

文章编号: 0254-5357(2010)04-0478-03

## 一种罕见的红宝石与蓝晶石共生玉石

戴慧<sup>1</sup>, 蒋小平<sup>1</sup>, 张敏<sup>2</sup>, 贾云波<sup>3</sup>, 李宁<sup>1</sup>, 俞雷<sup>2</sup>

(1. 安徽省地质实验研究所, 安徽合肥 230001; 2. 安徽省产品质量监督检验研究院, 安徽合肥 230051;

3. 中国科学技术大学, 安徽合肥 230026)

**摘要:** 利用傅立叶变换红外光谱、X射线粉晶衍射等分析测试方法, 对市场上新近面市的一种以红、蓝两色为主的玉镯进行了初步研究。结果表明, 该玉石的主要矿物成分为红宝石和蓝晶石, 其次为绿泥石和伊利石, 属红宝石蓝晶石质玉或蓝晶石红宝石质玉, 推断该玉石的形成与气成热液作用有关。

**关键词:** 傅立叶变换红外光谱法; X射线粉晶衍射法; 红宝石; 蓝晶石; 玉石

**中图分类号:** P578.945; P585.1 **文献标识码:** B

## A Rare Kind of Jade with Intergrowth of Ruby and Kyanite

DAI Hui<sup>1</sup>, JIANG Xiao-ping<sup>1</sup>, ZHANG Min<sup>2</sup>, JIA Yun-bo<sup>3</sup>, LI Ning<sup>1</sup>, YU Lei<sup>2</sup>

(1. Institute of Geological Experiment of Anhui Province, Hefei 230001, China;

2. Institute of Product Quality Supervision and Inspection of Anhui Province, Hefei 230051, China;

3. University of Science and Technology of China, Hefei 230026, China)

**Abstract:** An initial study on a kind of jade bracelet dominantly in red and blue colors recently available in the market was reported in this paper. Fourier transform infrared spectrometry and X-ray powder diffraction were used in the study. The results indicate that the jade consists mainly of ruby and kyanite, secondarily of chlorite and illite, classified as ruby kyanite jade or kyanite ruby jade. It is concluded that the formation of the jade is in relation to pneumatolytic hydrothermal fluid process.

**Key words:** Fourier transform infrared spectrometry; X-ray powder diffraction; ruby; kyanite; jade

近期, 作者在珠宝日常检测工作中发现一批基色以红、蓝及少量绿色相间分布的玉镯。该类玉镯整体表现出的外观特征与传统的由红宝石和绿帘石矿物集合体组成的玉石<sup>[1]</sup> (俗称“二色宝”<sup>[2]</sup> 或“红绿玉”<sup>[3]</sup>) 相似; 但其矿物共生组合特征明显不同于后者。据送检客户介绍, 该批玉镯购自广州玉器街, 俗称“红蓝玉”, 具体产地不详。本文选取其中具代表性的两件玉镯样品 (见图1), 采用常规的宝石学检测手段, 配合红外吸收光谱、X射线粉晶衍射等分析测试方法对其宝石学特征进行了初步研究。

整体变化趋势为红宝石的含量随绿泥石数量的增多而减少。



图1 红宝石与蓝晶石共生玉镯

Fig. 1 Jade with intergrowth of ruby and kyanite

### 1 宝石学特征

检测的玉镯主体色调较杂, 多呈红、蓝相间分布, 局部蓝绿色, 夹带不规则白色斑点或斑块, 颜色分布不均匀。红宝石多以浸染状形式不均匀分布于蓝晶石及绿泥石中 (图1)。不同的样品内, 红宝石和蓝晶石及绿泥石的含量有所差异。

玉镯样品微透明, 表面光泽差异较大, 即红宝石晶粒聚集处显强玻璃光泽, 蓝晶石和绿泥石呈玻璃光泽, 白色伊利石为土状光泽。由于其内红宝石含量分布的不均匀性, 导致该类玉镯的密度变化较大, 一般为  $3.40 \sim 3.18 \text{ g/cm}^3$ 。

