

# 山区重载铁路机械换枕技术创新与发展趋势

邢丑安

国能朔黄铁路发展有限责任公司原平分公司 山西 忻州 034000

**摘要:** 随着山区重载铁路运量的不断提升和列车轴重的逐年增加,传统的人工换枕方式已难以满足高效、安全、经济的维护需求。本文旨在探讨山区重载铁路机械换枕技术的创新成果、当前应用状况及未来发展趋势,通过理论分析和展望,为重载铁路维护提供理论支持和实践指导。

**关键词:** 重载铁路;机械换枕;技术创新;发展趋势

## 引言

山区重载铁路作为国家能源和物资运输的重要通道,其线路状态和安全运营直接关系到国家经济的稳定发展。轨枕作为铁路线路的关键部件,其性能状态直接影响线路的稳定性和运输能力。因此,机械换枕技术的创新与发展对于提升重载铁路维护效率、保障运营安全具有重要意义。

### 1 机械换枕技术现状分析

#### 1.1 人工换枕的局限性

传统的人工换枕方式,主要依赖人工力量进行轨枕的更换作业。这种方式存在多方面的局限性。首先,施工效率低下,由于人工操作的速度有限,且需要多人协作,导致换枕周期长,难以满足重载铁路高效维护的需求。其次,劳动强度大,换枕作业需要工人进行大量的体力劳动,尤其是在山区重载铁路环境下,地形复杂,作业难度大,进一步增加了工人的劳动强度。此外,施工质量不稳定也是人工换枕的一个显著问题,由于人工操作的差异性,换枕的质量难以保证,可能影响铁路线路的稳定性和安全性。

#### 1.2 机械换枕技术的发展

近年来,随着机械制造和自动化技术的不断进步,机械换枕技术得到了快速发展,并逐渐成为重载铁路维护的主流方式。目前,国内重载铁路主要采用中型机械换枕和大修列车换枕两种方式。中型机械换枕设备通常具有较高的施工效率和良好的施工质量。这类设备通过机械化操作,可以显著提高换枕速度,缩短施工周期。同时,由于机械化作业的稳定性和精确性,中型机械换枕的施工质量也相对较高。然而,中型机械换枕在卸、收轨枕方面仍存在一些不足,如需要额外的设备或人工辅助,增加了作业的复杂性和成本。大修列车换枕则是一种更为先进的机械换枕方式。它实现了卸、换、收枕的一体化作业,机械化程度高,可以大大提高作业效

率。大修列车换枕通常配备有先进的自动化系统和智能控制系统,可以实现精确的轨枕定位和更换<sup>[1]</sup>。然而,尽管大修列车换枕在机械化程度和作业效率方面具有显著优势,但仍存在提升空间。例如,在设备维护、故障诊断和智能化水平等方面,仍有待进一步优化和提升。机械换枕技术的发展为重载铁路维护提供了更为高效、稳定和可靠的解决方案。然而,不同类型的机械换枕方式各有优缺点,需要根据具体的应用场景和需求进行选择和优化。未来,随着技术的不断进步和创新,机械换枕技术将继续发展,为重载铁路的维护提供更加先进和高效的手段。

### 2 山区重载铁路机械换枕技术的创新

#### 2.1 换枕设备智能化升级

在山区重载铁路机械换枕技术的创新中,换枕设备的智能化升级是一个重要方向。随着智能化技术的引入,换枕设备在功能、性能和效率上都得到了显著提升。以多功能换枕机为例,这种设备通过集成起道小车、直线形移动装置、摆式杠杆机构等多个模块,实现了旧枕的快速推出和新枕的精准送入。起道小车负责将旧枕从轨道上抬起,为换枕作业提供空间;直线形移动装置则确保换枕机在轨道上平稳移动,保持作业的连续性和稳定性;摆式杠杆机构则利用机械原理,实现旧枕的快速推出和新枕的精确放置,显著提高了换枕效率。在材料应用方面,多功能换枕机采用了特种轻质高强度复合新材料制作架体。这种材料具有密度小、强度高、耐腐蚀等特点,不仅减轻了设备的整体重量,提高了搬运的便利性,还增强了设备的绝缘性能,确保了作业过程中的安<sup>[2]</sup>全。此外,智能化升级还体现在换枕设备的控制系统上。通过引入先进的传感器、控制器和执行机构,换枕设备实现了全程自动化控制和智能化决策。传感器实时采集作业过程中的各种数据,如轨枕位置、设备状态等,为控制系统提供准确的信息输入;控制器根

