

微型光纤光谱仪在钻石检测中的运用^①

王健行, 陈美华

(中国地质大学珠宝学院, 湖北 武汉 430074)

摘要:现代技术对钻石业的影响在不断的扩大,通过改善钻石的颜色并由此提高其价格的方法变得尤为先进,如何有效的区分天然与优化处理的钻石一直是宝石学的研究热点,对鉴别彩色钻石而言其任务更加艰巨。笔者运用美国海洋光学公司生产的微型光纤光谱仪(USB4000),对来自中国、俄罗斯、韩国等地的17颗钻石样品进行了谱学分析,结果表明该测试方法能高效、快速、低成本地区分天然、高温高压处理、辐照处理的钻石,且同种类型不同颜色的钻石样品之间又存在着较明显的差异。因此,该方法为钻石的检测提供了可行性依据,具有非常广阔的应有前景。

关键词:微型光纤光谱仪;天然钻石;高温高压处理;辐照处理

中图分类号:TS933;TQ164 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-1433(2010)02-0050-04

Application of micro-optical spectrometer used in diamond identification

WANG Jian-xing, CHEN Mei-hua

(*Gemmological Institute, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China*)

Abstract:Modern technology is increasing its impact on the diamond sector. Methods for changing the color and consequently the value of diamonds are becoming more and more advanced. So how to identify the nature and the treated diamond is always being the focus of gemology. The authors use USB4000, which is manufactured by American Ocean Optics company, to test 17 diamond samples which come from China, Russia, and Korean etc.. The results show that USB4000 can distinguish nature, high temperature high pressure treatment, and irradiated enhanced diamonds efficiently and quickly. And the same kind of diamond with the different colors exist remarkable difference. So, it provides a method to identify the diamonds and will have a wide application prospect.

Keywords: micro-optical spectrometer; nature diamonds; HTHP treatment; irradiation treatment

根据颜色,钻石分为无色—浅黄系列和彩色系列。如今,人们可以通过不同的方法改善钻石的颜色,例如高温高压(HTHP)优化处理法可以使钻石呈现黄绿色、无色、金黄色、褐红色等,而CVD合成单晶钻石可使钻石产生褐黄色、蓝色和近无色等^[1]。因此对快速、有效的区分天然、优化处理、合成钻石提出了新

的挑战。如今,宝石实验室主要采用各种大型仪器,如傅立叶红外光谱仪,紫外—可见光谱仪,拉曼光谱仪等,通过分析谱学特征进行检测。而随着光谱学的发展,微型光纤光谱仪被越来越多的应用于钻石检测中,其优点在于系统的模块化和灵活性。

① 收稿日期:2010-02-26

作者简介:王健行(1986-),男,中国地质大学(武汉)珠宝学院宝石学硕士研究生,FGA,GIC。

1 仪器及样品情况

由美国海洋光学公司(Ocean Optics)生产的USB4000具有USB2000的所有功能,其所用的CCD为3648像素,使它具有更高的信噪比和更快的积分时间。波长范围为200~1100nm,14种光栅,波长从紫外到近红外。

本实验采用反射法测试,选用该仪器配套的D65光源,室温下(约20℃)对不同颜色及类型的钻石的可见吸收光谱进行测试,测试波长范围在350~800nm。实验样品共17粒:其中天然钻石(ND)4粒,俄罗斯HTHP处理钻石(RD)9粒(其中金黄色、黄绿色、褐红色、近无色钻石各2粒,浅金黄色1粒),韩国HTHP处理黄绿色钻石(KD)2粒,辐照处理蓝绿色钻石(FZ)2粒。

2 实验与测试结果

2.1 天然钻石可见吸收光谱

天然近无色钻石表现为385nm、394nm、403nm、415nm、478nm吸收峰,系由N₂、N₃中心所致,天然褐色钻石常伴有550nm处的舒缓谱带,其向短波方向的快速吸收,导致钻石呈明显褐色调。

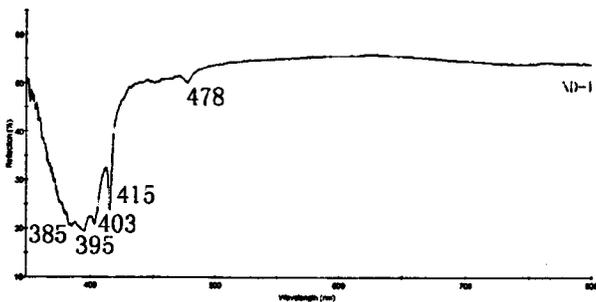


图1 天然近无色样品的可见吸收光谱
Fig. 1 Visible absorption spectra of nature near colorless sample

