

文章编号: 0254-5357(2007)06-0465-04

黝帘石质玉的宝石学特征

陈英丽, 钟辉

(沈阳地质矿产研究所, 辽宁 沈阳 110032)

摘要: 对市场一种被称为“红绿宝”的玉石饰品进行常规宝石学鉴定、显微镜下鉴定, 并采用激光拉曼光谱、红外溴化钾压片吸收光谱、X射线粉晶衍射等分析技术, 对其绿色、黑绿色及红色部分的矿物成分、结构构造特征进行全面的分析鉴定。结果表明, 该玉石呈粒状结构, 参差状断口, 结构疏松。绿色部分折射率 1.70(点测), 为黝帘石 $\text{Ca}_2\text{Al}_2(\text{Al}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{SiO}_4)_3(\text{OH})$; 黑绿色部分折射率 1.65(点测), 为镁钠闪石 $\text{NaCa}_2(\text{Mg, Fe})_4\text{Al}(\text{Si}_6\text{Al}_2)\text{O}_{22}(\text{OH})_2$; 红色部分为刚玉(红宝石) Al_2O_3 。

关键词: 黝帘石质玉; 宝石学特征; 激光拉曼光谱法; X射线粉晶衍射法; 红外吸收光谱法
中图分类号: O575; P585.1 **文献标识码:** B

Gemological Features of Zoisite Jade

CHEN Ying-Li, ZHONG Hui

(Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources, Shenyang 110032, China)

Abstract: Some pieces of jades called “Red-green Jewelry” have been identified gemologically by normal microscopy, laser Raman spectrometry, infrared spectrometry and X-ray powder diffractometry. The characteristics of texture and structure of the light-green, dark-green and red minerals in the jades have been analyzed. The results show that the jades have granular texture with uneven fracture. The light-green minerals are zoisite $\text{Ca}_2\text{Al}_2(\text{Al}_{0.9}\text{Fe}_{0.1}\text{SiO}_4)_3(\text{OH})$ with refractive index of 1.70, the dark-green minerals are magnesioriebeckite $\text{NaCa}_2(\text{Mg, Fe})_4\text{Al}(\text{Si}_6\text{Al}_2)\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ with refractive index of 1.65 and the red minerals are corundum Al_2O_3 .

Key words: zoisite jade; gemological feature; laser Raman spectrometry; X-ray powder diffractometry; infrared absorption spectrometry

近一段时间以来, 辽宁省珠宝玉石监督检验站经常收到客户送检的一种被称为“红绿宝”的玉石饰品, 这种饰品大多被琢磨成珠子, 串成手串或项链出售, 虽抛光较差但红绿两色鲜艳, 深受消费者喜爱, 市场前景看好。这种饰品目前在广东市场上批发, 尚不知其具体产地, 宝石学资料也非常有限。本着严谨的治学精神和对客户积极负责的态度, 笔者对其进行了较系统的宝石学特征和谱学特征研究。

1 宝石学特征

1.1 基本特征

该样品主色调为绿色, 其次为黑色, 少部分为红色, 黑色部分实际上是较深的绿色, 呈条带状, 红色部分一般在黑绿色部分中呈团块状, 样品整体外观粗糙, 粒状结构, 参差状断口, 结构疏松。折射率: 绿色部分 1.70(点测); 黑绿色部分 1.65(点测); 红色部分较分散, 不易测。密度: 绿色部分 3.3 g/cm^3 。荧光特征: 长波、短波绿色部分无荧

收稿日期: 2007-02-02; 修订日期: 2007-04-08

作者简介: 陈英丽(1964-), 女, 辽宁沈阳市人, 高级工程师, 国家珠宝玉石质量检验师, 主要从事岩矿及珠宝鉴定工作。E-mail: cylljb@163.com.

光,红色部分强红色荧光。放大观察:浅绿色部分呈粒状结构,深绿色部分呈长柱状,板状解理发育良好。从磨制的光片中可见到红色矿物明显突起,说明其硬度较高^[1-2]。其他宝石学特征因3种不同矿物组分在该玉石中所占比例不同而异(图1)。



