

太古宙花岗质岩石中暗色包体类型及地质意义

方占仁 林 强

(长春地质学院)

华北陆台北缘广泛分布着太古宙花岗质岩石(英云闪长质-奥长花岗质-花岗质片麻岩),按成因它们可分为:受变质花岗岩(古深成侵入体)、碱性交代花岗岩及深熔花岗岩。这些岩石中广泛分布着暗色包体,按成因及来源可以分为:深源火成岩包体、围岩包体及深熔同生包体。这些包体在形态、分布、矿物成分,结构及矿物化学等特征上存在着明显的差异。研究表明,这些包体是花岗岩成因研究中的重要标志之一。

1. 包体岩石类型及分布 花岗质岩石中的暗色包体岩石类型,形态及分布,结构构造特征见表1。

表 1 暗色包体岩石类型及其特征

		岩石类型	形态及分布	结构构造
深源火成岩包体		闪长岩-辉长岩类 辉长岩-苏长岩类 辉长岩-橄榄岩类 角闪石岩类 石榴透辉岩类	一般呈椭圆状,透镜状,囊状,拉长条带等形态分布各类片麻岩中,几厘米至几十厘米。	变晶结构,弱片麻构造具变余辉长结构,嵌晶含长结构,堆积结构,包橄结构,半自形-全自形粒状结构等火成结构
	围岩包体	各种麻粒岩 各种斜长角闪岩 各种变粒岩 各种片岩等	一般条带状,似层状,角砾状,透镜状等形态,分布在各类片麻岩中,几十厘米至几十厘米。	变晶结构,片麻状构造,具变余火山结构(斑状,碎屑结构等),粉砂结构等火山-沉积结构
深熔同生包体	聚集包体	黑云母岩 角闪石岩 (除黑云母,角闪石外,含少量透辉石、斜长石、石英等)	条带状,条片状,环边状,团块状等形态分布在深熔脉体中与深溶脉体密切伴生	聚集度变晶结构,溶蚀结构,弱片麻状构造。榍石、磷灰石、磁铁矿常聚集成团分布在暗色岩条带中
	改造包体	斜长角闪岩 角闪变粒岩 黑云变粒岩 各类麻粒岩	团块状,条带状,似层状分布在片麻岩中,常出现暗色环边或眼圈	变晶结构,片麻状构造,被改造部分与深熔聚集包体相似,残留部分与围岩包体相似

深源火成岩包体：主要见于冀东迁安、太平寨、王厂，马兰峪一带出露的英云闪长质-奥长花岗质，花岗闪长质-二长花岗质片麻岩中。包体规模一般较小，小者几一十几厘米，最大者几十厘米。一般呈浑圆状、椭球状、透镜状等形态出现。包体与寄主岩之间一般界限较清晰。包体内具有弱的片麻状构造，其片理方向与寄主岩片理方向一致。常见岩石类型有：细粒辉长岩、细粒透辉石英闪长岩、苏长辉长岩、辉长苏长岩、苏长岩、辉长斜长岩、二辉岩、方辉岩、橄榄角闪二辉岩、角闪橄榄方辉岩、方辉橄榄岩、石榴角闪岩及石榴透辉岩等。这些岩石中除变晶结构以外，仍能找到变余火成结构（辉长结构、嵌晶含长结构、堆积结构、包橄结构、半自形—全自形粒状结构）的残余，而含有这些包体的各种花岗质片麻岩类也具有半自形粒状结构、斜长石卡钠联合双晶、斜长石环带等火成结构构造的残余。其中，呈斜长岩小球双包体中的斜长石牌号高达An83，反映其母岩为基性火成岩特征。

围岩包体：围岩包体是太古宙花岗质岩石中最常见的包体岩石类型，既可以作为捕虏存在于古深成侵入体中，也可以呈残留体存在于碱性交代等作用形成的花岗质片麻岩或深熔作用形成的片麻岩中。其包体岩石类型常常是围岩中可以见到的各种变质岩类。在麻粒岩相变质地区主要是各种麻粒岩类（紫苏麻粒岩、二辉麻粒岩、角闪二辉麻粒岩等），而在角闪岩相变质地区主要是各种角闪质岩石（斜长角闪岩、透辉斜长角闪岩等）、各种变粒岩类（角闪变粒岩，角闪黑云变粒岩等），或各种云母片岩等。包体常具有明显的片麻状构造，一般呈条带状，似层状，透镜状等形态分布在各种花岗质片麻岩中。包体与寄主岩之间界限一般模糊不清，有时呈阴影状渐变过渡。当其寄主片麻岩受到深熔作用改造时，其中的围岩包体也受到改造而成为深熔改造包体。这类包体以变晶结构为主，偶尔见变余火山结构（斑状结构，碎屑结构），变余粉砂结构的残余。

深熔共生包体：深熔共生包体包括深熔聚集包体的深熔改造包体。前者是在深熔作用过程中，发生熔融作用的母岩中难熔组分聚集形成的暗色矿物团或条带，而后者是指在深熔作用中受改造的围岩包体。深熔聚集包体常与深熔脉紧密伴生。常见的包体岩石类型有黑云母岩、角闪石岩或角闪石黑云母岩、黑云母角闪石岩等，除黑云母、角闪石外，还含少量透辉石、斜长石、石英等矿物。榍石、磷灰石、磁铁矿常聚集成副矿物团分布在暗色包体中，深熔聚集包体常与深熔熔脉体一起分布在深熔母岩——各种片麻岩的褶皱构造的膨大部位或转弯处，有时出现褶皱构造的裂隙中。表明深熔聚集包体与深熔脉体是在构造形变过程中与母岩发生分离作用的产物。

