

13-19, 33

银洞沟银金矿矿床地质特征及成因探讨*

p618-570.2
p618-520.2

雷世和 唐桂英

(石家庄经济学院·石家庄·050031)

秦正永 刘波

(天津地质矿产研究所·天津·300170)

张子才

(鄂西北地质矿产调查所·丹江口·441900)

就构造对该矿的控岩控矿作用和围岩蚀变等进行了探讨,揭示了早期多层次滑脱构造控制了初始矿源层的形成、韧-脆性推覆型剪切作用控制了含矿石英脉的形成,以及脆性断裂作用控制了矿体的定位等过程,阐述了该矿床构造演化和矿化叠加的一一对应关系。

关键词 银金矿 矿床成因 构造控矿 银洞沟推覆岩席

银洞沟, 重矿床

南秦岭造山带武当推覆体西部银洞沟推覆岩席(雷世和等, 1993, 1995; 雷世和、唐桂英, 1996)中, 发育大量银金或金银等多金属矿床、矿(化)点, 银洞沟银金矿床是其中规模最大、最具典型特征的一个大型银金矿床。

型糜棱岩与上覆盖层发生同步褶皱, 形成由汉江推覆岩席、十堰推覆岩席、杨坪推覆岩席

1 区域地质概况

银洞沟银金矿床位于扬子地台北缘武当巨型推覆体之银洞沟推覆岩席、武当地区西北部贵多金属成矿带西端(图1), 分布于元古宙武当群变火山岩组顶部层位。其上部变沉积岩组原岩为一套以泥质粉砂岩为主夹少量白云岩和含黄铁矿凝灰质粉砂岩, 局部见辉绿岩侵入体; 下部火山岩组为石英角斑质凝灰岩和钾长石英角斑岩(或流纹岩)。它们经韧性剪切作用形成一套具糜棱结构的岩石, 主要有糜棱岩化变粒岩、长英质糜棱岩、钾化糜棱岩, 后两者是银金铅锌矿的主要赋矿围岩。

区域构造特点以多层次滑脱构造为特征的韧性变形为主, 在剪切带内部出现面型糜棱岩、顺层掩卧褶皱、“a”型褶皱、剪切条带、拉伸线理和 S_2 透入型面理等不同规模的构造组合群体。随着造山运动的进行, 早期面



图1 银洞沟矿区区域地质图

- 1—中新生界; 2, 3—古生界; 4—震旦系上统;
- 5—元古界耀岭河群; 6—元古界武当群变沉积岩组;
- 7—武当群变火山岩组; 8—变基性-超基性岩;
- 9—韧性滑脱构造面; 10—韧-脆性推覆构造面;
- 11—断裂; 12—主要断裂编号; ①—公路断裂;
- ②—房竹断裂; ③—左吉断裂

及三台推覆岩席组成的武当巨型推覆体。在

本文 1997 年 3 月收到, 文元亮编辑。

* 地质矿产部定向科研基金和国家重点黄金攻关项目基金资助。

近EW向公路断裂、房竹断裂和NNE向左吉断裂的扭动作用下,被它们所围限的武当推覆体西部岩块发生扭动变形,形成由S状背向斜组成的银洞沟推覆岩席。银洞沟—梨树坪EW向倒转背斜就是该推覆岩席中的一个次一级褶皱构造,轴面反S型扭动,东端向北倾,西端向南倾,背斜核部EW向轴面劈理带是银金、铅锌矿化重要的容矿构造。轴面劈理带是后期叠加在早期韧性剪切变形带之上的韧—脆性构造。

2 矿床地质特征

2.1 一般地质特征

矿床位于背斜轴部,矿带延伸方向近EW向,与背斜枢纽方向一致,全长2150m,SN宽150m~300m,往西延入陕西省境内,沿倾向方向变深。矿体沿倾向和走向延伸(深)较大,向西倾伏端厚度增大,品位增高。地表300m以下仍有矿体分布,矿体赋存标高从1291m~750m,具向西侧伏和明显垂直分带特征(图2)。浅部为银金矿带,中部为铅锌银矿带,深部为铅锌矿带。矿体具有成群成带平行分布特征,由南至北共分4个矿组,每组由若干小矿体组成。矿体主要呈脉状或板状,少数呈透镜状。脉体分单脉、复脉和网脉3类,沿走向或倾向具明显胀缩、尖灭再现或侧现及部分复合特征。矿体倾向 160° ~ 190° ,上部矿体倾角 65° ,向下逐渐变为 75° 左右,矿体向西倾伏角 10° ~ 30° 。

