

文章编号:1009-3850(2014)01-0102-06

西藏冈底斯西部地区印支期闪长岩的特征及其地质意义

彭建华, 赵希良, 何俊, 黄韶春, 龚臣

(江西省地矿局九一五地质大队, 江西 南昌 330002)

摘要:对西藏冈底斯西部措勤县打加错地区辉石角闪二长闪长岩进行了 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 法定年及岩石地球化学研究,结果表明:辉石角闪二长闪长岩的结晶年龄为 207.3 ± 3.6 Ma,其物质来源与下地壳基性熔岩及上地幔的部分熔融有关,是特提斯洋在晚印支期仍在俯冲的证据。该印支晚期侵入岩系首次在南冈底斯带西侧发现,对研究冈底斯带在晚印支期的构造岩浆演化具有重要意义。

关键词:锆石 U-Pb 定年;印支期闪长岩;冈底斯西部;西藏

中图分类号:P588.12+2

文献标识码:A

长约 2500km 的冈底斯岩浆岩带是研究新特提斯洋俯冲消减作用、印度板块和欧亚板块的碰撞作用及其后碰撞地球动力学过程的重要对象^[1]。由于青藏高原基础地质工作的薄弱,过去对冈底斯印支期岩浆岩缺乏深入的研究。近年来,在冈底斯中部弧背断隆带上的南木林地区^[3]和门巴地区^[2]相继发现有印支期花岗闪长岩,前者作为冈底斯古造山作用的证据,而后者是晚三叠世特提斯洋仍在进行俯冲作用的证据^[4]。

打加错 4 幅 1:5 万区域地质调查工作的工作区位于南冈底斯岩浆弧西段^[6],在此次区域地质调查工作中,对区内岩体进行了系统采样,并对其进行 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 法定年。首次在冈底斯西带发现晚印支期侵入岩,年龄为 207.3 ± 3.6 Ma,时代为晚三叠世。

1 地质背景及岩石学特征

研究区位于冈瓦纳大陆北缘,属拉达克-冈底斯-拉萨-腾冲陆块之南冈底斯-下察隅岩浆弧带^[1],区内印支期闪长岩形态多为不规则状,主要呈岩滴状产出,为甲拉浦组地层所覆盖(图 1)。

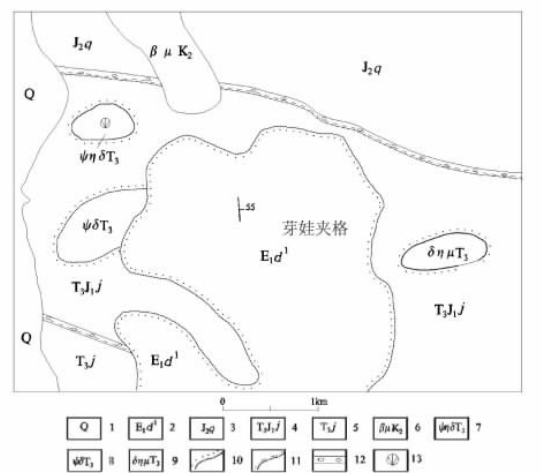


图 1 打加错地区地质简图

1. 第四系;2. 中三叠世;3. 却桑温泉组;4. 甲拉浦组;5. 江让组;6. 辉绿玢岩;7. 辉石角闪二长闪长岩;8. 辉石黑云角闪闪长岩;9. 二长闪长玢岩;10. 角度不整合界线;11. 平行不整合界线;12. 砾岩;13. 同位素样品采样位置

