

文章编号: 0254-5357(2012)03-0549-05

赣南兴国杨村岩体锆石 U-Pb 年龄测定及其地质意义

侯可军, 陈振宇, 王登红, 陈郑辉, 赵 正
(国土资源部成矿作用与资源评价重点实验室, 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037)

摘要: 位于南岭东段北部赣南地区兴国县境内的杨村岩体,侵入于前寒武纪基底变质岩中,其西侧又与白垩系赣州组砂岩、砾岩断层接触,因而其地质年代难以根据接触关系准确判断,而岩体本身风化程度比较高,难以利用 K-Ar 法和 Rb-Sr 等时线等方法获得可靠年龄,以往将该岩体归属于加里东期。文章采用激光剥蚀-多接收器电感耦合等离子体质谱(LA-MC-ICPMS)锆石 U-Pb 定年方法,获得其锆石²⁰⁶Pb/²³⁸U 加权平均年龄为(175.8±1.0) Ma,从而准确地查明该岩体侵位于燕山早期第一阶段与第二阶段的过渡时期。这一阶段在南岭是钨多金属发生大规模成矿作用的开始阶段,因而杨村岩体地质年代的确定为今后的地质找矿提供了新的线索。

关键词: 杨村岩体; LA-MC-ICPMS 锆石 U-Pb 定年; 燕山早期; 大规模成矿作用

中图分类号: P59; P597.3; O657.63 **文献标识码:** A

Zircon U-Pb Age Dating for the Yangcun Granite Masses from South Jiangxi Province and Its Geological Significance

HOU Ke-jun, CHEN Zhen-yu, WANG Deng-hong, CHEN Zheng-hui, ZHAO Zheng
(Key Laboratory of Metallogeny and Mineral Resource Assessment, Ministry of Land and Resources, Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China)

Abstract: The Yangcun granite mass is located northeast of Nanling and Xingguo country of the South Jiangxi area. It intrudes into metamorphosed rocks of Precambrian basement, and is adjacent to Cretaceous Sandstone and conglomerate at its west side with a fault. The forming time of this granite masses is difficult to judge correctly by its contact relations, and it was previously assigned to the Caledonian period. In this paper, we give a U-Pb age of (175.8±1.0) Ma of zircon by Laser Ablation-Multicollector Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (LA-MC-ICPMS) dating technology, thus ascertaining this granite mass as an intrusion during the period between the first and second stage of the early Yanshanian, and this period is the onset period of extensive mineralization of tungsten and multi-metals in the Nanling area. Therefore, the determination of the geochronology of the Yangcun granite masses will provide new information for prospecting in the future.

Key words: Yangcun granite masses; LA-MC-ICPMS zircon U-Pb dating; early Yanshanian; extensive mineralization period

收稿日期: 2011-12-20; 接受日期: 2012-03-28

基金项目: 中国地质大调查项目“南岭地区岩浆岩成矿专属性研究”(1212011120989);“我国重要矿产和区域成矿规律研究”课题(1212010633903); 国家深部探测技术与实验研究专项“南岭成矿带地壳岩浆系统结构探测实验”(SinoProbe 0301);“南岭于都-赣县矿集区立体探测技术与深部成矿预测示范”课题(201011048); 危机矿山“赣南地区钨矿床成矿规律总结及高温热液成矿机制研究”课题(20089947)

作者简介: 侯可军,助理研究员,主要从事同位素地球化学研究。E-mail: kejunhou@126.com。

南岭是我国乃至世界燕山期花岗岩及其成矿作用最发育的地区之一,对该地区的花岗岩及其对钨多金属成矿作用的科学研究持续了一个多世纪,仍然方兴未艾。位于南岭东段北部赣南地区兴国县境内的杨村岩体,虽然侵入于前寒武纪基底变质岩中,但其西侧又与白垩系赣州组砂岩、砾岩断层接触,因而其地质年代可能属于加里东期至燕山早期。以往根据该岩体具有变质岩的一些特征,将其归属于加里东期并作为半原地型混合花岗岩的典型之一^[1-2],而岩体本身风化程度比较高,难以利用K-Ar法和Rb-Sr等时线等方法获得可靠年龄,未见公开的同位素年龄数据发表。本文利用激光剥蚀-多接收器电感耦合等离子体质谱(LA-MC-ICPMS)锆石U-Pb定年方法对杨村岩体进行年龄测定,并阐述其地质意义。

