

# 紫外可见分光光度计和色彩测定软件在物体色度测量中的应用

No.UV-012

**摘要：** 本文根据GB/T 5950-1996测定了厨卫陶瓷样品的白度、色调、彩度以及两个样品之间的色差。结果表明，使用紫外可见分光光度计、积分球附件和颜色测定软件可以方便进行样品物体色的测定，并可满足复杂的色彩分析需要。

**关键词：** 紫外可见分光光度计 颜色 色度 积分球 颜色测定软件

颜色是物体对可见光选择吸收的结果，也是电磁辐射作用于人的视觉器官所产生的一种心理感受。由于不同的人对颜色的敏感程度不一样，同时也受到光源，观察方向，面积效应和对比效应的影响，所以人眼对颜色的评定带有主观臆断性。另外用语言也难以对物体色作一个准确的描述，例如，对于一个红色的物体，可以用朱红、鲜红、深红、玫瑰红来形容，但不同的人所想象出来的实际颜色仍然会有差别。1905年美国画家A.H孟塞尔发明一种表示颜色的方法。这种方法按照给定颜色的色调(H)、亮度值(V)和饱和度(C)跟分类的色纸片作目视比较，创立了孟塞尔表色系统。后来，人们又先后创立了Yxy色空间、L\*a\*b\*色空间、L\*c\*h色空间等。从此，颜色有了统一科学的用数字表达的定义。目前获得物体颜色的方法主要有三种：目视匹配法、色度计法和光谱光度测量法。目视匹配法结果易受观察者的主观因素影响；色度计法虽可直接测得三刺激值或色品坐标，但不适合于复杂的色彩分析；而光谱光度法测试精度高，可以测得每一波长下的反射或透射光谱，所以也被列为标准的颜色测量方法。岛津公司开发的专门用于色彩测定的软件，是根据扫描样品得到的光谱图和色度学公式，通过计算机处理计算得到三刺激值和色品坐标，测量准确可靠，可广泛应用于油漆、印刷产品、纺织品等行业的颜色调控；工业产品颜色质量的控制；纸张、棉花、化纤、纺织品、食盐、建筑材料等产品白度的测定。

## ■ 色度空间系统介绍

### 1、XYZ三刺激值和Yxy色空间

XYZ三刺激值和相关联的Yxy色空间构成了当前的CIE色空间的基础，其中Y为亮度，x和y是从三刺激值XYZ计算得来的色坐标，图1和图2为这种色空间的CIE x,y色度图

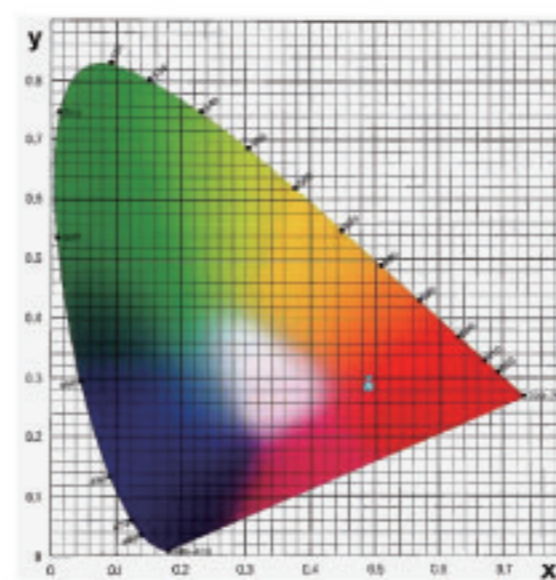


图1 x,y色度图

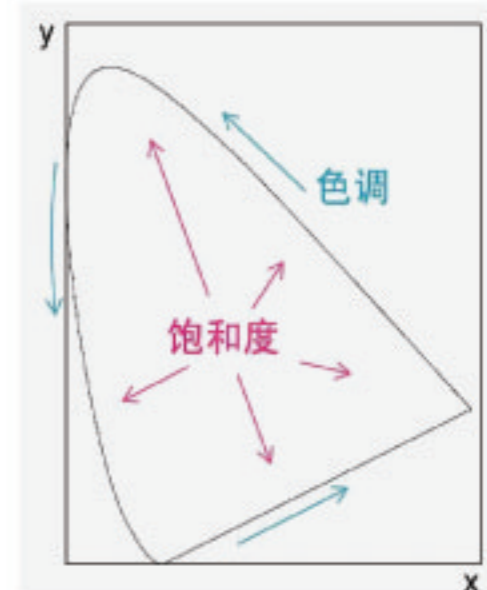


图2 x,y色度图

### 1) L\*a\*b\*色空间

L\*a\*b\*色空间是当前最通用的测量物体颜色的色空间之一，在这一色空间中，L\*是亮度，a\*和b\*是色度坐标，如图3所示，+a\*为红色方向，-a\*为绿色方向，+b\*为黄色方向，-b\*为蓝色方向

