

闪锌矿的标型特征、形成 条件与电子结构

李迪恩 彭明生

(中南工业大学地质系)

内容提要: 本文阐述了我国几个不同成因矿床闪锌矿的化学成分、晶胞参数和物理性质,如硬度、密度、反射率、吸收边能量、磁化率等的特征;根据闪锌矿的内部电子结构和微量元素的晶体化学特征讨论了成分、结构与物理性质之间的相互关系;并探讨了这些标型特征在矿床成因和地质找矿上的意义。

关键词: 闪锌矿 标型特征 电子结构

人们对闪锌矿地质温度计、压力计的实验研究及其应用、微量元素的特征进行了较多的工作^[1-8]。作者曾用电子顺磁共振(EPR)方法研究了某些闪锌矿,发现其中之 Mn^{2+} 除呈类质同象替换 Zn^{2+} 外($Mn(I)$ 心),还呈侵入固溶体占位于间隙位置中($Mn(II)$ 心)。EPR谱还表明同一矿床的闪锌矿中 Mn^{2+} 的分配从早到晚阶段逐渐增加。而 $Mn(II)$ 心形成并稳定于较高温、较高氧逸度下形成的闪锌矿中,影响其可选性^[2]。本文在前人对矿床地质研究的基础上,对采自拉么矽卡岩型锌铜矿床、大厂锡石硫化物热液矿床、桃林断裂型低温热液矿床、东坡中温热液矿床和凡口、乐昌沉积改造铅锌矿床中的闪锌矿,进行了成分、结构和物理性质特征的研究,探讨了它们之间的相互关系及其在矿床成因、地质找矿上的意义。

一、闪锌矿的化学成分及其标型意义

用电子探针、光谱定量分析、化学分析、原子吸收光谱分析方法测定了上述几个矿床中闪锌矿的化学成分,并计算了某些元素的比值(表1)。从表1可看出;大厂、拉么的闪锌矿都含有较高的Fe、Mn、Cd、Cu,其中拉么的闪锌矿含Sn(0.0n%)、In(0.0n%)较低,Zn/Sn比值高,而大厂的闪锌矿含Sn(0.n%)和In(0.n%)高,Zn/Sn比值低于364;桃林、东坡的闪锌矿含Fe(一般0.n—1%,少数可达4%)、In、Ge、Hg较低,但桃林的闪锌矿含Ga、Co高,Mn、Cd较低,而东坡闪锌矿则含Cd、Mn高,Co、Ga较低;凡口、乐昌闪锌矿相对含Ga、Ge、Hg较高,In、Mn较低,但凡口闪锌矿含Fe在0.11—2.43%,成分变化不大,而乐昌主矿体的闪锌矿含Fe5—9%,晚期细脉中的闪锌矿含Fe仅0.0n%,其所有组分的含量变化都很大。由上述资料可以看出,不同类型的矿床中闪锌矿的微量元素有不同的特征;同一类型的不同矿床中闪锌矿的微量元素亦不同,甚至同一矿床不同阶段或世代的闪锌矿中的微量元素也有明显差异。由此可知,闪锌矿中微量元素的种类、含量与分布受多种因素影响,除了元素本身的晶体化学与地球化学性质以外,特别与成矿的地质环境、成矿的物理化学条件

