

川西九龙花椒坪燕山期花岗岩的厘定及其地质意义

张洪超',周洪兵',严波',孙崇波',姚文',谭洪旗2

(1. 四川省地质调查研究院,四川省金属地质调查研究所,四川 成都 611730;2. 四川省地质矿产(集团)有限公司,四川 成都 610016)

摘要:这是一篇地球科学领域的论文。川西九龙是目前燕山期花岗岩分布最为集中的地区,有铁厂河、桥棚子-烂碉及新火山岩体。踏卡穹隆外围花椒坪分布有约 0.5 km² 的花岗岩岩株,本文通过对该花岗岩开展 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 年代学研究,以确定该花岗岩的形成时代及其与周边花岗岩的时空联系,为松潘-甘孜南 缘里伍式铜矿的对比研究提供依据。结果显示,花椒坪花岗岩成岩年龄为(163.1±1.4) Ma,该岩体遭受了晚 期(146±3) Ma 的岩浆作用或构造热事件改造,与周边铁厂河、新火山、洛莫地区花岗岩体经历的地质事件一 致。花椒坪花岗岩浆温度为 592~727 ℃ (平均温度 648 ℃),明显低于桥棚子花岗岩浆温度(766~804 ℃),为低温花岗岩。结合区域地质背景,170~140 Ma,松潘—甘孜地块南缘岩石圈处于伸展阶段,早期(163 Ma)以花椒坪为主体的花岗岩浆活动,晚期(146 Ma)遭受了岩浆作用或构造热事件的改造。这一发现 丰富了九龙地区燕山期岩浆或构造-热事件。

关键词:地球科学;川西;九龙;花椒坪;花岗岩;锆石

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2024.01.001

中图分类号: P597+.3 文献标志码: A 文章编号: 1000-6532(2024)01-0001-07

引用格式: 张洪超,周洪兵,严波,等.川西九龙花椒坪燕山期花岗岩的厘定及其地质意义[J]. 矿产综合利用, 2024, 45(1): 1-7.

ZHANG Hongchao, ZHOU Hongbing, YAN Bo, et al. Determination of yanshanian granite and its geological significance in the Taka Dome, Western Sichuan[J]. Multipurpose Utilization of Mineral Resources, 2024, 45(1): 1-7.

自 20 世纪 80 年代以来,许多学者对发育于 大陆造山带中的穹隆状变形变质体开展了几何 学、运动学、年代学及成因机制等方面的研究, 极大丰富了大陆造山带地质构造及其形成演化规 律的认识,同时揭示了该类构造在控岩、控矿等 方面具有重要作用。这些穹隆体的形成和演化一 般与伸展活动密切相关。片(麻)岩穹隆是地幔 片(麻)岩穹隆、似片(麻)岩穹隆、花岗岩-片 (麻)岩穹隆、变质穹隆及混合岩穹隆的统称^[1]。 片(麻)岩穹隆、变质穹隆及混合岩穹隆的统称^[1]。 片(麻)岩穹隆核部为岩浆侵入体或混合岩单 元,盖层为沉积岩或变质沉积岩,甚至还存在伴 随着盖层在伸展或挤压背景下的运动,诸如滑 覆、拆离或褶皱等^[2]。川西地区出露二十几个穹 隆,包括摩天岭、娇子顶、雪隆包、雅斯德、公差、踏卡、江浪、长枪、恰斯、田湾、瓦厂、唐 央等,以侯立玮等^[3]研究为代表,将这些穹隆分 为变质核杂岩、岩浆核杂岩、片(麻)岩穹隆和 构造穹隆四类,并认为具有不同时空分布和控矿 特征,是碰撞造山不同演化阶段、构造背景和构 造体制下的产物。其中,江浪穹隆核部里伍岩群 中已发现有里伍、黑牛洞、中咀、挖金沟、柏香 林矿、笋叶林、海底沟等铜锌矿床,其外围还发 现有大牛场钼钨矿点、大黄坪子矿点、偏桥铜矿 点、银洞子镍钴矿点^[4]。踏卡穹隆与江浪穹隆物质 组成上相似,仅在外围发现黑尔巴铜铁矿点,出 露地层有下志留统米黑组(S₁m)和下石炭统邛依

