

西成铅锌矿田矿物中包裹体特征及其成矿意义

杨松年 缪远兴 叶欣 王莉娟

(中国有色金属工业总公司北京矿产地地质研究所)

地质概况

西成铅锌矿田是我国重要的铅锌矿产地之一。矿田内的主要矿床规模大,储量集中,品位富,埋藏浅,可行性条件好。

矿田位于礼县—柞水华力西冒地槽褶皱带。古环境属主动型大陆边缘弧后盆地,这里的火成活动比较强烈。铅锌矿带分布在南、北两个火山活动区之间相对稳定的高地热流区,这些地区岩浆活动和变质作用相对较弱,可形成非岩浆成因的热卤水沉积—改造—再造型层控矿床。

矿区地层分为泥盆系下统(?)吴家山组,中统清水沟组 and 西汉水组,上统洞山组。西成地区的已知铅锌矿床和主要矿点均分布在中泥盆统清水沟组上段和西汉水组上段层位中,前者为李家沟型铅锌含矿层,后者为邓家山型铅锌含矿层。

本区中泥盆世岩相古地理属滨海—浅海碳酸盐台地相,进一步细分,则北部为画眉山—厂坝盆地亚相,中部为广金坝—吴家山生物滩(礁)亚相,南部为谭士关—王磨盆地亚相。两类不同成因的矿床分别对应不同的亚相:李家沟型矿床位于北部相带的盆地中;邓家山型矿床则位于中部相带的水下隆起边缘。

区内矿床分别产于吴家山复式背斜南、北两翼。矿床按其地质特征和主要成矿作用可分为两种成因类型:

其一为热卤水沉积—改造型层控矿床,分布在复式背斜北翼,代表性矿床有厂坝、李家沟、向阳山等。矿床主要受碳酸盐台地中盆地亚相和碎屑岩相向碳酸盐岩相过渡的相变带控制。矿体规模大,形态简单,矿体长度大者达千米左右,厚度大于10米,平均品位 $Pb + Zn$ 8~12%,矿体产状基本和地层一致。岩相属砂岩—灰岩—白

云岩建造,按含矿岩石可分为产于大理岩中的似层状矿体和产于石英片岩中的透镜状矿体两类。金属矿物主要为闪锌矿、黄铁矿、方铅矿,其次为磁黄铁矿、毒砂、白铁矿、砷黝铜矿、硫锑铅矿、车轮矿等;脉石矿物主要为方解石、石英,次为绢云母、透闪石、绿泥石、白云石、重晶石等。矿石有粒状、隐晶状、共结状和交代溶蚀、压碎、穿插等结构。矿石构造主要有条带—条纹状、块状、隐晶质胶状条带及浸染状、脉状、塑性形变等构造。围岩蚀变微弱,有方解石化、绢云母化和绿泥石化等。

其二为热卤水沉积—再造型层控矿床,主要分布于复式背斜南翼,代表性矿床有邓家山、毕家山、页水河、庙沟、尖崖沟、洛坝等。矿床主要受碳酸盐台地生物滩(礁)亚相中的次级“生物礁背斜”鞍部、倒转翼和层间破碎带控制。矿体规模大,形态简单,呈鞍状、似层状、脉状产出,主要矿体长度可达千米左右,厚度大于10米,平均品位 $Pb + Zn$ 5~9%,矿体产状同“背斜”鞍部、倒转翼和层间破碎带构造一致。岩相属灰岩—硅质岩—泥岩建造,矿体主要产于绢云母千枚岩和生物灰岩过渡带中的硅质灰岩中。金属矿物以闪锌矿、方铅矿、黄铜矿为主,次为黄铁矿、黝铜矿、磁黄铁矿、辉锑矿等;脉石矿物为石英、方解石、白云石、铁白云石、重晶石、绢云母和绿泥石等。矿石有粒状、交代溶蚀状、揉皱状、碎裂状和充填交代生物体腔等结构。矿石构造主要有角砾状、脉状、团块状,次为浸染状、块状及层纹状。围岩蚀变较发育,有硅化、白云石化、重晶石化和碳酸盐化等。

矿物中包裹体特征

为了解西成铅锌矿田各类矿床的成矿流体性

质和成矿物理化学条件,我们做了较详细的包裹体研究工作。工作主要集中在李家沟、邓家山矿区,洛坝、尖崖沟矿区及草关东矿点也做了部分工作。对各矿区内的石英、闪锌矿、重晶石和方解石中的流体包裹体进行了光薄片显微镜观察,测定了均一温度,并进行了某些单矿物的包裹体气相、液相成分分析。

