

重载铁路信号设备的维护与安全保障措施分析

王广辉

国能朔黄铁路发展有限责任公司肃宁分公司 062350

【摘要】重载铁路的高速度、大运量、高频次运营对信号设备的可靠性和安全性提出了更高要求。本文在概述重载铁路信号设备特点的基础上,从信号机、转辙机、轨道电路等方面分析了重载铁路信号设备的维护要点,并从完善维护管理体系、技术创新与设备升级、强化人员培训与应急演练、加强部门协作等方面提出了安全保障措施,以期为保障重载铁路安全高效运营提供参考。

【关键词】重载铁路;信号设备;维护;安全保障

Analysis of the maintenance and safety guarantee measures of heavy-duty railway signal equipment

Wang Guanghui

Energy Shuohuang Railway Development Co., LTD. Suning Branch 062350

【Abstract】The high speed, large volume and high frequency operation of heavy-haul railway have put forward higher requirements for the reliability and safety of signal equipment. On the basis of summarizing the characteristics of overloaded railway signal equipment, this paper analyzes the maintenance points of overloaded railway signal equipment, perfecting the maintenance management system, technical innovation and equipment upgrade, strengthening personnel training and emergency drill, and strengthening the cooperation between departments, so as to provide reference for ensuring the safe and efficient operation of overloaded railway.

【Key words】heavy-duty railway; signaling equipment; maintenance; safety guarantee

引言:

重载铁路采用大轴重机车牵引重载列车,单列载重量大、运量密度高,对铁路运输效率提升和运输成本降低具有重要意义,但重载列车巨大的冲击力和高频振动会对线路设备造成较大损耗,信号设备作为列车运行控制和安全防护的关键设施,必须保持高可靠性和稳定性。因此,加强重载铁路信号设备的维护与管理,建立完善的安全保障体系,对于保障行车安全、提高运输效率具有重要意义。

一、重载铁路信号设备概述

(一) 重载铁路信号设备构成

重载铁路信号设备是指为保证重载列车安全、高效运行,对列车运行进行控制和防护的设备总称,主要包括联锁系统、轨道电路、计算机联锁、列控系统、应答器、有源调谐器、信号机、转辙机等,这些设备分布在车站、区间、铁路沿线,通过计算机联锁系统集中控制,实现联锁、闭塞和限速防护等功能。重载铁路信号设备具有系统性强、技术复杂、安全要求高等特点,各子系统之间联系紧密,只有确保系统各组成部分安全可靠运行,才能保障列车运行安全,重载铁路信号还与行车组织、牵引供电、通信等专业关系密切,需要各专业系统紧密配合、协同工作。

(二) 重载铁路信号设备特点

与普通铁路相比,重载铁路信号设备需要适应更为复杂的工况条件,主要表现在以下几个方面:抗干扰能力强,重载机车牵引功率大,产生的电磁干扰较强,信号设备必须具备良好的抗干扰能力,确保设备不受干扰稳定工作;机械强度高,重载列车轴重大,产生的冲击振动剧烈,信号设备及线缆连接必须具有较高的机械强度和可靠性,减少故障发生;使用寿命长,重载铁路运量密度大,设备使用频率高,信号设备需要具备较长的使用寿命,减少更换维修频次。因此,重载铁路信号设备不仅要满足安全性、可靠性的一般要求,还需要针对性地提高设备性能,优化系统配置,强化运维管理,才能为重载列车安全运行提供有力保障。

二、重载铁路信号设备维护要点

(一) 信号机维护

信号机是列车运行的指挥标志,直接关系到行车安全,重载铁路信号机除满足一般铁路信号机的技术条件外,还需重点关注以下几个方面:信号灯光聚焦,重载列车速度快,司机瞭望距离较远,信号灯光聚焦至关重要,需采用高亮度LED光源,定期检查清洁灯镜反射面,校正灯丝位置,确保达到设计瞭望距离要求;可靠性设计,信号机需采用模块化、一体化设计,减少互连导线数量,降低故障率,关键器件要

进行冗余设计,完善失效保护功能,确保信号显示失效时能安全无故障;雨雪防护,铁路沿线若地处多雨雪地区,信号机需增设雨雪防护装置,并在接线盒、端子排等部位做好防潮密封,确保雨雪天气时信号机正常工作。

(二) 转辙机维护

转辙机是铁路线路上的关键设备,负责道岔的定位和锁闭,确保列车按预定线路通过,重载铁路运量密度大,转辙机频繁启闭,必须采取有效措施确保转辙机安全可靠运转,主要从以下几个方面加强:日常养护,定期检查转辙机外观完整情况,紧固螺栓,润滑传动部件,调整道岔间隙,及时清理道岔四周淤泥杂物,确保道岔啮合良好;故障诊断,利用转辙机智能监测单元,实时采集电流、电压、时间、位移等关键参数,建立设备健康档案,及时预警设备性能恶化趋势,实现状态修复;防雪防寒,结合冬季气温特点,在转辙机四周安装电热元件进行融雪化冰,并在转辙杆、拉杆等传动部件处涂刷防冻润滑脂,降低设备故障概率;防腐蚀,对于距海较近、环境潮湿区段的转辙机,要定期除锈刷漆,对易锈蚀部件涂刷防锈剂,并在接线盒、空开盒等部位做好密封防潮;协同保护,完善道岔区段监控系统,实现联锁、通信、供电等设备运行状态的综合监测,发现异常情况及时预警,协调相关专业及时处置,消除安全隐患。转辙机大修时除进行试验调整 and 关键部件更换外,还要结合设备使用年限和故障情况,有针对性地进行技术改造,如增加冗余传感器、优化电气防护等,提高设备本质安全性。

