

光谱用光源介绍

—卓立汉光公司— (转载请注明出处)

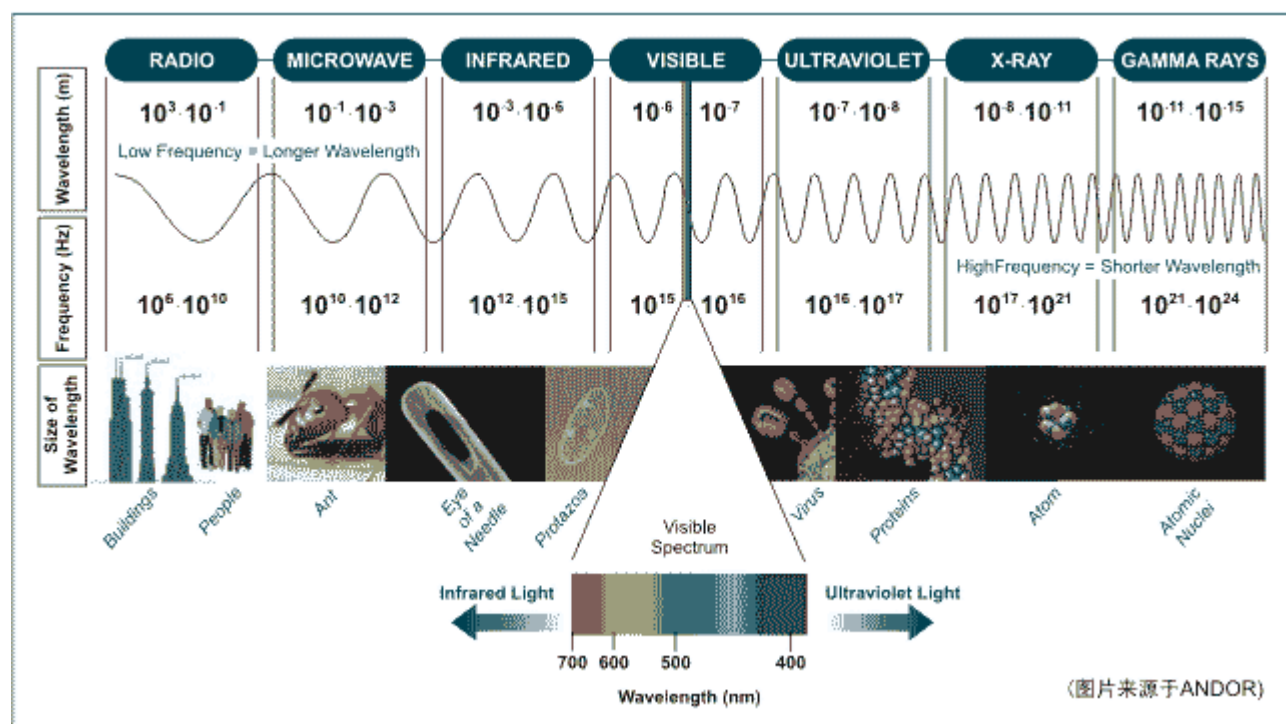
光源指能发出一定波长范围的电磁波（包括可见光与紫外线、红外线和 X 光线等不可见光）的物体。通常指能发出可见光的发光体。凡物体自身能发光者，称做光源，又称发光体，如太阳、恒星、灯以及燃烧着的物质等都是。但像月亮表面、桌面等依靠它们反射外来光才能使人们看到它们，这样的反射物体不能称为光源。

