

Analysis of the Information Management Mode for the Full Life Cycle of Rail Transit Vehicles

Shihua Zhang

Chengdu CRRC Rail Equipment Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610500, China

Abstract

In recent years, the rail transit industry in China has been continuously developing, and the position of rail transit in the urban transportation system has become increasingly important. However, at present, the life cycle management of rail vehicles is often lack of effective information management means, which leads to the dispersion of information data such as vehicle manufacturing, operation, maintenance, overhaul, etc., unable to realize information sharing, and the maintenance of vehicles is still dominated by fault maintenance and planned maintenance, with some excessive maintenance. The existence of this situation has a negative impact on the safe and stable operation of rail transit vehicles, increases operating costs, and affects the development of rail transit. To promote the safe, stable, and low-cost operation of rail transit vehicles, it is necessary to strengthen the information management of the entire life cycle of rail transit vehicles. Based on this, this article mainly explores and analyzes the information management of the entire life cycle of rail transit vehicles.

Keywords

rail transit vehicles; full life cycle; informatization

浅析轨道交通车辆全寿命周期的信息化管理模式

张仕华

成都中车轨道装备有限公司, 中国·四川成都 610500

摘要

近年来中国轨道交通行业不断发展, 轨道交通在城市交通体系中的地位越来越重要。然而目前轨道车辆全寿命周期管理往往缺乏有效的信息化管理手段, 导致车辆新造、运营、维保、检修等信息数据分散, 无法实现信息共享, 车辆的检修仍以故障维修和计划检修为主, 存在一定的过度修现象。这种情况的存在, 对轨道交通车辆的运行安全稳定产生负面影响, 增加运营成本, 影响轨道交通的发展。为推动轨道交通车辆的安全、稳定、低成本运行, 需要加强轨道交通车辆全寿命周期的信息化管理。基于此, 论文主要针对轨道交通车辆全寿命周期的信息化管理展开相关探讨分析。

关键词

轨道交通车辆; 全寿命周期; 信息化

1 引言

如今的轨道交通车辆种类繁多, 运营环境复杂, 使用寿命长, 构造和技术也日新月异, 建立先进的轨道交通车辆全寿命周期的信息化管理系统是现代轨道交通行业中必不可少的一项任务。中国轨道交通全寿命周期分为车辆制造、车辆运营、车辆维保、车辆检修、车辆报废等环节, 论文主要讨论车辆运营、车辆维保、车辆检修等环节的信息化管理, 讨论构架一种有效的轨道交通车辆全寿命周期信息化管理系统, 全面提升车辆的运营、维保和检修智能化和智慧化水平, 保证轨道交通车辆全寿命周期的安全运营。

【作者简介】张仕华(1985-), 男, 中国四川彭州人, 本科, 高级工程师, 从事城市轨道交通车辆新造及检修工艺技术开发和质量管理研究。

2 轨道交通车辆全寿命周期信息化管理系统

轨道交通车辆的运营、维保和检修是确保轨道交通运输系统稳定性的重要环节。然而很多城市的轨道交通车辆全寿命管理过程中未能引入先进的管理技术, 导致管理水平质量低, 信息化水平不足, 无法保障轨道交通运输系统的稳定性、安全性和经济性。

因此基于轨道交通车辆产品数字化模型, 以常规运营、日常维保、架大修等业务场景为基础, 以数据采集和数据应用为支撑, 搭建完整的车辆数字模型, 通过 RCM (Reliability Centered Maintenance)、RAMS (Reliability Availability Maintainability Safety) 等分析手段, 优化修程修制, 实现精准排故, 将传统的事后检修、计划检修升级为预测检修和精准检修, 全面提升车辆全寿命周期管理的智能化和智慧化水平, 保证轨道交通车辆全寿命周期的安全运营(见图 1)。

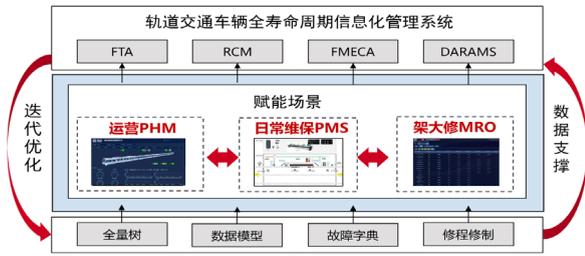


图1 轨道交通车辆全寿命周期信息化管理系统

3 轨道交通车辆全寿命周期信息化管理系统框架

轨道交通车辆全寿命周期信息化管理系统可以分为：车辆运营、车辆维保、车辆检修等三大子系统，分别是对应车辆运营的故障预测与健康诊断管理系统（PHM系统，Prognostics Health Management）、车辆维保的线网资产管理及运营生产管理系统（PMS系统，Production Management System）和车辆检修的城轨车辆检修系统（MRO系统，Maintenance, Repair & Overhaul）。

