

南秦岭热水沉积铅锌矿与浸染型金矿 的共生关系及其成矿特点

张复新* 张正兵

(西北大学地质系, 西安)

提 要: 南秦岭热水沉积铅锌矿与浸染状金矿的共生关系是独特的。金主要以伴生金、共生金及独立金矿床产出。并对三种形式的金矿化与铅锌矿床的空间分布关系、成因联系、地球化学方面进行了分析。

关键词: 热水沉积铅锌矿 浸染状金矿 成矿特征 共生关系 南秦岭

南秦岭沉积岩区是我国重要的有色金属和贵金属成矿带。70~80年代在本区发现评价出一批储量可观的铅锌多金属矿床,如西成地区的厂坝-李家沟、邓家山、毕家山、洛坝;凤太地区的铅硐山、八方山-二里河、银母寺、银洞梁;柞山地区的大西沟-银洞子、桐木沟;镇旬地区的锡铜沟、月西等。80年代中后期,在该成矿带上又勘查出一系列大型、中-小型浸染型金矿床,如西成地区的李坝-罗坝、金山-马泉、崖湾、安家岔金矿;凤太地区的庞家河、八卦庙、双王金矿;板沙地区的马鞍桥、刘家滩金矿;镇旬地区的金龙山-丘岭、二台子等金矿。两类矿床在本区的共生关系是众所周知的,本文试图从成矿背景、成矿作用系统及成矿作用特点等方面,探讨它们共生关系和内在联系。

1 两类矿床在空间上的共生类型

(1) 热水沉积铅锌矿床中的共生金与伴生金:产于南秦岭泥盆系中的热水沉积铅锌矿床普遍具有较高丰度的金,但是形成可供工业综合利用的共生金与伴生金,仅在凤太地区铅锌矿床中出现。其中在八方山由黄铁矿-黄铜矿矿石类型组成的铜矿体中,发现平均含Au为 $1 \times 10^{-6} \sim 2 \times 10^{-6}$ 的共生金。在银洞梁铅锌-黄铁矿矿石组成的似层状铅锌矿体中,平均含Au为 1×10^{-6} 左右,并且发现自然金的独立矿物,构成可供工业利用的伴生金。

已知凤太地区铅锌矿床属于热水沉积-轻微改造型层控矿床,在八方山与银洞梁轻微改造的热水沉积铅锌矿层和铜矿体中,所赋存的共生金与伴生金,显然是与铅锌一同从地壳深部,通过海底同生断裂喷溢到海底,金与铜、铅、锌共同沉淀聚集形成的。在这种情况下,成矿温度较高,且在较强的酸性介质条件下,金的硫氢配合物形式不稳定,金的有效迁移方式与铜、铅、锌是一致的,均以氯的配合物进行迁移。随着含矿喷流产物与海水的混合,以及物理化学条件的改变,导致金在喷流成因的铜、铅锌矿体中形成共生金与伴生金。

(2) 热水沉积铅锌矿床远端矿化带中的独立金矿床:在南秦岭热水沉积铅锌矿床矿化减弱-尖灭远端出现独立的浸染型金矿床,并构成南秦岭成矿带中两类矿床共生关系的主要形

* 张复新,男,53岁,副教授,长期从事矿床学教学与科研。邮政编码:710069

式。在二里河铅锌矿床东侧矿化减弱地段出现八卦庙金矿。在银洞梁铅锌矿化减弱方向发现谭家沟金矿。在厂坝-李家沟铅锌矿西侧矿化尖灭地带发现安家岔金矿。两类矿床在二维空间上的这种共生关系，是与它们在热水沉积成矿系统中复杂成矿作用过程有关，两类矿床形成存在着明显的时间差距。含铅-锌与金配合物的热水喷流产物与海水混合时，由于温度剧降，硫氢离子浓度增高，铅、锌硫化物大量沉淀。与此同时，含硫-氢离子的还原性流体，在与海底海水混合时，遭到不彻底的氧化，会产生相当多的硫离子 (S_n^{2-} , $n > 2$)，与喷流产物中的金形成 AuS_n^- ($n > 2$) 或类似的配合物。由于该类含金配合物溶解度大，则沿海底向喷流系统远端迁移，直到受进一步氧化，或随黄铁矿等一同沉淀。从而在铅锌矿化减弱-尖灭带经过后期地质作用的叠加改造，在铅锌矿层上部层位中，形成独立金矿床 (图 1)。