该矿床已圈出大小银金矿体27个,其中24个矿体向深部过渡为铅锌矿体。矿体产状可分为两类,一类沿早期糜棱面理或分异层理 S_2 分布;另一类平行背斜轴面劈理分布,呈陡倾斜板状,规模较大,含矿性好,矿体一般长1000m~2000m,总平均厚度60.93m,单矿体厚度由1.10m~4.45m,一般厚2m左右。矿床平均品位Ag 176.6×10^{-6} ,Au 1.80×10^{-6} ,Ag最高品位 349.9×10^{-6} ,Au最高品位达 27.90×10^{-6} ;深部铅锌矿平均品

位,Pb 1.75%,Zn 2.42%。银金品位与厚度一般呈正相关关系。矿体中的银、金品位亦呈正相关,相关系数一般 >0.5 ,其中 II_2 、 III_4 、 IV_2 部分矿体银金相关系数 >0.8 。Ag/Au值为100:1~100:2之间。

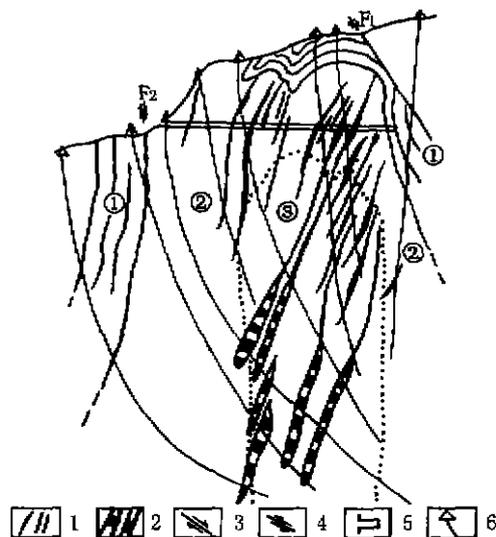


图2 银洞沟银金矿床15线地质剖面图

1—银金矿体;2—铅锌矿体;3—正断层;

4—逆断层;5—坑道;6—部分钻孔。

①—弱硅化长英质糜棱岩,分布于背形两翼;

②—强硅化长英质糜棱岩;③—钾化糜棱岩。

2.2 矿化组成、结构构造、矿石类型

矿石矿物成分比较复杂,已查明的矿物成分有62种,其中金属矿物44种,脉石矿物18种。金属矿物虽种类繁多,但在矿石中含量不高,在银金矿石中仅占1.5%左右,铅锌矿石中约占11%,以硫化物为主,次为碳酸盐和氧化物。硫化物主要有黄铁矿、闪锌矿、方铅矿和黄铜矿。银矿物主要为辉铜银矿、螺状硫银矿和自然银;金矿物主要是银金矿,少量为自然金,呈细小包体(0.07mm~0.3mm)嵌布于黄铁矿、黄铜矿和方铅矿裂隙和晶隙间。

矿石化学成分分析显示:银金矿石除Ag、Au外,尚含有Pb、Zn、Cu、As、Hg、Co、Mn、Mo、W、Sn、Bi、Se、Cd等;铅锌矿石中除含Pb、Zn外,含有Ag、Au、Cd、Cu等。矿石氧化物的

含量很高,银金矿中 SiO_2 含量可达 90.58%,显然与硅化有关。绿泥石化、绢云母化使矿石中 Al_2O_3 , MgO 和 Fe_2O_3 的含量增高,铁白云石化使 CaO 的含量增高。

矿石主要呈云雾状、浸染状(稠密浸染状、稀疏浸染状和细脉浸染状)、条带状、薄板状和脉状,此外,还有块状和揉皱状构造。常见的结构有自形—他形粒状、交代溶融、固溶体、填隙、交代残余、镶边、骸晶等。

矿石类型分为金银互化物—银的硫化物矿石,以辉铜银矿和螺状银金矿为主,是本矿床的主要类型;银的硫化物—金银互化物矿石,以自然银、金银矿、银金矿为主,是矿床次要类型。含铜银的铅锌硫化物矿石,是铅锌矿体主要矿石类型。

