

新疆哈巴河地区托库孜巴依金矿区两类含矿脉岩 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 年龄及其地质意义

周能武^{1,2}, 郭新成², 何桂林²

ZHOU Neng-wu^{1,2}, GUO Xin-cheng², HE Gui-lin²

1. 中国地质大学(北京)地球科学与资源学院, 北京 100083;

2. 新疆地勘局第十一地质大队, 新疆 昌吉 831100

1. School of Earth Sciences and Mineral Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China;

2. No. 11 Geological Party of Xinjiang Bureau of Geology and Mineral Resources Exploration and Development, Changji 831100, Xinjiang, China

摘要:新疆阿勒泰南缘托库孜巴依金矿属造山带型金矿,经历了沟弧盆体系、碰撞造山和后碰撞伸展多个演化阶段。矿区内辉长闪长岩脉和花岗斑岩脉较常见,且与金矿化关系密切。采用原位激光剥蚀同位素质谱(LA-ICP-MS)法对 2 期脉岩进行锆石 U-Pb 定年,获得花岗斑岩脉侵位年龄 $384.1\text{Ma} \pm 1.5\text{Ma}$ 和 $384.7\text{Ma} \pm 1.2\text{Ma}$,属中泥盆世弧前盆地演化阶段的产物;获得辉长闪长岩脉年龄 $295.3\text{Ma} \pm 3.0\text{Ma}$,应代表后碰撞伸展期辉长闪长岩脉的结晶年龄。2 期脉岩的侵位往往继承了早期的构造部位和后期强韧性剪切的部位,均代表一期金矿化作用。

关键词:含矿脉岩;LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 定年;托库孜巴依金矿区;额尔齐斯构造带

中图分类号:P597^{+.3}; P588.13

文献标志码:A

文章编号:1671-2552(2012)05-0707-09

Zhou N W, Guo X C, He G L. LA-ICP-MS zircon U-Pb ages of two types of ore-bearing dykes in the Tuokuzibayi gold ore district in Habahe area of Xinjiang and their geological significance. *Geological Bulletin of China*, 2012, 31(5):707-715

Abstract: The Tuokuzibayi orogenic-type gold ore belt was formed by multi-stage evolution, which included complete forearc-arc-backarc system, collisional orogeny and post-collisional extensional tectonic activities. The Tuokuzibayi dykes include two intrusive phases, i.e., the granite-porphyry dyke phase and the diorite dyke phase, both of which are associated with Au mineralization. LA-ICP-MS U-Pb zircon analyses suggest that the granite-porphyry dykes were formed at 384.1 ± 1.5 Ma and 384.7 ± 1.2 Ma, suggesting their generation in a Middle Devonian fore-arc basin setting, whereas the diorite dyke was formed at 295.3 ± 3.0 Ma, implying its generation in a post-collisional extensional setting. The emplacement of these two types of dykes that respectively represented a gold mineralization stage commonly inherited the previous tectonic position and later strong ductile shearing position.

Key words: ore-bearing dyke; LA-ICP-MS zircon U-Pb dating; Tuokuzibayi gold ore district; Ertix tectonic belt

额尔齐斯构造带是西伯利亚板块和哈萨克斯坦-准噶尔板块之间的缝合线构造。构造带总体走向 310° , 向东延入蒙古, 向西延入哈萨克斯坦。玛尔卡库里韧性剪切带是额尔齐斯构造带的一个分支构造, 以韧性剪切活动为主要特征。托库孜巴依金矿即

位于玛尔卡库里韧性剪切带内(图 1)。托库孜巴依金矿经历了复杂的成矿过程, 中泥盆统托克萨雷组弧前盆地半深海相类复理石建造、中泥盆世晚期花岗斑岩脉侵位、石炭纪板块碰撞-韧性剪切活动、后碰撞伸展期辉长闪长岩脉侵位等地质作用均对金成

