

北山地区白山堂铜多金属矿区岩浆岩锆石 LA-ICP-MS U-Pb 年代学及其地质意义

陕 亮^{1,2} 许荣科³ 郑有业^{1,3} 张雨莲⁴ 曹 亮⁵ 庞迎春⁵

(1. 中国地质大学(北京)地球科学与资源学院,北京 100083;2. 中国地质调查局发展研究中心,北京 100037;
3. 中国地质大学(武汉)地质调查研究院,湖北 武汉 430074;4. 中国地质调查局西安地质调查中心,陕西 西安
710054;5. 中国地质调查局武汉地质调查中心,湖北 武汉 430223)

摘要: 北山地区是中国重要成矿区带之一。白山堂铜多金属矿是北山地区最重要的斑岩铜矿之一。本文采用锆石 LA-ICP-MS U-Pb 定年法测定了白山堂矿区 I 矿带两类含矿斑岩的同位素年龄。获得的花岗斑岩锆石加权平均年龄(275.0±3.0)Ma(MSWD=1.17),代表了花岗斑岩的结晶年龄(早二叠世)。在流纹斑岩中获得两组年龄,一组系结晶较好的岩浆锆石,加权平均年龄为(371.1±2.8)Ma(MSWD=1.7),表明流纹斑岩的结晶年龄为晚泥盆世;另一组锆石为继承锆石,晶形明显磨圆或包裹于第一组岩浆锆石中,年龄分别为(2627±35)Ma, (2598±35)Ma, (1705±44)Ma, (1722±48)Ma, (1642±51)Ma, (1213±54)Ma,大致分为 26 亿年、17 亿年、12 亿年左右的 3 类。结合地球化学特点,确定流纹斑岩可能与中上地壳在泥盆纪的重熔有关。

关键词: 白山堂;斑岩铜矿;锆石 LA-ICP-MS;北山

中图分类号: P597+.3;P618.41 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-3657(2013)05-1600-12

1 引言

东天山—北山成矿省是中国境内古亚洲成矿域的重要组成部分^[1]。其中,北山成矿带位于新疆、甘肃、内蒙古交接区域,构造复杂,岩浆活动强烈,蕴含丰富的矿产资源。近年来,在西侧东天山斑岩铜矿带发现了土屋—延东大型铜矿田^[2-3],其中土屋铜矿资源量达 465 万 t^[4];在东侧中蒙边境加拿大艾文豪矿业公司更是发现了由 8 个同期矿床组成的欧玉陶勒盖超大型斑岩型铜金矿田,其铜金属量 2630 万 t,平均品位 0.96%;金储量 1058 t,平均品位 0.52×10⁻⁶⁵⁻⁹。两者中间的北山成矿带,早已发现公婆泉、白山堂、辉铜山等斑岩—矽卡岩型铜矿床^[7-10]。近年来许荣科等在公婆泉矿床深部找矿新探获铜资源量(332+333)约 7

万 t,白山堂近矿外围发现了月龙铜铅矿^[11]及其他斑岩型、矽卡岩型铜多金属矿。但与土屋—延东、欧玉陶勒盖矿田的轰动性找矿进展相比,北山地区最近在斑岩—矽卡岩型矿床找矿方面的成果与其成矿潜力非常不对称。究其原因,与典型矿床的研究不足有较大关系,尤其是该区年代学研究目前相对薄弱。虽然该地区已积累不少的同位素测年数据,但仅有极少量的高水平测试数据^[12-14]。绝大部分数据以 K-Ar 法结果为主,少部分为 Rb-Sr 法结果等。

白山堂铜矿床是北山地区已探明的中型铜矿床之一,有多位学者从不同角度对该矿床开展了研究工作^[8-9,15-21]。对该矿床与成矿相关的花岗斑岩和流纹斑岩,前人曾获得两个斑岩的 Rb-Sr 同位素等时线年龄^[8]及 K-Ar 法年龄^[15]。

收稿日期:2012-10-30;改回日期:2013-03-05

基金项目:中国地质调查局新一轮国土资源大调查项目“西部重要成矿带选区研究”(1212010531504)资助。

作者简介:陕亮,男,1984 年生,博士生,工程师,矿床学专业,主要从事地质调查战略规划部署研究工作;E-mail:shanlianggongzuo@126.com。

通讯作者:许荣科,男,1968 年生,博士,矿产普查与勘探专业,副教授,主要从事基础地质与矿床地质研究工作;E-mail:xurongke1968@126.com。

鉴于 K-Ar 法固有的不足和 Rb-Sr 同位素体系封闭温度不高(约 600°C),易受后期热事件扰动,而该区岩浆热事件频发,极易形成干扰的情况,前人获得的 Rb-Sr 同位素等时线年龄及 K-Ar 法年龄与斑岩体成岩、成矿之间的关系并不确定,难以在此基础上对侵入岩的生成演化、成矿作用时限做出精确判断。考虑到锆石 U-Pb 体系封闭温度高(超过 850°C,甚至可达 1000°C)^[2],能很好保留同位素信息;岩浆岩锆石 LA-ICP-MS 定年方法现已十分成熟^[23],因此笔者在参与原中国地质大学(武汉)承担中国地质调查局部署的新一轮国土资源大调查项目“西部重要成矿带选区研究”过程中,对这一矿床流纹斑岩和花岗斑岩开展了锆石 LA-ICP-MS U-Pb 定年研究,以期能揭示成岩时间,为进一步的研究奠定基础。

白山堂铜矿共分 4 个矿带,其中 I 矿带占有矿区绝大部分储量。I 矿带出露岩性主要有流纹斑岩、英安斑岩、石英粗面岩及角砾熔岩的杂岩体^[15]及斜长花岗斑岩岩脉、石板泉花岗岩(图 1)。(为便于表述,下文统一用“流纹斑岩”特指流纹斑岩杂岩体,

“花岗斑岩”特指斜长花岗斑岩岩脉)。

其中,流纹斑岩南部被石板泉花岗岩截断,与花岗斑岩未见接触穿插关系;花岗斑岩呈脉状从南部石板泉花岗岩中穿出^[17]。花岗斑岩走向 NNE、NW;长 1~3 km,最长 7 km,宽约 10m 不等^[16]。石板泉花岗岩大面积出露于南部,肉红色,中细粒,还包含大量脉群,部分已延续到岩体外。I 矿体产于流纹斑岩与围岩铅炉子沟群接触处。长约 1230 m,平均厚度为 5.58 m,最厚 13 m。上缓下陡,深部连续,未尖灭变窄^[17]。钻探发现矿体深部有隐伏花岗岩^[24]。II 矿体为近年新发现并开采,产于花岗斑岩与围岩铅炉子沟群接触处,产状与 I 矿体基本一致,绝大部分隐伏。

2 样品特征与测试方法

本次工作采集了与成矿相关的花岗斑岩(BST-1)和流纹斑岩(BST-11),以分选出锆石,样品采样位置见图 1。其地质特征与前人观察^[8,25]基本一致,样品特征如下:

