

城轨牵引电机轴承故障分析与预防对策

黄单栋

金华市轨道交通集团运营有限公司 车辆部

DOI:10.12238/etd.v6i1.11701

[摘要] 某城轨牵引电机上线运行约一年时间,陆续发生多起传动端轴承故障,电机拆解均发现轴承保持架断裂。为查明故障原因,开展了轴承故障特征分析、原因调查分析、试验验证等工作,确定了轴承故障原因为受润滑脂长储存、高水分含量的影响导致润滑不良,轴承运用时滚动体与保持架兜孔异常磨损,当兜孔磨损到一定程度时出现保持架断裂,发生轴承故障。制定了集中补脂改善润滑状态、振动频谱筛查异常电机等防治对策,措施实施后电机运行情况良好。

[关键词] 牵引电机; 轴承故障; 保持架断裂; 防治对策

中图分类号: F416.61 文献标识码: A

Faults Analysis of Bearing in Urban Rail Traction Motors and its prevention measures

Dandong Huang

Vehicle Department of Jinhua Rail Transit Group Operation Co., Ltd.

[Abstract] Multiple failures of transmission end bearing have occurred in an urban rail traction motor operated for about a year. Disassembly of the motor revealed that the bearing cage was broken. Through the analysis of the characteristics and the cause of the bearing fault and experimental verification, it was founded that the cause of the bearing fault was poor lubrication due to the long-term storage of lubricating grease and high moisture content. During the operation of the bearing, the rolling elements and the cage holes were abnormally worn. When the cage holes were worn to a certain extent, the cage broke and the bearing fault occurred. The prevention measures were presented, such as centralized grease supplementation to improve lubrication status and vibration spectrum screening for abnormal motors. After the implementation of these measures, the motor has been running well.

[Key word] Traction motor; Bearing fault; Cage broken; Prevention measures

引言

某城轨牵引电机传动端采用SKF NU216圆柱轴承、非传动端采用SKF 6215球轴承,均为绝缘轴承。该轴承配置在同类型牵引电机上已具有近10年的成熟良好应用业绩。然而在配套某城轨牵引电机上线运用约1年的时间内,陆续发生多起传动端轴承保持架断裂故障,对城轨机车的运行带来很大安全隐患。本文基于轴承保持架损伤的故障树展开故障原因调查分析,并通过试验验证确认轴承故障的原因,制定了对应的防治对策。

