



中华人民共和国工业和信息化部
有色金属计量技术规范

JJF（有色金属）XXXX—202X

有色金属行业材料试验机压缩空间平行
度、平面度校准规范

（送审稿）

Calibration specification for parallelism and flatness of compression
space of material testing machines in non-ferrous metal industry

20xx-xx-xx 发布

20xx-xx-xx 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

有色金属行业材料试验机压缩空间

平行度、平面度校准规范

Calibration specification for parallelism and flatness of compression space of material testing machines in non-ferrous metal industry

JJF（有色金属）XXXX—
202X

归口单位：中国有色金属工业协会

主要起草单位：国标（北京）检验认证有限公司

参加起草单位：上海有色金属工业技术监测中心有限公司

西安汉唐分析检测有限公司

中国船舶集团有限公司第七二五研究所

东北轻合金有限责任公司

本规范委托有色金属行业计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

陈晓朋	国标（北京）检验认证有限公司
肖 婷	国标（北京）检验认证有限公司
张文梅	国标（北京）检验认证有限公司
樊志罡	国标（北京）检验认证有限公司

参加起草人：

李小辉	上海有色金属工业技术监测中心有限公司
杨平平	西安汉唐分析检测有限公司
周桂平	东北轻合金有限责任公司
曹梦圆	中国船舶集团有限公司第七二五研究所

目录

引 言 (II)

1 范围 (1)

2 引用文件 (1)

3 概述 (1)

4 计量特性 (1)

4.1 压缩空间工作面的表面质量 (1)

4.2 压缩空间工作面的平面度 (1)

4.3 压缩空间工作面的平行度 (1)

5 校准条件 (1)

5.1 环境条件 (2)

5.2 测量标准及其他设备 (2)

6 校准项目和校准方法 (2)

6.1 校准项目 (2)

6.2 校准方法 (2)

7 校准结果表达 (3)

8 复校时间间隔 (4)

附录 A 校准原始记录参考格式..... (5)

附录 B 校准原始记录参考格式..... (5)

附录 C 校准证书内页参考格式..... (6)

附录 D 有色金属行业压缩空间工作面平面度测量结果不确定度评定示例..... (7)

引 言

JJF 1071《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001《通用计量术语及定义》和JJF 1059.1《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑校准规范制修订工作的基础性系列规范。

本规范为首次发布。

有色金属行业材料试验机压缩空间平行度、平面度校准规范

1 范围

本规范适用于有色金属行业力学性能测试用材料试验机压缩空间的平行度、平面度的校准。

2 引用文件

GB/T 3251-2023 铝及铝合金产品压缩试验方法

GB/T 11337-2004 平面度误差检测。

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 概述

材料试验机是常见的一种力学实验设备，可进行压缩、拉伸、弯曲等力学试验。在压缩试验中，在规定的试验条件下，将试样置于试验机的压缩空间内，沿试样一个端面的主轴方向，以恒定速率施加一个可以测量的力，使试样沿轴向方向缩短，径向方向增大，从而产生压缩变形，直至试样破裂或形变达到预先规定的要求。压缩空间根据试验机压头形状，一般可分为圆形空间和方形空间，压缩空间的平行度和平面度直接影响试验结果。

4 计量特性

4.1 表面粗糙度

表面粗糙度 Ra 应不大于 $0.8\mu\text{m}$ 。

4.2 平面度

试验机压缩空间工作面的平面度： $\leq 0.02\text{mm}$

4.3 平行度

试验机压缩空间工作面的平行度 $\leq 1: 0.0002\text{mm/mm}$

5 校准条件

5.1 环境条件

材料试验机压缩空间应在 $(25 \pm 10)^\circ\text{C}$ ，相对湿度不大于 80%的条件下校准，校准过程中温度波动不大于 5°C 。

5.2 测量标准及其他设备

校准所使用的测量标准及其它设备见表 1

表 1 校准项目及测量标准

序号	校准项目	选用标准	技术要求
1	粗糙度	表面粗糙度比较样块	MPE: +12%~ 17%
2	平面度	刀口尺	满足 JJG63-2007 直线度要求
		塞尺	MPE: $\pm (5\sim 16) \mu\text{m}$
3	平行度	数显内径千分表	MPE: $\pm 7 \mu\text{m}$
		数显式千分表	MPE: $\pm 7 \mu\text{m}$

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

通用技术要求。

表面粗糙度。

平面度。

平行度。

6.2 校准方法

6.2.1 通用技术要求

6.2.1.1 目测检查,压缩空间的工作面应无明显碰伤、压痕及其他影响计量特性的缺陷。

6.2.1.2 手动试验,轻轻推拉压缩空间上、下工作面,与试验机联结部位应牢固、无松动。

6.2.2 表面粗糙度校准

采用表面粗糙度比较样块与压缩空间上、下工作面比对,确定粗糙度 R_a 。具体操作如下:将粗糙度比较样块放置于压缩空间上(下)工作面,以粗糙度比较样块表面粗糙度为准,观察被测压缩空间工作面的加工痕迹深浅,必要时可借助放大镜观测,被检工作面的粗糙度应与对应痕迹比较相近的比较样块一致,即该样块的粗糙度值为工作面的表面粗糙度。

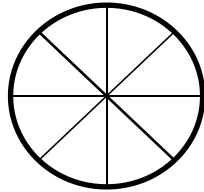
6.2.3 平面度校准

6.2.3.1 校准方法

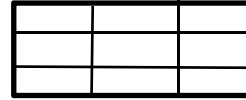
用刀口尺、塞尺测量测量压缩空间的平面度,测得不同方向上若干截面的直线度误差值,取其中最大值作为平面度校准结果。

测量步骤:

- 1、将刀口尺的棱边与压缩空间下（上）表面接触；
- 2、用塞尺塞入刀口尺的棱边与被测工作面之间的间隙；
- 3、根据被测平面的外形，应在不同方向重复步骤 2，见图 1（a）、图 1（b）；
- 4、取其中最大值作为被测平面的平面度误差。



(a) 圆形工作面



(b) 矩形工作面

图1

6.2.4 平行度校准

6.2.4.1 指示表法

6.2.4.1.1 将数显千分表安装至表架上，放置于压缩空间的下端（或上端）工作面，移动试验机横梁，使数显千分表测头与压缩空间上端（或下端）工作面接触，见图2（a）。

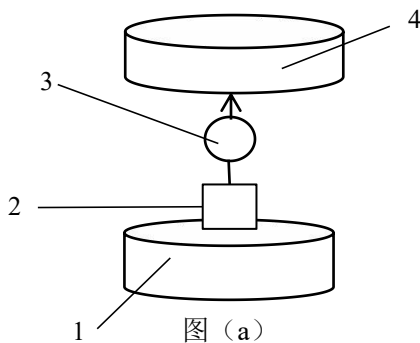


图 (a)

1—下压盘；2—表架；3—指示表；4—上压盘

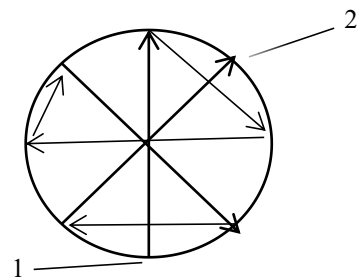


图 (b)

1—起点；2—终点

图2

微调试验机横梁，使数显千分表显示2mm~3mm左右后清零，移动表座，距离压头侧面10mm处开始，通过压头中心至对侧压头侧面10mm处结束，以“米”字型移动，见图2（b），观测数显千分表数值变化，记录移动过程中数显千分表最大值 $P_{\max}$ 与最小值 $P_{\min}$ ，并以最大值减最小值为该次测量的平行度 $P(i)$ ，重复测量三次，以三次测量平均值为校准结果,详见公式（1）。

