

doi:10.16018/j.cnki.cn32-1650/n.202002007

2404730504 型推力滚针轴承失效原因分析

程 林,疏 剑,杨章林,程 梅

(滁州职业技术学院 机械与汽车工程学院,安徽 滁州 239000)

摘要:通过对某公司 JLR 整车 RDU 总成中 2404730504 型推力滚针轴承的磨损失效分析,结合硬度与金相检测,以及对该轴承生产记录的查询,推断润滑不良是轴承严重损坏的主要原因。利用常规寿命的轴承试验机对 2404730504 型推力滚针轴承进行贫油试验,发现其与某公司 JLR 整车 RDU 总成中实际轴承磨损状况非常吻合,总时长与循环次数也相差不大,验证了润滑不良是致使轴承严重损坏的主要原因。

关键词:动力学;推力滚针轴承;失效分析;接触特性

中图分类号:TG166.7 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-5322(2020)02-0036-05

推力滚针轴承具有承载能力强、轴向刚度大、径向尺寸小等特点,广泛应用于车辆离合器、变速器等传动系统,但是该轴承在正常运转过程中经常由于制造精度、安装误差和自身结构等因素产生偏斜,导致轴承滚道与滚针之间接触状态发生变化,影响轴承使用寿命。因此,对推力滚针轴承滚道与滚针的接触特性进行研究显得尤为重要^[1]。

国内外学者对轴承接触特性进行了大量研究,如代小娟^[2]对各种尺寸和类型的轴承进行摩擦力矩试验;YANG 等^[3]使用有限元法对推力滚针轴承接触问题进行分析,并在试验的基础上提

出了向心和推力滚针轴承摩擦力矩的经验计算公式;Harris^[4]应用数值法分析歪斜情况下修缘滚子的接触应力分布。本文以 2404730504 滚针轴承为研究对象,分析其在实际工况下的失效原因,并通过试验的方式对推论进行验证。

1 滚针轴承失效情况

2019 年 4 月 1 日接到某公司反馈,车辆行驶约 60 km 时,装置在 JLR 整车 RDU 中 2404730504Z 滚针和 2403036601 Z 型盘总成发生异常。经收回拆解发现轴承严重磨损,具体磨损情况见图 1。

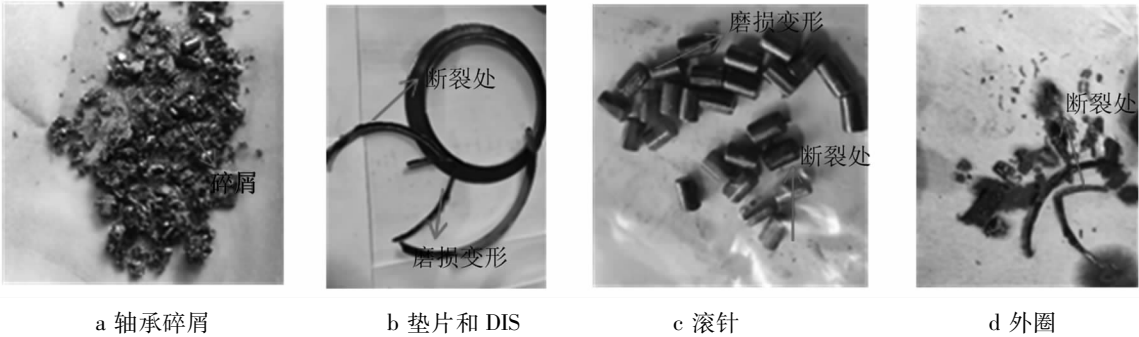


图 1 客户反馈失效件
Fig 1 Customer feedback invalid parts

2 滚针轴承失效原因分析

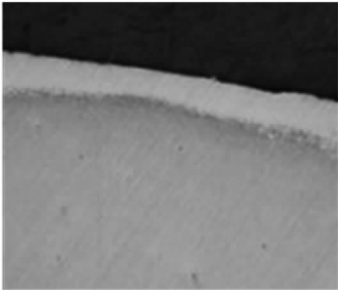
通常引起轴承滑动摩擦的因素有:①垫片耐磨性不好,早期剥落,导致磨损面及磨损金属屑阻碍轴承旋转,产生进一步的温升和滑动摩擦;②保持架本身旋转不良,早期存在滑动摩擦;③轴承内