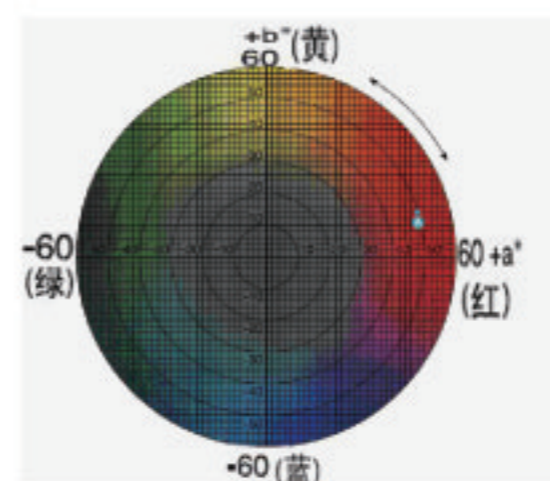


图3 a\*b\*色度图

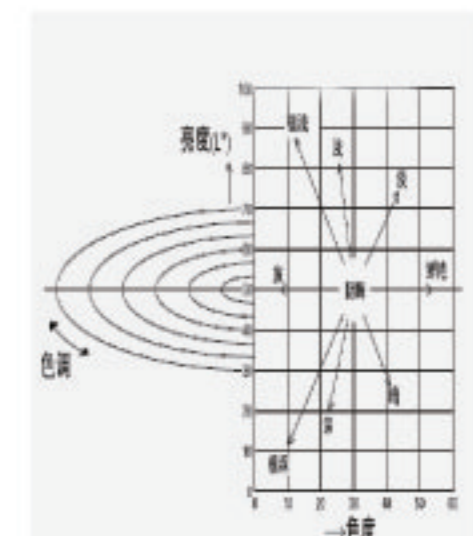


图4 L\*a\*b\*色度和亮度

## 2) L\*C\*h\*色度空间

L\*C\*h\*色度空间使用与L\*a\*b\*色空间一样的色度图，但它使用柱面坐标而不是直角坐标，在该色空间中，L\*为亮度，C\*为饱和度，h为色调角，在圆心处色饱和度C\*的值为0，离圆心越远C\*值越大，色调角被规定为从+a\*轴开始并以度数表示；0°为+a\*(红)，90°为+b\*(黄)，180°为-a\*(绿)，270°为-b\*(蓝)，如图5所示

