

ICS 17.100
CCS N 10

T/CSMT

团体标准

T/CSMT-YB00X-2026

垃圾智能分类非连续累计静态称量系统 校准规范

Calibration Specification for Intelligent Garbage Classification Discontinuous
Cumulative Static Weighing System

(征求意见稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国计量测试学会 发布

目 次

前 言	II
引 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 计量单位	2
5 概述	2
6 计量特性	3
6.1 示值误差	3
6.2 重复性	3
6.3 累计称量误差	3
7. 校准条件	3
7.1 环境条件	3
7.2 测量标准及其他设备	3
8. 校准项目和校准方法	3
8.1 校准项目	3
8.2 校准方法	3
9. 校准结果表达	6
10. 复校时间间隔	6
附录 A 校准记录推荐格式（资料性）	7
附录 B 校准证书内页推荐格式（资料性）	8
附录 C 校准结果的不确定度评定（规范性）	9
附录 D 校准结果的不确定度评定示例	12

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国计量测试学会质量计量测试专业委员会提出。

本文件由中国计量测试学会归口。

本文件起草单位：辽宁省计量科学研究所、四川奇石缘科技股份有限公司、泰安市泰山鼎峰衡器有限公司、福州威普物联科技有限公司、天津华测检测认证有限公司、辽宁因泰立电子信息有限公司、中航电测仪器(西安)有限公司、黑龙江省计量检定测试研究院、宁夏计量质量检验检测研究院、中国计量测试学会。

本文件主要起草人：李东岳、汤世友、杨仕刚、张天照、耿云亮、李丰、苑勇敢、裴春雷、周立华、张佳楠。

引 言

垃圾智能分类非连续累计静态称量系统是一种集智能分类、称重技术、数据采集与传输于一体的多功能衡器类计量系统，该系统通过对多批次的垃圾进行分门别类和静态称量，并自动累计各类垃圾的总质量，从而实现数据的准确采集与传输。该称量系统的应用不仅提升了垃圾分类的精细化与智能化水平，也是构建“计量准确、数据驱动、激励有效”的现代垃圾管理体系的关键环节。

作为一种型式特殊的专用计量器具，其量值的准确性和可靠性直接影响其测量结果，然而，目前尚缺乏适用于该类称量系统的校准技术规范 and 计量性能评价标准。因此，制定垃圾智能分类非连续累计静态称量系统校准规范，旨在确保其量值的准确和可靠，并将其溯源至国际单位制(SI)。

垃圾智能分类非连续累计静态称量系统校准规范

1 范围

本文件规定了垃圾智能分类非连续累计静态称量系统的术语和定义、计量特性、校准条件、校准项目、校准方法和校准结果。

本文件适用于最大称量不大于 100 kg 的垃圾智能分类非连续累计静态称量系统的校准。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

JJG 99 砝码

JJG 539 数字指示秤

JJF 1181 衡器计量名词术语及定义

3 术语和定义

JJF 1181《衡器计量名词术语及定义》界定的及以下术语和定义适用于本规范。

3.1 文件

3.1.1

非连续累计 discontinuous cumulative

把物料分成独立的批次，依次称量后计算所有批次物料的总质量。

3.1.2

静态称量 static weighing

称量时，被称载荷与衡器承载器没有相对运动。静态称量总是非连续的称量。

[来源：JJF 1181—2007，3.6.3.1]

3.1.3

非连续累计静态称量系统 discontinuous cumulative static weighing system

是一种对独立批次的物料进行单次测量并计算所有批次物料的总质量、与数据管理单元组合起来以执行特定物料称量的设备。

3.1.4

固定式电子衡器 fixed location electronic instrument

按照设计要求必须在使用位置固定安装，并不准备或不能够从安装位置上移动的电子衡器。

[来源：JJF 1181—2007，4.3.4.1，有修改]

3.1.5

最大称量(Max) maximum capacity(Max)

不计添加皮重时的最大称量能力。

[来源：JJF 1181-2007，6.1.1]

3.1.6

最小称量(Min) minimum capacity(Min)

小于该载荷值时，会使称量结果产生过大误差。该载荷值称为最小称量。

[来源：JJF 1181-2007，6.1.2，有修改]

3.1.7

示值误差 error of weighing indication

衡器的称量示值与约定质量之差。

[来源：JJF 1181-2007，8.5.1]

3.1.8

累计称量误差 error of weighing cumulation

在非连续累计静态称量过程中，对同一物体进行多次称量，将数据累计得到的示值与相应标准砝码载荷值之差。

4 计量单位

垃圾智能分类非连续累计静态称量系统使用的计量单位应为法定计量单位，包括：千克(kg)、克(g)。

5 概述

5.1 原理

垃圾智能分类非连续累计静态称量系统(以下简称“称量系统”)属于非自动衡器的一种型式。当垃圾被置于其承载器上时，称重传感器将重力称量结果转换为电信号，通过 A/D 模数转换数据处理装置进行处理及计算，由指示装置显示称量结果并传输至数据管理平台。

