

# 电子探针与扫描电镜在翡翠饰品鉴别中的应用

王士元,陈丽秋,范 玲

(新疆矿产实验研究所,新疆 乌鲁木齐 830000)

**摘要:**利用电子探针、扫描电子显微镜对翡翠饰品进行表面形貌、物质组成的测定,结合偏光显微镜研究成果,以其微区、微量、无损、快速的特点,为翡翠饰品的鉴别提供了一种有效的方法和途径。

**关键词:**翡翠;化学成分;矿物组分;结构构造;评价

**中图分类号:**P578.94

**文献标识码:**A

翡翠号称“玉石之王”,以其质地细腻、致密坚韧、色泽温润、柔和雅致而受到人们的青睐。由于翡翠价值较高,在宝玉石消费市场中以次充好、以假乱真的现象时有发生,不但严重损害了消费者的合法权益,而且给珠宝市场造成了混乱。因此,研究翡翠的特征,弄清翡翠的化学成分、矿物组合、结构构造以及经人工处理后的特征,对于翡翠饰品的鉴别、评价翡翠的质量具有重要意义。

## 1 翡翠的基本特征

翡翠是一种宝石级的硬玉岩,即以硬玉为主要矿物成分的辉石族矿物和角闪石矿物组成的集合体。

### 1.1 翡翠的化学成分特征

翡翠是一种钠铝硅酸盐,其化学式为  $\text{NaAl}[\text{SiO}_2\text{O}_6]$ ,它的 3 种主要组分  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$  的理论值为: $\text{SiO}_2$  59.44%, $\text{Al}_2\text{O}_3$  25.22%, $\text{Na}_2\text{O}$  15.34%,且常含 Cr、Ni、Mn、Mg、Fe 等微量元素。翡翠的电子探针能谱分析结果见表 1。3 种主要组分  $\text{SiO}_2$  :  $\text{Al}_2\text{O}_3$  :  $\text{Na}_2\text{O}$  = 59.22 : 15.34 : 11.34。翡翠的成分中常有少量的 CaO 替代  $\text{Na}_2\text{O}$ ,少量的  $\text{MgO}$ 、 $\text{FeO}$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$  替代  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 。

### 1.2 翡翠的矿物成分及结构构造特征

根据偏光显微镜、电子显微镜和 X 射线能谱分析研究确定,翡翠的矿物成分除以硬玉为主外,尚有少量和透闪石、褐铁矿等,其结构有粒状变晶结构、纤维变晶结构和粒状-纤维

状变晶结构,块状构造。

表 1 翡翠的电子探针分析

Table 1 Electron microprobe analyses of jadeite

$w_B/\%$

样 号	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	CaO	FeO
1#	58.64	23.12	16.24	0.00	1.20
2#	57.75	23.11	17.19	0.62	1.32
3#	58.70	22.87	16.84	0.68	0.92
4#	57.88	23.98	16.67	0.31	1.15
5#	58.17	23.06	17.70	0.45	0.62

研究表明,翡翠的结构与翡翠的质地关系密切,粒度越细,其透明度越高。粒度在 0.5~1mm 时,达到半透明;粒度在 0.05~0.15mm 时,其透明度较好;当有闪石类矿物交代了硬玉,带入了  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  时,翡翠的颜色变暗,其透明度也随之降低。

1.3 翡翠的其他鉴别特征

除了化学成分和矿物成分、结构构造特征之外,翡翠还有 3 项重要的鉴别特征:硬度为 6.5~7;密度为 3.30~3.36g/cm<sup>3</sup>,常为 3.33g/cm<sup>3</sup>;折射率为 1.65~1.67,在折射仪标尺 1.66 附近可见一条模糊阴影边界。

2 天然翡翠与人工处理翡翠的鉴别

2.1 天然翡翠(A 货)

翡翠 A 货,即为没有经过漂白、注胶和染色等任何人工优化、处理的天然翡翠制品,其颜色自然、清新,光洁度好,具有细腻致密的结构、较高的韧性和硬度。

2.2 翡翠 B 货

翡翠 B 货是将翡翠用浓酸漂白,除去杂质,再注入无色环氧树脂加固。经酸洗漂白后破坏了翡翠结构,起到填隙、增亮、润色、加固的作用,其效果是不能持久的。因为翡翠除主要矿物硬玉外,经常含有一定比例的角闪石、长石、褐铁矿等,这些矿物结构和成分不同,被酸溶解的速度也不同,经酸处理后会 出现凹凸不平的表面,常可见网状沟纹、腐蚀的孔洞及经过处理的翡翠网纹中注入的树脂。

