

云南个旧锡矿田碱性岩和煌斑岩 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 测年及其地质意义

程彦博¹ 毛景文² 陈懋弘^{1,2} 杨宗喜¹ 冯佳睿² 赵海杰²

(1. 中国地质大学地球科学与资源学院, 北京 100083;

2. 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, 北京 100037)

摘要: 笔者报道了运用 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 方法对云南个旧地区碱性岩侵入年龄和煌斑岩的测年结果, 即白云山碱性岩的形成时代为 76.6 ± 3.6 Ma, 煌斑岩的形成时代为 77.2 ± 2.4 Ma, 这两种类型的岩石均为燕山晚期岩浆作用的产物。结合区域地质地球物理资料、岩石学组合的构造指示意义及前人的有关其他研究成果, 认为这些岩石形成于岩石圈伸展的动力学环境。

关键词: 碱性岩; 煌斑岩; LA-ICP-MS; 动力学背景; 个旧; 云南

中图分类号: 597+.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-3657(2008)06-1138-12

在个旧锡矿田分布有花岗质岩石、辉长岩、碱性岩和煌斑岩一套岩石组合, 前人主要对花岗岩进行过比较多研究^[1-12], 而对其他类型岩石关注较少。前人曾经对个旧地区的碱性岩进行过年龄测定并存在不同的认识, 有关碱性岩的时代争议分别为 80~90 Ma、60~62 Ma 和 29~49 Ma^[13-17]。由于碱性岩和煌斑岩具有特殊的成岩成矿构造的指示意义, 从岩石组合及其组分探讨大型-超大型矿床形成地质背景是一个前沿性科学问题。笔者针对个旧锡矿田内的碱性岩和煌斑岩开展锆石 U-Pb 年龄精测, 并结合地质地球物理资料与区域地质演化历史, 尝试对该区晚中生代的大陆动力学背景进行初步的探讨。

1 区域地质概要

个旧是世界上最大规模的锡多金属矿田, 有色金属总储量超过 1000 万 t, 锡资源量超过 200 万 t^[18], 是世界上为数不多的超大型锡矿床之一。个旧地区的大地构造位置位于扬子陆块、华南褶皱系及三江褶

皱带三者的复合部位(图 1)。具体而言, 个旧隶属于华夏地块西部的右江盆地, 其北部以弥勒—师宗断裂与扬子陆块分界, 西南面以红河断裂与哀牢山断裂毗邻, 南部为越北古陆。矿区范围内断裂发育, 小江岩石圈断裂南缘的南北向个旧断裂将矿区划分为东西两区, 矿床多位于东区, 北北东向的五子山复式背斜以及东西向的 5 条压扭性大断裂(龙树脚断裂、背阴山断裂、老熊洞断裂、仙人洞断裂和白龙断裂)将矿带自北而南分为马拉格、松树脚、老厂、双竹和卡房 5 个矿田; 矿区内其他控矿构造还有: NNE 向龙岔河、轿顶山和杨家田大断裂以及 NW 向白沙冲大断裂^[15]。印支期地层在个旧地区广泛发育, 包括: 上三叠统火把冲组板岩、砂岩、砂砾岩, 中三叠统法郎组砂岩、页岩夹凝灰岩和玄武质熔岩, 中三叠统个旧组碳酸盐岩, 下三叠统飞仙关组紫红色砂岩夹绿色砂岩、泥灰岩等。个旧地区的岩浆岩广泛发育, 分别有: 二叠纪玄武岩, 三叠纪玄武岩, 燕山期辉长岩、黑云母花岗岩(似斑状、粗粒状、细粒状)、碱长花岗

收稿日期: 2008-11-27; 改回日期: 2008-12-05

基金项目: 国家重点基础研究发展计划项目(2007CB411405、2007CB411407)、中国地质调查局地质大调查项目(1212010634001)及“斯伦贝谢科技研究计划项目(SLBX0804)”资助。

作者简介: 程彦博, 男, 1983 年生, 博士生, 矿物学、岩石学、矿床学专业; E-mail: chamboll@126.com。

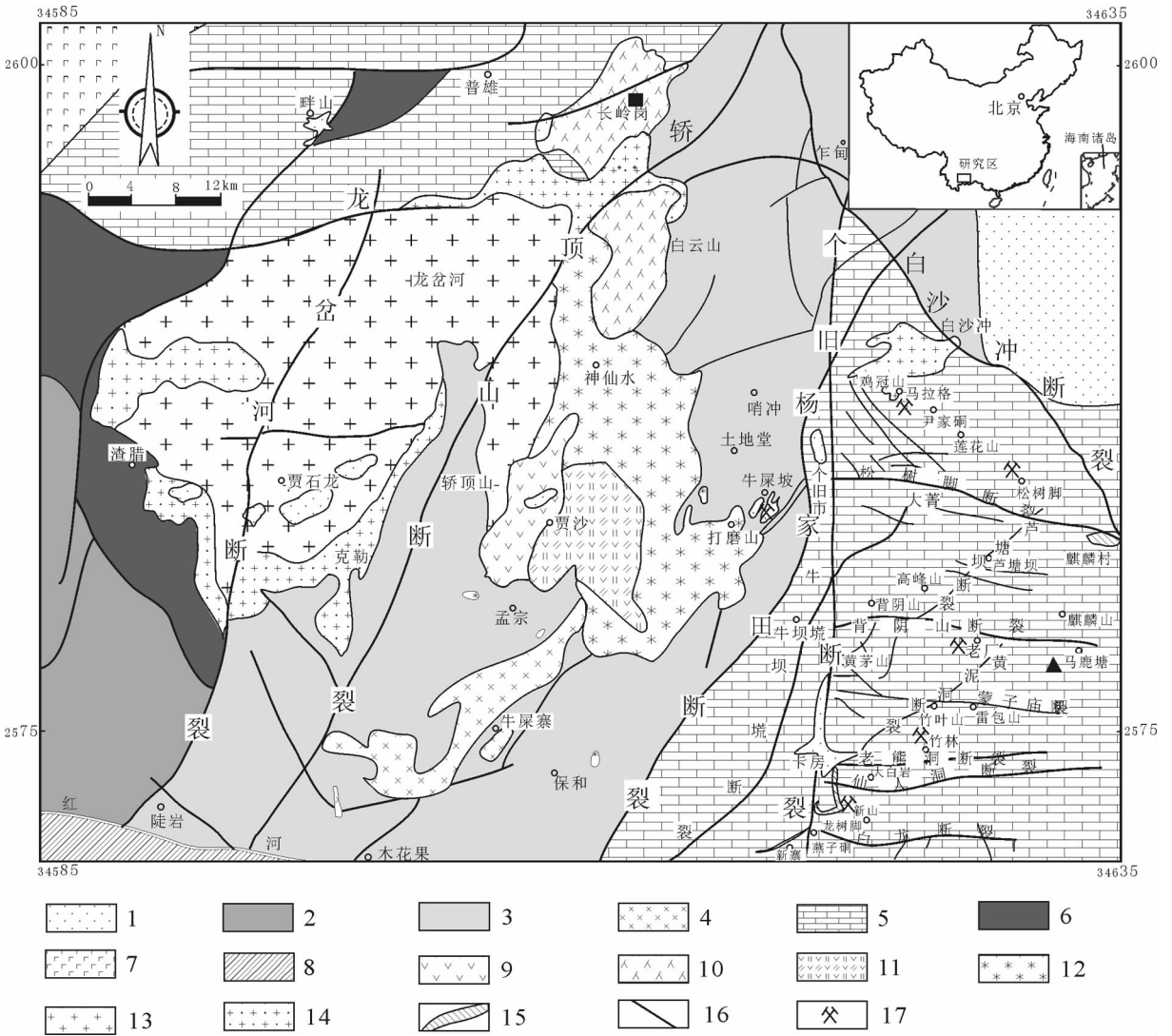


图 1 个旧地区地质简图及主要锡多金属矿床的分布图^[9]

