

城轨内燃工程车运维现状及提质增效优化思路

张玉博 蒋志博

郑州交通发展投资集团有限公司 河南 郑州 450000

摘要:城轨内燃工程车是地铁线路运维保障的核心专用装备,不依赖接触网供电,适配夜间天窗作业环境,其运维水平直接决定线路安全与养护效率。本文立足城轨行业发展现状,明确工程车功能分类、动力特征及运维管理情况,重点剖析计划修模式固化、过修与失修并存、故障处置低效、信息化滞后、配件库存失衡等共性问题。结合地铁密闭隧道、短时天窗、高频作业等专属工况,从检修模式转型、故障快速处置、信息化平台搭建、精益化配件管控、复合型人才培养、天窗作业优化六个维度提出提质增效思路,为地铁工程车运维智能化升级提供参考。

关键词:城轨交通;内燃工程车;运维管理;提质增效

引言:国内城轨路网持续加密,地铁运营里程逐年攀升,线路养护与应急保障压力不断增大。内燃工程车作为地铁专属非载客作业车辆,凭借供电独立性强、环境适应性好等优势,主要在夜间天窗时段开展线路养护、物资转运、故障抢险等工作,是保障地铁安全运营的关键装备。当前多数地铁运营单位沿用传统运维模式,未适配地铁密闭隧道、短时天窗、高频启停的专属工况,存在检修模式僵化、故障响应缓慢、数字化程度低、配件管理粗放等问题。本文立足地铁工程车运维现场,梳理运维短板,提出可落地的提质增效方案,推动城轨内燃工程车运维向数字化、高效化转型。

1 城轨内燃工程车概述与运维现状

1.1 城轨内燃工程车的功能分类与运用场景

城轨内燃工程车是专门服务于地铁、市域快轨的非载客专用作业车辆,区别于大型干线轨道车辆,具有体型小巧、转弯半径小、启停频繁、适配隧道密闭环境的特点,依托无接触网独立运行优势,广泛应用于地铁日常养护、工程施工、应急抢险等场景。按照功能用途可划分为轨道作业类、牵引运输类、应急救援类、综合作业类四大类别。轨道作业类包含打磨车、铣磨车、隧道清洗车,主要用于地铁钢轨平顺性修整、道床杂物清理、轨道结构养护;牵引运输类以内燃牵引车、物资运输车为主,负责钢轨、扣件、施工机具等物料场内转运。应急救援类用于地铁客车故障拖曳、线路突发险情处置;综合作业类集成巡检、检修功能,适配零散养护作业。所有车辆均集中在夜间2至4小时天窗时段作业,作业空间封闭、作业时长受限,是城轨线路运维不可或缺的核心装备。

1.2 内燃工程车的动力与传动系统特点

适配地铁隧道潮湿、多尘、通风差的特殊工况,城

轨内燃工程车采用柴油动力搭配传动结构,相较于城轨电力工程车,独立性与稳定性优势突出。动力系统以柴油发动机为核心,无需依托地铁接触网供电,可满足断电检修、线路故障无电通行需求,在隧道低温、高湿环境下仍能稳定输出动力,适配短途往复、频繁启停的作业模式。传动系统普遍采用液力传动与机械传动结合方式,低速扭矩大、牵引能力强,可满足重型物料转运、故障客车拖曳等重载作业要求^[1]。同时车辆结构紧凑、减震性能优良,适配地铁小半径曲线轨道行驶,整车故障率低、养护门槛低,适配国内各大城市地铁运维企业的维保能力,适配性远优于大型干线作业车辆。

1.3 城轨内燃工程车运维管理现状

目前国内大中型城市地铁运营公司均已建立标准化内燃工程车运维管理制度,形成日常巡检、定期保养、分级检修的基础管理体系。各运维单位采用班组负责制,划分车辆管理责任,严格按照出厂规程和城轨维保规范,开展日检、月保、年修工作,重点检测发动机、传动机构、制动系统、行走轮对等核心部件,保障车辆基本行驶与作业性能。现阶段运维工作以人工检修、纸质台账记录为主,管理模式偏向传统,维保重心集中在定期计划检修和故障事后维修。随着地铁线路不断延长,工程车保有量持续增加,老旧车辆逐年增多,传统固定维保模式、人工管理方式暴露出明显短板,缺乏动态监测、数据研判、智能预警手段,资源配置不合理、检修精准度不足、作业效率偏低,难以适配现代城轨精细化、高效化的运维发展要求。

