

Study on the improvement path of organizational efficiency of municipal railway maintenance and repair

Qiong Cui Nam An Pu Guo

China Railway Tongtong Track Operation Co., Ltd., Wenzhou, Zhejiang, 325000, China

Abstract

As a critical component for maintaining stable operational status of urban rail transit systems, the organizational efficiency of maintenance operations directly impacts line safety and rational utilization of maintenance resources. Current maintenance practices face challenges including redundant procedures, delayed coordination, and uneven task allocation, which hinder operational effectiveness. This study examines the operational realities of urban rail maintenance systems, identifies key factors affecting organizational efficiency, explores the logic behind establishing refined task management mechanisms, proposes an optimized organizational approach centered on dynamic coordination models, and implements systematic integration of efficiency-enhancing strategies through technological applications. The research aims to provide actionable theoretical support and practical pathways for upgrading operational frameworks in urban rail maintenance systems.

Keywords

urban rail transit; maintenance operations; organizational efficiency; workflow optimization; technological support

市域铁路工务维修作业组织效率提升路径研究

崔琼 安楠 郭璞

中铁通轨道运营有限公司, 中国·浙江温州 325000

摘要

市域铁路工务维修作业作为保障线路运行状态稳定的关键环节,其组织效率直接关系到线路运营安全与维修资源的合理使用。当前工务维修作业存在流程冗余、协同滞后与任务分配不均等问题,制约了组织效能的发挥。本文围绕市域铁路工务维修作业的现实运行状况,深入剖析影响组织效率的主要因素,探讨任务精细化管理机制的构建逻辑,提出以动态协调模式为核心的组织方式优化路径,并从技术手段应用角度推动效率提升策略的系统嵌入。研究旨在为市域铁路工务系统的作业组织体系升级提供具备可操作性的理论支撑和路径参考。

关键词

市域铁路; 工务维修; 组织效率; 作业流程; 技术支持

1 引言

市域铁路以高密度、高频率、准点率高等特征承载着城市居民的通勤出行需求,线路维护任务日益繁重,对工务维修作业的组织效率提出了更高要求。工务维修作为铁路基础设施养护与故障处置的重要组成部分,其组织方式直接影响维修效率、作业安全与运营干扰程度。在列车运行高频率、夜间维修时间受限的背景下,传统以静态计划主导的作业组织方式已难以满足现代市域铁路的高效运行需求。当前存在的问题不仅体现在任务流程不够紧凑,还体现在作业协调机制滞后、人员调配不灵活以及技术支持系统集成度不足等方面。为推动作业组织效率的系统性提升,必须从流程机制、

任务管理、组织模式与技术支持多个维度进行协同优化与重构,探索符合市域铁路特征的高效工务维修作业组织路径。

2 市域铁路工务维修作业组织现状分析

2.1 市域铁路工务系统的作业结构与职责分布

市域铁路工务系统以线路、桥隧、轨道等专业划分为基础,建立了多层级的组织架构,实现了作业内容的分工与管理职能的协作。作业任务由工区具体实施,由工务段统筹安排,技术管理和质量监督则由上级机构负责协调,形成了任务分配、技术支持和安全监管协同推进的作业机制。每个专业作业单元依据作业计划承担具体设施的检修、巡查和抢修任务,各类作业人员在作业计划下协同开展工作,技术规范和操作标准构成执行依据。

2.2 维修计划制定与执行的流程机制

维修计划的制定依赖设施状态评估、检修周期规定及

【作者简介】崔琼(1991-),男,中国陕西西咸人,本科,助理工程师,从事温州市域铁路S1S2线设备维保研究。

历史故障数据分析结果，由工务段组织技术人员编制，并结合列车运行图进行计划时段安排。申报程序涉及工区上报、段级审核和调度中心审批，各环节需保证数据完整、逻辑清晰、风险可控。在执行阶段，作业命令以电子或纸质形式传达到班组，作业准备、人员集结、物资装载和运输组织均需在短时间内完成，以满足停运后的天窗时间要求。整个流程设计目标是实现计划闭环，但在动态运营条件下，任务经常需要临时调整，计划刚性与调度灵活性之间存在矛盾。部分任务因审批缓慢或信息反馈滞后错过作业窗口，造成计划执行效率下降和维修时效性降低。

2.3 作业人员配置与作业时间窗口的实际运行情况

市域铁路维修作业多集中于夜间停运时段，受列车密度和天窗时间制约，作业时限严格。人员配置采用固定班组加流动支援的组合方式，力求在人力资源紧张情况下完成多专业交叉任务。班组构成根据作业项目设定人数与岗位分工，并兼顾作业强度与技能要求，现场管理以工长为核心，调度命令通过多级传达实现指令落地。实际运行中，部分作业面同时开设，常出现人员调配冲突、技能匹配不足和作业时间延误现象。天窗时间内需完成进点、设防、作业、验收、撤点等全流程，每一环节对人员配合和现场响应能力要求极高。若遇列车运行延误或作业点增多，常规配置难以应对突发变化，影响整体作业组织效率的稳定性与可控性。

