

北京市地方计量技术规范

JJF(京) XXXX—XXXX

滚筒式非接触式测距测速仪 校准装置校准规范

Calibration Specification for Drum-type Non-contact Distance and Speed Measuring
Instrument Calibration Device

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

北京市市场监督管理局 发布

滚筒式非接触式测距测速仪

校准装置校准规范

JJF(京) XX-XXXX

Calibration Specification for Drum-type Non-contact

Distance and Speed Measuring Instrument

Calibration Device

归口单位：北京市计量检测科学研究院

起草单位：北京市计量检测科学研究院

目 录

引言.....	III
1 范围.....	1
2 引用文件.....	1
3 术语.....	1
3.1 校准装置工作面.....	1
4 概述.....	1
5 计量特性.....	2
5.1 线速度.....	2
5.2 距离.....	2
6 校准条件.....	3
6.1 环境条件.....	3
6.2 测量标准及其他设备.....	3
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 校准结果表达.....	6
9 复校时间间隔.....	6
附录 A.....	7
滚筒式非接触式测速测距仪校准装置校准记录.....	7
附录 B.....	9
校准证书(内页)内容.....	9
附录 C.....	10
滚筒式非接触式测速测距仪校准装置示值误差测量不确定度评定示例.....	10

引言

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》共同构成支撑本规范制定工作的基础性系列规范。

本规范主要参考 JJF1612-2017《非接触式测距测速仪校准规范》编制而成。

本规范为首次发布。

滚筒式非接触式测距测速仪校准装置校准规范

1 范围

本规范适用于滚筒式非接触式测距测速仪校准装置（以下简称校准装置）的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF1612-2017 非接触式测距测速仪校准规范

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

3.1 校准装置工作面 working surface for calibration device

用于校准非接触式测距测速仪的工作区域，即滚筒的轴向表面。

4 概述

校准装置用于校准非接触式测距测速仪，由滚筒、转速传感器、驱动电机、显示装置等组成。

工作原理是通过滚筒工作面模拟路面移动，转速传感器将机械旋转量转变为电脉冲或数字信号，经计算处理，显示线速度和距离。

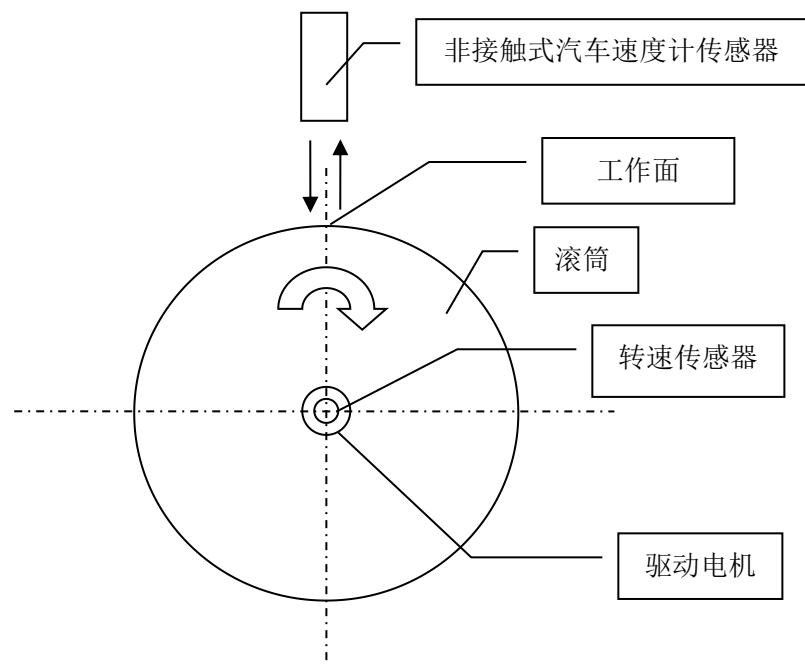


图 1 滚筒式校准装置原理示意图

5 计量特性

5.1 线速度

5.1.1 测量范围

(1.0~250.0) km/h。

5.1.2 显示装置分辨力

一般不大于 0.01 km/h。

5.1.3 示值误差

一般不超过 $\pm 0.03\%$ 。

5.1.4 重复性

一般不超过 0.10 %。

5.2 距离

5.2.1 测量范围

(200.00~50000.00) m。

5.2.2 显示装置分辨力:

一般不大于 0.01 m

5.2.3 示值误差

一般不超过±0.03 %。

5.2.4 重复性

一般不超过 0.10%。

注：本规范中的计量特性不作合格判定，仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 温度：(0~40) °C；