花岗斑岩:花岗结构,块状构造。由斜长石、钾长

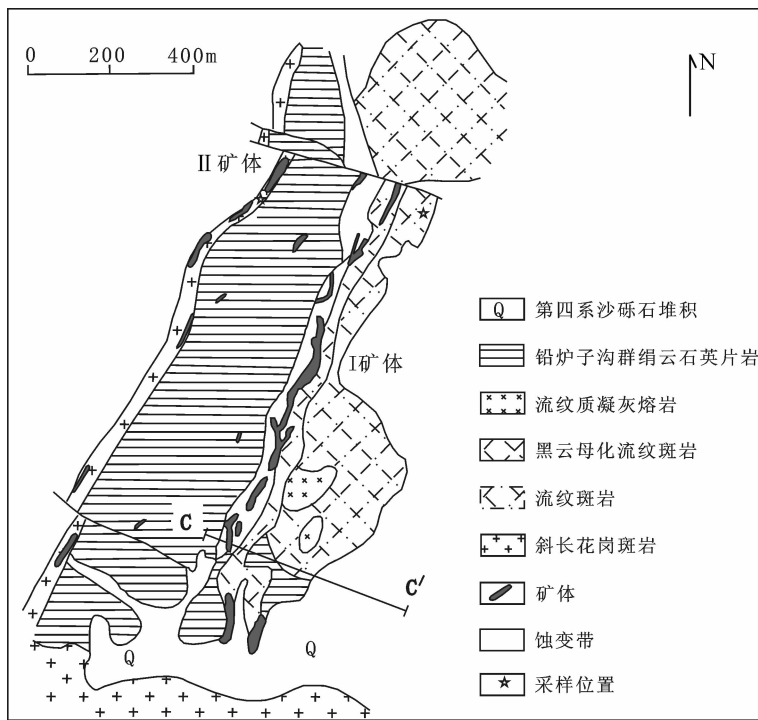


图 1 白山堂铜多金属矿 I 矿带地质简图(据文献[8-9]修编)

Fig.1 Simplified geological map of zone I in the Baishantang copper deposit(modified after References 8 and 9)

石、石英和少量黑云母组成。矿物粒径为 0.3~1.2 mm。斜长石呈半自形粒状晶,钾长石、石英呈他形粒状,黑云母呈自形晶。斜长石呈板条状,发育钠长双晶,折光率法测得为更长石。钾长石为正长石,表面见较弱的粘土化,局部见石英与钾长石相互交生形成显微文象结构。黑云母含量较少,呈片状自形晶零星镶嵌于斜长石、钾长石之间。几乎不见造岩矿物后期熔融、溶蚀等系列现象。

流纹斑岩: 地表为浅紫灰色,深部灰绿-灰黑色,块状构造。岩石由斑晶和基质两部分组成,具斑状结构。斑晶约占 10%~30%,常见石英、钾长石、酸性斜长石。石英呈他形粒状,因溶蚀呈浑圆状,0.5~1.5 mm 不等,个别呈港湾状;钾长石呈他形粒状晶,大小多在 0.3~0.85 mm,属正长石。基质为细粒-霏细粒结构,矿物粒径在 0.1 mm 以下,由微晶质钾长石、石英及微量绿帘石、锆石、斜长石、碳酸盐、铁矿物、金红石、榍石等组成^[25]。钾长石、石英呈显微他形粒状结构,斜长石呈半自形板状。矿物组成以钾长石、石英含量为主,少量具有较弱绢云母化的斜长石。另外,流纹斑岩具有明显的脱玻化火山物质、石英岩岩屑、碎屑状石英及斜长石、团块状石英和长石斑晶,具花岗结构、显微鳞片-粒状变晶结构、不等粒变晶结构和角砾状构造、流纹构造及斑状构造,造岩矿物熔融、溶蚀、变质交代和重结晶现象发育,并观察到了波状消光、次生显微脉等现象。

样品破碎和锆石分选由中国地质大学(武汉)选矿实验室完成。锆石制靶由中国地质大学(武汉)地质过程与矿产资源国家重点实验室(GPMR)完成,北京离子探针中心完成阴极射线发光显微照像(CL)。笔者结合显微镜反射光和透射光条件,观察锆石内部结构,排除裂隙和包裹体后,对锆石靶进行选点测试。激光剥蚀电感耦合等离子体质谱(LA-ICP-MS)微区分析在 GPMR 实验室进行。激光系统波长:193 nm。激光能量:>200 mJ(10Hz, 30KV)。脉冲频率:1-20Hz。能量稳定性:2%。实验中采用 He 作为剥蚀物质的载气,用美国国家标准技术研究院研制的人工合成硅酸盐玻璃标准参考物质 NIST SRM610 进行仪器最佳化。采样方式为单点剥蚀。数据采集选用一个质量峰一点的跳峰方式。每完成 4~5 个测点的样品测定,加测标样一次,在所测锆石样品分析点前后各测 2 次 NIST SRM610。分析激光束斑直径为 24 μm 。U-Th-Pb 同位素组成分析以国

际标准锆石 91500 作为外标,NIST 610 作为内标,微量元素测试以锆石 91500 作为外标,²⁹Si 作为内标。实验获得数据采用 Anderson 的 3D 坐标法进行同位素比值校正,以扣除普通 Pb 影响。采用年龄为 ²⁰⁶Pb/²³⁸U 年龄,其加权平均值的误差为 2 σ 。原始数据处理和锆石 U-Pb 谐和图绘制采用美国伯克利大学 Ludwig 博士 2003 年编写的 Isoplot 3.0 程序。普通铅校正根据实测 ²⁰⁴Pb 进行。年轻锆石年龄以 ²⁰⁶Pb/²³⁸U 年龄加权平均值和谐和年龄计算值为参考,800 Ma 以上的古老锆石年龄主要考虑分析过程中 Pb 同位素之间分馏,参考 ²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb 年龄加权平均值。具体分析流程、原理、条件等已有诸多文献详细介绍,不再罗列。

3 测试结果

3.1 花岗斑岩

花岗斑岩样品(BST-1),锆石颗粒无色或浅黄色,透明,粒径一般在 150-200 μm 。大部分具有完好晶形,多为半自形到自形,长宽比在 1.5~2.5 之间。颗粒形态大多细长的长轴状-粗短的短轴状,少数为近乎等轴状。极少数为不规则状形态。与流纹斑岩相比,不见溶蚀磨圆等改造特征。CL 揭示大部分锆石颗粒具有清晰的岩浆振荡环带(图 2),具有典型岩浆锆石特征。仅 2 号测点所在锆石显示岩浆环带受到了后期热液改造的影响。

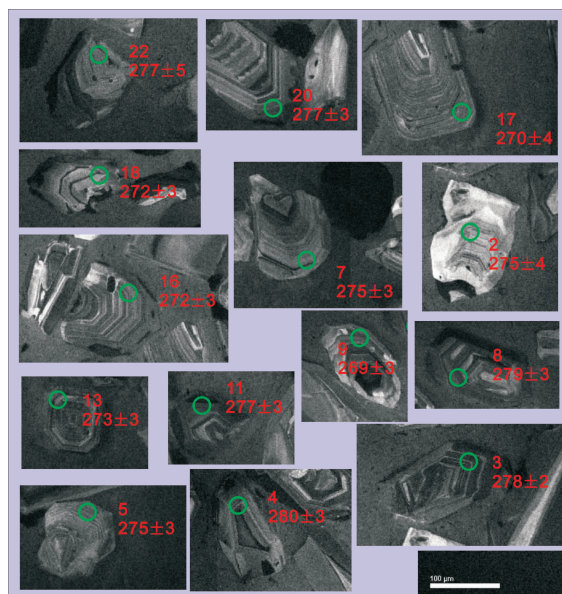


图 2 花岗斑岩锆石 CL 图

Fig.2 Zircon CL photograph of granite porphyry

本次共选择 2、3、4、5、7、9、11、13、16、17、18、20、22 号共 13 个点进行测试, 结果见表 1。测试发现, Th 含量范围为 $76 \times 10^{-6} \sim 878 \times 10^{-6}$; U 为 $158 \times 10^{-6} \sim 1674 \times 10^{-6}$; Th/U 比值在 0.37~0.84。岩浆锆石的 Th/U 比值一般大于 0.4^[26]甚至 0.3^[27], 显然花岗斑岩锆石 Th/U 比值与岩浆锆石的比值较为符合。

