陕南镇旬矿田铅锌矿化特征及成因

李 英 高福模

(西安地质学院) (西北有色地质 713 队)

提要 镇旬矿田属秦岭泥盆系铅锌一菱铁矿带,矿化在空间上分布于乾佑河南北向古断陷的两侧,产生于泥盆纪。铅锌矿化特征与凤太矿田的诸矿床及西成矿田的毕家山、邓家山等矿床相似。 铅同位素组成是均匀的,模式年令略老于含矿地层年令,硫化物的硫同位素组成为海水硫酸盐型。 矿体有沉积似层状和交代不规则状两种形态,主要围岩蚀变为硅化和铁白云石化。矿化与生物灰 岩有密切空间和成因联系。因而说镇旬矿田与矿带中其余三个矿田的铅锌矿有相同的成因,成矿 模式类似于 E. D. Large (1981)和 M. J. Russell (1983)提出的喷流成矿模式。 关键词 古断陷 热流对流系统 硅化 铅的均匀源 二元混合模型 喷流(气)成矿

秦岭多金属矿带自甘肃以西和以东可划分为四个铅锌矿田:西成、凤太、山柞和镇旬矿田。 镇(安)旬(阳)矿田早在六十年代就以公馆汞矿广为人知,但对区内的铅锌矿化报导甚少。目 前己发现中型铅锌矿床一处,小型三处及一批矿点,并在矿田北部发现类似双王型的金矿化。 与另外三个矿田比较,本区铅锌矿化与之有许多相似处,但也有明显区别,尤其在矿化的时空 分布上很特殊。因此进行对比研究对在本区确定找矿标志和进行成矿预测是很必要的,对于 深入研究秦岭泥盆系铅锌矿的成因也是一项有意义的工作。

一、地质背景与铅锌矿化的时空分布

矿田位于扬子板块北部边缘的秦岭褶皱系南秦岭印支一海西褶皱带东段。区内出露的有 寒武系-三迭系,分布面积最大的为泥盆系(表 1),即是铅锌矿化赋存的层位。

矿田北以镇板断裂与山柞为界,南至旬阳南寒武一奥陶系与泥盆系的界限,总体为一向西 收敛的复式向斜。两个向斜中心分别为金鸡岭(核部为 T₂1)及南羊山(核部为 C₃y)。更低序 次的背向斜轴线走向为 EW 向或 NWW—SEE 向。各级褶皱属等斜褶曲。

镇板断裂带宽近百米,走向东西,北倾 70°-75°,为一多期活动的韧性剪切带。低序次的 断裂是 NWW 走向的,NE 向的不发育。

区内无大岩体出露,仅在青铜关附近有一小型超镁铁质岩,已强烈蛇纹石化。

矿田内铅锌矿化及汞锑、金矿化均产于泥盆系中,又集中于中、下泥盆统。空间上明显沿 乾佑河两侧分布,主要为铅锌、其次为汞锑(图1)。主要铅锌矿床为锡铜沟(中型,已详查)、月 西、赵家庄、大岭。

镇旬矿田泥盆系地层柱状图

表1

Table 1 Columnar section of Devonian system

系	统	组	厚度 (米)	岩、性	含矿性
Ç	C ₁	袁家沟组(C,Y)	> 200	上部为燧石条带灰岩,下部为砂质条带 灰岩	
	D ₁	南羊山组(D _s n)	307	泥质条带灰岩夹生物灰岩,局部底部为 千枚岩	月西矿
		冷水河组(D ₃ L)	529	上部泥质灰岩夹钙质砂岩,下部以钙质 砂岩为主	
		杨岑沟组(D ₂ Y)	155-1300	粉砂岩、千枚岩、生物灰岩,底部富碳质	
D		大枫沟组(D₂d)	124— 780	上部白云质灰岩生物灰岩泥灰岩(碳质) 下部紫红一灰色钙质砂岩夹千枚岩	锡铜沟矿
		石家沟组'(D₂S)	40— 400	中厚层灰岩、泥灰岩,生物灰岩夹少量千 枚岩互层	大岭矿
		公馆组(D _i g)	> 1000	上部为泥质灰岩夹泥灰岩,下部为白云 岩,灰质白云岩夹泥灰岩,中上部出现黑 色硅质砾岩	赵家庄矿 公馆汞矿
		西岔河组(D _i X)	20-707	顶部为白云质灰岩,中、下部为砂岩、砂 砾岩、泥砂岩	
s	Sı			灰色千枚岩,炭质千枚岩,砂岩局部夹泥 灰岩	

