

北京地铁供电运行安全生产智能管理系统的研究及应用

孙振海 房金萍 李 光 王 涛

(北京市地铁运营有限公司,100044,北京//第一作者,高级工程师)

摘 要 北京地铁供电运行安全生产智能管理系统从保障轨道交通供电运维安全和提高生产效率出发,结合北京地铁的管理基础和发展需求,建设轨道交通供电运行安全生产智能管理平台,实现了运维的信息化和智能化应用。该系统对实现北京地铁保安全、高效率、低成本的运营目标起到重要作用。

关键词 地铁;供电运行;安全生产;智能管理

中图分类号 U231.8

DOI:10.16037/j.1007-869x.2020.10.038

Research and Application of Intelligent Management System for Beijing Metro Power Supply Safety Operation

SUN Zhenhai, FANG Jinping, LI Guang, WANG Tao

Abstract Starting from ensuring the safety operation and improving production efficiency, Beijing subway power supply operation and intelligent management system combines management basis and development needs, constructs an intelligent management platform for the safety operation and production of rail transit power supply, and has realized the information and intelligent application of operation and maintenance. This system plays an important role in achieving the goal of operation safety, high efficiency and low cost.

Key words metro; power supply operation; safety production; intelligent management

Author's address Beijing Mass Transit Railway Operation Co., Ltd., 100044, Beijing, China

1 研究背景

近年来,城市轨道交通行业发展迅速,许多管理系统或技术手段被应用于供电运维信息化管理和作业安全保障方面,确实解决了影响作业安全和效率提升的一些实际问题^[1-5]。但总体而言,这些系统或技术大多仅实现了部分传统运维作业和管理流程的电子化,未全面解决运维安全和效率问题。如:

1) 现场运维作业时主要依靠人工操作和人工监管,效率提升有限,缺乏技术创新,难以消除部分安全隐患;

2) 由于各运营单位缺乏统一、规范的建设标准和整体性解决方案,各系统独立规划建设,存在重复投资,难以进行资源共享和向上整合等问题;

3) 已规划或建设的综合性管控系统以集团、公司级层面为主,难以深入渗透到各专业细分领域,导致基础工作信息化缺失,尤其是作业过程信息,缺乏底层数据支撑。

随着国家、政府及各行业对安全生产越来越重视,安全管理理念不断创新,物联网、互联网、软件集成、视频处理等技术的成熟,北京地铁建立了一套系统化、信息化、智能化、可视化的供电安全生产保障体系,以进一步提升供电安全生产水平、提高工作效率、降低运维成本,这也是城市轨道交通供电系统安全运维和技术发展的趋势。

2 北京地铁供电运行安全生产智能管理系统研究问题

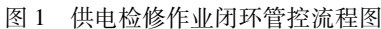
针对目前城市轨道交通供电行业存在的运维安全和工作效率问题,建立了北京地铁供电运行安全生产智能管理系统。该系统研究和解决的问题如下:

1) 建立以供电调度为中心,覆盖各生产部门、全线供电设备、人员及运维作业过程的信息化的智能化安全生产管控平台,为关键技术研究和工程应用提供基础支撑。

2) 研究生产计划智能管理、移动电子工作票/操作票等技术应用,实现运维作业从计划任务、表票工单到过程控制、量化考核等作业全过程的信息化管理和安全管控,完善供电运维作业闭环管理体系。

3) 应用各种运行监控、在线监测、智能运维技术,从不同角度采集并积累设备运维数据。通过基于专家系统的设备状态运行趋势分析技术,实现智能诊断、主动预警、辅助决策等高级应用。

2) 在作业准备阶段,系统包括工作票、备品备件管理、工器具管理、人员管理等模块;



- 3) 在停电安全措施阶段,通过防误操作管理、地线管理、操作票、检修隔离、智能锁具等模块实现操作安全和信息化管理;
- 4) 在检修作业阶段,系统通过标准作业指导、安全监督、作业安全监护进行管理,确保作业中人员、设备、环境安全,并记录详细生产数据。
- 5) 在检修任务结束后,系统完成恢复送电安全管控、作业任务终结、绩效回填、作业统计等管理功能。

