

黄新鹏. 福建霞浦大湾钼铍矿区碱长花岗岩 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 测年研究[J]. 岩矿测试, 2018, 37(5): 572-579.
HUANG Xin-peng. LA-ICP-MS Zircon U-Pb Dating of Alkali-Feldspar Granites from the Dawan Mo-Be Deposit, Xiapu, Fujian Province[J]. Rock and Mineral Analysis, 2018, 37(5): 572-579. [DOI: 10.15898/j.cnki.11-2131/td.201710160165]

福建霞浦大湾钼铍矿区碱长花岗岩 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 测年研究

黄新鹏
(福建省地质调查研究院, 福建 福州 350013)

摘要: 福建霞浦大湾钼铍矿床产于火山岩区,但成矿作用可能与岩浆活动和裂隙构造关系密切。为查清矿区隐伏的钠长石化碱长花岗岩与钼铍矿成矿作用之间的关系,本文运用激光剥蚀电感耦合等离子体质谱法(LA-ICP-MS)对碱长花岗岩进行锆石 U-Pb 测年研究,获得年龄结果为 93.0 ± 0.6 Ma,与矿区的辉钼矿成矿年龄(92.2 ± 1.3 Ma)一致,表明碱长花岗岩与钼铍矿成矿作用时空上具有密切的成因联系,岩浆活动可能为矿区钼铍矿的形成提供了成矿物质和成矿流体。结合区域上的成岩成矿年代学数据,本研究认为福建省燕山期岩浆活动时代与钼铍矿成矿时代都具有从西向东逐渐变新的时空分布规律,钼铍矿的成矿地质构造背景为燕山期华南岩石圈伸展环境。

关键词: 大湾钼铍矿; 碱长花岗岩; 成岩时代; 时空联系; 地质背景

要点:

- (1) 运用 LA-ICP-MS 对福建霞浦大湾钼铍矿床的碱长花岗岩进行锆石 U-Pb 测年研究。
- (2) 碱长花岗岩的锆石 U-Pb 年龄与矿区的辉钼矿成矿年龄一致。
- (3) 钼铍矿的成矿地质构造背景为燕山期华南岩石圈伸展环境。

中图分类号: P597.3; P588.121 **文献标识码:** B

中国是世界第一钼资源大国^[1-2]。华南是中国钼矿的重要产地,目前已发现的钼矿床(点)超过 46 个,钼金属量超过 1.8 万吨,约占中国钼矿总量的 10%^[3]。福建省位于环太平洋成矿带与南岭成矿带的交汇处,钼成矿条件特殊。近年来福建省钼矿找矿工作取得了较大进展,先后发现一批不同规模的钼矿床,如位于政和一大浦断裂带以西的浦城上厂^[4]、武夷山上西坑、坪地^[5-6]、漳平北坑场^[7]、永定山口^[8-9]、上杭紫金山罗卜岭^[10-11]、平和福里石等^[12];政和一大浦断裂带以东的霞浦大湾^[13-14]、周宁威格^[15]、古田西朝^[16]、仙游砺山^[17]等。

霞浦大湾钼铍矿位处海峡西岸霞浦地区,是东南沿海近年来取得重要进展的钼铍矿之一。矿床虽然产于火山岩区,但成矿作用在空间上与岩浆活动

和裂隙构造关系密切,矿区内的隐伏花岗岩被认为是钼铍矿的成矿母岩^[13-14],但缺乏时间上的联系。为查清矿区隐伏的钠长石化碱长花岗岩与钼铍矿成矿作用之间的关系,本文运用激光剥蚀电感耦合等离子体质谱法(LA-ICP-MS)对碱长花岗岩进行年代学研究,并结合前人资料,探讨该矿床及区域上钼铍矿的成岩成矿过程,分析福建省燕山期钼铍矿床的时空分布规律及成矿地质背景,拟为下一步钼铍矿找矿工作提供参考。

1 矿床地质特征

大湾钼铍矿位于霞浦县与福鼎市交界部位的大湾村,距霞浦县城北侧约 22 km。矿区出露地层较为单一,主要为上侏罗统南园组酸-中酸性火山岩,

收稿日期: 2017-10-16; 修回日期: 2018-04-26; 接受日期: 2018-06-11

基金项目: 中国地质调查局地质调查工作项目“华南重点矿集区稀有稀散和稀土矿产调查”(DD20160056)

作者简介: 黄新鹏,工程师,主要从事矿产地质勘查和研究工作。E-mail: 353698794@qq.com。

是矿区钼铍矿的主要产出层位(图 1)。侵入岩在地表仅见少量斑状细粒花岗岩、花岗斑岩、闪长岩脉及弱角岩化流纹斑岩。通过近年来的探矿工程揭露,目前已圈出 3 个缓倾角钼(铍)矿体和 10 个陡倾角钼铍矿体。缓倾角矿体主要产于火山岩与钠长石化碱长花岗岩(隐伏)接触带的附近,并在花岗岩体内部发现较好的钼铍矿体;陡倾角矿体赋存于南园组火山岩中北东向构造裂隙蚀变带内,主要分布于隐伏岩体的外接触带,局部延伸至接触带内,表明燕山期花岗岩是钼铍矿的成矿母岩。

