

地铁车辆走行部关键部件状态维修实践探讨

杨珂

北京市地铁运营有限公司运营三分公司回龙观维修中心 北京 100089

摘要：城市轨道交通行业的日益建设和发展，如何保障行车安全是重要问题。车辆走行部关键部件，总会有故障出现，影响到地铁车辆的稳定运行。本文以对地铁车辆走行部关键部件状态检测与维修为重点开展具体分析，首先制定总体研究思路，其次从几个方面深入探索地铁车辆走行部状态评估关键技术，最后阐述走行部状态智能分析诊断平台与取得的效果，更好地提高地铁车辆运行稳定性与安全性，加快交通行业的现代化建设。

关键词：地铁车辆；走行部；关键部位；状态维修；实践思路

引言

地铁车辆存在轨道弯道多与故障信号微弱等特征，其走行部作为车辆荷载的重要组成部分，如今网络化运营发展趋势显著，客流压力随之增加，很有可能造成车辆走行部出现故障，埋下安全风险。地铁车辆走行部关键部位的状态维修工作至关重要，在实践中传统的人工判断形式不能全面保障检修及时性和精准性，故需要深入研究维修技术，提高地铁车辆故障维修效率。以大数据技术为主构建走行部关键部位状态维修机制，在较短时间内筛选和处理大量数据，便于延长车辆走行部的应用寿命，不断强化地铁车辆安全运行管理。为此对地铁车辆走行部进行检测和维修，真正地落实地铁车辆安全管理工作。

1 总体研究思路

分析地铁车辆走行部的组成，其包含轴承、车轮和转动齿轮等，常规化开展走行部关键部位的故障诊断工作，不能体现出自动化特点，以人工的形式完成此项目。然而相关检测过程是需要凭借工作者经验进行的，不仅会浪费人力资源，还会因为工作者观察失误埋下地铁车辆的安全隐患。也就是说常规走行部关键部位的状态维修工作无法真正提高地铁车辆的运行安全性，很有可能出现车辆故障判断失误的现象，不利于地铁车辆的综合化管理^[1]。再者地铁车辆组成体系的设计也有可能造成安全故障，工作者不能在第一时间内预测到相关故障，故障零件没能在第一时间内被更换，因此创新车辆走行部关键部位状态维修工作方法有重要的意义和价值。结合地铁车辆走行部的实际情况，每个工作者都要实施理论针对性研究，整体上诊断走行部关键部位是否存在运行问题，监测地铁车辆走行部件的健康状态。以问题调查为起始，工作者应进行系统性监测、制定走行部关键部位的维修策略、建立走行部关键部位的维修管理平台。之后实施理论和技术分析，制定走行部关键部

位维修管理模型，优化维修管理体系。接下来开发维修装备，以走行部关键部位的故障为基准完善诊断系统，融入智能化思路补充平台的多个组成模块^[2]。最后实施示范应用，以健康评估和寿命预测的思路为主，明确走行部关键部位的维修流程，落实走行部关键部位维修工作。

以某地铁车辆为例，新型车辆出现了轴承故障，相关地铁单位便需要在短时间内整体更换齿轮，还需要开展有效的维修管理。然而这一个过程需要投入资金和人力资源，无形中增加地铁车辆维修所需的时间。鉴于地铁车辆走行部关键部位问题是不可避免的，工作者便需要科学设计和完善地铁车辆维修思路，特别是地铁运行中出现的线路摩擦现象，避免因为地铁车辆运行不平顺造成振动失调^[3]。控制好地铁车辆启动和停止状态，最大化减小故障对地铁车辆造成的损耗。

2 走行部状态评估关键技术

2.1 实时监测技术

维修和诊断地铁车辆走行部关键部件状态的过程中，应选取实时监测技术，纳入多物理量技术的思路，即对传感器进行结构优化，安装复合传感器，此传感器存在振动和温度复合的特点。直接监测多个物理量的变化，从根源上处理地铁车辆车载系统的运作安全问题。基于智能化理念，把前置处理技术和模拟处理技术的优势发挥出来，选取一条车辆总线衔接地铁车辆多个处理器，传输地铁车辆的运行状态信号，直接提升走行部关键部件状态监测过程的抗干扰效果。设定针对性走行部关键部件状态维修诊断的结构系统，关联广义共振技术和轮对转速技术，处理地铁车辆多次调整速度、轨道弯道多等问题，有效处理地铁车辆的信号信息，将车辆轴承和齿轮等运作状态动态诊断，完成地铁车辆实时报警的监测^[4]。再者工作者应在实时监测技术的应用上选取网络化数据研究系统，构建多编组列车走行部关键部

