

# 城市轨道交通运营安全管理的关键风险因素识别与评估

杨成辉

无锡地铁运营有限公司 江苏 无锡 214000

**摘要:**城市轨道交通运营安全管理涉及众多关键风险因素,包括设备故障、人为操作失误、环境突变以及管理缺陷等。本文深入探讨了这些风险因素,并介绍了风险矩阵法、故障树分析法等评估方法,用于量化风险的概率和严重程度。通过识别与评估这些关键风险因素,可以制定针对性的预防措施,提高轨道交通系统的安全性和可靠性。本文的研究对于保障城市轨道交通的安全运营具有重要意义。

**关键词:**城市轨道交通;运营安全;风险因素识别;风险评估

## 1 城市轨道交通运营安全管理的概述

### 1.1 城市轨道交通系统的基本构成

城市轨道交通系统主要由几个基本部分构成:(1)线路与轨道。包括地铁、轻轨等不同类型的轨道线路,以及铺设在地面、高架或地下的轨道结构,是列车运行的基础。(2)车辆系统。包括列车车厢、牵引系统、制动系统、信号系统等,负责实现列车的安全、高效运行。(3)车站与枢纽。车站是乘客上下车、换乘的场所,枢纽则是连接不同线路、实现客流转移的关键节点。(4)供电与通信系统。供电系统为列车运行提供动力,通信系统则确保列车与车站、控制中心之间的信息畅通。(5)信号与控制系统。负责列车的运行调度、信号指示和自动控制,确保列车在轨道上的安全行驶。

### 1.2 城市轨道交通运营安全管理的概念

城市轨道交通运营安全管理是指通过一系列的管理措施和技术手段,确保城市轨道交通系统在日常运营过程中的安全性、稳定性和可靠性。这包括但不限于:第一,安全风险识别与防控。对轨道交通系统中的潜在风险因素进行识别、评估,并制定相应的防控措施,以降低事故发生的概率。第二,应急管理响应。建立健全的应急管理体系,制定应急预案,确保在突发事件发生时能够迅速、有效地进行应对,减少损失。第三,人员培训与考核。对轨道交通系统的运营人员、维修人员进行专业的安全培训和考核,提升其安全意识和操作技能。第四,设备设施维护与检修。定期对轨道交通系统的设备设施进行检查、维护和检修,确保其处于良好的工作状态,避免因设备故障引发安全事故<sup>[1]</sup>。第五,安全监管与检查。通过政府监管、企业内部自查等方式,对轨道交通系统的运营安全进行持续监督和检查,及时发现并纠正安全隐患。

### 2 城市轨道交通运营安全管理的关键风险因素识别

在城市轨道交通运营安全管理领域,精准而全面地

识别关键风险因素是构建安全防线的基石,对于预防和控制安全事故具有至关重要的作用。这些风险因素涉及技术、环境、人为、管理以及乘客行为等多个维度,彼此交织,共同影响着轨道交通系统的安全稳定。

#### 2.1 设备故障风险

设备故障风险是城市轨道交通运营安全管理中最为直接且频繁面对的挑战之一。列车作为轨道交通系统的核心载体,其动力、制动、信号、供电等关键系统的任何微小故障,都可能引发连锁反应,导致列车运行异常或停止,严重时甚至造成安全事故。例如,动力系统故障可能导致列车无法启动或加速,制动系统故障则可能引发列车超速或无法及时停车,信号系统故障则可能导致列车误判前方情况,发生碰撞或追尾事故。车站内的自动售票机、安检设备、电梯、照明等辅助设施设备的故障,也会给乘客带来不便,甚至构成安全隐患。

#### 2.2 自然灾害风险

自然灾害风险是城市轨道交通运营中不可预见且难以完全避免的安全挑战。地震、洪水、台风等极端天气和地质条件,都可能对轨道交通系统的基础设施造成损害,如轨道变形、隧道漏水、供电线路中断等,进而威胁到列车的安全运行。自然灾害还可能引发次生灾害,如滑坡、泥石流等,对轨道交通线路构成直接威胁。

#### 2.3 人为因素风险

人为因素风险是城市轨道交通运营安全管理中最为复杂且难以完全控制的环节。这既包括运营人员的操作失误、维修人员的疏忽大意等内部人为因素,也包括恐怖袭击、盗窃等外部恶意行为。内部人为因素可能导致设备误操作、信号误判等安全问题,外部恶意行为则可能直接威胁到乘客的生命安全和轨道交通系统的正常运行。