3.3 设备状态多维全景监视及运行趋势

北京地铁供电运行安全生产智能管理系统研

究设备状态多维全景监视及设备运行趋势分析技术,包括多维度数据采集及全景监视、运行趋势分析、结果输出 3 个模块。通过运行监控、在线监测、环境监测、智能巡检、视频监控、检修记录、设备台账等途径,从不同角度综合采集供电设备运维数据,建立设备运维全景模型;通过设备静态模型特征分析、动态优化修复、专家规则库等技术应用,推理出设备运行趋势;通过趋势图形、状态预警、运行台账、APP 推送等方式输出到相关人员,也可设备状态检修提供决策依据。具体如图 2 所示。

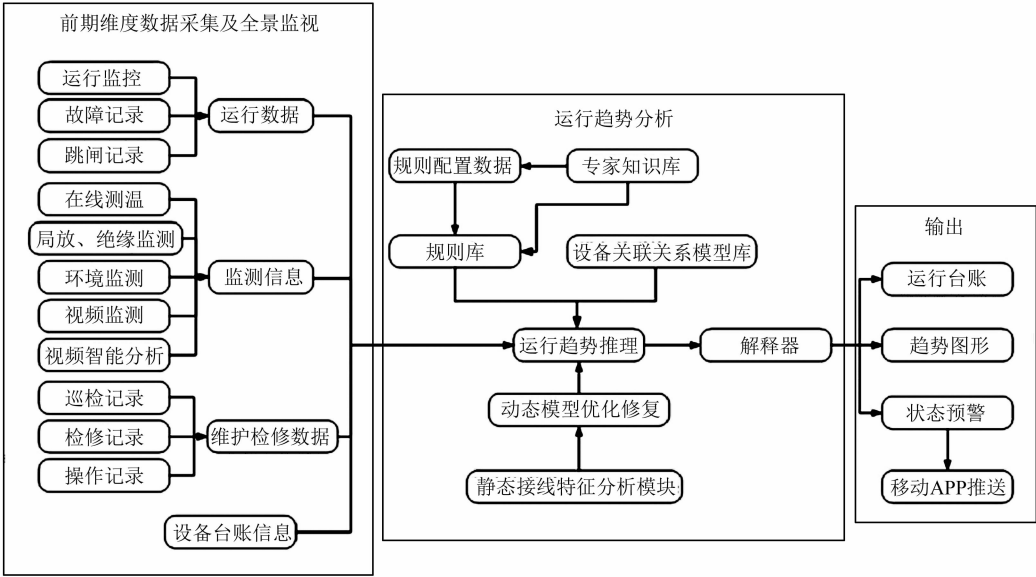


图 2 设备状态多维全景监视及运行趋势分析图

3.4 集成各种运维业务的智能移动终端系列装备

运维作业中有微机防误闭锁、设备巡检、工作票、操作票、备品备件、工器具、智能锁具等管理系统,各自都有配套手持终端。不同手持终端的工作界面、操作方式等差异较大,一次作业需带好几个手持终端,大大增加了运维人员的工作量及运维管理难度。

北京地铁供电运行安全生产智能管理系统研究了一种智能手持终端及配套附件和 APP 应用,集成上述各种手持终端功能。也可安装在用户手机上,实现安全生产管理的各种移动应用。智能手持终端取代原手持终端,从两票管理、作业准备、停电安全措施乃至现场作业指导、监督、数据采集等方面对运维作业全过程进行安全管控。

智能手持终端的功能应用如表 1 所示。

表 1 智能手持终端应用情况表

管理系统	原手持终端	需增加的 配套附件	功能及实现方式
微机防误闭锁	电脑钥匙	解锁器	根据操作提示实现锁具解锁
设备巡检	巡检仪	巡检伴侣	实现到位检测、测温、测振等巡检功能
电子工作票	手持终端	无	完成工作票操作举证、开工/完工登记、延期、变更等管理功能,与系统后台形成工作票闭环管理
电子操作票	手持终端	无	实现 64CD 作票逐项确认、操作举证
备品备件管理	出入库手持终端	无	实现出入库管理、设备标签扫描
工器具管理	工器具清点终端	超高频传感器	实现工器具标签扫描、清点
智能锁具管理	解锁钥匙	解锁器	根据授权实现智能锁具解锁
安全生产管理	手机	无	实时监视、数据查询、信息推送等移动应用

4 工程应用

北京地铁供电运行安全生产智能管理系统在北京地铁 8 号线完成了现场工程应用。实施范围包括北京地铁供电分公司电力调度、第八运检项目部、第六维修部及所辖各变电站和作业区域。

