

# 一种伊利石仿独山玉的宝石学研究\*

王小莉<sup>1,2</sup>, 郭俊刚<sup>1,2</sup>, 马驰<sup>1,2</sup>, 王守敬<sup>1,2</sup>

(1. 中国地质科学院郑州矿产综合利用研究所, 河南 郑州 450006; 2. 国家非金属矿资源综合利用工程技术研究中心, 河南 郑州 450006)

**摘要:** 为了确定一种仿独山玉样品的真伪, 采用薄片鉴定、X射线粉末衍射法和电子探针分析对样品进行了分析测试。测试结果表明, 该样品由伊利石和少量的绢云母组成, 并不含有斜长石、铬云母等组成独山玉的矿物相, 是一种独山玉的仿冒品。此外, 结合显微鉴定特征和电子探针分析结果, 笔者初步推断该样品所呈现的翠绿色为铁元素致色。这种仿冒品在外观上与独山玉很相似, 常规宝石学参数也相似, 但前者的硬度低于独山玉的。由于硬度检测属于有损检测, 因此, 建议检测机构在日常检测工作中结合红外光谱仪进行检测。

**关键词:** 仿独山玉; 伊利石; X射线粉末衍射; 红外光谱; 电子探针

中图分类号: TD91 文献标识码: A 文章编号: 1001-0076(2018)06-0070-03

DOI: 10.13779/j.cnki.issn1001-0076.2018.06.014

## Study on the Gemological Characteristics of an Illite - imitated Dushan Jade

WANG Xiaoli<sup>1,2</sup>, GUO Jungang<sup>1,2</sup>, MA Chi<sup>1,2</sup>, WANG Shoujing<sup>1,2</sup>

(1. Zhengzhou Institute of Multi - purpose Utilization of Mineral Resources, CAGS, Zhengzhou 450006, China; 2. China National Engineering Research Center for Utilization of Industrial Minerals, Zhengzhou 450006, China)

**Abstract:** In order to determine the authenticity of a Dushan jade sample, it was analyzed by thin section identification, XRD powder diffraction and electron probe analysis. The test results showed that the sample was composed of illite and a small amount of sericite without plagioclase, mica and any other mineral phases that constitute Dushan Jade, implying that it was a counterfeit product. In addition, combined with the microscopic identification characteristics and electron probe analysis results, the author preliminarily concluded that the emerald green color present in the sample was due to the coloration of iron element. This counterfeit product is similar in appearance to Dushan Jade, and the conventional gemological parameters are also similar. But the hardness of the former is lower than that of Dushan Jade. Since the hardness test is a lossy test, it is recommended that the testing organization apply the infrared spectrometer for daily inspection.

**Key words:** imitated Dushan Jade; illite; X - ray diffraction; infrared spectrum; electronic probe

独山玉, 也称南阳玉, 又叫南阳翡翠, 因产于河南南阳市北的独山这一座孤山而得名<sup>[1]</sup>。它色彩丰富、玉质优美、历史文化悠久, 是我国四大名玉之一。随着矿石开采的不断进行, 该矿床的玉石资源已逐步趋于减少, 特别是宝石级的高档独山玉料。独山玉以绿为贵, 质地细腻、光泽明亮, 产量稀少的

白天蓝玉、满绿玉是独山玉中的特优级品种, 价格也颇为昂贵, 市场对翠绿色独山玉的需求也在不断增加。近几年来市场上出现了多种仿冒品。笔者早期曾收到了业内友人委托检测的“独山玉”样品, 并赴原产地三门峡灵宝一处现已废弃的金矿开采坑道, 进行实地勘察。

\* 收稿日期: 2018-02-27

基金项目: 河南省科技攻关项目(122102310644); 中国地质调查局地质调查项目(DD20189263)

作者简介: 王小莉(1981-), 女, 湖北随州人, 硕士, 研究方向: 矿物学、岩石学、矿床学、珠宝玉石, E-mail: 815762118@qq.com。

