

运动型多用途汽车后背门密封条的设计概况

冯涛¹, 郝伟刚²

(1. 北京橡胶工业研究设计院, 北京 100143; 2. 保定威奕汽车有限公司, 河北 保定 072550)

摘要:概述运动型多用途汽车(SUV)后背门密封条的使用条件、结构、材料、挤出硫化工艺和性能测试。SUV后背门密封条主要由海绵管、密实胶、骨架、止水唇边、倒齿组成;胶料主体材料多用三元乙丙橡胶,骨架多为双桥冲切钢带;通过骨架加工、胶料/骨架共挤出成型、硫化定型、骨架折断和弯曲成型、喷涂和打码、在线固化和钻孔等工序制备而成;成品需检测挤压力、插入力和拔出力。我国SUV后背门密封条企业应提高定制化研发能力。

关键词:密封条;运动型多用途汽车;后背门;三元乙丙橡胶;挤出

中图分类号:TQ336.4⁺2 **文献标志码:**A **文章编号:**2095-5448(2017)08-14-05

汽车密封条用于填补车身部件间空隙和缝隙,具有减震、防水、防尘、隔音和装饰等功能,其安装于车门、车窗、行李箱和机舱等部位,有助于保护车体^[1]。

运动型多用途汽车(SUV)后背门是车身中相对独立的总成,也是车身中关键和使用频繁的部件,其结构较复杂且附件繁多。后背门与车身其余部件一起构成乘坐空间。除美观之外,SUV对车内的降噪、防水、防尘要求比三厢轿车明显提高^[2]。

本文对SUV后背门密封条的使用条件、结构、材料、挤出硫化工艺和性能测试进行概述。

1 SUV后背门密封条的使用条件

根据装配部位及其在整车中的作用,SUV后背门密封条必须满足下列使用条件。

(1)耐光照老化^[3]:在照射强度为 $1.2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ (波长为420 nm)、黑板标准温度为 $(100 \pm 2)^\circ\text{C}$ 、相对湿度为 $(20 \pm 20)\%$ 、照射剂量为 $560 \text{ kJ} \cdot \text{m}^{-2}$ 的条件下,目视其表面变化不大于1级。

(2)耐低温^[4]:在 $(-40 \pm 2)^\circ\text{C}$ 下放置4 h后,用适当的防护用具取出,在5 s内将工作面沿着芯轴向外弯曲 180° ,目视其无裂纹、表面无剥落现象。

(3)抗污染^[5]:将密封条胶料试样($25 \text{ mm} \times 12 \text{ mm} \times 0.2 \text{ mm}$)放在两块涂漆的金属板之间,保证试样周围留有宽度不小于20 mm的未被覆盖边。

作者简介:冯涛(1983—),男,河北唐山人,北京橡胶工业研究设计院工程师,学士,主要从事期刊编辑与信息管理工作。

如果两个或更多的试样放在同一块板上,试样间的距离则不小于40 mm。组合件加压 $(7 \pm 1) \text{ kPa}$,并在 $(70 \pm 2)^\circ\text{C}$ 下放置20~24 h后,目视漆板表面无污染。

2 SUV后背门密封条的结构

SUV后背门密封条由海绵管、密实胶、骨架和止水唇边、倒齿等组成,其结构如图1所示。

2.1 海绵管

SUV后背门密封条装配于后背门顶部,在使用过程中始终处于径向压缩状态,其弹性决定了密封效果。一般密实胶为不可压缩或可微压缩材料,海绵为可压缩材料,因此后背门密封条的密封部位采用海绵。不同车型后背门密封条的压缩状态和密封部位的结构有所差异,但密封部位均采用中空的海绵管结构,在海绵管顶部设有微小

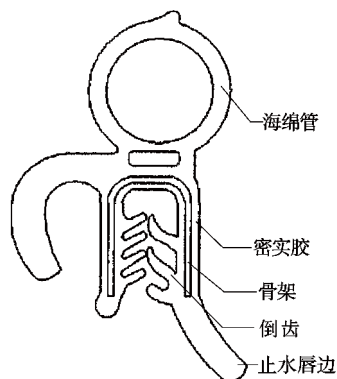


图1 SUV后背门密封条结构示意图

的压力唇边^[6]。海绵管结构根据挤压力(关门力)及车身特性进行设计。由于SUV车身较宽,备胎经常会装配于后背门之上,后背门钣金整体质量大,对于海绵管的挤压力要求高,因此海绵管多采用圆形厚壁结构,以增加密封部位的弹性与密封性。

