

# 地铁运营中断场景下的应急物资动态配送路径优化

王 淼

重庆轨道交通运营有限公司 重庆 400000

**【摘要】**：地铁运营中断极易造成客流滞留、应急处置迟缓等问题，实现应急物资高效动态配送，是快速恢复运营秩序、保障乘客安全的关键支撑。本文以地铁运营中断为研究背景，针对应急物资配送路径动态优化问题，结合场景不确定性、物资需求紧迫性与路网动态变化特点，构建相应的动态配送路径优化模型。通过精准描述物资需求时序变化、路网拥堵状态及配送资源约束条件，实现配送效率、配送成本与物资送达时效的多目标协同优化，为地铁运营中断后应急物资的高效调配提供科学决策依据与实践参考，进而提升地铁整体应急处置能力。

**【关键词】**：地铁运营中断；应急物资；动态配送；路径优化

DOI:10.12417/2811-0536.26.07.030

## 引言

地铁作为城市公共交通的核心载体，其运行稳定与否直接关系到城市交通秩序与市民出行安全。运营中断事件具有突发性和不确定性，往往会使应急物资需求在短时间内急剧上升，而传统静态配送路径难以适应现场动态变化，容易出现物资配送延迟，进而加剧应急处置难度。基于此，本文针对地铁运营中断场景下应急物资动态配送路径优化问题展开研究，结合实际运营中的配送痛点，阐明相关研究的现实价值与实践意义，为后续模型构建、算法设计与实证分析奠定基础，助力完善地铁应急物资配送体系，持续提升轨道交通应急处置水平。

## 1 地铁运营中断场景下应急物资动态配送路径的现存问题及成因分析

地铁运营中断时，应急物资动态配送路径存在诸多短板，各类问题相互影响，直接降低配送效率与应急处置效果。现有配送路径动态适配能力较弱，多采用静态规划模式，无法及时响应路网拥堵、线路封闭等突发情况，易出现路线冗余、通行受阻等问题，拉长物资送达时间。同时，资源调度与路径规划缺乏协同，储备点布局与配送路线匹配不合理，出现部分点位物资积压、需求点供应不足的失衡现象，且未充分考虑物资优先级，致使关键应急物资配送滞后。究其原因，主要是对中断场景动态特征把握不足，未建立适配不确定性的路径动态调整机制，缺少资源与路径一体化优化思路，难以匹配应急配送的时效性与动态性要求。

## 2 地铁运营中断场景下应急物资动态配送路径优化模型构建

(1) 模型构建前提假设：结合地铁运营中断场景

的特殊性及应急物资配送的核心诉求，明确模型构建的前提假设，为模型的科学性与合理性筑牢基础。假定地铁运营中断范围界定清晰，各需求点所需应急物资的种类、数量及需求时限，可通过应急监测系统实时捕捉，且需求的时序变化契合中断场景的演进规律。假定配送路网内，路段通行状态能够实时更新，拥堵、关停等突发情形可借助动态监测数据及时传递，配送车辆行驶速率受路网状态制约，且车辆载重量、续航能力等参数保持恒定<sup>[1]</sup>。假定应急物资储备点的物资库存量、调配效能明确可知，不存在物资短缺而无法调配的情形，配送过程中暂不考量车辆故障、物资损耗等不可控因素，重点围绕路径规划自身的动态优化展开。

(2) 模型核心参数定义与目标函数设定：明确模型所需核心参数，涵盖场景、物资、路网、配送四大类别，确保参数设置贴合实际场景且逻辑连贯统一。场景类参数包含地铁中断持续时长、需求点分布坐标；物资类参数涵盖物资优先级、单种物资单位体积及单位重量；路网类参数涉及路段长度、实时通行速率、路段通行状态；配送类参数囊括配送车辆数量、载重量及配送成本。目标函数以多目标协同优化为核心导向，兼顾配送时效性、成本经济性与物资配送合理性，将物资平均送达时长最小化、总配送成本最小化、高优先级物资送达率最大化作为核心导向，通过权重分配平衡各项目标优先级，规避单一目标优化引发的其他目标失衡问题，保障模型能够适配应急物资动态配送的核心诉求。

(3) 模型约束条件设计：结合地铁运营中断场景的实际约束与应急配送特点，构建完整严谨的模型约束体系，保证模型求解结果可行且具备实用价值。时间约束要求各需求点物资送达时间不超过应急处置临

界时限,保障配送时效性;车辆约束限定车辆载重与续航不超额定标准,车辆均由指定储备点出发并在任务完成后返回;路径约束禁止车辆进入封闭或严重拥堵路段,重复通行路段需结合实时路况动态调整;物资约束要求需求点配送量不低于实际需求,高优先级物资优先安排配送<sup>[2]</sup>。各项约束相互衔接、逻辑统一,形成完整约束框架,使模型计算结果更贴合实际应用场景,为应急配送路径优化提供可靠依据。见图1所示:

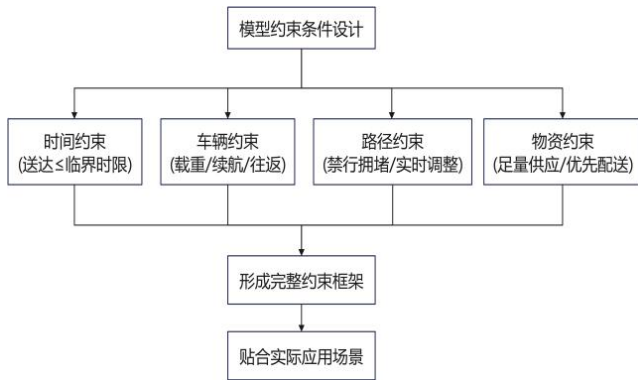


图1 模型约束条件设计流程图

### 3 地铁运营中断场景下应急物资动态配送路径优化模型验证及应用

(1) 验证场景设计与数据准备:为保障模型验证的真实度与可信性,依托地铁运营中断典型工况设计贴合现实的验证情境,选取城市骨干地铁线路某区段突发故障引发的运营停运作为验证对象,明确中断影响边界、受影响区域内应急物资需求点布局、储备点区位及路网通行特性。数据筹备紧扣场景需求,采集各需求点应急物资类型、需求量、需求时序,储备点物资保有量、调度能力,以及路网各路段基础里程、实时通行状况等关键数据,对原始数据进行归集、筛选与规范化处理,剔除异常数据,保障数据精准完备,为模型验证提供可靠支撑,确保验证情境与真实地铁运营中断场景高度契合,提升模型验证结论的应用参考价值。

(2) 模型求解与验证分析:选用与多目标优化模型相匹配的求解方式,依托验证场景的关键数据,对

所搭建的应急物资动态配送路径优化模型开展解算,获取不同情境下最优配送路线方案、配送时长、配送成本及高优先级物资配送落实情况等关键结论。验证分析围绕模型的可操作性与应用优势展开,把经优化的配送路径方案与常规静态配送方案加以对照,着重剖析二者在配送时效、成本控制及物资分配合理性方面的区别,证实模型在动态响应路网变动、协调多重优化目标方面的突出价值<sup>[3]</sup>。同时,通过变动场景参数,模拟中断时长差异、物资需求强度不同时的模型输出结果,检测模型运行的稳定程度与场景适应能力,保证模型可适配多种类型的地铁运营中断情形。

(3) 模型实际应用路径与保障措施:基于模型验证所得结论,明确其在地铁实际应急处置工作中的应用流程,结合地铁运营管理的现有流程体系,将该优化模型嵌入应急物资配送调度系统,实现需求监测、参数录入、路径解算、方案输出的全流程自动化运转,为应急调度人员提供科学且高效的决策依据。与此同时,配套制定完善的保障举措,健全应急物资监测与路网监测机制,确保模型运行所需各类数据能够实时、精准采集;强化配送人员与设备的统筹协调,提升配送方案的落地执行效能;建立模型动态迭代更新机制,依据地铁运营线路调整、应急处置需求变动等情况,及时优化模型参数与约束条件,保障模型长期适配实际应用场景,充分发挥其在应急物资动态配送路径优化中的核心效能,助力提升地铁应急处置的整体水平。

### 4 结语

本文围绕地铁运营中断场景下应急物资动态配送路径优化开展系统研究,剖析了当前配送路径存在的静态化滞后、资源匹配失衡等突出问题,构建了贴合场景实际特征的多目标优化模型,并通过场景设计、数据筹备完成模型解算与验证工作,形成了逻辑闭环、内容完整的研究体系。研究所得成果可为地铁突发运营中断事件中的物资调度工作提供科学的决策支撑,有效提升应急配送效能与应急处置水平。相关模型与方法可直接嵌入现有地铁应急管理体系,推动应急配送模式向精准化、动态化转型,为城市轨道交通应急保障体系的健全完善提供坚实支撑。

### 参考文献:

[1] 胡玉山.地铁运营突发事件应急指挥探究[J].现代城市轨道交通,2022,(S1):105-107.  
 [2] 陆嘉琪.地铁运营安全管理体系评估与优化方案设计[J].时代汽车,2025,(06):13-15.  
 [3] 路倩.地铁车站运营安全风险评估研究[D].首都经济贸易大学,2021.