5.2 结构

主要由分类称重单元和数据管理单元构成，其分类称重单元结构由垃圾桶、承载器、称重传感

器、称重支架、称重控制单元等基础构件组成，数据管理单元由称量显示部分与人机交互单元显示及储存称量结果。

5.3 用途

称量系统主要用于垃圾分类回收、垃圾转运、固废管理、再生资源回收等工作。

6 计量特性

6.1 示值误差

6.2 重复性

6.3 累计称量误差

不超过 $\pm 1.0\%$ 。

7 校准条件

7.1 环境条件

7.1.1 环境温度： $0^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ ，校准期间温度变化应不大于 5°C 。

7.1.2 相对湿度：不大于85%。

7.1.3 校准时不应有影响校准结果的机械振动和电磁干扰等。

7.2 测量标准及其他设备

7.2.1 标准砝码

7.2.1.1 标准砝码应符合JJG 99中 M_1 等级砝码的计量要求。

7.2.1.2 标准砝码的数量应满足称量系统测量范围的要求。

7.2.1.3 具备闪变点法化整误差消除所用的附加砝码。

8 校准项目和校准方法

8.1 校准项目

8.1.1 示值误差；

8.1.2 重复性；

8.1.3 累计称量误差。

8.2 校准方法

8.2.1 校准前的准备

8.2.1.1 预热

称量系统应通电预热，预热时间一般不少于30min。也可按用户或产品要求进行预热。

8.2.1.2 预加载荷

称量系统应预加一次载荷至最大称量。

8.2.2 零点跟踪

校准期间，可以关闭零点跟踪装置；或者在开始校准前加放一定量(如：10 d)的砝码使称量系统示值超出零点跟踪工作范围。

8.2.3 称量示值误差

选取最小称量、25%最大称量、50%最大称量、75%最大称量和接近最大称量的载荷点，或者依据用户指定的载荷点。如果称量系统具备扩展指示装置，可用此装置确定化整前的误差，见公式(1)：

$$E = I - L \quad (1)$$

式中：

I ——称量系统的示值，kg、g；

L ——试验载荷，kg、g。

对于不具备扩展指示装置的称量系统，应采用闪变点法确定化整前的示值，其方法如下：

在称量系统上加载载荷 m ，记录其示值为 I ，连续加载相当于 $0.1d$ 的附加砝码，直至称量系统的示值明显地增加一个 d ，变成 $(I+d)$ 。此时，加载至承载器上的附加砝码为 ΔL ，可用下述公式得到称量系统化整前的示值 P ，见公式(2)：

$$P = I + 0.5d - \Delta L \quad (2)$$

式中：

P ——化整前的示值，kg、g；

I ——称量系统的示值，kg、g；

d ——分度值，g；

ΔL ——附加砝码的载荷值，kg、g。

按照公式(3)计算化整前的误差 E ：

$$E = P - L = I + 0.5d - \Delta L - L \quad (3)$$

式中：

E ——化整前的误差，kg、g；

L ——试验载荷，kg、g。

8.2.4 重复性

8.2.4.1 校准通常选取约为最大称量 50%的载荷点，也可依据常用载荷点或客户指定载荷点进行。将标准砝码放置于承载器上，待示值稳定后读取称量系统示值，重复测量 3 次，3 次称量误差的最大差值作为其重复性测量结果。

8.2.4.2 在每次称量时，应重新置零。

8.2.4.3 数据处理:

按照公式(3)计算单次称量的示值误差,按照公式(4)计算重复性。

$$E_R = E_{\max} - E_{\min} \quad (4)$$

式中:

E_R ——重复性, kg、g;

E_{\max} ——3次示值误差的最大值, kg、g;

E_{\min} ——3次示值误差的最小值, kg、g。

8.2.5 累计称量误差

8.2.5.1 建议载荷点均匀覆盖全量程,应包括最小称量,随后以20%最大称量逐级加载,直至接近最大称量。

8.2.5.2 在称量系统空载(空桶)状态下按置零键,依据选择载荷点进行,将第一组载荷(最小称量) M_1 置入料桶,待示值稳定后,记录示值 I_1 及单次累计称量示值 F_1 ;保持载荷不卸载,继续施加第二组载荷(20%最大称量) M_2 ,稳定后记录示值 I_2 和单次累计称量示值 F_2 。

按上述步骤持续加载,直至施加第 i 次载荷后,载荷质量 M_j 累计达到或接近满载或额定质量,记录累计称量示值 L_i 、对应单次示值 I_j 与总累计称量示值 F_i 。

