



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1168—2007

便携式制动性能测试仪校准规范

Calibration Specification for Portable Braking

Performance Tester for Motor Vehicles

2007-02-28 发布

2007-05-28 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

便携式制动性能测试仪

校准规范

Calibration Specification for Portable

Braking Performance Tester for Motor Vehicles

JJF 1168—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

公安部交通安全产品质量监督检测中心

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：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）

应朝阳（公安部交通安全产品质量监督检测中心）

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：

高德成（甘肃省计量研究院）

周正鸣（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	(1)
5.2 便携式制动性能测试仪测量范围	(1)
5.3 基本误差	(1)
5.4 数据保持	(2)
6 校准条件	(2)
6.1 环境条件	(2)
6.2 标准器及其他设备	(2)
7 校准项目和校准方法	(2)
7.1 便携式制动性能测试仪的静态校准	(2)
7.2 便携式制动性能测试仪的动态校准	(4)
7.3 数据保持	(5)
8 校准结果表达	(5)
9 复校时间间隔	(5)
附录 A 校准便携式制动性能测试仪示值误差测量结果的不确定度分析	(6)
附录 B 校准证书内容	(9)

便携式制动性能测试仪校准规范

1 范围

本规范适用于便携式制动性能测试仪的校准。

本规范规定了便携式制动性能测试仪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

GA/T 485—2004 便携式制动性能测试仪

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 便携式制动性能测试仪 portable braking performance tester for vehicles

通过记录车辆制动过程中由减速度传感器输出的减速度值的时间历程，计算出速度、距离后，可计算得到符合 GB 7258—2004《机动车运行安全技术条件》要求的充分发出的平均减速度（MFDD）和制动协调时间的仪器，主要用于检验机动车的制动性能。

3.2 计量单位 measurement unit

便携式制动性能测试仪的计量单位为 m/s^2 。

4 概述

便携式制动性能测试仪一般是由减速度传感器、主机、制动踏板触点开关及微型打印机等组成。按说明书规定将便携式制动性能测试仪安置在被检车辆中，接上制动踏板触点开关，并进行必要的设置；当车辆加速至规定速度后急踩制动，车辆停止后即能显示制动减速度和制动协调时间，并可打印数值。

5 计量特性

5.1 外观

各部件操作灵活，显示清晰，不应有影响校准的缺陷。

5.2 便携式制动性能测试仪测量范围

测量范围应满足 $(0 \sim 9.81) \text{ m/s}^2$ 。

5.3 基本误差

5.3.1 静态校准

5.3.1.1 便携式制动性能测试仪示值误差

a) 减速度测量值为 $(0 \sim 4.90) \text{ m/s}^2$ 时，示值误差为： $\pm 0.10 \text{ m/s}^2$ ；

b) 减速度测量值为其他值时, 示值误差为: $\pm 2.0\%$ 。

5.3.1.2 便携式制动性能测试仪测量重复性

便携式制动性能测试仪测量重复性不允许超过示值误差绝对值的二分之一。

5.3.1.3 减速度值鉴别力阈

鉴别力阈不大于 0.05m/s^2 。

5.3.2 动态校准

a) 充分发出的平均减速度 (MFDD) 示值误差为: $\pm 5.0\%$ 。

b) 便携式制动性能测试仪的显示值应与打印值一致。

5.4 数据保持

断电后, 内置时钟 (日期、时间) 应正常工作, 测试数据不应丢失或改变。

注: 上述技术要求仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

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

6.2 标准器及其他设备

6.2.1 静态校准装置

带校准平台的静态校准装置。旋转范围不小于 $0^\circ \sim 180^\circ$; 角度分辨力不大于 0.1° ; 角度示值误差不超过 $\pm 0.2^\circ$ 。

