

中华人民共和国工业和信息化部 建材计量技术规范

JJF(建材)199—2023

密封材料压缩回弹试验机校准规范

Calibration Specification for Compressibility and Recovery Tester of
Sealing Materials

2023-07-28 发布

2023-09-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布



密封材料压缩回弹试验机校准规范

Calibration Specification for Compressibility and
Recovery Tester of Sealing Materials

JJF(建材) 199—2023

归口单位：中国建筑材料联合会

主要起草单位：中国国检测试控股集团咸阳有限公司

参加起草单位：咸阳非金属矿研究设计院有限公司
咸阳海龙密封复合材料有限公司

本规范委托全国建材工业计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

杜 铭（中国国检测试控股集团咸阳有限公司）

侯立兵（咸阳非金属矿研究设计院有限公司）

王怡超（中国国检测试控股集团咸阳有限公司）

参加起草人：

罗婉妮（中国国检测试控股集团咸阳有限公司）

祝海峰（咸阳海龙密封复合材料有限公司）

张红林（咸阳非金属矿研究设计院有限公司）

目 录

引言.....	II
1 范围.....	1
2 引用文件.....	1
3 概述.....	1
4 计量特性.....	2
5 校准条件.....	2
5.1 环境条件.....	2
5.2 校准用标准器具.....	2
6 校准项目和校准方法.....	2
6.1 校准项目.....	2
6.2 设备校准前的检查.....	2
6.3 试验机压力值的校准.....	3
6.4 试验机时间示值的校准.....	3
6.5 试验机厚度测量装置变化量的校准.....	4
7 校准结果表达.....	4
8 复校时间间隔.....	5
附录 A 校准记录及校准证书内页格式.....	6
附录 B 密封材料压缩回弹试验机正压力的示值相对误差不确定度评定示例.....	9
附录 C 密封材料压缩回弹试验机时间的示值误差不确定度评定示例.....	11
附录 D 密封材料压缩回弹试验机厚度变化量的示值误差不确定度评定示例.....	13

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》和 JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》的相关规定编写。

本规范为首次发布。



密封材料压缩回弹试验机校准规范

1 范围

本规范适用于密封材料压缩回弹试验机的校准。

2 引用文件

本规范引用下列文件：

JJF 1059.1 测量不确定度评定与表示

GB/T 20671.2—2006 非金属垫片材料分类体系及试验方法 第2部分：垫片材料压缩率回弹率试验方法

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 概述

密封材料压缩回弹试验机依据 GB/T 20671.2—2006 来测试密封材料的压缩率和回弹率。

密封材料压缩回弹试验机的工作原理：在试验过程中，首先给予测量试样一定初始载荷，保持一定时间后，采用电机作为动力，固定速度驱动配重小车进行移动，通过杠杆原理让配重小车不断对试验样品增加载荷直至目标值，再保持一定时间后，相同速度回复到加载前的位置，仅保留初始载荷，通过厚度测量装置记录几个状态下的变化量来计算试样的压缩率和回弹率。其结构示意图如图1。

