

基于数据驱动的城市轨道交通车辆检修运维模式

左佳

神铁二号线(天津)轨道交通运营有限公司 天津 300300

摘要: 面对城市轨道交通车辆检修运维支撑压力的激增,为提高城市轨道交通车辆检修运维效率、降低经营成本,本文围绕城市轨道交通车辆功能特性及常规检修运维过程,介绍了城市轨道交通车辆检修运维数据资源的识别,阐述了车辆健康管理系统的开发、智能化轨旁设备装配及检修运维信息系统的搭建。通过实现远程传输数据和轨旁数据的采集、应用、协同,充分发挥数据价值,形成车辆状态可视化管理、信息自动化采集、检查作业自动化触发,构建了基于数据驱动的城市轨道交通车辆检修运维模式。

关键词: 城市轨道交通;检修运维;数据驱动

引言

随着城市化进程的加快,城市轨道交通作为解决城市交通拥堵问题的重要手段,得到了广泛应用。然而,随着运营时间的增长,城市轨道交通车辆设备的磨损和故障率逐渐上升,对检修运维工作提出了更高的要求。传统的检修运维模式往往依赖于人工经验,存在效率低、成本高、响应慢等问题。因此,探索基于数据驱动的检修运维模式,成为提高城市轨道交通车辆检修效率和降低运维成本的重要途径。

1 城市轨道交通车辆检修运维数据资源识别

城市轨道交通车辆检修运维涉及大量数据,包括车辆运行状态数据、故障记录数据、维修历史数据等。这些数据是构建数据驱动检修运维模式的基础。通过识别和分析这些数据,可以实现对车辆状态的实时监控和预测,为检修决策提供依据。

1.1 数据来源:多元化采集,全面覆盖

城市轨道交通车辆检修运维的数据来源广泛且多样,主要包括车辆运行状态数据、故障记录数据和维修历史数据。车辆运行状态数据是实时反映车辆运行状况的重要信息。通过车载传感器,我们可以实时采集到车辆的速度、加速度、温度、振动等关键参数。这些数据不仅能够帮助我们实时监控车辆的运行状态,还能够为后续的故障预测和检修计划制定提供有力支持。例如,通过监测车辆振动数据,我们可以及时发现车辆部件的异常磨损或松动情况,从而提前进行检修处理,避免故障的发生。故障记录数据则记录了车辆历史上的故障信息,包括故障类型、发生时间、处理措施等。这些数据是检修运维过程中宝贵的经验积累,能够帮助我们分析故障发生的规律和原因,优化检修策略^[1]。通过对故障记录数据的深入挖掘,我们还可以发现潜在的故障隐患,

及时采取措施进行预防,提高车辆的可靠性。维修历史数据则记录了车辆历次维修的时间、内容、更换部件等信息。这些数据反映了车辆维修的历史状况,为我们评估维修效果、优化维修计划提供了重要依据。通过对比不同维修策略下的维修历史数据,我们可以找到最优的维修方案,降低维修成本,提高维修效率。

1.2 数据处理与分析:大数据与人工智能的融合应用

面对海量的检修运维数据,如何有效提取有价值的信息并应用于实际检修运维决策中,是摆在我们面前的一大挑战。为此,我们需要利用大数据和人工智能技术,对采集到的数据进行清洗、整合和分析。首先,数据清洗是必不可少的一步。通过去除冗余数据、纠正错误数据、填补缺失数据等操作,我们可以确保数据的准确性和完整性,为后续的数据分析打下坚实基础。其次,数据整合是将来自不同来源、不同格式的数据进行统一处理,使其能够形成一个完整、一致的数据集。这样,我们就可以更方便地对数据进行分析 and 挖掘,提取出有价值的信息。最后,利用大数据分析和人工智能技术,我们可以对整合后的数据进行深入挖掘和分析。通过构建预测模型、分类模型、聚类模型等,我们可以从数据中提取出潜在的规律、趋势和异常点,为检修运维决策提供科学依据。例如,通过预测模型,我们可以预测车辆部件的寿命和故障概率,从而制定合理的检修计划和备件储备策略;通过分类模型,我们可以对故障进行自动分类和识别,提高故障处理的效率和准确性;通过聚类模型,我们可以发现车辆运行状态的异常模式,及时采取措施进行干预和纠正。