在我们的日常生活中离不开可见光的光源，可见光以及不可见光的光源还被广泛地应用到工农业，医学和国防现代化等方面。

可见光光源常用于日常照明或显示信号；不可见光光源通常用于医疗、通信、夜间照相等特殊用途。对光源光谱的研究，还可分析发光物质的结构和成分。

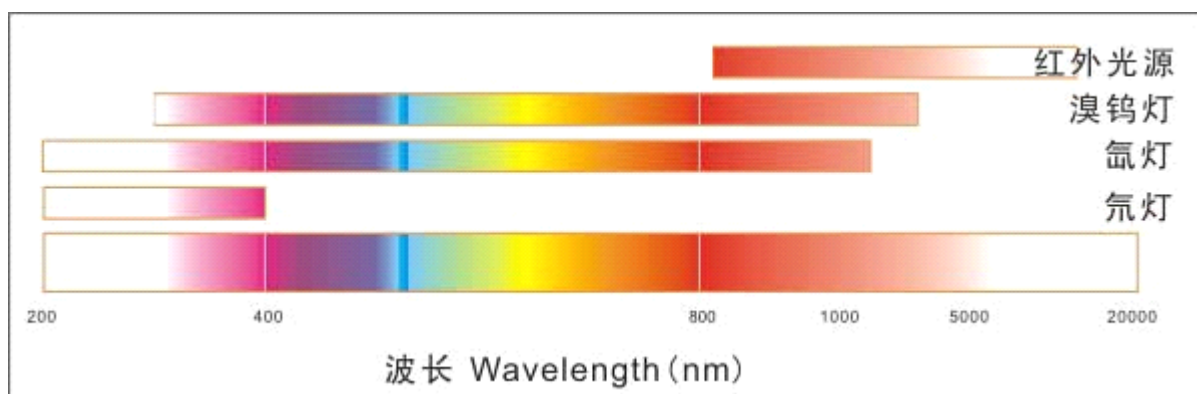
光源主要分为：热辐射光源，例如，太阳、白炽灯；气体放电光源，例如，炭精灯、水银灯、荧光灯等。

激光器是一种新型光源，具有发射方向集中、亮度高、相干性优越和单色性好等特点。



● 如何合适的光源？

选择合适的光源，首先要确定使用的波长范围。卓立汉光可以提供氙灯、溴钨灯、氙灯及红外光源等多种光源，各种光源涵盖的波长范围如下图所示：



◆ 氙灯：200-2500nm（250-1800nm）

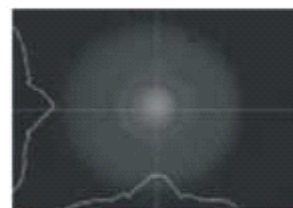
- ◇具有很高的辐射度，色温高达6000K
- ◇发光区域小，容易用来做准直光束
- ◇光谱覆盖范围宽
- ◇背反射镜设计结构，可提升50%以上的光使用效率
- ◇紫外波段输出能量高，适合用来做激发光源



- ◇能用来模拟太阳光谱

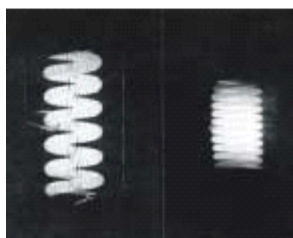
◆ 氘灯：200-400nm

- ◇非常高效的紫外光源
- ◇紫外波段内光谱平滑
- ◇具有多条特征谱峰，可用来作为波长校准光源



◆ 溴钨灯：250-2700nm（300-2500nm）

- ◇具有很高的输出稳定度
- ◇光谱覆盖范围宽
- ◇背反射镜设计结构，可提升50%以上的光使用效率
- ◇全谱范围内光谱连续且平滑
- ◇可用来标定成为标准白光光源



◆ 红外光源：1-16μm

- ◇光谱覆盖范围宽
- ◇使用寿命长

◆ 其它光源：

- ◇低压汞灯光源：拥有多个特征峰，用于光谱仪器波长校正，或者用作紫外激发光源
- ◇光谱辐射度标准光源：用于光谱仪器系统响应校正
- ◇太阳光模拟器：用于模拟太阳光
- ◇复合光源：根据光谱覆盖的需要，由两个灯经过光路优化复合而成，也可根据客户需要进行两个以上的

灯泡复合光路设计，详情请联络公司销售部。

● 光源的关键性能指标

◆ 光谱范围

选择光源时，特别是在光谱应用中，光谱范围是第一考虑因素。同时，需要注意的是，

要选择的光源，尽可能在需要的光谱范围内具有较高的光输出效率，在不需要的光谱范围内具有较低的光输出效率，因为不必要的那部分光谱会引起杂散光的问题。

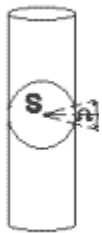
另外，如果是做透射、反射/吸收光谱，需要特别注意的是，必须选择在测量范围内光谱曲线平滑的光谱。比如，在做800-1100nm 光谱范围内的反射光谱 时，单就光谱范围而言，有氙灯（200-2500nm）和溴钨灯（250-2700nm）符合要求，但从实际测量角度来看，由于氙灯在这个范围内具有较多 的尖锐的光谱峰，会造成测量的不准确，因而要选择谱线平滑的溴钨灯来进行测量。（光谱辐射度曲线请参考 Page 7）

