

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF ××××—202×

漆膜圆柱弯曲试验仪校准规范

Calibration Specification for Cylinder Bending Tester of
Paint Films
(征求意见稿)

202×-××-××发布

202×-××-××实施

国家市场监督管理总局 发布

漆膜圆柱弯曲试验仪校准规范

JJF ××××—202×

Calibration Specification for Cylinder
Bending Tester of Paint Films

归口单位：全国公路专用计量器具计量技术委员会

主要起草单位：浙江交科工程检测有限公司

浙江省交通工程管理中心

参加起草单位：交通运输部公路科学研究所

中路高科交通科技集团有限公司

本规程委托全国公路专用计量器具计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

张武毅（浙江交科工程检测有限公司）

陈妙初（浙江省交通工程管理中心）

陈 亮（浙江省交通工程管理中心）

参与起草人：

袁 鑫（浙江交科工程检测有限公司）

王 蕊（交通运输部公路科学研究所）

马 腾（浙江交科工程检测有限公司）

郭鸿博（中路高科交通科技集团有限公司）

目 录

引 言.....	II
1 范围.....	2
2 引用文件.....	2
3 概述.....	2
4 计量特性.....	3
5 校准条件.....	3
5.1 环境条件.....	3
5.2 测量标准.....	3
6 校准项目和校准方法.....	3
6.1 校准项目.....	3
6.2 校准方法.....	3
7 校准结果表达.....	4
8 复校时间间隔.....	5
附录 A 漆膜圆柱弯曲试验仪校准记录表.....	6
附录 B 漆膜圆柱弯曲试验仪校准结果内页式样.....	7
附录 C 漆膜圆柱弯曲试验仪校准不确定度评定示例.....	8

引 言

JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》共同构成本校准规范制定工作的基础性系列文件。

本规范参考了GB/T 6742《色漆和清漆 弯曲试验（圆柱轴）》、GB/T 18226《公路工程钢结构防腐技术条件》等相关技术文件。

本规范为首次制定。

漆膜圆柱弯曲试验仪校准规范

1 范围

本规范适用于漆膜圆柱弯曲试验仪的校准。

2 引用文件

本规范引用下列文件：

GB/T 6742-2007 色漆和清漆 弯曲试验(圆柱轴)

GB/T 18226 公路交通工程钢构件防腐技术条件

凡是注日期的引用文件，仅注日期版本适用于本规范；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

漆膜圆柱弯曲试验仪是用于评定材料防腐层（如漆膜、各类涂层等）在标准条件下产生弯曲变形时抗损伤性的专用仪器。通过对仪器平台上的试板施加压力，使试板绕不同直径的圆柱轴弯曲，产生形变，通过试板漆膜剥落情况来判断漆膜抗弯曲性能。装置分为 I 型和 II 型两种，I 型装置由平台、轴、档条等部件组成，结构示意图见图 1；II 型装置由螺旋手柄、弯曲部件、轴棒、轴棒支承件、调节螺栓、夹紧鄂、止推轴承等部件组成，结构示意图见图 2。

