

# 铁路线路智慧维修和设备智能检修管理

徐利军

内蒙古东乌铁路有限责任公司 内蒙古 鄂尔多斯 016199

**摘要:** 文章探讨大型养路机械智能检修管理的构思,重点提出开发建立设备维修维护智能管理系统与液压系统全生命周期健康监护管理系统的方案。智能管理系统通过集成物联网、大数据等技术,实现设备状态的实时监测与智能决策,优化维修流程。而液压系统健康监护系统则覆盖设计至报废全生命周期,通过实时监测与数据分析,提升液压系统的可靠性和稳定性。两系统协同作用,旨在提高大机设备的检修效率与安全性,保障铁路线路的正常运行。

**关键词:** 铁路线路;智慧维修;设备智能检修

## 1 铁路线路智慧维修与设备智能检修管理的重要性

铁路线路智慧维修与设备智能检修管理在现代铁路运输体系中占据着举足轻重的地位,其重要性不容忽视。第一、安全是铁路运输的首要任务,智慧维修系统通过集成传感器、物联网、大数据分析等技术,能够实时监测铁路线路及设备的运行状态,及时发现并预警潜在的安全隐患,如轨道几何尺寸变化、信号系统故障、接触网异常等,从而避免或减少因设备故障导致的事故发生,大幅提升铁路运输的安全性。第二、传统的人工巡检和维修方式不仅效率低下,还容易受到人为因素和环境条件的影响,而智慧维修与智能检修管理利用自动化、智能化手段,实现维修任务的精准定位和快速响应,大大缩短故障发现和修复的时间,减少列车因设备故障而延误或停运的情况,有效提升铁路运输的整体运营效率。第三、通过对铁路线路和设备的全生命周期管理,智慧维修系统能够制定科学合理的维修计划,实现预防性维修和状态修的结合。这种基于数据驱动的维修策略,有助于精准识别设备的磨损规律和故障模式,从而在设备性能退化初期就进行干预,有效防止故障的发生,延长设备的使用寿命,降低设备更换和维修的成本。第四、智慧维修与智能检修管理还积极响应了绿色发展的理念,通过优化维修流程、减少不必要的人力和物力投入,以及提高资源利用效率,实现节能减排的目标。智能技术的应用还有助于降低维修过程中对环境的影响,推动铁路运输向更加环保、可持续的方向发展。

## 2 铁路线路智慧维修与设备智能检修的优势与特点

铁路线路智慧维修与设备智能检修的优势与特点主要体现在几个方面;(1)优势,借助物联网、大数据、人工智能等先进技术,智慧维修系统能够实现对铁路线路及设备状态的实时监测与精准分析,快速定位故障点,大幅提高维修效率与准确性。通过数据分析预测

设备寿命周期和潜在故障,实现由传统的故障后维修向预防性维修的转变,有效避免突发故障对铁路运输的影响,提升整体运营稳定性<sup>[1]</sup>。智能化管理减少人工巡检的频率和强度,降低人力成本;精准的维修计划避免了过度维修和不必要的资源浪费,有效控制了维护成本。实时监测与预警机制能够及时发现并处理安全隐患,有效防止事故发生,保障铁路运输的安全顺畅。智能检修管理能够根据维修任务的紧急程度和重要性,自动调度维修资源和人员,实现资源的优化配置和高效利用。(2)特点;整个维修过程高度自动化,从数据收集、分析到维修决策,均依赖于智能算法和模型,减少了人为干预,提高了决策的科学性和准确性。智慧维修与智能检修的核心在于数据,通过收集大量实时和历史数据,进行深度挖掘和分析,为维修决策提供有力支持。系统集成多种技术和设备,实现了不同系统之间的信息共享与协同工作,提高了整体维修效率和管理水平。利用远程监控技术,维修人员可以实时查看设备状态,进行远程故障诊断和调度,提高了响应速度和维修效率。智能系统具备自我学习能力,能够不断优化算法和模型,提高预测的准确性和维修的针对性,随着数据的积累和技术的进步,其性能将不断提升。

## 3 铁路线路维修现状

铁路线路维修现状呈现出技术革新与高效管理并进的态势,随着物联网、大数据、人工智能等技术的不断发展,铁路线路维修正逐步向智能化转变。智慧维修系统通过集成多种先进技术,实现了对铁路线路及设备的实时监测、数据分析与预测性维护,有效提升了维修效率和准确性。在铁路线路维修中,自动化和机器人技术得到了广泛应用。例如,自动化检测设备用于轨道几何尺寸的测量与评估,机器人则可用于轨道清理、设备检查等任务,这些技术的应用不仅提高了工作效率,还降