13 个测试点的 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄值非常集中, 主要分布于 269~280 Ma, 且整体十分谐和(图 3, 表 1)。其加权平均年龄为 $(275.0 \pm 3.0)\text{Ma}$ (MSWD=1.17)(图 3), 对应早二叠世, 应代表花岗斑岩的结晶年龄。

3.2 流纹斑岩

流纹斑岩样品(BST-11)中锆石(图 4)可分为两组共三类(第一组即第一类, 第二组包括第二类、第三类)。

第一类锆石(如 4、5、6、9、11、13~16、24、25、30、32 等)占有所有颗粒的大多数, 无色或浅黄色, 透明, 形态多长轴状—短轴状, 棱角分明。部分为近等轴状, 晶形多半自形到自形, 粒径一般为 $80 \sim 350 \mu\text{m}$, 长宽比为 1~1.5, 少数长轴状颗粒可达 5.5。CL 图像分析发现具有清晰明显的韵律环带, 与曾乔松等^[28]所述原生岩浆锆石特征非常相似, 应属于岩浆锆石。此外, CL 图像中还发现该类锆石颗粒的边部(11 号、30 号等)具有类似朱永峰等^[29]、唐俊华等^[30]介绍的热液锆石增生边的特征, 应属于不具有阴极发光等岩浆锆石特征的热液类锆石, 但由于其太窄小, 不具备条件, 所以未测试其形成年龄。

在这一类锆石中选择了 4、5、6、9、11、13、14、

15、16、24、25、29、30、32 等 14 个测试点进行分析, 结果见表 2。分析发现, Th、U 含量变化范围均较大(Th 含量 $86 \times 10^{-6} \sim 448 \times 10^{-6}$, U 含量 $125 \times 10^{-6} \sim 1164 \times 10^{-6}$)。Th/U 总体上变化于 0.24~0.85, 均高于变质锆石的 Th/U 比值(一般低于 0.1)^[26], 接近于岩浆锆石(Th/U 比值一般大于 0.3)^[27], 与前文形貌学研究结果一致。测试获得 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄范围分布在 364~379 Ma, 非常集中。U-Pb 年龄谐和均一, 均落在 U-Pb 谐和曲线上(图 5)。上述 14 个数据的加权平均年龄为 $(371.1 \pm 2.8)\text{Ma}$ (MSWD=1.7)(图 5), 对应于晚泥盆世, 代表流纹斑岩的结晶年龄。

第二类锆石(如 2、8、12、23、27 号等)颜色也主要为无色或浅黄色, 晶形呈等轴状, 长宽比近于 1, 外观形态不同于第一类锆石的棱角分明, 略浑圆圆滑。锆石 CL 特征表现为特征的亮白色与暗灰色两种截然不同的阴极发光强度, 构成斑杂状(12、27 号)或明显的重结晶镶边(2 号), 显示了变质锆石的特点。变质锆石既可以是新生的锆石, 也可以是变质过程中对原有锆石不同程度的改造^[31]。其中 2 号锆石核心和 27 号锆石边部均残留韵律环带和 2 号锆石边部明显的重结晶镶边指示了岩浆锆石受改造的特征; 27 号锆石形态简单, 明显不同于一般晶面众多的变质锆石^[32], 有可能也属于变质改造的岩浆锆石。

在这一类锆石中选择上述 2、8、12、23、27 号 5 个测点进行分析(图 5, 表 2), 其中 2 号和 23 号测点, 27 号和 8 号测点均位于同一锆石的不同 CL 强度部位。分析发现, Th 含量变化范围较大($36 \times 10^{-6} \sim$

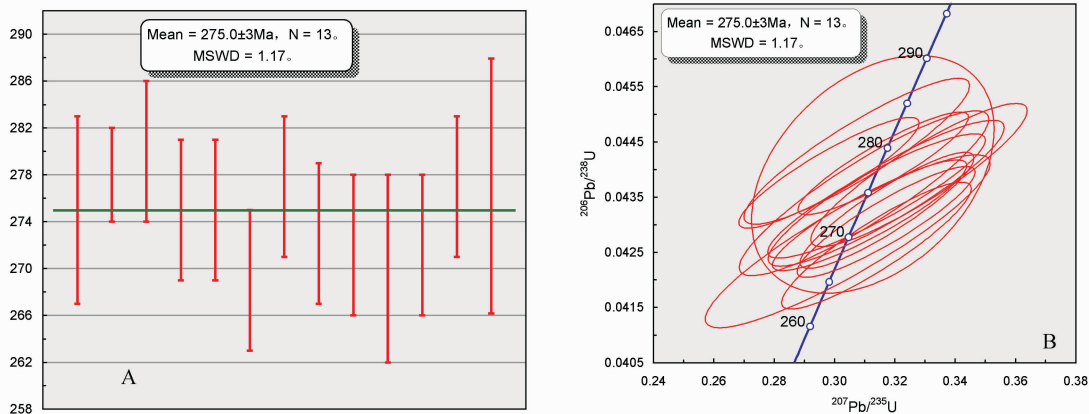


图 3 花岗斑岩锆石 U-Pb 谐和曲线图

A—锆石 U-Pb 年龄加权平均值; B—锆石 U-Pb 谐和曲线图

Fig.3 Zircon U-Pb concordia diagram of granite porphyry

A—Weighted mean U-Pb ages of zircon; B—Zircon U-Pb concordia diagram

表 1 花岗斑岩锆石同位素比值及 U-Pb 年龄
Table 1 Zircon isotopic ratios and U-Pb ages of granite porphyry

测试点号	Pb/10 ⁻⁶	Th/10 ⁻⁶	U/10 ⁻⁶	Th/U	同位素比值				年龄/Ma							
					²⁰⁷ Pb/ ²¹⁶ Pb	1 σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	1 σ	²¹⁰ Pb/ ²³⁸ U	1 σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	1 σ	²¹⁰ Pb/ ²³⁸ U	1 σ		
BST-1 02	6	186	388	0.48	0.0515	0.0025	0.3098	0.0169	0.0436	0.0006	264	110	274	13	275	4
BST-1 03	18	624	1372	0.45	0.0519	0.0013	0.3161	0.0115	0.0441	0.0004	278	58	279	9	278	2
BST-1 04	13	442	833	0.53	0.0501	0.0019	0.3074	0.0153	0.0443	0.0005	196	88	272	12	280	3
BST-1 05	7	248	565	0.44	0.0525	0.0019	0.3171	0.0160	0.0436	0.0005	306	83	280	12	275	3
BST-1 07	9	306	602	0.51	0.0526	0.0021	0.3139	0.0147	0.0435	0.0005	311	90	277	11	275	3
BST-1 09	14	452	1067	0.42	0.0533	0.0017	0.3139	0.0128	0.0426	0.0005	336	74	277	10	269	3
BST-1 11	14	470	968	0.49	0.0541	0.0019	0.3280	0.0147	0.0439	0.0005	376	77	288	11	277	3
BST-1 13	17	551	1062	0.52	0.0531	0.0014	0.3174	0.0118	0.0433	0.0004	333	62	280	9	273	3
BST-1 16	10	348	952	0.37	0.0522	0.0015	0.3116	0.0132	0.0432	0.0004	294	67	275	10	272	3
BST-1 17	20	654	1674	0.39	0.0510	0.0027	0.3044	0.0193	0.0427	0.0006	236	121	270	15	270	4
BST-1 18	16	568	958	0.59	0.0534	0.0016	0.3171	0.0120	0.0430	0.0004	340	67	280	9	272	3
BST-1 20	12	377	932	0.40	0.0493	0.0016	0.2981	0.0122	0.0439	0.0004	152	77	265	10	277	3
BST-1 22	21	472	858	0.55	0.0518	0.0027	0.3127	0.0164	0.0439	0.0009	276	119	276	13	277	5

