

# 甘肃省白银中部成矿带块状 硫化物矿床成因探讨

蒋心明 丛桂新\*

(冶金部天津地质研究院)

该成矿带位于北祁连山加里东优地槽的东南缘。这里是向南俯冲致合板残留的岛弧。根据大地构造环境,伴生的岩石类型,矿床沉积时间短、地层狭窄,受两组相交断裂控制的火山机构制约,蚀变带比较完整,矿体形态、规模、产状、矿石物质成分、矿石结构构造、矿石类型、分带特征,硫同位素组成,矿物包裹体特征、成分、温度,矿床与围岩年龄等,本矿区均可与日本黑矿对比。矿石与围岩变质程度接近,含矿层上部层位见有火山矿石角砾,矿体和纯大理岩接触见不到交代现象,小铁山矿体上部无化探异常,以及稀土元素地球化学特征等,为该类矿床提供了新的依据。块状矿体应是海底火山—喷气沉积成因,围绕块状矿体的细脉浸染状矿体,应属变质层控矿床。

## 区域地质概况

该区位于北祁连山加里东优地槽的东南缘。这里是向南俯冲致合板残留的岛弧。区内自寒武系到第四系(缺失上寒武统、中上志留统和上白垩统)均有出露。寒武系至下志留统为地槽相碎屑岩、硅质火山岩沉积。泥盆纪以后,除石炭纪有浅海相沉积外,其余皆为陆相湖盆沉积。

受加里东运动影响,区内前寒武系至志留统均已褶皱变质,构成走向北西西的复式褶皱带。岩浆活动频繁,主要形成海底火山岩——细碧石英角斑岩,次有超基性—基性—酸性侵入岩。

## 白银中部成矿带地质特征

根据火山旋回和岩石组合,将含矿火山岩建造划分为四个岩组。以石青崮为界,西部以基性火山岩为主,东部以酸性火山岩为主。岩浆分异良好,显示基—酸—基的喷发顺序。主要的火山岩有石英角斑岩、石英角斑凝灰熔岩、石英角斑凝灰岩、细碧岩、细碧凝灰岩,并夹有沉积岩薄层。岩石因受火山口喷发物和陆源物控制,往往

呈突然过渡,相变较厉害。岩石主元素用各种图解投影,与世界细碧岩平均值基本接近,化学成分从碱钙性向钙性岩系演化,属岛弧拉斑玄武岩。微量元素Cr、Ni、Co、Sr含量与岛弧极其相似。稀土元素均为富Eu或Eu无亏损的轻稀土富集型。

矿区存在三期较强的构造变动,形成两种几何构造形态组合。第一、二期受北北东—南南西向挤压,为同一应力场同轴叠加的不同构造变形期,属加里东构造旋回第一幕。第三期受北东东—南西西向挤压,属加里东旋回第二幕。成矿带东部褶皱成以黑石山为中心、向北东突出的弧形构造。西段褶皱较开阔,形态较简单;东段褶皱较强烈,形态较复杂。断层发育,最大的F<sub>1</sub>断层横贯全区,它可能是控制火山岩分布的基底断裂再活动的结果。

主要矿床有折腰山、火焰山、小铁山、铜厂沟、四个圈、黄崖口、石青崮等。它们的含矿主岩都是石英角斑凝灰岩,产于背斜核部。围岩蚀变主要为绿泥石化、绢云母化、硅化和黄铁矿化。矿体形态为似层状、扁豆状、透镜状。金属矿物主要是黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿、自然金、银金矿。矿石自然组合主要有块状含铜黄铁

\*参加工作的还有苏泳军、李兆龙、马世强、程隆起。

矿、块状铜铅锌多金属矿、浸染状含铜黄铁矿、浸染状铜铅锌黄铁矿、网脉状含铜黄铁矿等。矿石构造为块状、浸染状、网脉状、条带状、角砾状、胶状—变胶状和草莓状；矿石结构有晶粒结构、交代溶蚀结构、角砾状破碎结构、细脉充填结构。伴生元素有 Au、Ag、Se、Te、Ga、In、Tl、Bi 等，可综合利用。

