

# 论铁路工务线路维修现状与发展

尹红志

天津枢纽环线铁路维修有限责任公司 天津 300000

**摘要：**铁路工务线路维修是保障铁路运输安全与效率的核心环节。当前，我国铁路线路维修在基础保障能力、技术应用水平和管理体系建设等方面取得显著进展，但仍面临设备老化与负荷增长的矛盾、传统作业模式与现代化需求的差距、技术创新转化不足等挑战。本文通过分析铁路工务线路维修的现状特征，探讨其在技术、管理、资源配置等层面的发展方向，提出以智能化升级为核心，以精益化管理为支撑，以人才培养为基础的发展路径，旨在为提升线路维修质量与效率、适应铁路网络持续发展提供理论参考。

**关键词：**铁路工务；线路维修；现状分析；技术创新；智能化发展

引言：铁路作为国家综合交通运输体系的骨干，其线路设备的状态直接关系到运输安全、运行效率和服务质量。工务线路维修通过对轨道、道岔、路基等基础设施的检查、养护与修复，维持设备的正常功能和使用寿命，是铁路运营管理的基础性工作。随着我国铁路网络规模的不断扩大、客货运输量的持续增长以及高速化、重载化技术的广泛应用，线路维修面临着更高的标准和更复杂的需求。深入剖析当前线路维修的实际状况，明确制约发展的关键因素，探索科学合理的发展策略，对于推动铁路工务系统的现代化转型具有重要意义。

## 1 铁路工务线路维修的现状特征

当前铁路工务线路维修体系在长期实践中形成了较为完善的作业规范和保障机制，呈现出以下主要特征。在维修模式上，以“预防为主、防治结合”为原则，形成了周期性计划维修与临时故障修相结合的作业体系，通过定期检查与状态评估确定维修周期和内容，保障了线路设备的基本稳定。在技术应用方面，大型养路机械如捣固车、清筛车、打磨车等已成为线路维修的主力装备，显著提升了作业效率和质量精度，同时信息化技术开始逐步渗透到设备检查、数据管理等环节，如轨道检查车、便携式探伤仪等设备的应用，为线路状态监测提供了数据支持。在管理体系上，建立了从铁路总公司到基层工务段的多级管理架构，形成了涵盖维修计划编制、作业组织实施、质量验收考核等全流程的管理制度，确保了维修工作的有序开展。然而，随着铁路运输需求的快速变化，现有维修体系在应对设备老化加速、维修天窗紧张、新技术融合不足等问题上逐渐显现出局限性，亟需通过系统性优化与创新实现转型升级<sup>[1]</sup>。

## 2 铁路工务线路维修面临的主要挑战

### 2.1 设备老化与负荷增长的矛盾日益突出

随着铁路运营年限的延长，大量早期建设的线路设备进入老化期，钢轨磨耗、轨枕失效、道床板结等病害发生率逐年上升，设备维修的频次和成本显著增加。同时，为满足客货运输需求，既有线路普遍面临提速、重载的双重压力，列车密度的加大导致线路承受的动荷载作用时间延长，设备疲劳损伤速度加快。这种“老化加速”与“负荷超载”的叠加效应，使得线路设备的实际状态与安全标准之间的差距逐渐扩大，传统的周期性维修模式难以完全覆盖设备的动态变化需求，部分区段甚至出现“修不胜修”的被动局面。

### 2.2 传统维修模式与效率需求的不适应性凸显

现行线路维修仍在较大程度上依赖经验型作业模式，维修计划的制定多以固定周期为依据，缺乏对设备实际状态的精准评估，导致“过度维修”与“维修不足”现象并存。在作业组织方面，受天窗时间限制，维修作业往往需要在短时间内完成多项任务，大型机械的调配、人员的协同配合难度较大，易出现工序衔接不畅、作业效率低下等问题。此外，人工巡检和现场作业仍占较大比重，不仅劳动强度高，而且在数据采集的准确性和及时性上存在局限，难以满足现代化铁路对维修效率和精度的要求<sup>[2]</sup>。

### 2.3 技术创新转化与集成应用存在瓶颈

尽管近年来铁路工务系统在新技术研发上投入较大，如轨道状态监测、无损检测、新材料应用等领域取得了一定成果，但在实际维修工作中的转化应用率不高。一方面，部分新技术、新设备的研发与现场需求结合不够紧密，功能设计与实际作业环境存在脱节，导致基层单位应用积极性不足；另一方面，现有技术体系呈现“碎片化”特征，不同监测设备、数据平台之间缺乏统一的接口标准，数据共享和综合分析能力薄弱，难以

