

机车下台车检修工艺提升与应用

岳双杰

首钢集团有限公司矿业公司 河北 唐山 064404

摘要: 机车下台车(转向架)是机车运行安全的核心部件,其检修质量与效率直接关系铁路运输可靠性。本文以首钢矿业运输部机务作业区为研究对象,系统总结了近年来在机车下台车检修领域开展的技术创新与管理创新实践。技术创新涵盖齿轮材质升级与热处理优化、不落轮镗轮装置应用、车钩缓冲拆装机应用、自动润滑与排水系统改造、安全装置创新、自制上砂机与自动撒沙装置研制、车床位置改移等举措;管理创新涵盖“全总成倒修”模式重构、多专业协同交叉作业、备件前置管理及创新工作室团队建设。实践表明,通过双轮驱动,机车年修工期由45天压缩至7天,形成“年修提效—机力充足—小修提质—生产提效”的良性闭环。

关键词: 机车下台车;检修工艺;技术创新;管理创新;全总成倒修

引言:电力机车的转向架(下台车)承载全部重量,传递牵引力与制动力,是行车安全的关键部件,其检修涉及电机、齿轮传动、制动、板簧悬挂、轮对等多个子系统,工序复杂、标准严苛。长期以来,年修沿用“整车分解—分项修复—系统回装”传统流程,工期长达45天,架车机连续支撑近40天,挤占空间、暗藏隐患,备件供应与工序衔接问题进一步拉长周期,形成“检修工期长—机力不足—生产受限”的恶性循环。面对瓶颈,机务作业区破除保守思想,从技术创新与管理创新两个维度同步发力,对检修工艺进行系统性提升,旨在为同类企业检修体系优化提供参考。

1 机车下台车检修现状与问题分析

在传统检修模式下,机车下台车检修存在以下突出问题:一是检修周期长。传统年修采用整车分解后再逐项修复的方式,转向架拆解、部件检修、回装调试各环节串行推进,单台机车年修需45天,严重制约生产机力供给。二是作业风险高。架车机长期支撑机车车身,作业人员需在检修地沟内进行齿轮盒固定螺栓检查等作业,螺栓松动隐患不易发现,存在安全隐患。三是劳动强度大。乘务员需每班手动对机车风管排水6次以上,人工搬运砂袋完成上砂作业,岗位劳动强度大且存在摔伤风险。三是备件消耗快。在用大小齿轮采用18CrMo材质,表面淬火工艺较简单,耐磨性不足,易发生齿轮打齿故障,备件更换频繁。四是工序衔接不畅。备件供应周期长,拆检后经常出现待件停工现象,各工种穿插施工、效率低下。上述问题相互交织,成为制约运输生产提质提效的突出痛点。

2 技术创新与实践

针对下台车检修中的技术痛点,机务作业区围绕材

质升级、装备改造、工艺优化等方向,开展了系统性的技术创新实践,具体如下。

2.1 齿轮材质升级与热处理工艺优化

机车大小齿轮是转向架传动系统的核心承载部件,其材质与热处理工艺直接决定传动稳定性与使用寿命。原有齿轮采用18CrMo材质,淬火均匀性差,耐磨与抗冲击性能不足,长期重载运行易出现磨损、剥落、打齿等故障,增加备件消耗并影响运输连续性。技术人员将材质升级为42CrMo优质合金钢,配套优化调质热处理工艺,既保障齿面硬度满足耐磨需求,又强化齿芯韧性,显著提升抗冲击与抗疲劳性能。该技改已应用于342、352机车,有效降低齿轮故障概率,减少备件损耗,提升机车完好率与运行稳定性。

2.2 不落轮镗轮装置的应用

机车轮对踏面长期承受轮轨摩擦载荷,易产生磨损、擦伤、剥离等病害,需定期镗轮修复。传统镗轮需整体拆卸轮对与转向架,工序繁琐、周期长,频繁拆装易造成轴承等精密部件损伤。现场引入不落轮镗轮装置,实现机车不解体、不拆轮对的原位精准镗修,搭载数控加工系统,省去拆装、转运等冗余工序。应用后彻底规避拆装损伤隐患,大幅压缩镗轮时长,精准把控踏面加工精度,有效提升轮对检修质量与效率,降低人力及设备成本。

2.3 车钩缓冲拆装机应用

车钩缓冲装置承担机车连挂与缓冲吸能功能,其拆装属于下台车检修高危重点工序。传统人工拆装因缓冲器弹簧预紧力大,受力不稳定,易出现部件弹出、挤压伤人等安全隐患,且工序繁杂、耗时长、质量一致性差,难以满足标准化检修要求。作业区引入液压式车钩

缓冲拆装机,依托稳定液压动力完成缓冲器压紧、拆解、组装全流程,安全可控、稳定性强。设备操作简便,单人即可独立完成作业,大幅降低劳动强度,缩短检修时长,为车钩缓冲装置标准化、规范化、安全化检修提供可靠装备保障^[1]。

