

软玉籽料中“疆”的岩石矿物学研究

郑默然^{1,2}, 张贵宾², 高展², 李凤棠^{1,2}

(1. 北大宝石鉴定中心, 北京 100871; 2. 北京大学 地球与空间科学学院, 北京 100871)

摘要: 使用红外光谱学分析、岩相学观察和电子探针测试等手段, 对软玉籽料当中的不透明部分“疆”进行了岩石矿物学研究。结果显示, 软玉籽料中的“疆”主要组成矿物是透辉石和粗粒透闪石, 个别含有白云母。根据矿物组成的差异, 可将软玉籽料中的“疆”分为透闪石型、透闪石-透辉石型、透辉石型 3 类。软玉籽料中“疆”的表面特征与组成矿物的种类无关, 仅与矿物颗粒的大小和分布结构有关。软玉籽料玉质部分的颜色对“疆”的组成矿物、表面特征、分布位置等没有直接影响。软玉籽料中“疆”的形成应与透闪石在形成过程中的交代残留有关。

关键词: 软玉籽料; “疆”; 岩石矿物学特征

中图分类号: P578.955

文献标识码: A

文章编号: 1000-6524(2016)S1-0031-07

A study of petrological and mineralogical characteristics of stony appearance portion in placer nephrite

ZHENG Mo-ran^{1,2}, ZHANG Gui-bin², GAO Zhan² and LI Feng-tang^{1,2}

(1. Gems Appraisal Center of Peking University, Beijing 100871, China; 2. School of Earth and Space Sciences, Peking University, Beijing 100871, China)

Abstract: In this paper, infrared spectroscopic analysis, microscope and electron microprobe analysis were employed to study petrological and mineralogical characteristics of stony appearance portion in placer nephrite. The results show that stony appearance portion in placer nephrite mainly consists of tremolite phenocryst and diopside with minor muscovite. According to the difference of mineral composition of stony appearance portion in placer nephrite, the stony appearance portion in placer nephrite can be divided into tremolite-type, tremolite-diopside type and diopside type. The development of stony appearance portion is related to the grain size and structure of minerals.

Key words: placer nephrite; stony appearance portion; petrological and mineralogical characteristics

软玉是我国历史上最重要的玉石品种, 使用历史超过 8000 年(杨虎等, 2007)。而籽料又是软玉当中最受推崇的品种。“疆”是软玉籽料当中的一种常见瑕疵, 指的是成块或间杂分布于玉料中的不透明部分, 对玉石价值影响很大。软玉当中的其他瑕疵如水线、黑点、翠花等都已经有了比较系统的研究成果(周征宇等, 2005; 孙丽华等, 2011), 但对“疆”的系统性研究较少。张白璐等(2014)通过对软玉籽料中“疆”的岩相学观察和红外光谱学分析, 认为疆的形成与较大颗粒的透闪石斑晶和杂质矿物如辉石、

方解石等有关。

为进一步研究软玉籽料中的“疆”的组成矿物, 揭示其成因, 本文使用红外光谱学分析、岩相学观察和电子探针测试等测试手段, 对软玉籽料中“疆”的成分进行了进一步的岩石矿物学研究。

1 样品描述

本文选用的 18 块表面次生特征明显的软玉籽料(图1)均采购于市场, 根据“疆”的分布特征, 将样

收稿日期: 2016-11-04; 修订日期: 2016-11-21

作者简介: 郑默然(1989-), 矿物学、岩石学、矿床学专业(珠宝学方向)在读研究生, 北大宝石鉴定中心工作, E-mail: 249039717@qq.com。



图 1 样品的外观特征

Fig. 1 Surface characteristics of all samples

品分为 3 类,其编号分别为 A1~A12、B1~B2 和 J1~J4。放大观察发现,样品 A1~A12(图 1a~图 1l)中的“疆”在籽料的某一个或某几个位置呈团块状分布,相对比较集中;样品 B1~B2(图 1m、1n)中的“疆”呈点状、丝状分散分布;样品 J1~J4(图 1o~1r)则为市场上所谓的全“疆”料,既砾石整体透明度都比较低。样品玉质部分颜色与“疆”的表面特征的对应关系见表 1。

表 1 样品玉质部分颜色与“疆”的表面特征对应关系表

Table 1 Relationship between the color of nephrite portion and the surface characteristics of stony appearance portion

表面特征	青白玉	青玉	墨玉	青花玉
土状光泽,质地松散	A2、A12	A4、A6、A8、A10		J2、J4
蜡状光泽到油脂光泽,致密度较好	A1、B2、J3	A5、A7、A9、A11、B1		
强油脂光泽,致密度极好			A3	J1

