

## 汽车玻璃导槽密封条折动抵抗试验影响因素分析

张新欣,郝伟刚\*,冯静帅

(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)

**摘要:**通过折动抵抗试验,研究改善汽车玻璃导槽密封条滑动性能从而减少玻璃升降过程中的玻璃卡滞和异响问题,探讨汽车玻璃导槽密封条折动抵抗试验的影响因素。结果表明,对于相同试样,不同的折动抵抗试验条件如玻璃插入方式、导槽装配位置确定方式、初始力值归零等对测试结果影响较大。折动抵抗试验应采用标准化方法,提高测试结果的准确性和稳定性。

**关键词:**汽车玻璃导槽;密封条;折动抵抗;滑动阻力

**中图分类号:**TQ336.4<sup>+</sup>2;TQ330.7

**文献标志码:**A

**文章编号:**2095-5448(2019)12-0704-04

**DOI:**10.12137/j.issn.2095-5448.2019.12.0704



OSID开放科学标识码  
(扫码与作者交流)

汽车车门玻璃升降系统是汽车开闭组件的重要组成部分,使用频次高、感受直观,其质量直接影响车门系统乃至整车的安全性及驾乘舒适性。该系统的主要功能是保证车门玻璃平稳升降、能随意停位,同时具备良好的密封性<sup>[1]</sup>。车门玻璃升降系统主要包括玻璃升降器、玻璃、玻璃导轨、玻璃导槽密封条、水切、门内饰板、窗框等零部件<sup>[2]</sup>。玻璃导槽密封条是装配在玻璃导轨和窗框上的密封条,在玻璃升降过程中导槽密封条与玻璃直接接触,减小玻璃与导轨和窗框之间的作用力,使硬接触变为软接触,对玻璃起到保护作用,同时引导玻璃升降轨迹和弥补玻璃导轨和窗框制造偏差,起密封、防尘、防水、隔音、降噪及装饰等作用<sup>[3]</sup>。在玻璃升降过程中出现的问题主要表现为玻璃卡滞不能升降,升降缓慢;玻璃倾斜升降,严重的会脱离玻璃导轨;玻璃升降过程中抖动,甚至会发出刺耳的响声<sup>[4-5]</sup>。

本工作通过折动抵抗试验,研究汽车玻璃导槽密封条滑动性能对车门玻璃升降过程中卡滞问题的影响,并探讨折动抵抗试验的影响因素。

## 1 车门玻璃升降过程中的受力状态

靳超锋<sup>[6]</sup>对车门玻璃升降过程中的理想状态

下的受力特性进行了分析。车门玻璃升降过程主要经历上升和下降两个阶段,玻璃在两个阶段中分别受不同力的作用(如图1所示),车门玻璃在升降过程中,始终受到玻璃自身重力( $G$ )的作用;玻璃升降器的力臂产生的支撑力( $F_{a1}$ 和 $F_{a2}$ )对玻璃起到支撑作用, $F_a$ 为 $F_{a1}$ 和 $F_{a2}$ 的合力,其大小等于玻璃上升阻力; $F_{f1}$ 和 $F_{f2}$ 为安装在玻璃导轨内的导槽密封条对玻璃的摩擦力, $F_B$ 为水切对玻璃的摩擦力。

玻璃导槽密封条夹持玻璃受力状态如图2所示。 $F_{N11}$ , $F_{N12}$ , $F_{N21}$ , $F_{N22}$ 为安装在玻璃导轨内的导槽密封条对玻璃的正压力,其沿着接触面呈线性分布。

在玻璃与导轨完全匹配时,仅有玻璃导槽密封条对玻璃的支撑力和玻璃上升时的阻力,除了玻璃自身的重力以外,玻璃导槽密封条与玻璃的摩擦力对上升阻力影响最大。玻璃导槽密封条与

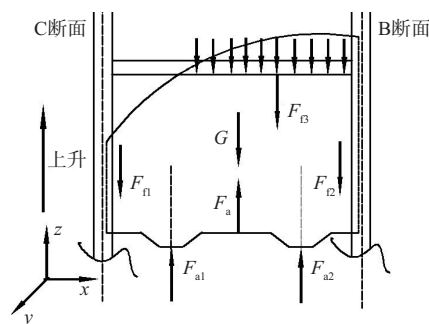


图1 车门玻璃升降过程中的理想受力状态

**作者简介:**张新欣(1984—),女,河北保定人,诺博橡胶制品有限公司助理工程师,学士,主要从事汽车用橡胶制品试验性能的研究。

\*通信联系人(haoweigang03030423@163.com)

