

大麻坪尖晶石二辉橄榄岩岩体中 辉石碎斑的研究

周永璋

提要 辉石碎斑经历两次固溶体分离,记录下两次大的应变事件,证明了上地幔处于不断运动状态中,且应力状态不均一。

关键词 顽火辉石 辉石碎斑 固溶体分离

河北万全大麻坪尖晶石二辉橄榄岩岩体,位于张家口北西 300 度,约 35 公里距离的大麻坪村南侧的半山坡上。岩体长 380m,宽 70—80m,呈 NNW330 度方向延伸。岩体切穿白垩系土井子组砂砾岩,位于大麻坪玄武岩最底层。经研究大麻坪尖晶石二辉橄榄岩体是固态侵位至近地表的上地幔底辟体^[1]。

在岩体中发现一个 $16 \times 10 \times 6 \text{ cm}^3$ 巨型辉石碎斑(PY)。辉石碎斑局部与岩体中脉状玄武岩接触,它由顽火辉石(OPX)与铬透辉石(CPX)片晶相间镶嵌,宽度近于相等,约 0.05—0.5mm(照片 1),肉眼即可分辨。顽火辉石片晶为茶褐色,铬透辉石片晶为翠绿色。在顽火辉石片晶中,还见有极薄的铬透辉石出溶页片。据统计,顽火辉石片晶占总体积的 43%,铬透辉石片晶占总体积的 57%。若以顽火辉石比重为 3.2,铬透辉石比重为 3.33 计算^[2],以此换算成重量百分比,顽火辉石片晶为 42wt%,铬透辉石片晶为 58wt%。利用油浸法辅以旋转针测得其光性常数与大麻坪尖晶石二辉橄榄岩体中的顽火辉石、铬透辉石光性常数进行对比,数据参见表 1。

表 1 顽火辉石和铬透辉石光性常数

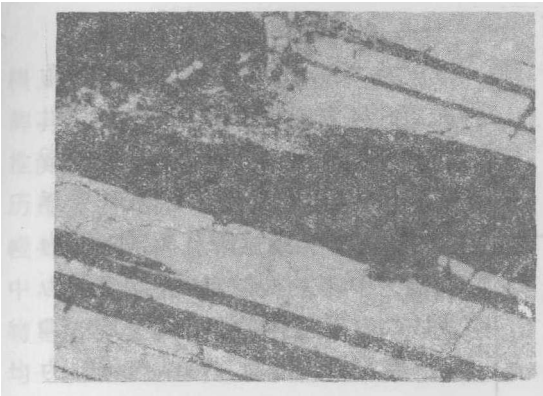
Table 1 Optical constant of enstatite and Cr-diopside

样品名称	O _{px} 片晶				C _{px} 片晶				2V
	Ng	Nm	Np	En	Ng	Nm	Np	Ng $\wedge$ C	
辉石碎斑	1.6728	1.6704	1.6666	0.91	1.6992	1.6775	1.6699	39°	+60°
岩体中辉石	1.6812	1.6679	1.6661	0.88	1.6975	1.6766	1.6699	43.5°	+59.5°

O_{px}—斜方辉石 C_{px}—单斜辉石

对辉石碎斑中的顽火辉石、铬透辉石片晶分别作了化学分析,与大麻坪尖晶石二辉橄榄岩体中的顽火辉石、铬透辉石分别进行对比。参见表 2。

从表 2 中可以看出,辉石碎斑中顽火辉石片晶 $En = 0.90$,而岩体中顽火辉石 $En = 0.89$,两者相近。碎斑中铬透辉石片晶与岩体中铬透辉石组成均为 $Wo_{41}En_{58}Fs_1$ 。表 2 中列有



照片 1 辉石碎斑及与玄武岩接触带
(正交偏光 8×10)

辉石碎斑总化学成分，经计算，其总组成为 $Wo_{21}En_{73}Fs_6$ ，由辉石碎斑中两种辉石片晶单矿物各氧化物的重量百分比，分别与统计的两种辉石单矿物片晶的体积百分含量加数平均作为辉石碎斑总化学成分，算出其总组成为 $Wo_{21}En_{73}Fs_6$ ，其结果是吻合的。

表 2 辉石化学成分及晶体化学式计算表
Talbe 2 Pyroxene chemistry and crystal calculation

样品名称		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	NiO	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	总计
斜方辉石	碎斑片晶	54.32	0.08	3.45	0.85	5.71	0.15	32.76	1.46	0.16	0.03	0.01	0.39	0.11		0.67	100.14
	岩体中辉石	54.55	0.11	3.05	1.56	5.39	0.20	33.76	0.49	0.15	0.01	0.03	0.55	0.10			99.75
单斜辉石	碎斑片晶	52.16	0.26	4.71	1.21	2.04	0.09	17.10	19.51	1.38	0.01	0.04	0.73	0.08		0.67	99.99
	岩体中辉石	51.83	0.21	5.61	0.49	2.04	0.09	16.66	19.46	1.43	0.01	0.06	1.37	0.07			99.43
辉石碎斑总体		53.28	0.31	4.59	1.06	4.10	0.15	22.53	11.20	0.92	0.14	0.04				0.36	99.22

