

使用 EDX-8100 分析宝石 - 天然石 / 合成石的鉴别、天然石的产地鉴别 -

鉴别宝石时，除了使用实体显微镜等普通宝石鉴别设备外，还会使用多种分析装置¹⁾。例如，使用傅立叶变换红外光谱仪 (FT-IR) 确认是否进行了加热处理或者注胶处理，使用紫外 - 可见分光光度计 (UV-VIS) 确认是否进行了染色处理。

另外，能散型 X 射线荧光光谱仪 (EDXRF) 是快速、非破坏性分析成分所必不可少的装置。例如，在铅玻璃填充过程中，可清晰地检测到铅。

本文使用 EDX-8100 分析常见、并且受到大家喜爱的红宝石、祖母绿、帕拉伊巴碧玺的成分，在天然石 / 合成石的鉴别、天然石产地鉴别方面得到了理想的结果。

T. Nakao, H. Nakamura

样品

使用了如下所示的宝石（天然石、合成石）和原石。



图 1 各种宝石和原石

元素

EDX-8100 的元素检测范围为 ${}_{6}C-{}_{92}U$

样品预处理

无需特别处理，放置好样品在准直器分析区域内，便于使用 X 射线照射和分析。

红宝石

1. 检测结果

天然石（坦桑尼亚产）和合成石的定性定量分析结果见图 2 所示。

2. 天然石和合成石的差异

在合成石中未检测到微量的镓。另外，与天然石（坦桑尼亚产）相比，合成石含有更多的铬。例如，天然石 / 合成石可以通过上述差异进行鉴别，而在合成石中还有可能检测到源于合成催化剂的元素。

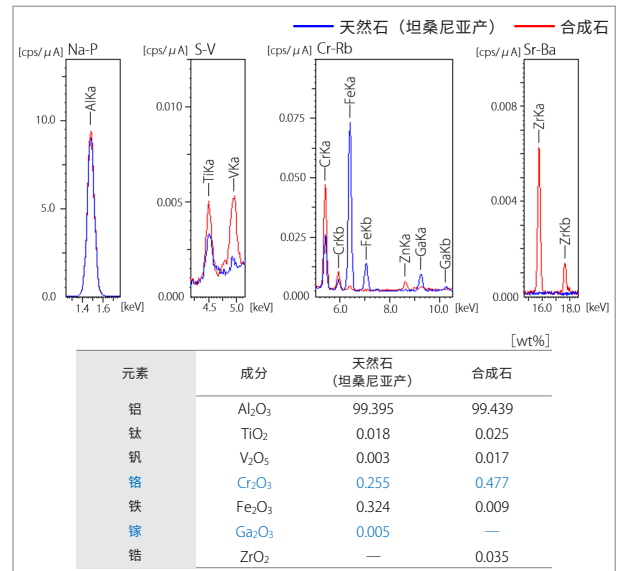


图 2 红宝石的定性定量分析结果

祖母绿

1. 检测结果

两种天然石（哥伦比亚产、赞比亚产）和合成石的定性定量分析结果如图 3 所示。

2. 天然石的产地鉴别与合成石的鉴别

铬、铁、钒是使祖母绿致色的元素，其颜色取决于每种元素的含量。从图 3 的结果可知，与哥伦比亚产相比，赞比亚产的铬、铁含量较高，而钒的含量较低。另外，赞比亚产的宝石含有较多的钠、镁、钾等元素，并可以检测到微量的铷、铯，这是与哥伦比亚产进行鉴别的指标之一。祖母绿的价值取决于透明度、净度、颜色浓度等，而产地也是决定价值的要素之一。作为不同产地的特征，哥伦比亚产呈鲜艳的绿色，赞比亚产的透明度较高，一般来说，哥伦比亚产的价值更高。具有较深绿色的赞比亚产与哥伦比亚产难以区分，可以将元素分析作为鉴别产地的手段。另外，合成石可以检测到推测源于合成过程中用到的催化剂的铷，而不会检测到钠、镁等元素，可以通过这种方法进行鉴别。

