

# 西拉木伦河断裂在松辽盆地下部的延伸

韩国卿<sup>1</sup> 刘永江<sup>1</sup> 金 巍<sup>1</sup> 温泉波<sup>1</sup> 李 伟<sup>1</sup> 梁琛岳<sup>1</sup> 梁道俊<sup>1,2</sup>

(1. 吉林大学 地球科学学院, 吉林 长春 130061; 2. 金日成综合大学地质系, 朝鲜 平壤)

**摘要:**西拉木伦河断裂作为华北板块与西伯利亚板块的最终缝合线,其西段的展布较为明确,但其东段尤其是在松辽盆地下部的延伸一直没有定论。本文通过对松辽盆地西部边界嫩江—八里罕断裂、中央断裂构造性质的研究,证实它们都具有左行走滑剪切特征,据此初步提出了西拉木伦河断裂在松辽盆地下部被嫩江—八里罕断裂和中央断裂左行错移的认识。结合已报道的松辽盆地基底高精度锆石年龄数据,松辽盆地南部重力异常特征、MT 剖面以及地壳和岩石圈厚度特征,认为西拉木伦河断裂在松辽盆地下部沿开鲁—通辽—科尔沁左翼中旗—长春一线展布。

**关键词:**西拉木伦河断裂;嫩江—八里罕断裂;松辽盆地

**中图分类号:** P542+.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-3657(2009)05-1010-11

对于西拉木伦河断裂的早期研究,基本上把其作为华北板块与西伯利亚板块的拼合带。20 世纪 80 年代,黄汲清<sup>[1]</sup>、王鸿祯<sup>[2]</sup>、李春昱<sup>[3]</sup>、王荃<sup>[4]</sup>等,根据断裂两侧晚古生代地层的明显差异和区域地层的发育特征把西拉木伦河断裂视作华北板块与西伯利亚板块间碰撞的缝合线,特别是李春昱等(1983)把西拉木伦河与其西侧的二连浩特、索伦山北侧、蒙古南缘至东准噶尔的克拉美丽山一线认作是一条晚古生代晚期的板块缝合线,并把甘肃北山南缘和内蒙古西拉木伦河一带二叠纪洋壳残块作为华夏古陆和安加拉古陆碰撞以及其间古海洋盆地最后封闭的遗迹,认为这次碰撞为形成现今亚洲大陆构造轮廓的基础<sup>[3]</sup>。90 年代,在前人工作的基础上,有不少学者进一步根据古生物化石、蛇绿岩带、地层、沉积岩相古地理、岩石地球化学、古地磁、地球物理等多学科的综合研究,明确了该缝合带的展布,即索伦—西拉木伦—长春—延吉一线,闭合时间主要集中在晚二叠世—早三叠世<sup>[5-13]</sup>。但缝合带展布的证据主要集中在其西段,基本上沿西拉木伦河一带,而其东段尤其是松辽盆地内部,由于

中、新生代沉积的覆盖(图 1),其如何延伸一直没有定论。这一构造带的具体位置和空间展布特征的确对揭示古亚洲洋构造域东段的构造演化和最终闭合性质具有重要意义。

此外,随着无机气 CO<sub>2</sub> 勘探研究程度的日益提高,已证实其成藏规律与深大断裂、古缝合线有密切关系。西拉木伦河断裂作为西伯利亚板块与华北板块的古缝合线,且其上覆的松辽盆地具有巨厚的中、新生代沉积,故对于西拉木伦河断裂在松辽盆地下部延伸的确定除了具有其理论意义外,在指导无机气 CO<sub>2</sub> 藏的勘探开发方面同样具有重要的意义<sup>[16-18]</sup>。

## 1 松辽盆地西缘边界断裂及中央断裂带

中国东北地区广泛发育 NE 向构造,从东向西主要有鸭绿江断裂、敦—密断裂、佳—伊断裂、四平—德惠断裂、科右后旗—乾安断裂、嫩江—八里罕断裂等。由于地表覆盖严重,野外地质工作开展难度大等客观因素,限制了对东北地区 NE 向构造体

收稿日期:2009-02-09;改回日期:2009-06-16

基金项目:国家自然科学基金重点项目(40739905)、博士点基金项目(200801830041)、中国石油化工股份有限公司科技开发项目(G0800-06-ZS-327)联合资助。

作者简介:韩国卿,男,1982 年生,博士生,从事构造地质学研究;E-mail:hanguoqingster@yahoo.cn。

通讯作者:刘永江,男,1964 年生,教授,博士生导师,从事大地构造学、构造年代学教学与研究;E-mail:yongjiang@jlu.edu.cn。

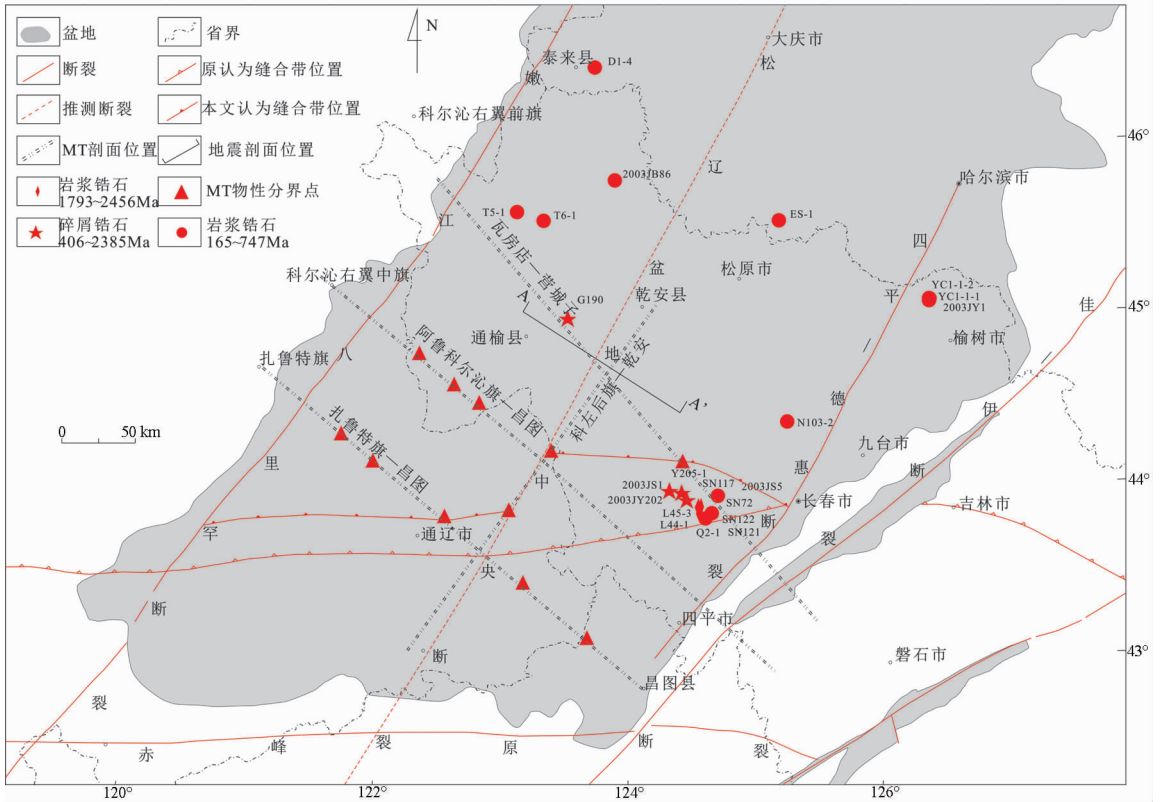


图 1 松辽盆地南部构造略图

Fig.1 Tectonic sketch map of southern Songliao Basin

系的深入研究。

1.1 松辽盆地西缘边界断裂——嫩江—八里罕断裂

嫩江—八里罕断裂作为松辽盆地的西缘边界断裂,传统认识上一直认为其性质为伸展断裂或大型拆离断层<sup>[19-21]</sup>。在野外考察过程中,发现在嫩江—八里罕断裂带上,金星、腾克、尼尔基、岭下、小城子等地断续出露一套遭受强韧性变形的构造岩,野外构造岩面理产状走向北东,与松辽盆地西缘边界走向一致,倾角 60°左右;线理倾向 NE 或 SW 略有波动,倾角较缓,为 10~20°。笔者对断裂带中、南段岭下、小城子地区构造岩变形特征详细的对比研究(具体特征对比另文讨论),证实嫩江—八里罕断裂带在早白垩世早期经历明显的走滑剪切变形<sup>[22-26]</sup>,出现糜棱岩、长石旋转残斑、S-C 组构等均反映该断裂早期具有左行走滑特点(图 2)。

