

doi: 10.3969/j.issn.1672-6073.2026.01.006

基于云平台架构的智能开关站应用与实践

肖雄¹, 贾琨², 何晶¹, 宋绪扬^{1,3}(1. 佳都科技集团股份有限公司, 广州 510665; 2. 长沙穗城轨道交通有限公司, 长沙 410129;
3. 北京交通大学计算机科学与技术学院, 北京 100044)

摘要: 为克服传统智慧车站单体化架构的局限, 推动轨道交通向网络化、集约化运营转型, 提出并验证一种基于线路级云平台的智能开关站云端部署范式。首先, 构建分层解耦的智能开关站建设框架, 重点关注系统架构的灵活性与可扩展性。选择长沙地铁6号线作为实证载体, 详细描述如何利用线路级城轨云平台实现车站间跨业务协同与数据模型共享, 具体包括数据传输协议的设计、平台架构的构建以及信息流的优化方案。通过云平台的部署, 成功打通全线车站的业务数据链路, 实现集中监控与智能调度。实践结果表明, 该范式显著提升硬件资源的利用效率, 降低运营成本和人力投入, 并优化开关站业务流程, 减少约80%的操作耗时, 同时, 系统还有效减少3至4名工作人员的人工干预, 为轨道交通行业的数字化转型提供可复制、可推广的云化迁移路径, 基于线路级云平台的基础设施, 可以承载智能开关站的核心能力, 实现从“平台搭建”到“业务落地”的一体化闭环。

关键词: 城市轨道交通; 智慧城轨; 城轨云; 智能开关站; 云平台

中图分类号: U231

文献标志码: A

文章编号: 1672-6073(2026)01-0047-07

Application and Practice of Intelligent Switching Stations Based on Cloud Platform Architecture

XIAO Xiong¹, JIA Kun², HE Jing¹, SONG Xuyang^{1,3}(1. PCI Group Co., Ltd., Guangzhou 510665; 2. Changsha Sui Cheng Rail Transit Co., Ltd., Changsha 410129;
3. School of Computer Science and Technology, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044)

Abstract: To overcome the limitations of the standalone architecture of traditional smart stations and promote the transformation of urban rail transit toward networked and intensive operation, this paper proposes and verifies a cloud-based deployment paradigm for intelligent switching stations utilizing a line-level cloud platform. First, guided by the *Development outline for smart urban rail transit in China*, a hierarchical and decoupled construction framework for intelligent switching stations is established, focusing on the flexibility and scalability of the system architecture. Taking Changsha Metro Line 6 as a case study, this paper elaborates on the implementation of cross-service collaboration and data model sharing among stations by leveraging the line-level urban rail transit cloud platform, including the design of data transmission protocols, the construction of platform architecture, and the optimization scheme of information flow. The deployment of the cloud platform has successfully connected the service data links of all stations along the line, enabling centralized monitoring and intelligent dispatching.

收稿日期: 2025-04-16 修回日期: 2025-08-18

第一作者: 肖雄, 男, 硕士, 高级工程师, 主要从事面向城市轨道交通数字化、智能化应用研究, xiaoxiong@pcitech.com

基金项目: 广州市重点领域研发计划(202206030007)

引用格式: 肖雄, 贾琨, 何晶, 等. 基于云平台架构的智能开关站应用与实践[J]. 都市轨道交通, 2026, 39(1): 47-53.

XIAO Xiong, JIA Kun, HE Jing, et al. Application and practice of intelligent switching stations based on cloud platform architecture[J]. Urban rapid rail transit, 2026, 39(1): 47-53.

Practical results show that this paradigm significantly improves the utilization efficiency of hardware resources, reduces operational costs and labor input, and optimizes the business processes of switching stations, cutting the operation time by approximately 80%. Meanwhile, the system effectively reduces the staffing requirement by 3–4 members. This study provides a replicable and scalable cloud migration path for the digital transformation of the rail transit industry. The infrastructure based on the line-level cloud platform can support the core capabilities of intelligent switching stations, realizing an integrated closed loop from “platform construction” to “operational deployment”.

