顺生. 1995. 大别造山带冷却年龄: ^{40}Ar - ^{39}Ar 和裂变径迹年龄测定. 中国科学, B 辑, 25(12):1086—1092.
- Chen Jiangfeng, Xie Zhi and Liu Shunsheng. 1995. Cooling age of Dabie orogen, China, determined by ^{40}Ar - ^{39}Ar and fission track techniques. *Science in China (Series B)*, 25(12):1086—1092.
- 从柏林,王清晨. 1999. 大别山—苏鲁超高压变质带研究的最新进展. 科学通报, 44(11):1127—1141.
- Cong Bolin and Wang Qingchen. 1999. The latest advance on Dabie-Sulu UHP. *Chinese Sci. Bull.*, 44(11):1127—1141.
- 邓晋福,叶德隆,赵海玲,汤德平,等. 1992. 下扬子地区火山作用深部过程与盆地形成. 武汉:中国地质大学出版社. 183.
- Deng Jinfu, Ye Delong, Zhao Hailing, Tang Deping, et al. 1992. Volcanism, Deep Internal Process and Basin Formation in the Lower Reaches of the Yangtze River. Wuhan: China Univ. Geosciences Press. 183.
- 董树文,吴宣志,高锐,卢德源,李英康,何义权,汤加富,曹奋扬,侯明金,黄德志. 1998. 大别造山带地壳速度结构与动力学. 地球物理学报, 41(3):349—360.
- Dong Shuwen, Wu Xuanzhi, Gao Rui, Lu Deyuan, Li Yingkang, He Yiquan, Tang Jiafu, Cao Fenyang, Hou Mingjin and Huang Dezhi. 1998. On the crust velocity levels and dynamics of the Dabieshan orogenic belt. *Acta Geophysica Sinica*, 41(3):349—360.
- 杜远生,冯庆来,殷福福,张宗恒,曾宪友. 1997. 东秦岭—大别山晚海西—早印支期古海洋探讨. 地质科学, 32(2):129—134.
- Du Yuansheng, Feng Qinglai, Yin Hongfu, Zhang Zongheng and Zeng Xianyou. 1997. The Late Hercynian-Early Indosinian easter Qinling-Dabie sea. *Chinese Jour. Geol. (formerly, Scientia Geologica Sinica)*, 32(2):129—134.
- 郭华,吴正文,柴育成,冯明. 2002. 大别山造山带中生代逆冲推覆构造系统. 现代地质, 16(2):121—129.
- Guo Hua, Wu Zhengwen, Chai Yucheng and Feng Ming. 2002. Mesozoic overthrust-nappe tectonic system in the Dabieshan orogenic belt. *Geoscience*, 16(2):121—129.
- 韩树桢. 1996. 安徽北部中-新生代沉积盆地分析. 北京:地质出版社. 16—34.
- Han Shufen. 1996. Sedimentary Basin Analysis of Mesozoic in the North of Anhui. Beijing: Geological Publ. House. 16—34.
- 郝杰,刘小汉. 1988. 桐柏—大别碰撞造山带大型推覆—滑脱构造及其演化. 地质科学, 23(1):1—9.
- Hao Jie and Liu Xiaohan. 1988. The large thrust-decollement structure and its evolution of Tongbai-Dabie collision type orogenic belt. *Chinese Jour. Geol. (formerly, Scientia Geologica Sinica)*, 23(1):1—9.
- 河南省地质矿产局. 1989. 河南省区域地质志. 北京:地质出版社. 617—626.
- Bureau of Geology and Mineral Resources of Henan Province. 1989. Regional Geology of Henan Province. Beijing: Geological Publ. House. 617—626.
- 湖北省地质矿产局. 1990. 湖北省区域地质志. 北京:地质出版社. 705.
- Bureau of Geology and Mineral Resources of Hubei Province. 1990. Regional Geology of Hubei Province. Beijing: Geological Publ. House. 705.
- 刘少峰,张国伟,程顺有,姚安平. 1999. 东秦岭—大别山及邻区挠曲类盆地演化与碰撞造山过程. 地质科学, 34(3):336—346.
- Liu Shaofeng, Zhang Guowei, Cheng Shunyou and Yao Anping. 1999. Evolution of flexural basins and process of collision orogeny in east Qinling-Dabieshan and its adjacent regions. *Chinese Jour. Geol. (formerly, Scientia Geologica Sinica)*, 34(3):336—

346.

