

# 电子计价秤比对不确定度评定

□李颖

天津市和平区计量检定所

【摘要】本次比对的非自动衡器采用电子计价秤作为传递标准，作为参比单位，依据比对实施方案，完成电子计价秤比对不确定度评定报告，目的是通过比对提升技术机构检定能力。

【关键词】电子计价秤；不确定度评定；灵敏系数

文献标识码：A 文章编号：1003-1870（2025）09-0034-03

## Evaluation of Uncertainty in Comparison of Electronic Pricing Scales

【Abstract】The non-automatic weighing instruments involved in this comparison adopt the electronic pricing scale as the transfer standard and the reference unit. Based on the comparison implementation scheme, the uncertainty evaluation report for the electronic pricing scale comparison is completed. The purpose is to improve the verification ability of technical institutions through comparison.

【Keywords】electronic pricing scale; evaluation of uncertainty; sensitivity coefficient

### 1 概述

测量依据：JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》；JJG 539-2016《数字指示秤》

环境条件：温度27℃、湿度49%RH。

测量标准：M1等级标准砝码组500mg~50g、500mg~200g、500g~2kg、5kg~20kg。

传递标准：电子计价秤；技术指标：准确度等级：Ⅲ级；最大称量：Max = 15 kg；检定分度值： $e = 5 \text{ g}$ ；型号：DS-781；编号：16398917。

测量方法：比对按JJG539-2016《数字指示秤》检定规程的要求对Min、1/2Max、Max称量点进行10次重复性试验，得出重复性误差，并对此3个称量点进行不确定度评定，取包含因子 $k = 2$ 。

### 2 测量模型

$$E = P - m$$

式中： $E$ ——电子计价秤化整前的误差；

$P$ ——电子计价秤化整前的示值；

$m$ ——标准砝码质量值。

### 3 标准不确定度分量的主要来源

输入量 $P$ 测量重复性引入的标准不确定度分量 $u_1$ ；

输入量 $P$ 电子计价秤分辨率引入的不确定度分量 $u_1'$ （与重复性引入的不确定度分量 $u_1$ 取大者）；

标准砝码引入的标准不确定度 $u_2$ 。

3.1 计算由测量重复性引入的不确定度 $u_1$

对Min、1/2Max、Max 3个称量点分别重复称量10次，测得结果见表1。

表1 3个称量点的测量结果

测量次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.1 kg	0.1000	0.0995	0.100	0.0995	0.1000	0.1000	0.0995	0.0995	0.0995	0.0995
7.5 kg	7.5000	7.5000	7.500	7.500	7.5000	7.4995	7.5000	7.5000	7.5000	7.4995
15 kg	15.0000	14.9995	15.0000	15.0000	15.0000	15.0000	14.9995	14.9995	14.9995	14.9995

单次测量实验标准偏差:

$$s(x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (p_i - \bar{p})^2}{n-1}}$$

当被测量估计值由n次重复测量的平均值

得到时, 由重复性引入的标准不确定度分量为

$$s(\bar{x}) = \frac{s(x)}{\sqrt{N}}$$

, 经计算Min、1/2Max、Max 3个称量点的化整前的平均示值、标准偏差、重复性引入的不确定度分量见表2。

表2 化整前平均值、标准偏差、重复性

单位: kg

测量点	0.1 kg	7.5 kg	15 kg
$\bar{x}$	0.0997	7.4999	14.99975
$s(x)$	$2.58 \times 10^{-4}$	$2.11 \times 10^{-4}$	$2.64 \times 10^{-4}$
$s(\bar{x})$	$8.15 \times 10^{-5}$	$6.67 \times 10^{-5}$	$8.35 \times 10^{-5}$

3.2 电子计价秤分辨力引入的标准不确定度分量 $u_1$

被测电子计价秤的分度值为 $e=d=5g$ , 由于使用闪变点法确定化整前示值, 所以 $\delta=0.1d=0.5g$ , 区间半宽 $a=\delta/2$ , 服从均匀分布, 则由电子计价秤分辨力引入的标准不确定度 $u_1 = a / \sqrt{3} = 0.5g \times 0.29 = 0.14g$

3.3 由于输入量P引入的标准不确定度

由重复性引入的不确定度和由分辨力引入的不确定度属于同一种效应导致的不确定度, 因此二者比较取较大的。由3.1、3.2比较由于三个点的重复性引入的不确定度小于分辨力引入的不确定度, 因此 $u_1$ 结果见表3。

表3 由输入量P引入的标准不确定度

测量点	0.1 kg	7.5 kg	15 kg
$u_1$	0.14g	0.14g	0.14g

3.4 标准砝码引入的不确定度分量 $u_2$

比对的目的是对各实验室测量能力的评定, 为了获得更准确、高精度的比对结果, 标准砝码的扩展不确定度U满足 $U \leq \frac{1}{6}MPEV$ , 经计算M1等级标准

砝码满足要求。标准砝码的不确定度 $u_2$ 按均匀分布 $k = \sqrt{3}$ ,  $a = \Delta$ ,  $u_2 = \frac{a}{\sqrt{3}}$ 计算结果见表4。

表4 标准砝码的不确定度

砝码质量 (g)	最大允许误差 $\Delta$ ( $\pm$ mg)	标准不确定度 $u_2$ (g)
100	5	0.0029
500	25	0.014
2000	100	0.058
5000	250	0.14
10000	500	0.29

$m_{7.5} = m_{0.5} + m_2 + m_5$   $m_{15} = m_5 + m_{10}$  由于所有砝码由同一标准器溯源, 因此, 相关 $r=1$ , 由于灵敏系数 $c=1$ ,

$$u_c = \sum_{i=1}^N u(x_i)$$

$u_{7.5} = 0.014g + 0.058g + 0.14g = 0.212g$ ,  $u_{15} = 0.14g + 0.29g = 0.43g$ , 3个点由砝码引入的不确定度分量见表5。

表5 3个称量点由砝码引入的测量不确定度

砝码质量 $m$	标准不确定度 $u_2$
0.1kg	0.0029
7.5kg	0.212g
15kg	0.43g

#### 4 合成标准不确定度计算

各输入量标准不确定度分量不相关,

$$u_c = \sqrt{c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u_2^2}, \text{ 灵敏系数: } c_1 = \frac{\partial E}{\partial p} = 1,$$

$$c_2 = \frac{\partial E}{\partial m} = -1, \text{ } k=2 \text{ 合成标准不确定度见表6( } k \text{ 取2)。$$

表6 3个称量点的合成标准不确定度

单位: g

	$c_1$	$u_1(\text{g})$	$c_2$	$u_2(\text{g})$	$u_{cg}$	$U(\text{g})$
0.1kg	1	0.14	-1	0.0029	0.14	0.28
7.5kg	1	0.14	-1	0.212	0.25	0.50
15kg	1	0.14	-1	0.43	0.45	0.90

#### 参考文献

[1] 国家质检总局. JJF1059.1-2012《测量不确定度的评定与表示》[S].2012.

[2] 国家质检总局. JJG 539-2016《数字指示秤》[S].2016.

[3] 市场监管总局. JJG 99-2022《砝码》[S].2022.

#### 作者简介

李颖, 硕士研究生, 一级注册计量师。现供职于天津市和平区计量检定所。