

1 用途及特点

WSC-S 测色色差计是一种性能优越,用途广泛而又操作方便的测色仪,适用于测定各种物体的反射色,可以测试物体的白度、色度以及两种物体的色差,它配用的几何条件的测试头,即 CIE 规定的 o/d。WSC-S 测色色差计台式便携式二用,数字显示,并可打印。该仪器可广泛应用于纺织、染料、印染、造纸、建材、搪瓷、食品、印刷、计量等部门。

2 主要技术参数

1. 仪器照明几何条件: 80;de
2. 光谱条件,总体响应等价于 CIE 标准照明体 D_{65} 及 10° 视场色匹配函数下的三刺激值 $X_{10}Y_{10}Z_{10}$ (以下简称为 X、Y、Z)
3. 照射试样面积: $\phi 20$
4. 电源电压: $220V \pm 22V$, $50Hz \pm 1Hz$
5. 显示方式: 数字显示打印输出
6. 表色系统
 - (1) 颜色: X、Y、Z; Y、x、y; L^* 、 a^* 、 b^* ; L、a、b; L^* 、 u^* 、 v^* ; L^* 、 c^* 、h; λ_d 、 P_e ;
 - (2) 色差: $\Delta E(L^*a^*b^*)$; $\Delta E(Lab)$; $\Delta E(L^*u^*v^*)$; ΔL^* , ΔC^* , ΔH^* ;
 - (3) 白色:
 - (a) 甘茨白度: CIE 推荐的二元线性白度
 - (b) 蓝光白度: $W = B$
 - (c) 陶贝式(Tabble): 美国材料学会 ASTM 推荐, $W = 4B - 3G$
 - (d) R_{457} 的反射白度
7. 重复性: $\sigma_u(Y) \leq 0.5 \Delta \leq$; $\sigma_u(X), \sigma_u(y) \leq 0.003$
8. 稳定性: $\Delta Y \leq 0.4$
9. 工作条件: (1) 环境温度 $5^\circ C \sim 35^\circ C$; (2) 相对湿度不大于 85%; (3) 无强烈电磁场干扰。

3 工作原理

如何来测试物体的颜色,国际照明委员会 CIE 做了各种试验,并且做了各种归纳工作,认为在一定的照明条件下,可由三个接受器来接受物体的反射(或透射)光,这三个接受器的光谱条件如下:

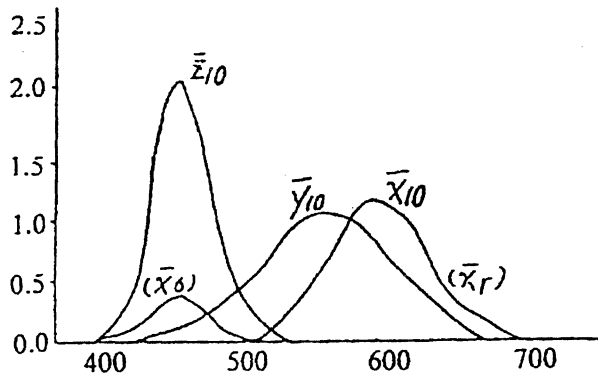


图 1 三刺激值的光谱曲线

像这样的三个接受器就叫做三刺激值： $\bar{X}_{10}$, $\bar{Y}_{10}$, $\bar{Z}_{10}$ 。

由上图可知, $\bar{X}_{10}$ 由两条曲线组成。一条由短波部分组成, 称之为 $\bar{X}_b$, 另一条由长波部分组成, 称之为 $\bar{X}_r$ 。由于 $\bar{X}_r$ 与 $\bar{X}_b$ 的曲线相似, 而且由 $\int_{380}^{\infty} \bar{X}_b(\lambda) / \int_{380}^{\infty} \bar{Z}(\lambda) = 0.167$, 所以在我们的仪器中, 就由 $\bar{Z}_{10} \times 0.167$ 来代替 $\bar{X}_b$ 这条曲线。

按照国际照明委员会(CIE)所推荐的测色原理, 仪器的光谱特性的总体响应(仪器光源, 光学系统, 探测器三者的综合响应)应等价于被测物体在 CIE 标准照明 D_{65} 及 10° 视场色匹配函数下的三刺激 $\bar{X}_{10}$, $\bar{Y}_{10}$, $\bar{Z}_{10}$, 即:

$$\left. \begin{aligned} K_1 S(\lambda) T_{x10}(\lambda) \gamma(\lambda) &= S_D(\lambda) \bar{X}_{10}(\lambda) \\ K_2 S(\lambda) T_{Y10}(\lambda) \gamma(\lambda) &= S_D(\lambda) \bar{Y}_{10}(\lambda) \\ K_3 S(\lambda) T_{z10}(\lambda) \gamma(\lambda) &= S_D(\lambda) \bar{Z}_{10}(\lambda) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

式中: $S_D(\lambda)$ —标准照明体 D_{65} 的相对光谱功率分布;

$S(\lambda)$ —仪器光源的相对光谱功率分布;

$K_1 K_2 K_3$ —与波长无关的常数;

$T_{x10}(\lambda)$ 、 $T_{Y10}(\lambda)$ 、 $T_{z10}(\lambda)$ —仪器特定滤波器的相对光谱透射比；
 $\gamma(\lambda)$ —仪器探测器的相对光谱灵敏度；
 $\bar{X}_{10}(\lambda)$ 、 $\bar{Y}_{10}(\lambda)$ 、 $\bar{Z}_{10}(\lambda)$ —1964 年光谱三刺激值。后来把满足(1)式的测色条件,称为卢瑟条件。仪器符合卢瑟条件的程度决定着仪器测色准确度的高低。

