

地铁信号智能运维管理子系统设计

刘媛媛

北京市地铁运营有限公司通信信号分公司

DOI:10.12238/jpm.v4i2.5652

[摘要] 近年来,我国社会经济不断进步,城市建设越来越好。随着地铁运营里程的快速增加,在运的信号系统和设备数量不断增多,给信号运维部门带来巨大维保压力,加之既有设备随着使用年限增加,故障率增高,更加大了运维负担;传统维护监测系统在线监测数据种类和数量有限,覆盖面小,标准化和集成度较低,且故障多以报警为主,不能实现设备故障诊断和故障预测等智能分析;目前的运维管理水平多停留在纸面和口头,缺乏信息化、流程化和标准化,难以适应远期运维压力的增加。由此,对信号系统维护技术提升和管理水平提高的需求日益迫切。

[关键词] 地铁信号;智能运维;管理子系统;工程设计

Engineering design of intelligent operation and maintenance management subsystem of subway signal

Liu Yuanyuan

Beijing Metro Operation Co., LTD. Communication Signal Branch 100082

[Abstract] In recent years, China's social economy is making continuous progress, and the urban construction is getting better and better. With the rapid increase of subway operating mileage, the increasing number of signal systems and equipment in operation brings great maintenance pressure, and the failure rate of the existing equipment; the online monitoring data has limited types and quantity, small coverage, low standardization and integration, and most faults are alarm, which cannot realize intelligent analysis such as equipment fault diagnosis and fault prediction; current operation and maintenance management level remains on paper and oral, lack of information, process and standardization, making it difficult to adapt to the increase of long-term operation and maintenance pressure. Therefore, the need for improving the signal system maintenance technology and management level is increasingly urgent.

[Key words] subway signal; intelligent operation and maintenance; management subsystem; engineering design

引言

城市轨道交通对信号设备的日常维护要求比较高,关系到列车运行的安全。但是目前各个信号系统供应商提供的产品,彼此兼容性并不高,不同的线路都相对独立地进行运维工作,需要在人员投入以及线网整体运维设备等方面进行优化。不同线路的信号系统每天都收集大量的数据,但是这些数据却没有得到较好的分析利用,计划维修以及实时监测依然是当前信号系统营运维的主要手段。因此,为了实现地铁信号系统的智慧运维,需要推进信号系统的综合化、网络化以及智能化发展。

1 智慧运维的主要功能

1.1 可视化实时在线监测

地铁信号系统是一个智能测量平台。线性网络中心通过执行基本的维护和管理功能,实现网络的可视化管理。大屏幕显示轨道段、车站、箭头、信号机等静态数据。网络中心与线

路信号系统建立正常通信后,ATS与ATP系统提供列车运行位置、加油位置、箭头位置等信息。通过可视化界面,可以将线路从网络层快速定位到特定位置,帮助操作人员分析故障对操作环境的影响,促进网络人员快速转发,并提供人员通信,减少信号故障对线路运行的影响。

1.2 信号系统健康管理

智能信号系统平台控制整个数据网络,确定设备的硬件属性及其运行参数。监控数据以终端图的形式实时显示,通过故障诊断机制、设备故障检查和故障及时报警,将故障和维护信息发送到线路服务终端。在深入研究大规模数据分析的基础上,就设备的生命周期、工作条件和标准参数等方面得出了机器本身的确定规则。在完成准备并满足设备缺陷预警能力建设需求后,可将现有监测机制完善为平台的新功能模块。在此平台上,建立了关键设备故障预警系统,进行了异常振荡预警,

类似专家分析修改服务建议,以确保数据在现场标准之外的处理和恢复。医疗警报系统管理机制可以覆盖警报系统的整个生命周期,通过实时状态监测和故障趋势预警相结合提供警报指导。

1.3 可靠性模型仿真分析

信号系统本身就是一种纠错机制,能够提供可靠的故障保护,但是信号系统目前还缺乏较为完整的分析模型来进行具体的故障原因分析。因此,在此背景之下,要逐步建立完整可靠的信号系统模型,对故障进行模拟演示,更加快速、精确地分析故障的类型。在此基础上,制定有效的解决策略,进一步保障信号系统的可靠性。在覆盖系统设备的基础上,建立完整可靠的分析模型,反映系统设备的一切过机和正常运转的状态,由此分析出的数据将与实际运转状态中的数据无限接近。通过对历史数据的分析,可以优化大量的数据测量和现场日志,作为可靠性分析的重要参考。通过理论到模拟分析,可以提前预估信号系统实际的运行状况。在模拟运行中,观察分析在实际运行当中会出现什么样的问题,对信号系统进行进一步的优化完善。

