

宝石级 A, B 翡翠研究

姚德贤

莫伟基

(中山大学地球科学系, 广州 510275)

(香港亚洲宝石学院 鉴定所)

摘要 测得翡翠饰品 A, B 货的平均折射率分别为 1.655, 1.655. 平均密度分别为 3.310 g/cm^3 , 3.258 g/cm^3 . X 光衍射分析 B 货的玉料有硬玉玉料和钠铬辉石玉料 2 种. 红外光谱、喇曼光谱分析 A, B 货, 均出现典型的硬玉谱线. B 货的红外光谱和喇曼光谱均出现碳氢基团的谱线. 电子探针分析 B 货含大量的碳元素. A, B 和 C 货的扫描电镜图像明显不同.

关键词 翡翠 A, B 货, 红外光谱, 喇曼光谱, 扫描电镜

分类号 P 578.954

1 翡翠概述

翡翠学名为硬玉, 属钠铝硅酸盐矿物, 分子式 $\text{NaAlSi}_2\text{O}_6$. 硬玉的晶体结构为单斜晶系. 硬玉矿物集合体称翡翠玉料.

翡翠饰品和工艺品价值昂贵, 所以对其研究和检测必须在无损伤的前提下进行.

对 18 个样品的电子探针测试结果: SiO_2 为 57.16% ~ 63.06%, 平均 59.37%, Na_2O 为 5.28% ~ 15.43%, 平均 13.06%, Al_2O_3 18.98% ~ 24.63%, 平均 21.13%, CaO 0.28% ~ 7.03%, 平均 1.43%, MgO 0.43% ~ 8.87%, 平均 1.56%, Cr_2O_3 0.1% ~ 1.02%, FeO 0.11% ~ 1.74%^①. 对各种颜色的 74 个样品进行 X 光荧光分析, 微量元素除 Fe, Cr 外, 还有 Ti, Mn, Cu, V 等^②. 经研究, 翡翠颜色品种繁多主要由过渡离子及含量变化所引起.

目前世界玉石市场的翡翠饰品有 A 货、B 货、B+ C 货和 C 货 4 种.

对 48 个不同颜色的 A 货样品进行折射率测定, 结果是 1.650~1.670, 平均 1.655. 密度测定是 $3.149 \sim 3.551 \text{ g/cm}^3$, 平均 3.310 g/cm^3 . 紫外线长波下荧光性为无色至微白色. 查氏镜下无变色. 对 16 个 B 货 2 个 C 货样品测定, 折射率为 1.650~1.660, 平均 1.655. 密度 $3.140 \sim 3.331 \text{ g/cm}^3$, 平均 3.258 g/cm^3 . 紫外线长波下荧光性, 除 1 个 C 货呈微红色外, 其余为无色至微白色. 查氏镜下 1 个 C 货变淡棕色外, 其余无变化. 由此可以看出翡翠 A, B 货的物理性质和光学性质十分相近, 常规的检测方法很难将其准确区分.

2 仪器分析

2.1 X 光衍射分析 挑选 17 个 A 货样品和 4 个 B 货样品进行 X 光测试, 发现 A 货样品的主要矿物为硬玉 (图 1), 部分样品还分别含少量的透辉石、透闪石、阳起石、尖晶石、绿泥石. B 货样品中, 2 个样品的主要矿物为硬玉, 2 个样品为钠铬辉石.

① 由湖南省地质局电子探针室测试

② 由香港城市大学物理及材料系测试

收稿日期: 1995-12-04 姚德贤, 男, 58 岁, 副教授

从 X 光衍射资料可以看出, B 货的玉料有硬玉玉料和钠铬辉石玉料. 前者制 B 后颜色翠绿清雅, 后者浓绿艳丽.