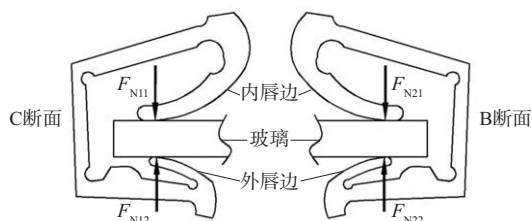


图2 玻璃导槽密封条夹持玻璃受力状态

玻璃接触部分的压缩量沿着玻璃面呈线性分布，玻璃导槽密封条压缩量、断面结构及材料的弹性系数直接影响摩擦力的大小。在其他因素不变的情况下，玻璃导槽密封条对玻璃的摩擦力( $F_{f1}$ 和 $F_{f2}$ )的大小直接影响玻璃升降的平衡。

## 2 玻璃导槽密封条折动抵抗试验

### 2.1 试验要求

玻璃板尺寸为100 mm×100 mm×3.5 mm（厚度也可以为实车玻璃厚度）。玻璃导槽密封条试样长度不小于200 mm。试验速度为200 mm·min<sup>-1</sup>。

### 2.2 试验步骤

(1) 准备长度不小于200 mm的断面平整的玻璃导槽密封条试样。

(2) 将试样装入试验工装，保证试样完全安装到位，与工装贴合。

(3) 将试验工装安装在试验机导轨上并固定，保证工装安装时紧贴导轨外侧，密封条断面小唇边一侧在外侧。

(4) 调整试验机固定玻璃装置，将玻璃靠近工装上端固定，保证玻璃水平且紧固。

(5) 调整玻璃与导槽相对位置并紧固位置旋钮，满足安装标准要求。

(6) 将玻璃拆下，将测试软件中“力量”置零，再次将玻璃安装回原位。测试前保证加载力为零。

(7) 开始测试，每循环测试完1次，将玻璃沿高度方向离开导槽内部，再调整高度。每次循环完成后，开始下次测试。单次试验需往复循环4次，取最后1次数据为最终结果。

## 3 密封条折动抵抗试验研究实例

对某国产SUV车玻璃导槽售后问题数据进行分析，左前门玻璃导槽问题占总售后问题的

52.38%，其中玻璃升降卡滞问题占比最大，为35.30%。经与同类型进口SUV车左前门玻璃导槽对比发现，汽车玻璃导槽密封条的折动抵抗试验的摩擦力存在明显差异，如表1所示。

表1 不同断面摩擦力 N

| 项 目                 | 某国产SUV | 某进口SUV |
|---------------------|--------|--------|
| 玻璃导槽B断面摩擦力 $F_{f2}$ | 1.15   | 0.72   |
| 玻璃导槽C断面摩擦力 $F_{f1}$ | 0.66   | 1.16   |

从表1可以看出：对于长度大的玻璃导槽B断面，某国产SUV车的 $F_{f2}$ 远大于某进口SUV车；而对于长度小的玻璃导槽C断面，某国产SUV车的 $F_{f1}$ 远低于某进口SUV车。

售后反馈的玻璃升降卡滞问题主要集中在B断面， $F_{f2}$ 增大导致玻璃升降阻力增大而失去整体平衡是引起该问题的主要原因。

通过对密封条断面唇边进行厚度、受力点调整<sup>[7-8]</sup>，改善夹持力，即减小B断面正压力 $F_{N21}$ 和 $F_{N22}$ ，增大C断面正压力 $F_{N11}$ 和 $F_{N12}$ ，调节玻璃导槽密封条对玻璃的摩擦力。调整后不同断面摩擦力如表2所示。

表2 调整后不同断面摩擦力 N

| 项 目                 | 某国产SUV | 某进口SUV |
|---------------------|--------|--------|
| 玻璃导槽B断面摩擦力 $F_{f2}$ | 0.83   | 0.72   |
| 玻璃导槽C断面摩擦力 $F_{f1}$ | 1.02   | 1.16   |