二、构造演化及泥盆纪古地理

近年研究认为,古生代的秦岭海位于杨子古陆与华北古陆之间。山柞镇旬海域的沉积中 心总体是向北迁移的。志留纪时本区为一广阔的静海盆地环境。与全球构造演化对应,志留 纪末南北两板块开始相向运动,因而使志留一泥盆纪的东秦岭海域局部抬升隆起,局部加深凹 陷⁽¹⁾。早泥盆世时在古道岭一带形成了一个以巨厚台地相碳酸盐沉积为代表的水下隆起,从 而把东部海域分割为两个海盆。北部为山柞海盆,凹陷强烈,以深水一半深水相沉积为特征。 南部镇旬海盆东部,有一公馆水下隆起,形成了一个次级台地。区内其余地区为浅海盆地。镇 旬海盆的陆源补给区为东南部的陨(西)安(康)古陆,古陆边缘及台地边缘均发育有具鸟眼、斑 点构造的潮坪相白云岩。在浅海沉积中产出有赵家庄铅锌矿,而在白云岩中产出有青铜沟一 公馆汞锑矿。

中泥盆世时东西向隆起进一步发展为东西向剪切带,并派生有南北向断陷带形成于隆起 中心,因而形成了以乾佑河为中心的东西对称相变带。在中心带以碎屑流沉积为特征,向两侧



Fig. 1 Geological map of Zhenxun ore field

相变为浅水沉积,又过渡为潮坪相^①。铅锌矿主要产于浅水相与潮坪相过渡带中的礁坪相沉 积中,如锡铜沟矿和大岭矿。中泥盆世末水体总体变浅,基底再度趋于平缓,为一个广阔浅海。 局部有一些滞流洼地,沉积了富碳的泥岩,月西矿即产于这种洼地边缘。

泥盆纪后,古生代秦岭海广阔海域逐步缩小,由面状沉积向线状沉积过渡,沉积中心移至 徽成一留坝一镇安一线,海域到三叠纪时才消失。

三、铅锌矿床的地质特征

区内铅锌矿的地质特征见表 2。表中还有与之对比的两个西成矿田的矿床⁽²⁾

1、含矿地层及岩石:主要含矿层位为中泥盆统大枫沟组和石家沟组。含矿岩石在矿田北 部为生物碎屑灰岩和生物礁灰岩(珊瑚与层孔虫),南部为白云质灰岩和生物灰岩。矿化主要 赋存于碳酸盐岩与泥质岩界面附近,靠近碳酸岩一侧。如锡铜沟 III、IV、VII 号矿体产于大枫沟 组上部灰岩与杨岭沟组下部千枚状泥岩界面的灰岩中;月西 I、II、V、VI 号矿体产于南羊山组灰 岩与千枚状泥岩间的灰岩中;大岭 I 号矿体产于石家沟组上岩段泥质灰岩下部,接近下伏千枚

①参考陕西地矿局综合队杨志华(1985)的"东秦岭南北构造的发现及其形成与演化"一文。

状泥岩的部位。矿化也产于灰岩与泥岩的相变带中的灰岩(硅化)体内,如锡铜沟 Ⅱ、Ⅴ号矿体, 月西 Ⅲ、Ⅳ号矿体等。前者与铅硐山、邓家山等矿床相似,后者与毕家山、洛坝等矿床相似。

镇旬矿田主要铅锌矿床地质特征与西成矿田对比表

表 2

Table 2	Gelolgia	al featur	es of Pb-	-Zn oi	e deposit	s in	the
Zhenxun	ore field	d and the	e deposits	in the	Xicheng	ore	field