3.1 PHM 系统简介

PHM系统能实时监测车辆运营状态，实现故障精准预警、预测，指导现车故障快速处置，降低运营风险，保证车辆安全。PHM系统的数据主要来源于车载数据、日常维保数据、轨旁监测设备等。PHM系统可以用数据完整性实现预测更精准，以数据准确性保证模型更有效，以数据实时性保证监测更高效。可以对车辆的牵引系统、制动系统、空调系统、车门、网络、转向架等开发有针对性的故障预测模型。故障预测模型作为PHM系统的核心，全场景覆盖、全链条贯通、验证全面的故障预测模型，能支持车辆故障处理的高效决策，保证车辆运营安全可靠。利用PHM系统的数据诊断模型，可实时监测车辆状态，提前发现潜在故障，实现车辆运营故障的精确预警、预判。并且可以针对发现的故障问题，提供有效的故障解决方案，指导维保人员快速处置故障，提升运营和维保效率^[1]。

3.2 PMS 系统简介

PMS系统可以全面、精准、高效地管理轨道交通行业的海量运营数据，直面线网化运营的考验，实现资产线网化、一体化管控。通过搭建在线监测大数据平台，充分利用生产大数据，借助先进监测技术，从运营、设备、管理等三个方面，解决大线网模式下运维时间压缩、关键设备问题陡增及人员培养等运营管理困境，实现自动化、信息化的“两化智慧融合”，实现系统设备的综合评价管理，实时告警预替，提升精细化维保管理水平，实质推动维保模式向状态修转变^[2]。

3.3 MRO 系统简介

MRO系统通过获取车辆部件的检查数据，对部件的状态演变过程进行确认；同时结合部件更换和维修，确定下一阶段车辆运维的基准，实现质量可靠、成本最优、修时最短

的车辆维修。

通过采集车辆运营数据，部件拆解前数据、检修数据、装配数据和试验数据，保证基准准确可靠。从应用出发，系统规划数据采集，实现“需要的数据有高效采集渠道、采集的数据有高效应用场景”。通过优化工序作业流程，提升自动化率，保证检修产品安全和可靠，实现资源的最优化配置。以数据为支撑，通过模型分析，减少过度修，延长检修周期，做实状态修，保证修程优化有据可依。

4 轨道交通车辆全寿命周期管理信息化系统运用现状

PHM系统故障模型需拓展到日常维保业务，目前维保作业设备、MRO系统尚未与PHM系统实现数据互通。维保作业主要依靠成都地铁PMS系统管控，包括计划排产、工单下发、工单执行故障管理等，日常维保作业（里程检、均衡修）均在PMS管控。PMS作业工单缺少人员、物料、工具等标准化策划。现有的工单数据、设备检测数据仅为记录作业作用，尚未驱动优化日常维保业务。现有的MRO系统独立运行，整个检修过程没有涉及与PHM、PMS系统进行数据交互与共享。过程数据需人工记录，劳动强度大、重复工作多，缺少数据采集系统。

后续补强方向：利用产线数字化集成技术，打通PHM、PMS、MRO系统数据，实时掌握产品新造、运营、维保、检修等信息，打通生产制造各环节数据，实现工艺、质量、生产、采购等信息共享，将事后检修、计划检修升级为预测检修和精准检修。

4.1 三大子系统的逻辑关系

基于轨道交通车辆全寿命周期运用业务场景，分析PHM、PMS及MRO三个核心业务板块之间的关系，为轨道交通车辆全寿命周期信息化管理系统厘清搭建思路（见图2）。

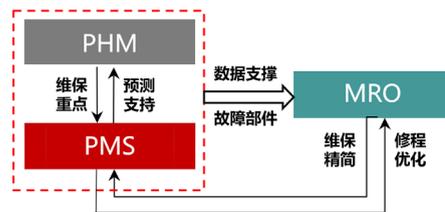


图2 PHM、PMS及MRO三大子系统的逻辑关系

规范PHM系统数据源，解决数据来源规范性和故障预测模型的持续优化和验证；融合维保数据，保证数据采集的完整性、准确性，支撑模型优化。补强基于业务场景的模型验证，强化状态监测、故障预警机制。基于PHM故障预测，修正日常维保重点。基于修程内日常维保数据，提供PHM故障预测参考。结合日常维保数据，优化架大修修程修制，完善结构化工艺设计。

