



中华人民共和国工业和信息化部
石油和化工计量技术规范

JJF (石化) 0XX-20XX

橡胶软管外覆层耐磨耗性能试验机
校准规范

Calibration Specification for Rubber Hoses Outer Cover Abrasion

Resistance Testers

(报批稿)

20**-**-**发布

20**-**-**实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

橡胶软管外覆层耐磨耗 性能试验机校准规范

Calibration Specification for Rubber Hoses

Outer Cover Abrasion Resistance Testers

归口单位：中国石油和化学工业联合会

主要起草单位：青岛中化新材料实验室

青岛中化新材料实验室检测技术有限公司

参加起草单位：青岛北橡计量检测技术有限公司

青岛奥博森新材料科技有限公司

本规范委托全国石油和化工行业计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

吴 康（青岛中化新材料实验室）

张 倩（青岛中化新材料实验室）

吴香迪（青岛中化新材料实验室检测技术有限公司）

纪禄文（青岛中化新材料实验室检测技术有限公司）

参加起草人：

盛晓磊（青岛北橡计量检测技术有限公司）

李宗洋（青岛北橡计量检测技术有限公司）

田新月（青岛奥博森新材料科技有限公司）

目录

引言	(I)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 概述	(1)
4 计量特性	(1)
5 校准条件	(2)
5.1 环境条件	(2)
5.2 测量标准及其他设备	(2)
6 校准项目和校准方法	(2)
6.1 校准项目	(2)
6.2 校准方法	(2)
7 校准结果	(4)
7.1 校准记录	(4)
7.2 校准证书	(4)
7.3 不确定度	(4)
8 复校时间间隔	(4)
附录 A 橡胶软管外覆层耐磨性能试验机校准记录格式	(5)
附录 B 橡胶软管外覆层耐磨性能试验机校准证书内页格式	(6)
附录 C 频率示值误差测量结果不确定度评定示例	(7)
附录 D 位移测量结果不确定度评定示例	(11)
附录 E 力值测量结果不确定度评定示例	(14)
附录 F 磨具尺寸测量结果不确定度评定示例	(17)

引言

本规范依据 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》等基础性系列规范进行编制。

本校准规范主要参考 GB/T 12721—2007《橡胶软管 外覆层耐磨耗性能的测定》制定。

本规范为首次发布。

橡胶软管外覆层耐磨耗性能试验机校准规范

1 范围

本规范适用于测试橡胶软管外覆层耐磨耗性能的试验机的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1071-2010 国家计量校准规范编写规则

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 概述

橡胶软管外覆层耐磨耗性能试验机（以下简称试验机）主要用于测定橡胶软管外覆层耐磨耗性能，其工作原理为驱动装置带动规定的磨具，在试样外覆层循环移动规定次数，然后比较试样前后质量损失。试验机由驱动装置、磨具、试样固定装置、砝码等主要部分组成（示意图见图 1）。

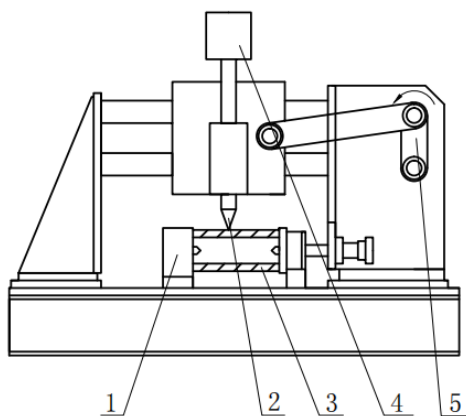


图 1 橡胶软管外覆层耐磨耗性能试验机示意图

1— 试样固定装置；2—磨具；3—试样；4—砝码；5—驱动装置

4 计量特性

具体计量特性见表 1。

表 1 试验机计量特性一览表

序号	项目	技术要求
1	频率示值误差/Hz	1.25 ± 0.1
2	位移/mm	100 ± 0.5
3	力值/N	50 ± 0.5
		100 ± 1
4	磨具尺寸/mm	$R3 \pm 0.1$
注：以上指标不适用于合格性判别，仅作参考		