 آلا	πŤ	今矿地区	1	矿石		ar-		1	J
" 田	床	时代与岩性	矿体形态	结构	构造	矿石矿物	脉石矿物	围岩蚀变	矿体与围岩关系
		D.d 生物灰 岩、炭质泥灰 岩	似 层 状 、 脉 状 、 奥 、 状	自形一半自形 结构它形粒状 结构交代溶蚀 结构变晶	条纹状、块状、 星散状、角砾 状、交代生物 残余、草莓状	闪锌矿 为主次 为 方 铅 矿、黄 铜 矿、黄鉄 矿、 黝 铜 矿、毒 砂	石英、方解石 为主,次为铁 白云石,绢云 母等	硅化、铁白云 石化、黄铁矿 化	矿体总体产状与 地层一致,但局 部受层间断裂和 劈理带控制
镇	月西	D,n 生物 灰 岩、炭质泥灰 岩、炭质干枚 岩	似层状、 透镜状	他形及自形结 构、压碎结构、 交代溶蚀结构	星散状、条纹 状、角砾状、团 块状	以闪锌矿、方 铅矿为主、次 为黄铁矿、白 铁矿	石英、方解石、 重晶石	硅化、 (鉄白云 石 化 重 晶 石 化、黄鉄矿化	矿体顺岩石层理 产出,少数细脉 切穿层理。
旬 -	赵家庄	D ₁ S ₂ 和 D ₁ gn 灰岩、白云岩 与钙质千枚岩 互层带	似层状、 脉状	自形结构、交 代残余结构、 填隙结构	条纹状、星散 状、块状	以闪锌矿、方 铅矿为主,次 为黄铁矿、黄 铜矿及毒砂	石 英、铁 白云 石、方解石	白云石化、硅 化铁白云石化	矿体与围岩产状 基本一致,局部 斜交。
	大岭	D,S, 白 云 质 灰岩、生物灰 岩、泥质灰岩	似层状、 脉状	自形粒状结构 充填结构	条纹状、致密 块状、星散状	以闪锌矿、方 铅矿为主、次 为黄铁矿、黄 铜矿	石英、铁白云 石、方解石	白云石化、硅 化、铁白云石 化、黄铁矿化	矿体与围岩产状 一致,少数脉体 穿插
西	毕家山	D,a' 千 枚 状 板岩、下伏的 生物灰岩 (礁 前)	透镜状、 似层状、 总体鞍状	自形粒状、溶 蚀交代结 构	脉结角砾、斑 团块、块状	() (特む、方铅 び 为主、次为 黄鉄む、黄銅 び及少量黝銅 む	石英方解石、 铁白云石、重 晶石、萤石	硅化、铁白云 石化、萤石化、 黄铁矿化	矿体产于岩相相 变带与背斜轴部 复合部位 ·
成	焦沟	D,a ² ' 钙 质 粉砂岩中的生 物灰岩(点礁)	襄状	它形粒状 镶嵌 结构	交代生物残余 构造、块状、斑 团块	闪锌矿为主、 少量方铅矿、 黄铁矿	方解石、白云 石	铁白云石化	矿化仅产于礁前 崩塌相和礁间洼 地沉积物中

2、**矿体形态与产状**:总体为似层状,矿体与围岩常发生同步褶曲,但局部受断裂、褶皱影 啊,发生透镜体化或形成一些小脉(图 2)。

3、**矿石的矿物组成及组构**:矿石矿物以闪锌矿、方铅矿为主,次为黄铁矿、白铁矿等,黄铜 矿少见,黝铜矿、毒砂微量。

矿石中黄铁矿的莓球结构十分发育,也常被压碎,填隙和溶蚀。矿石构造最常见的是似层 状矿体中的条纹一层纹构造;囊状和透镜状矿体中的块状和交代生物残余构造,也有见角砾状 构造。交代生物残余构造在锡铜沟最发育,强硅化生物灰岩中仍保留有完整的生物体假象,主



要是珊瑚,有时见海百合茎, 生物内腔或整个生物体,主 要为闪锌矿交代充填,有时 也见方铅矿和黄铜矿,但未 见黄铁矿。这种构造作者曾 在西成矿田的页水河矿床、 焦沟矿点见到过,只是后者 以铁白云石化为主。

4、**围岩蚀变**:虽然目前 已报导的蚀变种类甚多,但 作者认为与铅锌矿化关系密 切的主要是:成矿前和成矿 时的硅化,成矿时的铁白云 石化,成矿后的重晶石化、萤 石化。

Fig. 2 Structural map of Xitonggou Pb-Zn ore deposit

硅化是镇旬矿田铅锌矿

化最强烈的围岩蚀变。强硅化岩为黑灰色一暗紫色,致密块状,其中常发育有与暗色硅质岩为 渐变关系的白色石英网脉。同时硅化岩中还留有一些珊瑚和海百合茎假象(白色),但其完整 的形态完全可与石英网脉区别。硅化常发育在生物(礁)灰岩与泥砂岩的相变带的灰岩中,为 透镜状、囊状、不规则状、与泥岩一侧界线明显,与灰岩一侧硅化渐弱,直到转变为未蚀变灰岩。 薄片中硅化岩的石英为粒状——柱粒状,石英常沿方解石的解理纹——双晶纹交代。石英粒 度 0.02×0.1 毫米。随蚀变增强岩石中交代石英可增加至矿物的 95%以上, SiO。量由 15— 95%,其余成份主要为 CaO 和 CO。这类硅化与凤太的八方山,西成的洛坝,毕家山、页水河 矿床完全相同,反映硅化的区域性特征。硅化强度控制了矿化强度,硅化体基本控制了矿化体 的形态和展布。硅化也是重要的找矿标志。

