

铁路线路维修与养护

李 桃

国能新准铁路有限责任公司 内蒙古 鄂尔多斯 017000

摘 要：铁路线路维修与养护对于保障铁路运输安全、高效运行具有关键意义。本文先阐述其定义，即对铁路轨道、路基等进行检查、维护和修理的系列工作，其重要性体现在确保列车平稳运行、延长线路寿命等方面，且分为预防性与矫正性养护等类型。接着深入分析线路爬行、钢轨磨损、轨枕损坏等常见病害的成因。随后探讨优化策略，包括激光测量仪等先进检测技术、大型养路机械等自动化设备应用、新型道床材料研发以及信息化管理技术构建等，旨在提升铁路线路维修与养护水平，推动铁路运输事业可持续发展。

关键词：铁路线路；维修；养护

引言：随着铁路运输在现代交通体系中占据愈发重要的地位，铁路线路维修与养护成为铁路运营不可或缺的环节。铁路线路长期承受列车巨大荷载以及自然环境侵蚀，易出现各类病害。其维修与养护工作涉及多方面内容，旨在保障线路良好状态。合理的维修与养护可有效预防事故发生，提高运输效率，降低运营成本。深入探究铁路线路维修与养护相关内容，包括其概述、常见病害及优化策略等，对于提升铁路整体运营质量，适应日益增长的运输需求有着极为重要的现实意义。

1 铁路线路维修与养护概述

1.1 铁路线路维修与养护的定义

铁路线路维修与养护是确保铁路基础设施处于良好运行状态的一系列综合性工作。它涵盖了对轨道、路基、桥梁、隧道等铁路线路各组成部分的日常检查、维护、修理与更新。具体而言，维修包括对钢轨的探伤、打磨、更换，轨枕的整理与更换，扣件的紧固与调整，道床的捣固、清筛与补充等作业，以恢复轨道的几何形位和结构强度。养护则侧重于对铁路线路的长期监测、防护与保养，如路基的排水处理、边坡防护、桥梁和隧道的定期巡检与病害防治等工作。通过这些维修与养护工作，及时发现并处理线路存在的问题，保障铁路线路的安全性、稳定性和耐久性，使其能够承受列车的高速、重载运行，为铁路运输提供可靠的基础设施支撑。

1.2 铁路线路维修与养护的重要性

铁路线路维修与养护的重要性体现在多个方面。首先，它是保障列车运行安全的关键。轨道的几何形位准确、结构稳固，能有效防止列车脱轨、颠覆等重大事故的发生。例如，轨距、水平、高低等参数若超出允许范围，列车行驶时极易产生晃动甚至出轨。其次，良好的线路状态有助于提高列车运行的平稳性和舒适性，减

少旅客的颠簸感和货物的损耗。再者，定期的维修与养护能延长铁路线路的使用寿命。及时修复钢轨的磨损、轨枕的损坏和道床的病害，可以避免小问题演变成大故障，降低铁路运营的整体成本。从宏观层面看，高效的线路维修与养护体系对于提升铁路运输的可靠性和竞争力，促进区域经济发展和人员物资交流起着不可或缺的作用，是铁路运输业可持续发展的重要保障^[1]。

1.3 铁路线路维修与养护的分类

铁路线路维修与养护主要分为预防性养护和矫正性养护两类。预防性养护是一种前瞻性的维护策略，它基于对线路设备的定期检测和状态评估数据，在铁路线路尚未出现严重病害或性能衰退之前，就采取一系列的维护措施。例如，定期对钢轨进行打磨，去除表面的疲劳层和微小缺陷，防止钢轨因疲劳裂纹扩展而断裂；按照规定周期对道床进行捣固和清筛，保持道床的弹性和排水性能，预防道床板结和翻浆冒泥。矫正性养护则是在铁路线路已经出现明显病害或故障，影响到列车正常运行安全和舒适性时进行的修复性工作。如当钢轨出现较大磨损、轨枕断裂、路基沉降导致轨道几何形位严重超标时，采取更换钢轨、轨枕，对路基进行加固和抬升等措施，使铁路线路恢复到正常的运行状态。预防性养护侧重于预防，可有效降低病害发生的频率和程度；矫正性养护侧重于修复，能及时消除线路故障隐患，两者相辅相成，共同保障铁路线路的良好运行状态。

2 铁路线路常见病害及原因分析

2.1 线路爬行及轨距变化

线路爬行是铁路线路常见病害之一，表现为钢轨沿着轨枕或道床产生纵向移动。这一现象会导致轨距发生变化，轨缝不均匀，严重时可能使扣件松动、轨枕歪斜甚至钢轨接头错牙。线路爬行的主要原因包括列车运行

时产生的纵向力,尤其是在频繁启动、制动的地段,如车站附近或长大坡道上,列车的牵引与制动力会对钢轨产生较大的纵向推拉力,促使其爬行。此外,道床的阻力不足也是关键因素,道床捣固不实、道砟粒径不符合要求或道砟脏污板结,都会降低道床对钢轨的纵向约束能力,无法有效阻止钢轨的爬行。轨枕铺设间距不当或轨枕质量不佳,在列车荷载作用下容易发生位移,也会间接引发线路爬行和轨距的不稳定变化,影响铁路线路的正常使用和行车安全。

