

内蒙古大青山逆冲推覆构造带中泥质板岩 激光微区 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄

刘正宏 徐仲元 杨振升

(吉林大学地球科学学院, 吉林 长春 130061)

摘要:大青山逆冲推覆构造下盘发育一套泥质板岩,它们是由二叠系泥岩、粉砂质泥岩和粉砂岩、细砂岩遭受逆冲推覆变形引起的动力变质作用改造形成的,发育一组透入性劈理构造。通过岩石薄片鉴定,沿劈理面形成绢云母、白云母和绿泥石等同构造新生矿物。对其中新生白云母矿物进行了激光微区 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 测年,获得了 $(121.6\pm 1.6)\text{Ma}$ 的等时线年龄。野外地质证据表明了大青山逆冲断层发生过两期逆冲推覆变形作用,早期发生在印支期,晚期发生在燕山期。 $(121.6\pm 1.6)\text{Ma}$ 年龄代表燕山期逆冲推覆事件发生时间。

关键词:大青山;逆冲推覆构造; $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 测年;泥质板岩

中图分类号:P533 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-3657(2003)03-0293-04

研究区位于内蒙古呼和浩特市—包头市之间以北的大青山地区,隶属华北板块北缘阴山断隆,是阴山—燕山中生代板内造山带西段的重要组成部分。主体构造形迹呈东西方向展布,由大型的褶皱构造和逆冲推覆断层构成,尤其是大青山逆冲推覆构造以其规模巨大、构造要素发育齐全、构造样式典型、露头好而闻名。许多地质学家对它的几何学、运动学、形成时代和形成动力学机制进行了探讨,取得了许多新的进展和认识^[1-5]。但是,对其形成时代的同位素年代学研究并不多,尤其是对同构造生长的新生矿物同位素年代研究更少。为了更好地确定区内逆冲推覆变形事件发生的期次和时间,笔者对一些与逆冲推覆变形作用同期的新生白云母矿物进行了 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 测年研究。

1 大青山逆冲推覆构造宏观地质特征

大青山逆冲推覆构造发育在石拐中生代沉积盆地南侧,由一系列由南向北逆冲推覆逆冲构造岩片相互叠置构成的逆冲推覆体系^[6]。从结构上看它是以 3 条大型逆冲断层分割和 4 个构造带(或 4 个构造岩片)所组成的一个复杂的构造系统;从组成上它涉及到了前寒武纪变质杂岩、古生代沉

积地层和中生代陆相盆地沉积地层,并有印支期岩浆岩活动。逆冲推覆体系向西延伸至包头市一带,被新生代河套断陷盆地内第四系沉积物覆盖,向东延伸至察哈尔右翼中旗,出露长度在 200 km 以上,出露最大宽度可达 20 km。

主干逆冲断层为杨圪楞—天林背—楼华山逆冲断层,控制了区内逆冲推覆体系形成和发展。断层下盘由古生代、中生代地层和少量前寒武纪变质岩和古元古代花岗岩组成,它们遭受了强烈逆冲挤压变形作用改造,形成了一系列呈东西向展布复式褶皱和由南向北推覆的逆冲断层,以及劈理构造。断层上盘由前寒武纪变质岩和少量不整合在其上的侏罗纪及白垩纪地层构成,其中在前寒武纪变质岩中以及它们与中生代沉积地层接触带上发育了小型逆冲断层,其展布方向和运动特征与主干逆冲断层一致。

依据主干逆冲断层的地质特征,可将其分为东、西两段(图 1),白石头沟以西为西段,以东为东段。西段总体上呈东西方向展布,断层面朝南倾斜,在大多数地段上断层面倾角为 $15^\circ\sim 40^\circ$,但在局部可达 $60^\circ\sim 70^\circ$ 。断层迹线在平面上呈不规则状展布,为凸凹不平的弯曲状,尤其是在天林背和白狐沟地区,断层迹线向北突出,构成了两个‘舌形体’(图 1)。天

