

铁路信号维修工作中存在的问题与解决措施

刘刚

(朔黄铁路发展有限责任公司原平分公司, 山西 原平 045199)

摘要 铁路信号维修工作关乎整个铁路交通系统的安全与可靠运行, 本文探讨在当前铁路信号维修工作中普遍存在的问题, 并就其提出一系列切实可行的解决措施。通过分析研究发现目前维修工作面临诸多问题, 包括人员短缺、技能不足、设备老化、信息化水平低下、安全风险管理体系不健全等。结合现实问题, 本文进一步探讨并提出一系列解决措施, 旨在为推动铁路信号维修工作的规范化、系统化和信息化提供参考, 以实现铁路信号系统的稳定、安全和高效运行。

关键词 铁路信号; 维修工作; 人员短缺; 技能不足; 设备老化

中图分类号: U284

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2023)12-0046-03

铁路信号系统作为铁路运输安全的关键技术组成, 担负着确保列车安全行驶的重要任务, 其正常运行不仅关系到铁路运输的顺畅, 更直接影响到广大乘客和货物的安全。然而, 在实际的维修工作中, 诸多问题逐渐显现, 如何在提高铁路信号系统维护管理水平和技术支持方面取得突破, 已成为一个亟待解决的重要课题。本文依托多年的铁路信号维护实践, 对目前铁路信号维修工作中存在的主要问题进行深入分析, 并在此基础上针对性地提出一系列解决措施, 旨在为推动铁路信号维修工作的健康发展提供理论参考和实践指导。

1 铁路信号系统故障维护的概述

铁路信号系统扮演着道路交通的“指挥官”角色, 它通过精确、可靠的信号传递与控制, 保障着列车在复杂的铁路网络中准确无误地行驶, 确保着旅客及货物的安全。信号系统故障维护工作关乎整个铁路运输的安全稳定性及运输效率, 涵盖的内容包括但不限于故障检测、问题诊断、部件更换、系统校准及功能测试等环节。随着科技的进步和铁路运输业的飞速发展, 信号系统逐渐呈现出极高的技术复杂性与系统集成性, 其中维护工作所涉及的电气故障、机械故障、代码错误或硬件失效等问题成为一个值得关注的核心, 这些问题可能由多种因素引起, 例如, 自然环境的影响(如极端天气、动植物侵害等)、人为因素、材料老化、技术更新换代带来的不匹配等。在现实工作中, 实施维护的专业团队在面临这些挑战时, 需对故障进行快速、准确的定位和修复, 以减少其对铁路正常运行的影响^[1]。

2 铁路信号维修工作中存在的问题

2.1 人员短缺与技能不足

铁路信号系统的故障维护工作在实际操作中面临着显著的人员短缺和技能不足问题, 这一挑战在城际和普速铁路网络中尤为突出。在日常运行中, 铁路信号系统可能会出现多种类型的故障, 其修复和校正操作要求维护团队具备坚实的专业知识和丰富的实践经验, 这些问题不仅涉及信号系统检测模块的精确校正、轨道电路的完整性维护, 还包括列车与地面设备之间的通信保障。为了有效应对这些问题, 维护人员不仅要能够将理论与实践相结合, 还要能够迅速并准确地识别故障原因并进行修复。但目前的现实情况是, 从事这一领域工作的专业人员数量严重不足, 且他们所受的专业培训在某些方面既不系统也不够前瞻, 这导致在遇到某些特定或复杂的故障场景时, 故障的处理效率和质量都受到了不小的挑战。在新线路刚刚开通时, 即使是经验丰富的维护人员也可能因为对新的设备和技术不够熟悉, 而难以迅速解决出现的问题。

2.2 设备老化和维护不及时

在铁路信号系统中, 设备老化和维护不及时的问题已经成为一个紧迫的难题。考虑到这一系统对稳定性和可靠性的极高要求, 老化设备可能导致的后果不容小觑。以某次在欧洲的火车事故为例: 一个使用超过40年的信号交换设备, 因为长期的物理磨损和环境腐蚀, 导致其电气特性退化, 这个老旧的设备在一个关键的转折点上失效, 使得一个高速列车误入错误的轨道, 幸好及时发现避免了可能的重大事故。另外, 日本某铁路线路在2019年也曾因为信号设备的老化,

导致列车延误超过三小时,造成上万乘客受到影响,这些实际的案例都揭示了设备老化所带来的风险。许多传统铁路信号设备,特别是依赖于继电器逻辑的那些,经过长时间的运行后,其组件在电气特性、机械稳定性等方面出现明显退化,这不仅增加了系统故障的可能性,而且有时会严重威胁到行车安全,考虑到铁路信号系统的功能安全需求,这些老化问题不仅可能导致运行不稳定,也可能成为重大安全隐患。当这些设备发生微小故障或异常时,往往会引起列车调度不准确,形成运行安全风险,因为这些老化问题很难被及时识别和预防,常规的定期维护方式由于周期过长、缺乏实时性,难以第一时间发现这些问题^[2]。