Keywords: urban rail transit; smart urban rail; urban rail cloud; intelligent station opening and closing; cloud platform

随着我国城市轨道交通(城轨)规模的快速发展和信息化水平的不断提高,如何推进城轨自动化、信息化系统向网联化、协同化和智能化方向发展成为重要研究议题。地铁站作为城轨运营的基本单元,其智能化水平直接影响到整个系统的运行效率^[1]。2020年3月,中国城市轨道交通协会发布《中国城市轨道交通智慧城轨发展纲要》^[2](简称《纲要》),将智慧车站含开关站列为智慧城轨建设重点之一。近年来,上海^[3]、青岛^[4]、深圳^[5]、西安^[6]等地已陆续开展开关站的应用研究,主要集中在单站的综合监控系统优化或设备监测能力提升,但多局限于单站架构,缺乏跨站协同和数据共享的整体设计。

现有研究中,大多数关注单站自动化和智能化,难以实现车站间的协同作业和数据共享。此外,虽然有部分研究尝试将云平台和大数据应用于城轨调度与监控,但多为局部优化,缺乏全线路数据协同和跨站调度的系统性研究。这些研究仍未充分发挥云计算和人工智能等新技术在提升城轨智能化方面的潜力。

为弥补现有研究的不足,本文提出了基于线路级云平台的智能开关站云端部署范式,依托长沙地铁6号线,构建了一种全新的智能开关站建设框架。该框架围绕车站人、机、物等要素的全面互联展开研究,通过云平台实现跨车站的业务协同和数据共享,突破了单站智能化的局限,推动了城轨业务与专业系统的深度融合^[7]。本文的创新在于提出了一种可持续迭代的智能开关站应用模式,为城轨智能化转型提供了新的解决方案。

1 智能开关站应用现状

1.1 多线路车站一体化适配性

随着城轨快速发展,开通线路及运营里程逐步增加,换乘站已逐步从2线换乘向3线、4线甚至更复杂纬度延伸。据不完全统计,截至2024年底,全国已规划多个4线换乘车站,其中广州火车站在未来将达到8线换乘。2022年6月,成都轨道发布“线网5个换乘站一体化管理及智慧开关站更新改造项目(A/B

标)”,拉开了国内线网运营对既有线换乘站智能开关站改造的序幕。

面向未来可支撑地铁不断发展的开关站应用,其在架构上应基于顶层规划、统一设计,要避免各线路综合监控系统厂家的业务垄断或技术封锁^[8]。各车站综合监控系统遵循统一的接口标准,面向线网平台开放业务所需的各种接口,如同各车站自动售检票系统(AFC)与线网清分系统的标准化适配。

1.2 设备控制权限管控分析

就单线路车站智能开关站权限管控而言,如采取的是复用综合监控系统的权限体系,需设计在业务使用时对设备控制权限的回收机制。但对于多线路车站,则存在不同线路应用间交叉的权限控制冲突^[9]。由此可见,以站级系统建设开关站应用,将由于项目执行中的标准缺失而千差万别,进而造成换乘站权限管控的混乱。

为此,对于换乘站的智能开关站应用权限管控,建议由线网级提供标准化的能力接口以实现对跨线路设备远程控制的统一调度。基于线网级能力接口可避免各线路车站综合监控系统对非本线路中心级系统权限回收时的冲突。通过线网层面的统一调度,可更好地实现对各站级控制接口的安全管控,促进线网层面的开关站业务标准化、网络化和智慧化。