WSC—S 工作原理如图 2

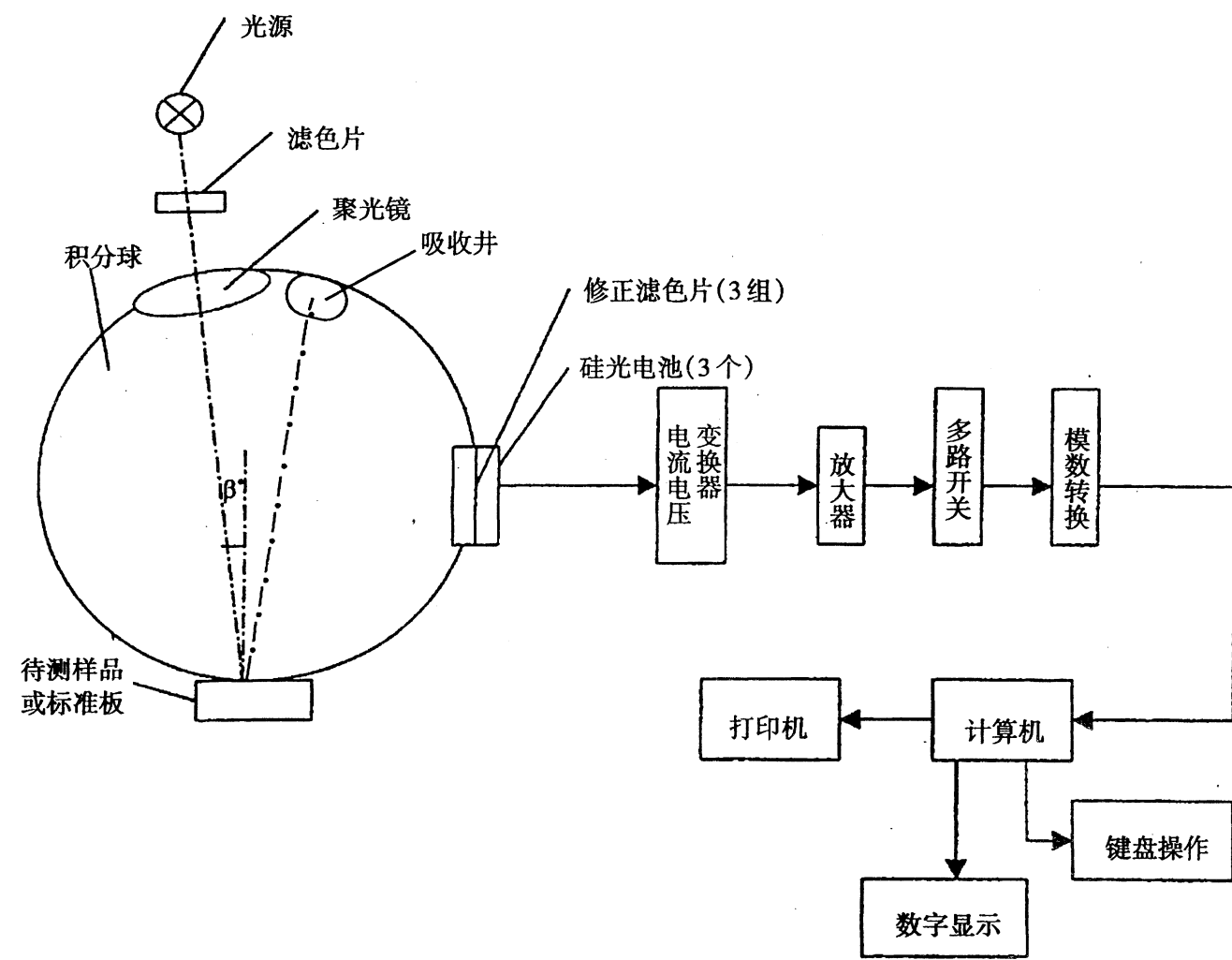


图 2 WCS—S 测色色差计工作原理

若被测物是理想漫反射体,则我们认为在各个方向上各个波长的反射率都为 100%,光源为标准照明体,接收器为标准观察者,则接收到的信号分别作为 $X = 94.825$, $Y = 100$, $Z = 107.381$ 。(对于 D_{65} 光源)

仪器的后视图如图 3 所示

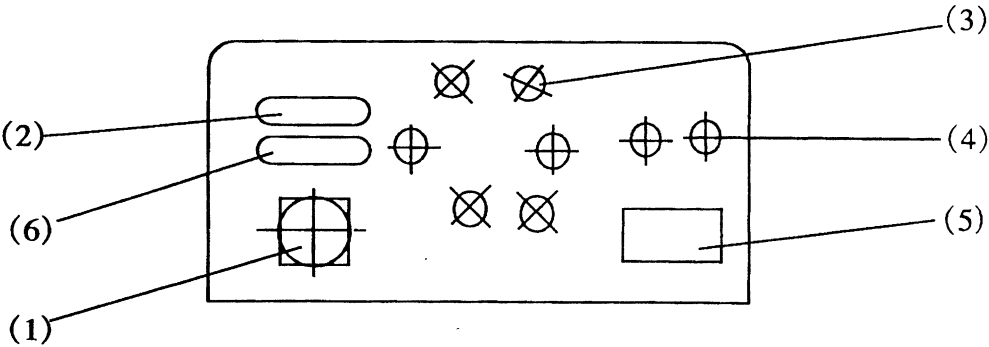


图 3 仪器后视图

- (1) 测试头电缆插座
- (2) 打印机输出插座
- (3) 冷却风机出风口
- (4) 保险丝座
- (5) 电源插座
- (6) RS - 232 串行口输出插座

键盘、面板如图 4

复位			复位
$\frac{\bullet}{\text{校标}}$	$\frac{0}{\text{校零}}$	$\frac{1}{\text{白 I}}$	$\frac{2}{\text{白 II}}$
$\frac{3}{\text{白 III}}$	$\frac{4}{\text{白 IV}}$	$\frac{5}{\text{XYZ}}$	$\frac{6}{\text{Yxy}}$
$\frac{7}{L^*a^*b^*}$	$\frac{8}{Lab}$	$\frac{9}{L^*u^*v^*}$	$\frac{\leftarrow}{\text{参照}}$
$L^*c^*h^*$	RS232	测量	$\frac{\leftarrow \downarrow}{\text{打印}}$

