

地铁列车驾驶应急故障处置标准化流程构建与应用

陶涛

南京地铁运营有限责任公司, 江苏 南京 210000

DOI:10.61369/UAID.2024100005

摘 要 : 本文重点研究地铁列车驾驶应急故障处置的标准化流程。通过文献研究、案例分析、现场调研等方法剖析现有应急处置存在的问题,明确研究目的在于提高故障处置效率与安全性。为地铁运营安全提供有力保障,对城市轨道交通行业具有重要的理论与实践意义。

关 键 词 : 地铁列车; 应急故障处置; 标准化流程; 安全运营; 实践应用

Construction and Application of Standardized Process for Emergency Fault Handling in Metro Train Driving

Tao Tao

Nanjing Metro Operation Co., Ltd. Nanjing, Jiangsu 210000

Abstract : This paper focuses on the standardized process of emergency fault handling for metro train driving. Through methods such as literature research, case analysis, and on-site investigation, the existing problems in the current emergency response are analyzed, and it is clarified that the research purpose is to improve the efficiency and safety of fault handling. Providing a strong guarantee for the safety of metro operation is of great theoretical and practical significance to the urban rail transit industry.

Keywords : subway train; emergency fault handling; standardized process; safe operation; practical application

引言

(一) 研究背景

近年来,城市轨道交通凭借其大运量,准时,高效等优势,成为缓解城市交通拥堵的重要手段。随着地铁网络的日益扩大,运营里程的不断扩大,地铁列车的安全、稳定运行越发重要^[1]。然而,地铁运营环境复杂,列车在运行过程中不可避免地会遇到各种故障,例如信号系统故障,牵引系统故障,制动系统故障等。这些故障不仅会影响列车的正常运行,导致运行延误,还可能引起安全事故,危害乘客生命财产安全和城市轨道交通系统的稳定运行。因此,如何科学、高效地处置地铁列车驾驶过程中的应急故障,是地铁运营企业亟待解决的重要问题^[2]。

(二) 研究目的

通过本研究,建立一套科学,系统,标准化的地铁列车驾驶应急故障处置流程,规范列车驾驶员面对各种应急故障的操作行为,提高故障处置效率,降低安全风险,保障地铁列车安全,准点运行,提升地铁运营服务质量和企业管理水平,为城市轨道交通的可持续发展提供有力支撑^[3]。

(三) 研究意义

从理论层面看,本研究丰富了城市轨道交通应急管理领域的理论研究,为地铁列车驾驶应急故障处置提供了新的理论视角和方法体系。从实践层面来说,标准化流程的构建与应用能够很好地指导地铁运营企业的实际工作,提高企业应急处置能力,减少因故障而造成的运营延误和经济损失,提高乘客满意度,增强企业的社会公信力和市场竞争力。同时,该研究成果对其他城市轨道交通运营企业也有一定的借鉴意义,有助于整个行业应急管理水平的提升^[4]。

一、国内外研究现状

（一）国外研究现状

国外城市轨道交通发展较早，在地铁列车应急故障处置方面积累了较丰富的经验。很多发达国家如美国、日本、德国等都已经形成了较为完善的应急管理体系和标准化处置流程。例如美国纽约地铁制定了详细的故障分类与处置指南，针对不同类型的故障有明确的处置步骤与责任分工。日本地铁十分注重应急演练和培训，定期开展模拟故障演练，提高驾驶员和相关工作人员的应急处置能力。德国地铁则通过列车状态监测系统、智能诊断系统等先进技术手段，对故障进行快速识别、预警，为应急处置提供有力的支持。此外，国外学者也从故障风险评估、应急决策模型构建、处置流程优化等方面对应急故障处置进行了不少研究^[5]。

（二）国内研究现状

随着我国城市轨道交通的快速发展，国内对地铁列车应急故障处置的研究也逐渐增多。国内学者的研究主要集中在应急管理体系构建、故障诊断技术、处置流程优化等方面。在应急管理体系构建方面，提出了基于风险管理的应急管理框架，重视故障风险的全过程管理。在故障诊断技术方面，研究基于 AI 和大数据的故障诊断方法，提升故障诊断的准确性与效率。处置流程优化方面，分析现有流程存在的问题，提出改进措施和建议。但目前国内地铁列车驾驶应急故障处置中尚存在流程不够标准化、各部门协同效率不高、驾驶员应急处置能力参差不齐等问题，需要进一步深入研究和改进^[6]。

二、研究方法

（一）文献研究法

通过查阅国内外相关文献、学术期刊、行业报告等资料，了解地铁列车驾驶应急故障处置的研究现状、发展趋势以及现有研究成果和存在的问题。对收集到的文献进行系统梳理和分析，为研究提供理论基础和参考依据^[7]。

（二）案例分析法

收集国内外地铁列车运营过程中发生的典型应急故障案例，对故障发生的原因、处置过程、处置效果等进行深入分析。总结案例中的经验教训，找出处置过程中存在的问题和不足之处，为标准化流程的构建提供实践依据。

