

轮胎强度试验不确定度评定

周奎武, 刘宇晨, 曹铁坚

(北京橡胶工业研究设计院, 北京 100143)

摘要:对轮胎强度试验的不确定度进行评定。轮胎强度试验的不确定度来源为作用力和行程位移。作用力测量不确定度包括试验机作用力示值分辨力引入的标准不确定度、作用力校准引入的标准不确定度和作用力测量重复性引入的标准不确定度。行程位移测量不确定度包括试验机行程位移示值分辨力引入的标准不确定度、行程位移校准引入的标准不确定度和行程位移测量重复性引入的标准不确定度。

关键词:轮胎强度试验机; 轮胎强度; 不确定度

中图分类号: TQ336.1; TQ330.7⁺3

文献标志码: A

文章编号: 2095-5448(2017)09-49-03

测量不确定度是对测量结果可能误差的度量,也是定量说明测量质量的参数。一个完整的测量结果应包含被测量的最佳估计值以及测量结果的不确定度。

ISO/IEC 17025:2005《检测和校准实验室能力的通用要求》规定,检测实验室和校准实验室必须制定测量不确定度的程序,并且在具体的检测和校准工作中应用这些程序来进行测量不确定度的评定。

轮胎强度试验是检验轮胎安全性的一项重要试验。轮胎强度以破坏能来表征。本工作介绍轮胎强度试验不确定度评定。

以50 mm·min⁻¹的下压速度下压轮胎,当破坏能达到规定的最小破坏能值时或压头触及轮辋时停止下压,换另一个测试点重复进行试验。每条轮胎共取5个点进行试验,记录各测试点的压头作用力(以下简称作用力)和压头行程位移(以下简称行程位移)。

轮胎强度的计算公式如下^[1]:

$$W = \frac{F \times P}{2} \quad (1)$$

式中, W 为破坏能,J; F 为作用力,N; P 为压头行程位移,m。

轮胎强度测试结果如表1所示。

表1 轮胎强度测试结果

试验点	F/N	P/m	W/J	$(W/W_x)/\%$
第1点	7 183	0.082 2	295.2	100.1
第2点	7 173	0.082 3	295.2	100.1
第3点	7 193	0.082 1	295.3	100.1
第4点	7 193	0.082 2	295.6	100.2
第5点	7 193	0.082 2	295.6	100.2
平均值	7 187	0.082 2	295.4	100.1

注:试验结束时轮胎的5个试验点均未压穿。

1 试验设备

LTQJ-SV-10轮胎强度试验机,北京橡胶工业研究设计院产品,力值范围为0~20 000 N,行程位移范围为0~150 mm。

2 轮胎强度测试

按照GB/T 4502—2009《轿车轮胎性能室内试验方法》对规格为T125/90R16 98M的轮胎进行轮胎强度试验,试验温度为25℃,气压为360 kPa,压头直径为19 mm,最小破坏能(W_x)为295 J。

在试验轮胎胎侧上画5条等距的放射状标记线,将轮胎固定在轮胎强度试验机上,试验机压头

3 试验不确定度的评定

3.1 不确定度计算公式

根据公式(1),由于作用力与行程位移不相关,破坏能的标准不确定度的计算公式^[2]如下:

$$u^2(W) = \left[\frac{\partial(W)}{\partial(F)} \right]^2 u^2(F) + \left[\frac{\partial(W)}{\partial(P)} \right]^2 u^2(P) \quad (2)$$

作者简介:周奎武(1982—),男,青海格尔木人,北京橡胶工业研究设计院工程师,学士,主要从事轮胎试验设备管理工作。

$$\frac{\partial(W)}{\partial(F)} = \frac{P}{2} = \frac{W}{F} \quad (3)$$

$$\frac{\partial(W)}{\partial(P)} = \frac{F}{2} = \frac{W}{P} \quad (4)$$

式中, $u(W)$ 为轮胎强度试验合成不确定度, $u(F)$ 为作用力测量不确定度, $u(P)$ 为行程位移测量不确定度。

3.2 不确定度分量评定

轮胎强度试验不确定度主要来源于作用力和行程位移。作用力测量不确定度来源于试验机示值分辨力、作用力校准和作用力重复性测量, 行程位移测量不确定度来源于试验机示值分辨力、行程位移校准和行程位移重复性测量。