翡翠 B 货不仅可以通过其特殊的结构、构造予以识别,而且采用 X 射线能谱分析可对翡翠 B 货进行快速、准确的鉴别。翡翠 B 货的能谱中,除有常量元素 Na、Ca、Al、Si 和微量元素 Fe、Mg、Cr、Ti、Ni 的谱线外,常会出现硫(S)和氯(Cl)的谱线。这是由于经酸处理后,硫酸、盐酸在翡翠 B 货表面的残留物所引起的。

2.3 翡翠 C 货

翡翠 C 货是将染色液或有色注入剂(染料或树脂类混合物)注入至翡翠的裂隙或孔隙中,使本来无色的翡翠显色,本来浅色的翡翠变为深色的翡翠。

翡翠 C 货翠性不明显,颜色多分布在斑晶周围的纤维状细小颗粒之间,绿色呈线状分布,见不到绿色的矿物斑点或稍粗的丁字形矿物纤维。饰品裂隙处绿色较其他地方浓,系沉淀染色剂所致。

翡翠 C 货由于经过染色处理,在其 X 射线能谱图上,除 Fe、Ni、Ti 等元素谱线较 A、B 货翡翠都高外,常出现 Cr 和 Pb 元素的谱线。Cr 残留是无机染料铬盐所致,Pb 是由经腐蚀处理的翡翠回填裂缝中铅玻璃所致,此二元素谱线的出现为翡翠 C 货的鉴别提供了一个重要的佐证。

3 翡翠仿制品的鉴别

翡翠的仿制品可分为两类:一类是用其他绿色玉石冒充翡翠饰品,如澳玉、密玉、马来玉(染色石英岩)、翠榴石、独山玉、贵翠、乌兰翠等;二是用玻璃、塑料等制成的仿翠岩。

3.1 马来玉(染色石英岩)的鉴别

马来玉即为染色石英岩。它是用混有铁质的铬、镍、钴盐类颜料染成,外表与翡翠的极品无异。显微镜下观察,可见到颜色包藏在石英集合体裂缝中,绿色呈网状,无色块和色根,易与翡翠相区分。

玻璃种的翡翠有时与染色石英岩难以区分,但使用 X 射线能谱分析却很容易辨别,因为马来玉(染色石英岩)的化学组分主要是 SiO<sub>2</sub>(表 2),与翡翠大不相同。

表 2 马来玉(染色石英岩)的 X 射线能谱分析结果 w<sub>B</sub>/%  
Table 2 X-ray spectra analyses of Malay jade

化 学 成 分	SiO <sub>2</sub>	FeO	CoO	NiO
染色石英岩(基底部分)	99.71	0.29	—	—
染色石英岩(染色部分)	99.34	—	0.36	0.30

3.2 玻璃(仿翡翠)的鉴别

一种脱玻化玻璃,透明度较好,是专门用来仿翡翠的。这种绿色玻璃内有放射状雏晶,其折射率、密度与翡翠相近,在偏光显微镜下为非均质体,经 X 射线能谱分析,其化学组成与玻璃一致,与翡翠不同,易于区分(表 3)。

表 3 玻璃(仿翡翠)的 X 射线能谱分析结果 w<sub>B</sub>/%  
Table 3 X-ray spectra analyses of glass (imitation of jadeite)

化学成分	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	CaO	FeO	K <sub>2</sub> O
玻璃(仿翡翠)雏晶部分	70.74	3.30	14.67	9.06	0.57	1.67
玻璃(仿翡翠)玻璃部分	77.56	4.08	10.14	5.34	0.74	2.15

4 讨论

(1)翡翠是一种成分较复杂的高档玉石,按其矿物组成可分为不同类型的翡翠,如硬玉型、钠长石-硬玉型、硬玉-钠长石型、硬玉-霓石型、钠铬辉石型等。本文仅就硬玉型翡翠进行了研究,尚具有一定的局限性。

(2)翡翠的鉴别需要多种手段相结合,实施综合鉴定。本文为翡翠的鉴别提供了一种快速、有效的方法,但应当与常规检测相结合,如折射率、密度、荧光、吸收光谱检查、查尔斯

泸色镜检查、放大检查等,才能收到显著的鉴别效果。

## Application of electron microprobe and scanning electron microscope to jadeite examination

WANG Shi-yuan, CHEN Li-qiu and FAN Ling

(Xinjiang Institute of Mineral Experiment, Urumchi 830000, China)

**Abstract:** Electron microprobe and scanning electron microscope are used for examining the appearance, texture and compositions of jadeite, together with polarizing microscope, the jadeite can be appraised without damage in a fast and effective way.

**Key words:** jadeite; mineral composition; texture; appraise