1 地质概况

杨村岩体是南岭代表性岩体之一^[1-2],位于赣州市兴国县方太圩南约9 km处,呈椭圆形,出露面积约22 km²。在1:20万兴国幅地质报告中,该岩体被认为属于交代成因的深成岩瘤,并描述其围岩为震旦系上部,无热变质现象。岩体北西与围岩呈渐变过渡关系,混合岩带、交代中心颇为分明。南东围岩不能分带,只有500~600 m之边缘混合岩化岩石。混合岩带、交代中心片理、片麻理方向与区域围岩构造线一致,因而在成因上被定为交代成因黑云母花岗岩。

2 样品采集和U-Pb定年

2.1 样品采集

本次样品(XGyc-1)是采自于城岗圩经杨村往兴国县城的公路开辟出的露头(图1),风化壳厚度大,岩石风化强烈,未见新鲜基岩露头样品,风化壳本身显示的是均匀花岗岩的风化特征,采集风化样品用于挑选锆石进行U-Pb年龄测试。

2.2 U-Pb年龄测定

锆石U-Pb定年测试在中国地质科学院矿产资源研究所MC-ICP-MS实验室完成,锆石定年分析所用仪器为Finnigan Neptune型MC-ICP-MS及与之配套的Newwave UP 213激光剥蚀系统。激光剥蚀所用斑束直径为25 μm,频率为10 Hz,能量密度约2.5 J/cm²,以He为载气。信号较小的²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb、²⁰⁴Pb(²⁰⁴Hg)、²⁰²Hg用离子计数器(multi-ion-counters)接收,²⁰⁸Pb、²³²Th、²³⁸U信号用法拉第



图1 赣南杨村岩体地质矿产简图

Fig. 1 Simplified geologic map of Yangcun rockmass in Xingguo, South Jiangxi and image of field
据1:20万兴国幅地质图修改,岩体时代已经改为新时代。

杯接收,实现了所有目标同位素信号的同时接收并且不同质量数的峰基本上都比较平坦,进而可以获得高精度的数据,均匀锆石颗粒²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb、²⁰⁶Pb/²³⁸U、²⁰⁷Pb/²³⁵U的测试精度(2σ)均为2%左右,对锆石标准的定年精度和准确度在1%(2σ)左右。LA-MC-ICPMS激光剥蚀采样采用单点剥蚀的方式,数据分析前用锆石GJ-1调试仪器,使之达到最优状态,锆石U-Pb定年以锆石GJ-1为外标,U、Th含量以锆石M127(U:923 μg/g; Th:439 μg/g; Th/U:0.475)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个锆石标准GJ1对样品进行校正,并测量1个Plešovice锆石标准,观察仪器的状态以保证测试的精确度。数据处理采用ICPMS DataCal程序^[3],测量过程中绝大多数分析点²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb > 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,锆石年龄谐和图用 Isoplot 3.0 程序获得。详细实验测试过程可参见文献[4]。样品分析过程中,Plesovice 锆石标准作为未知样品的分析结果为 $(336.5 \pm 1.5)\text{ Ma}$ ($n=3,2\sigma$),对应的年龄推荐值为 $(337.13 \pm 0.37)\text{ Ma}(2\sigma)^{[5]}$,两者在误差范围内完全一致。

2.3 U-Pb 年龄测定结果

所测锆石样品为无色透明,自形短柱状或长柱状,长宽比变化不大,从近等轴状到 3:1 不等。颗粒大小 50~200 μm 。阴极发光图像(图 2)显示,锆石具有明显的韵律环带,显示其岩浆结晶特征。

对 20 个锆石颗粒进行 20 个点的 LA-MC-ICPMS 分析,结果列于表 1,U-Pb 年龄谐和图示于图 3。18 个测点的 U-Pb 年龄比较集中,且谐和度较高, $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄在 173.8~181.7 Ma,加权平均值为 $(175.8 \pm 1.0)\text{ Ma}$,MSWD=1.02,该年龄应该代表杨村岩体的成岩年龄。另 2 个测点(XGyc-1-2、XGyc-1-9)的 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄分别为 $(262.8 \pm 9.2)\text{ Ma}$ 和 $(377.0 \pm 5.0)\text{ Ma}$,阴极发光图像显示 2 个测点也具有韵律环带的位置,可能为岩浆上升过程中捕获围岩的锆石。

