



研究超镁铁岩中八面体假象蛇纹石和 绿泥石的地质意义

易隶文

(中国地质科学院地质研究所)

主题词: 西藏; 超镁铁岩; 铬铁矿; 八面体假象蛇纹石; 八面体假象绿泥石; γ -橄榄石(尖晶石相)。

提 要: 继1981年首次报导八面体假象蛇纹石之后,在同一超镁铁岩中又发现了一些八面体假象含铬绿泥石,后者是交代前者的产物。通过研究我们认为: 1) 八面体假象绿泥石中的Al、Cr等元素来自铬铁矿石; 2) 和八面体假象蛇纹石一样,八面体假象绿泥石的最初原生矿物也应为 γ -橄榄石,后者的形成压力为 $140 \times 10^8 \text{Pa}$ (140Kb),相当于500公里的深度; 3) 包有八面体假象蛇纹石和绿泥石的铬铁矿可能是一种直接来自深部地幔的铬铁矿类型; 4) 藏北岩带的两处(安多和阿里地区)超镁铁岩中出现八面体假象矿物说明藏北超镁铁岩带(或岩带的几处超镁铁岩)形成的构造环境可能深于藏南超镁铁岩带。

一、安多某超镁铁岩中的八面体假象含铬绿泥石

西藏境内的超镁铁岩主要划分为藏北和藏南两个岩带。藏北岩带长约2000公里,包括20多处超镁铁岩,而安多某超镁铁岩只是其中之一,

安多某超镁铁岩东西长30余公里,南北宽约2—4公里,其南、北两侧与中一下侏罗统地层呈断层接触,局部地段被白垩—第三系不整合覆盖。主要岩石有斜辉辉橄岩、斜辉橄橄岩、纯橄岩,超镁铁岩中分

布着规模不等的铬铁矿体。在矿石的人工重砂中我们发现了八面体假象蛇纹石和八面体假象绿泥石（其中多为含铬绿泥石）。

关于八面体假象蛇纹石的特征已有报导^[1]，本文不多论述，现仅将八面体假象绿泥石的特征简述如下。

八面体假象绿泥石是一种保持了八面体外形的绿泥石集合体。在双目镜下呈单个的八面体晶粒，具黄绿色、淡紫色和紫色，个别颗粒为白色；在显微镜下颗粒几乎无色。在八面体自形晶轮廓之内的绿泥石呈集合体生长。镜下可以清楚地观察到，在蛇纹石的八面体假象晶体中绿泥石呈带状交代蛇纹石。当八面体晶粒内的蛇纹石集合体全部转变为绿泥石后，可以看到绿泥石的叶片多平行于{111}排列，颗粒界线清楚。绿泥石的八面体假象外形规正，(111)晶面极为平滑，但颗粒内部松软，易压成粉末。有时可以看到铬铁矿中铬尖晶石的晶片插入八面体假象绿泥石内。经显微镜下测定，矿物为二轴晶，负光性， $-2V \approx 0 - 20^\circ$ ，其化学成分见表1。

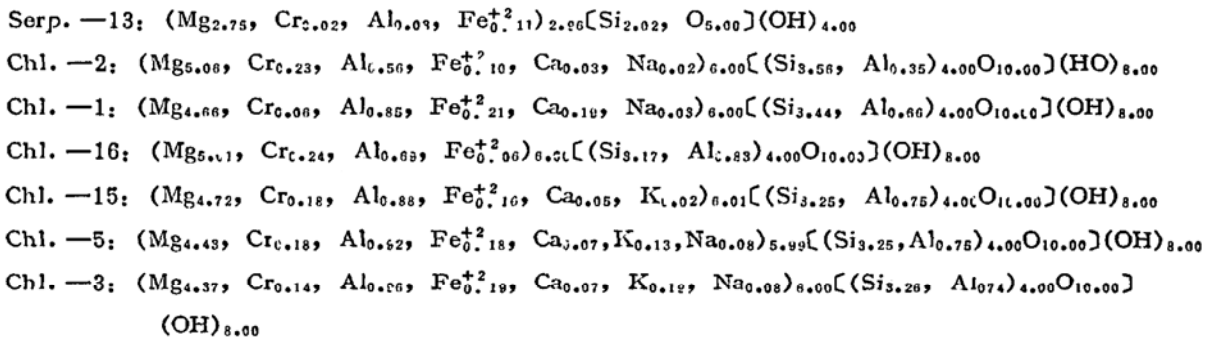
表 1 八面体假象绿泥石的化学成分（电子探针）

Table 1 Chemical composition of octahedral pseudomorphous chlorite (electron microprobe analyses)

