

城市轨道交通车辆检修生产调度运作

辛刚宇

中铁投资集团交通运营有限公司 天津 300480

摘要：城市轨道交通作为现代城市公共交通体系的核心组成部分，其安全、高效、可靠运行直接关系到城市交通秩序与居民出行体验。车辆作为轨道交通系统中最关键的移动设备，其技术状态直接影响运营质量。因此，科学、规范、高效的车辆检修生产调度体系成为保障线路稳定运行的重要支撑。本文以天津市轨道交通Z4线一期工程PPP项目为基础，系统梳理并深入分析城市轨道交通车辆检修生产调度的组织架构、计划管理、作业执行、故障响应、多专业协同及安全管理等核心环节。通过结构化、逻辑化的阐述，揭示当前先进轨道交通线路在检修调度方面的运作机制，并提出优化方向，为行业提供可复制、可推广的管理范式。

关键词：城市轨道交通；车辆检修；生产调度；故障管理；制度体系

引言

截至2025年，中国城市轨道交通已进入高质量发展阶段，全国运营线路总里程突破1万公里，日均客流量超8000万人次。在如此庞大的运营网络中，车辆系统的可靠性成为维系整个运输链条的关键。一旦车辆出现故障，不仅影响正点率，还可能引发连锁反应，甚至危及乘客安全^[1]。因此，建立一套科学、高效、闭环的车辆检修生产调度体系，是保障运营安全、提升服务品质、控制运维成本的核心举措。在政府与社会资本合作（PPP）模式下，轨道交通项目的运营管理通常由社会资本方承担，对运营效率、成本控制和应急响应能力提出了更高要求。如何在有限资源条件下，通过精细化调度实现车辆“高可用、低故障、快响应”，成为PPP项目成功的关键指标。

1 车辆检修生产调度的制度基础与组织架构

1.1 制度体系构成

Z4线的车辆检修调度运作依托于两份核心制度文件，形成互补协同的制度闭环：《车辆维修生产管理规程》是检修生产的“总纲”，涵盖计划编制、作业指令、车辆调配、接口管理、安全规范等全过程，明确了各岗位职责与工作标准。《电客车系统划分、故障分类及管控要求》是故障管理的“操作指南”，对车辆系统进行精细划分，建立三级故障分类体系，并规定从接报到闭环的全流程响应机制。两份文件共同构建了“有计划、有指令、有分工、有反馈”的标准化管理体系。

1.2 组织架构与职责分工

Z4线建立了以车辆检修调度（DCC）为核心的调度指挥体系，组织结构清晰，权责明确：

表1 组织架构与职责分工

角色	主要职责
车辆检修调度（DCC）	统一指挥库内所有生产活动；编制日运用计划；下达《工作命令票》；接报并协调处理故障；管理作业许可。
生产管理人员	制定年度、月度、周检修计划；监督计划执行；跟踪完成情况。
维修班组（日检、均衡修等）	执行具体检修任务；汇报作业进展；配合故障确认与处理。
车辆专业工程师	负责特定子系统（如牵引、制动、车门等）的技术支持；制定故障处理方案；指导现场作业。
信号/通信等外专业	与车辆专业协同完成跨系统检修与调试；按流程销票并反馈状态。

该架构实现了“调度统一指挥、计划精准分解、技术专业支撑、执行一线落地、外部高效协同”的有机统一。

2 多层次计划管理体系

科学的计划管理是检修调度高效运转的前提。Z4线建立了“年度—月度—周—日”四级联动的计划体系，确保检修工作有序推进，既体现战略导向，又兼顾操作弹性。

2.1 年度与月度计划：战略规划层

年度计划作为顶层设计，依据车辆全寿命周期管理要求、制造商技术建议以及项目整体运营目标制定，涵盖大修、架修、均衡修等重大检修任务，为全年工作定下基调。在此基础上，生产管理人员于每月28日前将年度计划细化为具体的月度工作量，形成《车辆月维修计划及完成情况表》，明确每列车在当月需执行的检修类型、时间节点、责任班组及所需资源^[2]。这一过程不仅实现了宏观目标向中观任务的转化，也为后续周计划的制定提供了坚实依据，确保检修资源在时间维度上的合理分布与能力匹配。

2.2 周计划：承上启下层

每周五，生产管理人员在月度计划的框架下，结合车辆实际运行公里数、近期故障历史、专项作业安排等动态因素，编制《车辆周检修计划及完成情况跟踪记录》，并在公示栏发布。该计划既是对月度任务的进一步分解，也为各维修班组提供了明确的工作指引和准备窗口。通过周计划的滚动更新，调度体系能够及时响应车辆状态变化，提前调配人力物力，避免因信息滞后导致的作业冲突或资源闲置，从而在计划刚性与执行灵活性之间取得平衡。