## 矿床成因

### 1. 矿床成因依据

该区中部成矿带的块状硫化物矿床与世界上不同时代的、尤其是日本黑矿，具有类似的成矿特点。众所周知，日本黑矿矿床的原生特点保存极好，没有受到变形和变质作用的影响，是研究块状硫化物矿床的天然考察场。它的成因模式的建立，使起源于欧洲、北美的同生观点又占了统治地位。将本区与之对比，对我们认识矿床成因会有帮助。同时，该矿床独特的地质现象，亦可丰富矿床的内容，深化对其成因的认识。

(1) 大地构造环境 日本黑矿产于中新世优地槽下沉的酸性火山岩系和含化石的沉积地层中。而本矿田则产于中寒武世祁连山优地槽下沉的火山岩和含三叶虫、藻类微化石的沉积岩薄层中。从板块构造分析，前者产于欧亚板块和太平洋板块的结合部，靠近大陆一侧的岛弧和湖盆。后者则产于北祁连大洋板块向南俯冲的敛合部，靠近祁连山中部隆起北缘岛弧和弧后盆地。

(2) 伴生的岩石类型 矿床与长英质火山岩密切共生，并具有爆发活动的熔岩穹丘。矿化与凝灰岩层有成因联系。日本黑矿产于“绿岩带”内的绿色凝灰岩中。本区含矿岩石为灰白色石英角砾凝灰岩。化学成分均属钙碱性岩石系列。

(3) 矿床沉积时间和沉积环境 本区和日本黑矿都是在比较短的时间（前者为中寒武世，后者中新世早期）、狭窄的地层间隔（前者属第二旋回白银厂组矿山段，后者属第二旋回西黑泽阶末期）内，于海底火山喷发衰竭期形成的。立美等人（1972）对直接覆于黑矿之上的泥岩中的放

射虫进行了研究，指出海水最大深度约500米。而本区以细碧石英角斑岩为主，并夹有含藻类化石的硅质岩、炭质板岩和碳酸盐岩薄层，具韵律层理的层状构造，枕状熔岩、火山角砾岩为大理岩胶结，具环带的铁白云石等，说明该区为浅海相沉积环境。熔岩厚度变化和碳酸盐岩的分布表明，小铁山为海底低洼区，火焰山为海底隆起中的相对低洼处，石膏矿是在离火山口较远的湖盆或断陷盆地成矿。

(4) 矿床受两组相交断裂控制的火山机构制约 本区（矿田）与日本黑矿一样，都位于北西和北东两组断裂交汇所控制的火山机构内。黑矿位于由北北西和北东向两组断裂交汇成 $87^\circ$ 的交点上。本区所处位置是北西 $322^\circ$ 与北东 $35^\circ$ 左右的两组断裂的交汇处。

(5) 都有一个比较完整的蚀变带 日本黑矿底板岩石多被铁质交代，内带为绿泥石带，外带为绢云母带，钠质贫化。蚀变带与网脉状矿化带共同组成圆锥形的蚀变带。折腰山内部为无色绿泥石带，向外为石英—绢云母带，再向外过渡为硅化、绢云母化较弱的残斑片岩和原岩，前人称“无长石化带”<sup>①</sup>。无色绿泥石化与铜矿体关系密切，是找矿标志。

(6) 矿体形态、规模和产状 与日本黑矿一样，本区矿体均为扁豆状、似层状、透镜状，有的具复杂外形。矿体规模不一，每一矿群常有1~2个大型矿体。矿体成群作雁行状排列。矿体与围岩片理（岩石层理）产状基本一致。局部出现不一致，可能是由于矿石和岩石刚性程度不一，构造应力造成的假象不整合。另外网脉状硅质矿本来就是侵入接触。

(7) 矿石的物质成分 矿床硫化物与黑矿也极为相似，主要是黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿等。各类矿石硫化物比例不一。各个矿床金属矿物主次不同。黝铜矿、砷黝铜矿、磁黄铁矿是常见的次要矿物。稀有贵金属矿物有自然金、自然银、银金矿、金银矿、辉银矿等。矿石主要金属元素是 Cu、Pb、Zn，贵重和分散元素有 Au、

