

广西岑溪“金砂玉”的宝石学特征及矿物组成

余水莲, 刘迎新, 余晓艳

(中国地质大学 珠宝学院, 北京 100083)

摘要:“金砂玉”是近年来珠宝市场上新出现的玉石, 本文利用偏光显微镜、电子探针、X 射线粉晶衍射仪以及红外光谱仪等对其常规宝石学、矿物学及谱学特征进行了研究。结果表明:“金砂玉”具他形微粒-细粒不等粒变晶-多边形结构, 片麻状构造; 主要矿物组成为石英、白云母, 部分样品含有少量石膏或磁铁矿; 石英含量大于 97.9%, 白云母含量小于 2.1%, 石英的结晶度极高; 初步断定, 岑溪“金砂玉”是一种红色东陵石。

关键词:金砂玉, 结构构造, 化学成分, 矿物组成, 谱学特征

中图分类号: P574; P575

文献标识码: A

文章编号: 1000-6524(2014)S0-0101-05

Gemological characteristics and mineral components of Jinshayu Jade from Cenxi, Guangxi

YU Shui-lian, LIU Ying-xin and YU Xiao-yan

(School of Gemology, China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

Abstract: A new kind of Jade named Jinshayu Jade has appeared in the gem market in recent years. The gemological, mineralogical and spectral characteristics of Jinshayu Jade samples were studied by using the polarizing microscope, electron probe microanalyzer (EPMA), X-ray powder diffraction (XRD) and Fourier transform infrared spectrometer (FTIR). The results show that the Jinshayu Jade, which contains quartzs, muscovites, and a small amount of gypsums or magnetites, is of allotriomorphic micrograined-fine grained heterogranular crystalloblastic texture and gneissic structure. The quartz content is up to 97.9%, while the muscovite content is less than 2.1%. The quartz in the samples has a high crystallinity index. Therefore, it is initially held that the Jinshayu Jade from Cenxi can be classified as a kind of red aventurine quartz.

Key words: Jinshayu Jade; structure; chemical composition; mineral components; spectral characteristics

近年来在珠宝市场上出现名为“金砂玉”的玉石, 产于广西岑溪黄河流域。因为石体内有星光点点的微粒, 广受人们喜爱。成色好的“金砂玉”被雕刻成各式各样的雕件, 有较强的玉质感。本文选取了 3 块典型的岑溪“金砂玉”样品, 进行了宝石学特征、矿物成分、化学成分等方面的研究。

1 样品与测试

广西岑溪“金砂玉”颜色丰富, 黄色最为常见, 还有红色、棕色、白色、褐色等多种颜色。图 1 为本文选取的样品, 样品中白色、褐红色并存, 颜色出现分

收稿日期: 2013-07-22; 修订日期: 2013-12-10

基金项目: 中央高校基本科研业务费预研项目(2652013302); 高等学校博士学科点专项科研基金新教师类课题(20120022120015)

作者简介: 余水莲(1988-), 女, 硕士研究生在读, 宝石学专业, chyshuilian@126.com; 通讯作者: 刘迎新, liuyingxin@cugb.edu.cn。



图1 “金砂玉”样品图

Fig. 1 Samples of Jinshayu jade

a—JS-1 样品(褐色条带, 宽度 11.0 cm); b—JS-2 样品(颜色分带, 宽度 11.2 cm); c—JS-3 样品(宽度 5.7 cm)

a—sample JS-1 (brown bands, width 11.0 cm); b—sample JS-2 (color zoning, width 11.2 cm); c—sample JS-3 (width 5.7 cm)

层分带(图 1a、1b), 半透明至微透明, 密度为 $2.64 \sim 2.66 \text{ g/cm}^3$, 折射率为 1.54(点测), 硬度为 6~6.5, 具有砂金效应, 在紫外灯下表现为荧光惰性。

