

一些与韧性剪切带有关的金矿地质特征

郝 雅 刘 鹏

(沈阳地质矿产研究所)

目前,在世界范围内已发现越来越多的金矿赋存于韧性剪切带中,根据其主成矿期与韧性剪切带形成时间的关系可分为同韧性剪切型金矿和韧性剪切后型金矿。同韧性剪切型金矿主成矿时代同容矿韧性剪切带的发生、形成是同步的,韧性剪切活动不仅为成矿提供了空间,而且与成矿直接有关,容矿围岩为超糜棱岩、糜棱岩、初糜棱岩等,靠化学品位圈定矿体,矿石类型以浸染状为主;韧性剪切后型金矿成矿时代明显晚于韧性变形期,二者间隔时间较长,剪切活动仅为成矿提供空间,矿石类型完全取决于成矿前之容矿带的变形特征。

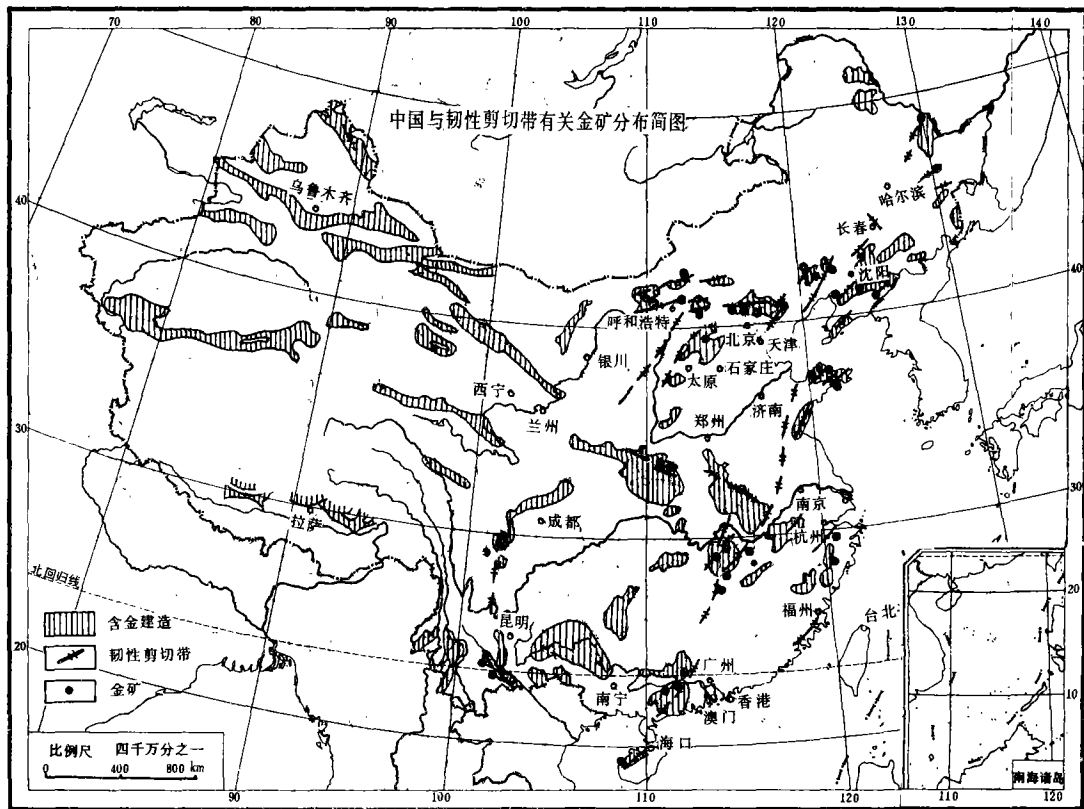
关键词 韧性剪切带 同韧性剪切型金矿 韧性剪切后型金矿

韧性剪切带成矿理论,是以 M·博纳梅宗为代表的一批学者首次提出的。他们从加拿大、法国等国家的数百个金矿入手,对含金剪切带的地质含义、形成发育序次、地球化学标志和构造组构特征以及成矿机制、成矿模式等进行了系统的研究,发现在世界前寒武纪地盾区绿岩带中许多脉状和浸染状金矿,以及其它古老基底(如法国海西基底)的一些脉型金矿多与韧性剪切带有关,其中大多数产于韧性剪切带中部变形最强烈的糜棱岩中,金矿体的地质产状和形态变化与韧性剪切带构造特征密切相关,并把与其相关的一些脉状金矿和一些似层状浸染型金矿称之为“含金剪切带型金矿”。此外 G. N. Phillips (1986)、E. M. Cameron (1988) 和 A. Kishida、R. Kerrich (1987) 等学者也从不同方面入手对此做了研究,均得出相似的结论。近年我国也发现一些金矿,如内蒙古大青山—乌拉山地区金矿、广东河台金矿及海南二甲金矿等,其成矿与韧性剪切活动有关。本文试图从我国与韧性剪切带有关的金矿分布特征及其时空关系入手,剖析几个典型的韧性剪切带型金矿,初步讨论与韧性剪切带有关的金矿地质特征。需要提出的是,本文所涉及的韧性剪切作用与成矿仅限于金从活化到沉淀富集的成矿作用阶段。

1 我国与金矿有关的韧性剪切带分布特征

我国与金矿有关的韧性剪切带往往分布于古陆块边界、板块俯冲带、大型推覆构造及深大断裂的边部,并可分出三个大的构造群(见图)。在华北古陆块北缘的内蒙地轴,近东西向的韧性剪切带群主要分布在太古宙地质体中,断续延长 1000km,贯穿于辽西、河北、内蒙古

