2017 年 12 月
December, 2017

矿 床 地 质
MINERAL DEPOSITS

第 36 卷 第 6 期
36 (6):1415~1424

编号:0258-7106 (2017) 06-1415-10

Doi:10.16111/j.0258-7106.2017.06.010

赣南大埠复式花岗岩体两期成岩年龄及其地质意义*

方贵聪[1,2],陈郑辉[1],陈毓川[3],赵 正[1],侯可军[1],曾载淋[4],罗 泽[2]

(1 中国地质科学院矿产资源研究所,北京 100037;2 广西隐伏金属矿产勘查重点实验室,桂林理工大学地科学学院,广西 桂林 541004;3 中国地质科学院,北京 100037;4 江西省地质矿产勘查开发局赣南地质调查大队,江西 赣州 341000)

摘 要 大埠复式花岗岩体位于赣南腹地,是于都-赣县钨多金属矿集区的重要组成部分,其成岩期次及成岩成矿关系尚不十分清楚。文章采用 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 法测定了该岩体的成岩时代,结果表明:其东南体似斑状黑云母花岗岩年龄为(430.0±1.1) Ma,西北体斑状黑云母二长花岗岩年龄为(152.7±1.1) Ma。东南体虽对内外接触带铀矿的矿质来源有所贡献,但与西北体形成时代相差甚远,并非同一地质构造背景下的产物;西北体与内外接触带的钨矿床形成时代相近,成因联系密切。矿集区内岩浆活动具多旋回特征,以燕山早期尤其是 158~153 Ma 的花岗岩浆活动对钨多金属成矿作用最为有利。

关键词 地球化学;地质年代学;锆石 U-Pb 年龄;大埠花岗岩体;于都-赣县矿集区;赣南

中图分类号:P597.3;P618.67 **文献标志码**:A

Two petrogenetic stages of Dabu composite granite pluton in South Jiangxi and their geological implications

FANG GuiCong[1,2], CHEN ZhengHui[1], CHEN YuChuan[3], ZHAO Zheng[1], HOU KeJun[1], ZENG ZaiLin[4] and LUO Ze[2]

(1 Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China; 2 Guangxi Key Laboratory of Hidden Metallic Ore Deposits Exploration, College of Earth Science, Guilin University of Technology, Guilin 541004, Guangxi, China; 3 Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China; 4 Gannan Geological Survey Party, Jiangxi Bureau of Exploration & Development of Geology & Mineral Resources, Ganzhou 341000, Jiangxi, China)

Abstract

The Dabu composite granitic pluton, located in the heartland of South Jiangxi Province, is an important part of the Yu-Ganxian W-polymetallic ore concentration area. It was dated in this paper by means of the Laser Ablation-Multicollector Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (LA-ICP-MS) method, and the result shows that it has experienced two stages of magmatic activity. The emplacement of its southeastern unit (porphyry-like biotite granite) and northwestern unit (porphyry biotite granite monzogranite) occurred at (430.0±1.1) Ma and (152.7±1.1) Ma, respectively. The former was produced in the geological structural background different from its neighbouring uranium deposits, although it supplied them with a certain amount of mineral source. The latter formed in the same geological background as its endocontact and exocontact tungsten-poly-

http://www.kcdz.ac.cn/

* 本文得到国家重点研发计划课题(编号:2016YFC0600208)、广西自然科学基金青年基金(编号:2015GXNSFBA139205)、广西隐伏金属矿产勘查重点实验室系统研究课题资助(课题编号 16-140-27-03)联合资助

第一作者简介 方贵聪,男,1985 年生,博士、讲师,主要从事矿床成矿规律研究。Email:fanggcong@163.com

收稿日期 2016-10-19;改回日期 2017-09-13。张绮玲编辑。

metallic deposits, and is genetically associated with them. Three magmatic cycles have been recognized in Yudu-Ganxian area, with the granitic magmatism in the period of 158～153 Ma being the most favorable magmatism for tungsten-polymetallic mineralization.

Key words: geochemistry, geochronology, zircon U-Pb age, Dabu granitic pluton, Yu-Ganxian ore concentration area, South Jiangxi

大埠复式花岗岩体位于赣南腹地,是于都-赣县钨多金属矿集区的重要组成部分。该岩体的成矿地质条件优越,内部及外围发育 50 余处钨多金属矿床(点),随着勘查程度的深入,在岩体东南部新发现了牛岭等多处铀矿,因此受到地质工作者的广泛关注。刘静等(2015)获得大埠花岗岩体的年龄为 423 Ma,然而于都-赣县矿集区内洋西坑、长坑、盘古山、铁山垅、庵前滩一带的成岩成矿年代学研究(刘善宝等,2010;Huang et al.,2011;曾载淋等,2011;张文兰等,2012;方贵聪等,2014;陈振宇等,2014)显示,钨多金属矿床及多数花岗岩体均形成于 170～150 Ma,即燕山早期,那么大埠岩体是否还存在与这些钨多金属矿床相对应的成岩时代?对该问题的认识将对岩体内部及外围的找矿勘查具有重要的指导作用。本文采用 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 同位素定年法精确测定了大埠岩体西北体和东南体的成岩年龄,并探讨了成矿背景。

1 岩体地质特征

大埠岩体由西北体和东南体组成(图 1)。西北体是其主体,出露面积约 380 km^2,呈岩基产出,呈北北东向展布,亦有东西向拉伸之势,侵入于前寒武系、寒武系、泥盆系、石炭系和二叠系。岩石结构相变较显著:边缘相为细粒似斑状黑云母花岗岩,有时皮壳相呈霏细结构;中心相为中粒似斑状黑云母花岗岩,中心地带为中粗粒似斑状黑云母花岗岩。岩石均呈似斑状结构,斑晶主要由钾长石、斜长石和石英组成,晶体一般为 3～8 mm×10～30 mm,边缘部分较小,而大埠岩体中心大斑晶可达 30 mm×100 mm。岩石中矿物成分为:钾长石(包括条纹长石、微斜长石、正长石),斜长石(An:9～34,大部分为 An:20～29 的更长石,部分为钠长石和中长石),石英、黑云母(含量 5%)和少量白云母(约占 0～1%),副矿物可见磷灰石、萤石、黄铁矿等。矿物成分中有时见有较多角闪石出现,斜长石也较基性,形成了黑云母角闪花岗闪长岩或闪长岩。偶见石英二长岩。这些岩石杂生在一起,无明显界线,反映出该岩体系以酸性花岗岩为主的杂岩体,而其他岩体则未见有这样明显的矿物相变现象。自变质作用不甚强烈,自变质矿物有白云母(绢云母)和萤石。

