

# 条码打印计价秤比对示值误差的不确定度分析与评定

□甘肃省计量研究院 孙兆军 赵栋 白天禄

**【摘要】**本文依据JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》计量技术规范,结合计量比对实例,介绍了条码打印计价秤示值误差的不确定度的来源和评定方法,并通过实际测量,对最大称量15kg的条码打印计价秤测量关键点(2.5kg和15kg称量点)的示值误差的不确定度进行评定。本文的研究为同类计量器具的示值误差不确定度评定提供了实际参考。

**【关键词】**条码打印计价秤;示值误差;不确定度;评定

## 引言

条码打印计价秤是数字指示秤的一种,被广泛运用在商场、超市及集贸市场等场所,与居民的生活息息相关,其测量准确与否,直接关系到交易结算的公平性。测量不确定度可以合理表征物体被测量测得值的分散程度,是与测量结果相关的参数,对条码打印计价秤测量结果的不确定度评定,可以降低示值误差给测量结果带来的不确定度。因此在进行条码打印计价秤检定或比对时,需对其示值误差进行不确定度评定。

## 1 基本概述

1.1 测量环境要求:将环境温度控制在 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ ,避免温度变化对评定带来影响。

1.2 测量依据:JJG539-2016《数字指示秤》国家计量检定规程。

1.3 评定依据:JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》。

1.4 被测对象:中准确等级,型号为SCIII100,

最大称量15kg,分度值 $e=5\text{g}$ 的条码打印计价秤。

1.5 测量标准:采用M1等级砝码。

1.6 测量过程:采用直接比较法进行测量。

## 2 数学模型

将标准砝码平稳放置在条码打印计价秤秤盘上,通过条码打印计价秤的示值与标准砝码的标称值进行比较,得出计价秤的示值误差。公式如下:

$$E = I + e/2 - \Delta L - L$$

式中: $E$ ——化整前的误差, g;

$I$ ——示值, kg;

$L$ ——载荷, kg;

$e$ ——检定分度值, g;

$\Delta L$ ——附加砝码, g。

## 3 输入量的标准不确定度分析与计算

在对条码打印计价秤进行测量时,标准砝码、测量重复性、偏载测试、显示分辨率、供电电源影响及电磁场干扰等,都可能影响条码打印计价秤的测量结果。本文在进行条码打印计价秤的不确定度评定时,列举几个主要的误差来源进行分析和计算。

### 3.1 标准砝码引入的标准不确定度 $u_L$

根据JJG99-2006《砝码》检定规程,M1标准砝码2.5kg的 $mpe = \pm 0.125\text{g}$ ,15kg的 $mpe = \pm 0.75\text{g}$ 。在试验过程中仅使用砝码标称值,且服从矩阵分布,其标准不确定度为:

$$u_L = |mpe|/\sqrt{3}$$

式中: $mpe$ ——砝码的最大允许误差

则2.5kg称量点 $u_L = 0.125/\sqrt{3} = 0.07\text{g}$

15kg 称量点  $u_L = 0.75/\sqrt{3} = 0.44\text{g}$ 。

3.2 条码打印计价秤示值测量重复性引入的标准不确定度  $u_p$

按照JJG539—2016《数字指示秤》国家计量检定规程的规定，条码打印计价秤重复性测量需在半量程点（7.5kg 称量点）进行，用标准砝码在重复性条件下对7.5kg 称量点进行10次测量，结果如表1所示，用此数据计算由重复性引入的标准不确定度。

表1 重复性测量结果

试验次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
示值 $I$ (kg)	7.500	7.500	7.500	7.500	7.500	7.500	7.500	7.500	7.500	7.500
附加载荷 $\Delta L$ (g)	3	3	3	3	3	3	3	2.5	3	3
化整前的示值 $P$ (kg)	7.4995	7.4995	7.4995	7.4995	7.4995	7.4995	7.4995	7.500	7.4995	7.4995

计算得： $\bar{P} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i = 7.49955\text{g}$

$$s_p = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2} \approx 0.16\text{g}$$

$$u_p = s_p = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2} \approx 0.16\text{g}$$

3.3 条码打印计价秤显示分辨率引入的标准不确定度  $u_d$

所用条码打印计价秤的实际分度值  $d=5\text{g}$ ，检定分度值  $e=5\text{g}$ ，数字示值的分辨率变为  $0.1e$ ，其分布区间半宽度  $a = 0.1e/2 = 0.25\text{g}$ ，估计为均匀分布，包含因子  $k = \sqrt{3}$ ，可得

$$u_d = 0.1d/2\sqrt{3} = 0.5/2\sqrt{3} = 0.15\text{g}$$

计算公式为：

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

$$u_p = s_p$$

其中： $P_i$ ——秤的化整前示值，kg；  
 $\bar{P}$ ——秤的化整前示值的平均值，kg；  
 $s_p$ ——试验标准偏差。

3.4 条码打印计价秤偏载引入的标准不确定度  $u_e$

依据检定规程的要求，采用1/3最大称量即5kg的标准砝码进行测量，分别放置在1/4秤台面上，测量结果如表2所示。其标准不确定度的计算公式如下：

$$u_e = P |\Delta P_e|_{\max} / 2P_e \sqrt{3}$$

$$\Delta P_e = P_{\text{偏}} - P_{\text{中心}}$$

其中： $P$ ——被校准点的化整前示值，kg；  
 $P_e$ ——偏载试验所用载荷标称值，kg；  
 $P_{\text{偏}}$ ——载荷在不同位置的化整前示值，kg；  
 $P_{\text{中心}}$ ——载荷在中心位置的化整前示值，kg。