1—第四系沉积物;2—上三叠统火把冲组板岩、砂岩、砂砾岩;3—中三叠统法郎组砂岩、页岩夹凝灰岩;4—中三叠统法郎组变玄武质熔岩;5—中三叠统个旧组碳酸盐岩;6—下三叠统紫红色砂岩夹绿色砂岩、泥灰岩;7—二叠纪峨眉山玄武岩;8—哀牢山变质带;9—辉长岩;10—霞石正长岩;11—含闪长岩包体的碱长花岗岩(原二长岩);12—碱长花岗岩;13—斑状黑云母花岗岩;14—等粒黑云母花岗岩;15—中三叠统个旧组变玄武岩;16—断层;17—矿区

Fig.1 Sketch showing the geology and distribution of polymetallic tin deposits in the Gejiu area^[9]

1-Quaternary sediments;2-Upper Triassic slate,sandstone and glutinite of the Huobachong Formation;3-Middle Triassic sandstone,shale of the Falang Formation;4-Middle Triassic basaltic lava of the Falang Formation;5-Middle Triassic carbonate rock of the Gejiu Formation;6-Lower Triassic purple sandstone intercalate with green sandstone and marlite of the Gejiu Formation;7-Permian Emei Mountain basalt;8-Ailao Mt.metamorphic zone;9-Gabbro;10-Nepheline syenite; 11-Alkafeldspar granite with mafic enclaves;12-Alkafeldspar granite;13-Porphyrific biotite granite;14-Equigranular biotite granite;15-Middle Triassic basalt of the Gejiu Formation;16-Fault;17-Mine

岩、碱性岩(碱性正长岩、霞石正长岩)及岩脉。

2 岩体地质和岩石学特征

煌斑岩主要出现在个旧东区老厂矿田以东的羊坝底选场及周围地区,多呈脉状分布,围岩地层为中

三叠统个旧组碳酸盐岩。岩石呈深灰绿色,斑晶主要由黑云母、普通辉石、长石等组成,斑晶粒径小于 2 cm,含量 5%~10%。基质主要由黑云母、钾长石、普通辉石、磷灰石、磁铁矿、黄铁矿等组成,亦可见少量角闪石,斑晶中暗色矿物的结晶程度比较好,属于全自

形斑状结构。黑云母斑晶呈黑色、片状,其内有磁铁矿及磷灰石等包体;普通辉石斑晶呈柱状、浅绿色,少量可见被碳酸盐、绿泥石交代;部分钾长石斑晶边部出现熔蚀现象,沿解理有碳酸盐充填。基质中的钾长石和暗色矿物结晶程度都比较好,属全自形粒状结构,其中辉石含量为 10%~15%,黑云母 20%~22%,长石 50%~60%,这种煌斑岩可以定名为辉石云煌岩。副矿物主要包括:磁铁矿、钛铁矿、锆石及黄铁矿等。本次研究所采集的煌斑岩样品位于个旧东区羊坝底选区羊坝底村后山的煌斑岩脉中(HBY-1 取样位置:23°13'45",103°28'12",见图 1 中的三角形)。采样点处的煌斑岩脉走向北偏东 70°,倾向北西,倾角较陡;由于点处花岗岩及矿体均隐伏存在,因此无法直观观察到煌斑岩与它们之间的关系。

碱性岩主要有碱性正长岩及霞石正长岩。岩体为南北向,受北东向及南北向隐伏断裂控制,呈“S”形分布,在螺丝寨、巴依寨一带被肉红色细粒黑云母花岗岩所分割,分为长岭岗和白云山南北两个部分,三者呈连续过渡关系。南段(白云山)呈南北延长,北段(长岭岗)呈北东延长,呈岩株状侵入于中三叠统个旧组及法郎组地层中,出露面积约 40 km²(308 队,1984)。碱性正长岩均环绕霞石正长岩分布,霞石正长岩在碱性正长岩中呈海岛状产出。白云山岩体的主要造岩矿物为霞石、钾长石、钠长石、黑榴石、黑云母及少量霓辉石和方钠石,副矿物有萤石、榍石、锆石、钛铁矿及少量的金红石和褐帘石等;长岭岗岩体主要造岩矿物有霓辉石、黑云母和霞石,副矿物与前者基本一致。碱性岩样品采自个旧市北部与建水县交界处的普雄镇钢杯山地区(CYB0707037 取样位置:23°31'58",103°05'32",见图 1 中的正方形),岩性为霞石正长岩。

3 分析技术与实验结果

用于挑选锆石的样品重量约 10 kg,样品的破碎和锆石挑选工作由河北省廊坊市诚信地质服务公司完成,挑出锆石约 200 粒。锆石激光剥蚀等离子体质谱(LA-ICP-MS)U-Pb 同位素分析在南京大学地球科学系“内生金属矿床成矿机制研究国家重点实验室”完成。本次实验所采用的激光束斑直径为 25 μm。普通铅校正采用 Anderson^[20]的方法,年龄计算采用国际标准程序 Isoplot(ver 3.0)。

笔者对碱性岩样品中的锆石进行了 22 个颗粒的 22 个点测定(表 1)。它们在图 2-A 中大多数位

于谐和曲线上,表明锆石形成以后,U-Pb 同位素体系保持了封闭,故而测定的年龄值是可信的。锆石 ²⁰⁶Pb/²³⁸Pb 年龄的平均值为(76.6 ±3.6) Ma,代表碱性岩的岩浆结晶年龄。笔者对煌斑岩样品中具有明显振荡环带的岩浆锆石进行了 22 个颗粒的 22 个点测定(表 2)。它们在图 2-B 中都位于谐和曲线上,表明锆石形成以后,U-Pb 同位素体系保持了封闭,年龄值是可信的。锆石 ²⁰⁶Pb/²³⁸Pb 年龄的平均值为(77.2±2.4) Ma,代表煌斑岩的岩浆结晶年龄。

4 讨 论

4.1 碱性岩与煌斑岩的形成时代

碱性岩和煌斑岩分别分布在东区和西区,相距较远,因此无法直观地观察这两类岩石到与矿体及花岗岩之间的关系(图 1)。本文获得的白云山碱性岩、东区煌斑岩脉 2 种侵入岩的侵入结晶年龄分别是:(76.6 ±3.6) Ma 和(77.2±2.4) Ma,它们均形成于燕山晚期。结合个旧东区老卡岩体的年龄为(85±1) Ma^[9],以及个旧东区南段的卡房矿田中的辉钨矿 Re-Os 同位素等时线年龄为(83±2.10) Ma^[21],这些数据的吻合程度较好,表明它们受到统一的构造-热事件影响。碱性岩和煌斑岩的形成代表了个旧锡矿区最后一期岩浆作用的结束,同时也基本可以限定个旧地区燕山晚期岩浆活动结束的时限为 75~80 Ma。

从年龄测试(表 1~2)和谐和曲线图(图 2)中的年龄值均表现出“分堆”的现象。由于碱性岩和煌斑岩的年龄基本相同且同时存在这种现象,表明这两种岩性的锆石中均有对 70 Ma 左右发生在个旧地区的一起热事件的记录。它们暗示了在 70 Ma 时期,个旧地区可能发生过一起热事件,其发生的时间略晚于个旧地区最后一次岩浆作用——即煌斑岩和碱性岩侵入的时间,从而使得刚刚就位的岩浆再次受到热事件的干扰,在热和能量的作用下,尚未完全固结的岩浆内的锆石继续生长而记录了这次热事件。推测这次热扰动可能受晚白垩世—新生代的印度板块开始向北俯冲的影响。印度板块与亚欧板块陆陆碰撞造山最早开始约为 70 Ma^[22],这与本区受扰动的锆石所记录的年龄基本一致。

