



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1947—2021

铂-钴色度仪校准规范

Calibration Specification for Platinum-Cobalt Colorimeters



2021-12-28 发布

2022-06-28 实施

国家市场监督管理总局 发布



铂-钴色度仪校准规范

Calibration Specification for
Platinum-Cobalt Colorimeters

JJF 1947—2021

归口单位：全国物理化学计量技术委员会

主要起草单位：广西壮族自治区计量检测研究院

参加起草单位：苏州市计量测试院

上海仪电科学仪器股份有限公司

杭州彩谱科技有限公司

北京海岸鸿蒙标准物质技术有限责任公司

本规范主要起草人：

冯可荣（广西壮族自治区计量检测研究院）

范晓辉（广西壮族自治区计量检测研究院）

韦秋叶（广西壮族自治区计量检测研究院）

参加起草人：

张诚春（苏州市计量测试院）

金建余（上海仪电科学仪器股份有限公司）

袁 琨（杭州彩谱科技有限公司）

窦晓亮（北京海岸鸿蒙标准物质技术有限责任公司）

目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 计量单位	(1)
4 概述	(1)
5 计量特性	(1)
5.1 比色皿配套性	(1)
5.2 铂-钴色度误差	(1)
5.3 重复性	(1)
5.4 示值漂移	(2)
6 校准条件	(2)
6.1 校准环境条件	(2)
6.2 测量标准及其他设备	(2)
7 校准项目和校准方法	(2)
7.1 校准前的准备工作	(2)
7.2 比色皿配套性	(2)
7.3 铂-钴色度误差	(2)
7.4 重复性	(3)
7.5 示值漂移	(3)
8 校准结果表达	(3)
9 复校时间间隔	(4)
附录 A 铂-钴色度系列标准溶液的制备方法	(5)
附录 B 校准原始记录参考格式	(6)
附录 C 校准证书内页格式	(8)
附录 D 铂-钴色度误差的校准不确定度评定示例	(9)

引 言

JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范编制工作的基础性系列规范。

本规范参考了 ISO 6271: 2015《透明液体 用铂-钴等级评定颜色》(Clear liquids—Estimation of colour by the platinum-cobalt colour scale) 中对铂-钴色度标准的计量要求, 计量单位采用了 ISO 6271: 2015 中的铂-钴色度单位 (Pt-Co Unit, PCU)。

本规范为首次发布。



铂-钴色度仪校准规范

1 范围

本规范适用于基于分光光度法原理、铂-钴色度在（0~500）测量范围内的铂-钴色度仪的校准。

2 引用文件

本规范引用下列文件：

GB/T 6682—2008 分析实验室用水规格和试验方法

ISO 6271：2015 透明液体 用铂-钴等级评定颜色（Clear liquids—Estimation of colour by the platinum-cobalt colour scale）

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 计量单位

ISO 6271：2015 规定的下列定义适用于本规范。

铂-钴色度单位 Pt-Co Unit, PCU

铂-钴色度单位是一种含有规定浓度的铂〔以氯铂（IV）酸盐离子形式存在〕和氯化钴（II）六水合物的溶液颜色。

4 概述

铂-钴色度仪（以下简称色度仪），是一类基于分光光度法原理设计的色度测量仪器，可用于测量液体化学产品、水质、松节油等液体的色度或颜色并对其定级。

色度仪一般由光源、光学系统、比色皿、测量室、光电检测元件和显示单元等部分组成。它通过光源照射被测样品，由光电检测元件将比色皿中液体的透射光谱转换为电信号，测得被测样品的光谱透射比，然后通过电子部件或软件处理，直接计算出被测样品的铂-钴色度值，并由显示单元显示。

