

Discussion on Safety Assurance Technology for Nighttime Construction of Large-scale Track Maintenance Machinery

Xiangming Dong

China Railway Shenyang Bureau Group Co., Ltd., Shenyang Track Maintenance Machinery Section, Shenyang, Liaoning, 110025, China

Abstract

The safe and stable operation of railway transportation relies on high-quality maintenance and repair of large-scale track maintenance machinery. With the continuous increase in railway network density, nighttime window operations by large-scale track maintenance machinery have become a core operational mode for line maintenance and major repairs at track maintenance machinery sections. Nighttime construction is affected by multiple factors such as lighting conditions, personnel status, environmental conditions, and work organization, significantly increasing the difficulty of safety risk management. Based on the actual field construction of large-scale track maintenance machinery, this paper analyzes various safety risk triggers during nighttime construction, systematically outlines key technologies for full-process safety assurance, and proposes standardized safety management optimization measures. These efforts aim to enhance the safety control capabilities for nighttime construction of large-scale track maintenance machinery, prevent and mitigate traffic and personal safety hazards, and provide practical references for improving the quality and efficiency of line maintenance operations.

Keywords

railway maintenance construction; large-scale track maintenance machinery; night construction; maintenance safety; safety assurance technology

大型养路机械夜间施工安全保障技术探讨

董向明

中国铁路沈阳局集团有限公司沈阳工务机械段, 中国·辽宁 沈阳 110025

摘 要

铁路运输安全平稳运行, 离不开工务大型养路机械设备高质量养护维修。当前铁路运输路网密度持续提升, 大型养路机械夜间天窗作业已成为工务机械段线路养护、大修施工的核心作业模式。夜间施工受光照条件、人员状态、环境工况、作业组织等多重因素影响, 工务安全风险管控难度显著加大。本文立足大型养路机械现场施工实际, 剖析大型养路机械夜间施工各类安全风险诱因, 系统梳理全流程安全保障关键技术, 提出规范化安全管理优化措施, 为提升大型养路机械夜间施工安全管控能力、防范化解行车及人身安全隐患、保障线路养护作业质效提供实践参考。

关键词

铁路工务施工; 大型养路机械; 夜间施工; 工务安全; 安全保障技术

1 引言

大型养路机械施工作业承担着普速铁路、高速铁路线路捣固、清筛、配砟整形、打磨、等核心养护维修任务, 是保障铁路线路设备状态达标、维系行车安全的关键力量。随着铁路运输集约化发展, 日间列车开行频次密集, 为最大限度降低施工作业对运输秩序的干扰, 夜间“天窗”修成为大型养路机械常态化作业模式。

相较于日间施工, 夜间施工存在自然光缺失、作业人员易疲劳、现场瞭望条件差、设备工况易受环境影响、多机

联合作业协同难度大、应急处置条件受限等突出问题, 衍生出人身伤害、机械侵限、作业精度超标、线路失格、设备碰撞等一系列安全风险, 直接关乎铁路行车、作业人员及机械设备安全。当前大型养路机械施工中仍存在风险防控针对性不足、标准化执行不到位、设备检修不彻底、管控闭环不完善等问题。基于此, 结合施工实际, 深入研究夜间施工安全保障关键技术, 构建科学化管控体系, 对夯实铁路工务安全基础具有现实意义。

2 大型养路机械夜间施工安全主要风险分析

结合现场施工实践与典型事故案例分析, 大型养路机械夜间施工安全风险集中在环境、人员、设备、施工组织四大维度, 各类风险相互交织、传导放大, 直接影响施工安全

【作者简介】董向明(1985-), 男, 中国吉林白城人, 本科, 工程师, 从事铁路工务安全、大型养路机械工程研究。

与行车安全。

2.1 现场环境风险

夜间自然光照不足,即便配备照明设备,桥梁、隧道、曲线地段、道岔群等特殊区段仍存在照明盲区,导致机械车操作手、防护人员瞭望视线受阻,难以精准判断机械位置与安全距离,易引发机械侵限、碰撞线路附属设备问题。同时,夜间低温、大雾、雨雪等恶劣天气频发,加剧道床打滑、人员行动迟缓,还会造成机械测量传感器精度不准、液压系统运行不畅,无缝线路轨温异常变化,线路几何尺寸超限风险。此外,施工现场隐蔽线缆、物料堆放等隐患难以直观发现,进一步加大管控难度。

2.2 作业人员风险

夜间施工违背人体正常作息规律,机械车司机、操作手、现场防护员、驻站联络员、地面配合人员等关键岗位人员易出现生理疲劳、注意力涣散、反应速度放缓、判断准确性下降等问题。长时间连续作业更易引发操作失误、指令传递滞后、防护不到位、确认不彻底等违章行为。部分作业人员安全意识薄弱,存在侥幸心理与惯性违章思维,未严格执行作业标准,出现简化作业流程、违规上道、擅自更改作业参数、未执行车机联控、未按规定下道避车等现象。加之夜间现场监管覆盖面有限,盯控力量不足,违章行为难以及时纠偏、制止与考核,直接诱发人身伤害与设备安全隐患。同时,夜间作业人员沟通效率下降,口令不清、确认不严、配合脱节等问题频发,进一步加剧施工风险。

