

轨道交通运营安全风险评估与隐患分级管理研究

刘 鸽

重庆轨道交通运营有限公司 重庆 401120

摘 要: 本文聚焦轨道交通运营安全, 深入探讨其风险评估与隐患分级管理。首先概述轨道交通运营安全风险, 接着对其进行详细分类, 包括人为、设备设施、环境和管理因素风险。随后阐述风险评估方法, 涵盖基本流程与常用评估技术。最后提出优化建议, 从技术创新与应用、管理机制与政策、人员培训与文化建设等方面入手, 旨在提升轨道交通运营安全管理水平, 保障运营安全与稳定。

关键词: 轨道交通; 运营安全; 风险评估; 隐患分级管理

1 轨道交通运营安全风险概述

轨道交通运营安全风险是指在轨道交通运营过程中, 由于各种不确定因素的作用, 可能导致人员伤亡、财产损失、运营中断或环境破坏等不良后果的可能性及其损失程度的组合。它贯穿于轨道交通运营的全流程, 涉及车站、列车、轨道、调度等多个环节。与其他行业相比, 轨道交通运营安全风险具有特殊性。一方面, 其影响范围广, 一旦发生安全事故, 可能涉及大量乘客, 对社会秩序造成严重冲击; 另一方面, 风险因素复杂多样, 且各因素之间相互关联, 某一环节的风险可能引发连锁反应, 扩大事故影响。另外, 轨道交通运营具有连续性和高发性的特点, 长期、高频的运营使得风险发生的概率相对较高, 需要持续关注和管理^[1]。随着城市化进程的加快, 轨道交通网络不断扩展, 客流量持续增长, 新的风险因素不断涌现, 如新型设备的引入、复杂运营环境的变化等, 这对轨道交通运营安全风险评估与管理提出了更高的要求。准确识别和评估这些风险, 实现隐患的分级管理, 是保障轨道交通可持续发展的重要前提。

2 轨道交通运营安全风险分类

2.1 人为因素风险

人为因素风险是指由于人员的行为失误、操作不当或安全意识不足等导致的安全风险, 主要涉及运营人员、维修人员和乘客三类群体。运营人员的风险主要体现在行车组织和站务管理中, 例如, 列车司机在驾驶过程中出现注意力不集中、误操作列车设备等情况, 可能导致列车超速、冒进或追尾; 站务人员在客流组织时, 若未能及时引导乘客、维护秩序, 可能引发拥挤踩踏等事故。维修人员的风险多源于作业过程中的不规范操作, 如在设备检修时未严格遵守安全规程, 可能导致触电、机械伤害等意外, 同时也可能因维修不到位留下设备隐患, 影响后续运营安全。部分乘客可能存在翻越站

台门、携带违禁品进站、在列车内吸烟等行为, 极易引发安全事故; 而乘客在乘车过程中突发疾病, 若未能得到及时救助, 也可能造成不良后果。

2.2 设备设施风险

轨道交通的设备设施包括车辆、轨道、信号、通信、供电、机电等多个系统, 这些设备设施的正常运行是保障轨道交通运营安全的基础。设备设施老化是常见的风险因素, 随着使用时间的增长, 设备的性能会逐渐下降, 出现磨损、腐蚀、疲劳等问题, 增加故障发生的概率。例如, 轨道的磨损可能导致列车行驶不稳定, 信号系统的故障可能引发列车运行秩序混乱。设备设施的设计缺陷也可能带来安全隐患, 如果在设计阶段没有充分考虑安全因素, 可能导致设备在实际运行中出现安全隐患^[2]。设备设施的维护保养不到位也会影响其安全性能, 如未及时更换磨损的部件、未定期进行设备检测等, 都可能引发设备故障。

2.3 环境因素风险

自然环境和社会环境都会对轨道交通运营安全产生影响。自然环境方面, 恶劣的天气条件如暴雨、大风、暴雪、地震等可能对轨道交通的设备和设施造成损坏, 影响列车的正常运行。例如, 暴雨可能导致轨道积水, 影响列车的制动性能; 大风可能吹倒车站的广告牌等设施, 危及乘客安全。社会环境方面, 城市的发展和变化可能对轨道交通运营带来影响, 如周边建筑施工可能破坏轨道交通的地下结构, 影响轨道的稳定性; 人员密集区域的突发事件如恐怖袭击、群体性事件等也可能波及轨道交通, 造成运营中断和人员伤亡。

