

文章编号:0253-9985(2006)05-0637-07

佳木斯-伊通断裂带大型逆冲构造带的发现及形成时代

孙晓猛¹, 龙胜祥², 张梅生¹, 刘晓燕¹, 郝福江³

(1. 吉林大学 地球科学学院, 吉林 长春 130026;

2. 中国石油化工股份有限公司 石油勘探开发研究院, 北京 100083;

3. 吉林大学 应用技术学院, 吉林 长春 130022)

摘要:吉林省四平市石岭新发现的佳木斯-伊通断裂带大型逆冲构造带,其逆冲断裂、碎裂岩和褶皱构造十分发育。佳-伊断裂带东、西两条主干边界断裂附近次级断裂密集分布、褶皱构造以较紧闭的直立褶曲为主,相反在断裂带中部断裂和褶皱稀少、地层产状平缓,反映主干边界断裂是挤压应力集中地带。断裂大部分向南东 $110^{\circ}\sim 130^{\circ}$ 方向逆冲。根据逆冲断裂与中、新生代地层之间的切割、覆盖关系,认为佳-伊断裂在白垩纪以来至少发生两期强烈的逆冲作用:第一期逆冲作用即大型逆冲断裂带的形成时代是晚白垩世晚期;第二期发生在渐新世末期。结合野外调查和盆地资料,将佳-伊断裂的构造演化分为左旋走滑(K_1 早期)、区域伸展(K_1 晚期— K_2 早期)、挤压逆冲(K_2 晚期)、断陷(E)和挤压反转(E_3 末期)5个阶段。

关键词:逆冲断裂;晚白垩世;佳木斯-伊通断裂带;中国东北

中图分类号:TE111.2

文献标识码:A

Discovery and timing of major thrustbelt in Jiamusi-Yitong fault zone

Sun Xiaomeng¹, Long Shengxiang², Zhang Meisheng¹, Liu Xiaoyan¹, Hao Fujiang³

(1. College of Geosciences, Jilin University, Changchun, Jilin 130022; 2. Petroleum Exploration and

Production Research Institute, SINOPEC, Beijing 100083; 3. College of Applied

Technology, Jilin University, Changchun, Jilin 130022)

Abstract: The newly discovered major thrustbelt in the Jiamusi-Yitong fault zone in Siping city of Jilin province has well developed thrusts, cataclasite, and folds. In areas near the eastern and western main boundary faults, secondary faults are distributed intensively, and folds are dominated by closed vertical bends, while in the central part of the thrustbelt, the strata occurrence is gentle with few faults and folds, indicating that the main boundary faults are the area of compressive stress concentration. Most of the faults thrust towards the $110^{\circ}\sim 130^{\circ}$ direction. According to the relationship of cutting and overlaying between the thrusts and the Mesozoic-Cenozoic strata, the Jiamusi-Yitong fault zone is considered to have experienced at least two periods of strong obduction since the Cretaceous; the first occurred in late Late Cretaceous, when the major thrustbelt was formed; and the second occurred at the end of Oligocene. According to field survey results and basin data, the formation and evolution of Jiamusi-Yitong fault zone can be divided into five stages: namely sinistral strike-slip (early K_1), regional stretch (later K_1 - early K_2), compressive and thrusting (late K_2), fault depression (E), and compressive inversion (the end of E_3).

Key words: thrust fault; Late Cretaceous; Jiamusi-Yitong fault zone; northeastern China

收稿日期:2006-04-20

第一作者简介:孙晓猛(1954—),男,教授,区域构造、地层古生物

基金项目:国家发改委全国油气资源战略选区调查与评价专项项目(XQ-2004-07)

佳木斯-伊通断裂简称佳-伊断裂,位于我国东北地区的佳木斯-舒兰-伊通-铁岭一线,呈45°方向展布,向北延入俄罗斯境内,与敦-密断裂共同组成了著名的郑-庐断裂北段。长期以来,受植被和第四系覆盖影响,断裂出露较差,严重制约了对它的深入研究。因此,在断裂的几何学特征、运动学特征、构造演化阶段的划分以及不同构造阶段断裂力学性质的确定等方面,其研究程度明显低于郑-庐断裂中、南段,存在许多悬而未决的问题。这不仅直接影响到对东北亚中、新生代构造演化规律的研究,而且还影响到东北地区中、新生代断陷盆地群控盆作用规律和控油作用规律的研究。