2.2 止水唇边

后背门密封条在靠近装配部位设计有止水唇边,并与钣金形成干涉,主要起到密封止水作用,防止水沿钣金进入密封条U形口内或后备箱内。止水唇边结构由后背门与车身钣金间隙与结构决定,其材料基本与海绵管一致。SUV后背门密封条往往采用多处止水唇边结构,以增加整个车门的密封止水性。

2.3 装配部位

后背门密封条的装配部位由密实胶(包裹骨架材料)与倒齿(密封齿)组成,需通过对装持部位的倒齿、骨架材料及U形口尺寸进行优化设计,以满足对密封条的插入力和拔出力要求。U形口装配于车身侧围的钣金止口,其内唇边用于夹持固定钣金,防止密封条脱出。因SUV后背门密封条装配位置的特殊性,其处于-90°倒置状态;同时车身各处钣金厚度不一致,往往转角处为钣金叠合部位,厚度最大,这就要求后背门密封条既易装配,又不掉落。SUV后背门密封条装配结构如图2所示。

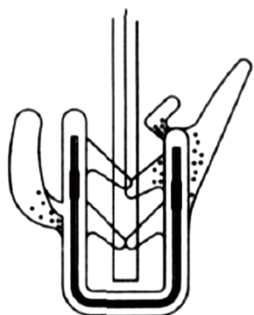


图2 SUV后背门密封条装配结构示意图

2.4 不干胶密封

后背门密封条与钣金装配后,因车身钣金间存在大小不同的间隙,雨水容易从间隙处渗入进入后备箱,导致密封失效。因此除了设计止水唇边,还应在SUV后背门密封条U形口内的底部注入密封不干胶(如图3所示),防止水从钣金间隙渗

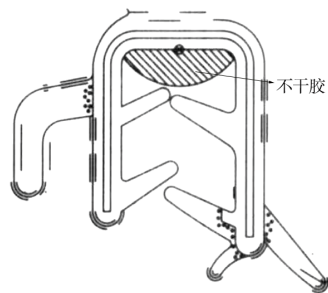


图3 不干胶密封示意

出,以保证其密封效果。不干胶粘度随着温度的变化而变化,夏天环境温度高,不干胶易流淌或干涸;冬季粘度大,不干胶不易注射,这些都给密封条的密封效果带来隐患^[6]。

2.5 装饰唇边

装饰唇边主要起包覆车身后背门内饰件的作用,其与内饰件的匹配性能直接影响后背门密封条装配后的外观和使用性能^[6]。为了弥补车身钣金、内饰件尺寸及操作人员装配手法的差异,SUV后背门密封条的装饰唇边长度一般大于其他车型后背门密封条的装饰唇边长度。

3 SUV后背门密封条的材料

3.1 胶料主体材料

早期汽车用密封条胶料的主体材料以天然橡胶、丁苯橡胶、氯丁橡胶和软质聚氯乙烯为主,随着汽车工业的快速发展,对汽车零部件工作寿命、耐紫外线老化、耐臭氧老化和耐热氧老化性能要求提高,密封条胶料的主体材料已逐步被乙丙橡胶取代。汽车是乙丙橡胶的最大消费领域,乙丙橡胶在汽车领域的消费量约占全球乙丙橡胶消费量的45%~55%^[7]。三元乙丙橡胶(EPDM)因具有优异的耐臭氧、耐热、耐天候老化性能,成为汽车密封条胶料的首选材料^[8],SUV后背门密封条胶料多用EPDM作主体材料。

3.2 骨架与辅助材料

骨架在密封条中起支撑和夹持固定作用。汽车密封条常用的骨架有金属骨架和钢丝帘线骨架,其中金属骨架又分为冲切、滚压和平板式,材质分为低碳钢、铝和铝镁合金等,结构分为单桥、双桥、拉伸、对称和非对称,可以采用手工、锤击和滚压等工艺装配^[9]。

