

J JF

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF1326—xxxx

质量比较仪校准规范

Calibration Specification for Mass Comparators

(征求意见稿)

20xx -xx-xx 发布

xxxx-xx-xx 实施

国家市场监督管理总局 发布

质量比较仪校准规范

Calibration Specification

JJF1326-xxxx

for Mass Comparators

本规范经国家市场监督管理总局于 年 月 日批准,并自 年 月 日起施行。

归口单位: 全国质量密度计量技术委员会

主要起草单位:

参加起草单位:

本规范由全国质量密度计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

参加起草人：

目 录

引言	(V)
1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 术语和计量单位	(1)
3.1 术语	(1)
3.2 符号表	(2)
3.3 计量单位	(3)
4 概述	(3)
4.1 原理	(4)
4.2 用途	(4)
4.3 结构	(4)
5 计量特性	(5)
5.1 重复性	(5)
5.2 偏载	(5)
5.3 局部示值误差	(5)
6 校准条件	(5)
6.1 标准砝码	(5)
6.2 其它有关测量用计量器具	(6)
6.3 校准环境条件	(6)
6.4 供电电源	(7)

6.5 校准前比较仪的清洁处理.....	(7)
6.6 比较仪的存放时间.....	(7)
7 校准项目和校准方法.....	(7)
7.1 校准项目.....	(7)
7.2 校准方法.....	(8)
8 校准结果表达	(11)
9 复校时间间隔.....	(12)
附录 A 质量比较仪测量结果的不确定度评定.....	(13)
附录 B 质量比较仪测量结果的不确定度评定示例.....	(16)
附录 C 质量比较仪校准证书内页格式（示例）	(21)
附录 D 质量校准原始记录表格格式（示例）.....	(22)

引 言

本规范依据 JJF1071《国家计量校准规范编写规则》的要求，名词术语和计量单位在借鉴了 OIML R76（Ver.2006）中相关内容，并结合质量比较仪的使用及校准特性，增加了适合本规范的内容，测量不确定度测量结果的不确定度评定参考 EA-10/18 欧盟《非自动衡器校准细则》中的评定方法等编写。

本规范适用于各类质量比较仪的校准。本技术规范给出了质量比较仪的校准条件、校准项目、校准方法及不确定度评估。

本技术规范为修订，替代 JJF1326-2011，主要修订内容如下：

- 1、增加了引言部分；
- 2、调整校准项目为局部示值误差校准；
- 3、删除了 6.4 供电电源中关于电源频率的要求；

4、优化了附录 A 中质量比较仪不确定性评定方法和相关内容，将重复性和偏载作为局部示值误差的不确定度分量，并增加了附录 B 质量比较仪不确定度评定示例，相应修改了附录 C 的质量比较仪校准证书内页格式（示例）。

质量比较仪校准规范

1 范围

本规范适用于配合标准砝码或标准载荷使用的各类质量比较仪（以下简称：比较仪）的校准。

2 引用文件

本规范引用下列文件：

JJG99 《砝码》

JJF 1001 《通用计量术语及定义》

JJF1059.1 《测量不确定度评定与表示》

JJF 1071 《国家计量校准规范编写规则》

JJF 1181 《衡器计量名词术语及定义》

JJF 1229 《质量密度计量名词术语及定义》

GB/T 23111 《非自动衡器》

GB/T 27418 《测量不确定度评定与表示》

国际法制计量组织国际建议 R111 E₁,E₂,F₁,F₂,M₁₋₂,M₂,M₂₋₃ 和 M₃ 等级砝码第一部分：计量技术要求，第二部分：测量报告表格（R111 Weights of classes E₁,E₂,F₁,F₂,M₁₋₂,M₂,M₂₋₃ and M₃, Part1: Metrological and technical requirements and Part2: Test report format）

欧盟校准指南第 18 号《非自动衡器校准指南》（Guidelines on the Calibration of Non-Automatic Weighing Instruments）

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

3.1.1 最大承载量 Maximum load capacity (Max)