3 市域铁路工务作业组织效率影响因素剖析

3.1 作业流程环节协同效率的影响因素

工务维修作业流程涵盖计划制定、资源准备、人员调度、作业执行与结果反馈等多个环节，各环节之间的协同效率直接决定组织效能。由于作业流程涉及多个专业、多个单位的协同配合，信息传递易受技术系统互联互通限制，形成沟通滞后或误传。部分作业在进入执行阶段前，仍依赖人工方式确认作业许可、编组信息与列车计划，影响作业启动时间。物资调运环节中，工具不到位、材料配送误时等情况屡有发生，导致现场作业计划调整频繁。作业任务完成后的验收与数据录入也缺乏实时联动机制，结果反馈不及时，影响后续工作安排与管理闭环。流程设计逻辑虽完整，但执行中的系统响应和人工环节仍需进一步协同优化。

3.2 维修任务与列车运行时刻冲突的协调难点

市域铁路列车运行图排布密集，维修作业需在极短时间内完成多项操作，列车运行与维修任务之间的矛盾成为组织效率提升的突出问题。列车时刻的微调与增开计划频繁，原定维修窗口极易受到干扰，作业计划往往需多次修订。运营调度优先保障列车通行，维修任务常被压缩或推迟，作业时间的不确定性加剧资源调配难度。调度命令的下达与现场接收之间存在时间差，突发变更难以快速响应，作业队伍等待时间长、进场晚、撤场急，增加安全风险。计划编制部门与运营指挥系统之间数据接口不畅，缺乏面向作业组织的联

合协调平台，难以实现动态调整下的协同配合。列车运行调整频繁导致作业任务反复变更，成为组织效率受限的结构性矛盾。

3.3 应急处置与常规作业之间的资源调配矛盾

工务系统既要完成计划内周期性维修，又需随时应对突发故障的应急抢修，两类作业在资源需求、时间要求与管理逻辑上存在明显差异。常规作业依计划配置人力与物资，具有明确时间节奏，而应急处置则强调快速响应和弹性调度。当两类任务同时发生或前后衔接紧密时，容易产生资源冲突。夜间天窗时间有限，多个任务争用同一批设备与人员，造成资源重复调度或现场资源空转。应急任务优先级高，常使常规作业中断或延迟，缺乏有效补偿机制，导致原定工作难以完成。人员在应急状态下临时调配，作业熟悉度与协作效率下降，影响操作质量与安全水平。资源统筹机制未能实现动态优化，限制了组织效率在多任务并行下的稳定释放。

4 市域铁路维修任务精细化管理机制构建

4.1 作业任务清单化与标准化模板制定路径

精细化管理的基础在于任务明细的清晰呈现与执行标准的规范统一。市域铁路维修任务种类繁多、内容复杂，通过建立作业任务清单体系，可实现各类维修作业内容的系统分类与规范化描述。每项任务应明确作业对象、操作步骤、所需资源、完成时限及质量要求，使作业人员在执行中有据可依。标准化模板的制定需结合不同设施状态、作业环境与安全等级设定具体参数，涵盖准备、实施、验收等全过程内容。模板既要满足普遍适用性，又应具备按区域、按专业的个性化扩展能力。通过信息系统实现模板库的调用与动态更新，进一步提升计划制定、任务下达与过程控制的规范化水平，从而为维修作业的精细组织奠定基础。

4.2 作业区域分段管理与任务优先级排序方式

维修任务分布广泛，实施过程中需合理划分作业区域，以避免任务重叠和资源冲突。作业区域分段可根据地理位置、设施密度与作业强度进行划定，形成具备明确边界、固定责任与独立调度权限的管理单元。区域分段后，各区段可设置固定责任人或常驻班组，提升作业熟悉度与响应效率。在此基础上，建立任务优先级排序机制，将周期性检修、状态性维修与应急处置任务进行分类排序，依据故障风险、运营影响程度及资源匹配程度确定执行顺序。优先级划分需动态调整，结合设施状态数据与运营运行图实时更新，确保关键任务在有限时间内优先完成。通过区域化管理与任务排序，增强了维修资源调度的可控性与任务执行的有序性。

4.3 动态工单流转与进度实时反馈机制的嵌入

传统维修作业工单多采用静态指派方式，信息滞后、反馈缓慢，难以适应任务变动频繁与现场节奏快速的需求。引入动态工单机制，将任务从下达达到完成形成实时流转链条，作业班组通过移动终端接收任务、回传进度与上传结果，