翠绿色独山玉的折射率为 1.57<sup>[1]</sup>,比重为 2.9<sup>[1]</sup>,摩氏硬度为 5.5~6.4<sup>[1]</sup>;而翠绿色的仿独山玉,在外观上与独山玉中的天蓝玉、满绿玉很相似,但其硬度略低于独山玉的正常值。为了确定这种翠绿“独山玉”,笔者对其进行了常规的宝石学检测和薄片鉴定、X 射线粉末衍射分析、电子探针检测、红外光谱检测,并探讨了它的颜色成因。

## 1 样品特征

采集的翠绿色仿独山玉样品有:戒面三粒、手标本三块(如图 1),玻璃-蜡状光泽,透明,整体为翠绿色-绿色,颜色分布均匀,隐晶质结构,主要呈块状、脉状、条纹状构造,其次为弱定向、团窝状等。经常规宝石特征检测,样品的折射率为 1.58(点测),摩氏硬度为 4.5,相对密度 2.858(静水比重法)。与白天蓝、满绿独山玉相比,样品的颜色、折射率、相对密度均与其相似,但摩氏硬度较独山玉(5.5~6.4)<sup>[1]</sup>的偏低。因此,下文重点从显微结构、化学成分和红外光谱三个方面进行了详细的研究。



图 1 翠绿色仿独山玉样品

Fig. 1 Samples of the emerald imitated Dushan jade

## 2 显微特征

制作对应的薄片,采用蔡司显微镜(SCOPE. A1型)进行详细的镜下鉴定工作,该样品的显微照片如图 2、图 3。

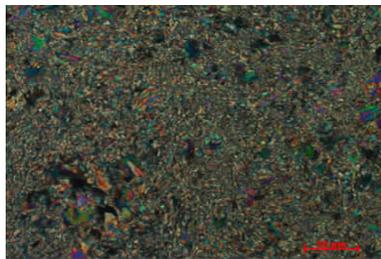


图 2 翠绿色样品(正交偏光)

Fig. 2 The emerald samples (crossed polarized light)

显微观察表明,翠绿色样品的主要组成矿物为伊利石和绢云母,其中,伊利石呈细鳞片状集合体,粒度 0.001~0.005 mm,含量 90% 左右,低~中正突起,薄片无色,干涉色达二级底部到中部<sup>[2]</sup>;绢



图 3 翠绿色样品(单偏光)

Fig. 3 The emerald samples (plane polarized light)

云母呈碎片状集合体,粒度 0.01~0.04 mm,含量 10% 左右,低正突起,薄片无色,干涉色达二级顶部~三级<sup>[2]</sup>。

## 3 矿物成分特征分析

### 3.1 X 射线粉末衍射分析

磨制 200 目以下的粉末样,采用日本理学 D/MAX1200 型 X 粉晶衍射仪进行了检测,结果见图 4。

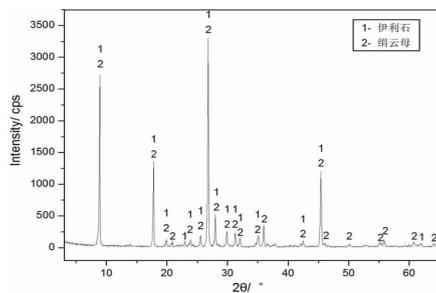


图 4 翠绿色仿独山玉样品的 XRD 分析结果

Fig. 4 XRD analysis of the emerald imitated Dushan jade

从图 4 可以看出,翠绿色样品的主要矿物组成为伊利石和绢云母<sup>[3]</sup>,对应的 XRD 半定量含量分别为 90.89% 和 9.11%。

### 3.2 电子探针成分分析

磨制翠绿色仿独山玉样品的光薄片,采用日本岛津 EPMA-1720 型电子探针分析仪进行了检测<sup>[4]</sup>,共测了 6 个点,结果见表 1。从表 1 可以看出,样品的主要化学成分为  $K_2O$ 、 $SiO_2$ 、 $Al_2O_3$ ,次要成分为  $Na_2O$ 、 $MgO$ 、 $CaO$ 、 $TiO_2$ 、 $Cr_2O_3$ 、 $MnO$ 、 $Fe_2O_3$ ,次要成分的含量(除  $Na_2O$ 、 $Fe_2O_3$  外)大多不超过 1%。在该翠绿色样品中, $SiO_2$  含量为 47.28%~49.27%; $Al_2O_3$  含量为 26.23%~32.43%; $K_2O$  含量为 10.01%~11.74%; $Na_2O$  含量为 0.45%~1.44%; $Fe_2O_3$  含量为 1.05%~1.43%。