2 城轨内燃工程车运维存在的突出问题

2.1 检修模式层面:计划修为主,过修与失修并存

当前地铁内燃工程车普遍沿用传统计划修模式,参照通用维保标准制定固定检修周期,未结合城轨车辆作

业频次、隧道工况、服役年限进行差异化调整,一刀切现象严重。对于车况优良、作业频次低、行驶里程短的工程车,依旧按照固定周期开展拆解检修,频繁拆装密封件、管路、连接件,不仅造成人力、耗材浪费,还极易引发人为装配误差、零部件磨损,形成过修问题。而长期在潮湿隧道重载作业、高频启停的老旧车辆,发动机、制动系统存在隐性疲劳损耗,常规外观巡检无法排查内部隐患,定期检修排查深度有限,隐蔽故障难以提前发现,导致车辆带病作业,出现失修问题。过修与失修双向矛盾,直接降低车辆完好率,增加运维成本^[2]。

2.2 故障处理层面:响应慢、备件难、技术依赖强

受地铁天窗作业时长限制,工程车故障处置存在明显短板。一是故障排查响应滞后,夜间隧道作业光线差、环境密闭,无实时运行监测数据支撑,运维人员依靠人工经验排查故障,流程繁琐、耗时较长,压缩有效作业时长。二是专用备件保障困难,城轨内燃工程车定制化程度高,零部件通用性差,老旧车型配件停产断供现象普遍,运营单位通用配件储备过量,专用配件储备不足,故障发生后需跨区域调拨,维修周期漫长。三是核心技术受制于人,发动机、精密液压传动部件维修高度依赖设备厂家,地铁运维团队自主维修能力薄弱,小故障拖延处置、大故障返厂维修,车辆闲置停运时间较长,出勤利用率偏低。

2.3 信息化建设层面:数据孤岛、应用层浅

现阶段多数地铁运维单位工程车信息化建设滞后于地铁客车智能化水平,数字化管控程度偏低。部分站点仍采用纸质台账、人工手写记录方式,车辆运行参数、检修数据、故障记录、损耗信息分散存放,各线路、各班组数据相互独立,无法互联互通,形成数据孤岛。现有简易信息化系统仅具备基础登记、信息录入功能,缺少实时监测、数据分析、故障预警、寿命研判等深度功能,无法对发动机油温、制动压力、行驶里程等关键参数进行动态分析。运维决策长期依靠人工经验,数据资源无法挖掘利用,不能提前预判零部件老化故障,难以适配智能化运维发展趋势。

2.4 配件管理层面:库存积压与短缺并存

地铁内燃工程车配件仓储管理体系不完善,库存管控精细化不足,普遍存在结构性失衡问题。为规避配件短缺影响天窗作业,运维部门盲目加大滤芯、密封垫、常规管件等通用易损件采购量,大量配件长期闲置堆放,占用仓储空间,积压流动资金,同时受隧道潮湿仓储环境影响,配件老化失效,造成资产浪费。而发动机喷油嘴、液压阀体、专用行走轮对等小众核心配件,

采购成本高、订货周期长、使用频次低,企业储备量不足。一旦车辆出现核心部件故障,无备用配件支撑维修,只能等待厂家调拨,直接导致工程车长期停运,严重影响线路养护作业进度。

3 城轨内燃工程车提质增效优化思路

3.1 检修模式优化:从“计划修”向“状态修+预知修”转变

结合地铁工程车专属工况,摒弃传统固定计划修模式,构建适配城轨场景的状态修、预知修一体化检修体系。为工程车加装温度、压力、振动等传感监测设备,实时采集发动机、制动系统、行走机构的运行数据,全天候监控车辆工况。依托运维数据研判零部件损耗程度、老化状态,结合车辆作业频次、行驶里程定制个性化检修方案。针对闲置车辆、低损耗部件延长检修周期,减少拆装频次,杜绝过修浪费;针对高频作业、隧道重载车辆,重点监测隐性损耗部件,提前排查故障隐患,规避失修风险^[3]。通过动态化检修模式精简无效作业,降低耗材与人力成本,提升车辆运行稳定性。

3.2 故障处置优化:缩短停时、提高自主修复能力

为适配地铁短时天窗作业需求,优化故障处置流程,提升应急处置效率。建立标准化故障台账,汇总城轨工程车常见故障、典型故障,编制简易排查流程图,运维人员对照流程快速定位故障点位,缩短排查耗时。实行分级处置机制,轻微故障现场即时处理,一般故障当日完成修复,重大故障联动厂家专项处置。强化内部技术培养,聚焦柴油发动机、液压传动等核心结构,开展专项实操培训,拆解学习维修工艺,摆脱厂家技术垄断。搭建内部故障案例共享库,汇总处置经验,优化维修方案,持续提升运维人员自主维修能力,压缩车辆停运时长,保障工程车出勤效率。

