云南景洪县怕冷橄榄岩-闪长岩型杂岩的地球化学特征及其构造意义

赵大升　张　旗　　王明新
（中国科学院地质研究所，北京 100029）　（云南省地质矿产局第五地质大队，思茅 665000）
黄忠祥　韩　松　贾秀芹　董金泉
（中国科学院高能物理研究所，北京 100080）

关键词　橄榄岩-闪长岩型、地球化学、景洪

云南景洪地区临沧花岗岩基南段的东侧，出露有许多小规模的长英质至超镁铁质的杂岩体，其中以花岗岩和闪长岩数量最多，规模也较大，辉长岩较少（部分单独出现，另一部分产于闪长岩体内部），辉石岩和橄榄岩的规模和数量更小，且无例外地被包裹在闪长岩体内．以怕冷岩体为例，该岩体呈弯月状产出，南北最长 9km，东西宽约 6km．岩体西部与晚元古代的澜沧群接触，东部被印支期花岗闪长岩侵入（图 1），推测是海西-印支期侵位的．岩体以闪长岩为主体，内部包裹几个面积不大的辉长岩、角闪岩、辉石岩及角闪橄榄岩体．辉长岩长不到 1km，宽仅 200—300m．辉石岩和橄榄岩规模更小，长宽均不到 200m，有的单独出现在闪长岩中，有的与辉长岩共生在一起，与辉长岩呈渐变关系．闪长岩体外围有花岗闪长岩侵入．因此，由中心向外，可依次出现橄榄岩、辉石岩、辉长岩、闪长岩和花岗闪长岩，而具环状分布的特征．这种超镁铁-长英质的岩石组合，类似美国西部克拉玛斯山和加利福尼亚的 Bear 山和 Emigrant Gap. 岩体．相当于 Snoke 等[1]划分的“橄榄岩-闪长岩”型杂岩．该类型杂岩体通常呈环状分布，产于岛弧或活动大陆边缘环境，常与大的花岗岩基伴生，属钙碱系列．有人认为这类岩体与火山弧安山岩有成因上的联系，是火山弧根部的岩石．这类岩体在国内还很少报道过．

怕冷岩体中产出的角闪橄榄岩、辉石岩、角闪石岩和辉长岩均发育堆晶结构．角闪橄榄岩中自形的橄榄石（已全部蛇纹石化）被角闪石包裹，有的角闪石中可包裹一至三个橄榄石晶粒，为异补堆晶结构．橄榄石蚀变后析出较多的磁铁矿，呈网纹状分布，指示原先的橄榄石可能是富 Fe 质的．角闪石自形至半自形，含量占 30% 左右，为原生矿物，表明原始岩浆是富 H_2O 的．辉长岩和闪长岩的主要组成矿物相似，均以角闪石和斜长石为主，几乎见不到钾长石．区别在于闪长岩中有时有少量石英存在及斜长石牌号偏低（中-更长石）．

主元素、微量元素（包括稀土元素）化学分析表明，无论是橄榄岩或闪长岩，都是贫 K 的，K_2O 含量不高于 0.47%，这与镜下几乎见不到钾长石一致，暗示该类岩石可能来源于地幔．杂岩体中角闪橄榄岩的 MgO 含量高，为 29%，但 FeO 含量也相当的高（$FeO + Fe_2O_3 = 13.88\%$），因而它的 Mg' 值并不高，仅为 0.80，代表一种富 Fe 质的橄榄岩类．辉石岩和角闪石

本文 1990 年 5 月 3 日收到．

岩富 Cr 贫 Ni, REE 分布为 LREE 富集型的，无 Eu 异常(图 2 中的 No.5、6、7)，类似于美国西部 Bear 山辉石岩的 REE 型式[2]. 辉长岩的 Al_2O_3 和 TiO_2 含量变化大(分别为14—18.7%和 0.23—2.03%)，Al_2O_3 变化大暗示受斜长石

