

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)192—2023

制动器衬片剪切强度试验机校准规范

Calibration Specification for Brake Lining Shear Strength Testing Machine

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



制动器衬片剪切强度试验机 校准规范

Calibration Specification for Brake Lining Shear
Strength Testing Machine

JJF(建材)192—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

咸阳非金属矿研究设计院有限公司

参加起草单位：河北正大摩擦制动材料有限公司

故城县赛之顺制动元件有限公司

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:

李攀飞 (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)

王劲松 (中国国检测试控股集团咸阳有限公司)

金 飞 (中国国检测试控股集团咸阳有限公司)

参加起草人:

王彦钧 (河北正大摩擦制动材料有限公司)

闫金川 (故城县赛之顺制动元件有限公司)

申让林 (河北正大摩擦制动材料有限公司)

夏可健 (故城县赛之顺制动元件有限公司)

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 校准条件和校准仪器.....	2
5.1 环境条件.....	2
5.2 校准用计量器具.....	2
6 校准项目和校准方法.....	2
6.1 校准项目.....	2
6.2 设备校准前检查.....	3
6.3 试验机剪切力的校准.....	3
6.4 试验机正压强的校准.....	3
6.5 试验机位移加载速率校准.....	4
6.6 试验机力加载速率校准.....	5
7 校准结果.....	6
8 复校时间间隔.....	6
附录 A 校准记录及校准证书(内页)参考格式.....	7
附录 B 制动器衬片剪切强度试验机剪切力的示值相对误差不确定度评定实例.....	10
附录 C 制动器衬片剪切强度试验机正压强的示值相对误差不确定度评定实例.....	13
附录 D 制动器衬片剪切强度试验机位移加载速率的示值误差不确定度评定实例.....	16
附录 E 制动器衬片剪切强度试验机力加载速率的示值误差不确定度评定实例.....	18

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。

本规范为首次制定。



制动器衬片剪切强度试验机校准规范

1 范围

本规范适用于制动器衬片剪切强度试验机的校准。

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 22309 道路车辆 制动衬片 盘式制动块总成和鼓式制动蹄总成剪切强度试验方法

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

3.1 制动器衬片剪切强度试验机是依据 GB/T 22309 来测试制动器衬片的剪切强度的设备。

3.2 制动器衬片剪切强度试验机的工作原理是：通过背板支座和侧向夹具固定衬片，且衬片与压头平行，通过加载油缸驱动滑台，对制动衬片施加一定的横向剪切力，并控制加载速率，液压系统驱动滑台，使滑台将力施加给制动衬片，同时给衬片施加一个垂直于剪切力的正压力，当压头与制动衬片轮廓吻合接触，样品受到的横向剪切力逐渐增大并且达到一定的峰值时，衬片与钢背粘接处发生断裂或分离，峰值即为失效剪切力，通过数据测量采集装置正确记录该失效力的瞬间值，在计算得到衬片的有效粘结面积后，通过计算得出制动衬片的粘接剪切强度。其结构示意图如图 1 所示。