三省(区),与华北陆块中晚元古代及加里东期俯冲带相平行,在扬子古陆块上,韧性剪切带群沿其北缘秦岭地区、川西碧口地区以及西南边缘哀牢山地区分别呈NWW、NEE、NW至NNW向分布于早—中元古代秦岭群变质岩系、中元古代碧口群变质火山岩系和哀牢山群变质岩系中;东部韧性剪切带群分布在郯庐断裂带东侧,总体呈NNE向伸展,多沿切割地壳的深大断裂带或其边部地块增生带及大的岩体边缘分布,如江南古陆的千丈岭断裂带、华夏古陆的吴川—四会断裂带、戈枕断裂带、江南古陆与华夏古地体对冲碰撞带等。



国界线系按照中国地图出版社
1990年《中华人民共和国地图》编制

图 一些与韧性剪切带有关的金矿分布简图

Figure Distribution map of gold deposit related to ductile shear zone in China

与金矿关系密切的韧性剪切带一般发育于太古宙、元古宙的含金建造中,如华北古陆块北缘近EW向的韧性剪切带、华夏古陆的吴川—四会韧性剪切带以及戈枕韧性剪切带的两侧都分布有较多的金矿床(点)。

2 一些与韧性剪切带有关的金矿地质特征

为了更好地认识与韧性剪切带有关的金矿地质特征及其内在联系,笔者从现有资料中选

出 17 个较典型的金矿床 (表), 从其产出的区域构造、与韧性剪切带的空间关系、成矿时代等方面进行剖析, 得出一般规律如下:

①与韧性剪切带有关的金矿主要产于区域性推覆构造带和深大断裂带的边部及交汇处, 例如, 华北古陆块北缘的乌拉山、南缘的小秦岭金矿, 扬子古陆块西南边缘的哀牢山成矿带, 胶东的焦家、玲珑金矿床, 云开地区河台高村金矿床等。

②金矿在韧性剪切带中的定位大致可分两种。一是赋存在区域性次级韧—脆性过渡构造带中, 如内蒙古的东伙房、河北金厂峪、胶东玲珑、云南老王寨等金矿床。二是以内蒙古乌拉山、十八倾豪, 广东河台高村, 海南二甲, 辽宁排山楼、猫岭和胶东焦家为代表的金矿床完全产于大型剪切带核部, 矿体与围岩没有明显的界线, 仅靠化学品位圈定矿体。容矿围岩从内向外有超糜棱岩 (少)、千糜岩 (或变晶糜棱岩)、糜棱岩、初糜棱岩或千枚状糜棱岩、糜棱岩化片岩 (或混合岩), 并见有后期脆性变形形成的碎裂岩。

