



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF xxxx—202x

屏蔽门夹紧力测试仪校准规范

Calibration Specification for Clamping Force of Screen door Tester

(征求意见稿)

202x—xx—xx 发布

202x—xx—xx 实施

国家市场监督管理总局 发布

屏蔽门夹紧力测试仪 校准规范

JJF XXXX—202X

Calibration Specification for Clamping Force
of Screen door Tester

归口单位：全国铁路专用计量器具计量技术委员会力学
电学分技术委员会

主要起草单位：

参加起草单位：

本规范委托全国铁路专用计量器具计量技术委员会力学电学
分技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

参加起草人：

目 录

目 录	I
引 言	II
1 范围	1
2 引用文件	1
3 术语与定义	1
3.1 屏蔽门	1
3.2 夹紧力	1
4 概述	1
5 计量特性	2
5.1 夹紧力值	2
5.2 夹板间距	2
6 校准条件	2
6.1 环境条件	2
6.2 校准用标准器及配套设备	3
7 校准项目和校准方法	3
7.1 夹紧力值	3
7.2 夹板间距	5
8 校准结果表达	6
8.1 校准结果处理	6
8.2 校准结果的测量不确定度	7
9 复校时间间隔	7
附录 A 校准原始记录（参考）格式	7
附录 B 校准证书结果页（参考）格式	9
附录 C 屏蔽门夹紧力测试仪校准结果测量不确定度评定示例	10

引 言

本规范依据 JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF1001-2010《通用计量术语及定义》和 JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》规定的规则编写。

本校准规范在制订过程中充分考虑了标准 GB 50157《地铁设计规范》、GB/T 50388《城市轨道交通基本术语标准》、JJG 455《工作测力仪检定规程》和 JJG139《拉力、压力和万能试验机检定规程》中的术语、符号与定义及相关方法要求。本规范给出了屏蔽门夹紧力测试仪计量特性的校准条件、校准项目和校准方法。

本规范为首次发布。

屏蔽门夹紧力测试仪校准规范

1 范围

本规范适用于屏蔽门夹紧力测试仪的校准。

2 引用文件

本规范引用下列文件：

GB 50157 地铁设计规范

GB/T 50388 城市轨道交通基本术语标准

JJG 455 工作测力仪检定规程

JJG 139 拉力、压力和万能试验机检定规程

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范。凡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 术语与定义

3.1 站台屏蔽门 Platform Screen Door

设置在站台边缘，将乘客候车区与轨行区相互隔离，并与列车客室门相对应、可多级控制开启与关闭滑动门的连续屏障，简称屏蔽门 [GB/T 50388-2012]。

3.2 夹紧力 Clamping Force

屏蔽门在关闭过程中遇到障碍物时对障碍物产生的防夹力值，即阻止屏蔽门关闭的力值 [GB 50157-2013]。

4 概述

屏蔽门夹紧力测试仪（以下简称测试仪）是一种用于测量地铁站台屏蔽门等塞拉式结构门在关闭时的夹紧力值的计量器具。测试仪主要由测力传感器及缓冲装置、夹板、显示器等部分组成，通过测试仪传感器及缓冲装置测量屏蔽门关闭时对夹板的挤压力来确定夹紧力值，其结构示意图如图 1 所示。其使用方法是将其放置在被测屏蔽门的关门方向上，在屏蔽门关闭时会对测试仪传感器部分产生挤压，

通过测量此挤压力的大小来确定夹紧力值。实际使用中,通过调整测试仪的夹板间距,可模拟屏蔽门在夹持不同厚度障碍物时的状况。

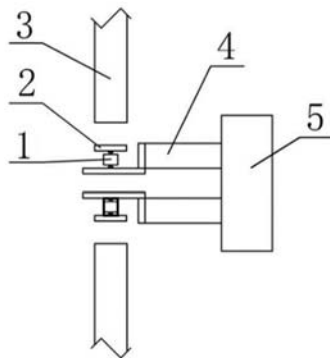


图1 测试仪结构示意图

1- 测力传感器及缓冲装置, 2-夹板, 3-屏蔽门, 4 连接固定件, 5- 显示器

5 计量特性

5.1 夹紧力示值

5.1.1 夹紧力示值分辨力应不大于 1 N, 并具有峰值记录功能。

5.1.2 夹紧力示值零位漂移应不大于 $\pm 1\%FS$ (其中 FS 是指量程的 20%)。

5.1.3 夹紧力值示值误差: 测量值小于 100 N 时, 应不超过 $\pm 1\text{ N}$; 大于 100 N (含) 时, 应不超过 $\pm 1\%$ 。

