

拉曼光谱技术浅谈

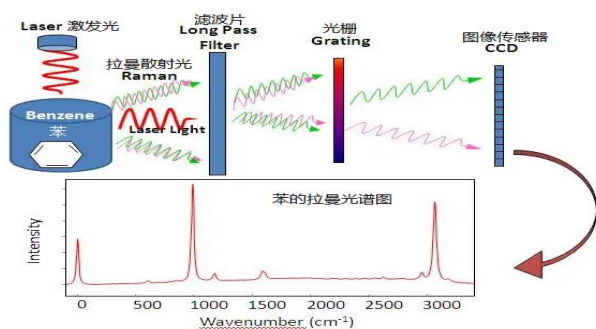
经过几十年的发展，拉曼光谱技术已经取得了巨大的进步，在不同领域中得到了广泛的应用。随着激光技术的不断发展，拉曼光谱将应用到更多的学科中去，拉曼光谱技术具有广阔和光明的前景。

拉曼光谱在诸多领域已经开始应用，我们今天就来探究一下拉曼光谱技术

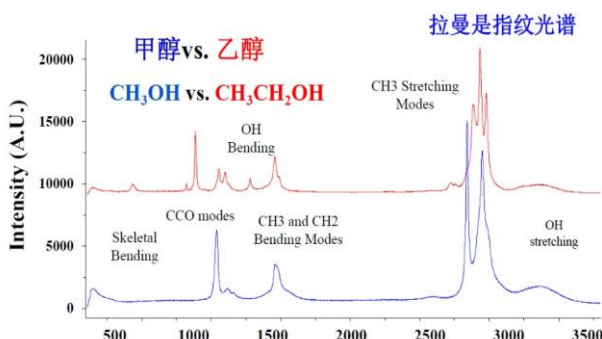
1 什么是拉曼光谱？

我们先看看拉曼光谱的基本定义。拉曼光谱 (Raman spectra)，是一种散射光谱。

拉曼光谱分析法是基于印度科学家C.V.拉曼 (Raman) 所发现的拉曼散射效应，对与入射光频率不同的散射光谱进行分析，以得到分子振动、转动方面信息，并应用于分子结构研究的一种分析方法。



简言之，物质受照射产生的拉曼散射光，能够提供物质分子成本信息。不同的物质具有自己独特的拉曼光谱，就像人的指纹。



因此，能够通过光学仪器采集被照射物质的拉曼散射光，转换出光谱图，进行物质成分分析。

2 拉曼光谱仪器及其发展历程

1928年，40岁的印度物理学家拉曼 (C.V.Raman) 用水银灯照射苯液体，发现了拉曼效应，1930年拉曼因此获得诺贝尔奖。这个阶段拉曼光谱曾是研究分子结构的主要手段，此时的拉曼光谱仪是以汞弧灯为光源，物质产生的拉曼散射谱线极其微弱，因此应用受到限制，尤其是红外光谱的出现，使得拉曼光谱在分子结构分析中的地位一落千丈。

直至20世纪80年代，随着科学技术的飞速发展，激光拉曼光谱仪在性能方面日臻完善，如：美国Spex公司和英国Reinshaw公司相继推出了拉曼探针共焦激光拉曼光谱仪，低功率的激光光源的使用使激光器的使用寿命大大延长，共焦显微拉曼的引入可以进行类似生物切片的激光拉曼扫描，从而得出样品在不同深度时的拉曼光谱。EG&G Dilor公司推出多测点在线工业用拉曼系统，采用的光纤可达200m，从而使拉曼光谱的应用范围更加广阔。

20世纪90年代初，由于社会生产活动的需要，人们又探索出多项技术并应用于拉曼光谱仪中，使小型便携式拉曼光谱仪出现并不断发展起来成为可能。

如今，拉曼光谱仪器在科研和现场便携仪器两个大方向上呈现了多元化的发展。科研仪器追求更高性能，便携仪器致力于解决现场实际问题，追求更实用。在此基础上，在线仪器、专用化仪器，以及各种特殊应用条件的仪器新品也在不断涌现。随着技术的发展，拉曼光谱仪器的应用领域不断拓展，市场也在迅速增长，尤其是在现场快速检测方面。



