矿物岩石地球化学通报
Bulletin of Mineralogy, Petrology and Geochemistry
Vol. 20 No. 4, 2001 Oct.

阿尔金山东端花岗片麻岩中 3.6 Ga 锆石的地质意义

李惠民[1],陆松年[1],郑健康[2],于海峰[1],赵风清[1],李怀坤[1],左义成[1]
(1. 中国地质调查局 天津地质矿产研究所,天津 300170;2. 青海地质勘查局,青海 西宁 810001)

摘 要:本文报道首次用单颗粒锆石 U-Pb 同位素测年技术在我国西北阿尔金山东端古老花岗片麻岩中发现 3605 ±43 Ma 的锆石。这是塔里木地块存在始太古代基底的重要证据,对研究该地区的地壳演化及其与我国东部和全球其他古老地块的对比研究具有重要的意义。

关 键 词:阿尔金山;花岗片麻岩;3.6 Ga;锆石
中图分类号:P588.34+5;P597+.3 **文献标识码**:A **文章编号**:1007-2802(2001)04-0259-04

根据国际前寒武纪地层分会的建议,太古宙划分为 4 个代[1,2],其中大于 3.6 Ga 的地质年代称为始太古代。这一段地史属于地球最早期的地质历史。它的地质记录曾受到长期热-构造事件的叠加和改造,大部分已消失殆尽,全球所剩无几的早期地质残留体目前仅发现于北美[3]、澳大利亚[4]、南极[5]等少数地点。90 年代初期刘敦一等[6]在我国冀东和辽宁鞍山发现大于 3.6 Ga 的地壳残留后,曾引起国内外地学界的广泛关注。本文介绍在我国塔里木地台东部阿尔金山太古宙花岗片麻岩中首次测得 3.6 Ga 的锆石,并简要讨论其地质意义。

采样点位于阿尔金山东段,该区划分为两个地层-构造单元,北为以太古宙岩层为主体组成的阿北地块,南为拉配泉新元古代晚期—早古生代蛇绿混杂岩带(图 1)[7]。其中北部的阿北地块与敦煌地块相连,在敦煌一带主要由新太古代 TTG 片麻岩和孔兹岩系组成,梅华林等[8]曾报道石包城花岗片麻岩的颗粒锆石 U-Pb 年龄为 2 670 ±12 Ma,并对片麻岩和孔兹岩系的地质特征做过详细的描述。本文所报道的太古宙地质体位于阿北地块的东部,行政区属于新疆巴音郭楞蒙古自治州若羌县,北距敦煌市约 460 km,由一套片麻岩为主的岩层组成,总体呈东西向展布,根据遥感影像解译的分布范围达 250 ×20 km。

阿尔金山的古老基底原统称为米兰群[9],时代为太古宙。我们初步研究认为这一套岩层的组成颇为复杂,除英云闪长质-奥长花岗质片麻岩外,还包括可能为麻粒岩相的辉石斜长角闪岩和一套钾质混合片麻岩,此外尚有不同时期、不同岩性的酸性和基性侵入脉岩,特别是基性岩墙群十分发育。因此,所谓的"米兰群"包含了大量的侵入体,经过较详细的研究后,米兰群尚需重新厘定。采样点附近的片麻岩层连续性好,露头清晰,分布范围广。1993 年出版的新疆地质志将这一狭长地带划为塔里木地台的二级构造单元,称为阿尔金断隆。

所采集的片麻岩样品呈灰—灰白色,片麻理发育,矿物成分较简单,主要由斜长石、钾长石、石英和少量白云母组成,SiO_2 达 71.88 %,K_2O 和 Na_2O 分别为 4.78 %和 2.91 %。由于采样点附近后期钾化现象比较强烈,可能造成样品中的 K_2O 含量偏高。稀土元素总量为 183.18 $\times 10^{-6}$,轻、重稀土分异明显,LREE/HREE 高达 51.5,铕不显异常,Eu/Eu^* 为 1.088。

收稿日期:2001-06-26
基金项目:国土资源部和中国地质调查局"九五"项目(95-02-008 和 19991300013031)研究成果
第一作者简介:李惠民(1948—),男,研究员,硕士,同位素地质年代学专业.

