

JJF

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF××××-202×

电子螺旋秤校准规范

Calibration Specification of Electronic screw weighers

(征求意见稿)

202×-××-××发布

202×-××-××实施

国家市场监督管理总局发布

电子螺旋秤校准规范
Calibration Specification of Electronic
Screw weighers

JJF xxxx-202x

归口单位： 全国衡器计量技术委员会

主要起草单位： 山东省计量科学研究院
赛摩电气股份有限公司

参加起草单位： 云南省计量测试技术研究院
湖南省计量检测研究院
山东省计量科学研究院
上海市计量测试技术研究院

本规范委托全国衡器计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

XXX（山东省计量科学研究院）

XXX（赛摩电气股份有限公司）

XXX（山东省计量科学研究院）

参加起草人：

XXX（云南省计量测试技术研究院）

XXX（湖南省计量检测研究院）

XXX（山东省计量科学研究院）

XXX（上海市计量测试技术研究院）

目 录

引 言.....	III
1 范围.....	1
2 引用文件.....	1
3 术语和计量单位.....	1
3.1 术语.....	1
3.2 计量单位.....	1
4 概述.....	1
4.1 原理.....	1
4.2 结构.....	2
4.3 用途.....	2
5 计量特性.....	2
5.1 分度值.....	2
5.2 零点累计误差.....	2
5.3 给料流量示值误差.....	2
5.4 重复性.....	2
6 校准条件.....	2
6.1 校准用标准器.....	2
6.2 校准环境条件.....	3
6.3 物料校准条件.....	3
7 校准项目和校准方法.....	3
7.1 校准项目.....	3
7.2 校准方法.....	4
8 校准结果.....	5
8.1 零点累计误差.....	5
8.2 给料流量示值误差测量结果.....	5
8.3 重复性测量结果.....	5
8.4 校准证书.....	6
9 复校时间间隔.....	6

附录 A	电子螺旋秤测量结果的不确定度评定	7
附录 B	电子螺旋秤测量结果的不确定度评定(示例)	9
附录 C	电子螺旋秤校准记录格式(示例)	14
附录 D	电子螺旋秤校准证书内页(示例)	15

引 言

JJF 1071-2010 《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001-2011 《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1-2012 《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范制定的基础性系列规范。

本规范参考了国际法制计量组织国际建议 OIML R50-1 2014(E) 《连续累计自动衡器（皮带秤）》 Continuous totalizing automatic weighing instruments(belt weighers)、国家标准 GB/T 31890-2015 《电子螺旋秤》的部分内容。

本校准规范给出了电子螺旋秤的校准条件、校准项目、校准方法及不确定度评定方法。

本规范为首次发布。

电子螺旋秤校准规范

1 范围

本规范适用于各类电子螺旋秤的校准。

2 引用文件

本规范引用以下文件：

JJG 99 《砝码》

JJG 539 《数字指示秤》

JJF 1181 《衡器计量名词术语及定义》

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 术语和计量单位

3.1 术语

JJF 1181《衡器计量名词术语及定义》界定的和以下名词术语均适用于本规范。

3.1.1 电子螺旋秤 electronic screw weighers

不必对质量细分或者中断螺旋输送机的运动，而对螺旋输送机上的散状物料进行连续称量的自动衡器。

3.1.2 螺旋输送机 screw conveyor

用螺旋输送物料的设备。

3.1.3 位移传感器 displacement transducer

螺旋输送机上提供螺旋速度信息的装置。

3.2 计量单位

电子螺旋秤使用的计量单位应为法定计量单位，包括：千克（kg）和吨（t）。

4 概述

电子螺旋秤是与螺旋输送机一起使用的并确定散装物料流量及累计质量的螺旋输送机型计量器具。

4.1 原理

电子螺旋秤称重秤架安装在承载器的下方，当物料通过螺旋输送机时，称重传感器检测到物料瞬时重量，产生一个正比于物料重量的电压信号。由装在螺旋输送机旋转轴上的位移传感器，提供一系列脉冲，每个脉冲表示一个物料随螺旋旋转的运动位移，该位移传感器的脉冲输出正比于物料位移的速度。位移信号与重量信号一起送入累计指示装置，装置中的微处理器进行累加处理，产生并显示累计重量值和瞬时流量值。

