

金山金矿成矿作用及韧性剪切带的 构造-蚀变-矿化分带

张德会 冯志文

(中国地质大学, 武汉 430074)

金山金矿处于婺源-德兴成矿带内。矿床位于赣东北深大断裂带北西侧上盘, 出露地层为中元古界含火山物质的浅变质岩系。据研究, 该地层是原始含金建造, 其中所夹变基性岩不仅原岩含金高, 并且也是重要的衍生含金建造。矿区南为大茅山燕山早期花岗岩基, 北为铜厂燕山早期花岗闪长斑岩岩群, 矿区内出露少量海西-印支期及成矿后小岩脉(株)。直接控矿构造是一条低缓角度逆冲推覆切(脆)性剪切带。

1 矿床地质及成矿作用

1.1 矿床地质 金山韧性剪切带走向大致呈北东-北东东向分布于西矿-金山-西蒋一线, 延长大于 8 km, 强应变带宽数十米, 与地层产状一致。湾家坞矿段, 呈北西走向, 向北东倾, 倾角 $5^{\circ} \sim 35^{\circ}$, 剖面上呈舒缓波状。矿体赋存于含碳千枚岩与砂质千枚岩之间的剪切带内, 产在倾角较缓 ($10^{\circ} \pm$) 的扩容空间, 属强烈变形糜棱岩-超糜棱岩带中, 离开剪切面向外, 品位迅速降低。剪切面上下分布多层“饼状”变玄武岩。剪切带内发育各种韧性剪切特征标志, 如糜棱岩化、片理化、揉皱、鞘褶皱、S-C 面理组构、马蹄及钩状褶皱等; 镜下可见石英的波状消光、压力影、核幔构造等。

矿体分为糜棱岩型及石英脉型, 以前者为主。糜棱岩型矿体规模大、品位稳定 (Au 平均 6.29 g/t), 是主要工业矿体; 石英脉型矿体呈透镜体, 延长延深均不大, 金品位变化极不稳定, 平均 20.7 g/t, 可高达 2000 g/t, 属特富矿体。此类矿体为燕山期同熔岩浆热液叠加改造成因。围岩蚀变主要有硅化、黄铁矿化、绢云母化、绿泥石化、碳酸盐化等, 与金矿化关系最密切的是硅化、黄铁矿化及早期铁镁碳酸盐化。矿石类型分为金-黄铁矿超糜棱岩、金-黄铁矿糜棱岩-千糜岩及金-多金属硫化物石英脉三种。前两种组成简单, 后一种伴生一定量的黄铜矿、方铅矿及闪锌矿等。

1.2 成矿作用分析 矿相学研究表明, 超糜棱岩在强烈韧性变形所出现的流动构造后, 还呈现较强的碎裂岩化, 石英碎裂后为碳酸盐矿物穿插胶结, 黄铁矿表现出多期多阶段特征, 一些呈自形半自形晶结构, 另一些则呈现交代结构和压碎结构。金的赋存状态有四种, 呈浸染状分布于黄铁矿颗粒中, 在石英中呈晶隙金或裂隙金以及与黄铜矿、闪锌矿、方铅矿共生。

对矿体(除石英脉型以外)金品位混合总体筛分, 得出三个对数正态分布单个总体。铅同位素测年其绝对年龄不可靠, 但相对年龄则代表了三次大的成矿事件。稀土元素分配型式表明, 石英脉型金矿分配型式与砂质和含碳千枚岩差别很大, 暗示此类矿体矿质源于深部; 超糜棱岩型式与千枚岩差别较小, 而含金糜棱岩则与千枚岩曲线吻合较好, 说明超糜棱岩部分硅质源于深部, 而糜棱岩中的硅质则主要源自附近的围岩。