5 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1 温度条件

环境温度：（5～30）℃。

5.1.2 湿度条件

相对湿度：不大于 75 %。

5.2 测量标准及其他设备

测量标准及其他设备见表 2。

表 2 校准项目和测量标准

序号	校准项目	测量标准名称及技术要求
1	频率示值误差	秒表：（0～3600）s；MPE： $\pm 0.1s$
2	位移	游标卡尺：（0～200）mm；MPE： $\pm 0.03mm$
3	力值	标准测力仪：（10～100）N；0.3 级
4	磨具尺寸	工具显微镜：（0～25）mm；MPE： $\pm 0.002mm$ 。

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

试验机的校准项目见表 2。

6.2 校准方法

6.2.1 校准前检查

应检查驱动装置是否可驱动设备正常往复移动，导轨应光滑无锈蚀。

6.2.2 频率示值误差

打开设备，将频率 f 设定到 1.25Hz，待设备稳定运行后，用秒表计时，记录实际运行时间 t （按 60s 计时），及该段时间内往复运行次数 N （循环运行 1 圈计 1 次），按式（1）计算频率示值误差 Δf ，重复测量 3 次，结果取 3 次测量的算术平均值，保留到 0.01Hz。

$$\Delta f = f - \frac{N}{t} \quad (1)$$

式中：

Δf ——频率示值误差，Hz；

f ——频率显示值，Hz

N ——运行次数；

t ——运行时间，s。

6.2.3 位移

在磨具运行的起点位置做标记，然后手动缓慢移动驱动装置，使磨具运行到单次运行的最远处并做标记，用游标卡尺测量两标记间距离 l_1 ，按式（2）计算位移，重复测量 3 次，结果取 3 次测量的算术平均值，保留到 0.1mm。

$$l = l_1 \quad (2)$$

式中：

l ——磨具移动距离，mm；

l_1 ——标距间距离，mm。

6.2.4 力值示值误差

将标准测力仪放在磨具正下方，保证标准测力仪受力中心线与磨具轴线重合，将砝码安装在磨具上，释放磨具，使其压在标准测力仪上，记录标准测力仪示数 F_1 。重复测量 3 次，结果取 3 次测量的算术平均值，保留到 0.01N。

$$F = F_1 \quad (3)$$

式中：

F —— 设备力值, N;

F_1 —— 标准测力仪显示力值, N。

6.2.5 磨具尺寸

将磨具放在工具显微镜测量台上, 测量磨具尖端圆弧半径 R_1 。重复测量 3 次, 结果取 3 次测量的算术平均值, 保留到 0.01mm。

$$R = R_1 \quad (4)$$

式中:

R —— 磨具尺寸, mm;

R_1 —— 工具显微镜测得值, mm。

7 校准结果

7.1 校准记录

校准记录应详尽记录测量数据和计算结果。推荐的校准记录格式见附录 A。

7.2 校准证书

经校准的试验机应出具校准证书。校准结果应在校准证书上反映。校准证书包括的信息应符合 JJF 1071—2010 中 5.12 的要求, 推荐的校准证书内页格式见附录 B。

7.3 不确定度

校准证书应给出各校准项目测量结果的扩展不确定度, 评定示例见附录 C、附录 D、附录 E、附录 F。

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的时间间隔。建议一般不超过 1 年。

附录 A

橡胶软管外覆层耐磨耗性能试验机校准记录格式

共 页 第 页

基本信息										
委托单位				原始记录号				校准证书号		
仪器名称				规格型号				设备编号		
制造厂商				环境温度	℃			相对湿度	%	
校准前检查:										
校准结果										
校准项目	1			2		3		平均值	扩展不确定度	
位移/mm										
磨具尺寸/mm										
校准点 (砝码力值) /N				测力仪上的显示值/N			力值示值误差平均值/%	扩展不确定度		
				1	2	3				
50										
100										
校准点	设备显示频率/Hz			运行次数			运行时间/s			
1. 25Hz										
频率示值误差平均值/Hz						扩展不确定度				
标准器										
名称	编号	证书号	测量范围	有效期	不确定度或准确度等级或最大允许误差					
技术依据										
校准地点					校准日期年月日					
备注										

校准员:

核验员:

