

山东平邑归来庄碲型金矿床中 黄铁矿的矿物学特征研究

谢家东¹, 钱汉东², 李永徽¹, 闵建平¹

(1. 马鞍山矿山研究院, 安徽 马鞍山 243004; 2. 南京大学 地球科学系, 江苏 南京 210093)

摘要: 归来庄贫硫氧化型低温热液碲金矿床中黄铁矿形成于3个世代, 不同世代黄铁矿的S/Fe均小于2, 硫的质量分数平均值50.9% (小于标准值53.4%), 显示出明显的硫元素匮乏。不同时期的黄铁矿在晶形上有较明显的差异, 并出现环带、环边及交代环边等结构构造。随着成矿作用的不断进行, 从成矿早阶段到晚阶段成矿热液中的硫由于硫化物的不断结晶而消耗, 成矿热液中硫逸度持续降低, 可供进入黄铁矿晶格的硫越来越少。成矿晚期, 成矿热液中的碲替代硫大量进入黄铁矿的晶格中而形成与归来庄金矿床成矿作用密切相关的富碲黄铁矿, 对该类型矿床具有找矿勘探的指示意义。

关键词: 归来庄; 金矿床; 黄铁矿; 矿物学特征; 山东省

中图分类号: P618.51; P578.292 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2003)04-0237-06

金元素虽然缺乏亲硫性特征, 但世界上几乎各种类型的金矿床都与黄铁矿关系密切, 所以, 在研究金矿床时, 黄铁矿也是被研究得最多的矿物之一。归来庄碲型金矿床中, 由于碲化物矿化现象的出现, 使黄铁矿反映出具有特征意义的成矿环境特点。对它进行矿物学意义上的研究, 有助于揭示黄铁矿与碲化物之间的相关关系, 以便进一步了解矿区成矿期S-Te元素之间的相互关系。了解矿床的形成机理对此类型金矿床的找矿探矿及矿床的综合开发利用具有广泛的意义。

1 地质背景

归来庄金矿床位于山东省平邑县城东南约25 km处, 产于铜石次火山杂岩东侧的寒武-奥陶系中, 矿区面积约1.5 km²。基底褶皱构造较为发育。纵贯全区的NNW向燕甘断裂为区域上较大的断裂构造, 控制着本区近EW, NW, NE向次级断裂构造及岩体的分布。据有关资料^①表明, 近EW向构造为矿区的导矿和储矿构造。

区内出露的地层由老至新分别为泰山群山草峪组、寒武系、奥陶系、石炭系、侏罗系、白垩系、第三系及第四系。泰山群山草峪组为黑云变粒岩夹斜长角闪变粒岩及片麻岩, 主要分布在矿区西南部。寒武系由一套海相碳酸盐岩和海陆交互相碎屑岩组成, 分布在矿区西南部和东南部。奥陶系为陆表海相碳酸盐建造, 分布于矿区中部及东部。石炭系仅见上统本溪组, 主要由灰白-灰红色铁质泥岩、灰质白云岩组成, 分布在矿区东部小平安庄一带。侏罗系仅见中下统汶南组, 为一套海陆相碎屑岩建造, 分布在矿区中部, 燕甘断裂以东。白垩系仅见分水岭组, 由砂质页岩、岩屑砂岩及长石石英砂岩组成, 分布在矿区东北部。

矿区内岩浆岩发育, 有晚太古代花岗闪长岩和云母石英闪长岩, 早元古代二长花岗岩和中生代二长闪长玢岩、二长斑岩及正长斑岩等。其中以构成铜石杂岩体的中生代中偏碱性火山杂岩体最为发育, 它为归来庄碲型金矿床的形成提供了良好的成矿热源。由于岩浆的侵入, 在铜石次火山杂岩体的内部和边缘发生隐爆作用, 造成围岩崩塌, 形成成分较为复杂的隐爆角砾岩^①。角砾岩破碎强烈, 蚀变发育。主要

收稿日期: 2003-03-17

基金项目: 国家自然科学基金项目(49772101)资助。

作者简介: 谢家东(1969-), 男, 江西广昌人, 工程师, 硕士, 从事矿物学研究。

①山东省地质矿产局第二地质队. 山东平邑县归来庄金矿床勘探报告. 济南: 山东省地质矿产局, 1994.

