

王典, 李鹏, 单玄龙等. 2019. 大兴安岭西侧盆地群推覆构造的震学证据. 地球物理学报, 62(3):1129-1138, doi:10.6038/cjg2019M0054.

Wang D, Li P, Shan X L, et al. 2019. Seismic evidence for nappes in basins west of the Da Hinggan Mountains. *Chinese J. Geophys.* (in Chinese), 62(3):1129-1138, doi:10.6038/cjg2019M0054.

# 大兴安岭西侧盆地群推覆构造的震学证据

王典<sup>1,2,3</sup>, 李鹏<sup>1,2,3\*</sup>, 单玄龙<sup>3,5,6</sup>, 鹿琪<sup>1,2,3,4</sup>, 刘洋<sup>1,2,3</sup>, 于涵<sup>1,2,3</sup>

1 吉林大学地球探测科学与技术学院, 长春 130026

2 吉林大学应用地球物理实验教学中心, 长春 130026

3 吉林大学地质资源立体探测虚拟仿真实验教学中心, 长春 130026

4 油页岩地下原位转化与钻采技术国家地方联合工程实验室, 长春 130026

5 吉林大学, 地球科学学院, 长春 130061

6 东北亚生物演化与环境教育部重点实验室, 长春 130061

**摘要** 推覆构造是一种和油气有关的重要构造形式, 主要产于造山带前陆, 是挤压或压缩作用的结果, 对油气的生成、储集、运移、圈闭和保存条件都有着重要的影响. 研究区从漠河盆地、海拉尔盆地到二连盆地内的中生代推覆构造, 组构了大兴安岭西盆地群推覆构造. 本文通过对三个盆地五种推覆构造的震学研究, 将其推覆方向归结为两类: 第一类由北西向南东推覆, 在三个盆地中表现明显; 第二类由南东向北西推覆, 在海拉尔盆地和二连盆地内有显示. 认为第一类推覆作用来源于蒙古—鄂霍茨克洋自西向东的闭合; 第二类推覆作用来源于太平洋板块俯冲的远程应力作用.

**关键词** 推覆构造; 大兴安岭西盆地群; 逆冲断层; 蒙古—鄂霍茨克洋; 太平洋板块

doi:10.6038/cjg2019M0054

中图分类号 P541, P631

收稿日期 2018-02-01, 2019-01-03 收修定稿

## Seismic evidence for nappes in basins west of the Da Hinggan Mountains

WANG Dian<sup>1,2,3</sup>, LI Peng<sup>1,2,3\*</sup>, SHAN XuanLong<sup>3,5,6</sup>,

LU Qi<sup>1,2,3,4</sup>, LIU Yang<sup>1,2,3</sup>, YU Han<sup>1,2,3</sup>

1 College of Geo-Exploration Science and Technology, Jilin University, Changchun 130026, China

2 Central Lab of Applied Geophysics, Jilin University, Changchun 130026, China

3 Virtual Simulation Experiment Teaching Center of Stereo-Exploration of Geological Resources, Changchun 130026, China

4 National-Local Joint Engineering Laboratory of In-situ Conversion, Drilling and Exploitation Technology for Oil Shale, Changchun 130026, China

5 College of Earth Sciences, Jilin University, Changchun 130061, China

6 Key Laboratory for Evolution of Past Life and Environment in Northeast Asia (Jilin University), Ministry of Education, Changchun 130061, China

**Abstract** Nappe is an important oil and gas structure, mainly located in forelands of orogenic belts. It is caused by extrusion or compression and plays an important role in generation, storage, migration, trap and preservation of oil and gas. This study focuses on such structure of Mesozoic

**基金项目** 国家自然科学基金项目(41804101)、国家自然科学基金重点项目(41430322)、国家重点研发计划课题(2016YFC0303101)、吉林大学本科教学改革研究项目(2017XYB232)、中国博士后科学基金面上资助(2014M561295)、吉林大学高层次科技创新团队建设项目和中央高校基本科研业务费专项资金联合资助。

**第一作者简介** 王典, 女, 满族, 1978 年生, 副教授, 主要从事地震数据处理与解释研究. E-mail: dianwang@jlu.edu.cn

**\* 通讯作者** 李鹏, 男, 1984 年生, 讲师, 主要从事地震勘探数据处理、盆地构造等领域研究. E-mail: pengli@jlu.edu.cn

in the Mohe, Hailaer and Erlian basins west basins of the Da Hinggan Mountains. Based on seismic data from five types of the nappe structure, their motion directions are classified into two categories. The first is from Northwest to Southeast (NS) which is obvious in all the three basins; The second is from Southeast to Northwest (SN) which can be found in the Hailaer and Erlian basins. It is suggested that the first category of nappes is produced by the closure of the Mongolia-Okhotsk Ocean from the west to the east, while the second can be attributed to the long-distance stress induced by the subduction of the Pacific plate in the east.

**Keywords** Nappe; Basins west of the Da Hinggan Mountains; Thrust fault; Mongol-Okhotsk ocean; Pacific plate

## 0 引言

大兴安岭西侧盆地群(图 1)位于我国黑龙江省和内蒙古自治区的大兴安岭西侧,南北长达 1650 km. 其中发育多个中生代沉积为主的断陷盆地,简称为“西侧盆地群”,是我国东北地区重要的油气勘探与开发基地之一. 该盆地群包括二连、海拉尔、拉布达林、根河、漠河等盆地,盆地总面积约  $20.0 \times 10^4 \text{ km}^2$ . 该盆地群的构造、地层受控于西部和北部的蒙古—鄂霍茨克缝合带,东部的黑河—贺根山缝合带、大兴安岭断裂带,南部的温都尔庙—西拉木伦河缝合带、华北板块北缘断裂带(Li, 2006; 刘财等, 2011)(本文稿倾向使用板块构造说中的名词). 推覆构造是一种重要的构造形式,广泛产出于各种不同的构造环境和构造单元. 由逆冲断层及其上盘推覆体或逆冲岩席组合而成的大型至巨大型的构造,主要产出于造山带前陆,是挤压或压缩作用的结果,对油气的生成、储集、运移、圈闭和保存条件都有着重要的影响. 推覆构造长期处于浅海相等有利生油的大地构造环境中. 由于地层的逆冲重叠,增加了油源层的体积,同时推覆体产生的热源(逆冲过程中应力作用产生的摩擦热以及由深部沿断裂逸出的热流等)可以再紧邻推覆体之下产生一个新的生油窗(汤锡元, 1988). 逆冲作用活动的长期性和间歇性使同一生油层有可能在较长的时间内具多期生油的特点,为油气藏的进一步形成提供了有利的条件. 因此在推覆构造中找油的工作已经颇具规模,例如老君庙油田、克拉玛依油田、鸭儿峡油田、塔里木油田以及四川盆地龙门山地区的油田等,都与推覆构造有关(汤锡元, 1988).