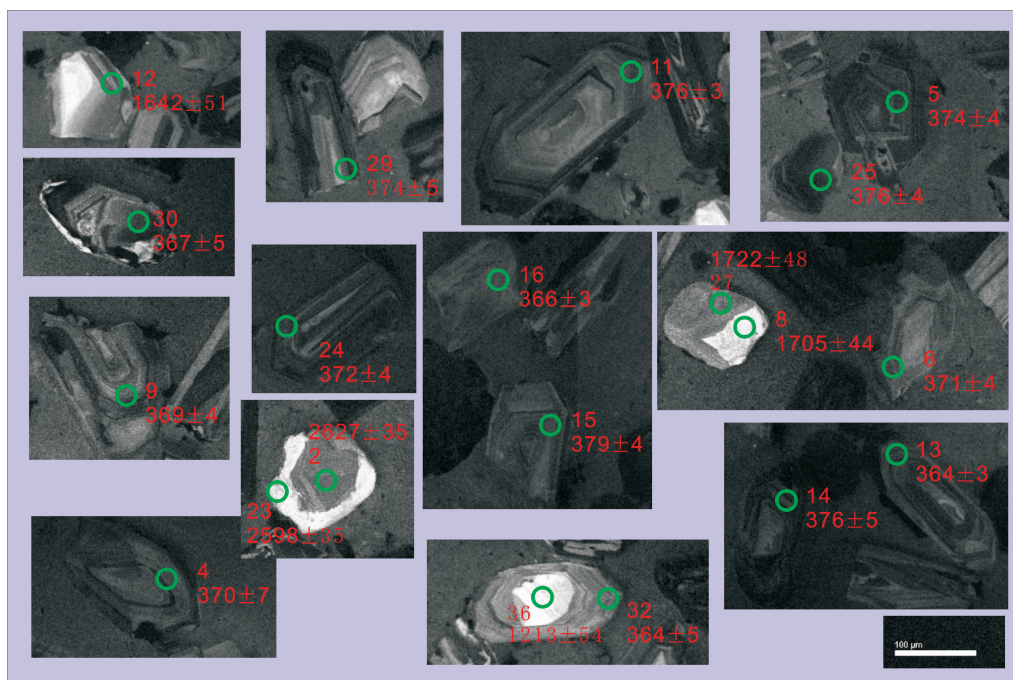


图 4 流纹斑岩锆石 CL 图
Fig.4 Zircon CL photograph of rhyolite porphyry

108×10^{-6}); U 含量变化范围为 $59 \times 10^{-6} \sim 291 \times 10^{-6}$; Th/U 比值变化于 0.37~1.06, 高于变质锆石 Th/U 比值(一般低于 0.1), 也符合典型岩浆锆石的 Th/U 特征(一般大于 0.4 甚至 0.3)^[26-27]。²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb 年龄主要集中于 $(2627 \pm 35) \text{Ma} \sim (2598 \pm 35) \text{Ma}$ (2, 23 号) 和 $(1722 \pm 48) \text{Ma} \sim (1642 \pm 51) \text{Ma}$ (8, 27, 12 号), 可能分别代表了 2600 Ma 和 1700 Ma 的两次岩浆活动。

第三类锆石具有典型的核幔结构, 如 36 号测点, 其外形棱角分明, CL 图像显示幔部韵律清晰, 属于典型的岩浆锆石, 核部为呈银白色无分带的不规则状锆石, 显然与第二类类似, 同属于继承锆石。对锆石核幔分别打点(32, 36 号)测试。核、幔部的 Th、U 含量相差 4~10 倍。且外围幔部(32 号测点)的 Th、U 含量与第一类锆石非常相近, Th/U 比值 0.56, 指示岩浆锆石特征。²⁰⁶Pb/²³⁸U 测试值为 $(364 \pm 5) \text{Ma}$, 与第一类锆石相一致, 基本对应流纹斑岩的结晶年龄; 核部(36 号测点)的 Th、U 含量与第二类锆石相近, Th/U 比值 1.06, 也指示岩浆锆石或受改造的岩浆锆石特征; ²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb 年龄值为 $(1213 \pm 54) \text{Ma}$, 显然与第二类接近, 但又不同于第二类, 可能暗示了第一类锆石与第二类锆石之间的联系。

4 讨论

4.1 花岗斑岩

本次工作测得花岗斑岩中岩浆锆石的成岩年龄 $(275.0 \pm 3.0) \text{Ma}$ (MSWD=1.17), 反映了花岗斑岩的结晶年龄为早二叠世。而这一年龄与王伏泉^[8]获得的花岗斑岩全岩 Rb-Sr 同位素等时线年龄 $(275.68 \pm 8.90) \text{Ma}$ 非常一致, 暗示花岗斑岩中铜矿化所代表的热液活动的时间与斑岩体形成时间非常接近, 与白山堂属于斑岩铜矿床这一事实相一致。并与欧玉陶勒盖斑岩铜矿床等斑岩矿床成岩和成矿时间非常接近相一致, 暗示可能受到近于等时的构造热事件的影响。

邓杰获得石板泉花岗岩成岩年龄为 $(281.4 \pm 5) \text{Ma}$ (MSWD=1.3)^[24], 与花岗斑岩成岩年龄 $(275.0 \pm 3.0) \text{Ma}$ (MSWD=1.17) 在误差范围内一致, 并略早于花岗斑岩的时间, 推测花岗斑岩和石板泉花岗岩同期, 具有相同的地球动力学背景。

