

橡胶密封条摩擦因数测试影响因素的研究

李漫¹, 徐兆攀², 张新欣¹, 张双¹, 乔磊¹, 郝倩倩¹

(1. 诺博橡胶制品有限公司 河北省汽车减震与密封橡胶产品工程技术研究中心, 河北 保定 072550; 2. 未势能源科技有限公司, 河北 保定 072550)

摘要:介绍橡胶摩擦机理以及摩擦因数对橡胶密封条摩擦异响的影响, 并采用密封条与玻璃板摩擦试验, 测试不同试验条件下密封条的摩擦因数, 探讨影响摩擦因数测试结果准确性的因素。结果表明, 试验速度、牵引绳松紧度和初始力值归零等会明显影响密封条摩擦因数的测试结果及其准确性, 测试时应严格控制这些试验条件的变化。

关键词:橡胶密封条; 摩擦因数; 相对偏差

中图分类号: TQ336.4⁺2; TQ330.7

文献标志码: A

文章编号: 2095-5448(2019)10-0592-04

DOI: 10.12137/j.issn.2095-5448.2019.10.0592

汽车橡胶密封条(简称密封条)安装在汽车车身、车门、后备箱等部位, 具有减震、防水、防尘、隔音和装饰等功能。受汽车在行驶中的振动、外界温度及密封条摩擦因数等因素的影响, 密封条在使用中可能出现异响而影响驾乘舒适性。

密封条摩擦因数的影响因素错综复杂, 如橡胶分子结构、填充材料性能、外界温度、相对速度、施加载荷以及对偶面粗糙度等。即使同一组密封条试样及摩擦对偶, 在不同温度或相对速度下, 产生的摩擦运动频率也不一样^[1]。

本工作通过密封条与玻璃板的摩擦试验, 测试密封条在不同条件下的摩擦因数, 研究摩擦因数测试准确性的影响因素。

1 橡胶材料摩擦类型及特点

一般将运动流体分子之间产生的摩擦称为内摩擦, 两个物体之间的摩擦称为外摩擦。外摩擦按物体所处的状态可分为静摩擦和动摩擦; 按物体的运动特征可分为滑动摩擦和滚动摩擦; 按物体表面状况可分为干摩擦和湿摩擦^[2]。

两个相互接触的物体相对运动时, 其接触面之间产生与运动方向相反的阻力, 称作摩擦力, 在正压力的作用下, 做相互剪切运动的两个表面之

间的摩擦力近似服从库伦(Coulomb)定律:

$$F = \mu P \quad (1)$$

式中, F 为摩擦力, μ 为摩擦因数, P 为正压力。

摩擦力与正压力成正比, 而与实际接触面积无关, 而且只要速度不等于零, 摩擦因数与速度及表面温度均无关。这一定律能较好地反映金属的摩擦。

橡胶摩擦的机理和特征与金属摩擦不同, 这是由橡胶的粘弹性本质所决定的。橡胶摩擦机理如图1所示。橡胶与固体之间的摩擦力由两个部分组成^[3], 即摩擦力等于摩擦表面分子相互接触产生的粘附力(F_a)及由于压入微凸体使橡胶产生的滞后阻力(F_h)之和。

$$F \approx F_a + F_h \quad (2)$$

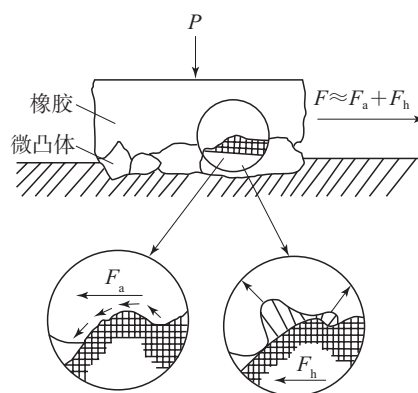


图1 橡胶摩擦机理

作者简介:李漫(1987—), 女, 河北石家庄人, 诺博橡胶制品有限公司工程师, 学士, 主要从事汽车用橡胶制品性能的研究。

E-mail: 15194772006@163.com

2 摩擦因数对密封条摩擦异响的影响

车辆在颠簸路面上行驶时,车门与门框相对运动引起密封条与对应的钣金漆面摩擦。密封条与钣金漆面的接触部位为密封条表面涂层,其主要作用是提高密封条的耐磨性能。如果密封条表面涂层材料与钣金漆面材料之间存在不兼容现象,则会产生摩擦异响。为了改善密封条摩擦异响问题,需提高密封条表面涂层性能。密封条表面涂层的静、动摩擦因数可反映其在静止或滑动状态下的摩擦阻力,如果表面涂层摩擦因数较小,则密封条与钣金漆面间的摩擦阻力较小,产生异响的倾向较低。但值得注意的是,并不是摩擦因数越小就越有利于改善摩擦异响问题,更重要的是静摩擦因数与动摩擦因数的差值,差值越小,摩擦运动越平顺,产生摩擦异响的倾向就越低^[4-5]。通过拉力试验机软件应用系统可对密封条静、动摩擦因数进行测试,从而为密封条性能评价提供依据。