前人对佳-伊断裂、敦-密断裂甚至整个郑-庐断裂研究的重点放在了断裂大规模左旋走滑阶段和右旋拉张阶段,而对挤压逆冲阶段没有引起足够的重视,因此研究程度相对较低,对挤压逆冲作用的发生期次和时代归属尚未取得统一认识^[1-7]。事实上,挤压逆冲作用与左旋走滑和右旋拉张作用交替进行,在断裂构造演化上起着承上启下的作用,与其他演化阶段具有同等和不可替代的重要作用。笔者近期在吉林省四平市石岭镇发现了横切佳-伊断裂带的大型逆冲构造带,并

对其进行了详细的野外调查和室内研究,获得了大量挤压逆冲阶段的第一手资料,为佳-伊断裂构造演化的研究增加了新的证据。

1 大型逆冲断裂带的构造特征

新发现的大型逆冲断裂带位于四平市石岭镇附近新开凿的303线公路两侧(图1a)。笔者进行了实测构造剖面研究。剖面全长5.175 km,其中逆冲断裂、石香肠带、碎裂岩带、褶皱构造十分发育。各种构造形迹的分布具有明显的规律性。在佳-伊断裂东、西两条边界主干断裂附近,次级断裂密集分布,褶皱构造以较紧闭的直立褶曲为主;相反在主干断裂之间,断裂和褶皱稀少,地层产状平缓,以宽缓褶曲为主(图1b)。这反映了主干断裂是应力较为集中地段。

1.1 逆冲断裂

逆冲断裂是断裂带中最发育的构造形迹。整个剖面中出露有近30条逆冲断裂。剖面西部,断裂切割了燕山期花岗岩;剖面中、东部,断裂切割了中生代地层。断裂中构造透镜体、挤压片理十分发育。断裂面产状大部分集中在(290°~320°)∠

