

# 城市轨道交通车辆齿轮箱油的检测与诊断

张莉

(中车长春轨道客车股份有限公司质量保证部检测中心,吉林 长春 130062)

**摘要:** 针对城市轨道交通车辆齿轮箱油在运用过程中出现油色发黑、乳化或出现金属杂质等现象,地铁某型车辆齿轮箱作为研究对象,通过对齿轮箱油的油液检测分析,研究齿轮箱油中的水分、酸值以及金属元素的质量分数随齿轮箱运用里程增大的变化情况。分析了各项检测指标与齿轮箱内部齿轮、轴承磨损的关系,从而提前判断齿轮箱内部零部件的磨损情况,从齿轮箱油运用状态的角度提出该型车辆齿轮箱的检修策略。

**关键词:** 城市轨道交通; 齿轮箱油; 油液检测

## 0 引言

齿轮箱是城市轨道交通列车走行系统的重要动力传动部件,其运行状态直接影响列车的安全运营,而齿轮箱油可以降低齿轮摩擦系数、减少摩擦生热,同时减少齿轮磨损、提升零部件使用寿命。但在实际运用过程中,因缺少对油液状态的分析与诊断,只能以经验判断或定期更换齿轮箱油的方式进行日常检修维护。本文以某车辆在运用过程中多次出现齿轮箱内部齿轮、轴承异常磨损的情况进行分析,希望通过对齿轮箱油各项参数指标的检测来优化检修策略,在计划检修的基础上找到状态修的切入点,以保障列车走行系统关键部件齿轮箱的安全运营。

## 1 油液检测

油液检测最初应用于油污染分析,主要是分析油品的物理性能指标如黏度、水分、酸值、机械杂质等的含量。随着机械设备的复杂化及维修要求的提升,促使人们积极开发基于油液检测的诊断方法。包括通过光谱检测分析油液中各磨粒元素质量分数及通过铁谱检测分析油液中磨粒的浓度、尺寸形状、形貌和成分,预知传动零部件的磨损情况,及时发现早期的故障隐患。

## 2 齿轮箱油液分析

### 2.1 油品质量检测

常规的油品质量检测包含了对运动黏度、酸值、倾点、闪点、水分含量等的检测,主要反映齿轮箱油的油品质量变化。而油品质量变化程度与不同种类的齿轮箱油及不同的工作环境有关。因此,在日常检修过程中主要是根据油的外观来判断齿轮箱油品的状态。例如,齿轮箱油的氧化变色导致的齿轮箱油发黑,或由于齿轮箱密封性失效,水分进入齿轮箱后在油品中活性剂的影响下会产生乳化作用,导致齿轮油出现的发白乳化现象。因此,对油品质量的检测中需要重点关注酸值与水分含量的变化情况,对出现异常的齿轮箱需要密切跟踪其运用情况或者预防性地更换齿轮箱油<sup>[1]</sup>。

### 2.2 金属的质量分数检测

油液检测可以对齿轮箱油中的磨损金属元素质量分数进行分析。常见的磨损金属元素包括 Fe、Cr、Mn 等钢质磨粒及 Cu、Pb、Sn 等有色金属磨粒。

钢质磨粒(Fe、Cr、Mn)的异常增加代表齿轮箱内的齿轮与轴承滚子可能存在表面的异常磨损。选取地铁某型车辆出现的轴承滚子表面磨损的齿轮箱内的箱油进行检测,与其他运用 km 数相近的齿轮箱内的箱油进行对比,检测数据表明,故障齿轮箱内铁的质量分数明显超出其他齿轮箱;同时铁谱分析结果显示,有较多的铸铁/钢类小尺寸的金属疲劳磨粒,而其

他齿轮箱的检测结果未发现有明显磨损颗粒。有色金属磨粒(Cu、Pb、Sn)的异常增加则说明轴承铜保持架可能存在异常磨损情况,尤其在输出端与联轴节相连接的轴承保持架,因持续承受力矩与振动,容易造成保持架故障。

### 2.2.1 水分与酸值的质量分数

不同运用里程的齿轮箱,齿轮箱油中水分的质量分数基本保持不变,证明齿轮箱的密封性能较好,齿轮箱油没有受到外界水分侵蚀。而运用里程相对较大的齿轮箱,内部杂质逐渐增多,因此酸值会相对较高,但上升幅度不大(小于1mg/g),说明在密封性与抗氧化方面,齿轮箱的表现较好。

### 2.2.2 Fe 的质量分数

随着齿轮箱运用里程的增大,齿轮箱油中的 Fe 一般增长较慢,但出现齿轮异常磨损的故障齿轮箱中的 Fe 增加较大(达到 265 mg/kg)。经分析,该阶段为机械磨损 3 个阶段中的稳定磨损期,而咬合磨损期一般在 2 万 km~5 万 km,因此新齿轮箱或大修(更换轴承)后的齿轮箱在运用 2 万 km~5 万 km 后需要更换齿轮箱油。在稳定磨损阶段,若齿轮箱油样中出现 Fe 异常增高的情况,需要进行放油或拆箱检查<sup>[2]</sup>。

### 2.2.3 Cu 的质量分数

运用公里数在 150 万 km 以下的齿轮箱,齿轮箱油中的 Cu 变化较缓慢,说明齿轮箱中的铜质金属部件磨损较稳定;而运用在 150 万 km~160 万 km 的齿轮箱,齿轮箱油中的 Cu 开始逐渐增高,说明铜保持架的磨损来到了机械磨损的后期(剧烈磨损期),此时需要重点关注齿轮箱油的状态,若出现了异常的油色现象(浑浊、呈金黄色,且悬浮金属颗粒),则应扣停列车进行落轮拆解检查<sup>[3]</sup>。

## 3 结语

随着城市轨道交通列车运用里程的不断加大,齿轮箱零部件的疲劳磨损影响会逐渐扩大,而齿轮箱是一个封闭的整体,日常检修的手段有限,因此通过对不同运用里程范围内的齿轮箱开展油液检测来诊断齿轮箱的运用状态,可以提前发现故障隐患,同时对油液样本数据进行分析与总结,以此制定最优的检修策略。

## 参考文献

- [1] 吕子雷,赵勇.城市轨道交通车辆齿轮箱油的检测与诊断[J].城市轨道交通研究,2021,24(01):191-193.
- [2] 李孝忠.一种齿轮箱体中齿轮副轴向平行度检测方法[J].电动工具,2020(05):5-8+16.
- [3] 姚亮,郭刚.数据驱动的风机齿轮箱油路系统故障诊断方法[J].新型工业化,2019,9(04):6-11.