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

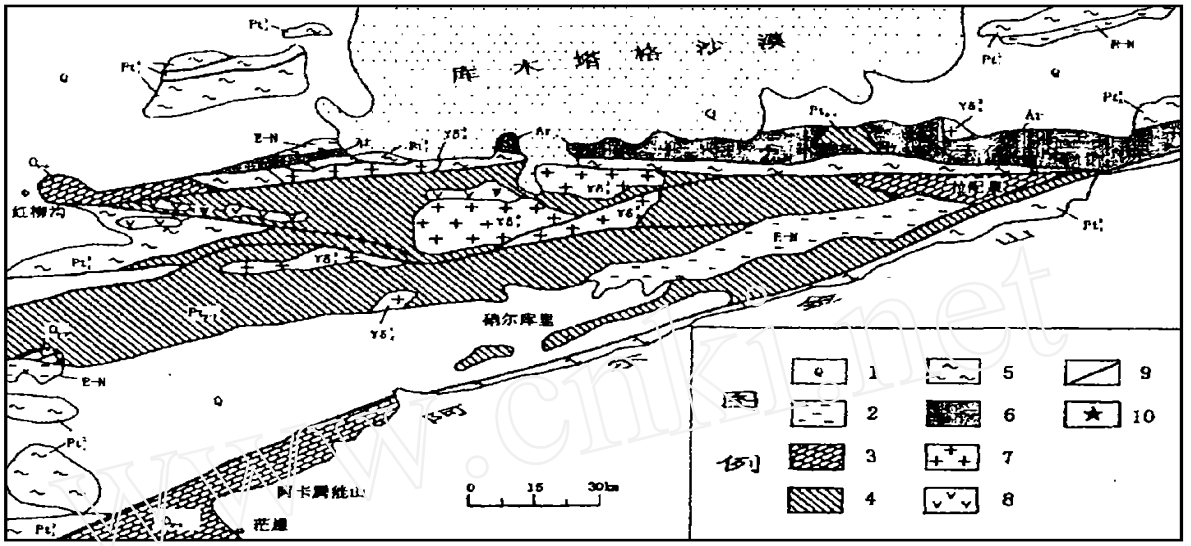


图1 东阿尔金北部地质构造单元分区略图

Fig. 1 Sketch map of geological structure unit in the northern part of East Altyn mountains

1. 第四系;2. 第三系;3. 奥陶系;4. 中上元古界;5. 古元古代阿尔金群;
6. 太古宙米兰群;7. 花岗闪长岩;8. 超基性岩;9. 断层;10. 采样位置

选取约5 kg岩石样品经粉碎、淘洗,作常规重砂分离。分选出的锆石呈深浅不一的紫红色,粒度及形态特征多样。挑选不同颜色、不同粒度及不同形态特征的锆石晶体用同位素稀释法分别作单粒锆石晶体的U-Pb同位素年龄测定。锆石的分选及U-Pb同位素测年实验均在中国地质调查局天津地质矿产研究所同位素地质年代学实验室进行。锆石的溶解及铀-铅的分离在T. Krogh的程序基础上做了相应的改进。锆石在0.25 mL容积的氟塑料容器内溶解,使用^{205}Pb-^{235}U混合稀释剂。用硅胶-磷酸溶液与样品的铀和铅混合后加在单铼带灯丝上,在VG354型质谱仪上用高灵敏度Daly检测器进行铀-铅同位素测定。所有U-Pb同位素数据均对质量歧视效应校正,实验过程中实验室的全流程铅空白为0.03～0.05 ng,铀空白为0.002～0.004 ng。

花岗片麻岩中不同成因及不同类型的锆石U-Pb同位素测定结果列于表1,测定结果的谐和图见图2。从表1得知,5～8号数据点$^{207}Pb/^{206}Pb$表面年龄统计权重平均值为1 938 ±9 Ma;1～4数据点上交点年龄值为3 605 ±43 Ma,下交点年龄值为1 958 ±180 Ma;9～14号数据点上交点年龄值为2 470 ±38 Ma,下交点年龄值为1 121 ±62 Ma。

