

# 地幔流体作用微观踪迹特征和意义研究

——以云南六合富碱斑岩及其深源包体岩石为例\*

楚亚婷, 刘显凡, 赵甫峰, 李春辉, 宋祥峰, 蔡永文, 蔡飞跃,  
吴冉, 肖继雄

(成都理工大学地球科学学院, 四川 成都 610059)

鹤庆六合富碱斑岩体处在丽江-剑川-洱海弧形断裂带东侧的北东向断陷盆地中, 主要为霓辉正长斑岩。本文通过对寄主岩及其深源包体岩石的岩相学研究结合电子探针、扫描电镜和能谱分析可以看出:

(1) 石榴辉橄岩和橄榄黑云石榴辉石岩中发育滑石或蛇纹石蚀变部位的石榴石明显发育隐晶-微晶黑色不透明物质包边, 甚至完全交代石榴子石, 表明蚀变作用与隐晶-微晶黑色不透明物质的贯入有关; 金云石榴透辉岩中伴随原岩透辉石被细粒角闪石交代, 黑色不透明物质沿角闪石解理缝贯入呈网状分布, 而金云母呈交代残晶状并向水黑云母过渡, 同时伴随绿泥石化蚀变, 交代蚀变的同时析出铁金红石晶体; 更为明显的是发育黑色不透明物质反应边的石榴子石内部裂隙被后期交代角闪石所充填。此外, 原透辉石(或辉石)发育蛋白石化并伴随微晶黑色不透明物质(金属)矿化, 并可见分散残留状的原透辉石和金云母, 其黑色不透明物质在高倍单反镜下可见由两相物质构成的熔离交生结构。可见, 黑色不透明物质是引发寄主岩石和包体岩石中交代蚀变和金属矿化的重要物质源和动力源。

(2) 岩体中新近发现一类特殊包体, 如图1F所示。它与主岩接触界线清晰, 无烘烤边和冷凝边, 放大镜下仅见很窄的混染过渡带; 包体岩石呈微晶-隐晶结构, 致密块状构造; 由于颗粒极细, 透光及反光显微镜下几乎无光性和反光特征。岩相学显示该包体岩石不是一般所谓的火山玻璃岩石, 而是具有某种特殊成分和性质的微晶-隐晶的过冷凝固体, 其镜下特征与其它深源包体岩石中随蚀变广泛发育呈脉状和网脉浸染状的黑色不透明物质一致; 其全岩分析显示富Fe、Si ( $\text{TFe}_2\text{O}_3$  17%,  $\text{SiO}_2$  57%), 且低Ca、Mg, 其硅同位素组成为 $\delta^{30}\text{Si} = -0.8$ , 具有地幔源特征(刘显凡等, 2006), 表明该特殊包体岩石的物质组成和起源与地幔有关。根据成分测试结果, 综合定名为富铁熔浆包体(刘显凡等, 2010)。

(3) 对黑色不透明物质和富铁熔浆包体采用电子探针、扫描电镜及能谱分析(数据略)。图1A为角闪石化石榴辉石岩包体中黑色不透明物质的扫描电镜背散射电子图像, 图1B和图1C为富铁熔浆包体的扫描电镜背散射电子图像。由此可以看出以下特征:

① 图1A—C反映的图像特征代表了穿插于该岩石体中寄主岩石和各类包体岩石的黑色不透明物质和富铁熔浆包体的基本物相特征, 即在透光显微镜下呈黑色不透明的物质在扫描电镜背散射电子图中表现为两部分: 暗色部分为硅酸盐和石英等非金属矿物微晶, 白色部分由铁和氧组成的微晶金属矿物, 两部分矿物呈熔离关系交生。因此, 黑色不透明物质是以硅酸盐和石英等非金属矿物的超显微晶为主, 并含有特殊成分金属矿物的富铁超显微隐晶固体, 综合定名为富铁玻璃。

② 表1显示, 富铁玻璃中的硅酸盐矿物成分是不同的。测点7和8的数据显示, 富铁熔浆包体中的某矿物总量超过100%, 且主要成分为 $\text{SiO}_2$ , 这种在定量分析前提下出现总量异常, 表明其物质组成中存在主要组分之间的单质成分互化物, 经如表1所示的换算, 结合深源条件下最常出现的以硅为主的简单互化物,

