

通过油液中钴元素浓度监测油封磨损状况的研究

杨剑飞¹, 李秀珍¹, 赵敏敏², 吴俊², 黄乐²

(1. 中车株洲电力机车研究所有限公司, 湖南 株洲 412007; 2. 广州机械科学研究院有限公司, 广东 广州 510700)

摘要:在油封胶料中添加钴元素, 进行油封台架试验, 测量并对比试验前后油封的径向力, 并通过油液检测获得油封不同磨损状态下油液中钴元素浓度, 建立油液中钴元素浓度与油封磨损质量的关系曲线。结果表明: 台架试验前后油封径向力均随着时间的延长而减小, 试验后由于油封唇部磨损导致油封径向力减幅较大; 油封磨损质量与油液中钴元素浓度几乎呈线性关系, 且试验开始时油封磨损速度较快, 随着时间的延长磨损速度逐渐减小。

关键词:油封; 磨损; 失效; 油液; 钴元素浓度; 径向力

中图分类号: TQ336.4⁺²

文献标志码: A

文章编号: 1000-890X(2020)07-0541-04

DOI: 10.12136/j.issn.1000-890X.2020.07.0541



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

磨损失效在橡塑密封元件、轴承基础件、金属构件等工业产品领域具有普遍性^[1], 密封件磨损失效是导致机械设备整机停机的主要失效形式之一, 据不完全统计, 在液压密封件中, 由磨损引起的失效占整个密封失效的比例约为84%。密封元件磨损、介质泄漏等将导致重大经济损失和环境污染。若能在早期及时确定密封元件的磨损程度, 并及时做出调整, 可有效减少由于密封失效带来的经济损失以及环境破坏等问题。在航空、国防、军事等领域, 若能及早发现密封失效, 还能避免重大人身安全事故的发生^[1-2]。

本工作通过研究油液中特定元素(钴元素)浓度来间接判断油封的磨损程度^[3-7], 无需拆卸油封, 即可实现油封磨损状况的在线监测, 可在事故发生前评价油封磨损情况, 以及时做出应对措施, 减少或避免由于磨损而引发的事故发生^[8]。

1 胶料物理性能测试及油封试样制备

1.1 示踪元素的选择和添加

一般情况下, 油封工作环境中(油液、轴、沟槽)很少存在钴元素, 但钴蓝经常被作为一种增塑剂添加到油封胶料中, 因此本研究选择钴元素作为示踪元素。为了验证通过油液检测间接判断

油封磨损状况的方法的可行性, 采用广州机械科学研究院有限公司现有不含钴蓝的氢化丁腈橡胶(HNBR)油封胶料配方, 在其基础上, 在不影响油封产品正常使用前提下, 每100 g胶料添加0~3.5 g钴蓝。

1.2 胶料物理性能测试

对添加了钴蓝的HNBR胶料的常规物理性能进行了测试, 并与相同硫化条件下未添加钴蓝的HNBR胶料进行对比, 结果如表1所示。

表1 未添加及添加钴蓝的HNBR胶料的物理性能

项 目	添加钴蓝胶料	未添加钴蓝胶料
邵尔A型硬度/度	71.1	70.5
拉伸强度/MPa	16.8	17.0
拉断伸长率/%	313	279
10%压缩模量/MPa	10.0	10.7
20%压缩模量/MPa	10.4	14.5

从表1可以看出, 与未添加钴蓝胶料相比, 添加钴蓝胶料的邵尔A型硬度和拉断伸长率均有所增大, 拉伸强度和压缩模量均有所减小, 这是由于钴蓝与增塑剂作用类似, 增塑剂的作用为削弱分子间作用力, 增大高聚物分子链之间的距离和活动空间, 增加高聚物的塑性。钴蓝的添加削弱了HNBR分子间的作用力, 因此HNBR胶料的拉伸强度有所减小。此外, 钴蓝的加入增大了HNBR分子链之间的距离和活动空间, 因此HNBR胶料的拉断伸长率有所增大而压缩模量有所减小。添加钴蓝后胶料的性能变化对油封使用性能影响不大。