图 4 键盘面板图

5. 操作流程

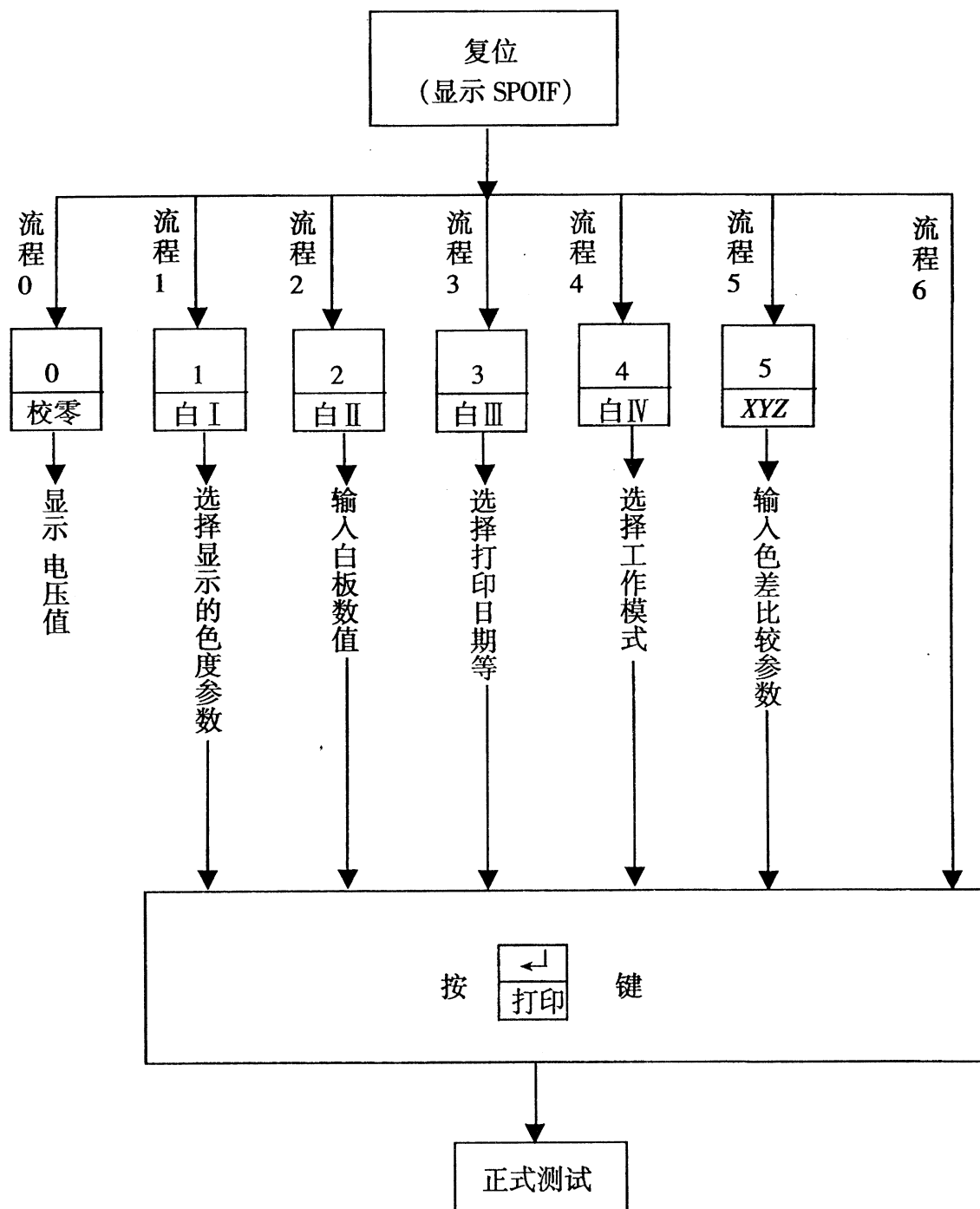


图 5 操作流程

说明：

1. 同时按两个 **复位** 键，仪器才会复位。所有流程，只有通过复位，才能进行。

2. 流程 0: (按 **0 校零** 键)

此时仪器会显示被测量物体的模拟信号电压。用户可将测试头放在白板上，按 **0 校零** 键，检

查仪器的信号放大电路是否工作正常。此电压值大于 0.1V 而小于 2V。此流程不能进入正式测试状态。若要进入正式测试状态,请通过其它流程。进入流程 0 后,液晶屏显示:

Show Voltage of XYZ
X = X.XXXX
Y = X.XXXX
Z = X.XXXX

3. 流程 1:(按 $\frac{1}{\text{白 I}}$ 键),此时,仪器显示

Color Formula Setup
Color:

 用户可根据需要按相应键。

例 $\frac{1}{\text{白 I}}$, $\frac{7}{L^*a^*b^*}$ 等。如果用户误输入了别的色度公式 ,请按 $\frac{\leftarrow}{\text{参照}}$ 键删除误输入的色度公式,然后重新输入色度公式。若要显示色差,按了相应的色度公式后,请再按 **测量**。

例 $\frac{7}{L^*a^*b^*}$, **测量** 显示

Color Formula Setup
Color:7
Color Difference:77

 ,结束请按 $\frac{\leftarrow}{\text{打印}}$ 键。

4. 流程 2:(按 $\frac{2}{\text{白 II}}$ 键)。

此时仪器会显示你以前输入的工作白板数值,例 X70.100,仪器显示如图(一):若要修改数值,按 $\frac{\leftarrow}{\text{参照}}$ 键,就可以修改。每次输入 5 个数字后,按 $\frac{\leftarrow}{\text{打印}}$ 键。若工作板数值不到 5 位,请用 0 补充,例 70.1,要输入 70.100。结束请按 $\frac{\leftarrow}{\text{打印}}$ 键。

White Pattern Setup
X = 70.100

图(一)

Year Mon Day Setup
Yeay:xxxx

图(二)

Year Mon Day Setup
Yeay:xxxx
Month:xx

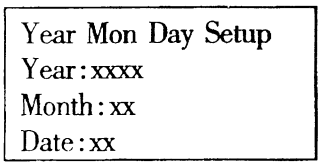
图(三)

5. 流程 3:(按 $\frac{3}{\text{白 III}}$ 键),此流程对使用打印机者有效。

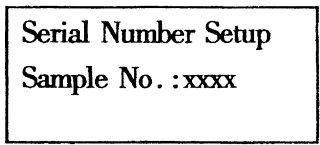
此时仪器会显示如图(二),你可按数字键,输入年份,4 位数字有效,结束按 $\frac{\leftarrow}{\text{打印}}$ 键。仪器显示如图(三),你可按数字键,输入月份,2 位数字有效,结束按 $\frac{\leftarrow}{\text{打印}}$ 键。仪器显示如图

(四),可按数字键输入日期,2位数字有效,结束按  键。显示如图(五),可按数字键输入样品代号(用户自己给样品取个代号)4位数字有效,结束按  键。显示如图(六),可按数字键,输入打印的第一个序号(以后每打印一次,序号加1),结束按  键。如果有误输入,请按  键删除,然后重新输入。

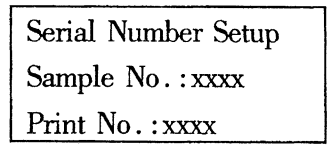
以上输入只有数字键 0-9 有效。



图(四)



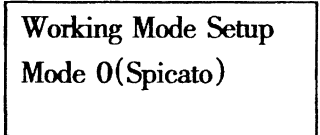
图(五)



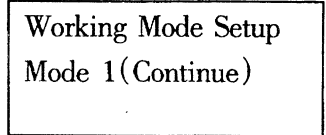
图(六)

6. 流程 4:(按  键)

仪器显示如图(七)或图(八)



图(七)



图(八)

仪器有二种工作模式:

(1)模式 0:(按  键),仪器显示如图(七),正式测试时仪器的采样是断续的。将测试头放在被测物上,只有按  键,仪器才采样,进行测试,并反复显示这一次的测量值。

(2)模式 1:按  键。仪器显示如图(八),正式测试时,仪器的采样是连续的。即不需要按  键,仪器定时采样测试,显示各次的测量值,仪器出厂时设置为模式 1,若用户不设置工作模式,仪器按模式 1 工作。

7. 流程 5:(按  键)

若用户比较两个物体的色差。但是一个参照物丢失了,只记得它在本仪器上测得的三刺激值 X、Y、Z 进入本流程后,可输入此参照物的 X、Y、Z 值(输入方法见流程 2)。

8. 流程 6:(按  键)

用户以前已经设置过相应的流程,而且不需修改,则可进入流程 6、直接进行正式测试。

本仪器开箱后,流程 1,2 是必须设置的。若使用打印机,请设置流程 3。

9. 若仪器在测试过程中,显示不熄灭,说明仪器在 Mode 0 状态。请按复位,进入流程 4,将工作模式改为 Mode 1,再按  。

1. 将电源线插入仪器背后的电源插座内。
2. 将电缆插入仪器背后的插座内,拧紧。
3. 按下电源开关,指示灯亮,并伴有风机转动声,然后按下光源开关,指示灯亮,测试头照明光源也亮。
4. 根据需要可进行各流程的设置。
5. (1)流程设置完毕,仪器显示 Calibrate Zero,将测试头放在黑色陷井上,(见图 6)稍待片刻,然后按一下