电子探针测试在中国地质大学(北京)地学实验中心, 仪器型号为 EPMA-1600, 加速电压 15 kV, 工作电流 10 nA, 依据方法为电子探针定量分析方法通则 GB/T 15074-2008。X 射线粉晶衍射实验在北京北达燕园微构分析测试中心进行, 仪器型号为 Dmax12 kW, Cu 靶(1.5418 \AA), 管电压 40 kV, 管电流 100 mA, 采用石墨弯晶单色器, 扫描速度 $8^\circ/\text{min}$, 采数步宽 0.02° , 环境温度 21°C , 湿度 13%。傅立叶变换红外光谱实验在中国地质大学(北京)宝石实验室进行, 仪器型号为德国布鲁克 VECTOR33, 电压 220 V, 样品和背景扫描时间为 32 scans, 分辨率 16 cm^{-1} , 光阑设置 6 mm, 扫描速度 10 kHz, 测试范围 $4000 \sim 400 \text{ cm}^{-1}$ 。

2 显微特征

在偏光显微镜下, 可观察到样品薄片中含有大量的石英、少量的白云母以及暗色未知矿物(图 2), 其中石英含量占 97% 以上, 白云母与暗色矿物含量小于 3%; 样品呈他形微粒-细粒不等粒变晶-多边形结构, 含有断续定向的白云母, 呈片麻状构造; JS-1、JS-3 样品中相邻石英晶面之间的面间角近似为 120° , 可见 JS-1、JS-3 内晶体快达到最低表面能状态(路凤香等, 2002), 而 JS-2 还需要一定的晶体生长才能达到最稳定状态。3 个样品都存在亚颗粒结构, 其中 JS-2 的亚颗粒相对较小较多, 与附近的石英颗粒大小差异很大, 颗粒之间还存在一些未重结晶的胶结物, 可见“金砂玉”经过变质重结晶作用, 且 JS-2 样品的变质重结晶作用最不彻底。JS-2 的粒度不均

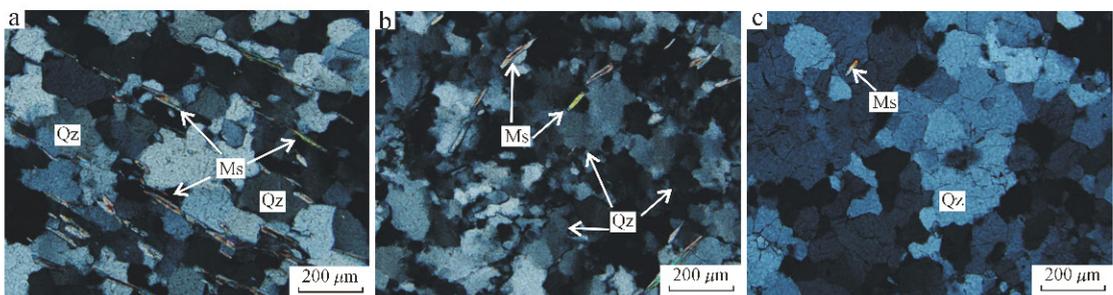


图2 “金砂玉”的显微镜下照片(正交偏光)

Fig. 2 Orthogonal polarizing microscope images of Jinshayu jade)

a—JS-1 样品; b—JS-2 样品; c—JS-3 样品; Qz—石英; Ms—云母

a—sample JS-1; b—sample JS-2; c—sample JS-3; Qz—quartz; Ms—muscovite

匀,颗粒间接触面不平直,导致 JS-2 的透光度明显低于 JS-3。

变质岩中含 H₂O 矿物(云母、角闪石等)、碳酸盐矿物以及这些矿物包裹体的存在,是变质作用过程中存在流体相的直接证据(路凤香等, 2002)。而“金砂玉”中存在白云母,说明其变质作用过程中存在流体相。