2.2 钢轨磨损与疲劳

钢轨磨损与疲劳是铁路线路面临的严峻问题。钢轨磨损主要有侧面磨损、头部磨损和波浪形磨损等形式。侧面磨损通常发生在曲线地段,由于列车在弯道行驶时产生的离心力,使车轮轮缘与钢轨侧面不断摩擦,导致钢轨侧面逐渐磨耗。头部磨损则多因车轮与钢轨顶面的滚动和滑动摩擦,在列车重载、高速运行以及钢轨材质耐磨性不足的情况下加剧。波浪形磨损是由于钢轨在长期承受列车荷载过程中,轨面受到周期性的不均匀压力,使得钢轨表面形成类似波浪的凹凸不平。钢轨疲劳主要源于列车荷载的反复作用,在钢轨内部产生交变应力,当应力超过钢轨材料的疲劳极限时,就会在钢轨表面或内部萌生裂纹,随着裂纹的扩展,最终可能导致钢轨断裂。这不仅会增加维修成本,还严重威胁铁路运输的安全与顺畅^[2]。

2.3 轨枕损坏与道床脏污

轨枕损坏在铁路线路中较为常见,主要表现为轨枕开裂、腐朽、折断等。轨枕长期承受钢轨传递的列车荷载,在受力不均的情况下,如扣件紧固不良导致轨枕局部压力过大,容易产生裂缝并逐渐扩展,轨枕材质若本身存在缺陷或在潮湿、酸碱等恶劣环境中使用,会加速其腐朽进程。道床脏污也是一个突出问题,道床中的道砟会因列车运行时扬起的灰尘、煤屑、泥土等杂物逐渐积累而被污染,道床排水不畅时,积水会使道砟粉化、板结。道床脏污和板结后,其弹性和排水性能大幅下降,无法有效缓冲列车冲击和排除积水,进而导致轨枕受力状况恶化,进一步加剧轨枕损坏,形成恶性循环,影响铁路线路的稳定性和安全性,降低线路的使用寿命。

3 铁路线路维修与养护的优化策略与措施

3.1 先进检测技术

随着科技的不断进步,先进检测技术在铁路线路维修与养护中发挥着日益关键的作用。

第一,高精度轨道检测车是其中的重要代表。它配备了先进的激光测量系统、惯性测量单元以及图像采集

设备等。激光测量系统能够精确地测量轨道的几何形位参数,如轨距、水平、高低、方向等,其测量精度可达到毫米级甚至更高,能及时发现轨道微小的变形与偏差。惯性测量单元则可以在列车高速运行过程中,准确地感知轨道的空间位置变化,通过对加速度、角速度等数据的分析,全面评估轨道的平顺性和稳定性。图像采集设备可对轨道表面、扣件状态、道床情况等进行高清拍摄,便于工作人员直观地查看线路细节,发现诸如钢轨表面的擦伤、扣件的缺失或松动等潜在问题。第二,无损探伤技术也是不可或缺的检测手段。例如超声波探伤技术,它利用超声波在钢轨中的传播特性,当遇到钢轨内部的缺陷如裂纹、夹杂等时,超声波会发生反射、折射和散射等现象,通过接收和分析这些回波信号,就能精准定位缺陷的位置、大小和形状,从而及时发现钢轨内部的隐蔽性损伤,有效预防钢轨断裂事故的发生。第三,还有基于卫星定位和地理信息系统(GIS)的检测技术。通过卫星定位可以精确确定铁路线路的地理位置信息,结合GIS技术,将线路的空间数据与属性数据相结合,实现对铁路线路全方位、多层次的监测与管理。能够对线路的沉降、位移等情况进行长期、实时的监控,并对线路周边的地质环境、地形地貌变化等进行综合分析,为铁路线路的维修与养护提供全面、准确的数据支持,有助于制定科学合理的养护计划,提高铁路线路维修与养护的效率和质量,保障铁路运输的安全与稳定^[3]。

3.2 维修作业机械化与自动化设备

维修作业机械化与自动化设备的应用极大地提升了铁路线路维修与养护的工作效率与质量。第一,大型养路机械如捣固车、稳定车和清筛机等在轨道维修中发挥着核心作用。捣固车通过其强大的振捣装置,能够按照精确设定的深度和频率对道床进行捣固作业,有效恢复道床的密实度和弹性,确保轨道几何尺寸的精准稳定,使轨枕均匀受力,减少轨道变形。稳定车则在捣固作业后跟进,利用其振动轮对道床施加垂直和水平方向的激振力,进一步压实道床,增强道床的稳定性,提高轨道的承载能力,减少列车行驶过程中的轨道下沉和位移。清筛机能够将脏污板结的道床道砟进行深度清理和筛选,去除其中的泥土、杂物和粉化道砟,再将合格的道砟回填道床,恢复道床良好的排水性能和弹性,从根本上解决道床病害问题。第二,自动化扣件安装与更换设备也是重要的革新成果。这类设备能够精准定位扣件位置,快速高效地完成扣件的安装、紧固和更换作业,相比传统人工操作,不仅大幅提高了作业速度,而且能确保扣件安装的一致性和紧固扭矩的准确性,有效提升轨