附录 B

橡胶软管外覆层耐磨耗性能试验机校准证书内页格式

证书编号					
校准机构授权说明					
校准的技术依据 JJF (石化) 0**-20**橡胶软管外覆层耐磨耗性能试验机校准规范					
校准环境条件及地点					
地点					
环境温度	℃	相对湿度	%	其他	
校准使用的计量 (基) 标准装置					
名称编号	测量范围	不确定度/准确度等级/最大允许误差	计量 (基) 标准证书编号	有效期至	
校准前检查:					
校准结果					
校准项目	技术要求	实测值	扩展不确定度	备注	
位移/mm	100 ± 0.5				
频率示值误差/Hz	1.25 ± 0.1				
力值/N	50 ± 0.5				
	100 ± 1				
磨具尺寸/mm	$R3 \pm 0.1$				

附录 C

频率示值误差测量结果不确定度的评定示例

C.1. 校准方法

校准方法如本规范 6.2.2。

C.2 建立测量模型

频率示值误差测量模型如式 (C.1)：

$$\Delta f = f - \frac{N}{t} \quad (\text{C.1})$$

式中：

Δf —— 频率示值误差，Hz；

f —— 频率显示值，Hz

N —— 运行次数；

t —— 运行时间，s。

方差和灵敏系数

由式 (C.1) 得方差传播公式：

$$u^2(\Delta f) = c_1^2 u^2(f) + c_2^2 u^2(N) + c_3^2 u^2(t) \quad (\text{C.2})$$

$$c_1 = \frac{\partial \Delta f}{\partial f} = 1; \quad c_2 = \frac{\partial \Delta f}{\partial N} = -\frac{1}{t}; \quad c_3 = \frac{\partial \Delta f}{\partial t} = -\frac{N}{t^2}$$

令 $u_c = u(\Delta f)$ ； $u_1 = u(f)$ ； $u_2 = u(N)$ ； $u_3 = u(t)$ 则式 (C.2) 化为：

$$u_c^2 = c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u_2^2 + c_3^2 u_3^2 \quad (\text{C.3})$$

式中：

u_c —— 频率示值误差的测量不确定度；

u_1 —— 被检设备引入的不确定度分量；

u_2 —— 计次数引入的不确定度分量；

u_3 —— 秒表引入的不确定度分量。

C.3 频率示值误差测量结果不确定度的评定

C.3.1 不确定度来源

频率示值误差测量结果不确定度来源主要有：被检设备引入的不确定度分量，计次数引入的不确定度分量和秒表引入的不确定度分量。

C.3.2 被检设备引入的不确定度分量 u_1 C.3.2.1 测量重复性引入的不确定度分量 u_{11}

按照本规范 6.2.2 步骤进行操作，设定频率为 1.25Hz，用秒表计时 60s，计数实际运行次数，作 10 次重复测量，测量结果记录如表 C.1。

表 C.1 频率测量结果

第 i 次测量	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
设备频率/Hz	1.25	1.24	1.25	1.26	1.25	1.24	1.24	1.25	1.26	1.24
次数	71.5	73.0	74.5	74.0	74.0	72.0	71.5	73.0	75.5	74.0
时间/s	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
频率示值误差/Hz	0.06	0.02	0.01	0.03	0.02	0.04	0.05	0.03	0.00	0.01

计算频率示值误差的算术平均值：

$$\overline{\Delta f} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta f_i = 0.03 \text{Hz} \quad (\text{C.4})$$

采用贝塞尔公式计算单次测量的实验标准偏差 $s(\Delta f_i)$

$$s(\Delta f_i) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta f_i - \overline{\Delta f})^2}{n-1}} = 0.02 \text{Hz} \quad (\text{C.5})$$

式中： Δf_i —— 第 i 次测量结果，Hz；

$\overline{\Delta f}$ —— 10 次测量结果的平均值，Hz；

n —— 测量次数。

实际测量以 3 次测量值的平均值作为测量结果，故标准不确定度

$$u_{11} = \frac{s(\Delta f_i)}{\sqrt{3}} = 0.01 \text{Hz} \quad (\text{C.6})$$

C.3.3 设备显示分辨力引入的不确定度分量 u_{12}

设备显示分辨力为 0.01Hz, 区间半宽 a 为 0.005Hz, 估计为均匀分布, $k = \sqrt{3}$ 。

故:

$$u_{12} = \frac{a}{k} = \frac{0.005}{\sqrt{3}} \text{ } ^\circ\text{C} = 0.003\text{Hz} \quad (\text{C.7})$$

