

# “抗吱吱声”的有机硅涂饰剂

黄 薇

(和氏璧化工有限公司, 江苏常熟 215500)

摘要: 分析了产生吱吱声的原因, 介绍了有机硅涂饰剂在汽车材料抗吱吱声领域的应用。

关键词: 有机硅, 涂饰剂, 氨基硅油, 摩擦系数, 表面处理

中图分类号: TQ264.1<sup>+</sup>7 文献标识码: A doi: 10.11941/j.issn.1009-4369.2016.03.011

汽车内零部件主要由塑料、皮革、金属、涂料等材料组合而成, 行驶过程中它们低负荷缓慢运动或振动, 且互相摩擦, 发出吱吱声。长时间的吱吱声除令乘客感到不适外, 还会缩短零部件使用寿命。故探寻原因并减轻吱吱声有重要意义, 有机硅技术恰好能为此提供一些解决方案。如有人研发了有机硅耐磨涂料和润滑材料, 直接使用或作为助剂添加到有机树脂涂料中, 涂饰在零部件表面, 对减弱汽车使用中过此类噪音有良好的效果。

## 1 产生吱吱声的原因

汽车行驶时因路面不平而引起振动, 发生间歇运动。车内各种零部件(如塑料、皮革、涂料、金属等)表面并非绝对平整, 表面放大后的示意图见图1。

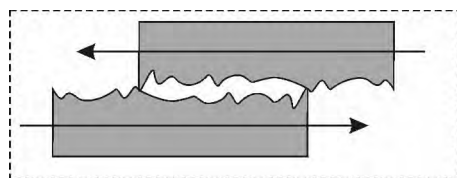


图1 零部件组合的表面

物体运动时静、动摩擦力不断变化, 从而产生停止和移动等动作, 表现为有时粘住, 有时滑动。粘住时, 静摩擦力逐渐增加, 一旦外力克服静摩擦力就发生滑动, 即材料间的粘滑现象或粘滑效应。这是2种材料移动时互相碰撞所形成的粘与滑之间的相互作用, 也是产生令人讨厌的吱吱或嘎吱噪音的原因。图2是公开资料显示的用粘滑运动试验仪器分别测试有、无吱吱声的2种材料在测试压力5.5 N、试验移动速度1.1 mm/s时的摩擦力和时间关系曲线。

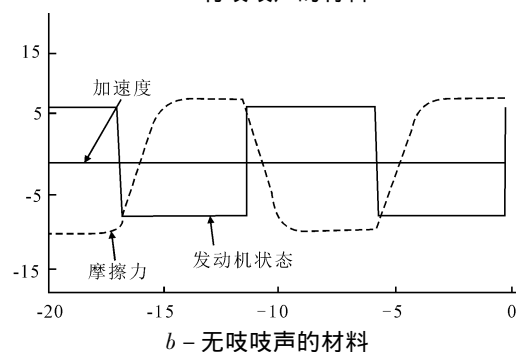
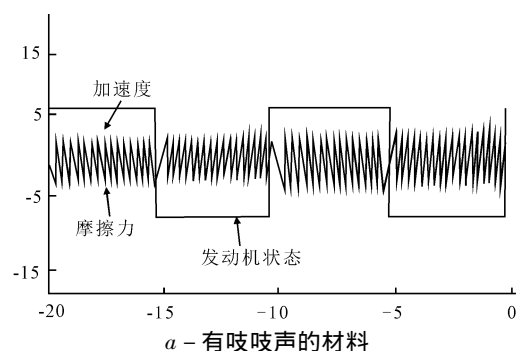


