

Research on Alternative Solutions for BAS System in Intelligent Urban Rail Transit Subway

Xueliang Guo

Beijing Hollysys System Engineering Co., Ltd., Beijing, 100000, China

Abstract

The operation and maintenance platforms of various systems in domestic rail transit are being constructed in a scattered manner, and data standards have not yet been unified, with the continuous increase of subway line mileage, the number of equipment and maintenance difficulty are continuously increasing, while higher requirements are being placed on the professional skills of operation and maintenance personnel, the number of inspectors and maintenance personnel and labor intensity are also rapidly increasing. The cost and technical requirements for the operation and maintenance of the subway after its completion are also very high, high cost, high manpower, and high technical requirements have become limiting factors that hinder the rapid development of the subway. In response to the critical needs of heavy workload and high safety and quality requirements in urban rail transit operation and maintenance, we will promote the application of intelligent operation and maintenance core systems for urban rail electromechanical, power supply, communication, and signal specialties, improve safety service level and management efficiency, reduce labor intensity and operation and maintenance costs; promote the application of intelligent operation and maintenance analysis and decision-making systems for interconnectivity, combined with equipment fault prediction and health management, to achieve full lifecycle management of equipment and improve safety operation capabilities.

Keywords

BAS; edge intelligent controller; intelligent urban rail transit; intelligent diagnosis

智能城轨中地铁 BAS 系统替代方案研究

郭学良

北京和利时系统工程有限公司, 中国 · 北京 100000

摘 要

中国轨道交通各系统运维平台分散建设, 数据标准尚未统一, 随着地铁线路里程不断攀升, 设备数量、维护难度都在持续增加, 在对运维人员的专业技能提出更高要求的同时, 巡检和维修的人数及劳动强度也在急剧增加。地铁在建成后的运维的成本以及技术要求也非常高, 高成本、高人力、高技术要求成了阻碍地铁快速发展的制约因素。针对城市轨道交通运维工作量大, 安全与质量要求高等关键需求, 推进城轨机电、供电、通信、信号等专业智能运维核心系统的应用, 提高安全服务水平和效率, 降低劳动强度和运维成本; 推进互联互通的智能运维分析决策系统应用, 结合设备故障预测与健康管 理, 实现设备全生命周期管理, 提升安全运营能力。

关键词

BAS; 边缘智能控制器; 智能城轨; 智能诊断

1 智能城轨及地铁 BAS 系统替代方案概述

智能城轨系统整体采用基于云平台的架构部署方式, 以统一平台化建设, 轻量化应用, 降低冗余, 节省资源。对云边端总体架构、系统集成方案、接口方案、信息获取方案进行研究, 围绕“云、边、端”三个层次, 针对人工智能、云计算、大数据、移动通信、BIM、工业互联网等智能技术相结合的应用技术研究, 构建全息感知、泛在连接、边云协同、开放式、易扩展的智能运维综合管控系统平台。

【作者简介】郭学良(1989-), 男, 中国吉林吉林人, 本科, 工程师, 从事自动化、轨道交通智能化研究。

本方案依托于边缘智能控制器 EIC 强大硬件能力和边缘计算能力, 以 EIC 为核心, 在构建传统 BAS 网络结构及功能的基础上, 通过增设传感器, 高频采集模块、控制箱等手段, 构建机电设备智能运维系统, 实现对机电设备的故障诊断、预测、健康度的管理, 从而提高设备的运行效率, 减少故障发生频率^[1]。

2 EIC 设备简介

边缘智能控制器(EIC)是以紧凑的工业尺寸, 融合工业控制、边缘计算、边云协同、物联网、信息安全等核心能力的边缘智能控制设备。依托虚拟化技术, 可将边缘智能控制器划分为工业控制、边缘计算等不同业务系统, 灵活划

分各业务系统的硬件资源、外设,使得各系统安全隔离、灵活扩展。集成成熟的工业控制、边缘计算、协议转换等行业应用。

边缘智能控制器五大核心功能如下:

①综合承载:城轨现场控制系统复杂,通常由多套独立设置的可编程逻辑控制器 PLC 及各专业设备诊断器组成。EIC 实现高可靠性、高实时性、高安全性的嵌入式虚拟化技术,可实现亚毫秒级调度控制,集成多套大型 PLC 和多个智能诊断器硬件功能。

②智能控制: EIC 提供开放的工业级低代码二次开发环境,满足 IEC61131-3 国际标准的工业控制编程工具,并内置上百种工业控制算法库及人工智能算法库。可通过人工智能算法实时分析被控设备运行状态、整体能耗效率,进而通过控制反馈保证被控设备运行在最高效、安全的状态,将传统逻辑控制升级为智能控制。

③物联网: EIC 强大的物联功能可满足城轨各类协议的转换及设备的互操作,适配 80 多种通用与私有工业协议,并通过基于 TSN 的异构工业网络接入技术保障各类数据传输的实时性、可靠性。