漠河盆地、海拉尔盆地、二连盆地均位于西伯利亚板块和华北板块拼接处的大兴安岭—内蒙古弧形褶皱带上,属于受统一构造背景控制的拉张型断陷盆地群(张吉光, 1992a, b). 二连盆地位于弧形褶皱

带顶端东部的缝合线上,凹陷走向北东东至北东向,而海拉尔盆地位于弧形褶皱带的东翼,凹陷走向以北东、北北东向为主,漠河盆地位于弧形褶皱带东翼北侧,凹陷走向北东至北北东向;漠河盆地—海拉尔盆地—二连盆地一线,基本与松辽盆地、依兰—伊通地堑一致呈北北东至北东向延伸,表明它们的位置和受力方向既存在联系又有一定的差别. 因此整体研究漠河盆地—海拉尔盆地—二连盆地的推覆构造特征,进而推断推覆时间和成因机制,对于认识该区大地构造背景及油气勘探具有重要意义. 作者对研究区的近百条剖面进行了进一步解释,并在每个盆地选取一条代表性剖面展示该盆地的主要推覆构造特征.

## 1 盆地群地层与构造演化

东北地区的构造形态是古亚洲洋构造体系、蒙古—鄂霍茨克构造体系(许文良等(2013)称为蒙古—鄂霍茨克构造体系;黄始琪等(2014)称为蒙古—鄂霍茨克构造带)和滨太平洋构造体系叠加的表现(Hilde et al., 1977; Davis et al., 1998; Zorin, 1999). 蒙古—鄂霍茨克洋从中—晚侏罗世表现为自西向东具有剪刀式闭合的特征,使得大兴安岭地区成为活动大陆边缘,造成了该东北地区的地壳加厚,在东部闭合的时间可能持续到晚侏罗世—早白垩世. 于此同时,古太平洋板块向北西方向运动俯冲到中蒙地块之下,彼此互相阻碍对方的俯冲方向,引起了岩石圈的加厚和随后的拆沉作用,使得地幔物质上涌,引起火山喷发和地壳的局部伸展,形成漠河、海拉尔、二连等断陷盆地(郭爱军等, 2013). 三个盆地中生界地层如表 1. 三个盆地共同的地层是白垩系和上侏罗统,其下部地层略有不同;大兴安岭西盆地群推覆断裂基本发生在中生界地层内,发生推覆作用的早晚可由盆地中生界地层界定.

漠河盆地位于大兴安岭北部,盆地西部延入蒙

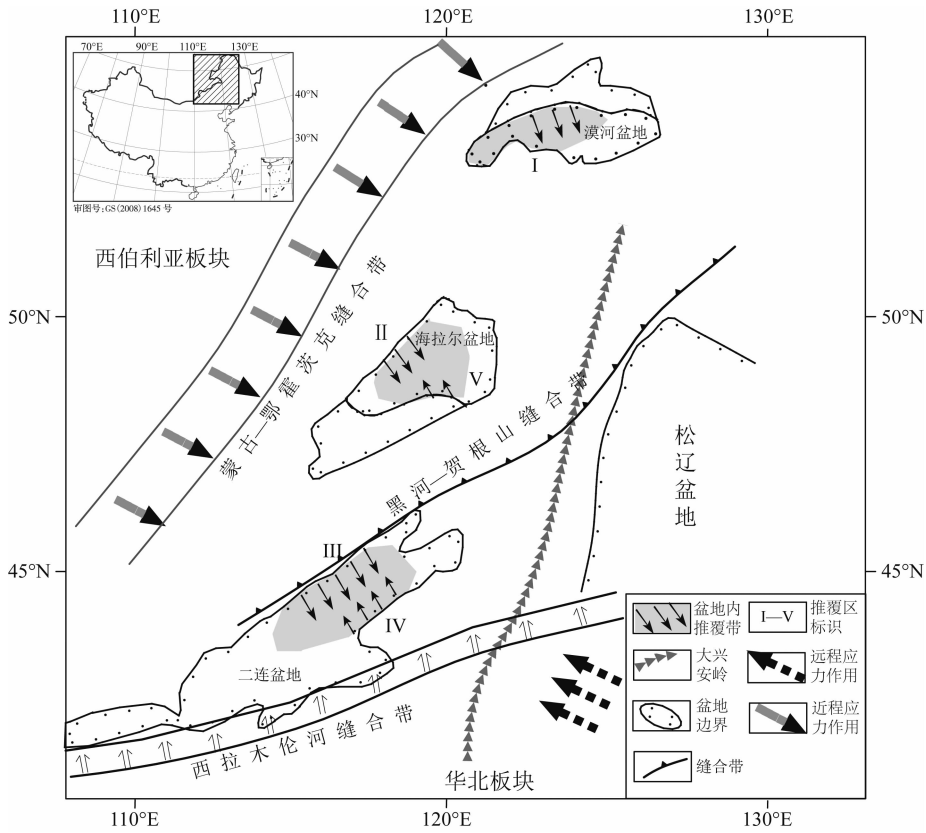


图 1 大兴安岭西侧盆地群构造背景与推覆断裂

Fig. 1 Tectonic setting and nappes in basins west of the Da Hinggan Mountains

表 1 盆地中生界地层层序简表(据张顺等,2003;程三友,2006;张绍臣,2009)

Table 1 Mesozoic stratigraphic sequence in basins (Zhang S et al., 2003; Cheng S Y, 2006; Zhang S C, 2009)

界	系	统	漠河盆地	海拉尔盆地	二连盆地	
中生界	白垩系	上统	伊列克得组	青元岗组	赛汉塔拉组	
		下统	上库力组	伊敏组		大磨拐河组
				伊列克得组	南屯组	阿尔善组
				南屯组	铜钵庙组	
				塔木兰沟组	K <sub>1</sub> -J <sub>2</sub> 兴安岭群 塔木兰沟组	兴安岭群
		开库康组				
	额木尔河组					
	二十二站组					
	侏罗系	上统	秀峰组	阿拉坦合力群		
		中统				
		下统				

古国境内,北面及东面过黑龙江延入俄罗斯境内.大地构造上归属蒙古—鄂霍茨克构造带(张顺等(2003)称为蒙古—鄂霍茨克褶皱带)中的额尔古纳微板块.基底为三叠纪结晶变质岩和前寒武纪花岗岩,盖层为中、晚侏罗世湖相碎屑沉积岩及晚侏罗世和早白垩世火山岩,岩性上具有典型的二元结构特点(张顺等,2003),上覆新生界砾石及砂砾互层沉积岩,侏罗系自下而上划分为秀峰组、二十二站组、额木尔河组、开库康组和塔木兰沟组,侏罗系自下而上划分为上库力组和伊列克得组(表 1).漠河盆地被

划分出 5 个一级构造单元,其中额木尔河推覆带位于盆地西部,是最大的构造单元.从最初的依据野外露头资料,到同位素测龄、岩石地球化学分析等多个方面,很多学者对漠河盆地的构造演化及特征进行了详细研究.和政军等(2003)根据漠河盆地岩石地球化学分析,提出了漠河盆地的构造类型为前陆盆地,而不是以往认为的裂谷盆地.张顺等(2003)认为漠河盆地经历了蒙古—鄂霍茨克洋和西太平洋两种不同构造域的演化阶段,具有西部挤压推覆、中部和东部拉张断陷构造特点.

