

## 10-1 拉曼测量

### ——典型配置与硬件说明

拉曼光谱检测技术在过去 20 多年里发展迅猛，在危险品检测、药厂原材料，药品检测、食品检测等众多领域中都有重要的应用。本文介绍了拉曼测量的典型配置与说明。

#### 【典型系统配置】

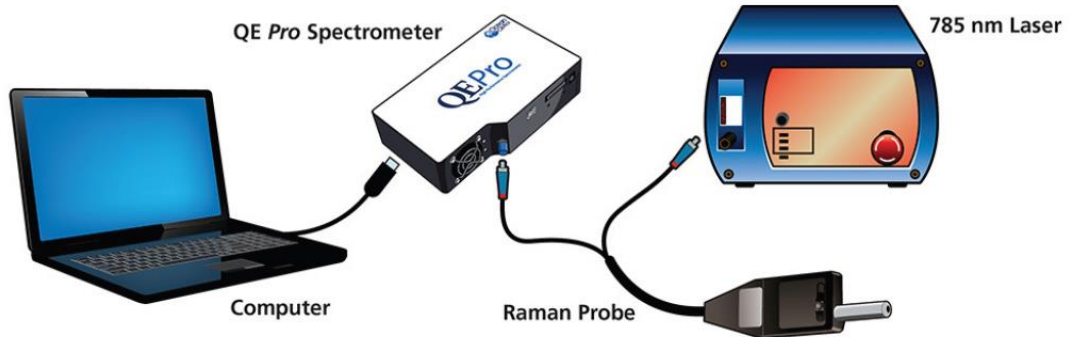


图 1 拉曼测量系统配置图

上图为典型的拉曼测量系统配置，包括：光谱仪操作软件、光谱仪、计算机、光源、拉曼探头以及其他采样附件。具体配置如下表：

表 1 典型配置清单

光谱仪	QE Pro 系列, Ventana 系列, Maya2000 Pro 系列	
软件	Oceanview 1.6.3	
光源	Laser-785 系列, Laser-532 系列	
采样附件	拉曼探头	RPB/RPS 通用拉曼探头, RP2/RPR 浸入式拉曼探头, RPP 工业拉曼探头
	支架	液体样品支架 RM-vial-SH, SERS 支架 RM-SERS-SH, OOA-HOLDER-RFA 支架等
	其它	SERS 基底

#### 【激光光源介绍】

海洋光学提供 532 nm 和 785 nm 等拉曼激发波长的高功率激光器，它们有如下产品特点：

1. 集成式激光封装—配备集成式激光驱动器、TEC 致冷装置和安全开关。
2. 多种选择—532 nm、785 nm 及其他拉曼激发波长。
3. 可调节输出功率—可选择对激光驱动电流进行手动或远程控制。



图 2 Turnkey Raman Lasers 光源图

**表 2 Turnkey Raman Lasers 规格**

工程规格	Laser-532 系列	Laser-785 系列
尺寸:	115 mm x 175 mm x 245 mm	115mm x 175 mm x 245 mm
重量:	1.6 kg (3.4 lbs)	1.6 kg (3.4 lbs)
激发波长:	532 nm	785 nm
输出功率:	>50 mW	>350 mW (标准型号); 可变范围 >350 mW (可调节型号)
光纤连接器:	SMA 905 或 FC	SMA 905 或 FC
波长稳定性:	整个温度范围和寿命期内 +/- 0.1 nm (-20°C - 55°C)	<3% peak-to-peak in 8 hours
谱线宽度:	< 0.05 nm (FWHM)	< 0.15 nm (FWHM)

**【拉曼探头介绍】**

海洋光学提供多种现场测试的拉曼探头。RPB 和 RPS 拉曼探头是一种适用于实验室的多功能采样附件，对 532nm 或 785nm 的激发波长有效，在激发和收集光纤端口，分别配备 FC 和 SMA 905 连接器。RPB 探头采用阳极化铝材料，带有不锈钢尖端和手动安全快门；RPS 探头采用不锈钢材料，配有发射指示器。两种拉曼探头都属于非浸入式探头，非常适用于对固体样品及表面的测量以及透过玻璃或塑料进行的测量。