此外,嫩江—八里罕断裂带北段——嫩江断裂,在阿荣旗地区断裂两侧分布有俊勒根岩群,通过对断裂两侧俊勒根岩群的对比研究,认为两侧同为一套经受多期变形-变质改造的古老岩群,原岩为火

山——沉积岩<sup>[27, 28]</sup>,且发现在靠近断裂一侧岩群早期 EW 向构造发生明显的构造转向,转变为 NE 向,应为嫩江—八里罕断裂走滑牵引所致<sup>[29]</sup>。笔者对断裂带两侧俊勒根岩群在断裂走向方向错距的测量,测得嫩江断裂的走滑位移量应为 50 km 左右。

1.2 松辽盆地中央断裂带

松辽盆地中央断裂带又名孙吴—双辽断裂带,钻井资料显示,沿该断裂带发育大量构造岩。根据变形程度可分为糜棱岩化岩石、初糜棱岩和糜棱岩,构造岩变形呈现为早期韧性变形和晚期脆性变形的叠加特征。韧性构造岩中长石旋转残斑,显示左行走滑性质<sup>[30]</sup>。此外,近年来在对松辽盆地中部多个凹陷地震反射剖面解释的过程中,多发现负花状构造,且从构造单元划分上可以发现,在 NE 向主断裂两侧伴生 NW 向次级断层,通过应力场分析判断 NE 向主断层具有左行剪切性质(图 3)<sup>[31, 32]</sup>。这一现象在长岭凹陷区南部特征显著,前神字井断层、哈尔金断层均切穿中—新生代沉积盖层,具有壳源断裂特征<sup>[32]</sup>,并可能在基底较深部位汇聚为松辽盆地中央断裂系,且

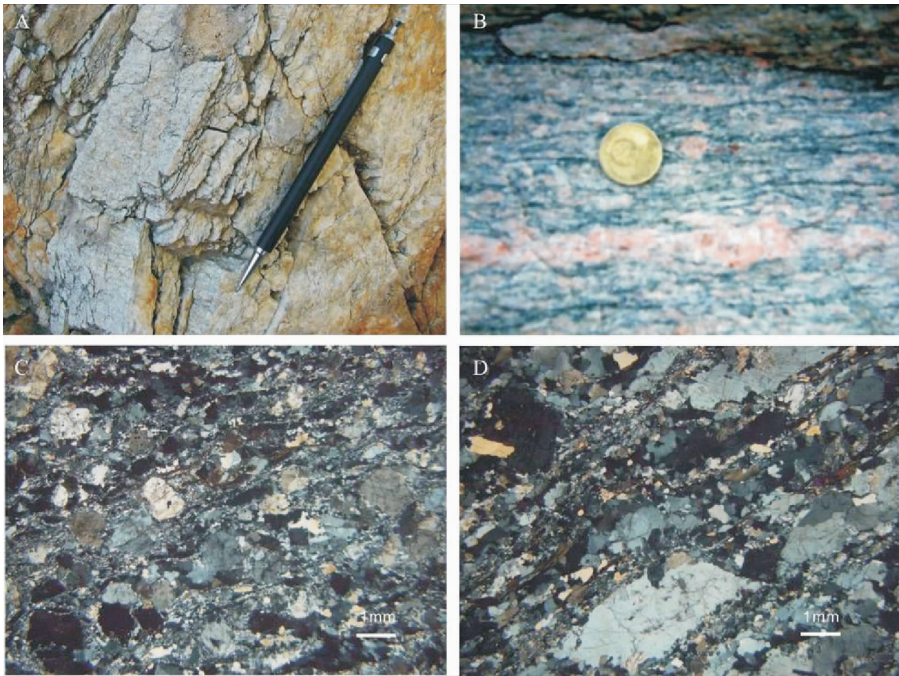


图 2 嫩江—八里罕断裂糜棱岩野外和镜下照片

(A, C—岭下地区; B, D—小城市地区)

Fig.2 Field photos and microphotos of tectonites within Neijiang-Balihan Fault

(A and C—Lingxia area; B and D—Xiaochengzi area)

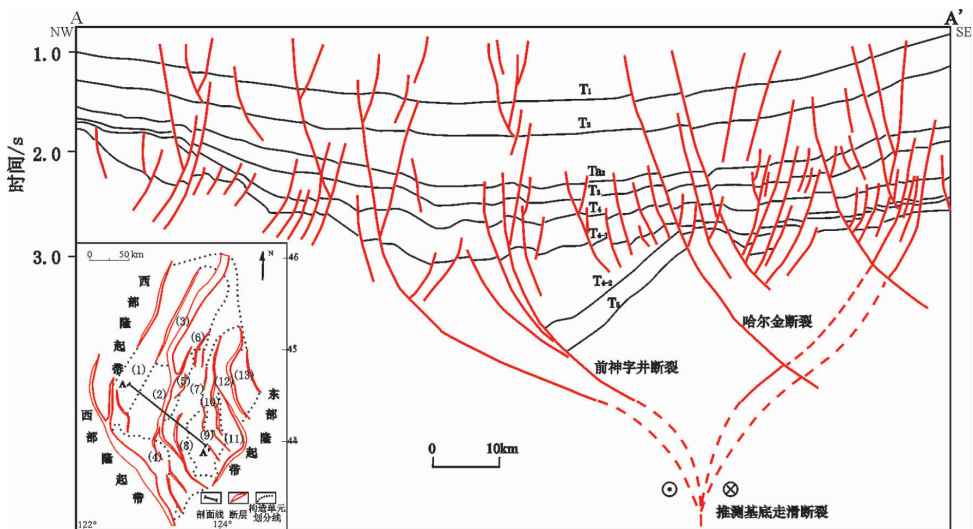


图 3 长岭断陷区南部地质结构(据文献[32]修改)

剖面位置见图 1; T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>、T<sub>2a</sub>、T<sub>3</sub>、T<sub>4</sub>、T<sub>4-1</sub>、T<sub>4-2</sub> 及 T<sub>5</sub> 地震反射分别相当于下白垩统嫩江组底、青山口组底、泉二段底、泉头组底、登娄库底、营城组底、沙河子组底及火石岭组底; (1)—西部斜坡带; (2)—前神字井反转构造带; (3)—大安断凸构造带; (4)—黑帝庙次凹; (5)—前神字井次凹; (6)—乾安次凹; (7)—哈尔滨—西里嘎低凸起带; (8)—哈尔滨次凹; (9)—双坨子—老爷府低凸起带; (10)—孤西次凹; (11)—顾家店—伏龙泉次凹; (12)—孤店断凸; (13)孤店次凹

Fig. 3 Geological framework of southern Changling fault-sag (modified from reference 32)

