

类冰种飘花翡翠钠长石玉的岩石学和宝石学特征

吴沈卉¹, 袁晓江², 秦善³

(1. 武汉工程科技学院 珠宝学院, 湖北 武汉 430200; 2. 北京中地大珠宝鉴定中心, 北京 100083;
3. 北京大学 地球与空间科学学院, 北京 100871)

摘要: 冰种飘花翡翠是高档翡翠品种, 针对市场上出现的一种类冰种飘花翡翠的钠长石玉进行了测试和分析, 通过常规物理性质测试以及显微镜、电子探针、红外光谱、X 射线衍射分析等, 给出了钠长石玉的化学组成和矿物组成, 同时也阐明了其岩石学和宝石学特征, 并将其与冰种飘花翡翠进行了系统对比。

关键词: 钠长石玉; 翡翠; 冰种飘花

中图分类号: P619.28⁺3

文献标识码: A

文章编号: 1000-6524(2016)S1-0073-05

Petrological and gemological characteristics of albite jade similar to jadeite

WU Shen-hui¹, YUAN Xiao-jiang² and QIN Shan³

(1. School of Jewelry, Wuhan University of Engineering Science, Wuhan 430200, China; 2. Beijing CUG Gem Testing Center, Beijing 100083, China; 3. School of Earth and Space Sciences, Peking University, Beijing 100871, China)

Abstract: In this study, a variety of albite jades, looking like jadeite with flower floating on ice on the market, were analyzed by conventional physical property testing, microscopy, electron microprobe, infrared spectroscopy and X-ray diffraction analysis, the chemical composition and mineral composition of this albite jade were determined, and the petrological and gemmological differences between the albite jade and jadeite were comparatively studied.

Key words: albite jade; jadeite; flower floating on ice

玉石文化在中华文明的历史长河中占据着很重要的地位。人们崇玉、敬玉、爱玉, 并赋予了玉很多美德。随着社会进步和生活水平的提高, 玉也从王公贵族和达官贵人进入了寻常百姓家, 特别是被称作“玉石皇后”的翡翠, 在华人心目中有着特殊的地位(张蓓莉, 2006)。翡翠色彩丰富多变, 水头神奇变幻, 细腻润透, 尤其受人喜爱。翡翠中一个品种被称为“冰美人”的冰种飘蓝花, 尤其受人追捧。由于近年来此类翡翠价格暴涨, 于是市场上出现了许多类似于冰种飘蓝花翡翠的品种, 其中有一种外观、物理化学性质最相似、最难区分的就是钠长石玉。

钠长石玉主要是由钠长石矿物构成的。钠长石作为矿物在自然界较为普遍, 它有多种成因, 如沉积

成因、岩浆成因、热液交代成因等(王德滋, 1977), 钠长石化更可以在多种岩石中出现, 但钠长石岩却少见, 而冰种飘花钠长石玉, 目前更是少见。作者在市场上看到一种冰种飘花的钠长石玉, 并就此钠长石玉的化学组成、矿物组成、结构构造和物理性质等做了一些工作, 并就出现的冰冲现象做了初步探讨, 以期阐明这类钠长石玉的特征, 也可能帮助广大爱好者识别钠长石玉与翡翠的不同。

1 岩石学及宝石学特征

1.1 手标本描述

图 1 是类翡翠冰种飘花钠长石玉的原石和手镯

收稿日期: 2016-11-11

作者简介: 吴沈卉(1995-), 女, 宝石及材料工艺学专业本科生; 通讯作者: 秦善, 教授, sqin@pku.edu.cn。

的照片。从中可以看出,钠长石玉基本上呈无色,局部还有墨绿色,抛光面具有典型的玻璃光泽。钠长石玉为多晶矿物集合体,无多色性,半透明状,非均质的集合体。在波长 365 nm 的长波和 254 nm 的短波紫外光下均不具有发光性。用点测法测试钠长石玉的折射率为 1.55,用静水称重法测得样品的密度为 2.79 g/cm^3 ,刻划法测定的莫氏硬度为 6,在可见光吸收光谱中,未见有特殊的谱线。



图 1 冰种飘花钠长石玉原石(左)和钠长石玉手镯(右,内径约 5 cm)