据预设的算法和逻辑,对采集到的数据进行分析 and 处理,生成相应的控制指令;执行机构则根据控制指令,驱动换枕机进行精确的作业。

## 2.2 换轨换枕一体化模式

为了进一步提升山区重载铁路的维护效率,机械换轨与换枕的一体化模式得到了广泛的推广和应用。这一模式通过高度集成的机械化设备,实现了换轨和换枕作业的同步进行,显著提高了作业效率,并降低了劳动强度和安全风险。在换轨换枕一体化模式中,换轨车扮演着至关重要的角色。换轨车配备有先进的机械臂系统,能够精确地进行钢轨的拨、提、移等操作。机械臂通过液压或电动驱动,具有强大的力量和精确的控制能力,能够轻松应对不同规格和重量的钢轨。在换轨过程中,机械臂首先将旧钢轨从轨枕上拨起,然后将其提起并移动到指定位置,为换枕作业提供空间。与此同时,换枕机则负责进行轨枕的更换。换枕机通常采用液压或机械传动方式,能够快速而准确地将旧枕从轨道下推出,并将新枕精准地送入轨道下。在换轨换枕一体化模式中,换枕机与换轨车紧密配合,实现了换轨和换枕作业的无缝衔接。这种一体化模式的优势在于,它实现了换轨和换枕作业的同步进行,避免了传统作业方式中需要分别进行换轨和换枕的繁琐步骤。这不仅显著提高了作业效率,还减少了人力和物力的浪费。同时,由于机械化作业的稳定性和精确性,换轨换枕一体化模式还能够降低劳动强度和安全风险,保障作业人员的安全。此外,换轨换枕一体化模式还具有高度的灵活性和适应性。它可以根据不同的线路条件和作业需求进行调整和优化,确保作业的高效和顺利进行。这一模式的推广和应用,为山区重载铁路的维护提供了更加高效、安全和可靠的解决方案,推动了铁路维护技术的不断进步和发展。

## 2.3 远程监控与智能调度

在山区重载铁路机械换枕技术的创新中,远程监控与智能调度系统的引入为作业的高效管理提供了有力支持。这一系统结合了物联网、大数据和人工智能技术,实现了对换枕作业的全面监控和智能调度。物联网技术的应用使得换枕设备的运行状态和作业进度能够实时被监测。通过在设备上安装各种传感器,如位置传感器、压力传感器、温度传感器等,可以实时采集设备的运行数据,并将其传输到远程监控中心。这样,监控中心就能够随时掌握设备的运行状态,及时发现并处理潜在的问题,确保作业的安全和顺利进行。大数据技术的应用则使得监控中心能够对海量的数据进行高效处理和分析。通过对历史数据和实时数据的挖掘和分析,可以揭

示出作业过程中的规律和趋势,为作业计划的制定和调整提供科学依据。同时,大数据技术还可以帮助优化资源配置,确保各项资源得到合理利用,提高作业效率。智能调度系统是远程监控与智能调度的核心。它能够根据线路条件、作业需求以及设备的运行状态,自动规划出最优的作业路径。通过先进的算法和模型,智能调度系统能够综合考虑多种因素,如作业时间、作业量、设备性能等,制定出最为合理的作业计划。这样,不仅可以提高作业效率,还可以减少不必要的浪费,降低作业成本。此外,智能调度系统还具有自学习和自优化的能力。它能够根据实际的作业情况和反馈数据,不断调整和优化算法和模型,使得作业计划更加贴近实际情况,提高作业的精准度和可靠性。远程监控与智能调度系统的引入为山区重载铁路机械换枕作业的高效管理提供了有力支持。它不仅能够实时监控设备的运行状态和作业进度,还能够根据实际情况自动规划最优作业路径,提高作业效率和质量。

## 3 山区重载铁路机械换枕技术发展趋势

### 3.1 智能化与自动化深度融合

随着科技的不断进步,山区重载铁路机械换枕技术将更加注重智能化与自动化的深度融合。这一趋势将体现在以下几个方面:首先,换枕设备将配备更多先进的传感器。这些传感器能够实时监测设备的运行状态、作业环境以及轨枕和钢轨的状况。通过采集大量精确的数据,为智能化决策提供可靠的基础。例如,压力传感器可以监测换枕机对轨枕的推力,确保推力适中,避免对轨枕或轨道造成损害;位移传感器则可以精确测量轨枕的移动距离,保证换枕作业的准确性。其次,控制器将实现更高水平的自动化控制。通过先进的算法和逻辑,控制器能够根据传感器采集的数据,实时调整设备的运行状态和作业参数。这将使得换枕作业更加精准、高效,同时降低对人工干预的依赖。例如,当检测到轨枕位置偏差时,控制器可以自动调整机械臂的动作,确保轨枕被准确放置在预定位置。最后,智能化决策系统将成为机械换枕技术的核心。通过集成人工智能、机器学习等技术,智能化决策系统能够分析历史数据和实时数据,预测未来的作业需求和设备状态。这将使得作业计划更加合理、科学,同时提高应对突发事件的能力<sup>[3]</sup>。例如,当预测到某段线路将出现大量换枕需求时,智能化决策系统可以提前调度设备和技术人员,确保作业的顺利进行。