6.1.2 相对湿度：不大于 85%；

6.1.3 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 测量标准及其他设备

测量标准及其他设备见表 1。

表 1 测量标准及其他设备

序号	名称	主要技术指标	备注
1	卡尺	测量范围：(0~600) mm MPE：± 0.07 mm	可选择满足要求的其他长度测量仪器
2	π 尺	测量范围：Φ (200~500) mm MPE：± 0.05 mm	
3	转速测量仪	测量范围：(10~60000) r/min 准确度等级：0.01 级	/

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

校准项目见表 2。

表 2 校准项目一览表

序号	校准项目
1	线速度
2	距离

7.2 校准方法

7.2.1 校准前检查

在校准装置工作面上常用区域的中间位置，用 π 尺测量滚筒直径3次，每次测量使滚筒旋转约 120° ，取3次测量的算术平均值 \bar{D} 作为被校校准装置直径实测值。

7.2.2 线速度

7.2.2.1 测量范围及显示装置分辨力

将校准装置调至线速度检测状态，调节校准装置线速度至 5 km/h ，逐步增大至 250 km/h ，观察校准装置的显示装置，记录线速度测量范围及分辨力。

7.2.2.2 示值误差

建议选取 5 km/h 、 20 km/h 、 40 km/h 、 60 km/h 、 100 km/h 、 120 km/h 、 150 km/h 、 200 km/h 、 250 km/h 九个速度点进行校准。

在校准装置工作面的适当位置粘贴反光标记，校准装置处于线速度检测状态，将转速测量仪调至转速档并将其传感器对准反光标记，将校准装置的线速度调节至校准点，待示值稳定后，读取转速测量仪的示值，重复测量3次，按公式(1)、(2)计算线速度各校准点的示值误差。

$$V_{0i} = 6 \times 10^{-5} \times \pi \bar{D} \bar{n}_i \quad (1)$$

式中：

V_{0i} ——第*i*校准点，线速度标准值， km/h ($i=1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9$)；

π ——圆周率，取 3.1416 ；

\bar{D} ——直径实测值， mm ；

\bar{n}_i ——第*i*校准点，转速测量仪3次转速示值的算术平均值， r/min 。

$$\delta_{V_i} = \frac{V_i - V_{0i}}{V_{0i}} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

δ_{V_i} ——第*i*校准点，被校校准装置的线速度示值误差，% ($=1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9$)；

V_i ——第*i*校准点，被校校准装置线速度示值， km/h ；

V_{0i} ——第*i*校准点，线速度标准值， km/h 。

7.2.2.3 重复性

在示值误差校准时，选择一个中间校准点进行重复性测量。用转速测量仪重复测量校准装置的线速度 6 次，按公式（3）计算重复性。

$$s(v) = \frac{1}{v} \sqrt{\sum_{i=1}^6 (v_i - \bar{v})^2} \times 100\% \quad (3)$$

式中：

$s(v)$ ——被校校准装置线速度的重复性，%；

v_i ——第 i 次转速测量仪测得线速度示值，km/h ($i=1, 2, 3, 4, 5, 6$)；

\bar{v} ——转速测量仪 6 次测得线速度示值的算术平均值，km/h；

7.2.3 距离

7.2.3.1 测量范围及显示装置分辨力

将校准装置调至距离检测状态，启动校准装置，观察校准装置的显示装置，记录距离测量范围及分辨力。

7.2.3.2 示值误差

建议选取 200m、500m、1000m、5000m、10000m 五个距离点进行校准。也可以按照实际使用要求选取校准点。

在校准装置工作面的适当位置粘贴反光标记，校准装置处于距离检测状态，转速测量仪调至计数档并将其传感器对准反光标记。将校准装置距离示值和转速测量仪计数值置零后，启动校准装置（测量过程中校准装置应单向转动），当校准装置距离示值接近校准点时，停止校准装置，再低速转动使转速测量仪跳变至少一个计数值，记录此时转速测量仪计数值和校准装置距离示值，重复测量 3 次（每次测量，转速测量仪的计数值应相同），按公式（5）、（6）计算距离各校准点的示值误差。

$$S_{0i} = \pi \bar{D} N_i \times 10^{-3} \quad (4)$$

式中：

S_{0i} ——第 i 校准点，距离标准值，m ($i=1, 2, 3, 4, 5$)；

π ——圆周率，取 3.1416；

\bar{D} ——被校校准装置的直径实测值，mm；

N_i ——第 i 校准点，转速测量仪计数值。

$$\delta_{S_i} = \frac{\bar{S}_i - S_{0i}}{S_{0i}} \times 100\% \quad (5)$$

式中：

δ_{S_i} ——第*i*校准点，被校校准装置的距离示值误差，% ($i=1, 2, 3, 4, 5$)；

\bar{S}_i ——第*i*校准点，被校校准装置3次距离示值的算术平均值，m；

S_{0i} ——第*i*校准点，距离标准值，m。

7.2.3.3 重复性

在示值误差校准时，选择一个中间校准点进行重复性测量。用转速测量仪重复测量校准装置的线速度6次，按公式(6)计算重复性。

$$s(s) = \frac{1}{s} \sqrt{\sum_{i=1}^6 (s_i - \bar{s})^2} \times 100\% \quad (6)$$

