

西藏甲玛铜多金属矿两类花岗岩的特征、侵位机制及成因意义*

秦志鹏¹, 汪雄武¹, 唐菊兴^{1, 2}, 唐晓倩¹, 周 云¹, 彭慧娟¹

(1 成都理工大学, 四川 成都 610059; 2 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037)

1 岩浆岩类型及特征

西藏甲玛铜多金属矿床以矽卡岩-角闪岩型铜钼铅锌(金银)矿体为主, 是冈底斯成矿带东段最具代表性的世界级特大型与斑岩成矿系统有关的铜多金属矿床。矿区内发育有 I/S 型两种类型的花岗岩, 显示两种不同的岩浆演化系列。

S 型花岗岩岩石组合为花岗斑岩, 主要分布于象背山、塔龙尾及独立峰地区, 呈岩珠(或隐伏岩床)近东西向分布于矿区范围内推覆构造系的转折端, 单个岩体的长轴与构造线及地层走向一致; 岩石主矿物组合为石英、钾长石及斜长石($An \approx 60$)、白云母及少量细粒片状的黑云母, 副矿物主要有磷灰石+榍石+锆石+磁铁矿+钛铁矿组成。地球化学特征表现为: $Na_2O/K_2O < 1$ 、 $A/CNK > 1.1$ 、刚玉标准分子($w(C-norm)$) $> 1\%$, 轻稀土元素富集, 重稀土元素亏损, 高 Sr 低 Y 和 Yb, 但 Sr/Y 值相对较低, 负 Eu、Ce 异常不明显, 富集大离子亲石元素, 尤其是 Rb、Cs、Th、U 和 K 等元素, 而高场强元素, 尤其是 Sc、Ti 则强烈亏损。锶同位素初始值 I_{Sr} 值变化于 $0.70591 \sim 0.7076$, 显示一定壳幔作用的特征。

I 型花岗岩表现为石英闪长玢岩-二长花岗斑岩-花岗闪长斑岩的岩石组合, 集中分布于 0~40 勘探线之间, 呈岩脉群近南北向雁列型展布。岩石普遍发育岩浆混合现象, 以不规则发育的 MME 包体为特征, 其主矿物组合为石英、斜长石($An \approx 30$)、钾长石、石英和少量黑云母, 副矿物组成主要有磷灰石+榍石+锆石+磁铁矿+钛铁矿。地球化学特征与甲玛 S 型花岗岩相似, 同样显示稀土元素富集, 重稀土元素亏损, 富集大离子亲石元素和亏损高场强元素, 然而其不同之处在于: $Na_2O/K_2O > 1$, $Fe_2O_3/(FeO+Fe_2O_3)$ 比值较高(平均为 0.6), $A/CNK < 1$, 并且表现相当高的 Sr/Y 值, 显示埃达克岩的地球化学特征。其锶同位素初始值 I_{Sr} 值变化于 $0.7053 \sim 0.7066$, 同样显示一定程度壳幔作用特征。

2 侵位机制研究

S 型花岗斑岩: 主动侵位围岩, 显示气球膨胀式侵位特征, 其证据主要有: ① 甲玛花岗斑岩岩体出露呈浑圆状或近浑圆状, 发育明显的同心环带状相带(象背山岩体最为突出, 中心至边缘由粗中粒花岗斑岩过渡为细粒花岗斑岩, 酸性逐渐增强); ② 岩体边界与围岩产状基本相一致, 呈协调式侵入, 但在岩体 NW 端, 围岩变形强烈, 发育流变带, 同时热变质带加宽; ③ 接触变质带中大量发育有同生构造变斑晶-方解石。④ 沿岩体边缘未形成较具规模的 Cu、Mo 矿床(强力侵位不利于成矿)。

I 型斑岩脉: 被动侵位围岩, 显示岩墙扩展和顶蚀式侵位特征, 表现为: ① 岩体地质产状受控于围岩构造, 岩脉长轴走向与区域构造线一致。石英闪长玢岩、二长花岗斑岩及花岗闪长斑岩岩脉长轴方向与近

*本文由国土资源部西藏甲玛斑岩铜多金属矿科学基地协作研究(BH0908-3)、地质调查项目念青唐古拉地区成矿条件研究与找矿靶区优选(N0807)、青藏专项(编号: 1212010818089)、西藏华泰龙矿业开发有限公司勘探项目、技术开发项目“西藏墨竹工卡县甲玛铜多金属矿床地质特征及找矿方向研究项目(编号: E0804)”、成都理工大学矿物学岩石学矿床学国家重点(培育)学科建设项目(SZD0407)联合资助
第一作者简介 秦志鹏, 男, 1983 年 7 月生。在职博士研究生。矿物学、岩石学、矿床学专业。通讯地址: 610059, 成都市二仙桥东三路 1 号。Email: zhipeng_qin@126.com。