业务覆盖项目部和维修部全部运维作业,以及生产调度室、安全质量部、物资部、新线与改造办等职能部门。

该系统采用集中管理、分散布置模式,包括中央管理层、站级管理层、现场设备层及网络通信层等 4 层结构。其网络结构如图 3 所示。

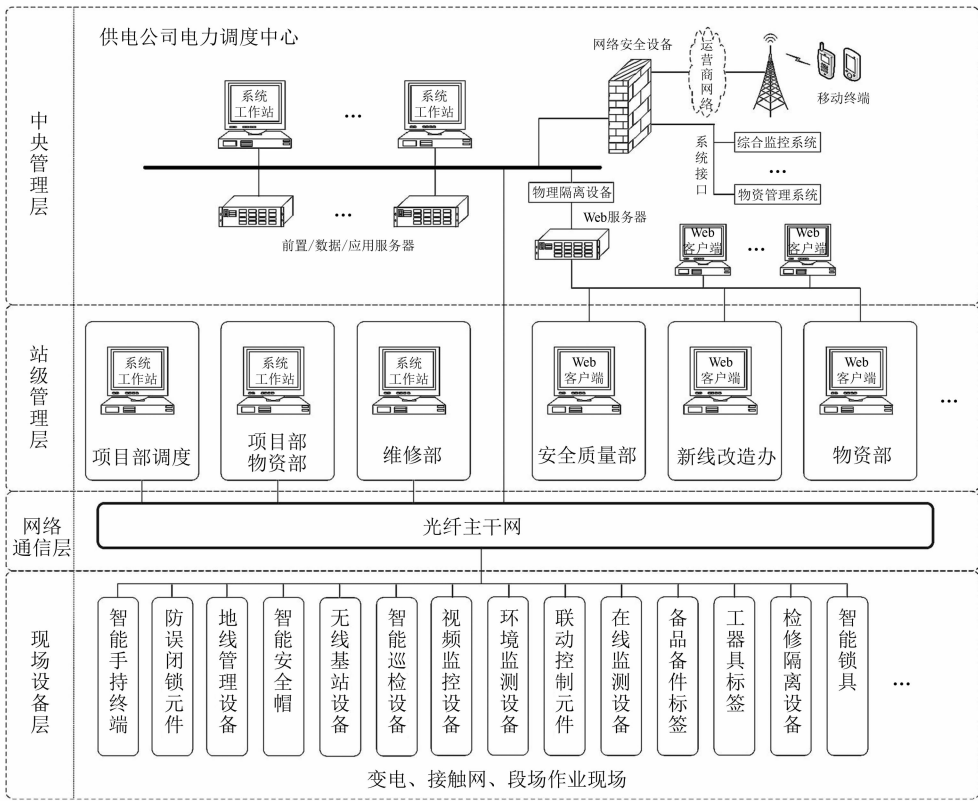


图 3 北京地铁供电运行安全生产智能管理系统网络结构图

1) 中央管理层设置在电力调度中心,包括各种服务器、工作站、存储设备、网络安全及接口等设备,提供系统数据管理和各种平台支撑服务。

2) 站级管理层包括项目部、维修部的管理部门以及通过 Web 接入的其它职能部门,参与生产管理、两票管理、作业监护、设备监控、物资管理、人员管理、绩效管理等生产管理流程。

3) 现场设备层包括变电站、接触网、车辆段/停车场的设备以及作业现场。在变电站等站点内集中部署和管理现场设备,可实现各种运维生产、监测及作业的安全管控功能。

4) 网络通信层可实现现场设备层到管理层之间的通信连接。系统主干网络采用光纤环网。

5 应用效果

5.1 大幅提升供电运维作业及管理效率

作业全过程的信息化、设备状态全景监视及趋势分析、操作逻辑条件自动判断、各应用子系统信息共享及智能联动等技术的应用,大幅提升了供电运维作业及管理效率。

以两票管理为例,供电公司的周期性检修任务共 445 项,每项任务的周期有年、季、月、旬、周多种,每年重复次数均不同(取中值,即每年平均 3 次)。第八项目部第六维修部管辖了 6 座变电所,每年的周期性维修任务至少 8 010 项,每次任务需编制两票。原有模式采用纸质工作票和操作票,手写开票用时约 22 min,票体流转及审批用时约 8 min,总计用时约 30 min;系统投运后,使用电子化开票并通