成 分	序 号								
	1 ⁽¹⁾	2	3	4	5	6	7	8	9
矿 物	Serp.—2A	Serp.—13	Chl.—14	Chl.—2	Chl.—1	Chl.—16	Chl.—15	Chl.—5	Chl.—3
SiO ₂	42.57	41.43	37.77	36.63	33.56	33.08	33.76	33.35	33.65
TiO ₂	—	—	0.02	0.01	—	—	0.01	0.08	0.07
Al ₂ O ₃	0.73	1.47	4.86	7.78	12.88	13.45	14.38	14.50	14.90
Cr ₂ O ₃	0.05	0.57	2.28	2.97	0.79	3.17	2.40	2.30	1.84
[FeO]	0.10	2.66	2.25	1.16	2.48	0.71	1.95	2.20	2.30
MnO	—	—	0.02	0.02	—	0.04	—	0.06	0.01
MgO	41.55	37.83	34.27	34.11	31.46	35.08	32.91	30.47	30.33
CaO	—	0.12	0.43	0.28	1.76	—	0.47	0.71	0.69
N ₂ O	—	0.06	0.14	0.08	0.15	—	0.12	0.42	0.41
K ₂ O	—	—	0.04	0.02	0.02	—	—	1.03	1.53
H ₂ O ⁺ H ₂ O ⁻	结晶水和吸附水的可能含量为12—15%								

注：1. NiO 未做分析 2. 表中Serp.—蛇纹石，Chl.—绿泥石 3. 2—9 为同一样品台内测得的电子探针数据，由中国地质科学院矿床地质研究所王文瑛测定。

根据电子探针分析数据进行矿物化学分子式计算，结果如下：



从表 1 的化学成分和计算得出的矿物分子式来看，3 号—9 号样品主要为含铬绿泥石，其中 5 号样品

为绿泥石。这些颗粒的化学成分不甚稳定： Al_2O_3 4—14.90%； Cr_2O_3 0.79—3.17%； MgO 30.33—35.08%； $[FeO]$ 0.17—2.48%； SiO_2 33.08—37.77%。化学成分的变化引起矿物颜色、光学性质乃至X—光数据的微弱变化。现将淡绿色八面体假象含铬绿泥石和淡紫色八面体假象含铬绿泥石的X—光分析数据分别列于表2和表3。经过计算：

淡绿色绿泥石 $a_0 = 5.3 \text{ \AA}$ $b_0 = 9.2 \text{ \AA}$ $c_0 = 14.8 \text{ \AA}$ $\beta = 98^\circ \pm$

淡紫色绿泥石 $a_0 = 5.2 \text{ \AA}$ $b_0 = 9.3 \text{ \AA}$ $c_0 = 14.4 \text{ \AA}$ $\beta = 95^\circ \pm$

和典型的八面体假象蛇纹石的化学成分（表1中1号样品）相对比可以看出，蛇纹石→绿泥石的转化是一个渐变过程，1号—9号样品之间 Al_2O_3 的变化说明了这一点，特别是2号样品属介于蛇纹石和绿泥石之间的过渡矿物。

表2 浅绿色八面体假象含铬绿泥石的X—光分析

Table 2 X—ray analysis of light green octahedral pseudomorphous Cr—bearing chlorite

d	I	hkl	d	I	hkl	d	I	hkl
7.3	9	002	2.06	3	134	1.403	2	208
4.8	8	003	2.015	5	204	1.321	2	400
3.61	10	004	1.694	2		1.294	2	
2.87	4	005	1.572	1	137	1.0475	3	
2.57	4	131	1.536	6	060	1.003	2	
2.44	4	132	1.506	2	062	0.993	2	
2.28	2	133	1.466	2	063			
2.22	2		1.411	3				