2.4 管理因素风险

科学合理的管理是保障轨道交通运营安全的重要保障。安全管理制度不完善是常见的管理风险, 如果缺乏明确的安全管理职责、操作规程和应急预案等, 可能

导致安全管理工作的混乱和无序。安全监管不到位也会影响运营安全，监管部门若不能及时发现和纠正安全隐患，将使风险得不到有效控制。安全投入不足也会制约轨道交通的安全发展，如缺乏资金用于设备更新改造、安全培训等，会降低轨道交通的安全保障能力。同时，不同部门之间的协调配合不畅也可能影响运营安全，例如在突发事件发生时，各部门若不能及时沟通、协同作战，会延误救援时机，加重事故后果。

3 轨道交通运营安全风险评估方法

3.1 风险评估的基本流程

3.1.1 风险识别

风险识别是风险评估的第一步，其目的是找出轨道交通运营过程中可能存在的各种风险因素。可以通过多种方法进行风险识别，如查阅历史事故资料、现场调查、专家咨询、头脑风暴法等。通过对轨道交通的各个系统、环节和运营场景进行全面分析，识别出可能导致事故发生风险源，并将其进行分类整理，形成风险清单。例如，在车辆系统中，可能识别出制动系统故障、电气系统短路等风险；在运营场景中，可能识别出高峰时段乘客拥挤、恶劣天气运营等风险^[3]。

3.1.2 风险分析

在风险等级评估中，采用风险矩阵表法。针对各个风险点位，依据风险事件发生的可能性（划分为极高、高、中等、低、极低五个等级）以及后果的严重程度（分为特别严重、严重、较严重、不严重四个等级）的组合情况，将风险划分为重大、较大、一般、较小四个等级。对于风险点发生的可能性，采用定性定量相结合的方法进行综合判断。判断时需考虑多方面因素，如上一年度风险产生的不良后果、致险因素以及情形/原因（A1~An）的发生频次或指标偏离程度等，并详细描述“某个或某些情形/原因引发/造成致险因素（B），进而可能导致风险后果C”的具体情况，在此基础上确定可能性的评判标准。如表1风险矩阵表

表1 风险矩阵表

后果严重度可能性	不严重	较严重	严重	特别严重
极高	一般	较大	重大	重大
高	一般	较大	较大	重大
中等	较小	一般	较大	重大
低	较小	一般	一般	较大
极低	较小	较小	一般	一般

3.1.3 风险评价

风险评价依据交通运输部最新指导原则，综合考量轨道交通运营安全风险因素，确保实用性与前瞻性。依

据《城市轨道交通运营安全风险评估管理办法》，以发生可能性与后果严重程度为核心指标，结合运营特点划分评价维度。采用细化后的风险矩阵法确定位置，确定风险等级。同时，考虑风险时效性，预测未来风险趋势。评价结果需向企业、监管部门及公众公开，接受监督，推动管理透明化。基于评价结果，制定风险管理措施和隐患治理计划，确保轨道交通运营安全。此过程旨在科学、全面评估风险，为安全管理提供坚实依据。

3.2 常用风险评估技术

3.2.1 定性评估方法

（1）安全检查表：安全检查表是一种常用的定性评估方法，它根据相关的法规、标准和规范，制定详细的检查项目和检查标准，然后对轨道交通的设备设施、操作流程、管理措施等进行逐项检查，判断是否存在安全隐患。安全检查表具有简单易懂、操作方便的特点，能够全面、系统地检查轨道交通的各个方面，但检查结果受检查人员的经验和主观因素影响较大。

（2）专家打分法：专家打分法是邀请相关领域的专家，根据他们的经验和判断，对轨道交通运营安全风险因素的发生可能性和后果严重程度进行打分，然后根据打分结果进行风险评价。专家打分法能够充分利用专家的专业知识和经验，但打分结果也具有一定的主观性。为了提高打分的准确性和可靠性，可以邀请多位专家进行打分，然后取平均值作为最终结果。

3.2.2 定量评估方法

（1）故障树分析：故障树分析是一种基于逻辑演绎的定量评估方法，它以事故为顶事件，通过分析导致事故发生的各种直接和间接因素，构建故障树模型。然后运用布尔代数等方法，计算顶事件发生的概率。故障树分析能够清晰地展示事故发生的因果关系，找出系统的薄弱环节，但构建故障树模型需要专业的知识和技能，且计算过程较为复杂。

（2）事件树分析：事件树分析是一种基于概率论的定量评估方法，它从一个初始事件出发，分析该事件可能引发的后续事件及其发展过程，构建事件树模型。然后根据各事件的发生概率，计算不同发展路径的概率和后果。事件树分析能够考虑事件发展的多种可能性，评估不同应急措施的效果，但需要准确的事件发生概率数据。

