



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1195—202X

轮胎耐久性及轮胎高速性能 转鼓试验机校准规范

Calibration Specification for Drum Tester for
Tyre Endurance and High Speed Test

(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

轮胎耐久性及轮胎高速性能
转鼓试验机校准规范

Calibration Specification for Drum
Tester for Tyre Endurance and High
Speed Test

JJF 1195-20xx
代替 JJF 1195-2008

本规范经国家市场监督管理总局于 202X 年 X 月 X 日批准，并自 202X 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.....	II
1 范围.....	8
2 引用文件.....	8
3 概述.....	8
4 计量特性.....	9
4.1 转鼓.....	9
4.2 试验负荷.....	10
4.3 试验速度.....	10
4.4 加速时间.....	10
4.5 轮胎支承轴中心到转鼓表面的距离.....	11
4.6 设备空载噪声.....	11
5 校准条件.....	11
5.1 环境条件.....	11
5.2 测量用标准器具及辅助件.....	11
6 校准项目和校准方法.....	12
6.1 转鼓.....	12
6.2 试验机负荷示值误差.....	12
6.3 试验速度.....	13
6.4 轮胎支承轴中心到转鼓表面的距离.....	14
6.5 设备空载噪声.....	14
7 校准结果表达.....	14
8 复校时间间隔.....	15
附录 A: 校准原始记录(推荐)格式.....	16
轮胎耐久性及轮胎高速性能转鼓试验机校准记录.....	16
附录 B.....	19
校准证书内容.....	19
附录 C.....	20
C.1 负荷示值误差的测量结果不确定度评定示例.....	20

C.2 速度示值误差测量结果不确定度评定示例	22
C.3 转鼓直径测量结果不确定度的评定	24
C.4 转鼓径向跳动/轴向跳动测量结果不确定度的评定	25
C.5 转鼓加速时间测量结果不确定度的评定	27
C.6 轮胎支承轴中心到转鼓表面的距离测量结果不确定度评定示例	29

引 言

JJF 1001 《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1 《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》和 GB/T 6326 《轮胎术语及其定义》共同构成本规范制定工作的基础性系列标准。

与 JJF 1195-2008 相比，除编辑性修改外，本规范主要技术变化如下：

- 修改了校准规范英文名称；
- 根据 JJF 1071-2010 《国家计量校准规范编写规则》的要求进行了格式修改；
- 增加了引言内容（见 II）；
- 增加了校准试验机范围（见 1）；
- 根据对校准项目和校准方法的修改，对引用文件、名词术语及测量标准和其他设备进行了增减（见 2、3，2008 版的 2）；
- 修改了对环境条件温度的规定（见 5.1）；
- 修改了对标准器标准测力仪的规定（见 5.2）；
- 修改了对转鼓径向跳动的规定，修改为最大径向总跳动；增加了对转鼓最大轴向总跳动量的规定（见 6.1）；
- 修改了对试验负荷、分度值及示值最大允许误差的规定（见 6.2）；
- 修改了试验负荷校准方法（见 6.2）；
- 修改了对试验速度测量范围（见 6.3.1）；
- 修改了速度波动度的规定（见 6.3.2）；
- 修改了对加速时间的规定（见 6.3.3）；
- 增加了轮胎支承轴中心到转鼓表面距离校准方法（见 6.4）；
- 增加了空载噪声的校准要求（见 6.5）；
- 增加了附录 A 校准原始记录（推荐）格式；
- 修改了附录 B 校准证书内容；
- 修改了附录 C 负荷校准测量不确定度评定的规定；
- 修改了附录 C 速度校准测量不确定度评定的规定；
- 增加了附录 C 转鼓直径测量结果不确定度的评定；
- 增加了附录 C 转鼓径向跳动/轴向跳动测量结果不确定度的评定；

- 增加了附录 C 转鼓加速时间测量结果不确定度的评定；
 - 增加了附录 C 轮胎支承轴中心到转鼓表面的距离测量结果不确定度的评定。
- 本规范历次颁布发布情况为：
- JJF 1195-2008，本次为首次修订。

轮胎耐久性及其高速性能转鼓试验机校准规范

1 范围

本规范适用于轮胎耐久性及其高速性能转鼓试验机的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1156 振动 冲击 转速计量术语及定义