1.3 既有线车站改造策略分析

既有线车站智能开关站改造按传统建设模式,侧重于环境与设备监控系统(BAS)的改造,补齐对卷帘门、电扶梯、垂梯等设备的远程控制功能,然后利用既有线车站综合监控系统实现能力的接入与开关站应用的交付。该类改造模式对于单线路车站智慧化功能实现具有明显的短平快优势。但也有着明显的短板:对网络化运营支撑力不足,易衍生持续的重复性投资风险。随着城轨网络化的不断发展,线网换乘站数量、各线路交叉换乘频次必将越来越多。以重庆、北京为例,不同轨交线路跨线运营已成为未来城轨网络化功能的实施重点。由此可以推断,车站智慧化改造难以

成为一次性工程,因此其在设计层面建议遵循统一规划、顶层设计的原则。

对于既有线路车站智慧化改造不应只考虑单车站、单线路业务需求,需要立足于城轨网络化运营,构建可支撑持续发展、不断迭代的线网能力平台,既有线改造时通过将各车站业务能力整体接入线网能力平台,各车站智慧化功能依赖线网平台能力实现。通过分层建设模型,实现既有车站级综合监控系统、线网能力平台、智能开关站应用的整体解耦,以避免单一厂家对业务的绑定和技术的封锁。

1.4 开关站智能化的持续演进

设备控制可以在边缘端的控制层实现,也可以在监控层即云的层面实现。控制层关注稳定性,而对智能化所需的超大数据量、复杂逻辑的业务处理支撑不足。云计算聚焦非实时、长周期数据的分析挖掘,能够为业务决策提供依据。通过云边信息共享,将为开关站智能化带来更丰富的想象空间^[10]。早期的开关站智能化体现在既有就地设备控制的集中化和远程控制能力,实现了少人化。但早期的开关站缺乏对不同场景的自适应能力,因此,基于运营需求的开关站流程自适应编排将成为其智能化的研究热点,如结合 AFC 运营时间参数、大型活动、应急事件实现开关站的自适应。为了实现对特种设备的安全控制,普遍采用基于实时视频的人工联动控制。此前也有研究基于视频分析的辅助决策,但由于缺乏全面的感知信息,使得开关站难以摆脱对人的依赖。基于现场多模态实时数据的感知和分析将是无人化开关站的研究重点,如通过当日和历史多区域、多时间点视频分析和现场传感装置建立设备自动控制模型。如针对电扶梯:通过视频分析、重力感应、运行速度,实现梯上人员和遗留物判断;通过广播联动、声光报警装置等,实现开关过程智能提醒;控制过程根据分析数据的实时变化即时给出对应控制方案。

综上,传统的智慧车站建设往往采用单体化架构,导致不同车站之间缺乏协同和数据共享,难以适应城轨网络化运营的需求。本文提出的云端部署范式,利用线路级城轨云平台,实现了跨车站的业务协同与数据模型共享,打通了全线车站的业务数据链路,为轨道交通向网络化、集约化运营转型提供了技术支撑。云平台架构显著提升了硬件资源利用率,有效降低了运营成本与人力投入,为轨道交通的数字化转型提供了经济效益。另外,传统的开关站远程控制往往依赖

控制时的现场视频联动,缺乏智能化分析。本文提出的方案通过现场设备智能传感、视频智能分析、后台智能感知模型,实现对可控逻辑的安全校验,进一步提升应用智能化水平。

2 基于城轨云的智能开关站建设方案

围绕城轨云平台如何支撑智能开关站业务,提出智能开关站并非孤立部署,以城轨云平台为基础架构核心,实现算力统一调度、数据统一管理、权限统一控制,奠定智慧车站跨站联动、业务协同的技术底座。

2.1 长沙地铁 6 号线城轨云平台建设

长沙地铁 6 号线作为长沙市首条智慧地铁示范线,具备“新线开通+平台先行”条件。其建设期间同步推进城轨云平台部署,具备良好的系统集成条件;同时,该线路覆盖多个大型交通枢纽与换乘车站,是智慧开关站功能验证的理想试点对象。因此,优先以 6 号线作为实践载体,对智能开关站业务进行原生部署与试点运行。

