

轨道交通信号故障诊断与处理

黎仁杰

身份证号码：342530199702174512

摘要：轨道交通信号系统是保障列车安全运行、有序调度的核心基础设施，直接决定轨道交通运营的稳定性与安全性。本文围绕轨道交通信号故障的诊断与处理展开系统性研究，梳理轨道交通信号系统常见故障类型，分析故障产生的核心诱因，总结科学高效的故障诊断方法，同时提出规范化、常态化的故障处理策略与运维保障措施。研究旨在提升轨道交通信号系统故障处置效率，降低故障发生率与故障影响范围，为轨道交通安全稳定运营提供技术与运维层面的理论支撑。

关键词：轨道交通；信号系统；故障诊断；故障处理；运维保障

引言

随着城市轨道交通网络持续扩建、运营频次不断提升，信号系统的运行负荷持续增加，设备长期处于高负荷工作状态，故障发生概率显著上升。相较于其他设备故障，信号故障具有隐蔽性强、传播范围广、影响程度深的特点，小型故障若未及时处置，极易演变为系统性故障，引发大面积运营瘫痪。当前轨道交通运维工作中，故障诊断精准度不足、处理流程不规范、事前防控不到位等问题普遍存在。基于此，开展轨道交通信号故障诊断与处理研究，梳理标准化故障处置体系，完善运维管理机制，对提升轨道交通运营安全性、可靠性与高效性具有重要的现实意义。

一、轨道交通信号系统常见故障类型及成因

（一）设备硬件故障

硬件设备是信号系统运行的基础载体，各类终端设备、传输设备、控制设备的老化与损坏是最常见的信号故障类型。轨道交通信号硬件设备长期暴露在复杂环境中，隧道内潮湿、粉尘堆积、温差变化等环境因素，会持续侵蚀设备元器件，造成轨道电路、信号机、应答器、计轴器等核心设备性能衰减。同时，设备长期高频次运行会引发机械磨损、线路接触不良、元器件老化失效等问题，导致信号传输中断、信号显示异常、设备响应滞后等故障。此外，设备安装不规范、后期养护不到位、零部件自然损耗等，也会进一步加剧硬件设备故障的发生，影响信号系统整体运行状态。

（二）软件系统故障

随着轨道交通智能化水平不断提升，信号系统高度依托软件程序实现自动化控制与数据传输，软件故障成为影响系统稳定的重要因素。软件故障主要包含程序运行异常、系统兼容冲突、数据传输错误、程序漏洞等类型。在系统长期运行过程中，持续的数据读写与指令交互会导致系统缓存堆积，引发程序卡顿、指令执行偏差等问题。同时，信号系统软件升级、模块更新过程中，容易出现新旧程序适配性不足、参数配置失误等情况，造成系统运行紊乱。此外，软件自身设计缺陷、网络传输波动引发的数据丢包、后台程序运行冲突等问题，都会导致信号系统指令输出异常，引发列车运行管控故障。

（三）线路与环境诱发故障

轨道交通运行环境的特殊性，使得外部环境与线路工况成为诱发信号故障的重要原因。轨道线路长期受列车碾压、震动冲击，会导致信号传输线缆松动、破损、移位，破坏信号传输通路。雨雪、雷电、强电磁干扰等恶劣天气与电磁环境，会干扰无线信号传输稳定性，造成信号衰减、信号偏移、传输延迟等问题。同时，轨道交通周边施工、电力设备运行产生的电磁辐射，会对信号系统的无线传输模块造成干扰，导致信号接收紊乱。隧道、高架等特殊路段的密闭或露天环境，也会加剧信号损耗，提升故障发生概率，这类故障具有随机性、突发性特点，诊断与排查难度相对较大。

二、轨道交通信号系统故障诊断方法

（一）人工经验诊断法

人工经验诊断是轨道交通信号故障排查的基础方法，依运维人员的专业经验与实操能力完成故障定位与判定。该方法主要通过运维人员观察信号设备运行状态、系统后台提示信息、列车运行反馈数据，结合设备运维台账与历史故障记录，初步判断故障位置与故障类型。针对信号机显示异常、设备无响应、轨道电路占用异常等显性故障，人工诊断可以快速完成初步排查。在长期运维工作中，工作人员通过积累各类故障的表象特征与诱发规律，能够对常规故障实现高效判定，适用于各类简单、直观的信号故障排查，是日常运维中应用最广泛的诊断方式。