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 13203 摩托车轮胎性能试验方法

GB/T 30193 工程机械轮胎耐久性试验方法

GB/T 30197 工程机械轮胎作业能力测试方法 转鼓法

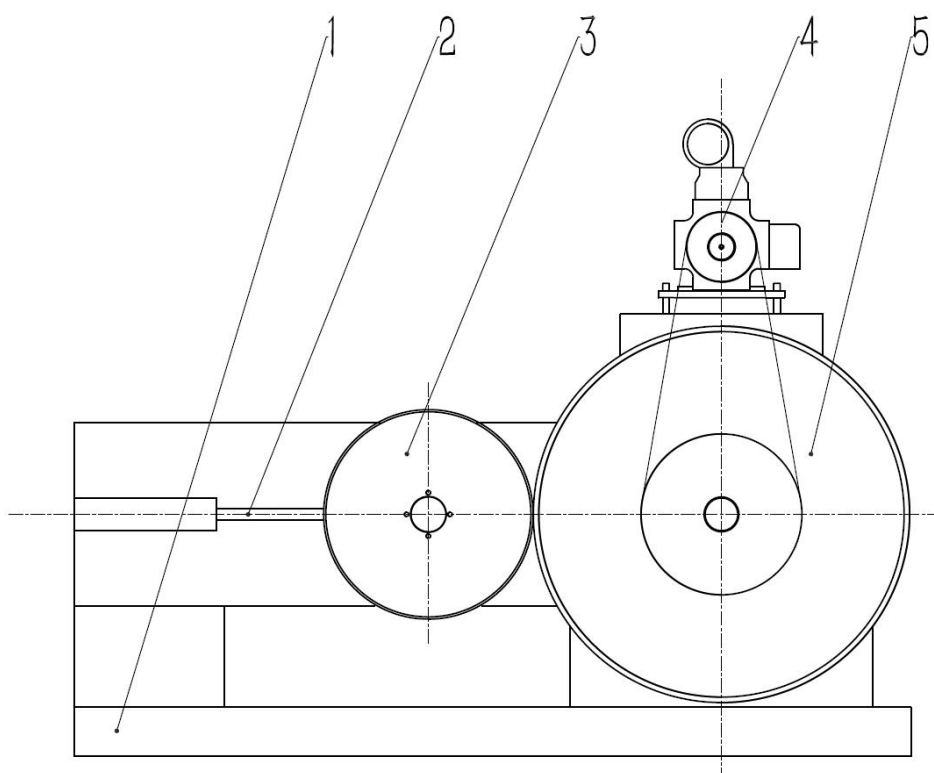
凡是注日期的文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 概述

试验机主要用于轿车轮胎、载重汽车轮胎、摩托车轮胎以及工程机械轮胎等各种轮胎的滚转走行试验，包括轿车轮胎高速性能试验、耐久性能试验和低气压性能试验，载重汽车轮胎耐久性能试验和高速性能试验，摩托车轮胎耐久性能试验、高速性能试验和离心胀大试验，以及工程机械轮胎耐久性能试验、作业能力测试。

试验机主要由主机（机架、转鼓）、轮胎加载和负荷控制系统、转鼓驱动和速度控制系统等组成。转鼓的钢制表面作为模拟路面，转鼓由电动机驱动，其转速可以调整；轮胎加载和负荷控制系统用于模拟轮胎载荷，其大小可以调整。

试验机结构组成见图 1 所示。



1—机架；2—轮胎加载装置；3—轮胎；4—转鼓驱动装置；5—转鼓。

图 1 试验机结构组成

4 计量特性

4.1 转鼓

转鼓直径、径向圆跳动和轴向圆跳动的规定按表 1 规定。

表 1 转鼓直径、噪声、径向圆跳动和轴向圆跳动

适用轮胎	转鼓直径 (mm)	最大径向圆跳动 (mm)	最大轴向圆跳动 (mm)	空载噪声 dB(A)
轿车轮胎	1700±17	0.25	0.25	≤80
载重汽车轮胎	1700±17	0.25	0.25	≤80
摩托车轮胎	1700±17	0.25	0.25	≤80
工程机械轮胎	3000±30	0.25	0.50	≤90
工程机械轮胎	5000±50	1.00	1.00	≤90
工程机械轮胎	7000±70	1.00	2.00	≤90

4.2 试验负荷

试验负荷要求按表 2 规定。

表 2 试验负荷、分辨力及示值最大允许误差

适用轮胎	试验负荷	分辨力	示值最大允许误差
轿车轮胎	(200~5000) kg (1960~49000) N	0.1kg 1N	±1%
载重汽车轮胎或 工程机械轮胎	(500~20000) kg (4900~196000) N	1kg 10N	±1.5%
摩托车轮胎	(50~2000) kg (490~19600) N	0.1kg 1N	±1.5%或 1kg 取最大者
工程机械轮胎	≥20000kg ≥196000N	1kg 10N	±1.5%

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

4.3 试验速度

试验速度要求按表 3 规定。

表 3. 试验速度分辨力、速度精度及波动度

适用轮胎	分辨力	速度精度	波动度
轿车轮胎	0.1 km/h	(0~+2)km/h	5min 内不超过 1.0%
载重汽车轮胎			
摩托车轮胎			
工程机械轮胎			

4.4 加速时间

试验加速时间应符合表 4 的规定。

表 4. 试验加速时间

适用轮胎	项目	要求
轿车轮胎	匀加速启动达到初始试验速度	≤1min
	高速试验从一个速度段到下一个速度段	≤6s
载重汽车轮胎	转鼓以匀加速启动到初始试验速度的时间	≤5min

摩托车轮胎	速度级别代号 J~P 轮胎, 启动后规定预试阶段速度	≤5min
	速度级别代号 Q~W 轮胎改变速度到稳定速度	≤1min
	离心胀大试验达到轮胎最大速度能力	≤5min
工程机械轮胎	以匀加速启动到初始试验速度的时间	≤5min

