

轨道交通信号设备故障应急处理措施

秦钰涵

徐州地铁运营有限公司 江苏 徐州 221000

摘要：轨道交通信号设备故障应急处理是保障运营安全的关键环节。本文系统分析信号机、轨道电路、转辙机及联锁设备等常见故障类型与识别方法，明确以安全第一、快速响应、先通后复和统一指挥为核心的应急原则。详细阐述从故障发现、评估决策到响应行动、修复恢复及事后总结的全流程应急机制，并针对不同类型故障提出具体处理措施，包括限速要求、维修时限与操作标准，为提升故障应急处理能力提供系统性指导。

关键词：轨道交通；信号设备故障；应急处理；故障分类；处理流程

引言：轨道交通作为城市交通的关键部分，其信号设备对列车安全有序运行起着核心保障作用。然而，设备老化、环境变化、人为失误等因素，致使信号设备故障时有发生。一旦出现故障，不仅会打乱列车运行秩序，还可能引发严重安全事故。因此，制定科学有效的应急处理措施，快速、妥善应对信号设备故障，成为保障轨道交通安全运营的迫切需求。

1 故障分类与识别

1.1 常见故障类型

轨道交通信号设备在运行期间，会因设备老化、环境因素、人为操作失误等出现多种故障。信号机是列车运行的重要指引设备，显示异常是常见问题，例如红灯错误显示为绿灯，可能导致列车司机误判线路状况，引发冒进信号等危险。无显示故障时，信号机无法正常亮起，列车运行将陷入混乱。轨道电路用于监测轨道区段占用状态^[1]。区段红光带故障表示系统错误判定有列车占用，即使实际无车，也会阻碍后续列车进入。轨道区段分路不良故障则相反，有车占用时系统未能检测，误认为区段空闲，极易导致列车追尾。转辙机控制道岔转换，无法正常转换时列车不能按预定路线行驶，可能被迫停在道岔区，影响其他列车通行。道岔转换不到位时，列车通过存在脱轨风险。联锁设备是保障运行安全的核心，联锁关系错误会导致信号、道岔、进路间失去正确逻辑关联，引发信号错误开放等问题。系统死机或重启会使整个联锁系统暂时失效，列车运行失去安全保障。

1.2 故障识别方法

准确识别故障是开展应急处理的前提。中央监控系统能实时监测信号设备运行状态，一旦设备出现异常，会立即发出报警信息，为故障识别提供重要线索。车站现地控制工作站显示异常，如信号显示错误、设备状态指示异常等，也能帮助工作人员快速定位故障设备。现

场设备外观及状态检查是直观的识别方式，通过观察设备是否有损坏、部件是否松动等情况，判断设备是否存在故障。列车司机在运行过程中，若发现信号显示与实际线路状况不符、道岔位置异常等情况，及时反馈的信息对于故障识别也具有关键作用。

2 应急处理原则

2.1 安全第一原则

在轨道交通信号设备故障应急处理过程中，安全始终是重中之重。保障列车运行安全是首要目标，任何应急措施的实施都要以防止列车冲突、脱轨等严重事故的发生为前提。列车在轨道上高速行驶，一旦发生冲突或脱轨，不仅会造成车辆严重损坏，还可能引发乘客伤亡，给轨道交通运营带来巨大的损失和恶劣的社会影响。乘客和工作人员的生命安全同样不容忽视。在故障发生时，要采取有效措施确保乘客能够安全疏散，避免因慌乱而发生踩踏等次生事故。对于工作人员，要为其提供必要的安全防护装备和操作指引，确保在应急处理过程中自身安全不受威胁。只有将安全放在首位，才能为后续的应急处理工作奠定坚实的基础。

2.2 快速响应原则

时间就是效率，在信号设备故障应急处理中，快速响应至关重要。一旦发现故障，应迅速启动预先制定的应急预案，缩短从故障发现到开始处理的时间间隔。每一分钟的延误都可能导致列车运行秩序更加混乱，影响更多乘客的出行^[2]。及时通知相关部门和人员是快速响应的关键环节。通过高效的通信系统，将故障信息迅速传达给行车调度、设备维修、后勤保障等各个部门，使各方能够第一时间了解故障情况，协调资源开展处理工作。各部门之间紧密配合，形成强大的应急处理合力，能够大大提高故障处理的速度和效果。