Location of seismic A—A' in Fig. 1; Seismic reflection T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>2a</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>4-1</sub>, T<sub>4-2</sub> and T<sub>5</sub> are respectively the lower boundary of Lower Cretaceous Neijing Formation, Qingshankou Formation, 2nd Member of Quantou Formation, Quantou Formation, Denglouku Formation, Yingcheng Formation, Shahezi Formation and Huoshiling Formation; (1)—Western slope zone; (2)—Qianshenzijing inversion structure zone; (3)—Da'an fault-convex zone; (4)—Heidimiao sub-sag; (5)—Qianshenzijing sub-sag; (6)—Qian'an sub-sag; (7)—Haerjin—Xixiliga low convex zone; (8)—Haerjin sub-sag; (9)—Shuangtuozhi—laoyeling low convex zone; (10)—Western Gudian sub-sag; (11)—Gujiadian—fulongquan sub-sag; (12)—Gudian fault-convex; (13)—Gudian sub-sag

从地震剖面可以显示,该断层具有多期走滑活动特征,期间伴随伸展作用及盆地沉积(图 3)。

综合前人研究成果分析,嫩江—八里罕断裂带和松辽盆地中央断裂带应同属于中国东部走滑体系,为同一构造应力场的产物<sup>[33]</sup>,走滑时间应为早白垩世<sup>[22-25]</sup>;西拉木伦河断裂所代表的缝合带的形成时间为晚二叠世—早三叠世,基本达成共识<sup>[10-15]</sup>。基于这样的认识,嫩江—八里罕断裂和松辽盆地中央断裂势必对其左行错移,但错距多少,现今展布位置如何,下文笔者将对松辽盆地基底性质的研究进行讨论。

## 2 松辽盆地基底性质

松辽盆地位于中亚造山带东段的松嫩地块之上,其西侧为大兴安岭,北、东侧为小兴安岭—张广才岭,南与华北板块相邻。松辽盆地与中国东部其他沉积盆地类似,广泛发育晚中生代侏罗系、白垩系和新生界沉积地层。其中侏罗系只在盆地局部存在;白垩系是松辽盆地盖层的主体,以粘土和细碎屑建造组成为特征;古近—新近系以碎屑沉积岩为主;盆地新生界出露齐全,岩性主要为粘土岩类,底部为砂层和砂砾层。因此,“松辽盆地基底”泛指前侏罗系基底。

目前对松辽盆地的研究主要集中在中、新生代油气勘探有利层位,其基底的研究相对薄弱,对其基底性质和时代的认识一直存在争议。主要有两种观点:一种认为松辽盆地不存在前寒武纪基底,而是晚古生代末至早中生代初固结的大陆地壳,是由多个板块增生拼合而成<sup>[34]</sup>,其证据是有关松辽盆地基底少量岩心样品的同位素定年研究未获得老于古生代的年龄<sup>[34,35]</sup>;另一种观点认为松辽盆地应该存在前寒武纪基底,其证据主要是基底的重磁电特征与前寒武纪基底相似<sup>[33,36]</sup>,但这种观点由于缺少精确的年龄资料,一直未被证实。

### 2.1 松辽盆地基底的锆石年代

目前,在松辽盆地中约有 200 口钻井钻遇到基底岩石,少部分基底岩心为变质火山—沉积岩系。如变质砂岩、灰岩、千枚岩、板岩、变质火山岩等,其中部分岩石由于遭受韧性变形作用而形成片岩、大理岩等。另有百余口井的基底岩石被鉴定为花岗岩和片麻岩<sup>[30]</sup>。近年来,随着对松辽盆地基底关注程度和测试方法技术的提高,已有大量的松辽盆地基底高精度锆石测年数据的报道,表 1 和图 1 列举了相

关测试数据及其位置。

鉴于不同岩性锆石测年数据对松辽盆地基底性质研究具有不同的意义,故把现有的基底锆石测年数据分成 3 类:第一类是岩浆岩类或变岩浆岩类,如钾长花岗岩、二长花岗岩、闪长岩、变闪长岩、变辉长岩、蚀变安山岩<sup>[35,37-40]</sup>;第二类是沉积岩类或变沉积岩类,如石英片岩<sup>[37,41]</sup>;第三类是火山—沉积过渡类型岩石,如凝灰岩、火山角砾岩<sup>[35]</sup>。从测年数据的分布可以看出,岩浆岩类或变岩浆岩类年龄数据所占比重较大,年龄范围在 161~839 Ma,主要集中在 161~181 Ma 和 236~368 Ma 年龄段,反映松辽盆地乃至东北普遍发育中生代(侏罗纪)和晚古生代岩浆事件,且中生代岩浆事件具有更大的规模。此外,在松辽盆地南部发现(1793±20) Ma, (1839±7) Ma 的变辉长岩和变闪长岩<sup>[35,36]</sup>,且在松辽盆地南部基底沉积岩类或变沉积岩类和火山—沉积过渡类型岩石的相关测年数据中,出现大量老于 1000 Ma 的碎屑锆石,年龄范围为 1000~2953 Ma<sup>[35,41]</sup>。东北地区老于 1000 Ma 锆石年龄数据仅在一些古老的岩群<sup>[42-44]</sup>和松辽盆地南部<sup>[35,36,40]</sup>有所报道,通过同华北板块北缘锆石年龄数据的对比<sup>[45,46]</sup>,松辽盆地南部老于 1000 Ma 的锆石年龄,尤其是岩浆岩类或变岩浆岩类的锆石年龄与华北板块北缘基底年龄组成特征基本一致,且具有相似的 Nd 模式年龄<sup>[36,47,51]</sup>,而与松辽盆地北部显著不同<sup>[35,48-51]</sup>。虽然这些古老年龄数据尚不能完全揭示松辽盆地的基底性质,至少可以说明在松辽盆地南部通辽—长春一线南北两侧基底性质存在差异,其南侧可能同西拉木伦河西段内蒙古东部的锡林郭勒杂岩一样,都曾归属于华北板块<sup>[52-57]</sup>。

### 2.2 松辽盆地南部重力异常特征

对松辽盆地南部及其周边地区剩余重力异常(10 km)原有 1:100 万重力异常数据体进行重新解释,方法如下:(1)对数据体进行向上 5 km 解析延拓,对局部异常进行压制,有利于划分区域异常和局部异常;(2)对处理后的数据体进行 0°、45°、90°、135°四个方向求导,不同方向异常将分别得到加强,并对不同方向加强的异常用不同颜色进行标注;(3)对四个方向求导后的解释成果叠加到经过布格重力异常铅垂二次导数换算的异常图上,用零值线对方向导解释结果进行校正,将可靠的异常和推测的异常分别以不同颜色标出;(4)结合地质实际情况进行综合解释。

