

## 长石交代岩——矿床的新成因类型

近年来,苏联各地发现了以长石为主的交代岩。这是一种外表类似于花岗岩和正长岩的特殊交代岩,与其有关的矿化有铍、钽、铌、锆、稀土以及萤石或冰晶石等。这种交代岩矿床是在特定的地质构造条件下产生的,具有独特的岩石、矿物、地球化学特征,在空间或成因上通常与任何侵入岩体都无关,为一种特殊的成因类型。

长石交代岩矿床生于地台基底长期作用的活化带范围内。在褶皱作用已完成的地区,则产在中间地块之中,后一种较为少见。然而,在此两种条件下,它们都分布在多为前寒武纪古老基底的深大断裂带内,有时则在这些深大断裂及与其共轭的次一级断裂的交汇处。因为活化作用是随断裂而来,所以含矿交代岩通常比这些带的形成要晚得多。

在活化的早期,主要是活化带内岩石局部受到高涨变质作用。例如,如果岩石的区域变质作用是在活化带以外触及到绿色片岩相,在长石交代岩发育带内围岩则变成角闪岩相。有时较晚的低落变质作用过程能够迭加在角闪岩相的局部变质岩石之上,这就使岩石的蚀变情化复杂化了。在一些变质最深的岩石发育的地方,出现超变质作用产物花岗岩的选择性熔化。

这种区域活化带长达50~200公里,中部宽10~30公里,翼部宽0.5~2公里。有些地区的这种活化带里有花岗细晶岩脉带产出;细晶—伟晶岩、闪长斑岩、闪长玢岩和辉绿岩较少。活化带范围内,所有岩石常被强烈破碎,糜棱化,角砾化和片麻化。

交代作用过程一般发生于活化的晚期,重叠在已经强烈变质的、有时还被破碎的各种成分的岩石之上。交代岩体形成的复杂历史对绝对年龄的测定结果有很大影响。

最常见的是,长石交代岩矿床与太古代或下元古代岩层的上元古代活化有关,有时则与上元古代基底(极地乌拉尔)岩石中海西期活化有关。绝对年龄的测试按长石、云母的种别进行,以确定底层岩石的年龄、变质作用发生或交代过程发育的时间。一些地区,如东西伯利亚,测获的数字分散,达6亿年。

导致矿床形成的交代过程的发育强度和完全程度与许多因素有关,其中主要的是:被交代的底层岩石的矿物成分和物理性质(孔隙、裂隙等);有利的局部构造套槽(拗褶曲,各种构造断裂的交汇,褶曲的楔合地段等);控制交代作用发育过程的构造情况,等等。由于这些因素的影响,交代过程发育很不均衡,强烈的仅在活化带的某些地段。

根据岩石及其结构构造研究,可把由各种岩石形成的交代岩加以区分。例如,沿着花岗岩底层岩石发育的长石交代岩,其成分与弱碱性花岗岩类(花岗正长岩)相符,主要是石英-长石。由富镁、钙片麻岩和结晶片岩产生的交代岩,按成分可归入中色碱性花岗岩。交代石英岩生成的岩石富含石英和白云母——云英岩。基性岩,如辉绿岩脉,被交代后形成含钠长石、微斜长石的云母角闪岩。

长石交代岩是在长时期内形成的。总的看,其进行顺序常重复稀有金属花岗岩(蚀

变花岗岩)中岩浆期后的过程。第一阶段,主要是广泛发育的钾交代作用——钾长石化,分布于整个活化带。首先交代斜长石而生成钾长石,即微斜长石,三斜度为0.94~1.0,含0.05~0.1%的 $Rb_2O$ , $K_2O:Rb_2O$ 为130~140左右。锆石、褐钨铌矿,有时为钽石的出现与钾交代有关。第二阶段,钠长石化,仅局限于个别地段。有时形成组分上主要为钠长石的岩石。如果钠长石化代替了钾长石化,则有一系列附生矿物和金属矿物(冰晶石、烧绿石、铀日光石、氟钠钙石等)形成,并有时沿黑云母生成钠闪石型的碱性角闪石或钠钙闪石。微斜长石的成分也有变化:三斜度变为0.93~0.94, $Rb_2O$ 增至0.2~0.4%,而 $K_2O:Rb_2O$ 减至35~75。进一步的钠长石化就导致霓石交代碱性角闪石。第三阶段是石英化和云英岩化。如果石英化在某些矿田发育广泛并具区域特点,则云英岩化仅在不大的区段(主要沿裂隙)范围内强烈显现。这里经常有铁叶云母云英岩出现,石英-白云母云英岩较少。在另一些矿田中石英化和云英岩化过程完全居次要地位。与云英岩化有关的多为钠钙闪石、磁铁矿、铌铁矿、钒石、萤石、硅铍石、硅铈矿和其它许多矿物生出。

总的来说,交代过程是沿着碱性减少、酸性增长的方向发展的。石英化、云英岩化阶段之后,常见有局部分布的各种成分的晚期低温岩脉。分布最广的是含天河石石英脉,有时它含有晚期铍矿物;含硫化物(黄铁矿、辉钼矿、闪锌矿)碳酸盐的石英细脉;碳酸盐、碳酸盐-绿泥石脉,含有稀土碳酸盐(氟碳铈矿等),晚期冰晶石和少量含放射性矿物。