2.3 先通后复原则

在确保安全的前提下, 优先恢复列车运行是应急处理的核心任务之一。轨道交通作为城市公共交通的重要组成部分, 承担着大量的客运任务。故障发生后, 若长时间中断运营, 会给乘客的出行带来极大不便, 影响城市的正常运转。因此要采取临时措施, 尽快恢复列车的基本运行, 保障基本的运营秩序。待列车运行基本恢复正常后, 再对故障设备进行彻底修复和深入排查原因。这样可以避免因长时间处理故障而进一步影响运营, 同时也能对故障进行全面、细致的分析, 找出问题的根源, 采取有效的预防措施, 防止类似故障再次发生。

2.4 统一指挥原则

建立统一的应急指挥体系是应急处理工作有序开展的关键。明确指挥职责和权限, 确保在故障发生时, 有一个核心的指挥机构能够统筹全局, 做出科学合理的决策。各岗位人员在应急处理过程中要听从指挥, 严格按照指挥指令行动, 避免出现各自为政、混乱无序的局面。

通过统一指挥, 能够实现各部门之间的协同配合, 使应急处理工作形成一个有机的整体。不同部门和岗位的人员在指挥的协调下, 发挥各自的专业优势, 共同完成应急处理任务, 提高应急处理的效率和质量。

3 应急处理流程

3.1 故障发现与报告

轨道交通运营过程中, 现场工作人员在执行日常巡检任务, 或是列车司机在驾驶列车运行时, 都有可能敏锐察觉到信号设备出现异常。巡检人员每小时会对关键信号设备进行一次检查, 确保设备正常运行^[3]。一旦发现故障, 发现者需在第一时间向控制中心报告。报告内容务必准确清晰, 涵盖故障设备所在的具体位置, 比如是某个车站的特定轨道区段, 还是某一段线路上的信号机等。同时要详细描述故障现象, 如信号机显示错误是红灯变绿灯还是无显示, 轨道电路出现红光带还是分路不良等关键信息, 为后续的应急处理提供准确的依据。控制中心接收报告的响应时间应控制在1-2分钟内, 以便及时开展后续工作。

3.2 初步评估与决策

控制中心在接收到故障报告后, 会迅速组织专业人员依据报告信息, 对故障的影响范围和程度展开初步评估。评估过程中, 会综合考虑故障设备的类型、位置以及当前列车的运行状况等因素。通过全面分析, 判断故障是否会对列车运行安全、运营秩序造成重大影响。根据评估结果, 果断决定是否启动应急预案, 并确定启动相应级别。若故障影响范围较小、程度较轻, 可能启动较低级别的应急预案; 若故障可能导致大面积列车延

误、甚至危及行车安全, 则需立即启动高级别的应急预案。初步评估时间应控制在5-10分钟内, 以确保及时做出决策。

3.3 应急响应行动

控制中心在做出决策后, 立即展开应急响应行动。调整列车运行计划, 根据故障情况采取限速、扣停列车、组织小交路运行等措施, 确保列车运行安全, 尽量减少故障对运营秩序的干扰。限速措施通常会将列车速度限制在40-60公里/小时, 以降低运行风险。同时要密切监控列车运行状态, 实时掌握列车位置、速度等信息, 并及时向现场传达指令, 指导现场工作人员和列车司机进行应急处置。监控系统的信息更新频率为每10-30秒一次, 能够及时反馈列车运行状态。车站工作人员加强站台秩序维护, 引导乘客有序乘车, 避免因故障引发乘客恐慌和混乱。协助列车司机进行相关操作和应急处置, 如帮助司机打开车门、引导乘客疏散等。维修人员迅速赶赴故障现场, 携带必要工具和备品备件, 到达现场后对故障设备进行详细检查和诊断, 确定故障原因。维修人员到达现场的时间应控制在15-30分钟内, 以确保及时开展维修工作。

3.4 故障修复与恢复

维修人员根据故障诊断结果, 采取相应的修复措施。若是硬件故障, 及时更换损坏的部件, 更换部件的时间根据部件类型和复杂程度而定, 一般在30-60分钟内完成; 若是软件故障, 进行程序修复或数据恢复, 软件修复时间可能需要1-2小时。修复完成后, 对设备进行全面的测试, 确保设备各项功能恢复正常运行^[4]。功能测试时间应不少于30分钟, 以保证设备稳定可靠。控制中心在确认设备修复且测试合格后, 逐步恢复列车正常运行秩序, 调整列车运行计划, 使列车按照正常时刻表运行。恢复运营后, 对相关线路和设备进行持续观察1-2小时, 确保无异常情况。