1. 李家沟矿区矿物中包裹体特征 试样中绝大部分包裹体均小于 2μ ,少数可达 $5\sim 10\mu$ (其中多为次生包裹体)。不同矿石类型的包裹体丰度有差异,块状矿石中的包裹体丰度高;条带状矿石中包裹体较少,丰度低。本区包裹体按气相百分含量及相态、成分可分五型六类: I型为液体包裹体,其中 I—1型为中低温液体包裹体, I—2型为中高温液体包裹体; II型为气体包裹体; III型为含液态 CO_2 包裹体; IV型为含子矿物包裹体; V型为单相液体包裹体。石英中的包裹体以 I—1型为主; I—2型和 II型包裹体局部较集中,但总体含量 $<5\sim 10\%$, III型包裹体仅在石英团斑中出现;似 IV型包裹体个别出现; V型包裹体常见,且在条带状矿石中相对集中。闪锌矿中包裹体以 V型为主;少量似 I—1型;沿解理的次生包裹体不发育。方解石中包裹体以 V型为主,少量 I—1型。石英包裹体的均一温度大致分两组: $285\sim 374^\circ\text{C}$, $90\sim 295^\circ\text{C}$ (图 1),未测到 $>400^\circ\text{C}$ 的包裹体,说明矿区分为中高温及中低温两组温度,铅锌矿的成矿温度以中偏低温为主。

从表 1 可见,石英中包裹体的气相成分以 CH_4 含量较高,平均值为 1.36% ,其中条带状矿石中最高含量达 3.6% ; $\text{H}_2\text{O}/\text{CO}_2$ 平均值为 13.61 ,低于邓家山矿区的二倍; R (还原参数)平均值 0.11 ,较邓家山矿区高。

从表 2 可见,石英中包裹体的液相成分 $\text{F}^{1-}/\text{Cl}^{1-}<0.01$, $\text{Na}^{1+}/\text{Cl}^{1-}0.24\sim 0.29$, $\text{Na}^{1+}/\text{K}^{1+}3.11\sim 5.38$, $\text{Na}^{1+}/(\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+})2.94\sim 5.58$, $\text{Cl}^{1-}>\text{SO}_4^{2-}>\text{F}^{1-}$ 表明包裹体液相成分主要应为 $\text{Na}^{1+}-\text{Cl}^{1-}-\text{SO}_4^{2-}$ 型水。

据中国科学院贵阳地球化学研究所资料,厂坝矿区的盐度为 $20\text{wt}\%$ (冷冻法),委托中国有

色金属工业总公司矿产地质研究院代测的李家沟 L Z K 77—12—29 号样石英中次生包裹体盐度为 $0\text{wt}\%$,另一组沿裂隙分布的包裹体盐度为 $4\text{wt}\%$ (冷冻法);我们按包裹体液相成分计算的近似盐度,PD₂—7 号样含石英条带状铅锌矿石英中包裹体盐度为 $6.14\text{wt}\%$,LZK 77—12—29 号样含大量石英铅锌矿化体,受后期热液改造较强烈,其中石英中包裹体盐度为 $0.52\text{wt}\%$,比 PD₂—7 号样小十倍以上,可见李家沟矿区成矿流体从盐度值的差异上可区分出较高盐度和低盐度两种。

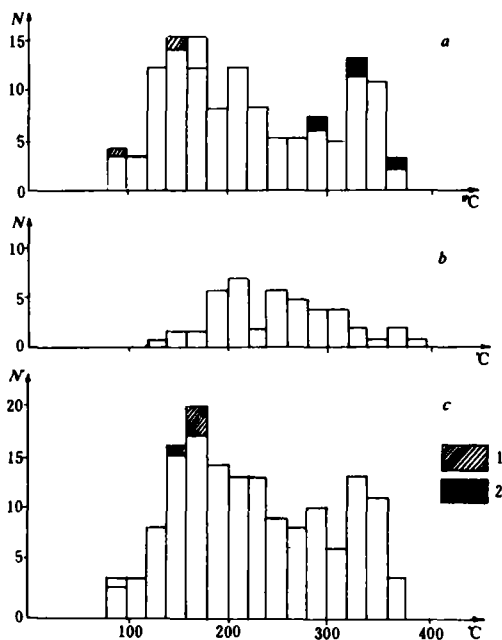


图 1 李家沟矿区石英中包裹体均一温度直方图

a—富含石英团斑的块状矿石(4个样品);

b—条带状矿石(3个样品); c—上述7个样品的

累计结果; 1—沿裂隙分布的次生包裹体; 2—

气体包裹体(均一成气相)