南北向的构造线一致。② 围岩接触带变形较弱, 岩体侵位时未对围岩产生强烈明显的挤压, 具体表现在: ① 围岩产状未发生明显变化; ② 接触带岩石变形不强; ③ 岩体与围岩界线呈锯齿状接触, 岩体边界发育冷凝边并多见围岩捕虏体, 可见两者呈不协调关系。④ 岩体顶部围岩多发育有网脉状破裂系, 局部地段(则古郎地区)发育引爆角砾岩。

3 岩浆作用时代

花岗斑岩(3件)和二长花岗斑岩(1件)的锆石 La-ICP-MS 测年结果及精细的地质填图资料证实: 花岗斑岩侵位最早, 侵位时间在 15.31~16.27 Ma 之间, 分别早于矽卡岩和辉钼矿(应立娟等, 2009)的形成。(石英)闪长玢岩稍晚于花岗斑岩的侵位, 早于矽卡岩的形成。二长花岗斑岩与花岗闪长斑岩均晚于矽卡岩的形成, 但二长花岗斑岩侵位早于花岗闪长斑岩, 其相互关系见表 1。

表 1 西藏甲玛铜多金属矿床中酸性斑岩侵位次序以及含矿矽卡岩的关系

	侵位时间	脉体穿切关系	与矽卡岩关系	与成矿的关系
花岗斑岩	15.31~16.27 Ma	—	早于矽卡岩	早于 Cu、Mo 矿化
石英闪长玢岩	—	切穿花岗斑岩	早于矽卡岩	早期 Cu、Mo 矿化
二长花岗斑岩	14.81 Ma±	切穿石英闪长玢岩	晚于矽卡岩	中期 Cu、Mo 矿化
花岗闪长斑岩	—	切穿二长花岗斑岩	晚于矽卡岩	晚期 Cu、Mo 矿化

4 成因意义

西藏甲玛铜多金属矿形成于印度-亚洲大陆的“后碰撞”陆内造山环境(± 15 Ma), 伴随着中新世 Langhian 期南北向正断层和裂谷系统的发育, 矿床岩浆岩的形成及产出完全受区域构造运动的制约。主要可以分为两个阶段:

(1) 早期南北向的伸展构造运动阶段: 21 Ma 前后, 冈底斯成矿带的快速隆升之后(>2 mm/a) (Chen et al., 1999; Harrision et al., 1992; Yin et al., 1994), 在 20~14 Ma 之间印度-亚洲大陆进入的“后碰撞”造山期 (Turner et al., 1993), 由于南北向挤压应力的减弱, 导致早期挤压运动形成的东西向的推覆构造不同程度的滑覆, 形成区域性的南北向的滑覆构造体系, 而甲玛 S 型花岗斑岩气球膨胀式强力就位机制则显示在此构造环境下短暂的挤压运动过程, 在此构造应力下, 地壳物质部分熔融, 形成花岗质岩浆并沿滑覆运动形成的东西向构造破碎带侵位至浅地表。

(2) 晚期东西向的拉张—走滑构造运动阶段: 在 14 Ma 前后, 随着软流圈的大规模上涌, 由于青藏高原不平衡快速超负荷隆升 (Turner et al., 1993), 导致东西向的“崩塌”, 形成近南北向的正断层及裂陷盆地系统。在此作用过程中, 由于地壳减薄, 底侵玄武质岩浆大规模上涌, 形成二长花岗质(花岗闪长质)岩浆, 并导致矿质的萃取与富集, 随着混合岩浆结晶分异及同化作用的持续进行, 矿质不断从岩浆中分馏出进入流体系统, 并在早期的构造破碎带(主要是矽卡岩中)中沉淀、叠加成矿。

参考文献

- 应立娟, 唐菊兴, 王登红, 畅哲生, 屈文俊, 郑文宝. 2009. 西藏甲玛铜多金属矿床夕卡岩中辉钼矿铼-钨同位素定年及其成矿意义[J]. 岩矿测试, 28(3): 265-268.
- Chen WJ, Li Q and Hao J. 1999. Post crystallization thermal evolution history of Gangdes batholithic zone and its tectonic implication [J]. Science in China (Series D), 42:37-44.
- Harrision T M, Copeland P, Kidd W S F, et al. 1992. Raising Tibet[J]. Science, 255:1663-1670.
- Turner S, Hawkesworth C, Liu J Q, et al. 1993. Timing of Tibetan uplift constrained by analysis of volcanic rocks[J]. Nature, 364: 50-54.
- Yin A, Harrison T M and Ryerson F J. 1994. Tertiary structural evolution of the Gangdes thrust system, southeastern Tibet [J]. Geophys. Res., 99:175-201.