形成对线路状态的整体研判和智能决策支持，技术优势未能充分转化为维修效能。

#### 2.4 人力资源结构与技能要求的匹配度不足

线路维修工作对人员的专业技能和综合素质要求较高，既需要掌握传统的机械操作、病害判断等技能，也需要具备信息化、智能化设备的应用能力。当前，工务系统一线人员年龄结构偏大，年轻技术人员占比相对较低，对新技术、新设备的接受和掌握速度较慢。同时，随着维修技术的升级，现有培训体系在内容更新、方式创新等方面滞后于实际需求，导致人员技能水平与现代化维修作业的要求存在差距，影响了新技术应用和维修质量的提升。

### 3 铁路工务线路维修的发展方向与策略

#### 3.1 推进智能化监测与诊断技术的深度应用

智能化监测是实现线路维修精准化的基础，需构建“空天地”一体化的监测网络。在空中层面，利用无人机搭载高清摄像头、激光雷达等设备，对线路周边环境、接触网状态进行快速巡检，重点识别路基边坡溜塌、异物侵限等宏观病害；在地面层面，推广应用轨道检查车、钢轨探伤车等大型检测装备，结合车载传感器实时采集轨道几何参数、钢轨伤损等数据，通过5G技术实现数据的实时传输；在基础设施层面，在关键区段安装轨枕应力传感器、道床加速度传感器、钢轨应变计等在线监测设备，构建24小时不间断的状态感知系统。通过多源数据的融合分析，运用机器学习算法建立线路病害预测模型，实现对钢轨疲劳裂纹、道床沉降、轨枕失效等病害的早期预警和趋势研判，为维修决策提供科学依据。同时，开发智能化诊断平台，集成图像识别、数据挖掘等技术，自动识别检测数据中的异常特征，生成病害类型、位置、严重程度的诊断报告，减少人工判断的主观性和误差，提升诊断效率和准确性<sup>[3]</sup>。

#### 3.2 构建基于状态的精益化维修管理体系

精益化管理的核心是以设备实际状态为导向，实现维修资源的最优配置，破解传统维修模式的短板，提升线路维修的精准度与经济性。首先，建立全生命周期设备状态数据库，全面记录线路从建设、运营到维修的全过程数据，涵盖设备参数、历史病害、维修记录、检测结果等核心信息，形成完整的设备“健康档案”，为维修决策提供数据支撑。基于该数据库，引入可靠性为中心的维修（RCM）理念，通过故障模式、影响及危害度分析（FMECA），明确不同线路部件的关键度与维修优先级，制定差异化维修策略：对关键部件采用状态修，依据实时监测数据动态调整维修时机；对非关键部件采

用预防修，结合寿命预测确定合理维修周期；对故障影响较小的部件采用故障修，有效降低不必要的维修成本。其次，优化维修计划编制流程，运用大数据分析技术，综合考量设备状态、运输需求、天窗资源及人员机械配置等因素，实现维修计划的智能生成与动态调整，杜绝计划盲目性与执行冲突。在作业组织上，推行标准化作业流程，通过工序分解、时间定额管理、质量控制点设置等手段，规范现场作业行为，提升作业效率与质量。同时，建立维修质量追溯体系，依托物联网技术记录维修全过程关键环节，实现维修质量可追溯、可评估，构建“计划-执行-检查-改进”的闭环管理机制，持续提升线路维修管理的规范化、精细化水平，为铁路线路安全稳定运行提供保障。

#### 3.3 研发与应用先进的维修装备与材料技术

维修装备的现代化是提升铁路工务线路维修效率与质量的关键支撑，需兼顾大型集成装备与小型专用设备的协同发展。重点发展大型化、智能化、多功能集成养路机械，如具备自动捣固、稳定、抄平功能的一体化捣固车，可实现钢轨廓形精准打磨的数控打磨车，以及集道床清筛、破碎、回填于一体的连续式清筛车，有效减少设备投入数量与作业环节，大幅提高天窗利用率，适配高密度运输下的维修需求。同时，同步开发小型化、便携化专用维修设备，包括手持激光检测仪、便携式钢轨焊接机、小型道床夯实机等，精准满足小范围病害整治、应急抢修等场景需求，弥补大型机械作业的局限性。在新材料应用层面，重点推广高性能钢轨材料，如微合金化钢轨、贝氏体钢轨，显著提升钢轨耐磨性与抗疲劳性能，延长使用寿命。研发新型轨枕材料，如复合树脂轨枕、碳纤维增强轨枕，有效解决传统混凝土轨枕易开裂、重量大、运输不便的问题；应用弹性道床、泡沫混凝土道床等新型道床材料，提升道床减震性能与结构稳定性，降低线路病害发生率。此外，积极探索无砟轨道专用修补剂、钢轨防锈涂料等环保型维修材料，减少维修过程对周边环境的影响，推动线路维修向绿色化、可持续化方向发展，为铁路线路安全稳定运行提供装备与材料保障<sup>[4]</sup>。

