

文章编号: 1004-7786 (2000) 01-0053-09

大西沟—银洞子超大型矿床成矿物质来源、 成矿堆积环境及成矿作用多阶段性

杨耀民^{1,2}, 方维萱³

(1, 西安工程学院, 西安 710054; 2, 西北有色地质勘查局物化探总队, 西安 710068;
3. 中国科学院地球化学研究所矿床地球化学开放实验室, 贵阳 550002)

摘要: 柞山成矿密集区大西沟—银洞子超大型矿床成矿堆积环境处于具有较长时间和幅度较大的裂隙发育史的南秦岭泥盆纪沉积盆地中, 地球化学环境为柞山镇 Pb—As—Cu 地球化学省, 为 NW 向富 Cu—Mn—Ba—Pb—Ag 和 NW 向低 Pb 高 Cu—As 及 NE 向富 Pb—Zn—Cu 地球化学带的复合部位。金属成矿物质来源于基底地层, 硫来源于海水中的硫酸盐。成矿作用具有热水同生沉积—交代→热水混合同生沉积→热水同生沉积演化多阶段性。矿床为同生断裂—热水流体—地球化学动力学多重耦合作用形成, 成矿系统的动力学使地球化学失稳, 触发矿质骤沉, 其为成矿的主控因素。

关键词: 超大型矿床、成矿堆积环境、成矿热水流体、热水沉积盆地、成矿作用

中图分类号: P611 **文献标识码:** A

超大型矿床对一个国民经济的重要影响及它带来的巨额利润, 不仅驱使政府决策部门和矿业公司加大投资力度, 而且更鼓舞了矿业专业人员的勘查热情和研究兴趣, 超大型矿床的寻找, 已成为国家新的经济生长点^[1]。元古宙—古生代是全球超大型矿床偏在产出的时代域, 也是以细碎屑岩(含火山岩)—碳酸盐岩容矿的层控型矿床的偏在类型。产于南秦岭泥盆纪柞山热水沉积盆地中的大西沟—银洞子重晶石菱铁矿—银铅锌铜多金属矿床其银储量达超大型, 铅铜锌综合储量达中型^[2], 研究其成矿特征及成矿环境, 具有较为重要的现实意义。

1 地质背景

大西沟—银洞子矿床为秦岭泥盆系 Pb—Zn—Ag—Au—Cu 多金属成矿带中典型的热热水沉积矿床, 位于秦岭微板块北缘被动陆缘断陷盆地—柞山一级沉积盆地中^[3], 与西部的西成、凤太盆地佛坪古隆起相隔。盆地基底为震旦系耀岭河群中—基性火山熔岩, 以底砾岩和古风化壳与中泥盆统地层呈角度不整合接触, 说明在中泥盆统之前该区曾遭受抬升强烈剥蚀。盆

收稿日期: 2000-04-10 修回日期: 2000-04-29

基金项目: 西北有色金属地质勘查局人才培养基金

作者简介: 杨耀民 (1969-), 男, 陕西蒲城人, 工程师, 现在西安工程学院资源系矿床专业攻读硕士学位

地内地层主要为中上泥盆统，为一套近万米厚的海相复理石泥砂碎屑沉积建造。碳酸盐沉积建造，矿床就位于碳酸盐沉积建造向碎屑岩沉积建造过渡部位。

矿床受山阳—凤镇断裂和商丹断裂夹持，矿区西北部有柞水印支期黑云母花岗岩出露，呈岩基状侵入到含矿地层之中，在接触带附近形成数百米—千余米的堇青石黑云母角闪岩带。沿山阳—凤镇大断裂有加里东—印支期基性—中酸性侵入岩体出露，区内有印支期煌斑岩脉沿近南北向及北东向断裂分布。

