

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

童 英¹⁾ 王 涛¹⁾ 洪大卫¹⁾ 柳晓明²⁾ 韩宝福³⁾

1) 中国地质科学院地质研究所, 北京, 100037 2) 西北大学地质学系大陆动力学教育部重点实验室, 陕西 西安, 710069 3) 北京大学地球与空间科学学院, 北京, 100871

摘 要 铁列克岩体是阿尔泰造山带西段的一个重要的岩体, 显示弧花岗岩特征, 其侵位时代一直没有解决。本次 La-ICPMS 锆石 U-Pb 定年给出²⁰⁶Pb/²³⁸U 年龄 403 ± 5 Ma (MSWD=4.9), 代表其形成年龄。这为阿尔泰造山带的同造山花岗岩的鉴别和时代确定提供一个证据, 也为阿尔泰造山带在早古生代(奥陶纪—泥盆纪)的俯冲造山提供了一个新的年代学制约。

关键词 弧花岗岩 La-ICPMS 中亚造山带 早古生代 洋壳

Zircon U-Pb Age of Syn-orogenic Tielieke Pluton in the Western Part of Altay Orogenic Belt and Its Structural Implications

TONG Ying¹⁾ WANG Tao¹⁾ HONG Dawei¹⁾ LIU Xiaoming²⁾ HAN Baofu³⁾

1) Institute of Geology, CAGS, Beijing, 100037; 2) Key Laboratory of Continental Dynamics, Department of Geology, Northwest University, Xi'an, Shaanxi, 710069; 3) School of Earth and Space Sciences, Peking University, Beijing, 100871

Abstract Being an important pluton in the western part of Altay orogen, Tielieke pluton shows arc granitoid characteristics. Its emplacement time, however, remains undetermined. This paper presents a zircon La-ICPMS ²⁰⁶Pb/²³⁸U age of 409 ± 5 Ma (MSWD=10), which is interpreted as its emplacement age. This provides an evidence for discrimination and epoch of syn-orogenic granitoid, and also serves as a new chronological restriction for the subduction-orogeny of Altay orogen in Eopaleozoic (Ordovician-Devonian).

Key words arc granite La-ICPMS Central Asia Orogenic belt Eopaleozoic orogen

阿尔泰造山带是中亚造山带的重要组成部分 (Sengor 等, 1993)。花岗岩在该造山带占有 40% 以上的面积, 对其进行详细的研究有助于深入认识该区地壳演化历史和造山过程。前人对此进行了大量的研究 (王中刚等, 1998; 邹天人, 1988; 赵振华等, 1993; 胡蔼琴等, 1997), 但年代学研究一直比较薄弱, 很多同位素年龄多以 K-Ar、Rb-Sr、Ar-Ar 等方法测定。由于该造山带经历了多期构造热事件, 这些年龄往往不能真实地反映岩体侵位时代。因此, 加强花岗岩锆石 U-Pb 年代学研究是很有必要的。同时, 以往的工作主要集中在阿尔泰中部和东部, 西部地区花岗岩年代学研究更为薄弱; 一些主要的花岗岩体确切的时代还不清楚, 如铁列克岩体 (邹天人, 1988)。本次研究进行了 La-ICPMS 锆石 U-

Pb 定年, 给出²⁰⁶Pb/²³⁸U 年龄 403 ± 5 Ma (MSWD=4.9), 代表其形成年龄。这为阿尔泰造山带的花岗岩研究和构造演化提供一个新的年代学制约。

1 地质背景及样品概况

阿尔泰造山带位于西伯利亚板块和哈萨克斯坦-准噶尔板块之间, 为典型的显生宙增生造山带 (Sengor 等, 1993)。以红山嘴-诺尔特断裂、康布铁堡-库尔特断裂和额尔齐斯断裂带为界, 可以简单地归为北、中、南阿尔泰 (Li 等, 2003)。该造山带于晚前寒武纪晚期到早古生代早期为稳定大陆边缘阶段, 大致从晚寒武纪开始发生俯冲、增生, 其中, 早古生代 (奥陶纪—泥盆纪) 为洋壳俯冲阶段; 之后, 可能发生碰撞造山作用, 至中石炭世基本奠定了阿尔泰