3 “金砂玉”的矿物学特征

3.1 电子探针测试

图 3 为电子探针取点位置。经测试得出 a、b 点为磁铁矿, c 点为白云母,详细的测试结果见表 1。

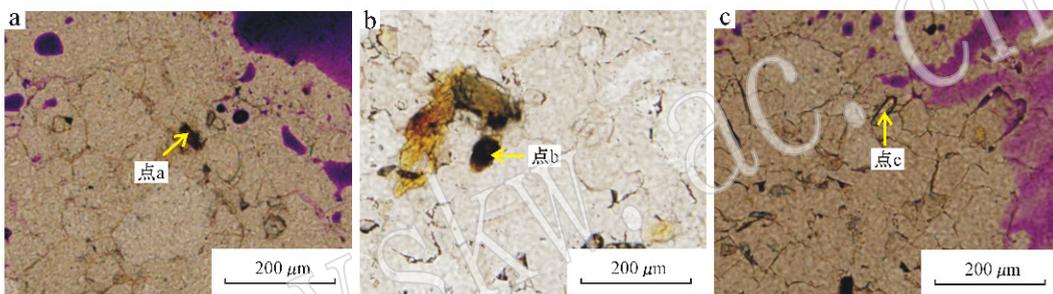


图 3 电子探针取点位置

Fig. 3 The test position of EPMA

表 1 “金砂玉”的电子探针测试结果 $w_B/\%$

Table 1 EPMA analyses of Jinshayu jade

编号	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Total
a	3.72	0.00	6.05	82.90	0.00	0.00	0.00	92.67
b	5.25	0.00	0.00	87.25	0.00	0.00	0.00	92.50
c	48.19	0.30	34.31	0.30	0.77	0.70	10.26	94.82

利用 JCPDS 卡片(石英 83-0539、白云母 07-0032、石膏 70-0984)对实验数据进行指标化(图 4),可知“金砂玉”中石英含量最多,白云母次之。石英的主要衍射峰 2θ 范围为 $20^\circ \sim 70^\circ$,其中 $2\theta = 26.58^\circ$ 有 1 个极强的衍射峰, $d = 3.3535 \text{ \AA}$,由(101)面网衍射产生,此峰与白云母(024)面网的衍射峰重叠,但该处白云母的衍射峰强度很小。

3.2.1 石英结晶度计算

石英的结晶度与 $d(212) = 1.3844 \text{ \AA}$ 处的衍射峰有关,该处对应的 $K\alpha_2$ 衍射峰 $d = 1.3807 \text{ \AA}$ ($2\theta = 67.88^\circ$)。峰形越敏锐越完整,石英的结晶度越高,相反,峰形越弥散,石英的结晶度越低(何明

跃,1994)。由图 5 可见,五指峰峰形敏锐完整,且衍射峰的半高宽 2θ 范围在 $0.1^\circ \sim 0.2^\circ$ 左右,初步推断

3.2 X 射线粉晶衍射分析

对 JS-3 样品粉末进行了定性分析,JS-1、JS-2 样品粉末进行了物相扫描。JS-3 样品的定性分析结果显示其矿物组成有大量石英以及微量的白云母与极少的石膏。3 个样品的主要衍射峰一致(图 4),推测 JS-1、JS-2 由大量的石英、微量的白云母组成。图中各个峰位的数值为该衍射角处对应的 d 值($d = \lambda / 2\sin\theta$)(廖立兵等, 2008)。

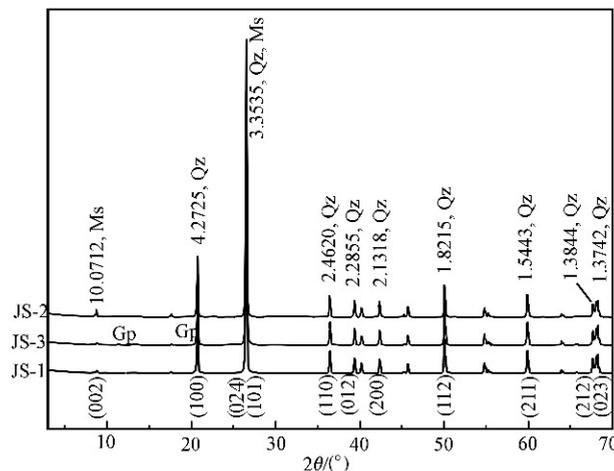


图 4 “金砂玉”的 X 射线衍射对比图及其指标化

Fig. 4 XRD pattern and its indexed pattern of Jinshayu jade

Qz—石英; Ms—云母; Gp—石膏

Qz—quartz; Ms—muscovite; Gp—gypsum

“金砂玉”内石英的结晶度较高。根据结晶度指数公式 $CI = 10 \cdot F \cdot a/b$ 计算样品的结晶度指数,其中 CI 为结晶度指数(一般把人工水晶的 CI 值定为 10), F 为比例因子(Murata and Norman, 1976)。本文选取无色透明内部基本无包裹体的水晶做标准样品(扫描速度为 $0.25^\circ/\text{min}$,测得 $F = 1.423$)。

