

城市轨道交通民防工程管理体系及信息化建设研究

杨开武

北京市轨道交通建设管理有限公司 北京 100168

摘要:城市轨道交通是现代化城市的核心基础设施,其配套民防工程兼具交通运营与国防防护双重属性,是城市防空防灾、应急救援的重要地下载体。当前我国轨道交通路网持续扩容,民防工程覆盖范围不断拓宽,但传统人工巡查、纸质台账、多部门分散管控的粗放模式,已无法适配国防动员现代化与城市安全精细化治理需求,行业普遍存在管理体系松散、权责模糊、运维薄弱、信息化滞后等问题。本文依托全生命周期管理、精细化管理、数字化治理理论,系统梳理轨道交通民防工程发展现状,剖析行业核心痛点,构建标准化闭环管理体系,探索可落地的信息化建设路径,并建立多维保障机制。研究成果可有效提升轨道交通民防工程运维质效、风险防控与应急处置能力,为城市地下空间安全治理现代化提供理论与实践参考。

关键词:城市轨道交通;民防工程;管理体系;信息化建设;安全管控

引言

在新型城镇化快速推进背景下,我国城市轨道交通进入网络化规模化发展阶段,地下轨道交通设施成为城市运行的核心支撑。依据《中华人民共和国人民防空法》相关规定,轨道交通车站、隧道、地下机房等工程需严格落实平战结合建设标准,实现同步规划、设计、施工与验收,平时服务交通运营,战时转换为人员掩蔽、物资储备、应急指挥的防护空间,是城市人防体系的关键组成部分。

轨道交通地下空间封闭性强、管线密集、人流量大、结构复杂,安全防控压力突出,洪涝、火灾、坍塌、空袭等突发事件极易引发重大安全事故。伴随国防动员体系数字化、标准化改革推进,传统分段管理、人工巡检、线下存档的模式弊端凸显,存在监管盲区多、数据更新慢、部门协同弱、应急响应滞后等问题。因此,优化重构轨道交通民防工程管理体系、推进数字化信息化转型,是筑牢城市地下安全防线、完善现代城市应急治理体系的必然举措。

1 研究意义

1.1 理论意义

目前国内学界对普通民防工程、轨道交通安全运营、地下空间数字化的研究较为成熟,但针对轨道交通民防工程这一特殊细分领域的专项系统性研究较为匮乏,尚未形成适配其平战两用、高流动性、高管控难度特性的专属理论体系^[1]。本文结合轨道交通民防工程独有特征,整合工程建设、运维养护、安全防护、数字化

管控等维度内容,构建全流程闭环管理体系,明确信息化建设核心框架,丰富了民防工程精细化、数字化治理理论体系,为行业规范修订、学术研究提供理论支撑。

1.2 实践意义

国内多数城市轨道交通民防工程长期存在权责不清、运维不规范、民防功能闲置、数字化管控不足等问题,难以充分发挥战时防护与平时应急功能^[2]。本文立足行业一线痛点,梳理管理与信息化建设短板,提出贴合轨道交通场景的优化方案与落地路径。通过数字技术赋能传统管理模式,实现工程全生命周期规范化、精细化管理,有效提升设备运维质量、灾害处置能力与战时防护水平,保障轨道交通安全稳定运行,为国内同类工程提质增效提供实践借鉴。

2 研究内容与方法

2.1 研究内容

本文核心研究内容分为四部分。第一,界定轨道交通民防工程、管理体系、信息化建设核心概念,梳理三大核心理论基础。第二,分析行业发展现状,从管理体系、运维模式、信息化水平、人才队伍、制度标准五个维度总结现存问题。第三,结合行业痛点,构建涵盖组织架构、制度规范、全生命周期运维、精细化管理、常态化应急管理的闭环管理体系。第四,明确信息化建设思路、核心模块与分步实施路径,建立制度、资金、人才、技术四维保障体系,全面提升工程现代化管理水平。

2.2 研究方法

一是文献研究法,梳理国内外民防管理、轨道交通

安全、数字化建设的政策文献与学术成果,夯实理论基础。二是归纳分析法,总结轨道交通民防工程管理现状与核心痛点,提炼体系优化与数字化建设核心要点。三是经验总结法,结合国内智慧民防建设实践,贴合轨道交通行业特性,梳理可落地、可推广的优化路径。

