

阿尔泰造山带阿巴宫花岗岩体锆石 SHRIMP 年龄及其地质意义

刘 锋^{1,2)} 李延河^{1,2)} 毛景文¹⁾ 杨富全²⁾
柴凤梅³⁾ 耿新霞²⁾ 杨宗喜⁴⁾

- 1) 中国地质科学院矿产资源研究所矿床成因和资源评价重点实验室, 北京 100037;
- 2) 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037;
- 3) 新疆大学地质与勘查工程学院, 新疆乌鲁木齐 830046;
- 4) 中国地质大学地质过程与矿产资源国家重点实验室, 北京 100083

摘 要 阿尔泰造山带分布着大量花岗岩。本次研究的出露于阿巴宫一带的两个片麻状花岗岩体,其锆石 SHRIMP U-Pb 年龄分别为(462.5 ± 3.6) Ma 和(457.8 ± 3.1) Ma,在误差范围内年龄一致,表明这两个岩体是同期岩浆作用的产物。较老的年龄说明该岩体原被划分为华力西中晚期侵入岩体的认识并不正确,该岩基可能是由不同时代的侵入体组成。阿巴宫 2 号岩体呈岩株状出露于下泥盆统康布铁堡组火山岩地层中,二者之间没有显示侵入接触和断层接触关系,表明火山岩地层可能为岩体的不整合沉积盖层,后经剥蚀和构造作用使岩体局部出露地表。

关键词 阿尔泰造山带; 阿巴宫; 片麻状花岗岩; 锆石 SHRIMP U-Pb 年龄

中图分类号: P597.1

文献标识码: A

文章编号: 1006-3021(2008)06-795-10

SHRIMP U-Pb Ages of the Abagong Granites in the Altay Orogen and Their Geological Implications

LIU Feng^{1,2)} LI Yanhe^{1,2)} MAO Jingwen²⁾ YANG Fuquan²⁾
CHAI Fengmei³⁾ GENG Xinxia²⁾ YANG Zongxi⁴⁾

- 1) Key Laboratory of Metallogeny and Mineral Resource Assessment, Institute of Mineral Resource, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037;
- 2) Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037;
- 3) College of Geology & Prospecting Engineering Program, Xinjiang University, Urumqi, Xinjiang 830046;
- 4) State Key Laboratory of Geological Processes and Mineral Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083

Abstract Numerous granitic plutons occur in China's Altay orogen. The authors made zircon SHRIMP U - Pb dating of two gneissic granites in Abagong area, which yielded ages of (462.5 ± 3.6) Ma and (457.8 ± 3.1) Ma respectively. These two ages are consistent with each other within the error limits, suggesting that the two plutons were produced by synchronous magmatism and probably formed a complete pluton in the deep crust. The age of the Abagong pluton indicates that the opinion held by previous researchers that Abagong granite is only a middle - late Variscan pluton seems not correct. The batholithic granite probably consists of plutons formed in different ages. The No. 2 Abagong pluton occurs as a small stock that crops out within the volcanic strata of Lower Devonian Kangbutiebao Formation. The nonexistence of intrusive or faulting contact between this pluton and the strata implies that the volcanic strata might be the unconformable cover of the pluton. The pluton crops out locally due to the subsequent denudation and tectonic process.

Key words Altaid; Abagong; gneissic granite; zircon SHRIMP U-Pb dating

本文由中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金项目(编号: K0811)、国家自然科学基金项目(编号: 40672065)、“十一五”国家科技支撑计划重点项目(编号: 2006BAB07B02-01_05)和国土资源大调查项目(编号: 1212010561506)联合资助。

收稿日期:2008-09-20;改回日期:2008-10-10。责任编辑:刘志强。

第一作者简介:刘锋,男,1968年生,博士研究生,高级工程师,主要从事金属矿床及同位素地球化学的研究工作;通讯地址:100037,北京市西城区百万庄大街26号;电话:010-68999096;E-mail:lf128743@163.com。

乎尔岩体(曾乔松等,2007)、蒙库一带的岩体(杨富全等,2008)等。统计结果显示古生代岩浆侵入活动存在 4 个峰值:460 Ma、408 Ma、375 Ma 和 265 Ma (Wang et al., 2006;曾乔松等,2007)。目前确定的岩体年龄主要集中在 416 ~ 265 Ma,具有 460 Ma 左右年龄的岩体仅有切木切克一处岩体(462 Ma),被认为是该区最老的花岗岩体,反映了阿尔泰同造山作用早期陆弧环境下的岩浆活动(Wang et al., 2006)。本次研究的阿巴宫岩体依据原阿勒泰幅 1:20 万地质图显示为一面积巨大的带状岩基,属于华力西中晚期侵入体。张湘炳等(1996)在乌奇里克他乌一带曾对该岩体(称为乌奇里克他乌岩体)进行研究,获得全岩 Rb-Sr 年龄值为 344 Ma;Wang 等(2006)在大桥附近也对其(称为乌里奇岩体)研究,利用 TIMS 法获得锆石 U-Pb 年龄为 375 Ma。为提供同位素年代学方面的更多精确信息,本文以详细野外地质调查为基础,对阿巴宫铁矿附近两个岩体进行了锆石 SHRIMP U-Pb 的精确定年。其结果也对厘定区域花岗岩活动时限、动力学背景及造山带的演化提供了进一步信息。

1 区域地质背景

中国阿尔泰造山带位于西伯利亚板块和哈萨克斯坦—准葛尔板块之间,属于西伯利亚板块南缘部分。其南以额尔齐斯大断裂为界与准葛尔板块相接,为典型的显生宙增生造山带(Sengor et al., 1993)。由北向南,何国琦等(2004)将其划分为北阿尔泰晚古生代陆缘活动带的诺尔特泥盆纪—石炭纪上叠火山—沉积盆地、喀纳斯—可可托海古生代岩浆弧,南阿尔泰晚古生代活动陆缘的克兰泥盆纪—石炭纪弧后盆地、卡尔巴—纳雷姆石炭纪—二叠纪岩浆弧、西卡尔巴石炭纪弧前盆地以及额尔齐斯—布尔根碰撞混杂带(图 2)。北部诺尔特一带主要由中晚泥盆世—早石炭世火山—沉积岩组成,S 型花岗岩侵入时代主要为志留纪、泥盆纪,少数二叠纪—侏罗纪(袁峰等,2001)。中部喀纳斯—可可托海一带主要为早古生代深变质岩系,出露地层主要有震旦纪至中奥陶世的浅变质巨厚陆源复理石建造(哈巴河群)、晚奥陶世的火山—磨拉石及陆源碎屑建造(东锡勒科组、白哈巴组),中—晚志留世变砂岩(库鲁姆提组)。花岗岩类广泛分布,时代以早泥盆世为主,主要为片麻状黑云母二长花岗岩、片麻状黑云母花岗岩、片麻状斜长花岗岩、黑云母花岗岩、二云母花岗岩等。南阿尔泰主要由泥盆纪火山—沉积