2.3 矿化阶段划分

2.3.1 早期铅锌矿化阶段

以糖粒状石英—铅锌矿化为主。由韧性剪切应变作用所产生的大量变质热液(H_2O 和 CO_2)将各类糜棱岩中活化的 Si 、 S 、 Fe 、 Pb 、 Zn 、 Ag 、 Au 等成矿组分带入变质流体。由于二氧化硅浓度较大,在动态重结晶条件下和糜棱岩中石英亚颗粒交代转化为细糖粒石英。当含矿流体进入到糖粒状石英中,离子能量系数较大的 Fe^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Zn^{2+} 等金属离子与 S^{2-} 结合,在一定的温压条件下,有大量闪锌矿、黄铁矿、方铅矿和少量黄铜矿、银黝矿沉淀晶出;呈浸染状、脉状或块状,部分地段富集成铅锌工业矿体。

2.3.2 中期矿化阶段

是银金矿重要矿化期,可分两个亚阶段:

1)糖粒状石英—银金矿化亚阶段。随着铅锌等金属已大量晶出,流体中银金组分浓度相对较高。这时受剪切作用的变质地体由地壳较深处向浅部发展,岩石变形由韧性转化为脆性。在这一过渡阶段中,当含矿流体运移到浅部扩容带时,温度、压力、盐度逐渐降低,对含矿流体来说,是一个低压电位环境,促使银金矿物大量晶出,形成以辉铜银

矿、螺状硫银矿、自然银为主,以银金矿等为次的矿物组合。一般沿糖粒状石英脉边部呈稠密浸染状、条带状及细脉浸染状分布;早期形成的剪切褶皱核部和压溶构造也是良好的容矿空间。

2)粗糖粒(烟灰色块状)石英—含铅、锌的银金矿化亚阶段。银金主成矿阶段以后,由于构造脉动性,以前含矿石英脉因固结时发生体积收缩,从而在硅化围岩和含矿石英脉内部产生裂隙空间,为流体再次充填创造条件。流体中无用残余组分沿裂隙沉淀晶出。银的硫化物、金银互化物、黄铁矿、方铅矿等金属矿物的粒度较粗,其矿化主要集中于标高 1100 m ~ 960 m 之间。这种粗粒块状石英往往在细糖粒状石英中呈团块状,并切穿前阶段含银金细糖粒状石英脉。

2.3.3 晚期弱矿化阶段

以出现乳白色块状石英和铁白云石脉为特征,是继上述成矿后,因受剪切变形变质作用而含矿地体被抬升至浅部,韧—脆性过渡构造环境转化为脆性变形构造环境所产生的矿化阶段。此时,流体表现出以二氧化硅和碳酸盐成分为主的热液活动,沿裂隙和一些小型断层空间运移,在较低温度(130°C ~ 200°C)和压力条件下,沉淀出含黄铁矿、方铅矿弱矿化块状石英—铁白云石脉,并切割前期含矿石英脉。从此结束了银金铅锌矿化。从分散—集中一定位,经历了由韧—脆性剪切作用—脆性变形阶段发展的过程。从脉体相互穿切关系,可看出成矿期次演化过程与构造发展之间的有机联系:①含铅锌的糖粒状石英脉或铅锌矿细脉被含银金糖粒状石英脉切割;②同一条矿脉内,常见条带状银金矿被具有浸染状银铅锌矿化的粗粒—烟灰色块状石英脉切穿;③具弱矿化乳白色块状石英—铁白云石脉切穿①和②含矿石英脉。

2.3.4 后期构造作用对矿体形成的影响

当成矿作用发展到一定阶段时,后期构造作用的影响,使已成型的矿脉发生塑性扭

曲,或进一步被拉断出现首尾相连的透镜体,部分呈平行斜列分布,沿构造透镜体两侧出现富矿。从采场观察,这种由构造叠加引起的矿化富集现象较为普遍,并已成为开采追索富矿的规律。

2.4 金属矿化垂直分带

金属矿化在空间分布上具有一定的垂直分带性(图2)。上部银金矿带(赋存标高 > 1100m),银金矿石平均品位 $Ag\ 156.9 \times 10^{-6}$, $Au\ 1.79 \times 10^{-6}$,基本不含或含微量铅锌;中部为过渡型铅锌—银金矿化带(标高 1100m ~ 960m),矿石平均品位为 $Ag\ 122.29 \times 10^{-6}$, $Au\ 1.38 \times 10^{-6}$, $Pb\ 0.1\% \sim 0.9\%$, $Zn\ 0.2\% \sim 2.4\%$;下部为铅锌矿化带(< 960m),矿石平均品位 $Pb\ 0.97\%$, $Zn\ 1.97\%$,而 Ag 小于 40×10^{-6} , Au 甚微。

