

湘西沃溪金锑钨矿床中石英的矿物学研究^{*}

邵靖邦

樊江

(中国矿业大学北京研究生部, 北京 100083)

(洛阳黄金工业公司, 洛阳 471001)

王濮 翁玲宝 陈代璋

(中国地质大学北京研究生院, 北京 100083)

主题词 石英 矿化 晶胞参数 化学成分 电子顺磁共振谱 沃溪

提要 通过对矿床中不同世代及不同地质产状石英的颜色、形态、物理性质、化学成分、晶胞参数、结晶度的研究及X射线分析及红外光谱、电子顺磁共振谱等近代物理分析方法的测试, 找出了矿化石英与非矿化石英及不同类型矿化石英的标型特征, 这些标型特征具有重要的找矿勘探意义。

1 矿床地质背景

湘西沃溪金锑钨矿床是我国南方的一个大型金锑钨综合性多金属矿床, 位于湖南省沅陵县境内的沃溪镇。沃溪金锑钨矿床在大地构造上位于扬子准地台江南地轴南缘的雪峰山隆起金锑钨成矿带的中央部位。

矿区内出露的地层有元古界的冷家溪群 (Pt_{lj})、板溪群 (Pt_{bn})、中生界的白垩系上统 (K₂) 新生界的第四系 (Q) 等。矿体赋存于板溪群马底驿组 (Pt_{bnm}) 的深灰-紫红色板岩中。矿体呈脉状产出, 矿脉主要具裂隙充填特征, 矿脉两侧广泛发育围岩蚀变作用。矿床的成矿作用共分四个阶段: (I) 早期石英碳酸盐阶段; (II) 石英白钨矿-黑钨矿阶段; (III) 石英硫化物 (辉锑矿、黄铁矿) 自然金阶段; (IV) 晚期石英碳酸盐阶段。其中II、III阶段为有用矿化阶段。矿床的矿石矿物有白钨矿、黑钨矿、黄铁矿、辉锑矿、自然金等; 赋矿围岩中的主要矿物有石英、细粒白云母、碳酸盐矿物、铁钛氧化物矿物、黄铁矿等。

矿床以元古代地层为矿源层, 震旦纪雪峰运动期间发生了广泛的区域变质作用, 使金、锑、钨等成矿元素相对富集, 并迁移到由变质作用产生的热液中, 成矿热液从矿床西部下端向东南上方沿层间断裂运移并沉淀成矿。

2 石英的地质产状及一般特征

湘西沃溪金锑钨矿床的石英主要以两种方式产出。一是产于主要的层间脉中, 二是产于围岩中。产于层间脉中的石英与上述各成矿阶段相对应, 即每个阶段均有石英产出; 而产于围岩中的

* 本文于1996年8月8日收到, 1996年11月27日收回。

石英除早期石英碳酸盐阶段(在该阶段围岩没有发生硅化)外,其他各阶段都有石英产出。因此,根据形成时间的先后,可以将石英分为五个世代,其产状和一般特征如下:

2.1 第一世代石英——石英(I)

石英(I)产于早期石英碳酸盐阶段,与方解石、白云石共生,呈层间脉形式产出。颜色为浅灰白色及无色透明,有时带有玫瑰色调,不规则粒状及片状晶体,粒径大都为1—3mm,基本上均有波状消光现象,部分颗粒微裂隙发育。

2.2 第二世代石英——石英(II)

石英(II)产于石英白钨矿黑钨矿阶段,包括与白钨矿、黑钨矿共生的以层间脉形式产出的石英(IIA)和以细小脉体形式产于围岩中的石英(II B),后者亦有与白钨矿、黑钨矿共生的现象。石英(II)一般呈不规则粒状、蠕虫状及板条状晶形,粒径1—2mm者居多,大多具波状消光现象,局部见有石英长轴定向排列,可能与构造运动有关。石英(IIA)含有较多的细小气液包裹体,微裂隙发育,乳白色或灰白色,油脂光泽暗淡,透明度较低;石英(II B)呈浅肉红色或近乎无色,油脂光泽明显,透明度较高。

2.3 第三世代石英——石英(III)

石英(III)产于石英硫化物自然金阶段的早期,与黄铁矿和自然金共生。包括主矿脉中石英(IIIA)和围岩中以细脉形式产出石英(IIIB)。第三世代石英呈粒状、板条状和蠕虫状等形态产出,粒径一般小于1mm,颗粒常弯曲,定向排列和波状消光等应力现象十分普遍。大多呈灰白色、烟灰色及白色,透明度较低。其中石英(IIIB)的颜色略浅于石英(IIIA),且透明度较高。

2.4 第四世代石英——石英(IV)

石英(IV)产于石英硫化物自然金阶段的晚期,与辉锑矿、自然金共生。亦包括两种类型:主矿脉中的石英(IIVA)和围岩中以细脉形式产出的石英(IIVB)。主要以他形粒状为主,粒径一般为0.8—1.2mm左右,见有半自形晶体。大多呈灰白色、浅肉红色及白色,其中石英(IIVB)颜色略浅。局部可见无色透明的晶洞石英。颜色和透明度均好于石英(III)。

2.5 第五世代石英——石英(V)

