 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v6i6.6023

Thought on the application strategy of intelligent technology in subway signal system maintenance

Xupeng Wang

Tianjin Zhonghe Intelligent Control Technology Co., Ltd., Tianjin, 300000, China

Abstract

In the new era context, the operation of subways has attracted widespread attention. Maintenance and operation work should be given top priority and advanced through modern means. Intelligent technology is a product of the new era, demonstrating its value across various fields and receiving significant attention from all sectors of society. Integrating it with subway signaling system maintenance can establish a cross-platform operation and maintenance system. When combined with big data architecture technology and operation management tools, this approach can reduce the workload of staff and improve actual work efficiency. This paper will focus on the application strategies of intelligent technology in subway signaling system maintenance, summarizing specific solutions based on types of subway signaling systems and their application values. It also offers practical suggestions for implementation, aiming to provide reference value.

Keywords

intelligent technology; subway signal system; maintenance; application strategy

智能化技术在地铁信号系统维护中的运用策略思考

王绪鹏

天津众合智控科技有限公司，中国 · 天津 300000

摘　要

新的时代背景下，地铁运行情况受到广泛关注，应将运维工作作为重中之重，采取现代化手段加以推进。智能化技术是新时代的产物，在各个领域展示出自身价值，受到社会各界的广泛关注。将其和地铁信号系统维护结合起来，能够构建起跨平台的运维体系，在联合应用大数据架构技术和运维管理工具时减轻工作人员的压力，提高实际的工作效率。本文将着重探讨智能化技术在地铁信号系统维护中的运用策略，结合地铁信号系统类型以及运用价值等概括阐述具体方案，针对实践过程提出相关建议，希望发挥出参考价值。

关键词

智能化技术；地铁信号系统；维护；运用策略

1 引言

在科学技术飞速发展的背景下，智能化技术成为热议焦点，其为各个行业做出了积极贡献，备受认可和关注。地铁信号系统属于城市轨道交通的核心组成部分，应考虑稳定性和可靠性，保障乘客的出行安全[1]。传统的地铁信号系统维护体现出成本高和安全隐患多等问题，为了弥补系统的不足之处，应将智能化技术融入其中，促使地铁信号系统的维护和管理更加到位。

2 地铁信号系统类型

2.1 基于通信的信号系统（CBTC 系统）

基于通信的信号系统（CBTC 系统）对于地铁运行意义重大，是现代地铁信号系统的代表。借助于先进的通信技术，搭配着计算机的合理控制，使列车运行过程更加稳定，实现精细化管理的目标。在地铁信号系统运行过程中，通信系统的核心就是无线通信，随着专用通信频率的进一步提升，使得列车和地面控制中心的数据交换更加到位，满足了不同情况下的实际需求[2]。在车载单元技术的支持下，也可及时接收地面控制中心的指令，让列车运行拥有可靠的保障条件。车载单元技术涵盖着传感器接口以及通信模块等多个组成部分，地面控制中心则是全面监控列车的运行过程，在二者密切配合的过程中，可以完成对列车的精准调度，使控制效果达到最佳。

2.2 固定闭塞系统

固定闭塞系统属于相对传统的地铁信号系统，应用于早期信号系统中。在轨道上可以细化出固定的闭塞区间，以此让列车运行拥有一定的控制思路。固定闭塞系统在轨道电

【作者简介】王绪鹏（1986–），男，中国辽宁大连人，本科，工程师，从事轨道交通研究。

路的支持下可以明确列车位置以及运行的状态，根据轨道电路呈现出的不同形态，如条形和环线形，分析区间的具体情况。信号机是至关重要的设备，依照轨道电路的状态传递出关键的信号信息，指示列车驾驶员行驶或停止，以保证整个过程的安全。在这个系统运行的过程中，联锁功能让列车运行更加安全，通过相应的机械装置以及逻辑电路等规避一系列冲突和安全隐患。联锁系统也可依照信号机的状态和轨道电路的反馈进一步分析，将列车运行过程加以把控，以免影响到运行的效果，埋下诸多安全隐患。在某些固定闭塞系统中，还存在着 ATC 功能，让列车控制和运行实现自动化目标。