1 典型故障现象与特征

对故障电机的轴承状态进行统计分析,轴承的典型故障特征为保持架断裂,滚动体和保持架兜孔磨损严重,见下图1。

2 故障原因分析

2.1 轴承保持架损伤故障树

查询轴承故障诊断手册以及轴承损伤图谱,对照电机故障轴承解剖典型特征,轴承保持架损伤主要与电机安装不当、力矩载荷大、润滑不良、急加减速有关联,如图2所示。

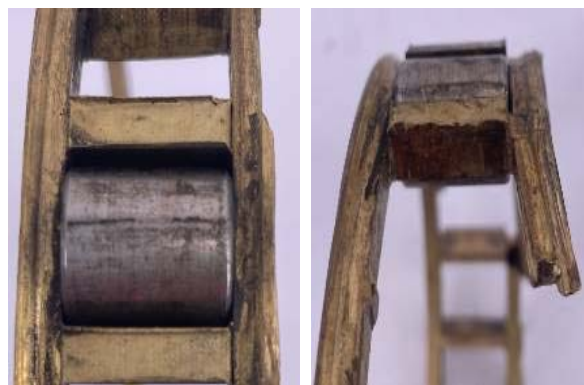


图1 典型故障特征

基于设计、工艺及零部件入库检验等过程审视分析,可排除选型不当、转速、载荷振动、安装不当及轴承本体质量等因素。将重点方向放在分析润滑对牵引电机轴承的影响。

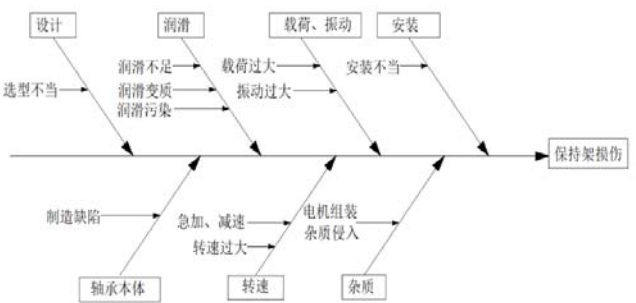


图2 轴承保持架损伤失效分析故障树

2. 2润滑调查分析

2. 2. 1同架电机润滑脂检测分析

对故障电机同架的电机轴承进行润滑脂取样检测,结果如下表1所示。

表1 NU216轴承润滑脂检测结果

序	样本	Cu (%)	Fe (%)	稠度
新品 (壳牌佳度 Gadus S3 V220)		<0.0001	<0.0001	265~295 NLGI 2 稠度等级
1	故障电机(1#)轴承内	8.959	1.044	/
2	故障电机(2#)轴承内	12.189	5.105	/
3	同架电机(1#)轴承内	0.133	0.589	189.7 NLGI 4 稠度等级
4	同架电机(2#)轴承内	0.113	0.560	194.1 NLGI 4 稠度等级
管理基准值		≤0.3	≤0.5	265~295

说明：故障电机1#、2#轴承润滑脂已烧干,故稠度用“/”表示。

(1)故障电机NU216轴承内润滑脂Fe、Cu磨损元素含量超差严重。

(2)同架电机NU216轴承内润滑脂Fe磨损元素含量超差,稠度变小,达到了NLGI4稠度等级,表明润滑脂硬化严重。

结合电机运用维护信息分析,故障电机均存在储存9~11月,再上线运用1年多,电机存在长时间储存后运用的情况,使得轴承润滑脂硬化严重、影响润滑脂的流动和分油,导致轴承润滑不良。

2. 2. 2同批次电机润滑调查分析

对同批次运用的不同车辆牵引电机轴承润滑脂进行取样检测,结果如下表2所示。

表2 NU216轴承润滑脂检测结果

序	车号	里程 (万 km)	电机拆解 轴承结果	Cu 含量 %	Fe 含量 %	水含量 ppm	备注
1	01	16.6	无异常	0.794	0.397	3200	发生过轴承 故障
2	03	25.8	无异常	0.099	0.468	2833	
3	08	27.7	无异常	0.061	0.555	1745	
4	15	28.7	无异常	0.063	0.308	1505	
5	19	26.7	无异常	0.05	0.337	1119	
6	26	14.7	无异常	0.067	0.315	1665	
管理基准值				≤0.3	≤0.5	≤2000	

由上表2轴承润滑脂的检测分析,与故障电机同列车的电机轴承润滑脂内水含量均偏高,其余列车电机的轴承润滑脂Fe、Cu磨损元素含量及水含量均在管理基准值范围内,轴承保持架断裂与润滑脂水含量存在相关性。

2. 3试验验证与分析

2. 3. 1储存对轴承润滑的影响

对不同储存时长的润滑脂,开展外观、锥入度、滴点、钢网分油及水分含量等性能测试,与新脂检测结果对比如下表3。

表3 不同储存时间油脂性能

项目	建议值	新润滑脂	储存半年脂	储存1年脂	储存2年脂
外观	/	红色均匀油膏	红色均匀油膏	红色均匀油膏	红色均匀油膏
滴点/℃	/	265	261	255	242
锥入度/0.1mm	265~295	280.0	274.5	257.0	235.0
钢网分油/%	/	0.90	0.80	0.61	0.44
水分含量/ppm	≤2000	369	615	947	1000

根据上述指标来看,随着润滑脂长期存放,润滑脂锥入度降低使得润滑脂硬化,润滑脂分油能力下降,造成润滑脂的润滑性能大大降低,影响轴承使用寿命。

2. 3. 2水分对轴承润滑的影响

通过新脂加入定量水搅拌混合均匀,以制备不同水含量的润滑脂,开展外观、锥入度、滴点及水分含量等性能测试,与新脂检测结果对比如下表4所示。

表4 不同水分含量油脂性能

项目	新润滑脂	含水量/ppm			
		<1000	1000~2000	2000~4000	>4000
外观	红色均匀 油膏	红色均匀 油膏	红色均匀 油膏	红色均匀 油膏	红色均匀 油膏
滴点/℃	265	266	249	245	238
锥入度/0.1mm	280	285	290	295	301
水分含量/ppm	369	765	1964	3983	5168