### 3.2 新材料与新工艺的应用

新材料和新工艺的应用无疑是机械换枕技术未来发

展的重要方向,它们将为这一领域带来革命性的变化。在材料方面,更高性能的材料将被广泛采用。例如,对于轨枕来说,传统的木材或混凝土材料虽然在一定程度上满足了使用需求,但在耐久性、抗腐蚀性和轻量化等方面仍有提升空间。未来,可能会采用新型复合材料或高分子材料来制作轨枕,这些材料不仅具有更高的强度和耐久性,而且重量更轻,便于运输和安装。对于换枕设备的部件来说,采用更高性能的材料也可以提高设备的耐用性和作业效果,延长设备的使用寿命。在新工艺方面,随着制造技术的不断进步,新的制造工艺将被探索和应用。例如,3D打印技术可以实现复杂形状的精确制造,这对于换枕设备中一些特殊部件的制造来说具有重要意义。通过3D打印技术,可以快速、准确地制造出这些部件,提高设备的制造精度和组装效率。此外,激光加工技术也可以应用于换枕设备的制造过程中。激光加工具有高精度、高效率 and 低热影响区等优点,可以用于切割、焊接和打孔等工序,提高设备的制造质量和表面光洁度。新材料和新工艺的应用不仅可以提高机械换枕技术的作业性能和效率,还可以降低制造成本和维护成本。例如,采用更高性能的材料可以延长设备的使用寿命,减少更换部件的频率和成本;采用新的制造工艺可以提高制造效率和精度,降低制造过程中的废品率和返工率。新材料和新工艺的应用将是机械换枕技术发展的重要方向。通过采用更高性能的材料和新的制造工艺,可以提高设备的耐用性和作业效果,降低制造成本和维护成本,为山区重载铁路的维护提供更加高效、可靠的解决方案。

### 3.3 绿色低碳与可持续发展

随着全球对绿色低碳和可持续发展的日益重视,机械换枕技术也必将顺应这一趋势,致力于减少能源消耗、降低排放,并推动资源的循环利用。在设备设计和作业流程方面,机械换枕技术将不断优化,以实现更高的能效和更低的排放。例如,通过改进设备的动力系统

和传动机制,提高能源利用效率,减少不必要的能源浪费。同时,优化作业流程,减少设备空转和等待时间,也能有效降低能源消耗。在材料选择方面,机械换枕技术将更倾向于使用可回收、可降解的材料。对于轨枕来说,传统的木材或混凝土材料在生产和使用过程中可能会对环境造成一定影响。而新型的可回收材料,如再生塑料、生物降解材料等,不仅具有环保优势,还能实现资源的循环利用。对于换枕设备的部件来说,同样可以采用这些环保材料,降低设备对环境的影响<sup>[4]</sup>。此外,机械换枕技术还将关注废旧轨枕和设备的回收利用。通过建立完善的回收体系,将废旧轨枕和设备进行拆解、分类和再利用,可以实现资源的最大化利用。同时,这也能降低新材料的开采和加工成本,推动行业的可持续发展。除了技术和材料方面的创新,机械换枕技术还将注重与环保政策的协同。通过积极响应政府环保政策,参与环保项目和合作,可以推动机械换枕技术在绿色低碳和可持续发展方面的不断进步。

### 结语

山区重载铁路机械换枕技术的创新与发展对于提升维护效率、保障运营安全具有重要意义。当前,机械换枕技术已取得显著成果,但仍需不断探索和创新。未来,随着智能化、自动化技术的不断进步和新材料、新工艺的应用推广,机械换枕技术将向更高效、更安全、更环保的方向发展。

### 参考文献

- [1]陈伟庚,王磊.机械化换枕工艺在高等级线路上的应用[J].铁路工程技术与经济,2024,39(01):46-49.
- [2]高彦嵩,尤瑞林,李明.铁路运营线轨枕更换技术现状及展望[J].铁道建筑,2024,64(01):40-44.
- [3]吴太宇,刘立军.浅谈铁路钢梁桥换枕施工技术及安全控制[J].科技风,2018,(17):94.
- [4]刘飞.更换既有特大桥Ⅲ型轨枕施工安全控制技术[J].大众标准化,2022,(20):151-153.