2 车辆健康管理系统的开发

车辆健康管理系统是数据驱动检修运维模式的核心。通过集成车辆状态监测、故障诊断、预测性维护等

功能,实现对车辆健康的全面管理。

2.1 状态监测

状态监测是车辆健康管理系统的基礎,也是确保列车安全运行的第一道防线。为了实现这一目标,系统通过车载传感器和轨旁检测设备,对车辆关键部件的状态进行实时监测。这些传感器如同列车的“神经末梢”,能够精准捕捉轴承温度、电机电流、制动系统压力等关键参数的变化,为系统提供全面、准确的数据支持。车载传感器主要负责监测车辆运行过程中的实时状态,如轴承的温升情况、电机的电流变化等,这些数据能够直接反映车辆部件的工作状态和健康程度。而轨旁检测设备则是对列车进行定期或不定期的“体检”,通过高精度的测量仪器对车辆关键部位进行细致检查,进一步确保列车状态的良好。

2.2 故障诊断

在获取到丰富的状态监测数据后,车辆健康管理系统利用机器学习和专家系统技术,对监测数据进行实时分析,快速识别车辆故障类型和位置。机器学习算法能够自动从海量数据中挖掘出故障特征,通过不断学习和优化,提高故障诊断的准确性和效率。而专家系统则结合了领域专家的知识 and 经验,为故障诊断提供更为精准的判断和决策支持。当系统检测到异常数据时,会立即触发故障诊断流程^[2]。通过对比历史故障数据库和实时监测数据,系统能够迅速识别出故障类型,并准确定位到故障部件。同时,系统还会根据故障的严重程度和紧急程度,给出相应的维修建议和处理措施,为维修人员提供及时、准确的故障信息。

2.3 预测性维护

预测性维护是车辆健康管理系统的又一重要功能。基于历史故障数据和车辆运行状态数据,系统利用先进的预测模型,对车辆部件的剩余使用寿命和故障概率进行预测。通过对比预测结果和维修标准,系统能够提前制定出合理的维护计划,避免非计划停机带来的损失和影响。预测性维护的实现依赖于大数据分析和机器学习技术的支持。系统通过对历史故障数据的深入挖掘和分析,找出部件寿命和故障概率的分布规律。同时,结合实时监测数据,系统能够动态调整预测模型,提高预测的准确性和可靠性。当预测结果显示部件即将达到寿命终点或故障概率较高时,系统会提前发出预警信息,提醒维修人员及时进行检修或更换部件,从而确保列车的持续、稳定运行。

3 智能化轨旁设备装配

智能化轨旁设备是数据驱动检修运维模式的重要组

成部分。通过装配智能化检测设备,实现对车辆通过时的动态监测和故障诊断。

3.1 轨旁检测设备

在轨道交通系统中,轨旁检测设备的部署是至关重要的。这些设备包括但不限于高清摄像头、红外热像仪和声发射传感器等,它们被精心安装在轨道旁,以实时监测列车通过时的各种状态。高清摄像头能够清晰捕捉列车的外观细节,包括车体的完整性、关键部件的磨损情况等,为后续的状态评估和故障排查提供直观的视觉信息。红外热像仪则利用红外技术,对列车各部件的温度进行实时监测,及时发现因过热、温度异常等可能导致的故障点,确保列车的安全运行。声发射传感器则通过捕捉列车运行时产生的声音信号,分析声音中的异常成分,为故障的早期发现提供有力支持。这些轨旁检测设备以其高精度、高灵敏度和全天候的工作特性,为列车状态的实时监测提供了强有力的技术保障。

3.2 数据传输与处理

轨旁检测设备所采集的数据,需要借助高效的数据传输系统,实时、准确地传输至数据中心。在这一过程中,我们采用了先进的数据传输技术,确保数据在传输过程中的稳定性和完整性。数据到达数据中心后,便进入了云计算和大数据技术的处理环节。云计算平台以其强大的数据处理能力和弹性扩展性,能够迅速处理和分析海量数据,提取出有价值的信息。大数据技术则通过对数据的深度挖掘和关联分析,揭示数据背后的规律和趋势,为检修运维的决策提供科学依据^[3]。云计算与大数据技术的协同作用,使得我们能够更加精准地把握列车的运行状态,及时发现潜在的故障隐患,为检修运维工作提供有力的数据支持。同时,这种数据驱动的方式也大大提高了检修运维的效率和准确性,为轨道交通系统的安全、稳定运行提供了有力保障。

