

# 变速器结合面渗油分析与改进

刘伟锋, 韦博

(陕西法士特汽车传动工程研究院, 陕西 西安 710119)

**摘要:** 针对某重型商用车主机厂  $4 \times 2$  牵引车整车试验过程中出现的变速器五处结合面渗油问题, 进行多方面的可能性分析, 确定根本原因为无石棉密封板衬垫吸油, 进而提出以金属发泡橡胶复合密封板替代原衬垫的改进方案并进行验证。

**关键词:** 汽车; 变速器; 衬垫; 结合面; 渗油

中图分类号: U463.212

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2018)05-0004-02

## 1 问题现象

国内某重型商用车主机厂  $4 \times 2$  牵引车搭载 A 变速器进行结构耐久性试验, 当试验进行至 8 433 km 时, 变速器操纵窗口盖、操纵端盖与操纵壳体结合面, 副箱左中间轴盖、副箱右中间轴盖及副箱气缸与后盖壳体结合面五处出现不同程度的渗油现象 (见图 1)。

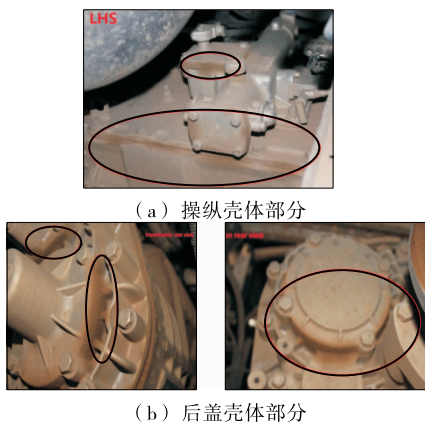


图 1 变速器结合面渗油现象

## 2 原因分析

### 2.1 现场拆检分析

(1) 检查故障点处螺栓扭矩是否满足要求。检修时因缺少配件, 只检修操纵窗口盖、操纵端盖、副箱左中间轴盖三处, 检查结果见表 1。从中可见实测扭矩比规定扭矩大, 这是由涂密封胶所致。

(2) 检查密封垫, 无破损现象 (见图 2)。

### 2.2 可能原因

从人、机、料、法、环五方面对可能原因进行逐一排查 (见图 3), 结果见表 2。

表 1 故障点处螺栓扭矩检查结果 N·m

故障点	扭矩要求	实测扭矩				判定结果
		1	2	3	4	
操纵窗口盖	47.5~61	63	62	64	61	满足要求
操纵端盖	20~27	25	24	29	34	满足要求
副箱左中间轴盖	47.5~61	65	65	55	64	满足要求



图 2 密封垫检查

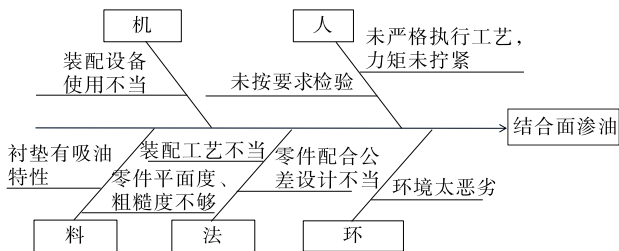


图 3 从人、机、料、法、环五方面排查可能原因

### 2.3 根本原因

将故障部位衬垫与同型号的新零件进行浸油对比试验, 确认无石棉密封板衬垫是否具有吸油特性。试验条件如下: 温度  $10^{\circ}\text{C}$ ; 湿度 48%。根据 GB/T 20671-2006《非金属垫片材料分类体系及试

表 2 可能原因分析

可能原因	检查结果	是否根本原因
装配设备使用不当	查看当日设备情况,未出现异常	否
未按要求检验	查看批次检验报告,未出现异常	否
未严格执行工艺,力矩未拧紧	检查渗油变速箱螺栓扭矩,符合企业紧固件拧紧力矩规范	否
无石棉密封板衬垫吸油	检测密封垫性能	是
零件平面度、粗糙度不够	检测零件平面度、粗糙度,符合要求	否
装配工艺不当	检查装配工艺情况,符合企业标准	否
零件配合公差设计不当	检查设计公差情况,符合企业标准	否
环境太恶劣	检查工作环境情况,符合企业工作环境标准要求	否

验方法》的要求检测密度、压缩率、回复率和耐介质性,检测结果见表 3。

表 3 浸油对比试验结果

衬垫类型	密度/ (g·cm <sup>-3</sup> )	压缩率(在 34.5 MPa 下)/%	回复率(在 34.5 MPa 下)/%	耐介质性			
				3# 标准油(149℃,5 h)		燃油 B(21~29℃,5 h)	
				厚度变 化率/%	重量变 化率/%	厚度变 化率/%	重量变 化率/%
未装机,无胶线	1.61	13.64	61.33	8.56	15.76	1.65	17.99
未装机,有胶线	1.60	12.58	63.25	8.98	14.29	3.26	14.02
拆机后产品	1.65	11.17	58.71	9.26	6.10	1.98	2.54
内控标准	≥1.4	13~25	≥50	≤15	≤40	≤10	≤35

从表 3 可看出:未装机的衬垫及拆机后的衬垫在两种油品浸泡后的重量和厚度都有一定增加,尤其是未装机的衬垫重量变化很明显,说明无石棉密封板衬垫具有吸油的特性,这是导致渗油的根本原因。

3 改进方案及验证

金属发泡橡胶复合密封板是由经过表面处理的具有一定刚性要求的薄钢板、一定厚度的闭孔发泡橡胶及中间粘合层组合而成的三复合密封材料,金属板材质及厚度可按不同使用要求确定,发

泡橡胶可按不同使用要求设计密封材料,其断面结构见图 4。

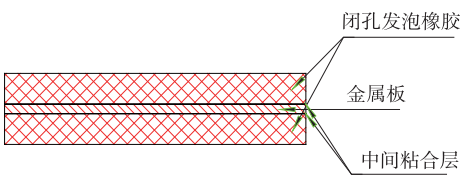


图 4 金属发泡橡胶复合密封板的断面结构

金属发泡橡胶复合密封板(HL-3F)与无石棉密封板的主要性能对比见表 4。

表 4 金属发泡橡胶复合密封板与无石棉密封板的主要性能对比

密封板 类型	拉伸强 度/MPa	压缩 率/%	回弹 率/%	耐油后拉伸 强度减少率/%	耐油重量 增加率/%	应力松 弛率/%	氮气密封泄漏率/ (mL·min <sup>-1</sup> )
金属发泡橡胶复合密封板	650(钢板)	53	76	0.0	1.9	12.0	0.002
无石棉密封板	17	10	57	-16.7	18.0	27.5	1.780

从金属发泡橡胶复合密封板的结构特点及与无石棉密封板的性能对比来看,该复合密封板可用作变速器零部件结合面的密封材料,并且由于其优越

的耐油性及机械性能,可解决结合面渗油问题。故以金属发泡橡胶复合密封板替换原无石棉密封板。

(下转第 8 页)

接头、车身材料分布、车身料厚分布,通过计算断面转动惯量及断面系数,不断优化和固化车身断面数据库、车身接头数据库、车身材料分布数据库、车身料厚分布数据库。经过不断循环优化,进一步优化白车身 SFE 模型,缩短白车身 SFE 模型搭建和分析周期,实现白车身最轻、性能最优的结构。

白车身 SFE3.0 模型为车身工程师提供 TG0 数据设计参考, TG0 和 TG1 数据基本不会出现碰撞安全、模态刚度方面大的性能问题,也不会导致数据发生大的变化。TG0 和 TG1 数据只是进一步优化提升碰撞安全、模态刚度性能,解决钣金抗凹问题、安装点刚度问题、局部刚度问题、四门两盖刚度模态等问题。白车身数据不会因为性能问题导致数据大的变化甚至颠覆重来,这样将极大缩短数据设计周期,预估能缩短 1~1.5 个月。

### 3 结语

传统车身性能设计方法太过依赖工程数据,若工程数据质量合格,则 CAE 性能分析工作量很少,分析周期也相应缩短。否则,将严重影响数据设计周期。该方法无法为工程数据设计提供参考,严重依赖车身工程师的性能方面经验知识,运算也极为复杂,是过时、不可取的。

新型白车身性能设计方法是一门多学科和多目标优化的分析方法,它将 CAE 分析前移,实现“性能分析驱动设计”。通过碰撞安全拓扑分析、模态拓扑分析、刚度拓扑分析解读,集成优化出白车身 SFE3.0 模型,为工程数据详细设计提供性能方面的设计参考。

相比传统车身性能设计方法,新型白车身性能设计方法更符合白车身性能发展要求,能有效缩短数据设计周期,为汽车产品更新迭代提供强有力的支持。白车身性能设计方法需不断优化性能设计研发流程,产生新的、更优的性能设计方法。

### 参考文献:

- [1] 林程.汽车车身结构与设计[M].第二版.北京:机械工业出版社,2016.
- [2] 高云凯.汽车轿车车身结构分析[M].北京:北京理工大学出版社,2006.
- [3] 张焱,姚成.客车车身骨架结构优化设计与先进技术应用[J].客车技术与研究,2007(2).
- [4] 胡宗波,唐晓峰,吴训成,等.隐式参数化建模技术在前期 CAE 分析中的应用[J].上海工程技术大学学报,2013,27(4).

收稿日期:2018-05-08

\*\*\*\*\*  
(上接第 5 页)

装配一台同型号变速器,故障点衬垫用金属发泡橡胶复合密封板替代,重新搭载在该主机厂的试验车上进行结构耐久性试验,顺利完成了 16 000 km 的试验里程,没有出现结合面渗油现象(见图 5)。后续其他试验车型均采用该方案,全部没有出现渗油现象。



(a) 操纵壳体部分



(b) 后盖壳体部分

图 5 改进后变速器结合面情况

### 4 结语

该文对一起变速器典型故障进行分析、改进,通过拆解检查故障发生的可能原因,然后从人、机、料、法、环五方面对可能原因进行逐一排查,得出导致渗油的根本原因是无石棉密封板衬垫具有吸油特性。用金属发泡橡胶复合密封板替代故障点衬垫,变速器结合面渗油现象被排除。金属发泡橡胶复合密封板的总体性能优于无石棉密封板,对各结合面能起到很好的密封作用。

### 参考文献:

- [1] GB/T 20671-2006,非金属垫片材料分类体系及试验方法[S].
- [2] 乔湘鹤,叶伟飞.变速器漏油问题分析及改进[J].汽车工艺师,2015(6).
- [3] 彭立印.某变速箱结合面漏油改进仿真分析[J].汽车实用技术,2018(13).

收稿日期:2018-07-09