



中华人民共和国工业和信息化部 机械计量技术规范

JJFZ (机械) 011-2022

安全检测试具校准规范

Calibration Specification of Safety Testing Instruments

(报批稿)

202x-xx-xx 发布

202x-xx-xx 实施

中华人民共和国工业和信息化部发布

安全检测试具校准规范

Calibration Specification of Safety Testing
Instruments

JJFZ(机械)011-2022

归口单位：中国机械工业联合会

主要起草单位：威凯检测技术有限公司

参加起草单位：厦门精量校准检测技术有限公司

厦门市计量检定测试院

本规范由全国机械汽车专业计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

李 嵩（威凯检测技术有限公司）

陈联荣（厦门精量校准检测技术有限公司）

郑尚榜（厦门市计量检定测试院）

曲雯洁（威凯检测技术有限公司）

参加起草人：

罗燕红（威凯检测技术有限公司）

谢 杰（威凯检测技术有限公司）

周李渊（威凯检测技术有限公司）

蔡晓坤（威凯检测技术有限公司）

郑瑞山（威凯检测技术有限公司）

目 录

引 言.....	I
1 范围	1
2 引用文件	1
3 术语和计量单位	1
4 概述	2
5 计量特性	2
6 校准条件	2
6.1 环境条件.....	2
6.2 校准项目和计量标准	2
7 校准项目和校准方法	3
7.1 校准项目.....	3
7.2 校准方法.....	3
8 校准结果	5
9 复校时间间隔	5
附录 A 测量结果的不确定度评定分析示例	6
附录 B 原始记录格式	10
附录 C 校准证书结果页格式.....	11
附录 D 安全检测试具的基本尺寸.....	13

引 言

本规范依据 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》和 JJF 1130-2005《几何量测量设备校准中的不确定度评定指南》等基础性系列规范进行编写。

安全检测试具缺少校准规范，导致安全检测试具的长度、温度、时间等参数无法进行有效量值溯源。现编制安全检测试具校准规范，为安全检测试具提供校准方法与依据，对保证安全检测试具的量值准确可靠具有重要意义。

本规范为首次发布。

安全检测试具校准规范

1 范围

本方法适用于新生产、使用中和修理后的用于外壳对人和设备的防护检测用试具的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

GB/T 16842-2016 外壳对人和设备的防护检验用试具

GB/T 4208-2017 外壳防护等级(IP 代码)

GB/T 1804-2000 一般公差未注公差的线性和角度尺寸的公差

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

下列术语和计量单位适用于本规范。

3.1 外壳 enclosure

能防止设备受到某些外部影响并在各个方向防止直接接触的设备部件。

[GB 16842，定义 3.1]

3.2 IP 代码试具 IP code probe

用以检验按外壳对人接近危险部件，防止固体异物或水进入的防护等级给定的试具。

[GB 16842，定义 3.5]

3.3 其他试具 other probe

与 IP 代码试具不同的试具。

3.4 触及试具 access probe

能方便地模仿人体的一部分或模仿工具或类似物，由人手来检验距离危险部件是否有足够间隙的检验工具。

[GB 4208，定义 3.8]

3.5 物体试具 object probe

模仿固定异物检验其进入外壳的可能性的检验工具。

[GB 4208, 定义 3.9]

3.6 危险带电部件 hazardous live part

在某些条件下能造成伤害性电击的带电部分。

[GB 4208, 定义 3.5.1]

3.7 危险机械部件 hazardous mechanical part

接触会有危险的运动部件，光滑旋转轴除外。

[GB 4208, 定义 3.5.2]

4 概述

安全检测试具分为 IP 代码试具与其它试具，主要用于保护人体，防止触及危险部件或固体异物进入设备的试具。IP 代码分为触及试具、物体试具及其他触及试具分为危险带电部件或机械部件的触及试具、危险机械部件的触及试具、发热或灼热部件的触及试具。

5 计量特性

5.1 安全检测试具基本尺寸见附录 D。

5.2 角度

部分外壳防护试具对角度有要求，范围 14° 和 37° ，MPE: $\pm 3'$ ； $90^{\circ+10^{\circ}}$ ，MPE: $\pm 3^{\circ}$ 。

5.3 力值（适用时）

部分外壳防护试具带有测力功能，范围（0~150）N，MPE: $\pm 10\%$ 。

5.4 质量（适用时）

部分外壳防护试具对重量有要求，范围（0~500）g，MPE: $\pm 25\text{g}$ 。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度： $15^{\circ}\text{C}\sim 25^{\circ}\text{C}$ ；

6.1.2 相对湿度： $<80\%$ ；

6.1.3 被校试具与标准器在室内平衡温度时间不小于 2h。

6.2 校准项目和计量标准

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

校准项目和计量标准如表 1 所示。

表1 校准项目和计量标准

序号	校准项目	计量标准	技术指标
1	几何尺寸	万能工具显微镜 (200×100) mm	MPE: $\pm(1+L/100) \mu\text{m}$
		游标卡尺 (0~300) mm	MPE: $\pm 0.04\text{mm}$
		外径千分尺 (0~25) mm	MPE: $\pm 4\mu\text{m}$
		高度卡尺 (0~500) mm	MPE: $\pm 0.04\text{mm}$
2	力值	数显推拉力计 (0~100) N	MPE: $\pm 1\%$
3	质量	电子天平 (分度值: 0.01g)	⑩级
4	角度	万能工具显微镜 (0~360) °	MPE: $\pm 1'$
注: 允许用其他满足技术指标要求的计量标准进行测量。			

