

高速动车组轴箱轴承温升故障分析

韩庆利, 李国栋, 赵文学

(中车长春轨道客车股份有限公司 转向架研发部, 吉林 长春 130062)

摘 要: 针对高速动车组轴箱轴承在夏季运营时部分车辆轴箱轴承出现超过温度限值的现象, 从轴承的设计制造、轴承装配状态、轴承润滑状态、新旧牌号油脂对比试验及线路试验等方面进行了调查分析, 结果显示: 轴承油脂的性能可能是导致轴承温升故障的主要因素, 采用新牌号油脂能够降低轴承温度约5~10℃, 表现出降低轴承温升故障的潜力。

关键词: 高速动车组; 轴箱轴承; 温升故障; 分析

中图分类号: U266.2; U260.331⁺.2 **文献标识码:** B
doi: 10.13890/j.issn.1000-128x.2017.01.028

0 引言

轴箱轴承是轨道列车转向架的重要部件之一^[1-2], 其性能与质量关系到列车的运营安全, 特别是高速动车组列车, 其轴箱轴承的运营状态监测是保障动车组列车安全运行的重要措施之一。动车组运行时主要采用轴承温度实时监测及轨边声学诊断系统(TADS)2种方式对轴承进行监控。轴箱轴承温度实时监测通过安装在轴承外圈附近的温度传感器检测温度, 当温度达到限值, 温度传感器反馈列车报警并在司机室显示, 司机会按照有关运营规定处理^[3]。轨边声学诊断系统通过对运行时轴承噪声信息的采集和分析识别轴承的故障^[4-5]。轴箱轴承温度偏高现象会影响车辆的正常运营, 对动车组的安全造成一定影响, 本文对动车组轴箱轴承的温升现象进行了分析与探讨, 并提出了可能的解决措施。

1 故障概况

高速动车组在夏季运营时发现有部分车辆的轴箱轴承出现高温情况, 导致列车晚点。故障特征表现为动车组在线路某个区段轴箱轴承温度相对偏高, 出现

个别轴承温度超出限值的现象, 见图1。

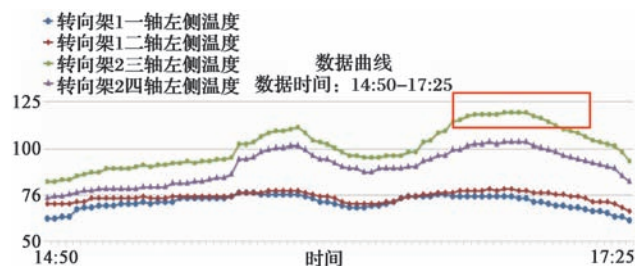


图1 轴承运行温度曲线(同一辆车同侧4个轴承的温度状态)

为调查轴承温度超过限值的原因, 减少轴承温升故障对动车组运营的影响, 动车组生产企业联合轴承供应商及运营单位进行详细的调查分析, 确定了轴承温升超限的可能原因, 并制定了初步的解决措施。

2 轴箱轴承温升故障调查分析

对温升故障轴承的分析主要包括轴承的设计、生产、装配、润滑等。

2.1 轴承设计检查

轴承在装车之前已完成120万km的台架试验及30万km的运用考核, 并且已有数万套的轴承完成高级修, 状态良好, 未发现问题, 初步确定轴承的设计不存在问题。

2.2 轴箱轴承装配调查

通过在轴承安装、拆卸现场的调查, 未发现轴承损坏及轴箱密封损坏, 确认轴箱轴承的安装、拆卸状态符合规范要求, 个别轴箱内部出现较严重的微动腐蚀, 通过对比以往轴箱内部微动腐蚀状态, 初步判断此情况不是轴承温升超限的原因, 符合当前运营状态。

轴箱清洗后, 检测轴箱内部尺寸也全部符合图纸要求, 判定轴箱轴承的装配状态符合规范要求。

2.3 轴承润滑检查

①轴承外观状态

分解检查轴承的外观状态, 包括轴承内圈、外圈及滚珠的状态, 显示轴承外观未见异常, 油脂分布及颜色未见异常。

②轴承尺寸及材料检测

对温升故障轴承在清洗后进行了尺寸检测及材料

分析，结果显示轴承的尺寸符合图纸要求，材料性能及表面状态满足规范规定。

③轴承油脂分析

对不同线路的温升故障轴承油脂进行了取样，取样位置见图 2 所示，并对取样进行分析，选取典型的油脂分析结果，见表 1。

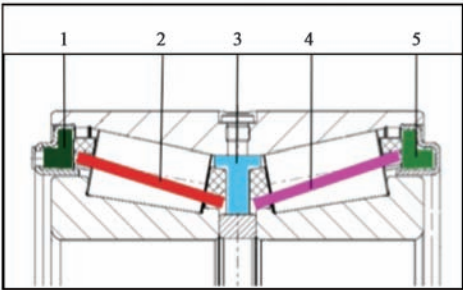


图 2 油脂取样位置

表 1 油脂分析结果

项目	位置 1	位置 2	位置 3	位置 4	位置 5	EN 标准
锥入度 /0.1mm	283	245	258	247	282	200~380
滴点温度 /℃	192	196	195	202	195	>160℃
Fe 含量 /%	0.15	0.14	0.10	0.24	0.30	参见注①
水含量 /%	0.5	0.4	0.2	0.3	0.9	参见注②