(续表 2)

样品名称		Si	Ti	Al	Fe ⁺⁺⁺	Fe ⁺⁺	Mn	Mg	Ca	Na	K	P	Cr	Ni	Wo	En	Fs
斜方辉石	碎斑片晶	1.90		0.14	0.02	0.17		1.71	0.05	0.01	0.01					0.90	
	岩体中辉石	1.89		0.13	0.04	0.16	0.01	1.75	0.02	0.01			0.02			0.89	
单斜辉石	碎斑片晶	1.90	0.01	0.20	0.04	0.06		0.93	0.76	0.10			0.02		41	55	4
	岩体中辉石	1.88	0.01	0.24	0.01	0.06		0.90	0.76	0.10			0.04		41	55	4
辉石碎斑总体		1.90	0.01	0.20	0.03	0.12	0.01	1.05	0.35	0.07	0.04				21	71	8

注：辉石片晶样由地科院化分室完成、岩体中辉石单矿物样由中国地质大学(北京)化验分析室完成。

将辉石碎斑化学分析的总组成投在 En—Di 相图中，相当于图中的 a 点。(图 1)

依辉石碎斑中顽火辉石片晶化学成分计算，其组成为 $En_{90}Di_{10}$ ，相当于分离曲线 DF 上的 I 点组成，对应的分离温度为 1190℃。在此温度下相应分离的铬透石片晶应该是曲线 BG 上的 I' 点，对应 I' 点的铬透辉石组成应该是 $En_{22}Di_{78}$ 。但是，与辉石碎斑中铬透辉石片晶化学成分计算的结果并不一致，其组成是 $En_{15}Di_{85}$ ，相当于分离曲线 BG 上的 II' 点的组成。对应的分离温度约为 1240℃。这说明了斜方辉石片晶和铬透辉石片晶可能代表了分离过程的不同阶段

的产物。

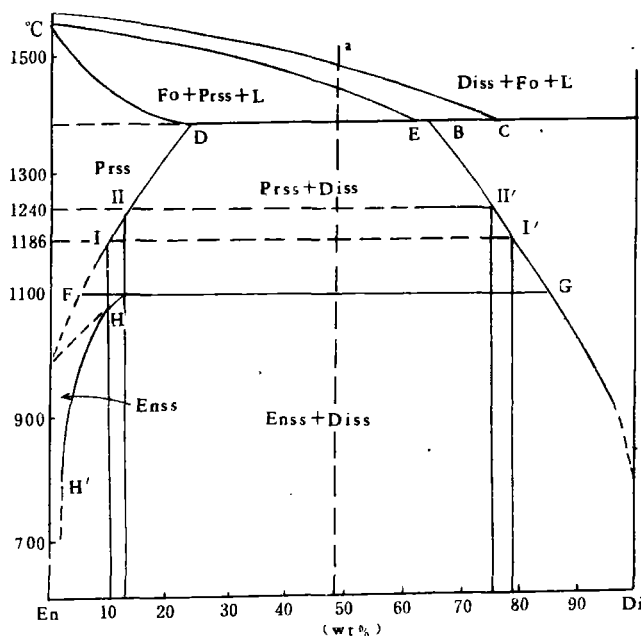


图1 En—Di 相图(据 Boyd Schaiyer 1964)

Fig. 1 Showing En—Di phase

从 En—Di 相图上,看 a 点结晶过程。随着温度下降,首先结晶出镁橄榄石(F_o),然后通过镁橄榄石与溶体中 SiO_2 反应形成原顽火辉石(Prss)。当温度降至 T_g 时,因为 E 点为 D、B 的共结点,共结温度为 $1386^\circ C \pm$,溶体结晶为 D 和 B。D 组成为 $En_{78}Di_{22}$, B 组成为 $En_{38-40}Di_{62-60}$ 。温度继续下降,顽火辉石片晶成分沿 DF 向 En 增长的方向变化,铬透辉石片晶成分沿 BG 向 Di 增长的方向变化。当温度降至 $1240^\circ C$ 时,顽火辉石片晶成分相当于 DF 线上的 II 点组成,为 $En_{87}Di_{13}$,铬透辉石片晶成分相当于 BG 线上的 II' 点,组成为 $En_{25}Di_{75}$ 。当温度降至 $1186^\circ C$ 时,顽火辉石片晶成分相当于 DF 线上的 I 点,组成为 $En_{90}Di_{10}$,铬透辉石片晶成分相当于 BG 线上的 I' 点,组成为 $En_{22}Di_{78}$ 。

顽火辉石片晶中见有第二期分离的铬透辉石页片,在单矿物分离时被剔除了。可以推测,铬透辉石片晶是在温度约 $1240^\circ C$ 条件下,接近第一次分离后的成分。顽火辉石片晶是在 $1190^\circ C$ 时,第二次分离后的成分。顽火辉石和铬透辉石片晶形成于不同的物理化学条件下,它们是两个世代的产物。其演变过程如图 2 所示(图 2)。

