

# 中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1194—202X

## 轮胎强度、脱圈及刚性试验机校准规范

Calibration specification for tire strength, bead unseating and  
rigidity testing machines

(征求意见稿)

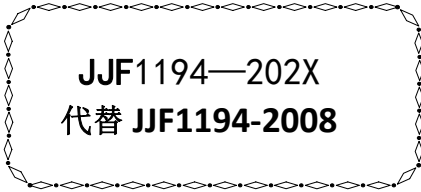
202X - XX - XX 发布

202X - XX - XX 实施

国家市场监督管理总局 发布

轮胎强度、脱圈及刚性试验机  
校准规范

Calibration specification for tire strength,  
bead unseating and rigidity testing machines



**JJF1194—202X**  
代替 **JJF1194-2008**

---

本规范经国家质量监督检验检疫总局于201X年X月X日批准，并自201X年X月X日起施行。

归 口 单 位：全国振动冲击转速计量技术委员会

主要起草单位：

参加起草单位：

本规范由全国振动冲击转速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 .....	I
1. 范围 .....	1
2. 引用文件 .....	1
3. 术语和定义 .....	1
3.1 轮胎坐标系 .....	1
4. 概述 .....	2
5. 计量特性 .....	3
5.1 负荷 .....	3
5.2 位移 .....	3
5.3 速度 .....	3
6. 校准条件 .....	3
6.1 环境条件 .....	3
6.2 测量用标准器具 .....	3
7. 校准项目和校准方法 .....	4
7.1 负荷的校准 .....	4
7.2 位移的校准 .....	4
7.3 速度的校准 .....	4
8. 校准结果表达 .....	5
9. 复校时间间隔 .....	5
附录 A 轮胎强度、脱圈及刚性试验机校准记录格式 .....	6
附录 B 轮胎强度、脱圈及刚性试验机结果格式 .....	10
附录 C 负荷示值误差校准不确定度的评定示例 .....	12
附录 D 位移示值误差校准不确定度的评定示例 .....	14
附录 E 速度示值误差校准不确定度的评定示例 .....	16
附录 F 试验机压头、压块、平台等配件参数及装配技术要求 .....	19

# 引 言

本规范以 JJF 1001 《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1-2012 《测量不确定度评定与表示》、JJF 1071-2010 《国家计量校准规范编写规则》和 GB/T 6326-2014 《轮胎术语及其定义》作为共同构成本规范制定工作的基础性系列标准。

本规范主要技术参考为 JJF 1194-2008 《轮胎强度及脱圈试验机校准规范》、GB/T 4501-2016 《载重汽车轮胎性能室内试验方法》、GB/T 4502-2016 《轿车轮胎性能室内试验方法》、GB/T 23663-2020 《汽车轮胎纵向和横向刚性试验方法》和 HG/T 3123-2021 《轮胎强度、脱圈阻力和静负荷试验机》。

与 JJF 1194—2008 相比，除编辑性修改外，本规范主要技术变化如下：

- 修改了概述中对试验机用途和结构的描述，涵盖了刚性试验用途功能和结构部件，增加了试验机结构示意图（见第 4 章）；
- 增加了刚性试验机负荷、位移和速度的计量特性（见第 4 章）；
- 删除了测量标准中所选钢直尺，增加了秒表（见 6.2）；
- 增加了垂直方向负荷、纵向负荷和横向负荷，垂直方向位移、纵向位移和横向位移，垂直方向速度、纵向速度和横向速度的校准项目和校准方法（见第 7 章）；
- 增加了关于试验机配备的压头、压块和平台等配件参数及装配技术要求（见附录 F）。

本规范历次版本发布情况：

- JJF1194-2008。

# 轮胎强度、脱圈及刚性试验机校准规范

## 1. 范围

本规范适用于轮胎强度、脱圈及刚性试验机（以下简称试验机）的校准。

## 2. 引用文件

本规范引用了下列文件：

GB/T 4501 载重汽车轮胎性能室内试验方法

GB/T 4502 轿车轮胎性能室内试验方法

GB/T 6326 轮胎术语及其定义

GB/T 23663 汽车轮胎纵向和横向刚性试验方法

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. 术语和定义

GB/T23663中界定的及其以下术语和定义适用于本文件。

### 3.1 轮胎坐标系 tyre axis system (GB/T 23663)

以轮胎接地中心为原点的右手直角坐标系， $X'$ 轴为轮胎中心平面和道路平面的交线，轮胎中心平面行进方向为正； $Z'$ 轴为铅垂线，向上为正； $Y'$ 在道路平面内，方向按右手法则确定（见图1）。

