

移动闭塞制式下的重载铁路运输能力研究

尹 权

国能朔黄铁路发展有限责任公司机辆分公司 河北 沧州 062350

摘 要：移动闭塞制式下的重载铁路运输能力研究旨在探讨如何通过优化列车控制系统来提升重载铁路的运输效率。本文分析了移动闭塞技术的原理及其应用于重载铁路的可行性，通过实际案例和数据分析，评估了移动闭塞制式对重载铁路运输能力的提升效果。研究表明，移动闭塞制式能够有效缩短列车追踪间隔，提高线路利用率，从而显著提升重载铁路运输能力。

关键词：移动闭塞制式；重载铁路；运输能力；技术应用

引言：随着全球经济的快速发展和货物运输需求的不断增长，重载铁路运输在国民经济中扮演着越来越重要的角色。传统的固定闭塞制式已难以满足日益增长的运输需求。本文将对移动闭塞制式下的重载铁路运输能力进行研究，以期为重载铁路的运输效率提升和可持续发展提供理论支持和实践指导。

1 移动闭塞制式的基本原理与特点

1.1 移动闭塞制式的定义

移动闭塞是指后续列车根据与先行列车之间的距离和进路条件，自动设定运行速度的基于通信的闭塞方式。这种闭塞制式其列车间的间隔并不固定，只要保证后续列车的制动距离加适当的防护距离，从而使行车密度大大提高，尤其适用于高密度的城市轨道交通系统。在移动闭塞系统中，列车和轨旁设备必须保持连续的双向通信。列车不间断地向轨旁控制器传输其标识、位置、方向和速度，轨旁控制器根据这些信息计算并确定列车的安全行车间隔，并将相关信息（如先行列车位置、移动授权等）传递给列车，从而控制列车运行。移动闭塞的线路取消了物理层次上的分区划分，而是将线路分成了若干个通过数据库预先定义的线路单元，每个单元长度为几米到十几米之间。移动闭塞分区即由一定数量的单元组成，单元的数目可随着列车的速度和位置而变化，分区的长度也是动态变化的。由于保证了列车前后的安全距离，两个相邻的移动闭塞分区就能以很小的间隔同时前进，这使列车能以较高的速度和较小的间隔运行，从而提高运营效率。

1.2 移动闭塞制式的技术特点

移动闭塞制式具有多项显著的技术特点，使其成为现代轨道交通系统中的重要组成部分；第一，实现车地双向、实时、高速度、大容量的信息传输。移动闭塞系统采用现代通信技术，实现列车与轨旁设备之间的实时双向

通信，且信息量大。这使得系统能够更准确地掌握列车的位置、速度和状态，从而做出更精确的控制决策^[1]。第二，列车定位精度高。移动闭塞系统通过车载设备和轨旁设备的连续通信，以及地面定位设备的辅助，实现高精度的列车定位。这有助于确保列车运行的安全性和准确性。第三，列车运行权限更新快。由于系统能够实时获取列车的位置和速度信息，因此可以迅速更新列车的运行权限，确保列车在安全的条件下运行。第四，不受牵引回流的干扰。与固定闭塞相比，移动闭塞不受牵引回流等环境因素的干扰，工作稳定性更高。第五，轨旁设备简单，可靠性高。移动闭塞系统省去了大量的轨旁信号设备和电缆，使得系统结构更加简单，维护更加方便，同时提高了系统的可靠性。第六，缩短列车追踪间隔，提高通过能力。移动闭塞系统能够根据列车的实际速度和相对距离动态调整闭塞分区的长度，从而大大缩短列车追踪间隔，提高线路通过能力。第七，能适应不同性能列车的运行。移动闭塞系统具有高度的灵活性和适应性，可以适应各种类型、各种速度的列车运行需求。

2 移动闭塞制式对重载铁路运输能力的影响因素分析

2.1 列车追踪间隔

列车追踪间隔是影响重载铁路运输能力的重要因素之一。在移动闭塞制式下，由于系统能够实时获取列车的位置和速度信息，并根据这些信息动态调整闭塞分区的长度，因此可以大大缩短列车追踪间隔。这有助于提高线路的通过能力，增加重载铁路的运输量。移动闭塞系统还能够根据列车的实际运行情况和线路条件，优化列车的运行速度和加速度曲线，进一步提高运输效率。在实际应用中，移动闭塞系统对列车追踪间隔的缩短效果受到多种因素的影响，包括列车定位误差、列车位置更新周期、车站线路布置以及移动闭塞逻辑区段设计长度等。即使在这些因素的影响下，移动闭塞系统仍然能