大西沟菱铁矿体主要由 6号、7号两个层状菱铁矿体构成，其次有层状重晶石磁铁矿体，层状铜矿体及层状重晶石矿体，主矿体长达 2 000 m，厚数 10 m至百余米。矿物组成有黄铜矿、砷黝铜矿、菱铁矿、磁铁矿、重晶石、石英、绢云母等。13号银铜铅矿体为银铜子矿床主矿体，长 1 900 m，厚 1~ 20 m。在 13号矿体上盘几十米范围内，平行分布着八个小铅矿体组，在深部有变成铜或银矿体。其金属矿物组成：方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、磁铁矿、黄铜矿、银黝铜矿及银、铜、铋的硫酸盐矿物，脉石矿物有钠长石、重晶石、铁锰方解石、铁白云石、绿泥石等。对比相距较近的大西沟 6号菱铁矿体与银铜子 13号银铅矿体，均产于中泥盆统青石垭组上段的下部，说明两个矿床基本上是在同一时间、相同或相似的成矿作用中形成的。但矿石矿物成分截然不同。银铜子铅银锌矿床，铁主要呈黄铁矿出现，菱铁矿较少；西部的大西沟铁碳酸盐和钡硫酸盐矿床，黄铁矿在菱铁矿体中的分布是比较少的，且无铅和锌

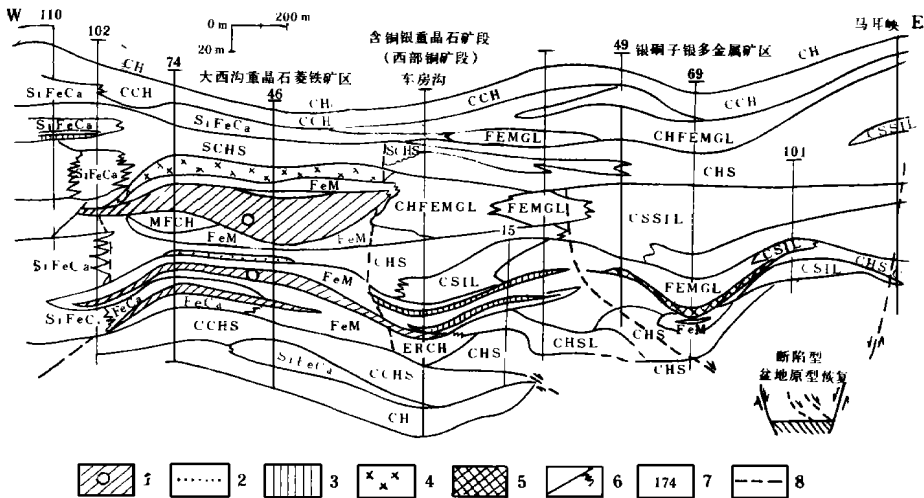


图 1 大西沟—银铜子构造热水沉积岩相剖面图 (据方维萱, 1999简化)

Fig. 1 The section of structure and hydrothermal sedimentary rock faces in Daxigou-Yindongzi ore deposit (by Fang Weixuan, 1999)

SiFeCa. 硅质铁白云岩; FeM. 菱铁矿泥岩; FeFeCo. 菱铁矿铁白云岩; CCH. 含炭绿泥石泥岩; FeCa. 铁白云岩; MFCH. 磁铁绿泥石岩; ERCH. 鲕绿泥石岩; SCHS. 砂质绿泥石绢云母泥岩; CCHS. 灰质绿泥石绢云母板岩; CH. 绿泥石岩/泥岩; CHS. 绿泥石绢云母泥岩; CHSL. 含绿泥石绢云母砂质灰岩; CSIL. 含炭硅质灰岩; FEMGL. 铁白云质灰岩; CSSIL. 含炭绢云母硅质灰岩; CHFEMGL. 绿泥石铁白云质灰岩

1. 菱铁矿岩及矿体编号;
2. 含铁细砂岩;
3. 含银铜重晶石岩;
4. 磁铁矿重晶石岩;
5. 银硫化物岩 (银多金属矿体);
6. 岩相界线;
7. 勘探线编号及钻孔位置;
8. 推测同生断裂

矿物出现, 说明成矿热水流体沉积成矿时物理化学条件具较大的差异性。利用热水沉积岩相分布特征及钻孔资料对矿区沉积盆地进行原型恢复 (图 1), 可以看出矿体分别为推测同生断裂分割的成矿洼地所控制

2 金属及其他物质来源

成矿物质的来源。搬运和沉淀是金属成矿作用的 3 个关键环节, 将其串联起来称为“金属成矿三部曲”(宋学信, 1994)^[4], 笔者重点讨论“三部曲”的第一部, 即金属及其他成矿物质来源。

2.1 地层地球化学研究:

对柞山泥盆纪地层中微量元素含量特征研究表明:

(1) 在远离矿区的正常沉积区域内, 中泥盆统地层的绝大部分微量元素服从正常分布^[5], 含量波动较小。成矿元素除 Pb 略高于丰度值外, 成矿元素 Cu、Pb、Zn、Ag 和伴生元素均低于地壳丰度。对比矿体所在层位青石垭组的不同地段, Cu、Zn、Ag、Ba 等元素的初始本底含量 (M) 相差较小, 其标准离差也较小。故可以认为青石垭组正常同生沉积作用形成的金属元素, 分布是较为均一的。

(2) 在矿区含矿层中, 成矿元素 Pb、Zn、Ag、Cu 和伴生元素 Ba、As、Hg、Sb 均明显富集, 其中铅、银、锌平均含量一般约为正常沉积区的几倍到几十倍, 说明矿区含矿岩层受到了明显的成矿作用叠加。

(3) 对大西沟组成矿岩层化学元素 R 型因子分析结果表明, 大致在 0.65 的相似水平上, 出现有下列 3 组元素组合: ① Fe-Mn-Ba-Sr-B; ② Hg-Sb-As-Pb-Ag-Cu; ③ Au-Zn 元组合, 其分别代表正常沉积、热水沉积、后期构造改造作用的元素组合。

从以上似乎可以说该区泥盆纪地层不存在稳定且具规模的锌、银、铅的原始富集层, 即无区域性矿源层。

同时对该区基底地层耀岭河群和下寒武地层元素地球化学进行研究 (表 1), 结果表明 Fe、Cu、Pb、Zn、Ag、As、Ba、Hg、Sr、Sb 均明显高于泥盆纪地层和褶皱区丰度值。说明基底地层具有提供成矿物质的基础条件。

表 1 柞山泥盆系及基底地层元素平均含量 ($\times 10^{-6}$)

Tab 1. The average contents of elements in the Devonian and basemental strata of Zhashan

地 层	样品 (件)	Cu	Pb	Zn	Au [*]	Ag [*]	As	Ba	Hg [*]	Sr	Mn	Sb
中泥盆统	235	21.5	15.2	68.8	0.93	57.3	10.3	495.5	2186	140	662.5	3.5
基底地层	6	72.9	46.37	189	1.65	5 600	158.75	2 755	2 240	279.5	517.5	20.14
褶皱区丰度 黎彤		46	13	77	3.8	62	2.3	390	86	460	930	0.43

注: * ($\times 10^{-9}$), 据杨志华资料 (1991) 整理。

2.2 铅同位素研究的启示

大西沟-银洞子 18 件样品铅同位素组成, $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, 18.001~18.317, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$

15.550~ 15.392, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 37.965~ 38.935. 其数组波动范围较窄, 表现为正常铅特征^[2], 说明它们具有一致的物质来源或均一化程度很高. 据计算矿石铅年龄一般大于 400 Ma, 矿石及围岩中为 399~ 568 Ma, 而中泥盆统地层中为 262~ 388 Ma, 明显低于矿石铅年龄, 说明矿石铅源于前泥盆系. 在 Zartman和 Doe (1981) 的铅大地构造模式图解上的投影情况表明(图 2), 绝大多数铅同位素投影点落于下地壳与造山带区域内, 说明其铅的初始来源应为下地壳, 也有少量幔壳混合造山带铅的加入.

