

文章编号: 1006-6616 (2014) 03-0299-05

# 漠河逆冲推覆构造活动时代的 ESR 年龄证据

刘晓佳<sup>1</sup>, 赵立国<sup>2</sup>, 田 珺<sup>3</sup>, 杨晓平<sup>2</sup>, 张文龙<sup>2</sup>, 高雪咪<sup>3</sup>

(1. 中国地质科学院地质力学研究所, 北京 100081;

2. 黑龙江省地质调查研究总院齐齐哈尔分院, 哈尔滨 150036;

3. 中国地质科学院, 北京 100037)

**摘要:** 对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 个同构造石英脉进行了电子自旋共振 (ESR) 测年, 结果显示漠河逆冲推覆构造形成于距今 118 ~ 149 Ma 之间, 由此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。漠河逆冲推覆构造与侏罗纪至白垩纪初杭盖—肯特洋的收缩关闭及古太平洋俯冲导致的地块逆冲及地壳加厚与挤出有关, 并造成漠河盆地挤压回返和抬升萎缩。

**关键词:** 漠河盆地; 逆冲推覆构造; ESR 年龄

**中图分类号:** P597.3

**文献标识码:** A

由于蒙古—鄂霍茨克造山带的碰撞造山作用, 在漠河盆地西北部形成自北向南的大型推覆构造——漠河逆冲推覆构造。漠河逆冲推覆构造空间上由一系列规模大小不等且近平行的区域性韧性剪切带、逆冲断层和受其控制的楔形构造岩片组成。根据断层的发育特征、构造组合和岩石变形强度特征, 由北西向南东可划分为根部带、中部带和前锋带。前人对漠河逆冲推覆构造的构造特征和形成时间等方面的研究取得了一定的进展。1:200000 开库康幅获得了逆冲推覆构造带内的同构造石英二长岩和花岗闪长岩岩脉 K-Ar 年龄 (距今 121.9 ~ 141.1 Ma)<sup>[1]</sup>; 李锦轶等<sup>[2]</sup>对采自北极村附近的逆冲推覆构造根带长英质糜棱岩中同构造变质矿物黑云母的<sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar 定年, 获得了距今 127 ~ 130 Ma 的坪年龄和等时线年龄, 由此限定了逆冲推覆构造根带的变形时代。但目前尚缺少中带和锋带韧性脆性和脆性构造变形年龄。本文利用漠河推覆构造根带、中带及峰带不同构造部位的 10 个同构造石英脉及含少量石英的方解石脉进行电子自旋共振 (ESR) 测年, 获得了漠河逆冲推覆构造不同构造部位的构造活动年龄, 为漠河盆地中生代构造演化及漠河逆冲推覆构造体系的厘定提供了构造年代学证据。

**收稿日期:** 2014-05-10

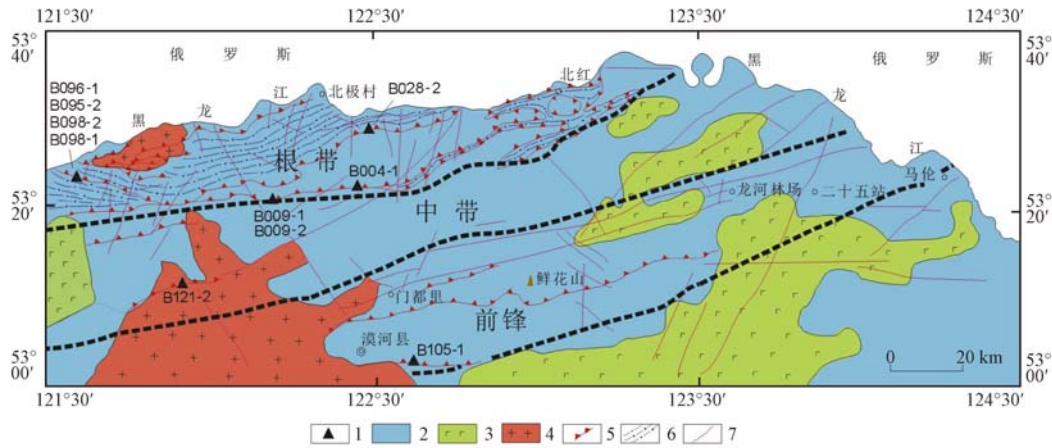
**基金项目:** 中国地质调查局天然气水合物资源勘查与试采专项“东北冻土区天然气水合物资源勘查” (GZH2014003003)