0
校零

 键,稍等片刻此时仪器会显示 Calibrate Standard 。
(2)将测试头放在工作白板上,稍待片刻,按

•
校标

 键,这时仪器显示熄灭。然后会显示与工作白板相近的数值。

6. 预热 30 min 左右

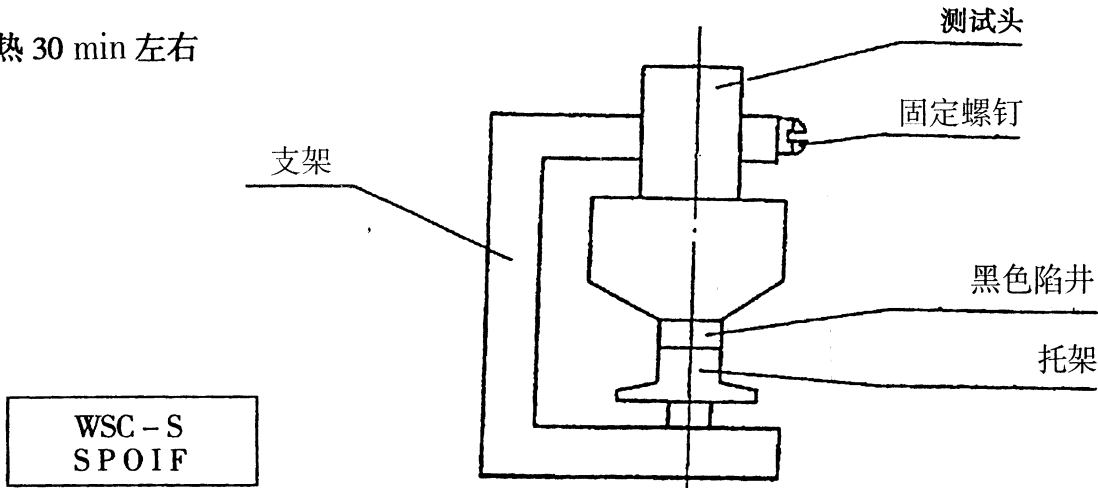


图 7

图 6 测试头校零

7. 预热后,再次将测试头放在黑色陷井上,同时按两个

←
复位

 键,出现如图(7)提示后,按

←
打印

 键,屏幕提示 Calibrate Zero ,然后按

0
校零

 ,稍等片刻出现 Calibrate Standard。将测试头放在白板上,按

•
校标

 显示与工作白板相近的数值。
8. (1)将测试头放在被测物上。若在流程 4 中选用连续测量方式则仪器会反复采样,并显示测量值,若在流程 4 中选用断续测量方式,则按一下测量键,仪器采样一次,反复显示的是同一次采样的值。
(2)若要测色差,而且是实物比较,而不是在流程 5 中的参数比较,则将测试头置于参照物上,待仪器熄灭后,又重新显示时,按

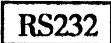
←
参照

 键,显示 E0.00,再将测试头放在其它物体

上,以后显示的 E 值就是第二个物体与第一个物体的色差值。经试验,两物体色差在 0.7 左右的话,一般人的眼睛是很难分辨的。注意*:测量色差时,屏幕上分两部分显示,左半部分显示参考量,右半部分显示相对于参考量的测试结果。

9. 若要使用打印机,请选用北京公达电子集团公司生产的 40TP 微型打印机。使用前请阅读打印机说明书。适用 40 列的打格式。在本仪器使用前请将打印线与本仪器相连,将打印机电源接上。在本仪器测试过程中,只要按  键,就会打印出相应数据。每打印一次,打印序号加 1。

北京公达电子集团公司联系方式见附录

10. 若希望测试数据保存入电脑中,请将所附软件安装在电脑中,关闭仪器及电脑电源,将仪器和电脑通过串行口相连接,启动所安装软件,按软件中 Readme.Txt 文件提示操作。接通电脑及仪器电源,每测试一次,按  键,仪器自动将数据传入电脑。使用此功能前,请详细阅读软盘中

Readme 文件。

11. 在流程 1 中最多可以预置两条色度公式,若预置公式 5(XYZ)和公式 6(Yxy),校标结果和测量结果都按以下格式显示:

X = □□□□□	Y = □□□□□□
Y = □□□□□	x = □□□□□□
Z = □□□□□	y = □□□□□□

若预置公式 7(L*a*b*)和公式(Lab),并且测色差,那么校标结果显示如下:

L* = □□□□□	L = □□□□□
a* = □□□□□	a = □□□□□
b* = □□□□□	b = □□□□□
E = □□□□□	E = □□□□□

正式测量结果

第一屏(假如按公式 7(L*a*b*))

L ₁ * = □□□□□	L* = □□□□□
a ₁ * = □□□□□	a* = □□□□□
b ₁ * = □□□□□	b* = □□□□□


 参考量


 测量结果

第二屏 (按公式 7(L*a*b*))

Light =					
red =					
green =					
yellow =					
blue =					

这一屏显示结果表示在按 L*a*b* 计算时样品与参考板之间的明度和颜色差异程度。light 值表示被测样品与参考板之间的明度差异程度。若 Light 为正,表示样品明度值大于参考板的明度值。

red 值表示了被测样品比参考板偏红的程度。

Green 值表示了被测样品比参考板偏绿的程度。

Yellow 值表示了被测样品比参考板偏黄的程度。

Blue 值表示了被测样品比参考板偏兰的程度。

第三屏 (假如按公式 8(Lab)计算

$L_r =$					
$a_r =$					
$b_r =$					
$L =$					
$a =$					
$b =$					
$E =$					

若预置色度公式(L*c*h)

校标时分两屏显示,一屏显 L*c*h 值,另一屏显三个色差值。正式测试时,也分两屏显示,

如下:

$L_r^* =$					
$c_r^* =$					
$h_r^* =$					
$L^* =$					
$c^* =$					
$h^* =$					

(1)

$L_r^* =$					
$c_r^* =$					
$h_r^* =$					
$EL =$					
$EC =$					
$EH =$					

(2)

