



中华人民共和国工业和信息化部 机械计量技术规范

JJF（机械）XXX—XXXX

轨道机车盘式制动器性能试验台 校准规范

(送审稿)

Calibration Specifications
for Performance Test Bench of Track Locomotive Disc Brakes

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部发布

轨道机车盘式制动器性能试验 台校准规范

Calibration Specification

for Performance Test Bench of Track

Locomotive Disc Brakes

JJF（机械）XXXX—XXXX

归口单位：中国机械工业联合会

负责起草单位：上海电动工具研究所（集团）有限公司

本规范条文由全国机械汽车专业计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

陈子雍 （上海电动工具研究所(集团)有限公司）

周绍宇 （上海电动工具研究所(集团)有限公司）

顾 杰 （上海电动工具研究所(集团)有限公司）

参加起草人：

陈建秋 （上海电动工具研究所(集团)有限公司）

目 录

引言.....	III
1 范围.....	1
2 引用文献.....	1
3 术语和计量单位.....	1
4 概述.....	1
5 计量特性	1
5.1 气缸压力示值误差.....	1
5.2 夹钳压力示值误差.....	1
5.3 位移示值误差.....	1
6 校准条件	2
6.1 环境条件	2
6.2 测量标准及其它设备	2
7 校准项目和校准方法	2
7.1 校准项目	2
7.2 校准方法	2
8 校准结果表达.....	4
9 复校时间间隔.....	4
附录 A 测量不确定度评定示例	5
附录 B 测量不确定度评定示例	7
附录 C 测量不确定度评定示例	9
附录 D 校准原始记录格式	11
附录 E 校准证书内页格式	12

引言

本规范根据工业和信息化部行业计量技术规范制修订计划制订。轨道机车盘式制动器性能试验台是一种专用设备，用于测试和评估轨道机车（如火车、地铁或轻轨车辆）上使用的盘式制动器的性能。本规范的制订填补了国内该设备计量技术规范的空缺。

本规范依据国家计量技术规范 JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》编制。

本规范为首次发布。

轨道机车盘式制动器性能试验台校准规范

1 范围

本规范适用于轨道机车用盘式制动器性能测试的试验台的校准。

2 引用文件

JJF1071 《国家计量校准规范编写规则》

JJF1001 《通用计量术语及定义》

JJF1059.1 《测量不确定度评定与表示》

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 术语和计量单位

下列术语和定语适用于本规范。

3.1 气缸 Cylinder

利用空气压力来驱动制动装置的重要组件

3.2 夹钳 Clamp

制动器夹钳在制动系统中的主要功能是固定和激活制动块，使其紧密夹持在制动盘上，通过摩擦力将动能转换为热能，从而达到减速或停车的目的。

4 概述

轨道机车盘式制动器试验台（简称试验台）是对轨道机车盘式制动器研发的专用测试装置。用于检测制动器在预期使用中的性能参数，试验台由机械系统、气动系统、电气系统、显示器和测控系统组成。机械系统主要由机柜、工装构成；气动系统主要由传感器、管路及阀类构成。

5 计量特性

5.1 气缸压力示值误差

测量范围：(0~2000)kPa, 最大允许误差：±0.2%FS。

5.2 夹钳压力示值误差

测量范围：(0~50000)N, 最大允许误差：±0.2%FS。

5.3 位移示值误差

测量范围：(20~500)mm, 最大允许误差： $\pm 0.2\%FS$ 。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度：10℃~35℃