海拉尔盆地位于蒙古—大兴安岭裂谷盆地群的东部,东至大兴安岭隆起,与大杨树盆地、松辽盆地相隔;西为西北隆起,与蒙古乔巴山盆地相望;北部与拉布达林盆地相连;东南部与二连盆地相毗邻。盆地叠加于形变的中亚—蒙古拗拉槽,基底以德尔布干断裂为界,西部属于西伯利亚板块的额尔古纳褶皱区,东部属于天山—兴安褶皱区的内蒙古—大兴安岭褶皱系,呈弧形褶皱带展开(张晓东等,1994)。基底由前古生界深变质岩系和古生界浅变质岩系、未变质岩系、岩浆岩所组成(冯志强等,2004)。侏罗系到白垩系自下而上发育深色砂泥岩组、杂色砂砾岩组、火山碎屑岩组、塔木兰沟组、铜钵庙组、南屯组、伊列克得组、大磨拐河组、伊敏组、青元岗组(表1)。关于海拉尔盆地构造演化的认识依然存在争议。张吉光(1992a,b)认为海拉尔盆地中、新生代的构造演化主要经历了初始张裂、强烈拉张、拉张裂陷、缓慢沉降和回返萎缩5个阶段;与张晓东等(1994)提出的五个演化阶段基本类似;而陈守田等(2002)则认为海拉尔盆地的演化主要经历了地壳隆起、断陷、拗陷和萎缩4个阶段;余本善等(2013)认为中生代海拉尔裂谷盆地经历了三个构造幕,即下部伸展裂陷、中部拆离滑脱和上部拗陷。

二连盆地位于我国内蒙古自治区的中北部,东起大兴安岭,西到乌拉特中后联合旗一带,南界为阴山山脉北麓,北至中蒙边界(赵澄林等,1996)。大地构造位置处于华北板块与西伯利亚板块的缝合线上,是在内蒙古—大兴安岭西褶皱基底上发育起来的中、新生代断陷沉积盆地。马新华和肖安成(2000)、肖安成等(2001)等学者认为二连盆地的构造演化经历了早—中侏罗世伸展构造背景下的断陷期、晚侏罗世末的强烈构造反转期、早白垩世伸展断陷期、早白垩世晚期构造由伸展向收缩的反转期及晚白垩世以来的整体抬升期5个不同阶段。

## 2 推覆构造与推覆构造系统

蒙古—鄂霍茨克构造带是中亚造山带的重要组成部分(黄始琪等,2014,2016)。晚侏罗世中期,蒙古—鄂霍茨克洋逐渐向东封闭,在西伯利亚板块与中国东北拼贴板块碰撞后进一步挤压。140~125 Ma,太平洋板块呈南南西方向俯冲,到了125 Ma呈北西向漂移(包汉勇等,2013),俯冲到中蒙地块之下。西拉木伦河缝合带位于研究区南部,紧邻二连盆地。在早三叠世,西拉木伦河逐步开始闭合,产生南北方

向的挤压作用。这些不同时期的挤压作用,形成了研究区现在逆冲推覆构造。

吴根耀等(2006)给出的逆冲断裂几乎遍布整个漠河盆地。笔者更能接受黑龙江地质矿产局(1988)给出的逆冲断裂全长大于220 km,宽大于70 km的厘定(图2)。漠河逆冲推覆构造位于盆地的西北部,西起洛古河,经北极村、北红、马伦,东达西尔根气河口子岛,南界位于门都里、鲜花山、龙河林场、二十五站一线。漠河逆冲推覆构造根带分布于洛古河—金沟—河湾—古站岛一线以北,总体呈北东东向延伸,以发育韧性剪切带、鞘褶皱和长英质糜棱岩为特征,岩石变质变形较强;中带呈北东东向分布于金沟林场—鲜花山—二十八站一线,以韧—脆性逆冲断裂为特征;前锋带位于前哨—鲜花山—龙河林场—漠河口岸一线,以宽缓的B型褶皱和脆性低角度叠瓦状逆冲断裂为特征(刘晓佳等,2014)。总体推覆方向为北西向南东。由于受近南北向水平挤压作用,北极村一带岩石变质变形最为强烈,而由北西向南东沿着北极村—老沟—漠河一线其变质变形程度递减。因此,该推覆构造表现出北强南弱、西强东弱的特点(王晓勇等,2008)。W5(图3)为漠河盆地西侧一条切割逆冲推覆断层的剖面(王骞,2007)。南部断层断面清晰,发育时间较长,具有隐伏性质,断层呈后展式展布,推覆方向为北西向南东。

张顺等(2003)根据该带整体缺少额尔木河组后期的火山岩地层,推测推覆时间发生在晚侏罗世早期。李锦轶等(2004)利用花岗岩和变质岩中锆石定年,推断漠河盆地是在活动大陆边缘基础上发育形成的中—晚侏罗世前陆盆地,该盆地前身(三叠纪—早侏罗世)可能为与弧有关的盆地,其形成发展与蒙古—鄂霍茨克构造带(李锦轶等(2004)称为蒙古—鄂霍茨克造山带)的造山过程有关。王晓勇等(2008)

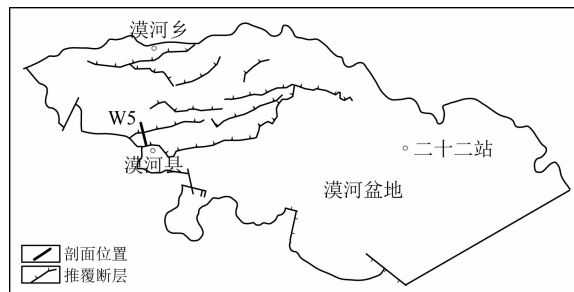


图2 漠河盆地推覆断裂分布与剖面位置图  
(据王晓勇(2008)修改)

Fig. 2 Nappe and position of profile in Mohe basin  
(modified from Wang X Y, 2008)