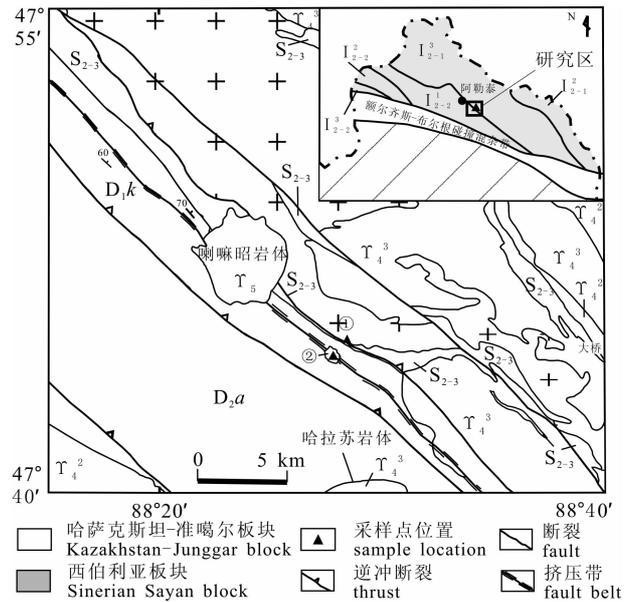


图 2 阿巴宫一带区域地质图(据新疆维吾尔自治区地质矿产局,1978;何国琦等,2004 修改)

Fig. 2 Regional geological map of the Abagong Area (modified from 1:200000 Altay Sheet, 1978 and He et al., 2004)

D_{1k}-下泥盆统康布铁堡组; D_{2a}-中泥盆统阿尔泰; S₂₋₃-中、上志留统; ①-阿巴宫 1 号岩体; ②-阿巴宫 2 号岩体; I₂₋₁-北阿尔泰早古生代陆缘活动带; I₂₋₁²-诺尔特泥盆纪—石炭纪上叠火山—沉积盆地; I₂₋₁³-喀纳斯—可可托海古生代岩浆弧; I₂₋₂-南阿尔泰晚古生代活动陆缘; I₁₋₂¹-克兰泥盆纪—石炭纪弧后盆地; I₂₋₂²-尔巴—纳雷姆石炭纪—二叠纪岩浆弧; I₂₋₂³-西卡尔巴石炭纪弧前盆地; γ-花岗岩体
 D_{1k}-Low Devonian Kangbutiebao Formation; D_{2a}-Middle Devonian Aletai Formation; S₂₋₃-Upper-middle Silurian; ①-Numble one granite in Abagong area; ②-Numble two granite in Abagong area; I₂₋₁-Early Paleozoic active belt of continental edge in North Altai; I₂₋₁²- Nurter Devonian-Carboniferous volcanic sedimentary basin; I₂₋₁³-Kanas-Keketuohai paleozoic magma-arc; I₂₋₂-Late Paleozoic active belt of continental edge in Southern Altai; I₁₋₂¹-Kelan Devonian-Carboniferous back-arc basin; I₂₋₂²-Erba-Naleimu Carboniferous-Permian magma arc; I₂₋₂³-Xikaerba Carboniferous fore-arc basin; γ-Granite

岩系(主要为早泥盆世康布铁堡组和中泥盆世阿尔泰组)组成,其次是石炭纪火山—沉积岩系。

综合研究显示(何国琦等,1994; Hu et al., 2000;许继锋等,2001; Windley et al., 2002; Li et al., 2003; Xiao et al., 2004; 王涛等,2005),阿尔泰造山带于晚前寒武世晚期到早古生代早期为稳定大陆边缘阶段,早古生代到晚古生代(石炭纪中期)发

生了俯冲、碰撞、增生,到早一中二叠世以后就进入了后造山阶段。

2 岩体地质

本次研究的两个花岗岩体位于阿巴宫铁矿北东侧附近(因此本文将这两个岩体分别称之为阿巴宫1号岩体和2号岩体)(图2)。岩体位置位于北阿尔泰陆缘活动带的喀纳斯—可可托海古生代岩浆弧南界,与南阿尔泰晚古生代活动陆缘的克兰泥盆纪—石炭纪弧后盆地相接,处于两个构造单元的结合部位。1号岩体距阿巴宫铁矿1.2 km左右,呈岩基状,沿区域构造线方向近似带状分布,规模较大。原阿勒泰幅1:20万地质图(新疆维吾尔自治区地质矿产局,1978)显示该岩基岩性主要有黑云母花岗岩、二云母正长花岗岩、黑云母斜长花岗岩和白云母斜长花岗岩等。采样地岩体的岩性为二云母正长花岗岩,岩石具有不同程度的片麻状构造;岩体与南侧志留系沉积地层为区域断裂接触关系。2号岩体距阿巴宫铁矿400 m左右,铅锌矿点北东侧。出露面积很小($<1\text{ km}^2$),呈近似圆形小岩株状出露于下泥盆统康布铁堡岩组中,岩性为二云母正长花岗岩,岩石具有弱的片麻状构造。岩体与地层的接触关系由于后期较强的变形变质作用而变得模糊不清。但根据局部地段的接触关系看,二者没有显示侵入接触的特征,同样也不存在断层接触,由此判断火山岩地层可能是岩体的不整合沉积盖层。

3 样品分析及结果

3.1 样品概况

1号岩体样品采集位置:47°44′45.5″N, 88°28′27.2″E;2号岩体样品采集位置:47°44′12.9″N, 88°27′48.7″E。

1号岩体样品(ABG01)为片麻状二云母正长花岗岩:灰白色,细中粒花岗结构,块状—似片麻状构造。主要矿物为微斜条纹长石(50%)、斜长石(25%)、石英(20%)、白云母(为主)及黑云母(次之)(5%)。微斜条纹长石呈它形粒状—半自形宽板状,粒度一般2~5 mm;部分破碎重结晶,粒度0.3~0.7 mm。斜长石多呈半自形板状,少数它形粒状,粒度多在1~3 mm;局部轻微绢云母化,偶见双晶弯曲现象。石英它形粒状,呈集合体状分布于长石间,粒度0.4~0.5 mm不等,略显拉长定向排列,表面裂纹发育,晶内波状消光。白云母、黑云母鳞片集合体状分布,略有定向排列的趋势。副矿物为磁

铁矿、锆石、磷灰石等,见次生矿物绢云母。

2号岩体样品(ABG68)为片麻状二云母正长花岗岩:灰色,变余中细粒花岗结构,似片麻状构造。主要矿物有微斜条纹长石(50%)、斜长石(20%)、石英(20%)、黑、白云母(10%)。微斜条纹长石它形粒状—半自形宽板状,粒度5~12 mm,部分为粒状重结晶集合体,晶内包嵌少量半自形板状斜长石。斜长石半自形板状—它形粒状,粒度0.2~3.0 mm,见半自形板状重结晶长石集合体,具轻微绢云母化、钾质补片交代。石英它形粒状,单晶或集合体分布于长石间,颗粒边缘略显缝合线状,晶内波状、带状消光。黑、白云母鳞片集合体状分布,黑云母表面局部绿泥石化。副矿物为磁铁矿、锆石等,也见次生矿物绢云母。

