

6-1 辐射颜色测量

——典型配置与硬件说明

物体颜色的定量度量是涉及观察者的视觉生理、照明条件、观察条件等许多因素的复杂问题，为了能够得到一致的度量效果，国际照明委员会(简称 CIE) 基于每一种颜色都能用三个选定的原色按适当比例混合而成的基本事实，规定了一套标准色度系统，称为 CIE 标准色度系统，构成了近代色度学的基本。颜色测量是海洋光学光谱仪的一个重要应用，可以得到表征样品颜色的相关参数，主要包括反射颜色测量和辐射颜色测量两种方式。反射颜色测量的对象为不发光的物体，而辐射颜色测量的对象为自主发光的物体，例如光源。以下将对辐射颜色测量的典型配置、校准光源、主要配件及硬件操作步骤进行介绍（反射颜色测量的相关内容将单独介绍）。

【典型系统配置】

海洋光学绝对辐射颜色测量包括以下三种方式：

1. **裸光纤绝对辐射测量**的典型系统配置包括谱仪操作软件、光谱仪、辐射校准标准光源、待测光源（如 LED 光源）、光纤。



图 1 裸光纤绝对辐射：颜色测量系统配置图

2. **FOIS 积分球绝对辐射测量**的典型系统配置包括光谱仪操作软件、光谱仪、辐射校准标准光源、待测光源（如 LED 光源）、FOIS 积分球、光纤。

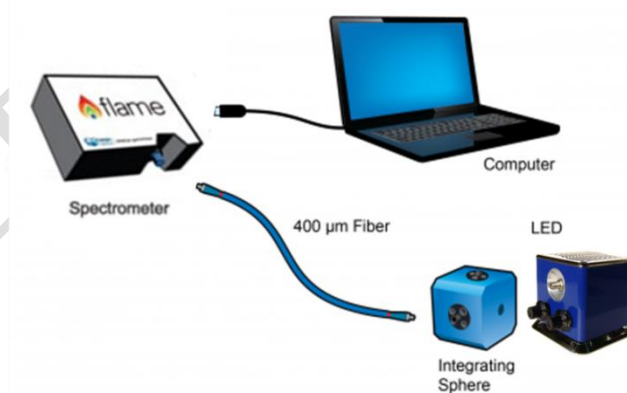


图 2 FOIS 积分球绝对辐射：颜色测量系统配置图

3. **CC-3 余弦校正器绝对辐射测量**的典型系统配置包括光谱仪操作软件、光谱仪、辐射校准标准光源、待测光源（如 LED 光源）、CC-3 余弦校正器、光纤。



图 3 CC-3 余弦校正器绝对辐射：颜色测量系统配置图

表 1 配置清单

		紫外/可见光波段	近红外波段
光谱仪		USB 系列, HR 系列, QE65000, Maya2000 Pro	NIRQUEST, Flame-S-VIS-NIR
软件		Oceanview 1.6.3	
光源		HL-2000-CAL, HL-3-CAL 等系列光源	
采样部件	积分球	FOIS-1	
	余弦校正器	CC-3 或 CC-3-UV	
光纤		QP400-2-VIS-NIR, QP600-2-VIS-NIR	

【HL-3-INT-CAL 校准光源介绍】

HL-3-INT-CAL 和 HL-3plus-INT-CAL 型可与积分球直接连接和校准，最小端口直径为 6 mm（INT 型）。INT-CAL 型配置了一个与光源直连的漫射器，用于与积分球一起使用。

使用时，只需把光源放置在积分球的入口孔处，漫射器紧贴积分球。HL-3 系列光源在 900 nm 时不确定性低至 10%，可在 350-1050 nm 内校准，并且可选择将校准范围扩展至 2400 nm。校准源灯泡寿命为 50 小时，超时时携带校准数据失效，之后需要进行再校准才能作为校准源使用，海洋光学可以提供校准服务。