图2 有、无吱吱声材料的摩擦力和时间关系曲线

由图2可知, 摩擦力和时间关系曲线为锯齿状的材料有吱吱声, 而曲线均匀的则是无吱吱声材料; 且有吱吱声的材料加速度曲线为锯齿状, 无吱吱声材料则是直线。

## 2 减轻粘滑效应的影响

实验结果表明粘滑效应的原因是材料静摩擦和滑动摩擦间有较大差异, 若在零部件间涂覆一层耐磨润滑涂层, 则能大大降低静、滑动摩擦之

收稿日期: 2015-11-11。

作者简介: 黄薇(1943—), 女, 教授级高级工程师, 主要从事有机硅的应用研究工作。

E-mail: hw@ncmchem.com。

间的差异,从而减弱吱吱声。图 3 是汽车内某部件涂覆耐磨涂层前后,静摩擦系数和滑动摩擦系数的变化。

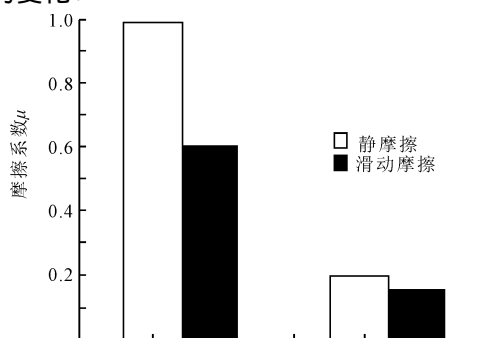


图 3 汽车内零部件静摩擦和滑动摩擦系数

由图 3 可知,涂覆耐磨涂层后,材料的静摩

擦系数和滑动摩擦系数差异降低了,且降幅较大。有机硅分子因其螺旋结构,分子间作用力小,材料的表面张力低。若将 1% ~ 5% (活性成分质量分数) 的有机硅材料添加到有机树脂涂饰剂中涂覆后,连接硅氧键的甲基将整齐排列于涂层表面,为材料提供低表面能和疏水性盔甲,使材料柔软、平滑、不渗水、干湿擦性能提高,特别是降低了材料表面的摩擦系数,从而发挥耐磨消声功效。

### 3 耐磨消声用有机硅材料

耐磨消声用有机硅材料主要由氨基硅油和高摩尔质量聚硅氧烷组成,各牌号有不同特点,基于厂家产品信息编制了表 1。

表 1 耐磨消声的有机硅材料

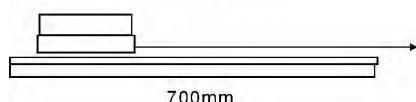
牌号	活性组分 质量分数/%	外观	黏度/ $\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$	特性及应用	备注
DC 5-7254LF	30 ~ 34	微乳液	< 850	添加到水性 PU 分散液中; 为皮革提供柔软手感; 减小粘滑效应、抗吱吱声; PU 分散液中推荐用量 5%	由氨基硅油、有机硅聚醚共聚物 (SPE)、聚醚类表面活性剂组成
DC 5-7031LF	40	白色或灰白色	—	皮革手感剂; 润滑、柔软、耐磨、消光; 用量 1% ~ 4%、pH 值 4 ~ 5.5; 可加入 PU 体系	氨基硅油大颗粒乳液
DC 5-7818LF	35	白色或灰白色	10	皮革手感剂; 柔软、丝质感; 用量 1% ~ 4%、pH 值 4.5 ~ 6.5; 加入 PU 体系使用	氨基硅油大颗粒乳液
DC FBL3289	80	半透明黏性液体	20 万 ~ 70 万	柔软、拒水、耐干湿摩擦、耐磨损划伤; 水稀释 30 ~ 60 min 后继续搅拌 30 min 加催化剂和交联剂后固化成薄膜; 水分散后储存期 5 ~ 7 d; 可作轮胎气囊润滑剂; 有消声性能的抗摩擦涂层	羟基封端的高分子硅氧烷水分散液; 含 10% ~ 20% 非离子表面活性剂
DC 5-7299	62 ~ 67	透明	3 000 ~ 5 000	提高皮革顶涂的干湿摩擦性, 家具皮革的耐磨耗性; 操作简便; 皮革表面柔软手感; 与皮革顶涂配方相容性好; 可加入 PU 或丙烯酸乳液顶涂中; 用量 0.5% ~ 5%; 无需预先稀释	高摩尔质量有机硅水分散液; 含 10% ~ 20% 非离子表面活性剂
DC 5-7222LF	60	白色或灰白色	7 000	皮革涂饰剂中作滑爽手感剂; 提高合成革表面颜色耐摩擦牢度; 防水	超高摩尔质量聚二甲硅氧烷乳液; 非离子型
DC HV-495	40	乳白色液体	—	高摩尔质量反应性阴离子聚二甲硅氧烷乳液; 用于皮革处理的水基配方中的手工涂饰剂; 提供皮革表面油滑感, 耐磨性, 耐划伤, 光泽和防水性, 耐热性; 容易使用; 稀释稳定性; 优良的润湿性; 相对密度 1	含阴离子和非离子表面活性剂; 用量 1% ~ 4%
DC 18	98 ~ 100	白色非流动膏状物	24 万 ~ 58 万	溶剂型涂料的增滑、耐磨添加剂; 水性涂料的耐磨添加剂; 皮革的手感、抗划伤剂; 添加量 0.05% ~ 3.0%; 相对密度 0.93	非反应性高摩尔质量聚二甲硅氧烷; 含非离子表面活性剂

因组成不同,表1中的有机硅材料耐磨消声性能各异。其中,DC 5-7254LF 氨基硅油乳液专为减少粘滑效应而设计。道康宁公司为测试有机硅材料的耐磨消声性能,采用了劳埃德公司 COF 摩擦系数测试仪,如图4所示。



