

云南马关地区碧玄岩中 单辉橄榄岩包体的成因

舒 小 辛

(中国地质大学, 北京 100083)

主题词 单辉橄榄岩 包体 压力 碧玄岩

提 要 云南马关地区分布有许多碧玄岩岩管, 其中有些岩管含有地幔橄榄岩包体。笔者在该区工作时着重对含角闪石单辉橄榄岩包体进行了研究, 并从地球化学和热力学角度探讨了此类包体的成因机制。

1 地质背景

云南马关地区位于扬子地台西南缘, 华南褶皱系上。区内褶皱平缓, 主要是一些呈北东走向长度不过几公里的短轴背斜和向斜。沿褶皱轴方向常有一些断裂发育。碧玄岩岩管群常沿这些断裂分布。围岩为寒武纪地层。据《云南地质志》记载, 这些岩管均形成于第三纪早期。有些岩管中含有大量橄榄岩包体, 直径1—30cm不等。含单辉橄榄岩包体的岩管位于马关新寨。岩管成分为碧玄岩。

2 包体的矿物学特征

单辉橄榄岩为半自形—它形粒状结构。主要矿物为橄榄石(80%±), 单斜辉石(10%±)。次要矿物为尖晶石(4%±), 斜方辉石(3%±)。副矿物为角闪石(<1%)。根据国际地科联的分类表(1989)可将该岩石定名为单辉橄榄岩。

包体的矿物化学成分见表1。橄榄石以贵橄榄石为主。Fo值较高。扭折带较发育。有些大颗粒(2mm±)在应力作用下出现破碎。透辉石含铬较高, 为铬透辉石。在Ti+Al^{IV}-Si图上(图1), 铬透辉石的成分表明其所在的单辉橄榄岩包体为A型包体。而从Al^{IV}-Al^{VI}图看(图2), 包体在成分上与过渡型地幔相似。顽火辉石铝的含量较高, 达4.07%。铬尖晶石中Cr₂O₃的含量较低(9.94%), 说明寄主包体所处的深度不大。铬透辉石的Mg/(Mg+Fe)-Al/(Al+Cr+Fe³⁺)图(图3)也表明此单辉橄榄岩包体为A型包体。在马关地区的地幔包体中发现角闪石表明该地区地幔源区中肯定存在着交代作用。根据利克(1978)的分类, 该角闪石属非闪石, 多色性明显, 淡黄—淡褐黄, 以它形充填在其它矿物之间。与中国东南部玄武岩中地幔包体里的角闪石的成分基本相似^[1]。因此, 从矿物学角度看, 单辉橄榄岩包体属A型包体, 所在地幔亏损程度不大, 深度浅并伴有后期交代作用。

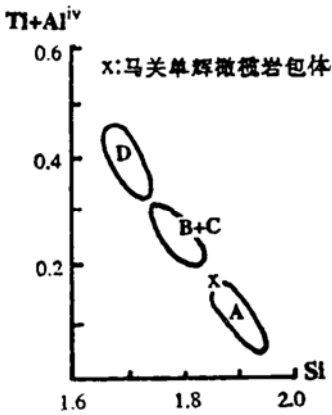
注: 本文由教委博士生导师基金(编号: 2-2-87-24)与国家自然科学基金(编号: 4897005)共同资助。
本文于1994年4月收到, 1994年10改回。

表 1 马关木厂碧玄岩中单辉橄辉岩包体矿物成分

Table 1 Mineral composition of Cpx-peridotitic xenoliths in Muchang basanite of Maguan

编 号	X-2	H-2	X-2	X-2	X-2	X-2
矿 物	尖晶石	尖晶石	角闪石	斜方辉石	单斜辉石	橄榄石
SiO ₂	0.39	0.25	43.06	55.57	52.65	41.36
TiO ₂	0.02	0.16	2.08	0.13	0.38	
Al ₂ O ₃	56.0	55.73	15.26	4.07	6.01	
FeO _T	9.98	11.72	3.71	6.48	2.64	9.97
MnO		0.14		0.23	0.06	0.31
MgO	20.76	21.25	17.37	32.86	15.12	48.96
CaO	0.06		9.97	0.54	20.03	0.04
Na ₂ O		0.05	3.89		1.57	0.01
K ₂ O		0.01	0.61	0.02	0.07	
Cr ₂ O ₃	9.94	9.74	1.16	0.33	0.72	
P ₂ O ₅	0.50	0.25				0.05
Σ	97.65	99.36	97.36	100.56	99.32	100.89
Si	0.01	0.007	6.05	1.915	1.912	1.006
Ti		0.003	0.22	0.003	0.01	
Al	1.744	1.721	2.527	0.165	0.257	
Fe	0.221	0.257	0.436	0.187	0.08	0.203
Mn		0.003		0.007	0.002	0.006
Mg	0.818	0.830	3.638	1.688	0.819	1.744
Ca	0.002		1.501	0.02	0.779	0.001
Na			1.06		0.111	
K		0.002	0.109	0.001	0.003	
Cr	0.208	0.22	0.129	0.003	0.021	