收稿日期: 2009-10-10; 修订日期: 2009-12-25

作者简介: 戴慧 (1965 -), 女, 江苏泰兴人, 高级工程师, 从事珠宝玉石检测工作。E-mail: daihui9809@sina.com。

利用宝石折射仪,点测法分别测得红宝石的折射率为 1.76,蓝晶石折射率为 1.72,绿泥石折射率为 1.58。分光镜下,仅有红宝石在可见光红区可见 Cr 吸收线,黄绿区吸收带和蓝区两条吸收线。其他矿物未见特征吸收光谱。长波紫外灯下红宝石发中强红色荧光,短波下发弱红色荧光。

宝石显微镜下,整体为粒-柱状结构。红宝石呈短柱状、板状及不规则粒状集合体,粒度大小不一,可见较为完整的桶状晶形及六边形截面;蓝晶石呈放射状或束状集合体, $\{100\}$ 解理完全;绿泥石呈细小鳞片状集合体,白色伊利石呈斑块状集合体。

## 2 红外吸收光谱表征

利用傅里叶变换红外光谱仪(TENSOR27)对样品进行测试分析,测试条件为:反射法,分辨率  $4\text{ cm}^{-1}$ ,测量范围  $400\sim 2000\text{ cm}^{-1}$ ,扫描 64 次。测试结果表明,样品中主要矿物为红宝石和蓝晶石。其中红宝石的主要红外吸收谱带位于  $671, 623, 503, 462\text{ cm}^{-1}$  处(图 2),这与红宝石的标准红外吸收光谱<sup>[4]</sup>相吻合;蓝晶石的主要红外吸收谱带位于  $1037, 979, 695, 646, 594, 547, 474, 449\text{ cm}^{-1}$  处(图 3),与蓝晶石的标准红外吸收光谱<sup>[4]</sup>基本吻合。

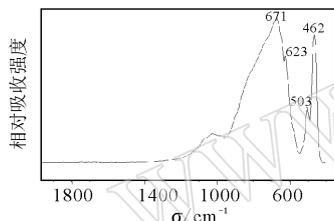


图 2 样品中红宝石的红外吸收光谱

Fig. 2 Infrared absorption spectrum of ruby in the sample

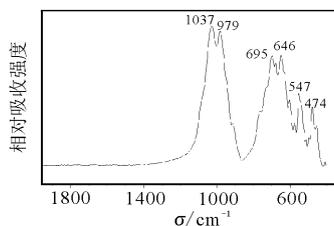


图 3 样品中蓝晶石的红外吸收光谱

Fig. 3 Infrared absorption spectrum of kyanite in the sample

## 3 X 射线粉晶衍射物相分析

采用 X'Pert PRO 型 X 射线粉晶衍射仪(荷兰帕纳科公司),对样品的不同部位分别进行物相分析(图 4)。测试条件为:Cu 靶,电压 40 kV,电流 40 mA。结果表明,样品中蓝、绿色矿物分别为蓝晶石和绿泥石,白色物质为伊利石。其中,蓝晶石主要  $d$  值为:0.3357、0.3190、0.1963、0.1934、0.1377 nm;绿泥石主要  $d$  值为:1.4257、0.7092、0.4726、

0.3544、0.2834 nm;伊利石主要  $d$  值为:0.9967、0.4988、0.3321、0.3192、0.2031 nm。上述各矿物的 X 射线粉晶衍射数据(表 1、表 2)与 JCPDS 标准卡片中的数据<sup>[5]</sup>吻合。