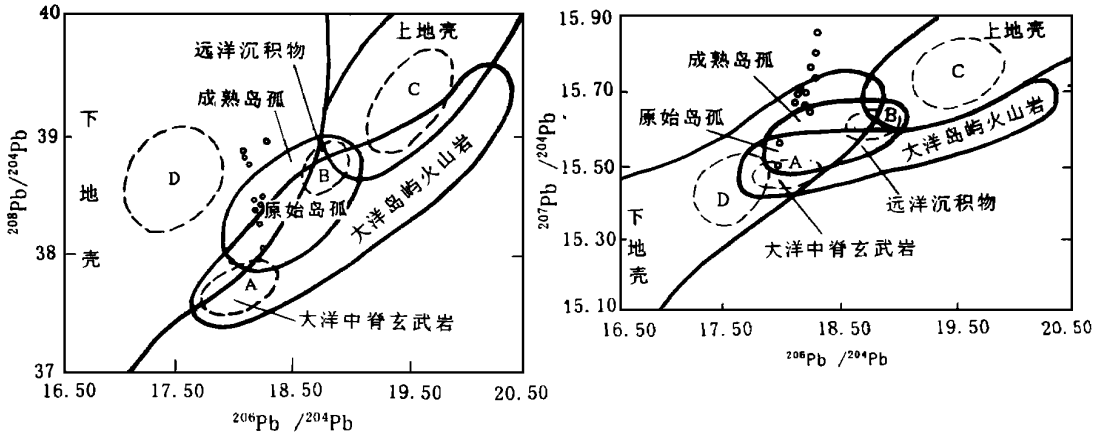


图 2 大西沟—银铜子菱铁矿 银多金属矿体铅同位素比值投影图
(据 Zartman和 Doe, 1981; 数据来自史伦祥, 李志锋等, 1989, 1984)

Fig. 1 The lead isotopic ratio diagram of siderite-silver polymetal deposition in Daxigou- Yindongzi

实线限定地质界线, 虚线包括可能的平均值, 黑圆点为矿石铅投影点
(A. 地幔; B. 造山带; C. 上地壳; D. 下地壳)

2.3 硫同位素

表 2列出了银铜子矿床硫同位素组成. 从该表不难看出: ① 矿石中硫化物以富集重硫为特征, 与矿石中重晶石的硫同位素组成相差不大, 亦与泥盆纪海水碳酸盐 $W^4\text{S}$ 平均值接近. ② 矿石的 $W^3\text{S}_{\text{重晶石}} > W^4\text{S}_{\text{黄铁矿}} > W^4\text{S}_{\text{闪锌矿}} > W^4\text{S}_{\text{方铅矿}}$, 说明成矿时硫同位素分馏曾达到平衡.

表 2 银铜子矿床硫化物、硫酸盐硫同位素组成值域表

Tab. 2 Isotopic constitution of sulphide and sulfate in the Yindongzi ore deposit

地质体	重晶石 $W^4\text{S}\%$		黄铁矿 $W^4\text{S}\%$		闪锌矿 $W^4\text{S}\%$		方铅矿 $W^4\text{S}\%$		资料来源
	值域	平均值	值域	平均值	值域	平均值	值域	平均值	
全矿体	+ 0.26~ + 32.7	+ 28.7	+ 12~ + 25.1	+ 16.51	+ 13.9~ 16.9	+ 15.4	- 1.9~ + 19.6	+ 8.2	王
13号主矿体	+ 23.8~ + 30.5	+ 26.5	+ 14.3~ + 17.9	+ 15.4	+ 11.7~ + 14.7	+ 13.08	+ 10.5~ + 17.4	+ 13.5	亚
全矿体	+ 25.59~ + 28.48	27.03	+ 1.91~ + 18.97	+ 13.69			- 1.69~ + 15.03	+ 8.08	力
13号矿体	+ 25.59~ + 28.48	27.03	+ 17.61~ + 18.97	17.86	+ 15.56		+ 4~ 15.03	+ 11.17	(1992)

③ 全矿石硫同位素组成频率图呈平缓波浪状 弥散状分布,反映了具沉积硫源之特征,同时选用黄铁矿—方铅矿矿物对^[6],求得 13号主矿体的含矿溶液总硫值 $W^{34}S = + 1\%$,与泥盆纪硫酸盐 ($W^{34}S = + 1\% \sim 2\%$,据 H. J. 勒斯勤)相似