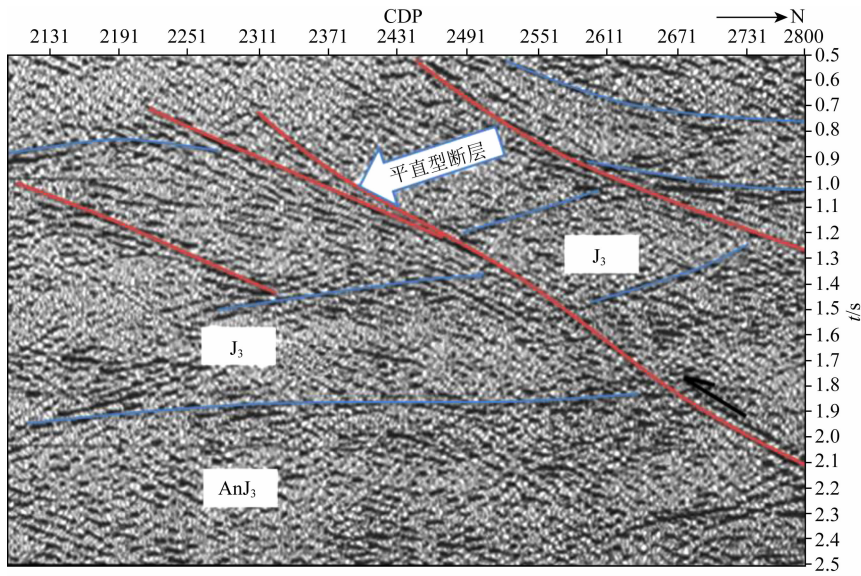


图 3 W5 剖面逆冲推覆构造(位置见图 2)(据王骞(2007)修改)

Fig. 3 Nappe in W5 profile (position is shown Fig. 2) (modified from Wang Q., 2007)

依据漠河推覆构造内存在着未变形变质和已经变形分异的中酸性脉岩,利用小马厂根部黑云母同位素年龄以及大马厂韧性剪切带内黑云母等时线年龄,推测漠河盆地推覆构造形成于晚侏罗世—早白垩世.刘晓佳等(2014)根据出露于漠河逆冲推覆构造根带、中带及峰带等不同构造部位的 10 个同构造石英脉的电子自旋共振测年,确定漠河逆冲推覆构造主要活动时期为晚侏罗世晚期—早白垩世晚期.

海拉尔盆地是叠置于华北板块和西伯利亚板块之间的内蒙古—大兴安岭古生代碰撞造山带之上的中生代陆相沉积盆地,是典型的被动裂陷盆地(刘志宏等,2006;平贵东等,2014).贝尔凹陷为海拉尔盆地中部断陷带内最南端的一个二级构造单元,苏德尔特构造带(图 4、图 5)位于贝尔凹陷西南部,呈北东向分布.苏德尔特构造带整体呈隆升趋势,在构造带下伏发育于基底之上的典型的叠瓦状逆冲推覆构造,推覆方向为由北向南;发生推覆作用的地质时代约为早白垩纪.张帆(2007)认为受挤压影响导致的断层逆冲以及伸展控陷断层发生强烈反转,同时引起苏德尔特构造带的整体隆升;同时推断发育于基底的逆冲过程为前白垩纪造山过程中形成的古构造的重新活动.个别学者认为苏德尔特构造带是由于重力影响导致的横弯褶皱,而非侧向挤压引起(谢邵晗等,2016).

巴彦塔拉构造带是乌尔逊凹陷与贝尔凹陷的分界线,由一系列平行的南东东向的断层组成的典型构造变换带.从南北剖面上看,巴彦塔拉断层在不同部位上性质是不一样的,东部(图 6)为一个向北冲

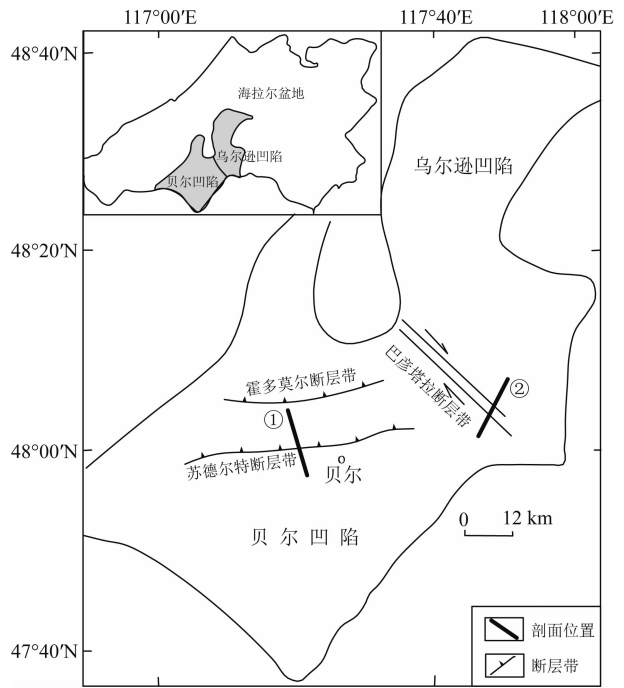


图 4 海拉尔盆地贝尔凹陷剖面位置图(据张帆(2007)修改)

Fig. 4 Position of Beier sag profile in Hailuier basin (modified from Zhang F., 2007)

的逆断层;发生推覆作用的地质时代约为早白垩纪晚期(张绍臣,2009),与苏德尔特构造带的推覆构造方向相反.

中外学者的研究表明中—晚侏罗世是燕山地区强烈褶皱、逆冲、地壳显著缩短和岩石圈增厚的时期,逆冲推覆作用结束于 135 Ma 前(Davis et al., 1998).上述燕山板内造山带侏罗纪主要变形事件构造分析表明,其东西向褶皱—逆冲带变形反映了南北

