

云南剑川杂岩体岩石包体特征及成因

张丛森^①

赵崇贺

(南京地质矿产研究所)

(中国地质大学(北京))

内容提要 本文根据云南剑川杂岩体中岩石包体的分布、大小、形态、岩石类型、化学成分及矿物组成特征,探讨包体的成因,并推测寄主岩浆岩的性质、来源。认为剑川杂岩体中的岩石包体可分为捕虏体和同源包体,同源包体又可分为析离体和堆积岩。推测的岩体初始岩浆温度为1000—1125℃,形成深度约为20—30km。

关键词 岩石包体;岩浆岩;云南

岩浆岩中的岩石包体记录了岩浆生成、演化及定位的历史,研究岩石包体的特征已成为探讨岩浆成因、了解地幔、地壳物质组成的极重要的依据之一。

剑川杂岩体由老君山正长岩岩体、剑川粗面斑岩岩体、正长斑岩岩墙、玉苕块花岗斑岩岩体组成。它位于三江褶皱系金沙江褶皱带内,东靠扬子准地台,西邻左贡耿马褶皱系,居三江褶皱带中段,是三江构造带由近东西到近南北的转折地带^[1],构造位置非常独特。剑川杂岩体是该构造带上具有典型意义的岩体之一,由于它含有各类种类复杂的岩石包体,对探讨杂岩体的岩浆成因、深部物质组成具有重要意义。本文将根据杂岩体中包体的分布、形态、大小、岩石类型及化学成分、矿物组成等方面说明其特征,来探讨岩石包体的成因。

一、岩石包体的分布、形态和大小

杂岩体岩石包体以剑川粗面斑岩岩体中发现最多,老君山正长岩岩体、玉苕块花岗斑岩岩体偶有出现。岩石包体主要分布在岩体的边部,尤其是靠近剑川断裂带附近,即岩体的东侧分布最多(见图1)。可能与岩浆的侵位机制有关,即岩浆沿断裂带运移,暗示了杂岩体的成因与剑川断裂有关。

