

基于设备状态全貌监视的 路网级多设备智能运维技术研究

卫瑞东¹, 梁樑¹, 陈华²

(1. 北京轨道交通路网管理有限公司; 2. 中铁通信信号勘测设计院有限公司)

【摘要】文章重点研究智能运维组织模式、智能调度体系协调联动方案以及城轨交通运维安全综合保障体系的要求, 深入分析全网设备状态感知与辅助决策体系, 研究路网级信号、通信及供电系统的智能运维安全技术, 明确智能运维系统的系统架构、功能需求、技术路线, 为后续智能运维分析决策系统的建设提供技术支撑, 从而提高线网故障应急处置、智能分析诊断能力。

【关键词】智慧城轨; 智能运维; 设备管控; 标准规范; 大数据

中图分类号: TP393

DOI: 10.13655/j.cnki.ibci.2023.11.050

Research on Intelligent Operation and Maintenance Technology of Multi-equipment at Road Network Level Based on Total Condition Monitoring of Equipment

WEI Rui-Dong¹, LIANG Liang¹, CHEN Hua²

(1. Biejing Metro Network Administration Co., Ltd.; 2. China Railway Communication and Signal Survey & Design Institute Co., Ltd.)

【Abstract】This paper focuses on the study of intelligent operation and maintenance organization mode, intelligent scheduling system coordination and linkage scheme, and the requirements of urban rail transit operation and maintenance safety comprehensive guarantee system. It deeply analyzes the state perception and auxiliary decision-making system of the whole network equipment, studies the intelligent operation and maintenance safety technology of road network level signal, communication and power supply system, and clarifies the system architecture, functional requirements and technical routes of intelligent operation and maintenance system. It provides technical support for the subsequent construction of intelligent operation and maintenance analysis and decision-making system, so as to improve the ability of emergency response and intelligent analysis and diagnosis of line network faults.

【Keywords】smart city rail; intelligent operation and maintenance; equipment control; standard specifications; big data

1 研究背景和意义

城市轨道交通作为城市综合交通体系中的一个组成部分,在“十四五”时期科技创新与产业升级的总体目标下,行业集中化、数字化、智慧化等信息化建设步入快速发展阶段,信息化建设的成果初具规模,正在改变传统建设模式、服务手段和经营方式。当前,城市轨道交通行业智能运维仍以传统的被动式监控及管理的运营模式为主,需结合国家、行业及地方宏观产业政策,按照“因地制宜、开拓创新、大胆探索、勇于实践”的原则,持续推进智能运维安全技术研究^[1]。

随着智能运维安全技术的普及与深化应用,国内主要城市轨道交通线网级监控方案在设备故障预警、状态修转变、降低故障数量等方面已初步显现成效,但仍没有完善的线网级数据标准,导致平台对不

同厂家数据的解释和处理存在差异,造成线网级数据融合困难。因此,路网级多设备管控智能运维安全技术的研究与应用,将对推动智能运维规范落地、普及智能运维理念、构建开放包容的智能运维生态起到重要作用,建设可靠高效的运维体系^[2]。

城市轨道交通行业智能运维系统研究以组织架构、技术发展、维修深度、发展战略为研究目标与驱动力,依照单专业传统模式、企业综合模式、单专业精细模式、多专业融合模式等四阶段模式开展。

2 智能运维业务体系

城市轨道交通行业信号、通信及供电设备智能运维业务体系业务架构依照工作内容的不同,可以划分集中监视、运维调度、运维决策、设备管理四个部分。

集中监视业务主要完成设备状态管理,依托设备履历监视、设备告警监视、设备性能监视进行设备运行状态的全方位监测和控制;运维调度业务完成生产环节的工单管理、人员及施工管理、故报管理、计划管理以及系统管理;运维决策业务依靠对设备运行数据、业务流程数据、巡视检修数据、故障数据等各种数据的统计和分析,实现设备运行分析、设备寿命预测,实现设备评估与专家库建设;设备管理业务完成资产管理与物资管理,实现设备初始安装、设备台账、设备履历、巡视记录、检测维修记录、设备生产厂家、故障数据等所有周期数据的集中管理。

3 标准规范框架设计

3.1 总体要求

主要规定整体性要求,包括规划设计及实施要求、系统定位、业务监测要求、协议与接口要求、网络安全隔离要求、统一编码规则要求、设备管理范围要求。

3.2 系统架构

系统架构分为中心层、接入层。中心层主要完成线网集中监视系统业务的处理与实现,主要由各专业集中监视模块组成。接入层主要完成线路专业系统设备接入各专业线网集中监视系统,主要由各专业线路接入模块组成。

3.3 业务需求

规定系统业务定位、全生命周期监测需求、运行健康评估需求、图形化界面需求、模块化设计需求、用户分权分域管理需求、告警业务要求。

3.4 系统功能要求

结合专业设备设施特点,确定各专业集中监视系统功能,包含线路设备履历管理功能、线路设备告警管理功能、线路设备性能数据管理功能、线路设备拓扑管理功能、线网数据处理分析功能、线网数据应用功能、线网系统管理功能等,结合轨道交通场景进行详细要求。