中国华南西部地区广泛出现白垩纪成岩成矿事件,如:广西大厂的龙箱盖复式花岗岩体,其 SHRIMP 定年结果表明含斑黑云母花岗岩与斑状花岗岩形成于(91±1)~(93±1) Ma;广西宾阳昆仑关

表 1 个旧地区碱性岩的锆石 U-Pb LA-ICP-MS 年龄
Table 1 Zircon U-Pb LA-ICP-MS dating of alkaline rock in Gejiu area, Yunnan Province

编号	同位素比值						年龄/Ma						含量/ 10^{-6}				
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$		$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$		$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$		$^{206}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$		$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$		$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$		$^{206}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$		Th	U	Th/U
	1 σ	1 σ	1 σ	1 σ	1 σ	1 σ	1 σ	1 σ	1 σ	1 σ	1 σ	1 σ	1 σ	1 σ			
1	0.0475	0.0009	0.0799	0.0015	0.0122	0.0002	0.0027	0.0002	78	1	78	1	54	3	32457	1655	19.61
2	0.0493	0.0014	0.0786	0.0021	0.0116	0.0002	0.0031	0.0003	63	2	74	1	63	7	21913	2054	10.67
3	0.0490	0.0007	0.0589	0.0009	0.0087	0.0001	0.0047	0.0004	148	34	56	1	94	7	2509	23097	0.11
4	0.0489	0.0008	0.0819	0.0015	0.0122	0.0002	0.0028	0.0002	144	40	78	1	56	3	25564	1869	13.68
5	0.0493	0.0019	0.0799	0.0030	0.0118	0.0002	0.0014	0.0002	164	85	75	1	28	3	32672	2236	14.61
6	0.0490	0.0009	0.0829	0.0016	0.0123	0.0002	0.0043	0.0003	147	42	79	1	87	6	187	1250	0.15
7	0.1178	0.0049	0.2188	0.0087	0.0135	0.0003	0.0187	0.0020	1922	73	86	2	374	40	67	442	0.15
8	0.0491	0.0011	0.0805	0.0018	0.0119	0.0002	0.0039	0.0004	153	50	76	1	78	7	428	1758	0.24
9	0.0479	0.0049	0.0815	0.0080	0.0123	0.0004	0.0015	0.0003	95	226	79	3	30	6	20376	862	23.64
10	0.0481	0.0007	0.0656	0.0010	0.0099	0.0001	0.0041	0.0003	103	34	64	1	83	5	2054	4914	0.42
11	0.0485	0.0030	0.0801	0.0047	0.0120	0.0003	0.0014	0.0003	125	138	78	4	29	5	20526	998	20.57
12	0.1232	0.0022	0.2353	0.0043	0.0139	0.0002	0.1129	0.0094	2003	32	89	1	2162	171	42	928	0.05
13	0.0480	0.0008	0.0824	0.0014	0.0125	0.0002	0.0027	0.0001	100	37	80	1	55	2	31495	1745	18.05
14	0.0509	0.0016	0.0842	0.0026	0.0120	0.0002	0.0027	0.0003	235	72	77	1	54	6	34565	2498	13.84
15	0.0477	0.0009	0.0882	0.0017	0.0134	0.0002	0.0027	0.0001	83	44	86	1	54	3	18572	1450	12.81
16	0.0476	0.0007	0.0680	0.0011	0.0104	0.0001	0.0031	0.0001	79	35	66	1	62	3	6442	4625	1.39
17	0.0483	0.0008	0.0833	0.0015	0.0125	0.0002	0.0025	0.0001	114	40	80	1	49	2	29237	1462	20.00
18	0.0479	0.0013	0.0849	0.0022	0.0128	0.0002	0.0036	0.0003	95	62	82	1	72	5	1797	1174	1.53
19	0.0477	0.0009	0.0850	0.0017	0.0129	0.0002	0.0025	0.0002	81	46	83	1	51	3	20316	1412	14.38
20	0.0478	0.0009	0.0680	0.0014	0.0103	0.0001	0.0034	0.0002	89	45	66	1	69	5	2578	3229	0.80
21	0.0508	0.0010	0.0658	0.0013	0.0094	0.0001	0.0059	0.0006	230	46	60	1	119	13	530	12055	0.04
22	0.0490	0.0013	0.0828	0.0022	0.0123	0.0002	0.0028	0.0003	146	61	79	1	57	7	21107	1873	11.27

表 2 个旧地区的煌斑岩锆石 U-Pb LA-ICP-MS 年龄
Table 2 Zircon U-Pb LA-ICP-MS dating of alkaline rock in Geju area, Yunnan Province

编号	同位素比值						年龄/Ma						含量/ 10^{-6}							
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1 σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1 σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1 σ	$^{206}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	1 σ	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1 σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1 σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1 σ	$^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$	1 σ	Th	U	Th/U	
1	0.0586	0.0015	0.0775	0.0020	0.0096	0.0001	0.0081	0.0010	0.0010	553	55	62	1	76	2	162	20	1459	12523	0.12
2	0.0469	0.0010	0.0740	0.0016	0.0114	0.0002	0.0027	0.0002	0.0002	44	48	73	1	72	1	55	3	547	1818	0.30
3	0.0478	0.0021	0.0710	0.0030	0.0108	0.0002	0.0045	0.0009	0.0009	91	101	69	1	70	3	90	18	870	3237	0.27
4	0.0475	0.0009	0.0771	0.0015	0.0118	0.0002	0.0030	0.0002	0.0002	74	44	75	1	75	1	60	3	1138	2515	0.45
5	0.0484	0.0009	0.0759	0.0015	0.0114	0.0002	0.0032	0.0002	0.0002	119	44	73	1	74	1	65	4	630	2182	0.29
6	0.0476	0.0023	0.0766	0.0037	0.0117	0.0002	0.0024	0.0002	0.0002	81	113	75	1	75	3	49	3	624	285	2.19
7	0.0480	0.0022	0.0834	0.0038	0.0126	0.0002	0.0036	0.0003	0.0003	98	107	81	1	81	4	73	6	489	224	2.18
8	0.0479	0.0053	0.0842	0.0091	0.0128	0.0004	0.0036	0.0004	0.0004	93	246	82	2	82	9	72	8	172	85	2.02
9	0.0473	0.0017	0.0837	0.0030	0.0128	0.0002	0.0014	0.0001	0.0001	65	83	82	1	82	3	27	3	9141	1713	5.34
10	0.0486	0.0030	0.0839	0.0050	0.0125	0.0003	0.0037	0.0006	0.0006	127	138	80	2	82	5	76	11	500	431	1.16
11	0.0476	0.0015	0.0838	0.0026	0.0128	0.0002	0.0034	0.0003	0.0003	78	74	82	1	82	2	69	5	398	382	1.04
12	0.0477	0.0019	0.0840	0.0034	0.0128	0.0002	0.0021	0.0002	0.0002	83	93	82	1	82	3	43	4	1473	663	2.22
13	0.0571	0.0022	0.0803	0.0029	0.0102	0.0002	0.0040	0.0007	0.0007	494	82	65	1	78	3	81	14	2635	2644	1.00
14	0.0483	0.0007	0.0753	0.0012	0.0113	0.0001	0.0031	0.0001	0.0001	112	34	73	1	74	1	63	2	1168	2505	0.47
15	0.0480	0.0019	0.0880	0.0033	0.0133	0.0002	0.0025	0.0002	0.0002	101	88	85	1	86	3	51	3	556	490	1.13
16	0.0506	0.0022	0.0866	0.0037	0.0124	0.0003	0.0025	0.0003	0.0003	224	98	80	2	84	3	50	5	508	1095	0.46
17	0.0474	0.0007	0.0765	0.0012	0.0117	0.0002	0.0030	0.0001	0.0001	68	36	75	1	75	1	61	3	919	2200	0.42
18	0.0474	0.0029	0.0872	0.0052	0.0133	0.0003	0.0020	0.0002	0.0002	71	141	85	2	85	5	40	4	861	440	1.95
19	0.0481	0.0011	0.0762	0.0017	0.0115	0.0002	0.0033	0.0003	0.0003	105	51	74	1	75	2	67	5	1034	2341	0.44
20	0.0479	0.0010	0.0758	0.0016	0.0115	0.0002	0.0035	0.0003	0.0003	95	48	74	1	74	1	71	5	1791	2660	0.67
21	0.0484	0.0008	0.0848	0.0015	0.0127	0.0002	0.0035	0.0002	0.0002	117	40	82	1	83	1	70	4	892	1564	0.57
22	0.0484	0.0011	0.0770	0.0017	0.0116	0.0002	0.0033	0.0003	0.0003	117	51	74	1	75	2	66	5	1100	2155	0.51

