

SN

中华人民共和国出入境检验检疫行业标准

SN/T 4035—2014

进出口轿车、载重汽车和客车轮胎滚动 阻力测定方法 多点试验法

Methods of measuring rolling resistance of passenger car, truck and bus tyres
for import and export—Multi-point test method

2014-11-19 发布

2015-05-01 实施



中 华 人 民 共 和 国
国家质量监督检验检疫总局 发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由国家认证认可监督管理委员会提出并归口。

本标准起草单位：中华人民共和国山东出入境检验检疫局。

本标准主要起草人：刘晓民、韩福涛、张少岩、苏杰、盛梦龙。

进出口轿车、载重汽车和客车轮胎滚动 阻力测定方法 多点试验法

1 范围

本标准规定了进出口轿车、轻型载重汽车、载重汽车和客车充气轮胎滚动阻力的多点试验法。

本标准适用于测量自由滚动轮胎在稳态行驶、侧偏角和外倾角为零时的滚动阻力,基本测试方法有下列3种:

- a) 测力法——测量轮胎旋转轴的反作用力并换算为滚动阻力;
- b) 扭矩法——测量试验机的输入扭矩并换算为滚动阻力;
- c) 功率法——测量试验机的输入功率并换算为滚动阻力。

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 6326—2005 轮胎术语及其定义

SAE J1269—2006 轿车、轻型载重汽车、载重汽车和客车轮胎滚动阻力测试程序

SAE J1270—2006 测量轿车、轻型载重车、载重车和客车轮胎的滚动阻力

美国轮胎轮辋协会(TRA)标准年鉴

3 术语和定义

GB/T 6326—2005 和 SAE J1269—2006 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为了便于使用,以下重复列出了 SAE J1269—2006 中的某些术语和定义。

3.1

滚动阻力 rolling resistance

与试验表面相切、与轮胎轮辋平面平行的所有接触力之标量总和。

[SAE J1269—2006,定义 3.1]

3.2

滚动阻力系数 rolling resistance coefficient

滚动阻力与轮胎负荷之比。

[SAE J1269—2006,定义 3.2]

3.3

负荷半径 loaded radius

从负荷下的轮胎的旋转轴到滚动表面之间的垂直距离。

[SAE J1269—2006,定义 3.3]

3.4

最大负荷 maximum load

模压在轮胎胎侧上并列入现行美国轮胎轮辋协会(TRA)标准年鉴轮胎负荷表中规定的轮胎负荷

极限或类似标准机构出版的轮胎负荷表中规定的负荷极限。对于轻型载重汽车轮胎,最大负荷按单胎承受的最大负荷(或负荷极限)定义。对于载重汽车和客车轮胎,最大负荷按双胎并装承受的最大负荷(或负荷极限)定义。

[SAE J1269—2006,定义 3.4]

3.5

基础充气压力 base inflation pressure

与现行美国轮胎轮辋协会(TRA)标准年鉴轮胎负荷表或其他类似标准机构出版的相应负荷表中规定的最大负荷相对应的充气压力。

[SAE J1269—2006,定义 3.5]

3.6

封闭式充气压力 capped inflation pressure

测试前给轮胎充入所需的压力,此时轮胎温度应与测试环境温度相同。在试验过程中用气门嘴、帽或其他密封物使轮胎中的空气处于密封状态。

[SAE J1269—2006,定义 3.6]

3.7

调节式充气压力 regulated inflation pressure

给轮胎充入所需的气压,不管其温度如何,并在测试过程中保持这个充气压力。

[SAE J1269—2006,定义 3.7]

3.8

环境温度 ambient temperature

环境温度是指滚动阻力测试过程中,在靠近轮胎的固定位置处测得的空气温度。测温点位于距轮缘 0.4 m 侧向距离处且距离试验表面最远的点。

[SAE J1269—2006,定义 3.8]

3.9

参考环境温度 ambient reference temperature

所有的滚动阻力数据都修正到参考环境温度 24 °C。

[SAE J1269—2006,定义 3.9]

