

城市轨道交通供电智能运维系统应用研究

粟毅

重庆市轨道交通(集团)有限公司 重庆

【摘要】随着时代的发展,轨道交通行业的智能化和智慧化进程势必会继续向更高层次迈进。未来可能还会涌现出更多创新的智能技术,如自动驾驶列车、智能票务系统、智能维修保养系统等,为轨道交通行业带来更多便利和效益。智能化发展也将促进轨道交通行业与其他智能城市建设领域的深度融合,实现城市交通的全面智能化升级。同时,通过大数据分析和智能决策系统,轨道交通管理部门可以更好地预测客流变化,优化列车运行计划,从而提高运输能力和运营效率。城市轨道交通供电系统通过在一次设备上加装智能监控设备、传感器等在线监控装置,能够及时获取牵引变电所设备的状态量并实现快速预警,建立城市轨道交通供电智能运维系统。

【关键词】城市轨道交通; 供电; 智能运维; 应用

【收稿日期】2024年2月14日

【出刊日期】2024年4月23日

【DOI】10.12208/j.jeea.20240005

Application research on power supply of intelligent operation and maintenance system for urban rail transit

Yi Su

Chongqing Rail Transit (Group) Co., LTD., Chongqing

【Abstract】 With the development of The Times, the process of intelligence and intelligence of the rail transit industry is bound to continue to move forward to a higher level. In the future, more innovative intelligent technologies may emerge, such as autonomous trains, intelligent ticketing systems, and intelligent maintenance systems, to bring more convenience and benefits to the rail transit industry. Intelligent development will also promote the deep integration of the rail transit industry and other smart city construction fields, and realize the comprehensive intelligent upgrade of urban transportation. At the same time, through the big data analysis and intelligent decision-making system, the rail transit management department can better predict the change of passenger flow, and optimize the train operation plan, so as to improve the transportation capacity and operation efficiency. By installing intelligent monitoring equipment, sensors and other online monitoring devices, the urban rail transit power supply system can obtain the status of traction substation equipment in time and realize rapid warning, and establish the intelligent operation and maintenance system of urban rail transit power supply.

【Keywords】 Urban rail transit; Power supply; Intelligent operation and maintenance; Application

1 前言

地铁是我国国民经济发展的主动脉,地铁运输安全关系到国计民生。牵引供电系统是地铁电力机车的动力之源,其可靠性直接关系地铁运输的安全稳定。对地铁牵引供电系统进行定期检查、及时维护,保障其安全运行十分重要。目前,牵引变电所安全保障采用设备巡检、视频监控、环境监测、安全防范、火灾监控、门禁等方式实现。这些方式虽然可以实现对牵引变电所比较全面的安全保障,但系统之

间仍处于相对独立的状态,采集到的大量数据信息不能共享,无法进行综合数据分析和充分利用,无法实现多系统综合监控、集中管理,以及系统联动,对地铁牵引供电智能化发展不利。随着科技的不断进步,对牵引变电所自动化、智能化程度的要求也在不断提高,变电所巡检工作逐渐趋于无人化或少人化。因此,非常有必要对现行的变电所内各系统进行整合,实现信息的集中采集、集中传输,充分利用各系统采集到的大数据信息进行综合分析和智能

联动，实现对变电所的智能巡检和关键设备的健康管理，以降低运维人员数量和工作强度，降低故障发生概率，提高运维效率及运行安全性。

2 城市轨道交通供电智能运维系统架构

城市轨道交通供电智能运维系统主要包括数据层、网络层、应用层及设备层四个层次，下面就针对四个层次分别进行阐述。

2.1 数据层

数据层是系统的基础平台，用于收集、存储和管理各种数据，包括静态数据和动态数据，数据层还可以提供数据访问接口，供其他层使用。静态数据是指相对稳定且不经常改变的数据，主要包括：基础地理数据。例如城市地图、车站位置、线路布局等信息，用于构建系统的空间模型；设备信息。包括牵引供电设备的型号、规格、位置等数据，用于系统的设备管理和维护；参数配置。比如系统的各种参数设置和配置信息，例如电压、电流、功率等；安全规程和标准。像牵引供电系统的标准、规范、操作流程等，用于确保系统的安全性和可靠性。动态数据是指实时或频繁变化的数据，主要包括：传感器数据。比如电流、电压、温度等感知数据，用于监测系统的工作状态和健康状况；实时监控数据。比如系统运行状态、设备故障信息等，用于实时监控和诊断系统运行情况；运行数据。包括列车运行速度、车站时间、乘客流量等，用于优化系统运营和调度；预测和分析数据。比如历史数据和模型预测结果，用于进行系统性能分析和故障预测。

