

城市轨道交通供电设备智能运维系统

徐维甲

(上海地铁维护保障有限公司供电分公司, 201106, 上海 // 高级工程师)

摘要 随着城市轨道交通网络化运营时代的到来, 智能运维已成为未来的发展趋势。基于城市轨道交通供电系统对设备运行管理、在线状态监测、远程故障诊断以及数据分析的需求, 设计了一种融合多种运维平台、智能控制技术和现代大数据分析的供电设备智能运维系统。该系统集设备状态实时感知预警、设备全寿命管理、生产业务管控流程、专家分析为一体。测试结果显示: 该系统能够满足城市轨道交通供电生产的管理需求, 强化了对以设备设施为管理核心的生产管理全过程的控制和优化, 提高了城市轨道交通供电设备和相关资源的效能。

关键词 城市轨道交通; 供电系统; 智能运维

中图分类号 U231.8; U29-39

DOI: 10.16037/j.1007-869x.2021.09.046

Intelligent Operation and Maintenance System for Urban Rail Transit Power Supply Equipment

XU Weijia

Abstract With the advent of the era of urban rail transit network operation, intelligent operation and maintenance has become the future trend. Based on the requirements of equipment operation management, online condition monitoring and remote fault diagnosis and data analysis for urban rail transit power supply system, an intelligent operation and maintenance system for power supply equipment that integrates multi-operation platform, intelligent control technology and modern big data analysis is designed. The system integrates device status real-time sensing and early warning, equipment life management system, production business management and control process, and expert analysis. The test results show that the system can meet the management needs of urban rail transit power supply production, strengthening the control and optimization of the whole process of production management with equipment facilities as the management core, and improving the efficacy of urban rail transit power supply equipment and related resources.

Key words urban rail transit; power supply system; intelligent operation and maintenance

Author's address Power Supply Branch of Shanghai Metro

Maintenance Support Co., Ltd., 201106, Shanghai, China

随着信息化和智能化的飞速发展, 智能装备在日常生活中得到了广泛的应用, 是当前应用最广泛和最具发展潜力的产业。为重点突破制约我国在轨道交通装备的核心关键技术, 国家科技部于 2016 年 2 月下达了“十三五”国家重点研究计划先进轨道交通重点专项课题, 为完善我国现代交通运输核心技术体系, 研发新一代高端轨道交通装备提供了支持^[1]。作为轨道交通装备核心的供电智能运维系统, 通过建立大数据智能平台和设备管理分析体系, 对轨道交通供电关键设备的状态及与之相关的管理活动进行全过程优化、监控和管理; 通过对关联数据的分析, 制定合理的设备检修策略, 最大程度保障轨道交通安全、准点、高效运营。

随着上海轨道交通供电设备体量日益增大, 设备寿命进入老化期, 设备故障率逐步增加, 供电安全性受到影响, 因此建设一体化的设备设施安全运行和维护维修的供电设备智能运维系统势在必行^[2-3]。

1 城市轨道交通供电设备智能运维现状问题分析

目前, 城市轨道交通供电设备智能运维建设中存在的主要问题如下:

1) 系统间整合效率不高, 各种运维系统平台之间业务板块相对独立, 产生的海量数据无法共享应用;

2) 系统采集的数据连续性和颗粒度较低, 无法满足系统运维分析的需要;

3) 既有的运维系统平台不能满足网络化运维需求, 仅以运营开通的基本需求为主, 较少考虑后续的运维管理功能需求;

4) 因缺乏顶层规划设计, 早期建设线路的设备, 其功能改造和扩展能力有限, 导致在新线设备

中已应用的功能,无法在短时间内实现新老线之间的统一;