四、地球化学特征

1、铅同位素

本区共完成各矿床两批方铅矿的铅同位素组成测定,总计 13 个 (表 3),是由成都地质学 院同位素室完成的,精密度为±2‰。

利用 B. R. Doe1974 年提供的参数作图,在 Pb²⁰⁷/Pb²⁰⁴ - Pb²⁰⁶/Pb²⁰⁴ 图上,所有样品均分布 于 450Ma 等时线两侧 (图 3),计算的模式年令 (Doe)为 364-587Ma。 13 个样品的平均值 X = 17.827, Y = 15.527,计算的模式年令为 496Ma。比较各种模式年令,它们均变化在± 150Ma 间,因而可认为本区矿石铅为一均匀源的正常铅。

与其它三个矿田相比,矿石铅的模式年龄大体是相同的(图4)。西成15个正常铅(主要

版	t o	* 样 (号·		比值			B. R. Doe	B. R. Doe	R. F. C		R. S. F	
序 号	x		米杆位置	***Pb/ ** Pb	*** Pb/	** Pb/	(1974)	二阶段 (1977)	** Pb/	^{зне} Ръ/ ^{зне} Ръ	Pa/	™ Pb/
1	1	М,	107体	17.630	15. 432	37. 636	527	404	856	706	670	478
2		м,	V矿体	47.654	15. 463	37.732	546	451	643	661	616	486
3		м,	Ⅶ♂体	17.818	15. 507	37. 808	480	413	555	625	573	\$ 402
4	剱	Mg •	11万体	17.974	15. 594	38.019	470	469	470	524	452	361
5	钢	м,	田矿体	17.957	15. 578	38. 005	463	451	480	530	460	360
6		Mu	17 庙构西	17.728	15. 527	37. 906	567	520	604	578	517	487
7		м., '	银硐坡	17.871	15. 570	37. 982	515	498	527	542	573	416
3		I		17.983	15. 546	38. 154	407	393	465	459	355	314
,	F) art	ĩ		18.111	15. 697	38. 422	491	563	395	330	210 *	348
0	月四	Π		17. 983	15.693	38. 390	576	651	465	346	238 *	435
.1	赵	I		17. 568	15. 444	37. 692	587	480	689	681	639	533
2	承止	Π		17.71	15. 41	37.82	442	301	609	619	566	398
3	大岭	1		17. 55	15. 25	37.12	364	62*	694	948 *	959 *	381
均			·	17.872	15. 527		496	/		·		

镇旬矿田矿石铅同位素组成及模式年龄表(单位百万年)

数字上有 * 者为超出 700-300Ma 的数据仅有五个



图 3 镇旬矿田铅锌矿矿石铅 Pb—Pb 图式(采用 Doe1974 参数) Fig. 3 Pb—Pb plot of ore in the Zhenxun ore field

是厂坝一李家沟的样品) Doe 模式年令为 312—508Ma, 平均 X = 18.072, Y = 15.595, 计算的模式年龄为 401Ma⁽³⁾。同样,山柞为 423Ma, 凤太为 440Ma, 如按分析精密度±2‰计, 其误 差应为 450±50Ma, 故在误差范围之内。但从平均值绝对数来看, 镇旬矿田是偏老的。

图 3 中可以看出 13 个样的 μ 值在 8.8-9.75 之间, 平均值的 μ = 9.38, 接近正常增长曲 线的 U/Pb 比值。这一系统相当于造山带的均匀体系^[4], 也与现代海洋沉积物相似(包括古生 代沉积岩和红海沉积物^[5])。一个比较合理的解释是铅来源于泥盆纪海盆的基底和底部沉积

表3

物。在这一岩石系统中,由于有热水对流体系的存在,造成了 U-Pb 的分离,分离的时间约在 400Ma 前。分离后 Pb 可能保留在热水系统中,也可以集中形成铅矿物,但最终就位于含矿层 中的时间是在泥盆纪。本区铅明显的均匀性说明它不是异常铅,也不是一种简单的混合铅,而 应是经过高度均匀化的普通铅。与扬子地台中元古界的矿石铅对比^[6],显示出一定的相关 性,有利于来源于基底的推测。

