

5. 文登北部和环翠区一带展布着一系列北西方向和北东方向的断裂构造。北西向展布的断裂构造是寻找含金石英脉型或复合类型的金矿床,如“范家埠式”金矿床。北东向断裂构造则主要是寻找破碎带蚀变岩型金矿床,而北东向和北西向两组断裂交汇部位则是重要的找矿区,如桥头一带物化探资料已表明远景较好。

6. 围绕三佛山岩体的西缘内外接触带中发育的南北向及北西向的重晶石石英脉矿化带,应加强深部的成矿研究,重点解剖,有可能找到重晶石石英脉型金矿床。

7. 荣成东北角、伟德山岩体外接触带分布的中生代白垩系火山岩层中是寻找火山岩型金矿区,已发现的两个金矿点,有可能成为金矿床。

8. 本区西部崖子、育林一带见有沉积成因的侏罗纪含金砾岩型金矿化,经局部取样金品位达 2~3.8g/t,因工作研究程度差,地质资料少,有待于进一步探讨、研究。

9. “就矿找矿”是目前最有效、最经济的途径。通过已知的生产矿山,加强深部及边缘与外围探矿找矿,是扩大原矿地质储量和发现新矿体的有效途径。从目前已有的资料研究预测某些金矿体的延深往往是水平延展的几倍甚至十几倍,这为某些金矿床的深部探矿指明了方向。如白石金矿在零米以上矿体研究的基础上,于-80米和-120米段钻探都见到较富的矿体。特别是在-120米段钻孔控制矿体厚1米多,品位达90g/t以上。唐家沟金矿加强外围探矿,重新找到新矿体,并在原矿体顶板见到膨大的富矿部位。通过这两个矿山的重新探矿并发现富矿体的事实,扭转了多年处于资源危机的局面,且为找矿、探矿指明了新的途径。

总之,由于威海地区富金的胶东群地层广泛分布,为金矿的生成提供了最佳的地质条件,并且岩浆活动频繁,构造发育,经受了长期的多种形式的后期改造,金矿的成因类型相当复杂。笔者认为:应该开展基础地质研究与地球化学研究相结合的1:5万基岩地球化学测量工作,确切地圈定矿化体位置,选择其中成矿地质条件有利和异常强度大的地段进行验证,加强找矿进度;其次是加强深部成矿预测的评价。随着地质普查勘探工作的进展,这已是面临的主要问题。深部预测要结合浅部金矿化局部富集的特点,摸清矿化在三维空间不同部位的各种地质特征,查明矿物和元素的共生组合在三维空间的定性分布规律,查明头、中、尾矿的分布规律是深部成矿预测的主要依据。随着找矿工作的进展,可望在威海地区的金矿勘探史上来一个飞跃,上一个新的台阶。

某些剪切带金矿化的三期成矿模式

M. Bonnemaison 和 E. Marcoux

一、概 述

通过对许多产有含金石英脉的剪切带的研究提出了这类脉三期成矿的模式。这三个期次反映随着剪切带的演化,其金含量逐步递增,早期为显微金(肉眼看不见),中期为细粒金,晚期为块金。早期又分出两个连续的阶段,包括狭义剪切带的发育,形成以糜棱岩为

特征的构造带。这种构造带后来充当了热液流体的通道。在变形和热液循环的双重作用下,构造带中的岩石视原岩成分不同其矿物成分发生不同的变化,这种矿物学变化越靠构造带核部越强,在核部出现了明显的硅化和硫化物。一开始,金被固定在磁黄铁矿的晶格中(达 30×10^{-8}),后者呈浸染状分布于整个构造带。到本期的第二阶段,构造带核部的磁黄铁矿不稳定而转变成黄铁矿—白铁矿,由此释放出的金被圈闭在局部富集的二价铁硫化物的晶格中,如黄铁矿、毒砂(含金达 1.6%)及辉铁锑矿。中期也分为二个阶段,此时剪切带产生张裂隙、为乳白色石英的透镜体、脉体的侵位创造了条件。当这些石英脉受后续的构造活动破碎时,呈现出显微糖粒状结构,充当金矿化的“载体”。因此,“含金石英脉”一书中所讲的只是本期的一种特定情形,它以早期含金硫化物分解而出现的明金为特征。这种金一般来讲颗粒很细(几个微米),含银低。晚期,即第 5 阶段为脆性变形,可以在早期或中期构造带上迭加发育。它与张裂阶段对应,形成石英或石英碳酸盐网脉,引起早期金矿化原地活化。这一过程伴随有几毫米大的金块出现,常常富银(银金矿)。