区内发育北东、北北东向断裂,是钼铍矿(化)体的成矿通道和容矿场所之一。矿石矿物主要有辉钼矿和黄铁矿,多呈自形-半自形片状结构、聚粒状结构及他形粒状结构、碎裂结构和包含结构等,角砾状、细脉状、浸染状及斑杂状构造等。辉钼矿主要贮

存于石英脉中,呈鳞片状,局部呈团块状,品位富,但分布不均,整体含量变化较大,少量浸染状辉钼矿赋存于石英脉两侧蚀变带中;含铍矿物主要为绿柱石,局部见日光榴石,绿柱石晶体呈六方柱状、粒径为 0.03~0.80 mm,铍矿体呈陡倾角似层状分布在辉钼矿体两侧。脉石矿物主要为石英、长石、绢云母、黑云母及碳酸盐等。

2 实验部分

2.1 样品特征

矿区钻孔中可见钠长石化碱长花岗岩呈浅肉红色,粒状结构,块状构造。矿物组合主要为石英(约 35%)、碱性长石(约 35%),次为斜长石(约 25%),含少量黑云母(<5%)。其中,石英呈他形充填在长石颗粒之间,碱性长石多为条纹长石,条纹呈脉

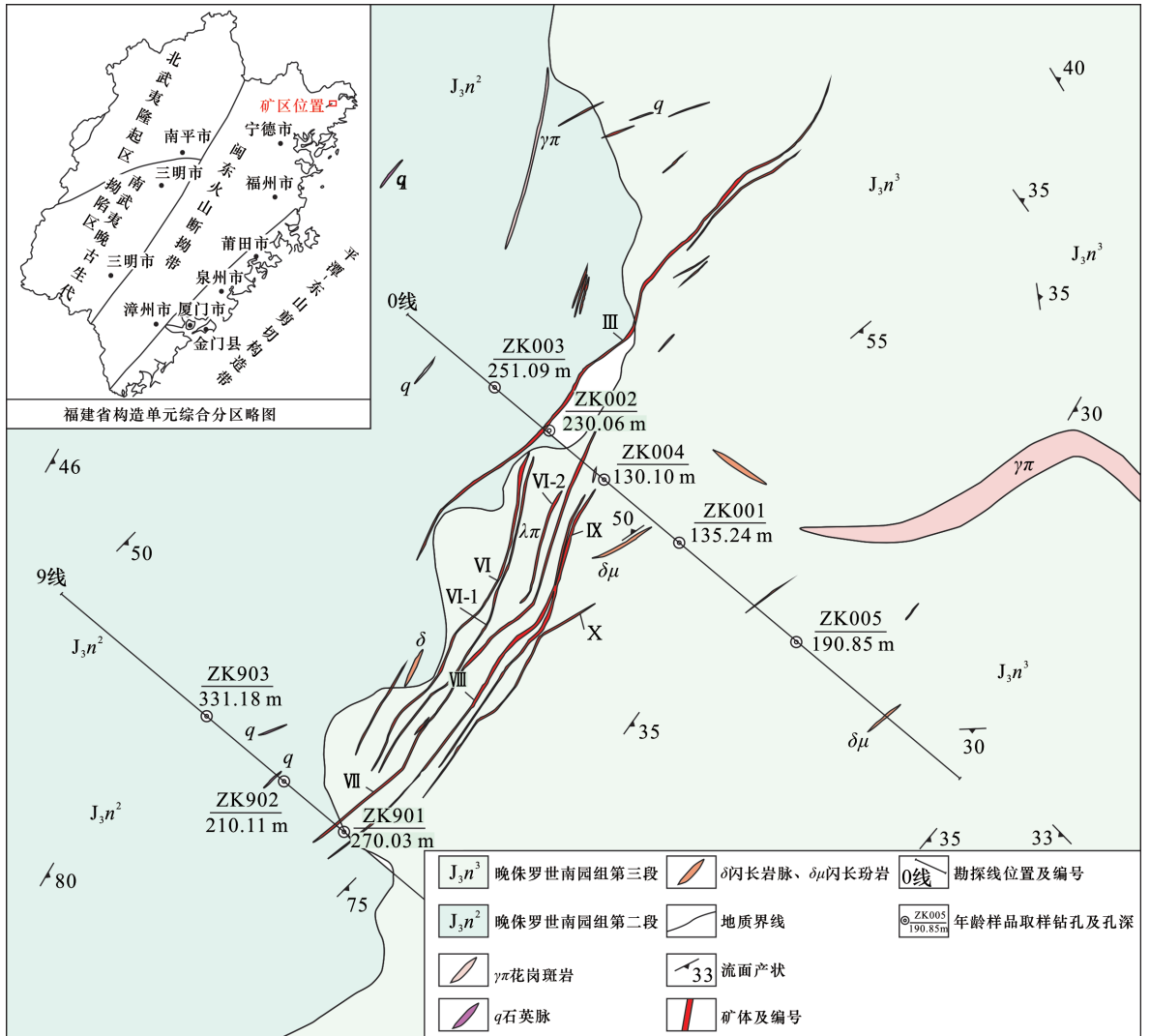


图 1 福建省霞浦大湾钼铍矿区地质简图
Fig. 1 Geological map of Dawan Mo-Be deposit in Xiapu, Fujian Province