4.2 结构

电子螺旋秤由承载器、称重传感器、螺旋输送机、位移传感器、累计指示装置及控制系统组成。

4.3 用途

电子螺旋秤适用于建材、冶金、电力、化工等各种工业生产环境的散状物料连续计量和配料。

5 计量特性

5.1 分度值

指示装置与打印装置（如果有）的分度值应是 1×10^k 、 2×10^k 、 5×10^k 的形式，其中“ k ”为正、负整数或零。

5.2 零点累计误差

在螺旋输送机转动整数圈数且持续时间尽可能接近 3min 时间后，零点累计的误差值。

5.3 给料流量示值误差

电子螺旋秤累计指示装置示值与通过电子螺旋秤物料的质量真值之差。

5.4 重复性

当试验条件相同且物料量大致相等时，在实际相等的流量下获得的几个称量结果的差值，用标准偏差表示。

6 校准条件

6.1 校准用标准器

校准用标准器包括控制衡器和标准砝码，用来确定每次校准载荷质量的约定真值。

6.1.1 控制衡器

电子螺旋秤控制衡器建议采用符合 JJG 539《数字指示秤》的中准确度等级的数字指示秤，控制衡器的误差应不超过电子螺旋秤相应累计载荷的 0.084%。

物料校准时，如果认为控制衡器的分度值 d 太大，需要控制衡器有一个更高分辨力，可使用闪变点法或者内分辨率法确定控制衡器化整前的示值。其中闪变点法用公式（1）计算化整前的示值。

$$P = I + 0.5d - \Delta L \quad (1)$$

式中：

P — 化整前的示值，kg，t；

I — 称量示值，kg，t；

ΔL — 附加砝码，kg；

d — 分度值，kg。

例如：一台分度值 $d=10\text{kg}$ 的控制衡器，加载 10000kg ，显示值为 10000kg 。连续加放 1kg 的砝码，在加到 3kg 的附加载荷后，示值由 10000kg 变为 10010kg 。

将这些观测值代入上式得： $P=(10000+5-3)\text{kg}=10002\text{kg}$ 。

因而化整前的真正示值为 10002kg 。

6.1.2 标准砝码

电子螺旋秤校准应采用符合 JJG 99《砝码》中 M_1 等级及以上的砝码。

6.2 校准环境条件

校准应在稳定的环境条件下进行，通常在 $-10^\circ\text{C} \sim 40^\circ\text{C}$ ，且温度变化率不超过 $5^\circ\text{C}/\text{h}$ ，并在螺旋秤的额定条件下进行，特殊情况应另加说明。

6.3 物料校准条件

在校准前，输送机应以常速至少运行 30min 。物料应足够且能保证校准试验正常使用，应妥善保存和运输，以防缺失。在物料通过螺旋秤之前或之后，都可检查所使用物料的质量。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

给料流量示值误差的测量及不确定度评定。

7.2 校准方法

7.2.1 校准范围

校准范围通常为螺旋秤的最小给料流量到最大给料流量，包括中间给料流量和常用给料流量，或依据客户要求的给料流量范围进行校准。

7.2.2 校准地点

校准应对完全组装好并安装到指定地点的螺旋秤进行现场物料校准，应在正常使用条件下并采用规定或要使用的物料完成。

7.2.3 电子螺旋秤在校准前，应按照 6.3 的要求进行计量校准前的准备工作。每次校准前应检查螺旋秤的置零装置，若有必要，将螺旋秤置零。

7.2.4 零点累计误差

“开机”预热运行，将螺旋秤置零并记下置零开始时的数值，然后关闭自动置零功能，螺旋秤空转若干个整数圈，持续时间尽量接近 3min，然后停止运行，如果不可能使螺旋秤停止运行，可将累计值记录下来。