①刘东升：白银地区黄铁矿型矿床找矿的岩石蚀变标志及未知矿区找矿远景，1968年。

Ag, Se, Cd, Ga, In, Tl, Bi。

(8) 矿石的结构构造 本区矿石除块状构造和浸染状构造外, 还有直接反映成因的条带状构造, 黄铁矿的胶状、变胶状构造和草莓状构造<sup>2</sup>。表明矿床的形成与沉积有关。角砾状构造是火山蒸气喷发, 使早先形成的矿石发生破碎, 或以“浊流形式”机械搬运沉积形成的。矿石揉皱构造随围岩弯曲而褶曲, 说明矿石也经历了区域变质塑性变形。

(9) 矿石类型及分带特征 矿石类型主要有块状矿石和浸染状矿石, 两者界线清楚。浸染状矿石可分为网脉状矿石(硅质矿)和细脉浸染状矿石(变质矿石)。前者矿石富, 脉粗大, 矿物结晶粗, 主要由黄铜矿、黄铁矿、石英组成网脉, 产于黄矿之下。后者矿石贫, 脉细小, 沿围岩片理呈星点状产出, 有时呈细小的眼球状, 时隐时

现。主要由黄铁矿、黄铜矿、石英组成, 产于块状矿体周围, 与围岩界线不清, 肉眼不能确定。

日本黑矿的垂直分带由下而上有硅质矿、(石膏层)、黄矿、黑矿、(重晶石层)。这些分带, 就本区单个矿体而言, 都不完整, 但就整个白银矿区来说, 却具有类似的分带现象。折腰山位于火山口, 具深部可见交切型网脉状矿石, 折腰山上部和火焰山相当于黄矿, 火焰山石膏层的层位尚待确定。小铁山是以黑矿为主的黑矿与黄矿互层的矿床, 其上部见有重晶石层。从矿物分带上, 上述三个矿床无论在垂直方向上, 还是水平方向上都是黄铜矿逐渐减少, 闪锌矿、方铅矿逐渐增多。

(10) 矿石与围岩变质程度 本矿带六个主要矿床围岩和矿石的主要特征对比于表 1。这些特征说明, 各矿床和围岩的变质程度近于一致, 即它们同时经历了区域和动力变质作用。

矿石与围岩变质程度对比

表 1

	白 银 矿 区	石 青 铜 矿 区
围 岩	1. 略具片状构造 2. 可见火山岩原生结构 3. 火山岩不含玻璃质 4. 主要造岩矿物常受到破碎 (尤其是颗粒边部)	1. 岩石具明显的片理 2. 部分岩石中可见火山岩原生结构 3. 主要造岩矿物石英具波状消光, 长石晶形受到破坏 4. 部分岩石具花岗岩变晶结构
矿 石	1. 部分矿石具条带状 2. 部分矿石具原生晶粒结构 3. 常见胶状、变胶状黄铁矿 4. 矿石常受到破坏	1. 矿石主要呈片状、片麻状构造 2. 矿石中几乎不存在原生晶粒结构及定向构造 3. 主要金属矿物具变晶结构

(11) 残留的矿石火山角砾 该成矿带上部层位的大井子沟和马鞍桥, 均可见到残留的矿石火山角砾。说明在晚期基性火山喷发时, 把下部火山气液沉积的矿石带到地表再沉积。火山角砾矿石与折腰山、火焰山的矿石类型相似。据李义同志介绍, 在车路沟附近, 同一旋回的含矿上部层位, 也见有角砾状矿石, 证明矿床与火山喷发大体是同时形成的。

(12) 大理岩与矿体无交代现象 众所周知, 大理岩与石英角斑凝灰岩相比, 前者化学性质活泼, 空隙度大, 后期含矿热液容易与其交代 (特别是不纯大理岩) 成矿。但火焰山矿床东边有些矿体直接与不纯大理岩接触, 却没有受到见到矿