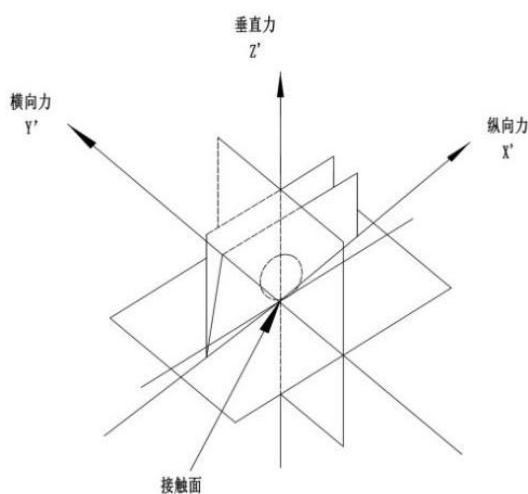


图1 轮胎坐标系

#### 4. 概述

轮胎强度、脱圈及刚性试验机用以实现强度静负荷、抗脱圈阻力、纵横向刚性等性能指标的测试。试验机按测试内容分为三合一、二合一及单一功能三类。试验机主要由主机、加载系统、伺服系统、控制系统、人机界面等组成；工作原理为通过配备不同类型尺寸的压头、压块、平台等模拟轮胎地面接触状态，通过给轮胎和压头、压块、平台等在规定速度下施加的相向作用力，采集试验力和相向位移计算强度静负荷、抗脱圈阻力、纵横向刚性等性能指标。试验机结构示意图见图 2、图 3 和图 4。