5 计量特性

5.1 比色皿配套性

分辨力（PCU） ≤ 1 时，配套性（PCU） ≤ 1 ；分辨力（PCU） > 1 时，配套性不引起示值变化。

5.2 铂-钴色度误差

不超过 $\pm 10\%$ 。

5.3 重复性

不大于 $2\%FS$ 。

5.4 示值漂移

5.4.1 零点漂移：分辨力(PCU)≤1时，零点漂移(PCU)≤1；分辨力(PCU)＞1时，零点漂移应不大于分辨力。

5.4.2 量程漂移：分辨力(PCU)≤1时，量程漂移(PCU)≤2；分辨力(PCU)＞1时，量程漂移应不大于2倍分辨力。

注：以上指标不是用于仪器的符合性判定，仅供参考。

6 校准条件

6.1 校准环境条件

6.1.1 环境温度：(16~24)℃。

6.1.2 相对湿度：(10~80)%，无冷凝。

6.1.3 供电电源：(220±22)V，(50±1)Hz。

6.1.4 仪器工作时不应受粉尘、振动及电磁场干扰。

6.2 测量标准及其他设备

6.2.1 铂-钴色度有证标准物质

应采用铂-钴色度国家有证标准物质，其铂-钴色度值的相对扩展不确定度应不大于1% ($k=2$)。

6.2.2 容量瓶和移液管

应符合A级要求。

6.2.3 纯水

不低于GB/T 6682—2008中规定的三级水。

7 校准项目和校准方法

校准项目可根据被校仪器的预期用途选择使用。

7.1 校准前的准备工作

检查色度仪外观、功能是否正常，配套比色皿不应有划痕或污渍。根据仪器使用说明书或其他技术文件，对仪器进行预热。以纯水作为零值点，按照附录A的操作要求，配制7.3及仪器标定所需要的系列标准溶液，根据色度仪使用说明书进行调零和标定。

7.2 比色皿配套性

将配套使用的比色皿逐一装入纯水（或7.1中配制的某一标准溶液）后分别放入被校仪器中读取仪器的示值，按式(1)计算比色皿配套性 Δc_u 。

$$\Delta c_u = c_{\max} - c_{\min} \quad (1)$$

式中：

c_{\max} ——所有比色皿的色度测量结果中的最大值；

c_{\min} ——所有比色皿的色度测量结果中的最小值。

7.3 铂-钴色度误差

用色度仪对铂-钴色度值约为其满量程20%、50%和80%（或在色度仪常用测量范围内均匀选取3个测量点）的铂-钴色度系列标准溶液（配置方法见附录A）分别进行

测量, 测量时应采用与调零时相同的比色皿。每个铂-钴色度标准溶液测定 3 次, 取 3 次测量的平均值作为色度仪示值 \bar{c}_i , 将标准溶液的铂-钴色度值和色度仪示值采用最小二乘法进行拟合, 得到色度仪校准的线性方程, 见式 (2)。按式 (3) 计算各校准点拟合值 x_i , 按式 (4) 计算各校准点的线性误差作为铂-钴色度误差, 取绝对值最大者为铂-钴色度误差的校准结果。

$$\bar{c}_i = a + bx_i \quad (2)$$

$$x_i = \frac{\bar{c}_i - a}{b} \quad (3)$$

$$\Delta x_i = \frac{x_i - c_{s,i}}{c_{s,i}} \times 100\% \quad (4)$$

式中:

Δx_i ——第 i 点的铂-钴色度误差, %;

a ——截距;

b ——斜率;

$c_{s,i}$ ——第 i 个校准点的标准溶液的铂-钴色度值。

7.4 重复性

用色度仪测量铂-钴色度值约为其满量程 50% 的铂-钴色度标准溶液, 连续测量 7 次, 记录每次测量值 c_i 。按照式 (5) 计算色度仪的重复性 s_r 。

$$s_r = \frac{1}{c_R} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n-1} (c_i - \bar{c})^2}{n-1}} \times 100\% \quad (5)$$

式中:

c_R ——色度仪满量程的铂-钴色度值。

7.5 示值漂移

7.5.1 零点漂移

用纯水调节色度仪零点, 待色度仪示值稳定后记录零点初始值 c_0 。每隔 5 min 记录 1 次测量值 c_i , 连续测量 6 次, 按照式 (6) 计算零点偏移量 $\Delta c_{z,i}$, 取绝对值最大者作为色度仪零点漂移。

$$\Delta c_{z,i} = c_i - c_0 \quad (6)$$

7.5.2 量程漂移

采用色度仪对铂-钴色度值约为其满量程 80% 的铂-钴色度标准溶液进行测量, 待色度仪示值稳定后读取测量值 c_N 。每隔 5 min 记录 1 次测量值 c'_i , 连续测量 6 次。按照式 (7) 计算量程偏移量 $\Delta c_{N,i}$, 取绝对值最大者作为色度仪量程漂移。

$$\Delta c_{N,i} = c'_i - c_N \quad (7)$$

8 校准结果表达

校准结果应在校准证书中反映。校准证书内页格式见附录 C, 校准证书应至少应包含以下信息:

- a) 标题：“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点（如果与实验室地址不同）；
- d) 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- e) 客户的名称和地址；
- f) 被校对象的描述和明确标识；
- g) 进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；
- h) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- i) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- j) 校准环境的描述；
- k) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- l) 对校准规范的偏离的说明；
- m) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；
- n) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- o) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的说明。