2.5 围岩蚀变

矿体围岩蚀变作用以硅化为主,次为钾化、黄铁矿化、绢云母化、绿泥石化、碳酸盐化等。硅化是银金矿化主要蚀变类型,成面型分布于韧性剪切带扩容带中,发生在韧性剪切向脆性剪切转化阶段。从剪切带中心部位向南北两侧围岩分别由强硅化—弱硅化组成(图3),多以细糖粒状石英为特征。其形成一方面是在动态背景下析出的 SiO_2 等物质进入流体,另一方面是长英质糜棱岩中的石英被活化,在剪切条件下发生重结晶和动力分异,沿背斜扩容带沉淀晶出。这种特殊结构的细糖粒状石英是银金矿化富集的良好场所,硅化越强,银金矿化越好。

钾化出现在背斜核部中心部位的钾质糜棱岩或超糜棱岩中,是糜棱岩带内特殊的蚀变,与硅化叠加出现,常呈肉红色钾化条带,一般长 10cm ~ 15cm,宽 0.5cm ~ 1cm,沿强化面理方向富集金属矿物。钾化另一种表现是在成矿作用过程中出现大量含钾矿物,如绢云母、多硅白云母及黑云母等,从早期到晚期热液活动与整个矿化相伴随。黄铁矿化在矿区各岩类中较为普遍。经研究,韧性剪切变

形阶段生成的黄铁矿大都为短柱状和立方体状,具简单的直线晶纹,含量约 1% 左右,粒径一般为 0.2mm ~ 0.6mm,最大者可达 10mm 以上,部分具裂纹构造。韧—脆性剪切阶段生成的黄铁矿为菱形十二面体、八面体聚晶和五角十二面体,粒径一般为 0.3mm ~ 0.2mm,呈星点状产于含石英英脉和蚀变岩中,含量一般 3% ~ 4%。钾化糜棱岩中的黄铁矿富含铅,硅化长英质糜棱岩中黄铁矿富含银,这与铅锌矿和银金矿体分带赋存部位是相吻合的。黄铁矿平均含 $Ag\ 260 \times 10^{-6}$, $Au\ 2.29 \times 10^{-6}$ 。韧—脆性阶段生成的黄铁矿含 $Ag\ 1380 \times 10^{-6}$, $Au\ 160 \times 10^{-6}$ 。热电效应具 n 型和 p 型两类,前者 $a = -210.8\text{mv}/\text{度}$,后者 $a = +222.0\text{mv}/\text{度}$ 。

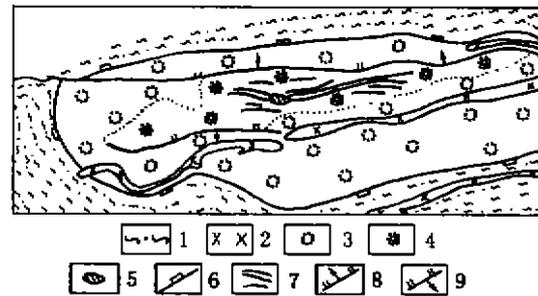


图3 银洞沟银金矿床蚀变分带平面图

1—长英质糜棱岩、糜棱岩化变粒岩;2—变绿岩;
3—弱硅化带;4—强硅化带;5—钾化带;6—韧性滑覆构造面;
7—银金矿体;8—正断层;9—逆断层。

铁白云石化伴随硅化普遍分布于矿石和矿化带中,一般呈等粒状和他形粒状、脉状产出。在糜棱岩和糜棱岩化变粒岩(即矿化围岩)中,多以团块和透镜体分布。在韧—脆性剪切变质作用的整个演化过程中都有出现。