Fig. 1 Simplified geological map of the Daggyai Lake area, Coqen, Xizang

该岩体主要岩石类型为角闪辉石闪长岩、辉石角闪二长闪长岩及石英二长闪长玢岩。辉石角闪

收稿日期:2013-07-30;改回日期:2013-08-25

作者简介:彭建华(1988-),男,助理工程师,从事区域地质矿产调查及研究工作。E-mail:464038252@qq.com

二长闪长岩呈灰绿色,半自形粒状结构,块状构造,岩石主要成分为斜长石(40%)、钾长石(25%)、普通角闪石(25%)、普通辉石(4%)、黑云母(3%)、磁铁矿(3%)、磷灰石微量;细粒角闪辉石闪长岩呈深灰色,细粒半自形粒状结构,块状构造,主要成分为斜长石(66%)、角闪石(10%)、辉石(20%)、黑云母(1%)、磁铁矿(2%)、磷灰石微量;石英二长闪长岩呈浅绿灰色,细小裂隙较发育,连斑结构,斑晶很多,几乎彼此相接,其间空隙为微粒长英质及少量黑云母、角闪石充填,块状构造,岩石主要成分为斑晶及基质,另含少量磁铁矿及磷灰石,斑晶主要成分为斜长石(50%)、普通角闪石(5%)、黑云母(4%)、钾长石(15%),基质主要成分为微粒长石石英(22%)、角闪石(2%)、黑云母(1%)。

2 测试方法

用于锆石 U-Pb 年代学测定的样品,在江西省地质调查研究院国家重点实验室利用标准技术对锆石进行了分选。锆石制靶后,进行了锆石阴极发光照像,以观察锆石的内部结构。锆石 U-Pb 年龄在中国地质大学(武汉)地质过程与矿产资源国家重点实验室利用 LA-ICP-MS 方法测定。

3 锆石定年结果

辉石角闪二长闪长岩样品(1524)采自打加错北东芽娃夹格地区,岩石新鲜,见有较弱的绢云母化及绿泥石化。样品所分选的锆石多呈淡红-浅红色,透明-半透明,金刚光泽,粒度为 0.02~0.1mm,长宽比在 2:1~4:1 之间。锆石晶体表面多见有细小的熔蚀沟及熔蚀坑,晶体内部常含气液包体及黑

色固态包体。晶体主要柱体晶面为(110),(100)次之,主要锥体晶面以(111)为主,(311)次之(图 2)。

样品 1524 成功地测定了 20 颗锆石(表 1),在 U-Pb 谐和图上(图 3)岩浆型锆石的测定点位于谐和线上或偏谐和线的右侧,它们的 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄变化于 202~211 Ma 之间, $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄的加权平均年龄为 $207.3 \pm 3.6\text{Ma}$ (MSWD = 2.5),该年龄解释为辉石角闪二长闪长岩的岩浆结晶年龄。

4 印支期侵入岩地球化学特征

4.1 主量元素特征

从表 2 中可以看出:细粒角闪辉石闪长岩 SiO_2 含量为 48.21%,属基性岩范围,里特曼组合指数($\delta = 1.38$) < 4 , $\text{Na}_2\text{O} > \text{K}_2\text{O}$,分类属碱性岩类,岩石分异指数 $\text{DI} = 40.52$,固结指数 $\text{SI} = 25.80$,赖特碱度率为 1.57。辉石角闪二长闪长岩 SiO_2 含量为 52.66%,属中基性岩范围,里特曼组合指数($\delta = 2.08$) < 4 , $\text{Na}_2\text{O} < \text{K}_2\text{O}$,分类属碱性岩类,岩石分异指数 $\text{DI} = 54.94$,固结指数 $\text{SI} = 20.92$,赖特碱度率 1.97,总体上显示出岩石酸性和碱性程度较低的具壳幔混源岩石的成份特点。

CIPW 计算结果显示:Or = 16.87~24.77、Ab = 21.72~30.17、An = 318.34~23.31、Di = 8.73~17.79、Ol = 5.23~9.16、Mt = 5.09~5.18、Il = 1.48~2.54、Ap = 1.45~1.50,含少量的 Hy 分子。

4.2 稀土元素特征

研究区侵入岩中稀土元素总量(ΣREE) 在 251.03~257.92 $\mu\text{g/g}$ 之间,原始岩浆稀土元素分馏程度差别较大,稀土配分曲线向右倾斜(图 5),LREE/HREE 比值为 11.07~11.15, $(\text{La}/\text{Yb})_N$ 为