2 红外光谱分析

在北京北大宝石鉴定中心实验室对全部样品的玉质部分和“疆”分别进行了红外光谱测试,仪器型号为布鲁克 Tensor27 傅里叶变换红外光谱仪,扫描范围 4 000~400 cm^{-1} ,分辨率 6 cm^{-1} ,采用反射法。

样品 A1~A12、B1、B2 的玉质部分红外光谱扫描显示,在 1 200~400 cm^{-1} 范围内共有 5 个主要吸收峰,位置分别在 996、919、759、547 和 460 cm^{-1} 附近,与透闪石的特征吸收谱线一致;其中 1 200~950 cm^{-1} 之间的谱带反映 O—Si—O 的伸缩振动,760~550 cm^{-1} 之间是 Si—O—Si 的弯曲振动谱带(翁诗甫,2012)。

各样品中“疆”的红外光谱测试结果见图 2、表 2,部分“疆”显示透闪石吸收特征,部分显示含辉石透闪石吸收特征,样品 A5 中的“疆”显示为未知吸收光谱。

3 矿物学特征

3.1 岩相学观察

在正交偏光下可见玉质部分与“疆”的明显分界(图 3a)。玉质部分矿物呈显微隐晶质,纤维交织结

构。而“疆”所在的部分矿物构成主要有两种,一种是颗粒直径在 0.2~1 mm,斑晶状或柱状交织结构的粗粒角闪石(图 3b);另一种为辉石族矿物(图 3a)。

3.2 电子探针分析

矿物成分测试在北京大学地球与空间科学学院电子探针实验室完成。仪器型号为 JXA-8230,加速电压为 15 kV,束流为 $1 \times 10^{-8} \text{A}$,束斑为 2 μm ,修正方法为 PRZ,标准样品为美国 SPI 公司的 53 种矿物,采用连续测量法。玉质部分取点 8 个,“疆”部分取点 15 个。

电子探针分析结果显示,组成玉质部分的显微隐晶质矿物均为透闪石(表 3),与红外光谱的测试结果相同;组成“疆”的粗粒角闪石矿物($\text{Ca}^{2+} + \text{Na}^{+}$) ≥ 1.50 , $\text{Na}^{+} < 0.50$, $(\text{Na}^{+} + \text{K}^{+}) < 0.5$, $\text{Si}^{4+} \geq 7.50$, $\text{Mg}/\text{Fe} + \text{Mg} > 90\%$ (表 4),根据国际矿物学会新矿物及矿物命名委员会提出的角闪石命名规则,应定名为透闪石(Leake *et al.*, 1997);组成“疆”的辉石族矿物(表 5)根据三元系辉石分类图解,应定名为透辉石(李胜荣等,2008)。在 X-5 中还检测到了白云母(表 6),由此可以解释样品 A5 在红外光谱测试中的异常吸收峰。粗粒透闪石、透辉石和白云母均为软玉形成过程中形成期次先于细粒透闪石的矿物组分(刘琰等,2015)。各矿物在软玉籽料的“疆”中分布的形态见图 4。

4 结论

对 18 块软玉籽料样品中的“疆”进行了岩石矿物学研究,得到如下结论:

(1) 软玉籽料中的“疆”组成矿物主要为透辉石和粗粒透闪石,部分含白云母。

(2) 根据组成矿物的不同,软玉籽料中的“疆”可划分为透闪石型“疆”、透辉石-透闪石型“疆”和透辉石型“疆”。

(3) 软玉籽料当中“疆”的表面特征与组成矿物的种类关系不大,主要受组成矿物颗粒度大小及相互之间排列方式的影响。

(4) 软玉籽料玉质部分的颜色对“疆”的组成矿物、表面特征、分布位置等没有直接影响。

(5) 根据软玉籽料中细粒透闪石的形成过程推测,软玉籽料中的“疆”应为矽卡岩化过程中接触变质及接触交代变质的残留产物。

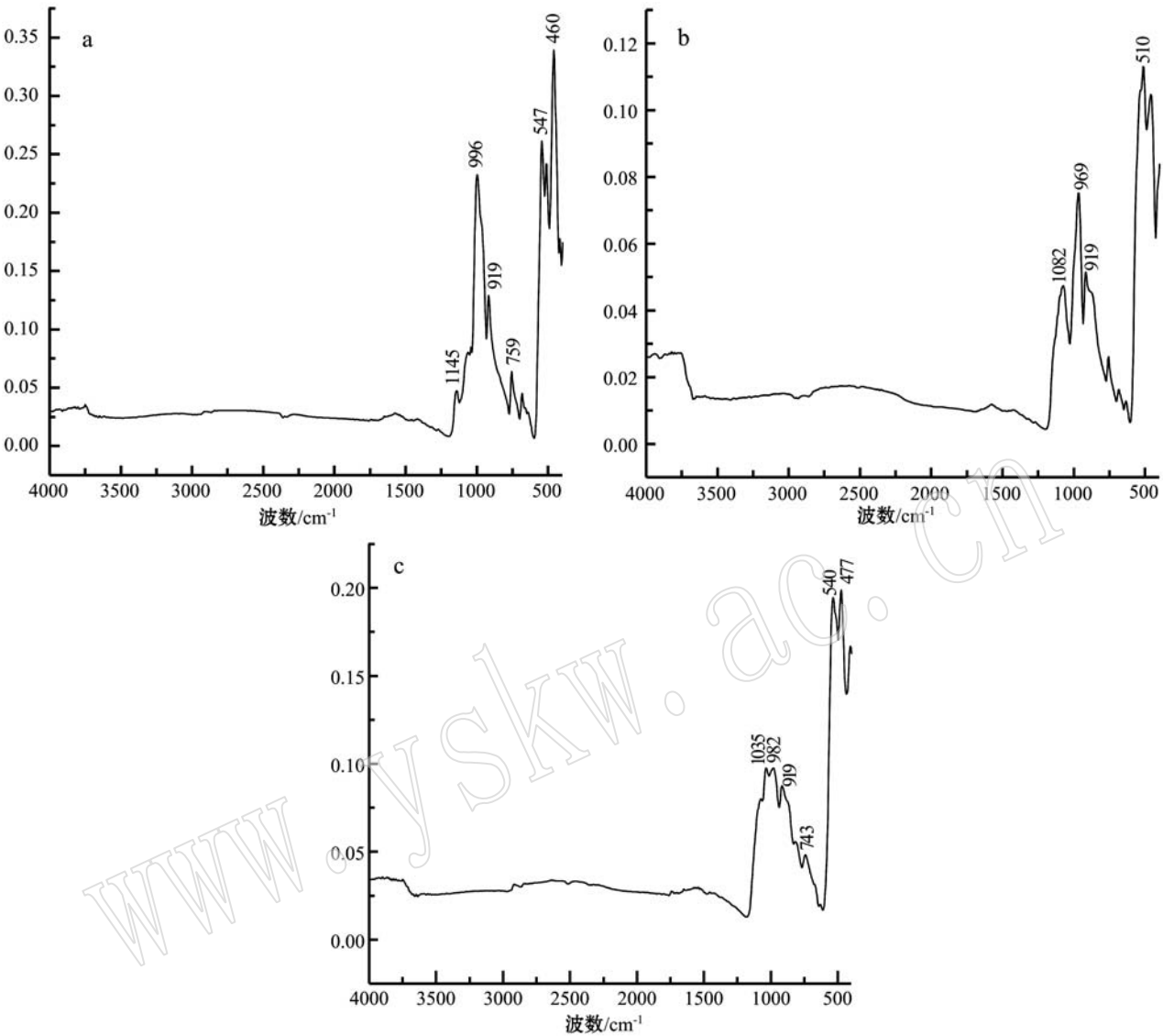


图 2 样品中“疆”的红外光谱仪测试结果

Fig.2 Reflection infrared spectra of stony appearance portion in placer nephrite

a—样品 J4“疆”部分的透闪石红外光谱；b—样品 A1“疆”部分的含辉石透闪石红外光谱；c—样品 A5“疆”部分的红外光谱
a—infrared spectrum of tremolit stony appearance portion in Sample J4; b—infrared spectrum of tremolit-diopside stony appearance
portion in Sample A1; c—infrared spectrum of stony appearance portion in Sample A5

表 2 各样品中“疆”的红外光谱仪测试结果

Table 2 Reflection infrared spectra of stony appearance portion in placer nephrite

样品编号	主要峰位/cm ⁻¹	鉴定结论	备注
A2、A3、A4、A6、 B1、B2、J3、J4	996、919、759、547、460	软玉	样品 B1、B2“疆”呈长丝状分布,可能由于无法测量 微区而存在结果偏差。
A1、A7、A8、A9、A10、A11、A12、J1、J2	1 082、970、919、510	含辉石透闪石	峰位偏离透闪石标准谱,显示透辉石吸收峰
A5	1 035、982、919、540、477	未知	标准谱线中未见类似图谱