刘文灿,王果胜. 1999. 北淮阳地区中生代逆冲推覆构造. 现代地质, 13(2): 143—148.

Liu Wencan and Wang Guosheng. 1999. Mesozoic thrust-nappe tectonics in northern Huaiyang region. *Geoscience*, 13(2): 143—148.

刘育燕,杨巍然,森永速男,足立泰久,杨志华,安川克己. 1993. 华北、秦岭及扬子陆块的若干古地磁研究结果. 地球科学, 18(5): 635—641.

Liu Yuyan, Yang Weiran, Hayao M., Yasuhisa A., Yang Zhihua and Katsumi Y. 1993. Some paleomagnetic results on North China, Qinling and Yangtze Landmass. *Earth Science*, 18(5): 635—641.

马醒华,杨振宇. 1993. 中国三大板块的碰撞拼合与古欧亚大陆的重建. 地球物理学报, 36(4): 476—486.

Ma Xinghua and Yang Zhenyu. 1993. The collision and suturing of the three major blocks in China and the reconstruction of the Paleozoic Eurasia continent. *Acta Geophysica Sinica*, 36(4): 476—486.

任纪舜,张正坤,牛宝贵,刘志刚. 1991. 论秦岭造山带. 见:叶连俊,钱祥麟,张国伟编,秦岭造山带学术讨论会论文选集. 西安:西北大学出版社. 99—110.

Ren Jishun, Zhang Zhengkun, Niu Baogui and Liu Zhigang. 1991. On the Qinling orogenic belt. in: Ye Lianjun, Qian Xianglin and Zhang Guowei. eds. Selected Works of Symposium Papers of Qinling Orogenic Belt. Xi'an: Northwest University Press. 99—110.

尚冠雄. 1997. 华北地台晚古生代煤田地质学研究. 太原:山西科学技术出版社. 294—308.

Shang Guanxiong. 1997. Study on Upper Paleozoic Coal Geology of North China Platform. Taiyuan: Shanxi Science and Technology Press. 294—308.

沈修志,刘德良,薛爱民,林东燕,李秀新,郭随平,万玲. 1993. 华北南部盆地逆冲推覆构造特征与煤成气关系. 南京大学学报(地球科学版), 5(3): 1—12.

Shen Xiuzhi, Liu Deliang, Xue Aimin, Lin Dongyan, Li Xiuxin, Guo Suiping and Wan Ling. 1993. The tectonic characteristics and its relationship with coal-related gas of the south basin in North China. *Journal of Nanjing University (Earth Science Ed.)*, 5(3): 1—12.

四川省地质矿产局. 1991. 四川省区域地质志. 北京:地质出版社. 730.

Bureau of Geology and Mineral Resources of Sichuan Province. 1991. Regional Geology of Sichuan Province. Beijing: Geological Publ. House. 730.

石铨曾,尚玉忠,庞继群,陶自强. 1990. 河南东秦岭北麓的推覆构造及煤田分布. 河南地质, 8(4): 22—34.

Shi Quanzeng, Shang Yuzhong, Pang Jiqun and Tao Ziqiang. 1990. The nappe tectonics and coal field distribution in the north of eastern Qinling, Henan. *Henan Geology*, 8(4): 22—34.

孙自明,熊保贤. 1999. 周口凹陷的逆冲推覆构造特征. 石油勘探与开发, 26(3): 22—24.

Sun Ziming and Xiong Baoxian. 1999. The features of thrust-nappe tectonics of Zhoukou depression. *Petroleum Exploration and Development*, 26(3): 22—24.

索书田. 1999. 大别地块超高压变质省的构造变形研究. 地学前缘, 6(4): 255—262.