东南体亦称马岭岩体,出露面积约 50 km^2,呈舌状展布,主要侵入于前寒武系和寒武系中,岩性为中粒斑状黑云母二长花岗岩,肤红色,中-粗粒似斑结构,块状构造,斑晶含量 10%～20%,斑晶大小 15～25 mm,主要为钾长石,次为斜长石,基质粒径 2～5 mm,个别达 8 mm。钾长石 31%,他形-半自形板状,发育格子双晶,条纹构造,属微斜条纹长石;斜长石 30%,呈半自形板状,发育聚片双晶,An 16～19,为更长石;石英 30%,呈他形粒状,具发育的波状消光;黑云母 5%,呈他形-半自形片状。岩石硅化及钠化、钾化、绿泥石化、绢云母化等较强烈。

2 测试方法

用于挑选锆石的花岗岩样品编号为 YCK-13 和 DB-01,分别采于大埠岩体的西北体和东南体,采样位置见图 1。岩石粉碎后经淘洗、磁选等程序使锆石富集,达到一定纯度后在实体显微镜下逐粒挑选出待测锆石,然后将待测锆石粘贴在环氧树脂表面打磨抛光制靶。在透射和反射光显微镜观察靶的基础上,选择合适的样品在中国地质科学院矿产资源研究所国土资源部成矿作用与资源评价重点实验室的 JXA-8800R 型电子探针上进行阴极发光研究。

LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 测年在中国地质科学院矿产资源研究所国土资源部成矿作用与资源评价重点实验室完成,所用仪器为 Finnigan Neptune 型 MC-ICP-MS 和与之配套的 New Wave UP 213 激光剥蚀系统。激光剥蚀束斑直径 25 μm,频率 10 Hz,能量密度 2.5 J/cm^2,以 He 为载气。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:923×10^{-6};Th:439×10^{-6};Th/U:0.475)(Nasdala et al.,2008)为外标进行校正,然后采用单