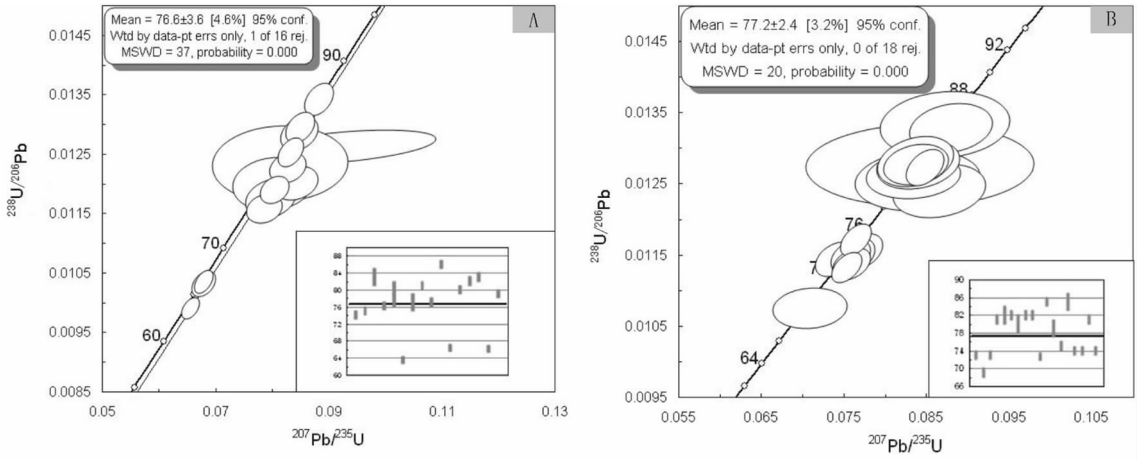


图 2 云南个旧白云山碱性岩(A)与东区煌斑岩(B)锆石 U-Pb 年龄谱和图
 Fig.2 Concordia plots of U-Pb results for alkaline rocks(A) in the Baiyun Mountain and lamprophyres(A) in the east district of Gejiu area, Yunnan Province

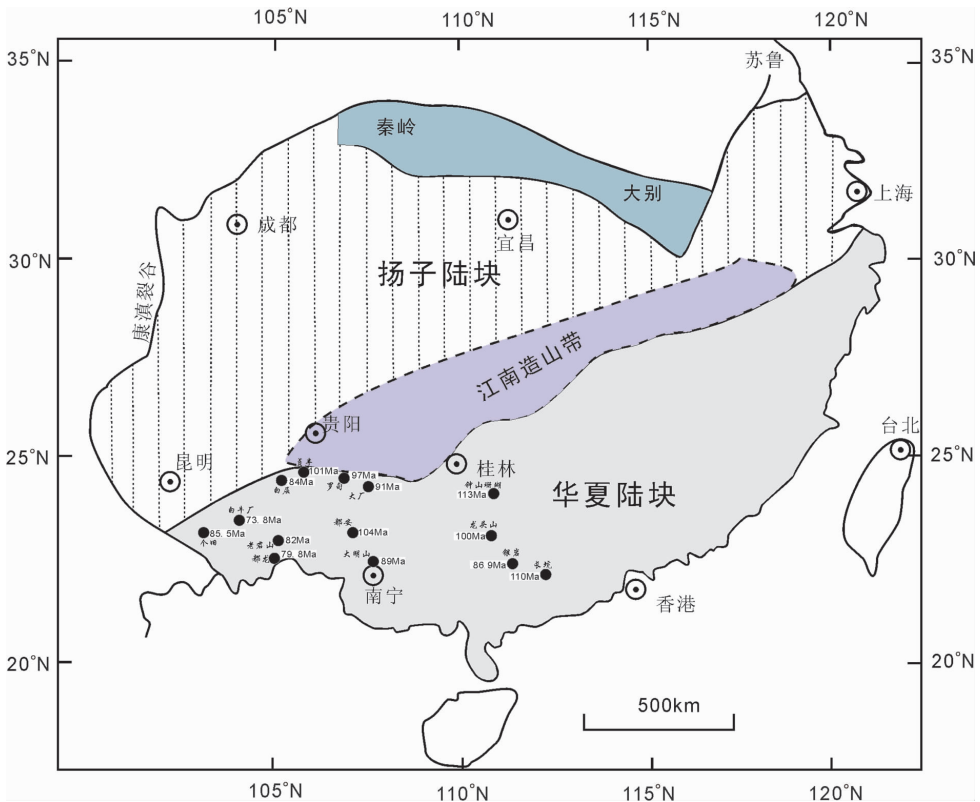


图 3 华南西部燕山晚期成岩成矿事件分布图^[30]
 Fig.3 Distribution of the magmatism and mineralization in the west of Cathaysia block during the late Yanshanian epoch^[30]

岩体的形成时代为 119 Ma;通过对都龙锡矿的形成年代进行精测获得的数据为 (79.8±3.2) Ma (锆石 U-Pb SHRIMP);滇东南薄竹山隐伏中粒黑云母二

长花岗岩的 K-Ar 及 Rb-Sr 年龄为 73.8~99.9 Ma;个旧东区的老厂-卡房等粒花岗岩体的锆石 U-Pb LA-ICP-MS 年龄为 (85±0.85) Ma;广西贞丰偏基

性超基性岩体的全岩 Rb-Sr 法年龄为 (101 ± 1) Ma; 广西罗甸辉绿岩墙的全岩 Rb-Sr 法年龄为 (97 ± 2) Ma; 都安煌斑岩墙群的黑云母 K-Ar 法年龄为 104 Ma; 大明山中酸性岩墙群的白云母 K-Ar 法年龄为 89~90 Ma。同时在该区也存在一起同期的成矿事件, 包括: 大厂超大型锡多金属矿区的丹池矿段成矿时代为 90~100 Ma; 大明山钨锡多金属矿区内的王社钨铜矿的 Re-Os 等时线年龄为 (93.8 ± 4.6) Ma; 个旧东区卡房锡矿田中夕卡岩中辉钼矿的 Re-Os 同位素等时线年龄为 (83 ± 2.1) Ma。另外在晚白垩世初都安、武鸣陆相盆地中还伴有中性火山喷发活动^[23-29]。上述事实表明在燕山晚期华南西部较大区域范围内存在一期晚白垩世岩浆-成矿热事件(图 3), 这次事件的时限范围为 73.9~119 Ma, 在 80~90 Ma 前后集中出现。本文获得的数据均在此范围之内, 表明个旧地区碱性岩和煌斑岩的形成也是此次热事件的一部分。

