

铁路货车转向架检修新技术研究

谭宇廷

中国铁路呼和浩特局集团有限公司集宁车辆段 内蒙古 乌兰察布 012000

摘要：铁路货车转向架作为列车运行的关键承载与导向部件，其检修技术的革新对保障铁路运输安全、提升运输效率意义重大。当前，无损检测、智能诊断、自动化检修及激光修复等新技术不断涌现并应用于转向架检修领域。这些技术凭借高精度、高效率、智能化等特性，实现转向架故障的精准识别与高效修复。深入研究并推广这些新技术，不仅有助于完善铁路货车检修体系，还能推动铁路运输行业的高质量发展，为现代物流提供坚实保障。

关键词：铁路货车；转向架；检修；新技术

引言

随着铁路货运向高速重载方向发展，铁路货车转向架面临更复杂的工况与更高的安全要求，传统检修技术已难以满足行业发展需求。在此背景下，新技术的研究与应用成为提升转向架检修质量与效率的关键。本文聚焦无损检测、智能诊断等前沿检修技术，系统分析其技术原理与应用优势，并提出切实可行的推广策略，旨在为铁路货车转向架检修技术升级提供理论支撑与实践指导，助力铁路货运行业安全、高效发展。

1 铁路货车转向架结构与工作原理

1.1 转向架结构组成

铁路货车转向架是由多个精密部件构成的复杂机械系统，其主要包括轮对轴箱装置、弹性悬挂装置、构架、基础制动装置和牵引装置。轮对轴箱装置作为转向架与轨道直接接触的部分，由车轴、车轮和轴箱组成，车轴与车轮过盈配合形成牢固的轮对，轴箱通过轴承安装在车轴两端，用于减少轮对与构架间的摩擦。弹性悬挂装置包括一系悬挂和二系悬挂，一系悬挂通常由轴箱弹簧、弹性定位元件组成，主要承担轮对与构架间的垂向力传递与振动缓冲；二系悬挂由摇枕、旁承、空气弹簧或圆弹簧等构成，实现车体与转向架之间的连接，并提供良好的垂向、横向弹性支撑。构架作为转向架的骨架，一般采用钢板焊接而成的框架结构，用于安装其他部件并传递载荷。基础制动装置由制动梁、闸瓦、杠杆传动系统等组成，通过杠杆原理将制动缸的作用力传递到闸瓦，使其与车轮踏面接触产生摩擦力实现制动。牵引装置则负责传递车体与转向架间的纵向力，保证车辆顺利牵引与制动。

1.2 转向架工作原理

铁路货车转向架的工作原理基于力学与机械运动的协同作用。在车辆运行过程中，轮对轴箱装置的车轮沿

钢轨滚动，车轴通过轴承在轴箱内自由转动，轮对将车辆的垂直载荷均匀传递到钢轨上。弹性悬挂装置在其中发挥关键作用，当车辆遇到钢轨接头、道岔等不平顺处时，一系悬挂的轴箱弹簧迅速压缩或伸张，吸收高频振动；二系悬挂的空气弹簧或圆弹簧则对低频振动进行缓冲，并通过旁承、摇枕等部件维持车体的平衡与稳定，确保车辆运行的平稳性。构架作为力的传递中枢，将轮对传来的垂向力、横向力和纵向力合理分配至各部件。基础制动装置在制动时，制动缸内的压缩空气推动活塞杆，通过杠杆传动系统带动制动梁，使闸瓦紧压车轮踏面，利用摩擦将车辆的动能转化为热能，实现减速或停车。牵引装置在机车牵引下，将纵向牵引力传递至车体，同时在制动时将制动力反向传递，使整个车辆系统保持协调一致的运行状态，保障铁路货车安全高效运行。

2 铁路货车转向架检修新技术分析

2.1 无损检测技术

无损检测技术旨在不损害转向架部件原有性能与结构的前提下，对其内部或表面缺陷进行精准探测。以超声检测为例，该技术利用超声波在不同介质中传播时的反射、折射与衰减特性，当超声波穿透转向架部件，若内部存在诸如裂纹、气孔等缺陷，声波会在缺陷处产生反射与散射，检测设备接收这些异常信号后，经分析处理便能确定缺陷的位置、大小及形状等信息。相较于传统检测手段，超声检测具备穿透能力强的显著优势，可深入检测部件内部深层缺陷，且设备相对简单，操作便捷，对检测环境要求较低。磁粉检测在转向架铁磁性部件表面及近表面缺陷检测中应用广泛。在检测时，给部件施加磁场，使其表面或近表面缺陷处产生漏磁场，撒上磁粉后，磁粉会被漏磁场吸附，从而清晰显示出缺陷的轮廓与位置。这种检测方法对微小缺陷极为敏感，检测灵敏度高，能有效发现早期潜在缺陷，为转向架安全