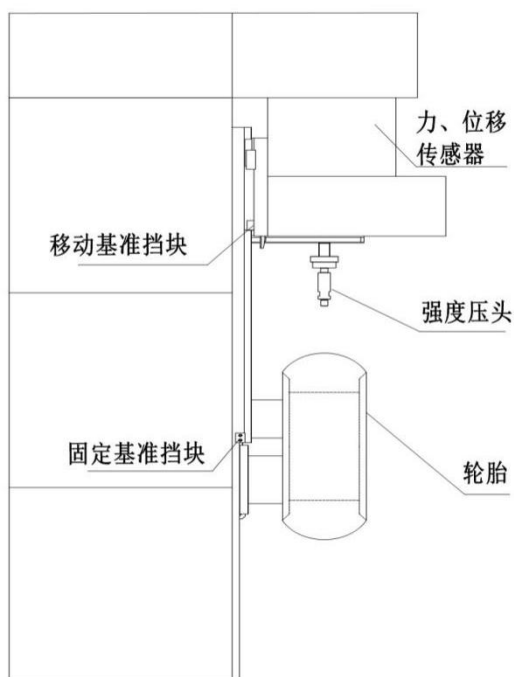


图 2 强度试验机结构示意图

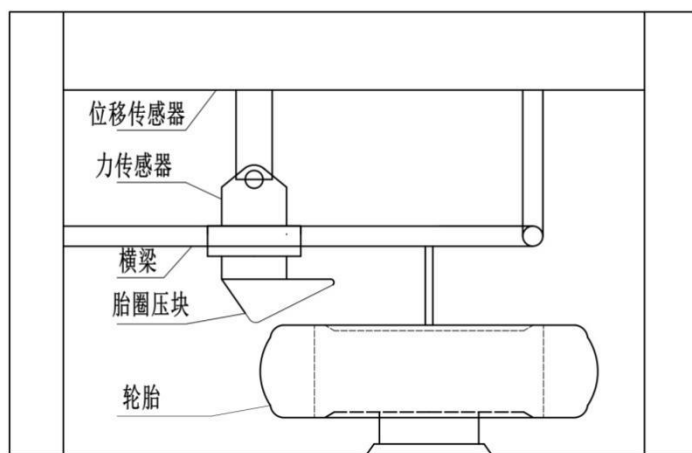


图 3 脱圈试验机结构示意图

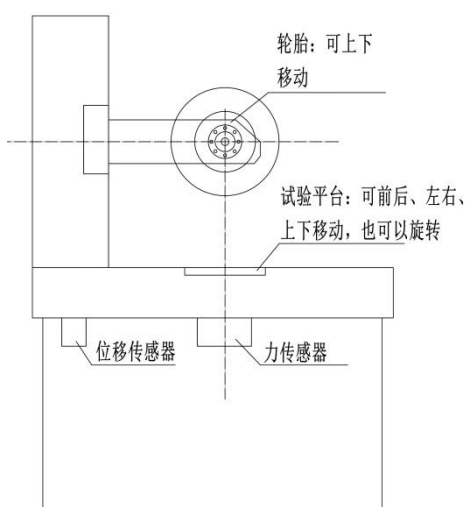


图 4 刚性试验机结构示意图

## 5. 计量特性

### 5.1 负荷

5.1.1 测量范围：(0.5~200) kN；最大允许误差：±1.0%。

### 5.2 位移

5.2.1 测量范围：(10~400) mm；强度试验机、脱圈试验机位移最大允许误差：±1.0%FS。

5.2.2 测量范围：(10~400) mm；刚性试验机垂直方向位移最大允许误差：±0.5mm。

5.2.3 测量范围：(-200~200) mm；刚性试验机纵向、横向位移最大允许误差：±0.5mm。

### 5.3 速度

5.3.1 测量值：50mm/min；最大允许误差：±2.5mm/min。

注：以上计量特性指标不是用于符合性判定，仅供参考。

## 6. 校准条件

### 6.1 环境条件

- a) 温度：(25±5) °C；
- b) 相对湿度：≤85%；
- c) 工作电源：电压的波动范围应不大于额定电压的±10%。

### 6.2 测量用标准器具

- a) 标准测力仪：测量范围应与试验范围相适用，准确度等级为 0.3 级；
- b) 深度或高度卡尺：测量范围为 (0~500) mm，示值最大允许误差±0.05mm；



c) 秒表：分辨力优于 0.1s，测量间隔 10s 时最大允许误差 $\pm 0.05s$ 。

## 7. 校准项目和校准方法

校准前准备，安装要求参考附录 F。

### 7.1 负荷的校准

将标准测力仪安装于试验机轮胎工位的施受力中心，标准测力仪与试验机电力值传感器的力作用线应处在同一轴线上。将试验机与标准测力仪分别调零后，缓缓地进行加载，在测量范围内取大致均匀分布的 5 点进行测量（也可按实际使用需求适当地增加测量点），当试验机达到设定值，标准测力仪显示值稳定后，分别读取标准测力仪和试验机相应示值，建议读数到 0.001kN，重复测量 3 次，按公式（1）计算相对误差，作为校准结果。试验机强度、脱圈、纵向刚性、横向刚性等不同方向上的负荷应分别进行校准。

$$q_i = \frac{F_i - \bar{F}_{0i}}{\bar{F}_{0i}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中： $q_i$ ——第  $i$  测量点，试验机负荷示值相对误差，%；

$\bar{F}_i$ ——第  $i$  测量点，3 次测量试验机负荷示值的算术平均值，kN；

$\bar{F}_{0i}$ ——第  $i$  测量点，3 次测量标准测力仪示值的算术平均值，kN。

注：需要进行 kg 和 N 不同单位换算时，重力加速度为  $9.80665\text{m/s}^2$ 。

### 7.2 位移的校准

用高度卡尺测量位移，驱动压头、压块或平台缓慢移动，在可移动范围内取大致均匀分布的 5 点进行测量（也可按实际使用需求适当地增加测量点），当高度卡尺上的位移量达到测量值时，读取试验机相应示值，建议读数到 0.1mm。按公式（2）计算位移相对误差或公式（3）计算位移误差，作为校准结果。试验机强度、脱圈、纵向刚性、横向刚性等不同方向上位移应分别进行校准。

$$\delta_i = \frac{L'_i - L_i}{L_N} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\delta'_i = L'_i - L_i \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中： $\delta_i$ ——第  $i$  测量点，位移示值相对误差，%；

$\delta'_i$ ——第  $i$  测量点，位移示值误差，mm；

$L'_i$ ——第  $i$  测量点，试验机位移示值，mm；

$L_i$ ——第  $i$  测量点，高度（或深度）卡尺位移指示值，mm；

$L_N$ ——测量范围满量程，mm。

### 7.3 速度的校准

设定强度试验机压头、脱圈试验机脱圈压块移动速度，刚性试验机加载装置垂直移动速度，刚性试验机接触平台纵向、横向移动速度，速度设定点为 50mm/min。空载状态下启动驱动系统，同时秒表开始计时，试验机动作宜在全行程一半以后，读取秒表的对应数值即为时间，用深度或高度卡尺测量位移量即为压入深度值，记录时间及对应压入深度值，重复测量 3 次，按公式（4）计算速度，作为校准结果。试验机强度、脱圈、纵向刚性、横向刚性等不同方向上速度应分别进行校准。

$$\Delta v = v - v_i = v - \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 \frac{60h_i}{t_i} \dots\dots\dots (4)$$