岩石包体的形态各种各样,有棱角状、浑圆状、泪滴状、眼球状及其它不规则状(见图

^① 1993年12月收稿,1993年12月底改回

2),但大多数具有较平滑的边缘,包体大小变化较大;大者达 15 cm 以上,小者则呈显微包体产出,直径小于 2 mm,个别呈捕虏晶存在。包体与寄主岩石界限清楚。

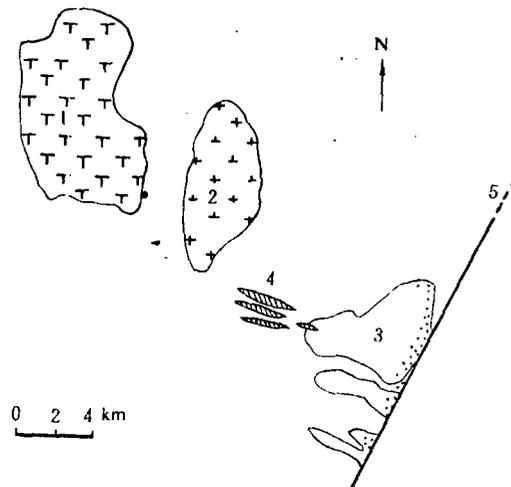


图 1 剑川杂岩体岩石包体分布

Fig. 1 Enclosures distribution of Jianchuan complex

1—老君山 2—玉召块 3—剑川 4—岩墙 5—剑川大断裂

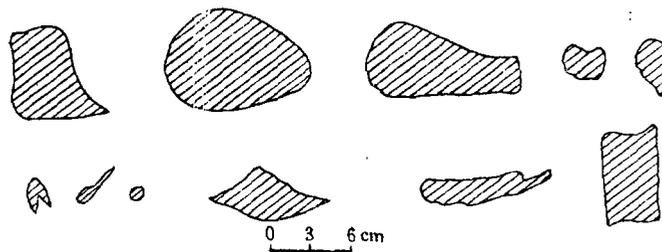


图 2 剑川杂岩体中各种岩石包体的形态

Fig. 2 Various shapes of enclosures in Jianchuan complex

二、岩石包体类型

就目前所观察到的岩石包体类型归纳起来有六类,即辉石岩、辉长岩、闪长岩、板岩、片岩、麻粒岩。下面就代表性的岩石说明其特征。

1、**黑云母辉石岩** 包体呈绿黑色,浑圆状形态、直径 1cm 土,在手标本上可见短柱状辉石晶体,半自形粒状结构。岩石主要是由辉石和黑云母组成的。辉石呈淡绿色,粒径 3mm 土,具环带;边部颜色较深,多色性清楚,Ng = 淡黄,Np = 淡绿,Ng \wedge C = 38°,为透辉石,裂理发育,呈网状,黑云母常沿裂隙充填,晶体有很多粒状磷灰石小包裹体。辉石含量 70 % 土;黑云母棕褐色,常围绕粒状辉石边部充填,呈板条状,粒径 0.4 mm 土,含量为 29 % 土。副矿物

以六方板柱状、粒状的磷灰石及粒状磁铁矿为主,磷灰石表面可见暗色小包裹体有规则排列,使其显示出麻点。

2、钾长石辉石岩 岩石特征基本同黑云母辉石岩,只是它形钾长石代替黑云母充填在辉石间隙内,辉石颗粒细小,并具有环带。这类岩石包体数量较少。

3、辉长岩 包体形态多呈棱角状,颜色为灰黑色。主要矿物成分为黑云母和辉石。辉石,淡绿色,半自形—它形粒状晶形,粒径 2.5 mm 左右, $Ng \wedge C = 42^\circ$,有不明显的环带,为普通辉石。含量为 35 % 士;长石以斜长石为主,半自形板柱状,粒径 2mm 士,聚片双晶发育, $An = 56$,为拉长石,含量为 60 % 士;黑云母,棕色,鳞片状,粒径 0.4 mm 士,含量变化较大,一般在 3—10 % 之间;另还有少量钾长石及石英作填充物;副矿物有磷灰石和磁铁矿。

4、石英闪长岩 灰黑色,块状构造,主要矿物有:黑云母,棕褐色,云片状,解理清晰,粒径 0.6 mm,含量 10 %;角闪石,深绿色,半自形板柱状,粒径 0.4 mm,多色性强, $Ng =$ 深绿, $Nm =$ 黄绿, $Np =$ 淡黄,边部常有黑云母的反应边,含量为 30 %;斜长石,半自形—它形晶形,粒径 1—2 mm, $An = 45$,为中长石,聚片双晶细而密,含量 45 %;石英,被熔蚀成港湾状。含量 15 %,副矿物有磷灰石和磁铁矿。

5、板岩 为围岩包体,呈棱角状,岩石灰黑色,致密块状,矿物细小,变余粉砂—泥质结构,偶见少量石英、绢云母。

6、片岩 包括矽线石石英片岩和方沸石云母片岩两类。矽线石石英片岩:褐灰色,片状构造。主要矿物有矽线石,无色,毛发状、针状、板柱状、放射状集合体,粒径 0.5 mm,平行消光,干涉色低,含量为 15 %,长石包括 Pl 和 Kf 两类,以前者为主,呈拉长的粒状,粒径 0.6 mm,含量约 18 %;石英,具波状消光,纤维粒状变晶结构;含量为 67 %;另外,有少量磁铁矿沿矽线石边部析出,构成条带状。

方沸石云母片岩:岩石呈灰黑色,片状构造。主要矿物为定向排列的黑云母的板柱状的方沸石,构成鳞片变晶结构,黑云母表面有大量微粒磁铁矿析出。方沸石,均质体,中正突起,含量 6 %。

7、麻粒岩 岩石包体呈灰黑色,浑圆状形态,与寄主岩石界限清楚。块状构造,粒状变晶结构。主要矿物有:辉石:包括单斜辉石和斜方辉石两种,含量前者较后者多。单斜辉石为透辉石,淡绿色,它形变晶,粒状 0.8—2 mm, $Ng \wedge C = 36^\circ$,后者为紫苏辉石,它形变晶,粒状 0.5—2.5 mm,平行消光,多色性显著, $Np =$ 淡红, $Nm =$ 淡黄, $Ng =$ 淡绿。干涉色为 I 级灰。透辉石和紫苏辉石常成平行连晶,密切共生。含量为 30 %;黑云母,呈云朵状,棕色,粒状一般小于 1 mm,含量 15 %;长石以斜长石为主,呈它形充填在辉石之间, $An = 38.5$,为中长石,含量为 50 %。副矿物为磁铁矿,主要沿包体与主岩接触线分布。