深熔改造包体常与深熔花岗岩伴生，一般呈团块状，不规则角砾状等形态分布在花岗岩中。在这些包体的周围常常可以见到由于受深熔作用改造（部分熔融）而形成的暗色镶边，这些暗色镶边常由角闪石、黑云母单矿物组成。与深熔聚集包体中的黑云母或角闪石岩区别在于暗色镶边的内部可以见到变质岩（斜长角闪岩、角闪变粒岩）的残核。当这些残核全部消失时，则被改造成聚集包体。

2. 包体矿物化学 (1) 深源火成岩包体矿物化学：将深源火成岩包体中的斜方辉石、单斜辉石、角闪石与寄主岩中同名矿物的化学成分加以对比则表明：①与寄主片麻岩相比，包体中的斜方辉石明显富MgO和 Al_2O_3 ，前者MgO含量为23—31%，而后者为21—16%。其中，角闪橄榄方辉岩包体中的斜方辉石含镁辉石分子（ $MgSiO_3$ ）高达83%，属于顽火辉石。而 Al_2O_3 含量，前者（3.16—3.26%）高于后者（0.93—1.52%）数倍。②与寄主片麻

岩相比,深源火成岩包体中的单斜辉石明显富 Al_2O_3 、 TiO_2 ,而贫 SiO_2 、 MgO 。其中,石榴透辉岩中的单斜辉石具有淡绿多色性,其 Al_2O_3 (6.878%)含量相当于寄主片麻岩——英云闪长质片麻岩中单斜辉石 Al_2O_3 (1.50—1.90%)含量的3倍还多。有些类似榴辉岩中的绿辉石,但与绿辉石相比,前者贫钠($\text{Na}_2\text{O}=0.655$)。与之共生的石榴石虽具淡粉红多色性,但与镁铝榴石相比贫 MgO 。③与寄主片麻岩中的角闪石相比,深源火成岩包体中的角闪石也明显地富 Al_2O_3 、 MgO 、 Na_2O 、而贫 TiO_2 、 FeO^* 、 K_2O 。

(2) 围岩包体的矿物化学:研究表明,围岩包体中的角闪石、黑云母与围岩中同类岩石中的同种矿物的矿物化学特征十分相似,表明它们是在相同物理化学条件下的产物。

(3) 深熔共生包体矿物化学:深熔聚集包体中的黑云母与母岩相比富 FeO^* ,而贫 MgO ,与深熔脉体中的分散状黑云母相比富 MgO 而贫 FeO^* 。角闪质聚集包体中的角闪石与母岩及围岩包体中的角闪石相比,除 MgO 、 SiO_2 、 TiO_2 略偏高外,而 Al_2O_3 、 FeO 、 K_2O 、 Na_2O 特征都十分相近。

深熔改造包体中的角闪石、黑云母与改造残核中的角闪石、黑云母在矿物化学特征上十分相似,表明这些暗色矿物形成于相同的物化条件,在深熔作用中作为难熔物而残留下来。

3. 包体形成条件 从以上包体形态、结构等特征及矿物化学特征可以看出:(1)深源火成岩包体具有深源火成岩的结构,矿物化学明显富 Al_2O_3 和 MgO ,推测其来源较深。运用二辉石矿物对测温结果表明其形成温度为750—1050℃,而其寄主岩形成温度为600—800℃之间,两者相差近200℃。另据Akeila等人运用斜方辉石压力计计算的角闪橄榄方辉岩形成压力为25—27kbar。由此可以推测深源火成岩包体可能代表花岗质岩石的母岩浆(基性岩浆)在地壳深部的早期结晶分离相。而有些包体(如角闪橄榄方辉岩)可能代表母岩浆形成的源区——上地幔的岩块。进一步说明包含有这些暗色包体的花岗质片麻岩,是深源火成岩浆发生结晶分异作用之后形成了残余岩,其上侵并经受变质作用改造的产物。(2)围岩包体的岩石及矿物化学特征都表明它们与围岩形成于相同的物理化学条件。即在麻粒岩相变质地区,其形成温度为650—800℃,压力为7—11kbar,而在角闪岩相变质地区,其形成温度为600—670℃,压力为4—7kbar。与区域变质作用的条件相当。(3)深熔聚集包体中的角闪石与围岩及围岩包体中角闪石光性及矿物化学特征十分接近,表明它们在深熔作用中没有发生熔(溶)化(解),仍然保留着变质围岩中同名矿物的化学特征,是深熔作用中难熔组分的残留聚集物。黑云母则分两种情况:呈聚集包体分布的黑云母在光学性质及矿物化学特征上与母岩中的同种矿物相近,因此也是深熔作用中难熔组分的残留聚集物。而分散在深熔脉体中的黑云母在光性(颜色浅、折光率低等),矿物化学特征(MgO 含量低)上与聚集包体中的黑云母具明显差异,而与深熔花岗岩(秦皇岛花岗岩)中的黑云母十分相似,表明它们是在新的物化条件下形成的。矿物化学计算表明其形成温度为640—650℃,压力为1—4kbar,代表深熔低共结岩浆结晶的温度。

上述研究说明,太古宙花岗质岩石中暗色包体的研究为太古宙花岗质岩石的成因研究提供了可靠的证据。尤其是深源火成岩包体及深熔共生包体的研究为古深成侵入体和深熔花岗岩的确认提供了可靠的岩相学和矿物化学依据。