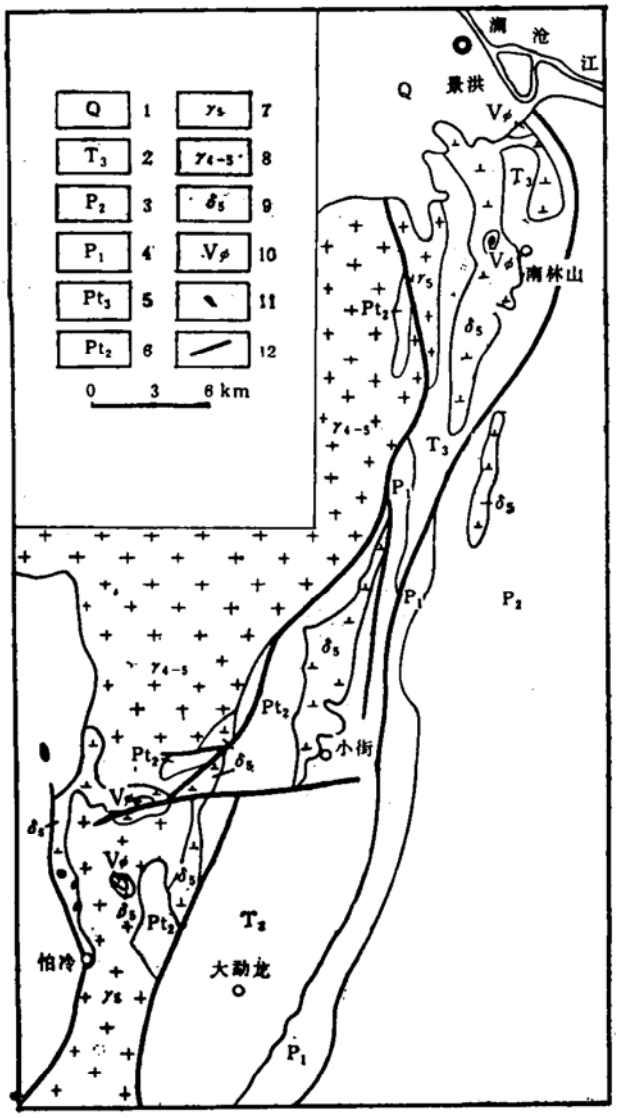

图 1　怕冷岩体区域地质略图

1.第四系；2.上三叠系；3.上二叠系；4.下二叠系；5.晚元古界澜沧群；6.中元古界大勐龙群；7.印支期花岗岩；8.海西-印支期花岗岩；9.印支期闪长岩；10.辉长岩；11.超镁铁岩；12.断层

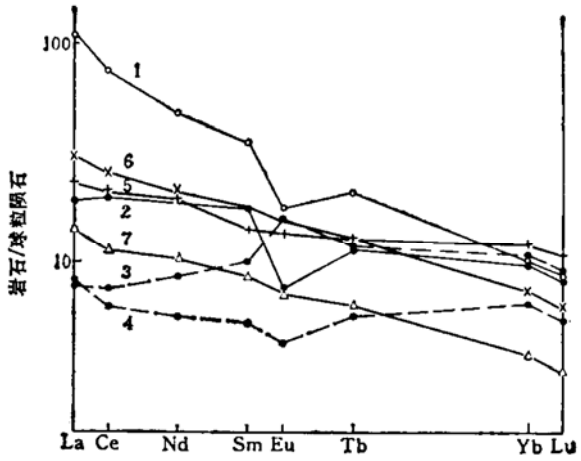

图 2　怕冷岩体各类岩石的 REE 分布型式

1.花岗岩；2.闪长岩；3 4.辉长岩；5.角闪石岩；67.辉石岩

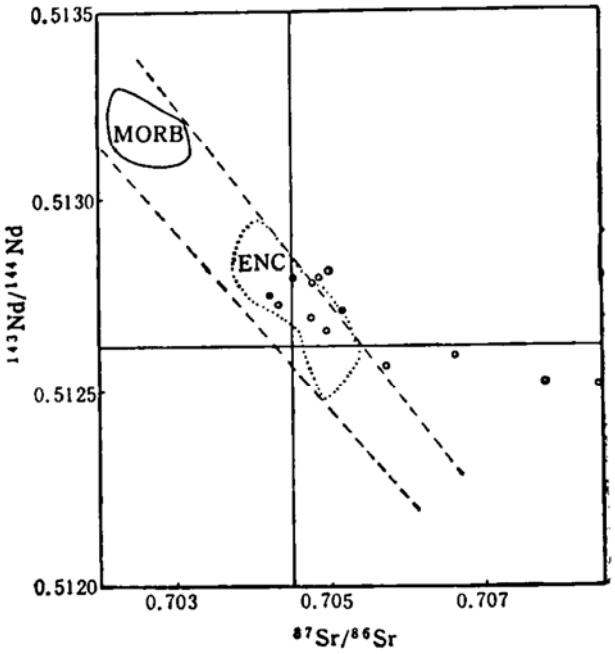

图 3　$^{143}Nd/^{144}Nd$ 与 $^{87}Sr/^{86}Sr$ 相关图

○ 为印度尼西亚第四纪熔岩；● 为怕冷岩体投影点；ENC 为中国东北及华北新生代钠质火山岩投影区；MORB 为洋中脊玄武岩投影区；虚线范围示地幔演化范围

数量的控制. 辉长岩微量元素的共同特征是 Sr 高(390—445ppm，下同)和 Zr 低(20—54 ppm)，Sr 高指示岩石中钙长石的含量丰富，Zr 低则表明辉长岩是堆晶成因的. 值得注意的是辉长岩的 REE 型式变化大，如图 2 中的 No. 3、4，分别为 LREE 和 MREE 亏损型的，与同一岩体中的辉石岩和角闪石岩都不一样. 看来，同被包裹在怕冷闪长岩中的镁铁和超镁铁岩具有复杂的成因. 怕冷闪长岩的 Mg′ 值低(0.39—0.58)；LREE 略富集，具明显的负 Eu 异常 (Eu/Eu* = 0.56)，从图 2 中看出，闪长岩 (No.2) 的 ΣREE 丰度与角闪石岩 (No.5) 及辉石岩 (No.6) 相当，看来，闪长岩不大可能是辉石岩和角闪石岩分离结晶作用的产物.