4.5 轮胎支承轴中心到转鼓表面的距离

4.5.1 测量范围: (100~500) mm, 最大允许误差: ±1mm。

注: 本项计量特性仅供 (1700±17) mm 转鼓直径的试验机。

4.6 设备空载噪声

设备空载噪声符合表 1 的规定。

5 校准条件

5.1 环境条件

a) 温度: (5~40) °C;

b) 相对湿度: ≤85%;

c) 工作电源: 电压的波动范围应不超出额定电压的±10%, 校准现场周围应无强烈的振动源和低频信号干扰。

5.2 测量用标准器具及辅助件

5.2.1 标准器

a) 标准测力仪: 测量范围应满足试验负荷范围; 准确度等级: 0.3 级;

b) 转速表: 准确度等级为 0.2 级;

c) 转鼓直径测量工具: 分度值和示值最大允许误差应符合表 5 的要求。

d) 指示表: 测量范围为 (0~10) mm, 分辨力或分度值为 0.01mm, 最大允许误差 0.02mm;

e) 秒表: 分辨力不低于 0.01s 的电子秒表或专用的周期测量仪器。

f) 声级计: 2 级, ±1dB

g) 卡尺: 测量范围 500mm 或 1000mm, 示值最大允许误差 ±0.10mm。

表 5. 对转鼓直径测量工具的要求

工具名称	分度值 (mm)	转鼓直径 (mm)	最大允许误差 (mm) 或准确度等级

π 尺	0.02	1700±17	±0.08
		3000±30	±0.10
		5000±50	±0.20
钢卷尺	1mm	7000±70	II级

5.2.2 辅助件

- a) 测力仪支架及力传感器支座；
- b) 卡尺支架；
- c) 用于进行加速时间测试的新的标准轮胎一套。

6 校准项目和校准方法

6.1 转鼓

6.1.1 转鼓直径

转鼓直径按 5.2.1 的规定，用 π 尺或钢卷尺分别测量转鼓鼓面的中部及两边距边缘约 50mm 处的周长，取算术平均值。按公式(1)计算其直径。

$$D=L/\pi \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

D ——转鼓直径(D 的计算值取整数)，mm；

L ——三次测得转鼓周长的算术平均值，mm；

π ——圆周率，取 π =3.14。

6.1.2 转鼓径向圆跳动

用指示表测量转鼓鼓面中间及距两边边缘 50 mm 三处的径向跳动，取最大值为校准结果。

6.1.3 转鼓轴向圆跳动

用指示表测量转鼓两侧端面距鼓面边缘（15~20）mm 处的轴向跳动，取最大值为校准结果。

6.2 试验机负荷示值误差

将标准测力仪装于轮胎支承轴和校准用支座之间，调整其位置，使其中心点、转鼓轴中心点和轮胎支承轴中心点在同一直线上。缓慢加载，在测量范围内取大致均匀分布的 5 点或 5 点以上进行测试。

当试验机达到设定值标准测力仪显示值稳定后，分别读取校准测力仪的显示值和试验机相应的示值，重复测量 3 次，分别取算术平均值。按公式(2)计算负荷示值误差。

$$q_i = \frac{\overline{F}_i - \overline{F}_{0i}}{\overline{F}_{0i}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

q_i ——第 i 测量点，负荷相对误差； $i = 1, 2, 3, 4, 5\dots$

\overline{F}_i ——第 i 测量点，3 次测量试验机示值的算术平均值，单位为 kg 或 N；

\overline{F}_{0i} ——第 i 测量点，3 次测量标准测力仪示值的算术平均值，单位为 kg 或 N。

6.3 试验速度

6.3.1 速度

按设备实际能力，从零至设备最高试验速度大致均匀分布的 4 点或 4 点以上，用转速表测量转鼓速度。当试验机速度示值为设定值时，记录转速表测量的转速值。每测量点重复测量 3 次，分别计算其算术平均值，按公式(3)计算速度精度。

$$\delta_{v_i} = 0.06\pi \cdot D \cdot \overline{n}_i - v_i \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

δ_{v_i} ——第 i 测量点，速度精度。 $i=1, 2, 3, 4, \dots$ ；

v_i ——第 i 测量点，试验机速度示值的算术平均值，km/h；

π ——圆周率，取 $\pi=3.14$ ；

D ——转鼓直径，m；

\overline{n}_i ——第 i 测量点转速表测得 3 次转速值的算术平均值，r/min。

6.3.2 速度波动度

启动转鼓加速常用测量点，速度稳定后，观察速度示值变化，每 5 min 记录一次，记录 3 次，按公式(4)计算其速度波动度。

$$b = \frac{v_{max} - v_{min}}{v} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

b ——试验机速度波动度；

v_{max} ——试验机 3 次记录示值中的最大值，km/h；

v_{min} ——试验机 3 次记录示值中的最小值，km/h；

v ——试验机设定速度，km/h。

6.3.3 加速时间

使用秒表测量转鼓以匀加速启动至初始试验速度的时间，取其三次平均值。

6.4 轮胎支承轴中心到转鼓表面的距离

将 5.2.1g) 规定的卡尺装于轮胎支承轴和转鼓表面之间，通过卡尺支架调整其位置，使其水平并通过轮胎支承轴中心点。调整轮胎支承轴位置，在测量范围内取大致均匀分布的 3 点或 3 点以上，分别测量轮胎支承轴外侧到转鼓表面的距离。

