

# 新疆北部玛因鄂博断裂带中片麻岩 锆石 U-Pb SHRIMP 定年及其地质意义

周 刚<sup>1,2</sup> 张招崇<sup>3</sup> 何 斌<sup>2</sup> 王 祥<sup>2</sup> 李建国<sup>2</sup>  
贺永康<sup>2</sup> 郑开平<sup>2</sup> 罗世宾<sup>2</sup>

(1. 中国地质科学院研究生部, 北京 100037; 2. 新疆地矿局第四地质大队, 新疆 阿勒泰 836500;  
3. 中国地质大学地质与矿产资源重点实验室, 北京 100083)

**摘要:**对包括青河一带片麻岩在内的阿尔泰山地区中深变质岩石的时代一直存在争议,李天德等将阿尔泰山南缘冲乎尔—阿勒泰—青河一带、富蕴库卫—乌洽沟一带、富蕴县城一带的中深变质岩石划归为古—中元古代克木齐群和新元古代富蕴群,引起了广泛的关注和争议,特别是对位于青河县城西南玛因鄂博断裂带中片麻岩的时代问题争议颇多。笔者对该片麻岩采样进行锆石 U-Pb SHRIMP 年龄测定,虽然未能获得一致的谐和年龄,但不同时期的年龄数据均具有一定的地质意义,大量的前寒武纪古老锆石的年龄信息肯定了阿尔泰山地区前寒武纪地层存在的可能,并确定了该片麻岩应形成于晚古生代之前。

**关键词:**玛因鄂博断裂带;片麻岩;SHRIMP 定年

**中图分类号:**P597+.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-3657(2006)06-1209-08

关于阿尔泰山中深变质岩石的原岩时代、变质时代以及是否存在“前寒武纪”地层均有争议<sup>[1-9]</sup>,中国、哈萨克斯坦联合地质科学考察队根据锆石 U-Pb 上交点年龄、长石 Pb 同位素的二阶段模式年龄的  $t_1$  年龄、Nd 模式年龄及 Sm-Nd 等时线年龄等将冲乎尔—阿勒泰—青河带、富蕴库卫—乌洽沟一带、富蕴县城一带的片麻岩、混合岩等中深变质岩石分别定为古—中元古界克木齐群和新元古界富蕴群。这一科研成果得到了广泛关注,但对其时代仍存在一些疑问。李天德等<sup>[2]</sup>根据锆石 U-Pb 不一致曲线年龄的上交点年龄 (1375±24) Ma 将青河县阿热勒托别一带的中深变质岩石划归为古—中元古界克木齐群(图 1A),但对该年龄数据特别是其上交点年龄的地质意义存在较多的争议<sup>[7-9]</sup>。笔者在青河县阿热勒托别一带开展 1:5 万区域地质调查时,在玛因鄂博断裂带中的黑云斜长片麻岩中取样进行了锆石 U-Pb SHRIMP 年龄测定,本文即对该年龄数据进行报道,并初步探讨其地质意义。

## 1 样品的地质背景及岩石特征

本次进行锆石 U-Pb SHRIMP 年龄测定的黑云斜长

片麻岩采自玛因鄂博断裂带中,位于玛因鄂博断裂陡坎的北侧,1:20 万《二台幅》将其划归为下泥盆统玛因鄂博组,1990 年新疆地矿局第四地质大队在 1:50 万区划报告中根据区域岩性对比将该处地层划为下泥盆统康布铁堡组。下泥盆统康布铁堡组是新疆阿尔泰山南缘火山—沉积盆地中铁、铅、锌及多金属矿产的重要含矿层位<sup>[10,11]</sup>,主要岩性组合为变质中酸性火山岩及片岩、片麻岩和大理岩。在青河阿热勒托别一带,该组地层呈北西—南东向长条状分布于玛因鄂博断裂北侧,下部以变质中酸性火山岩为主,局部夹有大理岩透镜体,上部主要为片岩,夹有少量变质中酸性火山岩及片麻岩。岩石普遍具有糜棱岩化。样品即采自其西北侧的片麻岩,采样位置为:东经 46°35′21″,北纬 90°06′55″(图 1-B)。

黑云斜长片麻岩呈灰色,片麻状构造,主要由斜长石(50%)、石英(25%)、黑云母(20%)及少量白云母组成,见少量磁铁矿、磷灰石及锆石等副矿物。岩石具糜棱岩化变形,使由斜长石和石英组成岩石残斑呈眼球状,而黑云母及少量白云母等矿物呈不规则条带状定向分布或绕岩石残斑分布。