累计载荷值按公式(5)计算:

$$L_i = \sum_{j=1}^n M_j \quad (5)$$

式中:

L_i ——第 i 次的累计载荷值, kg、g;

M_j ——第 j 次的载荷值, kg、g;

i, j ——1, 2, 3... n 。

累计称量示值按公式(6)计算:

$$F_i = \sum_{j=1}^n I_j \quad (6)$$

式中:

F_i ——第 i 次的累计称量示值, kg、g;

I_j ——第 j 次的单次称量示值, kg、g;

i, j ——1, 2, 3... n 。

累计称量误差,按公式(7)计算:

$$E_i = \frac{F_i - L_i}{L_i} \times 100\% \quad (7)$$

式中：

E_i ——第 i 次加载时的累计示值误差，kg、g。

8.2.5.3 累计称量误差应符合 6.3 的要求。

9 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反映。校准证书应至少包括以下信息：

- a) 标题：“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点；
- d) 证书的唯一性标识(如编号)，每页及总页数的标识；
- e) 客户的名称和地址；
- f) 被校对象的描述和明确标识；
- g) 进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；
- h) 如果与校准结果的有效性应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；
- i) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- k) 校准环境的描述；
- l) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- m) 对校准规范的偏离的说明；
- n) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；
- o) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

10 复校时间间隔

复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定的，因此，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。建议复校时间间隔最长不超过 1 年。

附录 A
(资料性)
校准记录推荐格式

A.1 被校仪器信息

被校单位名称			
被校单位地址			
设备名称		型号/规格	
最大称量(Max)		最小称量(Min)	
实际分度值(d)		出厂编号	
生产厂家			
校准依据	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》		
校准地点		校准日期	
温度		相对湿度	
校准人员		核验人员	

A.2 标准装置及标准器信息

名称	证书号/有效期	测量范围	准确度等级/不确定度/最大允许误差
标准砝码			

A.3 示值误差

序号	载荷 L_i ()	示值 I_i ()	附加载荷 ΔL_i ()	示值误差 E_i ()	扩展不确定度 $U(k=2)$
1	*			*	
2					
3					
4					
5					
6					

A.4 重复性

序号	载荷 L_i ()	示值 I_i ()	附加载荷 ΔL_i ()	称量误差 E_i ()	重复性 E_R ()
1					

A.5 累计称量误差

序号	累计载荷值 M_i ()	累计称量示值 I_i ()	累计称量误差 E_i ()
1			
2			
3			
...			
i			

附录 B

(资料性)

校准证书内页推荐格式

证书编号: XXXXX

实验室资质:				
依据的技术规范: 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》				
校准环境条件及地点:				
温度		地点		
相对湿度		其他		
校准使用的计量标准装置:				
名称	测量范围	准确度等级/不确定度/最大允许误差	证书编号/校准机构	证书有效期至

校准结果

Max =				
Min =				
$d =$				
示值误差:				
序号	载荷值	称量示值	示值误差	$U(k=2)$
重复性:				
累计称量误差:				

附录 C

(规范性)

