

“柠檬玉”的宝石学特征探讨

郝爽^{1,2}

(1. 北京大学地球与空间科学学院, 北京 100871; 2. 国家珠宝玉石质量监督检验中心, 广州番禺 511400)

摘要:“柠檬玉”以黄绿色为主,不透明,玻璃光泽至瓷状光泽,结构致密,折射率在1.53~1.55之间,摩氏硬度为4~5。偏光显微镜下呈近似隐晶质结构,傅立叶交换红外光谱图中呈现菱镁矿的特征吸收峰(1537、886、745 cm^{-1});经X射线衍射仪物相分析,样品主要矿物为菱镁矿(MgCO_3)。电子探针分析表明样品的主要化学成分为MgO,并含有一定量的NiO。样品外表均匀的亮黄绿色荧光是由于加工过程中注胶或注蜡等工艺造成的。经过各项分析后证明“柠檬玉”是一种含镍菱镁矿。

关键词:“柠檬玉” 菱镁矿 红外光谱 X射线衍射 电子探针

中图分类号: P575

文献标识码: A

文章编号: 1000-6524(2011)S0-0195-04

A tentative discussion on gemmological characteristics of “lemon jade”

HAO Shuang^{1,2}

(1. School of Earth and Space Sciences, Peking University, Beijing 100871, China; 2. National Gemstone Testing Center, Panyu 511400, China)

Abstract: “Lemon jade” is a yellowish green opaque jade with vitreous and porcelain luster, and has dense structure. Its refractive index and Mohs' hardness is 1.53~1.55 and 4~5 respectively. Under the polarizing microscope, its structure is close to aphanitic structure. According to an analysis of Fourier transform infrared spectrum, it has characteristic absorption peak (1537, 886, 745 cm^{-1}) of magnesite. X-ray diffraction analysis reveals that there is magnesite(MgCO_3) in “lemon jade”. The electron microprobe analysis (EPMA) indicates that the main chemical component of the sample is MgO, with minor NiO. The well-distributed yellowish green fluorescence surface is caused by the injected glue and wax in the process of working. The “lemon jade” is a kind of nickel-bearing magnesite.

Key words: “lemon jade”; magnesite; FTIR; XRD; EPMA

近来珠宝市场上出现了一种被称为“柠檬玉”的产品,其颜色以亮丽的黄绿色、绿黄色为主,且较为均一,玻璃光泽,肉眼观察几乎无颗粒感。因其外观似陶瓷,且颜色少见,成品在紫外荧光灯下呈均匀的亮黄绿色荧光,故有些业内人士怀疑其为人工处理产品。本文带着这些疑问,对“柠檬玉”进行了薄片观察、红外光谱分析、X射线分析、电子探针分析及能谱分析测试。

1 宝石学特征

“柠檬玉”的颜色较为均一,为黄绿色、绿黄色(图1)。不透明。抛光面为玻璃光泽至瓷状光泽,内部为弱玻璃光泽至蜡状光泽(图2)。使用点测法对样品抛光面进行测试,得到其折射率在1.53~1.55之间。长、短波紫外线下表层呈现强黄绿色荧光,内



图1 “柠檬玉”样品

Fig. 1 Lemon jade samples

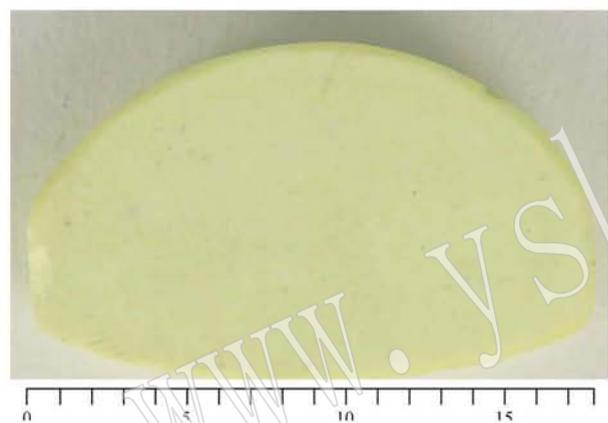


图2 “柠檬玉”的内部光泽

Fig. 2 Internal luster of “lemon jade”

部无至弱淡绿色荧光。摩氏硬度4~5。利用静水力学法测定样品的相对密度在2.91~2.93之间,结构致密。

2 薄片观察

在偏光显微镜(OLYMPUS DP12)下对“柠檬玉”薄片进行观察,结晶颗粒细小,粒度 $<0.05\text{ mm}$,无定向密集分布,近似隐晶质结构。单偏光下近无色透明,以正突起为主,局部假吸收明显;正交偏光下为高级白干涉色。如图3所示。

3 傅立叶交换红外光谱分析

将样品进行红外光谱分析。仪器型号:德国布

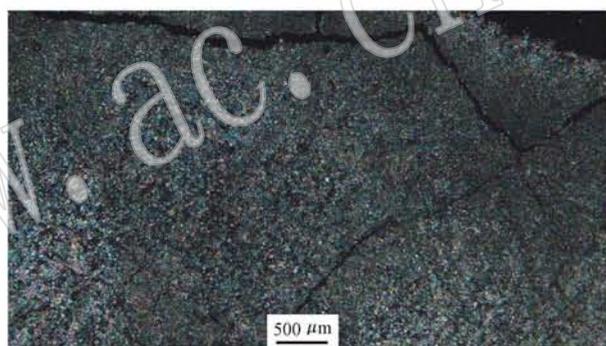


图3 样品的显微特征(正交偏光,10×10)