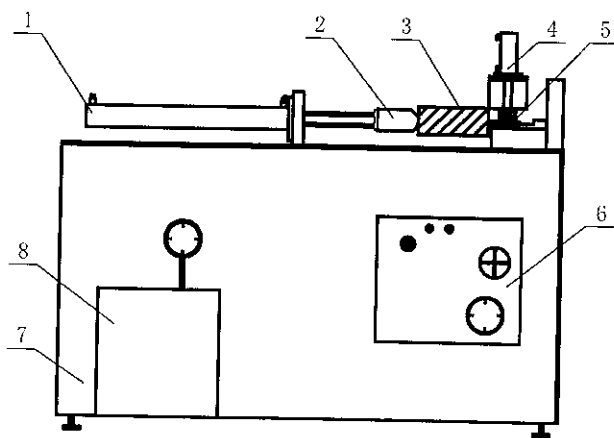


图 1 制动器衬片剪切强度试验机结构示意图

1—加载油缸；2—压力传感器；3—滑台；4—加载气缸；5—制动衬片；6—调速升降装置；7—机架；8—液压站

4 计量特性

制动器衬片剪切强度试验机的计量特性见表1。

表1 制动器衬片剪切强度试验机的计量特性指标

序号	计量项目	技术指标
1	剪切力	测量范围：0 kN~300 kN，示值相对误差：±1%。
2	正压强	测量范围：0 MPa~1.0 MPa，示值相对误差：±1%。
3	位移加载速率	测试要求：10 mm/min，示值误差：±1 mm/min。
4	力加载速率	测试要求：4 500 N/s，示值误差：±1 000 N/s。
注：以上所有指标不用于合格性判别，仅提供参考。		

5 校准条件和校准仪器

5.1 环境条件

5.1.1 温度：(23±5)℃。

5.1.2 相对湿度：(50±10)%。

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 校准用计量器具

校准时所需的计量器具按照表2参考选择，校准用计量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 校准用计量器具

序号	器具名称	测量范围及精度	用途
1	位移量测试装置	测量范围：0 mm~150 mm，分度值：0.1 mm，最大允许误差：±0.1%	测试滑台的位移量
2	秒表	测量范围：0 min~15 min，最大允许误差：±0.05 s，分度值：1/100 s	测试滑台移动的时间
3	压力传感器	测量范围：0 kN~500 kN，最大允许误差：±0.1%，分度值：100 N	测试试验机的横向剪切力
4	压强校准仪	压强测量范围：0 MPa~2.0 MPa，最大允许误差：±1%，分度值：1 kPa	测试气体管路的压强

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，试验机需要校准的参数有：试验机剪切力、正压强及位移加载速率和力加载速率。

6.2 设备校准前检查

剪切强度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 试验机剪切力的校准

6.3.1 选取试验机剪切力校准点：25 kN、100 kN、150 kN、200 kN、300 kN 的横向剪切力作为校准点，计算各校准点的示值误差。

6.3.2 将压力传感器水平放置，使传感器顶部受力区正向面对压头夹具，固定其位置位于试验机夹具处，使传感器尾部完全贴合于夹具，确保其不会出现松动和移位。校准器具安装完成后，开启试验机使其正向加载直至与传感器受力部位接触，此时传感器逐渐受到压头施加的横向载荷，直至压力传感器所示值达到校准点，安装示意图如图 2。校准压力点达到最大值后，再逐步卸载压力，并记录各个校准点的压力值，连续 5 次记录各校准点试验机压力示值和压力传感器的压力示值。

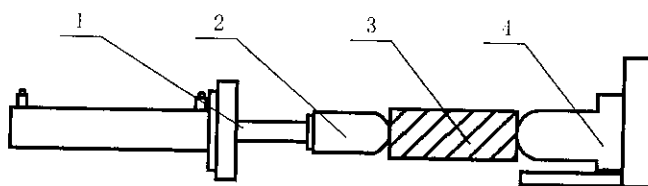


图 2 压力传感器安装示意图

1—加载油缸；2—压力传感器；3—滑台；4—校准用压力传感器

6.3.3 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 ——剪切力示值误差，kN；

F_1 ——每次压力传感器示值，kN；

F_2 ——每次试验机剪切力示值，kN；

F_r ——剪切力示值相对误差，%。

6.3.4 各校准点中示值相对误差绝对值最大者，作为剪切力的校准结果。

6.4 试验机正压强的校准

6.4.1 选取 0.1 MPa、0.2 MPa、0.5 MPa、0.8 MPa、1.0 MPa 的管路压强作为校准点，计算各校准点的示值误差。

6.4.2 校准时, 首先将压强校准仪与气体制动管路对接, 固定好压强校准仪位置, 确保测试过程不会有泄露现象, 然后通过开启压力源从零点开始均匀缓慢的为制动管路加压至校准点, 安装示意图如图 3。待压强稳定后, 连续 5 次记录各校准点试验机压强示值和压强校准仪的压强示值。