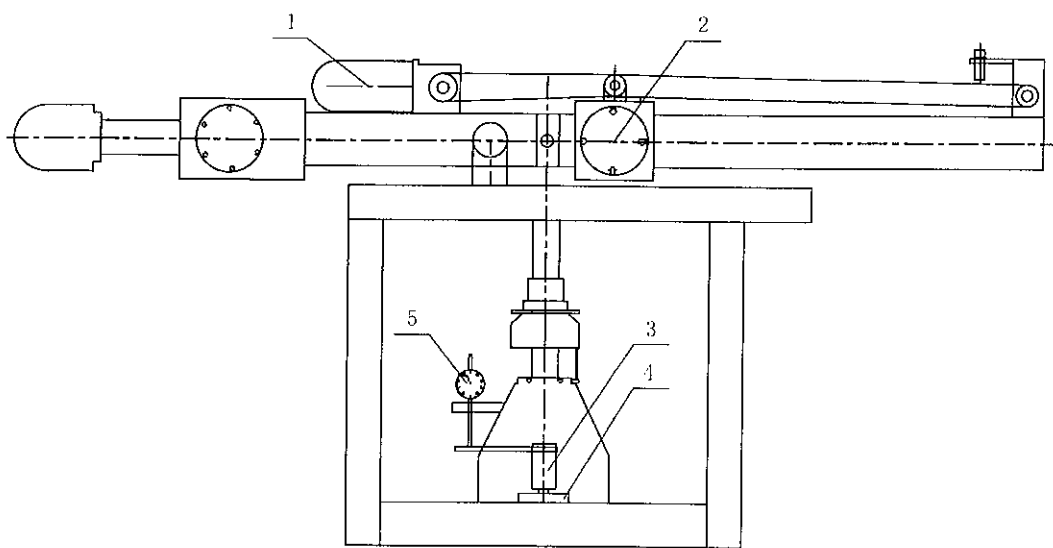


图1 密封材料压缩回弹试验机结构示意图

1—电机；2—配重小车；3—压头；4—压力传感器；5—厚度测量装置

4 计量特性

密封材料压缩回弹试验机的计量特性指标见表1。

表1 密封材料压缩回弹试验机的计量特性指标

序号	计量项目	技术指标
1	压力	测量范围：4 N~1 200 N，示值相对误差：±1%
2	时间	测量范围：0 s~200 s，示值误差：±1 s
3	厚度变化量	测量范围：0 mm~3.0 mm，示值误差：±4 μm
注：以上所有指标不用于合格性判别，仅提供参考。		

5 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1 环境温度：21℃~30℃。

5.1.2 相对湿度：50%~55%。

5.1.3 电源电压波动值在额定电压的±10%范围内。

5.1.4 校准现场周围应无强烈的振动源和高频信号干扰。

5.2 校准用标准器具

校准时所需的校准器具按照表2参考选择，校准器具的最大允许误差应小于被校准参数的技术要求，以满足校准工作的要求。

表2 校准用校准器具

序号	校准器具名称	测量范围及准确度等级	用途
1	压力传感器	测试范围：0 N~2000 N 准确度等级：±0.1%	测试试验机的正压力
2	时间检定仪	测量范围：0.02 μs~300 s 最大允许误差：±0.1 s	测试试验机运行的时间
3	标准样块	设备自带，准确度等级为一级 最大允许误差：±2 μm	测试试验机的厚度测量装置的变化量

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

根据试验机的试验特性和功能，对试验机需要校准的项目和参数有：试验机正压力、试验机运行的时间、厚度测量装置的变化量。

6.2 设备校准前的检查

试验机外形结构应完好，设备标牌(名称、规格型号、使用范围、制造厂及出厂编号)应齐全，所配备的电器控制系统和测试元件应能正常工作。

用目测方法进行检查,接通电源,检查设备各个控制部分运行情况是否正常。

6.3 试验机压力值的校准

6.3.1 选取压力值为: 4 N、20 N、200 N、400 N、800 N、1 200 N 作为校准点,计算各校准点的示值误差。

6.3.2 将压力传感器放置在试样位置,固定好位置后,让载荷能够加载在传感器上,设备开启手动模式,运行电机让配重小车运行,直至压力传感器所示值达到校准点,停止电机,待力值稳定后,记录压力传感器和设备上力的示值,连续 5 次记录各校准点传感器的示值和试验机的示值,通过公式(1)、(2)计算示值误差和示值相对误差。

$$F_0 = F_2 - F_1 \quad (1)$$

$$F_r = \frac{F_2 - F_1}{F_1} \times 100\% \quad (2)$$

式中:

F_0 ——正压力的示值误差, N;

F_1 ——每次压力传感器的示值, N;

F_2 ——每次试验机正压力的示值, N;