Suo Shutian. 1999. Study on tectonic deformation of UHP metamorphic province in Dabie massif, China. *Earth Science Frontiers*, 6(4): 255—262.

王国灿,杨巍然. 1998. 大别造山带中-新生代隆升作用的时空格局. 地球科学, 23(5): 461—467.

Wang Guocan and Yang Weiran. 1998. Uplift evolution during Mesozoic-Cenozoic of the Dabie orogenic belt. *Earth Science*, 23(5): 461—467.

王清晨,从柏林,马力. 1997. 大别山造山带与合肥盆地的构造耦合. 科学通报, 42(6): 575—580.

Wang Qingchen, Cong Bolin and Ma Li. 1997. Structural coupling of the Dabie Orogen with Hefei Basin. *Chinese Sci. Bull.*, 42(6): 575—580.

王思敬,李荫槐,牛宏建. 1992. 论北秦岭大型壳—幔拆离构造. 见:徐贵忠,常承法主编,大陆岩石圈构造与资源. 北京:海洋出版社. 107—121.

Wang Sijing, Li Yinhuai and Niu Hongjian. 1992. On large crust-mantle delamination structure in north Qinling. in: Xu Guizhong and Chang Chengfa. eds. Continent-Lithosphere Tectonics and Resources. Beijing: China Ocean Press. 107—121.

王瑜. 1994. 大别山北麓地区的构造格局. 中国区域地质, (2): 141—147.

Wang Yu. 1994. The tectonic framework in the northern piedmont area of the Dabie mountains. *Regional Geology of China*, (2):

141—147.