绿泥石化,属镁绿泥石类,与绢云母、多硅白云母相伴出现,呈脉状、团块状大致定向分布于石英粒间,含量一般在 0.5% 左右,矿化富集地段可达 4% 以上。

根据上述蚀变矿物组合特征,矿区内围岩蚀变可分为三个带:强硅化—钾化—绢(白)云母化—铁白云石化带;硅化带;绿泥石化—白云石化—弱硅化带。

3 矿床地球化学特征

3.1 矿物流体包裹体

不同成矿阶段石英包裹体均一温度变化范围较宽,从 130℃ ~ 400℃,主要集中于 180℃ ~ 290℃,这一区间是银金成矿温度最佳条件。矿床垂直分带不同标高不同矿化的包体均一温度和盐度变化范围,由下往上,铅锌矿带温度为 180℃ ~ 280℃,盐度为 5.1% ~ 11.8%;银铅锌矿带(混合带)温度为 180℃ ~ 230℃,盐度为 4% ~ 7.7%;银金矿带温度为 180℃ ~ 250℃,盐度为 5.1%;含银铁白云石弱矿化带温度为 130℃ ~ 190℃,盐度为 4.65%。这反映由深部向浅部,早期铅锌矿化阶段到中—晚期银金矿化阶段,成矿流体温度和盐度具有从高到低变化趋势。在成矿过程中,成矿流体经过 3 次降温变化,逐步形成以铅锌为主到以银为主矿化过程。此特征表现了成矿流体在韧—脆性剪切应变作用下,开始由较深层次构造环境不断向地壳浅部转化。在构造演化过程中,由于构造热液脉动性导致不同阶段温度、盐度变化。据不同阶段石英包裹体均一温度、盐度得出矿化流体的密度变化于 0.8 ~ 1.0 之间,而早期铅锌矿化流体密度略大于中—晚期银金矿化阶段。

3.2 矿床稳定同位素

3.2.1 铅同位素

前人(吴贤奎,1988)从变石英角斑岩、变钾长石英角斑岩(现均为糜棱岩、超糜棱岩)采集的样品中获得锆石 U—Pb 一致等时线年龄为 1304Ma;银洞沟矿区及其外围变火山岩系全岩 Pb—Pb 等时线年龄为 1512Ma ~ 1136Ma,矿石铅多伊模式年龄部分接近 1300Ma。从武当群下部变火山岩组中用单锆石溶解法获得 1970Ma(秦正永,雷世和等 1995,秦正永,雷世和 1996)。结合地质事实分析,我们认为 1970Ma 应为火山岩组形成时的年龄,1512Ma ~ 1136Ma 为早期多层次韧性滑脱剪切活动所形成的面型糜棱岩(即现表

现出的岩石单位)的成岩年龄较为合理,从矿区矿石中获得的矿石 Pb—Pb 模式年龄多为 1103Ma ~ 1317Ma,说明早期矿化与韧性剪切活动密切相关,造成了分散的有用组分的活化、初始富集,形成初始矿源层。

本区矿床铅 Th/U 比值平均为 4.05,与岩石铅同位素组成和等时线年龄计算的岩石 Th/U 平均值 3.74 接近,表明本区岩石体系内铀的选择性带人和钍的迁出可能与地表水和各种变质热液、酸碱度和氧化还原电位的变化有关。

3.2.2 氢氧同位素组成

矿区氢氧同位素 $\delta^{18}\text{O}$ 值变化范围很小,多在 10‰ ~ 13‰,从不同阶段形成的石英中所获得的数据略有差异。早期矿化阶段 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 值多集中于 -1‰ ~ +7‰ 之间, δD 值为 -60‰ ~ -76‰ 左右;中期矿化阶段 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 值变化于 -3.3‰ ~ +4.7‰, δD 平均值为 -69‰ 左右;晚期矿化阶段(弱矿化)其 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 值多为负值, δD 平均值为 -41.5‰。而围岩 $\delta^{18}\text{O}$ 为 9.47‰ ~ 14.4‰,与矿床上覆盖层(糜棱岩化变粒岩)中白云岩 $\delta^{18}\text{O}$ 值 14.4‰ 相近似。矿床成矿流体氢氧同位素组成可以看出,成矿流体 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 自早期—晚期成矿阶段变化很小,随着韧—脆性剪切应变作用不断演化,成矿流体由变质热液、地下循环水及大气降水多源渗合而成。

