

拉萨南冈底斯花岗岩地球化学特征及构造背景

李成志¹⁾, 杨文光²⁾, 朱利东²⁾

1) 成都理工大学地球科学学院, 成都, 610059;

2) 成都理工大学沉积地质研究院, 成都, 610059

关键词: 南冈底斯; 花岗岩; 地球化学; 构造背景

拉萨地体记录了多期次碰撞造山和特提斯洋演化的关键信息(许志琴等, 2006)。拉萨地体南缘发育大量晚白垩系—古近系岩浆活动且规模较大, 冈底斯南部酸性火山岩为典型代表, 为印度大陆—亚洲大陆碰撞演化及新特提斯洋向北俯冲消减提供证据。早期学者认为古新世花岗岩类由于新特提斯洋板块俯冲所造成。之后部分研究者通过系统研究林子宗火山岩认为印度—亚洲板块碰撞促使洋板块俯冲角度变陡, 从而发生部分熔融(莫宣学等, 2003; 徐旺春, 2010)。近年来大量学者对冈底斯岩基的岩浆演化进行了大量研究, 认为该地区花岗岩多为碰撞后或火山弧花岗岩; 冈底斯南带岩浆活动的成因普遍认为是特提斯洋俯冲消减及印度—欧亚大陆碰撞作用过程中的岩浆底侵作用所造成; 新特提斯洋板块“回转”“断离”与冈底斯南带深部岩浆活动具有密切关系(Ji Weiqiang et al., 2009; Wen Daren et al., 2008; Zhu D C et al., 2015)。

1 地质背景

拉萨地块又称之为“冈底斯带”(莫宣学等, 2005), 东西向长约 2500 km, 南北向宽约 100~300 km, 两侧分别以班公湖—怒江缝合带和雅鲁藏布江缝合带为界线的巨型构造岩浆带(朱弟成等, 2008)。冈底斯带由北向南分别以狮泉河—拉果错—永珠—纳木错—嘉黎蛇绿混杂岩带(SNMZ)、噶尔—隆格尔—措麦断裂带(GLCF)、沙莫勒—麦拉—洛巴堆—米拉山断裂(LMF)为界线划分为北冈底斯、中冈底斯、冈底斯弧背断隆带和南冈底斯(朱

弟成等, 2006)。

错布拉果岩体主要分布于冈底斯南带, 岩体呈东西向不规则岩株状产出, 出露面积约 60 km²。该岩体分出了边缘相和中心相, 侵入地层主要为叶巴组(J_{1-2y})、雄来组(T₃J_{1x})以及楚木龙组(K_{1c}), 接触带常具硅化、角岩化、矽卡岩化等接触变质现象。错布拉果岩体野外出露较好, 主要的岩石类型为中细粒二长花岗岩, 块状构造, 中细粒花岗结构, 主要矿物由石英、钾长石、斜长石, 次要矿物主要为黑云母、白云母、角闪石, 副矿物有磷灰石、金属矿物等。

2 分析结果

2.1 锆石年龄

本次共采集了 2 件新鲜样品用于锆石 U-Pb 定年。锆石颗粒为自型—半自型棱柱状晶体, 长宽比约为 2:1~3:1, 呈现出明显的岩浆振荡环带。Th/U 比值均大于 0.1, 表明锆石均为岩浆成因; 测点 D0861-N1-01 具有明显老的 ²⁰⁶Pb/²³⁸U 年龄, 为 195±3Ma, 可能为捕获锆石的年龄。其余 21 个测点的 ²⁰⁶Pb/²³⁸U 年龄为 56±6~67±3 Ma, 加权平均年龄为 61.3±1.4 Ma; 测点 D0862-N1 记录了 54.9±1.1~64.5±2.1 Ma 的 ²⁰⁶Pb/²³⁸U 年龄, 这些年龄大多位于谐和线上或紧邻谐和线; 加权平均年龄为 59.5±1.1 Ma, 时代为古新世, 代表了早期岩浆成岩年龄。

2.2 地球化学特征

在地球化学组成上, 错布拉果花岗岩 $\omega(\text{SiO}_2)$ 70.09%~72.64%, 具有高 $\omega(\text{Al}_2\text{O}_3)$ 14.40%~15.99%, 低 $\omega(\text{TiO}_2)$ 0.08%~0.24%、 $\omega(\text{MgO})$ (0.41%~0.76%)、

注: 本文为中国地质调查项目(冈底斯—喜马拉雅铜矿资源基地调查项目, 编号: DD20160015)、国家自然科学基金资助项目(编号: 410002055)和教育部博士点基金(编号: 20125122110010)的成果。