剪切带对世界上各种各样(常常是很重要的)金矿床的就位起了重要的控制作用。把构造地质学作为研究金矿床的重要准则使人们认识到大多数重要的金矿床往往受控于大型剪切带[(Groves 等,1984;Hodgson,1986;Roberts,1987)]。虽然具体看来它们都赋存于次级脆—韧性断裂中,一级和二级构造之间明显不同的流体压力和/或温度状况可能是促成流体运移和金矿沉淀的主要原因。

这些金矿床大多分布于太古宙地盾中如加拿大西格马金矿,拉马克金矿与魁北克阿比提比卡迪拉克断层有关的许多金矿、安大略的红湖,可能还有霍林格—麦克因泰金矿;西澳金莫里地区的金矿;在印度 Hamilton 和 Hodgson(1986)对考拉金矿田也作出了相似的解释;还有津巴布韦的金矿床。类似的矿床也产在更年轻的地体中,如法国的前海西期和海西期基底以及新西兰的中生代片岩。

本文提出一种模式来解释一些剪切带中金矿化的发展演化,也解释了这些矿床中常见的各种变化。该模式采用了“含金剪切带”的概念,按这一概念,剪切带本身就是金矿演化富集过程中的一个组成部分。狭义的含金剪切带是由韧性变形向脆性变形演化的。这种带宽约 10 米,长几公里,垂深可能相当大(1000 多米)。构造带中的岩石一般已糜棱岩化、叶理化,在某些地方还有角砾岩化。

该模式包括三个明显不同的演化期,每一期金品位都有变化(一般是增加的)。该模式适用于形态特征、地质位置各异而具有共同成因的所有金矿床。

本次研究解剖的矿床包括:法国 Burkina—Faso 地区 Birimian 地盾的 Poura“含金石英脉”,Limousin 前海西基底的 LeBourueix 和 Laurieres 含金石英脉;新生代滑石菱镁片岩(如新喀里多尼亚的 Nakety 和 Koum 矿脉),一些矿化“花岗岩”或“斑岩”(如圭亚那 Birimian 岩体群中的 Loulouie 矿脉)以及网脉型矿床(如法国中央地块北部变质基底中的 Vigés 和 Lechalelet)。图 1 表示法国中央地块北部金矿床的位置,这些矿床是本文的重点研究对象。

该模式的基本观点目前正被矿产资源调查局(BRGM)用于海西期和前寒武纪地体中金矿床的找矿勘探计划。这意味着该模式已经成功地通过了“效益检验”,但它毕竟是以有限的矿产地为依据的。要将其普遍推广,还需要研究更多的矿床。

