

汽车底盘用橡胶铰链常见粘合失效形式的分析

张 静¹, 张 涛²

(1. 吉林建筑大学城建学院, 吉林 长春 130011; 2. 一汽-大众汽车有限公司, 吉林 长春 130011)

摘要:介绍汽车底盘用橡胶铰链的分类、金属-橡胶粘合力测试方法和橡胶铰链常见粘合失效形式及原因,实例分析了某橡胶铰链粘合失效的原因和解决方法。橡胶铰链4种粘合失效形式分别为橡胶内部破坏、橡胶与面涂胶粘剂之间断裂、面涂胶粘剂与底涂胶粘剂之间断裂以及底涂胶粘剂与金属粘合失效。准确评价橡胶铰链的粘合性能对橡胶铰链的开发设计甚至汽车底盘的设计具有重要意义。

关键词:橡胶铰链; 粘合失效; 评价方法

中图分类号: TH136

文献标志码: A

文章编号: 2095-5448(2019)00-0000-04

DOI: 10.12137/j.issn.2095-5448.2019.00.0000

随着汽车市场快速发展,乘用车的乘坐舒适性和驾驶操控性日益受到消费者的关注,其底盘的调校愈发重要^[1-3]。橡胶铰链作为汽车底盘悬架系统的重要组成部分^[4],广泛用于副车架、控制臂、减震器、稳定杆等底盘零部件的连接^[5]。橡胶铰链由橡胶和金属/塑料组成,其基本功能是将两个或多个结构件连为一体后,还能使其完成一定的相对运动;通过刚度设计和结构设计,橡胶铰链可以隔绝或衰减来自路面和动力系统的振动,保证乘坐舒适性^[6]。根据车辆配置和汽车品牌的不同,一辆乘用车上的橡胶铰链数量一般为20~35个。

随着汽车使用年限的延长和使用环境的影响,橡胶不可避免地发生老化,从而影响橡胶铰链的减震性能,而受橡胶铰链数量和安装位置的限制,其后期更换非常困难。因此,橡胶的耐老化性能和金属与橡胶之间的粘合性能直接影响橡胶铰链功能的实现^[7]。影响橡胶耐老化性能的因素有氧化、光、热、机械应力等,影响金属-橡胶粘合性能的因素有金属表面处理、胶粘剂的特性、粘合工艺等。软且具有高弹性的橡胶与较硬的金属之间存在极大刚度差异,因此如何检测评价金属-橡胶粘合性能尤为重要。

本工作介绍金属-橡胶粘合性能的评价方法

以及常见粘合失效形式。

1 橡胶铰链粘合力的评价方法

按装配位置分类,橡胶铰链可分为副车架铰链、控制臂铰链、稳定杆铰链等。按载荷、安装位置和设计刚度分类,橡胶铰链可分为无骨架铰链、单骨架铰链、双骨架铰链、三骨架铰链等。对于有内芯和外管的橡胶铰链,内芯和外管分别与不同的零件接触受力,而中间的橡胶起缓冲作用。常见的橡胶铰链及其安装位置示意如图1所示。

金属-橡胶之间的粘合力指通过使用专用夹具和设备固定铰链后,沿铰链轴向施加压力,把铰链内芯和橡胶完全破坏分离所需的最大力。在GB/T 11211—2009《硫化橡胶或热塑性橡胶与金属粘合强度的测定 二板法》中,测试试样采用的是两块金属板与橡胶硫化制得的标准试样,并对夹具、拉伸速度等做了详细规定,其测得的金属与橡胶之间的粘合强度只具有一般代表性。铰链金属选材、结构设计、工艺参数等的不同可能会使铰链成品的粘合性能无法准确地通过国家标准试验进行量化评价。因此,对于每种铰链成品,可分别采用特定夹具和设备进行粘合力试验,这样能得到最贴近零件实际的粘合性能评价。

