

免维护传动轴在客车上的应用

余 勇, 陈家磊, 陈志龙, 王乐冰, 常 颖

(金龙联合汽车工业(苏州)有限公司, 江苏 苏州 215026)

摘 要:介绍免维护传动轴的免维护技术和应用优势,并进行试验验证。

关键词:传动轴; 免维护; 万向节; 花键副

中图分类号:U472.7

文献标志码:A

文章编号:1006-3331(2023)05-0053-03

Application of Maintenance-free Transmission Shaft in Coaches

YU Yong, CHEN Jialei, CHEN Zhilong, WANG Lebing, CHANG Ying

(Higer Bus Co., Ltd., Suzhou 215026, China)

Abstract: The authors introduce the maintenance-free technology of the maintenance-free transmission shaft and its application advantages and do the test verification.

Key words: transmission shaft; maintenance-free; universal joint; spline pair

现在的客车多采用十字万向节可伸缩式的非免维护型传动轴,需要定期补加相应的润滑脂进行相关保养维护^[1-2],导致客户用车保养维护的成本增加,且保养效果受人为因素影响较大。滚针轴承的润滑和密封好坏直接影响传动轴的使用寿命,当维护不当或密封不良时,会大大加剧传动轴的磨损^[3-4]。免维护传动轴是目前解决上述问题最有效的方法,可一次加注润滑脂,终身免维护,从而避免了用油损耗、废油污染,既降低了使用和维护成本,又达到了节能环保的目的。

1 客车免维护传动轴介绍

客车免维护传动轴包含免维护万向节、免维护花键副,和普通传动轴相比采用了封闭式设计,实现了传动轴整体终生免维护。

1.1 免维护万向节

非免维护型万向节为传统滑脂嘴和润滑槽结构,外部加润滑脂进行润滑,配合精度不高,润滑脂经常外溢浪费。

免维护与非免维护万向节对比如图1所示。前者为自密封结构,采用凸度滚针十字形式,其万向节

的外径和凸缘叉的内径使用精磨工艺进行配合装配。零件自身表面精度和配合精度很高,极大地降低了部件磨损。全新密封结构和防尘结构,内部润滑槽和储油坑优化设计,确保油脂不泄漏,污渍不进入,油脂压力和容量一致性良好,大大降低了润滑不均匀导致的磨损^[5],可实现万向节终生免维护。

免维护万向节
不带滑脂嘴,
内部自润滑



非免维护普通
万向节带滑脂嘴,
需要加润滑油



图1 免维护和非免维护万向节对比

1.2 免维护花键副

非免维护花键副由传统润滑工艺的花键副和滑脂嘴组成,外部加润滑脂进行润滑,配合精度不高,润滑脂经常外溢浪费,润滑均匀性较差,摩擦系数高。

免维护与非免维护花键副对比如图2所示。前者采用内外花键尼龙涂覆工艺,降低花键副摩擦系数,制作上的加工精度要求更高,花键副整体耐磨性

收稿日期:2023-03-02。

第一作者:余 勇(1987—),男,工程师;主要从事客车底盘总布置、汽车底盘系统的研究工作。E-mail: yuyong@higer.com。

比国标要高3~10倍,尼龙本身具有自润滑作用,在装配时只需添加少量合成润滑剂,可实现轴管花键副终身免维护。

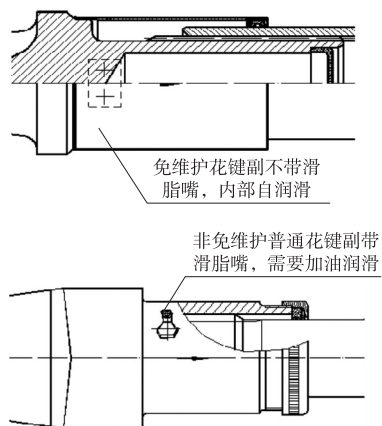


图2 免维护和非免维护花键副对比

2 免维护传动轴寿命分析与试验

传动轴是整车安全部件,每天频繁转动几十万次,必须保证各项使用寿命满足国标专门性能试验,避免工作时失效。整车使用场景下,万向节和免维护花键副是售后频繁更换的部件,常因快速磨损造成整车噪声、震动,甚至出现断轴现象。使用寿命增加可大大减小传动轴故障率,从而大幅降低售后维护成本。

2.1 免维护万向节寿命分析与试验

免维护万向节开发通过静态强度、扭转疲劳寿命、轴承接触应力、滚针凸度的计算^[6]。其中CAE仿真分析如图3所示^[7-9],CAE仿真校核其弯曲应力、切应力、万向节滚针轴承的接触应力,理论上论证了免维护万向节使用寿命要高于非免维护万向节。

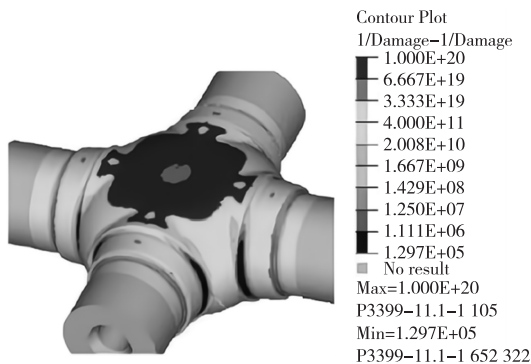


图3 万向节设计阶段CAE仿真

相关静扭、疲劳和磨损试验均按照QC/T 29082—2019^[10]试验方法执行,送样的各类免维护万向节均通过专业实验室试验,其中万向节的磨损寿命达到150 h,远高于标准要求的50 h。在极限使用寿命的对比试验中,免维护万向节的寿命远远高于非免维护型万向节。

