

# 普速货运机车走行部关键部件寿命延长方法

赵寅男

天津枢纽环线铁路有限公司 天津 300000

**摘要:** 延长普速货运机车走行部关键部件寿命, 对保障运输安全与效率意义重大。本文围绕轮对与轴箱、弹簧与构架、制动相关走行部件, 从加工工艺、维护保养、润滑管理等多方面提出延长寿命的方法。同时, 阐述优化走行部整体受力分配、加强日常巡检与状态监测、改进维护工艺与流程、控制运行环境影响等通用方法。通过综合运用这些方法, 可有效减缓部件磨损与疲劳损伤, 延长服役周期, 提升机车运行稳定性与可靠性。

**关键词:** 普速货运机车; 走行部; 关键部件; 寿命延长; 维护管理

引言: 普速货运机车作为铁路货物运输的关键装备, 其走行部关键部件的寿命直接影响运输安全与效率。走行部长期处于复杂工况, 承受着巨大载荷、频繁冲击以及恶劣环境侵蚀, 部件易出现磨损、疲劳、腐蚀等问题, 导致寿命缩短。这不仅增加维修成本与停机时间, 还可能引发安全事故。因此, 探索有效的寿命延长方法迫在眉睫。深入研究各关键部件的损伤机理, 从设计、制造、维护等多环节入手, 采取针对性措施, 对提升机车运行质量、保障铁路运输畅通具有重要意义。

## 1 轮对与轴箱部件寿命延长方法

### 1.1 轮对部件寿命延长

优化轮对加工工艺需依托机械制造精度控制理论, 规范轮对轮缘、轮辋及轴颈的加工流程, 严格把控各部位尺寸公差与表面粗糙度, 通过精密车削、磨削工艺提升部件加工精度, 消除加工过程中产生的表面缺陷与内部应力, 强化轮对结构稳定性<sup>[1]</sup>。加强轮对日常维护保养需遵循机车走行部维护技术规范, 定期对轮对表面磨损状态、轮缘厚度及轮对踏面状态进行细致排查, 及时处理踏面擦伤、轮缘磨耗等微小损伤, 避免损伤持续累积导致轮对性能下降。改进轮对润滑方式需结合摩擦学相关研究, 选用适配机车运行工况的高性能润滑介质, 优化润滑涂抹方式与周期, 形成稳定的润滑保护膜, 降低轮对与钢轨、轴箱之间的摩擦损耗, 减缓部件磨损速率。控制轮对运行负荷与冲击需基于机车动力学原理, 合理匹配轮对承载能力与货运载荷分布, 优化机车运行速度调控策略, 降低启动、制动及线路不平顺带来的冲击载荷, 延缓轮对疲劳损伤进程, 保障轮对服役寿命。

### 1.2 轴箱部件寿命延长

提升轴箱零件制造精度需依托精密机械制造技术, 严格控制轴箱壳体、轴承等核心零件的尺寸精度与形位公差, 优化零件装配间隙, 确保各部件配合紧密, 减

少装配过程中产生的附加应力, 提升轴箱整体运行稳定性。优化轴箱密封结构需结合密封工程相关技术, 选用耐磨损、抗老化的密封材料, 设计适配机车运行环境的密封形式, 增强轴箱密封性能, 防止外界粉尘、水汽等杂质进入轴箱内部, 避免内部零件发生磨损与腐蚀。规范轴箱润滑管理需遵循润滑工程理论, 根据轴箱运行温度、载荷特点合理选用润滑介质, 严格把控润滑剂量与更换周期, 确保润滑介质性能稳定, 充分发挥润滑、冷却与防护作用, 减少轴箱内部零件摩擦损耗。减少轴箱受力不均现象需结合结构力学与机车动力学相关研究, 优化轴箱与构架、轮对的连接方式, 调整受力传递路径, 使轴箱各部位受力均匀分布, 缓解局部应力过高问题, 减少轴箱零件疲劳损伤, 延长轴箱部件服役周期。

## 2 弹簧与构架部件寿命延长方法

### 2.1 弹簧装置寿命延长

改进弹簧材料选用需基于材料力学性能与机车运行工况需求, 优先选用高强度、高韧性且抗疲劳性能优异的合金材料, 结合金属材料工程领域的材料改性技术, 提升材料本身的抗磨损、抗腐蚀能力, 为弹簧装置长期稳定运行提供材料层面的支撑<sup>[2]</sup>。优化弹簧加工与热处理工艺需依托机械制造工艺学相关理论, 规范加工流程中的尺寸精度控制, 通过精准的热处理参数调控, 细化材料晶粒结构, 消除加工过程中产生的内应力, 提升弹簧整体力学性能与结构稳定性。加强弹簧日常检查与维护需遵循机车走行部维护技术规范, 定期对弹簧的弹性形变、表面磨损及连接状态进行细致排查, 及时处理微小损伤, 避免损伤累积导致弹簧性能衰减。减少弹簧疲劳损伤需结合疲劳力学原理, 优化弹簧受力状态, 合理匹配弹簧刚度与机车运行载荷, 降低周期性载荷对弹簧的冲击, 延缓疲劳裂纹的萌生与扩展, 保障弹簧装置的服役寿命。