3 密封条摩擦因数试验

3.1 试验设备和材料要求

拉力试验机应符合HG/T 2369—1992的规定,测试精度不低于B级。天平精度为0.1 g。玻璃板尺寸为200 mm×100 mm×6 mm。金属滑块质量为(260±5) g。

3.2 试样制备

选择某SUV车型A门框和B门框海绵胶泡管复合密封条(记为密封条A和B),从密封条植绒或涂层部分截取长度为110 mm、宽度为15 mm的3组试样,每组2根试样。

3.3 试验步骤

(1)称量一组试样、双面胶带和金属滑块的总质量(精确至0.1 g),可得到正压力(单位为N)。

(2)将一组试样按图2固定在金属滑块上(如果试样取自密封条植绒或涂层的弯曲部分,需用双面胶带将试样平整地粘贴在金属滑块上)。

(3)用中性洗涤剂及水充分清洁玻璃板,再用无纺布擦干。将固定有试样的金属滑块安装在摩擦试验装置上。

(4)设定拉力试验机的速度为(150±30)

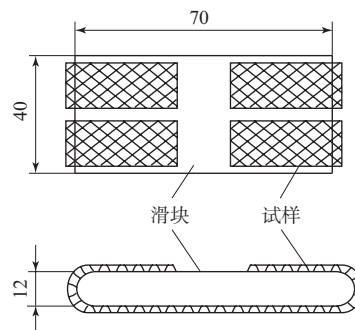


图2 试样安装示意

mm·min⁻¹,滑动距离为130 mm。

(5)开动拉力试验机,记录滑块滑行过程中的摩擦力变化曲线,得到摩擦力平均值(如不能自动计算平均值,则至少取5个点的试验数据进行计算),按式(1)计算摩擦因数。

(6)另取两组试样,重复上述试验步骤1—5。

(7)3组试样摩擦因数计算结果取算术平均值。

4 摩擦因数测试影响因素

4.1 试验速度

在摩擦因数测试过程中,拉力试验机的试验速度为(150±30) mm·min⁻¹,考察此范围内不同试验速度对密封条摩擦因数测试结果的影响,结果如表1所示。

从表1可以看出:试验速度对密封条摩擦因数测试结果有一定影响;当试验速度为150 mm·min⁻¹时,密封条摩擦因数测试结果的相对偏差最小。

4.2 牵引绳松紧度

由于橡胶具有粘弹性,在摩擦因数测试过程中应尽量降低外界因素对摩擦力的影响。牵引绳松紧程度可能导致传感器受力影响测试结果的准确性,因此需要确定牵引绳松紧度。

牵引绳松紧度对密封条摩擦因数测试结果的影响如表2所示。

从表2可以看出:测试过程中牵引绳松紧度(紧绷状态、临界状态、松弛状态)对密封条摩擦因数测试结果的稳定性有明显影响;当牵引绳处于临界状态时,密封条摩擦因数测试结果的相对偏差最小。

4.3 初始力值归零

测试时初始力值归零对密封条摩擦因数测试结果的影响如表3所示。

从表3可以看出:完成一次测试后,如果第2次测试时初始力值未归零,未归零力值会累计至第2

次试验,影响测试结果,相对偏差明显增大;将初始力值归零后再进行试验,密封条摩擦因数测试结果的准确性可提高30%左右。因此测试前应先将初始力值归零。多次试验可以将软件程序设置成每次试验前均自动归零。

表1 试验速度对摩擦因数测试结果的影响

项 目	摩擦因数						平均值	相对偏差/%
	试样1	试样2	试样3	试样4	试样5	试样6		
密封条A试验速度/(mm·min ⁻¹)								
120	0.86	0.85	0.78	0.73	0.82	0.93	0.83	6.31
150	0.72	0.77	0.81	0.86	0.89	0.84	0.82	5.67
180	0.91	0.94	1.01	0.82	0.82	0.91	0.90	6.66
密封条B试验速度/(mm·min ⁻¹)								
120	1.02	0.98	1.04	1.21	1.08	1.12	1.08	7.47
150	1.04	1.07	1.11	0.96	1.10	1.09	1.06	5.07
180	1.00	1.04	0.99	1.18	0.98	1.08	1.05	6.92

表2 牵引绳松紧度对摩擦因数测试结果的影响

项 目	摩擦因数						相对偏差/%	
	试样1	试样2	试样3	试样4	试样5	试样6		平均值
密封条A试验牵引绳松紧度								
绷紧状态	0.70	0.64	0.75	0.51	0.73	0.64	0.66	7.91
临界状态	0.72	0.77	0.81	0.86	0.89	0.84	0.82	5.95
松弛状态	0.89	0.77	0.82	0.74	0.96	0.91	0.85	8.04
密封条B试验牵引绳松紧度								
绷紧状态	0.97	0.87	0.73	0.66	0.79	0.84	0.81	9.91
临界状态	0.83	0.82	0.78	0.95	0.84	0.86	0.84	5.11
松弛状态	1.21	1.18	1.11	1.06	1.30	1.17	1.17	7.40

