



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1169—2007

汽车制动操纵力计校准规范

Calibration Specification for

Manipulating Force Tester for Automotive Brake

2007-02-28 发布

2007-05-28 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

汽车制动操纵力计 校准规范

Calibration Specification for Manipulating
Force Tester for Automotive Brake

JJF 1169—2007

本规范经国家质量监督检验检疫总局 2007 年 2 月 28 日批准，并自 2007 年 5 月 28 日起实施。

归口单位：全国法制计量管理计量技术委员会

主要起草单位：浙江省计量科学研究院

温州江兴汽车检测设备厂

中国计量协会机动车计量检测技术工作委员会

参加起草单位：石家庄华燕交通科技有限公司

甘肃省计量研究院

交通部科学研究院

本规范由归口单位负责解释

本规范主要起草人：

严 瑾（浙江省计量科学研究院）

周申生（温州江兴汽车检测设备厂）

鲍国华（中国计量协会机动车计量检测技术工作委员会）

参加起草人：

陈南峰（石家庄华燕交通科技有限公司）

高德成（甘肃省计量研究院）

赵文辉（交通部科学研究院）

目 录

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 外观及性能	(1)
5.2 基本参数	(1)
5.3 技术要求	(1)
6 校准条件	(2)
6.1 环境条件	(2)
6.2 校准用标准器	(2)
7 校准项目和校准方法	(2)
7.1 外观及性能的检查	(2)
7.2 零点漂移的校准	(2)
7.3 鉴别力阈的校准	(2)
7.4 示值误差的校准	(2)
7.5 示值重复性的计算	(3)
7.6 倾斜误差的校准	(3)
8 校准结果表达	(3)
9 复校时间间隔	(3)
附录 A 校准操纵力计示值误差测量结果的不确定度分析	(4)
附录 B 校准证书内容	(7)

汽车制动操纵力计校准规范

1 范围

本规范适用于汽车制动操纵力计的校准。汽车制动操纵力计包括行车制动时测量踏板力用的踏板力计和驻车制动时测量操纵力用的手拉力计两类。

本规范规定了汽车制动操纵力计的计量性能及校准方法。

2 引用文献

GB 7258—2004 机动车运行安全技术条件

JJF 1059—1999 测量不确定度评定与表示

使用本规范时，应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

3 术语和计量单位

3.1 汽车制动踏板力计 pedaling force tester for automotive brake

测量汽车行车制动时作用在制动踏板上力值的测力仪，简称踏板力计。

3.2 汽车制动手拉力计 pulling force tester for automotive grip brake

测量汽车驻车制动时作用在操纵装置上力值的测力仪，简称手拉力计。

3.3 计量单位 measurement unit

汽车制动操纵力计（以下简称操纵力计）的计量单位为牛（N）。

4 概述

操纵力计的结构一般由测力传感器和显示装置组成，踏板力计测量压向力值、手拉力计测量拉向力值。

5 计量特性

5.1 外观及性能

各种开关、按钮、旋钮操作灵活可靠；显示装置清晰，具有瞬态显示和峰值保持功能，无影响读数的缺陷。

5.2 基本参数

5.2.1 测量范围

操纵力计测量范围至少满足（100~1000）N。

5.2.2 分度值

操纵力计分度值 d 应不大于 2 N。

5.3 技术要求

5.3.1 零点漂移

操纵力计的零点漂移不应超过 2 d 。

5.3.2 鉴别力阈

操纵力计的鉴别力阈不应超过 $2d$ 。

5.3.3 示值误差

操纵力计的示值误差不应超过 $\pm 5\%$ 。

5.3.4 示值重复性

操纵力计的示值重复性不应超过 2% 。

5.3.5 倾斜误差

踏板力计在倾斜 30° 时的示值误差不应超过 $\pm 5\%$ 。

注：上述技术要求仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

校准时环境温度应为 $(0\sim 40)^\circ\text{C}$ 、相对湿度不大于 $85\% \text{RH}$ 。

6.2 校准用标准器

6.2.1 砝码校准法用标准装置

- a) 砝码一组： $20 \text{ kg} \times 4$ ； $10 \text{ kg} \times 2$ ， $6(M_2)$ 级；
- b) 小砝码一组： $100 \text{ g} \times 5$ 、 $50 \text{ g} \times 5$ ， $6(M_2)$ 级；
- c) 砝码校准用装置。