状,为半自形-自形晶;斜长石发育细密的聚片双晶,部分绢云母化,呈半自形-自形晶;黑云母呈片状,部分绢云母化,部分形成白云母(图2)。本次研究所用的钠长石化碱长花岗岩采集于矿区中部 ZK005 钻孔内最底部 187.85~190.85 m 范围内,岩石样品新鲜,未见蚀变和热液改造痕迹。

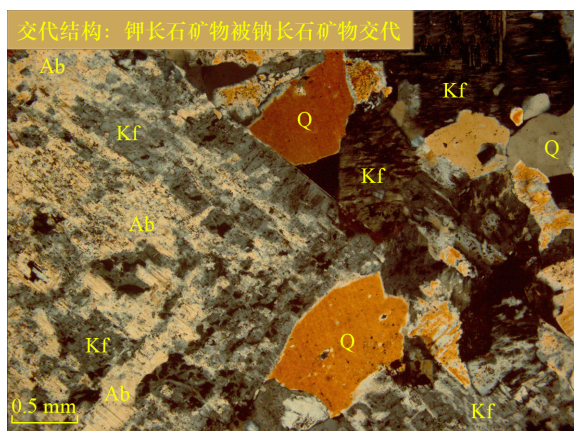


图2 大湾钼铍矿区隐伏碱长花岗岩镜下特征
Fig. 2 Photomicrograph of the buried alkali-feldspar granite of Dawan Mo-Be deposit

2.2 测试方法

锆石 U-Pb 年代学测定:用于 U-Pb 年代学测定的样品在河北省区域地质矿产研究所实验室对锆石进行分选。将岩石样品表面清洗干净并碎至 60~80 目,再用淘洗法选出纯度较高的单矿物。在双目镜下挑选出较为完整和透明度好的锆石晶体。将待测锆石用环氧树脂固定制靶,研磨锆石至一半露出一个平整光洁的平面并对其进行抛光,对靶中的锆石做阴极发光照相。

锆石 U、Th、Pb 同位素分析:实验是在国家地质实验测试中心 LA-ICP-MS 实验室完成的,锆石定

年分析所用仪器为 Finnigan Neptune 型 LA-ICP-MS 仪及与之配套的 Newwave UP213 激光剥蚀系统。采用单点方式剥蚀,分析前用锆石 GJ-1 进行仪器调试,锆石 U-Pb 定年以锆石 GJ-1 为外标进行校正,U、Th 含量以锆石 M127 为外标进行校正^[18]。为确保测试的精确度,在测试过程中每测定 5 个样品加测一次锆石标样 GJ-1 进行校正,并测量一个 Plešovice 锆石来观察仪器运行状态是否良好。数据处理采用 ICPMS DataCal 4.3 程序^[19-21],锆石年龄谱和图用 Isoplot 3.0 程序获得。

3 结果与讨论

3.1 碱长花岗岩年龄测试结果

钠长石化碱长花岗岩的锆石阴极发光图像见图3,多数锆石晶形较好并具有明显生长环带,为典型的岩浆锆石特征。本次 LA-ICP-MS 共测试 16 颗锆石,共获得 19 组有效定年数据,锆石 U-Pb 同位素分析结果和计算的表面年龄值见表1和图3。锆石具有较高的 Th/U 值(0.51~1.19),平均值为 0.85,且 Th-U 多具有正相关关系。本次分析的 19 个点多数落在谐和线上或谐和线附近,用²⁰⁶Pb/²³⁸U 年龄进行加权平均,获得福建霞浦大湾钼铍矿碱长花岗岩锆石 U-Pb 年龄为 93.0±0.60 Ma(图4),表明碱长花岗岩为燕山晚期侵入产物,将其归置于晚白垩世。

3.2 区域上岩浆活动与钼铍矿的成岩成矿关系

福建省燕山期花岗岩从西向东逐渐变新,到燕山晚期,侵入岩主要集中于政和一大埔断裂带以东^[22]。辉钼矿 Re-Os 同位素年代学资料显示,福建西部钼矿成矿时代集中在 165~102 Ma 之间,而东部钼矿成矿时代分布在 113~92 Ma 之间(表2),自西向东,钼矿的成矿时代逐渐变新,与省内燕山期花岗岩从西向东逐渐变新的规律相吻合^[24],说明燕

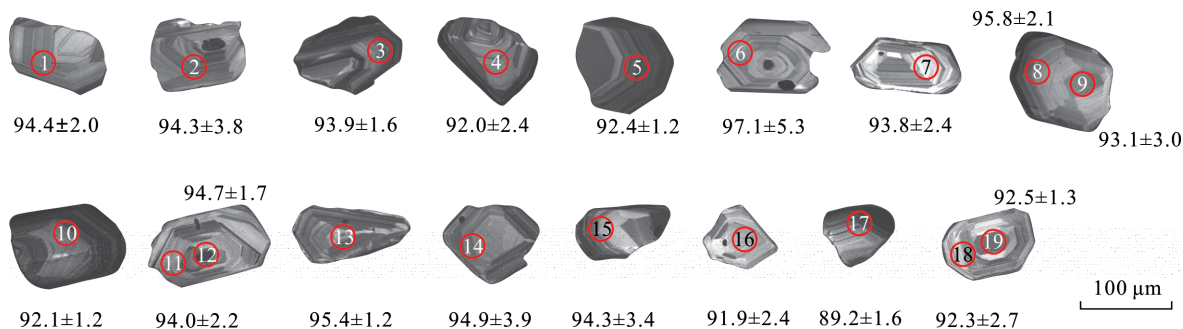


图3 大湾钼铍矿钠长石化碱长花岗岩锆石阴极发光图像
Fig. 3 Zircon cathodoluminescence images of alkali-feldspar granites of Dawan Mo-Be deposit

