

山东省平邑县归来庄金矿 物质组分及矿床成因分析

金隆裕

(地矿部山东省中心实验室)

沈昆

(山东省地质科学研究所)

提要 归来庄金矿, Au 是唯一达到工业品位的组分。属贫硫氧化型金矿。矿石矿物近 50 种之多, 其中金属矿物以褐铁矿为主。金矿物有自然金、银金矿、碲铜金矿、碲金银矿, 并含银矿物和极少的碲化物。金矿物粒径多 $< 0.01\text{mm}$, 属细粒—微粒型金矿, 其嵌连关系以粒间金为主。蚀变作用为气—热蚀变和褐铁矿化。矿床系多期多阶段矿化作用形成。为中温热液矿床。隐爆角砾岩为导矿构造, 而热液侵入角砾岩是容矿构造。

一、地质概况

矿区位于沂沭裂谷南段西侧, 秦岭东西构造带北分支的东段。鲁西尼山凸起的北东翼, 平邑—方城凹陷的南部边缘。

区内地层有寒武系中、上统灰岩、白云质灰岩、白云岩和页岩, 奥陶系下统的白云岩、白云质灰岩和灰岩; 岩浆岩主要为早侏罗世三个岩浆侵入阶段构成的铜石杂岩体, 有石英二长闪长斑岩、二长斑岩、闪长玢岩和正长斑岩等; 构造以断裂为主, NNW 向的燕甘断裂从矿区西部通过, 近 EW 向的归来庄构造蚀变破碎带基本上控制了矿床的分布。

矿体主要呈不规则的脉状体赋存于构造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, 其产状与构造带基本一致, 倾向南, 倾角 44° — 68° , 但常随角砾岩带的变化而呈舒缓波状弯曲, 分支复合现象明显, 目前控制矿体长度 550 米, 延伸 300—460 米, 厚度和品位变化系数分别为 115% 和 101%。

二、矿石的物质组成

(一) 矿石的化学成分特征

1. 归来庄现阶段勘探地段的矿石属贫硫氧化型金矿石, 其中硫含量为 0.03%, TFeO/FeO 值高达 6.33。

2. 金是唯一达到工业品位的组分,银、碲、铜、铅和锌系有益组分,可综合回收,硫、砷、锑和铋等为有害组分,但含量甚少。

3. 矿石中主要组分为 SiO_2 、 Al_2O_3 、 CaO 和 MgO , 而 TFeO 、 Na_2O 、 K_2O 等含量较低。

(二) 矿石的矿物组分

经偏(反)光显微镜观察和电子探针、X 射线衍射分析确定,矿石中矿物成分有近 50 种之多。其中,金属矿物以褐铁矿为主,其次是黄铁矿、磁铁矿、赤铁矿,而黄铜矿、闪锌矿、方铅矿、磁黄铁矿、锌黝铜矿、孔雀石较少。金矿物有自然金、银金矿、碲铜金矿、碲金银矿;银矿物有自然银、辉银矿;并含有极稀少的碲镍矿、碲汞矿、碲铅矿和自然碲等碲化合物。

非金属矿物以石英、玉髓、白云石、方解石、正长石、斜长石、伊利石、绢云母、高岭石、萤石为主,而重晶石、白云母、磷灰石、透辉石、石榴石、钠长石、绿帘石等较少。

(三) 主要矿物特征及嵌布关系

褐铁矿:是原生黄铁矿、磁铁矿、暗色矿物及其它含铁硫化物的次生变化产物,其中混有少量的赤铁矿。其产状有:(1)原生矿物的假象集合体,单体粒度一般为 $0.01\sim 0.05\text{mm}$;(2)细粒浸染状,沿非金属矿物的粒间或碎屑之间隙分布,或见于它们的表面,其粒度一般为 $0.001\sim 0.01\text{mm}$;(3)胶状集合体,呈球粒状或不规则状,胶状结构清晰,环带明显;(4)细脉状沿矿石裂隙分布,脉宽粗细不等,一般为 $0.03\sim 0.1\text{mm}$,膨胀粗大地段,其集合体表现为梳状、放射状或不规则状;(5)呈土状围绕灰岩、白云岩碎屑周边分布,有的形成一个较完整的褐铁矿边。以上几种产状的褐铁矿常存在于同一块矿石内,其中浸染状褐铁矿分布较为普遍。