图 3 和表 3 中也显示出 Pb²⁰⁴ 丰度的变化,而 Pb²⁰⁴ 最具时代特征。本区南部矿床的 Pb²⁰⁴ 为 1. 39-1. 41 (大岭、赵家床),北部为 1. 37-1. 39。凤太矿田 6 个样的 Pb²⁰⁴ 为 1. 37-1. 38, 山柞 4 个样为 1. 37。这一事实可能说明南部铅来源于较老源区,事实上南部的基底为 <- O, 北部为 S,



图 4 案 % 泥盆系多金属矿带四个铅锌矿田矿石铅对比 Fog. 4 Comparison among the Pb—isotope ratios of the four Devonian Pb—Zn ore field in Qinling Area.

2、硫化物的硫同位素

采自锡铜沟矿床的 17 个样品为 7 个矿物对,由宜昌所测定结果列于表 4。所有样品的 δ⁴S 均大于+10%,绝大部分>+15%,属典型的海相硫酸盐型硫。如果其硫源确系细菌还原 海水硫酸根形成 H₂S,并与金属离子化合为硫化物的话,从理论上讲应形成于封闭海盆演化 中,这正好与本区成矿时的古地理环境相吻合。

各矿物对中 δ³⁴ S_s,都大于 δ³⁴S_s,而两个样的 δ³⁴S_s,都小于 δ³⁴S_s,。这说明闪锌矿与方铅矿 间硫同位素趋向于平衡,从共生关系看应属同一热液系统同期产物。黄铁矿与之不平衡,是因 为它具明显的变晶和残余莓球结构,应形成于沉积期及成矿前硅化期。依 Rye (1974)和酒井 (1968)等人提供的实验参计算了矿物的同位素平衡温度,采用的公式为:

$$T^{\circ}(C) = \sqrt{\frac{A}{\delta_A - \delta_B}} \cdot 10^3 - 273$$

计算结果表明(表 4)有大量黄铁矿存在的 M₁和 M₁₂两组闪锌矿一方铅矿矿物对,平衡温度超出了适宜的温度范围,说明二者末达平衡。其原因是成矿热液系统受早期形黄铁矿硫的不均匀混染,并且随时间在变化。而无黄铁矿的样品,显示出平衡特征,计算的平衡温度多在150°-400℃间,与区域中相似矿化的均一温度110°-350℃⁽⁷⁾是相近的,如考虑到方法本身的误差,应当说二者是一致的。

锡铜沟矿床硫化物硫同位素组成及平衡温度

表 4

Table 4 lsotope composition and equilibrium temperatuores of sulfides in Xitonggou deposit

 顺	样	矿物	्य <u>्र</u> े क्रील	रू भ के कि	रू भ के कि	立法守留	δ"S		平衡温度(C)		
序号	号		▲件位置 	[CD]‰	Sp—Gn	Py-Sp	PyGn	1	2	3	
1		G _R	1矿体	+18.7							
2	м,	Sp	K _{T28} -1	+19.7	1.0		0. 2	614*	564 *		
3]	Ру	坑内	+18.9		1					
4		Gn	1-2矿体	+16.4	1.6			195	900		
5	M1,	Sp	K _{T28-2}	+18.0	1.0			425	300		
6		Gn	∏矿体	+11.4	1.9			905	951	 	
7	1VI3	Sp	下采矿	+13.2	1.0	_		500	551	, 1	
8		Gn	Ⅲ 矿体	+15.6	2.0			100	150		
9	Μ,	Sp	P _{D-} ,坑	+19.4	3-8		[.150		
10		Gn	田矿体	+15.1				907	967		
11	M,	Sp	P _{D-1} 坑	+17.5	2.4	i	1	297	267		
12	Ma	Gn	₩₩₩	+ 16.8				299	201		
13	мg	Sp	沟底坑中	+19.0	2.2			322	291		
14		Gn		+21.4		3. 4				47 *	
15		Sp (深色)	银硐坡	17.5		3.9				29*	
16	M12	Sp (浅色)	坑道内	+17.0							
17		Ру		+20.9							

参数选择① Groves 等(1970) Sp-Gn A = 0.78・10⁶

② Czamanske 和 Rye (1974) Sp-GnA = 0.70 • 10⁶

(3) Sakai (1968) Py—Sp $A = 0.356 \cdot 10^{\circ}$

字上加 * 者未达平衡

3、地层中成矿元素的本底及分配

利用采自乾佑河路线地质剖面测量时系统采集的原生晕样品,作为无矿化地段地层成矿

元素本底及分配的代表,进行了光谱视定量分析,统计了含矿地层中 Cu、Pb、Zn 含量及分配特征。分析灵敏度可达 1-5 (ppm)故认为其统计值有一定参考价值(表 5)。