3.2.3 硫同位素组成

对矿区不同标高、不同矿体和不同类型的矿石,以及围岩和上覆盖层中采集的硫化物单矿物样品分析结果表明,不同成矿期形成的矿石,硫同位素组成非常近似, $\delta^{34}\text{S}$ 值变化除个别样品 > 6‰ 外,均在 $\pm 0.1\%$ ~ +5.6‰,平均值为 +3.41‰。矿体围岩中的 $\delta^{34}\text{S}$ 值为 +2.44‰,与矿石硫同位素组成相似,基本接近于陨硫的最低值(0‰)。矿床硫具均一特征,有相似形成条件和相同来源。这种硫同位素组成表明硫源来自地壳较深构造

层。由于不同矿石类型(方铅矿、闪锌矿、黄铁矿) $\delta^{34}\text{S}$ 极为接近,表明硫同位素分馏不完全,后期热液成矿富集差。

4 构造对矿化的控制作用

4.1 多层次韧性滑脱构造控制初始矿源层的形成

晋宁运动前后,该区发生多层次的多重滑脱构造作用,表现在该区前寒武纪基底中发育一系列较大规模的面型韧性滑脱剪切带,出现在武当群上部沉积岩岩组与下伏火山岩岩组之间的韧性剪切带就是本区主要的赋矿层位。据年代学研究,上部变沉积岩组为1200Ma~900Ma,下部变火山岩组为 \pm 1900Ma,在时间上两者之间存在很大的不连续面。构造特征上表现出构造面下盘为强应变域,变火山岩组为一套无序岩性组合,广泛发育韧性剪切变形产物,以面型或顺层糜棱岩、“a”型褶皱、掩卧褶皱、叶理和拉伸线理等为主的构造群体;构造面上盘表现出弱应变域,变沉积岩组中构造成分与前者相比存在明显差异,岩石一般不具糜棱岩化,只有在构造作用强烈地段或部位,出现初糜棱岩或糜棱岩化岩石,基本上是一套整体上有序的岩石组合。构造面上下岩层中构造成分的研究,可知强应变带等出现在两岩组接触面附近及下部岩组中,具伸展机制特点。在漫长的韧性剪切作用期间,由于构造作用产生的剪切热、区域变质作用产生的变质热及较深层次的地热等作用,组成原岩的物质发生了重新的分解、组合,形成新的岩石类型,分散的含矿组分的活化,沿构造活动带迁移,新生岩石中剪切面理的发育,为其提供了赖以沉淀的空间,出现初步富集,形成初始矿源层,有些品位较高者则构成工业矿体,平行S1或S2(糜棱面理或分异层理)分布。与此同时,含矿热液活动使围岩也发生蚀变,形成硅化、钾化。

4.2 韧—脆性推覆型剪切作用控制糖粒状

含石英英脉的形成

印支—燕山造山褶皱运动期间,扬子板块与中朝板块碰撞影响岩石圈变形变质,在南秦岭表现为规模最大的一次造山作用。由北往南以大规模推覆造山褶皱变形为特征,使武当群和上覆盖层同步卷入褶皱。在推覆褶皱造山作用后期,已形成的武当推覆体西部因NNE向左吉断裂及近EW—NWW向公路断裂和房竹断裂的扭动,造成它们所围限的地块产生直线扭动变形,形成由一系列S形褶曲组成的银洞沟推覆岩席。银洞沟背斜属低序次褶皱。同时在较深部生成的糜棱岩被逆冲至浅部,再一次受到构造叠加。随着地壳由深部向浅部抬升,使在深层次构造条件下的韧性变形作用,开始由韧性向脆性环境转化,为银洞沟银金矿床形成创造了良好的构造条件。褶皱及韧—脆性推覆作用使具糜棱岩化的初始矿源层在褶皱过程中形成平行轴面劈理(S3或S4)分布的石英脉,并伴有成矿元素的活化、迁移和沉淀富集,并伴以强烈的硅化和钾化,成为该矿床的主要产出类型—糖粒状含石英英脉。

4.3 脆性断裂作用控制矿体的定位

随着变形岩石和含矿地质体位态的升高,其所处部位的P、T条件发生了变化,构造环境由韧—脆性转化为脆性,晚印支期(燕山—喜山期)的构造运动,在该矿区表现为沿早期产生的构造面发生继承性活动,含石英英脉成为新断裂带中的构造岩而被改造成为首尾相接的透镜体。这时,在构造动力和构造热作用下,含石英英脉中的Ag、Au等成矿元素再次发生活化迁移,在有利部位富集定位,形成矿体,并在围岩中产生绿泥石化、铁白云石化等。