2. 邓家山矿区矿物中包裹体特征 矿物中包裹体大多数也 $<2\mu$,但与李家沟相比,本区 $>5\sim 10\mu$ 的包裹体稍多,其总丰度比李家沟高。本区矿物中包裹体也分五型六类:石英中包裹体以 I—1型为主; I—2型包裹体比李家沟多些,部分样品中可达 20% 以上; III型包裹体出现几率较多;个别出现似 IV型包裹体,推测局部可能出

西成矿田矿物中包裹体气相成分含量表

表 1

矿床名称	样品号	产 状	测试矿物	单 位	H ₂	O ₂	N ₂	CH ₄	CO	CO ₂	H ₂ O	H ₂ O/CO ₂	R
李家沟	LZK-77-12-23	铅锌矿化片岩	石英	% γ/0.5g	0.23 0.009	—	0.37 1.80	0.38 0.53	—	5.25 46	93.77 220	4.78	0.036
" "	LZK 77-12-29	铅锌矿化体	石英	% γ/0.5g	0.17 0.013	—	0.13 1.20	0.10 0.28	—	0.85 13	98.75 430	33.07	0.082
" "	PD ₂ -7	含石英条带状铅锌矿石	石英	% γ/0.5g	1.76 0.009	—	1.84 1.30	3.60 0.53	—	7.53 8.4	85.32 25	2.98	0.20
邓家山	CDK 7-2-2	白色石英脉	石英	% γ/0.5g	0.14 0.015	—	0.13 1.80	0.034 0.14	0.016 0.30	1.36 30	98.32 640	21.33	0.04
" "	CDK 7-2-4	灰白色石英脉	石英	% γ/0.5g	0.11 0.013	—	0.13 1.8	—	0.016 0.30	0.23 6.0	99.51 670	111.6	0.12
" "	CDK 7-2-21	铅锌矿石	石英	% γ/0.5g	0.03 0.005	—	0.28 0.60	—	—	3.20 8.5	96.38 400	47.06	0.013
" "	CDK 197-2-8	角砾状铅锌矿石	石英	% γ/0.5g	0.13 0.009	—	0.17 1.60	0.02 0.10	—	0.57 9.0	99.30 410	45.56	0.054
" "	DM ₁ -2	条带状铅锌矿石	石英	% γ/0.5g	0.26 0.007	—	0.25 1.30	—	—	1.09 6.0	98.25 140	23.33	0.025
" "	DM ₂ -2	铅锌矿石	石英	% γ/0.5g	0.03 —	—	0.22 1.30	0.02 0.10	0.03 0.40	1.21 22	98.48 520	23.64	0.04
" "	CDK 197-2-13	矿化重晶石脉	重晶石	% γ/0.5g	—	—	1.0 1.30	—	—	4.64 9.0	97.36 52	5.78	
" "	CDK 197-2-14	白色重晶石脉	重晶石	% γ/0.5g	—	—	0.27 0.6	—	—	2.27 13	97.46 158	12.15	
" "	CDK 7-2-19	角砾状铅锌矿石	闪锌矿	%	3.80	0.0	0.0	0.19	0.26	13.46	82.29		
" "	D山-8-2	闪锌矿石	闪锌矿	%	6.15	0.0	0.32	0.44	0.59	1.17	91.33		
洛坝	R-采	铅锌矿石	石英	% γ/0.5g	0.11 0.014	—	0.11 1.80	0.06 0.28	—	2.04 52	97.68 700	13.46	0.021
" "	RZK 1-2-3	块状铅锌矿石	闪锌矿	%	5.02	0.0	0.0	0.17	0.22	5.83	88.70		
" "	RZK 29-3	块状铅锌矿石	闪锌矿	%	50.26	0.0	0.0	0.37	0.0	22.44	26.93		
尖壁沟	尖-2	铅锌矿石	闪锌矿	%	5.45	0.0	0.20	0.32	0.43	2.81	90.75		

注: R (还原参数) = $\frac{H_2 + CH_4 + CO}{CO_2}$ (克分子之比)

表 2
西成矿田矿物中包裹体液相成分含量表 (单位: M)

