



中华人民共和国国家标准

GB/T 28945—2012

便携式制动性能测试仪

Portable braking performance tester for vehicles

2012-12-31 发布

2013-06-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国机动车运行安全技术检测设备标准化技术委员会(SAC/TC 364)提出并归口。

本标准起草单位:广州市计量检测技术研究院、中国测试技术研究院、上海西派埃自动化仪表工程有限责任公司、浙江江兴汽车检测设备有限公司、珠海高新区同力机械有限公司、淄博赛格电子有限公司、济南新凌志科技发展有限公司、广州福立分析仪器有限公司。

本标准主要起草人:李想堂、杨春生、罗发贵、蒋宇晨、亓凤、周申生、邱左先、邱峰、唐向臣、章彦辉。

便携式制动性能测试仪

1 范围

本标准规定了便携式制动性能测试仪的要求、试验方法、检验规则、标志、包装和贮存。
本标准适用于便携式制动性能测试仪(以下简称测试仪)。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 A:低温
- GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 B:高温
- GB/T 2423.3 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 Cab:恒定湿热试验
- GB/T 2423.10 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 Fc:振动(正弦)
- GB 7258 机动车运行安全技术条件
- GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

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 要求的充分发出的平均减速度(MFDD)和制动协调时间,用于判别机动车的制动性能的便携式测试仪器。

3.2

充分发出的平均减速度 mean fully developed deceleration, MFDD

充分发出的平均减速度(MFDD)按式(1)计算:

$$MFDD = \frac{V_b^2 - V_e^2}{25.92(S_e - S_b)} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- MFDD ——充分发出的平均减速度,单位为米每二次方秒(m/s²);
- V_b ——0.8V₀,试验车速,单位为千米每小时(km/h);
- V_e ——0.1V₀,试验车速,单位为千米每小时(km/h);
- V₀ ——试验车制动初速度,单位为千米每小时(km/h);
- S_b ——试验车速从 V₀~V_b 之间车辆行驶的距离,单位为米(m);
- S_e ——试验车速从 V₀~V_e 之间车辆行驶的距离,单位为米(m)。

3.3

制动协调时间 brake coordinated time

制动协调时间是指在急踩制动时,从脚接触制动踏板(或手触动制动手柄)时起至机动车减速度达

GB/T 28945—2012

到 GB 7258 规定的充分发出的平均减速度值的 75% 时所需的时间。

4 要求

4.1 一般要求

4.1.1 组成

测试仪为便携式,由加速度传感器、主机、制动踏板触发开关及微型打印机等组成。

4.1.2 外观

4.1.2.1 测试仪各部件外表面应光洁、平整,不应有凹痕、划伤、裂缝、变形等缺陷;主机显示应清晰、完整,不得有文字和符号缺损现象。

4.1.2.2 测试仪上使用的文字、图形、标志应清晰、规范、耐久。显示屏、打印输出、操作说明、铭牌、标志中的文字应使用中文,根据需要也可以附有其他文字。

4.1.2.3 铭牌应标明制造商名称、商标、产品名称、型号规格、生产日期及出厂编号等。

4.2 基本功能

4.2.1 仪器供电方式

主机及打印机应自带电源,主机可连续使用时间应不少于 5 h。

4.2.2 电池电量提示

测试仪应有电池电量提示功能。

4.2.3 测试状态预设置及结果判定功能

测试仪应能对日期、时间、车牌号、车辆类型、满载或空载状态进行预设置,并能按 GB 7258 中规定的 MFDD、汽车或汽车列车制动协调时间进行合格性判定。

4.2.4 存储、打印、通信功能

测试仪应能对测试数据进行存储、打印,并可通过通讯接口与计算机通信;可存储数据不少于 30 组。

测试结果打印内容应包括:车牌号、车辆类型、载荷情况、日期、时间、MFDD、制动协调时间、制动初速度、合格性判定等。

通讯接口输出的数据应包含上述测试结果的内容以及整个测试过程中采集的全部减速度值,并提供上位机软件来复现这些数据。测试仪说明书中应包含通讯协议的详细说明。

4.3 数据保持

断电后,主机内置时钟(日期、时间)应正常运行,各组测试数据不丢失或改变。

4.4 测量性能要求

4.4.1 减速度值测量范围

减速度值测量范围为 $0\text{ m/s}^2 \sim 9.81\text{ m/s}^2$ 。

4.4.2 显示分辨力

加速度: 0.01 m/s^2 。

4.4.3 静态检验

4.4.3.1 示值误差

减速度测量值为 $0 \text{ m/s}^2 \sim 5 \text{ m/s}^2$ 时, 示值误差为 $\pm 0.10 \text{ m/s}^2$;