## 2.2 构架部件寿命延长

优化构架结构设计需借助结构力学与有限元分析相关技术,结合机车走行部的受力特点,对构架关键承载部位进行结构优化,合理分配应力分布,避免局部应力过高引发结构损伤。提升构架材料性能可通过材料表面强化技术与合金成分优化,选用高强度结构钢并进行针对性改性处理,增强材料的抗冲击、抗腐蚀及抗疲劳能力,满足构架长期承载需求。加强构架腐蚀防护需依据金属腐蚀与防护相关理论,采用涂层防护、阴极保护等技术手段,隔绝外界水汽、粉尘等腐蚀介质与构架表面的接触,减缓腐蚀进程,保护构架结构完整性。减少构架振动与应力集中需结合振动工程相关研究,优化构架与其他部件的连接方式,合理设置缓冲结构,降低机车运行过程中产生的振动传递,缓解局部应力集中现象,减少构架结构的疲劳损伤,延长构架部件服役周期。

## 3 制动相关走行部件寿命延长方法

### 3.1 优化制动部件配合精度

优化制动部件配合精度需依托精密加工与检测技术,参考普速货运机车制动系统设计与制造相关技术规范,严格控制制动缸、制动闸瓦、制动杠杆等关键部件的尺寸公差与形位公差,确保各部件衔接处的配合间隙符合设计标准<sup>[3]</sup>。针对制动部件的运动副,采用精细化研磨工艺,提升接触表面的光洁度,减少配合过程中的摩擦阻力,避免因配合间隙过大或过小导致的部件偏磨、卡滞等问题。优化部件装配流程,采用定位基准校准技术,确保制动部件装配过程中的位置精度,保障制动动作传递的准确性与平稳性,从配合精度层面减缓制动部件的磨损,延长使用寿命。结合制动部件的工作特性,对易磨损配合部位进行结构优化,选用适配的配合方式,提升配合部位的承载能力与耐磨性。定期对制动部件的配合状态进行检测,及时调整配合间隙,消除因长期运行导致的配合偏差,避免配合精度下降引发的部件损伤。通过精准控制配合精度,减少制动过程中各部件的相对位移与冲击,确保制动部件始终处于稳定的工作状态,为寿命延长提供保障。

### 3.2 加强制动部件清洁与润滑

加强制动部件清洁需建立常态化清洁机制,结合普速货运机车运行环境特点,定期对制动缸、闸瓦、制动传动机构等部件进行全面清洁,清除表面附着的油污、粉尘、铁屑及制动残留杂物。采用高压清洗与人工擦拭相结合的方式,重点清理制动部件的缝隙与运动副接触面,避免杂质嵌入配合间隙,防止杂质加剧部件磨损,同时避免杂质导致的制动动作卡滞,保障制动部件的正

常运行。清洁过程中需选用适配的清洁介质,避免清洁介质对制动部件表面造成腐蚀,确保清洁效果的同时保护部件表面性能。规范制动部件润滑管理,参考机车制动系统润滑技术要求,选用具备良好抗磨、抗高温、抗老化及抗制动液污染性能的润滑介质,根据制动部件的工作工况合理确定润滑周期。优化润滑方式,采用定点加注与浸润润滑相结合的方式,确保润滑介质均匀覆盖制动部件的运动副接触面,形成稳定的润滑膜,减少干摩擦与半干摩擦现象。定期检查润滑介质的理化性能,及时更换老化、变质或被污染的润滑介质,严格控制润滑介质加注量,避免润滑过量导致的油污堆积或润滑不足引发的部件磨损,通过科学清洁与润滑,有效延长制动部件寿命。

### 3.3 减少制动过程中的冲击与磨损

减少制动过程中的冲击与磨损需优化制动控制策略,结合普速货运机车的运行速度、载荷状态及线路条件,合理调整制动时机与制动强度,避免急制动、猛制动等操作导致的剧烈冲击。采用分级制动控制方式,逐步提升制动压力,减缓制动部件之间的接触冲击,降低制动闸瓦与车轮踏面、制动缸活塞与缸体之间的冲击磨损,契合机车制动系统运行优化技术规范。优化制动闸瓦材质与结构,选用摩擦系数稳定且耐磨性优异的闸瓦材料,减少闸瓦与车轮踏面的磨损速率,同时降低制动过程中的冲击载荷。定期检查制动系统的压力调节装置与传动机构,及时调整制动压力参数,确保制动压力传递均匀,避免局部压力过大导致的部件过度磨损。加强制动部件的状态监测,及时发现制动闸瓦磨损超标、制动缸密封不良等异常情况并进行处理,避免异常状态加剧制动过程中的冲击与磨损。通过优化制动操作与部件状态,减少制动过程中的冲击载荷与摩擦损耗,减缓制动相关走行部件的疲劳累积,实现寿命延长的目标。