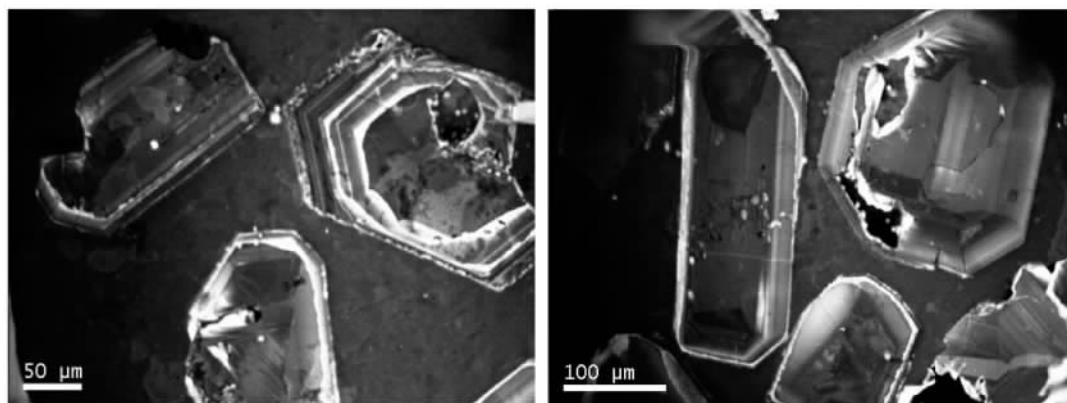


图 2 辉石角闪二长闪长岩锆石电镜照片

Fig. 2 SEM photomicrographs of pyroxene amphibole monzodiorite (Sample 1524)

表1 样品1524LA-ICP-MS锆石U-Pb同位素测试结果
Table 1 La-ICP-MS zircon U-Pb isotopic data for pyroxene amphibole monzodiorite (Sample 1524)

分析点号	Pb (μg/g)	Th (μg/g)	U (μg/g)	Th/U	207Pb/206Pb		207Pb/235U		206Pb/238U		207Pb/206Pb		207Pb/235U		206Pb/238U	
					比值	1σ	比值	1σ	比值	1σ	年龄(Ma)	1σ	年龄(Ma)	1σ	年龄(Ma)	1σ
1524-1	1140.67	19500.89	5668.92	3.44	0.0512	0.0017	0.2381	0.0078	0.0333	0.0004	250	76	217	6	211	2
1524-2	1199.89	17220.36	6618.04	2.60	0.0662	0.0021	0.3051	0.0100	0.0330	0.0004	813	67	270	8	210	3
1524-3	2667.76	48037.31	9656.61	4.97	0.0538	0.0014	0.2363	0.0062	0.0317	0.0004	365	66	215	5	201	3
1524-4	1158.36	18557.87	5840.68	3.18	0.0543	0.0018	0.2514	0.0082	0.0333	0.0003	383	74	228	7	211	2
1524-5	1485.31	26960.72	5321.80	5.07	0.0514	0.0016	0.2271	0.0070	0.0319	0.0003	257	72	208	6	202	2
1524-6	358.88	3561.84	2133.53	1.67	0.0636	0.0029	0.3304	0.0140	0.0486	0.0113	731	101	290	11	306	69
1524-7	15.42	630.18	578.39	1.09	0.1134	0.0132	0.1431	0.0152	0.0092	0.0003	1855	213	136	13	58.9	1.7
1524-8	976.52	15136.94	5481.27	2.76	0.0501	0.0016	0.2245	0.0068	0.0324	0.0003	211	74	206	6	206	2
1524-9	1394.31	26629.15	5966.59	4.46	0.0597	0.0019	0.2530	0.0077	0.0307	0.0003	594	69	229	6	195	2
1524-10	1488.27	25519.49	6346.38	4.02	0.0686	0.0022	0.3110	0.0100	0.0328	0.0004	887	65	275	8	208	3
1524-11	899.25	12322.55	5879.21	2.10	0.0535	0.0018	0.2453	0.0079	0.0331	0.0004	350	79	223	6	210	2
1524-12	1392.08	25854.50	6296.71	4.11	0.0590	0.0017	0.2624	0.0076	0.0320	0.0003	565	63	237	6	203	2
1524-13	927.29	14587.02	4819.19	3.03	0.0528	0.0018	0.2445	0.0085	0.0330	0.0003	320	69	222	7	210	2
1524-14	1170.87	14973.75	5285.09	2.83	0.0860	0.0037	0.4174	0.0178	0.0346	0.0003	1339	82	354	13	219	2
1524-15	872.96	13456.61	4404.22	3.06	0.0497	0.0018	0.2286	0.0078	0.0331	0.0004	189	81	209	6	210	3
1524-16	1879.37	45913.91	8068.21	5.69	0.1174	0.0066	0.7962	0.0665	0.0432	0.0023	1918	102	595	38	273	14
1524-17	1364.04	22462.56	5819.52	3.86	0.0694	0.0031	0.3291	0.0164	0.0332	0.0004	922	96	289	12	211	3
1524-18	1151.56	20569.49	5561.03	3.70	0.0533	0.0016	0.2372	0.0069	0.0320	0.0003	343	70	216	6	203	2
1524-19	697.79	9031.31	4020.61	2.25	0.0657	0.0027	0.3177	0.0144	0.0343	0.0004	798	86	280	11	217	3
1524-20	1827.57	32849.86	7711.20	4.26	0.0554	0.0016	0.2527	0.0078	0.0327	0.0005	428	68	229	6	208	3