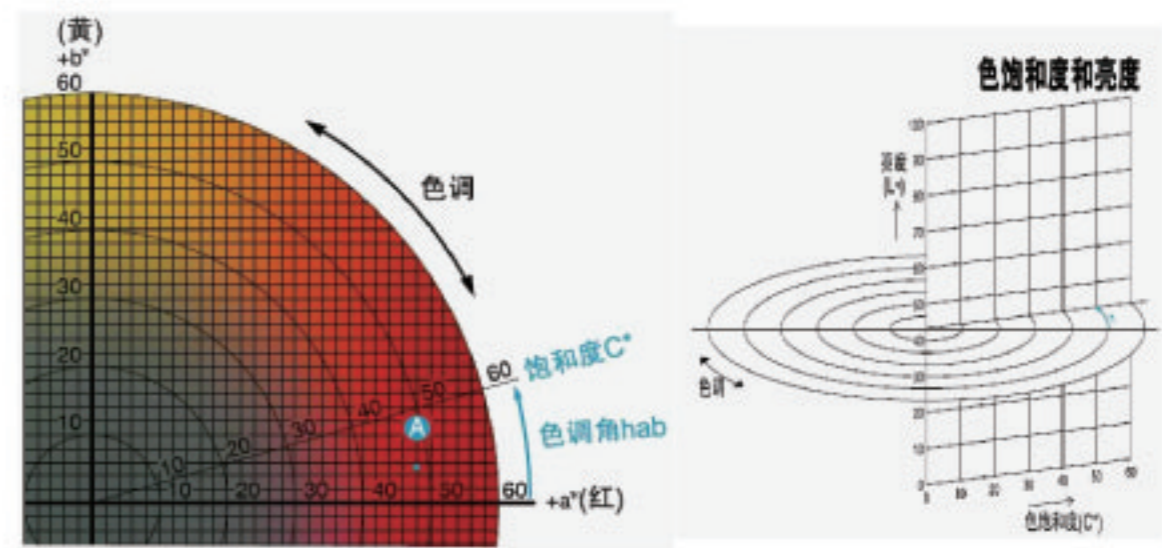


图5 a\*,b\*色度图

图6 色饱和度与亮度图

## 仪器测定原理及测试条件

根据国标GB/T 3978-1994测反射样品的照明观测条件应采用45/垂直，垂直/45，漫射/垂直，垂直/漫射四种中的一种，本文采用垂直/漫射的照明观测条件，如图7所示，样品光垂直照射于硫酸钡标准白板或待测样品上产生漫反射，再通过积分球收集检测光能量。