2.3 日计划：执行操作层

每日22:00前，车辆检修调度综合《行车通告》、列车运行图、周运用计划、车辆技术状态（如未修复故障、镟轮需求）以及正线临时加开或调整等多重信息，编制次日的《车辆日运用计划》和《段场列车运用及停放计划》。该计划直接决定次日上线列车的编组、停放位置及检修安排，是调度指令落地的最终载体。经信号楼审批后，计划正式生效，成为各班组开展作业的行动指南。值得注意的是，Z4线在强调计划严肃性的同时，也保留了必要的动态调整机制。如遇突发事件或临时运营需求，检修调度可及时上报并调整日计划，确保调度体系既能按部就班，又能灵活应变，真正实现“以计划引领、以实际校准”的精细化管理理念。

3 标准化作业指令与执行机制

为确保指令清晰、责任明确、过程可控，Z4线全面推行《工作命令票》制度，将其作为所有检修及相关作业的法定指令载体。

3.1 《工作命令票》的核心作用

一是统一指令载体：所有检修、调试、换车、镟修等作业，均需由DCC下达《工作命令票》。二是明确作业内容：票面注明作业类型、车辆编号、作业范围、安全要求等。三是闭环管理：作业完成后，负责人必须在票上“销票”，注明完成情况；DCC据此更新车辆状态。

3.2 典型作业流程示例

在日常运作中，《工作命令票》贯穿于各类典型作业场景。例如，在日检作业中，DCC根据日计划下达命令票，日检班组按票执行检查与简单维护，工长确认无误后销票，DCC随即更新车辆可用状态。对于涉及信号系统的调试作业，信号专业需先申请上车许可，DCC核验资质后批准作业，作业完成后销票并明确列车上线模式（如ATO或ATP），确保车辆状态与信号系统匹配。而在镟轮等特殊作业中，流程更为严谨：由车辆技术管理发起需求，设备维修部下发命令票，镟修完成后提交《车辆车轮镟修任务单》作为技术凭证，DCC再据此组

织后续调车与上线安排^[3]。这些标准化流程不仅提升了作业效率，更通过制度化的衔接，保障了跨专业、跨工序作业的安全与协同。

4 故障分类与全流程闭环管控

故障管理是检修调度的核心挑战。Z4线通过系统划分、分类分级、流程闭环三大手段，构建了一套高效、精准的故障响应与处置机制。

4.1 车辆系统精细划分

将电客车划分为15个子系统（如走行部、牵引、制动、车门、TCMS、PIS等），并对每个子系统所含部件进行详细定义。更重要的是，明确每个子系统的代维保技术负责人（如牵引系统由戴斌负责，车门由吕一鸣负责），实现“系统到人、责任到岗”。

4.2 故障三级分类体系

表1 故障三级分类

故障类型	定义	管控重点
正线故障	在正线运行中发生并被OCC记录的故障	优先处理，快速响应，确保不影响次日运营
自检故障	未被OCC记录的正线故障或段场内行车故障	纳入风险预警，安排均衡修重点检查
检修故障	在非运用时段（如日检、均衡修）发现的真实设备缺陷	用于统计分析，优化检修策略

4.3 正线故障闭环管控流程

针对最关键的正线故障，Z4线设计了一套严谨的闭环管控流程。当DCC接到OCC故障通报后，立即详细记录并在专用故障接报群内通报，同步通知日检班组上车确认现象，并联系对应子系统的专业工程师提供技术支持。若故障涉及信号、通信等外专业，DCC会立即通知维保中心调度，启动跨专业联合排查机制。故障修复后，日检班组需在专业工程师确认下，向DCC回复详细的故障原因、处理措施及发生时的运行公里数，DCC据此向OCC进行最终闭环回复。为确保信息一致，夜班调度员每日还需与OCC电话核对当日故障记录，并将完整信息录入“故障统计表”，用于指导后续均衡修的重点安排。这一“接报—响应—处理—反馈—复盘”的全流程机制，不仅追求处置速度，更强调信息完整与经验沉淀，真正实现了故障管理的闭环与增值。

5 多专业协同与安全管理机制

5.1 跨专业接口管理

Z4线高度重视车辆与信号、通信等专业的协同，通过制度化设计明确接口责任与流程。例如，正线发生的信号系统故障，虽由信号专业主导处理，但由车辆检修调度先行记录并转交信号调度，确保信息不漏传。在