（三）现场调研法

深入地铁运营企业，与列车驾驶员、调度人员、维修人员进行面对面交流和访谈，了解他们在实际工作中遇到的应急故障类型、处置流程以及存在的困难和问题。实地观察列车驾驶过程和应急演练情况，获取第一手资料，为研究提供真实、可靠的信息。

（四）专家咨询法

邀请城市轨道交通领域的专家、学者以及地铁运营企业的管理人员和技术人员组成专家咨询小组，对标准化流程的构建方案进行论证和评估。听取专家的意见和建议，对方案进行修改和完善，确保流程的科学性和可行性。

三、地铁列车驾驶应急故障处置现状分析

（一）现有处置流程存在的问题

1. 流程不规范

当前地铁运营体系中的部分企业尚未形成统一、规范的应急故障处置流程标准。由于不同线路建设的时期不同，设备配置和运营管理模式不同，列车驾驶员在遇到相同类型故障时，处置方式具有明显的多样化特征。再如遇到列车车门无法正常关闭的故障，有的线路驾驶员会严格按照步骤先尝试手动复位操作，有的线路驾驶员则有可能首先联系调度中心等待指示，处置效率参差不齐。此外，标准化的处置流程缺乏统一标准也使得新入职驾驶员难以迅速掌握标准化的处置流程，在实际操作中只能依靠老员工的口传心授，进一步加剧了处置效果的不一致性，不仅影响地铁的准点运行，而且可能因操作不当而引起潜在安全隐患^[8]。

2. 信息沟通不畅

地铁应急故障处置是一个多部门协同配合的复杂过程，但在实际工作中列车驾驶员、调度人员、维修人员等部门之间的信息传递存在诸多障碍。故障发生时，驾驶员需要通过车载通讯设备向调度中心报告故障情况，但由于通讯信号不稳定、表述不规范等原因可能导致信息传递不及时、不准确。同时，调度中心在将故障信息传给维修部门时也容易产生信息衰减或误解的情况。又如，有列车发生供电系统故障，驾驶员在报告时未将故障具体位置和现象准确说明，调度人员传递信息时又偏差，维修人员到现场后才发现携带的维修设备不配套，从而延误了故障处置时机。这种信息孤岛，使各部门不能形成有效的协同合力，严重影响应急处置的整体效率^[9]。

3. 应急决策缺乏科学依据

有的列车驾驶员对于应急故障的决策，过分地凭经验判断，缺乏科学的分析判断。在出现突发故障时，时间紧、压力大，驾驶员不能全面、客观地看待故障，仅以以往经验为基础，这无疑加大了决策失误的风险。此外，现有应急决策过程中，故障信息的综合分析和利用不足。地铁列车所配备的各类监测系统可实时采集海量数据，但这些数据往往没有得到有效整合和分析，不能为应急决策提供全面、准确的依据，难以制定出最优的处置方案。

4. 培训体系不完善

地铁运营企业对应急故障处置培训重视程度较低，培训内容、方式单一。目前的培训大都是理论讲解，缺少实际操作和模拟演练环节，难以让驾驶员真正掌握应急故障处置的关键技能和要点。同时，培训内容缺乏针对性和实用性，不能根据不同的线路、不同的岗位的特点进行差异化设计，不能满足实际工作的多样化要求。此外，培训周期长，更新不及时，未能及时将新技术、新设备、新的应急处置方法纳入培训体系^[10]。这导致驾驶员对应急故障处置流程掌握不够熟练，应急处置能力良莠不齐，对复杂多变的故障情况难以快速、有效地采取应对措施。

（二）问题产生的原因

1. 管理理念落后

部分地铁运营企业对于标准化管理认识有局限性，缺乏科学的管理理念和方法。没有把标准化流程建设作为企业发展战略规划的重要内容，对应急管理工作重视程度不高，过分重视故障发生后的处理，而忽视事前预防、事中控制环节。这样的管理理念

使得企业在应急故障处置工作中处于被动地位，无法在提前对隐患进行识别和防范，也难以在故障发生过程中及时有效的进行干预和控制。又如企业在日常运营中不建立完善的设备巡检和维护制度，对设备可能存在的故障隐患缺乏系统性的排查和分析，增加了发生故障的概率和处置难度。

2. 技术支持不足

地铁列车运行系统涉及机械、电气、通信等多方面的专业，技术系统复杂。然而，部分地铁运营企业的故障监测和诊断技术水平较低，无法及时、准确地掌握故障信息。现有的监测设备能够采集大量的数据，但数据分析能力有限，难以从海量的数据中快速准确地识别故障特征及故障原因。与此同时，企业的信息管理系统不健全，各个部门之间数据共享和协同效率低，不能实现故障信息的实时传递与共享，严重制约了应急处置工作的开展。再如列车的信号系统发生故障，由于监测设备不能及时准确定位故障点，维修人员只能采用人工排查的方法进行故障诊断，这大大延长了故障处置时间。