式中：

$s(s)$ ——被校校准装置距离的重复性，%；

s_i ——第*i*次测量时转速测量仪距离示值，m ($i=1, 2, 3, 4, 5, 6$)；

\bar{s} ——转速测量仪6次距离示值的算术平均值，m。

8 校准结果表达

非接触式测距测速仪校准装置经校准后出具校准证书，证书信息应符合JJF 1071-2010中第5.12条的要求，校准记录格式参见附录A，校准证书内页格式参见附录B，示值误差测量不确定度评定的示例参见附录C。

9 复校时间间隔

非接触式测距测速仪校准装置复校时间间隔建议一般不超过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、仪器本身质量等诸因素所决定的，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

滚筒式非接触式测速测距仪校准装置校准记录

委托单位					
器具名称			型号规格		
制造单位			出厂编号		
校准地点					
温度	℃	校准员		校准依据	
湿度	%	核验员		校准日期	
校准用主要标准器					
器具名称	型号规格	编号	证书号	有效期至	

校准记录

直径	实测值(mm)			
	1	2	3	平均值

线速度										
测量范围(km/h)					分辨力(km/h)					
示值误差	校准点 (km/h)	被校校准 装置示值 (km/h)	线速度标准值				示值误 差(%)	不确定度 (%)(k=2)		
			转速测量仪示值(r/min)							
			1	2	3	平均值				
重复性		1	2	3	4	5	6	重复性(%)		

距离		测量范围(m)		分辨力(m)			
使用转速测量仪校准							
示值误差	校准点 (m)	距离标准值		被校校准装置示值(m)			示值误 差(%)
		计数值	距离(m)	1	2	3	

重复性									
重复性(%)		1	2	3	4	5	6		

附录 B**校准证书(内页)内容**

校准项目		技术要求	校准结果	校准不确定度 ($k=2$)
线速度	测量范围	(1.00~250.00) km/h		
	显示装置分辨力	一般不大于 0.01 km/h		
	示值误差	一般不超过±0.03 %		
	重复性	一般不超过±0.10 %		
线距离	测量范围	(200~50000) m		
	显示装置分辨力	一般不大于 0.01 m		
	示值误差	一般不超过±0.03 %		
	重复性	一般不超过±0.10 %		

附录 C

滚筒式非接触式测速测距仪校准装置示值误差测量不确定度评定示例

C.1 使用转速测量仪测量线速度

C.1.1 测量方法

在滚筒工作面的适当位置粘贴反光标记，将转速测量仪调至转速档并将其传感器对准反光标记，读取转速，将转速平均值乘以周长，计算出校准装置工作面移动的线速度作为线速度标准值，校准装置的线速度示值与上述线速度标准值之差即为线速度示值误差。

C.1.2 测量模型

$$\delta_V = \frac{V}{6 \times 10^{-5} \times L n} - 1 \quad (C1)$$

式中：

δ_V ——线速度示值误差，%；

V ——被校校准装置线速度示值，km/h；

L ——周长，mm；

n ——转速测量仪示值，r/min。

C.1.3 方差和灵敏系数

$$u^2(\delta_V) = c_1^2 u^2(V) + c_2^2 u^2(L) + c_3^2 u^2(n) \quad (C2)$$

其中： $c_1 = \frac{\partial \delta_V}{\partial V} = \frac{1}{6 \times 10^{-5} \times L n}$; $c_2 = \frac{\partial \delta_V}{\partial L} = -\frac{V}{6 \times 10^{-5} n L^2}$;

$$c_3 = \frac{\partial \delta_V}{\partial n} = -\frac{V}{6 \times 10^{-5} L n^2}$$

