

城市轨道交通信号智能运维集成系统研究

南迪 林经源

中国铁路设计集团有限公司, 中国·天津 300308

摘要: 信号智能运维系统承担轨道交通通信信号系统运行监测及报警管理、关键设备故障智能诊断、智能分析及预警、智能维保等功能职责。通过构建信号系统智能运维集成系统, 实现对轨道交通线网级信号设备全景、基础信号设备、系统设备进行报警管理、分析、智能维修指导、建立健康中心、信息化专业知识库, 应急中心, 以提高信号设备维修维护效率和运维作业安全水平。

关键词: 信号系统; 智能运维; 集成系统

Intelligent Operation and Maintenance of Urban Rail Transit Signals Integrated Systems Research

Di Nan Jingyuan Lin

China Railway Design Group Co., Ltd., Tianjin, 300308, China

Abstract: The signal intelligent operation and maintenance system is responsible for the operation monitoring and alarm management of the rail transit communication signal system, intelligent diagnosis of key equipment faults, intelligent analysis and early warning, and intelligent maintenance. Through the construction of the intelligent operation and maintenance integrated system of the signal system, the alarm management, analysis, intelligent maintenance guidance, health center, information professional knowledge base and emergency center of the signal equipment at the rail transit line network level are realized, and the alarm management, analysis, intelligent maintenance guidance and emergency center are carried out on the panorama of the signal network-level signal equipment, the basic signal equipment and the system equipment are realized, so as to improve the maintenance efficiency of the signal equipment and the safety level of operation and maintenance operations.

Keywords: signaling system; intelligent O&M; integrated systems

0 前言

随着城市轨道交通建设从传统单一线路向线网化、多元化的复杂线网工程演进, 大幅增加了城市轨道交通运维管理的复杂度和投入。因此, 探索如何把数字化技术深入渗透到城市轨道交通运维领域, 通过数字化积累大量数据, 将数据资产转变为决策依据, 进而促进城市轨道交通运维业务架构、运维管理模式变革, 是当前亟待解决的问题。

近年来, 随着物联网、大数据、云计算、人工智能等新一代信息技术的快速发展和成熟, 可以分别从数据采集与在线监测、数据分发和快速访问、数据分析及挖掘、业务系统集成等方面为城轨运维提供必要的数字化转型技术支持, 为信号系统维修既有业务架构及运维模式转型提供了可能。

智慧维保信号专业智能监测逻辑架构体系按两层架构设计。两层架构包括线路维护级和线网维护级。其中, 线路维护级负责线路各专业数据的基础采集、汇聚、实时分析和告警; 线网级负责全网数据信息的统一汇聚及大数据挖掘分析计算。当前, 随着计算机、网络技术的发展, 构建信号系统智能运维集成系统已经完全可行, 下面对构建信号系统智能运维集成系统的方案进行阐述。

1 全景视图

根据所在城市的线网规模, 集成系统应具备不少于 10~25 条轨道交通线路的同屏显示能力。通过集成显示所有线路的运营及维护关键信息, 实现线网全景视图功能, 通过该视图应能提供顶层的运维数据, 统计、展示运营可靠度、故障数据、运营安全数据和维护工作量。

1.1 线网图总览

线网全景视图显示内容包括但不限于: 实时线网状态图(设备运行状态、故障设备告警、隐患设备告警、检修作业等)、各线路概况信息、关键运营指标信息、故障统计分析信息、施工维修重点分布信息等。

1.2 线路概况信息

系统具备直观显示各线路概况信息的功能, 显示信息应包括但不限于: 运营里程、客运站、换乘站、投用年代、信号供应商、闭塞模式、列车配属、当前上线数量(百分比)、当前追踪最大间隔、最小间隔、当前列车控制模式等。