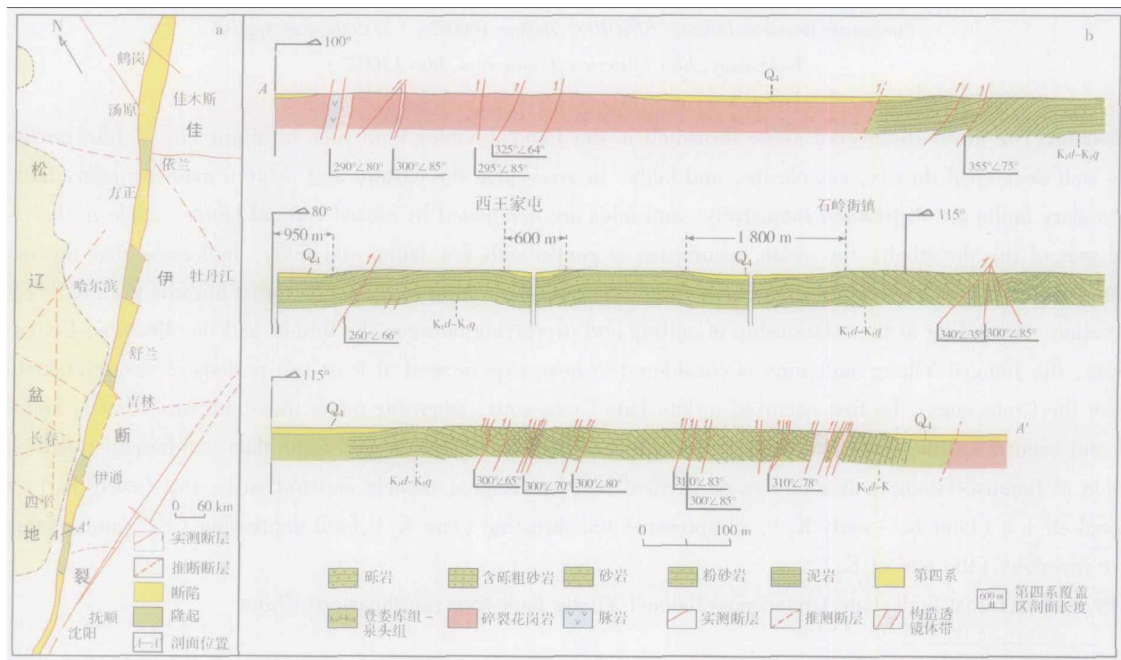


图1 四平市佳-伊断裂带实测剖面

Fig. 1 The measured geologic section of Jiamusi-Yitong fault zone in Siping region

(65°~85°)范围内。根据断裂面两侧岩层的位移关系以及构造透镜体最大拉伸轴所在的压扁面与主断面之间的夹角关系,判断出断层大部分向50°~70°方向逆冲(图1;图版I a—d)。

1.2 碎裂岩带

碎裂岩带分布在西部边界主干断裂附近燕山期花岗岩中,宽300余米,主要以碎斑岩、碎粒岩为主(图版I e),又被一系列逆冲断裂所切割,说明其形成时代早于逆冲断裂形成期。

1.3 褶皱构造

褶皱构造主要分布在临近中、东部主干断裂的中生代地层中,卷入到褶皱中的地层为登娄库组和泉头组,以较紧闭的直立褶曲为主,反映了该区遭受到强烈的挤压作用。直立褶曲横剖面上的形态主要为圆弧状-尖棱状,枢纽走向大部分集中在20°~30°方向(图版I f),一些褶曲与逆冲断层组成断褶带(图版I g)。在剖面中部,地层产状平缓,以宽缓褶曲为主(图版I h)。

2 大型逆冲断裂带的形成时代

根据逆冲断裂与中、新生代地层之间的切割、覆盖关系,笔者认为佳-伊断裂在白垩纪以来至少发生过两期强烈的逆冲作用:第一期逆冲作用即大型逆冲断裂带的形成时代是晚白垩世晚期;第二期发生在渐新世末期。

2.1 佳-伊地堑的形成时代

由于佳-伊地堑断陷沉积直接覆盖在大型逆冲断裂带之上,因此地堑形成时代限定了大型逆冲断裂带形成时代的上限。前人对佳-伊地堑形成时代存在不同的观点。许多学者认为晚侏罗世一早白垩世为地堑初始断陷阶段^[6,8],有的学者认为中侏罗世就已经进入地堑初始断陷阶段^[9];还有一些学者认为断陷形成于第三纪^[7,10]。笔者赞成后一种观点,依据是:①伊通断裂带中出露的中生界主要是登娄库组和泉头组(表1),两组岩性绝大部分为砂岩、粉砂岩,局部夹少量含砾砂岩,缺乏边缘相沉积;②登娄库组-泉头组并不

仅局限分布在佳-伊断裂带中,在佳-伊断裂带以西的松辽盆地和以东的吉林省双阳县太平镇、东辽县云顶镇、金岗镇和安石镇、辽宁省西丰县平岗镇等地也有分布;③在实测剖面中的登娄库组和泉头组中仅零星分布断距小于1 m的小规模张性断层,没有见到控制断陷形成的大型同沉积张性断层;④佳-伊断裂东侧的鸡西、勃利盆地和西侧的鹤岗盆地中的穆棱组-方正组沉积序列完全可以对比。以上证据表明,佳-伊断裂在早白垩世晚期没有控制断裂带内部和两侧的沉积,断裂带中登娄库组和泉头组(或汤原地堑中的东山组-方正组)不是断陷期的产物,而是早白垩世晚期松辽盆地广泛凹陷并向东超覆、沉积一度越过佳-伊断裂并向东部扩展、在佳-伊断裂带中沉积所致。