Fig.1 Photos for raw stone of albite jade with flower floating on ice (left) and bracelet of albite jade (right, with diameter of 5.5 cm)

1.2 显微镜下特征

显微镜下观察,图 2a 和 2b 分别是岩石薄片同一视域下的单偏光和正交偏光图像。其中浅色矿物主要为钠长石,其含量占 90% 以上;其次为暗色矿物绿辉石,含量百分之几;还有少量的碳酸盐矿物。钠长石呈他形粒状,粒径在 $0.1 \sim 0.3 \text{ mm}$,边缘呈港湾状紧密嵌布,细粒变晶结构,双晶和解理均不发育;绿辉石呈半自形柱状,颗粒大小 $0.2 \times 0.4 \text{ mm}$ 左右,显微镜下呈浅绿色,被钠长石交代,部分呈残余结构,绿辉石为二轴晶正光性,消光角 $(+)2V = 65^\circ$ 左右, $c\Delta Ng = 40^\circ$;少量的碳酸盐成他形粒状,分布于钠长石颗粒之间,大小为 0.05 mm 左右。

利用尼康产 JCM-6000Plus 型扫描电镜(SEM)对钠长石玉表面进行了观察,图 2c 和 2d 分别是粗糙面和抛光面的 SEM 图像,从中可以看出钠长石的港湾状嵌布结构。

1.3 红外光谱特征

红外测试选用布鲁克公司产的 TENSOR27 型号,带漫反射附件,分辨率 4 cm^{-1} ,扫描次数 32,扫

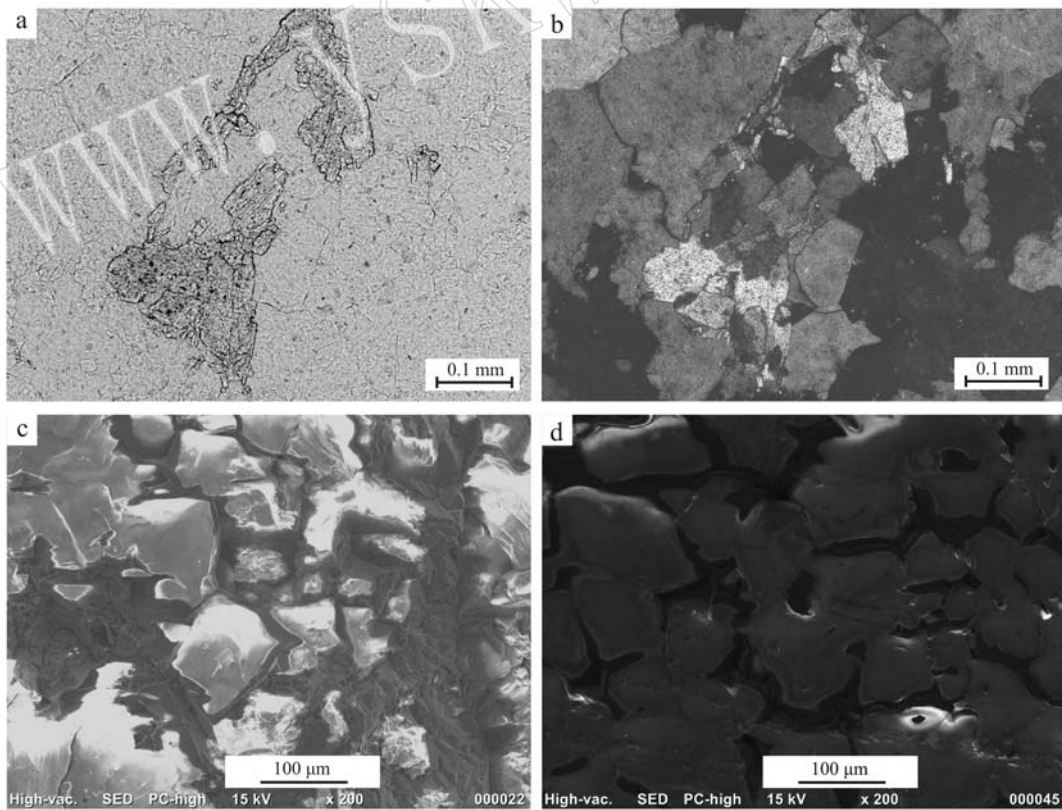


图 2 钠长石玉显微镜和电镜下图片

Fig. 2 Images of albite jade under microscopy and SEM

a—single polarizing; b—orthogonal polarizing; c—SEM image of rough section; d—SEM image on the polishing surface

a—single polarizing; b—orthogonal polarizing; c—SEM image of rough section; d—SEM image on the polishing surface

