

苦橄岩体中的一种矽卡岩

湖北地质学校

俞惠隆

近数年来,笔者等^①在野外调查期间,于湖北省京山县徐家冲苦橄岩体中发现三个白云岩捕虏体。本文描述的一种矽卡岩,实际上就是这些白云岩捕虏体遭受矽卡岩化的产物。经过岩石薄片的系统鉴定和人工重砂的分析对比,最后将这种矽卡岩定名为钙铁榴石-透辉石矽卡岩。

一、地质概况

徐家冲苦橄岩体出露在大洪山南麓、北西向展

^① 先后参加此项野外和室内工作的还有张景德、王茂生、邓德芳、林满城、胡蓉和王月翠等工程师。

布的长达70余公里的超基性火山杂岩带的南端①。该杂岩带处在淮阳山字型构造前弧西翼与新华夏系第二沉降带江汉盆地北缘的复合部位。杂岩带内的苦橄岩通常与玻基纯橄岩在一起，具成群成带分布、分段集中的特点⁽²⁾。

徐家冲苦橄岩体的直接围岩是震旦系灯影组的含硅质白云岩。这种白云岩呈深灰色，坚硬块状，厚层状，含有5—6%的石英及6—8%的方解石。

该地的苦橄岩体呈脉状产出，北西330°—345°方向延伸，与围岩走向具10°—15°的交角。脉长约200米，宽40—60米不等。岩体内断裂构造发育，可分二组：一组为横向正断层，另一组为走向平推断层。岩体内的白云岩捕虏体排布方向几乎与后一组断裂构造相一致（图1）。

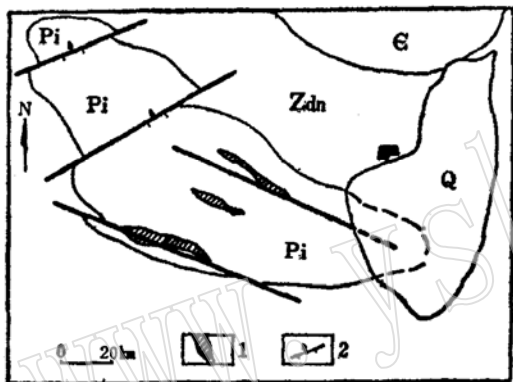


图 1 徐家冲苦橄岩体地质简图
Fig. 1 Schematic geological map of Xujiachong picrite massif

Q—第四系浮土；E—寒武系地层；Zdn—震旦系灯影组含硅质白云岩；Pi—苦橄岩体。1—砂卡岩化白云岩捕虏体；2—断层

苦橄岩常呈灰绿色，有时为黄绿色。隐晶质至细粒结构。通常含有较多的围岩岩屑或同源岩屑，形成角砾状苦橄岩②。在镜下，岩石为细柱状结构，有时具斑状结构。主要斑晶矿物有蛇纹石化的橄榄石、透辉石、黑云母、金云母等。由微晶透辉石、蛇纹石、绿泥石、方解石等组成岩石的基质。基质含量多在80%以上。苦橄岩的岩石化学成分列于表1（见后）。

到目前为止，大洪山南麓超基性火山杂岩带内共见到60多个苦橄岩体，只有在徐家冲苦橄岩体中发现三个较大的白云岩捕虏体。

徐家冲苦橄岩中的白云岩捕虏体，常顺着苦橄岩脉分布。其中最大的一个长40米，平均宽约2米；

最小的一个长10余米，宽不到1米。它们已全部变为砂卡岩。这些砂卡岩化白云岩捕虏体，岩性新鲜，外观呈深绿色，风化后变为浅绿色。由于岩石坚硬，抗风化能力强，常常突出在苦橄岩体之上，与苦橄岩截然分界（图2）。



图 2 砂卡岩化白云岩捕虏体 (Sk) 露头素描图 (1:20, Pi—苦橄岩)

Fig. 2 Outcrop sketch of skarnization dolomite xenolith (Sk) (1:20, Pi—Picrite)

