

# 地铁车辆行车调度安全

雷贞岩

徐州地铁运营有限公司 江苏 徐州 221000

**摘要：**地铁车辆行车调度作为地铁运营的核心环节，其安全管理直接关系到乘客生命财产安全和城市交通系统的稳定运行。本文从地铁车辆行车调度的基本概念出发，分析了影响调度安全的关键因素，包括人为因素、设备因素、环境因素和管理因素，并探讨了提升调度安全的具体措施，如优化调度人员培训体系、加强设备维护与技术升级、完善应急预案与演练机制、构建智能化调度安全管理系统等。研究旨在为地铁运营企业提升行车调度安全水平提供理论参考和实践指导，以保障地铁运营的高效与安全。

**关键词：**地铁车辆；行车调度；安全管理；影响因素；优化措施

引言：随着城市化进程的加快，地铁凭借其大运量、高速度、低污染等优势，已成为城市公共交通的骨干力量。地铁车辆行车调度是地铁运营组织的“大脑”，负责指挥列车的运行、调整行车计划、协调各部门之间的工作，确保列车按照时刻表安全、准点、高效地运行。然而，地铁行车环境复杂，影响调度安全的因素众多，任何一个环节出现问题都可能导致行车事故的发生，造成严重的人员伤亡和经济损失。因此，深入研究地铁车辆行车调度安全问题，分析其影响因素，并提出有效的优化措施，对于提升地铁运营安全水平具有重要的现实意义。

## 1 地铁车辆行车调度安全概述

### 1.1 地铁车辆行车调度的定义与职责

地铁车辆行车调度是指在运营控制中心的统一统筹下，通过专业调度手段对列车运行全流程进行科学组织、实时监控与动态调整的管理工作，它如同地铁系统的“最强大脑”，确保列车在轨道网络中安全有序穿梭。其核心职责围绕列车运行的全生命周期展开，形成完整的管理闭环。日常工作中，调度人员需依据客流规律编制列车运行图，精准设定发车间隔、停站时间与行车交路，同时通过调度大屏实时监控列车位置、速度及信号系统状态，保障列车按图准点运行。当面临客流波动时，需灵活调整运营计划，通过加开备用列车、优化停站方案等方式疏导高峰客流。调度工作还涵盖夜间施工统筹，需在运营间隙协调轨道检修、设备维护等作业，确保施工区域安全隔离与线路及时出清，为次日运营筑牢基础。在设备异常等突发情况时，调度人员则需快速响应，下达精准指令协调多部门联动处置。

### 1.2 地铁车辆行车调度安全的重要性

行车调度安全是地铁运营的生命线，其重要性体现在对乘客、系统及城市交通的多重保障作用中。对乘客

而言，每一次精准的调度指令都直接关联乘车安全，调度人员通过实时监控轨道状态、控制列车间隔，从源头上防范追尾、冲突等风险，为乘客营造可靠的出行环境。从系统运行角度看，地铁是由车辆、信号、供电等多系统构成的复杂整体，调度安全是维系各系统协同运转的关键。调度工作的疏漏可能引发连锁反应，导致系统紊乱甚至停运，而规范的调度管理能确保各环节衔接有序，充分发挥线路运输能力。作为城市交通的骨干力量，地铁行车调度安全还直接影响城市交通秩序。安全高效的调度能保障地铁运营稳定性，减少因故障导致的交通拥堵，为城市正常运转提供支撑。这种安全保障不仅是技术与管理的结合，更是对城市公共服务责任的践行，让地铁真正成为市民出行的安心之选<sup>[1]</sup>。

## 2 地铁车辆行车调度安全的影响因素分析

### 2.1 人为因素

人为因素是影响地铁车辆行车调度安全的最主要因素之一，主要包括调度人员的业务素质、心理素质和工作态度等方面。调度人员作为行车调度工作的直接执行者，其业务水平的高低直接影响调度决策的准确性和及时性。如果调度人员对列车运行图、线路条件、设备性能等方面的知识掌握不扎实，在面对复杂情况时就可能出现判断失误或操作不当，导致行车事故的发生。因调度工作压力大、工作时间长，容易导致调度人员出现疲劳、焦虑、注意力不集中等心理问题，这些心理问题会影响调度人员的反应速度和决策能力，增加事故发生的风险。部分调度人员工作态度不严谨，存在麻痹思想或侥幸心理，在工作中违反操作规程，也会对行车调度安全造成严重威胁<sup>[2]</sup>。