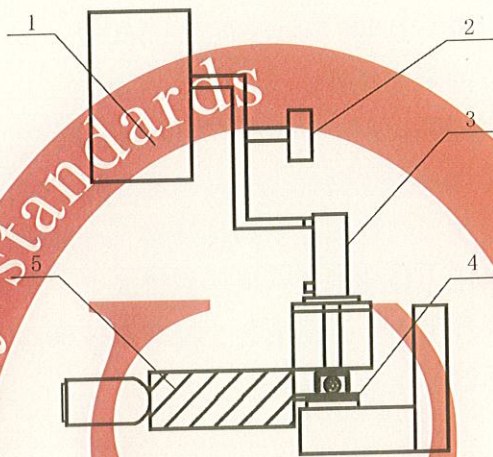


图 3 压力校准仪及辅助仪器安装示意图

1—压力源; 2—压强校准仪; 3—加载气缸; 4—样品; 5—滑台。

6.4.3 通过公式(3)、(4)分别计算示值误差和示值相对误差。

$$p_0 = p_2 - p_1 \quad (3)$$

$$p_r = \frac{p_2 - p_1}{p_1} \times 100\% \quad (4)$$

式中:

p_0 ——压力示值误差, MPa;

p_1 ——每次压力校准仪示值平均值, MPa;

p_2 ——每次试验机的压力示值平均值, MPa;

p_r ——压力示值相对误差, %。

6.4.4 各校准点中示值相对误差绝对值最大者, 作为试验机正压强校准结果。

6.5 试验机位移加载速率校准

6.5.1 校准时, 在 0 mm~100 mm 范围内分别取 10 mm、30 mm、50 mm、80 mm、100 mm 五个位移点作为校准点, 开始计量前首先将秒表置零, 试验机按照 10 mm/min 的速率运行, 记录秒表在 1 min、3 min、5 min、8 min、10 min 时间内的位移量, 通过位移量和运行时间计算出各校准点滑台位移速率, 原理图如图 4。重复测量五次, 连续 5 次记录各校准点移动位移和时间。

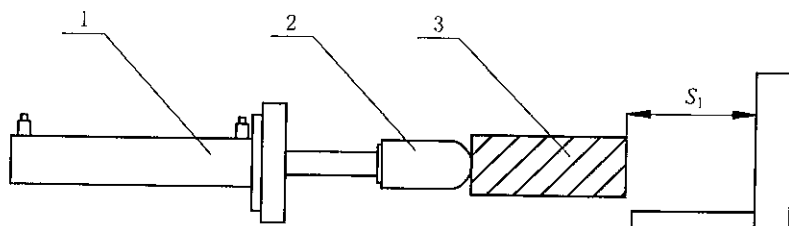


图4 试验机位移速度校准示意图

1—加载油缸；2—压力传感器；3—滑台

6.5.2 通过公式(5)、(6)分别计算示值误差。

$$v_1 = \frac{S_1}{t} \quad (5)$$

$$v_0 = v_1 - 10 \quad (6)$$

式中：

S_1 ——位移量测试装置测出的位移量，mm；

t ——滑台运行时间，min；

v_0 ——位移加载速率示值误差，mm/min；

v_1 ——每个校准点测量的位移加载速率，mm/min。

6.5.3 各校准点中示值误差绝对值最大者，作为位移加载速率校准结果。

6.6 试验机力加载速率校准

6.6.1 选取试验机剪切力校准点：45 000 N、90 000 N、135 000 N、180 000 N、270 000 N 的横向剪切力作为校准点，计算各校准点的示值误差。