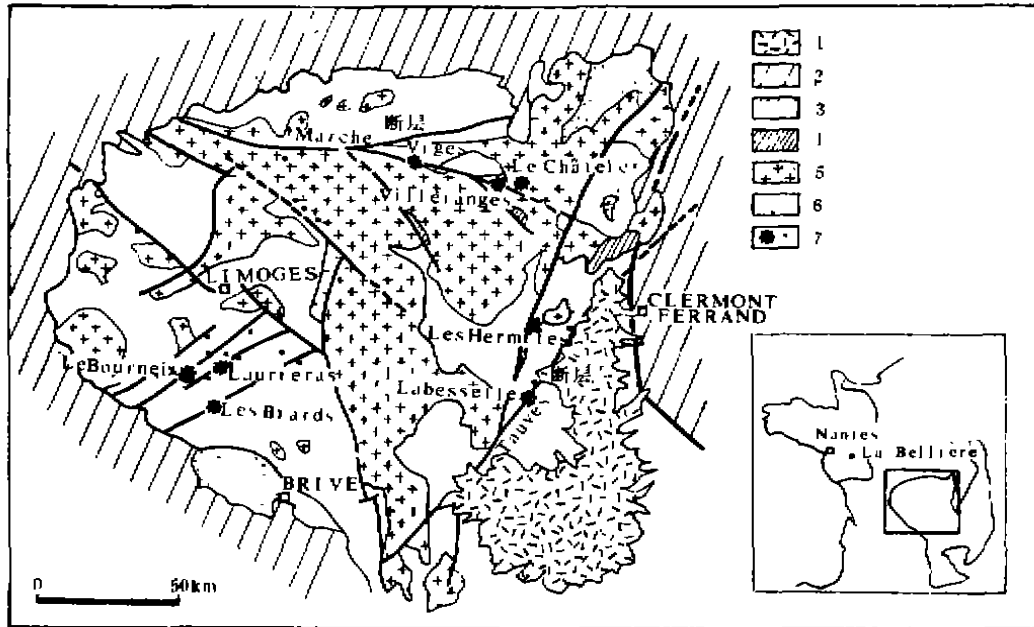


图1 法国中央地块北部的的主要剪切带

图中标出了主要金矿床的位置:1——火山岩(第三、第四纪);2——后古生代沉积岩;3——二迭系;4——泥盆—二叠南阶;5——海西期花岗岩;6——变质基底;7——主要的金矿床(文中有的提到,有的未提)。

二、含金剪切带的三期演化

BRGM的工作表明剪切带中的金矿床是多期次复杂演化的最终产物,在演化过程中,含金量逐步增加。我们的研究表明金矿演化分为早、中、晚三期。在第一、二期内又各分出起始和富集两个阶段。

(一)早期:含金硫化物的形成

阶段1:金的构造成位;在剪切断裂带中,应力和变形集中于一定的部位,这里的岩石发生片理化或变成糜棱岩,从而形成狭义的剪切带。这些构造带具有渗透性,能充当热液流体的通道。流体似乎有多种成因,但了解甚少;它们既可以来自区域变质作用中岩石的脱水,也可以来自与侵入体侵位有关的热液活动,还可以是构造带内流动的近地表流体(如海水)。不同成因的流体发生混合是完全可能的,这也可以解释含金剪切带中许多已知矿床中所见到的叠生矿物组合。

变形作用与热液循环联合作用会引起岩石的矿物成分和(地球)化学成分的重要变化。这里涉及到二个辅助过程:

(1)母岩化学组份的部分溶解和原地再分配;

(2)受剪切作用影响,与母岩无关的外来组份流入,并且向剪切带核部富集。

这种转变当发生在镁铁质或超镁铁质岩石中时特别明显。在富 CO_2 流体(在含金剪切带中一般都有)的作用下,蛇纹石不断遭受碳酸盐化,直到岩石转变成滑石菱镁片岩。在这一过程中,镁发生淋滤并优先流失,铁有一部分通过形成硫化物和含铁碳酸盐而固定下来。蛇纹石的硅化与碳酸盐化是同时发生的。硅化作用在碳酸盐化蛇纹岩中不明显,主要在滑石菱镁片岩中发育,形成硅质岩,即二氧化硅壁,如在新喀里多尼亚的 Nakety 和 Koum 滑石菱镁片岩中所见。含金剪切带中一般叠加有强烈的绿泥石化,它与硅化作用有关。在剪切带核部,硅化作用的强度增加,且变形强烈,期次频繁。

绿泥石化使 TiO_2 从原生含钛矿物中释放出来,重新生成金红石,不过,并不是全部钛都在原地淀积。钛在含金剪切带中是活动的,似乎可以指示剪切带演化早期热液蚀变的强度。