RP2 和 RPR 浸入式拉曼探头适用于对透明或浑浊溶液的测量，对 532nm 或 785nm 的激发波长有效，在激发和收集光纤端口，分别配备 FC 和 SMA 905 连接器。RP2 探头配有一个不锈钢沉浸套管，可根据不同的测试距离进行调整。RP2 探头可以被加热到 200°C，但不能用于高压环境。针对高压的情况，您可以使用 RPR 探头，它可用于 1500 psi 压力的测试环境。

此外，海洋光学提供还为您提供适用于工业应用的 RPP 拉曼探头。RPP 拉曼探头配有不锈钢延伸管，用来保护探头等光学装置不受高温影响。在工艺流液中，它能够实现压力密封，而延伸管保证了探头的滤光和聚焦功能不受影响。这款探头可用于 3000 psi 压力的测试环境，并且能被加热到 500 °C。



图 3 通用拉曼探头



图 4 浸入式拉曼探头

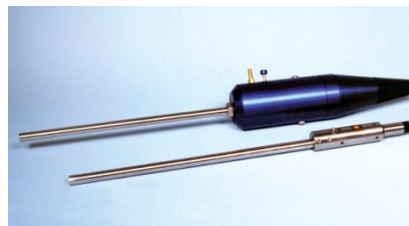


图 5 工业拉曼探头

**表 3 通用拉曼探头规格**

工程规格	RPB 探头	RPS 探头
激发波长:	532 nm 或 785 nm (标准)	532 nm 或 785 nm (标准)

工程规格	RPB 探头	RPS 探头
光谱范围: *	300 - 3900 cm <sup>-1</sup>	250 - 3900 cm <sup>-1</sup>
激光谱线覆盖:	OD 6	OD 8
采样头:	阳极氧化铝	不锈钢
探头长度:	107 mm	76 mm
探头直径:	12.7mm	12.7mm
工作距离:	7.5 mm (标准)	5.0 mm (标准)
光纤配置:	激发和收集光纤; 0.22 NA	激发和收集光纤; 0.22 NA
光纤长度:	1.5 m	5 m
光纤连接器:	FC (标准) 和 SMA 905	FC (标准) 和 SMA 905
内置安全快门:	是	否

**表 4 浸入式拉曼探头规格**

工程规格	RP2 探头	RPR 探头
激发波长:	532 nm 或 785 nm (标准)	532 nm 或 785 nm (标准)
光谱范围: *	250 - 3900 cm <sup>-1</sup>	250 - 3900 cm <sup>-1</sup>
激光谱线覆盖:	OD 8 OD 8	OD 8 OD 8
采样头:	不锈钢	不锈钢
沉浸套管:	不锈钢	哈氏合金
物理抗性:	200°C	200°C 和 1500 psi
探头长度:	230 mm (8")	330 mm (13")
探头直径:	15.9 mm (5/8")	15.9 mm (5/8")
工作距离:	可调 (通过滑动式沉浸套管)	可调范围从<1 毫米到 5 毫米 (通过可拆卸式沉浸套管)
光纤配置:	激发和收集光纤; 0.22 NA	激发和收集光纤; 0.22 NA
光纤长度:	5 m	5 m
光纤连接器:	FC (标准) 和 SMA 905	FC (标准) 和 SMA 905

**表 5 工业拉曼探头规格**

工程规格	RPP 探头
激发波长:	532 nm 或 785 nm (标准)
光谱范围: *	250 - 3900 cm <sup>-1</sup>
激光谱线覆盖:	OD 8
采样头材质:	不锈钢
加长管材质:	不锈钢
温度 (最高):	500°C (探头); 200°C (外部光学件)
压力 (最高):	3000 psi
探头长度:	230 mm (8")
探头直径:	206 mm (13/16")
加长管:	9.5 mm (3/8")直径 x 228 mm (9")长度
工作距离:	0.5 mm - 6 mm
光纤配置:	激发和收集光纤; 0.22 NA
光纤长度:	5 m
光纤连接器:	FC (标准) 和 SMA 905
安全快门:	有