怕冷岩体边部的花岗闪长岩和花岗岩，其地球化学行为明显不同于闪长岩-橄榄岩组合。花岗闪长岩和花岗岩 K_2O 的丰度高(2.16—4.41%)，ΣREE 丰度也是最高的，并且 LREE 强烈富集 (La_N/Yb_N = 11.4)，具明显的负 Eu 异常 (图 2 的 No.1)，与临沧花岗岩基的 REE 分布型式相似。

上述情况表明，怕冷岩体的岩石类型及其成因是复杂的。这在 Sr 和 Nd 同位素成分上也十分明显。怕冷岩体的 $^{87}Sr/^{86}Sr$ 初始比值变化较大。从 0.7041 至 0.7073，指示受蚀变作用和陆壳混染的影响。若与现今上地幔 $^{87}Sr/^{86}Sr$ 初始比值 0.702—0.706 相比较，怕冷岩体的大部分数值仍在地幔演化范围之内，暗示它来自上地幔。这与上述岩体贫K的特征是一致的。至于个别样品超出现今上地幔 $^{87}Sr/^{86}Sr$ 比值范围，则与陆壳混染或蚀变作用有关。Nd 同位素测定了三个样品，包括闪长岩、辉长岩和辉石岩，其 $^{143}Nd/^{144}Nd$ 初始比值变化不大，在 0.5121—0.5128 之间，εNd > 0(+1.3—+2.5)，看来，怕冷岩体各类岩石的源区成分是比较均一的，均属于弱亏损的地幔岩(与M ORB 相比，$^{143}Nd/^{144}$ Nd比值低和 $^{87}Sr/^{86}Sr$ 比值高)。

对怕冷岩体测定了 8 个样品的 Sr 同位素成分，未发现存在等时线关系，点的分散可能表明原岩并不属于单一的同成因的岩套，故没有同样的 Sr 初始比值，这也可能受到陆壳物质的混染，而干扰了 Rb/Sr 比值。REE 分布型式的不同也是一个强有力的证据。

我们知道，侵入岩尤其是堆晶岩产出的构造环境，用岩石化学方法是很难确定的，但是，Nd 和 Sr 同位素的特征却与全岩的化学成分无关，只受构造环境的控制[2]。从图 3 中看出 $^{87}Sr/^{86}Sr$ 比值较高以及 $^{143}Nd/^{144}Nd$ 与 $^{87}Sr/^{86}Sr$ 不具负相关性，表明受陆壳混染的影响。εNd 为不高的正值，在图 3 中虽也落在中国东北及华北新生代钠质火山岩[4]范围内，但后者的 εNd 有正值也有负值，且其 εNd 平均值接近零。这种情况不同于怕冷岩体。此外，从 REE 分布来看，怕冷岩体也不具有板内火山岩 LREE 强烈富集的型式。因此，我们认为，怕冷岩体并非产于大陆裂谷环境。相反，怕冷岩体与印度尼西亚第四纪熔岩的 Nd 和 Sr 同位素比值($^{143}Nd/^{144}Nd$ = 0.5124—0.5128，$^{87}Sr/^{86}Sr$ = 0.7042—0.7095)[5] 比较接近。暗示怕冷岩体可能产于岛弧或活动大陆边缘环境。

有限的 Nd 同位素资料表明，怕冷岩体的源岩具有相对均一的同位素组成，闪长岩、辉长岩和辉石岩可能来自于同一源区。而 Sr 同位素的较大变化及主元素和 REE 分布上较大的差异，显然是因陆壳物质的加入及混染的程度和规模是不同的。至于是受洋壳回返或岩浆上侵时陆壳混染作用的影响，还很难判定。这也暗示了怕冷岩体形成过程的复杂性。

参 考 文 献

[1] Snoke, A. W. et al., *Geology*, **10** (1982), 160—166.
[2] Snoke, A. W. et al., *J. Petrol.*, **22**(1981), 501—552.
[3] Altherr, R. et al., *Earth Planet. Sci. Lett.*, **96** (1989), 269—286.
[4] 王俊文等，地球化学，1988，4：310-318.
[5] Whitford, D. J. & White, W. M., *Geochim. Cosmochim. Acta*, **45** (1981), 989—995.