交代岩体的构造中可见到特征的横向分带,各带的界线与岩体本身的轮廓共形。可分为中心带,蚀变最强,没有底层岩石残体;边缘带,蚀变围岩保留着大量的底层岩石残体。

各带界线清楚,有时突变并具边缘带矿物被中心带矿物交代的地段。有些地区,交代岩体的边缘带主要为钾长石岩,中间带是钠长石、微斜长石质并含碱性角闪石、霓石岩石,中心带为云英岩和主要为石英的岩石。这证明,交代过程是渗透性质的,在温度降低的前缘是不间断地进行的,上升溶液的成分是在变化的。因为渗透过程常沿平行裂隙发育,所以矿体带有条纹构造,好象由许多压成的带状个体构成。

一系列地区长石交代岩体中,含有非常高的氟和稀有元素,出现云英岩化和石英岩化的低温过程,所以,把交代岩看成稀有金属花岗岩的根基部分是不许可的。况且稀有金属花岗岩的垂向分带已研究的很好,其中挥发组分和稀有元素随深度而减少。再者,长石交代岩和稀有金属花岗岩,按其地质构造位置是互不相同的。

交代过程的热动力参数的大致数据为:温度 $250\sim 600^\circ$ ,压力 $1.5\sim 2$ 千巴左右。以钾长石为主的岩石、含钠闪石和钠钙闪石的微斜长石-钠长石岩石的形成温度为 $500\sim 600^\circ$ ,含碱性角闪石和霓石的钠长岩— $350\sim 500^\circ$ ,铁叶云母云英岩— $300\sim 350^\circ$ ,晚期的石英-天河石和石英-碳酸盐脉— $210\sim 340^\circ$ 。长石交代岩的形成深度为 $2\sim 4$ 公里。

长石交代岩的地球化学特征如下:

1. 矿物形成过程中氟的作用很大。各地区交代岩中氟的含量在0.7~2%以上,氟存在于一系列氟化物中。有些交代岩中的冰晶石竟达10%,这时可将它当作为矿床的主要有用组分看待。

2. 锆、铌、钽、稀土、铍高度集中。交代岩体的个别带中锆含量时常达1~2%。富含铌和钽也甚为特征,其比值常为1:10~1:12。

按交代过程的发展,铌钽酸盐的交替如下:黑稀金矿(钽易解石)+褐钨铌矿

(钾长石化)→含稀土、钽烧绿石(钠长石化)→铌铁矿(云英岩化)。大部铌钽酸盐是在钠长石化交替微斜长石化,和云英岩化交替钠长石化时溶液的碱度发生急剧变化而析出的。

石英-钠长石脉的发育带内见到几乎全为烧绿石的单矿物集合体,其直径达1米,这种情况很少。稀土赋存于下列矿物之中:早期的铌钽酸盐(褐钨铌矿、黑稀金矿)、烧绿石、水锆石和曲晶石、萤石和氟铈镧矿、氟钠钙石、硅铍钨矿和晚期的氟碳铈矿-氟碳钙铈矿型稀土氟碳酸盐。总的看,矿床中铈组和钨组稀土的比值近于1:1。

本类矿床中铍也很特征。它的分布规律有意义。在相对贫氟的交代岩中,铍直接集中在微斜长岩和钠长岩本身之中。这里铍的赋存状态是独立矿物锆日光石、硅铍石,少数为白闪石和羟硅铍石。但是,这时交代岩一般不含铌钽酸盐。当交代岩富含氟(冰晶石、氟钠钙石和萤石)和铌钽酸盐时,铍全部带进围岩蚀变的外晕圈,这里经常可以见到含硅铍钨矿或绿柱石和萤石的薄脉。

3. 锂、钽、铀、铍、铅、钼和锡的含量增高。云英岩化阶段的晚期云母(多硅白云母,很少为多硅磷云母)成分中经常有铍。

4. 氧化势增高、硫活度不大,决定着溶液的高碱度。

长石交代岩为不规则长形体,有时呈雁行排列,没有明显的地质轮廓。矿体按有用组分的边界品位圈定。

所研究的成因大类之内,可按矿化把矿床分为几种不同类型:1. 含铌钽长石交代岩,以微斜长石-钠长石岩的广泛发育为特征,经常含有钠闪石-钙钠闪石系列的碱性角闪石和霓石。交代过程的晚期阶段(云英岩化、石英化)不特征。主要金属矿物有含铌稀土烧绿石或铅烧绿石,铌铁矿、榴钨铌矿、黑稀金矿次之。作为这类工业矿床的伴生组分的有锆(锆石、水锆石、曲晶石)、铪(水锆石)、稀土(烧绿石、氟铈镧矿、氟钠钙石)、冰晶石、长石。冰晶石的化学式为 $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ,含Al12.9~13.1%,主要用作电解溶液和取铝原料。这种矿物和矿床极为少见,多以人造冰晶石代用。所以长石交代岩中冰晶石将具工业意义。2. 含铍长石交代岩,即微斜长岩,在后来的交代过程中曾局部受到钠长石化和云英岩化。富集地段的主要金属矿物为锆日光石。此矿物的各个世代在交代作用的所有阶段都有出现。硅铍石具次要意义。伴生组分:长石(陶瓷原料)。沿构造带的辉绿岩中交代过程发育时,则产生以钠长岩为主的另一亚种矿床,云英岩化叠加于它。主要铍矿物为白闪石和羟硅铍石。3. 看来,含铀长石交代岩应归此大类。

所述稀有金属长石交代岩说明,在那些以前认为希望不大的构造带范围内古老结晶岩石发育的地区,发现铌、铍、铍新矿床的可能性是很大的。

李慈云摘译自《Разведка и Охрана недр》1973, №1和1970, №5

作者: А. И. 金兹堡等