

地铁信号系统联锁故障时的行车安全保障措施

范勇岐 王相东 朱文锋

青岛地铁运营有限公司 山东 青岛 266000

【摘要】：地铁信号系统联锁故障严重威胁行车安全与运营秩序。本文全面剖析该故障情境下的保障举措，涵盖调度指挥、列车驾驶、车站作业及维修保障多层次。深入探讨调度如何精准调控，司机怎样规范操作，车站人员的关键作为以及维修团队高效抢修流程，为地铁运营应对此类故障提供系统性实践指导，力促地铁在故障突发时仍能安全、稳定运行。

【关键词】：地铁信号；联锁故障；行车安全；应急处置；运营保障

DOI:10.12417/2705-1358.25.16.004

引言

当今城市发展进程中，地铁已然成为市民出行的关键支撑，客流量与日俱增，其安全稳定运行至关重要。信号系统作为地铁运行的“中枢神经”，联锁功能一旦故障，列车运行将陷入混乱，极易诱发碰撞、脱轨等重大事故，不仅危及乘客生命安全，还会造成城市交通瘫痪。探究其行车安全保障措施迫在眉睫，这有助于提升地铁运营的应急能力，在危机时刻确保线路有序运转，最大限度降低损失，守护城市交通命脉，满足市民安全便捷出行需求。

1 故障时调度指挥应对

在地铁这一高度复杂且精密的运行体系里，调度员所处的核心地位至关重要，他们如同整个系统的大脑中枢，肩负着确保地铁系统全方位顺畅运行的艰巨重任。地铁运营线路纵横交错，涉及众多站点、列车以及复杂的设备系统，一旦联锁故障毫无征兆地突然袭来，整个运营网络便会瞬间陷入紧张局面。此时调度员的应急响应速度以及所做出的决策，将如同多米诺骨牌的首张牌，对后续整个运营网络的安全稳定与运营效率产生极为深远的影响。故障发生的那一瞬间，时间仿佛凝固，却又在争分夺秒地流逝。调度员必须以最快的速度，迅速从日常的常规工作状态切换至高度戒备状态。他们凭借着在长期专业学习中积累的扎实专业知识，以及在无数次实际运营调度中沉淀下来的丰富实践经验，开启一场与时间赛跑的紧急行动。在极短的时间内，对故障的影响范围展开全面且精准的评估。这一评估过程绝非易事，需要调度员像一位经验丰富的侦探，对故障涉及的线路走向、所关联的各个车站位置，以及受此故障影响的列车数量、分布位置等关键要素进行快速而细致的梳理。还需具备前瞻性的思维，对可能因本次联锁故障引发的各类衍生问题进行提前预判，例如相邻线路可能出现的客流积压、供电系统负荷变化等，为后续制定科学合理的应急决策提供坚实可靠的依据。

基于对故障影响范围和可能衍生问题的准确判断，调度员

接下来的关键任务便是迅速制定多套灵活且行之有效的行车调整预案。在部分线路发生故障的情况下，启用小交路运行模式是一种经过实践验证的常见且高效的应对策略。此时，调度员如同一位精密的资源调配师，通过对列车运行路径的精心规划，将列车集中调配至正常运行的区间。这一操作既能最大程度地保障多数乘客能够继续顺畅出行，减少对乘客日常出行计划的干扰，又能实现对有限运营资源的优化配置，显著提高地铁在故障期间的运营效率，避免资源的不必要浪费。而当故障范围较为广泛，对整个运营网络产生较大冲击时，单线双向运行模式则成为维持地铁基本运营的重要手段之一。但这一模式的实施堪称一项庞大而复杂的系统工程，需要如同精密仪器般的精密计划，以及各部门之间如同齿轮般紧密的协作。调度员此时需充分发挥其核心协调作用，同步与电力部门沟通，确保供电系统能够满足单线双向运行模式下的电力需求，保障列车动力稳定；与通号部门协同，对信号系统进行针对性调整，确保列车在双向运行过程中能够准确接收信号指令，安全行驶。