ABG01样品中锆石颗粒在透反射光下大多为无色或浅色,少量为浅黄褐色,半透明;部分颗粒破碎,许多颗粒边部略有磨圆,有些锆石有一定程度的蚀变,晶体内常见暗色不透明包裹体;锆石晶体大小一般70~120 μm ,长宽比1:1~2:1,大多自形程度较好,常呈细长柱状、板状或短柱状,表面光滑;也有些锆石自形程度较差,表面粗糙,多有小的凹坑,裂纹也较多。

ABG68样品中锆石颗粒与ABG01相比,颗粒较大,一般100~200 μm ,长宽比主要2:1~3:1;浅黄褐色锆石明显要多,透明度相对要差,蚀变略强一些。阴极发光图像显示(图3),ABG01和ABG68中的锆石晶体内部均发育较好的振荡环带和扇形环带结构,是典型的岩浆成因锆石。

3.2 样品测试方法及结果

锆石颗粒采用常规方法从样品中分选出来,在双目镜下挑选出晶形和透明度较好的颗粒。将锆石与标准锆石91500一同粘于环氧树脂靶上,凝固后磨至近一半并抛光,使锆石颗粒的内部暴露,用于锆石形态、阴极发光图象研究和SHRIMP锆石U-Pb年龄测定。单矿物锆石样品制靶和锆石阴极发光照像以及锆石的U-Pb法测年均在北京离子探针中心完成。

锆石的U-Pb年龄利用SHRIMP II技术测定。详细的分析原理和流程参见Williams等(1987)的相关文献,仪器工作调节和分析方法详见宋彪等(2002)的相关文献。测试中应用RSES参考锆石TEM(417 Ma)进行元素分馏校正,应用标准锆石91500(1062.4 Ma)标定样品的U、Th、Pb含量。普通铅根据实测的 ^{204}Pb 进行校正。年龄计算和图解使用SQUID(1.02)和ISOPLOT程序(Ludwig, 1999)。

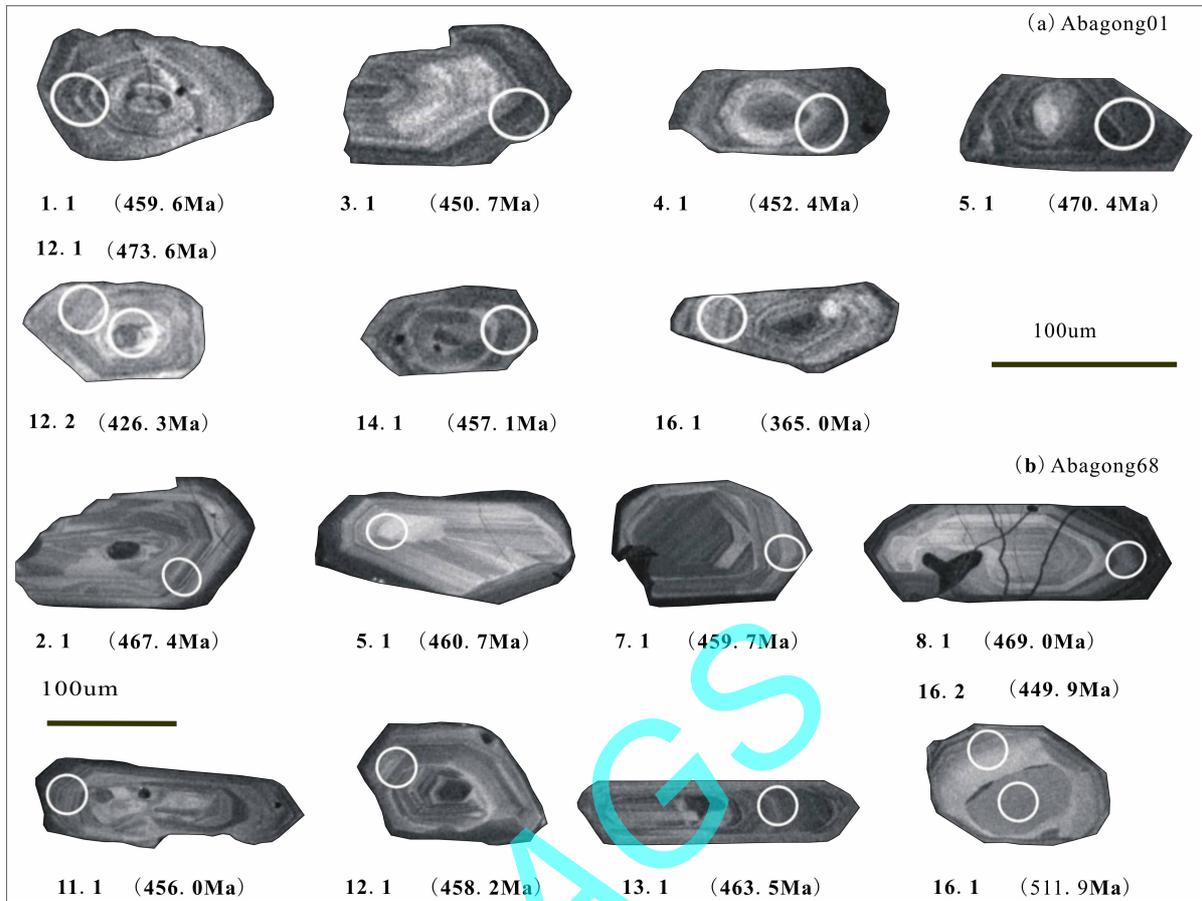


图 3 阿巴宫花岗岩体中代表性锆石的阴极发光图

Fig. 3 Cathodoluminescence images of representative zircons from the Abagong pluton

同位素比值误差为 1σ , 加权平均年龄具 95% 的置信度。年龄值选用 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄。

进行 SHRIMP 锆石 U-Pb 分析前, 进行透、反射电子图像 (BSE) 及阴极发光 (CL) 图像分析, 以确定锆石颗粒的晶体形态、内部结构以及标定测年点。样品测试过程中尽量选择生长环带明显, 无包裹体和裂纹的锆石晶体或避开锆石中的裂纹和包裹体。每测定 3 个样品点, 测定一次标准锆石。本次研究在 ABG01 和 ABG68 样品中各选择了 16 颗锆石均进行了 17 次 SHRIMP U-Pb 分析, 锆石 SHRIMP U-Pb 年龄分析结果列于表 1。