2.3 信息化水平不足

在铁路信号维修领域,信息化水平的不足在数据采集、分析、应用等环节都有明显体现,严重地影响了对故障的快速响应和维修工作的准确性。对于复杂的铁路信号系统,它们所产生的实时数据流是巨大和多样的,涉及车辆运行状态、信号设备状态、轨道电路情况等众多关键信息。在传统的维修体系下,这些数据往往不能被实时、全面地监控和记录,这就导致当系统出现异常或故障时,维修人员往往缺少充分的数据支持,难以进行准确的故障定位和解决。进入大数据时代,铁路信号系统运行的海量数据本应为故障的诊断和预测提供了新的机会和方向。理论上这些数据能够帮助技术人员更加准确、快速地定位问题,甚至预测潜在的风险。但实际上由于信息化水平的不足,数据的准确采集、快速传输、智能分析以及实时反馈等环节都无法得到有效实现。

2.4 安全风险管理体系不完善

在铁路信号维修工作中,安全风险管理体系的不完善表现得尤为明显,这一层面的问题既涉及人员的物理安全,也关联到列车运行的安全。一个生动的案例在于某主干线的信号系统,在极端天气条件下出现了故障,维修团队在没有充足的安全防护措施和风险评估的前提下进行了紧急抢修,结果产生了一次生安全事故,既威胁到了维修人员的生命安全,也给列车运行安全带来了额外风险。在这一层面既有制度和管理流程的问题,也涉及技术支持和保障方面的缺陷。例如,在风险识别和评估环节,现有的手段往往难以全面精确地获取现场的各类风险因素;在风险防控和应急响应环节,由于缺乏有效的技术支持和科学的流程指导,团队常常只能依赖有限的经验进行操作。

3 针对铁路信号维修工作中存在问题的解决措施

3.1 加强培训与技能提升

纵观全球范围内的铁路信号维修实践,经验丰富、技能精湛的技术人员是保障铁路信号系统稳定、安全运行的关键。对于我国铁路信号维修队伍而言,加强培训与技能提升的紧迫性和重要性不言而喻。深度融合理论知识与实践技能,探寻具有战略眼光的维修策略与技能提升路径成为摆在眼前的课题。在一项涵盖了欧洲数国的铁路信号技术研究中,研究者强调理论与实践相结合的重要性,而这一理念也为我国铁路信号维修工作提供了参考。有效的培训不仅需要覆盖铁路信号系统的基础理论知识、系统结构和工作原理,还应深入到具体的故障诊断、组件更换、系统调试等实操层面。如何将最新的研究成果,尤其是在信号系统自动化、智能化方面的新技术、新方法融入培训体系中,确保维修人员不仅掌握现有的维修技能,还能紧跟技术发展的步伐,这样的问题在全球范围内都是一个尚未完全解决的挑战^[3]。

3.2 更新设备与加强维护

面对广大铁路网中遗留的老旧设备和技术体系,更新设备与加强维护成为确保铁路信号系统稳定运行的必要手段。在一系列科学研究与实际案例分析中,设备老化、零部件磨损被认为是铁路信号系统故障的重要因素。在日本关东地区的一次大规模铁路信号故障调查中,研究者发现,在紧急维修中更换的零部件中,有超过 70% 是因为老化和过度磨损导致的故障。因此对于老旧设备的更替与升级,应当构建一个科学、合理的标准体系,从而保证更新换代工作的有序进行,这包括但不限于制定合理的设备服务年限标准、制定与之相匹配的更新换代计划、合理评估新老设备的兼容性以及技术支持等问题。同时加强维护的层面也需要依托于大数据和 AI 技术对设备的运行状态进行智能监控和预警,减少由于设备故障引发的列车运行安全风险。在这一点上德国某铁路线在实施智能监测和预测性维护实践中,成功减少了约 30% 的设备故障,这为国内铁路信号设备维护提供了借鉴。

3.3 推进信息化和数据分析

深入探讨信息化与数据分析在铁路信号系统维护中的实际运用对于解决现有问题具有显著意义。探讨中东铁路公司(Middle East Railways, MER)在这一方面的应用可以发现其信号系统维护工作显著地得益

