

# Evaluation of Uncertainty in Measurement Results of Electronic Price Computing Scale

Junqiang He Zurong Chen

China Textile City Inspection and Standardization Research Institute of Heqiao District Shaoxing, Shaoxing, Zhejiang, 312030, China

## Abstract

The electronic pricing scale is the most commonly used measuring instruments in daily life, and is closely related to the Chinese people, as a trade settlement measuring instruments, it is listed in China's directory of measuring instruments for mandatory testing, and mandatory testing, so the electronic pricing scale test is very important. The evaluation and analysis of the measurement uncertainty of the electronic pricing scale can effectively reflect the reliability of the electronic pricing scale test results, providing the necessary technical support for the relevant departments of the legal measurement management.

## Keywords

measurement model; input quantity; evaluation method; synthetic standard uncertainty

# 电子计价秤示值误差测量结果的不确定度评定

何军强 陈祖榕

绍兴市柯桥区中国轻纺城检验检测与标准化研究院, 中国·浙江 绍兴 312030

## 摘要

电子计价秤是日常生活中最常用的、也是与中国老百姓密切相关的计量器具, 它作为贸易结算用计量器具被中国列入强制检定计量器具目录, 并实施强制检定, 所以电子计价秤的检定显得非常重要。通过对电子计价秤测量不确定度的评定和分析, 能有效地反映出电子计价秤的检定结果的可靠程度, 为相关部门进行法制计量管理提供必要的技术支持。

## 关键词

测量模型; 输入量; 评定方法; 合成标准不确定度

## 1 引言

计算不确定度的目的最主要的目的是确定电子计价秤检定结果的可靠程度, 通过电子计价秤示值误差测量结果的不确定度评定, 为电子计价秤检定结果的安全性和可信性提供了技术支撑, 可以避免日常检定工作中可能产生的纠纷。

## 2 概述

### 2.1 测量依据

以 JJG539-2016《数字指示秤》为依据。

### 2.2 环境条件

检定前温度 30℃, 相对湿度 68%; 检定后温度 30℃, 相对湿度 70%。

### 2.3 测量标准

500mg~5kgM<sub>1</sub> 级砝码, 允许误差为 ±(0.8mg~250mg)。

### 2.4 被测对象

中国上海某电子有限公司生产的  $\text{II}$  级电子计价秤, 其检定分度值  $e=5\text{g}$ , 最小称量为 100g。它的最大允许误差, 依据 JJG539-1997《数字指示秤》计量检定规程的规定, 分为三段: 0~500e 允差是  $\pm 0.5e$ ; >500e~2000e 允差是  $\pm 1.0e$ ; >2000e 允差是  $\pm 1.5e$ <sup>[1]</sup>。

### 2.5 测量方法

电子计价秤的测量采用直接比较法。

在电子计价秤上直接加载标准砝码, 通过寻找“闪变点”的方法, 按照公式  $E=P-L=I-L+0.5e-\Delta L$  计算出被测电子计价秤化测量点示值误差。

### 2.6 评定结果的使用

在符合上述条件下, 对 15kg 电子秤的 10kg 秤量点的秤

量示值误差的测量,一般可使用本不确定度的评定结果,对于其他示值和其他规格的电子计价秤的示值误差测量结果的不确定度评定可采用本评定方法<sup>[2]</sup>。

### 3 测量模型

根据 JJG539—2016《数字指示秤》计量检定规程的规定,所以有:

$$E=P-L=I-L+0.5e-\Delta L$$

式中: E——化整前的误差;

P——化整前的示值;

L——载荷;

I——电子计价秤的示值;

$\Delta L$ ——加载至下一个示值所加的附加载荷。

### 4 各输入量的标准不确定度(分量)的评定

#### 4.1 砝码的不确定度评定

4.1.1  $M_1$  等级标准砝码不确定度  $u_1$  采用 B 类方法评定

输入量  $m$  的不确定度可按 OIMLR111 砝码国际建议的约定:

$$U=MPE/\sqrt{3} \quad (k=2=2)$$

查表得到 5kg 的  $M_1$  等级标准砝码最大允许误差是  $\pm 0.25g$ , 其不确定标准度为:

$$u = \frac{0.25g}{\sqrt{3}} = 0.14g$$

因此, 10kg 砝码系 2 个 5kg 砝码叠加使用, 故其标准不确定度为:

$$u_1=2 \times u=2 \times 0.14g=0.28g$$

#### 4.1.2 判别砝码的不确定度 $u_2$ 评定

根据 JJG99-2006《砝码》计量检定规程可以查出  $M_1$  级 500mg 砝码最大允许误差为  $\pm 0.8mg$ , 参照国际建议的规定, 覆盖因子是  $k=2$ ,  $U=MPE/\sqrt{3}$ , 所以 500mg $M_1$  等级判别砝码的扩展不确定度为:

$$U=MPE/\sqrt{3}=0.0008g/\sqrt{3}=0.0005g$$

故 500mg $M_1$  等级判别砝码的标准不确定度为:

$$0.0005g/2=0.0002g$$

### 4.2 输入量 P 的标准不确定度来源

输入量 P 的标准不确定度来源  $u(P)$  主要是电子秤测量重复性、四角偏载误差以及示值随电源电压变化等。

#### 4.2.1 电子秤测量重复性引起的标准不确定度分项 $u(P_1)$ 的评定 (A 类评定方法)

用砝码在重复性条件下对电子秤的 10kg 称量处分别进行 10 次连续测量, 得到测量值 (kg) 分别如表 1 所示。

表 1 砝码在重复性条件下对电子秤的连续测量

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P1	9.9995	9.9990	9.9990	9.9990	9.9995	9.9995	9.9990	9.9995	9.9995	9.9990

$$\bar{P}_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i = 9.9992 \text{ kg}$$

$$s(P) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2}$$

故,  $s(P1)=0.27g$

$$u(P1)=s(P1)=0.27g$$

#### 4.2.2 电子秤的分辨率引起的标准不确定度分项 $u(P_2)$ 的评定

因电子计价秤最小分度值为 5g, 采用闪变点法 (加 0.1e 的小砝码) 确定化整前额示值, 故其变化半宽  $a=0.05e=0.25g$ , 按照均匀分布计算 ( $k$  取  $\sqrt{3}$ ):

$$u(P_2) = \frac{0.25}{\sqrt{3}} g = 0.145g$$

#### 4.2.3 电源电压稳定度引起的标准不确定度分项 $u(P_3)$ 的评定

电源电压在规定条件下变化, 可能会造成示值变化 0.2e, 即:

$$\delta=10g^{[3]}$$

假设半宽度  $a = \frac{\delta}{2} = 0.5g$ , 并且服从均匀分布, 包含因子  $k = \sqrt{3}$  可得:  $u(P_3) = \frac{a}{\sqrt{3}} = 0.5g/\sqrt{3} = 0.29g$

#### 4.2.4 偏载误差引起的标准不确定度 $u(P_4)$ 的评定

电子计价秤进行偏载 (四角) 误差检定时, 选择的是最大称量的三分之一, 针对最大量程为 15kg 的计价秤就是 15kg/3=5kg, 将 5kg $M_1$  等级的标准砝码放在各承重点上时, 如果秤是合格的, 偏载误差的最大值与最小值之差不大于 5g, 半宽  $a=2.5g$ , 而检定测试时严格按照 JJG539-2016《数字指示秤》检定规程的操作, 偏载误差会较小, 假设偏载误差是试验误差的 1/3 且服从均匀分布, 包含因子  $k = \sqrt{3}$ , 则偏载误差的不确定度为:

$$u(P_4) = 2.5g/3\sqrt{3} = 0.48g$$

## 5 合成标准不确定度的评定

### 5.1 标准不确定度汇总

表 2 标准不确定度汇总表

标准不确定度的分量	不确定度来源	标准不确定度
$u_1$	10kgM1 等级标准砝码	0.28g
$u_2$	判别砝码	0.0002g
$u(P_1)$	10kg 时电子秤测量重复性	0.27g
$u(P_2)$	电子秤的分辨率	0.145g
$u(P_3)$	电源电压稳定度	0.29g
$u(P_4)$	偏载(四角)误差	0.48g

### 5.2 合成标准不确定度的计算

出于以上各分项彼此独立不相关, 因此可得:

$$u^2 = u_1^2 + u_2^2 + u^2(P_1) + u^2(P_2) + u^2(P_3) + u^2(P_4)$$

$$u(P) = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u^2(P_1) + u^2(P_2) + u^2(P_3) + u^2(P_4)}$$

故 10kg 时:

$$u_c = \sqrt{0.28^2 + 0.0002^2 + 0.27^2 + 0.145^2 + 0.29^2 + 0.48^2} = 0.70g$$

## 6 扩展不确定度的评定

取:  $k=2$ , 扩展不确定度为:

$$U = k \times u_c = 2 \times 0.70g = 1.40g \text{ (10kg 时)}$$

## 7 测量不确定度的报告与表示

该电子计价秤在 10kg 称量点的测量结果的扩展不确定度为:

$$U=1.4g, k=2$$

## 8 测量结果不确定度评定结果分析

该电子计价秤 10kg 称量点的最大允许误差 MPE 为  $\pm 5.0g$ , 测量结果扩展不确定度为:

$$U=1.4g, U < \frac{MPEV}{3}$$

故该测量结果的扩展不确定度符合要求<sup>[4]</sup>。

### 参考文献

- [1] 全国衡器计量技术委员会. 非自动衡器 [M]. 北京: 中国质检出版社, 2017.
- [2] 费业泰. 误差理论与数据处理 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1981.
- [3] 中华人民共和国国家计量技术规范. JJF1059.1-2012 测量不确定度评定与表示 [S]. 2012.
- [4] 中华人民共和国国家计量检定规程. JJG539-2016 数字指示秤 [S]. 2016.