收稿日期: 2019-01-10; 改回日期: 2019-03-20; 责任编辑: 黄敏。 Doi: 10.16509/j.georeview.2019.s1.060

作者简介: 李成志, 男, 1993 年生, 硕士, 地质学专业, Email: 825454048@qq.com。通讯作者: 杨文光, 男, 1980 年生, 博士, 副教授, 主要从事青藏高原地质与沉积地球化学工作, Email: yangwg@1018@gmail.com。

$\omega(\text{Fe}_2\text{O}_3\text{T})$ 6.82%~29.9%、 $\omega(\text{P}_2\text{O}_5)$ 0.07%~0.12% 和 $\omega(\text{CaO})$ 1.06%~1.75% 的特征; Na_2O 含量为 3.86%~4.75%, K_2O 含量为 3.51%~5.55%, ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) 含量为 7.91%~9.44%, $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 为 0.74~1.43, 平均值为 1.05, 属于高钾钙碱性—钾玄岩系列。样品稀土元素总量 ($\sum\text{REE}=151.21\times 10^{-6}\sim 257.66\times 10^{-6}$) 略高于上地壳总量平均值 (210×10^{-6}), 同时显示轻重稀土元素分馏相对较弱, LREE/HREE 为 5.05~7.83, $(\text{La}/\text{Yb})_N$ 为 4.48~7.93, 平均值为 6.2; 样品均具有明显的负 Eu 异常 ($\delta\text{Eu}=0.35\sim 0.51$), 表现出与下地壳非常一致的分布形式。样品表现出相对富集 Rb、Th、U、K、Pb, 相对亏损 Ba、Nb、Ta、P、Ti 等特征, 整体显示出岛弧性质岩浆岩的特征。另外, 错布拉果花岗岩体的铝饱和指数 ($\text{A}/\text{CNK}=1.06\sim 1.11$) 属于弱过铝质的 I 型花岗岩。

3 构造背景

冈底斯古新世—始新世 (65~41 Ma) 是岩浆活动高峰期, 该阶段花岗岩为冈底斯岩基主体。冈底斯岩基主要受印度—欧亚板块陆—陆碰撞、新特提

斯洋消亡所影响, 南侧喜马拉雅特提斯洋盆持续向北俯冲及碰撞作用远程效应的影响。

错布拉果花岗岩的形成时间为 61~59 Ma。根据前人研究, 70~65 Ma 之前特提斯洋板块可能为正常俯冲状态或平板俯冲状态。在浅部低压源区, 矿物主要以斜长石为主, 此时大量 Sr 与斜长石中的 Ca 发生类质同象, 在熔体中具有低的 Sr/Y 和 La/Yb 比值特征。根据王珍珍等研究可知, 在 70~65 Ma 冈底斯岩基出露的岩浆岩开始变得稀少且不具有加厚下地壳的特征, 特提斯洋板片在 70 Ma 之前可能为平板俯冲状态, 在 70~65 Ma 洋板片可能发生回转或者处于陆陆碰撞初期 (Tian Y et al., 2016; 王珍珍等, 2017)。板块回转通常发生在大洋俯冲末期和陆陆碰撞早期。