以上几点证明硫来自海水中的硫酸盐。这因为成矿热卤水为还原性的,不可能存在大量 SO_4^{2-} 。而还原硫多的话,即便与金属结合而沉淀,也不可能被搬运

3 成矿堆积环境

3.1 矿床的大地构造位置及区域构造演化史

矿床位于秦岭造山带南带的东段,秦岭造山带为典型的复合型大陆造山带^[7]。其受冈瓦纳与劳亚及其之间的特提斯体系和古太平洋系的制约,在不同地质发展阶段以不同的构造体制演化,形成明显区别于其他造山带的独特特征。在组成上,它呈现出古生代各类岩层、地层体为主体,并因构造关系夹持包容着残存的元古宙乃至新太古代古老岩块、岩片,同时又叠置、复合着中新生的新岩层与岩体,从而构成纵横向变化大、非常不均一的独特地质组合面貌。在结构构造上,它在元古宙复杂的陆内、陆间裂谷构造和古生代以现代体制板块构造为基本特点的多期次、多类型俯冲碰撞构造基础上,以晚古生代末期到中生代初期的主期陆—陆碰撞造山作用所奠定的基本构造为格架,又遭受中生代强大的陆内造山作用的改造,从而形成现今秦岭南北边界反向向外逆冲推覆,内部则以自北而南的叠瓦逆冲推覆和多层次折离滑脱构造为主导,成为包容着不同时代、不同构造动力学体制下所造成的不同构造的多成因复合型不对称状构造体系。南秦岭巨型铅锌成矿带是在中新元古代火山岩系裂谷构造基底上,堆积震旦至中三叠统巨厚的被动陆缘沉积体系。其中,包括陆缘裂谷及由众多微型地块复杂组合所控制的沉积系统,遭受古生代板块俯冲非造山性变动和碰撞造山作用的改造,于中生代形成多层次逆冲推覆构造系。

秦岭泥盆系分布区为秦岭微板块北缘,其沉积作用是在扬子板块基底上发展起来的。晚古生代时期,南秦岭海槽在华力西运动的影响下,到泥盆纪进入全盛时期,海域辽阔,沉积厚度大,构造活动强烈,断裂发育。柞山泥盆纪沉积盆地在深部岩石圈近南北向收缩的背景下,浅部陆壳在地壳抬升与地堑裂隙动力学机制下形成的伸展盆地。在“北压南扩”的状态下,斜向缓慢南北向消减及伸展裂隙并伴有一定的走滑,从而在盆地内部产生了呈北东—北西向或北东东、北西西向网状交织复合或单独出现的断裂。这为盆地基底成矿物质在热动力驱动下上升运移提供了良好的通道。

3.2 地球化学环境

大西沟—银铜子多金属矿床属柞山镇盆地富 Pb、As、Cu 成矿地球化学省,为大西沟—黑沟层控高 Cu、Mn、Ba 富 Pb、Ag、Fe 多金属成矿地球化学亚带^①。该亚带地球化学背景以富 Pb、高 Mn、Cu、As 为特征,并发育一航磁 (ΔT) 异常。沿走向地球化学特征变化明显。Pb 沿走向高背景值区 (或异常区) 间互出现, Mn 则为东、西高,中部低, As 为高背景或异

① 宋国梁等, 陕西凤县—丹凤地区区域化探编图及成矿预测报告 (内部资料), 1982。

常,大西沟地区形成一 Cu Zn Mn Ba Pb As 吻合较好、近等轴状多元素高值区。元素异常分带具明显的对称性:大西沟银铜子矿床: Cu-Mn-Ba-Fe [大西沟菱铁矿矿床(共生铜)] -Pb-Ag-As (银铜子银多金属);与此对应的黑沟地区:由东向西为 Pb-Ag-As→ Cu-Mn-Ba;中段则表现为南北分带: Cu-Pb-Ag (图 3)

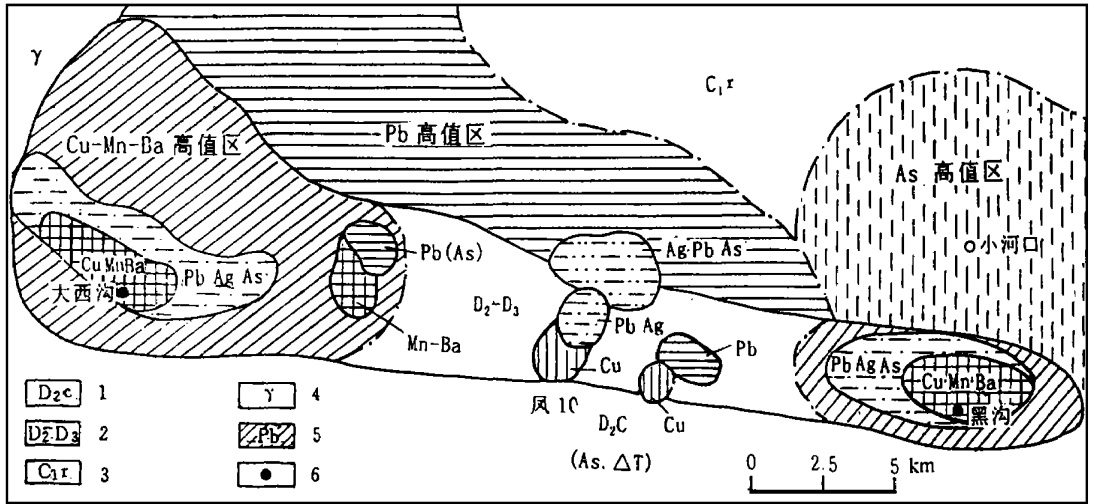


图 3 大西沟—黑沟菱铁多金属矿带地球化学分带示意图

(据西北冶金地质勘探公司地球物理探矿队, 1982)