从表2可以看出，B断面的摩擦力 $F_{f2}$ 降低，C断面的摩擦力 $F_{f1}$ 提高，使玻璃升降过程受力平衡。

## 4 密封条折动抵抗试验的影响因素

### 4.1 玻璃插入方式

在折动抵抗试验过程中，需要玻璃插入到固定在试验工装上的密封条试样中。在不同玻璃插入方式下，玻璃和密封条的受力存在差异，影响折动抵抗试验结果（如表3所示）。

从表3可以看出，玻璃从玻璃导槽上方强行插入会导致导槽唇边轻微变形，影响折动抵抗试验结果，将玻璃插入方式改为顺导轨从右侧进入导槽位置，能够减小试验结果相对偏差。

### 4.2 导槽装配位置确定方式

在折动抵抗试验过程中，需要确定试验工装的安装位置，以保证玻璃与导槽相对位置满足设

表3 玻璃插入方式对折动抵抗试验结果的影响

| 项    目          | 折动抵抗摩擦力/N |     |     |     |     |     | 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 |     |        |
| 玻璃导槽B断面试验玻璃插入方式 |           |     |     |     |     |     |     |        |
| 玻璃自上而下进入试样      | 6.5       | 5.3 | 5.8 | 5.5 | 5.0 | 5.7 | 5.6 | 6.5    |
| 玻璃自右向左顺导轨进入试样   | 6.3       | 5.8 | 5.9 | 5.7 | 5.1 | 5.2 | 5.7 | 6.1    |
| 玻璃导槽C断面试验玻璃插入方式 |           |     |     |     |     |     |     |        |
| 玻璃自上而下进入试样      | 9.0       | 7.0 | 8.4 | 8.0 | 6.3 | 6.3 | 7.5 | 12.9   |
| 玻璃自右向左顺导轨进入试样   | 8.7       | 7.9 | 6.4 | 5.5 | 7.4 | 8.0 | 8.0 | 12.5   |

计要求,否则会直接影响折动抵抗试验。

导槽装配位置确定方式对折动抵抗试验结果的影响如表4所示。

从表4可以看出,试验工装安装平齐试验台后,导轨相对位置对试验结果的稳定性存在影响,

通过测量工装双边、两侧位置,确定导轨相对位置,能够提高测试结果稳定性。

#### 4.3 初始力值归零

初始力值归零对折动抵抗试验结果的影响如表5所示。

表4 导槽装配位置确定方式对折动抵抗试验结果的影响

| 项 目                 | 折动抵抗摩擦力/N |     |     |     |     |     | 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 |     |        |
| 玻璃导槽B断面试验导槽装配位置确定方式 |           |     |     |     |     |     |     |        |
| 测量工装单边、一侧位置         | 6.5       | 5.3 | 5.8 | 5.5 | 5.0 | 5.7 | 5.6 | 6.5    |
| 测量工装双边、两侧位置         | 5.8       | 6.4 | 5.9 | 5.4 | 5.9 | 5.0 | 5.1 | 6.2    |
| 玻璃导槽C断面试验导槽装配位置确定方式 |           |     |     |     |     |     |     |        |
| 测量工装单边、一侧位置         | 9.0       | 7.0 | 8.4 | 8.0 | 6.3 | 6.3 | 7.5 | 12.9   |
| 测量工装双边、两侧位置         | 6.5       | 7.6 | 5.9 | 7.5 | 7.2 | 5.2 | 6.7 | 11.8   |

表5 初始力值归零对折动抵抗试验结果的影响

| 项    目        | 折动抵抗摩擦力/N |     |     |     |     |     |     | 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 |        |
| 玻璃导槽B断面试验初始力值 |           |     |     |     |     |     |     |        |
| 未归零           | 6.5       | 5.3 | 5.8 | 5.5 | 5.0 | 5.7 | 5.6 | 6.5    |
| 归零            | 5.3       | 5.3 | 5.3 | 5.7 | 5.7 | 5.8 | 5.5 | 3.9    |
| 玻璃导槽C断面试验初始力值 |           |     |     |     |     |     |     |        |
| 未归零           | 9.0       | 7.0 | 8.4 | 8.0 | 6.3 | 6.3 | 7.5 | 12.9   |
| 归零            | 6.8       | 7.0 | 6.3 | 5.8 | 7.5 | 7.9 | 6.2 | 8.5    |

从表5可以看出,试验初始力值是否归零对折动抵抗试验结果有明显影响,由于第1次预磨后有相对阻力,如果在进行第2次试验前初始力值未归零,会将上次试验力值累计带入第2次试验,直接影响试验结果;将第1次试验力值归零后再进行第2次试验,相对偏差明显减小。

## 5 结语

通过折动抵抗试验,评价玻璃升降过程中玻璃导槽密封条与玻璃之间的摩擦力大小,能够提高测试效率,为减少售后问题提供有力的数据参考,同时也可以作为新车型开发中车门升降系统受力状态研究的参考依据。对于相同试样,不同

