

8-1 液体吸光度测量

——典型配置与硬件说明

吸光度是用来衡量物质对光的吸收程度的物理量，用 A 表示。

$$A_{\lambda} = -\log_{10} \left(\frac{S_{\lambda} - D_{\lambda}}{R_{\lambda} - D_{\lambda}} \right)$$

A_{λ} =波长 λ 处样品的吸光度；
 S_{λ} =波长 λ 处样品光谱的强度；
 D_{λ} =波长 λ 处背景光谱的强度；
 R_{λ} =波长 λ 处参考光谱的强度。

朗伯比尔定律描述了浓度与吸光度的关系：

$$A_{\lambda} = \varepsilon_{\lambda} c l$$

ε_{λ} =波长 λ 处样品的消光系数； c =样品的浓度； l =吸收光程；

【典型系统配置】

液体吸光度测量的典型系统配置包括：光谱仪操作软件、光谱仪、计算机、光源、光纤、比色皿和支架。

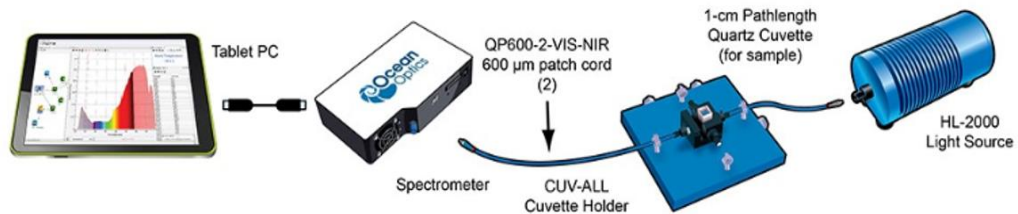


图 1 液体吸光度测量系统典型配置图

表 1 典型配置清单

		紫外/可见光波段	近红外波段
光谱仪		Flame 系列, HR/Maya 系列, QE Pro	NIRQUEST, Flame-S-VIS-NIR
软件		Oceanview 1.6.3	
光源		HL-2000 系列	
采样附件	比色皿	石英比色皿 CV-Q-10, 一次性比色皿 CVD-UV 或 CVD-VIS	
	比色皿支架	CUV-UV, CUV-UV-10, CUV-VAR, CUV-FL-DA	
光纤		QP400-2-VIS-NIR, QP600-2-VIS-NIR	

【HL-2000 光源介绍】

HL-2000 卤钨光源是一种多用途光源，使用范围 VIS-NIR (360 nm-2000 nm)。该光源内置致冷风扇，可以保证光源的稳定性。HL-2000 卤钨光源配有内嵌滤光片支架，支架的尺寸为 25.4 mm² 或 50.8 mm²，厚度为 3mm。其中，HL-2000-FHSA 型号有手动和 TTL 快门，用来控制光源的强弱。

光源的基本操作步骤：

- 启动光源，预热 10 分钟，以达到稳定状态；
- 光纤与光源连接后，可通过转动调节光阑旋钮控制光强；
- 如果用户在实验操作中对光源的输出光谱有特殊要求，可在插片凹槽处放置滤光片、衰减片等光学器件。

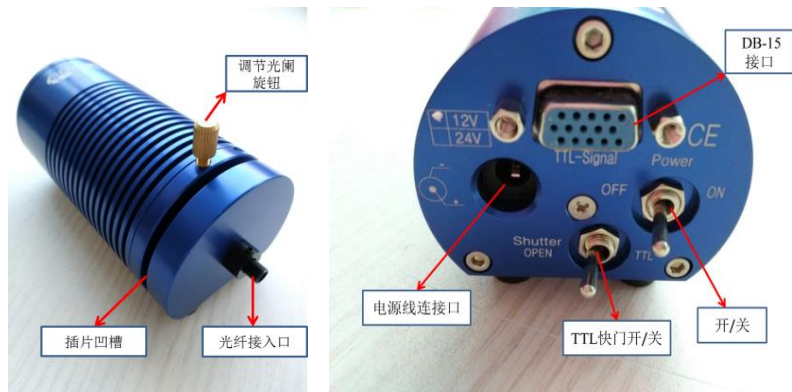


图 2 HL-2000-FHSA 光源实物图

【比色皿介绍】

海洋光学提供用于吸光度、透射率和荧光测量的各类比色皿。其中，石英比色皿适用于 170-2700nm 的范围，与酸性溶液的兼容性好，并且可以牢固的固定在支架上。经过适当的护理和保养，石英比色皿在无划痕、裂纹和类似缺陷的情况下，可进行有效再利用。同时，海洋光学也提供一次性比色皿，例如塑料材质的 CVD-UV 和 CVD-VIS。CVD-UV 比色皿的适用范围为 220-900nm，而 CVD-VIS 比色皿的适用范围为 350-900nm。这两种型号的比色皿光程长 1cm。一次性比色皿不能二次使用，以避免交叉污染的风险。一次性比色皿具有较高的化学稳定性，强酸和强碱环境都适用。