4.2 燕山晚期华南西部地区的地球动力学背景及深部过程探讨

如前文所述, 个旧碱性岩和煌斑岩侵位年龄分别为 (76.6 ± 3.6) Ma 和 (77.2 ± 2.4) Ma, 与滇东南区域晚白垩世岩浆-成矿事件的时代基本吻合。已有研究表明, 碱性岩和煌斑岩一般均形成于岩石圈伸展构造背景^[31-33], 暗示个旧地区晚白垩世处于岩石圈伸展构造背景。毛景文等 2008 年夏天在对滇东南地区的岩石-矿床进行综合考察时曾指出, 在个旧地区出现的燕山晚期的辉长岩-碱性岩双峰式岩石组合代表了一种伸展环境, 这与燕山晚期整个华南西部地区广泛存在岩石圈伸展作用一致。通过右江盆地的极低级变质作用的研究, 认为对右江构造带内中生代时期存在一个幔隆带, 在地壳尺度上则表现为伸展、薄化及盆地内极低级的变质作用^[34]。对广西大厂锡矿田中-酸性侵入岩研究后同样认为形成于板内伸展剪切的构造环境^[25]。通过对滇东南都龙锡多金属矿区的成岩成矿过程的研究, 认为燕山晚期滇东南地区的地球动力学背景并不是陆内碰撞造山过程而主要受到岩石圈伸展作用的影响^[25]。个旧矿区老厂-卡房花岗岩体亦形成于伸展的地球动力学环境^[10]。对南岭地区和广西昆仑关地区的成矿事件进行了归纳和总结后认为南岭钨锡多金属成矿带西南缘的个旧、白牛厂、都龙、大厂、王社等矿床及相关花岗岩体为晚中生代岩石圈又一次大规模伸展背景下的产物^[29]。这些认识与位于中国华南地区最西部

地区的情况一致, 个旧锡多金属矿床与右江晚中生代成矿带受控于相同的地球动力学背景, 均是伸展环境^[21]。陈懋弘(未发表资料, 与笔者通讯)认为广西白层地区的超基性岩浆活动是华南西部燕山晚期(80~90 Ma)大规模岩浆活动的一部分, 并进一步提出右江褶皱带在晚白垩世(80~90 Ma)与整个华南地区一起发生了软流圈地幔上涌和大规模岩石圈伸展事件。

最新的研究认为碱性岩和煌斑岩具有特殊的动力学指示意义。国外部分学者通过研究发现煌斑岩的来源为深部地幔^[35]; 中国学者通过对辽东半岛、胶北、青藏高原东部的滇西地区、甘肃北山、华北太行及湖南锡矿山等地区的煌斑岩的研究, 尽管对煌斑岩的形成机制存在较多的争论, 但认为: (1) 煌斑岩来源于地球深部的下地壳或者地幔(亏损地幔或者富集地幔); (2) 包括煌斑岩在内的基性岩脉的大规模出现一般代表了岩石圈伸展的环境^[36-41]。有关碱性岩的成因, 为大家所公认的有两点: (1) 碱性岩的成岩物质主要来源于富碱富稀土的上地幔; (2) 侵位发生于岩石圈拉张伸展的动力学环境。通过实验模拟, 强有力地证明了碱性岩是由二辉橄榄质地幔部分熔融的产物, 并提出 H_2O 、 CO_2 和其他流体在碱性岩形成的过程中发挥了重要的作用。

地球物理资料表明, 个旧地区地壳平均速度较大, 下地壳厚, 岩石圈地幔较薄, 其下软流圈埋深明显小于其两侧; 壳内低速(高导)层发育, 埋深浅, 构造破碎, 深大断裂陡直, 构成了深部物质上升的通道^[42]。地震层析三维速度异常得到的华南西部耿马-那坡一线岩石圈深部构造剖面(图 4)表明, 个旧下部的岩石圈厚度明显较周边地区薄, 软流圈上涌的特征清晰可见^[43]。中国华南地区由扬子地块和华夏地块组成, 二者于新元古代(0.8 Ga)拼合在一起形成一个整体的华南陆块, 并于印支期完成了与华北克拉通的对接; 华南陆块与古特提斯构造域之间的古特提斯洋于三叠纪期间闭合^[44-45]。印支期之后, 中国大陆轮廓基本形成。中生代以来, 华南西部-三江地区进入一个相对稳定的板内环境阶段。个旧地区的大地构造位置位于扬子陆块-华夏陆块-三江褶皱带 3 个构造单元的复合部位, 该处的岩石圈是由不同时代、不同性质的块体拼合而成。特殊的构造位置决定了该处的大陆具有复杂的岩石圈不均一性, 而这种不均一性的岩石圈下部的地幔对流体制作作为全球范

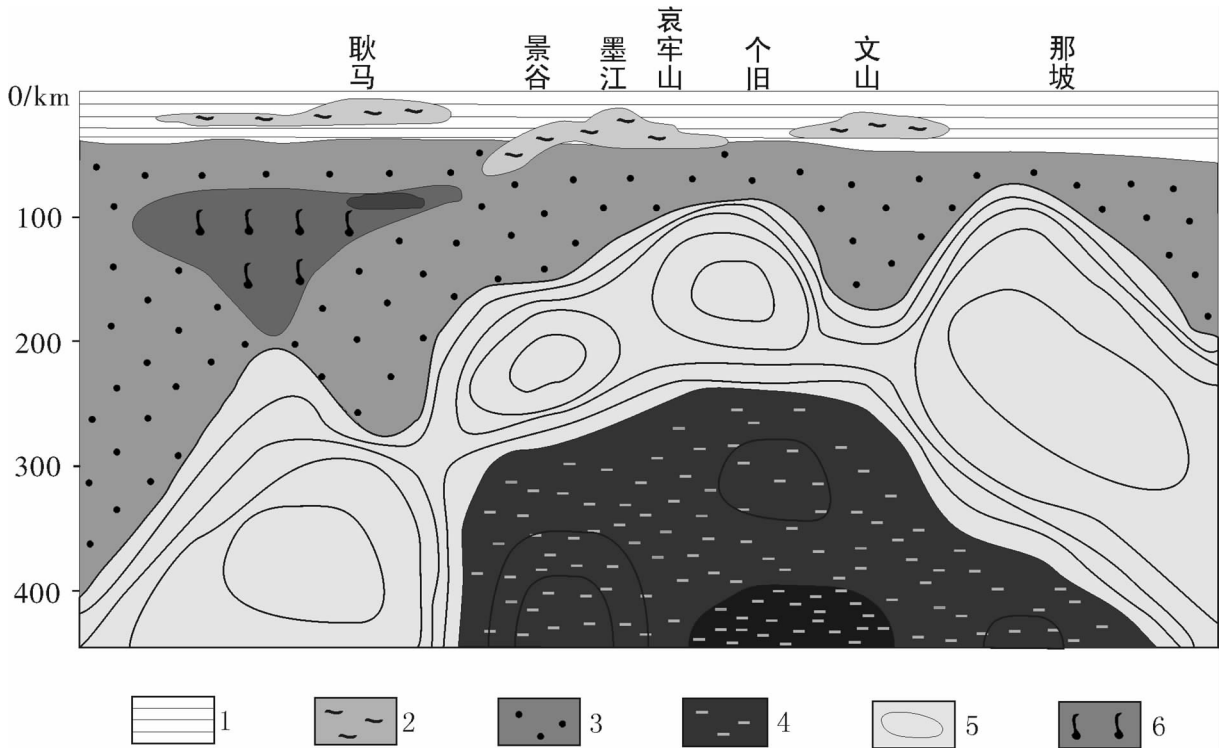


图 4 华南西部耿马—那坡一线岩石圈地幔深部构造剖面^[43]

1—地壳;2—壳内低速带;3—下岩石圈;4—过渡地幔;5—软流圈;6—软流圈上涌体

Fig.4 The section of crust-mantle in Gengma-Napo area, of west Cathaysia Block^[43]