收稿日期:2002-10-28;改回日期:2003-03-15

基金项目:国土资源部地质大调查项目(200011300002)资助

作者简介:刘正宏,男,1960年生,教授,从事区域地质调查和构造地质学研究工作;E-mail:liuzhenghong@jlu.edu.cn。

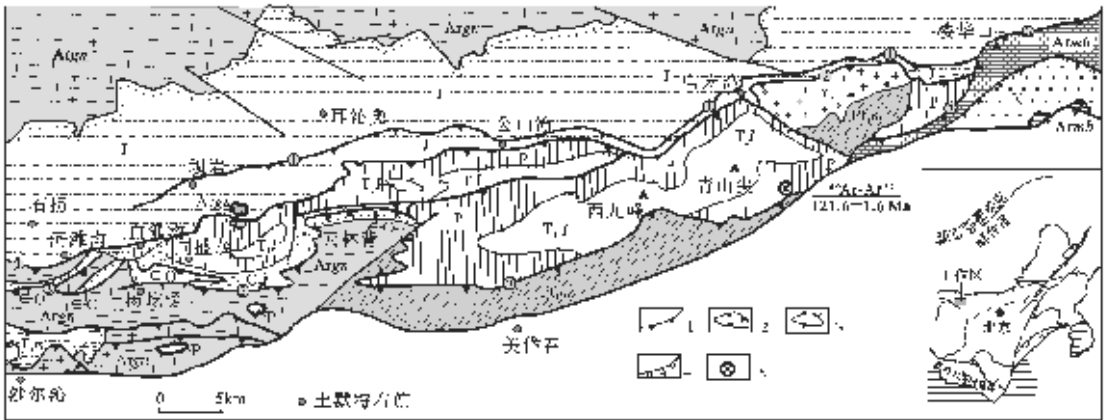


图 1 内蒙古大青山地区地质构造纲要图

K₁—下白垩统;J—侏罗系;T_{1l}—下三叠统老窝铺组;T_{1m}—下三叠统庙沟组;P—二叠系;C_{2s}—上石炭统拴马桩组;ε—O—寒武系—奥陶系;Pt_{1m}—古元古界美岱召岩群;Armb—太古宙大理石;Argn—太古宙片麻岩;γ₂¹—古元古代花岗岩;1—逆冲断层;2—飞来峰;3—构造窗;4—伸展断层;5—同位素年代样品位置;①坝岩—席麻湾逆冲断层;②河滩沟—公山湾逆冲断层;③杨圪楞—天林背—楼华山逆冲断层

Fig. 1 Geological structural outline map of the Daqingshan region in Inner Mongolia

K₁—Lower Cretaceous;J—Jurassic;T_{1l}—Lower Triassic Laowopu Formation;T_{1m}—Lower Triassic Miaogou Formation;P—Permian;C_{2s}—Upper Carboniferous Shuanmazhuang Formation;ε—O—Cambrian—Ordovician;Pt_{1m}—Paleoproterozoic Meidaizhao Group—Complex;Armb—Archean marble;Argn—Archean gneisses;γ₂¹—Paleoproterozoic granite;1—Thrust;2—Klippe;3—Inlier;4—Extensional fault;5—Sample location of isotopic age;

①Bayan—Ximawang thrust;②Hetangou—Gongshanwan thrust;③Yanggeleng—Tianlinbei—Louhuashan thrust

林背‘舌形体’保留完好,其两端发育有楔形断体,表现为下盘新的地质体呈楔形镶嵌在上盘老的地质体中。在白狐沟断层向北突出的‘舌形体’被后期构造作用和沉积作用的改造和破坏,出露不完整。在‘舌形体’下盘的地质体表现出强烈变形的特征,所以‘舌形体’不仅可以指明断层滑移方向,同时也表明逆冲推覆断层变形的不均一性。东段总体上呈NE50°展布,断层面向南东,倾角在15°~45°不等。该断层在楼华山一带切割了所有在其下盘地质体中发育的逆冲推覆断层,并与前锋逆冲断层相交,构成了逆冲双重构造。东段上盘变质岩席出露较少,大多数被发育在其上的白垩纪沉积物所覆盖。杨圪楞—天林背—楼华山逆冲断层推覆距离较大,不仅把变质结晶逆冲岩席推覆到其前缘地带古生代地层之上,甚至推覆到外缘地带中生代地层之上,经后期地壳抬升剥蚀之后,在这些原地显生宙地层之上,留下了一些外来的变质岩飞来峰,根据前缘飞来峰和后缘构造窗之间的距离可以推断该逆冲推覆断层最小的推覆距离在10 km以上。在该逆冲断层的后部变质结晶逆冲岩席之下,出露有许多原地古生代地层构造窗,可以推断出其下为古生代地层。由于该逆冲断层作用使得下盘沉积地层产生了动力变质,形成了泥质板岩,其内发育一组透入性劈理构造,并且形成了一组同构造新生矿物组合。在断层带内及其附近变质岩发生了糜棱岩化,形成了一组新的糜棱组构。