图1 饰品的宏观特征

Fig. 1 Macroscopic features of the determined jewelry

1.2 偏光显微镜下特征

选择有代表性的样品制成岩石薄片,并用AXIOSKOP 40型偏光显微镜(德国蔡司公司)进行鉴定。该样品在偏光显微镜下特征为:玉石具粒状变晶结构,矿物单体多呈它形粒状,矿物颗粒之间紧密镶嵌,其中红色部分的矿物学特征为:矿物呈它形粒状,粉色,多色性为淡粉色-粉色,吸收性较强,突起高,一轴晶负光性,该成分初步鉴定为刚玉。绿色部分的矿物学特征为:矿物呈它形粒状,无色,干涉色为一级灰,具有特征的异常靛蓝干涉色,二轴晶,光轴角小,该成分初步鉴定为黝帘石。黑绿色部分的矿物学特征为:它形粒状或半自形柱状,颗粒较粗大,绿色,多色性为淡黄绿-淡绿,具有特征的闪石式解理。正交偏光下具有较鲜艳的二级干涉色,该成分初步鉴定为角闪石。三种矿物接触界线清晰、平直^[3-4](图2)。

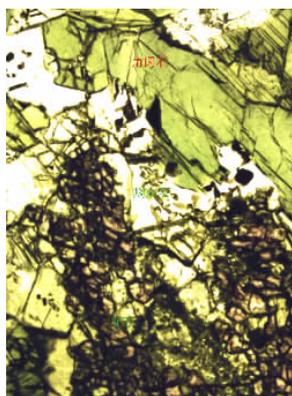


图2 偏光显微镜下黝帘石质玉的特征

Fig. 2 The features of Zoisite jade under apolarizing microscope
单偏光放大25倍。

2 谱学特征

2.1 X射线粉晶衍射分析

用BRUKER-D8型X射线粉晶衍射仪(德国布鲁克AXS有限公司)对该样品进行检测。测试条件为:X射线管选择铜靶,管压40 kV,管流40 mA,扫描范围 $5^{\circ} \sim 85^{\circ}$,检测器为固体探测器(XOL-D),DS(发射狭缝)1.0 mm,SS(防散射狭缝)1.0 mm,KS(接收狭缝)0.1 mm,步长 0.04° ,每步扫描时间0.4 s。

选取一个3种矿物含量大致相等的样品,将该样品研磨至 $74 \mu\text{m}$ (200目)以下,再用玛瑙研钵将样品研制无颗粒感(300目以下),将样品压入样品槽中,用X射线粉晶衍射仪进行检测,测得各种矿物谱学参数见表1。据图谱中的 d 值及其对应的X射线衍射峰相对强度,利用5强峰法对该样品进行矿物检索。检索结果显示,该样品主要由三种矿物组成:黝帘石 $[\text{Ca}_2\text{Al}_2(\text{Al}_{0.9}\text{Fe}_{0.1})(\text{SiO}_4)_3(\text{OH})]$ 、镁钠闪石 $[\text{NaCa}_2(\text{Mg},\text{Fe})_4\text{Al}(\text{Si}_6\text{Al}_2)\text{O}_{22}(\text{OH})_2]$ 和刚玉 (Al_2O_3) 。结论与显微镜下鉴定特征一致。

表1 样品X射线粉晶衍射分析^①

Table 1 Analysis results of the samples
by X-ray powder diffractometry

d/nm	$2\theta(^{\circ})$	I/cps	属性	d/nm	$2\theta(^{\circ})$	I/cps	属性
0.83653	10.56	4433	镁钠闪石	0.26919	32.26	850	黝帘石
0.48934	18.12	104	镁钠闪石	0.25503	34.16	339	刚玉
0.44846	18.78	165	镁钠闪石	0.23724	36.90	249	刚玉
0.38779	22.92	82.3	镁钠闪石	0.22897	38.32	136	黝帘石
0.33617	26.50	340	镁钠闪石	0.21492	42.00	273	黝帘石
0.32570	27.36	721	镁钠闪石	0.20910	42.22	209	刚玉
0.31127	28.66	2310	镁钠闪石	0.18893	48.12	298	黝帘石
0.29260	30.52	432	镁钠闪石	0.17392	52.58	451	刚玉
0.28654	31.10	456	黝帘石	0.16011	56.52	1314	刚玉
0.27961	32.00	560	镁钠闪石	0.13741	68.18	497	刚玉

① X射线粉晶衍射数据由东北矿产品检测中心测试提供。

2.2 激光拉曼光谱分析

用RENISHAW-INVIA型激光拉曼光谱仪(英国雷尼绍公司)对该样品进行检测。测试条件为:氙离子激光器的激光波长514 nm,绿色和黑绿色部分的测量范围 $100 \sim 1500 \text{ cm}^{-1}$,曝光时间10 s,累积次数1次,激光强度8 mW;红色部分的测量范围 $100 \sim 1100 \text{ cm}^{-1}$,曝光时间10 s,累积次