表 1 杨村岩体的锆石 LA-MC-ICPMS 分析结果

Table 1 LA-MC-ICPMS zircon U-Pb dating data for the Yangcun granite

测点编号	$w_{\text{B}}/(\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1})$			Th/U	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$		$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$		$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$		$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$		$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$		$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	
	Pb	Th	U		比值	1 σ	比值	1 σ	比值	1 σ	年龄/Ma	1 σ	年龄/Ma	1 σ	年龄/Ma	1 σ
Xgyc-1-1	6.8	159.8	249.1	0.64	0.0505	0.0013	0.1935	0.0081	0.0279	0.0013	216.7	54.6	179.6	6.9	177.2	7.9
Xgyc-1-2	10.4	78.2	130.3	0.60	0.0594	0.0021	0.3398	0.0135	0.0416	0.0015	588.9	75.9	297.0	10.2	262.8	9.2
Xgyc-1-3	12.4	209.7	412.1	0.51	0.0525	0.0006	0.2069	0.0029	0.0286	0.0006	309.3	32.4	190.9	2.5	181.7	3.7
Xgyc-1-4	11.0	159.7	493.8	0.32	0.0522	0.0013	0.2016	0.0075	0.028	0.0009	294.5	55.6	186.5	6.3	178.0	5.8
Xgyc-1-5	13.9	289.0	495.8	0.58	0.0516	0.0012	0.2004	0.0012	0.0282	0.0004	264.9	51.8	185.5	1.0	179.3	2.2
Xgyc-1-6	8.2	122.7	222.9	0.55	0.0512	0.0012	0.1979	0.0097	0.0280	0.0011	250.1	53.7	183.3	8.2	177.9	6.6
Xgyc-1-7	12.3	185.9	404.9	0.46	0.0519	0.0013	0.2005	0.0075	0.0280	0.0010	279.7	55.6	185.6	6.3	178.3	5.9
Xgyc-1-8	9.4	156.7	455.9	0.34	0.0522	0.0012	0.2034	0.0038	0.0283	0.0003	294.5	51.8	188.0	3.2	179.7	2.0
Xgyc-1-9	34.9	46.2	1201.0	0.04	0.0545	0.0002	0.4498	0.0053	0.0602	0.0008	394.5	41.7	377.2	3.8	377.0	5.0
Xgyc-1-10	4.7	95.0	193.2	0.49	0.0516	0.0011	0.1954	0.0044	0.0275	0.0005	333.4	50.0	181.3	3.8	174.9	3.3
Xgyc-1-11	12.1	212.1	401.7	0.53	0.0522	0.0005	0.1990	0.0038	0.0277	0.0004	300.1	25.0	184.3	3.2	175.9	2.4
Xgyc-1-12	12.8	221.4	400.8	0.55	0.0516	0.0008	0.1948	0.0018	0.0274	0.0001	264.9	37.0	180.7	1.6	174.3	0.7
Xgyc-1-13	14.6	198.8	602.5	0.33	0.0520	0.0005	0.2005	0.0018	0.0280	0.0003	287.1	20.4	185.5	1.6	177.9	1.8
Xgyc-1-14	17.9	357.7	652.7	0.55	0.0509	0.0006	0.1942	0.0004	0.0277	0.0002	239.0	24.1	180.2	0.3	175.9	1.4
Xgyc-1-15	5.6	88.1	195.3	0.45	0.0536	0.0004	0.2098	0.0119	0.0284	0.0014	353.8	12.0	193.4	9.9	180.4	9.0
Xgyc-1-16	13.6	161.0	580.0	0.28	0.0524	0.0007	0.2065	0.006	0.0286	0.0008	301.9	29.6	190.6	5.0	181.7	4.9
Xgyc-1-17	47.1	926.9	1673.9	0.55	0.0499	0.0002	0.1889	0.0016	0.0275	0.0003	187.1	2.8	175.7	1.4	174.9	1.6
Xgyc-1-18	6.8	137.1	180.7	0.76	0.0521	0.0066	0.1969	0.0247	0.0273	0.0007	287.1	266.6	182.5	21.0	173.8	4.3
Xgyc-1-19	7.7	154.5	356.1	0.43	0.0505	0.0004	0.1932	0.0131	0.0277	0.0017	216.7	18.5	179.3	11.1	176.4	10.6
Xgyc-1-20	21.5	353.7	665.6	0.53	0.0520	0.0007	0.1989	0.0065	0.0277	0.0007	283.4	34.3	184.2	5.5	176.3	4.6