造山带的构造格架(何国琦等,1994;Windley等,2000;Li等2003;Xiao等2004)。该造山带中花岗岩岩石主要为早古生代、晚古生代,少量为中生代。岩石类型主要为英云闪长岩、花岗闪长岩、黑云母花岗岩、二云母花岗岩和白云母花岗岩等^①(王中刚等,1998;赵振华等,1993;何国琦等,1994;胡嵩琴等,1997)。

铁列克岩体位于阿尔泰造山带西部,侵入到奥陶纪哈巴河群片岩、片麻岩中(图1),前人将其归为一套海西期花岗岩(Rb-Sr 年龄 334 Ma, K-Ar 年龄 260~327 Ma;邹天人等,1988;陈毓川等,1995)。岩性主要为黑云母花岗闪长岩、英云闪长岩、斜长花岗岩。据陈毓川等^①和笔者新的资料,该岩体可能为一套弧花岗岩。在详细的野外工作基础上,笔者沿铁列克岩体的西部连续采集样品。精选的年龄大样 3187 采自铁列克乡南,采样点 86°44'79"E, 48°23'55"N。岩性为粗粒黑云母花岗岩,矿物组成主要为斜长石、碱性长石、石英、黑云母,副矿物主要有磷灰石、榍石和锆石。

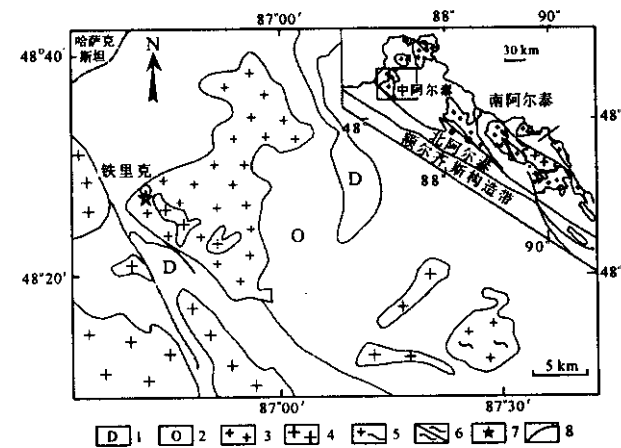


图1 铁列克岩体地质简图(据邹天人等,1988 修编)
Fig.1 The geological sketch map of Tielieke pluton
(Modify after Zou et al.,1998)
1-泥盆系页岩(?) 2-奥陶系片岩、片麻岩 3-古生代同造山花岗岩;
4-古生代后造山花岗岩 5-早古生代花岗片麻岩;
6-地质界线及断层 7-采样点 8-断裂

2 测试方法及测试结果

锆石的挑选在河北省区域地质调查所实验室完成。锆石样品靶的制备与 SHRIMP 定年锆石样品制备方法基本相同(宋彪等,2002)。在中国地质科学院矿产资源研究所电子探针室对锆石进行了阴极发光(CL)照像。样品测试在西北大学地质学系大

陆动力学教育部重点实验室完成,采用有动态反应池的四极杆 ICP-MS Elan6100DRC。激光剥蚀系统为 Geo-Las200M。详细的锆石年代测定参照袁洪林等(2003)和 Yuan 等(2004)。样品的同位素比值及元素含量计算采用 GLITTER(Ver4.0, Macquarie University)程序,年龄计算及谐和图的绘制采用 Isoplot(Ver2.05)完成(Ludwig,1999)。采用 Tom Andersen 的 Excel 宏程序进行普通铅校正(Tom Andersen,2002)。