收稿日期:2010-11-22;修订日期:2012-02-29

资助项目:新疆地矿局第十一地质大队自有探矿权项目《新疆哈巴河县哲兰德金矿普查》

作者简介:周能武(1972-),男,高级工程师,从事固体矿产勘查评价工作。E-mail:xjcjznw@sina.com

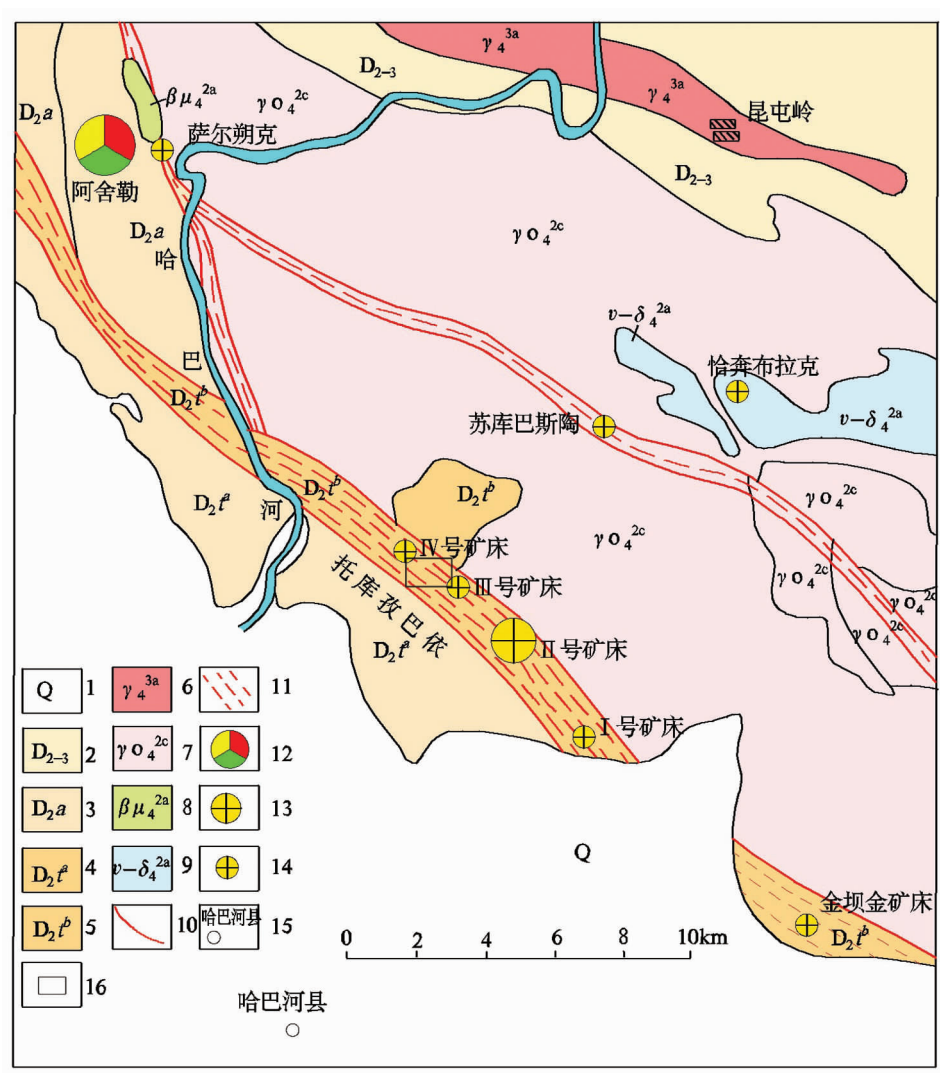


图 1 托库孜巴依金矿区域地质略图^①

Fig. 1 Simplified geological map of the Tuokuzibayi gold deposit

1—第四系;2—中上泥盆统齐叶组;3—中泥盆统阿舍勒组细碧角斑岩建造;4—中泥盆统托克萨雷组下亚组杂砂岩;5—中泥盆统托克萨雷组上亚组长石英砂岩、泥质粉砂岩;6—花岗岩;7—斜长花岗岩;8—辉绿玢岩及闪长玢岩;9—辉石-闪长岩;10—断裂带;11—韧性剪切带;12—铜锌多金属矿床;13—中型金矿床位置及名称;14—小型金矿床位置及名称;15—县城;16—研究区

矿产生影响。前人对该矿床成因、成矿时代、成矿地球动力学等开展了很多研究工作^[1-3]。但对矿区内广泛分布的 2 类脉岩的研究较少, 勘查结果表明 2 类脉岩与金矿化存在密切关系。查明脉岩岩石学特征、岩石地球化学特征、岩体侵位时代等基础地质问题, 对进一步找矿勘查会有积极作用。本文着重运用原位激光剥蚀同位素分析方法, 获得了 2 类脉岩的形成年龄。这对进一步研究矿床成因和区域成矿预测有重要意义。

1 脉岩的特征

区内脉岩比较发育, 主要有花岗斑岩脉和辉长闪长岩脉, 分布于哈巴河岩体内外接触带及其附近的围岩中, 且遭受了后期不同程度的韧性剪切变形作用, 分别代表一期金矿化作用(图 2)。

