

智慧轨道交通全自动运营管理中的风险评估与应对机制

王盛泽

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：随着城市化进程的加速和科技的飞速发展，智慧轨道交通全自动运营成为城市交通发展的重要趋势。然而，全自动运营模式下，轨道交通系统面临着更为复杂的风险挑战。本文深入探讨了智慧轨道交通全自动运营管理的内涵，系统分析了其面临的风险类型，并提出了针对性的风险评估方法和应对机制。通过加强设备维护、提升员工技能、建立预警系统、优化运营流程、实施严格管理规定以及建立应急响应团队等措施，旨在保障智慧轨道交通全自动运营的安全与高效，为城市交通的可持续发展提供有力支撑。

关键词：智慧轨道交通；全自动运营；风险评估；应对机制

1 智慧轨道交通全自动运营管理概述

1.1 智慧轨道交通的定义

智慧轨道交通是运用物联网、大数据、云计算、人工智能等现代信息技术，对轨道交通系统的规划、建设、运营、维护等各个环节进行智能化改造和升级，实现轨道交通系统的自动化、智能化、高效化和安全化运行。它不仅包括列车运行的自动化控制，还涵盖了乘客服务、设备管理、安全保障等多个方面的智能化应用。智慧轨道交通的出现，极大地提高了轨道交通的运输效率和服务质量，为城市居民提供了更加便捷、舒适的出行体验。

1.2 全自动运营管理的内涵

全自动运营管理是指轨道交通系统在无需人工直接干预的情况下，能够实现列车的自动运行、自动调度、自动监控、自动维护等一系列运营管理功能。它通过先进的控制系统和通信技术，将列车、轨道、信号、供电等各个子系统紧密集成，形成一个有机的整体，实现轨道交通系统的高度自动化和智能化运行。全自动运营管理具有运行效率高、安全性好、可靠性高、成本低等优点，是未来轨道交通运营发展的主要方向^[1]。

2 智慧轨道交通全自动运营管理的风险评估

2.1 风险识别与分类

在智慧轨道交通全自动运营管理中，风险识别是风险评估的基础。通过对轨道交通系统的全面分析，可以识别出可能影响系统安全运行的各种风险因素。这些风险因素可以按照不同的分类方式进行划分：（1）技术风险：包括列车控制系统故障、通信系统故障、供电系统故障、信号系统故障等。这些故障可能导致列车运行异常、信号显示错误、供电中断等问题，严重影响轨道交通系统的安全运行。（2）设备风险：涉及轨道、车辆、

信号设备、供电设备等硬件设施的老化、损坏、故障等。设备风险可能导致列车脱轨、碰撞、设备起火等严重事故。（3）人员风险：主要包括操作人员失误、维护人员疏忽、乘客违规行为等。人员风险可能引发列车运行事故、设备损坏、人员伤亡等问题。（4）环境风险：涵盖自然灾害（如地震、洪水、台风等）、恶劣天气（如暴雨、暴雪、大雾等）、周边环境变化（如建筑施工、地下管线迁移等）等。环境风险可能对轨道交通系统的设施造成破坏，影响列车的正常运行。（5）管理风险：包括运营管理制度不完善、安全管理体系不健全、应急预案不科学等。管理风险可能导致对风险的防控不力，在事故发生时无法及时有效地进行应对和处理。

2.2 风险评估方法

为了准确评估智慧轨道交通全自动运营管理中的风险程度，需要采用科学合理的风险评估方法。常用的风险评估方法包括：（1）定性评估方法：如专家评估法、安全检查表法、预先危险性分析法等。这些方法主要依靠专家的经验 and 知识，对风险因素进行主观判断和分析，确定风险的等级和可能性。定性评估方法简单易行，但评估结果具有一定的主观性。（2）定量评估方法：如故障树分析法、事件树分析法、蒙特卡洛模拟法等。这些方法通过建立数学模型，对风险因素进行量化分析，计算风险发生的概率和可能造成的损失。定量评估方法结果较为客观准确，但对数据的要求较高，计算过程较为复杂。（3）半定量评估方法：如层次分析法、模糊综合评价法等。这些方法结合了定性和定量评估的特点，将风险因素进行分层分析，通过建立评价指标体系和权重分配，对风险进行综合评价。半定量评估方法既考虑了专家的经验判断，又具有一定的量化分析，评估结果相对较为合理。

