

垃圾智能分类非连续累计静态
称量系统校准规范
测量不确定度评定报告

垃圾智能分类非连续累计静态称量系统校准规范起草小组

2026-2-2

中国计量测试学会团体标准

《垃圾智能分类非连续累计静态称量系统校准规范》不确定度评定报告

1 测量方法

1.1 测量对象：垃圾智能分类非连续累计静态称量系统。

1.2 测量标准：标准砝码。

1.3 测量依据：T/CSMT-YB00*-2026《垃圾智能分类非连续累计静态称量系统校准规范》。

1.4 温度：0℃~40℃，校准期间温度变化应不大于 5℃；相对湿度：≦85%

1.5 测量过程：在规定的条件下，用标准砝码对该称量系统进行连续测量，采用闪变点法确定化整前的误差。

2 测量模型

2.1 建模

根据《垃圾智能分类非连续累计静态称量系统校准规范》中的要求和称量方法，建立测量模型：

$$E=P-L=I+0.5d-\Delta L-L \quad (C.1)$$

式中：

E ——化整前的误差，kg、g；

P ——化整前的示值，kg、g；

I ——示值，kg、g；

L ——施加的标准载荷，kg、g；

ΔL ——附加载荷，kg、g。

考虑不确定度评定时， $0.5d$ 为常量，不产生不确定度分量， ΔL 为附加砝码，相对 I 和 L 至少小一个数量级，也可忽略，因此对于称量系统的测量误差，进行不确定评定的测量模型为：

$$E = I - L \quad (C.2)$$

2.2 方差传递公式

$$u_c^2 = c_1^2 u^2(I) + c_2^2 u^2(L) \quad (C.3)$$

2.3 灵敏系数和方差

I 的灵敏系数：

$$c_1 = \frac{\partial E}{\partial I} = 1 \quad (C.4)$$

L 的灵敏系数：

$$c_2 = \frac{\partial E}{\partial L} = -1 \quad (\text{C.5})$$

$$u_c^2 = u^2(I) + u^2(L) \quad (\text{C.6})$$

3 不确定度来源分析

不确定度来源主要包括：

- 重复性测量引入的标准不确定度 u_1 ；
- 称量系统分辨力引入的标准不确定度 u_2 ；
- 标准砝码引入的标准不确定度 u_3 ；

4 标准不确定度评定

4.1 重复性测量引入的标准不确定度 u_1

$$u_1 = \frac{E_R}{C} \quad (\text{C.7})$$

式中：

E_R ——重复性，kg、g；

C ——极差系数。

4.2 垃圾智能分类非连续累计静态称量系统分辨力引入的标准不确定度 u_2

称量系统分辨力为 d ，采用“闪变点”法可将其分辨力改变为 $0.1d$ ，服从均匀分布， $k = \sqrt{3}$ ，则其标准不确定度 u_2 ：

$$u_2 = \frac{0.1d}{2\sqrt{3}} = 0.029d \quad (\text{C.8})$$

4.3 标准砝码引入的标准不确定度 u_3

标准砝码在校准过程中使用其标称值，其最大允许误差为MPE，服从均匀分布， $k = \sqrt{3}$ ，则其标准不确定度 u_3 为：

$$u_3 = \frac{|MPE|}{\sqrt{3}} \quad (\text{C.9})$$

4.4 合成标准不确定度 u_c

标准不确定度分量汇总见表 1。

表 1 标准不确定度分量汇总表

标准不确定度分量 u_i	不确定度来源	标准不确定度	灵敏系数
u_1	重复性测量	$\frac{E_R}{C}$	$c_1=1$

u_2	称量系统分辨力	$0.029d$	
u_3	标准砝码	$\frac{ MPE }{\sqrt{3}}$	$c_2=-1$

上述标准不确定分量均不相关,由测量重复性和分辨力引入的不确定度分量,取其数值较大者合成,则合成不确定度为:

$$u_c = \sqrt{(c_1u_1)^2 + (c_2u_2)^2 + (c_3u_3)^2} \quad (C.10)$$

4.5 扩展不确定度 U

取包含因子 $k = 2$, 则扩展不确定度为:

$$U = k \cdot u_c \quad (C.11)$$

5 评定示例

5.1 垃圾智能分类非连续累计静态称量系统校准概况

使用标准砝码,对一台最大秤量为 100 kg, 实际分度值为 0.2 kg 的称量系统进行校准。M₁ 等级标准砝码标称的测量范围为 (0.02~100) kg。

5.2 称量点选取

以试验载荷 50kg 为称量点进行评定。

5.2.1 重复性测量引入的标准不确定度分量 u_1

采用 A 类评定方法,在重复性条件下,施加 50 kg 标准载荷 3 次,采用闪变点法测量化整前示值误差,误差 E 分别为 0.40 kg、0.20 kg、0.20 kg。

$$u_1 = \frac{E_R}{C} = \frac{0.20}{1.69} = 0.12 \text{ kg}$$

5.2.2 垃圾智能分类非连续累计静态称量系统分辨力引入的标准不确定度分量 u_2

称量系统实际分度值 $d = 0.2 \text{ kg}$, 采用闪变点法测量化整前示值误差,可将其分辨力改变为 $0.1d$ 即 0.02 kg , 半宽 $a = \frac{0.1d}{2} = 0.01 \text{ kg}$, 服从均匀分布, $k = \sqrt{3}$, 则其标准不确定度 u_2 为:

$$u_2 = \frac{0.1d}{2\sqrt{3}} = \frac{0.02}{2\sqrt{3}} = 0.0058 \text{ kg}$$

5.2.3 标准砝码质量允差引入的标准不确定度分量 u_3

M₁ 等级的标准砝码,在校准中使用标称值,质量允差为所有砝码允差的和, 50 kg 的质量允差为 $\pm 2.5 \text{ g}$, 服从均匀分布, $k = \sqrt{3}$, 则不确定度分量 u_4 为:

$$u_3 = \frac{|MPE|}{\sqrt{3}} = \frac{0.0025}{\sqrt{3}} = 0.0015 \text{ kg}$$

5.2.5 合成标准不确定度计算

合成时，由于分辨力导致的不确定度已包含在重复性引入的不确定度分量中，所以 u_1 和 u_2 取数值较大者合成，则

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_3^2} = 0.13 \text{ kg}$$

5.2.6 扩展不确定度 取包含因子 $k=2$ ，则扩展不确定度为

$$U = k \cdot u_c = 0.26 \text{ kg}$$