除个别值异常外(D_il 泥质岩, D_in 和 D_iy 碳酸盐岩中的 Cu),其余值中泥质岩基本与平均 含量一致,而砂岩类均偏高,这可能是因为本区砂岩为泥质粉砂岩的缘故。Zn、Pb 在碳酸盐岩 中也接近正常含量。但在 D_i—P 中的碳酸盐岩中有明显高的 Cu 含量,说明本区 Cu 矿化具有 亲碳酸盐岩的特征,这是反映矿床成因的信息。

五、铅锌矿化成因讨论

1、成矿物质来源

前己述及成矿金属来源于海盆底部的基底及沉积物, 硫源则为海水中的硫酸盐。含矿地 层中未出现成矿元素的正负异常, 似乎表明本区无特定的"矿源层"。目前认为矿源层实际上 是下伏地层,其新与老取决于海盆的发展与成矿的时间。

镇旬矿田地层中成矿元素平均含量表(ppm)

表5

时代和层位		Cu				Рb		Zn			
		砂岩	泥岩	碳酸盐岩	砂岩	泥岩	碳酸盐岩	砂岩	泥岩	碳酸盐岩	
€-0			29 (10)	19 (13)		12 (10)	12 (13)		60 (10)	43 (13)	
S	S,	13 (2)	40 (24)	10 (2)	18 (2)	16 (24)	10 (2)	90 (2)	62 (24)	30 (2)	
	D,X	29 (249)			13 (249)			45 (249)			
	D,gn	16 (7)	17 (5)	13 (46)	13 (7)	11 (5)	12 (46)	35 (7)	34 (5)	35 (46)	
	D,S	13 (6)	25 (16)	15 (2)	17 (6)	13 (16)	20 (2)	40 (6)	42 (16)	30 (2)	
D	D,d,	19 (43)	35 (7)		21 (43)	12 (7)		35 (43)	39 (7)		
	D ₂ d ₂		20 (10)	12 (125)		14 (10)	11 (125)		129 (10)	50 (125)	
	D,Y	24 (7)	24 (17)	178 (13)	10(7)	15 (17)	13 (13)	39 (7)	44 (17)	32 (13)	
	D,L	18 (9)	356 (7)	55 (16)	32 (9)	12 (7)	12 (16)	30 (9)	36 (7)	36 (16)	
	D,n	55 (4)	66 (31)	193 (30)	10 (4)	12 (31)	15 (30)	47 (4)	49 (31)	31 (30)	
C		10(1)	46 (7)	70 (11)	10(1)	12 (7)	10 (11)	30 (1)	51 (7)	30 (11)	
Р		13 (4)		58 (22)	16 (4)		13 (22)	30 (4).		34 (22)	
Т		10(1)	22 (5)	10 (5)	10(1)	24 (5)	10 (5)		40 (5)	30 (5)	
 平均丰度(黎彤)			45	4	7	20	9	15	95	20	

Table 5 Contents of ore-forming elements in strata of Chenxun ore field

()内为样品数

2、成矿时间

愈来愈多的资料表明, 层控矿床矿石铅模式年龄与地层年龄的关系可以划分为两类。第 一类的模式年龄小于含矿地层年龄, 如古老变质岩区的金矿和中国层控钨矿床^[6], MVT 矿的 J型铅则是一种极端情况。第二类曾称之为B型铅, 即模式年龄大于含矿地层年龄, 有时则接 近含矿地层年龄, 如过去认为的大多数层状矿床, 秦岭泥盆系铅锌矿床即属此类。从理论上讲 铅应来源于古老基底, 但就位时间有两种意见, 一种认为是同生沉积的, 一种认为是后生富集 的。但最新的资料表明, 随铅同位素分析精确度的提高, 这类矿床的铅同位素显示了很强的均 匀性, 而不是混合铅特征。本区确有热水沉积的硅质岩, 但也存在硅化岩。那种具交代生物残 余构造的硅化岩, 一般只能在生物灰岩成岩期交代形成, 这时沉积物的孔隙率最高, 而在成岩 后最低。另一种发生强烈挠曲的平行层理的石英脉, 也可能是在成岩期形成的。另一方面, 本 区目前还未见到多类断裂中有硅化现象, 只有一些方解石石英脉, 而上述硅化岩又被多期压 碎, 角砾岩化和糜棱岩化, 并且与围岩间有一强片理化"壳", 因之表明硅化发生于区域强烈变 质变形期之前。

