

# 辽南隈子金矿床石英脉 含金性的红外光谱评价及找矿前景分析<sup>①</sup>

申少华 娄元生<sup>②</sup>

(中国有色金属工业总公司北京矿产地质研究所,北京,100012)

**提 要** 石英是石英脉型金矿床中金矿物的主要载体矿物。其含量与其包裹体中水和二氧化碳的相对光密度  $D_1$ 、 $D_2$  密切相关。利用红外光谱法研究矿区已知含金石英脉石英的标型特征,确定矿区石英脉含金性评价准则,不仅能帮助分析含金石英脉的成矿远景,而且可判别石英脉是否含金,从而减少金品位化学分析的工作量,提高找金效果,是金矿普查勘探中行之有效的找金手段之一。

**关键词** 隈子金矿 石英 红外光谱法 含金性

## 0 前言

石英在不同成因类型的金矿床中均广泛产出,是石英脉型金矿中最主要的非金属矿物。而金矿化又与一定成矿阶段的石英相组合。因此通过研究石英,找出其含金和不含金的某些标型特征,用以评价石英脉的含金性,对普查找矿无疑具有现实意义。众所周知,在热液成因的石英脉中保存有许多能反映成矿热液活动信息的气-液相包裹体,其成分能近似地代表成矿时的热液组分特征。如石英包裹体中的水和二氧化碳等重要组分的含量,均与热液的矿化度、形成条件等因素有关。而红外光谱能有效地测定石英中水和二氧化碳的相对光密度  $D_1$  和  $D_2$ ,这两个参数与石英中水和二氧化碳的含量呈正相关关系,能准确灵活地反映石英包裹体中水和二氧化碳的含量。同时红外光谱还能测出石英晶体集合体中的羟基缺陷,这些都是石英含金性的标型特征。研究含金石英脉的红外光谱特征,不仅能分析含金石英脉的成矿远景,而且可以确定石英脉含金性评价准则,判别含金石英脉和非含金石英脉,达到找矿目的。

本次运用红外光谱法对隈子金矿石英脉进行找矿评价研究,取得了较好的效果。

① 国家黄金管理局课题部分研究成果(89-A-6)

② 参加研究工作的还有王莉娟、裴喜臻等

收稿日期 1994. 9. 19 改回日期 1994. 11. 24

# 1 矿区地质概况

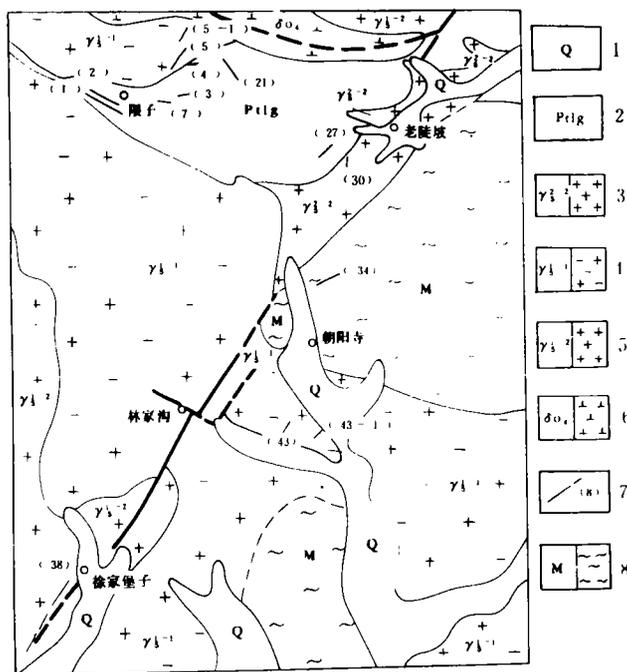
限子金矿是辽南岫岩县境内的一中型金矿床。矿区发育有印支期第一阶段片麻状粗粒花岗岩和第二阶段中粗粒角闪石花岗岩,以及燕山晚期细粒花岗岩。地层是辽河群盖县组黑云片岩,二云片岩夹黑云斜长变粒岩和浅粒岩,中晚元古界混合岩和第四纪地层。盖县组地层呈捕虏体沿北西西向条带状排列,断续分布在花岗岩中(图 1)。

