

内燃机车维护保养策略与故障预防研究

刘常盛 周 妍 黄殿纯

中车大连机车车辆有限公司 辽宁 大连 116000

摘要: 内燃机车作为重要轨道交通装备,其稳定运行关乎运输效率与安全。本文围绕内燃机车维护保养策略与故障预防展开研究,先分析其整体构成与分类,明确动力、传动、走行部等关键系统的功能。通过总结动力系统启动失败、传动与走行部异常、制动系统失效等常见故障类型,从设计、操作、环境、维护多维度剖析成因。进而提出针对性维护保养优化策略,包括内燃机、传动等系统的保养要点及动态周期调整机制,并给出构建监测体系、完善管理机制、强化人员能力等故障预防措施,为提升内燃机车可靠性提供参考。

关键词: 内燃机车;维护保养策略;故障预防措施

引言:当前因维护不当、故障预防不足等,机车故障频发,影响运输秩序。本文聚焦维护保养与故障预防,先阐述机车构成与分类,为后续研究奠定基础。通过分析常见故障及成因,结合实际提出优化的保养策略与预防措施,旨在降低故障发生率,提高机车运用可靠性,对保障轨道交通顺畅运行具有重要意义。

1 内燃机车的整体构成与分类

1.1 内燃机车的整体构成

内燃机车作为自主动力轨道交通装备,其整体构成围绕“动力输出-传动转换-行驶控制”逻辑展开,包括以下五大系统。(1)动力系统以柴油机为核心,配套燃油供给、进气增压、排气处理及冷却散热装置,通过燃烧柴油将化学能转化为机械能;(2)传动系统负责将柴油机动力传递至轮对,分为机械传动、液力传动和电力传动;(3)走行部是机车与轨道接触的关键,由轮对、轴箱、转向架、弹簧悬挂装置组成,承担承重、导向及减震功能;制动系统通过空气制动(闸瓦或盘形制动)与动力制动协同,实现机车减速或停车;(4)控制系统则整合柴油机调控、牵引变流器管理、制动逻辑及故障监测功能,通过微机控制系统实现自动化操作。(5)辅助系统(和车体结构(承载骨架与外罩)也是整体构成的重要部分,各系统协同确保机车在不同工况下的稳定运行。

1.2 内燃机车的分类

内燃机车可按以下功能用途、传动方式及功率等级进行多维分类。(1)按用途可分为干线机车(牵引客货列车,如和谐系列大功率货运机车)、调车机车(车站内编组作业,如DF7型)、工矿机车(适应矿区、港口等特殊环境,强调低速大牵引力)及动车组牵引机车(部分城际动车组的动力车)。(2)按传动方式分为机

械传动机车、液力传动机车和电力传动机车。(3)按功率等级可分为小型机车($< 1000\text{kW}$)、中型机车($1000\text{--}3000\text{kW}$)和大型机车($> 3000\text{kW}$),其中大型机车多采用双柴油机或大功率单机组,满足干线重载牵引需求^[1]。

2 内燃机车常见故障类型及成因分析

2.1 动力系统常见故障

动力系统故障集中表现为启动失败、功率异常下降及运行异响。启动失败多因燃油供给中断、点火系统失效或启动电机故障,导致柴油机无法达到启动转速或燃烧条件。功率下降源于进气效率不足、燃油喷射量异常或燃烧室密封性受损,使燃烧效率降低,输出动力衰减。运行异响则与运动部件配合间隙异常、轴承磨损或气门机构卡滞相关,反映机械摩擦或冲击的异常状态。

2.2 传动与走行部故障

传动系统故障以齿轮箱异常和传动效率下降为特征,齿轮啮合不良、润滑油劣化或离合器打滑会导致动力传递损耗,甚至引发机械卡滞。走行部故障集中于轮对与转向架,轮对踏面磨损不均、轮轴配合松动会破坏行驶稳定性;转向架悬挂系统失效或轴箱轴承过热则加剧振动冲击,影响线路适应性。

2.3 制动系统故障

制动系统故障主要包括制动失效与制动不缓解。制动失效源于制动管路泄漏、制动缸故障或制动指令传递中断,导致制动力不足或完全丧失;制动不缓解则因制动阀卡滞、弹簧失效或传动机构卡阻,使制动装置无法恢复原位,造成持续拖滞。