4 检修运维信息系统搭建

检修运维信息系统是连接车辆健康管理系统和智能化轨旁设备的桥梁。通过搭建统一的信息平台,实现数据的集成、共享和管理。

4.1 系统架构

检修运维信息系统采用先进的分布式架构,旨在实现数据的全面、实时、高效处理。系统从逻辑层面精细划分为四大核心组成部分:数据采集层、数据存储层、数据分析层以及应用层。数据采集层,作为系统的前端感知层,负责实时、准确地从车辆健康管理系统及智能化轨旁设备中捕获各类关键数据。数据存储层,则依托强大的分布式数据库技术,确保海量数据的安全、可靠

存储,为后续分析提供坚实基础。数据分析层,运用大数据与智能算法,深入挖掘数据价值,提炼出对运维决策具有指导意义的信息。最后,应用层将分析结果转化为实际运维操作,如状态监测、故障诊断等,助力实现精准、高效的检修运维管理。这一分布式架构的设计,不仅提升了系统的处理速度与灵活性,更为检修运维工作的智能化、自动化奠定了坚实基础。

4.2 功能模块

4.2.1 数据采集模块

数据采集模块作为检修运维信息系统的“眼睛”,负责从车辆健康管理系统和智能化轨旁设备中实时、准确地采集各类关键数据。这一模块采用了高效的数据传输协议和接口技术,确保数据在采集过程中的完整性、准确性和及时性。它不仅能够捕获车辆的运行状态数据、故障记录数据等,还能实时接收轨旁设备监测到的车辆通过时的动态信息,如温度、振动、声音等。这些数据为后续的运维工作提供了全面、详实的信息基础,使得运维人员能够更准确地了解车辆的实际运行状况,为故障排查和维修决策提供依据。

4.2.2 数据存储模块

数据存储模块是检修运维信息系统的“大脑记忆库”,它利用分布式数据库技术,如Hadoop、Spark等,来存储和管理海量的运维数据。分布式数据库的设计不仅提高了数据的存储能力,还通过数据冗余、分片以及容错机制等技术手段,确保了数据的高可靠性和可用性。这一模块能够支持数据的快速检索和访问,满足运维人员对历史数据、实时数据的查询需求^[4]。同时,它还具有数据备份和恢复功能,有效防止数据丢失,为系统的稳定运行提供了有力保障。

4.2.3 数据分析模块

数据分析模块是检修运维信息系统的“智慧核心”,它运用大数据和人工智能技术,如机器学习、深度学习等,对存储层中的海量数据进行深入的分析和挖

掘。这一模块能够提取出数据中的隐藏信息,如车辆部件的寿命预测、故障模式识别、运维成本优化等,为检修运维工作提供科学的决策依据。通过智能化的数据分析,运维人员能够更准确地判断车辆的健康状况,预测潜在的故障风险,从而提前制定维修计划,避免非计划停机,降低运维成本。

4.2.4 应用模块

应用模块是检修运维信息系统的“行动指南”,它基于数据分析模块的结果,提供了丰富的应用功能,以支持检修运维决策。这些功能包括但不限于车辆状态监测、故障诊断、预测性维护等。车辆状态监测功能能够实时展示车辆的运行状态,帮助运维人员及时发现异常并采取措施;故障诊断功能则能够快速定位故障点,提供准确的故障诊断报告,为维修人员提供有力的支持;预测性维护功能则通过预测车辆部件的剩余使用寿命和故障概率,为运维人员提供科学的维护建议,优化维护计划,提高维护效率。

结语

基于数据驱动的城市轨道交通车辆检修运维模式,通过实现车辆状态的实时监测、故障诊断和预测性维护,显著提高了检修效率和降低了运维成本。未来,随着大数据和人工智能技术的不断发展,该模式将在更多城市轨道交通线路中得到应用和推广。

参考文献

- [1]吴帆帆.基于数据驱动的城市轨道交通车辆检修运维模式[J].城市轨道交通研究,2023,26(04):127-130+157.
- [2]郭泽阔,贺莉娜,王璐.城市轨道交通车辆智能运维系统的建设方案[J].城市轨道交通研究,2022,25(06):176-181.
- [3]王轩伟.基于大数据的城市轨道交通运维信息化技术应用研究[J].运输经理世界,2021,(03):1-2.
- [4]张小艳.城市轨道交通智能化运维探析[J].智能城市,2022,8(01):17-19.