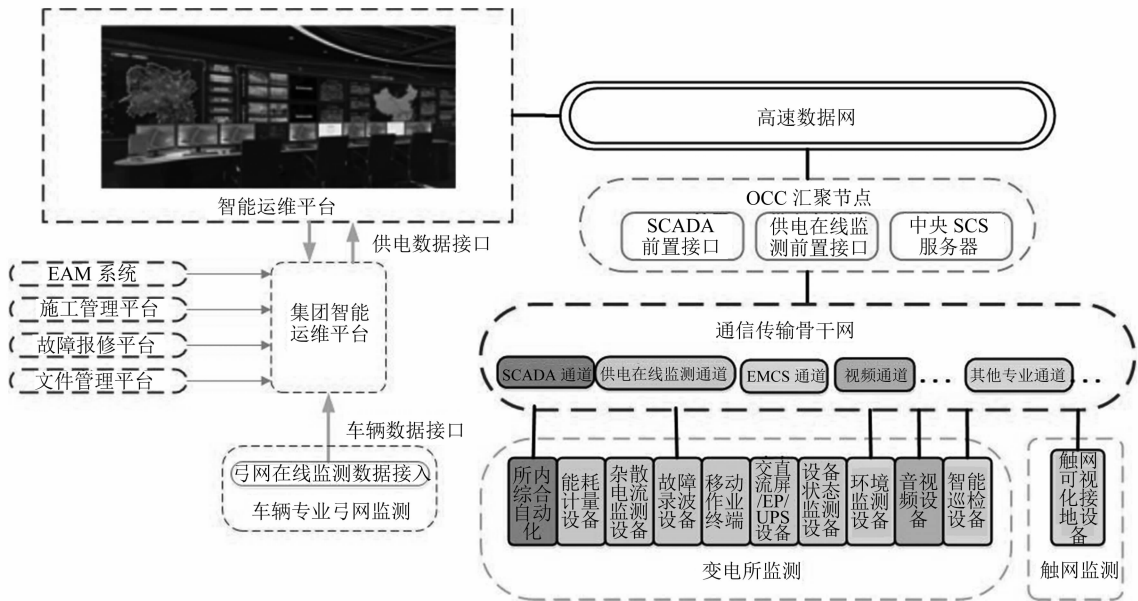
5) 应用系统与网络传输缺乏统一的标准,不同的专业间,不同的管理主体,均有各自的运维系统,系统间没有形成统一的标准。

为此需要探索网络化运维新模式,建立一个统一规划、具备顶层设计、互联互通的网络化智能运维体系。

2 城市轨道交通供电设备智能运维系统

智能运维系统作为供电系统的数据管理核心,对运维工作进行协调指挥和专业化的维护提供支撑:监测和采集获得的变电所和触网设备的状态信息和数据,通过综合通道网统一传输至运维平台,智能运维系统根据数据所呈现的趋势和设备状态

做出预判断,降低故障率并形成数据库管理。EAM(资产管理系统)系统、施工管理平台、故障报修平台等作为地铁集团内部原有管理型平台,平台之间相互独立,数据无法共享和关联应用。各管理性平台与供电设备智能运维系统形成数据对接,在智能运维系统中实现数据共享和业务联动作业。上海申通地铁集团的智能运维平台属于集团的总体数据中心,供电设备智能运维系统作为集团智能运维平台子系统之一,两大系统的信息资源可相互共享。供电设备智能运维系统以云平台、微服务模式为架构,满足集团智能运维平台数据纳管和双向传输要求,实现在集团平台中完成跨专业数据交互、应用。城市轨道交通供电设备智能运维系统体系架构如图 1 所示。



注: OCC——运营控制中心; SCADA——电力监控系统; EMCS——设备监控系统; EPS——应急电源; UPS——不间断电源。

图 1 城市轨道交通供电设备智能运维系统体系架构

3 城市轨道交通供电设备智能运维系统设计

随着上海轨道交通里程数量的不断增加和网络化规模的不断发展,供电系统所管辖的设施设备体量同步增长,传统的运维模式和现有的电力监控系统已无法满足未来网络化发展的需要,供电设备智能运维已成为必然趋势。

供电设备智能运维系统由设备状态实时感知预警、设备全寿命管理、生产业务流程管控、数据分析等子系统集成,是多维度的系统平台。该系统平

台是整体的大脑,同时也是数据中心。通过该平台能及时了解供电关键设备的工作状态,实现设备运行状态、健康状态和环境的监测,实现能耗综合自动化管理;该系统平台可对运维工作的协调指挥和对系统设备的专业化维护提供支撑,防止工作人员在工作或故障处理过程中发生事故,实现运维系统“监测、协调、指挥、分析”的一体化运作,保障供电系统的安全运行和智能运维工作的稳定高效^[5-6]。城市轨道交通供电设备智能运维系统功能架构图如图 2 所示