3 相关概念与理论基础

3.1 核心概念界定

(1)城市轨道交通民防工程:是依托地铁、市域轨道交通等地下设施,按国家人防标准同步建设的平战结合防护工程。平时承担轨道交通运营、人员疏散、设备运维等功能,战时或突发灾害时可快速转换为人员掩蔽、物资储备、应急指挥场所,具备防空袭、抗冲击、防灾救援等功能。相较于普通民防工程,其开放性强、人员流动性大、设备集成度高,管控难度与安全风险更高。

(2)民防工程管理体系:是覆盖工程全生命周期的标准化、系统化管理框架,涵盖组织架构、制度建设、施工监管、运维养护、安全管控、应急处置与考核问责等内容,核心是明确各主体权责、规范作业流程,实现工程从规划到报废的全流程闭环管理,保障平战功能稳定发挥。

(3)民防工程信息化建设:以物联网、大数据、GIS、云计算等数字技术为支撑,整合工程档案、设备数据、运维记录、风险隐患、应急资源等信息,搭建智慧管理平台,实现工程信息可视化、设备监测智能化、运维管控精细化、应急调度高效化,是提升民防工程现代化治理能力的核心手段^[3]。

3.2 理论基础

(1)全生命周期管理理论:贯穿工程规划、施工、验收、运维、改造、报废全过程,强调全要素、连续性闭环管理,可有效解决传统分段、碎片化管理弊端,杜绝重建设、轻运维的行业问题,保障工程建设质量与长期防护效能。(2)精细化管理理论:核心是细化标准、规范流程、压实责任、量化考核,精准规避粗放管理漏洞。适配轨道交通民防工程点位多、设备杂、隐患隐蔽、标准严苛的特点,实现风险精准排查、问题精准整改、责任精准落实。(3)数字化治理理论:以数据为核心治理资源,依托数字技术打破部门数据壁垒,优化管理流程,推动传统人工经验管理向智能数字化管理转型,提升管理决策的科学性与高效性。

4 行业发展现状及核心问题

当前我国轨道交通路网持续扩容,新建项目均严格落实平战结合标准,老旧线路民防设施改造稳步推进。

管理层面,各地形成人防、住建、交通、轨道运营企业多方协同的基础监管格局,配套基础运维规范。信息化层面,多地启动智慧民防试点,实现基础信息数字化录入与简易设备监测,一线城市初步完成轨道民防数据与城市智慧人防平台对接,为数字化转型奠定基础。

(1)管理体系不完善,权责划分模糊:行业存在多头管理、权责交叉、协同不畅问题,缺乏专项统筹机制。人防、住建、交通、运营企业监管职责衔接混乱,建设阶段重运营、轻防护,运维阶段无专属标准,隐患处置时易出现推诿扯皮,闭环管理难以落地。(2)全生命周期管理缺失,运维质量薄弱:行业普遍重建设、轻运维,忽视常态化养护、隐患排查与平战演练。老旧线路人防门、密闭设施、通风供电等设备老化失效问题突出,隐患长期堆积。同时平战演练频次低、形式单一,工程应急与战时转换能力不足。(3)信息化建设滞后,数字化赋能不足:多数站点仍沿用人工巡查、纸质台账模式,数据更新滞后、可追溯性差。各部门、各线路系统独立运行,数据孤岛问题突出。智能监测设备覆盖率低,无法实现设备与环境参数实时监测,风险预警依赖人工经验,难以支撑精准决策。(4)专业人才匮乏,应急处置能力不足:轨道交通民防兼具运营与防护双重属性,专业要求较高,但行业专职人才缺口大。一线运维人员普遍缺乏人防设备运维、平战转换、应急处置专业能力,实战化演练不足,难以应对复杂突发安全场景。(5)行业标准缺失,制度保障不足:国内无轨道交通民防工程专属运维与管理制度,现行规范多套用通用民防标准,适配性不足。信息化建设缺乏统一的数据采集、平台建设标准,各地建设模式杂乱、系统兼容性差,制约行业标准化数字化转型。

5 轨道交通民防工程管理体系构建

(1)搭建层级化组织管理架构,建立“政府统筹、部门监管、企业主责、专人落实”四级管理体系,设立专项统筹小组,统一协调工程建设、运维、隐患整改与信息化建设工作。明确各部门权责:人防部门负责防护审核与平战监管,住建部门负责施工质量管控,交通部门负责运营安全督查,压实运营企业主体责任,设置专职民防岗位,形成层层压实的闭环责任体系。(2)完善标准化制度规范体系,结合轨道交通工程特性,制定专属建设运维规范,统一工程验收、巡查养护、隐患整改、平战转换标准流程。建立常态化平战转换管理制度与实战演练机制,细化风险分级管控、隐患销号、考核问责制度,规范信息化数据采集、共享与保密标准,实现各项工作有章可循、有据可依。