表 1 闪 锌 矿

Table 1. Chemical

矿床	成因类型	样号	化 学 成									
			Zn	S	Fe	Mn	Co	Cu	Ga	Ge	As	Sb
大 厂	高中温锡 石硫化物 热液矿床	D-b-4	51.17	35.68	12.55	0.15	<0.001	0.15	0.011	<0.001	0.64	<0.03
		D-T-3	50.19	30.38	13.10	0.22	<0.001	0.25	0.0015	<0.001	<0.1	0.04
		D-T-11	51.77	36.01	11.63	0.34	<0.001	0.18	0.0062	<0.001	0.34	0.036
		D-c-9	51.92	31.42	11.82	0.21	<0.001	0.18	0.0036	<0.001	<0.1	0.046
		D-c-3	61.79	29.70	6.16	0.60	<0.001	0.18	0.0038	<0.001	<0.1	<0.03
拉 么	矽卡岩型 锌铜矿床	D-l-4	49.22	30.44	13.90	0.46	<0.001	0.48	0.0009	<0.001	0.86	<0.03
桃 林	断裂型低 温热液矿 床	T-4	65.18	34.14	0.68	0.014	0.017	0.02	0.020	<0.001	<0.1	<0.03
		T-11	64.68	30.44	1.03	0.028	0.0076	0.022	0.032	<0.001	<0.1	<0.03
东 坡 (柴山)	中温热液 矿床	E-ch-1	52.48	32.14	3.57	0.24	<0.001	0.0086	0.006	<0.001	<0.1	<0.03
		E-ch-2	64.83	33.46	1.14	0.31	<0.001	0.05	0.0012	<0.001	<0.1	<0.03
		E-ch-3	65.82	32.19	0.18	0.32	<0.001	0.08	0.003	<0.001	<0.1	<0.03
凡 口	沉积改造 矿床	V-23	64.95	32.26	2.43	0.01	0	0.07	0.07	0.07	0.07	0
		V-15	64.94	32.99	1.99	0.02	0	0.08	0.13	0.02	0.04	0
		V-A	66.12	32.96	0.11	0.01	0	0.13	0.25	0.05	0.07	0.05
乐 昌	沉 积 改 造 矿 床	Y-6	55.20	35.37	8.77	0.0062	<0.001	0.026	0.0036	0.09	<0.1	<0.03
		Y-9	57.93	36.50	4.79	0.083	<0.001	0.18	0.17	0.034	<0.1	<0.03
		Y-16	65.95	32.71	0.04	0.13	<0.001	0.10	0.034	0.068	0.04	<0.03
		Y-15	66.25	33.04	0.04	0.0003	<0.001	0.009	0.0015	<0.001	<0.1	<0.03

(t 、pH、Eh等)、成矿溶液的离子浓度有关。因此,闪锌矿中微量元素的含量与分布特征可用来反演矿床形成的条件,指导找矿方向。

1. 微量元素的成因意义

闪锌矿中的微量元素除少量的Cu、Fe可能以矿物包裹体形式存在外,其余均呈类质同象进入晶格。这些元素中除Fe、Cu、Co为具有两性的过渡金属元素外,其它均为亲铜型离子,具有强烈的亲硫性,加上它们的许多晶体化学与地球化学特征与 Zn^{2+} 相似,这就决定了它们可以进入闪锌矿晶格。而不同矿床闪锌矿中微量元素的含量与分布不同,其地球化学性质的差异正好可推断闪锌矿的形成条件。Ga、Ge、Cd在沉积岩中一般很低,但在富碳质、有机质的沉积岩中Ge含量高,因为有机质具有吸附Ge的性能,Ga在富含粘土矿物的岩石中含量高。而Cd在酸性岩浆中富集。此外,在250℃的热液条件下,Ge在还原弱酸性条件下富集,Cd在碱性条件下富集;闪锌矿中的 $Ga/In=0.1-100$,则其形成温度低, $Ga/In<0.1$,则其形成温度高;Co在页岩中的丰度比在花岗岩和碳酸盐岩中的要高,且 Co^{2+} 比 Fe^{2+} 在更氧化的条件下稳定;Hg在碳酸盐岩和花岗岩中都很低,故矿床中的Hg来自深部。结合这些矿床的地质特征,上述不同矿床闪锌矿的微量元素特征,说明大厂、拉么矿床是在高温碱