6.1.2 相对湿度：不大于 80%

6.2 测量标准及其他设备

6.2.1 测量标准的要求

校准装置对应测量功能的允许误差绝对值（或测量不确定度）应不大于被校仪器最大允许误差的 1/3。

6.2.2 测量标准的组成

6.2.2.1 数字压力计：测量范围：(0~10) MPa

6.2.2.2 标准测力仪：测量范围：(0~100) kN

6.2.2.3 激光干涉仪：测量范围：(0~1) m

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

见表 1

表 1 校准项目

序号	项目名称
1	气缸压力示值误差
2	夹钳压力示值误差
3	位移示值误差

7.2 校准方法

7.2.1 外观及性能检查

仪器铭牌文字清楚，各连接端应不松动，无影响正常工作的机械损伤。

7.2.2 气缸压力示值误差的校准

7.2.2.1 将标准数字压力计接入气缸气路中，设定气体压力，接通压缩机，充入空气，读取标准压力计实际值。

7.2.2.2 校准点应在量程的 10%~100%之间均匀选取。校准点不少于 5 个。

7.2.2.3 重复 7.2.2.1 步骤，再进行 2 次测量。取 3 次测量结果的平均值作为测量结果。

$$\gamma_P = \frac{P - P'}{P'} \times 100\%$$

7.2.2.4 计算气缸压力相对误差 γ ，见公式（1）

.....（1）

式中：

γ_P — 气缸压力的相对误差；

P — 试验台气缸压力设定值, kPa；

P' — 标准数字压力计测量值平均值, kPa。

7.2.3 夹钳压力示值误差的校准

7.2.3.1 将标准测力仪置于夹钳中间，设定夹钳压力，启动试验，至达到设定压力值后，读取标准测力仪实际值。

7.2.3.2 校准点应在量程的 10%~100%之间均匀选取。校准点不少于 5 个。

7.2.3.3 重复 7.2.3.1 步骤，再进行 2 次测量。取 3 次测量结果的平均值作为测量结果。

7.2.3.4 计算夹钳压力相对误差 γ ，见公式（1）

$$\gamma_N = \frac{N - N'}{N'} \times 100\%$$

.....（2）

式中：

γ_N — 夹钳压力的相对误差；

N — 试验台夹钳压力设定值, kN；

N' — 标准测力仪测量值平均值, kN。

7.2.4 位移示值误差的校准

7.2.4.1 将激光干涉仪按使用说明书要求布置，设定位移参数，启动试验，至达到设定位移值后，读取激光干涉仪实际值。

7.2.4.2 校准点应在量程的 10%~100%之间均匀选取,校准点不少于 5 个。

7.2.4.3 重复 7.2.4.1 步骤，再进行 2 次测量。取 3 次测量结果的平均值作为测量结果。

7.2.4.4 计算位移相对误差 γ ，见公式（3）

$$\gamma_L = \frac{L - L'}{L'} \times 100\%$$

.....（3）

式中：

γ_L — 位移的相对误差；
 L — 试验台位移设定值, mm；
 L' — 激光干涉仪测量值平均值, mm。

8. 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，如“ 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；
- h) 校准所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) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- l) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识；
- m) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- n) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

校准记录格式见附录 D，校准证书内页格式见附录 E。

9. 复校时间间隔

建议复校时间间隔为 1 年。送校单位也可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。修理或调整后，应经校准才能使用。

附录 A

气缸压力示值误差测量不确定度评定示例

A1 概述:

A1.1 环境条件: 温度: 21℃, 相对湿度: 58%RH

A1.2 测量标准:

标准器	测量范围	最大允许误差
数字压力计	(0~10)MPa	±0.05%

A1.3 被测对象:

试验设备	测量范围	最大允许误差
试验台	(0~1)MPa	±0.2%FS

A1.4 测量方法:

采用直接测量法, 将标准数字压力计接入气缸气路中, 设定气体压力, 接通压缩机, 充入空气, 读取标准压力计实际值。

直接使用本不确定度的评定结果, 其它点的不确定度可采用本评定方法进行评定。其数学模型为:

$$\gamma_P = P - P'$$

式中 γ_P —气缸压力的示值误差;

P —试验台气缸压力设定值;

P' —标准数字压力计测量值平均值。

A2 标准不确定度评定

A2.1 数字压力计的测量重复性引入的标准不确定度 $u(P_1)$

在重复性条件下, 对气缸压力设定为 500kPa 的试验台, 进行 10 次连续测量, 从试验台校准装置读出数据列表如表 (2):

表 (2) 十次测量数据

单位: kPa

次数 n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测量值 u_i	502	501	502	501	503	503	505	501	500	499

$$\text{则 } \overline{P'} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P'_i = 501.7 \text{ kPa}$$

$$\text{单次实验标准差: } s_i = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n v^2}{n-1}} = 1.7 \text{ kPa},$$