收稿日期:2006-05-22;改回日期:2006-09-01

基金项目:新疆维吾尔自治区 1:5 万区调项目(XJQDW2003-03)和国家 305 项目(2001BA609A-07-02)资助。

作者简介:周刚,男,1966 年生,高级工程师,博士生,从事岩石学研究及矿产勘查工作;E-mail: xazhougang@126.com。

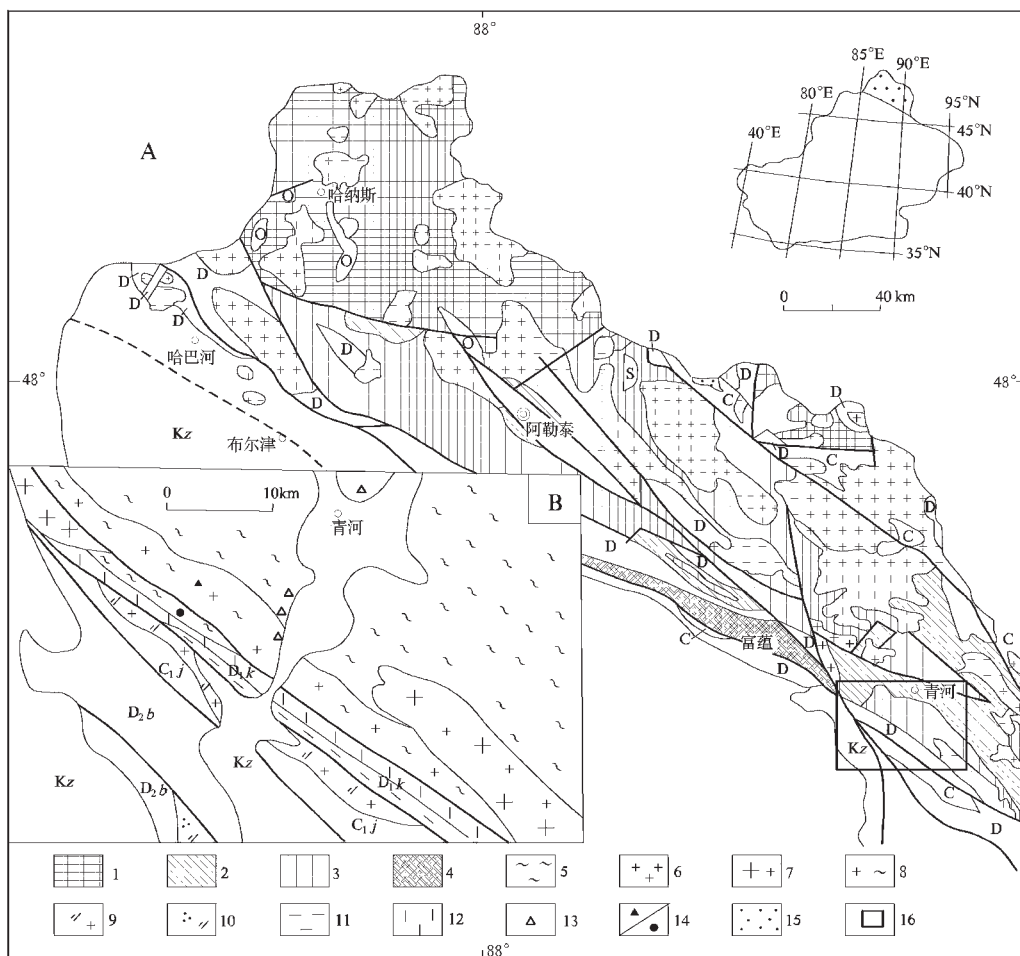


图1 阿尔泰地区前寒武纪地层分布(据胡霁琴等<sup>[8]</sup>,略作修改)及研究区地质略图

Kz—新生界;C—石炭系火山—沉积岩;D—泥盆系火山岩及沉积岩;S—志留系变质岩;O—奥陶系火山—沉积岩;C<sub>j</sub>—下石炭统姜巴斯套组; D<sub>2b</sub>—中泥盆统北塔山组;D<sub>1k</sub>—下泥盆统康布铁堡组;1—震旦系沉积岩;2—新元古代富蕴群;3—古—中元古代克木齐群; 4—克木齐群+富蕴群;5—片麻岩;6—花岗岩;7—似斑状花岗岩;8—片麻状花岗岩;9—二长花岗岩;10—石英二长岩; 11—变质中酸性火山岩;12—片岩夹变粒岩等;13—胡霁琴等<sup>[8]</sup>主要采样位置;14—片麻状花岗岩中锆石 SHRIMP 年龄采样位置及本文片麻岩 中锆石 SHRIMP 年龄采样位置;15—图 A 在新疆的位置;16—研究区在阿尔泰地区的位置

Fig.1 Distribution of Precambrian strata in the Altay area (modified from Hu Aiqin et al<sup>[8]</sup>) and geological sketch map of this area  
 Kz—Cenozoic;C—Carboniferous volcanic-sedimentary rocks;D—Devonian volcanic rocks and sedimentary rocks;S—Silurian metamorphic rocks; O—Ordovician volcanic-sedimentary rocks;C<sub>j</sub>—Lower Carboniferous Jiangbasitao Formation;D<sub>2b</sub>—Middle Devonian Beitashan Formation; D<sub>1k</sub>—Lower Devonian Kangbutiebao Formation;1—Sinian sedimentary rocks;2—Neoproterozoic Fuyun Group;3—Paleo- and Mesoproterozoic Kemuqi Group;4—Kemuqi Group+ Fuyun Group;5—Gneiss;6—Granite;7—Porphyreous granite;8—Gneissoid granite;9—Monzogranite; 10—Quartz monzonite;11—Meta-intermediate-acid volcanic rocks;12—Schist with fine-grained gneiss; 13— Main sampling location by Hu Aiqin et al<sup>[8]</sup>;14—Sampling location of gneissoid granite gneiss for zircon SHRIMP dating in this paper; 15—Location of Fig. A in Xinjiang;16—Location of the research region in Altay area

## 2 测试方法及结果

在黑云斜长片麻岩中采样,样品编号为04410TW-3,重约15 kg,破碎后经人工淘洗分离出重砂,经重液分离和磁选后,在双目镜下挑选出代表性的锆石,该样品中锆石形态复杂,大小不一,为不同成因类型的锆石(图2),除少数明显发育振荡环带的岩浆锆石呈自形长柱状,长宽比可达2:1以

外,其他锆石大多为粒状,长宽比一般小于1.5:1。

将挑选出的锆石与数粒RSES TEM置于环氧树脂中,用于阴极发光、背散射电子相研究及SHRIMP U-Pb分析,阴极发光和背散射电子相研究由中国地质科学院矿产资源研究所电子探针实验室完成,锆石U-Pb同位素分析在北京离子探针中心的SHRIMP II上进行,详细分析流程和原理参考有关文献<sup>[12,13]</sup>。应用RSES参考锆石TEM(417 Ma)进行元