式中：  $\Delta v$ ——压入速度误差，mm；

$v$ ——压入速度设定值，mm/min；

$h_i$ ——第  $i$  测量点，压入深度值，mm；

$t_i$ ——第  $i$  测量点，压头接触轮胎到压入  $h_i$  距离对应时间，s；

$v_i$ ——第  $i$  测量点，压头速度同一校准点 3 次读数的算数平均值，mm/min。

## 8. 校准结果表达

### 8.1 校准结果处理

经校准的轮胎强度、脱圈及刚性试验机出具校准证书，校准证书符合 JJF1071-2010 中 5.12 的要求，并给出各项校准项目名称和测量结果以及扩展不确定度。校准原始记录参考格式见附录 A，校准证书内容及内页参考格式见附录 B。

### 8.2 校准结果的不确定度

轮胎强度、脱圈及刚性试验机校准结果的不确定度按 JJF1059.1-2012 的要求评定，校准结果不确定度评定示例见附录 C、附录 D 和附录 E。

## 9. 复校时间间隔

复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定，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，建议为 1 年。

## 附录 A

## 轮胎强度、脱圈及刚性试验机校准记录参考格式

## A.1 轮胎强度试验机校准记录参考格式

校准地点：\_\_\_\_\_ 温度：\_\_\_\_\_ 湿度：\_\_\_\_\_

主要计量标准器										
名称及编号	型号/规格	测量范围	不确定度/准确度等级/最大允许误差				溯源单位名称及证书编号	有效期		
强度负荷	试验机显示值 (kN)				标准测力仪示值 (kN)				示值相对误差%	测量结果的扩展不确定度 (k=2)
	1	2	3	平均值	1	2	3	平均值		
压头位移	试验机显示值 (mm)				高度(或深度)卡尺指示值 (mm)				示值相对误差%	测量结果的扩展不确定度 (k=2)
压入速度	试验机设定值 (mm/min)				标准器测量值 (mm/min)				误差 (mm/min)	测量结果的扩展不确定度 (k=2)
	1	2	3	平均值	1	2	3	平均值		

校准员：\_\_\_\_\_ 核验员：\_\_\_\_\_ 校准日期 \_\_\_\_\_年\_\_\_\_\_月\_\_\_\_\_日

## A.2 轮胎脱圈试验机校准记录参考格式

校准地点：\_\_\_\_\_ 温度：\_\_\_\_\_ 湿度：\_\_\_\_\_

主要计量标准器										
名称及编号		型号/规格		测量范围		不确定度/准确度等级/最大允许误差		溯源单位名称及证书编号		有效期
脱圈负荷	试验机显示值 (kN)				标准测力仪示值 (kN)				示值相对误差%	测量结果的扩展不确定度 (k=2)
	1	2	3	平均值	1	2	3	平均值		
压块位移	试验机显示值 (mm)				高度(或深度)卡尺指示值 (mm)				示值相对误差%	测量结果的扩展不确定度 (k=2)
下压速度	试验机设定值 (mm/min)				标准器测量值 (mm/min)				误差 (mm/min)	测量结果的扩展不确定度 (k=2)
	1	2	3	平均值	1	2	3	平均值		

校准员：\_\_\_\_\_ 核验员：\_\_\_\_\_ 校准日期 \_\_\_\_\_年\_\_\_\_\_月\_\_\_\_\_日

## A.3 轮胎刚性试验机校准记录参考格式

校准地点：\_\_\_\_\_ 温度：\_\_\_\_\_ 湿度：\_\_\_\_\_

主要计量标准器										
名称及编号	型号/规格	测量范围	不确定度/准确度等级/ 最大允许误差				溯源单位名称及 证书编号	有效期		
垂直方向 负荷	试验机显示值 (kN)				标准测力仪示值 (kN)				示值相对误 差%	测量结果 的扩展不 确定度 (k=2)
	1	2	3	平均值	1	2	3	平均值		
垂直方向 位移	试验机显示值 (mm)			高度(或深度)卡尺指示值 (mm)				示值相对误 差%	测量结果 的扩展不 确定度 (k=2)	
垂直方向 速度	试验机设定值 (mm/min)				标准器测量值 (mm/min)				误差 (mm/min)	测量结果 的扩展不 确定度 (k=2)
	1	2	3	平均值	1	2	3	平均值		
纵向 负荷	试验机显示值 (kN)				标准测力仪示值 (kN)				示值相对误 差%	测量结果 的扩展不 确定度 (k=2)
	1	2	3	平均值	1	2	3	平均值		