石英(V)产于晚期石英碳酸盐阶段。包括三种类型,即产于层间脉中的与方解石和白云石共生的石英(V-A)、产于围岩中的与绿泥石共生的石英(V-B-1)和与白云石共生的石英(V-B-2)。石英(V)均为白色、浅灰白色及无色透明,以半自形粒状晶体为主,其余为自形晶及少量他形晶,粒径大于其他各世代石英,可达10mm左右,波状消光少见。其中石英(V-B-2)的透明度高于石英(V-B-1)和石英(V-A)。

3 石英的化学成分

对矿床中不同世代及不同地质产状的石英进行了化学成分测定(常量元素采用的是湿化学分析法,微量元素采用的是原子吸收光谱法和等离子发射光谱定量分析法),将其分析结果绘制了含量分布图(图1)。

3.1 类质同象成分

石英中可以进行类质同象置换的元素有Al、Ti、V、K、Na、Li、(Fe、Mg)等,其中以Al最为重要,Na、Li和K以电价补偿方式进入孔道,Ti和V可以很少量地代替Si,极少量的Mg和Fe可以进入八面体中心。石英(III)含Al较高,Al的重量百分比达0.74%—0.76%,其次是石英(V-B-1),Al的重量百分比达0.54%,以石英(V-A)含Al量最低,含量小于0.05%。K、Na

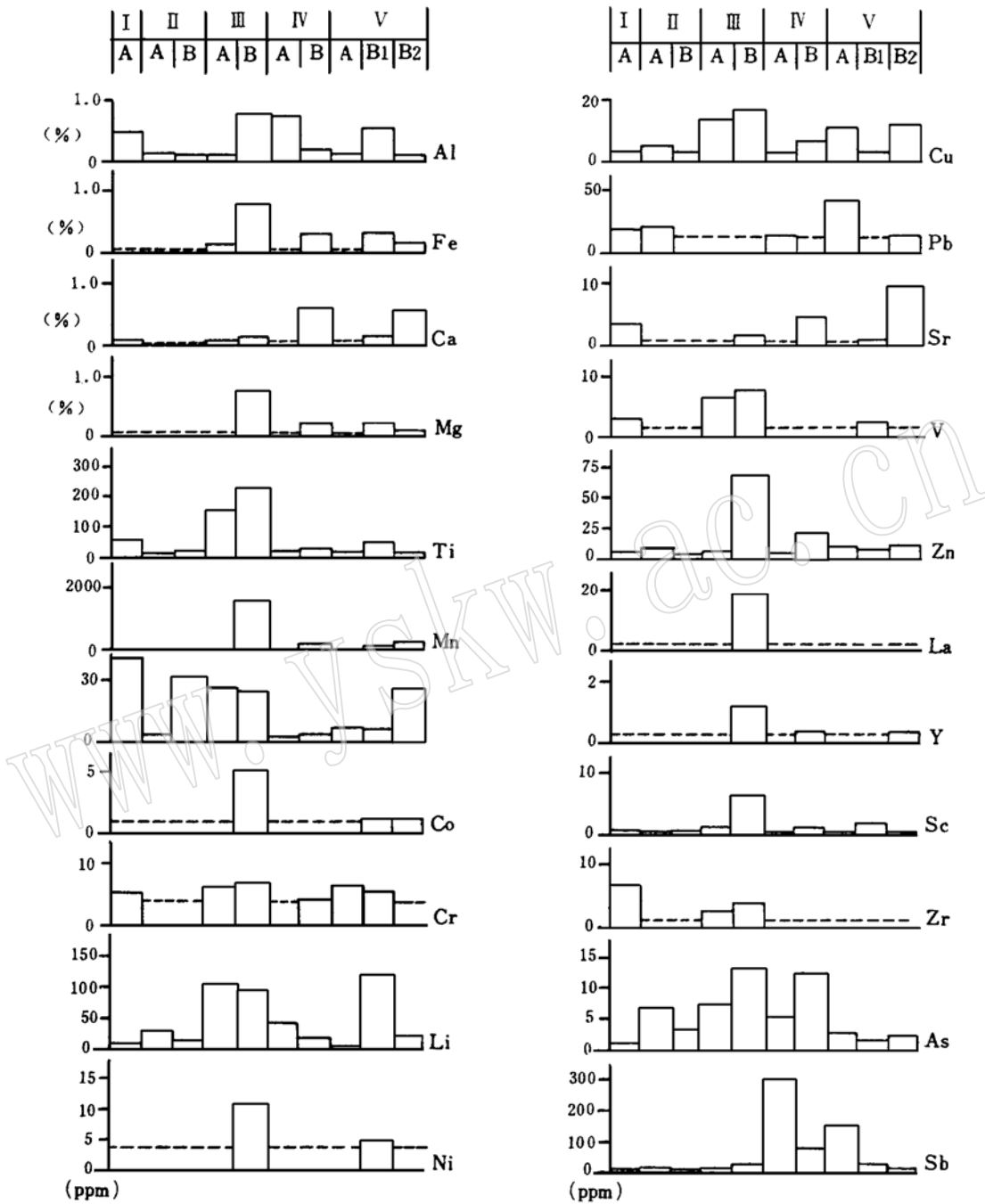


图 1 湘西沃溪金锑钨矿床中石英的化学成分分布特征

Fig. 1 Distribution of element contents of quartz from the Woxi Au-Sb-W Deposit, western Hunan