基金项目:国家重点研发计划项目(2017YFE0101900)

作者简介:杨剑飞(1991—), 男, 湖北随州人, 中车株洲电力机车研究所有限公司工程师, 硕士, 主要从事风电机组传动系统研究。

E-mail: yangjfl@csrzc.com

1.3 油封试样制备

采用添加钴蓝的胶料,通过油封正常生产工艺,制备出规格为GSC90×120×12的合格油封试样,如图1所示。



图1 添加钴蓝之后的油封试样

2 油封台架试验

2.1 设备及试验条件

油封台架试验设备如图2所示,试验条件为:转速 $5\,000\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$,压力 0.6 MPa ,温度 常温,介质 32#液压油,轴径 90 mm ,腔体直径 120 mm 。



图2 油封试验台架

2.2 试验程序

做10个周期的试验,每个周期24 h,正常运转20 h,停机4 h,在试验前和每个试验周期结束后各取腔体内油液10 mL,共11份油液。提取油液方法:

(1) 每个周期结束后先将腔体内的所有油液全部放出;(2) 用放出的油液将试验腔体冲洗几次(冲洗后的油液也加入到放出的油液中);(3) 将油液摇晃均匀(包括冲洗后的油液);(4) 取样。

2.3 试验结果与分析

10个周期的台架试验结果如表2所示。

表2 油封台架试验结果

运转时间/h	油液泄漏量/mL	运转时间/h	油液泄漏量/mL
0	0	120	20
20	0	140	20
40	3	160	28
60	8	180	35
80	14	200	45
100	20		

注:磨损前油封唇口直径为有簧 86.65 mm ,无簧 86.65 mm ;磨损后油封唇口直径为有簧 89.05 mm ,无簧 89.20 mm 。

从表2可以看出,台架试验后油封唇口直径(有簧)从 86.65 mm 变为 89.05 mm ,磨损较为严重,到试验结束,油液总泄漏量达 45 mL 。

3 油封径向力测试与分析

分别测试了台架试验前后油封的径向力,结果如图3所示。

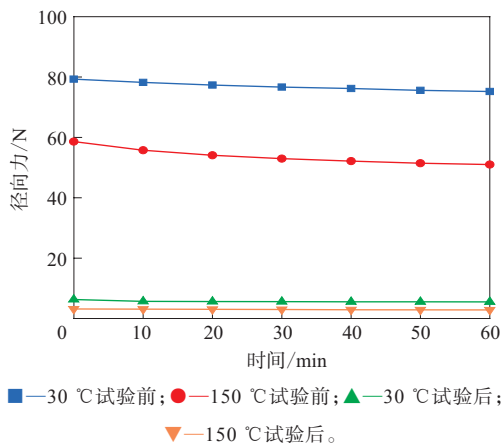


图3 台架试验前后油封径向力随时间的变化曲线

从图3可以看出:无论是台架试验前还是试验后,油封的径向力均随着时间的延长而减小;与试验前相比,试验后油封的径向力减幅较大,且径向力随着时间的延长而减小的速度较小,这是因为试验后油封唇口有很大磨损,所以试验后油封径向力减小较多。

4 油液检测结果与分析

4.1 油液检测结果

对提取的11份油液进行钴元素浓度检测,处理后的数据如表3所示。

从表3可以看出,台架试验开始时油封磨损

表3 油液检测数据

项 目	运转时间/min				
	0	20	100	180	200
油液中钴元素浓度/(mg·kg ⁻¹)	0.260	14.774	16.376	18.221	18.726
油液中钴元素质量/mg	0.316 7	17.713 9	18.367 0	19.020 3	19.182 9
油封磨损钴元素质量/mg	0	17.397 2	18.050 3	18.703 7	18.866 2
油封磨损胶料体积/mm ³	0	420.968 4	436.772 1	452.581 8	456.515 4
油封磨损胶料质量/mg	0	551	572	593	598