- 吴根耀,陈焕疆,马力,徐克定. 2002. 中国东部燕山期高原的发育及对矿产和油气资源评价的启示. 石油实验地质, 24(1): 3—12.
- Wu Genyao, Chen Huanjiang, Ma Li and Xu Keding. 2002. Occurring of the East China Yanshanian Plateau and its inspiration for minerals and oil-gas evaluation. *Petroleum Geology & Experiment*, 24(1): 3—12.
- 吴汉宁,常承法,刘椿,钟大赉. 1990. 依据古地磁资料探讨华北和华南块体运动及其对秦岭造山带构造演化的影响. 地质科学, (3): 201—214.
- Wu Hanning, Chang Chengfa, Liu Chun and Zhong Dalai. 1990. Evolution of the Qinling fold belt and the movement of the North and South China Blocks: the evidence of geology and paleomagnetism. *Chinese Jour. Geol.* (formerly, *Scientia Geologica Sinica*), (3): 201—214.
- 吴利仁,徐贵忠. 1998. 东秦岭—大别山碰撞造山带的地质演化. 北京: 科学出版社. 97—103.
- Wu Liren and Xu Guizhong. 1998. The Geological Evolution of the Eastern Qinling-Dabie Collision Orogenic Belt. Beijing: Science Press. 97—103.
- 吴瑛虹,刘顺生, Jonckheere R, Wagner G.A. 2002. 东大别地区磷灰石裂变径迹年龄的构造意义初析. 地质科学, 37(3): 343—349.
- Wu Qianhong, Liu Shunsheng, Jonckheere R and Wagner G.A. 2002. Primary analysis on tectonic implication of apatite fission track ages from eastern Dabie area, China. *Chinese Jour. Geol.*, 37(3): 343—349.
- 吴正文,柴育成,黄万夫,贾维民,王志强,张长厚. 1991. 秦岭造山带的推覆构造格局. 见: 叶连俊, 钱祥麟, 张国伟编, 秦岭造山带学术讨论会论文选集. 西安: 西北大学出版社. 111—120.
- Wu Zhengwen, Chai Yucheng, Huang Wanfu, Jia Weimin, Wang Zhiqiang and Zhang Changhou. 1991. The nappe tectonic framework of the Qinling orogenic belt. in: Ye Lianjun, Qian Xianglin and Zhang Guowei. eds. Selected Works of Symposium Papers of Qinling Orogenic Belt. Xi'an: Northwest University Press. 111—120.
- 徐春华,丘连贵,雷敏,李学田. 2002. 合肥盆地沉积构造样式与大别造山带的演化历史. 沉积与特提斯地质, 22(2): 91—98.
- Xu Chunhua, Qiu Liangui, Lei Min and Li Xuetian. 2002. The evolution of the Dabie orogenic belt based on the sedimentary styles and tectonic patterns of the Hefei Basin, Anhui. *Sedimentary Geology and Tethyan Geology*, 22(2): 91—98.
- 薛爱民,金维浚,袁学诚. 1999. 大别山北缘合肥盆地中、新生代构造演化. 高校地质学报, 5(2): 157—162.
- Xue Aimin, Jin Weijun and Yuan Xuecheng. 1999. Tectonic evolution of the Hefei basin, northern Dabie mountain in the Mesozoic and Cenozoic. *Geological Journal of China Universities*, 5(2): 157—162.
- 徐佩芬,孙若昧,刘福田,王清晨,从柏林. 1999. 扬子板块俯冲、断离的地震层析成像证据. 科学通报, 44(15): 1658—1661.
- Xu Peifen, Sun Ruomei, Liu Futian, Wang Qingchen and Cong Bolin. 1999. Seismic tomography showing subduction and slab break off of the Yangtze block beneath the Dabie-Sulu orogenic belt. *Chinese Sci. Bull.*, 44(15): 1658—1661.
- 许志琴,牛宝贵,刘志刚,王永敏. 1991. 秦岭—大别“碰撞—陆内”型复合山链的构造体制及陆内板块动力学机制. 见: 叶连俊, 钱祥麟, 张国伟编, 秦岭造山带学术讨论会论文选集. 西安: 西北大学出版社. 139—147.
- Xu Zhiqin, Niu Baogui, Liu Zhigang and Wang Yongmin. 1991. Tectonic system and intracontinental plate dynamic mechanism in the Qinling-Dabie “collision-intracontinental” mountain chains. in: Ye Lianjun, Qian Xianglin and Zhang Guowei. eds. Selected Works of Symposium Papers of Qinling Orogenic Belt. Xi'an: Northwest University Press. 139—147.
- 袁学诚. 1997. 秦岭造山带地壳结构与楔入造山. 地质学报, 71(3): 227—235.
- Yuan Xuecheng. 1997. The crustal structure of the Qinling orogen and wedging mountain building. *Acta Geologica Sinica*, 71(3): 227—235.
- 杨坤光,马昌前,许长海,杨巍然. 1999. 北淮阳构造带与大别造山带的差异性隆升. 中国科学(D辑), 29(2): 97—103.
- Yang Kunguang, Ma Changqian, Xu Changhai and Yang Weiran. 1999. Differential uplift between Beihuaiyang structural belt and Dabie orogenic belt. *Science in China (Series D)*, 29(2): 97—103.
- 杨文采,胡振远,程振炎,倪诚昌,方慧,白金. 1999. 郯城—涟水综合地球物理剖面. 地球物理学报, 42(2): 206—217.
- Yang Wencai, Hu Zhenyuan, Cheng Zhenyan, Ni Chengchang, Fang Hui and Bai Jin. 1999. Long profile of geophysical investiga-