在 Rb-(Yb+Ta) (图 1a) 判别图解中, 样品均落入板内花岗岩区域, 反映了碰撞后的岩浆生成环境。

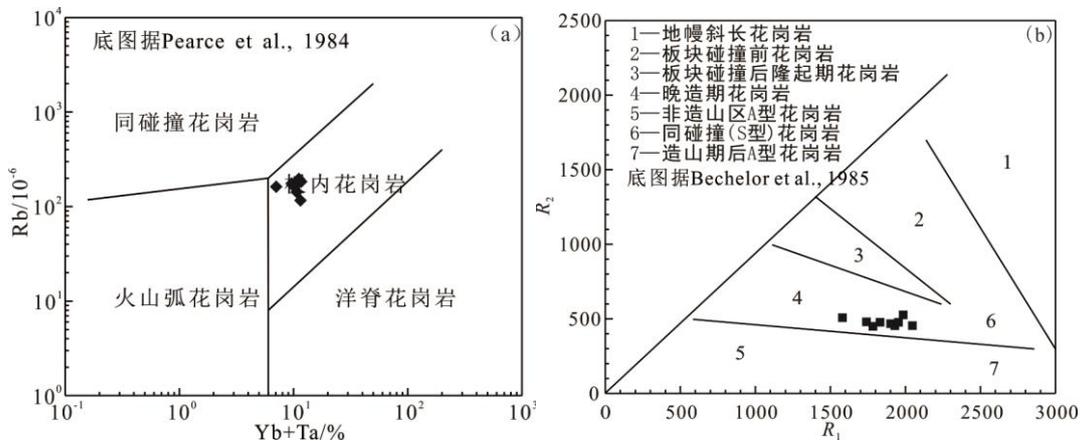


图 1 错布拉果花岗岩体 Rb-(Yb+Ta) (a) 和 R_1 - R_2 (b) 构造背景判别图判别图

(a) Rb-(Yb+Ta)图解; (b) R_1 - R_2 图解

结合花岗岩 R_1 - R_2 图解 (图 1b) 中可发现与 Rb-(Yb+Ta) 构造判别图基本一致, 样品均落入造山晚期区域与陆内造陆运动隆起区域, 反应其形成环境与后碰撞花岗岩一致, 不属于岛弧花岗岩, 表明此时地壳具有一定厚度, 可能为造山阶段或碰撞阶段, 暗示了古新世中期印度—亚洲板块已经发生碰撞。本文认为印度—亚洲板块碰撞初始时间可能处于 65~61 Ma, 随着印度—亚洲板块碰撞的开始, 俯冲下插的新特提斯洋板块由于重力作用造成与大

陆板块脱离, 引起软流圈上涌, 由此诱发岩石圈地幔发生部分熔融, 并底侵至下地壳底部, 进而诱发下地壳部分熔融形成花岗岩岩浆。

4 结论

(1) 错布拉果岩体中的锆石 LA-ICP-MS U-Pb 年龄为 $61.3\pm 1.4\sim 59.5\pm 1.1$ Ma, 属于古新世中期阶段岩浆活动的产物, 代表了错布拉果花岗岩体的成岩年龄。

(2) 在地球化学属性上, 错布拉果花岗岩体属于弱过铝质、高钾钙碱性—钾玄岩系列的 I 型花岗岩。

(3) 错布拉果花岗岩可能是在印度—亚洲大陆碰撞初期地壳缩短与俯冲下插的新特提斯洋板块由于重力作用造成和大陆板块脱离, 引起软流圈上涌, 导致岩石圈地幔发生部分熔融, 并底侵上涌至下地壳底部发生混合形成母岩浆, 最终在侵位与成岩后期经历分离结晶作用形成。

参 考 文 献 / References

- 莫宣学, 赵志丹, 邓晋福, 等. 2003. 印度—亚洲大陆主碰撞过程的火山作用响应. 地学前缘, 10(3):136~149.
- 王珍珍, 刘栋, 赵志丹, 闫晶晶, 石卿尚, 莫宣学. 2017. 冈底斯带南部桑日高分异 I 型花岗岩的岩石成因及其动力学意义. 岩石学报, 33(8): 2479~2493.
- 许志琴, 李海兵, 杨经绥. 2006. 造山的高原——青藏高原巨型造山拼贴体和造山类型. 地学前缘, 13(4): 1~17.
- 徐旺春. 2010. 西藏冈底斯花岗岩类锆石 U-Pb 年龄和 Hf 同位素组成的空间变化及其地质意义. 中国地质大学.
- 朱弟成, 潘桂棠, 莫宣学等. 2006. 冈底斯中北部晚侏罗世-早白垩世地球动力学环境: 火山岩约束. 岩石学报, 22(3): 534~546.

- Ji Weiqiang, Wu Fuyuan, Chung Sunlin, et al. 2009. Zircon U-Pb geochronology and Hf isotopic constraints on petrogenesis of the Gangdese batholith, southern Tibet. *Chemical Geology*, 262(3):229~245.
- Tian Y, Kohn B P, Phillips D, et al. 2016. Late Cretaceous-earliest Paleogene deformation in the Longmen Shan fold-and-thrust belt, eastern Tibetan Plateau margin: Pre-Cenozoic thickened crust?. *Tectonics*, 35(10): 2293~2312.
- Wen Daren, Liu D, Chung Sunlin, et al. 2008. Zircon SHRIMP U-Pb ages of the Gangdese Batholith and implications for Neotethyan subduction in southern Tibet. *Chemical Geology*, 252(3):191~201.
- Zhu D C, Wang Q, Zhao Z D et al. 2015. Magmatic record of India-Asia collision. *Sci Rep*, 5: 17236.

**LI Chengzhi, YANG Wenguang, ZHU Lidong :
Geochemical characteristics and tectonic setting of the
Gangdese granite in southern Lhasa**

**Keywords: South Gangdese; granite; geochemistry;
tectonic setting**