2.3 机械设备风险

大型养路机械结构复杂、自动化程度高,夜间施工前设备检查保养受光线限制,关键部件隐患排查不彻底,易出现走行制动、作业执行、电气控制等系统隐性故障,导致设备“带病”上线。夜间温湿度变化会影响机械检测监控系统精度,造成起道、拨道、捣固作业参数偏差,线路养护质量不达标。

2.4 施工组织风险

部分夜间施工方案未结合施工区域特点定制“一日一案”,施工安全风险研判不深入,安全技术交底流于形式。天窗作业时间紧张时,易出现抢进度、压缩机械作业时间、简化作业回检流程等问题。现场安全盯控力量不足,各岗位协同联动不畅,隐患排查整改未形成闭环,应急预案针对性不强、应急物资储备不足,突发状况下处置效率低下,无法快速化解安全风险。

3 大型养路机械夜间施工安全保障总体原则

大型养路机械夜间施工,必须坚守四大核心原则,贯穿施工准备、现场作业、收尾验收全过程:

一是安全第一、预防为主,始终将行车与人身安全放在首位,提前研判风险,落实源头防控,做到不安全不施工、不达标不开通;

二是标准作业、闭环管控,严格执行施工标准化流程,

落实岗位标准、操作标准、防护标准、质量标准,实现施工全流程闭环管理;

三是人防技防、协同管控,强化人员培训与现场盯控,依托智能监控、精准测量、照明通讯等设备提升技防水平,实现人防、技防、物防深度融合;

四是快速响应、应急处置,建立高效快速应急响应机制,配齐应急物资,明确处置流程,确保突发状况下果断处置、快速撤离、及时恢复,最大限度降低安全风险影响。

4 大型养路机械夜间施工安全保障关键技术

4.1 施工前期准备安全保障技术

施工前期准备是防范夜间施工风险的第一道防线,必须做到全面、细致、精准、闭环。

第一,精准开展现场勘察与风险研判。施工前组织技术、安全、设备管理人员对施工区段线路、桥梁、隧道、曲线、道岔群、信号设备、接触网、隐蔽线缆、地下管线等情况进行全面摸排,建立现场设备与环境台账,结合夜间作业特点开展专项风险研判,识别高风险点与关键控制环节,制定针对性、可操作的防控措施,对特殊区段实行“一段一策”管控。

第二,规范编制专项施工方案。严格按照铁路工务安全规则、大型养路机械使用管理规则等要求,编制夜间施工专项方案,明确车辆编组、作业流程、施工机械作业参数、防护措施等内容,严格落实“一日一案”制度,履行逐级审批手续,未经审批不得施工。

第三,全面检修调试机械设备。施工前对所有上线机械进行全面检查、保养与调试,重点校验走行制动系统、作业精度系统、传感器性能、液压系统、电气控制系统、监控预警装置,确保设备状态良好。对机械进行防寒、防潮、防冻处理,加装车载补光照明、警示标识,应急通讯与报警装置,确保故障自动报警、数据实时传输。

第四,完善现场照明与通讯保障。按标准配置便携式照明设备,消除桥梁、隧道、曲线、道岔等关键区域照明盲区,确保作业面、机械操作区、防护瞭望区光照充足。配备专用对讲机、车载通讯终端,保障各岗位、各机械、现场与驻站之间信息传递稳定畅通。

第五,强化人员准备与专项培训。合理安排人员班次,严格执行班前保休制度,确保人员施工前满足 6 小时以上有效保休,禁止疲劳上岗。利用班前会、业务学习开展夜间施工专项安全培训,重点讲解夜间风险、操作规范、防护要求、应急流程,开展针对性岗位练兵,提升人员夜间实操能力与风险识别能力。

4.2 施工过程现场安全管控技术

施工过程是风险集中爆发阶段,必须严抓标准化作业、实时监控、动态防控,确保全过程可控。

第一,严格执行标准化作业流程。所有岗位严格按规程操作,杜绝违章指挥与违规操作,规范执行调度命令、车机联控、现场防护、“三方控”等制度,确认无误后方可开

展作业。机械操作手严格按设定参数作业，不得擅自调整，地面人员严格按照规定站位、避让、配合，严禁侵入限界。

第二，强化实时监测与智能监控。依托机械车载监控系统、轨温监测仪、线路几何尺寸检测装置，实时监测设备运行参数、线路状态、轨温变化，确保线路作业标准达标。安排专人对数据进行盯控分析，发现异常立即停机处置。