2.3 移动闭塞系统

移动闭塞系统主要介于固定闭塞系统和 CBTC 系统之间的信号系统，依照相关的概念和动态控制特征分析，移动闭塞系统包含着下述几个方面的要点：第一，移动授权技术。借助车载设备的计算和分配移动授权功能，列车能够在特定时间内稳定运行，不会受到固定闭塞分区的直接影响。第二，动态闭塞区间。相较于固定闭塞，动态闭塞区间体现出移动闭塞系统的动态变化，因此可以依照列车运行全过程调整相应的方案，保证运行过程的安全。第三，配置设备。移动闭塞系统应根据实际情况布设相应的设备，比如应答器以及计轴器等，这样可以获取出列车的具体位置和基本的速度信息[3]。第四，列车间隔控制。根据相关系统的运行情况，能够实现对列车的动态化调整，让其间隔保持在理想状态，强化运输时效。

3 智能化技术在地铁信号系统维护中的运用价值

3.1 保证系统运行效率

城市化进程中，地铁成为备受瞩目的焦点，支撑着城市交通事业的发展。地铁作为城市公共交通的重要内容，运行效率受到广泛关注，将直接影响到人们的出行体验。将智能化技术和地铁信号系统维护结合起来，能够实现对系统运行状态的实时监控，还能对各个部件的基本情况详细分析，明确潜在的安全隐患，提前做好维护计划，以免因设备故障而影响列车运行。除此之外，通过智能化技术也可远程操控系统，保证基本的效率进一步提高，科学把控成本支出，在优化资源配置的基础上，让大数据分析发挥出自身价值，完成对运行数据的深度挖掘。

3.2 维护列车安全稳定

智能化技术是新时代的产物，对于各个行业的影响较大，发挥出自身的应用优势。智能化技术可以让地铁信号系统的可靠性进一步提升，在精准监控信号系统的环节，推动潜在的安全隐患逐一排查，降低故障发生率。除此之外，智能化技术还能对信号系统的故障及时诊断，发出报警信号，让信号系统的应急处理效果明显强化。对于地铁信号系统来说，智能化技术有助于提升其抗风险的能力，逐一排除人为因素和自然因素，控制负面影响。智能化技术也可对信号系统精准判断，强化地铁信号系统的应急响应速度，对多种风险加以防范，降低其干扰的频率。

3.3 降低运行维护成本

智能化技术能够实现对信号系统的远程维护，减轻工作人员的压力，使其工作量进一步缩减。在远程监控和诊断的过程中，可以及时发现故障，控制现场维护频率，降低成本支出。智能化技术也可让信号系统的利用率稳步提升，在实时监测的环节，掌握设备运行的参数，使设备使用效率迈上新台阶。通过培养优秀人才，使其具备数据分析和故障诊断的能力，保障地铁运行更加安全可靠。

4 智能化技术在地铁信号系统维护中的运用策略

4.1 精准预测和评估

智能故障诊断和预测是至关重要的举措，可以在传感器和数据分析技术的支持下判断故障所在，便于相关人员及时采取应对措施。数据采集是通过安装相应的传感器加以获取，比如振动传感器及温度传感器等使设备运行状态及时呈现，为后续的管理提供参考依据。传感器可以监测设备的工作参数，将相关信息及时传送至中央控制系统中，以便相关工作的开展拥有支撑条件。在机器学习与人工智能算法的支持下，地铁信号系统的运维工作稳步开展，经过对采集到的数据深度挖掘，明确潜在的安全隐患，建立起故障分析模型，应对可能出现的故障问题，完成对设备的健康状况评估。在整个实践的过程中，除了合理利用历史数据，也能判断潜在的故障征兆，不断总结经验教训。

4.2 合理优化和控制

地铁信号系统的运行情况关系到信息传输及列车运行状态，因此需要重视合理的控制与优化。自动化控制和优化技术至关重要，对于地铁信号系统的运行意义重大。在开展相关的工作时，扎实推进自动化控制与优化工作能够让系统安全运行，保证地铁运行的速率。智能化技术将自动化控制以及优化算法等融入其中，实现对地铁的调度管理，让整个系统运作过程更加稳定。智能化技术为自动控制系统提供了必要的支持，展示出 PLC（可编程逻辑控制器）、SCADA（监控与数据采集）等技术的优势之处，可以对地铁信号系统实时控制，掌握关键信息。在相关数据的支持下，适当调整列车速度以及信号灯状态，让列车高效稳定地运行。遗传算法、粒子群优化等支持相关人员实时分析交通流量，根据具体的运行状态，动态调整相应参数，保证列车运行的效率进一步提升。