表 1 玛因鄂博断裂带中片麻岩锆石 U-Pb SHRIMP 分析结果

Table 1 Zircon U-Pb SHRIMP analysis of gneiss in the Mayin Obo fault belt

Spot	U/10 <sup>-6</sup>	Th/10 <sup>-6</sup>	Th/U	f <sub>206</sub> (%)	<sup>206</sup> Pb*/ <sup>238</sup> U	<sup>207</sup> Pb*/ <sup>235</sup> U	<sup>207</sup> Pb*/ <sup>206</sup> Pb*	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U Age(Ma)	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb Age(Ma)
1.1	226	191	0.87	1.03	0.0444 3	0.371 3.6	0.0601 2.1	279.9 ± 8.1	329 ± 140
2.1	867	179	0.21	0.29	0.0897 2.9	0.719 3	0.05821 0.78	553 ± 15	562 ± 26
3.1	2471	2001	0.84	0.15	0.0761 2.8	0.591 2.9	0.05634 0.49	473 ± 13	436 ± 14
4.1	673	192	0.3	0.21	0.1382 2.9	1.427 2.9	0.0742 0.61	835 ± 22	845 ± 18
5.1	142	70	0.51	1.05	0.0853 3	0.676 3.5	0.0572 2	527 ± 15	277 ± 110
6.1	558	329	0.61	0.07	0.0725 2.9	0.569 3.1	0.05689 1.1	451 ± 12	437 ± 29
7.1	254	212	0.86	0.29	0.0861 2.9	0.71 3.2	0.05949 1.4	532 ± 15	424 ± 39
8.1	726	209	0.3	0.11	0.1742 2.9	1.726 2.9	0.07172 0.56	1035 ± 27	939 ± 14
9.1	85	39	0.48	0.69	0.0681 3	0.51 5.5	0.0544 4.5	425 ± 13	398 ± 140
10.1	798	190	0.25	0.09	0.1452 2.9	1.254 2.9	0.06295 0.6	874 ± 23	841 ± 13
11.1	1193	866	0.75	0.11	0.0803 2.9	0.655 2.9	0.05906 0.65	498 ± 14	479 ± 18
12.1	54	56	1.06	0.48	0.2905 3	4.33 3.2	0.1068 1.2	1644 ± 43	1578 ± 35
13.1	436	55	0.13	0.06	0.1664 2.9	1.611 3	0.07022 0.72	993 ± 27	939 ± 16
14.1	1060	394	0.38	0.46	0.0706 2.9	0.562 3	0.05754 1.1	439 ± 12	393 ± 37
15.1	365	219	0.62	0.12	0.2151 2.9	2.543 3	0.08614 0.7	1256 ± 33	1419 ± 15
16.1	75	40	0.55	2.69	0.075 3.1	0.57 4.3	0.0542 3.1	466 ± 14	327 ± 390
17.1	99	48	0.5	1.2	0.0841 3	0.633 4.1	0.0544 2.8	521 ± 15	293 ± 150
18.1	873	441	0.52	0.2	0.0695 2.9	0.541 3	0.05629 0.88	433 ± 12	394 ± 29
19.1	680	212	0.32	0.32	0.0783 2.9	0.664 3	0.06122 0.83	486 ± 13	500 ± 28
20.1	143	97	0.7	0.09	0.387 3.1	7.58 3.1	0.14209 0.64	2109 ± 55	2251 ± 12
21.1	324	160	0.51	0.26	0.135 2.9	1.195 3.1	0.06419 1	817 ± 22	748 ± 31

注:f<sub>206</sub>—Percentage of common <sup>206</sup>Pb in total <sup>206</sup>Pb

素分馏校正,应用 SL13(年龄 572 Ma;U 含量 238 μg/g)标定所测锆石的 U、Th、Pb 含量,应用 PRAWN 方法进行数据处理,普通铅根据实测 <sup>209</sup>Pb 进行校正,分析结果见表 1。表 1 中所列单个数据点的误差均为 1σ,采用年龄为 <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U 年龄,其加权平均值为 95%的置信度。

从表 1 可以看出,该岩体中锆石的 U 和 Th 含量变化较大,Th/U 比值为 0.13~1.06,但 U、Th 含量变化及 Th/U 比值的大小与年龄值大小无明显的相关关系,不同特征的锆石中 U、Th 含量及 Th/U 比值的大小也无明显的规律性(图 2)。该样品年龄值变化很大,除 1 号样点年龄值偏低,<sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U 年龄值为 (279.9±8.1) Ma 外,其他样点年龄值均大于 420 Ma,为 (425±13) Ma~(2109±55) Ma,并大致可分为相对集中的 6 组年龄:第一组包括 9、14、18 号点,<sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U 年龄分别为 (425±13) Ma、(433±12) Ma 和 (439±12) Ma,3 个年龄值较集中,平均年龄为 432 Ma,属早志留世;第二组包括 3、6、16 及 19 号点,<sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U 年龄为 (451±12) Ma~(486±13) Ma,为奥陶纪。其中,3、6、16 号点年龄值较接近,其加权平均值为 (463±15) Ma,MSWD=0.75(图 3);第三组包括 2、5、7、11、17 号点,<sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U 年龄为 (498±14) Ma~(553±15) Ma,为寒武纪,5 个点的

加权平均年龄为 (525±13) Ma,MSWD= 2.0;第四组包括 4、10、21 号点,<sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U 年龄分别为 (835±22) Ma、(874±23) Ma、(817±22) Ma,其加权平均年龄为 (841±26) Ma,MSWD= 1.7;第五组包括 8、12、13、15 号点,8 号和 13 号点 <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U 年龄分别为 (1 035±27) Ma、(993±27) Ma,12 号和 15 号点 <sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb 年龄分别为 (1 578±35) Ma 和 (1 419 ±15) Ma,为中元古代;第六组包括 20 号点,<sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb 年龄为 (2 251±12) Ma,属古元古代。从图 3 可以看出,该样品年龄值虽然变化很大,但在谐和图上基本上均落在谐和线及其附近。

### 3 讨论

由上述可知,玛因鄂博断裂带中黑云斜长片麻岩的锆石 U-Pb SHRIMP 测年虽然未能获得一致谐和年龄(图 3),但其年龄数值具有“分段集中”的特征,不同时段较集中的年龄值可能正是不同地质事件的反映。