道结构的整体性和稳定性。第三,钢轨打磨机器人则为钢轨打磨作业带来了更高的精度和效率。它能够依据预设的打磨参数和轨道轮廓数据,自动调整打磨角度、力度和速度,对钢轨表面的磨损、波浪形磨耗和疲劳层进行精细化打磨,有效消除钢轨表面缺陷,延长钢轨使用寿命,同时降低人工打磨因操作差异导致的质量不稳定问题,保障列车行驶的平稳性和安全性,推动铁路线路维修与养护朝着智能化、高效化方向不断发展。

3.3 养护材料创新

养护材料的创新为铁路线路维修与养护工作带来了新的活力与突破。第一,在道床材料方面,新型弹性道床材料的研发具有重要意义。这类材料采用特殊的橡胶或高分子聚合物与道砟混合或制成道床板等形式,具有出色的弹性和减震性能。在列车通过时,能够有效吸收和分散车轮对道床的冲击力,减少道床的受力变形和道砟的磨损,降低轨道振动和噪声,提升列车运行的平稳性和舒适性,其良好的排水性能可防止道床积水和板结,延长道床的使用寿命,减少维修频次。第二,对于钢轨养护,新型钢轨防腐与修复材料展现出卓越的性能。新型钢轨涂层材料,如纳米陶瓷涂层等,具有高硬度、高耐磨性和优异的耐腐蚀性,能够在钢轨表面形成一层坚固的防护膜,有效抵御雨水、潮湿空气、酸碱物质等对钢轨的侵蚀,减缓钢轨的生锈和磨损速度。在钢轨焊接修复领域,新的焊接材料和工艺不断涌现。这些材料具有更好的焊接性能和强度匹配性,能够实现对钢轨焊接接头的高质量修复,减少焊接缺陷,提高接头的韧性和抗疲劳性能,确保修复后的钢轨能够承受列车的长期运行荷载,保障铁路线路的安全可靠运行,为铁路基础设施的长期稳定维护提供了有力支撑。

3.4 信息化管理技术

信息化管理技术已成为现代铁路线路维修与养护的关键支撑。第一,铁路线路维修与养护管理信息系统整合了线路设备的基础数据、检测数据、维修记录等多源信息。通过建立统一的数据库和信息平台,实现了对线路状况的全面掌控。管理人员可随时查询各路段钢轨型号、轨枕铺设时间、道床状态等详细信息,为维修养护

决策提供准确依据。例如,在制定维修计划时,系统能根据线路设备的使用年限、过往检测数据自动筛选出需要重点维护的区域和项目,实现精准规划。第二,大数据分析技术在其中的应用日益深入。海量的线路检测数据被收集和存储,通过数据挖掘算法,能够发现隐藏在数据背后的规律和趋势。如分析轨道几何参数随时间的变化曲线,预测可能出现的轨道病害,提前安排预防性维修,避免病害恶化,大数据还可用于评估维修养护措施的效果,为优化维修策略提供反馈。第三,智能化巡检技术也不断发展。无人机搭载高清摄像头和传感器,可对铁路线路进行航拍巡检,快速获取线路的全景图像和地理信息,检测线路周边的环境变化、异物侵限等情况。智能传感器网络则部署在轨道、路基等关键部位,实时监测轨道温度、振动、路基沉降等参数,并将数据无线传输至管理中心。一旦数据异常,系统自动预警,确保及时发现安全隐患并采取相应措施,有效提升了铁路线路维修与养护的智能化水平和应急响应能力^[4]。

结束语

在铁路运输事业蓬勃发展的进程中,线路维修与养护工作始终是保障安全与高效运营的坚实基石。通过深入剖析其定义、重要性、常见病害及应对策略,我们清晰地认识到这一领域的复杂性与关键意义。持续推进先进检测技术应用、维修作业机械化自动化革新、养护材料创新研发以及信息化管理技术提升,是适应时代需求、保障铁路线路长治久安的必由之路。未来,需进一步加强技术研发与人才培养,不断完善维修与养护体系,让铁路在经济发展与社会进步的轨道上稳健飞驰。

参考文献

- [1]史尚海.铁路线路常见病害原因及养护维修分析[J].中小企业管理与科技(中旬刊),2018(12):108-109.
- [2]陈刚.铁路线路病害原因及维修养护措施[J].中外企业家,2018(34):128.
- [3]杨桂林.论铁路线路病害原因及维修养护措施[J].建材与装饰,2018(42):243-244.
- [4]廖家辉.铁路养护维修对铁路运输效率的影响[J].山东工业技术,2018(21):115.