黄铁矿:他形、半自形晶粒状,少数为自形晶体。其产状有:(1)呈星点浸染状嵌布于脉石矿物、岩石碎屑之间,粒度细小,一般为 $0.004\sim 0.05\text{mm}$;(2)呈不规则状或网脉状集合体沿碎屑间隙或裂隙填充;(3)呈交代残余状分布于褐铁矿内;(4)呈细小包体分布于脉石英、方解石内。从表 1 可看出,黄铁矿的成分较纯净,含极少量杂质。

黄铜矿:他形粒状,集合体为不规则状,粒度一般为 $0.01\sim 0.03\text{mm}$ 。被斑铜矿、褐铁矿交代。一般呈星点状沿黄铁矿、脉石矿物的间隙分布或在闪锌矿内。

方铅矿:不规则粒状集合体,单体为自形晶,粒度一般为 $0.02\sim 0.06\text{mm}$,沿岩石裂隙及黄铁矿周边分布。

闪锌矿:自形、半自形粒状。大小一般为 $0.01\sim 0.03\text{mm}$,多为星点状沿脉石矿物和黄铁矿间隙分布。

磁黄铁矿:淡玫瑰色,呈他形粒状单体分布于黄铁矿内。

锌黝铜矿:反光镜下为灰白色,均质,反射力较低。呈不规则粒状,沿脉石矿物间隙分布,富集于黄铁矿周边。其化学成分见表 1。

自然铁:在反光镜下为亮白色,均质,反射力较黄铁矿高。他形粒状。沿脉石矿物间隙分布。化学成分见表 1。

碲化合物为:(1)碲镍矿,反光镜下为浅粉红色,非均质性明显,呈不规则粒状分布于碲铅矿周边,有的被碲汞矿包裹。电子探针分析结果见表 1

表1 各类矿物的电子探针分析结果(%)

矿物组别	黄铁矿(4)		锌黝铜矿(6)		自然铁(2)		自然碲(3)		碲铜金矿(9)		碲镍矿(1)	碲铅矿(1)	碲银矿(1)
	均值	含量范围	均值	含量范围	均值	含量范围	均值	含量范围	均值	含量范围			
Cu	0.18	0.06~0.30	38.95	37.26~44.03	0.15	0.00~0.30	0.01	0.00~0.02	4.61	1.49~6.52		0.031	0.07
Fe	45.37	43.83~46.27	0.24	0.11~0.35	97.57	96.35~98.78	0.60	0.00~1.63			0.195		
S	52.42	51.93~52.98	23.64	20.96~24.60	0.13	0.06~0.20	0.03	0.00~0.10					
As	0.76	0.00~2.00	6.85	1.37~9.97	0.00	0.00	0.03	0.00~0.08				0.161	
Zn	0.18	0.00~0.37	8.02	7.60~9.20	0.00	0.00	0.22	0.00~0.66					
Sb	0.07	0.00~0.25	21.05	16.93~23.35	0.09	0.00~0.17	0.27	0.00~0.27					
Ag	0.10	0.00~0.25	0.08	0.00~0.30	0.09	0.00~0.17	0.11	0.00~0.17	0.55	0.11~1.24	0.194	1.422	40.783
Au	0.07	0.00~0.16	0.05	0.00~0.31	0.22	0.00~0.43	0.02	0.00~0.05	28.11	21.63~38.13	0.064	0.444	26.333
Pd	0.06	0.00~0.10	0.06	0.00~0.14	0.05	0.00~0.10	0.00	0.00					
Pt	0.44	0.14~0.70	0.16	0.00~0.43	0.42	0.10~0.74	0.08	0.00~0.24					
Te			0.31	0.15~0.48			98.69	98.16~99.63	66.57	60.27~71.90	85.542	37.855	32.680
Se							0.04	0.00~0.07				0.295	
Ni											13.833		
Co											0.084		
Bi											0.087		
Pb												59.668	
Hg													0.123