2 ⁴⁰Ar/³⁹Ar 同位素测年分析结果

对大青山逆冲推覆构造形成时代问题一直没有统一的认识,为了更好地确定逆冲推覆构造形成时代,在杨圪楞—天林背—楼华山逆冲断层带西段上达赖沟附近采集了由逆冲推覆变形作用形成的泥质板岩同位素测年样品(3B4-5-1,取样位置见图1)。

泥质板岩(3B4-5-1)主要发育在断层带下盘,由二叠系泥岩、粉砂质泥岩和粉砂、细砂岩遭受逆冲推覆变形引起的动力变质作用改造形成的。岩石中发育一组密集板劈理构造,产状稳定,倾向在150°~200°之间,倾角为45°~70°,空间展布方向与逆冲断层近于一致。劈理构造穿切了层理和早期印支期褶皱构造,依据线理、碎屑颗粒旋转和标志层错断等运动学标志,沿劈理面产生了由南向北逆冲滑移,与主干逆冲断层运动方向近于一致。这些泥质板岩遭受了强烈变形改造,岩石中长石、石英等碎屑颗粒发生了变形,呈透镜状和碎裂状定向排列(图2-A)。部分透镜状石英颗粒出现了波状消光。沿劈理面或在透镜状碎屑颗粒两端出现了一组同构造的绢云母、绿泥石和少量白云母等新生矿物,沿劈理面向生长。在变形强烈部位同构造白云母矿物晶体粒度较大,可达到1 mm(图2-B)。

从选定的手标本上切下0.5 mm厚、面积为100 mm²的

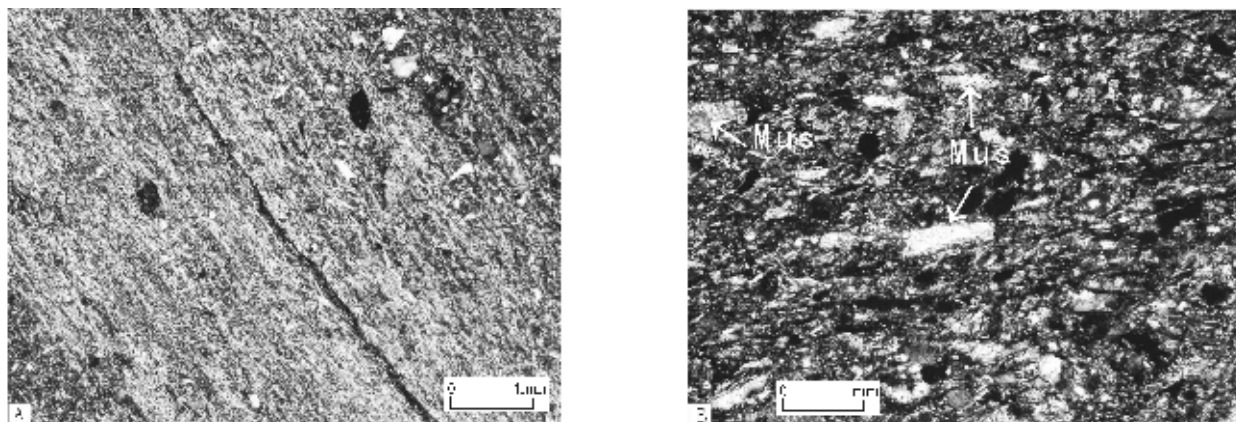


图 2 A-泥质板岩中劈理构造显微照片;B-沿劈理定向生长的同构造白云母(Mus)

Fig. 2 A-Photomicrograph of cleavages in argillite; B-Syntectonic neogenic muscovite growing along the cleavages