热液蚀变过程中伴随着含金磁黄铁矿的结晶,后者呈浸染状沿糜棱岩的片理面分布,遍布整个构造带,其中金品位高达 30×10^{-6} (原子吸收分析)。金在磁黄铁矿中不以独立矿物出现。必须注意到金与铁发生同位置换的可能性,与含金毒砂中的情形相似。这种含金磁黄铁矿在糜棱岩化岩石中一般比较少见,因此,这种剪切带不具工业矿床。然而,有理由认为,磁黄铁矿起着至关重要的作用,因为它赋存了初始金,是后来剪切带核部金发生再富集的物质基础。

阶段 2:金浓度升高:剪切带核部,热液蚀变最强烈。一旦形成强硅化带,它便以钛含量相对亏损而与构造带的其它部分相区分,(如圭亚那的 Saint-pierre;法国的 Viges, Creuse),虽然局部可出现 1 厘米大小的金红石晶体(如法国 Poura, Burkina-Faso, LeBourneix 和 Laurieras, Haute-Vienne)。总的来看从剪切带释放出来的元素也可以在核部富集,从而引起磁黄铁矿向白铁矿-黄铁矿转变,将所含的金释放出来(如法国 Le châtelet 和 Viges, Creuse)。

当含金剪切带中带入砷时,毒砂(FeAsS)发生富集,此乃构造带核部的标志(在法国已知的矿床都是这种情况)。毒砂晶体一般很细(20-200 微米),聚集在硅化最强的岩石中。在 Lechâtelet 矿床,黄铁矿和白铁矿交代了磁黄铁矿,详细研究所形成的交代结构表明含金磁黄铁矿的分解与毒砂的沉淀是同时进行的。此间释放的金以固溶体的形式固定在含金毒砂晶体的外带。这些毒砂晶体具有明显的化学分带,金、砷含量从核部向边部增加(Lechâtelet;As 由 33.2%增至 38.0%;Au 由 0 增至 1.6%),而锑、铁含量则降低。Johan 等(1989)指出,当金进入毒砂晶格时,Fe 强烈亏损,并提出了一种替代机制: $2\text{As}[\text{Fe}] \rightleftharpoons (\text{Au}, \text{Sb}) + \text{Fe}$ 。(As[Fe]表示处于铁位置的砷)。这种机制与 Marion(1988)和 Marion 等人(1986)用穆斯包尔谱获得的结果极为吻合,这些结果表明,含金毒砂中的金呈非金属态,这意味着有 $\text{Au}(\text{II})$ 和/或 $\text{Sb}(\text{III})$ 的存在。

矿化早期当有锑带入时可能会发生类似的情况,不过较为少见。此时,从原生含金硫化物中释放的金重新富集到辉铁锑矿中(如法国 LesBiards, Haute-Vienne),当后者向次生辉锑矿转化时,又将所含的金释放出来。

在滑石菱镁片岩中,主要的金属富集($\text{Cu}-\text{Zn}-\text{Sb}-\text{As}$)出现在阶段 2 构造带核部,不过仍保留着原来的地球化学特征($\text{Cr}-\text{Ni}-\text{Co}$)。在法国、中国和阿拉伯研究过的所有滑

石英镁片岩中都发现有辉锑镍矿(NiSbS)和/或辉砷镍矿(NiAsS)。法国的一些矿床中也常见针镍矿(NiS)与硫锑镍矿($\text{Ni}_9\text{Sb}_2\text{S}_8$)一起出现。

在任何情况下,与阶段 2 有关的作用总是造成含金量增高。相应的矿床都可归入成矿早期演化的含金剪切带范畴,也就是金不以独立矿物形式出现的含金构造。这种构造在法国发现有多处(Villeranges, Vigès 和 Lechâtelet),在加纳则成为重要金矿床。

