

城市轨道交通信号系统更新改造的难点与解决方案探究

邹 姣

宁波市轨道交通集团有限公司智慧运营分公司 浙江 宁波 315000

摘要：随着城市轨道交通网络的快速扩张与技术升级需求，信号系统更新改造成为当前轨道交通领域的重要研究议题。本文聚焦于此，深入探讨了信号系统更新改造中遇到的技术难题、运营影响和潜在风险。针对这些问题，本文提出了切实可行的解决方案，包括采用先进的信号控制技术、优化运营模式、完善风险管理体系等。这些方案旨在确保改造过程的顺利进行，为城市轨道交通的安全、稳定和高效运行提供坚实保障。

关键词：城市轨道交通；信号系统更新；改造难点；解决方案

引言

随着城市化进程的加速推进，城市轨道交通作为城市交通体系的重要组成部分，承载着越来越繁重的运输任务。信号系统作为城市轨道交通的核心技术支撑，其性能与稳定性直接关系到轨道交通的安全与效率。然而，随着技术的不断进步和运营需求的日益提升，城市轨道交通信号系统的更新改造成为了必然。本文旨在深入探究信号系统更新改造过程中的难点，并提出相应的解决方案，以期城市轨道交通的持续发展提供有益的参考。

1 城市轨道交通信号系统的重要性和作用

城市轨道交通信号系统作为现代城市交通管理的重要组成部分，承担着确保行车安全、提高运输效率以及为乘客提供优质服务的重要任务。该系统集成了先进的通信技术、控制技术、计算机技术等，为列车提供安全、准确的运行信号，确保了轨道交通的高效、有序运行。（1）保障行车安全：城市轨道交通信号系统最基本也是最重要的功能就是保障行车安全，通过准确的信号控制和列车之间的通信，系统能够有效地防止列车之间的追尾、侧面冲突等事故，确保列车按照规定的速度和距离运行。同时，系统还能够检测轨道上的障碍物，及时发出警报并采取制动措施，进一步确保乘客和列车的安全。（2）提高运输效率：高效的信号系统可以大幅提高城市轨道交通的运输效率，通过对列车运行时间和间隔的精确控制，信号系统能够有效地减少列车的延误和等待时间，提高列车的准点率和运行效率，这不仅节省了乘客的时间，也为城市轨道交通运营商带来了更高的经济效益。（3）优化乘客体验：优质的信号系统能够为乘客提供更加舒适、便捷的出行体验，系统能够根据客流量和列车运行状况实时调整运行计划，确保乘客能够快速、准确地到达目的地，同时，通过与乘客信息系统

的连接，乘客还可以实时了解列车运行状态、到站时间等信息，更加便捷地规划自己的出行。（4）支持城市发展：随着城市化进程的加快，城市轨道交通在城市发展中的作用日益凸显，作为城市公共交通的重要组成部分，城市轨道交通信号系统的高效、稳定运行对于城市的经济发展、社会进步以及提高市民的生活质量具有重要意义。

2 城市轨道交通信号系统更新改造的难点分析

2.1 技术难题

在城市轨道交通信号系统更新改造过程中，技术难题是首要面对的挑战。这一过程不仅涉及列车自动控制（ATC）、列车自动监控（ATS）、计算机联锁（CI）等多个子系统，还需要保证这些子系统能够协同工作，形成一个高效、稳定的整体，以实现列车运行状态的实时监控和精确控制。（1）更新改造过程中的一大技术难点在于确保各子系统之间的协同性。这些子系统各有其独特的功能和运行机制，如何在改造过程中保持它们之间的信息流通、指令传递无误，确保系统的整体功能不受影响，是改造工作的一环。此外，随着使用年限的增加，既有系统可能出现老化、性能下降等问题，如何在不断中断运营的前提下进行系统的升级和优化，也是一大挑战^[1]。（2）另一个技术难题在于新技术的引入与应用。随着科技的不断发展，通信、控制、人工智能等新技术为轨道交通信号系统的更新改造提供了更多可能性。然而，如何将这些新技术与既有系统相结合，实现无缝对接，也是一项艰巨的任务。数据接口的兼容性、通信协议的统一、软件架构的优化等问题都需要进行深入研究 and 解决。