3 拉曼光谱仪应用场景

拉曼光谱为什么能收获如此热度？

在于它能够应用到众多领域，拉曼光谱仪具有快速、简单、可重复、且对样品无破坏等特点，已经广泛应用于安全、材料科学、制药等领域。近年来拉曼光谱有了很大的发展，不仅实验室拉曼光谱仪的检测水平在持续提高，各种便携式与手持式拉曼光谱仪也不断涌现。国内的拉曼光谱仪器制造产业得以迅速发展。

我们来介绍几个典型应用，展现拉曼光谱的部分能力。

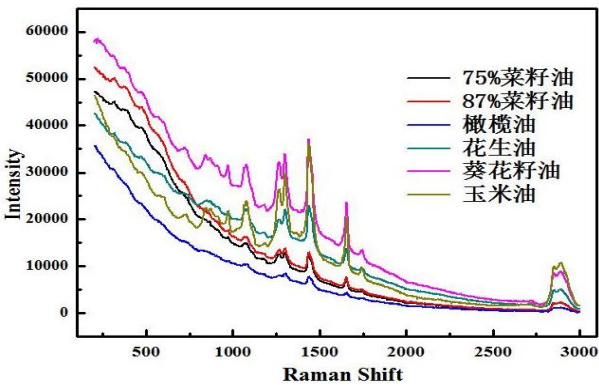
食品安全检测

食品安全事关国计民生。近年来，三聚氰胺事件、苏丹红事件、瘦肉精事件、地沟油事件等食品安全问题频发，严重影响了我国食品业的发展。拉曼光谱法由于其准确，检出度高，适用样品多样，可涵盖90%以上的化合物，在市场上得到了普遍的推广，在食品安全快检中能够发挥重要作用。



拉曼光谱技术能够检测食品违禁添加剂、假冒伪劣违禁药品、农药残留、剧毒投放等物质。

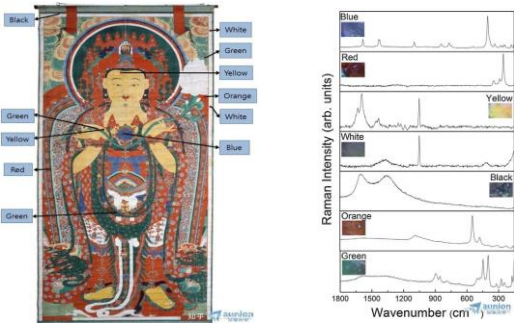
食用油脂是人们摄取能量和营养的重要来源，是加工食品的重要原料。油炸食品以其特有风味广受消费者喜欢。用于煎炸的食用油在高温煎炸过程中发生一系列的物理、化学变化，这些变化会生成对身体健康有害的物质。拉曼光谱能够检测不同食用油及其煎炸后的变化。



在食品安全检测领域，由于检测目标物质含量小，传统拉曼技术检测灵敏度低，无法实现物质的痕量检测。针对此问题，须结合表面增强(SERS)技术，以高出常规拉曼技术的灵敏度，实现对食品中痕量物质的检测。

文物鉴定及考古

对古代青铜器的腐蚀产物进行分析研究，有利于我们认识古代各国的合金技术及处理工艺，研究其腐蚀机理，从而探讨古青铜器的保护方案。与传统的鉴别方法如电镜、X光衍射等分析方法相比较，拉曼光谱被证实是对金属器物做无损检测的一种非常有效的方法。