• 中国地质大学(北京)电子探针室分析。

图 1 辉石Ti + Al^{iv}—Si相关图

(据Wass, 1979)

Fig. 1 Ti + Al^{iv} versus Si correlogram of pyroxene.

A—A型包体中铬透辉石; B+C—B型包体及高压巨晶单斜辉石玄武岩中的低压相单斜辉石; D—B型包体中及富铁巨晶辉石

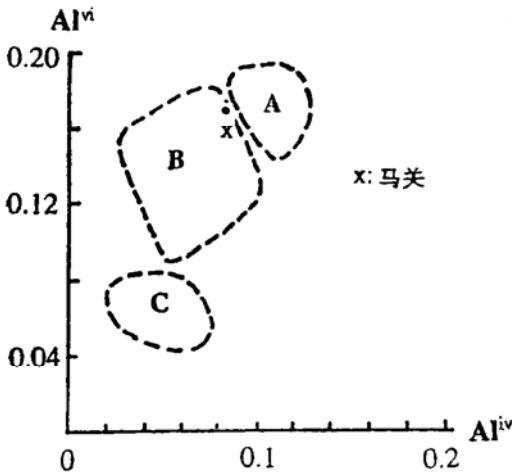


图 2 单斜辉石的 Al^{vi}—Al^{iv} 变异图
(据颞莫岚等, 1987)

Fig. 2 Al^{vi} versus Al^{iv} variogram of clinopyroxene

A—原始地幔; B—过渡地幔; C—残留地幔

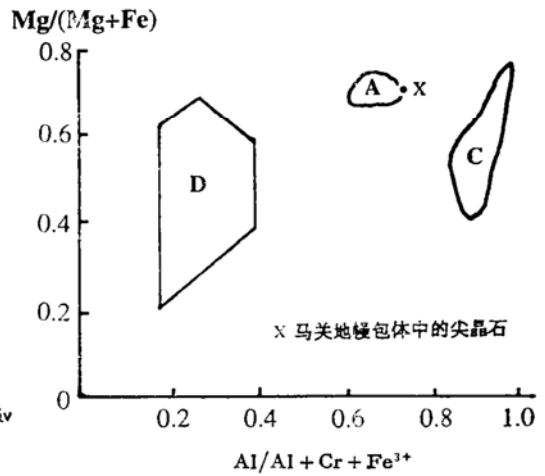


图 3 尖晶石的成因类型图
(据 Sinto, 1979)

Fig. 3 Genetical types of spinels

A—上地幔超镁铁质包体中的尖晶石; C—巨晶尖晶石; D—层状超镁铁岩中的尖晶石

3 地球化学特征

表 2 给出了单辉橄榄岩的主要元素及稀土元素的成分。根据颞莫岚、路凤香等^[2]用主要元素提出的地幔包体亏损程度指数, 该包体属弱亏损型, 这与用单斜辉石成分判断的结果相似。表明包体所外地幔为弱亏损型。但从稀土含量看, 该包体为轻稀土富集型, La_N 可达 38, 相当于中国东部橄榄岩包体中的富集型 (路凤香, 1989), 结合包体中出现的它形角闪石, 可以推测该包体所代表的地幔区域经受过后期交代作用。

表 2 单辉橄榄岩包体的化学成份表*

Table 2 Chemical composition of Cpx-peridotitic xenoliths

	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Cr ₂ O ₃	NiO	H ₂ O	Σ	
单辉 橄榄 岩	44.0	0.42	3.05	0.57	8.73	0.31	38.34	2.19	0.17	0.04	0.32	0.35	0.81	99.97	
	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Py	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y
	12.10	8.60	3.40	7.80	1.78	0.68	1.82	0.30	1.68	0.32	0.82	0.12	0.62	0.10	7.50