图 1 硬玉+ 少量杂质相的 X 光衍射分析结果

Fig. 1 The X-ray diffractational graph of jadeite

图 2 硬玉做典型透视波谷

Fig. 2 The typical trough of the chalchiguite

with a little impurity

2.2 红外光谱分析 测试 77 个样品, 其中 24 个 B 货样品. 在 $400\sim 1\,600\text{ cm}^{-1}$ 矿物指模区内均出现 $425, 470, 520, 585, 662, 738, 850, 940, 1\,060\text{ cm}^{-1}$ 的典型硬玉透射波谷(图 2). 经研究, 其中 $1\,100\sim 800\text{ cm}^{-1}$ 为 O-Si-O 伸缩振动和弯曲振动及 Si-O-Si 的伸缩振动; $800\sim 600\text{ cm}^{-1}$ 为 Si-O-Si 弯曲振动; 小于 600 cm^{-1} 为 Si-O 的弯曲振动及 Me-O 的晶格振动^[1]. 在 $2\,000\sim 3\,200\text{ cm}^{-1}$ 波段, A 货 2 个样品在 $2\,850\text{ cm}^{-1}, 2\,920\text{ cm}^{-1}$ 出现微细的透射波谷, 显示有少量的碳氢基团存在, 估计是抛光腊引起. 在 B 货一组样品中有 3 个样品在 $2\,850\text{ cm}^{-1}, 2\,920\text{ cm}^{-1}$ 出现强的透射波谷, 说明有大量充填腊存在. 其余样品在 $2\,850\text{ cm}^{-1}, 2\,920\text{ cm}^{-1}, 3\,050\text{ cm}^{-1}$ 出现强透射波谷(图 3), 反映有充填树脂的存在, 因为 $3\,050\text{ cm}^{-1}$ 是树脂的特征波谷.

图 3 B 货翡翠在 $2\,800\sim 3\,200\text{ cm}^{-1}$ 区的红外光谱

Fig. 3 Three transitional troughs in a infrade spectrum of B-grade jadeite

图 4 天然硬玉的喇曼光谱

Fig. 4 Raman spectrum of jadeite

Fritsch 等认为 $2\,850, 2\,920$ 和 $3\,035\text{ cm}^{-1}$ 是 B 货的典型透射波谷^[2], 作者则强调 $3\,035\text{ cm}^{-1}$ 在鉴定 B 货的关键作用. 因为部分 A 货也出现 $2\,850, 2\,920\text{ cm}^{-1}$ 透射波谷. 翡翠饰品和工

艺品在加工的最后道工序要以抛光蜡抛光,以增加表面的光滑度,所以其表面会残存少量的抛光蜡。而 B 货的注腊量受到玉料的种属、性质、酸漂白时间等因素的影响,所以注腊量也不同。因此,要定量地区别 A 货的抛光蜡或 B 货的注入腊是困难的。一般认为,如果红外光谱只出现微弱的 $2\ 850, 2\ 920\ \text{cm}^{-1}$ 透射波谷,可以确定为 A 货的抛光蜡;如果出现强的 $2\ 850, 2\ 920\ \text{cm}^{-1}$ 透射波谷,则应该是 B 货的注入腊。^{*}

2.3 喇曼光谱分析 备样 3 个,1 号为 A 货戒面样品,2 号为未加工的 B 货样品,3 号为 B 货戒面样品^③,结果 2 号样因荧光太强影响出谱,虽经强短波辐射以使荧光淬灭,但效果不佳。B 货荧光是充填树脂所致。1 号和 3 号样测试范围为 $100\sim 3\ 600\ \text{cm}^{-1}$ 。1 号样的喇曼光谱见图 4;3 号样出现 $206, 370, 696, 992, 1\ 038, 1\ 362, 1\ 426\ \text{cm}^{-1}$ 谱峰。侯舜瑜等认为 $208, 378, 700, 993, 1\ 039\ \text{cm}^{-1}$ 为硬玉的特征峰^[3]。本文测试结果与之略有差异,估计是硬玉中存在类质同象之故。

对 1 号和 3 号样在 $2\ 000\sim 3\ 600\ \text{cm}^{-1}$ 段反复扫描,结果 1 号样不出现谱峰,而 3 号样出现杂质谱峰 $2\ 652, 2\ 746, 2\ 906, 2\ 962, 3\ 070\ \text{cm}^{-1}$,其中 $2\ 906, 2\ 962, 3\ 070\ \text{cm}^{-1}$ 均为 $\text{CH}-\text{CH}_2$ 基团的特征峰,说明有外加物质存在。