1.3 线路告警占比统计显示

系统具备统计线路告警占比的功能, 统计信息应包括但不限于: 系统级告警数量所占百分比、设备级告警所占百分比。

1.4 故障规律显示

系统具备对设备故障规律分析显示功能, 显示信息应支持按时间段分项统计, 并以折线图显示。

1.5 告警原因显示

系统具备对告警原因显示功能, 显示信息应包括但不限于: 设备类型故障占比分析, 会列出各设备类型报警占比情况, 可以根据年度进行查询。

1.6 维护管理情况显示

系统应具备对维护管理情况统计分析显示的功能, 显示信息应包括但不限于: 员工工作量统计, 年度 1、2 级重大施工分布等。工作量统计可以根据时间段进行查询, 列出各线路的累计工时。重大施工应可以按时间段、设备类型查, 显示各线路上的重大施工数量。

2 监测中心

监测中心对设备状态信息进行实时监测, 并采用集成化的展示界面对各条线路监测信息进行综合展示。对被检测设备, 系统支持设备状态量的查询功能, 并支持历史信息的图形化显示。

包括系统用户界面、车站状态显示、车载信号设备状态显示、室外设备鼠标浮动窗查看、车次窗信息查看等内容。

3 基础信号设备监测

包括采集信息显示功能、设备采集信息年月曲线查看、设备采集信息日报表查看、设备采集信息道岔曲线查看、缺口趋势、缺口图像、分类图像、设备采集信息站台门监测曲线查看、终端设备应用等内容。

4 系统设备监测

第一, 道岔转辙设备。

根据高速道岔设备原理、智能故障诊断技术、隐患预警分析技术, 结合专家故障分析经验, 通过对以上采集数据进行分析, 可得出故障诊断及预警逻辑。

①直流转辙机监测。

②交流转辙机监测。

第二, 道岔缺口监测。

第三, 轨道电路。

第四, 站台门。

智能监测站台门正常状态 / 非正常状态下电压以及开关门作业 / 站台门切除下相应工作电压值。可根据电压值变化、采集频率、采集状态, 能够智能判断区分站台门。

第五, 电源设备。

①外电网监测。

②电源屏监测。

③ UPS 监测。

④电池监测。

第六, CBTC 系统设备。

①车载系统监测。

② ATS 系统。

通过标准接口从 ATS 系统获取相关状态信息, 包括 ATS 工作站、服务器等硬件工作信息, 软件工作状态及报警信息, 实时获取 ATS 运营信息。

③区域控制器。

通过标准接口从 ATC (CC、ZC、LC) 系统获取相关状态信息, 包括车载 CC、轨旁区域控制器、线路控制器等信号设备的运行状态及报警信息, 可以定位到板卡级。

④ DCS 数据通信网络。

⑤联锁系统。

通过标准接口从联锁系统获取相关状态信息, 包括基础信号设备的运行状态及联锁设备的报警信息 (如挤岔、与其他专业接口继电器状态), 按钮状态 (包括站台紧急关闭按钮的状态)、控制台表示状态; 对计算机联锁 CPU 板、输入板、输出板、驱动板的监测, 可以定位到板卡级

⑥计轴系统。

在各设备集中站及车辆基地, 计轴在线监测通过网络接口方式与计轴维护系统通信, 从计轴维护系统获取相关报警信息及日志信息。

⑦绝缘漏流。

⑧智能灯丝。

⑨温湿度。

⑩状态量查询。

⑪ 实时状态量。

⑫ 历史状态量查询。

⑬ 历史报表查询。

5 报警管理

包括实时报警显示、历史报警查询、报警定位、报警处置指导、处理记录查看、重复报警同步查看和回放等功能。

6 分析中心

分析中心作为故障智能诊断和定位以及预警分析的核心系统, 通过对设备实时数据、设备日志、设备性能及运行状态等海量数据的深度分析和安全监督, 在信号系统设备发生故障时, 能快速自动的定位故障处所和原因, 并能以图形的方式直观的显示故障点位; 在设备运行出现异常波动、突变、超限等情况时, 应能自动发现故障隐患, 并及时预警; 同时, 应具备提供故障处理流程和维护建议的功能, 以指导维护人员迅速排除故障及隐患。

