

阿尔卑斯型超基性岩矿物中硅酸盐 熔体包裹体的发现及其地质意义

彭 礼 贵

(中国地质科学院西安地质矿产研究所)

自 E. Roedder (1965) 始, 国内外曾陆续有人对碱性玄武岩内尖晶石二辉橄榄岩等超基性深源包体矿物中的 CO_2 包裹体和含 CO_2 熔体包裹体进行过系统研究^[1-3]。但是, 迄今为止, 在我国地质文献中尚未有人报道过在阿尔卑斯型超基性岩矿物中有硅酸盐熔体包裹体产出。作者在我国西部西准噶尔地区古生代蛇绿岩套底部的阿尔卑斯型超基性岩中, 首次发现了硅酸盐熔体包裹体, 获得一些新的研究数据, 这对于揭示该类岩石的成因, 认识深部地质作用及其演化将有着重要意义。

一、地 质 概 况

西准噶尔地区属准噶尔褶皱带西段。阿尔卑斯型超基性岩成群成带分布于古生代蛇绿岩套的底部。超基性岩体主要由斜辉橄榄岩组成, 并含有大小不一, 数量不等的纯橄岩和含单辉斜辉橄榄岩分离体。岩石的 B/S 值* 1.54—1.98 值*, M/F 值* 8.6—11.8, 属镁质超基性岩。主要造岩矿物为镁橄榄石 (Fo 90.3—93.5), 其次为顽火辉石 (En 90—92.2), 透辉石 (En 46—51 Fs 2.4—7 Wo 44—50) 少量, 附生铬尖晶石属铬铁矿、铝铬铁和富铬尖晶石 (基础晶胞原子数^[4]: Cr^{+3} 4.6—13.8 Al^{+3} 2.2—11.3 Fe^{+3} 0.03—3.8 Fe^{+2} 2.3—7.4 Mg 0.6—5.7)。岩石广泛遭受塑性变形作用, 矿物发生晶格滑移位错和重结晶作用, 原岩结构发生改造, 形成一套以残碎斑结构为主, 并有糜棱结构的超基性糜棱岩。

二、矿物包裹体类型及特征

硅酸盐熔体包裹体主要分布于原生残碎斑状橄榄石(图 1)中, 原生残碎斑状顽火辉石(图 2)和透辉石(图 3)中较少, 附生铬尖晶石中偶或见之(图 4)。重结晶次生橄榄石和辉石中未发现任何包裹体。

熔体包裹体属演化型原生全结晶化硅酸盐熔体包裹体^[5]。包裹体呈主矿物负晶形产出, 外形比较浑圆, 大小 6—58 μ , 多在 20 μ 左右。包裹体的原始熔体充填物已全部结晶, 晶相子矿物约占 90—99%; 收缩气泡约占 1—10%。晶相子矿物主要有橄榄石(70—95% 一体积%, 下同)、辉石(5—25%)、尖晶石子矿物仅在少数包裹体中见到, 数量很少。收缩气泡在少数包裹体中清楚可辨, 呈不规则状或不规则浑圆状; 大多数包裹体中, 由于充填物已全部结晶, 使最初呈浑圆形的收缩气泡被挤压变形而难于鉴别。包裹体一般呈孤星状分布于主矿物中, 偶尔也

本文 1985 年 8 月 27 日收到。

* $B = \text{MgO} + \langle \text{FeO} \rangle$, $S = \text{SiO}_2$, $M = \text{MgO}$ 和 $F = \langle \text{FeO} \rangle$ 原子数目。



图1 橄榄石中的全结晶化硅酸盐熔体包裹体



图2 顽火辉石中的全结晶化硅酸盐熔体包裹体



图3 透辉石中的全结晶化硅酸盐熔体包裹体



图4 附生铬尖晶石中的全结晶化硅酸盐熔体包裹体

可见到群体分布。

橄榄石子矿物呈灰白色或略带淡黄色的灰白色,多为单晶状,少数及多晶集合体。电子探针分析查明(表1), Fo90.6—94.6, 与主矿物橄榄石 (Fo90.6—93.5) 的化学成分基本一致,属镁质橄榄石。

辉石子矿物呈针柱状或齿状垂直包裹体腔壁生长,非常细小,长度一般小于 2μ , 少数可达 $5-8\mu$ 。呈灰白色和黄绿色。前者平行消光,多为细小齿状物,比较常见,可能为斜方辉石;后者斜消光(消光角 $\leq 30^\circ$), 不多见,但有时可到稍大点的针柱体,经电子探针分析*, 化学成分(重量%,下同)为: SiO_2 49.89、 TiO_2 0.26、 Al_2O_3 1.21、 Cr_2O_3 0.35、 FeO 4.27、 MnO 0.10、 MgO 20.76、 CaO 20.54、 K_2O 0.01、 Na_2O 0.17, 合计 97.51, En 54.4 Fs6.4 Wo 39.2, 属顽透辉石。

