

石英岩玉(“独龙玉”)的宝石学及光谱特征

余炼钢

(德宏师范高等专科学校, 云南 德宏 678400)

摘要:近年来,云南省龙陵珠宝市场出现一种商家声称“独龙玉”的新兴玉石,因产出量少且面市晚,开发前景可期,但目前尚无相关的宝石学及光谱学特征的研究报道。利用常规宝石学仪器、偏光显微镜、X射线粉末衍射仪、红外光谱仪、拉曼光谱仪、X射线荧光光谱仪、紫外-可见光纤光谱仪等方法对其进行详细的测试分析。结果表明,“独龙玉”主要矿物组成为 α -石英和绢云母,石英具细一中粒变晶结构,粒径为0.1~1.4 mm,以小于1 mm的细粒为主,含量高于90%;绢云母具显微鳞片状结构,重结晶特征显著,云母片晶长度最小为0.01~0.02 mm,最大为0.10~0.15 mm,含量为5%~10%,偶尔出现砂粒状锆石包裹体。X射线粉末衍射分析显示含有极少量的碳酸盐类副矿物,包括方解石 CaCO_3 、球霏石 CaCO_3 、碳钙钾石 $\text{K}_2\text{Ca}(\text{CO}_3)_2$ 。X射线荧光光谱及紫外-可见光谱测试表明,其体色由石英晶粒间呈游丝状、鳞片状的绿色绢云母引起,绢云母由Cr、Fe致色, Cr^{3+} 离子中的 $^4\text{A}_2 \rightarrow ^4\text{T}_2$ 能级跃迁吸收致630 nm处宽吸收带, Cr^{3+} 离子的 $^4\text{A}_2 \rightarrow ^4\text{T}_1$ 能级跃迁吸收及 $\text{Fe}^{2+}-\text{Fe}^{3+}$ 离子对间的电荷迁移吸收联合致450 nm处宽吸收带,绿色调深浅与Cr、Fe含量具正相关性。红外透射光谱测试结果显示,2 853、2 924、2 956 cm^{-1} 处有强锐吸收峰,以及拉曼光谱显示强的拉曼荧光背景,均证实样品含少量石蜡,不含树脂胶。依据国标GB/T16552-2017《珠宝玉石 名称》,该“独龙玉”应定名为石英岩玉,可备注商贸名称:独龙玉或东陵石。

关键词:“独龙玉”;石英岩玉;宝石学特征;光谱特征;颜色成因

中图分类号: TS93

文献标识码: A

文章编号: 2096-9120(2022)03-0020-11

DOI: 10.15964/j.cnki.027jgg.2022.03.003

Gemmological and Spectral Characteristics of Quartzite (“Dulong Yu”)

YU Liangang

(The Dehong Teachers' Technical College, Dehong 678400, China)

Abstract: In recent years, a new kind of jade named “Dulong Yu” has emerged in the jewelry market of Longling County, Yunnan Province. Due to the low production and late market entry, the market prospect is promising. However, there have been no academic research report on the gemmological and spectral characteristics of this gemstone. In this paper, the

收稿日期:2021-10-28

基金项目:2021年云南省教育厅科学研究基金项目(2021JJ1166)

作者简介:余炼钢(1980—),男,副教授,CGC,主要从事宝石矿物学教学及研究工作。

conventional gemmological instruments, polarizing microscope, X-ray powder diffractometer, infrared spectrometer, Raman spectrometer, X-ray fluorescence spectrometer, UV-visible fiber spectrometer were used to carry out detailed testing and analysis. The results showed that the main mineral components of the samples are α -quartz and sericite. The quartz has fine to medium grain crystallized structure, and the particle size is 0.1–1.4 mm, and the content is more than 90%. Sericite has microscopic scaly structure and remarkable recrystallization characteristics. The length of mica crystal is from 0.01–0.02 mm to 0.10–0.15 mm, and the content of mica crystal is 5%–10%. Occasionally, granulation zircon inclusions appear. X-ray powder diffraction analysis showed that it contained very small amounts of carbonate accessory minerals, including calcite, vaterite and fairchildite. X-ray fluorescence spectra and UV-Vis spectra showed that the body colour was caused by green sericite with filamentous and scales between quartz grains. Sericite was colored by Cr and Fe, and the absorption of $^4A_2 \rightarrow ^4T_2$ energy level transition in Cr^{3+} ions resulted in a 630 nm wide absorption band. The $^4A_2 \rightarrow ^4T_1$ energy level transition absorption of Cr^{3+} ions and the charge transfer absorption between $Fe^{2+} - Fe^{3+}$ ion pairs combined to produce a 450 nm wide absorption band. And there is a positive correlation between the green depth and the content of element Cr and Fe. Infrared transmission spectra showed strong sharp absorption peaks at 2 853, 2 924, 2 956 cm^{-1} , and Raman spectra showed strong fluorescence background, which confirmed that the sample contained a small amount of paraffin and no resin glue. According to GB/T 16552–2017 *Gems-Nomenclature*, it should be named “Quartzite jade”, and can be noted the market name “Dulong Yu” or “Aventurine quartz”.

Key words: “Dulong Yu”; quartzite jade; gemmological characteristic; spectroscopic characteristic; cause of colour

石英在地壳中分布极为广泛,是许多火成岩、沉积岩和变质岩的主要造岩矿物。自然界中石英除水晶外,还以多晶集合体形式产出很多色彩绚丽、特色各异的石英质玉,包括显晶质的石英岩玉,隐晶质的玛瑙、玉髓、碧石,以及具特殊交代假象结构的木变石、硅化木及硅化珊瑚等^[1]。近年来,国内外陆续有新型石英质矿床的发现报道,也助推了石英质玉的市场价值及商业效应。近期,云南龙陵黄龙玉市场出现了一种商名为“独龙玉”的新兴石英质玉石,多加工成如意、佛、戒面及珠形手串等小型雕件出售。外观上其颜色为均匀绿色,透光下肉眼可见粒状结构及晶粒间呈游丝状分布的绿色物质,类似早期翡翠仿冒品“马来玉”(染绿色石英岩)的丝瓜瓤状构造。经与商家交流得知,该玉石产自云南怒江州滇缅边境贡山县,因与独龙族文化结合紧密及地方政府的开发宣传而得名“独龙玉”。由于矿床地处偏远山区,采