1.1 花岗斑岩脉

大体呈透镜状产出, 脉长数米至数百米, 宽数十厘米至数十米, 走向以北西向、北北西向为主, 部分

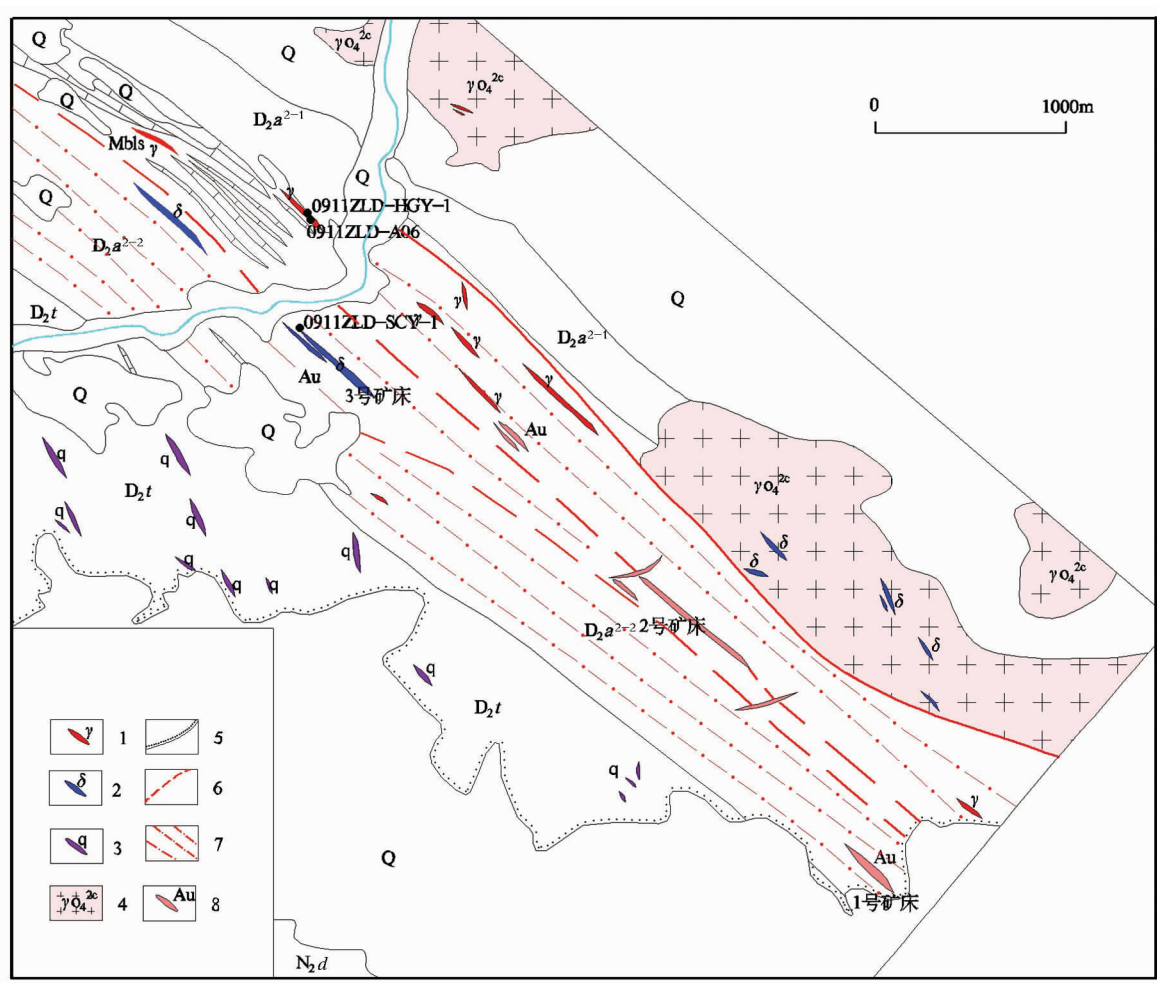


图 2 托库孜巴依金矿区 2 期脉岩分布示意图^①

Fig. 2 Geological sketch map showing two periods of dykes in the Tuokuzibayi ore deposit

Q—第四系;N₂d—新近系杂色粘土及砂砾石;D₂d—中泥盆统托克萨雷组上亚组和下亚组的片岩、砂岩、页岩、灰岩、凝灰岩、砾岩;D₂a²⁻²—中泥盆统阿勒泰组上亚组凝灰质砂岩夹灰岩、凝灰岩、中酸性火山熔岩、火山集块岩;D₂a²⁻¹中泥盆统阿勒泰组下亚组黑云斜长片麻岩、含角砾凝灰岩、凝灰岩;Mbls—大理岩;1—花岗岩脉;2—闪长岩脉;3—石英脉;4—哈巴河斜长花岗岩;5—不整合界线;6—断层;7—韧性剪切带;8—金矿体;0911ZLD-A06 等为采样地点和编号

近东西向,含金较高,平均达 233.83×10^{-9} 。脉岩明显遭受了较强的韧性变形,呈现出强的糜棱岩化特征。

本次对花岗斑岩脉取样测试结果显示,岩脉属钙碱性系列,初步认为是沟弧盆体系下的产物。同时从岩石稀土元素/球粒陨石标准化模式图可知, ΣREE 为 131.54×10^{-6} , 总量偏低,为明显的右倾斜线, Eu 略有亏损,轻稀土元素分馏相对明显,重稀土元素分馏较差,表明其产出于沟弧盆体制下的岛弧环境。

根据上述可初步认为,花岗斑岩应属古亚洲洋板块向北俯冲形成的沟弧盆体制下的产物。

岩脉遭受了强烈的韧性剪切变形作用,金矿化较发育。在托库孜巴依金矿西段(哲兰德金矿区)和多拉纳萨依金矿钠长花岗斑岩脉则构成了矿区的主矿体。

1.2 辉长闪长岩脉

大体呈脉状产出,岩脉长数百米至数千米,宽数米至十几米。走向以北西和北北西向为主,少数北东向。岩脉含金性较好,平均含金 13.5×10^{-9} 。该期脉岩多产于韧性剪切变形带初糜棱岩带内,韧性变形相对于早期的花岗斑岩脉较弱,局部构成规模较大的金矿体(如托库孜巴依金矿区西段的 Au26)。

本次对辉长闪长岩脉取样测试结果显示, 岩脉亦属钙碱性系列。根据深成岩 Q-A-P 分类命名图解和生成构造环境判别结果, 初步认为属后造山花岗岩类。

1.3 脉岩的采样位置和岩石学特征

本次共采集锆石 LA-ICP-MS U-Pb 同位素测试样品 3 件, 主要来自于托库孜巴依金矿带西端的Ⅲ号矿床及Ⅳ号矿床(即哲兰德金矿床)。其中Ⅲ号矿床主要以含金辉长闪长岩脉为主, 岩脉遭受了轻

微的剪切变形, 可能与碰撞后的伸展体制有关。Ⅳ号矿床(即哲兰德金矿床)主要以含金花岗斑岩脉为主, 具有较强的糜棱岩化, 可能与碰撞期的韧性剪切作用有关。具体情况见表 1。

2 锆石 LA-ICP-MS U-Pb 同位素分析

2.1 样品采集和分析方法

本次共采集锆石 LA-ICP-MS U-Pb 同位素分析样品 3 件(图 3), 1 件辉长闪长岩脉样品采自托库

表 1 样品采样位置和岩石特征
Table 1 Sampling locations and rock characteristics

样品编号	样品名称	采样位置	岩石特征
0911ZLD-HGY-1	辉长闪长岩	86° 30′ 37″ 48° 09′ 33″	细粒结构, 遭受弱的韧性剪切变形作用, 微细粒黄铁矿(粒径 1~3mm)具有明显的定向排列(图 3)
0911ZLD-SCY-1	花岗斑岩脉	86° 29′ 36″ 48° 10′ 33″	斑状结构, 斑晶 1~2 mm, 具有清晰的熔蚀边, 岩石发育较强烈的糜棱岩化(图 3)
0911ZLD-A06	花岗斑岩脉	86° 29′ 36″ 48° 10′ 33″	斑状结构, 斑晶 1~2 mm, 具有清晰的熔蚀边, 岩石具有较强烈的糜棱岩化

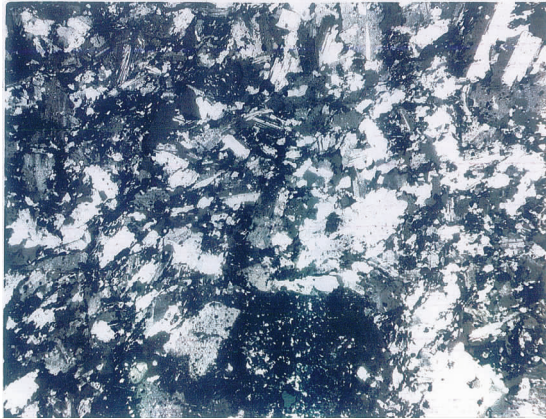
注: 3 件样重均为 70~80kg; 0911ZLD-SCY-1 与 0911ZLD-A06 为采于同一位置的 2 个样