注:每个油封含钴量 1 180 mg,油封原体积 28 553.028 mm³。

速度较快,随着时间的延长,油封磨损速度逐渐减小。

4.2 油液中钴元素浓度与油封磨损质量关系

油液中钴元素浓度与油封磨损质量的关系如图4所示,与油液泄漏量的关系如图5所示。

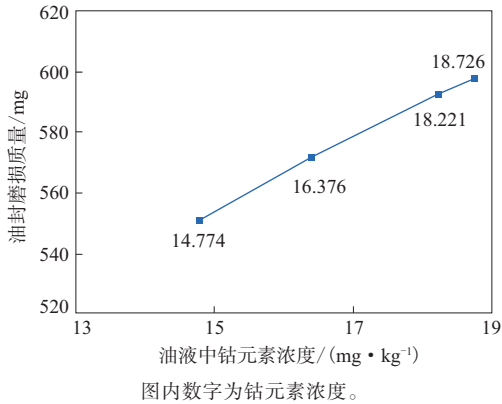


图4 油封磨损质量与油液中钴元素浓度关系曲线

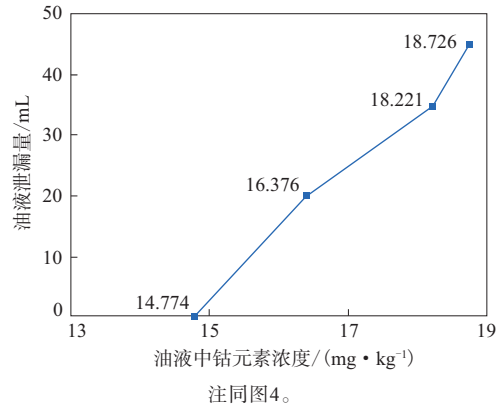


图5 油液泄漏量与油液中钴元素浓度关系曲线

从图4和5可以看出,油封磨损质量与油液中钴元素浓度几乎呈线性关系,油液泄漏量与油液中钴元素浓度也呈线性增长趋势。

5 结论

(1) 在油封胶料中添加一定量的钴元素,胶料

的邵尔A型硬度和拉伸伸长率均有所增大,拉伸强度和压缩模量均有所减小,这是由于钴蓝的作用与增塑剂类似,削弱了橡胶大分子间作用力,增大了橡胶分子链之间的距离和活动空间,增大了胶料的塑性。添加钴蓝后胶料性能的变化对油封使用性能影响不大。

(2) 通过对比分析台架试验前后油封径向力随时间变化的规律,可知无论是试验前还是试验后,油封径向力均随着时间的延长而减小;与试验前相比,试验后油封径向力减幅较大,这是由试验后油封(胶料)磨损较大导致,此外,试验后油封径向力随着时间的延长而减小的速度较小。

(3) 油液检测结果表明,油封磨损质量与油液中钴元素浓度几乎呈线性关系,且台架试验开始时油封磨损速度较快,随着时间的延长,油封磨损速度逐渐减小。

(4) 通过油液检测间接判断油封磨损状况的方法在技术上可行,但是受到油液检测精度等技术发展的限制,在油封磨损量较小的情况下该方法具有一定的局限性。

参考文献:

[1] 李泉伟,汪永利. 浅析工业机械轴承和齿轮的失效研究[J]. 河南科技,2013(14):81-82.

[2] 刘学新. 液压系统密封失效分析与模糊评价的研究[D]. 天津:天津理工大学,2013.

[3] 严新平,谢友柏,萧汉梁. 油液监测技术的研究现状与发展趋势[J]. 中国机械工程,1997,8(1):102-105.

[4] 严新平,张月雷,毛红军. 在线油液监测技术现状与展望[J]. 润滑与密封,2011,36(10):1-3.

[5] 邱丽娟,宣征南,张兴芳. 油液在线监测技术研究进展[J]. 传感器与微系统,2015,34(4):4-7.

