

# Common Problems and Countermeasures in Fault Diagnosis of Railway Signal Equipment

Ming Kang

China Railway Signal&Communication Shanghai Engineering Bureau Group Co., Ltd. Jinan Branch, Jinan, Shandong, 250000, China

## Abstract

Railway signal equipment is an important cornerstone for ensuring the normal operation of railways. It is very necessary to guarantee the stable operation of railway signal equipment. Implementing fault diagnosis of railway signal equipment can promptly identify the existing fault problems of railway signal equipment, make targeted adjustments and corrections, and lay a solid foundation for the stable operation of railways and the improvement of transportation efficiency. This article also focuses on this aspect, mainly discussing the common problems in the fault diagnosis of railway signal equipment and the solutions to different problems. It is hoped that through the exploration and analysis in this article, more references and lessons can be provided for relevant units.

## Keywords

Railway signal equipment; Fault diagnosis; Common Questions; Countermeasures

## 铁路信号设备故障诊断中常见问题与应对措施

康明

中国铁路通信信号上海工程局集团有限公司济南分公司, 中国·山东 济南 250000

## 摘 要

铁路信号设备是确保铁路能够正常运转的重要基石, 保障铁路信号设备能够稳定运行是十分必要的, 而落实铁路信号设备故障诊断则可以及时的发现铁路信号设备存在的故障问题, 针对性的做出调节和修正, 为铁路的稳定运行和运输效率提升打下坚实基础, 本篇文章也将目光集中于此, 主要讨论了铁路信号设备故障诊断中的常见问题以及不同问题的解决方法, 希望通过本篇文章的探讨和分析可以为相关单位提供更多的参考与借鉴。

## 关键词

铁路信号设备; 故障诊断; 常见问题; 应对措施

## 1 引言

铁路信号设备涵盖转辙机、信号机、轨道电路、联锁系统、列控系统等的核心组件, 其构成相对而言较为复杂, 而在长期运行的过程中受老化、环境等多重因素的影响很容易会出现各种各样的故障问题, 做好设备故障诊断明确问题及不同问题的解决方法是十分必要的, 只有这样才可以发挥铁路信号设备作为铁路运输系统神经中枢的功能, 为列车行车安全与运输效率提升提供更多的助力和保障。

## 2 铁路信号设备故障诊断中的常见问题

就现阶段来看, 在铁路信号设备故障诊断中常见的设备问题包含转辙机故障、信号机故障、轨道电路故障、联锁系统故障、列控系统故障等等, 如图 1 所示。

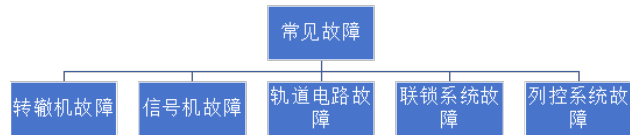


图 1: 铁路信号设备故障诊断中的常见问题

### 2.1 转辙机故障

转辙机是铁路运行过程中控制道岔转换的重要设备, 其运行是否稳定将会直接影响列车进路, 而在铁路信号设备故障诊断中转辙机故障是较为常见的, 具体体现为三个方面。首先为机械结构故障, 即在转辙机投入使用以后因长期磨损等多重因素出现锁闭装置变形、齿轮啮合不良引发转动卡阻, 还有动作杆、表示杆弯曲、断裂等等。其次, 为电气系统故障, 转辙机的电机绕组出现短路、断路、接地导致电机无法正常运行, 或整流器、继电器等相应元件控制失效导致电路接触不良等等。最后, 为辅助部件故障, 例如摩擦联结器出现打滑等相应问题, 遮断器出现触点氧化致使电路不

【作者简介】康明 (1987-), 男, 中国河北石家庄人, 本科, 工程师, 从事铁路信号研究。

通, 减速器出现失效引发道岔转换速度异常等等<sup>[1]</sup>。

## 2.2 信号机故障

在铁路运行的过程中信号机可以通过灯光显示来传递行车指令, 进而为铁路的稳定运行提供更多的帮助, 而在信号机投入使用以后也常常会出现如下几种故障, 影响了其功能的有效发挥。首先, 为光源故障, 即信号机的灯泡及LED模块和光源电路存在故障出现显示残缺、亮度不足、灯光闪烁甚至熄灭等相应情况。其次, 为结构与杆件故障, 因密封不良出现雨水渗漏, 或反光镜移位进而导致元件损坏、照射角度偏差、信号机倾斜等等。最后, 为控制电路故障。例如电缆芯线出现接地、混线等相应问题, 导致信号中出现误亮或灭灯的情况。