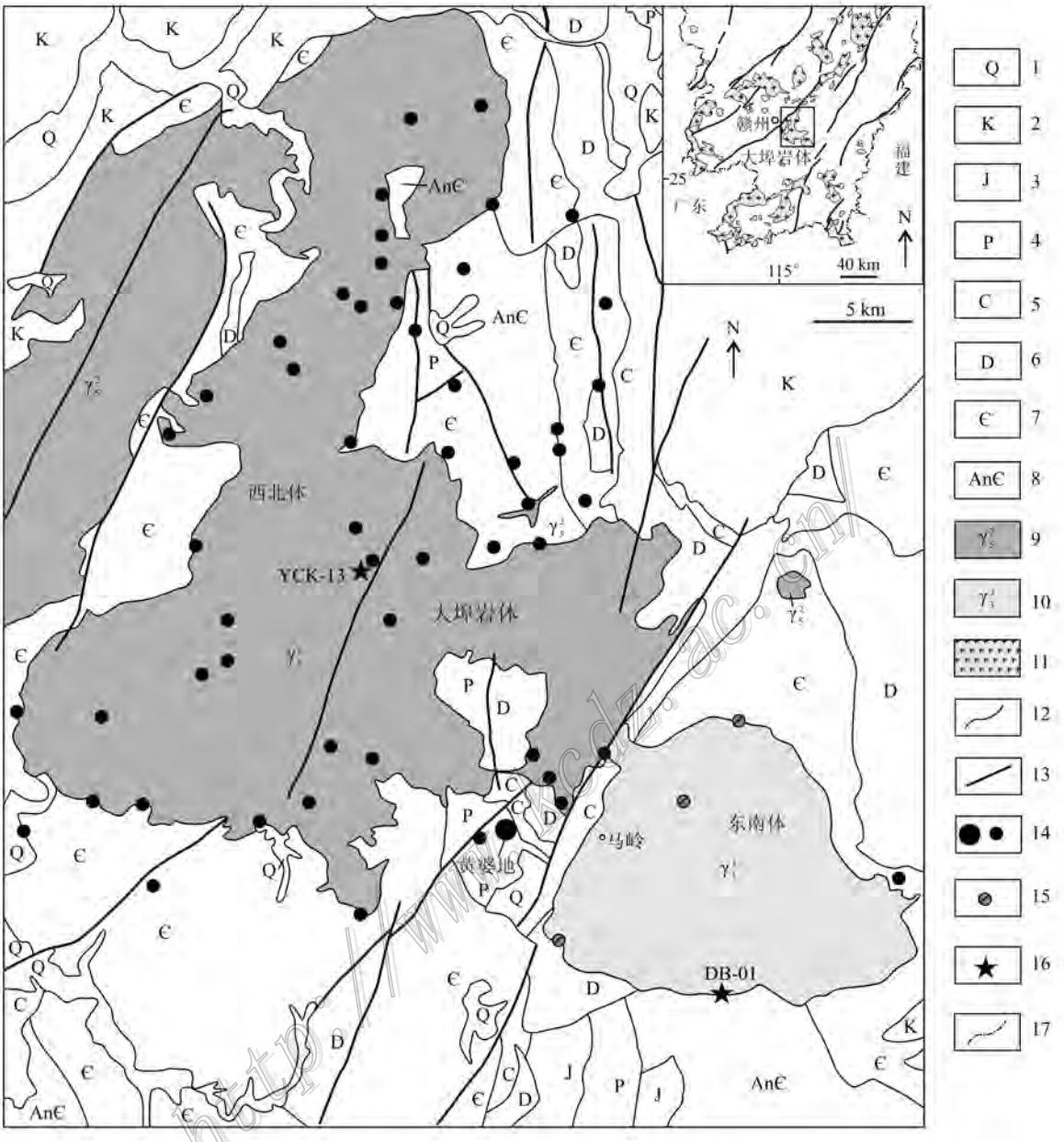

图 1　赣南大埠复式花岗岩体地质图

1—第四系沉积物；2—白垩系砂砾岩；3—侏罗系砂岩、泥岩；4—三叠系砂岩；5—石碳系灰岩；6—泥盆系砂岩；7—寒武系变质砂岩；8—前寒武系变质岩；9—燕山早期花岗岩；10—加里东期花岗岩；11—花岗岩；12—地质界线；13—断层；14—大型/中小型钨多金属矿床；15—铀矿床(点)；16—样品采集位置；17—省界

Fig. 1　Geological map of the Dabu composite granitic pluton in South Jiangxi

1—Quaternary sediments; 2—Cretaceous conglomerate and sandstone; 3—Jurassic sand stone and mudstone; 4—Triassic sandstone; 5—Carboniferous limestone; 6—Devonian sandstone; 7—Cambrian metasandstone; 8—Precambrian metamorphic rocks; 9—Early Yanshanian granite; 10—Late Caledonian granite; 11—Granite; 12—Geological boundary; 13—Fault; 14—Large/medium-small sized W—polymatallic deposit; 15—Uranium deposit(ore spot); 16—Sampling location; 17—Provincial boundary

点剥蚀的方式进行测试。测试过程中，每测定 5 个样品前后重复测定 2 个锆石 GJ-1 对样品进行校正，并测定一个锆石Plesovice，观察仪器的状态以保证测试的精确度。测试数据经 ICPMSDataCal 程序处理后采用 Isoplot 3.0 程序作出锆石年龄谐和图，详细测试处理过程可参见(侯可军等，2009)。

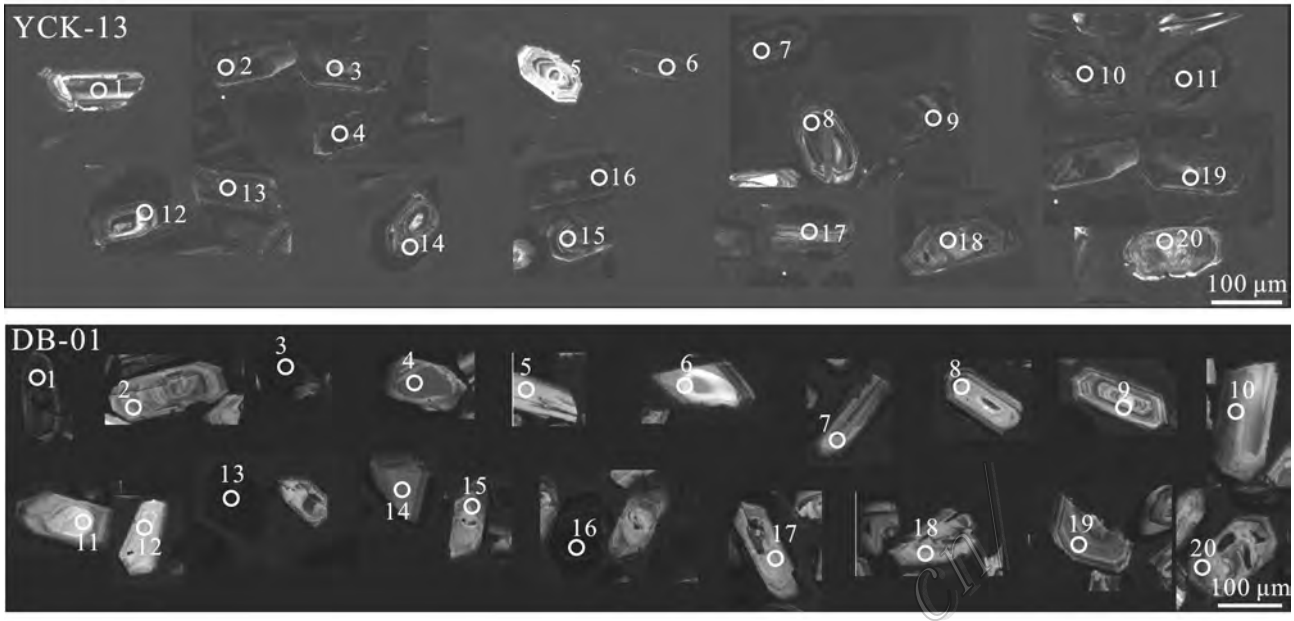

图 2 大埠花岗岩中锆石阴极发光图像

Fig. 2 Cathodoluminescence images of zircon from Dabu granite

3 分析结果

阴极发光图像(图 2)显示,大埠岩体西北体(YCK-13)的锆石呈短柱长,自形-半自形,晶体长 80～120 μm,宽 50～80 μm,东南体(DB-01)的锆石多呈长柱状,自形结构,晶体长 100～200 μm,宽 40～70 μm。岩体的锆石均发育较好的锥面和柱面,生长韵律环带或振荡环带清晰,具有岩浆锆石的典型特征(吴元保等,2004)。

大埠复式岩体锆石 LA-ICP-MS 测试结果 U-Pb 数据(表 1)显示,YCK-13 的锆石 Th/U 比值为 0.12～1.0,DB-01 的锆石 Th/U 比值为 0.14～1.49,均大于 0.1,在典型岩浆锆石的 Th/U 比值范围(Belousova et al., 2002)。因此认为,所测锆石属于岩浆锆石。