2.4 自动润滑装置与自动排水系统改造

针对100T电力机车传统运维模式效率低、风险高的问题,对润滑与排水系统开展智能化改造。原转向架采用人工手动加油,润滑点位多、注油不均,易造成部件干磨或油脂堆积,加剧设备磨损。技术人员借鉴150T电机车成熟技术,加装自动定时润滑装置,实现各润滑点定时定量精准注油,有效减少部件磨损与人工运维工作量。排水方面,原人工高频排水模式存在人员摔伤风险,积水易致管路锈蚀、诱发制动故障。通过加装电控截门与时控装置,实现全自动定时排水,有效规避作业风险,降低劳动强度与制动故障发生率。

2.5 楔形防松垫圈与板簧防脱卡子等安全装置创新

电机齿轮盒固定螺栓受振动影响易松动,该隐患隐蔽,日常巡检难以及时发现。现场引进楔形防松垫圈,依托楔形面自锁原理产生反向锁紧力,有效解决螺母松动脱落隐患。板簧立柱受线路冲击载荷影响,上部隐蔽丝扣易断裂,折损下坠可能刮损岔尖、拉杆,引发挤岔、脱线等严重事故。技术人员加装板簧防脱卡子,在立柱断裂后实现限位固定,有效规避重大安全事故,该装置已在352、355机车投入应用。

2.6 自制上砂机与非常位自动撒沙装置

机车轮轨撒沙系统是提升轮轨黏着力、保障制动安全的关键设施,单台机车砂箱存砂量达3至4吨。传统人工搬运砂袋加砂劳动强度大、效率低,且易出现撒漏、扬尘、填充不均等问题。技术人员自主研制电动上砂机,通过电机抽吸输送实现砂箱自动加砂,彻底替代人工搬运,大幅简化工序、提升效率、降低劳动强度,目前设备已制作完成并投入试运行,工况良好。针对机车制动安全短板,原有电力机车无非常制动自动撒沙功能,紧急制动时若乘务员遗漏手动撒沙,易造成轮轨打滑、车轮擦伤。技术人员加装非常位自动撒沙装置,机车触发紧急制动时自动撒沙,提升制动稳定性,减少设备损伤与操作失误风险,现已成功应用于371机车。

2.7 车床位置改移优化检修布局

检修车间设备布局直接影响检修工序衔接效率与整体工期,是精益检修管理的重要组成部分。原有车床设备远离下台车检修主工位,齿轮、轴类、连接件等需车削修配的零部件,需要跨区域频繁转运,不仅产生大

量无效搬运工时,拖慢整体检修进度,还会在转运过程中出现部件磕碰、划伤、变形等次生损伤,影响配件检修质量与设备装配精度。为优化作业流程、消除生产浪费,作业区结合车间场地实际,重新规划设备布局,将车床迁移至下台车检修工位就近区域,实现零部件加工、修配、装配工序近距离衔接。布局优化后,可实现配件就地加工、就地装配,彻底减少跨区转运环节,大幅缩短辅助作业工时,提升工序衔接效率与整体检修进度。该优化依托精益生产理念,无需新增设备投入,通过流程与场地优化提质增效,有效提升了机车检修标准化水平与作业效率。

3 管理创新与实践

技术创新为检修工艺提升提供了硬件支撑,而管理创新则是释放技术效能、实现检修效率质变的关键驱动力。机务作业区以“全总成倒修”新模式为核心,在检修流程重构、协同作业机制、备件管理和团队建设等方面进行了系统性的管理创新。

3.1 “全总成倒修”新模式重构检修流程

针对传统机车检修流程固化、工期冗长、架车作业风险高、场地占用时间久等效率短板,运输部突破固有作业思维,创新推行“全总成倒修”全新检修模式。该模式核心优势为核心部件修复前置、成套备件储备集中、机车入库快速更换,在机车入库检修前,提前完成备用转向架、轮对、电机等关键总成的预检修工作,补齐备件储备缺口。机车入库后快速拆分上下台车,替换合格预检修总成,实现部件即换即用。以350电力机车年修为例,该模式将传统45天检修工期压缩至7天。首日即可完成机车解体、新旧转向架更换及探伤就位,规避长期架车的安全隐患与场地挤占问题;次日精简检修工序,完成车载设备拆解及整车转场作业,省去多项繁琐冗余工序,从根本上革新了传统检修组织方式^[2]。