纵向位移	试验机显示值 (mm)				高度(或深度)卡尺指示值 (mm)				示值相对误差%	测量结果的扩展不确定度 (k=2)
纵向速度	试验机设定值 (mm/min)				标准器测量值 (mm/min)				误差 (mm/min)	测量结果的扩展不确定度 (k=2)
	1	2	3	平均值	1	2	3	平均值		
横向负荷	试验机显示值 (kN)				标准测力仪示值 (kN)				示值相对误差%	测量结果的扩展不确定度 (k=2)
	1	2	3	平均值	1	2	3	平均值		
横向位移	试验机显示值 (mm)				高度(或深度)卡尺指示值 (mm)				示值相对误差%	测量结果的扩展不确定度 (k=2)
横向速度	试验机设定值 (mm/min)				标准器测量值 (mm/min)				误差 (mm/min)	测量结果的扩展不确定度 (k=2)
	1	2	3	平均值	1	2	3	平均值		

校准员：\_\_\_\_\_ 核验员：\_\_\_\_\_ 校准日期 \_\_\_\_\_年\_\_\_\_\_月\_\_\_\_\_日

## 附录 B

### 轮胎强度、脱圈及刚性试验机校准证书内容及内页参考格式

#### B.1 校准证书应至少包括以下信息

校准结果应在校准证书或校准报告上反映。校准证书或报告应至少包括以下信息：

- a) 标题：“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（如果与实验室的地址不同）；
- d) 证书的唯一性标识（如编号）、页码及总页数；
- 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受日期；
- h) 校准所依据的技术规范的名称及代号；
- i) 本次校准所用测量标准的溯源性及其有效性说明；
- 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) 对校准规范的偏离说明
- m) 校准人员、核验人员及批准人签名；
- n) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- o) 校准证书或报告签发日期以及复校时间间隔的建议；
- p) 未经校准实验室书面批准，不得部分复制证书或报告的声明。

## B.2 校准证书内页参考格式

证书编号：XXXX-XXXXXX

## 轮胎强度、脱圈及刚性试验机校准结果

	校准项目	校准结果
1	强度负荷 (N)	
2	脱圈负荷 (N)	
3	垂直方向负荷 (N)	
4	纵向负荷 (N)	
5	横向负荷 (N)	
6	压头位移 (mm)	
7	垂直方向位移 (mm)	
8	纵向位移 (mm)	
9	横向位移 (mm)	
10	压入速度 (mm/min)	
11	垂直方向速度 (mm/min)	
12	纵向速度 (mm/min)	
13	横向速度 (mm/min)	



## 附录 C

## 负荷示值误差校准不确定度的评定示例

## C.1 建立数学模型，列不确定度式

以标准测力仪为基础，用试验机负荷显示对应的示值，计算其相对误差，建立校准结果的数学模型：

$$\delta = \frac{F_1 - F}{F} \times 100\%$$

式中：

$\delta$ ——试验机示值相对误差；

$F_1$ ——试验机示值，kN；

$F$ ——标准测力仪示值，kN。

因为各分量互不相关，由不确定度传播率：

$$u^2(\delta) = c_1^2 \times u^2(F_1) + c_2^2 \times u^2(F)$$

其中： $c_1 = \frac{\partial \delta}{\partial F_1} = \frac{1}{F}$ ， $c_2 = \frac{\partial \delta}{\partial F} = -\frac{F_1}{F^2}$

不确定度式为：

$$u^2(\delta) = \left(\frac{1}{F}\right)^2 \times u^2(F_1) + \left(-\frac{F_1}{F^2}\right)^2 \times u^2(F)$$

## C.2 不确定度来源

- a) 试验机负荷示值分辨力引入的不确定度  $u_1$ ；
- b) 试验机负荷测量重复性引入的不确定度  $u_2$ ；
- c) 标准测力仪引入的不确定度  $u_3$ 。

## C.3 不确定分量的评估

- a) 试验机负荷示值分辨力引入的标准不确定度  $u_1$

试验机负荷示值分辨力为 0.001kN，按均匀分布，落在宽度为  $0.001\text{kN}/2=0.0005\text{kN}$  的区间内。

其标准不确定度为  $u_1(F_1)=0.0005\text{kN}/\sqrt{3}\approx 0.0003\text{kN}$

- b) 试验机负荷测量重复性引入的标准不确定度  $u_2$

加载负荷为 60kN，重复测量 10 次，其值为：60.121 kN，60.120 kN，60.051 kN，60.032 kN，60.055 kN，60.070 kN，60.111 kN，60.089 kN，60.081 kN，60.091 kN， $\bar{F}=60.082\text{kN}$ ，测量实验标准差

$$s(F_1) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (F_{1i} - \bar{F}_1)^2}{10-1}} \approx 0.029\text{kN}$$