(二)中期:出现金矿物

阶段 3:主岩(构造)(host structure)的形成。从剪切带演化早期,张裂隙即可在剪切带内,或剪切带边缘的围岩中出现,这些张裂隙有利于脉体充填侵位,如乳白色石英透镜体,最厚可达 10 米或更厚,但长度很少超过 200—300 米。具斑状结构的镁铁质岩墙(如辉绿岩、闪长岩)或长英质岩墙(如淡色花岗岩或微晶花岗岩),也可以侵入到剪切带中。这些岩石可以充当主岩(构造),但一般不含金矿化,例外的是一些小金粒可以出现在石英中或重结晶的硫化物中。然而,这并不会形成具经济价值的金矿化。

阶段 4:金的富集 随着剪切作用沿着剪切带复发或继续,胶结早期裂隙的主岩又会发生变形(Guha 等,1983),由于它们的机械强度比围岩更大,因此这些主岩会经受强烈的破碎作用,这又为金的沉淀提供了有利的场所。而当脉岩较厚时(达几十米,这里是相对剪切带宽度而言),这种变形作用会强烈地影响到主岩外面部分,即控制变形的岩性界面。特别是乳白色石英脉,通过碎裂作用会形成原始石英相,称为显微糖粒状石英,可以充当金矿化的载体,这已为 Bonuemaison 所证实。

主岩的矿化发生在演化早期金已经预富集的剪切带内。此时金的富集常会造成有经济意义的高品位金矿石,有时每吨岩石可达几十克金。热流体(常含 Fe、Zn、Pb、Cu)可以把含金矿化(Au、As、Sb)从剪切带携带到较窄的主岩受体中,这会引发早期含金硫化物(含金磁黄铁矿和/或毒砂)发生分解,从而首次出现自然金。

这种金纯度很高(Ag 不大于 15%重量),在硫化物或显微糖粒状石英中形成 1—100 微米大的小球粒或包体。在后一种情况下,这些微晶常聚集成 1mm 的小团,每个小团都集中在一个硫化物晶体中。这种硫化物中的金并不显示优选组合,而在 LaBelliere 在多个硫化物中发现过(法国 Maine-et-Loire)。虽然这些硫化物含许多自然金包体,但不能把它们看作是真正的含金矿物,因为这种金对硫化物来说是一种外来矿物。因此,这种金矿化与演化早期的含金硫化物矿化有着实质性的区别,演化早期的硫化物,(一般是毒砂)就是金的载体。

中期矿化可以将早期矿化强烈改造,因此对早期矿化的辨认十分困难。法国利穆森地区(如 LeBourneix、Laurieras 和 LaFagassiere 矿床)的中期含金构造中很少保留下清楚的早期磁黄铁矿。LaBeuere 白铁矿—黄铁矿丝纹构造(系较早的磁黄铁矿转化的特征构造)的存在是以前有过磁黄铁矿的唯一证据。在 LeBourneix 矿区,早期毒砂很少见,只是在远离中期透镜状石英脉的糜棱岩相中有所保留。

BRGM 近来的工作表明,大多数情况下,中期剪切带矿化作用的特点是 Au—Pb 具有明显的相关性,Pb 主要是形成方铅矿或硫盐矿物象脆硫锑铅矿($\text{Pb}_4\text{Sb}_4\text{FeS}_{14}$)。因此这些矿床常常伴随着铅异常。在利穆森地区,中期含金构造常具有高温矿物组合,含铜、锌、铋,有时还有钼或锡矿物,这大概反映受深成侵入体的影响。

与中期矿化有关的流体包裹体均一温度在 250—350℃ 之间, 压力较高 50—200MPa。它们开始属于均一流体体系, 后来变为不混溶流体体系, 其特点是有富 CO₂ 的三相包裹体 (有时有相当数量的 CH₄ 和 N₂) 和含盐低的以水为主的包裹体。设想, 过量的深成 CO₂ 注入到已经富 CO₂ 的局部分布的水溶液中, 这种机械混合机制可以解释这种非均质流体的存在及其沸腾现象, 并且通过 Au 二硫化物络合物 Au(HS)₂⁻ 的分解而引起自然金沉淀。不过, 流体在剪切带中从一个部位向另一个部位运移, 通过流体—岩石的相互作用似乎会伴随着化学变化。