阿巴宫 1 号花岗岩体中锆石 U 含量变化于 $(220 \sim 1725) \times 10^{-6}$, Th 含量 $(104 \sim 603) \times 10^{-6}$, Th/U 值为 0.20 ~ 0.77, 均大于 0.1, 表明了锆石为岩浆成因 (Belousova et al., 2002)。17 个测点仅有 1 个点 (16.1) 远离年龄谐和线, 年龄也偏低, $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄为 365.0 Ma。其原因可能是放射成因铅丢失导致年龄数据偏低, 因此该年龄不参加年龄计算。其余 16 个点基本都位于谐和线附近。注意

到点 12.2 位于锆石核部, 其年龄值 (426.3 Ma) 偏离年龄集中区较多, 而且较边部点 12.1 (473.6 Ma) 年轻许多, 显然是矛盾的。再观察研究锆石透反射图像, 发现点 12.2 范围内有很细小的裂纹和一个细小包体, 这可能就是造成年龄偏年轻的原因, 因此该数据也不参与计算。另外, 考虑各测点中普通铅高异常数据、 ^{207}Pb 和 ^{206}Pb 误差及精度等因素, 同时将 12.1、9.1、8.1 和 6.1 的测年数据排除在年龄计算之外。剩余的 11 个点在锆石 SHRIMP U-Pb 年龄谐和图上集中成群分布 (图 4), $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄集中在 $(450.7 \sim 471.6)$ Ma, 11 个测点的 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 加权平均年龄为 (462.5 ± 3.6) Ma (MSDW = 1.4), 即代表岩体的形成时代。

阿巴宫 2 号岩体花岗岩中锆石 U 含量变化于 $(74 \sim 521) \times 10^{-6}$, Th 含量 $(50 \sim 401) \times 10^{-6}$, Th/U 值为 0.20 ~ 1.09, Th/U 值大于 0.1, 表明了锆石为岩浆成因 (Belousova et al., 2002)。17 个测点中 16 个点基本给出一致的 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄, 为 $(444.8 \sim 469.0)$ Ma, 年龄数据基本连续变化, 同时在锆石

表1 阿巴宫花岗岩(ABG01)和(ABG68)锆石 U-Pb SHRIMP 测年数据
Table 1 U-Pb SHRIMP zircon data of Abagong gneissic granites (ABG01 and ABG68)

点号	U / $\times 10^{-6}$	Th / $\times 10^{-6}$	$\frac{^{232}\text{Th}}{^{238}\text{U}}$	$^{206}\text{Pb}^*$ / $\times 10^{-6}$	$^{206}\text{Pb}_c$ /%	$\frac{^{206}\text{Pb}^*}{^{238}\text{U}}$	$\pm\%$	$\frac{^{207}\text{Pb}^*}{^{235}\text{U}}$	$\pm\%$	$\frac{^{207}\text{Pb}^*}{^{206}\text{Pb}^*}$	$\pm\%$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$ /Ma	$\pm 1\sigma$
ABG01													
1.1	523	194	0.38	33.3	0.15	0.074	1.3	0.57	1.9	0.056	1.4	459.6	5.9
2.1	510	138	0.28	32.4	0.24	0.074	1.3	0.57	2.3	0.056	1.9	459.0	5.8
3.1	220	104	0.49	13.7	0.32	0.072	1.6	0.59	3.8	0.059	3.4	450.7	7.0
4.1	362	114	0.33	22.7	0.13	0.073	1.3	0.56	2.1	0.056	1.6	452.4	5.8
5.1	1725	340	0.20	112.3	0.12	0.076	1.2	0.58	1.5	0.056	0.8	470.4	5.6
6.1	955	229	0.25	63.1	0.12	0.077	1.3	0.59	1.7	0.056	1.1	477.2	5.8
7.1	788	378	0.50	50.6	0.15	0.075	1.3	0.57	1.8	0.055	1.3	464.5	5.7
8.1	804	603	0.77	49.2	0.13	0.071	1.3	0.56	1.7	0.057	1.1	442.5	5.5
9.1	604	437	0.75	37.1	0.68	0.071	1.3	0.58	3.1	0.060	2.8	442.1	5.6
10.1	345	228	0.68	22.6	0.36	0.076	1.4	0.57	2.6	0.055	2.2	471.6	6.2
11.1	380	112	0.30	24.7	0.22	0.076	1.5	0.58	2.8	0.056	2.4	469.4	6.8
12.1	561	173	0.32	38.0	3.27	0.076	1.3	0.61	6.7	0.058	6.6	473.6	6.2
12.2	439	219	0.52	25.8	0.17	0.068	1.3	0.53	2.0	0.056	1.5	426.3	5.5
13.1	805	205	0.26	51.5	0.10	0.074	1.3	0.57	1.7	0.056	1.2	462.1	5.7
14.1	635	324	0.53	40.1	0.10	0.074	1.4	0.57	1.9	0.056	1.2	457.1	6.2
15.1	869	488	0.58	56.6	0.22	0.076	1.4	0.61	2.2	0.058	1.7	469.8	6.3
16.1	340	161	0.49	17.1	0.40	0.058	1.4	0.51	2.6	0.063	2.2	365.0	4.8
ABG68													
1.1	295	147	0.52	19.2	0.45	0.075	1.4	0.58	3.3	0.056	3.0	468.7	6.2
2.1	335	161	0.50	21.7	0.19	0.075	1.3	0.58	2.1	0.056	1.6	467.4	6.0
3.1	154	155	1.04	9.9	0.47	0.075	1.8	0.56	4.2	0.055	3.8	463.6	8.3
4.1	75	71	0.98	4.6	0.72	0.071	1.8	0.56	5.7	0.057	5.4	444.8	7.9
5.1	313	202	0.67	19.9	0.00	0.074	1.4	0.58	2.5	0.057	2.1	460.7	6.0
6.1	132	86	0.67	8.3	0.66	0.072	1.5	0.55	6.7	0.055	6.5	449.8	6.7
7.1	348	206	0.61	22.3	0.68	0.074	1.3	0.57	3.1	0.056	2.8	459.7	6.0
8.1	448	122	0.28	29.1	0.15	0.076	1.5	0.59	2.1	0.057	1.4	469.0	6.9
9.1	74	50	0.70	4.6	1.33	0.072	1.7	0.53	5.0	0.053	4.7	447.8	7.5
10.1	254	130	0.53	16.0	0.31	0.073	1.4	0.56	2.5	0.055	2.0	454.4	6.1
11.1	521	163	0.32	32.9	0.23	0.073	1.3	0.58	2.2	0.057	1.7	456.0	5.9
12.1	395	249	0.65	25.0	0.07	0.074	1.4	0.58	2.1	0.057	1.6	458.2	6.0
13.1	442	86	0.20	28.3	0.07	0.075	1.3	0.59	1.9	0.058	1.4	463.5	5.9
14.1	223	84	0.39	14.1	0.14	0.073	1.4	0.59	3.2	0.058	2.9	455.0	6.2
15.1	379	401	1.09	24.3	0.33	0.074	1.3	0.56	2.7	0.054	2.4	461.8	6.0
16.1	116	94	0.84	8.3	0.72	0.083	1.5	0.61	4.9	0.054	4.7	511.9	7.6
16.2	175	77	0.45	10.8	0.32	0.071	1.5	0.58	4.1	0.059	3.9	444.9	6.2