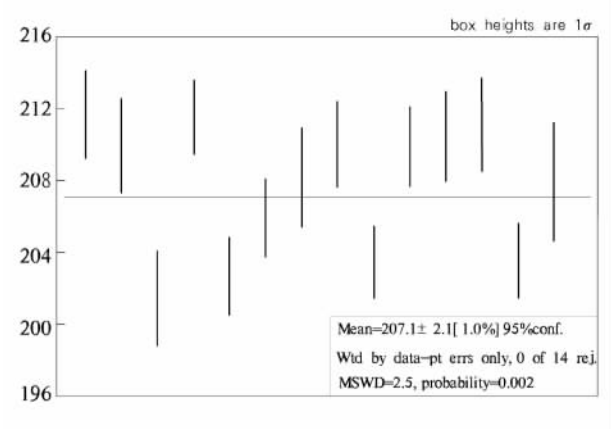


图3 样品1524 锆石 LA-ICP-MS 定年平均年龄图

Fig. 3 Plot showing the mean values of La-ICP-MS zircon U-Pb ages for pyroxene amphibole monzodiorite (Sample 1524)

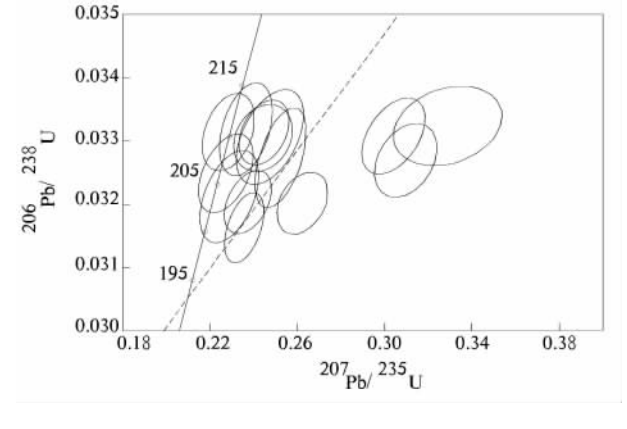


图4 样品1524 锆石 LA-ICP-MS 定年²⁰⁶Pb/²³⁸U-²⁰⁷Pb/²³⁵U 谐和图

Fig. 4 Concordia plot of LA-ICP-MS zircon U-Pb ages for pyroxene amphibole monzodiorite (Sample 1524)

表2 打加错地区晚印支期侵入岩岩石化学成分(μg/g)