所测锆石中,YCK-13 谐和度≥95%的锆石测点共 9 个,DB-01 共 16 个,数据均在谐和曲线上或附近(图 3),表明这些锆石 U 和 Pb 同位素体系封闭性较好,基本没有 U-Pb 同位素的丢失或加入。YCK-13 的 9 个测点,$^{206}Pb/^{238}U$ 年龄介于 150.54～155.40 Ma,加权平均年龄为(152.7±1.1) Ma(图 3a)。DB-01 的 16 个 $^{206}Pb/^{238}U$ 年龄中,剔除误差较大的点 DB-01-14,其余数据明显分为 2 组,其中一组介于 427.00～435.09 Ma,共 12 个测点,加权平均年龄为(430.0±1.1) Ma(图 3b);另一组 3 个测点(DB-01-04、DB-01-06、DB-01-11),$^{206}Pb/^{238}U$ 年龄为 954.64～968.12 Ma,明显偏离上一组数据;从图 2 发现,这 3 个锆石具有明显的核边结构,测点打在其核部,该年龄可能代表了继承锆石(由于花岗岩浆侵入捕获新元古界锆石)的年龄,因此未参与加权平均年龄计算。其余谐和度小于 95%的锆石测点可能是锆石的封闭性不良,Pb 扩散丢失所导致的,因此也未参与加权平均年龄的计算。

4 讨 论

本次高精度锆石 U-Pb 测年结果表明,大埠复式花岗岩体至少经历两次花岗岩浆活动,一次发生在加里东晚期,形成大埠岩体的东南体,年龄为(430.0±1.1) Ma,另外一次发生在燕山早期,形成其西北体,年龄为(152.7±1.1) Ma。

4.1 加里东期岩浆活动与成矿

近年来随着测年技术的飞速发展,越来越多的年龄数据证实加里东期是南岭地区一次重要的岩浆-成矿活动时期,其强烈程度仅次于燕山期。南岭西段大瑶山社山花岗闪长(斑)岩年龄为 435～432 Ma,形成年龄为 437.8 Ma 的社垌钨钼矿与之相关(陈

http://www.kdz.ac.cn

表 1 大埠花岗岩 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 数据测试结果

Table 1 LA-ICP-MS zircon U-Pb data for the Dabu granite

点号	w(B)/10⁻⁶		Th/U	$^{207}Pb/^{206}Pb$		$^{207}Pb/^{235}U$		$^{206}Pb/^{238}U$		$^{207}Pb/^{235}U$ 年龄/Ma		$^{206}Pb/^{238}U$ 年龄/Ma		谐和度/%
	^{232}Th	^{238}U		比值	1σ	比值	1σ	比值	1σ	比值	1σ	比值	1σ	
YCK-13														
YCK-13-1	341.48	364.35	0.94	0.05	0.0004	0.15	0.0017	0.02	0.0002	139.30	1.4631	131.37	1.0571	94
YCK-13-2	384.52	555.41	0.69	0.05	0.0003	0.16	0.0014	0.02	0.0002	152.84	1.1819	151.16	0.9994	98
YCK-13-3	186.32	186.94	1.00	0.06	0.0005	0.29	0.0030	0.03	0.0003	261.26	2.3680	220.14	1.6189	82
YCK-13-4	1039.10	1844.57	0.56	0.08	0.0009	0.20	0.0023	0.02	0.0002	185.94	1.9093	117.26	1.1760	54
YCK-13-5	612.35	947.96	0.65	0.05	0.0002	0.17	0.0013	0.02	0.0002	156.66	1.1087	150.54	0.9726	96
YCK-13-6	508.70	849.35	0.60	0.05	0.0004	0.17	0.0016	0.02	0.0002	159.28	1.4208	152.94	1.1427	95
YCK-13-7	276.05	949.66	0.29	0.05	0.0003	0.17	0.0018	0.02	0.0002	159.78	1.5434	152.08	1.3671	95
YCK-13-8	393.14	612.33	0.64	0.06	0.0004	0.20	0.0021	0.02	0.0002	185.03	1.7943	151.82	1.0180	80
YCK-13-9	633.28	1165.17	0.54	0.06	0.0003	0.19	0.0016	0.02	0.0002	175.52	1.3621	145.58	0.9990	81
YCK-13-10	265.12	1421.91	0.19	0.06	0.0004	0.15	0.0014	0.02	0.0002	146.05	1.2289	119.47	0.9633	79
YCK-13-11	2777.24	3186.17	0.87	0.11	0.0011	0.36	0.0048	0.02	0.0002	308.80	3.6271	152.96	1.1687	32
YCK-13-12	282.94	614.92	0.46	0.05	0.0002	0.17	0.0014	0.02	0.0002	155.56	1.2058	155.40	1.0377	99
YCK-13-13	313.63	615.18	0.51	0.05	0.0003	0.16	0.0012	0.02	0.0001	152.92	1.0707	153.49	0.9238	99
YCK-13-14	369.61	494.21	0.75	0.06	0.0003	0.18	0.0017	0.02	0.0002	171.97	1.4429	153.87	1.0361	88
YCK-13-15	202.01	454.30	0.44	0.06	0.0004	0.17	0.0014	0.02	0.0002	157.66	1.1763	133.07	0.9886	83
YCK-13-16	226.42	325.10	0.70	0.05	0.0005	0.16	0.0016	0.02	0.0002	154.74	1.4004	153.25	0.9918	99
YCK-13-17	335.34	787.11	0.43	0.05	0.0003	0.17	0.0015	0.02	0.0002	160.76	1.2672	157.00	1.0839	94
YCK-13-18	237.40	297.37	0.80	0.07	0.0010	0.24	0.0036	0.02	0.0002	218.05	2.9679	157.96	1.0624	68
YCK-13-19	70.52	573.19	0.12	0.05	0.0003	0.17	0.0014	0.02	0.0002	158.20	1.2541	152.82	0.9974	96
YCK-13-20	423.87	847.63	0.50	0.05	0.0002	0.17	0.0015	0.02	0.0002	159.91	1.2764	152.33	1.0795	95