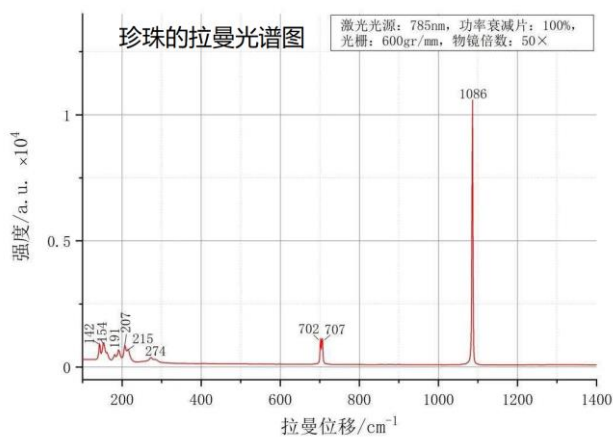
文物中颜料鉴定的目的是为了获得历史、艺术和技术信息。大多颜料由于受环境和气候的影响而发生了退化脱落，甚至有些新出土文物的颜料非常潮湿，同时有些颜料是混合颜料或多个颜料层叠加，这给颜料的分析带来了困难。拉曼光谱作为现代技术对古颜料进行分析研究，是以光子为探针，可进行原位的无损检测，同时它对样品的结构和成分极为敏感，就像人的指纹一样，各种物质的拉曼谱都有自己的特征，因而成为一种十分有利的无损检测手段。

珠宝鉴定

在商业利益的驱逐下，珠宝玉石的真假一直是商家和消费者最大的担忧。最初，珠宝行业多依靠肉眼观察，凭经验说话，但是随着科技的发展，造假技术也随之“登峰造极”，例如近年来，珠宝市场上的人造树脂填充处理翡翠，祖母绿，绿松石和铅玻璃冲填处理红宝石，钻石等。



珠宝玉石鉴定是珠宝玉石行业中非常重要的一个组成部分。随着珠宝市场的发展，越来越多的新品种和合成优化处理品种出现在市场上，因此我们需要更精确、快速、无损的方法来对这些珠宝玉石进行鉴定。



拉曼光谱是特定分子或材料独有的化学指纹，能够准确、快速、无损的确认材料种类，是材料学领域的有力鉴定技术，已应用于珠宝鉴定领域。到促进和帮助作用。

制药原辅料检测

拉曼光谱在药物领域也已有广泛的应用，在制药工业的研发领域拉曼光谱可以用来鉴定多晶体，有助于药物晶型的筛选；分析药物的成分；在生产领域拉曼光谱可以实现实时监测控制药品质量；拉曼光谱还可以用于原料药的检测；在药品流通领域拉曼可作为药品打假的一种非常理想的工具。

关于原辅料检测标准，中国药典，美国药典，欧洲药典均建议使用分子光谱技术。中国GMP规范正向全球规范统一化发展，美国FDA食品药品监督管理局、欧洲药监局、及全球组织PIC/S均有原料检测的规定。

快速100%原料检测已成为全球化的趋势。



美国药典USP有关原料检测技术方法建议：“红外光谱或类似的光谱技术是首选，因为光谱技术法可以提供明确的识别结果，所以光谱技术比湿化学法或比色法更适合用于原料检测”。光谱技术一般包括：拉曼技术，近红外技术，红外技术，我们通过对比发现，拉曼光谱技术具有比较明显的技术优势。

	拉曼 (Raman)	近红外 (NIR)	红外 (FTIR)
分子特征性	特征峰尖锐 光谱范围宽 ✓	特征峰不明显，化学计量学模型建立方法 ✗	特征峰尖锐 光谱范围宽 ✓
制样	无需制样 ✓	无需制样 ✓	需要制样：压片，接触式检测，ATR ✗
水的干扰性	对水不敏感 可透过透明包材测量 ✓	水的吸收峰很强 对样品粒度密度敏感 ✗	水的吸收峰很强，而且包装材料会产生干扰 ✗
ID方法建立	方法易建立 ✓	方法建立过程繁琐 ✗	方法易建立 ✓