5.1.4 夹紧力值示值重复性: 测量值小于 100 N 时, 应不超过 1 N; 大于 100 N (含) 时, 应不超过 1 %。

5.2 夹板间距

5.2.1 夹板间距示值误差应不大于 $\pm 1\%$

5.2.2 夹板间距示值重复性应不大于 1 %。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 实验室的环境温度应符合 $(15\sim 30)\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

6.1.2 相对湿度应符合 30%~70%。

6.1.3 校准应在周围污染、振动、电磁干扰对校准结果无影响的环境下进行。

6.2 校准用标准器及配套设备

校准用标准器及配套设备见表 1：

表 1 校准用标准器及配套设备

设备名称	测量范围	主要技术指标
标准测力仪	(0~300)N	0.3 级
游标卡尺	(0~200)mm	MPE: $\pm 0.03\text{mm}$
钢直尺	(0~1000)mm	MPE: $\pm 0.2\text{mm}$
加载装置	配套设备, 满足平稳加载的要求即可。	

7 校准项目和校准方法

测试仪校准时选择的校准项目如表 2 所示：

表 2 校准项目表

序号	校准项目
1	夹紧力值显示分辨力及峰值记录功能
2	夹紧力值零漂误差
3	夹紧力值示值误差
4	夹紧力值示值重复性
5	夹板间距示值误差*
6	夹板间距示值重复性*
注：*为可选项目，对某些测试仪适用	

7.1 夹紧力值

7.1.1 显示分辨力及峰值记录功能检查

测试仪按使用说明书开机预热，进入正常工作状态后，观察测试仪显示部分力值分辨力，检查是否具有峰值记录功能。

7.1.2 零漂误差校准

测试仪开机预热 30 分钟后，调整好零位，读取 15min 内测试仪零位示值最大变化量，按公式（1）计算零位漂移误差 z ：

$$Z = \frac{F_{0d}}{F_L} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

Z -----测试仪零位漂移误差，%；

F_{0d} -----测试仪零位示值变化量，N；

F_L ----- 测试仪夹紧力量程的 20%，N。

7.1.3 夹紧力值示值相对误差和重复性

在测试仪夹紧力值测量范围内均匀选取 5 测量点，其中至少包括 100N，150N 和 300N 的点，并可根据实际使用需要增加测量点。

将测试仪和标准测力传感器安装成工作状态，并进行三次缓慢预压至最高测量点；预压后将各力值显示装置调至零点(或作为零点的起始位置)。沿测试仪受力轴线逐点递增标准力值，至各测量点保持稳定后记录测试仪显示器显示的夹紧力值，至测量上限后缓慢卸除标准力值。该测量过程连续进行 3 次，每次测量前均应将标准测力仪和测试仪显示器调至零点(或作为零点的起始位置)。测量夹紧力值时的连接结构示意图如图 2：

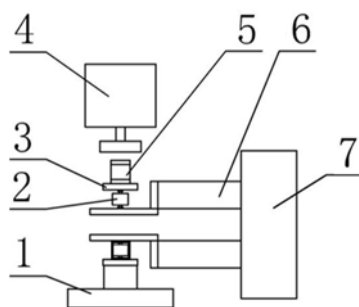


图 2 测量连接结构示意图

1-底座，2-测试仪传感器及缓冲装置，3-夹板，4-加载装置控制器及横梁，5-标准测力仪，6-测试仪的连接固定件，7-测试仪显示器。

当测量完成后，取三次测量的算术平均值作为测量结果并计算示值误差和重复性。当测量点大于或等于 100 N 以上时按公式（2）、（3）、（4）分别计算算术平均值、示值相对误差和重复性。