6.2.2 传感器校准法用标准装置

- a) 测力传感器（包括显示仪表）：测量范围不小于 1000 N ，示值误差不超过 $\pm 1\%$ ；
- b) 小砝码一组： $100 \text{ g} \times 5$ 、 $50 \text{ g} \times 5$ ， $6(M_2)$ 级
- c) 传感器校准用装置。

6.2.3 也可以采用符合要求的力标准机校准。

7 校准项目和校准方法

7.1 外观及性能的检查

靠目测和手感，按要求检查外观及性能。

7.2 零点漂移的校准

将被校操纵力计按使用说明书要求开机预热（此间允许调整零位）后，观察 10 min ，零点漂移应满足第 5.3.1 条要求。

7.3 鉴别力阈的校准

在被校操纵力计处于零值时，加载与 $0.5d$ 、 $1.0d$ 、 $1.5d$ 、 $2.0d$ 相对应的小砝码，观察当操纵力计示值改变时的加载值，应满足第 5.3.2 条要求。

7.4 示值误差的校准

7.4.1 示值误差的校准点

校准点选取一般应从满量程的 20% 至 100% ，至少选取 5 点。对踏板力计，必须包括 500 N 、 700 N 两点；对手拉力计，必须包括 400 N 、 600 N 两点。

7.4.2 示值误差的校准

通过砝码或用加力装置对被校操纵力计进行加载，按上述校准点逐步加载。在规定校准点时读取被校操纵力计的相应示值，每一校准点重复测量3次，以3次测量值的平均值作为校准值。

7.4.3 示值误差的计算

按公式(1)计算被校操纵力计的示值误差，各校准点示值误差均应满足第5.3.3条要求。

$$\delta_i = \frac{\bar{f}_i - F_i}{F_i} \times 100\% \quad (1)$$

式中： δ_i ——第*i*测量点时，被校操纵力计的示值误差；

\bar{f}_i ——第*i*测量点时，被校操纵力计三次测量值的平均值，N；

F_i ——第*i*测量点时，加载标准力值，N。

7.5 示值重复性的计算

在“7.3 示值误差”校准基础上，按公式(2)计算相应重复性，均应满足第5.3.4条要求。

$$\delta_{zi} = \frac{f_{imax} - f_{imin}}{F_i} \times 100\% \quad (2)$$

式中： δ_{zi} ——第*i*测量点时，被校操纵力计的示值重复性误差；

f_{imax} ——第*i*测量点时，被校操纵力计三次测量示值的最大值，N；

f_{imin} ——第*i*测量点时，被校操纵力计三次测量示值的最小值，N。

7.6 倾斜误差的校准

将被校压力式踏板力计的传感器倾斜 30° （偏离水平），踏板力计以500 N为校准点。在规定校准点时读取被校踏板力计的相应示值，重复测量3次，以3次测量值的平均值作为校准值。按公式(3)计算相应倾斜误差，均应满足第5.3.5条要求。

$$\delta_q = \frac{\bar{f} - F \cdot \cos 30^\circ}{F \cdot \cos 30^\circ} \times 100\% \quad (3)$$