Table 2 Lithochemical compositions of the late Indosinian intrusive rocks in the Daggyai Lake area														
样号	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	LOI	H ₂ O	总量
1524	52.66	0.76	16.71	5.23	3.33	0.15	4.22	6.53	3.48	4.09	0.61	2.24	0.72	100.01
1592	48.21	1.3	16.06	4.95	5.09	0.19	5.41	9.68	2.9	2.77	0.63	2.90	0.36	100.09
样号	Ab	An	Or	Di	Hy	Il	Mt	Ap	Ne	σ	DI	SI	AR	A/CNK
1524	30.17	18.34	24.77	8.73	4.76	1.48	5.09	1.45		2.08	54.94	20.92	1.97	0.759
1592	21.72	23.31	16.87	17.79		2.54	5.18	1.50	1.93	1.38	40.52	25.80	1.57	0.633

表3 打加错地区晚印支期侵入岩稀土元素(μg/g)

Table 3 REE of the late Indosinian intrusive rocks in the Daggyai Lake area														
样号	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb
1524	21.0	45.4	122	14.2	31.1	5.46	0.55	5.01	1.17	4.10	0.86	2.67	1.17	2.85
1592	22.8	53.3	97.8	11.6	38.5	6.82	1.43	6.06	0.85	4.62	0.87	2.75	0.66	2.55
样号	Lu		ΣREE	LREE		HREE	LREE/HREE	La _N /Yb _N		(La/Sm) _N		(Gd/Yb) _N		δEu
1524	0.44		257.92	218.65		18.27	11.07	10.74		5.29		3.37		0.32
1592	0.42		251.03	209.45		18.78	11.15	14.09		4.92		3.34		0.67

10.74~14.09, (La/Sm)_N 为 4.92~5.29, 轻稀土分馏较明显; (Gd/Yb)_N 为 3.34~3.37, 重稀土分馏较明显, 铕异常(δEu) 在 0.32~0.67 之间, 表明重稀土强烈亏损, 轻、重稀土分馏明显, 且 δEu<0.7, 铕亏损明显, 显示初始岩浆形成时存在较强的斜长石分离结晶作用或源区有斜长石的残留(Ewart et al., 1985; London, 1987), 岩浆主要来源于上地壳的部分熔融(王中刚等, 1989)。

5 印支期侵入岩在南冈底斯西部地区发现的地质意义

(1) 在 MnO-P₂O₅-TiO₂/10 构造图解(图 6)上, 投影点落入钙碱性玄武岩向大洋岛屿碱性玄武岩过渡的区域。在 AMF 图解(图 7)中投影点落入造

山带中。在 C/MF-A/MF 源区判别图(图 8)投影点均落入基性熔岩部分熔融区, 其物质来源与下地壳基性熔岩及上地幔的部分熔融有关。

印支晚期, 随着雅鲁藏布江洋向北俯冲, 冈底斯北部地区逐渐抬升, 海水逐渐变浅, 发生海退过程(黄韶春等, 2013)。在晚三叠世, 南冈底斯带部分地区已上升成陆, 并有强烈的岩浆活动。

(2) 打加错 4 幅 1:5 万区域地质调查工作的工作区位于南冈底斯岩浆弧西段, 构造位置上相当于隆格尔-工布江达复合岛弧带。此前南冈底斯岩浆弧带晚印支期花岗岩类主要出露于该带中部及东部的门巴、南木林罗扎地区^[1], 此次是首次在南冈底斯西部地区发现晚印支期侵入岩, 为研究整个冈底斯带在晚印支期的构造演化提供了依据。