注：①根据 EN 12082 标准，轴承内部 Fe 含量为 0.5%、密封圈周边部 Fe 含量为 1%；②试验后的油脂的水含量只做测试，不作为评判依据，水含量对于油脂是否合格起参考作用。

从表 1 可以看出，按照 EN 标准要求，上述指标可以解释为：

- ①锥入度：油脂由于高温加速基础油析出导致变硬；
- ②滴点温度：在可接受范围；
- ③铁含量：内侧铁含量略高，但在可接受范围内；
- ④水含量：部分位置水含量有所增高，特别在密封罩位置。可能是由于运行或运输时的温度差所致。

分析结论为：轴承的装配、生产及油脂的情况基本上符合轴承的设计要求，未发现异常情况，调查及检测结果显示轴承的状态能够满足当前动车组的运用要求。

2.4 油脂台架对比试验

通过分析对比多种高速动车组轴承的润滑脂选用情况，发现轴承选用的油脂与其他高速动车组轴承均不同，主要因为轴承选用了耐低温润滑脂，油脂粘性偏高，轴承运转会产生更多热量（相对粘性低的油脂），可能会导致轴承温度偏高。为此进行了专门的油脂试验，对比验证不同牌号油脂对轴承温度的影响，试验台设置见图 3 所示。

台架试验结果显示，在相同试验条件下，两款油脂的温度表现不同，新油脂比原有油脂可使轴承温度降低约 5~10℃左右，见图 4 所示。试验初步显示了新油脂在解决轴承温升问题上的潜力，但在动车组运营时能否表现出相同的效果，需要线路试验验证。如果

线路运行过程中轴承温度降低约 10℃，可以大幅降低轴承温升报警比例，同时能够降低因温升报警导致降速晚点的风险。

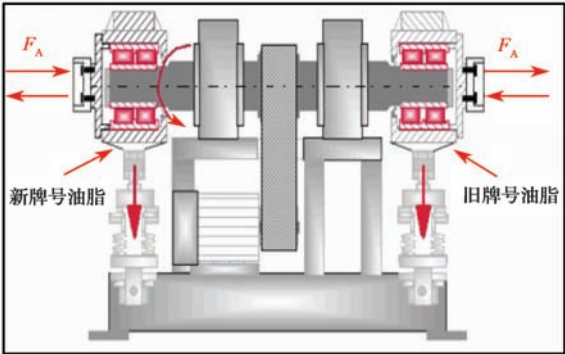


图 3 轴承试验台设置图

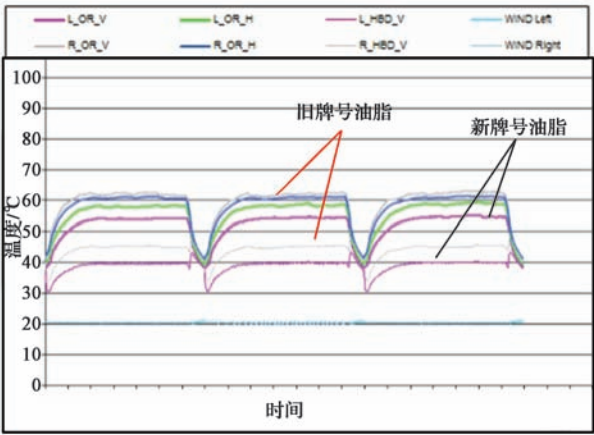


图 4 油脂试验

2.5 新牌号油脂线路试验

为验证新牌号油脂对轴承温度降低的影响，在武广线进行了线路试验。某天的线路试验结果显示：相同速度、相同线路的试验条件下，轴承温度均未超限值，装用新牌号油脂的轴承比使用旧牌号油脂的轴承最高温度平均低 10℃左右，与台架试验结果相吻合，见表 2。

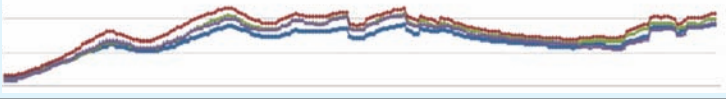
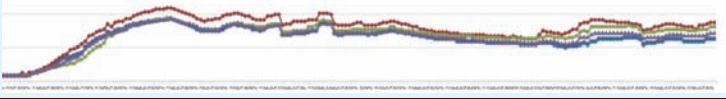
3 分析结论