表 1 大湾钼铍矿钠长石化碱长花岗岩锆石 LA-ICP-MS U-Pb 分析结果

Table 1 Zircon LA-ICP-MS dating results of alkali-feldspar granite of Dawan Mo-Be deposit

Z1308 号 样品分析点	含量(10 ⁻⁶)			同位素比值						年龄(Ma)					
	²³² Th	²³⁸ U	Th/U	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	1σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	1σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	1σ	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	1σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	1σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	1σ
1	139.7	158.9	0.88	0.0501	0.0034	0.0992	0.0063	0.0148	0.0003	211.2	157.4	96.0	5.8	94.4	2.0
2	72.3	93.7	0.77	0.0873	0.0133	0.1766	0.0278	0.0147	0.0006	1368.5	296.3	165.1	24.0	94.3	3.8
3	167.5	313.1	0.53	0.0575	0.0035	0.1166	0.0079	0.0147	0.0003	522.3	133.3	112.0	7.2	93.9	1.6
4	136.1	113.9	1.19	0.0777	0.0074	0.1438	0.0122	0.0144	0.0004	1138.9	190.7	136.5	10.8	92.0	2.4
5	232.5	380.2	0.61	0.0495	0.0023	0.0975	0.0045	0.0144	0.0002	172.3	107.4	94.4	4.2	92.4	1.2
6	62.4	53.0	1.18	0.0811	0.0114	0.1558	0.0164	0.0152	0.0008	1233.3	277.8	147.0	14.4	97.1	5.3
7	77.3	88.6	0.87	0.0726	0.0055	0.1417	0.0099	0.0147	0.0004	1003.4	155.3	134.6	8.8	93.8	2.4
8	171.9	234.6	0.73	0.0597	0.0053	0.1153	0.0083	0.0150	0.0003	594.5	194.4	110.8	7.5	95.8	2.1
9	50.0	43.9	1.14	0.1554	0.0249	0.2877	0.0377	0.0146	0.0005	2405.9	274.8	256.8	29.7	93.1	3.0
10	271.9	419.9	0.65	0.0524	0.0022	0.1032	0.0041	0.0144	0.0002	301.9	91.70	99.8	3.8	92.1	1.2
11	152.1	137.6	1.11	0.0571	0.0044	0.1122	0.0081	0.0147	0.0003	494.5	167.6	108.0	7.4	94.0	2.2
12	172.5	174.8	0.99	0.0641	0.0042	0.1273	0.0083	0.0148	0.0003	744.1	139.3	121.7	7.4	94.7	1.7
13	202.4	286.1	0.71	0.0503	0.0024	0.1032	0.0052	0.0149	0.0002	209.3	110.2	99.7	4.8	95.4	1.2
14	101.0	114.0	0.89	0.0557	0.0077	0.1067	0.0128	0.0148	0.0006	438.9	312.9	102.9	11.7	94.9	3.9
15	75.6	117.9	0.64	0.0649	0.0055	0.1243	0.0095	0.0147	0.0005	772.2	178.5	119.0	8.6	94.3	3.4
16	97.7	91.8	1.06	0.0754	0.0062	0.1383	0.0104	0.0144	0.0004	1079.6	166.7	131.5	9.3	91.9	2.4
17	296.4	576.4	0.51	0.0518	0.0029	0.0998	0.0064	0.0139	0.0003	276.0	162.0	96.6	5.9	89.2	1.6
18	124.4	136.3	0.91	0.1220	0.0107	0.2458	0.0212	0.0144	0.0004	1987.0	189.7	223.1	17.3	92.3	2.7
19	278.2	359.0	0.77	0.0504	0.0025	0.0989	0.0048	0.0145	0.0002	213.0	113.9	95.8	4.4	92.5	1.3

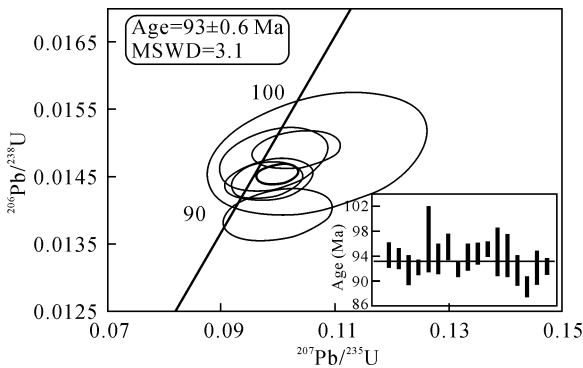


图 4 大湾钼铍矿碱长花岗岩锆石 U-Pb 年龄谐和图
Fig. 4 Zircon U-Pb concordant age of Dawan Mo-Be deposit