的 化 学 成 分
analyses of sphalerite

分 (%)						元 素 比			分子式	矿 物 组 合
Cd	In	Sn	Ag	Hg	Pb	Zn/Cd	Zn/Sn	Ga/In		
0.83	0.40	0.22	0.0052	0.0016		61.65	233	0.030	$Zn_{0.70}Fe_{0.20}S$	锡石、闪锌矿、黄铁矿、磁黄铁矿、毒砂、脆硫锑铅矿、方解石
1.07	0.26	0.20	0.002	0.0009	0.026	46.91	251	0.019	$Zn_{0.81}Fe_{0.25}S$	
1.13	0.15	0.22	0.020	0.0025		45.81	235	0.04	$Zn_{0.71}Fe_{0.19}S$	
0.83	0.19	>0.30	0.005			62.55	173	0.019	$Zn_{0.81}Fe_{0.22}S$	
1.07	0.14	0.17	0.011	0.0025		57.57	363.5	0.027	$Zn_{1.02}Fe_{0.12}S$	
1.09	0.038	0.025	0.014	0.0015	0.022	45.16	1969	0.024	$Zn_{0.75}Fe_{0.25}S$	闪锌矿、黄铁矿、磁黄铁矿、毒砂、黄铜矿
0.28	<0.001	0.01	<0.0004	0.0022	0.011	233	6518	>20	$Zn_{0.94}Fe_{0.01}S$	方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、石英、重晶石、萤石、方解石
0.20	<0.001	0.0018	<0.0004	0.0022	0.017	323	35933	>32	$Zn_{1.01}Fe_{0.02}S$	
1.06	0.011	0.042				58.9	1487.6	0.55	$Zn_{0.96}Fe_{0.06}S$	闪锌矿、方铅矿、黄铁矿、石英、方解石、萤石
0.86	0.0042	0.018				75.38	3601.7	0.29	$Zn_{0.95}Fe_{0.05}S$	
0.57	0.0018	0.026				115.5	2531.5	1.15	$Zn_{1.00}Fe_{0.00}S$	
0.17	0	0.01	0	0		328.1	6495		$Zn_{0.99}Fe_{0.01}S$	黄铁矿、闪锌矿、方铅矿、黄铜矿、方解石、菱铁矿
0.14	0	0.06	0.02	0		463.9	1082.3		$Zn_{0.97}Fe_{0.03}S$	
0.2	0	0.07	0	0.01		330.6	944.6		$Zn_{0.98}Fe_{0.02}S$	
0.26	<0.001	0.003	<0.0004	0.0024	0.080	212.3	18400	>3.6	$Zn_{0.77}Fe_{0.14}S$	黄铁矿、闪锌矿
0.43	0.012	0.023	0.013	0.039	0.540	134.7	2519	14.2	$Zn_{0.75}Fe_{0.08}S$	黄铁矿、闪锌矿、方铅矿
0.74	<0.001	0.046	0.021	0.0221		89.1	1434	>34	$Zn_{0.95}Fe_{0.05}S$	闪锌矿、方铅矿、方解石
0.23	<0.001	0.0041	<0.0004	0.0246		288	16159	>1.5	$Zn_{0.91}Fe_{0.09}S$	闪锌矿、方解石

性较还原的条件下形成的，成矿物质和成矿热液主要来自花岗岩，部分来自围岩；东坡矿田

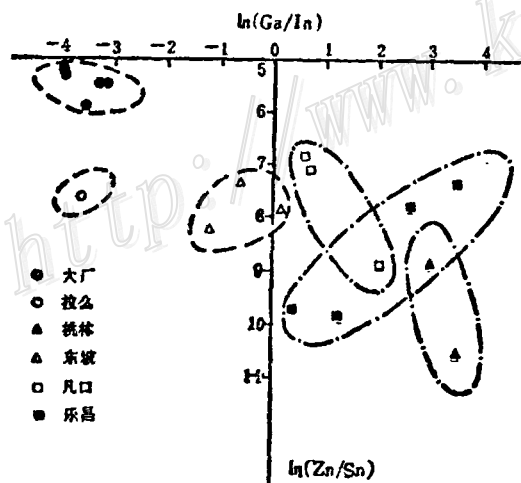


图1 不同成因闪锌矿的 $\ln(Zn/Sn)-\ln(Ga/In)$ 图
Fig. 1. $\ln(Zn/Sn)$ versus $\ln(Ga/In)$ diagram for sphalerite of different geneses.

主要是在中温较还原条件下形成的，矿质和热液主要与花岗岩有关；而桃林矿床是在低温偏氧化条件形成，成矿物质与热液主要与地层和地下水有关；凡口、乐昌矿床在低温还原条件下形成，成矿物质主要来自围岩（包括矿源层和下伏地层），成矿热液可能主要来自深部，部分来自地层水。这与各矿床的地质特征及前人对矿床成因的认识基本一致。

从不同矿床闪锌矿的 $\ln(Zn/Sn)-\ln(Ga/In)$ 图（图1）可以看出：
（1）与岩浆热液有关的热液矿床，闪锌矿的数据点落在图的左边，桃

林铅锌矿尽管产于花岗岩与围岩的接触带,但与地下水热液有关;(2)乐昌铅锌矿具有多来源、多阶段的特点,且成矿的物理化学条件变化大;(3)图所反映的各个矿床在成因上的联系和差异与前面所得的结论一致。

