

光生物安全测试系统

光辐射对人的安全特性研究由来已久，例如激光产生的高能光束会产生明显的伤害。大部分的光源的辐射对人体相对安全，但随着大家对 LED 产生的蓝光伤害的关注，以及对照明品质要求的提高，对光源或灯具进行全波段的光生物安全特性测试成为热点。



光生物安全性可以理解为“光学辐射安全性”。在一些光源或灯具发出的光谱中，如果发光材料的工艺不过关，除了可见光外，紫外光、蓝光或红外光就会透射出来，对人的眼睛和皮肤产生不同程度的光化学紫外危害和红外辐射（热）危害。

在全球范围内，对非激光光源在 200nm-3000nm 波长范围内的辐射特性进行安全评估已经获得共识。尽管不同的国家之间，评估标准不尽相同，但基本上都参考了 IEC62471 国际标准。

IEC62471 关于光生物安全测试主要要求

对各种光生物伤害类别的分类和定义：

危害	波长范围(nm)	基数	生物学效应	
			眼睛	皮肤
光化学紫外危害 (皮肤和眼睛)	200 ⁽¹⁾ -400 (加权)	辐照度	角膜-角膜炎 结膜-结膜炎 晶状体-白内障	红斑 弹性组织变性 皮肤癌
UVA危害	315-400	辐照度	晶状体-白内障	
视网膜蓝光危害	300-700 (加权)	辐亮度	视网膜-光致视网膜炎	
视网膜蓝光危害-小光源	300-700 (加权)	辐照度		
视网膜热危害	380-1400 (加权)	辐亮度	视网膜-视网膜灼伤	
视网膜热危害-低视觉刺激	780-1400 (加权)	辐亮度	视网膜-视网膜灼伤	
红外辐射对眼睛危害	780-3000	辐照度	角膜-角膜灼伤 晶状体-白内障	
皮肤热危害	380-3000	辐照度		皮肤-灼伤

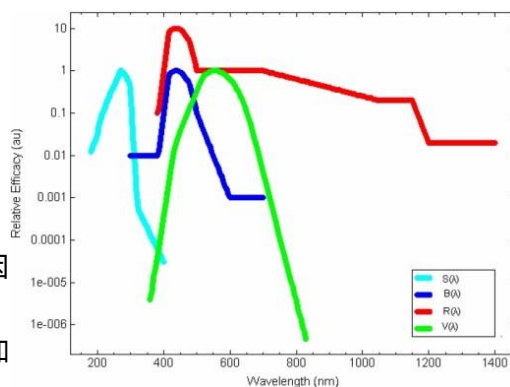
由上图可见：

1、伤害分类的依据是辐射度：辐射照度和辐射亮度

2、辐射度都有一个对应的波长范围，主要有两种情况：

a)该范围的总的辐射亮度或照度

b)该范围的光谱辐射度加权计算的辐射亮度或照度：主要是因为不同波长对伤害的贡献不一样因此必须根据伤害函数曲线进行加权计算，如右图示例。



■ 测试条件：

辐射照度测试，IEC 62471 推荐使用积分球结构的余弦修正器

有效接受孔径最小 7mm,最大 50mm

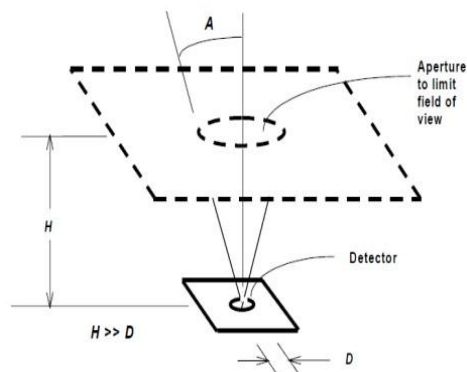


Figure 5.1 Schematic - Irradiance measurements.

■ 辐射亮度测试：

标准推荐了标准测试和替代测试两种方法，四种视场条件：0.1,

0.011, 0.0011, 0.0017 rad

a) 标准测试：通过光学成像系统，将测试区域的光源成像到探测光路上，进行测量。成像系统的视场条件要符合实际的人眼光学系统。

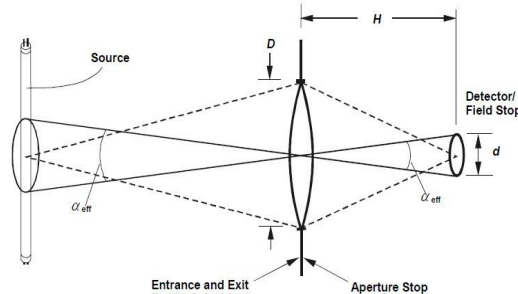
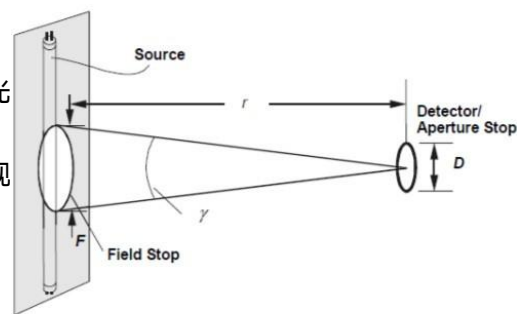