较大的砂卡岩化白云岩捕虏体，经槽探揭露后观察，离地表5—6米处即可见到捕虏体与苦橄岩的界线，有时延伸很深。在槽壁上亦可见到不明显的分带现象。与苦橄岩接触处形成外带砂卡岩，其宽度约50多厘米。外带砂卡岩结晶较粗，经常表现为变斑晶结构。肉眼可见的斑晶矿物有橄榄石、透辉石、石榴石和黑云母等。内带砂卡岩十分新鲜，岩石致密坚硬，呈深绿色至墨绿色，岩石结构变为细粒状，肉眼很难辨别其矿物成分。内、外带砂卡岩的界线不很清晰，常为渐变的（图3）。

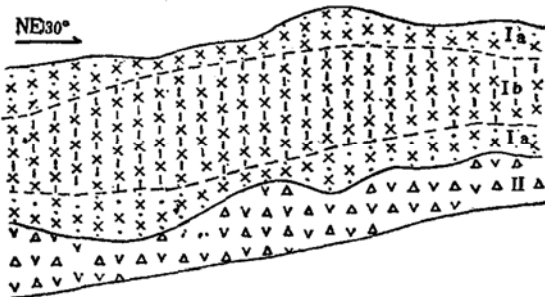


图 3 砂卡岩化白云岩捕虏体的分带现象素描图 (1:50, Tc—17西壁陡崖)

Fig. 3 Sketch of zoned skarnization dolomite xenolith (1:50, Tc—17)

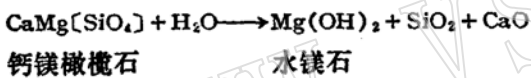
Ia—砂卡岩化白云岩捕虏体外带；Ib—砂卡岩化白云岩捕虏体内带；II—苦橄岩

① 俞惠隆：1982，湖北省地质学会一九八二年学术论文章摘要
② 俞惠隆：1983，湖北大洪山地区的苦橄岩岩性特征。

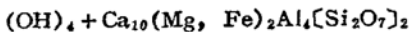
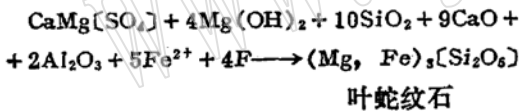
二、岩石特征

徐家冲苦橄岩体中的矽卡岩化白云岩捕虏体，经过系统的岩石鉴定定名为钙铁榴石-透辉石矽卡岩。较大的白云岩捕虏体矽卡岩化出现不明显的分带现象：内带矽卡岩在镜下呈现细柱粒状变晶结构（图版 I-1）；外带矽卡岩呈斑状变晶结构（图版 I-2），主要变斑晶为钙镁橄榄石、透辉石、钙铁榴石、黑云母及少量钛铁矿，由细小的针柱状透辉石、细粒变晶的钙铁榴石组成岩石的石基。现将内外带矽卡岩的主要造岩矿物特征描述如下：

1. 钙镁橄榄石 常呈短柱状的变斑晶形式出现，含量5—15%不等。它主要分布在外带矽卡岩内，几乎全部被叶蛇纹石取代，形成蛇纹石化蚀变假象，但收缩裂纹发育。在个别蛇纹石化蚀变假象内见有钙镁橄榄石的残余。有时在钙镁橄榄石的边缘被不规则细粒状符山石交代（见图版 I-2）。根据艾万斯和特朗姆斯多夫（Evans和Trommsdorff 1970）的实验原理，符山石和叶蛇纹石可以从钙镁橄榄石转变为水镁石的过程中（反应式1）进一步蚀变而成（反应式2）^[4]。

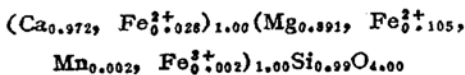


式 1



我们对仅有的两颗不规则粒状的钙镁橄榄石（粒径<0.05毫米）进行了光性测定。在薄片为无色透明，干涉色I级顶部。平行消光，二轴晶负光性， $2V = 78^\circ 42'$ （三轴费氏台测定）。折射率 $N_p' = 1.6487$, $N_m = 1.6534$, $N_g' = 1.6625$ （油浸法测定，二次平均值）。

用电子探针测定（桂林冶金地质研究所分析）钙镁橄榄石的化学成分（二次分析平均百分含量）为： $\text{SiO}_2 38.23$, $\text{Al}_2\text{O}_3 0.08$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 0.24$, $\text{FeO} 3.45$, $\text{MnO} 0.21$, $\text{MgO} 22.07$, $\text{CaO} 35.48$ 。计算其化学式为：