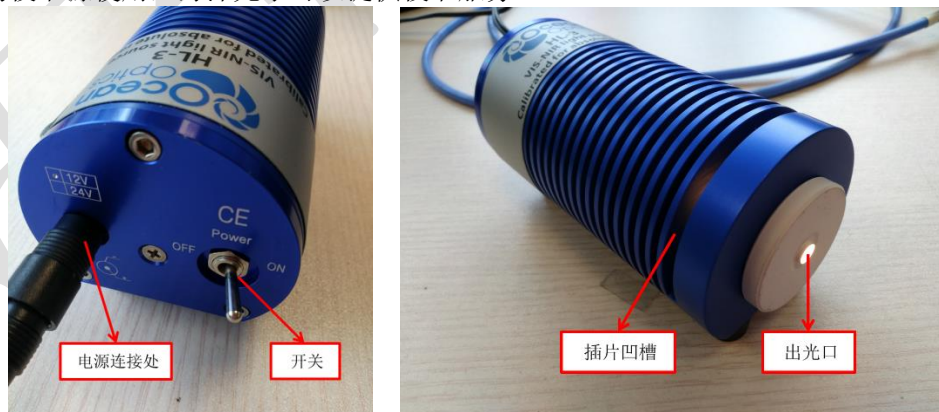


图 4 HL-3-INT-CAL 光源实物图

【HL-3-CAL 和 HL-3plus-CAL 校准光源介绍】

HL-3 和 HL-3plus 系列可见及近红外光源（350-2400nm），可用于光谱仪系统的绝对光谱响应校准。HL-3-CAL 系列能够提供 350-1100nm 波段的校准光源，在 900nm 处的校准

不确定性低于 10%。而 HL-3plus-CAL 系列在 900nm 处的校准不确定性为 3%，是业内领先的辐射校准光源，您还可以选择一个拓展产品使校准波段拓宽至 2400nm。这款光源的前端配置了一个可用脉冲或手动控制的积分挡板，可以提供很好的暗室测量准确性。

表 2 HL-3-CAL 系列

工业规格	HL-3-CAL HL-3-INT-CAL	HL-3-CAL-EXT HL-3-INT-CAL-EXT
光源:	卤钨灯	卤钨灯
工作波长:	350-1100nm	350-2400nm
灯泡额定功率:	5W	5W
预热时长: *	15 分钟	15 分钟
标准寿命:	50 小时	50 小时
校准用途:	绝对辐照度	绝对辐照度
对一项标准偏差的校准不确定性, 400-1600nm(k=1):	10%(HL-3-CAL) 15%(HL-3-INT-CAL)	10%(HL-3-CAL-EXT) 15%(HL-3-INT-CAL-EXT)
稳定性(电流):	0.5% 峰值到峰值	0.5% 峰值到峰值
漂移(电压):	<0.3% 每小时	<0.3% 每小时
积分挡板:	没有	没有
连接件:	CC-3(HL-3-CAL) 积分球	CC-3(HL-3-CAL-EXT) 积分球
	(HL-3-INT-CAL)	(HL-3-INT-CAL-EXT)
工作温度:	5-35°C	5-35°C
工作湿度:	5-95%，在 40°C 处未冷凝	5-95%，在 40°C 处未冷凝
电源要求:	85-264V, 50/60Hz	85-264V, 50/60Hz
功耗:	1.2A@12V 直流电源	1.2A@12V 直流电源
外形尺寸:	14X6X6cm	14X6X6cm
重量:	0.5kg	0.5kg
安全规范:	CE;ROHS,WEEE	CE;ROHS,WEEE

表 3 HL-3plus-CAL 系列

工程规格	HL-3plus-CAL HL-3plus-INT-CAL	HL-3plus-CAL-EXT HL-3plus-INT-CAL-EXT
光源:	卤钨灯	卤钨灯
工作波长:	350-1100nm	350-2400nm
灯泡额定功率:	5W	5W
预热时间: *	15 分钟	15 分钟
标准使用寿命:	50 小时	50 小时
校准用于:	绝对辐照度 (Uw/nm/cm ²)	绝对辐照度 (Uw/nm/cm ²)
最小不确定性:	3%(HL-3plus-CAL) 7%(HL-3plus-INT-CAL)	3%(HL-3plus-CAL-EXT) 7%(HL-3plus-INT-CAL-EXT)
稳定性 (电流):	0.5% 波峰至波峰	0.5% 波峰至波峰
漂移 (电压):	<0.3% 每小时	<0.3% 每小时
积分挡板:	有	有