减速度测量值为其他值时, 示值误差为 $\pm 2.0\%$ 。

4.4.3.2 重复性

不超过示值误差绝对值的 50% 。

4.4.3.3 减速度值鉴别力阈

鉴别力阈不大于 0.05 m/s^2 。

4.4.3.4 零位漂移

不大于 0.05 m/s^2 。

4.4.4 动态检验

充分发出的平均减速度(MFDD)示值误差为 $\pm 5.0\%$ 。

4.5 电源电压适应性

当电源电压在标称电压值 $-20\% \sim +15\%$ 范围内变化时, 测试仪示值变化应不超过示值误差绝对值的 50% 。

4.6 抗干扰

4.6.1 射频电磁场辐射抗扰度

射频电磁场辐射抗扰度试验等级为一级, 试验中及试验后仪器主机和传感器不应出现电气故障, 数据显示、记录功能应正常, 贮存的数据不应丢失和发生变化。

4.6.2 抗汽车点火干扰

进行抗汽车点火干扰测试, 试验中及试验后仪器的显示功能、记录功能、打印功能应正常, 贮存的数据不应丢失和发生变化。

4.7 环境适应性

4.7.1 气候适应性

仪器放置在携带提箱内, 在承受高温、低温、湿热等各项气候环境试验后, 外观和示值误差应分别符合 4.1.2.1 和 4.4.3 的要求。

4.7.2 运输环境适应性

仪器在运输包装条件下, 试样进行定频振动试验, 试验后, 各部分零件不得有松动和损坏现象, 外观

GB/T 28945—2012

和示值误差应分别符合 4.1.2.1 和 4.4.3 的要求。

5 检验方法

5.1 检验条件

温度为 $0\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
相对湿度为不大于 85%。

5.2 检验设备

5.2.1 试验电源条件

试验电源电压的最大允许误差不得超过其标称值的 $\pm 1\%$ 。
试验电源电压的纹波不得超过其标称值的 $\pm 0.2\%$ 。

5.2.2 射频电磁场辐射抗扰度试验设备要求

试验用设备应符合 GB/T 17626.3 的相关要求。

5.2.3 汽车点火干扰试验设备要求

- a) 放电电极间距为 $1\text{ cm}\sim 1.5\text{ cm}$ ；
- b) 放电频率为 $12\text{ 次/s}\sim 200\text{ 次/s}$ ；
- c) 放电电压为 $10\text{ kV}\sim 20\text{ kV}$ 。

5.2.4 测试范围及准确度要求

- d) 静态测试装置的测试范围： $0\text{ m/s}^2\sim 9.81\text{ m/s}^2$ ；
- e) 室内动态校准装置的测试范围： $0\text{ m/s}^2\sim 9.81\text{ m/s}^2$ ；
- f) 汽车速度计的测试范围：
 - 速度： $5.00\text{ km/h}\sim 180.00\text{ km/h}$ ；
 - 距离： $1.00\text{ m}\sim 999.99\text{ m}$ 。

测试装置的总不确定度应不大于被测仪器基本误差限的 $1/3$ 。

5.2.5 预热和预调

试验设备的预热时间应按制造厂的使用说明书有关规定，并在 5.1 规定的检验条件下使之稳定，预调应在预热时间内进行，在每项试验过程中不得进行调整。

5.3 基本功能检查

按使用说明书操作仪器，对其功能逐项进行检查，其基本功能应符合 4.2 的规定。

5.4 数据保持检查

仪器接通电源，使其处于正常工作状态，进行模拟制动性能测试并将结果存储记录。断电 0.5 h 后，对原贮存数据进行检查，应符合 4.3 的要求。

5.5 示值误差测试

5.5.1 静态测试法

将待测测试仪的加速度传感器敏感轴平面放置于已调好呈水平的测试平台上，接通电源，进行示值误差测试，此时测试仪的理论加速度示值应为 0.00 m/s^2 ，改变加速度传感器敏感轴平面与水平面夹角，使夹角分别为 12° 、 24° 、 37° 、 53° 、 90° 等五个点，同时读取被测测试仪相应的示值；重复测量 3 次，按式