1.4 提高系统抗风险的能力

智能操作系统的功能是实现数据控制、智能诊断和风险预测、信号故障报警,包括对指针、信号、外部网络、电缆等非工业智能设备、数字音频轨道电路的控制,移动闭环以及控制信号系统的整个生命周期。此外,采用人工智能方法进行数据采集分析,实现信号设备安全风险的智能诊断预警,消除干扰并分析异常参数。一旦出现异常趋势,应及时进行程序报警和维护,同时不断完善数据分析、智能诊断、可靠的数据和可靠的诊断结果,为设备故障预防和日常维护决策提供可靠依据,使操作人员充分了解设备的运行状况和可能出现的故障。

2 地铁信号系统运行常见问题

(1) 硬件设施及软件问题

地铁信号系统运行中出现的问题主要表现在系统自身方面,如果地铁信号系统中的各个硬件设施难以维系较为理想的运行状态,或者由于软件问题对系统正常运行造成干扰,就会威胁地铁系统安全运行。基于这种地铁信号系统在自身硬件设施方面的问题进行分析,其首先表现为原有质量缺陷,因为在各类硬件设施的选择安装时缺乏严格质量把控,造成一些劣质设备或者是不匹配的元部件应用其中,必然也会影响到后续地铁信号系统的稳定运行。另外,地铁信号系统中硬件设施方面存在的问题还表现为自身老化上,伴随着地铁信号系统的长期使用,很多零部件都容易出现老化现象,如果不能及时进行替换处理,有可能产生不良影响。系统软件通常为终身质保,当出现系统缺陷时,基本可以通过系统升级来解决,使用新版本替换旧版本,但存在不可预料现象,一旦出现系统软件问题对于地铁安全运营将产生极大影响。

(2) 人为因素影响

虽然地铁信号系统的整体自动化水平不断提升,但是依然

需要依赖于专业技术人员进行操纵或维护管理,而这些关联人员如果出现了不当操作或者失误,必然就会影响到地铁信号系统的稳定有序运行。具体来看,这种人为因素主要表现在地铁信号系统操作管理以及维护检修管理两个方面,一是设备操作人员(如调度人员、行车值班员)及设备检修维护人员,因为相应操作程序执行不规范或者是操作过程中存在偏差问题,必然难以促使地铁信号系统发挥出应有作用,容易出现故障问题;二是设备维护检修人员如果自身检修工作执行不到位,未严格按检修规程或相关标准开展设备检修,检修质量把控不严,将会因信号设备故障影响地铁正常运营。例如道岔设备检修后如未与车控室人员进行试验、确保道岔表示恢复且室内外一致,将可能会出现道岔失表故障,对正常行车产生一定的影响。

(3) 外界因素干扰

当前地铁信号系统的复杂性越来越突出,系统在长期运行中不仅仅受到自身多方面因素的影响,同时还容易受到外界环境的干扰,进而容易在运行中出现难以按照预期要求运行的情况。比如外部环境温度突变或恶劣天气等干扰因素,既往的事故案例比比皆是,如众人皆知的723甬温线特别重大铁路交通事故的原因之一就是多次雷击影响。另一方面,如果地铁信号系统长期处于湿度过高或非设备工作温度的环境下,就容易造成系统运行受阻,难以形成较为理想的安全准确运行效果,严重的可能直接造成相应地铁信号系统的受损问题。

3 工程设计

3.1 智能分析

(1) 故障智能分析。系统诊断设备由健康状态转变为故障状态,自动定位故障处所和原因,以故障原理图、位置图方式显示故障,诊断结果包含故障位置、故障状态、故障维护建议等,辅助维护人员实现故障修。(2) 故障预测。采用大数据等分析方法,实现对设备历史运行趋势的跟踪及分析。当运行趋势呈现劣化或异常过程,特性指标偏离标准值或经验值,设备由健康状态转变为亚健康状态,系统进行异常报警,及时提示维护人员干预,系统给出维修策略和维修建议,以辅助维护人员实现状态修。对于无需短时间内尽快处置的亚健康状态设备,系统给出维修计划,辅助维护人员实现计划修,避免欠维修和过维修。

3.2 综合智能分析

(1) 指标统计分析。通过对运维数据的多维度统计性挖掘分析,识别各设备的同比环比、关联对比等差异情况,为后续的决策支持提供数据支撑。如按时间序列的故障次数统计分析图表、按照设备树形结构展开的故障次数统计分析图表、重复故障现象/设备/原因的统计分析图表、各类输出数据结果的同比及环比分析等。(2) 人员行为分析。通过对运营、维护人员的行为进行数据量化的采集、跟踪及分析,挖掘人员行为的规律特点以及在运营、维修场景下该行为规律可能的潜在影响及制约,从而优化行为规范,实现运营、维修的效率提升。如

维护人员检修质量及效率分析、故障处置及闭环监督行为分析、日常系统操作习惯分析等。

3.3 运维管理

地铁信号系统的安全运行离不开对设备的维护维修, 运维管理是保证维护维修工作高效可靠进行的关键。当前信号系统运维管理模式, 包括计划修和故障修。计划修一般是针对信号系统各设备原理和特点, 制定相应的养护、小修、中修、大修、更换计划, 维护人员按照计划对信号设备的电气特性、机械特性、配线、功能、外观、安装等实施维护作业; 故障修是针对突发故障, 一例一案应急维修处置。信号设备维护方式分为自主维护和委外维护。信号维修管理机构一般设置在车辆段或控制中心, 信号工班根据线路特点设置于正线、控制中心、车辆段、停车场等地点, 并在车辆段设置综合检修、ATC 检修等专门工班。

