

# 利用色散1064拉曼系统对微观荧光材料进行化学分析

Frederick G. Haibach, Ph.D., and Lynn Chandler, Ph.D.

Copyright BaySpec, Inc., 2014.

要对荧光材料中的微小夹杂物进行拉曼测量，需要具备小体积测量能力、出色的信噪比吞吐能力和长波长激发（如1064nm）以减少荧光。BaySpec的色散1064共焦拉曼显微镜可以测量环氧树脂和化石琥珀中的类胡萝卜素和角蛋白。

## 简介

夹杂物是嵌入其他材料中直径小于1毫米的小颗粒，在许多不同的领域都很受关注。在某些制成品中，夹杂物会导致原本理想的材料出现外观、结构或耐化学性缺陷。污染物成分的拉曼光谱等非破坏性识别方法可以确定污染物的来源。在异质制造材料中，尤其是药片或多层聚合物薄膜等结构材料，结构及其化学特性的测量有助于制造商了解质量。在警方和军方，通常嵌入其他材料中的小颗粒的化学鉴定在证据特征描述中发挥着重要作用。同样令人兴奋的是调查考古材料和人类历史文物，以了解我们的世界和我们在其中扮演的角色。在古生物学中，证据主要是物理和化学证据。完全夹带的包裹体是我们过去的时间胶囊。在艺术品保护方面，结构和化学信息为艺术家、意图和绘画过程提供了线索。化学分析提供了线索。此外，化学分析还能帮助我们深入了解艺术品的保护工作和伪造情况。本文展示了几个使用拉曼光谱快速识别显微荧光样本的例子，这在以前是无法实现的。

## 方法

显微物体的化学成像需要一种能够精确定位物体的仪器。要在没有基质的情况下测量物体，就需要将光线投射到物体内部，尤其是只从包含物区域收集光线。拉曼光谱非常适合这种应用，因为它可以直接将光线聚焦在材料深处的相关区域并从该区域收集光线。拉曼光谱法面临的挑战是容易受到荧光的影响。使用1064nm波长的激光器可以避免激发电子跃迁，从而避免荧光。传统上由于光栅和检测器的限制，1064nm拉曼通常是通过 FT-Raman 系统获得的。由于每个光谱都是由不断移动的干涉仪构成的，因此速度非常慢。因此使用傅立叶变换拉曼系统进行制图几乎是不可能的。随着光栅和InGaAs检测器技术的不断进步，如今使用自动平台可以轻松完成体积制图、深度剖面 and 表面剖面。例如1064nm拉曼显微镜的色散配置与f 2高通量拉曼光谱仪能够在短时间内利用拉曼光谱创建化学图像。色散拉曼仪器具有这一优势<sup>1</sup>。BaySpec Nomadic拉曼显微镜可在一小时内绘制出包含数万条光谱的拉曼光谱图。此外，这种色散配置使系统具有极大的灵活性，例如可以在系统中添加一个高倍率视频探头，对感兴趣的区域进行成像，并对不适合放在显微镜下的样品快速进行拉曼测量。

## 结论

琥珀化石中偶尔会发现羽毛，羽毛可以提供有关史前动物颜色的线索。类胡萝卜素使现代鸟类的羽毛呈现红色、橙色和黄色。羽毛的各个部分直径约为10微米。类胡萝卜素在化石琥珀下的现代羽毛中被证明是可以测量的。通过使用BaySpec的Nomadic 1064纳米拉曼显微镜，该技术成功地应用于化石羽毛。

绘画作品的拉曼成像面临两个挑战：物体的尺寸可能比显微镜平台大得多，而且颜料通常在 532、785 和 830 纳米等较短波长下发出荧光。需要分析的区域可以在空间上分开。此外还可以测量微观区域和垂直剖面。图2显示的是一幅油画的垂直剖面图<sup>3</sup>。视频探头在测量面积和深度方面的多功能性无与伦比。使用 1064 nm 激发光源的拉曼成像技术具有测量内含物和剖面化学图的独特能力，测量快速且信息丰富。

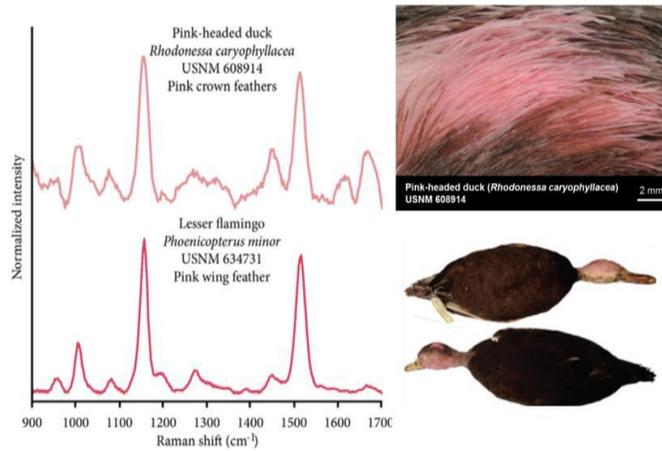


图1. 已灭绝的粉头鸭羽毛和火烈鸟翅膀的1064纳米激光拉曼光谱，史密森学会丹尼尔-托马斯博士提供。有关琥珀化石中羽毛的拉曼光谱，请参阅参考文献<sup>2</sup>。拉曼数据由BaySpec的Nomadic 1064 nm拉曼显微镜采集

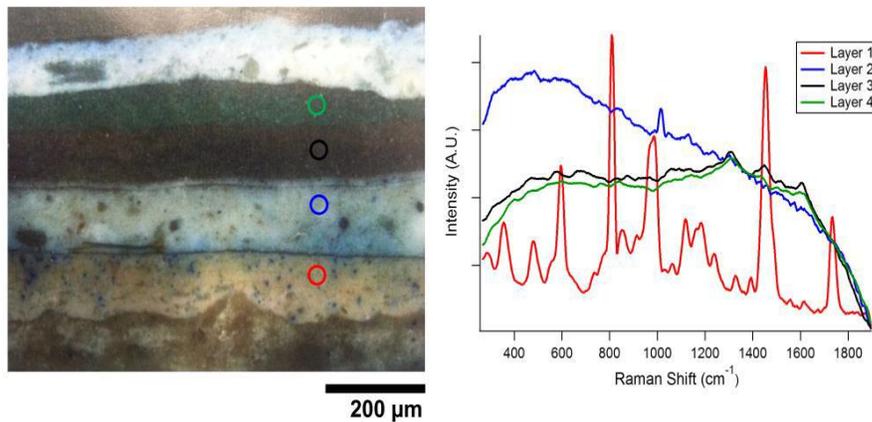


图2. 使用连接到BaySpec 1064nm拉曼光谱仪的视频显微探针绘制不同层的横截面和光谱

## References

1. R. McCreery, Modern Raman Spectroscopy: Has the sleeping giant finally awoken? Pittcon, May 2009.
2. D.B. Thomas, P.C. Nascimbene, C.J. Dove, D.A. Grimaldi, H.F. James, Sci. Rep. 4, 5226 (2014).
3. Domagoj Mudronja, personal communication.