

城市轨道交通供电设备智能运维综合管控系统的设计与实现

王元贵

重庆市铁路（集团）有限公司，重庆 401120

[摘要]轨道交通的发展为城市出行带来了极大便利，是缓解城市交通压力以及提升城市交通效率的重要支撑。对于城市轨道交通而言，供电系统是其重要组成部分，负责为车辆系统等提供电力，因此保障供电系统的安全稳定运行至关重要。近年来信息化、智能化技术在城市轨道交通设施设备管理与维护中得到了广泛应用，智能化技术的应用提升了城市轨道交通供电设备运维管理的智能化水平，有助于提升运维管理系统在城市轨道交通供电设备运营维护管理中的作用，对于提升供电系统运行的安全性与稳定性具有重要意义。基于此，本篇文章结合实际案例，就城市轨道交通供电设备智能运维综合管控系统的设计与实现进行探索。

[关键词]供电设备；智能运维；城市轨道交通；在线监测

DOI: 10.33142/sca.v8i7.17133

中图分类号: U231

文献标识码: A

Design and Implementation of Intelligent Operation and Maintenance Comprehensive Control System for Urban Rail Transit Power Supply Equipment

WANG Yuangui

Chongqing Railway Group Co., Ltd., Chongqing, 401120, China

Abstract: The development of rail transit has brought great convenience to urban travel and is an important support for alleviating urban traffic pressure and improving urban traffic efficiency. For urban rail transit, the power supply system is an important component responsible for providing electricity to vehicle systems, etc. Therefore, ensuring the safe and stable operation of the power supply system is crucial. In recent years, information technology and intelligent technology have been widely applied in the management and maintenance of urban rail facilities and equipment. The application of intelligent technology has improved the level of intelligence in the operation and maintenance of urban rail transit power supply equipment, which helps to enhance the role of operation and maintenance management systems in the operation and maintenance of urban rail transit power supply equipment. It is of great significance for improving the safety and stability of power supply system operation. Based on this, this article explores the design and implementation of an intelligent operation and comprehensive control system for urban rail transit power supply equipment, combined with practical cases.

Keywords: power supply equipment; intelligent operation and maintenance; urban rail transit; on-line monitoring

引言

供电系统的安全稳定运行是城市轨道交通安全稳定运营的前提和基础。以往针对供电设备的运营维护管理通常采用计划维修或者故障维修的方式，存在维修不及时等方面的问题，不利于城市轨道交通的安全稳定运行，因此探索智能化运营维护解决方案至关重要。智能监测技术与信息化管理系统在城市轨道交通供电设备运营维护管理中的应用，不仅有助于提升运营维护管理效率，而且对于保障供电系统安全稳定运行也具有重要意义。某市从地铁供电设备智能运营维护管理实际需求角度出发，构建了智能运维综合管控系统，提升了运维管理的智能化水平，同时也能更好地保障城市轨道交通的可靠运行。

1 系统架构

某市城市轨道交通供电设备智能运维综合管控系统主要由感知层、传输层、应用层以及智慧层构成，详见图 1。

智能运维综合管控系统中的感知层借助智能监测系

统采集城市轨道交通供电设备的状态信息、异常信息、运行信息以及系统分析数据等，采集到的信息通过互联网进行传输，保证信息的即时性。信息采集由感知层负责，信息传输由传输层负责，以互联网为依托将采集到的信息传输至信息管理网络^[1]。应用层由不同的智能化分析模块共同组成，包括状态监测、设备管理、运维管理、状态评估、智能巡检、故障预警、故障诊断等功能，可以为城市轨道交通供电设备运营维护提供决策依据与决策指导。智慧层为运维平台基于大数据分析，对数据进行相应处理，实现各类智慧功能，通过 PC 端软件或者移动端软件与用户进行相应的人机交互，辅助运营维护管理工作的高效开展。

2 系统功能

智能运维综合管控系统的功能主要包括设备维护管理、状态监测管理以及统计分析等。某市城市轨道交通供电设备智能运维综合管控系统从顶层业务出发，以供电设施设备运维管理为主线，实现供电设备运维智能化管理。该系统