3.5 事后总结与改进

故障处理完毕后, 对整个应急处理过程进行全面总结。深入分析处理过程中存在的问题和不足, 如信息传递是否及时准确、应急响应是否迅速有效、各部门之间协同配合是否默契等。针对发现的问题制定切实可行的改进措施, 完善应急预案和操作流程, 提高应急处理的科学性和规范性。组织相关人员进行培训和演练, 通过模拟故障场景, 让工作人员熟悉应急处理流程和方法, 提高应急处理能力和协同配合水平。

4 不同类型故障的具体应急处理措施

4.1 信号机故障

当信号机出现显示异常时,控制中心需在2分钟内确认故障信号机位置及当前显示状态。随后立即通知相关列车司机加强瞭望,将运行速度控制在20公里/小时以下。维修人员应在5分钟内抵达现场,检查信号机内部电路及元件。若发现额定电压12V的灯泡损坏,需在3分钟内完成更换,恢复信号机正常显示。对于无显示故障,列车须在信号机前不少于15米处停车等候。维修人员应优先检查220V供电线路,确认电源正常后,再排查控制线路,整个排查过程不超过10分钟。

4.2 轨道电路故障

轨道区段出现红光带时,控制中心需在1分钟内确认该区段无列车占用。确认无误后,立即通知相关列车以不超过15公里/小时的速度通过故障区段。维修人员应在8分钟内到达现场,重点检查额定绝缘电阻值不低于1M Ω 的钢轨绝缘,同时对送电端和受电端设备进行检测。若发现设备故障,应在30分钟内完成修复。对于分路不良故障,维修人员需使用标准0.06 Ω 分路电阻线进行测试,根据测试结果调整轨道电路参数,确保分路灵敏度达到标准要求。

4.3 转辙机故障

转辙机无法正常转换道岔时,车站工作人员要立即行动,迅速到现场进行手摇道岔操作。将道岔准确转换到正确位置后,及时加锁,防止道岔再次移动。手摇道岔操作时间一般应控制在3-5分钟内。维修人员随后对转辙机控制电路、电机等部件进行详细检查,找出故障原因并进行修复。修复完成后,恢复电动转换功能,确保道岔能够自动、准确地转换。道岔转换不到位时,列车要在该道岔前停车,停车距离应保持在30-80米。车站工作人员仔细确认道岔位置是否正确,确认无误后引导列车缓慢通过,列车通过速度一般控制在10-20公里/小时。维修人员对转辙机进行全面调试和维修,调整相关参数,确保道岔能够准确转换到位,保障列车运行顺畅。调试和维修时间根据故障复杂程度而定,一般在30-90分钟内完成。

4.4 联锁设备故障

联锁设备出现联锁关系错误时,控制中心要果断立即停止受影响区域的列车运行,避免因联锁关系错误引发列车冲突等严重事故。停止运行时间应根据故障排查和修复情况确定,一般至少停止15-30分钟^[1]。维修人员迅速检查联锁设备软件和硬件,通过排查找出错误原因并进行修复。修复完成后,对设备进行全面测试,测试时间应不少于1小时,确认联锁关系正确无误后,恢复该区域的正常运营。联锁设备系统死机或重启时,控制中心迅速切换至备用联锁设备,备用联锁设备切换时间应控制在1-3分钟内,保障列车运行控制功能不受影响。维修人员对故障联锁设备进行详细的故障诊断,找出故障根源并进行修复,尽快恢复主用设备运行,确保联锁设备的稳定性和可靠性。故障诊断和修复时间根据故障类型而定,一般在1-3小时内完成。

结束语

轨道交通信号设备故障应急处理是一项系统性工程,需通过科学的故障识别、快速的响应机制和规范的操作流程共同保障。未来应进一步优化应急预案,加强人员培训与实战演练,推动智能化监测与诊断技术的应用,持续提升应急处理的效率与可靠性,为轨道交通安全、高效运营提供坚实支撑。

参考文献

- [1]葛东源,李高远.城市轨道交通信号设备故障应急处理措施[J].电子产品世界,2024,31(10):62-65.
- [2]卢振洋.城市轨道交通信号设备故障应急处理措施[J].科海故事博览,2022(3):28-30.
- [3]郑炳韬.城市轨道交通信号设备故障应急处理措施[J].建筑工程技术与设计,2022,10(19):124-126.
- [4]刘昌录.轨道交通信号设备的维护与故障排除实践[J].经济师,2024,(08):288-289.
- [5]黄俊铨.基于轨道交通信号车载信号故障处理探究[J].汽车博览,2022(33):56-58.