

准噶尔盆地东部的前晚奥陶世陆壳基底 ——来自盆地东北缘老君庙变质岩的证据

李锦轶, 肖序常, 陈文

(中国地质科学院地质研究所, 北京 100037)

提要:出露在准噶尔盆地东北缘的老君庙变质岩, 主要由绿片岩相的石英片岩构成, 其上残存含前泥盆纪板珊瑚和海百合茎化石的大理岩。对石英片岩中的白云母进行的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 定年, 获得了 $(461.5 \pm 0.2)\text{Ma}$ 的坪年龄和 $(462.0 \pm 4.1)\text{Ma}$ 等时线年龄, 表明该变质岩的变质时代不晚于中奥陶世晚期, 准噶尔盆地东部具有前晚奥陶世的陆壳基底。结合区域地质资料, 推测准噶尔盆地的基底主体是古生代期间的陆块。

关键词:老君庙变质岩; 白云母 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 定年; 准噶尔盆地基底; 古生代陆块

中图分类号: P54 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3967(2000)03-0297-06

对于准噶尔盆地的基底是由什么类型的地质体构成的, 由于迄今在盆地中及其周缘都没有发现确凿的前寒武纪地质体, 一直存在着截然不同的推论。根据地球物理资料, 吴庆福^[1]认为盆地基底是由前寒武纪变质岩构成的古生代造山带中的中间地块, 而江远达^[2]则认为是由与周边古生代造山带相同的古生代地质体构成的。大多数地质学家根据地质背景及地质资料的综合分析, 认为盆地基底是沉没的古老地块^[3~5]。但是也有一些地质学家根据西准噶尔铅同位素资料, 推测盆地基底主要是洋壳, 但不排除其中残存小型前寒武纪碎块^[6]。还有一些地质学家推测准噶尔盆地的前身是具有洋壳底板的古生代弧后盆地^[7~8]或圈闭的残余洋盆^[9]。近年来, 韩宝福等^[10]根据盆地周边地区的岩浆岩研究, 推测盆地基底不是洋壳, 即使是陆壳, 也已经受到了古生代晚期岩浆活动的强烈改造。

准噶尔盆地基底是洋壳还是陆壳, 直接关系到重建新疆的古生代构造格局和地壳构造演化, 更重要的是还关系到该盆地内能源矿产的形成背景及潜力评价。而探讨盆地基底性质, 在没有盆地内部直接钻井资料的情况下, 只能通过地球物理资料和盆地周边的地质研究进行推测。由于地球物理资料是该区现今各类地质体物性的综合反映, 很可能包括了目前难以区分的来自现今地幔、盆地基底和盆地堆积物等的多源信息, 因而由此得出的推论具有很大的不确定性。笔者等在新疆地矿局有关专家的帮助下, 近年对准噶尔盆地周边地区进行了重点地质考察与研究, 确认了准噶尔盆地东北缘的老君庙变质岩是前晚奥陶世变质作用的产物, 在此基础上, 结合其他方面的资料, 推测准噶尔盆地的基底主体是由古生代陆块构成的。