#### 2.4 管理漏洞风险

管理漏洞风险是指由于管理制度不完善、执行不到

位等原因导致的安全风险。这包括安全管理制度的缺失、安全监管的不到位、应急预案的不完善等。管理漏洞可能导致安全隐患无法及时发现和消除,进而引发安全事故。例如,安全管理制度的缺失可能导致员工安全意识淡薄,操作不规范;安全监管的不到位则可能导致设备维护不及时,存在故障隐患;应急预案的不完善则可能在安全事故发生时无法迅速有效地进行应对。

### 2.5 乘客行为风险

乘客行为风险是城市轨道交通运营安全管理中不可忽视的一环。乘客的不当行为,如擅自进入轨道区域、在车厢内吸烟、携带危险物品等,都可能对列车运行和乘客安全造成威胁<sup>[2]</sup>。这些行为不仅违反了轨道交通安全规定,还可能引发安全事故。例如,擅自进入轨道区域可能导致列车与乘客发生碰撞;在车厢内吸烟则可能引发火灾;携带危险物品则可能引发爆炸或中毒等严重后果。

## 3 城市轨道交通运营安全管理风险评估方法

### 3.1 风险矩阵法

风险矩阵法是一种直观且实用的风险评估工具,它将风险发生的可能性和风险的严重程度进行量化,通过构建一个二维矩阵来评估风险等级。这种方法在城市轨道交通运营安全管理中的应用,能够帮助管理者清晰地识别出哪些风险需要优先处理,哪些风险可以暂缓处理。在应用风险矩阵法时,首先需要确定风险发生的可能性(通常用概率表示)和风险的严重程度(通常用影响程度或后果表示)。可能性可以划分为几个等级,如极低、低、中等、高和极高;严重程度同样可以划分为几个等级,如轻微、一般、严重、灾难性。根据这两个维度构建一个二维矩阵,矩阵中的每个单元格对应一个风险等级,如低风险、中风险、高风险和极高风险。接下来对城市轨道交通运营中的每个潜在风险进行评估,确定其可能性和严重程度,然后在风险矩阵中找到对应的单元格,从而确定风险等级。根据风险等级,可以制定相应的风险管理措施,如对于高风险和极高风险,需要立即采取措施进行控制和消除;对于中风险,需要制定详细的监控和预防措施;对于低风险,则可以进行定期检查和评估。风险矩阵法的优点在于其直观性和易操作性,能够快速帮助管理者识别出关键风险点。该方法的缺点也较为明显,即可能性和严重程度的划分具有一定的主观性,不同评估者可能会得出不同的结论。因此在应用风险矩阵法时,需要确保评估者的专业性和客观性,以提高评估结果的准确性。

### 3.2 故障树分析法

故障树分析法是一种基于逻辑关系的系统安全分析方法,它采用树状图的形式,从系统故障出发,逐层分析导致故障发生的各种原因和事件,直到找到最基本的故障原因。这种方法在城市轨道交通运营安全管理中的应用,能够帮助管理者深入了解系统故障的内在机理,从而制定针对性的预防措施。在应用故障树分析法时,需要确定系统故障的顶事件,即需要分析的故障现象。然后从顶事件出发,逐层分析导致故障发生的各种原因和事件,将它们作为故障树的分支,并标明它们之间的逻辑关系。通过构建故障树,可以清晰地展示出系统故障的传递路径和影响因素。对故障树中的每个基本事件进行评估,确定其发生的可能性和影响程度。根据评估结果,可以计算出系统故障的发生概率,并找出关键的基本事件,即那些对系统故障影响最大的事件。针对这些关键事件,可以制定相应的预防措施,如加强设备维护、提高员工操作技能等。故障树分析法的优点在于其系统性和逻辑性,能够全面深入地分析系统故障的内在机理。该方法的缺点在于构建故障树的过程较为复杂,需要投入大量的人力和时间。对于某些复杂的系统故障,可能难以完全准确地构建出故障树。

### 3.3 层次分析法

层次分析法是一种将复杂问题分解为多个层次,通过比较和判断来确定各层次元素相对重要性的决策分析方法。在城市轨道交通运营安全管理中,层次分析法可以帮助管理者对多个风险进行排序和比较,从而确定哪些风险需要优先处理。在应用层次分析法时,要确定风险评估的目标和范围,然后将问题分解为多个层次,如目标层、准则层和方案层。目标层是最终要达到的目标,即降低城市轨道交通运营的安全风险;准则层是实现目标所依据的准则或标准,如设备故障率、乘客满意度等;方案层则是实现目标的具体措施或方案,如加强设备维护、提高员工安全意识等。通过专家打分或问卷调查等方式,收集各层次元素之间的相对重要性数据<sup>[3]</sup>。利用这些数据构建判断矩阵,并计算各元素的权重。通过比较各元素的权重,可以确定哪些风险需要优先处理。层次分析法的优点在于其灵活性和适用性,能够处理复杂的决策问题。该方法的缺点在于其主观性较强,评估结果的准确性取决于评估者的专业知识和经验。在应用层次分析法时,需要确保评估者的专业性和客观性,以提高评估结果的准确性和可靠性。