为了能快速评价粘合性能好坏,对于典型的含金属内芯的橡胶铰链可采用压缩法进行试验,利用恒定外力将金属内芯从橡胶中压出,通过橡

作者简介:张静(1990—),女,山东滨州人,吉林建筑大学城建学院助教,硕士,主要从事汽车用金属和橡胶零件的性能分析。

E-mail:yingfeng21@126.com



图1 常见的橡胶铰链及其安装位置示意

胶断裂时的断裂力大小并结合粘合面的形貌评价金属与橡胶之间的粘合性能。对于悬置和其他内芯异形铰链,不适合采用压缩法分离内芯和橡胶,可采用拉伸法和剥离法进行评价。两种典型的粘合力测试方法如图2所示。

采用压缩法评价铰链粘合性能的过程如下:首先通过专用夹具将橡胶铰链的外管固定,限制外管轴向移动,然后在内芯端面施加压力(施力设备下压速率恒定),使铰链的内芯和外管发生相

对位移,最终位于内芯与外管之间的橡胶被拉伸至极限后断裂,记录此时的最大断裂力,并按照面积百分比记录粘合面的断裂形式(参照GB/T 11211—2009),综合断裂力和断裂形式的结果评价橡胶铰链的粘合性能。

2 橡胶铰链常见粘合失效形式及原因分析

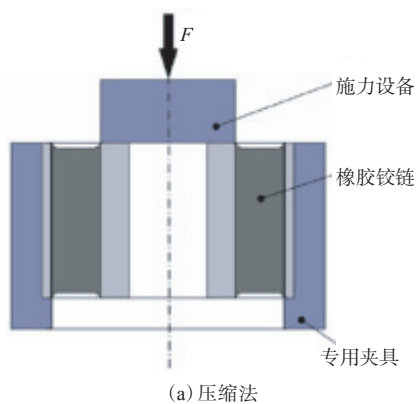
GB/T 11211—2009中给出了4种粘合破坏的符号:R表示橡胶内部破坏,RC表示橡胶与面涂胶粘剂之间断裂,CP表示面涂胶粘剂与底涂胶粘剂之间断裂,M表示底涂胶粘剂与金属粘合失效。橡胶粘合破坏形式示意如图3所示。

2.1 橡胶内部破坏

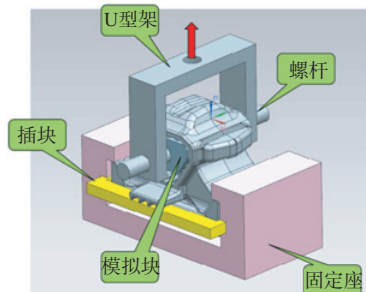
橡胶内部破坏,即断裂完全发生在橡胶内部,这种情况是最理想的,说明此时金属与橡胶之间的粘合性能合格,需考虑改善胶料加工工艺或优化配方。