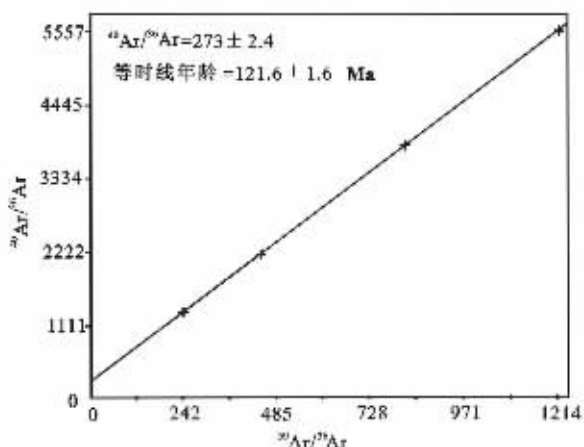


图 3 白云母 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 测年等时线年龄

Fig. 3 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ isochron age of muscovite

薄片。薄片的两面进行抛光,抛光之后的光片在二次水中多次超声清洗。清洗后的光片放在烘箱中烘去表面吸附的水份,然后和年龄已知的标准样一起封装在铝筒里送核反应堆中接受中子照射。使用 ZBH-25 黑云母中标样(标准年龄 132.7 Ma)监测中子流,积分中子通量约 $1.3 \times 10^{16} \text{ n} \cdot \text{cm}^{-2}$ 。激光熔样使用的是 CW 型 Nd:YAG 激光器。使用显微摄像监控系统寻找矿物微区进行激光测年并直接在监视器上观察激光熔样的全过程。使用英国 VG 公司生产的 MM1200B 质谱计和 17 级 Be-Cu 电子倍增器测量 Ar 同位素信号。年龄误差以 1σ 给出。

对样品(3B4-5-1)中 5 个新生白云母颗粒进行了激光微区探针 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 同位素年龄测定(表 1),获得了 $(121.6 \pm 1.6)\text{Ma}$ 的等时线年龄(图 3)。同构造新生矿物组合所代表的变质作用程度很低,相当于低绿片岩相条件,其温度接近这些细小白云母矿物中 Ar 的封闭温度,放射成因 Ar 可以在矿物形成之后保存在矿物中,所以该年龄为这次逆冲推覆变形构造热事件的年龄。

表 1 激光微区 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 测年结果

Table 1 Laser microprobe $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age data

| 激光分析点 | $(^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar})_m$ | $(^{36}\text{Ar}/^{39}\text{Ar})_m$ | $(^{37}\text{Ar}/^{39}\text{Ar})_m$ | $^{39}\text{Ar}/(10^{-14} \text{ mol})$ | $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ | 年龄/Ma |
|-------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---|---------------------------------|-----------------|
| 3B4-5-1 白云母 | J=0.016105 | | | | | |
| 1 | 4.9111 | 0.00222 | 0 | 0.45 | 4.2497 | 119.4 ± 1.2 |
| 2 | 4.9697 | 0.00221 | 0 | 4.95 | 4.3082 | 121.0 ± 1.2 |
| 3 | 4.6429 | 0.00121 | 0 | 9.90 | 4.2799 | 120.2 ± 1.2 |
| 4 | 4.5820 | 0.00082 | 0 | 12.87 | 4.3338 | 121.7 ± 1.2 |
| 5 | 5.4251 | 0.00406 | 0 | 6.77 | 4.2207 | 118.6 ± 1.2 |

等时线年龄结果: $T=121.6 \pm 1.6\text{Ma}$; $(^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar})_c=273 \pm 24$; MSWD=4.62

注:由中国地质科学院地质研究所同位素室测定。

3 讨论与结论

对大青山逆冲推覆构造形成时代问题一直没有统一的认识,缺少确切的地质证据和同位素年代数据。(121.6±1.6)Ma 年龄是大青山逆冲推覆构造带同位素测年研究中首次获得的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 测年数据,为确定该区中生代地壳逆冲推覆变形作用发生时代提供了确切的同位素年代证据。