2.4 电子探针分析 样品 3 个,1 号为 A 货样品,2 号为 B 货样品,3 号为 B+ C 货样品(均为戒面)^④,测试时样品不涂碳膜,真空条件。结果 1 号样含碳 0.98%,2 号样含碳 83.44%,3 号样含碳 3.67%。A 货含微量碳是由抛光蜡所致;B 货含大量碳属充填物——腊或环氧树脂的结果;B+ C 货含碳量是 A 货的 3.5 倍,也应是外来的充填物质。

2.5 扫描电镜研究 对 3 个 A, B, C 样品进行电镜扫描,测试时样品没有涂金—钯镀膜。A 货的扫描图像为粒状结构,晶粒间有明显的间隙,显示其天然原生粒状结构。B, C 货的扫描图像呈不规则的云絮状,图像模糊,显示晶粒间被环氧树脂、或腊或金属铬盐等充填。

参 考 文 献

- 1 杨尽. 缅甸翡翠矿石矿物组分及评价的研究. 国外非金属矿与宝石, 1990, 12 46- 48
- 2 Emmanuel Fritsch, Shun-Tien Ten Wu, Thomas Moses. Identification of bleached and polymer-impregnated jadeite. Gems & Gemology, 1992, 27 176- 187
- 3 侯舜瑜,曹宝旻,廖小波. 利用喇曼光谱鉴别翡翠 A B 货. 中国宝石, 1995(1): 49

The Study of Gem Quality of A- and B-Grade Jadeite

Yao Dexian* Mo Wei-ji

Abstract The jadeitic jewelry in the world market is divided into four grade A, B, B+ C, and C. For A- and B-grade jadeite, it is determined that their average refractive index is respectively 1.655, 1.655 and that their average specific gravity 3.310, 3.258 g/cm^3 . X-ray

* Department of Geology, Zhongshan University, Guangzhou 510275

③ 由中山大学测试中心喇曼光谱室测试

④ 由香港大学电子显微镜组测试

diffraction showed jadeitic material and ureyitic material can be the two kinds of jade material of B-grade jadeite. The typical spectrum of jadeite appeared in the infrade spectra and Raman spectra of both A-and B-grade jadeite, while B-grade jadeite displayed the spectrum of C-H group in the two kinds of spectra. The results of electron probe test revealed much carbon in B-grade jadeite and the scanning electron microscope gave significantly different graphs of A-B-and C-grade jadeite. With information revealing the difference between A-and B-grade jadeite, non-damaged identification of all kinds of jadeite can be conducted.

Keywords A-jadeite, B-jadeite, infrade spectra, raman spectra, scanning electron microscope

· 简 讯 ·

有关地球科学两书出版

由我校地球科学系孙晓明副教授等编著的《吉南太古宙高级变质地体及金矿床》和《粤北丹霞红层地质地貌及超大型矿床》(约 18 万字)两书最近由地质出版社正式出版。《吉》书近 20 万字,共分六章:(1)地质概述;(2)太古宙变质岩主要岩石单元;(3)太古宙地体构造属性的确定及地质意义;(4)韧性构造变形与金矿化;(5)两类不同金矿床的主要地质特征及成因;(6)华北地台太古宙高变地体中金矿化及其与绿岩带型金矿床对比。作者在大量野外及室内工作基础上,以令人信服的证据确证了吉南太古代地体为一典型的高变地体,而不是一般认为的花岗-绿岩地体,提出了太古代高变地体发生金矿化的充要条件。首次提出夹皮沟金矿区存在着与韧性剪切带有关的变质热液型金矿和长英质脉岩有关的岩浆热液型金矿,它们在华北地台上具有普遍意义;将高变地体中金矿与绿岩带型金矿进行了对比,发现它们在许多方面存在差别。这些成果大大加深了我国对吉南太古代地质及夹皮沟金矿床成因的认识,理论和找矿实践上都有重要意义。

《粤》书着重对世界闻名的粤北大宝山和凡口两个超大型多金属矿床及丹霞盆地和南雄盆地的主要红层地质地貌的一系列地质特征、研究历史及成因等进行了较为系统全面的阐述,涉及矿床学、地理学、古生物学及地质年代学等许多学科。该书中英文对照,内容丰富、文字流畅,是一本既有较高学术价值又有广阔读者对象的好书。

(俞受塏)