(三) 晚期: 块金的形成 (阶段 5)

在晚期的引张构造体制中, 剪切带中能形成一些张裂隙, 这会引起矿物组合的进一步发育。这些矿物组合可能随引张类型不同而异, 但都含块金, 主要赋存于石英晶洞中。

晚期张裂隙逐渐形成: 当张裂隙不断发育时会形成大量的小晶洞, 其中显微糖粒状石英重结晶成细粒自形晶体 (直径 0.1—1mm), 这是法国中央地块含金构造中的一种常见现象。这些裂隙是在晚期富含铅、铜、银的含矿溶液到达的同时形成的, 从而结晶出复杂的矿物共生组合, 包括第二代方铅矿, 含有深红银矿 (Ag₃SbS₃)、银黝铜矿 ([Ag, Cu]₁₂—Sb₄S₁₃)、脆硫锑银铅矿 (Pb₅Ag₂Sb₆S₁₅)、车轮矿 (CuPbSbS₃)、重晶石等包裹体。

金以可达几毫米的小金块产出, 含银高 (银金矿, Ag 含量 20—60% 重量), 故容易把它与中期金矿物区别开来。这些不同世代的金可以共存于单个矿化构造中。与阶段 5 有关的流体是贫挥发份的水溶液, 盐度不一, 均一温度比中期的低 (150—200℃)。

导致网状脉侵位的张裂: 后期张裂在剪切带脉体中的发育是有限的, 其表现是形成了网状乳白色石英细脉, 具有斑状结构的火山岩、沉积岩或侵入岩对这些网脉的发育特别有利。这些乳白色石英网脉常富含很多再活化碳酸盐, 在与滑石菱镁片岩有关的矿床中特别发育, 此时, 在剪切带核部可以形成延伸几十到几百米的网脉透镜体。

剪切带内大规模晚期张裂: 当剪切带中的晚期张裂沿着单一的不连续面集中时, 其范围可能会很大, 并会促成一到几米厚的新石英脉形成。如果没有后来的角砾化作用, 这种石英便显示特征的“颚牙”形态, 具有厘米级、局部分米级的自形晶体。这种现象可以归因于新的主岩构造的形成, 会引起整个剪切带含金量的严重贫化, 并把局部的金块效应传送到新石英脉的脉壁上。

三、讨论与结论

受早期剪切带影响的岩性单元复杂多变, 加上中期侵位的主岩具有不同的特性, 造成了本类矿床矿化作用类型的极端多样性。在演化早期, 矿化作用的特征主要是主岩在变形和热液蚀变的联合作用下遭受改造的结果。剪切带核部矿化作用的总体成分直接沿袭主岩的化学成分, 除微量元素 (特别是 Pb 和 Au) 外, 流体带入的主要成分只限于硫 (硫化物化)、钾 (钾蚀变) 及二氧化碳 (碳酸盐化)。因而, 镁铁质和超镁铁质岩石能形成滑石菱镁片岩型矿石。图 2 表明了单一的早期含金剪切带改造不同成分的岩体而出现各种不同的矿石相。

