

安徽省绩溪黑云母二长花岗岩中 高铁铁橄榄石大斑晶的研究

戴延龄

李殿东 于桂梅 赵良超

(安徽省地质科学研究所)

(吉林省地质科学研究所)

主题词: 高铁铁橄榄石; 大斑晶

提 要: 高铁铁橄榄石大斑晶产于安徽省绩溪县黑云母二长花岗岩中。岩石呈细粒花岗结构, 矿物成分为条纹长石、更长石、石英和黑云母。大斑晶最大粒径可达5cm, 其中含有微小的磁铁矿自形晶, 呈浸染状或断续脉状。在表生条件下, 高铁铁橄榄石局部氧化成褐铁矿。大斑晶的外形、颜色和光泽等酷似黑钨矿。

大斑晶形成于上地幔高温高压条件下, 先从花岗岩浆中结晶出铁橄榄石的高压变晶, 岩浆沿深断裂向上部运移过程中, 随着氧分压的增加而氧化成高铁铁橄榄石。

高铁铁橄榄石于1962年最先在苏联发现, 后在我国发现, 并命名为莱河矿。它是一种富含 Fe^{3+} 的硅酸盐矿物, 属单斜晶系, 其中 Fe_2O_3 组份的含量超过 FeO , 其理想结晶化学式为: $\text{Fe}^{2+}\text{Fe}_2^{3+}(\text{SiO}_4)_2$ ⁽¹⁾。

1985年, 笔者在安徽绩溪县闻钟岭黑云母二长花岗岩体中采集到一种矿物标本, 其颜色、光泽、晶形和黑钨矿十分相似, 但反光镜下的一些性质、矿物共生组合及蚀变风化产物与黑钨矿却有明显差异。后经详细测试, 确定为高铁铁橄榄石(即莱河矿)。

这是我国继辽宁、河北、吉林之后的高铁铁橄榄石的又一产地, 但其产状有所不同。辽宁和河北两地的高铁铁橄榄石产于太古界变质铁矿和变质岩地层中, 系变质成因⁽²⁾⁽³⁾。吉林产在碱性火山岩中, 是岩浆中业已存在的铁橄榄石在火山喷发过程中经高温氧化而形成⁽⁴⁾。安徽则产于花岗岩中, 以大斑晶出现, 两地虽均与岩浆成因有关, 但高铁铁橄榄石呈大斑晶产出则属于首次发现, 对其进行研究, 可能为进一步提供上地幔或深部地壳成分及其性状提供资料。

一、高铁铁橄榄石的产出特征

高铁铁橄榄石大斑晶产于黑云母二长花岗岩中, 岩石呈细粒花岗结构, 粒度为0.3—1.5mm, 矿物成分为条纹长石、更长石、石英和黑云母。

石英有的呈它形粒状, 有的则交代条纹长石和更长石, 形成显微文象连晶。条纹长石有交代更长石的现象。黑云母集合体主要分布在高铁铁橄榄石的边缘并交代高铁铁橄榄石。从采自岩体的薄片和5个高铁铁橄榄石与岩石接触的薄片来看, 造岩矿物的成分和粒度相同, 只是与高铁铁橄榄石相接触的岩石中黑云母的含量显著地增加。

大斑晶最大粒径可达5cm,微小的磁铁矿自形晶呈浸染状(照片1)或断续脉状(照片2)分布其中。在磁铁矿晶粒边缘有铁闪石,其晶粒裂隙中偶见微小的黄铁矿。

在表生条件下高铁铁橄榄石局部氧化成褐铁矿,磁铁矿轻微氧化生成赤铁矿。

二、高铁铁橄榄石的物理性质和化学成分

高铁铁橄榄石呈半自形厚板状晶体,黑色,半金属光泽。透射光下不透明,反射光下呈灰色,反射多色性微弱,弱非均质性,反射率为11.7—12.4%(545nm)。有的高铁铁橄榄石晶粒由于内部反射率较低(9.9—10.2%)而显不均一性。显微硬度为840.1kg/mm²,相当于摩氏硬度6.4。两组解理完全。