对于SUV后背门密封条,其密实胶内含有双桥冲切钢带,其使用前经折断与成型后能多方位弯曲,方便装车。

作为不干胶的无硫化体系丁基橡胶粘合剂可长期保持塑性和粘合力,在汽车门框和行李箱密封条的夹持部位中起辅助密封作用。充氮热融性不干胶的密封效果好,可用于对密封性能有特殊要求的密封件^[10]。

4 SUV后背门密封条的挤出硫化工艺

SUV后背门密封条的挤出硫化工艺流程如图4所示^[1]。

4.1 骨架加工

密封条挤出硫化生产线中,骨架加工包含导开、焊接、缓冲存储和高温除污(表面处理)几个工序。在整个功能单元中,工艺控制的要点之一是控制内部张力,避免骨架承受应力而产生非预期的形变。骨架导开是将成卷状或盘状的金属骨架连续解开,向下一工序传递,可以采用被动式无动力的简易传递方式,也可以采用带反馈调速的主动式动力传递方式。由于密封条是连续挤出的,需要将盘与盘或卷与卷之间的金属骨架进行焊接,更换下一盘或下一卷骨架时上下覆盖胶料和骨架挤出有一定的接续时间,需增加缓冲存储装置。该装置通过空间换取时间,保证了骨架缓冲存储量,即在缓冲存储装置中存储的骨架长度由挤出线的最高生产速度、骨架切换与接续的操作时间、安全余量三者共同决定。其后,通过电加热、红外加热或者灼烧等方式去除骨架表面可能存在的油污、水分等杂质,减少挤出过程中产生的气泡等缺陷^[11]。

对于SUV后背门密封条使用的钢质骨架,常用点焊连接。为了减少材料焊接次数,材料可以采用卧式万米大卷的包装形式,以避免焊接过程异常导致的报废。

4.2 胶料/骨架共挤出成型

胶料/骨架共挤出成型是密封条挤出硫化工艺最重要的工序之一。胶料与金属骨架通过挤出口型被复合成一个整体,并被赋予特定的结构和形状。

冷喂料挤出机是这一工序的主要设备,挤出口型是挤出机的关键配置。为了获得均匀致密的挤出胶条,应采用排气式冷喂料挤出机。挤出机配用具有大螺旋提升角、不带排气段的螺杆,可以获得较大的挤出量,并提高挤出速度^[12]。根据SUV后背门密封条的结构,可用1台 $\Phi 90$ mm的挤出机挤出密实胶,再配置1台 $\Phi 75$ mm的挤出机挤出海绵胶。

4.3 硫化定型

挤出后的密封条需要硫化定型,通常采用微波-热空气进行常压硫化。挤出的SUV后背门密封条在微波槽内通常由架轮传送,微波由内向外均匀地加热密封条,使密封条升温到起始交联温度。架轮与轴承表面需要定期清理,以防污染或破坏密封条表面。耐高温的含氟材质输送带承载密封条通过热空气硫化槽,热空气槽通过电或燃气加热,工作温度近300℃,为了取得良好的热传递效果,热空气槽设计倾向于加大热空气流量并提高流速。为了预防密封条挤出过程中断裂,或长时间微波加热而导致起火,该工序设置探测装置。当探测器探测到密封条断裂后,在设定时间内微波发生器中止工作;当未被密封条吸收的微

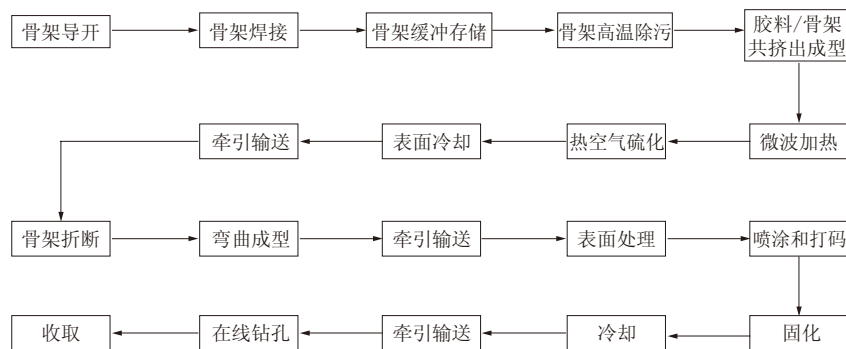


图4 SUV后背门密封条挤出硫化工艺流程示意

波能量达到阈值时,微波发生器功率会自动降低,以保护设备。需要注意的是,在该工序不能让密封条胶完全硫化,以进行后续表面处理工艺。

4.4 骨架折断和弯曲成型

SUV后背门密封条在安装时,必须贴合钣金的外形轮廓。目前,SUV后背门密封条折断广泛采用双桥冲切钢带折断技术,即在骨架的节与节之间折断,以得到良好的柔性。为了折断骨架,节与节之间的连接处都设计了应力集中结构,使指定部位能够按需求先期折断。