当试验机轮胎支承轴达到设定值后，分别读取卡尺的显示值和试验机相应的示值，重复测量 3 次，分别取算术平均值。按公式(5)计算轮胎支承轴中心到转鼓表面的距离示值误差。

$$\varepsilon_i = \bar{L}_i - \left(\bar{L}_{0i} - \frac{d}{2} \right) \dots\dots\dots (5)$$

式中：

ε_i ——第 i 测量点，轮胎支承轴中心到转鼓表面的距离示值误差； $i = 1, 2, 3, \dots$

\bar{L}_i ——第 i 测量点，3 次测量试验机示值的算术平均值，单位为 mm；

\bar{L}_{0i} ——第 i 测量点，3 次测量卡尺示值的算术平均值，单位为 mm；

d ——轮胎支承轴外直径，单位为 mm。

6.5 设备空载噪声

启动转鼓至表 4 规定的速度，在空载（轮胎不接触转鼓）条件下，将 5.2.1c) 规定的声级计从转鼓侧面对准转鼓接触轮胎的位置，在距离 1 米处测量。

测量三次，取其平均值。

表 4 设备空载噪声试验速度

适用轮胎	试验速度 (km/h)
轿车轮胎	80
载重汽车轮胎	80
摩托车轮胎	80
工程机械轮胎	25

7 校准结果表达

7.1 校准结果处理

经校准的轮胎耐久性及轮胎高速性能转鼓试验机其校准结果应在校准证书上反映，校准证书应符合 JJF 1071-2010 中 5.12 的要求，并给出各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（推荐）格式见附录 A，校准证书内容及内页（参考）格式见附录 B。

7.2 校准结果的不确定度

轮胎耐久性及轮胎高速性能转鼓试验机校准结果的不确定度按 JJF 1059.1 -2012 的要求评定，校准结果不确定度评定示例见附录 C。

8 复校时间间隔

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

附录 A: 校准原始记录 (推荐) 格式

轮胎耐久性及轮胎高速性能转鼓试验机校准记录

送校单位: _____ 样品接收日期: _____ 客户地址: _____ 记录编号: _____
 生产厂家: _____ 规格型号: _____ 出厂编号: _____ 校准依据: _____
 校准地点: _____ 温 度: _____ 湿 度: _____

主要计量标准器

名称/型号	设备编号/测量范围	溯源机构	证书编号/有效期	准确度等级/不确定度/最大允许误差

表 A.1 校准证书背面格式

校准结果						
校准项目	实测结果					
转鼓	直径 (mm)			径向圆跳动 (mm)		
				轴向圆跳动 (mm)		
负荷 (kN)	1#工位			2#工位		
	校准点	示值	示值相对误差%	校准点	示值	示值相对误差%
速度 km/h	校准点	示值	示值相对误差%	速度波动度%		
				最大值	最小值	波动度

加速时间	加速范围(km/h)		时间(min)			
			第一次	第二次	第三次	平均值
轮胎支承轴 中心到转鼓 表面的距离 (mm)	1#工位			2#工位		
	校准点	示值	示值相对 误差%	校准点	示值	示值相对 误差%
噪声 dB	工位		1#工位		2#工位	
	第一次					
	第二次					
	第三次					
	平均值					

转鼓直径校准结果的不确定度：_____

转鼓径向圆跳动校准结果的不确定度：_____

转鼓轴向圆跳动校准结果的不确定度：_____

试验负荷校准结果的不确定度：_____

试验速度校准结果的不确定度：_____

加速时间校准结果的不确定度：_____

轮胎支承轴中心到转鼓表面的距离校准结果的不确定度：_____

设备空载噪声校准结果的不确定度：_____

附录 B

校准证书内容

校准证书或校准报告应至少包括以下信息：

- 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) 送校单位的名称；
- 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) 如果与校准结果的有效性应用有关时，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) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；
- o) 校准结果仅对被校准对象有效的声明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

附录 C

测量不确定度的评定

C.1 负荷示值误差的测量结果不确定度评定示例

C.1.1 建立数学模型，列不确定度式

以试验机施加载荷 3000 kg 为例，标准测力仪显示对应的示值，计算其相对误差，对于任意一个测量点，校准结果的数学模型为：

$$\delta = \frac{F_1 - F}{F} \times 100\% \quad (\text{C.1.1})$$

式中：

δ —— 试验机示值相对误差，%；

F_1 —— 试验机示值，N；

F —— 标准测力仪示值，N。

由不确定度传播律：

$$u^2(\delta) = c_1^2 \times u_1^2(F_1) + c_2^2 \times u_2^2(F) + c_3^2 \times u_3^2(F) \quad (\text{C.1.2})$$

其中：

$$c_1 = \frac{\partial \delta}{\partial F} = \frac{1}{F} = 0.0003 \text{kg}^{-1} \quad (\text{C.1.3})$$

$$c_2 = \frac{\partial \delta}{\partial F_0} = -\frac{F_1}{F^2} = -0.0003 \text{kg}^{-1} \quad (\text{C.1.4})$$

不确定度公式为：

$$u^2(\delta) = \left(\frac{1}{F}\right)^2 \times u_1^2(F_1) + \left(-\frac{F_1}{F^2}\right)^2 \times u_2^2(F) + \left(-\frac{F_1}{F^2}\right)^2 \times u_3^2(F) \quad (\text{C.1.5})$$