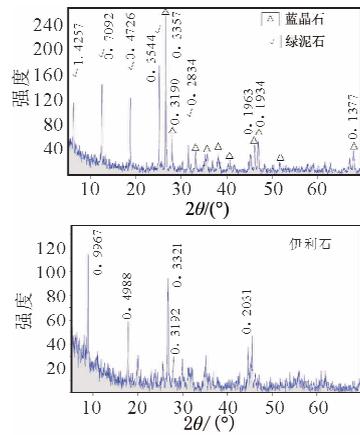


图 4 红宝石和蓝晶石质玉 X 射线粉晶衍射图

Fig. 4 XRD diagram of ruby and kyanite jades

表 1 样品蓝、绿色物质 X 射线粉晶衍射分析

Table 1 XRD analysis of blue and green substances in the sample

$d/\text{nm}$	$2\theta/(\text{°})$	强度 $I/\text{cps}$	属性	$d/\text{nm}$	$2\theta/(\text{°})$	强度 $I/\text{cps}$	属性
1.4257	6.20	29	绿泥石	0.2358	38.17	8	蓝晶石
0.7092	12.48	50	绿泥石	0.2219	40.66	4	蓝晶石
0.4726	18.78	43	绿泥石	0.2001	45.33	9	绿泥石
0.3544	25.13	62	绿泥石	0.1963	46.25	15	蓝晶石
0.3357	26.55	100	蓝晶石	0.1934	46.99	16	蓝晶石
0.3190	27.97	21	蓝晶石	0.1881	48.40	3	绿泥石
0.2834	31.57	16	绿泥石	0.1763	51.85	3	蓝晶石
0.2700	33.19	10	蓝晶石	0.1377	68.02	11	蓝晶石
0.2512	35.74	10	蓝晶石				

表 2 样品白色物质 X 射线粉晶衍射分析

Table 2 XRD analysis of white substances in the sample

$d/\text{nm}$	$2\theta/(\text{°})$	强度 $I/\text{cps}$	属性	$d/\text{nm}$	$2\theta/(\text{°})$	强度 $I/\text{cps}$	属性
0.9967	8.87	100	伊利石	0.3192	27.95	23	伊利石
0.4988	17.78	40	伊利石	0.2980	29.98	15	伊利石
0.4456	19.93	17	伊利石	0.2559	35.07	18	伊利石
0.3321	26.84	79	伊利石	0.2031	44.63	27	伊利石

## 4 玉石的矿物成因

红宝石属多成因矿物,产自不同成因的岩石中,世界上几乎所有的优质红宝石矿床成因都与大理岩密切相关,原始灰岩中的富铝泥质物质对红宝石的形成起到了至关重要的作用<sup>[6-7]</sup>。传统的观点认为<sup>[8]</sup>,蓝晶石是典型的区域变质作用产物,作为  $\text{Al}_2\text{SiO}_5$  的同质多象变体,蓝晶石形成于中压或高压变质作用,其与刚玉的共生组合表明该岩石形成于中高压、高温变质作用中。在富 Al 而  $\text{SiO}_2$  不足的泥质变质岩中可与刚玉共生。近年来,研究人员发现蓝晶石同样也属多成因矿物。例如,迟洪纪等<sup>[9]</sup>根据蓝晶石矿床成因特点,将其划分为区域变质型、接触变质型、热液充填交代型和动力变

质型四大成矿系列类型,认为山东区域变质型蓝晶石为低角闪岩相,局部为绿片岩相;肖松<sup>[10]</sup>根据河南隐山刚玉蓝晶石岩的产状、岩石结构和构造特征,将蓝晶石划分为区域变质和气成热液两类成因类型,并指出蓝晶石成因复杂,具有多期、多阶段,母岩具高铝、富硅、贫钾、镁、铁、钙等特点。同时肖松<sup>[10]</sup>对蓝晶石中流体包裹体进行了研究,认为不同成因类型的蓝晶石成矿温度有所差异,如区域变质型蓝晶石的形成温度范围较窄(470~524℃);气成热液型蓝晶石的成矿温度变化幅度较大(204~599℃),主要集中在326~599℃,反映了气成热液矿床的多期、多阶段的特点。杨士辉等<sup>[11]</sup>认为,隐山蓝晶石矿床成矿作用可分三期,即早期区域变质、中期动力变质、晚期气成热液,属多成因复成的层控矿床。

综上所述,作者认为该类刚玉蓝晶石玉的成玉特征及成因与我国河南隐山刚玉蓝晶石岩(气成热液型)具有相似之处,即与气成热液作用有关,说明成矿溶液中铝趋于过饱和。由于铝的迁移能力大于Si,刚玉首先从成矿溶液中沉淀,剩余的成矿溶液则相对富Si,贫K、Mg,有利于晚期蓝晶石的结晶形成。