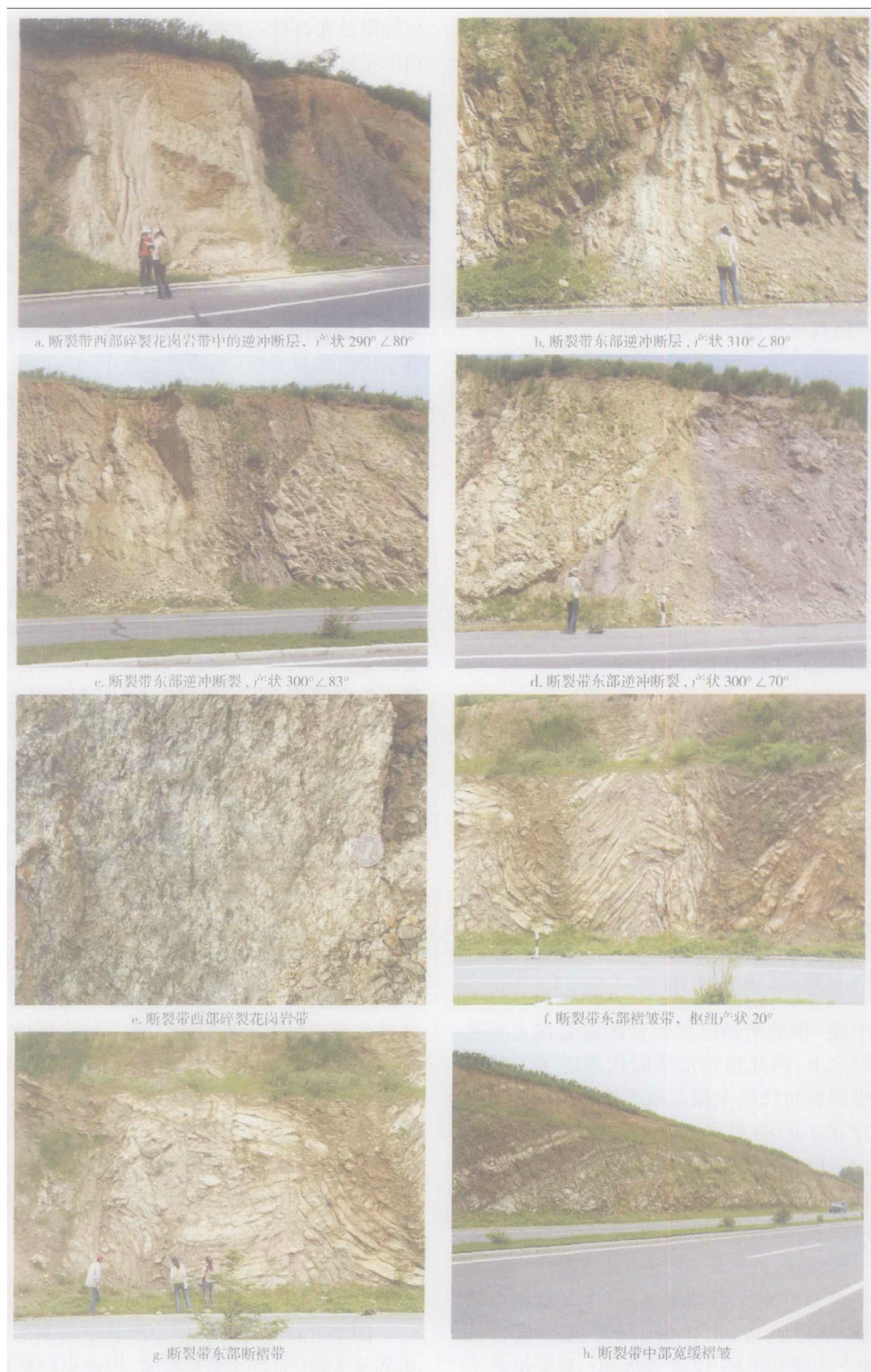
古新世-渐新世,佳-伊断裂带两条主干断裂发生断陷,形成汤原、方正和伊通等地堑。在同沉积断裂控制下,地堑中沉积了最厚可达5 000~7 000 m的古新统和渐新统。如方正地堑在古近纪经历了初始断陷期、强烈断陷期、稳定断陷期和萎缩期4个沉积-构造演化阶段^[11]。古近系呈角度不整合覆盖于下白垩统之上(表1)。因此,佳-伊地堑应形成于始新世-渐新世。