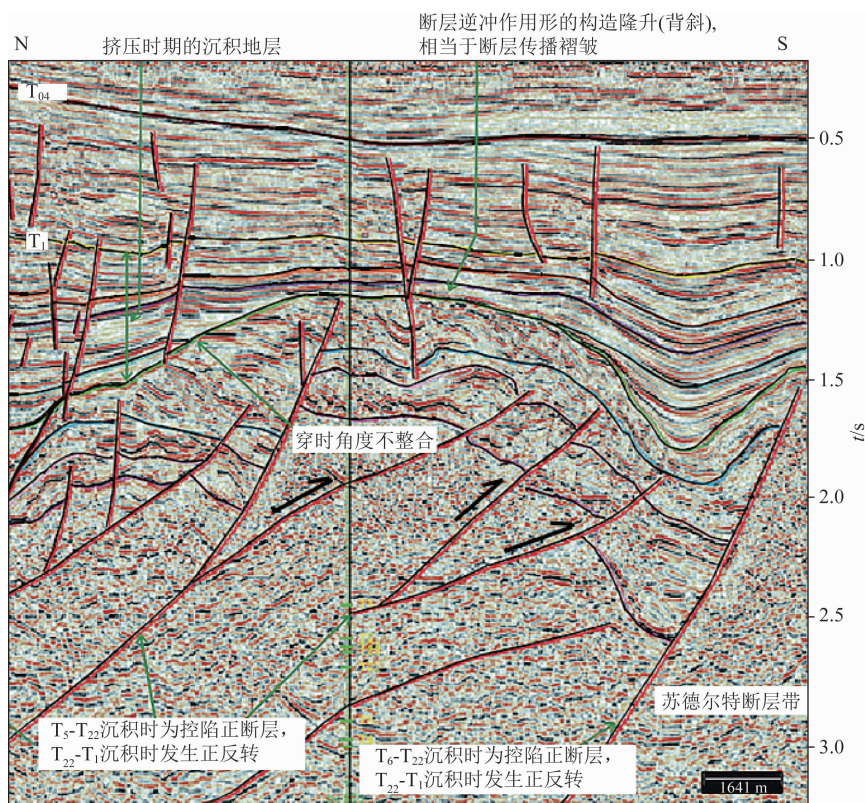


图 5 穿过苏德尔特断层带剖面(位置见图 4①)(张帆,2007)

Fig. 5 Profile through Sudeerte fault (position is shown in Fig. 4①)(Zhang F,2007)

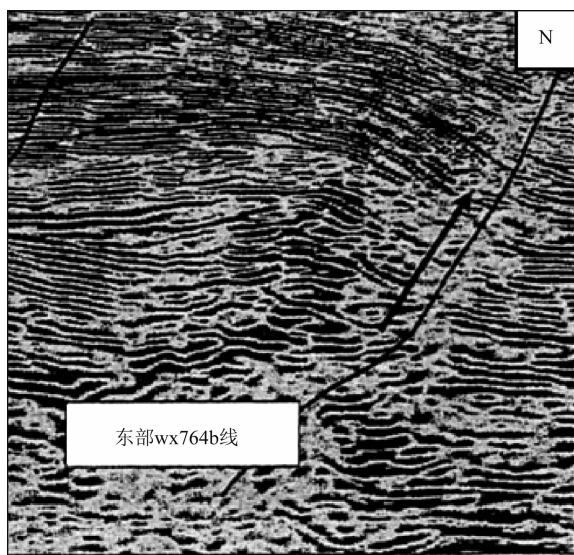


图 6 穿过巴彦塔拉断层带剖面  
(位置见图 4②)(张绍臣,2009)

Fig. 6 Profile through Bayantala tectonic belt  
(position as show Fig. 4②)(Zhang S C,2009)

向挤压和地壳缩短(赵越等,2004),与内蒙大青山推覆构造和中蒙边境大型推覆构造的时代一致(郑亚东等,1990,1998;Zhang et al.,2009).这一时期重要构造事件是蒙古-鄂霍次克海自西向东逐渐封闭和西伯利亚板块与华北板块碰撞,这次碰撞事件结

束于晚侏罗世(赵越等,1994;Zorin et al.,1999).由此可见,在燕山地区、内蒙地区和东北地区获得的证据都表明,上述地区在侏罗纪都具有相同演化历史,主要受西伯利亚与华北板块碰撞事件控制.阿拉坦合力断陷位于二连盆地北部,杨克绳(2006)提供的过坦 1 井的阿拉坦合力断陷剖面(图 8)显示:低于  $30^\circ$  的逆冲推覆断层断穿早中侏罗世地层,同时被晚侏罗世至早白垩世地层覆盖,推覆方向为南东向北西,同时在其对面存在由北西向南东推覆的逆冲断层.根据剖面显示,笔者认为由南东向北西的推覆作用发生于晚侏罗世,而杨克绳(2006)、刘春成等(2010)则认为这些由南东向北西的推覆作用发生于晚白垩世.

马新华和肖安成(2000)、肖安成等(2001)等学者认为二连盆地的构造演化经历了早-中侏罗世和早白垩世伸展断陷盆地期、晚侏罗世末和早白垩世晚期构造反转期及晚白垩世以来的整体抬升期 5 个不同阶段.多数学者(张德林,1994;马新华和肖安成,2000;肖安成等,2001)认为,二连盆地的逆断层运动可以分为两期.第一期为晚侏罗世末期的区域性逆断层运动(构造反转).这一期的逆断层活动相对于其他时期,规模大,影响范围广.如二连盆地北

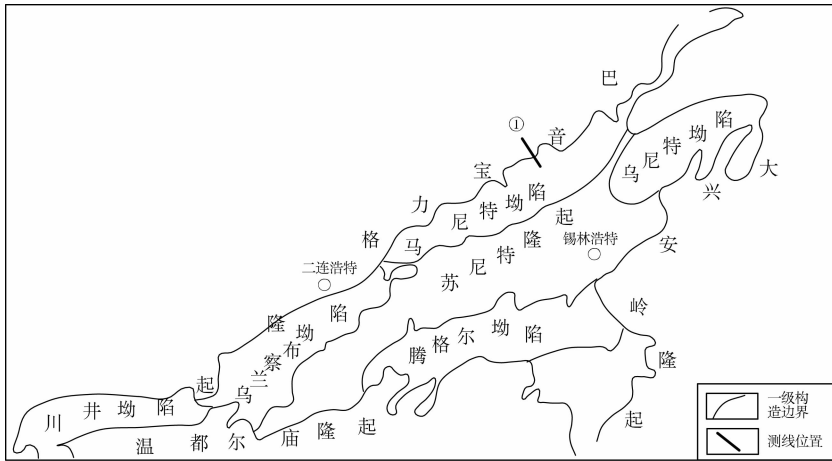


图 7 二连盆地构造单元(据刘春成等(2010)修改)

Fig. 7 Tectonic units in Erlian basin (modified from Liu C C et al. ,2010)

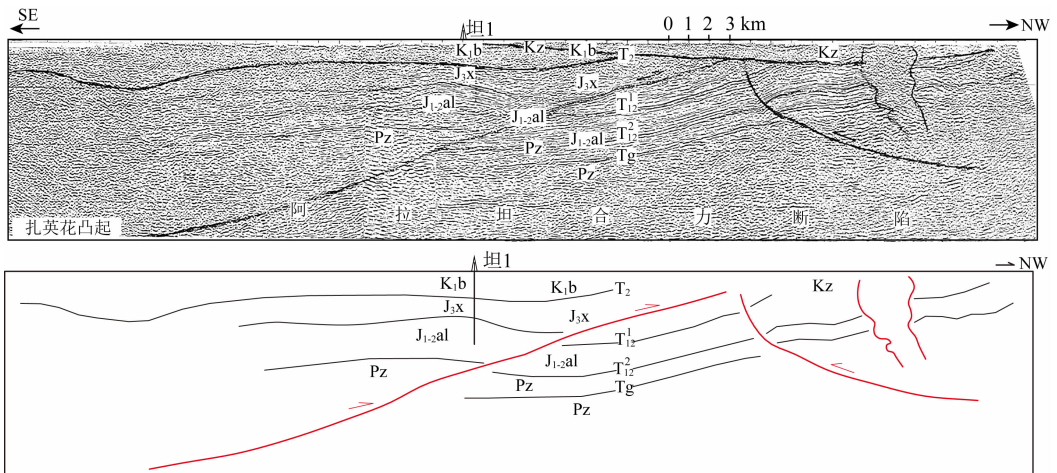


图 8 阿拉坦合力断陷地震剖面(位置见图 7①)(据杨克绳(2006)修改)