6.6.2 校准时，开始计量前首先将秒表置零，试验机按照 4 500 N/s 的力加载速率运行，记录秒表在 5 s、20 s、30 s、40 s、60 s 时间内的力值，通过力值和运行时间计算出各校准点力加载速率，重复测量五次，确定试验机的实际加载速率速度。

6.6.3 通过公式(7)、(8)分别计算示值误差。

$$v_F = \frac{F}{t} \quad (7)$$

$$v_{0F} = v_F - 4500 \quad (8)$$

式中：

F ——压力传感器测出的实际力值，N；

t ——加载时间，s；

v_{0F} ——力加载速率示值误差，N/s；

v_F ——每个校准点测量的力加载速率，N/s。

6.6.4 各校准点中示值误差绝对值最大者，作为力加载速率校准结果。

7 校准结果表达

7.1 制动器衬片剪切强度试验机校准后发给校准证书,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 制动器衬片剪切强度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、附录 E。

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

根据制动器衬片剪切强度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)参考格式

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. 剪切力校准记录: _____

表 A.1 剪切力示值误差记录计算表

设定值 (kN)	试验机剪切力示值(kN)					压力传感器示值(kN)					示值误差 (kN)	示值相对误差 (%)
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
25												
100												
150												
200												
300												

3. 正压强校准记录: _____

表 A.2 正压强示值误差记录计算表

设定值 (MPa)	试验机正压强示值(MPa)					校准仪正压强示值(MPa)					示值误差 (MPa)	示值相对误差 (%)
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
0.1												
0.2												
0.5												
0.8												
1.0												

4. 位移加载速率示值误差:

表 A.3 位移加载速率示值误差记录计算表

设定值(mm)	位移量测量装置示值(mm)					滑台运行时间(min)	示值误差(mm/min)
	1	2	3	4	5		
10							
30							
50							
80							
100							

5. 力加载速率示值误差:

表 A.4 力加载速率误差记录计算表

设定值(N)	压力传感器示值(N)					加载时间(s)	示值误差(N/s)
	1	2	3	4	5		
45 000							
90 000							
135 000							
180 000							
270 000							

校准员:

核验员:

校准日期:

共 页第 页

校准证书(内页)参考格式

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	剪切力 (kN)	25			
		100			
		150			
		200			
		300			
3	正压强(MPa)	0.1			
		0.2			
		0.5			
		0.8			
		1.0			
4	位移加载速率 测量位移量 (mm)	10		—	
		30		—	
		50		—	
		80		—	
		100		—	
5	力加载速率测 量力值(N)	45 000		—	
		90 000		—	
		135 000		—	
		180 000		—	
		270 000		—	
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

制动器衬片剪切强度试验机剪切力的示值相对误差评定实例

B.1 校准方法

本次以剪切力 25 kN 为设定值, 给出测试数值的测量不确定度评定。将压力校准装置按照 6.3.2 的方法进行安装, 然后开启设备进行工作, 当压力达到设定值时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

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

式中:

F_0 ——剪切力示值误差, kN;

F_1 ——每次柱式压力传感器示值, kN;

F_2 ——每次试验机剪切力示值, kN。

B.3 计算剪切力的不确定度

B.3.1 输入量 F_1 、 F_2 引入的不确定度 $u(F_1)$ 、 $u(F_2)$ B.3.1.1 重复测量分量引入的不确定度 $u(F_1)$

在试验设备校准点设定压力值为 25 kN 时, 记录校准用压力传感器的压力示值, 共计 5 次, 计算校准用压力传感器示值和设定值的偏差, 偏差分别为: F_{11} 、 F_{12} 、 F_{13} 、 F_{14} 、 F_{15} , 其平均值为 $\bar{F}_1$, 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

测量次数	1	2	3	4	5
测量值 (kN)	25.102	25.303	25.296	25.505	25.095
偏差 (kN)	0.102	0.303	0.296	0.505	0.095
偏差平均值 (kN)	0.260				
$s(F_1) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 (F_{1i} - \bar{F}_1)^2}{n-1}} = 0.170 \text{ kN}$					