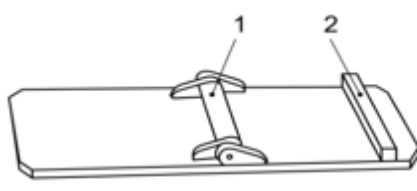


图 1 I 型漆膜圆柱弯曲试验仪结构示意图

1——轴 2——相当于轴高的档条

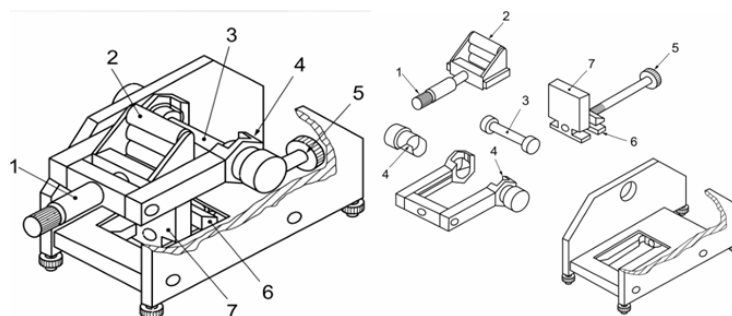


图 2 II 型漆膜圆柱弯曲试验仪结构示意图

1——螺旋手柄	2——弯曲部件
3——轴棒	4——轴棒支承件
5——调节螺栓	6——夹紧鄂
7——止推轴承	

4 计量特性

4.1 轴棒直径

最大允许误差：±0.1 mm。

4.2 轴表面与铰链座板之间缝隙（I 型）

最大允许误差：±0.05 mm。

注：校准工作不判断合格与否，上述计量特性要求仅供参考。

5 校准条件

5.1 环境条件

- a) 环境温度：(20±5)℃；
- b) 环境湿度：≤85%RH；
- c) 校准时工作台应水平，无振动，无冲击。

5.2 测量标准

卡尺：测量范围（0~200）mm，分度值 0.02 mm，最大允许误差±0.03 mm。

数显楔形塞尺：测量范围（0.2~10）mm，分度值 0.01 mm，最大允许误差±0.03 mm。

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

- 6.1.1 外观及功能性检查
- 6.1.2 轴棒直径
- 6.1.3 轴表面与铰链座板之间缝隙（I 型）

6.2 校准方法

6.2.1 外观及功能性检查

通过目测观察漆膜圆柱弯曲试验仪外观，应平整完好，各部件齐全，所有轴棒应无肉眼可见的变形，I 型仪器闭合后上下座板表面应平行。

6.2.2 轴棒直径

- a) 将轴棒取出置于水平台或支架上；
- b) 沿轴向均匀间隔选取三点用卡尺依次测量轴棒直径，两点之间测量旋转 120°；

- c) 记录该轴棒的三个测量值，并取其算术平均值作为该轴棒的测量结果；
- d) 重复步骤 a) ~c)，依次对所有轴棒进行测量。

6.2.3 轴表面与铰链座板之间缝隙（I 型）

将仪器置于水平台上，用楔形塞尺逐个测量轴表面与铰链座板之间缝隙，每个型号测量 3 次，根据公式（1）计算该型号试验仪轴表面与铰链座板之间缝隙。

$$H = \bar{h} - \frac{D(1 - \cos \alpha)}{2} \quad (1)$$

式中： \bar{h} ——3 次测量平均值，mm；

D ——该型号试验仪轴棒直径，mm；

α ——楔形塞尺夹角，mm。

7 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反映。校准证书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) 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) 校准证书和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。

校准记录参考格式见附录 A，校准证书内页格式见附录 B，漆膜圆柱弯曲试验仪测

量结果的不确定度评定示例见附录 C。

8 复校时间间隔

漆膜圆柱弯曲试验仪的复校时间间隔建议为 1 年。由于复校时间间隔的长短是由漆膜圆柱弯曲试验仪的使用情况、使用者等诸多因素所决定的，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

漆膜圆柱弯曲试验仪校准记录表

表格编号：

第 页 共 页

样品名称				样品编号					
型号规格				出厂编号					
制造单位				校准地点					
校准依据				校准后样品状态					
校准前样品状态				环境条件		温度：__℃；湿度：__%RH；其他：			
所用的计量标准器具/主要设备	名称	测量范围	不确定度/准确度等级/最大允许误差	证书编号	证书有效期至	使用前情况	使用后情况		
直径 标称值D (mm)	直径测量值 (mm)				缝隙测量值 (mm)				
	d_1	d_2	d_3	\bar{d}	h_1	h_2	h_3	\bar{h}	H
2mm									
3mm									
4mm									
5mm									
6mm									
8mm									
10mm									
12mm									
16mm									
18mm									
20mm									
25mm									
32mm									
直径校准结果的相对不确定度：_____									
轴表面和铰链座板之间的缝隙校准结果的相对不确定度：_____									

校准人：

核验人：

校准时间：

附录 B

漆膜圆柱弯曲试验仪校准证书（内页）格式

表格编号：

第 页 共 页

校准项目	技术要求	校准结果	校准结果的不确定度描述
轴棒直径	$\pm 0.1 \text{ mm}$		
轴表面和铰链座板之间的缝隙（I型）	$\pm 0.05 \text{ mm}$		

校准员：_____

核验员：_____

附录 C

漆膜圆柱弯曲试验仪轴棒直径校准不确定度评定示例

C.1 概述

- (1) 环境条件：温度 $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ 。
- (2) 测量仪器：卡尺，测量范围 200 mm，分度值为 0.02 mm，示值最大允许误差 ± 0.03 mm。
- (3) 被测对象：轴棒直径。
- (4) 测量过程：用卡尺依次测量各轴棒直径。
- (5) 评定结果的使用：符合上述条件下，对圆柱轴型漆膜圆柱弯曲试验仪示值误差的测量，一般可直接适用本不确定度的评定方法。