从图 3 可以看出,第六组年龄 20 号点所测锆石不发育环带,为具有多晶面的短柱状,阴极发光照片中颜色浅,具有变质锆石的特征<sup>[4]</sup>。胡霞琴等<sup>[5,6]</sup>认为新疆北部元古代时期的第一次地壳增生及古老太古宙地壳重熔事件发生于 2 200

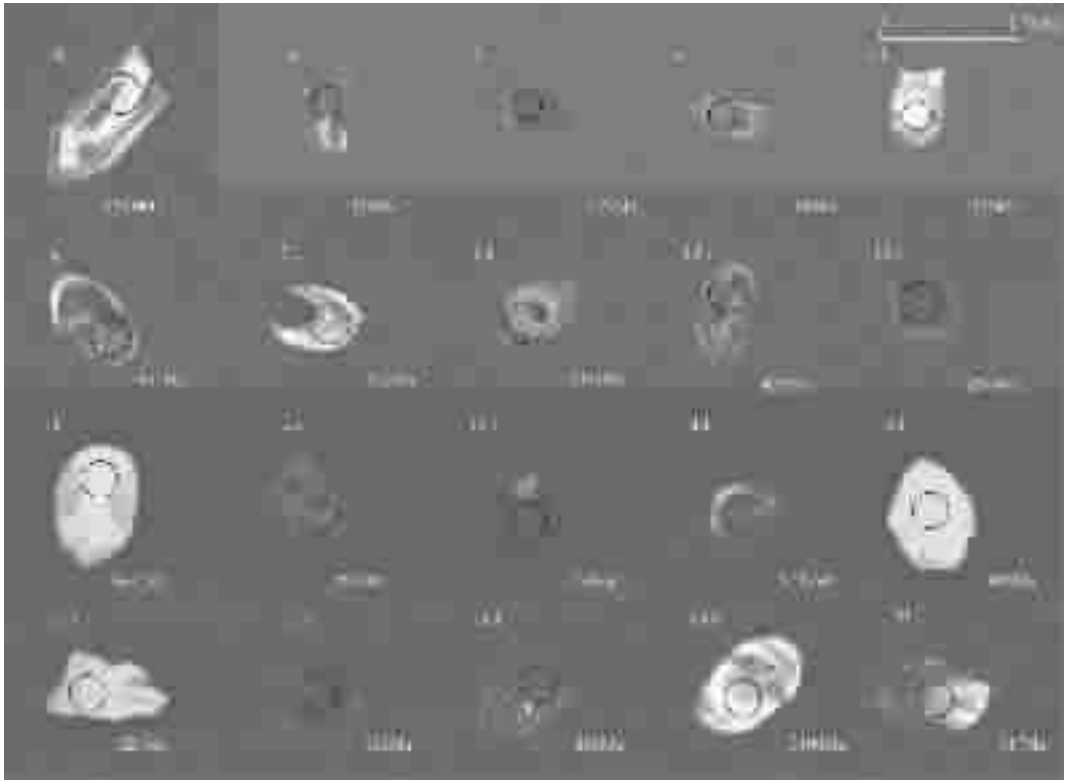


图 2 片麻岩中锆石的阴极发光图

Fig.2 Cathodoluminescence images of zircons in gneiss

Ma 左右, 20 号点的  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  年龄为  $(2\ 251\pm 15)$  Ma 可能与该事件有关, 并且进一步说明该时期变质作用的存在。

第五组年龄中 12 号点所测锆石不发育环带, 为具有多晶面的短柱状, 阴极发光照片中颜色浅, 具有变质锆石的特征, 其  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  年龄值  $(1\ 578\pm 35)$  Ma 可能反映了古元古代

末—中元古代初期的一次变质事件, 与新疆柯坪塔格阿克苏群绿片岩—蓝片岩系二阶段 Pb—Pb 全岩等时线年龄  $(1\ 663\pm 16)$  Ma 和辛格儿地区爱尔基干群板岩、千枚岩二阶段 Pb—Pb 全岩等时线年龄  $(1\ 596\pm 66)$  Ma<sup>[9]</sup> 在误差范围内一致。张进红等<sup>[15]</sup> 在对阿尔泰造山带康布铁堡组变质火山岩锆石 U—Pb 同位素年龄研究时也给出了 1 600 Ma 的继承锆石的信息。15 号点所测锆石呈粒状, 不发育明显的环带, 可能为变质成因的碎屑锆石, 其  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  年龄为  $(1\ 419\pm 15)$  Ma, 与阿勒泰地区片麻岩的 Sm—Nd 等时线年龄  $(1\ 400\pm 96)$  Ma 和锆石 U—Pb 年龄  $(1\ 375\pm 24)$  Ma、天山东段星星峡群变质岩的二阶段 Pb—Pb 等时线年龄  $(1\ 416\pm 97)$  Ma 和锆石 U—Pb 上交点年龄  $(1\ 400\pm 24)$  Ma 以及和静艾肯达坂硅质岩 Rb—Sr 全岩等时线年龄  $(1\ 397)$  Ma<sup>[9]</sup> 基本一致, 可能反映了 1 400 Ma 左右的一次重要的区域变质事件。8 号和 13 号点的年龄值与胡霏琴等<sup>[16]</sup> 所划分的  $(1\ 050\pm 50)$  Ma 时段的变质作用、岩浆活动等地质事件相吻合, 与“阿尔金运动”发生的时间基本一致。分布在富蕴县乌恰沟一带的变质基性侵入岩的 Sm—Nd 等时线年龄为  $(974\pm 63.4)$  Ma, 钆模式年龄为 945~977 Ma, 反映了这一时期阿勒泰地区陆壳增生事件的存在<sup>[16]</sup>; 在哈萨克斯坦发育有 1 000 Ma 的花岗岩<sup>[9]</sup>; 在俄罗斯萨彦东部的 Dunzhugur 蛇绿岩中获得有 1 000 Ma 的锆石 U—Pb 年龄<sup>[17]</sup>, 并由此认为