收稿日期: 2023-07-10 基金项目: 四川省地质调查研究院项目(SCIGS-CZDXM-2023003);国家自然科学基金项目(41603034) 作者简介:张洪超(1984-),男,高级工程师,研究方向为地质调查与找矿。 通信作者: 谭洪旗(1984-)男,高级工程师,研究方向为岩石学、地球化学专业。 组(C₁q)。江浪穹隆由核部(里伍岩群、新火山 花岗岩)、幔部(泥盆系-二叠系地层)及盖层 (三叠系西康群、铁厂河花岗岩)组成,而踏卡 穹隆由核部(里伍岩群)、幔部(泥盆系-二叠系 地层)及盖层(三叠系西康群、花岗岩)组成^[4]。 江浪穹隆核部和盖层分别为新火山花岗岩、铁厂 河花岗岩,其锆石 U-Pb 年龄为147~166 Ma,为 高分异的过铝质花岗岩石,属钙碱性—碱性岩系 列岩石,具壳源花岗岩特征^[4]。踏卡穹隆仅在盖层 见花椒坪花岗岩(1:20 万称为纸厂沟花岗岩), 由此推测核部可能存在该时期的花岗岩,但地表 尚未出露。因花椒坪花岗岩体出露面积小(0.5 km²),且交通极为不便,前人未开展研究工作。 为加强踏卡穹隆与江浪穹隆的对比研究,本文以 花椒坪花岗岩 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 定年为基 础,研究结果对踏卡穹隆及其周缘的找矿勘探工 作具有重要的指示意义。

1 地质背景

川西江浪-踏卡地区位于扬子地块西缘与松潘-甘孜造山带的结合部位(图1),以江浪和踏卡穹



1-第四系松散堆积物; 2-三叠系片岩和板岩; 3-上二叠统砂板岩; 4-中二叠统玄武岩; 5-下二叠统灰岩; 6-石炭系硅质条带、石英岩; 7-泥盆系 硅质岩和板岩; 8-志留系硅质岩、石英岩; 9-奥陶系片岩、石英岩; 10-苏雄组凝灰岩; 11-侏罗纪花岗岩; 12-新元古代花岗岩; 13-正常产状和 倒转产状; 14-实测地质界线和角度不整合地质界线; 15-实测平移断层和实测逆断层; 16-剥离断层; 17-钨钼矿床; 18-铜锌矿床; 19-金矿床; 20-铜矿床; 21-雅砻江及其水流方向; 22-样品采集位置

图 1 川西江浪-踏卡穹隆及其邻区地质略图(据文献 [18] 修改) Fig.1 Geological sketch map of the Jianglang-Taka dome and its adjacent areas in western Sichuan 隆为特征^[4-5]。其中,江浪穹隆以发育里伍式铜锌 矿床著称^[6-7],穹隆东部发育青纳-锦屏韧性剪切带 型金矿床,如青纳、茶铺子、张家坪子等金矿 床^[8],以及牦牛坪稀土矿床。区域上,该区主要有 奥陶纪-三叠纪地层分布^[4],以三叠纪西康群地层 为主,包括扎尕山组、新都桥组和侏倭组。

踏卡穹隆周边存在印支期(220~205 Ma)和 燕山期(165~150 Ma)花岗岩^[9]。其中印支期 (220~205 Ma)花岗岩有兰尼巴岩体、羊房沟岩 体、三岩龙-放马坪岩体-嘎啦子岩体等^[4,10],燕山 期(165~150 Ma)花岗岩有新火山岩体(又称文 家坪)、铁厂河岩体(又称乌拉溪岩体)和桥棚 子-烂碉岩体^[11-13]。变质作用早期以区域变质作用 (低绿片岩相)为主,后发育以围绕江浪和踏卡 穹隆的巴罗式变质作用^[4]。另外,区域上发育以里 伍、黑牛洞、挖金沟、中咀、笋叶林等矿床组成 的"里伍式铜锌矿田"及与燕山期花岗岩有关的锂 铍和钨钼矿床^[4,1417],这些矿床的形成年龄均限制 在166~150 Ma^[4,18]。总之,川西九龙地区的矿床 主要集中在燕山期成矿,以Cu-Zn-W-Mo-稀有金 属矿化为特征。

2 样品采集和分析方法

2.1 样品采集及描述

样品采集于花椒坪,为似斑状二长花岗岩, 编号为230330。风化面呈黄褐色,新鲜面灰白 色,中粒似斑状花岗结构,块状构造。矿物成分 有钾长石,肉红色,半自形板柱状,它形粒状, 大小2~20 mm,含量40%,其中大于5 mm者为 似斑晶,似斑晶含量约15%;斜长石,灰白色, 自形—半自形,柱状、板状,大小 2~4 mm,含量 30%;石英,灰色,它形,粒状,大小 2~4 mm,含量 25%;黑云母,黑色,片状,大小 2~5 mm,含量 5%。

2.2 分析方法

样品经破碎、分选,双目镜下挑纯获得锆石。锆石的阴极发光显微结构照相、锆石 LA-ICP-MS U-Pb 定年由实验室完成。锆石 U-Pb 年龄测定用 RESOlution 193 nm 激光剥蚀系统和 7500a ICP-MS 共同完成,仪器测试条件、参数及详细分析流程见文献^[19]。锆石测点同位素比值和元素含量计算采用 GLITTER 软件处理,详细方法参见文献^[19]。 年龄计算及谐和图的绘制采用 Isoplot 3.0 完成^[20]。