Figure 5.3 Alternative radiance technique.

b)替代法测试：通过辐射照度测试的积分球附件前面增加一个光阑，定义测试视场角，可以进行辐射亮度测试。主要是基于固定视场条件下的照度与亮度的概念换算关系。



■ 测试方法：

1. 必须使用双单色仪结构的光谱辐射度计，测试得到光谱辐射亮度、辐射照度，进而计算得到辐射照度、辐射亮度，以及加权的辐射亮度或辐射照度。

2. 宽带宽的辐射度计，与相应的加权滤光片结合，并经特定的光谱波段光源校正，可以用来测试光生物安全特性。但是需要关注光谱匹配误差带来的测试偏差。很多情况下，加权的辐射度计结合双单色仪的光谱辐射度计，可以为测试带来便捷。
3. 光谱带宽、波长精度及线性的要求。
4. 光谱辐射照度测试的光学附件推荐使用积分球结构的余弦修正器:由于标准光源与被测试 光源的偏振特性不同，以及物理尺寸差异，都会导致进入光学接受装置的角度偏差问题。
5. 积分球设计可以消除这些效应。如果积分球设计的足够好，会有非常良好的余弦修正效应。乳玻璃的扩散片探头，会带来不同波长的透过率偏差、余弦修正误差较大的问题，从而导 致测试误差。
6. 标准光源的要求：应当采用氙灯作为紫外波段的校正源，卤素钨灯作为长波紫外、可见及红外波段的标准光源。由于氙灯的输出可能发生变化，而保持光谱波形，因此可使用卤钨灯 250nm-400nm 的强度值比对，来调整氙灯在 200-250nm 的强度值。

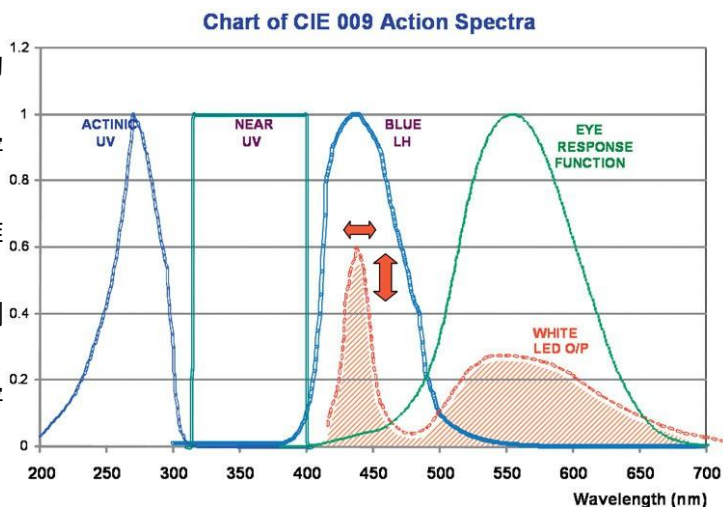
配置清单与功能描述

产品名称	描述	图片	升级选项
OL 750D 双单色仪主机	光谱范围 200nm-3000nm 探测器： PMT 光电倍增管 紫外增强制冷型 Si 探测器 PbS 红外探测器 对脉冲光源的异步检测模块 内置 DSP 数字锁相放大器		可选择探测器自动切换装置，让系统自动从 200nm 扫描到 3000nm
IS 670 辐射照度测试附件	6 inch 积分球设计,完美匹配 IEC 推荐条件		可在积分球壁增加一个照度探头，通过 OL730E 光度计直接显示照度值，从而方便寻找 500lux 位置，并避免手持照度计光轴倾斜造成