矿区构造主要是北北东向产出的限子-寇半沟断裂,该断裂贯穿整个矿区,错断并位移了辽河群盖县组地层,是重要的控矿构造。

矿区石英脉广泛产出,共计 37 条之多,多呈北东东,北西西或近东西向在呈捕虏体的盖县组地层的边缘接触带部位顺层产出。其中有工业价值的含金石英脉为 1 号和 2 号脉,均产于被片麻状粗粒似斑状花岗岩所捕虏的盖县组地层中。

1 号脉是矿区主要含金石英脉,分布在捕虏体的北西西端部,断续延长 1500m,幅宽 1~5.5m,延深 300~400m。倾向北东,倾角 65°~80°。该脉出露地表,目前已采到深部九中段(33m 标高)。金品位最富部位为该脉中心的 4~7 中段(即 233~113m 标高),向深部和两侧变贫。2 号脉的生成特征与 1 号脉相似,呈陡倾斜与 1 号脉既相向倾斜又基本平行产出。但规模小,连续性差。

矿石中主要金属矿物为黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、磁黄铁矿、黄铜矿、自然金、黝铜矿,非金属矿物主要为石英。石英的形成有三期:早期为透明自形、半自形细粒石英,其中包裹体含量少;中期石英透明度差,它形粒状,沿早期石英边缘交代呈侵蚀状分布,其中含有大量云雾状、负晶形为主的包裹体群,矿体中心部位该期石



1. 第四纪 2. 辽河群盖县组 3. 燕山晚期细粒花岗岩 4. 印支期第一阶段片麻状粗粒似斑状黑云母花岗岩 5. 印支期第二阶段角闪石花岗岩 6. 石英闪长岩 7. 石英脉及编号 8. 中晚元古界混合岩

图 1 限子矿区地质略图

Fig. 1 Geological sketch of Weizi mine

英最发育;晚期为透明他形中—粗粒石英,其中包裹体以液相为主,该期石英在矿脉深部和两侧相对增加。自然金与黄铁矿和中期粗粒石英密切伴生。

## 2 矿区含金石英脉的红外光谱特征及石英脉含金性评价准则

### 2.1 研究方法简述

石英的红外光谱研究方法是根据石英的红外光谱,计算石英中水和二氧化碳的相对光密度  $D_1$  和  $D_2$ 。图谱还可以同时测出石英中的羟基缺陷和有机物,这些参数和特征是含金石英脉形成条件的标型特征。总结已知含金石英脉的标型特征,确定石英脉含金性评价准则,用以判别石英脉的含金性。

摄谱方法是将野外采集的石英样品加工成包体薄片,面积  $20 \times 15 \text{mm}^2$ ,厚度  $0.3 \sim 0.4 \text{mm}$ ,用无水酒精洗净薄片上的粘合剂,在 P-E580B 型红外分光光度计摄谱。摄谱条件:波数  $3900 \sim 2100 \text{cm}^{-1}$ ,扫描方式 4,噪音  $2.3 \text{cm}^{-1}$ 。

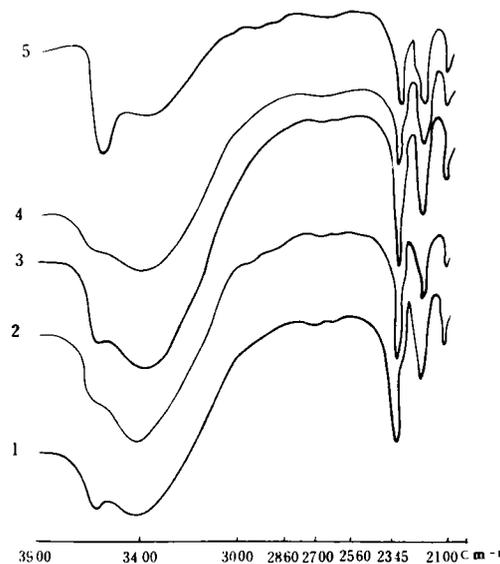
### 2.2 含金石英脉的红外图谱特征

本次研究中,对矿区 1 号和 2 号含金石英脉进行了系统分析测试。其石英样品的红外图谱如图 2 所示。图谱的最大特征是都具有  $3630 \text{cm}^{-1}$  的羟基缺陷吸收峰,在  $2345 \text{cm}^{-1}$  有较强的二氧化碳吸收峰, $3400 \text{cm}^{-1}$  有中等强度的水分子扩散峰,此外在  $2860 \sim 3000 \text{cm}^{-1}$ ,  $2560 \sim 2700 \text{cm}^{-1}$  有较弱的有机气体吸收峰。