（3）层次分析法：层次分析法是一种将定性分析与定量分析相结合的多准则决策方法，它将复杂的问题分解为多个层次，然后通过两两比较确定各层次的相对重要性，最后计算出各风险因素的权重。层次分析法能够综合考虑多个因素对风险的影响，但判断矩阵的构建具

有一定的主观性。

3.2.3 综合评估方法

综合评估方法是结合定性与定量方法的优点,对轨道交通运营安全风险进行全面、准确的评估。例如,可以先采用安全检查表或专家打分法进行定性评估,识别出主要的风险因素,然后运用故障树分析、事件树分析或层次分析法等定量评估方法,对主要风险因素进行深入分析和计算,确定其风险等级。综合评估方法能够克服单一评估方法的局限性,提高风险评估的准确性和可靠性。

4 轨道交通运营安全风险评估与隐患分级管理的优化建议

4.1 技术创新与应用

引入先进的监测技术:利用物联网、大数据、人工智能等先进技术,建立轨道交通运营安全实时监测系统。通过在设备设施上安装传感器,实时采集设备的运行状态数据,如温度、压力、振动等,并利用大数据分析技术对数据进行挖掘和分析,及时发现设备的异常情况和潜在隐患^[5]。例如,通过对轨道的振动数据进行实时监测和分析,可以提前发现轨道的磨损和变形问题,及时进行维修和更换;开发智能评估软件:研发专门针对轨道交通运营安全风险评估的智能软件,将各种风险评估方法和模型集成到软件中,实现风险评估的自动化和智能化。智能评估软件可以根据输入的数据自动进行风险识别、分析和评价,并生成详细的风险评估报告,为安全管理人员提供决策支持。同时,软件还可以具备隐患分级管理功能,根据风险评估结果自动对隐患进行分级,并制定相应的治理措施和计划^[4]。

4.2 管理机制与政策建议

4.2.1 完善安全管理制度:建立健全轨道交通运营安全管理制度体系,明确各部门和岗位的安全管理职责,制定完善的操作规程和应急预案。加强对安全管理制度的执行和监督,确保各项制度能够得到有效落实。例如,建立安全检查制度,定期对轨道交通的设备设施、运营场所等进行安全检查,及时发现和消除安全隐患。

4.2.2 加强安全监管力度:政府相关部门应加强对轨道交通运营安全的监管,建立健全监管机制,加大对违规行为的处罚力度。加强对轨道交通企业的安全评估和考核,将安全评估结果与企业的运营资质、政府补贴等挂钩,促使企业加强安全管理。同时,建立社会监督机制,鼓励公众对轨道交通运营安全问题进行举报和监督。

4.2.3 加大安全投入:轨道交通企业应加大对安全管理的投入,包括资金、人力和物力等方面。增加安全设施设备的更新改造投入,提高设备的安全性能和可靠性;加强安全培训和教育投入,提高员工的安全意识和应急处理能力;建立安全应急救援队伍,配备必要的应急救援设备和物资,提高应对突发事件的能力。

4.3 人员培训与文化建设

制定系统的员工培训计划,定期组织员工参加安全培训和教育活动。培训内容应包括安全法规、操作规程、应急处理等方面,提高员工的安全意识和业务技能。例如,对列车司机进行定期的驾驶技能培训和应急演练,提高其在紧急情况下的应对能力;对安全管理人员进行风险管理知识和评估技术的培训,提高其安全管理水平。在企业内部培育积极向上的安全文化,营造“人人讲安全、事事为安全”的良好氛围。通过开展安全宣传活动、举办安全知识竞赛等方式,增强员工的安全责任感和使命感。将安全文化融入企业的价值观和管理理念中,使安全成为员工的自觉行为和企业的发展基石。

结束语

轨道交通运营安全风险评估与隐患分级管理对保障其安全运营至关重要,通过深入研究风险的分类与评估方法,结合技术创新、管理机制优化、政策调整、人员培训及文化建设等方面的建议,能够提升评估准确性和隐患治理效率。面对轨道交通技术的不断革新与运营环境的变化,需持续加强该领域的研究与实践,完善相关理论与方法。同时,各相关部门与企业需强化协作,携手提升轨道交通运营安全管理水平,确保轨道交通的安全、稳定、高效运营。

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,曹锬,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] 陈晓声.城市轨道交通运营安全风险管控评价及策略研究[J].运输经理世界,2023,(09):123-125.
- [4] 杜鹏,马超.城市轨道交通运营安全风险管控探究[J].人民公交,2024,(22):82-84.
- [5] 葛陟.基于效用理论的城市轨道交通运营管理优化策略[J].现代企业,2023,(12):50-52.