## 4 城市轨道交通运营安全管理的对策与建议

### 4.1 加强设备维护与管理

在城市轨道交通运营安全管理中,设备的安全性和

可靠性是至关重要的。因此加强设备维护与管理是确保轨道交通系统稳定运行、减少安全事故的基础。首先,应建立全面的设备维护计划,包括定期检修、预防性维护和紧急维修。通过制定详细的维护时间表和维护内容,确保所有关键设备都能得到及时、有效的维护。还应加强设备的日常巡检,及时发现并处理潜在的安全隐患。其次,应引入先进的设备管理系统,实现设备维护的信息化和智能化。通过实时监控设备的运行状态,预测设备的维护需求,提高维护工作的效率和准确性。还可以利用大数据分析技术,对设备的故障数据进行深入挖掘和分析,找出故障发生的规律和原因,为设备维护提供科学依据。最后,应加强对设备供应商的管理和合作,与设备供应商建立良好的沟通机制,及时获取设备的技术支持和维修服务,确保设备的可靠性和安全性。

#### 4.2 完善应急预案与响应机制

应急预案与响应机制是城市轨道交通运营安全管理的重要组成部分,对于应对突发事件、减少事故损失具有重要意义。应根据轨道交通系统的特点和可能发生的突发事件类型,制定详细的应急预案。预案应包括应急组织机构、应急资源、应急措施等内容,确保在突发事件发生时能够迅速、有效地进行应对。加强应急预案的培训和演练,通过定期组织培训和演练活动,提高员工的应急反应能力和实际操作技能。还可以利用虚拟现实等先进技术,模拟突发事件场景,让员工在模拟环境中进行实战演练,提高应急处理的准确性和效率。建立应急响应的评估和反馈机制,在每次应急响应结束后,对响应过程进行评估和总结,分析存在的问题和不足,提出改进措施和建议。通过不断完善应急预案和响应机制,提高轨道交通系统的应急处理能力。

#### 4.3 加强安全管理制度建设

安全管理制度是城市轨道交通运营安全管理的基石,对于规范员工行为、确保系统安全具有重要意义。应建立完善的安全管理制度体系,包括安全生产责任制、安全操作规程、安全检查制度、安全教育培训制度等,确保员工在各项工作中都能遵守安全规定,规范操作<sup>[4]</sup>。加强对安全管理制度的执行和监督,通过定期检

查、随机抽查等方式,确保各项制度得到有效执行。还应建立安全奖惩机制,对违反安全规定的员工进行处罚,对表现优秀的员工进行奖励,激励员工积极参与安全管理。加强对安全管理制度的更新和完善,随着轨道交通系统的不断发展和新技术的不断涌现,原有的安全管理制度可能无法适应新的安全需求。应定期对安全管理制度进行评估和更新,确保制度的有效性和适应性。

#### 4.4 提升员工安全意识与技能水平

员工是城市轨道交通运营安全管理的主体,员工的安全意识和技能水平直接关系到系统的安全稳定。加强员工的安全教育,通过定期组织安全培训、安全讲座等活动,提高员工对安全的认识和理解。还可以利用宣传栏、电子显示屏等媒介,宣传安全知识,营造浓厚的安全氛围。应提升员工的技能水平,通过组织技能竞赛、技能考核等活动,激励员工不断提高自己的操作技能和安全意识。还可以邀请专家进行技能培训和指导,帮助员工掌握先进的操作技术和安全知识。建立员工安全激励机制,通过设立安全奖励基金、安全先进个人评选等方式,激励员工积极参与安全管理,提高安全工作的积极性和主动性。

#### 结束语

城市轨道交通作为城市交通的重要组成部分,其运营安全直接关系到乘客的生命财产安全。通过本文的研究,深入了解了轨道交通运营安全管理的关键风险因素及其评估方法。未来,随着技术的不断进步和管理的日益完善,有信心进一步提升轨道交通的安全性,为乘客提供更加安全、便捷、高效的出行服务。

#### 参考文献

- [1]牛永强,黄松,王族等.城市轨道交通建设项目安全风险识别方法的综述研究[J].价值工程,2024,43(04):159-161.
- [2]杨瑾,张亚.城市轨道交通运营安全风险研究[J].科技与创新,2023,(08):133-135.
- [3]高健龙,车小波,王丰景.轨道交通运营安全隐患排查治理体系研究[J].智能城市,2021,7(13):127-128.
- [4]张恒业.关于城市轨道交通运营安全管理的探讨[J].中国设备工程,2021(10):26-27.