

城市轨道交通运营安全风险分级管控体系构建研究

白洪元

天津津轨轨道车辆有限公司 天津 300000

摘要:城市轨道交通运营安全风险具有隐蔽性、突发性与连锁性特征,当前行业存在分级标准不统一、管控体系碎片化、智能技术应用不足、人员防控意识薄弱等问题。本文结合轨交运营全场景,确立体系构建原则,建立量化风险评估与分级标准,搭建闭环分级管控架构。通过完善制度、技术、人员多维保障机制,辅以动态优化与应急联动策略,有效提升风险预控能力,为轨道交通安全规范化运营提供参考。

关键词:城市轨道交通;运营安全;风险分级;管控体系构建

引言:城市轨道交通是城市公共交通的核心载体,路网扩容与客流增长使其运营安全压力持续加大。轨交运营风险诱因复杂、传播迅速、社会影响广泛,传统粗放式管控模式已无法适配常态化安全管理需求。为解决风险分级不规范、管控闭环不完整等行业痛点,本文系统分析运营风险管控现状与问题,构建科学可行的分级管控体系,推动安全管理从被动处置转向主动预防,全面夯实运营安全基础。

1 城市轨道交通运营安全风险管控现状及问题分析

1.1 城市轨道交通运营安全风险概述

(1) 运营安全风险内涵:指轨道交通在常态化客运服务过程中,因人员行为偏差、设备状态劣化、环境条件突变或管理缺陷等,引发安全事故的可能性与后果的组合。风险管控核心范畴涵盖行车调度、客运组织、设备运维、应急处突等关键业务场景。(2) 运营安全风险分类:按照风险成因划分为四大类型,即人为操作风险(如司机误操作、调度失误)、设备故障风险(如信号系统失效、车辆走行部故障)、环境干扰风险(如恶劣天气、异物侵限)及制度管理风险(如规程缺失、监管缺位)^[1]。(3) 运营安全风险特征:核心特征表现为隐蔽性强(初期难以察觉)、多发性高(高频次偶发)、连锁效应显著(单点故障易引发系统性后果)、突发性突出(难以精准预测)、社会影响广泛(涉及大规模公众出行安全),为实施分级管控提供理论依据。

1.2 城市轨道交通运营安全风险管控现状

(1) 现行管控制度现状:国家层面已出台《城市轨道交通运营管理规定》等系列规章,各地结合自身实际制定配套实施细则,基本构建起覆盖运营全过程的安全管理制度体系,明确了企业主体责任与政府监管职

责。(2) 风险管控实施现状:各地运营单位普遍建立了风险辨识与评估工作机制,采用LEC法或风险矩阵法开展年度风险评估,配置专职安全管理人员,部分城市引入视频智能分析等技术辅助现场管控,整体管控框架已初步成形。(3) 风险分级应用现状:行业内普遍采用红橙黄蓝四色分级模式,将风险由高到低划分为重大、较大、一般、较低四个等级,并据此制定差异化管控策略。但在实际操作中,分级标准执行存在差异,定量化评定手段不足,分级结果对资源配置的指导作用尚未充分释放。

1.3 当前运营安全风险管控存在的核心问题

(1) 风险分级标准不规范:尚未建立全国统一的风险分级指标体系,风险等级判定依赖专家经验,主观性强,不同线路、不同企业对同一风险事件的评级结果差异明显,影响行业监管的横向可比性。(2) 风险管控体系碎片化:风险识别、评估、管控、预警、处置各环节间信息传递不畅,尚未形成完整闭环管理。风险管控责任在专业部门、线路、班组之间的划分不够清晰,管控措施执行存在真空地带。(3) 管控技术与手段滞后:现有管控手段仍以人工巡查、定期检测为主,物联网监测、大数据预警、数字孪生等智能化技术应用覆盖面有限,风险预判和动态感知能力不足,对高等级风险的精准盯控缺乏有效技术支撑。(4) 人员风险管控意识薄弱:基层运营人员对分级管控理念理解不深,差异化管控执行流于形式,日常工作中“重生产、轻安全”的惯性思维依然存在。管理层面对常态化风险管控机制建设重视不够,培训教育针对性不强,全员主动防控意识有待提升。