3 结 果

锆石大多呈无色透明、自形-半自形、正方双 锥状、柱状及半截锥状,晶体长为85~260 μm, 宽为50~90 μm,长宽比约为2~3:1(图2)。 CL图像上表现出韵律环带,无继承锆石核,属典 型岩浆锆石;另有少量锆石发育核—边结构,核 部呈浑圆状,边部具薄环带,为捕获锆石。自 形—半自形的锆石多发育岩浆振荡环带,而椭圆 状锆石则多发育核—边结构,部分锆石颗粒核部 为灰白色,边部显示黑色,反映这些锆石可能经 历过后期构造-热事件改造。锆石年龄小于1Ga采 用²⁰⁶Pb/²³⁸U年龄值,大于1Ga则采用²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb 年龄值;分析结果见表1,谐和度低于90%的测 年结果在成图过程中均舍弃。

样品 230330 所分析的 36 个测点中,除去 8 颗锆石谐和度低于 90%,其余 28 个点的²⁰⁶Pb/²³⁸U



图 2 川西花椒坪花岗岩锆石的谐和图、加权平均值及锆石稀土球粒陨石标准化配分 Fig.2 Harmonic plots, weighted average values and standardized partitioning of zircon rare-earth globular meteorites for zircons from the Huazhaoping granite in western Sichuan

		表1	花椒坪花岗岩样品 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 年龄数据	
--	--	----	---------------------------------	--

Table 1	LA-ICP-MS	zircon L-Ph	isotonic age	data of Hu	anaoning	oranite
1 uoie i	LATER MID	ZHCOH O I U	150topic uge	autu or rru	indoping	Siume

											• P	0.0					
测击	Th	U	Th/II			同位素	比值				同	位素年龄	/Ma			谐和率	Т
砌尽	g/	′t	111/0	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	1σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	1σ	206Pb/238U	1σ	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	1σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	$1\sigma^2$	06Pb/238U	1σ	/%	/°C
060301																	
1	11830	4905	2.41	0.05222	0.00138	0.18548	0.00509	0.02575	0.00056	295	59	173	4	164	4	95%	872
2	2264	2499	0.91	0.10525	0.00250	0.29758	0.00739	0.02050	0.00045	1719	43	265	6	131	3	49%	—
3	547	1275	0.43	0.05035	0.00203	0.15852	0.00641	0.02283	0.00052	211	91	149	6	146	3	97%	710
4	644	476	1.35	0.10593	0.00321	0.40909	0.01255	0.02800	0.00064	1731	55	348	9	178	4	51%	—
5	537	1423	0.38	0.05072	0.00126	0.17988	0.00466	0.02571	0.00056	228	56	168	4	164	4	97%	661
6	2376	3451	0.69	0.07214	0.00170	0.23652	0.00585	0.02377	0.00052	990	47	216	5	152	3	70%	—
7	375	2123	0.18	0.04988	0.00118	0.17730	0.00443	0.02578	0.00056	189	54	166	4	164	4	99%	611
8	774	1594	0.49	0.05012	0.00137	0.17891	0.00507	0.02588	0.00057	201	62	167	4	165	4	99%	677
9	1079	2117	0.51	0.08513	0.00201	0.26741	0.00663	0.02278	0.00050	1319	45	241	5	145	3	60%	
10	480	1648	0.29	0.05226	0.00144	0.18696	0.00533	0.02594	0.00057	297	62	174	5	165	4	95%	642
11	890	1991	0.45	0.04896	0.00120	0.17530	0.00452	0.02596	0.00057	146	57	164	4	165	4	101%	652
12	452	964	0.47	0.05142	0.00163	0.18280	0.00591	0.02578	0.00058	260	71	171	5	164	4	96%	632
13	250	965	0.26	0.04921	0.00149	0.17448	0.00541	0.02571	0.00057	158	69	163	5	164	4	100%	611
14	1424	1913	0.74	0.05124	0.00148	0.18140	0.00541	0.02567	0.00057	251	65	169	5	163	4	97%	674
15	515	1345	0.38	0.05232	0.00290	0.18091	0.00994	0.02507	0.00062	299	122	169	9	160	4	95%	676
16	3438	2400	1.43	0.05105	0.00176	0.17956	0.00627	0.02550	0.00058	243	77	168	5	162	4	97%	701
17	331	1185	0.28	0.05048	0.00142	0.17930	0.00521	0.02576	0.00057	217	64	168	4	164	4	98%	636
18	304	958	0.32	0.04945	0.00194	0.17095	0.00675	0.02507	0.00057	169	89	160	6	160	4	100%	635
19	732	1752	0.42	0.05062	0.00123	0.17481	0.00447	0.02504	0.00055	224	55	164	4	159	3	97%	653
20	621	1363	0.46	0.05149	0.00163	0.18674	0.00605	0.02630	0.00059	263	71	174	5	167	4	96%	635
21	724	1117	0.65	0.05213	0.00181	0.18106	0.00636	0.02519	0.00057	291	77	169	5	160	4	95%	643
22	666	1553	0.43	0.04946	0.00146	0.17587	0.00534	0.02578	0.00057	170	67	165	5	164	4	100%	595
23	335	1420	0.24	0.05009	0.00160	0.17515	0.00573	0.02535	0.00057	199	73	164	5	161	4	98%	618
24	537	982	0.55	0.04919	0.00137	0.17552	0.00506	0.02588	0.00057	157	64	164	4	165	4	100%	652
25	952	1892	0.50	0.05172	0.00127	0.17972	0.00464	0.02520	0.00055	273	55	168	4	160	3	96%	664
26	476	1822	0.26	0.05911	0.00147	0.20716	0.00541	0.02541	0.00056	571	53	191	5	162	4	85%	—
27	1264	1676	0.75	0.04980	0.00132	0.17189	0.00475	0.02503	0.00055	186	61	161	4	159	3	99%	707
28	2238	1044	2.14	0.04964	0.00141	0.17491	0.00513	0.02555	0.00057	178	65	164	4	163	4	99%	727
29	631	1595	0.40	0.04978	0.00123	0.17765	0.00460	0.02588	0.00057	185	56	166	4	165	4	99%	640
30	604	1639	0.37	0.04977	0.00171	0.17874	0.00624	0.02604	0.00059	184	78	167	5	166	4	99%	649
31	114	609	0.19	0.05010	0.00177	0.17621	0.00632	0.02550	0.00058	200	80	165	5	162	4	98%	609
32	568	1251	0.45	0.06379	0.00178	0.22966	0.00662	0.02611	0.00058	735	58	210	5	166	4	79%	—
33	208	988	0.21	0.04988	0.00153	0.17778	0.00558	0.02585	0.00058	190	70	166	5	165	4	99%	
34	204	1292	0.16	0.06688	0.00221	0.21503	0.00722	0.02332	0.00053	834	67	198	6	149	3	75%	—
35	579	789	0.73	0.05811	0.00232	0.19082	0.00766	0.02382	0.00056	533	86	177	7	152	4	86%	—
36	275	1100	0.25	0.05009	0.00153	0.17810	0.00560	0.02579	0.00058	199	70	166	5	164	4	99%	592