为了确保信息在故障期间能够及时传递与有效沟通，调度员需要充分利用多种备用通信工具，如同搭建起一座坚固的信息桥梁，与车站和列车司机构建起紧密且畅通无阻的信息网络。一方面，调度员要如同一位精准的指挥官，向司机下达精确无误的行车指令。这些指令内容丰富且细致，不仅涵盖了限速值、停车站点等基本运行信息，还需根据实际故障情况，明确列车运行模式切换的具体时机和操作要点，确保司机在复杂多变的故障环境下能够准确无误地执行操作，保障列车运行安全。另一方面，调度员需要实时接收司机反馈的列车位置和运行状态信息。通过这些实时反馈，调度员能够如同掌握了列车运行的“实时地图”，根据实际情况动态优化行车方案。当某列车因故障区域路况复杂而导致运行速度减慢时，调度员可及时调整后续列车的发车时间和运行间隔，避免列车之间出现拥堵或追尾风险。

2 列车驾驶操作要点

列车司机作为地铁运行的直接操控者，在地铁运营安全链

条中处于最前端的关键位置,尤其是在面对联锁故障这一严峻挑战时,肩负着保障乘客生命安全和列车运行安全的双重重大责任。当故障警报声如同尖锐的警钟突然响起,打破列车原本平稳运行的节奏时,司机必须在瞬间做出迅速而准确的反应。第一时间果断停止常规的自动驾驶模式,严格按照既定的应急操作流程,熟练且迅速地将列车切换至人工驾驶状态。此时,列车驾驶室内的氛围瞬间变得凝重而紧张,司机需要全神贯注,进入一种高度专注的工作状态。双手稳稳地紧握操纵杆,如同握住列车运行安全的生命线,每一个细微的操作都关乎列车的行驶轨迹。眼睛时刻紧盯前方轨道和信号标识,不放过任何一个可能影响列车运行的细节。前方轨道上的每一个弯道、每一处岔口,以及信号标识的每一次闪烁变化,都需要司机精准解读,确保对列车运行环境的每一个细节都能了如指掌,精准掌握。

在人工驾驶过程中,司机的瞭望工作堪称保障列车安全运行的关键防线。除了密切留意固定信号的显示,严格按照信号指示行驶外,还需具备如同鹰眼般敏锐的观察力。在列车高速行驶过程中,及时捕捉临时警示标志的出现,这些标志可能是因故障临时设置在轨道旁,用于提醒司机注意特殊路况或施工区域。司机还需时刻警惕轨道异物等异常情况的发生,哪怕是一颗小小的石子,若未能及时发现并采取措施,都可能在列车高速行驶下引发严重的安全事故。这不仅要求司机具备高度的责任心,将乘客安全和列车运行安全时刻放在首位,还需拥有丰富的驾驶经验,能够在复杂多变的轨道环境中迅速识别潜在风险,以及良好的应急处理能力,在面对突发异常情况时能够冷静应对,采取正确有效的措施。司机必须严格遵循限速规定,这是保障列车在故障区域安全运行的重要准则。根据故障区域的具体情况,如轨道是否受损、信号系统是否部分失灵,以及线路条件,如弯道半径大小、坡度高低等因素,精细调控车速。在加速过程中,需平稳增加动力,避免列车因加速过猛而导致脱轨等危险;在减速过程中,同样要精准操作制动系统,确保列车能够平稳减速,避免因车速控制不当引发安全事故。每一次加速与减速,都需要司机凭借丰富的经验和对列车性能的深刻理解,进行恰到好处的操作,如同一位技艺精湛的舞者在舞台上精准地控制每一个动作节奏。