**作者简介:** 刘晓佳 (1989-), 男, 硕士研究生, 构造地质学专业。E-mail: liuxiaojia1945815@163.com

## 1 区域地质背景

漠河盆地位于大兴安岭北部,属形成于额尔古纳地块之上的中生代盆地<sup>[3]</sup>,基底为三叠纪结晶变质岩和前寒武纪花岗岩<sup>[4]</sup>,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<sup>[5]</sup>。东与布列亚—佳木斯微板块相接,北邻蒙古—鄂霍茨克中生代造山带。

漠河逆冲推覆构造西起洛古河,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(见图1),全长约170 km,南北宽约40 km,由北西向南东方向推覆,其推覆距离约为4 km。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。



1—采样地点; 2—中—晚侏罗世额尔古纳群; 3—晚侏罗世—早白垩世火山岩;  
4—前寒武纪花岗岩; 5—逆冲断裂; 6—糜棱岩带; 7—断层

图1 漠河逆冲推覆构造地质简图及测年样品位置分布图

Fig. 1 Tectonic sketch and sample locations of Mohe overthrust structure

## 2 样品采集

本文所测的样品来自于推覆构造根带、中带及前峰带不同构造部位的10件同构造石英脉及含少量石英的方解石脉,采样位置见图1,样品野外地质特征见表1。测年矿物为石英或者含少量石英的方解石。10件样品中的B095-2、B096-1、B098-1、B098-2、B028-2、B004-1均采集于逆冲推覆构造根带的中侏罗统漠河组长英质糜棱岩中,B009-1、B009-2采集于逆冲推覆构造根带的逆冲断层带内;B121-2采集于逆冲推覆构造中带的逆冲断层断面上;B105-1样品采集于前锋带的逆冲断层带内。

表1 ESR 测年样品的地质特征

Table 1 Geological characteristics of ESR dating samples

| 样号     | 采样地点  | 围岩时代及岩性   | 样品特征   |
|--------|-------|-----------|--|
| B095-2 | 兴华沟林场 | 漠河组长英质糜棱岩 | 沿糜棱面理产出, 糜棱面理产状 $314^\circ \angle 9^\circ$                 |
| B096-1 | 兴华沟林场 | 漠河组长英质糜棱岩 | 沿糜棱面理产出, 脉体厚 23 ~ 3 cm, 糜棱面理产状 $320^\circ \angle 10^\circ$ |
| B098-1 | 兴华沟林场 | 漠河组长英质糜棱岩 | 与糜棱面理斜交, 脉体厚 55 cm, 糜棱面理产状 $317^\circ \angle 19^\circ$     |
| B098-2 | 兴华沟林场 | 漠河组长英质糜棱岩 | 与糜棱面理斜交, 脉体厚 18 cm, 糜棱面理产状 $317^\circ \angle 19^\circ$     |
| B028-2 | 北极村东  | 漠河组长英质糜棱岩 | 与糜棱面理斜交, 脉体厚 15 ~ 20 cm, 糜棱面理产状 $25^\circ \angle 20^\circ$ |
| B009-1 | 金沟林场  | 漠河组泥岩、粉砂岩 | 产于断层泥中, 断面产状 $20^\circ \angle 25^\circ$                    |
| B009-2 | 金沟林场  | 漠河组泥岩、粉砂岩 | 产于断层泥中, 断面产状 $20^\circ \angle 26^\circ$                    |
| B004-1 | 河湾林场  | 漠河组砂岩     | 断面上的方解石脉, 脉体厚 8 cm, 断面产状 $350^\circ \angle 44^\circ$       |
| B121-2 | 枯林山南  | 加里东期花岗岩长岩 | 产于断层泥中, 石英脉体厚 10 cm, 断面产状 $153^\circ \angle 31^\circ$      |
| B105-1 | 古莲河   | 漠河组泥岩、粉砂岩 | 产于断层带内, 方解石脉厚 30 cm, 断面产状 $140^\circ \angle 70^\circ$      |

### 3 ESR 测年分析

ESR 测年全称为电子自旋共振测年, 由 Zeller 于 1967 年提出, 是一种根据样品所吸收的自然辐射剂量推导样品形成年代的方法, 不过该测年技术是最近二三十年才发展起来的一种物理测年方法<sup>[6~7]</sup>。石英颗粒的硅氧四面体结构在  $\gamma$ 、 $\beta$ 、 $\alpha$  射线击打下能形成一些 +2 价的氧空位, 由于岩石中存在大量自由电子, 一个氧空位可以捕获一个自由电子, 产生一个顺磁中心。石英脉年龄越古老, 岩石中放射性越强, 则顺磁中心浓度也越高。根据已建立的年龄顺磁中心浓度及岩石放射同位素含量的实验关系可确定出石英脉的结晶年龄。