表2 偏载试验结果

位置	载荷 $L$ (kg)	示值 $I$ (kg)	附加载荷 $\Delta L$ (g)	$P_{\text{偏}}$ (kg)	$\Delta P_e$ (kg)
	(*)0.05	0.050	2.5	/	/
中心	5	5.000	2.5	5.0000	/
1	5	5.000	2.5	5.0000	0
2	5	5.000	2.5	5.0000	0
3	5	5.000	2.5	5.0000	0
4	5	5.000	3	4.9995	-0.0005

在标准不确定度计算中,  $P=5.000\text{kg}$ ,  $P_e=5.0\text{kg}$

由表3 计算可得:  $|\Delta P_e|_{\max}=0.0005\text{kg}=0.5\text{g}$ , 则:

$$u_e = P|\Delta P_e|_{\max} / 2P_e\sqrt{3} = 0.15\text{g}$$

#### 4 合成标准不确定度的评定

在不确定度评定方法中, 重复性和分辨率引入的标准不确定度取其大者, 根据3.2 和3.3 的计算可得, 取  $u_p=0.16\text{g}$ 。以上标准不确定度与分量相关性无关, 则合成标准不确定度为:

$$u_c = \sqrt{u_L^2 + u_p^2 + u_e^2}$$

在2.5kg 称量点:  $u_c = \sqrt{u_L^2 + u_p^2 + u_e^2} \approx 0.3\text{g}$

在15kg 称量点:  $u_c = \sqrt{u_L^2 + u_p^2 + u_e^2} \approx 0.5\text{g}$

#### 5 扩展不确定度的评定

扩展不确定度  $U$  由合成标准不确定度  $u_c$  乘以包含因子  $k$  得到:

$$U = k u_c, \quad k = 2$$

在2.5kg 称量点:  $U = k u_c = 0.6\text{g}$

在15kg 称量点:  $U = k u_c = 1.0\text{g}$

#### 6 示值误差的不确定度评定与报告

SCII100 型条码打印计价秤, 最大称量15kg, 分度值  $e=5\text{g}$ 。对其2.5kg 称量点和15kg 称量点的不确定度计算如表3 所示。

表3 不确定度评定结果

标准不确定度(g)		$u_L$	$u_p$	$u_d$	$u_e$	$u_c$	$U (k=2)$
称量点(kg)							
2.5	加载试验	0.073	0.16	0.15	0.15	0.3	0.6
	卸载试验	0.073	0.16	0.15	0.15	0.3	0.6
15	加载试验	0.44	0.16	0.15	0.15	0.5	1.0

条码打印计价秤2.5kg 的称量点上, 测量结果为  $(2500.0 \pm 0.6)\text{g}$ ,  $k=2$ ; 15kg 的称量点上, 测量结果为  $(15000.0 \pm 1.0)\text{g}$ ,  $k=2$ 。

#### 7 比对总结与分析

条码打印计价秤比对一般采取固定地点比对方式, 由主导实验室对各参比实验室的测量结果及不确定度进行比对结果分析和判定, 用归一化偏差  $E_n$  值的大小评价各参比实验室给出的比对结果,  $|E_n| \leq 1$  结果满意,  $|E_n| > 1$  结果不满意。若比对结果出现偏差, 很大可能是由于比对过程中人员操作引起的, 没有完全按照规程规范的要求严格操作, 同时也存在标准器在携带和使用过程中出现了性能不稳定因素。

本文以SCII100 型条码打印计价秤为例, 研究了其测量示值误差的不确定度的评定方法, 并对示值误差的标准不确定度分量进行了分析及计算, 同

时进行了合成标准不确定度评定与数据处理, 本研究为同类器具的不确定度评定和数据处理提供了参考, 同时为条码打印计价秤的比对工作提供了技术帮助。

#### 参考文献

- [1] 刘伟等. JJG539—2016, 数字指示秤检定规程[S], 北京: 中国质检出版社, 2016.
- [2] 叶德培等. JJF1059.1—2012, 测量不确定度评定与表示[S], 北京: 中国质检出版社, 2012.
- [3] 王娜. 数字指示秤的不确定度评定[J]. 衡器, 2018(4):41-43.

**作者简介:** 孙兆军, 男, 硕士研究生学历, 助理工程师, 现供职于甘肃省计量研究院, 主要研究方向: 衡器计量、称重技术。