表 1 松辽盆地基底测年数据  
Table 1 Dating data of Songliao Basin basement

井号	岩性	测年方法	年龄	参考文献
N103-2	农 103 井 绢云片岩	Zircon LA-ICP-MS U-Pb	747±7Ma (490±4. 2; 287±5. 1) *	[37]
T5-1	洮 5 井 绿泥片岩	Zircon LA-ICP-MS U-Pb	264±3. 2Ma*	[37]
YC1-1-1	榆参 1-1 井 闪长岩	Zircon LA-ICP-MS U-Pb	319±1Ma (364±3) *	[39]
YC1-1-2	榆参 1-2 井 钾长花岗岩	Zircon LA-ICP-MS U-Pb	361±2Ma (394±2) *	[39]
T6-1	洮 6 井 石英闪长岩	Zircon LA-ICP-MS U-Pb	236±3Ma (283±3) *	[39]
2003JB86	蚀变安山岩	SHRIMP Zircon U-Pb	368±8Ma*	[40]
2003JY1	二长花岗岩	SHRIMP Zircon U-Pb	331±8Ma*	[40]
	杜 I -4 井 花岗岩	Zircon TIMS	305±2Ma*	[35]
	二深-1 井 花岗岩	Zircon TIMS	165±3Ma*	[35]
L44-1	梨四 4 井 流纹质火山角砾岩	Zircon LA-ICP-MS U-Pb	1873±13Ma	[37]
L45-3	梨四 5 井 变辉长岩	Zircon LA-ICP-MS U-Pb	1793±20Ma	[37]
SN117	松南 117 井 斜长角闪岩	Zircon LA-ICP-MS U-Pb	274±3. 4Ma (292±4. 4)	[37]
Y205-1	杨 205 井 黑云母阳起石石英片岩	Zircon LA-ICP-MS U-Pb	1384~1778Ma(13)、2450~2953Ma(4)、696±13 Ma (4)、424~465 Ma (8)	[37]
G190	松南 190 井 变流纹质凝灰岩	Zircon LA-ICP-MS U-Pb	448±3. 5Ma, 424±4. 5Ma, 2456±30Ma	[37]
SN121	松南 121 井 二长花岗岩	Zircon LA-ICP-MS U-Pb	165±2Ma (193±2)	[39]
SN122	松南 122 井 二长花岗岩	Zircon LA-ICP-MS U-Pb	181±3Ma (边 165±1)	[39]
SN72	松南 72 井 钾长花岗岩	Zircon LA-ICP-MS U-Pb	161±4Ma	[39]
Q2-1	秦 2 井 花岗岩	Zircon LA-ICP-MS U-Pb	175±2Ma (394±3)	[39]
2003JS5	四 5 井 变质闪长岩	SHRIMP Zircon U-Pb	1839±7Ma	[38]
2003JY205	杨 205 井 绢云母斜长石英片岩	SHRIMP Zircon U-Pb	406~464 Ma (11), 558Ma,772Ma, 2385Ma, 1559Ma	[41]
2003JY202	杨 202 井 含石榴石白云母石英片岩	SHRIMP Zircon U-Pb	2002~2208Ma (3), 1749~1886Ma (12)	[41]
2003JS1	史 1 井 石英片岩	SHRIMP Zircon U-Pb	~520, 1000~1100Ma, 1400~1500 Ma, 1700~1800Ma	[41]

注: \* 为缝合带以北地区锆石年龄数据。

为了突出西拉木伦河断裂在松辽盆地下部产生的异常, 单独将水平 90°方向求导与垂向二次导数结果进行对比分析, 经过水平求导使 EW 向重力异常得到加强(图 4-A), 可见在松辽盆地南部存在一个相对较宽的 EW 向带状线性异常区域, 证实在该区存在西拉木伦河断裂带的可能; 而图 4-B 中可见研究区整体 NE 向线性异常特征显著, 反应后期 NE 向构造体系对本区叠加改造作用强烈。采用二次导数零值线法对不同方向水平求导线性异常综合结果校正, 可以发现在克旗—通辽—长春一线残存 EW 向短柱状线性异常体, 其可能为残存的西拉木伦河断裂产生的 EW 向线性重力异常(图 4-B)。

### 2.3 松辽盆地南部 MT 剖面特征

刘伟(2008)对松辽盆地南部横切西拉木伦河断裂带的几条 MT 剖面进行了反演, 并认为西拉木伦

河断裂展布由西拉木伦河河套, 经通辽、科左中旗及三县堡以东, 延伸到长春附近<sup>[58]</sup>。鉴于 MT 剖面对于界定物质电性差异大区域的位置较为准确, 其下部延伸情况仅供参考的特点。进一步对松辽盆地 MT 剖面分析, 可以发现每条剖面均具有多个岩石电性高阻体与低阻体的界面, 剖面及界面具体位置见图 1, 其中部分可以作为判别西拉木伦河断裂展布位置的依据。

### 2.4 松辽盆地南部地壳、岩石圈厚度特征

在松辽盆地南部地壳和岩石圈厚度图中可以发现, 松辽盆地南部两个近 EW 向的地壳厚度高值区被一近南北向的相对低值区所隔断<sup>[59, 60]</sup>(具体的展布特征如图 5-A 阴影区所示), 结合对松辽盆地中央断裂带左行走滑的认识, 笔者认为这两个地壳相对高值区的展布样式客观反映西拉木伦河断裂的展

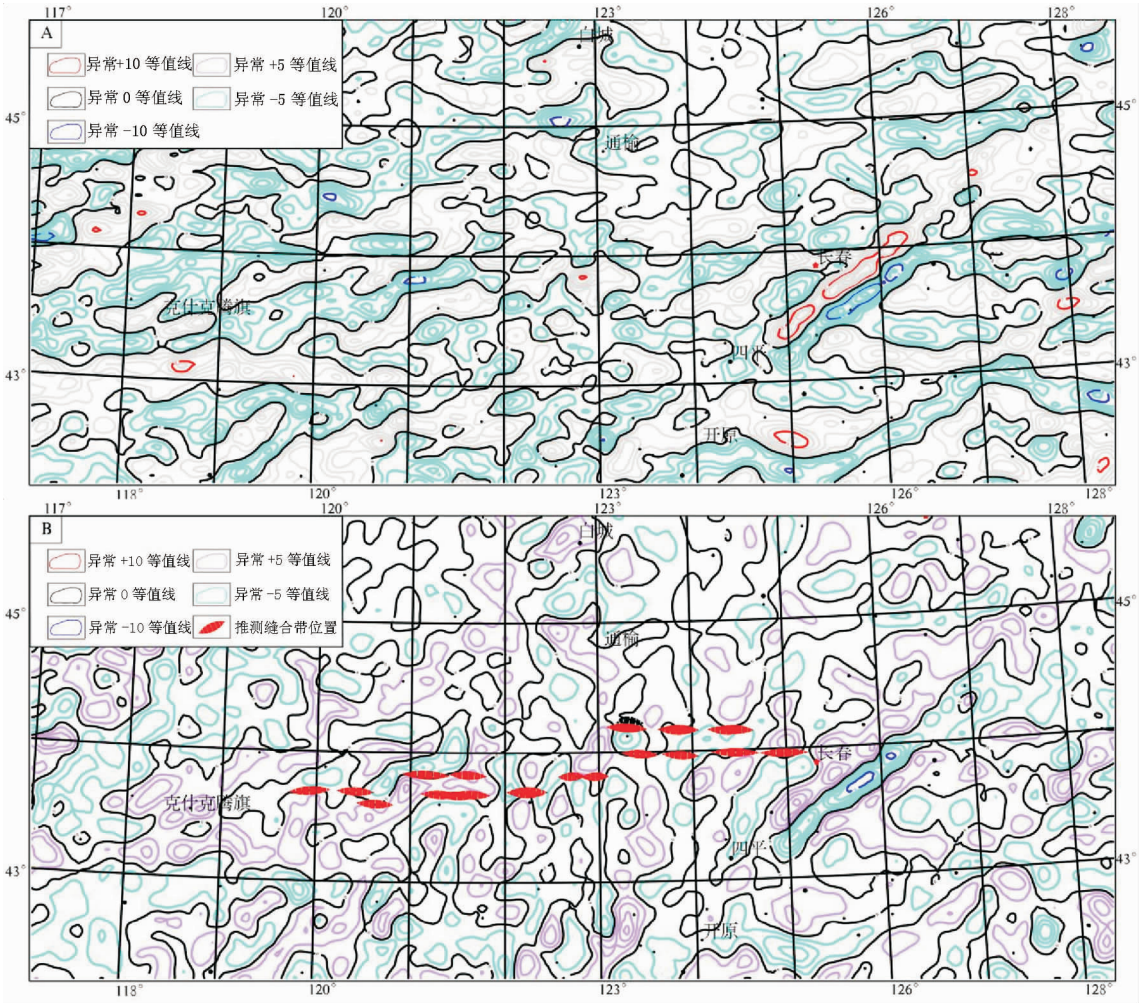


图 4 松辽盆地南部重力异常解释图

A—剩余重力异常 10 km 上延 5 km 水平 90°求导;B—重力异常 10 km 铅垂二次求导

Fig.4 Interpretation of gravity anomaly in southern Songliao Basin

A—Residual gravity anomaly of 10km upward continuation, 5 km horizontal extension and 90° derivation; B—Gravity anomaly of 10 km with second vertical derivation