不仅可以满足专业管理层需求,而且能够给经营决策层的决策提供可靠的数据参考与依据,同时还可以满足一线人员的现场使用需求。这便需要构建完善的系统功能(图2)。

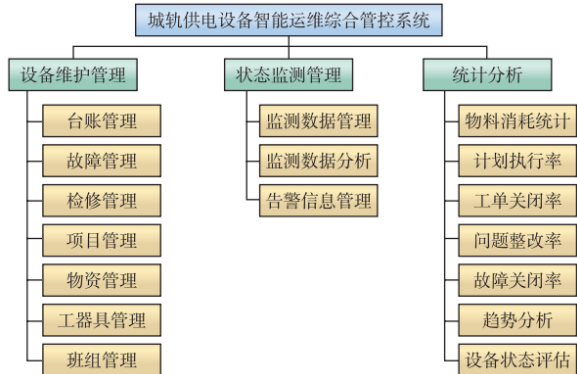


图2 某市城市轨道交通供电设备智能运维综合管控系统功能

2.1 设备维护管理

智能运维综合管控系统负责设备维护管理。系统功能设计应分别从设备台账管理、检修管理、物质管理以及班组管理等方面入手,实现对设备的分类、修程制定以及故障保修等供电设备的全流程管控^[2]。

2.1.1 台账管理

台账管理不仅要对供电设备进行分类,而且还需要结

合分类后的设备建立相应的台账,另外也涉及设备的报废处理以及设备的变更管理等。秉持固定资产划分原则对供电设备进行统一分类并设置与之对应的目录,在此基础上再结合目录构建设备台账。设备台账应包含设备安装位置、设备所属专业、设备使用寿命以及相关技术参数等信息。设备台账能够结合设备变化情况做出调整和优化,能够对那些难以满足运行要求或者达到报废年限的设备进行报废处理。

2.1.2 检修管理

检修管理主要涉及定期维修计划流程审批与变更管理、检修规程制定、预防性维护的配置等。结合检修规程制定预防性维护,并在基础上系统能够智能化生成维修计划,生成的维修计划能够结合实际实施情况做出调整与完善。系统会根据计划要求自动向运维人员派发工单,辅助运维人员定期进行设备维修。

2.1.3 物质管理

物质管理主要涉及物资调拨、零部件送修、物资盘点以及库房信息等。可以直接通过资产管理系统获取物料信息,运维人员在执行工作单的过程中,可以直接发起物料申请,也能直接进行物料登记。与此同时,还能还可以直接针对损坏零部件提报送修申请、交付和验收,也可以对库房中的物资进行调拨与盘点。