通过对温升故障轴承的分解检查及调查分析，对轴承的主要指标分别进行了调查分析，初步得出如下结论：

- ①轴承的设计、生产制造等环节满足技术要求；
- ②轴承润滑脂状态符合当前的运营状态；
- ③经过台架试验及线路试验，初步确认润滑脂的性能是导致轴承温度升高的主要因素，新牌号油脂能够比旧牌号油脂降低轴承温度约 10℃。

虽然经过了台架试验及线路试验表明新牌号油脂能够有效降低轴承的温度，但能否完全解决轴承的温升故障还有待进一步验证，因为轴承的运营温度不仅与润滑脂状态有关，还与线路条件、环境温度等外在因素有关，但使用低粘度的润滑脂对降低轴承温度确实有比较明显的效果。

表 2 新旧油脂线路试验温度对比表

时间		07:00-12:00
速度曲线		
旧油脂 (1 车左侧)	最高温度 99℃	
旧油脂 (1 车右侧)	最高温度 96℃	
新油脂 (8 车左侧)	最高温度 82℃	
新油脂 (8 车右侧)	最高温度 83℃	

4 结语

轴箱轴承润滑脂的性能对高速动车组轴承的运行状态有着很大的影响，在轴承的设计过程中应充分考虑润滑脂的季节适应性，不仅需要满足轴承的运营环境温度要求，同时应考虑润滑脂对轴承温度的影响，否则会降低轴箱轴承的运营状态及寿命。

在考虑润滑脂的季节适应性的同时，亦应该考虑润滑脂的填充量对轴承温度的影响，过少或过多的润滑脂都会对轴承的温度造成很大的影响，影响轴承的运用。

综合来看，高速动车组轴箱轴承的运行状态及寿命受外部因素（如线路条件、季节温度等）、轴承内部因素（如润滑脂等）的影响。轴箱轴承应不断改善设计来适应用户的运用要求。同时，也需要和车辆制

造商、用户三方共同优化车辆和轴承之间的匹配，以实现轴箱轴承的高可靠性的目标。

参考文献:

[1] 钟秉林, 黄仁. 机械故障诊断学 [M]. 3 版. 北京: 机械工业出版社, 2007.
[2] 陈全公, 黄有方, 陈波, 等. 滚动轴承故障诊断和状态监测及其推广应用 [J]. 上海海韵学院学报, 1994, 15(1): 1-9.
[3] 侯有忠, 姜建东, 朱崇飞, 等. 动车组轴箱轴承劣化润滑脂的检测与分析 [J]. 轴承, 2015 (10): 29-31.
[4] 陈冬. 货车滚动轴承早期故障轨边声学诊断系统的原理与应用 [J]. 上海铁道科技, 2011(4): 107-108.
[5] 王德明, 肖井波. 货车滚动轴承早期故障轨边声学诊断系统的应用与管理 [J]. 铁道机车车辆, 2012(4): 28.

作者简介: 韩庆利 (1986-), 男, 工程师, 主要从事机车车辆转向架设计工作。

动态消息

中国首列“永磁地铁”
通过载客运营考核评审

近日, 由中车时代电气提供核心系统的国内首列“永磁地铁”载客运营考核评审会在长沙举行。评审专家一致认为, 在 6 万 km 的载客运营考核中, 永磁牵引系统运行稳定可靠, 已完全具备后续持续投入载客运营的能力。此举意味着中国“永磁地铁”将推动中国城市轨道交通全面进入绿色、节能的“永磁牵引时代”。

此列“永磁地铁”是国内首个整列车装载永磁牵引系统的列车, 由长沙市轨道交通集团、中车株机和中车

时代电气联合研发, 其中最为核心的永磁牵引系统由中车时代电气研制。截至 2016 年 12 月 31 日, 列车已载客运营超过 6 万 km。运营结果显示: 运营期间, 列车综合节能率达 30%, 考核期间共节约用电 20 万度, 按照电价 0.7 元 / 度进行计算, 一列永磁牵引系统列车年运营 12 万 km 可节约电费近 30 万元; 同时一列“永磁地铁”每天可以减少排放 1 000 kg 二氧化碳和 3 kg 二氧化硫。

中国首列“永磁地铁”为自主研发、生产和应用, 并作为湖南省科技重大专项, 突破了一系列重点难点技术瓶颈, 打破了国外对该技术项目关键技术的封锁与垄断, 填补了我国自主研发城市轨道交通永磁牵引系统列车的空白, 对验证永磁牵引系统列车关键技术、积累商业应用经验、推动产业发展、实现节能减排目标具有战略意义。
(朱一迪)