高铁铁橄榄石的X射线粉晶衍射数据列入表1,粉晶衍射数据与其它产地的高铁铁橄榄石的衍射数据相比较,除衍射强度有些差别外,面网间距 d 值几乎完全相同。同时通过大斑晶的风化外壳做的X射线衍射分析,证明其外壳是褐铁矿风化产物。

表1 高铁铁橄榄石X射线粉晶衍射数据(Å)

Table 1 X-ray powder diffraction data of ferrifayalite(Å)

| <i>hkl</i> | 001 | | 020 | | 021 | | 120 | | 002 | | 130 | | 022 131 | | 200 112 | | 041 | | 140 | |
|--|----------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|--|------------|--|------------|--|-----|--|-----|--|
| 辽 宁 ⁽¹⁾ | <i>I</i> | 3 | 1 | 6 | 9 | 3 | 8 | 10 | 6 | 1 | 5 | | | | | | | | | |
| | <i>d</i> | 5.80 | 5.21 | 3.78 | 3.47 | 2.90 | 2.78 | 2.520 | 2.405 | 2.350 | 2.260 | | | | | | | | | |
| 安 徽 (本文) | <i>I</i> | 8 | — | 4 | 6 | 9 | 4 | 10 | 6 | — | 4 | | | | | | | | | |
| | <i>d</i> | 5.82 | — | 3.78 | 3.47 | 2.91 | 2.76 | 2.521 | 2.411 | — | 2.250 | | | | | | | | | |
| $a=4.822\text{\AA}\pm0.005, b=10.176\text{\AA}\pm0.005, c=5.820\text{\AA}\pm0.005, \beta\approx90^\circ$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

该矿物的红外光谱分析数据与国内的高铁铁橄榄石的红外光谱数据基本相同,见表2。

表2 高铁铁橄榄石的红外振动频率

Table 2 Infrared vibration frequency of ferrifayalite

| 产 地 | Si—O伸缩振动频率(cm ⁻¹) | | | | Si—O弯曲振动频率(cm ⁻¹) | | | |
|--------------------|-------------------------------|------|------|-----|-------------------------------|------|-----|-----|
| 吉 林 ⁽⁴⁾ | 1030 | 945 | 872 | 828 | 630 | 580 | 510 | 380 |
| | (hs) | (vs) | (ms) | (s) | (w) | (ms) | (s) | (s) |
| 安 徽 (本文) | 1030 | 940 | 874 | 820 | 620 | 580 | 490 | 380 |
| | (hs) | (vs) | (ms) | (s) | (w) | (ms) | (s) | (s) |

注:hs—肩,vs—很强,ms—中强,s—强,w—弱。

上面列举的X射线粉晶衍射和红外吸收光谱的数据表明,产于安徽绩溪的黑云母二长花岗岩中的大斑晶确属高铁铁橄榄石。

将精选的高铁铁橄榄石矿物样品进行能谱分析和化学分析,其结果分别地列入表3和表4。

表 3 高铁铁橄榄石能谱分析 (%)
Table 3 Energy spectral analyses of ferrifayalite (in percentage)

| 分析点数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 平均 | 换成氧化物 |
|-----------------|--|-------|-------|-------|-------|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| Si—K | 17.23 | 17.95 | 17.54 | 13.01 | 14.92 | 15.69 | 16.01 | 17.48 | 15.16 | 16.11 | 34.47 |
| Mn—K | 3.86 | 4.03 | 3.70 | 5.02 | 4.90 | 4.42 | 6.19 | 0.00 | 1.89 | 3.78 | 4.88 |
| Fe—K | 45.23 | 43.87 | 44.88 | 51.09 | 48.03 | 47.23 | 44.80 | 48.64 | 50.64 | 47.16 | 60.67 |
| O—K | 33.67 | 34.15 | 33.88 | 30.88 | 32.15 | 32.66 | 33.01 | 33.88 | 32.30 | 32.95 | |
| 以4个氧计算的 阳离子数 | Si Fe ²⁺ Mn 1.12 1.64 0.13 | | | 化 学 式 | | (Fe _{1.64} Mn _{0.13}) _{1.67} Si _{1.12} O ₄ | | | | | |