由于是由 3 次测量结果的平均值作为测量结果, 则 $u(P_1) = 1.7/\sqrt{3} = 1.0 \text{ kPa}$

A3.2 数字压力计示值不准确引入的标准不确定度 $u(P_2)$

依照数字压力计的技术指标, 其最大允许误差为 $\pm 0.05\%$, 则半宽度 a_1 在区间内可认为服从均匀分布。

取包含因子 $k_1 = \sqrt{3}$

则标准不确定度 $u(N_2)$:

$$u(P_2) = a_1 / k_1 = 500 \times 0.05\% / \sqrt{3} = 0.2 \text{ kPa}$$

A4 合成标准不确定度 u_c 的评定

A4.1 标准不确定度汇总表

不确定度来源	标准不确定度	灵敏系数
数字压力计的测量重复性 $u(P_1)$	1.0 kPa	1
数字压力计示值不准确 $u(P_2)$	0.2 kPa	-1

则合成标准不确定度 u_c :

$$u_c = \sqrt{u(P_1)^2 + u(P_2)^2} = 1.0 \text{ kPa}$$

A5 扩展不确定度 U

取包含因子 $k=2$, 则扩展不确定度 $U = k u_c = 2.0 \text{ kPa}$

附录 B

夹钳压力示值误差测量不确定度评定示例

B1 概述：

B1.1 环境条件：温度：21℃，相对湿度：58%RH

B1.2 测量标准：

标准器	测量范围	最大允许误差
标准测力仪	(0~100)kN	±0.1%

B1.3 被测对象：

试验设备	测量范围	最大允许误差
试验台	(0~50)kN	±0.2FS

B1.4 测量方法：

将标准测力仪置于夹钳中间，设定夹钳压力，启动试验，至达到设定压力值后，读取标准测力仪实际值。

直接使用本不确定度的评定结果，其它点的不确定度可采用本评定方法进行评定。其数学模型为：

$$\gamma_N = N - N'$$

式中 γ_N —夹钳压力的示值误差；

N —试验台夹钳压力设定值；

N' —标准测力仪测量值平均值。

B2 标准不确定度评定

B2.1 标准测力仪的测量重复性引入的标准不确定度 $u(N_1)$

在重复性条件下，对夹钳压力设定为为 50kN 的试验台，进行 10 次连续测量，从试验台校准装置读出数据列表如表（2）：

表（2）十次测量数据

单位：kN

次数 n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测量值 u_i	50.2	50.1	50.2	50.1	50.3	50.3	50.5	50.1	50.0	49.9

$$\text{则 } \overline{N'} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n N'_i = 50.17 \text{ kN}$$

$$\text{单次实验标准差: } s_i = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n v^2}{n-1}} = 0.17\text{kN},$$

由于是由 3 次测量结果的平均值作为测量结果, 则 $u(N_1) = 0.17/\sqrt{3} = 0.10\text{kN}$

B3.2 标准测力仪示值不准确引入的标准不确定度 $u(N_2)$

依照标准测力仪的技术指标, 其最大允许误差为 $\pm 0.1\%$, 则半宽度 a_1 在区间内可认为服从均匀分布。

$$\text{取包含因子 } k_1 = \sqrt{3}$$

则标准不确定度 $u(N_2)$:

$$u(N_2) = a_1 / k_1 = 50 \times 0.1\% / \sqrt{3} = 0.04\text{kN}$$

B4 合成标准不确定度 u_c 的评定

B4.1 标准不确定度汇总表

不确定度来源	标准不确定度	灵敏系数
标准测力仪的测量重复性 $u(N_1)$	0.10kN	1
标准测力仪示值不准确 $u(N_2)$	0.04kN	-1

则合成标准不确定度 u_c :

$$u_c = \sqrt{u(N_1)^2 + u(N_2)^2} = 0.11\text{kN}$$

B5 扩展不确定度 U

取包含因子 $k=2$, 则扩展不确定度 $U = k u_c = 0.2\text{kN}$

附录 C

位移示值误差测量不确定度评定示例

C1 概述:

C1.1 环境条件: 温度: 21℃, 相对湿度: 58%RH

C1.2 测量标准:

标准器	测量范围	最大允许误差
激光干涉仪	(0~1000)mm	±0.1%

C1.3 被测对象:

试验设备	测量范围	最大允许误差
试验台	(0~500)mm	±0.2%FS

C1.4 测量方法:

将激光干涉仪按使用说明书要求布置, 设定位移参数, 启动试验, 至达到设定位移值后, 读取激光干涉仪实际值。

直接使用本不确定度的评定结果, 其它点的不确定度可采用本评定方法进行评定。其数学模型为:

$$\gamma_L = L - L'$$

式中 γ_L — 位移的相对误差;

L — 试验台位移设定值;

L' — 激光干涉仪测量值平均值。

C2 标准不确定度评定

C2.1 激光干涉仪的测量重复性引入的标准不确定度 $u(N_i)$

在重复性条件下, 对气缸压力设定为 10mm 的试验台, 进行 10 次连续测量, 从试验台校准装置读出数据列表如表 (2):

表 (2) 十次测量数据

单位: mm

次数 n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测量值 u_i	10.05	10.07	10.06	10.05	10.03	10.04	10.08	10.06	10.07	10.06

$$\text{则 } \bar{L}' = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L'_i = 10.057 \text{ mm}$$

$$\text{单次实验标准差: } s_i = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n v^2}{n-1}} = 0.015\text{mm}$$

由于是由 3 次测量结果的平均值作为测量结果, 则 $u(L_1) = 0.015/\sqrt{3} = 0.009\text{mm}$

C3.2 标准测力仪示值不准确引入的标准不确定度 $u(L_2)$

依照标准测力仪的技术指标, 其最大允许误差为 $\pm 0.1\%$, 则半宽度 a_1 在区间内可认为服从均匀分布。

$$\text{取包含因子 } k_1 = \sqrt{3}$$

则标准不确定度 $u(L_2)$:

$$u(L_2) = a_1/k_1 = 100 \times 0.1\% / \sqrt{3} = 0.008\text{mm}$$

C4 合成标准不确定度 u_c 的评定

C4.1 标准不确定度汇总表

不确定度来源	标准不确定度	灵敏系数
标准测力仪的测量重复性 $u(L_1)$	0.009mm	1
标准测力仪示值不准确 $u(L_2)$	0.008mm	-1

则合成标准不确定度 u_c :

$$u_c = \sqrt{U(K_1)^2 + U(K_2)^2} = 0.012\text{mm}$$

C5 扩展不确定度 U

取包含因子 $k=2$, 则扩展不确定度 $U = k u_c = 0.024\text{mm}$

附录 D

校准记录格式

委托单位:		校准证书编号:	
委托单位地址:		标准依据:	
仪器名称:	型号规格:	出厂编号:	
制造单位:		仪器状况:	
校准地点:		环境温度: ℃	相对湿度: %
校准日期:	校准员:	核验员:	

校准用主要计量标准器具

名称	型号规格	不确定度/准确度等级/ 最大允许误差	出厂编号	证书编号	有效期

一. 外观及性能检查:

二. 气缸压力:

设定值 (kPa)	测量值 (kPa)			相对误差 (%)	不确定度 $U_{rel}(k=2)$

三. 夹钳压力

设定值(N)	测量值(N)			相对误差 (%)	不确定度 $U_{rel}(k=2)$

四. 位移

设定值(mm)	测量值(mm)			相对误差 (%)	不确定度 $U_{rel}(k=2)$

附录 E

校准证书内页格式

证书编号 ××××××—×××××

校准机构授权说明				
校准环境条件及地点				
温 度	℃	地 点		
相对湿度	%	其 他		
校准所依据的技术文件（代号、名称）：				
校准所使用的主要测量标准：				
名称	测量范围	不确定度/ 准确度等级/ 最大允许误差	检定/校准 证书编号	证书有效期至

注：

1. ×××××仅对加盖“×××××校准专用章”的完整证书负责。
2. 本证书的校准结果仅对所校准的对象有效。
3. 未经实验室书面批准，不得部分复印证书。

第×页 共×页

证书编号 ××××××—××××

校准结果

一. 外观及性能检查

二. 气缸压力

设定值	测量值	误差	不确定度

三. 夹钳压力

设定值	测量值	误差	不确定度

四. 位移

设定值	测量值	误差	不确定度

校准员：

核验员：

第×页 共×页