

高铁线路病害特征对整修方向的引导作用探究

刘腾跃

中国铁路太原局集团有限公司大同工务段 山西 大同 037006

摘要: 高铁线路病害特征对整修方向的引导作用探究,旨在通过分析高铁线路中常见的病害特征,如钢轨变形、轨道几何尺寸病害、曲线病害及道床病害等,明确其对整修工作的具体引导作用。病害特征的分析有助于识别高铁线路的安全隐患,为整修工作提供科学依据,确保整修方向的准确性和有效性。本文探讨了病害特征与整修技术方法之间的关联,为高铁线路的维护与安全运营提供有益的参考。

关键词: 高铁线路;病害特征;引导作用

1 高铁线路病害类型

1.1 钢轨变形问题

钢轨变形是高铁线路面临的一个严峻挑战,首先,材料疲劳与磨损,高铁列车以极高的速度运行,对钢轨产生巨大的冲击力。长时间的冲击导致钢轨材料疲劳,尤其是在曲线段,钢轨的磨损尤为严重。这种磨损不仅缩短了钢轨的使用寿命,还可能引发钢轨的变形,进而影响列车的行驶平稳性和安全性。其次,温度应力影响,钢轨作为金属材料,具有热胀冷缩的性质。在极端天气条件下,如夏季高温或冬季严寒,钢轨会因温度变化而产生显著的长度变化。这种变化若未得到妥善处理,将导致钢轨内部产生巨大的温度应力,进而引发钢轨变形或断裂。另外,设计与施工缺陷,在高铁线路的设计与施工过程中,若未能充分考虑线路的实际运行条件和地质特征,或施工精度不足,都可能导致钢轨在运营过程中出现变形。例如,轨道几何尺寸不符合标准、扣件松动或失效等,都可能加剧钢轨的变形问题。

1.2 轨道几何形态病害问题

1.2.1 高低不平顺,表现为轨道在纵向高程上出现偏差,相邻轨枕处轨道高差超出允许范围。成因包括路基不均匀沉降,尤其是软土地基区域,在列车荷载长期作用下土体压缩变形累积;道床捣固不实,经多次列车通过后道床逐渐松散,无法有效支撑钢轨保持平顺;此外,桥梁与路基、隧道与路基等不同结构物衔接处,因刚度差异大,易在过渡段产生沉降差,引发高低不平顺。

1.2.2 轨向偏差,即轨道中心线在平面上偏离设计位置,有直线段的小半径弯曲以及曲线段的矢度变化异常等情况。主要源于轨道铺设初期精度不足,扣件系统松动使钢轨在横向缺少有效约束,在列车横向力作用下逐渐位移;强风、地震等自然灾害也可能瞬间改变轨道轨向,若未及时纠正,后续列车运行风险大增。

1.3 曲线病害问题

曲线段是高铁线路中病害多发区域,其问题主要体现在曲线几何尺寸的变化和曲线外轨侧磨加剧:由于列车在曲线段行驶时会产生离心力,这种离心力会导致曲线段轨道几何尺寸的变化,如超高不足、轨距扩大等。这些变化将严重影响列车的行驶稳定性和安全性。列车在曲线段行驶时,外轨承受较大的侧向力,导致外轨侧磨加剧。这种侧磨不仅缩短了钢轨的使用寿命,还可能引发轨道几何尺寸的进一步变化,形成恶性循环。

1.4 道床病害问题

道床作为高铁线路的基础支撑结构,其病害问题主要表现为道床沉陷、翻浆冒泥和排水不畅:由于道床材料在长期荷载作用下发生压实和固结,导致道床整体或局部下沉。这种沉陷将影响轨道的几何尺寸和稳定性,进而对列车的行驶安全构成威胁。在雨季或地质条件较差的地区,道床内部的水分可能因排水不畅而积聚。当水分达到一定程度时,将引发道床材料的软化和流失,形成翻浆冒泥现象。这种病害将严重削弱道床的支撑能力,导致轨道几何尺寸的急剧变化。道床排水系统的堵塞或失效将导致水分在道床内部积聚,加剧道床的沉陷和翻浆冒泥问题,积水还可能引发轨道和扣件的锈蚀,进一步缩短轨道的使用寿命。

2 基于高铁线路病害特征的整修方向确定原则

2.1 安全性原则

在高铁线路的整修工作中,安全性原则始终是首要且不可动摇的基石。安全性原则要求整修工作必须基于详尽的病害分析。通过对高铁线路病害特征的深入研究,技术人员能够准确识别病害的成因、发展趋势及其对列车运行安全的潜在威胁。在此基础上,制定针对性的整修方案,确保整修工作有的放矢,有效消除安全隐患。安全性原则强调整修过程中的风险控制,在整修作