④云边协同: EIC 支持虚拟机、容器两级虚拟化,可由云平台管理边缘控制云节点的虚机、计算资源、对外接口配置,并可从云端部署容器应用及 PLC 控制程序。通过云平台与边缘控制云节点协同数据处理、应用部署,保证系统响应的高实时性,并实现业务应用的不断成长和优化。

⑤信息安全: 作为城轨云边协同架构的终端数据接入点,边缘控制云节点内置安全芯片,搭载数据加密、可信度量、防火墙等全方位的信息安全防御技术,使得整个节点可信启动、可信计算,并经过国际权威的安全认证,进而保障城轨边缘侧系统安全。

3 传统 BAS 系统及机电运维概述

传统 BAS 系统由冗余主 PLC 控制器(以下简称主控制器)、冗余从 PLC 控制器(以下简称从控制器)、IBP 盘内的 RI/O(或独立控制器)以及现场 RI/O 组成,实现对现场设备端的各类变送器和调节阀、UPS 及相关机电设备进行监控。

FAS 系统通过车控室 IBP 盘内的通信网关接入车站 BAS,实现 FAS 与 BAS 的冗余通信。

在车站及车站所辖区间的环控机房、照明配电等地方设置 BAS 远程控制箱,用以采集现场设备信息。

在设备房、公共区、风管、水管等地方设置不同的带相关检测装置的变送器(包括温湿度、温度、压力、压差、流量、二氧化碳浓度等),在空调器出水管设置三通调节阀等设备采集环境等参数以及控制阀门开度等^[2]。

主、从控制器均通过通信网关与智能低压、冷水机组、EPS 装置、多联空调控制器、扶梯控制箱等通信口连接,实

现对相关设备的监控管理。各端智能低压通信管理器与车站 BAS 系统 PLC 通信模块相连,接口通常采用通用、标准的工业传输协议。

机电运维系统通常设置在车辆段维修中心及正线车站机电维修工区,并通过运维系统的交换机组成运维系统的局域网,该局域网通过网络端口接入综合监控系统全线网络。该系统通过采集、汇总和处理机电系统所监控的主要设备的状态及故障信息,其故障信息通常采用的是单体设备故障报警的方式进行展示,供车辆段各相关系统的维护管理人员的日常设备维护管理及设备事故处理工作。

4 替换方案分析

本方案采用边缘智能控制系统产品(EIC)替代传统 PLC, EIC 主控制器与该端现场 RI/O 之间、EIC 从控制器与该端现场 RI/O 之间均通过由 B 类交换机构建的光纤自愈环型以太网进行连接。

A 端 EIC 控制器、B 端 EIC 控制器之间通过由 A 类交换机构建的光纤自愈环型以太网进行连接。BAS 维护工作站接入 IBP 盘处 A 类交换机中,实现对全站设备的监控及维护。ISCS 系统同 IBP 盘处 A 类交换机相连,实现 BAS 在综合监控系统中的集成。

在车站控制室、照明配电室、区间泵房及其他相关被控设备现场设置 RI/O,实现对相关信息的采集和指令的输出,RI/O 同样采用与控制器同一档次系列的 I/O 产品或使用通讯转换模块实现与其他品牌 RI/O 实现控制组网。

DIDO/IAIO 等模块实现对既有现场设备的信息的采集和指令的输出。

现场的串口通讯设备通过安装在 RIO 上的串口通讯模块进行接入,实现对既有现场设备的信息的采集和指令的输出。

EIC 系统通过 POWERLINK 工业以太网协议,采用光纤以太网组成环网,构建了 BAS 系统的光纤以太网环网结构^[3]。

5 机电设备智能运维及节能策略

智能运维的诊断功能应具备主要部件状态分析、诊断、预测展示功能,完成采集数据并进行统计、分析,最后将监测数据、诊断、预警信息通过网络传输至终端显示装置及移动端软件。智能诊断系统涉及专业包括:综合监控、环控、给排水、站台门、弱电综合 UPS 等专业。应用 EIC 可实现独立于机电设备运行控制系统完成智能诊断功能。

5.1 水泵智能诊断

可以对水泵常见故障进行及时诊断及定位并且可以给用户提供报警信息和故障诊断结论,并对潜污泵系统设备情况进行分析统计,优化水泵系统设备管理及维护流程。水泵智能诊断系统整体构成包括水泵数据采集层、车站边缘计算层及中心数据分析展示层。数据采集层及边缘计算层由 EIC

边缘智能控制器综合承载,一台 EIC 可支撑典型站 20 组泵房共 50 个水泵的数据采集及计算分析。

5.2 蓄电池智能诊断

蓄电池智能诊断系统对蓄电池的运行状态进行检测,实现健康度评价打分和剩余寿命预测。可以对蓄电池目前所处的健康状态进行数字化打分评价并且可以预测蓄电池剩余寿命并且可以给用户提供报警信息,并对蓄电池系统设备情况进行分析统计,优化蓄电池系统设备管理。