注:括号中数字为样品个数

分析者:徐元敬

1;(2)碲铅矿,反光镜下为亮白色,微带淡绿色调,被碲镍矿交代,多为不规则粒状分布于碲镍矿内,电子探针分析结果见表1;(2)碲汞矿,反光镜下为灰色,均质,呈不规则粒状分布于碲镍矿、碲铅矿之边部和间隙内,在碲铅矿内也有分布;(4)自然碲,反光镜下为亮灰色,具微弱的双反射和反射多色性,非均质,呈不规则粒状,沿脉石矿物和褐铁矿边部分布,其化学成分表1;(5)碲金银矿,浅灰白色微带黄色,具微弱的双反射,非均质性,呈不规则板条状、叶片状、粒状分布于碲镍矿和碲铅矿及脉石矿物的间隙内,其化学成分见表1;(6)碲铜金矿,为奶油白色,反射力与黄铁矿相近,双反射清楚,非均质性显著,呈不规则粒状分布于脉石矿物之间隙,其化学成分见表1。

三、金矿物的性状

(一)金矿物形态:对252粒金矿物颗粒形态统计结果表明,该矿区金矿物形态以角粒状(76.6%)为主,长角粒状(10.7%)、浑圆粒状(9.1%)次之,而麦粒状(2.8%)、板片状(0.8%)较少。

(二)金矿物粒度:粒度变化较大,大者可达0.6mm,小者<0.001mm。在252粒金矿物中<0.01mm的有206粒,占81.8%,表明该矿床属于细粒—微粒型(表2)。

表2 金矿物粒度统计表

序号	粒度(μm)	颗粒数(个)	颗粒比率(%)
1	+40	9	3.57
2	40—30	2	0.79
3	30—20	23	9.13
4	20—15	7	2.78
5	15—10	5	1.98
6	10—5	42	16.67
7	—5	164	65.08
8	合计	252	100.00

(三)金矿物的嵌布特征:通过显微镜观察和扫描电镜分析,矿石中金矿物主要呈粒间金形式出现,而包体金,裂隙金较少(表3)。

表3 金矿物的嵌连关系及分布统计表

序号	嵌连关系	金矿物与其它矿物的关系	颗粒数(个)	分配率(%)
1	粒间金	脉石矿物粒间金	202	80.16
2	裂隙金	脉石矿物裂隙金	25	9.92
3	包体金	石英包体金	13	5.16
4		方解石包体金	10	3.97
5		褐铁矿包体金	2	0.79
6	合计		252	100.00

1. 粒间金:(1)脉石矿物粒间金,据长沙矿冶研究院(1991)统计,在角砾岩型矿石中脉石矿物粒间金占 61.31%,在碳酸盐岩型矿石中占 69.14%。金矿物呈星散状单体或集合体沿脉石矿物粒间断续分布;(2)脉石矿物与褐铁矿的粒间金,金矿物沿脉石矿物和褐铁矿之接触界面分布,其实质是脉石矿物与黄铁矿粒间金的变种。

2. 包体金:(1)脉石矿物内的包体金,主要在硅化石英、热液方解石内,占包体金总量的 92%,金矿物呈孤立的单体零星分布;(2)褐铁矿内的包体金,金矿物呈不规则单体出现,仅见 2 粒,占包体金总量的 8%。

3. 裂隙金:(1)沿矿石的裂隙和碎屑之间隙分布;(2)沿碳酸盐矿物或早期形成矿物的解理裂隙填充。

(四)金矿物的化学成分

据长沙矿冶研究院统计资料(1991),归来庄金矿的金矿物主要有自然金、银金矿、碲铜金矿(三者的比例大致为 50:15:35)和极少量碲金银矿。其中自然金、银金矿是金银类质同像系列矿物。其成分见表 4,由表中看出以自然金为主,且纯度较高。碲铜金矿、碲金银矿是金、银、铜的碲化物。

表 4 金矿物电子探针分析结果

序号	1	2	3	4	5	6	7	8
Au(%)	99.97	99.90	99.88	99.52	99.20	99.09	99.05	98.43
Ag(%)	0.03	0.10	0.12	0.48	0.80	0.91	0.95	1.57
序号	9	10	11	12	13	14	15	
Au(%)	97.99	97.28	95.77	69.10	68.90	67.58	65.55	
Ag(%)	2.01	2.72	4.23	30.90	31.10	32.42	34.45	