式中： δ_q ——被校踏板力计的倾斜误差；

\bar{f} ——被校踏板力计3次测量值的平均值，N；

F ——加载标准力值，N。

8 校准结果表达

经校准的操纵力计，填发校准证书，校准证书的内容见附录B。

9 复校时间间隔

操纵力计的复校时间间隔由用户自定，建议不超过1年。

附录 A

校准操纵力计示值误差测量结果的不确定度分析

A.1 测量方法

操纵力计（包括踏板力计和手拉力计）的校准是其将被校操纵力计示值与相应进行比较，以确定操纵力计示值是否正确。

A.2 数学模型

以砝码为加载标准力值校准时，

$$\delta = \frac{f - M \cdot g}{M \cdot g} = \frac{f}{M \cdot g} - 1$$

式中： δ ——被校操纵力计示值误差；

f ——被校操纵力计示值，N；

M ——加载砝码标准量，kg；

g ——重力加速度，常数：9.80m/s²。

A.3 方差和灵敏系数

$$c_1 = \frac{\partial \delta}{\partial f} = \frac{1}{M \cdot g}; c_2 = \frac{\partial \delta}{\partial M} = -\frac{f}{M^2 \cdot g}$$

$$u^2(\delta) = \left(\frac{1}{M \cdot g}\right)^2 \times u^2(f) + \left(-\frac{f}{M^2 \cdot g}\right)^2 \times u^2(M)$$

A.4 输入量的不确定度来源

(1) 被校操纵力计示值（测量结果重复性）

$$\left(\frac{1}{M \cdot g}\right) \times u_1(f) = u_A$$

(2) 被校操纵力计示值（数显量化误差）

$$\left(\frac{1}{M \cdot g}\right) \times u_2(f) = u_1$$

(3) 砝码准确度引入误差

$$\left(-\frac{f}{M^2 \cdot g}\right) \times u(M) = u_2$$

A.5 输入量的标准不确定度评定

(1) 被校操纵力计示值（测量结果重复性）的标准不确定度评定

被校操纵力计示值 f 估计值的不确定度主要来源于操纵力计的测量结果重复性及数显仪器的示值量化误差。测量结果重复性可以通过连续测量得到的测量列，采用 A 类方法进行评定。

在被校操纵力计正常工况条件下，用 50 kg 对被校操纵力计加载，读取被校操纵力计相应示值。等精度重复测量 10 次，单次实验标准差 $s(f_i)$

$$s(f_i) = \sqrt{\frac{\sum (f_i - \bar{f})^2}{n - 1}} = 2.6 \text{ N}$$

实际测量时,在重复条件下连续测量三次,以三次测量的算术平均值作为测量结果,则可得标准不确定度为

$$u_1(f) = s(f_i)/\sqrt{3} = 1.49 \text{ N}$$

自由度 $\nu_A = 10 - 1 = 9$

(2) 被校操纵力计示值(数显量化误差)

数显式操纵力计的分辨力为 5 N,其量化误差以等概率分布(矩形分布)落在宽度为 $5 \text{ N}/2 = 2.5 \text{ N}$ 的区间内。其引入的标准不确定度为

$$u_2(f) = 2.5/\sqrt{3} = 1.44 \text{ N}$$

自由度 $\nu_1 \rightarrow \infty$

(3) 砝码准确度引入误差

根据砝码计量检定规程规定, $6_1(M_{22})$ 级砝码的允许误差为 $1.5 \times 10^4 \text{ mg} = 0.015 \text{ kg}$ 按均匀分布计,砝码准确度引入的标准不确定度为

$$u(M) = 0.015 \text{ kg}/\sqrt{3} = 0.0087 \text{ kg}$$

估计该标准不确定度的可靠程度 75%, 则

自由度 $\nu_2 = \frac{1}{2} \times \left[\frac{\Delta u(M)}{u(M)} \right]^{-2} = 8$

A.6 输出量的标准不确定度分量一览表

序号	输入量估计值的标准不确定度			自由度		输出量估计值的标准不确定度分量		
	来源	符号	数值	符号	数值	符号	灵敏系数 c_i	$ c_i \times u(x)$
1	测量结果重复性	$u_1(f)$	1.49 N	ν_A	9	u_A	$1/Mg$	0.30%
2	数显量化误差	$u_2(f)$	1.44 N	ν_1	∞	u_1	$1/Mg$	0.29%
3	砝码准确度	$u(M)$	0.0087 kg	ν_2	8	u_2	$-f/(M^2 \cdot g)$	0.02%

