

铁路线路轨道工务维修养护技术

甄 程

中国铁路呼和浩特局集团公司呼和浩特工务段 内蒙古 呼和浩特 010050

摘 要: 铁路线路轨道工务维修养护是保障行车安全与线路持久运行的关键环节。本文围绕铁路轨道结构日常养护、专项维修、特殊工况处理及新型工艺设备应用四个维度展开论述。日常养护涵盖钢轨、轨枕扣件、道床及附属设备的常态化维护;专项维修聚焦钢轨磨耗修复、轨下结构更换、道床整修与几何尺寸调校;特殊工况技术应对季节变化、特殊地段与重载提速等差异化需求;新型工艺与设备的引入则推动养护作业向智能化、精细化方向演进。多层次技术体系的协同配合,可有效维持轨道结构性能稳定。

关键词: 铁路线路;工务维修;轨道养护;专项整修;智能化养护

引言: 轨道作为铁路运输的基础承载结构,长期承受列车荷载的反复冲击与自然环境的持续侵蚀,各类病害随运营时间累积而逐步显现。工务维修养护工作直接关系到线路通行品质与运营安全,涵盖日常养护、专项维修、特殊工况处置及新型技术应用等多个层面。系统梳理各环节的技术要点与实施路径,对提升轨道结构服役性能、延长线路使用寿命具有实际参考价值。

1 铁路轨道结构日常养护技术

1.1 钢轨日常养护技术

钢轨作为铁路线路直接承载列车荷载的核心结构,整体运行状态直接决定线路通行质量。钢轨表面清洁养护是日常养护工作的基础内容,持续清除轨面附着的粉尘、油污、泥沙及各类残留杂物,能够保持轨面接触状态良好,减少外物对钢轨材质的持续磨损与腐蚀。钢轨几何状态规整工作围绕轨道线形与轨面形态开展,对线路运行过程中产生的轻微变形、轨面不平顺等问题开展精细化整修作业,维持钢轨整体线形的规整度与平顺性^[1]。钢轨锈蚀预防与处理依托专业化养护工艺开展,针对钢轨暴露在外的主体结构及衔接位置,落实常态化防锈养护处理,及时处置表层产生的锈蚀痕迹,阻断锈蚀问题持续扩散蔓延,保护钢轨表层材质完整性,延缓钢轨材质老化损耗速度,保障钢轨长期保持稳定的承载与通行性能。

1.2 轨枕及扣件养护技术

轨枕与扣件承担固定轨道线形、传递分散荷载的重要作用,常态化养护工作可保障轨道结构整体稳定性。轨枕外观维护与规整重点排查结构表层出现的细微破损、开裂、偏移等各类不良状态,对轨枕摆放姿态与安

装位置进行微调矫正,保持轨枕布设位置均匀规整,夯实轨道整体支撑基础。扣件紧固与对位调校针对各类轨道扣件的安装状态开展精细化作业,修正扣件松动、偏移、错位等不良状态,保证扣件与钢轨、轨枕之间贴合紧密,实现轨道结构受力均匀传递。针对长期运营产生的扣件老化、部件磨损、弹性衰减等问题开展更换作业,及时替换性能衰减的各类扣件部件,维持扣件系统的紧固性能与适配性能,保障轨道结构整体连接强度。

1.3 道床日常养护技术

道床结构的完好状态是保障轨道整体稳固性与排水性的关键,系统化日常养护可有效规避道床各类病害滋生。道床杂物清理与规整作业聚焦道床表层及砟体缝隙内的杂物堆积问题,有序清理各类淤积杂质与废弃物料,规整散乱道砟的分布形态,保持道床整体铺设形态规整均匀。道床密实度维持通过规范化养护作业调整道砟堆积状态,优化砟体之间的咬合贴合程度,改善道床整体受力结构,提升道床对上部轨道结构的支撑稳定性,规避松散不实引发的线路形变问题。道床排水结构养护针对道床固有排水通道开展常态化疏通与养护作业,保障排水通道畅通无阻,及时排出线路区域积水,避免积水长期浸泡道床引发的结构松软、材质劣化等问题,维持道床结构的长期稳定状态。

1.4 线路附属设备养护技术

线路附属设备是保障铁路线路稳定运行、规范线路运营状态的重要配套设施,常态化养护调校可保障设备运行性能稳定。轨道防爬设备养护调校围绕设备安装状态与运行性能开展,修正设备偏移、卡滞、贴合不严等不良工况,优化设备限位与防护性能,有效约束轨道结

构的位移形变,提升线路整体结构的固定效果。线路标志设备维护针对沿线各类标识设施开展常态化养护作业,修整设备歪斜、破损、污损等状态,保持各类标志设备位置精准、外观完好、标识清晰,保障线路运营配套设施始终处于良好工作状态,满足铁路线路常态化安全运行的配套需求。