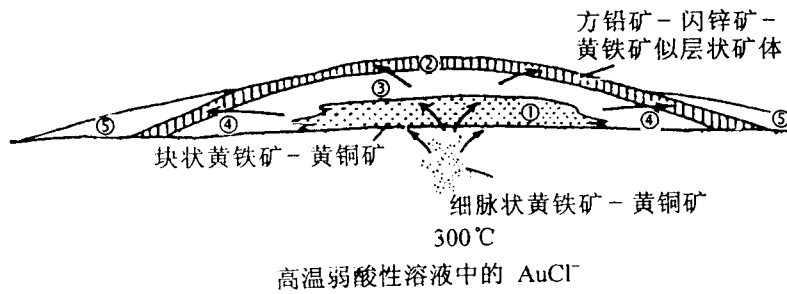


图 1 热水沉积铅锌矿床中金的变化模型

(据 Huston 修改)

①—Au 在细脉状和块状黄铁矿和黄铜矿矿体中以 $AuCl^-$ 沉淀；②—Au 在铅锌-黄铁矿矿体中以 $Au(HS)_2^-$ 沉淀；③—Au 呈 $Au(HS)_2^-$ 形式的再活化带；④—Au 呈 AuS_n^- ($n > 2$) 形式向远端迁移；⑤—Au 与黄铁矿-磁石从 AuS_n^- 中沉淀

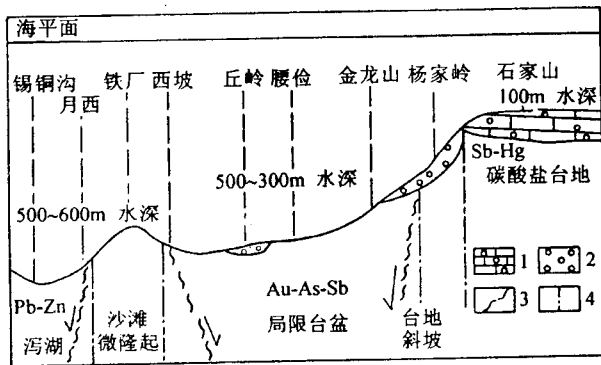


图 2 镇旬盆地 D_3-C_1 沉积古地理与矿化分带示意图

1—粒屑灰岩；2—重力流沉积；3—同生断裂；4—岩相界限

成 Pb-Zn 成矿区，产有锡铜沟、月西铅锌矿床。

柞山盆地内岩相古地理更趋复杂，从西部海盆边缘向东部深水浊积岩相带，海底喷流产物和火山喷发物质逐渐发育，相应依次出现大西沟层状菱铁矿矿床、车房沟层状铅锌矿床和银洞子层状与网脉状含铅锌之铜银矿床。

(3) 热水沉积铅锌矿与浸染状金矿的水平分带：两类矿床在同一沉积盆地中表现出的矿化类型和水平分带，在南秦岭东部镇旬与柞山矿田十分突出。镇旬盆地上泥盆统一下石炭统岩相古地理自西向东如图 2 所示，其中海水较深之半封闭局限台盆和泻湖环境均受同生断裂控制，沿同生断裂分别有微弱火山活动^[2]和海底喷流发生^[3]，导致 Au-As-Sb 与 Pb-Zn 由地壳深部带入海盆，在局限台盆形成 Au-Sb 成矿区，产有金龙山、丘岭浸染状锑金矿床。在泻湖相带中形