T(℃)为锆石Ti温度计,参见文献 [21]。

表面年龄为 146~167 Ma (表 1, 图 2)。锆石 206 Pb/ 238 U表面年龄可分为两组,第一组 206 Pb/ 238 U表面年龄可分为两组,第一组 206 Pb/ 238 U加权平均年龄为 (163.1±1.4) Ma (n=27, MSWD=0.35),Th含量为 114~11830 g/t,U含量为 609~4905 g/t,Th/U为 0.19~2.41;第二组 206 Pb/ 238 U年龄为 (146±3) Ma (n=1),U含量为 1275 g/t,Th含量为 547 g/t,Th/U为 0.43。两者之差为 17 Ma,显示经历了两次岩浆或岩浆热液事件。花岗岩锆石的稀土元素数据见表 2。第一组 锆石稀土元素总量 Σ REE 为 349~ 2515 g/t,LREE 为 11~ 345 g/t, HREE 为 332~ 2191 g/t,

Ce 强正异常(Ce/Ce*为1.33~126.25), Eu 中等 负异常(Eu/Eu*为0.23~0.86); 第二组锆石稀土 元素总量 ΣREE 为771 g/t, LREE 为62 g/t, HREE 为709 g/t, Ce 强正异常(Ce/Ce*为3.42), Eu 中 等负异常(Eu/Eu*为0.57)。这些锆石的稀土元 素球粒陨石标准化配分模式明显左倾, HREE 富 集,轻重稀土分馏不明显(图2)。年龄为 (163.1±1.4) Ma(MSWD=0.35)的这组锆石,除去 异常点(1,33)外,其Ti温度计计算结果为 592~727 ℃(平均温度648 ℃)。另外,年龄为 (146±3) Ma的锆石Ti温度计计算结果为710 ℃。 第1期 2024年2月