* 稀土含量单位为 (× 10⁻⁶), 常量元素为重量百分数, 均由中国地质大学 (北京) 中心实验室测定。

4 成因

单辉橄榄岩的寄主岩碧玄岩的 [Mg] 为 64, NiO 为 0.028%, 可以近似的被看成是原始岩浆 (舒小辛, 1991)。那么, 单辉橄榄岩包体是否是产生碧玄岩岩浆的源区残余地幔? 与碧

玄岩岩浆是否平衡? 笔者利用单辉橄榄岩中斜方辉石的成分, 按 Mercier (1975, 1976) 及 Jean-Claude et al. (1980) 的单辉石温度计, 计算了包体形成时的温压 (表 3)。结果表明其形成的温压是比较低的。邓晋福 (1980) 利用马关碧玄岩中二辉橄榄岩包体的斜方辉石计算的温压为 41—46.8 ($\times 10^8$ Pa), 1297—1337°C。这比单辉橄榄岩形成的温、压要高得多。说明马关地区存在着深度大于 19km 的岩浆源。

表 3 单辉橄榄岩包体的温、压估算结果

Table 3 Temperature and pressure calculations of Cpx-peridotitic xenoliths

矿 物	Opx ¹	Opx ²
$P(\times 10^8)$ Pa	17.27	19.49
$T^\circ\text{C}$	985.58	995.18

1. Mercier(1975,1976)

2. Jean-Claude(1980)

从质量平衡的角度看, 假设单辉橄榄岩是产生碧玄岩岩浆的原始地幔, 则根据成批熔融模式:

$$\frac{C_L^i}{C_{O,S}^i} = \frac{1}{D^i + F(1-D^i)}$$

C_L^i ——熔体中微量元素 i 的浓度

$C_{O,S}^i$ ——原始固相中元素 i 的浓度

D^i ——原始固相和熔体间元素 i 的总分配系数

F ——部分熔融程度。

计算形成碧玄岩中 Ni、Ce、Co、Cr 等元素浓度所需的部分熔融程度。结果显示, 只有 Ce 可以通过该包体 13.7% 的部分熔融形成碧玄岩中 Ce 的含量。而 Co 需要 60% 的部分熔融, Cr 和 Ni 使 F 出现负值。因此, 可以肯定单辉橄榄岩包体与马关碧玄岩岩浆之间不存在平衡关系, 不是碧玄岩岩浆的原始源区组成。根据高温、高压下橄榄岩的局部熔融实验, 随着橄榄岩的局部熔融程度增加, 单斜辉石首先全部进入熔浆, 二辉橄榄岩转变成方辉橄榄岩, 也就是说, 不会出现单辉橄榄岩残余地幔的包体。对包体主要元素及矿物成分的分析已经表明该包体为 A 型包体, 不会是岩浆在深部分异结晶的产物。同时, 马关碧玄岩中还存在着形成温、压更大的二辉橄榄岩包体。因此, 可以推测马关碧玄岩中的单辉橄榄岩包体是上地幔较浅处 (小于 60km) 局部富集单斜辉石并受过后期交代作用的地幔碎片, 是碧玄岩岩浆上升过程中携带的偶然包体。与碧玄岩不存在平衡关系。

本文是在池际尚教授、路凤香教授、赵崇贺教授指导下完成的。在论文撰写与资料收集过程中, 得到莫宜学教授的指导及云南地矿局有关同志的帮助, 特致感谢!

参 考 文 献

- 1 颧莫岚、赵大升. 中国东部新生代玄武岩及深源岩石包体. 北京: 科学出版社, 1987.
- 2 颧莫岚、路凤香. 吉林汪清碧玄岩岩浆起源及辉石形成问题的讨论. 岩石学研究, 1983, 第 2 辑: 1—13.
- 3 Jean-Claude C, Mercier. Single-pyroxene thermobarometry. Tectonophysics, 1980, 70: 1—37.

The Genesis of Cpx-peridotitic Xenoliths in Basanite of Maguan, Yunnan Province

Shu Xiaoxin

(China University of Geosciences, Beijing 100083)

Key words: Cpx-peridotite; xenolith; pressure; basanite

Abstract

There exist a lot of Cpx-peridotitic xenoliths in basanites of Maguan, Yunnan Province. Detailed researches on mineralogy and geochemistry have been done to understand the genesis of the xenoliths. The results show that there is no equilibrium between Cpx-peridotitic nodule and its host rock, basanite. The formation depth of xenoliths is relatively shallow (less than 60 km). The mantle area in which Cpx-peridotites are located has undergone light depletion and late stage metasomatism. All these xenoliths are occasional ones brought up to surface by basanitic magma during its ascending.