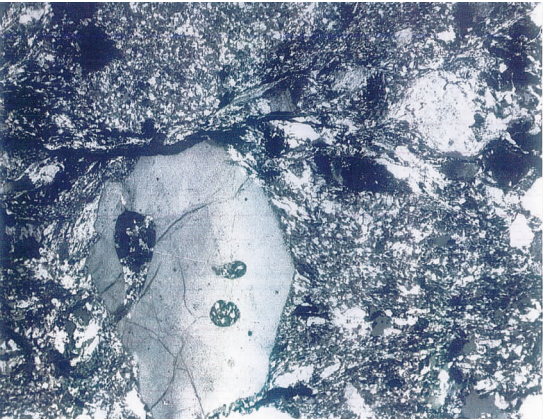
辉长闪长岩(岩心直径 75mm)



糜棱岩化钠长花岗斑岩(岩心直径 75mm)



辉长闪长岩显微照片(单偏光×60)



糜棱岩化钠长花岗斑岩显微照片(单偏光×60)

图 3 辉长闪长岩(左)和糜棱岩化钠长花岗斑岩(右)标本照片及其显微照片

Fig. 3 Photomicrographs of gabbroic diorite (left) and mylonitized albitophyre granite (right)

孜巴依金矿区Ⅲ号矿床西段,2件花岗斑岩脉样品采自Ⅳ号矿床(哲兰德金矿)中部。碎样和锆石挑选由河北省廊坊区域地质矿产调查研究所实验室完成。在双目镜下将锆石颗粒置于环氧树脂中固定、干燥,制成样品靶,然后磨蚀和抛光至锆石核心出露。在光学显微镜下进行透射光与反射光照相,在电子显微镜下进行阴极发光图像拍照(在北京离子探针中心完成),以便在进行 LA-ICP-MS 分析时确定适合分析的锆石颗粒与斑点位置,也使分析后的数据能合理地解释。锆石原位微区测试在中国地质大学地质过程与矿产资源国家重点实验室(GPMR)激光剥蚀等离子体质谱(LA-ICP-MS)仪器上完成,锆石定年分析所用仪器为 Finnigan 型 MC-ICP-MS 及与之配套的 Newwave UP213 激光剥蚀系统。激光剥蚀所用斑束直径 25 μm ,频率为 10Hz,能量密度约为 2.5J/cm²,采用 He 作为剥蚀物质的载气。LA-MC-ICP-MS 激光剥蚀采样采用单点剥蚀的方式,锆石 U-Pb 定年以 GJ-1 为外标,U、Th 含量以锆石 M217 (U=923 $\times 10^{-6}$;Th=439 $\times 10^{-6}$;Th/U=0.475,Nasdala et al,2008)为外标进行校正。测试过程中在每测定 5~7 个样品前后重复测定 2 个锆石 GJ1 对样品进行校正,并测量一个锆石 Plesovice,观察仪器的状态和测试的重现性,锆石标准的重现性在 1%(2 σ)左右。数据处理采用 ICPMSDateCal 程序(Liu et al,2008),测量过程中绝大多数分析点 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}>1000$,未进行普通铅校正, ^{204}Pb 由离子计数器检测, ^{204}Pb 含量异常高的分析点可能受包体等普通 Pb 的影响,对 ^{204}Pb 含量异常高的分析点在计算时剔除,锆石谐和图用 Isoplot 3.0 程序获得,表达式中所列单个数据点的误差均为 1 σ ,年龄加权平均值具 95%的置信度。详细实验室测试过程可参见侯可军等^[4]的文献。本次获得花岗斑岩脉侵位年龄为 384.1Ma $\pm$ 1.5Ma 和 384.7Ma $\pm$ 1.2Ma,获得辉长闪长岩脉年龄为 295.3Ma $\pm$ 3.0Ma。

2.2 锆石特征和测年结果

2.2.1 花岗斑岩脉

本次共采集花岗斑岩脉样品 2 件,来自Ⅳ号矿床中部的同一部位。样品编号分别为 0911ZLD-SCY-1、0911ZLD-A06。LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 同位素分析结果列于表 2,根据这些数据所作的 U-Pb 谐和图见图 6、图 7。文中采用锆石 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 平均年龄。

样品 0911ZLD-SCY-1 进行了 15 个点的分析(图 4),锆石环带清楚,呈短柱状,岩浆特征较明显。Th/U 比值 0.43~0.99。从 U-Pb 谐和图(图 6)上可以看出,大部分样品数据点均位于谐和线附近,表明锆石形成后 U-Pb 体系基本是封闭的,年龄加权平均值为 384.1Ma $\pm$ 1.5Ma(95%置信度,MSWD=0.26),代表花岗斑岩脉的结晶年龄。

样品 0911ZLD-A06 进行了 21 个点的分析(图 5),Th/U 比值 0.39~1.19。从 U-Pb 谐和图(图 6)上可以看出,大部分样品点均位于谐和线附近,年龄加权平均值为 384.7Ma $\pm$ 1.2Ma(95%置信度,MSWD=0.62)。

2 件锆石样品的矿物学特征、年龄数据及其分布特点相同,均能够代表花岗斑岩脉的结晶年龄。

2.2.2 辉长闪长岩脉

采集 1 件样品,样品编号为 0911ZLD-HGY-1,位于Ⅲ号矿床南部。样品 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 同位素分析结果列于表 3,根据这些数据所作的 U-Pb 谐和图见图 9。文中采用锆石 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 平均年龄。