够显著提高重载铁路的运输能力。

2.2 线路条件适应性

移动闭塞制式对线路条件的适应性也是影响重载铁路运输能力的重要因素之一。由于移动闭塞系统取消了物理层次上的闭塞分区划分,而是将线路分成了若干个通过数据库预先定义的线路单元,因此系统能够更灵活地适应各种线路条件。这包括线路的曲线半径、坡度、道岔布置以及轨道结构等因素。在实际应用中,移动闭塞系统可以根据线路条件的变化动态调整列车的运行速度和加速度曲线,以确保列车在安全的条件下运行。系统还可以根据线路条件的变化优化列车的运行计划,进一步提高运输效率。这使得移动闭塞制式在重载铁路运输中具有更高的适应性和灵活性。

2.3 通信与信号系统可靠性

通信与信号系统的可靠性对于移动闭塞制式的正常运行和重载铁路运输能力的发挥至关重要。在移动闭塞系统中,列车与轨旁设备之间的通信必须保持连续和稳定,以确保系统能够实时获取列车的位置和速度信息,并做出正确的控制决策^[2]。为了提高通信与信号系统的可靠性,移动闭塞系统通常采用冗余配置和故障安全原则。系统还采用多种故障检测和诊断技术,及时发现并处理潜在的故障点,确保系统的正常运行。移动闭塞系统还采用先进的加密和防护措施,确保通信数据的安全性和完整性。这有助于防止恶意攻击和非法入侵,保护系统的安全运行。通过这些措施,移动闭塞系统能够确保通信与信号系统的可靠性,为重载铁路运输能力的发挥提供有力保障。

3 移动闭塞制式下重载铁路运输能力提升策略

3.1 缩短列车追踪间隔

在移动闭塞制式下,缩短列车追踪间隔是提升重载铁路运输能力的关键策略之一。移动闭塞技术通过实时通信和精确控制,使得列车之间的安全间隔得以最小化,从而提高了线路的利用率和运输效率。首先,利用先进的通信技术,如5G、卫星通信等,提高列车与地面控制中心之间的数据传输速度和可靠性,确保列车位置的实时更新和追踪间隔的精确计算。其次,优化移动闭塞算法,通过更精细的控制逻辑和预测模型,进一步缩短列车追踪间隔,同时保证行车安全。对铁路基础设施进行升级,包括轨道、信号系统、通信设备等,以适应更短的列车追踪间隔。升级信号系统,使其能够更快速、准确地响应列车运行状态的变化。根据线路条件和列车性能,制定更为合理的列车运行图和时刻表,减少列车等待时间和区间占用时间,从而进一步缩短追踪间

隔。加强列车调度和指挥的协同性,确保列车运行的有序性和高效性。

3.2 提高列车运行速度与效率

提高列车运行速度与效率是提升重载铁路运输能力的另一重要策略。在移动闭塞制式下,通过优化列车控制系统和运营策略,可以实现列车速度的提升和运行效率的改善。利用先进的列车控制系统,如自动驾驶系统(ATO)、列车自动防护系统(ATP)等,实现列车的精准控制和自动驾驶。这些系统能够根据线路条件、列车性能和运营需求,自动调整列车的运行速度、加速度和制动距离,从而提高列车的运行速度和效率。对列车的动力与牵引系统进行升级,采用更先进、更高效的发动机和传动系统,提高列车的牵引力和制动性能。优化列车的空气动力学设计,减少运行阻力,进一步提高列车速度。通过创新运营策略,如采用灵活的编组方式、优化列车开行方案、实施重载列车组合运行等,提高列车的运输效率和重载能力。加强与其他交通方式的衔接和协调,实现多式联运和无缝对接,进一步提升重载铁路运输的便捷性和竞争力。

3.3 增强线路容量与运输灵活性

增强线路容量与运输灵活性是提升重载铁路运输能力的长期策略。在移动闭塞制式下,通过优化线路布局、提高线路利用率和加强线路维护管理,可以实现线路容量的提升和运输灵活性的增强。根据重载铁路运输的需求和特点,对线路布局进行合理规划和优化。考虑线路与周边交通网络的衔接和协调,实现重载铁路与其他交通方式的互联互通。通过优化列车运行图和时刻表,合理安排列车运行次序和间隔时间,提高线路的利用率。加强列车调度和指挥的智能化和自动化水平,实现列车运行的精准控制和高效率调度。加强线路的维护管理,确保线路的安全性和稳定性。定期对线路进行检查和维修,及时发现和处理潜在的安全隐患。采用先进的监测和检测技术,对线路的运行状态进行实时监测和预警,提高线路的可靠性和耐久性。