1-Crust;2-Low-velocity zone;3-Lower lithosphere;4-Mantle transition zone;5-Asthenosphere;6-Asthenosphere upwelling mass

围内的地幔对流系统的其中一部分,却是统一的。两者产生的矛盾反映在构造应力学上,即岩石圈块体结合带更容易发生变形^[46-47]。

根据现有的理论,拆沉作用可以引起板内环境岩石圈拉张伸展的说法显然为大多数人所接受。拆沉作用使岩石圈地幔减薄,引起地幔物质上侵,表现为地幔上隆,高的热流值使得岩石圈温度的升高,导致地壳物质发生熔融;产生于不同层位的岩浆沿着深大断裂涌上地表,在地壳浅部形成基性、中酸性、碱性的岩石,同时携带上来大量的成矿物质,为超大型矿床的形成提供了有利的条件^[42,48]。这个说法是对华南西部地区燕山晚期岩石圈伸展原因的另一种思考,研究古拆沉作用还需要地球物理学、地热学与地球化学的支持,由于部分岩体和矿区仍缺乏这些资料,对此本文并无提及。现在已经无法观察到古拆沉作用留下的痕迹,同时,对拆沉作用理论的研究和认识均有待于进一步的深化,对于华南西部地区燕山晚期是否发生过拆沉作用,还是一个存在疑问的课

题,对此这里也仅仅作为问题的提出。

5 结论

云南个旧矿田西部白云山地区碱性岩的锆石 U-Pb LA-ICP-MS 年龄为 (76.6 ± 3.6) Ma, 东部的羊坝底煌斑岩的 LA-ICP-MS 年龄为 (77.2 ± 2.4) Ma; 二者形成时代基本一致,均为燕山晚期的产物。这两个年龄同时也代表了个旧锡多金属矿区内最后一次岩浆事件的时限。

包括个旧地区在内的整个华南西部地区在燕山晚期均表现出岩石圈伸展的特征,表明成岩成矿受控于同一区域应力场体系。

致谢:在论文的撰写过程中得到了罗照华教授的亲切指导和热情帮助,受益匪浅;彭聪研究员提供了部分地球物理资料并给予了悉心的指导;笔者在个旧的野外工作期间,得到云锡公司童祥高级工程师和武俊德高级工程师以及老厂、卡房、松树脚、马拉格等矿山单位的大力协助;在南京大学地球科学系

“内生金属矿床成矿机制研究国家重点实验室”完成 LA-ICP-MS 测试时,徐夕生教授、武斌及王孝磊等实验室工作人员在测试和数据处理过程中给予了有益的指导和帮助,在此向他们深表感谢。

在胡受奚先生八十华诞到来之际,以此文谨向胡先生表达崇高的敬意!

参考文献 (References):

- [1] 冯贤仁. 个旧含锡花岗岩副矿物类型、成因及与矿化关系[J]. 云南地质, 1982, 1(2):129-133.
Feng Xianren. Types and origin of accessory mineral of tin-bearing granite in Gejiu area and its relationship with mineralization [J]. Yunnan Geology, 1982, 1 (2):129-133 (in Chinese with English abstrac).
- [2] 官容生. 滇东南构造岩浆带花岗岩体的含矿性探讨[J]. 矿物岩石, 1991, 11(1):92-101.
Rong Guansheng. An approach of mineralization of granite mass in the structure tectonic magmatic belt in the southeast of Yunnan [J]. Minerals and Rocks, 1991, 11(1):92-101(in Chinese with English abstrac).
- [3] 陈吉琛. 云南 S 型和 I 型两类花岗岩划分对比的初步探讨 [J]. 云南地质, 1983, 2(1):28-37.
Chen Jichen. Prelimarny study on the comparson of S and I type granite in Yunnan Province [J]. Yunnan Geology, 1983, 2(1):28-37(in Chinese with English abstrac).
- [4] 伍勤生, 许俊珍, 杨志, 等. 个旧含锡花岗岩的 Sr 同位素特征及找矿标志的研究[J]. 地球化学, 1984. (4):293-302.
Wu Qinsheng, Xu Junzhen, Yang Zhi, et al. Study on Sr isotope character and prospecting criteria of Tin-bearing granite of Gejiu area [J]. Geochemica, 1984. (4):293-302(in Chinese with English abstrac).
- [5] 汪自芬. 关于个旧锡矿成矿作用的几个问题的探讨[J]. 地质学报, 1983, 57(2):154-163.
Wang Zifen. Discussion on some problems in mineralization of Gejiu Tin deposit [J]. Acta Geologica Sinica, 1983, 57(2):154-163 (in Chinese with English abstrac).
- [6] 王新光, 朱金初, 沈渭洲, 等. 个旧锡矿田两个主要成矿花岗岩的对比研究及其地质和找矿意义 [J]. 南京大学学报 (地球科学版), 1990. 4:66-75.
Wang Xinguang, Zhu Jinchu, Shen Weizhou, et al. Contrast study on two main ore-forming granites in Gejiu tin deposit and their geological and prospecting significance [J]. Journal of Nanjing University (Earth Science Edition), 1990, 4:66-75(in Chinese with English abstrac).
- [7] 彭成电. 试论个旧锡矿成矿条件及矿床类型、模式[J]. 云南地质, 1985, 4(1):17-32.
Peng Chengdian. A discussion on the condition,types and model of Gejiu tin deposit[J]. Yunnan Geology, 1985, 4(1):17-32(in Chinese with English abstrac).
- [8] 李家和. 个旧花岗岩特征及成因研究 [J]. 云南地质, 1985, 4(4):327-352.
Li Jiahe. Characteristic and original study on granites in Gejiu area [J]. Yunnan Geology, 1985, 4(4):327-352 (in Chinese with English abstrac).
- [9] 戴福盛. 个旧矿区壳源重熔岩浆岩石系列特征、演化及成岩成矿作用[J]. 云南地质, 1996, 15(4):330-344.
Dai Fusheng. Characteristics and evolution of rock series, lithogenesis,metallogenesis of crust-derived anatectin magma in Gejiu ore field [J]. Yunnan Geology, 1996, 15 (4):330-344 (in Chinese with English abstrac).
- [10] 程彦博, 毛景文, 谢桂青, 等. 云南个旧老厂-卡房花岗岩体成因初探: 锆石 U-Pb 年代学和岩石地球化学约束 [J]. 地质学报, 2008, 81(11):1478-1493.
Cheng Yanbo, Mao Jingwen, Xie Guiqing, et al. Prelimarny study of the petrogenesis of Laochang-Kafang granite in the Gejiu area, Yunnan Province: Constraints from geochemistry and zircon U-Pb dating [J]. Acta Geologica Sinica, 2008, 81 (11):1478-1493 (in Chinese with English abstrac).
- [11] 徐云端, 李玉新. 个旧地区发现一种富锡矿类型——花岗岩锡矿体[J]. 矿产与地质, 1997, 11(2):99-102.
Xu Yunrui, Li Yuxin. A tin shoot-granitic type tin orebody - discovered in the Gejiu mining area [J]. Mineral resources and geology, 1997, 11(2):99-102(in Chinese with English abstrac).
- [12] 杨世瑜. 滇东南锡矿带矿床类型及其组合特征 [J]. 矿床地质, 1990, 9(1):35-48.
Yang Shiyu. Types and associations of ore deposits along the southeastern Yunnan tin ore belt [J]. Mineral Deposits, 1990, 9(1):35-48(in Chinese with English abstrac).
- [13] 涂光炽, 张玉泉, 赵振华. 华南两个富碱侵入岩带的初步研究[C] //徐克勤, 涂光炽主编. 花岗岩地质和成矿关系. 南京:江苏科学技术出版社, 1984:21-37.
Tu Guangzhi, Zhang Yuquan, Zhao Zhenhua. Preliminary study on two alkaline-rich intrusion belts in South China [C]//Xu Keqin, Tu Guangzhi (eds.). Granitic Geology and Its Relationship with Ore-forming. Nanjing:Jiangsu Science & Technology Press, 1984:21-37.
- [14] 谢应雯, 张玉泉, 胡国相, 等. 哀牢山-金沙江富碱侵入带地球化学与成矿专属性初步研究[J]. 昆明工学院学报, 1984, (4):1-17.
Xie Yingwen, Zhang Yuquan, Hu Guoxiang, et al. A Preliminary Study on Geochemical Characteristics and Mineralization Specificity of Alkali-rich Intrusive Belt in Ailaoshan-Jinshajiang[J]. Journal of Kunming College of Technology, 1984, 4:1-17 (in Chinese with English abstrac).
- [15] 冶金工业部西南冶金地质勘探公司. 个旧锡矿地质 [M]. 北京:冶金工业出版社, 1984:50-90.
Southwest Metallurgical Geological Prospecting Company of Ministry of Metallurgical Industry. Geology of Tin Deposit in Gejiu Area [M]. Beijing:Metallurgical Industry Press, 1984, 50-90