低了人为错误的风险。无人机技术被广泛应用于铁路线路的巡检工作。无人机能够轻松飞越复杂地形和难以到达的区域,提供高分辨率的图像和数据,帮助维修人员快速识别线路问题,制定维修方案。现代铁路维修体系更加注重预防性维修,通过对设备状态的实时监测和数据分析,维修人员可以及时发现潜在故障并采取措施进行处理,从而避免故障扩大和事故发生,保障铁路运输的安全性和稳定性<sup>[2]</sup>。为了减少对铁路运输的影响,铁路部门通常采用集中维修和天窗作业的方式,在特定的时间窗口内,集中调配专业人员、机具和物料进行大规模维修施工,确保施工质量和效率。铁路线路维修遵循严格的标准化和规范化管理流程,从设备选型、施工标准到验收规范等方面都有明确的规定和要求,确保维修工作的质量和安全。

当前维修案例展示;近期,京广铁路普速线进行大规模集中维修施工,包括成段换轨、道床清筛、大机捣固等作业,全面提升线路设备质量,为旅客出行提供了更为安全、舒适的出行环境。京沪高铁济南维管段完成供电设备的集中修工作,通过检修接触网设备和电力变配电设备,提升供电设备的运行品质,为京沪高铁的安全平稳运行奠定了坚实基础。

#### 4 铁路智慧维修系统框架构思

##### 4.1 实现大数据指导下的精准维修

在铁路智慧维修系统的框架构思中,实现大数据指导下的精准维修是核心目标之一。数据采集层是系统的基石,通过部署在铁路沿线的各类传感器、摄像头、无人机等物联网设备,系统能够自动采集轨道几何尺寸、轨道结构状态、信号系统性能、接触网健康状况等多维度数据。这些数据不仅涵盖了静态的线路参数,还包括动态的列车运行状态信息,为后续的精准分析提供了坚实基础。数据处理与分析层是系统的关键,这一层负责将采集到的原始数据进行清洗、整合与预处理,消除噪声和冗余信息,确保数据的准确性和可用性。利用先进的大数据处理技术和机器学习算法,对数据进行深度挖掘和分析,识别出潜在的故障模式和维修需求。通过预测性维护模型的构建与优化,系统能够提前预测设备故障的发生时间和位置,为精准维修提供科学依据。在精准维修实施阶段,系统根据分析结果自动生成维修任务和工单,明确维修对象、维修内容、维修时间和所需资源等关键信息。这些信息通过智能调度系统快速传递给维修人员或自动化设备,指导他们高效、准确地完成维修任务。系统还具备维修过程跟踪与监控功能,确保维修工作的质量和进度符合预期要求。通过大数据指导下

的精准维修,铁路部门能够实现维修资源的优化配置和高效利用,降低维修成本和时间成本,提高铁路运输的安全性和可靠性。这种基于数据的决策方式也有助于提升维修工作的科学性和精准度,为铁路行业的可持续发展提供有力支撑。

##### 4.2 拓展开发运用自动捣固系统

自动捣固系统是铁路智慧维修系统中的重要组成部分,其拓展开发与运用对于提升线路维修效率和质量具有重要意义。技术研发与创新是自动捣固系统发展的基础。通过引入先进的自动化技术、传感器技术、机器视觉技术和人工智能技术,可以不断提升自动捣固系统的智能化水平和作业精度。系统集成与兼容性是自动捣固系统推广的关键,在开发过程中,应注重系统与其他铁路维修设备和系统的集成与兼容性设计。通过统一的接口标准和数据交换协议,实现自动捣固系统与轨道检测车、信号控制系统、调度管理系统等设备的无缝连接和数据共享,这样可以大大提高系统的整体性能和协同作业能力<sup>[3]</sup>。安全性能与可靠性也是自动捣固系统不可忽视的方面,在设计和制造过程中,应严格遵守相关安全标准和规范,确保系统在各种工况下都能稳定运行并具备足够的应急处理能力。同时,通过定期的维护和保养工作以及严格的质量控制体系来保障系统的长期可靠性和使用寿命。人员培训与技术支持是自动捣固系统成功应用的重要保障,铁路部门应加强对维修人员的培训和技能提升工作,使他们能够熟练掌握自动捣固系统的操作方法和维护技能。建立健全的技术支持体系和服务网络,为用户提供及时、专业的技术支持和解决方案。