示值标准不确定度: $u(F_1) = s(F_1) = 0.170 \text{ kN}$ 。

示值相对标准不确定度: $u(F_{1r}) = \frac{\mu(F_1)}{25} = 0.68\%$ 。

B.3.1.2 重复测量分量引入的不确定度 $u(F_2)$

在试验设备校准点设定压力值为 25 kN 时, 记录试验机的剪切力示值, 共计 5 次, 计算试验机剪切力示值和设定值的偏差, 偏差分别为: F_{21} 、 F_{22} 、 F_{23} 、 F_{24} 、 F_2 , 其平均值为 $\bar{F}_2$, 测量值及计算结果见表 B.2, 属 A 类不确定度分量。

表 B.2 测量值及计算结果

测量次数	1	2	3	4	5
测量值(kN)	25.844	25.612	25.910	25.068	25.968
偏差(kN)	0.844	0.612	0.910	0.068	0.968
偏差平均值(kN)	0.680				
$s(F_2)=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n(F_{2i}-\bar{F}_2)^2}{n-1}}=0.368\text{ kN}$					

示值标准不确定度: $u(F_2) = s(F_2) = 0.368 \text{ kN}$ 。

示值相对标准不确定度: $u(F_{2r}) = \frac{u(F_2)}{25} = 0.68\%$ 。

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。

剪切力测试仪校准装置的示值误差为: $\pm 0.1\%$, 当设定值为 25 kN 时, 校准装置输出误差为: $\pm 0.025 \text{ kN}$, 该误差服从均匀分布, $k = \sqrt{3}$, 示值相对标准不确定度为:

$$u(F_{1x}) = \frac{0.1\%}{\sqrt{3}} = 0.0577\%$$

B.4 合成标准不确定度的评定

B.4.1 灵敏系数

数学模型:

$$F_0 = F_2 - F_1 \quad (\text{B.2})$$

由于 F_1 、 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 标准不确定度汇总表

表 B.3 标准不确定度汇总表

标准不确定度分量	不确定度来源	示值相对标准不确定度
$u(F_1)$	压力 F_1 测量重复性	0.68%
$u(F_2)$	压力 F_2 测量重复性	1.472%
$u(F_{1x})$	压力传感器输出不确定度	0.057 7%

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，因此合成标准不确定度可按下式得到：

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

$$u_c = \sqrt{u^2(F_{1r}) + u^2(F_{2r}) + u^2(F_{1x})} = 1.62\%$$

B.4.4 扩展不确定度的评定

试验机剪切力示值相对误差校准结果的扩展不确定度，取 $k=2$ ，则：

$$U = k u_c = 3.24\%$$

附录 C

制动器衬片剪切强度试验机正压强的示值相对误差不确定度评定实例

C.1 校准方法

本次以压强 0.5 MPa 为设定值, 给出测试数值的测量不确定度评定。将整压强校准仪按照 6.4.2 的方法进行安装, 然后开启试验机使其工作, 并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

$$p_0 = p_2 - p_1 \quad (\text{C.1})$$

式中:

p_0 ——压力示值误差, kN;

p_1 ——5 次压力校准仪示值平均值, kN;

p_2 ——5 次试验机的压力示值平均值, kN。

C.3 计算正压强的不确定度

C.3.1 输入量 p_1 、 p_2 引入的不确定度 $u(p_1)$ 、 $u(p_2)$ C.3.1.1 重复测量分量引入的不确定度 $u(p_1)$

在试验设备校准点设定压强值为 0.5 MPa 时, 记录压强校准仪测试的压强值, 共计 5 次, 计算压强校准仪示值和设定值的偏差, 偏差分别为: p_{11} 、 p_{12} 、 p_{13} 、 p_{14} 、 p_{15} , 其平均值为 $\bar{p}_1$, 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(kN)	0.52	0.51	0.50	0.51	0.50
偏差(kN)	0.02	0.01	0	0.01	0
偏差平均值(kN)	0.008				
$s(p_1)=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n(p_{1i}-\bar{p}_1)^2}{n-1}}=0.008\text{ kN}$					