注: $^{206}\text{Pb}_c$ (%)指普通 ^{206}Pb 占总 ^{206}Pb 中的百分比, Pb^* 表示放射成因Pb。

SHRIMP U-Pb 年龄谐和图上成群分布(图4), 16个点的 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 加权平均年龄为(457.8 ± 3.1) Ma (MSDW = 1.6), 代表岩体的形成时代。值得注意的是, 唯一远离谐和线的16.1测点给出的 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄为(511.9 ± 7.6) Ma, 反映此点可能代表岩体形成时俘获的或者继承的年龄更老的锆石残留核。

4 讨论及地质意义

从两个岩体的年龄数据来看, 阿巴宫1号岩体年龄为(462.5 ± 3.6) Ma, 和2号岩体的年龄(457.8 ± 3.1) Ma 在误差范围内非常一致, 表明它

们应该属于同期岩浆侵入的产物。实地调查发现二者空间位置非常接近, 距离小于1 km; 岩石鉴定显示, 它们具有相同的岩性(二云母正长花岗岩)、基本一致的主副矿物特征及含量; 部分岩石化学结果(主量元素)也同样表现出近乎相同的特征。综合上述认为阿巴宫1号岩体和2号岩体的形成属于同时期、可能同一岩浆房发育的花岗质岩浆的侵入就位, 在地壳深部两个岩体可能连成为一个整体。对比所研究的两个花岗岩体中锆石的透反射光图像和阴极发光图像发现: ABG01样品中的锆石颗粒明显小于ABG68中的锆石, 生长环带也没有ABG68中

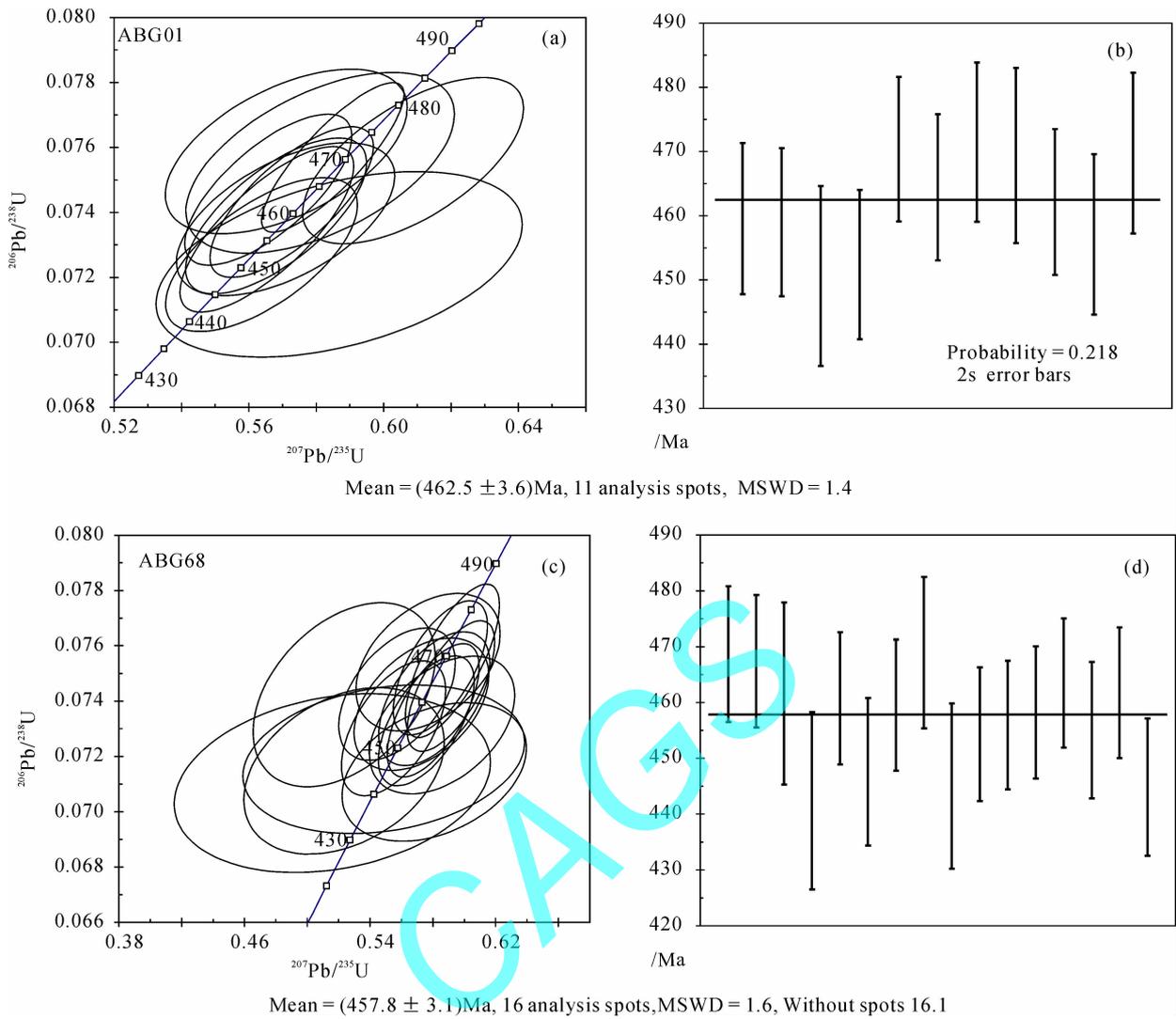


图 4 1 号和 2 号岩体中锆石 U-Pb 谐和图

Fig. 4 U-Pb concordia diagram of zircons from No. 1 and No. 2 plutons

锆石的生长环带清晰、发育;ABG01 中锆石多为无色,ABG68 中锆石多为浅黄褐色,且蚀变强于 ABG01。锆石的 U、Th、Pb 数据对比反映出:ABG01 样品中锆石的 U、Th 含量整体上明显高于 ABG68 样品,其放射成因²⁰⁶Pb 的含量总体也较 ABG68 样品高。造成二者锆石表现出的不同特征可能是由于就位深度不同造成的,1 号岩体就位位置可能位于地壳浅部,而 2 号岩体侵入位置相对较深;2 号岩体岩石相对 1 号岩体略强的变形特征也说明它距区域构造变形强烈部位更近一些。