样品 3187 的锆石形态复杂,有短柱状、长柱状、长板状。内部发育较完好的岩浆振荡环带和扇状分带结构,显示岩浆锆石特点(图2)。在众多的锆石中通过锆石阴极发光图像研究,选择了 27 颗锆石进行了 29 个点的 La-ICPMS 测定。结果显示(表1),1、12、15、24 号点²⁰⁴Pb 偏高,6 号点具有较高的²³⁸U 含量,导致²⁰⁷Pb 飘移;14 号点有多个²⁰⁴Pb 高峰值,在进行数据处理时无法避开,信号取样范围过窄;26 号在点²⁰⁶Pb/²⁰⁷Pb 信号相对稳定阶段有一个²³²Th 峰,数据处理时出现较大变化,有无峰值时,年龄相差很大,表中所列数据为没有峰值段;17、29 号测点的信号起伏较大,不稳定,数据的可信度小。考虑到数据的可靠性,对于出现上述原因的 1、6、12、14、15、17、24、29 点不参于投图和年龄计算。其余 20 个测点中除一个测点年龄较大外(20 号测点给出²⁰⁶Pb/²³⁸U 年龄为 488±5 Ma),其余 19 个测点相对集中,一部分测点位于锆石的边部(如点 4、28;图2),一部分测点位于锆石的核部(如点 3、5、16、27;图2),两类年龄相一致,19 个点给出²⁰⁶Pb/²³⁸U 年龄 409±5 Ma(MSWD=10)。如果选择下部接近谐和些的 12 点进行年龄计算,误差范围内是一致的,给出²⁰⁶Pb/²³⁸U 年龄为 403±5 Ma(MSWD=4.9),有可能更接近该样品的年龄(表1,图3)。

需要说明的是由于实验仪器精度的提高,实验误差减小,误差椭圆变小,数据显得相对离散,从而导致 MSWD 偏大,但并不影响加权平均年龄。

3 讨论与结论

3.1 岩体成岩年龄

从锆石特征和测定的部位来看,该年龄反映了锆石结晶年龄。例如,有些锆石边部也给出该年龄数据(图2中的28号点),而且有些锆石核部和边部年龄一致(如图2中的3、4号点)。所以,该年龄可以代表锆石结晶年龄,并可以代表该岩体成岩或侵位年龄。

① 陈毓川,孙友军等,1995.新疆阿尔泰黄金、有色金属开发区成矿地质条件与矿产资源评价研究.国家305项目(科研报告).

表 1 铁列克岩体 La-ICPMS 锆石 U-Pb 测试结果

Table 1 Results of La-ICPMS zircon U-Pb dating of the Tielieke granitic pluton

样品号	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1σ	$^{238}\text{U}/^{232}\text{Th}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1σ
3187-1 *	0.05714	0.00083	0.48900	0.00571	0.06206	0.00054	5.38	497	33	404	4	388	3
3187-2	0.05858	0.00125	0.50935	0.00984	0.06307	0.00058	1.72	551	48	418	7	394	3
3187-3	0.05621	0.00124	0.50251	0.01009	0.06484	0.00060	1.65	461	50	413	7	405	4
3187-4	0.05573	0.00073	0.50648	0.00510	0.06592	0.00056	9.20	442	30	416	3	412	3
3187-5	0.05612	0.00055	0.50480	0.00434	0.06518	0.00057	3.93	457	9	415	3	407	3
3187-6 *	0.05891	0.00061	0.55683	0.00505	0.06850	0.00060	1.66	564	9	449	3	427	4
3187-7	0.05604	0.00056	0.50687	0.00438	0.06555	0.00057	1.82	454	9	416	3	409	3
3187-8	0.05661	0.00136P	0.49570	0.01095	0.06351	0.00059	1.45	476	54	409	7	397	4
3187-9	0.05859	0.00058	0.55169	0.00478	0.06824	0.00059	1.38	552	9	446	3	426	4
3187-10	0.05667	0.00057	0.52692	0.00463	0.06739	0.00059	0.97	479	9	430	3	420	4
3187-11	0.05616	0.00057	0.52639	0.00465	0.06793	0.00059	1.96	459	9	429	3	424	4
3187-12 *	0.05519	0.00072	0.47951	0.00471	0.06301	0.00054	11.23	420	30	398	3	394	3
3187-13	0.05758	0.00100	0.54752	0.00816	0.06897	0.00061	2.71	514	39	443	5	430	4
3187-14 *	0.05825	0.00058	0.56138	0.00487	0.06986	0.00061	1.86	539	9	452	3	435	4
3187-15 *	0.05683	0.00141	0.52811	0.01211	0.06740	0.00062	1.45	485	56	431	8	420	4
3187-16	0.05756	0.00057	0.49884	0.00432	0.06281	0.00055	2.29	513	9	411	3	393	3
3187-17 *	0.05678	0.00127	0.46857	0.00955	0.05985	0.00055	1.82	483	51	390	7	375	3
3187-18	0.05761	0.00103	0.53395	0.00824	0.06722	0.00060	2.63	515	40	434	5	419	4
3187-19	0.05607	0.00056	0.50528	0.00440	0.06532	0.00057	2.35	455	9	415	3	408	3
3187-20	0.05881	0.00094	0.63829	0.00847	0.07871	0.00069	3.70	560	36	501	5	488	4
3187-21	0.05559	0.00099	0.48759	0.00756	0.06362	0.00056	3.44	436	41	403	5	398	3
3187-22	0.05420	0.00054	0.49958	0.00434	0.06682	0.00058	4.59	379	9	411	3	417	4
3187-23	0.05534	0.00060	0.51990	0.00497	0.06811	0.00059	1.04	426	10	425	3	425	4
3187-24 *	0.05495	0.00095	0.47313	0.00705	0.06244	0.00056	3.10	410	40	393	5	390	3
3187-25	0.05676	0.00058	0.51184	0.00454	0.06538	0.00057	3.82	482	9	420	3	408	3
3187-26 *	0.05471	0.00056	0.47633	0.00423	0.06311	0.00055	0.85	400	9	396	3	395	3
3187-27	0.05574	0.00114	0.50258	0.00925	0.06540	0.00059	2.01	442	47	413	6	408	4
3187-28	0.05464	0.00185	0.47852	0.01546	0.06351	0.00062	0.87	398	78	397	11	397	4
3187-29 *	0.05630	0.00167	0.56920	0.01601	0.07333	0.00068	2.88	464	67	457	10	456	4