分析者: 李殿东

表 4 高铁铁橄榄石的化学成分
Table 4 Chemical Composition of ferrifayalite

| 氧 化 物 | SiO ₂ | FeO | Fe ₂ O ₃ | Al ₂ O ₃ | MnO | CaO | TiO ₂ | MgO | Σ |
|-----------------|---|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|------------------|------|--------|
| | 28.36 | 11.66 | 52.22 | 0.47 | 5.90 | 0.33 | 0.11 | 0.98 | 100.03 |
| 以4个氧计算的 阳离子数 | Si | Fe ²⁺ | Fe ³⁺ | Al | Mn | Ca | Ti | Mg | |
| | 0.85 | 0.29 | 1.18 | 0.02 | 0.15 | 0.01 | 0.00 | 0.04 | |
| 化 学 式 | (Fe _{1.18} ²⁺ Fe _{0.29} ²⁺ Mn _{0.15} ²⁺ Ca _{0.01} Mg _{0.04}) _{1.67} (Si _{0.85} Al _{0.02}) _{0.87} O ₄ | | | | | | | | |

分析者: 吉林省地质测试研究所。

据上述的化学组成, 不难看出化学分析的硅偏低, 而能谱分析的硅偏高, 其原因除分析方法和手段不同外, 化学分析硅偏低的主要原因是样品不纯, 混杂难以分离的铁氧化物引起的。

此外通过对我国和苏联的五个不同产状的高铁铁橄榄石的锰含量的比较(表 5), 发现与岩浆成因有关的含有较高的锰, 而与变质成因有关的则几乎不含锰。这种现象表明, 锰的存在可以作为判别高铁铁橄榄石成因的标志。

表 5 不同产状的高铁铁橄榄石的Mn含量
Table 5 Mn content of ferrifayalite with different modes of occurrence

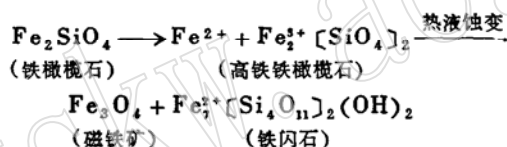
| 产 地 | 锰在分子式中的原子数 | 岩 石 类 型 | 锰 的 分 布 |
|--------------------|------------|-------------|---------|
| 苏 联 ⁽⁸⁾ | 0.393Mn | 花 岗 岩 | |
| 辽 宁 ⁽¹⁾ | 0.00Mn | 变 质 铁 矿 | |
| 河 北 ⁽⁸⁾ | 0.00Mn | 变 质 岩 | |
| 吉 林 ⁽²⁾ | 0.26Mn | 火 山 岩 | |
| 安 徽 | 0.30Mn | 黑 云 母 花 岗 岩 | |

三、高铁铁橄榄石的成因

橄榄石是 SiO_2 的不饱和矿物,因此它不与石英共生,按理是不可能在花岗岩类岩石中出现橄榄石的,但事实上自然界从花岗岩、花岗伟晶岩、流纹岩中都曾见到与石英共生的铁橄榄石(Fe_2SiO_4)。

高铁铁橄榄石大斑晶自形程度较好,没有强烈的熔蚀现象,也未见呈碎块状出现,所以不是花岗岩浆在上升通道捕获的捕虏晶;大斑晶中也未见含有其它矿物的残晶,所以也不是交代形成的斑状变晶。

根据酸性岩中有铁橄榄石的存在,笔者认为大斑晶形成于上地幔或深部地壳的高温、高压条件下,最先从花岗岩浆中结晶的不是高铁铁橄榄石而是铁橄榄石的高压变晶。当岩浆沿深断裂向上部运移过程中,由于局部氧分压的增加,使铁橄榄石氧化生成高铁铁橄榄石,在岩浆结晶的晚期随着挥发分和氧分压的进一步增高,高铁铁橄榄石受蚀变生成磁铁矿和铁闪石,生成过程如下:



高铁铁橄榄石的产状不同,成因也不同。就安徽绩溪产出的高铁铁橄榄石而论,是从花岗岩浆中结晶的,并且是由铁橄榄石氧化生成的,至于高铁铁橄榄石蚀变生成磁铁矿和铁闪石,后期氧分压升高,含 H_2O 和 SiO_2 的流体是必要条件。

