

产品·设计

轿车车门橡胶密封条的脱胶原因及解决措施

赵建才,姜丽丽,汪先林

(建新赵氏集团有限公司,浙江 宁波 315615)

摘要:针对轿车车门橡胶密封条的脱胶现象,根据双面胶粘带粘合机理和现场安装经验,分析影响橡胶密封条双面胶粘带粘合的主要因素,并进行橡胶密封条的受热伸长量对比试验。结果表明:脱胶严重的橡胶密封条受热伸长率大于脱胶较轻的橡胶密封条;受热伸长或降温冷缩使橡胶密封条粘合部位的局部剪切力过大,加之车门钣金漆面表面能不足技术要求,导致了橡胶密封条脱胶现象的发生;橡胶密封条与胶粘带粘合部位增置玻璃纤维绳或提高胶粘带与钣金漆面的粘合力可以有效减少橡胶密封条脱胶现象。

关键词:橡胶密封条;车门;双面胶粘带;脱胶;粘合力;伸长率

中图分类号:TQ336.4⁺2

文献标志码:A

文章编号:1000-890X(2021)06-0450-04

DOI:10.12136/j.issn.1000-890X.2021.06.0450



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

轿车车门橡胶密封条的设计应具有以下几点要求:(1)防水和防尘;(2)低风噪;(3)关门舒适性;(4)良好的外观^[1-3]。为了满足设计要求,高档轿车车门一般采用3道密封,第1道密封为导槽的唇边与车身钣金的配合密封;第2道密封为头道橡胶密封条与车身钣金的配合密封;第3道密封为门框条与车门的配合密封^[4-5]。头道橡胶密封条与车身钣金的连接通常采用卡扣连接和双面胶粘带连接。与双面胶粘带连接方式相比,卡扣连接方式对灰尘和水的密封效果较差,且关门舒适性不可调整,目前仅有少部分车型使用,大部分车型使用双面胶粘带连接方式。

随着双面胶粘带连接方式在中高档轿车中的广泛应用,橡胶密封条的脱胶问题日显突出。脱胶是一个系统性的问题,影响因素众多。贾妮等^[6]从胶粘带本身粘合性能、胶粘带与粘合表面发生作用的时间、粘合表面能和粘合表面清洁方式、车

门内板与侧框外板间隙、头道橡胶密封条压缩力、头道橡胶密封条安装工艺等方面对车门头道橡胶密封条脱胶失效进行了探讨。李洪涛^[7]主要对车门橡胶密封条粘合设备使用过程中发生的橡胶密封条脱胶问题进行了分析。袁军等^[8]从生产工艺过程进行分析,找出车门橡胶密封条脱胶问题产生的主要因素,给出了有效解决方法。

在车门橡胶密封条气味、弯曲起皱、安装脱落、铝带断裂和泡管褶皱问题研究基础上^[9-13],本工作根据双面胶粘带粘合机理和现场安装经验,分析影响轿车车门橡胶密封条双面胶粘带粘合的主要因素,并进行橡胶密封条的受热伸长量对比试验,提出橡胶密封条脱胶问题的解决措施。

1 双面胶粘带粘合机理

双面胶粘带的粘合是因为双面胶粘带的胶粘剂与被粘物之间存在粘合力 and 胶粘剂存在内聚

作者简介:赵建才(1965—),男,山东济南人,建新赵氏集团有限公司高级工程师,博士、博士后,主要从事橡胶材料工程研究及橡胶制品仿真分析。

E-mail:1551592389@qq.com

引用本文:赵建才,姜丽丽,汪先林.轿车车门橡胶密封条的脱胶原因及解决措施[J].橡胶工业,2021,68(6):450-453.

Citation:ZHAO Jiancai,JIANG Lili,WANG Xianlin.Reasons and solutions for degumming of car door rubber sealing strips[J].China Rubber Industry,2021,68(6):450-453.