2 城市轨道交通运营安全风险分级管控体系构建

2.1 体系构建的原则与目标

(1) 构建原则: 遵循科学性, 依托历史事故数据、运营监测指标等量化依据开展风险分级, 确保结果客观可信; 遵循系统性, 覆盖行车组织、客运服务、设备维保、应急管理等全运营场景, 整合人员、设备、环境、管理全维度风险要素; 遵循实用性, 管控流程设计紧扣一线操作实际, 风险清单、判定标准便于现场直接应用; 遵循动态性, 建立风险定期复审与实时调整机制, 适应运营条件变化与风险演化规律。(2) 构建目标: 搭建统一规范、量化可测的风险分级标准, 形成从风险识别到整改销号的闭环管控体系, 实现风险精准识别、等级科学划分、措施差异匹配。推动风险管控从被动应对向主动预防转型, 全面提升运营安全预控能力, 有效降低安全事故总量与危害程度。

2.2 运营安全风险识别与评估

(1) 全维度风险识别: 立足人员操作维度, 覆盖司机驾驶、调度指挥、站务作业等岗位操作规程偏差风险; 立足设备运行维度, 涵盖车辆、信号、供电、线路等核心系统设备故障风险; 立足环境条件维度, 包括极端天气、地质变化、异物入侵等外部环境风险; 立足管理制度维度, 排查规程缺失、执行监督缺位等系统性风险。通过现场调研、历史数据分析、专家研讨等方式, 系统建立覆盖列车运行、车站客流组织、设备检修作业、应急处置全过程的风险隐患清单库。(2) 风险评估指标选取: 从风险发生概率(历史频率、触发条件成熟度)、事故危害程度(人员伤亡等级、直接经济损失区间)、影响范围(线路中断时长、社会舆情影响面)、可控性(应急响应时效、可采取干预措施的有效性)四大核心维度, 分层筛选量化评估指标, 形成层级清晰、可操作、量化的风险评估指标体系框架^[2]。(3) 风险量化评估: 综合运用层次分析法(AHP)确定各维度指标权重, 消除主观偏差; 采用风险矩阵法(风险值=可能性×严重性)对各风险事件进行量化评分, 依据评分结果精准判定各类风险危害程度等级, 为后续分级标准设定提供数据支撑。

2.3 运营安全风险分级标准设定

(1) 风险等级划分: 依据量化评估结果, 将城市轨道交通运营安全风险由高到低依次划分为重大风险、较大风险、一般风险、低风险四个级别。重大风险指可能造成群死群伤或全线运营瘫痪的极高等级风险, 较大风

险指可能导致多人伤亡或较长时段运营中断的高等级风险, 一般风险指影响范围局部、后果可控的中等等级风险, 低风险指影响轻微、常规处置即可消除的低等级风险。(2) 各级风险判定标准: 针对每一风险等级, 分别设定发生概率(如年发生率区间)、危害程度(如预计伤亡人数范围、直接经济损失阈值)、影响范围(如中断行车时长、受影响车站数量)的量化判定阈值, 制定标准化、可落地的分级判定规则, 最大程度压缩自由裁量空间, 保障不同线路、不同企业间分级结果的一致性。(3) 风险动态分级更新: 建立风险等级动态调整机制, 明确触发重新评级的条件, 包括设备设施更新改造、客流特征重大变化、周边环境显著变动、同类事故警示案例出现等。设定定期复审周期(如每季度开展一次全面复核), 确保风险等级始终反映运营实际状况。

2.4 分级管控体系核心架构与管控措施

(1) 体系整体架构: 构建“风险识别—量化评估—等级分级—分级管控—动态监测—隐患整改”六位一体闭环架构。风险识别负责隐患排查与清单编制; 量化评估完成风险赋值与等级初判; 等级分级执行标准比对与确认; 分级管控制定差异化措施; 动态监测实施实时跟踪预警; 隐患整改落实风险消减与效果验证。六环节环环相扣、信息互通, 形成持续改进的闭环^[3]。(2) 分级差异化管控措施: 重大风险, 实施专项管控方案, 24小时在线监测、专人专责盯控、应急预案前置, 整改前须经专家评审; 较大风险, 重点管控, 编制专项方案, 每月不少于一次专项排查, 限期消减风险; 一般风险, 常规管控, 纳入日常安全检查, 常态化巡查维护; 低风险, 基础管控, 落实日常监督与岗位操作规范, 保持风险可接受。(3) 分级管控责任体系: 企业管理层承担重大风险决策与资源保障责任, 审批重大方案与应急预案; 部门负责人承担较大及以上风险组织落实责任, 负责措施执行推进与效果核验; 一线岗位人员承担本岗位直接执行责任, 负责日常巡查、隐患上报与措施落地。建立风险管控责任清单与履职考核机制, 实现压力层层传导、权责边界清晰、失职可追溯的责任体系。