参 考 文 献

- [1] 中国地质科学院地质矿产研究所,北京大学地质地理系高铁铁橄榄石研究组,1976,高铁铁橄榄石及其晶体结构,地质学报,第2期,160—175页。
- [2] 中国科学院贵阳地球化学研究所,辽宁冶金地质勘探公司101地质队莱河矿研究组,1976,莱河矿——一个铁硅酸盐新矿物,地球化学,第2期,95—103页。
- [3] 应育浦、从柏林、李哲、张儒琰,1981,石英铁榴石易溶岩中高铁铁橄榄石的研究,科学通报,第26卷,第1期,36—39页。
- [4] 赵良超、于学信、胡雅安,1982,我国吉林省高铁铁橄榄石(莱河矿)的研究,科学通报,第27卷,第12期,744—747页。
- [5] N.В. Гинзбург и др, 1962, Фаялит Гранитных Порода и Продукты его изменения (Кураминский Хребет, Средняя Азия). Труды минералогического музея. Выпуск, 13. 16—42.

(转下页)

A Study on Megaphenocrysts of Ferrifayalite from the Biotite Monzonitic Granite in Jixi, Anhui

Dai Yanling

(Anhui Institute of Geological Sciences)

Li Diandong Yu Guimei Zhao Liangchao

(Jilin Institute of Geological Sciences)

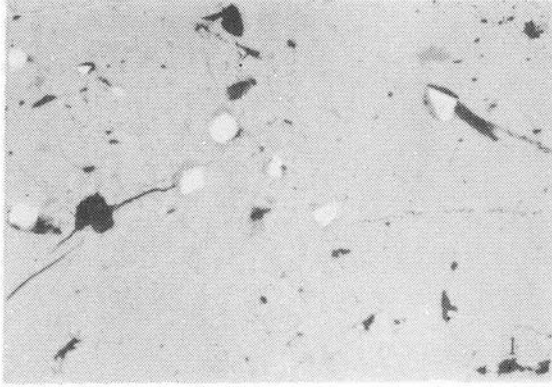
Key words: ferrifayalite; megaphenocryst

Abstract

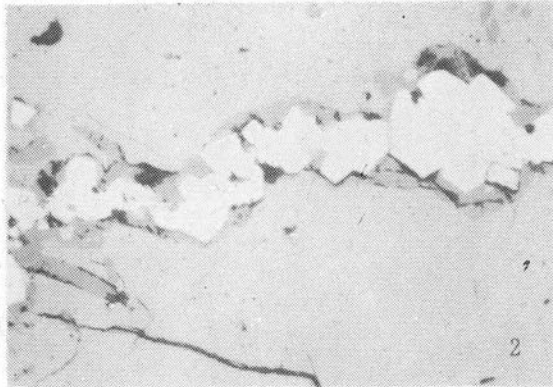
Megaphenocrysts of ferrifayalite occur in biotite monzonitic granite in Jixi county, Anhui province. The rock shows finegrained granitic texture and consists of perthite, oligoclase, quartz and biotite. The megaphenocrysts can reach 5cm in grain size, and contain small euhedral magnetite crystals in the form of dissemination or discontinuous veins. Under hypogene conditions, ferrifayalite has been partly converted into limonite through oxidation, and the megaphenocryst is quite similar to wolframite in shape, color and luster.

The megaphenocrysts were formed in upper mantle under the condition of high temperature and pressure. The high-pressure metacrysts of fayalite were first separated out from the granitic magma through crystallization; during the upward migration of magma along the deep fault, these metacrysts were oxidized into ferrifayalite with the increasing oxygen partial pressure.

戴延龄等：安徽省绩溪黑云母二长花岗岩中高铁铁橄榄石大斑晶的研究



照片 1. 磁铁矿(白色)在高铁铁橄榄石(灰白色)中呈浸染状, 磁铁矿边缘的矿物是铁闪石(灰色)。光片 $\times 80$



照片 2. 磁铁矿(白色)呈断续脉状分布在高铁铁橄榄石(灰白色)中, 磁铁矿边缘的矿物是铁闪石(灰色)。光片 $\times 80$