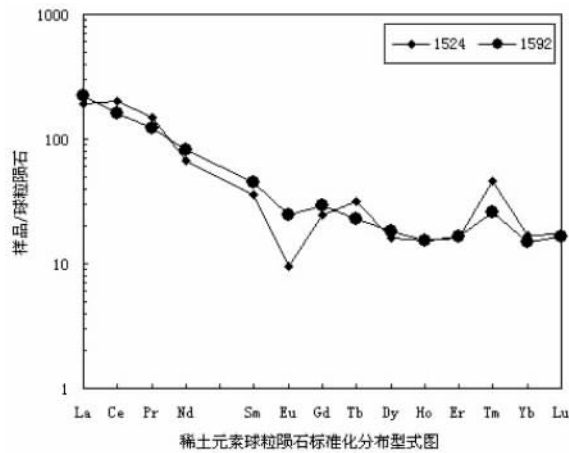
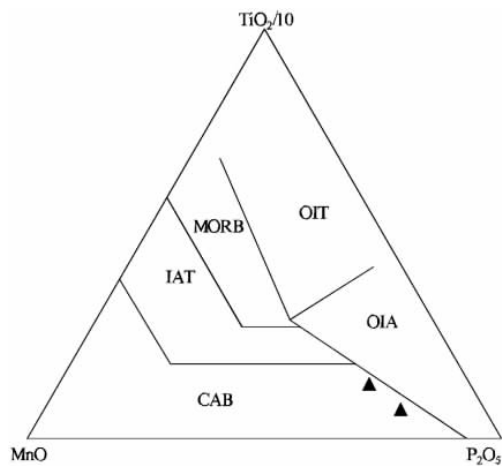


图5 侵入岩球粒陨石标准化图式

(据 Taylor and McLennan, 1985)

Fig. 5 Chondrite-normalized REE distribution patterns for the late Indosinian intrusive rocks in the Daggyai Lake area (after Taylor and McLennan, 1985)

图6 $\text{MnO-P}_2\text{O}_5\text{-TiO}_2/10$ 构造图解

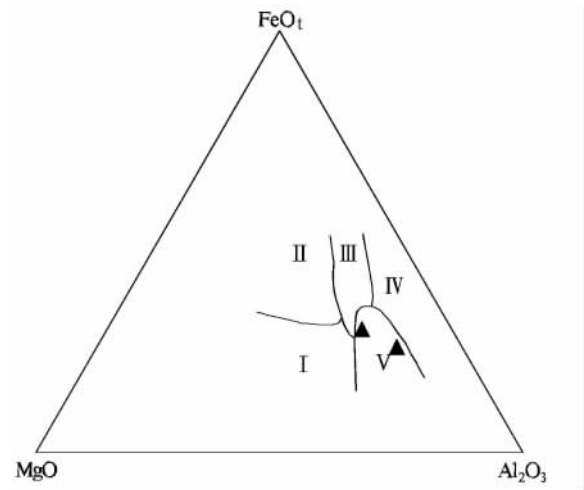
(E. D. Mullen, 1983)

CAB. 钙碱性玄武岩; OIT. 大洋岛屿拉斑玄武岩; OIA. 大洋岛屿碱性玄武岩; MORB. 洋中脊玄武岩; IAT. 岛弧拉斑玄武岩

Fig. 6 $\text{MnO-P}_2\text{O}_5\text{-TiO}_2/10$ tectonic diagram for the late Indosinian intrusive rocks in the Daggyai Lake area (after Mullen, 1983)

CAB = calc-alkaline basalt; OIT = oceanic-island tholeiite; OIA = oceanic-island alkaline basalt; MORB = mid-oceanic ridge basalt; IAT = island-arc tholeiite

致谢: 同位素测年样由中国地质大学(武汉)地质过程与矿产资源国家重点实验室测定, 参加野外地质调查的还有蔡青龙、黄鑫、李国辉等同志, 在此深表感谢。

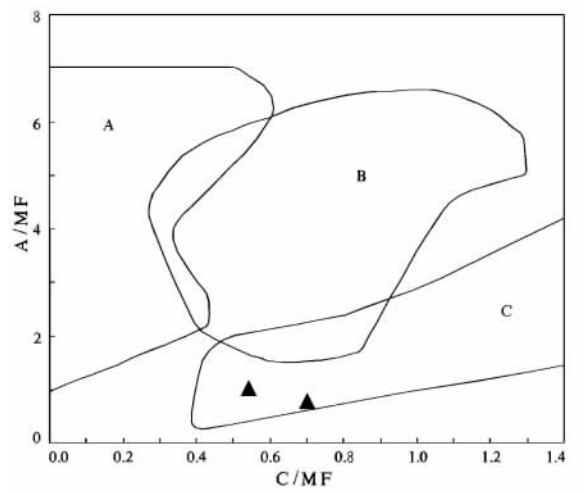
图7 $\text{FeO}_1\text{-MgO-Al}_2\text{O}_3$ 图