3 城市轨道交通运营安全风险分级管控体系实施保障与优化

3.1 制度保障体系建设

(1) 完善分级管控规章制度: 制定专项的运营安全风险分级管控管理办法, 以企业规章形式明确风险分级标准、评估频次、管控流程、岗位职责及考核规范, 确保风险管控各项工作有据可依、有章可循。同步配套编制风险清单管理手册、分级管控操作细则等支撑性制度

文件,构建层次分明、衔接配套的制度体系,实现分级管控工作全流程制度化、规范化。(2)建立常态化考核机制:将风险分级管控落实情况纳入部门年度安全绩效考核和岗位 KPI 考核体系,围绕风险识别覆盖率、评估及时率、隐患整改闭环率、措施执行到位率等核心指标实施量化打分。建立安全绩效浮动奖惩机制,对管控有力、成效显著的部门与个人给予专项奖励,对管控缺位、整改不力的进行问责追责,以刚性考核倒逼各级人员主动担责、履职到位。

3.2 技术保障体系建设

(1)搭建智能化风险管控平台:依托大数据分析、物联网感知、移动互联等技术,开发集风险信息采集、智能评估分级、实时监测预警、任务自动派发、隐患闭环追踪、数据可视化展示等功能于一体的综合信息化平台。平台实现风险状态动态更新与全程留痕管理,为分级决策提供精准数据支撑。(2)引入智能化监测设备:在关键设备设施(车辆转向架、信号系统、供电系统等)、重点车站(换乘站、大客流站)及线路关键区间部署状态监测传感器、客流密度视频分析仪、环境参数采集终端等智能感知设备,构建覆盖主要风险源的全天候自动监测网络,显著提升风险识别精准度和信息响应时效性,切实降低人工排查的漏检率与误判率^[4]。

3.3 人员保障体系建设

(1)开展专项技能培训:针对管理层、技术层、操作层分层设计培训方案,培训内容涵盖风险辨识基本方法、评估工具操作实务、分级标准理解与应用、差异化管控措施执行要点及典型案例剖析等。采用课堂教学、现场实操、模拟演练相结合的方式,确保员工真正掌握本岗位风险管控所需的知识与技能,持续提升全员风险管控专业素养。(2)组建专业管控团队:从安全管理、设备技术、运营调度等关键岗位选拔业务骨干,组建专业化风险管控核心团队,明确团队承担风险评估实施、等级复核判定、管控执行督导、体系运行评估与优化完善等专职职责,赋予其跨部门协调权限,为体系高效运转提供稳定的组织保障与专业人才支撑。

3.4 体系动态优化与应急联动

(1)体系动态优化机制:建立月度自查、季度评估、年度全面评审的制度运行评价机制,系统梳理管控盲区与执行短板,及时收集一线反馈意见。结合行业法规标准更新、运营场景变化、设备状态更替及典型事故案例复盘结论,动态修订风险分级标准、完善管控措施,确保体系始终保持适应性与先进性^[5]。(2)分级应急联动机制:针对不同风险等级编制差异化的应急预案体系,重大风险配套专项现场处置方案并定期组织实战演练。明确风险预警等级与应急响应级别之间的对应关系,高等级风险触发后同步启动高级别应急响应程序,规范信息报送流程、指挥调度架构与资源调配优先级,实现风险日常管控与突发事件应急处置无缝衔接、高效联动。

结束语

本文围绕城市轨道交通运营安全风险管控难点,构建了标准化、闭环化的风险分级管控体系,明确四级风险差异化管控措施,搭建全方位实施保障体系,有效弥补传统管控模式的短板。体系可实现风险精准识别、科学分级与高效治理,大幅提升运营安全管理质效。后续可结合智能技术发展与运营实际,持续优化体系标准,进一步提升轨道交通运营安全防控的科学化水平。

参考文献

- [1] 王艳辉,苏宏明.城市轨道交通运营风险分级防控体系构建与平台实现[J].中国铁道科学,2023,44(01):214-222.
- [2] 张星臣,刘仍奎.城市轨道交通运营安全双重预防机制运行效能优化研究[J].交通运输工程学报,2024,24(02):189-198.
- [3] 余晓奎,杨杰.基于风险矩阵的城轨运营安全风险分级管控方法[J].都市快轨交通,2022,35(06):112-118.
- [4] 马国忠.城市轨道交通运营安全风险管控体系短板及重构策略[J].安全与环境学报,2023,23(05):2012-2019.
- [5] 毕朝福.城市轨道交通安全风险分级管控体系运行优化策略[J].现代城市轨道交通,2024,35(05):136-140.