本文样品的 ESR 年龄测定由成都理工大学应用核技术研究所年代实验室完成。实验过程: 样品自然风干后, 粉碎至 0.2 ~ 0.125 mm 粒级, 利用 CIT-3000F 数字化全自动铀钍钾谱仪和微机  $\alpha$  采集系统测定  $\alpha$  和  $\gamma$  天然放射性, 以减少铀钍不平衡产生的年剂量误差; 分选出单矿物石英样品约 600 mg, 分成 5 份进行热活化, 置入钴 - 60 辐照场进行定剂量辐照; 利用德国 ER-200D-SRC 电子自旋共振仪测定顺磁共振谱, 最终得出测试参数和年龄结果 (见表 2), 年龄误差为 9.5% ~ 10.0%。

表2 ESR 测年结果

Table 2 Results of ESR dating

| 序号 | 样号     | 采样地点  | 测试样品      | 顺磁中心浓度/<br>( $10^{15}$ 自旋 $\cdot g^{-1}$ ) | 铀当量含量/<br>( $\mu g \cdot g^{-1}$ ) | 年龄/Ma            |
|----|--------|-------|-----------|--|------------------------------------|------------------|
| 1  | B095-2 | 兴华沟林场 | 石英脉       | 0.112                                      | 0.150                              | 149.3 $\pm$ 14.0 |
| 2  | B096-1 | 兴华沟林场 | 石英脉       | 0.089                                      | 0.150                              | 118.7 $\pm$ 11.0 |
| 3  | B098-1 | 兴华沟林场 | 石英脉       | 0.089                                      | 0.150                              | 118.7 $\pm$ 11.0 |
| 4  | B098-2 | 兴华沟林场 | 石英脉       | 0.133                                      | 0.150                              | 177.3 $\pm$ 17.0 |
| 5  | B121-2 | 枯林山南  | 石英脉       | 0.141                                      | 0.221                              | 127.6 $\pm$ 12.0 |
| 6  | B004-1 | 河湾林场  | 方解石脉含微量石英 | 0.336                                      | 0.478                              | 140.6 $\pm$ 14.0 |
| 7  | B009-1 | 金沟林场  | 方解石脉含微量石英 | 0.186                                      | 0.257                              | 144.7 $\pm$ 14.3 |
| 8  | B009-2 | 金沟林场  | 方解石脉含微量石英 | 0.104                                      | 0.150                              | 138.7 $\pm$ 13.0 |
| 9  | B105-1 | 古莲河   | 方解石脉含微量石英 | 1.476                                      | 2.139                              | 138.0 $\pm$ 13.0 |
| 10 | B028-2 | 北极村东  | 石英脉       | 0.112                                      | 0.150                              | 149.3 $\pm$ 14.0 |

## 4 讨论与结论

取自于漠河逆冲推覆构造根带、中带及前峰带不同构造部位的同构造石英脉测年结果显示,漠河逆冲推覆构造形成时间为距今 $(149.3 \pm 14.0) \sim (118.7 \pm 11.0)$  Ma,与1:200000开库康幅和李锦轶等在逆冲推覆构造根带获得的同构造岩脉 K-Ar 年龄(距今121.9~141.1 Ma)<sup>[1]</sup>及长英质糜棱岩中同构造变质矿物黑云母的<sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar 年龄(距今127~130 Ma)<sup>[2]</sup>一致,由此说明漠河逆冲推覆构造主要活动时代为晚侏罗世晚期—早白垩世晚期。

现有研究结果表明,漠河盆地中生代以来经历了蒙古—鄂霍茨克洋和西太平洋2种不同构造域的演化阶段。侏罗纪至白垩纪初,与杭盖—肯特洋收缩关闭及古太平洋俯冲有关的地块旋转、逆冲及地壳加厚与挤出<sup>[2]</sup>,形成了与蒙古—鄂霍茨克造山带形成演化有关的侏罗纪晚期—白垩纪向南逆冲的漠河推覆构造,造成侏罗纪前陆盆地的强烈变形和隆起,结束了盆地沉积历史。早白垩世时期区域应力场发生重大转变,早期南北向挤压转变为北西—南东向伸展<sup>[8]</sup>。由于地幔上隆导致岩石圈发生伸展—减薄作用,漠河地区发生断陷并形成大面积火山岩,形成白垩纪火山断陷盆地与侏罗纪前陆盆地复合叠加的叠合盆地。