- tion from Tancheng to Lianshui, east-central China. *Chinese Jour. Geophys.*, 42(2):206—217.
- 张国伟,周鼎武,于在平,郭安林,程顺有,李桃红,张成立,薛 锋. 1991. 秦岭岩石圈组成、构造和演化特征. 见:叶连俊,钱祥麟,张国伟编,秦岭造山带学术讨论会论文选集. 西安:西北大学出版社. 121—138.
- Zhang Guowei, Zhou Dingwu, Yu Zaiping, Guo Anlin, Cheng Shunyou, Li Taohong, Zhang Chengli and Xue Feng. 1991. Characteristics of the lithospheric composition, structure and evolution of the Qinling orogenic belt. in: Ye Lianjun, Qian Xianglin and Zhang Guowei. eds. *Selected Works of Symposium Papers of Qinling Orogenic Belt*. Xi'an: Northwest University Press. 121—138.
- 张国伟,周鼎武,于在平. 1992. 大别造山带与周口断陷盆地. 见:马杏垣,杨森楠,朱志澄主编,中国大陆构造论文集. 武汉:中国地质大学出版社. 14—23.
- Zhang Guowei, Zhou Dingwu and Yu Zaiping. 1992. The Dabie orogenic belt and the Zhokou fault downward basin. in: Ma Xingyuan, Yang Sennan and Zhu Zhicheng. eds. *Memoirs of the Continental Tectonics in China*. Wuhan: China University of Geosciences Press. 14—23.
- 张国伟,孟庆任,赖绍聪. 1995. 秦岭造山带的结构构造. 中国科学(B 辑), 25(9):994—1003.
- Zhang Guowei, Meng Qingren and Lai Shaocong. 1995. Tectonics and structure of Qinling orogenic belt. *Science in China (Series B)*, 25(9):994—1003.
- 张 旗,钱 青,王二七,王 焰,赵太平,郝 杰,郭光军. 2001. 燕山中晚期的中国东部高原:埃达克岩的启示. 地质科学,36(2):248—255.
- Zhang Qi, Qian Qing, Wang Erchie, Wang Yan, Zhao Taiping, Hao Jie and Guo Guangjun. 2001. An East China Plateau in Mid-Late Yanshanian period: implication from adakites. *Chinese Jour. Geol.*, 36(2):248—255.
- 赵 越,杨振宇,马醒华. 1994. 东亚大地构造发展的重要转折. 地质科学, 29(2):105—115.
- Zhao Yue, Yang Zhenyu and Ma Xinghua. 1994. Geotectonic transition from Paleasian system and Paleotethyan system to Paleopacific active continental margin in eastern Asia. *Chinese Jour. Geol. (formerly, Scientia Geologica Sinica)*, 29(2):105—115.
- 赵宗举,杨树锋,陈汉林,竺国强,周进高. 2000a. 合肥盆地基底构造属性. 地质科学, 35(3):289—295.
- Zhao Zongju, Yang Shufeng, Chen Hanlin, Zhu Guoqiang and Zhou Jingao. 2000a. Tectonic attribute of basement in Hefei basin, Anhui Province, China. *Chinese Jour. Geol. (formerly, Scientia Geologica Sinica)*, 35(3):289—295.
- 赵宗举,杨树锋,陈汉林,竺国强,楼章华. 2000b. 河南商城—固始地区石炭系沉积环境及其构造意义. 地质论评, 46(4):407—416.
- Zhao Zongju, Yang Shufeng, Chen Hanlin, Zhu Guoqiang and Lou Zhanghua. 2000b. Sedimentary environment of Carboniferous system in Shangcheng-Gushi area, Henan Province and its tectonic implications. *Geol. Rev.*, 46(4):407—416.
- 周进高,赵宗举,邓红婴. 1999. 合肥盆地构造演化及含油气分析. 地质学报, 73(1):15—24.
- Zhou Jingao, Zhao Zongju and Deng Hongying. 1999. Tectonic evolution of the Hefei basin and analysis of its petroleum potential. *Acta Geologica Sinica*, 73(1):15—24.
- 左景勋,王令全,黄超勇. 1995. 汝阳南部逆冲推覆构造的地质特征. 河南地质, 13(2):120—124.
- Zuo Jingxun, Wang Lingquan and Huang Chaoyong. 1995. Geologic characteristics of thrust-nappe tectonics in the southern Ruyang. *Henan Geology*, 13(2):120—124.
- Ames L, George R T and Zhou Gaozhi. 1993. Timing of collision of the Sino-Korean and Yangtze Cratons:U-Pb zircon dating of coesite-bearing eclogites. *Geology*, 21:339—342.
- Chavagnar V and Jahn B M. 1996. Coesite-bearing eclogites from the Bixiling Complex, Dabie Mountains, China: Sm-Nd ages, geochemical characteristics and tectonic implication. *Chem. Geol.*, 133:29—51.
- Cong Bolin. 1996. *Ultrahigh-Pressure Metamorphic Rocks in the Dabieshan-Sulu Region of China*. Beijing:Science Press, London: Kluwer Academic Publishers. 224.
- Jahn B M, Cornichet J and Cong B. 1995. Crustal evolution of the Qinling-Dabie orogen: Isotopic and geochemical constraints from coesite-bearing eclogites of the Su-Lu and Dabie terrane, China. *Chinese Sci. Bull.*, 40:116—119.
- Lee Y S, Nishimura S and Min K D. 1997. Paleomagnetotectonics of East Asia in the Proto-Tethys ocean. *Tectonophysics*, 270:157—166.
- Li S, Jagoutz E and Xiao Y. 1996. Chronology of ultrahigh-pressure metamorphism in the Dabie Mountains and Su-Lu terrane: .