的含量均低于分析检出限, 含量很低。Li 的含量与 Al 的含量呈正相关, 且对矿化有较强的指示作用。

3.2 杂质成分

石英中的杂质元素(类质同象进入晶格者除外)具有如下变化特征:

以层间脉形式产出的石英,其所含元素的含量随世代的不同而有所差异。石英(I)以Li含量低而Al、Ca、Ba、Mn、Ti、Cr、Zr含量高为特征;石英(IIA)中Na、K、Ca、Mg含量较高,Al和Li含量居中;石英(IIIA)中Al、Li、Ba、Fe、V、Ti、Cr、Cu、As含量较高;石英(IV A)具有特别高的Sb含量,其次是Al、Li、Na、K;石英(V-A)中Al、Li、K、Na含量较低,Cr、Pb、Zn、Sb含量较高。

以类质同象置换方式进入石英晶格的化学元素,均有一定比例呈杂质元素存在。这一结论是在系统分析石英的晶体化学特征、各元素本身的性质和类质同象置换能力和程度、并结合X射线衍射分析和电子顺磁共振谱等分析结果综合分析得出的。例如,在进行电子顺磁共振分析时发现Al心具有较低的浓度,而化学成分分析Al的含量却较高,说明在晶体结构中,以类质同象置换方式存在的Al较少,多数Al以机械杂质的方式存在。

产于赋矿围岩中的以细小脉体形式产出的石英,其石英(IHB)富含Al、Fe、Mg、Ti、Mn、Ba、Co、Cr、Li、Ni、Cu、V、Zn、La、Y、Sc、Zr、As,而贫Ca、Sr、Pb、Sb,该阶段石英的形成温度较高,热液中杂质元素的种类较多且浓度较高;石英(IVB)中Cu、Sr、Zn、As、Sb含量较高,其它元素含量较低,随热液的演化大部分杂质有所消耗;石英(V-B-1)富含Al和Li,石英(V-B-2)富含Ca、Ba、Sr、Cu、Pb,这是由于诸元素在矿化作用过程中消耗较少,并且从围岩中汲取了一部分而造成的。

与层间脉的石英进行对比,以细小脉体形式产于围岩中的石英,其类质同象元素的含量在同一世代中的分布特征和趋势是一致的,但其具体元素的含量却都比较高。这是由于后者形成于环境温度比较低的围岩中,结晶速度较快,杂质元素容易进入石英所致。由此可见,围岩中以细小脉体形式产出的石英其成分上的特征可以代表同一世代(阶段)主矿脉中石英成分的特征和规律。

3.3 石英的含矿性

通过对石英含矿性的研究可以判断矿化类型和矿化强度。

石英的含矿性包括含金、含锑、含钨三个方面。显而易见,钨矿化强度和Al的含量呈明显的正相关。已经查明,Au和Sb具有极好的相关性,在未进行Au的测试时,可以近似用Sb的含量特征初步判断其含Au性。表明石英的含锑性和含金性基本上是一致的。通过相关分析,石英中与Sb呈正相关的元素还有Cr、Li、Pb、As、Ca、Mg,与Sb呈负相关的元素有Al、Co、Ni、Sr、Y。这些元素的含量升高或降低亦能反映石英的Sb、Au含矿性。

4 石英的X射线分析

4.1 石英的晶胞参数

对矿床中的石英进行了X射线粉晶衍射分析,并求得了晶胞参数(表1)。

表 1 石英的晶胞参数

Table 1 Cell parameters of quartz

样 品	I	IIA	IIIB	IHA	IHB	IVA	IVB	V-A	V-B-1	V-B-2
a_0 (Å)	4. 9138	4. 9112	4. 9112	4. 9120	4. 9130	4. 9117	4. 9155	4. 9109	4. 9149	4. 9075
误差	0. 0007	0. 0006	0. 0009	0. 0005	0. 0025	0. 0006	0. 0028	0. 0008	0. 0012	0. 0021
c_0 (Å)	5. 4046	5. 4050	5. 4054	5. 4040	5. 4047	5. 4060	5. 4053	5. 4040	5. 4007	5. 3964
误差	0. 0015	0. 0013	0. 0019	0. 0011	0. 0017	0. 0013	0. 0039	0. 0017	0. 0040	0. 0041
V_0 (Å ³)	113. 0155	112. 9035	112. 9558	112. 9184	112. 9417	112. 9443	113. 1067	112. 8658	112. 9816	112. 5526
误差	0. 0337	0. 0289	0. 0434	0. 0232	0. 1815	0. 0286	0. 1070	0. 0387	0. 0706	0. 1002
c_0/a_0	1. 0999	1. 1005	1. 1004	1. 1002	1. 1001	1. 1006	1. 0996	1. 1004	1. 0988	1. 0996

以层间脉形式产出的石英, 其晶胞参数以石英 (I) 的 a_0 最大, 石英 (IIA)、石英 (IHA)、石英 (IVA) 的 a_0 居中, 石英 (V-A) 的 a_0 最小。 V_0 与 a_0 的变化相似。 c_0 变化很小。以细小脉体形式产于围岩中的石英, 其晶胞参数 (以晶胞体积 V_0 作为对比标准) 均大于同世代主脉体中的石英。且以石英 (IVB) 为最大, 其次是石英 (V-B-1)、石英 (IIIB)、石英 (IHB), 以石英 (V-B-2) 为最小。