4.2 流纹斑岩

本次工作测得流纹斑岩中第一类锆石 U-Pb 年龄为 $(371.1 \pm 2.8) \text{Ma}$ (MSWD=1.7), 王伏泉^[8]曾获得

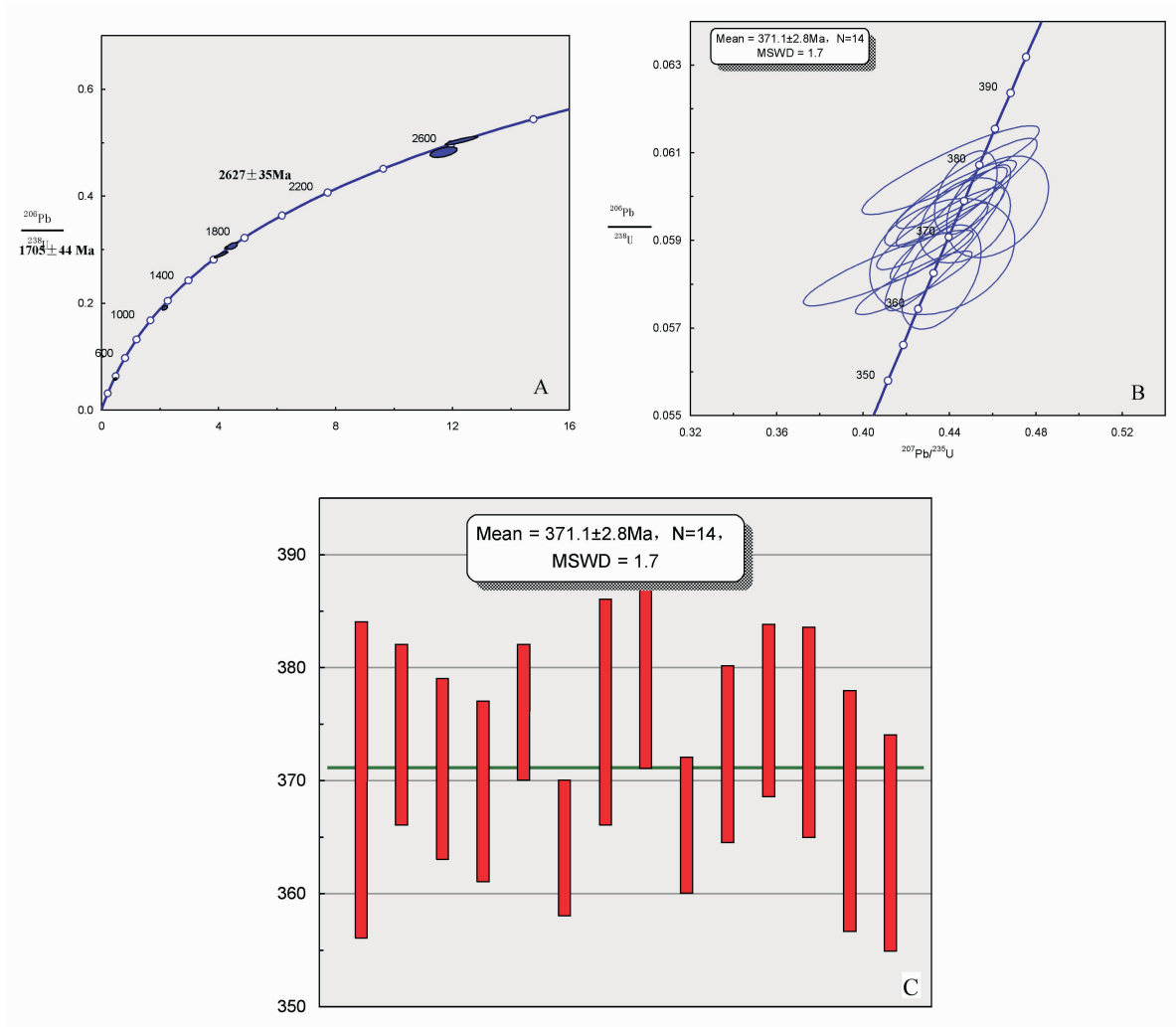


图5 流纹斑岩锆石 U-Pb 谐和曲线图

A—锆石 U-Pb 谐和曲线图;B—锆石 U-Pb 主体年龄;C—锆石 U-Pb 主体年龄加权平均值

Fig.5 Zircon U-Pb concordia diagram of rhyolite porphyry

A-Zircon U-Pb concordia diagram; B- Main U-Pb ages of zircon; C-Weighted mean of main U-Pb ages of zircon

流纹斑岩全岩 Rb-Sr 同位素等时线年龄为 $(333.90 \pm 7.88) \text{ Ma}$, 张克俭等^[15]测得流纹斑岩全岩 K-Ar 法年龄为 276~287 Ma。显然, 锆石 U-Pb 年龄明显早于 Rb-Sr 同位素等时线年龄和全岩 K-Ar 法年龄。前面的分析已指出 $(371.1 \pm 2.8) \text{ Ma}$ 的锆石年龄代表了流纹斑岩体的结晶年龄。流纹斑岩全岩 K-Ar 法年龄为 276~287 Ma, 晚于其结晶年龄近 100 Ma, 与本次获得的花岗斑岩成岩年龄 $(275.0 \pm 3) \text{ Ma}$ ($\text{MSWD}=1.17$) 和南部石板岩花岗岩成岩年龄 $(281.4 \pm 5) \text{ Ma}$ ($\text{MSWD}=1.3$)^[24] 相一致, 反映了 275~287 Ma 的岩浆热事件规模宏大, 并对区域产生了深远的影响。

而王伏泉获得的流纹斑岩全岩 Rb-Sr 同位素等时线年龄 $(333.90 \pm 7.88) \text{ Ma}$ ^[8], 比岩体实际结晶年龄晚约 40 Ma, 这有两种可能。一种是 Rb-Sr 同位素体系封闭温度不高, 导致其时间较锆石 U-Pb 体系获得的年龄晚, 反映了流纹斑岩的成矿时间; 另一种则是如同 K-Ar 体系, 受到了后期热事件扰动的影响, 同位素体系重新进行分馏平衡, 反映的是后期事件的活动时间。

就第一种情形而言, 有学者认为单一侵入体所引起的热液活动最长时间 $< 1.0 \text{ Ma}$ ^[33]。沈福农^[34]估算面积 30 km^2 的隐伏岩体 (埋深在 1~2 km 以下), 从 800°C 的岩浆冷却到岩体中心为 600°C (此时岩体固结不再

表 2 流纹斑岩锆石同位素比值及 U-Pb 年代学
Table 2 Zircon isotopic ratios and U-Pb ages of rhyolite porphyry

类别	测试点号	Pb/10 ⁻⁶	Th/10 ⁻⁶	U/10 ⁻⁶	Th/U	同位素比值				年龄 / Ma							
						²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	1 σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	1 σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	1 σ	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	1 σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	1 σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	1 σ
第一类	BST-11 4	4	106	425	0.25	0.0535	0.0014	0.4392	0.0192	0.0591	0.0011	351	65	370	14	370	7
	BST-11 5	10	239	977	0.24	0.0532	0.0008	0.4411	0.0170	0.0598	0.0006	336	69	371	12	374	4
	BST-11 6	6	142	275	0.52	0.0528	0.0015	0.4359	0.0195	0.0593	0.0006	322	83	367	14	371	4
	BST-11 9	6	162	550	0.29	0.0534	0.0011	0.4353	0.0150	0.0590	0.0006	345	60	367	11	369	4
	BST-11 11	5	124	336	0.37	0.0533	0.0013	0.4432	0.0183	0.0601	0.0005	343	79	373	13	376	3
	BST-11 13	5	131	419	0.31	0.0528	0.0010	0.4235	0.0178	0.0580	0.0005	320	81	359	13	364	3
	BST-11 14	5	125	473	0.26	0.0536	0.0013	0.4454	0.0233	0.0601	0.0008	355	94	374	16	376	5
	BST-11 15	6	151	343	0.44	0.0527	0.0014	0.4406	0.0270	0.0606	0.0007	314	121	371	19	379	4
	BST-11 16	4	88	239	0.37	0.0510	0.0015	0.4118	0.0251	0.0584	0.0006	240	127	350	19	366	3
	BST-11 24	50	137	408	0.34	0.0542	0.0017	0.4472	0.0138	0.0595	0.0006	389	73	375	10	372	4
	BST-11 25	150	448	1164	0.39	0.0536	0.0011	0.4476	0.0096	0.0601	0.0006	367	81	376	7	376	4
	BST-11 29	80	272	320	0.85	0.0555	0.0019	0.4623	0.0156	0.0598	0.0008	432	69	386	11	374	5
	BST-11 30	28	86	125	0.69	0.0537	0.0028	0.4366	0.0221	0.0586	0.0009	361	117	368	16	367	5
	BST-11 32	110	349	628	0.56	0.0540	0.0015	0.4362	0.0122	0.0582	0.0008	369	63	368	9	364	5
	第二类	BST-11 2	22	74	85	0.87	0.1772	0.0019	12.33	0.37	0.5027	0.0053	2627	35	2630	28	2625
BST-11 23		200	89	93	0.96	0.1741	0.0037	11.71	0.31	0.4816	0.0065	2598	35	2581	25	2534	28
BST-11 8		7	36	59	0.62	0.1044	0.0022	4.416	0.149	0.3074	0.0037	1705	44	1715	28	1728	18
BST-11 27		62	41	63	0.65	0.1049	0.0028	4.445	0.112	0.3063	0.0039	1722	48	1721	21	1722	19
第三类	BST-11 12	19	108	291	0.37	0.1009	0.0014	4.072	0.152	0.2906	0.0036	1642	51	1649	30	1645	18
	BST-11 36	60	72	67	1.06	0.0806	0.0022	2.141	0.058	0.1920	0.0026	1213	54	1162	19	1132	14