值得注意的是,在汤原地堑和伊通地堑,新生界中也分布有逆冲断层,其形成时代有新近纪^[5]、古新世末期^[7]和中新世末期^[6]等不同的认识。甚至有的学者认为,在佳-伊断裂演化历史中仅发生了中新世末期这一期逆冲断裂^①。汤原地堑和伊通地堑的地震剖面解释结果表明,这一期逆冲断裂切割的最新地层为齐家组或宝泉岭组,其上被岔路河组或富锦组不整合覆盖^[7](表1)。所以,逆冲作用应发生于渐新世末期。与古新世-渐新世同沉积张性断裂相比,渐新世末期逆冲断裂数量较少、规模较小,具有下正上逆的特征。它们是地堑断陷期的正断层经挤压正反转而成的,在特征上与四平大型逆冲断裂带具有明显的差别。因此,这一期逆冲断裂与四平大型逆冲断裂带是不同时代和不同地球动力学背景的产物。

2.2 大型逆冲断裂带的形成时代

四平市石岭街大型逆冲断裂带切割了登娄库组和泉头组,而且伴随有褶皱,因此可以确定断裂

① 张宏,王小凤. 郯庐断裂系北段地质特征及中生代演化. 中国地质科学院-沈阳地质矿产研究所,1995,(4):50~778



图版 I 四平石岭 303 线公路佳-伊断裂带剖面构造特征

Plate I Tectonic characteristics of Jiamusi-Yitong fault zone along No. 303 highway in Shiling, Siping

表1 佳-伊断裂带南、北段中、新生界地层对比
Table 1 Stratigraphic correlation of the Mesozoic-Cenozoic in the southern and northern parts of Jiamusi-Yitong fault zone

地层	年龄 / Ma	松辽盆地	佳-伊断裂北段 (汤原)	佳-伊断裂南段 (伊通)
新近系	1.81	泰康组	道台桥组	
中新统	23.03	大安组	富锦组	岔路河组
渐新统		依安组	宝泉岭组	齐家组
始新统			达连河组	永吉组
古新统			新安村组	奢岭组
	65.50	乌云组		双阳组
白垩系	上白垩统	明水组		
		四方台组		
		嫩江组		
		姚家组		
		青山口组		
	下白垩统	泉头组	方正组	泉头组
		登娄库组	东山组	登娄库组
		营城组	穆稜组	
		沙河子组		
		火石岭组		
侏罗系	上侏罗统			
	中侏罗统	万宝组		
	下侏罗统	红旗组		
	199.60			

形成时代晚于早白垩世。在佳-伊断裂南段伊通地堑中,始新统双阳组呈角度不整合覆盖在泉头组之上;断裂北段汤原地堑、方正地堑中,古新统乌云组也呈角度不整合覆盖在下白垩统之上(表1)。这就限定了逆冲断裂形成于古新世之前。

佳-伊两条主干断裂之间缺失上白垩统。造成地层缺失的原因有两种可能:一是断裂带在晚白垩世就开始隆升剥蚀,没有接受沉积;二是断裂带在晚白垩世接受了沉积,但在晚白垩世晚期强烈隆升,将上白垩统剥蚀殆尽。区域地质资料表明,断裂带以西的松辽盆地中保存有较完整的上白垩统,以东的三江、勃利、鸡西等盆地中广泛分布上白垩统下部的猴石沟组—海浪组。考虑到断裂带东、西两侧都发育有晚白垩世早期的沉积以及中国东部大陆边缘在晚白垩世具有统一的伸展地球动力学背景^[1,3],因此推测佳-伊断裂在晚白垩世早期可能也接受了沉积。晚白垩世嫩江组沉积以后,东北地区发生了强烈的嫩江运动。这次运动引起了松辽盆地自白垩纪以来最为强烈的一次构造反转作用^[12]。它不仅导致了松辽盆地大幅度抬升和大面积萎缩,形成广泛的逆冲断裂和褶皱;而且使佳-伊断裂带及其以东的吉黑东部广大