http://www.kcdz.ac.cn

续表 1

Continued Table 1

点号	w(B)/10⁻⁶		Th/U	$^{207}Pb/^{206}Pb$		$^{207}Pb/^{235}U$		$^{206}Pb/^{238}U$		$^{207}Pb/^{235}U$ 年龄/Ma		$^{206}Pb/^{238}U$ 年龄/Ma		谐和度/%
	^{232}Th	^{238}U		比值	1σ	比值	1σ	比值	1σ	比值	1σ	比值	1σ	
DB-01														
DB-01-01	192.31	627.37	0.31	0.06	0.0003	0.56	0.0055	0.07	0.0006	448.84	3.6106	435.09	3.8079	96
DB-01-02	82.22	105.63	0.78	0.06	0.0006	0.55	0.0163	0.07	0.0018	441.80	10.7413	430.70	11.0256	97
DB-01-03	321.13	1074.28	0.30	0.06	0.0007	0.56	0.0137	0.07	0.0017	454.25	8.9085	432.62	10.4939	95
DB-01-04	210.47	197.32	1.07	0.07	0.0005	1.65	0.0841	0.16	0.0079	990.58	32.2154	959.15	43.6462	96
DB-01-05	100.79	93.49	1.08	0.06	0.0005	0.54	0.0107	0.07	0.0013	438.20	7.0592	427.89	7.5560	97
DB-01-06	26.65	26.02	1.02	0.08	0.0008	1.73	0.0253	0.16	0.0017	1021.11	9.3895	954.64	9.4594	95
DB-01-07	42.90	84.45	0.51	0.06	0.0006	0.54	0.0061	0.07	0.0005	440.58	4.0158	427.00	2.9179	96
DB-01-08	48.46	45.17	1.07	0.06	0.0011	0.55	0.0115	0.07	0.0006	445.75	7.5162	430.01	3.7646	96
DB-01-09	76.07	130.19	0.58	0.07	0.0007	1.04	0.0164	0.11	0.0013	726.12	8.1240	685.81	7.4507	94
DB-01-10	122.34	83.00	1.47	0.06	0.0012	0.55	0.0160	0.07	0.0008	442.16	10.4790	427.21	5.0478	96
DB-01-11	19.99	26.61	0.75	0.08	0.0012	1.69	0.0312	0.16	0.0018	1006.50	11.7602	968.12	9.8326	96
DB-01-12	64.67	53.76	1.20	0.06	0.0006	0.59	0.0066	0.07	0.0005	473.57	4.1838	434.20	3.1957	91
DB-01-13	187.79	1341.07	0.14	0.06	0.0003	0.47	0.0158	0.06	0.0018	392.40	10.9048	356.22	11.1048	90
DB-01-14	36.47	72.64	0.50	0.06	0.0018	0.56	0.0781	0.07	0.0091	448.47	51.0570	432.67	54.9171	96
DB-01-15	44.39	69.04	0.64	0.06	0.0006	0.56	0.0131	0.07	0.0017	449.24	8.5186	430.64	10.1503	95
DB-01-16	276.93	1942.97	0.14	0.07	0.0026	0.62	0.0349	0.07	0.0039	489.89	21.8795	424.52	23.3138	85
DB-01-17	176.10	118.17	1.49	0.06	0.0006	0.55	0.0105	0.07	0.0012	447.40	6.8573	431.17	7.2996	96
DB-01-18	51.25	70.38	0.73	0.06	0.0006	0.56	0.0078	0.07	0.0007	451.29	5.1042	431.11	4.1964	95
DB-01-19	102.13	157.22	0.65	0.06	0.0005	0.55	0.0061	0.07	0.0006	447.17	3.9860	427.50	3.5961	95
DB-01-20	115.34	231.10	0.50	0.06	0.0003	0.55	0.0052	0.07	0.0006	442.57	3.3977	430.17	3.4712	97

http://www.kcdz.ac.cn

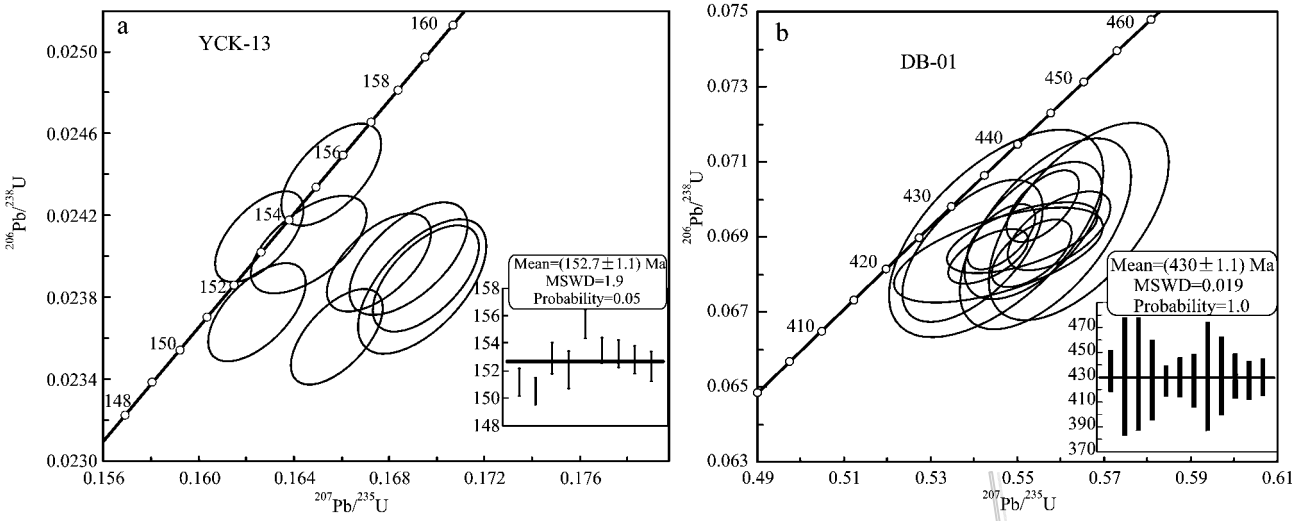

图 3　大埠花岗岩锆石 U-Pb 年龄谐和曲线及加权平均年龄

a. 样品 YCK-13 采于大埠岩体西北体；b. 样品 DB-01 采于东南体

Fig. 3　Zircon U-Pb concordia and weighted average age diagrams of Dabu granite

YCK-13 and DB-01 are sampled from northwestern and southeastern units, respectively