样品进行了 17 个点的分析(图 8),Th/U 比值 0.31~1.15。从 U-Pb 年龄分布图(图 9)上可以看出,大部分样品点均位于谐和线附近。辉长闪长岩脉的锆石年龄分布较分散,大致出现 3 个概率峰值年龄,第一个峰值年龄为 501Ma $\pm$ 4.0Ma(4、5、20 号点 3 个数据),据此推测矿区深部可能存在寒武系火山岩基

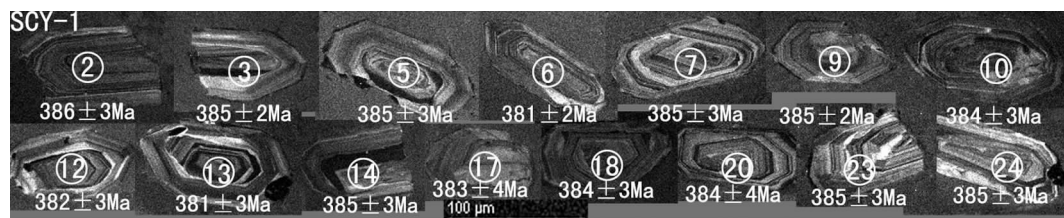


图 4 样品 0911ZLD-SCY-1 锆石 CL 图像

Fig. 4 Cathodoluminescence (CL) images of zircons from sample 0911ZLD-SCY-1

表 2 托库孜巴依金矿花岗岩脉 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 同位素分析结果
Table 2 LA-ICP-MS zircon U-Pb analytical results of granite-porphyry dyke
from the Tuokuzibayi gold deposit

分析点号	²³² Th	²³⁸ U	Th/ U	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	年 龄 /Ma			谐和率
	/10 ⁻⁶	/10 ⁻⁶					²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	
SCY-01-02	221	474	0.47	0.0537±0.0010	0.4579±0.0092	0.0617±0.0005	367 ±72.0	383 ±6.0	386 ±3.0	99
SCY-01-03	445	512	0.87	0.0562±0.0012	0.4778±0.0102	0.0616±0.0004	457 ±48.0	397 ±7.0	385 ±2.0	97
SCY-01-05	164	379	0.43	0.0554±0.0011	0.4701±0.0095	0.0616±0.0004	428 ±46.0	391 ±7.0	385± 3.0	98
SCY-01-06	406	600	0.68	0.0569±0.0011	0.4785±0.0090	0.0610±0.0004	487 ±36.0	397 ±6.0	381 ±2.0	95
SCY-01-07	100	247	0.40	0.0542±0.0016	0.4624±0.0142	0.0616±0.0005	389 ±60.0	386 ±10.0	385 ±3.0	99
SCY-01-09	608	616	0.99	0.0594±0.0011	0.5042±0.0089	0.0615±0.0004	583 ±39.0	415 ±6.0	385 ±2.0	92
SCY-01-10	401	606	0.66	0.0570±0.0011	0.4818±0.0088	0.0614±0.0005	494 ±75.0	399 ±6.0	384 ±3.0	96
SCY-01-12	292	338	0.86	0.0558±0.0014	0.4710±0.0127	0.0611±0.0006	443 ±5.0	392 ±9.0	382 ±3.0	97
SCY-01-13	557	740	0.75	0.0602±0.0013	0.5083±0.0121	0.0609±0.0005	613 ±46.0	417 ±8.0	381 ±3.0	90
SCY-01-14	353	638	0.55	0.0545±0.0010	0.4643±0.0093	0.0615±0.0005	394 ±39.0	387 ±6.0	385 ±3.0	99
SCY-01-17	382	459	0.83	0.0571±0.0015	0.4832±0.0136	0.0613±0.0007	494 ±57.0	400 ±9.0	383 ±4.0	95
SCY-01-18	189	378	0.50	0.0559±0.0011	0.4739±0.0098	0.0615±0.0005	456 ±17.0	394± 7.0	384 ±3.0	97
SCY-01-20	138	365	0.38	0.0546±0.0013	0.4617±0.0118	0.0613±0.0006	394 ±56.0	385 ±8.0	384 ±4.0	99
SCY-01-23	214	438	0.49	0.0553±0.0012	0.4691±0.0098	0.0615±0.0005	433 ±48.0	391 ±7.0	385 ±3.0	98
SCY-01-24	161	365	0.44	0.0556±0.0014	0.4724±0.0116	0.0615±0.0005	439 ±53.0	393 ±8.0	385 ±3.0	97
A06-1	308	511	0.60	0.0594±0.0013	0.5058±0.0099	0.0619±0.0005	583±14.0	416± 7.0	387±3.0	92
A06-2	214	481	0.44	0.0557±0.0012	0.4688±0.0103	0.0608±0.0004	439± 48.0	390± 7.0	380±3.0	97
A06-3	85.9	220	0.39	0.0528±0.0016	0.4449±0.0133	0.0610±0.0005	320± 67.0	374± 9.0	382±3.0	97
A06-4	248	436	0.57	0.0593±0.0014	0.5060±0.0116	0.0618±0.0005	576± 50.0	416± 8.0	386±3.0	92
A06-5	268	507	0.53	0.0549±0.0013	0.4622±0.0108	0.0610±0.0005	409± 54.0	386± 7.0	382±3.0	98
A06-6	292	412	0.71	0.0545±0.0014	0.4634±0.0123	0.0614±0.0005	391± 62.0	387± 9.0	384±3.0	99
A06-7	274	488	0.56	0.0546±0.0012	0.4605±0.0105	0.0610±0.0004	394± 56.0	385± 7.0	382±3.0	99
A06-8	248	434	0.57	0.0547±0.0012	0.4693±0.0106	0.0619±0.0004	467± 50.0	391± 7.0	387±2.0	99
A06-9	302	549	0.55	0.0565±0.0012	0.4832±0.0100	0.0620±0.0005	472± 42.0	400±7.0	388±3.0	96
A06-10	140	358	0.39	0.0591±0.0016	0.4989±0.0147	0.0609±0.0005	572± 59.0	411±10.0	381±3.0	92
A06-11	379	621	0.61	0.0569±0.0012	0.4837±0.0113	0.0613±0.0005	487± 80.0	401±8.0	384±3.0	95
A06-12	245	498	0.49	0.0588±0.0013	0.5002±0.0112	0.0615±0.0004	561± 44.0	412±8.0	384±2.0	93
A06-14	647	703	0.92	0.0531±0.0010	0.4510±0.0087	0.0615±0.0004	332± 43.0	378±6.0	385±2.0	98
A06-15	278	517	0.54	0.0523±0.0012	0.4414±0.0093	0.0613±0.0004	298± 47.0	371±7.0	384±2.0	96
A06-18	294	530	0.55	0.0555±0.0011	0.4739±0.0095	0.0617±0.0004	435± 46.0	394±7.0	386±3.0	98
A06-19	341	586	0.58	0.0565±0.0012	0.4822±0.0108	0.0616±0.0005	472± 42.0	400±7.0	385±3.0	96
A06-20	240	486	0.49	0.0577±0.0015	0.4922±0.0130	0.0617±0.0006	520± 57.0	406±9.0	386±3.0	94
A06-21	309	523	0.59	0.0537±0.0013	0.4596±0.0114	0.0619±0.0005	367± 56.0	384±8.0	387±3.0	99
A06-23	532	445	1.19	0.0611±0.0014	0.5191±0.0119	0.0615±0.0005	643± 53.0	425±8.0	384±3.0	90
A06-25	196	425	0.46	0.0556±0.0014	0.4735±0.0117	0.0615±0.0005	439± 56.0	394±8.0	385±3.0	97
A06-27	227	402	0.56	0.0545±0.0018	0.4671±0.0147	0.0621±0.0005	391± 74.0	389±10.0	388±3.0	99