有硅化、萤石化、绢云母化、泥化、碳酸盐化及黄铁矿(褐铁矿)化等,并伴有金矿化,金矿化与黄铁矿化有广泛而密切的联系。矿体呈不规则状、主要分布在蚀变角砾岩带内部及其顶、底板的碎裂状白云岩、白云质灰岩中。

2 黄铁矿的晶形特征

在自然界,黄铁矿常以自形晶出现,最常见的晶形主要由{100},{210},{111}单形及它们相互间形成的聚形组成。而归来庄金矿区的黄铁矿晶形特征相对来说较为简单,早世代的黄铁矿晶形出现{100}立方体晶形,晶面条纹发育,粒径一般为0.004~0.3 mm,呈星点状分布于矿石中;中世代的黄铁矿出现{210}五角十二面体晶形,粒径一般为0.002~0.5 mm,呈星点状、浸染状分布,黄铁矿此时常与石英伴生;晚世代的黄铁矿以他形粒状为主,粒径一般在0.002~0.5 mm 之间,常分布在先期黄铁矿的边缘或沿裂隙生长,有时可见立方体晶形或呈胶状分布。

对热液金矿床黄铁矿的形态标型,前人做过不少研究,如陈光远(1989)^[1]对胶东金矿成因矿物学与找矿的研究及 Sunagwa I. (1957)^[2]对黄铁矿晶体习性变化的研究等,几乎都发现所研究过的矿体中,黄铁矿的形态具有明显的垂直分带性,这与成矿时期环境条件是密切相关的。黄铁矿的晶形对形成环境的条件变化反映极为敏感,蔡元吉(1990)^[3]在利用高温高压实验模拟金矿床的成矿条件过程中,发现在水热体系中,黄铁矿的形态同其在热液中的形成温度、氧逸度、硫逸度以及介质的含盐度,还有其中变价元素的种类均密切相关。研究表明,{210}五角十二面体黄铁矿形成的最佳温度为240~320℃,高于或低于此温度则有利于{100}立方体黄铁矿的形成。

此外, Murow chick(1987)^[4]通过实验发现,随着热液过饱和度的降低,黄铁矿晶形的演化顺序分别是{210}→{111}→{100}。一般认为,在适中的温度、缓慢冷却并且有充足的物质来源的高过饱和度、高硫逸度条件下,有利于{210}和{111}单形的出现,晶形趋于复杂。而在低过饱和度、低硫逸度以及比其最佳形成温度高很多或低很多的温度条件下,则有利于{100}单形的发育,晶形较为简单。从本矿区黄铁矿的标型特征来看,由早世代{100}立方体晶形的生长到中世代{210}五角十二面体的出现,再到晚世代{100}立方体的存在,说明归来庄碲型金矿床的早期成矿温度曾经历过高于320℃的成矿温度阶段,随着成矿过程的进行,成矿温度不断降低,到低于320℃

时开始出现五角十二面体晶形的黄铁矿,当低于240℃时,则又出现立方体晶形黄铁矿的结晶,直至后来在更低的温度条件下(<150℃)出现胶状黄铁矿。必须指出的是,在这一过程中,成矿热液的盐度及硫逸度也是随着成矿温度的变化而不断降低的。

3 黄铁矿的结构构造

归来庄碲型金矿床矿石中的黄铁矿,多数成分相对均匀,以半自形、他形中、细粒结构为主,部分为自形晶粒结构,少数颗粒粗大。早世代的黄铁矿成分较为纯净,特殊结构构造并不多见,有时也可出现交代环边结构;中世代的黄铁矿矿物颗粒成分常不均一,有时在黄铁矿内部包含早世代的黄铁矿或黄铜矿包裹体,还常出现一些复杂的结构构造现象,如五角十二面体的环带构造、交代环边结构等;晚世代黄铁矿以他形粒状为主,常附着先期黄铁矿的边缘生长。



图1 黄铁矿包裹体现象素描图
Fig.1 Texture and structure sketch of pyrite(20×10)