- Sr-Nd isotope system. *Science in China (Series D)*, 39(6): 587—608.
- Wang Q and Cong B. 1996. Tectonic implication of UHP rock from the Dabie Mountains. *Science in China (Series D)*, 39:311—318.
- Yin An and Nie Shangyou. 1993. An indentation model for the North and South China collision and the development of the Tai-Lu and Honam fault systems, eastern Asia. *Tectonics*, 12(4):801—813.
- Zhang KJ. 1997. North and South China collision along the eastern and southern North China margins. *Tectonophysics*, 270:145—156.

EPOCHS AND SPACE-TIME MIGRATING OF MESO-CENOZOIC THRUST-NAPPE TECTONICS IN THE NORTH QINLING-DABIE OROGEN

Sun Xiaomeng¹ Wu Genyao² Hao Fujiang¹ Zhang Meisheng³ Liu Pengju³

(1. Faculty of Applied Technology, Jilin University, Changchun 130022; 2. Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029; 3. Faculty of Earth Sciences, Jilin University, Changchun 130026)

Abstract

The Meso-Cenozoic thrust-nappe tectonics in north part of the Qinling-Dabie orogen could be divided into five epochs, namely, Indosinian (T_2 - T_3), Early Yanshanian (the last stage of J_2 - J_3), Late Yanshanian (the last stage of K_1), Terminal Yanshanian (the last stage of K_2) and Early Himalayaian (the last stage of E) ones. The Meso-Cenozoic thrust-nappe tectonics in the area had an outstanding feature of space-time migration, which mainly embodied that the faults in the same epoch were obviously varied in scale and strength in varied regions and had a feature of diachronous migration evolution. The faults in varied epochs were clearly varied in scale, strength and geodynamic mechanism. The thrust-nappe tectonics in Indosinian epoch had a regularity of tectonic transport which was stronger in the east, weakened in the west, faulted in the east and folded in the west. The Early Yanshanian thrusting had a feature of diachronous migration evolution from the early period to the late period and from the east to the west. The Late and Terminal Yanshanian thrustings had tectonic feature which was weakened in the east and stronger in the west. The thrustings in the former four epochs were stronger in strength and larger in scale, but the scale and strength of thrust-nappe tectonics in the Paleogene were weakened. The former three epochs had a tendency of progressive decreasing in scale and strength from the south to the north, but the latter two epochs were stronger in the north and weakened in the south, which showed that the Mesozoic orogeny had space-time migration from the early period to the late period, from the east to the west, or from the south to the north. The Meso-Cenozoic thrust-nappe tectonics formed in a geodynamic background of diachronous collision between the Yangtze and the North China plates from the east to the west, and subduction and break-off of subducted plate in the intracontinent and mountains uplifting, extension and collapse. The formation mechanism of thrust tectonics in the Paleogene was supposed to be related to a far-field effect caused by collision between the Indian and the Eurasian plates.

Key Words The Qinling-Dabie Orogen, Meso-Cenozoic, The thrust-nappe tectonics, Tectonic epochs, Tectonic transport