第三，加强环境与现场动态管控。安排专人实时监测气象与轨温变化，遇大雾、大雨、大雪、大风、极端低温等恶劣天气立即停工、撤离人员与机械。加强现场不间断巡查，及时清理侵限物料、排除隐蔽隐患，对桥梁、隧道、道岔等特殊区段加密巡查频次。

第四，优化机组协同与工序衔接。明确各机组联合作业车组间距、运行速度、作业顺序，强化统一指挥与联动配合，优化工序衔接，减少等待与交叉干扰，提升施工组织效率，降低协同风险。

第五，严格现场防护与人员管控。按规定设置驻站联络员、现场防护员、远端防护员，保证防护体系完整、通讯畅通，严格执行来车预报、确认、下道避车制度。现场盯控干部全覆盖关键环节，及时纠治违章行为，确保人员行为规范。

4.3 施工收尾与验收安全保障技术

施工收尾与验收是确保线路安全开通的最后关口，必须做到全面回检、彻底清理、规范撤离。

第一，全面清理现场与机具回收。天窗作业结束前，全面回收施工机具、材料、工具，彻底清理道床杂物、垃圾、废砟，确保线路无障碍、无侵限物，符合开通条件。

第二，有序组织机械撤离。按方案规定顺序、速度、路径组织机械设备撤离作业区段，返回驻地后及时开展检修保养，排查设备故障，清洁保养关键部件，为下次施工做好准备。

第三，严格执行线路质量回检制度。作业负责人与质量验收人员对线路几何尺寸、超高、方向、水平、捣固质量、打磨效果等进行全面回检，对照标准逐项确认，发现问题立即整改，达标后方可依规申请线路开通。

第四，及时开展安全复盘与资料归档。施工结束后及时组织施工总结会。梳理当日风险防控、现场组织、设备状态、人员执行等方面问题，制定整改措施并落实责任。规范整理施工方案、命令、记录、检测数据、回检结果等资料，及时归档，实现施工全过程可追溯。

5 大型养路机械夜间施工安全管理优化措施

5.1 健全安全管理制度体系，压实全员安全责任

以现行铁路工务安全规则、大型养路机械使用管理规

则、普速铁路线路修理规则等规章制度为基础，结合夜间施工特点，细化夜间施工安全管理细则、岗位安全职责、作业标准流程、考核奖惩办法，构建覆盖全流程、全岗位、全要素的制度体系。严格落实安全生产责任制，明确段、车间、班组三级安全责任，将责任分解到个人、落实到环节，强化考核奖惩，推动制度落地见效，形成“人人讲安全、事事为安全、时时想安全、处处要安全”的工作氛围。

5.2 构建三级盯控机制，强化现场闭环管理

实行段、车间、班组三级盯控机制，对夜间施工实行全覆盖盯控，关键施工、特殊区段、多机联合作业安排管理干部与技术骨干全程盯控，重点检查方案执行、标准落实、防护设置、设备状态、人员操作等情况。加大现场违章行为纠治力度，对违章作业、简化流程、防护不到位等问题严肃处理、通报批评、限期整改。建立隐患排查整改闭环台账。

5.3 强化人员培训练兵，提升专业技能与安全素养

常态化开展夜间施工安全培训、岗位技能练兵与应急处置演练，重点提升作业人员夜间实操能力、风险识别能力、应急反应能力与协同配合能力。针对新设备、新工艺、新风险开展专项培训，定期组织安全警示教育，剖析典型事故案例，增强人员安全意识与敬畏之心。严格执行持证上岗制度，关键岗位人员必须经培训、考核、取证后方可上岗，定期开展复审与再教育，确保人员技能与安全素养满足夜间施工要求。

5.4 完善应急预案体系，提升应急处置能力

结合夜间施工风险特点，完善夜间施工专项应急预案，针对机械故障、侵限、线路失格、恶劣天气、人身伤害、火灾等突发情况，明确处置流程、责任分工、联络方式、撤离路线、应急措施，配齐应急物资与设备，定期开展实战化应急演练，提升突发状况下快速响应、高效处置、安全撤离能力。加强与调度、供电、电务等部门联动，建立应急协同机制，确保突发事件信息畅通、处置协同、恢复迅速。

6 结语

大型养路机械夜间施工是现阶段常态化作业模式，其安全管控是保障铁路行车安全的关键环节。夜间施工安全风险贯穿全过程，只有立足现场实际，以标准化作业为基础，全流程落实安全保障技术，不断优化管理体系、强化人员管控、完善应急保障，才能有效防范化解安全隐患，提升大型养路机械施工安全管控水平与线路养护质量。

参考文献

- [1] 《铁路工务安全规则》：中国铁道出版社；
- [2] 《普速铁路线路修理规则》：中国铁道出版社；
- [3] 《大型养路机械使用管理规则》：中国铁道出版社。