C.2 直径示值误差的不确定度

C.2.1 测量模型

$$L_X = L_S + \Delta$$

式中： L_X ——被测轴棒的直径，mm；

L_S ——卡尺的读数，mm。

Δ ——卡尺的读数修正值，mm；

C.2.2 各输入量的标准不确定度分量的评定

输入量 L_S 的标准不确定度 $u(L_S)$ 来源于各种随机效应的影响，采用 A 类评定方法。修正值 Δ 通常取零，此时输入量 Δ 的标准不确定度 $u(\Delta)$ 来源于卡尺的最大允许误差；若不是这种情况，卡尺证书中给出了修正值并使用了该修正值，则应考虑修正值的不确定度，不论哪一种情况均采用 B 类评定方法。

C.2.2.1 输入量 L_S 的标准不确定度 $u(L_S)$ 的评定

在重复性条件下对轴棒进行 10 次直径测量，得到测量数据序列：

轴棒重复性测量数据序列 (单位：mm)

2.07	2.06	2.06	2.06	2.04	2.05	2.05	2.04	2.04	2.06
2.98	3.00	3.01	2.97	3.00	3.00	2.97	3.00	2.99	2.96
3.99	3.98	3.99	3.99	3.97	3.99	3.97	3.98	3.99	3.99
4.99	4.99	4.99	4.99	4.98	4.97	4.97	4.97	4.99	4.98
5.98	5.97	5.98	5.96	5.96	5.96	5.96	5.96	5.97	5.98
7.96	7.94	7.94	7.96	7.93	7.93	7.96	7.93	7.92	7.96
9.97	9.97	9.98	9.95	9.95	9.96	9.95	9.95	9.96	9.97

11.94	11.97	11.97	11.93	11.97	11.95	11.92	11.95	11.97	11.93
15.93	15.93	15.93	15.92	15.92	15.93	15.93	15.93	15.93	15.92
17.94	17.96	17.96	17.93	17.95	17.95	17.94	17.94	17.96	17.92
20.02	19.99	19.99	20.00	19.98	19.98	20.01	19.99	19.98	20.02
24.98	25.00	24.98	24.97	24.98	24.97	24.96	24.99	24.98	24.96
31.98	31.97	31.97	31.96	31.96	31.97	31.96	31.97	31.96	31.97

计算得到合并样本标准偏差为 0.0422 mm。在实际测量中，对输入量 L_s 进行 3 次测量，以 3 次测量算术平均值作为测量结果，则该结果的标准不确定度为：
 $u(L_s)=0.0244$ mm。

C.2.2.2 输入量 Δ 的标准不确定度 $u(\Delta)$ 的评定

修正值 Δ 为零时，输入量 Δ 的标准不确定度 $u(\Delta)$ 来源于卡尺的最大允许误差。卡尺示值最大允许误差 ± 0.03 mm，在此区间内可认为服从均匀分布，包含因子 $k = \sqrt{3}$ ，则标准不确定度 $u(\Delta) = 0.03\text{mm}/\sqrt{3} = 0.0173$ mm。

C.2.3 合成标准不确定度

C.2.3.1 灵敏系数

$$c_1 = \partial L_x / \partial L_s = 1 \quad c_2 = \partial L_x / \partial \Delta = 1$$

C.2.3.2 各不确定度分量汇总表

标准不确定度分量 $u(x_i)$	不确定度来源	标准不确定度 (mm)	c_i	$ c_i \cdot u(x_i)$
$u(L_s)$	测量重复性	0.0244	1	0.0244 mm
$u(\Delta)$	卡尺的最大允许误差	0.0173	1	0.0173 mm

合成标准不确定度按 $u_c(L_x) = \sqrt{\sum c_i^2 u_j^2(x_i)} = \sqrt{0.0244^2 + 0.0173^2} \text{mm} = 0.03$ mm。