Fig. 8 Seismic profile and interpretation in Alatanheli depression (position is shown in Fig. 7①) (modified from Yang K S,2006)

部的阿拉坦合力凹陷内的逆断层(图 5),其逆掩距离达 7 km 以上,垂直断距超过千米,第二期即早白垩世末期的逆断层活动,规模相对较小,推覆方向为北西向南东.而根据剖面显示,在这两期逆断层运动同时,还存在这自南东向北西的推覆运动,发生在早白垩世,推断其太平洋板块俯冲有关.

相同的区域构造背景、相近的同类构造单元、一种构造变动组构了该构造变动的构造系统. 漠河盆地、海拉尔盆地、二连盆地内的逆冲推覆构造组构了大兴安岭西侧盆地群逆冲推覆构造系统. 研究发现:

(1) 大兴安岭西侧盆地群逆冲推覆构造系统的整体推覆时间为中生代,推覆时间呈现西部略早,东部略晚的特征.

(2) 推覆构造系统存在由北西向南东推覆的断层(图 1, I、II、III),基本具有相同的推覆方向,可以推断其推覆作用产生的应力场基本相同.

(3) 二连盆地和海拉尔盆地除了具有由北西向南东的推覆断层,同时还具有由南西向东北方向的推覆断层(图 1, IV、V),可见其推覆作用具有其他不同的应力来源,而漠河盆地未见由南西向东北方向推覆的断层显示. 即大兴安岭西盆地群逆冲推覆构造系统的北部表现为受到北西向南东的推覆作用,而南部既存在北西向南东的推覆作用,也包括南西向东北的推覆作用;南部具有的双向推覆作用表明了其受到了与另一种与北部不同的应力场的影响.

(4) 推覆构造系统内部存在不同组合和差异,如海拉尔盆地(图 5)由西北向东南的推覆构造北侧存在明显的正断层,构造类型复杂.

### 3 讨论与结论

漠河盆地、海拉尔盆地、二连盆地内的逆冲推覆

构造构成了大兴安岭西侧盆地群逆冲推覆构造系统。综合研究区附近的应力场分析,蒙古—鄂霍茨克洋闭合、太平洋板块俯冲和西拉木伦河缝合带闭合,可能是大兴安岭西盆地群逆冲推覆构造系统附近的主要应力场源。蒙古—鄂霍茨克构造带是中亚造山带的重要组成部分。晚侏罗世中期,蒙古—鄂霍茨克洋逐渐向东封闭,在西伯利亚板块与中国东北拼贴板块碰撞后进一步挤压,对大兴安岭以西盆地群逆冲推覆构造系统的形成提供了动力来源,构成了漠河盆地、海拉尔盆地和二连盆地广泛存在的自北西向南东的推覆构造(图 1, I、II、III),随着蒙古—鄂霍茨克洋自西向东封闭,逆冲断层也沿着自西向东延伸。190~185 Ma,太平洋板块在法拉龙板块、伊佐奈歧板块和菲尼克斯板块的三联脊处形成(谢鸣谦,2000)。140~125 Ma,太平洋板块呈南南西方向俯冲,到了 125 Ma 呈北西向漂移(包汉勇等,2013),俯冲到中蒙地块之下,经过 15 Ma 作用,推测太平洋板块倾斜俯冲的作用可以达到二连盆地附近,因此考虑二连盆地内部分逆断层(图 1, IV、V)是受到了太平洋板块远程应力的影响,产生由南东向北西的推覆。西拉木伦河缝合带位于研究区南部,紧邻二连盆地。在早三叠世,西拉木伦河逐步开始闭合,产生南北方向的挤压作用。而二连盆地剖面显示其逆冲推覆时间为晚侏罗世到早白垩世。西拉木伦河闭合时间与二连盆地推覆作用时间相差了 110~120 Ma,因此推断二连盆地逆冲推覆运动受西拉木伦河缝合带闭合的可能性较小,不是其主要的动力来源。

大兴安岭以西漠河盆地、海拉尔盆地、二连盆地内的推覆构造组构的推覆系统,其推覆方向归结为两类:第一类由北西向南东推覆(图 1, I、II、III),在三个盆地中具有表现;第二类由南东向北西推覆(图 1, IV、V),在海拉尔盆地和二连盆地内有显示。该系统第一类推覆作用来源于蒙古—鄂霍茨克洋自西向东的闭合作用;第二类推覆作用来源于太平洋板块俯冲的远程应力作用。这些推覆断裂基本发生在中生界地层内。

## References

Bao H Y, Guo Z F, Zhang L L, et al. 2013. Tectonic dynamics of eastern china since the formation of the pacific plate. *Advances in Earth Science* (in Chinese), 28(3): 337-346.

Chen S T, Liu Z J, Cui F L, et al. 2002. Oil-Gas bearing system of Hailaer basin. *Journal of Changchun University of Science and*

*Technology* (in Chinese), 32(2): 151-154.

Cheng S Y. 2006. Regional tectonic characters and meso-cenozoic basin evolution in northeastern China [Ph. D. thesis] (in Chinese). Beijing: China University of Geosciences.

Davis G A, Wang C, Zheng Y D, et al. 1998. The enigmatic Yinshan fold-and-thrust belt of northern China: New views on its intraplate contractional styles. *Geology*, 26(1): 43-46.

Feng Z Q, Ren Y G, Zhang X D, et al. 2004. Law of Oil and gas Distribution in Hailaer Basin and Orientation for Exploration at Next Stage. *China Petroleum Exploration*, 9(4): 19-22.

Guo A J, Xu H, Chen L M, et al. 2004. Tectonic Relations and Dynamics discussions with Great Xing'an Range Uplift and Hailar and Erlian Basins. Abstracts of papers at the 2013 Academic Annual Meeting of the Chinese Geological Society, 636-669.

He Z J, Li J Y, Mo S G, et al. 2005. Geochemical discriminations of sandstones from the Mohe Foreland basin, northeastern China: Tectonic setting and provenance. *Science in China Series D: Earth Sciences*, 48(5): 613-621.

Hilde T W C, Uyeda S, Kroenke L. 1977. Evolution of the Western Pacific and its margin. *Tectonophysics*, 38(1-2): 145-152, 155-165.