- (in Chinese with English abstrac).
- [16] 罗君烈. 滇东南锡、钨、铅锌、银矿床的成矿模式[J]. 云南地质, 1995, 14(4):319-332.
Luo Junlie. The model of Tin,W,Zn,Pb,Ag deposit in southeast Yunnan Province [J]. Yunnan Geology, 1995, 14 (4):319-332(in Chinese with English abstrac).
- [17] 刘红英, 张玉泉, 夏斌. 滇西两个碱性岩体 Rb、Sr 同位素资料的再认识[J]. 云南地质, 2004, 23(1):52-59
Liu Hongying, Zhang Yuquan, Xia Bin. A new viewpoint about Rb-Sr isotopic data of two alkaline rock bodies in West Yunnan [J]. Yunnan Geology, 2004, 23(1):52-59 (in Chinese with English abstrac).
- [18] 庄永秋, 王任重, 杨树培, 等. 云南个旧锡铜多金属矿床 [M]. 北京:地震出版社, 1996:38-101.
Zhuang Yongqiu, Wang Renzhong, Yang Shupei, et al. Tin - Copper Polymetallic deposit [M]. Beijing:Seismological Press, 1996:38-101(in Chinese).
- [19] 毛景文, 程彦博, 郭春丽, 等. 云南个旧锡矿田:矿床模型及若干问题讨论[J]. 地质学报, 2008, 81(11):1456-1468.
Mao Jingwen, Cheng Yanbo, Guo Chunli, et al. Gejiu Tin polymetallic ore -field: deposit model and discussion [J]. Acta Geologica Sinica, 2008, 81 (11):1456 -1468 (in Chinese with English abstrac).
- [20] Andersen T. Detrital zircons as tracers of sedimentary provenance: limiting conditions from statistics and numerical simulation [J]. Chemical Geology, 2005, 216:249-270.
- [21] 杨宗喜, 毛景文, 陈懋弘, 等. 云南个旧卡方夕卡岩型铜(锡)矿 Re-Os 年龄及其地质意义 [J]. 岩石学报, 2008, 24 (8):1937-1944.
Yang Zhongxi, Mao Jingwen, Chen Maohong, et al. Re -Os dating of molybdenite from the Kafang skarn copper (tin) deposit in the Gejiu tin polymetallic ore district and its geological significance [J]. Acta petrologica sinica, 2008, 24(8):1937-1944(in Chinese with English abstrac).
- [22] 尹安. 喜马拉雅-青藏高原造山带地质演化 [J]. 地球学报, 2001, 22(3):193-230.
Yin An. Geological evolution of Himalayan-Tibet orogenic belt[J]. Acta Geosientia Sinica. 2001, 22 (3): 193-230 (in Chinese with English abstrac).
- [23] 蔡明海, 何龙清, 刘国庆, 等. 广西大厂锡矿田侵入岩 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄及其意义[J]. 地质论评, 2006, 52(3):409-414.
Cai Minghai, He Longqing, Liu Guoqing, et al. SHRIMP zircon U-Pb dating of the intrusive rocks in the Dachang Tin-polymetallic ore field, Guangxi and their geological significance[J]. Geological Review, 2006, 52(3):409-414(in Chinese with English abstrac).
- [24] Gilder S A, Gill J, Coe R S, et al. Isotopic and paleomagnetic constraints on the Mesozoic tectonic evolution of South China[J]. J. Geophys. Res., 1996, 101:16137-16154.
- [25] 刘玉平, 李正祥, 李惠民, 等. 都龙锡锌矿床锡石和锆石 U-Pb 年代学: 滇东南白垩纪大规模花岗岩成岩成矿事件 [J]. 岩石学
- 报, 2007, 23(5):967-976.
Liu Yuping, Li Zhengxiang, Li Huimin, et al. U -Pb geochronology of cassiterite and zircon from the Dulong Sn-Zn deposit: Evidence for Cretaceous large-scale granitic magmatism and mineralization events in southeastern Yunnan Province, China [J]. Acta Petrologica Sinica, 2007, 23 (5):967-976 (in Chinese with English abstrac).
- [26] 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):45-55.
Mao Jingwen, Xie Guiqing, Li Xiaofeng, et al. Mesozoic large scale mineralization and multiple lithospheric extension in south China [J]. Earth Science Frontiers, 2004, 11 (1):45-55 (in Chinese with English abstrac).
- [27] 广西壮族自治区地质矿产局. 广西壮族自治区区域地质志[M]. 北京:地质出版社, 1985:1-350.
Geological Mineral Resources Bureau of Guangxi Zhuang Nationality Autonomous Region. Regional geological Characteristics of Guangxi Zhuang Nationality Autonomous Region [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1985:1-350(in Chinese with English abstrac).
- [28] 陈毓川, 黄民智, 徐钰, 等. 大厂锡矿地质 [M]. 北京:地质出版社, 1993:102-181.
Chen Yuchuan, Huang Minzhi, Xu Yu, et al. Geology of Dachang Tin Deposit[M]. Beijing: Geological Publishing House, 1993:102-181(in Chinese with English abstrac).
- [29] 蔺志永, 王登红, 李水如, 等. 广西王社铜钨矿床的 Re-Os 同位素年龄及其地质意义[J]. 地质学报, 2008, 82(11):1565-1571.
Lin Zhiyong, Wang Denghong, Li Shuiru, et al. Re-Os isotopic ages of molybdenite from the Wangshe Copper-Tungsten Deposit in Guangxi and their implications [J]. Acta Geologica Sinica, 2008, 82(11):1565-1571(in Chinese with English abstrac).
- [30] 郑永飞, 张少兵. 华南前寒武纪大陆地壳的形成和演化[J]. 科学通报, 2007, 52(1):专题.
Zheng Yongfei, Zhang Shaobing. Origin and evolution of Precambrian continental crust in Southern China [J]. China Science Bulletin, 2007, 52(1):(in Chinese).
- [31] Blielzest Toft J. Precambrian Alkaline Magmatism[J]. Lithos, 1996, 37:97-111.
- [32] Faure G. Origin of Igneous Rocks [M]. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York, 2001:1-117.
- [33] Liegeois J R. Contrasting Origin of Post-collisional High-K Calc-alkaline and Shoshonitic Versus Alkaline and Peralkaline Gzaltoids: the use of sliding normalization [J]. Lithos, 1998, 45: 11-26.
- [34] 索书田, 毕先海, 周汉文. 极低级变质作用[M]. 北京:地质出版社, 1999:1-68.
Suo Shutian, Bi Xianhai, Zhou Hanwen. Very Low Grade Metamorphism [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1999: 1-68(in Chinese).
- [35] Rock N M S, Groves D I. Can lamprophyres resolves the genetic controversy over mesothermal gold deposit? [J]. Geology, 1988,