3.10

磨合 break-in

在测试前按照规定的试验气压、负荷和时间对试验轮胎进行的预试和冷却过程。

3.11

标准试验 standard test

按照规定的试验条件,轮胎初始试验点采用封闭式充气压力,测试过程中允许气压升高,并在随后试验点采用可调节式充气压力进行测量的试验。

3.12

替代试验 alternate test

按照规定的试验条件,轮胎初始试验点和随后试验点均采用可调节式充气压力进行测量的试验。

4 试验设备

4.1 转鼓试验机

4.1.1 测试表面

4.1.1.1 转鼓直径

测试转鼓的直径通常为 1.708 m。

4.1.1.2 宽度

测试表面的宽度应大于测试轮胎的胎面宽度。

4.1.1.3 粗糙度

测试表面应具有中等粗糙度(80 粒度)。

4.1.2 仪表精度

4.1.2.1 一般要求

用于读取和记录测试结果的仪表必须足够精确,以保证滚动阻力测量值不大于下列标准偏差:轿车及轻型载重汽车轮胎 0.5 N,载重汽车及客车轮胎 2.2 N。

要达到上述精度,3 种滚动阻力测量方法的测量精度需达到以下要求:

- a) 轮胎负荷:轿车轮胎 10 N,轻型载重汽车轮胎 20 N,载重汽车及客车轮胎 30 N;
- b) 充气压力:轿车及轻型载重汽车轮胎 1 kPa,载重汽车及客车轮胎 1.5 kPa;
- c) 温度:0.2 °C;
- d) 速度:1 km/h。

4.1.2.2 测力法

除了上述共同精度要求外,测力法还应保证下列精度(±):

- a) 轮轴力:轿车和轻型载重汽车轮胎 0.5 N,载重汽车和客车轮胎 1.0 N;
- b) 负荷半径:轿车和轻型载重汽车轮胎 1 mm,载重汽车和客车轮胎 2.5 mm。

4.1.2.3 扭矩法

除了上述共同精度要求外,扭矩法还应保证下列精度(±):

扭矩输入:轿车轮胎 0.3 N·m,轻型载重汽车轮胎 0.5 N·m,载重汽车及客车轮胎 0.6 N·m。

4.1.2.4 功率法

除了上述共同精度要求外,功率法还应保证下列精度(±):

- a) 功率:轿车轮胎 10 W;轻型载重汽车轮胎 15 W,载重汽车及客车轮胎 20 W;
- b) 转鼓速度:轿车及轻型载重汽车轮胎 0.2 km/h,载重汽车及客车轮胎 0.3 km/h。

4.1.3 校正和控制精度

4.1.3.1 一般要求

所有试验条件应满足规定要求,因为任何偏差都将影响滚动阻力测试数据的精度。以下规定了对校正和控制精度的要求,以使它们对轿车轮胎和轻型载重轮胎滚动阻力测量的综合影响不超过 0.5 N 标准偏差,对载重汽车和客车轮胎滚动阻力测量的综合影响不超过 2.2 N 标准偏差。

除了本节所述 3 种方法中每一种的特殊规定外,试验参数应保持在下列范围(±)内:

- a) 轮胎负荷前后向偏移 0.2 mm;
- b) 轮胎负荷角度偏移 0.3°;
- c) 轮胎侧偏角 0.1°;
- d) 轮胎外倾角 0.3°;
- e) 轮胎负荷:轿车轮胎 20 N,轻型载重汽车轮胎 35 N,载重汽车和客车轮胎 45 N;

SN/T 4035—2014

- f) 充气压力 1.5 kPa;
- g) 转鼓速度 2 km/h;
- h) 环境温度见 5.6 要求。

如果达不到上述要求,应进行修正,尤其要对校正(7.2)或环境温度(7.4)进行修正。

4.1.3.2 测力法

负荷偏置以及负荷与轮轴力传感器之间的相互干扰(“交扰”)会引起轮轴力读数的严重误差,这种误差必须降到最小程度(见 7.2)。

4.1.3.3 扭矩法

由于速度搜索波动引起的扭矩变化可能引起很大的滚动阻力误差。因此设备导致的扭矩变化必须保持很小,且应每隔几个扭矩波动周期求出平均值。

4.1.3.4 功率法

在测量间隔中,滚动阻力计算需要一个恒定速度值,表面速度的变化可能引起较大的误差,因此转鼓速度转应保证以下精度:

- a) 轿车及轻型载重汽车轮胎±0.3 km/h;
- b) 载重汽车及客车轮胎±0.8 km/h。

4.2 试验轮辋

4.2.1 试验轮辋应具有美国轮胎轮辋协会(TRA)或类似组织的规定中所认可的轮辋轮廓和轮辋宽度。应使用为试验轮胎设计的标准轮辋,也可使用经认可的其他轮辋。

4.2.2 试验轮辋公差应符合美国轮胎轮辋协会(TRA)或类似组织对新轮辋的技术规范要求。

5 试验条件¹⁾

5.1 试验负荷和气压——标准试验

滚动阻力的初始试验点采用封闭式充气压力,测试过程中允许气压与在使用条件下一样升高。随后采用可调节式充气压力连续测试几个试验点。试验负荷和试验气压见表 1~表 3。

表 1 轿车轮胎标准试验

试验点	试验负荷 (最大负荷的百分比,%)	试验气压 (在基础压力上的增量±)
1	90	—50 kPa 闭气试验
2	90	+70 kPa 调压试验
3	50	—30 kPa 调压试验
4	50	+70 kPa 调压试验

1) 推荐的滚动阻力测试条件包括几个试验点,每个试验点的滚动阻力稳定值和充气压力稳定值都是确定的。轿车轮胎和轻型载重汽车轮胎标准参考试验条件(SRC)见 5.4,可用于大量试验的比对。

表 2 轻型载重汽车轮胎标准试验

试验点	试验负荷 (最大单胎负荷的百分比,%)	试验气压 (基础压力的百分比,%)
1	100	100 闭气试验
2	70	60 调压试验
3	70	110 调压试验
4	40	30 调压试验
5	40	60 调压试验
6	40	110 调压试验

表 3 载重汽车和客车轮胎标准试验

试验点	试验负荷 (最大双胎负荷的百分比,%)	试验气压 (基础压力的百分比,%)
1	100	100 闭气试验
2	100	95 调压试验
3	75	70 调压试验
4	50	120 调压试验
5	25	70 调压试验

5.2 试验负荷和气压——替代试验

如果轮胎气压升高可以通过其他方法获得,则可采用替代试验。进行替代试验时,采用可调节式充气压力测试各试验点。试验负荷和试验气压见表 4~表 6。

表 4 轿车轮胎替代试验

试验点	试验负荷 (最大负荷的百分比,%)	试验气压 (在基础压力上的增量±)
1A	90	-30 kPa 调压试验
2	90	+70 kPa 调压试验
3	50	-30 kPa 调压试验
4	50	+70 kPa 调压试验

表 5 轻型载重汽车轮胎替代试验

试验点	试验负荷 (最大单胎负荷的百分比,%)	试验气压 (基础压力的百分比,%)
1A	100	110 调压试验
2	70	60 调压试验

SN/T 4035—2014

表 5（续）

试验点	试验负荷 (最大单胎负荷的百分比,%)	试验气压 (基础压力的百分比,%)
3	70	110 调压试验
4	40	30 调压试验
5	40	60 调压试验
6	40	110 调压试验

表 6 载重汽车和客车轮胎替代试验

试验点	试验负荷 (最大双胎负荷的百分比,%)	试验气压 (基础压力的百分比,%)
1A	100	120 调压试验
2	100	95 调压试验
3	75	70 调压试验
4	50	120 调压试验
5	25	70 调压试验

替代试验的试验点 1A 代替标准试验的试验点 1 不影响试验的总体精度,之后的 2、3 等试验点与标准试验相同。

5.3 试验顺序

建议测试时按使滚动阻力稳定递减的顺序进行。大多数轮胎的测试顺序采用 5.1 和 5.2 中所列的顺序可达到这一目的。

5.4 轿车、轻型载重汽车轮胎标准参考试验条件

- 轿车、轻型载重汽车轮胎标准参考试验条件如下：
- a) 负载:70%的最大负荷；
 - b) 充气压力:基础充气压力+20 kPa(可调节式)。

5.5 试验速度

试验速度为 80 km/h。

5.6 环境温度

试验轮胎周围的环境温度应保持在 20 ℃~28 ℃之间。记录每个试验点的平均环境温度,应将各点滚动阻力修正到 24 ℃标准环境温度下的值(见 7.4)。

6 试验程序

6.1 磨合

对于第一次使用时尺寸或材料性能发生永久性重大变化的轮胎,在测试前需要一个磨合冷却过程。

磨合过程在试验点1进行,所需时间如下:轿车及轻型载重汽车轮胎为1 h,载重汽车及客车轮胎为2 h。磨合后进行冷却,至少需要如下时间将温度降到实验室温度:对于轿车及轻型载重汽车轮胎为2 h,对于载重汽车及客车轮胎为6 h。