[6] 萧汉梁. 铁谱技术及其在机械监测与诊断中的应用[M]. 北京:人民交通出版社,1994.

[7] 史永基. 颗粒大小分布光学测量技术[J]. 仪器仪表学报,1994,15(1):77-80.

- [8] Kirk T B. Computer Image Analysis of Wear Debris for Machine Condition Monitoring and Fault Diagnosis[J]. Wear, 1995 (181-183):

717-722.

收稿日期:2020-02-17

Wear Status Monitoring of Oil Seal by Cobalt Element Concentration in Oil

YANG Jianfei¹, LI Xiuzhen¹, ZHAO Minmin², WU Jun², HUANG Le²

(1. CRRC Zhuzhou Electric Locomotive Institute Co., Ltd, Zhuzhou 412007, China; 2. Guangzhou Mechanical Engineering Research Institute Co., Ltd, Guangzhou 510700, China)

Abstract: Cobalt element was added to the oil seal compound, and the oil seal bench test was carried out. The radial force of the oil seal before and after the test was measured and compared. The concentration of cobalt element in the oil under different wear conditions was obtained, and the relationship curve between the concentration of cobalt element in the oil and the wear weight of the oil seal was established. The results showed that the radial force of the oil seal decreased with time, and it decreased greatly after the bench test due to the wear of the seal lip. The wear weight of the oil seal was almost linear with the concentration of cobalt element in the oil, and the wear speed of the oil seal was faster at the beginning of the test, and then decreased gradually.

Key words: oil seal; wear; failure; oil; cobalt element concentration; radial force

益阳橡机串联式密炼机获青睐 日前,益阳橡胶塑料机械集团有限公司(简称益阳橡机)与泰国某大型轮胎企业成功签订了GE420/800T新型串联式密炼机合同。该项目历经一年的工艺技术论证,最终战胜国外竞争对手,获得客户认可。

益阳橡机与轮胎企业、橡胶制品企业深入合作,在研制出GE320/590T串联式密炼机后,又相继开发了90E/180T, 135E/260T, 420E/800T等串联式密炼机产品。

益阳橡机开发的串联式间歇密炼机是在一台没有压砣的大型啮合型密炼机上方嫁接一台传统密炼机。下部密炼机具有良好的分布混炼功能、温度控制性能、最优化的通风和最大的冷却面积以及快速排料功能,满足环保节能的要求。

与原有常规单一式密炼机相比,GE320/GE590T串联式密炼机的炼胶生产效率提高60%以上,节约电能20%~50%,节约润滑油40%以上。新研制的420E/800T大容量串联式密炼机又在320E/590T的基础上提升产能近30%。

此外,益阳橡机采用90E/180T和135E/260T

小型串联式密炼机作为解决方案,开创了一步法智能炼胶技术在橡胶制品行业应用的先河。这些生产线现已应用于汽车零部件、密封件、橡胶电缆、胶管胶带等橡胶制品行业。

(摘自《中国化工报》,2020-06-02)

马来西亚橡胶手套出口量增长 马来西亚农业与农基产业部(MPIC)日前发布,马来西亚2020年的橡胶手套出口量预计达2 250亿只,同比增长32.4%;出口额约200亿林吉特,同比增长15.6%。新冠肺炎疫情扩散致全球橡胶手套的需求量急剧、持续增长。

马来西亚的橡胶手套出口量为1 700亿只,MPIC副部长Willie Mongin援引大马橡胶手套制造商协会(MARGMA)的分析数据称,2020年全球的橡胶手套需求量将达3 300亿只。

马来西亚是全球最大的橡胶手套生产国,能满足全球橡胶手套65%的需求,同时也是医用橡胶手套的主要供应商。MPIC表示,政府一方面对橡胶生产施行激励政策,另一方面提醒橡胶手套制造商遵守政府规定及行业规范。

(摘自《中国化工报》,2020-05-18)