长沙地铁 6 号线智慧地铁软件工程包括智慧地铁线路云平台、智慧地铁管控平台(数据平台、技术平台、业务平台、AI 平台)、管控平台智能化应用(含智能开关站应用)。平台总体分为中心级(线路云平台数据中心)、车站级两个层级。智慧地铁线路云平台,统筹纳管既有中央综合监控系统硬件服务器,同步承载智慧地铁管控平台、智能客服系统、智慧安检系统,并预留应用扩展资源需求。

长沙地铁 6 号线智慧地铁线路云平台采用“主中心+车辆段灾备”架构,主中心位于杜花路控制中心,承载智慧地铁管控平台、安检、客服及既有综合监控系统。其中,核心交换区部署双核心交换机与万/千兆级接入设备构建冗余网络;业务应用区整合 20 台新增服务器与既有中央综合监控系统 12 台物理服务器形成虚拟化资源池;数据存储区采用双光纤交换架构实现 487 TB 存储资源的全链路容错访问,互联网接入区通过双防火墙实现安全防护,DMZ 区新增兼容性接口服务器保障与管理网数据交互,灾备中心配置 3 台灾备服务器与 38 TB 灾备存储。

2.2 6 号线智能开关站建设方案

基于 6 号线城轨云平台,研究制定 6 号线智能开关站建设方案,建设方案分为四层+两体系:基础设施层、边缘层、平台层、应用层、标准规范体系、安

全管控体系。

2.2.1 基础设施层

以城轨云平台作为建设框架基础设施层，为各业务应用提供统一的计算资源，实现计算、存储、网络资源按需分配、统一管理和集中监测，便于业务快速部署和扩展。

6 号线以智慧地铁线路云平台作为基础设施层，主要承载管控平台及其应用软件(含智能开关站应用)、智慧安检系统、智能客服系统、既有中央综合监控系统等。

2.2.2 边缘层

建设框架以各线路车站作为整个架构的边缘层。6 号线以各车站综合监控系统构建边缘计算平台。在边缘层，平台运用协议解析、中间件等技术兼容各类通信协议和软件通信接口，实现数据格式转换和统一；同时，平台层将从边缘层采集到的数据传输到云端，实现数据的接入。

2.2.3 平台层

平台即服务(Platform as a Service, PaaS)，是一种云计算服务模式。在地铁建设中，PaaS 可为地铁相关应用系统提供开发、运行和管理环境，PaaS 平台层主要分为通用和各线路业务 PaaS 能力 2 部分。通用 PaaS 是面向通用型的应用开发、部署和运行平台。业务 PaaS 能力建设遵循地铁按线建设模式，对于新建线路可以要求各车站综合监控系统业务接口接入线路能力中心。对于既有旧线，可通过对旧线各车站综合监控系统进行适配性改造，使其接入线路能力中心。

如图 1 所示，线路能力中心提供 ICE Gateway 在南向负责与边缘层各车站综合监控系统的链接，实现对各专业系统、设备的实时点位监视和控制；在北向负责与 PaaS 层的广播系统(PA)微服务、乘客信息系统(PIS)微服务、设备监控微服务对接，实现对 SaaS 层的业务支撑。PA 微服务实现对各站的广播清单管理、广播发布等功能。PIS 微服务实现对各站液晶显示设备(LCD)的文本下发功能、信息显示设备(LED)的控制。设备监控微服务实现对各站专业系统设备点位实时监视、点位控制、点位编排等功能。视频监控微服务提供客户端面向各车站视频监视系统(CCTV)就近取流的能力。智能视频分析服务提供区域有人检测、扶梯遗留