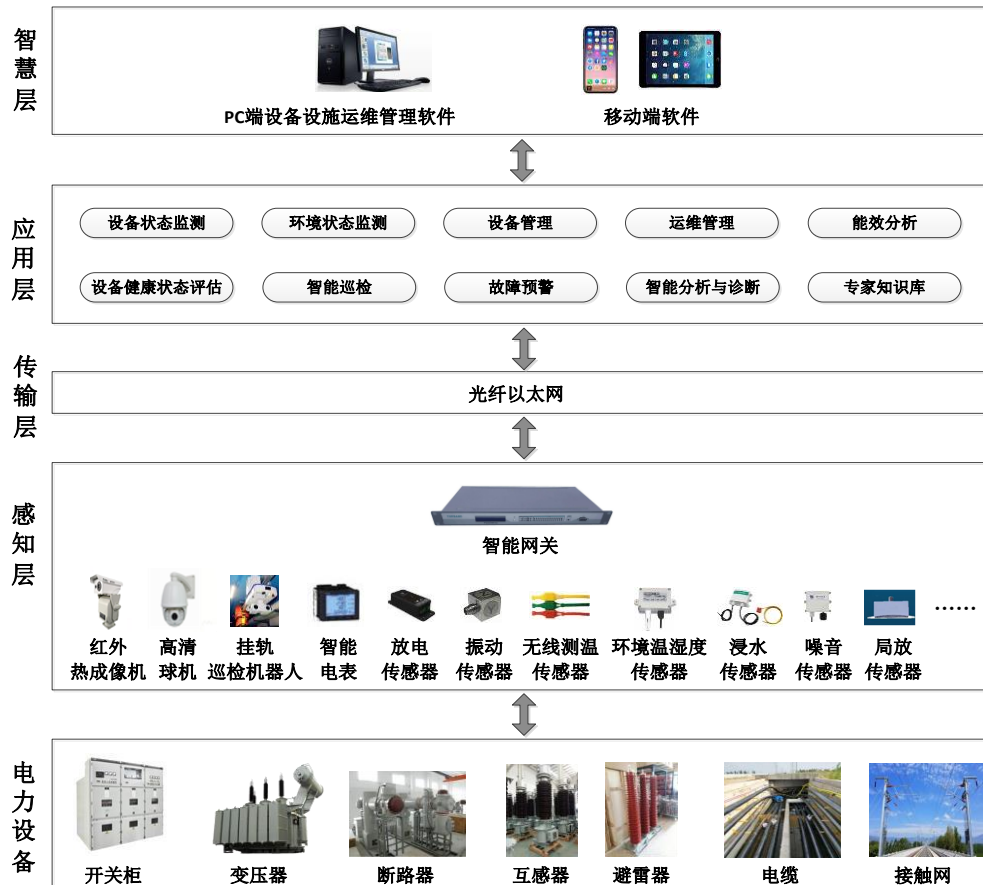


图1 某市城市轨道交通供电设备智能运维综合管控系统架构

2.1.4 故障管理

故障管理是设备维护管理的重要组成部分,包括在供电设备发生故障时进行报修、故障字典、故障处理以及问题管理等。可以直接通过供电设备智能运维综合管控系统实现跨专业的故障申报、专业故障处理、故障修复评价、长期未闭环故障挂起、物料等级等,最终实现对城市轨道交通供电设备故障的全过程管控^[3]。以故障字典为例,故障字典可以看作是供电设备故障数据库,其中收集了大量的设备故障数据,对关键故障信息进行编码。在故障字典的支持下,可以辅助维修人员高效处理设备故障,并为故障处理方案的制定提供参考和依据,保障故障处理效率与效果。

2.1.5 项目管理

项目管理也是城市轨道交通供电设备智能运维综合管控系统的主要功能之一,不仅涉及建设项目创建,同时还涉及项目实施过程管理等。在建设项目创建过程中,以供电设备大修或者供电设备更换等项目为依据,构建对应的项目目录,在此基础上配置与项目相关的信息,最后借助项目工单配置的方式组织项目实施。在项目实施过程中系统会在设备台账以及设备维修履历中自动更新供电部件更换以及设备变更等方面的信息,进而为设备的全寿命周期管理提供便利。

2.1.6 工具管理

工具管理包括台账管理,同时也涉及电力安全工具定检等。运维人员可以直接通过该模块对工器具台账进行维护,也可以直接申请工具维修与送检鉴定等,十分高效便捷。

2.1.7 班组管理

班组管理模块的作用主要体现在辅助人员管理等方面,例如借助该模块对班组人员进行权限管理,也可以通过该模块进行任务分派等。人员信息维护也是该模块的主要功能之一,管理人员可以直接维护班组人员的相关信息,也可以通过改模块为班组人员分配相应的工作任务,还可以查看工单等。该模块可以自动记录班组人员的工作内容数据,辅助管理人员查看工作进展等。

2.2 状态监测管理

状态监测管理模块的功能主要体现在两个方面,一方面能够实现对设备状态的监测,另一方面体现在对设备状态数据的管理上。系统通过监测设备实时监测供电设备状态,获取供电设备运行参数信息。监测到的信息直接通过互联网传输至运维平台进行处理。结合处理后的信息生成设备运行参数履历信息,如果监测到设备运行异常,会自动生成设备故障工单,设备故障工单下发给运维人员,由运维人员负责处理。最终实现对设备故障的闭环管理。以整线为对象,建立供电设备及环境的实时数据库及关系数据库,实现对供电设备及环境数据的统一管理;通过数据整合,将监测到的信息进行展示。