黄铁矿中的包裹体现象。图1中黄铜矿呈乳滴状包裹于黄铁矿晶体的左下部,此黄铁矿还包裹了4粒早期的黄铁矿于其晶体内部。不同部分的化学成分见表1中相应序号矿物的电子探针数据,图中1为黄铜矿,2为早世代黄铁矿的包裹体,3为中世代的主体黄铁矿。这一现象中的黄铜矿包裹体呈乳滴状出现在黄铁矿内部,非常类似于黄铜矿的出熔现象,但实际上它并不是出熔形成的黄铜矿,而是早形成的黄铜矿被黄铁矿包裹并沿其周边熔蚀而致,乳滴状出熔现象的乳滴状颗粒往往多而密集。另外,从理论上解释,黄铜矿和黄铁矿两者晶体结构差异较大,也很难形成固溶体。

交代环边结构。早世代或中世代形成的黄铁矿, 随着成矿体系的开放而常在黄铁矿颗粒的边缘发生氧化交代作用, 形成蜂窝状的氧化交代环边结构(图 2)。图 2 中④所示的主体黄铁矿为中世代的黄铁矿, 成分相对较为纯净, 含有 As, Pb, Bi 等微量元素; 图 2 中⑤所示边部较暗部分为被氧化残留的黄铁矿, 电探数据总量偏低; 图 2 中⑥所指边上较亮部分为黄铁矿氧化后形成的磁铁矿。它们的电探数据见表 1 相应序号的矿物数据。环边结构还有一种由于富砷黄铁矿沿先形成的黄铁矿边缘分布形成环边现象的结构(图 3); 图中⑦(较亮部分)为中世代的黄铁矿; ⑧所指形成环边的较暗部分为富砷黄铁矿。其形成应晚于主体黄铁矿。

环带构造。主要出现在中世代的呈五角十二面体晶形的黄铁矿晶体中(图 4a)。形成环带的黄铁矿往往含 As 较高, 环带由富砷黄铁矿构成, 在背射电

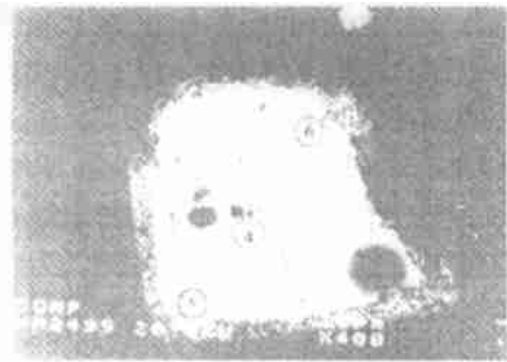


图 2 黄铁矿的交代环边结构
Fig. 2 Replacement rim of pyrite
($\times 250$)

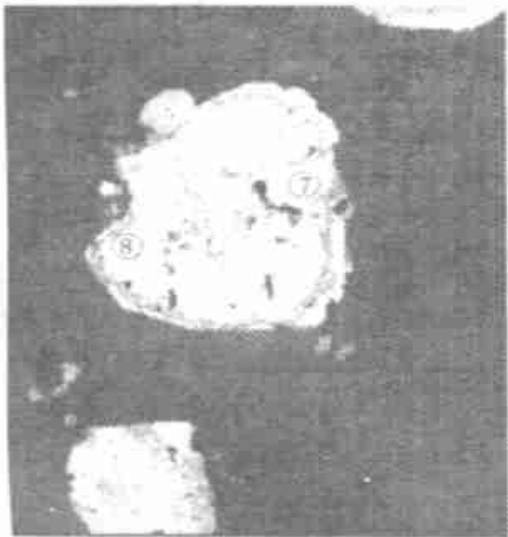


图 3 黄铁矿的环边结构
Fig. 3 Rim structure of pyrite
(20×10)