2 两类矿床沉积成矿作用的相似性

(1) 两类矿床产出的沉积成矿作用的一致性：大量深入的研究，基本肯定了南秦岭两类矿床的成矿作用与泥盆纪海盆的构造演化和沉积建造发育存在密切的关系。南秦岭泥盆纪时期，随着南秦岭微板块向华北板块的斜向、不规则边缘俯冲碰撞，使南秦岭各盆地内部沉积分异明显和相变剧烈，发育喷流沉积和火山作用产物，是导致热水沉积铅锌矿床和层控浸染状金矿床共生在一起的基本原因。

(2) 两类矿床容矿与含矿岩系的相似性：按岩性特征可将两类矿床划分为两种类型：① 细碎屑岩型和碳酸盐岩型，细碎岩型作为铅锌矿床的含矿岩系多发育热水沉积产物，也不乏含有火山凝灰物质；而作为浸染状金矿床的含矿岩系，普遍含有少量凝灰物质，也不乏含有热水沉积产物；② 碳酸盐岩型含矿岩系多产于碳酸盐台地边缘洼地，往往作为两种岩性的转换带，普遍含有碳质。作为铅锌矿床含矿与容矿岩系时，其中多发育热水沉积岩；作为浸染状金矿床含矿与容矿岩系时，多为不纯碳酸盐岩。

(3) 两类矿床的生物成矿作用特征：本区铅锌矿床均为热水沉积岩型，在与之密切共生的铁白云石硅质喷流岩的碳质纹层发育部位，发现方铅矿、闪锌矿、黄铜矿等多金属硫化物显微莓球及莓群^[4]。它们是莓球菌的海底生命活动时期，由微生物对海水中 Pb、Zn、Cu、Fe 等可溶性金属，直接聚集作用而成。在本区浸染状金矿赋矿岩系中，所见微生物的直接聚矿作用是相类似的。岩系中普遍含有莓球状、海绵状、双球菌状黄铁矿^[5]弥散分布，该黄铁矿含 Au 为 $0.6 \times 10^{-6} \sim 1.7 \times 10^{-6}$ ，含 As 为 0.01% ~ 0.66%，构成了含矿岩系中易释放金的泉源，为后期成矿富集作用奠定了物质基础。

3 两类矿床的后生改造成矿作用

两类矿床沉积作用期仅形成矿化岩石或矿源岩，而构成工业矿体需经过后生地质作用的改造。

(1) 热水沉积铅锌矿床的后生改造作用：该类矿床的后生改造成矿作用均受穹隆背斜褶皱构造，及其周围的层间滑动断裂控制。穹隆背斜核部由下伏碳酸盐岩剪切穿刺所致，被穿刺剥离的上覆细碎屑岩环绕背斜周围，并具有良好的屏蔽作用。铅锌工业矿体在此构造中出现以下几种控矿形式：① 穹隆背斜间的鞍部矿体；② 两翼层间滑动空间的扁豆状矿体；③ 鞍部剥离空间与翼部层间滑动连通形成抛物线状矿体。

(2) 浸染状金矿床的后生改造成矿作用：本区金矿床的后生改造仍以构造为主导，不同于铅锌矿的是构造形式多样，变形强度较大，具有多期多阶段特点。控矿构造为多种形式的韧性剪切带，如层间破碎蚀变岩带、叠瓦状逆冲断裂带、褶皱式剪切带等。早期韧性剪切变形强度较为均一，形成流体活动区，与含矿岩系进行广泛的水-岩交换。中期韧-脆性变形发育在应力局部集中区，有大量破裂构造和显微裂隙产生，随构造内部温压梯度变化，造成含矿流体迁移流动和对成矿元素的进一步萃取，并在破裂构造密集地段部分沉淀释放，形成浸染状金矿石。晚期脆性断裂及其交汇部位，引发含矿流体集中，形成细脉-浸染状富矿体。