7.2.5 给料流量示值误差的测量

7.2.5.1 通常选择最小给料流量、中间给料流量、常用给料流量、最大给料流量 4 个不同的给料流量进行校准。或根据客户需求增加测量点。

7.2.5.2 如果最小流量不小于最大流量的 50% 时，可不进行中间给料流量的校准。

7.2.5.3 对于多速螺旋秤，应对每一个速度，按照 7.2.5.1、7.2.5.2 的校准方法进行校准。

7.2.5.4 对于变速螺旋秤，除 7.2.5.1 中规定的试验外，还应在 7.2.5.1 规定的每种给料流量下进行 3 次附加的单项试验，在每次试验期间速度在整个速度范围内变化。

7.2.6 重复性校准

7.2.6.1 在重复性条件下，在同一给料流量和大致相同的累计载荷条件下，螺旋秤提供相互一致结果的能力，用标准偏差表示。

注：重复性条件包括：

相同的测量程序；

相同的操作者；

相同的测量系统；

相同操作条件和相同地点；

并在短时间内对同一或相类似被测对象重复测量的一组测量条件。

7.2.6.2 在同一给料流量和大致相同的累计载荷条件下，进行三次校准。选取常用给料流量进行重复性校准，如客户有特殊测量点需求，可调整测量点。

7.2.6.3 每次校准前检查置零装置，若有必要，将螺旋秤置零。

7.2.6.4 对于多速螺旋秤，选择每一速度的常用流量进行校准。

7.2.6.5 对于变速螺旋秤，选择最低、中间和最高速度下的常用流量进行校准。

8 校准结果

8.1 零点累计误差

用公式（2）计算零点累计误差

$$\Delta I = I_2 - I_1 \quad (2)$$

式中： I_1 —零点的初始示值， kg， t；

I_2 —零点累计的最终示值， kg， t；

ΔI —螺旋秤零点累计的差值， kg， t。

8.2 给料流量示值误差测量结果

对于每一个给料流量，用公式（3）计算给料流量示值误差（E）。

$$E = \frac{I - P}{P} \times 100\% \quad (3)$$

式中： I —螺旋秤累计示值， kg， t；

P —控制衡器示值， kg， t；

E —螺旋秤自动称量的相对误差。

8.3 重复性测量结果

根据给料流量的重复性示值计算标准偏差（s）

$$s = \frac{E_{\max} - E_{\min}}{\sqrt{3}C} \quad (4)$$

式中：

E_{\max} —示值误差的最大值；

E_{\min} —示值误差的最小值；

C ——极差系数，此处 $C=1.69$ 。

8.4 校准证书

经校准的电子螺旋秤发给校准证书。校准证书应至少包括如下信息：

- a) 标题：“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；
- 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，若与校准结果的有效性及应用有关时，应说明被校对象的接收日期；
- h) 对校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- i) 本次校准所用标准器的溯源性及有效性说明；
- j) 校准环境的描述；
- k) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- l) 对校准规范的偏离的说明；
- m) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识，以及签发日期；
- n) 校准结果仅是对被校对象有效的声明；
- o) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

9 复校时间间隔

客户可根据校准结果、使用频次、使用条件等情况自主决定复校时间间隔。

附录 A 电子螺旋秤测量结果的不确定度评定

A.1 概述

A.1.1 测量对象：电子螺旋秤；

A.1.2 测量标准：砝码、控制衡器；

A.1.3 测量依据：JJF XXXX-202X《电子螺旋秤校准规范》；

A.1.4 环境条件：常温，符合规范 6.2 要求；

A.1.5 测量过程：在规定的条件下，对电子螺旋秤的给料流量进行测试，从最小给料流量、中间给料流量、常用给料流量、最大给料流量 4 个不同的给料流量进行校准，分别测定各给料流量的示值误差。