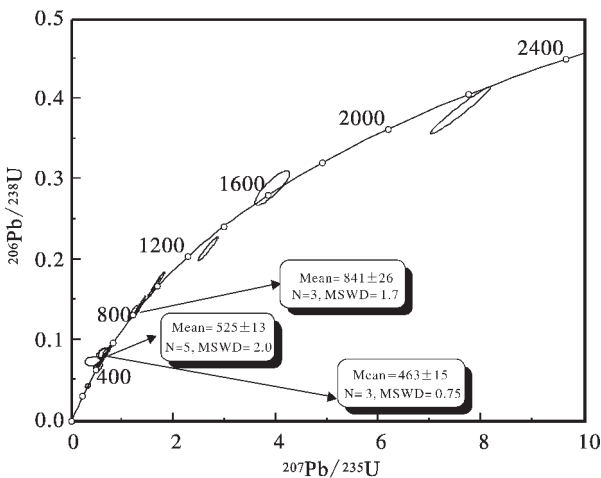


图 3 片麻岩中锆石 U—Pb 谐和图

Fig.3 U—Pb concordia diagram for zircons in gneiss

古亚洲洋的最初张裂形成在 1 000 Ma 之前。

第四组年龄值为  $(817 \pm 22)$  Ma~ $(874 \pm 23)$  Ma, 4 号点所测锆石呈自形柱状,并略显环带结构,可能为岩浆锆石;10 号和 21 号点所测锆石均为碎屑锆石。该组年龄值与区域上的“塔里木运动”发生的时间一致<sup>[5,9]</sup>,说明了塔里木运动对阿尔泰地区的影响。在塔里木北缘及天山地区有较多该时间段的年龄信息出现<sup>[5,9]</sup>;在阿勒泰地区也有与其相近的 Sm-Nd 等时线年龄(889~702 Ma)和锆石 U-Pb 表面年龄(779 Ma 和 785 Ma),在哈萨克斯坦发育有 800 Ma 的伟晶岩<sup>[9]</sup>;在俄罗斯的 Baikal 北部一带与消减-俯冲有关的辉长岩的 Sm-Nd 同位素年龄为 830~850 Ma<sup>[17]</sup>。

第三组年龄在该样品中所占的比例较大,其中 5 号、7 号及 16 号点所测锆石具有变质锆石的特征,其中 7 号点所测锆石在阴极发光图上具有明显的继承性锆石的核,而测点的位置为晶核外增生部位,应代表的是变质年龄。在阿勒泰地区,目前尚未有这一时间段的年龄数据报道,仅在该采样点北侧片麻状花岗岩中所采集的锆石 U-Pb SHRIMP 年龄样中有个别继承锆石的年龄值为  $(527 \pm 12)$  Ma,也说明了这一期地质事件的存在。根据准噶尔盆地周边的蛇绿岩同位素资料<sup>[18-23]</sup>分析,准噶尔洋壳主要形成于寒武-奥陶纪(500~440 Ma),中奥陶世为其顶盛时期<sup>[24]</sup>。第三组年龄值可能与准噶尔洋形成早期阶段的地质事件有关。

第二组年龄与第一组年龄值比较接近,分别为 460 Ma 和 430 Ma 左右。前者与哈纳斯盆地火山岩的单颗粒锆石 U-Pb 年龄  $(474.5 \pm 4.7)$  Ma<sup>[25]</sup>以及阿勒泰西南花岗岩片麻岩的锆石 U-Pb SHRIMP 年龄  $(462 \pm 10)$  Ma (王涛等未发表数据)一致,可能与中奥陶世的一次岩浆活动和变质作用有关,这一时期的岩浆活动是准噶尔洋(古亚洲洋的一部分)北部的西伯利亚板块西南缘由被动陆缘向活动陆缘转换的标志;阿勒泰地区 430 Ma 左右的同位素年龄数据较少,仅喀纳斯北东友谊峰南岩体的 K-Ar 法年龄为 440 Ma<sup>①</sup>,但这一时期存在一次规模较大的区域性地壳运动(“阿尔泰运动”),喀纳斯一带上奥陶统东锡勒克组不整合覆盖于震旦系哈巴河群之上即为这一区域性地壳运动的实证。因此,第二组和第一组年龄值所反映的岩浆活动和变质作用可能与古亚洲洋的开始消亡有关。

1 号点年龄值为 279.9 Ma,属于早二叠世,与胡霁琴等<sup>[9]</sup>在这一地区片麻岩中锆石 U-Pb SHRIMP 年龄(281 Ma)一致。周刚等(未发表)在玛因鄂博断裂带中的花岗质糜棱岩中获得锆石 U-Pb SHRIMP 年龄为  $(281 \pm 4)$  Ma,在玛因鄂博断裂带北侧的片麻状花岗岩中获得锆石 U-Pb SHRIMP 年龄为  $(283 \pm 4)$  Ma,充分说明了早二叠世变质作用与岩浆活动的存在。1 号点所测锆石呈长柱状,发育震荡环带,具有岩浆锆石的特征,而且其形态特征与玛因鄂博断裂带北侧的片麻状花岗岩中的锆石特征一致(周刚等未发表数据),而且在该