山期岩浆活动与钼矿成矿作用具有密切的成因联系。区内福安赤路钼矿花岗岩体 Rb-Sr 同位素等时线年龄为 114 ± 4 Ma, 与钼矿成矿时代接近^[25], 为早白垩世。西朝钼矿、建瓯罗山钼矿等成岩成矿年龄与之类似^[26]。从本次样品分析结果来看, 霞浦大湾钼铍矿区钠长石化碱长花岗岩的锆石 U-Pb 年龄为 93.0 ± 0.60 Ma, 与区内辉钼矿 Re-Os 同位素等时线年龄 92.2 ± 1.3 Ma^[13] 在误差范围内一致, 成岩成矿时代均为晚白垩世, 进一步说明了钼铍矿的成矿作用与钠长石化碱长花岗岩在空间上和时间上均具有重要成因联系。本地区在燕山晚期应存在一期与碱性花岗岩有关的钼铍矿化作用, 晚白垩世酸

性岩浆沿北东-北北东向断裂构造带侵入, 在冷凝结晶过程中或期后产生大量富含钼铍矿物质的残余岩浆或岩浆热液, 同时富含钠、钾组分, 在岩体的内外接触带及构造薄弱地带形成钼铍矿体。

表 2 福建省东部-西部部分钼矿床年龄

Table 2 Chronological table of some Mo deposits from east to west in Fujian Province

序号	矿床名称	成矿年龄(Ma)	测试方法	资料来源
1	福建砺山钼矿	91.7 ± 4.9	Re-Os 同位素	王成辉等 (2009) ^[17]
2	福建大湾钼铍矿	92.2 ± 1.3	Re-Os 同位素	赵芝等 (2012) ^[13]
3	福建紫金山 罗卜岭铜钼矿	104.9 ± 1.6	Re-Os 同位素	梁清玲等 (2012) ^[11]
4	福建福安 赤路钼矿	105 ~ 106	Re-Os 同位素	张克尧等 (2006) ^[23]
5	福建武夷山 坪地钼矿	107.4 ± 3.3	Re-Os 同位素	王翠芝等 (2012) ^[6]
6	福建漳平北坑场 钼多金属矿	139.8 ± 2.3 ~ 143.7 ± 2.1	Re-Os 同位素	张达等 (2010) ^[7]
7	福建平和福里石 钼(钼)矿	151.62 ± 0.92	Re-Os 同位素	黄新鹏 (2016) ^[12]
8	福建永定 山口钼矿	165.3 ± 3.5	Re-Os 同位素	罗锦昌等 (2009) ^[9]

3.3 成矿大地构造背景及动力学过程

在中生代,华南地区发生了强烈的构造变形和岩浆活动,花岗岩呈幕式多期次产出。一方面,华南北部逐步向华北板块俯冲,于晚三叠拼合^[27];另一方面,构造动力逐步从古特提斯洋的俯冲增生转换为太平洋板块的低角度俯冲^[28]。如湖南地区中生代早期近东西向褶皱,而晚期为北东—北北东向褶皱^[29],也说明了应力场从近东西向南北向的转变。褚杨等^[30]认为太平洋板块的俯冲导致了早中生代华南雪峰山—九岭地区为代表的造山运动,而华南东南沿海地区造山运动则开始于晚中生代。135 Ma后,由于太平洋俯冲运动方向调整为几乎平行于大陆板块导致了大规模的岩石圈伸展,岩浆活动活跃,在断陷盆地形成许多对应矿产^[31]。

福建地区位于华南东南沿海地区,属两大应力场交汇处,中生代时期形成不少钼矿,统计发现福建西部多发育180 Ma、139~123 Ma的A型花岗岩,主要矿床有行洛坑钨钼矿、永定山口钼矿和平和福里石铍(钼)矿等;而东部主要发育101~86 Ma晚白垩世A型花岗岩^[32],主要矿床有霞浦大湾钼铍矿、福安赤路钼矿等^[13-14,23]。徐夕生等认为,100 Ma左右为中国南部广大地区的一次重要岩石圈拉伸时期,岩浆活动活跃,华南地区出现了如丹阳岩体(103 Ma)、梁弄岩体(101 Ma)、岱前山辉长岩体(95 Ma)等大规模岩浆活动标志。毛景文等^[33]也认为,发生于110~80 Ma的华南成矿集中时期,也与区域上大规模的岩石圈伸展有关。本次霞浦大湾钼铍矿区碱长花岗岩的测试年龄为 93.0 ± 0.60 Ma,接近于砺山钼矿(约92 Ma)^[17],应该同样产于燕山期华南岩石圈伸展的大背景下,区域内含成矿物质的岩浆沿裂隙侵入侏罗纪时期的凝灰岩而富集成矿。

4 结论

使用LA-ICP-MS对福建霞浦大湾钼铍矿钠长石化碱长花岗岩锆石进行U-Pb测年,获得其成岩时代为 93.0 ± 0.60 Ma,与矿区的辉钼矿Re-Os年龄一致,属晚白垩世,表明矿区燕山晚期岩浆活动与钼矿成矿作用在时空上具有密切的成因联系,岩浆活动可能为矿区钼铍矿的形成提供了成矿物质和成矿流体。