(三) 轨道电路维护

轨道电路是列车运行的安全保证,通过车轮对钢轨的分路和复原,反映轨道区段占用状态,重载列车轮重大,对钢轨和轨道绝缘接头冲击振动剧烈,需采取有效措施确保轨道电路安全稳定运行,主要包括:绝缘管理,定期检查绝缘接头螺栓有无松动脱落,是否存在破损、老化等情况,发现问题及时处理,加强对道岔、站台、道口等薄弱环节绝缘状态的监测,做好预防性更换;轨面维护,巡视时重点关注钢轨表面锈蚀、波磨、剥离等情况,当发现此类缺陷时,要及时打磨、补焊或更换,以免影响轨道电路分路复原性能;设备调试,结合线路阻抗特点,优化轨道电路设备参数,包括发送电压、中心频率、应答灵敏度等,确保列车分路复原可靠,关注信号设备接地电阻、绝缘电阻等情况;抗干扰措施,针对电气化区段,加强接触网、牵引变电所等设备的谐波治理力度,并在易受干扰路段采取串联电容补偿、并联电容旁路等抑制措施,降低谐波干扰;备品管理,针对道岔表示杆、绝缘拉杆等易损部件,站段应配备足够的备品备件,一旦发现损坏及时更换,确保列车运行连续性,大型备件如调谐单元等也要纳入物资管理,合理配备^[1]。

三、重载铁路信号设备安全保障措施

重载铁路运营组织、技术装备、作业环境均较为特殊,信号设备安全运行风险较高,保障重载铁路信号安全,除加强设备检修维护外,还需建立健全安全管理体系,强化队伍建设,优化协同机制。

(一) 完善维护管理体系

针对重载铁路信号设备运维需求,铁路运输企业必须建立健全维护管理体系,形成科学高效的组织架构,制定完善的规章制度,优化业务流程,严格考核机制,为设备安全可靠运行提供坚实保障。要成立专门的重载铁路信号设备管理机构,配备足够数量、专业能力过硬的管理人员,负责统筹协调设备维护工作,这支队伍要专司其职,对设备维护全流程实施监督管控,包括制定年度、月度、周检修计划,审核维修技术方案,监督现场作业安全和质量,评估设备运行状态,组织应急抢修等,通过设置专门机构,集中优势资源,理顺管理关系,可以使设备管理更加专业化、精细化。针对重载铁路信号设备的特点,制定完善的维护规程和操作规范,维护规程要明确各类设备、部件的检修周期、内容和方法,规定关键参数指标,细化试验标准和判断尺度,操作规范要统一工器具使用、安全防护、交接班等作业流程和要求,将检修经验固化为制度,使一线维修有章可循、有据可依,杜绝盲目蛮干、随意作业,要根据设备状态变化和完好情况,动态调整修程修制,优化人力物力投入,最大限度地利用有限资源,提高检修效率和质量。要加强信号设备全生命周期管理,建立完备的设备台账和维修档案,详细记录设备从出厂到报废的基本信息,如生产厂家、出厂编号、投用日期、安装位置、维修历史、故障处理等,利用大数据分析等手段,及时掌握设备健康状态,准确预测寿命周期,为检修策略优化、备品配置、成本控制等提供数据支撑,通过加强设备全周期管理,既可以减少事后被动维修,节约人力物力,又可以延长设备使用寿命,降低设备全寿命成本^[2]。

(二) 技术创新与设备升级

重载铁路的高速度、大轴重、高密度运行对信号设备可靠性提出了更高要求,传统的信号设备在抗干扰能力、自诊断功能、故障安全性等方面已难以完全适应重载铁路需求,因此,铁路部门必须主动对接现代信息技术,持续开展技术创新和设备升级,优化系统架构,提高设备可靠性和安全冗余度。积极引进国内外先进、成熟、可靠的轨道电路、计算机联锁、列控系统信号设备,新一代轨道电路应具备抗谐波干扰、抑制轨旁设备干扰的能力,在牵引供电制式、信号频率、设备布局等方面针对性地进行优化设计,计算机联锁系统要通过冗余设计、故障安全机制,防止因软硬件故障导致控制失效,列控系统要进一步提高数据传输的可靠性和安全性,强化通信链路的容错能力,通过技术引进,站在技术前沿,为设备安全运行奠定坚实基础。要顺应时代发展,将北斗卫星定位、移动通信、物联网、大数据等新技术与信号