描速度 10 KHz。分别测试了浅色矿物钠长石和暗色矿物绿辉石的红外光谱特征,测试结果如图 3 所示。在 $1150 \sim 950 \text{ cm}^{-1}$ 范围内,属于 Si—O 与 Si(Al)—O 伸缩振动,在 $900 \sim 650 \text{ cm}^{-1}$ 范围内,是 Si—Si、Si—Al(Si) 伸缩振动, $650 \sim 550 \text{ cm}^{-1}$ 属于 O—Si(Al)—O 弯曲振动, $550 \sim 400 \text{ cm}^{-1}$,属于 Si—O—Si(Al) 弯曲振动。上述特征与钠长石的标准红外吸收图谱比较吻合(彭文世等,1982),同时在图

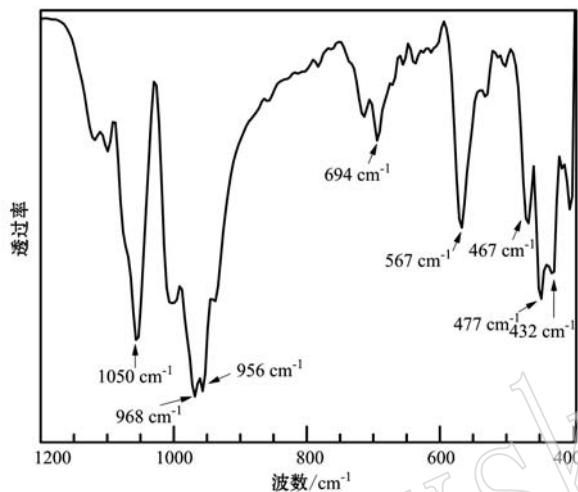


图 3 钠长石玉的红外光谱

Fig. 3 Infrared spectrum of the albite jade

谱上还可以看出,吸收谱线尖锐,说明钠长石玉的矿物成分相对比较单一。

另外,还对钠长石玉进行了显微红外光谱漫反射测试,扫描次数 64,分辨率 4 cm^{-1} ,结果也表明,无色矿物的红外光谱图谱与标准钠长石图谱较吻合,而暗色矿物和标准的绿辉石图谱吻合。

1.4 电子探针测试

样品的电子探针定量分析和背散射图像,是在南京地质矿产研究所实验室完成,仪器为岛津 EP-MA-1720H,测试条件为加速电压 15 kV,电流 20 nA,电子束直径 $10 \mu\text{m}$ 。对样品进行定量分析,表 1 为钠长石玉的电子探针数据,包含了暗色矿物绿辉石(编号 1~5)和浅色矿物钠长石(编号 6~10)。

从表 1 中可以看出,对于浅色矿物钠长石而言,除了主量元素 Na、Al、Si 之外,K 和 Ca 含量很低,但 Sr、Ba 含量比较高。按氧原子数为 8 计算(徐登科,1979)了 5 个点的钠长石的晶体化学式,结果见表 1 的附注。钠长石含 Fe、Mg、Ti、Cr 等致色元素含量较低,这使得钠长石玉呈无色或浅白色;钠长石为架状硅酸盐矿物,Sr 和 Ba 为大半径亲石元素,可以以类质同像的方式进入晶格中。在缅甸的硬玉岩中,也可富集 Sr 和 Ba,并发现有钡长石。Sr 和 Ba 的富