混有异物,造成滑动摩擦磨损;④润滑油不足,形成局部滑动摩擦和干摩擦。

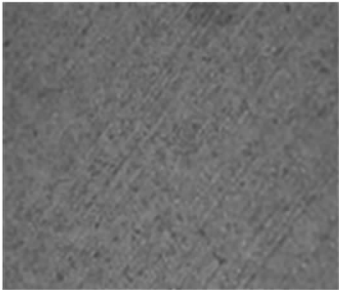
为了寻找导致滚针轴承失效的因素,对该磨损的滚动轴承进行硬度与金相检测,结果如表 1 和图 2 所示。

表 1 硬度检测
Table 1 Hardness testing

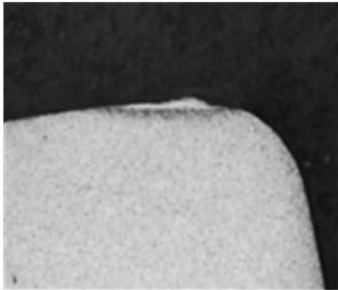
名称	技术要求	材质	硬度		判定
轴圈	硬度 670 ~ 810HV10	C75S	729、726	734、721	OK
座圈	硬度 670 ~ 810HV10	C75S	695、704	690、697	OK
保持架	硬度 320 ~ 720HV0.1	SPCC	530、544	556、563	OK
	渗层深度≥0.005 mm		0.007 ~ 0.008		OK
	硬度 700 ~ 840HV10		823、817	809、816	OK
滚针	显微组织等级≤4	52100	3	3	OK
	屈氏体≤1 级		0	0	OK



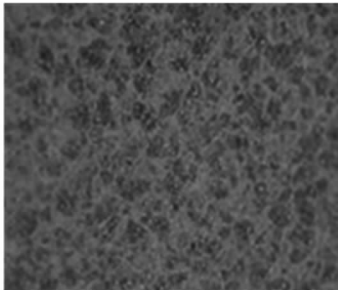
a Z 型盘表面 100X



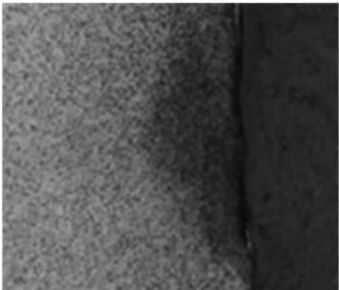
b Z 型盘芯部 500X



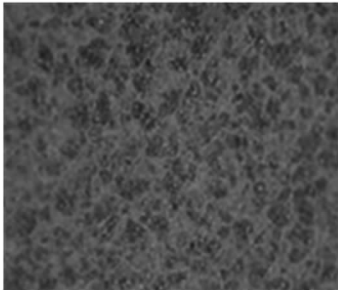
c 滚针表面 100X



d 滚针芯部 500X



e 保持架表面 100X



f 保持架芯部 500X

图 2 金相组织
Fig 2 Metallurgical structure

由表 1 可知,轴承各组成部件的硬度均符合要求。由图 2 可以看出,Z 型盘芯部组织呈现细小针状马氏体、碳化物及少量残余奥氏体,表面金相组织差异较大,烧伤区域明显,烧伤区域外组织正常;滚针芯部组织呈细小针状马氏体、少量残余奥氏体,表面金相组织差异较小,烧伤区域不

明显。

由以上检测结果可以看出:滚针及 Z 型盘表面均存在烧伤区域,高温使零件产生二次淬火及二次回火现象,从而使硬度值产生波动;磨损较轻区域芯部硬度及金相组织正常,可推断零件初始热处理质量符合要求。