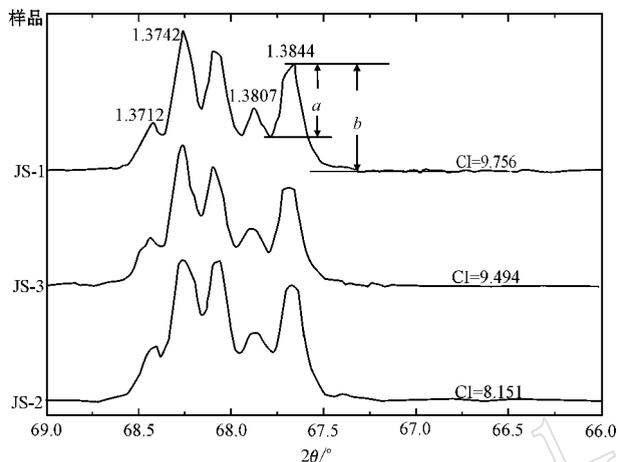


图 5 “金砂玉”样品的五指衍射峰

Fig. 5 Diffraction patterns of Jinshayu jade's quintuplet

由计算的结晶度指数 CI (图 5)可知“金砂玉”中石英的结晶度极高,范围在 $8.1 \sim 9.8$ 。前文得知“金砂玉”经过变质重结晶作用,因此石英结晶度较高,验证了 Murata 和 Norman(1976)的观点,即经过变质或重结晶作用的石英结晶度较高。JS-2 样品的结晶度指数最小,与本文中偏光显微镜下观察得到的 JS-2 样品的变质重结晶作用最不彻底的观点一致。

3.2.2 相比例

利用 GSAS-EXPGUI 软件对 3 个衍射图谱进行全谱拟合,图 6 为 JS-3 的拟合结果,“+”代表实测的 X 射线衍射数据,实线代表拟合之后的图谱,最下方的曲线为差值曲线,拟合的图谱与差值曲线之间的小短线为各个晶相的布拉格衍射标准峰位。图中的 3 种物相依次为石膏、白云母、石英。详细的精修结果及各物相的含量见表 2。

由表可得,石英的含量高达 97.9% 以上,白云母含量小于 2.1%,JS-1、JS-2 含特别少的石膏甚至不含石膏。

3.3 红外光谱测试

“金砂玉”样品红外光谱图谱基本相似(图 7),在指纹区($1330 \sim 400 \text{ cm}^{-1}$)存在特征吸收峰

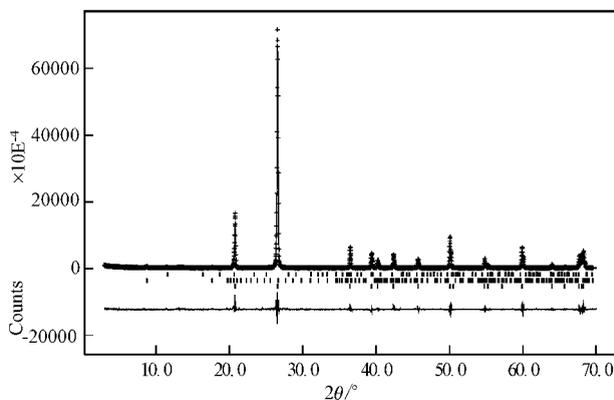


图 6 JS-3 样品的 XRD 精修图谱

Fig. 6 Observed (shown as crosses), calculated (solid lines) and difference (solid lines) XRD pattern of JS-3. Tick marks indicate the calculated positions of peaks

表 2 XRD 拟合可信度因子及各物相的含量

Table 2 XRD fitting results and phases content

样品编号	χ^2	wR_p	R_p	$w_i/\%$		
				石英	白云母	石膏
JS-1	30.64	22.83	16.47	99.218	0.782	
JS-2	32.67	31.62	16.92	97.907	2.093	
JS-3	30.08	22.60	16.26	98.933	0.681	0.385