C.1.2 不确定度来源

- a) 试验机示值分辨力引入的标准不确定度分量 u_1
- b) 试验机负荷测量重复性引入的标准不确定度分量 u_2
- c) 标准测力仪最大允许误差引入的标准不确定度分量 u_3

C.1.3 不确定度分量的评估

- a) 试验机示值分辨力引入的标准不确定度分量 u_1

试验机的负荷示值分辨力为 0.1kg，以等概率分布(矩形分布)落在宽度为 0.1kg / 2=0.05kg 的区间内。

其标准不确定度为：

$$u_1(F) = \frac{0.05\text{kg}}{\sqrt{3}} = 0.029\text{kg} \quad (\text{C.1.6})$$

b) 试验机负荷测量重复性引入的标准不确定度分量 u_2

加载负荷为 3000 kg，重复测量 3 次，其值为：3000.1 kg，3000.0 kg，2999.8 kg，按极差法，极差 $R=0.3\text{ kg}$ ，查表得极差系数 $C=1.69$ 。

近似评定实验标准差：

$$s(F_1) = \frac{0.3\text{kg}}{1.69} = 0.178\text{kg} \quad (\text{C.1.7})$$

三次平均测量结果重复性标准不确定度为：

$$u_2(F_1) = \frac{s(F_1)}{\sqrt{3}} = \frac{0.178\text{kg}}{\sqrt{3}} = 0.102\text{kg} \quad (\text{C.1.8})$$

c) 标准测力仪最大允许误差引入的标准不确定度分量 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 3000 kg 可能有 $\pm 9.0\text{ kg}$ 误差。按均匀分布，其标准不确定度为：

$$u_3(F) = \frac{9.0\text{ kg}}{\sqrt{3}} = 5.196\text{kg} \quad (\text{C.1.9})$$

表 C.1 标准不确定度汇总表

不确定度分量	不确定度来源	$u(x_i)$ 的值	灵敏系数 $c_i = \frac{\partial f}{\partial x_i}$	$ c_i u(x_i)$
u_1	试验机示值分辨力引入的标准不确定度分量	0.029kg	0.0003kg^{-1}	8.7×10^{-6}
u_2	试验机负荷测量重复性引入的标准不确定度分量	0.102kg	-0.0003kg^{-1}	3.1×10^{-5}
u_3	标准测力仪最大允许误差引入的标准不确定度分量	5.196kg	-0.0003kg^{-1}	0.0016

C.1.4 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：

$$u_c(\delta) = \sqrt{c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u_2^2 + c_3^2 u_3^2} = 0.16\% \quad (\text{C.1.10})$$

C.1.5 扩展不确定度评定

取包含因子 k 为 2，被校试验机负荷示值误差的测量结果的扩展不确定度为：

$$U(\delta) = u_c(\delta) \times k = 0.3\%$$

C.1.6 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，轮胎耐久性
及轮胎高速性能转鼓试验机负荷示值误差测量结果的扩展不确定度为： $U = 0.3\%, k = 2$ 。

C.2 速度示值误差测量结果不确定度评定示例

C.2.1 建立数学模型，列不确定度式

以试验机的速度为基准，标准转速表显示对应的计数速度示值，计算其最大允许相对
误差。本次试验机速度的测量不确定度评定以 350km/h 为例，校准结果的数学模型：

$$\delta_v = \frac{v_0 - v}{v} \times 100\% \quad (\text{C.2.1})$$

式中：

δ_v ——试验机示值相对误差，%

v_0 ——试验机速度示值，km/h；

v ——标准转速表测量的速度，km/h。

因为各分量 v_0 、 v 互不相关，由不确定度传播律：

$$u^2(\delta) = c_1^2 \times u_1^2(v_0) + c_2^2 \times u_2^2(v) + c_3^2 \times u_3^2(v) \quad (\text{C.2.2})$$

其中：

$$c_1 = \frac{\partial \delta}{\partial v_0} = \frac{1}{v} = 0.003h/km, \quad c_2 = \frac{\partial \delta}{\partial v} = -\frac{v_0}{v^2} = -0.003h/km \quad (\text{C.2.3})$$

不确定度公式为：

$$u^2(\delta) = \left(\frac{1}{v}\right)^2 \times u_1^2(v_0) + \left(-\frac{v_0}{v^2}\right)^2 \times u_2^2(v) + \left(-\frac{v_0}{v^2}\right)^2 \times u_3^2(v) \quad (\text{C.2.4})$$

C.2.2 不确定度来源

- a) 试验机示值分辨力引入的标准不确定度分量 u_1
- b) 试验机速度测量重复性引入的标准不确定度分量 u_2
- c) 转速表最大允许误差引入的标准不确定度分量 u_3