尖晶石子矿物多分布于收缩气泡壁上以及与橄榄石子矿交生,呈尘粒状和八面体,数量很少,多数包裹体内很难见到,具棕褐色或黑色。经电子探针分析**: SiO_2 0.22、 TiO_2 0.07、 Al_2O_3 44.80、 Cr_2O_3 21.64、 FeO 15.99、 MnO 0.26、 CoO 0.09、 MgO 14.99、 NiO 0.12、 CaO 0.01、 K_2O

* 分析者: 李家驹等,中国科学院地质研究所电子探针组。

** 分析者: 傅光学,中国地质科学院成都地质矿产研究所电子探针组。

0.00、Na₂O 0.00、Zn 0.49，合计 98.68。基础晶胞原子数为：Al³⁺ 12.0 Cr³⁺ 3.9 Fe³⁺ 0.1 Fe²⁺ 3.0 Mg²⁺ 5.0，属镁质富铬尖晶石。

表1 全结晶化硅酸盐熔体包裹体橄榄石子矿物及主矿物橄榄石化学成分(重量%)

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
岩石类型	纯橄岩		橄 榄 岩						
主矿物	橄榄石		橄 榄 石				附生铬尖晶石		
氧化物	主矿物 橄榄石	子矿物 橄榄石	主矿物 橄榄石	子矿物 橄榄石	主矿物 橄榄石	子矿物 橄榄石	造岩矿物 橄榄石	子矿物 橄榄石	子矿物 橄榄石
SiO ₂	41.05	40.59	40.57	40.71	41.11	41.41	41.31	41.76	40.49
TiO ₂	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al ₂ O ₃	0.00	0.02	0.01	0.02	0.02	0.00	0.01	0.10	0.19
Cr ₂ O ₃	0.01	0.02	0.03	0.05	0.03	0.00	0.03	0.57	0.56
FeO	7.69	9.11	8.76	8.25	8.72	7.75	6.39	6.48	5.27
MnO	0.13	0.13	0.11	0.16	0.14	0.13	0.07	0.10	0.12
MgO	51.16	49.78	50.22	53.22	50.74	50.08	52.33	51.74	52.49
CaO	0.03	0.03	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
K ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
NaO	0.04	0.00	0.02	0.02	0.00	0.04	0.02	0.01	0.03
合计	100.11	99.78	99.73	102.28	101.18	99.43	100.16	100.78	99.58
FO	92.13	90.61	90.60	91.86	91.12	91.89	93.53	93.35	94.56
Fa	7.87	9.39	9.40	8.14	8.88	8.11	6.47	6.65	5.44

分析者：李家驹、韩秀玲，中国科学院地质研究所电子探针组(1、2、5—9 样品)。
傅光学，中国地质科学院成都地质矿产研究所电子探针组(3、4 样品)。

综上所述，全结晶化硅酸盐熔体包裹体的晶相子矿物种类、数量关系和化学成分与超基性岩的造岩矿物种类、数量关系和化学成分基本相似，说明熔体包裹体所包裹的这部分硅酸盐熔浆的化学成分和结晶演化条件与超基性岩浆的化学成分及结晶成岩条件基本一致。

三、包裹体均一化温度和捕获压力测定

全结晶化硅酸盐熔体包裹体的均一温度系用 Leitz 1350 显微热台和高温电炉淬火法进行测定。挑选无裂隙、无泄漏的包裹体试样置于显微热台中，充填氩气作为保护气氛，防止主矿物中的 Fe²⁺ 高温下氧化成 Fe³⁺。800℃ 前升温速率为 10°—12℃/分钟，从 800℃ 开始，每升高 50°—100℃ 恒温 30 分钟，至子矿物开始熔化，缩小加热恒温间隔，直到包裹体均一化。高温电炉淬火法则是将试样装入石英管或刚玉管中，充填纯石墨粉作为保护剂，利用石墨在高温燃烧时生成 CO₂ + CO，产生还原环境以防止主矿物在高温下氧化；淬火间隔：800°—1000℃ 为 100℃，1000°—1200℃ 为 50℃，>1200℃ 为 30°—50℃；与显微热台实验相仿，800℃ 以上亦采取分阶段恒温加热。所测得的包裹体均一温度为 1218°—1325℃ (表 2)。