## 5 结语

本文采用常规的宝石学检测手段,配合红外吸收光谱、X射线粉晶衍射等方法,对市场上新近面市的“红蓝玉”的宝石学特征进行研究,认为它属一种较为罕见的红宝石蓝晶石质玉,依据该玉的折射率、密度和特征的红外吸收光谱,有助于与其他玉石区分。

## 6 参考文献

- [1] 张蓓莉. 系统宝石学[M]. 2版. 北京:地质出版社,2006:193-204,488.
- [2] 王时麒,尤楠,王凤兰. 二色宝——刚玉黝帘石的研究[J]. 珠宝科技,1999(3):41-43.
- [3] 陈英丽,钟辉. 黝帘石质玉的宝石学特征[J]. 岩矿测试,2007,26(6):465-468.
- [4] 郭立鹤,韩景仪. 红外反射光谱方法的矿物学应用[C]//傅立叶红外光谱技术及其论文集. 德国布鲁克仪器公司,2005:40-44.
- [5] 庞小丽,刘晓晨,薛雍,江向锋,江超华. 粉晶X射线衍射法在岩石学和矿物学研究中的应用[J]. 岩矿测试,2009,28(5):452-456.
- [6] 邓燕华. 宝(玉)石矿床[M]. 北京:工业大学出版社,1991:32-44.
- [7] 业冬,刘学良. 云南元江红宝石的宝石学特征研究[J]. 宝石和宝石学杂志,2006,8(3):21-24.
- [8] 卢保奇,王赐银,夏义本,汪振国. 晋北蓝晶石、十字石和红柱石的宝石矿物学特征及形成条件[J]. 宝石和宝石学杂志,2003,5(3):7-9.
- [9] 迟洪纪,李秀章,倪振平. 山东省蓝晶石类矿床找矿前景[J]. 中国非金属矿工业导刊,2003(3):37-39.
- [10] 肖松. 河南隐山蓝晶石矿物成因的研究[J]. 中国矿业,2005,14(2):47-49.
- [11] 杨士辉,孙保平,左爱萍. 隐山蓝晶石矿床地质特征及成因探讨[J]. 陕西地质,2006,24(1):57-65.

## PerkinElmer 扩展其细胞通路和生物标记物研究型产品, 辅助多种疾病的研究

专注于提高人类及其生存环境的健康和安全的全球领先公司 PerkinElmer, Inc, 宣布扩展其“无需洗涤”的 ALPHA (增强的化学发光荧光亲近性检测) 技术系列产品。该公司将推出 28 种全新的高灵敏度细胞信号传导通路和生物标记物研究检测试剂盒。这些试剂盒可以给研究人员提供丰富的数据,帮助他们加速对包括癌症、炎症性及神经退化性疾病在内的多种疾病的研究。

这 28 种新试剂盒包括 9 种 AlphaScreen® SureFire® 和 19 种 AlphaLISA® “无需洗涤”免疫测定试剂盒,将 ALPHA 试剂盒的检测类别增加到 174 种。

PerkinElmer 的 AlphaScreen® SureFire® 内源细胞激酶检测,能够使研究人员更好地理解细胞通路内特定磷蛋白的表达和功能。这些灵敏度极高的新试剂盒为科学家提供了一种简便的方法,使他们能够获取特异性高且清晰的目标蛋白检测结果,从而更加深入地了解原代细胞和内源系统内的细胞信号传导。AlphaLISA® “无需洗涤”免疫测定试剂盒,为人类及鼠类蛋白提供了更多选择,适用于多种疾病的生物标记物研究。此外,这些试剂盒简化了复杂的流程,提高了自动化高通量处理的能力。

PerkinElmer 是 ALPHA 检测的独家提供商,PerkinElmer 的仪器已对 ALPHA 检测进行了充分验证。ALPHA 技术是一个强大的均相微珠检测技术平台,可以进行高度灵敏的生物分子和生物分子相互作用检测,同时还能省去麻烦的洗涤步骤和无法自动化的费力流程。研究人员可以克服 ELISA 和蛋白质印迹法的固有局限,节省宝贵的时间及珍贵的样品和抗体。

(PerkinElmer 公司 供稿)