绢云母和伊利石均系白云母的变种<sup>[2]</sup>,是一种细鳞片状的白云母,呈鳞片状集合体态分布,在高倍

镜下才勉强可以辨认。而绢云母与伊利石的区别在于,后者在前者的基础上去K(或Na),去Al,含水略多,伊利石较绢云母更进一步黏土化。其中,白云母<sup>[2]</sup>的化学式为 $KAl_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2$ ,其理论组成为 $SiO_2$  45.2%、 $K_2O$  11.8%、 $Al_2O_3$  38.5%、 $H_2O$

4.5%;伊利石<sup>[2]</sup>的化学式为 $(K, Na, H_3O) Al_2(Al-Si_3)O_{10}(OH)_2$ 。

综上所述,翠绿色仿独玉的主要矿物组成为伊利石和绢云母;其中,检测点1~4为伊利石,5~6为绢云母。

表1 翠绿色仿独山玉样品的化学成分

Table 1 Electron probing analysis of the emerald imitated Dushan jades

检测点	Na <sub>2</sub> O	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	TiO <sub>2</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	总量
1	0.446	0.213	26.980	48.075	10.014	0.332	0.210	0.076	0	1.244	87.590
2	1.276	0.208	26.230	48.513	10.370	0.518	0.352	0.025	0.017	1.323	88.833
3	0.429	0.223	27.087	47.684	10.051	0.378	0.155	0.035	0	1.500	87.541
4	0.679	0.230	27.258	48.357	10.014	0.524	0.126	0.053	0.039	1.434	88.713
5	1.361	0.193	32.428	49.273	11.126	0.202	0.075	0.059	0.050	1.054	95.821
6	1.435	0.189	31.995	47.414	11.735	0.315	0.107	0.032	0	1.161	94.381
Average	0.938	0.209	28.663	48.219	10.552	0.378	0.171	0.047	0.018	1.286	90.480

测试单位:中国地质科学院郑州矿产综合利用研究所;仪器型号:日本岛津 EPMA-1720。

### 3.3 红外反射光谱检测

采用带漫反射附件的 NICONET5700 型傅立叶变换红外光谱仪<sup>[5]</sup>,对样品进行了 $4\ 000\sim 400\text{ cm}^{-1}$ 范围内的漫反射光谱测试;测试条件为扫描16次,分辨率为 $4\text{ cm}^{-1}$ 。对同一种样品又做了多角度测试,样品的漫反射红外光谱见图5。

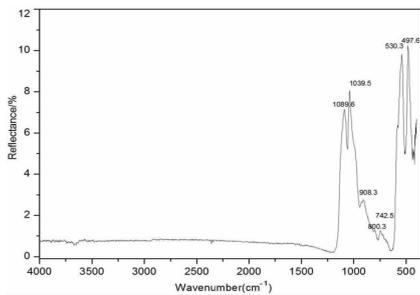


图5 翠绿色仿独山玉样品的红外反射光谱

Fig. 5 IR reflection spectra of the emerald imitated Dushan jade

从图5可以看出,主峰位主要分布在指纹区 $1\ 200\sim 400\text{ cm}^{-1}$ 间,分别为 $1\ 089.6$ 、 $1\ 039.5$ 、 $908.3$ 、 $800.3$ 、 $530.3$ 和 $497.6\text{ cm}^{-1}$ 。另外,白天蓝、满绿独山玉的红外反射光谱则显示的是主矿物斜长石<sup>[6]</sup>的特征峰,二者的特征峰完全不同。通过红外无损检测的方法也能快速地将此样品与独山玉区分开。

### 4 探讨

翠绿色仿独玉在颜色、折射率、密度等参数方面均与白天蓝、满绿色独山玉相似,尤其是其鲜艳的宝石级翠绿色,特别惹人喜爱。白天蓝、满绿色独山玉,显微观察中可见淡绿色、片状、椭球状、团窝集体状分布的铬云母;成分检测如下:铬云母 $Na_2O$

