



# 中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 955—2000

---

## 光谱分析用测微密度计

Spectral Analysis Microdensitometer

2000—08—28 发布

2000—12—01 实施

---

国家质量技术监督局 发布

# 光谱分析用测微密度计

## 检 定 规 程

Verification Regulation of Spectral

Analysis Microdensitometer



JJG 955—2000

---

本规程经国家质量技术监督局于 2000 年 08 月 28 日批准，并自 2000 年 12 月 01 日起施行。

归口单位： 全国光学计量技术委员会

起草单位： 陕西省计量测试研究所

本规程委托全国光学计量技术委员会负责解释

**本规程主要起草人：**

陈 俊 （陕西省计量测试研究所）

王 侠 （陕西省计量测试研究所）

李国华 [四川成都发动机（集团）有限公司]

**参加起草人：**

陈峻堂 （上海光学仪器厂）

周 琪 （陕西省卫生防疫站）

## 目 录

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 1 范围                    | (1) |
| 2 概述                    | (1) |
| 3 技术要求                  | (2) |
| 3.1 外观                  | (2) |
| 3.2 回零误差                | (2) |
| 3.3 示值误差                | (2) |
| 3.4 示值的重复性              | (3) |
| 3.5 示值的稳定性              | (3) |
| 3.6 电源电压的变化对示值的影响       | (3) |
| 4 检定条件                  | (3) |
| 4.1 检定设备                | (3) |
| 4.2 检定环境                | (3) |
| 5 检定项目和检定方法             | (3) |
| 5.1 外观检查                | (3) |
| 5.2 工作台平直度的调整           | (3) |
| 5.3 回零误差的检定             | (4) |
| 5.4 示值检定                | (4) |
| 5.5 示值重复性的检定            | (4) |
| 5.6 仪器示值稳定度的检定          | (5) |
| 5.7 电源电压变化对示值影响的检定      | (5) |
| 6 检定结果的处理和检定周期          | (5) |
| 附录 A 检定记录格式             | (6) |
| 附录 B 检定证书和检定结果通知书(背面)格式 | (7) |

## 光谱分析用测微密度计检定规程

### 1 范围

本规程适用于新制造、使用中和修理后的光谱分析用测微密度计的检定。

### 2 概述

光谱分析用测微密度计（以下简称测微密度计）是光谱分析中提供定量测量的仪器。摄谱法将若干个标样与待测样摄谱于同一感光板上后，用测微密度计测量其特征谱线的密度。将标样中分析元素谱线的密度与其含量的对数做出工作曲线，以确定待测样中相应元素的含量，完成光谱的定量分析。