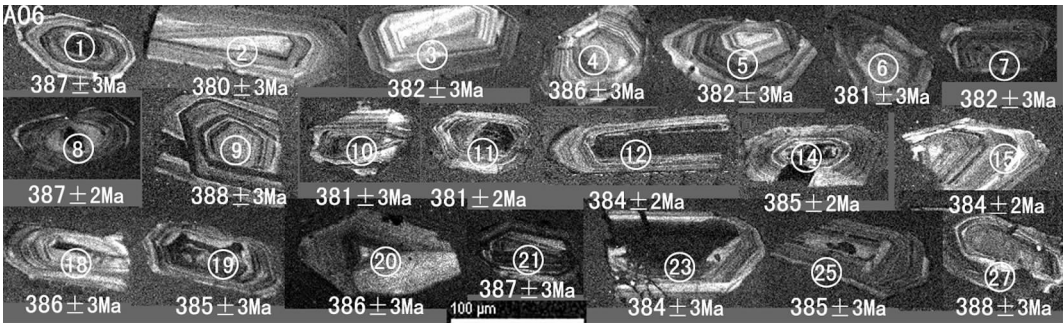


图 5 样品 0911ZLD-A06 锆石 CL 图像

Fig. 5 Cathodoluminescence (CL) images of zircons from sample 0911ZLD-A06

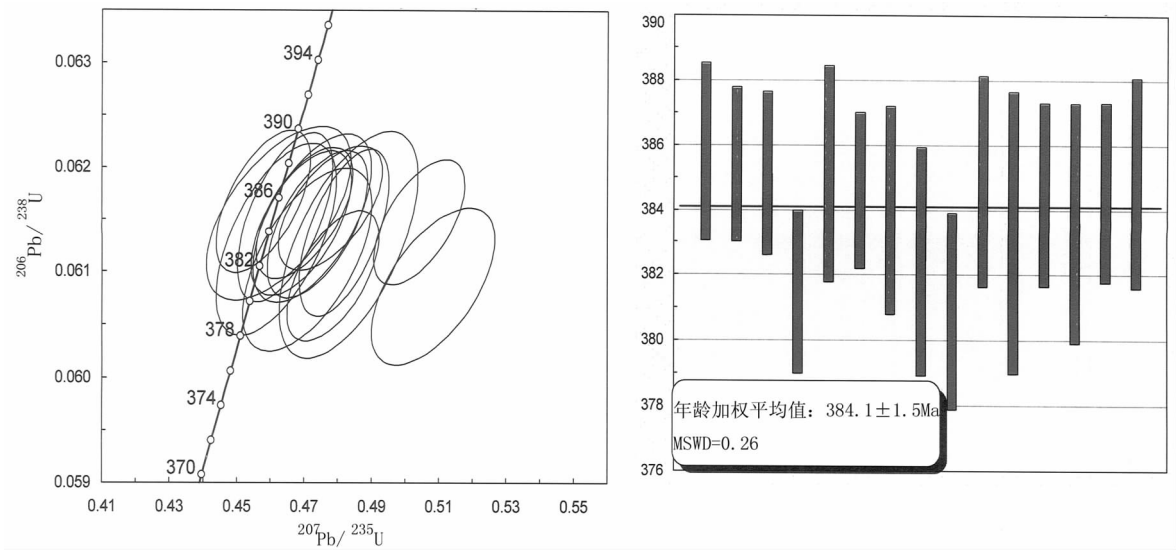


图 6 托库孜巴依金矿花岗斑岩脉样品 0911ZLD-SCY-1 锆石 U-Pb 谐和图

Fig. 6 LA-ICP-MS zircon U-Pb concordia diagram for granite-porphyry dyke (sample 0911ZLD-SCY-1) from the Tuokuzibayi gold deposit