### 2.2 设备因素

设备因素是保障地铁车辆行车调度安全的核心物质

基础,其覆盖范围广、技术关联性强,主要包含列车运行监控系统、信号系统、通信系统、调度指挥系统等关键设备集群。这些设备构成了地铁行车的“神经网络”,其性能稳定性与运行可靠性直接决定调度工作的质量与效率。作为行车指挥的“眼睛”,信号系统一旦出现逻辑错误或硬件故障,会导致列车位置、速度等核心信息传递失真,极易引发列车进路冲突、追尾等恶性事故;通信系统作为调度指令传递的“喉舌”,若出现通话中断、数据延迟等问题,会直接阻断调度人员与列车司机、车站值班员的实时联动,不仅影响正常调度指令传达,更会在突发情况时延误应急处置时机。调度指挥系统的先进性则直接关系到调度决策的精准度,系统响应滞后或功能缺失,会导致调度员无法全面掌握列车运行动态,难以快速制定科学调度方案。设备全生命周期管理的缺失同样不容忽视,日常巡检流于形式、维护保养标准不达标,会加速设备老化损耗,导致故障频发,大幅提升行车调度的安全风险。

### 2.3 环境因素

环境因素对地铁车辆行车调度安全的影响具有复杂性与突发性,主要分为内部工作环境与外部运营环境两大维度。内部环境聚焦调度中心,温度过高易导致调度员注意力涣散,湿度过大会影响控制台设备性能,持续噪音与昏暗照明则会加剧调度员视觉与听觉疲劳,直接降低其应急处置能力与工作精准度。外部环境的影响更具不可预测性,暴雨可能引发线路积水短路,大雪会导致道岔冻结影响转向,大雾则会干扰列车定位系统;地震、滑坡等地质灾害可能直接造成线路断裂、隧道坍塌,迫使运营中断;而节假日、大型赛事带来的客流量骤增,会导致列车满载率超标,车站客流拥堵,既增加了列车启停的调度难度,又可能因客流管控需求频繁调整运行计划,给行车调度带来双重挑战。

### 2.4 管理因素

管理因素是保障地铁车辆行车调度安全的制度保障,主要包括安全管理制度、应急预案、培训考核机制等。完善的安全管理制度能够规范调度人员的行为,明确各部门和人员的安全职责,确保调度工作的有序进行。如果安全管理制度不健全,存在制度漏洞或执行不到位的情况,就会导致调度工作的混乱,增加事故发生的风险。应急预案是应对突发事件和故障的重要手段,如果应急预案不完善或缺乏针对性,在突发事件发生时就无法迅速采取有效的应对措施,导致事故影响扩大。缺乏有效的培训考核机制,无法及时提升调度人员的业务素质和应急处置能力,也会对行车调度安全造成不利影响。

## 3 提升地铁车辆行车调度安全的优化措施

### 3.1 优化调度人员培训体系

调度人员是地铁行车安全的“神经中枢”,其专业素养与应急处置能力直接决定调度决策的科学性。优化培训体系需突破传统模式,构建“理论+实战+长效”的立体化培养机制。在理论培训环节,应摒弃单一教材授课模式,结合最新《城市轨道交通行车调度规程》,融入信号系统原理、线路特性分析等专业内容,同时增设心理学课程,帮助调度人员掌握压力调节方法,确保高强度工作下的情绪稳定<sup>[1]</sup>。实战化训练是提升能力的关键,可依托虚拟现实(VR)技术搭建全场景模拟调度平台,还原设备故障、信号中断、极端天气等12类典型突发场景,让调度人员在沉浸式环境中反复演练应急处置流程。每月组织跨部门联合演练,联合司机、车站值班员、维修人员开展协同处置,强化调度指令的精准传达与执行衔接。建立“师徒结对”传承机制,由资深调度员带教新人,通过跟岗学习、案例复盘等方式传递实战经验。同时,完善培训考核机制,将日常表现与应急演练成绩纳入星级评定体系,形成“以考促学、以评促优”的良性循环。

### 3.2 加强设备维护与技术升级

可靠的设备与先进的技术是行车调度安全的硬件保障,需构建“预防为主、技术赋能”的设备管理体系。在设备维护方面,应打破传统“定期检修”模式,推行“状态修+预测修”的智能化维护机制。针对调度核心设备,如列车自动监控系统(ATS)、信号机、联锁设备等,安装振动、温度、电流等传感监测装置,通过物联网技术实现设备运行数据的实时采集与分析,提前识别潜在故障隐患。建立设备全生命周期档案,详细记录采购、安装、检修、更换等信息,为维护决策提供数据支撑。技术升级则能从根本上提升调度系统的安全性与效率。引入AI智能调度算法,结合实时客流数据、列车运行状态自动优化调度方案,实现高峰时段列车密度的精准调控,降低人工调度误差。搭建全线路可视化调度平台,整合视频监控、信号系统、应急指挥等功能模块,让调度人员直观掌握全线运行态势。同时升级列车通信系统,实现调度中心与列车、车站的高清语音通信及数据实时交互,确保紧急情况下指令传递的零延迟。此外,建立设备冗余备份系统,对ATS、信号等关键系统实施双机热备,在主系统故障时可在30秒内自动切换至备用系统,保障调度工作的连续性。通过设备维护的精细化与技术应用的智能化,为地铁行车调度安全构建坚实的技术屏障。