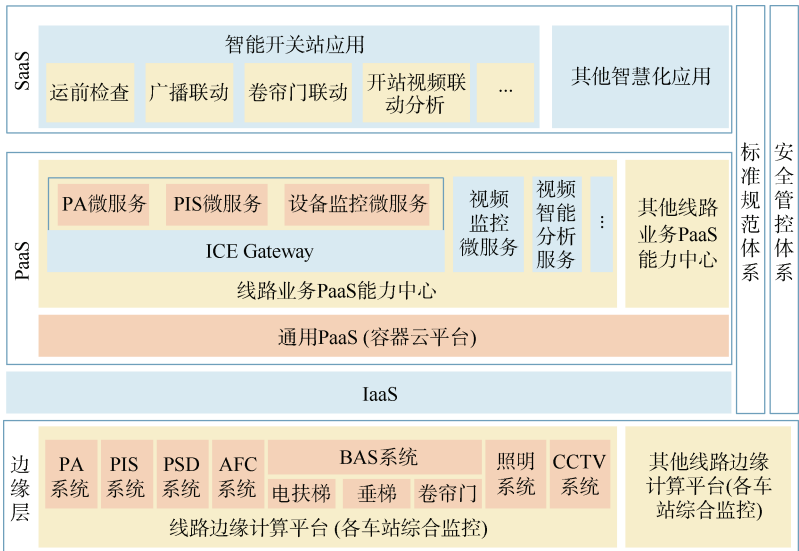


图 1 基于城轨云的智能开关站体系

Figure 1 Intelligent Switching Station System Based on Urban Rail Transit Cloud

物检测等能力。

6 号线作为长沙首条智慧地铁线路，其遵循智慧城轨建设框架，搭建了一个面向未来的线路 PaaS 能力中心，其能够随着技术的发展和相关规划的不断实施落地同步进化，并能在长沙轨道交通线网级能力平台形成后，完成能力上的拉通，实现赋能以及被赋能。

2.2.4 应用层

智慧城轨建设框架通过将传统既有业务系统中，共性业务逻辑和流程进行沉淀，形成新的业务支撑。软件即服务(Software as a Service, SaaS)，为用户提供现成的、可直接使用的软件应用。共性能力在开放的开发环境中以工业微服务的形式提供给开发者，用于快速构建定制化轨交业务 APP，以支撑包括智慧乘客服务、智能运输组织、智能能源系统、智能列车运行、智能技术装备、智能基础设施、智能运维安全、智慧网络管理等八大智能体系的建设。

基于建设框架的智能开关站应用，支持对单线站点、多线换乘车站相应设备的智能联动。与此同时，开关站应用的发展可随着平台的壮大而持续增强，如联动的设备范围可随着接入线路的不断增多而覆盖更广，业务的智能化水平会随着数据模型、算法模型的不断训练而逐步提高。

6 号线管控平台验证了基于建设框架实现本线路的智能开关站业务，主要提供包括多专业设备联动控制、流程动态编排、任务项按需配置、视频智能分析等功能。

开关站作为智慧城轨核心场景之一，其构建依赖平台提供的统一身份认证、权限下发、业务编排和算法调用能力，全面体现云平台对业务系统的赋能支撑作用。

2.2.5 标准规范体系

标准规范体系包括设备层实时监控接入标准、能力层接口开放标准，以及各层间的通信协议标准等内容。6号线现场设备实时监控与车站综合监控采用 Modbus 协议、PaaS 层与站级综合监控系统通过 ICE 接口、PaaS 层与 SaaS 层通过 WebSocket 接口。实时视频采用国标协议，视频分析等数据服务通过 RESTful 接口。

6号线管控平台对各专业子系统的接口标准如表 1 所示。

表 1 对各专业子系统的接口标准
Table 1 Interface standards for various specialized subsystems

接入层	子系统	接口描述
站级综合监控系统	PA	广播清单同步
		预存广播发布接口
		各广播分区播放信息监测
	PIS	LCD 远程开屏、远程关屏
		LED 远程开屏、远程关屏
		LCD 普通文本插播
	BAS	获取 BAS 模式控制信息
		电扶梯上行启动、下行启动、停梯远程控制
		垂梯远程解锁、远程锁梯控制
		卷帘门上升、下降、停止远程控制
无	PSD (站台屏蔽门)	上下行方向单侧站台门远程开门、远程关门控制
	AFC	自动检查和确认 AFC 设备工作模式
	照明系统	照明模式切换控制
	安检系统	X 光机、安检门设备在线、离线状态监测
	CCTV	实时视频调看 针对球机提供 PTZ 控制
	视频分析	推送视频分析结果