算术平均值 \bar{F} ：

$$\bar{F} = \frac{\sum_{i=1}^3 F_x}{3} \quad (2)$$

示值相对误差 δ ：

$$\delta = \frac{\bar{F} - F}{\bar{F}} \times 100\% \quad (3)$$

示值重复性 R ：

$$R = \frac{F_{max} - F_{min}}{\bar{F}} \times 100\% \quad (4)$$

式中：

δ ----- 测试仪夹紧力值示值相对误差，%；

R ----- 测试仪夹紧力值示值重复性，%；

\bar{F} ----- 同一测量点，测试仪力值示值 F_x 三次测量算术平均值，N；

F_x ----- 同一测量点，第 x 次测量测试仪力值示值，N；

F ----- 标准测力仪显示值，N；

F_{max} ----- 同一测量点， F_x 的最大值，N；

F_{min} ----- 同一测量点， F_x 的最小值，N。

当测量点小于 100 N 时，示值误差及重复性按公式（5）、（6）计算：

示值误差 F_δ ：

$$F_\delta = \bar{F} - F \quad (5)$$

示值重复性 F_R ：

$$F_R = F_{max} - F_{min} \quad (6)$$

式中：

F_δ ----- 测试仪力值示值误差，N；

F_R ----- 测试仪力值示值重复性，N；

7.2 夹板间距

夹板间距的测量根据大小选择用游标卡尺或钢直尺进行。当夹板间距小于 200mm 时选用游标卡尺，大于或等于 200mm 时选用钢直尺。

每个夹板间距在其宽度范围内均匀测量三次，记录标准器读数，算术平均值、示值相对误差及重复性分别按公式（7）、（8）、（9）计算：

夹板间距算术平均值 \bar{D} ：

$$\bar{D} = \frac{\sum_{i=1}^3 D_x}{3} \quad (7)$$

示值相对误差 δ_D ：

$$\delta_D = \frac{D - \bar{D}}{\bar{D}} \times 100\% \quad (8)$$

示值重复性 R' ：

$$R' = \frac{D_{max} - D_{min}}{\bar{D}} \times 100\% \quad (9)$$

式中：

- δ_D ----- 夹板间距示值相对误差，%；
- \bar{D} ----- 同一夹板，夹板间距 D_x 三次测量算术平均值，mm；
- D_x ----- 同一夹板，第 x 次测量的夹板间距，mm；
- D ----- 夹板间距标称值，mm；
- R' ----- 夹板间距示值重复性误差，%；
- D_{max} ----- 同一夹板， D_x 的最大值，mm；
- D_{min} ----- 同一夹板， D_x 的最小值，mm。

8 校准结果表达

8.1 校准结果处理

对经校准的测试仪出具校准证书，校准证书至少应包括以下信息：

- 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和应用有关时，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. 校准证书或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；

，校准原始记录参考格式参见附录 A。校准证书结果页参考格式参见附录 B。

8.2 校准结果的测量不确定度

校准结果的测量不确定度评定方法和示例参见附录 C。

9 复校时间间隔

复校时间间隔建议不超过1年。送校单位也可根据环境、工作要求等实际情况自主确定。

附录 A

校准原始记录（参考）格式

委托单位		委托单号		证书编号			
器具名称		规格型号		原始记录号			
制造单位		出厂编号		设备编号			
温 度		相对湿度		其他			
技术依据							
JJF XXX-XXXX 屏蔽门夹紧力测试仪校准规范							
夹板间距部分							
校准项目		测量结果 ()			示值误差 ()	扩展不确定度 ($k=2$)	
夹板间距	标称值 ()	测量次数		平均值			
		1	2	3			
夹板间距 1							
夹板间距 2							
夹板间距 3							
夹紧力值部分							
标准力值 ()	仪器示值 ()				示值相对 误差 ()	示值重复性 ()	扩展不确定度 ($k=2$)
	1	2	3	平均值			
分辨率 d () =					是否具有峰值记录功能：是 否		
零漂误差 (%) =							
备注：							
校准地点				校准日期			
校准员				核验员			

附录 B

校准证书结果页（参考）格式

校准项目如下：

一、夹板间距校准

校准项目	校准结果（）	示值误差（）	扩展不确定度 ($k=2$)
夹板间距 1/mm			
夹板间距 2/mm			
夹板间距 3/mm			

二、夹紧力值示值校准

标准力值 ()	仪器示值 ()	示值相对误差 ()	示值重复性 ()	扩展不 确定度 ($k=2$)
分辨力 d=		是否具有峰值记录功能：是 否		
零漂误差 (%) =				
备注：				