Huang S Q, Dong S W, Hu J M, et al. 2016. The formation and tectonic evolution of the Mongol-Okhotsk belt. *Acta Geologica Sinica* (in Chinese), 90(9): 2192-2205.

Huang S Q, Dong S W, Zhang F Q, et al. 2014. Tectonic deformation and dynamic characteristics of the middle part of the Mongolia-Okhotsk collisional belt, Mongolia. *Acta Geologica Sinica* (in Chinese), 35(4): 415-424.

Li J Y. 2006. Permian geodynamic setting of Northeast China and adjacent regions: Closure of the Paleo-Asian Ocean and subduction of the Paleo-Pacific plate. *Journal of Asian Earth Sciences*, 26(3-4): 207-224.

Li J Y, He Z J, Mo S G, et al. 2004. The age of conglomerates in the lower part of the Xiufeng formation in the northern Da Hinggan mountains, NE China, and Their Tectonic Implications. *Geological Bulletin of China* (in Chinese), 23(2): 120-129.

Liu C, Yang B J, Wang Z G, et al. 2011. A research on the geoelectrical banding characteristics of the bottom of the mesozoic-cenozoic basin groups in the northwest of the Da Hinggan Ling fault. *Chinese Journal of Geophysics* (in Chinese), 54(2): 415-421, doi: 10.3969/j.issn.0001-5733.2011.02.018.

Liu C C, Dai F G, Wu H H, et al. 2010. Seismic interpretation of the reverse faults in east China oil-bearing basins. *Special Oil & Gas Reservoirs* (in Chinese), 17(4): 55-58.

Liu X J, Zhao L G, Tian J, et al. 2014. ESR ages evidences of mohe overthrust structure stage. *Journal of Geomechanics* (in Chinese), 20(3): 299-303.

Liu Z H, Wan C B, Ren Y G, et al. 2006. Geological Features and the rule of oil and gas accumulation of Urxun-Beier depression in Hailaer basin. *Journal of Jilin University (Earth Science Edition)* (in Chinese), 36(4): 527-534.

Ma X H, Xiao A C. 2000. Structure reversal history of Erlian Basin



- in Inner Mongolia. *Journal of Southwest Petroleum Institute* (in Chinese), 22(2): 1-4.
- Ping G D, Lu Y F, Fu X F, et al. 2014. Controls of structural evolution on the hydrocarbon accumulations of Urxun-Beier depression, Hailar Basin. *Chinese Journal of Geology* (in Chinese), 49(1): 114-130.
- Tang X Y. 1988. Nappe tectonic features and their relationship to oil and gas accumiations. *Journal of Xi'an College of Geology* (in Chinese), 10(2): 48-55.
- Wang Q. 2007. The Geophysical research of the structure Characteristics in the Western of the Mohe Basin [Master's thesis] (in Chinese). Changchun: Jilin University.
- Wang X Y, Liang H J, Jin T H, et al. 2008. Mohe Nappe structure, Heilongjiang and its control to gold mineralization. *Geotectonica et Metallogenia* (in Chinese), 32(2): 218-225.
- Wu G Y, Feng Z Q, Yang J G, et al. 2006. Tectonic setting and geological evolution of Mohe basin in Northeast China. *Oil & Gas Geology* (in Chinese), 27(4): 528-535.
- Xiao A C, Yang S F, Chen H L. 2001. Geodynamic background on formation of Erlian Basin. *Oil & Gas Geology* (in Chinese), 22(2): 137-140, 145.
- Xie M Q. 2000. Tectonics of Collage Plate and Its Driving Mechanism-Tectonic Evolution in North Eastern and Adjacent Areas of China (in Chinese). Beijing: Science Press.
- Xie S H, Xian D, Luo J S, et al. 2016. The formation and evolution of Sudeerte tectonic belt in Beier depression. *Geology in China* (in Chinese), 43(4): 1266-1279.
- Xu W L, Wang F, Pei F P, et al. 2013. Mesozoic tectonic regimes and regional ore-forming background in NE China: Constraints from spatial and temporal variations of Mesozoic volcanic rock associations. *Acta Petrologica Sinica* (in Chinese), 29(2): 339-353.
- Yang K S. 2006. Seismic Interpretation for Structures of Petroliferous Basins in China (in Chinese). Beijing: Petroleum Industry Press.
- Yu B S, Li W W, Wang X Y, et al. 2013. Tectonic evolution and its controlling on sedimentation in Hailar Basin. *Oil Geophysical Prospecting* (in Chinese), 48(2): 289-296.
- Zhang D L. 1994. Overthrusting in the Erlian basin and its influence on hydrocarbon accumulation. *Oil Geophysical Prospecting* (in Chinese), 29(5): 637-641.
- Zhang F. 2007. The structural feature and tectonic evolution about Hai Laer basin [Ph. D. thesis] (in Chinese). Changchun: Jilin University.
- Zhang J G. 1992a. Study on the pollen geochemistry of Mziling formation in Ningan basin. *Petroleum Geology & Oilfield Development in Daqing* (in Chinese), 11(1): 14-20.
- Zhang J G. 1992b. Similarity and diversity between Hailar basin and Erlian basin. *Petroleum Exploration and Development* (in Chinese), 19(6): 15-36.
- Zhang J J, Qi G W, Guo L, et al. 2009.  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  dating of the Mesozoic thrusting in Daqingshan thrust-nappe system, Inner Mongolia, China. *Acta Petrologica Sinica*, 25(3): 609-620.
- Zhang S, Lin C M, Wu C D, et al. 2003. Tectonic characteristics and basin evolution of the Mohe Basin, Heilongjiang PROVINCE. *Geological Journal of China Universities* (in Chinese), 9(3): 411-419.
- Zhang S C. 2009. Research on the structural feature of Hailaer basen [Ph. D. thesis] (in Chinese). Daqing: Northeast Petroleum University.
- Zhang X D, Liu G D, Wang J L. 1994. Structural characters of the Hailar basin and its geological evolution. *Experimental Petroleum Geology* (in Chinese), 16(2): 119-127.
- Zhao C L, Zhu Y H, Ji H C, et al. 1996. Reservoir Sedimentology in Erlian Basin (in Chinese). Beijing: Petroleum Industry Press.
- Zhao Y, Xu G, Zhang S H, et al. 2004. Yanshanian movement and conversion of tectonic regimes in East Asia. *Earth Science Frontiers* (in Chinese), 11(3): 319-328.
- Zhao Y, Yang Z Y, Ma X H. 1994. Geotectonic transition from paleoasian system and paleotethyan system to paleopacific active continental margin in eastern Asia. *Chinese Journal of Geology* (in Chinese), 29(2): 105-118.
- Zheng Y D, Davis G A, Wang C, et al. 1998. Major thrust sheet in the Daqing Shan mountains Inner Mongolia, China. *Science in China Series D: Earth Sciences*, 41(5): 553-560.
- Zheng Y D, Wang S Z, Wang Y F. 1991. An enormous thrust Nappe and extensional metamorphic core complex newly discovered in Sino-Mongolian boundary Area. *Science in China Ser B*, 34(9): 1145-1154.
- Zorin Y A. 1999. Geodynamics of the western part of the Mongolia-Okhotsk collisional belt, Trans-Baikal region (Russia) and Mongolia. *Tectonophysics*, 306(1): 33-56.
- Zorin Y A, Sklyarov E V, Mazukabzov A M. 1999. Once more about mylonite-gneiss domes in Transbaikalia (in reply to Sinit's critical article). *Geologiyai geofizika*, 40(5): 798-800.