Fig. 3 Microscopic features of sample(crossed nicols,10×10)

鲁克 BRUKER TENSOR 27 傅立叶交换红外光谱仪,分辨率 $1\sim0.4\text{ cm}^{-1}$,扫描范围 $4\ 000\sim400\text{ cm}^{-1}$,波数精度: $0.01\text{ cm}^{-1}/2\ 000\text{ cm}^{-1}$ 。红外光谱图见图4,可见样品的红外图谱与菱镁矿的图谱吻合度最高。在 $1\ 600\sim400\text{ cm}^{-1}$ 范围内出现3个吸收带,包括 $\nu_3(1\ 537\text{ cm}^{-1})$ 、 $\nu_2(886\text{ cm}^{-1})$ 和 $\nu_4(745\text{ cm}^{-1})$,其中 ν_3 带宽且吸收强,是碳酸盐的特征吸收带,为伸缩振动; ν_2 、 ν_4 带窄而锐,为弯曲振动。其中 ν_4 频率与阳离子半径变化有明显的相关性,可作为区别方解石族内各矿物的标志(闻络,1989),而菱镁矿的特征吸收为 747 cm^{-1} ,因此可判定该样品主要由菱镁矿组成。

4 X射线衍射仪物相分析

在中山大学测试中心采用X射线衍射仪对样品

进行物相分析,检测仪器型号:D/max-III A。检测条件:Cu靶K α 1射线,电压35 kV,电流25 mA,发散狭缝1°,防散射狭缝1°,接收狭缝0.3 mm、0.3 mm,2 θ 范围3°~80°,10°/min,测试人徐艳。样品的X射线衍射数据如表1所示。通过检索标准卡片《Powder Diffraction File》,发现样品的衍射峰与菱镁矿(PDF8-479)的基本吻合。

表1 “柠檬玉”的X射线衍射数据

Table 1 X-ray powder diffraction data of “lemon jade”

序号	2 θ /°	d/Å	I/I ₀
1	25.260	3.522 7	3
2	32.780	2.729 7	100
3	36.020	2.491 3	13
4	38.980	2.308 6	9
5	43.120	2.096 1	61
6	46.960	1.933 2	17
7	51.760	1.764 7	7
8	54.060	1.694 9	40
9	61.500	1.506 5	7
10	62.560	1.483 5	11
11	66.580	1.403 3	9
12	68.580	1.367 2	3
13	69.520	1.351 0	9
14	70.460	1.335 3	17
15	70.820	1.329 3	2
16	71-200	1.323 2	2
17	76.140	1.249 1	4
18	77.080	1.236 2	2

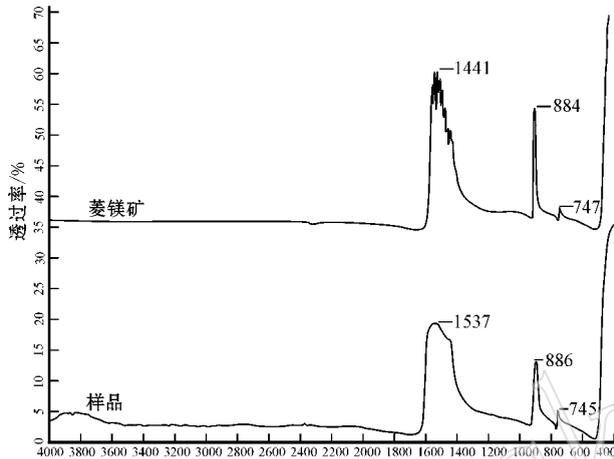


图4 样品与菱镁矿的红外光谱

Fig. 4 Infrared spectra of the sample and magnesite

5 电子探针分析

在中山大学测试中心采用JXA-8800R型电子探针对样品的主要化学成分进行定量分析,条件为:加速电压15 kV,束流20 nA,束斑直径1 μ m,测试人赵文霞。

4个测试点的结果如表2所示。从表中可得知,样品的主要化学成分为MgO,平均含量为40.624%,另外含有一定量的NiO,平均为1.447%,其他成分的质量分数都较低,据此可判定“柠檬玉”为含镍菱镁矿。在探针下观察扫描图像,可见样品

是由均匀的矿物颗粒组成,成分相对单一。

6 能谱分析

采用牛津Inca系列能谱分析仪,工作电压为20 kV。分析图谱如图5所示(因使用喷金方式制备样品,故图中横坐标“2”附近峰位为Ag元素,不在图中标出)。分析可知,样品中的主要元素仅为C、O、Mg、Ni。

菱镁矿的颜色多为白色、灰白、浅黄白,有时带淡红色调,而样品是黄绿色的。通过观察扫描图像,结合能谱分析可知,样品没有人为加入致色元素或染色剂,因此它的颜色是天然的。