7.2 校准方法

7.2.1 外观检查

外壳防护试具无目力可见的影响外观质量的缺陷及金属部分表面因光滑无明显粗糙痕迹, 试具金属部件表面粗糙度符合 GB/T 16842-2016 要求。

7.2.2 几何尺寸校准

7.2.2.1 常规外尺寸 L_a

常规外尺寸指试具外直径、外宽度、外厚度, 用游标卡尺进行测量。首先将被测试具贴靠在游标卡尺的外量爪上一端, 然后移动尺框, 使被测试具与外量爪另一端接触, 轻轻摇动卡尺让被测试具与卡尺保持水平, 读数, 取 3 次平均值为测量结果。

7.2.2.2 距离尺寸 L_b

用夹具将试具水平固定后放置在万能工具显微镜的工作台面上, 调节显微镜焦距, 使被测试具尺寸边界在视野内清晰可见, 调整工作台使米字虚线的横轴虚线与试具整体保持平行, 测量时米字虚线的焦点中心对齐被测距离的起始端, 进行横轴清零, 随后移动万能工具显微镜的横轴, 使米字虚线的焦点中心移动到被测距离的另一端, 记录当前测量值, 两端测量值之差的绝对值即为被测外壳试具的距离尺寸 L_b 。重复测量三次, 取 3 次平均值作为外壳试具距离尺寸。

7.2.2.3 圆弧半径 R

用夹具将试具水平固定后放置在万能工具显微镜的工作台面上，调节万能工具显微镜的焦距，使被测圆弧半径边界在视野内清晰显示。选取适当的圆弧半径作为被校部位，测量出弦长 L 和弓高 h ，如图 1 所示，按公式（1）计算出圆弧半径 R 的值。重复测量三次，取 3 次计算得出的平均值作为外壳试具圆弧半径 R 的结果。

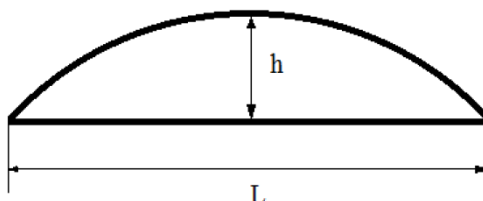


图 1 圆弧半径 R

$$R = \frac{L^2}{8h} + \frac{h}{2} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

R ——圆弧半径，mm；

L ——弦长，mm；

h ——弓高，mm。

7.2.3 力值（适用时）

将试具安装在专用夹具上，固定好，用数显推拉力计接触试具，缓慢施加力直至移动到试具所对应的力值刻度处，读取数显推拉力计上的读数，重复测量三次，取 3 次平均值作为测量的结果。

7.2.4 质量（适用时）

将电子天平放置大理石平台上，调节电子天平水平泡位置居中，将外壳试具放上电子天平中间稳定后读数，重复测量三次，取 3 次平均值作为质量测量结果。

7.2.5 角度 α

用夹具将试具水平固定后放置在万能工具显微镜的工作台面上，调整焦距使被校部位在万能工具显微镜内清晰成像，再旋动目镜分划板使中央米字虚线与被测角一侧轮廓对准，调节完成后记录当前角度 α_1 ；移动工作台，看到测角另一侧轮廓像，转动目镜分划板，使中央米字虚线与轮廓对准，调节完成后记录当前角度 α_2 ， α_1 与 α_2 之差的绝对值即为试具角度 α 。重复测量三次，取 3 次平均值作为试具角度 α 的测量结果。

8 校准结果

校准证书至少应包含以下信息：

- a) 标题：“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点（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，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和应用有关时，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说明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

测量不确定度的评定方法见附录 A，原始记录格式见附录 B，校准证书结果页格式见附录 C。

9 复校时间间隔

建议复校时间间隔不超过 1 年。由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸多因素决定的，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。

附录 A

测量结果的不确定度评定分析示例

A.1 试具距离尺寸测量结果的不确定度评定

A.1.1 测量方法

用万能工具显微镜直接测量。每次测量时，对万能工具显微镜进行必要的调整，被测试具尺寸以 3 次测量结果的平均值确定。

A.1.2 测量模型：

$$D=L \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：D——被测试具标准距离尺寸，mm；

L——3 次测量结果的平均值，mm。

A.1.3 标准不确定度 $u(L)$ 的评定

标准不确定度 $u(L)$ 来源主要是：测量重复性引入的标准不确定度 $u(L_1)$ ；万能工具显微镜最大允许误差引入的标准不确定度 $u(L_2)$ 。

A.1.3.1 测量重复性引入的标准不确定分量度 $u(L_1)$

可以通过连续测量得到测量列，采用 A 类方法进行评定。

选择对试具前节长度 30mm 进行测量。连续测量试具前节长度 10 次，得到 30.003mm、30.000mm、29.999mm、30.004mm、30.001mm、29.997mm、30.006mm、30.000mm、30.007mm、29.998mm。

$$\bar{L} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_i = 30.0019 \text{ mm} \dots\dots\dots (A.2)$$

单次测量结果的实验标准差 s 为：

$$s = \sqrt{\frac{\sum (L_i - \bar{L})^2}{n-1}} = 3.348 \text{ } \mu\text{m} \dots\dots\dots (A.3)$$

由于实际测量是在重复性条件下连续测量 3 次，以 3 次测量算术平均值为测量结果，则有：

$$u(L_1) = \frac{s_p}{\sqrt{3}} = 1.933 \text{ } \mu\text{m} \dots\dots\dots (A.4)$$

A.1.3.2 万能工具显微镜最大允许误差引入的标准不确定度分量 $u(L_2)$

采用 B 类方法进行评定。计量标准溯源证书不确定度小于计量标准的最大允许误差时，可采用计量标准的最大允许误差计算引入的不确定度分量，万能工具显微镜在（0~200）mm 测量范围内最大允许误差为 $\pm(1+L/100)\mu\text{m}$ ，按均匀分布标准不确定度分量为：

$$u(L_2) = \frac{a}{k} = \frac{1+30/100}{\sqrt{3}} = 0.750 \mu\text{m} \dots\dots\dots (\text{A.5})$$

A.1.4 合成标准不确定度的评定

A.1.4.1 灵敏系数

$$\text{灵敏系数 } c = \frac{\partial D}{\partial L} = 1$$

A.1.4.2 各不确定度分量汇总表

表 B.1.1 不确定度分布一栏表

序号	标准不确定度 u_i	不确定度来源	标准不确定度 (μm)	灵敏系数 $ c_i $	$ c_i \times u_i$ (μm)
1	$u(L_1)$	测量重复性	1.933	1	1.933
2	$u(L_2)$	万能工具显微镜最大允许误差	0.750	1	0.750

A.1.4.3 合成不确定度

评定的各输入量相互独立不相关，故合成标准不确定度为：

$$u^2(L) = u^2(L_1) + u^2(L_2) \dots\dots\dots (\text{A.6})$$

$$u(L) = 2.074 \mu\text{m} \dots\dots\dots (\text{A.7})$$

A.1.5 校准结果的扩展不确定度

取包含因子 $k=2$, 则测量结果扩展不确定度为

$$U = k \times u_c(L) = 2 \times 2.074 = 4.1 \mu\text{m} \quad (k=2) \dots\dots (\text{A.8})$$

重复步骤 B.1.3~B.1.5，同理可以得到（0~180）mm 全量程范围不确定度为：

表 B.1.2 (0~180) mm 量程范围各点扩展不确定度汇总表

测量点(mm)	扩展不确定度 $U(k=2)$ (mm)
10	4.07
30	4.15
50	4.24
100	4.50
150	4.83
180	5.04

数据整理后发现试具尺寸扩展不确定度满足公式 $U=(5+0.4L)\mu\text{m}$ ，故得到试具尺寸扩展不确定度为：

$$U = (5 + 0.4L) \mu\text{m} \quad (k=2) \quad \text{..... (A.9)}$$

A.2 试具角度测量结果不确定度评定

A.2.1 测量方法

用万工镜测量试具的夹角，重复测量3次，取平均值作为测量结果。

A.2.2 测量模型

$$p = |D_1 - D_2| \quad \text{..... (A.10)}$$

式中：

p —— 试具角度测量结果，°；

D_1 —— 第一次测量角度，°；

D_2 —— 第二次测量角度，°。

A.2.3 标准不确定度分量的计算

由于 D_1 和 D_2 的测量不确定度相等，即： $u(D) = u(D_1) = u(D_2)$

$$\text{故： } u(p) = \sqrt{u^2(D_1) + u^2(D_2)} = \sqrt{2u^2(D)} = \sqrt{2} \times u(D)$$

因为每个点的测量值 $u(D)$ 是两次读数的平均值，所以测量值的不确定度为单次测量结果的实验标准差 s 的 $1/\sqrt{2}$ ，即 $u(p) = u(D)$ 。因此，只要分析 $u(D)$ 的标准不确定度即可。

A.2.3.1 测量重复性引入的标准不确定度分量 $u_1(D)$

采用A类方法进行评定。在重复性条件下，用万能工具显微镜对试具的标称角度连续

校准10次，数据如表B.2.1所示。

表 B.2.1 校准数据

次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
实测值	13°53'	13°50'	13°54'	13°50'	13°56'	13°56'	13°54'	13°51'	13°56'	13°55'

单次测量结果的实验标准差： $s = \sqrt{\sum (a_i - \bar{a})^2 / (n - 1)} = 2.415'$

由于实际测量中以万能工具显微镜的3次读数为测量结果，因此

$$u_1(D) = s / \sqrt{3} = 1.394' \dots\dots\dots (A.11)$$

A.2.3.2 由万能工具显微示值误差引入的标准不确定度分量 $u_2(D)$

万能工具显微镜分度值 $1'$ ，最大允许误差为 $\pm 1'$ ，假设为均匀分布处理，则不确定度为

$$u_2(D) = \frac{1}{\sqrt{3}} = 0.577' \dots\dots\dots (A.12)$$

A.3.4 合成标准不确定度的评定

A.3.4.1 灵敏系数

灵敏系数： $c_1 = \partial p / \partial D = 1$

A.3.4.2 各不确定度分量汇总表

表 B.2.2 不确定度分布一览表

序号	标准不确定度 u_i	不确定度来源	标准不确定度	灵敏系数 $ c_i $	$ c_i \times u_i$
1	$u_1(D)$	测量重复性	1.394'	1	1.394'
2	$u_2(D)$	万能工具显微镜允许误差	0.577'	1	0.577'

A.3.4.3 合成不确定度

$$u_c(D) = \sqrt{u_1^2(D) + u_2^2(D)} = \sqrt{1.394^2 + 0.577^2} = 1.509' \dots\dots\dots (A.13)$$

A.3.5 校准结果的扩展不确定度

取包含因子 $k = 2$ ，则该试具角度的测量结果扩展不确定度为：

$$U = k \cdot u_c(D) = 2 \times 1.509 \approx 3' (k=2) \dots\dots\dots (A.14)$$

附录 B

原始记录格式

1 外观检查 <input type="checkbox"/> 符合要求 <input type="checkbox"/> 有缺陷:						
2 几何量示值						
项目	技术要求(mm)	实测值(mm)			平均值 (mm)	扩展不确定度 $U(k=2)$ (mm)
L_a						
L_b						
R						
项目	技术要求(°)	实测值(°)			平均值 (°)	扩展不确定度 $U(k=2)$ (°)
α						
3 力值						
技术要求		实测值 (N)			平均值 (N)	扩展不确定度 $U(k=2)$ (N)
4 质量						
技术要求		实测值 (g)			平均值 (g)	扩展不确定度 $U(k=2)$ (g)

(附示意图)

附录 C

校准证书结果页格式

1、外观检查

Appearance inspection

符合要求

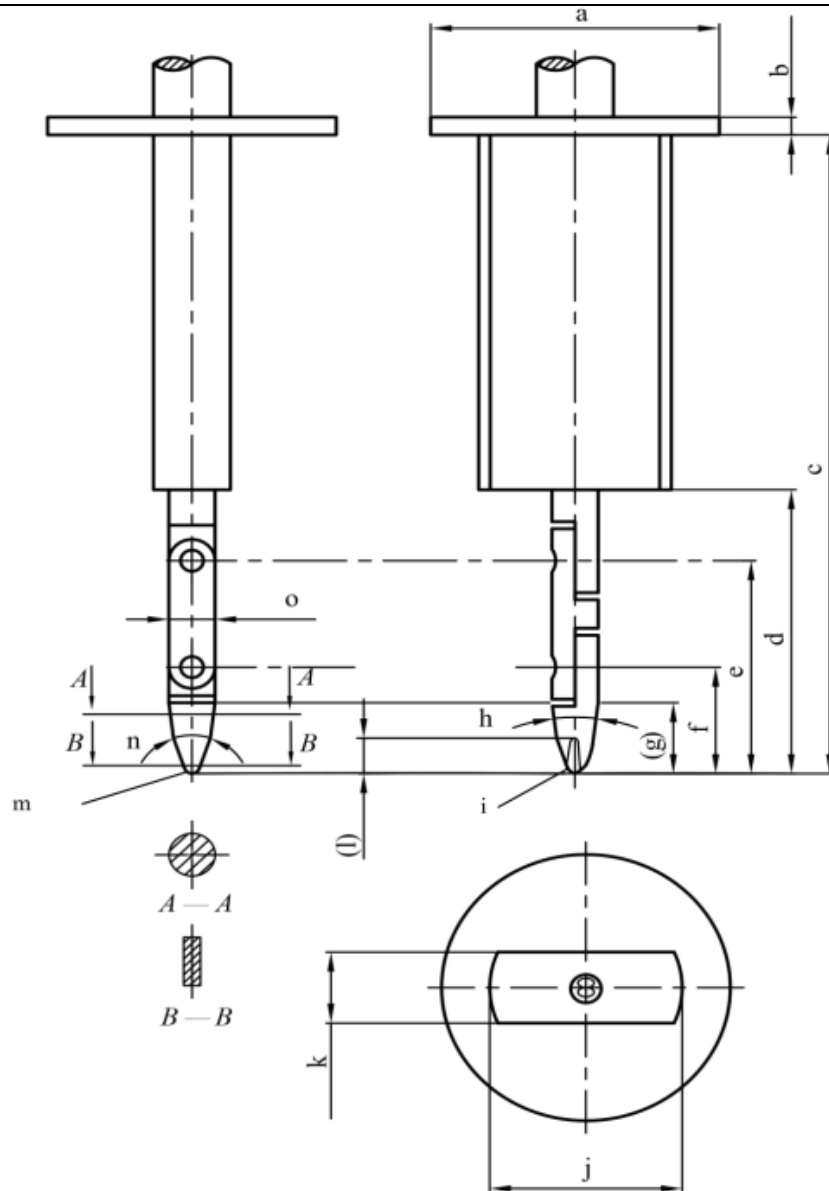
Pass

2、尺寸测量

Dimensional measurement

符号 Symbol	技术要求 Technical requirement (mm)	实测值 Measured value (mm)	扩展不确定度 U Expanded uncertainty ($k=2$) (mm)
o	$12_{-0.05}^0$		
g	$20_{-0.05}^0$		
f	30 ± 0.2		
e	60 ± 0.2		
d	80 ± 0.2		
c	180 ± 0.2		
b	5 ± 0.5		
a	75 ± 0.2		
j	50 ± 0.2		
k	20 ± 0.2		
m	2 ± 0.05		
i	4 ± 0.05		
n	$37_{-10'}^{\circ 0}$		
h	$14_{-10'}^{\circ 0}$		
触指节弯曲角 Bending angle of the finger	$90_{0}^{+10^{\circ}}$		

(附图 Figure)



附录 D

安全检测试具的基本尺寸

D.1 图1、图2、图3为触及试具的几何尺寸要求（单位：mm）。

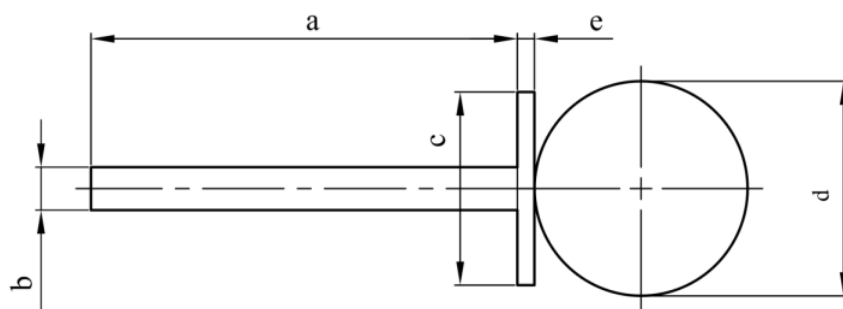


图 1 触及试具 A

（单位：mm）

符号	a	b	c	d	e
尺寸要求	100 ± 0.3	10 ± 0.2	45 ± 0.3	$50^{+0.05}_0$	4 ± 0.1

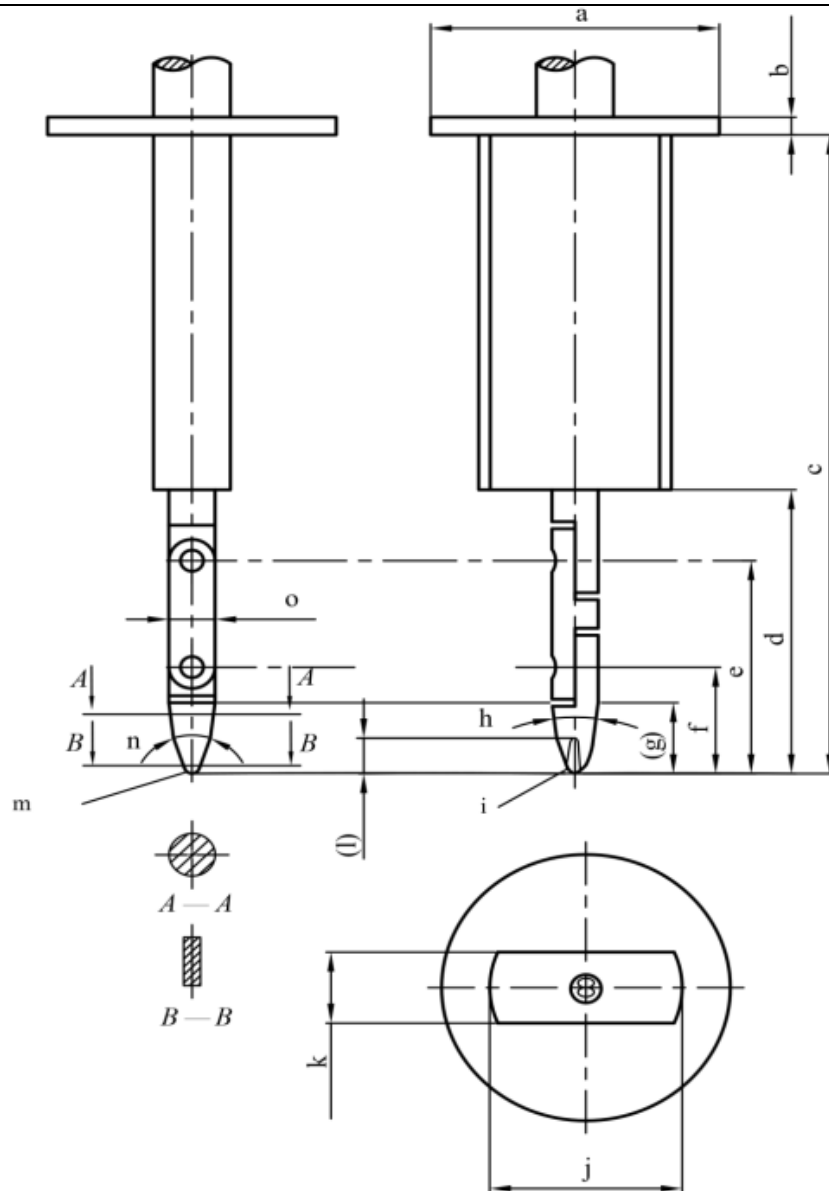


图 2 触及试具 B

(单位: mm)

符号	a	b	c	d	e	f	g
尺寸要求	$\Phi 75 \pm 0.2$	5 ± 0.5	180 ± 0.2	80 ± 0.2	60 ± 0.2	30 ± 0.2	$20_{-0.05}^0$
符号	h	i	j	k	o	n	m
尺寸要求	14_{-10}^{+0}	$R4 \pm 0.05$	$\Phi 50 \pm 0.2$	20 ± 0.2	$\Phi 12_{-0.05}^0$	37_{-10}^{+0}	$R2 \pm 0.05$

注：铰接联结的部位可在同一平面沿同一方向在 $90^{\circ+10^{\circ}}_0$ 范围转动。

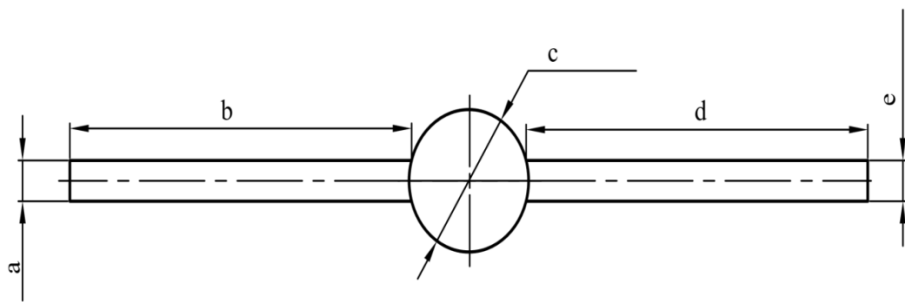


图 3 触及试具 C 和触及试具 D（S 表示为球）

（单位：mm）

<div>符号</div> <div>试具名称</div>	a	b	c	d	e
触及试具 C	$\Phi 10\pm 0.2$	100 ± 0.3	$\Phi 35\pm 0.2$	100 ± 0.2	$\Phi 2.5^{+0.05}_0$
触及试具 D	$\Phi 10\pm 0.2$	100 ± 0.3	$\Phi 35\pm 0.2$	100 ± 0.2	$\Phi 1^{+0.05}_0$

D.2 图4为物体试具的几何尺寸要求

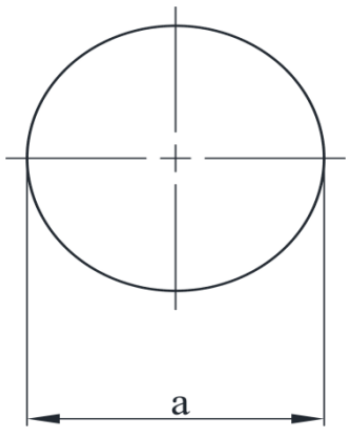


图 4 物体试具 1 和物体试具 2（图示为球体）

（单位：mm）

<div>符号</div> <div>试具名称</div>	A
物体试具 1	$\Phi 50^{+0.05}_0$
物体试具 2	$\Phi 12.5^{+0.20}_0$

D.3 图5~图10为危险带电部件或机械部件的触及试具

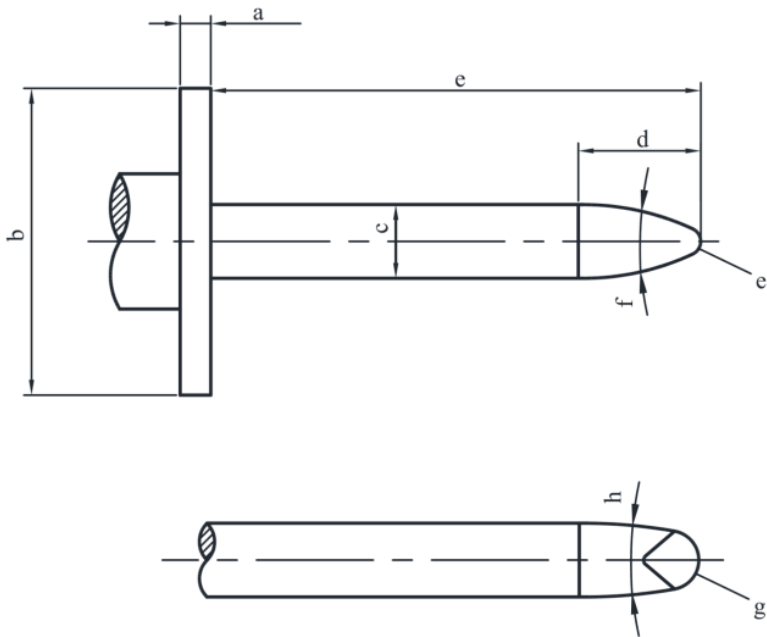


图5 试具11

(单位: mm)

符号	a	b	c	d	e	f	g	h
尺寸要求	5±0.5	50±0.3	Φ12±0.1	20±0.1	R2±0.05	37° ⁰ _{-10°}	R4±0.05	14° ⁰ _{-10°}

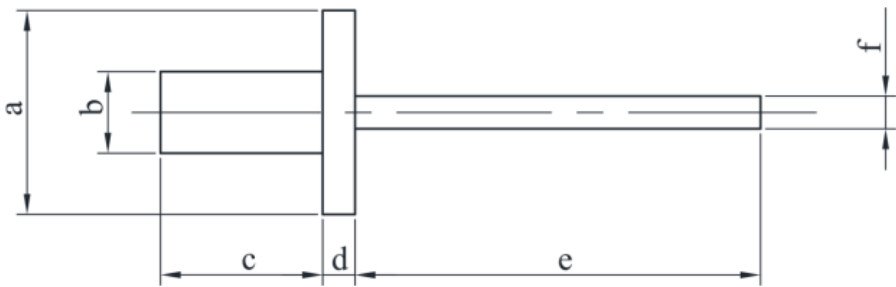


图6 试具12

(单位: mm)

符号	a	b	c	d	e	f
尺寸要求	Φ25±0.2	Φ10±0.2	20±0.2	4±0.1	50±0.15	Φ4±0.05

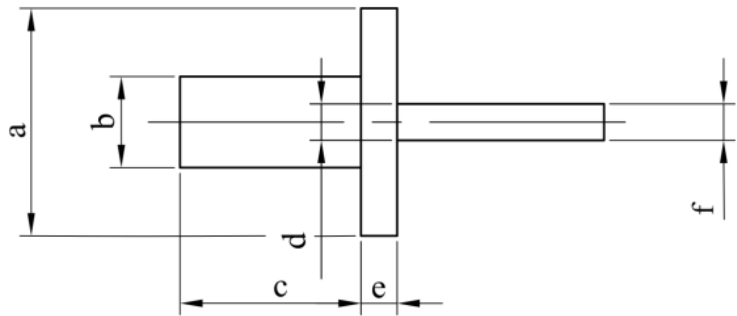


图7 试具13

(单位: mm)

符号	a	b	c	d	e	f
尺寸要求	$\Phi 25 \pm 0.2$	$\Phi 10 \pm 0.2$	20 ± 0.2	$\Phi 4_{-0.05}^0$	4 ± 0.1	$\Phi 3_{-0.05}^0$

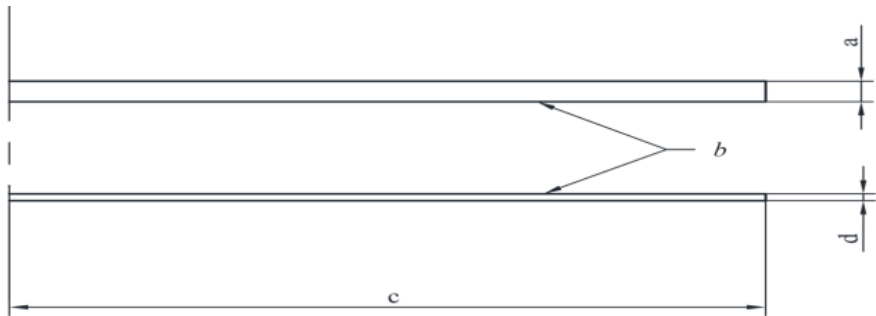


图8 试具14

(单位: mm)

符号	a	b	c	d
尺寸要求	$3_0^{+0.03}$	$R0.2 \pm 0.05$	80 ± 0.5	$1_0^{+0.015}$



图9 试具17

(单位: mm)

符号	a
尺寸要求	$\Phi 0.5_{-0.05}^0$

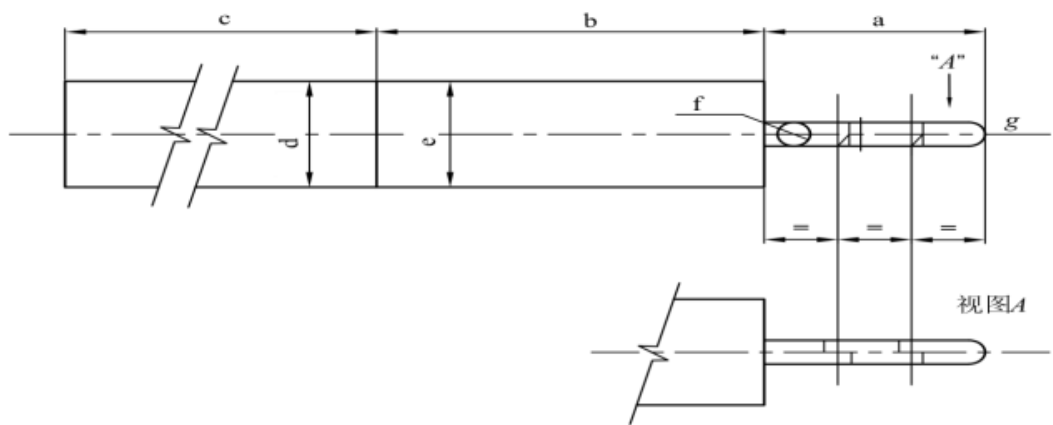


图10 试具18(小试指 $\Phi 8.6$)和试具19(小试指 $\Phi 5.6$)

(单位: mm)

符号 试具名称	a	b	c	d	e	f	g
试具 18	57.9 ± 0.15	101.6 ± 0.3	451.6 ± 0.8	$\Phi 38.1\pm 0.3$	$\Phi 38.4\pm 0.3$	$\Phi 8.6\pm 0.1$	$R4.3\pm 0.05$
试具 19	44 ± 0.15	101.6 ± 0.3	464.3 ± 0.8	$\Phi 25.4\pm 0.2$	$\Phi 25.9\pm 0.2$	$\Phi 5.6\pm 0.1$	$R2.8\pm 0.05$

D.4 图 11、图 12 为危险机械部件的触及试具。

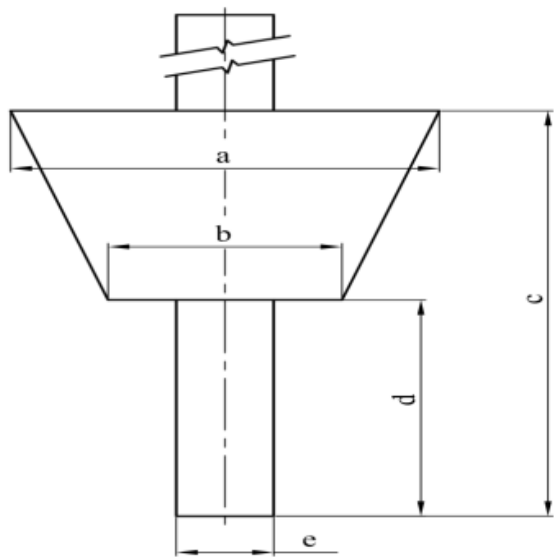


图11 试具31

(单位: mm)

符号	a	b	c	d	e
尺寸要求	110 ± 0.2	60 ± 0.2	150 ± 0.2	80 ± 0.2	$\Phi 25\pm 0.2$

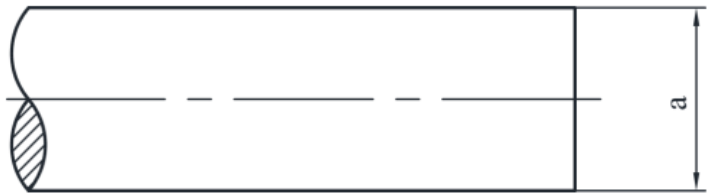


图12 试具32

(单位: mm)

符号	a
尺寸要求	$\Phi 25 \pm 0.1$

D.5 图13、图14是发热或灼热部件的触及试具

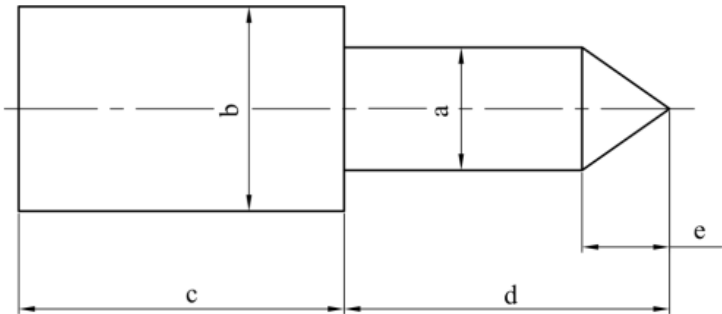


图13 试具41

(单位: mm)

符号	a	b	c	d	e
尺寸要求	$\Phi 30 \pm 0.05$	$\Phi 50 \pm 0.2$	80 ± 1	80 ± 0.2	$21.5^{0}_{-0.05}$

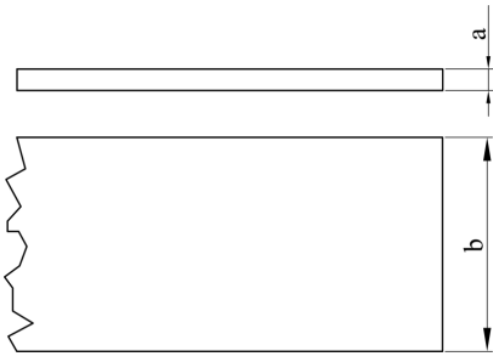


图14 试具43

(单位: mm)

符号	a	b
尺寸要求	5 ± 0.05	50 ± 0.15