

提升铁路信号安全性的方法探讨

臧镇远

国能朔黄铁路发展有限责任公司肃宁分公司 河北沧州 062300

【摘要】铁路信号系统是确保铁路交通安全和顺畅运行的关键组成部分,随着铁路运输规模和速度的不断提高,信号系统的安全性面临着更大的挑战。本文探讨了提升铁路信号安全性的有效途径,主要包括引入智能化技术、构建先进的故障诊断与预警系统、完善通信信号集成、利用人工智能辅助决策与自动化操作以及制定完善的应急预案等方面。通过智能信号检测与控制、数据采集与分析、系统冗余设计等措施,可以有效提升信号系统的安全性与可靠性。

【关键词】铁路信号; 安全性; 智能化技术

Discussion on the methods of improving the railway signal safety

Zang Zhenyuan

Suning Branch of Guoxin Shuohuang Railway Development Co., Ltd Cangzhou City, Hebei Province 062300

【Abstract】 Railway signal system is a key part to ensure the safety and smooth operation of railway traffic. With the continuous improvement of the scale and speed of railway transportation, the safety of signal system is facing greater challenges. This paper discusses the effective ways to improve the safety of railway signals, including introducing intelligent technology, building advanced fault diagnosis and early warning system, improving communication signal integration, using artificial intelligence to assist decision-making and automatic operation, and formulating perfect emergency plan. Through intelligent signal detection and control, data acquisition and analysis, system redundancy design and other measures, the security and reliability of the signal system can be effectively improved.

【Key words】 railway signal; safety; intelligent technology

引言

近年来,随着高铁网的快速扩展和列车运行速度的提升,传统铁路信号系统在面对日益复杂的运行环境时,逐渐暴露出许多问题,包括设备老化、故障频发、信号干扰等。提升铁路信号系统的安全性,确保铁路运输的高效、稳定、安全,已成为当前铁路行业面临的重要课题。本文旨在探讨如何通过引入先进的智能化技术、加强故障诊断与预警、提升系统集成度、利用人工智能进行辅助决策和自动化操作,以及完善应急响应机制等手段,提高铁路信号系统的安全性和可靠性。通过对这些技术手段的研究和应用,本文希望为铁路运输安全保障提供新的理论依据和技术支持。

1. 铁路信号系统的构成

轨道电路构成铁路信号系统的关键要素,借助电流波动评估轨道通行状态,保障列车通行无阻。

道岔指示信号用于表明道岔位置,确保列车运行方向准确。

自动闭塞系统可自动辨识前方是否存在列车,根据列车

与信号机间位置关系判定通行可行性。

列车自动化控制系统借助各类传感器与信号装置,实时监测列车运行状况,并在紧急情况下即刻发出警报或执行自动停车等应急操作。

2. 提升铁路信号安全性的重要性

2.1 确保铁路运输的安全性

信号系统充当列车行进的关键“调控者”,在列车运行导向、转轨操控、车距管理等方面发挥着核心作用。增强铁路信号系统安全性能,可显著降低因通信故障引发的铁路安全事故,确保旅客生命安全及铁路运输安全,保障铁路运输系统的稳定与持续。

2.2 提升运输效率和服务质量

在铁路交通中列车密度与运行速度持续提升,当代铁路运作亟需更高级的信号管控系统以确保其高效性。增强铁路信号安全防护水平,也能降低故障引发的运输停顿,也能提升列车准时率,提高综合物流效能。高效信号控制系统显著提升了铁路运输能力,优化铁路运行图,提升交通运输系统的弹性与调度效能,促进铁路服务品质全面提升。

2.3 促进铁路系统的可持续发展

铁路网发展与技术进步, 信号系统的稳固性与可靠性愈发关键。借助尖端的智能化与自动化信号技术, 也能增强铁路运输的安全性, 可有效减少人为操作失误及设备故障发生率, 降低资源消耗与环境污染程度。增强信号系统安全防护水平, 有助于减少故障引发的运营费用, 提升铁路运输的持续发展能力, 构建面向未来的高效低碳交通系统。

