

道岔打磨在铁路工程维修养护中的应用分析

石佳超

太原局集团公司太原工务段, 中国·山西 太原 030000

摘要: 道岔是铁路系统的重要组成部分, 其运行状态对铁路运输的安全和效率有直接影响。随着铁路运输需求的增加, 道岔的磨损问题日益突出, 威胁线路的性能和稳定性。道岔打磨技术通过修复表面磨损, 优化几何形状和接触性能, 提高了道岔的使用寿命和运行质量。这项技术因其高效性和经济性, 已成为铁路养护的重要手段。通过分析道岔打磨技术的原理和实际应用, 探讨其优化方向, 以期对铁路系统的稳定运行提供技术支持和实践参考。

关键词: 道岔打磨; 铁路维修; 技术原理; 应用分析; 优化策略

Application Analysis of Turnout Grinding in Railway Engineering Maintenance

Jiachao Shi

Taiyuan Engineering Section of Taiyuan Bureau Group Company, Taiyuan, Shanxi, 030000, China

Abstract: Turnout is an important part of the railway system, and its operation state has a direct impact on the safety and efficiency of railway transportation. With the increasing demand of railway transportation, the wear problem of turnout is increasingly prominent, threatening the performance and stability of the line. Turnout grinding technology improves the service life and operation quality of turnout by repairing surface wear and optimizing geometry and contact performance. This technology has become an important means of railway maintenance because of its high efficiency and economy. By analyzing the principle and practical application of turnout grinding technology, the optimization direction is discussed to provide technical support and practical reference for the stable operation of railway system.

Keywords: turnout grinding; railway maintenance; technical principle; application analysis; optimization strategy

0 前言

道岔作为铁路调度系统的关键部件, 其工作状态直接影响列车运行的平稳性和安全性。长期频繁的列车运行使道岔表面容易出现凹陷、划痕和磨损, 进而引发轨道接触压力分布不均等问题。这不仅会降低设备寿命, 还可能导致列车振动加剧或运行故障。道岔打磨技术能够精确修复道岔表面缺陷, 优化轨道系统的接触性能, 从而缓解磨损问题并提高运行稳定性。这一技术在降低铁路养护成本和延长设备使用周期方面, 展现出广泛的应用价值与潜力。

1 道岔打磨技术原理

1.1 道岔打磨的基本原理

道岔打磨是一种针对道岔表面缺陷的修复技术, 通过去除表面磨损和缺陷恢复道岔的几何精度和接触特性, 确保列车运行的平稳性和安全性。在列车长期高频运行的作用下, 道岔表面易出现凹陷和划痕, 导致接触压力分布不均, 进一步加速磨损。通过打磨技术重新分布接触压力, 不仅改善了表面的光滑度和一致性, 还降低了列车运行中的振动幅度和噪声水平。这一过程对于延长道岔使用寿命和提高轨道系统的安全性具有重要作用^[1]。

1.2 道岔打磨的技术方法

道岔打磨的实施可以分为手动打磨、机械打磨和自动

打磨三种方式。手动打磨适用于轻度磨损的局部修复, 操作灵活但效率较低, 且对操作人员的经验要求较高。机械打磨则依靠专用设备, 通过机械化方式快速处理大面积的道岔表面, 效率和精度显著提升。自动化打磨设备结合传感器和自动控制系统, 能够实时调整作业参数, 动态适应不同磨损情况, 确保修复效果的精准性和稳定性。这些方法根据具体需求和场景灵活选用, 共同构成了一套完善的打磨方案。

1.3 道岔打磨的控制原理

道岔打磨过程高度依赖对磨损状态的监测和打磨参数的控制。高精度传感器实时采集道岔表面的磨损数据, 通过生成三维几何模型, 指导打磨设备实施差异化处理。控制系统动态调整打磨力度和速度, 使修复效果与道岔的实际需求相匹配。作业完成后, 通过测量表面几何形状和光洁度验证修复质量是否达标。这种闭环控制不仅提高了打磨的精准性, 还确保了作业的可靠性和安全性。

1.4 道岔打磨的适应性与效果

道岔打磨技术在不同类型道岔和磨损条件下展现出高度适应性, 通过定制化的修复方案, 显著优化了道岔的接触性能, 减少了车轮与道岔的相互磨损。定期打磨能够延缓道岔表面的疲劳劣化, 降低更换频率, 从而显著节省维护成本。打磨后的道岔状态大幅提升列车运行的稳定性和安全性, 同时减少因道岔缺陷导致的故障风险, 进一步提高了铁路运营