2. 钙铁榴石 棕色，薄片无色至淡褐红色，

糙面明显。比重 $D = 3.775$ 。岩石中钙铁榴石含量高达20—25%，其产出形式有两种：一是呈变斑晶，粒度较大，一般为0.8—1.2毫米，常呈他形粒状，很少为自形晶，有时呈包含变晶结构，常包裹钙镁橄榄石和透辉石晶体，这时矿物呈多边形颗粒，具不规则裂理，少数情况下呈I级灰异常干涉色，突起相当高，折射率 $N = 1.833$ （固体浸油测定）；另一种钙铁榴石呈不规则他形粒状变晶，粒径常大于0.5毫米，嵌布在其他矿物的间隙之中，有时其边缘被绿泥石交代。钙铁榴石在内外带矽卡岩中都大量产出，其化学成分（%）如下： $\text{SiO}_2 34.77$, $\text{TiO}_2 0.92$, $\text{Al}_2\text{O}_3 1.86$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 29.33$, $\text{FeO} 0.55$, $\text{MgO} 1.74$, $\text{CaO} 30.85$ 。计算出的本地钙铁榴石的化学式为： $(\text{Ca}_{2.785}, \text{Mg}_{0.20}, \text{Fe}_0^{2+} 0.035)_{3.00} (\text{Fe}_1^{2+} 0.35, \text{Ti}_{0.05}, \text{Al}_{0.10})_{2.00} (\text{Si}_{2.916}, \text{Al}_{0.074})_{2.99} \text{O}_{12.00}$ 。

3. 透辉石 岩石中透辉石含量很高，在45—50%之间，局部可达75%。呈细小自形针柱状晶体者，长轴一般为0.03—0.1毫米；呈变斑晶者为数不多，其长轴约0.1—0.5毫米，个别长达1.2毫米。变斑晶透辉石主要分布在捕虏体的外带矽卡岩中，与钙镁橄榄石、钙铁榴石一起形成斑状变晶结构。由旋转台测定， $\text{CANg} = 43^\circ 12'$ 。X-光衍射分析结果与本地苦橄岩中的透辉石甚为相似。透辉石的化学成分（由湖北省地质实验室分析）： $\text{SiO}_2 51.88\%$, $\text{TiO}_2 0.63\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3 2.03\%$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 3.07\%$, $\text{FeO} 2.43\%$, $\text{MgO} 15.17\%$, $\text{CaO} 23.96\%$, $\text{Na}_2\text{O} 0.56\%$, $\text{H}_2\text{O}^+ 0.27\%$ 。

4. 黑云母 主要呈变斑晶出现（见图版 I-1）。含量不高，约3—5%。吸收性极强： $N_g = N_m > N_p$ 。多色性极明显。

经岩石薄片和人工重砂的系统鉴定，矽卡岩化白云岩捕虏体的矿物共生组合类型有两种：1. 外带矽卡岩的矿物组合是：透辉石、钙铁榴石、钙镁橄榄石、黑云母、钙钛矿、钛铁矿、榍石；2. 内带矽卡岩的矿物组合则是：透辉石、钙铁榴石、黑云母、磁铁矿、金红石、磷灰石、锆石。

我们在三个矽卡岩化白云岩捕虏体中，取了六个人工重砂大样（每个样100公斤），分别对内外带矽卡岩进行了副矿物的分离和鉴定，共发现了钙钛矿、钛铁矿、磁铁矿、金红石、榍石、磷灰石和锆石等七种副矿物。其中钙钛矿含量最高，为0.087克/吨，其他副矿物含量甚微。除锆石外，自形程度均极差，但它们都很新鲜，见不到任何蚀象。

钙钛矿呈黑色。大多数为不规则粒状，粒径0.01~0.05毫米；少数为八面体晶形，溶蚀后形成浑圆状晶体。钙钛矿比重 $D = 4.173$ （用克列里奇液测定），它只产在外带矽卡岩中。薄片中的钙钛矿呈无色，均质性，极高正突起，折射率 $N = 2.247$ （固体浸油测定）。化学成分（%）： TiO_2 55.08， $\langle FeO \rangle$ 1.48， Ca_2O_3 1.76， CaO 38.25， Na_2O 1.14，