校准结果的不确定度评定

C.1 概述

C.1.1 测量对象：垃圾智能分类非连续累计静态称量系统。

C.1.2 测量标准：标准砝码。

C.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》。

C.1.4 环境条件：0°C~40°C，校准期间温度变化应不大于 5°C；相对湿度：≤85%

C.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。

C.2 测量模型

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：

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

式中：

E ——化整前的误差，kg、g；

P ——化整前的示值，kg、g；

I ——称量系统的示值，kg、g；

L ——试验载荷，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：

$$E=I-L$$

C.3 灵敏系数

$$u_c^2=c_1^2u^2(I)+c_2^2u^2(L)$$

I 的灵敏系数：

$$c_1=\frac{\partial E}{\partial I}=1$$

L 的灵敏系数：

$$c_2=\frac{\partial E}{\partial L}=-1$$

$$u_c^2=u^2(I)+u^2(L)$$

C.4 不确定度来源

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 。

C.5 标准不确定度分量计算

C.5.1 重复性测量引入的标准不确定度 u_1

$$u_1 = \frac{E_R}{C}$$

式中：

E_R ——重复性，kg、g；

C ——极差系数。

C.5.2 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 ：

$$u_2 = \frac{0.1d}{2\sqrt{3}} = 0.029d$$

C.5.3 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：

$$u_3 = \frac{|MPE|}{\sqrt{3}}$$

C.6 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：

$$u_c = \sqrt{(c_1 u_1)^2 + (c_1 u_2)^2 + (c_2 u_3)^2} \quad (C.10)$$

C.7 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则扩展不确定度为：

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

附录 D

校准结果的不确定度评定示例

D.1 概述

D.1.1 校准对象：以最大秤量为 100 kg，分度值 20 g 的垃圾智能分类非连续累计静态称量系统为校准对象，进行测量不确定度评定。

D.1.2 标准器：M₁ 等级砝码。

D.1.3 评定依据：依据 T/CSMT-YB00*—XXXX 《垃圾智能分类非连续累计静态称量系统》校准规范进行不确定度评定。

D.1.4 环境条件：温度 0°C~40°C，校准期间温度变化应不大于 5°C；相对湿度≤85%。

D.1.5 校准过程：在规定的条件下用砝码对该称量系统进行 3 次连续测量，采用闪变点法确定化整前的误差。

D.2 测量模型

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

式中：

E ——化整前的示值误差；

P ——化整前的示值；

I ——称量系统的示值；

d ——分度值；

ΔL ——附加砝码的载荷值；

L ——试验载荷；

D.3 不确定度来源

D.3.1 由称量系统示值引入的标准不确定度分量 $u(I)$ ；

D.3.1.1 由测量重复性引入的标准不确定度分量 $u_1(I)$ ；

D.3.1.2 由称量系统分辨力引入的标准不确定度分量 $u_2(I)$ ；

D.3.2 由标准砝码引入的不确定度分量 $u(L)$ 。

D.4 标准不确定度分量计算

D.4.1 由称量系统示值引入的标准不确定度分量 $u(I)$ 的评定

D.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量系统进行 3 次连续测量，采用闪变点法得到实测值的测量列：

(a)50 kg(1/2 Max)时：

50.002 kg, 50.002 kg, 50.004 kg, 极差 $R=(50.004-50.002)=2$ g, 服从正态分布，则单次测量结

果的实验标准偏差 s :

$$s = \frac{R}{C} = \frac{2}{1.69} = 1.18 \text{ g}$$

实际测量中仅测量 1 次, 因此 $u_1(I_{50}) = 1.18 \text{ g}$ 。

(b) 100 kg(Max)时:

100.004 kg, 100.002 kg, 100.006 kg, 极差 $R = (100.006 - 100.002) = 4 \text{ g}$, 估计服从正态分布, 则单次测量结果的实验标准偏差 s :

$$s = \frac{R}{C} = \frac{4}{1.69} = 2.37 \text{ g}$$

实际测量中仅测量 1 次, 因此 $u_1(I_{100}) = 2.37 \text{ g}$ 。

D.4.1.2 由称量系统分辨力引入的标准不确定度分量 $u_2(I)$ 的评定

该称量系统的分度值为 20 g, 半宽 $a = 10 \text{ g}$, 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

$$u_2(I) = \frac{10}{10\sqrt{3}} = 0.58 \text{ g}$$

D.4.1.3 合成标准不确定度 $u(I)$ 的评定

由于称量系统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, 略去 $u_2(I)$ 得:

$$(a) 50 \text{ kg}(1/2\text{Max}) \text{ 时: } u_1(I_{50}) = 1.18 \text{ g}$$

$$(b) 100 \text{ kg}(\text{Max}) \text{ 时: } u_1(I_{100}) = 2.37 \text{ g}$$

D.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 中 M_1 等级 100 kg 标准砝码的允差为 $\pm 5 \text{ g}$, 对应 50 kg, 100 kg, 质量最大允许误差分别为: $\pm 2.5 \text{ g}$, $\pm 5 \text{ g}$ 服从均匀分布, 分布因子 $k = \sqrt{3}$, 因此:

$$(a) 50 \text{ kg}(1/2\text{Max}) \text{ 时: } u(L_{50}) = \frac{2.5}{\sqrt{3}} = 1.44 \text{ g}$$

$$(b) 100 \text{ kg}(\text{Max}) \text{ 时: } u(L_{100}) = \frac{5}{\sqrt{3}} = 2.89 \text{ g}$$

D.5 合成标准不确定度

各输入量彼此独立, 合成不确定度为: $u_c(E) = \sqrt{[c_1 u(I)]^2 + [c_2 u(L)]^2}$

$$(a) 50 \text{ kg}(1/2\text{Max}) \text{ 时: } u_c(E_{50}) = \sqrt{1.18^2 + 1.44^2} = 1.86 \text{ g}$$

$$(b) 100 \text{ kg}(\text{Max}) \text{ 时: } u_c(E_{100}) = \sqrt{2.37^2 + 2.89^2} = 3.74 \text{ g}$$

D.6 扩展不确定度

取包含因子 $k = 2$, 则扩展不确定度为: $U_E = k u_c(E)$

$$(a) 50 \text{ kg}(1/2 \text{ Max}) \text{ 时: } U_E = k u_c(E_{50}) = 3.72 \text{ g}$$

$$(b) 100 \text{ kg}(\text{Max}) \text{ 时: } U_E = k u_c(E_{100}) = 7.48 \text{ g}$$

参考文献

JJF 1181-2007 衡器计量名词术语及定义