掘难度较大,相比黄龙玉、南红玛瑙等面市晚、产量少,尚未引起业界广泛关注,亦无相关的宝石学及谱学研究报道。拟运用常规宝石学测试、岩矿薄片鉴定及多种大型测试仪器等方法对其宝石学特征、物相组成、谱学特征进行研究,并探讨其颜色成因,为此类新兴玉石的鉴定、评价、标识定名、宣传推广及后续研究提供科学依据。

1 样品及测试方法

1.1 基本特征

样品(图1)为4块颜色具代表性的“独龙玉”雕件样品,样品号DLY-1~DLY-4,自然光下分别呈浅绿色、绿色、深绿色、蓝绿色,均来自云南龙陵黄龙玉市场。样品外观上呈半透明—微透明,玻璃—油脂光泽,整体颜色饱和均匀。



图 1 “独龙玉”样品
Fig. 1 “Dulong Yu” samples

1.2 测试方法

红外光谱测试采用 Nicolet IS10 型红外光谱仪,测试条件:扫描范围 400~4 000 cm^{-1} ,背景扫描 32 次,扫描次数 32 次,分辨率 4 cm^{-1} ,对样品进行红外反射法及透射法测试,测试在德宏师专珠宝实验室完成。

拉曼光谱测试采用 BWS415-785H-GR 型珠宝拉曼光谱仪。测试条件:激光波长 785 nm,积分时间 30 s,叠加次数 2 次,狭缝宽度 10 μm ;激光功率 365 MW(衰减率 80%),测试范围 150~2 000 cm^{-1} ,测试在德宏师专珠宝实验室完成。

矿物组成分析采用布鲁克 D8 VENTURE X 射线衍射仪,测试条件:Cu 靶、Pa 滤波,管电压 40 kV、管电流 200 mA,扫描步长 0.02°,测试在云南大学现代分析测试中心完成。

化学成分分析采用 Quant’X 型 X 射线荧光光谱仪,测试条件:硅漂移探头(SDD),电制冷,室温下,准直器 2.0 mm,真空 Vacuum 气氛,测试时间 100 s,测试在德宏师专珠宝实验室完成。

紫外-可见光谱测试采用飞博尔公司 UV5000 型紫外-可见光纤光谱仪,测试条件:分辨率 1 nm,积分时间 300 ms,平均次数 90 次,波长范围 210~1 060 nm,测试在德宏师专珠宝实验室完成。此外,岩矿偏光薄片磨制及鉴定由昆

明科盛岩矿测试技术服务有限公司完成。

2 测试结果与分析

2.1 常规宝石学特征

运用常规仪器对样品进行测试,测试结果如表 1,折射率为 1.54(点测),采用静水称重法测量密度 3 次,取平均值为 2.633~2.645 g/cm^3 ,滤色镜下观察呈赭红色,显微镜下透光观察可见清晰的粒状结构,样品 DLY-1、DLY-2、DLY-4 晶粒较粗大,半透明,可见大量游丝状绿色物质围绕无色晶粒形成丝瓜瓢状(图 2a、图 2b、图 2d),与染色石英岩(“马来玉”)的镜下特征较为相似,用蘸有丙酮的棉签擦拭并无掉色现象,分光镜观察亦未见人工铬盐的吸收光谱(中红区宽吸收带)。样品 DLY-3 结构相对更细密,呈微透明,除晶粒间的绿色物质外,还有少量弥散状分布的黑点状包体(图 2c)。反光下样品表面均呈现大量砂眼及密集网纹(图 2e、图 2f),疑似强酸浸蚀的特征,可能经过充填处理。长波紫外光下,样品呈微弱的暗绿色荧光。初步判断该类样品符合石英质玉的基本特征,游丝状绿色物质是呈色的主要原因,待进一步测试分析。

表 1 “独龙玉”样品的常规宝石学特征

Table 1 Conventional gemmological characteristics of “Dulong Yu” samples

样品号	尺寸 /cm	颜色	光泽	透明度	折射率 (点测)	密度 /g·cm ⁻³	紫外 荧光	滤色镜 下反应	宝石显微镜下特征
DLY-1	4.0× 1.8× 1.4	浅绿色	油脂—玻 璃光泽	半透明	1.54	2.633	无—弱 暗绿色 荧光	较浅的 赭红色	粗粒结构,游丝状绿色物质,表面有砂眼、密集网纹
DLY-2	3.8× 2.2× 1.0	绿色	油脂—玻 璃光泽	半透明	1.54	2.645	无—弱 暗绿色 荧光	较明显 的赭红 色	粗粒结构,游丝状绿色物质,表面有砂眼、密集网纹
DLY-3	5.2× 1.9× 1.3	深绿色	油脂—玻 璃光泽	微透明	1.54	2.638	无—弱 暗绿色 荧光	明显的 赭红色	细粒结构,细粒状、游丝状绿色物质,黑、褐色点状包体,表面有砂眼、密集网纹
DLY-4	1.3× 1.1× 1.0	蓝绿色	油脂—玻 璃光泽	半透明	1.54	2.643	无—弱 暗绿色 荧光	明显的 赭红色	粗粒结构,游丝状绿色物质,少量褐色点状包体,表面有砂眼、密集网纹、开放裂隙