2.3 风险量化与分析

在采用合适的风险评估方法对风险因素进行评估后,需要对风险进行量化和分析。风险量化主要是确定风险发生的概率和可能造成的损失程度,通常用风险值来表示。风险值可以通过将风险发生的概率与可能造成的损失相乘得到。通过对不同风险因素的风险值进行计算和比较,可以确定风险的优先级和重点防控对象。风险分析则是对风险产生的原因、影响范围、发展趋势等进行深入分析,找出风险的根源和薄弱环节,为制定针对性的应对措施提供依据^[2]。

3 智慧轨道交通全自动运营管理的应对机制

3.1 加强设备维护与检修

智慧轨道交通全自动运营管理的应对机制中,设备维护与检修至关重要。为降低设备风险,首先需建立完善的设备维护管理制度,明确维护责任与计划,涵盖日常维护、定期维护和专项维护,确保设备正常运行。同时,引入先进维护技术,如物联网实时监测和数据分析,结合机器人、无人机等自动化工具,提高维护效率与质量,及时发现并预测设备故障。此外,加强备品备件管理亦不可或缺,建立充足可靠的备品备件库,根据维护计划和故障频率制定采购与库存管理策略,确保设备维护与维修不受备品备件短缺影响。严格管理备品备件的入库、出库、存储环节,保障其质量和可追溯性,为智慧轨道交通全自动运营提供坚实保障。

3.2 提升员工操作技能与应急处理能力

在智慧轨道交通全自动运营管理体系中,车站工作人员作为直接面向乘客服务与现场应急处置的核心群体,其操作技能与应急处理能力需通过"岗位差异化+场景沉浸式+绩效联动化"的培训机制全面提升:针对站务员、行车值班员、客运值班员等关键岗位,需构建分层培训体系——站务员重点强化智能票务系统故障排除、垂直电梯紧急制动、站台门手动解锁等设备实操能力,通过VR模拟乘客卡票、扶梯逆行等高频场景,训练"隔离设备-疏散引导-上报信息"标准化处置流程;行车值班员需掌握综合监控系统(ISCs)与各子系统联动操作,利用数字孪生平台开展火灾报警时BAS排烟、PIS疏散指引、AFC闸机释放的协同演练,同步提升信号系统降级模式下的行车组织研判能力;客运值班员则侧重智能安检机图像识别、自动售票机卡币处理等设备维护技能,结合沙盘推演训练"三级客流控制"(站厅→站台→出入口)的启动条件与分流策略;所有岗位均需参与季度综合应急演练,模拟列车脱轨叠加停电、地震引发结构损伤等复杂场景,通过"双盲"演练检验应急预案可行性,演

练后运用大数据分析工具评估响应时效、指令传达准确率等指标,针对薄弱环节开展专项强化训练;同时将设备操作合规率、应急演练达标率、乘客投诉处理满意度等纳入绩效考核,与职级晋升、奖金分配挂钩,对连续三次考核不合格者实施待岗培训,对在突发事件中表现突出的员工授予"安全标兵"称号并给予物质奖励,形成"培训-考核-激励"闭环管理机制,确保车站团队具备全场景风险应对能力。

3.3 建立风险预警系统

建立风险预警系统可以及时发现潜在的风险,为运营管理者提供预警信息,以便采取相应的措施进行防范和控制。风险预警系统主要由数据采集、数据分析、预警发布等部分组成。第一,要构建全面的数据采集网络。通过传感器、监控设备、信息系统等,实时采集轨道交通系统的各类数据,如列车运行数据、设备状态数据、客流量数据、环境数据等。这些数据是风险预警的基础,必须确保数据的准确性、实时性和完整性。第二,要采用先进的数据分析技术。利用大数据分析、人工智能等技术对采集到的数据进行分析处理,建立风险预警模型。通过对历史数据的分析,找出风险发生的规律和特征,预测未来可能出现的风险。例如,通过分析客流量数据的变化趋势,可以预测高峰期的客流压力,提前采取限流、增开列车等措施;通过分析设备运行数据,可以预测设备的故障风险,及时安排维护^[3]。第三,要建立完善的预警发布机制。当风险预警系统发现潜在风险时,能够及时发出预警信息。预警信息可以通过多种渠道发布,如调度中心的监控屏幕、员工的手机APP、车站的广播系统、显示屏等,确保相关人员能够及时收到预警信息。同时,要明确预警信息的响应流程和责任分工,确保在收到预警信息后能够迅速采取措施进行处理。

3.4 优化换乘衔接与调度协同机制

优化换乘衔接与调度协同机制是提升智慧轨道交通全自动运营效率与乘客满意度的关键环节,尤其在构建与城市公交一体化的综合交通体系中显得尤为重要。需强化轨道交通与公交之间的无缝换乘设计,这包括在轨道交通站点周边合理规划公交站点布局,确保公交站点与轨道交通出入口的近距离衔接,便于乘客快速换乘。利用智能调度系统实时分析轨道交通与公交的客流数据,动态调整公交发车间隔,确保在轨道交通高峰时段,公交能够提供充足的接驳运力,有效缓解轨道交通站点的客流压力;建立统一的交通信息平台,整合轨道交通与公交的实时运营信息,如列车到站时间、公交到