4.3 运维管控及安全

在运用智能通信协议后，可以精准传输地铁信号系统中的关键信息，为后续工作的开展提供参考依据。借助先进的通信手段，能够让各个设备之间的信息传输更加迅速，保

证合理性和可靠性。协议的智能化设计为系统运行提供了最佳路径，可降低延迟和数据丢包率。数据加密技术能够保护信号系统的数据安全，属于至关重要的措施。在科学合理的加密处理中，能够防范被窃取和被篡改的情况，通过对称加密和非对称加密相结合的手段，让数据信息更加可靠，提升实际的传输效率。

4.4 人机交互与决策

人机交互与决策支持技术在地铁信号系统中占据着重要地位，应用效果突出，主要目标是强化工作人员的效率，助力其正确决策。这一技术涵盖着虚拟现实以及专家系统等各个组成部分，用户界面设计是人机交互的基础，通过合理的设计，呈现出直观的操作界面，维护人员可以及时获取相关信息，制定出科学的维护方案，让操作过程更加简易，提高整体的工作效率。专家系统能够让维护人员获取可靠的支撑条件，确保决策更加科学合理。在领域专家知识与经验编码的支持下，让专家系统发挥出自身功能，为诊断和处理提供必要的保障。除此之外，还能帮助维护人员及时定位故障，以便采取科学化的处理方案。将虚拟现实与增强现实技术合理地引入其中，通过科学的培训与指导，使相关人员掌握全新的工作技巧，提升工作实效性。在智能化技术的支持下，可以模拟真实的维护场景，让维护人员参与实践，强化技能水平。

5 智能化技术在地铁信号系统维护中的运用案例

5.1 智能巡检系统

该系统采用配备机载无线网络通信设备的机器人和无线通信基站，实现双向信息交互。机器人配备可见光摄像机，可将采集的图像、视频上传至监控后台，监控后台能实时可靠接收并处理巡检机器人采集的图像、语音、数据等信息。

系统具备多种显示功能，包括对各线路车站级智能巡检设备覆盖率、运行工况等的信息显示，对站级巡检设备实时画面及巡检情况的显示，对巡检对象故障的列表化或图形化显示，以及对各站级预警、报警数量的统计、排序及汇总显示等。同时，还具备远程控制、数据调阅、下发巡检计划和任务等功能，可向站级智能巡检设备进行操作，也能调阅车站图片等数据信息。

此外，系统能汇总显示各站级巡检设备提供的告警信息，综合多方面数据对设备告警进行审核确定缺陷类型，集中展示人工确认的缺陷点位信息。还能以图表形式对采集信息和识别结果进行分析，生成历史曲线。具备用户管理、Web 浏览服务、车站实时数据接入分析、权限管理等功能，提供数据库交互服务，可存储相关数据并能响应读取历史数据命令。

采用配备机载无线网络通信设备的机器人和无线通信基站，进行双向信息交互。机器人配备可见光摄像机、并能将所采集的图像、视频上传至监控后台。

5.2 智能接地监测系统

智能接地监测设备包括检测模块、电源模块、监控单元和辅助地极。智能接地监测设备采用箱式结构，通过检测模块微处理器控制，可自动 / 手动检测被测接地点的接地状态，有效地排除其他干扰，达到高精度测量；具备声光报警功能，具有历史记录、信息查询功能，具备远程上传在线监测等条件。

6 结语

在城市轨道交通快速发展的背景下，地铁信号系统的安全受到广泛关注，应重视智能化技术的应用价值，将其和地铁信号系统的维护结合起来，促使相关工作的开展拥有稳定的支撑条件。在智能化技术支持下，智能故障诊断和预测系统发挥出自身价值，其能实时监测设备的情况，准确识别潜在故障，让故障处理的准确度进一步提升。自动化控制以及优化技术可以掌握信号参数的变化趋势，优化列车运行状态，促使人员安全得以保障。通过本文的详细概述，了解到地铁信号系统维护中智能化技术的应用要点和思路，旨在为相关工作的开展提供参考依据，促使地铁信号系统始终保持理想的运行状态。

参考文献

[1] 付康. 智能化技术在地铁项目机电安装及装饰装修施工安全管控中的应用探究[J]. 张江科技评论, 2024(10): 93-95.

[2] 徐海, 叶倪. 轨道交通行业智慧仓储系统规划建设与实践——以无锡地铁5号线为例[J]. 物流技术与应用, 2024, 29 (S2): 88-94.

[3] 李宇辰. 全自动运行的地铁信号故障高效恢复设计及其高可用性探讨[J]. 中国设备工程, 2024(11): 191-193.