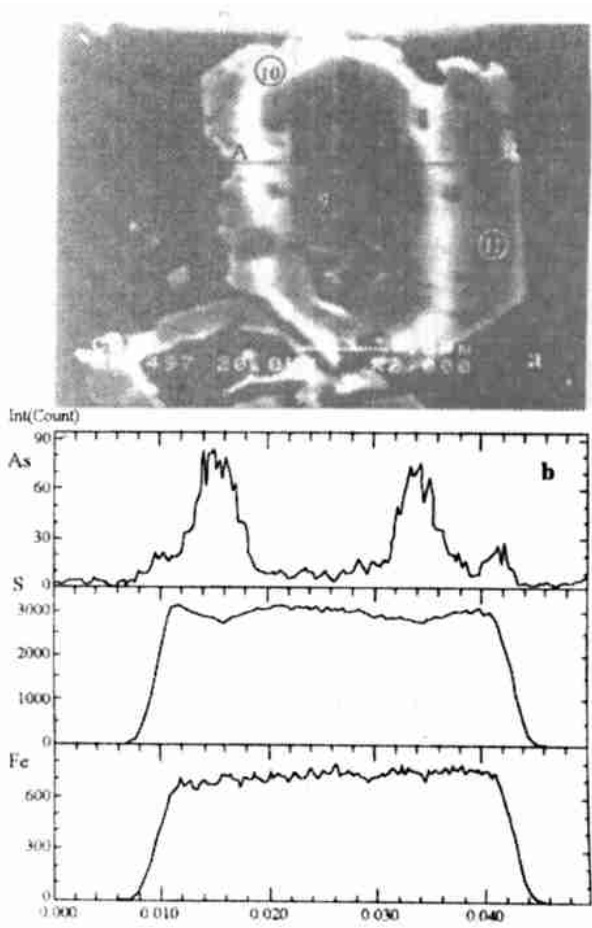


图 4 黄铁矿的环带构造背射电子像(a)及线扫描分析图(b)
Fig. 4 Back scattering electronic image (a) and line scan map of zoning texture (b)

子成像中表现为较亮的部分。较暗部分的黄铁矿含砷比亮的部分低得多, 存在较为明显的界线。各部分的化学成分见表 1 中相应序号矿物的数据。对该环带构造沿图 4a 中的 AB 线位置所作的线扫描分析结果见图 4b, 表现出 As 元素质量分数的变化随环带而变化。当 As 质量分数较高时, S 质量分数则相应降低; As 质量分数降低时, S 质量分数则升高; 而 Fe 的质量分数在环带的形成过程中基本上是稳定的。As 元素与 S 元素存在明显的负相关性, 这说明 As 元素进入黄铁矿晶格中是以类质同象的形式替代 S 元素的。黄铁矿环带构造的出现, 同时也反映了归来庄金矿成矿过程中成矿热液的变化情况。说明成矿热液的成分并不是呈稳定的线性变化, 而是存在某些元素的“扰动”现象, 形成界线分明的黄铁矿的环带构造。As 元素在这一构造中的变化表现得尤为清晰。

表 1 不同结构构造的黄铁矿中不同成分相电子探针分析结果

Table 1 Microprobe analyses of compositional phase of pyrite with various texture																	<i>w_B</i> /%
序号	矿物	S	Fe	As	Co	Ni	Pb	Hg	Au	Ag	Cu	Zn	Te	Se	Sb	Bi	总量
1	黄铜矿 ⁺	35.380	36.271		0.035	0.017	0.111				26.698	1.118	0.001		0.013	0.154	99.798
2	黄铁矿 ⁺	52.090	46.932	0.055	0.049		0.202							0.010	0.031	0.269	99.638
3	黄铁矿 ⁺	51.488	46.348	0.030	0.014		0.200	0.027	0.004	0.018	0.002			0.037	0.016	0.294	98.478
4	黄铁矿 ⁺	51.116	47.369	0.108	0.023	0.015	0.140			0.010	0.032	0.017				0.248	99.078
5	被氧化黄铁矿 ⁺	34.240	55.682	0.218	0.064	0.025	0.146	0.035	0.014	0.056	0.197	0.020	0.029	0.049	0.014	0.163	90.952
6	磁铁矿 ⁺	4.809	63.253		0.058		0.101		0.158	0.061	0.165				0.205	0.042	70.301
7	黄铁矿 ⁺	51.855	47.353	0.131	0.086	0.051	0.137	0.178	0.009	0.003		0.006			0.041	0.114	99.964
8	黄铁矿 ⁺	50.534	47.076	1.786	0.024	0.004	0.243				0.029	0.039	0.006	0.007		0.256	99.995
9	黄铁矿 ⁺	50.616	47.272	0.925	0.046	0.016	0.109	0.056		0.008	0.026					0.208	99.282
10	黄铁矿 ⁺	47.301	44.302	7.597	0.055	0.006	0.207		0.142	0.034	0.095		0.022		0.100	0.235	100.096
11	黄铁矿 ⁺	50.521	46.437	1.559	0.018		0.112			0.037	0.022	0.027	0.028		0.009	0.251	99.021