示值标准不确定度: $u(p_1) = s(p_1) = 0.008 \text{ MPa}$ 。

示值相对标准不确定度: $u(p_{1r}) = \frac{u(p_1)}{0.5} = 1.6\%$ 。

C.3.1.2 重复测量分量引入的不确定度 $u(p_2)$

在试验设备校准点设定压强值为 0.5 MPa 时, 记录试验机显示的压强值, 共计 5 次, 计算试验机压强示值和设定值的偏差, 偏差分别为: p_{21} 、 p_{22} 、 p_{23} 、 p_{24} 、 p_{25} , 其平均值为 $\bar{p}_2$, 测量值及计算结果见表 C.2, 属 A 类不确定度分量。

表 C.2 测量值及计算结果

测量次数	1	2	3	4	5
测量值 (MPa)	0.51	0.51	0.51	0.50	0.52
偏差 (MPa)	0.01	0.01	0.01	0	0.02
偏差平均值 (MPa)	0.01				
$s(p_2) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (p_{2i} - \bar{p}_2)^2}{n-1}} = 0.007 \text{ MPa}$					

示值标准不确定度: $u(p_1) = s(p_2) = 0.007 \text{ MPa}$ 。

示值相对标准不确定度: $u(p_{2r}) = \frac{u(p_2)}{0.5} = 1.4\%$ 。

C.3.2 正压强校准仪引入的不确定度 $u(p_{1x})$

输入量 p_{1x} 的不确定度主要来源是压强校准装置的测量不确定度, 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。

压强校准装置的示值误差为: $\pm 1\%$, 当设定值为 0.5 MPa 时, 正压强校准仪输出误差为: $\pm 0.005 \text{ MPa}$, 该误差服从均匀分布, $k = \sqrt{3}$, 示值相对标准不确定度为:

$$u(p_{1x}) = \frac{1\%}{\sqrt{3}} = 0.577\%$$

C.4 合成标准不确定度的评定

C.4.1 灵敏系数

数学模型:

$$p_0 = p_2 - p_1 \quad (\text{C.2})$$

由于 p_1 、 p_2 相互独立, 互不相关。因此, 灵敏系数:

$$c_1 = \frac{\partial p_0}{\partial p_1} = -1 \quad c_2 = \frac{\partial p_0}{\partial p_2} = 1$$

C.4.2 标准不确定度汇总表

表 C.3 标准不确定度汇总表

标准不确定度分量	不确定度来源	示值相对标准不确定度
$u(p_1)$	压强 p_1 测量重复性	1.6%
$u(p_2)$	压强 p_2 测量重复性	1.4%
$u(p_{1x})$	正压强校准仪输出不确定度	0.577%

C.4.3 合成不确定度的计算

输入量 p_1 和 p_2 彼此独立, 互不相关, 因此合成示值相对标准不确定度可按式得到:

$$u_c^2 = \sqrt{u^2(p_1) + u^2(p_2) + u^2(p_{1x})}$$

$$u_c = \sqrt{u^2(p_{1r}) + u^2(p_{2r}) + u^2(p_{1x})} = 2.2\%$$

C.4.4 扩展不确定度的评定

试验机正压强示值相对误差校准结果的扩展不确定度, 取 $k=2$, 则:

$$U = ku_c = 4.4\%$$

附录 D

制动器衬片剪切强度试验机位移加载速率的示值误差评定实例

D.1 校准方法

本次以 3 min 的运行位移为设定值，记录试验机工作 3 min 后实际的位移量，与标准中的 10 mm/min 做对比，给出测试数值的测量不确定度评定。将位移量测试装置按照 6.5.1 的方法进行测量，通过位移量测试装置和秒表测定位移和运行时间并进行记录，其他校准点的不确定度评定可参考本方法。