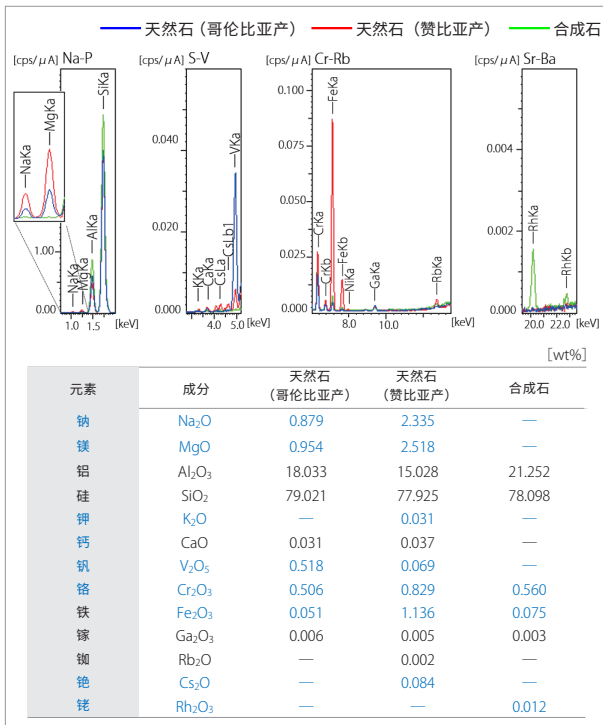


图 3 祖母绿的定性定量分析结果

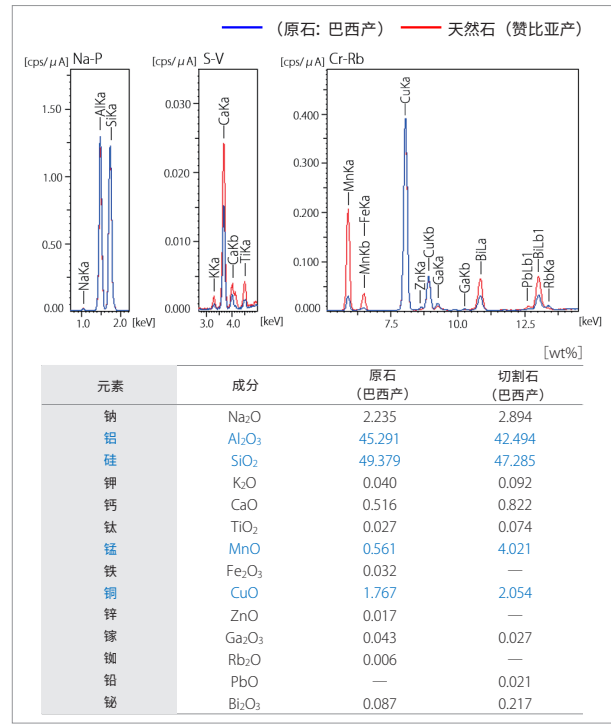


图 4 帕拉伊巴碧玺的定性定量分析结果

■ 帕拉伊巴碧玺

1. 检测结果

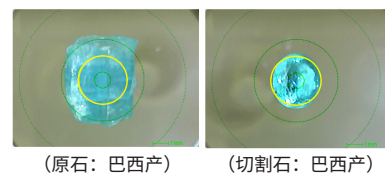
原石和切割石 (巴西产) 的定性定量分析结果如图 4 所示。

2. 产地

从图 4 的结果来看, 主要成分是铝和硅的氧化物, 并含有锰和铜, 因此, 都是天然的帕拉伊巴碧玺。产地巴西、尼日利亚和莫桑比克三处, 而由于铜的含量为 0.6% 以上, 因此可以推测为巴西产。另外, LA-ICP-MS 也被用于精密鉴别²⁾。

3. 颜色

从图 4 的结果来看, 原石的锰含量为 0.5%, 而切割石则高达 4%。一般来说, 锰的含量越高, 宝石的颜色越绿, 但肉眼来看均是相同的颜色 (霓虹蓝) (图 5)。因此, 使用 3D 检测激光显微镜 (OLS5000) 进行观察 (图 6) 后发现, 内部有绿色的部分, 这主要原因是锰的含量较高。



(原石: 巴西产) (切割石: 巴西产)

图 5 EDX 样品观察画像
(○: X 射线照射范围 3 mmφ)

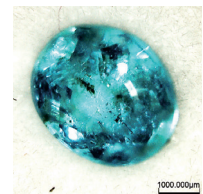


图 6 切割石的观察画像 (OLS5000)

■ 结论

综上所述, 大致可以根据元素的种类、含量的差异、微量元素检出进行天然石 / 合成石的鉴别、天然石产地鉴别。除使用 EDX 之外, 同时使用其他分析装置 (FT-IR、UV-VIS 等), 有望进一步提高鉴别精度³⁾。

< 参考文献 >

- Ahmadjan 博士的宝石学 (著者: Ahmadjam Abduriyim, 发行人: ARK 出版株式会社)
- 基于 LA-ICP-MS 测试巴西、尼日利亚和莫桑比克的 'PARAIBA' 型含铜托玛琳 (Ahmadjan Abduriyim, Hiroshi Kitawaki, Masashi Furuya 和 Dietmar Schwarz)
- 激光烧蚀诱导耦合等离子体质谱法 (LA-ICP-MS) 在宝石学中的应用 (Ahmadjan Abduriyim, Hiroshi Kitawaki)

致谢

Tokyo Gem Science 公司的代表、GSTV 宝石学研究所所长阿依 Ahmadjan 博士 (Dr Ahmadjan Abduriyim) 为我们提供了很多关于宝石学以及宝石鉴定的建议。非常感谢您的合作。

岛津应用云



表 1 测定条件	
装置	: EDX-8100 (EDX-8000)
元素	: C-U
分析组	: 定性定量
检测器	: SDD
X 射线管	: Rh 靶
管电压	: 15 [kV] (Na-V), 50 [kV] (Cr-U)
管电流	: Auto [μA]
准直器	: 3 [mm φ]
主滤波片、通道	: Non[Na-P], #1[Sr-Ba], #2[S-V], #4 [Cr-Rb]
氛围	: 真空
积分时间	: 50 [秒] × 4Ch
死时间	: 最大 30 [%]



岛津企业管理 (中国) 有限公司
岛津 (香港) 有限公司

<http://www.shimadzu.com.cn>

用户服务热线电话: 800-810-0439
400-650-0439

免责声明:

* 本资料未经许可不得擅自修改、转载、销售;
* 本资料中的所有信息仅供参考, 不予任何保证。
如有变动, 恕不另行通知。