附录 C

屏蔽门夹紧力测试仪校准结果测量不确定度评定

C.1 屏蔽门测试仪夹紧力值校准结果不确定度评定示例

C.1.1 测量方法

测量不确定度依据 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》分析，使用相应量程的 0.3 级标准测力仪测量力值，以标准测力仪的标准力值为依据，在夹紧力测试仪上读取示值，每个测量点重复测量 3 次，取 3 次示值的算术平均值作为校准结果。

C.1.2 测量模型

$$\Delta E = \bar{F} - F$$

式中： ΔE —夹紧力测试仪夹紧力值的示值误差，N；

\bar{F} —夹紧力值的测量结果的算术平均值，N；

F —标准器标准力值，N。

C.1.3 方差和传播系数

$$u_c^2(\Delta E) = c_1^2 u^2(\bar{F}) + c_2^2 u^2(F)$$

式中： $u_c(\Delta E)$ —夹紧力值测量结果合成标准不确定度，N；

$u(\bar{F})$ —被检夹紧力值引入的标准不确定度分量，N；

$u(F)$ —标准测力仪引入标准不确定度分量，N。

传播系数： $c_1 = \frac{\partial(\Delta E)}{\partial(\bar{F})} = 1$ ， $c_2 = \frac{\partial(\Delta E)}{\partial(F)} = -1$ 。

C.1.4 标准不确定度分析及评定

C.1.4.1 夹紧力测试仪重复性引起的标准不确定度分量 $u_1(\bar{F})$

以校准量程为 300 N 的夹紧力测试仪为例，在重复性条件下进行 10 次独立重复测量，得到的测量数据如下表 1 所示。

根据贝塞尔公式，单次测量值 F_i 的实验标准偏差 $s(F_i)$ 为：

$$s(F_i) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (F_i - \bar{F})^2}{n-1}}$$

实际校准时，取 3 次测量示值的算术平均值作为校准结果，则重复性引起的标准不确定度分量 $u_1(\bar{F})$ 为：

$$u_1(\bar{F}) = \frac{s(F_i)}{\sqrt{3}}$$

表 1 夹紧力测试仪的重复测量数据（单位：N）

标准值	测量值					$s(F_i)$	$u_1(\bar{F})$
50	50.3	49.5	50.6	49.5	49.7	0.424	0.245
	50.4	50.2	50.6	50.2	49.8		
100	100.3	99.5	99.3	100.4	100.9	0.707	0.408
	99.3	100.8	99.2	99.5	99.0		
150	149.3	150.9	149.1	150.6	149.6	0.748	0.432
	150.7	148.8	150.3	149.5	149.3		
200	200.4	199.2	199.1	198.3	200.6	0.752	0.434
	199.3	198.3	199.5	199.2	199.0		
300	299.2	300.8	298.2	298.3	300.4	1.074	0.620
	298.5	300.5	300.3	300.4	298.4		

C. 1.4.2 示值分辨力引起的标准不确定度分量 $u_2(\bar{F})$

夹紧力测试仪的分辨力 $r = 0.1 \text{ N}$ ，假设该不确定度分量在区间半宽度为 $0.5r$ 的范围内服从均匀分布，则示值分辨力引起的标准不确定度分量 $u_2(\bar{F})$ 为：

$$u_2(\bar{F}) = \frac{0.5r}{\sqrt{3}} \approx 0.029 \text{ N}$$

C. 1.4.3 标准不确定度分量 $u(\bar{F})$

当示值分辨力引起的标准不确定度分量小于重复性引起的标准不确定度分量时，则忽略示值分辨力的影响， $u(\bar{F}) = u_1(\bar{F})$ 。

C. 1.4.4 标准力值的示值误差引起的标准不确定度分量 $u(F)$

根据校准方法，使用MPE: $\pm 0.3\%$ 的标准测力仪作为标准器，假设该不确定度分量在区间半宽度 0.3% 内服从均匀分布，由公式，

$$u(F) = \frac{0.3\% \times F}{\sqrt{3}}$$

得，标准器的示值误差引起的标准不确定度分量 $u(F)$ 见表 2，

表 2 标准器示值误差引起的标准不确定度分量（单位：N）

标准力值	50	100	150	200	300
------	----	-----	-----	-----	-----

$u(F)$	0.087	0.172	0.260	0.346	0.519
--------	-------	-------	-------	-------	-------

C. 1.5 合成标准不确定度

根据上述可知, $u_c(\Delta E) = \sqrt{c_1^2 u^2(\bar{F}) + c_2^2 u^2(F)}$, $c_1 = 1$; $c_2 = -1$, 则合成标准不确定度见表 3。

表 3 合成标准不确定度 (单位: N)

标准力值	50	100	150	200	300
$u_c(\Delta E)$	0.26	0.44	0.50	0.56	0.81

C. 1.6 扩展不确定度

取包含因子 $k = 2$, 则测量结果扩展不确定度见表 4。

表 4 测量结果扩展不确定度 (单位: N)

标准力值	50	100	150	200	300
U	0.5	0.9	1.0	1.2	1.6

C.2 屏蔽门夹紧力测试仪夹板间距 D 校准结果不确定度分析示例

C.2.1 数学模型

$$\sigma = \bar{D} - D$$

式中: σ —夹板间距示值误差

D —夹板间距, mm;

\bar{D} —夹板间距三次测量值的平均值, mm。

C. 2.2 方差和传播系数

$$u_c^2(\sigma) = c_1^2 u^2(\bar{D}) + c_2^2 u^2(D)$$

式中: $u_c(\sigma)$ —示值误差的合成标准不确定度, mm;

$u(\bar{D})$ —被测夹板间距测量示值引入的标准不确定度分量, mm;

$u(D)$ —标准器示值误差引入的标准不确定度分量, mm。

传播系数: $c_1 = \frac{\partial(\sigma)}{\partial(\bar{D})} = 1$, $c_2 = \frac{\partial(\sigma)}{\partial(D)} = -1$ 。

C.2.2 标准不确定度分量的评定

C.2.2.1 输入量 \bar{D} 的标准不确定度 $u(\bar{D})$ 的评定

其不确定度主要来源之一为测量重复性引入的不确定度 $u_1(\bar{D})$, 可以 A 类方法评定 $u_1(\bar{D})$; 其不确定度来源之二为游标卡尺或钢直尺误差引入的不确定度 $u_2(\bar{D})$,

可以 B 类方法评定 $u_2(\bar{D})$ 。

C.2.2.1.1 对该屏蔽门夹紧力测量仪，以游标卡尺对夹板间距（以 50mm 的间距为例）进行 10 次测量，得到测量列如下表所示：

序号(i)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测 量 值 (mm)	50.08	50.10	50.12	50.06	50.14	50.12	50.16	50.08	50.14	50.12

单次实验标准偏差为： $s(D_i)$ ，实际测量中是在重复性条件下测量 3 次，取其算术平均值为测量结果。故得，

$$u_1(\bar{D}) = \frac{s(L_i)}{\sqrt{3}}$$

经计算得，

$$u_1(\bar{D}) = 0.018 \text{ mm}$$

C.2.2.1.2 游标卡尺在 50mm 处的最大允许误差为 $\pm 0.03 \text{ mm}$ ，估计为均匀分布，其引入的标准不确定度为：

$$u_2(\bar{D}) = \frac{a}{\sqrt{3}} = 0.017 \text{ mm}$$

C.2.3. 合成标准不确定度的评定

C.2.3.1 灵敏系数：由： $D = \bar{D}$ 得

$$c_1 = c_2 = 1$$

C2.3.2 标准不确定度汇总表，见下表

标准不确定度分量 $u(x_i)$	不确定度来源	标准不确定度分量 (mm)	合成标准不确定度 (mm)	扩展不确定度 (mm)
$u_1(\bar{H})$	测量重复性	0.018	0.025	0.05
$u_2(\bar{H})$	高度尺准确度	0.017		

C.2.3.3 合成标准不确定度的计算：

$$u_c(D) = \sqrt{u_1^2(\bar{D}) + u_2^2(D)} = 0.025 \text{ mm}$$

C.2.4 扩展不确定度的评定：取包含因子 $k=2$ ，则 $U=k \cdot u_c=0.05 \text{ mm}$ 。