

论重载铁路道岔病害的常见成因与治理

李少波

国能朔黄铁路发展有限责任公司原平分公司 034100

【摘要】近年来,随着重载铁路不断地向外拓展延伸,技术也在持续升级革新,不仅让运输效率大幅提高,同时也对道岔这类关键铁路设施提出了更为严苛的要求。道岔作为铁路线路中起到关键连接作用的设备,其性能是否稳定可靠,直接左右着列车运行时的平稳程度。可是,目前重载铁路道岔病害问题愈发棘手。这些病害逐渐成为阻碍铁路运输迈向更高台阶的瓶颈所在。虽然此前针对道岔病害,业内已经展开了不少研究,也取得了一些成果,但如今运输条件时刻都在发生变化,新的运输需求不断涌现,道岔病害的类型也变得越来越复杂多样。在这种情况下,现有的研究成果已经难以满足实际需求,存在着明显的不足。基于此,本文打算对重载铁路道岔病害的常见成因展开系统深入的分析,通过多维度、全方位的探究,深挖病害产生的根源,并且提出切实可行、行之有效的治理策略,希望能给整个铁路运输行业的发展提供一些有价值参考。

【关键词】重载铁路;道岔;病害;常见成因;治理

On the common causes and treatment of heavy-load railway turnout diseases

Li Shaobo

Energy Shuohuang Railway Development Co., LTD. Yuanping Branch 034100

【Abstract】In recent years, with the continuous expansion and extension of heavy-haul railway, the technology is also continuously upgrading and innovating, which not only greatly improves the transportation efficiency, but also puts forward more stringent requirements for the key railway facilities such as turnout. As the equipment that plays a key role in the railway line, whether the performance of the turnout is stable and reliable directly affects the stability of the train operation. However, the problem of heavy-haul railway turnout is becoming more and more difficult. These diseases have gradually become the bottleneck hindering the railway transportation to a higher level. Although the industry has carried out a lot of research on switch diseases, and some results have been made, now the transportation conditions are changing all the time, new transportation demands are emerging, and the types of switch diseases are becoming more and more complex and diverse. In this case, the existing research results have been difficult to meet the actual needs, and there are obvious deficiencies. Based on this, this paper intends to make a systematic and in-depth analysis of the common causes of heavy-duty railway turnout diseases, dig deep into the root cause of the diseases, and put forward feasible and effective management strategies, hoping to provide some valuable reference for the development of the whole railway transportation industry.

【Key words】heavy-duty railway; turnout; disease; common causes; treatment

引言:

在现代物流体系中,重载铁路凭借大运量、低成本优势,成为煤炭、矿石等大宗货物长距离运输的关键力量。在能源输送上,保障煤炭运往各地,稳定能源供应;在工业发展中,为工业生产输送原材料,作用无可替代。道岔是重载铁路核心部件,能够精准控制列车行进方向,其运行状态直接关系到列车运行的安全与高效。但重载铁路运营条件特殊,高轴重、大编组列车频繁通行,使道岔承受巨大荷载与应力,各类病害频发。这些病害一方面增加线路维护成本,铁路维护部门需投入更多资源保障道岔运行;另一方面严重威胁行车安全,细微病害都可能引发脱轨、碰撞等严重事故。因此,深入剖析重载铁路道岔病害成因,探寻有效治理措施,是保障

重载铁路安全、可持续运营的关键。

一、重载铁路信号道岔常见病害类型

(一) 机械部分病害

在重载铁路道岔的机械病害里,尖轨与基本轨不密贴较为常见。其表现为两者间有缝隙,列车高速通过时,车轮因缝隙会给尖轨额外冲击力,反复作用下,尖轨与基本轨磨损加速,道岔几何形状改变,严重时列车可能方向失控甚至脱轨。原因包括尖轨或基本轨在列车荷载、环境作用下变形,转辙器部件因频繁动作磨损,以及道岔安装调试不当^[1]。辙叉是道岔承受车轮荷载和冲击力最集中的部位之一,在重载列车长期碾压下,翼轨、心轨易磨损、掉块。翼轨受横向挤