懋弘等，2011）；桂北的桂岭花岗岩体年龄为 424.4 Ma，相关的白石顶钼矿形成年龄为 424.6 Ma（李晓峰等，2009）；桂北牛塘界花岗岩体侵入于 421.8 Ma，矽卡岩型牛塘界钨矿形成年龄为 421 Ma（杨振等，2014）；桂西南地区钦甲花岗岩体为 412～442 Ma，德保矽卡岩型铜锡矿床与其相关（王永磊等，2010；2011）。然而，地处南岭东段的加里东期大埠岩体东南体，目前尚无数据表明岩体附近存在加里东期的成矿作用。

20 世纪 60 年代末期及 80 年代初期在大埠岩体东南体开展了钻探工作，分别发现了牛岭、均田 2 个小型铀矿床，矿化主要赋存于岩体外接触带上泥盆统三门滩组（D_3s）长石石英砂岩及下寒武统（$\in_1$）碳质板岩层间破碎带中，陡倾角的硅化破碎带中也见有工业矿化，近年来在牛岭矿床往岩体内部延伸的 8505 地段 7 号勘探线又揭露了铀矿化（邵飞等，2014）。地球化学分析结果显示，大埠岩体东南体为富铀岩体，w(U) 平均达 17.89×10^{-6}，勘查揭露的铀矿石 SiO_2 含量较高，成矿流体为酸性流体（邵飞等，2011），表明该岩体对铀矿的矿质来源有所贡献。然而，牛岭矿床沥青铀矿同位素年龄为 70 Ma（张金带等，2004），与大埠岩体东南体年龄相差甚远，表明两者并非同一地质背景下的产物。

4.2　燕山早期岩浆活动与成矿

大埠岩体西北体内外接触带发育众多的钨多金属矿床，它们主要形成于燕山早期，如洋西坑钨矿年龄为 155.78 Ma（赵磊等，2013）、长坑钼钨矿床形成于 158.1 Ma（梁景时等，2012），庵前滩钨矿床年龄为 155.17 Ma（刘善宝等，2010），本次研究获得大埠岩体西北体年龄为 152.7 Ma，表明岩体与这些钨矿床为同一构造背景下的产物。岩体的 W、Sn、Cu 等成矿元素含量较高，w(W) 的平均值高达 200×10^{-6}，浓集系数 133.33（梁景时等，2012），进一步表明大埠岩体西北体与内外接触带的钨矿床具有密切的成因联系。

4.3　矿集区岩浆活动的多期性

于都-赣县矿集区是赣南地区最为重要的钨多金属矿集区之一，区内的花岗岩浆活动具有多旋回特征。加里东晚期形成的岩体除大埠花岗岩体东南体外，尚有矿集区东北部的万田岩体，年龄为 464.9 Ma（刘善宝等，2012）。印支期岩体有珠兰埠岩体，形成于 229 Ma（王登红等，2012）。燕山早期的岩体分布最为广泛，如大埠岩体西北体形成于 152.7 Ma；盘古山岩体隐伏于深度 1288 m 以下，已为南岭科学钻探第二孔所揭露，年龄为 161.7 Ma（方贵聪等，2014）；铁山垅岩体出露于黄沙钨矿一带，西南部则呈隐伏状态，有 2 个成岩年龄，分别为 168.1 Ma（Huang et al.，2011）和 159.7～154.9 Ma（张文兰等，2012）；白鹅岩体也具有 2 个成岩年龄，分别为 174.1 Ma 和 152.4 Ma（方贵聪等，2012）。此外，江

西省地质调查研究院(2000)还曾获得大埠岩体龙头单元锆石 U-Pb 同位素年龄为(189.2±0.6) Ma,但由于在报告中缺少采样位置及测试数据,本文不加以探讨。

总体上,于都—赣县矿集区经历了加里东晚期(465～430 Ma)、印支期(229 Ma)、燕山早期(174～152 Ma)等 3 个岩浆活动旋回。区内钨多金属成矿作用主要与燕山早期的花岗岩浆活动有关。上述洋西坑钨矿、长坑钨矿和庵前滩钨矿年龄分别为 155.78 Ma、158.1 Ma 和 155.17 Ma,岩体东侧的著名的盘古山钨矿形成于 155.3 Ma(方贵聪等,2014),铁山垅钨矿形成于 153 Ma(Huang et al.,2011),这些成矿年龄均集中在 158～153 Ma,与赣南地区的茅坪、淘锡坑、新安子、荡萍、漂塘、岿美山、画眉坳等众多钨矿年龄(160～150 Ma)基本一致(王登红等,2010)。

5 结 论

(1) 大埠复式花岗岩体东南体年龄为(430.0±1.1) Ma,西北体年龄为(152.7±1.1) Ma。

(2) 大埠岩体东南体虽对铀矿的矿质来源有所贡献,但两者形成时代相差甚远,并非同地质构造背景下的产物;其西北体则与内外接触带的钨矿床形成时代相近,成因联系密切。

(3) 矿集区内经历了加里东晚期(465～430 Ma)、印支期(229 Ma)、燕山早期(174～152 Ma)等 3 个岩浆活动旋回,以燕山早期尤其是 158～153 Ma 的花岗岩浆活动对钨多金属成矿作用最为有利。

References

Belousova E A, Griffin W L, O'reilly S Y and Fisher N I. 2002. Igneous zircon: Trace element composition as an indicator of source rock type[J]. Contributions to Mineralogy and Petrology, 143(5): 602-622.

Chen M H, Mo C S, Huang Z Z, Li B and Huang H W. 2011. Zircon LA-ICP-MS U-Pb ages of granitoid rocks and molybdenite Re-Os age of Shedong W-Mo deposit in Cangwu County of Guangxi and its geological significance[J]. Mineral Deposits, 30(6): 963-978(in Chinese with English abstract).