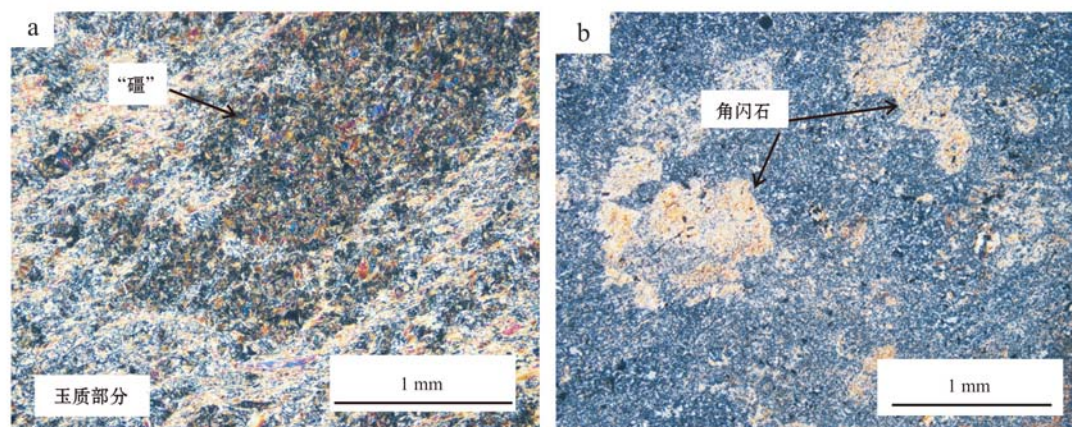


图 3 样品的显微结构照片(正交偏光)

Fig. 3 Photomicrographs of stony appearance portion in placer nephrite (crossed nicols)

a—样品 A1 中的玉质部分与“疆”的分界处; b—样品 I4 中组成“疆”的角闪石斑晶

a—boundary of jade area and stony appearance portion in sample A1; b—large phenocrysts of tremolite in stony appearance portion of sample J4

表 3 软玉籽料中玉质部分的电子探针分析结果

 $w_B / \%$ **Table 3** Analyses of nephrite portion[illegible]

$\tau_{\text{R}}/\%$ $\tau_{\text{R}}/\%$ 以 23 个氧原子和 16 个阳离子为基准计算的阳离子数 $w_R / \%$ $w_R / \%$ 以 6 个氧原子和 4 个阳离子为基准计算的阳离子数

透辉石

表 6 软玉籽料“疆”中的白云母电子探针分析结果

Table 6 Analyses of muscovite in placer nephrite											w _B /%
样品薄片	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	Total
A5-1	45.51	0.26	37.07		0.19		0.84	0.72	9.88	0.18	94.66
	Si	Ti	Al	Fe ³⁺	Fe ²⁺	Mn	Mg	Ca	K	Na	Total
	3.023	0.013	2.9	0.011			0.083	0.051	0.837	0.023	6.943