折断后的密封条通过成型机直接形成所需夹角。芯材在1[#]轮预弯,然后在2[#]与3[#]轮收口,再由4[#]牵引机牵引(成型机的1[#]轮为上下纵轮,上轮为主动轮,下轮为辅助轮,2[#]与3[#]轮为两组平轮)。

4.5 喷涂和打码

由于EPDM的非极性和高度饱和分子链结构,硫化后密封条表面表现为化学惰性,需要进行离子化处理以提高其活性,从而有助于喷涂材料附着^[12]。

喷涂是将涂层材料均匀地涂覆到密封条表面,形成一层均匀的膜。涂层材料对密封条的表面温度较敏感。温度过高,涂层材料尚未浸润就固化;温度过低,涂层材料无法达到适宜的粘度,易导致涂层剥离、耐磨指标不达标。

SUV后背门密封条表面经喷涂形成的涂覆膜可以减小钣金与密封条之间的摩擦。

通过激光打码机或喷墨打码机,将产品代码与生产日期等信息喷印在密封条表面,作为其追溯性标识,便于质量问题的跟踪。

4.6 在线固化和冷却

在SUV后背门密封条微波-热空气连续挤出硫化生产线的后半部分继续采用热空气硫化槽完成密封条及其涂覆膜的硫化或固化。硫化和固化的密封条在高温下受外力作用易发生塑性形变和撕裂,一般通过冷却水槽将其温度降至50℃以下。密封条离开冷却水槽时必须吹干,防止在后续工序中打滑。

4.7 钻孔

SUV后背门密封条的海绵管需要打排气孔,这道工序可以在挤出硫化生产线上完成。通常由牵引机拉动密封条,曲柄式打孔机打孔,密封条随

曲柄式打孔机作旋转运动。

5 SUV后背门密封条性能测试

5.1 挤压力

SUV对含海绵管结构的密封条的挤压力要求较高。后背门关闭时,要求挤压力小;车门关闭后,又要求挤压力大,以保证车门的密封性。为平衡这两个方面的要求,后背门密封条的挤压力应适当设计^[12]。同时,在设计时也应考虑后背门钣金整体质量与备胎装配情况。SUV后背门密封条挤压力测试示意如图5所示。

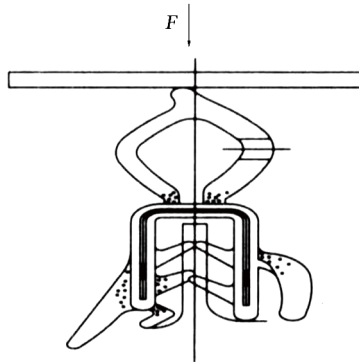


图5 SUV后背门密封条挤压力测试示意

5.2 插入力和拔出力

插入力和拔出力分别为装车状态下密封条压入和拉出车身钣金固定部位所需的力,其分别影响密封条的使用状态和装配工艺。对插入力和拔出力起主要作用的密封条夹紧部位由具有一定夹紧力的密实胶与骨架(折断)构成,且内侧设有防止滑脱的倒齿^[12]。SUV后背门密封条插入力和拔出力测试示意如图6所示。

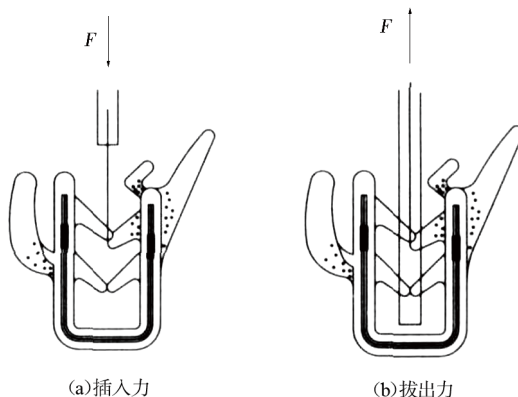


图6 SUV后背门密封条插入力和拔出力测试示意

6 结语

密封条是SUV后背门的重要组成部分,起到连接后背门与车身钣金、密封防水的重要作用,其制备工艺复杂、工序多,因此在产品的设计、车型匹配及生产效率方面应进行综合研究。

