

汽车门框密封条结构及材料优化的 CAE 分析

董叶顺, 戴元坎

(上海申雅密封件有限公司, 上海 201712)

摘要: 简介桑塔纳 2000 轿车门框密封条结构及材料优化的计算机辅助试验(CAE)分析。有限元结构模型和材料模型分析得出, 新配方、新结构密封条无弯曲起皱和表面微皱问题, 且与实际装车试验结果相符。CAE 技术用于汽车门框密封条结构及材料优化的分析是可行的, 分析结果准确、可靠。

关键词: 汽车; 门框密封条; 计算机辅助试验; 结构分析; 材料分析

中图分类号: TQ336.4⁺2; TP391.7 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-890X(2002)10-0600-03

将计算机辅助试验(CAE)技术用于产品开发、质量改进、缺陷分析、寿命预测等方面, 可以有效地缩短产品开发周期、降低生产成本和提高产品质量。近年来, CAE 技术已广泛用于机械、汽车、电器设备和建筑等行业及航空航天领域。为扩展 CAE 技术在我国汽车密封件制造业中的应用, 上海申雅密封件有限公司进行了 CAE 技术的应用研究工作, 并取得了一定成效。本工作采用 MARC 有限元软件对桑塔纳 2000 轿车门框密封条结构及材料进行了 CAE 优化分析。

1 优化原因

原桑塔纳 2000 轿车门框密封条在长时间使用后常出现的泡管表面微皱现象是由密封条结构不合理和原配方橡胶材料(包括发泡橡胶和密实橡胶)偏软等原因造成的。为此, 根据产品使用要求, 应用 CAE 技术对密封条结构及配方进行优化分析, 以制备出结构和性能适合的密封条。

2 有限元结构模型

桑塔纳 2000 轿车门框密封条优化前后的断面结构见图 1 和 2, 其对应的二维有限元网格模型见图 3 和 4。

3 材料模型

密实橡胶采用 3 项 Mooney-Rivlin 材料模型:

作者简介: 董叶顺(1961-)女, 山东滕州人, 上海申雅密封件有限公司工程师, 硕士, 从事汽车密封件的科研和生产管理工作。



图 1 密封条原结构断面示意

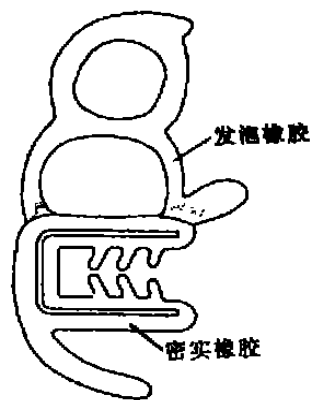


图 2 密封条新结构断面示意

$$W = C_{10}(I_1 - 3) + C_{01}(I_2 - 3) + C_{11}(I_1 - 3)(I_2 - 3)$$

式中, W 为应变函数, I_1 和 I_2 为应变不变量, C_{10} , C_{01} 和 C_{11} 为因数。

发泡橡胶采用 Foam 模型:

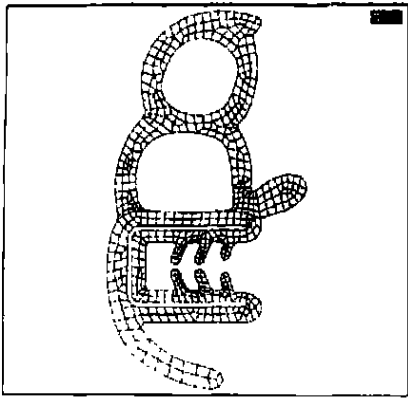


图 3 原结构密封条有限元网格模型

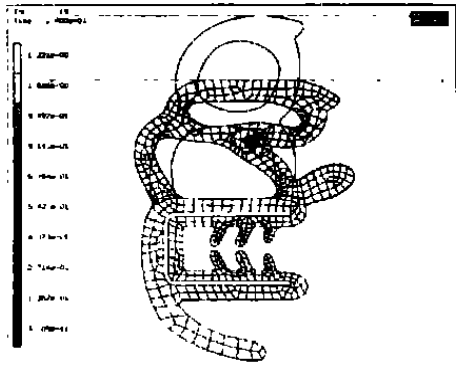


图 5 新配方、原结构密封条的压缩变形状态

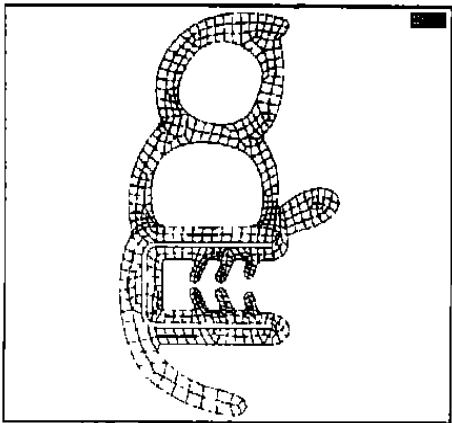


图 4 新结构密封条有限元网格模型

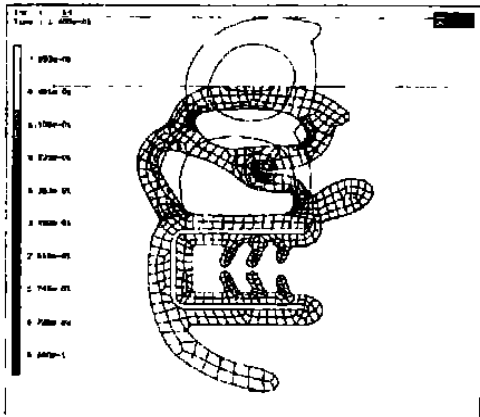


图 6 新配方、新结构密封条的压缩变形状态

$$W = \sum_{n=1}^N \frac{\mu_n}{\alpha_n} (\lambda_1^{\alpha_n} + \lambda_2^{\alpha_n} + \lambda_3^{\alpha_n} - 3) + \sum_{n=1}^N \frac{\mu_n}{\beta_n} (1 - J^{\beta_n})$$

式中, N 一般取 3 (最大为 10), λ_1 , λ_2 和 λ_3 为主伸长比, μ_n 为模量, α_n 为指数, β_n 为常数, J 为压缩体积变化率。

对密实橡胶和发泡橡胶试样进行单轴拉伸、单轴压缩、平面剪切和体积压缩等试验并得出各种应力-应变曲线后,可拟合出所需要的各种材料参数。

4 有限元分析

4.1 压缩变形状态

采用新配方时,原结构和新结构密封条的压缩变形状态如图 5 和 6 所示。不同结构和配方的密封条压缩负荷-压缩位移量关系如图 7 所示,新配方、新结构密封条的压缩负荷计算值与实测值比较如图 8 所示。

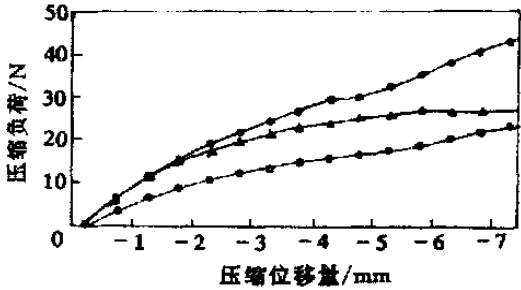


图 7 密封条压缩负荷-压缩位移量的关系
○—原配方、原结构;●—新配方、原结构
▲—新配方、新结构

4.2 弯曲起皱

由于新结构密封条的泡管壁厚度比原结构密封条小而曲率大,因此新结构密封条在门框拐角(弯曲)处有可能出现失稳起皱问题;同时由于弹性不够,新结构密封条还可能在关门后起皱。但通过密封条弯曲起皱状态的 CAE 分析确定,采用新配方的新结构密封条无起皱现象,如图 9 所示。

