

# 云平台技术在城市轨道交通信号系统中的创新应用与实践

裴敏

内蒙古交控安捷科技有限公司

DOI:10.32629/acair.v4i2.20400

**[摘要]** 伴随城市化进程的不断加速和城市人口持续增长,城市轨道交通已成为现代城市综合交通体系的核心支柱之一。面对运营负荷逐年递增、数字化与智能化建设需求日益迫切的行业背景,传统城轨信号系统逐步暴露出诸多短板与发展瓶颈。为有效破解现有技术与运营难题,云平台技术逐步引入并落地于城市轨道交通信号系统的建设及运营全过程。本文重点围绕云平台技术在城轨信号系统中的创新应用与实践路径展开系统分析,从技术架构、数据处理、通信传输、安全防护等多个维度进行深度探究,可为城市轨道交通信号系统的智慧化升级提供理论支撑与实践参考。

**[关键词]** 云平台技术; 城市轨道交通; 信号系统; 智慧运维; 安全防护

**中图分类号:** U664.156 **文献标识码:** A

## Application of Cloud Platform Technology in Urban Rail Transit Signal System

Min Pei

Inner Mongolia Jiaokong Anjie Technology Co., Ltd.

**[Abstract]** With the continuous acceleration of urbanization and the sustained growth of urban population, urban rail transit has become one of the core pillars of the modern urban comprehensive transportation system. Against the industry background of year-by-year increasing operational load and the increasingly urgent demand for digital and intelligent construction, the traditional urban rail transit signal system has gradually exposed many shortcomings and development bottlenecks. To effectively solve the existing technical and operational problems, cloud platform technology has been gradually introduced and applied throughout the whole construction and operation process of urban rail transit signal systems. This paper systematically analyzes the innovative application and practical path of cloud platform technology in urban rail transit signal systems, conducts in-depth research from multiple dimensions including technical architecture, data processing, communication transmission and security protection, which can provide theoretical support and practical reference for the intelligent upgrading of urban rail transit signal systems.

**[Key words]** cloud platform technology; urban rail transit; signal system; intelligent operation and maintenance; security protection

### 引言

城市轨道交通信号系统作为保障列车安全高效运行的“大脑”与“神经中枢”,其性能关系到运营安全与出行体验。传统信号系统采用分布式架构,依赖专用硬件、存在资源分配固化、数据交互不畅和扩展性不足等缺陷,难以应对如今网络化运营带来的海量数据处理和多线路协同调度等复杂需求。

云平台技术融合虚拟化、分布式计算等多项技术,具备强大的海量数据处理能力、高效的资源动态调度能力以及灵活的服务交付模式,为城市轨道交通信号系统的升级革新提供了全新技术路径。将云计算架构融入城轨信号体系,能够显著提升系统智能化管控水平,实现列车运行状态的精准监测与科学调度。同

时,依托云平台可进一步优化行车组织方案、提升线路运输效能,全方位保障旅客出行的安全性与舒适度。

### 1 云平台技术相关概述

云平台依托网络通信架构构建新型算力服务模式,可通过网络通道提供可弹性扩展、动态调度的计算资源,资源虚拟化、多租户隔离、按需服务调度是其三大核心特征,也是区别于传统计算模式的关键。

虚拟化技术是云平台基础,能够实现各类算力资源的整合池化,传统城轨信号系统专用服务器利用率不足30%,通过虚拟化整合和资源分配,使利用率提升至70%以上,有效提升硬件设备的整体利用率;多租户隔离模式支持多用户共享同一底层资

源环境,从源头降低工程建设与日常运营成本;按需调度服务可根据业务实际需求动态调配资源配额,增强系统运行的灵活性与整体效能。

上述核心特性赋予了云平台突出应用优势,使其成为当前信息技术领域主流发展方向。云平台可为行业用户实现降本增效、便捷扩容等多重价值,无需大量投入硬件设备采购与后期运维,有效控制建设投资。其弹性伸缩能力可进一步优化资源配置效率,强化系统运行稳定性。同时云平台具备良好横向扩展能力,可随业务发展快速适配资源扩容需求。当然,云平台在落地应用中仍面临数据安全、隐私防护与服务质量稳定等现实挑战,需要配套构建完善的安全防护体系与技术保障机制,保障数据及隐私安全,维持业务服务持续稳定运行。