5 结论

1)银洞沟银金矿床是产于元古宙武当群变火山岩组和变沉积岩组间面型韧性剪切带附近的大型叠生矿床,其形成与构造关系密

切。

2)武当地区晋宁期前后的多层次多重滑脱构造作用,促成了武当群变火山岩组与变沉积岩组间韧性剪切带形成,加强了该区地质体变形变质,同时加速了剪切带附近分散的有用元素活化、迁移,在面理十分发育的剪切带岩石中沉淀,形成初始矿源层。伴生的蚀变为黄铁矿化、硅化和钾化。

3)印支期陆—陆碰撞造成该区地壳缩短,已呈面型剪切变形岩石发生褶皱、倒转、韧—脆性剪切—逆冲,形成武当推覆体,进而在直线扭动作用下形成S状复式褶皱的银洞沟推覆岩席。在此变形期间,初始矿源层中成矿元素随着褶皱和剪切作用再次发生活化、迁移,在原硅化岩石形成平行S3的板状糖粒状石英脉时沉淀、富集,形成初具规模的矿体,并伴有硅化和钾化。

4)由于褶皱及推覆造山作用使该区武当群岩系抬升,P、T条件发生了明显的改变,在燕山—喜山运动期间,它们遭受了脆性断裂作用,使板状矿体发生错动,形成斜列透镜状或粘滞性石香肠构造,成矿元素得以活化,并短距离的迁移,在透镜体的两侧或压溶区沉淀定位。伴随该期矿化作用的蚀变为绿泥石化和铁白云石化。

5)稳定同位素研究表明该矿床形成环境的变化,由深层次向浅层次递变过程,成矿物质来源与变质作用、构造作用密切相关,构造作用又对变质作用起到控制和促进作用。

参考文献

- 1 朱维新,冯钜昌.银洞沟银金矿区矿床及岩石地球化学异常的某些特征.金属矿床勘查地球化学研究文集.北京:地质出版社,1985
- 2 周观庸.银洞沟多金属矿床成因的包裹体研究.湖北地质,1992(2)
- 3 刘丛强.银洞沟铅锌—银矿床地球化学特征及其成因分析.矿床地质,1987(4)
- 4 许志琴.扬子板块北缘的大型深层滑脱构造及力学分析.中国区域地质,1987(4)
- 5 陈晋毓,秦正永,等.武当群地质特征.天津:天津科技翻译出版社,1991
- 6 秦正永,雷世和.武当群成岩年龄讨论.中国区域地质,1996(2)
- 7 秦正永,雷世和,等.武当地区构造解析及成矿规律.北京:地质出版社,1997
- 8 雷世和,刘波,张子才.武当地区多重滑脱构造的厘定.地质构造学刊,1993(2)
- 9 雷世和,刘波,张子才,等.武当群构造性质及构造演化.湖北地质,1995(10)
- 10 雷世和,唐桂英.扬子地台北缘武当推覆体结构模式及成因分析.河北地质学院学报,1996(1)
- 11 雷世和,唐桂英.南秦岭造山带武当地区构造变形及构造复合.河北地质学院学报,1996(3-4)
- 12 裴荣富.中国矿床模式.北京:地质出版社,1995

GEOLOGY AND MINERALIZATION GENESIS OF THE YINDONGGOU SILVER - GOLD DEPOSIT, NW HUBEI

Lei Shihe, Tang Guiying, Qin Zhengyong, Zhang Zicai, Liu Bo

Yindonggou Silver - Gold Deposit, located in the Yindonggou Thrust Sheet of the west part of the Wudang Nappe tectonically, occurs in the ductile shear zones between the meta - volcanic rocks and meta - sedimentary rocks of the Proterozoic Wudang Group, with ore bodies parallel to S3(or S4) showing planar and lenticular shape and along the S2(shear foliation) presenting folding similar with S2. The ore bodies distribute in the core of the Yindonggou Antiform and are controlled by ductile shear zones strictly. The mineralization of this deposit is closely related to the evolution of the tectonics and structural deformation in this area. The mylonites formed in the early ductile bedded shearing controlled the distribution of primary mineralization layers. The folding and thrusting during the collision between the North China Platform and the Yangtzi Platform created S3 foliation and made up quartz veins bearing Ag - Au elements. The positioning of the ore bodies is controlled by brittle thrusting or fracturing in the Yangsan - Himalayan Movement. It is dealt with that this deposit is a large - sized super-imposed silver - gold and multiple metals.