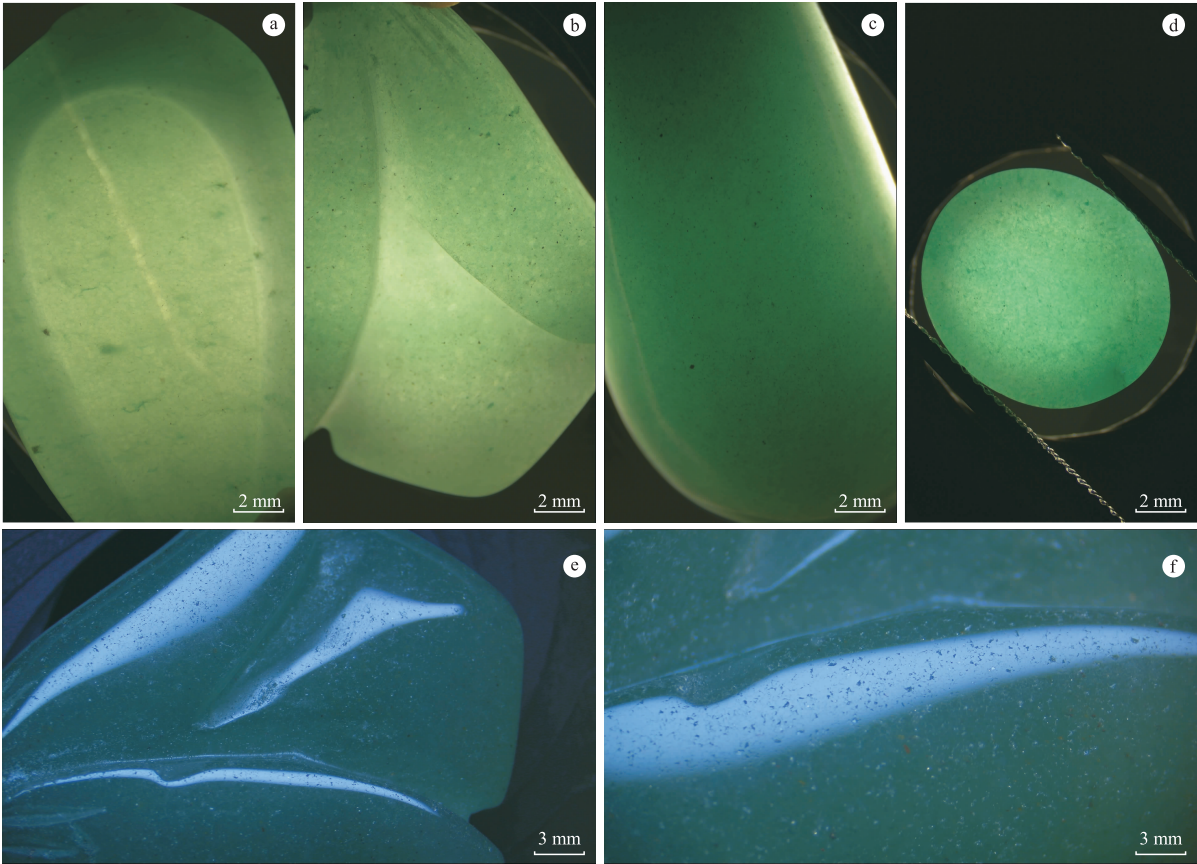


图 2 样品 DLY-1~DLY-4 透射光下显微特征(a—d)以及样品 DLY-2、DLY-3 反射光下显微特征(e,f)

Fig. 2 Microscopic characteristics of sample DLY-1—DLY-4 under transmitted light(a—d) and sample DLY-2—DLY-3 under reflected light(e,f)

2.2 偏光显微镜下特征

将样品 DLY-2、DLY-3 制成矿物光薄片,在偏光显微镜下观察其矿物组成及结构特征(图 3)。正交偏光条件下,显示主要矿物为石英,含量在 90%以上,次要矿物为绢云母(即细小的鳞片状白云母),含量为 5%~10%。石英呈无色、透明,具细一中粒变晶结构,晶粒彼此紧密镶嵌,粒径为 0.1~1.4 mm,以小于 1 mm 的细粒为主,大于 1 mm 的中粒较少,正低突起,Ⅰ级淡黄干涉色,一轴晶正光性;绢云母为淡绿色、细小鳞片状,沿石英晶粒边缘及间隙均匀分布,具显微鳞片状结构,云母片晶长度最小为 0.01~0.02 mm,最大为 0.10~0.15 mm,正低突起,具蓝色、绿色、黄色、橙色、红色交织形成的鲜艳绚丽的干涉色,最

高干涉色为Ⅱ级红,平行消光,晶体延长方向与 Ng 一致,具正延性;此外有极少的副矿物锆石,呈淡褐色,半自形短柱状,正高突起,Ⅱ级红干涉色,一轴晶正光性,仅在样品 DLY-2 中出现 3 粒,以细砂粒状包裹于石英晶粒中。从偏光显微镜下特征推测,样品原岩可能为沉积作用形成的纯石英砂岩,后期被少量泥质充填而成,泥质充填物也是次生矿物绢云母的物质来源,绢云母呈细小的鳞片状,受区域性变质作用其重结晶特征显著,与石英原岩形成显微鳞片细一中粒变晶结构。镜下观察到的绚丽干涉色是绢云母的典型识别特征,也反映其鳞片方位的无定向性。综合偏光薄片特征及显微镜下特征可知,样品中绿色游丝状、鳞片状物质即为绢云母^[2]。