2.4 故障成因的多维度解析

故障成因主要有以下几方面原因:(1)设计因素。设计缺陷可能导致部件固有可靠性不足,如结构强度冗余不足、配合公差设计不合理或散热系统匹配性差,使

部件在正常工况下提前进入失效期。系统集成缺陷则表现为子系统间接口不协调,引发功能干涉或负荷分配不均。(2)操作因素。操作不当是故障诱因之一,包括启动前预热不足、急加速或急减速导致的负荷冲击、长时间超载运行或怠速运转异常等,使部件承受超出设计范围的应力或热负荷,加速老化与磨损。(3)环境因素。环境条件对故障影响显著,高温环境加剧散热压力,低温环境增加启动阻力并降低润滑油流动性;粉尘、湿度超标会导致部件腐蚀、堵塞或绝缘性能下降;复杂路况的振动冲击则加速机械部件疲劳损伤,尤其影响走行部与电气系统稳定性。(4)维护因素。维护不到位直接引发故障,包括润滑油脂更换不及时、滤芯清洁或更换滞后、紧固件松动未及时处理等,导致磨损加剧或污染物侵入;维护操作不规范,如装配误差或检测疏漏,会人为引入故障隐患^[2]。

3 内燃机车关键系统维护保养策略优化

3.1 内燃机系统的维护保养策略

内燃机系统的保养要围绕以下燃油、润滑、冷却、进气四大子系统构建协同方案。(1)燃油系统保养核心是保持燃油清洁度与喷射精度,应定期对燃油箱进行沉淀排污,采用三级过滤机制,过滤精度需匹配喷油器要求,同时按运行里程更换燃油滤清器滤芯,防止杂质堵塞喷油嘴。(2)润滑系统保养需严格控制机油品质与油位,结合油液检测数据确定换油周期,避免按固定时间盲目更换;定期清洗油底壳与机油散热器,清除油泥与沉积物,确保油路畅通。(3)冷却系统保养重点是维持冷却液性能,监测冷却液pH值与冰点,定期添加防锈剂与防腐剂,每运行一定周期对散热器进行反冲洗,清除水垢以保持散热效率;同时检查水泵叶轮与节温器状态,确保水循环流量稳定。(4)进气系统保养需强化空气滤清器管理,根据环境粉尘浓度调整清洁或更换频率,定期检查增压器叶轮与涡轮间隙,防止因磨损导致进气压力下降。

内燃机的机械部件保养要关注气门机构与活塞组件,定期检测气门间隙并调整至设计值,检查气门密封性以避免漏气;对活塞环、缸套进行磨损量测量,根据数据判断是否需要更换,同时清洁燃烧室积碳,减少热负荷不均现象。启动系统保养需确保启动电机碳刷磨损在允许范围内,检查启动电路连接紧固性,避免接触不良导致启动失败。

3.2 传动系统的针对性维护方案

传动系统保养要按传动类型差异化实施,具体如下:(1)机械传动系统保养以齿轮箱与离合器为核心,

定期检查齿轮箱油位与油质,按规定周期更换齿轮油,同时检查齿轮啮合面磨损与齿隙,确保传动平稳;离合器保养需调整分离间隙,检查摩擦片磨损程度,避免打滑或分离不彻底。(2)液力传动系统保养重点是液力变矩器与液压油,定期检测液压油黏度与含水量,更换液压油时需彻底清洗油道与散热器,防止油泥堵塞;检查变矩器工作油压与温度,确保在正常范围,同时清洁滤油器,避免杂质进入液压元件。(3)电力传动系统保养需兼顾电气与机械部件,对发电机与牵引电动机进行绝缘电阻检测,确保绕组绝缘性能;检查碳刷磨损与换向器表面状态,及时打磨或更换,防止火花过大;对变流器冷却系统进行清洁,确保散热效果,避免因过热导致功率器件损坏。

3.3 走行部与制动系统的保养要点

走行部保养要围绕以下轮对、转向架与轴箱展开。

(1)轮对保养需定期测量踏面磨耗、轮径差与轮缘厚度,对磨耗超标部位进行旋修,确保轮对几何参数符合标准;检查轮轴配合状态,防止松动或过盈量异常,同时清除轮对表面油污与锈迹,避免制动热传导不均。

(2)转向架保养重点是悬挂系统,检测弹簧刚度与阻尼器性能,更换失效的弹簧或减震元件,确保垂向与横向振动控制在允许范围;定期检查构架焊接部位有无裂纹,对关键螺栓进行扭矩复紧,防止连接松动。(3)轴箱保养需定期更换轴箱轴承润滑脂,检测轴承温度与游隙,避免过热或卡滞,同时清洁轴箱密封装置,防止粉尘侵入。