Fe靶 $k\alpha k\beta$, 57.3mm双园相机。

表3 浅紫色八面体假象含铬绿泥石的X—光分析

Table 3 X—ray analysis of light violet octahedral pseudomorphous Cr—bearing Chlorite

d	I	hkl	d	I	hkl	d	I	hkl
7.3	10	002	1.900	3	135	1.358	2	
4.8	8	003	1.742	2	136	1.294	3	
3.60	10	004	1.705	2		1.232	3	
2.88	5	005	1.580	4	137	1.143	2	
2.58	5	131	1.542	6	060	1.049	3	
2.56	4	201	1.507	3	062	1.0385	3	
2.27	3	133	1.467	2	063	1.006	2	
(2.085)		135 β	1.440	1	001			
2.015	6	204	1.413	2	208			

Fe靶 $k\alpha k\beta$, 57.3mm双园相机。

X—光分析数据由中国地质科学院地质研究所戎合测定。

二、研究本区八面体假象矿物的成因矿物学意义

自五十年代以来地质学家对地幔矿物的存在形式进行了大量研究工作。在地幔中，在一定的压力条件下，正常橄榄石（ α -01）应转变为 β -或 γ -橄榄石（橄榄石的尖晶石相）这一结论已无异议。基于这一巨大研究成果，我们可对本区八面体假象矿物进行成因矿物学和地质学的讨论。

1. 橄榄石蚀变为蛇纹石, 然后再蚀变为绿泥石(包括含铬绿泥石) 是任何阿尔卑斯型超镁铁岩中橄榄石在水作用下的正常反应系列, 而安多某超镁铁岩中所发现的八面体假象矿物的变化过程可与之相比:

橄榄石 → 蛇纹石 → 绿泥石

八面体橄榄石? → 八面体蛇纹石 → 八面体绿泥石

根据上述对比、已有资料⁽¹⁾和文献报导⁽²⁾⁽³⁾, 我们更有信心推断本区八面体假象矿物的原生矿物应为 F_0 含量在90%左右的 γ -橄榄石(尖晶石相)。

2. 由于本区八面体假象矿物均以包体矿物形式存在于矿物的铬尖晶石颗粒中(正是因为铬尖晶石对八面体假象矿物的禁锢作用, 才使后者的晶形得以保存), 而且绿泥石又是交代蛇纹石的产物, 所以其中的Al、Cr等成分应直接来源于铬铁矿。因此绿泥石并非其它含Al矿物的蚀变产物。

3. 安多某超镁铁岩无疑是来自地幔的岩石, 因为其中除正常的镁铁质矿物之外还发现了金刚石⁽⁴⁾。一般认为含金刚石金伯利岩中的橄榄岩来源于120公里的深处^①。金刚石中包体矿物的温度、压力计算结果表明金刚石来源于141—200公里深处($T = 900-1300^{\circ}\text{C}$, $P = 45-65 \times 10^8 \text{Pa}$), 也即来源于软流圈范围之内^②。苏联东北部的科里亚克含金刚石超镁铁岩的温度和压力被推算为: $T = 1170-1300^{\circ}\text{C}$, $P = 30-65 \times 10^8 \text{Pa}$ ⁽⁵⁾。关于我国藏北岩带的安多某超镁铁岩形成的可能温度与压力也有一系列的推算值, 第一组数据为: $T = 1057-1280^{\circ}\text{C}$, $P = 35-40 \times 10^8 \text{Pa}$, 另一样品的计算值为: $T = 1419^{\circ}\text{C}$, $P = 73.6 \times 10^8 \text{Pa}$, 这两组数据分别表明安多某含金刚石超镁铁岩来自100—120公里或230公里^③。若考虑八面体假象矿物的存在, 则本区岩石应来自更深的地幔。

按照我们的推断, 安多某超镁铁岩中既然存在着 α -橄榄石 → γ -橄榄石的相变过程, 其所处的压力环境应服从下列公式⁽⁶⁾ $P_{(Kb)} = 108 + 0.053T (^{\circ}\text{C})$ (α 相 → β 相) 和 $P_{Kb} = 115 + 0.055T (^{\circ}\text{C})$ (β 相 → γ 相)

根据Lin-gun Liu (1986) 对 Mg_2SiO_4 - Fe_2SiO_4 体系的高压实验($T = 1000^{\circ}\text{C}$), F_0 含量在90%以上的 α -橄榄石相变为 γ -橄榄石的压力应为 $140 \times 10^8 \text{Pa}$ (140Kb) 左右⁽⁷⁾, 也就是说八面体假象蛇纹石或绿泥石的原生矿物 γ -橄榄石($F_0 \approx 90\% \pm$) 应来自约500公里的地幔深处, 来自上地幔的底部或更深的部位。