列车上线前,信号专业必须在每日凌晨2点前完成检车并在《工作命令票》上销票,明确列车的可用驾驶模式(如ATO、ATP或RM),为DCC编制日运用计划提供准确依据。若信号检修过程中发现无法修复的故障需申请换车,必须在命令票中详细注明原因,以便DCC统筹调整。这些看似细微的流程嵌入,实则有效避免了专业间的推诿扯皮,保障了列车上线前各系统状态的高度协同。

5.2 库内与上车作业安全管理

为筑牢安全防线,Z4线对库内及上车作业实行严格的准入与过程管控。除日常检修外,所有临时上车、库内动火、特种设备操作等作业,均需提前办理《上车作业许可证》或在《库内施工作业登记簿》上登记,经DCC核验作业人员资质、作业计划、联系方式等信息后方可实施。对于高风险作业,如接触网区域操作或大型设备吊装,必须安排专人全程监护,作业结束后还需确认现场出清、工器具回收,防止遗留隐患。特别是在涉及高压电的区域,严格执行断电、验电、挂地线等电力安全规程,确保人身与设备安全。这些覆盖“人、机、料、法、环”全要素的安全管理制度,将“安全第一”的理念落到了每一个操作细节,构筑起坚实的安全屏障。

6 信息沟通与会议制度

高效调度离不开顺畅的信息流转。Z4线建立了常态化、制度化的沟通机制,确保信息在各层级间及时、准确传递。工作日期间,每日17:00召开晚班会,由各维修班组长汇报当日工作完成情况、存在问题及次日准备状态,生产、技术、安全管理人员则据此布置明日重点任务,车辆专业负责人进行总结点评。会议实行签到制,记录完整归档,确保议定事项可追踪。周末则仅召开早班会,聚焦任务布置与紧急问题协调。此外,企业微信、调度专线电话、专用对讲系统等多种即时通讯工具并行使用,确保调度指令、故障信息、计划变更等关键消息能够秒级传达至相关责任人。这种“定期会议+即时通讯”相结合的沟通模式,有效打破了信息壁垒,提升了整体协同效率,成为调度体系高效运转的重要保障。

7 挑战分析与优化建议

7.1 挑战

一是自主维修能力不足:部分复杂系统(如牵引变流器)仍依赖厂家售后,响应周期长。二是数据整合度不高:TCMS、检修系统、调度平台数据未完全打通,限制智能分析应用。三是应急压力大:高峰时段突发故障

对调度员决策能力构成严峻考验。

7.2 建议

针对上述挑战,未来可从多方面进行优化。首先,应系统性强化自有技术力量,通过“师带徒”机制、邀请厂家开展驻点培训、组织技能比武等方式,加速培养具备独立诊断与修复能力的专业工程师队伍。其次,应加快推进数字化平台建设,整合现有信息系统,构建统一的“车辆健康管理平台”,实现故障自动预警、检修任务智能派单、人力资源动态优化等功能^[4]。再次,可定期开展多专业联合的仿真应急演练,模拟高峰时段突发故障场景,提升团队在高压环境下的实战协同与快速处置能力。最后,应积极探索预测性维护模式,利用历史故障数据、运行公里数、环境参数等多源信息,构建故障预测模型,提前识别高风险部件,推动检修模式从“被动修复”向“主动预防”转变。

8 结语

城市轨道交通车辆检修生产调度是一项复杂的系统工程,涉及计划、执行、监控、协同、安全等多个维度。天津市Z4线通过制度化设计、流程化管理、标准化作业和专业化分工,构建了一套逻辑清晰、运行高效的调度运作体系。其核心经验在于以制度为纲,两份核心文件奠定管理基础;以调度为核,DCC统一指挥确保资源高效配置;以计划为引,四级计划体系实现精准管控;以故障为镜,闭环机制驱动持续改进;以协同为要,打破专业壁垒形成合力;以安全为底,全过程管控筑牢防线。该模式不仅保障了Z4线的安全高效运营,也为国内其他轨道交通线路,尤其是PPP项目,提供了可借鉴、可复制的管理范式。未来,随着智能化技术的深入应用,车辆检修调度将迈向更高水平的自动化、预测化与协同化,为城市轨道交通高质量发展注入持久动力。

参考文献

- [1]陈艳鑫,杨硕.城市轨道交通车辆检修生产质量管理研究[J].内燃机与配件,2020,(08):200-202.
- [2]纪文师,邵峰,徐帅,等.地铁检修调度应急响应标准化流程分析[J].人民公交,2025,(10):173-175.
- [3]刘俊博,刘永章,魏光耀,等.地铁车辆日检修程分析与优化探索[J].中国储运,2025,(11):249.
- [4]张祖简,谢海丹.地铁运营初期车辆检修与管理研究[J].冶金设备管理与维修,2024,42(03):55-56+59.