		Table	2 Z	lircon	trace	eleme	nt data	of Hu	ajiaop	oing g	ranite	in Ji	ulon	g Reg	gion,	Weste	ern Sic	huan F	rovince		
220530	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Но	Er	Tm	Yb	Lu	Y	ΣREE	LREE	HREE	L/H La _N Yb	δEu	δCe
1	15.83	124.60	8.84	82.28	99.28	13.77	288.30	67.64	526.6	128.1	420.7	73.3	596	89.3	4389	2535	345	2191	0.16 0.02	2 0.23	2.55
3	3.51	34.15	1.69	10.62	8.43	3.16	27.63	8.32	84.5	30.5	132.6	30.8	331	63.9	1028	771	62	709	0.09 0.01	0.57	3.42
5	8.65	33.48	2.66	13.12	7.76	1.87	29.92	8.95	96.5	34.1	145.5	31.1	300	56.4	1063	770	68	702	0.10 0.02	2 0.33	1.70
7	3.22	15.01	1.11	5.49	2.84	0.88	12.60	4.63	53.7	21.0	97.7	23.2	238	47.1	702	527	29	498	0.06 0.01	0.38	1.94
8	3.20	22.94	0.76	4.52	4.56	2.33	22.29	6.84	71.1	24.3	107.2	23.4	233	42.1	820	568	38	530	0.07 0.01	0.58	3.48
10	16.12	45.05	4.03	17.08	6.75	1.80	18.67	5.84	66.5	24.8	113.4	26.8	284	51.9	817	683	91	592	0.15 0.04	4 0.46	1.33
11	4.73	32.92	1.41	7.13	5.54	1.57	22.96	7.55	79.0	27.9	121.0	27.4	278	50.9	913	668	53	615	0.09 0.01	0.37	3.09
12	0.20	27.89	0.15	1.95	3.13	1.22	14.68	5.04	56.2	21.0	95.9	22.0	244	46.1	690	539	35	504	0.07 0.00	0.46	37.33
13	0.09	12.63	0.10	1.41	2.82	1.30	13.30	4.66	54.5	20.3	96.0	23.0	243	45.3	663	518	18	500	0.04 0.00	0.54	28.56
14	2.64	55.53	1.46	13.84	13.68	2.13	45.48	13.05	123.3	39.5	158.9	32.4	303	55.4	1202	860	89	771	0.12 0.01	0.24	6.85
15	0.07	35.57	0.16	1.75	4.34	1.91	19.37	6.94	78.2	28.3	131.6	33.3	348	62.4	944	752	44	708	0.06 0.00	0.54	58.72
16	0.89	79.08	1.08	11.50	18.37	7.46	65.57	18.89	169.7	53.3	208.0	41.1	362	60.7	1733	1098	118	980	0.12 0.00	0.59	17.14
17	3.63	18.91	0.84	4.38	3.52	1.38	16.76	5.13	60.2	23.4	108.3	25.6	272	52.5	773	597	33	564	0.06 0.01	0.45	2.56
18	10.26	35.99	2.72	14.42	5.40	1.63	19.78	6.13	70.7	26.0	117.0	26.8	275	53.6	851	665	70	595	0.12 0.03	3 0.43	1.64
19	0.18	17.93	0.17	2.30	5.59	1.71	25.98	8.66	96.3	34.9	152.4	32.8	330	59.5	1111	768	28	740	0.04 0.00	0.36	22.93
20	2.08	20.79	0.79	4.15	3.79	1.49	14.84	4.56	49.5	18.5	81.1	18.4	194	36.1	610	451	33	418	0.08 0.01	0.53	3.99
21	22.93	84.49	7.36	37.99	19.75	3.59	49.94	13.35	133.5	43.2	174.0	36.4	345	64.2	1300	1036	176	860	0.20 0.05	5 0.33	1.58
22	11.75	46.23	3.73	19.00	8.73	2.33	30.99	9.26	101.7	35.9	159.6	34.7	352	65.1	1178	881	92	789	0.12 0.02	2 0.39	1.70
23	0.02	18.39	0.06	1.19	1.94	0.92	10.79	3.72	45.9	17.7	89.7	22.1	250	51.2	657	514	23	491	0.05 0.00	0.49	91.24
24	0.56	28.25	0.26	2.77	4.02	1.58	17.56	5.57	62.8	22.9	105.1	24.0	261	52.8	792	589	37	551	0.07 0.00	0.49	18.22
25	2.24	31.69	0.81	5.92	6.37	1.73	27.93	9.33	99.4	35.3	149.9	32.0	308	55.6	1148	766	49	718	0.07 0.01	0.34	5.77
27	0.56	24.52	0.34	4.11	6.33	2.17	29.57	9.24	102.9	35.5	157.6	33.4	322	59.5	1177	788	38	750	0.05 0.00	0.40	13.61
28	7.85	116.94	3.15	26.19	28.45	15.76	91.51	25.97	260.4	86.9	358.1	73.7	694	122.3	2989	1911	198	1712	0.12 0.01	0.86	5.77
29	0.17	14.72	0.06	0.87	2.24	1.06	13.69	4.63	54.6	21.3	100.3	23.0	241	46.1	745	524	19	505	0.04 0.00	0.45	36.20
30	0.75	30.03	0.48	4.92	7.84	2.45	31.99	9.61	102.6	37.1	162.4	36.1	375	67.3	1211	869	46	823	0.06 0.00	0.41	12.01
31	2.24	9.88	0.56	2.83	1.32	0.56	7.37	2.61	32.3	12.9	64.7	15.0	164	32.7	454	349	17	332	0.05 0.01	0.43	2.10
33	0.02	8.45	0.01	0.47	1.11	0.58	7.95	3.07	38.4	16.2	81.5	19.6	224	44.9	575	446	11	436	0.02 0.00	0.44	126.25
36	0.01	13.39	0.05	0.84	1.59	0.64	8.74	3.25	39.5	16.7	84.8	21.1	233	48.7	610	473	17	456	0.04 0.00	0.42	71.17