F_r ——正压力示值相对误差, %。

6.3.3 各校准点中 5 次示值相对误差绝对值最大者,作为正压力的校准结果。

6.4 试验机时间示值的校准

6.4.1 选取时间为: 15 s、45 s、75 s、105 s、135 s、165 s、195 s 作为校准点,计算各校准点的示值误差。

6.4.2 将设备计时器与时间检定仪相连接,并调整上顶螺杆。调到“打头”动作时恰能使计时器“走”和“停”为宜。运用时间检定仪上的倍乘开关和时段选择开关选择所需的校准点,按下检定仪“清零”按钮,让计时器自动“走”和“停”进行计时,待检定仪时间归零时,计时停止,读出被检计时器的示值,计算被检计时器的示值误差。连续 5 次记录设备计时器示值。

6.4.3 通过公式(3)来计算示值误差。

$$D_0 = D_2 - D_1 \quad (3)$$

式中:

D_0 ——时间的示值误差, s;

D_1 ——校准点时间检定仪的示值, s;

D_2 ——每次试验机计时器时间的示值, s。

6.4.4 各校准点中 5 次示值误差绝对值最大者,作为试验机时间的校准结果。

6.5 试验机厚度测量装置变化量的校准

6.5.1 选取标准样块厚度为：100 μm、500 μm、1 000 μm、1 500 μm、2 000 μm、2 500 μm 作为校准点，计算各校准点的示值误差。

6.5.2 在校准厚度变化量时，将设备受力部位上下表面用酒精擦拭干净，确保上下表面无杂质，在设备受力位置放置标准样块，通过电机驱动，加载配重小车加载到 1 200 N(根据各试验机而定)正压力，此过程重复进行 5 次，记录测试厚度变化量示值。

6.5.3 通过公式(4)计算每次测量的单值示值误差。

$$S_0 = S_2 - S_1$$

(4)

式中：

S_0 ——厚度变化量的示值误差，μm；

S_1 ——校准点标准样块的标准值，μm；

S_2 ——每次试验机的厚度变化量的示值，μm。

6.5.4 各校准点中 5 次示值误差绝对值最大者，作为厚度变化量的校准结果。

7 校准结果表达

7.1 密封材料压缩回弹试验机校准后出具校准证书，校准证书推荐的校准证书内页格式见附录 A，校准记录应详尽记录测量数据和计算结果。

7.2 密封材料压缩回弹试验机校准结果的不确定度按照 JJF 1059.1 的要求评定，具体计算示例见附录 B、附录 C、附录 D。

7.3 校准证书应至少包括以下信息：

- a) 标题，如“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(如果不是在校准单位的实验室内进行校准)；
- d) 证书或报告的唯一性标识(如编号)，每页及总页数标识；
- e) 送校单位的名称和地址；
- f) 被校对象的描述和明确标识；
- g) 进行校准的日期；
- h) 对校准所用依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- i) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- j) 校准环境的描述；
- k) 校准结果及测量不确定度的说明；
- l) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识、以及签发日期；
- m) 校准结果仅对被校对象有效的说明；
- n) 未经校准实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

8 复校时间间隔

根据密封材料压缩回弹试验机的实际使用情况而定,建议试验机复校间隔(有效期)为一年。



附录 A

校准记录及校准证书内页格式

委托单位: _____ 证书编号: _____
 设备名称: _____ 型号: _____ 出厂编号: _____
 生产厂家: _____ 环境温度: _____ 相对湿度: _____
 校准日期: _____ 校准地点: _____
 校准依据: _____
 校准设备: _____
 1. 校准前检查: _____
 2. 正压力校准记录:

表 A.1 正压力示值误差记录计算表

设定值(N)	测力仪示值(N)					试验机压力示值(N)					示值误差(N)	示值相对误差(%)
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
4												
20												
200												
400												
800												
1 200												

3. 时间校准记录:

表 A.2 时间示值误差记录计算表

设定值(s)	设备计时器示值(s)					示值误差(s)
	1	2	3	4	5	
15						
45						
75						
105						
135						
165						
195						

4. 厚度变化量校准记录:

表 A.3 厚度变化量示值误差记录计算表

设定值 (μm)	试验机厚度变化量示值 (μm)					示值误差 (μm)
	1	2	3	4	5	
100						
500						
1 000						
1 500						
2 000						
2 500						

校准员:

核验员:

校准日期:

共 页第 页

校准证书内页推荐格式

序号		校准项目		校准结果		
1		设备校准前检查				
计量特性		校准点	示值误差	示值相对误差(%)	测量不确定度	
2	正压力(N)	4				
		20				
		200				
		400				
		800				
		1 200				
3	时间(s)	15		—		
		45		—		
		75		—		
		105		—		
		135		—		
		165		—		
		195		—		
4	厚度变化量 (μm)	100		—		
		500		—		
		1 000		—		
		1 500		—		
		2 000		—		
		2 500		—		
校准依据						
校准环境要求			温度：℃，相对湿度：%			

校准员:

核验员:

校准日期:

共 页第 页

附录 B

密封材料压缩回弹试验机正压力的示值相对误差不确定度评定示例

B.1 校准方法

本次以压力为 800 N 作为设定值, 给出测试数值的测量不确定度评定。将压力传感器按照 6.3.2 的方法进行安装, 然后开启设备进行数据测量并记录, 其他校准点的不确定度评定可参考本方法。

B.2 测量模型

$$F_0 = F_2 - F_1 \quad (\text{B.1})$$

$$F_r = \frac{F_2 - F_1}{F_1} \times 100\% \quad (\text{B.2})$$

式中:

F_0 ——正压力的示值误差, N;

F_1 ——每次压力传感器的示值, N;

F_2 ——每次试验机正压力的示值, N。

F_r ——正压力示值相对误差, %。

B.3 计算正压力的不确定度

B.3.1 输入量 F_0 引入的不确定度 $u(F_0)$

在试验设备正压力值为 800 N 时, 配重小车加载直至达到要求值, 用压力传感器记录正压力示值, 共计 5 次, 计算压力传感器示值和试验机示值相对偏差分别为: F_{01} 、 F_{02} 、 F_{03} 、 F_{04} 、 F_{05} , 其平均值为 $\bar{F}_0$, 测量值及计算结果见表 B.1, 属 A 类不确定度分量。

表 B.1 测量值及计算结果

次数	1	2	3	4	5
压力传感器测量值(N)	804.6	810.4	807.0	809.0	810.4
试验机显示测量值(N)	802.3	805.2	803.5	804.5	805.2
偏差(N)	2.3	5.2	3.5	4.5	5.2
相对偏差(%)	0.286	0.642	0.434	0.556	0.642
偏差平均值(N)	4.14				
偏差平均值(%)	0.512				
$s(\overline{F_0}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (F_{0i} - \overline{F_0})^2}{n-1}} = 0.136\%$					

示值相对误差标准不确定度： $u(F_0) = s(F_0) = 0.136\%$ 。

B.3.2 压力传感器引入的不确定度 $u(F_{1x})$

输入量 F_{1x} 的不确定度主要来源于校准用压力传感器的测量不确定度，可根据最大允许示值误差进行评定，因此采用 B 类方法进行评定。

压力传感器的准确度等级为 0.1 级，示值相对误差为： $\pm 0.1\%$ ，按均匀分布， $k = \sqrt{3}$ ，相对标准不确定度为：

$$u(F_{1x}) = \frac{0.1\%}{2 \times \sqrt{3}} = 0.029\%$$

B.4 合成标准不确定度的评定

B.4.1 灵敏系数

数学模型：

$$F_0 = F_2 - F_1$$

由于 F_1 和 F_2 相互独立，互不相关。因此，灵敏系数：

$$c_1 = \frac{\partial F_0}{\partial F_1} = -1 \quad c_2 = \frac{\partial F_0}{\partial F_2} = 1$$