连接件:	SMA 905;CC-3(HL-3plus-CAL)	SMA 905;CC-3(HL-3plus-CAL-EXT)
	积分球(HL-3plus-INT-CAL)	积分球(HL-3plus-INT-CAL-EXT)
工作温度:	5-35°C	5-35°C
工作湿度:	5-95%, 在 40°C 处未冷凝	5-95%, 在 40°C 处未冷凝
电源要求:	85-264V, 50/60Hz	85-264V, 50/60Hz
功耗:	1.2A@12VDC	1.2A@12VDC
外形尺寸:	14X6X6 cm	14X6X6 cm
重量:	0.5kg	0.5kg
安全规范:	CE;ROHS,WEEE	CE;ROHS,WEEE



图 5 HL-3plus-CAL 光源

【HL -2000-CAL 校准光源介绍】

HL-2000-CAL 系列辐射校准光源，可以在 350-2200 nm 区域进行绝对辐照度校准。HL-2000-CAL 系列可被用于校准裸光纤或者带余弦校正器的光纤头。

产品详情

- 稳定的卤钨光源可提供一致的输出，从而实现最可靠的数据。
- EXT 型可对近红外光提供达 2200 nm 的扩展校准范围。
- CAL-ISP 型直接与积分球连接，用于采样。
- 数字校准数据可载入海洋光学软件，以获得绝对强度数据。

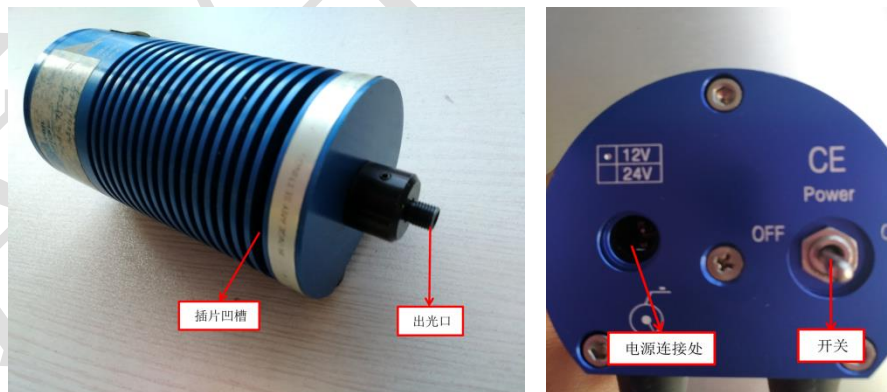


图 6 HL-2000-CAL 光源实物图

【FOIS-1 积分球介绍】

FOIS-1 积分球收集来自发射源（如 LED 和激光）的光，用于测量 360° 视场内的光场。该 FOIS-1 积分球内径 1.5 英寸，其涂层中是一层薄的特氟龙材料，这是一种高漫射材料，响应范围为 250-2500 nm。使用时注意：

1. 将光源放置于积分球入光口内，或使用光纤连接光源后，将光纤的一头插入入光口。
2. FOIS-1 积分球装配支架接口，实验时可以连接支架，调整积分球的位置。



图 7 FOIS-1 积分球

表 4 FOIS-1 积分球规格

工程规格	FOIS-1
尺寸:	56.8 mm x 62.4 mm x 38.1 mm (LWH)
重量:	240 g
光谱范围:	250-2500 nm
样品口直径:	9.5 mm
积分球涂层:	特氟龙
顶盖安装:	(2个) 8-32 螺纹孔 (产品不含五金件), (1个) 1/4-20 螺纹孔位于中心 (产品包含螺丝/适配器)
侧面安装:	(1个) SMA 905 连接器, 用于耦合光纤到光谱仪, (1个) 柱式安装螺纹孔