6.2.2 水准器

水准器分辨力不大于 1mm/m 。

6.2.3 汽车速度计

a) 速度示值误差不应超过 $\pm 1.0\%$, 分辨力不应大于 0.01km/h 。

b) 距离示值误差不应超过 $\pm 1.0\%$, 分辨力不应大于 0.01m 。

c) 必需带有脚踏触发开关。

7 校准项目和校准方法

首先检查外观, 确定没有影响校准计量特性的因素后再进行校准。

7.1 便携式制动性能测试仪的静态校准

7.1.1 便携式制动性能测试仪校准前的安置

将带校准平台的静态校准装置安置在稳定、可靠的工作台上。调整校准平台的水平, 要求不超过水准器的一个分度。调整好静态校准装置的零值位置。然后, 将需校准的便携式制动性能测试仪 (或传感器) 固定在静态校准装置的校准平台上, 并保证需校准便携式制动性能测试仪的传感器指示的车辆前进方向与静态校准装置的角度旋转轴线垂直。

7.1.2 便携式制动性能测试仪的减速度值测量范围

在静态校准装置处于零值时, 使被校便携式制动性能测试仪 (传感器) 也处于零值位置。将静态校准装置的校准平台旋转 90° , 验证被校便携式制动性能测试仪的测量范

围是否满足第 5.2 条要求。

7.1.3 便携式制动性能测试仪的减速度值示值误差

将静态校准装置的校准平台旋转分别至 12° 、 24° 、 37° 、 53° 、 90° 等五个点, 同时读取被校便携式制动性能测试仪相应的示值; 重复测量 3 次, 按公式 (1)、(2) 分别计算被校便携式制动性能测试仪示值误差, 应满足第 5.3.1.1 条要求。

a) 减速度值为 $(0 \sim 4.90) \text{ m/s}^2$ 时, 示值误差为

$$\Delta_i = \bar{X}_i - A_i \quad (1)$$

式中: Δ_i ——第 i 测量点时, 被校便携式制动性能测试仪示值误差, m/s^2 ;

$\bar{X}_i$ ——第 i 测量点时, 被校便携式制动性能测试仪 3 次测量值的平均值, m/s^2 ;

A_i ——第 i 测量点时, 标准减速度值, m/s^2 。

$A_i = \sin \alpha_i \times 9.80 \text{ m/s}^2$, α_i 为静态校准装置的校准平台第 i 测量点时的旋转角度值 ($^\circ$)。

b) 减速度值为除 $(0 \sim 4.90) \text{ m/s}^2$ 以外其他值时, 示值误差为

$$\delta_j = \left(\frac{\bar{Y}_j}{A_j} - 1 \right) \times 100\% \quad (2)$$

式中: δ_j ——第 j 测量点时, 被校便携式制动性能测试仪示值误差;

$\bar{Y}_j$ ——第 j 测量点时, 被校便携式制动性能测试仪 3 次测量值的平均值, m/s^2 ;

A_j ——第 j 测量点时, 标准减速度值, m/s^2 。

$A_j = \sin \beta_j \times 9.80 \text{ m/s}^2$, β_j 为静态校准装置的校准平台第 j 测量点时的旋转角度值, ($^\circ$)。

7.1.4 便携式制动性能测试仪测量重复性

在“7.1.3 便携式制动性能测试仪的减速度值示值误差”的校准基础上, 按公式 (3)、(4) 计算其测量重复性, 每一测量点的重复性均应满足第 5.3.1.2 条要求。

a) 减速度值为 $(0 \sim 4.90) \text{ m/s}^2$ 时, 示值重复性为

$$\Delta_{Zi} = X_{i\max} - X_{i\min} \quad (3)$$

式中: Δ_{Zi} ——第 i 测量点时, 被校便携式制动性能测试仪示值重复性, m/s^2 ;

$X_{i\max}$ ——第 i 测量点时, 被校便携式制动性能测试仪 3 次测量示值中的最大值, m/s^2 ;