收稿日期: 1999-09-06; 修订日期: 1999-11-26

基金项目: 国家科技攻关项目资助(96-915)。

作者简介: 李锦轶(1958), 男(汉族), 辽宁昌图人, 博士, 研究员, 从事大地构造研究。

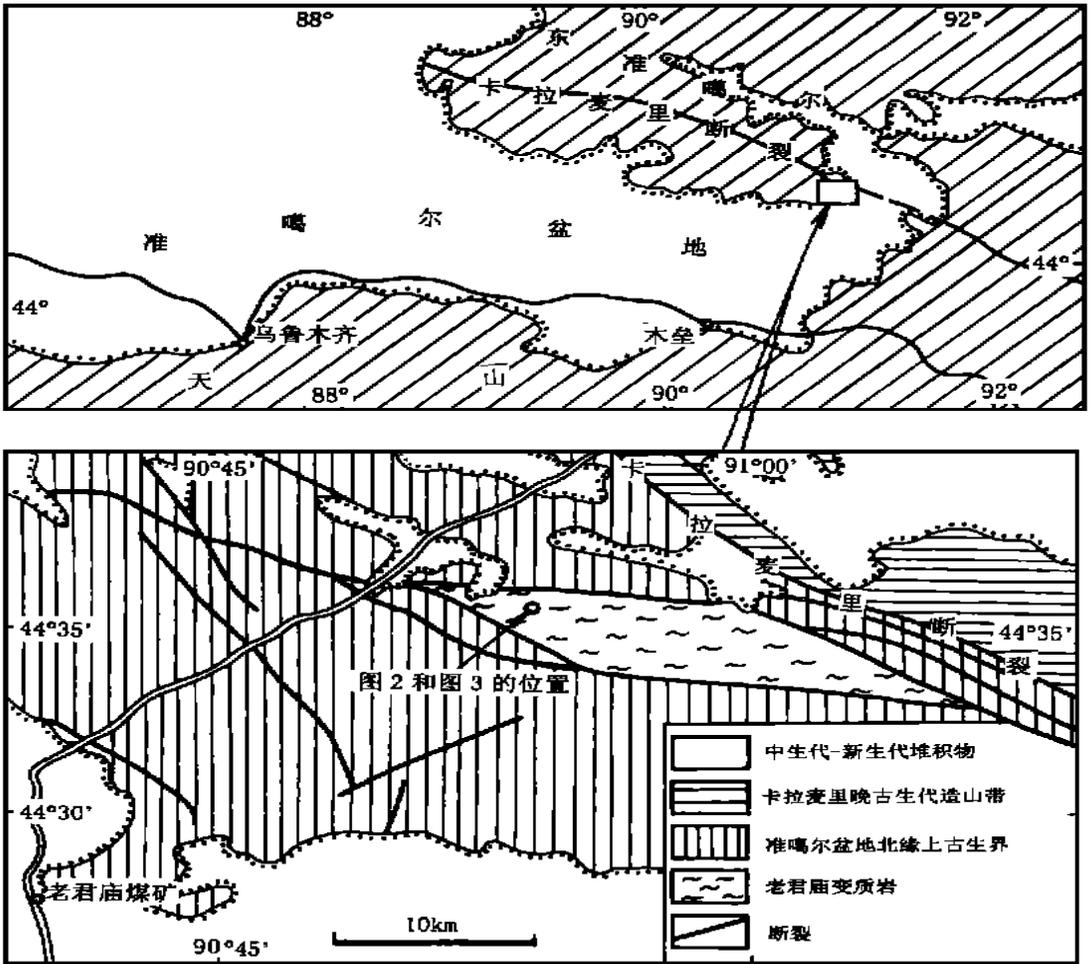


图1 准噶尔盆地东北缘老君庙地区地质简图和老君庙变质岩的地质背景
 Fig.1 Geological map of the Laojunmiao area on the northeastern Junggar basin margin and tectonic setting of the Laojunmiao metamorphic complex

1 老君庙变质岩

老君庙变质岩出露在准噶尔盆地东北缘卡拉麦里晚古生代造山带以南(图1),是新疆区域地质调查队发现的,由于缺乏系统的研究和确切的时代依据,在已经出版的地质图上仍然将其归入石炭系^[11]。1997年我们对该变质岩进行了野外观察和室内研究,确认该变质岩是晚奥陶世以前变质作用的产物,是迄今为止在准噶尔盆地周边发现的最古老的地质体[?]。

? 以前有些学者把博乐地区的温泉群变质岩与准噶尔盆地基底联系起来,但天山晚古生代洋盆可能西延把该变质岩与准噶尔分开,所以不能认为该变质岩是准噶尔盆地周边地区能够反映准噶尔盆地基底性质的地质露头。