布特征——左行错移(图 5-A);松辽盆地南部岩石圈厚度等值线特征与地壳厚度等值线特征明显不同,即在松辽盆地以南赤峰—沈阳一线存在 EW 向的厚度大于 130 km 岩石圈带状加厚区(图 5-B)<sup>[59,60]</sup>,造成这种岩石圈在华北板块北缘加厚的原因可能反映了佳—蒙地块向华北板块俯冲的碰撞拼贴方式<sup>[61]</sup>。此外,地壳和岩石圈加厚区的差异客观上反应了松辽盆地中央断裂带为一壳源断裂。

### 3 结论

通过对松辽盆地地区 NE 向断裂性质进行研

究,证实松辽盆地西缘边界断裂和中央断裂带均经历左行走滑剪切阶段,初步提出了西拉木伦河断裂在松辽盆地南部的展布被这两条断裂左行错移的认识;对松辽盆地基底岩石高精度锆石测年数据的分析、松辽盆地南部剩余布格重力异常特征、MT 剖面、地壳和岩石圈厚度特征等方面的综合研究,结合左行走滑作用对其改造的影响因素,认为通辽—长春一线应为松辽盆地基底性质的重要分界线,西拉木伦河断裂的具体展布位置应为开鲁—通辽—科尔沁左翼中旗—长春一线,呈左行错移样式展布。

致谢:衷心感谢“中国东北地区油气勘探新领域

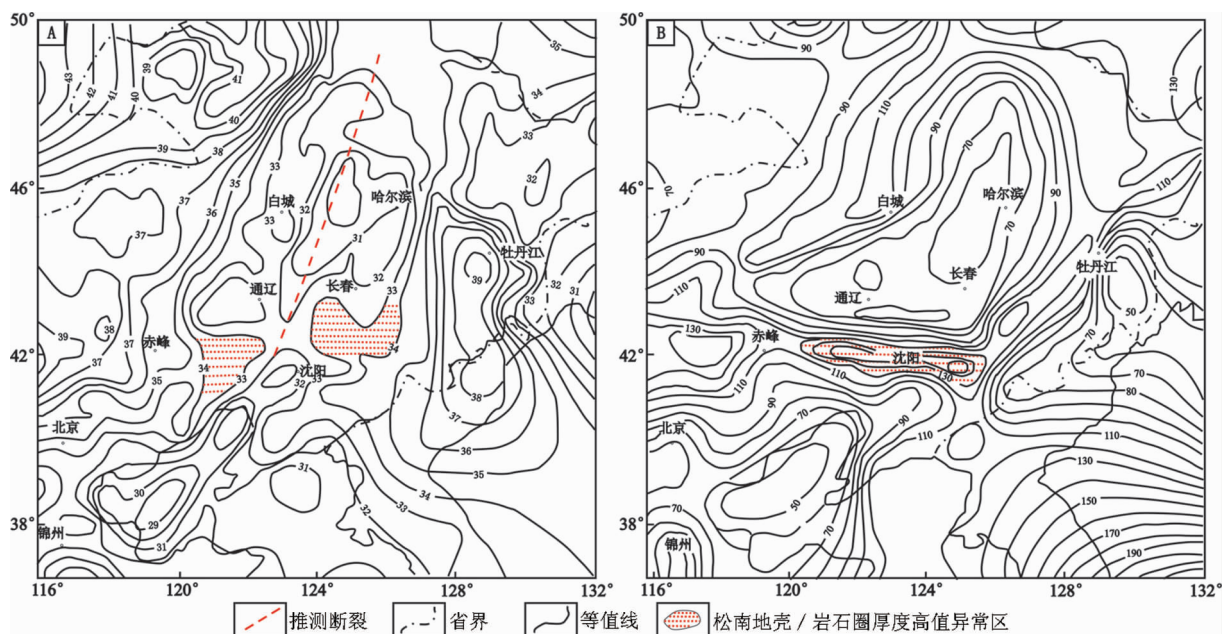


图 5 中朝地台东北缘及邻区岩石层厚度图(据文献[59],略有修改)

A—地壳厚度等值线图;B—岩石圈厚度等值线图

Fig.5 Crustal and lithosphere thickness of the northeast margin and the neighboring areas of Sino-Korean Platform (modified from reference [59])

A—Contour map of crustal thickness; B— Contour map of lithosphere thickness

基础地质研究”项目组吴燕冈老师及郑培玺、赵英利、李健、吴琳娜、丁凌、赵立敏等同学在地球物理解译方面的帮助。

## 参考文献 (References):

- [1] 黄汲清, 任纪舜, 姜春发, 等. 中国大地构造及其演化 [M]. 北京: 科学出版社, 1980:1-124.  
Huang Jiqing, Ren Jishun, Jiang Chunfa, et al. The Geologic Evolution, China [M]. Beijing: Science Press, 1980:1-124 (in Chinese).
- [2] Wang Hongzhen. The main stages of crustal development of China [J]. Earth Sci. Jour. Wuhan College Geol., 1982, (3).
- [3] 李春昱, 王荃, 刘雪亚, 等. 亚洲大地构造图(1/800万)说明书[M]. 北京: 中国地图出版社. 1982: 1-49.  
Li Chunyu, Wang Quan, Liu Xueya, et al. Specification of Asian Tectonic Map (1:8 000 000)[M]. Beijing: Sino Maps Press, 1982: 1-49(in Chinese).
- [4] 王荃, 刘雪亚, 李锦轶. 中国华夏与安哥拉古陆间的板块构造[M]. 北京: 北京大学出版社, 1991:1-151.  
Wang Quan, Liu Xueya, Li Jinyi. Plate Tectonics between Cathaysia and Angaraland in China[M]. Beijing: Publishing House of Peking University, 1991:1-151(in Chinese).
- [5] 史书林, 徐常芳, 王继军, 等. 辽宁义县—内蒙古东乌珠穆沁剖面深部电性研究[J]. 地震地质, 1991, 13 (2):115-125.