(2)、式(3)分别计算被测测试仪示值误差,应满足 4.4.3.1 的要求。

a) 减速度值为 $0 \text{ m/s}^2 \sim 5 \text{ m/s}^2$ 时,示值误差按式(2)计算:

$$\Delta_i = \bar{X}_i - A_i \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

Δ_i ——第 i 测量点时,被测测试仪示值误差,单位为米每二次方秒(m/s^2);

\bar{X}_i ——第 i 测量点时,被测测试仪 3 次测量值的平均值,单位为米每二次方秒(m/s^2);

A_i ——第 i 测量点时,标准减速度值,单位为米每二次方秒(m/s^2),按(3)式计算:

$$A_i = 9.80 \times \sin\alpha_i \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:

α_i ——静态测试装置的平台第 i 测量点时的旋转角度值,单位为度($^\circ$)。

b) 减速度值为除 $0 \text{ m/s}^2 \sim 5 \text{ m/s}^2$ 以外其他值时,示值误差按式(4)计算:

$$\delta_j = \left(\frac{\bar{Y}_j}{A_j} - 1 \right) \times 100\% \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

δ_j ——第 j 测量点时,被测测试仪示值误差,单位为米每二次方秒(m/s^2);

\bar{Y}_j ——第 j 测量点时,被测测试仪 3 次测量值的平均值,单位为米每二次方秒(m/s^2);

A_j ——第 j 测量点时,标准减速度值,单位为米每二次方秒(m/s^2),按式(5)计算:

$$A_j = 9.80 \times \sin\beta_j \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中:

β_j ——静态测试装置的平台第 j 测量点时的旋转角度值,单位为度($^\circ$)。

5.5.2 动态测试法

动态测试按照汽车速度计法或室内动态校准测试法进行。当测试仪经室内法测试后对其性能有质疑时,可用汽车速度计法进行复检。

5.5.2.1 汽车速度计法

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 相应规定。

在车辆速度约为 30 km/h 、 50 km/h 时分别进行制动试验,各重复测量 3 次,按式(6)计算各点、各次测量的 MFDD 示值误差。

$$\delta_{Dij} = \left(\frac{a_{ij}}{a_{0ij}} - 1 \right) \times 100\% \quad \dots\dots\dots(6)$$

式中:

δ_{Dij} ——第 i 点、第 j 次测量时,被测测试仪 MFDD 示值误差;

$i=1$ 时,车辆速度约为 30 km/h , $i=2$ 时,车辆速度约为 50 km/h , $j=1,2,3$;

a_{ij} ——第 i 点、第 j 次测量时,被测测试仪 MFDD 示值,单位为米每二次方秒(m/s^2);

a_{0ij} ——第 i 点、第 j 次测量时,依据汽车速度计测试数据并按式(7)计算得到相应的 MFDD,单位为米每二次方秒(m/s^2)。

$$a_{0ij} = \frac{V_{bij}^2 - V_{eij}^2}{25.92(S_{eij} - S_{bij})} \quad \dots\dots\dots(7)$$

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,单位为千米每小时(km/h);

GB/T 28945—2012

- V_{bij} —— $0.8V_{0ij}$, 单位为千米每小时(km/h);
- V_{eij} —— $0.1V_{0ij}$, 单位为千米每小时(km/h);
- S_{bij} ——第 i 点、第 j 次测量时, 车速从 $V_{0ij} \sim 0.8V_{0ij}$ 时, 汽车速度计测得的试验车辆所行驶的距离, 单位为米(m);
- S_{eij} ——第 i 点、第 j 次测量时, 车速从 $V_{0ij} \sim 0.1V_{0ij}$ 时, 汽车速度计测得的试验车辆所行驶的距离, 单位为米(m)。

5.5.2.2 室内动态校准测试法

参照动态校准装置的说明书, 将待测仪器的加速度传感器固定于动态校准装置的翻转平台上, 动态校准装置按照一条模拟的车辆制动过程中的减速度变化曲线运行, 被测仪器处于测试状态, 这样在校准装置平台的翻转过程中, 被测仪器将完成一次测试, 并输出测得的减速度变化曲线以及测试结果, 分析 MFDD 及制动协调时间的示值误差, 应符合 4.4.4 的要求。

