

ICS 17.100
CCS N 10

T
团 体 标 准
T/CSMT-YB00X-2026

悬挂式静态单轨秤校准规范

Calibration specification for suspended static monorail weighing instrument

(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	III
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 称量示值误差	3
6.2 重复性	5
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	5
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：黑龙江省计量检定测试研究院、泰安市泰山鼎峰衡器有限公司、天津华北衡器有限公司、黑龙江精士达称重科技有限公司、云南省计量测试技术研究院、福建王宫科技有限公司、福建威普物联网有限公司、天津华测检测认证有限公司、包头申大机械制造有限公司、宁夏计量质量检验检测研究院、常州富月砝码有限公司、中国计量测试学会。

本文件主要起草人：裴春雷、杨仕刚、毕伟、于浩洋、陈家琦、陈启贵、张天照、耿云亮、尹泽堃、周立华、贺志敏、程文、张佳楠。

引　　言

随着人民生活质量的日益提高和质量强国战略的深入推进，人民对食品及其它物品的精准计量已成为生产管理体系和建设美好生活的核心基础。悬挂式静态单轨秤作为屠宰肉联、食品加工、仓储物流等悬挂式输送场景的数字化转型关键计量设备，其依托悬挂安装结构、单轨运行导向及静态称重模式，可实现特定场景下货物的高效计量，其量值准确性直接影响企业生产效益、成本核算统计及财政补贴分配的公平性。

本文件旨在建立科学统一的校准技术规范，解决该类设备因具有场景适配性（悬挂式输送匹配）、非连续性（离散式静态称重）、人工辅助性（部分操作需人工干预）及智能集成性（嵌入式数据采集处理）等情况导致的差异。确保悬挂式静态单轨秤校准的科学性和可操作性，保障校准结果的准确性和一致性。

悬挂式静态单轨秤校准规范

1 范围

本文件规定了悬挂式静态单轨秤的计量特性、校准条件、校准项目、校准方法和校准结果。

本文件适用于固定安装的悬挂式静态单轨秤的校准。

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

3 术语和定义

JJF 1181界定的及以下术语适用于本文件。

3.1

悬挂式静态单轨秤 suspended static monorail weighing instrument

一种固定安装在设备机架上的，可对悬挂于单轨结构上的物体进行静态称量的非自动衡器。

3.2

最大秤量 (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]。

3.3

最小秤量 (Min) minimum capacity (Min)