表 2 川西九龙花椒坪花岗岩锆石的微量元素数据

4 讨 论

结合区域地质背景,四川九龙地区花岗岩主 要集中在 2 个年龄段: 170~150 Ma、220~200 Ma^[22],代表九龙地区经历了两期岩浆事件。其 中,220~200 Ma 与区域上印支期甘孜—理塘洋向 西俯冲碰撞引发的岩浆活动有关,与前人研究认 为甘孜—理塘洋闭合峰期年龄及岩浆活动年龄峰 约为 216 Ma 的认识基本一致^[23];170~150 Ma 代 表了九龙地区经历了燕山期岩浆事件或构造热事 件,为碰撞后的伸展作用,特别是邻区江浪穹隆 也在这一时期基本定型^[4,11]。

谭洪旗等^[22]认为九龙洛莫地区可能存在三期 花岗岩浆活动或构造-热事件,早期(168 Ma)以 桥棚子为主体的花岗岩浆活动,中期(152~157 Ma)以烂碉-石梯子为主的花岗岩浆活动,晚期 (144 Ma)桥棚子—石梯子—烂碉花岗岩遭受了 岩浆作用或构造热事件的改造。本文中获得花岗 岩两期年龄为(163.1±1.4) Ma和(146±3) Ma。 其中第一组年龄与新火山、铁厂河(乌拉溪)、桥棚子岩体的成岩年龄在误差范围内基本一致^[4,11-12,22]。因此,(163.1±1.4)Ma代表花椒坪似斑状二长花岗岩的成岩年龄,(146±3)Ma代表花椒坪似斑状二长花岗岩可能遭受了后期岩浆-热液事件的改造。

另外,江浪穹隆与踏卡穹隆在盖层(或称外围)均发育有燕山期花岗岩,表明两个穹隆至少 在燕山期经历的岩浆事件是相似的。然而,踏卡 穹隆及其周缘剥蚀程度可能远低于江浪穹隆,亦 即里伍式铜矿如果存在,还处于踏卡穹隆的深部 位置,其证据包括以下两点:1)花椒坪花岗岩的 出露面积(约0.5 km²)远低于铁厂河花岗岩 (32.4 km²)和新火山花岗岩(32.90 km²)的出露 面积,且踏卡穹隆核部未出露花岗岩;2)谭洪 旗^[4]获得踏卡穹隆里伍岩群磷灰石裂变径迹年龄 为9.1~14 Ma,与江浪穹隆对比发现缺失4~ 9.1 Ma的隆升历史。因此,上述发现对于在踏卡 地区寻找里伍式铜矿有着重要的指示意义。

• 5 •

5 结 论

(1)花椒坪花岗岩体成岩年龄为
(163.1±1.4)Ma,后遭受(146±3)Ma的岩浆作用
或构造-热事件改造。

(2)花椒坪花岗岩浆成岩温度为592~ 727℃(平均温度648℃),低于后期岩浆作用或构造-热事件改造温度(710℃)。将花椒坪、新 火山、铁厂河花岗岩出露面积进行比较,暗示踏 卡穹隆隆升剥蚀过浅,如存在里伍式铜矿,还处 于踏卡穹隆的深部位置。

参考文献:

[1] Whitney D L, Teyssier C, Vanderhaeghe O V. Gneiss domes and crustal flow[J]. Geological Society of America Special Paper, 2004(380):1-20.

[2] 许志琴, 马绪宣. 中国大陆显生宙俯冲型、碰撞型和复合型片麻岩穹窿(群)[J]. 岩石学报, 2015, 31(12):3509-3523.

XU Z Q, MA X X. The Chinese Phanerozoic gneiss domes: subduction-related type, collision-related type and combination type of subduction-collision[J]. Acta Petrologica Sinica, 2015, 31(12):3509-3523.

[3] 侯立玮. 扬子克拉通西缘穹状变形变质体的类型与成因 [J]. 四川地质学报, 1996, 16(1):6-11.

HOU L W. Typeandoriginof the core complexes and the domal deformational-metamorphic bodies in the western margin of Yangtze craton[J]. Acta Geological Sichuan, 1996, 16(1):6-11. [4] 谭洪旗. 松潘—甘孜地块南缘穹隆体物质组成、变形-变

质特征及成矿响应[D]. 成都:成都理工大学, 2019.