2.2.6 安全管控体系

针对关键设备远程控制，提出“4+2”安全管控规则以确保车站设备安全控制。其中“4”指的是四类安全策略，“2”指的是正常和应急两种场景。针对卷帘门、电扶梯、垂梯、站台门，根据接口链路划分为设备层、边缘层、能力层、应用层。各层接口协议严格按照业务约定的规则进行配置。

3 智能开关站业务在长沙 6 号线中的应用

3.1 常态下开关站应用

3.1.1 多专业设备状态监视与远程控制

通过开关站应用可实现对不同专业设备的远程控制，包括自动控制和远程智能辅助控制。6 号线自动控制类包括隧道通风模式控制，照明运营模式切换，AFC 闸机、售票设备和咨询终端等服务模式控制，PIS 屏信息发布与开关控制，广播发布，车站运行环境监测。针对电扶梯、垂梯、卷帘门、站台门等特种设备，提供基于视频联动和智能视频分析的远程智能辅助控制功能。

3.1.2 开关站任务动态可配置

以线网维度考虑，不同线路所接入的专业能力不尽相同；从线路纬度，不同车站在不同时期其专业接入与调试进度也各有差异。这就要求开关站任务具备动态可配置能力。

6 号线开关站应用针对设备联动控制类，支持对单个或单组设备的资源与业务逻辑可配置，如在对电扶梯批量控制时对不同扶梯的运行方向进行配置。支持对设备或场景关联的视频画面进行配置，支持对控制顺序进行调整。同时，支持对纳入开关站业务进行联动控制的专业和设备进行配置。

3.1.3 基于视频智能分析的智能联动控制

针对卷帘门、电扶梯、垂梯、站台门等特种设备的远程智能辅助控制，主流办法仍依赖于控制时的现场视频联动。为进一步提升应用智能化水平，可通过现场设备智能传感、视频智能分析、后台智能感知模型，实现对可控逻辑的安全校验。

6 号线实践了基于视频智能分析能力的智能辅助决策，构建基于视觉大模型的多模态融合检测系统，通过构建设备特征知识图谱，实现检测目标与设备状态的智能关联。算法方面，采用改进的 YOLOv8s 模型作为主干网络，通过引入注意力机制和自适应锚框优化算法，实现对屏蔽门、自动扶梯、卷帘门等关键设备区域的精准定位。第二阶段融合长短期记忆网络构建时空特征分析模块，通过时序特征关联分析人员行为模式，有效区分正常通行与异常滞留行为。

系统采用边缘计算与云端协同的混合架构，在长沙地铁 6 号线 34 个站点分别进行视频监视分析能力建设，包括每个车站增加客流密度分析系统 1 套(每套系统支持同时分析视频路数不低于 24 路)，总共增加 34

套客流密度分析系统；每个车站增加 1 套智能视频分析系统(每套系统支持同时分析视频路数不低于 20 路)，总共增加 34 套智能视频分析系统；视频分析算法包括监测扶梯异常、客流密度、逆行、入侵、逗留(滞留)监测、乘客追逐及剧烈运动、遗留物检测等异常行为。系统主要提供对各关键设备的有人检测与遗留物检测结果。对视频智能分析需求如表 2 所示。

表 2 视觉大模型分析能力

Table 2 Video intelligent analysis capabilities

检测类型	设备/区域	配置建议
有人检测	卷帘门	1 路/门
	电扶梯	2~3 路/梯
	垂直电梯	1 路/台
	上、下行站台	4 路/侧
	换乘通道	1 路/通道
遗留物检测	电扶梯	2~3 路/梯