样品中仅见有 2 颗与其特征相似的锆石,因而可能为侵入片麻岩中的花岗岩岩枝中的锆石。

对于阿尔泰地区是否存在“前寒武纪”地层产生争议主要是没有精确的同位素资料。从玛因鄂博断裂带中片麻岩的锆石 U-Pb SHRIMP 测年结果提供的信息,结合前人的同位素年龄数据及微古化石资料分析,阿尔泰地区存在“前寒武纪”地层是可以肯定的。李天德等<sup>[2]</sup>根据玛因鄂博断裂带中片麻岩(青河片麻岩)和混合岩中 4 个组分锆石的 U-Pb 上交点年龄  $(1\ 375 \pm 24)$  Ma 确定该区片麻岩为古一中元古界克木齐群。胡霁琴等<sup>[7,8]</sup>对该年龄数据重新处理后认为,其上交点年龄无确定的年龄意义,不能作为确定该片麻岩原岩时代的依据,并认为其下交点年龄  $(367 \pm 28)$  Ma 代表了片麻岩和混合岩的形成时代。并根据片麻岩中锆石 U-Pb SHRIMP 测年结果(281 Ma)中未发现任何前寒武纪古老锆石或相关信息而否定了该区变质岩为“前寒武纪”的观点<sup>[9]</sup>。本次对片麻岩锆石 U-Pb SHRIMP 测年虽然未能确定片麻岩原岩的时代,但提供了一些前寒武纪古老锆石的年龄信息。对于片麻岩的形成时代,本次测年结果中未出现与锆石 U-Pb 下交点年龄相近的同位素年龄数据,除 1 号点属于早二叠世,可能为混入的花岗岩岩枝的年龄外,其他锆石的最小年龄值为 425 Ma,是否说明该片麻岩形成于早志留世有待于进一步研究。区域上大量的晚古生代岩浆活动和变质作用的同位素年龄数据<sup>[26-29]</sup>在该样品中均无反映,正好说明了该岩石可能形成于晚古生代之前。该样品中缺少 800~600 Ma 的年龄数据,阿勒泰地区这一时期岩浆活动和变质作用极其微弱,主要为接受沉积,沉积了巨厚的震旦系哈巴河群地层。

玛因鄂博断裂带中片麻岩锆石 U-Pb SHRIMP 测年结果中没有任何早泥盆世的锆石年龄信息,因而将其归入下泥盆统康布铁堡组无疑是缺少时代依据的。张进红等<sup>[15]</sup>通过对阿勒泰市东南一带康布铁堡组变质酸性火山岩中锆石 U-Pb 定年获得了  $(407.3 \pm 9)$  Ma 的早泥盆世年龄数据,基本可以确定阿尔泰山南缘火山盆地中的该套变质中酸性火山岩的形成时代为早泥盆世,但将与其在同一区域内出露的片麻岩也全部归入该组中明显欠妥当,至少在玛因鄂博断裂带中与变质中酸性火山岩相伴产出的片麻岩形成时代应早于早泥盆世,应为晚古生代之前的产物。

## 4 结 论

由前述可知,玛因鄂博断裂带中片麻岩锆石 U-Pb SHRIMP 测年结果虽然未能获得一致的谐和年龄,时间跨度较大,但不同时间段的年龄信息均具有一定的地质意义,通过该片麻岩年龄的测定至少可以肯定以下几点:

- (1) 阿尔泰地区以及青河一带可能存在元古宙基底;
- (2) 在阿尔泰地区首次出现了 2 250 Ma、840 Ma 和 525 Ma 左右的锆石 U-Pb 年龄信息;
- (3) 玛因鄂博断裂带中片麻岩不是

① 新疆区域地质调查大队,白哈巴、哈拉斯、霍米因大坂幅 1:20 万区域地质测量报告,1980。

早泥盆世的产物,不应将其归入下泥盆统康布铁堡组。结合区域上同位素资料分析,该片麻岩形成于晚古生代之前;(4) 该片麻岩中 874~817 Ma 的年龄数据说明了塔里木运动对阿尔泰地区的影响;(5) 该片麻岩中略显优势的年龄数据分别为早古生代早期(525 Ma 左右)和中晚期(450±20 Ma 左右),后者与古亚洲洋的开始消亡有关,而前者的地质意义有待于进一步研究。

**致谢:**在野外工作期间得到中国地质科学院矿产资源研究所闫好研究员、中国地质科学院地质力学研究所陈柏林研究员的指导,在成文过程中与南京地质矿产研究所张传林研究员进行过有益的探讨;一同参加野外工作的还有夏焱、杜超辉、吴建新、楚海涛、高永强等;样品测试及论文编写过程中得到北京离子探针中心人员,中国地质科学院地质研究所闫全人研究员、王福生研究员和中国地质科学院研究生应立娟、博士生董英以及新疆地调局第四地质大队微机室的帮助,在此一并致谢!