运行提供有力保障^[1]。

2.2 智能诊断技术

智能诊断技术依托先进的传感器技术、大数据分析 with 人工智能算法,实现对铁路货车转向架运行状态的精准监测与故障诊断。在转向架关键部位,如轴承、弹簧等,安装各类高精度传感器,实时采集温度、振动、应力等多维度运行数据。这些海量数据通过高速通信网络传输至数据处理中心,运用大数据分析技术进行清洗、整合与挖掘,提取出反映转向架健康状态的特征参数。基于人工智能算法,如神经网络、支持向量机等构建智能诊断模型,模型通过对大量历史数据及故障案例的学习与训练,具备了强大的模式识别与故障预测能力。当转向架出现异常运行状态时,智能诊断系统能快速准确地判断故障类型、位置及严重程度,并及时发出预警信息,为检修人员提供明确的检修方向,极大地提高了故障诊断的效率与准确性,有效预防因转向架故障引发的铁路运输安全事故。

2.3 自动化检修技术

自动化检修技术将先进的机械自动化设备、智能控制技术与信息化管理系统深度融合,全面提升铁路货车转向架检修的效率与质量。在轮对检修环节,采用轮对尺寸自动检测机,只需将轮对精准放置于定位系统,设备便能迅速自动完成对轮径、轮宽、轮缘厚度等20多个关键参数的测量,整个测量过程耗时不超过3分钟,且测量数据可自动输出、存储与上传,彻底摒弃了传统人工量具测量效率低、精度差的弊端。在轴承选配方面,轴承智能选配库发挥着关键作用。轴承入库时,系统自动测量轴承内径尺寸并区分大小头,存储于数据库。当需要选配时,只需输入车轴轴颈尺寸,智能库便能依据预设算法自动筛选出符合要求的轴承,大幅提高了选配速度与精度。在侧架支撑座组对质量检查、交叉杆变形检测、制动梁外形尺寸检测等多个检修工序中,自动化检测设备均已广泛应用,不仅提高了劳动效率,避免了人为因素对检测结果的干扰,确保了检测精度,还实现了检测结果的可追溯性,为转向架检修质量管控提供了有力支撑^[2]。

2.4 激光修复技术

激光修复技术作为一种先进的表面修复手段,在铁路货车转向架磨损、腐蚀等部件修复中展现出独特优势。该技术利用高能量密度的激光束,瞬间将修复材料与待修复部件表面的局部区域加热至熔化状态,使修复材料与基体材料实现冶金结合。以转向架侧架、摇枕等关键部件的磨损修复为例,首先对待修复部位进行预处

理,去除表面油污、铁锈等杂质。然后,根据磨损程度与修复要求,选择合适的修复材料,如金属粉末、合金丝材等。通过精确控制激光的功率、扫描速度、光斑尺寸等工艺参数,使修复材料均匀地熔覆在磨损表面,形成与基体材料性能匹配的修复层。修复层具有组织致密、结合强度高、耐磨性好等优点,能够有效恢复部件的原有尺寸与性能。相较于传统的焊接修复、热喷涂修复等方法,激光修复技术热影响区小,对基体材料的性能影响极小,能最大程度保证部件的整体性能与可靠性,显著延长转向架部件的使用寿命,降低维修成本。

3 铁路货车转向架检修新技术推广应用策略

3.1 加强技术培训

(1) 构建系统化培训体系,针对铁路货车转向架检修新技术,开展分层次、分阶段的专项培训。针对一线检修人员,重点强化其对新技术操作流程和设备使用的掌握,通过模拟检修场景,让检修人员在实践中熟悉新技术的应用要点;对于技术管理人员,则注重提升其对新技术原理、发展趋势及优化方向的理解,组织技术研讨与案例分析,使其能够科学合理地规划和指导新技术应用。(2) 引入多元化培训方式,采用线上线下相结合的模式,打破时间和空间限制。线下邀请行业内技术专家进行现场授课与实操演示,直观展示新技术的操作细节和关键点;线上搭建学习平台,提供丰富的教学视频、图文资料以及虚拟仿真操作模块,方便员工随时学习巩固。建立技术交流社区,鼓励员工分享学习心得和实际应用经验,形成良好的学习氛围。(3) 实施培训效果评估机制,定期对员工培训成果进行考核。通过理论考试检验员工对新技术知识的掌握程度,借助实际操作考核评估员工的技术应用能力。根据考核结果,分析员工在新技术学习中的薄弱环节,有针对性地调整培训内容和方式,确保员工真正掌握新技术,为新技术的推广应用奠定坚实的人才基础。