阿巴宫 1 号岩基状岩体其南缘位于阿尔泰造山带之青河哈龙古生代岩浆弧的南界附近,前人将其整体划分为华力西中晚期侵入体。Wang 等(2006)在阿巴宫东部约 15 km 的大桥南侧附近对该岩基中花岗闪长岩测年获得了锆石 U-Pb 年龄 (375 ± 1)

Ma;张湘炳等(1996)在岩基北部也获得了全岩 Rb-Sr 等时线年龄 344 Ma,支持了前人的认识。但本次研究所获得的岩体年龄为 462.5 Ma,属于中奥陶世加里东构造期的产物,与以上两个年龄差异很大。显然,它们应该代表不同时代各自独立的岩浆活动,即该岩基不是一个单个岩体,而是由不同时代不同构造期侵入的岩体组成。由此可见,前人将该岩基全部划归为华力西中晚期侵入体是并不正确,目前至少可以分解出加里东期的岩体和华力西中期岩体。

笔者注意到 ABG68 样品中 16.1 测点为锆石颗粒的核部,对其锆石阴极发光图像研究,认为该核部是一残留核。较老的年龄 (511.9 ± 7.6) Ma 指示它可能是岩体形成时从老的陆壳基底物质中俘获的锆石残留体,暗示岩体形成于阿尔泰微大陆的活动陆缘,陆壳物质的熔融对该花岗岩的侵位做出了贡献。

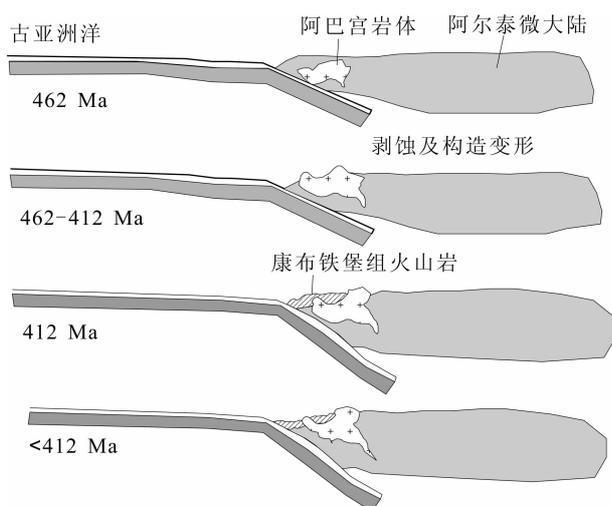


图5 花岗岩体和地层关系演化模式图

Fig. 5 Model for the correlation between the evolution of ABG pluton and the formation of Kangbutiebao strata

阿巴宫2号小岩株出露于康布铁堡组火山沉积地层中,前人普遍认为岩体是侵入于下泥盆统康布铁堡组地层中。然而本次精确的SHRIMP测年数据显示该岩体年龄为 (457.8 ± 3.1) Ma,属于奥陶纪。本次课题组也对康布铁堡组中变质流纹岩进行了锆石SHRIMP U-Pb年龄测定,获得的年龄值为412 Ma(柴凤梅等,2008),和原康布铁堡组的划分时代基本一致,证实属于晚志留世末—早泥盆世初。显然岩体形成年龄比地层老很多,不可能侵入到地层中。岩体和地层之间没有侵入接触关系也不存在断层接触,只能说明康布铁堡组火山岩地层是不整合覆盖在花岗岩体之上的沉积盖层,后由于剥蚀作用和构造作用使得岩体局部出露地表。图5表示了岩体和地层接触关系形成的模式图解。

阿尔泰造山带发育大量造山型花岗岩。位于阿尔泰市西南的切木切克岩体被认为是典型的同造山型花岗岩,该岩体的形成时代为 (462 ± 10) Ma(Wang et al., 2006)。该年龄和本文研究的阿巴宫岩体形成时代极为一致,表明它们是同一时期岩浆作用的产物;二者同处阿尔泰南缘陆缘活动带,暗示阿巴宫岩体形成时同样处于同造山阶段。由此进一步说明本区较大规模造山作用至少在中-晚奥陶世就已经开始,而不是普遍认为的晚古生代。

6 结论

(1)阿巴宫1号岩体和2号岩体的形成年龄分别为 (462.5 ± 3.6) Ma (MSDW = 1.4)和 (457.8 ± 3.1) Ma (MSDW = 1.6)。二者为同一花岗岩体,是

同一花岗质岩浆在不同部位的侵入就位。

(2)阿巴宫岩基状花岗岩体可能不是一个单一侵入体,而是由不同时代形成的岩体组成。

(3)出露于康布铁堡组火山岩地层中的较老的花岗岩说明地层不整合覆盖在老岩体之上,后由于剥蚀以及构造作用使得岩体局部出露于地层中。

(4)阿巴宫岩体和切木切克岩体为同期岩浆作用的产物,佐证本区较大规模造山作用至少在早古生代中期就已经开始,而不是普遍认为的晚古生代。

致谢 锆石样品制靶、SHRIMP U-Pb测年工作得到北京离子探针中心的陶华、颜颜强等老师的帮助;野外期间得到阿巴宫铁矿和新疆地质矿产勘探开发局第四地质大队的支持,在此一并表示感谢。

参考文献

- 柴凤梅,毛景文,董连慧,杨福全,刘锋,耿新霞. 2008. 新疆阿尔泰南缘阿巴宫铁矿床中变质流纹岩锆石SHRIMP U-Pb定年[J]. 地质学报(待刊).
- 胡霏琴,王中刚,涂光炽. 1997. 新疆北部地质演化及成矿规律[M]. 北京:科学出版社,52~62.
- 何国琦,成守德,徐新,李锦轶,郝杰. 2004. 中国新疆及邻区大地构造图(1:2500000)说明书[M]. 北京:地质出版社,1~65.
- 何国琦,李茂松,刘德权. 1994. 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,香港:香港文化教育出版社,1~437.
- 刘伟. 1990. 中国阿尔泰地区花岗岩的时代及成因特征[J]. 大地构造与成矿学,14(1):44~56.
- 宋彪,张玉海,万渝生. 2002. 锆石SHRIMP样品制靶、年龄测定及有关现象讨论[J]. 地质论评,48(增刊):26~30.
- 童英,王涛,洪大卫,代雅建,韩宝福,柳晓明. 2007. 中国阿尔泰北部山区早泥盆世花岗岩的年龄、成因及构造意义[J]. 岩石学报,23(8):1933~1944.
- 童英,王涛, Kovach, 洪大卫, 韩宝福. 2006. 阿尔泰中蒙边界塔克什肯口岸后造山富碱侵入岩体的形成时代、成因及其地壳生长意义[J]. 岩石学报,22(5):1267~1278.
- 童英,王涛,洪大卫,柳晓明,韩宝福. 2005. 阿尔泰造山带西段同造山铁列克花岗岩体锆石U-Pb年龄及其构造意义[J]. 地球学报,26(增刊):74~77.
- 王涛,洪大卫,童英,韩宝福,石玉若. 2005. 中国阿尔泰造山带后造山喇嘛昭花岗岩体锆石SHRIMP年龄、成因及陆壳垂向生长意义[J]. 岩石学报,21(3):640~650.
- 王登红,陈毓川,徐志刚,李天德,傅旭杰. 2002. 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,1~493.
- 王中刚,赵振华,邹天人. 1998. 阿尔泰花岗岩类地球化学[M]. 北京:科学出版社,1~152.
- 许继峰,陈繁荣,于学元,牛贺才,郑作平. 2001. 新疆北部阿尔泰地区库尔提蛇绿岩:古弧后盆地系统的产物[J]. 岩石矿物学杂志,20(3):344~352.
- 新疆维吾尔自治区地质矿产局. 1978. 阿勒泰幅1:20万区域地质调查报告[M].
- 杨富全,毛景文,闫升好,刘锋,柴凤梅,周刚,刘国仁,何立新,