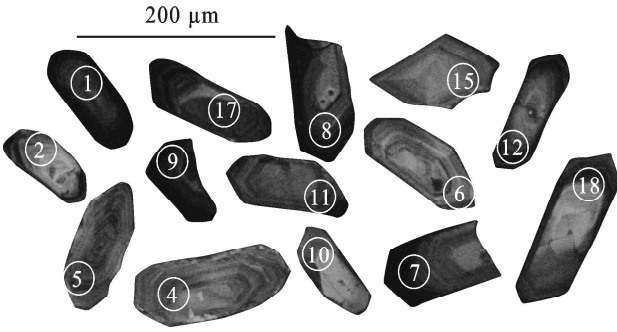


图 2 杨村岩体锆石的代表性阴极发光图像

Fig. 2 Cathodoluminescence images of representative zircons from the Yangcun granite
圆圈表示分析位置,序号表示分析点位。

3 杨村岩体成岩年龄及其地质意义

对于杨村岩体的时代,20 世纪 70 年代区域地质调查过程中根据宏观地质特征,在 1:20 万兴国幅地质调查报告中将其定为加里东期第一次,属于兴国幅范围内最古老的花岗岩体。此后对此研究较少,未见公开的同位素年龄数据发表。本次采用 LA-MC-ICPMS 同位素定年方法,获得其锆石 U-Pb 年龄为 $(175.8 \pm 1.0)\text{ Ma}$,从而准确地查明该岩体侵位于燕山早期第一阶段与第二阶段的过渡时期,对于深入研究该地区的区域构造演化提供了重要依据。

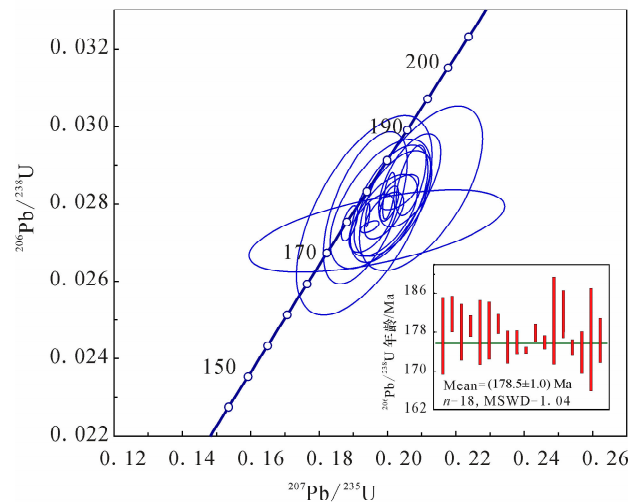


图3 杨村岩体锆石的U-Pb年龄谐和图及加权平均年龄
Fig. 3 Weighted average zircon U-Pb age and Concordia diagram for the Yangcun granite

原定的杨村岩体及其周边地区的确存在片麻岩、片麻状花岗岩乃至混合岩等深度变质的基底岩石,但杨村岩体即便是在1:20万地质图上也是以点划线将其与周围的变质岩进行区分。以往填图过程中也难以找到岩体与围岩的明显界线,二者属于渐变过渡关系(1:20万兴国幅地质调查报告中也有相关说明)。本次野外调研及采样过程中,虽然未找到岩体与围岩的侵入界线,采样点又是风化壳,但风化壳本身显示的是均匀花岗岩的风化特征,片理、片麻理等痕迹不清楚,也未见变质岩残留体。也就是说,虽然采样位置是风化壳,GPS定位又确是位于杨村岩体的位置,锆石的年龄反映的是燕山期,因此,燕山期的岩浆活动是存在的,侵入的围岩也是变质岩,只是杨村岩体的岩性和时代发生了变化,应该定为燕山早期黑云母花岗岩(或者相当于原定的杨村岩体的中心相)。考虑到本次采样位置靠近于杨村岩体的中部,周边与前寒武系的变质岩经前人填图等工作确认存在变质过渡的关系,推测杨村式半原地型混合花岗岩重熔结晶的原因很可能是深部岩浆穹窿状侵位所引起,即燕山期的岩浆侵位也可以激发变质岩的进一步花岗岩化。

燕山早期尤其是175 Ma前后(燕山早期第一阶段与第二阶段过渡, J_2/J_1),这一阶段是南岭钨多金属发生大规模成矿作用的开始阶段,因而杨村岩体地质年代的确定为今后的地质找矿提供了新的线索。形成于这一阶段的大型钨矿有大吉山、梅子窝、盘古山