压和纵向摩擦,心轨承受巨大冲击力,导致金属材料损耗。辙叉磨损会缩短道岔使用寿命,增加维护成本,降低道岔平稳性和安全性,列车经过时会剧烈振动、产生噪声,威胁运行安全。转辙器是控制道岔转换的关键部件,由转辙机、连接杆、滑床板等组成。在重载铁路道岔频繁转换中,各部件承受高强度机械应力和动作疲劳。转辙机电机易过热、短路,减速器齿轮因摩擦磨损致传动效率下降;连接杆承受拉力和压力,可能变形、断裂,影响道岔转换;滑床板与尖轨长期摩擦,磨损严重,增大尖轨移动阻力,影响道岔转换速度和准确性,危及铁路运输效率和安全。

(二) 电气部分病害

重载铁路道岔的电气系统负责信号传输与控制,信号传输故障是常见病害。故障表现为信号不稳定,如时强时弱、闪烁,甚至中断。其成因复杂,电缆老化致使导电和绝缘性能下降,接头因列车振动松动导致接触不良,绝缘材料性能退化引发信号泄漏或干扰。信号传输故障会使道岔位置表示错误,导致列车调度误判,严重影响列车运行秩序,易引发延误、冲突等问题。转辙机是道岔电气系统核心部件,负责道岔转换与锁闭,其运行关乎铁路运输安全。转辙机控制故障时,道岔无法正常转换或锁闭,列车无法驶向预定轨道,或道岔存在意外解锁风险。故障原因包括控制电路短路、断路及电子元件损坏影响信号传输,继电器触点烧蚀、粘连致控制功能失效,转辙机自身机械部件磨损、电机故障等。道岔电气系统需稳定电源供应,电源故障会使电气设备无法正常启动或工作异常。故障原因有电源设备元件老化损坏,供电线路因外力破坏、腐蚀而中断或接触不良,电网电压波动超出设备正常工作范围,这些均会影响道岔电气系统运行,对铁路运输安全和效率产生负面影响。

(三) 道床及基础病害

重载铁路的道床,受列车长期振动与强大荷载,内部结构改变,颗粒空隙减小,出现板结,失去良好缓冲性能。若排水不畅,雨水或地下水渗入,列车荷载作用下,会翻浆冒泥,降低道床承载能力,严重影响道岔稳定性,危及铁路运行安全。道岔基础是道岔稳定支撑,其稳定性决定道岔能否正常使用^[2]。在重载铁路复杂环境中,道岔基础受列车重压与自然因素侵蚀,可能下沉。一旦下沉,道岔高低不平、轨面错牙,列车通过时振动和冲击力大增,加速道岔部件损坏,威胁铁路运行安全和平稳。扣件是连接钢轨和道床的关键,负责固定钢轨,防止其位移。重载铁路道岔运营中,列车频繁振动冲击,考验扣件紧固性,使其易松动甚至失效。扣件松动致钢轨位移,改变道岔几何形位,降低道岔安全性和稳定性,给铁路运输带来高风险。

二、重载铁路信号道岔病害产生的原因

(一) 列车荷载因素

重载列车轴重远超普通列车,普遍超过25吨,部分达到30吨以上。高轴重使车轮对道岔部件压力大增,列车过岔时冲击力剧增。在高压力和冲击力持续作用下,道岔部件磨损、变形、产生疲劳损伤,积累后引发各类道岔病害。重载列车因运输任务需频繁启动和制动。启动时向前的惯性力、制动时向后的惯性力,都作用于道岔,使道岔部件承受更大应力。转辙器部件在反复应力下易出现疲劳裂纹,降低使用寿命;辙叉受额外作用力,挤压和摩擦加剧,更易磨损、掉块,威胁道岔安全稳定运行。