表3 初始力值归零对摩擦因数测试结果的影响

项 目	摩擦因数						平均值	相对偏差/%
	试样1	试样2	试样3	试样4	试样5	试样6		
密封条A试验初始力值								
未归零	0.65	0.79	0.91	0.85	0.74	0.83	0.80	8.42
归零	0.72	0.77	0.81	0.86	0.90	0.85	0.82	5.95
密封条B试验初始力值								
未归零	0.96	1.17	1.15	1.18	1.06	1.08	1.10	7.55
归零	1.04	1.12	0.96	1.10	1.09	1.07	1.08	5.15

5 结语

由于橡胶本身的粘弹性,密封条摩擦因数测试中的影响因素较多。本工作主要研究试验速度、牵引绳松紧度和初始力值归零3个因素对摩擦因数测试结果的影响。可以看出,在密封条摩擦因数试验中,试验条件会大大影响摩擦因数的测试结果及其准确性,严格控制这些因素的变化比测试摩擦因数本身更重要。

参考文献:

- [1] 何伟. 汽车密封条行业现状及发展趋势[J]. 汽车零部件, 2010, 26(19): 12-14.
- [2] 王贵一. 橡胶的摩擦及试验[J]. 特种橡胶制品, 2000, 21(3): 55-62.
- [3] 摩尔, D.F. 摩擦学原理和应用[M]. 黄文治等, 译. 北京: 机械工业出版社, 1982.
- [4] Trapp M, Chen F, Trapp M. Automotive Buzz, Squeak and Rattle[M]. AmuSitedan: Elsevier, 2012.
- [5] 王进文. 减小橡胶摩擦因数的表面改性方法[J]. 橡胶工业, 2002, 49(12): 761-765.

收稿日期: 2019-04-16

Study on Factors Influencing Friction Coefficient Test of Rubber Sealing Strip

LI Man¹, XU Zhaopan², ZHANG Xinxin¹, ZHANG Shuang¹, QIAO Lei¹, HAO Qianqian¹

(1. Nuobo Rubber Production Co., Ltd., Baoding 072550, China; 2. Future Trend Energy Technology Co., Ltd., Baoding 072550, China)

Abstract: The mechanism of rubber friction and the influence of friction coefficient on abnormal friction noise of rubber sealing strips were introduced. The friction coefficient of rubber sealing strips under different test conditions were measured by friction test between sealing strips and glass plates, and the factors affecting the accuracy of the friction coefficient test results were discussed. The results showed that, the test conditions such as the test speed, tightness of the traction rope and zeroing of the initial force, affected the friction coefficient test results and its accuracy significantly, which should be strictly controlled during the test.

Key words: rubber sealing strip; friction coefficient; relative deviation

东洋轮胎加强全球投资

在连续完成在欧洲的大手笔投资后,东洋轮胎发布全球战略规划。东洋轮胎宣布,未来4年公司将在欧洲再新建一个年产800万条轮胎的新工厂,并提升企业在北美市场的核心竞争力,努力提升其在北美的排名,从现在的第7名升至第5名。

2019年7—8月,东洋轮胎连续在欧洲进行大手笔投资。7月底,该公司宣布拟在塞尔维亚建设一个年产值4.5亿美元的轮胎工厂,并在德国设立新的研发中心。在战略规划里,东洋轮胎表示,塞尔维亚工厂最早于2020年初投入使用,2022年全部建成,是其加强全球投资的重要一环。以此为基础,东洋轮胎将加强欧美市场的开发。

东洋轮胎认为,塞尔维亚新厂有助于提高其在欧洲的市场份额。目前,欧洲市场的销售收入已经占该公司总营业收入的15%。到投产时,东洋轮胎将首次在欧洲本地完成对欧洲市场的轮胎供应。而此前供应欧洲市场的日本、马来西亚工厂销售重心将从欧洲转移到其他重要市场。东洋轮胎表示,原先日本工厂供应欧洲的产能将因此释

放出来,转而供应日本本地市场,马来西亚和中国工厂的产能也会因此转向发展中国家,而不是日本。另外,塞尔维亚工厂还将是东洋轮胎美国工厂的有益补充。

同时,为了满足其他市场需求,东洋轮胎正在提高马来西亚、美国和日本工厂的产能。东洋轮胎马来西亚工厂产能将提升至每年740万条,日本工厂则会增产20万条载重汽车轮胎,到2021年1月,美国工厂的产能也会增长10%,以满足皮卡和SUV车型轮胎需求。

在不断建新厂的同时,东洋轮胎会在欧洲建设一系列配套设施。在宣布建设塞尔维亚工厂后,东洋轮胎宣布在德国建设研发中心,用于满足欧洲工厂的设计和研发。此外,东洋轮胎正在考虑在欧洲另建一个轮胎实验场地。

东洋轮胎表示,公司加强海外投资是其中期经营计划的一部分。另外,东洋轮胎也表示,该公司修订全球增长战略,与其大股东及战略合作伙伴三菱集团的最新全球策略有关。

(摘自《中国化工报》,2019-09-16)

欢迎参加第12期全国轮胎结构设计技术高级培训班
(2019年11月 北京)