- Shi Shulin, Xu Changfang, Wang Jijun, et al. Study on electric conductivity of the deep earth along the Yixian, Liaoning, to Dong-Ujimqin, Nei Mengol from Profile [J]. Seismology and Geology, 1991, 13 (2):115-125 (in Chinese with English abstract).
- [6] 葛肖虹, 马文璞. 东北亚南区中—新生代大地构造轮廓 [J]. 中国地质, 2007, 34(2):212-228.  
Ge Xiaohong, Ma Wenpu. Mesozoic - Cenozoic tectonic framework of southern Northeast Asia [J]. Geology in China, 2007, 34(2):212-228 (in Chinese with English abstract).
- [7] 卢造勋, 夏怀宽. 内蒙古东乌珠穆沁旗—辽宁东沟地学断面[J]. 地球物理学报, 1993, 36 (6):765-772.  
Lu Zaoxun, Xia Huaikuan. Geoscience Transect from Dong Ujimqinqi, Nei Mongol, to Donggou, Liaoning, China [J]. Acta Geophysica Sinica, 1993, 36 (6):765-772 (in Chinese with English abstract).
- [8] 王玉净, 樊志勇. 内蒙古西拉木伦河北部蛇绿岩带中二叠纪放射虫的发现及其地质意义[J]. 古生物学报, 1997, 36 (1):58-69.  
Wang Yujing, Fan Zhiyong. Discovery of Permian radiolarians in ophiolite belt on northern side of Xar Moron river, Nei Mongol and its geological significance [J]. Acta Paleontologica Sinica, 1997, 36(1):58-69 (in Chinese with English abstract).
- [9] 王友, 樊志勇, 方曙, 等. 西拉木伦河北岸新发现地质资料及其构造意义[J]. 内蒙古地质, 1999, (90):6-26.  
Wang Yu, Fan Zhiyong, Fang Shu, et al. New geological data discovered in the north bank of Xar Moron river and their tectonic

- significance [J]. *Geology of Inner Mongolia*, 1999, (90):6-28 (in Chinese with English abstract) .
- [10] 李双林, 欧阳自远. 兴蒙造山带及邻区的构造格局与构造演化 [J]. *海洋地质与第四纪地质*, 1998, 18 (3):45-54.  
Li Shuanglin, Ouyang Ziyuan. Tectonic framework and evolution of Xing'anling-Mongolian orogenic belt (Xmob) and Its adjacent region [J]. *Marine Geology & Quaternary Geology*, 1998, 18 (3): 45-54 (in Chinese with English abstract).
- [11] 张梅生, 彭向东, 孙晓猛. 中国东北区古生代构造古地理格局 [J]. *辽宁地质*, 1998, (2):91-96.  
Zhang Meisheng, Peng Xiangdong, Sun Xiaomeng. The paleozoic tectonic geographical pattern of Northeast China [J]. *Liaoning Geology*, 1998, (2):91-96 (in Chinese with English abstract) .
- [12] 彭向东, 张梅生, 米家榕. 中国东北地区二叠纪生物混生机制讨论 [J]. *辽宁地质*, 1998, (1):40-44.  
Peng Xiangdong, Zhang Meisheng, Mi Jiarong. A discussion on the permian Biotamixture in Northeast China [J]. *Liaoning Geology*, 1998, (1):40-44(in Chinese with English abstract).
- [13] 李述靖, 张维杰, 耿明山, 等. 蒙古弧地质构造特征及形成演化概论 [M]. 北京:地质出版社, 1998:1-125.  
Li Shujing, Zhang Weijie, Geng Mingshan, et al. Geological Features of Mongolian Arc Structure and Its Formation and Evolution [M]. Beijing:Geological Publishing House, 1998:1-125 (in Chinese) .
- [14] 杨宝忠, 夏文臣, 杨坤光. 吉林中部地区二叠纪岩相古地理及沉积构造背景 [J]. *现代地质*, 2006, 20 (1):61-68.  
Yang Baozhong, Xia Wenchen, Yang Kunguang. Permian sedimentary facies, palaeogeography and tectonic background in Central Jilin Province, China [J]. *Geoscience*, 2006, 20 (1):61-68 (in Chinese with English abstract).
- [15] 李锦轶, 高立明, 孙桂华, 等. 内蒙古东部双井子中三叠世同碰撞壳源花岗岩的确定及其对西伯利亚与中朝古板块碰撞时限的约束 [J]. *岩石学报*, 2007, 23(3):565-582.  
Li Jinyi, Gao Liming, Sun Guihua, et al. Shuangjingzi middle Triassic syn-collisional crust-derived granite in the east Inner Mongolia and its constraint on the timing of collision between Siberian and Sino-Korean Paleo-plates [J]. *Acta petrologica*, 23(3): 565-582(in Chinese with English abstract).
- [16] 戴金星. 中国含油气盆地的无机成因气及其气藏 [J]. *天然气工业*, 1995, 15(3):22-28.  
Dai Jinxing. Abiogenic gas in oil-gas bearing basins in China and its reservoirs [J]. *Natural Gas Industry*, 1995, 15 (3):22-28 (in Chinese with English abstract) .
- [17] 刘德良, 杨强, 杨晓勇, 等. 松辽盆地北部 CO<sub>2</sub> 富集区带预测 [J]. *天然气工业*, 2003, 23 (4):18-21.  
Liu Deliang, Yang Qiang, Yang Xiaoyong, et al. Prediction of abiogenic CO<sub>2</sub> accumulation zones in north Songliao basin [J]. *Natural Gas Industry*, 2003, 23 (4):18-21(in Chinese with English abstract).
- [18] 付晓飞, 云金表, 卢双舫, 等. 松辽盆地无机成因气富集规律研究 [J]. *天然气工业*, 2005, 25(10):14-17.  
Fu Xiaofei, Yun Jinbiao, Lu Shuangfang, et al. Study on the enrichment laws of abiogenic gas in Songliao basin [J]. *Natural Gas Industry*, 2005, 25(10): 14-17 (in Chinese with English abstract).
- [19] 黑龙江省地质矿产局. 黑龙江省区域地质志 [M]. 北京:地质出版社, 1993:5-439.  
Bureau of Geology and Mineral Resources of Heilongjiang Province. Regional geology of Heilongjiang Province [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1993:5-439(in Chinese).
- [20] 陈洪洲, 余中元, 许晓艳, 等. 嫩江断裂构造及其与地震活动的关系 [J]. *东北地震研究*, 2004, 20 (4):43-49.  
Chen Hongzhou, Yu Zhongyuan, Xu Xiaoyan, et al. Characteristics of Nenjiang fracture structure and the relation between this fracture and earthquake activity [J]. *Seismological Research of Northeast China*, 2004, 20(4):43-49 (in Chinese with English abstract).
- [21] 林存东, 戴昕志, 李贵明, 等. 嫩江断裂带地震活动特征分析 [J]. *地震地磁观测与研究*, 2005, 26 (4):18-21.  
Lin Cundong, Dai Xizhi, Li Guiming, et al. Analysis of the earthquake activity characteristics around the Nenjiang fracture belt [J]. *Seismological and Geomagnetic Observation and Research*, 2005, 26 (4):18-21(in Chinese with English abstract) .
- [22] Zhang Xiaohui, Li Tiesheng, Pu Zhiping, et al. <sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar ages of Louzidian-Dachengzi ductile shear zone in Chifeng, Inner Mongolia and its tectonic significance [J]. *Chinese Science Bulletin*, 2002, 47(15):1292-1297.
- [23] 刘伟, 杨进辉, 李潮峰. 内蒙赤峰地区若干主干断裂带的构造热年代学 [J]. *岩石学报*, 2003, 19 (4):717-728.  
Liu Wei, Yang Jinhui, Li Chaofeng. Thermochronology of three major faults in the Chifeng area, Inner Mongolia of China [J]. *Acta Petrologica Sinica*, 2003, 19(4):717-728 (in Chinese with English abstract).
- [24] 王新社, 郑亚东. 楼子店变质核杂岩韧性变形作用的 <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar 年代学约束 [J]. *地质评论*, 2005, 51 (5):574-582.  
Wang Xinshe, Zheng Yadong. <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar Age Constraints on the ductile deformation of the detachment system of the Louzidian core complex, Southern Chifeng, China [J]. *Geological Review*, 2005, 51(5):574-582(in Chinese with English abstract).
- [25] 王新社, 郑亚东, 刘玉琳, 等. 内蒙赤峰南部楼子店拆离断层系绿泥石化带的形成时代 [J]. *自然科学进展*, 2006, 16(7):902-906.  
Wang Xinshe, Zheng Yadong, Liu Yulin, et al. The formation age of the chloritized zone in the Louzidian extensional detachment fault south of Chifeng, Inner Mongolia, China [J]. *Progress in Natural Science*, 2006, 16 (7):902-906 (in Chinese with English abstract) .
- [26] Wang Xinshe, Zheng Yadong, Wang Tao. Strain and shear types of the Louzidian ductile shear zone in southern Chifeng, Inner Mongolia, China [J]. *Science in China (Series D:Earth Sciences)*, 2007, 50(4):487-495 (in Chinese with English abstract).
- [27] 罗立志. 阿荣旗—扎兰屯浅变质岩系原岩建造特点及原岩恢复 [D]. 长春:吉林大学, 2007:1-66.