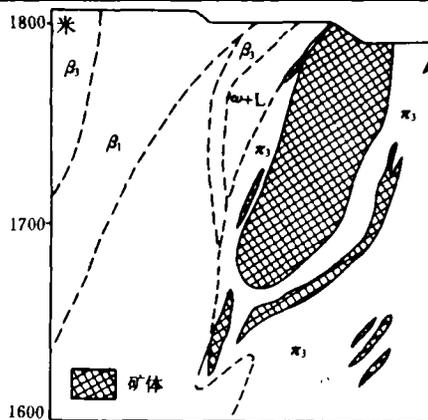


图 1 火焰山矿床 V 线横剖面图 (开采矿坑)

$\pi_3$ —石英角斑凝灰岩;  $\omega + L$ —绢云母方解石片岩和大理岩;  $\beta_3$ —细碧凝灰岩;  $\beta_1$ —细碧岩

②据中国地质科学院孔令补 1984 年资料

化(图1)。石青矿床上下盘的大理岩所夹的石英角斑凝灰岩中的矿体,始终对大理岩不发生作

用,这很难用后期岩浆热液断裂控矿来解释。(图2)。

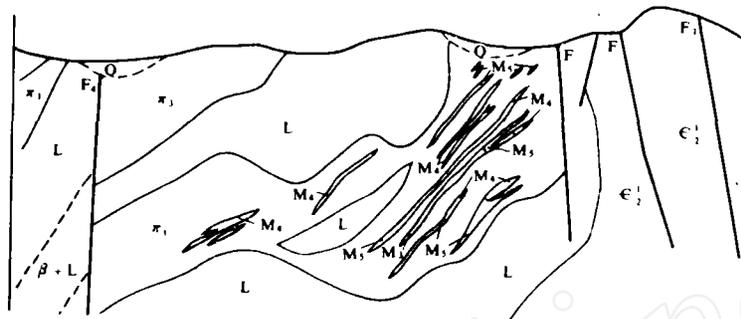


图2 石青矿床XVI行横剖面图(矿体受岩层控制)

Q—第四系; L—大理岩;  $\epsilon_1^1$ —中寒武统第二岩组第一岩段; F—断层; M<sub>1</sub>—浸染状铜铅锌矿石; M<sub>2</sub>—浸染状铅锌矿石; M<sub>3</sub>—浸染状铜矿石; 其他图例同图1

(13) 小铁山矿床无化探异常 据冶地三队物探组取样化验结果,小铁山上部无Cu、Zn、Pb化探异常,似乎是原生沉积的。

(14) 硫同位素组成 成矿带内主要矿床的硫同位素组成具有惊人的一致性。 $\delta^{34}\text{S}$ 除表生脉状矿石为负值外,其他均为正值,变化范围在+3~+7‰之间,主要集中在5‰左右。利用 $\delta^{34}\text{S}$ 值作图(图3),该区与日本黑矿床及世界其他块状硫化物矿床的共同点,是硫同位素组成的变化范围较窄,而且不同时代的矿床基本接近。比诺兰达重硫稍高,比罗斯伯尔、利耶尔矿床重硫又稍低,而与日本黑矿重硫相同。

关于硫的来源,桑斯特曾把某一特定地质年代层状硫化物矿床的硫同位素平均值,与同时代海水硫酸盐的硫同位素进行对比,发现假如 $\text{H}_2\text{S}$ 是在正常生物条件下由 $\text{SO}_4^{2-}$ 细菌还原作用产生的,那么, $\Delta\delta^{34}\text{S}$ 的平均值(同时代海水 $\delta^{34}\text{S}$ —矿床 $\delta^{34}\text{S}$ 平均值),与平均消耗的15‰的 $\delta^{34}\text{S}$ 值大体一致。图4的分布型式说明,与火山作用有关的块状硫化物矿床的硫化物,来自细菌在矿石沉淀的位置上对海水硫酸盐的还原作用。最近,美国科学家发现海底400℃的海水中有生物和细菌存在,这对块状硫化物矿床沉积成因提供了依据。本成矿带不同矿床同位素比率的某些变化,可能是不同沉积盆地内细菌还原作用的强度、淡水或火山硫注入等的影响所致;单个矿床内硫同位素比率的变化,则是控制同位素分馏的因素(细