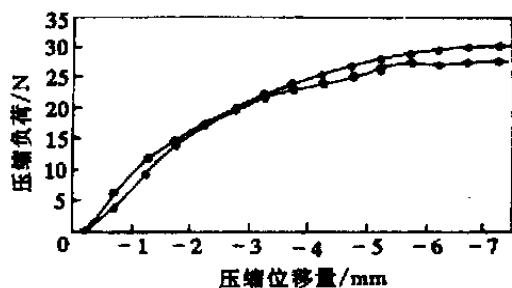


图8 新配方、新结构密封条的压缩负荷
计算值与实测值比较
○—计算值;●—实测值

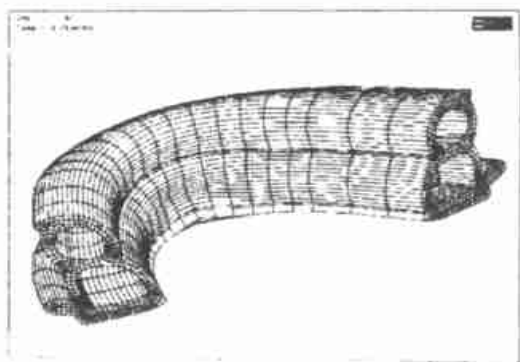


图9 新配方、新结构密封条的弯曲变形状态

5 装车试验

装车试验表明,新配方、新结构密封条无弯曲起皱和表面微皱问题,关门力合适,实际使用效果较好。

6 结语

分析结果和装车试验证明,将CAE技术用于汽车门框密封条结构及材料优化的分析是可行的,分析结果准确、可靠。

收稿日期:2002-04-29

《石化技术与应用》杂志订阅启事

《石化技术与应用》是中国石油兰州石化公司和兰州化学工业公司联合主办的石油化工技术性刊物。公开发行。国内统一刊号:CN 62-1138/TQ,国际标准刊号:ISSN 1009-0045。广告经营许可证号:6201004000005。自1983年创刊以来,始终坚持科研开发与工业生产相结合的办刊思想,深受广大读者、作者的厚爱与好评。主要报道内容:石油化工、三大合成材料、催化剂、助剂及石油炼制等方面新产品、新工艺、新设备的开发、技术改造、分析测试及与石油化工有关的环境保护、自动控制、计算机技术等。本刊曾多次被评为中国石化总公司及甘肃省优秀期刊,并已被全国各地大多数图书馆、相关高等院校、科研单位及企业订阅和收藏。1996年本刊加入了《中国学术期刊光盘版》。现已被俄罗斯《文摘杂志》(AJ)、美国《化学文摘》(CA)及《工程材料文摘》(EMA)等国际著名检索机构收录。

《石化技术与应用》为双月刊,大16开,单月15日出版。每期定价10元,全年订价60元。欢迎您在全国各地邮局(所)订阅,国内邮发代号:54-102。如错过邮局每年的订阅时间,可直接从本刊编辑部订阅,订单备索。国外读者可通过中

国国际图书贸易总公司(北京399信箱,邮编:100044)订阅,邮发代号:4859BM。同时,热忱欢迎您在本刊刊登新产品、新技术广告及企业形象宣传广告。

编辑部地址:甘肃省兰州市西固区合水北路1号;邮编:730060;联系电话:(0931)7314247,7981693;E-mail:shjsyyy@public.lz.gs.cn。

《中国橡胶》2003年征订启事

《中国橡胶》由中国橡胶工业协会主办,是中国橡胶行业具有权威性、指导性的综合类国内外正式发行期刊。主要栏目有决策参考、市场信息、经营管理、科技资讯、业界英才、环球广角、消息传递、品牌创造、知识长廊、它山之石、协会工作等。

本刊为半月刊,大16开。逢5日、20日出版,国内外公开发行。国际标准刊号:ISSN 1009-5640;国内统一刊号:CN 11-3674/TQ;国外发行代号:1455SM;国内邮发代号:82-184;国内定价:每期6元,全年144元。全国各地邮局及本刊广告发行部均可订阅。本刊地址:北京市海淀区志强园甲22号楼;邮编:100088;电话兼传真:(010)62261173;E-mail:chinarubber@163.com。

欢迎赐稿,欢迎订阅,欢迎广告惠顾。