业中,技术人员应严格遵守操作规程,采取必要的安全防护措施,防止因操作不当或防护不足而引发安全事故。同时对整修过程中可能产生的风险进行充分评估,并制定相应的应急预案,确保在紧急情况下能够迅速响应,有效控制事态发展。安全性原则还体现在整修后的线路质量验收上,整修完成后,必须对线路进行全面检查,确保整修质量符合相关标准和要求。对于未能达到标准的部分,必须立即进行返工或采取其他补救措施,直至线路质量完全满足安全运行的要求。在安全性原则的指导下,高铁线路的整修工作不仅能够有效消除现有病害,还能预防潜在的安全隐患,为列车运行提供坚实的安全保障。

2.2 科学性原则

科学性原则是高铁线路整修工作的另一重要指导原则。它要求整修工作必须遵循科学的方法和流程,确保整修方案的科学性、合理性和有效性。科学性原则强调整修方案的制定应基于充分的调研和分析,技术人员应深入了解高铁线路的运营状况、病害特征及其发展趋势,结合线路设计、施工和运营维护的实际情况,制定科学合理的整修方案。还应考虑整修方案对列车运行的影响,确保整修工作与列车运行的协调性和兼容性。科学性原则要求整修过程中应运用先进的技术手段和设备,随着科技的不断发展,高铁线路的整修工作也面临着越来越多的技术挑战。因此技术人员应不断学习和掌握新技术、新方法,将其应用于整修实践中,提高整修工作的效率和质量。还应加强对新技术、新方法的评估和验证,确保其在实际应用中的可靠性和稳定性^[2]。科学性原则还体现在整修后的效果评估和持续改进上,整修完成后,应对整修效果进行全面评估,分析整修工作对线路质量、列车运行安全等方面的影响。

2.3 经济性原则

经济性原则是高铁线路整修工作中不可忽视的重要原则。它要求整修工作必须在确保安全性和科学性的前提下,充分考虑成本效益,实现整修工作的经济性和可持续性。首先,经济性原则强调整修方案的优化和成本控制,在制定整修方案时,技术人员应充分考虑成本因素,对整修方案进行经济分析和比较,选择性价比最优的方案。在整修过程中,应加强成本控制和管管理,避免不必要的浪费和损失。其次,经济性原则要求整修工作应注重长期效益,高铁线路的整修工作不仅是一次性的任务,而是需要长期持续进行的工作。因此在制定整修方案时,应充分考虑线路的长期使用和维护成本,选择具有长期效益的整修方案。还应加强对整修后线路的质

量监测和维护管理,确保线路的长期稳定运行和降低维护成本。在经济性原则的指导下,高铁线路的整修工作能够在确保安全性和科学性的基础上,更加注重成本效益和长期效益的实现,为高铁线路的可持续发展提供有力保障。

3 高铁线路病害特征对整修方向的引导作用

3.1 病害特征与整修策略匹配

高铁线路病害特征是确定整修方向的重要依据,它们直接指引着整修策略的制定与实施。病害特征的多样性和复杂性要求整修策略必须具有针对性和灵活性。钢轨变形、轨道几何尺寸病害、曲线病害及道床病害等不同类型的病害,其成因、表现形式及对高铁线路运行的影响各不相同,整修策略必须根据病害特征进行精准匹配。例如,针对钢轨变形,整修策略应侧重于钢轨的更换、加固以及轨道几何尺寸的调整;对于轨道几何尺寸病害,则需要关注几何尺寸超限的标准,确保轨道的平顺性和稳定性;曲线病害的整修则需注重曲线几何尺寸的保持和外侧钢轨的磨损控制;而道床病害的整治则需加强排水、夯实道床以及更换损坏材料等措施。病害特征的变化也要求整修策略进行相应调整,随着高铁线路运营时间的增长,病害特征可能会发生变化,如病害程度加重、病害类型增多等。因此整修策略必须根据病害特征的变化进行动态调整,确保整修工作的及时性和有效性。

3.2 整修方向的选择与优化

高铁线路病害特征不仅引导整修策略的制定,还直接影响整修方向的选择与优化。整修方向的选择必须充分考虑病害特征及其发展趋势,以确保整修工作的前瞻性和可持续性。一方面,整修方向的选择应基于病害特征的全面分析。通过对高铁线路病害特征的深入研究,可以明确病害的成因、发展趋势及其对高铁线路运行安全的潜在威胁。在此基础上,结合高铁线路的设计、施工和维护情况,可以确定整修工作的重点和方向。另一方面,整修方向的优化应关注整修效果的提升和成本的降低。通过对整修工作的持续监测和评估,可以及时发现整修过程中存在的问题和不足,进而对整修方向进行优化调整。例如,通过改进整修工艺、提高整修效率、加强材料管理等措施,可以降低整修成本;通过加强病害预防、提高整修质量等措施,可以提升整修效果。