熔体包裹体捕获压力是将橄榄石中的全结晶化硅酸盐熔体包裹体的均一化温度投于 P. J 威利(1971)^[6] 的橄榄岩 P-T 相图(图 5) 中，可以近似估计本地区阿尔卑斯型超基性岩橄榄石中的全结晶化硅酸盐熔体包裹体约在 11—13.8 千巴压力被捕获(取静岩压力值=0.28 千巴/公里，相当于 40—50 公里深处)。

表2 全结晶化硅酸盐熔体包裹体均一化温度

序 号	岩石名称	主矿物	初熔温度 (°C)	均一化温度 (°C)	测定个数	测温方法
1	橄榄岩	橄榄石	sp* 1050—1100	1275—1325	2	电炉淬火法
2	同上	同上	py 1100—1150	1225—1250	1	同上
3	同上	同上		1218	1	同上
4	同上	同上	1150±20(py)	1300	1	同上

* sp——尖晶石矿物, py——辉石矿物。

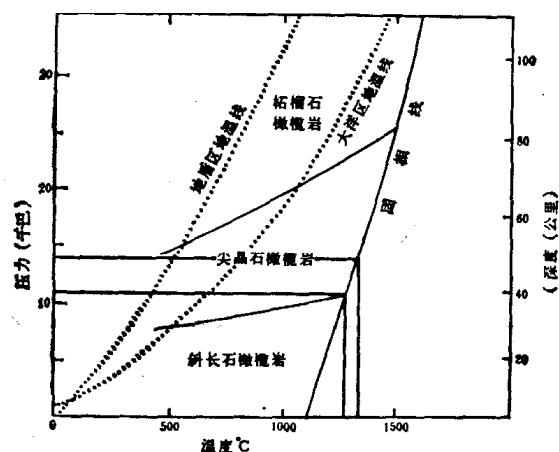


图5 橄榄岩 P - T 概略相图
(根据 P. J 威利, 1971)

四、阿尔卑斯型超基性岩形成条件及成因讨论

众所周知, 硅酸盐熔体包裹体是岩浆结晶过程中被捕获在岩浆岩矿物晶体缺陷内的天然岩浆珠滴^[7]。西准噶尔地区阿尔卑斯型超基性岩矿物中原生全结晶化硅酸盐熔体包裹体的发现, 证明该类岩石并非上地幔部分熔融淬取玄武岩浆后难熔残余物, 经热动力作用, 变质迁位到壳层的地幔岩残块^[8,9]。它们乃是上地幔物质部分熔融后所形成的一种超镁铁质岩浆结晶作用的产物, 应属岩浆成因。橄榄石类矿物中的全结晶化硅酸盐熔体包裹体的均一化温度和捕获压力, 说明橄榄石类矿物约在 11—13.8Kb、温度 1200°—1300℃ 条件下结晶析出。由于该类岩石是在上地幔深源环境中结晶, 温度散失极为缓慢, 除形成本地区矿物颗粒粗大 (3—10mm) 的粗粒状结构的超基性岩外; 造岩矿物中的硅酸盐熔体包裹体在封闭之后, 也同样经历了一个十分缓慢的冷却降温过程, 其硅酸盐熔浆充填物已充分演化, 全部结晶, 形成全结晶化硅酸盐熔体包裹体。岩石中各种造岩矿物和硅酸盐熔体包裹体中的子矿物成分稳定和一致, 表明该类超基性岩是在相对恒定的物理化学条件下由超基性熔浆结晶形成。固态塑性变形作用中形成的重结晶次生橄榄石和辉石矿物中未发现任何包裹体, 说明本地区超基性岩塑

性变形作用发生在岩浆成岩之后比较干的环境中。

致谢：本文得到夏林圻博士的审阅和帮助，在此表示感谢。

参 考 文 献

- [1] Roedder, E., *Amer. Mineral.*, **50**(1965), 1746—1782.
- [2] Roedder, E., *Earth and Planetary Science Letters*, **66**(1983), 369—379.
- [3] 夏林圻, 矿物学报, 1984, 2: 133—142.
- [4] H. B. 巴甫洛夫, 铬尖晶石类矿物化学成分与超基性岩侵入体岩石成分之间的关系, 科学出版社, 1959, 12—20.
- [5] 夏林圻, Clocchiatt, R., 科学通报, **29**(1984), 9: 551—556.
- [6] Wyllie, P. J., 动力地球学, 地质出版社, 1971, 104.
- [7] Xia Linqi (夏林圻), Contribution à l'étude des inclusions Vitreuses dans différents Minéraux des laves thermométriques optiques, barométriques, Composition Chimique, Thèse de Doctorat, Université de Paris-sud 1984, 36.
- [8] A. E. 林伍德, 地幔的成分与花岗岩学, 地震出版社, 1981.
- [9] H. S. YODE, J. R., 玄武岩浆成因, 地质出版社, 1976, 11—40.