2.2 网络层

网络层主要负责系统数据的传输和通信，其连接了数据层和其他各层，并确保数据的安全和可靠性。网络层又包含工业以太网、工业无线局域网等多项内容，工业以太网是一种基于以太网技术的网络架构，专门用于工业自动化领域。它提供高速、可靠的数据传输，支持广域网和局域网的连接，在轨道交通智能化牵引供电系统中，工业以太网用于连接各个设备和子系统，实现数据的实时传输和共享。工业无线局域网是一种无线通信技术，适用于在有限范围内进行数据传输，其具有非常好的灵活性和便捷性，适用于移动设备或难以布线的区域，在轨道交通智能化牵引供电系统中，工业无线局域网用于传输传感器数据、监控信息等。目前的通信网络

建设主要包括有线通信和无线通信两种。有线通信一般采用光纤或者双绞线等传输介质，具有稳定可靠的优点，该方式可以提供高速、低延迟的数据传输，适用于对数据可靠性和实时性要求较高的应用场景。在城市轨道交通牵引供电系统中，有线通信常用于连接主要设备和控制中心，用于传输关键数据和控制命令。无线通信采用无线电波作为传输媒介，具有更强的灵活性和便捷性，它可以实现移动设备、难以布线的区域等情况下的数据传输。在城市轨道交通牵引供电系统中，无线通信常用于传感器数据的采集和监控信息的传输。实际工程应用中，最好使用无线局域网技术与有线通信技术相结合的方式，既能保证牵引供电系统的安全稳定，又能降低工程实施成本。

2.3 应用层

城市轨道交通供电智能运维系统应用层主要包含监测平台、决策分析平台和智慧运维平台三个部分，每个部分承担不同的功能，共同支持牵引供电系统的运行和管理。监测平台用于实时监测牵引供电系统的运行状态和各种参数，其可以接收来自传感器和监控设备的数据，并对这些数据进行分析和处理。监测平台可以实时显示牵引供电系统的运行状况、发现异常情况并预警，帮助运营人员及时采取相应的措施。决策分析平台利用监测平台收集到的数据，进行更深入地分析和处理，应用数据挖掘、机器学习等技术，识别和预测牵引供电系统的故障、风险和优化机会。决策分析平台为运营和维护人员提供决策支持，帮助他们制定合理的运维策略、优化资源分配和提高系统的可靠性和效率。智慧运维平台是基于互联网和物联网技术构建的平台，旨在实现牵引供电系统的智能化运维管理，集成各种数据源和设备，并通过数据分析和智能算法，实现对牵引供电设备的远程监控、故障诊断和预测维护。智慧运维平台还可以提供设备管理和工作流程管理等功能，帮助运维人员实现更高效地工作和资源利用。

2.4 设备层

设备层是轨道交通供电智能运维系统的重要组成部分之一，主要负责对轨道交通供电设备的运行状态进行监测与分析，以确保设备的正常运行、提前发现潜在故障和采取相应的维修措施。设备层中

的传感器和监测设备可以监测轨道交通供电系统中的各个关键参数和运行状态，这些设备可能包括温度传感器、电流传感器、电压传感器、振动传感器等。对收集到的数据进行分析 and 处理，检测设备运行状态的异常情况，通过使用数据挖掘、机器学习等技术，设备层可以识别潜在的故障、预测设备的寿命和性能变化，并生成相应的警报和报告。此外，设备层提供远程监控和控制功能，使运维人员通过远程操作界面实时监视设备的运行状态，并进行必要的控制和调整，有助于及时响应异常情况，减少故障发生和设备停机时间。

3 城市轨道交通供电设备智能供电系统

3.1 高压电源点和交流变压器

高压电源点作为配电网中的关键供能环节，承担着向城市轨道交通供电设备提供电力负荷所需能源的重要职责，交流变压器在系统中发挥着核心作用，主要负责将高压电源点输出的高电压电能进行降压处理，满足低压交流母线和智能能源控制站的特定电压需求，通过这两个关键节点的协同作用，智能供电系统能够确保城市轨道交通供电设备的持续、稳定运行。

3.2 能源智控站

能源智控站是多设备、多系统的综合工程，由低压配电柜、能量路由器、分布式智能终端、清洁能源及储能系统、电能质量控制系统等关键部件组成，这些设备和系统在智能供电系统的操作下协同工作。

3.2.1 低压配电柜

该柜体负责将高电压电力转换成适合供电设备使用的低电压，并进行有效管理和分配，集成了先进的电路保护和控制技术，由断路器、计量设备、测量设备及保护设备等元件构成。其主要功能是接收由电源点供给的电能，经过变压器的降压处理后，通过其输出线路与能源智控站连接，能给能源智控站及其内部各构成部分进行稳定供电，同时也负责城市轨道交通的用电负荷接入，配电柜内部设备还具备将电能有效接入、控制和保护的能力。

3.2.2 能量路由器

该设备主要用于优化电能流动，通过高效管理和调度电力资源，让电能在供电网络中的合理分配，实现了交流变压器低压侧交流母线的有效连接，形成链式和网状的电能流动结构，极大地增强了供电