矿床名称	样品号	产 状	测试矿物	F ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
李家沟	LZK 77-12-23	铅锌矿化片岩	石英	$<1.00 \times 10^{-3}$	2.37×10^{-1}	3.42×10^{-2}	4.95×10^{-1}	2.66×10^{-2}	2.62×10^{-2}	$<1.00 \times 10^{-3}$
" "	LZK 77-12-29	铅锌矿化体	石英	$<1.00 \times 10^{-3}$	8.92×10^{-1}	1.06×10^{-2}	3.57×10^{-2}	1.11×10^{-1}	1.89×10^{-2}	$<1.00 \times 10^{-3}$
" "	PD ₂ -7	含石英条带状铅锌矿石	石英	$<1.00 \times 10^{-3}$	1.05	1.52×10^{-1}	4.09×10^{-1}	1.39	1.25×10^{-1}	$<1.00 \times 10^{-3}$
邓家山	DC K 7-2-2	白色石英脉	石英	1.15×10^{-2}	1.15×10^{-1}	7.10×10^{-3}	2.00×10^{-2}	1.83×10^{-1}	7.80×10^{-3}	$<1.00 \times 10^{-3}$
" "	DC K 7-2-4	灰白色石英脉	石英	1.41×10^{-2}	1.41×10^{-1}	4.50×10^{-3}	2.29×10^{-2}	1.62×10^{-1}	7.45×10^{-3}	$<1.00 \times 10^{-3}$
" "	DC K 7-2-21	铅锌矿石	石英	1.07×10^{-1}	2.01×10^{-1}	3.80×10^{-3}	3.20×10^{-2}	1.20×10^{-1}	7.80×10^{-3}	$<1.00 \times 10^{-3}$
" "	DC K 197-2-8	角砾状铅锌矿石	石英	5.26×10^{-2}	9.36×10^{-2}	8.50×10^{-2}	3.12×10^{-2}	7.42×10^{-2}	1.68×10^{-2}	$<1.00 \times 10^{-3}$
" "	DM ₁ -2	条带状铅锌矿石	石英	1.88×10^{-1}	2.62×10^{-1}	2.22×10^{-1}	9.13×10^{-2}	3.41×10^{-1}	4.01×10^{-2}	7.35×10^{-3}
" "	DM ₂ -2	铅锌矿石	石英	5.06×10^{-2}	1.62×10^{-1}	3.06×10^{-2}	2.46×10^{-2}	1.50×10^{-1}	1.32×10^{-2}	2.00×10^{-3}
" "	DC K 197-2-13	矿化重晶石脉	重晶石	1.29×10^{-1}	1.36	不计算	1.36×10^{-1}	1.48	7.63×10^{-1}	1.10×10^{-2}
" "	DC K 197-2-14	白色重晶石	重晶石	7.63×10^{-2}	5.13×10^{-1}	不计算	4.52×10^{-2}	4.61×10^{-2}	3.06×10^{-1}	3.65×10^{-3}
" "	DC K 7-2-19	角砾状铅锌矿石	闪锌矿	1.44×10^{-1}	4.47×10^{-1}	不计算	1.56×10^{-1}	2.65×10^{-1}	1.45×10^{-1}	$<1.00 \times 10^{-3}$
" "	D山-8-2	闪锌矿石	闪锌矿	1.01	1.09	不计算	2.56×10^{-1}	1.20	2.02×10^{-1}	$<1.00 \times 10^{-3}$
洛 坝	R-采	铅锌矿石	石英	1.05×10^{-2}	2.22×10^{-1}	4.11×10^{-2}	2.56×10^{-2}	2.36×10^{-1}	8.05×10^{-3}	$<1.00 \times 10^{-3}$
" "	RZK 1-2-3	块状铅锌矿石	闪锌矿	9.47×10^{-2}	2.09×10^{-1}	不计算	5.88×10^{-1}	3.48×10^{-1}	1.06×10^{-1}	1.03×10^{-2}
" "	RZK 29-2	块状铅锌矿石	闪锌矿	2.93×10^{-1}	8.74×10^{-2}	不计算	1.02×10^{-1}	1.59×10^{-1}	1.68×10^{-2}	1.68×10^{-1}
尖崖沟	尖-2	铅锌矿石	闪锌矿	1.72×10^{-1}	3.67×10^{-1}	不计算	1.16×10^{-1}	3.16×10^{-1}	4.54×10^{-2}	$<1.00 \times 10^{-3}$

现沸腾现象。闪锌矿中包裹体以V型为主；少量I—1型；沿解理分布的次生包裹体较发育。石英—方解石脉中的方解石包裹体以I—1型为主；I—2型个别。重晶石中包裹体以I—1型为主；I—2型和Ⅲ型包裹体少量；V型包裹体普遍出现。