于信息化技术的应用和数据分析的深入,该公司通过在信号系统中部署传感器和通信设备,对信号设备的工作状态、故障记录、维护日志等关键数据进行实时采集和传输,通过部署在云平台上的大数据分析系统,使得大量的运行数据能够为分析模型提供实时输入,基于机器学习算法优化的分析模型能够对采集到的数据进行深度挖掘和学习,从而实现了对信号系统运行状态的实时监控和故障预测。在进行数据分析的同时,依托先进的通信技术,MER可以将分析得到的信息及时反馈到现场工作人员和管理者,从而实现信息的快速传递和故障的快速响应。此外,该公司在信息化建设中十分注重数据安全性和完整性的保障,这在一定程度上确保了铁路信号系统的稳定运行^[4]。

3.4 建立综合安全管理体系

铁路信号系统安全管理体系的建立与完善,对于预防和减少事故的发生具有至关重要的作用。在法国国家铁路公司(SNCF)的实践中,一个综合的安全管理体系被构建和持续优化,这一体系覆盖了信号系统的全生命周期,包括设备的设计、制造、安装、运行、维护等各个阶段,对于每一阶段都制定了严格的安全标准和操作规程。在制定这一体系的过程中,SNCF十分注重理论研究和实际经验的结合,不仅引入系统工程理论、可靠性理论和安全科学理论等多个学科的研究成果,还十分重视从实际运行和维护工作中总结经验教训。这一体系明确了在不同环境和条件下信号设备的安全要求和安全防护措施,对于设备的维护工作提出了明确的安全标准和要求,并基于大量的实际运行数据进行持续的优化和更新。同时,在该体系的实施过程中,SNCF十分注重各方面因素的综合调控和平衡,旨在通过系统的方法确保铁路信号系统的安全运行。

3.5 强化监督和质量控制

借鉴日本东日本铁路公司(East Japan Railway Company, JR East)在此方面的经验,其在监督和质量控制方面展现了显著效能,该公司精确执行一个以数据驱动的维修监督体系,确保质量通过连续的输入和反馈得到持续改进,通过全面监测设备的运行状态并系统地记录所有的维护活动,每次故障事件和维护过程都被详细记录和分析,形成一个庞大的故障和维护数据库,这些数据被运用于质量控制过程中,不仅用于识别和分析故障的根本原因,也被用于改进维修过程和策略,这些累积的数据与知识进一步被整合到一个知识库中,用于教育和培训新的维修工程师,具体到维护活动的每个环节,详细的工作指南和标准操作

程序(SOP)被制定出来,以确保每个维护活动都严格按照既定的质量标准进行。在实际操作中通过使用各种先进的检测和测试工具,如使用非破坏检测技术进行设备的健康检查,确保维护活动的效果和质量。

3.6 提高紧急响应和故障处理能力

针对紧急响应和故障处理能力的提升,英国铁路(UK Railways)提供了一个引人注目的实例。在其复杂的铁路网络中,迅速而准确地响应信号系统故障并进行有效的故障处理成为维持其稳定运行的关键。UK Railways利用高度自动化的故障检测和响应系统,一旦检测到信号系统中的异常状态或故障,该系统会自动触发紧急响应流程,包括自动通知最近的维修团队、自动重新配置铁路网络的运行模式以绕过故障区域等。此外,UK Railways在处理故障时注重根本原因的追踪和分析,不满足于仅解决表面问题,通过使用故障树分析(FTA)和事故因果分析(RCA)等技术,工程师们深入探究每次故障背后的深层次原因,从而避免类似故障的再次发生,在整个故障处理过程中所有的活动和数据都被严格记录和分析,用于优化故障响应流程和提高故障处理效率^[5]。

4 结论

铁路信号系统的维护与管理复杂性揭示了一个多维度的问题网络,涉及人员、设备和信息管理的协同优化。全球实际案例表明维护工作不仅仅是单一的技术或工具应用问题,而是一个包含人力资源、技术更新、信息管理、安全控制和响应机制在内的综合体系问题。将维修工作提升到一个科学、系统和智能化的管理水平,依托数据分析及现代化的信息处理手段,优化资源配置,提高故障响应效率,确保铁路信号系统的稳定运行和安全至关重要,进一步的实证研究和实践将为优化铁路信号系统的维护体系提供更为深刻的见解与方法论。

参考文献:

- [1] 任荔娜.铁路信号系统故障维修工作中的问题及应对策略[J].产业创新研究,2020(18):138-139.
- [2] 樊伟伟,温永勇.铁路信号设备的维修措施研究[J].设备管理与维修,2020(12):32-33.
- [3] 王斌.铁路信号微机联锁系统常见故障及解决方案[J].中国新技术新产品,2019(22):32-33.
- [4] 梁冰.铁路信号系统故障维修工作中的问题及应对策略研究[J].中国新通信,2019,21(21):66.
- [5] 陈继新.浅谈铁路信号维修工作中存在的问题与对策[J].中小企业管理与科技(中旬刊),2019(02):190-191.