通过详细地质调查研究,野外地质证据表明了大青山逆冲断层不是一期变形形成的,而是地壳多期多阶段变形产物,具有长时期地质演化历史。依据各种构造要素之间的切割关系,逆冲断层与不同时代地层之间的关系,将测区内地壳逆冲推覆变形作用分为两期。早期发生在印支期,晚期发生在燕山期。所以(121.6±1.6)Ma 年龄代表了晚期地壳逆冲推覆构造热事件发生时间。此外,对枣树沟一带逆冲断层附近上盘绿泥黑云母变粒岩中黑云母矿物进行了常规 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 测年,获得了(193.74±3.88)Ma 等时线年龄,代表了区内印支期逆冲推覆构造热事件发生的时代。

在大青山逆冲推覆构造的东段推覆体涉及的最新地层为大青山组,而下白垩统李山沟组和固阳组不整合在岩席之上,表明了它们应属于早白垩世晚期。

(121.6±1.6)Ma 逆冲推覆变形作用引起了低级动力变质作用,使得下盘泥岩、粉砂质泥岩和粉细砂岩遭受变形变质作用改造,形成了泥质板岩和一组透入性劈理构造,沿劈理面形成绢云母、白云母和绿泥石等同构造新生矿物。

激光微区探针 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 同位素年龄是由中国地质科学院地质研究所同位素室测定,陈文研究员给予很大帮助,在

此深表谢意。

参考文献 (References):

- [1] 王建平,杨玉东. 大青山及邻区冲断推覆构造形成机制的讨论 [A]. 见:构造地质论丛(6)[c]. 北京:地质出版社,1986.1~16.
Wang Jianping, Yang Yudong. Genetic mechanism of the Daqingshan thrust-nappe: a discussion [A]. Series on Geological structure(6) [C]. Beijing: Geological Publishing House, 1986.1~16 (in Chinese with English abstract).
- [2] 朱绅玉. 内蒙古色尔腾山—大青山地区推覆构造[J]. 内蒙古地质, 1997, 84(1): 41~47.
Zhu Shengyu. Thrusts of Seertengshan—Daqingshan region in Inner Mongolia [J]. Geology of Inner Mongolia. 1997, 84(1): 41~47 (in Chinese with English abstract).
- [3] 郑亚东, Davis G A, 王琮, 等. 内蒙古大青山大型逆冲推覆构造[J] 中国科学(D 辑)1998, 28(4): 289~295.
Zheng Yadong, Davis G A, Wang Cong, et al. Major thrust system in the Daqingshan area, Inner Mongolia, China [J]. Science in China (Ser. D.) 1998, 28(4): 289~295 (in Chinese).
- [4] Davis G A, Wang Cong, Zheng Yadong. The enigmatic Yinshan fold-and-thrust belt of northern China: New views on its intraplate contractional style [J]. Geology, 1988, 26(1): 43~46.
- [5] 刘正宏, 徐仲元, 杨振升. 论内蒙古大青山地区逆冲推覆构造[J]. 中国区域地质, 1999, 18(4): 366~372.
Liu Zhenghong, Xu Zhongyuan, Yang Zhensheng. On Daqingshan thrust-nappe in Inner Mongolia [J]. Regional Geology of China, 1999.18(4): 366~372 (in Chinese with English abstract).

Laser microprobe $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating of argillite in the Daqingshan thrust nappe structure in Inner Mongolia

LIU Zheng-hong, XU Zhong-yuan, YANG Zhen-sheng

(College of Earth Sciences, Jilin University, Changchun 130061, Jilin China)

Abstract: There occurs a suite of argillite in the lower plate of the Daqingshan thrust nappe structure. It formed by dynamic metamorphism caused by thrust deformation of Permian mudstone, silty mudstone, siltstone and fine sandstone. A set of penetrative plate cleavages are developed in the rock. The identification of rock thin sections shows that syntectonic neogenic minerals such as sericite, muscovite and chlorite are formed along the cleavage planes. Dating of the syntectonic neogenic muscovite by the laser microprobe $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ method yielded a $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ isochron age of 121.6±1.6 Ma. Field geological evidence suggests that two phases of thrust deformation occurred in the Indosinian and late Yanshanian periods respectively in the Daqingshan region. The $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ isochron age of 121.6±1.6 Ma represents the age of the late Yanshanian thrust deformation event.

Key words: Daqingshan; thrust nappe structure; Laser microprobe $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating; argillite