系统的稳定性。能量路由器还具备将不同电压级别、多样化交直流电源整合的能力，涵盖了光伏发电、风力发电产生的电能以及储能系统存储的电能。

3.2.3 分布式智能终端

分布式智能终端通常是用来进行数据采集工作，并与总协调控制单元进行有效的信息交换，这些终端通过对收集的数据进行先进的边缘计算分析并传递，为总协调控制单元制定控制决策提供了坚实的数据基础，负责执行总协调控制单元发出的指令，对能源智控站的运行进行精确控制。采集的数据类型有设备的环境参数（如温度、湿度）和运行状态（如交直流电压、电源状况及漏电情况）。

3.2.4 清洁能源及储能系统

清洁能源系统指的是利用太阳能和风能等可再生能源，通过光伏板或风力涡轮机将自然资源转换为电能，这种转换过程无须燃烧化石燃料，因此产生的环境影响极小；储能系统则是指用于暂时储存由清洁能源产生的电能的设施，这些系统通常包括电池或其他储能技术，能够在电能生成量大于即时需求时储存多余的电能，当供电需求高于当前清洁能源产量时，储能系统会释放这些储存的电能，保证供电网络的连续性和稳定性。在城市轨道交通供电设备的实际运行中，清洁能源及储能系统为设备提供了稳定、可靠的电力支持。当自然条件允许时，清洁能源系统直接供电；在不足以满足需求时，储能系统则补充所需电能，保障城市轨道交通供电设备的连续运行，同时减少对传统电网的依赖。

3.2.5 电能质量控制系统

电能质量控制系统主要用于监控和维护电能的稳定性和质量，避免城市轨道交通上的供电设备由于电能质量问题出现损坏或运行故障。该系统包括监测电网中的电压、电流、频率和谐波等关键参数，远程实时监控这些参数，系统能够快速识别电压波动、频率偏差、谐波干扰等电能的不稳定因素，并采取措施进行快速调整，让电能可以稳定供应到城市轨道交通上。

4 城市轨道交通供电设备智能运维技术

4.1 复用 ITS 通信平台

在城市轨道交通的电力监控系统中，利用已有的监控和通信等系统的通信网络作为数据传输平台，在各关键节点安装通信集中器，实现了对沿线各种

信号的有效收集。这些信号在经过数字化处理后,被及时上传到电力监控中心,就能做到全天候监测车站、轨行区、车辆段以及桥梁隧道中照明和通风等电力设备的运行状态,同时对进出线路和变压器的状况进行实时监视。通过这种方式,系统能迅速捕捉到任何故障信号,提高对电网故障的响应和处理速度,有效减少因故障引起的停电时间。实时监控各级段的母线电压,有效提高了电压的合格率,为供电设备的稳定运行提供了可靠保障,对电能量和电度数据的全方位收集,能够全面掌握系统内各个负荷点及总负荷的变化情况以及电力消耗成本,并遥控开启或关闭相应的开关回路,特别是对于照明、通风以及环网点和双电源切换开关的管理都能做到及时有效地调控,最大限度地利用了现有资源,还显著降低了运维成本,提高了系统的经济性和效率。

4.2 城市轨道交通供配电监控云平台

城市轨道交通监控中心的主要任务是保障城市轨道交通的各项子系统以及控制设备能够顺畅运行,并且在出现紧急状况时能立即进行应对和处理。作为城市轨道交通安全管理系统的核心部分,监控中心采用了先进的自动化监测与侦测技术,实时地收集并传递道路上各种设备的运行信息,让城市轨道交通管理团队能够随时了解到城市轨道交通的全局状况。系统还能够收集城市轨道交通供电系统中各智能设备的信息,一旦检测到供电设备运行异常,系统会立即通过短信或应用程序推送报警信号,同时自动派发工单进行问题处理,并全程跟踪整个处理流程直至闭环,能有效保障城市轨道交通的稳定

运行和行车安全。

5 结语

由此可见,在城市轨道交通供电设备的管理工作中应用智能供电技术,能够让城市轨道交通供电系统更加高效、智能化,随着可再生能源的普及和电动车辆的增加,城市轨道交通行车民众对供电系统的需求将不断增加,需要不断地提高电能收集和存储技术,并让供电管理系统更加智能化,这样才能让城市轨道交通的各项管理和服务能够跟上国家经济发展和国民需求提升的步伐。

参考文献

- [1] 郭德龙.地铁供电系统智能运维架构与功能实现[J].城市轨道交通研究,2020,23(12):155-157,172.
- [2] 孟新心.轨道交通供电系统智能运维平台研究与应用[J].电气化铁道,2020,31(S1):94-96.
- [3] 许谱名,李欣,崔建华,等.GIS 智能在线监测系统设计与应用研究[J].自动化仪表,2022(8):102-106.
- [4] 张施令.高压 SF6 气体绝缘组合电器放电故障模式智能识别[J].高电压技术,2020(2):432-440.
- [5] 王婷.城市轨道交通供电智能运维系统研究[J].铁道建筑技术,2023(9):74-77.

版权声明: ©2024 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS