



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)004-2022

行人保护标准头型  
校准规范

(报批稿)

Calibration Specification for Pedestrian Protection Standard Head  
Impactors

20\*\*—\*\*—\*\*发布

20\*\*—\*\*—\*\*实施

中华人民共和国工业和信息化部发布

# 行人保护标准头型冲击器校准规范

Calibration Specification for Pedestrian  
Protection Standard Head Impactors

---



归口单位：中国机械工业联合会

主要起草单位：中汽研汽车检验中心（天津）有限公司

参加起草单位：中汽零部件技术（天津）有限公司

中汽研汽车检验中心（广州）有限公司

上海机动车检测认证技术研究中心有限公司

杭州集普科技有限公司

**本规范主要起草人：**

王海军（中汽研汽车检验中心（天津）有限公司）

杜天强（中汽零部件技术（天津）有限公司）

段成刚（中汽零部件技术（天津）有限公司）

李晨贞（中汽研汽车检验中心（天津）有限公司）

**参加起草人：**

杨君芳（中汽研汽车检验中心（广州）有限公司）

钱笑临（上海机动车检测认证技术研究中心有限公司）

陈 澎（中汽研汽车检验中心（天津）有限公司）

杨 建（杭州集普科技有限公司）

本规范条文由中国机械工业联合会负责解释

# 目 录

引 言.....	IV
1 范围 .....	1
2 引用文件 .....	1
3 术语和计量单位 .....	1
4 概述 .....	1
5 计量特性 .....	2
5.1 外观检查 .....	2
5.2 尺寸 .....	2
5.3 质量 .....	3
5.4 质心位置 .....	3
5.5 转动惯量 .....	4
5.6 动态特性 .....	4
6 校准条件 .....	4
7 校准项目和校准方法 .....	5
7.1 校准项目 .....	5
7.2 校准方法 .....	5
8 校准结果表达 .....	7
9 复校时间间隔 .....	7
附录 A 动态特性校准结果测量不确定度评定.....	8
附录 B 典型计量特性转动惯量校准结果测量不确定度评定.....	11
附录 C 校准证书或校准报告内容.....	15

## 引言

本规范介绍了行人保护标准头型冲击器的组成，规定了其技术性能和校准方法。

本规范以 JJF1071《国家计量校准规范编写规则》、JJF1001《通用计量术语及定义》、JJF1059.1《测量不确定度评定与表示》为基础性系列规范进行制定。

本规范参考了 GB 24550《汽车对行人的碰撞保护》对头型冲击器的技术要求。

本规范为首次发布。

# 行人保护标准头型冲击器校准规范

## 1 范围

本规范适用于新制造、使用中和维修后行人保护标准头型冲击器的校准（其它类似设备可参照本规范进行校准）。

## 2 引用文件

JJG1001 通用计量术语及定义

JJF1059 测量不确定度评定与表示

JJF1071 国家计量校准规范编写规则

JJF1094 测量仪器特性评定与表示

GB24550 汽车对行人的碰撞保护

GB/T18459 传感器主要静态性能指标计算方法

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 头型冲击器

头型冲击器是一种用于行人保护试验的设备。其主要作用是模拟行人头部与车辆发生碰撞时的情景，以评估车辆对行人的保护性能。由硬质球形核心和柔软的外部皮肤材料组成。头型冲击器的内部，通常会安装有加速度传感器等测量设备。

## 4 概述

本规范适用于目前常用于行人保护试验的两种冲击器的校准。包括：成人头型冲击器与儿童头型冲击器。

头型冲击器在试验中撞击目标车辆前风挡或前机盖，通过其内置的 3 个方向加速度传感器采集数据，反映出目标车辆对行人头部的伤害情况。

## 5 计量特性

### 5.1 外观检查

头型冲击器应有唯一性的识别标识, 不应有影响校准的缺陷。

### 5.2 尺寸

#### 5.2.1 儿童头型冲击器

头型冲击器应为铝制, 均质结构, 球形, 直径为  $165\text{mm}\pm 1\text{mm}$ , 球体用  $14.0\text{mm}\pm 0.5\text{mm}$  厚的合成皮肤覆盖, 覆盖面积至少为球体的一半。

如图 1

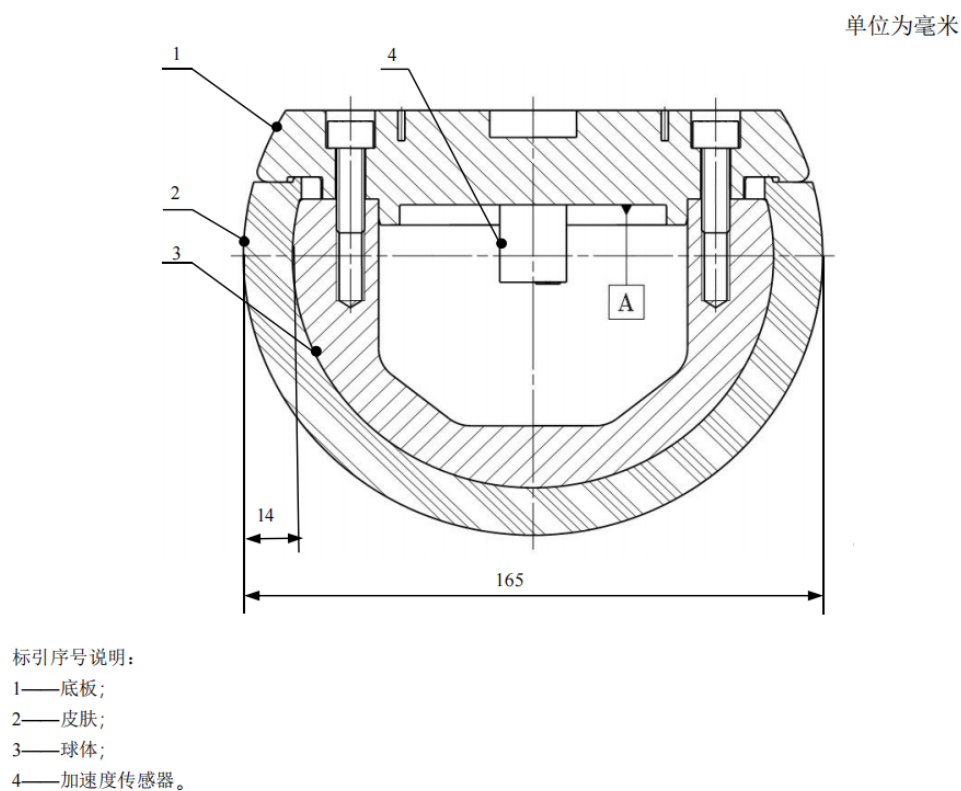


图 1 儿童头型冲击器示意图

#### 5.2.2 成人头型冲击器

成人头型冲击器应为铝制, 均质结构, 球形, 直径为  $165\text{mm}\pm 1\text{mm}$ , 球体用  $14.0\text{mm}\pm 0.5\text{mm}$  厚的合成皮肤覆盖, 覆盖面积至少为球体的一半。

如图 2

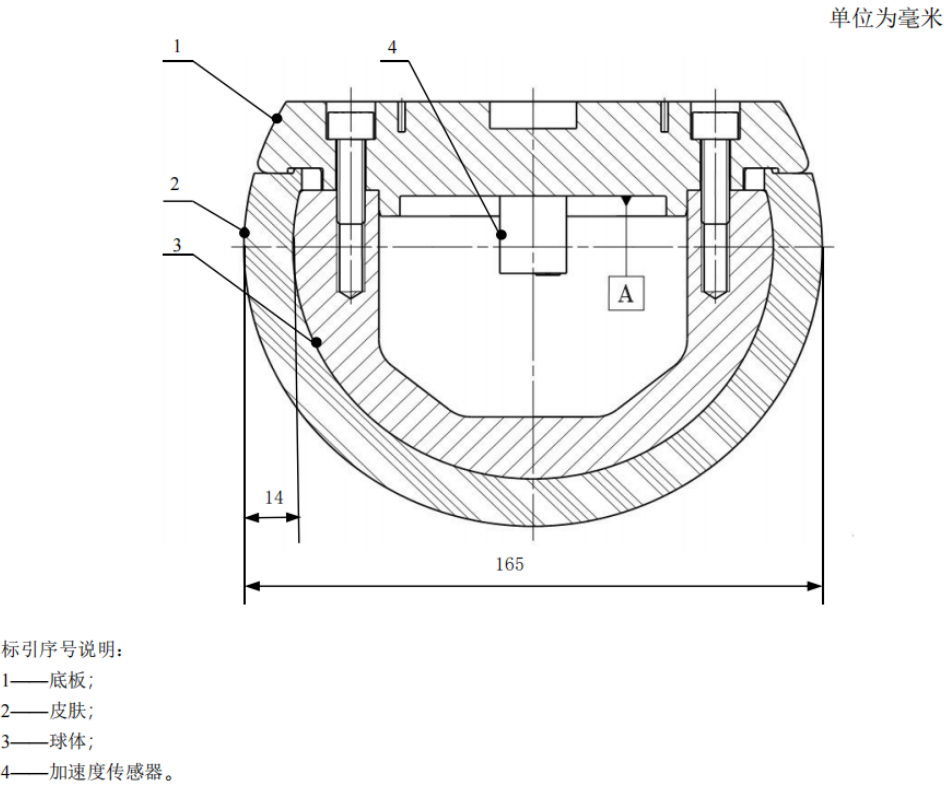


图 2 成人头型冲击器示意图

5.3 质量

5.3.1 儿童头型冲击器

儿童冲击器质量为  $3.5\text{kg}\pm0.07\text{kg}$

5.3.2 成人头型冲击器

成人冲击器质量为  $4.5\text{kg}\pm0.1\text{kg}$

5.4 质心位置

5.4.1 儿童头型冲击器

儿童冲击器的质心应位于球的几何中心，偏差为 $\pm2\text{mm}$

5.4.2 成人头型冲击器

成人冲击器的质心应位于球的几何中心，偏差为 $\pm5\text{mm}$

## 5.5 转动惯量

### 5.5.1 儿童头型冲击器

儿童冲击器相对于过质心且垂直于冲击方向的轴的转动惯量应为  $(0.010 \pm 0.002)$   $\text{kg} \cdot \text{m}^2$

### 5.5.2 成人头型冲击器

成人冲击器相对于过质心且垂直于冲击方向的轴的转动惯量应为  $(0.0115 \pm 0.0015)$   $\text{kg} \cdot \text{m}^2$

## 5.6 动态特性

### 5.6.1 儿童头型冲击器

头型冲击器内所装的三轴（或三个单轴）加速度传感器测量的加速度-时间曲线应为单一波形。

合成加速度峰值应不小于 245g 且不大于 300g。

### 5.6.2 成人头型冲击器

头型冲击器内所装的三轴（或三个单轴）加速度传感器测量的加速度-时间曲线应为单一波形。

合成加速度峰值应不小于 225g 且不大于 275g。

## 6 校准条件

### 6.1 环境条件

环境温度： $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 。

环境相对湿度为 10%~70%。

校准应在周围的污染、振动、电磁干扰对校准结果无影响的环境下进行。

### 6.2 测量标准及设备

表 1 校准用标准器

序号	校准用设备	测量范围	技术要求
1	电子天平	测量范围：(0~32) kg	准确度等级:I 级

2	温湿度计	测量范围：温度（0~40）℃， 湿度（0~95）%RH	最大允许误差：温度±0.2℃， 湿度±2%RH
3	长量爪游标卡尺	测量范围：（0~500）mm	最大允许误差：±0.3mm
4	头型标定台	厚度>50 mm， 面积大于 300 mm×300 mm	粗糙度 0.2 μm~2.0 μm
5	转动惯量校准装置	测量范围（0~0.02）kg·m <sup>2</sup>	最大允许误差：±0.0003kg·m <sup>2</sup>
7	工装及夹具	符合校准要求的工作夹具。	——

## 7 校准项目和校准方法

### 7.1 校准项目

- a)外观检查
- b)尺寸
- c)质量
- d)质心位置
- e)转动惯量
- f)动态特性

### 7.2 校准方法

#### 7.2.1 外观检查

用眼观察头型冲击器外观，都应有唯一性的识别标识，显示清晰，不应有影响校准的缺陷。用手检查各部件操作灵活，无明显的瑕疵、损伤。

#### 7.2.2 尺寸

利用游标卡尺对头型冲击器的直径进行测量，反复测量三次，并记录到原始记录内，以平均值作为直径的测量结果。

$$L_i = \frac{L_{i1} + L_{i2} + L_{i3}}{3} \quad (1)$$

其中： $L_i$ ——头型冲击器直径测量结果，mm；

$L_{i1}$ 、 $L_{i2}$ 、 $L_{i3}$ ——头型冲击器直径每次测量结果，mm。

### 7.2.3 质量

利用电子天平对头型冲击器的质量进行测量,反复测量三次,并记录到原始记录内,以平均值作为每个质量的测量结果。

$$m_i = \frac{m_{i1} + m_{i2} + m_{i3}}{3} \quad (2)$$

其中:  $m_i$ ——头型冲击器的质量测量结果, kg;

$m_{i1}$ 、 $m_{i2}$ 、 $m_{i3}$ ——头型冲击器的质量每次测量结果, kg。

### 7.2.4 质心位置

将头型冲击器放到转动惯量校准装置平台上,重复测量三次,以平均值作为质心位置的测量结果。

$$M_i = \frac{M_{i1} + M_{i2} + M_{i3}}{3} \quad (3)$$

其中:  $M_i$ ——头型冲击器质心位置测量结果, mm;

$M_{i1}$ 、 $M_{i2}$ 、 $M_{i3}$ ——头型冲击器质心位置每次测量结果, mm。

### 7.2.5 转动惯量

将头型冲击器放到转动惯量校准装置平台上,重复测量三次,以平均值作为转动惯量的测量结果。

$$J_i = \frac{J_{i1} + J_{i2} + J_{i3}}{3} \quad (4)$$

其中:  $J_i$ ——头型冲击器转动惯量测量结果,  $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ ;

$J_{i1}$ 、 $J_{i2}$ 、 $J_{i3}$ ——头型冲击器转动惯量每次测量结果,  $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ 。

### 7.2.6 动态特性

将头型冲击器悬挂在跌落架上,将头型冲击器从规定高度跌落,保证跌落方式应保证头型冲击器瞬间释放并跌落到一刚性支撑的水平钢板上。其内置传感器的校准可参考其他传感校准规范进行。

跌落时头型冲击器后表面与垂直方向的夹角,对于儿童头型冲击器,夹角与水平面的试验冲击角度为  $50^\circ \pm 2^\circ$ ,对于成人头型冲击器,夹角与水平面的试验冲击角度为  $65^\circ \pm 2^\circ$ 。

注:头型冲击器的悬挂方式应保证头型冲击器在跌落过程中不旋转。

应进行三次跌落试验，每次跌落后应将头型冲击器沿对称轴旋转  $120^\circ$ ，并记录加速度的值作为测量结果

单位为毫米

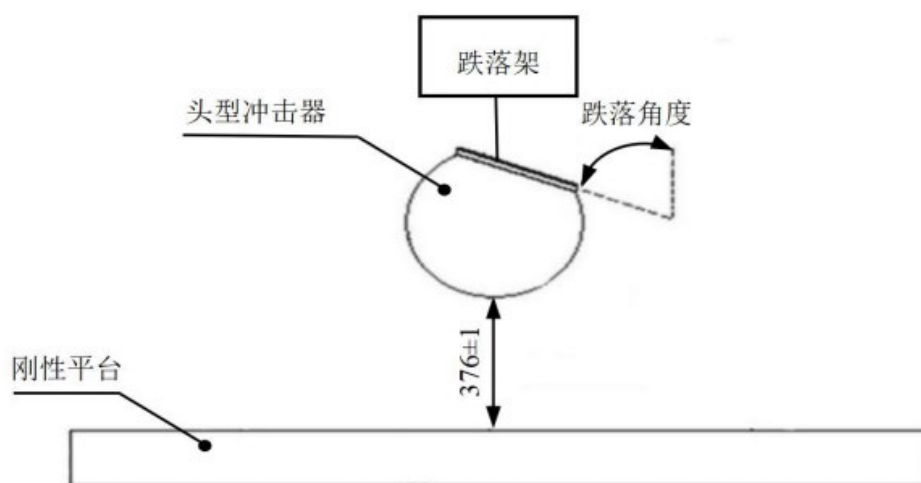


图3 跌落试验示意图

## 8 校准结果表达

经校准的头型冲击器，出具校准证书。注明校准项目，校准用测量标准的溯源性及有效性说明，测量不确定度等。

## 9 复校时间间隔

复校时间间隔建议一般不超过 12 个月，由于复校时间间隔的长短是由头型冲击器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸多因素决定，因此，使用单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

## 附录 A

## 动态特性校准结果测量不确定度评定

## A.1 概述

在进行头型跌落标定时所测量的加速度传递主要受环境条件、加速度传感器准确度所影响。

## A.2 测量模型

采用间接测量法,通过三轴加速度传感器测量头型冲击器内的合成加速度。

$$\alpha_{\text{res}} = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2} \quad (\text{A.1})$$

其中  $a_x$ 、 $a_y$ 、 $a_z$  分别为  $x$ 、 $y$ 、 $z$  方向单轴加速度传感器单独测量的结果。

$$\alpha_{\text{res}} = \overline{\alpha_{\text{res}}} \pm U \quad (\text{A.2})$$

式中: $\alpha_{\text{res}}$ ——合成加速度;

$\overline{\alpha_{\text{res}}}$ ——合成加速度均值;

$U$ ——合成加速度的不确定度。

## A.3 不确定度来源

因输入参数根据分类可以分为 A 类不确定度和 B 类不确定度:

(1)A 类不确定度:由测量结果的重复性引入的不确定度  $u_A$ ;

(2)B 类不确定度:由传感器自身性能引入的不确定度  $u_B$ 。

由多个直接测量结果计算得到的间接测量的不确定度可以按照以下公式计算所得,

$$u = \sqrt{\sum_{k=1}^n \left( \frac{\partial \alpha_{\text{res}}}{\partial a_k} u_k \right)^2} \mid a_k = \overline{a_k} \quad (\text{A.3})$$

已知单轴的测量结果不确定度可以按照直接测量的方法结合传感器的检定证书获得,其方法为:

$$a_k = \overline{a_k} \pm u_k \quad (\text{A.4})$$

其中  $u_c$  是单轴加速度传感器测量结果的不确定度,由 A 类不确定度和 B 类不确定度组成:

$$u_c = \sqrt{(u_A)^2 + (u_B)^2} \quad (\text{A.5})$$

其中 A 类不确定度由下面的公式进行计算:

$$u_A = s_A = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (a_i - \overline{a})^2}{n-1}} \quad (\text{A.6})$$

其中  $i=x, y, z$

进行 10 次跌落试验

其中 B 类不确定度可以根据情况选择计算方法:

若传感器的校准证书中给出了由传感器的不确定度  $U$  以及包含因子  $k$  时,

$$u_B = \frac{U}{k} \quad (\text{A.7})$$

若缺乏任何信息时, 可以选择平均分布, 此时  $k = \sqrt{3}, U = U(a)$ ,  $U(a)$  为仪器的最大允许误差:

$$u_B = \frac{U(a)}{\sqrt{3}} \quad (\text{A.8})$$

单轴加速度的不确定度计算

表 A.2 单轴的重复性数据

x 轴加速度 $a_x$ (g)									
$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$a_7$	$a_8$	$a_9$	$a_{10}$
181.2	182.5	181.9	182.3	183.1	181.9	180.6	179.1	180.6	183.0
$u_A$		1.25			$u_B$		1.2		
$a_x = 181.6 \pm 1.7$									
x 轴加速度 $a_y$ (g)									
$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$a_7$	$a_8$	$a_9$	$a_{10}$
21.2	20.2	38.2	25.4	23.2	23.4	26.2	19.8	23.2	16.4
$u_A$		4.42			$u_B$		0.500		
$a_x = 23.7 \pm 5.9$									
z 轴加速度 $a_z$ (g)									
$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$a_7$	$a_8$	$a_9$	$a_{10}$
209.2	210.4	210.3	210.3	208.9	211.3	212.3	210.3	210.6	209.8
$\Delta_A$		0.97			$u_B$		3.23		
$a_z = 210.3 \pm 3.4$									

A.4 合成标准不确定度

根据合成不确定度计算公式:

$$u = \sqrt{\sum_{k=1}^n \left( \frac{\partial \alpha_{res}}{\partial a_k} u_k \right)^2} \mid a_k = \bar{a}_k \quad (A.9)$$

分别把 $a_x$ 、 $a_y$ 、 $a_z$ 带入合成加速度公式并求偏导:

$$\bar{a}_{res} = \sqrt{\bar{a}_x^2 + \bar{a}_y^2 + \bar{a}_z^2} \quad (A.10)$$

$$u = \sqrt{\left( \frac{\bar{a}_x}{\sqrt{\bar{a}_x^2 + \bar{a}_y^2 + \bar{a}_z^2}} u_x \right)^2 + \left( \frac{\bar{a}_y}{\sqrt{\bar{a}_x^2 + \bar{a}_y^2 + \bar{a}_z^2}} u_y \right)^2 + \left( \frac{\bar{a}_z}{\sqrt{\bar{a}_x^2 + \bar{a}_y^2 + \bar{a}_z^2}} u_z \right)^2} \quad (A.11)$$

求得:  $a_{res} = \bar{a}_{res} + u = 278.9g \pm 2.83g$

测试结果保留一位小数:  $a_{res} = 278.9 \pm 2.8g$

#### A.5 扩展不确定度

扩展不确定度  $U$  由合成标准不确定度乘以包含因子  $k$  得到。取  $k=2$ ,

$$U = 5.6g$$

## 附录 B

## 典型计量特性转动惯量结果测量不确定度评定

## B.1 概述

利用转动惯量校准装置对转动惯量进行测量，在此转动惯量测量方法中，转动惯量的测量不确定度来源于环境振动、周期测量误差、天平质量测量误差、标定块尺寸测量误差和质心偏离等因素。根据从技术手册中得到的测量分布的极限范围，对周期测量误差、天平质量测量误差、标定块尺寸测量误差以及质心偏移等引起的不确定度进行 B 类标准不确定度分析，根据对实验结果的统计分析，采用 A 类不确定度评定对测量重复性误差进行评定。

## B.2 测量模型

头型冲击器的转动惯量按照公式

$$J_i = \frac{J_{i1} + J_{i2} + J_{i3}}{3} \quad (\text{B.1})$$

其中： $J_i$ ——头型冲击器转动惯量测量结果， $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ ；