系统深度融合,推进设备的数字化、网络化、智能化改造,利用北斗技术建设高精度位置服务平台,对轨道车辆实施动态定位监测,利用车地无线通信技术,实现列车与地面设备的实时数据交互,在关键设备上装配传感器,实时采集设备运行数据,运用大数据、人工智能等技术,对海量检测数据进行关联分析,及时发现设备性能退化趋势,预测潜在故障风险,实现设备状态的实时监测和预警,为开展状态修复、预防性维修提供支撑,通过数字化改造,提高设备运维的智能化水平,实现由“事后检修”向“预防为主”的管理模式转变^[1]。

(三) 强化人员培训与应急演练

信号设备是保障列车运行安全的关键,其检修维护工作专业性强、技术要求高,需要一支业务精湛、技能过硬的人才队伍,然而,目前铁路信号人才总量不足、专业能力不强等问题仍较为突出,已成为制约重载铁路信号设备安全维护的瓶颈,对此,铁路运输企业必须将人才队伍建设放在更加突出的位置,采取务实管用的措施,持续加强人员培训和实践锻炼,不断提高队伍专业化水平。制定周密细致的培训计划,做到因材施教、按需施教,要结合不同工种、不同层级人员的职责要求和知识结构,有针对性地确定培训内容,培训课程要紧密切合重载铁路信号设备的实际,重点讲解设备构造、工作原理、故障分析与处理等专业知识,强化动手操作演练,提高实际工作能力,还要及时补充前沿新知识、新技术、新方法,拓展知识面,优化知识结构,对新员工,要强化入职培训,帮助尽快熟悉业务流程,对离退休返聘人员,要强化知识更新,跟上技术发展步伐,同时注重培训方式创新,积极利用在线课程、虚拟仿真等信息化手段,提高培训的吸引力和实效性。要常态化开展员工技能比武竞赛,以赛促训、以赛促学,比武内容要贴近实际,涵盖设备理论知识、操作技能、安全意识、职业素养等,引导员工全面提升职业技能,竞赛要层层选拔、逐级淘汰,将综合能力强、贡献突出的员工选拔出来,授予“技术能手”“劳动模范”等荣誉称号,大张旗鼓地宣传表彰,激励更多员工学技术、强本领,还可借鉴“师带徒”模式,发挥优秀员工传帮带作用,带动整体素质提升,同时将竞赛成绩纳入绩效考核,与职务晋升、薪酬福利等实际利益挂钩,形成比学赶超、人人奋进的良好

局面^[4]。

(四) 加强与其他专业部门协作配合

铁路运输生产是一个复杂的系统工程,涉及机务、工务、电务、车辆、供电等多个专业,信号系统作为列车运行控制和安全防护的关键设施,其安全稳定运行离不开其他专业部门的通力合作,然而,受铁路传统的条块分割体制影响,各专业部门常常各自为政,缺乏沟通协调,影响设备维护质量和效率,对此,必须树立系统思维,打破专业壁垒,完善协同机制,形成运营安全维护合力^[5]。建立信号设备维护的协调议事机制,铁路运输企业要成立由各专业部门参加的信号设备维护协调管理委员会,定期召开联席会议,研究制定设备大中修计划、更新改造方案等,明确各专业分工,细化时间节点,确保维修进度和质量,针对重载列车开行方案,要统筹兼顾机车牵引特性、列车编组、线路技术状态、牵引供电能力、信号系统可靠性等因素,科学制定运输组织方案,最大限度地发挥线路运输能力。加强信号设备维修、施工与列车运行的统筹衔接,信号设备检修施工常常需要一定的“天窗”时间,必须合理安排,在保证铁路运输连续性的同时,也要为设备检修预留必要时间,这就需要运输、机务、工务、电务等部门密切配合,科学编制列车运行图,合理调配机车车辆、维修机料,统筹安排天窗点、天窗时间,精心组织施工,确保安全、高质、高效地完成检修施工任务。

结语:

重载铁路作为国家煤炭、矿石等大宗货物运输的重要通道,在促进资源优化配置、推动区域经济协调发展方面发挥着重要作用,信号系统作为重载铁路安全运行的基石,维护与管理尤为重要,铁路运输企业要高度重视信号设备安全,加大资金投入,完善规章制度,狠抓队伍建设,重视常态化的检修维护,严把设备质量关,与时俱进,加强成套技术升级,提高设备的本质安全水平,加强专业协同,健全风险防控体系。如此能为重载铁路高质量发展提供有力保障,以安全优质的运输服务助力国民经济发展。

参考文献

- [1]严金鹏.基于物联网的铁路信号设备智能检测与故障诊断系统设计[J].装备制造技术, 2024, (02): 132-134.
- [2]周玉合.铁路信号设备的维护与安全措施分析[J].集成电路应用, 2024, 41(04): 110-111.
- [3]刘佳星.铁路信号设备的维护技术与要点研究[J].大众文摘, 2024, (26): 0120-0122.
- [4]许锦江.铁路信号设备的防雷与接地研究[J].中国设备工程, 2024, (06): 246-248.
- [5]刘昌录.铁路信号安全管理与运行控制的关键要素分析[J].经济师, 2024, (09): 286-287.

作者简介:王广辉(1983.4-)男,河北徐水人,本科,助理工程师,研究方向:铁路信号专业。