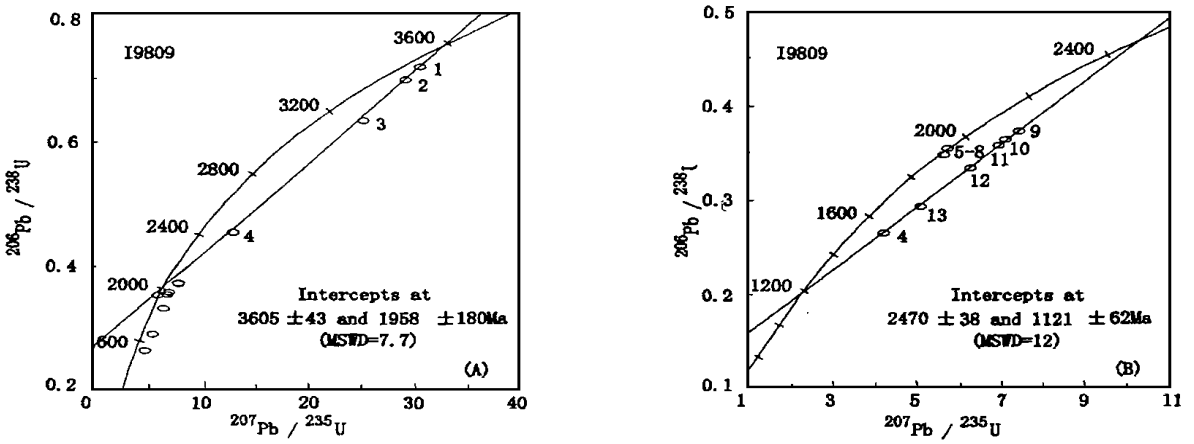


图2 阿尔金山东端古老花岗片麻岩的锆石U-Pb同位测年结果谐和图

Fig. 2 Zircon U-Pb concordian diagram of older granite-gneiss from the Eastern Altyn mountains

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 1 阿尔金山东端古老花岗片麻岩中的锆石 U-Pb 同位素测定结果

Table 1 measurement vesults of zircon U-Pb isotopes of older granite-gneiss from the Eastern Altyn mountains

点号	样品 锆石特征	重量/μg	浓度/μg·g⁻¹ U	Pb	普通铅含量/ng	同位素原子比率* $^{206}Pb/^{204}Pb$	$^{208}Pb/^{206}Pb$	$^{206}Pb/^{238}U$	$^{207}Pb/^{235}U$	$^{207}Pb/^{206}Pb$	表面年龄/Ma $^{206}Pb/^{238}U$	$^{207}Pb/^{235}U$	$^{207}Pb/^{206}Pb$
1	浅紫红色透明长柱状	10	133	126	0.013	3 762	0.210 8	0.714 2 〈37〉	31.31 〈16〉	0.317 9 〈1〉	3 474	3 529	3 560
2	浅紫红色透明长柱状	10	77	82	0.130	212	0.178 2	0.694 8 〈98〉	29.79 〈43〉	0.311 0 〈4〉	3 401	3 480	3 526
3	浅紫红色透明长柱状	5	178	140	0.011	2 623	0.136 7	0.628 5 〈88〉	25.73 〈37〉	0.296 9 〈4〉	3 144	3 336	3 454
4	浅紫红色透明长柱状	5	358	193	0.060	683	0.088 3	0.455 4 〈44〉	12.92 〈14〉	0.205 9 〈5〉	2 417	2 674	2 873
5	紫红色浑圆状	5	181	79	0.005	3 895	0.295 6	0.353 0 〈63〉	5.766 〈110〉	0.118 5 〈7〉	1 949	1 941	1 933
6	紫红色短圆柱状	10	122	73	0.009	2 644	0.857 2	0.347 9 〈48〉	5.681 〈86〉	0.118 4 〈6〉	1 925	1 929	1 933
7	紫红色扁圆状	10	374	141	0.057	1 357	0.0716 7	0.353 4 〈20〉	5.801 〈36〉	0.119 1 〈3〉	1 951	1 947	1 942
8	紫红色扁圆状	5	103	57	0.030	359	0.512 3	0.352 5 〈139〉	5.801 〈251〉	0.119 4 〈17〉	1 946	1 947	1 947
9	紫红色透明细长柱状	10	223	95	0.015	3 124	0.176 8	0.370 3 〈20〉	7.471 〈43〉	0.146 3 〈2〉	2 031	2 170	2 303
10	紫红色透明长圆柱状	10	235	93	0.007	6 372	0.128 2	0.359 8 〈10〉	7.175 〈26〉	0.144 7 〈3〉1 081	1 981	2 133	2 284
11	紫红色透明长圆柱状	5	333	141	0.038	875	0.168 9	0.356 7 〈44〉	6.953 〈93〉	0.141 4 〈5〉	1 967	2 105	2 244
12	紫红色透明浑圆状	10	349	138	0.130	513	0.111 3	0.331 6 〈21〉	6.240 〈42〉	0.136 5 〈3〉	1 846	2 010	2 183
13	紫红色长圆柱状	10	465	145	0.048	1 648	0.074 11	0.2 917 〈16〉	5.103 〈30〉	0.126 9 〈2〉	1 650	1 837	2 055
14	紫红色长圆柱状	10	450	121	0.036	2 113	0.036 34	0.262 5 〈16〉	4.211 〈29〉	0.116 6 〈3〉	1 503	1 678	1 905