$0.364\%$ 、 $MgO$   $0.86\%$ 、 $Al_2O_3$   $30.224\%$ 、 $SiO_2$   $45.363\%$ 、 $K_2O$   $5.19\%$ 、 $CaO$   $12.842\%$ 、 $TiO_2$   $0.735\%$ 、 $Cr_2O_3$   $0.649\%$ 、 $MnO$   $0.023\%$ 、 $FeO$   $0.654\%$ <sup>[6]</sup>,其中, $Fe_2O_3$ 含量为 $0.654\%$ 、 $Cr_2O_3$ 含量为 $0.649\%$ ,故而可知,天蓝玉的翠绿色是铬元素致色<sup>[7]</sup>。而本文中的翠绿色样品,通过显微观察和电子探针检测可知,显微镜下为无色,非特征的淡绿色(铬致色成因);成分检测结果为伊利石和绢云母,其中 $Fe_2O_3$ 含量为 $1.05\%\sim 1.43\%$ 、 $Cr_2O_3$ 含量为 $0.025\%\sim 0.076\%$ ,明显的富Fe贫Cr。由此可以初步推断,该样品所呈现的翠绿色是铁元素致色。

### 5 结语

本次测试样品的颜色、光泽、透明度均与独山玉相似,通过常规的宝石学方法测试,样品的折射率为1.58,比重为2.858,摩氏硬度为4.5,独山玉的折射率为1.57<sup>[1]</sup>,比重为2.9<sup>[1]</sup>,摩氏硬度为5.5~6.4<sup>[1]</sup>。通过硬度检测,能够发现样品不是独山玉。但硬度检测属于有损检测,在实际检测工作中,具有一定的局限性。经X射线衍射分析和电子探针分析,均出现了伊利石和绢云母的衍射峰和化学成分,未有组成独山玉的斜长石和铬云母<sup>[7]</sup>的衍射峰和化学成分,可以确定样品是由绢云母和伊利石组成的仿独山玉。结合薄片鉴定特征和电子探针分析结果,初步推断该样品为铁元素致色。珠宝检测机构在进行常规检测时,一旦发现样品的折射率、比重等参数近似于独山玉时,应采用无损的红外光谱反射法<sup>[8]</sup>,采集对应的红外反射光谱,以此对其进行进一步的分析测试。

(下转第76页)

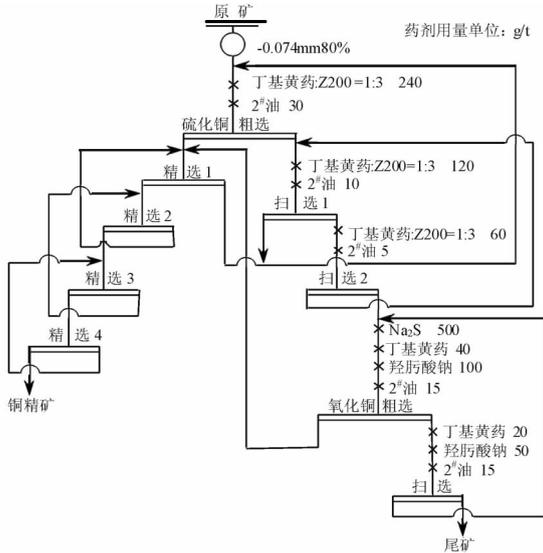


图6 闭路试验流程  
Fig. 6 Closed circuit test flow sheet

### 3 结论

(1) 试验矿样中的主要金属矿物为黄铜矿、孔雀石、自然铜、蓝铜矿、褐铁矿等;主要脉石矿物为石英,其次有碳酸盐矿物和绿泥石、绢云母等。含银矿物包括银黝铜矿、辉银矿、深红银矿及少量自然银,银大部分产于铜矿物中,而脉石矿物中含银较少。