2.2 橡胶与面涂胶粘剂之间断裂

橡胶与面涂胶粘剂之间断裂是较普遍的失效形式,其原因是因为胶粘剂涂层薄、硫化或脱模参数不合适,如硫化温度过低、硫化时间短或脱模顺序设计不合理。

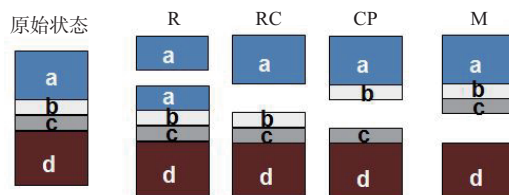


(a) 压缩法



(b) 拉伸法

图2 两种典型的粘合力测试方法



a—橡胶;b—面涂胶粘剂;c—底涂胶粘剂;d—金属基体。

图3 橡胶粘合破坏形式示意

2.3 面涂胶粘剂与底涂胶粘剂之间断裂

面涂胶粘剂与底涂胶粘剂之间断裂发生频率较小,断裂原因可能是底涂胶粘剂表面被污染、未完全干燥时直接喷涂了面涂胶粘剂,或选用了不匹配的底涂或面涂胶粘剂。

2.4 底涂胶粘剂与金属基体粘合失效

底涂胶粘剂与金属基体粘合失效原因主要是基体表面未完全处理干净或处理不当、涂胶工艺不当、胶粘剂涂刷厚度不当或不均匀。

2.5 混合型粘合失效

混合型粘合失效包括上述两种或两种以上的失效形式,需根据具体案例分析其粘合失效原因。

3 实例分析

以某橡胶铰链为例分析常见粘合失效形式,该橡胶铰链由内芯、外管、中间套和橡胶经硫化制得,其结构如图4所示。金属基体与橡胶、橡胶与中间套之间分别有两层胶粘剂,即底涂胶粘剂(牌号为开姆洛克205)和面涂胶粘剂(牌号为OSN-2);内芯和外管均为拉拔成型的铝合金材质。通过压缩法对进行橡胶铰链性能进行粘合力试验,结果不合格,其主要粘合失效形式为M型和RC型,粘合力数值存在波动。某橡胶铰链的断裂面形貌照片和拉应力-应变曲线分别如图5和6所示。

该产品粘合破坏形式为外管与底涂胶粘剂之间分离破坏和面涂胶粘剂与橡胶之间破坏,其原

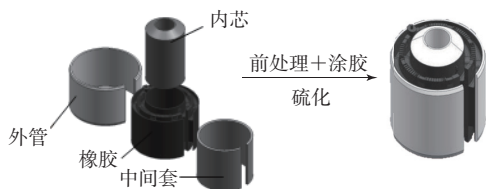


图4 某橡胶铰链的结构示意

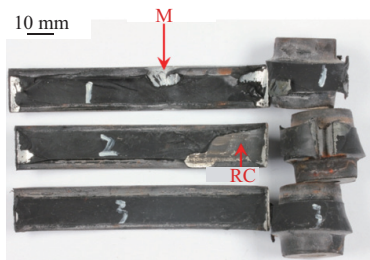


图5 某橡胶铰链的断裂面形貌照片

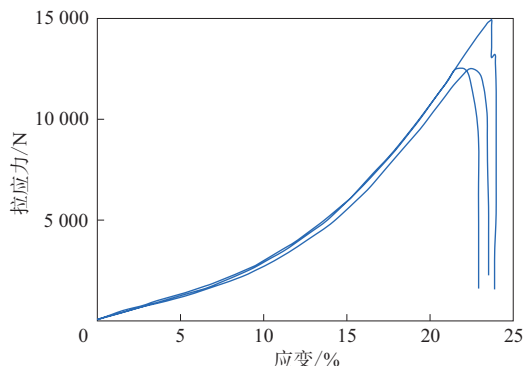


图6 某橡胶铰链的拉应力-应变曲线

因可能有以下5种：(1)外管与胶粘剂粘合之间存在杂质(外管表面清洁度不足或外管所含玻璃纤维外漏)；(2)底涂胶粘剂自身失效；(3)外管粗糙度影响粘合面积；(4)底涂胶粘剂未完全干燥或外管玻璃纤维含水率过高；(5)底涂胶粘剂厚度不足、不均。

针对上述5种原因进行分析。

(1)对粘合力失效的零件表面进行放大观察,失效粘合层未出现变色、光晕现象及异物,同时底涂胶粘剂未出现分隔、断层现象,可判断不存在外管表面清洁度不足问题;对现库存同批次外管外协件进行放大观察,表面没有明显玻璃纤维外漏痕迹,之后对外管进行破坏(压裂、冲断),外管整体、多段断裂处无明显玻璃纤维聚集现象,可判断外管外协件整体注塑工艺满足产品需求。