制动系统保养要分控制与执行环节实施。(1)制动控制部分定期检查制动阀、管路与压力表,确保压力传递准确,对制动软管进行老化检测,及时更换龟裂或磨损的软管;清洁制动控制单元过滤器,防止杂质影响阀类动作精度。(2)制动执行部分保养中,闸瓦制动需检查闸瓦磨损量与制动间隙,调整至规定范围,避免偏磨;盘形制动需检查制动盘磨损与端面跳动,更换过度磨损的制动盘与闸片,同时清洁制动钳活动部位,确保动作灵活。动力制动系统保养需检测电阻器或再生装置状态,确保散热正常,检查制动指令反馈信号,保证与空气制动的协同性。

3.4 基于运用工况的动态保养周期调整机制

保养周期要摆脱固定里程模式,建立基于运用工况的动态调整体系。具体如下:(1)针对不同线路条件,山区坡道段运行的机车需缩短制动系统与走行部保养间隔,平原干线机车可适当延长;高温环境下运营的机车需加密冷却系统与电气部件检查频次,低温环境则强化

润滑系统与启动系统保养。根据负载特征,重载货运机车需缩短传动系统与动力系统保养周期,客运机车则侧重制动系统与舒适性相关部件的检查。(2)动态调整机制要结合状态监测数据,通过振动、温度、油液等参数的实时监测,设定预警阈值,当参数超出正常范围时触发针对性保养;同时建立保养记录数据库,通过分析故障与保养周期的关联性,持续优化各系统保养间隔,实现“按需保养”,在保证可靠性的前提下降低维护成本^[3]。

4 内燃机车故障预防措施

4.1 构建全周期状态监测与预警体系

构建全周期状态监测与预警体系措施如下:(1)建立覆盖关键系统的实时监测网络,针对动力系统设置燃油压力、进气流量、缸体温度传感器,传动系统加装齿轮箱振动传感器与转速监测装置,走行部部署轮对踏面磨损检测与轴箱温度探头,制动系统安装管路压力传感器与制动缸行程监测器。(2)通过数据采集终端将监测参数实时传输至中控系统,设置多级预警阈值,当参数超出正常范围时触发声光报警,并自动生成故障部位提示。(3)定期对监测数据进行趋势分析,识别参数漂移规律,提前预判部件劣化趋势。

4.2 完善标准化维护与备件管理机制

完善标准化维护与备件管理机制,应采取以下措施:(1)制定分系统维护规程,明确动力系统燃油滤清器更换周期、润滑油标号选择标准、冷却系统水垢清理方法;传动系统规定齿轮箱换油时的油位校准步骤、离合器间隙调整参数;走行部明确轮对旋修的磨耗限度、转向架弹簧预紧力检测方法;制动系统规范制动软管老化检查周期、制动阀校验标准。(2)将维护规程转化为可执行的作业指导卡,包含操作步骤、工具清单、质量控制点,确保维护过程的一致性。建立备件全生命周期管理体系,对关键备件实行编码管理,记录入库时间、存储条件、领用记录,根据备件寿命设置更换预警。

4.3 强化操作规范与人员能力提升

强化操作规范与人员能力提升要做好以下措施:

(1)制定机车操作标准化流程,明确启动前的检查项目、启动过程的转速控制、运行中的操作限制、停车后的维护要点。(2)将操作规范纳入司机培训内容,通过模拟操作训练与实车演练,强化规范操作意识,减少因操作不当导致的机械冲击与热负荷异常。(3)建立分层级的人员培训体系,对司机开展日常操作与应急处理培训,重点掌握故障初期征兆识别与初步处置方法;对维护人员实施专业技能培训,涵盖检测设备使用、部件拆装工艺、系统调试方法,定期组织技能考核与技术比武,提升实操能力。(4)建立故障案例共享机制,定期汇总典型故障案例,分析操作或维护环节的诱因,形成警示教育材料,通过班前会、技术研讨会等形式强化全员故障预防意识,构建“操作-维护-管理”协同的预防体系^[4]。

结束语

本文系统研究了内燃机车维护保养与故障预防。明确了机车构成、分类及常见故障,剖析了故障成因,提出了针对性的保养策略与预防措施。这些成果为实践提供了指导,有助于减少故障。但研究仍有不足,未来可结合智能化技术深化监测与预警体系,进一步提升机车维护保养与故障预防水平,推动内燃机车运维技术持续发展。

参考文献

- [1]刘晓霖.铁路内燃机车常见故障与维修探究[J].科学与信息化,2025(1):7-9.
- [2]梁辉.内燃机车柴油机常见故障与处理措施分析[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2025(1):079-082.
- [3]邓国璋.内燃机车柴油机常见故障及应对策略[J].内燃机与配件,2021(6):101-102.
- [4]张大公.HXN3B内燃机车故障诊断与维护优化策略[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2025(4):033-036.