一般来说, 石英的晶胞参数是随成分的不同而变化的。石英中的类质同象置换元素与晶胞参数的关系可以由相关分析和数据对比分析求得。Al 的含量与 a_0 呈正相关, 而与 c_0 、 V_0 呈负相关, Al 取代的 Si 愈多, 晶胞参数 c_0 和晶胞体积 V_0 就愈小 (Al^{3+} 共价半径小于 Si^{4+} , 使结构紧密)。Ti 和 Li 与 a_0 呈负相关, 与 c_0 、 V_0 呈正相关, Ti 和 Li 的含量增加, 使石英的晶胞参数 c_0 和 V_0 增大 (Ti^{4+} 的半径较大, 置换 Si^{4+} 后使键距增大, 而 Li^+ 的半径也比较大, 充填在结构空隙中平衡电荷, 大半径影响了 Si-O 键, 使其键距增大)。Al 的含量与晶胞参数 c_0 和 V_0 呈较弱的正相关性, 与获得的实验数据相吻合。Al 含量较高时, 晶胞参数也较大 (因为 Al (IV)³⁺ 的半径大于 Si (IV)⁴⁺ 的半径, 低电价大半径阳离子如 Li^+ 、 Mg^{2+} 、 Ba^{2+} 等的电价补偿充填亦会使键距增大)。绝大多数石英样品符合此规律, 少数例外情况是由其他元素的干扰引起的。

此外, 当石英中含有大量的杂质元素时, 它们在一定程度上可能影响石英的晶胞参数。

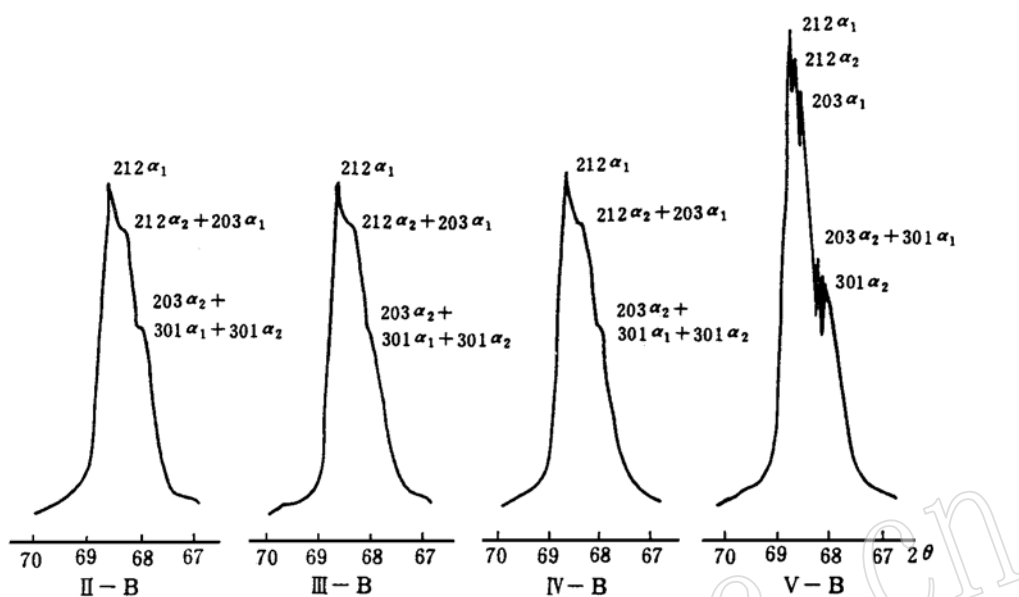
综上所述, 当以细小脉体形式产出的石英的晶胞参数较大时, 其含矿性较好, 矿化作用也比较强烈。

4. 2 石英的结晶度

利用石英的特殊面网的 X 射线粉晶衍射特征, 可以初步判断石英的结晶度 (结晶程度的标志), 区别矿化石英和非矿化石英, 判断矿化类型和含矿性。

2 θ 为 67°—69° 之间的衍射峰有 212 α_1 、212 α_2 、203 α_1 、203 α_2 +301 α_1 、301 α_2 。当石英的结晶度较高时, 可以清晰地出现峰形完好的这五个衍射峰, 反之为峰形不完整的衍射峰 (图 2), 矿化作用中形成的石英 (石英 (II)—石英 (IV)) 的结晶度低于非矿化阶段石英 (石英 (V))。

对 2 θ 为 153°—155° 之间的 (234) 衍射峰进行了慢速测定 (1/4°/min) (图 3), 并测量了 234 α_1 和 234 α_2 两个衍射峰的半高宽, 用 Г. А. 尤尔根松 (Юр根松)^[1] 提出的衍射方法计算衍射

图2 石英的 2θ 为 $67^\circ-69^\circ$ 之间的衍射曲线Fig. 2 Powder diffraction curves of quartz (2θ being $67^\circ-69^\circ$)