- 耿新霞, 代军治. 2008. 新疆阿尔泰蒙库同造山斜长花岗岩年代学、地球化学及其地质意义[J]. 地质学报, 82(4): 待刊.
- 袁超, 孙敏, 肖文交. 2005. 阿尔泰山南缘花岗岩的锆石 U-Pb 年代学及其地球化学特征. 2005 年全国岩石学与地球动力学研讨会论文摘要[C], 418.
- 袁峰, 周涛发, 岳书仓. 2001. 阿尔泰诺尔特地区花岗岩形成时代及成因类型[J]. 新疆地质, 19(4): 292 ~ 296.
- 杨新岳, 李志纯, 谢国源. 1994. 新疆阿尔泰造山带南缘萨勒巴斯推覆体的变形和变质作用[J]. 地球科学—中国地质大学学报, 19(4): 461 ~ 470.
- 岳永君, 王式光, 何国琦. 1990. 中国阿尔泰造山带中花岗岩类的成因类型及其在地壳演化中的意义[J]. 新疆地质科学(2): 72 ~ 85.
- 曾乔松, 陈广浩, 王核, 单强. 2007. 阿尔泰冲乎尔盆地花岗质岩体的锆石 SHRIMP U-Pb 定年及其构造意义[J]. 岩石学报, 23(8): 1921 ~ 1932.
- 张湘炳, 陈静霞. 1996. 额尔齐斯构造带构造演化与成矿系列[M], 北京: 科学出版社, 205.
- 赵振华, 王中刚, 邹天人, 增田章. 1993. 阿尔泰花岗岩类 REE 及 O、Pb、Sr、Nd 同位素组成及成岩模型, 新疆北部固体地球科学新进展(涂光炽主编)[M], 北京: 科学出版社: 239 ~ 266.

References

- BELOUSOVA E A, GRIFFIN W L, OREILLY S Y. 2002. Igneous zircon; trace element composition as an indicator of source rock type [J]. Contributions to Mineralogy and Petrology, 143: 602 ~ 622.
- CHAI Fengmei, MAO Jingwen, DONG Lianhui, YANG Fuquan, LIU Feng, GENG Xinxia. 2008. SHRIMP zircon U-Pb dating for meta-rhyolites from Abagong iron deposit at the Southern margin of the Altai, Xinjiang[J]. Acta Geologica Sinica (in press) (in Chinese with English abstract).
- CHEN Bo, JAHN B M. 2002. Geochemical and isotopic studies of the sedimentary and granitic rocks of the Altai orogen of northwest China and their tectonic implications[J]. Geological Magazine, 139(1): 1 ~ 13.
- Geology and Mineral Bureau of Uigur Autonomous Area, Xinjiang. 1978. The regional report of geological investigation in scale of 1/200000 from Aletai breadth[M].
- HU Aiqin, JAHN B M, ZHANG Guoxin, CHEN Yibing, ZHANG Qianfeng. 2000. Crust evolution and Phanerozoic crustal growth in northern Xinjiang: Nd isotopic evidence, Part 1. Isotopic characteristics of basement rocks[J]. Tectonophysics, 328: 15 ~ 51 (in Chinese with English abstract).
- HU Aiqin, WANG Zhonggang, TU Guangzhi. 1997. Geological evolution and metallogenetic regularity in Northern Xinjiang. Science Press[M]. Beijing, 52 ~ 62 (in Chinese).
- HE Guoqi, CHENG Soude, XU Xin, LI Jinyi, HAO Jie. 2004. An introduction to the explanatory text of the map of tectonics of Xinjiang and its neighbouring areas[M]. Beijing: Geological Publishing House, 1 ~ 65 (in Chinese with English abstract).
- HE Guoqi, LI Maosong, LIU Dequan. 1994. Paleozoic crustal evolution and mineralization in Xinjiang of China [M]. Urumuqi and Hongkong: Xinjiang People's Publishing House and Educational and Cultural Press, 1 ~ 437 (in Chinese).
- LI Jinyi, XIAO Wenjiao, WANG Kezhao, SUN Guihua, CAO Liming. 2003. Neoproterozoic-Paleozoic tectonostratigraphy, magmatic activities and tectonic evolution of the eastern Xinjiang, NW China. In: Mao Jingwen, Goldfarb, Seltman, Wang, Xiao & Hart (eds), Tectonic evolution and Metallogeny of the Chinese Altai and Tianshan, IAGOD Guidebook Series 10: CERCAM/NHM, London [J], 31 ~ 74.
- LUDWIG K R. 1999. Isoplot/Ex, version 2.0: A geochronological toolkit for Microsoft Excel. Geochronology Center, Berkeley, Special Publication 1a.
- LIU Wei. 1990. Petrogenetic epochs and peculiarities of genetic types of granitoids in the Altai Mountains, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China [J]. Geotectonica et Metallogenia, 14(1): 44 ~ 56 (in Chinese).
- SONG Biao, ZHANG Yuhai, WAN Yusheng. 2002. Zircon SHRIMP sample preparing, dating and discusses about related phenomena [J]. Geology Review, 48(Supp.): 26 ~ 30 (in Chinese with English abstract).
- SENGOR A M C, NATAL'IN B A, Burtman V S. 1993. Evolution of the Altaid tectonic collage and Paleozoic crustal growth in Eurasia [J]. Nature, 364: 299 ~ 307.
- TONG Ying, WANG Tao, HONG Dawei, DAI Yajian, HAN Baofu, LIU Xiaoming. 2007. Ages and origin of the early Devonian granites from the north part of Chinese Altai Mountains and its tectonic implications[J]. Acta Petrologica Sinica, 23(8): 1933 ~ 1944 (in Chinese with English abstract).
- TONG Ying, WANG Tao, KOAVCH V P, HONG Dawei, HAN Baofu. 2006. Age and origin of the Takeshiken postorogenic alkali-rich intrusive rocks in southern Altai, near the Mongolian border in China and its implications for continental growth[J]. Acta Petrologica Sinica, 22(5): 1267 ~ 1278 (in Chinese with English abstract).
- TONG Ying, WANG Tao, HONG Dawei, LIU Xiaoming, HAN Baofu. 2005. Zircon U-Pb age of syn-orogenic Tielieke pluton in the western part of Altai orogenic belt and its structural implications[J]. Acta Geoscientia Sinica, 26 (Sup.): 74 ~ 77 (in Chinese with English abstract).
- WANG Tao, HONG Dawei, JAHN B M, TONG Ying, HAN Baofu. 2006. Timing, petrogenesis, and setting of Paleozoic synorogenic intrusions from the Altai Mountains, Northwest China: implications for the tectonic evolution of an accretionary orogen[J]. The Journal of Geology, 114: 735 ~ 751.
- WANG Tao, HONG Dawei, TONG Ying, HAN Baofu, SHI Yuruo. 2005. Zircon U-Pb SHRIMP age and origin of post-orogenic Lamazhao granitic pluton from Altai orogen: Its implications for vertical continental growth[J]. Acta Petrologica Sinica, 21(3): 640 ~ 650 (in Chinese with English abstract).
- WANG Denghong, CHEN Yuchuan, XU Zhigang, LI Tiande, FU Xujie. 2002. Minerogenetic series and regularity of mineralization in the Altai metallogenetic Province, China [M]. Beijing: Atomic Press, 1 ~ 493 (in Chinese).
- WINDLEY B F, KROENER A, GUO J, QU G, LI Y, ZHANG C.