分异岩浆热液), 仅需 7.2 Ma 时间。魏俊浩等^[35]认为成岩成矿时差以 8 Ma 为界可排除矿床与岩体的直接成因联系。谭俊等^[36]统计发现同源岩浆成因金矿成岩成矿时差为 0~16.0 Ma, 平均约 7.0 Ma。钼矿也具有相似情形, 时差基本不超过 15 Ma, 并且, 斑岩型、斑岩-矽卡岩型、矽卡岩型、石英脉型的时差平均值自 3.3Ma、3.9 Ma、6.6 Ma、8.7 Ma 逐次增大^[37-38]。因此, 流纹斑岩 Rb-Sr 体系比岩体锆石 U-Pb 年龄晚约 40 Ma, 显然有悖于一般热液矿床形成时间不会晚于岩体结晶 16.0 Ma 的前人结论; 相反, 花岗斑岩的全岩 Rb-Sr 等时线年龄与其锆石 U-Pb 年龄一致, 结合流纹斑岩的 K-Ar 年龄几乎与花岗斑岩成岩年龄一致, 可确定第一种可能性很小。因此, 流纹斑岩的 Rb-Sr 和 K-Ar 体系遭受到了石板泉花岗岩及后期花岗斑岩侵入活动的强烈改造, 这两种同位素体系也已无法反映其成岩及成矿时间。

流纹斑岩(BST-11)中还获取了 6 个古老锆石年龄(图 4, 表 1), 分别为(2627±35)Ma、(2598±35)Ma、(1705±44)Ma、(1722±48)Ma、(1642±51)Ma、(1213±54)Ma, 大致分为 26 亿年、17 亿年、12 亿年左右的 3 组, 对应新太古代、长城纪和蓟县纪 3 个时期, 主要数据属于长城纪。它指示在流纹岩形成过程中, 有新太古代—蓟县纪、尤其是长城纪的陆壳物质参与。流纹岩可能是壳幔岩浆混合作用或壳源岩浆重熔的结果。根据流纹斑岩 ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i 变化于 0.7282~0.7305, 均值 0.729251; 流纹斑岩 $\varepsilon_{\text{Nd}}(t)$ 变化于 -5.9~-6.3^[39], 反映岩浆可能主要源自中上部地壳。

一般认为斑岩铜矿的源岩主要来自地幔源或下地壳^[40-41]。白山堂流纹斑岩源自中上地壳, 暗示其内赋存的铜矿化很可能与流纹斑岩不存在成因联系, 而与更深部隐伏的同期或更晚的斑岩体有关, 当然这还需要进一步的地质调查工作去证实。

5 结 论

(1) 花岗斑岩中岩浆锆石 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 加权平均年龄为(275.0±3.0)Ma(MSWD=1.17), 代表了花岗斑岩的成岩年龄; 并与全岩 Rb-Sr 同位素等时线年龄所反映的热液活动时间(275.68±8.90) Ma 非常一致, 与白山堂铜矿主体属于斑岩铜矿床这一事实相吻合。

(2) 流纹斑岩中锆石年龄有两组: 第一组锆石加权平均年龄为(371.1±2.8)Ma(MSWD =1.7), 代表了流纹斑岩的结晶年龄; 另一组属于继承锆石, 锆石

晶形具有明显磨圆或包裹于第一组岩浆锆石中, 年龄大致分为 26 亿年、17 亿年、12 亿年左右的 3 类, 结合地球化学特点, 确定流纹斑岩可能与中上地壳在泥盆纪的重熔有关。

参考文献(Reference):

- [1] 陈毓川, 裴荣富, 宋天锐, 等. 中国矿床成矿系列初论 [M]. 北京: 地质出版社, 1998.
Chen Yuchuan, Pei Rongfu, Song Tianrui, et al. China Early Metallogenic Series Theory [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1998 (in Chinese with English abstract).
- [2] 王福同, 冯京, 胡建卫, 等. 新疆土屋大型斑岩铜矿床特征及发现意义[J]. 中国地质, 2001, 28 (1):36-39, 29.
Wang Futong, Feng Jing, Hu Jianwei, et al. Characteristics of large Tuwu porphyry copper deposit and implication of discovering in Xinjiang [J]. Geology in China, 2001, 28(1):36-39, 29 (in Chinese with English abstract).
- [3] 芮宗瑶, 刘玉琳, 王龙生, 等. 新疆东天山斑岩型铜矿带及其大地构造格局[J]. 地质学报, 2002, 76 (1):83-94.
Rui Zongyao, Liu Yulin, Wang Longsheng, et al. The eastern Tianshan porphyry copper belt in Xinjiang and its tectonic framework [J]. Acta Geologica Sinica, 2002, 76 (1):83-94 (in Chinese with English abstract).
- [4] 李智明, 赵仁夫, 霍瑞平, 等. 新疆土屋——延东铜矿田地质特征 [J]. 地质与勘探, 2006, 42(6):1-4.
Li Zhiming, Zhao Renfu, Huo Ruiping, et al. Geological characters of Tuwu-Yandong copper deposit in Xinjiang [J]. Geology and Prospecting, 2006, 42(6):1-4 (in Chinese with English abstract).
- [5] Perello J, Cox D, Garamjav D, et al. OyuTolgoi, Mongolia: Siluro-Devonian porphyry Cu -Au -(Mo) and high sulfidation Cu mineralization with a Cretaceous chalcocite blanket [J]. Economic Geology, 2001, 96:1407-1428.
- [6] 张新元, 聂秀兰. 蒙古国南部欧玉陶勒盖铜(金)矿田找矿勘查与成矿理论研究新进展[J]. 地球学报, 2010, 31(3):373-382.
Zhang Xinyuan, Nie Xiulan. New advancements in exploration practice & theoretical studies of the OyuTolgoi copper (gold) orefield in the southern Mongolia[J]. Acta Geoscientica Sinica, 2010, 31(3): 373-382.
- [7] 王大为, 邹治平, 李绍雄. 甘肃公婆泉铜矿成矿地质特征及矿床成因[J]. 西北地质科学, 1995, 16(1):115-122.
Wang Dawei, Zou Zhiping, Li Shaoxiong. On the ore-forming geology features and ore deposit genesis of Gongpoquan copper deposit, Gansu Province [J]. Northwest Geosciences, 1995, 16 (1): 115-122(in Chinese with English abstract).
- [8] 王伏泉. 白山堂铜矿床两期有关岩体的 Rb-Sr 等时线年龄及其稀土配分特征[J]. 矿物岩石地球化学通报, 1996, 15(3):187-190.
Wang Fuquan. Rb-Sr isochron ages and the characteristic of REE distribution patterns of two stages of intrusive bodies correlated with Baishantang copper ore deposit [J]. Bulletin of Mineralogy Petrology