* 带后缀 r 的量表示参考量。

12. 若使用者希望本仪器作台式用,请将测试头按在专用支架上,图 8。

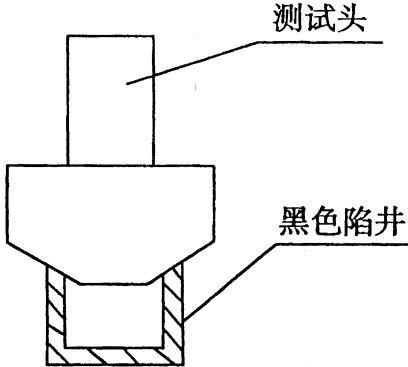


图 8 测试头在支架上的安装

13. 若要测试粉末样品,请参照图 9 ,按下列步骤操作

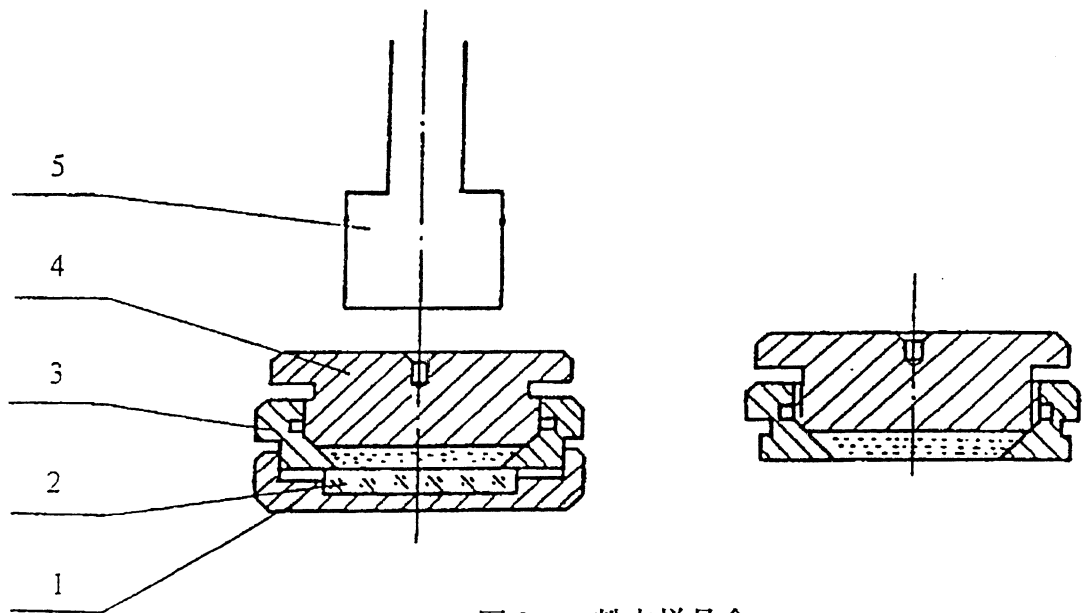


图 9 粉末样品盒

- a. 用玻璃盖 2 粗糙一面对应试样杯 3 的测试口,并拧上试样杯帽 1 。
- b. 加粉末试样,并用重锤 5 将粉末压紧,装上螺母 4 。
- c. 卸下试样杯帽 1 和玻璃盖 2 即可测试。

14. 若要使用玻璃杯试样盒,参照图10 ,按下列步骤操作:

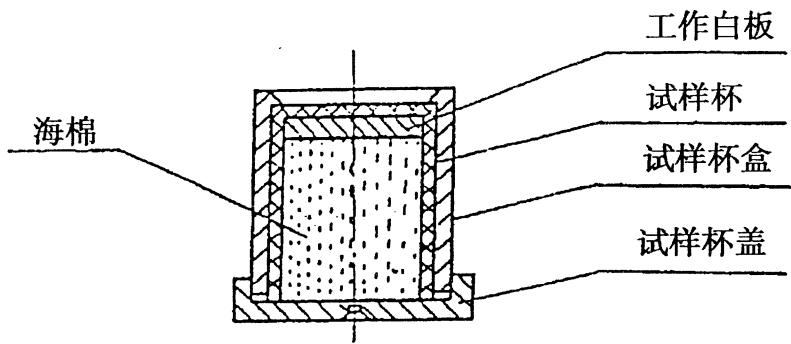


图10 试样杯样品盒

- (1) 为了消除试杯光泽影响,请另选一块工作白板,不放进试样杯测出其 X、Y、Z 值。
- (2) 仪器复位,在流程 2 中向仪器输入工作白板数值。
- (3) 将这一工作白板放入试样杯,放上发泡塑料拧上试样杯盖,使工作白板不掉下来。
- (4) 将工作测试头放在试样杯测试面上按  键。
- (5) 可以测试其它试样杯中的物体。

1. 保护好工作白板,若要擦拭,请用无水酒精和棉花。
2. 请先开电源,后开光源,关机时先关光源,再关电源。
3. 为保证仪器测试精度,仪器经过一段时间测试后,可重复即《6 操作步骤》中的 7 进行校零和校标。在比较色差时,可重复《6 操作步骤》中的 8 (2)。
4. 仪器只有在显示内容时,才会响应键盘指令。
5. 仪器进行色差比较有两种方法。

(1)参数—实物比较:这时色差的参照物是本仪器测得的物体的三刺激值 X、Y、Z,这就需要在流程 5 中向仪器输入这三数据。

(2)实物—实物比较:将测试头放在参照物上,然后再按  键。再测其余物体,所显示的 ΔE 值,是其余物体与参照物的色差。

6. 当将测试头放在被测物上仪器长期不显示时,请重复《6 操作步骤》中 5(1)(2)。

7. 若开机后指示灯不亮,请检查机箱后保险丝。

8 有关白度、色度公式

1. 白 I :此公式为 1982 年 CIE 推荐的甘茨二元白度公式:

$$W = Y + 800(x_n - x) + 1700(y_n - y)$$

$$T_w = 900(x_n - x) - 650(y_n - y)$$

其中 x_n, y_n 表示照明体色度坐标,对 D_{65} 光源, $x_n = 0.3138, y_n = 0.3309$, Y 表示被测物明度值, x, y 表示被测物的色度坐标。

W 表示白度, T_w 表色泽, T_w 越偏向正,则白度越偏兰, T_w 越偏向负,则白度越偏黄。

2. 白 II :此公式为早期白度公式,即蓝光白度:

$$W = B$$

由 XYZ 向 AGB 转换有下式:

$$A = \frac{X}{f_{xA}} - \frac{Z \cdot f_{xB}}{f_{xA} \cdot f_{zB}}$$

$$G = Y$$

$$B = \frac{Z}{f_{ZB}}$$

对于不同照明光源和不同视野,各系数见表 1

表 1

	CIE1931(2°)			CIE1964(10°)		
	f_{xA}	f_{xB}	f_{zB}	f_{xA}	f_{xB}	f_{zB}
A	1.0447	0.0539	0.3558	1.0571	0.0544	0.3520
D ₅₅	0.8061	0.1504	0.9209	0.8078	0.1502	0.9098
D ₆₅	0.7701	0.1804	1.0889	0.7683	0.1798	1.0733
D ₇₅	0.7446	0.2047	1.2256	0.7405	0.2038	1.2072
C	0.7832	0.1975	1.1823	0.7772	0.1957	1.1614
E	0.8328	0.1672	1.000	0.8305	0.1695	1.000