三、岩石包体的岩石化学及矿物学特征

由于受包体大小的限制,全岩化学分析只能在部分岩石包体中进行,表 1、表 2 为包体为麻粒岩辉长岩及闪长岩包体的分析数据,为便于比较,在表中加上了寄主岩石的成分数据。

将表中包体化学成分与寄主岩石化学成分比较可发现,寄主岩石和包体在化学成分

表 1 岩石包体全岩化学成分

Table 1 Chemical composition for enclosures

包体类型	麻粒岩	辉长岩	闪长岩	主岩
样号	QKC602	BKC604	BKC734	KC602
SiO ₂	49.73	48.23	55.19	59.73
TiO ₂	0.65	0.85	0.99	0.67
Al ₂ O ₃	14.06	14.86	12.84	15.33
Fe ₂ O ₃	4.01	6.7	3.17	3.73
FeO	5.81	4.75	3.89	1.60
MnO	.24	0.30	0.27	0.14
MgO	10.14	7.06	6.45	2.04
CaO	8.58	9.75	6.98	4.52
Na ₂ O	2.65	2.56	3.11	3.71
K ₂ O	1.61	2.20	5.62	6.12
P ₂ O ₅	0.08	0.20	0.44	0.29
CO ₂	0.22	0.29	0.26	0.38
H ₂ O ⁺	1.31	0.94	0.46	1.11
H ₂ O ⁻	0.87	0.94	0.26	0.49

测试:中国地质大学(北京)化学分析室

表 2 包体中辉石的成分及端元组份

Table 2 Chemical composition for pyroxenes from microprobe analyses

样号	麻粒岩		辉长岩	闪长岩	主岩
	BKC602A	BKC602B	BKC619	BKC734	KC610
SiO ₂	55.45	54.57	56.51	55.27	54.39
TiO ₂	0.07	0.13	0.19	0.16	0.56
Al ₂ O ₃	0.00	1.05	0.25	0.13	1.33
Cr ₂ O ₃	0.00	0.33	0.25	0.13	0.00
FeO	21.57	8.63	6.42	9.16	7.45
MnO	0.66	0.32	0.30	0.43	0.50
MgO	22.66	13.44	14.77	13.52	13.79
CaO	0.70	19.88	19.60	18.70	19.46
Na ₂ O	0.15	0.48	0.35	0.94	1.25
K ₂ O	0.00	0.03	0.01	0.03	0.00
Fs	34.30	14.86	11.08	15.94	13.06
En	64.30	41.27	45.50	42.10	43.15
Wo	1.40	43.86	43.42	41.86	43.78

测试:中国地质大学(北京)电子探针室

上有较大的差异,包体比寄主岩石更贫硅、碱,而富镁、铁。

将辉石端元组份投影到辉石命名分类图(N. Morimoto, 1988)中,除了麻粒岩紫苏辉石成分点落在斜顽辉石区外,其它辉石均落在普通辉石和透辉石区域,这与寄主岩石也是以普通辉石和透辉石为主形成对照,暗示着它们之间可能有着一定的成因联系。

长石是辉长岩和闪长岩的主要矿物。在麻粒岩中,斜长石为 $An_{38}Ab_{55}Or_7$; 钾长石为 $Or_{68}Ab_{29}An_3$ 在闪长岩中,斜长石为 $An_{49}Ab_{45}Or_6$, 钾长石为 $Or_{56}Ab_{41}An_3$; 钾长石与寄主岩石中的钾长石成分($Or_{58.5}Ab_{39.1}An_{2.3}$), 比较主岩与包体中的钾长石成分,发现二者基本一致。

包体中角闪石属钙质角闪石亚类中的铁浅闪石质角闪石, 寄主岩石中的角闪石也为钙质闪石, 二者成分相近。

以上比较了包体中的主要矿物化学成分与主岩矿物成分,发现二者大部分都很接近,说明包体与主岩存在着一定的成因联系(包体主要指闪长岩和辉长岩而言)。

四、包体的成因

1. 岩石包体形成的物化条件 岩石包体携带着岩浆结晶过程中的部分信息,温度的变化敏锐地反映在处于平衡状态的矿物对中。剑川岩体含有部分深源麻粒岩包体,其中单斜辉石和斜方辉石对存在着平衡,采用下式^[2]计算其平衡温度:

$$T(^{\circ}C) = 109.7135 + 33.133X_{Ca}^{O_2} - 0.746(X_{Ca}^{O_2})^2 + 746X_{Ca} + Cpx_{Ca} + 11W_{Al_2O_3} \% \\ = 1125^{\circ}C$$