【CC-3 余弦校正器】

海洋光学的余弦校正器可与光纤和光谱仪连接，用于相对光谱强度和绝对光谱强度测量、发射光谱测量，以及对 LED 光源和激光光源进行分析。将 CC-3 和 CC-3-UV 装在光纤末端，余弦校正器和光纤就组成了一个辐射探头。该探头与海洋光学的光谱仪相连接用于测量探头表面光线的辐射照度。CC-3-DA 可直接与 USB2000、HR4000 或 Flame 光谱仪的 SMA 905 接头连接，从而组成一个完整的无连接线的光谱仪系统，不需要使用光纤。余弦校正器的散射材料是一个乳白色的薄玻璃圆盘(350-1100 nm)或特氟龙 (200-1100 nm)，位于不锈钢套管的末端。



图 8 CC-3 余弦校正器

表 5 CC-3 余弦校正器规格

工程规格	CC-3	CC-3-UV-S	CC-3-UV-T	CC-3-DA
光学漫射器:	乳白玻璃	特氟龙	聚四氟乙烯	特氟龙
波长范围:	350-1000 nm	200-2500 nm	200-2500 nm	200-2500 nm
尺寸 (外径):	6.35 mm	6.35 mm	6.35 mm	12.7 mm
漫射器 (直径):	3900 μm	3900 μm	3900 μm	7140 μm
视场角:	180°	180°	180°	180°
可连接:	光纤	光纤	光纤	光谱仪
漫反射器替换件:	是	是	是	是的, 有限制*

*在光谱辐射校准的装置中，CC-3-DA 必须保持与光谱仪的连接，以维持校准。当卸下 CC-3-DA 以更换漫射器时，需要对装置进行重新校准。

【裸光纤绝对辐射：颜色测量硬件操作】

搭建裸光纤绝对辐射测量系统，具体操作步骤如下：

1. 通过 USB 数据线连接光谱仪至 PC 端；
2. 将连接的光纤，一端插入校准光源，一端连接光谱仪，进行绝对辐射校准；
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. 完成校准后，用待测灯替换标准灯，进行颜色测量。

【FOIS 积分球绝对辐射：颜色测量硬件操作】

使用积分球的优点是可有效降低测量对光源辐射角度和偏振的敏感性，缺点是积分球对光的衰减比较大。搭建 FOIS 积分球绝对辐射校准系统，具体操作步骤如下：

1. 将光纤一端与光谱仪连接，另一端与 FOIS-1 积分球连接（如图 9 所示）；
2. 将校准光源 HL-3-INT-CAL 的漫射器一端出光口紧贴积分球的入光口。
3. 通过 USB 数据线连接光谱仪至 PC 端；
4. 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）。
5. 完成校准后，用待测灯替换标准灯，进行绝对辐射的颜色测量。



图 9 FOIS 积分球绝对辐射校准硬件连接

【CC-3 余弦校正器绝对辐射：颜色测量硬件操作】

搭建 CC-3 余弦校正器绝对辐射测量系统，具体操作步骤如下：

1. 通过 USB 数据线连接光谱仪至 PC 端；
2. 将余弦校正器通过光纤与光谱仪连接，其中 CC-3-DA 可以直接与光谱仪相连（如图 10，图 11 所示）；
3. 将连接余弦校正器的光纤，一端插入校准光源，一端连接光谱仪，进行绝对辐射校准；
4. 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）；
5. 完成校准后，用待测灯替换标准灯，进行颜色测量。



图 10 余弦校正器与光纤的连接 图 11 余弦校正器与 Flame 光谱仪的连接



图 12 CC-3 余弦校正器绝对辐射校准硬件连接

注意：对待测灯进行光谱颜色测量时，测试条件与校准条件应保持一致，待测灯与标准灯相对于余弦校正器或积分球的放置距离应相同。



图 13 Flame 光谱仪接口说明