3.4 安全管理保障

安全管理是重载铁路运输能力提升的基础和前提。在移动闭塞制式下,通过加强安全管理保障措施,确保列车运行的安全性和可靠性。建立完善的安全风险评估体系,对重载铁路运输过程中的各种安全风险进行全面识别和评估。根据评估结果,制定相应的管控措施和应急预案,确保安全风险得到有效控制和应对。制定和完善重载铁路运输的安全管理制度和操作规程,明确各级管理人员和操作人员的职责和权限。加强安全教育和培

训,提高员工的安全意识和操作技能^[3]。建立安全监测与预警系统,对重载铁路运输过程中的各种安全参数进行实时监测和预警。通过数据分析和挖掘技术,及时发现和处理潜在的安全隐患和问题,确保列车运行的安全性和可靠性。加强应急响应能力的建设和提升,确保在突发事件发生时能够迅速、有效地进行应对和处理。建立完善的应急指挥体系和协调机制,加强应急物资和设备的储备和管理,提高应急响应的效率和效果。

4 移动闭塞制式下重载铁路运输能力的案例分析

4.1 案例选取:朔黄铁路重载移动闭塞系统

在探讨移动闭塞制式下重载铁路运输能力的提升时,朔黄铁路无疑是一个极具代表性的案例。朔黄铁路作为我国重要的重载铁路之一,其运输能力的提升对于满足日益增长的货物运输需求具有重要意义。近年来,朔黄铁路采用移动闭塞系统,这一创新技术的应用为重载铁路运输能力的显著提升提供有力支撑。朔黄铁路重载移动闭塞系统的成功实施,标志着我国重载铁路技术取得重大突破。该系统历经多年的关键技术攻关、核心设备研制及装备研究,最终实现符合我国实际运营需求的重载移动闭塞体系。这一系统的成功应用,不仅提升朔黄铁路的运输能力,更为我国重载铁路的发展树立新的标杆。

4.2 运输能力分析:朔黄铁路重载移动闭塞系统的实际效果

朔黄铁路重载移动闭塞系统的应用,对运输能力的提升产生了显著影响。以下是对该系统实际效果的具体分析:移动闭塞系统的核心优势在于能够动态调整列车之间的安全间隔,从而缩短列车追踪间隔。朔黄铁路采用移动闭塞系统后,列车发车间隔得到了显著缩短。例如,神池南站万吨列车的发车效率从原来的11分钟提升到了7.3分钟。这一变化直接提升线路的通过能力,使得更多列车能够在同一时间段内通过线路,从而提高运输效率。随着列车追踪间隔的缩短,朔黄铁路的运输能力

得到了大幅提升^[4]。据估算,朔黄铁路全线完成移动闭塞改造后,年运量可增加4000万吨。这一提升幅度对于满足日益增长的货物运输需求具有重要意义,同时也为朔黄铁路带来显著的经济效益。移动闭塞系统不仅提升了运输能力,还显著增强安全性能。通过无线通信、北斗定位技术和全过程安全综合保障技术等手段,移动闭塞系统能够实时获取列车的位置和速度信息,并根据这些信息动态调整闭塞分区的长度。这一机制有效防止列车追尾等安全事故的发生,为重载铁路运输提供更加可靠的安全保障。另外,移动闭塞系统的应用还有助于降低运营成本。由于系统能够实时获取列车的位置和状态信息,因此可以更加精准地安排列车运行计划和维修计划。这减少不必要的等待时间和维修成本,提高运营效率和服务质量。同时由于移动闭塞系统采用先进的通信和定位技术,因此也降低轨旁设备的数量和复杂度,进一步降低建设和维护成本。

结束语

综上所述,移动闭塞制式在重载铁路运输能力研究中展现出巨大的潜力和优势。通过优化列车控制系统、缩短列车追踪间隔和提高线路利用率,移动闭塞制式有效提升重载铁路运输能力。未来,随着技术的不断进步和应用场景的不断拓展,移动闭塞制式有望在重载铁路运输领域发挥更加重要的作用,为实现更加高效、安全、环保的铁路运输做出更大贡献。

参考文献

- [1]孙浩.提高铁路运输调度指挥能力的实践与创新[J].设备管理与维修,2020(11):35-37.
- [2]崔煜.中老铁路磨憨口岸站运输通行效率优化研究[J].铁道运输与经济,2022,44(11):89-94.
- [3]梁志国,张志宇,张放等.适用中老铁路的计算机联锁系统技术研究[J].铁道运输与经济,2022,44(11):132-137.
- [4]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.