据徐国风教授<sup>①</sup>对含金石英标型特征的研究,表明具有  $3630 \text{cm}^{-1}$ 、 $2860 \sim 3000 \text{cm}^{-1}$  吸收峰的石英含金。我们在以往大量红外光谱测试工作中,发现山东玲珑等金矿的石英样品的红外图谱较普遍地出现  $3630 \text{cm}^{-1}$  羟基缺陷吸收峰也证实了这一观点。因此,上述红外图谱特征可以认为是本矿区含金石英脉的标型特征,可作为石英脉含金性的评价准则之一。

### 2.3 含金石英脉的 $D_1$ 、 $D_2$ 及 $D_2/D_1$ 值

矿区含金石英脉的  $D_1$ 、 $D_2$  及  $D_2/D_1$  值经



注:1、2 为 2 号石英脉谱线 3、4、5 为 1 号石英脉谱线

图 2 含金石英脉的红外图谱

Fig. 2 Infrared image spectrums of auriferous veins

① 徐国风,邵洁涟. 矿物标型性研究在评价金矿床远景上的应用. 1985

过系统测试,其数据列于表 1,其频率直方图如图 3 所示。

由表 1 和图 3 可知, $D_1$  为 0.42~4.10, $D_2$  为 0.06~4.25, $D_2/D_1$  为 0.09~1.05。在频率直方图上呈明显塔式分布, $D_1$  和  $D_2$  主要集中于 1~3, $D_2/D_1$  则集中于 0.40~1.0。

表 1 含金石英脉的  $D_1$ 、 $D_2$  和  $D_2/D_1$

Table 1  $D_1$ 、 $D_2$  and  $D_2/D_1$  of auriferous quartz vein

石英脉	采样中段	标高 (m)	$D_1$		$D_2$		$D_2/D_1$		样数 (个)
			变化范围	均值	变化范围	均值	变化范围	均值	
1	地 表	369	0.42~4.10	2.06	0.22~3.08	1.60	0.52~0.92	0.78	10
	四中段	233	2.03~3.09	2.58	1.29~2.85	1.81	0.55~1.05	0.70	5
	六中段	153	1.74~3.28	2.37	1.67~2.39	2.00	0.73~0.96	0.84	6
	八中段	73	0.89~3.60	2.34	0.16~2.53	1.52	0.09~0.94	0.65	15
	九中段	33	0.63~3.96	1.99	0.06~2.23	1.37	0.10~0.97	0.69	17
2	地 表	369	1.41~3.24	2.26	1.12~4.25	2.06	0.66~0.97	0.91	7
	四中段	233	1.21~3.58	2.23	1.08~1.82	1.31	0.44~0.89	0.59	8
	六中段	153	1.82~3.32	2.32	1.12~1.49	1.34	0.44~0.77	0.58	3
	八中段	73	1.49~1.71	1.60	0.92~1.45	1.19	0.62~0.85	0.74	2
	九中段	33	1.93~2.21	2.07	0.85~1.32	1.09	0.44~0.60	0.49	4

据前苏联 438888 号专利资料<sup>①</sup>介绍, $D_1 < 0.5$  的石英属岩浆或气成产物,一般不含金; $D_1 = 0.5 \sim 1.0$  的石英是热液产物或是由热液阶段的矿化作用叠加在早期产物上形成的,通常不含金或含金较少; $D_1 > 1$  的石英乃热液产物,这种石英随着  $D_2$  的增大含金性也有规律地增加。矿区含金石英脉  $D_1$  大都大于 1,且随  $D_2$  的增大,金品位亦呈相应增高特点(表 2 所示)。因此可以认为  $D_1 \geq 1$ 、 $D_2 \geq 1$ 、 $D_2/D_1 \geq 0.4$  是本矿区含金石英脉的又一标型特征,是石英脉含金性评价的重要准则。

#### 2.4 石英脉含金性评价准则

根据上述矿区含金石英脉的红外光谱特征研究,确定石英脉含金性评价准则为:

(1) 红外图谱具有明显  $3630\text{cm}^{-1}$  羟基缺陷吸收峰、较强的  $2745\text{cm}^{-1}$  二氧化碳吸收峰、不太强的  $3400\text{cm}^{-1}$  水分子扩散峰以及  $2860 \sim 3000\text{cm}^{-1}$ 、 $2560 \sim 2700\text{cm}^{-1}$  较弱的有机气体吸收峰。