地区发生区域隆升,造成该区普遍缺失晚白垩世晚期沉积,并形成分布广泛的区域不整合界面。由于佳-伊断裂带遭受到强烈挤压,形成大型逆冲断裂带,加速了断裂带的隆升剥蚀,因此将断裂带中沉积的上白垩统剥蚀殆尽。

综上所述,大型逆冲作用应该发生在晚白垩世晚期。此外,在郯-庐断裂的中、南段,晚白垩世晚期—末期也发生强烈挤压逆冲,形成了由白垩系组成的陡立挤压褶皱带,或使白垩系逆冲推覆于前白垩系之上^[2]。据此,有理由认为郯-庐断裂中、南段晚白垩世晚期—末期的逆冲作用与四平大型逆冲断裂带是近于同期和相同地球动力学背景下的产物。

3 佳-伊断裂带的构造演化

根据野外实测构造剖面的构造特征以及伊通、汤原地堑古近系—新近系的沉积—构造特征,将佳-伊断裂的构造演化划分为5个阶段(图2)。

3.1 左旋走滑阶段

目前,在郯-庐断裂中、南段中已经积累了大量左旋走滑期的同位素资料,但在佳-伊断裂中仅见有两例同位素年龄值报道^[13,14]。本文主要参考了朱光近年来在郯-庐断裂中、南段糜棱岩中测得的角闪石、黑云母、白云母的⁴⁰Ar/³⁹Ar走滑变形及其冷却年龄^[3,4,15]。考虑到郯-庐断裂左旋走滑时代有由南向北逐渐变新的趋势^[2]以及断裂带中登娄库组和泉头组没有遭受到左旋走滑作用等因素,推测佳-伊断裂左旋走滑作用应发生在登娄库组沉积之前的早白垩世早—中期。

大规模左旋走滑作用是由于依泽奈崎板块在早白垩世早期突然改变了运动方向和速度,以30.0 cm/a的高速度向北北西方向斜向俯冲于东亚大陆边缘之下^[16,17]以及蒙古—鄂霍茨克洋东段在晚侏罗世—早白垩世的最终闭合产生的向南的作用力,使中国东部呈现左旋压扭环境,从而发生了郯-庐断裂大规模的左旋走滑作用。