2.3 统计分析

统计分析即对供电设备的日常维修数据进行统计和分析,包括对检修作业过程中的物料消耗数据进行统计与分析,对各类工单关闭率的统计与分析、对供电设备的故障率的统计与分析等。另外,供电设备故障趋势分析以及在线监测数据统计分析等也属于统计分析范畴。

3 关键技术

3.1 设备台账映射

该城市轨道交通供电设备智能运维综合管控系统在运维平台建立供电设备台账映射关系,在此基础上结合实际需求构建相应的应用界面,通过这种方式能够将外围系统重的供电设备台账映射到运维平台之中,这样一来便能实现对台账的统一管理。除此之外,系统以运维平台供电台账编码设置,因此在系统构建过程中不涉及供电设备编码体系的构建。通过这种方式既能对台账信息进行标准化管理,也有助于提升供电设备台账信息的共享率^[4]。

3.2 告警信息管理

以往在供电设备管理过程中存在告警信息分散的问题,影响了告警信息查看的便捷性,容易造成告警响应不及时现象,不利于供电设备快速维修。为解决上述问题,可以借助运维平台的存储能力与计算能力集中处理告警信息,对系统判断的各类报警信息,如电力监控上报故障、在线监测异常、巡检异常等进行多种形式的报警推送,如弹窗推送、滚动条播报、移动 APP 推送等,确保运维人员快速发现设备异常,实现对分布在不同监测系统中的告警信息的集中处理、集中管理,为告警信息查看提供便利,解决告警响应不及时问题。

当设备故障时,监测系统发出告警,云平台可以智能分析告警信息的重要程度,并结合信息重要程度来创建对应的工单,同时将工单下发给相应的运维人员,同时创建问题工单并发送至运维人员,运维人员在接收到工单后第一时间做出响应。通过这种方式可以更好地保障故障处理效率。另外借助供电智能运维平台跟踪那些暂时难以闭环的问题工单,结合运维进展情况第一时间更新调账信息,通过这种方式有助于提升城市轨道交通供电设备维护管理的精细化水平。

3.3 数据分析

以管理人员的实际需求为依据,个性化配置各类数据分析指标,同时融合分析监测数据与生产数据,进而为维修计划的制定提供参考和依据,确保供电设备维护周期合理,保障供电设备长时间保持最佳的运行状态^[5]。除此之外,数据分析还包括对历史故障数据的分析,通过对历史故障数据的分析判断供电设备在接下来一段时间内的运行状况以及故障趋势等,并以此为依据制定预防方案,通过人工干预的方式降低设备故障发生概率,保障供电设备运行的安全性与稳定性。

3.4 运维平台接口设计

在 HTTP 协议上构建运维平台应用程序编程接口,为实现服务的对外开放,运维平台接口采用 Restful 架构风格,同时采用 JSON 数据格式来进行参数传递。这样一来便可以实现运维平台接口与不同编程语言开发的智能监测系统之间的兼容性接入。接口服务通过 HTTP 协议的 GET 方法提交请求,也可以通过 POST 方法提交请求,其接口对接流程详见图 3。