$X_{i\min}$ ——第 i 测量点时, 被校便携式制动性能测试仪 3 次测量示值中的最小值, m/s^2 。

b) 减速度值为除 $(0 \sim 4.90) \text{ m/s}^2$ 以外其他值时, 示值重复性为

$$\delta_{Zj} = \left(\frac{Y_{j\max} - Y_{j\min}}{A_j} \right) \times 100\% \quad (4)$$

式中: δ_{Zj} ——第 j 测量点时, 被校便携式制动性能测试仪示值重复性;

$Y_{j\max}$ ——第 j 测量点时, 被校便携式制动性能测试仪 3 次测量示值中的最大值, m/s^2 ;

$Y_{j\min}$ ——第 j 测量点时, 被校便携式制动性能测试仪 3 次测量示值中的最小值, m/s^2 ;

A_j ——第 j 测量点时, 标准减速度值, m/s^2 。

7.1.5 减速度值鉴别力阈

a) 在静态校准装置的校准平台旋转角度为 37° 时, 读取被校便携式制动性能测试仪相应示值。然后, 将静态校准装置的校准平台旋转角度逐步增加为 37.3° 、 37.4° , 被校便携式制动性能测试仪示值应有变化。

b) 随后, 反向旋转角度逐步减少至 36.7° 、 36.6° , 被校便携式制动性能测试仪示值应有变化。

若被校便携式制动性能测试仪相应示值在上述情况下仍不改变, 即为不满足第 5.3.1.3 条要求。

7.2 便携式制动性能测试仪的动态校准

7.2.1 MFDD 示值误差的校准

a) 选择一辆性能稳定的试验车辆, 按相关说明书要求将汽车速度计及被校便携式制动性能测试仪一起安装在试验车辆上, 并接上踏板开关。

试验场地及方法应符合 GB 7258—2004 相应规定。

在车辆速度约为 30km/h、50km/h 时, 进行制动试验。各重复测量 3 次, 按公式 (5) 计算各点、各次测量的 MFDD 示值误差。

$$\delta_{Dij} = \left(\frac{a_{ij}}{a_{0ij}} - 1 \right) \times 100\% \quad (5)$$

式中: δ_{Dij} ——第 i 点、第 j 次测量时, 被校便携式制动性能测试仪 MFDD 示值误差;
 $i=1$ 时, 约为 30km/h; $i=2$ 时, 约为 50km/h。 $j=1, 2, 3$ 。

a_{ij} ——第 i 点、第 j 次测量时, 被校便携式制动性能测试仪 MFDD 示值, m/s^2 ;

a_{0ij} ——第 i 点、第 j 次测量时, 汽车速度计按公式 (6) 计算得到的相应的 MFDD, m/s^2 。

$$a_{0ij} = \frac{v_{0ij}^2}{41.14(s_{eij} - s_{bij})} \quad (6)$$

式中: v_{0ij} ——第 i 点、第 j 次测量时, 汽车速度计测得的试验车辆制动初速度, km/h;

s_{bij} ——第 i 点、第 j 次测量时, 车速从 v_{0ij} 到 $0.8v_{0ij}$ 时, 汽车速度计测得的试验车辆所行驶的距离, m;

s_{eij} ——第 i 点、第 j 次测量时, 车速从 v_{0ij} 到 $0.1v_{0ij}$ 时, 汽车速度计测得的试验车辆所行驶的距离, m。

b) 在约为 30km/h 和 50km/h 处, 各取其 3 次测量示值误差的平均值作为校准值, 按公式 (7) 计算 MFDD 示值误差, 应满足第 5.3.2 条 a) 的要求。

$$\delta_D = \frac{a}{a_0} - 1 = \frac{41.14 \cdot a \cdot \Delta s}{v_0^2} - 1 \quad (7)$$

式中: a ——被校便携式制动性能测试仪 MFDD 示值, m/s^2 ;

a_0 ——汽车速度计按公式 (6) 计算得相应的 MFDD, m/s^2 ;