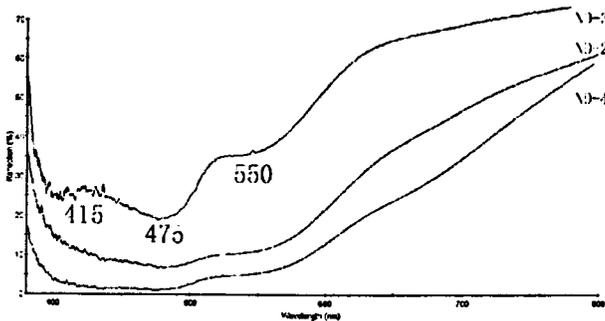


图2 天然褐色样品的可见吸收光谱
Fig. 2 Visible absorption spectra of nature brown samples

2.2 HTHP 处理钻石可见吸收光谱

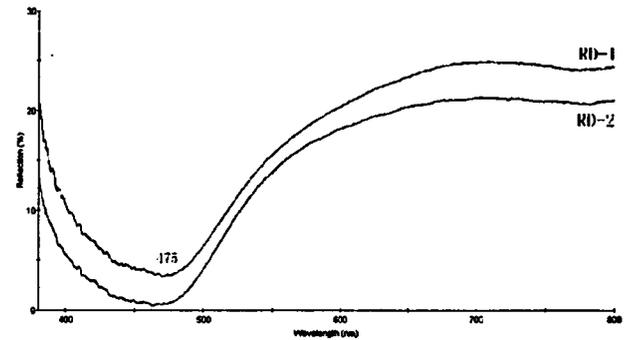


图3 俄罗斯金黄色HTHP处理样品的可见吸收光谱

Fig. 3 Visible absorption spectra of golden yellow samples treated by HTHP from Russian

俄罗斯金黄色高温高压处理钻石可见吸收图谱表现为明显的475~480nm处的吸收宽带,即对蓝紫光区的大量吸收,该吸收系由N₂系造成(图3)。N₂系对钻石的颜色有显著的贡献,N₂系吸收了蓝光,以黄色为主的其他颜色光子就透过钻石而使其显现明亮的金黄色。

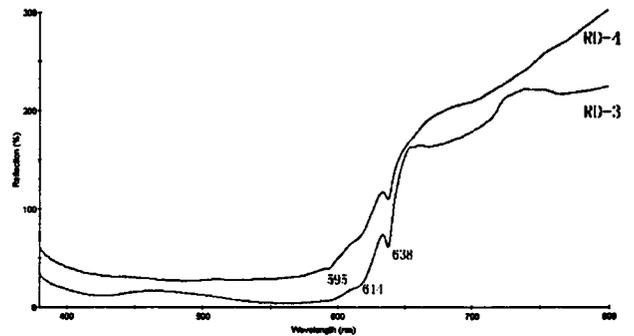


图4 俄罗斯褐红色HTHP处理样品的可见吸收光谱

Fig. 4 Visible absorption spectra of brownish-red samples treated by HTHP from Russian

前人对高温高压处理红色钻石的研究甚少,本样品的USB4000图谱表现为638nm处的主吸收,耦合谱带位于黄绿区560nm附近,此外,伴有614nm、595nm弱吸收肩,并可见紫区425nm吸收带,但未见415nm吸收峰(图4),这在天然钻石中是不可见的。

638nm处的主吸收是经过高温处理的有力证据。(N-V)中心产生了637nm的零声子线和短波区的吸收带是Ib型钻石遭辐照损伤后并经过700℃~800℃退火处理造成的,赋予钻石粉红色。若钻石之前遭受过更大剂量的辐照,则此时可能呈现粉红-红

色。Ia型钻石经辐射处理后再高温退火(600℃~800℃),就可以产生595中心。由于595中心极少在天然钻石中出现,这个谱被作为钻石是否经过改色处理的判断标志。1982年Collins在3~4颗天然钻石中探测到595中心的吸收,郭九皋等也在湖南砂矿钻石中探测到595中心的存在。天然的595中心一般出现在具有褐斑,有时是具有绿斑或紫斑的钻石中。[2]