3.2 多专业协同与“三班倒”交叉作业机制

全总成倒修模式的高效落地,依托于多专业、多工种协同作业体系的有力支撑。在350电力机车年修作业期间,电工、钳工、通信修理工等多个工种实行“三班倒”交叉作业,在短周期内集中完成全部预检修备件的回装工作,彻底改变了传统检修拆检滞后、待件误工、工序穿插混乱的问题。检修中后期有序开展整车系统性调试,分步完成通风、低压、高压试验,精准调校设备参数,同步完成车体规整、标识张贴及空载、重载性能试验,确保机车各项运行指标符合技术标准。为保障作业顺畅,检修前期结合机车工况优化施工方案,细化各工种岗位职责与时间节点,各职能部门全程指导管控,

全方位落实技术交底与安全保障措施,为高效检修筑牢组织基础。

3.3 备件前置管理与供应链优化

备件供应保障是制约机车检修进度的关键因素,传统检修采用拆检定损后采购的被动模式,备件供应周期长,极易出现待件停工、工期延误等问题,严重影响检修连续性。依托全总成倒修创新模式,运输部优化备件管理与供应链体系,提前一个月启动检修筹备工作,集中完成转向架、轮对、电机等核心总成的预检修与储备补齐。同时联动物资保障部门开通备件供应绿色通道,优先保障各类关键检修物资及时到位。该管理模式将传统“拆后采购、被动等待”的供应模式,转变为“提前储备、随取随用”的前置保障模式,从根源上消除了备件短缺造成的工期损耗,有效提升检修作业连续性,是供应链精细化管理在机车检修领域的创新应用^[3]。

3.4 创新工作室引领的技能团队建设

长效的技术创新与管理升级,离不开高素质技能人才队伍的坚实支撑。运输部依托企业创新工作室平台优势,组建党员攻坚团队与青年作业突击队,使其成为技术攻关与检修模式革新的核心力量。创新工作室全程牵头齿轮材质升级、自动润滑装置改造、板簧防脱卡子研制、自动撒沙装置优化等各类技改项目的方案设计、现场实施与效果验证。同时依托常态化“传帮带”培育机制,系统开展青年技术人才培养,持续完善人才梯队建设体系。创新模式的全面应用,彻底改变了传统检修忙乱无序的作业状态,大幅提升检修工作的规范性与从容性。创新工作室已逐步发展为技术成果孵化、技能人才培育、创新文化建设的核心平台,为检修工作高质量、可持续发展提供坚实保障。

4 应用效果与分析

通过技术创新与管理创新的协同推进,机车上台车检修工艺提升取得了显著成效。

4.1 检修效率大幅提升,年创效显著

350电力机车年修工期由传统45天压缩至7天,缩短38天,创造了检修领域的“速度革命”。以单台机车日创产值测算,年修周期缩短38天相当于单台年修减少占库时间,按月度运输任务推算,年可多完成运量约75万吨,直接创效约450万元。同时,检修周期的大幅压缩及

时补充了生产核心机力,推动了小修、定检工作的有序开展,设备隐患得到及时处置,机车完好率持续提升。

4.2 设备可靠性增强,降低备件消耗

齿轮材质升级后打齿故障率明显降低,单台机车年节约齿轮备件更换费用约3.2万元;楔形防松垫圈消除了螺栓松动隐患,板簧防脱卡子消除了机车脱线和豁岔子风险,避免单次脱线事故损失约50万元;自动排水系统减少了管路腐蚀,降低了制动系统故障率。综合测算,因设备可靠性提升带来的年综合效益约180万元。

4.3 劳动条件改善,减少用工成本

自动润滑装置、自动排水系统、自制上砂机、车钩缓冲拆装机等设备的应用,使单台机车年修人工工时减少约320工时,年节约用工成本约6.5万元,同时有效降低了安全风险。非常位自动撒沙装置防止车轮擦伤,不落轮镟轮装置避免轮对拆装损伤,节省轮对维修费用约15万元。

4.4 形成良性闭环,综合效益突出

通过检修效率提升实现“年修提效—机力充足—小修提质—生产提效”的良性闭环,年综合经济效益约650万元,有效支撑了运输生产稳定高效运行。

结束语

本文系统总结了首钢矿业运输部机务作业区在机车上台车检修领域的创新实践。通过齿轮材质升级、不落轮镟轮、车钩缓冲拆装机等七项技术创新,以及“全总成倒修”模式重构、多专业协同作业、备件前置管理等管理创新,构建了覆盖装备、工艺、组织的全方位检修能力提升体系。实践表明,技术创新重在解决具体工序的效率与质量问题,管理创新则通过流程再造释放系统效能,二者协同发力方可实现检修模式的根本转变。未来将持续完善标准化体系,推动检修管理向精益化、智能化方向深入发展。

参考文献

- [1]陈定君.动车组转向架部件预防维修策略[J].时代汽车,2024(21):166-168.
- [2]金潇,刘林,黄珊,等.谐波转矩对机车传动系统动态特性的影响研究[J].机械,2023,50(3):27-33.
- [3]郑敏.机车车辆检修作业中机械伤害的安全管控策略[J].运输经理世界,2026(5):128-130.