

拉曼光谱技术在宝石鉴定中的应用

——天然与人造蓝宝石的鉴别

段玉然 李淑玲 李维华

(中国地质科学院岩矿测试技术研究所, 北京 100037)

陈克樵

(中国地质科学院矿床地质研究所, 北京 100037)

随着科学技术的发展, 市场经济的繁荣和人民生活水平的提高, 宝石业已成为国民经济的重要组成部分。目前国内外宝石市场除天然纯真的宝石外, 还有种类繁多的合成品、人工方法染色或粘结填补处理的赝品。这些产品与天然珍品鱼目混珠、真假难辨, 使人们感到困扰。当今, 鉴别宝、玉石的方法很多, 有的也较为完善, 但科学的发达在某种程度上给这项工作也带来了新的困难, 提出新的任务。

拉曼光谱是近代迅速发展起来的物理谱学分析技术, 它是反映物质的分子特征, 不同物种由于分子基因不同、结构不同, 其拉曼峰特征不同, 据此可以获取有用信息, 达到测定、鉴别的目的。拉曼光谱仪的应用特点是适用于任意形状样品; 无损、快速、准确; 微区原位分析。宝、玉石的鉴定要求必须准确、快速且无损伤, 因此, 拉曼光谱仪是鉴定宝、玉石的理想仪器。已有人^[1]开展了这一方面的工作, 并取得了经验和成绩。

1 实验方法

实验仪器采用德国布鲁克公司制造。RFS100 型傅立叶变换拉曼光谱仪(FT-Raman)。包括主机及显微镜测量系统, 显微镜放大倍数为 400 (40× 10) 和 1000 (100× 10) 倍; Nd: YAG 激光器, 发射波长 1.064 μm , 最大输出功率 1500 mW; 仪器的分辨率为 4 cm^{-1} , 光谱范围 3500 ~ 30 cm^{-1} ; 由计算机进行程序的全自动控制和信息处理。激光打印机给出拉曼谱图和结果。

实验条件: 应用显微镜测量系统, 测定功率 300 mW, 扫描 100 次, 测量时间 3 min。样品无需特殊处理, 直接放于载物台上, 物镜聚焦于待测部位后, 进行测定。

2 结果与讨论

2.1 样品特征^[2]

蓝宝石是具有宝石质量的矿物——刚玉晶体 (Al_2O_3), 有多种颜色, 晶体中含有的微量杂质元素不同决定了宝石的不同颜色, 如蓝色是由于含有微量的 Fe 和 Ti; 绿色者含有微量的 V 和 Co; 翠绿色者含微量 V; 黄色者含微量 Ni; 褐色者含微量 Mn 和 Fe。天然蓝宝石在结晶时, 经常会包入大量的细针状或细线状的金红石 (TiO_2) 包体; 人造产品含有各种形态的气泡 (氢气)。

本实验的蓝宝石样品为深蓝色的天然宝石 (产地山东) 和同种颜色的人造宝石。

2.2 结果分析

按实验设定条件, 测定样品的拉曼谱图, 结果如图所示。天然和人造蓝宝石均为 Al_2O_3 晶体, 它们有相同的特殊峰 379 cm^{-1} , 417 cm^{-1} , 576 cm^{-1} 和 749 cm^{-1} , 但人造蓝宝石由于合成工艺等条件, 与在复杂的地质条件下生成的天然品相差甚远, 因此天然蓝宝石与人造蓝宝

石的拉曼特征峰又有明显的差别,天然蓝宝石具有 191cm^{-1} , 241cm^{-1} , 341cm^{-1} 谱峰,而人造蓝宝石则没有。据此,可以准确判别天然和人造蓝宝石。