实际工作以 3 次测量的算数平均值作为测量结果，故测量结果重复性标准不确定为：

$$u_2 = s(F_1) / \sqrt{3} = 0.029\text{kN} / \sqrt{3} \approx 0.018\text{kN}$$

c) 标准测力仪引入的标准不确定度  $u_3$

标准测力仪准确度等级为 0.3 级，其极限误差为  $\pm 0.3\%$ ，对 60kN 有  $60\text{kN} \times (\pm 0.3\%) = \pm 0.18\text{kN}$  误差。按均匀分布，其标准不确定度为：

$$u_3 = 0.18\text{kN} / \sqrt{3} = 0.104\text{kN}$$

d) 各输出量的标准不确定度分量见表 C1。

试验机负荷测量重复性引入的不确定度大于试验机负荷分辨力引入的不确定度，故输入量取试验机负荷测量重复性引入的不确定度分量。

表 C.1 输出量的标准不确定度分量一览表

序号	输入量的标准不确定度评定			输出量的标准不确定度分量		
	来源	符号	数值	符号	灵敏系数 $c_i$	$ c_i  \times u$ ( $\chi$ )
1	试验机负荷测量重复性	$u_2(F_1)$	0.018kN	$u_2$	$1/F=0.017\text{kN}^{-1}$	0.03%
2	标准测力仪误差	$u_3(F)$	0.104kN	$u_3$	$F_1/F^2=0.017\text{kN}^{-1}$	0.17%

#### C.4 合成标准不确定度的评定

由于标准不确定度分量互不相关，故

$$u_c(\delta) = \sqrt{u_2^2 + u_3^2} = \sqrt{0.03^2 + 0.17^2} \% \approx 0.17\%$$

#### C.5 扩展不确定评定

取  $k=2$ 。试验机负荷示值校准结果的扩展不确定度为：

$$U_{rel} = k \times u_c(\delta) = 2 \times 0.17\% = 0.34\%。$$

#### C.6 测量不确定度报告

上述的分析及计算按 JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》进行，试验机的负荷示值误差校准结果的扩展不确定度  $U_{rel}=0.34\%$ ， $k=2$ 。

## 附录 D

## 位移示值误差校准不确定度的评定示例

## D.1 建立数学模型，列不确定度式

以游标卡尺测量为基础，用试验机位移显示对应的示值，计算其相对误差，建立校准结果的数学模型：

$$\delta = \frac{L_1 - L}{L_N} \times 100\%$$

式中：

$\delta$ ——试验机示值相对误差；

$L_1$ ——试验机示值，mm；

$L$ ——游标卡尺读数，mm；

$L_N$ ——测量范围满量程，mm。

因为各分量互不相关，由不确定度传播率：

$$u^2(\delta) = c_1^2 \times u^2(L_1) + c_2^2 \times u^2(L)$$

$$\text{其中： } c_1 = \frac{\partial \delta}{\partial L_1} = \frac{1}{L_N}, \quad c_2 = \frac{\partial \delta}{\partial L} = -\frac{1}{L_N}$$

不确定度式为：

$$u^2(\delta) = \left(\frac{1}{L_N}\right)^2 \times u^2(L_1) + \left(-\frac{1}{L_N}\right)^2 \times u^2(L)$$

## D.2 不确定度来源

- a) 试验机位移示值分辨力引入的不确定度  $u_1$ ；
- b) 试验机位移测量重复性引入的不确定度  $u_2$ ；
- c) 游标卡尺引入的不确定度  $u_3$ 。

## D.3 不确定分量的评估

- a) 试验机位移示值分辨力引入的标准不确定度  $u_1$

试验机位移示值分辨力为 0.1mm，按均匀分布，落在宽度为  $0.1\text{mm}/2=0.05\text{mm}$  的区间内。

其标准不确定度为  $u_1=0.05\text{mm}/\sqrt{3}=0.03\text{mm}$ 。

b) 试验机位移测量重复性引入的标准不确定度  $u_2$ 

试验位移为 100mm，重复测量 10 次，其值为：100.2mm、100.4mm、100.1mm、100.2mm、100.3mm、100.5mm、100.1mm、100.2mm、100.4mm、100.3mm， $\bar{L}=100.3\text{mm}$ ，测量实验标准差

$$s(L_1) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (L_{1i} - \bar{L}_1)^2}{10-1}} \approx 0.14\text{mm}$$