的可靠性。

2 道岔打磨在铁路工程维修养护中的应用

2.1 在日常巡检与维护中的应用

在铁路的日常巡检中,道岔打磨是一项关键性维护措施,用以消除因列车高频通过而导致的轻微磨损和局部缺陷。以中国某高速铁路为例,每年春秋两季的重点巡检中,技术团队会使用便携式打磨设备对重点路段的道岔进行维护。便携式设备如多功能轨道磨光机,具备轻便、高效的特点,能够对轻度磨损区域进行快速修复。操作时,维护人员需根据道岔表面的具体情况调整打磨压力和转速。通常,打磨深度控制在 0.2 毫米至 0.4 毫米之间,以确保既去除表面缺陷又不破坏道岔的承载结构^[2]。

在一次日常巡检中,某线路的单开道岔被发现表面产生轻微剥离现象,通过手持式轨道检测仪测量,道岔的高低误差为 1.3 毫米,接近安全警戒线。在经过详细数据分析后,维护人员决定使用机械打磨方式进行修复。采用的设备是轻便型电动轨道磨床,通过可调节的磨头实现精准修复,最终将误差控制在 0.3 毫米以内。通过这种小范围、高频次的维护模式,该线路过去两年的道岔故障率下降了 18%。

2.2 在道岔更换与重修中的应用

在道岔更换和重修项目中,打磨技术可以显著提升新装道岔的匹配性和运行性能。例如,在广州铁路局的一次道岔更换项目中,为确保新道岔与既有线路实现无缝衔接,施工团队采用了大型道岔打磨机(如 SPENO GPR 轨道磨床)对更换后的新道岔进行全面处理。设备通过内置传感器扫描道岔表面的几何数据,将其传输至计算机分析系统,根据分析结果实时调整打磨参数。最终,通过多次精加工,新道岔的轨道几何参数偏差被控制在 ± 0.1 毫米范围内,接触面的光洁度达到 Ra 1.6 的高标准。

在更换道岔的过程中,新旧道岔在运行性能上的差异尤为显著。以下表格展示了更换前旧道岔、更换后未打磨新道岔与经过打磨处理的新道岔在关键技术参数上的对比,如表 1 所示。

表 1 新旧道岔更换前后关键技术参数对比

参数	更换前道岔	更换后未打磨道岔	更换后打磨道岔
高低误差 (mm)	1.8	0.8	0.2
表面光洁度 (Ra 值)	3.2	2.5	1.6
接触压力分布均匀性	不均匀	部分均匀	完全均匀

通过道岔打磨技术,新道岔的高低误差和表面光洁度均得到了显著改善,接触压力的分布也更加均匀,为后续运行提供了优良的基础条件。

在道岔重修工作中,打磨技术不仅被用于去除表面的锈蚀和污垢,还能修复因长期使用造成的接触疲劳裂纹。在 2018 年的某货运线路改造中,由于重载列车长期运行导

致的显著剥蚀和疲劳裂纹问题,施工团队决定采用深度打磨技术,将裂纹区域去除至 0.6 毫米深度以下,并结合表面硬化处理工艺恢复道岔的承载能力。通过这一系列措施,道岔表面的硬度恢复到 380HB 以上。在随后的动态试验中,经过打磨后的道岔显示出更优异的性能,其疲劳寿命延长了 35%,维修间隔从原来的每 3 年一次延长至 5 年一次。

2.3 在事故预防与突发事件应急中的应用

铁路突发事件中,道岔打磨技术是一种高效的应急修复手段。例如,在某次极端天气后,北京至天津高铁线路的一组道岔表面被大面积冰雪覆盖,冰雪融化后产生的污垢加速了道岔的磨损。事故发生后,铁路养护团队使用便携式道岔打磨机,配合冷却润滑剂,对受影响区域进行了快速打磨修复。打磨作业通过连续动态监测系统实时调整设备参数,将表面损伤全部去除,并恢复了道岔的正常几何状态。修复完成后,该道岔的接触面硬度恢复至标准要求,保障了列车的安全运行^[3]。

另一个典型案例是 2020 年某货运铁路道岔出现紧急磨损问题,通过测量其接触面积的压力分布,发现局部压力已经超过标准值的 25%。养护团队立即调派大型移动式打磨设备,在两个小时内完成修复作业。修复后,接触压力分布均匀,道岔的运行性能显著改善。这些应急打磨措施,不仅缩短了铁路的恢复时间,还避免了因设备故障导致的长时间停运和经济损失。