1.1 岩石学特征

老君庙变质岩主要为灰白色含白云石英片岩和含白云石榴石英片岩,以及少量浅灰绿色含绿帘阳起绿泥斜长片麻岩等,其总体浅灰白色色调,明显不同于以断裂与其毗邻和残存于其上的石炭纪地层的深色调。该岩层变形比较强烈,手标本规模的片理褶皱在露头上比较发育。片理总体呈现为 $110\sim 290^\circ$ 走向,与卡拉麦里断裂带有一比较明显的交角。后期叠加的切割片理的破劈理,走向为 $130\sim 140^\circ$ 至 $310\sim 320^\circ$,与卡拉麦里断裂带走向近于一致。表明该变质岩的形成要早于卡拉麦里断裂带。

含白云石英片岩的矿物成分主要为石英和白云母。构成岩石主体的石英呈他形粒状,波状消光,含量95%左右;白云母为细晶鳞片状,平行片理定向排列,含量约5%。岩层被少量晚期方解石细脉切割,在细脉内和边部发育少量自形石英晶体。

含白云石榴石英片岩的主要矿物成分亦为石英(含量90%左右),含量不到10%的细晶石榴石呈星点状散布于其中,另有少量白云母、绿泥石、黄铁矿和方解石。石英普遍具有波状消光特征,略被压扁拉长;白云母新鲜,平行石英拉长方向生长;石榴石均为自形晶,没有明显的旋转变形,但其边部普遍发生了绿泥石化;黄铁矿为呈星散状分布的自形晶,无压力影等变形现象;方解石呈他形晶产于裂隙之中。因此,上述变质矿物可分为两个世代。早期主变质期矿物组合为石英+白云母+石榴石,反映变质作用的峰期仅为绿片岩相;晚期矿物组合为黄铁矿+绿泥石+方解石,代表后期叠加的张性背景下流体参与的蚀变作用或退变质作用。

含绿帘阳起斜长片麻岩的主要变质矿物成分为石英、斜长石、白云母和绿泥石,另有少量阳起石、绿帘石、黄铁矿和方解石。这些变质矿物可以划分为两个世代:早期组合为石英+斜长石+角闪石+绿帘石+白云母,晚期组合为方解石+绿泥石+黄铁矿。岩石遭受了较强烈的后期变形,导致了片理揉皱变形,早期的他形粒状石英呈波状消光;定向的白云母发生膝折和波状消光;绿帘石裂纹发育,沿裂纹有铁染;角闪石晶体大小不等,多色性降低并有晶体碎裂现象。绿泥石和方解石呈脉状产出,切割片理,黄铁矿呈自形产出。

总体上看,上述不同类型的变质岩石,具有相同的变质变形历史。它们的主变质作用为绿片岩相,伴生比较强烈的构造变形。后期叠加的拉张或减压退变质作用,形成了含石英的方解石脉和绿泥石脉,以及自形的黄铁矿。

1.2 变质作用时代的确定

(1)古生物证据:在野外发现老君庙变质岩出露区的西部残存有出露宽度不到5 m的大理岩。由于强烈地机械风化,该大理岩的产状不清,但从该露头岩石组合及地貌特征,可知这些大理岩位于上述变质岩与不整合其上没有变质的石炭纪火山岩之间(图2)。更为重要的是,从该大理岩中发现了群体珊瑚和海百合茎化石。据王增吉鉴定,群体珊瑚化石为 *Favosites* sp.,其时代不晚于志留纪。尽管含该化石的大理岩与上下岩层之间的关系还有待进一步研究,但是由于在整个石英片岩和片麻岩中未见到大理岩夹层,以及该大理岩所含的上述化石基本没有发生变形,所以我们推测该大理岩很可能为覆盖于老君庙变质岩之上的前泥盆纪地层的残留体,其变质很可能与石炭纪火山岩岩浆覆盖有关。这样,就基本上给出了老君庙变质岩原岩及变质作用时代的上限。

(2)同位素年代学证据:为了进一步确定老君庙变质岩的变质作用时代,我们又对没有发生强烈韧性变形的白云石英片岩中的白云母进行了 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 定年研究。选纯的白云母样品