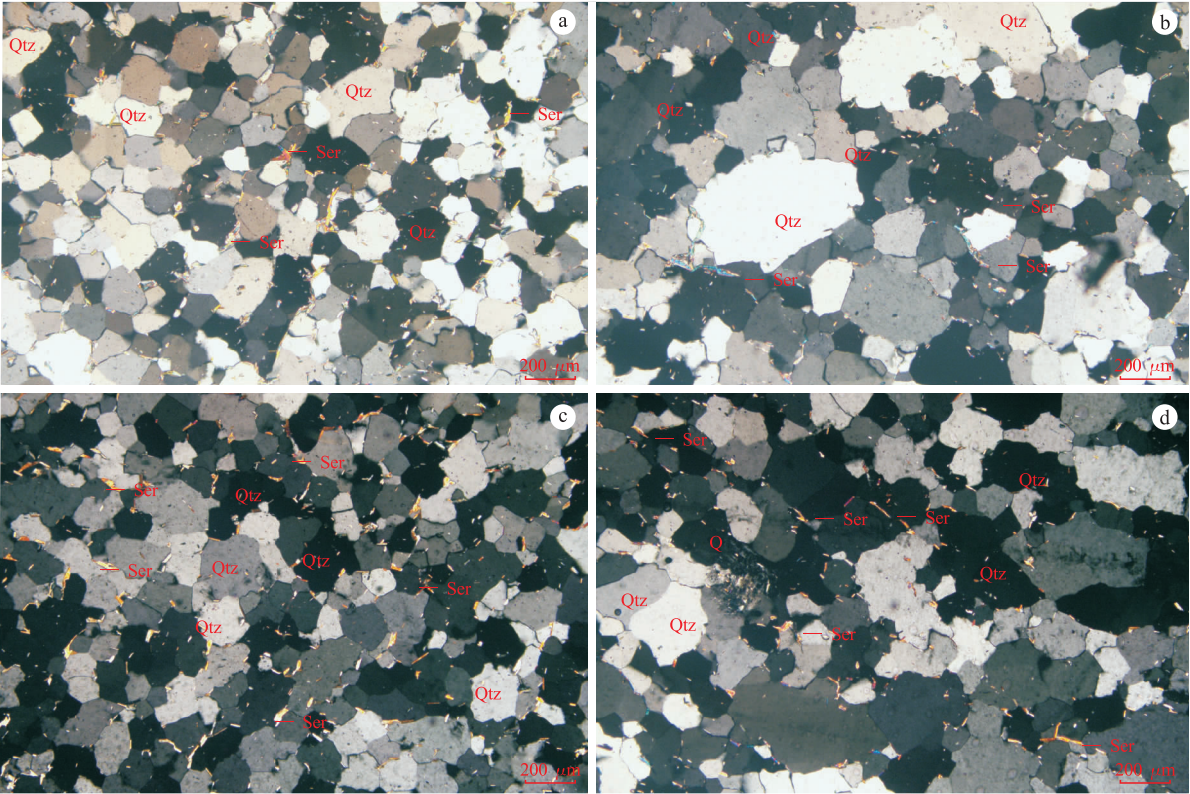


图 3 样品在正交偏光显微镜下特征:样品 DLY-2(a,b)、DLY-3(c,d)均显示大量粒状变晶石英及少量显微鳞片状绢云母,具显微鳞片细一中粒变晶结构

Fig. 3 The characteristics of samples under orthogonal polarized light microscope: Sample DLY-2 (a,b) and DLY-3 (c,d) show microscale fine-medium-grain crystallized structure, with a large amount of grain allocrystalline quartz and a small amount of microscopic scaly sericite
Qtz—石英;Ser—绢云母

2.3 X 射线粉末衍射分析

取样品 DLY-2、DLY-3 的粉末进行 X 射线粉末衍射测试,结果(图 4、图 5,表 2、表 3)显示,晶面间距 $d=4.266\ 6$ 、 $3.348\ 4$ 、 $1.816\ 5$ 、 $1.541\ 5$ 、 $2.282\ 8\ \text{\AA}$ 等处出现强锐衍射峰,与石英特征峰(PDF:85-0796)一致,表明主要矿物为石英。晶面间距 $d=2.969\ 8$ 、 $2.560\ 2$ 、

$2.458\ 3$ 、 $2.238\ 1\ \text{\AA}$ 处的弱衍射峰与白云母(PDF:74-2428)一致,表明含少量白云母(绢云母)。此外,在样品 DLY-3 中还检测到微量的碳酸盐类物质,包括方解石 Calcite($d=2.093\ 4$,对应 PDF:86-2336)、球霏石 Vaterite($d=5.011\ 5$ 、 $2.568\ 6$ 、 $1.287\ 4$,对应 PDF:72-1616)、碳钙钾石 Fairchildite($d=3.208\ 3$ 、