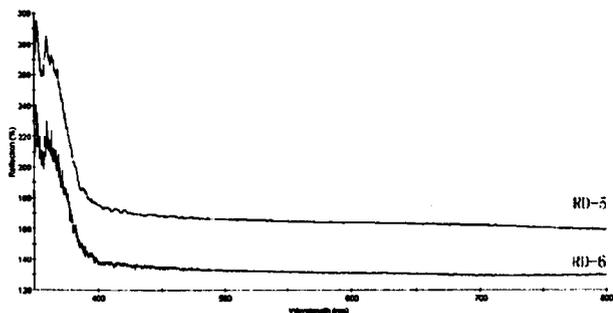


图5 俄罗斯近无色HTHP处理样品的可见吸收光谱

Fig. 5 Visible absorption spectra of near colorless samples treated by HTHP from Russian

样品RD-5、RD-6为近无色HTHP处理钻石,在USB4000图谱上未见与N有关的吸收特征,而表现为较光滑的平直曲线(图5)。笔者辅之红外光谱测试,结果表明这两颗近无色HTHP处理钻石为IIa型。说明,USB4000不仅能测试其可见吸收光谱,同时对钻石的类型测试也可用作参考。

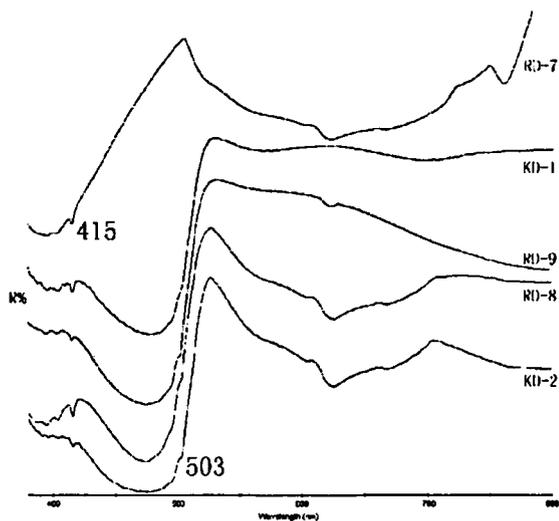


图6 俄罗斯浅黄色、黄绿色及韩国黄绿色HTHP处理样品的可见吸收光谱

Fig. 6 Visible absorption spectra of light yellow, yellowish-green samples treated by HTHP from Russia and Korea

俄罗斯浅黄色、黄绿色及韩国黄绿色高温高压处理钻石的可见吸收光谱表现出某些共性。图谱显示415nm的主吸收峰,伴弱峰404nm、394nm的吸收或缓带,均由钻石中的N₂、N₃系氮杂质所致,因此这类钻石的处理对象多集中于Ia型钻石,红外光谱测试也证明了这一点。此外,黄绿-绿色样品均显示了不同程度的503nm的弱吸收峰及475nm处的强吸收宽带,浅黄色样品则没有475nm的吸收宽带(图6)。

F. De Weerd和J. Van Royen(2000)[3]对诺瓦钻石公司黄绿色样品的研究发现:其中紫外-可见光-近红外光谱分析显示强H₃吸收/荧光以及H₂吸收,是高压高温处理的明确标志。红外光谱中A、B和C心的同时存在和近红外谱中H₂吸收的存在是高温高压处理的明确标志。当用长波紫外灯照射时,经过处理钻石的紫外-可见光光谱中可观察到的总的趋势是极强的绿色H₃荧光,最大值在529nm,这使钻石的颜色呈黄绿到绿色。这与USB4000测试的结果一致。