动态校准装置自动记录整个测试过程中翻转平台的倾斜角度-时间曲线, 依式(3)或式(5)转换为标准减速度-时间曲线, 通过积分得到速度-时间曲线, 再次积分得到距离-时间曲线。标准 MFDD 按式(7)计算, 其中 $i=1, 2; j=1, 2, \dots, 5$ 。MFDD 示值误差按式(6)计算, 其中 $i=1, 2; j=1, 2, \dots, 5$ 。

5.6 示值重复性误差测试

在 5.5.1 基础上, 按式(8)、式(9)计算其测量重复性, 每一测量点的重复性均应满足 4.4.3.2 的要求。

- a) 减速度值为 $0\text{ m/s}^2 \sim 5\text{ m/s}^2$ 时, 示值重复性为
$$\Delta_{xi} = X_{imax} - X_{imin} \dots\dots\dots(8)$$

式中:
 Δ_{xi} ——第 i 测量点时, 被测测试仪示值重复性, 单位为米每二次方秒(m/s^2);
 X_{imax} ——第 i 测量点时, 被测测试仪 3 次测量示值中的最大值, 单位为米每二次方秒(m/s^2);
 X_{imin} ——第 i 测量点时, 被测测试仪 3 次测量示值中的最小值, 单位为米每二次方秒(m/s^2)。

- b) 减速度值为除 $0\text{ m/s}^2 \sim 5\text{ m/s}^2$ 以外其他值时, 示值重复性计算:
$$\delta_{xj} = \left(\frac{Y_{jmax} - Y_{jmin}}{A_j} \right) \times 100\% \dots\dots\dots(9)$$

式中:
 δ_{xj} ——第 j 测量点时, 被测测试仪示值重复性;
 Y_{jmax} ——第 j 测量点时, 被测测试仪 3 次测量示值中的最大值, 单位为米每二次方秒(m/s^2);
 Y_{jmin} ——第 j 测量点时, 被测测试仪 3 次测量示值中的最小值, 单位为米每二次方秒(m/s^2);
 A_j ——第 j 测量点时, 标准减速度值, 单位为米每二次方秒(m/s^2)。

5.7 鉴别力阈测试

- a) 在静态测试装置的测试平台旋转角度为 37° 时, 读取被测测试仪相应示值。然后, 将静态测试装置的测试平台旋转角度逐步增加为 37.3° 、 37.4° , 待数据稳定后, 被测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° , 被测测试仪示值应有变化。
- 若被测测试仪相应示值在上述情况下仍不改变, 即为不满足 4.4.3.3 的要求。

5.8 零位漂移

将待测测试仪的加速度传感器敏感轴平面放在已调好呈水平的测试平台上, 开机后, 将测试仪调整至零位, 每隔 5 min 记录一次读数, 共记录 3 次。取最大的偏离零位值为零位漂移值, 应符合 4.4.3.4

的要求。

5.9 电源电压适应性测试

当待测测试仪的电源电压在标称值及标称值的 -20% 和 $+15\%$ 变化时,分别测量并计算测试仪的示值变化,应符合4.5的要求。

5.10 电量提示检查

对测试仪进行人工目测检查,应符合4.2.2的要求。

5.11 射频电磁场辐射抗扰度试验

按GB/T 17626.3的规定进行试验,试验等级为一级,试验中及试验后试样应符合4.6.1的要求。

5.12 汽车点火干扰试验

测试仪主机与传感器连接后开机,使测试仪处于工作状态,开启汽车点火干扰试验设备,设置在60次/s的放电频率,将测试仪主机与传感器放置于距放电电极中心40 cm以内的位置。然后连接制动踏板触点开关导线,分别使制动踏板触点开关和导线置于距放电电极中心5 cm~10 cm处,以12次/s~200次/s的放电频率扫频,观察测试仪工作有无异常,若有异常,在异常频率点持续试验5 min;若无异常则在60次/s的放电频率上持续试验10 min。试验中检查测试仪的功能,应符合4.6.2的要求。