小于该载荷值时，会使称量结果产生过大相对误差，该载荷值称为最小秤量。

[来源：JJF 1181-2007，6.1.2]。

3.4

称量范围 weighing range

最小秤量与最大秤量之间的范围。

[来源：JJF 1181-2007，6.1.7]。

3.5

重复性 repeatability

在重复性条件下，以实际一致的方法将同一载荷多次地放置到承载器上，衡器提供相互一致的结果的能力。

[来源：JJF 1181-2007，7.16]。

3.6

辅助承载器 auxiliary load carrier

悬挂式静态单轨秤用来放置载荷以实现称重计量的装置。

4 计量单位

悬挂式静态单轨秤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

将被称物体置于悬挂式静态单轨秤（以下简称单轨秤）的承载器上，将质量转换为电信号，再通过 A/D 转换数据处理装置处理及计算，由指示装置显示或打印出称量结果。

5.2 结构

主要由原设备机架、称重传感器、单轨承载器和称重显示仪表等部件组成。其结构如图 1 所示：

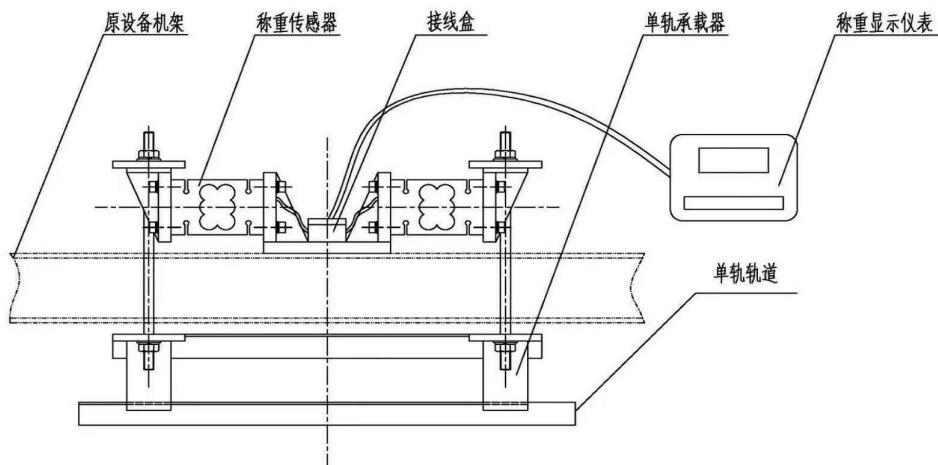


图 1 单轨秤结构示意图

5.3 用途

主要用于各种肉类屠宰加工、机械装备制造、仓储物流和化工等行业的悬挂式物体的称重计量。

6 计量特性

6.1 称量示值误差

单轨秤任何单次测量的示值与砝码约定质量之差。

6.2 载荷在不同位置误差

同一载荷，在规定的不同悬挂位置下进行称量时得到结果的最大值与最小值之差。

6.3 重复性

重复性条件下，同一载荷多次测量结果之间的差值。

7 校准条件

7.1 环境条件

7.1.1 温度

一般为 0°C~40°C，校准期间温度变化不应大于 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 中不低于 M₁ 等级的计量要求。

7.2.1.2 标准砝码的数量应满足单轨秤测量范围的要求。

7.2.1.3 具备符合化整误差消除所用闪变点法使用的附加标准砝码。

7.2.2 辅助承载器

其质量不应小于单轨秤的最小秤量，不应大于单轨秤的最大除皮秤量。

8 校准项目和校准方法

8.1 校准项目

8.1.1 称量示值误差。

8.1.2 载荷在不同位置误差。

8.1.3 重复性。

8.2 校准方法

8.2.1 校准前的准备

a) 开机预热，预热时间一般不少于 30 min，也可按照制造厂商规定的预热时间进行预热；

b) 预加载一次载荷至接近最大秤量。

8.2.2 每项校准结束后，在进行下一项校准前，应有必要的恢复时间。

8.2.3 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（ $10 d$ ）的砝码使单轨秤超出零点跟踪工作范围。

8.2.4 称量示值误差

建议在校准的秤量范围内选取 $1/4\text{Max}$ 、 $1/2\text{Max}$ 、 $3/4\text{Max}$ 、接近 Max 校准点，或者根据用户指定的校准点。

如果单轨秤具有扩展指示装置，可用此装置按照公式（1）来确定化整误差。

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

式中：

P ——化整前的示值，kg、g；

I ——示值，kg、g；

如果单轨秤不具有扩展指示装置，利用闪变点法确定其化整前的示值，其方法如下：

对于辅助承载器上某一载荷 L ，记录单轨秤示值 I 。连续加放 $0.1d$ 的附加标准砝码，直至单轨秤的示值明显地增加一个分度值，变为 $(I+d)$ 。此时，加放至辅助承载器上的附加标准砝码为 ΔL ，记录附加标准砝码的质量 ΔL 。按照公式（2）计算单轨秤化整前的示值 P ：

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

式中：

P ——化整前的示值，kg、g；

I ——示值，kg、g；

ΔL ——附加砝码质量，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 ——载荷，kg、g。

8.2.5 载荷在不同位置误差

将 $1/3$ 最大秤量的载荷，在不改变称量工况和设备结构的前提下，分别悬挂在标称称量位置、标称称量位置前移至称量区域 $1/3$ 位置、标称称量位置后移至称量区域 $1/3$ 位置（各挂点位置的偏移范围应符合设备设计或使用说明的允许范围），称量区域位置见图 2，分别记录示值 I_i ，按公式（4）计算载荷在不同位置误差：

$$E_p=I_{\max}-I_{\min} \quad (4)$$

式中：

E_P —— 载荷在不同位置误差。

I_{\max} —— 各称量位置称量示值中的最大值；

I_{\min} —— 各称量位置称量示值中的最小值；

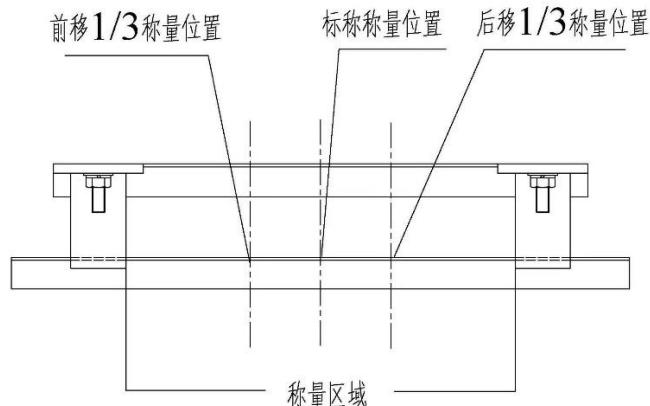


图 2 单轨秤称量区域示意图

8.2.6 重复性

8.2.6.1 在重复性条件下，将 50%最大秤量的载荷置于辅助承载器上，至少进行 3 次重复测量，读数应在每次加载后和卸载后示值达到静态稳定时进行，并记录单轨秤的示值。