D.2 测量模型

$$v_1 = \frac{S_1}{t} \tag{D.1}$$

式中：

S_1 ——位移量测试装置测出的位移量，mm；

t ——滑台运行时间，min；

v_1 ——试验机实际位移加载速率，mm/min。

D.3 计算位移加载速率的不确定度

D.3.1 重复测量分量引入的不确定度 $u(v_1)$

在试验设备设定测试位移为 30 mm 时，通过位移量测试装置和秒表记录每次运行距离和时间，并计算每次位移加载速率，重复 5 次，计算测试速率和要求值的偏差，偏差分别为： v_{11} 、 v_{12} 、 v_{13} 、 v_{14} 、 v_{15} ，其平均值为 $\bar{v}_1$ ，测量值及计算结果见表 D.1，属 A 类不确定度分量。

表 D.1 测量值及计算结果

测量次数	1	2	3	4	5
测量值(mm/min)	10.45	10.54	10.15	10.38	10.11
偏差(mm/min)	0.45	0.54	0.15	0.38	0.11
偏差平均值(mm/min)	0.326				
$s(v_1)=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (v_{1i}-\bar{v}_1)^2}{n-1}}=0.188$					

示值标准不确定度： $u(v_1) = s(v_1) = 0.188 \text{ mm/min}$ 。

D.3.2 位移量测试装置引入的不确定度 $u(s_{1x})$

输入量 s_{1x} 的不确定度主要来源与位移测试装置的测量不确定度, 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。

位移量测试装置的最大允许误差为: 0.5%, 当设定值为 30mm, 时间为 3min 时, 校准装置输出误差为: ± 0.15 mm, 该误差服从均匀分布, $k = \sqrt{3}$, 标准不确定度为:

$$u(s_{1x}) = \frac{0.15}{\sqrt{3}} = 0.087 \text{ mm}$$

则:

$$u(v_{1x}) = \frac{0.087}{3} = 0.029 \text{ mm/min}$$

D.4 合成标准不确定度的评定

D.4.1 灵敏系数

数学模型:

$$v_0 = v_1 - 10 \quad (\text{D.2})$$

由于 v_1 、 v_2 相互独立, 互不相关, v_2 为常数。因此, 灵敏系数:

$$c_1 = \frac{\partial v_0}{\partial v_1} = 1 \quad c_2 = \frac{\partial v_0}{\partial v_2} = 0$$

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 (mm/min)
$u(v_{1x})$	位移量测试装置输出不确定度	0.029
$u(v_1)$	位移加载速率 v_1 测量重复性	0.188

D.4.3 合成不确定度的计算

输入量 v_1 和 s_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:

$$u_c^2 = [c_1 u(v_1)]^2 + [c_1 u(v_{1x})]^2$$

$$u_c = \sqrt{u^2(v_1) + u^2(v_{1x})} = 0.19 \text{ mm/min}$$

D.4.4 扩展不确定度的评定

试验机位移加载速率校准结果的扩展不确定度, 取 $k=2$, 则:

$$U = k u_c = 0.38 \text{ mm/min}$$

附录 E

制动器衬片剪切强度试验机力加载速率的示值误差评定实例

E.1 校准方法

本次以 20s 压力传感器增加的力为设定值，记录试验机加载 20s 后的力值，计算出力加载速率，与标准中的 4500N/s 做对比，给出测试数值的测量不确定度评定。将压力传感器按照 6.6.2 的方法进行测量，通过压力传感器和秒表测定力值和加载时间并进行记录，其他校准点的不确定度评定可参考本方法。

E.2 测量模型

$$v_F = \frac{F}{t}$$

(E. 1)

