

## 光的显色性趣闻

导读：生活中，我们经常碰到这样的情景，如苹果在不同光源下呈现颜色的深浅不一；在不同的室内灯光下观察人的皮肤颜色会与真实颜色呈现差异。酒店与餐厅偏向用偏红的灯光营造暖色调的环境，办公室或工厂车间则多用冷色调的蓝色等。实际上，这些例子都跟光源的显色性密切相关。

本部分，我们希望通过案例的介绍，向读者阐述光源显色性的概念，从而简单地了解显色指数与样品在不同光源下所呈现颜色的关系。



## 显色性

在很久以前，人类就已经开始对颜色进行比较，通常是把物体放在一起，然后在自然光（太阳光）底下观察。尽管火把、蜡烛、白炽灯和其他光源都可以用作照明，但人们都习惯在自然光（太阳光）下对颜色进行比较。

近几年，随着荧光灯和 LED（发光二极管）开始作为照明光源渐渐进入人们的眼球，物体在太阳光照射下，会显示它的真实颜色，但当物体在非连续光谱的气体放电灯的照射下，颜色会有不同程度的失真。我们把光源对物体真实颜色的呈现程度称为光源的“显色性”。

"显色性"的意义就在于比较物体在这类新型光源下的颜色与在自然光下的颜色有何不同，以及二者之间的匹配度如何。我们称与自然光（太阳光）色调相近的光源具有好（高）的显色性。

在日常生活，我们能接触到许多不同类型的照明光源，如白炽灯、荧光灯和 LED 等。此外，荧光灯和 LED 都出现了"白"和"暖白"等系列产品。我们不难发现，物体在不同的荧光灯和 LED（发光二极管）照明光源下颜色会产生差异。

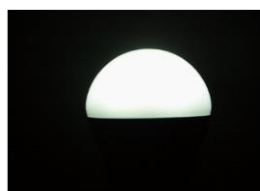
下面，我们分别用高显色性的 D50 荧光灯、带有"自然白"标志的荧光灯和 LED 三个光源照明物体。



D50 荧光灯



自然白荧光灯



LED

在人眼看来，它们都发白光，但自然白荧光灯的色温要稍高一些，看起来略微发蓝。

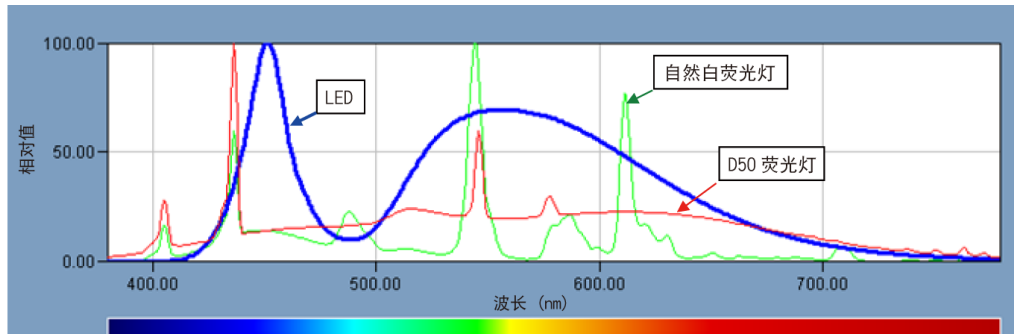
D50 荧光灯      自然白荧光灯      LED



在通常情况下,我们衡量光源显色性的普遍方法是计算显色指数。按 CIE (国际照明委员会) 的规定,光源的显色指数是待测光源下物体的颜色与参考标准下物体的颜色的符合程度的度量,并且把普朗克辐射体作为低色温光源(小于 5000K) 的参考标准,把标准照明体 D 作为高色温光源(大于 5000K) 的参考标准。光源的色温(相关色温) 和显色性是评价光源的颜色特性的重要参数。

下面,我们通过用分光辐射亮度计 CS-2000 上配备一个亮度适配器,对三个光源进行了测量,得到三个点的色坐标和相关色温值。我们在右边的 xy 色品图上比较测量点,你会发现它们色坐标点很接近,且都在可见光范围内。

	D50 荧光灯	自然白荧光灯	LED
x	0.3407	0.3372	0.3465
y	0.3518	0.3496	0.3662
相关色温	5173	5308	5004