8.2.6.2 在每次称量时，零点应重新置零。

按照公式（1）和公式（3）计算每次称量结果的示值误差。

重复性 E_R 用公式（5）计算：

$$E_R = E_{\max} - E_{\min} \quad (5)$$

式中：

E_R —— 重复性，kg、g；

E_{\max} —— 多次示值误差的最大值，kg、g；

E_{\min} —— 多次示值误差的最小值，kg、g；

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

记录编号: XXXXX

被校单位名称					
被校单位地址					
设备名称			型号 / 规格		
最大秤量 (Max)		最小秤量 (Min)			
实际分度值 (d)		出厂编号			
生产厂家					
校准依据	T/CSMT-YB00X-2026 《悬挂式静态单轨秤校准规范》				
校准地点		校准日期			
温度		相对湿度			
校准人员		核验人员			
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		
称量示值误差:		零点跟踪: 运行 <input type="checkbox"/> 不运行 <input type="checkbox"/> 超出工作范围 <input type="checkbox"/>	计量单位:		
载荷 L	示值	附加载荷 ΔL	示值误差 E		
载荷在不同位置误差:		零点跟踪: 运行 <input type="checkbox"/> 不运行 <input type="checkbox"/> 超出工作范围 <input type="checkbox"/>	计量单位:		
加载位置	载荷	示值	载荷在不同位置误差 E_p		
重复性 计量单位:					
序号	载荷 L	示值 I	附加载荷 ΔL	误差 E	重复性 E_R
1					
2					
3					

附录 B

(资料性)

校准证书内页推荐格式

证书编号：XXXXXX

校准结果

Max= $d=$

零点误差			计量单位:
载荷 L	示值 I	示值误差 E	扩展不确定度 $U (k=2)$
称量示值误差	计量单位:		
载荷 L	示值 I	示值误差 E	扩展不确定度 $U (k=2)$
载荷在不同位置误差 E_p	计量单位:		
校准点	载荷在不同位置误差		
重复性 E_R	计量单位:		
校准点	重复性		

附录 C
(规范性)
校准结果的不确定度评定

C.1 测量方法

C.1.1 测量对象：悬挂式静态单轨秤。

C.1.2 测量标准：标准砝码。

C.1.3 测量依据：T/CSMT-YB00X-2026《悬挂式静态单轨秤校准规范》。

C.1.4 环境条件：0°C~40°C。

C.1.5 测量过程：在规定的环境条件下，用标准砝码对悬挂式静态单轨秤逐级施加载荷至最大秤量或接近于最大秤量，分别测定各称量点的示值误差。

C.2 测量模型

C.2.1 建模

根据《悬挂式静态单轨秤校准规范》中的要求和称量方法，建立测量模型：

$$E = P - L = I + 0.5d - \Delta L - L \quad (\text{C.1})$$

式中：

E ——化整前的误差，kg、g；

P ——化整前的示值，kg、g；

I ——示值，kg、g；

L ——施加的标准载荷，kg、g；

ΔL ——附加载荷，kg、g。

当悬挂式静态单轨秤具备扩展指示装置且在校准中使用时，上述公式可直接简化为 $E = I - L$ 。

如果悬挂式静态单轨秤不具备扩展指示装置，采用(C.1)式计算误差，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，因此对于悬挂式静态单轨秤的测量误差，进行不确定评定的测量模型为：

$$E = I - L \quad (\text{C.2})$$

C.2.2 方差传递公式

$$u_c^2 = c_1^2 u^2(I) + c_2^2 u^2(L) \quad (\text{C.3})$$

C.2.3 灵敏系数和方差

I 的灵敏系数：

$$c_1 = \partial E / \partial I = 1 \quad (\text{C.4})$$

L 的灵敏系数：

$$c_2 = \partial E / \partial L = -1 \quad (\text{C.5})$$

方差:

$$u_c^2 = u^2(I) + u^2(L) \quad (\text{C.6})$$

C.3 不确定度来源分析

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 ;
- 悬挂式静态单轨秤分辨力引入的标准不确定度 u_2 ;
- 悬挂式静态单轨秤载荷在不同位置误差引入的标准不确定度 u_3 ;
- 标准砝码引入的标准不确定度 u_4 ;

C.4 标准不确定度评定

C.4.1 重复性测量引入的标准不确定度 u_1

$$u_1 = \frac{E_R}{C} \quad (\text{C.7})$$

式中:

E_R ——重复性, kg、g;