其中 $X_{Ca} = (Ca + Mg) = 0.515$, $W_{Al_2O_3} = 1.05$

根据 Miram L. Fuhman(1988)^[3]等提出的三元长石模型温度计算出剑川岩体中二长石平衡温度为 $883^{\circ}C$;

根据黑云母计算的温度为玉召块岩体 $860^{\circ}C$, 剑川岩体为 $900^{\circ}C$;

根据 Hammarson(1984)^[4]提出的角闪石矿物压力计及 Helz(1979)^[5]角闪石温度计,计算出剑川岩体中包体形成温度为 $820^{\circ}C$, 压力为 $6.4 \times 10^8 Pa$;

由以上计算推测,本区岩体形成的初始岩浆温度在 $1000^{\circ}C - 1125^{\circ}C$ 左右,根据角闪石压力计推测包体形成的深度不小于 $20 - 30 km$, (按 $3.3 km / 10^8 Pa$), 由于杂岩体形成时,青藏高原尚未隆起,故岩浆源大至位于地壳底部或下地壳中。依据估计的地温梯度为 $37.87^{\circ}C / km$ 。

2. 岩石包体的成因 目前关于包体最流行的成因分类观点是将包体分为捕虏体、同源包体和残留体。依照此观点,剑川杂岩体岩石包体中的片岩、板岩、麻粒岩等变质岩类岩石应属捕虏体,它们是岩浆在运移、侵位等过程中捕获,是外来的岩石碎块。值得注意的是麻粒岩包体的存在,暗示着岩浆深部来源的性质,该变质相温压范围是 $T = 700 - 900^{\circ}C$, $P = 3 - 12 \times 10^8 kb$, 这与利用矿物及矿物对计算的结果相近。关于辉石岩、辉长岩及闪长岩的归属问题,就现有的资料推测可能为同源产物,理由是:辉石岩、闪长岩、辉长岩的主要矿物辉石、长石及角闪石大体与寄岩石相应的矿物成分一致,只不过是包体更富早期结晶的铁镁质矿物而已。同源包体的成因一般认为有两种:一为在岩浆早期结晶的矿物局部集中而形成的,即析离体或堆积岩;二为在岩浆体的边部或顶部形成的冷凝边,被岩浆破碎而形成的;剑川杂

岩体中的辉石岩包体,上面两种情况均可能存在。因为在不同的岩石包体中矿物粒有明显差异,一类比寄主岩石大得多,代表深部及早期的结晶相,即高压、高温下的产物,另一类则小得多,细下的颗粒则是在骤冷的条件下快速结晶形成的。

本文初稿蒙池际尚教授、莫宜学教授、马鸿文研究员审阅,经费得到国家自然科学基金《滇川西部特提斯带岩石圈的构造演化》项目的资助,谨致谢忱。

参考文献

- [1] 陈炳蔚等,1987,怒江—澜沧江—金沙江地区大地构造,地质出版社。
- [2] 邓晋福,1986,岩石相平衡与岩浆成因,中国地质大学出版社。
- [3] Fuhrman M.L. Lindsley D.H.(1988), Ternary—feldspar modeling and thermometry, *AM Mineral* 73:201—215
- [4] Hammarstrom, J. M. et al., 1986, Aluminum in hornblende: an experimental igneous geobarometer *AM* 50:1228—1273
- [5] Helz(1979) Alkali exchange between hornblende and melt; a temperature—sensitive reaction *AM* 64:953—965

CHARACTERISTICS AND GENESIS OF THE ENCLOSURES FROM JIANCHUAN COMPLEX

Zhang Congsen

(IGMR, Nanjing)

Zhao Chonghe

(China University of Geosciences)

Abstract

Based on the characteristics of distribution, size, shape, rock types chemical composition and minerals from Jianchuan complex, enclosure genesis has been discussed, characteristics and resource forming of host magmatic rocks are estimated. Enclaves from Jianchuan complex includes xenolith and comagmatic enclave. In addition, comagmatic enclave are also divided into dialyse and accumulative rocks. It is believed that original magma temperature ranges from 1000—1125℃, emplacement depth of magma is about 20—30 km.

Key words enclosure of rocks, magmatic rocks, Yunnan Province