主岩在各种应变梯度下的机械特性是控制演化中—晚期产生连续张裂方式的基本因素。可以形成网脉型和脉型矿石, 其矿石组成也反映着主岩的化学成分。

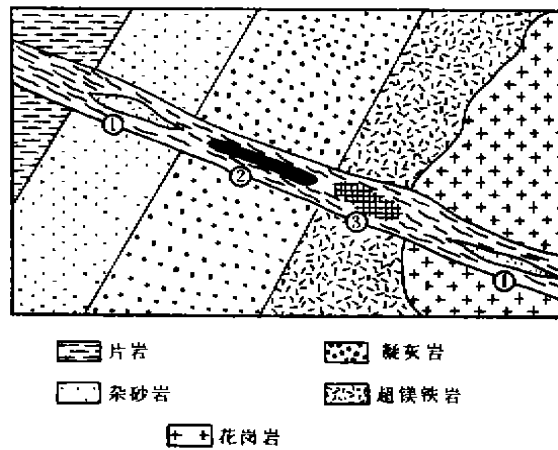


图2 早期含金剪切带(第二阶段)核部矿石类型的多样性

1. 含有浸染状含金硫化物的硅化带; 2. 浸染状硫化物, 局部为块状; 3. 硅化滑石菱镁片岩。

后来可能迭加变形作用和流体循环,从而使含金剪切带中的矿化形式进一步复杂化,因为这会引起先前矿化发生重结晶。早期的含金硫化物发生分解,在演化中期首次出现结块的金矿物。

一条剪切带中要形成有经济意义的金矿化需要有与不同应力、应变状态有关的多个演化期次相互迭加。因此,这些矿化构造的形成是旷日持久的,在有些情况下延续几千万年,以期间金品位不断递增。

金在剪切带中的出现是很早的,在岩石遭受变形的时候它就进入了含金磁黄铁矿中,这种磁黄铁矿沉淀之后我们没有发现另外的金来源,其后只是金的赋存状态和矿化表现形式发生了变化。剪切带早期发生的每一次压碎作用(伴随着热液流体循环)都促使金在构造带的某些有利部位和物相中富集。与此相反,后来的每一次张裂(出现脉或网脉)都促使金矿化再分布,在某些情况下造成贫化。不过,这些张裂阶段对于金矿物的出现及其后的块金凝聚起了主要作用。

于是,这些连续的、各不相同的矿化事件确定了一种累积趋势,导致金含量总体富集。此多次构造活动阶段为特点的老构造带比年轻构造带更具有成矿潜力。

图3概括了酸性或火山沉积环境中含金剪切带不同演化阶段与其后金品位的变化特点。

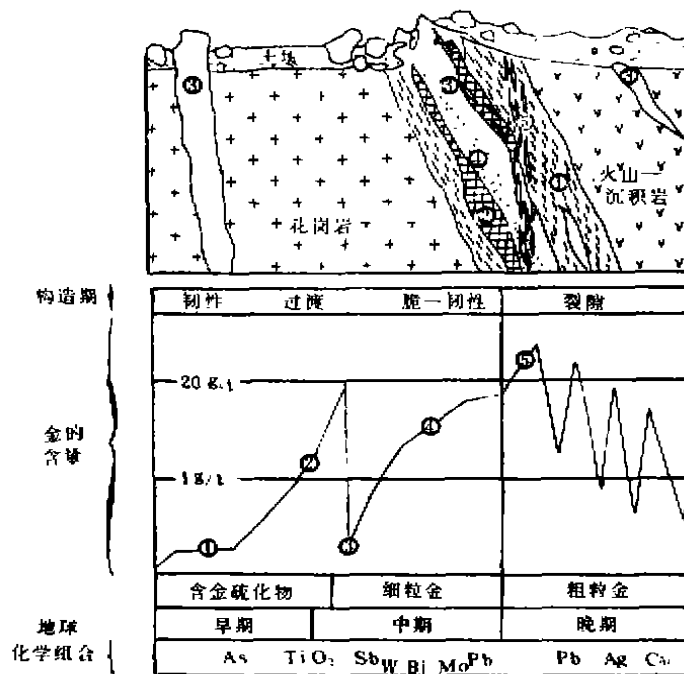


图3 酸性或火山沉积环境剪切带中含金石英脉的演化示意图

金含量与各演化阶段相对应,金含量的比例为假对数。编号1—5表示剪切带的5个连续演化阶段及其相应的产物。早期的第1阶段和第2阶段:1—形成浸染状含金磁黄铁矿,2—出现浸染状含金毒砂,使金含量增加。中期的第3阶段和第4阶段:3—上岩棱位,4—在有利的石英相中,自然金和硫化物沉淀,主岩发生矿化。晚期的第5阶段形成网脉矿石和金块。