## 参 考 文 献

- [1] 黑龙江地质矿产局. 1:200000 开库康幅区域地质报告 [R]. 哈尔滨:黑龙江地质矿产局, 1985.  
Bureau of Geology and Minerals of Heilongjiang Province. Regional geological report on a scale of 1:200000 in Kaikukang area [R]. Harbin; Bureau of Geology and Minerals of Heilongjiang Province, 1985.
- [2] 李锦轶, 莫申国, 和政军, 等. 大兴安岭北段地壳左行走滑运动的时代及其对中国东北及邻区中生代以来地壳构造演化重建的制约 [J]. 地学前缘, 2004, 11 (3): 157~168.  
LI Jin-yi, MO Shen-guo, HE Zheng-jun, et al. The timing of crustal sinistral strike-slip movement in the northern Great Khingán ranges and its constraint on reconstruction of the crustal tectonic evolution of NE China and adjacent areas since the Mesozoic [J]. Earth Science Frontiers, 2004, 11 (3): 157~168.
- [3] 李锦轶, 和政军, 莫申国, 等. 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 [J]. 地质通报, 2004, 23 (2): 120~129.  
LI Jin-yi, HE Zheng-jun, MO Shen-guo, et al. Sorokin. The age of conglomerates in the lower part of the Xiufeng Formation in the northern Da Hinggan Mountains, NE China, and their tectonic implications [J]. Geological Bulletin of China, 2004, 23 (2): 120~129.
- [4] 姜剑虹, 孙礼文, 胡善亭, 等. 东北煤田地质研究新进展 [M]. 北京:地震出版社, 1996: 33~42.  
JIANG Jian-hong, SUN Li-wen, HU Shan-ting, et al. Recent advances on coal geology in northeastern China [M]. Beijing: Seismological Press, 1996: 33~42.
- [5] 张顺, 林春明, 吴朝东, 等. 黑龙江漠河盆地构造特征与成盆演化 [J]. 高校地质学报, 2003, 9 (3): 411~419.  
ZHANG Shun, LIN Chun-ming, WU Chao-dong, et al. Tectonic characteristics and basin evolution of the Mohe Basin, Heilongjiang Province [J]. Geological Journal of China Universities, 2003, 9 (3): 411~419.
- [6] Ye Y G. Introduction of electron spin resonance dating [J]. Geology in China, 1992, (3): 28~29.

- [ 7 ] Yang K G, Liang X Z, Xie J L, et al. ESR dating: The principle and application of a method to determine active ages of brittle faults [J]. *Advances in Earth Science*, 2006, 21 (4): 430 ~ 435.
- [ 8 ] 赵越, 杨振宇, 马醒华. 东亚大地构造发展的重要转折 [J]. *地质科学*, 1994, 29 (2): 105 ~ 114.
- ZHAO Yue, YANG Zhen-yu, MA Xing-hua. Geotectonic transition from paleoasian system and paleotethyan system to paleopacific active continental margin in eastern Asia [J]. *Geological Sciences*, 1994, 29 (2): 105 ~ 114.

## ESR AGES EVIDENCES OF MOHE OVERTHRUST STRUCTURE STAGE

LIU Xiao-jia<sup>1</sup>, ZHAO Li-guo<sup>2</sup>, TIAN Jun<sup>3</sup>, YANG Xiao-ping<sup>2</sup>,  
ZHANG Wen-long<sup>3</sup>, GAO Xue-mi<sup>3</sup>

- (1. *Institute of Geomechanics, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100081, China;*  
2. *Qiqihar Branch, Research Institute of Regional Geological Survey of Heilongjiang, Harbin 150036, China;*  
3. *Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China*)

**Abstract:** The 10 different structure quartz veins and calcite veins from Mohe basin overthrust structure root zone, the central belt and front belt has been dated by electron spin resonance (ESR). ESR dating results show Mohe basin overthrust structure formed in  $(149.3 \pm 14.0)$  Ma ~  $(118.7 \pm 11.0)$  Ma, which indicate the main deformation of Mohe overthrust structure was in the Late Jurassic-Early Cretaceous. The structure has great relationship with Jurassic to Early Cretaceous Hang Gai-Kent Ocean closed, ancient land thrusting and crustal thickening caused by ancient Pacific Ocean subduction. Then it led Mohe Basin atrophy of squeezing and lifting.

**Key words:** Mohe Basin; overthrust structure; ESR dating