重复性和分辨力引入的不确定度分量取大值, 因此

$$u_1 = u_{12} = 0.01\text{Hz} \quad (\text{C.8})$$

C.3.4 计次数引入的不确定度分量 u_2

人为可分辨的次数为单行程即 0.5 次, 区间半宽 a 为 0.25 次, 估计为均匀分布, $k = \sqrt{3}$ 。故:

$$u_2 = \frac{a}{k} = \frac{0.25}{\sqrt{3}} = 0.14 \quad (\text{C.9})$$

C.3.5 秒表引入的不确定度分量 u_3

秒表在 60s 时本身误差可忽略不计, 人为操作引入误差约为 0.2s, 区间半宽 $a = 0.1\text{s}$, 估计为均匀分布, $k = \sqrt{3}$, 故:

$$u_3 = \frac{a}{k} = \frac{0.10}{\sqrt{3}} \text{s} = 0.06\text{s} \quad (\text{C.10})$$

C.4 标准不确定度分量汇总

标准不确定度分量汇总见表 C.2.

表 C.2 标准不确定度分量表

标准不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度值	灵敏系数
u_1	被检设备引入的不确定度	0.01Hz	1
u_2	计次数引入的不确定度	0.14	-0.02s^{-1}
u_3	秒表引入的不确定度	0.06s	0.02s^{-2}

C.5 合成标准不确定度

各输入量之间相互独立, 互不相关, 因此:

$$u_c = \sqrt{c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u_2^2 + c_3^2 u_3^2} = \sqrt{0.01^2 \times 1^2 + 0.14^2 \times 0.02^2 + 0.06^2 \times 0.02^2} \text{ Hz}$$

$$=0.01\text{Hz} \quad (\text{C.11})$$

C.6 扩展不确定度

$$U = ku_c = 2 \times 0.01\text{Hz} = 0.02\text{Hz} \quad (k = 2) \quad (\text{C.12})$$

附录 D

位移测量结果不确定度评定示例

D.1 校准方法

校准方法如本规范 6.2.3。

D.2 建立测量模型

位移测量模型如式（D.1）：

$$L = L_1 \quad (\text{D.1})$$

式中：

L ——磨具移动距离，mm；

L_1 ——标距间距离，mm。

方差和灵敏系数

由式（D.1）得方差传播公式：

$$u^2(L) = c_1^2 u^2(L_1) \quad (\text{D.2})$$

$$c_1 = \frac{\partial L}{\partial L_1} = 1$$

令 $u_c = u(L)$ ； $u_1 = u(L_1)$ 则式（D.2）化为：

$$u_c^2 = u_1^2 \quad (\text{D.3})$$

式中：

u_c ——位移的测量不确定度；

u_1 ——游标卡尺引入的不确定度分量；

D.3 位移测量结果不确定度的评定

D.3.1 不确定度来源

位移测量结果不确定度来源主要有：测量重复性引入的不确定度分量 u_{11} ，
和游标卡尺最大允许误差引入的不确定度分量 u_{12} 。

D.3.2 测量重复性引入的不确定度分量 u_{11}

按照本规范 6.2.3 步骤进行操作, 用游标卡尺测量实际位移 10 次, 记录如表 D.1。

表 D.1 位移测量结果

第 <i>i</i> 次测量	1	2	3	4	5
位移/mm	100.14	100.08	100.22	100.37	100.25
第 <i>i</i> 次测量	6	7	8	9	10
位移/mm	100.04	100.28	100.44	100.31	100.30

计算位移的算术平均值:

$$\bar{L}_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_{1i} = 100.24 \text{mm} \quad (\text{D.4})$$

采用贝塞尔公式计算单次测量的实验标准偏差 $s(L_{1i})$

$$s(L_{1i}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (L_{1i} - \bar{L}_1)^2}{n-1}} = 0.13 \text{mm} \quad (\text{D.5})$$

式中: L_{1i} —— 第*i*次测量结果, mm;

\bar{L}_1 —— 10 次测量结果的平均值, mm;

n —— 测量次数。

实际测量以 3 次测量的平均值作为测量结果, 故:

$$u_{11} = \frac{s(L_{1i})}{\sqrt{3}} = 0.07 \text{mm} \quad (\text{D.6})$$

D.3.3 游标卡尺最大允许误差引入的不确定度分量 u_{12}

游标卡尺给出的最大允许误差为 $\pm 0.03 \text{mm}$, 区间半宽 $a = 0.03 \text{mm}$, 估计为均匀分布, $k = \sqrt{3}$, 故:

$$u_{12} = \frac{a}{k} = \frac{0.03}{\sqrt{3}} \text{mm} = 0.02 \text{mm} \quad (\text{D.7})$$