2.2 运营影响

信号系统的更新改造在轨道交通领域是一项复杂而重要的工程，它不仅涉及到技术层面的难题，更对日常

运营带来了深远的影响。(1) 施工期间对日常运营的影响是一个显而易见的问题。在信号系统更新改造的过程中, 施工团队需要进行设备拆卸、安装、调试等多项工作。这些工作往往需要在轨道交通的运营时段进行, 这无疑会对日常运营产生一定的影响。一方面, 施工工作可能会导致列车延误、站点拥堵等情况, 给乘客的出行带来不便; 另一方面, 施工期间也可能增加运营的风险和不确定性, 给运营方带来额外的压力和挑战。因此, 如何合理安排施工时间, 减少施工对运营的影响, 成为了运营层面需要认真思考和解决的问题。(2) 改造后运营模式的调整与优化也是一个值得关注的问题。信号系统的更新改造往往意味着引入了新的技术、设备和功能, 这就需要运营方对原有的运营模式进行相应的调整和优化。例如, 新的信号系统可能支持更高的列车运行速度、更灵活的列车调度方式等, 这就需要运营方重新评估和调整列车运行图、班次安排等运营参数。这种调整不仅要求运营方具备专业的技术和分析能力, 还需要他们充分考虑到乘客的出行需求、站点的客流量等多个因素。如何确保改造后运营模式的顺利调整和优化, 是一个需要运营方投入大量精力和时间来解决的问题。

2.3 风险因素

在城市轨道交通信号系统更新改造过程中, 风险因素贯穿始终, 不容忽视。这些风险可能来源于施工安全、工期计划、完工收尾等多个环节, 且一旦发生, 可能会对轨道交通安全、稳定运营产生严重影响。(1) 施工安全风险是信号系统更新改造过程中最常见的风险之一。由于改造工作涉及多个专业领域和复杂的技术操作, 如果施工管理不善或者施工人员安全意识薄弱, 可能会引发安全事故。例如, 施工现场可能存在电气、机械等多种安全隐患, 一旦疏忽大意, 就可能造成人员伤亡或设备损坏。因此, 确保施工安全是改造工作的首要任务。(2) 工期计划风险也是不可忽视的。信号系统更新改造工程往往需要耗费较长时间, 期间可能受到各种不可预见因素的影响, 如天气变化、设备故障等, 导致工期延误。如果改造工程不能按计划完成, 可能会影响到轨道交通的正常运营, 给乘客带来不便。因此, 制定合理的工期计划并加强项目管理, 确保工程能够按计划顺利进行, 是降低工期计划风险的关键。(3) 完工收尾阶段风险同样不容忽视。在改造工程即将完工时, 可能会出现系统测试不充分、新系统接入后产生的不可预见问题等。这些问题如果未能及时发现和解决, 可能会对新系统的稳定运行产生严重影响。因此, 在完工收尾阶段, 需要进行充分的系统测试和调试工作, 及时发现和

解决存在的问题, 确保新的信号系统能够稳定运行。

3 城市轨道交通信号系统更新改造的解决方案探究

3.1 技术解决方案

针对城市轨道交通信号系统更新改造中面临的技术难题, 我们提出了一系列切实可行的技术解决方案, 以确保改造工程的顺利进行, 并最终实现系统的升级和优化。(1) 引进先进的信号技术和设备是改造工作的核心。当前, 通信、控制、人工智能等领域的飞速发展, 为轨道交通信号系统带来了新的机遇。我们可以通过引入无线通信技术、高性能计算机控制技术和先进的人工智能算法, 提升信号系统的数据处理能力、控制精度和智能化水平。例如, 利用5G通信技术, 可以实现实时、高速的数据传输, 为列车的精确控制和调度提供有力支持。(2) 针对各子系统的设计和配置问题, 我们提出了一体化的解决方案。在更新改造过程中, 我们需要对ATC、ATS、CI等子系统进行全面的梳理和评估, 找出存在的问题和不足。然后, 根据实际需求和特点, 对子系统进行优化设计和配置。比如, 在ATC系统中, 我们可以采用先进的定位技术和速度控制算法, 提高列车的运行精度和安全性; 在ATS系统中, 我们可以增加智能分析功能, 实现对列车运行状态的实时监控和预警^[2]。(3) 为了保证整个系统的稳定性和可靠性, 我们还需要加强系统的冗余设计和故障诊断能力。通过增加备用设备和冗余通道, 降低单一设备故障对整个系统的影响; 同时, 利用故障诊断技术, 实现对设备状态的实时监控和预测, 及时发现并处理潜在的问题。(4) 调试和测试工作是确保改造后系统正常运行的关键步骤。我们需要制定详细的调试方案和测试计划, 对系统进行全面的性能测试、接口测试和系统集成测试。通过这些测试, 验证系统的功能和性能是否达到预期要求, 确保系统的安全性和可靠性。