等大型石英脉型钨矿,它们都是南岭最有代表性的钨矿,均与燕山早期的黑云母花岗岩有关^[6-10]。曾经获得全南县大吉山钨矿674中段白云母的K-Ar年龄为178 Ma,大余县漂塘钨矿328中段白云母的K-Ar年龄为175 Ma^[1]。王登红等^[11]对湖南瑶岗仙花岗岩体及赋存于岩体内外接触带的黑钨矿-石英脉进行了精确定年,获得岩体锆石SHRIMP U-Pb年龄为(170.7 ± 2.2) Ma,产于岩体外接触带寒武系地层中的黑钨矿-石英脉年龄为(175.8 ± 4.1) Ma,产于外接触带石英脉中的辉钼矿年龄为(170 ± 5) Ma。与杨村岩体基本同时。杨村岩体及其周边尚未发现成型矿床,但Nb、Ta矿化和Y等相关异常是存在的,岩体北部有河子背铌钽矿,南西侧有坝公坑萤石矿,其北侧的良村岩体更是矿产资源丰富。因此,杨村岩体是一个具有成矿潜力的燕山期花岗岩岩体,值得在今后找矿工作中加以注意。

4 结语

杨村岩体曾经被认为是赣南1:20万兴国幅7374 km²范围内最古老的花岗岩岩体。通过本次锆石U-Pb定年否定了这一认识。对采自该岩体中心部位的锆石样品,通过LA-MC-ICPMS测定获得的U-Pb年龄为(175.8 ± 1.0) Ma,证明其属于燕山早期第一阶段与第二阶段之间过渡时期的产物。这一过渡期也是南岭石英脉型钨矿成矿的第一个集中期,具有区域性大规模成矿的可能性,对今后地质找矿具有现实意义。

5 参考文献

- [1] 莫柱孙,叶伯丹,潘维祖,汪绍年,庄锦良,高秉璋,刘金全,刘文章.南岭花岗岩地质学[M].北京:地质出版社,1980:1-363.
- [2] 地矿部南岭项目花岗岩专题组.南岭花岗岩地质及其成因和成矿作用[M].北京:地质出版社,1989.
- [3] Liu Y, Gao S, Hu Z, Gao C, Zong K, Wang D. Continental and oceanic crust recycling-induced melt-peridotite interactions in the Trans-North China Orogen: U-Pb dating, Hf isotopes and trace elements in zircons from mantle xenoliths[J]. *Journal of Petrology*, 2010, 51: 537-571.
- [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.

[5] Sláma J, Kosler J, Condon D J, Crowley J L, Gerdes A, Hanchar J M, Horstwood M S A, Morris G A, Nasdala L, Norberg N, Schaltegger U, Schoene B, Tubrett M N, Whitehouse M J. Plešovice zircon—A new natural reference material for U-Pb and Hf isotopic microanalysis [J]. *Chemical Geology*, 2008, 249: 1 – 35.

[6] 陈毓川,裴荣富,张宏良. 南岭地区与中生代花岗岩类有关的有色及稀有金属矿床地质[M]. 北京:地质出版社,1989: 1 – 508.

[7] 张思明,陈郑辉,施光海,李丽侠,屈文俊,李超. 江西省大吉山钨矿床辉钼矿铼-钨同位素定年[J]. 矿床地质,2011,30(6): 1113 – 1121.

[8] 杨晓君,付建明,马丽艳,李祥能,徐德明,魏军奇. 粤北梅子窝钨锡矿床地质特征及其成矿年龄研究[J]. 大地构造与成矿,2008,32(3): 346 – 351.

[9] 曾载淋,张永忠,陈郑辉,陈毓川,朱祥培,童启荃,郑兵华,周瑶. 江西省于都县盘古山钨铋(碲)矿床地质特征及成矿年代学研究[J]. 矿床地质,2011,30(5): 949 – 958.

[10] 黄勇文. 钨的成矿岩体特征及其判别标志[J]. 地质论评, 1985, 31(6): 531 – 538.

[11] 王登红,李华芹,秦燕,梅玉萍,陈郑辉,屈文俊,王彦斌,蔡红,龚述清,何晓平. 湖南瑶岗仙钨矿成岩成矿作用年代学研究[J]. 岩矿测试, 2009, 28(3): 201 – 208.