表 1 钠长石玉的电子探针成分结果

 $\omega_B/\%$

Table 1 Mineral chemical composition of albite jade

编号	Na ₂ O	SiO ₂	TiO ₂	SrO	MgO	P ₂ O ₅	V ₂ O ₅	BaO	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Cr ₂ O ₃	CaO	MnO	FeO	CoO	NiO	Total
1	6.07	56.23	0.14	N.D	9.26	N.D	N.D	N.D	10.71	0.02	N.D	12.38	0.02	5.08	0.02	0.02	99.95
2	7.23	54.46	0.40	N.D	7.91	N.D	0.05	0.01	11.46	N.D	N.D	12.47	0.07	5.58	N.D	N.D	99.64
3	7.97	54.88	0.52	N.D	7.68	0.01	N.D	0.01	12.23	0.03	0.01	11.52	0.02	4.85	0.01	0.01	99.75
4	7.16	55.06	0.48	N.D	7.88	0.06	0.01	0.01	12.37	0.02	0.01	12.49	0.04	5.12	0.01	0.05	100.77
5	6.88	54.09	0.55	N.D	8.96	N.D	N.D	0.01	10.65	0.01	N.D	13.72	0.06	4.82	0.03	N.D	99.78
6	9.52	43.42	0.02	8.51	N.D	0.01	N.D	7.76	29.77	0.01	0.01	0.01	N.D	N.D	0.02	0.03	99.09
7	9.71	43.03	0.09	8.20	0.02	N.D	N.D	8.00	29.50	0.01	0.03	0.03	N.D	N.D	0.01	0.01	98.64
8	9.90	43.4	0.04	9.24	0.01	N.D	N.D	7.03	29.69	0.02	0.01	0.03	N.D	N.D	0.01	0.05	99.43
9	9.69	43.06	0.10	8.97	N.D	0.01	N.D	7.45	29.41	0.01	0.01	0.02	N.D	0.01	0.01	0.03	98.78
10	9.78	43.9	N.D	8.31	N.D	N.D	N.D	7.76	29.59	0.02	N.D	0.01	0.02	N.D	N.D	0.01	99.40

注: ① 编号 1~5 为暗色矿物绿辉石,6~10 为浅色矿物钠长石; ② N.D 为低于检测极限; ③ 计算的晶体化学式:

编号 1— $(\text{Na}_{0.42}\text{Ca}_{0.48})(\text{Ti}_{0.01}\text{Mg}_{0.49}\text{Fe}_{0.15}\text{Al}_{0.45}[\text{Si}_{2.00}\text{O}_6])$

编号 2— $(\text{Na}_{0.55}\text{Ca}_{0.49})(\text{Ti}_{0.01}\text{Mg}_{0.42}\text{Fe}_{0.17}\text{Al}_{0.44}[\text{Al}_{0.04}\text{Si}_{1.96}\text{O}_6])$

编号 3— $(\text{Na}_{0.50}\text{Ca}_{0.44})(\text{Ti}_{0.01}\text{Mg}_{0.41}\text{Fe}_{0.15}\text{Al}_{0.48}[\text{Al}_{0.04}\text{Si}_{1.96}\text{O}_6])$

编号 4— $(\text{Na}_{0.49}\text{Ca}_{0.47})(\text{Ti}_{0.01}\text{Mg}_{0.42}\text{Fe}_{0.15}\text{Al}_{0.47}[\text{Al}_{0.05}\text{Si}_{1.95}\text{O}_6])$

编号 5— $(\text{Na}_{0.48}\text{Ca}_{0.53})(\text{Ti}_{0.01}\text{Mg}_{0.48}\text{Fe}_{0.15}\text{Al}_{0.40}[\text{Al}_{0.05}\text{Si}_{1.95}\text{O}_6])$

编号 6— $\text{Na}_{0.94}\text{Sr}_{0.25}\text{Ba}_{0.16}\text{Al}_{1.79}\text{Si}_{2.22}\text{O}_8$

编号 7— $\text{Na}_{0.97}\text{Sr}_{0.24}\text{Ba}_{0.16}\text{Al}_{1.79}\text{Si}_{2.21}\text{O}_8$

编号 8— $\text{Na}_{0.98}\text{Sr}_{0.27}\text{Ba}_{0.14}\text{Al}_{1.78}\text{Si}_{2.21}\text{O}_8$

编号 9— $\text{Na}_{0.96}\text{Sr}_{0.27}\text{Ba}_{0.15}\text{Al}_{1.78}\text{Si}_{2.21}\text{O}_8$