在能谱仪下观察样品,发现边缘与内部有较为明显的边界,似存在“边壳”,如图6所示。初步分析认为因样品原料的硬度较低,而且在抛磨等加工过程中也可能导致边缘部分结构松散,故需要采取注

表2 电子探针分析结果

Table 2 Electron microprobe analyses

NO.	Na ₂ O	Cr ₂ O ₃	K ₂ O	MgO	MnO	CaO	Al ₂ O ₃	FeO	TiO ₂	SiO ₂	NiO	Total
点1	0.000	0.008	0.022	39.664	0.044	0.133	0.013	0.008	0.000	0.018	1.360	41.270
点2	0.034	0.000	0.029	41.264	0.042	0.059	0.029	0.020	0.000	0.000	1.636	43.113
点3	0.029	0.000	0.023	40.727	0.000	0.129	0.030	0.020	0.000	0.000	1.571	42.529
点4	0.013	0.008	0.004	40.840	0.000	0.101	0.021	0.021	0.011	0.029	1.222	42.270
平均值	0.019	0.004	0.020	40.624	0.022	0.106	0.023	0.017	0.003	0.012	1.447	42.296

ω_B /%

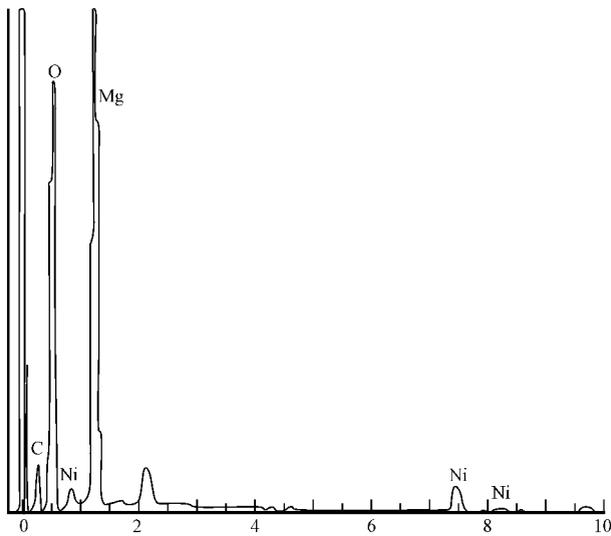


图5 样品的能谱图

Fig. 5 Picture of the sample

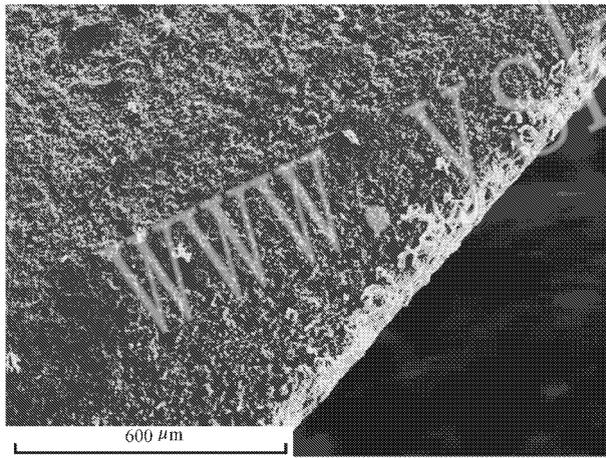


图6 样品边缘的照片

Fig. 6 Photograph of the sample edge

蜡、注胶等手段,从而提高其耐久性和成品的抛光质量。这与前文中提到样品内外部分荧光强度不同相吻合。因此“柠檬玉”做成成品后需注意它的保养和保存,佩戴时尽量避免直接撞击和不必要的敲击(谢浩等,2010)。

7 结论

(1)“柠檬玉”是一种含镍菱镁矿。

(2)“柠檬玉”的外观似陶瓷,是由于其结晶颗粒细小,近似隐晶质结构;其特殊的黄绿色外观,并非人为添加致色元素或染色剂所致,是天然的颜色;其成品在紫外荧光灯下呈均匀的亮黄绿色荧光,是由于在加工过程中为了提高耐久性和抛光质量,采取了注蜡、注胶等手段而导致的。由此可见,“柠檬玉”并非人工处理品。

致谢 论文得到北京大学地球与空间科学学院王长秋副教授的指导,在此表示诚挚的感谢!

References

- Wen Luo. 1989. The Infrared Spectroscopy of Minerals [M]. Chongqing: Chong Qing University Press, 55-57 (in Chinese).
- Xie Hao, Pei Jingcheng and Xu Yang. 2010. Gaspeite: A New Gem Material Like Turquoise [J]. Journal of Gems and Gemmology, 12 (3): 42 (in Chinese with English abstract).

附中文参考文献

- 闻 轶. 1989. 《矿物红外光谱学》[M]. 重庆: 重庆大学出版社出版, 55-57.
- 谢 浩, 裴景成, 徐 洋. 2010. 一种外观酷似绿松石的新型宝石材料——加斯佩石[J]. 宝石和宝石学杂志, 12(3): 42.