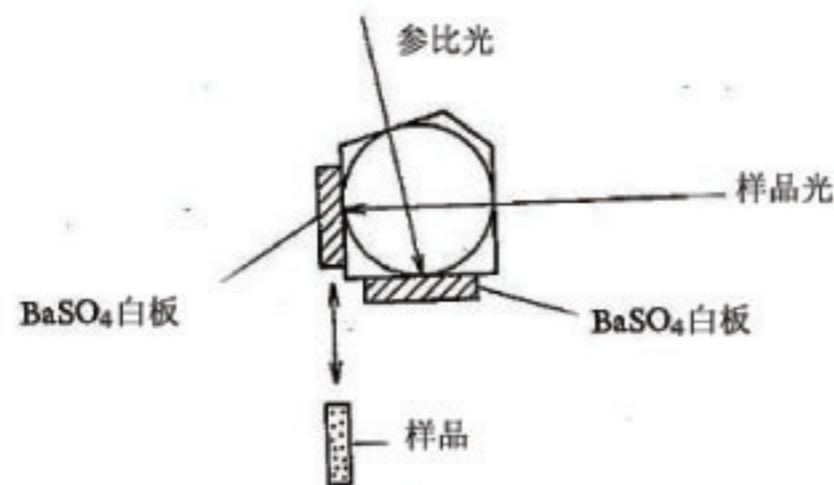


图7 积分球漫反射测定原理

仪器装置：Shimadzu UV-2450；

UV-Probe软件；

Color analysis软件；

附件：ISR2200积分球

测量模式：反射

谱带宽度：5nm

测定方式：正常

波长范围：380nm~780nm

光源：D65

视场：10°

## 测定实例

根据GB/T 5950-1996，用紫外可见分光光度计、积分球附件、UV color软件测定厨卫陶瓷样品的反射光谱图以及白度、彩度、色调角、色差。

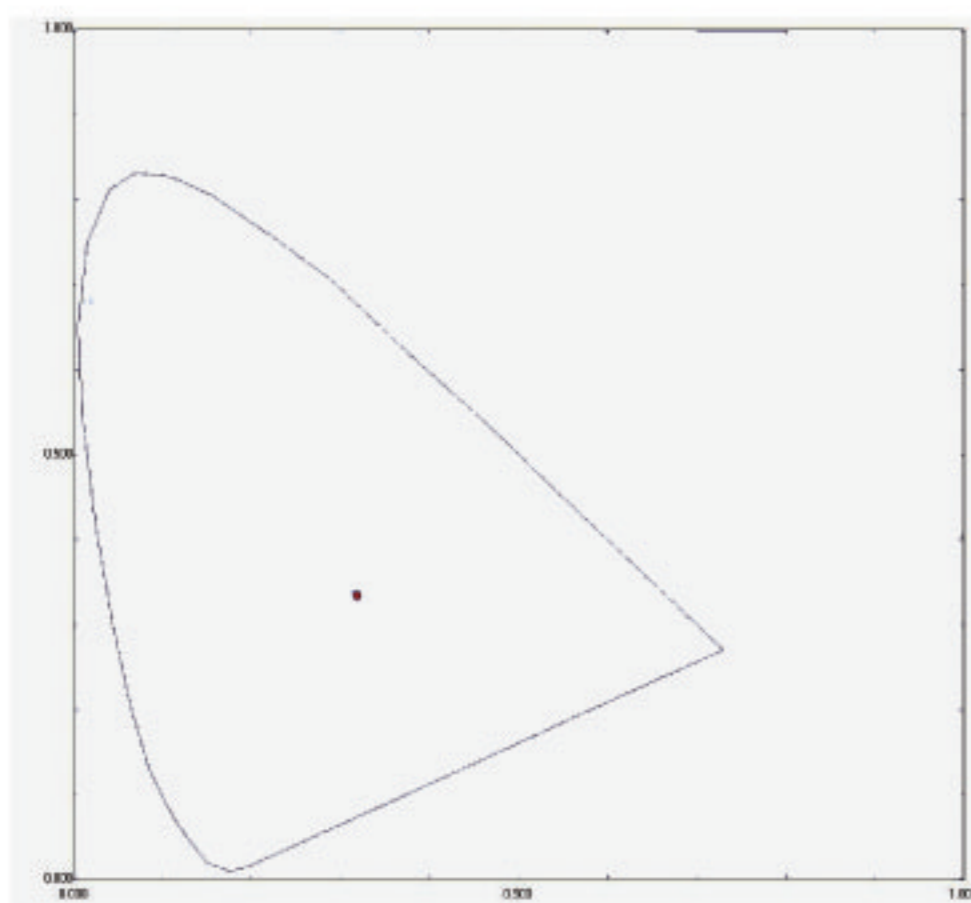


图9 样品1(厨卫陶瓷样品) x,y色度图

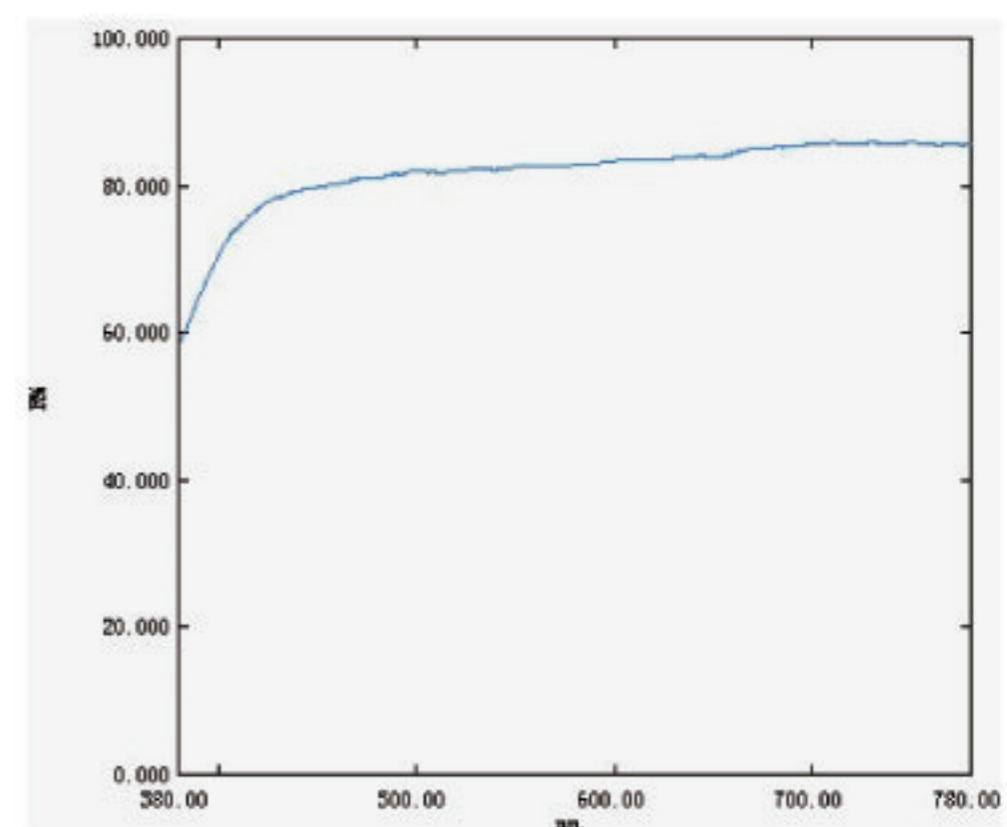


图8 样品1(厨卫陶瓷样品)反射光谱

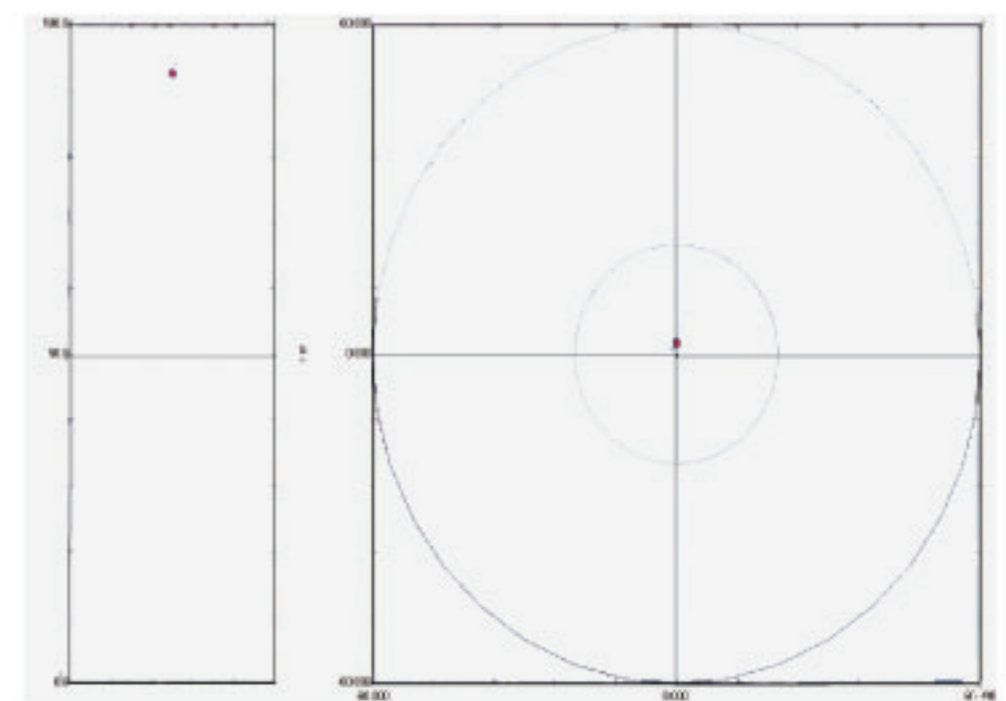


图10 样品1(厨卫陶瓷样品)L\*a\*b\*色度图

表1 测试数据结果表

样品	测定结果参数				
	X	Y	Z	x	y
样品1	78.08	82.42	85.4	0.3175	0.3352
	L*	a*	b*	Hab	Cab
	92.76	-0.11	2.18	92.95	2.18
样品2	L*	a*	b*	Hab	Cab
	92.83	-0.97	-2.57	249.26	2.75

表2 样品反射光谱R(λ)测定结果

λnm	F(λ)	λnm	F(λ)
395	67.642	460	80.206
400	70.421	465	80.562
405	72.794	470	80.917
410	74.385	475	80.959
415	75.67	480	81.221
420	76.855	485	81.329
425	77.812	490	81.581
430	78.352	495	81.775
435	78.818	500	81.888