对于本仪器 $f_{xA}=0.7683$ $f_{xB}=0.1798$ $f_{zB}=1.0733$

3. 白Ⅲ:此公式是美国材料协会 ASTM 推荐的白度公式,也即 Table 公式:

$$W = 4B - 3G \qquad (B、G \text{ 含义同上})$$

4. XYZ:此三个参数是色度测量的基础,是物体颜色的三刺激值,详见本说明书第三章“工作原理”部分。

5. Y、x、y:Y 代表物体的明度。

$$x = \frac{X}{X + Y + Z} \quad y = \frac{Y}{X + Y + Z}; \text{ x、y 称为色度坐标}$$

在色度图上找出了与 x、y 相对应的,该点就代表了物体的颜色。

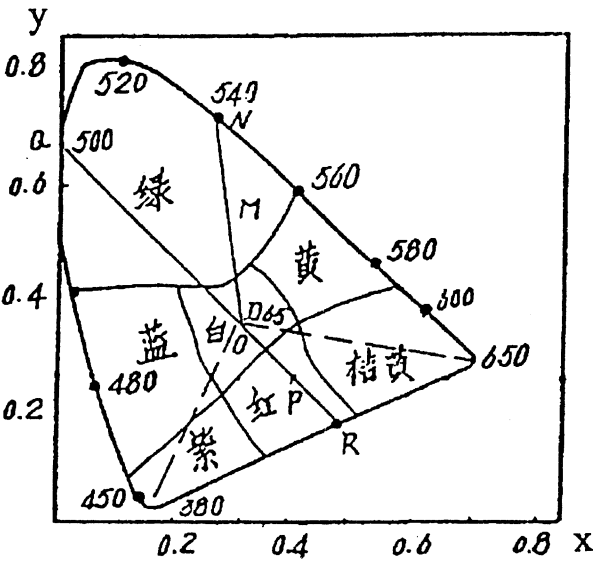


图 11 CIE1964(10°视场)色度图

6. $L^* \cdot a^* \cdot b^*$ 由于人们的眼睛对各个波长的辨别灵敏度不一致所以在色度图上若有二点之间距离与另外二点之间距离相等,这并不代表人眼出来的颜色差别也相等,为了尽好地解决这个问题,CIE1967年推荐 $L^* \cdot a^* \cdot b^*$ 和 $L^* \cdot u^* \cdot v^*$ 两个均匀空间,用以更好地评价二种颜色的差别, L^* 称为米制明度 $a^* \cdot b^*$ 和 $u^* \cdot v^*$ 分别称为米制色度,对于大多数使用场合

$$L^* = 116 \sqrt[3]{\frac{Y}{Y_D}} - 16$$

$$a^* = 500 \left(\sqrt[3]{\frac{X}{X_D}} - \sqrt[3]{\frac{Y}{Y_D}} \right)$$

$$b^* = 200 \left(\sqrt[3]{\frac{Y}{Y_D}} - \sqrt[3]{\frac{Z}{Z_D}} \right)$$

其中 $X_D \cdot Y_D \cdot Z_D$ 为标准照明体的三刺激值,本仪器分别为 94.828, 100.00, 107.381, X, Y, Z 为被测物的三刺激值。

L^* 代表试样明度, $+a^*$ 代表试样偏红, $-a^*$ 代表试样偏绿, $+b^*$ 代表试样偏黄, $-b^*$ 代表试样偏兰。

7. $L \cdot a \cdot b$: 为亨特均匀色空间,它在标准 C 光源的照明下, 2° 视野标准观察者时,有下式:

$$L = 10 \sqrt[4]{Y}$$

$$a = \frac{17.5(1.02X - Y)}{\sqrt[4]{Y}}$$

$$b = \frac{17.5(1.02X - Y)}{\sqrt[4]{Y}}$$

但对于白色物体,不同光源和不同观察者,可作以下变换:

$$L = 10 \sqrt[4]{Y}$$

$$a = \frac{17.5 \left(\frac{X}{f_{XA} + f_{XB}} - Y \right)}{\sqrt[4]{Y}}$$

$$b = \frac{7.0 \left(Y - \frac{Z}{f_{ZB}} \right)}{\sqrt[4]{Y}}$$

其中 $f_{XA} f_{XB} f_{ZB}$ 见表 1

8. $L^* \cdot u^* \cdot v^*$: 这是 CIE1976 年推荐的另一个均匀色空间。

$$u^* = 13L^*(u - u_D)$$

8. $L^* \cdot u^* \cdot v^*$:这是 CIE1976 年推荐的另一个均匀色空间。

$$u^* = 13L^*(u - u_D)$$

$$v^* = 13L^*(v - v_D)$$

其中: $u = \frac{4X}{X + 15Y + 3Z}$ $v = \frac{9Y}{X + 15Y + 3Z}$

$u \cdot v$ 为被测物的色度, $u_D \cdot v_D$ 为标准照明体的色度。

9. $L^* \cdot C^* \cdot h$:这是 1979 年 $L^*a^*b^*$ 色空间的极坐标表示法。

C^*_{ab} 为彩度, h_{ab} 为色调角

$$C^*_{ab} = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}, \quad h_{ab} = \arctan \frac{b^*}{a^*}$$

$$0 < h_{ab} < 360^\circ$$

10. $\lambda_d \cdot \lambda_c \cdot Pe$ (该公式在本仪器中未使用,可以根据用户需要增加进去)

主波长 λ_d :有图 8 的色品图上,将 D_{65} 光源点 O 与所测得物体的 $x \cdot y$ 点(如 M)连结并延长。与光谱轨迹的交点(如 N)所处的波长(如 540 nm)则称该物体的主波长。

主波长与颜色的关系见表 2

表 2

颜色	红	橙	黄	绿	蓝	紫
波长(nm)	700	620	580	510	470	420
范围(nm)	640 - 750	600 - 640	550 - 600	480 - 550	450 - 480	400 - 450

补色主波长 λ_c :380nm 和 780nm 点的直线称为无色线。若物体的色度点处于 D_{65} 和 380nm 和 780nm 点的连线与无色线所围成的三角形中(如 P 点),该物体将无主波长,将 D_{65} 点 O 与 P 点反向延长与光谱轨迹的交点(如 Q)我们称为补色主波长 λ_c (或用负号表示,如 -500nm)。

兴奋纯度 Pe :在 x, y 色品图上,从 D_{65} 点 O 到试样色度距离与从 O 点到试样主波长点的距离之比。 $Pe = \frac{|OM|}{|ON|}$ 在补色主波长情况下,是从 O 点到试样点距离与 O 点通过试样点到无色线上的交点距离之比。 $Pe = \frac{|OP|}{|OR|}$ 兴奋度表示物体颜色的纯度越高,表示物体颜色越纯,也就是说越“鲜艳”。

11. 有关色差公式:以下脚标 1 均匀色差参照物

1) $\Delta E(a^* b^*)$:这是 $L^* \cdot a^* \cdot b^*$ 系统中的色差公式

$$\Delta E = \sqrt{(L^*_2 - L^*_1)^2 + (a^*_2 - a^*_1)^2 + (b^*_2 - b^*_1)^2}$$

2) $\Delta E(ab)$ 、这是 $L \cdot a \cdot b$ 系统中的色差公式

$$\Delta E = \sqrt{(L_2 - L_1)^2 + (a_2 - a_1)^2 + (b_2 - b_1)^2}$$

3) $\Delta E(u^*v^*)$: 这是 $L^* \cdot u^* \cdot v^*$ 系统中的色差公式

$$\Delta E = \sqrt{(L^*_2 - L^*_1)^2 + (u^*_2 - u^*_1)^2 + (v^*_2 - v^*_1)^2}$$

4) $\Delta L^*, \Delta C^*_{ab}, \Delta H^*_{ab}$ 这是 L^*, C^*, h^* 系统中的色差公式明度差

$$\Delta L^* = L^*_2 - L^*_1, \text{彩度差 } \Delta C^*_{ab} = C^*_{ab2} - C^*_{ab1}$$

$$\text{色度差 } \Delta H^*_{ab} = K_H \left| \sqrt{(\Delta E^*_{ab})^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*_{ab})^2} \right|$$

$$\text{其中 } K_H = +1 \quad \text{当 } (a^*b^*_2 - a^*b^*_1) > 0 \text{ 时}$$

$$K_H = -1 \quad \text{当 } (a^*b^*_2 - a^*b^*_1) < 0 \text{ 时}$$

12. 用 a^*b^* 和 ΔH^* 判别色差

- (1) 用 参照值 b^* 除以参照值 a^* , 即 b^*/a^* 确定斜率。(详见操作步骤 15 中的说明);
- (2) 根据 a^* 和 b^* 的正负确定象限;
- (3) 根据 b^*/a^* 确定区域;
- (4) 计算出 ΔH^* , 若 ΔH^* 为正, 则所指色调差是逆时针; 反之, ΔH^* 为负, 则色调差是顺时针。