2 铁路轨道专项维修技术

2.1 钢轨专项维修工艺

列车长期运行产生的摩擦与荷载冲击会持续损耗钢轨结构性能,针对性专项维修工艺能够有效修复各类重度病害,维持钢轨运行工况达标。钢轨磨耗修复依托成熟的轨道整形工艺实施,对轨顶与轨侧出现的不均匀磨损区域进行精细打磨塑形,修正偏差的轨面轮廓,优化轮轨接触状态,让轮轨配合状态适配列车通行需求^[2]。钢轨裂纹损伤修补针对钢轨表层及内部生成的各类裂纹开展专业化处理,通过专业工艺封堵裂纹延展路径,阻断损伤持续扩散,守护钢轨结构完整性,强化轨道承载基础。钢轨焊接与无缝线路修复重点处理轨道接头破损、线路应力分布不均以及轨道衔接异常等问题,规范现场焊接施工流程与塑形标准,合理调整无缝线路应力布局,弥补轨道连续性缺陷,提升钢轨线路整体通行品质。

2.2 轨下结构专项维修技术

轨下结构承担荷载传递与轨道固定的核心作用,结构部件出现损伤或失效会直接影响线路整体稳定性。破损轨枕更换作业聚焦结构开裂、整体断裂以及形变严重的轨枕,按照标准化施工流程完成旧构件拆除与新构件铺设找平,保障轨枕受力均匀,筑牢轨道支撑体系。失效扣件成套更换针对性能衰减、外观破损且紧固能力不足的扣件构件进行整体替换,把控构件安装精度与贴合程度,强化轨道结构连接强度,提升线路整体固定性能。轨下垫板调校与更换结合线路沉降现状与受力特征开展作业,调整垫板铺设位置与平整状态,替换出现形变老化的垫板构件,优化轨道竖向缓冲能力,完善钢轨与轨枕之间的荷载传递条件。

2.3 道床专项整修技术

道床整体状态决定线路承载与排水能力,专项整修作业可以高效处置各类道床结构性病害。道床翻浆沉降整修针对水汽渗透、基底土质紊乱引发的翻浆与局部沉降问题,彻底清理道床内部淤积的软质杂质,填充高品质道砟并分层压实,平复沉降区域路面,恢复道床均匀承载能力。道床清筛与补砟施工针对道砟板结硬化、杂

物堆积以及砟体缺失等问题开展作业,筛除变质砟体与污染杂物,补充规格适配的全新砟体并完成整形夯实,改善道床内部结构与透水透气性能。道床边坡规整加固针对边坡松散脱落、坡面塌陷以及坡度失衡等问题,重塑边坡规整轮廓,通过压实加固工艺提升坡面整体稳固性与可靠性,减少砟体流失与坡面滑移问题的出现。

2.4 线路几何尺寸整修技术

线路长期运营会出现几何参数偏移问题,精准化整修工艺可有效复原线路标准线形,保障列车通行平稳。轨道高低水平偏差整修依托起道、捣固、找平一系列专业施工手段,整改线路竖向起伏与水平错位问题,修正线路竖向高程偏差,消除线路高低失衡的不良工况,保证竖向线路形态规整统一。轨道轨距方向调校通过专业化拨道与改道施工方式,整改线路轨距超标、平面线形偏移以及走向扭曲等问题,精准调整轨道横向间距与整体走向,规整线路平面线形结构,让各项几何参数符合铁路运营标准,稳固线路长期运行状态。

3 特殊工况轨道养护维修技术

3.1 季节性养护维修技术

自然环境温度与降水条件的阶段性变化会持续影响轨道结构状态,针对性季节性养护维修技术可以适配不同季节的线路运行隐患特征。夏季轨道防胀作业围绕高温环境下钢轨温度应力变化开展,在环境温度突破 30℃ 后提前开展线路防胀预养护作业,通过科学调整线路锁定状态、优化轨缝排布、规整道床支撑结构等方式,削弱高温温升带来的线路形变隐患,规避轨道胀轨、跑道等不良状况的发生^[3]。冬季轨道防冻防裂作业聚焦低温环境对轨道构件的损伤影响,在气温降至 0℃ 以下时全面落实轨道防冻防护措施,强化钢轨与衔接部位的低温防护处理,稳定道床内部结构温度状态,减少低温收缩引发的构件开裂、线路松动等病害。雨季轨道防冲刷作业重点强化道床与边坡整体防护性能,雨季来临前提前疏通全线排水设施、加固松散边坡砟体,疏通沿线排水通道,加固松散砟体与坡面结构,抵御雨水径流对道床的冲刷侵蚀,避免雨水渗透引发的线路基底失稳问题。

3.2 特殊地段轨道维修技术

不同地形与构筑物附属轨道的受力状态与病害规律存在明显差异,特殊地段需要依托精细化专项维修技术保障线路稳定运行。曲线地段轨道受力状态复杂,轮轨摩擦作用更为显著,养护维修作业侧重修整轨面磨耗状态、优化线形弧度、加固道床支撑体系,持续维持曲线线路的平顺精度与结构稳定性。道岔地段构件繁杂、