成矿物理化学条件研究指出,矿床形成温度为350~80℃,成矿流体盐度较低,矿床形成的环境是中偏碱性较为还原的介质。因此,金山金矿床的形成经历了三次大的成矿事件,分别为晋宁期区域变质成矿期(金的地球化学级富集)→海西-印支动力变质热液成矿期(其中又分为韧性变形成矿阶段及脆性变形成矿阶段)(金的工业富集)→燕山早期同熔岩浆热液叠加改造成矿期(金的最终强力富集)。

2 矿床的构造-蚀变-矿化分带

与一些太古界绿岩带中延深延长较大的剪切带不发育明显分带不同,本矿床属缓倾斜推覆型韧(脆)性剪切带,穿过剪切面和矿体上下盘地层,呈现构造-蚀变-矿化的垂向分带。

以湾家坞矿段ZK3105孔为例,该孔穿过剪切面,由下向上岩性变化为:变玄武岩(多层)→含碳千枚岩→硅质岩(矿体)→砂质千枚岩夹数层变玄武岩“饼”。硅质岩(矿体)厚仅数米,而矿体上下盘的砂质千枚岩及碳质千枚岩分别厚数百米和上百米。与岩性变化对应,变形变质岩由下向上为:糜棱岩化变玄武岩→含碳千糜岩(靠近硅质岩处更发育)→硅质岩状流纹构造超糜棱岩→糜棱岩→糜棱岩化千枚岩;变形分带为:强塑性揉搓褶曲带(密集流劈理、等斜褶曲带,相当于千糜岩带)→强塑性流动构造带(硅质岩状纹层状流动构造)→强烈片理带(脆性挤压破碎带、劈理片理化带)。由韧性→强韧性(后期脆性)→脆(韧)性变形转化。强应变带厚十余米到数十米。

蚀变由下向上为:绿泥石化带→黄铁矿化-碳酸盐化-绿泥石化带→硅化-黄铁矿化-碳酸盐化带(超糜棱岩带)→绿泥石化-硅化-黄铁矿化-碳酸盐化带→绢云母化带。硅化、黄铁矿化及铁镁碳酸盐化最强地段位于剪切带中心,向上向下绿泥石化增强,更远处(向上)以绢云母化为主。

应变最强的硅质岩状超糜棱岩带,Au、Ag、Cu、Pb极大富集,金含量为5.7 g/t,而在紧邻剪切面上下的千枚岩中降至几十ppb;超糜棱岩带内Pb、Cu富集系数为十几,Ag稍富集;而向上下围岩中,Pb、Cu含量急剧下降,Ag则略有降低,而Zn、Ni、Co、V则增高。以剪切面为中心向上向下,Ag/Au迅速增大,Pb/Zn急速降低,出现下列元素相对对称的分带序列: Au→Pb→Cu→Ag→Zn,其中金与铅显著正相关,与Bonnemaison等(1990)提出剪切带金矿化的三阶段模式Au、Pb关系吻合。

3 分带机理探讨

金山金矿床具有独特的穿过剪切面和矿体上下盘地层的分带系统,研究其形成机理要考虑如下因素:①韧(脆)性剪切面比较紧闭,强应变带垂向上仅涉及十数米或几十米,因此矿化分带梯度只在强应变带加大,但蚀变分带范围较大,涉及数百米厚的地层;②韧(脆)性剪切带至少经历了两个以上的变形阶段,早期韧性为主,中后期转为脆性,前述金富集三个阶段后两个与动力应变阶段一致;③前述分析表明,非金属组分及成矿组分一部分来自附近围岩,另一部分则源自深部。

晋宁期区域变质作用使区内岩石产生广泛的低级变质作用,广泛绢云母化、硅化及变基性岩青磐岩化的同时,发生质量迁移,初始变质水使岩石中金属元素被活化并富集于青磐岩化岩石中弥漫状黄铁矿内,青磐岩化变基性岩试金分析Au为 22.5×10^{-9} 。