2. 闪锌矿中微量元素的找矿意义

闪锌矿的微量元素除了可用来反演矿床的形成条件外,某些微量元素还可作为找矿标志。我们知道,锡石硫化物热液矿床中的锡石一般颗粒小、分布面窄、难以鉴别,而与之共生的闪锌矿则分布广、颗粒大,手标本容易鉴定,便于研究。前述的资料表明大厂锡石硫化物矿床中的闪锌矿含Sn(0.1%)、In(0.1%)高, $Zn/Sn < 400$,而其它所有矿床中的闪锌矿含Sn(0.01—0.001%)、In(0.01—0.0001%)要低得多, $Zn/Sn > 1000$ 。在 $\ln(Zn/Sn) - \ln(Ga/In)$ 图上,大厂闪锌矿分布在 $\ln(Zn/Sn)$ 为5—6及 $\ln(Ga/In)$ 为-4—-3这样一个很小的范围内。因此,闪锌矿中Sn、In的含量可以作为寻找锡石硫化物型锡矿床的一个标志,这对寻找隐伏矿体和盲矿体具有重要意义。

二、闪锌矿的晶胞参数

根据前人对闪锌矿晶胞参数与成分的研究^[9],综合得到晶胞参数随成分的变化公式:

$$\alpha_0 = 5.4093 + 0.000456FeS(\%) + 0.00424CdS(\%) + 0.00202MnS(\%) \\ - 0.0007CoS(\%) + 0.0054HgS(\%)$$

用菲利普X射线衍射仪在完全相同的条件下测得不同矿床闪锌矿的X射线衍射谱,经指标化后计算出晶胞参数(见表2)。由此可知,实验计算与上述方程计算得到的晶胞参数值接近。这说明闪锌矿晶胞参数的变化受多种杂质离子的影响。由经验公式可知,随Fe、Mn、Cd、Hg含量增加,晶胞参数增大,Co的增加使晶胞参数减小。因为 Mn^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Co^{2+} 、 Zn^{2+} 都是过渡金属离子,电子构型分别为 $3d^5$ 、 $3d^6$ 、 $3d^7$ 、 $3d^{10}$,离子半径($10^{-10}m$)分别为0.66、0.63、0.58、0.60,则 $R_{Mn^{2+}} > R_{Fe^{2+}} > R_{Zn^{2+}} > R_{Co^{2+}}$;且 Mn^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Co^{2+} 在四面体场中均为高自旋(弱场),其晶体场稳定能分别为0、 $\frac{3}{5}\Delta_T$ 、 $\frac{6}{5}\Delta_T$,即 Mn^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Co^{2+} 杂质离子对闪锌矿结构稳定的作用依次增大;此外, Mn^{2+} 、 Fe^{2+} 的电负性比 Zn^{2+} 的小,则Mn—S和Fe—S成键轨道的离子性比Zn—S的强,Mn—S和Fe—S键不如Zn—S键稳定。因此, Co^{2+} 增加使闪锌矿晶胞参数减小,结构更稳定; Mn^{2+} 、 Fe^{2+} 增加使晶胞参数增大,且两者含量相同时 Mn^{2+} 的作用比 Fe^{2+} 更大。对于 Cd^{2+} 和 Hg^{2+} ,其离子半径($10^{-10}m$)分别为0.78、0.96,电子构型为 $4d^{10}$ 和 $5d^{10}$,则Cd和Hg的加入使闪锌矿的晶胞参数增大。

三、闪锌矿的物理性质

几个矿床闪锌矿的密度、硬度、反射率、能隙宽度和颜色指数(吸收)与化学成分、晶胞参数一起列于表2。由表2可知,不同成因闪锌矿的物理性质虽不一样,但具有一定的规律性。因为闪锌矿的形成条件不同,其微量元素的分布不同,从而其物理性质不一样,但对于进入闪锌矿晶格的杂质元素,除Fe、Mn外,其它元素在自然界的丰度都低,不

表 2 不同矿床闪锌矿的杂质化学成分、晶胞参数和物理性质一览表
Table 2. Chemical composition of mixtures, lattice unit parameters and physical properties of sphalerites from different ore deposits