### 3.3 完善应急预案与演练机制

完善的应急预案与常态化的演练机制是应对突发调度事件的关键,需实现“预案全面化、演练常态化、处置高效化”。应急预案应覆盖信号故障、设备瘫痪、客流突发等各类场景,针对不同场景明确处置流程、责任分工和协同机制,预案内容需每半年更新一次,确保与运营实际情况高度契合。在演练组织上,建立“日常演练+专项演练+综合演练”的三级演练体系,日常演练每月开展一次,专项演练每季度针对特定场景开展一次,综合演练每半年联合多部门开展一次,每年各类演练总次数不少于20次。为提升演练效果,可采用“实战+模拟”相结合的方式,利用模拟调度平台还原复杂突发场景,使调度人员在演练中熟悉处置流程,提升协同配合能力。并建立演练评估机制,每次演练后组织专业人员进行复盘评估,形成评估报告并提出改进措施,将改进措施落实情况纳入后续工作重点,不断提升应急处置能力<sup>[4]</sup>。

### 3.4 构建智能化调度安全管理系统

智能化技术的应用是提升调度安全水平的重要支撑,构建智能化调度安全管理系统可实现对调度全过程的精准管控。系统应整合行车数据、设备状态、客流信息等多维度数据,具备数据实时采集、风险智能预警、调度指令优化等功能,每秒可处理各类数据1000条以上,为调度决策提供精准数据支持。利用大数据分析技术,对历史调度数据、设备运行数据进行深度挖掘,识别调度过程中的潜在风险点,当风险指标达到预警阈值时,系统可自动发出预警信号,预警响应时间不超过1秒,为调度人员预留充足处置时间。在调度指令生成方面,引入人工智能算法,系统可根据实时运营情况自动优化调度方案,使列车运行准点率提升3个百分点以上。系统具备远程监控功能,可实现对调度操作全过程的实时监控,及时发现不规范操作并进行提醒,从技术层面规范调度行为,提升调度安全水平。

### 3.5 强化安全管理与监督考核

强化安全管理与监督考核是保障调度安全的制度保障,需构建“全员参与、全程监督、全面考核”的安全

管理体系。建立调度安全责任制,明确各级调度人员的安全职责,将安全责任层层分解落实到人,形成“人人有责、层层负责”的安全责任体系<sup>[5]</sup>。在监督机制上,成立专门的安全监督小组,小组人员需具备8年以上地铁调度相关工作经验,采用“现场监督+视频监控”的方式,对调度人员的操作行为进行实时监督,每月开展一次全面监督检查,及时发现并纠正不规范操作行为,每月监督检查发现的问题整改率需达到100%。在考核激励方面,建立以安全为核心的考核体系,考核指标涵盖调度准点率、故障处置效率、安全操作规范等内容,将考核结果与薪酬待遇直接挂钩。设立安全专项奖励基金,对在调度工作中表现突出、未发生安全问题的人员给予奖励,对出现安全问题的人员进行相应问责,通过考核激励机制引导调度人员树立“安全第一”的理念,自觉规范操作行为。

结束语:地铁车辆行车调度安全是地铁运营安全的核心,其影响因素复杂多样,包括人为因素、设备因素、环境因素和管理因素。为提升地铁车辆行车调度安全水平,需要从优化调度人员培训体系、加强设备维护与技术升级、完善应急预案与演练机制、构建智能化调度安全管理系统以及强化安全管理与监督考核等多个方面采取有效的措施。通过综合施策,不断提升地铁车辆行车调度的安全性和可靠性,确保地铁运营的高效、安全、有序进行,为广大乘客提供更加优质、便捷的出行服务。

#### 参考文献:

- [1]储益.地铁行车调度指挥安全工作探析[J].投资与合作,2021,(02):189-190.
- [2]倪露滋.地铁行车调度风险的人为因素与防范措施[J].投资与合作,2021,(02):195-196.
- [3]龙锦架.地铁行车调度指挥的安全风险控制分析[J].运输经理世界,2023,(04):122-124.
- [4]许胜杰.地铁行车调度指挥的安全风险控制路径分析[J].城市建设理论研究(电子版),2024(12):196-198.
- [5]马苑青.信息化技术对地铁调度指挥安全运营的作用分析[J].投资与合作,2021,(02):193-194.