3.提升铁路信号安全性的方法

3.1 引入智能化技术

表 1 智能信号检测数据

设备类型	监测时间	电流强度 (A)	气温 (°C)	备注
信号设备	2025 年 1 月 13 日	10.5	25.4	正常运行
铁路轨道	2025 年 1 月 13 日		23	轨道振动正常
列车	2025 年 1 月 13 日	8.2	26	正常运行
信号设备	2025 年 1 月 13 日	11	24.8	电流波动轻微

3.1.2 智能信号控制系统

智能交通信号调控中构建集成信息平台, 将多源传感器与监控装置收集的即时数据融合, 采用数据整合手段对交通流量、气候状况、设施运行状况等多重要素实施剖析, 实时调整信号状态。在密集铁路网络中, 系统可依据列车间距、运行速度及轨道状况等要素, 运用算法预测列车运行状态, 并自动调节交通信号灯的指示, 以最优化策略保障列车安全高效运行。智能控制系统也可根据各异运行状况, 自动转换信号控制状态。遇有不良气象条件或设备故障情况, 系统可迅速转入备用工作状态, 或在特殊情况下对信号灯运行周期进行自动调整。

3.2 构建先进的故障诊断与预警系统

3.2.1 实时数据采集与监控

实时数据搜集与监督需在铁路信号系统及核心部件上配置高精度传感装置, 包括温度传感器、压力传感器、电流电压传感器等, 该传感器可即时监控装置的运行参数。该数据经由无线通信渠道传送至数据集中处理场所, 进行一致性处理与存储。监控系统需设定恰当的界限值, 设备运行参数

3.1.1 智能信号检测与控制

借助在铁路轨道、信号系统及列车上部部署传感器, 实时监测信号设备运行参数, 如电学量、电流强度、气温、气压等指标, 将这些信息传输至核心分析平台。运用机器学习技术, 系统可辨识潜在设备故障、信号波动或误差等情况, 及时发出警报。轨道电路系统分析, 借助电流信号监测, 可判别轨道通行状况, 调整交通信号灯的开关状态, 防止误判或信号失效。智能信号检测系统可借助历史与实时数据之对比, 设备故障预测, 预先发出警报, 规避意外故障所引发的隐患。如表 1 所示。

超出常规区间时, 系统可自动触发警报信息。轨道电路电流波动、信号设备温度上升、道岔控制异常等, 均可依托实时数据搜集与监控系统预判识别。比较历史资料与现时数据, 可辨识潜在故障发展动向及异常状况。

3.2.2 故障诊断与智能预警

故障诊断与智能预警系统的关键技术是运用机器学习技术, 自动识别与学习各类设备在正常运作状态下的性能特征。一旦数据异常监测触发, 系统可借助历史模式进行对比, 迅速辨识设备故障或系统异常。当列车信号灯发生故障的时候, 故障诊断系统可依托对信号灯电流、亮变、控制系统响应时间等多元数据的分析, 故障类型识别, 并推测其可能产生的原因。智能警报系统融合大数据技术, 构建设备健康状况预判模型, 实时监控装置的运行状况及环境因素, 对设备潜在故障隐患进行预先评估。系统依据故障严重度、发生频率及时间维度实施分类管理, 及时对潜在隐患发出警报, 根据风险等级自动触发维护任务或调度命令, 维护人员应立即处理通知事宜, 最大程度减少事故发生概率。如图 2 所示。



图 1 故障诊断与智能预警流程图

3.3 完善通信信号集成

3.3.1 多系统集成

铁路信号系统一般由若干个相互独立的子单元构成,道岔控制装置、列车自动控制装置、通讯系统等。各子系统运作自主,其功能相互关联并彼此依赖。因此,需借助高效通信协议及接口实现各子系统的整合,确保资讯实时流通与共享。在多系统整合中,需规范化通信协议,确保各类信号子系统间实现无障碍互联互通。构建综合性的数据共享平台,整合各子系统的监控数据、运行状况及故障记录,保障调度员与操作员在同一平台内全面掌握系统运行态势。