测量结果重复性标准不确定为：

$$u_2 = s(L_1) = 0.14\text{mm}$$

c) 游标卡尺引入的标准不确定度  $u_3$ 

游标卡尺的最大允许误差 $\pm 0.02\text{mm}$ ，按均匀分布，其标准不确定度为：

$$u_3 = 0.02\text{mm}/\sqrt{3} \approx 0.01\text{mm}$$

## d) 各输出量的标准不确定度分量见表 D.1。

试验机测量位移重复性引入的不确定度大于试验机位移分辨力引入的不确定度，故输入量取试验机位移测量重复性引入的不确定度分量。

表 D.1 输出量的标准不确定度分量一览表

序号	输入量的标准不确定度评定			输出量的标准不确定度分量		
	来源	符号	数值	符号	灵敏系数 $c_i$	$ c_i  \times u(\chi)$
1	试验机位移测量重复性	$u_2(L_1)$	0.14mm	$u_2$	$1/L_N = 0.0025\text{mm}^{-1}$	0.035%
2	游标卡尺误差	$u_3(L)$	0.01mm	$u_3$	$-1/L_N = 0.01\text{mm}^{-1}$	0.0025%

## D.4 合成标准不确定度的评定

由于标准不确定度分量互不相关，故

$$u_c(\delta) = \sqrt{u_2^2 + u_3^2} = \sqrt{0.035^2 + 0.0025^2} \% \approx 0.035\%$$

## D.5 扩展不确定评定

取  $k=2$ 。试验机位移示值校准结果的扩展不确定度为

$$U_{rel} = k \times u_c(\delta) = 2 \times 0.035\% = 0.07\%$$

## D.6 测量不确定度报告

上述的分析及计算按 JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》进行，试验机的位移示值误差校准结果的扩展不确定度  $U_{rel}=0.07\%$ ， $k=2$ 。

## 附录 E

## 速度示值误差校准不确定度的评定示例

## E.1 建立数学模型，列不确定度式

以游标卡尺和秒表测量为基础，用试验机速度显示对应的示值，计算其相对误差，建立校准结果的数学模型：

$$\Delta v = v - \frac{h}{t}$$

式中：

$\Delta v$ ——压入速度误差，mm；

$v$ ——压入速度设定值，mm/min；

$h$ ——压入深度值，mm；

$t$ ——压头接触轮胎到压入距离  $h$  对应时间，min。

因为各分量互不相关，由不确定度传播率：

$$u^2(\delta) = c_1^2 \times u^2(v) + c_2^2 \times u^2(h) + c_3^2 \times u^2(t)$$

$$\text{其中： } c_1 = \frac{\partial \Delta v}{\partial v} = 1, \quad c_2 = \frac{\partial \Delta v}{\partial h} = -\frac{1}{t}, \quad c_3 = \frac{\partial \Delta v}{\partial t} = \frac{h}{t^2}$$

不确定度式为：

$$u^2(\delta) = u^2(v) + \frac{1}{t^2} u^2(h) + \frac{1}{t^4} u^2(t)$$

## E.2 不确定度来源

- a) 试验机速度测量重复性引入的不确定度  $u_1$ ;
- b) 试验机速度示值分辨力引入的不确定度  $u_2$ ;
- c) 游标卡尺引入的不确定度  $u_3$ ;
- d) 秒表引入的不确定度  $u_4$ 。

## E.3 不确定分量的评估

- a) 试验机测量重复性引入的标准不确定度  $u_1$

试验速度为 50mm/min，重复测量 10 次，其值为：50.9mm/min、50.5mm/min、50.3mm/min、50.5mm/min、50.8mm/min、50.5mm/min、49.6mm/min、49.5mm/min、50.1mm/min、50.3mm/min、 $\bar{v}=50.3\text{mm/min}$ ，测量实验标准差

$$s(v) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (v_i - \bar{v})^2}{10-1}} \approx 0.46 \text{mm/min}$$

实际工作以 3 次测量的算数平均值作为测量结果，故测量结果重复性标准不确定为：

$$u_1 = s(v) / \sqrt{3} = 0.46 \text{mm} / \sqrt{3} \approx 0.27 \text{mm}$$

b) 试验机示值分辨力引入的不确定度  $u_2$

试验机的速度示值分辨力为 0.01mm/min，按均匀分布，落在宽度为 0.01mm/min/2=0.005mm/min 的区间内。

其标准不确定度为  $u_2 = 0.005 \text{mm/min} / \sqrt{3} = 0.003 \text{mm/min}$

c) 游标卡尺引入的标准不确定度  $u_3$

游标卡尺的最大允许误差  $\pm 0.02 \text{mm}$ ，按均匀分布，其标准不确定度为：

$$u_3 = 0.02 \text{mm} / \sqrt{3} \approx 0.01 \text{mm}$$

d) 秒表引入的标准不确定度  $u_4$

秒表的分度值为 0.1s，由校准证书其给出其标准不确定度为  $u_{41} = 0.006 \text{s} = 0.0001 \text{min}$ 。人使用秒表存在时间差约 0.1s，即标准不确定为  $u_{42} = 0.0017 \text{min}$ 。合成后此项标准不确定度为