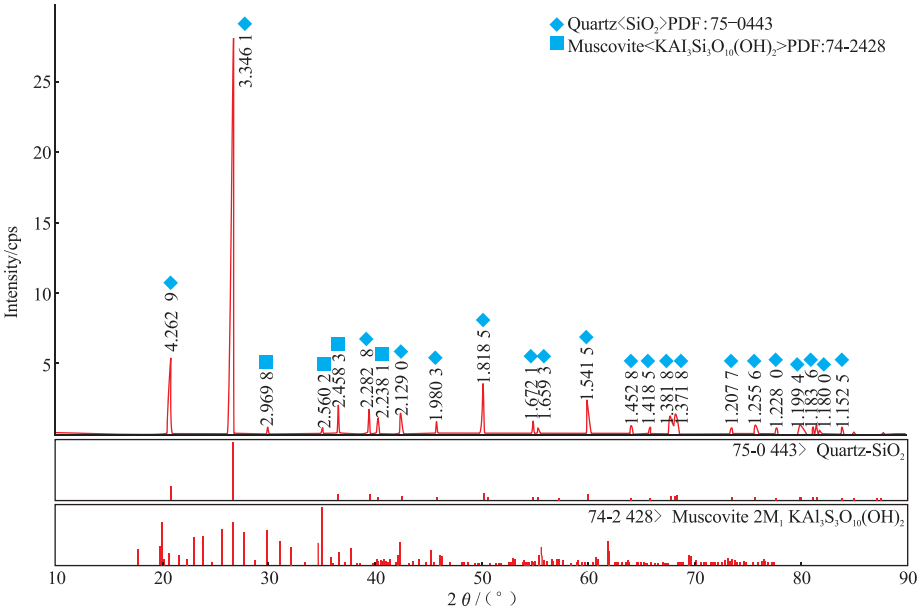


图 4 样品 DLY-2 的 X 射线粉末衍射图谱

Fig. 4 X-ray powder diffraction pattern of the sample DLY-2

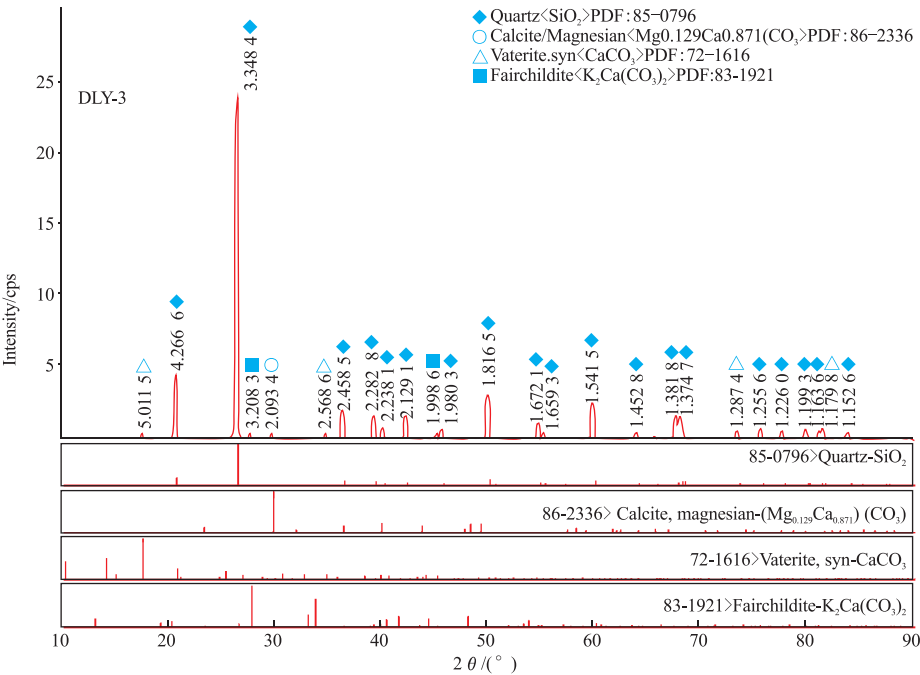


图 5 样品 DLY-3 的 X 射线粉末衍射图谱

Fig. 5 X-ray powder diffraction pattern of the sample DLY-3

1.998 6,对应 PDF:83—1921)等多种物相。对照上述岩矿薄片检测结果,除主要成分石英、白云母一致外,多种碳酸盐类物质未在偏光显微

镜下显现,笔者推测可能是其含量极低、颗粒极细,以及呈弥散状分布等原因所致,此外检测结果亦会受样品切片的部位及方向限制。

表 2 样品 DLY-2 的 X 射线粉末衍射数据

Table 2 X-ray powder diffraction data of the sample DLY-2

点位	2θ/(°)	d/Å	I/I ₀	物相 ID	点位	2θ/(°)	d/Å	I/I ₀	物相 ID
1	20.821	4.262 9	19.1	石英	13	59.959	1.541 5	8.5	石英
2	26.618	3.346 1	100.0	石英	14	64.040	1.452 8	1.3	石英
3	29.600	2.969 8	0.1	绢云母	15	65.780	1.418 5	0.4	石英
4	35.019	2.560 2	0.2	绢云母	16	67.759	1.381 8	4.6	石英
5	36.521	2.458 3	7.1	绢云母	17	68.322	1.371 8	5.4	石英
6	39.441	2.282 8	6.1	石英	18	73.451	1.207 7	1.4	石英
7	40.262	2.238 1	3.8	绢云母	19	75.681	1.255 6	2.3	石英
8	42.422	2.129 0	5.1	石英	20	77.700	1.228 0	1.3	石英
9	45.780	1.980 3	2.9	石英	21	79.919	1.199 4	2.1	石英
10	50.121	1.818 5	12.6	石英	22	81.200	1.183 6	1.8	石英
11	54.861	1.672 1	3.2	石英	23	81.501	1.180 0	2.5	石英
12	55.318	1.695 3	1.2	石英	24	83.879	1.152 5	1.5	石英

表 3 样品 DLY-3 的 X 射线粉末衍射数据

Table 3 X-ray powder diffraction data of the sample DLY-3

点位	2θ/(°)	d/Å	I/I ₀	物相 ID	点位	2θ/(°)	d/Å	I/I ₀	物相 ID
1	17.683	5.011 5	0.5	方解石	14	54.862	1.672 1	4.5	石英
2	20.802	4.266 6	18.3	石英	15	55.320	1.559 3	1.4	石英
3	26.600	3.348 4	100.0	石英	16	59.960	1.541 5	10.5	石英
4	27.802	3.208 3	0.3	碳钾钙石	17	64.039	1.452 8	1.9	石英
5	29.823	2.093 4	0.3	方解石	18	67.760	1.381 8	6.7	石英
6	34.901	2.568 6	0.3	球霏石	19	68.156	1.374 7	6.5	石英
7	36.516	2.458 5	8.3	石英	20	73.500	1.287 4	2.2	球霏石
8	39.441	2.282 8	6.8	石英	21	75.682	1.255 6	2.9	石英
9	40.261	2.238 1	3.3	石英	22	77.701	1.228 0	2.2	石英
10	42.420	2.129 1	6.7	石英	23	79.920	1.199 3	2.6	石英
11	45.339	1.998 6	0.6	碳钾钙石	24	81.201	1.183 6	2.3	石英
12	45.781	1.980 3	3.8	石英	25	81.521	1.179 8	2.9	球霏石
13	50.121	1.818 5	13.0	石英	26	83.878	1.152 5	1.7	石英

2.4 红外光谱分析

测试结果(图 6)表明,样品 DLY-1~DLY-4 的红外反射光谱一致,均显示单一的石英质玉石的红外吸收特征,其中 1 200~1 000 cm⁻¹为最强吸收区,1 108 cm⁻¹强吸收及稍弱的 1 178 cm⁻¹肩峰指示 *vs*(Si—O)及 *vs*(O—Si—O)反对称伸缩振动,800~600 cm⁻¹间有 2 个中等强度吸收峰位于 798、781 cm⁻¹处,为 *vs*(Si—O—Si)对称伸缩振动,600~400 cm⁻¹间两吸收峰位于 543、492 cm⁻¹处为 *δ*(Si—O)弯曲振动。样品整体谱

形、吸收峰位、强度与单晶石英特征一致,表明样品的主要矿物成分为 α-石英^[3]。由于云母、碳酸盐等次要组分主要存在于石英晶粒间,原位测试无法显示相应的红外特征峰。

选择样品 DLY-1、DLY-2 透光性较好的部位进行红外光谱透射法测试,结果(图 7)显示在 2 800~3 000 cm⁻¹范围内呈现石蜡的红外特征吸收峰,石蜡为饱和酯肪类碳氢化合物,由亚甲基 CH₂、甲基 CH₃等官能团组成,2 853 cm⁻¹处吸收峰为 *vs*(CH₂)对称伸缩振动特征峰,2 924 cm⁻¹

处吸收峰为 $\nu_{\text{as}}(\text{CH}_2)$ 反对称伸缩振动特征峰, $2\,956\text{ cm}^{-1}$ 处吸收峰为 $\nu_{\text{as}}(\text{CH}_3)$ 反对称伸缩振动特征峰^[4-5], 表明样品中存在石蜡类有机物, 不