6.2 热平衡

测试前将试验轮胎和轮辋放置在试验场所的温度环境中,以便获得热平衡。所需时间如下:轿车及轻型载重汽车轮胎不少于2 h,载重汽车及客车轮胎不少于6 h。如果采用标准测试(5.1),试验前轮胎装配在试验轮辋上充气后应至少停放1 h。

6.3 预热

让轮胎在不同的试验条件下在试验面上滚动足够长的时间,以获得稳定的滚动阻力值。第1个试验点所需的预热时间如下:轿车轮胎30 min,轻型载重汽车轮胎60 min,载重汽车及客车轮胎90 min。对其他每个试验条件所需预热时间如下:轿车轮胎10 min,轻型载重汽车轮胎15 min,载重汽车及客车轮胎30 min。可通过监控轮胎滚动阻力值来判断是否达到稳定状态。

6.4 滚动阻力测量

将预热后的轮胎按照第5章试验条件中规定的试验负荷和试验气压依次在各试验点进行滚动阻力测量。

6.5 附加损失测量²⁾

6.5.1 分离法

在保持轮胎按试验速度滚动而不滑动的条件下,尽可能降低轮胎负荷。推荐选用下列负荷值:

- a) 轿车轮胎 100 N;
- b) 轻型载重汽车轮胎 150 N;
- c) 载重汽车及客车轮胎 220 N。

6.5.2 试验机补偿法

将轮胎和轮辋总成从试验机表面移开。在试验机的速度下,记录输入扭矩或输入功率(根据具体试验方法)。这种方法不适用于测力法,而且不测量旋转轮胎和轮辋总成的附加损失,它们的附加损失应分别测定。

6.6 记录

6.6.1 标识

如可能,应对下列各项数据进行记录,以便识别每次测试。

- a) 轮胎标识
 - 1) 制造商;
 - 2) 品牌名;
 - 3) 轮胎规格及负荷范围(如可能);
 - 4) 轮胎最大负荷(见3.4);
 - 5) 轮胎基础充气压力(见3.5);

2) 可以用不同的方法测定附加损失,常用有两种方法。

- 6) 序列号;
- 7) 磨合信息;
- 8) 轮胎使用记录;
- 9) 其他相关情况。
- b) 试验设备标识
 - 1) 试验转鼓直径;
 - 2) 试验转鼓表面粗糙度及总体情况;
 - 3) 轮胎安装;
 - 4) 附加损失测量方法;
 - 5) 其他相关信息。
- c) 试验条件
 - 1) 日期及时间;
 - 2) 轮辋宽度及轮廓;
 - 3) 以轮胎序列号一侧确定的轮胎旋转方向(顺时针或逆时针)。

6.6.2 试验变量

预热结束后,应立即记录每个负荷-气压组合下的试验数据:

- a) 预热时间;
- b) 速度;
- c) 负荷;
- d) 充气压力;
- e) 轮胎轮轴力、输入扭矩或输入电功率;
- f) 负荷半径(测力法);
- g) 环境温度(见 5.6)。

7 数据处理

7.1 消除附加损失后获得的净读数

附加损失应从读数中减去从而得到净轮轴力、净扭矩或净功率(根据所选试验方法)。两种常用的评价附加损失影响的方法是:

- a) 分离法读数(适用于测力法、扭矩法和功率法):对每个试验点,从读数中减去分离值。
- b) 试验机补偿读数(适用于测扭矩法和测功率法):对每个试验点,从读数中减去试验机补偿值和轮轴摩擦损失。