石英中包裹体均一温度大致分为三组：300~420℃，200~320℃，100~220℃；闪锌矿次生包裹体均一温度平均值为126℃；重晶石中包裹体均一温度以100~220℃为主，200~300℃次之。因此，邓家山矿区可分高、中、低三组温度，铅锌矿形成温度仍以中低温为主（图2）。

石英中包裹体的气相成分（表1），CH₄含量较李家沟矿区低，其平均值为0.012%，比李家沟小十倍以上；H₂O/CO₂ 6个样平均值为45.42，比李家沟高2倍以上；R（还原参数）平均值为0.048，比李家沟低1倍以上。

石英中包裹体的液相成分（表2），F¹⁻/Cl¹⁻为0.1~0.72，SO₄²⁻/Cl¹⁻为0.038~1.82，Na¹⁺/K¹⁺为2.38~9.17，Na¹⁺/Ca²⁺+Mg²⁺为2.21~11.76。上述比值变化范围均较李家沟大，说明矿区受多期热液活动影响，使包裹体成分变化大。此外，在邓家山矿区中，磨沟区与邓家山本区也有明显的差异，前者SO₄²⁻>Cl¹⁻>F¹⁻，后者Cl¹⁻>F¹⁻>SO₄²⁻。因此，本区矿物中包裹体液相成分可能有两种类型水即Na¹⁺—Cl¹⁻—F¹⁻型及Na¹⁺—SO₄²⁻—Cl¹⁻型。

洛坝矿区与草关东沟矿点样品数量不多，大致情况如下：

洛坝矿区，绝大多数包裹体<2μ，>5~10μ的包裹体不多。石英中包裹体以I—1型为主，I—2型少量，Ⅱ、Ⅲ型极少。闪锌矿中包裹体以V型为主，I—1型少数，沿解理分布的次生包裹体较发育。方解石中包裹体以I—1型和V型为主。闪锌矿均一温度平均值为169℃，推测其成矿温度主要为中低温。石英中包裹体的气相成分CH₄，H₂，N₂均比李家沟低。石英中包裹体液相成分F¹⁺/Cl¹⁻ 0.047，SO₄²⁻/Cl¹⁻ 0.37，Na¹⁺/K¹⁺ 9.22，Na¹⁺/Ca²⁺+Mg²⁺ 14.57。盐度据中国科学院贵阳地球化学研究所

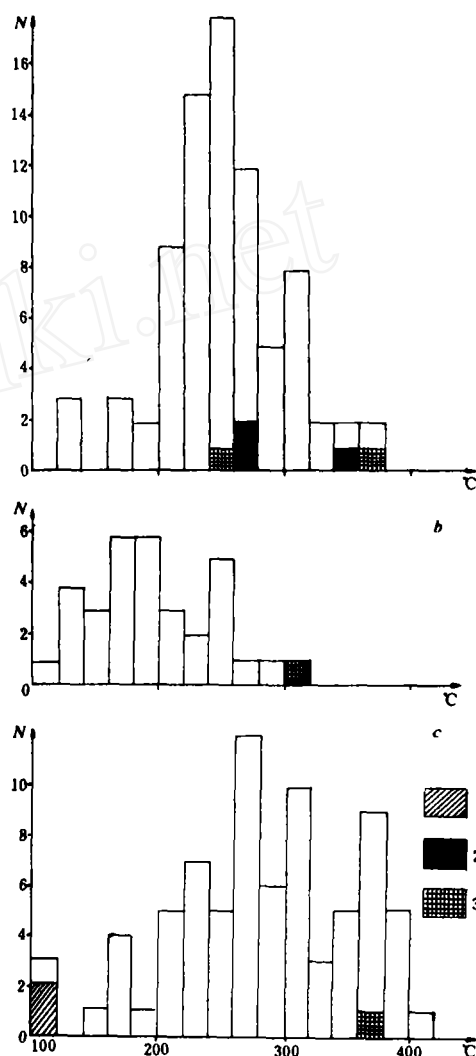


图2 邓家山矿区部分矿物中包裹体均一温度直方图

- a—磨沟9号矿体石英中包裹体（2个样品）；
b—F线1号矿体石英中包裹体（2个样品）；
c—脉石英中包裹体（DCK—2—9重晶石脉，DCK—7—2—4灰色石英脉）：1—沿裂隙分布的次生包裹体；2—气体包裹体；3—临界状态包裹体