注 标有 * 的测点数据未加入年龄计算。

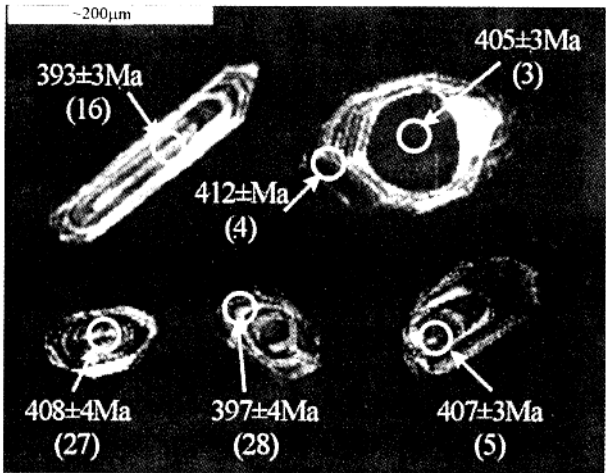


图 2 铁列克花岗岩的部分锆石阴极

发光图像及测年数据(编号与表 1 中的序号对应)

Fig.2 Cathodoluminescence (CL) photos and dating of zircon grains from the Tielieke granitic pluton

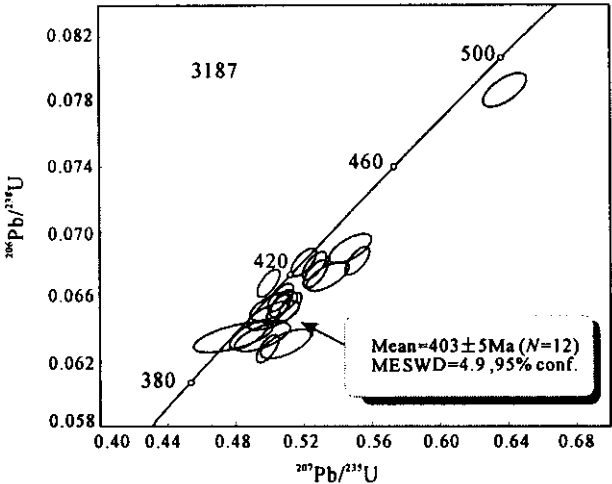


图 3 铁列克花岗岩锆石 U-Pb 同位素一致图解

Fig.3 Zircon U-Pb concordia diagram of the Tielieke granitic pluton

陈毓川等^①曾经获得了角闪黑云母花岗岩全岩 Rb-Sr 年龄 334.03 Ma 和全岩 K-Ar 年龄 260~327 Ma,并将其划归为海西期花岗岩。现在看来,这些年龄可能反映了后期构造热事件。该岩体应该是早古生代晚期同造山花岗岩。