(2) 硫化铜浮选时采用 Z200 和丁基黄药为组合捕收剂,氧化铜浮选时采用 Na<sub>2</sub>S 为调整剂、羧腈

酸钠与丁基黄药为组合捕收剂,可使铜矿物得到有效回收。

(3) 该铜矿石在磨矿细度为 -0.074 mm 占 80% 条件下,采用 1 粗 2 扫浮选硫化铜、采用 1 粗 1 扫浮选氧化铜、合并粗精矿采用 4 次精选闭路试验流程,可以获得铜品位为 19.18%、铜回收率为 95.78%、银品位为 2 308 g/t、银回收率为 81.03% 的铜精矿产品,浮选技术指标令人满意。

### 参考文献:

[1] 胡为柏. 浮选[M]. 北京:冶金工业出版社,1982.  
 [2] 马龙秋,周世杰. 内蒙古某高硫铜铅锌多金属矿浮选试验[J]. 金属矿山,2012(7):71-75.  
 [3] 王晓慧,刘厚明,陈晓青. 某多金属矿石选矿试验及新药剂作用机理研究[J]. 金属矿山,2011(10):99-100.  
 [4] 杨君臣,费涌出. 我国锡矿资源利用情况及问题[J]. 金属矿山,2004(8):41-46.  
 [5] 选矿设计手册编委会. 选矿设计手册[M]. 北京:冶金工业出版社,2007:81-84.  
 [6] 魏德洲. 固体物料分选学:第3版[M]. 北京:冶金工业出版社,2015:428-431.  
 [7] 见百熙. 浮选药剂[M]. 北京:冶金工业出版社,1985.  
 [8] 邵伟华,杨波,戈保梁. 某铜铁矿厂降低铁精矿含硫的试验研究[J]. 矿冶工程,2006(2):48-49.  
 [9] 张文彬. 氧化铜矿浮选研究与实践[M]. 长沙:中南大学出版社,1992.  
 [10] 杨秀媛,姜广大. 氧化铜矿的浮选[J]. 有色矿冶,1992(1):15-17.

引用格式:周月锁,周世杰,高淑玲,等. 内蒙古某含银混合铜矿石选矿试验研究[J]. 矿产保护与利用,2018(6):73-76.  
 ZHOU Yuesuo, ZHOU Shijie, GAO Shuling, et al. Experimental research on processing of a silver-bearing copper ore in Inner Mongolia[J]. Conservation and utilization of mineral resources, 2018(6):73-76.

投稿网址: <http://kebh.cbpt.cnki.net>

E-mail: [kcbh@chinajournal.net.cn](mailto:kcbh@chinajournal.net.cn)

(上接第72页)

### 参考文献:

[1] 江富建,赵树林. 独山玉文化概论[M]. 武汉:中国地质大学出版社,2008.  
 [2] 北京大学地质学系岩矿教研室编. 光性矿物学[M]. 北京:地质出版社,1979.  
 [3] 中国科学院贵阳地球化学研究所编. 矿物X射线粉晶鉴定手册[M]. 北京:科学出版社,1978.  
 [4] 周剑雄,毛水和. 电子探针分析[M]. 北京:地质出版社,1988.  
 [5] 翁诗甫. 傅里叶变换红外光谱分析:第2版[M]. 北京:化学工业出版社,2010.5.  
 [6] 王小莉. 河南省玉石资源调查与评价报告[R]. 郑州:中国地质科学院郑州矿产综合利用研究所,2015.  
 [7] 徐莉,刘长秀,张兴辽,等. 中华人民共和国国家标准 独山玉命名与分类 GB/T 31432—2015[S]. 北京:中国标准出版社,2015.  
 [8] 郭立鹤,韩景仪,罗红宇. 宝石的红外反射光谱及红外光谱鉴定系统[J]. 岩石矿物学杂志,2006(4):349-356.

引用格式:王小莉,郭俊刚,马驰,等. 一种伊利石仿独山玉的宝石学研究[J]. 矿产保护与利用,2018(6):70-72,76.  
 WANG Xiaoli, GUO Jungang, MA Chi, et al. Study on the gemological characteristics of an illite-imitated Dushan jade[J]. Conservation and utilization of mineral resources, 2018(6):70-72,76.

投稿网址: <http://kebh.cbpt.cnki.net>

E-mail: [kcbh@chinajournal.net.cn](mailto:kcbh@chinajournal.net.cn)