Fig. 3 Geochemical zoning of polymetallic deposit belt in Daxigou- Heigou

1. 中泥盆统池沟组; 2. 中上泥盆统;
3. 下石炭统二峪河组; 4. 柞山花岗岩;
5. 地球化学带; 6. 矿床位置

上述矿床的对称分带,也正好处于地球化学场(梯度和组分)的急剧相变部位,即 NWW 向富 Cu Mn Ba Pb Ag 地球化学带与 N 向低 Pb 富 Cu As 地球化学带和向富 Pb Zn Cu 地球化学带三者交汇部位。同时其东西两端向中部发生地球化学变异(由 Cu-Mn-Ba 异常场转为高背景场,由东西向分带转化为南北向分带),反映出矿床区域地球化学成矿类型的转变。矿床也处于南北向地球化学场变化部位,即:从北向南: Cu-(As)-Sb (秦岭造山带)→ Pb As (柞水东)→ Pb Ag Fe Cu Ba As ΔT (大西沟—黑沟)→ Cu As Au (二台子、山阳)→ As Ag (镇安)→ Hg Sb (西坡岭)。

上述南北分带,具有由多金属向贵金属、中温组合向低温组合、简单向复杂的地球化学场变化特征,其明显受东西向隆起、沉积断陷的控制。在隆起部位(迷魂阵—山阳、王家楞)富 Cu,断陷盆地部位富 Pb Zn,边界断裂附近富 Hg Sb Au 的成矿特征

4 成矿特征

4.1 成矿热流体及成矿作用

大西沟重晶石菱铁矿—银铜子银铜铅多金属矿床就位于三级热水沉积成矿盆地中的两个

四级成矿洼地中。大西沟四级成矿洼地中的重晶石菱铁矿, 其菱铁矿体为热水同生沉积作用在强还原条件下, 热水流体发生地球化学骤沉所形成, 成矿热水流体为还原性、弱碱性的单一流体, 重晶石矿体则为氧化酸性富 Ba 的硫酸质热水流体在发生快速化学反应沉淀于菱铁矿矿体之上。银铜子银铜铅多金属矿体就位于银铜子四级热水沉积洼地中, 总体上为热水混合作用而导致成矿系统发生沉淀成矿。

大西沟矿床从下到上热水活动的规律为: 热水同生交代作用 (矿体底盘围岩中) → 富 Fe^{2+} 、 CO_3^{2-} - HCO_3^- 还原态、偏碱性的热水同生沉积 → 富 Ba^{2+} 、 SO_4^{2-} 氧化态、偏酸性热水同生沉积 → 热卤水同生沉积, 高 K^+ 、 Ba^{2+} 、 Ga^+ 、 As^{2+} 、 Sb^{2+} 等元素的热卤水同生沉积形成矿层之上的绢云母泥岩。银铜子矿体从下到上热水流体变化规律为: 底部富 Fe^{2+} 、 Mg^{2+} 、 CO_3^{2-} - HCO_3^- 还原态、偏碱性热水同生沉积成岩成矿, 向上过渡为富 Cu^{2+} 、 As^{2+} 、 Sb^{2+} 、 Ba^{2+} 、 SO_4^{2-} 的氧化态、偏酸性热水同生沉积成岩成矿作用并与富 Cu^{2+} 、 Pb^{2+} 、 As^{2+} 、 Sb^{3+} 、 Na^+ 、 Ag^+ 、 SiO_2 酸性还原态热水发生混合而引发同生沉积。中部为 Na^+ 、 BO_3^- 、 SiO_2 的偏酸性、还原态热水与富 Fe^{2+} 、 CO_3^{2-} - HCO_3^- 的还原态、偏碱性热水混合同生沉积和二者的同生沉积作用, 硫化物增多和形成硫化物岩, 显示了富 Ag^+ 、 Cu^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Zn^{2+} 、 S^{2-} - HS^- 的酸性还原态热水活动增强, 上部富 Ba^{2+} 、 SO_4^{2-} 氧化态酸性热水的混入而发生热水同生沉积作用形成重晶石。