Nb_2O_5 2.21。钙钛矿中含有铈和铌，经计算化学式可表示为： $(Ca_{0.92}, Ce_{0.01}, Na_{0.05})_{0.98} (Ti_{0.97}, Nb_{0.02}, Fe_{0.02})_{1.01} O_{3.00}$ 。

三、岩石化学

将徐家冲苦橄岩中的矽卡岩化白云岩捕虏体的岩石化学成分列于表1。

表1 岩石化学成分表
Table 1 Chemical compositions of rocks

岩石名称	氧 化 物 含 量 (%)													总计	岩石产出部位
	SiO ₂	TiO ₂	Cr ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O ⁺	CO ₂		
含硅质白云岩	5.37	—	—	0.04	—	0.02	19.08	30.61	0.03	0.02	0.05	—	44.81	100.03	围岩
苦橄岩	41.35	2.76	0.12	6.76	8.26	2.11	23.63	4.42	0.12	0.40	1.07	8.01	0.57	99.56	远离捕虏体
苦橄岩	41.76	3.34	0.10	7.84	12.74	1.18	19.04	2.42	0.67	0.54	0.98	9.16	0.12	99.86	紧靠捕虏体
钙镁橄榄石—钙铁榴石—透辉石矽卡岩	42.16	2.24	0.03	5.12	5.12	3.32	15.29	21.18	0.41	0.05	0.57	3.77	0.71	100.07	矽卡岩化白云岩捕虏体外带
钙铁榴石—透辉石矽卡岩	40.54	2.64	0.04	7.05	6.63	3.55	11.47	22.04	0.33	0.07	0.56	4.50	0.67	100.09	矽卡岩化白云岩捕虏体内带

注：由湖北省地质实验室分析

从表中可以获得几点认识：

1. 内外带矽卡岩的SiO₂和Al₂O₃的含量分别为40.5~42.2%与5.1~7.1%，与徐家冲苦橄岩十分接近。说明白云岩捕虏体在矽卡岩化过程中从苦橄岩那里带进了SiO₂和Al₂O₃，并促使它们趋于平衡状态。

2. 内外带矽卡岩与苦橄岩相比较，CaO的含量明显地要高，而MgO的含量则相反。因此，矽卡岩的CaO/MgO比值明显地高于苦橄岩，前者为1.4~1.9，后者仅0.1~0.2。这是它们最根本的区别。

3. 徐家冲苦橄岩的围岩，即含硅质白云岩的SiO₂和Al₂O₃含量与内外带矽卡岩相比，显然要低得多，但两者的CaO/MgO比值都相当接近。从表中可以看出，含硅质白云岩与内外带矽卡岩的SiO₂/(MgO + CaO)比值区别很大，前者为0.1，后者为1.2左右。不难说明它们之间存在着互为因果的关系。

4. 徐家冲苦橄岩体中的白云岩捕虏体由于接触交代作用而形成矽卡岩，并出现不明显的外带和内带。两带除了矿物组合区别外，在化学成分上，

SiO₂/($\langle FeO \rangle + MgO + CaO$)的百分含量比值亦显示出差异性：外带钙镁橄榄石—钙铁榴石—透辉石矽卡岩大于1，内带钙铁榴石—透辉石矽卡岩则小于1。

四、成岩过程的初步认识

徐家冲苦橄岩的围岩是含硅质白云岩。当苦橄岩浆沿着层间断裂或其他通道徐徐贯入时，不可避免地有围岩碎块或早期生成的苦橄岩岩屑混入岩浆中，因此，在苦橄岩体中出现大大小小的围岩岩屑和围岩捕虏体。

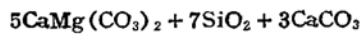
由于上述围岩捕虏体处在为数不多的苦橄岩浆包围之中，岩浆热对围岩捕虏体所起的作用是有限的，尽管岩浆热对捕虏体作用的时间较长，但还不会使捕虏体变成为熔融状态，而只能使它发生接触交代变质作用。