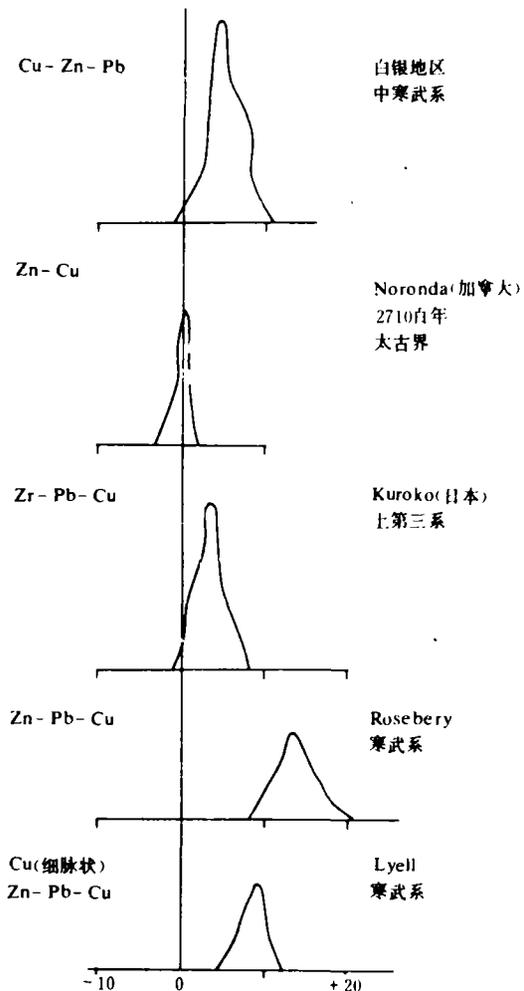


图3 不同块状硫化物矿床硫同位素对比 (细菌活动、温度、 $P_{\text{O}_2}$ 、pH) 局部发生变化造成的。

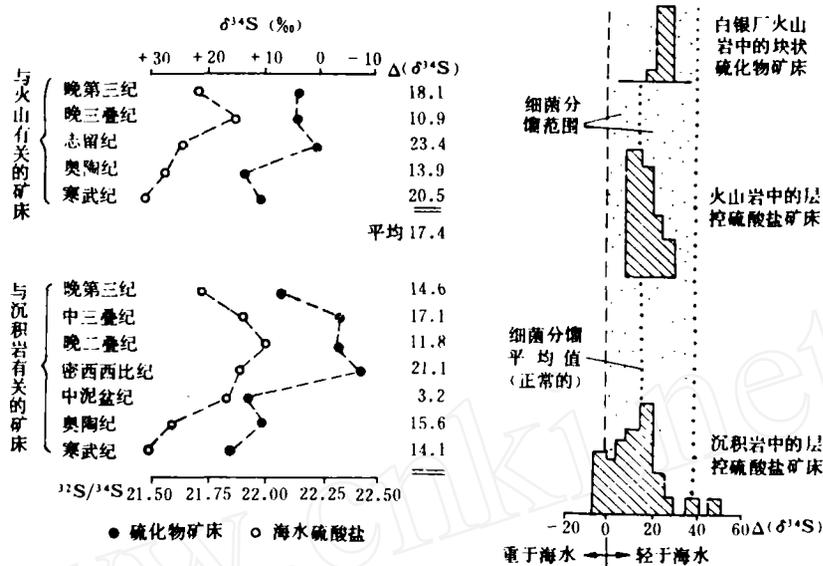


图4 层状硫化物矿床的平均硫同位素比率与同时代海水硫酸盐硫同位素值的比较 (据 Sangster, 1976a)