分析者: 南京大学内生金属矿床成矿机制研究国家重点实验室, 张文兰。

4 黄铁矿的化学组分

利用南京大学内生金属矿床成矿机制研究国家重点实验室 JXA-8800M 型电子探针精密分析仪器对归来庄金矿床中不同世代的黄铁矿进行实验分析(表2)。实验分析条件: 电压 20 kV, 束流 2×10^{-8} A。

4.1 常量元素特征

根据表 2 黄铁矿的硫、铁的质量分数计算出不同世代黄铁矿的 S、Fe 原子数比值, 并将其列于表 3。晚世代的黄铁矿以砷黄铁矿为主, As 元素主要以类质同象的方式替代黄铁矿中 S 元素, 质量分数的平均值 $w(\text{As})=6\%$, 但为了讨论问题方便依然将其放到微量元素之中去研究。

表 2 不同世代黄铁矿电子探针分析结果

Table 2 Microprobe analyses for varied pyrite generations																	$w_{\text{B}}/\%$
序号	阶段	S	Fe	As	Co	Ni	Pb	Hg	Au	Ag	Cu	Zn	Te	Se	Sb	Bi	总量
1	早 世 代	52.672	45.999	0.011	0.182		0.076		0.015		0.042		0.046		0.108	0.096	99.247
2		52.090	46.932	0.055	0.049		0.202							0.010	0.031	0.269	99.638
3		51.672	46.955	0.093	0.050	0.014	0.128		0.025		0.011		0.002	0.055		0.218	99.223
4		51.741	47.046	0.058	0.062	0.022	0.107	0.013		0.063		0.008				0.266	99.386
5		52.921	47.379		0.060			0.273	0.049	0.060	0.051	0.042	0.027			0.013	100.875
6		51.938	46.486		0.082		0.085									0.056	
7	中 世 代	51.811	46.755	0.018	0.103	0.024	0.134		0.001	0.008	0.043	0.048				0.248	99.193
8		52.390	48.088	0.091	0.043		0.155				0.028	0.053	0.014	0.023	0.006	0.230	101.121
9		51.477	46.897	0.015	0.149				0.030		0.035	0.241	0.021	0.033			98.898
10		51.974	47.710	0.057	0.140		0.064			0.028	0.064	0.118	0.013		0.091	0.004	100.263
11		61.116	47.369	0.108	0.023	0.015	0.140			0.010	0.032	0.017				0.248	99.078
12		51.374	48.450	0.032	0.135			0.188				0.107		0.026	0.213		100.525
13		51.513	48.387	0.002	0.112		0.193	0.053		0.060	0.040	0.073		0.018P	0.016		100.467
14		50.895	48.864		0.024		0.118	0.031	0.015	0.033	0.044		0.021		0.075		100.120
15		50.216	47.750	0.010	0.146				0.046		0.033		0.098				98.299
16	50.759	48.378		0.081		0.089		0.043	0.014	0.040	0.077	0.015		0.026		99.522	
17	晚 世 代	49.266	45.613	5.768	0.039	0.017				0.047	0.069				0.015		100.834
18		47.695	44.669	6.464	0.033	0.022	0.257			0.072	0.106	0.026			0.014	0.266	99.584
19		48.438	45.775	6.312	0.027		0.067	0.011	0.131		0.102	0.080				0.208	101.151
20		47.448	46.134	5.420	0.107	0.003	0.059	0.161			0.086	0.014			0.041	0.004	99.477

分析者: 南京大学内生金属矿床成矿机制研究国家重点实验室, 张文兰。

表 3 不同世代黄铁矿 S/Fe 比值及分子式
Table 2 S/Fe ratio and molecular formula of varied pyrite's generations

样品号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
成矿期	早 世 代						中 世 代			
S/Fe	1.994	1.993	1.917	1.916	1.946	1.946	1.930	1.898	1.912	1.897
分子式	Fe _{0.99} S _{1.97}	Fe _{1.01} S _{1.94}	Fe _{1.01} S _{1.93}	Fe _{1.01} S _{1.93}	Fe _{1.02} S _{1.98}	Fe _{1.00} S _{1.94}	Fe _{1.00} S _{1.93}	Fe _{1.03} S _{1.96}	Fe _{1.01} S _{1.92}	Fe _{1.02} S _{1.94}

样品号	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
成矿期	中 世 代						晚 世 代			
S/Fe	1.880	1.847	1.854	1.814	1.832	1.828	1.881	1.860	1.843	1.791
分子式	Fe _{1.02} S _{1.91}	Fe _{1.04} S _{1.92}	Fe _{1.04} S _{1.92}	Fe _{1.05} S _{1.90}	Fe _{1.05} S _{1.87}	Fe _{1.04} S _{1.89}	Fe _{0.98} S _{1.84}	Fe _{0.96} S _{1.78}	Fe _{0.96} S _{1.81}	Fe _{0.99} S _{1.77}

注: 1. 晚世代的黄铁矿还含有一定量的 As, 在分子式中约占 0.10 个原子替代 S 的位置。
2. 表中 S/Fe 值为原子数比值。

从表 3 中我们可以看出, 不同世代的黄铁矿的 S/Fe 值均小于 2。20 个样品测试结果 $w(S) = 50.97\%$ (小于标准值 $w(S) = 53.45\%$)^[5], 显示出明显的 S 元素匮乏。其中早世代的黄铁矿 S/Fe 平均值为 1.942; 中世代的黄铁矿 S/Fe 平均值为 1.869; 晚世代的黄铁矿 S/Fe 平均值为 1.844。S/Fe 值呈现出显著下降趋势, 如图 5 所示, 我们以 1.900 为界, 将 S/Fe 比值图划分为两个区域, 早世代黄铁矿的 S/Fe 值大于 1.900, 第二世代黄铁矿的 S/Fe 值在两区之

间过渡, 晚世代的黄铁矿 S/Fe 值小于 1.900。随着成矿作用的不断进行, 成矿热液中的 S 元素由于黄铁矿的不断结晶而消耗, 成矿热液中硫逸度持续降低, 可供进入黄铁矿晶格的 S 元素越来越少, 到了成矿晚期, 成矿热液中的 As 元素替代 S 元素大量进入黄铁矿的晶格中而形成与归来庄金矿床成矿作用密切相关的富砷黄铁矿。3 个世代的黄铁矿中 $w(Fe)$ 平均为 47.08%, 高于其标准值 $w(Fe) = 46.55\%$ ^[5], 说明归来庄砷型金矿床成矿属于氧化型金矿床。