4.2 成矿成晕多阶段特征

根据矿化特征、镜下矿物生成顺序及热水沉积层序、矿物共生组合关系, 成矿成晕系统划分出如下 3 个主要成矿演化阶段:

(1) 菱铁矿-铁白云岩海底热水同生沉积-交代成矿阶段: 位于热水沉积岩层序最下部, 含 $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ 的偏碱性热水和富 SiO_2 偏酸性热水进入三级热水沉积盆地中, 交代底部的碳酸盐软泥形成铁白云岩-硅质铁白云岩。 $(\text{Mg}-\text{Fe}-\text{Mn})\text{CO}_2$ 络合物因压力分解, 形成 FeCO_3 大量同生沉积, 沿菱铁矿层走向尖灭部位亦有铁白云岩、硅质铁白云岩, 原生晕以 $\text{Fe}-\text{Mg}-\text{Mn}-\text{Ba}-\text{Sr}$ 为组合特征。

(2) 银-多金属海底热水混合同生沉积成矿阶段: 在菱铁矿层形成之后, 富含 $\text{Na}-\text{B}-\text{SiO}_2$ 海底热水喷流形成含电气石钠长似碧玉岩, 后富 $\text{Ag}-\text{Cu}-\text{Pb}-\text{Zn}-\text{As}-\text{Sb}$ 的热水进入三级热水沉积盆地的最低洼地部位与富 $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ 的偏碱性热水发生混合作用, 后又有富 $\text{Ba}^{2+}-\text{SO}_4^{2-}$ 酸性氧化态海底热水混入 (形成透镜状、条带状重晶石), 3 种不同性质的热水混合发生剧烈化学反应引起矿质的骤沉形成矿体, 原生晕组合为 $\text{Pb}-\text{Zn}-\text{Ag}-\text{As}-\text{Sb}-\text{Cu}-\text{Co}-\text{Fe}-\text{Ba}-\text{B}-\text{Na}$ 。

(3) 铜银-铜钼海底热水同生沉积成矿阶段: 随氧化程度的不断提高, 富 Ba^{2+} 、 SO_4^{2-} 酸性氧化态热水不断进入三级热水沉积盆地, 早期阶段形成铜银矿体、银矿体, 元素组合以 $\text{Cu}-\text{Ag}-\text{Sb}-\text{As}-\text{Fe}-\text{Ba}-\text{Na}$ 为主, 中期阶段形成以 $\text{Fe}-\text{Cu}-\text{Ba}-\text{As}-\text{Sr}$ 为组合特征的含磁铁矿重晶石矿体、重晶石磁铁矿体。晚期阶段形成独立的重晶石矿体, 重晶石含量在 8% ~ 99%, 以 $\text{Ba}-\text{Sr}$ 组合为特征。

4.3 成矿地球化学机理讨论

大西沟重晶石菱铁矿-银铜子银铜铅多金属超大型矿床的形成是同生断裂-热水沉积成矿盆地-地球化学动力学的多重耦合, 其中同生断裂系统受大陆动力学机制的驱动发生多幕式活动, 使矿质被淋滤活化迁移就位于三级热水沉积成矿盆地中的四级成矿洼地, 而不同性质

(T R Eh Ph等)含矿热水流体在海底洼地滞流还原封闭的环境中,其为热水层流体系^[9],当某一地球化学因素或物理化学条件发生改变时,就会发生地球化学体系中的矿质骤沉而产生菱铁矿层、银铜矿层、银铅矿层及重晶石矿层。每种矿体均产于热水沉积环境的突变部位,随着热水流体新成分子物质的注入而建立起新的平衡相态,为下次热水沉积成矿旋回提供条件。其菱铁矿形成于强还原、偏碱性-弱碱性沉积环境中,重晶石矿形成于氧化酸性条件下,银铜矿、银铅矿则形成于还原环境中。