2002. Neoproterozoic to Paleozoic geology of the Altai Orogen, NW China: new zircon age data and tectonic evolution[J]. *Journal of Geology*, 110(6): 719 ~ 737.
- WANG Zhonggang, ZHAO Zhenghua, ZOU Tianren. 1998. Geochemistry of the granitoids in Altai[M]. Beijing: Science Press, 1 ~ 152 (in Chinese).
- WILLIAMS I S, CLAESSEON S. 1987. Isotope evidence for the Precambrian province and Caledonian metamorphism of high grade paragneiss from the Seve Nappes, Scandinavian Caledonides, II. Ion microprobe zircon U-Th-Pb[J]. *Contributions to Mineralogy Petrology*, 97:205 ~ 217.
- XIAO Wenjiao, WINDLEY B F, BADARCH G, SUN Shu, QIN Kezhang. 2004. Palaeozoic accretionary and convergent tectonics of the southern Altai; implications for the growth of Central Asia [J]. *Journal of the Geological Society, London*, 161:339 ~ 342.
- XU Jifeng, CHEN Fanrong, YU Xueyan, NIU Hecai, ZHENG Zuoping. 2001. Kuerti ophiolite in Altai area of North Xinjiang: magmatism of an ancient back arc basin[J]. *Acta Petrologica et Mineralogica*, 20(3):344 ~ 352 (in Chinese with English abstract).
- YANG Fuquan, MAO Jingwen, YAN Shenghao, LIU Feng, CHAI Fengmei, ZHOU Gang, LIU Guoren, HE Lixin, GENG Xinxia, DAI Junzhi. 2008. Geochronology, geochemistry and geological implications of the Mengku synorogenic plagiogranite pluton in Altai, Xinjiang[J]. *Acta Geologica Sinica*, 82(4): (in press) (in Chinese with English abstract).
- YUAN Chao, SUN Ming, LONG Xiaoping, XIA Xiaoping, XIAO Wenjiao, LI Xianhua, LIN Taofa, CAI Keda. 2007. Constraining the deposition time and tectonic background of the Habahe Group of the Altai[J]. *Acta Petrologica Sinica*, 23(7):1635 ~ 1644 (in Chinese with English abstract).
- YUAN Chao, SUN Ming, XIAO Wenjiao, LI Xianhua, LIN Taofa, XIA Xiaoping, LONG Xiaoping, CAI Keda. 2005. Geochronology and Geochemistry of granitoids in the south margin of Chinese Altai [C]. Abstract of Symposium of Petrology and Geodynamics. Hangzhou, China. 418 (in Chinese).
- YUAN Feng, ZHOU Taofa, YUE Shucang. 2001. The ages and the genetic types of the granites in the Nurt area, Altai[J]. *Xinjiang Geology*, 19(4): 292 ~ 296 (in Chinese with English abstract).
- YANG Xinyue, LI Zhichun, XIE Guoyuan. 1994. Deformation and Metamorphism of Salebasi Nappe in Southern Piedmont of Altai Orogenic Belt, Xinjiang, China[J]. *Earth Science-journal of China University of Geosciences*, 19(4):461 ~ 470 (in Chinese with English abstract).
- YUE Yongjun, WANG Shiguang, HE Guoqi. 1990. The genetic types of granitoids and its implications on crustal evolution in Altai orogenic belt, china[J]. *Geoscience of Xinjiang*, (2):72 ~ 85 (in Chinese with English abstract).
- ZENG Qiaosong, CHEN Guanghao, WANG He, SHAN Qiang. 2007. Geochemical characteristic, SHRIMP zircon U-Pb dating and tectonic implication for granitoids in Chonghuer basin, Altai, Xinjiang [J]. *Acta Petrologica Sinica*, 23(8):1933 ~ 1944 (in Chinese with English abstract).
- ZHANG Zhaocong, YAN Shenghao, CHEN Bolin, ZHOU Gang, HE Yongkang, CHAI Fengmei, HE Lixin, WAN Yusheng. 2006. SHRIMP zircon U-Pb dating for subduction-related granitic rocks in the northern part of east Junggar, Xinjiang[J]. *Chinese Science Bulletin*, 51(8): 952 ~ 962 (in Chinese).
- ZHANG Haixiang, NIU Hecai, TERADA K, YU Xueyan, SATO H, ITO J. 2003. Zircon SHRIMP U-Pb dating on plagiogranite from Kuerti ophiolite in Altai, north Xinjiang [J]. *China Sci. Bull.*, 48: 2231 ~ 2235 (in Chinese).
- ZHANG Xiangbing, SUI Jingxia, LI Zhichun. 1996. Tectonic evolution and minerogenic series of Erqis Structural Belt[M]. Beijing: Scientific Publishing House, 205 (in Chinese).
- ZHAO Zhenhua, WANG Zhonggang, ZOU Tianren. 1993. The REE, isotopic composition of O, Pb, Sr and Nd and petrogenesis of granitoids in the Altai region. In: Tu GZ (ed.). *Progress of solid-earth sciences in northern Xinjiang, China* [J]. Beijing: Science Press, 239 ~ 266 (in Chinese).
- ZOU Tianren, CAO Huizhi, WU Boqing. 1988. Orogenic and anorogenic granitoids of Altai mountains of Xinjiang and their discrimination criteria[J]. *Acta Geologica Sinica*, 2(1):45 ~ 64 (in Chinese).