该研究进一步说明,阿尔泰造山带花岗岩锆石年龄有可能与已经获得的一些 Rb-Sr 和 K-Ar 年龄不一致。新的锆石年代学研究显示,这种现象较为普遍^{②③}。它们各自所代表的地质意义需要重新认识和注意。同时,根据笔者最新的锆石 U-Pb 测试资料(肖庆辉等 2005)阿尔泰造山带原来定为海西期的花岗岩很多都是加里东期的,加上前人的资料(胡藹琴等,1997),显示加里东期花岗岩在整个阿尔泰造山带可能占主体地位。

3.2 构造意义

铁列克岩体岩性主要为黑云母花岗闪长岩、英云闪长岩、斜长花岗岩。根据前人和笔者的资料,该岩体可能为一套弧花岗岩。因此,该年龄为阿尔泰在早古生代(奥陶纪—泥盆纪)的俯冲造山作用提供的一个新的年代学制约。

从测年数据分析,未显示出更老的年龄信息。最老的锆石 U-Pb 年龄为 488 ± 5 Ma,可能是捕获锆石年龄(区域上有该年龄的片麻状花岗岩)。由此推测,该岩体可能熔自于年轻的岛弧物质。

参考文献

何国琦,李茂松等. 1994. 中国新疆古生代地壳演化及成矿. 乌鲁木齐:新疆人民出版社,1~437.
胡藹琴,王中刚,涂光炽等. 1997. 新疆北部地质演化及成矿规律. 北京:科学出版社,52~62.
宋彪,张玉海,万渝生等. 2002. 锆石 SHRIMP 样品靶制作年龄测定

及有关现象讨论. 地质论评,(增刊):26~30.
王中刚,赵振华,邹天人等. 1998. 阿尔泰花岗岩类地球化学. 北京:科学出版社,1~152.
袁洪林,吴福元,高山等. 2003. 东北地区新生代侵入体的锆石激光探针 U-Pb 年龄测定与稀土元素成分分析. 科学通报,48(14):1511~1520.
邹天人,曹惠志,吴柏青. 1988. 新疆阿尔泰造山花岗岩和非造山花岗岩及其判别标志. 地质学报,62(3):228~243.
赵振华,王中刚,邹天人等. 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). 北京:科学出版社,239~266.
Li Jinyi, Xiao Wenjiao, Wang Kezhao et al. 2003. Neoproterozoic-Paleozoic tectonostratigraphy, magmatic activities and tectonic evolution of eastern Xinjiang, NW China. In: Mao Jingwen, Goldfarb, Seltman, Wang, Xiao & Hart(eds), Tectonic Evolution and Metallogeny of the Chinese Altay and Tianshan, IAGOD Guidebook Series 10: CERCAM/NHM, London, 31~74.
Ludwig K R. 1999. Isoplot/Ex (Version 2.05): A geochronological toolkit for Microsoft Excel. Spec. Pub., Berkeley Geochronology Center 1a, 43.
Sengor A M C, Natal'in BA, Burtman V S. 1993. Evolution of the Altaid tectonic collage and Paleozoic crustal growth in Eurasia. Nature, 364:299~307.
Tom Andersen. 2002. Correlation of common lead in U-Pb analyses that do not report ²⁰⁴Pb. Chemical Geology, 192:59~79.
Windley F B, Kroner A, Guo J et al. 2002. Neoproterozoic to Paleozoic geology of the Altai orogen, NW China: New zircon age data and tectonic evolution. The Journal of Geology, 110:719~737.
Xiao W, Windley B F, Badarch G et al. 2004. Palaeozoic accretionary and convergent tectonics of the southern Altaids: implications for the growth of Central Asia. Journal of the Geological Society, London, 161:339~342.
Yuan H L, Gao S, Liu X M et al. 2004. Accurate U-Pb age and trace element determinations of zircon by laser ablation-inductively coupled plasma mass spectrometry. Geoanalytical and Geostandard Newsletters, 28(3):353~370.

① 陈毓川,叶庆同等. 1995. 新疆阿尔泰黄金、有色金属开发区成矿地质条件与矿产资源评价研究. 国家 305 项目(科研报告).
② 王涛,洪大卫,童英等. 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. 岩石学报,21(3)(出版中).
③ 肖庆辉,邓智楷,王涛等. 2005. 中国重大花岗岩问题研究(地质报告).