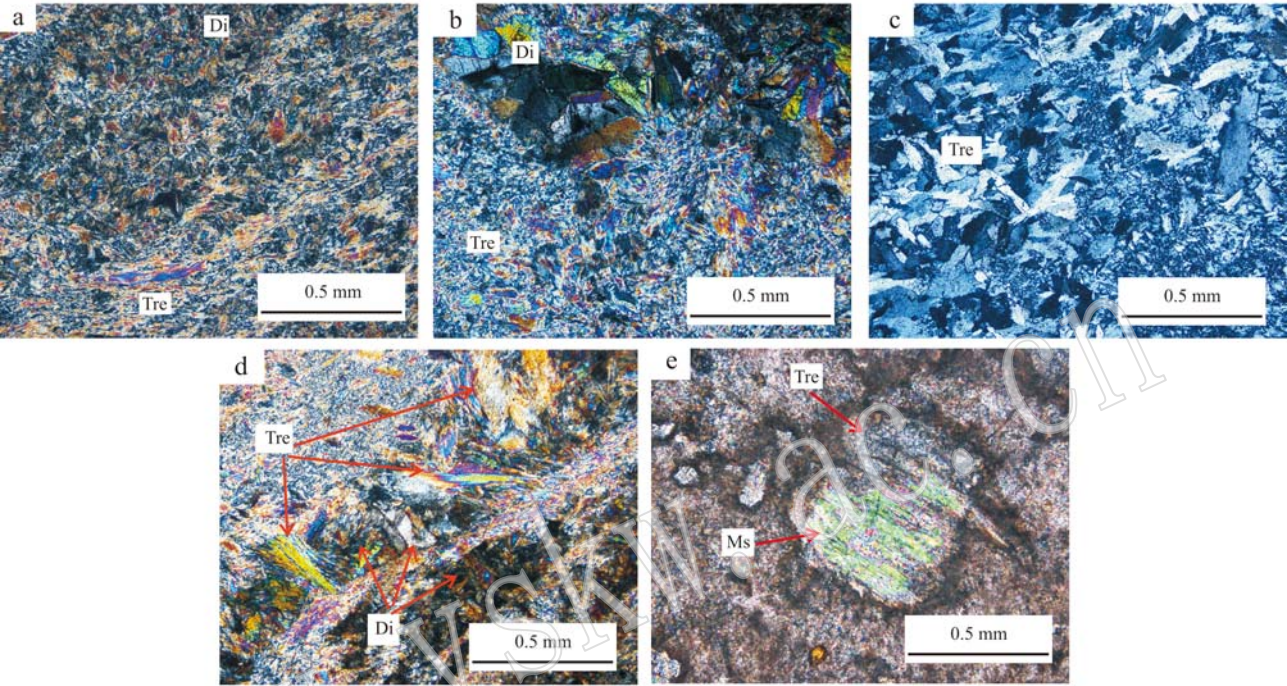


图 4 软玉籽料中“疆”的组成矿物(正交偏光)

Fig.4 Photomicrographs of stony appearance portion in placer nephrite(crossed nicols)
a—样品 A1 的细粒透辉石; b—样品 A8 的粗粒透辉石; c—样品 A12 的柱状交织透闪石; d—样品 B2 的间杂分布的透辉石和透闪石;
e—样品 A5 中白云母和细粒透闪石
a—fine-grained diopside in sample A1; b—diopside in sample A8; c—tremolit in sample A12; d—diopside and tremolit in sample B2;
e—muscovite and tremolit in sample A5

References

Leake B E, Woolley A R, Arps C E S, *et al.* 1997. Nomenclature of amphiboles: Report of the subcommittee on amphiboles of the international mineralogical association commission on new minerals and mineral names[J]. American Mineralogist, 82: 1 019~1 037.

Li Shengrong, Xu Hong, Shen Junfeng, *et al.* 2008. Crystallography and Mineralogy[M]. Beijing: Geological Publishing House(in Chinese).

Liu Yan and Maituohuti•Abuduwayiti. 2015. Mineral assemblages and formation age for placer nephrite in Hetian[J]. Gemology and Technology, 233(in Chinese).

Sun Lihua, Yu Fang and Wang Shiqi. 2011. Gemological research on Manasi green jade [J]. Acta Petrologica et Mineralogica, 30 (Supp.): 33~38(in Chinese).

Weng Shifu. 2012. Fourier Transform Infrared Spectroscopy(The Second Edition)[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 1, 326 ~ 327, 357~358(in Chinese).

Yang Hu, Liu Guoxiang and Deng Cong. 2007. The Origin of Jades in East Asia—Jades of the Xinglongwa Cultrue[M]. Hongkong: Center for Chinese Archaeology and Art(in Chinese).

Zhang Bailu, Zhang Xiaochong, Shi Guanghai, *et al.* 2014. A tentative

discussion on the relationship between “flesh” and “skin” of the Hetian placer nephrite[J]. Acta Petrologica et Mineralogica, 33 (Supp.2): 25~34(in Chinese).

Zhou Zhengyu, Liao Zongting, Yuan Yuan, *et al.* 2005. Study on Characteristics and Genesis of ‘Water Line’ in Qinghai Nephrite Jade[J]. Journal of Gems and Gemmology, 7(3): 10~12(in Chinese).

附中文参考文献

李胜荣, 许 虹, 申俊峰, 等. 2008. 结晶学与矿物学[M]. 北京: 地质出版社.

刘 琰, 买托乎提•阿不都瓦衣提. 2015. 新疆和田玉子料的矿物组成及形成时代[J]. 珠宝与科技, 增 456: 233.

孙丽华, 于 方, 王时麒. 2011. 玛纳斯碧玉的宝石学研究[J]. 岩石矿物学杂志, 30(增刊): 33~38.

翁诗甫. 2012. 傅里叶变换红外光谱分析(第二版)[M]. 北京: 化学工业出版社, 1, 326~327, 357~358.

杨 虎, 刘国祥, 邓 聪. 2007. 玉器起源探索——兴隆洼文化玉器研究及图录[M]. 香港: 中国考古艺术研究中心.

张白露, 张小冲, 施光海, 等. 2014. 和田玉子料“肉”与“皮”的关系初探[J]. 岩石矿物学杂志, 33(增刊 2): 25~34.

周征宇, 廖宗廷, 袁 媛, 等. 2005. 青海软玉中“水线”的特征及其成因探讨[J]. 宝石和宝石学杂志, 7(3): 10~12.