将辉石碎斑总成分点投在特吕格 Ca—Mg—Fe 组合的单斜辉石亚类分类命名图中落在不混溶空白区。结合 En—Di 相图分析,可以推测,它可能是在上地幔特殊条件下形成的。Prss 的形成温度约为 $1391^\circ C$ 。依林伍德所作大洋地温线(1975)判断^[3],Prss 形成压力大于 50kb。

据麦瑟尔法(Mercier)^[4]计算,顽火辉石形成温度 $T = 1186^\circ C$ 、压力 $P = 33.7kb$ 。岩体中顽火辉石形成温度 $T = 985^\circ C$,形成压力 $P = 18.23kb$ 。可见辉石碎斑中第二次分离后的顽火辉石片晶与岩体中顽火辉石形成于不同的温度压力条件下。

综上所述,辉石碎斑最早于 160 公里以下的地幔深处,在约 $1391^\circ C$ 条件下结晶为原顽火辉石(Prss),在地幔上隆过程中,其温度下降,至少出现过两次相对稳定的温度阶段。第一次温度 $T = 1240^\circ C \pm$,Prss 发生固溶体分离,顽火辉石片晶组成为 $En_{87}Di_{13}$,铬透辉石片晶组成为 $En_{25}Di_{75}$ 。第二次 $T = 1190^\circ C \pm$,发生第二次固溶体分离,顽火辉石片晶组成变为 $En_{90}Di_{10}$,铬透辉石片晶应为 $En_{22}Di_{78}$,可能因为这次相对稳定温度时间短,也可能是因为离第一次因溶体分离温差小,所以,只在顽火辉石片晶中见到极薄的少量铬透辉石页片。

岩体中辉石碎斑的研究,为研究上地幔及其地幔岩石的演化提供了重要资料。辉石碎斑记录下了两次热运动过程。可以推测大麻坪尖晶石二辉橄榄岩岩体至少经历过二次大的应变事件。可以说明,上地幔处于不停的运动状态中。在运动过程中,必然产生相对性挫动导致岩石破碎,矿物重溶和重结晶作用,体系内部应力的不均一性,使巨型辉石碎斑得以残存下来。

结束语

本文是在邓晋福教授直接指导下进行的“河北万全大麻坪中新世玄武岩成因及上地幔岩石学研究”课题的一部分。主要探讨巨型辉石碎斑成因及其演化。

本文承邓晋福教授、路风香教授审阅,在此一并致谢。

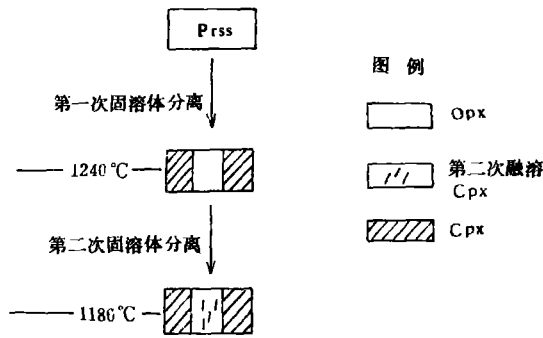


图2 辉石分离结晶演化过程
Fig. 2 Showing evolution of pyroxene crystal
which is separated from magma by crystallization.

主要参考文献

1. 周永璋,大麻坪二道沟二辉橄榄岩岩体成因研究,《地质找矿论丛》,1(1)1986,40
2. 北京大学地质系岩矿教研室,《光性矿物学》。地质出版社,1979。
3. A. 林伍德,地幔的成分与岩石学,杨美娥等译,地震出版社,1981。
4. Mercier Fc. C, Single—Pyroxene geothermometry and geobarometry Amer Miner Vol. 61 No7—8, 1976 P603—615.

**STUDY ON A FRAGMENTED PYROXENE PHENOCRYSTAL
IN DAMAPING SPINEL-LHERZOLITE ROCK BODY,
BEIJING, CHINA**

Zhou Yongzhang

Abstract

A mega-crystal of pyroxene ($16 \times 10 \times 6 \text{ cm}^3$), which shows fragmentation, is found in Damaping rock body. It consists of mosaic enstatite plate and Cr-diopside plate. The two kinds of crystal plate are equal in with (about 0.05—0.5mm). Bulk analysis is carried on py. opx. and cpx respectively and the results are compared with that of the groundmass minerals. This study reveals that the megacrystal were exposed to at least two times of solid solution seperation indicating two stress events (taking place during the emplacement of the rock body), further continous movement of upper mantle and the heterogeneous stress for different parts of the moving mantle.

学 术 活 动

▲为了检阅我国期刊出版事业的成就,加强对期刊出版工作的导向,扩大期刊的宣传,促进期刊的繁荣,中华人民共和国新闻出版署决定于1990年9月在北京举办全国期刊展览。展览期间将举办多种交流活动,并由观众分类评选“我所喜爱的期刊”,邀请各地高校、研究单位、图书馆人士及部分国外出版界人士参观。

▲为了总结冶金地质经验,更好地繁荣和发展冶金地质事业;冶金工业部地质勘查总局总工程师姚培慧等同志将撰写“冶金地质发展战略”一书,预计将于1990年底以前印出。