2.3 辐照处理钻石可见吸收光谱

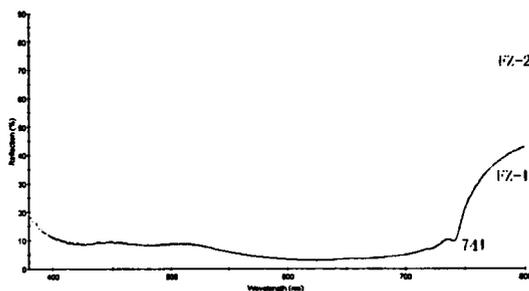


图7 辐照处理样品的可见吸收光谱

Fig. 7 Visible absorption spectra of irradiated samples

图7中两颗辐照处理钻石为不同程度的蓝绿色样品,可见吸收光谱表现为741nm处的辐射损伤心(GR1心),及N₂、N₃系氮杂质的部分吸收,并伴有620nm处吸收宽带,吸收了红光区,致使钻石呈蓝绿色。天然蓝色钻石则多由B原子致色,光谱表征为从540nm至长波方向,可见吸收光谱的吸收率递减。[4]

3 结论

笔者通过微型光纤光谱仪对钻石样品的检测发现,天然钻石与某些经过优化处理钻石的谱学特征存在着明显的差异。而同种类型的钻石,如高温高压处理钻石,由于其内部的晶格缺陷、钻石类型的不同而

导致的颜色、可见光谱的差异,均能通过 USB4000 反应出来。因此,该便携、低成本的光谱仪设备能有效运用于区分天然、高温高压处理、辐照处理钻石的工作中,能有效的提高工作效率,具有广阔的运用前景。

参考文献:

[1] Martineau P. M., Lawson S. C., Taylor A. J., 2004 Identification of synthetic diamond grown using chemical

vapor depositions (CVD). *Gems & Gemology*, 2004, 40(1):2-25.

[2] 谢先德,等. 中国宝玉石矿物物理学[M]. 广东科技出版社. 1999:46-51.

[3] F De Weerd, J Van Royen. Investigation of seven diamonds, HPHT treated by Nova diamonds[J]. *J Gemm*, 2000, 27(4):201-208.

[4] 张蓓莉. 系统宝石学[M]. 第二版. 北京:地质出版社. 2006. 127

附样品图片:

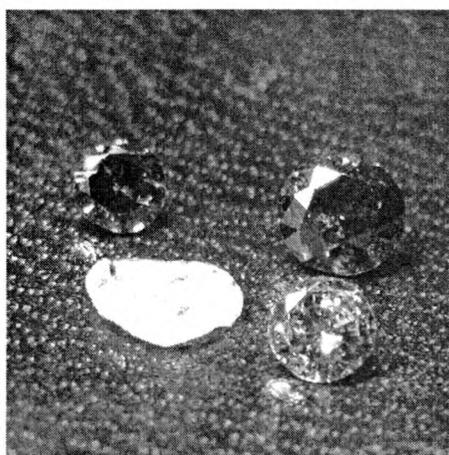


图8 天然钻石样品

Fig. 8 Nature diamond samples



图10 韩国 HTHP 处理样品

Fig. 10 Samples treated by HTHP from Korean

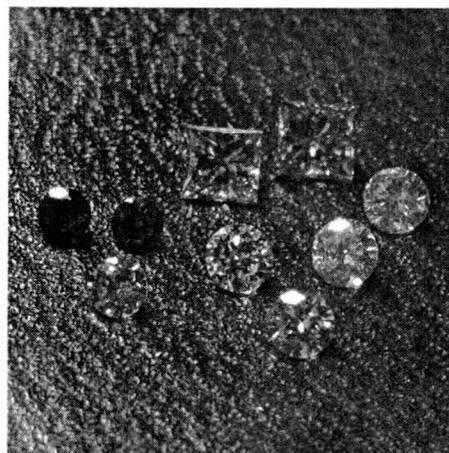


图9 俄罗斯 HTHP 处理样品

Fig. 9 Samples treated by HTHP from Russia

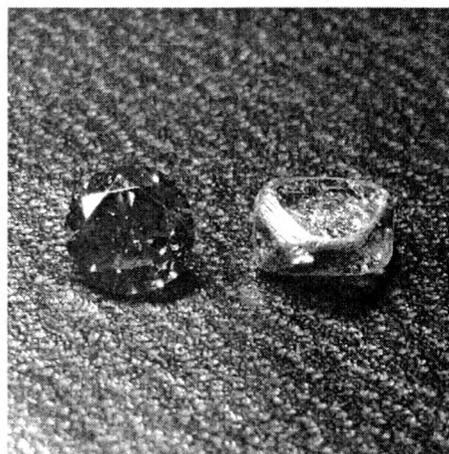


图11 辐照处理样品

Fig. 11 Irradiated samples