\*本文得到国家自然科学基金项目(40773031)资助

第一作者简介 楚亚婷, 女, 1983年生, 博士研究生, 矿物学、岩石学、矿床学专业。Email: chuyating@163.com

推测其缺失成分为碳。由此推定, 所测微晶矿物为碳硅石。

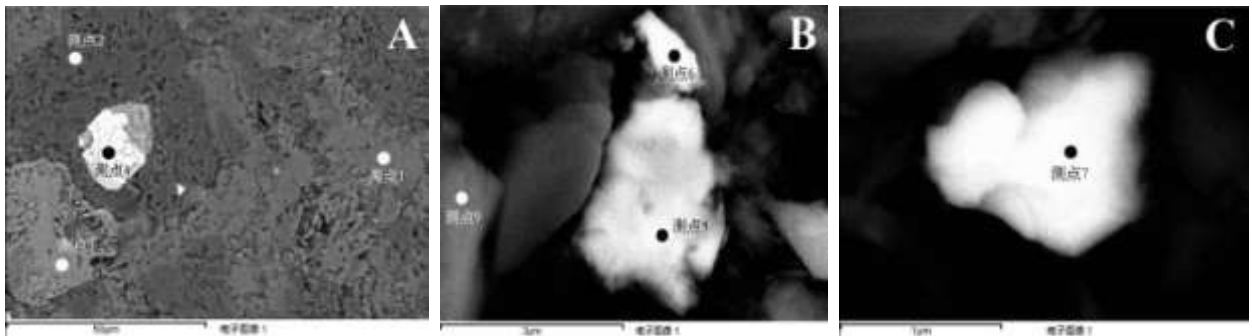


图1 深源包体中黑色不透明物质及富铁熔浆包体的显微矿物组成特征

③ 微晶自然铁, 从成分数据看, 测点5最接近标准数据, 成分中出现的少量Si、Al、O不可能与占84.02%的Fe原子构成含铁的硅酸盐矿物, 只能视为射线束斑触及自然铁周围的微晶硅酸盐成分。据此判定测点5-7所测微晶确为自然铁。

④ 图1B和图1C显示, 富铁熔浆包体以富铁硅酸盐和石英等非金属矿物为主, 含有地幔标型矿物, 如: 碳硅石、自然铁、钛铁矿和镜铁矿及其它特殊地幔非金属矿物, 如: 金红石、锆石及目前矿物相未知的呈片状和柱状的富铁硅酸盐矿物的微晶固体。研究认为, 该包体是富碱岩浆在还原条件或缺氧环境下携带的互不混溶的地幔流体物质, 经快速冷凝而形成电子显微镜级的微晶固体, 是地幔流体作用的现实微观踪迹表现。

(4) 上述已证实富铁玻璃在电子显微镜下呈超显微晶质或非晶质固体, 一般出现在熔浆流体快速过冷凝条件下; 其成分以硅酸盐为主, 部分石英及特征地幔矿物, 不是热卤水作用所具有的矿物组成特征; 图1E和图2A和B显示金属矿物与硅酸盐矿物呈熔离交生关系, 这类似于Bea等(2001)研究认为的碱性熔浆在冷却过程中发生的成分不混溶熔离现象。另外, 表1和表2显示, 在富铁玻璃和富铁熔浆包体中测得碳硅石、自然铁、金红石、钛铁矿、镜铁矿、锆石和磷灰石等, 这被认为是典型的地幔标型矿物。由此可以初步断定, 富铁玻璃和富铁熔浆包体是具熔浆和超临界性质的地幔流体被富碱岩浆俘虏, 在互不混溶的条件下, 富碱岩浆与富铁玻璃同步运移, 富铁玻璃伴随挥发份逸失和富碱岩浆结晶成岩过程而对寄主岩石和包体岩石产生不同程度的浸染和交代的同时, 自身快速凝固固结而形成电子显微镜级的隐晶-超显微晶-非晶质固体, 是地幔流体作用现实微观踪迹的两种表现形式。该地幔流体作用的微观踪迹不仅在滇西地区的玉龙县小桥头岩体(宋祥峰等, 2007)和剑川县金河岩体(刘显凡等, 2009)已有发现和论证, 而且在该区重要的金顶超大型铅锌矿床和老王寨大型金矿床的矿化围岩和矿石中也发现其活动踪迹(另文论证)。由此可见, 富铁玻璃和富铁熔浆包体所反映的地幔流体活动, 受控于该区新生代的金沙江-哀牢山深大断裂, 流体的物质组成和性质演化伴随其与富碱岩浆的分离程度, 及其在参与地壳中成岩成矿过程中引发交代蚀变和壳幔混染的程度。因此, 开展对地幔流体作用微观踪迹的研究, 对于分析和论证滇西地区多金属成矿的深部地质作用规律具有重要的理论和现实意义。

#### 参考文献

- 刘显凡, 宋祥峰, 卢秋霞, 等. 2006. 地幔流体在滇西富碱斑岩成岩成矿过程中的作用——地质年代学 and 同位素地球化学制约[J]. 吉林大学学报, 36(4): 503-510.
- 刘显凡, 赵甫峰, 陶 专, 等. 2009. 云南剑川金河岩体中地幔流体交代特征及其成矿作用意义[J]. 矿床地质, 28(2): 185-194.
- 刘显凡, 蔡永文, 卢秋霞, 等. 2010. 滇西地区富碱斑岩中地幔流体作用踪迹及其成矿作用意义[J]. 地学前缘, 17(1): 114-136.
- 宋祥峰, 刘显凡, 陶 专, 等. 2007. 地幔流体的交代作用-来自碱性正长岩及其深源岩石包体的证据[J]. 岩石矿物学杂志, 26(1): 310-314.
- Bea F, Arzamastsev A and Montero P. 2001. Anomalous alkaline rocks of Soustov, Kola: Evidence of mantle-driven metasomatic fluids crustal material[J]. Contributions to Mineralogy and Petrology, 140(5): 554-566.