3.2 完善基础设施建设

(1) 结合铁路货车转向架检修新技术的特点和需求,对现有检修场地进行合理规划与改造。扩大检修作业空间,优化场地布局,确保新技术应用所需的设备能够合理布置,提高检修作业的流畅性和高效性。加强场地的通风、照明、消防等配套设施建设,为新技术应用创造安全、舒适的作业环境。(2) 购置和更新先进的检修设备,以满足新技术的应用要求。引入高精度的检测仪器,实现对转向架零部件的精准检测与故障诊断;配备自动化的检修工具和设备,提高检修作业的效率和质量。对新设备进行严格的安装调试和性能测试,确保设

备稳定运行,并对操作人员进行设备使用培训,使其能够熟练操作新设备。(3)搭建信息化管理平台,实现检修过程的数字化管理。通过传感器、物联网等技术,实时采集检修数据,包括设备运行状态、零部件检测结果、检修进度等信息。利用大数据分析和处理技术,对采集的数据进行深入分析,为检修决策提供科学依据,提高检修管理的智能化水平,同时也便于对新技术应用效果进行实时监测和评估^[3]。

3.3 建立标准规范

(1)深入研究铁路货车转向架检修新技术的原理、流程和质量要求,结合实际检修工作经验,制定详细、统一的技术标准。明确新技术在不同类型转向架检修中的应用范围、操作步骤、技术参数和质量指标,确保检修工作的一致性和规范性,避免因标准不统一导致的检修质量差异。(2)制定完善的操作规范,对新技术应用过程中的每一个环节进行具体规定。从设备操作到零部件拆装,从检测方法到数据记录,都给出明确的操作指南,规范检修人员的操作行为,降低因操作不当引发的安全风险和质量问题。将操作规范制作成可视化的操作手册和流程图,方便检修人员学习和查阅。(3)建立质量检验标准和验收体系,对采用新技术检修后的转向架进行全面、严格的质量检验。确定不同检验项目的检验方法、合格判定标准和检验频次,确保检修后的转向架性能满足运行要求。通过定期对检验数据进行统计分析,及时发现新技术应用中存在的质量问题,不断优化和完善标准规范,持续提升检修质量。

3.4 加强合作与交流

(1)与相关科研机构、高校及企业建立产学研合作关系,共同开展铁路货车转向架检修新技术的研究与开发。充分发挥各方优势,整合资源,实现技术创新和成果转化。科研机构 and 高校提供理论支持和技术研发力

量,企业则提供实践场地和应用反馈,通过合作不断改进和优化新技术,提高新技术的实用性和可靠性。(2)组织和参与行业内的技术交流活动,搭建信息共享平台。举办新技术研讨会、交流会和展览会,邀请行业专家、学者和企业代表共同探讨新技术的应用经验和发展趋势。在交流活动中,分享本单位在新技术推广应用过程中的成功案例和遇到的问题,学习借鉴其他单位的先进经验和做法,拓宽技术视野,促进新技术在行业内的广泛应用。(3)加强与国内外先进铁路运输企业的合作交流,学习其在转向架检修新技术应用方面的先进管理理念和运营模式。通过技术引进、合作运营等吸收国外先进经验并本土化应用。积极参与国际标准制定和技术交流合作,提升我国铁路货车转向架检修技术在国际上的影响力和竞争力^[4]。

结语

综上所述,铁路货车转向架检修新技术的研究与应用,显著提升了转向架故障检测的准确性与修复效率,为铁路货运安全稳定运行提供了可靠保障。通过加强技术培训、完善基础设施等推广策略,新技术得以更广泛应用。未来,随着科技的持续进步,转向架检修技术将朝着智能化、集成化方向深入发展,持续推动铁路货车检修体系革新,为铁路货运行业注入新的发展动力。

参考文献

- [1]陈超.铁路货车转向架检修新技术[J].百科论坛电子杂志,2020(9):1762.
- [2]王文刚.重载铁路货车转向架智能检修系统研制[J].中国高新科技,2022(16):83-86.
- [3]李海峰.铁路货车的转向架检修方法及结构优化对策探索[J].科技创新导报,2020,17(3):77-78.
- [4]白杰.铁路货车转向架的检修方法分析[J].魅力中国,2021(36):24-25.