Chen Z Y, Huang G L, Zhu B, Chen Z H, Huang F, Zhao Z, Tian Z J. 2014. The characteristics and metallogenic specialization of granite-hosted uranium deposits in the Nanling region[J]. Geotectonica et Metallogenia, 38(2): 264-275(in Chinese with English abstract).

Fang G C, Chen Y C, Chen Z H, Chen Z Y, Zhao Z and Huang F. 2012. Characteristics and age of zircons of Bai'e granite in South Jiangxi and its enlightment of multistage mineralization[J]. Rock and Mineral Analysis, 31(3): 559-566(in Chinese with English abstract).

Fang G C, Chen Y C, Chen Z H, Zeng Z L, Zhang Y Z, Tong Q Q, Sun J, Huang H X and Guo N X. 2014. Zircon U-Pb and molybdenite Re-Os geochronology of the Pangushan tungsten deposit in South Jiangxi Province and its significance[J]. Acta Geoscientica Sinica, 35(1): 76-84.

Hou K J, Li Y H and Tian Y R. 2009. In situ U-Pb zircon dating using laser ablation-multi ion counting-ICP-MS[J]. Mineral Deposits, 28(4): 481-492(in Chinese with English abstract).

Huang F, Feng C Y, Chen Y C, Ying L J, Chen Z H, Zeng Z L and Qu W J. 2011. Isotopic chronological study of the Huangsha-Tieshanlong quartz vein-type tungsten deposit and timescale of molybdenum mineralization in southern Jiangxi Province, China[J]. Acta Geologica Sinica (English Edition), 85(6): 1434-1447.

Institute of Geological Survey of Jiangxi Province. 2000. Report of regional geological survey for Dabu(1:50 000)[R]. Nanchang: Institute of Geological Survey of Jiangxi Province(in Chinese).

Li X F, Feng Z H, Li R S, Tang Z H, Qu W J and Li J Z. 2009. Silurian Mo mineralization at Baishiding molybdenum deposit in northern Guangxi: Constraints from zircon SHRIMP U-Pb and molybdenite Re-Os ages[J]. Mineral Deposits, 28(4): 403-412(in Chinese with English abstract).

Liang J S, Qi F Y, Fan H H and Ding Y. 2012. The geochemical characteristics of Dabu rock mass and the relationship with tungsten mineralization[J]. China Tungsten Industry, 27(4): 7-10(in Chinese with English abstract).

Liu J, Zhang Z S, Wu Y, Meng L, Shao F and Chen R. 2015. Age dating of Dabu pluton and its geological implication in South Jiangxi[J]. World Nuclear Geoscience, 32(2): 101-106(in Chinese with English abstract).

Liu S B, Chen Y C, Fan S X, Xu J X, Qu W J and Ying L J. 2010. The second ore-prospecting space in the eastern and central parts of the Nanling metallogenic belt: Evidence from isotopic chronology[J]. Geology in China, 37(4): 1034-1049(in Chinese with English abstract).

Liu S B, Li P, Chen Z Y, Chen Z H, Hou K J, Zhao Z and Wang C H.

http://www.kcdz.ac.cn

2012. Wantian granite, Yudu of Southern Jiangxi: Zircon U-Pb dating and its revelation[J]. Rock and Mineral Analysis, 31(4): 724-729(in Chinese with English abstract).

Nasdala L, Hofmeister W, Norberg N, Martinson J M, Corfu F, Dörr W, Kamo S L, Kennedy A K, Kronz A and Reiners P W. 2008. Zircon M257—a homogeneous natural reference material for the ion microprobe U-Pb analysis of zircon[J]. Geostandards and Geoanalytical Research, 32(3): 247-265.

Shao F, Xu J J, Hua J, Chen Z P, Shi Y F, Dang F P and Liu J Z. 2011. Analysis of geological condition and prospecting potential of uranium metallogenesis in Maling granite mass[J]. World Nuclear Geoscience, 31(4): 419-431(in Chinese with English abstract).

Shao F, Xu J J, Hua J, Nie B and Lv C. 2014. Geochemical characteristics and prospecting potential for uranium and tungsten of Dabu intrusion, southern Jiangxi Province, China[J]. Geology and Mineral Resources of South China, 30(3): 252-259(in Chinese with English abstract).

Wang D H, Chen Z H, Chen Y C, Tang J X, Li J K, Ying L J, Wang C H, Liu S B, Li L X, Qin Y, Li H Q, Qu W J, Wang Y B, Chen W and Zhang Y. 2010. New data of the rock-forming and ore-forming chronology for China 's important mineral resources areas[J]. Acta Geologica Sinica, 84(7): 1030-1040(in Chinese with English abstract).

Wang D H, Qin Y, Chen Z Y and Hou K J. 2012. U-Pb isotopic age and a further understanding of the ore-forming mechanism in granite from the southern Jiangxi Province[J]. Rock and Mineral Analysis, 31(4): 699-704(in Chinese with English abstract).

Wang Y L, Wang D H, Zhang C Q, Qu W J and Hu Y C. 2010. Molybdenite Re-Os isochron age of Debao Cu-Sn deposit in Guangxi and relation to Caledonian mineralization[J]. Mineral Deposits, 29(5): 881-889(in Chinese with English abstract).

Wang Y L, Wang D H, Zhang C Q, Hou K J and Wang C H. 2011. LA-ICP-MS zircon U-Pb dating of the Qinjia granite in Guangxi Province and its geologic significance[J]. Acta Geologica Sinica, 85(4): 475-481(in Chinese with English abstract).

Wu Y B and Zheng Y F. 2004. Zircon genesis mineralogy and its restrication for U-Pb age[J]. Chinese Science Bulletin, 49(16): 1589-1604 (in Chinese with English abstract).

Yang Z, Wang R C, Zhang W L, Chu Z Y, Chen J, Zhu J C and Zhang R Q. 2014. Skarn-type tungsten mineralization associated with the Caledonian (Silurian) Niutangjie granite, northern Guangxi, China[J]. Science China: Earth Sciences, 44(7): 1551-1566(in Chinese with English abstract).