## 2.3 轨道电路故障

轨道电路可以更好地检测列车的占用情况, 为列车定位、信号联锁提供更多的助力。而在铁路信号设备故障诊断中轨道电路故障主要体现在道床漏泄故障、钢轨及连接件故障和设备元件故障三个方面。首先, 道床漏泄故障是指在道床部分出现铁锈、积水、潮湿等相应问题, 导致其泄漏电流较大, 接收端电压因此下降, 此外钢轨轨枕的绝缘破损也会引发道床漏泄故障。其次, 为钢轨及连接件故障, 若在焊钢轨焊接时技术管理不到位, 形成高阻或在轨端出现绝缘层老化、破损等相应问题都很容易会出现电路短路等相应的情况。此外, 鱼尾板螺栓松动也会使钢轨的导电性能受到影响。最后, 为设备元件故障, 即发送器接收器输出电压不符合标准, 衰耗器信号传输失真等等<sup>[2]</sup>。

## 2.4 联锁系统故障

联锁系统故障主要包含硬件故障、软件故障和通信故障三种类别。硬件故障是指主板、电源模块等相应的硬件设施出现故障, 进而导致系统无法正常使用或出现逻辑错误, 影响各项工作的顺利推进。软件故障则是指在软件开发的过程中存在逻辑漏洞或出现数据配置失误、联锁关系异常等相应情况, 此外在软件升级后也会存在兼容性问题, 导致软件的作用和功能无法有效发挥。通信故障则是指在联锁系统使用的过程中很容易会出现通信中断、数据丢失、损坏等相应情况, 影响系统功能的有效发挥。

## 2.5 列控系统故障

列控系统可以更好的控制列车运行速度, 保障列车运行安全, 而列车系统故障又可以划分为地面设备故障、车载设备故障、通信链路故障等不同故障。首先, 地面设备故障是指应答器等相应设施设备无法有效输出数据或数据无法正常更新, 导致列控系统的功能受到影响。车载设备故障则是指车载ATP主机计算失误、输出错误指令或者出现测量不准、界面异常等相应问题影响司机的正常操作。通信链路故障则是指出现通信中断延迟, 数据解密失误等相应的情况, 这也会影响信息的正常接收<sup>[3]</sup>。

## 3 铁路信号设备故障应对措施

在铁路信号设备故障应对上应坚持具体问题具体分析的原则, 根据不同故障确定应对及预防策略。

### 3.1 转辙机故障应对

结合转辙机故障的常见表征, 在转辙机故障应对上可抓住如下几个关键点。首先, 需要做好机械结构的维护, 可通过完善设施设备维修保养机制、定期定向的落实检修、清洁、润滑等相应工作并及时更换老旧部件来进行预防, 同时在检修的过程中也需要做好表示杆、动作杆等相应设备的校直工作。其次, 应当落实电气系统检测, 定期排查短路、断路等相应的隐患问题, 通过检测分析来判断是否存在电阻问题, 在此基础之上还需要通过检测分析明确整流器、继电器是否存在老化的情况并作出调整, 配合在线监测技术保障电气系统运转稳定。最后需加强辅助部件的管理, 可定期落实遮断器触点检测并去除氧化层, 保障其接触良好。在此基础之上需紧抓减速器这一关键点落实性能测试, 及时发现并更换失效部件。

### 3.2 信号机故障应对措施

在信号机故障应对上可以紧抓光源系统保障、机构与杆件维护、控制电路管理三大关键点展开分析。首先, 在光源电系统保障上可通过光源替换的方式来延长灯泡的使用寿命, 减少更换频率, 例如可以引入长寿命led光源, 在此基础之上可通过光源电路接线的定期检查有效防止接触不良等相应问题。也可引入灯丝断丝报警装置及时的发现故障问题, 并抵达现场对问题进行解决。其次, 需提高对信号机机构密封处理的关注和重视, 配合防雨罩的科学应用, 在保障其密封性的同时有效避免受潮问题。在检修工作开展的过程中需要紧抓反光镜角度、灯座紧固程度等相应关键点进行检测分析, 确保灯光照射符合标准, 配合连接杆件的防腐、除锈处理保障机构与杆件能够正常使用。最后, 需加强对控制电路的管理, 定期落实灯丝继电器的检测维修, 及时更换老化仪器, 同时还需要落实电缆故障检测, 及时发现芯线接地、混线等问题, 配合端子排维护保障信号机能够正常使用<sup>[4]</sup>。