Key words silver - gold deposit, mineralization genesis, structure controlling mineralization, Yindonggou Thrust Sheet, Wudang Nappe

(下转 33 页)

- experimental data, *Geochim Cosmochim Acta*, 1989, 53: 2185 - 2194
- 9 Heinrich C A , Esdington P J. Thermodynamic predictions of the hydrothermal chemistry of arsenic and their significance for the paragenetic sequence of some cassiterite - arsenopyrite - base metal sulfide deposits. *Eco Geol*, 1986, 81: 511 - 522
- 10 Barnes H L. *Geochemistry of hydrothermal ore deposits*, New York, 1970, 380 - 425
- 11 何明友,朱赖民.黔西南含砷热液金矿床 Au、As 矿化分离过程的制约因素. *矿物岩石*, 1995, 15(增刊): 13 - 17
- 12 郑明华,周渝峰,刘建明,等.喷流型与浊流型层控金矿床.成都:四川科学技术出版社,1994, 200 ~ 247
- 13 杨蔚华,刘友梅.中国沉积岩型金矿床地球化学及找矿方向. *地球化学*, 1997, 26(1): 20 - 23
- 14 Dismr J R , Sureau J F. Organic matter in ore genesis. Progress and perspectives, *Org Geochem*, 1990, 16 : 577 - 599
- 15 Seward T M. The hydrothermal geochemistry of gold. *Gold Metallogeny and Exploration*, Edited by foster R. P. 1991, 37 - 62

MECHANISM OF PARAGENESIS AND SEPARATION FOR As AND Au IN THE FINELY - DISSEMINATED GOLD DEPOSITS IN SOUTHWESTERN GUIZHOU PROVINCE

Zhu Laimin, He Mingyou, Jin Jingfu, Hu Ruizhong

Arsenic is the common important element which follows gold in the finely - disseminated gold deposits. With the use of coexisting characteristic of gold and arsenic, the exploration of the finely - disseminated gold deposits had won victory in China. It has great significance to ascertain the relation of gold and arsenic in the exploration of gold deposit. The gold and arsenic of the mineralizing solution in the finely - disseminated deposits for southwestern Guizhou province were mainly moved as chloride complexes such as $Au(HS)_2^-$, AuS^- , $H_2AsO_3^+$ etc. With the change of physical - chemical conditions, the gold and arsenic in the ore forming process had detached concentration; from premineral epoch, main mineralizing epoch to latemineralizing epoch, the gold and arsenic in the mineralizing solution experienced the stage of miscibility, initial detachment and complete detachment.

Key words migrating form for Au and As, physical - chemical conditions, mechanisms of paragenesis and separation



第一作者简介:

朱赖民 男, 1966 年生。1989 年毕业于成都理工学院放射性地质专业, 1996 年在成都理工学院获博士学位。现在中国科学院地球化学研究所做博士后研究。主要从事矿床地球化学研究工作。

通讯地址: 贵州省贵阳市观水路 73 号 中国科学院地球化学研究所 邮政编码: 550002

(上接 19 页)



第一作者简介:

雷世和 男, 1949 年生。1976 年毕业于长春地质学院地质系, 1981 年毕业于中国地质大学地质力学系获理学硕士学位, 1987 - 1989 年赴英国基尔大学地质系进修。现任地矿部石家庄经济学院(原河北地质学院)资源环境与工程系副教授, 主要从事构造学科研究和教学工作。

通讯地址: 河北省石家庄市槐南东路 50 号 石家庄经济学院 邮政编码: 050031

作者重要更正

1998 年第 34 卷第 3 期论文“燕山地区中元古界多金属矿床型及其时空分布规律”(作者: 吴珍汉、杨玉东、孟宪刚、王建平)因故遗漏引用图件图 2 与图 3 的资料来源, 特作如下更正: (1) 第 11 页: “图 2 梁家沟铅锌银矿床剖面图”更正为“图 2 梁家沟铅锌银矿床剖面图(引自杨耀彬等, 1990)”; (2) 第 12 页: “图 3 层状铅锌矿体赋存层位对比”更正为“图 3 层状铅锌矿体赋存层位对比(据冯中燕、张兴余, 1985)。”

特此更正