对于全电子称量范围的比较仪，为该衡量仪器所能达到的最大电子称量效果；对于部分电子称量范围加配衡砝码的比较仪，为该衡量仪器所能达到的最大配衡效果。

3.1.2 实际分度值 actual scale interval (*d*)

以质量单位表示的，相邻两个示值之差。

3.1.3 单一衡量范围的质量比较仪 single range mass comparator

在整个衡量范围内，只有一个固定实际分度值 d 的质量比较仪。

3.1.4 多衡量范围的质量比较仪 multiple range mass comparator

对于只有一个秤盘的质量比较仪，具有多个从零点到最大承载的测量范围，并且每个测量范围又具有各不相同的实际分度值的质量比较仪。

3.1.5 多分度值的质量比较仪 multiple interval mass comparator

整个衡量范围内分为多个实际分度值不同的局部衡量范围，并且实际分度值可依据施加的载荷自动转换的质量比较仪。

3.1.6 实际分度数 number of actual scale interval

每个局部衡量范围的最大承载与相应的实际分度值的比， Max_i / d_i 。其中： $i=1, 2, 3, \dots, n$ 。

3.1.7 试验载荷 test load (P_t)

当对比较仪进行重复性、偏载和显示误差的测量时，其试验载荷均为如下两个载荷，它们分别是：

P_{t1} —— 二分之一的最大承载，即： $Max/2$ 。

P_{t2} —— 最大承载，即： Max 。

注：当比较仪在试验载荷附近有配衡点时，则采用该配衡点作为试验载荷。全电子量程的比较仪，当最大承载小于 20 kg 时，砝码为最接近试验载荷的单个砝码；当最大承载大于 20 kg 时，砝码为最接近试验载荷、个数最少的相同标称值砝码组合。

3.1.8 局部示值误差 partial indication error

在试验载荷添加的标准小砝码，比较仪由于该标准小砝码引起的示值变化与标准小砝码的约定质量实际值之间的差。

3.2 符号表

表 1 符号及含义对照表

符号	含 义
d	实际分度值
i	测量序列中，各独立测量的序号
I	比较仪示值
E	局部示值误差
m	物体质量
m_s	测量局部示值误差用标准砝码的质量
m_N	砝码的标称质量
Max	比较仪的最大承载量
MPE	所使用砝码的最大允许误差
N	一组测量中的测量次数

符号	含 义
P_t	试验载荷
S	测量序列的标准偏差
T	温度（单位 K）
ΔT	$=T_{\max}-T_{\min}$ ，校准实验室内温度间隔的宽度
u	标准不确定度
u_c	合成标准不确定度
k	包含因子（上标表示指数）
k_p	包含概率为 p 的包含因子
U	扩展不确定度
U_S	局部示值误差测量的扩展不确定度
V	额定电源电压
$V_{\min}$	电源电压范围下限
$V_{\max}$	电源电压范围上限
ν	自由度
ν_{eff}	合成标准不确定度的有效自由度
u_{ms}	测量局部示值误差用标准砝码约定质量的不确定度分量
ρ	密度
ρ_0	空气密度的参考值， $\rho_0 = 1.2 \text{ kg/m}^3$
ρ_{ref}	砝码的约定密度， $\rho_{\text{ref}} = 8000 \text{ kg/m}^3$
δ	偏差

表 2 符号下标的说明

下标	说明	下标	说明
B	空气浮力（校准时）	i, j	编号
D	漂移	max	最大值
N	标称值	min	最小值
ecc	载荷的不同位置	0	空载
rep	重复性	ref	参考
p	包含概率	ms	局部示值误差用标准砝码
t	试验载荷		

3.3 计量单位

使用的单位：微克（ μg ）、毫克（ mg ）、克（ g ）、公斤（或千克）（ kg ）和吨（ t ）。

4 概述

4.1 原理

比较仪主要是根据测量弹性元件的变形和应变，或电磁力反馈平衡的原理制造的电子衡量设备。

4.2 用途

比较仪，是基于 ABA 或 ABBA 循环方式测量质量差值，用于砝码传递或其他特殊用途的，以全量程或电子秤量范围加配衡的称量方式的高分辨率电子衡量设备。应用于各级质量量值传递机构、高准确度质量测量部门。

4.3 结构

比较仪的结构应满足在其进行校准和使用过程中的安全、可靠，不得存在对操作人员及被测仪器造成危害、危险的元器件。

4.3.1 比较仪的说明性标记

一切场合都必备的标记：

- a) 制造厂名称或标记；
- b) 产品名称；
- c) 规格型号；
- d) 最大承载表示为 Max ；
- e) 实际分度值为 d ；
- f) 出厂编号；
- g) 出厂日期；
- h) 电源电压 ...V，或 (...~...) V；
- i) 电源频率 ...Hz。

上述说明性标记必须是擦不掉的，且应使其大小、形状和清晰度在比较仪的正常使用条件下容易阅读。载有标记的牌子必须能封牢，不易破坏或拆卸。

4.3.2 比较仪的表面镀层和涂层

表面镀层或涂覆层的色泽应均匀（外观不得具有显见的缺陷）。

4.3.3 比较仪外罩

设有外罩的比较仪，其外罩应平稳，不得有明显的歪斜、变形、裂缝、划伤等缺陷。各门窗启闭应轻便灵活，不得过紧、过于晃动或自落。

4.3.4 比较仪的读数显示应均匀，不缺划，读数应在显示器窗口的适中位置，无显见的歪斜现象。

- a) 比较仪的读数品质

正常使用条件下，指示或打印的衡量结果的读数必须可靠一致，容易读取而且清楚。

构成结果的字符必须保证其大小、形状和清晰度在正常使用条件下容易读取。

标尺、数码和打印必须使构成结果的数字能用简单并列的方法读出。

b) 比较仪的示值形式

衡量结果必须含有质量计量单位名称或符号。对于任意一个衡量值的示值，只能使用所选定的一个质量计量单位。

实际分度值必须取 1×10^k 、 2×10^k 或 5×10^k 的形式，以此表示衡量结果。此时，式中指数 k 是正整数或是零或负整数。

整个比较仪的指示、打印和配衡装置，对于任何给定载荷均应具有相同的实际分度值。

数字指示应从最右端开始，至少显示一位数字。

分度值自动改变的比较仪，小数点符号在显示器上应保持位置不变。

小数部分必须用小数点将其与整数部分分开。示值显示时，小数点左边至少应有一位数字，右边显示全部位数。

c) 所有的比较仪在指示不稳定时均不得打印。

比较仪在预热期间，不指示、不打印、不传递衡量结果。

5 计量特性

比较仪在使用和校准过程中，零点跟踪装置须处于关闭状态。

5.1 局部示值误差

在某一试验载荷下，添加一测量误差的小砝码，比较仪显示结果与标准小砝码约定质量值之差。

5.2 重复性

基于 A、B、B、A 或 A、B、A 的称量方式，同一载荷多次衡量结果之间的差值，用测定列的单次测定结果的标准偏差来表示。

5.3 偏载

对比较仪进行偏载误差测量时，载荷加在秤盘的不同位置上，用各点与中间点平均值之差绝对值中的最大值表示。

6 校准条件

6.1 标准砝码

校准比较仪时，应配备符合 JJG99《砝码》检定规程相应等级的标准砝码。在测量和不确定度评定时，应计算标准砝码的最大允许误差，或者其约定质量修正值以及扩展不确定度 ($k=2$)。

标准砝码的选择建议满足表 3 的要求：

表 3 砝码准确度等级与比较仪实际分度数关系表

砝码准确度等级	比较仪实际分度数 (Max_i / d_i)	
	最小	最大
E ₁	500 000	/
E ₂	100 000	500 000
F ₁	50 000	100 000
F ₂	10 000	50 000
M ₁	5 000	10 000

在校准过程中，应确保标准砝码与被校比较仪之间的温度一致性，砝码质量值由于热传导引起的偏差不得超过 $0.1U^*$ 。表 4 给出了标准砝码与被校比较仪之间达到温度平衡的最小稳定时间。

其中： ΔT 为标准砝码与被校比较仪之间的温度差； U^* 为校准试验室预给被校比较仪最小的相对不确定度。

表 4 标准砝码与被校比较仪恒温时间表

$\Delta T/K$	± 20					± 10				± 5		
$U^*/10^{-6}$	1	2	5	10	20	1	2	5	10	1	2	5
砝码	稳定时间 / h											
≥ 10 kg	16.5	12.75	8	4.25	1.7	12.75	9	4.25	1.7	9	5.5	1.7
5 kg	12.25	9.75	6.25	3.75	1.6	9.75	7.25	3.75	1.6	7.25	4.75	1.6
2 kg	8	6.5	4.5	3	1.5	6.5	5	3	1.5	5	3.5	1.5
1 kg	6	4.75	3.5	2.5	1.35	4.75	3.75	2.5	1.35	3.75	2.75	1.3
500 g	4	3.5	2.5	1.85	1.2	3.5	2.75	1.85	1.2	2.75	2	1.2
200 g	2.5	2.2	1.7	1.25	0.85	2.2	1.75	1.25	0.85	1.75	1.35	0.85
100 g	1.75	1.5	1.2	0.85	0.7	1.5	1.25	0.85	0.7	1.25	1	0.7
50 g	1.2	1	0.75	0.7	0.5	1	0.75	0.7	0.5	0.85	0.7	0.5
≤ 20 g	0.75	0.7	0.5	0.35	0.35	0.7	0.5	0.35	0.35	0.5	0.5	0.35

6.2 其它有关测量用计量器具

分度值不大于 $0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度计；

准确度不低于 $5\% \text{RH}$ 的湿度计。

6.3 校准环境条件

比较仪的校准应在稳定的环境状况下，校准用标准砝码的温度接近室温。

6.3.1 对于实际分度数为 5×10^5 以上的比较仪，校准的环境温度应在 $18\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 23\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，校准时的温度变化每 4 h 最大变化 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；相对湿度应在 $30\% \sim 70\%$ ，校准时的相对湿度变化每 4 h 最大变化 10% 。

其他比较仪，校准时的温度变化每 4 h 最大变化 $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；相对湿度应在 $30\% \sim 70\%$ ，校准时的相对湿度变化每 4 h 最大变化 15% 。

6.3.2 校准环境不得有振动、气流及其他强磁场的影响，环境应保持清洁，使用面积适度，不得过分拥挤。

6.3.3 比较仪工作台平整、稳固，具有良好的刚度，并具有一定的防振、隔振效果。

6.3.4 被校比较仪和砝码应尽量避免阳光直接照射。

6.4 供电电源

利用供电电源工作的比较仪，应在下列电源变化范围内遵守计量校准规范：

对于额定电源电压 V ，变化为 $(1-15\%)V$ 至 $(1+10\%)V$ ；

对于电源电压范围 (V_{min}, V_{max}) ，变化为 $(1-15\%)V_{min}$ 至 $(1+10\%)V_{max}$ 。

6.5 校准前比较仪的清洁处理

任何比较仪在正式校准之前，都应做好清洁工作。

6.6 比较仪的存放时间

如果比较仪一直放在室内，应通电停放 24 小时之后，再开机半小时以上方可进行正式校准。

如果比较仪经过搬动，应通电停放 48 小时之后，再开机半小时以上方可进行正式校准。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

校准项目见表 5。

表 5 校准项目一览表

校准项目	校准内容
局部示值误差	测量及不确定度评定

注：搬动后，比较仪应立即进行再校准。

7.2 校准方法

7.2.1 校准前的准备工作

以目力察看和手动检查的方式检查比较仪的外观质量是否符合 4.3 条的相应规定。

校准开始前,应对被校比较仪作合法性和工作正常性检查,使其不得存在影响校准结果的缺陷。

比较仪在工作及校准时,应处于水平状态,并且比较仪的自动零位调整装置和零位跟踪装置不得使用。

7.2.2 操作原则

(1) 衡量循环

对于一台比较仪局部示值误差的校准和重复性、偏载测量时,只能采用下述两种衡量循环中的一种进行操作。

本规范推荐两种衡量循环,最常用的是 ABBA (优先选用) 和 ABABA; 相应的,对于一个衡量点可采用独立的相邻 4 个衡量值 A_1 、 A_2 、 A_3 、 A_4 或相邻的 3 个衡量值 A_1 、 A_2 、 A_3 做为一个循环。这两种衡量循环可最大限度地减少线性漂移对衡量结果的影响,但不能完全消除。故线性漂移也是比较仪的一项重要技术指标。

(2) 砝码衡量的计算公式

当采用两个砝码进行测量时,循环 ABBA ($A_1B_1B_2A_2$): $I_{A11}, I_{B11}, I_{B21}, I_{A21}, \dots, I_{A1n}, I_{B1n}, I_{B2n}, I_{A2n}$, 则:

$$\Delta I_i = \frac{I_{B1i} - I_{A1i} - I_{A2i} + I_{B2i}}{2} \quad (1)$$

其中: $i = 1, \dots, n$ 。

循环 ABABA ($A_1B_1A_2B_2A_3$): $I_{A1}, I_{B1}, I_{A2}, I_{B2}, I_{A3}, \dots, I_{A_{n+1}}$, 则:

$$\Delta I_i = I_{Bi} - \frac{I_{Ai} + I_{Ai+1}}{2} \quad (2)$$

其中: $i = 1, \dots, n$ 。

在 ABBA 和 ABABA, n 是序列的数目。 i 值为放在衡量盘上的砝码顺序号。下角标 A 和 B 分别代表校准比较仪所用的两个标称值相同的砝码。 ΔI_i 表示测量序列 i 的差值。

当采用一个砝码进行测量时,循环 $A_1A_2A_3A_4$: $I_{11}, I_{12}, I_{13}, I_{14}, \dots, I_{n1}, I_{n2}, I_{n3}, I_{n4}$, 则:

$$\Delta I_i = \frac{I_{i2} - I_{i1} - I_{i4} + I_{i3}}{2} \quad (3)$$

其中: $i = 1, \dots, n$ 。

循环 $A_{11}A_{12}A_{21}A_{22}A_{31}$: $I_{11}, I_{12}, I_{21}, I_{22}, I_{31}, \dots, I_{(n+1)1}, I_{(n+1)2}$, 则:

$$\Delta I_i = I_{i2} - \frac{I_{i1} + I_{(i+1)1}}{2} \quad (4)$$

其中: $i = 1, \dots, n$ 。

上述, n 是序列的数目; i 值为放在衡量盘上的砝码顺序号; ΔI_i 表示测量序列 i 的差值。

(3) 读数时间

校准过程中读取平衡位置读数的时间间隔应尽量一致。

(4) 校准时的测量载荷

在进行显示误差校准和重复性、偏载测量时, 均在试验载荷点上进行测量, 参见 3.1.7。

7.2.3 局部示值的校准

由于比较仪在使用中的特点, 标准砝码与被测物体之间的质量差值只在一定的范围以内, 故在比较仪校准的过程中, 可以仅针对一个小的、相对合理的电子显示范围对显示误差进行校准。

用于测量该项误差而添加砝码的质量值 m_s , 为被校比较仪实际分度值 d 的 1000 倍到 5000 倍之间任意一个单个砝码 (当 $d < 1 \mu g$ 时, 仅可选用 1 mg 砝码测量该项误差)。

7.2.3.1 校准程序与要求

在进行局部示值误差校准时, 若比较仪在被测的载荷点上采用配衡装置方可显示质量量值, 则只能选用一个满足校准比较仪的标准砝码按照 ABBA 或 ABABA 的方式 (其中: $B=A+m_s$) 分别将标准砝码放在称盘上, 待比较仪稳定, 记录显示器示值。此时测量次数为 1 次~3 次。

故校准局部示值误差时的衡量循环为: $A、(A+m_s)、(A+m_s)、A$; 或者 $A、(A+m_s)、A$ 。

7.2.3.2 校准结果的计算

循环 $A_1、(A+m_s)_1、(A+m_s)_2、A_2$:

$$\Delta I_{ms} = \frac{I_{(A+ms)1} - I_{A1} - I_{A2} + I_{(A+ms)2}}{2} \quad (5)$$

循环 $A_1、(A+m_s)、A_2$:

$$\Delta I_{ms} = I_{(A+ms)} - \frac{I_{A1} + I_{A2}}{2} \quad (6)$$

按公式 (5)、(6) 计算出由于添加了局部示值误差小砝码而引起的比较仪显示值的变化量 ΔI_{ms} 。如果局部示值误差为多次测量的结果, 则取其算术平均值作为显示值的变化量。

7.2.4 重复性的测量

7.2.4.1 总则

衡量循环可以采用 ABBA, ABABA 或者 $A_1A_2A_3A_4$ 、 $A_1A_2A_3$ (当 A 和 B 为同一砝码时) 的衡量模式, 循环次数不少于 6 次。

用测定序列的单次测量结果的标准偏差表示最终重复性校准结果。

7.2.4.2 校准程序和要求

若比较仪在试验载荷点上采用配衡装置方可显示质量量值, 则只能选用一个满足校准比较仪的标准砝码按照 $A_1A_2A_3A_4$ 、 $A_1A_2A_3$ 的方式将这个标准砝码放在秤盘中心位置, 待比较仪显示稳定后, 记录显示器示值。

若被校比较仪为全量程电子秤量范围, 则既可选用一个满足校准比较仪的标准砝码按照 $A_1A_2A_3A_4$ 、 $A_1A_2A_3$ 的方式将这个标准砝码放在秤盘中心位置, 待比较仪显示稳定后, 记录显示器示值。又可选用一个标准砝码与空载进行比较, 按照 ABBA 或 ABABA 的衡量方式, 将标准砝码放在秤盘中心位置, 待比较仪显示稳定后, 记录显示器示值和空载示值。

7.2.4.3 测量结果的计算 (标准偏差法)

对于某一指定的试验载荷, 共有 n 个 (n 正好等于该试验载荷的测量次数。ABBA、 $A_1A_2A_3A_4$ 为 1 次, ABABA、 $A_1A_2A_3$ 为 2 次) 数据, 则此时该试验载荷的单次测量结果的标准偏差为:

对于 ABBA、 $A_1A_2A_3A_4$ 衡量循环:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta I_i - \overline{\Delta I})^2}{(n-1)}} \quad (7)$$

对于 ABABA、 $A_1A_2A_3$ 衡量循环:

$$s = \sqrt{\frac{3n-1}{2n} \times \frac{\sum_{i=1}^n (\Delta I_i - \overline{\Delta I})^2}{(n-1)}} \quad (8)$$

分别计算出试验载荷点下重复性的单次测量结果的标准偏差。

7.2.5 偏载的测量

比较仪的秤盘有多种形式, 如: 上皿式固定秤盘、上皿式可自动定心秤盘、吊挂式秤盘、吊挂式可自动定心秤盘、.....等。对于带有自动定心秤盘和吊挂式秤盘的比较仪, 应在确保砝码和比较仪安全的情况下, 测量其偏载。

校准过程中, 标准砝码的偏离位置应为:

- 方形秤盘, 长边和宽边平分线所形成四块面积的中心位置;
- 圆形秤盘, 垂直两条直径所形成四块面积的中心位置;
- 三角形秤盘, 内切圆中顶角平分线和与之相垂直直径所形成四块面积的中心位置。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/727054030123006141>