◆ 辐射功率

通常选择光源功率时需要考虑实际使用条件下的辐射功率，这不仅有输出功率的因素，同时还有发光区域大小、收光效率等方面的影响。比如，在不考虑收光效率等 因素的影响条件下，比较75W 氙灯和150W 氙灯在相同的空间位置上能够产生的辐射功率，75W 氙灯是150W 氙灯的2.7倍，这是由于虽然前者输出功率 只有后者的一半，但后者的发光区域（弧光）是前者的8.8倍，因而在相同的空间位置上的功率密度反而小。

因此在选择光源时，不仅要考虑光源输出功率，还要考虑其它因素，特别是光斑大小引起的辐射功率密度的影响，通常我们可以通过选择适当的收光系统来提高光的收集效率。

光谱辐射度的单位通常是： $W m^{-3} Sr^{-1} nm^{-1}$ ，或 $W m^{-2} nm^{-1}$ ，差异的部分实际是收光的立体角度（如图），它与收光系统（如透镜）的相对孔径数对应，被称为收光系数。



举例：在收光系数为0.05的150W 氙灯光源系统中，计算400-600nm 范围能够得到的光谱辐射功率。从光谱辐射度曲线中可以查到在这个区间内的光谱辐射度大约是 $15m W m^{-2} nm^{-1}$ ，收光系数为0.05，光谱带宽为200nm，由于使用了背反射镜结构提升了50%光使用效率，所以总的输出光辐射功率大约是： $15 \times 0.05 \times 200 \times (1+50\%) = 225mW$ 。

另外，从光谱辐射度曲线（Page7）可以看出，对于同一类型的光源，功率不同的时候，光谱辐射度差异并不大，所以，在光谱系统中不能单纯通过提高光源的 功率的方式来提高信号的强度，还需要综合考虑光源收集效率的问题。在经过优化的光源收集系统中，往往可以采用较小功耗的光源取代高功耗的光源。

◆ 输出总功率

在大多数辐射区域面积较大的应用中，输出总功率更为重要。

◆ 发光区域尺寸和形状

对光源发光区域的尺寸和形状进行选择，是为了得到与目标区域更匹配的的光斑形状，从而提高光源的实际使用效率。比如，长条形的光斑更适合于光谱仪的狭缝设计。

◆ 光源均匀性和稳定性

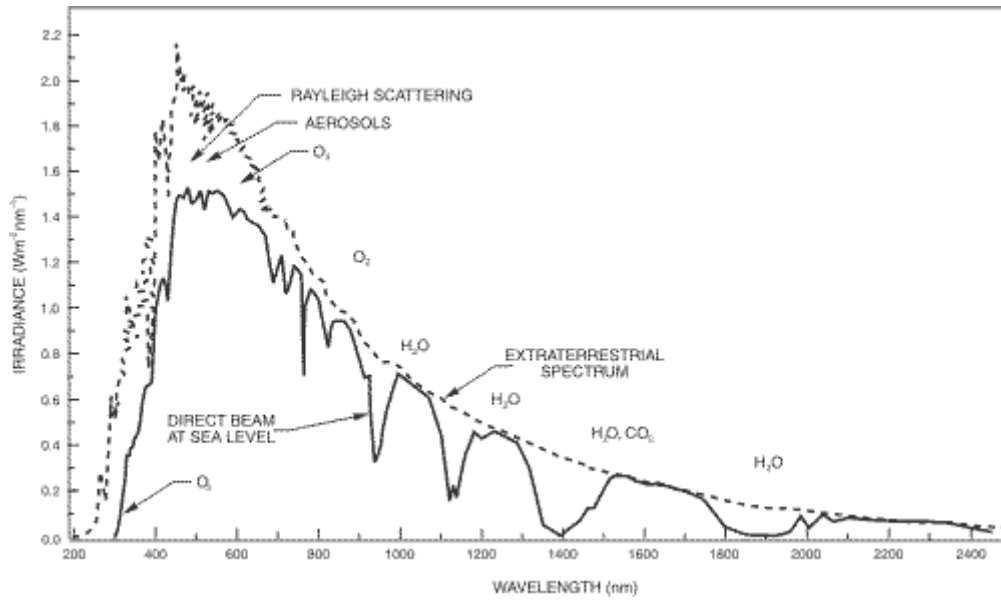
对于某些光学测量，需要用到较高的空间均匀性和时间稳定性，这时就需要进行特殊的光学设计和电源设计。比如太阳能电池的特性测量等。