优化MRO系统，结合数据自采，达成数据贯通，满足

架大修业务需求。基于修程间架大修状态变化,优化日常维保顶点。进行业务和系统融合,打通 PMS 日常维保数据、PHM 系统数据对架大修业务的数据支撑。

日常维保作为整个业务链的关键环节,需要补强做精,提升 PMS 系统数据质量;基于日常维保数据积累,支持架大修内容的优化。结合轨道车辆数字化模型,进行修程、工艺、作业方式优化,实现精益维保。

4.2 三大子系统存在的问题

设计工艺层面:检修规程结构树不匹配;检修规程分类分级不统一;规程文件未进行无纸化管理;物料与工单未建立关联关系。标准执行方面:施工人员需在 MRO、PMS 双系统录入信息,重复工作多;数据采集主要依靠人工录入;物料齐套性需人工核实;不同类型物料管理流程不统一。故障处置层面:PMS 与 MRO 系统故障树结构层级不一致;MRO 系统缺少故障信息编码;PMS 系统缺少类似故障字典的标准化解决方案。系统逻辑层面:PMS 系统缺少专用的工艺设计平台,需手动维护信息;MRO 与 PHM、PMS 系统未实现数据贯通;业务系统手动录入数据缺乏规范性和校验机制。

4.3 问题解决思路

对标业主修程分类分级标准,求同存异建立映射关系,制定分级策略,实施结构化工艺设计,兼容 PMS 系统和 MRO 数据需求;实现作业数据和设备数据应采尽采,完善异常数据的处理流程,在实现人工录入数据完整性的同时简化录入方式;融合系统,厘清系统架构差异,优化 MRO 系统功能,融合 PMS 业务需求,实现数据同源,数据共享,变更同步。

最终达到厘清设计工艺过程、执行过程、故障处理以及系统集成的差异性,以日常维保业务为抓手,聚焦修程分类分级的统一性、维保数据的完整性以及 MRO 与 PMS 系统融合,实现数据同源、信息共享。

5 轨道交通车辆全寿命周期管理信息化系统搭建思路

基于全寿命周期管理理念,从检修设计、工艺设计到生产执行全流程的日常维保作业策划,实现全寿命周期业务信息化,检修与工艺设计结构化,生产作业更精益、更精简、更可控。以做准 PHM、做精日常维保、做实架大修的总体要求,进行轨道交通车辆全寿命周期管理信息化系统搭。通过建构建车辆故障树,指导司机快速排故和应急处理,实现

故障精确定位,减少救援、掉线等故障。构建故障字典和标准解决方案,将人员配置、物料需求、维修工具等纳入故障字典,推进车辆故障及段内临时作业处理标准化和模块化,提升处置效率。优化 PMS 系统故障记录规则,保证故障记录数据完整性,实现 PMS 系统和 PHM 系统融合。优化现有修程修制,围绕可靠性指标,构建数据驱动模型,实现车辆状态修,延长车辆检修周期,支撑修程修制优化。最终实现轨道交通车辆全寿命周期运营安全、可靠,维保检修业务的提质、增效、降本、优员等目标^[1]。

6 轨道交通车辆全寿命周期智能运维的展望

轨道交通是现代城市交通发展的重要组成部分,而轨道车辆作为轨道交通的核心载体,其安全性和运行效率直接影响着城市交通的发展。因此,在轨道交通的发展中,轨道车辆的全寿命周期管理工作显得尤为重要。信息化技术是指利用智能化设备和先进技术实现对车辆的快速、准确、全面管理,并能够实现故障预警和维护管理等功能。随着智能检修技术的不断发展和应用,其应用范围也愈发广泛,已经成为轨道车辆检修的主要手段。

通过做精日常维保、做实架大修、做准 PHM 业务,以轨道车辆全寿命周期管理为目标,依托信息化系统和数字化、智能化装备,多措并举,打通运营监测 PHM 系统、日常维保 PMS 系统和架大修 MRO 系统业务数据链,赋能场景,实现车辆运营过程安全可靠、检修过程提质增效、生产环节降本优员。

7 结语

轨道交通车辆的全寿命周期管理工作是确保城市交通安全运行的重要保障,智能信息化技术是提高管理效率的关键手段,而引入物联网、传感器、大数据分析预测等先进技术则是实现故障预警功能的重要途径。通过不断优化,进一步提高车辆的安全性和运行效率,让轨道交通更好地服务于人民群众。

参考文献

- [1] 杨建军,刘丰.城市轨道交通车辆引入PHM技术的决策分析[J].智慧轨道交通,2022,59(2):24-27.
- [2] 成都地铁运营有限公司设备设施部.PMS系统及在线监测平台管理创新[C]//CAPE2017全国交通运输行业设备管理创新大会.中国设备管理协会,2017.
- [3] 刘晋安.刍议城轨车辆维保信息化管理系统的设计与实现[J].中国设备工程,2019(23):31-32.