Δs ——车速从 v_0 到 $0.1v_0$ 时汽车速度计测得的试验车辆所行驶的距离 s_e 与车速从 v_0 到 $0.8v_0$ 时汽车速度计测得的试验车辆所行驶的距离 s_b 的差值, m;

v_0 ——汽车速度计测得的试验车辆制动初速度，km/h。

7.2.2 仪器显示值与打印值一致性的检查

在上述校准的同时观测仪器显示值，应与打印值一致。

7.3 数据保持

在上述校准基础上，关机并断开电源。30min 后，再次开机稳定，观察前校准数据是否保留，应满足第 5.4 条要求。

8 校准结果表达

经校准的便携式制动性能测试仪，填发校准证书，校准证书的内容见附录 B。

9 复校时间间隔

便携式制动性能测试仪的复校时间间隔由用户自定，建议不超过 1 年。

附录 A

校准便携式制动性能测试仪示值误差测量结果的不确定度分析

A.1 测量方法

便携式制动性能测试仪的校准是以带校准平台的静态校准装置旋转角度的正弦值和重力加速度乘积为标准值，将被校便携式制动性能测试仪相应示值与其进行比较，以确定便携式制动性能测试仪示值是否正确。

A.2 数学模型

减速度值为除 (0~4.90) m/s² 以外其他值时

$$\delta = \frac{Y}{\sin\beta \times 9.80} - 1$$

式中： δ ——被校便携式制动性能测试仪示值误差；

Y ——被校便携式制动性能测试仪示值，m/s²；

β ——带校准平台的静态校准装置旋转角度值，(°)。

A.3 方差和灵敏系数

$$u^2(\delta) = \left(\frac{1}{\sin\beta \times 9.80} \right)^2 \times u^2(Y) + \left(-\frac{Y \cdot \cos\beta}{\sin^2\beta \times 9.80} \right)^2 \times u^2(\beta)$$

$$c_1 = \frac{\partial\delta}{\partial Y} = \frac{1}{\sin\beta \times 9.80}; c_2 = \frac{\partial\delta}{\partial\beta} = -\frac{Y \cdot \cos\beta}{\sin^2\beta \times 9.80}$$

A.4 输入量的不确定度来源

(1) 被校便携式制动性能测试仪的测量结果重复性

$$\left(\frac{1}{\sin\beta \times 9.80} \right) \times u_1(Y) = u_A$$

(2) 被校便携式制动性能测试仪的数显量化误差

$$\left(\frac{1}{\sin\beta \times 9.80} \right) \times u_2(Y) = u_1$$

(3) 带校准平台的静态校准装置水平零位值误差

$$\left(-\frac{Y \cdot \cos\beta}{\sin^2\beta \times 9.80} \right) \times u_1(\beta) = u_2$$

(4) 带校准平台的静态校准装置旋转角度值

$$\left(-\frac{Y \cdot \cos\beta}{\sin^2\beta \times 9.80} \right) \times u_2(\beta) = u_3$$

A.5 输入量的标准不确定度评定

(1) 被校便携式制动性能测试仪测量结果重复性的标准不确定度评定

被校便携式制动性能测试仪示值 Y 估计值的不确定度主要来源于便携式制动性能测试仪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。

在带校准平台的静态校准装置及被校便携式制动性能测试仪正常工况条件下，在带

校准平台的静态校准装置指示值为 35° 时, 读取被校便携式制动性能测试仪相应示值。等精度重复测量 10 次, 计算单次实验标准差 $s(Y_i)$:

$$s(Y_i) = \sqrt{\frac{\sum (Y_i - \bar{Y})^2}{n-1}} = 0.020 \text{ m/s}^2$$

实际测量时, 在重复条件下连续测量 3 次, 以 3 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

$$u_1(Y) = s(Y_i)/\sqrt{3} = 0.012 \text{ m/s}^2$$

自由度

$$\nu_A = 10 - 1 = 9$$

(2) 被校便携式制动性能测试仪数显量化误差的标准不确定度评定

数显便携式制动性能测试仪的分辨力为 0.01 m/s^2 , 其量化误差以等概率分布 (矩形分布) 落在宽度为 $(0.01 \text{ m/s}^2)/2 = 0.005 \text{ m/s}^2$ 的区间内。考虑其引入的标准不确定度为

$$u_2(X) = 0.005/\sqrt{3} = 0.003 \text{ m/s}^2$$

自由度

$$\nu_1 \rightarrow \infty$$

(3) 带校准平台的静态校准装置水平零位值误差

带校准平台的静态校准装置的起始水平由水准器调整, 水准器的分辨力不大于 1 mm/m (相当于 0.001 rad)。按均匀分布计, 带校准平台的静态校准装置水平零位值的标准不确定度为

$$u_1(\alpha) = 0.001/\sqrt{3} = 0.0006 \text{ (rad)}$$

估计该标准不确定度的可靠程度 75%, 则

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

(4) 带校准平台的静态校准装置旋转角度值

带校准平台的静态校准装置的角度极限误差不超过 $\pm 0.2^\circ$, 相当于 0.0035 rad 按正态分布计, 带校准平台的静态校准装置旋转角度值的标准不确定度为

$$u_2(\alpha) = 0.0035/3 = 0.0012 \text{ (rad)}$$

估计该标准不确定度的可靠程度 90%, 则

$$\text{自由度} \quad \nu_3 = \frac{1}{2} \times \left[\frac{\Delta u(A)}{u(A)} \right]^{-2} = 50$$

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评定			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	$u_1(Y)$	0.012 m/s^2	ν_A	9	u_A	$\frac{1}{\sin\beta \times 9.80}$	0.21%
2	数显量化误差	$u_2(Y)$	0.003 m/s^2	ν_1	∞	u_1	$\frac{1}{\sin\beta \times 9.80}$	0.05%

表 (续)

序号	输入量估计值的标准不确定度评定			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)$
3	水平零位值误差	$u_1(\beta)$	0.0006rad	ν_2	8	u_2	$-\frac{Y \cdot \cos \beta}{\sin^2 \beta \times 9.80}$	0.09%
4	旋转角度值	$u_2(\beta)$	0.0012rad	ν_3	50	u_3	$-\frac{Y \cdot \cos \beta}{\sin^2 \beta \times 9.80}$	0.17%

注：上述计算按测量点 β 为 35° 、相应减速度值 $Y=5.62\text{m/s}^2$ ，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

$$u_c(\delta) = \sqrt{u_A^2 + u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = 0.29\%$$

$$\text{有效自由度 } \nu_{\text{eff}} = \frac{u_c^4(\delta)}{\sum \frac{u_i^4}{\nu_i}} = \frac{0.29^4}{\frac{0.21^4}{9} + \frac{0.05^4}{\infty} + \frac{0.09^4}{8} + \frac{0.17^4}{50}} = 29$$

A.8 扩展不确定度的评定

按置信概率 $p=0.95$ ，有效自由度 $\nu_{\text{eff}}=29$ ，查 t 分布表，得到 $k=2.04$ ，故扩展不确定度为

$$U = k \times u_c(\delta) = 2.04 \times 0.29\% = 0.59\%$$

A.9 测量不确定度的报告

校准便携式制动性能测试仪示值误差测量结果的不确定度分析得 $U=0.59\%$ ($p=0.95$, $k=2.04$)，而根据基本误差规定，便携式制动性能测试仪减速度测量值为 $(0 \sim 4.90)\text{m/s}^2$ 以外其他值时的示值误差不应超过 $\pm 2\%$ 。故本校准方法基本能满足量值传递的要求。

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：便携式制动性能测试仪；
7. 被校准便携式制动性能测试仪的制造商、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。