海西-印支期,产生动力变质作用,打破了初始变质流体与介质的平衡状态,热动力场引导变质流体向剪切带扩容空间运移,挥发组分及剪切面附近的变基性岩等经绿泥石化析出

的 K、SiO₂ 等, 流向剪切面沿倾向减小处, 那里压力低而温度高, H₂O、CO₂、S、K 等与硅酸盐反应生成黄铁矿、石英、铁白云母等, 较高的温度和较低的应变速率使生成的硅质产生韧性变形, 形成具塑性流动构造的超糜棱岩, 向外为脱硅的碳酸盐、黄铁矿包围, 再向外为绿泥石化-碳酸盐化带; 此阶段主要沉淀了 Fe、Cu 矿物, Au 也有一定的富集。

后期脆性变形使超糜棱岩产生碎裂岩化, 许多成矿元素或从早期硫化物中溶出, 或由热液带来。一方面, 低温碱性条件下, Au、Ag、Zn、Pb 等主要呈硫化物络合物迁移, 因 Ag 的稳定常数远大于金、铅等, 金、铅沉淀于剪切带内带, Ag 则相对更靠外带; 另一方面, 据元素的迁移能力: Pb < Cu < Zn; Au < Ag; 结果就在垂向上形成了以剪切面为中心的对称分带。

燕山早期同熔型花岗岩浆的侵入, 使剪切带中的成矿元素再次活化富集, 形成特富的石英脉型金矿体。

张宣地区的燕山运动与金矿床成因*

洪金益 彭省临

(中南工业大学地质系, 长沙 410083)

河北张家口—宣化地区已发现金矿床数十个, 其中有著名的小营盘、东坪等大型金矿床。由于它们产出的地质背景复杂, 致使有关其成因及成矿时代问题众说纷纭。作者研究认为它们是同一地质背景下, 经历的大地构造发展阶段相同, 遭受的地质作用相似, 矿化时代相同, 产出的空间相近, 所以是同一成矿大地构造作用的产物。

张宣地区位于华北地洼区冀晋地穹系冀北地洼列崇礼地穹。本区太古代为前地槽阶段, 其代表构造层为桑干群变质岩系。根据原岩恢复研究表明该变质岩系的原岩为一套夹少量正常沉积岩的以超基性、基性火山喷发物为主的火山岩建造。其原岩含金较高是本区金矿成矿的初始矿源层。太古代末的五台期构造运动及相应的区域变质作用、岩浆活动和构造变形, 奠定了本区的基本构造格局。早元古代时期本区为地槽发展阶段, 但本区没有滹沱群地层分布, 可能处于地背斜状态, 出露的地层为刚性的结晶基底, 强烈的吕梁期地槽构造运动形成一系列紧闭型褶皱(如韩家沟背形褶皱)和逆掩断层(如小营盘的容矿构造)。从中元古代开始至中生代三叠纪, 本区长期处于稳定隆起状态, 即属于地台区发展阶段。侏罗纪的燕山运动开始进入地洼阶段, 区内构造活动性再次增强, 构造岩浆作用出现了新的局面。新生代本区进入地洼余动期。现阶段的大地构造性质为地洼余动期。

燕山运动在本区的主要特征为: 一是块断构造发育; 二是在复杂的构造背景上明显叠加近南北向的和北西向的两组各为等间距的规模较大的断裂, 三是幔源型、壳源型和壳幔型的地洼岩浆大量侵入, 并受地洼和前地洼断裂控制。在前燕山期虽发生多次的热事件, 但没有形成有工业意义的金矿化, 只是对金进行了初步富集。晚侏罗世开始的燕山运动, 本区的构造-岩浆全面活化, 进入地洼阶段, 开始了金矿矿化的全盛时期。

(1)在燕山期以前的漫长地质历史时期中, 分别于 19、15、11 和 6 亿年发生过程为明显

* 本文为中国有色金属工业总公司“八五”教育基金项目的一部分