- Luo Lizhi. Reconstruction of protoliths of the low-grade metamorphic rocks in Zhalantun-Arongqi Area [D]. Changchun: Jilin University, 2007:1-66(in Chinese with English abstract).
- [28] 杨现力. 扎兰屯浅变质岩系地质特征及碎屑锆石年代学研究[D]. 长春: 吉林大学, 2007:1-110.
- Yang Xianli. Geological characteristics and study of detrital zircon geochronology of epimetamorphic rock series in Zhalantun Area [D]. Changchun: Jilin University, 2007:1-66 (in Chinese with English abstract).
- [29] 黑龙江省地质调查研究总院. 地质调查项目成果报告——阿荣旗幅(1:25万)[R]. 2005.
- Heilongjiang Institute of Geological Survey. The Geological Survey Report of Arongqi Geology Map with the Scale of 1:250000[R]. 2005(in Chinese).
- [30] 汪筱林, 刘立, 刘招君. 满洲里—绥芬河地学断面域中新生代盆地基底结构及构造演化 [C] // M-SGT 地质课题组编. 中国满洲里—绥芬河地学断面域内岩石圈结构及其演化的地质研究. 北京: 地震出版社, 1994:26-37.
- Wang Xiaolin, Liu Li, Liu Zhaojun. Basement structure and tectonic evolution of Mesozoic-Cenozoic basins along Manzhouli-Suifenhe geotranssect (in Chinese with English abstract) [C]// Geological Studies of Lithospheric Structure and Evolution of Manzhouli-Suifenhe Geotranssect, China (ed.). M-SGT Geology Group). Beijing: Seismological Press, 1994:26-37 (in Chinese with English abstract).
- [31] 赵文智, 李建忠. 基底断裂对松辽南部油气聚集的控制作用[J]. 石油学报, 2004, 25(4):1-6.
- Zhao Wenzhi, Li Jianzhong. Control of basement faults on hydrocarbon accumulation in Southern Songliao Basin [J]. Acta petrolei sinica, 2004, 25(4):1-6 (in Chinese with English abstract).
- [32] 张玮, 李洪革, 李明杰. 松辽盆地南部长岭断陷区深层构造特征与天然气聚集[J]. 现代地质, 2008, 22(4): 592-598.
- Zhang Wei, Li Hongge, Li Mingjie. The characteristic of deep structure and natural gas accumulation in Changling fault depression, southern Songliao Basin [J]. Geoscience, 2008, 22(4): 592-598 (in Chinese with English abstract).
- [33] 郭孟习, 孙炜, 尹国义, 等. 郯庐断裂系的北延及地质地球物理特征[J]. 吉林地质, 2000, 19(3):35-44.
- Guo Mengxi, Sun Wei, Yin Guoyi, et al. North-extension of the Tanlu fracture and geologic-geophysical characteristics [J]. Jilin Geology, 2000, 19(3):35-44 (in Chinese with English abstract).
- [34] Wu Fuyuan, Sun Deyou, Li Huimin, et al. The nature of basement beneath the Songliao Basin in NE China [J]. Geochemical and isotopic constraints. Phys Chem Earth (A), 2001, 26. 793-803.
- [35] Wu Fuyuan, Sun Deyou, Li Huimin, et al. Zircon U-Pb ages of the basement rocks beneath the Songliao basin NE China [J]. Chinese Science Bulletin, 2000, 45 (16):1514-1518.
- [36] 迟元林, 云金表, 蒙启安, 等. 松辽盆地深部结构及成盆动力学与油气聚集[M]. 北京: 石油工业出版社, 2002:1-274.
- Chi Yuanlin, Yun Jinbiao, Meng Qi'an, et al. Deep Structure and Dynamics of Songliao Basin and Hydrocarbon Accumulation. Beijing: Petroleum Industry Press, 2002:1-274 (in Chinese).
- [37] Pei Fuping, Xu Wenliang, Yang Debin, et al. Zircon U-Pb geochronology of basement metamorphic rocks in the Songliao basin[J]. Chinese Science Bulletin, 2007, 52 (7):942-948.
- [38] Wang Ying, Zhang Fuqin, Zhang Dawei, et al. Zircon SHRIMP U-Pb dating of meta-diorite from the basement of the Songliao Basin and its geological significance [J]. Chinese Science Bulletin, 2006, 51 (15):1877-1883.
- [39] Gao Fuhong, Xu Wenliang, Yang Debin, et al. LA-ICP-MS Zircon U-Pb dating from granitoids in southern basement of Songliao basin: Constraints on ages of the basin basement [J]. Science in China(Series D:Earth Sciences), 50(7):995-1004.
- [40] 王兴光, 王颖. 松辽盆地南部北带基底岩浆岩 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄及其地质意义 [J]. 地质科技情报, 2007, 26 (1):23-27.
- Wang Xingguang, Wang Ying. Zircon SHRIMP U-Pb Dating of igneous rocks from the basement of north belt of the south Songliao Basin and its geological significance[J]. Geological Science and Technology Information, 2007, 26 (1):23-27 (in Chinese with English abstract).
- [41] 王立武, 王颖, 杨静, 等. 用碎屑锆石 SHRIMP 年代学方法恢复松辽盆地南部前中生代基底的源区特征[J]. 地学前缘, 2007, 14 (4):151-158.
- Wang Liwu, Wang Ying, Yang Jing, et al. Pre-Mesozoic basement provenance tracing of the Songliao basin by means of detrital zircon SHRIMP chronology [J]. Earth Science Frontiers, 2007, 14 (4):151-158(in Chinese with English abstract).
- [42] 李锦轶, 牛宝贵, 宋彪, 等. 黑龙江省东部中太古代碎屑岩浆锆石的发现及其地质意义[J]. 地球学报, 1995, (3):331-333.
- Li Jinyi, Niu Baogui, Song Biao, et al. Discovery of middle Archean residual zircon from eastern Heilongjiang and its geological implications [J]. Acta Geoscientia Sinica, 1995, (3):331-333 (in Chinese with English abstract).
- [43] Miao L C, Liu D Y, Zhang F Q. Zircon SHRIMP U-Pb ages of the "Xinghuadukou Group" in Hanjiayuanzi and Xinlin areas and the "Zhalantun Group" in Inner Mongolia, Da Hinggan Mountains [J]. Chinese Science Bulletin, 2007, 52 (8):1112-1134.
- [44] 朱永峰, 孙世华, 毛骞, 等. 内蒙古锡林格勒杂岩的地球化学研究: 从 Rodinia 聚合到古亚洲洋闭合后碰撞造山的历史记录[J]. 高报地质学报, 2004, 10(3):343-355.
- Zhu Yongfeng, Sun Shihua, Mao Qian, et al. Geochemistry of the Xilingele Complex, Inner Mongolia: a historic record from Rodinia accretion to continental collision after closure of the Paleo-Asian Ocean [J]. Geological Journal of China Universities, 2004, 10(3):343-355 (in Chinese with English abstract).
- [45] Bai Jin, Dai Fengyan. The early Precambrian crustal evolution of China[J]. Journal of Southeast Asian Earth Sciences, 1996, 13 (3-5): 205-214.
- [46] 钟长汀. 华北克拉通北缘中段元古代花岗岩类地球化学、年代学