衔接精度要求较高,精细化维修作业重点规整部件贴合状态,修正微小形变与位置偏差,保障转换结构运行顺畅,消除部件错位、磨损超标等各类隐患。桥梁隧道内轨道受封闭环境与结构约束影响,病害滋生特点区别于普通露天线路,养护工作侧重调控轨道结构应力、修整细微几何偏差、强化排水与防腐处理,适配封闭空间的线路运行环境。

3.3 特殊运营条件养护技术

不同运营荷载与通行速度会改变轨道结构的损耗速率,需要匹配差异化的专项养护技术适配运营需求。重载线路长期承受大荷载重复冲击,轨道构件损耗速度更快,结构形变概率更高。强化养护作业会提升部件检修频次,对钢轨磨耗、扣件紧固、道床密实状态开展常态化精细管控,及时修复微小损伤,强化整体结构承载能力,延缓线路性能衰减速度。提速线路对轨道几何平顺度与结构稳定性具备更高标准,轨道精修作业围绕线形精度、部件贴合状态、结构应力分布开展精细化调控,细致修整各类微小参数偏差,优化整体线路运行精度,满足高速通行对轨道平稳状态的严苛要求。

4 轨道工务维修养护新型工艺与设备应用

4.1 智能化养护作业工艺

智能化技术的普及推动轨道养护作业模式实现升级革新,现代化作业工艺大幅提升线路养护的精细化与标准化水平。轨道自动化清扫作业依托智能作业系统完成全域清扫作业流程,针对轨道表面、轨枕间隙以及道床表层堆积的粉尘杂物与残留污物开展自动化清理,依托预设作业程序完成全覆盖清扫作业,优化传统人工清扫的作业局限,提升线路清扫的均匀程度与作业效率^[4]。轨道精准调校智能作业依托智能感知与数据分析技术开展施工,依托智能设备采集线路几何状态数据,结合轨道运营标准完成参数比对分析,依托自动化作业模块完成轨道线形与间距的精细调校。整套作业流程弱化人工操作偏差带来的作业误差,提升轨道调校作业的精细程度,让线路线形参数始终贴合高标准运营要求。

4.2 新型养护设备应用技术

各类新型专业化养护设备的落地应用,持续优化轨道工务施工的作业质量与作业效率。钢轨打磨设备依托精细化作业程序修整轨面各类损耗缺陷,通过调整作业角度与作业强度,适配不同程度的轨面磨耗与轮廓偏差问题,重塑钢轨标准工作面形态,优化轮轨接触状态。道床捣固设备能够深入砟体结构内部完成密实作业,调

整道砟堆叠排布状态,填补道床内部松散空隙,强化道床整体支撑性能,改善轨道竖向受力条件。轨道整形设备依托机械化作业模式规整线路整体形态,修正运营过程中产生的细微线形偏移,规整轨道平面与竖向形态,保障整条线路结构形态的规整统一,适配常态化高标准养护施工需求。

4.3 新型维修材料应用工艺

新型工程材料的推广使用能够有效提升轨道结构耐久性,强化线路整体服役性能,优化传统维修施工的作业效果。新型钢轨修补材料具备更强的耐磨性能与粘结性能,适配钢轨表层损伤修复施工场景,按照标准化施工流程完成材料涂抹与固化成型,弥补钢轨材质缺损问题,强化损伤区域结构强度,延缓钢轨再次损伤的速度。高性能扣件垫板具备优良的弹性与抗压性能,安装施工过程中严格把控贴合精度与安装位置,优化轨道竖向缓冲能力,弱化列车荷载对轨道结构的冲击作用^[5]。新型道床加固材料可以渗透填充道床松散结构缝隙,固化松散砟体结构,提升道床整体性与抗形变能力,改善道床松散、沉降等常见问题,长效维持道床结构稳定状态。

结束语

铁路线路轨道工务维修养护是一项覆盖日常维护、专项整治、特殊工况应对与新技术应用的系统性工作。各环节技术手段相互衔接、彼此支撑,共同维系轨道结构的整体性能。日常养护筑牢基础,专项维修消除顽疾,特殊工况技术应对复杂环境挑战,智能化设备与新材料则为养护作业注入持久动力。唯有将传统工艺与现代技术有机融合,方能使轨道结构长期保持良好运行状态,为铁路安全运输提供坚实保障。

参考文献

- [1] 李甜甜. 铁路线路轨道工务维修养护技术 [J]. 电脑爱好者 (普及版) (电子刊), 2022(7):2479-2480.
- [2] 晋霞, 窦杨阳, 雷娟娟. 铁路线路轨道工务标准维修养护技术研究 [J]. 大众标准化, 2022(19):31-33.
- [3] 乔荣星. 铁路线路轨道工务维修养护技术研究探析 [J]. 电脑爱好者 (普及版) (电子刊), 2022(9):483-484.
- [4] 牛道安, 曲建军, 杨飞, 等. 轨道检测大数据在线路设备工务养护维修中的运用 [J]. 中国铁路, 2022(11):8-15.
- [5] 郝振华, 祁卫东. 北方铁路普速线路养护技术探究 [J]. 包头职业技术学院学报, 2024, 25(4):49-51.