含树脂胶(特征峰为 $3\,036$ 、 $3\,058\text{ cm}^{-1}$)。以 $3\,400$ 、 $3\,630\text{ cm}^{-1}$ 为中心的两个宽缓吸收带为石英晶粒间吸附水分子 H_2O 的伸缩振动所致^[3]。

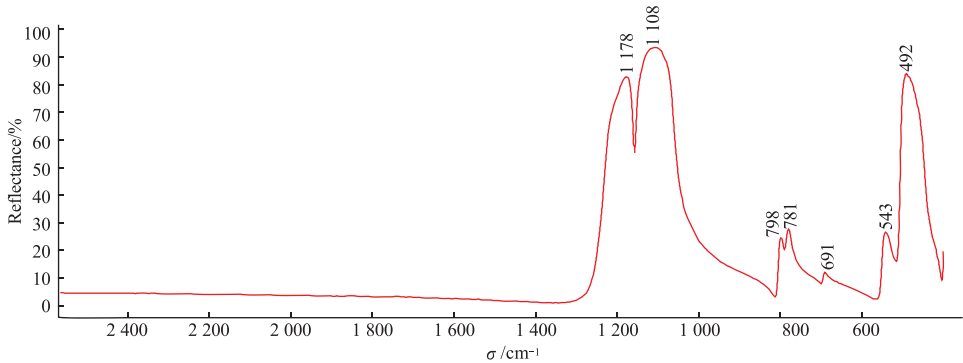


图 6 “独龙玉”样品的典型红外反射光谱
Fig. 6 Typical infrared reflectance spectrum of the “Dulong Yu” sample

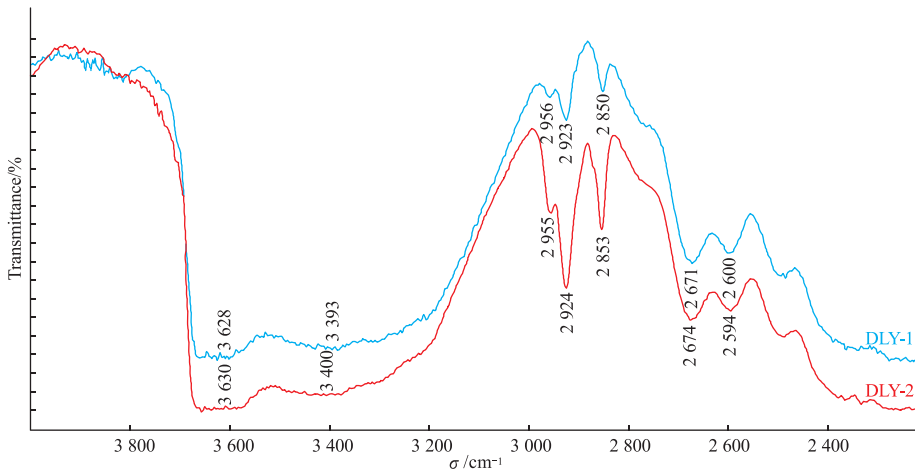


图 7 “独龙玉”样品 DLY-1 和 DLY-2 的红外透射光谱
Fig. 7 Infrared transmission spectra of the “Dulong Yu” sample DLY-1 and DLY-2

2.5 拉曼光谱分析

对样品 DLY-1~DLY-3 进行拉曼光谱测试, 显示一致测试结果(图 8), 均在 206 、 264 、 355 、 398 、 463 cm^{-1} 处出现一组石英的特征拉曼峰^[6], 其中最

强峰位于 463 cm^{-1} , 为 Si-O-Si 弯曲振动所致, 355 、 264 、 206 cm^{-1} 与 $[\text{SiO}_4]$ 的平移振动及旋转振动相关^[7]。样品 DLY-2、DLY-3 拉曼基线明显较高, 拉曼背景荧光信号较强, 表明其中含有一定量有机物^[8]。结合红外光谱测试结果推测, 强荧光背景应由样品中蜡质填充物的拉曼效应所致。

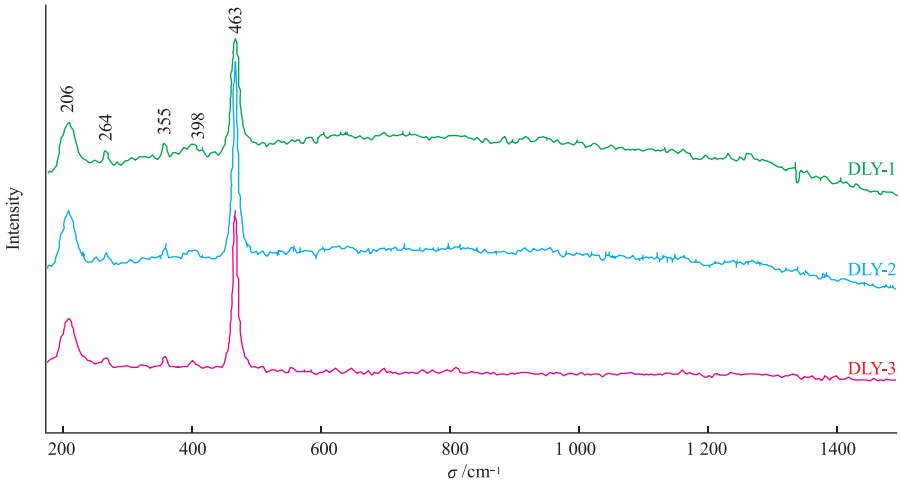


图 8 “独龙玉”样品 DLY-1~DLY-3 的拉曼光谱
Fig. 8 Raman spectra of the “Dulong Yu” sample DLY-1—DLY-3

2.6 X 射线荧光光谱分析

从致色元素分析考虑,设定 EDXRF 测试条件为 LowZc: 12 kV、1. 98 mA、Al Filter、live time:100 s,Vacuum。测试结果(图 9)表明,样品除主要成分 SiO₂以外,还含有 K、Ca、Ti、Cr、Fe 等次要元素,与上述偏光显微镜鉴定及物相分析结果相符。结合绢云母的化学成分通式:R₁ R₂ [AlSi₃O₁₀](OH,F)₂,R₁ = K、Na,R₂ = Mg、Al、