福建省区域上燕山期岩浆活动时代与钼矿成矿时代都具有从西向东逐渐变新的时空分布规律,具有密切的成因联系。总体上,钼铍矿产于燕山期华南岩石圈伸展的构造背景下。

致谢: 锆石U-Pb测年得到了国家地质实验测试中心赵令浩助理研究员的帮助,本文有关数据均为野外实际采集样品分析成果。在文章撰写过程中得到中国地质科学院矿产资源研究所王登红研究员、杨岳清研究员、王成辉副研究员和福建省地质调查研究院张开毕教授级高级工程师、杨武平高级工程师的指导,在此表示衷心感谢!

5 参考文献

- [1] 黄凡,王登红,王成辉,等. 中国钼矿资源特征及其成矿规律概要[J]. 地质学报, 2014, 88(12): 2296-2314.
Huang F, Wang D H, Wang C H, et al. Resources characteristics of molybdenum deposits and their regional metallogeny in China[J]. Acta Geologica Sinica, 2014, 88(12): 2296-2314.
- [2] Chen Y, Pirajno F, Li N, et al. Molybdenum deposits in China[J]. Ore Geology Reviews, 2017, 81: 401-404.
- [3] Zhong J, Chen Y J, Pirajno F. Geology, geochemistry and tectonic settings of the molybdenum deposits in South China: A review[J]. Ore Geology Reviews, 2017, 81: 829-855.
- [4] 刘乃忠. 福建浦城上厂钼矿床地质特征及成因初探[J]. 福建地质, 2005, 24(3): 141-146.
Liu N Z. On the geologic characteristics and genesis of the Shuangchang molybdenum deposit in Pucheng county, Fujian Province[J]. Geology of Fujian, 2005, 24(3): 141-146.
- [5] 傅树超. 福建武夷山坪地钼矿床地质特征及成因探讨[J]. 福建地质, 2005, 24(3): 125-133.
Fu S C. On geologic characteristics and genes is of the Pingdi molybdenum deposit in Wuyishan city, Fujian Province [J]. Geology of Fujian, 2005, 24(3): 125-133.
- [6] 王翠芝,方亮,崔晓琳,等. 武夷山坪地钼矿床辉钼矿的矿物学特征[J]. 矿物学报, 2012, 32(4): 498-506.
Wang C Z, Fang L, Cui X L, et al. The mineralogical characteristics of molybdenite of Pingdi molybdenite deposit in Wuyishan[J]. Acta Mineralogica Sinica, 2012, 32(4): 498-506.
- [7] 张达,吴淦国,刘乃忠,等. 福建漳平北坑场钼多金属矿床辉钼矿Re-Os同位素年龄及其地质意义[J]. 地质学报, 2010, 84(10): 1428-1437.
Zhang D, Wu G G, Liu N Z, et al. Re-Os isotopic age of molybdenite from the Beikengchang molybdenite and polymetal deposit in Zhangping city, Fujian Province [J]. Acta Geologica Sinica, 2010, 84(10): 1428-1437.