3.3 信息化建设:构建工程车运维一体化平台

贴合地铁运维数字化转型需求,搭建轻量化、易操作的城轨工程车运维一体化平台,打破数据孤岛。平台整合车辆基础档案、实时运行数据、检修记录、故障台账、配件库存、人员作业信息,实现多维度数据统一存储、实时共享。搭载智能预警模块,通过大数据分析预判零部件老化周期,自动推送检修提醒;优化检修计划,替代人工经验排班。增设天窗作业管控模块,实现出车、作业、检修、退场全流程线上监管,作业记录自动留存、全程溯源。简化操作界面,适配一线运维人员操作习惯,降低使用门槛,全面实现工程车运维数字化、可视化、智能化管控。

3.4 配件管理优化:精益化仓储与供应链协同

针对地铁配件库存失衡问题,推行精益化仓储管理模式,实现库存动态平衡与高效利用。全面盘点现有库存,系统清理过期、老化、积压配件,盘活闲置资产,减少无效占用。按照通用件、易损件、专用件分类分区存放,优化仓储防潮防尘措施,适配地下库房存储环境,降低配件存放损耗。设置智能库存阈值,依托信息化平台自动统计各类配件消耗速率,实时监控库存变化,当库存低于下限时自动触发采购提醒,杜绝关键配件短缺导致车辆停运。优化采购模式,与正规配件供应商签订长期战略合作协议,建立专用配件应急调拨通道,大幅缩短紧急供货周期。严控通用配件采购数量,避免盲目超额储备,减少资金积压。通过精益化管控与供应链协同,形成库存结构合理、补给响应快速、管理流程规范的供应链体系,有效保障维修作业高效开展,降低整体运营成本。

3.5 人员能力提升:打造“运检合一”复合型团队

结合地铁工程车运维岗位需求,搭建分层级人才培养体系,打造适配城轨行业的复合型运维团队。针对新员工重点开展安全规范、基础操作、日常养护培训,熟练掌握出车检查、基础保养流程;针对资深员工开展故障诊断、精密维修、信息化平台操作进阶培训,补齐高端维修技能短板。推行师徒结对、岗位轮换、隧道实操练兵模式,打破单一岗位局限,实现操作人员兼具驾驶、巡检、维修能力。完善绩效考核制度,将故障处置效率、养护质量、节能降耗指标纳入考核,奖惩分明,调动人员工作积极性,全面提升团队综合运维能力,为提质增效提供人才支撑^[4]。

3.6 作业组织优化:提升“天窗”利用率

依托地铁夜间有限天窗时长,优化作业统筹模式,破解作业时间紧张难题。第一,提前编制月度、周度作业计划,整合零散养护任务,合理调配工程车资源,避免重复出车、分散作业,实现多工序并行施工,最大

限度压缩非作业时间。第二,明确出车、进场、施工、撤离各环节时间节点,细化岗位分工职责,建立标准化作业流程,减少沟通内耗与等待停顿,提升团队协作效率。第三,建立作业前风险排查机制,提前备齐所需配件、工具,全面排查车辆隐患,杜绝作业中途因故障或缺料导致卡顿停摆。第四,作业完成后及时开展复盘总结,梳理流程漏洞,分析问题成因,持续优化作业方案。另外,结合隧道线路特点合理匹配车辆类型,科学规划行驶路线,最大化压缩无效行驶时长,减少空驶与调车时间。通过系统化作业组织,充分挖掘有限天窗潜力,切实提升天窗作业利用率与单日作业量。

结束语

本文立足于城市轨道交通地铁运维现场,分析内燃工程车专属工况与运维现状,总结检修模式固化、故障处置低效、信息化程度低、配件管理失衡等行业突出问题,结合城轨密闭隧道、短时天窗、高频作业的独有特点,提出检修模式转型、故障流程优化、信息化平台搭建、精益仓储管控、复合型人才培养、天窗作业优化六项提质增效措施。未来应持续深化数字化技术应用,推动运维管理由经验驱动向数据驱动转变,不断优化车辆管控体系,提升工程车安全保障能力与运维效率,为城市轨道交通安全、稳定、低成本运营提供坚实保障。

参考文献

- [1]李宏菱.城轨车辆内燃工程车乳化油在车辆内燃机上的应用分析[J].内燃机与配件,2021,(24):66-68.
- [2]陈荣耀.城市轨道交通内燃工程车信息化改造及应用[J].城市轨道交通研究,2023,26(S1):116-119.
- [3]辛永生,张纯清,穆青.城轨维修养护用电传动锂电池工程车设计[J].铁道技术监督,2022,50(11):48-53.
- [4]王奥翀.浅析城市轨道交通段场设备与工程车运维模式差异[J].中国设备工程,2022(18):34-36.