密度  $D_s$  ① 的定义：对透射比  $T_s$  的倒数取以 10 为底的对数，即

$$D_s = \lg(1/T_s) \quad (1)$$

透射比  $T_s$  的定义：谱片曝光部分与未曝光部分输出的光电信号强度  $A$  与  $A_0$  之比，即

$$T_s = A/A_0 \quad (2)$$

测微密度计中的标尺有以下 4 种形式。

(a) 密度  $D_s$ ，其标尺从  $0 \sim \infty$  按对数分度。

(b) 透射比  $T_s$ ，其标尺从 0 到 1000 均匀分度。

(c) 换值密度  $D_w$ ， $D_w$  的定义是透射比  $T_s$  的倒数减去 1 后取 10 为底的对数，即

$$D_w = \lg[(1/T_s) - 1] = \lg[(A_0/A) - 1] \quad (3)$$

(d) 局部换值密度  $D_p$ ，在可见及紫外光谱部分与  $D_s$  和  $D_w$  有如下关系：

$$D_p = \frac{1}{2}(D_s + D_w) \quad (4)$$

$D_w$  和  $D_p$  标尺从  $-\infty$  到  $+\infty$  按对数分度。

投影型仪器上可读取透射比  $T_s$ 、密度  $D_s$  和换值密度  $D_w$ （或  $D_p$ ）3 种读数。

微机型仪器的标尺由编程软件所采用的密度公式决定。一般采用  $D_p$  标读数。仪器由照明部分、光电测量系统、工作台及测量显示系统 4 部分组成。

① 测微密度计中的密度  $D_s$  以往称为黑度，与国家有关光学密度的检定系统概念略有差异。若设  $D$  为谱片曝光部分的密度值， $D_0$  为谱片未曝光部分的密度值（本底密度），检定系统的密度  $D$  与测微密度计中的密度  $D_s$  存在着以下关系：

$$D_s = D - D_0 \quad (1)$$

因为黑度这一名词已在国际上废止，本规程也不予使用。

### 3 技术要求

#### 3.1 外观

3.1.1 仪器应有名称、型号、编号、标志、制造厂名称等标记。

3.1.2 仪器各部件安装应牢固，各操作手轮、运动部件应灵活、平稳、可靠。

3.1.3 光学部件表面应清洁，无擦痕、霉点等明显可见的缺陷，光源发光应稳定，读数显示应清晰。

3.1.4 工作台应能前、后、左、右移动自如，并且在水平、垂直方向均有微调功能。

#### 3.2 回零误差

零位校正后，仪器回零误差相应的透射比应不超过 0.005。

#### 3.3 示值误差

3.3.1 透射比示值误差不得超过表 1 中的规定。

表 1

| 标准透射比板编号 | 透射比 $T_s$ 标称值 | 示值误差        |
|----------|---------------|-------------|
| 1        | 0.020         | $\pm 0.001$ |
| 2        | 0.050         | $\pm 0.002$ |
| 3        | 0.100         | $\pm 0.004$ |
| 4        | 0.300         | $\pm 0.012$ |
| 5        | 0.500         | $\pm 0.020$ |

3.3.2 密度示值误差不得超过表 2 中的规定。

表 2

| 标准密度板编号 | 密度 $D_s$ 标称值 | 示值误差                |                     |
|---------|--------------|---------------------|---------------------|
|         |              | $\Delta_{\text{下}}$ | $\Delta_{\text{上}}$ |
| 1       | 1.699        | -0.021              | +0.022              |
| 2       | 1.301        | -0.017              | +0.018              |
| 3       | 1.000        | -0.017              | +0.018              |
| 4       | 0.523        | -0.017              | +0.018              |
| 5       | 0.301        | -0.017              | +0.018              |

3.3.3 若标准透射比板的实际值偏离表 1 (或表 2) 规定的标称值, 其示值误差可按标准透射比板实际值的  $\pm 4\%$  进行计算。

### 3.4 示值的重复性

3.4.1 透射比示值的实验标准差应不超过 0.005。

3.4.2 密度示值的实验标准差应不超过 0.01。

### 3.5 示值的稳定性

3.5.1 仪器预热 30 min 后, 5 min 内透射比满度值的最大变动不大于 0.005。

3.5.2 仪器预热 30 min 后, 5 min 内密度零值的最大变动不大于 0.01。

### 3.6 电源电压的变化对示值的影响

当外接交流电源电压从 220 V 变化  $\pm 10\%$  时, 仪器透射比最大变动应不超过 0.005。

## 4 检定条件

### 4.1 检定设备

#### 4.1.1 标准密度板 (或标准透射比板)

用于示值检定的标准密度板 (或标准透射比板), 必须同时给出密度值和对应的透射比值, 其未曝光部分的密度值应  $< 0.10$  (透射比应  $\geq 80\%$ ), 数值间隔大致均匀。

标准密度值的不确定度为 0.01 ( $D_s \leq 2$ )。

#### 4.1.2 调整工作台用谱板

可选用日常工作中的任一谱板, 但要求该板谱线清晰, 底板不发黄。

#### 4.1.3 交流稳压电源

调压范围应超过  $(220 \pm 22)$  V。不稳定性小于 1%, 其功率为被检测微密度计消耗功率的两倍以上。

### 4.2 检定环境

相对湿度:  $< 85\%$ ;