A.2 测量模型

A.2.1 被校电子螺旋秤的给料流量示值误差的标准不确定度测量模型为：

$$E = \frac{I - P}{P} \times 100\% \quad (\text{A.1})$$

合成的标准不确定度的计算公式：

$$u^2(E) = c^2(I)u^2(I) + c^2(P)u^2(P) \quad (\text{A.2})$$

式中： $C(I) = 1/P$ $C(P) = -I/P^2$

A.3 不确定度来源分析

A.3.1 螺旋秤重复性测量引入的不确定度分量 $u_1(I)$ ；

A.3.2 螺旋秤分辨率引入的不确定度分量 $u_2(I)$ ；

A.3.3 控制衡器示值误差引入的测量不确定度分量 $u_3(P)$ ；

A.3.4 控制衡器分辨率引入的不确定度分量 $u_4(P)$ 。

A.4 测量不确定度评定

A.4.1 螺旋秤重复性测量引入的不确定度 $u_1(I)$ 为：

$$s = \frac{E_{\max} - E_{\min}}{\sqrt{3}C} \quad (\text{A.3})$$

C —极差系数，此处 $C=1.69$

A.4.2 螺旋秤分辨率引入的不确定度 $u_2(I)$ 为：

螺旋秤分度值为 $d(I)$ ，服从均匀分布， $k = \sqrt{3}$ ，则其标准不确定度 u_2 为：

$$u_2(I) = \frac{d_{(I)}}{2\sqrt{3}} \quad (\text{A. 4})$$

A.4.3 由螺旋秤引起的不确定度合成 $u(I)$

$$u(I) = \sqrt{u_1^2(I) + u_2^2(I)} \quad (\text{A. 5})$$

A.4.4 控制衡器引入的测量不确定度分量 $u_1(P)$ 为:

利用控制衡器确定累计载荷质量的约定真值, 控制衡器的最大误差为 MPE, 服从均匀分布, $k = \sqrt{3}$, 系统误差引入的测量不确定度分量 $u_1(P)$ 为:

$$u_1(P) = \frac{|\text{MPE}|}{\sqrt{3}} \quad (\text{A. 6})$$

A.4.5 控制衡器分辨率引入的不确定度分量 $u_2(P)$ 为:

控制衡器分度值为 $d_{(P)}$, 服从均匀分布, $k = \sqrt{3}$, 控制衡器采用了闪变点法, 分辨力引入的则其标准不确定度 $u_2(P)$ 为:

$$u_2(P) = \frac{d_{(P)}}{2\sqrt{3}} \quad (\text{A. 7})$$

A.4.6 由控制衡器引起的不确定度合成 $u(P)$

$$u(P) = \sqrt{u_1^2(P) + u_2^2(P)} \quad (\text{A. 8})$$

A.4.7 合成不确定度评定

$$u(E) = \sqrt{c^2(I)u^2(I) + c^2(P)u^2(P)} \quad (\text{A. 9})$$

A.4.8 扩展不确定度评定

取包含因子 $k=2$, 则扩展不确定度按下式计算:

$$U = ku(E) \quad (\text{A. 10})$$

附录 B 电子螺旋秤测量结果的不确定度评定(示例)

B.1 被测对象

表 B.1 被测对象基本参数

器具名称	电子螺旋秤	型号规格	F65-20t
最大流量 Q_{\max}	20 t/h	最小流量 Q_{\min}	4 t/h
速度 V	(0.03~0.05) m/s (变速)	累计分度值 $d_{(D)}$	0.1kg

B.2 测量标准

表 B.2 测量标准信息

序号	设备名称	技术性能	
1	标准砝码	100g 500g	M ₁ 等级
2	数字指示秤	最大称量: 3t	分度值 $d_{(p)}$: 1kg

B.3 测量模型

B.3.1 被校电子螺旋秤的累计载荷的重量约为 2000kg 的物料试验的测量不确定度校准的基本公式:

$$E = \frac{I - P}{P} \times 100\%$$

B.3.2 合成的标准不确定度的计算公式:

$$u^2(E) = c^2(I)u^2(I) + c^2(P)u^2(P)$$

B.3.3 灵敏系数:

$$C(I) = \frac{\partial E}{\partial I} = \frac{1}{P}, \quad C(P) = \frac{\partial E}{\partial P} = -\frac{I}{P^2}$$

$$\text{可写作: } C(I) = 1/P \quad C(P) = -I/P^2$$

B.4 测量不确定度评定

B.4.1 螺旋秤测量重复性引入的标准不确定度 $u_1(I)$ 为:

在最大给料流量和大致相同的累计载荷条件下进行 3 次连续测量, 得到的测量值见表 B.3:

表 B.3 重复性测量值

试验组	控制衡器的示值 P (kg)	螺旋秤累计 示值 I (kg)	给料流量 (t/h)	误差 $I-P$ (kg)	极差值 (kg)
1	1992.7	2001.3	20	8.6	1.7
2	1996.4	2004.1	20	7.7	
3	1989.7	1999.1	20	9.4	

$$u_1(I) = \frac{E_{\max} - E_{\min}}{\sqrt{3}C} = 0.58\text{kg}$$

C —极差系数，此处 $C=1.69$

B.4.2 螺旋秤分辨率引入的标准不确定度 $u_2(I)$ 为：

螺旋秤分度值为 $d_{(I)}$ 为 0.1kg，服从均匀分布， $k = \sqrt{3}$ ，则其标准不确定度 u_2 为：

$$u_2(I) = \frac{d_{(I)}}{2\sqrt{3}} = 0.03\text{kg}$$

B.4.3 由螺旋秤引起的标准不确定度合成 $u(I)$

$$u(I) = \sqrt{u_1^2(I) + u_2^2(I)}$$

由于分辨率导致的不确定度已包含在重复性测量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，故略去 $u_2(I)$ 。

$$u(I) = u_1(I) = 0.58\text{kg}$$

B.4.4 控制衡器最大误差引入的标准不确定度分量 $u_1(P)$ 为：

控制衡器的最大误差 MPE 为 $\pm 1.0\text{kg}$ ，服从均匀分布， $k = \sqrt{3}$ ，系统误差引入的标准不确定度分量 $u_1(P)$ 为：

$$u_1(P) = \frac{|\text{MPE}|}{\sqrt{3}} = 0.58\text{kg}$$

B.4.5 控制衡器分辨率引入的标准不确定度分量 $u_2(P)$ 为：

控制衡器分度值 $d_{(P)}$ 为 1kg，服从均匀分布， $k = \sqrt{3}$ ，控制衡器采用了闪变点法，分辨率引入的则其标准不确定度 $u_2(P)$ 为：

$$u_2(P) = \frac{0.1 \times d_{(P)}}{2\sqrt{3}} = 0.03\text{kg}$$

B.4.6 由控制衡器引起的标准不确定度合成 $u(P)$

$$u(P) = \sqrt{u_1^2(P) + u_2^2(P)} = 0.58\text{kg}$$

B.4.7 相对合成标准不确定度评定

当已知控制衡器的物料示值 P 为 1996.6kg, 经螺旋秤在最大给料流量(20t/h) 下的累计示值 I 为 2002.7kg 时, 其相对合成不确定度为:

$$\begin{aligned} u(E) &= \sqrt{c^2(I)u^2(I) + c^2(P)u^2(P)} \\ &= \sqrt{(0.58 \div 1996.6)^2 + \left[(2002.7 \div 1996.6^2) \times 0.58 \right]^2} \\ &= 0.041\% \end{aligned}$$

B.4.8 相对扩展不确定度评定

取包含因子 $k=2$, 则扩展不确定度按下式计算:

$$U = ku(E) = 2 \times 0.041\% = 0.08\%$$

B.5 校准范围内不同给料流量时的测量不确定度评定

根据上述的方法, 对校准范围内的其他不同给料流量的测量不确定度进行评定, 如表 B.4 所示。

表 B.4 不确定度计算汇总表

项目或影响	流量、显示值、误差、不确定度								分布	公式编号	计算公式
	最大流量	常用流量	中间流量	最小流量	变速流量						
给料流量 Q (t/h)	20	16	12	4	变速 20	变速 16	变速 12	变速 4 时	—	—	—
控制衡器的示值 P (kg)	1996.6	1997.8	1996.3	1998.1	1995.3	1973.1	1955.9	1941.5	—	—	—
螺旋秤累计示值 I (kg)	2002.7	2004.5	2003.6	2006.7	2004.7	1980.6	1963.8	1950.8	—	—	—
相对误差 E (%)	6.1	6.7	7.3	8.6	9.4	7.5	7.9	9.3	—	A.1	$E = \frac{I - P}{P} \times 100\%$
螺旋秤测量重复性 $u_1(I)$ (kg)	0.58	0.34	0.38	0.38	0.31	0.82	0.58	0.58	正态分布	A.3	$u_1(I) = s = \frac{E_{\max} - E_{\min}}{\sqrt{3}C}$
螺旋秤分辨率 $u_2(I)$ (kg)	0.03 (略)								均匀分布	A.4	$u_2(I) = \frac{d_{(I)}}{2\sqrt{3}}$
螺旋秤引起的标准不确定度合成 $u(I)$ (kg)	0.58	0.34	0.38	0.38	0.31	0.82	0.58	0.58	—	A.5	$u(I) = \sqrt{u_1^2(I) + u_2^2(I)}$
控制衡器的最大误差 $u_1(P)$ (kg)	0.58								均匀分布	A.6	$u_1(P) = \frac{ MPE }{\sqrt{3}}$
控制衡器分辨率 $u_2(P)$ (kg)	0.03								均匀分布	A.7	$u_2(P) = \frac{d_{(P)}/10}{2\sqrt{3}}$

控制衡器引起的 标准不确定度合 成 $u(P)$ (kg)	0.58								—	A.8	$u(P) = \sqrt{u_1^2(P) + u_2^2(P)}$
相对合成标准不 确定度 $u(E)$ (%)	0.041	0.034	0.035	0.035	0.033	0.051	0.042	0.042	—	A.9	$u(E) = \sqrt{c^2(I)u^2(I) + c^2(P)u^2(P)}$
包含因子 k	2								—	—	—
相对扩展不确定 度 U (%)	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.10	0.08	0.08	—	A.10	$U = k u(E)$

附录 C 电子螺旋秤校准记录格式（示例）

证书编号：

送校单位名称					
器具名称					
型号/规格		出厂编号			
生产厂家					
校准依据		JJFXXX-202X《电子螺旋秤校准规范》			
累计分度值		最大流量 Q_{\max}			
速度 V		最小流量 Q_{\min}			
温度		湿度		校准地点	
校准人员		核验人员			
校准日期		年 月 日			

校准用计量器具信息

计量标准器	名称	不确定度/准确度等级/ 最大允许误差	证书编号	有效期至

零点累计误差

试验编号	螺旋转动圈数	持续时间(s)	初始示值 I_1 (kg)	最终示值 I_2 (kg)	差值 $I_2 - I_1$ (kg)
1					
2					

给料流量示值误差

试验组	控制衡器的示值 P (kg)	螺旋秤累计示值 I (kg)	给料流量 (t/h)	误差 $I - P$ (kg)	相对误差 %	$U(k=2)$
1						
2						
3						
4						

重复性

试验组	控制衡器的示值 P (kg)	螺旋秤累计示值 I (kg)	给料流量 (t/h)	误差 $I - P$ (kg)	差值 (kg)	标准偏差
1						
2						
3						

附录 D 电子螺旋秤校准证书内页（示例）

证书编号：xxxxxx

本次校准所依据的技术规范（代号、名称）				
JJFxxxx-xxxx 《电子螺旋秤校准规范》				
校准环境条件及地点				
地点		湿度		
温度		其它		
校准使用的计量标准装置				
名称	测量范围	不确定度/ 准确度等级	证书编号/ 校准机构	证书有效期至

证书编号: xxxxxx

校准结果

校准物料

物料校准	给料流量 (t/h)	示值 相对误差%	测量不确定度 U ()
最小给料流量			
中间给料流量			
常用给料流量			
最大给料流量			

校准结果内容结束