右图为  $\Delta(\delta^{34}\text{S})$  的频率图, 直立点线表示海水硫酸盐的值

(15) 矿物包裹体特征、成分及温度 本区石英角闪凝灰岩石英斑晶中, 发现有固体和液体包裹体。前者均一温度为1050~1150℃; 后者包括气体、流体、具液相  $\text{CO}_2$  多相、具于矿物多相等包裹体, 均一温度主要集中在300℃左右。金属矿物爆裂法温度为175~310℃。硫化物对的硫同位素分馏平衡温度为220~300℃。根据闪锌矿的类属  $[(\text{Zn}_{0.9}, \text{Fe}_{0.1})\text{S}]$  与闪锌矿和黄铜矿形成的固熔体结构, 推算热液形成温度为225~310℃。从上述事实推算, 该成矿带成矿热液形成温度在220~350℃之间。个别高于或低于此温度的是其他热作用造成的。包裹体溶液成分有 Si、Fe、Mg、Ca、K、Na、Cu、Ti、Ag 等, 气体成分有  $\text{CO}_2$ 、 $\text{CH}_4$ 、 $\text{H}_2$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{N}_2$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  等。又据液相  $\text{CO}_2$  多相包裹体和具石盐等子矿物多相包裹体及包裹体壁腔上有棕褐色、黑色沉淀物, 推断包裹体还应有 S、Cl 存在。包裹体溶液含盐度为22.0%, 溶液密度为1.02。成矿压力为250~310巴。可见, 固体包裹体均一温度是岩浆成岩温度, 气液包裹体温度与金属矿物形成温度相似, 是成矿热液沿斑晶裂隙进去的次生包裹体的温度。矿床属中偏高温的火山热液—沉积矿床。

(16) 同位素特征 小铁山矿床粗铅法年龄

为5.3亿年, 这与无英斑石英角闪岩年龄5.224亿年、缸沟斜长花岗岩年龄5.22亿年的 K—Ar 年龄相当。

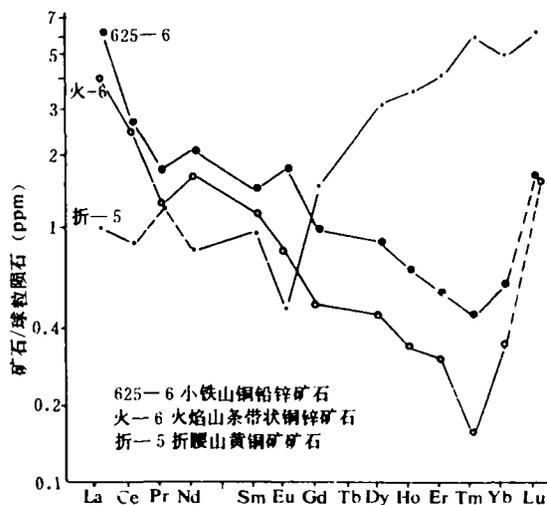


图5 矿石球粒陨石标准化稀土型式

(17) 稀土元素特征 火焰山、小铁山与折腰山矿床矿石稀土元素完全不同。前二者稀土总量分别为5.93、8.57,  $\Sigma\text{Ce}/\Sigma\text{Y}$  值分别为2.22、3.67, Sm/Nd 值均为0.25, Eu/Eu 值分别为1.16、1.30, 为 Eu 无亏损的轻稀土富集型, 与石英角闪岩类稀土模式类似。这可能是含矿热液

进入海底，又经过了再沉积。后者稀土总量为12.11,  $\Sigma Ce/\Sigma Y$  值为0.19, Sm/Nd 值为0.42, Eu/Eu\* 值为0.38, 为Eu 亏损的重稀土富集型。其成因是海底面以下含矿热液交代, 相当黑矿硅质矿层(图5)。