检查本批次产品的检测工序、设备点检表、防错验证记录表、产品交样检测报告、成品清洁度检测报告等,均符合要求。因此,可推断润滑不良是轴承严重损坏的主要原因。

3 贫油试验

为验证润滑不良是致使轴承严重损坏的主要原因,现采用贫油试验对其进行验证,方式是:试验初期采用喷油润滑,当试验平稳运行后断油;断油后高温使润滑液逐渐蒸发,使得摩擦界面供油量逐渐减少,油膜不断被消耗;随着油膜厚度的减薄,微凸体接触数量增多,摩擦力变大,从而导致磨损加剧的一种试验^[5]。

3.1 试验过程及结果

图 3 为轴承试验的常规寿命试验机,表 2 是其具体的参数和性能。常规寿命试验机可实时监测试验轴承的温度、压力、转速等常规试验参数,同时还有高温报警功能。试验机配备温度自动报警装置,当试验温度超过预定温度时,试验将被迫停止起到高温保护的作用。



图 3 常规寿命试验机

Fig 3 Conventional life testing machine

3.2 试验结果与客户反馈结果比较

图 6a 为试验后的总成图,经拆卸后发现总成内存在大量碎屑,且润滑液明显不足,这与客户反馈失效件中的图 1a 相吻合,说明在运转过程中,后期存在较为严重的滑动摩擦,引起轴承失效。图 6b、图 6c 分别为试验后的 Z 型盘和外圈,经拆

表 2 常规寿命试验机参数
Table 2 The parameters of conventional life testing machine

参数	参数描述
试验类型	径向、轴向加载、实时监控、连续运转
径向载荷	20 000 N/套 Max
自动监控	温度、振动、时间、转速、压力
试验标准	GB/T 24607—2009 或客户要求
速度范围	1 000 ~ 5 500 r/min
试验轴承内径	φ25 ~ 60 mm
润滑	油润滑 (N32#)
过滤器精度	5 μm

图 4 为试验轴承,是涂满防锈油的未经磨损的新轴承,包括滚针、保持架、内圈和外圈 4 部分(图 5)。试验过程如下:采用 Castrol BOT 720LV9 润滑油,将图 4 中的轴承沿直径方向将其 1/3 部分浸入油中,在试验载荷 1 800 N、试验转速 5 000 r/min 的条件下,用图 3 的常规寿命试验机对其进行贫油试验,并记录试验参数、时长或循环次数等,结果如图 6 所示。

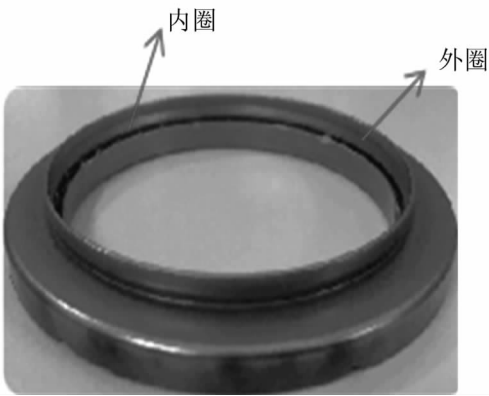


图 4 试验前轴承(涂抹防锈油)

Fig 4 Pre-test bearing (Applying anti-rust oil)

卸后发现 Z 型盘部分区域磨损严重,且存在较为明显的断裂区;外圈有较为明显的烧伤区和断裂区,这与客户反馈失效件中的图 1b、图 1d 相吻合,说明在后期的运转过程中,滚子与内外圈的滚动摩擦变为滑动摩擦,且润滑液不足,润滑不充分。

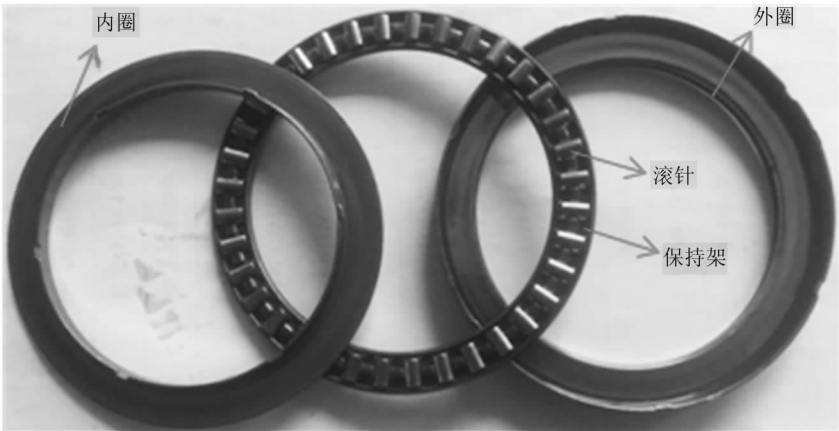
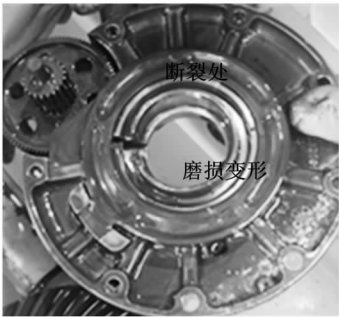