## 2 城市轨道交通信号系统技术要求和运行需求分析

城轨信号系统应满足故障导向安全的原则和24h不间断运营的要求,凡涉及列车运行安全控制的子系统或设备的计算机系统必须采用硬件安全冗余的结构,其安全完整性水平必须达到SIL4级。

信号系统应具有统一的时钟并且各子系统应与该时钟保持同步,时钟同步异常时报警,包括ATS子系统、ATP/ATO子系统、CI子系统、DCS子系统和维护监测子系统。系统的列车运行等级宜分为:基于通信的连续式列车控制(CBTC)级别、点式列车控制级别和联锁控制级别。基于通信的列车控制级别为城轨信号系统的正常控制方式,采用连续速度曲线控制方式,实时监督列车运行;点式列车控制级别为系统的降级控制方式,采用连续速度曲线控制方式,实时监督列车运行;联锁控制级别为系统的降级控制方式,司机依据地面信号机的显示行车。全自动运行模式应仅在连续式通信的列车控制级别(CBTC)下运行。

城轨信号系统应能够防范计算机病毒和网络攻击、网络侵入,采用的杀毒软件和网络隔离等防范措施应不影响系统正常运行,并支持定期更新。并满足下列要求:网络安全设备的网络运行状态、系统登录和操作、网络安全事件和操作记录等日志的存储时间不少于6个月;信号系统使用的操作系统、数据库系统、信息安全软件等商用软件应为正版授权,并支持软件的版本更新或替换,应保证信号系统运行安全和功能完整。

城轨信号系统是保障列车安全运行、高效有序运行的核心基础设施,具备列车运行控制、行车命令下发、设备运行状态的实时监测等功能。列车运行控制设备负责列车启停、制动及速度调节,确保列车始终在安全限速与安全间隔防护范围内运行;信号指令下发模块通过地面信号设备向司乘人员传递行车授权信息,保障列车严格按行车规则运行;设备状态监测模块可实时采集列车及地面设备运行工况,快速识别异常状态并及时启动应急处置流程。

城轨信号系统以保障列车安全运行、高效运营为根本目标,整体技术指标必须满足高稳定性、高可靠性与高实时性的严苛标准。当前国内既有城轨信号系统普遍存在设备老化现象,长期不间断运营造成硬件性能衰减,叠加行业技术快速迭代,传统老

旧设备已难以匹配现行新一代性能规范要求。同时,系统架构日趋复杂,进一步加大了运维检修难度,故障定位排查与修复恢复周期偏长,极易干扰线路正常行车组织与客运服务秩序。

## 3 云平台技术在城市轨道交通信号系统中的创新应用与实践

结合云平台特性与城轨信号系统的需求,其创新应用主要集中在数据运算存储、通信网络支撑、安全防护与隐私保护三大维度,通过技术融合实现系统功能升级与效能提升。

### 3.1 数据运算处理与存储技术的应用与实践

基于云平台架构,城轨信号系统数据处理与存储的核心,在于实现海量数据的高效采集、智能分析与稳定调用。采用非关系型数据库可满足高并发、大吞吐量的数据访问业务场景;引入数据湖存储架构,可实现多源原始数据统一汇聚,为后续深度数据分析与价值挖掘奠定基础。

城市轨道交通运营过程会持续产生海量实时数据,涵盖列车位置、运行速度、信号设备工况等多类信息。云平台依托高精度采集手段,可实现全量运行数据实时汇聚;数据传输阶段借助专用骨干网络、云互联通道,保障数据低时延、高可靠上云处理。通过分布式计算架构,将海量数据拆解至多个节点并行运算,结合大数据分析 with 智能算法模型,对多源数据进行深度挖掘,为行车调度、故障预警提供决策支撑。在数据分析前期,通过数据清洗剔除冗余、缺失及异常数据,完成数据标准化规整,构建规范统一的数据分析基础。