力,如图1所示。粘合力是胶粘剂与被粘物表面之间的力,用剥离力衡量;内聚力是粘合剂内部的力,用剪切力衡量。

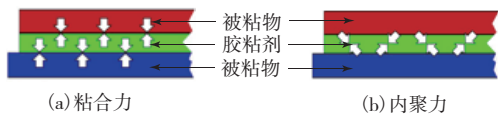


图1 双面胶粘带粘合机理
Fig. 1 Double-sided adhesive tape adhesion mechanism

双面胶粘带与被粘物之间达到良好的粘合需要具备以下2个条件^[14]。

- (1) 胶粘剂能很好地润湿被粘物表面。液体胶粘剂向被粘物表面扩散,逐渐润湿被粘物表面并渗入表面微孔中,取代并解吸被粘物表面吸附的气体,胶粘剂与被粘物由点接触变为面接触。
- (2) 胶粘剂与被粘物之间要有较强的相互作用力,产生吸附作用形成次价键或主价键。

2 影响双面胶粘带粘合的主要因素

影响车门橡胶密封条双面胶粘带粘合的主要因素如下^[15-16]。

- (1) 钣金表面质量和粘合型面。钣金表面质量主要包括表面清洁度、表面粗糙度和表面化学结构。为了提高钣金表面质量,需要选择合适的清擦剂和清擦方式,去除钣金表面蜡污染,提升漆面表面能。钣金粘合型面形状要合理,尺寸稳定性好。
- (2) 橡胶密封条质量。一方面橡胶密封条的口型形状要合理,长度裁切公差和受热伸长率要稳定;另一方面橡胶密封条的运输条件和存储条件要合理,使其断面不变形。
- (3) 双面胶粘带质量。双面胶粘带的类型为一面热敏(与密封条粘合)、一面压敏(与钣金粘合),粘合力要与钣金漆面相匹配。
- (4) 粘合工艺。选择合理的橡胶密封条粘合位置、粘合压力及其分布。
- (5) 安装环境。安装环境湿度要小于50%,粘合温度恒定。

针对高温下某款车型车门橡胶密封条出现脱胶现象,对上述因素进行分析后,发现橡胶密封条的受热伸长率变化较大,因此进行了橡胶密封条

的受热伸长量对比试验。

3 车门橡胶密封条受热伸长量对比试验

选取脱胶现象严重、较重和较轻的车门橡胶密封条,在26 ℃环境中各截取900 mm长的橡胶密封条放置在气候试验箱中(如图2所示),分别加热至50和70 ℃并保温3 h,然后测量受热橡胶密封条的长度,测量结果见表1。

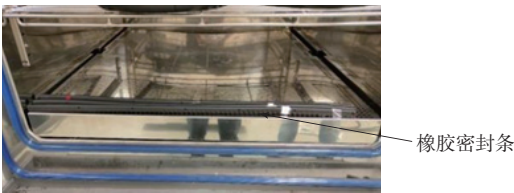


图2 气候试验箱中的车门橡胶密封条
Fig. 2 Car door rubber sealing strip in climate test chamber

表1 车门橡胶密封条受热伸长量试验结果
Tab. 1 Test results of heated elongation of car door rubber sealing strips

项 目	橡胶密封条		
	严重脱胶	较重脱胶	较轻脱胶
伸长量/mm			
26 ℃	900	900	900
50 ℃	905	903	902
伸长率/%	0.56	0.28	0.22
70 ℃	911	908	906
伸长率/%	1.22	0.89	0.66

从表1可以看出:脱胶严重的橡胶密封条伸长率远大于脱胶较轻的橡胶密封条,按整车橡胶密封条总长度为3 440 mm计算,70 ℃环境下脱胶严重的橡胶密封条总变长量为42 mm。

4 车门橡胶密封条脱胶原因及解决措施

车门橡胶密封条是通过胶粘带粘贴在车门钣金上的,通过橡胶密封条受热伸长量对比试验可知:橡胶密封条在高温环境下受热伸长,而车门钣金受热伸长有限,它们之间显著的伸长差异是导致橡胶密封条脱胶的应力来源之一。

当降温后橡胶密封条冷缩到原始长度,也会对贴在车门上的胶粘带造成剪切方向的作用力,对粘合产生一定程度的负面影响。

如果受热伸长或降温冷缩导致橡胶密封条粘合部位的局部剪切力过大,加之钣金漆面表面能

不满足技术要求,橡胶密封条与钣金就很难被胶粘带粘合,从而导致橡胶密封条局部脱胶现象发生。

为了控制橡胶密封条脱胶现象的发生,在实际生产和安装过程中采取如下措施。

(1)在橡胶密封条中增置玻璃纤维绳以降低橡胶密封条的伸长率。玻璃纤维绳经特殊工艺编织而成,耐热性能优良,最高使用温度为600℃,具有高强度及优异的尺寸稳定性。为了减小橡胶密封条的受热伸长率,在其与胶粘带粘合的部位增置直径为0.5 mm的玻璃纤维绳,如图3所示。经过受热伸长量试验得出,增置玻璃纤维绳的橡胶密封条加热至70℃时的伸长率为0.68%,与未放置玻璃纤维绳的脱胶较轻的橡胶密封条接近,其装车使用后脱胶现象未再出现。