据长沙矿冶研究院(1991)

四、矿床成因分析

(一)角砾岩型金矿石的基本特征

矿石呈角砾构造,但由于角砾成分及其结构构造的差异,粒径大小不等,分布不均匀以及风化程度不同,而表现出斑杂构造。角砾数量一般占矿石体积的 50%左右,成分繁多,以岩浆岩(正长斑岩、二长斑岩、闪长玢岩、二长闪长斑岩、花岗岩等)为主,沉积岩(灰岩、白云岩、粘土质页岩和少量粉砂岩等)次之,蚀变岩较少,主要是由硅化石英组成的角砾。角砾的粒度变化较大,大者可达数米,小者在 2 毫米左右,其磨圆度与粒径大小密切相关,一般是粒度粗的,其磨圆程度较高,部分角砾由于动力作用而破碎,多数角砾的边缘出现浅色环或深色环,浅色环系角砾在岩浆—热液作用下发生褪色化的结果,其宽度较为稳定,一般为 0.5—3.0mm,其成分与核部基本一致,但矿物的结晶粒度略有增大的现象,褐铁矿化相对核部微弱。深色环主要是微粒状、土状褐铁矿沿角砾边缘断续分布,宽度较窄,一般 0.02—0.1mm。局部地段岩浆岩角砾内部又包含角砾。

按角砾的分布、产状、成分、形态、蚀变特征及含矿性等可分为两个类型:

1. 隐爆角砾岩:指在地下条件下隐蔽爆发形成的以角砾状岩石为主,并与其有成因

联系的一套岩石组合的地质体,包括震碎角砾岩、塌坍角砾岩等。

2. 热液浸入角砾岩:是由后期沿隐爆角砾岩构造带上升的高压气液流动带上来的通道中的各种岩石碎块组成。它们明显受隐爆角砾岩控制,角砾成分比较复杂,其圆度较高,并伴有气热蚀变作用和矿化作用。

(二) 蚀变作用。

1. 矽卡岩化作用:形成石榴石、绿帘石、透辉石等,并伴有磁铁矿化,一般呈不规则细脉或团块出现于斑(玢)岩型矿石内,受后期的构造作用而显破碎现象。

2. 气热蚀变作用:包括硅化、萤石化、碳酸盐化、绢云母化、绿泥石化、重晶石化、钠长石化、磷灰石化、高岭石化等蚀变作用,伴有多金属硫化物和金、银、碲的矿化。

3. 褐铁矿化作用:呈假象、浸染状、细脉状交代矿石。

(三) 矿物生成顺序及成矿阶段的划分

综合主要矿物的嵌布特征,蚀变作用和岩(矿)石的结构、构造,将归来庄金矿划分为矽卡岩期、热液期、表生期三个成矿期(表 5)。

1. 矽卡岩期:早期侵入的中性、中酸性岩浆岩与碳酸盐岩接触,形成以石榴石、透辉石、绿帘石等为代表的矽卡岩矿物,并伴有磁铁矿化。此期形成的矿物多为星点状、细脉状、不规则团块状。且具碎裂现象。

2. 热液期:是主要的金成矿期,热液蚀变作用强,种类多,成分复杂。主要以角砾岩的胶结物形式出现。按矿物的相互关系和均一法、爆裂法测温(测压)结果确定,分为金—黄铁矿—石英、金—多金属硫化物—石英、碲化物—石英三个成矿阶段。

3. 表生氧化期:原生矿床裸露地表或处于近地表处,遭受风化淋滤,发生强烈的褐铁矿化、粘土化等。

(四) 矿物中流体包裹体特征:

1. 流体包裹体类型:按室温时包裹体中相的种类和相比分为:(1)两相 H_2O 包裹体(I 型),通常含有一气泡(V)和一液相(L)。按均一方式区分为富液相 H_2O 包裹体(I a)和富气相包裹体(I b),以 I a 型为多,气泡一般占包裹体总体积的 2—40%,形态有负晶形、浑圆形、多边形和不规则状,大小从 $\leq 1\mu m$ 至 $\geq 40\mu m$,一般为 5—20 μm 。(2)单相液体包裹体(II a)或气体包裹体(II b),在室温时仅为一相,II a 型多为不规则状,见于石英的显微裂隙,为低温热液产物,II b 型多为负晶形、浑圆状、大小变化大。(3) CO_2-H_2O 包裹体(III a 型),按气泡大小分富液相型(III a)和富气相型(III b)。