- and geochemistry, 1996, 15 (3):187-190 (in Chinese with English abstract).
- [9] 聂凤军, 江思宏, 白大明, 等. 北山地区金属矿床成矿规律及找矿方向[M]. 北京:地质出版社, 2002:1-409.
- Nie Fengjun, Jiang Sihong, Bai Daming, et al. Metallogenic Studies and Ore Prospecting in the Conjunction Area of Inner Mongolia Autonomous Region, Gansu Province and Xinjiang Uygur Autonomous Region (Beishan Mt.), Northwest China[M]. Beijing: Geological Publishing House, 2002:1-409(in Chinese with English abstract).
- [10] 马生明, 朱立新, 刘海良, 等. 甘肃北山辉铜山铜矿地球化学异常结构研究[J]. 地球学报, 2011, 32(4):405-412.
- Ma Shengming, Zhu Lixin, Liu Hailiang, et al. A study of geochemical anomaly structure of the Huitongshan Copper Deposit in Beishan Area, Gansu Province [J]. Acta Geoscientica Sinica, 2011, 32(4):405-412(in Chinese with English abstract).
- [11] 王小红, 杨合群, 李英, 等. 月龙铜矿成矿类型及找矿前景[J]. 西北地质, 2011,44(2):80-87.
- Wang Xiaohong, Yang Hequn, Li Ying, et al. The metallogenic type and ore-prospecting potential of Yuelong copper deposit [J]. Northwestern Geology, 2011, 44 (2):80-87 (in Chinese with English abstract).
- [12] 江思宏, 聂凤军. 北山地区花岗岩类的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 同位素年代学研究[J]. 岩石学报, 2006, 22(11):2719-2732.
- Jiang Sihong, Nie Fengjun. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ geochronology of the granitoids in Beishan Mountain, NW China [J]. Acta Petrologica Sinica, 2006, 22(11):2719-2732 (in Chinese with English abstract).
- [13] 杨建国, 翟金元, 杨宏武, 等. 甘肃北山地区花牛山铅锌矿区玄武岩锆石 LA-ICP-MS U-Pb 定年及其地质意义[J]. 地质通报, 2010, 29(7):1017-1023.
- Yang Jianguo, Zhai Jinyuan, Yang Hongwu, et al. LA-ICP-MS zircon U-Pb dating of basalt and its geological significance in Huanishan Pb-Zn deposit, Beishan area, Gansu, China [J]. Geological Bulletin of China, 2010, 29 (7):1017-1023 (in Chinese with English abstract).
- [14] 冯继承, 张文, 吴泰然, 等. 甘肃北山桥湾北花岗岩体的年代学、地球化学及其地质意义 [J]. 北京大学学报 (自然科学版), 2012, 48(1):61-70.
- Feng Jicheng, Zhang Wen, Wu Tairan, et al. Geochronology and geochemistry of granite pluton in the north of Qiaowan, Beishan mountain, Gansu Province, China, and its geological significance[J]. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis, 2012, 48(1): 61-70(in Chinese with English abstract).
- [15] 张克俭, 陈壁田, 关文海, 等. 甘肃省金塔县白山堂铜矿初步勘探地质报告[R]. 1982.
- Zhang Kejian, Chen Bitian, Guan Wenhai, et al. The Preliminary Geology Exploration in the Baishantang Copper Deposit of Jinta County, Gansu Province[R]. 1982 (in Chinese).
- [16] 殷国平. 甘肃省金塔县四道红山-石板泉一带 1:50000 区域地质矿产普查报告[R]. 1984.
- Yin Guoping. 1 :50000 Regional Geological Mineral Census Report from Sidaohongshan-Shibanquan of Jinta County, Gansu Province[R]. 1984(in Chinese).
- [17] 黄崇轲, 白治, 朱裕生, 等. 中国铜矿床[M]. 北京:地质出版社, 2001.
- Huang Chongke, Bai Ye, Zhu Yusheng, et al. The Copper Deposits of China [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2001(in Chinese with English abstract).
- [18] 游小毛. 甘肃北山铜矿床成矿学研究[D]. 长沙:中南大学博士学位论文, 2002.
- You Xiaomao. Study on the Metallogeny of Copper Deposits in Beishan, Gansu Province [D]. Dissertation for PhD, Changsha: Central South University, 2002(in Chinese with English abstract).
- [19] 杜玉良. 甘肃省铜矿主要类型与勘查前景研究[D]. 北京:中国地质大学博士学位论文. 2002:49-51, 95-96.
- Du Yuliang. Study on main types and exploration prospect for copper deposit in Gansu province, China[D]. Dissertation for PhD, Beijing:China University of Geosciences, 2002:49-51, 95-96(in Chinese with English abstract).
- [20] 李育森. 甘肃白山堂铜-铅矿床地质特征及成因分析[J]. 甘肃冶金, 2010, 32(4):92-97.
- Li Yuseng. Copper-lead mine bed geological characteristics and causes of Gansu Baishantang[J]. Gansu Metallurgy, 2010, 32(4):92-97 (in Chinese with English abstract).
- [21] 陈百磊, 赵建国. 甘肃省白山堂斑岩型铜铅矿床成矿模式及找矿预测[J]. 甘肃科技, 2011, 27(8):47-51.
- Chen Bailei, Zhao Jianguo. Metallogenic model and prospecting prediction Baishantang porphyry copper-lead deposit in Gansu Province[J]. Gansu Science and Technology, 2011, 27(8):47-51(in Chinese).
- [22] Flowers R M, Bowring, S A, Tulloch A J. Tempo of burial and exhumation within the deep roots of a magmatic arc, Fiordland, New Zealand[J]. Geology, 2005, 33(1):17-20.
- [23] 陈文, 万渝生, 李华芹, 等. 同位素地质年龄测定技术及应用[J]. 地质学报, 2011, 85(11):1917-1946.
- Chen Wen, Wan Yusheng, Li Huaqin, et al. Isotope geochronology: Technique and application [J]. Acta Geologica Sinica, 2011, 85(11):1917-1946(in Chinese with English abstract).
- [24] 邓杰. 甘肃北山白山堂铜多金属矿床成因及外围成矿预测[D]. 武汉:中国地质大学硕士学位论文, 2011, 35-60.
- Deng Jie. Genesis and Peripheral Metallogenic Prediction of Baishantang Copper deposit, Beishan area, Gansu Province, China [D]. Dissertation for Master Degree, Wuhan:China University of Geosciences, 2011, 35-60 (in Chinese with English abstract).
- [25] 王玉往, 姜福芝, 祝新友, 等. 北山地区斑岩铜矿含矿岩体的某些地质特征及判别标志 [J]. 有色金属矿产与勘查, 1996, 5(4): 204-212.
- Wang Yuwang, Jiang Fuzhi, Zhu Xinyou, et al. Geological characteristics of ore-bearing porphyry and its diagnostic marks in the Beishan porphyry copper deposits[J]. Geological Exploration for Nonferrous Metals, 1996, 5(4):204-212 (in Chinese with English