进站停车环节是列车驾驶中的关键步骤,直接关系到乘客能否安全、便捷地上下车。司机需要充分利用瞭望和测距设备,如同一位精准的狙击手瞄准目标,精准对标站台门。在列车缓缓驶向站台的过程中,司机通过瞭望窗外站台标识与列车位置的相对关系,结合测距设备反馈的数据,不断微调列车速度和行驶方向,将停车误差控制在极小范围内。这一操作不仅考验司机的技术水平,更需要司机具备高度的专注力和耐心,为乘客提供安全、便捷的乘降条件。司机还需随时与调度和车站保

持密切联络,如同与外界保持紧密联系的通信兵。确保每一次开关车门和启动列车的操作都得到明确指令,避免因信息不畅导致操作失误。若在运行过程中遇到突发紧急状况,如轨道上突然出现障碍物,或是车辆发出不明异响,司机必须如同面对危险时果断出击的战士,果断采取紧急制动措施。在极短的时间内,全力将列车制动系统发挥到最大效能,确保列车能够在最短时间内安全停车,最大限度保障车内乘客的生命安全。在整个驾驶过程中,司机的每一个操作都如同在编织一张安全网,关乎着乘客的安全与舒适,需要高度的专注和沉稳的应对,任何一个细微的失误都可能引发严重后果。

3 车站作业关键举措

站台岗员工首当其冲,需立即加强站台监护力度。在站台边缘,他们迅速增设明显的警示标识,这些标识如同明亮的信号灯,醒目地提醒乘客注意安全。利用扩音器不断重复播放安全提示语,声音在站台上回荡,提醒乘客远离车门和屏蔽门边缘。在客流密集的站台,乘客之间的拥挤推搡时有发生,稍有不慎便可能导致乘客坠落轨道的危险情况出现。站台岗员工需时刻保持警惕,密切关注乘客动态,如同敏锐的卫士,及时发现并处理可能出现的安全隐患。当发现有乘客在站台边缘奔跑、打闹时,迅速上前制止,引导乘客文明候车;若看到有乘客身体不适或行为异常,及时提供帮助并通知相关人员。

值班站长在这一过程中发挥着至关重要的统筹协调作用,如同战场上的指挥官。根据调度指令,值班站长全面负责车站的客流组织工作。实时监测站厅和通道的客流密度,通过监控设备和现场工作人员反馈的信息,如同掌握了战场局势的将军,对客流情况了如指掌。当客流趋近饱和时,果断启动限流措施,通过设置迂回通道、调整闸机开放数量等方式引导客流有序流动。这些迂回通道如同精心设计的导流渠,将汹涌的客流有序地引导至各个方向,避免站内出现过度拥挤的情况,防止因人群拥挤引发踩踏等安全事故。若故障长时间未能修复,值班站长还需结合周边站点的实际情况,适时做出封站决定。这一决定虽然艰难,但却是保障乘客安全和车站正常运营秩序的必要举措。在封站过程中,值班站长需组织工作人员做好乘客解释和引导工作,通过车站广播、现场告知等方式,向乘客说明封站原因和后续出行建议。协调周边站点做好客流承接准备,确保乘客能够安全、有序地疏散至其他站点,继续完成出行计划。

为了缓解乘客在故障期间的焦虑情绪,车站广播系统需不间断地播报故障进展、列车运行动态以及换乘指引等重要信息。这些信息如同黑暗中的明灯,为乘客指引前行的方向。车站工作人员应积极主动地为滞留乘客提供必要的帮助,如在候车区域设置饮水点,为乘客提供饮用水;准备急救药品,随时应对可能出现的乘客身体不适情况。在整个过程中,车站工作

人员需协同各方力量,包括保洁人员维持车站环境卫生、安保人员加强安全巡逻等。通过高效的组织和贴心的服务,确保车站在复杂混乱的局势下能够维持基本的运作秩序,为乘客提供一个相对安全、舒适的候车环境,让乘客在困境中感受到温暖与关怀。