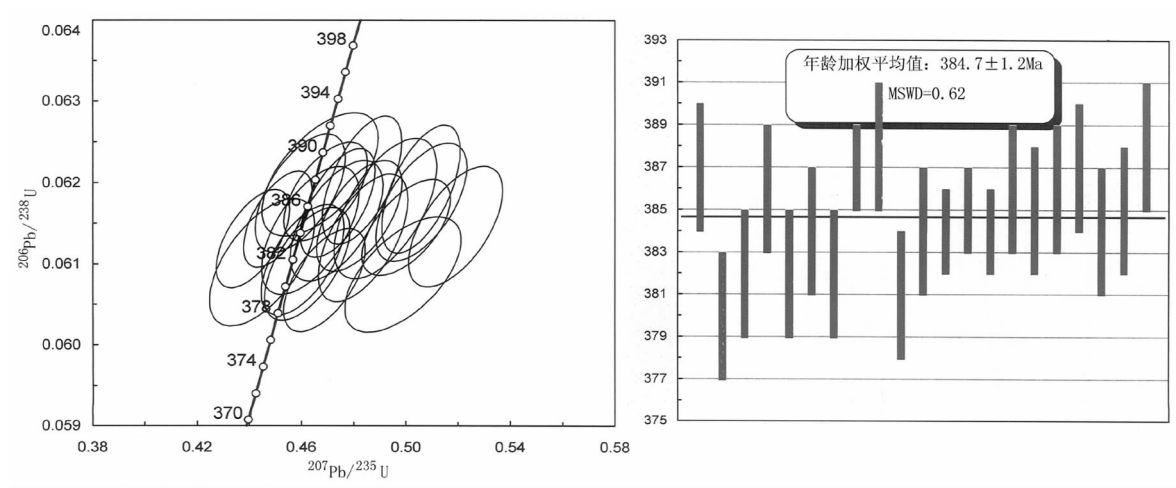


图 7 托库孜巴依金矿花岗斑岩脉样品 0911ZLD-A06 锆石 U-Pb 谐和图

Fig. 7 LA-ICP-MS zircon U-Pb concordia diagram of granite-porphyry dyke (sample 0911ZLD-A06) from the Tuokuzibayi gold deposit

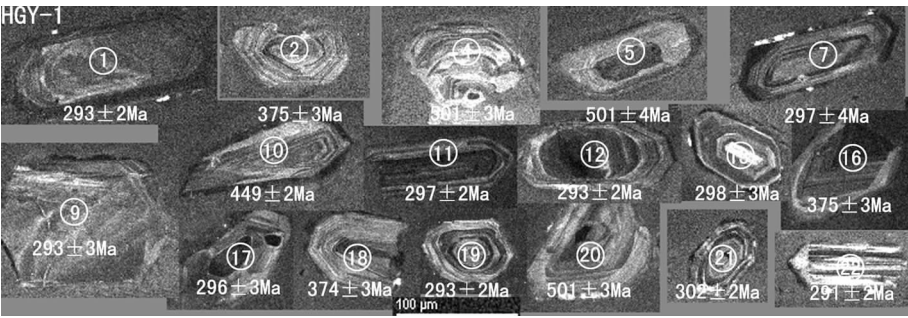


图 8 样品 0911ZLD-HGY-1 锆石 CL 图像

Fig. 8 Cathodoluminescence (CL) images of zircons from sample 0911ZLD-HGY-1

表 3 托库孜巴依金矿闪长岩脉锆石 LA-ICP-MS U-Th-Pb 同位素分析结果
Table 3 LA-ICP-MS zircon U-Pb analytical results of diorite
dyke from the Tuokuzibayi gold deposit

分析点号	²³² Th /10 ⁻⁶	²³⁸ U /10 ⁻⁶	Th/U	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	年 龄 /Ma			谐和率
							²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	/%
HGY-01-01	169	308	0.55	0.0541±0.0014	0.3458±0.0090	0.0465±0.0004	372±55.0	302±7.0	293±2.0	97
HGY-01-02	296	404	0.73	0.0550±0.0014	0.4551±0.0115	0.0599±0.0004	413±56.0	381±8.0	375±3.0	98
HGY-01-04	205	390	0.53	0.0646±0.0018	0.7222±0.0201	0.0809±0.0006	761±57.0	552±12.0	501±3.0	90
HGY-01-05	514	780	0.66	0.0578±0.0009	0.6457±0.0108	0.0808±0.0007	524±40.0	506±7.0	501±4.0	99
HGY-01-07	549	645	0.85	0.0542±0.0012	0.3510±0.0069	0.0472±0.0006	389±48.0	305±5.0	297±4.0	97
HGY-01-09	194	618	0.31	0.0538±0.0010	0.3436±0.0062	0.0465±0.0005	361±44.0	300±5.0	293±3.0	97
HGY-01-10	1643	1431	1.15	0.0592±0.0008	0.5912±0.0078	0.0722±0.0004	576±32.0	472±5.0	449±2.0	95
HGY-01-11	591	922	0.64	0.0519±0.0011	0.3380±0.0071	0.0471±0.0004	280±48.0	296±5.0	297±2.0	99
HGY-01-12	264	682	0.39	0.0548±0.0011	0.3523±0.0068	0.0465±0.0003	406±44.0	306±5.0	293±2.0	95
HGY-01-13	266	480	0.55	0.0544±0.0014	0.3546±0.0092	0.0473±0.0005	387±57.0	308±7.0	298±3.0	96
HGY-01-16	231	524	0.44	0.0534±0.0011	0.4407±0.0096	0.0599±0.0006	346±50.0	371±7.0	375±3.0	98
HGY-01-17	231	415	0.56	0.0580±0.0014	0.3745±0.0090	0.0469±0.0004	528±54.0	323±7.0	296±3.0	91
HGY-01-18	369	563	0.66	0.0542±0.0012	0.4473±0.0098	0.0597±0.0004	389±48.0	375±7.0	374±3.0	99
HGY-01-19	441	762	0.58	0.0569±0.0012	0.3652±0.0075	0.0466±0.0004	487±79.0	316±6.0	293±2.0	92
HGY-01-20	797	1006	0.79	0.0597±0.0009	0.6662±0.0098	0.0808±0.0005	594±36.0	518±6.0	501±3.0	96
HGY-01-21	271	392	0.69	0.0590±0.0018	0.3885±0.0117	0.0479±0.0004	565±67.0	333±9.0	302±2.0	90
HGY-01-22	310	548	0.57	0.0541±0.0012	0.3443±0.0080	0.0461±0.0004	372±55.0	300±6.0	291±2.0	96