C.2.4 扩展不确定度的评定

取 $k=2$ ，扩展不确定度 $U=k \cdot u_c(L_x)=0.06$ mm。

C.2.5 不确定度的报告与表示

轴棒直径测量结果的扩展不确定度为 $U=0.06$ mm， $k=2$ 。

附录 C

I 型漆膜圆柱弯曲试验仪轴表面和铰链座板之间缝隙

校准不确定度评定示例

C.1 概述

(1) 环境条件：温度（ 20 ± 5 ）℃。

(2) 测量仪器：数显楔形塞尺，测量范围（0.2~10）mm，分度值 0.01 mm，最大允许误差 ± 0.03 mm。

(3) 被测对象：I 型漆膜圆柱弯曲试验仪轴表面和铰链座板之间缝隙。

(4) 测量过程：用数显楔形塞尺依次测量各型号仪器轴棒表面和铰链座板之间缝隙。

(5) 评定结果的使用：符合上述条件下，对 I 型试验仪示值误差的测量，一般可直接使用本不确定度的评定方法。

C.2 直径示值误差的不确定度

C.2.1 测量模型

$$H = h - \frac{D(1 - \cos \alpha)}{2}$$

式中： h ——数显楔形塞尺示值，mm；

D ——该型号试验仪轴棒直径标称值，mm；

α ——楔形塞尺夹角；

C.2.2 各输入量的标准不确定度分量的评定

输入量 h 的标准不确定度 $u(h)$ 一是来源于各种随机效应的影响，采用 A 类评定方法，记为 $u(h_a)$ ，二是来源于修正值引入，若修正值为零，标准不确定度来源于楔形塞尺的最大允许误差；若不是这种情况，楔形塞尺证书中给出了修正值并使用了该修正值，则应考虑修正值的不确定度，不论哪一种情况均采用 B 类评定方法，记为 $u(h_b)$ 。 D 为直径标称值，为常量。 α 的标准不确定度 $u(\alpha)$ 一是来源于各种随机效应的影响采用 A 类评定方法，记为 $u(\alpha_1)$ ，二是由上级标准引入的误差，采用 B 类评定方法，记为 $u(\alpha_2)$ 。

C.2.2.1 输入量 h 的标准不确定度 $u(h)$ 的评定C.2.2.1.1 输入量 h 的标准不确定度分量 $u(h_a)$ 的评定

在重复性条件下对直径为 10mm 的 I 型漆膜圆柱弯曲试验仪轴表面和铰链座板之间缝隙进行 10 次直径测量，得到测量数据序列：

0.52 mm, 0.53 mm, 0.53 mm, 0.55 mm, 0.56 mm,
0.54 mm, 0.55 mm, 0.56 mm, 0.57 mm, 0.52 mm,

计算得到标准偏差为 0.0177 mm。在实际测量中，对输入量 L_s 进行 3 次测量，以 3 次测量算术平均值作为测量结果，则该结果的标准不确定度为： $u(h_a)=0.0102$ mm。

C.2.2.1.2 输入量 h 的标准不确定度分量 $u(h_b)$ 的评定

修正值为零时，输入量的标准不确定度 $u(h_b)$ 来源于楔形塞尺的最大允许误差。楔形塞尺示值最大允许误差 ± 0.03 mm，在此区间内可认为服从均匀分布，包含因子 $k = \sqrt{3}$ ，则标准不确定度 $u(\Delta) = 0.03\text{mm}/\sqrt{3} = 0.0173$ mm。

$$u(h) = \sqrt{u(h_a)^2 + u(h_b)^2} = 0.02 \text{ mm}$$

C.2.2.2 输入量 α 的标准不确定度 $u(\alpha)$ 的评定

C.2.2.2.1 输入量 α 的标准不确定度分量 $u(\alpha_1)$ 的评定

在重复性条件下对楔形塞尺的楔形夹角进行 10 次直径测量，得到测量数据序列：6.7°，6.8°，6.7°，6.8°，6.7°，

6.7°，6.9°，6.9°，6.7°，6.8°，

计算得到标准偏差为 0.082°，在实际测量中，进行 3 次测量，即 $u(\alpha_1) = 0.047^\circ$ 。

C.2.2.2.2 输入量 α 的标准不确定度分量 $u(\alpha_2)$ 的评定

修正值为零时，输入量的标准不确定度 $u(\alpha_2)$ 由上级标准引入，通过溯源证书给出， $u(\alpha_2) = 0.0167^\circ$ 。

$$u(\alpha) = \sqrt{u(\alpha_1)^2 + u(\alpha_2)^2} = 0.05^\circ$$

C.2.3 合成标准不确定度

C.2.3.1 灵敏系数

$$c_1 = \frac{\partial H}{\partial h} = 1, \quad c_2 = \frac{\partial H}{\partial \alpha} = -\frac{D}{2} \sin \alpha$$

C.2.3.2 各不确定度分量汇总表

标准不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度	c_i	$ c_i \cdot u(x_i)$
$u(h)$	楔形塞尺示值引入	0.02 mm	1	0.02 mm
$u(\alpha)$	楔形塞尺角度测量引入	0.05°	$-\frac{D}{2} \sin \alpha$	0.029 mm

合成标准不确定度按 $u_c(H) = \sqrt{\sum c_i^2 u_j^2(x_i)} = \sqrt{0.02^2 + 0.029^2} \text{ mm} = 0.035 \text{ mm}$ 。

C.2.4 扩展不确定度的评定

取 $k=2$ ，扩展不确定度 $U=k \cdot u_c(H)=0.07 \text{ mm}$ 。

C.2.5 不确定度的报告与表示

轴棒直径测量结果的扩展不确定度为 $U=0.07 \text{ mm}$ ， $k=2$ 。