2.2 免维护花键副寿命分析与试验

免维护花键副经过理论计算校核、有限元分析优化,降低接触应力,优化配合精度,尼龙涂覆本身具有很强的耐磨性,理论上保证其磨损寿命大幅提升^[11]。

相关滑动花键磨损试验按照QC/T 29082—2019^[10]的试验方法严格执行,经过100万次的滑动花键磨损试验后无失效,远高于标准要求的15万次,而非免维护花键副的滑动花键磨损试验一般在15万~25万次之间。

3 客车免维护传动轴应用优势

免维护传动轴在重量、用材方面和普通传动轴基本相同,但其在整车应用上优势很大,主要体现在维护净成本优势和可靠性优势。

3.1 维护净成本优势

按照典型客车使用场景,普通传动轴万向节每2 500 km,花键副每5 000 km均需进行一次维护(维护净成本包含工时费和材料费),维护非常频繁。万向节每辆车终生理论上需维护360次,花键副每辆车终生理论上需维护180次。经过计算,免维护传动轴的终生维护净成本至少降低5 400元。

3.2 可靠性优势

作为客车安全性核心部件,免维护万向节寿命是传动轴设计的重中之重。目前客户关注重点由免维护产品的强度转变为产品使用寿命,以及能否做到真正的免维护,降低因维护不及时导致传动轴异常磨损现象。

由于免维护传动轴零部件配合精度更高,加工工艺更先进,大幅降低花键和万向节的磨损,降低使用时的振动和噪声,使传动轴整体使用寿命大幅提升,减少客户维修和更换零部件成本,降低隐性损失,从而提高运营效率,进一步改善客户运营体验。普通型传动轴和免维护传动轴使用寿命对比见表1。

表1 普通型传动轴和免维护传动轴使用寿命对比

传动轴使用寿命	评价项目	普通型 传动轴	免维护 传动轴
B10 寿命	耐久性试验	50 万 km	150 万 km
疲劳寿命	扭转疲劳强度试验	≥15 万次	≥45 万次
万向节总成 磨损寿命	万向节总成 耐久性性能试验	≥50 h	≥120 h
花键副磨损寿命	花键副耐久性能试验	≥15 万次	≥45 万次

4 结束语

本文主要介绍了客车免维护传动轴的免维护技术,通过分析可知,免维护传动轴可靠性更高、使用寿命更长、使用成本更低,且在销往欧洲的高端客车车型上得到大量市场验证。其在客车上批量应用是未来的趋势,日后在国内的应用也会越来越普遍。

参考文献:

- [1] 卢青苇. 传动轴与万向节的维修[J]. 汽车维修, 1999(9): 23-25.
- [2] 吴思航. 如何正确使用万向节传动轴[J]. 农业机械, 1983

(4): 32-33.

- [3] 王建英. 怎样诊断传动轴的问题[J]. 国外汽车, 1984(3): 68-70.
- [4] 陈鹏. 汽车万向节传动轴的选择和布置[J]. 汽车维修, 2011(5): 6-8.
- [5] 杨磊. 重型卡车传动轴匹配及优化[D]. 长沙: 湖南大学, 2016.
- [6] 丁向琴. 汽车传动轴的制造工艺分析[J]. 中国设备工程, 2021(14): 152-153.
- [7] 鄢强, 邓祥丰, 吴明春, 等. 基于 ANSYS Workbench 的传动轴静动态特性分析[J]. 汽车工程师, 2019(6): 37-40.
- [8] 王平, 陈爱华, 王继, 等. 传动轴万向节叉精密成形过程有限元模拟[J]. 机械传动, 2008, 32(3): 41-42.
- [9] 田国富, 赵庆斌. 基于 ANSYS Workbench 的汽车传动轴的有限元分析[J]. 现代制造技术与装备, 2017(9): 42-43.
- [10] 中华人民共和国工业和信息化部. 汽车传动轴总成技术条件及台架试验方法: QC/T 29082—2019[S]. 北京: 北京科学技术出版社, 2019: 11.
- [11] 尹荣栋, 赵振东, 陈鸿键, 等. 基于 OptiStruct 的某型汽车传动轴模态分析[J]. 农业装备与车辆工程, 2018, 56(7): 6-10.

(上接第 52 页)

- [6] 张科峰, 马瑞雪, 周从荣, 等. 客车座椅乘员保护小腿伤害研究[J]. 机械研究与应用, 2016, 29(1): 27-29.
- [7] 颜长征, 王若璜, 张科峰. 基于 GB 13057 的客车座椅结构对乘员伤害的分析[J]. 机械研究与应用, 2020, 33(2): 160-163.
- [8] 巩建强, 张国振, 高轶男, 等. 基于座椅动态试验的客车正面碰撞乘员损伤机理分析[J]. 重庆交通大学学报(自然科学版), 2021, 40(8): 150-158.
- [9] 唐有名, 谭卫峰, 张义, 等. 客车座椅动态试验仿真与改进[J]. 中国安全科学学报, 2020, 30(11): 75-81.
- [10] 赖喜荣. 某款轻型客车正副驾驶座椅结构改进分析[J]. 运输经理世界, 2021(5): 121-122.
- [11] 司俊德. 客车座椅碰撞安全试验方法研究[J]. 科技风, 2018(26): 241.
- [12] 金明新, 张科峰, 刘万里. QC/T 633《客车座椅》修订解读[J]. 客车技术与研究, 2022, 44(5): 55-58.