图的半高宽比, 用作石英结晶度的度量指标。石英标样选择本矿床中结晶程度最高者, 令其结晶度为 1.00, 结晶度计算结果如表 2 所示。由表 2 可见, 石英 (V) 的结晶度最高, 其它各世代石英的结晶度都比较低, 从高到低的顺序依次为石英 (V-A)、石英 (IV-A)、石英 (IHA)、石英 (IIA), 即主要矿化阶段石英的结晶度是随着热液的演化而升高的。另外, 由于围岩中以细小脉体产出的石英在结晶时受环境及介质的干扰较小, 故与同世代脉体中的石英相比, 具有较高的结晶度。

表 2 石英的结晶度计算结果*

Table 2 Crystallinities of quartz

石英世代	参数	U_1^p	U_2^p	结晶度 (CKC)
I		5.4	5.8	0.78
IIA		8.0	7.0	0.60
IIB		6.7	6.5	0.67
IHA		6.5	8.0	0.61
IHB		7.0	5.5	0.72
IVA		5.5	7.0	0.72
IVB		5.5	6.5	0.73
V-A		4.0	4.8	1.00
V-A		4.0	4.8	1.00
V-B-1		4.0	4.8	1.00
V-B-2		4.0	4.8	1.00

* 结晶度 $CKC = 1/2 \times (U_1^p/U_1^s + U_2^p/U_2^s) \times 100\%$ 。其中 U_1^s : 标样 $234\alpha_1$ 峰半高宽;

U_2^s : 标样 $234\alpha_2$ 峰半高宽; U_1^p : 样品 $234\alpha_1$ 峰半高宽; U_2^p : 样品 $234\alpha_2$ 峰半高宽

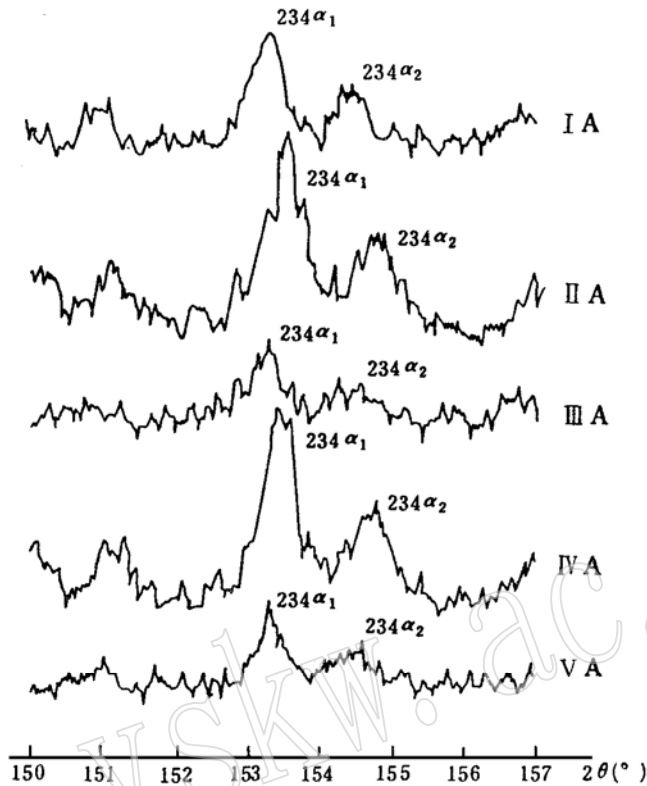


图3 石英的 2θ 为 150° — 157° 之间的衍射曲线

Fig. 3 Powder diffraction curves of quartz (2θ being 150° — 157°)

对比上述以 2θ 为 6° — 69° 之间的衍射峰 (衍射峰的形状和结晶度有关) 和 2θ 为 153° — 155° 之间的衍射峰测试分析和计算得出的石英结晶度结果, 可以看出, 这两种方法所得出的结论是一致的。

5 石英的红外光谱

石英的粉末红外光谱可以定性地反映其结晶度, 谱型还可以在一定程度上反映石英的标型特点。总的趋势是, 结晶程度高, 吸收峰尖锐, 以 1000 — 1200cm^{-1} 范围内最为特征, 而且谱图比较规则。对比的结果是, 石英 (V) 和石英 (I) 的结晶度高于其它世代的石英。

石英内气液包裹体的红外光谱特征对研究石英脉的含矿性具有特别重要的意义。用包裹体片摄得了 2000 — 4000cm^{-1} 范围内的红外光谱 (图4), 并求得了其参数 (表3)。

本矿床石英内包裹体的红外光谱特点如下:

石英 (I) 和石英 (V-A) 内包裹体的红外光谱谱形相似, 与其它世代石英的最大差别是缺少 CO_2 吸收峰, 且其 D_1/D_0 比值亦比较小, D_2/D_0 为 0.0000 。

与矿化有关的其它三个世代石英, 其中石英 (IIA) 的 D_1/D_0 比值和 D_2/D_0 比值最大, 石英 (IIIA) 的 D_1/D_0 比值和 D_2/D_0 比值最小。