综上所述, 本成矿带各矿床尽管在漫长的地质史中, 经过多次成矿和后生改造, 掩盖了原生矿床的本来面貌, 然而, 后生特征不影响原生矿床的成因类型。

## 2. 成矿模式

(1) 块状矿体成矿模式(图6) 笔者根据该成矿带矿床成矿特点认为: 矿液以海水为主, 其次有大气水、原生水和岩浆水加入。对流核驱动主要来自洋壳热流, 特别是与矿共生的细碧角斑岩穹窿。对流核里的海水, 大气水沿着断裂或岩石孔隙向下流动时, 温度不断升高, 化学成分被改造, 处于氧化状态下的含水系统发生还原作用, 并与岩石中的含铁组份起反应, 或含氧物质(特别是含钙的硫酸盐和碳酸盐)沉淀。因为这些组份的溶解度随温度的增高而降低, 海水被加热, 导致岩石中还原的( $H_2S$ 、 $HS^-$ 、 $S^{2-}$ 的活度 $>SO_4^{2-}$ 或 $HSO_4^-$ 的活度)弱酸性卤水溶液的形成。这种卤水沿着途径的岩石, 把成矿金属淋滤出来。含矿的热卤水溶液通过对流核上最热的固体岩石或冷却的酸性岩浆库, 尔后沿北西西和北北东两组断裂的折腰山火山颈上升, 在接近海底面时, 热液与周围海水或孔隙水发生混合、沸腾。或与含矿主岩发生反应, 使其物理化学性质改变, 导致矿石和脉石矿物沉淀, 形成折腰山深部的网脉状矿石(硅质矿), 并在矿体周围形成蚀变分带现象。由于热液的温度、盐度及当时白银海海水的相对密度不同, 在向海底排放含矿溶液的喷口处, 因热柱侧翼的动能和热能的分子扩散作用, 使铁铜锌元素从饱和溶液中间下沉, 密度越来越大, 喷口处因西高东低, 于是沿着海底的斜坡向下流动。在折腰山喷口东侧, 比较低洼的火焰山湖形成卤水池, 并形成了以黄铁矿为主的火焰山块状硫化物矿床, 原地喷口处形成折腰山矿床。当喷口处上部形成Cu、Pb、Zn 悬浮羽状体, 卸载溶液组份随时间推移而演化时, 由于冷却、氧化

作用, 二氧化硅、铁、锰氧化物形成远源沉积的西湾、细沟锰铁矿床, 或沉积在层位高于折腰山、小铁山矿床的上部层位。小铁山矿床是沉积在折腰山火山口斜坡上, 呈半固结状态的硫化物堆积体, 因处于机械不稳定状态, 在重力作用影响下, 向下流动, 形成类似于“浊流”或连贯的滑动流。在离开折腰山2 km以上的小铁山洼地, 沉积以黑矿为主, 并夹有黄矿的小铁山多金属矿床。在以后变质变形过程中, 块状硫化物和围岩性质不一样, 一般向背斜或向斜部位移动。在有利的构造和还原环境, 原沉积的块状矿石中成矿元素基本处于稳定状态或原地重溶。