矿床	成因类型	样号	颜色	化 学 成 分 (%)					晶胞参数		物 理 性 质							
				FeS	CdS	MnS	CoS	HgS	实验值 (10 ⁻¹⁰ m)	计算值 (10 ⁻¹⁰ m)	密度 (g/cm ³)	VHN ₁₀₀ (kg/mm ²)	反射率 (λ = 600nm)	能 隙 (eV)	颜 色 指 数			
															X	Y	λ _d	P _e
大厂	高中温	D-b-4	黑色	19.76	1.067	0.238		0.0019	5.4226	5.4233	4.058	192	17.75	2.45	0.6091	0.3870	597	1
	锡石硫	D-T-3	黑色	20.62	1.375	0.348		0.001	5.4246	5.4252	4.053	184	17.84	2.43	0.5785	0.4076	593	0.9151
	化物热	D-T-11	黑色	18.3	1.452	0.538			5.4222	5.4249	4.059	193.5	17.41	2.51	0.5527	0.3932	594	0.8349
	液矿床	D-c-9	黑色	18.61	1.067	0.333			5.4249	5.4230	4.053	188.2	17.81					
		D-c-3	褐黑	9.7	1.375	0.95		0.0029	5.4216	5.4215	4.060	204.3	16.96					
拉么	砂卡岩																	
	型锌铜矿床	D-l-4	黑色	21.88	1.401	0.729		0.0017	5.4245	4.4267	4.054	194.5	17.85	2.43	0.5635	0.4227	590	0.9612
桃林	断裂型	T-4	绿黄	1.07	0.36	0.022	0.0263	0.0026	5.4114	5.4113	4.083	208.2	16.43	3.52	0.3564	0.3645	576	0.1809
	低温热液矿床	T-11	褐黄绿	1.62	0.257	0.044	0.0117	0.0026	5.4133	5.4112	4.079	199	16.56	3.00	0.4210	0.4384	578	0.5532
东坡	中温热	E-ch-2	褐黄	1.80	1.106	0.49			5.4187	5.4126	4.067			3.47	0.4636	0.4438	580	0.7234
	液矿床	E-ch-3	浅黄	0.28	0.733	0.51			5.4170	5.4136	4.071			3.55	0.3817	0.3861	578	0.3634
凡口		V-23	红褐	3.83	0.219	0.016												
		V-15	黄褐	3.13	0.18	0.031			5.4169	5.4156	4.071	225.3	16.58	3.47	0.5987	0.3844	588	0.94
		V-A	褐黄	0.17	0.257	0.016						228.9	16.15	3.58	0.3925	0.4059	578	0.4255
乐昌	沉积改造																	
	造矿床	Y-6	黑色	13.81	0.334	0.010		0.0028	5.4179	5.4171	4.069	204.5	17.0		0.5780	0.4102	593	0.972
		Y-9	褐黑	7.54	0.553	0.132		0.0463	5.4178	5.4156	4.078	219	16.76		0.5256	0.4287	587	0.8586
		Y-16	桔红	0.06	0.9510	0.206		0.0257	5.4142	5.4139	4.077	236.3	16.25	3.13	0.4090	0.4078	579	0.4575
		Y-15	鲜红	0.06	0.2960	0.0005		0.0286	5.4093	5.4107	4.088	226.1	16.13	3.62/3.40	0.4256	0.3880	584	0.4536

可能大量进入闪锌矿晶格。而Fe、Mn的丰度虽然相似,但由于 Mn^{2+} 、 Fe^{2+} 的电子构型分别为 $3d^5$ 、 $3d^6$, Mn^{2+} 在闪锌矿四面体晶体场中的晶体场稳定能(CFSE)为0,而 Fe^{2+} 进入闪锌矿的四面体晶格可获得 $3/5\Delta_T$ 的CFSE。因此,通常在闪锌矿中Fe的含量比Mn的要高得多,这样,闪锌矿中的Fe便是决定其物理性质的主要因素。由图2总的可以看出,随闪锌矿中Fe含量增加,晶胞参数增大,反射率和比磁化率^[3]亦增大,而显微硬度、吸收边能量、密度减小。根据闪锌矿中 $FeS(\%) = 72.26695 - 15900.5/T + 0.01448 \lg a_{S_2} - 0.38918 \times 10^8/T^2 - (7205.5/T) \lg a_{S_2} - 0.33484 (\lg a_{S_2})^2$, 即闪锌矿的形成温度越高,条件越还原,其Fe的含量越高。这样,闪锌矿的物理性质可间接反映其形成条件。因此,闪锌矿的成分、晶胞参数、物理性质与形成条件密切相关。