③与韧性剪切带有关的金矿床的矿石类型主要有两类: 第一类以含金石英脉为主, 可见含金硫化物 (以黄铁矿为主) 石英脉、含金钠长石英脉, 次之是绢云硅化千枚岩、含金多金属硫化物蚀变岩; 第二类以蚀变岩型为主, 具体可分为黄铜—黄铁硅化岩、黄铜—黄铁硅化千糜岩 (糜棱岩)、浸染状含金黄铁矿脉等, 含金石英脉极少。

④矿床成因, 其多数为区域变质热液型、岩浆热液型及变质—混合热液型等, 经进一步研究, 内蒙古乌拉山、十八倾豪, 海南二甲, 吉林夹皮沟, 辽宁排山楼等金矿床在其主成矿期中, 成矿热液的活动受地壳深处韧性剪切作用的影响。

⑤将主成矿期与容矿带形成的时代进行对比, 可分为同韧性剪切型金矿和韧性剪切后型金矿。同韧性剪切型金矿主要是指金矿与容矿的区域性韧性剪切带同步形成的, 如乌拉山、高村、猫岭及二甲等金矿。韧性剪切后型金矿虽然也发育于韧性剪切带内, 但其主成矿期明显地晚于容矿变形带的形成时期, 如胶东焦家金矿带等。

⑥无论韧性剪切带发育于什么样的含金建造中、金矿赋存于韧性剪切带什么部位, 矿床围岩蚀变基本相同, 仍常见硅化、钾化、绢云母化、绿泥石化、黄铁矿化、碳酸盐化等, 说明与韧性剪切带有关的金矿同非韧性剪切带型金矿在成矿作用中, 金的地球化学学习性基本相同。

综上所述, 同韧性剪切带型金矿常位于区域性大的韧性剪切变形较强的部位, 容矿围岩为超糜棱岩、或变晶糜棱岩、糜棱岩、初糜棱岩、糜棱岩化岩石等, 矿体与围岩没有明显的界限, 仅靠化学品位圈定矿体, 矿石以浸染状为主, 同位素资料证实其主成矿期与区域性容矿变形带的形成为同一时代。韧性剪切后型金矿矿石以含金石英脉为主, 成矿时代明显晚于容矿变形构造带的形成时代。

3 矿床实例

3.1 同韧性剪切型金矿床

归属于此类金矿的一个重要标志是金矿的主成矿作用同容矿韧性剪切带的发生、形成是同步的, 韧性剪切活动不仅为成矿提供了空间, 而且与成矿直接有关, 可归并于“含金剪切带型金矿”。现以海南二甲金矿为例叙述。

海南二甲金矿发育在抱板群中的戈枕韧性剪切带中部。剪切带宽 70—400m, 出露有超糜

糜棱岩、千糜岩、糜棱岩、初糜棱岩等。化探分析表明金含量异常等值线的变化范围与糜棱岩带完全吻合,并使其成为明显的找矿标志。无论是在平面上还是剖面上矿体均沿着矿化带内的超糜棱岩分布,并受剪切带中的Sc、Ss两组面理的控制。依据矿石组构和产出环境,二甲金矿可分为糜棱岩型、破碎蚀变岩型和石英脉型。糜棱岩型主要产于戈枕韧性剪切带,变形最强烈的部位,强应变带宽可达200—500m,根据矿石结构可进一步分为超糜棱岩型、千糜岩型和糜棱岩型三个亚类,矿石与围岩的界限以金含量圈定。破碎蚀变岩型主要产于抱板群糜棱岩化眼球状、条带状混合岩和糜棱岩中,受糜棱岩带和构造破碎带的联合控制,属多期矿化。石英脉型仅在局部可见。现已确认二甲金矿主要成矿期为海西—印支期。伴随着区域性变质作用、岩浆作用和NE向韧性、韧—脆性戈枕剪切带的变形变质过程,金从抱板群中强烈活化,形成富SiO₂的含金流体,沿同期形成的剪切面理流动,迁移至韧性剪切带中心聚积、沉淀,最后形成了以自然金和金属硫化物为主的浸染状糜棱岩型矿石;晚期,构造变形逐渐向韧—脆性变形过渡,在变形带内依次出现了里德尔共轭剪切裂隙,与此同时迁移的含金流体便形成了以毒砂、黄铁矿等硫化物及自然金为主的石英细脉和石英脉型矿石。