(二) 环境因素

不同区域气候条件对重载铁路道岔病害影响重大。在寒冷地区,低温改变钢材晶体结构,增强脆性,易致部件断裂,还会使润滑油凝固,影响道岔正常转换。高温地区,热胀冷缩使道岔部件反复胀缩变形,破坏几何形位,增加运行隐患。此外,雨水冲刷掉防锈涂层加速腐蚀,风沙摩擦部件表面致磨损,推动道岔病害发展^[3]。另外,道岔所在地区地质条件决定道岔基础稳定性。软土地基承载能力低,地下水位高会改变地基土力学性质,在列车荷载持续作用下,道岔基础易沉降变形。这会导致道岔轨面不平、错牙,使列车通过时振动冲击大,加速部件磨损,引发尖轨与基本轨不密贴等病害,威胁重载铁路安全运营。

(三) 维护管理因素

部分重载铁路运营单位在道岔维护周期设定上存在问题。周期过长,病害难以及时发现处理,不断恶化成大故障;周期过短,会增加维护成本,干扰正常运营。合理的维护周期需综合道岔使用频率、列车荷载大小以及环境条件等因素来确定。另外,铁路技术发展使重载铁路道岔结构和技术更复杂,对维护人员专业要求提高。但部分维护人员专业素养不足,面对道岔病害,无法准确判断病因和严重程度,采取的维护措施无效,导致病害反复,影响道岔使用和铁路运输安全。一些重载铁路运营单位道岔维护管理漏洞多。制度不完善,缺乏操作流程和标准规范;执行不严格,维护记录不完整不规范,巡检和检修工作落实不到位,考核监督机制不健全。这些问题影响维护质量,增加道岔病害发生概率,威胁铁路运输安全。

三、重载铁路信号道岔病害的整治措施

(一) 机械部分病害整治

当面对尖轨与基本轨不密贴这一棘手问题时,首要任务是全面细致地检查尖轨和基本轨的形态状况。着重查看是否存在变形迹象,因为变形是导致二者不密贴的常见根源之一。一旦发现变形,必须立即采取果断行动,根据变形的严重程度,选择合适的解决方案。若变形程度较轻,可运用专业的矫正工具和技术,对尖轨和基本轨进行精准矫正,使其恢复到正常的几何形状^[4];若变形严重,已无法通过矫正修

复,那么及时更换全新的尖轨和基本轨则是必要之举。与此同时,转辙器部件的检查与调整工作也不容忽视。仔细检查连接杆是否连接牢固,有无松动迹象,确保其在传递转辙力时能够稳定可靠;查看滑床板的磨损情况,保证其表面平整光滑,为尖轨的顺畅移动提供良好的支撑。对于安装不正确的部件,要重新进行精确安装,确保每个部件都处于最佳工作状态。此外,还需定期对尖轨和基本轨进行涂油处理,选用优质的润滑剂,均匀地涂抹在二者的接触面上,有效降低彼此之间的摩擦阻力,让尖轨在转换过程中更加灵活顺畅,保障道岔的正常运行。针对辙叉磨损这一病害,从源头提升其耐磨性是关键举措。在制造辙叉时,选用耐磨性能卓越的材料,利用新材料的特殊物理和化学性质,有效抵抗车轮长期碾压带来的磨损。这种从材质上的优化,能够显著延长辙叉的使用寿命,减少因磨损而导致的更换频率。对于磨损程度较轻的辙叉,可采用堆焊和打磨等修复工艺。堆焊技术通过在磨损部位熔敷金属材料,填补磨损产生的凹坑和缺损,恢复辙叉的原有形状和尺寸;打磨则是对辙叉表面进行精细处理,消除因磨损产生的不平整和毛刺,使车轮与辙叉的接触更加均匀,降低局部应力集中,进一步减缓磨损速度。