##### 4.3 提高机械化作业程度

提高机械化作业程度是铁路智慧维修系统框架构思中的另一个重要方向。通过引入更多高效、智能的机械设备来替代传统的人工操作方式,可以大幅提升维修工作的效率和安全性。首先,应加大机械设备在铁路维修领域的研发和应用力度,针对铁路线路维修的不同需求和特点,开发出适应性强、功能齐全的机械设备。这些机械设备的广泛应用将极大地减轻维修人员的劳动强度和提高作业效率。其次,应注重机械设备的智能化升级和改造,通过引入物联网、大数据和人工智能等先进技术对机械设备进行智能化升级和改造,使其具备远程监控、故障诊断和自动调整等功能。这样不仅可以提高机械设备的作业精度和稳定性,还可以实现对机械设备的远程管理和调度优化。在机械设备的使用过程中应加强安全管理和维护保养工作,建立健全的安全管理制度和操作规程确保机械设备在作业过程中的安全稳定运行;

加强设备的日常维护和保养工作延长设备的使用寿命和降低故障率；建立设备档案和维修记录便于对设备的使用情况进行跟踪和分析。最后，通过加强机械化作业与智慧维修系统的深度融合与协同工作可以进一步提升维修工作的整体效能，例如将机械化作业设备与智慧维修系统的调度管理系统进行无缝连接实现作业的智能化调度和优化；利用智慧维修系统提供的数据支持为机械化作业提供精准指导和决策支持等。

## 5 大型养路机械智能检修管理构思

### 5.1 开发建立设备维修维护智能管理系统

在大型养路机械（简称大机）的智能检修管理构思中，开发建立设备维修维护智能管理系统是至关重要的一环。该系统旨在通过集成物联网、大数据、云计算等先进技术，实现对大机设备状态的实时监测、数据分析与智能决策，以优化维修维护流程，提高检修效率和准确性。具体而言，该智能管理系统将包括以下几个核心模块：一是数据采集模块，通过安装在设备上的各类传感器和物联网设备，实时收集设备的运行状态、工作环境、故障信息等数据；二是数据处理与分析模块，运用大数据处理技术对这些原始数据进行清洗、整合、挖掘，提取出有价值的信息和故障特征；三是智能诊断与预测模块，基于机器学习算法和专家系统，对设备状态进行智能诊断和故障预测，提前识别潜在问题；四是维修维护计划生成模块，根据诊断结果和预测信息，自动生成维修维护任务清单和计划，明确维修内容、时间、所需资源等；五是执行与跟踪模块，负责维修任务的分配、执行进度的跟踪以及维修效果的评估，确保维修工作的高效完成。

### 5.2 开发液压系统全生命周期健康监护管理系统

液压系统是大型养路机械中的关键组成部分，其性能稳定与否直接影响到设备的整体运行效率和安全性。开发液压系统全生命周期健康监护管理系统，对于提升大机设备的检修管理水平具有重要意义<sup>[4]</sup>。该系统将围绕液压系统的全生命周期展开，包括设计、制造、

安装、运行、维护直至报废的各个阶段，在设计阶段，系统将通过仿真分析等手段，预测液压系统的潜在故障点和性能瓶颈，为优化设计提供科学依据；在制造和安装阶段，系统将记录关键零部件的制造信息、安装参数等，为后续的健康监护提供基础数据；在运行阶段，系统将通过安装在液压系统上的传感器和物联网设备，实时监测液压油的温度、压力、流量、清洁度等关键参数，以及液压元件的振动、噪声等状态信息；在维护阶段，系统将基于实时监测数据和历史维护记录，对液压系统的健康状况进行评估和预测，提前制定维护计划和方案。该系统还将具备故障预警、故障诊断、维修指导等功能。当液压系统出现异常时，系统将自动发出预警信号，并提供可能的故障原因和解决方案；在维修过程中，系统将为维修人员提供详细的维修指导和操作建议，确保维修工作的准确性和高效性。

### 结束语

大型养路机械智能检修管理的实施，是铁路行业迈向智能化、高效化的重要一步。通过建立智能管理系统和全生命周期健康监护系统，不仅能显著提升设备的维修效率和准确性，还能有效延长设备使用寿命，降低运营成本。未来，随着技术的不断进步和应用的深入，有理由相信，大型养路机械的检修管理水平将迎来更加广阔的发展前景。

### 参考文献

- [1] 贾文. 铁路线路智慧维修和设备智能检修管理[J]. 能源科技, 2020, 18(05): 81-85.
- [2] 王泽其. 浅析新形势下普速铁路线路维修策略[J]. 科技创新, 2020(13): 107-108.
- [3] Chanthasouk Vanphouang. 中老铁路养护维修技术研究[D]. 兰州交通大学, 2020. DOI: 10.27205/d.cnki.gltcc.2020.001044.
- [4] 吕前贺, 司晓峰, 付艳成. 新形势下普速铁路线路维修策略分析[J]. 智能城市, 2020, 6(03): 142-143. DOI: 10.19301/j.cnki.zncc.2020.03.077.