440	79.23	505	81.854
445	79.611	510	81.871
450	79.82	515	81.842
455	79.999	.....	

## 结果计算

Ganz白度:

$$\begin{aligned}
 W_{G,10} &= Y_{10} - 800x_{10} - 1700y_{10} + 813.7 \\
 &= 82.42 - 800 \times 0.3175 - 1700 \times 0.3352 + 813.7 \\
 &= 72.28
 \end{aligned}$$

Hunter白度:

$$\begin{aligned}
 W_R &= 100 - [(100 - L)^2 + a^2 + b^2]^{1/2} \\
 &= 100 - [(100 - 92.76)^2 + (-0.11)^2 + 2.18^2]^{1/2} \\
 &= 92.44
 \end{aligned}$$

蓝光白度:  $W_B = R_{457} = K_b R(\lambda) F(\lambda) \Delta \lambda$

$$K_b = 1 / \sum F(\lambda) \Delta \lambda$$

$K_b$  --- 光谱反射因数

$F(\lambda)$  --- 相对光谱功率分布, 见表2

$\Delta \lambda$  --- 计算白度的波长间隔

表3 相对光谱功率分布

λnm	F(λ)	λnm	F(λ)
395	0	460	100
400	1	465	99.3
405	2.9	470	88.7
410	6.7	475	72.5
415	12.1	480	53.1
420	18.2	485	34
425	25.8	490	20.3
430	34.5	495	11.1
435	44.9	500	5.6
440	57.6	505	2.2
445	70	510	0.3
450	82.5	515	0
455	94.1	-----	