3.5 系统性能要求

在系统性能上对数据接口功能正确率、并发用户数、冲突检测、系统响应时间、故障处置、故障报警准确率等进行要求。

3.6 系统接口要求

对时钟系统接口、业务系统接口、云平台接口、大数据平台接口、综合展示大屏接口及其他外部系统接口的接口界面、物理接口、接口功能、接口协议等内容进行要求。

3.7 系统安全要求

包括物理安全、网络安全、用户管理安全、数据安全及系统日志管理等方面。

4 关键技术研究

通过研究全面的系统数据采集关键技术、基于机器学习的人工智能算法、基于数据挖掘的运维大数据分析以及基于自动化工具的辅助运维决策,构建路网级智能运维安全技术矩阵。

4.1 智能运维数据层相关技术

依据接口标准规范,研究设备状态数据采集技术、数据存储技术、数据处理技术。研究采集过程中数据管控、数据完整性检查、数据准确性检查、数据补传补录机制等关键技术。结合各专业数据特征和结构化存储要求,制定各专业数据标准化存储架构,基于流式数据处理、批式数据处理等行业内主流关键技术,开展数据统计、数据分析,为智能运维服务层提供数据支撑。

4.2 智能运维服务层相关技术

以各系统采集数据为基础,结合轨道交通运营维护业务需求,重点研究故障诊断、知识图谱、动态决策、资产画像、自动化运维、故障预警、健康评估、动态规划等智能运维服务关键技术,基于单专业精细化及标准化管理模式、多专业融合发展理念,实现设备履历数据、设备状态数据、设备报警数据在不同时间维度、空间维度的综合分析处理,为轨道交通设备设施智能运维辅助决策业务应用提供技术支撑。

4.3 智能运维应用层相关技术

开展数据可视化综合展示关键技术研究,基于主流前后端框架实现智能运维业务数据的数据解析、数据筛选、数据组织、数据聚类,并以图形图表等多元化手段动态呈现线网设备履历数据监视、性能数据监视、告警数据监视、故障预警、故障诊断、动态决策等业务应用,适配综合展示大屏、智能运维终端(PC、移动终端)、自动化运维工具等多渠道,构建设

备设施监视、设备设施管理、运维辅助决策、运维业务支撑的智能运维安全综合展示应用框架。

5 智能运维系统设计

5.1 系统架构

路网级多设备智能运维平台系统架构见图1。

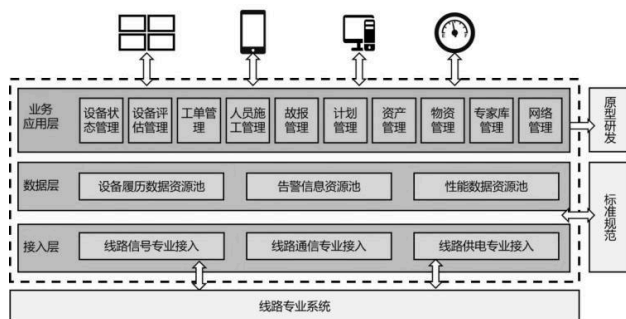


图1 路网级多设备智能运维平台系统架构

5.2 系统主要功能

①设备状态管理：线路设备履历管理、告警管理、性能数据管理、统计报表、综合大屏展示、电子地图展示、设备拓扑管理。

②设备评估管理：线网数据处理分析、故障预警、运行状态趋势预测、历史状态数据挖掘、运行健康状况监测、资产画像。

③人员及施工管理：作业证管理、安全交底、培训管理、排班管理、供应商管理、施工流程管理。

④工单管理：工单流转、工单模板、历史工单、工单状态、工单质检、工单搜索、统计分析、移动端支持等。

⑤故障管理：隐患管理、案例管理、记录分析等。

⑥计划管理：检修计划管理及设备更新计划管理。

⑦资产管理：设备台账、转固管理、移交管理、盘点管理、更改管理、不动产管理、报废管理等。

⑧物资管理：专用工具管理、通用工具管理、物料管理、备品备件管理、出入口管理等。

⑨专家库管理：通过文件服务器等形式设置专家管理库，将各系统资料录入存储并分类管理。

⑩网络管理：包括用户管理、角色管理、权限管理等。

5.3 系统性能

包括系统接口性能、用户数量、响应时间、数据有效性、系统可用性、报警准确率等指标要求。

5.4 系统安全

包括系统物理安全、网络安全、用户管理安全、数据安全及系统日志管理等。

5.5 接口协议

制定信号、通信、供电专业接口协议，包括通用技术约定、设备履历数据接口协议、性能数据接口协议、告警数据接口协议以及数据传输规则等。

6 智能运维示范应用

通过建设目标、业务环境、维护需求三方面分别对路网级多设备智能运维平台进行需求分析，系统主要流程模块设计包括人机交互设计、业务流程设计、告警流程设计、告警采集流程设计、告警同步流程设计、数据库设计等。

在此基础上对路网级多设备智能运维平台界面进行设计，综合展示界面、故障管理界面、告警管理界面、系统连接状态、数据统计分析、拓扑管理等。

根据现场实施环境，从项目启动、项目规划、项目执行、项目监控和项目结尾方面研究制定路网级通信设备管控平台实施方案。

7 结语

城市轨道交通路网级智能运维安全技术研究技术的难点和侧重点主要是通过统一的数据采集标准、数据接口标准实现线网级设备系统海量数据的采集与交互，打通不同线路和系统之间的差异化壁垒。通过统一的线网级设备数据采集、数据存储、数据分析、数据应用展示和数据质量评估体系的研究与应用，积累大量的运维数据资产，利用大数据分析、AI等手段逐步形成全生命周期的管理，做到“运维管控一张图、互联互通一张网、数据汇聚一个湖”，实现城市轨道交通运维维护的“一网统管”，完成人力密集向人机交互、经验判断向数据分析、被动处置型向主动发现的有效转变，提升线网级智慧化管理，提高生产运营效率，降低运维成本。

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] 钟文文. 地铁设备智能化运维管理探索与实践[J]. 中国建设信息化, 2020 (14): 70-72.