3.3.2 增强系统冗余设计

硬件冗余配置包括信号管控设施、电力供应设施及通讯设施的备用。关于核心设施,例如信号设备、转辙机等,系统需设置备份数据的设备,当主机设备发生故障的时候,实现自动设备切换功能,保障信号系统之稳定运作。关于电源设备,应采纳双电源配置方案,电源线路宜单独敷设,为确保单一电源故障不会引发系统全面失效。数据冗余设计采用多通道数据传输与存储机制,保障信号传输数据全程的完整性及安全性。可运用分散式数据存储策略,将关键信息实施并行复制至若干存储端点,一旦某节点发生故障,系统可快速切换至备选节点,防止数据遗失或系统故障。

3.4 人工智能辅助决策与自动化操作

3.4.1 智能调度与控制

构建智能调度与交通流量实时分析模型,整理所有列车运行资料,包括现有位置、速率、加速度等,并据此数据推算列车预测路径。对整个铁路交通网络流量进行综合分析,智能交通信号控制系统可实现即时调节交通信号灯运作,保障列车安全稳定运行。智能调度系统也可通过即时数据解析,识别交通高峰期与拥堵点,预先进行列车调度与信号预测。针对列车实际运行状态及网络负荷,系统具备实时调整信号控制策略的能力,保障铁路网全效运作。

3.4.2 自动化操作

采纳前沿的自动化操控技术,铁路信号系统关键操作步骤,例如信号灯变换、岔道调整、列车操控等,均可实现自

动化处理。在实施自动化作业过程中,对信号系统各阶段实施规范化规划,保障系统在既定条件下实现自动作业。

3.5 制定完善的应急预案

3.5.1 应急响应机制

当信号系统遭遇故障或异常状况时,系统需具备自动识别故障严重程度之机能,并将资讯传达给负责应急处理的职员。重大安全事故爆发的时候,系统自动启动警报并转入紧急运作状态,启动紧急应对程序,确保故障区域列车得以迅速停运或转移至安全区段,防止事故蔓延。所有设施故障资讯、诊断成效及维修状况需实施即时监控,保障维护人员及时掌握故障资讯并迅速应对。在系统故障复杂化或重大事故发生的时候,应急管理系统需有效统筹各职能机构(例如调度、维护、监控、紧急救援等),实施集中指挥与协调,确保紧急应对之效能。

3.5.2 应急演练与培训

在铁路信号日常运维管理方面,应定期进行多样化应急演练,借助模拟不同紧急情形,协助操作者掌握紧急处理程序,提升突发事件应对能力。应急演练需包括各类潜在故障场景,例如设备故障、信号失效、通信中断、自然灾害等因素。通过演练,也能证实应急计划的实效性,可监测各类应急设施与设备之功能状况,揭示潜在风险并迅速优化。训练内容包括故障排查、紧急切换、应急通讯、现场调度等多个方面,确保操作者于实际事故发生时具备妥善应对能力。

结语

引入智能化技术、构建先进的故障诊断与预警系统、增强系统集成度、利用人工智能辅助决策和自动化操作、制定完善的应急预案等一系列技术手段,可以有效提升铁路信号的安全性和系统的可靠性。这不仅能减少因信号故障导致的事故,还能优化铁路运输效率,提高整体运输安全性。未来,随着科技的不断进步和相关技术的逐步成熟,铁路信号系统将朝着更加智能、高效、安全的方向发展,从而为现代铁路运输的可持续发展提供有力支撑。

参考文献

- [1]赵阳,张萍.铁路信号安全一体化研究[J].中国铁路,2024,(11):92-98.
- [2]王林涛,樊星,李鹏飞,等.铁路信号系统的智能监测技术运用分析[J].中国设备工程,2024,(18):13-15.
- [3]张凤林,范黎明,张文超.铁路信号设备故障预测与健康管理系统研究[J].设备管理与维修,2024,(18):10-12.
- [4]许锦江.铁路信号设备的防雷与接地研究[J].中国设备工程,2024,(06):246-248.