3.3 病害预防与整治相结合

高铁线路病害特征的多样性和复杂性要求整修工作必须坚持病害预防与整治相结合的原则。预防是整修工作的基础,整治是预防的延伸和补充。通过加强高铁线

路的监测和维护工作,可以及时发现病害隐患并采取预防措施。例如,定期对高铁线路进行几何尺寸测量、材料性能检测等工作,可以及时发现钢轨变形、轨道连接处病害等问题,并采取相应的预防措施进行整治^[3]。加强对高铁线路周边环境的监测和管理,也可以有效预防因外部环境变化而引发的病害问题。对于已经发生的病害问题,必须及时进行整治工作。通过采用科学合理的整修方法和材料,可以迅速消除病害隐患,恢复高铁线路的正常运行状态。同时,整治工作还可以为后续的预防工作提供经验和借鉴,促进整修工作的持续改进和优化。

4 高铁线路不同病害特征下的整修技术与方法

4.1 钢轨变形病害整修

4.1.1 面对钢轨磨损,在曲线地段要优化曲线超高设置,合理分配列车离心力,减轻轮轨侧面挤压,同时定期打磨钢轨侧面,修复磨损轮廓;对于顶面磨损,结合列车运行工况优化制动系统,减少制动时钢轨擦伤,适时进行钢轨顶面打磨,去除疲劳层,恢复钢轨顶面平整度与承载能力。

4.1.2 鉴于钢轨裂纹,轨头核伤段需及时切除伤损部分,采用无缝焊接工艺更换新轨段,加强探伤监测频率,提前捕捉微小裂纹;轨腰、轨底裂纹若因制造、焊接问题,追溯源头改进工艺,对已出现裂纹处采用加固夹板、钻孔止裂等应急修复措施,并纳入重点监控范畴。

4.2 轨道几何尺寸病害整修

4.2.1 对于高低不平顺,若由路基沉降主导,整修方向应聚焦于路基加固,如采用深层搅拌桩、高压旋喷桩等技术对软土地基进行二次处理,提升地基承载能力,阻止沉降发展;若源于道床捣固问题,需强化道床捣固作业,利用大型捣固机械按精确参数进行振捣,恢复道床密实度,调整轨道高程。

4.2.2 针对轨向偏差,若因扣件松动,需全面检查扣件系统,按标准扭矩紧固扣件,对损坏扣件及时更换,增强钢轨横向约束;若是自然灾害引发,在紧急抢修恢复轨向后,应评估周边环境,增设防风、抗震等防护措施,预防类似情况重演。

4.3 曲线病害整修

曲线病害主要包括轨道不平顺、曲线半径变化等问题,这些问题会影响列车运行的平稳性和安全性。整修技术与方法主要包括:定期对轨道进行几何尺寸测量,

包括轨距、高低、水平、方向等,确保轨道几何尺寸符合设计要求。使用弦绳逐点检查曲线正矢,对于不符合要求的曲线正矢进行调整,确保曲线圆顺。对于轨道不平顺问题,可通过调整轨道底坡、超高、顺坡等参数,使列车运行更加平稳。对于严重磨损或变形的轨道,进行更换;同时对轨道进行加固处理,提高轨道的稳定性和承载力。

4.4 道床病害整修

道床病害主要包括道床松散、承载力下降等问题,这些问题会影响高铁线路的平稳性和安全性。整修技术与方法主要包括:第一、道床清筛与更换:对于松散、污染严重的道床,进行清筛作业,并更换损坏的道砟材料。第二、夯实道床:加强道床的夯实作业,提高道床的密实度和承载力。第三、优化排水系统:在道床两侧修筑截水沟,采用大孔隙透水材料提高道床排水性能,防止水害对道床造成破坏。第四、加强巡查与监测:定期对道床进行巡查和监测,根据沉降监测数据,若沉降未稳定,采用堆载预压结合竖向排水体加速地基固结,或进行桩基托换,将轨道结构荷载转移至稳定地层;已稳定沉降区域,通过补砟、抬道作业恢复轨道高程。第五、面对路基边坡坍塌,对浅层溜塌及时清理坍塌土体,放缓边坡坡度,铺种草皮、防护网等坡面防护;深层滑坡段需进行详细地质勘察,设计抗滑桩、锚索框架等综合支控体系,稳固边坡,保障路基安全。

结束语

通过对高铁线路病害特征及其对整修方向引导作用的深入探究,本文揭示了病害特征与整修技术方法之间的紧密联系。高铁线路的维护与安全运营离不开对病害特征的准确识别和科学整治。未来,随着高铁技术的不断发展和完善,对病害特征的识别与整治将更加智能化、精准化,为高铁线路的长期安全运营提供有力保障。

参考文献

- [1]李国强,刘志远.高速铁路轨道病害修复技术与效果分析[J].铁道技术,2020,61(9):67-73.
- [2]孙鹏飞,王晓东.高铁轨道病害整治对运行质量的影响研究[J].高速铁路研究,2021,34(7):52-59.
- [3]甄相国.浅析铁路线路中钢轨钢材接头常见病害及养护维修[J].江西建材,2020(09):163+165.