Zeng Z L, Zhang Y Z, Chen Z H, Chen Y C, Zhu X P, Tong Q Q, Zheng B H and Zhou Y. 2011. Geological characteristics and metallogenic epoch of Pangushan W-Bi(Te) ore deposit in Yudu County, Jiangxi Province[J]. Mineral Deposits, 30(5): 949-958(in Chinese with English abstract).

Zhang J D, Dai M Z and Shao F. 2004. Uranium geology of East China[M]. Beijing: China Nuclear Industry Geological Survey, 1135-1139(in Chinese).

Zhang W L, Hua R M, Wang R C, Xie L and Che X D. 2012. SHRIMP zircon U-Pb dating of the metallogenic granite of Tieshanlong W-deposit in South Jiangxi[J]. Mineral Deposits, 31(S1): 633-634(in Chinese).

Zhao L, Qi F Y and Li J D. 2013. Geological characteristics and Re-Os isotopic dating of Yangxikeng molybdenum deposit in Ganxian of Jiangxi[J]. Journal of Earth Sciences and Environment, 35(4): 77-82(in Chinese with English abstract).

附中文参考文献

陈懋弘，莫次生，黄智忠，李斌，黄宏伟. 2011. **广西苍梧县社洞钨钼矿床花岗岩类锆石** LA-ICP-MS **和辉钼矿** Re-Os **年龄及其地质意义**[J]. **矿床地质**, 30(6): 963-978.

陈振宇，黄国龙，朱捌，陈郑辉，黄凡，赵正，田泽瑾. 2014. **南岭地区花岗岩型铀矿的特征及其成矿专属性**[J]. **大地构造与成矿学**, 38(2): 264-275.

方贵聪，陈毓川，陈郑辉，陈振宇，赵正，黄凡. 2012. **赣南白鹅花岗岩中锆石特征和年龄及其对多期次成矿的指示意义**[J]. **岩矿测试**, 31(3): 559-566.

方贵聪，陈毓川，陈郑辉，曾载淋，张永忠，童启荃，孙杰，黄鸿新，郭娜欣. 2014. **赣南盘古山钨矿床锆石** U-Pb **和辉钼矿** Re-Os **年龄及其意义**[J]. **地球学报**, 35(1): 76-84.

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

江西省地质调查研究院. 2000. 1∶50 000**大埠幅区域地质调查报告**[R]. **南昌：江西省地质调查研究院**.

李晓峰，冯佐海，李容森，唐专红，屈文俊，李军朝. 2009. **华南志留纪钼的矿化：白石顶钼矿锆石** SHRIMP U-Pb **年龄和辉钼矿** Re-Os **年龄证据**[J]. **矿床地质**, 28(4): 403-412.

梁景时，漆富勇，范会虎，丁勇. 2012. **江西赣县大埠岩体地球化学特征及其与钨成矿的关系**[J]. **中国钨业**, 27(4): 7-10.

刘静，张展适，吴奕，孟雷，邵飞，陈锐. 2015. **赣南大埠岩体年龄**

测定及其地质意义[J]. 世界核地质科学，32(2)：101-106.

刘善宝，陈毓川，范世祥，许建祥，屈文俊，应立娟. 2010. 南岭成矿带中，东段的第二找矿空间——来自同位素年代学的证据[J]. 中国地质，37(4)：1034-1049.

刘善宝，李鹏，陈振宇，陈郑辉，侯可军，赵正，王成辉. 2012. 赣南于都万田花岗岩锆石铀-铅定年及启示[J]. 岩矿测试，31(4)：724-729.

邵飞，许健俊，华金，陈志平，石亚飞，党飞鹏，刘金枝. 2011. 马岭岩体铀成矿地质条件及找矿潜力分析[J]. 铀矿地质，31(4)：419-431.

邵飞，许健俊，华金，聂斌，吕川. 2014. 赣南大埠岩体地球化学特征及铀、钨成矿潜力分析[J]. 华南地质与矿产，30(3)：252-259.

王登红，陈郑辉，陈毓川，唐菊兴，李建康，应立娟，王成辉，刘善宝，李立兴，秦燕，李华芹，屈文俊，王彦斌，陈文，张彦. 2010. 我国重要矿产地成岩成矿年代学研究新数据[J]. 地质学报，84(7)：1030-1040.

王登红，秦燕，陈振宇，侯可军. 2012. 赣南部分岩体的锆石铀-铅同位素年代学研究及其对成岩成矿机制的再认识[J]. 岩矿测试，31(4)：699-704.

王永磊，王登红，张长青，屈文俊，胡艳春. 2010. 广西德保铜锡矿床辉钼矿 Re-Os 同位素定年及对加里东期成矿的探讨[J]. 矿床地质，29(5)：881-889.

王永磊，王登红，张长青，侯可军，王成辉. 2011. 广西钦甲花岗岩体单颗粒锆石 LA-ICP-MS U-Pb 定年及其地质意义[J]. 地质学报，85(4)：475-481.

吴元保，郑永飞. 2004. 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，49(16)：1589-1604.

杨振，王汝成，张文兰，储著银，陈骏，朱金初，章荣清. 2014. 桂北牛塘界加里东期花岗岩及其矽卡岩型钨矿成矿作用研究[J]. 中国科学：地球科学，44(7)：1357-1373.

曾载淋，张永忠，陈郑辉，陈毓川，朱祥培，童启荃，郑兵华，周瑶. 2011. 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，30(5)：949-958.

张金带，戴民主，邵飞. 2004. 华东铀矿地质志[M]. 北京：中国核工业地质局. 1135-1139.

张文兰，华仁民，王汝成，谢磊，车旭东. 2012. 赣南铁山垄钨矿成矿花岗岩的 SHRIMP 锆石 U-Pb 定年[J]. 矿床地质，31(S1)：633-634.

赵磊，漆富勇，李江东. 2013. 江西赣县洋西坑钼矿床地质特征及 Re-Os 同位素测年[J]. 地球科学与环境学报，35(4)：77-82.

http://www.kcdz.ac.cn/