2.4 在提高道岔寿命与降低养护成本中的应用

通过定期实施打磨技术,道岔的使用寿命显著延长,并在降低养护成本方面发挥了重要作用。以某双线货运铁路为例,该线路道岔每年打磨一次,每次打磨去除约 0.3 毫米的表面材料。这种精细化维护模式使得道岔的年均磨损量减少了约 40%,从而延长了道岔整体使用寿命。与更换新道岔相比,定期打磨的成本仅为更换成本的 15% 至 20%,极大地节约了养护预算。

在设备选择上,该线路使用的打磨设备配备有多功能控制面板,能够根据道岔材质、磨损程度自动推荐打磨方案。例如,在一次长时间运行后的一组道岔中,设备建议将打磨深度设置为 0.25 毫米,并选择超细磨头以提高表面质量。完成后,道岔表面的粗糙度显著降低,摩擦系数下降了 12%,列车通过时的振动水平减少了 15% 以上。

道岔打磨还能提高铁路运营的经济效益。例如,某客运专线通过定期道岔打磨,将道岔的故障率从原来的每年 2.5 次降低到 1 次以下,直接减少了因故障引起的停运时间,增加了运营收入。这种低成本、高收益的养护模式得到了行业的广泛认可^[4]。

3 道岔打磨技术的优化与改进

3.1 优化道岔打磨技术的方向

道岔打磨技术正向智能化和精准化发展,以适应铁路

运输需求的不断增长。通过引入人工智能和大数据分析技术,可以对道岔表面磨损状态进行更精确的监测和评估,从而制定更高效的维修方案。智能化打磨系统基于实时采集的数据动态调整作业参数,实现全自动的精确修复。这种优化不仅提升了打磨效果,还减少了人为操作的误差。绿色环保理念的推广进一步推动了打磨技术向低能耗、低排放方向发展。采用高效节能的动力系统和环保型磨削材料,有助于降低能耗和减少对环境的影响,同时确保作业质量和经济性。

3.2 道岔打磨设备的升级改造

设备的性能对打磨效果和效率起着决定性作用,因此未来的设备改进需要注重多功能化和模块化设计,使其能够适应多种作业需求。模块化设计允许设备在不同磨损条件下灵活切换功能部件,而多功能化则增强了设备应对复杂工况的能力。提升设备的耐用性和便携性是另一个关键方向,使用高强度轻质材料能够显著减轻设备重量,便于运输和操作。集成先进传感器和在线监测系统的新型设备,可以实现实时检测和数据反馈,确保打磨过程的高精度和高稳定性,从而进一步提升养护效率。

3.3 提升道岔打磨作业的管理与维护

高效的管理和维护是道岔打磨效果的保障。建立全面的设备维护计划,包括定期检查、关键部件的保养与更换,可以有效降低设备故障率和停机时间。操作人员的技能水平直接影响设备的使用效果,开展专业技能培训有助于提升其设备熟悉度和问题处理能力。借助物联网技术实现对设备运行状态的实时监控和数据分析,可以优化资源配置并改进作

业流程,推动管理向数字化和智能化迈进。这种技术与管理的结合,不仅提高了打磨效率,还为铁路系统的稳定运行提供了长效支持^[5]。

4 结语

道岔打磨技术在铁路维修养护中通过精准修复显著延长了设备寿命,提升了运行安全性和经济效益。其从传统操作到智能化发展的跨越,使维护效率和精度得到大幅提高。技术的优化应用不仅有效降低了故障率和养护成本,还在保障铁路系统稳定运行方面展现了重要作用。未来,道岔打磨技术将在持续创新中为铁路工程的高效运维和可持续发展提供更可靠的支持。

参考文献:

- [1] 张太红.铁路养护阶段焊接维修技术的实践研究[J].企业技术开发,2015,34(18):31+37.
- [2] 钟震宇.道岔打磨中养路机械的运用及效果评估探讨[J].中国设备工程,2024(18):99-101.
- [3] 马思远,王树国,杨东升,等.高速道岔钢轨打磨廓形及磨耗规律试验研究[J].铁道建筑,2024,64(8):1-6.
- [4] 翁涛涛.高速道岔磨耗分析及打磨廓形优化设计[D].南昌:华东交通大学,2023.
- [5] 贾军.铁路道岔打磨技术装备现状与应用分析[J].中国铁路,2022(7):89-95.

作者简介:石佳超(1996-),女,中国山西人,助理工程师,从事信息管理与信息系统研究。