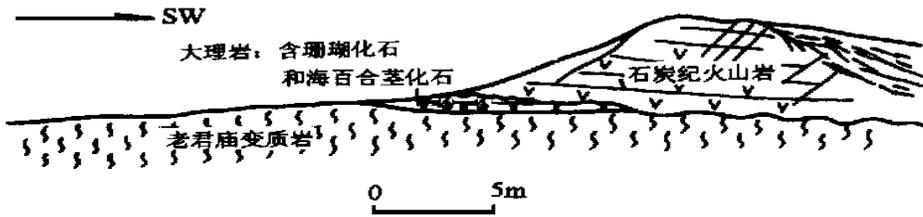


图2 老君庙变质岩之上含化石大理岩的露头素描及化石产出位置

Fig.2 Outcrop sketch of fossiliferous marbles overlying the Laojunmiao metamorphic complex and fossil locality

首先在北京中国原子能科学院的49-2核反应堆接受了55小时的中子照射,同位素测试在原地质矿产部同位素地质开放研究实验室MM1200B质谱仪上进行,标样为北京西山花岗闪长岩中的黑云母,计算年龄的衰变常数为 $\lambda=5.534 \times 10^{-11} \text{a}^{-1}$,误差为 2σ 。具体测试过程与富云莲等^[12]描述的基本相同,结果如图3和表1所示。白云母均一坪谱和等时线特征表明(图3),白云母的氩丢失可以排除,存在过剩氩的可能性也不大。因此,(461.5 ± 0.2)Ma的坪年龄和(462.0 ± 4.1)Ma的等时线年龄,可以作为所测样品的冷却年龄。上述变质岩中的变质矿物共生组合表明其变质作用仅为绿片岩相,其峰期温度与白云母氩同位素体系的封闭温度^[13~14]比较接近,所以,我们认为上述年龄也接近于该变质岩所遭受的变质作用峰期的年龄。也就是说,该变质岩所遭受的变质作用应发生在中奥陶世晚期。

表1 老君庙变质岩含白云石英片岩中白云母阶段加热数据

Tab.1 Step heating analysis data of muscovite from muscovite-quartz schists of the Laojunmiao metamorphic complex

温度 (°C)	$(^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar})_{\text{m}}$	$(^{36}\text{Ar}/^{39}\text{Ar})_{\text{m}}$	$(^{37}\text{Ar}/^{39}\text{Ar})_{\text{m}}$	$(^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar})^*$	^{39}Ar (10-14 mol)	^{39}Ar 析出累计(%)	视年龄 (Ma)
400	16.005 6	0.007 3	0.087 2	13.846 8	711.00	4.54	376.9±5.1
500	17.822 1	0.003 5	0.025 4	16.786 1	1 630.00	14.93	447.7±4.5
610	17.936 6	0.001 9	0.044 2	17.379 0	1 168.00	22.39	461.6±4.5
700	17.794 8	0.001 4	0.015 8	17.275 2	2 290.00	37.00	459.2±4.5
780	17.596 9	0.000 8	0.010 0	17.363 9	2 580.00	53.45	461.3±4.4
830	18.076 9	0.002 1	0.026 5	17.468 2	1 950.00	65.89	463.7±5.1
910	17.959 2	0.002 0	0.026 4	17.353 6	980.00	72.15	461.0±5.1
960	18.000 0	0.002 2	0.011 2	17.353 8	2 300.00	86.82	461.1±5.1
1 025	18.104 6	0.002 2	0.005 6	17.456 5	918.00	92.68	463.5±5.1
1 100	18.153 4	0.002 3	0.008 1	17.455 6	639.00	96.75	463.4±4.8
1 200	17.806 4	0.001 6	0.016 7	17.326 5	310.00	98.73	460.4±4.8
1 300	22.051 3	0.016 0	0.033 1	17.313 7	156.00	99.73	460.1±7.2
1 400	44.186 0	0.046 5	0.600 9	30.494 4	43.00	100.00	745.5±16.0