D.3.4 标准不确定度分量汇总

标准不确定度分量汇总见表 D.2。

表 D.2 标准不确定度分量表

标准不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度值/mm
u_{11}	测量重复性引入的不确定度	0.07
u_{12}	游标卡尺引入的不确定度	0.02

D.3.5 合成标准不确定度

各输入量之间相互独立，互不相关，因此：

$$u_c = u_1 = \sqrt{u_{11}^2 + u_{12}^2} = \sqrt{0.07^2 + 0.02^2} \text{ mm} = 0.073 \text{ mm} \quad (\text{D.8})$$

D.3.6 扩展不确定度

$$U = k u_c = 2 \times 0.073 \text{ mm} = 0.146 \text{ mm} \approx 0.15 \text{ mm} \quad (k = 2) \quad (\text{D.9})$$

附录 E

力值测量结果不确定度评定示例

E.1 校准方法

校准方法如本规范 6.2.4。

E.2 建立数学模型

力值的测量模型如下：

$$F = F_1 \quad (\text{E. 1})$$

式中：

F ——设备力值, N;

F_1 ——标准测力仪显示力值, N。

方差和灵敏系数

由式 (E. 1) 得方差传播公式：

$$u^2(F) = c_1^2 u^2(F_1) \quad (\text{E. 2})$$

$$c_1 = \frac{\partial F}{\partial F_1} = 1$$

令 $u_c = u(F)$; $u_1 = u(F_1)$; 则式 (E. 2) 化为：

$$u_c^2 = u_1^2 \quad (\text{E. 3})$$

式中：

u_c ——力值的测量不确定度；

u_1 ——标准测力仪引入的不确定度分量。

E.3 力值测量结果不确定度的评定

E.3.1 不确定度来源

力值测量结果不确定度来源主要有：测量重复性引入的不确定度分量和标准测力仪最大允许误差引入的不确定度分量。

E.3.2 测量重复性引入的不确定度分量 u_1

安装砝码, 调整加载力为 50N, 用标准测力仪测量实际力值, 作 10 次重复测量, 记录结果见表 E. 1。

表 E. 1 力值测量结果

第 <i>i</i> 次测量	1	2	3	4	5
标准测力仪示值/N	50.231	50.129	50.097	50.133	50.239
示值误差/N	-0.231	-0.129	-0.097	-0.133	-0.239
第 <i>i</i> 次测量	6	7	8	9	10
标准测力仪示值/N	50.312	50.036	50.115	50.069	50.245
示值误差/N	-0.312	-0.036	-0.115	-0.069	-0.245

其算术平均值:

$$\overline{\Delta F} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta F_i = 50.161\text{N} \quad (\text{E. 4})$$

采用贝塞尔公式计算单次测量的实验标准偏差 $s(\Delta F_i)$:

$$s(\Delta F_i) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta F_i - \overline{\Delta F})^2}{n-1}} = 0.090\text{N} \quad (\text{E. 5})$$

式中:

ΔF_i —— 第*i*次测量结果, N;

$\overline{\Delta F}$ —— 10 次测量结果的平均值, N;

n —— 测量次数。

实际测量以 3 次测量的算术平均值作为测量结果, 故标准不确定度:

$$u_1 = \frac{s(\Delta F_i)}{\sqrt{3}} = 0.052\text{N} \quad (\text{E. 6})$$

E. 3. 3 标准测力仪最大允许误差引入的不确定度分量 u_2

标准测力仪的准确度等级为 0.3 级, 区间半宽 $a=0.3\%$, 估计为均匀分布, $k=\sqrt{3}$, 故:

$$u_2 = \frac{0.3\% \times 50\text{N}}{\sqrt{3}} = 0.087\text{N} \quad (\text{E. 7})$$

E.3.4 标准不确定度分量汇总

标准不确定度分量汇总见表 E.2。

表 E.2 标准不确定度分量表

标准不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度值/N
u_1	被检设备砝码引入的不确定度	0.052
u_2	标准测力仪最大允许误差引入的不确定度	0.087

