垃圾智能回收静态称重系统测量结果的不确定度评定

□李东岳[1]　温涵童[2]

1. 辽宁省计量科学研究院　2. 沈阳市市场监管事务服务中心

【摘　要】垃圾智能回收静态称重系统是适用于安装在垃圾投放点的静态称量（衡器）系统，涵盖可回收物、有害垃圾等分类桶站类计量器具。本文依据JJF 1059-2012《测量不确定度评定与表示》，对垃圾智能回收静态称重系统测量结果的不确定度进行分析、讨论，并结合实例分析提出了垃圾智能回收静态称重系统测量结果不确定度的评定方法，进而对每一步的评定方法进行了必要的说明。

【关键词】垃圾智能回收静态称重系统；测量结果；不确定度评定

文献标识码：A　　**文章编号：**1003-1870（2026）07-0040-02

Uncertainty Evaluation on Measurement Results of the Intelligent Waste Recycling Static Weighing System

【Abstract】The intelligent waste recycling static weighing system is a static weighing (weighing instrument) system that can be installed at waste disposal points, covering classification bin-station measuring instruments for recyclables and hazardous waste. In this paper, the uncertainty of measurement results of the intelligent waste recycling static weighing system is analyzed and discussed based on JJF1059-2012 "Evaluation and Expression of Uncertainty in Measurement". Furthermore, an example is used to propose an evaluation method for the uncertainty of measurement results of the intelligent waste recycling static weighing system, and the necessary explanations for each step of the evaluation method are provided.

【Keywords】intelligent waste recycling static weighing system; measurement results; uncertainty evaluation

1　概述

检测垃圾智能回收静态称重系统的计量性能，根据试验测量的结果，并依据JJF 1059–2012《测量不确定度评定与表示》对称重装置的测量结果进行不确定度评定。

2　测量模型和灵敏系数

测量对象：垃圾智能回收静态称重系统，最大秤量为5t，分度值2kg。

测量环境条件：温度0 ~40℃，校准期间温度变化应不大于5℃/h；相对湿度≤85%RH。

测量过程：在规定的条件下用砝码对该称重系统进行3 次连续测量，采用“闪变点”法确定化整前的误差。

标准器：M1 等级砝码单个20kg，共250 个，M1 等级附加砝码单个200g，共20 个。

建立测量模型：

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

式中：

E——化整前示值误差；

P——化整前的示值；

I——称重系统示值；

d——分度值；

ΔL——附加砝码质量值；

L——标准砝码质量值；

3 不确定度来源

不确定度分量由称重系统示值引入的标准不确定度分量$u(I)$，测量重复性引入的标准不确定度分量$u_1(I)$，由分辨力引入的标准不确定度分量$u_2(I)$，由标准砝码引入的不确定度分量$u(L)$组成。

4 标准不确定度分量计算

4.1 由示值引入的标准不确定度分量$u(I)$的评定

4.1.1 由测量重复性引入的标准不确定度分量$u_1(I)$的评定

采用A类评定方法，用标准砝码在重复性条件下对该称重系统进行3次连续测量，采用“闪变点”法得到实测值的测量列：

（a）1t（500d）时:1000.2kg，1000.0 kg，1000.0 kg，极差R=(1000.2 −1000.0)=0.2kg，服从正态分布，则单次测量结果的实验标准偏差s:

$$s=\frac{R}{C}=\frac{0.2}{1.69}=0.118\text{kg}$$

实际测量中仅测量1次，因此$u_1(I_1)$=0.118kg。

（b）5t（Max）时：5000.4kg，5000.2kg，5000.0 kg，极差R=(5000.4−5000.0)=0.4kg，估计服从正态分布，则单次测量结果的实验标准偏差s:

$$s=\frac{R}{C}=\frac{0.4}{1.69}=0.237\text{kg}$$

实际测量中仅测量1次，因此$u_1(I_5)$=0.237kg。

4.1.2 由分辨力引入的标准不确定度分量$u_2(I)$的评定

该称重系统的分度值为2kg，半宽a=1kg，服从均匀分布，分布因子$k=\sqrt{3}$，示值误差测试是通过逐个添加0.1d附加砝码，采用找“闪变点”的方法确定，因此：

$$u_2(I)=\frac{0.2}{2\sqrt{3}}=0.0578\text{kg}$$

4.1.3 合成标准不确定度$u(I)$的评定

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，因此在$u_1(I)$和$u_2(I)$中取较大者，所以略去$u_2(I)$，取$u_1(I)$得：

（a）1t（500d）时：　$u_1(I_1)$=0.118kg

（b）5t（Max）时:　$u_1(I_5)$=0.237kg

4.2 由标准砝码引入的不确定度分量$u(L)$的评定

根据JJG 99−2022砝码检定规程中M1等级1t标准砝码的允差为g，对应1t，5t，质量最大允许误差分别为：±0.05kg，±0.25kg服从均匀分布，分布因子$k=\sqrt{3}$，因此：

（a）1t（500d）时：　$u(L_1)=\frac{0.05}{\sqrt{3}}=0.029\text{kg}$

（b）5t（Max）时:　$u(L_5)=\frac{0.25}{\sqrt{3}}=0.144\text{kg}$

5 合成标准不确定度

各输入量彼此独立，合成不确定度为：

$$u_c(E)=\sqrt{[|c_1|u(I)]^2+[|c_2|u(L)]^2}$$

（a）1t（500d）时：$u_c(E_1)=\sqrt{0.118^2+0.029^2}=0.12\text{kg}$

（b）5t（Max）时:$u_c(E_5)=\sqrt{0.237^2+0.144^2}=0.28\text{kg}$

6 扩展不确定度计算

取包含因子k=2，则扩展不确定度为：

$$U_E=ku_c(E)$$

（a）1t（500e）时：$U_E=ku_c(E_1)$=0.24kg

（b）5t（Max）时：$U_E=ku_c(E_5)$= 0.56kg

参考文献

[1] 钟瑞麟.JJG 99−2022 砝码检定规程[S]. 北京；中国计量出版社, 2022.

[2] 刘伟, 池辉, 陆品, 赵力军. JJG 539−2016 数字指示秤检定规程[S]. 北京: 中国质检出版社, 2016.

[3] 叶德培等. JJF 1059.1−2012 测量不确定度评定与表示[S]. 北京: 中国质检出版社, 2013.

作者简介

李东岳（1983—），男，高级工程师，硕士研究生。从事衡器、质量计量研究工作。