C.2.3 不确定度分量的评估

- a) 试验机速度示值分辨力引入的不确定度 u_1 ；

速度示值分辨力为 0.1km/h，以等概率分布(矩形分布)落在宽度为 0.05km/h 的区间
内。其标准不确定度为：

$$u_1(v_0) = \frac{0.05km/h}{\sqrt{3}} = 0.03km/h \quad (\text{C.2.5})$$

b) 试验机速度测量重复性产生的标准不确定度 u_2

取速度为 350 km/h, 重复测量 3 次, 其值为: 350.8 km/h, 350.2 km/h, 350.1km/h, 按极差法, 极差 $R = 0.7\text{km/h}$, 查表得极差系数 $C=1.69$, 测量实验标准差:

$$s(v) = \frac{0.7\text{km/h}}{1.69} = 0.41\text{km/h} \quad (\text{C.2.6})$$

三次平均测量结果重复性标准不确定度为:

$$u_2(v) = \frac{s(v)}{\sqrt{3}} = \frac{0.41\text{km/h}}{\sqrt{3}} = 0.24\text{km/h} \quad (\text{C.2.7})$$

c) 标准转速表产生的标准不确定度 u_3

标准转速表准确度等级为 0.2 级, 其极限误差为 $\pm 0.2\%$, 对 350km/h 的速度, 其最大误差为 $\pm 0.70 \text{ km/h}$ 。按均匀分布, 其标准不确定度为:

$$u_3(v) = \frac{0.7\text{km/h}}{\sqrt{3}} = 0.40 \text{ km/h} \quad (\text{C.2.8})$$

表 C.2.1 标准不确定度汇总表

不确定度分量	不确定度来源	$u(x_i)$ 的值	灵敏系数 $c_i = \frac{\partial f}{\partial x_i}$	$ c_i u(x_i)$
u_1	试验机示值分辨力引入的标准不确定度分量	0.03km/h	0.003h/km ¹	9×10^{-5}
u_2	试验机负荷测量重复性引入的标准不确定度分量	0.24km/h	-0.003h/km ¹¹	7.2×10^{-4}
u_3	标准测力仪最大允许误差引入的标准不确定度分量	0.40km/h	-0.003h/km ¹	0.0012

C.2.4 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

$$u_c(\delta) = \sqrt{c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u_2^2 + c_3^2 u_3^2} = 0.14\% \quad (\text{C.2.9})$$

C.2.5 扩展不确定度评定

取包含因子 k 为 2, 被校试验机速度示值误差的测量结果的扩展不确定度为:

$$U(\delta) = u_c(\delta) \times k = 0.3\%$$

C.2.6 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, 轮胎耐久性 & 轮胎高速性能转鼓试验机速度示值误差测量结果的扩展不确定度为: $U = 0.3\%, k = 2$ 。

C.3 转鼓直径测量结果不确定度的评定

C.3.1 建立测量模型

测量模型可用式 C.3.1 表示：

$$D = \frac{\bar{L}}{\pi} \quad (\text{C.3.1})$$

式中：

D ——转鼓直径（ D 的计算值取整数），mm；

L ——三次测得转鼓周长的平均值，mm；

π ——圆周率 3.14；

认为各输入量之间不相关，不确定度传播可用公式 C.3.2 表示。

$$u^2(\delta) = c_1^2 \times u_1^2(L) + c_2^2 \times u_2^2(L) \quad (\text{C.3.2})$$

其中，灵敏系数为：

$$c_1 = 0.3$$

C.3.2 标准不确定度的来源

a) 转鼓周长测量重复性引入的标准不确定度分量 $u_1(\bar{L})$ ；

b) π 尺最大允许误差引入的标准不确定度分量 $u_2(\bar{L})$ 。

C.3.2.1 转鼓周长测量重复性引入的标准不确定度分量 $u_1(\bar{L})$

转鼓周长重复测量 3 次，其值为：5371、5367、5349mm，按极差法，极差 $R=22\text{mm}$ ，查表得极差系数 $C=1.69$ ，测量实验标准差：

$$s(L_i) = \frac{22\text{mm}}{1.69} = 13\text{mm} \quad (\text{C.3.3})$$

三次平均测量结果重复性标准不确定度为：

$$u_1(\bar{L}) = \frac{13\text{mm}}{\sqrt{3}} = 8\text{mm} \quad (\text{C.3.4})$$

C.3.2.2 π 尺最大允许误差引入的标准不确定度分量 $u_2(\bar{L})$

选择直径测量范围为 1100mm ~ 2100mm 的 π 尺时，其最大允许误差为 $\pm 0.08\text{mm}$ ，则可能值区间的半宽度 a 为 0.08 mm，按均匀分布，取包含因子 k 为 $\sqrt{3}$ ，则钢卷尺引入的标准不确定度为：

$$u_2(\bar{L}) = \frac{a}{k} = \frac{0.08}{\sqrt{3}} = 0.05\text{mm} \quad (\text{C.3.5})$$

C.3.3 合成标准不确定度的计算

标准不确定度分量汇总见表 2。

测量结果 mm	0.12	0.18	0.10	0.09	0.11	0.08	0.05	0.11	0.15	0.06
---------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

用贝塞尔公式计算单次测得值的实验标准偏差，按公式(C.4.3)计算：

$$s(d_i) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2} = 0.039 \text{ mm} \quad (\text{C. 4. 3})$$

转鼓径向跳动校准进行 3 次重复测量时，所得测量结果最佳估计值的标准不确定度 $u_1(d_{\max})$ 为：

$$u_1(d_{\max}) = s(d_{\max}) = s(d_i) / \sqrt{3} = 0.023 \text{ mm} \quad (\text{C. 4. 4})$$