\* 最终光谱范围需视光谱仪探测范围而定, 有可能受到较大限制

### 【拉曼样品支架介绍】

对于液体和固体样品的拉曼光谱分析，海洋光学提供了多种样品支架可供选择。RM-SERS-SH 支架是海洋光学 SERS 基底的专用支架，而样品支架 RM-vial-SH 常用于瓶装液体样品的测量，具有设计精巧，调节简便的特点，这两款支架均适用于 Accuman、HRS 系列拉曼光谱仪和模块化拉曼探头。拉曼测量时，能够隔绝环境光影响，提高测量精确性。

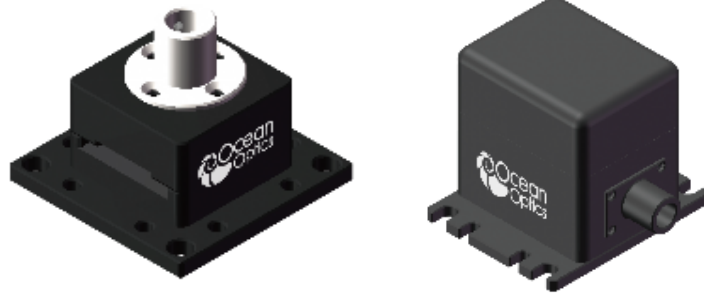


图 6 SERS 支架 RM-SERS-SH      图 7 液体样品支架 RM-vial-SH

海洋光学还提供了一款可用于拉曼、荧光等测量使用的多用途样品支架。这款支架可放置 9.5 mm-12.7 mm 直径的拉曼探头，1cm 光程的比色皿以及多种尺寸的样品瓶。OOA-HOLDER-RFA 是一种模块式的夹具，可以根据拉曼、荧光、吸收及反射测量等不同的目的调节使用。该产品小巧轻盈，组装方便。这种设计可避免探头与比色皿之间发生接触而造成的损伤。此外，还有 OOA-RAMAN-SH 和 RIP-PA-SH 等样品支架可供选择。



图 8 拉曼样品支架图

表 6 拉曼样品支架规格

工程规格	OOA-HOLDER-RFA	OOA-RAMAN--SH	RIP-PA-SH
支持的应用:	拉曼, 荧光, 吸收	拉曼	拉曼
材质:	铝	铝	铝
探头直径:	9.5 mm 或 12.7 mm	12.7 mm	12.7 mm
比色皿类型:	1 cm 光程 (方形)	1 cm 光程 (方形)	1 cm 光程 (方形)
移动台:	有	有	有
镜面/比色皿塞:	有	无	无

### 【SERS 介绍】

对于低浓度样品的拉曼测试，海洋光学为您提供高性能的表面增强拉曼散射(SERS)基底。我们通过类似喷墨印刷的方法制备 SERS 基底，在滤纸上精确沉积纳米颗粒，然后将纸固化在载玻片上。测试时，只需将待测物滴加在 SERS 活性区域中，其纳米银/金结构能够吸附样品，将拉曼信号增强几百万倍，检出限最低可达 ppb 级。SERS 对于化学品、生物材料、

药物、爆炸物和防伪鉴定的现场检测，具有重要的应用价值。

海洋光学 SERS 基底的优势：

- **灵敏性高。**经过与市面上的同类基底进行对比测试，该基底具有很好的性能并且对一系列分析物都表现出了较高的灵敏性。
- **稳定性高。**SERS 基底无需特殊处理便可在室温下储藏。
- **个性化的外形。**独特的生产技术可实现客户的定制，满足样品的特性，也可定制个性化外形。
- **使用方便。**非常灵活，这种基底能与海洋光学的整套拉曼仪器一起使用。