通常来说，溴钨灯的光源稳定性要优于氙灯等弧光放电类型的光源。

◆ 太阳光模拟器的主要特性及指标参数

太阳光模拟器是用来模拟太阳光的光源，具有较高的太阳光谱匹配度、空间均匀性以及时间稳定性。

标准太阳光谱和穿透大气层到达地球表面的太阳光谱如下：



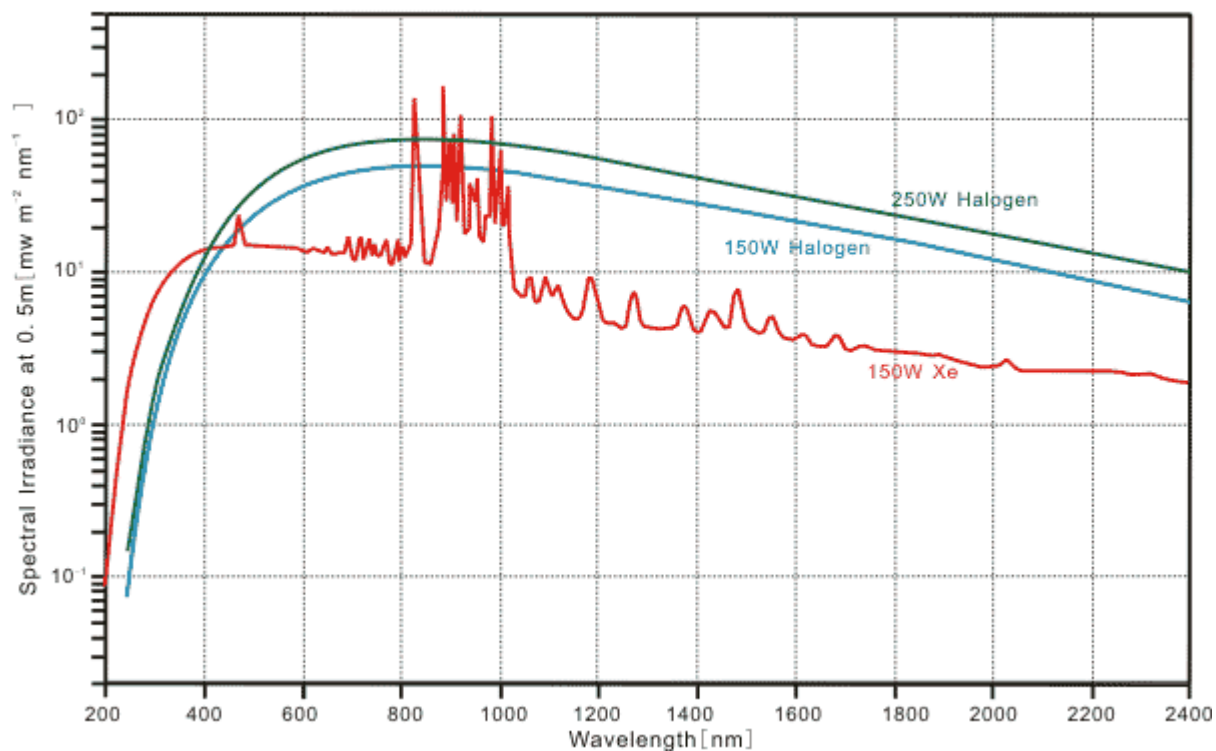
根据国际相关标准规定，约1000W/m² (@AM1.5G 滤光片) 的光功率密度被称为一个太阳常数。