3.2 区域伸展阶段

早白垩世晚期,东亚大陆边缘进入到岩浆底侵、拆沉作用后的岩石圈生长期。岩石圈逐渐冷却,使松辽裂谷区由若干个断陷群转为整体凹陷,

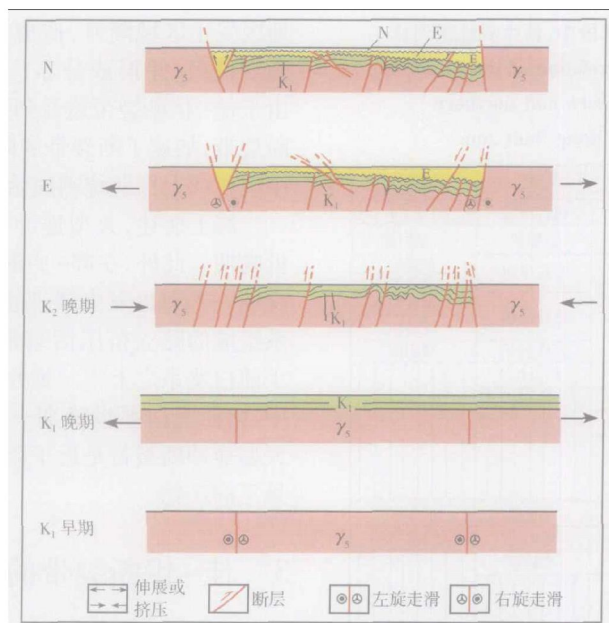


图2 佳-伊断裂构造演化示意图

Fig. 2 Sketch map showing tectonic evolution of the Jiamusi-Yitong fault zone

出现统一的松辽盆地并向盆地外超覆。沉积越过佳-伊断裂并向东部扩展,在佳-伊断裂带及其以东地区沉积了登娄库组-泉头组。

3.3 挤压逆冲阶段

晚白垩世嫩江组沉积末期,太平洋板块向北西方向俯冲^[16],使中国东部大陆边缘处于挤压应力场,导致东北地区发生了强烈的嫩江运动。这次运动不仅使松辽盆地大幅度抬升、大面积萎缩和遭受强烈的逆冲褶皱作用,而且使佳-伊断裂带及其以东的吉黑东部广大地区发生区域隆升,造成该区普遍缺失晚白垩世晚期沉积,并形成分布广泛的区域不整合界面。这一时期,佳-伊断裂带强烈活动,断裂带中的白垩系遭受到强烈的挤压逆冲、褶皱、隆升和剥蚀。

3.4 断陷阶段

该阶段主要发生在古近纪。此时,太平洋板块向东亚大陆边缘低速、正向俯冲(在37~43 Ma太平洋板块运动速度仅为5.8 cm/a)^[16],导致佳-伊断裂右旋走滑拉张形成地堑。

3.5 挤压反转阶段

渐新世末期,西太平洋板块开始发生弧后扩

张,并向西推挤中国东部大陆边缘,致使佳-伊断裂断陷期正断层发生构造反转^[18,19],造就了第二期的逆冲作用,结束了地堑的演化。应该指出的是,右旋走滑拉张可以持续到渐新世末期,但挤压反转时代要晚于右旋走滑拉张时代,是发生在渐新世最尾声时限短暂但又十分强烈的构造事件。这次事件不仅使佳-伊地堑发生构造反转,而且在渤海湾盆地和松辽盆地中形成广泛的逆冲断裂,同时形成整个东北地区新近纪与古近纪之间的区域不整合。

致谢:吉林大学刘昭君教授提供了汤原和方正盆地的地质资料,为本文撰写提供很大帮助,在此表示诚挚的感谢。

参 考 文 献

- 1 万天丰. 郯-庐断裂带的演化与古应力场[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 1995, 20(5): 526~534
Wan Tianfeng. Evolution of Tancheng-Lujiang fault zone and paleostress fields[J]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 1995, 20(5): 526~534
- 2 王小凤, 李中坚, 陈柏林. 郯庐断裂带[M]. 北京: 地质出版社, 2000. 1~180
Wang Xiaofeng, Li Zhongjian, Chen Bolin. Tancheng-Lujiang fault zone[M]. Beijing: Geological Publishing House, 2000. 1~180
- 3 朱光, 王道轩, 刘国生, 等. 郯庐断裂带的演化及其对西太平洋板块的响应[J]. 地质科学, 2004, 39(1): 36~49