9 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等因素所决定的，因此色度仪的复校时间间隔由送校单位根据使用情况确定，建议不超过1年。当仪器更换了配件及修理后，或对仪器检测数据有怀疑时，应及时校准。

附录 A

铂-钴色度系列标准溶液的制备方法

利用铂-钴色度有证标准物质稀释配制的系列标准溶液应现配现用。

A.1 配制

用移液管准确移取表 A.1 所示不同体积的铂-钴色度有证标准物质 (PCU 为 500), 至 100 mL 容量瓶中, 用纯水稀释至刻度并摇匀, 即可得到不同色度的铂-钴色度系列标准溶液, 如表 A.1 所示。

表 A.1 铂-钴色度系列标准溶液的配制浓度

铂-钴色度 PCU	移取标准物质体积 mL	铂-钴色度 PCU	移取标准物质体积 mL
1	0.2	25	5.0
2	0.4	30	6.0
3	0.6	35	7.0
4	0.8	40	8.0
5	1	50	10.0
6	1.2	60	12.0
7	1.4	70	14.0
8	1.6	100	20.0
9	1.8	150	30.0
10	2.0	200	40.0
11	2.2	250	50.0
12	2.4	300	60.0
13	2.6	350	70.0
14	2.8	400	80.0
15	3.0	450	90.0
20	4.0	500	100

A.2 标准物质移液体积的计算

配制 100 mL 铂-钴色度值为 $c_{s,i}$ 的铂-钴色度系列标准溶液, 所移取的铂-钴色度有证标准物质 (PCU 为 500) 的体积 V_i (单位为 mL) 按式 (A.1) 计算:

$$V_i = \frac{c_{s,i} \times 100}{500} \quad (\text{A.1})$$

附录 B

校准原始记录参考格式

记录编号：

证书编号：

委托单位			
单位地址		校准地点	
仪器型号		生产厂家	
仪器编号		仪器量程	
校准日期		校准依据	
环境温度		相对湿度	
校准员		核验员	
校准用测量标准及其他设备			

1. 比色皿配套性：分辨力（PCU）

标准溶液	比色皿 1	比色皿 2	比色皿配套性

2. 铂-钴色度误差：拟合曲线截距 $a =$ ，斜率 $b =$ 。

标准溶液 PCU	仪器示值 PCU			平均值 PCU	拟合值 PCU	铂-钴色度误差 %
	1	2	3			

3. 重复性

标准溶液 色度 PCU	仪器示值 PCU							重复性 %
	1	2	3	4	5	6	7	

4. 示值漂移

时间/min	0	5	10	15	20	25	30
零点值 PCU							
量程值 PCU							
零点漂移				量程漂移			

铂-钴色度误差的校准不确定度：



附录 C

校准证书内页格式

1. 铂-钴色度误差

纯水调零，标定点 PCU 为_____

标准溶液的铂-钴色度值 PCU	色度仪 3 次测量 平均值 PCU	拟合值 PCU	铂-钴色度误差	铂-钴色度误差的 不确定度 ($k=2$)

拟合线性方程：

2. 其他校准项目

校准项目	校准结果
比色皿配套性	
重复性	
零点漂移	
量程漂移	

附录 D

铂-钴色度误差的校准不确定度评定示例

D.1 概述

D.1.1 环境条件：(16~24)℃，相对湿度≤70%。

D.1.2 校准用标准物质：色度溶液标准物质 [GBW (E) 080345]，标准值 (PCU) 为 500， $U=5$ ， $k=2$ 。

D.1.3 被校设备：型号 SD-9012A，满量程 (PCU) 为 50，分辨力 (PCU) 为 0.1。

D.2 测量方法及测量模型

用色度仪对铂-钴色度值约为其满量程 20%、50% 和 80%（或在色度仪常用测量范围内均匀选取 3 个测量点）的铂-钴色度系列标准溶液（配置方法见附录 A）分别进行测量，测量时应采用与调零时相同的比色皿。每个铂-钴色度标准溶液测定 3 次，取 3 次测量的平均值作为色度仪示值 \bar{c}_i ，将标准溶液的铂-钴色度值和色度仪示值采用最小二乘法进行拟合，得到色度仪校准的线性方程，见式 (D.1)。按式 (D.2) 计算各校准点拟合值 x_i ，按式 (D.3) 计算各校准点的线性误差作为铂-钴色度误差，取绝对值最大者为铂-钴色度误差校准结果。