据上述资料,基本可以确认老君庙变质岩的主变质作用发生在中奥陶世晚期,是准噶尔盆地周边迄今发现的最古老的变质岩。表明准噶尔盆地东部具有晚奥陶世以前的变质基底。

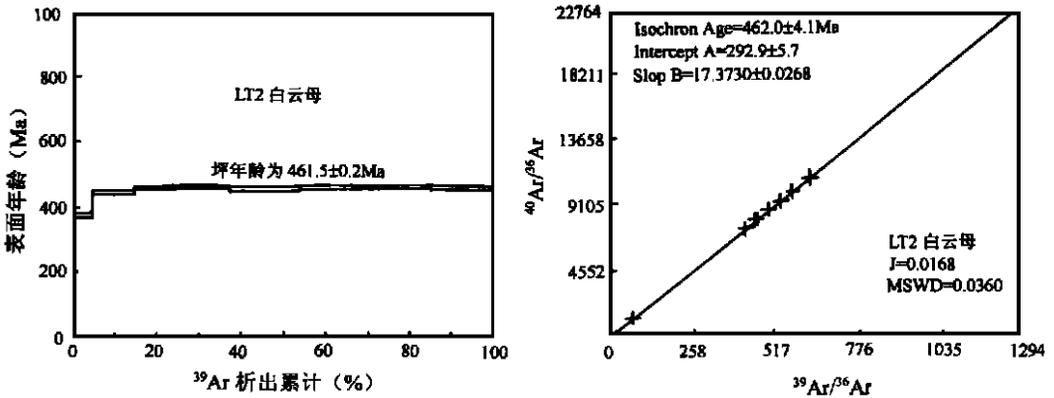


图3 老君庙变质岩含白云石英片岩中白云母的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄坪谱和等时线

Fig. 3 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ plateau spectrum and isochron of muscovite from muscovite-quartz schists of the Laojunmiao complex

2 关于准噶尔盆地基底的性质

需要指出,现今准噶尔盆地的基底无疑经历了晚古生代晚期强烈岩浆活动的改造,该盆地北部的基底无疑也是两侧造山带的自然延伸。这里讨论的盆地基底,主要是在晚石炭世以前,构成该盆地南部基底的地质体是洋壳还是陆壳。

老君庙变质岩所遭受的变质作用被确定发生在中奥陶世晚期,为以前关于卡拉麦里古生代造山带以南地区在奥陶纪至早石炭世期间为遭受剥蚀古陆的推论^[15~16]提供了比较有力的证据。有理由认为,准噶尔盆地东部的基底是由前晚奥陶世变质岩构成的古生代陆块。克拉玛依一带的石油勘探揭示了西准噶尔早石炭世海相沉积物的物源区位于现今准噶尔盆地的内部。根据野外调查,西准噶尔南缘唐巴勒至艾比湖一带,沿拉巴河河谷,与唐巴勒蛇绿岩类似的大洋型建造向南逆冲于一套灰黄色的细粒陆源沉积岩系之上。这套沉积岩系是形成于被动陆缘还是形成于弧前区还有待进一步研究,但有一点是较明确的,即西准噶尔南缘大洋建造向南不是逆冲到洋壳之上,而是逆冲到陆壳之上的。以上资料证明,准噶尔盆地西部的基底也不可能是洋壳。尽管目前尚无反映乌鲁木齐市以西准噶尔盆地南缘盆地基底性质的信息,但是乌鲁木齐市以东博格达山石炭系形成于石炭纪开始的裂陷槽,近年马瑞士等在吐鲁番—哈密盆地北缘多处地点发现了可能为前寒武纪的变质岩,吐鲁番—哈密盆地北部出露的石炭纪地层具有盖层岩系的变形特征,间接地表明准噶尔盆地南部基底也可能是由古陆壳构成的。

上述盆地周边的地质资料显然并不支持准噶尔盆地的基底是由残余洋壳构成的推论,相反却揭示出在该盆地堆积物之下有可能隐藏着由比较古老的变质岩构成的陆壳。根据对老君庙变质岩的研究,可知相关的变质作用不晚于中奥陶世晚期。

本项研究得到胡金庆高级工程师和新疆第一区域地质调查队的帮助,在此表示谢意。

参考文献:

[1] 吴庆福.论准噶尔中间地块的存在及其在哈萨克斯坦板块构造演化中的位置[A].见:中国北方板块构造论文集(2)

[C].北京,地质出版社,1987.29~38.