底;第二个峰值年龄为 374.7Ma±3.0Ma(2、16、18 号点 3 个数据),与花岗斑岩脉年龄较接近,推测闪长岩脉侵位过程中穿插了早期的花岗斑岩脉;第三个峰值数据较多(10 个数据),年龄为 295.3Ma±3.0Ma,应代表闪长岩脉的结晶年龄。

3 结论及地质意义

阿尔泰金矿带西段的几个主要金矿床均经历了早、晚 2 期脉岩活动,且与金矿化关系密切。本次锆

石 LA-ICP-MS U-Pb 年代学研究工作较可靠地确定了早期侵入的花岗斑岩脉年龄为 384.4Ma±1.5Ma,属中泥盆世,与侵入地层托克萨雷组的时代相当,应属古亚洲洋板块向北俯冲体制下的产物。岩脉遭受了强烈的韧性剪切变形,具有较好金矿化,大量的岩浆热液来源的 H、O 同位素证据证实了这一点。在托库孜巴依金矿哲兰德矿段,有部分金矿体赋存在该期脉岩中。花岗斑岩脉的侵入活动时期是阿尔泰金矿带最早的金成矿期。

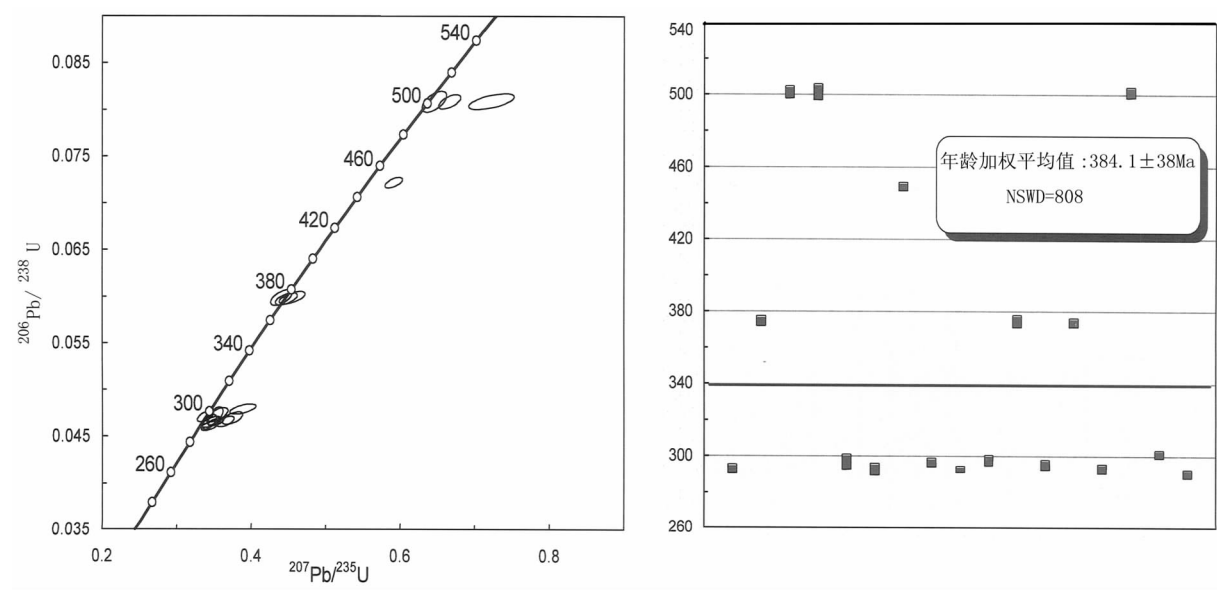


图 9 托库孜巴依金矿区闪长岩脉锆石 U-Pb 谐和图

Fig. 9 LA-ICP-MS zircon U-Pb concordia diagram of diorite dyke from the Tuokuzibayi gold deposit

托库孜巴依金矿区辉长闪长岩脉较发育,本次锆石 LA-ICP-MS U-Pb 年代学研究发现,脉岩内锆石来源较复杂,脉岩侵位过程中可能俘获了基底火山岩地层,并且穿插了早期的花岗斑岩脉,但多数锆石年龄集中在 $295.3\text{Ma} \pm 3\text{Ma}$ 左右,应代表闪长岩脉的结晶年龄,属晚石炭世末或早二叠世初,应是区域构造由挤压向伸展转换期的产物。辉长闪长岩脉仅有轻微的剪切变形。托库孜巴依金矿区、吉拉拜金矿区均有大量金矿体赋存在辉长闪长岩脉内,说明该期脉岩侵入活动期也是一期重要的成矿作用期。

致谢: 野外工作得到新疆地矿局第十一地质队《新疆哈巴河县哲兰德金矿普查》项目组成员的支

持,审稿专家对本文提出了宝贵的意见,在此一并表示感谢。

参考文献

[1]袁洪林,吴福元,高山,等.东北地区新生代侵入岩体的锆石激光探针 U-Pb 年龄测定与稀土元素成分分析[J].科学通报,2003,48(14): 1511-1520.

[2]陈克强,党延霞,董永观,等.新疆阿勒泰赛都金矿含金石英脉锆石 U-Pb 年龄及其地质意义[J].矿产勘查,2010,1(3):229-233.

[3]程忠富,芮行健.哈巴河县赛都金矿成矿特征探讨[J].新疆地质,1996,14(3):247-254.

[4]侯可军,李延河,田有荣. LA-MC-ICP-MS 锆石微区原位 U-Pb 定年技术[J]. 矿床地质,2009,28(4):481-492.

① 新疆地矿局第十一地质队. 新疆哈巴河县托库孜巴依金矿普查-详查及新疆哈巴河县哲兰德金矿普查.2004-2007.