Fe³⁺、Cr³⁺、Ti⁴⁺,可知致色元素为 Cr、Fe,均来自绢云母,根据 EDXRF 分析原理:相同测试条件下不同样品中同种元素的计数强度可反映该元素含量多少。测试结果显示,DLY-3 样品 Cr、Fe 计数强度值高于 DLY-1、DLY-2,3 个样品中 Cr 的计数强度值均高于 Fe,表明 Cr 含量高于 Fe,3 个样品绿色调随着 Cr、Fe 含量递增而加深,具正相关性。

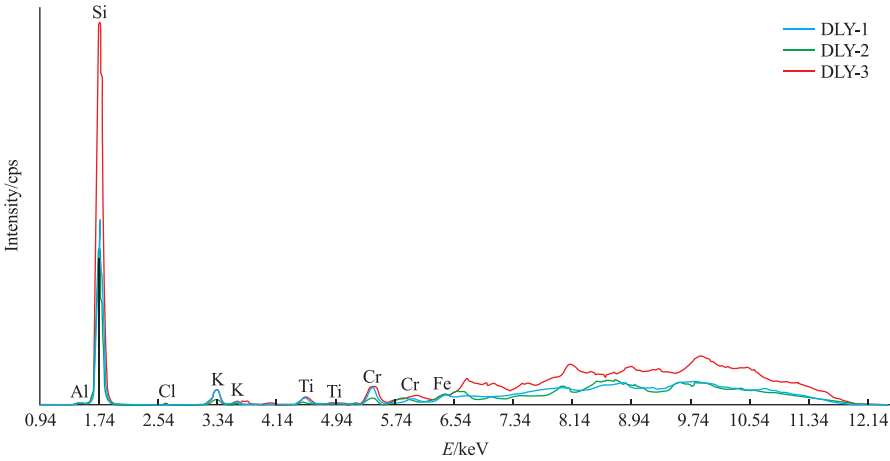


图 9 样品 DLY-1~DLY-3 的 X 射线荧光光谱
Fig. 9 X-ray fluorescence spectra of the samples DLY-1—DLY-3

2.7 紫外-可见光谱分析

对样品 DLY-1~DLY-3 进行紫外-可见光谱测试,结合化学成分测试结果,可知样品的紫外-可见光谱(图 10)呈现 Cr、Fe 联合吸收特征(Cr、

Fe 均出自绢云母)。以 630 nm 为中心的宽吸收带与 Cr³⁺ 离子内部 d—d 电子跃迁有关,根据晶体场及分子轨道理论^[9],从 Cr³⁺ 的 3d³ 电子组态可导出的基谱项 4F,4F 分裂成 3 个能级,即

4A_2 、 4T_1 、 4T_2 , 其中 ${}^4A_2 \rightarrow {}^4T_2$ 能级跃迁吸收橙黄光, 对应 630 nm 宽吸收带, 以 450 nm 为中心的宽吸收带则与 Cr、Fe 均有关, 一是 Cr^{3+} 的 ${}^4A_2 \rightarrow {}^4T_1$ 能级跃迁吸收蓝紫光, 二是 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 离子分别处于八面体和四面体位置上, 两个配位

体以共棱相接, $Fe^{2+} - Fe^{3+}$ 离子对间的电荷迁移对可见光的吸收也落在蓝紫区, 即 Cr、Fe 对蓝紫光及橙黄光的吸收, 形成绿区强而宽的透光区, 因此, 样品呈现被吸收后的混合残余色即绿色。

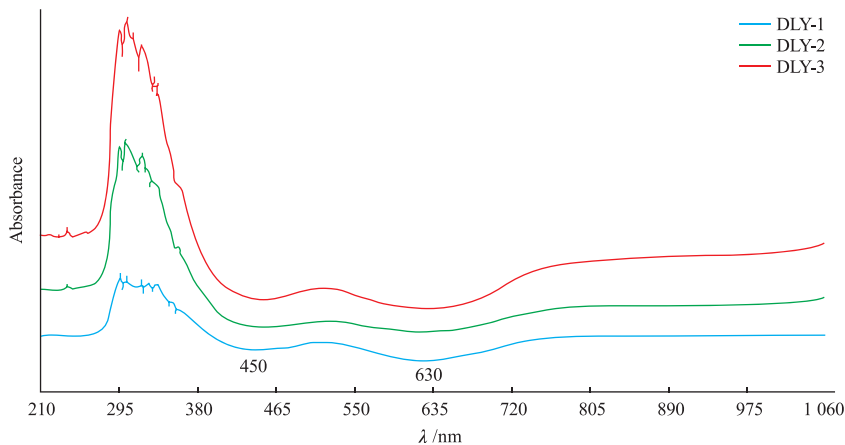


图10 “独龙玉”样品 DLY-1~DLY-3 的紫外-可见吸收光谱

Fig. 10 UV-Vis spectra of the “Dulong Yu” sample DLY-1—DLY-3

3 讨论

综合测试结果表明, 市场名为“独龙玉”的该玉石是一种结构较粗的天然绿色石英岩玉。红外光谱透射法检测到其中含有少量石蜡, 拉曼光谱测试显示强的拉曼荧光背景也是蜡存在的有力证据, 蜡应是由于抛光残留在样品中的。石蜡是玉石抛光的必备材料, 抛光过程中蜡残留在宝玉石表面, 或沿裂隙及晶粒间隙渗入到样品浅表层是不可避免的。依据国标《珠宝玉石名称》(GB/T16552—2017)^[10], 用石蜡(含石蜡油)充填宝玉石的微裂隙及孔隙以轻微改善其外观属于“优化”, 无需在检测质量文件中注明“充填处理”。但需要引起警觉的是, 红外光谱透射法未检测到树脂胶, 样品未经酸洗充胶处理, 肉眼样品表面的砂眼应是抛光所致, 密集网纹是微细的石英晶粒间隙出露在抛光面的形态, 而非酸蚀网纹。可见运用红外光谱透射法测定所含有有机物的种类对准确判定此类玉石的性质及定名十分必要。该玉种除“独龙玉”名称外, 在龙陵市场也被一些商家称为“东陵石”。“东陵石”^[1,9]最早是指印度发现的含绿色片状绿云母、显砂金效应的石英岩玉, 又称“印度玉”。根据早期国标《珠宝玉石 名称》