件状态故障诊断体系，实时得到地铁车辆运行信息，把数据进行集成化处理和编制。

2.2 故障诊断与预警技术

设定地铁车辆走行部关键部件状态维修模型，按照地铁车辆的规模梳理数据信息，分析地铁车辆是否存在轴承参数异常问题，充分将轴承和齿轮参数进行系统性整合。对相同的走行部关键部件监测点配置多种类型轴承，由多个供应商整合轴承参数，判断好参数库的信息应用价值，自动化匹配走行部关键部件维修技术，逐步加强走行部关键部件状态的故障诊断效果。比如对走行部关键部件的轴承进行运行状态检测，把冲击信号记作S，融入傅里叶变换方法记录频谱F，规范搜索频谱，将其和冲击谱的数据互相比较。在谱号之间误差控制为1%的情况下，代表着地铁车辆轴承参数设定正确，不然应结合轴承参数信息库统计测点的结果。逐步基于最优匹配的原则记录谱号参数，将其当作轴承默认值^[5]。相关方式的应用，不单单可以对地铁车辆的现有故障进行精准诊断，避免有参数配置问题引出走行部关键部件状态维修工作有误诊的现象，保障检测设备的应用体现出科学性与规范性。更需要精准定位轴承以及齿轮等关键部件的运行指数，不会由于固定点频繁更换造成脉动载荷超值，进一步控制走行部关键部件轴承以及齿轮出现故障。

2.3 寿命预测技术

选取寿命预测技术研究地铁车辆的走行部关键部件状态，工作者应明确相关机理，通过大量历史信息数据整合地铁车辆的运行模型。结合轴承这一种关键部位

的运行信息充分预测地铁车辆的安全风险，配合健康结论和运营里程参数，设定针对性机械化退化模型，完成地铁车辆剩余寿命的评定。在实际的操作中，首先进行数据输入，包含基础性信息，即报警信息和温度信息。其他类型数据，即状态维修与健康运作信息；其次进行数据清洗，把无关的数据信息及时删除，优化检测结果的异常值^[6]。并且提取地铁车辆维修关键部位的特征，即动态监测信息，实施退化建模研究；再次进行寿命分析，从典型的系统性能入手提取走行部关键部件状态诊断结果，完成运行寿命预测；最后是输出数据信息，把地铁车辆余下运营里程信息统筹在一起，为走行部关键部件状态的维修工作明确思路。通过贝叶斯准则绘制条件累积函数，借助EM算法明确待估计参数向量解析。比如t_i记作地铁车辆k个监测点，可以设定寿命模型，即 $L = \inf\{lk: X(lk+tk) \geq W|X1-k\}$ 。

3 走行部状态智能分析诊断平台

地铁车辆的走行部状态分析中，工作者应科学化完善智能诊断平台，将现有的关键技术为前提，切实处理地铁车辆在线监测分散问题，妥善缓解信息孤岛现象。对现有地铁车辆走行部系统组成结构进行合理预测，收集轮对几何尺寸数据，对比在线监测的信息数据、轨旁监测的信息数据，动态关联地铁车辆段生产数据，逐步实现地铁车辆智能护维护。在这一个平台中，不仅可以实现信息交互和数据交互，还能够进行信息预处理和故障判断。实际的平台组成结构如表1所示。

表1 智能分析诊断平台结构功能

结构	物理层	逻辑层	应用层
内容	集合数据信息：呈现温度、冲击、振动、里程和速度数据。轨旁数据信息：送检信息、道岔信息、减振信息和测试信息。	大数据挖掘数据诊断：统计和记录时间序列、粒子滤波、等里程滑动平均数据、卡尔曼滤波和走行部关键部件最大期望值。	故障分析：对安全行车的故障充分呈现；趋势研究：振动加速度信息和温度发展数据；健康评估：车辆运行指数、轨面监控指数；维护决策：智慧运行维护，加强关键部件检修效果；统计数据：故障种类、车辆故障和故障关联数据；基础信息管理：参数调整、线路信息管理

4 状态修探索与实施效果

在设定走行部关键部件状态诊断体系之后，能够整体上呈现地铁车辆的运行情况，可是车辆状态的研究仅仅利用这些技术实现是无法保障良好结果的。为此应持续健全状态检测方案和计划，以动态的思路维修走行部关键部件，以免走行部关键部件出现安全故障。工作者应及时选择感知技术梳理走行部关键部件状态的检测信息，以故障诊断技术综合地铁车辆寿命模型数据，把剩余里程进行全方位预测，体现走行部关键部件状态维修的全面性。