(T. H. Pearce, 1977)

I. 大洋底部; II. 大洋岛屿; III. 大陆板块内部; IV. 扩张中心岛屿(冰岛); V. 造山带

Fig. 7 $\text{FeO}_1\text{-MgO-Al}_2\text{O}_3$ diagram for the late Indosinian intrusive rocks in the Daggyai Lake area (after Pearce, 1977)

I = oceanic floor; II = oceanic island; III = continental intraplate; VI = Iceland at the spreading centre; V = orogenic zone

图8 C/MF-A/MF 源区判别图(据 Alther R 等 2000)

$\text{A/MF} = \text{Al}_2\text{O}_3 / (\text{FeO}_1 + \text{MgO 摩尔数})$; $\text{C/MF} = \text{CaO} / (\text{FeO}_1 + \text{MgO 摩尔数})$

A. 变质泥岩部分熔融; B. 变质砂岩部分熔融; C. 基性岩部分熔融

Fig. 8 C/MF-A/MF discrimination diagram for the tectonic interpretation of the late Indosinian intrusive rocks in the Daggyai Lake area (after Alther et al., 2000)

$\text{A/MF} = \text{Al}_2\text{O}_3 / (\text{FeO}_1 + \text{MgO mol})$; $\text{C/MF} = \text{CaO} / (\text{FeO}_1 + \text{MgO mol})$; A. Partial melting of metamorphic mudstone; B. Partial melting of metamorphic sandstone; C. Partial melting of basic rocks

参考文献:

- [1] 王立全, 潘桂棠, 等. 青藏高原及邻区 1:150 万地质图说明书 [M]. 北京:地质出版社, 2010.
- [2] 和钟铎, 杨德明, 郑常青, 等. 冈底斯带门巴花岗岩同位素测年及其对新特提斯洋俯冲时代的约束 [J]. 地质论评, 2006, 52: 100 - 106.
- [3] 李才, 王天武, 李惠民, 等. 冈底斯地区发现印支期巨斑花岗岩: 古冈底斯造山的存在证据 [J]. 地质通报, 2006, 22: 364 - 366.
- [4] 张宏飞, 徐望春, 等. 冈底斯印支期造山事件: 花岗岩类锆石 U-Pb 年代学和岩石成因证据 [J]. 地球科学-中国地质大学学报, 2007, 32(2): 155 - 166.
- [5] 李奋其, 刘伟, 王保弟, 张士贞. 拉萨地块内部古特提斯洋早中三叠世仍在俯冲-来自火山岩和高压变质岩的证据 [J]. 岩石矿物学杂志, 2012, 31(2): 119 - 132.
- [6] 潘桂棠, 莫宣学, 侯增谦, 等. 2006. 冈底斯造山带的时空结构及演化 [J]. 岩石学报, 2006, 22: 521 - 533.
- [7] 江西地质调查研究院. 中华人民共和国区域地质调查报告 1:5 万打加错四幅区调 [R]. 2012.

The discovery and significance of the Indosinian diorites in western Gangdise , Xizang

PENG Jian-hua , ZHAO Xi-liang , HE Jun , HUANG Shao-chun , GONG Chen

(No. 915 Geological Party , Jiangxi Bureau of Geology and Mineral Resources , Nanchang 330002 , Jiangxi , China)

Abstract: The determinations of LA-ICP-MS zircon U-Pb dating , isotopic compositions and major elements give a magmatic crystallization age of 207.3 ± 3.6 Ma for the pyroxene amphibole monzodiorite from the Daggyai Lake area , Coqen , western Gangdise , Xizang. The origin of matter may be related with the lower crustal basic lava and partial melting of the upper mantle. The late Indosinian intrusive rocks discovered for the first time in western Gangdise were formed in the orogenic tectonic setting , and attested to the continuous subduction of the Tethyan Ocean during the late Indosinian. The findings in this study will provide useful approaches to the tectonic evolution of the Gangdise region during the late Indosinian.

Key words: zircon U-Pb dating; Indosinian diorite; western Gangdise; Xizang