按照JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》进行不确定度分量评定。

3.2.1 作用力测量不确定度

(1) 试验机作用力示值分辨力引入的标准不确定度(B类评定)。

试验机作用力示值分辨力为1 N, 按矩形分布, 包含因子(K)取 $\sqrt{3}$, 则试验机作用力示值分辨力引入的标准不确定度(u_{F1})为:

$$u_{F1} = 1/\sqrt{3} = 0.58 \text{ N}$$

(2) 试验机作用力校准引入的标准不确定度(B类评定)。

试验机作用力校准证书给出的校准不确定度为0.3%, K 取2, 则试验机作用力校准相对不确定度(u_{rF2})为:

$$u_{rF2} = 0.3\%/2 = 0.15\%$$

根据表1可知, $\bar{F} = 7187 \text{ N}$, 则试验机作用力校准引入的标准不确定度(u_{F2})为:

$$u_{F2} = u_{rF2} \times \bar{F} = 10.78 \text{ N}$$

(3) 试验机作用力测量重复性引入的标准不确定度(A类评定)。

重复性的影响是通过多次独立重复测量来评定。本试验由1位试验员按国家标准对同一样品测量5次, 作用力(F)测量值分别为7183, 7173, 7193, 7193, 7193 N, $\bar{F} = 7187 \text{ N}$ 。

作用力测量试验标准偏差 $S(F)$ 为:

$$S(F) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (F_i - \bar{F})^2}{n-1}} = 8.94 \text{ N}$$

取5次测量算术平均值作为测量结果, 作用力

测量重复性引入的标准不确定度(u_{F3})为:

$$u_{F3} = S(\bar{F}) = \frac{S(F)}{\sqrt{n}} = \frac{8.94}{\sqrt{5}} = 3.99 \text{ N}$$

作用力测量的标准不确定度(u_F)由 u_{F1} , u_{F2} , u_{F3} 3个分量合成:

$$\begin{aligned} u_F &= \sqrt{u_{F1}^2 + u_{F2}^2 + u_{F3}^2} \\ &= \sqrt{0.58^2 + 10.78^2 + 3.99^2} \\ &= 11.5 \text{ N} \end{aligned}$$

3.2.2 行程位移测量不确定度

(1) 试验机行程位移示值分辨力引入的标准不确定度(B类评定)。

试验机的行程位移示值分辨力为0.1 mm, 按矩形分布, K 取 $\sqrt{3}$, 则试验机行程位移示值分辨力引入的标准不确定度(u_{P1})为:

$$u_{P1} = 0.1/\sqrt{3} = 0.06 \text{ mm}$$

(2) 试验机行程位移校准引入的标准不确定度(B类评定)。

试验机行程位移校准证书给出的校准精度为0.5 mm, K 取2, 则试验机行程位移校准引入的标准不确定度(u_{P2})如下:

$$u_{P2} = 0.5/2 = 0.25 \text{ mm}$$

(3) 试验机行程位移测量重复性引入的标准不确定度(A类评定)。

本试验由1位试验员按国家标准对同一样品测量5次, 行程位移(P)测量值分别为82.2, 82.3, 82.1, 82.2, 82.2 mm, $\bar{P} = 82.2 \text{ mm}$ 。

行程位移测量试验标准偏差 $S(P)$ 为:

$$S(P) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2}{n-1}} = 0.007 \text{ mm}$$

取5次测量算术平均值作为测量结果, 行程位移测量重复性引入的标准不确定度(u_{P3})为:

$$u_{P3} = S(\bar{P}) = \frac{S(P)}{\sqrt{n}} = \frac{0.007}{\sqrt{5}} = 0.003 \text{ mm}$$

行程位移测量的标准不确定度(u_P)由 u_{P1} , u_{P2} , u_{P3} 3个分量合成:

$$\begin{aligned} u_P &= \sqrt{u_{P1}^2 + u_{P2}^2 + u_{P3}^2} \\ &= \sqrt{0.06^2 + 0.25^2 + 0.003^2} \\ &= 0.26 \text{ mm} \end{aligned}$$