编号 10— $\text{Na}_{0.96}\text{Sr}_{0.24}\text{Ba}_{0.15}\text{Al}_{1.77}\text{Si}_{2.23}\text{O}_8$

集,往往能反映钠长石形成的地质环境(黄德志等, 2001)。钠长石中 Sr 和 Ba 含量增加,使得钠长石的折射率和密度有一定程度的增大。

辉石族矿物的晶体化学通式为 XYT_2O_6 , 其中 X 为畸变的八面体配位的阳离子,通常是大半径的离子,如 Ca^{2+} 、 Na^+ 、 K^+ 等; Y 为规则的八面体配位阳离子,通常是小半径离子,如 Al^{3+} 、 Mg^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Cr^{3+} 、 Mn^{2+} 、 Ti^{4+} 等; T 为 4 次配位的阳离子。T 位通常为 Si^{4+} 占据,也可以含部分 Al^{3+} 。基于电子探针分析结果,按照氧原子数为 6 计算的绿辉石晶体化学式,见表 1。

根据辉石族矿物分类命名的原则以及据辉石中 Na、Ca、Fe、Al 含量, $Na/(Na+Ca) \leq 0.2$ 为透辉石、 $Na/(Na+Ca) > 0.2$ 且 $Na/(Na+Ca) < 0.8$ 和 $Al/(Al+Fe^{3+}) > 0.5$ 为绿辉石,若 $Al/(Al+Fe^{3+}) < 0.5$ 为霓辉石。尽管电子探针不能直接给出 Fe^{3+} 含量,但依据红外光谱等数据还是可以识别此辉石是绿辉石。

1.5 X 射线衍射分析

粉末 X 射线衍射分析测试条件为 Cu 靶,波长 1.5406 \AA ,电压 40 kV,电流 40 mA,测试范围为 $3 \sim 70^\circ$,扫描速度 $4^\circ/\text{min}$ 。图 4 是钠长石玉的 X 射线衍射图谱,从图中可以看出,钠长石玉的主要矿物组成为钠长石,绿辉石和碳酸盐矿物的衍射峰相对较弱,在低角度出现了未能识别的杂质峰(图 4 中间号所示)。这说明钠长石玉主要还是以长石矿物为主(中国科学院贵阳地球化学研究所,1978),这与显微镜下的观察以及电子探针结果分析相一致。

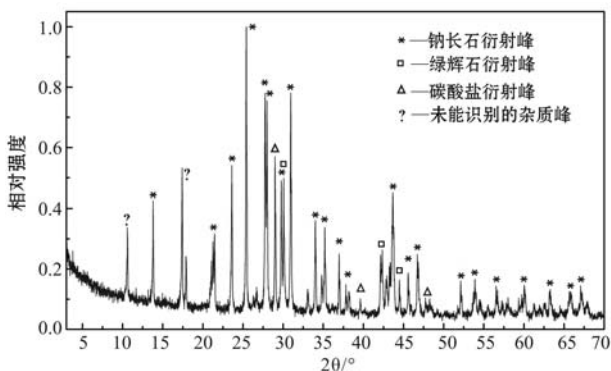


图 4 钠长石玉的 X 射线衍射图谱

Fig. 4 Powder X-ray diffraction pattern of albite jade

2 钠长石玉与翡翠的比较

对玉石而言,矿物颗粒的大小、形态、解理、结晶取向,以及颗粒边界特征等,都能影响玉石的透明度

(欧阳秋眉,2000)。单一种矿物颗粒细小,各方向折射率大致一样,可见光在颗粒间传播的方向和速度不发生大的变化,解理不发育,并呈港湾状紧密嵌布,颗粒边界对光不发生散射,所以透明度较高。对于冰种飘花的钠长石玉和冰种飘花的翡翠,其物理性质的对比见表 2。从外观上看,冰种飘花钠长石玉和冰种飘花翡翠几乎完全一致,很难用肉眼区分,准确定名需要靠仪器、特别是大型仪器测试才能正确定名。

表 2 冰种飘花钠长石玉和冰种飘花翡翠的物理性质

Table 2 Physical properties of albite jade and jadeite jade with flowers floating on ice