如众所知，苦橄岩浆属于超基性的，而超基性岩浆中SiO₂与CaO的含量并不丰富，但它有足够量的MgO、 $\langle FeO \rangle$ 和TiO₂，以及少量的H₂O、F等挥发组份。当在高温条件下，镁、铁、钛等氧化物组

份的化学活动性就会明显增大⁽³⁾。考虑到白云岩捕虏体是外来物质,化学成分较单一,又与苦橄岩浆处在同一的开放体系中,两者之间必定会出现一定的温度差和浓度差。在这种特定的地质环境中,促使含有化学活动性组份的岩浆溶液和挥发份组份朝着捕虏体的方向进行单向渗透和扩散交代作用。

当白云岩捕虏体在基本保持固态情况下遭受到上述变质作用的影响,不但使其增加了新的物质组份,体积发生了变化,而且它的结构也有显著的改变。与此同时,为了保持物质的平衡,白云岩捕虏体发生脱碳酸作用,最后使之形成了富含钙镁和钙铁硅酸盐矿物的矽卡岩。

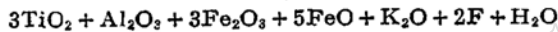
综上所述,我们可用下列化学反应式进一步阐明苦橄岩体中白云岩捕虏体矽卡岩化的成岩过程。



白云石 石英 方解石

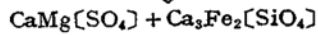
——白云岩捕虏体物质组份——

+

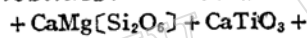


——苦橄岩浆活动组份和挥发份——

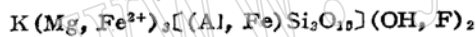
↓



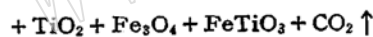
钙镁橄榄石 钙铁榴石



透辉石 钙钛矿



黑云母



金红石 磁铁矿 钛铁矿

对钙铁榴石所作爆裂法测温(宜昌地质矿产研究所测定)可以作为该矿物成矿温度的上限,它在635℃时具有微弱的爆裂声。我们利用温克勒(H. G. F. Winkler)的计算公式,估计钙铁榴石的成矿温度接近700℃⁽⁶⁾。在岩石薄片,钙铁榴石变斑晶有时呈包含变晶结构,包裹了橄榄石和透辉石等矿物晶体。从目前研究这三种造岩矿物成矿的物理化学条件来看,它们的成矿温度比较相近,或略有高低之分⁽²⁾。推测徐家冲苦橄岩体中的白云岩捕虏体的矽卡岩化过程,可能是在680°~700℃的范围内进行的。

在野外工作期间得到张景德、王茂生工程师的帮助,林满城同志测试了文中有关矿物的比重,胡蓉和王月翠工程师提供了人工重砂鉴定资料,朱洪源老师清绘了文中的插图,在此一并致谢。

参 考 文 献

- [1] 俞惠隆: 1980, 《地质论评》, 第1期, 77—81页。
- [2] 梁祥济: 1983, 《岩石矿物及测试》, 第1期, 35—43页。
- [3] 贺同等: 1980, 《变质岩岩石学》, 208—222页, 地质出版社。
- [4] Mueller, R. F., Saxena, S. K.: 1977, 《Chemical Petrology》p. 249—321, New York.
- [5] Winkler, H. G. F.: 1975, 《Petrogenesis of Metamorphic Rocks》4th Edition, New York.

The Skarns in Xujiachong Picrite Body from Jingshan County, Hubei Province

Yu Huilung

Abstract

The skarns in the Xujiachong from Jingshan county, Hubei Province, are virtually the products of dolomitic xenoliths suffered contact-thermal metamorphism and contact metasomatism, and may be divided mainly into two types; monticellite-andradite-diopside skarn with porphyroblastic texture in the outer zone of xenolith and andradite-diopside skarn with fine grained granoblastic texture in its inner. Their mineral assemblages are shown as following;

diopside, andradite, monticellite, biotite, perovskite, ilmenite and titanite in outer zone of xenolith and

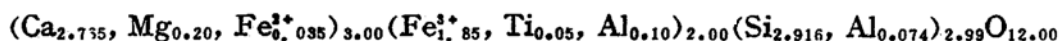
diopside, andradite, biotite, rutile, magnetite, apatite and zircon in its inner

zone.