TAN H Q. The composition, deformation-metamorphic characteristics and met allogenic response of the dome geological bodies on the south margin of Songpan-Garze Block[D]. Chengdu: Chengdu University of Technology, 2019. [5] 颜丹平, 宋鸿林, 傅昭仁. 扬子地台西缘江浪变质核杂岩的出露地壳剖面构造地层柱[J]. 现代地质, 1997, 11(3):290-297.

YAN D P, SONG H L, FU Z R. Tectono-stratigraphic division for exposed crust section of Jianglang metamorphic core complex in Western margin of Yangtze craton[J]. Geoscience, 1997, 11(3):290-297.

[6] 谭洪旗, 周家云, 朱志敏, 等. 川西江浪穹窿伸展过程及成 矿效应[J]. 矿物学报, 2013(S2): 961.

TAN H Q, ZHOU J Y, ZHU Z M, et al. Extension process and met allogenic effect of Jianglang dome, Western Sichuan Province[J]. Acta Mineralogica Sinica, 2013(S2): 961.

[7] Zhou Q, Li W C, Zhang H H, et al. Post-magmatic hydrothermal origin of late Jurassic Liwu copper polymet allic deposits, western China: Direct chalcopyrite Re-Os dating and Pb-B isotopic constraints[J]. Ore Geology Reviews, 2017(89):526-543.

[8] 谭洪旗, 罗丽萍, 周家云, 等. 川西锦屏地区青纳金矿床的 发现及地质意义[J]. 科学技术与工程, 2016, 21(16):12-19.

TAN H Q, LUO L P, ZHOU J Y, et al. Discovery of Qingna gold deposit in Jinping area and its geological significance, Western Sichuan[J]. Science Technology and Engineering, 2016, 21(16):12-19.

[9] 罗丽萍, 胡军亮, 谭洪旗, 等. 川西上基拱伟晶岩型铍矿绿 柱石矿物化学特征[J]. 矿产综合利用, 2021(5):113-119.

LUO L P, HU J L, TAN H Q, et al. 2021. Mineralogical characteristics of the pegmatite type beryl in Shangjigong, Western Sichuan Province[J]. Multipurpose Utilization of Mineral Resources, 2021(5):113-119.

[10] 袁静,肖龙,万传辉,等. 松潘—甘孜南部放马坪—三岩 龙花岗岩的成因及其构造意义[J]. 地质学报, 2011, 85(2):195-206.

YUAN J, XIAO L, WAN C H, et al. Petrogenesis of Fangmaping-Sanyanlong granites in southern Songpan-Garze fold belt and its tectonic implication[J]. Acta Geologica Sinica, 2011, 85(2):195-206.

[11] 周家云, 谭洪旗, 龚大兴, 等. 川西江浪穹窿核部新火山 花岗岩 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 定年和 Hf 同位素研究[J]. 矿 物岩石, 2013, 33(4):42-52.

ZHOU J Y, TAN H Q, GONG D X, et al. Zircon LA-ICP-MS U-Pb dating and Hf isotopic composition of Xinhuoshan granite in the core of Jianglang dome, Western Sichuan, China[J]. Mineral Petrology, 2013, 33(4):42-52.

[12] 周家云, 谭洪旗, 龚大兴, 等. 乌拉溪铝质 A 型花岗岩: 松潘—甘孜造山带早燕山期热隆伸展的岩石记录[J]. 地质 论评, 2014, 60(2):348-362.

ZHOU J Y, TAN H Q, GONG D X, et al. Wulaxi aluminous Atype granite in western Sichuan, China: recording early Yanshanian lithospheric thermo-upwelling extension of Songpan-Garze orogenic belt[J]. Geological review, 2014, 60(2):348-362.

[13] 刘晓佳, 许志琴. 松潘—甘孜造山带南部江浪穹隆中侏 罗世花岗岩及构造意义[J]. 地质学报, 2021, 95(6):1754-1773.

LIU X J, XU Z Q. Tectonic significance of middle Jurassic granite in the Jianglang dome, Southern Songpan-Ganzi orogen belt[J]. Acta Geological Sinica, 2021, 95(6):1754-1773.

[14] 胡军亮, 谭洪旗, 周雄, 等. 川西九龙打枪沟锂铍矿床赋 矿伟晶岩矿物学和矿物化学特征 [J]. 地质通报, 2020, 39(12):2013-2028.

HU J L, TAN H Q, ZHOU X, et al. A study of mineralogy and mineral chemistry of ore-bearing pegmatites in the Daqianggou lithium-beryllium deposit, western Sichuan[J]. Geological Bulletin of China, 2020, 39(12):2013-2028.

[15] 谭洪旗,朱志敏,周雄,等. 川西九龙地区两期伟晶岩型稀有金属成矿作用[J]. 矿产综合利用, 2022(1):15-24.