材料	翡翠	钠长石玉
颜色	无色、浅白色带绿苔绿	无色、浅白色带绿苔绿
光泽	玻璃光泽	玻璃光泽
折射率	1.66	1.55
比重	3.33	2.78
紫外荧光	无	无
莫氏硬度	6.7~7.0	6.0
光性特征	非均质集合体	非均质集合体
结构构造	纤维状、粒状-纤维状结构	粒状、粒状变晶结构

由于某些钠长石玉与翡翠外观相似,最早钠长石玉是较多用来冒充翡翠销售的。但冰种飘花钠长石玉与冰种飘花翡翠不仅外观相似,而且也一样美丽和稀少,因而同样受人喜爱。自从新的国家宝玉标准(GB/T16552-2010)颁布以后,把钠长石玉单独列为一个玉石品种,从此也摘掉了钠长石玉翡翠替代品的帽子,光明正大地进入到玉石大家庭中,也得到了人们的重视而身价上升。

3 结论

借助于常规的物理性质测试以及电子探针、红外光谱、X 射线衍射分析等成分结构分析仪器,对市场上出现的一种类似翡翠的冰种飘花钠长石玉进行了表征,并与冰种飘花翡翠进行了系统对比。

钠长石玉呈他形粒状变晶结构,主要由钠长石以及少量绿辉石和碳酸盐矿物构成。钠长石颗粒细小并呈港湾状紧密嵌布在一起。钠长石的形成,是富含 Sr, Ba, Na, Al 的后期热液交代绿辉石而形成的,钠长石本身是富含 Sr 和 Ba 的钠长石,其折射率和比重要比纯钠长石要高;钠长石中 Fe、Ti、Cr 等致色元素含量甚低,使得钠长石颜色较浅,基本呈无色

到浅白色,且其透明度较高。

冰种飘花钠长石玉与翡翠相比,在外观上通常难以区分,需凭借物理性质测试或大型成分结构分析才能识别。

钠长石玉的冰种飘花,主要是绿辉石致色,颜色从墨绿到浅绿,在冰种钠长石底子中,飘着朵朵墨绿至浅绿色的飘花,使得该种玉灵活动感,增加了玉石之美,也提升了玉的价值。钠长石玉作为一种独立的玉种,也值得人们推崇。

References

- Huang Dezhi, Gao Jun and Dai Tagen. 2001. Geochemical tracing of the fluids in subduction zones[J]. *Earth Science Frontiers*, 8(3): 131~140 (in Chinese).
- Institute of Geochemistry of Chinese Academy of Sciences. 1978. Handbook of Powder X-ray Identification for Minerals[M]. Beijing: Science Press (in Chinese)
- Ouyang Qiumei. 2000. Texture types of jadeite jade and its genetic implication[J]. *Journal of Gems and Gemmology*, 2: 1~5 (in Chinese).
- Peng Wenshi and Liu Gaokui. 1982. *Infrared Spectra of Minerals*[M]. Beijing: Science Press (in Chinese).
- Wang Dezi. 1977. *Optical Mineralogy* [M]. Shanghai: Shanghai People's Publishing House (in Chinese).
- Xu Dengke. 1979. *Calculation Method for Mineral Chemical Formula* [M]. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese).
- Zhang Beili. 2006. *Systematic Gemology (Second Edition)* [M]. Beijing: Geological Publishing House(in Chinese).
- 黄德志,高俊,戴塔根. 2001. 俯冲带流体作用的地球化学示踪[J]. *地学前缘*, 8(3): 131~140.
- 欧阳秋眉. 2000. 翡翠结构类型及其成因意义[J]. *宝石和宝石学杂志*, 2: 1~5.
- 彭文世,刘高魁. 1982. *矿物红外光谱图集*[M]. 北京:科学出版社.
- 王德滋. 1977. *光性矿物学*[M]. 上海:上海人民出版社.
- 徐登科. 1979. *矿物化学式计算方法*[M]. 北京:地质出版社.
- 张蓓莉. 2006. *系统宝石学(第二版)*[M]. 北京:地质出版.
- 中国科学院贵阳地球化学研究所. 1978. *矿物X射线粉晶鉴定手册* [M]. 北京:科学出版社

附中文参考文献