蓝光白度:

$$W_B = R_{457} = K_b R(\lambda) F(\lambda) \Delta \lambda$$

$$\text{即 } W_B = R_{457} = 79.84$$

彩度:

$$C_{ab}^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

$$[(-0.11)^2 + 2.18^2]^{1/2} = 2.18$$

色调角:

$$H_{ab}^* = \arctg(b^*/a^*)$$

$$= \arctg[2.18/(-0.11)]$$

$$= 92.95$$

明度差(样品1和样品2):

$$\Delta L = L_1 - L_2 = 92.76 - 92.83 = -0.07$$

色度差(样品1和样品2):

$$\Delta a^* = a_1^* - a_2^* = (-0.11) - (-0.97) = 0.86$$

$$\Delta b^* = b_1^* - b_2^* = [2.18 - (-2.57)] = 4.75$$

色差(样品1和样品2):

$$\Delta E_{ab}^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

$$= [(-0.07)^2 + 0.86^2 + 4.75^2]^{1/2}$$

$$= 4.83$$

## 结果评价

参数	评价标准	测试结果	评价结果
白度(W)	白度值越高表明样品越白	Ganz 白度:72.28	---
		Hunter 白度:92.44	
		蓝光 白度:79.84	
色调角( $H^*_{ab}$ )	$0 < H^*_{ab} < 90$ , 试样由红色调到黄色调	$H^*_{ab}=92.95$	试样由黄色调到绿色调
	$90 < H^*_{ab} < 180$ , 试样由黄色调到绿色调		
	$180 < H^*_{ab} < 270$ , 试样由绿色调到蓝色调		
	$270 < H^*_{ab} < 360$ , 试样由蓝色调到红色调		
彩度 $C^*_{ab}$	$C^*_{ab} \leq 3.0$ , 为中性白	$C^*_{ab}=2.18$	中性白
	$C^*_{ab} > 3.0$ , 为偏白		
明度差 $\Delta L^*$	$\Delta L^*$ 为正值, 表明样品 1 比样品 2 更亮	$\Delta L^*=-0.07$	样品 1 比样品 2 更暗
	$\Delta L^*$ 为负值, 表明样品 1 比样品 2 更暗		
色度差 $\Delta a^*$	$\Delta a^*$ 为正值, 表明样品 1 比样品 2 更红	$\Delta a^*=0.86$	样品 1 比样品 2 更红
	$\Delta a^*$ 为负值, 表明样品 1 比样品 2 更绿		
色度差 $\Delta b^*$	$\Delta b^*$ 为正值, 表明样品 1 比样品 2 更黄	$\Delta b^*=4.75$	样品 1 比样品 2 更黄
	$\Delta b^*$ 为负值, 表明样品 1 比样品 2 更蓝		
色差 $\Delta E^*_{ab}$	$\Delta E^*_{ab}$ 值越大, 表明样品 1 和样品 2 的白色一致性越差	$\Delta E^*_{ab}=4.83$	---

## 结论

使用紫外可见分光光度计、积分球附件、Color analysis 软件可以简单方便地进行物体色的测定,且可以满足复杂的色彩分析,可广泛应用于油漆、印刷产品,纺织品等行业的颜色调控;工业产品颜色质量的控制;纸张、棉花、化纤、纺织品、食盐、建筑材料等产品白度的测定等。

## 影响测定结果的因素讨论

### 1、测定光源的影响

不同光源由于光谱能量分布不一样,照到物体上颜色看起来也不一样,几种常见标准光源和荧光光源如下:

标准光源 A	白炽灯 (色彩温度 2856K)
标准光源 B	直接阳光
标准光源 C	平均日光 (色彩温度 6774K)
标准光源 D <sub>65</sub>	日光 (色彩温度 6540K)
荧光光源 F6	普通的白荧光灯
荧光光源 F8	宽带白荧光灯
荧光光源 F10	三波长日光荧光灯 (窄带)

所以测定时应根据标准指定光源进行选择

### 2、观察角度的影响

CIE1931标准色度观察者(色匹配函数)规定观察角度为 $2^\circ$ , CIE1964标准色度观察者(色匹配函数)规定观察角度为 $10^\circ$  标准色值是以标准观察角度为基础换算的,不同观察角度由于色匹配函数不一样,换算颜色结果也不一样。

### 3、照明观测条件的影响

国标GB/T 3978-1994规定测定反射样品的照明观测条件应采用 $45^\circ$ /垂直,垂直/ $45^\circ$ ,漫射/垂直,垂直/漫射四种中的一种。测透射样品照明观测条件采用垂直/垂直,垂直/漫射,漫射/垂直,漫射/漫射四种中的一种,不同的照明观测条件测试结果会有区别。