过网络进行流转,开票用时约 3.5 min,票体流转及审批用时约 1.5 min,总计用时约 5 min。仅两票开票这一环节,每年就可节省约 3 337 h。

5.2 减少投资和运维成本

北京地铁供电运行安全生产智能管理系统的应用可极大地减少投资和运维成本。如:安全生产管理平台集成多种标准化应用子系统,并实现资源共享和深度融合;智能手持终端兼容多种运维管理系统手持终端,减少了设备和系统数量,避免了重复投资,与采用各种独立系统相比,投资成本至少节省 30%;减少工作人员需要学习掌握的产品和系统数量,以及作业携带设备数量,降低劳动强度和后期运维成本。

5.3 提高供电安全保障水平

通过一系列安全管控设备及其应用,实现了多部门、多地点、多层次安全生产、协同工作及设备交叉运维作业的综合安全管控功能,保障了整体流程的逻辑控制和安全防护,避免了误操作,减少了安全事故引起的损失,大大提高了供电系统运维作业的整体安全保障水平。

5.4 推动城市供电运维技术的信息化和智能化发展

系统通过多种在线监测、网络通信技术和移动终端设备,使决策、管理人员能实时监控相关生产作业信息,参与作业过程,有效提高了供电信息化

和智能化管理水平,有力地促进了国内城市轨道交通供电运维技术发展。

6 结语

城市轨道交通供电运行安全生产智能管理系统解决了北京地铁供电运维存在的安全风险高和作业效率低的问题,实现了运维信息化和智能化应用,对进一步提升供电安全生产水平、提高工作效率、降低运维成本,实现北京地铁保安全、高效率、低成本的运营目标起到重要作用。该系统的成功研究和应用,可为城市轨道交通供电系统生产安全和信息化管理提供借鉴和参考。

参考文献

- [1] 高翔. 轨道交通供电运行安全生产管理系统研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2015(11): 724.
- [2] 何霖, 庞开阳. 城市轨道交通供电运行安全生产管理系统[J]. 都市快轨交通, 2014(4): 101.
- [3] 唐科海. 轨道交通供电安全生产管理体系探讨[J]. 数字通信世界, 2019(3): 267.
- [4] 熊奇, 闵和鑫. 轨道交通供电运行的安全管控研究[J]. 交通世界, 2017(26): 46.
- [5] 兰慧峰, 芮学宝. 轨道交通供电安全生产管理体系探讨[J]. 电气化铁道, 2016(2): 28.
- [6] 谢昶. 电网检修计划优化编制方法研究及应用[D]. 北京: 华北电力大学, 2013.

(收稿日期: 2019-05-14)

(上接第 156 页)

参考文献

- [1] 刘丽波, 叶霞飞, 顾保南. 东京私铁快慢车组合运营模式对上海市域轨道交通线的启示[J]. 城市轨道交通研究, 2006(11): 38.
- [2] 江永, 叶霞飞. 国外典型大城市轨道交通配线方法和经验[J]. 城市轨道交通研究, 2007(12): 35.
- [3] 杜鹏, 张勇, 毛保华. 城际轨道交通列车故障救援模式的探讨[J]. 城市轨道交通研究, 2011(3): 75.
- [4] 孙元广, 史海欧. 市域线快慢车组合运营模式研究与实践[J]. 都市快轨交通, 2013(2): 14.
- [5] 缪道平. 地铁快慢车模式车站辅助配线方案研究[J]. 铁道工程学报, 2015(6): 98.
- [6] 孙元广, 冉昕晨, 杨帆航, 等. 城市轨道交通快慢车开行方案设计与评价研究[J]. 铁道科学与工程学报, 2018(1): 234.
- [7] 广州地铁设计研究院股份有限公司. 市域快速轨道交通快慢车设计关键技术研究[R]. 广州: 广州地铁设计研究院股份有限公司, 2018.
- [8] 广州地铁集团有限公司. 广州市轨道交通十四号线一期及知识城支线初步设计总说明书[R]. 广州: 广州地铁集团有限公司, 2014.
- [9] 中华人民共和国建设部, 中华人民共和国国家发展和改革委员会. 城市轨道交通工程项目建设标准: 建标 104—2008[S]. 北京: 中国计划出版社, 2008.
- [10] 中华人民共和国住房和城乡建设部, 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 地铁设计规范: GB 50157—2013[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2013.
- [11] 中国土木工程学会. 市域快速轨道交通设计规范: T/CCES 2—2017[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2017.

(收稿日期: 2019-01-14)