(4)含固相(或+矿物)包裹体(IV 型),多见于萤石内。固相可以是偶而捕获的矿物或包裹体形成后的产物或真正的子矿物。

2. 石英内包裹体特征:(1)早期具变形纹和大量显微裂隙的半透明石英,沿裂隙含数量不等的 I a 型和 II a 型包裹体,大小一般为 $< 1-5\mu m$, $V/V+L$ 为 0—20Vol%。(2)透明石英(脉石英),沿晶体内裂隙和穿过晶体的裂隙,常有几组不同时代的包裹体,一组是沿一定方向(平面)呈小群断续分布的 III a 型和 III b 型(或 II b 型),大小为 5—40 μm ,多数是 CO_2-H_2O 两相, $V/V+L \geq 25-90\%$,也有少量含液相 CO_2 的三相 CO_2-H_2O 包裹体。在不同方向穿晶裂隙内有 I a 型和 II a 型包裹体,按其形态、大小和气液比分两类,一类沿裂隙面断续呈小群分布,形态多为负晶形—多边形或浑圆形,大小 $\geq 5\mu m$, $V/V+L = 20\pm\%$;

表 5 成矿期阶段和主要矿物生成顺序表

矿化期阶段 主要矿物	矽卡岩期	热液期			表生 氧化期
		金—黄铁矿— 石英阶段	金—多金属硫化 物—石英阶段	砷化物— 石英阶段	
石榴石	—				
透辉石	—				
绿帘石	—				
磁铁矿	—				
石英		—	—	—	—
绢云母		—			
黄铁矿		—	—		
黄铜矿			—		
闪锌矿			—		
方铅矿				—	
锌黝铜矿				—	
金银矿物			—		
萤石		—	—		
方解石			—		
重晶石				—	
砷化物				—	
高岭石				—	
褐铁矿					—
孔雀石					—

另一类沿裂隙成群分布,形态为多边形或不规则状,大小为 $<2\text{--}\geq 20\mu\text{m}$, $V/V+L=1\text{--}10\%$ 。(3)斑晶和晶屑石英,主要含 I a 型,有时可见 I b 型或 II b 型。(4)白云质灰岩中低温脉石英,沿生长环带、晶体内部含多量随机分布的 I a 型包裹体,其大小、形态和气液比变化很大。

3. 萤石中包裹体特征:无色—浅玫瑰色高温萤石内含有沿生长环带分布的 I a 型和 III a 型原生包裹体,沿晶内裂隙分布的 I a 型和 I b 型假次生或次生包裹体,多具负晶形,大小 $\leq 5\text{--}50\mu\text{m}$, $V/V+L=30\text{--}80\%$,偶而可见含 $\text{CO}_2\text{--H}_2\text{O}$ 三相或含固相的 IV 型包裹体。

石英内呈浸染状分布的低温萤石内普遍含 I a 型包裹体。在萤石角砾中,沿萤石生长环带和内核分布有 I a 型原生包裹体,呈小群出现,负晶形,大小为 5—20 μm , $V/V+L=20\%$ ±。

呈浸染状或脉状充填的紫色萤石内也含 I a 型,呈负晶形、多边形或浑圆形及不规则状,而大小和气液比变化较大,为 2—30 μm , $V/V+L=1-30\%$ 。个别含固相的 IV 型包裹体,固相为矩形、菱形切面,非均质,强双反射,推测为苏打或方解石。

4. 包裹体成分及物理化学参数:(1)包裹体气相成分见表 6。从表可看出,方解石、黄铁矿内包裹体的气相成分以 H_2O 为主, CO_2 次之, N_2 、 H_2 、 CO 较少。