图 9 SERS 图

表 7 SERS 规格

工程规格	SERS
基底材料:	金纳米粒子
有效面积:	直径 5mm
形式:	显微镜载玻片（标准）
灵敏性:	针对各种分析物的 ppm 级至 ppb 级灵敏性
测量速度:	从样本到结果只需数秒
基底保质期:	约 30 天
根据价值定价的包装:	每包含有 5 个基底

### 【拉曼测量硬件操作】

搭建拉曼测量系统，具体操作步骤如下：

1. 将拉曼探头尾部连接的两根光纤分别与光谱仪和激发光源连接。标有“collection”的光纤连接光谱仪，标有“excitation”的光纤连接激发光源；注意光纤、光谱仪和激光器之间的接口是否匹配。
2. 用电源线连接光源和市电插座（注意选择带地线的国标电源线和市电插座），通过 USB 数据线连接光谱仪至 PC 端；
3. 打开光源，等待一段时间后，调节激光功率；
4. 将样品放置于避光的支架中，测量样品时，打来拉曼探头的开关；
5. 切断光路，测量背景光谱；
6. 恢复光路，进行样品的拉曼测量。
7. 测量完成后，记录数据，关闭系统。



图 10 拉曼探头实物图



图 11 拉曼测量系统实物图

Turnkey Raman Lasers 光源的基本操作步骤:

1. 启动光源，打开后面板上的电源钥匙，将钥匙顺时针转向水平状态“ON”，此时前面板的绿色 LED 系统指示灯亮起，表明电源已开。
2. 点击前面板的“Laser On”按键，此时前面板的红色 LED 系统指示灯亮起，表明激光器正在运行，等待大约 2s 后产生激光。
3. 如果发生电源中断的情况，激光光源会自动停止工作，重新启动时，请切换“Laser On”按键到“On”的位置。

注意：使用时，不要用眼睛直视激光，避免损伤眼睛；不要直接接触激光。



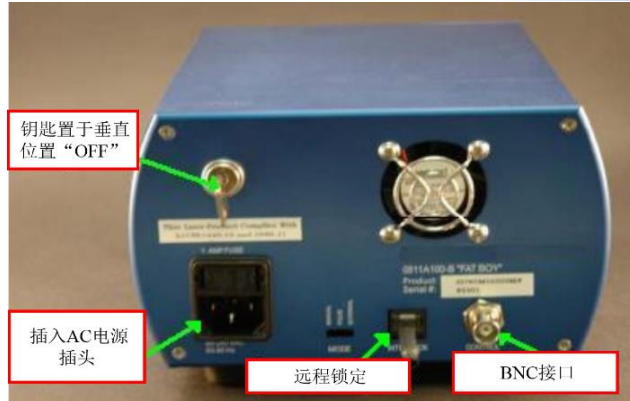


图 12 Turnkey Raman Lasers 光源

**【拉曼测量光谱仪的选择】**

客户进拉曼实验时，可以根据具体需求选择不同的光谱仪。在海洋光学提供的多种光谱仪中，高灵敏度的 QE Pro 和 Maya2000 Pro 都是不错的选择，也可以选用 Ventana 系列光谱仪。下列表格为三种光谱仪的对比：

**表 8 微型光纤光谱仪系列**

模块化系统			
激发激光	多个选择：532nm, 785nm, 定制款		
拉曼探头	多个选择：通用式，浸入式，工业式		
光谱仪	QE Pro 系列	Ventana 系列	Maya2000 Pro 系列
特点	最大灵活性 针对弱拉曼信号	高通光量 快速测量	高性价比 宽光谱范围
预配置光谱仪	QE Pro-Raman (785nm/532nm)	Ventana-532-Raman Ventana-785-Raman Ventana-785L-Raman	Maya2000 Pro-NIR(785nm/808nm)
自定义配置	用户定义的光谱范围 可变狭缝达到最优化 分辨率	无	用户定义的光谱范围和分辨率



图 13 QE Pro 光谱仪



图 14 Maya2000Pro 光谱仪



图 15 Ventana-785L 拉曼光谱仪