3.2 韧性剪切后型金矿床

此类金矿的明显特征是构造变形在前,成矿作用在后,二者相隔一定时间,剪切构造仅为金矿定位提供空间。现以山东焦家、玲珑金矿床为例。

焦家金矿产于玲珑型花岗岩及其与胶东群斜长角闪岩接触带中,完全受控于前寒武纪形成的焦家韧性剪切断裂带,并分布于断裂带内主断面下盘,至断裂面矿体突然中断,上盘无任何矿化迹象,且走向与焦家断裂一致。含金黄铁矿主要呈细脉、网脉或浸染状,充填石英脉少见,矿体与围岩没有明显界限。

玲珑金矿产于玲珑型花岗岩中前寒武纪形成的招平韧性剪切带的次级断裂中。矿体由上、中、下三部分组成,上部矿体由数百条大小不等的含金石英脉组成,单脉最长千米至数千米,宽数米,产状与裂隙产状一致;中部由含金黄铁矿石英细脉和多金属石英细脉组成;深部渐变为网脉和石英细脉。

焦家金矿和玲珑金矿具同一物质来源,受同一岩浆热液作用使金元素迁移、富集成矿。成矿时代为燕山期。金矿空间分带明显,“焦家式”矿化分布于金矿的下部,“玲珑式”矿化分布于金矿体的上部。金的活化主要是由于燕山期重熔岩浆期后热液对围岩产生Na质、K质交代作用时,使胶东群蓬莱组中的金发生溶解,随原岩脱水而进入低压破碎带。由于含金热液所经围岩的性质不同,在片理发育、微裂隙密集的糜棱岩中,含矿热液渗透力强,形成了充填交代的网脉型及细脉浸染型焦家金矿,蚀变带宽达百余米。而在以脆性变形为主的地段,矿液向两侧的渗透力较差,便形成了以充填方式为主,蚀变带宽度仅有3—5m的石英脉型玲珑金矿。