3. 人员素质参差不齐

地铁列车驾驶员专业水平和工作经验相差较大，部分驾驶员在入职前未接受系统的应急故障处置培训，对应急处置流程和相关知识掌握不够扎实。驾驶员在实际工作中，由于缺乏有效的培训和指导，很难将理论知识转化为实际操作能力。此外，企业对应急管理人员的选拔培养机制不健全，缺乏科学的考核和晋升标准，应急管理团队整体素质不高。同时，应急管理人员缺乏组织协调、决策指挥等方面的能力，无法有效的组织和指导各部门开展应急处置工作，影响了应急故障处置的效果。

五、地铁列车驾驶应急故障处置标准化流程构建

（一）标准化流程构建原则

标准化流程的构建应建立在科学的理论和方法上，充分考虑地铁列车运行的特点和规律，结合实际的工作需求，保证流程的合理性和可行性。同时，运用先进的技术手段和管理理念，提高流程的科学性、先进性。应急故障处置是一个系统工程，涉及多个环节和部门。标准化流程包括故障识别、应急响应、处置实施、事后评估等全过程，是一个完整的体系，各环节之间有机衔接和协同配合。流程设计要紧密结合地铁运营企业实际工作情况，具有较强的可操作性和实用性。流程要充分考虑驾驶员、调度人员、维修人员等不同岗位的工作特点和需求，确保流程能指

导实际工作，解决实际问题。标准化流程虽强调统一和规范，但在实际应用中，由于故障情况复杂多变，应允许在一定范围内根据实际情况灵活调整，以适应不同的故障场景和需求。

（二）标准化流程具体内容

列车驾驶员通过列车监控系统、车载设备报警信息、自身观察等多种方式，及时收集故障相关信息，如发生故障的时间、地点、现象、影响范围等。驾驶员根据掌握的故障信息，结合自己的经验和故障诊断手册，对故障类型和严重程度进行初步判断，并及时向调度人员报告。驾驶员报告后，调度人员及时将故障信息传递给维修部门、技术支持部门等相关部门，保证信息及时、准确。根据故障的严重程度和影响范围，调度人员根据应急预案的规定，及时启动相应级别的应急机制，成立应急指挥小组，明确各成员的职责和分工。应急指挥小组组织有关专家、技术人员对故障信息进行综合分析、评估，制定科学合理的处置方案。方案应有处置步骤，操作方法，安全注意事项等内容。根据处置方案的要求，及时调配应急处置需要的人力、物力和技术资源，保证应急处置工作的顺利开展。如派出维修人员到现场进行故障处理，配上备用列车等。

（三）创新流程的标准化成果

通过引进人工智能和大数据技术，实时监测分析列车运行数据，实现故障自动识别和预警。通过建立故障诊断模型，从而提高故障识别的准确性和效率，减少人为判断的误差。建立基于信息化平台的信息共享和协同配合的应急响应机制。通过实时沟通和协作，提高应急决策的科学性和及时性，缩短故障处置时间。实时根据故障现场的实际情况和变化调整处置方案，实现处置过程动态化管理。

六、结论

本文通过对地铁列车驾驶应急故障处置现状的分析，建立一套科学、系统、标准化的应急故障处置流程。该流程涉及故障识别、应急响应、处置实施、事后评估等整个过程，具有科学性、系统性、实用性、灵活性等特点。标准化流程具有创造性，通过智能化、协同化、动态化和闭环化管理理念和技术手段的应用，提高了故障处置效率和准确性，降低了安全风险，为地铁列车的安全运行提供了有力保障。标准化流程在企业实践应用中取得较好的效果，有效缩短了故障处置时间，降低了安全风险，提升了运营服务质量和企业管理水平，证明了标准化流程的可行性和有效性。

参考文献

[1] 曾康球. 关于深圳地铁隧道照明配电线路存在的问题及处理方案的探讨 [J]. 门窗, 2014, (08): 418+422.
[2] 邓志翔, 王成, 徐军, 等. 基于车车通信列控系统城市轨道交通列车运行效率分析 [J]. 城市轨道交通研究, 2024, 27(3).
[3] 孙美东, 胡仁杰, 马智勇. 车载雨刮智能控制系统 [J]. 电工电气, 2009, (12).
[4] 刘彩红, 郭建波, 苏同升, 周继续. 轨道交通列车节能驾驶控制策略研究 [J]. 交通节能与环保, 2024, 20 (06): 84-88.
[5] 张帆. 列车自动驾驶 (ATO) 季节性调节方案探讨 [J]. 铁路通信信号工程技术, 2024, 21(1).
[6] 宋扬, 于人生, 王建强. 适配标准地铁的列车控制与管理系统关键技术研究及设计 [J]. 铁道机车与动车, 2024, (3).
[7] 鲁晓涛, 姜亮, 王金, 等. 中国标准动车组旅客界面设计中的 CMF 应用 [J]. 设计, 2020, (11).
[8] 何发虎, 程建. 地铁列车折返时显示屏气制动图标异常原因分析及优化 [J]. 电力机车与城轨车辆, 2024, 47 (05): 134-137.
[9] 李志峰. 全自动运行地铁列车架大修的理论实践与创新研究 [J]. 运输经理世界, 2024, (26): 4-6.
[10] 卢文龙. 智能驾驶技术在新能源公共交通系统中的应用探讨 [J]. 人民公交, 2024, (16): 171-173.