### 3.3 轨道电路故障应对

首先, 针对于道床路线问题相关工作人员需定期做好道床的清理工作, 去除杂物并保障道床干燥整洁。通过外观检查的方式来及时发现绝缘破损的位置进行修补和更换, 保障其绝缘性能。若该地区较为潮湿, 则可通过加强型轨道电路的应用来更好的预防该类问题的反复出现。其次, 需要做好钢轨及连接件的维护工作, 通过定期检查来分析钢轨焊接处、鱼尾板螺栓以及轨端绝缘是否能够正常使用。在此基础之上严格按照规定要求和使用需求做好补偿电容的安装和更换。最后需要通过设备元件检测的方式对发送器、接收器的输出电压进行检查, 判断其是否符合标准, 若不符合标准

应及时校对。在测试的过程中还需要紧抓衰耗器参数性能这一关键点展开分析，引入专业设备进行检测，获得具体数值，并对参数作出适当调整。还可以引入智能监测系统实时监测电压电流变化，及时的发现轨道电路存在的问题。

### 3.4 联锁系统故障应对

在联锁系统故障处理的过程中可以紧抓住硬件、软件和通信链路三大关键点分析应对及预防策略，如图2所示。

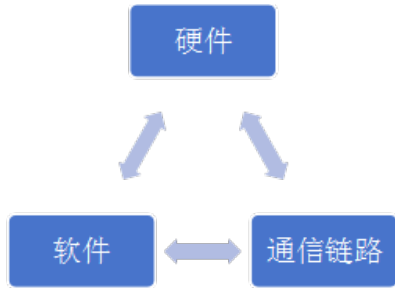


图 2：联锁系统故障处理要点

首先，在联锁系统故障解决的过程中可通过双机热备、冗余设计的方式有效避免出现单点故障影响整体系统运行的情况。在此基础之上定期进行检测，及时的发现老化破损部件并进行更换，继电器等相应设备需定期维护并且做好触点的清洁<sup>[5]</sup>。

其次，在联锁程序开发的过程中需做好实验分析，及时的发现逻辑漏洞并作出适当的调整，消除漏洞，在此基础之上可通过数据配置审核机制的确定保障参数设置科学准确，如果涉及到软件升级问题，也需要进行兼容性测试，并且在升级后对功能进行验证和分析，及时的发现漏洞并作出调整。

最后，需要做好通信链路的维护。一方面在通信链路建设的过程中，可通过冗余通信线路设计的方式来保障通信的稳定性和可靠性。另外一方面在通信链路投入使用以后，可通过定期检测的方式收集误码率、传输延迟等相应的信息，及时的发现线路故障并作出调整。在此基础之上，可根据该地区的实际情况适当添加防雷、防干扰等相应的保护设备，保障通信电路能够稳定运行。

### 3.5 列控系统故障应对

首先需要做好地面设备的管理，通过定期检测的方式来确保应答器等相应数据的完整性。为了保障设备运行的可靠性，还可作出冗余设计。在列车系统运行期间，需按照固定周期落实轨道电路编码逻辑的验证和分析，判断速度码输出是否准确。并完成对 led 设备的维护，定期做好性能测试和数据更新。其次，需加强车载设备的维护，紧抓车载 ATP 主机计算参数定期落实校准工作，并且通过速度传感器雷达进行精度测试。在检测的过程中还需要做好人机交互界面的检查，分析其显示是否清晰。为了更好的降低列控系统故障维修所需要消耗的时间和成本，还可以通过构建设备故障自诊断系统的方式来及时的发现问题，提高各类风险问题的响应能力。最后可通过优化 GSM-R 网络覆盖最大化的减少通信盲区，配合加密解密算法的应用来保障信息传输的安全性<sup>[6]</sup>。

## 4 结语

做好铁路信号设备的故障检测并及时落实故障维修工作是十分之必要的，这可以更好的保障铁路运行的稳定性和可靠性，需引起关注和重视。相关工作人员可紧抓转辙机故障、信号机故障、轨道电路故障、联锁系统故障、列控系统故障等相应的故障进行分析，明确不同故障的解决对策，提高故障处理能力和处理效果。

### 参考文献

- [1] 郭栋,张海轩. 铁路信号设备雷害故障调查与分析通用方法 [J]. 交通科技与管理, 2025, 6 (14): 1-3.
- [2] 焦双锁,郭昊东. 铁路信号设备故障知识图谱构建与应用研究 [J]. 数字通信世界, 2025, (04): 144-148.
- [3] 王韬. 铁路信号联锁设备的故障诊断探讨 [J]. 工程建设与设计, 2025, (02): 46-48.
- [4] 王守伟. 铁路信号设备故障诊断方法研究 [J]. 信息记录材料, 2024, 25 (10): 213-215
- [5] 张亮. 季节性信号设备隐患排查与风险规避 [J]. 减速顶与调速技术, 2024, (01): 17-19.
- [6] 严金鹏. 基于物联网的铁路信号设备智能检测与故障诊断系统设计 [J]. 装备制造技术, 2024, (02): 132-134.