5.13 环境适应性试验

5.13.1 耐高温性能

试验装置应符合GB/T 2423.2的要求。

将测试仪放置在携带提箱内,放入高温试验箱中,在 $50\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度条件下保持8 h,试验后,在5.1规定的检验条件下恢复放置至少24 h,进行外观检查和示值误差测试,其结果应符合4.7.1的要求。

5.13.2 耐低温性能

试验装置应符合GB/T 2423.1的要求。

将测试仪放置在携带提箱内,放入低温试验箱中,在 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下保持8 h,试验后,在5.1规定的检验条件下恢复放置至少24 h,进行外观检查和示值误差测试,其结果应符合4.7.1的要求。

5.13.3 抗湿热性能

试验装置应符合GB/T 2423.3的要求。

将测试仪放置在携带提箱内,放入湿热试验箱中,试验箱的温度为 $40\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$,相对湿度为91%~95%,并保持48 h,试验后,在5.1规定的检验条件下恢复放置至少24 h,进行外观检查和示值误差测试,试验结果应符合4.7.1的要求。

5.13.4 运输环境适应性试验

试验装置应符合GB/T 2423.10的要求。

测试仪在运输包装条件下进行如下条件的定频振动试验:正弦频率33 Hz、加速度 70 m/s^2 、振动时间为上下4 h、左右2 h、前后2 h。试验后,检查外观和其示值误差,应符合4.7.2的要求。

6 检验规则

6.1 检验分类

测试仪的检验分型式检验和出厂检验。

6.2 型式检验

如有下列情况之一时,应进行型式检验:

- a) 产品新设计试生产或产品定型鉴定时;
- b) 转产或转厂;
- c) 正式生产后,如结构、材料、工艺有较大改变,可能影响产品性能时;
- d) 正常生产时,产量满 500 台后;
- e) 产品停产一年后,恢复生产时;
- f) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时;
- g) 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

仪器型式检验项目见表 1。型式检验的样品在出厂检验合格的产品中随机抽取 3 台,如果有一项试验不符合要求,允许加倍抽取样品复检,复检仍不合格,则判型式检验不合格。

表 1 型式检验及出厂检验项

序号	检验项目		要求条款	检验方法 条款	需检项目	
					型式检验	出厂检验
1	组成		4.1.1	—	√	
2	外观		4.1.2	—	√	√
3	基本功能		4.2	5.3	√	
4	数据保持		4.3	5.4	√	√
5	计量性能要求	示值误差	4.4.3.1,4.4.4	5.5	√	√
		示值重复性误差	4.4.3.2	5.6	√	√
		鉴别力阈	4.4.3.3	5.7	√	√
		零位漂移	4.4.3.4	5.8	√	√
6	电源电压适应性		4.5	5.9	√	√
7	电池电量提示		4.2.2	5.10	√	√
8	射频电磁场辐射抗扰度		4.6.1	5.11	√	
9	抗汽车点火干扰		4.6.2	5.12	√	
10	环境适应性		4.7	5.13	√	
注：“√”为需要检验的项目。						

6.3 出厂检验

每台测试仪出厂前均应进行出厂检验,检验合格后并附有产品合格证方能出厂。测试仪出厂检验

项目见表 1。

7 标志、标签、包装运输和贮存

7.1 标志、标签

7.1.1 外包装

产品的外包装应体现如下内容：

- a) 产品的中文名称、规格型号；
- b) 制造商名称、详细地址、邮编、电话、产品商标、制造日期、制造地；
- c) 产品所执行的标准号及标准名称。

7.1.2 铭牌

主机外壳的适当位置上应有固定铭牌，铭牌上标明：

- a) 产品中文名称、规格型号；
- b) 制造商名称、商标；
- c) 主机可识别的唯一性编号；
- d) 制造日期。

7.1.3 产品合格证

每台出厂的仪器应有产品检验合格证，检验合格证应有如下内容：

- a) 产品中文名称、型号；
- b) 制造商名称、商标；
- c) 产品编号；
- d) 产品所执行的标准号及标准名称；
- e) 出厂检验结论、检验日期；
- f) 检验员标识。

7.2 包装运输

包装箱应符合防潮、防尘、防震及运输的要求。单个包装箱内应有使用说明书、保修卡、产品合格证及产品装箱单。

7.3 贮存

测试仪应贮放在-10℃~50℃、相对湿度不大于85%的通风室内，且空气中不含有对测试仪起腐蚀作用的有害物质。