TAN H Q, ZHU Z M, ZHOU X, et al. Two periods rare met al mineralization of the pegmatite in Jiulong area, western Sichuan[J]. Multipurpose Utilization of Mineral Resources, 2022(1):15-24.

[16] 赖杨,邓伟. 川西九龙打枪沟锂铍矿石特征及其铷元素 赋存状态和分布规律研究[J]. 矿产综合利用, 2022(5):185-192.

LAI Y, DENG W. Characteristics of lithium beryllium ore and occurrence and distribution of rubidium element in ore, in Daqianggou, Jiulong, West Sichuan[J]. Multipurpose Utilization of Mineral Resources, 2022(5):185-192.

[17] 陈超, 张裕书, 张少翔, 等. 川西九龙地区低品位锂辉石 浮选试验研究[J]. 矿产综合利用, 2019(4):55-58.

CHEN C, ZHANG Y S, ZHANG S X, et al. Flotation test of low-grade spodumene in the Jiulong area of west Sichuan[J]. Multipurpose Utilization of Mineral Resources, 2019(4):55-58. [18] 谭洪旗, 朱志敏, 周家云, 等. 松潘-甘孜地块南缘燕山早 期砂卡岩型钨钼矿床—来自大牛场成岩成矿年代学及锆石 Hf 同位素证据[J]. 矿床地质, 2022, 41(1):53-68.

TAN H Q, ZHU Z M, ZHOU J Y, et al. Early Yanshanian skarn W-Mo deposit in the southern margin of Songpan-Ganze terrane: evidence from diagenetic and met allogenic chronology, zirconHf isotopes in Daniuchang area[J]. Mineral Deposits, 2022, 41(1):53-68

[19] Yuan H L, Gao S, Liu X M, et al. Accurate U-Pb age and trace element determinations of zircon by laser ablation-inductively coupled plasma mass spectrometry[J]. Geoanalytical and Geostandard Research, 2004(28):353-370.

[20] Ludwig K R. User's manual for isotopic 3.0: A geochronological toolkit for microsoft excel[J]. Berkeley: Berkeley Geochronology Center Special Publication, 2003(4):25-32.

[21] Ferry J M, Watson E B. New thermodynamic models and revised calibrations for the Ti-in-zircon and Zr-in-rutile thermometers[J]. Contributions to Mineralogy and Petrology, 2007(154):429-437.

[22] 谭洪旗,朱志敏,罗林洪,等. 川西洛莫地区燕山早期花 岗岩对稀有金属成矿的制约[J]. 地质学报, 2023, 97(2):307-327.

TAN H Q, ZHU Z M, LUO L H, et al. Distribution of early Yanshanian granite and its constraints on the mineralization of rare met als in Luomo area, western Sichuan[J]. Acta Geologica Sinica, 2023, 97(2):307-327.

[23] Wang Q, Li Z X, Chung S L, et al. Late Triassic high-Mg andesite/dacite suites from northern Hohxil, north Tibet geochronology, geochemical characteristics, petrogenetic processes and tectonic implications[J]. Lithos, 2011, 126(2):54-67.

Determination of Yanshanian Granite and its Geological Significance in the Taka Dome, Western Sichuan

ZHANG Hongchao¹, ZHOU Hongbing¹, YAN Bo¹, SUN Chongbo¹, YAO Wen¹, TAN Hongqi² (1.Sichuan Institute of Geological Survey, Sichuan Institute of Metal Geological Survey, Chengdu 611730, Sichuan, China; 2.Sichuan Geological and Mineral Resources Group Co., Ltd, Chengdu

610016, Sichuan, China)

Abstract: This is an article in the field of earth sciences. Jiulong area is the most concentrated area of Yanshanian granite found in western Sichuan, including Tiechanghe, Qiaopengzi-Landiao and Xinhuoshangranite. In this paper, LA-ICP-MS zircon U-Pb dating were carried out to determine the formation age of the granite, and its temporal-spatial relationship with the surrounding granites, providing a basis for the comparative study of Liwu copper deposit in the southern margin of Songpan-Ganzi block. The results show thatthe diagenetic age of Huajiaoping granite is (163.1±1.4) Ma, andit underwent magmatic or tectonic thermal events at (146±3) Ma, which is consistent withthe geological events ofTiechanghe, Xinhuoshan and Luomogranite. The magma temperature of Huajiaoping granite is $592 \sim 727$ °C (average temperature 648 °C), which is significantly lower than that of Qiaopengzi granite (766~804 °C). Combined with the regional geological background, about $170 \sim 140$ Ma, the lithosphere in the southern margin of Songpan Ganzi block is in the extension stage. The granite magma activity dominated in the early stage (163 Ma) by Huajiaoping granite, and in the late stage (146 Ma) by magmatism or tectonic thermal events. This discovery enriched the Yanshannian granitic magmatic thermal events in Jiulong area.

Keywords: Earth sciences; Western Sichuan; Jiulong; Huajiaoping; Granite; Zircon