以 100 km/h 校准点为例，取 $V=100.122\text{km/h}$, $L=3771.73\text{ mm}$, $n=442\text{ r}$ ，则：

$$c_1 = 0.01; \quad c_2 = -0.00027; \quad c_3 = -0.002$$

C.1.4 输入量的标准不确定度评定

C.1.4.1 校准装置线速度示值 V 引入的标准不确定度分量 $u(V)$

校准装置线速度示值 V 引入的不确定度主要来源于测量结果重复性及数显仪器的分辨率。

(1) 测量结果重复性引入的不确定度分量 $u_1(V)$, 采用 A 类评定方法。

在校准装置正常工况条件下, 在 100 km/h 校准点, 重复测量 10 次, 得到如下数据: 100.123 km/h、100.125 km/h、100.122 km/h、100.121 km/h、100.119 km/h、100.118 km/h、100.122 km/h、100.121 km/h、100.124 km/h、100.122 km/h。平均值 = 100.122 km/h, 单次实验标准差:

$$s(V) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (V_i - \bar{V})^2}{10 - 1}} = 0.002 \text{ km/h}$$

实际测量时, 在重复性条件下连续测量 3 次, 以 3 次测量的算术平均值作为测量结果, 则可得标准不确定度为:

$$u_1(V) = \frac{s(V)}{\sqrt{3}} = 0.0011 \text{ km/h}$$

(2) 校准装置分辨力引入的不确定度分量 $u_2(V)$, 采用 B 类评定方法。

校准装置线速度示值的分辨力为 0.01 km/h, 其量化误差以等概率分布(矩形分布)落在宽度为 $(0.01 \text{ km/h}) / 2 = 0.005 \text{ km/h}$ 的区间内。考虑其引入的标准不确定度为:

$$u_2(V) = \frac{0.005}{\sqrt{3}} = 0.0029 \text{ km/h}$$

$u_1(V)$ 和 $u_2(V)$ 取其大者作为校准装置线速度示值引入的标准不确定度 $u(V)$, 即:

$$u(V) = u_2(V) = 0.0029 \text{ km/h}$$

C.1.4.2 π 尺测量轮鼓周长引入的标准不确定度分量 $u(L)$

π 尺的最大允许误差为 $\pm 0.05 \text{ mm}$, 采用 B 类评定方法, 取其半宽, 按均匀分布, 则:

$$u(L) = \frac{0.05}{\sqrt{3}} = 0.029 \text{ mm}$$

C.1.4.3 转速 n 引入的标准不确定度分量 $u(n)$

转速 n 引入的不确定度主要来源于转速测量仪的最大允许误差, 采用 B 类评定方法。

转速测量仪转速的等级为 0.005 级, 取其半宽, 按均匀分布, 则:

$$u(n) = \frac{0.005\% \times 443}{\sqrt{3}} = 0.013 \text{ r/min}$$

C.1.5 输出量的标准不确定度分量一览表

序号	输入量估计值的标准不确定度评定			输出量估计值的相对标准不确定度分量	
	来 源	符 号	数 值	灵敏系数 c_i	$ c_i \times u(x)$
1	校准装置线速度分辨率	$u(V)$	0.0029km/h	0.01	0.000029
2	周长测量误差	$u(L)$	0.029mm	-0.00027	0.00000783
3	转速测量仪误差	$u(n)$	0.013 r/min	-0.002	0.000026

C.1.6 合成标准不确定度

由于各标准不确定度分量相互无关，故合成标准不确定度为

$$u(\delta_V) = \sqrt{c_1^2 u^2(V) + c_2^2 u^2(L) + c_3^2 u^2(n)} = \sqrt{0.000029^2 + 0.00000783^2 + 0.000026^2} = 0.0026\%$$

C.1.7 扩展不确定度

取 $k = 2$ ，则：

$$U_{\text{rel}} = k u(\delta_V) = 0.0052\%$$

C.1.8 测量不确定度报告

由上述分析得校准装置线速度 100km/h 校准点示值误差测量结果的不确定度为：

$$U_{\text{rel}} = 0.0052\%, \quad k = 2$$

C.2 使用转速测量仪测量距离

C.2.1 测量方法

在滚筒工作面的适当位置粘贴反光标记，校准装置处于距离检测状态，转速测量仪调至计数档并将其传感器对准反光标记。将校准装置距离示值和转速测量仪计数值置零后，启动校准装置（测量过程中校准装置应单向转动），当校准装置距离示值接近校准点时，停止校准装置，再低速转动使转速测量仪跳变至少一个计数值，记录此时转速测量仪计数值和校准装置距离示值。将转速测量仪计数值乘以周长得到距离标准值，校准装置距离示值与上述距离标准值之差即为距离示值误差。

C.2.2 测量模型

$$\delta_s = \frac{S}{LN \times 10^{-3}} - 1 \quad (\text{C5})$$

式中：

δ_S ——被校校准装置的距离示值误差，%；

S ——被校校准装置 3 次距离示值的平均值，m；

L ——被校校准装置的周长实测值，mm；

N ——转速测量仪计数值。

C.2.3 方差和灵敏系数

$$u^2(\delta_S) = c_1 u^2(S) + c_2 u^2(L) + c_3 u^2(N) \quad (C6)$$

其中：

$$c_1 = \frac{\partial \delta_S}{\partial S} = \frac{1}{LN \times 10^{-3}} ; \quad c_2 = \frac{\partial \delta_S}{\partial D} = -\frac{S}{N \times 10^{-3} \times L^2} ;$$

$$c_3 = \frac{\partial \delta_S}{\partial N} = -\frac{S}{L \times 10^{-3} \times N^2}$$

以 200m 校准点为例，取 $S = 188.56$ m， $L = 3771.73$ mm， $N = 50r$ ，则：

$$c_1 = 0.0053 ; \quad c_2 = -0.00027 ; \quad c_3 = -0.02$$

C.2.4 输入量的标准不确定度的评定

C.2.4.1 校准装置距离示值 S 引入的标准不确定度分量 $u(S)$

校准装置距离示值 S 引入的不确定度主要来源于测量结果重复性及数显仪器的分辨力。

(1) 测量结果重复性引入的不确定度分量 $u_1(S)$ ，采用 A 类评定方法。

在校准装置正常工况条件下，当转速测量仪计数值为 293 时，记录校准装置距离示值，重复测量 10 次，得如下数据：188.560 m、188.555m、188.582 m、188.585m、188.610m、188.578m、188.605m、188.600m、188.581 、188.595 m。平均值 188.585 m，单次实验标准差：

$$s(S) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (S_i - \bar{S})^2}{10-1}} = 0.018 \text{ m}$$

实际测量时，在重复性条件下连续测量 3 次，以 3 次测量的算术平均值作为测量结果，则可得标准不确定度为：

$$u_1(S) = \frac{s(S)}{\sqrt{3}} = 0.01 \text{ m}$$

(2) 校准装置分辨力引入的不确定度分量 $u_2(S)$ ，采用 B 类评定方法。

校准装置距离示值的分辨力为 0.01 m，其量化误差以等概率分布（矩形分布）落在宽度为 $(0.01 \text{ m}) / 2 = 0.005 \text{ m}$ 的区间内。考虑其引入的标准不确定度为：

$$u_2(S) = \frac{0.005}{\sqrt{3}} = 0.0029 \text{ m}$$

$u_1(S)$ 和 $u_2(S)$ 取其大者作为校准装置距离示值引入的标准不确定度，即：

$$u(S) = u_1(S) = 0.01 \text{ m}$$

C.2.4.2 π 尺测量轮鼓周长引入的标准不确定度分量 $u(L)$

π 尺的最大允许误差为 ±0.05 mm，采用 B 类评定方法，取其半宽，按均匀分布，则：

$$u(L) = \frac{0.05}{\sqrt{3}} = 0.029 \text{ mm}$$

C.2.4.3 转速测量仪计数值 N 引入的标准不确定度分量 $u(N)$

转速测量仪计数值 N 引入的不确定度主要来源于转速测量仪的最大允许误差，采用 B 类评定方法。

转速测量仪转数的最大允许误差为 ±0.005%，取其半宽，按均匀分布，则：

$$u(N) = \frac{0.005\% \times 50}{\sqrt{3}} = 0.0014$$

C.2.5 输出量的标准不确定度分量一览表

序号	输入量估计值的标准不确定度评定			输出量估计值的相对标准不确定度分量	
	来 源	符 号	数 值	灵敏系数 c_i	$ c_i \times u(x)$
1	校准装置距离示值重复性	$u(S)$	0.01m	0.0053	0.000053
2	周长测量误差	$u(L)$	0.029mm	-0.00027	0.00000783
3	转速测量仪误差	$u(N)$	0.0014	-0.02	0.000028

C.2.6 合成标准不确定度

由于各标准不确定度分量相互无关，故合成标准不确定度为：

$$u(\delta_s) = \sqrt{c_1^2 u^2(S) + c_2^2 u^2(L) + c_3^2 u^2(N)} = \sqrt{0.000053^2 + 0.00000783^2 + 0.000028^2} = 0.0028\%$$

C.2.7 扩展不确定度

取 $k = 2$ ，则：

$$U_{\text{rel}} = k u(\delta_s) = 0.0056\%$$

C.2.8 测量不确定度报告

由上述分析得校准装置距离 200m 校准点示值误差测量结果的不确定度：

$$U_{\text{rel}} = 0.0056\%, \quad k = 2$$