我国SUV后背门密封条与国外产品之间还存在一定差距,建议我国SUV后背门密封条生产企业按照数学建模、密封条截面方案设计、有限元分析、材料性能试验、试生产、性能检测、装车效果验证、调整、投产的流程来开发产品,不断提高定制化研发能力,以提高产品竞争力。

参考文献:

- [1] 何伟. 汽车密封条行业现代及发展趋势[J]. 汽车零部件, 2010, 26(19): 12-14.
- [2] 黄秋瑾. 某SUV车型后背门的模态分析与结构噪声抑制[D]. 广东:

华南理工大学, 2012.

- [3] QC/T 639—2004, 汽车用橡胶密封条[S].
- [4] GB/T 21282—2007, 乘用车用橡塑密封条[S].
- [5] GB/T 19243—2003, 硫化橡胶或热塑性橡胶与有机材料接触污染的试验方法[S].
- [6] 张兆红, 蔡建华. 乘用车行李箱密封条的结构设计[J]. 橡胶工业, 2008, 55(12): 746-751.
- [7] 邹向阳, 金春玉, 东升魁, 等. 汽车密封条用乙丙橡胶的研究[J]. 弹性体, 2013, 23(5): 46-48.
- [8] 唐斌, 李晓强, 王进文. 乙丙橡胶应用技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005: 347-349.
- [9] 范成高. 密封条在汽车上的设计趋势[J]. 汽车零部件, 2010, 26(2): 68-69, 57.
- [10] 问庆武. 浅谈我国汽车密封条的现状和发展[J]. 橡胶科技市场, 2006, 4(15): 9-11.
- [11] 徐建. 汽车橡胶密封条的挤出工艺[J]. 世界橡胶工业, 2006, 33(11): 33-39.
- [12] 谢天男. 汽车密封系统技术概述[J]. 汽车使用技术, 2015(2): 149-151.

收稿日期: 2017-06-16

Design of Back Door Seal for Sport Utility Vehicle

FENG Tao¹, HAO Weigang²

(1. Beijing Research and Design Institute of Rubber Industry, Beijing 100143, China; 2. Baoding Weiye Automobile Co., Ltd., Baoding 072550, China)

Abstract: This paper summarizes the application conditions, structure, materials, extrusion vulcanization process and performance test of the back door seal of sport utility vehicle (SUV). SUV back door seal consists of sponge tube, solid rubber, skeleton material, lip seal and pawl. The main material of the compound is ethylene-propylene-diene rubber and skeleton material is mostly die cut steel belt. The seal is usually produced through the process flow of skeleton processing, rubber/skeleton co-extrusion, vulcanization molding, skeleton cutting and bending, coating and coding, online curing and drilling. The compression force, insertion force and pull out force of the finished product are measured for quality control purpose. Currently, China's SUV back door seal manufacturers should improve the research and development capabilities for high level of product customization.

Key words: seal; sport utility vehicle; back door; ethylene-propylene-diene rubber; extrusion

朗盛将橡胶添加剂和着色剂业务整合到 莱茵化学业务部

中图分类号: TQ330.38 文献标志码: D

朗盛公司2017年4月收购美国科聚亚公司后,调整了公司的组织架构。现在橡胶添加剂(RAB)和着色剂(CAB)两条业务线都归属于莱茵化学业务部,而润滑油和阻燃添加剂业务被调整到朗盛添加剂业务部。莱茵化学业务部和朗盛添加剂业

务部共同组成了扩张后的朗盛公司组织架构中的特殊添加剂业务部。

RAB业务线可为橡胶行业提供一系列预分散的加工助剂、硫化剂、填料活化剂、橡胶防护蜡、隔离剂和其他化学品以及轮胎标识线、高性能轮胎硫化胶囊。这些产品可以满足橡胶加工行业的所有需求。莱茵化学的RAB业务线还将不断创新,促进橡胶行业发展。

(赖怡蓉)