$$\bar{P} = (P_1 + P_2 + P_3) / 3 \quad (1)$$

式中： $\bar{P}$ —— 三次测量的平均值，mm；

P_1 、 P_2 、 P_3 —— 第*i*次测量的平行度，mm。

6.2.4.2 内径表法校准

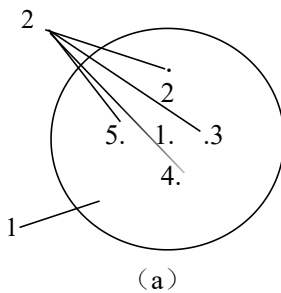
当试验机压缩空间工作面直径或外形尺寸不足以实施 6.2.4.1 方法校准时，采用数显内径千分表校准，用数显内径千分表测量两工作面之间的距离，应至少选择 5 个位置测量（如图 3），依次测量点 5（中心点位置）、点 1、点 2、点 3、点 4（半径 1/2 位置），每个位置重复测量 3 次，以 3 次平均值为该位置测量值，以 5 个位置的最大值与最小值之差为校准结果，按公式（2）计算。

$$P = P_{\max} - P_{\min} \quad (2)$$

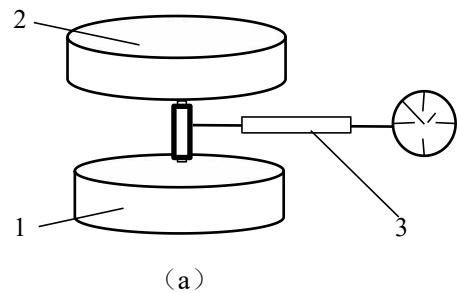
式中： P —— 两工作面间的平行度，mm；

$P_{\max}$ —— 5 个测量位置中的最大值，mm；

$P_{\min}$ —— 5 个测量位置中的最小值，mm；



1—工作面；2—各测量点



1—下压盘；2—上压盘；3—内径表

图3

7 校准结果表达

经校准的有色金属行业材料试验机压缩空间平面度、平行度出具校准证书，校准证书至少应包括以下信息：

- a) 标题：“校准证书”；
- b) 实验室的名称和地址；
- c) 实施校准活动的地点，包括客户设施、实验室固定设施以外的地点；
- d) 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- e) 客户的名称和联络信息；
- f) 被校对象的描述和明确标识；

g) 进行校准活动的日期，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和证书发布日期；

h) 对校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；

i) 本次校准所用的测量标准和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（给出整个测量范围校准结果测量不确定度的最大值）；

l) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识，以及签发日期；

m) 校准人和核验人签名；

n) 校准结果仅对被校对象有效的声明；

o) 未经校准实验室书面批准，不得部分复制校准证书的声明。

校准原始记录参考格式见附录A、附录B，校准证书内页参考格式见附录C。

8 复校时间间隔

复校时间间隔的长短取决于其使用情况，使用单位可根据实际使用情况自主决定复校的时间，建议复校时间间隔为1年。

附录 A

压缩空间平面度、平行度（内径表法）校准记录参考格式

证书编号： 接收日期： 校准日期： 发布日期：
 委托单位： 校准依据：

被校设备信息					
器具名称				出厂编号	
型号/规格				设备编号	
制造厂				环境条件	°C %RH
校准地点					
测量标准信息					
名称	型号	证书编号	编号	准确度等级/ 最大允许误差/不确定度	有效期
校准结果					
外面及相互作用					
工作面粗糙度					
平面度					
平行度	实测值				平均值
位置 1					
位置 2					
位置 3					
位置 4					
位置 5					
测量结果的扩展不确定度：					

附录 B

压缩空间平面度、平行度（指示表法）校准记录参考格式

证书编号： 接收日期： 校准日期： 发布日期：
 委托单位： 校准依据：

被校设备信息					
器具名称				出厂编号	
型号/规格				设备编号	
制造厂				环境条件	°C %RH
校准地点					
测量标准信息					
名称	型号	证书编号	编号	准确度等级/ 最大允许误差/ 不确定度	有效期
校准结果					
外面及相互作用					
工作面粗糙度					
平面度					
平行度校准					
测量次数	最大值	最小值	平行度	平均值	
1					
2					
3					
测量结果的扩展不确定度：					

附录 C

压缩空间平面度、平行度校准证书内页参考格式

证书编号:

校准结果

校准项目	校准结果	校准结果的扩展不确定度 U ($k=$)
外观及相互作用		/
表面粗糙度		/
平面度		
平行度		

备注:

附录 D

有色金属行业材料试验机压缩空间平行度测量结果不确定度评定示例

D.1 概述

D.1.1 评定依据

本规范

D.1.2 测量标准

数显内径千分表：测量范围（35~50）mm，MPE:±7μm。

D.1.3 被测对象

材料试验机压缩空间上下工作面，工作面直径 100mm。

D.1.4 校准方法

调整材料试验机横梁位置，使压缩空间上下工作面距离在数显内径千分表测量范围内，通过逐点测量上下工作面距离，找出最大值与最小值，并以最大值减去最小值得出该压缩空间的平行度。

D.2 测量模型

平行度测量模型：

$$P = P_{\max} - P_{\min} \quad (\text{D.1})$$

式中：

P —— 两工作面间的平行度，mm；

$P_{\max}$ —— 5 个测量位置中的最大值，mm；

$P_{\min}$ —— 5 个测量位置中的最小值，mm；

D.3 不确定度传播律

引起测量结果不确定度的各分量彼此独立，依据公式：

$$u_c^2 = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 \bullet u_{xi}^2 \quad \text{得：}$$

$$u_c^2 = u^2(p) = c_1^2 \bullet u_1^2 + c_2^2 \bullet u_2^2 \quad (\text{D.2})$$

式中灵敏系数 c_i 为

$$c_1 = \frac{\partial P_{\max}}{\partial P} = 1 \quad c_2 = \frac{\partial P_{\min}}{\partial P} = -1$$

D.4 不确定度的来源

根据测量模型，材料试验机压缩空间工作面平行度的测量的不确定度来源主要是：

- 1) 测量重复性引入的不确定度分量 u_1 ；
- 2) 测量标准的分辨力引入的不确定分量 u_2 ；
- 3) 数显内径千分表所引入的不确定度分量 u_3 。

D.5 测量不确定评定

D.5.1 测量重复性引入的不确定度分量 u_1

选择被校对象材料试验机压缩空间上下工作面，选取任意一点为测量点，连续测量10次，得到测量列见表C.1。

表D.1 测量列

测量次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测量值 (mm)	39.253	39.259	39.257	39.268	39.259	39.261	39.258	39.264	39.262	39.261

由表D.1计算得出，其标准偏差为：

$$s(n) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.0035\text{mm}$$

平均值为：

$$\bar{F} = 39.2599\text{mm}。$$

根据6.2.3.2得知，每次校准均对材料试验机压缩空间进行3次测量，取 $n=3$ ，则：

$$u_1 = \frac{s(n)}{\sqrt{n}} = \frac{0.0041}{\sqrt{3}} = 0.0020\text{mm}$$

D.5.2 分辨力引入的不确定分量 u_2

已知数显内径千分表分辨力0.001mm，取区间半宽($a/2$)，假设为均匀分布，取 $k = \sqrt{3}$ 则：

$$u_2 = \frac{a}{k} = \frac{0.001}{2\sqrt{3}} = 0.00029\text{mm}$$

D.5.3 内径千分表示值误差所引入的不确定度分量 u_3

数显内径千分表最大允许误差 $\pm 7\mu\text{m}$ ，取区间半宽为 $7\mu\text{m}$ ，假设为均匀分布，则：

$$u_3 = \frac{7}{\sqrt{3}} = 0.0041\text{mm}$$

D.6 合成标准不确定度

考虑到 $u_2 < u_1$ ，所以不考虑分辨力引入的不确定分量，则：

$$u_2 = 0$$

以上两个分量 u_1 、 u_3 相互独立，相关系数为0，故：

$$u_c = \sqrt{c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u_3^2} = 0.0046\text{mm}$$

D.7 扩展不确定度

取包含因子 $k = 2$ ，扩展不确定度的表达式为：

$$U = k \cdot u_c$$

$$U = 2 \times 0.0046 \approx 0.010\text{mm}$$