- [8] 卢俊胜. 福建省永定山口钼矿地质特征及成因[J]. 资源调查与环境, 2008, 29(4): 289-296.
Lu J S. Geological characteristics and genesis of the Shankou molybdenite deposit in Yongding county, Fujian Province [J]. Resources Survey & Environment, 2008, 29(4): 289-296.
- [9] 罗锦昌, 陈郑辉, 屈文俊. 福建省永定山口钼矿辉钼矿铼-钨同位素定年及其地质特征[J]. 岩矿测试, 2009, 28(3): 254-258.
Luo J C, Chen Z H, Qu W J. Re-Os isotopic dating of molybdenite from the Shankou molybdenum deposit in Yongding county of Fujian Province and its geological significance [J]. Rock and Mineral Analysis, 2009, 28(3): 254-258.
- [10] 钟军, 陈衍景, 陈静, 等. 福建省紫金山矿田罗卜岭斑岩型铜钼矿床流体包裹体研究[J]. 岩石学报, 2011, 27(5): 1410-1424.
Zhong J, Chen Y J, Chen J, et al. Fluid inclusion study of the Luoboling porphyry Cu-Mo deposit in the Zijinshan ore field Fujian Province [J]. Acta Petrologica Sinica, 2011, 27(5): 1410-1424.
- [11] 梁清玲, 江思宏, 王少怀, 等. 福建紫金山矿田罗卜岭斑岩型铜钼矿床辉钼矿 Re-Os 定年及地质意义[J]. 地质学报, 2012, 86(7): 1113-1118.
Liang Q L, Jiang S H, Wang S H, et al. Re-Os dating of molybdenite from the Luoboling porphyry Cu-Mo deposit in the Zijinshan ore field of Fujian Province and its geological significance [J]. Acta Geologica Sinica, 2012, 86(7): 1113-1118.
- [12] 黄新鹏. 福建平和福里石铍(钼)矿地质特征及成因初探[J]. 桂林理工大学学报, 2016, 36(1): 99-106.
Huang X P. Geological characteristics and genesis of Fulishi beryllium (molybdenum) deposit in Pinghe, Fujian [J]. Journal of Guilin University of Technology, 2016, 36(1): 99-106.
- [13] 赵芝, 陈郑辉, 王成辉, 等. 闽东大湾钼铍矿的辉钼矿 Re-Os 同位素年龄——兼论福建省钼矿时空分布及构造背景[J]. 大地构造与成矿学, 2012, 36(3): 399-405.
Zhao Z, Chen Z H, Wang C H, et al. Molybdenite Re-Os age of the Dawan Mo-Be deposit, East Fujian—A discussion on the tempo-spatial distribution and tectonic setting of the molybdenite deposit in Fujian Province [J]. Geotectonica et Metallogenia, 2012, 36(3): 399-405.
- [14] 杨武平. 福建霞浦大湾钼铍矿床地质特征及成因初探[J]. 福建地质, 2008, 27(1): 1-7.
Yang W P. On geological characteristics and genesis of the Dawan beryllium and molybdenum deposit in Xiapu county, Fujian Province [J]. Geology of Fujian, 2008, 27(1): 1-7.
- [15] 杨卫立. 福建周宁咸格钼矿地质特征及找矿潜力分析[J]. 福建地质, 2009, 28(3): 175-180.
Yang W L. Geologic characteristics and ore-finding potentiality of the Xiange molybdenum deposit in Zhouning county, Fujian Province [J]. Geology of Fujian, 2009, 28(3): 175-180.
- [16] 李汶奎. 福建省古田县西朝钼矿区成矿规律及找矿标志研究[J]. 湖南有色金属, 2008, 24(5): 1-4.
Li W K. The study on mineralization rule and the prospecting symbolized of west toward molybdenum ore area in Gutian county of Fujian Province [J]. Hunan Nonferrous Metals, 2008, 24(5): 1-4.
- [17] 王成辉, 王登红, 陈郑辉, 等. 福建砺山钼矿的地质特征、成矿时代及区域找矿前景[J]. 矿物学报, 2009, 29(1): 63-69.
Wang C H, Wang D H, Chen Z H, et al. Geological characteristics and metallogenic epoch of the Lishan molybdenum deposit—A discussion on regional prospecting for Mo in the southeastern coast of China [J]. Acta Mineralogica Sinica, 2009, 29(1): 63-69.
- [18] Slama J, Kosler J, Condon D J, et al. Plesovice zircon: A new natural reference material for U-Pb and Hf isotopic microanalysis [J]. Chemical Geology, 2008, 249: 1-35.
- [19] Liu Y S, Hu Z C, Gao S, et al. *In situ* analysis of major and trace elements of anhydrous minerals by LA-ICP-MS without applying an internal standard [J]. Chemical Geology, 2008, 257: 34-43.
- [20] 周亮亮, 魏均启, 王芳, 等. LA-ICP-MS 工作参数优化及在锆石 U-Pb 定年分析中的应用[J]. 岩矿测试, 2017, 36(4): 350-359.
Zhou L L, Wei J Q, Wang F, et al. Optimization of the working parameters of LA-ICP-MS and its application to zircon U-Pb dating [J]. Rock and Mineral Analysis, 2017, 36(4): 350-359.
- [21] 侯可军, 陈振宇, 王登红, 等. 赣南兴国杨村岩体锆石 U-Pb 年龄测定及其地质意义[J]. 岩矿测试, 2012, 31(3): 549-553.
Hou K J, Chen Z Y, Wang D H, et al. Zircon U-Pb age dating for the Yangcun granite masses from South Jiangxi Province and its geological significance [J]. Rock and Mineral Analysis, 2012, 31(3): 549-553.
- [22] 张开毕. 福建侵入岩的岩浆演化[J]. 福建地质, 2012, 31(3): 255-260.
Zhang K B. Magmatic evolution of intrusive rock in