资料约为10.6wt %。

草关东沟矿点方解石中包裹体丰度高，且个体大。包裹体以I—1型为主，I—2型少量，Ⅲ型见一部分。方解石均一温度为178~265℃，推测其生成温度为低中温。

表3

西成矿田钨矿中包体特征、成分及均一温度对比表

矿区	包体类型及均一温度				成矿温度	石英中包体的气相成分	石英中包体的液相成分	备 注
	石	英	闪 锌 矿	方 解 石				
李 家 沟	绝大多数小及丰度 分 $<2\mu$, 少数 $5\sim10\mu$ (多为次生包裹体)。块状矿石中丰度高,条带状矿石中丰度低。	I—1型为主 I—2与II型局部集中,总量 $<5\sim10\%$ III型仅在石英团斑中,个别似IV型V型常见,在条带状矿石中更多 均一温度分两组: 285~374℃ 90~295℃	V型为主 少数似I—1型 沿解理的次生包体不发育	V型为主 少数I—1型	矿区可 两组温度, 中高温及中 低温 铅锌矿成 矿温度以中 偏低温为主	CH ₄ 平均值1.36%,高于邓家山矿区10倍以上,其中条带状矿石CH ₄ 最高达3.6% H ₂ O/CO ₂ 平均值13.61,低于邓家山2倍 R (还原参数) 平均值0.11,比邓家山高1倍多,特别是条带状矿石值更高。	F ¹⁻ /Cl ¹⁻ <0.01 ,比邓家山小10倍以上 SO ₄ ²⁻ /Cl ¹⁻ 0.24~0.28 Na ¹⁺ /K ¹⁺ 3.11~5.38 Na ¹⁺ /Ca ²⁺ + Mg ²⁺ 2.94~5.58 Cl ¹⁻ $>$ SO ₄ ²⁻ $>$ F ¹⁻ 本区主要为Na ¹⁺ —Cl ¹⁻ —SO ₄ ²⁻ 型水。	厂坝矿区盐度20wt% (冷冻法、黄化所) 李家沟石英次生包裹体盐度0wt%,另一组似沿裂隙包裹体盐度为4wt% (冷冻法、桂林所) 结合我们计算近似盐度,条带状铅锌矿中石英6.14wt%,含大量石英铅锌矿化体中石英0.52wt%
邓 家 山	大多数 $<2\mu$,与李家沟相比,本区 $>5\sim10\mu$ 的稍多。包裹体总丰度比李家沟高些。	I—1型为主 I—2型次之,部分可达20%以上 I—2与II型包体比李家沟多些 个别似IV型局部出现沸沸现象 均一温度分三组: 300~420℃ 200~320℃ 100~220℃	V型为主 少数I—1型 沿解理分布的次生包体均发育 次生包体均一温度平均值126℃	石英脉中的方解石 I—1为主 I—2个别 II?	可分高、中、低温三组: 铅锌成矿温度仍以中低温为主	CH ₄ 平均值0.012% H ₂ O/CO ₂ 平均值45.42 R (还原参数) 平均值0.048 45.42	F ¹⁻ /Cl ¹⁻ 0.1~0.72 SO ₄ ²⁻ /Cl ¹⁻ 0.038~1.82 Na ¹⁺ /K ¹⁺ 2.38~9.17 Na ¹⁺ /Ca ²⁺ + Mg ²⁺ 2.21~11.76 各比值范围较李家沟大 唐沟区: SO ₄ ²⁻ $>$ Cl ¹⁻ $>$ F ¹⁻ 邓家山本区Cl ¹⁻ $>$ F ¹⁻ $>$ SO ₄ ²⁻ 可能有两种水即: Na ¹⁺ —Cl ¹⁻ —F ¹⁻ 型及 Na ¹⁺ —SO ₄ ²⁻ —Cl ¹⁻ 型	闪锌矿解理发育,出现较多沿解理分布的次生包体
洛 坝	绝大多数 $<2\mu$, 少数 $>5\sim10\mu$ 的不多。	I—1型为主 I—2型少量 II型基本未见 III型很少	V型为主 I—1型少数 均一温度平均值169℃ 沿解理分布的次生包体发育	I—1型和V型为主	主要为中低温		F ¹⁻ /Cl ¹⁻ 0.047 SO ₄ ²⁻ /Cl ¹⁻ 0.37 Na ¹⁺ /K ¹⁺ 9.22 Na ¹⁺ /Ca ²⁺ + Mg ²⁺ 14.57	盐度约为10.6wt% (冷冻法、黄化所)
草 关 东 沟	方解石中丰度高,且个体较大。			I—1型为主 I—2型少量 III型见一部分 均一温度: 178~265℃	低中温			