(2) 石英的  $D_1 \geq 1$ 、 $D_2 \geq 1$ 、 $D_2/D_1 \geq 0.4$ 。

如果矿区石英脉的红外光谱特征符合上述准则则是含金石英脉,否则为非含金石英脉。

① 吴传璧译. 石英脉含金性的评价方法. 地质科技动态, 1981, (17)

表 2 含金石英脉  $D_1$ 、 $D_2$  与金品位的关系Table 2 Relationship between  $D_1$ 、 $D_2$  and gold tenor of auriferous quartz vein

样号	金品位(g/t)	$D_1$	$D_2$
404	1.1	1.21	1.08
609	2.92	2.22	1.26
106	2.15	1.74	1.40
401	6.00	2.54	1.70
412	14.90	3.09	1.88

### 3 找矿前景分析

#### 3.1 含金石英脉深部成矿远景

在本次研究中,对矿区 1、2 号含金石英脉地表及四、六、八和九中段进行了系统采样分析(数据见表 1)。1 号脉不同标高  $D_1$ 、 $D_2$  及  $D_2/D_1$  值对比图和垂直变化曲线分别如图 4、图 5 所示。

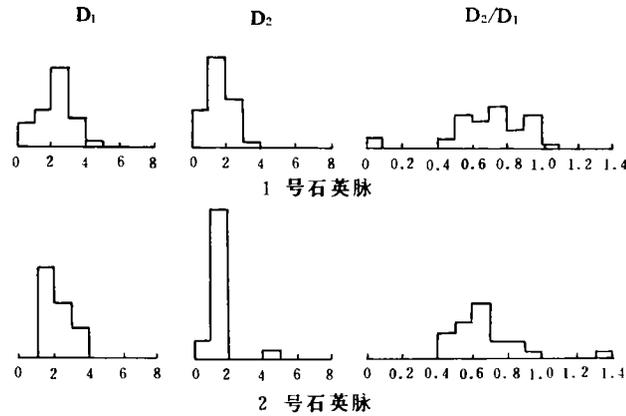
从表 1 及图 4、5 可知,矿区含金石英脉的  $D_1$ 、 $D_2$  及  $D_2/D_1$  值在金品位较高的四、六中段变化范围较窄,值较高。往深部八、九

中段值较低且变化范围较宽,特别是  $D_2/D_1$  低值增多。总的来说,含金石英脉的  $D_1$  在垂向的变化比较平稳,而  $D_2$  及  $D_2/D_1$  则略呈降低趋势。因此,含金石英脉  $D_1$ 、 $D_2$  及  $D_2/D_1$  值的空间变化特征表明,其深部仍有成矿远景,但金品位变化较大并从八中段开始渐趋贫化。

#### 3.2 石英脉含金性评价

矿区除已知 2 条含金石英脉外,还有大小 35 条尚待评价的石英脉。在本次找矿评价研究中,选择了其中 8 条石英脉进行了红外光谱分析。运用石英脉含金性评价准则对其含金性进行了评价,分析了其找矿前景。初步认为 27 和 43 号石英脉为含金石英脉,有较好的找矿前景;4、5 和 30 号石英脉为可能含金石英脉,有一定的找矿前景;21、34 和 38 号石英脉为不含金石英脉,无找矿前景。8 条石英脉均为地表取样,其红外光谱特征见表 3 和图 6。

(1)27 和 43 号石英脉:这两条石英脉的红外图谱与含金石英脉相似,3630 $\text{cm}^{-1}$ 羟基缺陷

图 3 含金石英脉  $D_1$ 、 $D_2$  及  $D_2/D_1$  频率直方图Fig. 3 Histogram showing the  $D_1$ 、 $D_2$  and  $D_2/D_1$  of auriferous quartz veins