表 6 包裹体的气相成分表

矿物	产状	气相成分								
		H_2	N_2	CH_4	CO	CO_2	C_2H_6	H_2O	He	O_2
方解石	群体(10^{-6})	0.366	6.250	0.000	0.000	6.403	0.000	211.140	0.000	0.000
	单次(10^{-9})	0.019	0.321	0.000	0.000	0.329	0.000	10.839	0.000	0.000
黄铁矿	群体(10^{-6})	0.055	2.500	0.000	0.381	6.403	0.000	27.540	0.000	0.000
	单次(10^{-9})	0.030	1.351	0.000	0.206	3.461	0.000	14.886	0.000	0.000
黄铁矿	群体(10^{-6})	0.098	3.250	0.000	0.381	7.470	0.000	27.540	0.000	0.000
	单次(10^{-9})	0.056	1.874	0.000	0.220	4.308	0.000	15.882	0.000	0.000

分析者:刘志民

(2)按相图和水化物估测的成分,根据冰点($T_m\text{CO}_2$)和初熔温度(T_{mi})的测定数据,结合激光拉曼探针分析和包裹体相系观察,流体的主要成分是 H_2O ,含数量不等的 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} (Mg^{2+})和 Fe^{2+} 等离子,及 CO_2 、 F 、 Cl 和少量 CH_4 、 H_2S 、 N_2 等组分。可用 $\text{H}_2\text{O}+\text{NaCl}+\text{KCl}+\text{CaCl}+\text{F}\pm\text{CO}\pm\text{CH}_4\pm\text{H}_2\text{S}$ 表示。在石英中应饱和 SiO_2 ,在萤石中应饱和 CaF_2 。

(3)流体盐度:据冰点(T_m)数据和含液相 CO_2 三相包裹体的气水化合物的终熔温度(T_{mc})数据,利用 Hall 等(1988)有关 $\text{NaCl}-\text{KCl}-\text{H}_2\text{O}$ 溶液盐度与冰点下降关系式及 Collins(1979)关于含 CO_2 包裹体内有气水化合物存在时,利用冷冻数据估算盐度的图表估算:透明石英和高温萤石内含液相 CO_2 三相包裹体的盐度在 0.4—6Wt%NaCl。高温萤石内 I a 型包裹体的盐度为 1.65—5.17Wt%NaCl。均一温度在 200—270 $^{\circ}\text{C}$ 的石英、萤石内的 I a 型包裹体的盐度为 4—10Wt%NaCl,多数为 5—8Wt%。均一温度在 120—180 $^{\circ}\text{C}$ 的石英、萤石内的 I a 型包裹体盐度,从 1.0Wt%到接近 20Wt%NaCl。

(4)流体密度:均一温度 330 $^{\circ}\text{C}$ —310 $^{\circ}\text{C}$,盐度 1.65—5.17Wt%NaCl 的 I a 型包裹体,其密度为 0.86—0.70g/cm³ 至 0.71—0.75g/cm³;均一温度为 270 $^{\circ}\text{C}$,盐度 5—10Wt%NaCl 的 I a 型包裹体的密度为 0.816—0.863g/cm³;均一温度 200 $^{\circ}\text{C}$,盐度 5—10Wt%的 I a 型包裹体的密度为 0.904—0.944g/cm³。在低温萤石中,均一温度 130 $^{\circ}\text{C}$ —150 $^{\circ}\text{C}$,盐度分别为 5、10、15 和 20Wt%NaCl 的包裹体,其流体密度分别为 0.953—0.970g/cm³, 0.990—1.007g/cm³, 1.028—1.044g/cm³ 和 1.067—1.082g/cm³。因此,低温萤石内 I a 型包裹体的流体密度为 0.95—1.08g/cm³。

(5)其他物理化学参数:据方解石和黄铁矿内流体包裹体气相成分计算的物理化学

参数见表7。

表7 流体包裹体的物理化学参数

样号	矿物	PH	Eh	R	logH ₂	logfCH ₄	logfCO	logfCO ₂	logfO ₂	CO ₂ /H ₂ O
1	方解石	6.03	-0.46	1.26	0.67	-2.8	-3.03	0.5	-33.435	0.030
2	黄铁矿	5.68	-0.24	0.28	0.59	-2.06	0.29	1.24	-42.565	0.233
3	黄铁砂	5.64	-0.28	0.37	0.83	-2.07	0.29	1.30	-39.12	0.271
		CH ₄ /CO ₂	CO/CO ₂	CH ₄ /H ₂ O	(CH ₄ +H ₂ +CO)/CO ₂	CO ₂ /((CO ₂ +H ₂ O))				
		0.000	0.000	0.000	0.057	0.029				
		0.000	0.060	0.000	0.068	0.189				
		0.000	0.051	0.000	0.064	0.213				