太阳光模拟器的不同级别对应的光谱匹配度、时间稳定性和光斑均匀性，如下表（根据IEC60904-9规定）：

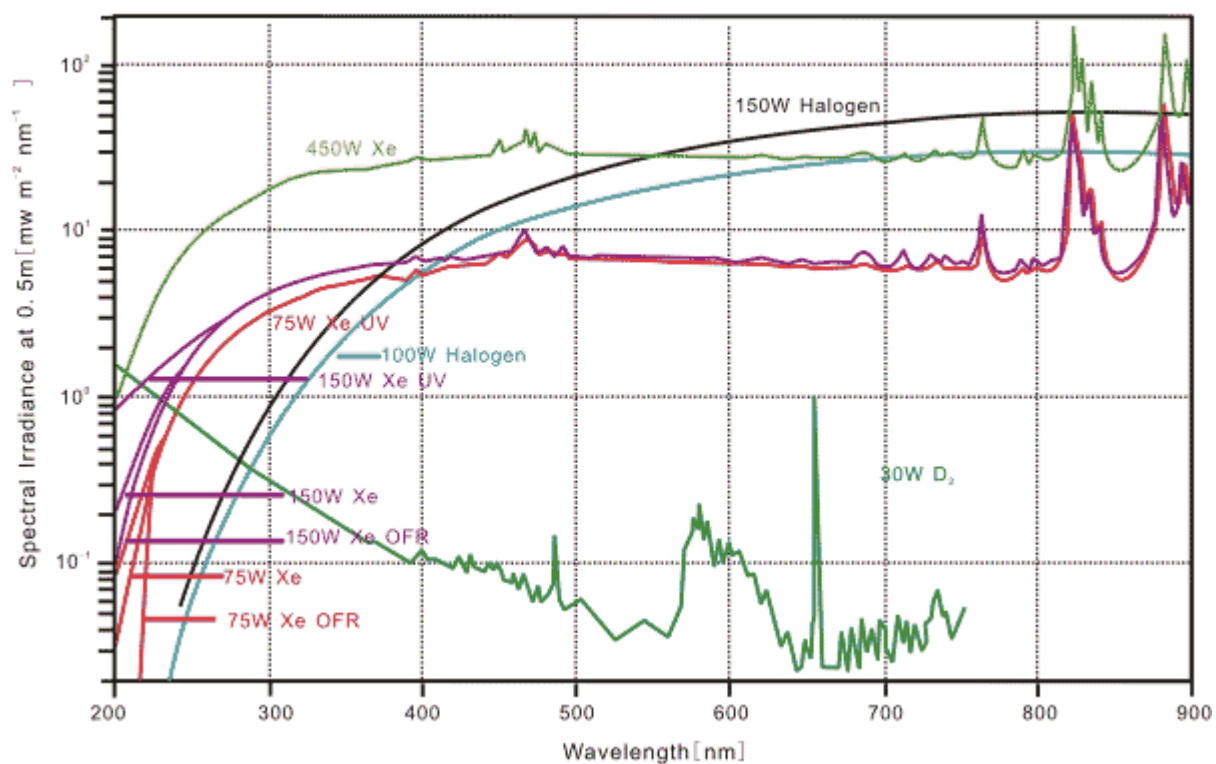
	A 级	B 级	C 级
光谱匹配度	0.75~1.25	0.6~1.4	0.4~2.0
时间稳定性	≤±2%	≤±5%	≤±10%
光斑均匀性	≤±2%	≤±5%	≤±10%

- 不同类型光源的光谱辐射度曲线

◆ 150W氙灯、150W溴钨灯、250W溴钨灯光谱辐射度曲线对比图



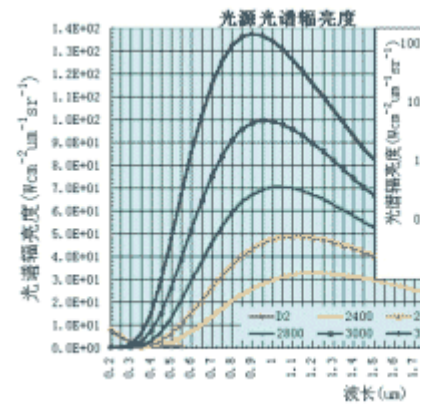
◆ 130W氙灯、75W/150W、450W氙灯、100W/150W溴钨灯光谱辐射度曲线对比图



◆ 色温 (T)

为了表示一个热辐射光源所发出光的光色性质，常用到色温度这个量，单位为 K。色温度是指在规定两波长处具有与热辐射光源的辐射比率相同的黑体的温度。色温度并非热辐射光源本身的温度。

由于色温度是按规定的两波长处的辐射比率来比较的，所以色温度相同的热辐射光源的连续谱也可能不相似，若规定的波长不同，色温度往往也不相同。至于非热辐射光源，色温度只能给出这个光源光色的大概情况，一般来说，色温高代表蓝、绿光成分多些，色温低则表示橙、红光的成分多些。



◆ 维恩位移定律

单色辐射出射度最大值对应的波长 λ_m 与色温 T 成反比： $\lambda_m \cdot T = 2898(\mu\text{m} \cdot \text{K})$