OL 600 辐射亮度测试附件 (标准法)	测试视场: 0.0011, 0.0017, 0.011 光谱范围 200-2500nm 内置摄像头, 观测光源方位 可配置光纤连接到 OL 750D		
OL IS-670-FVA IEC 替代法测试附件	配合照度测试附件 IS 670, 实现 0.10 & 0.011rad 视场条件的辐射亮度测试		
OL 750-423 光源辐射度测试、校正软件			
OL UV 40 紫外辐射照度标准灯	氙灯及专用电源追溯 NIST		
OL FEL 光谱辐射照度标准灯	OL 83A 标准灯专用电源 NIST 专用 6 维定位调整架追溯 NIST		
OL 455 光谱辐射亮度标准灯	6inch 积分球, 独立控制器 追溯 NIST		也可以使用白板配合 OLFEL 标准灯获得光谱辐射亮度标准
周边配套产品	根据客户具体需求, 本地化集成解决方案, 包括软件开发、硬件设计、制造		

蓝光伤害测试

相对于整个 200nm-300nm 波段的光生物伤害，越来越多的人关注在工作场所的蓝光伤害问题。IEC 为此专门发布了 IEC/TR 62778 标准介绍了关于光生物安全的全新概念。除了光谱测试，TR 使得在实际应用中，通过直接对蓝光伤害进行测试，从而避免昂贵的全波段测试。



在欧盟关于对灯具光生物安全特性的检测规范中，可以看到，大部分的灯具、光源都被认为无论在紫外、蓝光、红外均被认为没有伤害。只有个别灯具，例如透明金卤灯、LED 模块在蓝光波段，特殊用途的卤素钨灯在红外波段被认为有伤害。从下图可见，LED 灯具的主要伤害是蓝光伤害，其它波段可忽略。

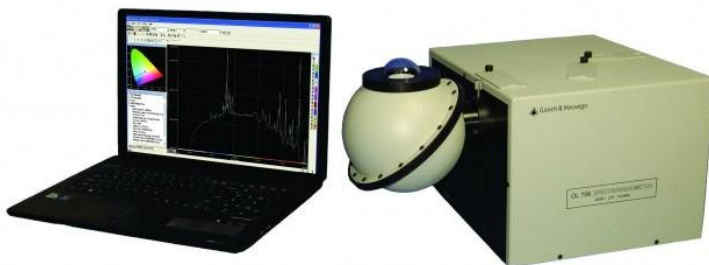
光生物安全测试系统介绍

■ 基于 OL750S 单色仪或 OL750D 双单色仪

方案同全波段测试方案，简化到 300-700nm 波段测试，

■ 基于 OL756 的高精度、快速扫描双单色仪

OL 756 可以配置辐射亮度、辐射照度探头，实现 200nm-800nm 的测试，尤其是其扫描速度，可达每秒 200nm 的超快扫描测试速度。满足紫外伤害、蓝光伤害评估测试。

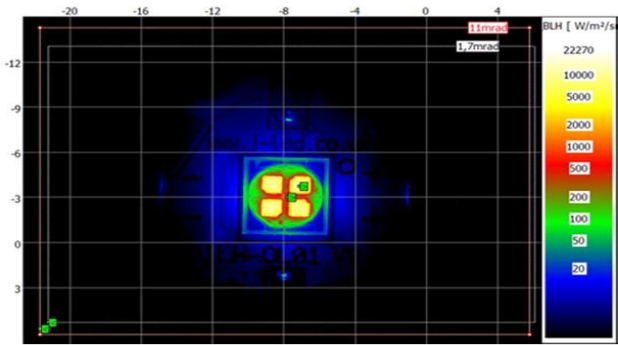
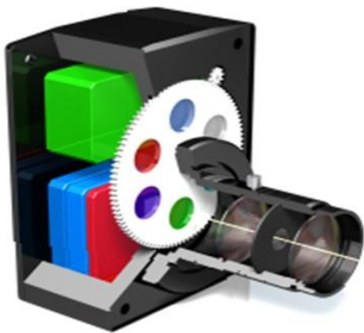


■ 基于 LMK5 的影像式亮度计

LMK 5 成像亮度计，配置蓝光伤害加权滤光片，可以按照蓝光伤害加权函数对光源实现加权衰减，

经过校正，可以实现蓝光伤害辐射亮度测试。

作为成像器件，在获得辐射亮度分布图像后，可以通过自定义图线区域，定义测试的视场大小，从而计算不同视场的辐射亮度值，计算伤害值。



Stat.Nr.	Parameter	Bild	Region	Fläche	Mittelwert	MaxX	MaxY	MaxVal
1	Std Gr[1]	L BLH	1,7mrad	501,6	85,23	-7,133	-3,746	13120
2	Std Gr[2]	L BLH	11mrad	561,2	76,24	-7,825	-3,012	5713
3	Std Gr[4]	L	1,7mrad	501,6	226000	-8,643	-3,872	29,15e6
4	Std Gr[5]	L	11mrad	561,2	202100	-7,846	-3,137	15,01e6