4 韧性剪切变形变质与同韧性剪切型金矿成矿作用探讨

区域变质作用高峰期后,递进变形变质作用逐渐趋向于地壳相对薄弱的低压带,在地壳深部下构造层中易转变为具连续缓慢蠕变的剪应力;在地壳浅部的中上构造层中则形成以

表 与韧性剪切带有关金矿床地质特征

Table Geological characteristics of gold deposits related to ductile shear zone		与韧性剪切带有关金矿床地质特征					
金矿名称	区域构造与金矿产出部位	含金建造	近矿围岩	矿石类型	蚀变类型	矿床成因	成矿时代
内蒙古乌拉山金矿	矿体产于EW向区域性推覆韧性剪切带及NW、NE向次级构造带中,韧性剪切带形成于Ar-Pt ₁	原生含金建造(Ar)	糜棱岩	蚀变岩型含金石英脉	硅化、钾化、绢云母化、黄铁矿化、碳酸盐化	同韧性剪切带型变质热液	1. Ar ₂ -Pt ₁ 2. 主成矿加里东期
内蒙古十八家金矿	区域性EW向推覆韧性剪切带,矿体位于NW向韧性剪切带	原生含金建造(Ar)	糜棱岩 糜棱片岩	蚀变岩型含金石英脉	硅化、钾化、绢云母化、绿泥石化、碳酸盐化、绿帘石化	同韧性剪切带型变质热液	Ar ₂ -Pt ₁
内蒙古东伙房金矿	区域性EW向韧性剪切带,金矿产于次级构造带中	原生含金建造(Ar)	片麻岩	含硫化物石英脉 蚀变岩型		韧性剪切带后型变质热液	
河北金厂峪金矿	矿体位于EW向深大断裂与燕山早期次级NNE向韧性剪切带交汇处	原生含金建造(Ar)	糜棱岩化斜长角闪岩、初始糜棱岩、糜棱岩	含金黄铁矿(钠长石)石英脉		韧性剪切带后型岩浆热液	燕山早期
辽宁南龙王庙金矿	金矿产于EW向韧性剪切带核部	原生含金建造(Ar)	变晶糜棱岩	蚀变岩型含金黄铁矿石英脉	硅化、绢云母化、碳酸盐化、绿帘石化、绿帘石化	同韧性剪切带型变质热液	Ar ₂ -Pt ₁
辽宁塔子沟金矿	矿体产于NNE向与NNW向深断裂交汇处	转生含金建造(Pt ₁)	糜棱岩	含金石英脉 蚀变岩型	硅化、绢云母化、黑云母化、绿帘石化、碳酸盐化	同韧性剪切带型变质热液	印支期
辽宁排山楼金矿	矿体产于区域性EW向韧性剪切带中	原生含金建造(Ar)	糜棱岩、初始糜棱岩、糜棱岩化混合岩	蚀变岩型		同韧性剪切带型变质热液	
吉林夹皮沟金矿	矿体产于Ar ₂ -Pt ₁ 形成的NW向水平剪切带中部	原生含金建造(Ar)	初始糜棱岩、糜棱岩、超糜棱岩	含金石英脉 蚀变岩型		同韧性剪切带型变质热液	中条期

韧—脆性为主的断裂构造。应力的转化破坏了变质体（含金建造）内的含金流体与岩石之间的相平衡关系，导致了含金流体从变质体中活化、迁出，进入低压扩容剪切变质带，同时地幔的去气作用所释放出的 CO_2 ，在沿剪切带上升时，加快了含金流体的运移速度，并在地壳浅部富集成矿。

据研究 (Boyle, 1984)，在发生区域性剪切大断裂时， CO_2 、 H_2O 和 S 在断裂中达到了高度的富集，岩石化学成分发生了强烈的变化，同时高压持续的剪切力能使岩石不断发生剪裂、粒间滑动等，这就大大地加快了岩石中构造活性物质在变形变质带内同气体、液体的变质反应，并促使反应产生的分子、离子随变质流体在变形带中扩散。当变形带中的载金暗色矿物如辉石、角闪石等在介质和应力的复合作用下不断分解，Au、Ag、Si、Ca 及 Fe 等元素便随之更多地活化进入到流体中，使原有来自构造带周围不断上升的含金变质流体中的金含量增高。对内蒙古乌拉山同韧性剪切带型金矿带的研究证实了这样的一点：通常发育在地壳 10km 以下的高温强塑性变形带内，虽然存在含金流体与围岩的相互作用，但不具备金的沉淀条件（环境），仅是含金矿液迁移的良好通道；而发育在地壳 5—10km 处的中温韧脆性—脆韧性变形带中，虽有少数矿化，但至今还没有发现令人满意的金矿化带；只有发育在近地表的低温韧脆性过渡变形带，才是金成矿的最佳场所。

当变质流体由下而上进入低压、低化学势的韧—脆性中上构造层中并与围岩作用时，含 Fe、Mg 的暗色矿物变释放出 Fe^{2+} 、 Mg^{2+} ，与来自深部的 CO_2 、S 反应形成铁白云石和黄铁矿；含 Ca 的辉石、斜长石易碳酸盐化、帘石化；沿剪切应力方向定向排列的黑云母释放出 K^+ 生成绿泥石或绢云母。广泛的蚀变使岩石中失去大量的 SiO_2 ，动态恢复和重结晶使部分 SiO_2 形成糖粒状的石英微脉，而更多的则是转入到次级断裂膨胀的部位，形成网脉或粗大的石英脉。另有部分 Si 与 K 结合形成浸染状或微细脉的硅化钾化带。变质反应过程中，流体中的金以自身微观化学的变化势依次富集于新生的铁白云石、黄铁矿（或其它硫化物）、糖粒状石英、石英钾长石脉和石英脉中，这与同韧性剪切型金矿以蚀变岩型为主的现象是一致的。例如，排山楼金矿的金主要赋存在铁白云石中，河台高村金矿矿石主要是黄铜矿黄铁矿硅化岩。