- [2] 江远达. 关于准噶尔地区基底问题的初步探讨[J]. 新疆地质, 1984, 2(1): 11—16.
- [3] 黄汲清, 姜春发, 王作勋. 新疆及邻区板块开合构造及手风琴式运动[J]. 新疆地质科学, 1990, (1): 3—16.
- [4] 何国琦, 李茂松, 刘德权, 等. 中国新疆古生代地壳演化及成矿[M]. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 1994.
- [5] 胡霁琴, 张国新, 李启新, 等. 新疆北部同位素地球化学与地壳演化[A]. 见: 涂光炽主编. 新疆北部固体地球科学新进展[C]. 北京: 科学出版社, 1993. 27—38.
- [6] 肖序常, 汤耀庆, 李锦轶, 等. 古中亚复合巨型缝合带南缘构造演化[A]. 见: 肖序常, 汤耀庆主编. 古中亚复合巨型缝合带南缘构造演化[C]. 北京: 北京科学技术出版社, 1991. 1—29.
- [7] 李继亮. 准噶尔弧后残留盆地与天山造山带大地构造关系[J]. 沉积学报, 1989, (增刊): 112—120.
- [8] HSU K J. Relict back-arc basins; principles of recognition and possible new examples from China[A]. In: K. L. Kleinpell and C. Paola (Editors). New Perspectives in Basin Analysis[C]. Springer-Verlag, New York, 1988. 245—263.
- [9] CARROL A R, LIANG Y, GRAHAM S A, et al. Junggar basin, northwest China; trapped Late Paleozoic ocean[J]. Tectonophysics, 1990, 186: 1—14.
- [10] 韩宝福, 何国琦, 等. 后碰撞幔源岩浆活动、底垫作用及准噶尔盆地基底的性质[J]. 中国科学(D), 1999, 29(1): 16—21.
- [11] 新疆地质矿产局. 新疆维吾尔自治区区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1993.
- [12] 富云莲, 罗修泉, 张思红, 等. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 定年法的实验技术与一些地质样品年龄的测定[J]. 中国地质科学院地质研究所所刊, 1987, (17): 85—107.
- [13] DODSON M H. Closure temperature in cooling geochronological and petrological systems[J]. Contrib. Mineral. Petrol., 1973, 40: 259—274.
- [14] LISTER G S, BALDWIN S L. Modelling the effect of arbitrary p - T - t histories on argon diffusion in minerals using the MacArgon program for the Apple Macintosh[J]. Tectonophysics, 1996, 253: 83—109.
- [15] 李锦轶, 肖序常, 汤耀庆, 等. 新疆东准噶尔卡拉麦里地区古板块构造研究的新进展[J]. 科学通报, 1988, 33(10): 762.
- [16] 李锦轶. 试论新疆东准噶尔古生代板块构造演化[A]. 见: 肖序常, 汤耀庆主编. 古中亚复合巨型缝合带南缘构造演化[C]. 北京: 北京科学技术出版社, 1991. 92—108.

Late Ordovician continental basement of the eastern Junggar Basin in Xinjiang, NW China: Evidence from the Laojunmiao metamorphic complex on the northeast basin margin

LI Jin-yi, XIAO Xu-chang, CHEN Wen

(Institute of Geology, CAGS, Beijing 100037, China)

Abstract: The Laojunmiao metamorphic complex, exposed on the northeastern margin of the Junggar basin, consists mainly of quartz schists of greenschist facies, with some marbles bearing pre-Devonian tabulates and crinoids resting on it. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating of muscovite from the complex yields a plateau age of 461.5 ± 0.2 Ma and an isochron age of 462.0 ± 4.1 Ma, indicating that its metamorphism occurred in the late Middle Ordovician. In combination with regional geology, it is supposed that the basement of the basin is composed of the Paleozoic continental crust.

Key words: Laojunmiao metamorphic complex; muscovite $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating; basement of the Junggar basin; Paleozoic continental crust