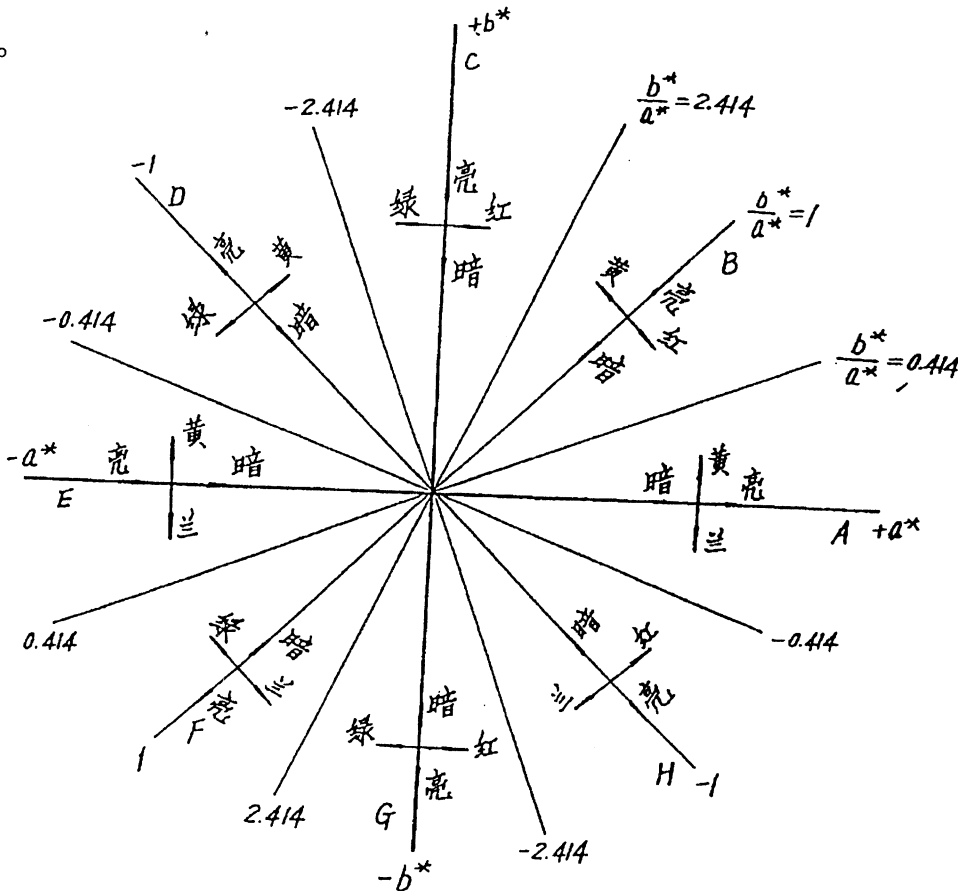


图 11 色差判别图

例：若照物值 $a^* = -5, b^* = +5^*, \text{色调差} \Delta H^* = +0.4$

- 则 1) $b^*/a^* = +5/-5 = -1.0$
- 2) 因为 a^* 负, b^* 正, 所以在第 II 象限
- 3) 因为 $b^*/a^* = -1$, 所以所在区域在 D 区域
- 4) 因为 ΔH^* 为正, 所以色调差逆时针。
- 因此, 所测样品比参照物多了一些绿, 而少了一些黄。

9 常见故障及处理方法

故障现象	原因分析及排除方法
电源指示灯不亮	1. 检查保险丝 2. 电源指示灯坏, 但仪器仍可使用
测试头内灯泡不亮	更换灯泡
在进行 6《 操作步骤》中 5.(2)条中, 即按 • 校标 键后仪器死机	1. 进行流程 2 的操作, 见说明书 5《操作流程》中 4。即同时按两个复位键, 显示 SPOIF 后, 再按 2 白 II 键。 2. 与厂家联系。
仪器反复显示同一个测量 值	进行流程 4 操作, 见说明书《5 操作流程》中的 6

10 仪器成套性(详见装箱单)

11 售后服务事项和生产者责任

1. 本厂产品实行三包, 即“包修、包换、包退”。
2. 本厂产品三包期限为一年, 以购货发票上时间为准。
3. 未按使用说明书操作而造成的仪器损坏, 不属于免费服务范围。

例 1: 新买到的仪器要设置流程。

1. 流程 1 设置:

显示的内容:

a. 若用户要在 $L^*a^*b^*$ 公式下测两物体的色差:—同时按两个 **复位** 键, 显示

WSC - S
SPOIF

—按

1
白 I

 键, 显示

Color Formula Setup
Color:

—按

7
$L^*u^*v^*$

 键, 显示

Color Formula Setup
Color: 7

—按 **测量** 键, 显示

Color Formula Setup
Color: 7
Color Difference: 77

—按

←
打印

 键, 显示 Calibrate Zero, 表示设置完成仪器提示校 0。

此过程输入完毕

b. 若用户要用 Lab 公式测物体颜色, 但不比较两物体色差。

—同时按两个 **复位** 键, 显示

WSC - S
SPOIF

—按

1
白 I

 键, 显示

Color Formula Setup
Color:

—按

8
Lab

 键, 显示

Color Formula Setup
Color: 8

—按

←
打印

 键, 显示 Calibrate Zero, 表示设置完成, 仪器提示校零

此过程输入完毕。

2. 流程 2 设置

输入白板数值: (如: 白板数值 X = 89.13 Y = 90.56 Z = 76.25)

—同时按两个 **复位** 键, 显示

WSC - S
SPOIF

—按

2
白 II

 键, 显示

White Pattern Setup
X = □□□□□□

—输入相应 X 值, 如输入出错, 请按

←
参照

 键删除, 再重新输入。

例: 移至 X□□□□0。

—输入相应的数字,如按 $\frac{8}{Lab}$ 显示 $\begin{matrix} \text{White Pattern Setup} \\ X = 8 \square\square\square\square\square \end{matrix}$

—接着按 $\frac{9}{L^*u^*v^*}$ $\frac{1}{白I}$ $\frac{3}{白III}$ $\frac{0}{校零}$ 键,显示 $\begin{matrix} \text{White Pattern Setup} \\ X = 89.130 \end{matrix}$