注:R:还原参数;Eh:成矿溶液的氧化还原电位;fi:为逸度。

从表看出,成矿溶液的PH值为5.04—6.03,属弱酸性。黄铁矿内流体包裹体的Eh为0.24—0.28,R为0.28—0.37,属还原环境。而方解石中的流体包裹体的Eh为0.46,R为1.26,近于氧化环境。

(五)成矿压力和成矿温度

1. 爆裂法测温:方解石和黄铁矿爆裂法测温结果分别为280℃和216℃—234℃。

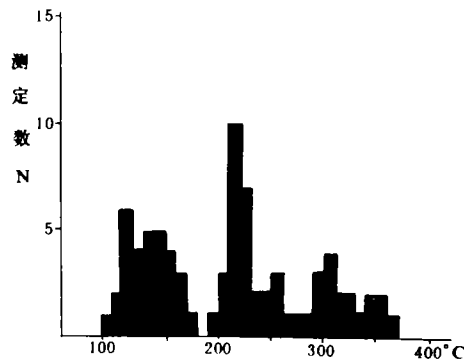
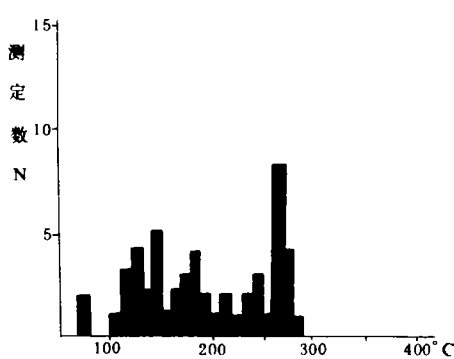


图1 石英流体包裹体均一温度直方图

图2 萤石中流体包裹体均一温度直方图

2. 均一法测温:选择石英、萤石内流体包裹体进行显微测温,结果见图1、图2。均一温度值范围为<100℃—>350℃。各矿物内不同世代包裹体都有各自特定的均一温度范围。

萤石:高温萤石内Ia型和Ⅲa型原生和假次生包裹体分别为283~356℃和303—354℃范围内均一到液相。其中萤石集合体中沿生长带孤立分布的Ⅲa型包裹体多数在316℃—322℃的温度区间均一到液相。萤石中Ia型和Ⅲa型次生包裹体则在204℃—206℃范围内均一。某些萤石(角砾)内的Ia型原生包裹体的均一温度为210℃—228℃。大多数晚期萤石中Ia型包裹体的均一温度<100℃—180℃,主要为130℃—150℃。

石英:透明石英内有三个世代包裹体,Ⅲa型和Ⅲb型假次生或早期次生包裹体的均一温度约300℃—350℃;Ia型次生包裹体均一温度为205℃—370℃;而最晚期的Ia型次生包裹体则为145℃—171℃。

3. 爆裂法测压:对方解石、黄铁矿单矿物测定压力,结果是方解石为 28.4Mpa,黄铁矿为 22.7—23.4Mpa。

4. CO₂ 包裹体测压:CO₂—H₂O 包裹体形成时压力为 33—36.0Mpa。

对于矿区大多数均一温度低于 220℃—240℃ 的富液相 H₂O 包裹体(Ia 型)来说,其形成压力应高于 22.5—32.5Mpa。因此,推测,流经归来庄金矿目前位置的成矿流体压力 <36.0Mpa,相应的深度不超过 1500 米。

(六)矿床成因分析

区内燕甘断裂与 NW 向、近 EW 向断裂的交汇处,是铜石杂岩体上侵的主要通道,而 EW 向断裂不仅控制杂岩体展布、形态,也控制呈串珠状线性分布的隐爆角砾岩体,在其两侧发育着厚度不等的震碎角砾岩、碎裂状岩石等。