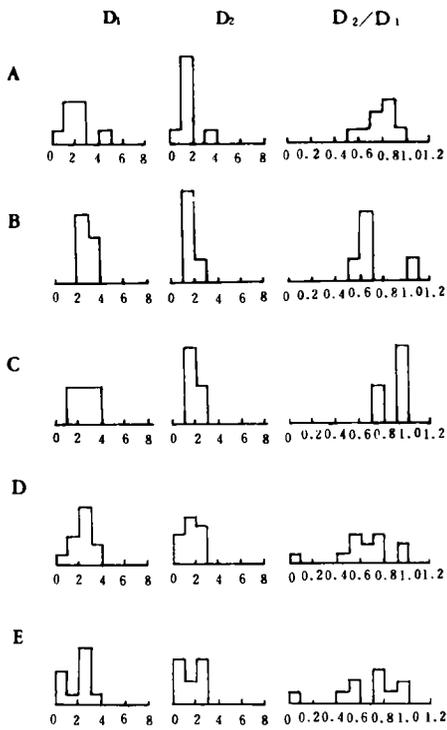


图 4 1号含金石英脉各中段  $D_1$ 、 $D_2$  及  $D_2/D_1$  频率直方图

Fig. 4 Histograms of  $D_1$ ,  $D_2$  and  $D_2/D_1$  of no. 1 auriferous quartz vein in different levels

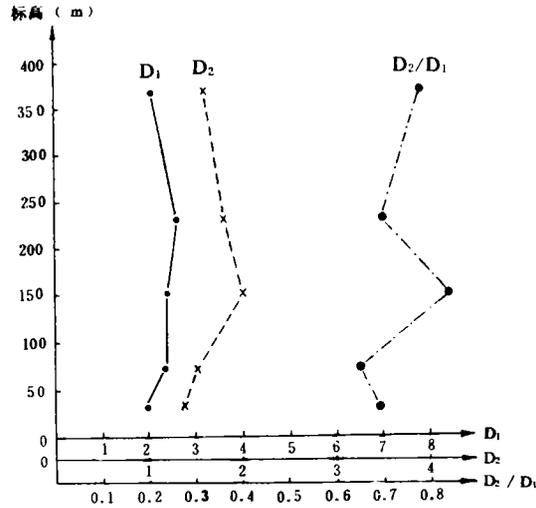


图 5 1号含金石英脉  $D_1$ 、 $D_2$  及  $D_2/D_1$  垂直变化曲线  
Fig. 5 Vertical variations of  $D_1$ ,  $D_2$  and  $D_2/D_1$  of No. 1 auriferous quartz vein

吸收峰较弱。27号脉  $D_1 > 1$ ,  $D_2$  0.28~1.55, 均值 0.91 略低于 1,  $D_2/D_1$  0.21~0.84, 均值 0.57, 大于 0.4。43号脉  $D_1 > 1$ ,  $D_2$  0.51~1.50, 均值 1.14 大于 1,  $D_2/D_1$  0.37~0.83, 均值 0.56 大于 0.4。这两条石英脉的红外光谱特征均符合含金性评价准则, 可定为含金石英脉, 有较好的找矿前景。

(2) 5、4 和 30 号石英脉: 这三条石英脉的

红外图谱与含金石英脉基本相似, 出现弱的  $3630\text{cm}^{-1}$  羟基缺陷吸收峰。5号脉  $D_1$  为 0.51~1.86, 均值 1.08, 大于 1;  $D_2$  0.1~1.04, 均值 0.43, 远低于 1;  $D_2/D_1$  0.08~0.56, 均值 0.38, 略低于 0.4。4号脉的  $D_1$  0.94~1.68, 均值 1.40, 大于 1;  $D_2$  0.17~0.81, 均值 0.43, 低于 1;  $D_2/D_1$  0.18~0.48, 均值 0.29, 低于 0.4。30号脉的  $D_1$ 、 $D_2$  及  $D_2/D_1$  与 4号脉基本一致。依据含金性评价准则可以判断这三条石英脉为可能含金石英脉, 即虽有一定的成矿可能性, 但其规模和品位都不大。

(3) 21、34 和 38 号石英脉: 21号脉的红外图谱与含金石英脉基本相似,  $D_1 > 1$ , 但  $D_2$  和  $D_2/D_1$  值分别明显低于 1 和 0.4。34 和 38 号脉的红外图谱却与含金石英脉不同, 缺少  $3630\text{cm}^{-1}$  羟基缺陷吸收峰或  $2860\sim 3000\text{cm}^{-1}$ 、 $2560\sim 2700\text{cm}^{-1}$  有机气体吸收峰。因此可以认为这三条石英脉为非含金石英脉, 没有找矿前景。