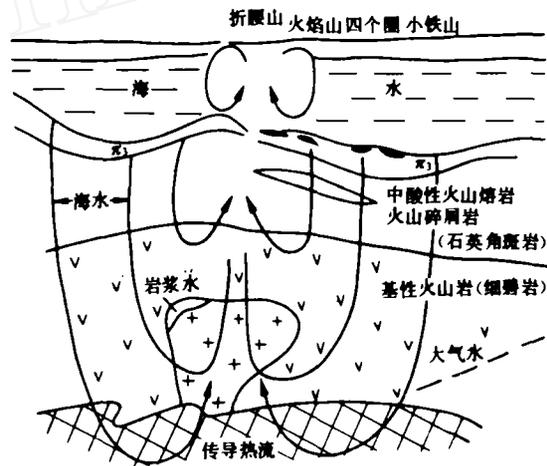


图6 白银厂块状硫化物矿床成矿模式

(2) 细脉浸染状矿石的形成机理 折腰山深部网脉浸染状硅质矿石, 是未露出海底的火山热液成因。与白银本区广泛发育的一种细脉浸染状矿石完全不同。细脉浸染状矿石金属来自围岩。笔者认为: 根据Cu、Pb、Zn 元素的热力学性质, 在构造力和变质作用及 $K^+$ 、 $Na^+$  等碱金属阳离子的参与下, 从含微量造矿元素的石英角斑凝灰岩中萃取出来, 沿片理以络合物、螯合物或真溶液的形式, 向高度还原环境和温度、压力降低的方向迁移, 并在应力低的背斜和向斜位置沉淀。原块状矿石经构造作用后, 所处的背斜和向斜位置具备上述条件, 因而外来的变质含矿热液, 一部分叠加在块状矿石之上, 使黄铁矿再生长大, 由五角十二面体变成正方体。在粗粒黄铜矿周围镶有细粒黄铜矿。眼球状闪锌矿在其两端次生长大,

以及黄铜矿或方铅矿形成各种矿脉。另一部分含矿变质热液停留在块状矿石周围,形成细脉浸染状变质矿石。

四个圈、石膏矿床同生沉积为次,而以动力和区域变质改造为主。铜厂沟、黄崖口矿床是动力和区域变质改造,与含矿主岩中造矿元素活化转移有关。

## 结 语

1. 本成矿带位于北祁连加里东优地槽东南,亦是向南俯冲的敛合板块所剩下残留的岛弧。火山岩是一套细碧石英角斑岩建造,属地槽发育早期海底火山活动的产物。

2. 矿床与日本黑矿具有雷同的相似性:大地构造环境、伴生的岩石类型、矿床沉积时间的局限性和沉积环境、受两组断裂相交控制的火山机构制约、围岩蚀变分带现象、矿体形态、规模、产状、矿石的物质组分、矿石的结构构造、矿石类型及分布特征、硫同位素特征、矿物气液成分

和温度、成矿与围岩年龄相同等都与日本黑矿基本一致。矿石与围岩变质程度相同、残留的矿石角砾、大理岩与矿体没有交代现象、小铁山矿床上部无化探异常、稀土元素特征等,又为该类矿床提供了新的证据。

3. 块状矿石是以海水为主的含矿热液,在海底或靠近海底卸载位置附近的盆地中,发生沉淀作用而形成的。细脉浸染状矿石是造矿元素在构造力和变质作用下,从含矿的石英角斑凝灰岩中萃取出来,以络合物形式迁移,在适合的环境下沉淀成矿。所以块状矿石和细脉浸染状矿石成因上是不同的。

4. 寻找该类矿床,大地构造环境、断裂和褶皱构造、火山机构、含矿主岩是首先要考虑的。然后再从矿床矿石分带上探索成矿模式,并与黑矿对比,以指导进一步找矿。

在工作中,得到白银冶金地质三队的大力帮助,在此表示谢意。

## A Metallogenic Study on the Massive Sulfide Deposits at the Central Baiyin Minerogenetic Belt, Gansu

Jiang Xinming      Cong Guixin

(Tianjin Geological Academy, M. M. I.)

### Abstract

Being the residual island arc of the convergent plate subducted to the south, the central Baiyin Minerogenetic Belt is located at the southeast edge of the north Qilian Caledonian eugeosyncline. Its tectonic setting, types of rocks associated, short duration of ore deposition, narrow stratigraphic interval, constrained by volcanic apparatus controlled by two crossed fracture zones, a more well developed alteration zone, shape, size and mode of occurrence of the ore bodies, compositions of textures, structures, types and zoning of the ores, sulfur isotope compositions, mineral inclusion characteristics (composition and temperature), and dates of mineral deposits and country rocks are all comparable with those of the kuroko type ores of Japan. The grades of metamorphism for the ores and country rocks are near the same.

Ore-bearing breccia has been found in the upper ore bed but no metasomatism evidence is seen at the contact zone between the ore bodies and the impure dolomite. Over the Xiaotieshan ore-body no geochemical anomaly has been observed. The geochemical features of REE furnish additional evidences for this deposit. The massive ore bodies should be of submarine volcanic exhalative sedimentary origin and the impregnated ore veinlets around the massive ore bodies may be attributable to stratabound metamorphic ore deposits.