- 16:538-541.
- [36] 姜耀辉, 蒋少涌, 赵葵东, 等. 辽东半岛煌斑岩 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄及其对中国东部岩石圈减薄开始时间的制约 [J]. 科学通报, 2005, 50(19):2161-2168.
- Jiang Yaohui, Jiang Shaoyong, Zhao Kuidong, et al. Zircon SHRIMP U-Pb dating of lamprophyres in Liaodong peninsula and its constrain on the beginning time of lithosphere thinning in eastern China [J]. China Science Bulletin, 2005, 50(19):2161-2168 (in Chinese).
- [37] 李献华, 周汉文, 韦刚健, 等. 滇西新生代超钾质煌斑岩的元素和 Sr-Nd 同位素特征及其对岩石圈地幔组成的制约[J]. 地球化学, 2002, 31(2):26-34.
- Li Xianhua, Zhou Hanwen, Wei Gangjian, et al. Geochemistry and Sr-Nd isotopes of Cenozoic ultrapotassic lamprophyres in western Yunnan: Constraints on the composition of sub-continent lithospheric mantle[J]. Geochimica, 2002, 31(2):26-34(in Chinese with English abstrac).
- [38] 刘畅, 赵泽辉, 郭召杰. 甘肃北山地区煌斑岩的年代学和地球化学及其壳幔作用过程讨论[J]. 岩石学报, 2006, 22(5):1294-1306.
- Liu Chang, Zhao Zehui, Guo Zhaojie. Chronology and geochemistry of lamprophyre dykes from Beishan area, Gansu Province and implications for the crnst-mantle interaction [J]. Acta Petrologica Sinica, 2006, 22 (5):1294-1306 (in Chinese with English abstrac).
- [39] 刘燊, 胡瑞忠, 赵军红, 等. 胶北晚中生代煌斑岩的岩石地球化学特征及其成因研究[J]. 岩石学报, 2005, 21(3):947-958.
- Liu Shen, Hu Ruizhong, Zhao Junhong, et al. Geochemical characteristics and petrogenetic investigation of the Late Mesozoic lamprophyres of Jiaobei, Shandong Province [J]. Acta Petrologica Sinica, 2005, 21(3):947-958 (in Chinese with English abstrac).
- [40] 谢桂青, 彭建堂, 胡瑞忠, 等. 湖南锡矿山锑矿区煌斑岩的地球化学特征[J]. 岩石学报, 2001, 17(4):629-636.
- Xie Guiqing, Peng Jiantang, Hu Ruizhong, et al. Geochemical characteristics of lamprophyres in the Xikuangshan antimony ore deposits, Hunan Province [J]. Acta Petrologica Sinica, 2001, 17 (4):629-636(in Chinese with English abstrac).
- [41] 张勇, 陈斌, 邵济安, 等. 华北太行晚中生代煌斑岩地球化学特征及成因探讨[J]. 岩石矿物学杂志. 2003, 22(1):29-33.
- Zhagn Yong, Chen Bin, Shao Ji'an, et al. Geochemistry and origin of Late Mesozoic lamprophyre dykes in Taihang Mountains, North China [J]. Acta Petrologica Et Mineralogica. 2003, 22(1): 29-33(in Chinese with English abstrac).
- [42] 彭聪, 高锐. 中国大陆及临济海域岩石圈/软流圈结构横向变化研究[M]. 北京:地震出版社, 2000, 1-120.
- Peng Cong, Gao Rui. The Research on the Landscape Orientation Change of Lithosphere and Asthenosphere in China Mainland and Around Maritime Space[M]. Beijing:Seismoiogical Press, 2000, 1-120(in Chinese with English abstrac).
- [43] 赵永贵, 钟大赉, 刘建华, 等. 地震层析地质解释原理及其在滇西深部构造研究中的运用[J]. 地质科学, 1992,(2):106-113
- Zhao Yonggui, Zhong Dalai, Liu Jianhua, et al.Fundamentals of geological interpretation for seismic tomography and application to studying of west Yunnan's deep structure [J]. Chinese Journal of Geology, 1992, (2):106-113(in Chinese with English abstrac).
- [44] 张国伟, 张本仁, 袁学诚. 秦岭造山带造山过程与大陆动力学 [M]. 北京:科学出版社, 2001:1-855.
- Zhang Guowei, Zhang Benren, Yuan Xuecheng. Orogenic Process and Continental Dynamics of Qingling Orogeny Belt [M]. Beijing: Science Press, 2001:1-855(in Chinese).
- [45] 任纪舜, 王作勋, 陈炳蔚, 等. 从全球看中国大地构造-中国及邻区大地构造图简要说明[M]. 北京:地质出版社, 2000:1-50.
- Ren Jisun, Wang Zuoxun, Chen Bingwei, et al. A Brief Introduction to the Tectonics on China and around Area:from the Global View[M]. Beijing:Geological Publishing House, 2000:1-50 (in Chinese with English abstrac).
- [46] 罗照华, 梁涛, 陈必河, 等. 板内造山作用与成矿 [J]. 岩石学报, 2007, 23(8):1945-1956.
- Luo Zhaohua, Liang Tao, Chen Bihe, et al. Intraplate orogenesis and its implicaciona in metallogensis [J]. Acta Petrologica Sinica, 2007, 23(8):1945-1956(in Chinese with English abstrac).
- [47] 罗照华, 卢欣祥, 陈必河, 等. 碰撞造山带斑岩型矿床的深部约束机制[J]. 岩石学报, 2008, 24(3):447-456.
- Luo Zhaohua, Lu Xinxiang, Chen Bihe, et al.The constraints from deep process on the porphyry metallogensis in collisional orogens[J]. Acta Petrologica Sinica, 2008, 24 (3):447-456 (in Chinese with English abstrac).
- [48] 邓晋福, 滕吉文, 彭聪, 等. 中国地球物理场特征及深部地质与找矿[M]. 北京:地质出版社, 2008:1-200.
- Deng Jinfu, Teng Jiwen, Peng Cong, et al. Characteristics of Geophysical Field and Deep Geology of China and Prospecting [M]. Beijing:Geological Publishing House, 2008:1-200 (in Chinese with English abstrac).

LA-ICP-MS zircon dating of the alkaline rocks and lamprophyres in Gejiu area and its implications

CHENG Yan-bo¹, MAO Jing-wen², CHEN Mao-hong^{1,2},
YANG Zong-xi¹, FENG Jia-rui², ZHAO Hai-jie²

(1.School of the Earth Sciences and Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China;2.MLR Laboratory of Metallogeny and Mineral Assessment, Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China)

Abstract: This paper reports the LA-ICP-MS zircon U-Pb age data of the alkaline rocks and lamprophyres in the Gejiu tin district, Yunnan Province. Combined with the character of local geology and geophysical of this area, authors try to discuss the geodynamic setting of western Cathaysia block during Late Yanshan epoch. The dating data shows the alkaline rocks formed at 79.9 Ma and the age of lamprophyre is 82.0 Ma, both of which emplaced during late Yanshanian epoch. Based on the previous geophysical profile, tectonic evolution, and the data achieved this time as well as the rock formation we propose that the Gejiu giant tin deposit formed in an extensional setting in Late Yanshanian epoch.

Key words: alkaline rock; lamprophyre; LA-ICP-MS; geodynamic setting; Gejiu area; Yunnan Province

About of the first author: CHENG Yan-bo, male, born in 1983, PhD student. Study field: mineralogy, petrology and mineral deposit; E-mail: chamboll@126.com.