拉曼光谱技术随着小型化设计的快速发展，使其能够出现在更多实际应用场景，实现了从实验室分析仪器向便携应用检测设备的角色转换。便携式与手持式小型拉曼光谱仪，将在更多领域得到应用，在安全检查、食品安全检测、海关查验、制药原料、工业在线分析、环境监测、考古鉴定及生命科学等领域有着非常好的市场前景。

4 拉曼光谱技术相关依据标准

伴随着拉曼光谱仪在我国的迅猛发展势头，国内相关专业权威机构与各企业也逐步起草完善着拉曼光谱技术相关标准和规范。
2021年12月1日，我国首个拉曼光谱仪器国家标准《拉曼光谱仪通用规范》(GB/T 40219-2021)正式实施，填补了国内拉曼光谱仪标准的空白，规范国内拉曼光谱仪生产厂家的生产检验标准，保障国产拉曼光谱仪的质量，促进国产拉曼光谱仪产业的高质量发展。



2021-05-21 发布 2021-12-01 实施
国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会
搜狐号@浪声科学

国产拉曼光谱仪想要抢占市场份额就必须在仪器的质量上能够与进口设备竞争。为此，相关标准是非常有必要的。目前我国拉曼光谱相关的仪器评价及应用标准等还不够完善，无论国家标准、行业标准还是地方标准数量都比较少。
《拉曼光谱仪通用规范》(GB/T 40219-2021)适用于采用激光为激发光源的拉曼光谱仪，其他光源的仪器可参考执行。标准明确了仪器正常工作条件、应具备的功能和性能指标并提供了仪器性能、安全性、环境适应性的试验方法。

除此以外，在不同应用领域，也逐步提出并完善了拉曼光谱相关标准规范要求。
在安全检查领域，基于拉曼光谱技术的液态危险化学品安全检查设备，提出的国标《基于拉曼光谱技术的危险化学品安全检查设备通用技术要求》GB/T 41086-2021。适用于基于拉曼光谱技术的液态危险化学品、炸药、易制爆化学品、毒品、易制毒化学品、固态危险化学品及农药等的检查设备。



《珠宝玉石鉴定显微激光拉曼光谱法》是2020年12月01日实施的一项行业标准。规定了显微激光拉曼光谱法鉴定珠宝玉石的检测方法。适用于显微激光拉曼光谱仪对珠宝玉石成品及原石、宝石内部包裹体的常规鉴定。

附录中包含珠宝玉石鉴定常见拉曼光谱图涵盖78种珠宝玉石，共计252张拉曼光谱图。测试条件附于图谱右上角，包括：激光光源、功率衰减片（激光强度）、光栅和物镜倍数。本标准有助于拉曼光谱测试人员参考选择测试条件，以便获得最佳信噪比的拉曼图谱。



拉曼光谱仪模块

- 交钥匙方案 快速开发
- 内置算法和数据库 便于集成
- 应用方案丰富 配置灵活
- OEM/ODM整机设计方案

联系我们

销售热线：400-880-3370
售后服务：400-609-6782
市场销售：sales@htnova.com

5 拉曼光谱持续发展前景

如今拉曼光谱技术已广泛应用于生物工程、地质、医药、化工、材料、生理、考古、环保等各个领域。拉曼光谱检测技术的不断发展，拉曼光谱技术也开始在医疗诊断、公安法学痕迹检测等方面更广泛地应用。

所有这些新成果新成就都表明随着激光技术的发展和检测技术的升级,拉曼光谱技术将会越来越广泛地应用到各个领域,取得更大的科技新成就,创造更多的经济价值。

科学仪器作为现代科学技术的“眼睛”和高端制造业皇冠上“耀眼的明珠”，在“十四五”制造业高质量发展规划中被多次提及。拉曼光谱仪作为国产科学仪器的突出代表，在全国科学仪器产业布局图一定会占据举足轻重的地位。