两类矿床的沉积成矿作用和后生改造成矿作用的对比研究，不难确定它们均属沉积改造

成因的层控矿床类型。

4 两类矿床的稳定同位素与成矿流体对比

(1) 两类矿床的硫同位素：南秦岭热水沉积铅锌矿床硫化物矿物和成矿热液系统总硫同位素组成以富集重硫为特征，矿床中硫盐矿物重晶石 $\delta^{34}\text{S}$ 值为 $+17.0\text{‰} \sim +24.0\text{‰}$ ，与本区泥盆系海相沉积硫酸盐 $\delta^{34}\text{S}$ 平均值 ($+23.0\text{‰}$) 相近，表明矿石硫源主要来自海水硫酸盐硫。与个别矿床中发现含膏盐层是一致的。

南秦岭浸染状金矿床矿石硫化物 $\delta^{34}\text{S}$ 值及流体总硫亦相对富集重硫。各矿床硫同位素直方图形态为宽缓跳跃式；矿石硫与围岩硫有继承性。含矿围岩中硫具有火山成因的深部来源和陆源两种，导致上述矿石硫同位素特征。

(2) 两类矿床的氢氧同位素对比研究：热水沉积铅锌矿床成矿流体的 δD 值稳定在 $-65.5\text{‰} \sim -107.6\text{‰}$ 范围，浸染状金矿床成矿流体的 δD 值稳定在 $-53\text{‰} \sim -105\text{‰}$ ，具有极其相似的特征。两类矿床的 $\delta^{18}\text{O}$ 值，在上述 δD 近相同的范围内。在 $\delta^{18}\text{O}-\delta\text{D}$ 投影图中，两类矿床的投影点显示出从变质水、岩浆水组成外围，向大气降水线方向漂移的特征。表现出两类矿床的沉积经后生地质改造，以及大气降水参与成矿作用的演化过程。

(3) 两类矿床成矿作用流体离子类型与成矿温度：对两类矿床矿物流体包裹体成分和均一温度测定统计，热水沉积铅锌矿床成矿温度 $112 \sim 331\text{℃}$ ，流体成分总体为 $\text{Na}^+ - \text{Ca}^{2+} - \text{Cl} - \text{SO}_4^{2-}$ 型，浸染状金矿床成矿温度 $150 \sim 370\text{℃}$ ，流体显示为 $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{Cl}^- - \text{HS}^- - \text{HCO}_3^-$ 型。该离子组成既反映出两类矿床沉积或层控成矿作用具有相似特征一方面，又表现出 Pb-Zn 与 Au 在成矿过程中地球化学有明显差别的一面。

5 两类矿床的成矿系统与矿床类型

(1) 热水沉积铅锌矿床的成矿系统与矿床类型：已知本区铅锌矿床是在海底喷流成矿系统中形成的，根据容矿岩石类型可将热水沉积铅锌矿床划分为细碎屑岩为主岩和碳酸盐岩为主岩的两大矿床亚类，然后按后生改造程度进一步分为热水沉积式、轻微改造式和强烈改造式。

(2) 浸染状金矿床成矿系统与矿床类型：研究认为，南秦岭浸染状金矿床是在拉张断陷盆地环境下，通过含有火山或火山喷流作用的成矿系统下形成的。按照含矿岩系、矿床地质特征和成矿元素组合，将本区金矿床划分为 4 种亚类：卡林型，浅变质细碎屑岩型，热水沉积岩型和脉状体型，各亚类金矿床均为沉积经构造-热液强烈叠加改造成因的层控型金矿床。

参 考 文 献

- 1 Huston D L, Large R R. 火山成因块状硫化物矿床中金富集的化学模式. 地质地球化学, 1991, 1: 1~13.
- 2 张复新, 魏宽义等. 南秦岭微细粒浸染型金矿床地质与找矿. 西安: 西北大学出版社, 1997, 25~28.
- 3 王俊发, 张复新等. 秦岭泥盆系层控金属矿床. 西安: 陕西科技出版社, 1991, 117~100.
- 4 张复新. 陕西铅矾山、银母寺铅锌矿床硫化物矿物草莓特征及其地质意义. 地质与勘探, 1986, 22 (5): 40~42.
- 5 张复新, 刘文峰, 魏宽义. 陕西丁-马矿带金佛山-丘岭金矿含金黄铁矿特征及其演化. 地质与勘探, 1993, 29 (10): 27~33.