杂岩体早期二长闪长玢岩体结晶作用后期,沿接触带上升的含矿溶液大部分形成矽卡岩型磁铁矿床,一部分沿岩体边缘细小和网状裂隙充填形成细脉—网脉状矿化。与此同时由于接触带附近深部含挥发分的高压热流体(主要是 H₂O、CO₂ 及少量的含 F、S 相等),因外压突然降低,能量迅速释放而发生爆炸,引起附近岩石强烈破碎,又经岩石碎粒、碎粉及热液矿物等胶结,形成隐爆角砾岩体。它的形成与杂岩体晚期二长斑岩、正长斑岩类沿构造带侵入有关。当在其结晶作用后期,原 H₂O 不饱和的硅酸盐熔浆转变为 H₂O 饱和、甚至过饱和的残余熔体,并逐渐富集 F、Cl、CO₂ 及少量含 S 相,有利于成矿元素 Au、Ag、Cu 等及 Na、K、Ca(Mg)、Fe 等的溶解和搬运。随着挥发分的体积不断增加、压力也逐渐积聚,变成高压流体,它们冲破已结晶的侵入岩和上复围岩,发生隐爆作用,把深部的各种岩石碎块、碎屑带到上部,形成隐爆角砾岩。同时,随着温度的下降,流体变成气水溶液,形成热液矿物,成矿物质也相继沉淀。交代并胶结了曾流动的岩石碎块、碎屑,形成含矿的热液侵入角砾岩。据全忠文(1993)介绍侵入—隐爆作用可能不止一次(期)。因此,隐爆角砾岩是导矿构造,而热液侵入角砾岩是容矿构造。

五、结 论

(一)归来庄金矿的矿石成分主要是 SiO₂、Al₂O₃、CaO(MgO),Au 是唯一达到工业品位的组份,而 Ag、Te、Cu 等为有益组份。矿物有近 50 种,其中金属矿物以褐铁矿为主,含金矿物有自然金、银金矿、碲铜金矿等,银矿物有自然银、辉银矿,并含碲化物。

(二)金矿物以角粒状为主,粒度以 <0.01mm 为主,属细粒—微细粒型;嵌连关系以粒间金为主,金的赋存状态以机械夹杂金为主,并含有金的碲化物。

(三)蚀变以褐铁矿化、气热蚀变作用为主。矿床系多期多阶段矿化作用结果。

(四)成矿流体压力为 <36.0Mpa,相应深度不超过 1500 米。成矿温度为 <100—>350℃,主要成矿温度为 200—300℃,属中温热液矿床。

(五)隐爆角砾岩是矿床的导矿构造,热液侵入角砾岩是矿床的容矿构造。

参 考 文 献

- [1]牛树贵、迟顺林、朱锡光,1992,山东省平邑县归来庄金矿成因探讨,山东地质情报,第1期。
[2]全忠文,1992,归来庄金矿成矿地质特征,山东地质情报,第2期。

**ORE COMPOSITION AND GENESIS OF THE GUILAIZHUANG
GOLD DEPOSIT IN PINGYI SHANDONG PROVINCE**

Jin Longyu

*(The Shandong Central Laboratory of the Ministry
of Geology and Mineral Resources)*

Shen Kun

(The Shandong Institute of Geological Sciences)

Abstract

Guilaizhuang gold deposit belongs to the sulphurpoor oxidation type one in which gold is the only component to have reached the economic (industrial) grade. There are nearly fifty kinds of minerals in the ore among which limonite is the predominant metallic mineral while native gold, electrum, koslovite and petzite are gold-bearing minerals. In addition, there are silver-minerals and trace amount of tellurides. Grain size of the gold minerals is commonly less than 0.01 mm; therefore, the gold deposit belongs to the fine-minute particle type one. The gold minerals occur mainly as intergranular fillings (particles). Wallrock alterations include pneumatolitic-hydrothermal alterations and limonitization. The gold deposit is the mesothermal one which have been formed in multiphase-multistage mineralization. The cryptoexplosive breccia serves as the ore-fluid channelling structure while the (hydrothermal) intrusive breccia is the host rock of the gold ores.