闪锌矿的内部电子结构模型可以揭示其成分、物理性质与电子结构的相互关系。根据

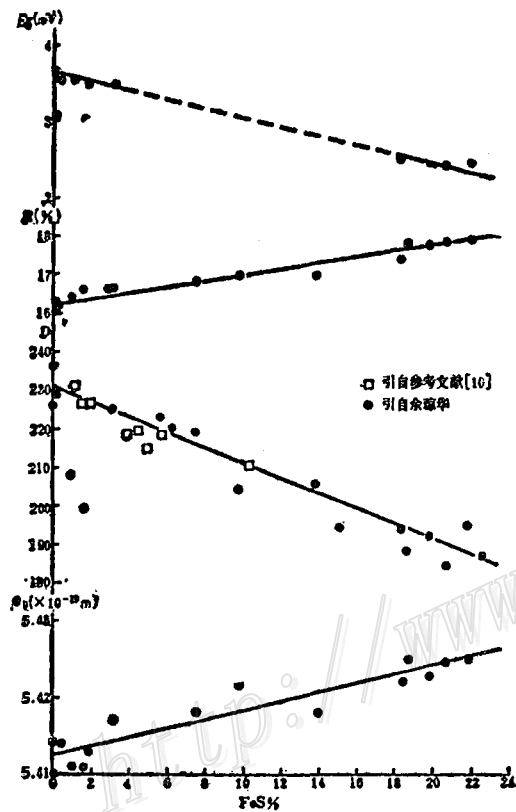


图2 闪锌矿的晶胞参数、硬度、反射率、吸收边能量与铁含量的关系

Fig. 2. Diagram showing relationship of lattice cell parameter, hardness, reflectivity and absorption band energy of sphalerite to iron content.

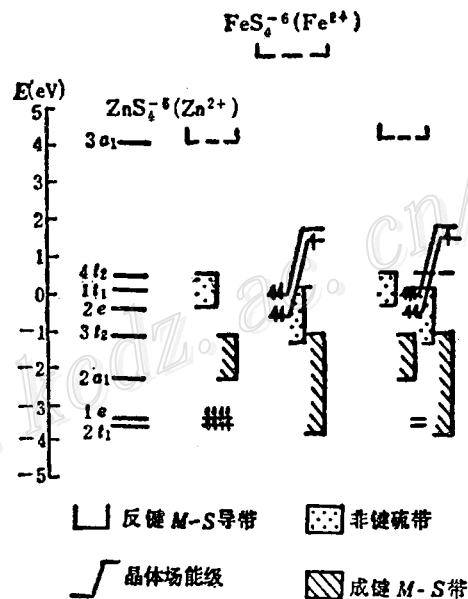


图3 闪锌矿和铁闪锌矿的电子结构模型

Fig. 3. Models for electronic structures of sphalerite and marmatite.

D. J. Vaughan 和 J. A. Tossell 提出的闪锌矿和铁闪锌矿的单电子MO能带模型(图3)^[10], 对闪锌矿来说,以Zn的4s电子为特征的反键轨道相当于反键M-S的导带,S的3p电子

为特征的非键轨道 $4t_2$ 、 $1t_1$ 、 $2e$ 相当于非键硫带, $Zn-S$ 成键轨道构成成键的 $M-S$ 带, 而以 Zn 的 $3d$ 电子为特征的 $1e$ 、 $2t_2$ 参加成键。但在铁闪锌矿的 MO 能带模型中, 硫非键带、 $M-S$ 成键带的相对能级与闪锌矿的明显不同, 特别是 Fe^{2+} 的晶体场型能级位于硫的非键带和禁带内, Fe^{2+} 的晶体场能级与导带的宽度为 $2.4-2.7eV$ 。由此可知, $Zn-S$ 的成键要强, $Fe-S$ 的成键要弱, 即 $Zn-S$ 键的共价性比 $Fe-S$ 键要强, 而铁闪锌矿的金属性要强。因此, 随闪锌矿中 Fe 含量增加, 自由单电增加, 结构的稳定性减小, 从而闪锌矿的晶胞参数增大, 硬度、密度 (加上 Fe 的原子量比 Zn 小)、吸收边能量减小, 而反射率、磁化率增大。