5 结 论

(1) 地层地球化学研究表明,秦岭泥盆纪地层不存在稳定且具规模 Pb Ag Zn Cu原始富集层,矿床的金属来源可能为基底地层

(2) 矿床铅同位素投影点落于下地壳与造山带范围内,说明铅初始来源为下地壳,并有一部分造山带来源。硫来源于泥盆纪的海水中硫酸盐。

(3) 矿床所处的南秦岭构造带,具有较长时间和幅度较大的裂陷发育史,这正是矿质喷流并得以聚集的原因,而对热水盆地原型恢复,可以看出同生断裂在热水沉积成矿时对成矿及成矿形态有明显的控制作用。

(4) 矿床正处于区域地球化学场的急剧相变部位。

(5) 成矿热水流体随沉积的不断进行,其化学性质、成矿作用方式有规律的变化。成矿成晕可划分出3个成矿演化阶段:菱铁矿-铁白云岩海底热水同生沉积交代成矿阶段;银多金属热水混合同生沉积成矿阶段;铜银-铅钡热水同生沉积成矿阶段。

(6) 成矿的地球化学机理为同生断裂-热水沉积成矿盆地-地球化学动力学多重耦合。

参考文献:

- [1] 裴荣富等. 中国特大型矿床成矿偏在性与异常成矿构造聚敛场 [M]. 北京: 地质出版社, 1998, 1-150.
- [2] 李丰收. 陕西省柞水县大西沟-银铜子菱铁、多金属矿床成因研究及找矿远景分析 [J]. 西北金属矿产地质, 1994, 1-2: 38-55.
- [3] 方维萱. 秦岭造山带泥盆纪构造热水沉积成矿盆地与流体成岩成矿系统特征及其演化规律 [D]. 西安: 西北大学, 1999, 1-49.
- [4] 宋学信. 金属成矿三部曲研究的特点 [A]. 见: 中国地质矿产信息研究院编. 当代地质科技进展 (1992-1993) [C]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1994, 1-150.
- [5] 张本仁, 陈德兴, 李泽九等. 陕西柞水-山阳成矿带区域地球化学 [M]. 武汉: 中国地质大学出版社 (武汉) 1989, 8, 68-73.
- [6] 王亚力, 柞水县银铜子银铅多金属矿床稳定同位素特征及其矿床成因探讨 [J]. 陕西地质, 1992, 10 (1): 42-51.
- [7] 张国伟, 周鼎武, 于在平等. 秦岭造山带岩石圈组成、结构和演化特征 [A]. 见: 叶连俊等主编. 岭造山带学术讨论会论文选集 [C]. 西安: 西北大学出版社 1991, 121-138.
- [8] 方维萱. 柞水银铜子特大型银多金属矿床矿物地球化学研究 [J]. 矿物学报, 1999, 19 (3): 94-102.
- [9] 方维萱. 银铜子-大西沟特大型矿床中重晶石岩类特征及成岩成矿作用 [J]. 岩石学报, 1999, 15 (3), 110-115.

Sources of mineralization constituents and accumulation environment of ore-forming in Daxigou- Yindongzi siderite-silver polymetallic superlarge ore deposit

YANG Yao-min^{1,2} and FANG Yei-xuan³

(1. *Xi'an Engineering College, Xi'an 710054; 2. Party for Geophysical and Geochemical Exploration for Nonferrous Metals in Northwest China, CNNC, Xi'an 710068;*
3. *LOGG, Institute of Geochemistry, CAS, Guiyang*)

Abstract: The Daxigou - Yindongzi super large polymetallic ore deposit is situated on Devonian basin of Zhashan. It belongs to the southern Qinling orogenic belt that underwent a long-term tectonic evolution of rift. Geochemical characteristics show that the ore deposit is located in the junction of three belts in Pb-Cu-As geochemical domain. The mineralizing constituents derived from lower crust and orogenic belt; sulfur derived from seawater. The process of ore-forming is divided into three stages ① siderite-ferrodolomite hydrothermal contemporaneous sedimentation; ② silver polymetallic contemporaneous sedimentation; ③ copper, silver and copper baryte contemporaneous sedimentation. The ore deposit is formed by coupling of contemporaneous fault and hydrothermal fluid and geochemistry dynamics. The unbalance of geochemistry leads to the sedimentation of mineralizing constituents which is the main factor of ore-forming

Key words: superlarge ore deposit; mineralization environment; ore-forming hydrothermal fluid; hydrothermal sedimentation basin; mineralogenesis