7.2 负荷-轮轴力交扰和负荷偏移的补偿

应对每个试验点(5.1 或 5.2)进行负荷-轮轴力交扰和负荷偏移的补偿。可通过分别记录轮胎正反转时的轮轴力或试验机动态校准来实现。如果记录正反转时(每个试验点)的轮轴力,则可通过正转时的值减去反转时的值除以 2 来补偿。如果采用动态试验机校准法,则很容易结合数据处理进行补偿。

7.3 滚动阻力计算

采用与测量方法相应的式(1)~式(4)计算滚动阻力值。

- a) 测力法

$$F_R = F_X(1 + R_L/R) \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

F_R ——滚动阻力,单位为牛顿(N);

F_X ——净轮轴力值,单位为牛顿(N);

R_L ——负荷半径,单位为米(m);

R ——转鼓半径,单位为米(m)。

b) 扭矩法

$$F_R = T/R \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

F_R ——滚动阻力,单位为牛顿(N);

T ——净输入扭矩,单位为牛顿·米(N·m);

R ——转鼓半径,单位为米(m)。

c) 功率法

$$F_R = c \cdot P/v \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

F_R ——滚动阻力,单位为牛顿(N);

c ——3.60;

P ——净功率输入,单位为瓦特(W);

v ——测试表面速度,单位为千米每小时(km/h)。

7.4 将滚动阻力修正到参考环境温度下的值

利用下列公式将每个滚动阻力修正到 24 °C 参考环境温度下的值:

$$F_{RR} = F_R[1 + k(T_A - T_R)] \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

F_{RR} ——参考环境温度下的滚动阻力,单位为牛顿(N);

F_R ——试验点测得的滚动阻力,单位为牛顿(N);

T_A ——试验点处所测平均环境温度,单位为摄氏度(°C);

T_R ——参考环境温度,单位为摄氏度(°C);

k ——温度修正系数, (°C)⁻¹。

系数 k 根据经验确定,通常取 k 的平均值 0.006 0 (°C)⁻¹ (见 SAE J1270—2006 的参考文献 1)。

8 数据分析

8.1 滚动阻力系数计算

滚动阻力系数是轮胎滚动阻力除以轮胎负荷,见式(5)。

$$C_R = F_R/F_Z \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

C_R ——滚动阻力系数,无量纲;

F_R ——滚动阻力,单位为牛顿(N);

F_Z ——轮胎负荷,单位为牛顿(N)。

8.2 未进行试验的负荷和气压下的滚动阻力计算——多元线性回归法

单个轮胎的试验数据或几个相同的样品轮胎试验数据可以采用此法进行分析。按式(6)~式(8)通

过最小二乘回归法进行数据处理。

轿车轮胎：

$$F_R = F_Z(A_0 + A_1 F_Z + A_2/p) \quad \dots\dots\dots (6)$$

轻型载重汽车轮胎：

$$F_R = A_0 + A_1 F_Z + A_2/p + A_3 F_Z/p + A_4 F_Z/p^2 \quad \dots\dots\dots (7)$$

载重汽车及客车轮胎：

$$F_R = A_0 + A_1 F_Z + A_2 F_Z/p + A_3 F_Z^2/p \quad \dots\dots\dots (8)$$

式(6)~式(8)中：

- F_R ——平均滚动阻力,单位为牛顿(N);
 F_Z ——轮胎负荷,单位为牛顿(N);
 p ——平均充气压力,单位为千帕(kPa);
 A_0, A_1, A_2 等 ——系数。

得到的回归方程式可以计算出未进行试验的各种负荷和充气压力下的滚动阻力。但是建议不采用远超过试验矩阵范围外的外推计算,尤其在高负荷和低气压情况下。

8.3 平面上的滚动阻力计算

从转鼓上测得的滚动阻力数据可通过式(9)换算成平面近似值。这种平面近似法方程并未被证明普遍适用,本标准包含此公式并不表明认可其有效性,仅表明其代表目前的认识水平,更多注释详见SAE J1270。

$$F_{Rf} = F_{RW}(1 + r/R)^{-1/2} \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中：

- F_{Rf} ——平面上的滚动阻力,单位为牛顿(N);
 F_{RW} ——转鼓上的滚动阻力,单位为牛顿(N);
 r ——轮胎名义半径,单位为米(m);
 R ——测试转鼓半径,单位为米(m)。