注: $^{206}Pb/^{204}Pb$ 已对实验空白(Pb = 0.050 ng,U = 0.002 ng)及稀释剂作了校正,其它比率中的铅同位素均为放射成因铅同位素,括号内的数字为(2σ)绝对误差,例如:0.714 2〈37〉表示 0.714 2 ±0.0037(2σ)

测定结果表明,阿尔金山东端古老花岗片麻岩中的锆石形成于不同的地质年代。表 1 中 1 至 4 号数据点的锆石是所测样品中最古老者,其中 1、2 号数据点的锆石仅有少量放射成因铅丢失,因此数据点很靠近谐和曲线,其 $^{207}Pb/^{206}Pb$ 表面年龄达 3 560 ±1 Ma 和 3 526 ±2 Ma。由 1、2、4 号数据点拟合成的直线与谐和线的上交点年龄为 3 602 ±7 Ma。3 号数据点稍偏向由 1、2、4 号数据点拟合成直线的右上方,可能是它含有更老的年龄信息之故。由 1、2、3 和 4 号数据点拟合成的直线与谐和线的上交点年龄为 3 605 ±43 Ma,下交点年龄为 1 958 ±180 Ma。上交点年龄似应解释为这些古老锆石的真实结晶(生成)年龄,而下交点年龄可能代表其生成后遭受一次重要叠加地质事件的时代。有趣的是 5～8 号数据点恰好落在由 1～4 号数据点拟合成的直线与谐和线的下交点上,表明这些锆石是在 1 958 ±180 Ma 前发生的一次重大地质事件中生成的。根据对锆石形态的初步观察,5～8 号数据点的锆石为浑圆至不规则状,可能是变质成因锆石,而 1～4 号数据点的锆石则为半自形晶体,具有古老花岗片麻岩岩浆结晶锆石的特点(图 3),测得的年龄为 3 605 ±43 Ma,可解释为阿尔金山东端古老花岗片麻岩的生成年龄。表 1 中 9～14 号锆石的测定数据点较为离散(图 2B),推测这些锆石的成因较为复杂。由这些锆石的测定数据点拟合成的直线与谐和线的上交点年龄为 2 473 ±39 Ma,下交点年龄为 1 121 ±65 Ma。因此从已测定的锆石中获得了 4 组 U-Pb 同位素年龄信息,这一情况与世界各地始太古代地质体中的 U-Pb 同位素年龄信息颇有相似之处。

值得注意的是该样品经 Sm-Nd 同位素测定后,获得了略大于 3.5 Ga 的钕模式年龄和 ε_{Nd} 为 2.227 的数值(表 2),表明该地区确有古老的初始地壳存在。

本文报道了首次用单颗粒锆石 U-Pb 同位素稀释法测年技术在我国西北阿尔金山东端古老花岗片

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表2 米兰群花岗片麻岩Sm-Nd分析结果

Table 2 Sm-Nd analytical results of granite-gneiss from Milan formation

No.	Sm ($\times10^{-6}$)	Nd ($\times10^{-6}$)	$\frac{^{147}Sm}{^{144}Nd}$	$\frac{^{143}Nd}{^{144}Nd}$	Err (2σ)	ε_{Nd}	t_{DM}/ Ga	$I_{Nd}(t)$	f
f1980 9	3.081 2	28.204 8	0.066 0	0.509 702	0.000 005	+2.227	3.528	0.508 161	-0.664 5

注: $t_{DM}=1/\lambda\mathrm{Ln}\{1+[(^{143}Nd/^{144}Nd)_S-(^{143}Nd/^{144}Nd)_R]/[(^{147}Sm/^{144}Nd)_S-(^{147}Sm/^{144}Nd)_R]\}$; $\varepsilon_{Nd}=10\,000[(I_{Nd}(t))_S/(I_{Nd}(t)_{CHUR}-1]$; $I_{Nd}(t)_{CHUR}=(^{143}Nd/^{144}Nd)_{CHUR}-(^{147}Sm/^{144}Nd)_{CHUR}(e^{\lambda t}-1)=0.512\,638-0.196\,7(e^{\lambda t}-1)$; $(^{143}Nd/^{144}Nd)_R=0.513\,15$ $(^{147}Sm/^{144}Nd)_R=0.213\,7$