## 4 走行部通用寿命延长方法

### 4.1 优化走行部整体受力分配

优化走行部整体受力分配需依托机车走行部结构力学分析技术,参考普速货运机车走行部设计规范,结合走行部各部件的承载特性与运行工况,调整各部件的结构参数与连接方式,实现受力的均匀传递与合理分配。针对走行部易出现应力集中的部位,通过结构优化调整截面尺寸,分散局部载荷,避免单一部件承受过量载荷导致的疲劳损伤加速<sup>[4]</sup>。优化走行部悬挂系统参数,提升悬挂装置的缓冲性能,减缓线路不平顺带来的载荷冲击,使载荷均匀分布到各关键部件,降低局部部件的受力负荷,为走行部整体寿命延长奠定结构基础。结合货

运载荷变化特点,动态调整走行部受力分配方案,避免长期固定载荷分布导致的局部部件过度磨损。通过受力检测技术实时监控各部件受力状态,及时发现受力不均问题并进行调整,确保走行部整体受力处于合理范围,减少因受力失衡引发的部件损伤,提升走行部整体耐用性。

#### 4.2 加强走行部日常巡检与状态监测

加强走行部日常巡检需建立规范化巡检机制,参考机车走行部维护检修技术标准,明确巡检周期、巡检内容与巡检标准,对走行部各关键部件的外观状态、连接紧固情况、磨损程度等进行全面检查。巡检过程中重点排查部件松动、裂纹、锈蚀、变形等异常现象,及时处理各类隐患,避免小故障扩大为严重损伤。采用可视化巡检与便携式检测设备相结合的方式,提升巡检精度,确保各类潜在问题早发现、早处理,为走行部安全稳定运行提供保障。完善走行部状态监测体系,选用适配的监测设备与技术,对部件振动、温度、磨损等关键指标进行实时监测,捕捉部件运行状态的细微变化。建立监测数据分析机制,通过数据变化趋势判断部件运行状态,提前预判部件损伤风险,避免部件在异常状态下长期运行,从监测层面实现寿命延长的主动防控,契合机车走行部状态监测技术要求。

#### 4.3 改进走行部维护工艺与流程

改进走行部维护工艺需结合走行部各部件的结构特点与磨损规律,引入先进的维护技术与工具,优化维护工艺细节,提升维护质量。针对不同类型部件制定差异化维护工艺,采用精准化维护手段,避免盲目维护导致的部件损伤,同时减少不必要的维护作业,提升维护效率。参考机车走行部维护工艺规范,优化维护流程,明确维护各环节的操作标准与衔接要求,确保维护作业有序开展,避免维护流程混乱导致的维护不到位问题。加强维护人员专业技能培训,提升维护人员对维护工艺的掌握程度与操作规范性,确保维护工艺能够有效落地。定期梳理维护过程中的问题,持续优化维护工艺与流程,结合走行部运行工况的变化调整维护策略,使维护工作更贴合实际需求,通过科学维护减缓部件磨损,延长走行部整体寿命。

#### 4.4 控制运行环境对部件的影响

控制运行环境对部件的影响需结合普速货运机车的运行线路环境特点,针对性采取防护措施,减少恶劣环境对走行部部件的侵蚀。针对多粉尘、多雨雪的运行环境,加强部件密封防护,防止粉尘、水分进入部件内部,避免腐蚀与磨损加剧。优化部件表面防护工艺,采用防腐、防锈涂层处理,提升部件对大气腐蚀、电化学腐蚀的抵抗能力,减少环境因素导致的部件性能衰减<sup>[5]</sup>。结合季节变化调整防护策略,针对高温、低温等极端环境,选用适配的部件材料与防护措施,避免环境温度变化导致的部件材质性能下降或结构变形。定期清理走行部部件表面的环境附着物,减少杂质对部件的磨损与腐蚀,通过全方位的环境防护,降低运行环境对走行部部件的不利影响,实现寿命延长的目标。

#### 结束语

普速货运机车走行部关键部件寿命延长是一个系统工程,需从多个维度综合施策。通过优化部件加工工艺、加强日常维护保养、改进润滑管理、控制运行负荷与冲击等针对性方法,可有效延长轮对与轴箱、弹簧与构架、制动相关走行部件的寿命。同时,优化整体受力分配、加强日常巡检与状态监测、改进维护工艺与流程、控制运行环境影响等通用方法,能进一步提升走行部整体耐用性。这些方法的综合应用,将为普速货运机车的安全稳定运行提供坚实保障。

#### 参考文献

- [1]李莉佳,刘振晖,尹晓静,等.轨道车辆零部件材料多轴疲劳寿命预测理论与方法研究进展[J].材料导报,2025,39(12):214-224.
- [2]唐培洋,罗俊,朱胜阳,等.考虑车轨耦合振动激励的高铁扣件弹条疲劳寿命高效预测方法[J].振动与冲击,2025,44(21):220-229.
- [3]丁义军.汽车机械零部件疲劳寿命预测与可靠性提升策略[J].汽车与驾驶维修,2025(3):18-20.
- [4]朱元正,朱新荣,韩春,等.基于加速试验的地铁车辆橡胶部件寿命预测[J].合成材料老化与应用,2025,54(2):22-24,42.
- [5]高新涛.概率论在汽车零部件寿命预测中的应用[J].汽车电器,2025(10):121-123.