矿物中包裹体研究的成矿意义

对比西成矿田几个矿区矿物中包裹体特征、成分及均一温度(表3)表明:

石英中包裹体的液相成分反映李家沟型主要为 $\text{Na}^+ - \text{Cl}^- - \text{SO}_4^{2-}$ 卤水;邓家山型为 $\text{Na}^+ - \text{Cl}^- - \text{F}^-$ 型,其中磨沟矿床为 $\text{Na}^+ - \text{SO}_4^{2-} - \text{Cl}^-$ 型卤水。卤水中 Cl^- 含量高, SO_4^{2-} 含量较高,推测成岩成矿前的原始卤水应为高纯氯化物卤水,而在成岩成矿时受到海水中 SO_4^{2-} 的混合。

石英中包裹体的气相成分分析表明,李家沟型中 CH_4 的平均含量比邓家山型高10倍以上,反映原始卤水与油田水相似,但随着后期改造、再造作用的加深,使原始卤水中的这些成分逐渐减少。李家沟型中 $\text{H}_2\text{O}/\text{CO}_2$ 平均值13.61,低于邓家山型2倍,说明 CO_2 相对含量比邓家山型高,可能与李家沟型矿床的变质作用较强有关。李家沟型 R (还原参数)平均值0.11,比邓家山型(0.045)高1倍多,说明该类型矿床成矿环境为相对还原的条件,而邓家山型矿床成矿则处于相对氧化的条件;这与它们所处的不同古地理沉积环境是相一致的,前者属盆地亚相,后者则为水下隆起边缘沉积环境。

从矿物中包裹体盐度分析,李家沟型为20wt%,邓家山型为10.6wt%;并且含石英团斑的块状矿石盐度比条带状矿石盐度低;次生包裹体比原生包裹体盐度低;反映原始卤水盐度较高,随着与海水的混合和后期热水的不断加入,使原始卤水盐度受到稀释。

根据矿物中包裹体均一温度推断,矿田成矿流体温度以中低温为主。李家沟型均一温度以90~295℃为主,次为285~374℃,并且含石英团斑的块状矿石比条带状矿石受中高温热液叠加强烈。邓家山型均一温度以100~200℃为主,次为200~320℃,300~420℃;磨沟区比邓家山本区成矿温度高。各矿区中矿物包裹体类型均以中低温液体包裹体(I型)为主,单相液体包裹体(V型)常见,尤其在条带状矿石中相对集中,其中包裹体小而少,均反映了原始沉积的特征。

而中高温包裹体(I-2型)和含液态 CO_2 包裹体(III型)仅在受后期改造、再造作用强烈的含石英团斑的块状矿石中出现,其中包裹体丰度较高,个体也相对较大。邓家山型矿物中包裹体出现中高温包裹体(I-2型)和含液态 CO_2 包裹体(III型)的几率比李家沟型多,包裹体丰度相对高,个体也较大,且局部出现减压沸腾现象;闪锌矿中解理发育,并出现较多的沿解理分布的次生包裹体;说明邓家山型矿床后期构造活动更明显,热液再造作用较强烈。总之,矿田内原始卤水温度应为中低温,后期受到中高温(李家沟型)和中高温、高温(邓家山型)多期构造、热液活动的改造和再造。

综上所述,本矿田成岩、成矿作用前的原始卤水应属中低温、盐度较高的高纯氯化物型卤水。

李家沟型矿床成矿过程中,这种氯化物型卤水在地热流作用下被加热、驱动时溶解并摄取周围岩石中的重金属,形成稳定的络合物。然后沿断裂(如该区与近东向黄渚关大断裂旁侧的次级石鼓子、李家沟 F_1 、干浣浪等北东向多期活动的古断裂)上升或喷出到海底洼地(三级盆地)与海水混合。在对流循环过程中,由于温度下降,溶液稀释,pH值趋向中性,还原硫浓度增加促使金属从氯化物卤水中沉淀出来。在沉积作用之后,沉积物和沉积矿石中发生物质的一系列转变,此时压实作用和有机质的分解起主要作用。结果形成 H_2S , CO_2 , NH_3 , CH_4 , H_2 , N_2 ,造成还原环境,使一系列金属元素化合物变成可溶形式,它们在沉积物中迁移、富集成矿。后期的区域变质作用和构造活动,在李家沟型矿床中表现较为明显,在较高的温度和压力下,引起岩(矿)石的重结晶、压碎、塑性变形和有限的迁移、富集,形成热卤水沉积—改造型层控矿床。