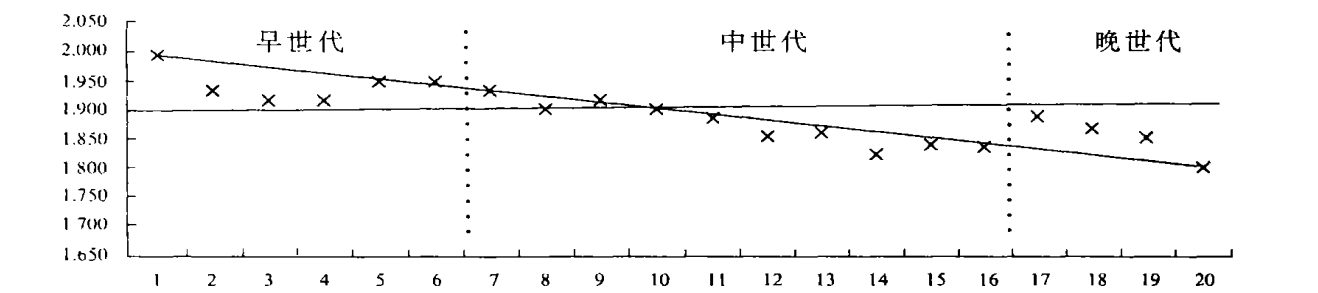


图 5 黄铁矿 S/Fe 比值散点图
Fig. 5 S/Fe ratio scattergram of pyrites

4.2 微量元素特征

通过对归来庄金矿黄铁矿的微量元素测试结果 (表 2) 的分析表明, 矿区黄铁矿 $w(As)$ 平均值约为 177.50×10^{-6} 。早世代的黄铁矿 $w(As)$ 平均值约为 148.33×10^{-6} , 中世代的黄铁矿 $w(As)$ 约为 135.00×10^{-6} , 晚世代的黄铁矿 $w(As)$ 约为 327.50×10^{-6} 。显示 Au 元素在成矿的早、中阶段已开始富集, 但主要集中在成矿作用的晚阶段, 这一阶段是本区金矿床富集的主要阶段。通过对 $w(Au)/w(Ag)$ 的计算, 其平均值早、中、晚世代黄铁矿分别为 0.734, 0.915 及 1.109, 也反映了 Au 元素在晚阶段相对富集。

矿区黄铁矿中微量元素除 Au, Ag 外, 还有 As, Co, Cu, Sb, Zn, Hg, Pb, Te, Se, Bi, Ni 等。所含 Au, Cu, Zn, As, Co, Hg, Pb, Bi, Sb, Te 等元素分布较广, 而 Se, Ni 等元素分布相对则较少。其 $w(Co)/w(Ni)$ 比值很高, 达 13.75, 说明成矿区的热水溶液与深源岩浆水有关。 $w(Te)/w(Se)$ 平均值为 1.529, 也能得出类似的判断。Bi, Pb, Hg 等微量元素质量分数较高, 充分反映了归来庄金矿的低温热液型矿床的特征。Te 元素在黄铁矿中高度富集, $w(Te) = 0 \sim 980 \times 10^{-6}$ 之间, 是 Te 元素平均丰度值 (0.001×10^{-6}) 的数十万倍。而经电子探针扫描分析, 尚未发

现在黄铁矿晶体中存在独立的碲矿物,表明Te元素以分散状态大量进入了黄铁矿的晶格中,而脉石矿物中含Te较低,这样,常形成Te元素在金矿冶炼的尾矿中相对富集,如果通过进一步的处理,可以大大提高Te元素的综合开发利用价值。

矿区黄铁矿中普遍含有Co元素,早世代黄铁矿 $w(\text{Co})$ 平均值约为 820×10^{-6} ,中世代黄铁矿 $w(\text{Co})$ 平均值约为 960×10^{-6} ,晚世代黄铁矿 $w(\text{Co})$ 平均值约为 530×10^{-6} 。早、中期黄铁矿含Co相对较高。而As元素的质量分数在早世代黄铁矿中平均为 367×10^{-6} ,在中世代黄铁矿中平均为 330×10^{-6} ,和早世代黄铁矿相差不多;晚世代黄铁矿中As元素的质量分数较高,平均达6%,已成为黄铁矿中的常量特征元素,含As较高的黄铁矿的结晶往往与火山岩浆作用有关,随成矿体系温度的降低,由岩浆释出的岩浆水组成成矿热液将As元素不断带入成矿区。当经历了成矿的早、中阶段,特别是中阶段的金-多金属硫化物-石英矿化阶段之后,由岩浆带来的深源硫元素大量消耗,到了成矿作用的晚期阶段,S元素相当匮乏,此时成矿热液中所富含的As元素便有机会大量进入黄铁矿的晶格中,形成晚期的富碲黄铁矿。这一阶段伴随着强烈的金矿化及金碲化物等矿化。所以,碲黄铁矿的出现或存在可作为本类型矿床找矿的重要线索之一。

5 结束语

归来庄碲型金矿床矿石中的黄铁矿,多数成分相对均匀,以半自形、他形中、细粒结构为主,部分为自形晶粒结构,少数颗粒粗大。但是,并不象文献资料所描述的那样都是较为纯净单一的黄铁矿^[6]。早世代的黄铁矿成分较为纯净,特殊结构构造并不多见,有时也可出现交代环边结构;中世代的黄铁矿常出现复杂的结构构造现象,如五角十二面体的环带结构、环边结构及交代环边结构等;晚世代以他形粒