数 3 次,激光强度 8 mW。

选择有代表性的样品制成岩石光片,用激光拉曼光谱仪分别对精磨光片中 3 种不同矿物成分进行检测,得到 3 张不同的矿物拉曼谱图。图 3 表明黑绿色矿物特征拉曼谱峰出现在 164、185、225、375、546、648、691、1011 cm^{-1} 。检索结果显示该谱图与标准镁钠闪石谱图的吻合率为 89.98%。绿色矿物的特征拉曼谱峰为 347、493、574、679、872、928、985、1095 cm^{-1} 。检索结果显示该谱图与标准黝帘石谱图的吻合率为 92.23%。红色矿物的特征拉曼谱峰出现在 416、580、748 cm^{-1} 。检索结果显示该谱图与标准刚玉谱图的吻合率为 90.88%^[5]。

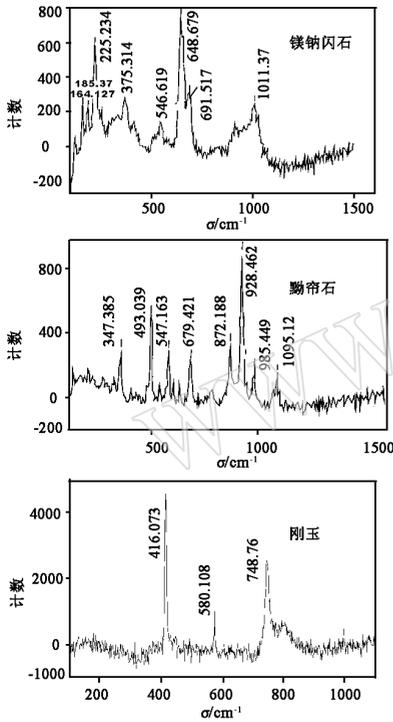


图 3 样品的激光拉曼光谱

Fig. 3 Laser Raman spectra of samples

2.3 红外光谱分析

用 NICOLET 5700FT-IR 型红外光谱仪(美国尼高力公司)对该样品进行检测,测试条件为:测试范围 400 ~ 4000 cm^{-1} ,扫描次数 32 次,分辨率 4 cm^{-1} 。

对样品进行粗碎后,在实体镜下挑出 3 种矿物单样并分别研磨成极细粉末,每种单矿物样品与溴化钾的质量比为 1 : 100,并采用溴化钾压片和透射

法得到 3 个样品的红外吸收谱图。图 4 表明黑绿色矿物红外吸收光谱特征为:红外吸收谱带位于 463、639、693、978 cm^{-1} 处,经检索该红外吸收谱带与标准镁钠闪石谱图的吻合率为 91.65%。红色矿物红外吸收光谱特征为:红外吸收谱带出现在 457、598、642、968 cm^{-1} 处,经检索该红外吸收谱带与标准红宝石(刚玉)谱图的吻合率为 94.14%^[3,6-8]。绿色矿物的红外吸收光谱特征为:红外吸收谱带位于 444、462、512、570、619、652、695、901 cm^{-1} 处,经检索该红外吸收谱带与标准黝帘石谱图的吻合率为 88.52%。

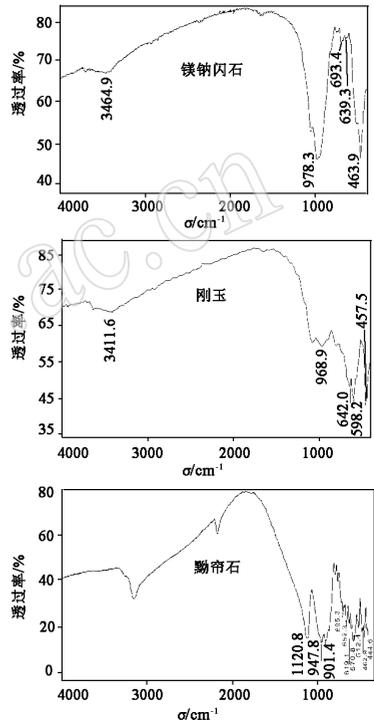


图 4 样品的红外吸收光谱

Fig. 4 Infrared absorption spectra of samples

3 结语

通过对该样品宝石学特征、偏光显微镜下特征以及各种矿物谱学特征进行全面检测,多种测试手段检测结果所显示的样品中 3 种矿物成分的分析结论趋于一致,即这种所谓的“红绿宝”的基本矿物成分为黝帘石(绿色)、镁钠闪石(黑绿色)和刚玉(红色)。笔者根据这 3 种矿物组分在玉石中含量不同,把这种玉石又划分为黝帘石质玉、角闪石黝帘石质玉、红宝石(刚玉)角闪石黝帘石质玉等多种玉种^[9]。该玉石由于其鲜明的颜色特点受到