- Fujian Province [J]. *Geology of Fujian*, 2012, 31 (3): 255 - 260.
- [23] 张克尧, 王建平, 杜安道, 等. 福建福安赤路钼矿床辉钼矿 Re-Os 同位素年龄及其地质意义 [J]. *中国地质*, 2006, 25 (3): 332 - 335.
Zhang K Y, Wang J P, Du A D, et al. Re-Os isotopic dating of molybdenite from the Chilun molybdenum deposit in Fu'an, Fujian Province [J]. *Geology in China*, 2006, 25 (3): 332 - 335.
- [24] 孙涛. 新编华南花岗岩分布图及其说明 [J]. *地质通报*, 2006, 25 (3): 332 - 335.
Sun T. A new map showing the distribution of granites in South China and its explanatory notes [J]. *Geological Bulletin of China*, 2006, 25 (3): 332 - 335.
- [25] 周鸿年, 何耀基. 赤路斑岩钼矿床同位素地质特征及其物质来源探讨 [J]. *福建地质*, 1983, 2 (2): 1 - 12.
Zhou H N, He Y J. Discussion on the characteristics of isotope geology of porphyry molybdenum at Chilun and its source of ore material [J]. *Geology of Fujian*, 1983, 2 (2): 1 - 12.
- [26] 钟长华. 福建省建瓯罗山钼矿床地质特征及深部找矿潜力分析 [J]. *福建地质*, 2012, 31 (3): 224 - 232.
Zhong C H. Geological characteristics and depth prospecting prediction of Mo deposit in Luoshan Jian'ou county, Fujian Province [J]. *Geology of Fujian*, 2012, 31 (3): 224 - 232.
- [27] Dong Y P, Santosh M. Tectonic architecture and multiple orogeny of the Qinling orogenic belt, Central China [J]. *Gondwana Research*, 2016, 29: 1 - 40.
- [28] 徐先兵, 张岳桥, 贾东, 等. 华南早中生代大地构造过程 [J]. *中国地质*, 2009, 36 (3): 574 - 592.
Xu X B, Zhang Y Q, Jia D, et al. Early Mesozoic geotectonic processes in South China [J]. *Geology in China*, 2009, 36 (3): 574 - 592.
- [29] 张岳桥, 董树文, 李建华, 等. 华南中生代大地构造研究新进展 [J]. *地球学报*, 2012, 33 (3): 257 - 279.
Zhang Y Q, Dong S W, Li J H, et al. The new progress in the study of Mesozoic tectonics of South China [J]. *Acta Geoscientica Sinica*, 2012, 33 (3): 257 - 279.
- [30] 褚杨, 林伟, Faure M, 等. 华南板块早中生代陆内造山过程——以雪峰山—九岭为例 [J]. *岩石学报*, 2015, 31 (8): 2145 - 2155.
Chu Y, Lin W, Faure M, et al. Early Mesozoic intracontinental orogeny: Example of the Xuefengshan—Jiuling belt [J]. *Acta Petrologica Sinica*, 2015, 31 (8): 2145 - 2155.
- [31] 毛景文, 陈懋弘, 袁顺达, 等. 华南地区钦杭成矿带地质特征和矿床时空分布规律 [J]. *地质学报*, 2011, 85 (5): 637 - 655.
Mao J W, Chen M H, Yuan S D, et al. Geological characteristics of the Qinhang (or Shihang) metallogenic belt in South China and spatial-temporal distribution regularity of mineral deposits [J]. *Acta Geologica Sinica*, 2011, 85 (5): 637 - 655.
- [32] 王强, 赵振华, 简平, 等. 华南腹地白垩纪 A 型花岗岩类或碱性侵入岩年代学及其对华南晚中生代构造演化的制约 [J]. *岩石学报*, 2005, 21 (3): 795 - 808.
Wang Q, Zhao Z H, Jian P, et al. Geochronology of Cretaceous A-type granitoids or alkaline intrusive rocks in the hinterland, South China: Constraints for Late-Mesozoic tectonic evolution [J]. *Acta Petrologica Sinica*, 2005, 21 (3): 795 - 808.
- [33] 毛景文, 谢桂青, 李晓峰, 等. 华南地区中生代大规模成矿作用与岩石圈多阶段伸展 [J]. *地学前缘*, 2004, 11 (1): 46 - 55.
Mao J W, Xie G Q, Li X F, et al. Mesozoic large mineralization and multiple lithospheric extension in South China [J]. *Earth Science Frontiers*, 2004, 11 (1): 46 - 55.

LA-ICP-MS Zircon U-Pb Dating of Alkali-Feldspar Granites from the Dawan Mo-Be Deposit, Xiapu, Fujian Province

HUANG Xin-peng

(Institute of Geological Survey of Fujian Province, Fuzhou 350013, China)

HIGHLIGHTS

- (1) Zircon U-Pb dating of alkali feldspar granites from the Dawan Mo-Be deposit in Xiapu, Fujian Province were conducted by Laser Ablation-Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (LA-ICP-MS).
- (2) The zircon U-Pb age of alkali feldspar granite is consistent with that of molybdenite in the deposit.
- (3) The metallogenic tectonic setting of the Mo-Be deposit is the Yanshanian lithospheric extensional environment in South China.

ABSTRACT

BACKGROUND: The Mo-Be deposit in Xiapu Dawan, Fujian Province is located in a volcanic rock area. Mineralization may be closely related to magmatic activity and fracture structure. The concealed granite in the deposit is considered to be the parent rock of Mo-Be ore, but there is no direct time evidence.

OBJECTIVES: To determine the relationship between alkali feldspar granite and Mo-Be mineralization in this deposit by the geochronology of alkali feldspar granite.

METHODS: LA-ICP-MS was used for zircon U-Pb dating of alkali feldspar granite.

RESULTS: The results show that the U-Pb age of alkali feldspar granite is 93.0 ± 0.6 Ma, consistent with that of molybdenum mineralization in this deposit (92.2 ± 1.3 Ma), which indicates that the alkali feldspar granite is closely related to the mineralization of Mo and Be in time and space. Magmatic activity may provide ore-forming materials and fluids for the Mo-Be ore deposits.

CONCLUSIONS: The Upper Yanshanian magmatic age and the Mo mineralization age in Fujian Province have the temporal and spatial distribution regularity that becomes gradually younger from west to east. The Mo-Be deposit occurred in the extension of the South China lithosphere during the Yanshanian period.

KEY WORDS: Dawan Mo-Be deposit; alkali feldspar granite; diagenetic age; space-time connection; geological background