由上表检测结果可知,随润滑脂水分含量增加,润滑脂热安定性降低、基础油乳化,造成油膜强度下降,导致润滑不良。

2. 3. 3储存和水分对轴承润滑影响的台架试验验证

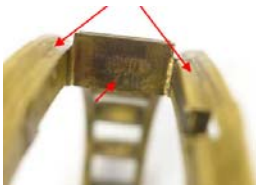
通过开展不同润滑条件下的轴承台架试验验证,具体结果如表5所示。从表中结果可以看出,润滑脂水分高和长时间储存会造成润滑脂性能下降,轴承出现润滑不良,导致轴承滚动体与保持架兜孔异常磨损,试验测得的保持架兜孔磨损特征与在线运营发生的轴承保持架故障初期特征一致。

表5 轴承台架试验后NU216轴承内润滑脂检测

样品说明	Cu 元素/%	Fe 元素/%	锥入度/0.1mm	滴点/℃	分油率/%	水含量/ppm
1#填充新脂	0.068	0.127	237	252	0.83	1245
2#填充高水分脂 (6000ppm)	0.987	0.437	215	246	0.45	4536
3#填充长储存且高水分脂 (储存2年+6000ppm)	2.166	0.478	186	228	0.32	4254
管理基准值	≤0.3	≤0.5				

2. 4轴承保持架失效发展过程

根据轴承的运行特征,分析轴承保持架的失效发展过程如图5所示。轴承润滑不良导致保持架异常磨损导致兜孔卷边,同时滚子窜动量变大,保持架下移,外径与轴承外圈挡边相擦产生磨损,磨损到一定程度导致保持架断裂。



(a)保持架异常磨损



(b)保持架卷边



(c)保持架断裂



(d)轴承固死

图3轴承保持架失效发展过程

3 防治对策

3. 1集中补脂

针对轴承的运用现状,制定集中补脂的保运营措施,改善轴承润滑状态,第一轮集中补脂后的电机传动端轴承的油脂检测结果详见下表6。

表6 第一轮集中补脂后电机油脂检测结果

测试项目	新脂	20 列	14 列	管理基准值
水含量 (ppm)	369	967	1278	<2000
Cu (%)	<0.0001	0.05	0.123	<0.3
Fe (%)	<0.0001	0.216	0.267	<0.5

由上表分析,集中补脂后,电机传动端轴承润滑脂内Fe、Cu及水含量均在管理基准值范围内,轴承润滑状态正常。

3. 2电机普查

针对本项目轴承故障情况,为保障车辆在线运营安全,制定了多轮在线普查的方案,以筛查更换疑似异常的电机。振动普查分析结果如表7所示。

表7 振动普查分析结果

	第一轮普查	第二轮普查	第三轮普查
疑似电机数(台)	26	8	0
故障电机数(台)	2	1	0

由上表7普查结果来看,随着普查次数增加,疑似故障电机数量下降明显,防治措施有效。

4 结束语

针对某城轨牵引电机传动端轴承故障频发的现象,对该轴承的故障原因进行了深入分析,并提出了预防策略。具体如下:

(1)电机长时间储存及润滑脂水含量超差造成传动端轴承润滑不良,导致轴承运用时滚动体与保持架兜孔异常磨损,当保持架兜孔磨损到一定程度后,出现保持架断裂,发生轴承故障。

(2)通过实施集中补脂,改善轴承润滑状态,并结合在线普查预防性更换疑似异常的电机,保障了电机在线运用的良好状态。

[参考文献]

[1]郭洪忠.HXD3型机车轴流式通风机电机轴承故障分析及对策[J].铁道技术监督,2023,51(04):45-48.

[2]姚芳芳.基于故障树的HXD3型电力机车转向架轴承故障分析[J].机械制造,2017,55(05):86-88.

[3]卫小科,刘文皓.挤压机组熔融泵电机轴承故障分析及对策[J].设备管理与维修,2022,(13):41-42.

作者简介:

黄单栋(1987--),男,汉族,湖南沅江人,硕士,工程师,研究方向:城市轨道交通车辆运营检修。