B.4.2 相对标准不确定度汇总表

表 B.3 相对标准不确定度汇总表

标准不确定度分量	不确定度来源	相对标准不确定度(%)
$u(F_0)$	正压力 F_0 测量重复性	0.136
$u(F_{1x})$	压力传感器输出不确定度	0.029

B.4.3 合成不确定度的计算

输入量 F_1 和 F_2 彼此独立，互不相关，因此合成相对标准不确定度可按下式得到：

$$u_c^2 = [c_1 u(F_0)]^2 + [u(F_{1x})]^2$$

$$u_c = \sqrt{u^2(F_0) + u^2(F_{1x})} = 0.139\%$$

B.4.4 扩展不确定度的评定

试验机正压力校准结果的扩展不确定度，取 $k=2$ ，则：

$$U = k u_c = 2 \times 0.139\% = 0.3\%$$

附录 C

密封材料压缩回弹试验机时间的示值误差不确定度评定示例

C.1 校准方法

本次以时间为 165 s 作为设定值, 给出测试数值的测量不确定度评定。将时间检定仪按照 6.4.2 的方法进行安装, 然后开启设备进行数据测量并记录, 其他校准点的不确定度评定可参考本方法。

C.2 测量模型

$$D_0 = D_2 - D_1 \quad (\text{C.1})$$

式中:

D_0 ——时间的示值误差, s;

D_1 ——校准点时间检定仪的示值, s;

D_2 ——每次试验机计时器时间的示值, s。

C.3 计算时间的不确定度

C.3.1 输入量 D_2 引入的不确定度 $u(D_2)$ C.3.1.1 重复测量分量 $u(D_2)$ 引入的不确定度

在试验设备校准点设定时间值为 165 s 时, 记录试验机的时间示值, 共计 5 次, 计算试验机时间示值和设定值的偏差, 偏差分别为: D_{21} 、 D_{22} 、 D_{23} 、 D_{24} 、 D_{25} , 其平均值为 $\overline{D_2}$, 测量值及计算结果见表 C.1, 属 A 类不确定度分量。

表 C.1 测量值及计算结果

测量次数	1	2	3	4	5
测量值(s)	165.9	165.2	165.6	165.5	165.2
偏差(s)	0.9	0.2	0.6	0.5	0.2
偏差平均值(s)	0.88				
$s(D_2) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_{2i} - \overline{D_2})^2}{n-1}} = 0.29 \text{ s}$					

示值标准不确定度: $u(D_2) = s(D_2) = 0.29 \text{ s}$ 。

C.3.2 时间检定仪引入的不确定度 $u(D_{1x})$

输入量 D_{1x} 的不确定度主要来源于校准用时间检定仪的测量不确定度, 可根据最大允

许示值误差进行评定，因此采用 B 类方法进行评定。

由时间检定仪的最大允许误差为 $\pm 0.1\text{ s}$ ，该误差服从均匀分布， $k = \sqrt{3}$ ，标准不确定度为：

$$u(D_s) = \frac{0.1}{\sqrt{3}} = 0.0577\text{ s}$$

C.4 合成标准不确定度的评定

C.4.1 灵敏系数

数学模型：

$$D_0 = D_2 - D_1$$

由于 D_1 和 D_2 相互独立，互不相关。 D_1 为常数。因此，灵敏系数：

$$c_1 = \frac{\partial D_0}{\partial D_1} = 0 \quad c_2 = \frac{\partial D_0}{\partial D_2} = 1$$

C.4.2 主要标准不确定度汇总表

表 C.1 标准不确定度汇总表

标准不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度(s)
D_2	时间 D_2 测量重复性	0.29
D_{1x}	时间输出不确定度	0.0577

C.4.3 合成不确定度的计算

输入量 D_1 和 D_2 彼此独立，互不相关，因此合成标准不确定度可按下式得到：

$$u_c^2 = [c_2 u(D_2)]^2 + [c_1 u(D_{1x})]^2$$

$$u_c = \sqrt{u^2(D_2) + u^2(D_{1x})} = 0.30\text{ s}$$

C.4.4 扩展不确定度的评定

试验机时间校准结果的扩展不确定度，取 $k=2$ ，则：

$$U = k u_c = 0.6\text{ s}$$

附录 D

密封材料压缩回弹试验机厚度变化量的示值误差不确定度评定示例

D.1 校准方法

本次以标准样块 $500\mu\text{m}$ 为设定值, 给出测试数值的测量不确定度评定。将标准样块按照 6.5.2 的方法进行安装, 然后开启设备进行加载, 当厚度变化达到稳定状态时进行数据测量并记录。

D.2 测量模型

$$S_0 = S_2 - S_1 \quad (\text{D.1})$$

式中:

S_0 ——厚度变化量的示值误差, μm ;

S_1 ——校准点标准样块的标准值, μm ;

S_2 ——每次试验机的厚度变化量的示值, μm 。

D.3 计算厚度变化量的不确定度

D.3.1 输入量 S_2 引入的不确定度 $u(S_2)$ D.3.1.1 重复测量分量 $u(S_2)$ 引入的不确定度

在标准样块标准值为 $500\mu\text{m}$ 时, 给出测试数值的测量不确定度评定。记录试验机厚度变化量示值, 共计 5 次, 偏差分别为: S_{21} 、 S_{22} 、 S_{23} 、 S_{24} 、 S_{25} , 其平均值为 $\overline{S_2}$, 测量值及计算结果见表 D.2, 属 A 类不确定度分量。

表 D.2 测量值及计算结果

测量次数	1	2	3	4	5
测量值(μm)	497	498	498	496	497
偏差(μm)	-3	-2	-2	-4	-3
偏差平均值(μm)	-2.8				
$s(S_2)=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (S_{2i}-\overline{S_2})^2}{n-1}}=0.84\mu\text{m}$					

示值标准不确定度: $u(S_2) = s(S_2) = 0.84\mu\text{m}$ 。

D.3.1.2 标准样块引入的不确定度 $u(S_{1x})$

输入量 S_{1x} 的不确定度主要来源于校准用标准样块的测量不确定度, 可根据最大允许示值误差进行评定, 因此采用 B 类方法进行评定。

标准样块标准值的最大允许误差为 $\pm 2\text{ }\mu\text{m}$ ，该误差服从均匀分布， $k=\sqrt{3}$ ，标准不确定度为：

$$u(S_{1x}) = \frac{2}{\sqrt{3}} = 1.15\text{ }\mu\text{m}$$

D.4 合成标准不确定度的评定

D.4.1 灵敏系数

数学模型：

$$S_0 = S_2 - S_1$$

由于 S_1 和 S_2 相互独立，互不相关。 S_1 为常数。因此，灵敏系数：

$$c_1 = \frac{\partial S_0}{\partial S_1} = -1 \quad c_2 = \frac{\partial S_0}{\partial S_2} = 1$$

D.4.2 标准不确定度汇总表

表 D.3 标准不确定度汇总表

标准不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度(μm)
$u(S_2)$	厚度变化量 S_2 测量重复性	0.84
$u(S_{1x})$	标准样块输出不确定度	1.15

D.4.3 合成不确定度的计算

输入量 S_1 和 S_2 彼此独立，互不相关，因此合成标准不确定度可按式得到：

$$u_c^2 = [c_2 u(S_2)]^2 + [c_1 u(S_{1x})]^2$$

$$u_c = \sqrt{u^2(S_2) + u^2(S_{1x})} = 1.42\text{ }\mu\text{m}$$

D.4.4 扩展不确定度的评定

试验机厚度变化量测试结果的扩展不确定度，取 $k=2$ ，则：

$$U = k u_c = 2.8\text{ }\mu\text{m}$$