包括数据趋势分析、专项日志分析、机器学习分析、故障 / 异常规律分析、停站精度分析、紧急制动分析、点巡检员工行为分析、停车误差统计、关联分析功能、实时故障诊断分析、实时异常预警分析、故障详情分析、故障根因搜索分析、时序分析等功能。

7 智能维修指导

基于历史故障处理经验,应能实现具有指导意义的报警处理维护建议,维护人员通过维护建议可大概率地定位维护方案及维护方法,从而有效提升维护效率。

- ①通用功能
- ②系统网管功能
- ③报警管理功能
- ④图形化展示功能
- ⑤动态电路图功能
- ⑥故障案例库功能
- ⑦维护建议报告功能

8 健康中心

- ①设备指标统计。

应具备 RAMS 指标统计(具备系统故障率、可靠度等可靠性指标的计算及显示)、健康度评价指标(具备设备健康度监控、运营健康度监控、信号系统压力监控计算及显示等)、大屏指标显示(具备大屏宏观运行信息的计算及显示)功能。

- ②设备运用次数统计。
- ③资产管理功能。
- ④设备质量评价功能。

9 知识库管理功能

应能建立通号信息化专业知识库,包括知识分类体系、标准规范、业务模型、数据模型、技术标准等。

通过专业知识库研究关键设施设备全生命周期,应能为制定符合设备实际情况的维修策略提供保障。

- ①设备履历管理。
- ②设备类型属性管理。
- ③在用设备管理。
- ④备品备件管理。
- ⑤作业管理功能。

10 应急中心

① GIS 地图。应能通过在线 GIS 地图展示城市轨道交通线网信息,当有故障发生时,地图应高亮标记事故地点,可以展示事故周围(站点)的应急备品信息、值班人员信息。

- ②应急物资信息。
- ③实时运营情况。
- ④远程协助功能。
- ⑤工单管理功能。
- ⑥文档管理功能。
- ⑦应急处置流程。
- ⑧应急资源协调组织。
- ⑨故障影响评估。

通过构建信号智能运维集成系统,可实现对轨道交通线网级信号设备全景、基础信号设备、系统设备进行报警管理、分析、智能维修指导、建立健康中心、信息化专业知识库,应急中心,以提高信号设备维修维护效率和运维作业安全水平。

参考文献:

- [1] 中国城市轨道交通智慧城轨发展纲要[J].城市轨道交通,2020(4):8-23.
- [2] 孔令明,宋元斌,罗志刚.面向BIM的铁路信号线缆自动布线研究[J].制造业自动化,2020,42(1):24-29.
- [3] 袁雪源.广州地铁一号线信号系统改造工程风险分析[J].铁路通信信号工程技术,2019,16(4):58-61+69.
- [4] 白艳琴.城市轨道交通信号系统改造工程解决方案[J].铁路通信信号工程技术,2013,10(S1):343-346.
- [5] 李春宇.既有城轨信号系统改造为DTO系统技术分析[J].铁路通信信号工程技术,2019,16(10):90-93.
- [6] 王喜军,杨立新,武少峰.城市轨道交通信号系统升级改造项目方案研究[J].铁道通信信号,2021,57(11):77-81.
- [7] 刘彧.BIM技术在信号智能运维中的应用研究[J].铁路通信信号工程技术,2021,18(9):1-4.
- [8] 张凯,宋胜林,肖彦科.BIM技术在铁路信号工程运维中的应用研究[J].铁路通信信号工程技术,2021,18(5):15-21.
- [9] 刘智平,罗志刚.BIM在信号系统工程设计中的应用探讨[J].铁路通信信号工程技术,2020,17(2):16-21+39.

作者简介:南迪(1990-),男,蒙古族,中国内蒙古呼和浩特人,硕士,从事控制工程研究。

课题项目:城市轨道交通信号系统智慧运维技术研究与应用(项目编号:2023A0251206)。