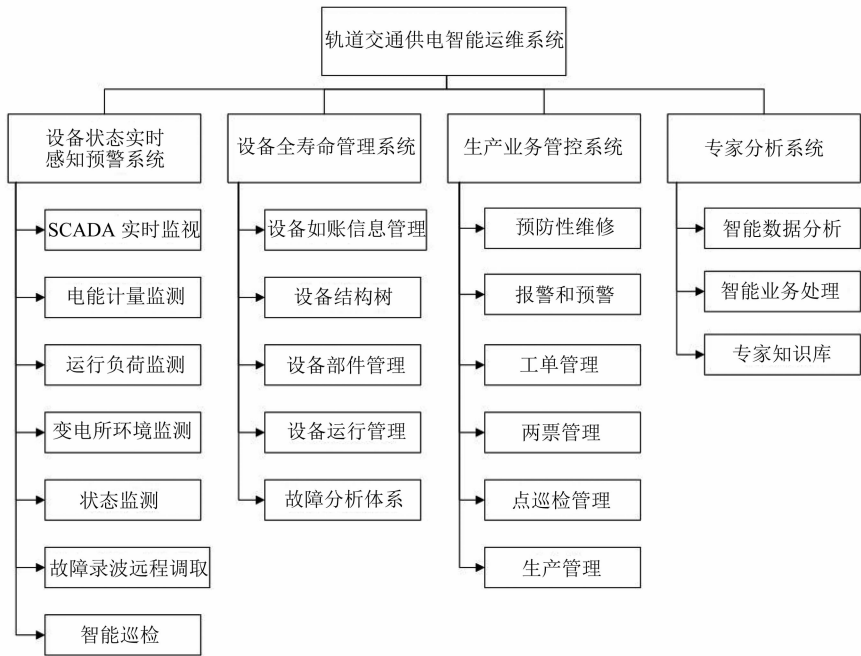


图 2 城市轨道交通供电设备智能运维系统功能架构图

3.1 设备状态实时感知预警系统

为保障供电系统能够安全稳定运行,根据供电设备本身带有的智能监控单元,结合现行的智能巡检、电能计量、变电环境、故障录波、应急电源等监测系统,获取设备运行的实时状态信息,实现供电系统能耗、负荷、线路电流电压等数据的采集,对设备状态进行感知预警。设备状态实时感知预警系统的主要功能为:

- 1) 通过对线路级 PSCAD(电力监控系统)或 CIOS(中央一体化操作系统)系统电气参数的实时采集,掌握现场设备运行状态,为后续的数据分析提供有力支撑。
- 2) 通过网络级、线路级、车站级的电能量,掌握能耗系统的运行状态,实现能源优化管理。
- 3) 通过智能巡检的自动识别,提高现场监控效率,降低人员现场巡检工作量,优化生产组织模式。
- 4) 通过变电所环境的实时监测及报警,避免因环境突变导致的供电设备、电子设备、通信设备、电源设备的使用效率降低、故障率提高等安全隐患。
- 5) 通过应急电源实时监测,对 UPS、EPS 下级一类特别重要负荷的用电质量进行监控,提高下级负载用电可靠性。
- 6) 通过远程录波对电气参数进行实时采集分析,根据变化趋势预判故障发生的可能性,并及时采取应急响应机制。

7) 通过对不同季节、不同时段、不同运行方式下供电系统负荷进行监测、分析,优化应急处置运行方式并及时制定预案,于日后网络电力调度的指挥提供技术保障。

8) 通过设备本体加装的传感器等设备的应用,对局放量等电气量参数进行监测,并通过在线和离线相结合方式强化设备监控力度。

3.2 设备全寿命管理系统

设备是企业的重要资产,也是保障系统运行的物质基础,供电系统中所有的运行、维修和维护活动都是围绕设备进行的。系统在设备台账支持下,以单体设备、设备部位和设备履历为主要数据管理对象,建立动态的设备设施基础管理体系^[7-8]。设备管理与资产管理相结合,对设备进行运行管控和全寿命周期管理,对设备中使用的可更换零部件从投用、维护、维修、更换、报废进行全程跟踪,对不同品牌设备和部件进行可靠性分析,同时建立设备运行管控重要参数以及用于设备运行监控的阈值管理。并根据设备和材料日常的损耗和维修需求,制定正确的存储方针,提供合适的备件以满足维护工作的需要^[9]。