的折动抵抗试验方法的测试结果影响很大,需要采用标准化方法,降低过程偏差,提高测试结果的准确性和稳定性。

#### 参考文献:

- [1] 宋小宁. 车门玻璃升降系统设计方法浅析[A]. 2009中国汽车工程学会年会[C]. 北京:中国汽车工程学会,2009.
- [2] 娄春莹,刘峰,刘力元,等. 乘用车玻璃升降系统声音品质提升研究[A]. 2016中国汽车工程学会年会[C]. 上海:中国汽车工程学会,2016.
- [3] 田永,韦俊. 汽车车门玻璃导槽的断面设计和成型工艺研究[J]. 机械制造,2013,51(3):72-75.
- [4] 佟炳勇,余坤. 影响车门玻璃升降的原因分析[J]. 汽车工程师,2013(5):46-49.
- [5] 潘坡,郭恒如,李涛. 轿车车门玻璃升降声品质设计优化[J]. 橡胶

- 工业, 2015, 62(3): 163-168.
- [6] 靳超峰. 轿车车门玻璃升降阻力与车门制造偏差的关系研究[D]. 江西: 江西理工大学, 2017.
- [7] 冯涛, 郝伟刚. 运动型多用途汽车后背门密封条的设计概况[J]. 橡胶科技, 2017, 15(8): 14-18.
- [8] 赵建才, 吴定凯. 轿车玻璃导槽密封条弯曲唇边叶片波浪问题的分析和结构优化[J]. 橡胶工业, 2018, 65(8): 932-934.
- 收稿日期: 2019-06-11

## Analysis of Factors Influencing Folding Resistance Test of Sealing Strip of Automobile Glass Guide Groove

ZHANG Xinxin, HAO Weigang, FENG Jingshuai

(Baoding Norbo Rubber Products Co., Ltd., Baoding 072550, China)

**Abstract:** By means of folding resistance test, the sliding performance of automobile glass guide groove sealing strip was improved to reduce glass sticking and the noise during glass lifting. The influence factors of folding resistance test of automobile glass guide groove sealing strip were discussed. The results showed that the folding resistance test conditions, such as glass insertion method, positioning of guide groove assembly and zeroing of initial force, had great influence on the test results. Standardized method should be adopted in folding resistance test to improve the accuracy and stability of test results.

**Key words:** automobile glass guide groove; sealing strip; folding resistance; sliding resistance

### 三刊加入OSID开放科学计划公告

《橡胶科技》《橡胶工业》《轮胎工业》三刊已加入OSID (Open Science Identity) 开放科学计划。通过在每篇综述或研究类文章上添加OSID开放科学(资源服务)标识码, 其中包含文章的语音介绍及开放的科学内容与数据等材料, 为读者和作者提供一个与业界同伴交流研究成果的途径。

作者扫描OSID发送邮件中的二维码, 可以用精炼的语言讲述论文的研究动机、背景、研究灵感及趣事等内容; 也可提供论文相关的高清图片、动态图、视频介绍、试验数据、试验过程、试验方法、调研样本、相关资讯、课件、基金项目证明材料、专家推荐信、论文获奖证书、论文相关专利授权书、论文的审稿意见等内容。

读者扫描文章摘要右下角的“OSID开放科学标识码”, 可以聆听作者语音、查看作者上传的图文资料、获取在有限篇幅文章之外的增值信息, 还可以与作者进行学术问答, 并与作者和其他扫码读者进行交流和互动。

### ● 作者语音介绍

作者可以录5段语音(每段不超过10分钟), 内容包括写作背景、动机、研究方法、创新点等, 可以帮助读者快速清晰地了解论文的写作背景、研究方法、学术成果, 丰富论文内容的呈现状态。

### ● 作者在线问答

读者对论文内容产生疑问, 或认为有值得与作者就该领域进行探讨之处, 可立即通过手机以语音、文字的形式进行在线提问, 促进学术交流。

### ● 学术交流圈

作者、读者可通过OSID码直接进行在线科技、学术交流, 建立自己所在领域的交流圈。在学术圈领域里, 专家、学者可以对作者、论文进行评价, 开放交流。

### ● 开放科学的数据和内容

同步展示论文当中学术研究的试验过程及方法, 试验数据, 展示论文相关动态视频、高清大图等, 方便专家和读者更好地理解论文。同时, 作者上传的开放科学相关材料可以作为论文学术诚信的支撑材料。