注:上述计算按测量点 f 为 500 N、相应砝码值 $M = 50 \text{ kg}$, 计算输出量的标准不确定度。

A.7 合成标准不确定度的评定

由于各标准不确定度分量不相关,故合成标准不确定度为

$$u_c(\delta) = \sqrt{u_A^2 + u_1^2 + u_2^2} = 0.42(\%)$$

有效自由度 $\nu_{\text{eff}} = \frac{u_c^4(\delta)}{\sum \frac{u_i^4}{\nu_i}} = \frac{0.42^4}{\frac{0.30^4}{9} + \frac{0.29^4}{\infty} + \frac{0.02^4}{8}} = 34$

A.8 扩展不确定度的评定

按置信概率 $p = 0.95$, 有效自由度 $\nu_{\text{eff}} = 34$, 查 t 分布表, 得到 $k = 2.03$, 故扩展不确定度为

$$U = k \times u_c(\delta) = 2.03 \times 0.42\% = 0.9\%$$

A.9 测量不确定度的报告

校准操纵力计示值误差测量结果的不确定度分析得 $U=0.9\%$ ($p=0.95$, $k=2.03$), 而根据技术要求规定, 操纵力计的示值误差不应超过 $\pm 5\%$ 。故本校准方法完全能满足量值传递的要求。

序号	输入量估计值的标准不确定度		输出量估计值的标准不确定度	
	来源	数值	来源	数值
1	测力计示值误差	$u_1(1) = 1.49\%$	校准系数	$u_4 = 1.74\%$
2	校准系数误差	$u_2(2) = 1.44\%$	示值误差	$u_3 = 0.30\%$
3	测力计常数	$u_3(3) = 0.0087\%$	示值误差	$u_4 = 1.74\%$

注: 上述各输入量估计值的标准不确定度均按式(9)计算, 且取有效数字为 2 位。

A.10 合成标准不确定度的计算

由于各标准不确定度分量彼此不相关, 故合成标准不确定度为

$$u_c(9) = \sqrt{u_1^2(1) + u_2^2(2) + u_3^2(3) + u_4^2(4)} = 0.45(9\%)$$

$$u_c(9) = \sqrt{\frac{0.30^2}{8} + \frac{0.22^2}{\infty} + \frac{0.30^2}{8} + \frac{0.05^2}{8}} = 0.34$$

A.11 扩展不确定度的评定

扩展不确定度 $U=0.92\%$, 有效自由度 $\nu_{eff}=34$, 查 t 分布表, 得到 $k=2.03$ 。故

$$U = k \times u_c(9) = 2.03 \times 0.45\% = 0.92\%$$

附录 B

校准证书内容

校准证书的内容应排列有序，格式清晰，至少应包括以下内容：

1. 标题：校准证书；
2. 实验室名称和地址；
3. 进行校准的地点（如果不在实验室内进行校准）；
4. 证书或报告编号、页码及总页数；
5. 送校单位的名称和地址；
6. 被校准仪器名称：汽车制动操纵力计；
7. 被校准汽车制动操纵力计的制造商、型号规格及编号；
8. 校准所使用的计量标准名称、溯源性及有效性说明；
9. 本规范的名称及编号和对本规范的任何偏离、增加或减少的说明；
10. 校准时的环境情况；
11. 校准项目的校准结果；
12. 示值误差校准结果的测量不确定度；
13. 校准人签名，核验人签名，批准人签名；
14. 校准证书签发日期；
15. 复校时间间隔的建议；
16. 未经校准实验室书面批准，不得部分复制校准证书。

中华人民共和国
国家计量技术规范
汽车制动操纵力计校准规范
JJF 1169—2007
国家质量监督检验检疫总局发布

*

中国计量出版社出版
北京和平里西街甲2号
邮政编码 100013
电话 (010)64275360
<http://www.zgjl.com.cn>
北京市迪鑫印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行
版权所有 不得翻印

*

880 mm×1230 mm 16开本 印张0.75 字数10千字

2007年4月第1版 2007年4月第1次印刷

印数1—1500

统一书号155026-2244 定价:16.00元