全寿命管理根据设施设备全寿命维护数据信息化统计积累,从设备出厂试验、新线交接试验、预防性试验,以及日常维护、大修改造交接试验等维护作业所形成的维护数据积累开始,逐步形成供电

系统运维数据库。

3.3 生产业务流程管控系统

当现场设备发生故障时,生产业务流程管控系统将信息推送至运维人员,并经运维人员确认后形成施工申请,以及自动生成工单、工作票、标准的安全交底信息。同时,将自动关联相关的作业指导

书、风险预案对现场作业进行指导。生产业务流程管控系统将从故障触发直至工单闭环形成全流程的跟踪,统计故障信息,补充专家系统的知识库储备,将重大故障纳入风险源管控。生产业务管控系统的架构图如图 3 所示。

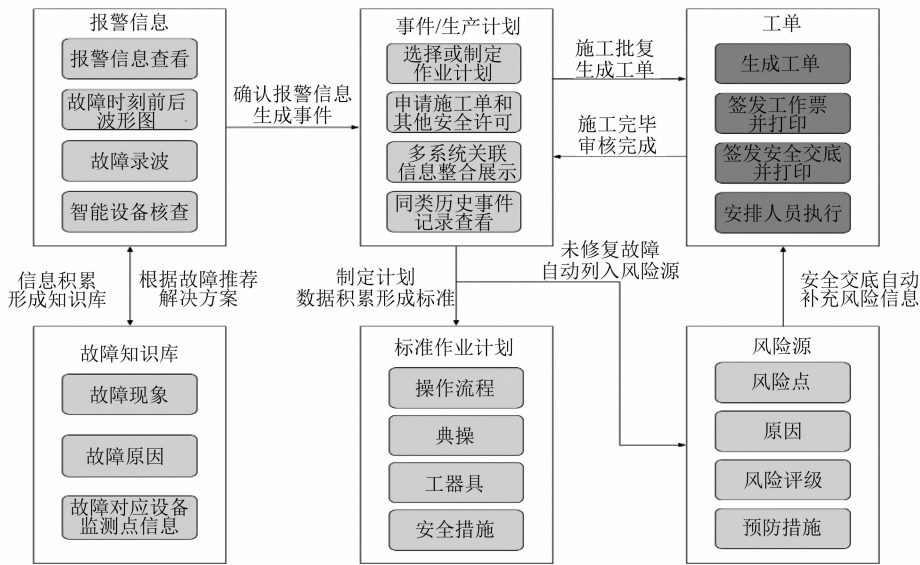


图 3 生产业务管控系统架构图

在原有的生产模式中,是通过人工管控业务流程的,多个相对独立的管理平台通过人工进行信息交互,平台之间缺乏数据的互联互通。供电设备智能运维系统将各管理平台数据相互关联,形成统一管理,数据之间能够相互交互,可以真正实现数据的一站式服务和全流程管控。

3.4 专家分析系统

供电设备智能运维系统在运行的过程中会生成大量的数据信息,需要按照实时运行状态数据、业务处理数据、故障信息等分类对数据进行分类管理和分析,并根据分析结果建立相应的专家系统,支持设备运维决策,保障供电系统安全、稳定、可靠运行,实现动态技能管理和可持续的数据维护,实现故障的根因分析。此外,积累的数据信息能一定程度上影响设备状态评价指标,为维修策略调整提供依据。

根据挖掘的各类数据,可形成故障分析体系,建立预防性维护的特征参数模型,可对设备运行状态进行分析,可对故障预警、故障诊断进行分析,可生成 RAMS(可靠性、可用性、可维护性和安全性)分析报表。

已处理的数据,可为设施设备状态提供决策依据,可据此及时调整处置方案,完善专家分析系统。

4 城市轨道交通供电设备智能运维系统的应用

本文所设计的城市轨道交通供电设备智能运维系统已在上海轨道交通 17 号线的建设过程中得到了测试和应用。该智能运维系统的供电设备智能运维大数据平台,可多维度展示设备实施运行如能耗、环境等状态数据,通过该数据平台能够从宏观上掌握供电设备智能运维系统的运行概况,动态的掌握线路的工作状态和运行状态。通过该系统的供电设备资产管理界面、变电所电量统计界面、主变电所负荷(电压、电流数据统计)监控界面等可对供电设备进行智能化管理和监控。