- abstract).
- [26] 吴元保, 郑永飞. 锆石成因矿物学研究及其对 U-Pb 年龄解释的制约[J]. 科学通报, 2004, 49(16):1589-1604.
Wu Yuanbao, Zheng Yongfei. Genetic mineralogy of zircon and its constraint on the interpretation of U-Pb zircon ages [J]. Chinese Science Bulletin, 2004, 49 (16):1589-1604 (in Chinese with English abstract).
- [27] 高山, Yumin Qiu, 凌文黎, 等. 大别山英山和熊店榴辉岩单颗粒锆石 SHRIMP U-Pb 年代学研究 [J]. 地球科学, 2002, 27(5): 558-564.
Gao Shan, Qiu Yumin, Ling Wenli, et al. SHRIMP single zircon U-Pb geochronology of eclogites from Yingshan and Xiongdian[J]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 2002, 27(5):558-564(in Chinese with English abstract).
- [28] 曾乔松, 陈广浩, 王核, 等. 阿尔泰冲乎尔盆地花岗岩类的锆石 SHRIMP U-Pb 定年及其构造意义 [J]. 岩石学报, 2007, 23 (8):1921-1932.
Zeng Qiaosong, Chen Guanghao, Wang He, et al. Geochemical characteristic, SHRIMP zircon U -Pb dating and tectonic implication for granitoids in Chonghuer basin, Altai, Xinjiang [J]. Acta Petrologica Sinica, 2007, 23 (7):1921-1932 (in Chinese with English Abstract).
- [29] 朱永峰, 宋彪. 新疆天格尔糜棱岩化花岗岩的岩石学及其 SHRIMP 年代学研究;兼论花岗岩中热液锆石边的定年[J]. 岩石学报, 2006, 22(1):135-144.
Zhu Yongfeng, Song Biao. Petrology and SHRIMP chronology of mylonitized Tianger granite, Xinjiang: Also about the dating on hydrothermal zircon rim in granite [J]. Acta Petrologica Sinica, 2006, 22(1):135-144(in Chinese with English abstract).
- [30] 唐俊华, 顾连兴, 张遵忠, 等. 咸水泉片麻状花岗岩锆石热液增生边阴极发光及稀土元素特征 [J]. 自然科学进展, 2008, 18(7): 769-777.
Tang Junhua, Gu Lianxing, Zhang Zunzhong, et al. The hydrothermal hyperplasia edge cathode luminescent and rare earth elements characteristics of zircon in Xianshuijing gneissic granite[J]. Progress in Natural Science, 2008, 18(7):769-777(in Chinese).
- [31] 吴福元, 杨进辉, 柳小明, 等. 冀东 3.8Ga 锆石 Hf 同位素特征与华北克拉通早期地壳时代[J]. 科学通报, 2005, 50(18):1996-2003.
Wu Fuyuan, Yang Jinhui, Liu Xiaoming, et al. Hf isotopic characteristics of 3.8 Ga zircon and time of early crust of North China Craton [J]. Chinese Science Bulletin, 2005, 50 (18):1996-2003(in Chinese with English abstract).
- [32] 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).
- [33] Cathles, L M, Erendiah, Barrie, T. How long can a hydrothermal system be sustained by a single intrusive event? [J] Economic Geology, 1997, 92:766-771.
- [34] 沈福农. 花岗岩与热液成矿关系剖析——三论深源热液成矿模式 [C]//第五届全国矿床会议论文集. 北京:地质出版社, 1993:7-8.
Shen Funong. Analysis of relation between granite and hydrothermal deposit——The Third Discussion in Metallogenic Model of Deep Source hydrothermal deposit[C]//Special Papers of the Fifth National Deposit Meeting. Beijing:Geological Publishing House, 1993:7-8(in Chinese with English abstract).
- [35] 魏俊浩, 刘丛强, 刘国春. 金矿测年方法讨论及定年中存在的问题[J]. 地学前缘, 2003, 10(2):319-326.
Wei Junhao, Liu Congqiang, Liu Guochun. Method of dating of gold deposit and the related problems [J]. Earth Science Frontiers, 2003, 10(2):319-326(in Chinese with English abstract).
- [36] 谭俊, 魏俊浩, 谭文娟. 同源岩浆成因金矿成矿时差的统计研究[J]. 地质论评, 2006, 52(1):54-62.
Tan Jun, Wei Junhao, Tan Wenjuan, et al. Statistic study of diagenesis mineralization time gap for comagmatic gold deposits [J]. Geological Review, 2006, 52(1):54-62(in Chinese with English abstract).
- [37] 杜保峰, 魏俊浩, 王启, 等. 中国东部钼矿成矿背景与成岩-成矿时差讨论[J]. 矿床地质, 2010, 29(6):935-955.
Du Baofeng, Wei Junhao, Wang Qi, et al. Discussion on metallogenic setting and time difference between magmatism and mineralization of molybdenum deposits in East China [J]. Mineral Deposits, 2010, 29 (6):935-955(in Chinese with English abstract).
- [38] 杜保峰, 李艳军, 燕长海, 等. 中国东部中生代钼矿成岩-成矿时差[J]. 矿物岩石地球化学通报, 2012, 31(2):165-176.
Du Baofeng, Li Yanjun, Yan Changhai, et al. A Study of the time gap between diagenesis mineralization of Mesozoic molybdenum deposits in east China [J]. Bulletin of Mineralogy, Petrology and Geochemistry, 2012, 31(2):165-176 (in Chinese with English abstract).
- [39] 陈亮. 甘肃北山白山堂铜矿床地质地球化学特征及成因研究 [D]. 武汉:中国地质大学(武汉)硕士学位论文, 2009:29-40.
Shan Liang. Geological-geochemistry Characteristics and Genesis of Baishantang Copper Deposit, Beishan Area, Gansu Province, China [D]. Wuhan: China University of Geosciences, 2009: 29-40 (in Chinese with English abstract).
- [40] Castilo, P R. An overview of adakite petrogenesis [J]. Chinese Science Bulletin, 2006, 51 :257-268.
- [41] 许荣科. 甘肃北山北带铜金成矿规律与成矿预测[D]. 武汉:中国地质大学(武汉)博士学位论文, 2011, 1-90.
Xu Rongke. Study on Copper Gold Metallogenic Regularities and Metallogenic Prediction in the North Belt of Beishan Area, Gansu Province [D]. Dissertation for PhD, Wuhan:China University of Geosciences, 2011:1-90 (in Chinese with English abstract).

Zircon LA-ICP-MS U-Pb chronology of magmatic rock in the Baishantang copper polymetallic deposit of Beishan area, Northwest China

SHAN Liang^{1,2}, XU Rong-ke³, ZHENG You-ye^{1,3},
ZHANG Yu-lian⁴, CAO Liang⁵, PANG Ying-chun⁵

(1. Faculty of Earth Science and Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 2. Development Research Center of China Geological Survey, Beijing 100037, China; 3. Institute of Geological Survey, China University of Geosciences, Wuhan 430074, Hubei, China; 4. Xi'an Institute of Geology and Mineral Resources, China Geological Survey, Xi'an 710054, Shaanxi, China; 5. Wuhan Institute of Geology and Mineral Resources, China Geological Survey, Wuhan 430223, Hubei, China)

Abstract: Beishan area is an important metallogenic belt, and the Baishantang Cu polymetallic deposit is one of the representative porphyry copper deposits. Two kinds of magmatic rocks along ore belt I in the Baishantang ore district were dated by the zircon LA-ICP-MS U-Pb method, which yielded a porphyry granite diagenetic age of (275.0 ± 3.0) Ma (MSWD = 1.17), indicating early Permian. Two groups of ages were obtained for rhyolite porphyry: a magma zircon group of the rhyolite porphyry has an age of (371.1 ± 2.8) Ma (MSWD = 1.7), suggesting late Devonian. The other inheritance zircon group of inheritance zircon with remarkable rounded shape or enveloped in the former group has ages of (2627 ± 35) Ma, (2598 ± 35) Ma, (705 ± 44) Ma, (1722 ± 48) Ma, (1642 ± 51) Ma, (1213 ± 54) Ma, which can be assigned roughly to 2.6 billion years, 1.7 billion years and 1.2 billion years, indicating that the rhyolite porphyry was related to the remelting of the upper-middle crust in late Devonian, as also shown by the geochemical characteristics.

Key words: Baishantang; porphyry copper deposit; zircon LA-ICP-MS; Beishan

About the first author: SHAN Liang, male, born in 1984, doctor candidate, engages in the strategic research on planning and deploying of the national geological survey; E-mail: shanlianggongzuo@126.com.