- Zhu Guang, Wang Daoxuan, Liu Guosheng, et al. Evolution of the Tan-Lu fault zone and its responses to plate movements in West Pacific basin[J]. *Scientia Geologica Sinica*, 2004, 39(1): 36-49
- 4 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 Daoxuan, Liu Guosheng, et al. Extensional activities along the Tan-Lu fault zone and its geodynamic setting[J]. *Scientia Geologica Sinica*, 2001, 36(3): 269-278
 - 5 张庆龙,王良书,谢国爱,等. 郯庐断裂带北延及中生代构造体制转换问题的探讨[J]. *高校地质学报*, 2005, 11(40): 577-584
 - Zhang Qinglong, Wang Liangshu, Xie Guoai, et al. Discussion on northward extension of Tan-Lu fault zone and its tectonic regime transformation[J]. *Geological Journal of China Universities*, 2005, 11(40): 577-584
 - 6 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. 42-103
 - Liu Maoqiang, Yang Bingzhong, Deng Junguo, et al. The feature of geological structure and its evolution of Yitong-Shulan graben [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1993. 42-82
 - 7 王永春. 伊通地堑含油气系统与油气成藏[M]. 北京:石油工业出版社,2001. 10-50
 - Wang Yongchun. Oil-gas-bearing system and oil-gas accumulation of Yitong graben [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2001. 10-50
 - 8 任建业,陆永潮,李思田,等. 伊舒地堑构造演化的沉积充填响应[J]. *地质科学*, 1999, 34(2): 196-203
 - Ren Jianye, Lu Yongchao, Li Sitian, et al. The tectonic evolution of the Yi-Shu Graben and its depositional filling response[J]. *Scientia Geologica Sinica*, 1999, 34(2): 196-203
 - 9 田在艺,韩屏. 中国东北地区中生代沉积盆地构造形成演化及其油气展望[J]. *石油地震地质*, 1992, 4(2): 1-23
 - Tian Zaiyi, Han Ping. Tectonic evolution and hydrocarbon prospect of Meso-Cenozoic sedimentary basins in NE China[J]. *Petroleum Seismogeology*, 1992, 4(2): 1-23
 - 10 陈发景,赵海玲,陈昭年,等. 中国东部中、新生代伸展盆地构造特征及地球动力学背景[J]. *地球科学—中国地质大学学报*, 1996, 21(4): 357-365
 - Chen Fajing, Zhao Hailing, Chen Zhaonian, et al. Structural characteristics and geodynamic setting of Mesozoic and Cenozoic extensional basins in eastern China[J]. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 1996, 21(4): 357-365
 - 11 陈守田,张克民,王青海,等. 伊-舒地堑下第三系层序地层分析[J]. *石油与天然气地质*, 2002, 23(2): 150-153
 - Chen Shoutian, Zhang Kemin, Wang Qinghai, et al. Analysis of sequence stratigraphy of Eogene system in Yi-Shu graben [J]. *Oil & Gas Geology*, 2002, 23(2): 150-153
 - 12 侯贵廷,冯大晨,王文明,等. 松辽盆地的反转构造作用及其对油气成藏的影响[J]. *石油与天然气地质*, 2004, 25(1): 49-53
 - Hou Guiting, Feng Dachen, Wang Wenming, et al. Reverse structures and their impacts on hydrocarbon accumulation in Songliao basin[J]. *Oil & Gas Geology*, 2004, 25(1): 49-53
 - 13 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 Lirong, Song Jianguo, Wan Yu. Chronology and its significance of the north segment in Tan-Lu fault zone[J]. *Geological Review*, 1996, 42(6): 508-512
 - 14 殷长建,彭玉麟,王彦生,等. 伊舒断裂带年代学新证据[J]. *吉林地质*, 2005, 24(1): 6-15
 - Yin Changjian, Peng Yujing, Wang Yansheng, et al. New evidences of chronology of rift belt of Yitong-Shulan [J]. *Jilin Geology*, 2005, 24(1): 6-15
 - 15 朱光,牛漫兰,刘国生,等. 郯庐断裂带肥东段走滑运动的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 法定年[J]. *地质学报*, 2005, 79(3): 303-316
 - Zhu Guang, Niu Manlan, Liu Guosheng, et al. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating for the strike-slip movement on the Feidong part of the Tan-Lu fault belt[J]. *Acta Geologica Sinica*, 2005, 79(3): 303-316
 - 16 Maruyama S, Seno T. Orogeny and relative plate motions; example of the Japanese Islands[J]. *Tectonophysics*, 1986, 127(3-4): 305-329
 - 17 Maruyama S, Isozaki Y, Kimura Gand Terabayashi M C. Paleogeographic maps of the Japanese Islands: plate tectonic synthesis from 750 Ma to the present[J]. *Island Arc*, 1997, 6: 121-142
 - 18 任延广,陈均亮,冯志强,等. 喜山运动对松辽盆地含油气系统的影响[J]. *石油与天然气地质*, 2004, 25(2): 185-190
 - Ren Yanguang, Chen Junliang, Feng Zhiqiang, et al. Impacts of Himalaya movement on petroleum system in Songliao basin[J]. *Oil & Gas Geology*, 2004, 25(2): 185-190
 - 19 徐旭辉,高长林,黄泽光,等. 中国盆地形成的三大活动构造历史阶段[J]. *石油与天然气地质*, 2005, 26(2): 155-162
 - Xu Xuhui, Gao Changlin, Huang Zeguang, et al. Three stages of tectonic movements in formation of petroliferous basins in China [J]. *Oil & Gas Geology*, 2005, 26(2): 155-162

(编辑 李 军)