- 与构造意义[D]. 北京:中国地质大学, 2006:1-194.
- Zhong Changting. Paleoproterozoic Granitoids from Central Segment of North China Craton: Geochemistry, Geochronology and Tectonic Significance [D]. Beijing: China University of Geosciences, 2006:1-194 (in Chinese with English abstract).
- [47] 陆松年, 杨春亮, 李怀坤, 等. 华北地台前寒武纪变质基底的 Sm-Nd 同位素地质信息 [J]. 华北地质矿产杂志, 1995, 10 (2): 143-153.
- Lu Songnian, Yang Chunliang, Li Huaikun, et al. Sm-Nd isotopic information of Precambrian meta-basement in the North China Platform [J]. Jour Geol & Min Res North China, 1995, 10 (2): 143-153 (in Chinese with English abstract).
- [48] Wu Fuyuan, Jahn Borming, Wilde S, et al. Phanerozoic crustal growth: U Pb Sr Nd isotopic evidence from the granites in northeastern China[J]. Tectonophysics, 2000, 328:89-113.
- [49] Wu Fuyuan, Sun Deyou, Li Huimin, et al. A-type granites in northeastern China: age geochemical constraints on their petrogenesis[J]. Chemical Geology, 2002, 187 (1/2):143-173.
- [50] Wu Fuyuan, Walker R J, Ren Xiangwen, et al. Osmium isotopic constraints on the age of lithospheric mantle beneath northeastern China[J]. Chemical Geology, 2003, 196 (1/4):107-129.
- [51] Wu Fuyuan, Zhao Guochun, Wilde S A, et al. Nd isotopic constraints on crustal formation in the North China Craton [J]. Journal of Asian Earth Sciences, 2005, 24 (5): 523-545.
- [52] Nie Fengjun, Pei Rongfu, Wu Liangshi, et al. The Sm-Nd isotope study on the Ondor Sum meta-volcanic-sedimentary rocks in the Inner Mongolia[J]. Chinese Science Bulletin, 1994, 39(16):1367-1371.
- [53] Gordienko I. Correlation of Pre-Jurassic sections of ancient continents microcontinents in east Asia [J]. Asian Earth Sciences, 1996, 13 : 215-221.
- [54] Xu Bei, Chen Bin, Shao Ji'an. Sm-Nd and Rb-Sr isotopic chronology study on the Xilinge Complex, Inner Mongolia [J]. Chinese Science Bulletin, 1996, 41 (13):1107-1110.
- [55] 郝旭, 徐备. 内蒙古锡林浩特郭勒杂岩的原岩年代和变质年龄 [J]. 地质论评, 1997, 43 (1):101-105.
- Hao Xu, Xu Bei. Sm-Nd, Rb-Sr isotopic geochronology of the Xilin Gol Complex, Inner Mongolia, China[J]. Geological Review, 1997, 43 (1):101-105 (in Chinese with English abstract).
- [56] 张臣, 吴泰然. 内蒙古温都尔庙群变质基性火山岩 Sm-Nd, Rb-Sr 同位素年代研究 [J]. 地质科学, 1998, 33 (1):25-30.
- Zhang Chen, Wu Tairan. Sm-Nd, Rb-Sr isotopic isochron of metamorphic volcanic rocks of Ondor Sum Group, Inner Mongolia[J]. Scientia Geol. Sinica, 1998, 33 (1):25-30 (in Chinese with English abstract).
- [57] 张臣, 吴泰然. 内蒙古苏左旗南部华北板块北缘中新元古代—古生代裂解—汇聚事件的地质记录 [J]. 岩石学报, 2001, 17 (2): 199-205.
- Zhang Chen, Wu Tairan. Crack and assembly events of Meso-Neoproterozoic-Palaeozoic continental blocks in the southern area of Suzuoqi, Inner Mongolia [J]. Acta Petrologica Sinica, 2001, 17 (2):199-205 (in Chinese with English abstract).
- [58] 刘伟, 刘国兴, 韩江涛. 关于西拉木伦河断裂东延走向的研究——来自于 MT 资料的证据 [J]. 世界地质, 2008, 27 (1):89-94.
- Liu Wei, Liu Guoxing, Han Jiangtao. Research on Xilamulun fault east extension based on evidence of magnetotelluric sounding data [J]. Global Geology, 2008, 27(1): 89-94 (in Chinese with English abstract).
- [59] 卢造勋, 姜德禄, 白云, 等. 东北地区地壳上地幔结构的探测与研究 [J]. 东北地震研究, 2005, 21(1):1-8.
- Lu Zaoxun, Jiang Delu, Bai Yun, et al. Exploration and research on the structure of the crust and upper mantle in northeast China [J]. Seismological Research of Northeast China, 2005, 21 (1):1-8 (in Chinese with English abstract).
- [60] 张兴洲, 杨宝俊, 吴福元, 等. 中国兴蒙—吉黑地区岩石圈结构基本特征 [J]. 中国地质, 2006, 33(4):816-823.
- Zhang Xingzhou, Yang Baojun, Wu Fuyuan, et al. The lithosphere structure in the Hingmong-Jihei (Hinggan-Mongolia-Jilin-Heilongjiang) region, northeastern China [J]. Geology in China, 2006, 33(4):816-823(in Chinese with English abstract).
- [61] 张兴洲, 周建波, 迟效国, 等. 东北地区晚古生代构造—沉积特征与油气资源 [J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2008, 38(5): 719-725.
- Zhang Xingzhou, Zhou Jianbo, Chi Xiaoguo, et al. Late Paleozoic tectonic-sedimentation and petroleum resources in Northeastern China[J]. Journal of Jilin University( Earth Science Edition), 2008, 38(5):719-725 (in Chinese with English abstract).

## The distribution of Xar Moron River Fault under Songliao Basin

HAN Guo-qing<sup>1</sup>, LIU Yong-jiang<sup>1</sup>, JIN Wei<sup>1</sup>, WEN Quan-bo<sup>1</sup>,  
LI Wei<sup>1</sup>, LIANG Chen-yue<sup>1</sup>, LYANG To Jun<sup>1,2</sup>

(1. College of Earth Sciences, Jilin University, Changchun 130061, Jilin, China;

2. Department of Geology, Kim Il Song University, Pyongyang, D.P.R.K)

**Abstract:** The Xar Moron River Fault is the final suture between the North China Plate and the Siberia Plate. The location of its western part has been well known, but the extension of its eastern part remains unclear and has aroused much controversy, especially concerning its location under the Songliao Basin. Based on field investigation along the western margin of the Songliao Basin (Nenjiang-Balihan fault) and previous researches on the Central Fault in the Songliao Basin, it is found that the Nenjiang-Balihan Fault and the Central Fault were strike-slip faults at the early stage. They displaced sinistrally the Xar Moron River Fault and made it extending in a staircase form west to east. Based on the available high precision age data from the basement of the Songliao Basin, the reinterpretation of the gravity anomaly and MT profile, the characteristics of the lithosphere and crustal thickness of the northeast margin and the neighboring areas of the North China Plate, the authors revealed the distribution of the Xar Moron River Fault under the southern Songliao Basin, which extends from Kailu, Tongliao, Horqin Zhuoyizhongqi to Changchun.

**Key words:** Xar Moron River Fault; Nenjiang-balihan Fault; Songliao Basin

---

**About the first author:** HAN Guo-qing, male, born in 1982, doctor candidate, mainly engages in the study of structural geology; E-mail: hanguoqingster@yahoo.cn.

**Corresponding author:** LIU Yong-jiang, male, born in 1964, professor, mainly engages in the study of tectonics and tectono-chronology; E-mail: yongjiang@jlu.edu.cn.