3、硫化物的形成方式

近年来研究表明,热液过程硫化物形成可能有两种机制^[4]。一种是金属和硫以双硫络合物的形式迁移,由于 PH、Eh、T、P 的改变造成络合物分解,形成硫化物沉淀。另一种认为大多数 Pb、Zn 共生的硫化矿床,热液中以双硫络合物形式迁移的可能性不大,因而热液是低H,S(HS⁻、S⁻)浓度的。只有在与高浓度 H,S 流体混合时,才会发生硫化物沉淀。

利用矿物对数据(表 4)计算了锡铜沟矿床成矿热液的系统总硫值(图 5)^[8],除 M,一个偏 离外,其余五对得出的总硫值为+19-+22‰,平均为+20‰。同时可见,随温度下降系统中 硫同位素组成变轻的趋势,这与矿脉中有晚期形成的重晶石沉淀的现象是一致的。典型海水 硫酸盐型硫的组成说明热液中硫应有一稳定来源,并不是两种硫的混合源,并且成矿处与硫源 区之间距离不大。因此认为硫源是封闭海盆富 H.S 的底层海水是可以接受的。

利用 R. L. Stanton (1972)^[9]提供的判别方式可以证明这是一种二元混合模式。 Pb²⁰ / Pb²⁰ -- δ³⁴S_{ga} 图(图 6)表明, 矿石铅(方铅矿)的铅硫同位素之间只有微弱的正相关关系, 这说明 铅、硫不同源, 但曾在一个系统中发生过演化而最终成矿的。

4、后期改造作用

此处的改造作用是按涂光炽教授给定的含意说明的,即发生于成岩之后和区域绿片岩相 变质期之间的成矿作用。从本区的岩石组构和矿物组成看应属低级绿片岩相,因之未发生过 涂光炽教授定义过的变质成矿作用。在改造期,本区硫化物和硅化岩发生了碎裂和重结晶,近 于等轴褶曲伴随有强烈的层间滑动和劈理化,其中充填了多数无矿化的石英,方解石细脉,有 些脉又发生了褶曲。因此认为,改造作用主要破坏了矿体的似层状形态,形成了一系列透镜 体,局部与地层出现微交角。最主要的是使矿石形成了大量新的组构。

5、成矿模式

1981 年 D. E. Large 曾提出过一个海底喷流成因硫化物矿床的理想成矿模式^[10]。他指出:从同生热液通道到附近的三级洼地,矿体形态、矿石组构、矿物组合将发生明显的变化;在通道中为不规则形态矿体及网脉状、角砾状矿石,在洼地中为似层状矿体及层纹状矿石;矿物组合自通道处向外依次为黄铜矿+磁黄铁矿+毒砂-方铅矿为主-闪锌矿为主-黄铁矿-重



Fig. 5 Total S of ore fluid of Xitong gou deposit

晶石一赤铁矿。并认为网脉状及角砾状矿石与热液在通道内的沸腾作用有关。1983 年 M.J. Russell 指出喷流通道主要在区域地壳拉张期形成,并发生成矿热液对流体的演化。喷流 矿床的矿物组合与蚀变类型和对流房的深度有关,这主要是因为随对流房的加深热液温度要 升高,成份要变化的缘故。硅化是这类矿床的一种重要蚀变^[11]。同年,J.B. Maynard 在 "Geochemistry of Sedimentary ore deposits"一书中也指出,阿尔卑斯型矿床与密西西比型矿床的 成矿热液类型是相似的,只是一个在地表成矿(沉积),一个在地下成矿(交代、充填)^[12]。据报 导,多数学者认为热流对流房的深度是很大的,可达十几公里以上,而沸腾作用则发生在通道 的上部,距海平面约二百公尺以上,因此热液既可能交代的是围岩,又可能交代的是在成岩中 的沉积物。一般认为,泥岩的成岩要有较高的温度和压力,因而要在埋深较大时发生,而碳酸 盐岩则要浅的多,这样就提供了一种热液准同生交代的可能性。