3.2 特殊情况的开关站应用

特殊情况主要分为运营时间关站、关站后的非标准化开站。相比开站需求，特殊情况下的关站涉及现场清客，这使得其业务逻辑更加繁杂。根据关站范围可分为全部关站、部分关站，根据关站时长可分为长时间关站或者临时关站。部分关站对专业系统、设备的动态配置需求更加多样，临时关站对应的开站需与之自适应。

为此，相比其他情况，部分关站、临时关站对系统的联动协同和灵活配置要求更高。关站过程还需结合场景的乘客智能疏散，如基于事件的 PA、PIS 智能联动清客。某些情况还需考虑与到站列车的衔接，如对 AFC 设备的分阶段控制：只出不进、全站停止服务。

鉴于特殊情况的开关站一般基于突发事件驱动，为避免误用需设置严格的启用规则和权限管控。

3.3 智能开关站应用效益分析

与智慧化线路相比，传统站点多依赖人工巡查、手工控制流程，存在操作标准不一致、人力调度依赖性强等问题。而智能开关站借助统一平台，实现多站同步、远程批量、流程编排等功能，大幅提升操作效率与安全性。例如传统方式下，某站点关站流程需 4~6 人协同、总计耗时 110 min 以上，而智能站点最多仅需 1~2 人、总计耗时约 20 min。

1) 业务流程耗时的减少。采用传统模式开关站业

务耗时总计约 110 min，而采用了智能开关站业务总耗时约 20 min，如表 3 所示。

表 3 不同模式开关站业务所需时间

Table 3 Time consumption of switching station operations in different modes

联动系统	任务名称	传统/min	智能/min	控制方式
PA	广播联动	5	0	无需人工介入
PIS	PIS 联动	3	0	无需人工介入
BAS	环控自检	3	0	无需人工介入
	电扶梯联动	30	6	AI&人工远控
	垂梯联动	16	2	AI&人工远控
	卷帘门控制	16	6	AI&人工远控
PSD	站台门自检	10	2	AI&人工远控
AFC	AFC 控制	8	0	无需人工介入
照明系统	照明控制	8	0	无需人工介入
安检系统	安检检测	3	0	无需人工介入
CCTV	车站巡检	8	4	AI&人工确认
视频分析				
合计耗时		110	20	

注：上述数据以 6 部电扶梯、2 部垂梯、2 个卷帘门进行评估。

2) 人力资源节约。采用传统模式，含安保人员在内开关站需要 4~6 名工作人员，晚间需安排 1 名人员专职负责出入口卷帘门控制。基于智能开关站应用，开关站仅需 1~2 名人员即可完成，晚间也无需指定专人在出入口值守。经初步测算，单站每日可实现至少 2 人·次的人力投入节约。

3) 基于系统流程的业务标准化。区别于传统手工作业的标准各式各样，基于系统的开关站应用将建立全线或全网标准统一的业务规程，以系统化、流程化推进业务的规范化。

4) 开关站业务的持续进化。基于智慧城轨建设框架的开关站应用，将所有车站的业务数据进行了统一拉通，同时基于平台持续演进的智能分析算法，可促使所有车站开关站业务的持续提升。

按照每站每日节省 1 人天、每人天成本按 300 元估算，按年运行 365 天计算，单站年节省可达 10.95 万元，长沙 6 号线 34 个车站每年将节省超 372.3 万元。考虑云平台与改造初始投入后，平均回收周期预估为 4~5 年，具备良好的经济可行性与推广价值。

3.4 基于开关站能力的衍生业务

结束运营后地铁站仍需处于有人值守状态，以应对晚间施工、设备运维等场景。传统模式下需值班反

复从车控室到出入口现场开关卷帘门。为应对晚间运营对开关站相关功能的需求,6号线实现了晚间运营助手功能,提供远程开关卷帘门、照明控制、出入口长时间开门状态的告警等功能。

4 结论

综上所述,本文研究与实践得出以下创新结果,并明确了后续的研究方向:

1) 智能开关站“云原生”建设范式的提出。本文提出智能开关站的“云原生”建设范式,突破传统单站独立建设的局限,依托城轨云平台实现统一规划和建设。为未来的智能开关站建设提供新的思路,充分发挥云计算和数据共享的优势,提升运营效率。

2) 跨站业务与数据共享的实现。本研究通过将站级监控系统、云上能力平台与智能开关站应用进行分层解耦,成功实现开关站业务协同和数据共享。为统一业务规程的实施和跨站信息流共享提供了基础,推动城轨系统整体智能化水平的提升。

3) 后续研究将聚焦全自动开关站的异常工况识别与应急处置技术,进一步完善智能开关站的安全性和稳定性。同时,还将拓展智能开关站与其他智慧城轨业务(如智慧调度、运力管理等)的融合应用,推动智能开关站在整个城轨系统中的全面应用和可持续发展。

参考文献

- [1] 刘纯洁. 上海智慧地铁的研究与实践[J]. 城市轨道交通研究, 2019, 22(6): 1-6.
LIU Chunjie. Research and application of Shanghai smart metro[J]. Urban mass transit, 2019, 22(6): 1-6.
- [2] 中国城市轨道交通协会. 中国城市轨道交通智慧城轨发展纲要[R]. 北京, 2020.
- [3] 付鹏, 黄志刚. 上海轨道交通智慧车站实施浅析[J]. 电气自动化, 2020, 42(4): 110-114.
FU Peng, HUANG Zhigang. Simple analysis on the implementation of Shanghai rail transit smart stations[J]. Electrical automation, 2020, 42(4): 110-114.
- [4] 陈思. 地铁智慧车站的架构和系统建设: 以青岛地铁为背景[J]. 中阿科技论坛(中英阿文), 2020(7): 96-100.
CHEN Si. Research on the construction of smart metro

stations based on Qingdao metro[J]. China-Arab states science and technology forum, 2020(7): 96-100.

- [5] 赵奕. 深圳地铁智慧车站建设浅析[J]. 城市轨道交通, 2021(9): 21-24.
ZHAO Yi. Analysis on the construction of Shenzhen metro smart station[J]. China metros, 2021(9): 21-24.
- [6] 罗慧, 王建文, 耿杰, 等. 西安地铁智慧车站实施方案研究[J]. 铁道通信信号, 2021, 57(4): 70-75.
LUO Hui, WANG Jianwen, GENG Jie, et al. Study of implementation plan of smart station in Xi'an metro[J]. Railway signalling & communication, 2021, 57(4): 70-75.
- [7] 张文韬, 卢剑鸿, 姜彦璘. 智慧城轨发展现状分析及建议[J]. 现代城市轨道交通, 2021(1): 108-111.
ZHANG Wentao, LU Jianhong, JIANG Yanlin. Analysis and suggestions on development status of smart urban rail transit[J]. Modern urban transit, 2021(1): 108-111.
- [8] 王智慧, 孟宇坤, 蔡宇晶, 等. 城市轨道交通线网运营监控与应急指挥协同管控平台研究[J]. 铁路计算机应用, 2024, 33(6): 89-92.
WANG Zhihui, MENG Yukun, CAI Yujing, et al. Collaborative management and control platform for urban rail transit network operation monitoring control and emergency command[J]. Railway computer application, 2024, 33(6): 89-92.
- [9] GENG Xin, WEN Yinghong, MO Zhisong, et al. An access control framework for multilayer rail transit systems based on trust and sensitivity attributes[J]. Applied sciences, 2023, 13(23): 12904.
- [10] 周超, 林湛, 李樊, 等. 城市轨道交通视频监控系統云边协同技术应用研究[J]. 铁道运输与经济, 2020, 42(12): 106-110, 125.
ZHOU Chao, LIN Zhan, LI Fan, et al. Cloud-edge collaboration technology of CCTV system for urban rail transit[J]. Railway transport and economy, 2020, 42(12): 106-110, 125.

(编辑: 王艳菊)