#### 参考文献(References):

- [1] 庄育勋. 中国阿尔泰造山带热动力时空演化和造山过程 [M]. 长春:吉林科学技术出版社, 1994,10~36.  
Zhuang Yuxun. Tectonothermal Evolution in Space and Time and Orogenic Process of Altay, China[M]. Changchun:Jilin Science and Technology Publishing House, 1994,10~36(in Chinese with English abstract).
- [2] 李天德, 祁志明, 吴柏青, 等. 中国和哈萨克斯坦阿尔泰地质及成矿研究的新进展[A]. 见:中国地质学会编. 献给三十届国际地质大会“八五”地质科技重要成果学术交流会议论文集[C]. 北京:冶金工业出版社, 1996.256~259.  
Li Tiande, Qi Zhiming, Wu Boqing, et al. Advance in development of geological and metallogenic research on Altay in China and Kazakstan[A]. In: Geological Society of China (ed.). Contributions to the 30th International Geological Congress and Science Exchange Conference Paper Collections of the “85” Geological Science and Technology Achievements [C]. Beijing:Metallurgical Industry Publishing House, 1996, 256~259(in Chinese with English abstract).
- [3] 李天德, B.H.波里扬斯基. 中国和哈萨克斯坦阿尔泰大地构造及地壳演化[J]. 新疆地质, 2001,19(1):27~243.  
Li Tiande, B.H.Poliyangsiji. Tectonics and crustal evolution of Altay in China and Kazakhstan [J]. Xinjiang Geology, 2001,19(1):27~243 (in Chinese with English abstract).
- [4] 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.  
Hu Aiqin, Zhang guoxing, Li Qixing, et al. Isotope geochemistry and crustal evolution of Northern Xinjiang [A]. In:TU Guangzhi (ed.). New Improvement of Solid Geosciences in Northern Xinjiang [C]. Beijing:Science Press, 1993,27~38(in Chinese).
- [5] 胡霁琴, 王中刚, 涂光炽, 等. 新疆北部地质演化及成矿规律[M]. 北京:科学出版社, 1997,9~105.  
Hu Aiqin, Wang Zhonggang, Tu Guangzhi. Geological Evolution and Diagenetic and Metallogenic Regularity in Northern Xinjiang [M]. Beijing:Science Press, 1997, 9~105(in Chinese).
- [6] 胡霁琴, 张国新, 陈义兵, 等. 新疆大陆基底分区模式和主要地质事件的划分[J]. 新疆地质, 2001,19(1):12~19.  
Hu Aiqin, Zhang Guoxin, Chen Yibing, et al. A model of division of the continental crust basement and the time scales of the major geological events in the Xinjiang—based on studies of isotopic geochronology and geochemistry[J]. Xinjiang Geology, 2001,19(1): 12~19(in Chinese with English abstract).
- [7] 胡霁琴, 张国新, 张前峰, 等. 阿尔泰造山带变质岩系时代问题的讨论[J]. 地质科学, 2002,37(2):129~142.  
Hu Aiqin, Zhang Guoxin, Zhang Qianfeng, et al. A review on ages of Precambrian metamorphic rocks from Altai orogen in Xinjiang, NW China[J]. Chinese Journal of Geology, 2002,37(2):129~142(in Chinese with English abstract).
- [8] 胡霁琴, 韦刚健, 邓文峰, 等. 阿尔泰地区青河县西南片麻岩中锆石 SHRIMP U—Pb 定年及其地质意义[J]. 岩石学报, 2006,22(1):1~10.  
Hu Aiqin, Wei Gangjian, Deng Wenfeng, et al. SHRIMP zircon U—Pb dating and its significance for gneisses from the southwest area to Qinghe County in the Altai, China [J]. Acta Petrologica Sinica, 2006,22(1):1~10(in Chinese with English abstract).
- [9] 郑常青, 徐学纯, 何政伟. 阿尔泰造山带晚古生代斜长—二长花岗岩片麻岩特征及成因研究[J]. 矿物岩石, 2003,23(2):1~5.  
Zheng Changqing, Xu Xuechun, He Zhengwei. Study on the characteristics and genesis of plagioclase—monzonitic granitic gneiss in Altai orogen [J]. J Mineral Petrol, 2003,23(2):1~5 (in Chinese with English abstract).
- [10] 王京彬, 秦克章, 吴志亮, 等. 阿尔泰山南缘火山喷流沉积型铅锌矿床[M]. 北京:地质出版社, 1998.  
Wang Jinbin, Qin Kezhang, Wu Zhiliang, et al. Volcanic—Exhalative—Sedimentary Lead—Zinc Deposits in the Southern Margin of the Altai, Xinjiang [M]. Beijing:Geological Publishing House, 1998(in Chinese with English abstract).
- [11] 王登红, 陈毓川, 徐志刚, 等. 阿尔泰成矿省的成矿系列及成矿规律[M]. 北京:原子能出版社, 2002.  
Wang Denghong, Chen Yuchuan, Xu Zhigang, et al. Minerogenic Series and Metallogenic Regularity of the Altay Metallogenic Province, Xinjiang, China[M]. Beijing:Atomic Energy Press, 2002 (in Chinese).
- [12] Campston W, Williams I S, Meyer C. U—Pb geochronology of zircons from lunar braccia 73217 using a sensitive high mass—resolution ion microprobe[J]. J. Geophys. Res. 1984,89,B525~534.
- [13] Williams I S. Some observations on the use of zircon U—Pb geochronology in the study of granitic rocks [J]. Trans. R. Soc. Edinburgh—Earth Sci, 1992,83:447~458.
- [14] 简平, 程裕淇, 刘敦一. 变质锆石成因的岩相学研究—高级变质岩 U—Pb 年龄解释的基本依据[J]. 地学前缘, 2001,8(3):183~191.  
Jian Ping, Cheng Yuqi, Liu Dunyi. Petrographical study of