C. 4. 2. 2 百分表最大允许误差引入的标准不确定度分量 $u_2(d_{\max})$

由百分表校准证书得到百分表示值误差不超过 $20\mu\text{m}$ ，则可能值区间的半宽度 a 为 $20\mu\text{m}$ ，认为其均匀分布，取包含因子 k 为 $\sqrt{3}$ ，则百分表最大允许误差引入的标准不确定度为：

$$u_2(d_{\max}) = \frac{a}{k} = \frac{0.02}{\sqrt{3}} = 0.012 \text{ mm} \quad (\text{C. 4. 5})$$

C. 4. 3 合成标准不确定度的计算

标准不确定度分量汇总见表 C. 4. 2。

表 C. 4. 2 标准不确定度汇总表

不确定度分量	不确定度来源	$u(x_i)$ 的值	灵敏系数 $c_i = \frac{\partial f}{\partial x_i}$	$ c_i u(x_i)$
$u_1(d_{\max})$	转鼓径向跳动测量重复性	0.023mm	1	0.023mm
$u_2(d_{\max})$	百分表最大允许误差	0.012mm	1	0.012mm

则合成标准不确定度为：

$$u_c(D) = \sqrt{0.023^2 + 0.012^2} = 0.03 \text{ mm} \quad (\text{C. 4. 6})$$

C. 4. 4 扩展不确定度

取包含因子 k 为 2，被校转鼓径向跳动测量结果的扩展不确定度为：

$$U(D) = u_c(D) \times k = 0.06 \text{ mm}$$

C. 4. 5 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，试验机转鼓径向跳动测量结果的扩展不确定度为： $U = 0.06\text{mm}, k = 2$ 。

C.5 转鼓加速时间测量结果不确定度的评定

C.5.1 测量模型

测量模型可用式 (C.5.1) 表示：

$$T = \bar{t} \quad (\text{C.5.1})$$

式中：

T ——转鼓加速时间，s；

\bar{t} ——电子秒表 3 次测量结果的平均值，s；

认为各输入量之间不相关，不确定度传播可用公式 (C.5.2) 表示。

$$u_c^2(\delta) = c_1^2 \times u_1^2(\bar{t}) + c_2^2 \times u_2^2(\bar{t}) \quad (\text{C.5.2})$$

式中灵敏系数为：

$$c_1 = 1。$$

C.5.2 标准不确定度的来源

转鼓加速时间测量结果的标准不确定度主要由转鼓加速时间测量重复性引入的标准不确定度分量 $u_1(\bar{t})$ 、电子秒表最大允许误差引入的标准不确定度分量 $u_2(\bar{t})$ 组成。

C.5.2.1 转鼓加速时间测量重复性引入的标准不确定度分量 $u_1(\bar{t})$

转鼓从 0km/h ~ 80km/h 加速时间重复测量 10 次，测量数据见表 C.5.1。

表 C.5.1 转鼓加速时间 10 次重复测量数据

第 i 次测量	加速范围	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测量结果 \ s	0km/h ~ 80km/h	79	85	71	90	92	88	81	76	69	80
测量结果 \ s	100km/h ~ 140km/h	32	36	45	29	30	22	40	39	31	25
测量结果 \ s	140km/h ~ 180km/h	25	34	28	30	19	36	33	24	26	39
测量结果 \ s	180km/h ~ 220km/h	38	49	51	30	42	29	26	37	20	28

用贝塞尔公式计算单次测得值的实验标准偏差，按公式 (3) 计算：

$$s(t_i) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2} \quad (\text{C.5.3})$$

四档分别为：7.8s、7.1s、6.2s、10.2s

转鼓加速时间校准，进行 3 次重复测量时，所得测量结果最佳估计值的标准不确定度 $u_1(\bar{t})$ 为：

$$u_1(\bar{t}) = s(\bar{t}) = s(t_i) / \sqrt{3} \text{ s}$$

四档分别为：4.5s、4.1s、3.6s、5.9s

C.5.2.2 电子秒表最大允许误差引入的标准不确定度分量 $u_2(\bar{t})$

电子秒表的最大允许误差为 $\pm 0.07\text{s}$ ，则可能值区间的半宽度 a 为 0.07s ，认为其均匀分布，包含因子 k 为 $\sqrt{3}$ ，则电子秒表引入的标准不确定度分量为：

$$u(\bar{t}) = \frac{a}{k} = \frac{0.07}{\sqrt{3}} = 0.04\text{s} \quad (\text{C.5.4})$$

C.5.3 合成标准不确定度的计算

标准不确定度分量汇总见表 C.5.2。

表 C.5.2 标准不确定度汇总表

不确定度分量	不确定度来源	$u(x_i)$ 的值	灵敏系数 $c_i = \frac{\partial f}{\partial x_i}$	$ c_i u(x_i)$
$u_1(\bar{t})$	转鼓加速时间测量重复性引入的不确定度分量	4.5s	1	4.5s
		4.1s		4.1s
		3.6s		3.6s
		5.9s		5.9s
$u_2(\bar{t})$	电子秒表最大允许误差引入的不确定度分量	0.04 s	1	0.04 s

则合成标准不确定度为：

$$u_c(T) = \sqrt{u_1(\bar{t})^2 + u_2(\bar{t})^2}$$

四档分别为：4.5s、4.1s、3.6s、5.9s

C.5.4 扩展不确定度

取包含因子 k 为 2，被校试验机加速时间测量结果的扩展不确定度为：

$$U(T) = u_c(T) \times k$$

上述四档分别为：0.2min、0.2min、0.2min、0.2min

C.5.5 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，轮胎耐久性 & 轮胎高速性能转鼓试验机转鼓加速时间测量结果的扩展不确定度为：

0km/h ~ 80km/h: $U = 0.2\text{min}, k = 2$;

100km/h ~ 140km/h: $U = 0.2\text{min}, k = 2$;

140km/h ~ 180km/h: $U = 0.2\text{min}, k = 2$;

180km/h ~ 220km/h: $U = 0.2\text{min}, k = 2$.