4 维修保障紧急行动

维修团队在地铁联锁故障修复中扮演着“攻坚力量”的核心角色,其响应速度和修复效率如同决定战争胜负的关键因素,直接关系到地铁能否尽快恢复正常运营,重新回归安全、高效的运行轨道。一旦接到联锁故障报修信息,维修团队便如同接到紧急作战任务的特种部队,迅速携带专业检测设备和充足的备件,争分夺秒地以最快速度赶赴故障现场。在地铁运营的紧张节奏中,每一分钟的延误都可能对乘客出行造成极大不便,甚至对整个城市的交通秩序产生连锁反应,引发交通拥堵等问题,因此时间就是生命,分秒必争。抵达现场后,维修人员迅速展开分工协作,如同精密仪器上各个协同工作的部件。一组人员运用精密仪器对故障进行深度排查,在繁杂如迷宫般的线路和众多功能各异的模块中,凭借扎实的专业知识和丰富的实践经验,如同寻找宝藏的探险家,精准定位故障点。无论是信号机因电路短路导致的故障、道岔因机械部件磨损而出现的卡滞,还是联锁主机软件因程序错误引发的问题,都需要逐一仔细甄别。这一排查过程不仅考验维修人员的专业技能,还需他们拥有高度的耐心和严谨的工作态度,不放过任何一个可能导致故障的细微因素,哪怕是一根细小的线路松动、一个微小的软件漏洞,都可能成为引发故障的根源。

锁定故障点后,另一组维修人员立即如同冲锋陷阵的战士,投入紧张的抢修作业。他们严格依照标准化流程,有条不紊

地进行操作。高效更换损坏部件,在更换过程中,对新部件的型号、规格进行仔细核对,确保安装无误。对相关参数进行精细调试,如同调校精密仪器,确保系统各项性能指标恢复正常。整个抢修过程争分夺秒,每一个动作都干净利落,力求在最短时间内恢复系统功能。在抢修过程中,维修负责人与调度和车站保持密切沟通,如同战场上的联络官,每完成一个关键节点都及时汇报。调度通过这些实时反馈,能够提前规划行车恢复方案,合理安排列车运行,减少故障对运营的影响。

修复完成后,维修团队还需对联锁系统进行全面测试,模拟多种运行场景,如同对武器进行实战检验。测试过程涵盖正常运行情况下的各项功能验证,以及模拟可能出现的极端情况,如恶劣天气条件下的信号传输、大客流冲击下的系统响应等。通过全面、严格的测试,确保系统在各种条件下都能稳定可靠运行,彻底消除潜在隐患。只有经过这样严谨的测试流程,才能为地铁安全、高效地重回正常运营轨道奠定坚实的技术基础,让地铁系统重新焕发出安全、稳定运行的活力,为乘客提供可靠的出行保障。

5 结语

展望未来地铁发展之路,随着科技飞速进步,智能运维系统有望深度嵌入信号领域,借助大数据分析、人工智能算法,提前洞悉联锁故障风险,实现预防性维护。在人员培养上,持续强化实战演练,打造一支技术精湛、应急能力卓越的专业队伍;应急预案也将不断优化升级,适应日益复杂的运营环境。通过多维度协同发力,未来地铁必将更从容化解联锁故障危机,以安全、高效、便捷之姿穿梭城市地下,为美好生活加速,为城市繁荣赋能。

参考文献:

- [1] 王强.地铁信号系统故障应急处理策略[J].城市轨道交通研究,2022,25(3):120-123.
- [2] 刘辉.地铁行车调度应急指挥优化探讨[J].铁道运输与经济,2021,43(8):95-99.
- [3] 陈晨.地铁车站客流组织应急管理[J].交通科技与经济,2023,25(2):77-81.
- [4] 赵刚.城市轨道交通车辆应急驾驶技术研究[J].机车电传动,2022,(5):60-64.
- [5] 孙悦.地铁信号设备维修管理创新[J].现代城市轨道交通,2021,(10):11-15.