5.1 构建全生命周期运维管理体系

构建覆盖规划、建设、验收、运维、改造、报废的全流程运维体系。规划阶段深度融合平战功能,兼顾运营与防护需求;施工阶段强化人防专项质量监管,落实第三方检测;验收阶段实行人防功能专项独立验收;运维阶段制定周期性养护计划,建立隐患排查、整改、复核、销号闭环机制;定期评估老旧工程防护能力,及时更新老化设备,规范工程报废备案流程。

5.2 健全精细化安全管控体系

按工程区位、设备状态、人流密度、运行年限划分三级风险区域,落实差异化管控措施。重点强化隧道区间、人防隔断、通风机房、应急通道等关键部位监管,杜绝违规改造、设备停用等问题。落实日巡查、周核查、月复盘机制,精准排查结构、设备、管线隐患,明确整改责任与时限,实现隐患清零。

5.3 完善常态化应急管理体系

针对火灾、洪涝、坍塌、空袭等场景编制专项预案,细化分工、物资调配与协同流程。建立应急物资常态化储备、核查、更新机制,定期开展平战转换、应急救援实战演练。搭建与城市应急、消防、人防部门的联动机制,实现险情快速上报、多方协同处置。

6 信息化建设路径

6.1 建设总体思路

坚持平战结合、统筹规划、分步落地原则,依托物联网、大数据、GIS、云计算技术,整合工程全生命周期数据,打破部门数据壁垒,搭建一体化智慧管理平台。以数据标准化为基础、智能监测为核心、闭环管控为目标,实现管理数字化、监测智能化、运维精细化、应急高效化,对接城市智慧人防与政务监管平台,融入城市公共安全治理体系。

6.2 核心功能模块

(1) 基础信息数字化模块:完成全域工程数字化建档,录入规划、施工、验收、设备、运维等基础数据,依托GIS实现工程布局、设备点位、风险区域可视化展示,建立动态数据更新机制,替代传统纸质台账,实现信息可查、可溯、可控。

(2) 智能监测预警模块:在人防门、通风供电、排水等核心设备布设智能传感器,实时监测设备运行、工程沉降、温湿度、气体浓度等参数,系统自动识别异常、分级预警、精准定位隐患并推送移动端,实现主动预判、智能预警。该模块可有效弥补人工监测滞后性缺陷,大幅提升地下工程风险前置防控能力,适配轨道交通民防工程全天候、常态化安全管控需求^[4]。

(3) 运维闭环管理模块:搭建移动端运维系统,支持线上巡查、养护、问题记录,自动生成标准化台账。系统智能分派整改任务、明确时限标准,实现隐患整改、复核、销号全流程留痕,依托大数据生成预防性养护计划,降低设备故障概率。

(4) 应急智能调度模块:整合预案、人员、物资、救援队伍数据,险情发生时自动匹配预案、推送处置流程、调度应急资源,支持多部门线上协同处置,沉淀演练与事故案例数据,持续优化应急方案。

(5) 数据统计分析模块:汇总运维、隐患、故障、演练数据,生成可视化报表,挖掘隐患高发点位、设备故障规律与管理薄弱环节,为制度优化、设备改造、风险防控提供数据支撑。

结束语

未来智慧化、精细化、一体化将成为轨道交通民防管理的主流趋势。后续可深度融合数字孪生、人工智能、大数据技术,深化平台智能应用,实现风险精准预判、应急场景仿真推演。同时持续完善跨部门数据协同共享机制,推动轨道交通民防工程全面融入城市智慧人防与应急治理体系,优化平战结合管理模式,筑牢城市地下安全防护屏障。

参考文献

- [1] 李军,张磊.国内外城市地下空间民防管理模式对比研究[J].地下空间与工程学报,2021,17(S1):45-50.
- [2] 陈阳.城市轨道交通民防工程平战结合管理研究[J].铁道工程学报,2022,39(05):89-94.
- [3] 赵明.智慧人防背景下民防工程信息化建设路径探析[J].信息技术与信息化,2023(03):201-203.
- [4] 葛怡璇.物联网技术在人防工程中的应用研究[J].工程建设与设计,2025(13):151153.