3.3 合成标准不确定度

根据公式(2)~(4)可得轮胎强度试验的合成标准不确定度(u_W):

$$\begin{aligned}
 u_{\bar{W}} &= \sqrt{u_F^2/\bar{F}^2 + u_P^2/\bar{P}^2} \times \bar{W} \\
 &= \sqrt{\frac{11.5^2}{7187^2} + \frac{0.26^2}{82.2^2}} \times 295.4 \\
 &= 1.05 \text{ J}
 \end{aligned}$$

3.4 扩展不确定度

K取2,则轮胎强度试验的扩展不确定度(U)为:

$$U = K \times u_{\bar{W}} = 2 \times 1.05 \text{ J} = 2.1 \text{ J}$$

3.5 结果报告

按照GB/T 4502—2009进行试验,规格为T125/90R16 98M轮胎压穿破坏能达到标准值为295 J,扩展不确定度为2.1 J,K取2。

4 结论

轮胎强度试验机测试轮胎强度的不确定度主

要影响因素是作用力和行程位移。作用力测量不确定度来源于试验机作用力示值分辨率引入的标准不确定度、作用力校准引入的标准不确定度和作用力测量重复性引入的标准不确定度,行程位移测量不确定度来源于试验机行程位移示值分辨率引入的标准不确定度、行程位移校准引入的标准不确定度和行程位移测量重复性引入的标准不确定度。

参考文献:

- [1] GB/T 4502—2009,轿车轮胎性能室内试验方法[S].
- [2] 倪育才. 实用测量不确定度评定(第3版)[M]. 北京:中国计量出版社,2009:55-95.

收稿日期:2017-05-30

Evaluation of Uncertainty in Tire Strength Test

ZHOU Kuiwu, LIU Yuchen, CAO Tiejian

(Beijing Research and Design Institute of Rubber Industry, Beijing 100143, China)

Abstract: In this study, the uncertainty of the tire strength test was evaluated. The uncertainty of the tire strength test was mainly from the force measurement and stroke displacement measurement. The uncertainty of the force measurement included the standard uncertainty introduced by the resolution of the test machine, the standard uncertainty introduced by the force calibration, and the standard uncertainty introduced by the repeatability of force measurement. The stroke displacement measurement uncertainty included the standard uncertainty introduced by the resolution of the test machine, the standard uncertainty introduced by the stroke displacement calibration, and the standard uncertainty of the repeatability of stroke displacement measurement.

Key words: tire strength testing machine; tire strength; uncertainty

黑猫炭黑公司开发炭黑pH值调整方法

中图分类号:TQ330.38⁺1 文献标志码:D

日前,江西黑猫炭黑股份有限公司拥有自主知识产权的发明专利《炭黑pH值的调整方法》(CN 102002265)荣获江西省专利奖。

该专利中炭黑pH值的调整方法包括以下步骤:(1)先将碱性液体即50 kg碳酸钾溶液(质量分数为0.20)或80 kg碳酸钠溶液(质量分数为0.20)投入粘合剂贮罐中,加热,搅拌均匀;(2)用粘合剂泵将混合均匀的溶液从粘合剂罐中抽出,溶液通过流量计和调节阀送入设置有静态混合器的造粒水管道中,溶液和自来水在静态混合器中混合

均匀后进入造粒机,与粉状炭黑进行混合,在造粒机的作用下制成炭黑粒子;(3)湿炭黑粒子进入干燥机干燥;(4)在干燥机尾部取得干燥的炭黑粒子样品,测定炭黑pH值,通过调整加入的粘合剂和碱性液体混合液的流量,使炭黑的pH值达到工艺设定值;(5)炭黑粒子从干燥机尾部排出,通过提升机输送进入产品储罐。

该专利技术解决了实际生产过程中炭黑pH值偏低的问题,有利于满足轮胎生产对炭黑硫化速度、焦烧时间及生产效率的要求。目前,该技术已在黑猫炭黑公司的26条生产线上推广使用,涉及的炭黑累计产量超过300万t,销售额逾130亿元。

(鲁迪)