温度:  $10 \sim 30^\circ\text{C}$

仪器使用中应屏蔽杂光, 不应受到影响使用的震动。

## 5 检定项目和检定方法

### 5.1 外观检查

用目视观察和实际操作进行外观检查, 判定是否符合 3.1.1~3.1.4 条技术要求。

### 5.2 工作台平直度的调整

5.2.1 将调整工作台用谱板放在仪器工作台架上, 涂层向上。关闭狭缝, 放松制动螺丝, 以狭缝的下端作为调节的准点, 转动工作台横向手轮, 使谱片右面最外端的标尺刻度线或其上的某一条光谱的中心与狭缝的下端对准, 移动工作台到投影屏上出现谱片左面最外端的标尺刻度成像为止。如谱片上标尺刻度线像不在同一高度而作倾斜移动, 则需旋转左前角工作台平面摆动螺钉, 使谱片标尺左端像亦对准狭缝下部。再回到右端调

节工作台横向手轮,使谱片标尺右端像对准狭缝下部,再至左端用平面摆动螺钉调节,如此重复调节,直到工作台作纵向移动时,谱片上的标尺刻度线像始终保持同一高度移动为止。

5.2.2 将谱板的右前角移至目镜下,调节测量物镜和聚光物镜,使谱线成像清晰。然后将谱板的左前角移至目镜下,调节谱板台左前角下的微调螺丝,使谱板该处的谱线在投影屏清晰成像;之后将谱板中后方移到目镜下,调节谱板台右后方微调螺丝,使该处谱线清晰成像在投影屏上。如此反复循环 1 至 2 次,即可将整板调节在同一水平面上,使谱板上所有谱线均能在同条件下清晰成像。锁死紧固螺钉。

### 5.2.3 仪器满度的调整

放上标准密度板,打开快门,调节工作台纵向微动手轮,使光线通过标准密度板未曝光部分,然后将狭缝宽度开启至 0.1 mm,高度至 15 mm,调节减光器(微型按满度调整键),使仪器密度值为 0 (或透射比示值显示 100%),然后关闭快门,调节  $T_s$  标的“0”位,或  $D_s$ 、 $D_w$  ( $D_p$ ) 标的“ $\infty$ ”位。

### 5.3 回零误差的检定

仪器满度调整后,对带有机械快门的仪器,示值零位校正后,连续启闭快门 6 次,检测零位示值,并记录下来,其最大值不应超过第 3.2 条规定。

### 5.4 示值检定

依次放上透射比示值(或密度值)为 0.02 (1.699), 0.05 (1.301), 0.10 (1.000), 0.30 (0.523), 0.50 (0.301) 的标准密度板重复测量 6 次,并记录其测量值。测量的平均值  $\overline{T_s}$  (或  $\overline{D_s}$ ) 与标准透射比板(或密度板)的标准值  $T_{sn}$  ( $D_{sn}$ ) 之差应不超过第 3.3 条规定。

$$\text{透射比示值误差} = \overline{T_s} - T_{sn} \quad (5a)$$

或

$$\text{密度示值误差} = \overline{D_s} - D_{sn} \quad (5b)$$

式中:  $\overline{T_s}$  (或  $\overline{D_s}$ ) —— 对标准透射比板(或密度板)测量的平均值;

$T_{sn}$  (或  $D_{sn}$ ) —— 标准透射比板(或密度板)的标准值。

### 5.5 示值重复性的检定

在 5.4 条检定的基础上,选取标准透射比为 0.30 (或密度为 0.523) 的 6 次重复测量值考核重复性,计算其标准偏差,应符合第 3.4 条的规定。

$$S(T_s) = \sqrt{\frac{1}{5} \sum_{j=1}^6 (T_{sj} - \overline{T_s})^2} \quad (6a)$$