式中：

v_F ——试验机实际加载速度，N/s；

F ——压力传感器测出的实际力值，N；

t ——加载时间，s。

E.3 计算压力传感器测试力的不确定度

E.3.1 重复测量分量引入的不确定度 $u(v_1)$

在试验设备设定时间为 20 s，通过压力传感器和秒表测定力值和加载时间，并计算每次力加载速率，重复 5 次，计算测试速率和要求值的偏差，偏差分别为： v_{11} 、 v_{12} 、 v_{13} 、 v_{14} 、 v_{15} ，其平均值为 $\bar{v}_1$ 测量值及计算结果见表 E. 1，属 A 类不确定度分量。

表 E. 1 测量值及计算结果

测量次数	1	2	3	4	5
测量值 (N/s)	4 325	4 328	4 380	4 398	4 356
偏差 (N/s)	-175	-172	-120	-102	-144
偏差平均值 (N/s)	-142. 6				
$s(v_1)=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n(v_{1i}-\bar{v}_1)^2}{n-1}}=31.92$					

示值标准不确定度： $u(v_1) = s(v_1) = 31.92 \text{ N/s}$ 。

E.3.2 压力传感器引入的不确定度 $u(F_x)$

输入量 F_x 的不确定度主要来源是压力校准装置的测量不确定度，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。

压力传感器的示值误差为: $\pm 0.1\%$, 当 20 s 后压力传感器力值为 90 000 N 时, 压力传感器输出误差为: ± 90 N, 该误差服从均匀分布, $k = \sqrt{3}$, 标准不确定度为:

$$u(F_x) = \frac{90}{\sqrt{3}} = 51.96 \text{ N}$$

$$u(v_F) = \frac{51.96}{20} = 2.6 \text{ N/s}$$

E.4 合成标准不确定度的评定

E.4.1 灵敏系数

数学模型:

$$v_{0F} = v_F - 4500 \quad (\text{E. 2})$$

由于 4 500、 v_F 相互独立, 互不相关, v_2 为常数。因此, 灵敏系数:

$$c_1 = \frac{\partial v_{0F}}{\partial v_F} = 1, \quad c_2 = \frac{\partial v_{0F}}{\partial v_2} = 0$$

E.4.2 标准不确定度汇总表

表 E.2 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 (N/s)
$u(v_F)$	压力传感器输出不确定度	2.6
$u(v_1)$	力加载速率 v_1 测量重复性	31.92

E.4.3 合成不确定度的计算

输入量 F_1 和 v_F 彼此独立, 互不相关, 因此合成标准不确定度可按式得到:

$$u_c^2 = [c_1 u(v_F)]^2 + [c_1 u(v_1)]^2$$

$$u_c = \sqrt{u^2(v_F) + u^2(v_1)} = 32.03 \text{ N/s}$$

E.4.4 扩展不确定度的评定

试验机力加载速率校准结果的扩展不确定度, 取 $k=2$, 则:

$$U = k u_c = 64 \text{ N/s}$$

中华人民共和国工业和信息化部
建材计量技术规范
制动器衬片剪切强度试验机校准规范
JJF(建材)192—2023
中华人民共和国工业和信息化部发布

*

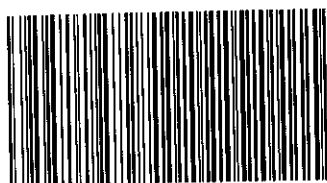
中国建材工业出版社出版
建筑材料工业技术监督研究中心
(原国家建筑材料工业局标准化研究所)发行
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
北京市青云兴业印刷有限公司
版权所有 不得翻印

*

开本880mm×1230mm 1/16 印张1.75 字数48千字
2023年12月第一版 2023年12月第一次印刷
印数1—800 定价37.00元
书号:155160·4355

*

编号:1714



JJF(建材)192—2023

网址:www.standardenjc.com 电话:(010)51164708
地址:北京朝阳区管庄东里建材大院北楼 邮编:100024
本标准如出现印装质量问题,由发行部负责调换。