调度中心实时监控任务执行状态。每一任务节点均可设定反馈时间、操作标准与质量检查内容,系统自动识别异常进度并发出预警提示,实现任务状态透明可视、进度管理动态可控。数据同步共享支持多专业、跨层级协同操作,现场变化可实时上传,便于调整计划与指令同步。工单系统与作业管理平台联动,实现从计划生成到工后验收的全过程闭环控制,大幅提升组织调度效率与现场执行一致性。

5 市域铁路维修作业组织协调模式优化路径

5.1 维修作业与运输调度联动方式优化

市域铁路维修作业的开展必须嵌入列车运行的整体节奏之中,与运输调度形成高度协同。现行调度方式以运营优先为主,维修任务需被动适应列车计划,导致时间压缩与效率下降。优化联动方式,应在计划编制初期引入维修任务参数,通过运行图协同设计确保作业窗口的完整性与可执行性。设置联席调度机制,实现作业计划与列车运行同步评估与调整,打破部门壁垒,提高信息共享效率。引入多时域交错调度策略,将非核心作业纳入非高峰时段进行实施,在不影响运营的前提下释放更多维修时间资源。通过制度化的联合调度与智能化辅助决策手段,构建双向互动、动态调整的协同机制,提升维修组织的调度适应能力。

5.2 多专业交叉作业同步实施策略研究

随着设施系统集成程度提升,单一专业独立作业模式已难以满足作业效率与安全要求的双重目标。多专业交叉作业成为常态,需构建跨专业协调机制,实现任务统筹与现场整合。通过建立作业同步计划平台,将线路、轨道、桥隧等专业任务进行集中排布,明确作业时序与空间界限,防止作业冲突。各专业间通过作业协调人制度进行现场指挥与协同指令下达,强化进度控制与风险联防。信息平台集成各专业任务进度、人员状态与资源分布数据,实现系统内数据融合与动态管理,提升组织透明度。同步作业需统一安全标准、技术接口与通用流程,减少协作摩擦,提高单位时间作业完成量,形成高效融合的组织执行体系。为进一步提升协调效率,可引入作业前联合技术交底机制,确保各专业对作业内容、风险点与配合环节充分理解。在关键节点设置作业协调岗,对交叉作业的进出场顺序、封锁范围与通信流程进行全程管理,从根本上降低多工种交互带来的组织不确定性与安

全隐患。

5.3 作业班组弹性配置与时间窗口动态匹配方法

面对作业任务复杂多变与运行时刻不断调整的现实情况,固定班组与静态窗口安排难以满足效率与适应性的要求。弹性班组配置可根据作业类型、强度与技能需求进行组合式排班,实现人员随任务动态编组。建立作业人员能力数据库与任务需求匹配模型,在任务生成时自动推荐最优人员组合,提升配置科学性。结合人员健康状态、技能熟练度与过往作业记录进行综合评估,确保关键岗位配置具备高可靠性与响应能力。时间窗口的动态匹配需依托运行图模拟与作业流程建模,评估作业时间需求与列车间隔之间的匹配度,调整作业时段安排与任务结构。实时运行数据支持窗口微调与作业顺延安排,确保作业资源与可用时间同步匹配。可视化调度平台可实现对时间资源的量化分解与任务优先级动态调整,提升调配效率。通过灵活组织与智能调度实现作业能力最大化与组织韧性提升,为维修任务高效实施提供坚实支撑。

6 结语

市域铁路工务维修作业组织效率的提升不仅关乎作业流程的优化,更依赖于精细化管理理念与协同机制的系统嵌入。通过构建清单化任务体系、优化多专业协同模式、强化作业与调度联动,能够有效突破传统组织方式在响应速度、资源配置与信息传达方面的瓶颈。技术手段的应用进一步为作业执行与进度控制提供了实时支撑,为任务落地提供高效保障。未来在持续推进管理机制完善与作业体系优化的同时,还需结合实际运营特征,不断深化组织结构与作业模式的融合适配,构建具备弹性、精度与适应力的作业组织新格局,为市域铁路安全、高效、可持续运行奠定坚实基础。

参考文献

- [1] 刘东.浅析铁路工务线路养护维修问题与管理措施[J].中国设备工程,2025,(11):75-77.
- [2] 高伟伦.浅谈铁路工务线路养护常见问题与措施[J].减速顶与调速技术,2025,(01):20-22.
- [3] 卢启超.铁路工务安全管理系统的设计与实现[D].导师:陈旭东.北京交通大学,2024.
- [4] 赵锋.浅谈铁路工务线路维修与养护[J].汽车周刊,2024,(07):155-157.