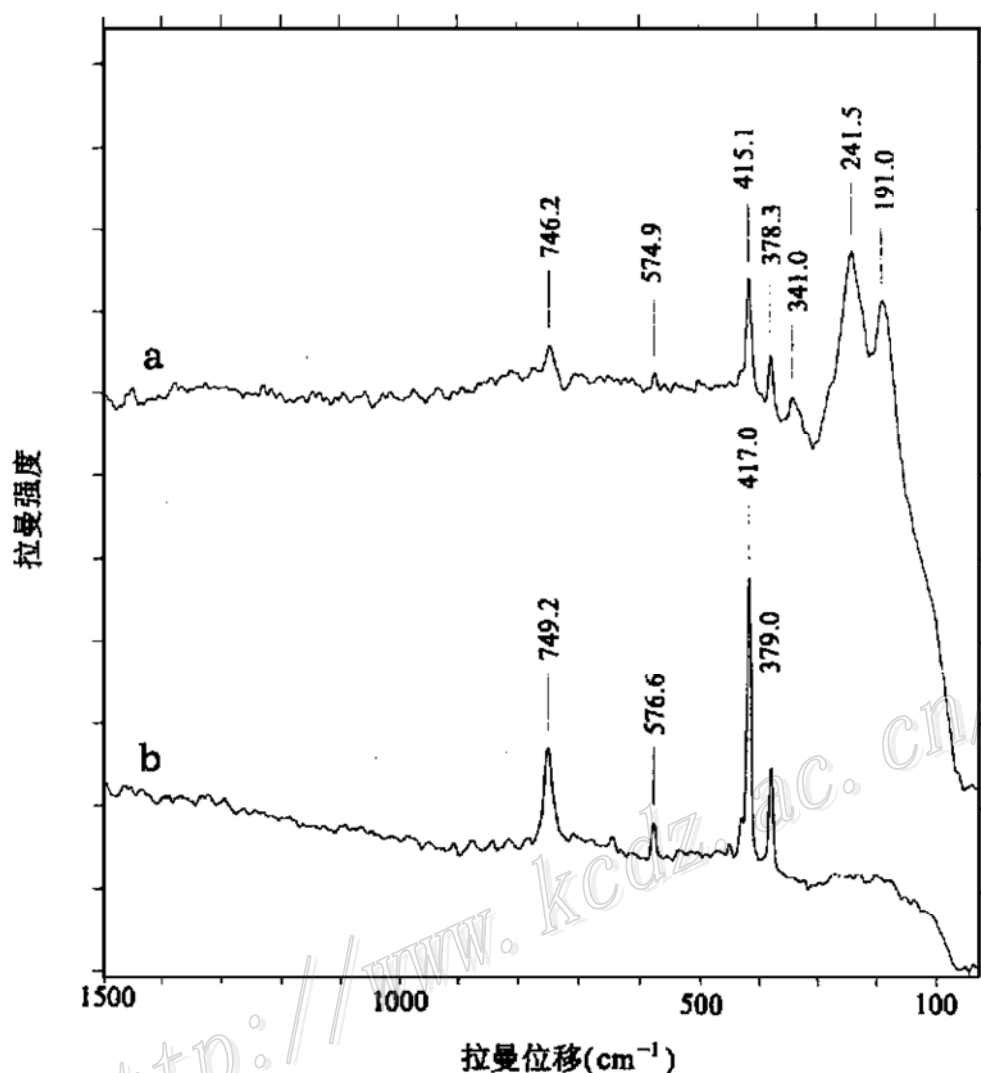


图1 天然和人造蓝宝石拉曼谱图

a—天然蓝宝石特征谱; b—人造蓝宝石特征谱

3 结 论

(1) 拉曼光谱分析技术可快速、准确、无损地鉴别天然和人造蓝宝石。

(2) 傅立叶变换拉曼光谱仪 (FT-Raman) 采用近红外激发波长 ($1.064\ \mu\text{m}$), 可消除或减弱荧光光谱干扰, 对易产生荧光的宝玉石或鉴别有机粘结填充物等均可获得清晰可辨的特征拉曼光谱, 因此用于宝玉石鉴定有更突出的特点。

本文仅是初步的工作, 系统的、多品种、多内容的鉴别宝玉石方法和研究工作将逐步开展, 使 FT-Raman 谱仪在这一领域充分发挥作用。

参 考 文 献

- 1 徐培苍等. 地学中的拉曼光谱. 西安: 陕西科学技术出版社, 1996
- 2 王曙. 怎样识别珠宝玉石. 北京: 地质出版社, 1993