(1) 故障/异常报警管理(监测信息)。系统能查看报警的总体情况, 具备归类统计、下载及打印功能, 支持按选择时间段、设备类型、报警类型等多维度查询功能, 便于维护人员查询故障报警记录; 具备设置设备停用、设备不合格及设备长期盯控的功能。(2) 维修管理(维修信息)。①根据维护管理需要, 系统自动形成各年的年修计划并可自动分解生成每月和每周的维护计划。综合每周的维护计划和维修工区班制以及规定的维护人员的班次等因素, 自动生成日检计划。系统根据维修计划生成维修作业工单。②维修作业管理维修作业工单包括巡检、日检、周检、月检、故障应急处理、配合作业、临时作业等工单, 系统自动生成或人工发起工单, 通过移动端或智能运维工作站推送给相应工区维护人员。工单内提供维修参考步骤及说明, 可输入文字、拍照、录像反馈维修结果。

4 功能实现

4.1 可视化

系统提供对全线所有信号设备状态及报警的实时监测, 为用户提供顶层运维数据的全景展示, 统计、展示设备可靠度、故障占比情况、关键设备状态趋势等内容以及可自由配置显示内容, 提供历史数据的调取和分析预测, 并可以统计表及图片的形式导出保存。

4.2 大数据

本系统可实现将现场采集到的大量日志数据存于数据库中中长期保存, 为用户提供不同时间维度的查询分析及可靠的数据背景进行参照, 及历时数据的调取。提供设备运行规律分析、充分挖掘日志信息、多子系统关联分析、专项主题分析等功能。根据设备种类(列车、轨旁、ATS等)按照不同的报警等级进行分布存储, 分别显示VOBC、道岔、联锁、计轴等设备在当天、当月、固定时间段上的所有报警分布, 可下钻到设备本月故障

报警分析情况, 也可下钻到具体设备任意一天报警分布情况。

4.3 故障预测

对信号系统故障数据进行建模分析, 系统根据信号各类报警建立不同维度的日志分析模型, 可根据各类报警采集到的总数即时关联分析, 通过对设备性能监控给出设备状态趋势和弹出智能告警。通过预留模型导入接口, 将预定的故障模型及设备前置条件导入系统, 通过匹配可快速检出设备异常情况, 可以完整复现系统运行的实际情况和命令执行的链路信息, 对信息传递的内容和时序进行分析, 准确给出设备隐患部位, 方便现场人员切入故障点。对保障设备全寿命周期内的高可靠性与低故障率发挥着重要作用。

4.4 专家知识库

专家知识库对每一种报警和故障提出维修建议, 并针对实际维护或维修的故障定位和维修步骤对维修建议进行更新优化。系统通过建立针对典型故障原因和处理建议相关联的专家知识库来协助现场人员快速处置故障和排除设备隐患, 将实践过程中形成的经验进行模块化, 并用实际数据进行自动化的验证和迭代, 从而形成相应的工具模块, 当系统检测到设备故障时, 根据匹配规则, 自动在专家知识库中查找典型故障案例, 向现场人员推送故障原因、故障位置及详细的故障处置方案, 避免因人员水平参差不齐而导致故障无法及时有效的得到解决。

结语

地铁信号对于地铁运行来说, 重要性非常的大, 如果地铁信号系统出现任何问题, 地铁列车的安全行驶都会受到严重的影响。近几年, 我国修建的地铁线路越来越多, 地铁开通的也越来越多。对于地铁信号系统来说, 需要严格把控, 只有保证地铁信号的质量, 才能真正保证地铁运行的安全性。总而言之, 要实时把控地铁安全性, 为地铁乘客提供有力的安全保障, 为快速发展地铁行业提供最大的助力, 进一步推进我国社会经济的快速发展, 从而为实现“两个一百年”的宏伟目标努力拼搏。

[参考文献]

- [1]周晓勤.城轨交通智慧先行《中国城市轨道交通智慧城轨发展纲要》发布词[J].城市轨道交通, 2020(4): 30-31.
- [2]杜心言.轨道交通智能运维与创新平台建设[J].现代城市轨道交通, 2019(6): 1-9.
- [3]杜时勇.基于大数据的城轨信号系统线网智能运维平台研究[J].都市轨道交通, 2019, 32(3): 13-18.
- [4]李聪.地铁信号系统智能运维方案设计[J].铁道通信信号, 2019, 55(2): 86-90.
- [5]陆鑫源, 朱莉, 张郁, 等.城市轨道交通信号智能运维系统应用与实践[J].铁道通信信号, 2020, 56(3): 82-86.