图 5 试验前轴承各部件(涂抹防锈油)
Fig 5 Pre-test bearing parts (Applying anti-rust oil)



a 总成



b Z 型盘



c 外圈

图 6 试验后图片
Fig 6 Pictures after test

3.3 磨损原因分析

(1) 总成内存在大量碎屑。当轴承内润滑油不足或润滑不良时,相互接触的运动部件间将产生大量的热;热量无法及时有效地散发,导致轴承零部件温度过高、材料软化,使得轴承零部件的磨损加剧,产生大量碎屑。

(2) 外圈烧伤。大量未及时散发的热,致使外圈温度过高,形成灼烧区域。

(3) Z 型盘和外圈的明显断裂。大量未及时散发的热也使得保持架温度居高不下,导致保持架锁口增大、滚针掉落;掉落的滚针在高速运转下,极易打断Z型盘和外圈,致使Z型盘磨损严

重产生变形区域。

4 结论

利用常规寿命的轴承试验机对 2404730504 型推力滚针轴承进行贫油试验,发现其与某公司 JLR 整车 RDU 总成中实际轴承磨损状况非常吻合,总时长与循环次数也相差不大,验证了润滑不良是致使轴承严重损坏的主要原因。因此,加强汽车保养,特别是让汽车轴承经常保持在良好的润滑状态可减缓轴承磨损,从而延长汽车的使用寿命。

参考文献:

[1] 邓四二,李猛,卢羽佳,等. 推力滚针轴承摩擦力矩特性研究[J]. 兵工学报,2015,36(7):1347-1355.

[2] 代小娟. 冲压外圈滚针轴承设计和仿真技术研究[D]. 洛阳:河南科技大学,2017.

[3] YANG H S,CHENG G D,DENG S E,et al. Analysis of the roller-race contact deformation of cylindrical roller bearing using a improved slice method[C]//2011 International Conference on Mechatronic Science,Electric Engineering and Computer. August 19-22,2011,Jilin,China.

[4] Harris T A. The effect of misalignment on the fatigue life of cylindrical roller bearings having crowned rolling members[J]. Journal of Lubrication Technology:F,1969,91(2):294-300.

[5] 金梅,沈岩,朱亚琼,等. 基于贫油试验方法的镀铬缸套—喷钼活塞环抗黏着性能研究[J]. 车用发动机,2012(6):43-45.

Failure Reason Analysis of Thrust Needle Roller
Bearing Type 2404730504

CHENG Lin, SHU Jian, YANG Zhanglin, CHENG Mei

(College of Mechanical and Automotive Engineering, Chuzhou Vocational and Technical Colleges,
Chuzhou Anhui 239000, China)

Abstract:Based on the wear failure analysis of 2404730504 thrust needle roller bearing in the RDU assembly of JLR vehicle of a company, combined with the hardness and metallographic examination, as well as the query of the production record of the bearing, it is concluded that the main reason for the serious damage of the bearing is the poor lubrication. The bearing test machine with normal life was used to test the 2404730504 thrust needle roller bearing. It was found that it was very consistent with the actual bearing wear condition in the RDU assembly of JLR vehicle of a company, and the total time and cycle times were similar. It was verified that the poor lubrication was the main cause of the bearing's severe damage.

Keywords:dynamics; thrust needle bearings; failure analysis; contact characteristics

(责任编辑:李华云)