云存储采用网络化分布式存储架构,支撑海量数据大容量存储与高速按需调用,通过加密算法、分级权限管控等方式,保障存储数据安全可控。同时云存储具备完备的备份与容灾恢复机制,有效规避数据丢失与损坏风险;还可提供数据分类标签、全生命周期管理等运维功能,实现数据管理标准化、精细化。

### 3.2 通信网络支撑技术的应用与实践

对于城轨信号系统而言,通信网络需满足高可靠、低时延的核心指标。依托5G超高可靠超低时延通信特性,可将端到端传输时延控制在1ms以内,确保行车控制命令与设备状态信息实时交互。结合软件定义和网络技术,提升网络可编程与灵活调度能力,实现网络资源动态优化配置。采用双冗余星型拓扑架构,可构建多重备份传输通道,实现网络可用率达到99.999%。

数据通信系统承担语音、文本、数据、视频等综合业务传输任务,引入云平台架构可显著提升系统传输速率与实时响应能力。基于云化部署可实现跨业务、跨站点高效数据交互共享,全面提升信号系统整体运行效能。在城轨运营场景中,车地无线通信是列车与控制中心实时交互的关键载体,云平台可助力无线网络架构优化升级,提升通信链路可靠性与稳定性。例如基于云架构的无线局域网方案,可提供更大带宽与精细化接入管控能力,匹配多元化运营业务需求。此外,云平台还可支撑无线网络智能运维,降低人工运维投入与管理成本。

### 3.3 安全防护与隐私保护技术的应用与实践

安全防护与隐私保障是云平台在城轨信号系统落地应用的

重要前提。通过关键硬件物理隔离、网络防火墙与入侵检测、应用层身份认证及分级授权等多层防护体系,全面提升云平台全生命周期安全防护与隐私管控水平。

云平台数据加密主要分为存储加密与传输加密两类。存储加密对入库数据进行加密处理,即便发生非法访问也无法破解读取;传输加密在数据交互全过程进行加密封装,防范数据窃取与篡改,主流技术包括对称加密与非对称加密算法。

数据隔离通过物理或逻辑方式实现云资源分区隔离,为不同线路、不同业务部署独立运行环境。在城轨信号系统中,数据隔离可保障各线路、各业务域数据相互独立,有效降低数据泄露风险,主要包含物理隔离、逻辑隔离与虚拟化隔离三种实现方式。物理隔离通过硬件设备划分独立资源域;逻辑隔离依托路由隔离、防火墙策略划分专属网络区间;虚拟化隔离利用虚拟化技术划分独立虚拟机与容器环境。

数据安全层面采用高级加密标准对敏感业务数据进行加密存储与传输,定期开展安全审计与漏洞扫描,保障系统版本及时迭代、安全隐患闭环整改。通过多方位的综合防护手段,使系统完全满足行业信息安全管理规范要求。

#### 4 结束语

云平台技术在城轨信号系统的落地应用,打破了传统架构限制,提升了数据处理能力、降低运维管理成本、增强业务部署

的灵活性与可扩展性,为信号系统智慧化升级提供了有效路径,推动轨道交通运营管理向智慧化、数字化转型。未来伴随云计算、5G通信、人工智能等新技术深度融合,城市轨道交通信号系统将朝着更安全、更智能、更高效的方向持续演进。

#### [参考文献]

[1]黎婧娴.城市轨道交通信号系统云技术应用研究及发展[J].网络安全技术与应用,2020(07):127-128.

[2]赵云飞.云技术在城市轨道交通信号系统中的应用[J].科技视界,2021(32):187-188.

[3]刘净.5G技术在城市轨道交通信号系统中的应用探讨[J].网络安全技术与应用,2021(10):86-87.

[4]王建军.城市轨道交通信号系统云平台架构设计与实现[J].铁道标准设计,2022,66(05):134-138.

[5]张欣.彭禹.云技术在城市轨道交通信号系统中的应用[J].电子技术,2024,53(11):256-257.

#### 作者简介:

裴敏(1992—),男,山西忻州人,毕业于江西九江学院,本科,内蒙古交控安捷科技有限公司高级工程师,主要研究方向:城市轨道交通、信号系统、云计算应用。参与多项城轨信号系统升级改造项目,具备丰富的理论与实践经验。