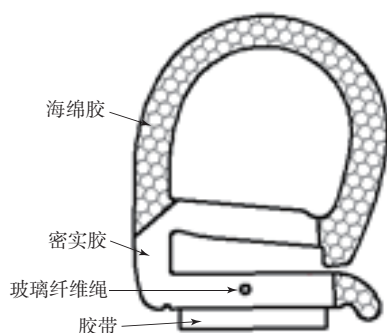


图3 增置玻璃纤维绳的车门橡胶密封条断面结构
Fig.3 Sectional structure of car door rubber sealing strip with glass fiber rope

(2)提高胶粘带与钣金漆面的粘合力。目前,车门橡胶密封条与钣金的粘合大多采用丙烯酸泡沫双面胶粘带,若胶粘带与钣金漆面的粘合力不足以抵抗温度变化时橡胶密封条与钣金伸长差异产生的应力,将造成橡胶密封条脱胶现象发生,如图4所示。



图4 车门橡胶密封条脱胶现象
Fig.4 Degumming phenomenon of car door rubber sealing strip

为了提高胶粘带与钣金漆面的粘合力,在橡胶密封条安装过程中采取以下2种方法。

(1)清擦剂由异丙醇改为Sika205清洁剂,清擦时易脱胶位置反复清擦2次,以利于提高钣金漆面表面能。

(2)钣金漆面采用底涂工艺,底漆填充钣金漆面孔隙后形成的一层膜与胶粘带之间粘合力以抵抗温度变化时橡胶密封条与钣金的伸长差异产生的应力。通过试验测试,底涂区域橡胶密封条的粘合效果明显好于无底涂区域。

5 结论

(1)脱胶严重的车门橡胶密封条受热伸长率大于脱胶较轻的车门橡胶密封条。

(2)受热伸长或降温冷缩使车门橡胶密封条粘合部位的局部剪切力过大,加之车门钣金漆面表面能不满足技术要求,导致了橡胶密封条脱胶现象的发生。

(3)车门橡胶密封条与胶粘带粘合的部位增置玻璃纤维绳或提高胶粘带与车门钣金漆面的粘合力可以有效减少橡胶密封条脱胶现象。

参考文献:

- [1] 王海军,谷洲平.三元乙丙橡胶海绵车门密封条压缩变形的仿真分析与试验验证[J].橡胶工业,2018,65(7):814-817.
WANG H J, GU Z P. Simulation analysis and test verification on compression deformation of EPDM sponge auto weatherstrip[J]. China Rubber Industry, 2018, 65(7): 814-817.
- [2] 赵建才,姚振强,王刚,等.橡胶密封条挤出成型的数值计算[J].计算机仿真,2006,23(3):275-277.
ZHAO J C, YAO Z Q, WANG G, et al. Numerical simulation of seal extrusion[J]. Computer Simulation, 2006, 23(3): 275-277.
- [3] 赵建才,姚振强.密封条结构参数优化设计方法[J].中国机械工程,2006,17(12):1242-1244.
ZHAO J C, YAO Z Q. Optimum design method of structural parameters of the seal[J]. China Mechanical Engineering, 2006, 17(12): 1242-1244.
- [4] 赵建才,姚振强.桑塔纳2000车门密封条压缩变形的数值分析[J].上海交通大学学报,2006,40(10):1806-1808.
ZHAO J C, YAO Z Q. The numerical simulation of compression deformation of Santana 2000 seal[J]. Journal of Shanghai Jiaotong University, 2006, 40(10): 1806-1808.
- [5] 吴志刚,何锋.汽车密封条挤出成型影响因素分析[J].橡胶工业,2017,64(6):363-366.
WU Z G, HE F. Analysis of influencing factors on extrusion molding of automobile sealing strip[J]. China Rubber Industry, 2017, 64(6):