状的富碲黄铁矿为主,常附着先期黄铁矿的边缘生长。

不同阶段的黄铁矿的S/Fe值均小于2。20个样品的测试结果的S元素平均值 $w(\text{S}) = 50.97\%$,小于标准值53.45%,显示出明显的S元素匮乏。从早世代到晚世代黄铁矿的S/Fe值呈现出显著下降趋势。本区金矿床富集的主要阶段集中在成矿作用的晚阶段。黄铁矿的 $w(\text{Co})/w(\text{Ni})$ 比值很高,达13.75,说明成矿区的热水溶液与深源岩浆水有关。As, Sb, Pb, Hg等微量元素质量分数较高,充分反映了归来庄金矿的低温热液型矿床的特征。Te元素主要以分散状态大量进入了黄铁矿的晶格中,以类质同象的方式替代黄铁矿中的S元素。

当经历了成矿的早、中阶段,特别是中阶段的金-多金属硫化物-石英矿化阶段之后,由岩浆带来的深源S元素大量消耗;到了成矿作用的晚期阶段,S元素相当匮乏,随成矿体系温度的降低,由岩浆释出的岩浆水组成成矿热液将As元素不断带入成矿区并大量进入黄铁矿晶格而替代S的位置,形成晚期的富碲黄铁矿。这一阶段伴随着强烈的金矿化及金碲化物等矿化。所以,笔者认为富碲黄铁矿的出现或存在可作为本类型矿床找矿的重要线索之一。

参考文献:

- [1] 陈光远,邵伟,孙岱生. 胶东金矿成因矿物学及找矿[M]. 重庆:重庆出版社,1989.
- [2] Sunagawa I. Variation in crystal habit of pyrite, Rept[J]. Geol. Surv. Japan, 1957, 175: 175.
- [3] 蔡元吉. 黄铁矿晶体形态模拟研究[J]. 中国地质科学院南京地质矿产研究所所刊, 1990, (11).
- [4] Murowchick J B, Barnse H L. Effects of temperature and degree of supersaturation on pyrite morphology [J]. Am. Miner, 1987, 72: 1241-1250.
- [5] 陈武,季寿元. 矿物学导论[M]. 北京:地质出版社,1985. 92-94.
- [6] 金隆裕,沈昆. 山东平邑归来庄金矿物质组分及矿床成因分析[J]. 山东地质, 1995, 11(1).

(下转第248页)

LI Xiao-bo, LIU Ji-shun

(College of Geology and Environ Engineering, Central South University, Changsha 410083, China)

Abstract: Dahu Au deposit is located in the middle of the north ore belt of the Xiaoqinling Au ore field. - 12 m at which Au ore is hit is the minimum elevation in Xiaoqinling area. The deposit is characterized by vertical zonation of quartz vein type and the altered cataclastic rock type Au mineralization, i. e. ore-forming stage I + II + III → I + II → I of quartz vein type mineralization → altered cataclastic rock type mineralization from shallow to depth. The pattern is typical of Au deposits in Xiaoqinling area. It is indicative for prospecting a certain Au mineralization type in various sub-zones of Au mineralization.

Key words: Dahu; Au deposit; mineralization; vertical zoning; indicativeness; Xiaoqinling; Henan province

(上接第 242 页)

MINERALOGY FEATURE RESEARCH OF PYRITE OF THE GUILAIZHUANG TELLURIUM-TYPE GOLD DEPOSIT, SHANDONG PROVINCE

XIE Jia-dong¹, QIAN Han-dong², LI Yong-hui¹, MIN Jian-ping¹

(1. Maanshan Mining Institute MMI, Anhui Maanshan 243004, China;

2. Department of Earth Science, Nanjing University, Nanjing 210093, China)

Abstract: Guilaizhuang Au deposit is a low sulfur tellurium oxidation deposit. Pyrite occurs in three generations and S/Fe ratios of all the generations are less than 2 and average of S(w) is 50.9% < the standard of 53.4% thus sulfur is poor. Pyrite crystal forms are varied with generations. They are characterized by ring rimming and replacement ring and rim in texture and structure. With formation of the ore sulfides were crystallized continuously from the early to late ore-forming stages and sulfur is depleted and $f(S)$ of ore fluid decreases continuously. In stead of S large quantity of As enter into lattice of pyrite forming the ore-luring mineral-As-rich pyrite in Guilaizhuang As deposit.

Key words: Guilaizhuang; gold-deposit; pyrite; mineralogy feature; Shandong province