商家的青睐、消费者的喜爱,在正确定名和市场宣传引导下,必将进一步扩大其市场前景。

4 参考文献

- [1] 张蓓莉,王曼君,李景芝,等.系统宝石学[M].北京:地质出版社,2005:193-197.
- [2] 陈钟惠,译.宝石学基础教程[M].武汉:中国地质大学出版社,2004:187-189.
- [3] 潘兆掄.结晶学及矿物学[M].3版.北京:地质出版社,1993:131-133.
- [4] 北京大学地质系岩矿教研室.光性矿物学[M].北京:地质出版社,1979:382-384,118-119.

- [5] 徐培苍,李如壁,王永强,等.地学中的拉曼光谱[M].西安:陕西科学技术出版社,1996:69.
- [6] 彭文世,刘高魁.矿物红外光谱图集[M].北京:科学出版社,1982:44-60.
- [7] 元利剑,袁心强,曹妹旻.宝石的红外反射光谱表征及其应用[J].宝石和宝石学杂志,2005,7(4):21-25.
- [8] 吴谨光.近代傅立叶变换红外光谱技术及应用(上、下卷)[M].北京:科学技术文献出版社,1994:101-106.
- [9] GB/T 17412.1—1998,岩石分类和命名方案[S].

《理化检验—化学分册》杂志 2008 年征订启事

《理化检验—化学分册》杂志创刊于1963年,系由上海材料研究所与机械工程学会理化检验分会联合主办的技术类刊物。主要报道材料的化学分析与仪器分析专业领域中的新方法、新技术、新设备以及国内外的研究方向。“面向生产、注重实用、反映动向、兼顾普及”是刊物的编辑方针,旨在最大程度地满足不同层次读者的需要。涉及的领域为机械、冶金、石油化工、环境科学、生命科学等。主要栏目有“试验与研究”、“工作简报”、“知识与经验介绍”、“综述”、“专题讲座”、“读者园地”、“动态与信息”等。

《理化检验—化学分册》为国内理化检验行业权威刊物,中国期刊方阵中双效期刊,已被列为全国中文核心期刊、中国科技论文统计用期刊、美国CA千种表“中我国化学化工类核心期刊、中国学术期刊(光盘版)和中国期刊网全文数据库及

美国工程信息公司 Ei Page-One 数据库收录期刊。

本刊为月刊,大16开本,每月18日出版,由邮局征订向国内外公开发行人,邮发代号:4-182,每册定价:10.00元,全年12期共120.00元。

本刊已于2006年12月开通网上远程投稿系统,欢迎大家登陆 <http://www.mat-test.com> 进行网上投稿。

欲订阅本刊的单位与个人,请尽快到当地邮政局(所)办理订阅手续,切勿贻误。

本刊地址:上海市邯郸路99号 邮编:200437

电话:021-65556775-263 021-55882970

传真:021-65544911

E-mail: hx@mat-test.com 或 mppnc@81890.net

《中国无机分析化学文摘》2008 年征订启事

《中国无机分析化学文摘》经国家科委批准,1984年创刊,公开发行人(刊号 ISSN 1003-5249/CN 11-1835/06)。本刊以文摘、简介及题录形式报道国内公开发行的有关无机分析化学的期刊300余种及各种会议论文集、新标准、新书目等,年收录文献4000篇左右,栏目分为:一般问题、重量法与滴定法、光度法、电化学分析、光谱分析、色谱分析、物相分析、气体分析、活化分析、质谱分析、分离方法、贵金属分析专栏等十二大类。为便于读者检索,每期附有按被检测元素及阴离子编排的索引。读者对象:冶金、有色金属、地质、机械、半导体材料、宇航、核技术、石油、化工、建材、环保、食品、农林、医药、卫生防疫、商品检验等部门分析工作者及有关院校师生。

在每次全国科技文献检索期刊评比中本刊均获奖。本刊是了解国内无机分析动态的窗口,是检索国内文献的理想工具,是普及推广新技术的阵地,是分析工作者的得力助手。

本刊2008年出版四期(季刊)及2008年年度主题与作者索引一本,激光照排,胶版印刷,大16开,每期120页左右,定价14.00元,全年订费为70.00元(含邮费),个人自费订户优惠价为60元。2007年仍由编辑部发行。

欲订者请向编辑部索取订单并汇款至:

北京西直门外文兴街1号(邮政编码:100044)

北京矿冶研究总院《中国无机分析化学文摘》编辑部

电话:(010)88399621

传真:(010)68342279