在邓家山型矿床成矿过程中,上述海盆地中局部水下隆起部位接受碳酸盐沉积,在先期海盆中的海水受到多点喷溢出的含金属氯化物型卤水扩散作用,封存卤水和有机质的作用下,使金属硫化物从氯化络合物卤水中沉淀出来,此时必然释放出酸,如 $\text{ZnCl}_2(\text{水溶液}) + \text{H}_2\text{S} = \text{ZnS} + 2\text{HCl}(\text{水溶液})$ 。因此,在硫化物沉淀过程中同

时将有助于碳酸盐岩层的溶解、坍塌,造成开放空间,有利于矿质沉淀和导致包括角砾岩化矿石在内的矿石和坍塌带伴生的现象。在后期构造作用挤压下,使成矿物质活化和混合卤水的不断加入,迁移至“背斜”鞍部、倒转翼和层间破碎带等有利部位沉淀、富集成矿,形成热卤水沉积—再造型层控矿床。

本次矿物包裹体研究对解释、对比西成铅锌矿田不同类型矿区矿床成因、各类矿床之间的关系和成矿物理化学条件等方面提供了许多有价值的信息,这将有助于矿田找矿勘探工作的进行。

上述矿物包裹体气相成分由王真光测定,液相成分由蒋仁棣、林淑云测定,在此一并致谢。

主要参考文献

- [1] 姜齐节等:地质与勘探,1980,第1、2期
- [2] 黄世坤:地质与勘探,1983,第7期
- [3] Wolf, K. H.: Hand book of strata-bowud and stratiform ore deposits Vol. 9, 1981
- [4] Bandham, J. P. N.: Economic geology and geotectonics, 1981

武功山成矿带钨矿成矿规律探讨

杨子江

王成发

(江西有色地质三队) (江西省有色地质勘探公司)

武功山成矿带,东起丰城县东缘,西止湘赣边界,北起浙赣铁路南侧,南止安福以北,长240公里,宽30~40公里,面积近6000平方公里。从60年代至今,本队在该地区补勘,陆续发现和勘探了三个大型钨矿床、一个大型钽铌矿床。事实证明,该地区为一有色、稀有金属成矿带。因此,对该带进行地质研究,总结成矿规律,具有重要的经济意义和理论意义。本文根据实际资料,拟着重探讨钨矿成矿规律,不妥之处,请批评指正。

成矿地质条件

1. 地层 主要由震旦系至寒武系一套浅变质的泥砂质碎屑岩组成,具炭质、钙质及火山物质夹层。有千枚岩、变质砂岩及片岩,局部夹碳酸盐岩和炭质页岩。主要走向北东—南西,倾向南东或北西,倾角中等。震旦系下部由于火山作

用给沉积岩层带来金属物质,是成矿的物质基础,很可能是钨元素富集的初始矿源层(表1)。

2. 构造 武功山成矿带为加里东晚期隆起,大地构造位置属华南加里东褶皱带,武功山隆起区。次级构造大致由西向东有四个褶皱构造单元。即:东桥复式倒转背斜、武功山复背斜、神山倒转复式背斜、海源—店下复式背斜。褶皱轴向,东西两端以北东为主,中部以北东东或东西为主。断裂构造总的特点是北北东向断裂在成矿带东西两端发育,北东、北西及南北向断层在成矿带中部发育。分布于成矿带四周的周边断裂控制了成矿带的范围,隆起区的多数部位,以此与相邻的坳陷区分开(图1)。北东东向构造和北东向构造的相交部位,次级短轴背斜发育,花岗岩的侵入定位、钨矿的形成多在这些部位。

3. 岩浆岩 依据岩石类型与岩体时代,岩浆岩可大致分为四个大类:

(1)基性熔岩出现于九岭期,系海底喷发形成,岩性为玄武质熔岩,目前只见彭坊岩体一处,面积20平方公里,岩体产状不清。

武功山成矿带地层含钨量的比较 表1

地层	九岭双桥山群变质岩 ^①	震旦—寒武系变质岩 ^①	震旦系变质岩	震旦系老虎塘组
工作者	许 静	朱炎令	冶金部南岭组	本 队
ppm	20~75	40	11.62	10~30

①刘家远:江西花岗岩类的构造演化与钨矿的成矿,1983年。