（二）设备智能检测诊断法

智能化检测设备的普及，大幅提升了信号故障诊断的精准度与效率，成为现代轨道交通故障诊断的核心手段。当前轨道交通信号系统均配套搭载自动化监测平台，可实时采集设备运行参数、信号传输数据、系统运行状态等信息，实现对信号系统的全天候动态监测。智能检测系统能够自动识别数据异常、设备工况偏差、传输故障等问题，及时发出预警信号，并精准锁定故障点位。同时，各类专用检测仪器可对轨道电路、线缆、应答器等设备进行专项检测，精准排查隐性故障，弥补人工诊断对隐蔽性故障排查能力不足的短板，有效提升故障诊断的全面性与准确性。

（三）系统数据分析诊断法

大数据技术的应用，推动信号故障诊断从被动排查向主动预判转变。信号系统运行过程中会产生海量运行数据、指令数据、故障日志数据，通过对各类数据的整合、分析与比对，能够挖掘设备运行的潜在规律，识别设备性能衰减趋势与隐性故障隐患。运维人员可通过分析历史故障数据与实时运行数据的差异，判断故障成因与故障发展趋势，区分偶发性故障与系统性故障。该诊断方法能够提前预判设备老化、参数偏移等潜在问题，实现故障的提前预警与前置排查，有效降低突发性故障对运营的影响，提升故障诊断的前瞻性与系统性。

三、轨道交通信号故障规范化处理策略

（一）建立快速故障处置流程

规范的处置流程是提升信号故障处理效率、降低故障影响的关键。轨道交通运营单位需结合信号故障类型与影响等级，建立标准化、分级化的故障处置流程，明确故障上报、故障排查、应急处置、恢复核验等各环节的工作标准与时限要求。针对轻微常规故障，执行快速排查、即时修复流程，保障线路正常运营；针对重大系统性故障，启动专项应急预案，及时调整列车运行计划，疏散现场客流，同步开展故障抢修。同时，明确各岗位运维人员的职责分工，确保故障发生后能够快速响应、精准处置，避免因流程混乱、职责不清导致故障处置滞后。

（二）强化故障后期复盘与整改

故障修复完成并非运维工作的终点，全面的复盘整改是杜绝同类故障重复发生的核心举措。每次信号故障处置完成后，运维团队需全面梳理故障发生过程、成因、处置过程中存在的问题，形成完整的故障复盘报告。针对设备老化、运维

疏漏、系统缺陷等不同成因的故障，制定对应的整改措施，优化设备养护方案、调整系统参数、完善运维制度。同时，将各类故障案例整理归档，更新故障处置知识库，为后续故障诊断与处理提供参考，持续优化故障处置能力，逐步降低同类故障复发概率。

（三）完善常态化运维保障机制

做好前置运维保障，是从源头减少信号故障发生的根本手段。轨道交通运营单位需建立常态化、精细化的信号系统运维体系，制定定期巡检、专项养护、设备校准的常态化工作制度，定期对信号机、轨道电路、软件系统、传输线路等核心设备开展全面检修与养护。同时，加强运维人员专业能力培训，定期开展故障诊断、应急处置实操训练，提升工作人员对各类故障的处置能力。结合线路运营负荷、设备使用年限、环境变化等因素，动态调整运维计划，提前更换老化设备、修复线路隐患、优化系统程序，实现故障的事前防控，保障信号系统持续稳定运行。

结束语

轨道交通信号系统的稳定运行是城市轨道交通安全、高效运营的核心保障，信号故障的精准诊断与规范处理是轨道交通运维工作的重点内容。本文通过梳理轨道交通信号系统硬件、软件、环境三类核心故障类型及成因，总结人工诊断、智能设备诊断、数据分析诊断三类主流故障诊断方法，构建了涵盖应急处置、复盘整改、常态化运维的全流程故障处理体系。在轨道交通高速发展、路网规模持续扩大的背景下，信号故障运维工作需要不断向智能化、规范化、前置化转型。未来需持续优化故障诊断技术，完善运维管理制度，强化隐患前置防控，全面提升信号系统抗风险能力，为城市轨道交通安全稳定、高效有序运营筑牢技术与运维基础。

参考文献

- [1]梁月晓. 轨道交通信号 TACS 系统的故障诊断与应急处理分析[J]. 电子技术, 2026, 55 (01): 60-61.
- [2]黄绪. 轨道交通信号智能运维故障诊断问答系统研究与实现[D]. 青岛科技大学, 2025.
- [3]齐琳. 轨道交通网络化运营信号故障定位研究[J]. 交通世界, 2022,

(14) : 35-37.