在演化早期(阶段1),浸染状金矿化分布于主岩内,由含金磁黄铁矿和金属硫化物组成,沿剪切带中的糜棱岩片理面发育。这种矿化一般不具经济价值(金品位一般小于 1×10^{-6}),在某些情况下含砷。剪切带核部,含金硫化物最初的工业富集出现在贫钛的硅化带中(阶段2)。这种金不呈独立矿物出现,而是集中分布在毒砂晶体的边缘。

不含矿的乳白色石英脉(阶段3)或是在早期剪切带内,或是在其附近定位,具有Bi、W、Mo或Sn矿物组合。构造带重新活动产生碎裂作用,使它们部分地成为新矿化的载体,对于由早期矿化再活化而释放出来的金来说,整个构造带都是载体。这种情况与中期富集阶段一致(阶段4),一般以Pb过剩为标志,形成方铅矿,在土壤中则形成Pb地球化学异常。至此,金首次以独立矿物形式出现。

到了演化晚期(阶段5),剪切带中出现石英网脉。视活化矿石的性质不同(图3中的1、2或4类),所形成的块金类型也不同;阶段(2+5)组合或(4+5)组合形成高品位矿石,而阶段(1+5)组合或(3+5)组合产生低品位矿石。在整个剪切带中,晚期矿化常常有Ag、

Pb、Cu 伴生,往往造成金含量贫化,尽管偶尔样品中含有发育很好的银金矿块体。这样使矿石品位极不均匀,局部很高(每吨矿石含几百克金)。晚期矿化含金量的这种高度变化,在图 3 中表现为锯齿型曲线。

曲晓明译 石玉臣校

用矽线石族矿物做耐火材料

矽线石、蓝晶石和红柱石同属矽线石族,均为 Al_2SiO_5 的同质多象变体。它们因为在高温条件下能生成具有高性能的耐火材料莫来石(富铝红柱石)($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$)而在耐火材料工业中大受欢迎。市场上的莫来石是人工生产的,但通常与上述三者相提并论。

矽线石族矿物经煅烧可转化成氧化硅玻璃和莫来石的混合物。煅烧后,蓝晶石、红柱石和矽线石的体积分别增加 16—18%,4%和 6%。在大多数情况下,红柱石和矽线石不加煅烧即可使用,但其耐火度取决于氧化铝的含量。矽线石族矿物中氧化铝的含量最多为 63%左右,这是比较理想的;而钛、铁和碱金属等杂质的含量必须尽量减小。通常使用的天然材料中, Fe_2O_3 的含量应少于 1%, TiO_2 的最大含量应为 2%,碱金属的含量应很小。

耐火砖和其他耐火材料的生产过程比较简单,但要使之具有一定的负荷强度则须保证其中有相当高含量(60%)的粗粒材料。块状和砾石大小的矽线石矿物是致密、坚硬和粗糙程度更高的材料,所以人们很喜欢用它们制造高强度耐火砖。由此可见,细粒耐火材料只有在同块状的矽线石混合使用以调整制造致密砖所必需的粗、细颗粒之间的比例时才会发挥作用。据报道,细粒材料特别适宜于制造单岩耐火材料。

钢铁生产的发展和产量的提高加剧了炉具的损坏。制造炉具的材料于是由耐火粘土转向了氧化铝含量高的材料。

矽线石耐火材料的应用举例如下。

炼钢工业中:

热风炉:方砖,顶罩,燃烧炉身;

高炉:排气管和炉腹的内衬,环风管,倾动式盛钢槽,旋转式倾钢槽,铁水、炉渣流槽;

盛钢桶:大容量盛钢桶(渣线),鱼雷式盛钢桶(桶底和渣线),炼钢厂盛钢桶,连续浇铸漏斗;

其他:均热炉盖,氩气喷嘴;

其他工业中:

炉体,燃烧室,铜焙烧炉,玻璃熔炉某些部位的内衬,水泥窑(嵌有碱性砖的高温区的前后部位),焙烧陶瓷产品的高温炉。