$$\bar{c}_i = a + bx_i \quad (\text{D.1})$$

$$x_i = \frac{\bar{c}_i - a}{b} \quad (\text{D.2})$$

$$\Delta x_i = \frac{x_i - c_{s,i}}{c_{s,i}} \times 100\% \quad (\text{D.3})$$

式中：

Δx_i ——第 i 点的铂-钴色度误差，%；

a ——截距；

b ——斜率；

$c_{s,i}$ ——第 i 个校准点的标准溶液的铂-钴色度值。

式 (D.3) 为铂-钴色度仪铂-钴色度误差评定不确定度的测量模型。

D.3 不确定度计算公式

由式 (D.3) 可以看出，铂-钴色度误差的不确定度来源于：由拟合值 x_i 引入的校准曲线的不确定度和由标准溶液的铂-钴色度 $c_{s,i}$ 值引入的不确定度，二者不相关，根据不确定度传播律可以得到式 (D.4)。

$$u(\Delta x_i) = \frac{x_i}{c_{s,i}} \cdot \sqrt{\left[\frac{u(x_i)}{x_i}\right]^2 + \left[\frac{u(c_{s,i})}{c_{s,i}}\right]^2} \quad (\text{D.4})$$

由于拟合值 x_i 与标准溶液的铂-钴色度值 $c_{s,i}$ 基本相等，假设 $x_i \approx c_{s,i}$ ，则不确定度计算公式可由式 (D.4) 简化为 (D.5)：

$$u(\Delta x_i) = \sqrt{[u_r(x_i)]^2 + [u_r(c_{s,i})]^2} \quad (\text{D.5})$$

式中：

$u(\Delta x_i)$ ——校准点铂-钴色度误差的不确定度；

$u_r(x_i)$ ——由拟合值 x_i 引入的校准曲线的相对标准不确定度；

$u_r(c_{s,i})$ ——标准溶液引入的相对标准不确定度。

D.4 不确定度分量的评定

D.4.1 由拟合值 x_i 引入的校准曲线的相对标准不确定度 $u_r(x_i)$

标准曲线的不确定度 $u_r(x_i)$ 由式 (D.6) 计算：

$$u_r(x_i) = \frac{1}{x_i} \cdot \frac{s_f}{b} \sqrt{\frac{1}{p} + \frac{1}{n} + \frac{(x_i - \bar{c}_s)^2}{s_{xx}}} \quad (\text{D.6})$$

$$s_f = \sqrt{\frac{\sum [\bar{c}_i - (a + bc_{s,i})]^2}{n-2}} \quad (\text{D.7})$$

式中：

x_i ——第 i 点线性方程的拟合值；

s_f ——最小二乘法拟合校准曲线的标准偏差，由式 (D.7) 计算；

p ——色度仪测量次数，本例为 3；

n ——校准点数目，本例为 3；

b ——斜率；

$c_{s,i}$ ——第 i 测量点的标准溶液的标准溶液的铂-钴色度值；

s_{xx} ——由公式算出，无中文名， $s_{xx} = \sum c_{s,i}^2 - nc_s^{-2}$ ；

\bar{c}_s ——3 个测量点 $c_{s,i}$ 的平均值。

对量程 (PCU) 为 50 的仪器进行校准，校准点分别取 (PCU)：10、25、40，其校准结果列于表 D.1。由式 (D.3) 计算得到每点铂-钴色度误差。

由表 D.1 中数据，可以计算得到：

$$s_{xx} = \sum c_{s,i}^2 - nc_s^{-2} = 450; \quad \bar{c}_s = 25.0;$$

$$s_f = \sqrt{\frac{\sum [\bar{c}_i - (a + bc_{s,i})]^2}{n-2}} = 0.38b。$$

表 D.1 校准结果及校准点铂-钴色度误差

标准溶液色度 $c_{s,i}$ PCU	平均值 PCU	拟合值 x_i PCU	铂-钴色度误差 %
10.0	10.07	9.84	-1.6%
25.0	25.93	25.31	1.3%
40.0	40.83	39.84	-0.4%

因此，计算得到在校准点 (PCU) 分别为 10、25、40 处的相对标准不确定度分别为：

在校准点(PCU)为 10 处, $u_r(x_i) = \frac{1}{9.84} \times \frac{0.38b}{b} \sqrt{\frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{(9.84-25.0)^2}{450}} = 4.2\%$;

在校准点(PCU)为 25 处, $u_r(x_i) = \frac{1}{25.31} \times \frac{0.38b}{b} \sqrt{\frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{(25.31-25.0)^2}{450}} = 1.2\%$;