4.1 轴承状态维修

鉴于走行部关键部件状态的维修情况，重点研究轴承状态的维修效果。地铁车辆在运行中，轴箱和轴承是重点组成模块，工作者要纳入剩余寿命预测思路，开展针对性维修项目。以在线监测的形式整合走行部关键部件的温度数据、振动数据，发挥共振解调技术优势，整体进行轴承故障的分析。汇总历史分析结论数据，找到走行部关键部件中轴承故障的映象因素，将可靠性为核心整合走行部关键部件的维修方案，从而实现轴承状态的精准化管理和维修。比如某地铁车辆的轴承状态维

修中,出现了轴刷端故障,此时工作者及时制定维修轴承的决策和方案,一个月后进行故障电机更换,并且拆卸轴承,了解到存在滚子损伤情况,通过多等级的信息统计,切实强化轴承部件的精准化维修^[7]。其中正常等级:判断地铁车辆轴承是否出现异常,没有进行修程方案的整改;亚健康等级:地铁车辆轴承出现了故障,尤其是冲击和振动指数异常,此时也不需要即刻对其加以检修;轻微故障等级:监测轴承的运行状态,冲击指数和振动指数均高出正常值,没有影响地铁车辆的正常运行。此时工作者应以开盖检查的方式开展轴承维修工作,了解油脂的变色和气味变化,将月为基本单位开展维修;中等故障等级:监测轴承的运行状态,冲击指数和振动指数高出正常值,且伴随连续增加的趋势。此时工作者应及时更新轴承零件,定时维修和养护;严重等级:监测轴承的运行状态,冲击指数和振动指数高出正常值、阻碍地铁车辆正常行驶。此时工作者需更新轴承部件,临时维修轴承故障,排除轴承故障对地铁车辆运行效果产生的影响。

4.2 踏面经济镟

维修走行部关键部件,踏面经济镟是一个不可忽视的组成结构。维修踏面经济镟这一个结构,主要目标是排除地铁车辆运行中有轮缘以及踏面两者参数异常的现象。任何地铁车轮都有轮缘厚度和磨耗量,此时便要对这些物理量进行合理化设定,即相同地铁车辆中多个车轮之间要实现轮径差达到标准指数的原则。工作者依托模糊多属性决策机制明确维修关键部件的方案,对踏面实现全生命周期管理,显著改善地铁车辆踏面的运行周期和服务性能。工作者在之后的维修项目中,也需要从经济视角开展维修项目,及时对踏面故障加以消除,避免有地铁车辆踏面不规则的问题,把轮缘厚度进行标准化设定^[8]。贯彻定性和定量互相融合的理念,整体研究踏面故障影响因素,通过专家意见制定决策规则,指导地铁车辆车轮镟修项目的实践。准确来讲,踏面经济镟的故障维修包含失圆、尺寸到限以及其他故障情况,失圆

划分报警、振动趋势和测量值的统计;尺寸到限划分厚度到限、轮径到限以及车轮偏磨;其他故障划分擦伤缺陷和剥离问题。

5 结语

综上,地铁车辆的稳定运行中,每个工作者都不可忽视走行部关键部件状态维修这一个项目,全面评估地铁车辆的运行情况,按照现有的修程计划整合维修决策。循序渐进构建智慧化维修走行部关键部件状态的模式,促使地铁管理水平不断提升。还要纳入先进技术,创设走行部关键部件状态维修平台,为车辆稳定运行助力,不断带动轨道交通行业的转型。

参考文献

- [1]吴亮,徐炬,何兴家,潘越.基于地铁车辆全生命周期健康状态的维修策略研究[J].设备管理与维修,2023,(17):76-81.
- [2]李浩宇.关于地铁车辆可靠性评估与维修决策技术研究[J].中国设备工程,2023,(15):50-52.
- [3]傅骏,刘辉平.广州地铁车辆智能运维示范项目走行部在线监测的优化与探索[J].现代城市轨道交通,2023,(07):21-26.
- [4]耿成帮,郭瑞,陈文,张立明,张太平.成都地铁车辆专业零部件深度维修模式的探索与实践[J].城市轨道交通研究,2023,26(07):223-228.
- [5]白凯.昆明地铁首期工程车辆委外大修质量监督模式探讨[J].交通企业管理,2023,38(04):87-90.
- [6]蔡志贤,萧博铭.基于共振解调技术的地铁车辆走行部在线监测研究与应用[J].中国新技术新产品,2023,(04):86-89.
- [7]杨艳娟,徐永能,董瑞超.基于剩余寿命可靠度的地铁车辆设备多部件趋近机会维修策略[J].城市轨道交通研究,2021,24(03):38-42.
- [8]王薪.车辆部件委外维修模式对地铁车辆段设计的影响[J].中国勘察设计,2020,(02):95-97.