图4 消声性能试验仪器和样品示意图

测试样品的示意图:  
装置似“雪橇”,质量=2 kg  
拉力=10N 速度: 100.0mm/min  
雪橇尺寸: 65.0×65.0mm



将活性成分质量分数5%的DC 5-7254LF加入到水性PU涂料中,涂覆于皮革表面,测试的雪橇和台面都采用经相同处理的皮革覆盖,结果见图5,图6为未加有机硅的涂层测试结果。

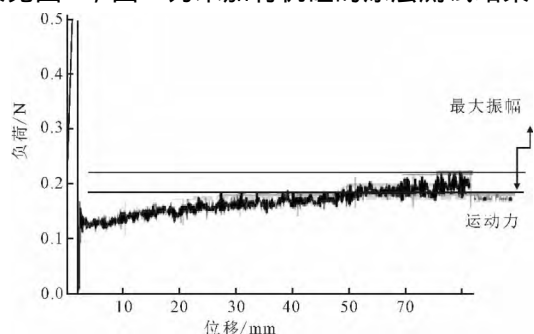


图5 添加DC 5-7254LF的水性PU皮革涂层的消声性能

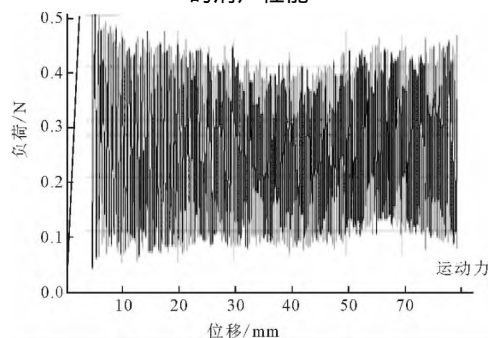


图6 未加有机硅助剂的纯水性PU的皮革涂层的消声性能

由图5、图6可知,水性PU加入DC 5-7254LF后,测试曲线振幅大大降低,消声性能大幅度改善。表1中其它产品涂覆在皮革表面后都有不同程度的消声作用,但DC 5-7254LF效果最好。它是氨基硅油、SPE(有机硅聚醚的共聚物)和非离子表面活性剂的复合乳液,加入水性PU后可使涂层表面润湿、柔软、滑爽,摩擦系数大幅降低,大大减轻粘滑效应。DC FBL3289是高摩尔质量硅氧烷的水分散液,也有消声性能,但效果不如前者好,加入DC FBL3289的水性PU测试结果见图7。

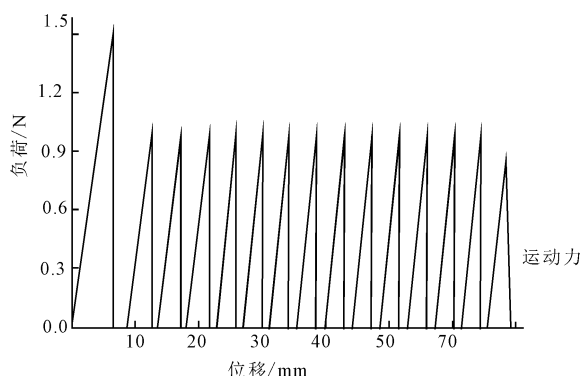


图7 添加DC FBL3289的水性PU皮革涂层的消声性能曲线

为比较表1中其它几种有机硅助剂的耐磨消声性能,道康宁公司进行了测试。消声性能测试条件为:在3种不同的水性PU中分别加入2.5%活性成分质量分数的几种有机硅助剂,采用配有摩擦系数测量表的张力计测试其粘滑性能,获得从低值到最高值的多个数据范围以表示其粘-滑范围,并与无添加剂的水性PU作对比,结果见图8。粘-滑范围值较低的材料具有更好的消声性能。

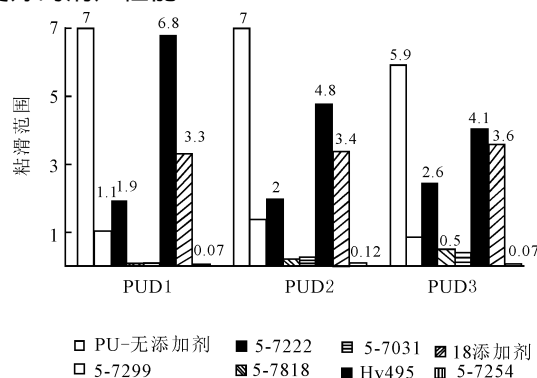


图8 有机硅添加剂在3种水性PU中的消声性能

由图8可知,与无添加剂的水性PU相比,除HV495外,添加了有机硅材料的水性PU消声性能都更佳。消声效果为:5-7254>5-7031~

5-7818 > 5-7299 > 5-7222 > 18 > 495 > 无添加剂的水性 PU。其中的 5-7274 消声性能最好。它在所测各种水性 PU 中添加后的粘滑范围都最低的。其次是 5-7031、5-7818，都是氨基硅油乳液。