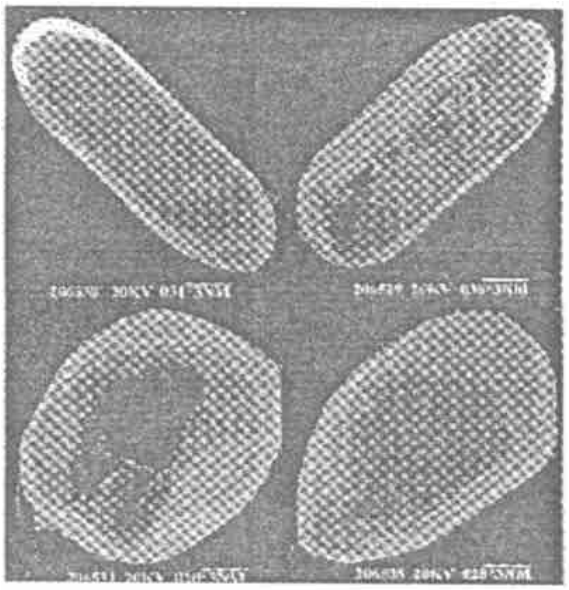


图3 样品中锆石形态的电镜照片

Fig. 3 SEM photos of shape of sample zircon

麻岩中发现3 605 ±43 Ma的锆石的信息,这是塔里木地块存在始太古代基底的重要证据,对研究该地区的地壳演化及与我国东部和全球其他古老地块的对比研究具有重要的意义。由于这一样品的3 605 ±43 Ma锆石U-Pb同位素年龄是用单颗粒锆石的U-Pb同位素稀释法测年技术获得的,鉴于该样品锆石的成因及年龄的多样性,我们不排除在该样品中存在更古老的锆石或锆石内核的可能性。我们将用对锆石的微区测年更为有效的高灵敏度高分辨率离子探针质谱(SHRIMP)或激光探针等离子体质谱(LP-ICPMS)对这一样品的锆石进行更深入的U-Pb同位素年龄及地球化学研究。

参考文献:

[1] 孙大中. 太古宙四分的新动议[J]. 中国地质,1991,7:25.

[2] 陆松年. 中国前寒武纪地质年代划分再讨论[J]. 现代地质,1999,3(2):195-196.

[3] Bowing SA, Williams I S, Compston W. 3.96 Ga gneisses from the Slave province, Northwest Territories, Canada[J]. Geology, 1989, 17: 760-764.

[4] Froude D O, Ireland T R, Kinny P D, *et al*. Ion microprobe identification of 4100-4200 Myr-old terrestrial zircons[J]. Nature, 304: 616-618.

[5] Black L P, Williams I S, Compston W. Four zircon ages from one rock: The history of a 3930 Ma-old granulite from Mount Sones, Enderby Land, Antarctica[J]. Contributions to Mineralogy and Petrology, 1986, 94: 427-437.

[6] Liu D Y, Nutman A P, Compston W, *et al*. Remnants of >3 800 Ma crust in the Chinese part of the Sino-Korean Craton[J]. Geology, 1992, 20, 339-342.

[7] 新疆维吾尔自治区地矿局. 新疆维吾尔自治区地质志,地质专报(一),区域地质[M]. 北京:地质出版社,1993. 1-841.

[8] 梅华林,于海峰,陆松年,等. 甘肃敦煌太古宙英云闪长岩:单颗粒锆石U-Pb年龄和Nd同位素[J]. 前寒武纪研究进展,1998,21(2):41-45.

[9] 程裕淇. 中国区域地质[M]. 北京:地质出版社,1994. 1-517.

Dating of 3.6 Ga Zircons in Granite-Gneiss from the Eastern Altyn Mountains and Its Geological Significance

LI Hui-min[1], LU Song-nian[1], ZHENG Jian-kang[2], YU Hai-feng[1]
ZHAO Feng-qing[1], LI Huai-kun[1], ZUO Yi-cheng[1]

(1. *Tianjin Institute of Geology and Mineral Resources, Tianjin* 300170, *China*; 2. *Qinghai Bureau of Geological Surveying, Qinghai, Xining* 810001, *China*)

Abstract: zircons in granite-gneiss from the Eastern Altyn Mountains were dated by single grain zircon U-Pb dating method. The reliable zircon age of 3605 +/- 43 Ma is the first convincing evidence for existence of an Early Archean basement in Tarim Block and has important significance for study of crustal and tectonic evolution in this area and comparative study with those in the Eastern China and the other places in the world.

Key words: Altyn Mountains; granite-gneiss; 3.6 Ga zircon

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net