C ——极差系数。

C.4.2 悬挂式静态单轨秤分辨力引入的标准不确定度 u_2

悬挂式静态单轨秤分辨力为 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 :

$$u_2 = \frac{0.1d}{2\sqrt{3}} = 0.029d \quad (\text{C.8})$$

若悬挂式静态单轨秤具备扩展指示装置且在校准中使用时, 经细分后的分辨力为 d' , 服从均匀分布, $k = \sqrt{3}$, 则其标准不确定度 u_2 为:

$$u_2 = \frac{d'}{2\sqrt{3}} = 0.29d' \quad (\text{C.9})$$

C.4.3 悬挂式静态单轨秤载荷在不同位置误差引入的标准不确定度 u_3

进行载荷在不同位置误差实验时, 用最大秤量 $1/3$ 的砝码, 使挂点分别处于标称称量位置、前移位置、后移位置, 最大值与最小值之差一般不会超过 d , 而实际使用称量位置较为注意, 偏移量远比做载荷在不同位置误差试验时少, 假设其误差为载荷在不同位置误差试验时的 $1/3$, 误差属于均匀分布, 取 $k = \sqrt{3}$, 则:

$$u_3 = \frac{d}{2 \times 3 \times \sqrt{3}} = 0.10d \quad (\text{C.10})$$

C.4.4 标准砝码引入的标准不确定度 u_4

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_4 为：

$$u_4 = \frac{|MPE|}{\sqrt{3}} \quad (C.11)$$

C.4.5 合成标准不确定度 u_c

标准不确定度分量汇总见表 C.1。

表 C.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	悬挂式静态单轨秤分辨力	0.029d或 0.29d'	
u_3	载荷在不同位置误差	0.10d	
u_4	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：

$$u_c = \sqrt{(c_1 u_1)^2 + (c_1 u_2)^2 + (c_1 u_3)^2 + (c_2 u_4)^2} \quad (C.12)$$

C.4.6 扩展不确定度 U

取包含因子 $k = 2$ ，则扩展不确定度为：

$$U = k \cdot u_c \quad (C.13)$$

附录 D

校准结果的不确定度评定示例

D.1 悬挂式静态单轨秤校准概况

采用标准砝码，对一台最大秤量为 500kg，实际分度值为 0.2kg 的悬挂式静态单轨秤进行校准。

M₁ 等级标准砝码标称测量范围为（0.02~500）kg。

D.2 称量点选取

以试验载荷250kg为称量点进行评定。

D.2.1 重复性测量引入的标准不确定度分量 u_1

采用 A 类评定方法，在重复性条件下，施加 250kg 标准载荷 3 次，采用“闪变点”法测量化整前示值误差，误差 E 分别为 0.40kg、0.40kg、0.20kg。

$$u_1 = \frac{E_R}{C} = \frac{0.20}{1.69} = 0.12 \text{ kg}$$

D.2.2 悬挂式静态单轨秤分辨力引入的标准不确定度分量 u_2

悬挂式静态单轨秤实际分度值 $d=0.2\text{kg}$ ，采用“闪变点”法测量化整前示值误差，可将其分辨力改变为 $0.1d$ 即 0.02kg ，半宽 $a=0.1d/2=0.01\text{kg}$ ，服从均匀分布， $k=\sqrt{3}$ ，则其标准不确定度 u_2 为：

$$u_2 = \frac{0.1d}{2\sqrt{3}} = \frac{0.02}{2\sqrt{3}} = 0.0058 \text{ kg}$$

D.2.3 悬挂式静态单轨秤载荷在不同位置误差引入的标准不确定度分量 u_3

悬挂式静态单轨秤实际分度值 $d=0.2\text{kg}$ ，半宽 $a=d/2=0.1\text{kg}$ ，服从均匀分布， $k=\sqrt{3}$ ，则其标准不确定度 u_3 为：

$$u_3 = \frac{d}{2 \times 3 \times \sqrt{3}} = \frac{0.2}{2 \times 3 \times \sqrt{3}} = 0.020 \text{ kg}$$

D.2.3 标准砝码质量允差引入的标准不确定度分量 u_4

M₁ 等级的标准砝码，在校准中使用标称值，质量允差为所有砝码允差的和，250kg的质量允差为 $\pm 12.5\text{g}$ ，服从均匀分布， $k=\sqrt{3}$ ，则不确定度分量 u_4 为：

$$u_4 = \frac{|\text{MPE}|}{\sqrt{3}} = \frac{0.0125}{\sqrt{3}} = 0.0072 \text{ kg}$$

D.2.4 合成标准不确定度计算

合成时， u_1 和 u_2 取数值较大者合成，则

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_3^2 + u_4^2} = 0.13 \text{ kg}$$

D.2.5 扩展不确定度 取包含因子 $k=2$ ，则扩展不确定度为

$$U = k \cdot u_c = 0.26 \text{ kg}$$

参考文献

JJF 1181-2007 衡器计量名词术语及定义