3.2 运营优化策略

在信号系统更新改造的过程中, 优化运营策略是确保改造顺利进行并减少对乘客影响的关键环节。因此, 我们需要从多个方面出发, 制定全面而细致的运营优化策略。(1) 合理安排施工时间是至关重要的。我们应避免在高峰时段进行施工活动, 尤其是在上下班通勤高峰或节假日出行高峰期间。相反, 我们应选择运营低谷期或夜间时段进行施工, 以减少对乘客出行的影响。这不仅能够保障乘客的正常出行, 还能够为施工单位提供更多的施工时间和空间。(2) 提前进行运营模式调整也是必要的。在信号系统更新改造前, 我们需要对现有运营模式进行全面评估和分析, 找出存在的问题和改进的

空间。这可能涉及到列车运行图的调整、班次的优化以及服务质量的提升等多个方面。通过提前进行运营模式调整,我们可以确保新的信号系统在改造完成后能够更好地适应运营需求,提高轨道交通的服务质量和运营效率。(3)提升乘客体验和满意度也是非常重要的。在改造过程中,我们需要加强与乘客的沟通和宣传,及时向乘客发布改造信息和施工计划,让他们了解改造情况并做好出行规划。同时,我们还应提供便捷的乘客服务措施,如增加临时售票点、提供咨询服务等,以减少乘客的不便和不满。通过这些措施,我们可以增强乘客的信任和理解,确保他们在改造过程中仍然能够享受到高品质的轨道交通服务^[3]。(4)需要加强与运营商的沟通协调。运营商是轨道交通服务的直接提供者,他们对运营情况和需求有着深入的了解。因此,我们应与运营商保持紧密的合作关系,共同制定和执行运营优化策略。通过加强沟通协调,我们可以确保改造过程中的运营调整得到顺利实施,并及时解决可能出现的问题和挑战。

3.3 风险规避措施

在信号系统更新改造的过程中,风险规避措施的制定与实施至关重要。这不仅关系到改造工程的成功与否,更直接关系到轨道交通的安全与稳定运行。为此,我们需要从多方面入手,制定全面而有效的风险规避策略。(1)加强施工人员培训是降低风险的关键。施工人员是改造工程的直接执行者,他们的安全意识和操作技能直接影响到工程质量与安全。因此,我们必须对施工人员进行系统的培训和教育,确保他们熟悉并遵循安全操作规程,提高安全意识和应对突发情况的能力。同时,建立严格的施工人员管理制度和考核机制,对施工人员的培训成果进行定期评估,确保他们具备胜任工作的能力。(2)完善施工方案是降低风险的另一重要措施。在制定施工方案时,我们应充分考虑各种可能的风险因素,如设备故障、施工延期、技术难题等,并制定相应的预防措施和应急预案。此外,还应加强对施工过

程的监控和管理,确保施工活动能够按照规定的要求和标准进行,及时发现并解决潜在的安全风险^[4]。(3)建立风险预警机制是确保改造顺利进行的重要手段。通过对信号系统的实时监测和分析,我们能够及时发现潜在的风险因素,如设备异常、信号干扰等,从而采取相应的应对措施,避免事故的发生或减小事故的影响。为此,我们需要建立完善的风险预警系统,并与相关方保持紧密的沟通与协调,共同应对可能出现的风险和挑战。(4)注重与各方的信息共享和沟通协调。这包括与设计单位、建设部门、施工单位等各方保持密切的联系和沟通,及时了解并解决改造过程中出现的问题和挑战。通过加强信息共享和沟通协调,我们能够更好地发挥各方的优势,共同推动改造工程的顺利进行。

结束语

综上所述,我们对城市轨道交通信号系统更新改造的难点有了更为清晰的认识,同时也提出了一系列具有针对性的解决方案。然而,我们必须意识到,每一个城市都有其独特的交通状况和发展需求,因此在信号系统更新改造的过程中,应充分结合实际情况,灵活应用这些方案。展望未来,我们期待通过不断的技术创新和管理优化,推动城市轨道交通信号系统实现更为安全、高效和智能的运行,为城市居民的出行提供更加便捷和舒适的服务。

参考文献

- [1]张伟.城市轨道交通信号系统更新改造的挑战与对策[J].都市轨道交通,2022,35(1):102-107.
- [2]王强.基于物联网技术的城市轨道交通信号系统更新研究[J].铁道科学与工程学报,2021,18(4):113-114.
- [3]陈晨.城市轨道交通信号系统更新改造中的新技术应用[J].城市轨道交通研究,2023,26(2):70-75.
- [4]张明锐.城市轨道交通信号系统更新改造技术研究[J].铁道通信信号,2022,58(04):1-6.