本区是在泥盆纪时发生东西向剪切,南北向拉张的,从而形成了镇板断裂一乾佑河古断陷 这样一组基底断裂系统,这就为形成热液对流体提供了通道,同时也使基底地形复杂化,产生 了一系列容矿洼地。拉张作用也为深部岩浆侵位提供了空间(如青铜关小超基性岩体),从而 使本区处于加热状态,从而加强了热液对流体对流经岩石的萃取金属组份的能力及对流速度, 从而形成了成矿热液。处于承压状态的流体沿通道上涌,发生喷流成矿作用。

如 M. J. Russell 所设想的一样, 底层富 H,S 的海水会沿通道的一些支裂隙下渗进入通道

内,并与上升的含金属热液混合。此时如发生沸腾作用,将会提高热液的浓度,从而发生硅化, 迫使硫化物迅速沉淀。如未发生沸腾,热液流会涌入海底的三级洼地,由于温度下降及 PH 值 改变,促使 SiO₂ 结晶沉淀,形成硅质岩并促使硫化物沉积。

生物礁的生长一般受基底断裂活动的控制,通常发育于抬升后稳定下降的地块上,恰好处 于通道口附近。未成岩的生物礁是多孔隙的,成为成矿热液的有利通道。生物礁带的水深一 般不超过 90 米,最有利的为 20 米左右。这就是生物灰岩与矿化密切时空关系的主要原因。

结 论

1、镇旬矿田是秦岭泥盆系铅锌矿带的一个组成部份,它与矿带其它部份的铅锌矿化有相同的地质、地球化学特征及成因;

2、在特定的地质背景下的矿化,本区的特征是金属源区较老,受南北向古断陷的控制更明显;

3、喷流成矿的沉积—交代模式能较合理地解释矿床的同生与后生特征交织的现象,区域 地质演化为这一模式提供了背景条件;

4、富金属热液(弱酸性)和富 H,S 流体(弱碱性)的混合是硫化物形成的一种主要因素,它可能是形成与火山活动无明显联系的层状铅锌矿床的必要条件;

5、本矿体的矿化范围集中于乾佑河两岸 20--80 公里范围内,成矿标志是:岩相相变带 ——硅化、铁白云石化蚀变体-Sb、Hg、As 异常(下部层位)三位一体。

参考文献

〔1〕李英,矿物岩石地球化学通讯,(1)1988,45

〔2〕李英,地球化学,(3) 1983,241

[3]李英,西北地质,(6) 1985, 20

(4) Barnes. H. L., Geochemistry of Hydrothermal ore deposits, John wiley & Sons. inc., 22-70, 404

[5] Doe, B. R., 铅同位素地质(中译本), 科学出版社, 附录三, 1975

〔6〕涂光炽主编,《中国层控矿床地球化学》,科学出版社,1987,2,83

〔7〕李英,西安地质学院学报,(2)1986,40

(8) Pinckney, D. M. and Rafter, T. A., Econ Geol., 67 (3) 1972, 315

(9) Stanton, R. L. «Ore petrology», Mcgraw-Hill N. Y. 1972, 425

(10) Large, D. E., (Handbook of stratabound and stratiform ore deposits), K. H. Wolf, vo19, 1981, Elsevier scien. pub. N. Y. 500

(11) Rusell, M. J., «short course in sidenenthosted stratiform lead-zinc deposits», D. F. Sangster, springer, N. Y. 1983, 251

[12] Maynard, J. B., «Geochemistry of sedimentary ore deposits», Springer, N. Y., 1983, 101

CHARACTERISTICS OF Pb-Zn ORE DEPOSITS IN ZHENXUN METALLOGENIC BELT IN SHANXI AND THEIR GENESIS

Li Ying

(Xian Geology College)

Gao Fumo

(713 Geological Team of Nonferrous Metal Industry Corporation)

Abstract

Zhenxun metallogenic belt is a part of Qinling $Pb - Zn - Fe CO_3$, belt with mineralization occuring in the Devonian strata on the both side of Qiangu River Palaeo Fault Grabon (Trending in N - S direction). Pb, Zn mineralization is similar to the deposits of Fengtai ore field, Bijiashan deposit and Dengjiashan deposit in Xicheng ore field. Pb – isotopic composition is homogeneous. The model age is older than that of the ore – bearing strata. S – isotopic composition is chracterized by that of sulfate in sea water. Ore bodies show different forms i. e. layered bodies of sedimentation and irregular bodies of replacement. Wall rock alterations are dominated by silicification and ankeritization. Mineralization is closely related to bioclastic and reef limestone with genesis similar to exhalation type deposit suggested by E. D. large (1981) and M. J. Rusell (1983).

Key words: palaeo graben Hydrothermal convective system silicification pb isotopic homogeity bimodel exhalation