站预报、换乘指引等,通过手机APP、车站显示屏等多种渠道向乘客提供,提升乘客的出行便利性和满意度。此外,还可以探索利用大数据分析技术,为乘客提供个性化的出行建议,如最优换乘路径、预计出行时间等,进一步提升乘客的出行体验。轨道交通与公交的调度中心应建立紧密的协同机制,共享客流预测、道路状况、突发事件等信息,以便在特殊情况下能够迅速调整运营计划,共同应对。例如,在轨道交通线路因故中断时,公交调度中心能够立即启动应急预案,调配公交车辆进行临时接驳,确保乘客的出行不受影响。双方还应定期组织联合应急演练,提升应对突发事件的整体协同能力和响应速度。在轨道交通站点内,合理设置换乘导向标识、无障碍设施等,确保乘客能够便捷、安全地完成换乘。还应加强对换乘区域的日常管理和维护,保持环境整洁、秩序井然,为乘客提供良好的换乘体验。

3.5 实施严格的安全管理规定与标准

安全管理规定与标准是保障智慧轨道交通全自动运营安全的重要依据。要建立健全安全管理制度体系,明确各部门和人员的安全管理职责,制定完善的安全操作规程和应急预案,确保安全管理工作的规范化和制度化。同时,要加强对安全管理规定与标准的执行和监督,严格按照规定和标准进行运营管理,对违反规定的行为进行严肃处理。例如,列车驾驶员需通过严格的培训和考核,取得驾驶证后方可执行驾驶任务;设备维护人员需掌握先进的维护技术,确保设备处于良好状态;调度指挥人员则需具备高度的责任心和决策能力,以应对各类突发事件;车站工作人员则需熟悉车站布局、乘客服务流程以及应急处置措施,为乘客提供安全、便捷的服务。另外,为不断适应轨道交通系统的发展需求,还需定期对安全管理制度进行评估和修订。通过收集和分析运营数据、事故案例以及乘客反馈等信息,及时发现并纠正制度中的不足之处,不断完善安全管理体系,确保智慧轨道交通全自动运营的安全性和可靠性。

3.6 建立应急响应团队与资源调配机制

建立应急响应团队和资源调配机制是应对突发事件

的重要保障。应急响应团队应由专业的技术人员、管理人员和救援人员组成,具备快速响应、协同作战和有效处置突发事件的能力。要定期组织应急响应团队进行培训和演练,提高团队的应急处理能力和实战水平^[4]。同时,要建立完善的资源调配机制,确保在突发事件发生时,能够及时调配所需的人力、物力和财力资源,为应急处置工作提供有力支持。例如,要储备必要的应急救援设备和物资,如专用救援工具、通讯设备、临时照明系统、安全防护装备以及必要的食品和水等。这些设备和物资需定期进行检查和维护,确保其处于良好状态,随时可用。通过与政府签订应急协作协议,明确各方在突发事件中的职责和任务,实现信息共享、资源互补和协同作战。这种联动机制能够极大地提高应对突发事件的整体能力,确保智慧轨道交通全自动运营的安全与稳定。

结束语

综上所述,智慧轨道交通全自动运营管理的风险评估与应对机制是确保轨道交通安全高效运行的关键。通过科学的风险评估方法和全面的应对机制,可以有效识别和防控各类风险,保障乘客的出行安全和服务质量。未来,随着技术的不断进步和管理水平的持续提升,智慧轨道交通全自动运营将向着更加智能化、高效化和安全化的方向发展。同时,也需要持续关注新出现的风险因素,不断完善和优化风险评估与应对机制,为城市轨道交通的可持续发展提供有力保障。

参考文献

- [1]华龙,刘雪娇,齐冲.城市轨道交通运营安全管理问题与优化策略分析[J].运输经理世界,2023(36):11-13.
- [2]李文宇,曹锐,吴洪根.城市轨道交通运营应急公交接驳组织方案与效果评价研究[J].物流工程与管理,2023,45(12):88-91+106.
- [3]张振华.城市轨道交通全自动运行线路运营安全风险分级管控[J].城市轨道交通研究,2023,26(02):23-27.
- [4]贾佳.探讨城市轨道交通网络运营安全风险评估理论与方法[J].科技风,2020,No.418(14):224+226.