- metamorphic zircon: basic roles in interpretation of U-Pb age of high grade metamorphic rocks [J]. *Earth Science Frontiers*, 2001,8(3):183~191(in Chinese with English abstract).
- [15] 张进红, 王京彬, 丁汝福. 阿尔泰山带康布铁堡组变质火山岩锆石特征和铀-铅年龄[J]. *中国区域地质*, 2000,19(3):2815~287. Zhang Jinhong, Wang Jingbin, Ding Rufu. Characteristics and U-Pb ages of zircon in metavolcanics from the Kangbutiebao Formation in the Altay orogen, Xinjiang [J]. *Regional Geology of China*, 2000,19(3):2815~287(in Chinese with English abstract).
- [16] 方同辉, 王京彬, 张进红, 等. 新疆阿尔泰山古代基性岩浆侵入事件[J]. *中国地质*, 2002,29(1):48~54. Fang Tonghui, Wang Jingbin, Zhang Jinhong, et al. Proterozoic basaltic magma intrusion event in the Altai, Xinjinag[J]. *Geology in China*, 2002,29(1):48~54(in Chinese with English abstract).
- [17] Khain E V, Bibikova E V, Kroner A, et al. The most ancient ophiolite of the Central Asian fold belt: U-Pb and Pb-Pb zircon ages for the Dunzhugur Complex, Eastern Sayan, Siberia, and geodynamic implications. *Earth and Planetary Science Letters*, 2002,199,311~325.
- [18] 张弛, 翟明国. 西准噶尔蛇绿岩带及形成环境[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, 1993.53~78. Zhang Chi, Zhai Mingguo. Ophiolitic belts and their genetic environment in Western Junggar [A]. In: Tu Guangzhi (ed.). *New Improvement of Solid Geosciences in Northern Xinjiang* [C]. Beijing: Science Press, 1993,53~78(in Chinese).
- [19] 刘伟, 张湘炳. 乌伦古-斋桑泊构造杂岩带特征及其地质意义[A]. 见涂光炽主编: 新疆北部固体地球科学新进展[C]. 科学出版社, 1993.217~228. Liu Wei, Zhang Xiangbing. The characteristics and geological significance of Ulungur-Zhaisangpo[A]. In: Tu Guangzhi (ed.). *New Improvement of Solid Geosciences in Northern Xinjiang* [C]. Beijing: Science Press, 1993.217~228(in Chinese).
- [20] 李锦轶. 新疆东准噶尔蛇绿岩的基本特征和侵位历史[J]. *岩石学报*, 1995,11(增刊):73~84. Li Jinyi. Main characteristics and emplacement processes of the East Junggar ophiolite[J]. *Acta Petrologica Sinica*, 1995,11(supp.):73~84 (in Chinese with English abstract).
- [21] 黄建华, 金章东, 李福春. 洪古勒楞蛇绿岩 Sm-Nd 同位素特征及时代界定[J]. *科学通报*, 1999,44(9):1004~1006. Huang Jianhua, Jin Zhangdong, Li Fuchun. Sm-Nd isotopes and age of the Hongguleleng ophiolite [J]. *Chinese Science Bulletin* 1999,44(9):1004~1006 (in Chinese)
- [22] 金成伟, 黄莹, 徐永生, 等. 洪古勒楞-阿尔曼太蛇绿岩及其与成矿关系[A]. 见: 新疆金属矿产资源的基础研究[C]. 北京: 科学出版社, 2001.27~51. Jing Chengwei, Huang Xuan, Xu Yougsheng, et al. Hongguleleng -Aermantai ophiolite and its relationship with mineralization [A]. In: *The Basic Studies of Meltic Mineral Resources in Xinjiang* [C]. Beijing: Science Press, 2001.27~51 (in Chinese).
- [23] Wang Z H, Sun S, Li J L, et al. Paleozoic tectonic evolution of the northern Xinjiang, China; Geochemical and geochronological constraints from the ophiolites[J]. *Tectonics*, 2003,22(2):1014.
- [24] 徐新. 新疆北部“中亚型”造山带后碰撞构造-年轻陆壳的“克拉通化”过程[A]. 见: 第 5 届天山地质矿产资源学术讨论会论文集 [C]. 乌鲁木齐: 新疆科学技术出版社, 2005.6~9. Xu Xin. Post-collision structure in “Middle Asian type” orogen belt of the northern Xinjiang -Cratonization process of young continental crust [A]. In: *The 5th Tianshan Geological Mineral Resources Academic Symposia* [C]. Urumqi: Xinjiang Science and Technology Press, 2005.6~9(in Chinese).
- [25] 单强, 牛贺才, 于学元, 等. 新疆北部哈纳斯盆地火山岩地球化学特征、锆石 U-Pb 年龄及其构造意义 [J]. *地球化学*, 2005,34(4):315~327. Shan Qiang, Niu Hecai, Yu Xueyuan, et al. Geochemistry and zircon U-Pb age of volcanic rocks from the Hanasi basin in the northern Xinjiang and their tectonic significance [J]. *Geochimica*, 2005,34(4):315~327(in Chinese with English abstract).
- [26] 周汝洪. 新疆同位素地质年代学研究的进展[J]. *新疆地质*, 1987, 5(4):5~15. Zhou Ruhong. The advance on isotope geochronology of Xinjiang [J]. *Xinjiang Geology*, 1987,5 (4):5~15 (in Chinese with English abstract).
- [27] 邹天人, 曹惠志, 吴柏青. 新疆阿尔泰山花岗岩和非造山花岗岩及其判别标志[J]. *地质学报*, 1988,62(3):228~243. Zou Tianren, Cao Huizhi, Wu Bouqin. Orogenic and anorogenic granitoids of the Altay Mountains, Xinjiang and their discrimination criteria[J]. *Acta Geologica Sinica*, 1988,62(3):228~243 (in Chinese with English abstract).
- [28] 刘伟. 中国新疆阿尔泰山花岗岩的时代及成因类型特征[J]. *大地构造与成矿学*, 1990,14(1):43~56. Liu Wei. Petrogenetic epochs and peculiarities of genetic types of granitoids in the Altai MTS, Xinjiang, China [J]. *Geotectonica et Metallogenia*, 1990,14(1):43~56(in Chinese with English abstract).

## SHRIMP zircon U–Pb dating of gneisses in the Mayin Obo fault belt, northern Xinjiang, and its significance

ZHOU Gang<sup>1,2</sup>, ZHANG Zhao–chong<sup>3</sup>, HE Bin<sup>2</sup>, WANG Xiang<sup>2</sup>, LI Jian–guo<sup>2</sup>,  
HE Yong–kang<sup>2</sup>, ZHENG Kai–ping<sup>2</sup>, LUO Shi–bin<sup>2</sup>

(1. Graduate School, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, 100037, China;

2. No. 4 Geological Party, Xinjiang Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Altay 836500, Xinjiang, China;

3. State Key Laboratory of Geo–Processes and Mineral Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

**Abstract:** There is a long dispute over the age of medium– and high–grade metamorphic rocks in the Altay area, including gneiss in Qinghe. Li Tiande et al. assign medium – and high –grade metamorphic rocks in the Chonghuer –Altay –Qinghe area on the southern margin of the Altay Mountains, Kuwei –Wuqiagou area of Fuyun County and seat of Fuyun County to the Paleo – and Mesoproterozoic Kemuqi Group and Neoproterozoic Fuyun Group, which has attracted wide attention and debate, especially disputes over the age of gneiss in the Mayin Obo fault belt southwest of the seat of Qinghe County. The authors have performed zircon U–Pb SHRIMP dating of the gneiss. Although they failed to obtain concordia ages, the data of ages in different time intervals still have certain geological significance. The abundant age information of Precambrian zircons affirms the possibility of the occurrence of Precambrian strata in the Altay region and determines that the gneiss should form earlier than the Late Paleozoic.

**Key words:** Mayin Obo fault belt; gneiss; SHRIMP dating

---

**About the first author:** ZHOU Gang, male, born in 1966, senior engineer, engages in the research on petrology and mineral exploration; E–mail: xazhougang@126.com.