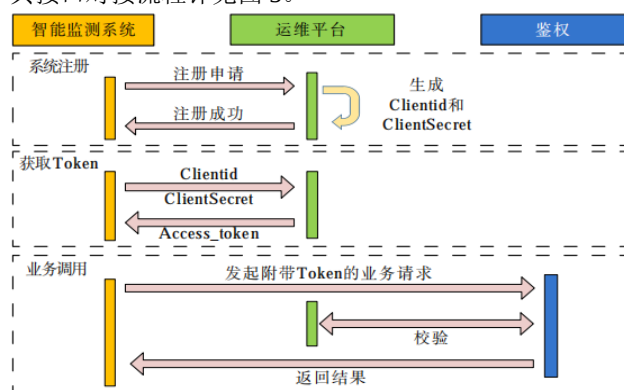


图3 接口对接流程

在注册过程中,首先由智能监测系统发起申请,运维平台在接收到申请之后进行注册,完成注册之后生成 ClientSecret 以及 Clientid,并在运维平台服务器注册表中储存,以便在业务调用过程中鉴权。数据交互过程中由智能监测系统向运维平台申请 ClientSecret 以及 Clientid 请求身份认证,在完成认证之后便可以获得 Access_token,认证 Token 默认有效期为 5min。结合运维平台提供的返回值类型以及接口标准,同时结合获取的 Token 发起业务调用请求,由运维平台进行审核,审核通过后便可以得到平台认证,赋予智能监测系统相应的访问权限,在此基础上智能监测系统便可以调动相关数据资源,也可以调用相应的业务功能。

4 系统应用

构建的城市轨道交通供电设备智能运维综合管控系统已经被应用于某市的城市轨道交通供电设备运维管理之中,应用效果比较显著。借助该系统能够对城市轨道交通供电系统 170 个设备进行分类,实现了对 7.0 万台左右供电设备的日常维护管理。在系统的支持下,在很大程度上提升了城市轨道交通供电设备运维管理的精细化水平,进一步强化了城市轨道交通供电设备全生命周期管控能力。系统的应用实现了对供电设备台账的统一管理,取消了 88 项传统纸质记录台账,同时取消了 20 个相关统计报表。极大地提升了城市轨道交通供电设备管理的信息化水平,同时也为供电设备维修决策的制定提供了更加全面、

详实、可靠的数据支撑。该系统投入应用之后,目前已经与车站外部 35kV 电缆桥架撞击报警系统等实现了互联互通,这样一来,不仅该系统可以从其他相关专业系统中获取监测数据,而且能够实现对监测数据的自动存储、自动分析等,并且可以自动呈现监测数据分析结果。除此之外,系统还实现了对异常告警信息的快速影响,更好地保障供电设备故障处置效率,保障城市轨道交通供电系统运行的安全性与稳定性。

5 结束语

供电系统是城市轨道交通安全稳定运营的基础和保障,做好供电系统的运维管理至关重要。近年来随着城市轨道交通的发展,对供电系统运维管理也提出了更高的要求,传统的运维管理模式已经难以满足城市轨道交通发展的需求。在此背景下,构建智能运维综合管控系统便成为了研究的关键。本文结合具体案例分析介绍了供电设备智能运维综合管控系统的设计与实践。该系统的应用实现了对供电设备的自动化监测,实现了对供电设备的精细化管理,同时借助该系统整合数据资源,提升了数据资源的共享水平和利用率,不仅能够为运维人员提供全面、可靠的数据支撑,而且能够为运维决策的制定提供可靠的数据支持,进而提升供电设备运维水平与运维效率,为城市轨道交通供电系统的安全可靠运行提供更为有利的保障。未来随着技术的发展,运维综合管控系统的功能也将愈发完善,在供电系统运维管理中也将发挥更大的作用。

【参考文献】

- [1]蔡宇晶,高凡,孟宇坤,等.城市轨道交通设备智能运维系统设计与关键技术研究[J].铁路计算机应用,2023,32(7):79-83.
- [2]申樟虹,乔志忠,刘潇洋,等.城市轨道交通车站机电设备智能运维及能源管理系统[J].城市轨道交通研究,2022(2):131-135.
- [3]何小兵,陈学锋,陈俊,等.多源异构数据实时主动处理技术在城市轨道交通供电智能运维中的应用研究[J].城市轨道交通研究,2022,25(9):16-22.
- [4]张发明,于小坤,宋超,等.城市轨道交通供电系统智能运维的设计与实现[J].设备管理与维修,2019(23):16-18.
- [5]张发明,于小坤,宋超,等.城市轨道交通供电系统智能运维方案研究[J].中小企业管理与科技(中旬刊),2019(10):35-36.

作者简介:王元贵(1987.2—),女,毕业院校:西南交通大学;所学专业:电力系统及其自动化,当前就职单位:重庆市铁路(集团)有限公司,职务:系统设备管理岗,职称级别:高级工程师。