E.3.5 合成标准不确定度 u_c

各输入量之间相互独立，互不相关，因此：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = \sqrt{0.052^2 + 0.087^2} \text{ N} = 0.102 \text{ N} \quad (\text{E. 8})$$

E.3.6 扩展不确定度 U

施加拉力测量结果的扩展不确定度：

$$U = k u_c = 2 \times 0.102 \text{ N} = 0.204 \text{ N} \approx 0.21 \text{ N} \quad (k = 2) \quad (\text{E. 9})$$

附录 F

磨具尺寸测量结果不确定度评定示例

F.1 校准方法

校准方法如本规范 6.2.5。

F.2 建立测量模型

磨具尺寸测量模型如式 (F.1)：

$$R = R_1 \quad (\text{F.1})$$

式中：

R ——磨具尺寸，mm；

R_1 ——工具显微镜测得值，mm。

方差和灵敏系数

由式 (F.1) 得方差传播公式：

$$u^2(R) = c_1^2 u^2(R_1) \quad (\text{F.2})$$

$$c_1 = \frac{\partial R}{\partial R_1} = 1$$

令 $u_c = u(R)$ ； $u_1 = u(R_1)$ 则式 (F.2) 化为：

$$u_c^2 = u_1^2 \quad (\text{F.3})$$

式中：

u_c ——磨具尺寸的测量不确定度；

u_1 ——工具显微镜引入的不确定度分量；

F.3 磨具尺寸测量结果不确定度的评定

F.3.1 不确定度来源

磨具尺寸测量结果不确定度来源主要有：测量重复性引入的不确定度分量 u_{11} ，和工具显微镜最大允许误差引入的不确定度分量 u_{12} 。

F.3.2 测量重复性引入的不确定度分量 u_{11}

按照本规范 6.2.5 步骤进行操作, 用工具显微镜测量磨具尺寸 10 次, 记录如表 F.1。

表 F.1 磨具尺寸测量结果

第 i 次测量	1	2	3	4	5
磨具尺寸/mm	3.023	3.016	3.010	3.017	3.006
第 i 次测量	6	7	8	9	10
磨具尺寸/mm	3.014	3.011	3.013	3.015	3.010

计算位移的算术平均值:

$$\overline{R}_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_{1i} = 3.010 \text{ mm} \quad (\text{F.4})$$

采用贝塞尔公式计算单次测量的实验标准偏差 $s(R_{1i})$

$$s(R_{1i}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_{1i} - \overline{R}_1)^2}{n-1}} = 0.005 \text{ mm} \quad (\text{F.5})$$

式中: R_{1i} —— 第 i 次测量结果, mm;

\overline{R}_1 —— 10 次测量结果的平均值, mm;

n —— 测量次数。

实际测量以 3 次测量的平均值作为测量结果, 故:

$$u_{11} = \frac{s(R_{1i})}{\sqrt{3}} = 0.003 \text{ mm} \quad (\text{F.6})$$

F.3.3 工具显微镜最大允许误差引入的不确定度分量 u_{12}

工具显微镜给出的最大允许误差为 $\pm 0.002 \text{ mm}$, 区间半宽 $a = 0.003 \text{ mm}$, 估计为均匀分布, $k = \sqrt{3}$, 故:

$$u_{12} = \frac{a}{k} = \frac{0.002}{\sqrt{3}} \text{ mm} = 0.001 \text{ mm} \quad (\text{F.7})$$

F.3.4 标准不确定度分量汇总

标准不确定度分量汇总见表 F.2。

表 F.2 标准不确定度分量表

标准不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度值/mm
u_{11}	测量重复性引入的不确定度	0.003
u_{12}	工具显微镜引入的不确定度	0.001

F.3.5 合成标准不确定度

各输入量之间相互独立，互不相关，因此：

$$u_c = u_1 = \sqrt{u_{11}^2 + u_{12}^2} = \sqrt{0.002^2 + 0.001^2} \text{ mm} = 0.0032 \text{ mm} \quad (\text{F.8})$$

F.3.6 扩展不确定度

$$U = k u_c = 2 \times 0.0032 \text{ mm} = 0.0064 \text{ mm} \approx 0.01 \text{ mm} \quad (k = 2) \quad (\text{F.9})$$

JJF(石化)0**-20**