5.3 站台门智能诊断

站台门智能诊断系统对站台门主要机械部件的运行状态进行检测,实现主要机械部件的故障趋势预测和机械故障报警及智能诊断。该系统独立于站台门系统运行控制系统,可以预测站台门系统主要机械部件故障发展趋势并且可以给用户提供报警信息和故障诊断结论,并对站台门系统设备情况进行分析统计,优化站台门系统设备管理。

5.4 风机智能诊断

风机数据采集层采用 EIC 边缘智能控制器实现,具体监测点位包括风机振动信号,电机温度信号、风筒压力信号等。车站边缘计算层基于 EIC 边缘智能控制器实现对于传感器的高频数据采集及实时的算法诊断分析。

5.5 自动扶梯智能诊断

自动扶梯数据采集层采用 EIC 边缘智能控制器实现,具体监测点位包括电机、减速机、轴承等关键部件高频振动信号,扶手带温度、电机电流等。车站边缘计算层基于 EIC 边缘智能控制器实现对于传感器的高频数据采集及实时的算法诊断分析。

5.6 冷水机组智能诊断

空调水系统的主要设备有组合式空调机组、风机盘管、冷水机组、冷却水泵、冷冻水泵、冷却塔及水阀与管路等。冷水机组智能诊断系统对冷水机组主要运行参数进行检测,实现冷水机组常见故障的定位及预测。可以对冷水机组常见故障进行及时诊断及定位并且可以给用户提供报警信息和故障诊断结论,并对冷水机组系统设备情况进行分析统计,优化设备管理及维护流程^[4]。

5.7 环控系统节能策略

该系统是以环控系统处于正常工况为前提,以室内温度为控制目标,以冷量预测为基础,以机器学习寻优算法为核心的,利用传统控制策略、大数据和机器学习相结合的新一代节能系统。该系统打破了传统节能系统仅仅利用环控系统的数据进行节能控制的现状,利用综合监控系统、外部天气信息、信号系统、自动售检票系统等专业的数据,完成对站内冷量需求的预测,解决地铁空间大,扰动因素多等不利因素造成的温度控制精度低、调节严重滞后的问题。采用基于 EIC 的优化算法为基础的节能工艺,自动跟踪和学习车站的运行规律和负荷变化特点,进行系统冷量需求预判定,以室内温度为目标,以室外干、湿球温度为边界,实时调整

运行模式和设备出力,整体优化冷量输配链,在满足室内环境需求的前提下,有效降低环控系统的运行能耗。

6 效益分析

本方案可以有效提升车站管理效率,降低运维管理成本,预期效益十分明显,主要体现在以下几方面。

6.1 全面提升车站设备维护能力,降低运维成本

全面提升车站设备维护能力、实时感知设备状态,尤其对老旧新路中的风机、扶梯、水泵、站台门等旧设备进行实时检测,并提供设备的健康度、故障预测、维修建议等,为设备的运维提供依据,实现状态修,提升设备的可靠性,降低维修成本,减少“欠维修”“过度修”,提高运维效率,减少设备故障频次,从而提升安全运营能力^[5]。

由于在云边端各层整合了各专业独立的运维系统,可实现全系统统一终端运维。同时,通过设备故障预测与健康管理研究的深入,可从传统设备计划修、故障修运维模式转向更精准有效的设备状态修模型,进而减少不必要的运维人员投入。提升运维整体效率 25% 以上。

6.2 降低能耗,提高节能效率

系统在降低 BAS 设备功耗的基础上,通过内部增加基于能效分析与优化运行算法,气候补偿等措施,优化风水联动系统、冷水机组、冷却水系统,构建风—水全局协同策略,能有效地将风系统变风量控制与水系统变流量控制关联起来,使整个系统的各个环节能协调工作,达到有效的节能效果。据项目实际测算,节能效率比传统方式至少可提高 30%。

7 结语

智能城轨系统整体采用基于云平台的架构部署方式,以统一平台化建设,轻量化应用,降低冗余,节省资源。对云边端总体架构、系统集成方案、接口方案、信息获取方案进行研究,围绕“云、边、端”三个层次,针对人工智能、云计算、大数据、移动通信、BIM、工业互联网等智能技术相结合的应用技术研究,构建全息感知、泛在连接、边云协同、开放式、易扩展的智能运维综合管控系统平台。本方案以边缘智能控制器为核心的 BAS 系统,构建边缘侧结构,为与云平台深度融合,实现云边端协同奠定了坚实的基础。

参考文献

- [1] 王健文,唐敏.新一代城市轨道交通综合监控系统的发展趋势[J].城市轨道交通研究,2014(6).
- [2] GB/T 50314—2015 智能建筑设计标准[S].
- [3] 常海利,张辉,吴正中,等.基于智能控制一体机的边缘云设计与实现[J].都市快轨交通,2021(5).
- [4] 宗彩乐,岳强.基于物联网的城轨机电设备智能诊断系统的设计与研究[J].现代制造技术与装备,2023(10).
- [5] 虞赛君.地铁BAS系统机电设备管理策略[J].机电工程技术,2014(1).