$$u_4 = \sqrt{u_{41}^2 + u_{42}^2} = \sqrt{0.0001^2 + 0.0017^2} = 0.0017 \text{min}$$

e) 各输出量的标准不确定度分量见表 E.1。

试验机速度测量重复性引入的不确定度大于试验机示值分辨力引入的不确定度，故输入量取试验机测量重复性引入的不确定度分量。

表 E.1 输出量的标准不确定度分量一览表

序号	输入量的标准不确定度评定			输出量的标准不确定度分量		
	来源	符号	数值	符号	灵敏系数 $c_i$	$ c_i  \times u(\chi)$
1	试验机速度测量重复性	$u_1(v)$	0.27mm/min	$u_1$	1	0.27mm/min
2	游标卡尺误差	$u_2(h)$	0.01mm	$u_3$	$-\frac{1}{t} = -1 \text{min}^{-1}$	0.01mm/min
3	秒表误差	$u_4(t)$	0.0017min	$u_4$	$\frac{h}{t^2} = 50 \text{mm/min}^{-2}$	0.09mm/min

注：以  $h=50 \text{mm}$ ， $t=1 \text{min}$  为例。

#### E.4 合成标准不确定度的评定

由于标准不确定度分量互不相关，故

---

$$u_c(\delta)=\sqrt{u_1^2 + u_3^2 + u_4^2}=\sqrt{0.27^2 + 0.01^2 + 0.09^2}=0.28\text{mm/min}$$

### E.5 扩展不确定评定

取  $k=2$ 。试验机位移示值校准结果的扩展不确定度为

$$U=k \times u_c(\delta)=2 \times 0.28\text{mm/min}=0.56\text{mm/min}$$

### E.6 测量不确定度报告

上述的分析及计算按 JJF1059.1-2012 《测量不确定度评定与表示》进行，试验机的速度示值误差校准结果的扩展不确定度  $U=0.56\text{mm/min}$ ， $k=2$ 。

## 附录 F

## 试验机压头、压块、平台等配件参数及装配技术要求

试验机的压头、压块、平台等配件作为轮胎试验中必不可少的配件，其装配应满足以下技术要求。

## F.1 强度试验机压头

F.1.1 压头运动的中心线与轮胎支撑轴中心线所在平面的垂直度不大于 $\pm 0.5^\circ$ ；

F.1.2 在最大试验载荷下，弯曲变形不大于 $\pm 0.5^\circ$ ；

F.1.3 直径应为  $8.0\text{mm}\pm 0.2\text{mm}$ 、 $19.0\text{mm}\pm 0.5\text{mm}$ 、 $32.0\text{mm}\pm 0.5\text{mm}$  或  $38.0\text{mm}\pm 0.5\text{mm}$ 。

## F.2 脱圈试验机横梁及压块 P 值

F.2.1 横梁与装胎芯轴的垂直度，允许偏差 $\pm 1^\circ$ ；

F.2.2 脱圈压块水平距离 P 值最大允许误差 $\pm 1\text{mm}$ ；

F.2.3 脱圈试验机的绕柱中心到轮胎中心线水平距离  $465\pm 0.8\text{mm}$ 。

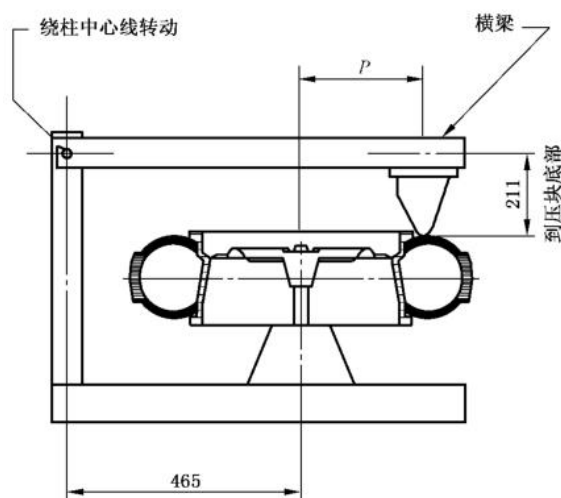


图 5 脱圈试验机横梁及压块 P 值示意图

## F.3 刚性试验机垂直加载方向与试验台接触平台夹角

F.3.1 刚性试验机垂直加载方向与试验台接触平台夹角为  $90^\circ$ ，最大允许误差 $\pm 0.05^\circ$ 。