$J_{i1}$ 、 $J_{i2}$ 、 $J_{i3}$ ——头型冲击器转动惯量每次测量结果， $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ 。

## B.3 不确定度来源

转动惯量校准结果测量不确定度来源及说明见表 B.1。

表 B.1 转动惯量校准结果测量不确定度分量来源和说明

序号	符号	标准不确定度分量名称	说明
1	$u_1(J_i)$	转动惯量重复性引入的标准不确定度分量	用 A 类方法评定
2	$u_2(J_i)$	转动惯量测量系统引入的不确定度分量	用 B 类方法评定

## B.4 合成标准不确定度计算公式和灵敏系数

$$u^2(J_i) = c^2 u_1^2(J_i) + c^2 u_2^2(J_i) \quad (\text{B. 2})$$

$$c = 1 \quad (\text{B. 3})$$

## B. 5 标准不确定度评定

### B. 5. 1 转动惯量重复性引入的标准不确定度分量

依据本校准规范的校准方法, 获取 10 次转动惯量的测量结果, 每次测量结果以三次测量结果平均值作为测量结果。见 B. 2。

表 B. 2 转动惯量校准结果

序号	次数	转动惯量 (kg · m <sup>2</sup> )	测量结果 (kg · m <sup>2</sup> )
1	1	0.0115	0.0115
	2	0.0115	
	3	0.0116	
2	1	0.0116	0.0116
	2	0.0116	
	3	0.0115	
3	1	0.0115	0.0116
	2	0.0117	
	3	0.0116	
4	1	0.0115	0.0116
	2	0.0116	
	3	0.0117	
5	1	0.0115	0.0116
	2	0.0116	
	3	0.0117	
6	1	0.0115	0.0115
	2	0.0115	
	3	0.0115	

7	1	0.0115	0.0116
	2	0.0117	
	3	0.0115	
8	1	0.0115	0.0115
	2	0.0115	
	3	0.0116	
9	1	0.0115	0.0115
	2	0.0114	
	3	0.0115	
10	1	0.0116	0.0116
	2	0.0115	
	3	0.0117	

利用贝塞尔公式计算：

$$s(x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 4.7 \times 10^{-5} \text{kg} \cdot \text{m}^2 \quad (\text{B. 4})$$

以平均值作为测量结果，则：

$$u_1(J_i) = \frac{s(x)}{\sqrt{3}} = 2.7 \times 10^{-5} \text{kg} \cdot \text{m}^2 \quad (\text{B. 5})$$

#### B. 5.2 转动惯量测量装置引入的标准不确定度分量

根据转动惯量测量装置的说明书，利用 B 类评定方法评定：

则

$$u_2(J_i) = 1.0 \times 10^{-5} \text{kg} \cdot \text{m}^2 \quad (\text{B. 6})$$

#### B. 6 合成标准不确定度

按照公式 B. 2

$$u(J_i) = \sqrt{u_1(J_i)^2 + u_2(J_i)^2} = 2.9 \times 10^{-5} \text{kg} \cdot \text{m}^2 \quad (\text{B. 7})$$

#### B. 7 扩展不确定度

在应用中，取包含因子  $k=2$ , 扩展不确定度  $U$  按公式 (B. 11) 计算：

$$U = k u_c \quad (\text{B. 8})$$

扩展不确定度为：

$$U = 2 \times 2.9 \times 10^{-5} = 5.8 \times 10^{-5} \text{kg} \cdot \text{m}^2$$

## 附录 C

### 校准证书或校准报告内容

- a) 标题，如“校准证书”或“校准报告”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点（如不在实验室内进行校准）；
- d) 证书或报告的唯一性标识（如编号），每页及总页的标识；
- e) 送校单位的名称和地址；
- 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的应用有关时，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，应对抽样程序进行说明；
- i) 对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) 校准结果及测量不确定度的说明；
- m) 校准证书或校准报告签发人的签名、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，不得部分复制证书或报告的声明。