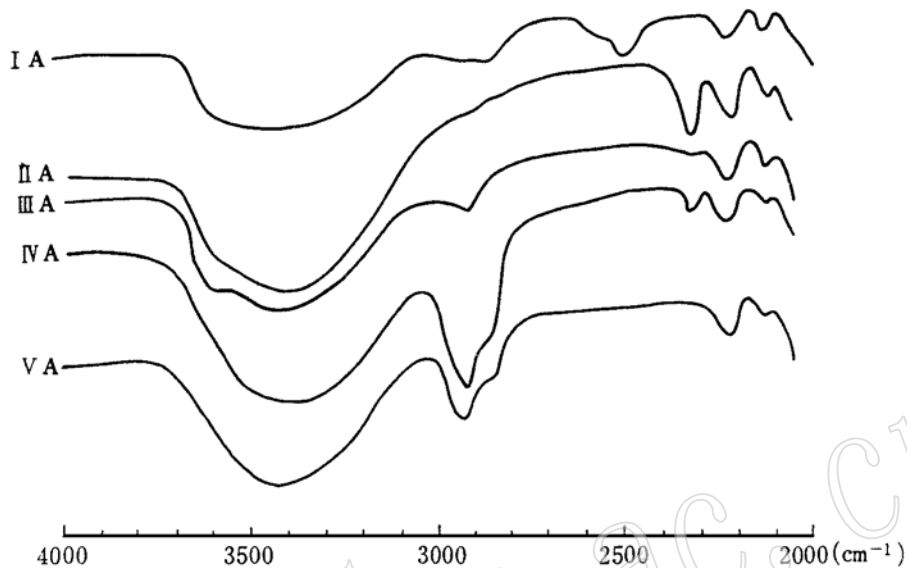


图4 石英内包裹体的红外光谱

Fig. 4 Infrared spectra of inclusions in quartz

表3 石英及其中气液包裹体的红外光谱参数

Table 3 Infrared spectral parameters of inclusions in quartz

样品	石英的吸光度		石英中水的吸光度		石英中 CO ₂ 的吸光度		相对光密度	
	δ/cm^{-1}	D ₀	δ/cm^{-1}	D ₀	δ/cm^{-1}	D ₀	δ/cm^{-1}	D ₀
I	2230	0.086	3400	0.571		0.000	6.640	0.000
	2232	0.085	3400	0.348		0.000	6.094	0.000
IIA	2230	0.097	3400	0.586	2334	0.120	6.041	1.237
	2232	0.095	3400	0.615	2338	0.146	6.474	1.537
IIIA	2230	0.056	3400	0.392	2332	0.016	7.000	0.286
	2230	0.072	3400	0.386	2330	0.014	5.360	0.194
IV A	2231	0.060	3400	0.739	2334	0.036	12.317	0.600
	2238	0.05	33400	0.576	2338	0.015	10.698	0.283
V-A	2230	0.062	3400	0.358		0.000	5.774	0.000
	2232	0.062	3400	0.320		0.000	5.161	0.000

另外, 各世代石英内气液包裹体的 D_1/D_0 比值和 D_2/D_0 比值均为同步变化, 二者呈正相关。

由此可见, 矿石矿物的沉淀是在 H_2O 、 CO_2 供应充分的情况下进行的, 石英内包裹体的红外光谱特征和有关参数不仅能够区分含矿石英和不含矿石英, 而且还可以区分不同矿化类型的石

英。根据上述特征, 可用 $D_1/D_0=6.00$ (平均) 和有 CO_2 吸收峰作为本矿床石英含矿性的标志。

6 石英的电子顺磁共振谱

电子顺磁共振谱可以用来研究石英的色心。天然石英中存在铝空穴心 (O^- (Al) 心) 和含氧空位的电子心 (SiO_3^- 的 E 心) 这两种类型的顺磁中心。 O^- (Al) 心由 AlO_4 四面体的某一个氧失去电子转入顺磁状态产生, E 心与石英的晶格缺陷或处于杂质元素附近的 SiO_4 四面体中的 Si 夺取电子有关。E 心有两种类型, 即 SiO_3^- (E_1) 和 SiO_3^- (E_2)。

E 心共振谱线 (图 5- (1)) 是在常温 (300°K) 下测定的, 仪器的中心磁场强度为 3232G (高斯), 扫场宽度为 200G, 增益 4000, 扫描时间 4 分钟, 微波功率 2mW, 样品重量为 250mg。所有样品测谱过程中工作条件不变。可以看出, 石英 (IIA、IHA、IVA) 的 E 心相对浓度较大, 为 77.38—106.26, 而无矿化的石英 (I) 和石英 (V-A) 的 E 心相对浓度较低, 为 51.37—67.86 (表 4)。一般情况下, 在天然石英中很少见到含氧空位的电子心 (E 心), 而本矿床中石英的 E 心都较高, 可能是由于该矿区石英形成于震旦纪, 在长远的地质历史演化过程中, 受宇宙射线等能量的作用所致。

表 4 石英 E 心电子顺磁共振参数

Table 4 EPRS parameters of E center of quartz

样 品	第一共振谱线		第二共振谱线		样重 (g)	E 心 相对浓度
	S_{x1} (cm)	ΔH_{x1} (KG)	S_{x2} (cm)	ΔH_{x2} (KG)		
I	6.45	2.41	0.00		0.229	67.86
II	8.05	2.26	2.00	2.04	0.245	90.90
IHA	6.50	2.27	2.00	2.06	0.244	77.38
IVA	7.45	2.05	2.40	2.53	0.251	85.02
V-A	5.70	2.37	0.00		0.263	51.37

注: E 心相对浓度 = $(S_{x1} \cdot \Delta H_{x1} + S_{x2} \cdot \Delta H_{x2}) / \text{样品重量}$