- 363-366.
- [6] 贾妮,陈晓锋,吕均益,等. 门头道密封用3M压敏胶粘带脱胶分析[J]. 失效分析与预防,2019,14(2):119-123.
- JIA N, CHEN X F, LYU J Y, et al. Degumming failure analysis of 3M tape used in door sealing[J]. Failure Analysis and Prevention, 2019, 14(2):119-123.
- [7] 李洪涛. 车门密封条粘接开胶问题解决[J]. 汽车零部件,2016(5):73-75.
- LI H T. Trackless problem solution for the door sealing strip bonding[J]. Automobile Parts, 2016(5):73-75.
- [8] 袁军,孙超. 汽车密封条脱胶问题的分析和研究[J]. 时代汽车,2019(12):99-100,103.
- YUAN J, SUN C. Analysis and research on degumming of automobile rubber seal [J]. Auto Time, 2019(12):99-100,103.
- [9] 赵建才,陈勇,汪先林,等. 光触媒技术在橡胶密封条除味中的应用[J]. 橡胶工业,2019,66(9):687-690.
- ZHAO J C, CHEN Y, WANG X L, et al. Application of photocatalyst technology in deodorization of rubber sealing strip[J]. China Rubber Industry, 2019, 66(9):687-690.
- [10] 赵建才,吴定凯. 轿车车门玻璃导槽密封条弯曲唇边起皱问题分析及其结构优化[J]. 橡胶工业,2018,65(8):932-934.
- ZHAO J C, WU D K. Wrinkling problem and structure optimization of bending lip of glass run channel weatherstrip for car door[J]. China Rubber Industry, 2018, 65(8):932-934.
- [11] 赵建才,汪先林,吴定凯,等. 汽车门框密封条脱落因素分析[J]. 军民两用技术与产品,2018(22):46.
- ZHAO J C, WANG X L, WU D K, et al. Analysis of shedding factors for automobile door frame seal[J]. Dual Use Technologies & Products, 2018(22):46.
- [12] 赵建才,汪先林,姜丽丽,等. 轿车密封条滚剪铝带断裂因素分析与改进设计[J]. 汽车零部件,2019(12):68-70.
- ZHAO J C, WANG X L, JIANG L L, et al. Fracture analysis and improvement design of lanced aluminum carrier for car sealing strip[J]. Automobile Parts, 2019(12):68-70.
- [13] 赵建才,郭强强,沈伟平,等. 轿车门洞密封条海绵泡管表面褶皱问题及改进措施[J]. 汽车零部件,2020(9):68-69.
- ZHAO J C, GUO Q Q, SHEN W P, et al. Analysis and improvement measures on the surface folding of foam tube for door seal inner[J]. Automobile Parts, 2020(9):68-69.
- [14] 方潇湧. 丙烯酸泡棉胶带在汽车结构优化方面的应用[J]. 汽车工程师,2011(2):55-58.
- FANG X Y. Application of acrylic foam tape to optimize vehicle structure [J]. Auto Engineer, 2011(2):55-58.
- [15] 陈晓峰,林秀玲,潘志宏. 如何提高双面胶带在外饰零件的粘接效果[J]. 上海汽车,2011(9):50-52.
- CHEN X F, LIN X L, PAN Z H. How to improve adhesive effect of double-sided tape in exterior part[J]. Shanghai Auto, 2011(9):50-52.
- [16] 张海军,解永利. VHB双面胶带粘接技术在客车生产中的应用[J]. 客车技术,2007(2):42-45.
- ZHANG H J, XIE Y L. VHB double-faced adhesive tape bonding technology to apply to bus manufacturing[J]. Bus Technology, 2007(2):42-45.

收稿日期:2020-12-16

Reasons and Solutions for Degumming of Car Door Rubber Sealing Strips

ZHAO Jiancai, JIANG Lili, WANG Xianlin

(Jianxin Zhao's Group Corp., Ningbo 315615, China)

Abstract: In view of the degumming phenomenon of car door rubber sealing strips, the main factors affecting the adhesion of double-sided adhesive tapes of the rubber sealing strip were analyzed based on the adhesion mechanism of double-sided adhesive tapes and field installation experience, and the comparative test of heated elongation of the rubber sealing strip was carried out. The results showed that the elongation of the rubber sealing strip with severe degumming was greater than that with light degumming. The local shear force of the adhesive part of the rubber sealing strip was too large due to the thermal elongation or cold shrinkage, and the surface energy of the car door sheet metal paint did not meet the technical requirements, which led to the degumming phenomenon of the rubber sealing strip. Adding glass fiber rope at the bonding part of the rubber sealing strip and adhesive tape or improving the adhesive force between the adhesive tape and sheet metal paint surface could effectively reduce the degumming phenomenon of the rubber sealing strip.

Key words: rubber sealing strip; car door; double-sided adhesive tape; degumming; adhesive force; elongation