图 3 一次性比色皿



图 4 石英比色皿

【比色皿支架介绍】

CUV-UV 比色皿支架适用于 1cm 光程的比色皿，用于溶液的绝对吸光度测量。CUV-UV-10 比色皿支架适用于 10cm 光程的比色皿，用于溶液和气体的绝对吸光度的测量。这两种比色皿支架均配置有两个可调准直透镜，1/4" 滤光片插槽和连通恒温水源的内置管道（采用对流方式加热或冷却底座和比色皿），都可以通过 SMA 接头的光纤分别连接光谱仪和光源。



图 5 CUV-UV 比色皿支架



图 6 CUV-UV-10 比色皿支架

CUV-ALL-UV 4-WAY 比色皿支架适用于 1cm 光程的比色皿，配有四个石英准直透镜，

每个准直透镜上配备 SMA 光纤连接器；支架内置滤光片狭缝，可在荧光测量中使用滤光片；此外，比色皿支架的底部有连通恒温水源的内置管道。当与海洋光学的光谱仪和光源配套使用时，CUV-ALL-UV 4-WAY 能够用于吸光度、荧光、散射等光学性能的测量。

此外，海洋光学还提供 CUV-VAR 型可变光程的比色皿架，可调节光程范围为 1-10cm，内置的准直镜固定在支架上，支架可在基座上滑动，CUV-VAR 适用于需改变光程的液体的吸光度测量。

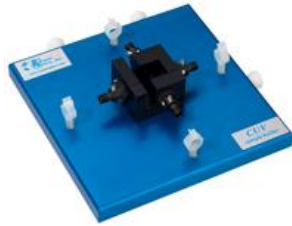


图 7 CUV-ALL-UV 4-WAY 比色皿支架



图 8 CUV-FL-DA 直连比色皿支架



图 9 CUV-VAR 可变光程比色皿架



图 10 CUV-QPOD 可控温比色皿支架

下面我们以 CUV-ALL-UV 4-WAY 比色皿支架为例，介绍比色皿支架的使用方法。

- 将比色皿放置在 CUV-ALL-UV 4-WAY 比色皿支架的夹具中，支架内配有可调弹簧活塞，用来固定比色皿。比色皿支架有一个内置的滤光片插槽，我们将连接光源的光纤引入靠近插槽一侧的接口。可将滤光片放置于插槽中，进行吸光度测量。
- 两根光纤连接比色皿支架时，若两端呈现 90°，则用于测量样品的荧光；若两端呈 180°，则用于测量样品的吸光度。可根据具体要求连接光纤与比色皿支架。
- 比色皿支架的底部有隐藏管道，可连接外部水源，以控制比色皿内样品温度。如下面实物图所示，支架底座可见 3 个出/入水口，出/入水口前的白色旋钮可拆卸，使用时请根据需求卸下。将通道口连接附件，附件的另一侧连接水管，用户可选择两进一出或两出一进模式。需要注意的是，用户需要将出水口管道一侧接入水泵。

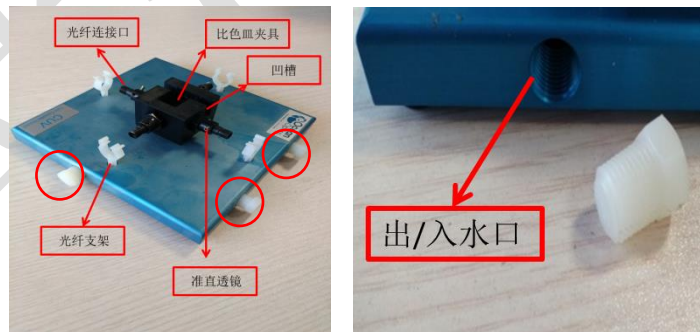


图 11 CUV-ALL-UV 4-WAY 比色皿支架实物图



图 12 连接附件

【液体吸光度测量硬件操作】

搭建液体吸光度测量系统，具体操作步骤如下：

1. 使用一根光纤连接比色皿支架与光谱仪，另一根光纤连接比色皿支架与光源，注意两端光纤呈 180° （如图 14 所示）；
2. 通过 USB 数据线连接光谱仪至 PC 端；
3. 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）；
4. 打开光源，预热一段时间后，在空比色皿中装入纯水，测量参考光谱；
5. 切断光路（此处不建议直接关闭光源，可通过遮挡光源来切断光路），测量背景光谱；
6. 恢复光路，将样品装入空比色皿，进行样品的吸光度测量。

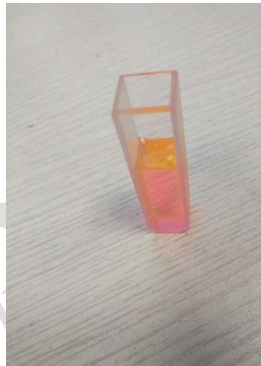


图 13 装有样品的比色皿

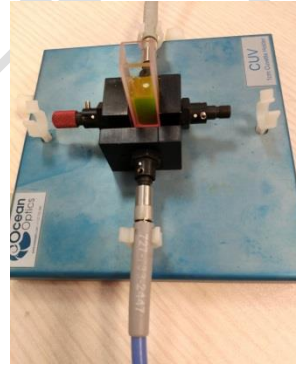


图 14 CUV-ALL-UV 4-WAY 比色皿支架



图 15 遮光罩



图 16 液体吸光度测量系统实物图



图 17 Flame 光谱仪接口说明

注意：吸光度测量时，遮光罩应始终放置在样品上方，排除环境光的干扰。