本次研究是红外光谱法在金矿普查找矿中的应用尝试, 由于工作程度有限, 对矿区石英脉

的评价仅仅是初步的,有待于进一步工作及与其它地质研究配合综合评价验证。

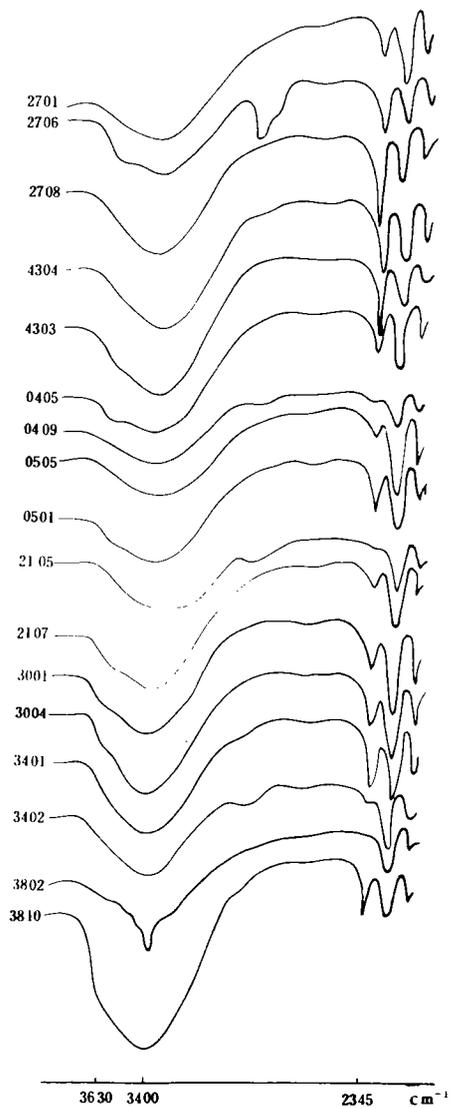


图 6 矿区八条石英脉的红外图谱

Fig. 6 Infrared image spectra of eight quartz veins

表3 矿区8条石英脉的 $D_1$ 、 $D_2$ 和 $D_2/D_1$   
Table 3  $D_1$   $D_2$  and  $D_1/D_2$  of eight quartz veins

石英脉号	样品数	$D_1$		$D_2$		$D_2/D_1$	
		变化范围	均值	变化范围	均值	变化范围	均值
27	9	1.13~1.84	1.53	0.28~1.55	0.91	0.21~0.84	0.57
43	3	1.23~2.88	2.09	0.51~1.50	1.14	0.37~0.83	0.56
5	9	0.51~1.86	1.08	0.10~1.04	0.43	0.08~0.56	0.38
4	6	0.94~1.68	1.40	0.17~0.81	0.43	0.18~0.48	0.29
30	6	1.08~1.82	1.47	0.20~0.77	0.42	0.16~0.47	0.27
21	10	0.71~3.25	1.55	0~0.40	0.20	0~0.27	0.16
34	2	1.24~1.46	1.35	0.20~0.70	0.43	0.16~0.47	0.33
38	7	2.16~3.17	2.69	0	0	0	0
		5.93~6.62	6.28	1.49~2.53	2.01	0.25~0.38	0.32

## 4 结语

- (1)建立了矿区石英脉含金性评价准则;
- (2)1和2号含金石英脉深部有成矿远景;
- (3)27和43号石英脉为含金石英脉,有较好的找矿前景。

致谢:本文在成文过程中,得到了李爱玲工程师的大力帮助,在此谨表谢意。

## 参考文献

- 1 姜元生,等.应用红外吸收光谱法研究石英脉的含矿性.矿产地质动态,1985,(3)

# GOLD-BEARING EVALUATION OF INFRARED SPECTRA AND ITS PROSPECT IN SEARCH FOR GOLD ORE IN WEIZI, SOUTH LIAONING PROVINCE

*Shen Shaohua      Lou Yuansheng*

*(Beijing Institute of Ore Resources Geology OF CNMGC)*

## Abstract

Quartz is a major carrier of gold in quartz vein deposit. The gold content of quartz vein relates closely with the relative light density  $D_1$ ,  $D_2$  of  $H_2O$ ,  $CO_2$  in quartz inclusion. By using infrared spectrometry the standard characteristics of auriferous quartz vein is studied, the evaluation principles on the gold-bearing property of quartz vein are determined. It can not only help ascertain metallogenic potential of gold-bearing quartz vein, but also differentiate the auriferous from non-auriferous quartz vein thus decrease chemical analysis and improve the gold-searching effect. Infrared spectrometry is one of the effective gold-searching means in general-investigation and exploration.