—按 $\frac{\leftarrow}{打印}$ 键,显示 $\begin{matrix} \text{White Pattern Setup} \\ X = 89.130 \\ Y = \square\square\square\square\square \end{matrix}$

—接着按 $\frac{9}{L^*u^*v^*}$ $\frac{0}{校零}$ $\frac{\cdot}{校标}$ $\frac{5}{XYZ}$ $\frac{6}{Y_{xy}}$ $\frac{0}{校零}$ 键,显示 $\begin{matrix} \text{White Pattern Setup} \\ X = 89.130 \\ Y = 90.560 \end{matrix}$

—按 $\frac{\leftarrow}{打印}$ 键,显示 $\begin{matrix} \text{White Pattern Setup} \\ X = 89.130 \\ Y = 90.560 \\ Z = \square\square\square\square\square \end{matrix}$

—接着按 $\frac{7}{L^*a^*b^*}$ $\frac{6}{Y_{xy}}$ $\frac{\cdot}{校标}$ $\frac{2}{白II}$ $\frac{5}{XYZ}$ $\frac{0}{校零}$ 键,显示 $\begin{matrix} \text{White Pattern Setup} \\ X = 89.130 \\ Y = 90.560 \\ Z = 76.250 \end{matrix}$

—按 $\frac{\leftarrow}{打印}$ 键,显示 Calibrate Zero,表示设置完成,仪器提示校零

此流程输入完毕。

* 注意:流程 2 和流程 5 中,小数点后有三位数字,不足三位以 0 补充。

3. 流程 3 设置:

若使用打印机,要输入年、月、日。(见说明书流程 3 的说明)

例 2:在 $L^*a^*b^*$ 公式下测物体 A 与物体 B 和物体 C 的色差,并以物体 A 作为参照物。

若已经进行过例 1 中的 1、2 设置,(只要设置一次,不必每次开机都设置)则:

—按 $\frac{\leftarrow}{打印}$ 键,进入正式测量,显示 Calibrate Zero。

将测试头放在黑暗陷井上(见图九),然后按 $\frac{0}{校零}$ 键,稍等片刻,显示 Calibrate Standard。

—将测试头放在工作白板上,按 $\frac{\cdot}{校标}$ 键,显示熄灭,然后显示 $\begin{matrix} L^* = \square\square\square\square\square \\ a^* = \square\square\square\square\square \\ b^* = \square\square\square\square\square \\ E = \square\square\square\square\square \end{matrix}$

—将仪器预热后,同时按两个复位键,显示 $\begin{matrix} WSC - S \\ SPOIF \end{matrix}$ 后,按 $\frac{\leftarrow}{打印}$ 键,重新进行上

面两个步骤(校零,校标步骤)。

—将测试头放在 A 物体上后,待显示熄灭,到重新显示 $L^*、a^*、b^*$ 值时,(这就是物体

A 的 L^* 、 a^* 、 b^* 值)然后按  键,显示

$L_r^* =$						$L^* =$					
$a_r^* =$						$a^* =$					
$b_r^* =$						$b^* =$					
$E = 0.00$											

此处 $L_r^* = L^*$, $a_r^* = a^*$, $b_r^* = b^*$, $E = 0.00$, 表示机器已接受参照物 A 的值为接受参照物 A 的值为参考值。 L^* , a^* , b^* , 表示物体 A 的 L^* , a^* , b^* 值。

—将测试头放在物体 B 上,待显示熄灭,重新显示 L^* 、 a^* 、 b^* 、 E 值,此时的 L^* 、 a^* 、 b^* ,就是物体 B 的 L^* 、 a^* 、 b^* 值, E 就是物体 B 与物体 A 的色差。

—将测试头放在物体 C 上,待显示熄灭,重新显示 L^* 、 a^* 、 b^* 就是物体 C 的 L^* 、 a^* 、 b^* 值, E 就是物体 C 和物体 A 的色差。

例 3:以白 I 公式进行白度测试,并打印数据。

—重新对流程 1 进行设置(例 1.a 中第一、二步后再按  键后,按  待设置完毕,显示 Calibrate Zero 时。将测试头放在黑色陷井上,按  键稍等片刻,显示 Calibrate Standard。

放在黑色陷井上,按  键稍等片刻,显示 Calibrate Standard。

—将测试头放在白板上,按  键,显示 W、T 的值。

—将仪器预热后,重新上面二个步骤(校零、校标步骤)。

—将测试头放在被测物上,显示熄灭后,显示的 W、T 值就是被测物的白度值 W 和色泽 T_w (其含义说明书第 12 页)。

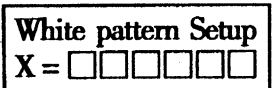
—在显示 W、T 值的同时,按  键,打印机将打印输出被测物的测量值。

例 4:用输入参照物 A 的数据的方式,来比较两物体的色差,我们假设当时的物 A 为参照物,来

比较与物 B 的色差,并且假设物 A 时间长了要变色或遗失,则要进行以下步骤:

—将流程 1 设置成要显示 X、Y、Z;待设置完毕,按  键进行预热、校零、校标步骤(详细见上面例子)。

—将测试头放在物 A 上,待显示熄灭后,显示的 X、Y、Z 值就是物 A 的 X、Y、Z 值,并记下或打印出此值。并进行流程 5 的设置,即:

—将仪器复位,并按  键,仪器显示 ,向仪器输入物 A 的 X 值,按  键。

—向仪器输入物 A 的 Y 值,按  键。

—向仪器输入物 A 的 Z 值,按  键。

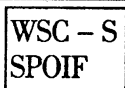
—将流程 1 设置成所需要的色差公式。

—进行校零和校标步骤(详见上面例子)。

—将测试头放在物 B 上,显示熄灭后,以后所显示的 E 值就是物 A 的色差。

注:引例与例 2 的差别在于:参照物 A 的数值是通过人工输入的,而不是按  键输入的。

例 5. 采用断续方式测量:(假设之前采用连续测量方式,即 Mode 1)

—同时按两个  键,显示 

—按  键,显示 Mode 1 (Continue)。(Mode 1 表示连续测量方式)

—按  键,显示 Mode 0(Spicato)。(Mode 0 表示断续测量方式)

—按  键,显示 Calibrate Zero,表示设置完成,仪器提示校 0。

—进行流程 1 的设置。

—进行预热,校零;校标步骤。

—将测试头放在被测物上,按  键,显示熄灭,重新显示后的数值就是被测物的数值,以后仪器就反复显示同一组数字,若要仪器再一次测量,就需要再一次按  键。

注:断续方式与连续方式的区别在于:在断续方式下,每按测量键,仪器才测量一次,否则只有重复显示同一次测量值;在连续方式下,仪器自动连续采样,显示熄灭一次,采样一次,然后显示一次。所以每次显示数值略有不同,这取决于仪器的重复性,如第一次显示 99.50,第二次显示 99.55 则重复性 $\frac{99.55 - 99.50}{99.55} \approx 0.05\%$ 仪器相隔两次的重复性在 0.05% 左右。

说明:

为了提高仪器测量的准确度,或减少仪器的预热时间,每隔一段时间,请进行校零、校标步骤。