D50 荧光灯、自然白荧光灯和 LED 的光谱分布相对强度、

接下来,我们用这三个光源照明生肉,并观察肉的显色状况。



在 D50 荧光灯照明下,肉和盘子看起来跟实际情况差不多,但在自然白荧光灯照明下,由于色温略高,肉和盘子看起来稍显苍白。用 LED 照明时,一切都显得更加昏暗。

(※三个光源在样品表面的照度都调节为大约 1600lux。 )

当用这三种不同光源照明样品时,尽管光源色坐标很接近,色温也差别不大,但样



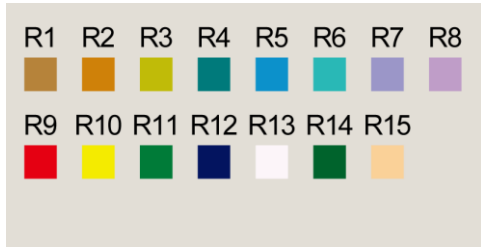
显色指数是利用分光辐射亮度计得到的!










品颜色看起来会有所不同。









光源性能差异可以用"显色指数"描述。

国际照明委员会（CIE）对这个指数的定义是在特定辐射光源照明下，15个规定的测试颜色的视觉显示情况。把这15个测试颜色从1到15进行编号，用R1-R15分别表示这15个颜色的显示指数。当把一个光源与规定的参考光源进行比较时，指数值为100是最好的。



根据柯尼卡美能达高精度的分光辐射亮度计 CS-2000 测得的光谱分布，再利用 CS-2000 的数据管理软件 CS-s10w 很容易计算得到如下显色指数：

	Ra	R1 	R2 	R3 	R4 	R5 	R6 	R7 
D50 荧光灯	91	94	91	86	90	93	89	90
自然白荧光灯	79	89	89	54	82	81	72	86
LED	68	65	74	79	68	65	62	81

	R8 	R9 	R10 	R11 	R12 	R13 	R14 	R15 
D50 荧光灯	90	77	78	93	81	93	92	91
自然白荧光灯	76	16	40	63	55	92	70	92
LED	54	-39	36	61	31	66	88	59

R1 ~ R8 称为“典型显示指数”。

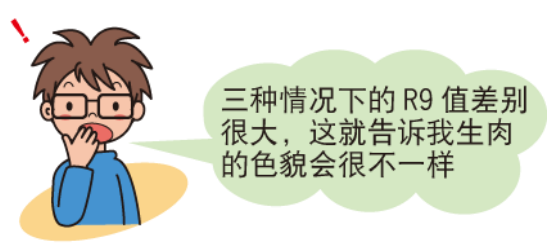
Ra 表示"平均显色指数"。它是指数 R1 ~ R8 的平均值。

R9 ~ R15 称为"特殊显色指数"，尤其是 R9（深色鲜红）和 R15（中国和日本等黄种人的肤色）。

R9 是评价红色复现质量的指标，可以用来评价生肉的显示性。从上述测试数据来看，生肉在这三种类型光源照射下的 R9 值相差很大，这也就解释了为什么三种光源照明下的生肉颜色会有这么大差别。

由于显色指数较低，此次使用的 LED 使肉和盘子看起来比较昏暗，但如果用高显色指数的 LED 照明，肉和盘子看起来会新鲜一些。

当光源光谱中很少或缺乏物体在基准光源下所反射的主波时，会使颜色产生明显的色差程度越大，光源对该色



的显色性越差。

对于超市和商店的肉制品橱窗的照明光源，R9 显色指数就显得尤为重要；而对于演播厅、摄影棚等需要真实再现皮肤颜色的场合，照明光源的 R15 指数绝不能低；博物馆、美术馆等场所则要求对所有的颜色都能高度真实还原，对 Ra 和 R1-R15 指数的要求就更为严格。

。

针对适用场地的不同，国际照明委员会（CIE）一般把显色指数分成五类：

#### 类别 Ra 适用范围

- 1A >90 美术馆、博物馆及印刷等行业及场所
- 2B 80—90 家庭、饭馆、高级纺织工艺及相近行业
- 2 60—80 办公室、学校、室外街道照明
- 3 40—60 重工业工厂、室外街道照明
- 4 20—40 室外道路照明及一些要求不高的地方

随着 LED 照明的普及，尤其是室内照明的快速发展，对 LED 照明的显色性的研究将越来越得到科研机构和企业多方的重视。