其中: S_x —共振谱线信号幅值; ΔH_x —信号线宽

O^- (Al) 心共振谱线是在 -140°C 的温度下测定的, 基本上消除了与 E 心谱线叠加的可能性, 样品测定条件基本不变 (中心磁场强度为 3232G, 扫场宽度为 800G, 增益 4000, 扫描时间为 4 分钟, 微波功率 10mW, 样品重量为 250mg)。 O^- (Al) 心共振谱线 (图 5- (2)) 比 E 心共振谱线复杂, 谱线特征较好地区分了石英 (IIA、IHA、IVA) 和石英 (I、V-A), 前者 O^- (Al) 心共振谱线数目较多, 每对谱线的幅值都比较大, 后者谱线数目少, 幅值较小, 共振谱线相对简单, 说明矿化阶段的石英 O^- (Al) 心浓度较大。此外, 石英 (IHA) 的 O^- (Al) 心共振谱线幅值最大, 石英 (IVA) 次之, 石英 (IIA) 稍小。因此, 根据电子顺磁共振谱可以区分矿化类型, 而且矿化愈强, 谱线幅度值愈大。

综上所述, 石英 (IIA、IHA、IVA、V-A) 的 O^- (Al) 心的浓度与它们的 Al 的含量有相同的变化趋势, 说明 Al 是以 AlO_4 四面体的方式存在于石英中, 即类质同象置换 Si。而石英

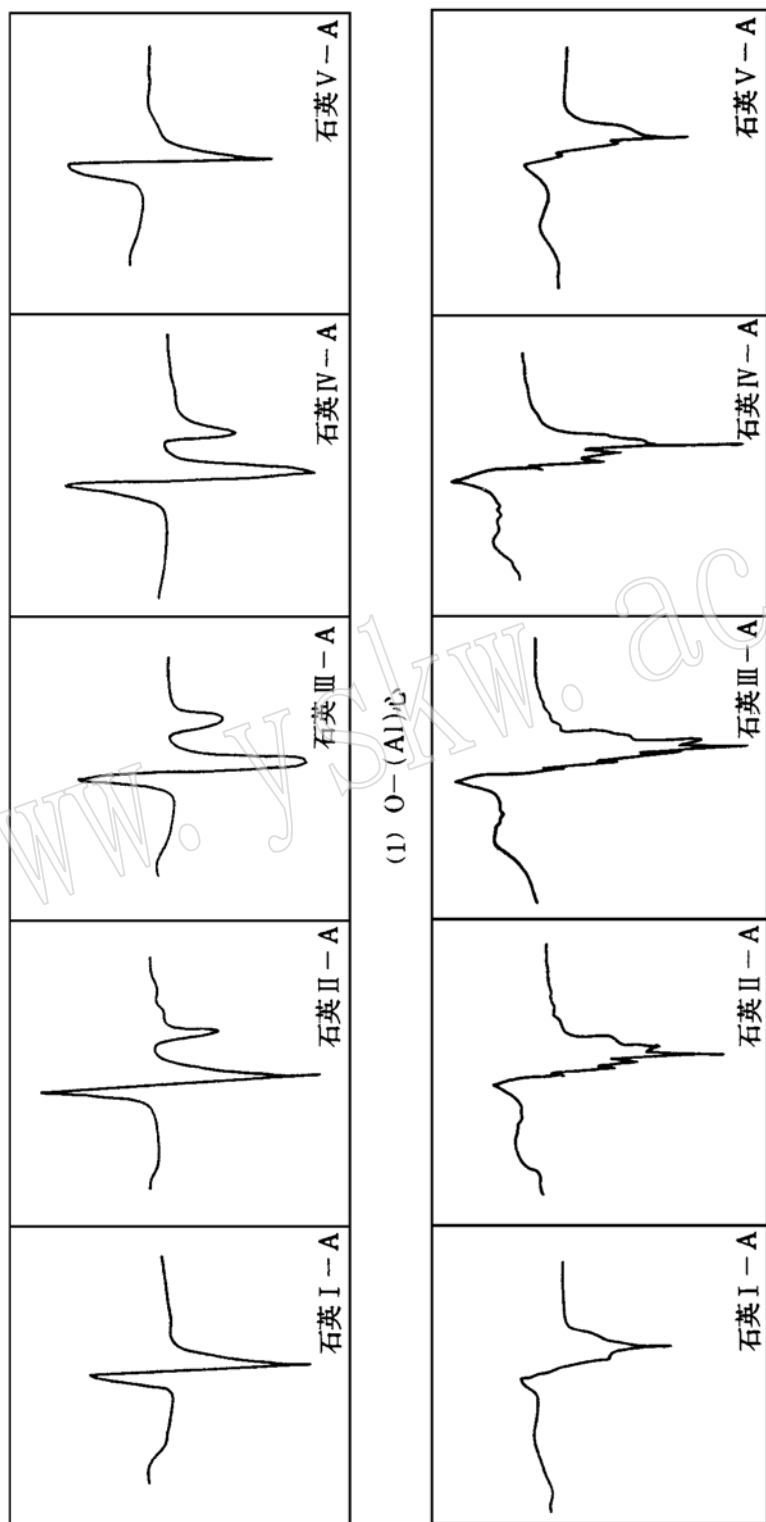


图5 石英电子顺磁共振谱

Fig. 5 EPRS of quartz from the Woxi Au-Sb-W deposit

(I) 的 O^- (Al) 心的浓度较低, Al 含量却较高, 说明有相当部分的 Al 是以机械混入物的方式存在的。所以在研究石英中 Al 对矿化的指示意义时, 不仅要注意其含量, 而且还要注意其存在形式。对于本矿床而言, 利用石英 E 心浓度作为找矿标志, 比用 Al 含量更可靠。

7 石英的比重与折光率

石英的比重与形成条件和化学成分有关, 可作为标型特征加以利用。用粒径 60—80 目的石英在扭力天平上测定比重 (表 5), 其值均小于标准值^[2]。从第一世代石英到第五世代石英比重呈下降趋势, 且石英比重与其晶胞参数 V_0 呈正相关 (通过将石英的比重与晶胞参数进行相关分析得出), 说明早结晶的石英结构疏松, 含有较多的杂质元素。石英的折光率变化很小, $N_o = 1.5435 - 1.5444$, $N_e' = 1.5495 - 1.5508$, 均与标准值基本一致。

表 5 石英的比重和折光率
Table 5 Specific gravities and refractivities of quartz

样品	实测比重		折光率	
	变化范围	平均值	N_o	N_e'
I	2.61—2.62	2.62	1.5443	1.5500
IIA	2.59—2.63	2.60	1.5435	1.5495
IIIA	2.53—2.60	2.58	1.5444	1.5495
IIIA	2.56—2.59	2.59	1.5440	1.5505
V-A	2.54—2.56	2.55	1.5443	1.5508
标准值 ^[2]	2.65		1.5440	1.550

8 结论

通过对矿床中不同世代及不同产状石英的各种矿物学特征的研究, 可以得出如下结论:

(1) 石英的颜色、粒度和自形程度等, 可以用作矿化的标型特征。矿化石英的颜色较深, 透明度较低, 自形程度较差, 粒度也较小。

(2) 不同世代及不同地质产状的石英所富集的化学元素是不同的, 它们在一定程度上反映了当时介质的特点。石英的化学成分能较好地反映石英脉的含矿性, 石英中 Al、Cr、Li、Pb、As、Ca、Mg 的含量与有用矿化呈正相关。

(3) 石英的晶胞参数主要受化学成分的制约。主要矿化阶段石英的晶胞参数居中, 其大小与 Al 的含量呈正相关。石英的结晶度可以区别矿化石英和非矿化石英, 判断矿化类型及含矿性。矿化石英的结晶度均低于非矿化石英, 以第二世代石英和第三世代石英的结晶度为最低。

(4) 对石英内气液包裹体的红外光谱分析发现, 可用 $D_1/D_0 = 6.00$ (平均) 和有无 CO_2 吸收峰作为本矿床石英含矿与否的标志。矿化石英的 D_1/D_0 比值均大于 6.00, 且均具有 CO_2 吸收峰。

(5) 石英晶体结构中的 E 心浓度可以区别含矿与否。石英 O^- (Al) 心浓度可以较为准确地反映矿化, 并区分矿化强弱。含矿化石英及富矿石英均具有较大的 O^- (Al) 心浓度。

金矿化石英较钨矿化、铋矿化石英 $O^- (Al)$ 心浓度大。此外, $O^- (Al)$ 心电子顺磁共振谱还揭示了石英中 Al 的存在形式。

(6) 石英的比重随热液的演化逐渐减小。

(7) 围岩中呈细脉状产出的石英完全可以较好地代表同一世代主矿脉中的石英, 其规律相同, 只是具体数据略有差异。

参 考 文 献

- 1 尤尔根松 Γ A. 脉石英的标型特征及其在找矿中的应用. 地质矿产部情报研究所编译. 找矿矿物学与矿物学填图. 福州: 福建科学技术出版社. 1987, 280—291.
- 2 王 濮, 潘兆楷, 翁玲宝. 系统矿物学 (上册). 北京: 地质出版社. 1982.

Studies on Quartz from the Woxi Au-Sb-W Deposit, Western Hunan

Shao Jingbang

(Beijing Postgraduate School, China University of Mining and Technology, Beijing 100083)

Fan Jiang

(Luoyang Gold Company, Luoyang 471001)

Wang Pu, Weng Lingbao, Chen Daizhang

(China University of Geosciences, Beijing 100083)

Key words: quartz; chemical composition; cell parameter; Woxi

Abstract

Quartz is well spread in the deposit and can be divided into five minerogenetic periods. The color, grain size and crystal morphology of quartz can indicate the degree of mineralization. Quartz formed in different minerogenetic periods contains different chemical elements. The contents of Al, Cr, Li, Pb, As, Ca and Mg in quartz are positively related to mineralization. The cell parameters of quartz measured by X-ray powder diffraction are controlled by chemical compositions, which have positive relationship with the content of Al in quartz. The crystallinities of quartz formed in the main mineralizing period are lower than those of quartz formed in nonmineralizing periods. The ratio of D_1/D_0 is higher than 6.00 and has CO_2 absorbing peaks in infrared spectroscopic diagrams of quartz, which can indicate mineralization. The electron paramagnetic resonance studies of quartz show that the higher the concentration of the $O^- (Al)$ center, the better the mineralization. The specific gravity of quartz decreases with the evolution of hydrothermal fluid.