(2)对使用同批次底涂胶粘剂的其他零件进行抽样,压脱试验后未发现底涂失效现象,可判断不存在底涂胶粘剂自身失效。

(3)对现库存同批次外管外协件进行表面粗糙度测量,结果为 $3.5 \sim 5.0 \mu\text{m}$,满足产品粘合面积的要求,可判断不存在外管粗糙度影响粘合面积。

(4)现存样件时间较长,无有效方案验证底涂胶粘剂是否未完全干燥或外管玻璃纤维含水率过高,只能采用原工艺进行试制,然后利用排除法进行判断,试制结果为:常温下粘合面积为95%以上,高温下粘合面积为83%以上,粘合面积不理想,初步判定存在底涂胶粘剂未完全干燥或外管玻璃纤维含水率过高。

(5)验证底涂胶粘剂是否未完全干燥或外管玻纤含水率过高时,同时验证底涂胶粘剂厚度是否不足、不均,结果未出现此现象,可判断不存在

底涂胶粘剂厚度不足和不均。

综上所述,该橡胶铰链不合格的原因为底涂胶粘剂未完全干燥或外管玻璃纤维含水率过高导致的粘合失效。

根据原因分析,将喷胶烘干温度升高5℃后重新进行产品试制,对新制橡胶铰链进行粘合力试验,结果发现粘合破坏形式均为R型,粘合力数值稳定,达到预期目标。

4 结语

橡胶铰链性能对乘用车底盘操控性和舒适性的影响至关重要,能够在开发设计阶段准确评价橡胶铰链的粘合性能,掌握影响其性能的主要因素,对橡胶铰链的开发设计甚至汽车底盘的设计具有重要意义。

参考文献:

- [1] 陈祯福. 汽车底盘控制技术的现状和发展趋势[J]. 汽车工程, 2006, 28(2): 105-113.
- [2] 史东杰, 王连波, 刘对宾, 等. 汽车底盘轻量化材料和工艺[J]. 热加工工艺, 2016, 45(3): 16-18.
- [3] 桂鹏程, 过学迅, 程飞. 汽车底盘最新技术的发展现状[J]. 上海汽车, 2007(11): 36-39.
- [4] 魏志刚, 陈效华, 吴沈荣, 等. 橡胶衬套材料参数确定及有限元仿真[J]. 机械工程学报, 2015, 51(8): 137-143.
- [5] Tupholme G E. An Analogy between Radially-loaded Rubber Bush Mountings and Axially-loaded Bonded Rubber Blocks[J]. Materials and Design, 2011, 32(10): 5038-5042.
- [6] 吴赵佳, 侯永平, 张建文. 随机振动条件下的橡胶衬套疲劳寿命预测[J]. 汽车技术, 2017(3): 24-28.
- [7] 陈国瑞, 李绍刚, 钱爱东. 橡胶元件在汽车悬架的应用分析[J]. 橡塑技术与装备, 2016, 42(10): 75-77.

收稿日期: 2018-09-26

Analysis of Common Adhesion Failure Forms of Rubber Hinge for Vehicle Chassis

ZHANG Jing¹, ZHANG Tao²

(1. Jilin College of Urban Architecture, Changchun 130011, China; 2. Faw-Volkswagen Automotive Co., Ltd, Changchun 130011, China)

Abstract: In this paper, the classification of rubber hinge for vehicle chassis, the test method of adhesion force between metal and rubber, the common adhesion failure forms and causes of rubber hinge were introduced. An example was given to analyze the failure causes and solutions of rubber hinges. The four types of adhesion failure forms of rubber hinge were the internal damage of rubber, the fracture between rubber and topcoat adhesive, the fracture between topcoat adhesive and undercoat adhesive, and the adhesion failure between undercoat adhesive and metal, respectively. An accurate evaluation of adhesive properties of rubber hinge was of great significance to the development and design of rubber hinge and even the design of vehicle chassis.

Key words: rubber hinge; adhesion failure; evaluation method