(二) 电气部分病害整治

解决信号传输故障,要常态化定期检查维护传输电缆。用专业工具查看外观,检测内部性能,老化破损电缆及时更换。着重检查电缆接头,确保连接牢固、绝缘良好,有问题及时修复或换部件。积极引入先进技术和设备,如光纤通信和智能传输设备,提升信号传输稳定性与可靠性。建立高效转辙机故障诊断系统,利用传感器和数据采集设备获取运行参数,经智能算法和模型判断故障,故障发生时报警并提供诊断报告。控制电路故障时,对照图纸查线路连接和元器件,修复连接点,更换损坏元件。定期全面检查测试继电器,查看触点情况,测试关键参数,保证其性能良好。为保障道岔电气系统稳定运行,配备可靠电源设备并采用双电源供电,主电源故障时备用电源快速切换,降低故障风险。安排专业人员按周期检查电源设备,查看外观和内部元件,监测输出电压电流,老化损坏设备及时更换。安装稳压器和滤波器,稳定电压、过滤干扰,确保电源系统稳定。

(三) 道床及基础病害整治

参考文献

- [1]冯毅.高速与重载铁路道岔用支距垫板结构优化研究[J].山西建筑,2023,49(23):139-143.
 - [2]尹段泉.重载铁路道岔区钢轨接头轨腰裂纹伤损整治[J].铁道建筑,2022,62(11):40-43.
 - [3]刘光鹏,肖宏,张智海,等.重载铁路道岔区钢轨冻结接头的现场试验与数值分析[J].铁道科学与工程学报,2023,20(6):2046-2056.
 - [4]李帅,张大超,吴頔,等.唐包重载铁路道岔辙叉降低伤损技术研究[J].高铁速递,2024(7):179-182.
 - [5]马志强,王旭,卜新宝.高速铁路道岔整组辙叉更换机试验研究[J].中国机械,2022(11):91-93.
- 作者简介:李少波(1989.02-)男,河北石家庄人,本科,助理工程师,研究方向:铁路信号。

为有效解决道床板结与翻浆冒泥问题,需将定期清筛和捣固道床作为关键举措。利用专业的清筛设备,深入道床内部,仔细清除其中夹杂的各类杂物,使道床颗粒重新恢复松散状态,从而有效恢复道床的弹性,让道床重新具备良好的缓冲性能^[5]。同时,强化道床排水设施建设至关重要。全面检查现有的排水系统,查看排水管道是否存在堵塞、破损等情况,及时清理管道内的沉积物,修复或更换损坏的管道部件。对于排水不畅的区域,合理增设排水管道或优化排水坡度,确保道床内的雨水和地下水能够迅速、顺畅地排出,避免积水渗入道床,从根源上减少翻浆冒泥现象的发生。当面对道岔基础下沉问题时,首要任务是对基础进行加固处理。注浆加固是一种常用且有效的方法,通过向基础内部注入特殊的浆液,如水泥浆、化学浆液等,使浆液在基础土壤中扩散、渗透,填充土壤颗粒间的空隙,将松散的土壤颗粒胶结在一起,从而提高基础土壤的强度和承载能力。桩基础加固则是在道岔基础周围或内部打入桩体,如钢筋混凝土桩、钢桩等,利用桩体将道岔基础的荷载传递到更深层、更稳定的土层中,增强基础的稳定性,有效阻止基础进一步下沉。为了确保道岔的正常运行,必须加强对扣件的检查和维护工作。制定科学合理的检查周期,安排专业人员定期对扣件进行全面细致的检查。在检查过程中,重点查看扣件是否存在松动迹象,如扣件螺母是否有松动、扣件与钢轨和道床之间的连接是否紧密等。一旦发现扣件松动,立即使用专业的紧固工具,按照规定的扭矩要求进行紧固,确保扣件能够牢固地固定钢轨。

结束语:

综上所述,重载铁路道岔病害成因复杂,涵盖列车荷载、自然环境、维护管理等多方面因素。为保障铁路安全高效运行,需从根源入手,针对不同类型病害的具体成因,制定并实施具有针对性的治理措施。不断加大研发投入,创新维护技术,引入先进的检测设备和维修工艺。进一步完善维护管理体系,优化维护流程,确保道岔始终处于稳定可靠的运行状态,为重载铁路的持续、健康发展奠定坚实基础。