耐磨性能测试条件为：在 3 种水性 PU 中，分别加入 2.5% 活性成分质量分数的几种机硅助剂，采用配备 CS10 轮和 1 kg 泰伯（Taber）的磨耗试验机测试耐磨性能，记录涂层最早出现磨损迹象时的循环次数，并与无添加剂的水性 PU 作对比，结果见图 9。

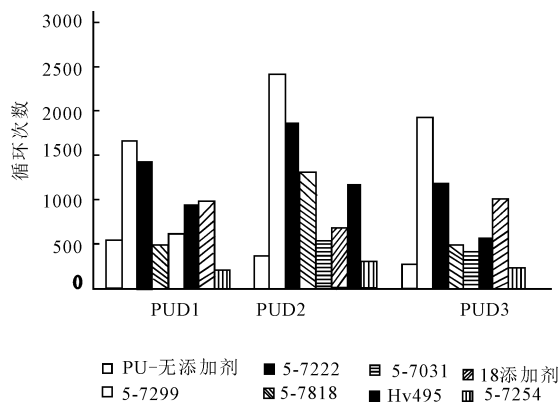


图 9 有机硅添加剂在 3 种水性 PU 中的耐磨性能

从图 9 可见，耐磨效果为：5-7299 > 5-7222 > 18 > 495 > 5-7031 > 5-7818 > 无添加剂的水性 PU > 5-7254。前 4 种为高摩尔质量聚硅

氧烷，其中 5-7299 耐磨性能最好；而消声性能最好的是 5-7254，但其耐磨性能还不如无添加剂的水性 PU。因此，高摩尔质量聚硅氧烷分散液的耐磨性优于氨基硅油乳液；而氨基硅油乳液的消声性能优于高摩尔质量聚硅氧烷分散液。

#### 4 耐磨消声涂料在汽车内的应用

有机硅的耐磨性能依赖于有机硅涂层的低摩擦系数。道康宁公司的抗摩擦涂料除有机硅外，还有 MOLYKOTE 系列产品，其与有机硅都可用于汽车内饰零部件的表面处理。汽车运行中，有机硅添加剂和 MOLYKOTE 系列产品涂层可降低零部件间的摩擦损耗，从而达到减少吱吱声的效果，延长使用寿命，进而使驾乘环境更为舒适。其中，MOLYKOTE D-9610 和 MOLYKOTE D-96-NTP 是 2 种抗吱吱声优异的耐磨涂料。油脂型的 MOLYKOTE 产品，用于汽车发动机内部的活塞与活塞环，能起到降噪效果，因涂层可提高抗磨性能，还能提高燃料效率。此外，将涂料用于汽车的凸轮轴和挺杆，可提高汽车动力性能，降低齿轮磨损，有助于汽车在冷启动状态下正常工作。在汽车内饰方面，车门涂装抗摩擦涂料，可降低车门摩擦和噪音，并降低车身整体的结构性噪音，同时还可帮助汽车在不平坦路面获得极佳的稳定性。

## Silicone Finishing Agent with Antisqueak Performance

HUANG Wei

(Hersbit Chemical Co., Ltd., Changshu 215500, Jiangsu)

**Abstract:** The causes of antisqueak is analyzed, and the application of silicone finishing agent with antisqueak performance used in the field of automobile is summarized.

**Keywords:** silicone, finishing agent, amino silicone oil, abrasion coefficient, surface treatment

### 行业动态

#### 瓦克有机硅任命新总裁

Robert Gnann 博士（现年 51 岁）2016 年 4 月 1 日正式出任瓦克有机硅业务部门总裁一职，接替于 2015 年 11 月初进入瓦克集团董事会的贺达博士（Christian Hartel）。Gnann 博士为此离开

迈图高新材料集团，加入瓦克；他在迈图化学品公司最后负责弹性体及欧洲业务。Robert Gnann 从科隆大学无机及聚合物化学专业毕业，完成博士论文后，于 1996 年进入美国 GE Silicones 公司，后在加拿大和德国为拜耳和朗盛公司工作，任生产和技术部门高管等职。2008 年，Gnann 先生进入迈图公司，负责弹性体业务单元的工作，2010 年起兼管该公司在欧洲的业务。