为了能使供电系统设备设施和相关资源发挥出最佳的效能,实现对供电系统设备设施资产的全生命周期管理和寿命管理,达到降低成本、提高效益的目的,城市轨道交通供电设备智能运维系统在完成供电一次设备数据采集和状态监测的基础上,

(下转第 219 页)



图4 包裹材料仿形夹具

锁定无缝线路方法,能够解决工程施工中因工程穿越地段复杂、曲线半径小、坡度大、施工组织难度大等不利因素所引发的难题,满足设计及施工要求。

2) 对于现代有轨电车小号码道岔拼装,采用框架快速拼装工法进行施工。研发的新型施工工具,能够满足工程施工需要,能够使道岔安装施工更加方便快捷。

3) 北京现代有轨电车西郊线已开通运营,验证了现代有轨电车槽型轨道岔施工工艺的可行性。

参考文献

- [1] 胥燕军,林红松,王健,等.现代有轨电车轨道结构综述[J].铁道标准设计,2014(7): 58.
- [2] 马晓川,王平.有轨电车6号道岔尖轨跟端形式对尖轨转换的影响分析[J].铁道标准设计,2014(7): 38.
- [3] 沈彬然,孙宏友,徐井芒,等.有轨电车6号单开道岔刚度均匀化研究[J].铁道建筑,2015(12): 116.
- [4] 舒冬.一种有轨电车辆道岔区几何偏移量的图解法[J].城市轨道交通研究,2016(11): 111.
- [5] 李秋义.我国现代有轨电车轨道系统技术发展的思考[J].城市轨道交通研究,2014(17): 10.
- [6] 丁静波.现代有轨电车系统轨道工程关键技术分析[J].铁道标准设计,2015(8): 22.
- [7] 樊小平,张立军,李永茂.现代有轨电车59R2槽型钢轨6号单开道岔设计[J].铁道标准设计,2017(7): 61.
- [8] 魏笑楠.青岛现代有轨电车梳子型道岔技术[J].都市快轨交通,2017(6): 123.
- [9] 程樱.现代有轨电车的典型道岔型式[J].城市轨道交通研究,2018(4): 144.
- [10] 杨永平,边颜东,周晓勤.我国发展有轨电车存在的问题及建议[J].都市快轨交通,2014(5): 1.

(收稿日期:2019-10-11)

(上接第215页)

完善了二次设备的状态监测,并开发了维修管理、工单管理以及智能巡检等功能模块,并将功能进行联动,实现了各功能模块的互联互通和数据共享。基于该系统平台,既保障了供电系统的安全稳定运行,又进一步提高了供电分公司的管理水平。

4 结语

针对城市轨道交通供电系统智能运维需求,建立了以服务为导向、数据为核心、设备为基础的设备智能运维系统,实现了对设备数据的全方位采集。该系统基于云平台维服务架构建设,具有高度开放性,可以接入目前既有的各子系统的数据,也可以向外输出各类运行数据。该系统能够满足城市轨道交通供电系统智能运维的需求,可以显著提升设备的利用效率和设备的管理信息化水平,使城市轨道交通的运行和维护工作更加高效规范化。

参考文献

- [1] 谢久明,赵凤娇,李相泉,等.先进轨道交通产业发展现状研

究[J].机械设计,2018(增刊1): 119.

- [2] 姜国辉.变电运维一体化过渡阶段探讨[J].广东科技,2014(16): 83.
- [3] 刘述芳.城市轨道交通关键设备智能运维系统初步建构[J].设备管理与维修,2018(增刊1): 22.
- [4] 肖峥,王恒,张巧霞,等.地铁供电系统对电网电能质量影响的仿真研究[J].陕西电力,2017(1): 57.
- [5] 牛志敏.铁路综合运维管理平台总体方案研究[J].铁路计算机应用,2017(8): 25.
- [6] 王志华,卢文龙,郭鹏飞,等.基于BIM的铁路基础设施运维管理平台总体方案及关键技术研究[J].铁路计算机应用,2019(4): 45.
- [7] 李鹏,杨丽.设备全生命周期管理[J].科技与创新,2019(3): 88.
- [8] 周珣,朱铝芬,韩雪,等.基于云计算的轨道交通设备运维管理系统的研究与设计[J].交通世界,2018(增刊2): 259.
- [9] 向宇.设备备件管理及预防性维护管理系统设计与实现[D].成都:电子科技大学,2015.

(收稿日期:2019-09-03)