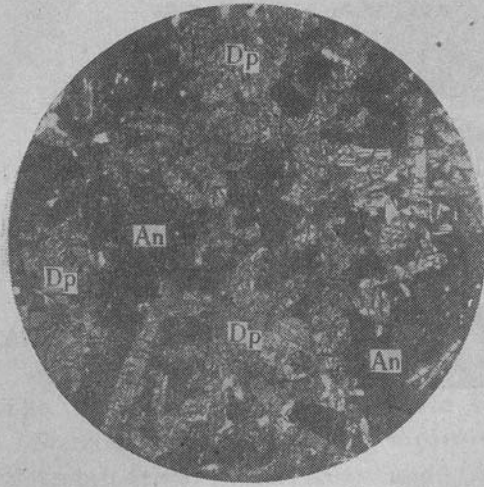
The rock-forming minerals of andradite-diopside skarns are mainly diopside, andradite, monticellite and biotite, whereas the accessory minerals consist of perovskite, ilmenite, rutile, titanite, magnetite, apatite and zircon.

The monticellites were suffered intense serpentinization (always occurs as pseudomorphs after olivine), and sometimes altered to vesuvianite, occurring as porphyroblastics in the outer zone of xenolith.

The andradites are the most common in these rocks, which occur not only as porphyroblastics, but also as fine grains in the matrix. Their structural formula is shown below,

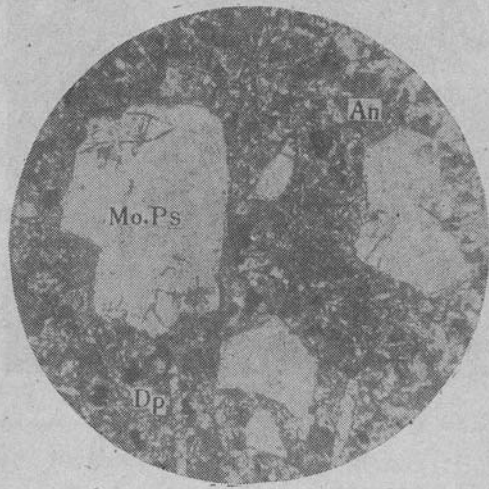


The crystallization history and the temperature conditions for formation of the andradite-diopside skarns are discussed by the authors in this paper, and according to Evans and Trommsdorff (1980), using the H. G. F. Winkler method (1975), the equilibrium temperatures for coexisting of monticellite and andradite pair in the skarns are calculated at 680°—700°C.



I-1 细粒变晶结构

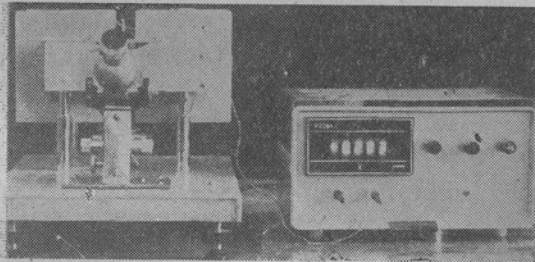
岩石由细柱状的透辉石 (Dp)、钙铁榴石 (An) 和黑云母 (具解理者) 组成。
正交偏光, $\times 41$ (徐家冲B-12)。



I-2 斑状变晶结构

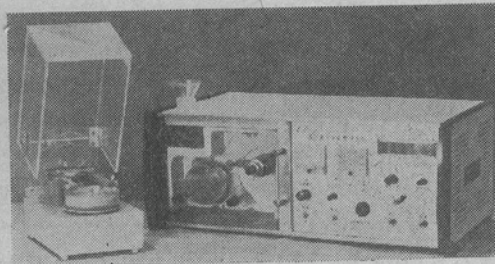
斑晶为钙镁橄榄石假象 (Mo. Ps)、钙铁榴石 (An) 和细粒变晶透辉石 (Dp) 组成岩石的石基。
正交偏光, $\times 43$ (徐家冲B-6)。

宁乃永等：应用顺磁性液体测量微小矿物比重和磁化系数的初步研究



照片1 实验装置

李贺臣、戴辛华：LZ-2型高压静介电矿物分离仪及其应用



照片1 LZ-2型高压静介电矿物分离仪主机及介电自动分离装置