在校准点(PCU)为 40 处, $u_r(x_i) = \frac{1}{39.84} \times \frac{0.38b}{b} \sqrt{\frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{(39.84-25.0)^2}{450}} = 1.0\%$ 。

D.4.2 标准溶液引入的相对不确定度 $u_r(c_{s,i})$

标准溶液引入的相对不确定度 $u_r(c_{s,i})$ 主要来源于色度标准物质的不确定度以及配置标准溶液引入的不确定度。

稀释后标准溶液的铂-钴色度值按式 (D.8) 计算:

$$c_{s,i} = \frac{c_1 \cdot V_1}{V_2} \quad (\text{D.8})$$

式中:

c_1 ——色度有证标准物质认定值;

V_1 ——移液管取液体积;

V_2 ——容量瓶定容体积。

所以, 标准溶液的铂-钴色度值的相对标准不确定度为:

$$u_r(c_{s,i}) = \sqrt{[u_r(c_1)]^2 + [u_r(V_1)]^2 + [u_r(V_2)]^2} \quad (\text{D.9})$$

式中:

$u_r(c_1)$ ——色度有证标准物质认定值引入的相对不确定度;

$u_r(V_1)$ ——移液管取液体积引入的相对不确定度;

$u_r(V_2)$ ——容量瓶定容体积引入的相对不确定度。

由标准物质证书可知, 色度标准溶液的标准值(PCU)为 500, 不确定度(PCU)为 5, 包含因子 $k=2$, 即 $u_r(c_1) = \frac{5}{500} \times \frac{1}{2} = 0.5\%$ 。

配制校准点(PCU)分别为 10、25、40 处的标准溶液时, 采用 2 mL、5 mL、10 mL 的 A 级移液管分别移取 2 mL、5 mL、8 mL 的标准溶液。则对应移液体积的最大允许误差分别为 ± 0.010 mL、 ± 0.015 mL、 ± 0.020 mL, 假设其为均匀分布, 则由移液管移液体积引入的最大的相对不确定度为:

$$u_r(V_1) = \frac{0.010}{2 \times \sqrt{3}} \times 100\% = 0.29\%$$

100 mL 的 A 级容量瓶允差为 ± 0.10 mL, 假设其为均匀分布, 则由容量瓶定容体积引入的相对不确定度为:

$$u_r(V_2) = \frac{0.10}{100 \times \sqrt{3}} \times 100\% = 0.06\%$$

由式 (D.9) 计算得到标准溶液的铂-钴色度值的相对不确定度为:

$$u_r(c_{s,i}) = \sqrt{[0.5\%]^2 + [0.29\%]^2 + [0.06\%]^2} = 0.58\%$$

D.5 合成标准不确定度

由式 (D.5) 计算得到:

在校准点 (PCU) 为 10 处: $u(\Delta x_i) = \sqrt{[4.2\%]^2 + [0.58\%]^2} = 4.3\%$;

在校准点 (PCU) 为 25 处: $u(\Delta x_i) = \sqrt{[1.2\%]^2 + [0.58\%]^2} = 1.4\%$;

在校准点 (PCU) 为 40 处: $u(\Delta x_i) = \sqrt{[1.0\%]^2 + [0.58\%]^2} = 1.2\%$ 。

D.6 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$, 则铂-钴色度误差的扩展不确定度分别为:

在校准点 (PCU) 为 10 处: $U(\Delta x_i) = k \cdot u(\Delta x_i) = 2 \times 4.3\% = 8.6\% (k=2)$;

在校准点 (PCU) 为 25 处: $U(\Delta x_i) = k \cdot u(\Delta x_i) = 2 \times 1.4\% = 2.8\% (k=2)$;

在校准点 (PCU) 为 40 处: $U(\Delta x_i) = k \cdot u(\Delta x_i) = 2 \times 1.2\% = 2.4\% (k=2)$ 。

中华人民共和国
国家计量技术规范
铂-钴色度仪校准规范
JJF 1947—2021
国家市场监督管理总局发布

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

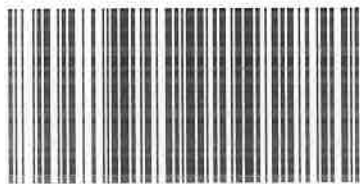
*

开本 880×1230 1/16 印张 1.25 字数 25 千字
2022年1月第一版 2022年1月第一次印刷

*

书号: 155066·J-3984 定价 21.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



JJF 1947-2021