(GB/T16552—2003)^[11], “东陵石”属于国标中的规范名称, 不具有产地含义。随着宝石学及市场的发展, “东陵石”的概念变得更宽泛, 现指由杂质矿物致色、结构较粗的显晶质石英质玉, 对产地、砂金效应均未作要求, 且包含绿、红、紫、蓝色等多个颜色品种。因此, 据本样品的特征被称为“东陵石”是合理的。但在新国标《珠宝玉石 名称》(GB/T16552—2017)、《石英质玉石分类及定名》(GB/T39098—2017)^[12]中, “东陵石”不再是石英质玉的基本名称, 仅作为珠宝商贸名称, 不允许单独出现在质检证书及相关质量文件中, 可写入鉴定结论的附注说明。综上, 此类新兴玉石应定名为: 石英岩玉, 可备注商贸名称: 独龙玉(或东陵石)。

4 结论

基于样品的实验研究, 结论如下。

(1) 石英岩玉(“独龙玉”)样品的主要矿物组成为 α -石英, 含量高于 90%, 次要矿物为绢云母, 含量占 5%~10%; 含极少量的碳酸盐类副矿物, 包括方解石 $CaCO_3$ 、球霏石 $CaCO_3$ 及碳钙钾石 $K_2Ca(CO_3)_2$, 偶尔可见砂粒状锆石包裹体, 具显微鳞片细—中粒变晶结构。绢云母具显著的重结

晶特征,推测与区域性变质作用有关。

(2)除主要化学组分 SiO₂ 外,石英岩玉(“独龙玉”)样品含有 K、Ca、Ti、Cr、Fe 等微量元素,其体色由石英晶粒间呈游丝状、鳞片状分布的绿色绢云母引起,Cr、Fe 为绢云母的致色元素,以 Cr 为主,Fe 为辅,绿色调深浅与 Cr、Fe 元素含量具正相关性。

(3)红外透射光谱显示,2 853、2 924、2 956 cm⁻¹处有吸收峰,以及拉曼光谱测试显示强的拉曼荧光背景,均表明样品含少量石蜡,不含树脂胶。依据国标《珠宝玉石 名称》GB/T16552—2017,该玉石应定名为“石英岩玉”,可备注说明“商贸名称:独龙玉/东陵石”。

参考文献:

[1] 王长秋,张丽葵. 珠宝玉石学[M]. 北京:地质大学出版社, 2017.
Wang C Q,Zhang L K. Jewelry and jade science[M]. Beijing: Geological University Press,2017. (in Chinese)

[2]] 曾广策,朱云海,叶德隆. 晶体光学及光性矿物学[M]. 武汉:中国地质大学出版社,2010:205-212.
Zeng G C,Zhu Y H,Ye D L. Crystal optics and photomineralogy [M]. Wuhan: China University of Geosciences Press,2010:205-212. (in Chinese)

[3] 闻轲. 矿物红外光谱学[M]. 重庆:重庆大学出版社,1989: 140-143.
Wen L. Mineral infrared spectroscopy [M]. Chongqing: Chongqing University Press, 1989:140-143. (in Chinese)

[4] 祖恩东,陈大鹏,张鹏翔. 翡翠 B 货的拉曼光谱鉴别[J]. 光谱学与光谱分析,2003,23(1):64-66.
Zu E D,Chen D P,Zhang P X. Identification of B jade by Raman spectroscopy[J]. Spectroscopy and Spectral Analysis,2003,23(1):64-66. (in Chinese)

[5] 亓利剑,袁心强,彭国桢,等. 翡翠中蜡质物和高分子聚合物充填处理尺度的判别[J]. 宝石和宝石学杂志(中英文), 2005,7(3):1-6,51.
Qi L J,Yuan X Q,Peng G Z,et al. Scale determination of wax and macromolecule polymer-filled jadeite jade[J]. Jour-

nal of Gems & Gemmology,2005,7(3):1-6,51. (in Chinese)

[6] 裴景成,范陆薇,谢浩. 云南龙陵黄龙玉的振动光谱及 XRD 光谱表征[J]. 光谱学与光谱分析,2014,34(12):3 411-3 414.
Pei J C,Fan L W,Xie H. Vibration spectrum and XRD spectrum characterization of Huanglong Jade from Longling Yunnan[J]. Spectroscopy and Spectral Analysis,2014,34(12): 3 411-3 414. (in Chinese)

[7] 徐培苍,李如璧. 地学中的拉曼光谱[M]. 西安:陕西科学技术出版社,1996.
Xu P C,Li R B. Raman Spectroscopy in Earth Science[M]. Xi'an: Shanxi Science and Technology Press,1996. (in Chinese)

[8] 熊飞,周小芳,祖恩东,等. 显微拉曼光谱对几种宝石矿物的无损鉴定[J]. 云南地质,2006(2):227-234.
Xiong F,Zhou X F,Zu E D,et al. Applation of Micro-Raman Spectroscopy to the Nondestructive Identification of Gemstone[J]. Yunnan Geology,2006(2):227-234. (in Chinese)

[9] 张蓓莉. 系统宝石学[M]. 北京:地质出版社,2006.
Zhang B L. The systematic gemology[M]. Beijing: Geology Press,2006. (in Chinese)

[10] 全国珠宝玉石标准化技术委员会. 珠宝玉石 名称 GB/T16552-2017[S]. 北京:中国标准出版社,2017-10-14.
National Technical Committee on Jewelry and Jade of Standardization Administration. Gems-Nomenclature GB/T16552-2017[S]. Beijing: Standards Press of China,2017-10-14. (in Chinese)

[11] 全国珠宝玉石标准化技术委员会. 珠宝玉石 名称:GB/T16552-2003[S]. 北京:中国标准出版社,2003-10-14.
National Technical Committee on Jewelry and Jade of Standardization Administration. Gems-Nomenclature:GB/T16552-2003[S]. Beijing: Standards Press of China,2003-10-14. (in Chinese)

[12] 全国珠宝玉石标准化技术委员会. 石英质玉石分类与定名:GB/T34098-2017[S]. 北京:中国标准出版社,2017-07-31.
National Technical Committee on Jewelry and Jade of Standardization Administration. Quartzite jade-Classification and nomenclature: GB/T34098-2017 [S]. Beijing: Standards Press of China,2017-07-31. (in Chinese)