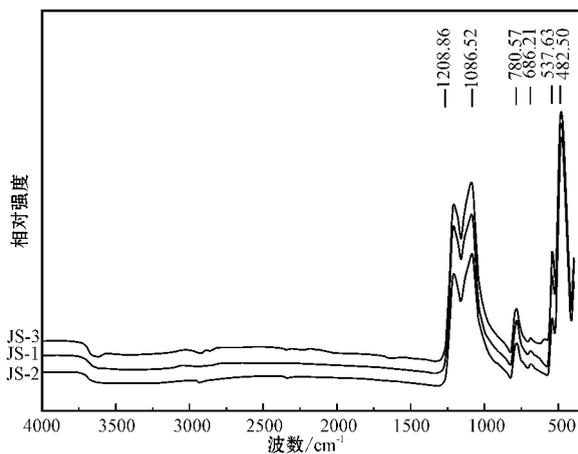


图 7 “金砂玉”的红外光谱对比图

Fig. 7 IR reflectance comparison spectrum of Jinshayu jade

$1208.86, 1086.52, 780.57, 686.21, 537.63, 482.50 \text{ cm}^{-1}$ 。其中 $1208.86, 1086.52 \text{ cm}^{-1}$ 为非对称的 $\text{Si}-\text{O}-\text{Si}$ 和 $\text{Si}-\text{O}-\text{Al}$ 伸缩振动原因所致, $550 \sim 800 \text{ cm}^{-1}$ 之间出现多个中等强度的谱带, $780.57, 686.21 \text{ cm}^{-1}$ 为 $\text{Si}-\text{O}-\text{Si}$ 伸缩振动导致, $537.63, 482.50 \text{ cm}^{-1}$ 为 $\text{O}-\text{Si}-\text{O}$ 弯曲振动所致(法默等,

1982)。与石英的标准红外吸收谱(曹颖春,1982)对比可知,这几处的吸收峰与石英的红外吸收峰吻合较好,且吸收较强,可见石英含量很高。

4 结论

通过以上研究,得出以下结论:

(1)岑溪“金砂玉”矿物组成为石英(含量大于97.9%)白云母(含量小于2.1%),部分样品还含有石膏或磁铁矿,具他形微粒-细粒不等粒变晶-多边形结构,片麻状构造。

(2)“金砂玉”形成过程中经过变质重结晶作用,且变质作用过程中存在流体相。

(3)“金砂玉”中石英的结晶度极高,范围在8.1~9.8。

(4)“金砂玉”是一种具有砂金效应的石英岩,选取的样品呈褐红色,因此判断其为红色东陵石。

References

Cao Yingchun. 1982. Infrared Spectrums of Minerals[M]. Liaoning: Liaoning Geological Bureau Center Lab(in Chinese).

Fa Mo, Ying Yupu, Wang Shousong, et al. 1982. IR Spectrum of Minerals[M]. Beijing: Science Press, 289~303(in Chinese).

He Mingyue. 1994. Quartz' crystallinity index and its typomorphic significance[J]. Minerals and Rocks, 14(3): 23~28(in Chinese).

Liao Libing and Li Guowu. 2008. The Methods and Applications of XRF[M]. Beijing: Geological Publishing House, 40~42(in Chinese).

Lu Fengxiang and Sang Longkang. 2002. Petrology[M]. Beijing: Geological Publishing House, 252~308(in Chinese).

Murata K J and Norman M B. 1976. An index of crystallinity for quartz [J]. American Journal of Science, 276(9): 1120~1130.

附中文参考文献

曹颖春. 1982. 矿物红外光谱图谱[M]. 辽宁: 辽宁地质局中心实验室.

法默, 应育浦, 汪寿松, 等. 1982. 矿物的红外光谱[M]. 北京: 科学出版社, 289~303.

何明跃. 1994. 石英的结晶度指数及其标型意义[J]. 矿物岩石, 14(3): 23~28.

廖立兵, 李国武. 2008. X射线衍射方法与应用[M]. 北京: 地质出版社, 40~42.

路凤香, 桑隆康. 2002. 岩石学[M]. 北京: 地质出版社, 252~308.