由此可见，剪切成矿理论的形成仍离不开含金流体的介入，应力变形只能打破含金流体与变质岩之间的相对平衡，诱导含金流体进入剪切带，与构造活性物质反应，促使金在变形变质期成矿，从这个意义上讲同韧性剪切型金矿与韧性剪切后型金矿一样同是热液成矿，所不同的是前者应视为变形、变质、沉淀同步发生的动态成矿；韧性剪切后型金矿其金的活化、迁移乃至成矿均在后期热液中完成，矿床类型完全取决于成矿前变形带之围岩性质和含矿溶液的性质，变形带对金矿的形成仅仅起到控矿的作用。

5 小结

①在综合介绍以上诸研究成果基础上可以认为与金矿有关的韧性剪切带常分布于古板块边缘、多期构造叠加的含金建造中，但是并非所有就位于剪切带中的金矿其成矿作用都与剪切活动有关，只有当成矿作用与韧性剪切变形同时（或稍后）发生，变形才对成矿起着一定的促进作用，而那些成矿晚于变形的金矿床，韧性剪切变形对成矿不起作用。在变形变质与

成矿作用同时发生时,变形能自发地诱导含金流体进入韧性剪切带,并促使岩石强烈地破碎、糜棱岩化,形成能捕获矿液中金元素的多孔糖粒状石英和由岩石生成蚀变的铁白云石。

②金来源于围岩,因此应重视发育在含金建造中的区域性韧性剪切带与中—酸性岩体在空间上的相对位置。加强对韧性剪切带的工作及我国西部沿古陆块边部分布的蛇绿岩的地质普查,有望发现与韧性剪切带有关的金矿;应加强对就位于脆性构造带内,以含金石英脉为主的已知大中型金矿区深部的物探勘查工作,可望扩大矿区的金矿储量。

6 参考文献

- 1 马宝林. 鲁南地区首次发现大型韧性剪切带. 中国地质, 1987, (4).
- 2 余心起. 皖南歙县水竹坑—伏川地区韧性推覆剪切带的发育特征成因分析. 安徽地质科技, 1990, (1).
- 3 许晓峰. 一个韧—脆性剪切变质带型金矿床——金厂峪金矿床. 矿产与勘探, 1990, (4).
- 4 孙胜龙. 夹皮沟韧性剪切带与金矿富集规律探讨. 黄金, 1990, (7).

GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SOME GOLD DEPOSITS RELATED TO DUCTILE SHEAR ZONE

Hao Ya Liu Peng

(Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources)

Abstract

Now, more and more gold deposits occurring in ductile shear zone have been found in the world. According to the relation ship between main ore — forming stage and ductile shear zone, gold deposits are classified into synductile shear type and gold deposit of post ductile shear type. The main ore — forming stage of the gold deposits of synductile shear type is synchronous with the happening and formation of gold — bearing ductile shear zone. The ductile shearing activity not only provides places for ore deposits, but also is related directly with metallogenesis. the host wall rocks are ultramy — lonite, mylonite and protomylonite etc. Ore body is outlined by chemical analysis and the ores is mainly of disseminated type. The ore — forming stage of the gold deposits of post ductile shear type is obviously later than ductile shear deformation with a large interval. The type of ores is controlled by deformation characteristics of ore — bearing zone.

Key words ductile shear zone gold deposits of synductile shear type gold deposits of post ductile shear zone

作者简介 郝雅 女 生于1955, 1981年毕业于武汉地质学院, 现任沈阳地质矿产研究所工程师, 从事金矿地质研究工作。通讯地址: 沈阳市北陵大街25号, 邮政编码: 110032。