三、研究本区八面体假象矿物的地质意义

若我们所研究的八面体假象蛇纹石和八面体假象绿泥石确系 γ -橄榄石的蚀变矿物, 则可得出下面的推论。

1. 本区含有八面体假象矿物的铬铁矿体可能直接来源于500公里左右的地幔深处, 因为铬铁矿只有在相应的压力条件下才能将 γ -橄榄石禁锢于其中, 而不使八面体晶形在后期的地质事件中遭到破坏。若此类铬铁矿在较低的压力条件下经熔融后形成, 则 γ -橄榄石会因为压力降低而相变为正常橄榄石, 其八面体晶形当然会遭到破坏。所以我们认为本区的铬铁矿床, 至少含八面体假象矿物的铬铁矿床不可能形成于莫霍面下1—2公里处, 而是直接由深部地幔被带上来的矿块, 属深部成因的铬铁矿类型。

2. 鉴于藏北岩带中已有两处(安多地区和阿里地区⁽²⁾) 超镁铁岩中含有八面体假象矿物, 可以推测在藏北岩带从安多—阿里地区之间的其他超镁铁岩中还会出现类似矿物。然而在藏南岩带的曲松超镁铁岩中尚未发现此类矿物。根据对现有资料的分析, 我们初步认为藏北超镁铁岩带(或岩带上的几个局部地区) 所处的构造环境要深于藏南岩带。

由于在八面体假象矿物内尚未发现原生矿物残晶, 故上述结论仍属推断。

① 中国地质科学院, 1985, 相岩石学, 第187页。

② 中国地质科学院地质所, 1987, 国外基础地质, 第77页。

③ 中国地质科学院地质所金刚石组科研报告。

参 考 文 献

- 〔1〕 杨凤英、康志勤、刘淑春, 1981, 蛇纹石八面体新假象及其成因的初步探讨, 矿物学报, 第一期, 52—55页。
- 〔2〕 谢鸿森、张惠芬、张月明、徐惠刚, 1984, 深源包体中的含水高压矿物组合, 矿物学报, 第四期, 289—293页。
- 〔3〕 薛君治等, 1983, 西藏八面体假象含铬绿泥石的特征及其地质意义, 地球科学, 第四期, 123—124页。
- 〔4〕 中国地质科学院地质研究所, 金刚石组, 1981, 西藏首次发现含金刚石的阿尔卑斯岩体, 地质论评, 第五期, 455—457页。
- 〔5〕 Шило Н. А., 1978, Первые находки алмазов в алпинотипных ультрабазитах Северо-Востока СССР., Док. АН. СССР, 251, № 4.
- 〔6〕 Suito, K., 1977, High-pressure research application in geophysics, New York, Academic Pr. 255—266pp.
- 〔7〕 Lin-gun Liu et al, 1986, Elements, Oxides, and Silicates, High-pressure phases with implications for the earth's interior, New York, 215—217pp.

Geological Significance of Studying Pseudomorphous Octahedra of Serpentine and Chlorite in the Ultramafic Rocks

Yi Liwen

(Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences)

Key words: Tibet; ultramafic rocks; chromite; pseudomorphous octahedra of serpentine and chlorite; γ -olivine (spinel phase)

Abstract

After first report of discovering pseudomorphous octahedra of serpentine in 1981 pseudomorphous octahedra of chrom-bearing chlorite also has been discovered in chromite of the same ultramafic rocks. Chlorite is the substitution product of serpentine. Based on research results we can make following conclusions: 1. the primary mineral of octahedral pseudomorphous chlorite must be γ -olivine. The pressure of formation of γ -olivine was about 140kb, corresponds to 500km in depth; 2. Al, Cr of pseudomorphous octahedra must come from chromite; 3. Chromite including pseudomorphous octahedra of serpentine and chlorite, may be a type of directly coming from lower part of mantle; 4. North Tibet ultramafic rock belt would be formed deeper than that in South Tibet belt, because pseudomorphous octahedra are found only in North Tibet ultramafic rock belt.