#### 3.4 强化维修技术创新与成果转化机制

技术创新是推动铁路工务线路维修高质量发展的根本动力，核心在于构建“产学研用”协同创新体系，打通技术研发与现场应用的壁垒，实现创新成果高效落地。需加强铁路企业与高校、科研院所的深度合作，围绕线路维修中的关键技术瓶颈设立攻关项目，重点突破智能化监测算法、大数据分析平台、新型材料配方等核

核心技术，为维修模式升级提供技术支撑。建立健全技术创新激励机制，充分调动基层单位和一线作业人员的创新积极性，鼓励其开展技术革新、工艺改进和小发明创造，对具有实用价值、能提升维修效率和质量的创新成果，给予表彰奖励并在全行业推广，形成“人人愿创新、人人能创新”的良好氛围。完善技术成果转化流程，构建从实验室研究、中试试验、现场试用再到全面推广的全链条转化机制，设立专门的技术转化部门，负责新技术、新设备的试验验证、操作培训和落地指导，破解创新成果“实验室好用、现场难用”的难题，确保创新技术快速转化为实际维修效能。同时，加强国际技术交流与合作，积极引进吸收国外先进的线路维修技术和管理经验，结合我国铁路高速化、重载化的实际运营特点，进行消化、吸收和再创新，打造具有自主知识产权的核心技术体系，不断提升我国铁路工务线路维修的整体技术水平，为行业高质量发展注入持久动力。

### 3.5 优化人力资源配置与技能提升体系

人才是实现线路维修现代化的核心保障，需从结构优化和能力提升两方面入手。在人力资源配置上，根据维修技术升级的需求，调整人员结构，增加技术研发、数据分析、智能设备操作等专业岗位的人员比例，通过招聘、内部培养等方式引入高学历、复合型人才。同时，建立灵活的岗位调整机制，鼓励经验丰富的技术工人向技术管理、培训指导等岗位转型，发挥其技术优势。在技能提升方面，构建分层分类的培训体系：针对管理人员，重点开展智能化管理、数据分析、项目管理等方面的培训；针对技术人员，加强新技术、新设备、新材料的应用培训；针对一线作业人员，强化标准化作业、安全操作、应急处置等技能培训。创新培训方式，

采用虚拟现实（VR）、增强现实（AR）等技术开发模拟培训系统，让学员在虚拟环境中进行设备操作、病害处理等实战训练，提高培训的直观性和实效性。建立技能等级认证制度，将技能水平与薪酬待遇、职业发展挂钩，激发员工学习技术的积极性，打造一支适应现代化维修需求的高素质人才队伍<sup>[5]</sup>。

结束语：铁路工务线路维修的发展是一个系统工程，需要在技术、管理、人才等多维度协同推进。当前，面对设备老化、负荷增长、技术升级等多重挑战，唯有坚持以智能化为方向，以精益化为手段，以创新为动力，才能实现维修模式从“经验驱动”向“数据驱动”、从“周期修”向“状态修”、从“人工主导”向“人机协同”的转变。通过构建智能化监测网络、精益化管理体系、先进化装备材料、协同化创新机制和高素质人才队伍，不断提升线路维修的质量和效率，为铁路运输的安全、稳定、高效运行提供坚实保障，助力我国铁路事业持续健康发展。

### 参考文献

- [1]刘东.浅析铁路工务线路养护维修问题与管理措施[J].中国设备工程,2025(11):75-77.
- [2]王思伟.铁路工务线路维修与养护研究[J].中国科技期刊数据库工业A,2025(8):182-185.
- [3]侯然.提高铁路工务线路维修质量的措施研究[J].中国科技期刊数据库工业A,2025(1):166-169.
- [4]刘婉莹,龚枫盛,祁诗韵.铁路工务线路相关养护维修问题及有效管理策略分析[J].中国科技期刊数据库工业A,2025(12):155-157.
- [5]孙树俊.铁路工务线路养护常见问题与对策[J].中国科技期刊数据库工业A,2024(9):0021-0024.