## 附中文参考文献

- 包汉勇, 郭战峰, 张罗磊等. 2013. 太平洋板块形成以来的中国东部构造动力学背景. *地球科学进展*, 28(3): 337-346.
- 陈守田, 刘招君, 崔凤林等. 2002. 海拉尔盆地含油气系统. *吉林大学学报(地球科学版)*, 32(2): 151-154.
- 程三友. 2006. 中国东北地区区域构造特征与中、新生代盆地演化 [博士论文]. 北京: 中国地质大学.
- 冯志强, 任延广, 张晓东等. 2004. 海拉尔盆地油气分布规律及下一步勘探方向. *中国石油勘探*, 9(4): 19-22.
- 郭爱军, 徐浩, 陈利敏等. 2013. 大兴安岭隆升与海拉尔、二连盆地构造关系及动力学探讨. // 中国地质学会 2013 年学术年会论文集. 昆明: 中国地质学会, 636-369.
- 和政军, 李锦轶, 莫申国等. 2003. 漠河前陆盆地砂岩岩石地球化学的构造背景和物源区分析. *中国科学(D辑)*, 33(12): 1219-1226.
- 黄始琪, 董树文, 胡健民等. 2016. 蒙古-鄂霍茨克构造带的形成与演化. *地质学报*, 90(9): 2192-2205.
- 黄始琪, 董树文, 张福勤等. 2014. 蒙古-鄂霍茨克构造带中段构造变形及动力学特征. *地球学报*, 35(4): 415-424.

- 李锦轶, 和政军, 莫申国等. 2004. 大兴安岭北部绣峰组下部砾岩的形成时代及其大地构造意义. 地质通报, 23(2): 120-129.
- 刘财, 杨宝俊, 王兆国等. 2011. 大兴安岭西北部中生代盆地群基底电性分带特征研究. 地球物理学报, 54(2): 415-421, doi: 10.3969/j.issn.0001-5733.2011.02.018.
- 刘春成, 戴福贵, 吴红华等. 2010. 中国东部含油气盆地逆断层地震解释. 特种油气藏, 17(4): 55-58.
- 刘晓佳, 赵立国, 田珺等. 2014. 漠河逆冲推覆构造活动时代的ESR年龄证据. 地质力学学报, 20(3): 299-303.
- 刘志宏, 万传彪, 任延广等. 2006. 海拉尔盆地乌尔逊-贝尔凹陷的地质特征及油气成藏规律. 吉林大学学报(地球科学版), 36(4): 527-534.
- 马新华, 肖安成. 2000. 内蒙古二连盆地的构造反转历史. 西南石油学院学报, 22(2): 1-4.
- 平贵东, 吕延防, 付晓飞等. 2014. 海拉尔盆地乌尔逊-贝尔凹陷构造演化对油气成藏的控制作用. 地质科学, 49(1): 114-130.
- 汤锡元. 1988. 推覆构造的特征及其与油气的关系. 西安地质学报, 10(2): 48-55.
- 王骞. 2007. 漠河盆地西部构造特征的地球物理研究[硕士论文]. 长春: 吉林大学.
- 王晓勇, 梁海军, 金同和等. 2008. 黑龙江省漠河推覆构造特征及其与金成矿的关系. 大地构造与成矿学, 32(2): 218-225.
- 吴根耀, 冯志强, 杨建国等. 2006. 中国东北漠河盆地的构造背景和地质演化. 石油与天然气地质, 27(4): 528-535.
- 肖安成, 杨树锋, 陈汉林. 2001. 二连盆地形成的地球动力学背景. 石油与天然气地质, 22(2): 137-140, 145.
- 谢鸣谦. 2000. 拼贴板块构造及其驱动机理—中国东北及邻区的大地构造演化. 北京: 科学出版社.
- 谢邵哈, 鲜地, 罗静爽等. 2016. 贝尔凹陷苏德尔特构造带的形成与演化. 中国地质, 43(4): 1266-1279.
- 许文良, 王枫, 裴福萍等. 2013. 中国东北中生代构造体制与区域成矿背景: 来自中生代火山岩组合时空变化的制约. 岩石学报, 29(2): 339-353.
- 杨克绳. 2006. 中国含油气盆地结构和构造样式地震解释. 北京: 石油工业出版社.
- 余本善, 李薇薇, 王兴宇等. 2013. 海拉尔盆地构造演化及对沉积的控制作用. 石油地球物理勘探, 48(2): 289-296.
- 张德林. 1994. 二连盆地的逆断层运动及其对油气藏形成的影响. 石油地球物理勘探, 29(5): 637-641.
- 张帆. 2007. 海拉尔盆地构造特征与构造演化[博士论文]. 长春: 吉林大学.
- 张吉光. 1992a. 海拉尔盆地构造特征与含油性探讨. 大庆石油地质与开发, 11(1): 14-20.
- 张吉光. 1992b. 海拉尔盆地与二连盆地的相似与差异. 石油勘探与开发, 19(6): 15-36.
- 张顺, 林春明, 吴朝东等. 2003. 黑龙江漠河盆地构造特征与成盆演化. 高校地质学报, 9(3): 411-419.
- 张绍臣. 2009. 海拉尔盆地构造特征研究[博士论文]. 大庆: 大庆石油学院.
- 张晓东, 刘光鼎, 王家林. 1994. 海拉尔盆地的构造特征及其演化. 石油实验地质, 16(2): 119-127.
- 赵澄林, 祝玉衡, 季汉成等. 1996. 二连盆地储层沉积学. 北京: 石油工业出版社.
- 赵越, 徐刚, 张拴宏等. 2004. 燕山运动与东亚构造体制的转变. 地质前缘, 11(3): 319-328.
- 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): 105-118.
- 郑亚东, 王士政, 王玉芳. 1990. 中蒙边界面新发现的特大型推覆构造及伸展变质核杂岩. 中国科学(B辑), 12: 1299-1305.
- 郑亚东, Davis G A, 王琮等. 1998. 内蒙古大青山大型逆冲推覆构造. 中国科学(D辑), 28(4): 289-295.

(本文编辑 张正峰)