或

$$S(D_s) = \sqrt{\frac{1}{5} \sum_{j=1}^6 (D_{sj} - \overline{D_s})^2} \quad (6b)$$



式中： $T_{sj}$  ( $D_{sj}$ ) ——标准透射比板 0.30 (或密度板 0.523) 的 6 次测量值；

$\overline{T_s}$  ( $\overline{D_s}$ ) ——标准透射比板 0.30 (或密度板 0.523) 的 6 次测量平均值。

#### 5.6 仪器示值稳定度的检定

在透射比为满度值 (或密度为零) 的检定点上, 连续观察 5 min, 记录其最大偏离满度值的绝对值, 不应超过第 3.5 条规定。

#### 5.7 电源电压变化对示值影响的检定

将读数标尺调至透射比, 在不使用减光器情况下, 调节仪器狭缝的宽度使透射比示值为 90%。调节电压, 使外接工作电源的电压产生  $\pm 10\%$  的变动, 检测透射比示值, 记录其最大偏离值的绝对值, 不应超过第 3.6 条规定。

### 6 检定结果的处理和检定周期

6.1 经检定符合本规程技术要求的仪器, 发给检定证书; 不符合本规程技术要求的仪器, 发给检定结果通知书, 并注明不合格项目。

6.2 检定周期为 2 年, 每次送检应带上次的检定证书。

## 附录 A

## 检定记录格式

|         |  |          |  |
|---------|--|----------|--|
| 仪 器 名 称 |  | 检 定 员    |  |
| 型 号     |  | 核 验 员    |  |
| 制 造 厂   |  | 证书或通知书编号 |  |
| 出 厂 编 号 |  | 检 定 结 论  |  |
| 送 检 单 位 |  | 温 度      |  |
| 检 定 日 期 |  | 相 对 湿 度  |  |

|                  |         |   |   |   |   |   |       |         |  |  |
|------------------|---------|---|---|---|---|---|-------|---------|--|--|
| 检 定 项 目          | 检 定 记 录 |   |   |   |   |   |       |         |  |  |
| 外 观              |         |   |   |   |   |   |       |         |  |  |
| 回 零 误 差          | 1       | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 最 大 值 |         |  |  |
|                  |         |   |   |   |   |   |       |         |  |  |
| 测量序号<br>标准值      | 示 值     |   |   |   |   |   | 平 均 值 | 示 值 误 差 |  |  |
|                  | 1       | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |       |         |  |  |
|                  |         |   |   |   |   |   |       |         |  |  |
|                  |         |   |   |   |   |   |       |         |  |  |
|                  |         |   |   |   |   |   |       |         |  |  |
|                  |         |   |   |   |   |   |       |         |  |  |
|                  |         |   |   |   |   |   |       |         |  |  |
|                  |         |   |   |   |   |   |       |         |  |  |
| 重复性 (实验标准差)      |         |   |   |   |   |   |       |         |  |  |
| 电源电压变化<br>对示值的影响 |         |   |   |   |   |   |       |         |  |  |
| 示 值 稳 定 度        |         |   |   |   |   |   |       |         |  |  |
| 备 注              |         |   |   |   |   |   |       |         |  |  |

## 附录 B

## 检定证书和检定结果通知书（背面）格式

| 检 定 项 目                    | 检 定 结 果 |         |
|----------------------------|---------|---------|
| 外 观                        |         |         |
| 回 零 误 差                    |         |         |
| 示 值                        | 标 准 值   | 示 值 误 差 |
|                            |         |         |
|                            |         |         |
|                            |         |         |
|                            |         |         |
|                            |         |         |
| 重复性 (实验标准差)                |         |         |
| 示 值 稳 定 度                  |         |         |
| 电 源 电 压 变 化<br>对 示 值 的 影 响 |         |         |