C.6 轮胎支承轴中心到转鼓表面的距离测量结果不确定度评定示例

C.6.1 建立数学模型，列不确定度式

以试验机的轮胎支承轴中心到转鼓表面的距离测量（下称距离）测量结果为基准，卡尺显示对应的距离测量示值，计算其最大允许相对误差。本次试验机的距离测量不确定度评定以 500mm 距离为例，校准结果的数学模型：

$$\varepsilon = L - \left(L_0 - \frac{d}{2} \right) \quad (\text{C.6.1})$$

式中：

ε ——试验机距离测量示值误差，mm；

L ——试验机距离测量示值，mm；

L_0 ——卡尺测量示值，mm；

d ——轮胎支承轴外直径，mm。

因为各分量互不相关，由不确定度传播律：

$$u^2(\varepsilon) = c_1^2 \times u_1^2(L) + c_2^2 \times u_2^2(L) + c_3^2 \times u_3^2(L_0) + c_4^2 \times u_4^2(d) \quad (\text{C.6.2})$$

其中：

$$c_1 = 1 \quad (\text{C.6.3})$$

$$c_2 = 1 \quad (\text{C.6.4})$$

$$c_3 = \frac{1}{2} \quad (\text{C.6.5})$$

不确定度公式为：

$$u^2(\varepsilon) = u_1^2(L) + u_2^2(L) + u_3^2(L_0) + \frac{1}{4}u_4^2(d) \quad (\text{C.6.6})$$

C.6.2 不确定度来源

- 试验机距离测量示值分辨力引入的标准不确定度分量 u_1
- 试验机距离测量重复性引入的标准不确定度分量 u_2
- 卡尺最大允许误差引入的标准不确定度分量 u_3
- 卡尺最大允许误差引入的标准不确定度分量 u_4

C.6.3 不确定度分量的评估

- 试验机距离测量示值分辨力引入的不确定度 u_1 ：

试验机距离测量示值分辨力为 0.1mm，以等概率分布（矩阵分布）落在宽度为 0.05mm 的区间内。其标准不确定度为：

$$u_1(L) = \frac{0.05\text{mm}}{\sqrt{3}} = 0.03\text{mm} \quad (\text{C. 6. 7})$$

b) 试验机距离测量重复性产生的标准不确定度 u_2

取距离为 500mm，重复测量 3 次，其值为：500.5，500.4，499.8mm，按极差法，极差 $R = 0.7\text{mm}$ ，查表得极差系数 $C=1.69$ ，测量实验标准差：

$$s(v) = \frac{0.7\text{mm}}{1.69} = 0.41\text{mm} \quad (\text{C. 6. 8})$$

三次平均测量结果重复性标准不确定度为：

$$u_2(L) = \frac{s(v)}{\sqrt{3}} = \frac{0.41\text{mm}}{\sqrt{3}} = 0.24\text{mm} \quad (\text{C. 6. 9})$$

c) 卡尺最大允许误差引入的标准不确定度分量 u_3

卡尺示值最大误差为±0.10mm。按均匀分布，其标准不确定度为：

$$u_3(L_0) = u_4(d) = \frac{0.1\text{mm}}{\sqrt{3}} = 0.06\text{mm} \quad (\text{C. 6. 10})$$

表 C. 6. 1 标准不确定度汇总表

不确定度分量	不确定度来源	$u(x_i)$ 的值	灵敏系数 $c_i = \frac{\partial f}{\partial x_i}$	$ c_i u(x_i)$
u_1	试验机距离测量示值分辨力引入的标准不确定度分量	0.03mm	1	0.03
u_2	试验机距离测量重复性引入的标准不确定度分量	0.24mm	1	0.24
u_3	卡尺最大允许误差引入的标准不确定度分量	0.06mm	1	0.06
u_4	卡尺最大允许误差引入的标准不确定度分量	0.06mm	0.5	0.03

C. 6. 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

$$u_c(\varepsilon) = \sqrt{u_1^2(L) + u_2^2(L) + u_3^2(L_0) + \frac{1}{4}u_4^2(d)} = 0.25\text{mm} \quad (\text{C. 6. 11})$$

C. 6. 5 扩展不确定度评定

取包含因子 k 为 2，被校试验机距离测量示值误差的测量结果的扩展不确定度为：

$$U(\varepsilon) = u_c(\varepsilon) \times k = 0.5\text{mm}$$

C. 6. 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，轮胎耐久性
及轮胎高速性能转鼓试验机距离测量示值误差测量结果的扩展不确定度为： $U(\varepsilon) = 0.5mm$ ，
 $k = 2$ 。