四、结 语

综上所述, 可以得出以下几点认识:

1. 闪锌矿中微量元素的含量和分布与成矿地质背景、成矿的物理化学条件和成矿溶液的性质 (特别是离子浓度) 等多种因素有关。因此, 根据其微量元素的地球化学特征可以定性地反演矿床的形成条件, 作为寻找锡石硫化物型锡矿床的标志。

2. 闪锌矿的晶胞参数与物理性质的变化决定于其中的多种杂质组分, 其中最主要的是 Fe^{2+} , 并反映出矿床的形成条件。根据闪锌矿的 MO 能带模型可以解释闪锌矿的成分、结构 (晶胞参数)、物理性质与其电子结构之间的相互关系。

参 考 文 献

- [1] 宋学信 1982 凡口矿床闪锌矿和方铅矿的微量元素及其比值——一个对比性研究 岩矿测试 第3期
- [2] 李迪恩、彭明生 1985 闪锌矿的电子顺磁共振研究及其成因意义 中南矿冶学院学报 第4期 (增刊)
- [3] 叶庆同 1982 几个铅锌矿中闪锌矿的标型特征和形成条件 中国地质科学院矿床地质研究所刊 第2号
- [4] Barton, P. B. and Toulmin, P., 1966, Phase relations involving sphalerite in the $Fe-Zn-S$ system. *Econ. Geol.*, Vol. 61, No. 5.
- [5] Scott, S. D. and Barnes, H. L., 1971, Sphalerite geothermometry and geobarometry. *Econ. Geol.*, Vol. 66, No. 2.
- [6] Scott, S. D., 1973, Experimental calibration of the sphalerite geobarometer. *Econ. Geol.*, Vol. 68, No. 2.
- [7] Walting, R. J., 1976, Trace element distribution in primary sulphide minerals from the Keel Prospect, County Longford, *Proceedings of the Royal Irish Academy*, Vol. 76, Sect. B.
- [8] Rose A. W., 1967, Trace elements in sulfide minerals from the central district, New Mexico and the Bingham district, Utah. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol. 31.
- [9] Skinner, B. J., 1961, Unit-Cell edges of natural and synthetic sphalerite, *Amer. Miner.*, Vol. 46.
- [10] Vaughan, D. J. and Tossell, J. A., 1974, The chemical bond and the properties of sulfide minerals I: Zn , Fe and Cu in tetrahedral and triangular coordinations with sulfur. *Canada Miner.* Vol. 11.

THE TYPOMORPHIC FEATURES, FORMATION CONDITIONS AND ELECTRONIC STRUCTURE OF SPHALERITE

Li Dien and Peng Mingsheng

(Department of Geology, Central South University of Technology, Changsha, Hunan)

Abstract

This paper deals with chemical composition, lattice cell parameters and physical properties (such as microhardness, specific gravity, reflectivity, absorption edge energy and susceptibility) of some natural sphalerite from the Dachang hydrothermal cassiterite-sulfide deposit, the Lamu skarn zinc-copper deposit, some mesothermal-epithermal lead-zinc deposits including Taolin and Dongpo, and the sedimentary-reworked lead-zinc deposits in Fankou and Rechang. The sphalerite from Dachang and Lamu are characterized by higher contents of iron, manganese, cadmium, copper and indium (the Lamu sphalerite are also enriched with tin), that from Taolin by higher contents of cobalt and gallium, that from Dongpo by higher contents of manganese and cadmium, and that from Fankou and Rechang by higher contents of mercury and germanium and widely varying contents of trace elements. The higher tin contents of sphalerite from cassiterite-sulfide deposits can serve as an indicator in search for such hidden ore bodies. The physical properties of sphalerite are determined by trace element contents, especially the content of iron. In general, with the growing contents of iron, the lattice cell parameters and reflectivity of sphalerite increase whereas the microhardness and the absorption edge energy of sphalerite decrease. This can be explained with the help of a model for the electronic structure of sphalerite and iron-bearing sphalerite. The crystal field levels of the substituting ferrous iron are located in the sulfur non-bonding band and the forbidden band, so the covalent bonding between zinc and sulfur is stronger than that between iron and sulfur, meanwhile, the increased iron makes the sphalerite more metallic.