

# 5G 助推智慧地铁的探讨

季 硕<sup>1</sup> 高 允<sup>2</sup>

1.中国铁塔股份有限公司陕西省分公司 陕西西安 710000

2.北京中网华通设计咨询有限公司 北京 100000

**摘 要:** 随着地铁交通网络化、智能化的逐步发展,面对突飞猛进的大客流,运营安全风险仍在增加,居民对服务体验的需求不断上升,地铁的运营管理和运营会面临巨大的压力和挑战。以 5G 为代表的新一代信息技术的融合和应用,是轨道交通未来发展和应对超大城市公共交通运营保障需求的重要手段。与 4G 技术相比,5G 技术具有容量大、连接广、可靠性高、时延低等特点。可以形成更加完善、高效、智能的移动通信网络平台,与其他智能技术更好地结合,为轨道交通的智能化发展提供更大的想象空间。

**关键词:** 地铁; 5G; 智慧化

## Discussion on smart subway boosted by 5G

Ji Shuo<sup>1</sup> Gao Yun<sup>2</sup>

1. China Tower Co., Ltd. Shaanxi Branch Shaanxi Xi 'an 710000

2. Beijing China Net Huatong Design Consulting Co., Ltd. Beijing 100000

**Abstract:** With the gradual development of subway transportation networkization and intelligentization, the increasing surge of passenger flow, and the rising demand for service experience from residents, the operation management and service of the subway will face enormous pressure and challenges. The integration and application of new-generation information technologies, represented by 5G, play a significant role in the future development of rail transportation and meeting the demands of mega-city public transportation operation assurance. Compared to 4G technology, 5G technology features larger capacity, broader connectivity, higher reliability, and lower latency. It can form a more comprehensive, efficient, and intelligent mobile communication network platform, better integrated with other intelligent technologies, and provide greater room for imagination in the intelligent development of rail transportation.

**Keywords:** subway; 5G; intellectualization

### 一、地铁运营的现状

当前城市轨道交通智慧地铁建设与运营过程中面临应用系统智能化水平低、客流监测滞后、预测准确率低、共享时效差等诸多痛点。综合来看,地铁和车站的运营、服务和安全具有客流量大、数据并发性高、跨站协同、实时性要求高、数据分析相对繁杂的特点和压力。

#### 1.1 运营安全的问题

地铁是由人员、设备、管理、环境等组成的复杂多层次的运行安全系统。大客运量的常态化,不断考验着车站的整体安全管理能力。客流不仅影响了重要的中转站,也凸显了新线与旧线运力的矛盾。庞大的客流量对于车站运营质量也提出了更高的要求。需要考虑如何借助逐步升级的数字化视频体系,实现广泛、连续、实时、跨站协同的智慧运营管理<sup>[1]</sup>。

#### 1.2 客运服务的问题

在城市化进程加快、客流量压力加大的时代,城市居民

不断追求更安全、更快捷、更智能的交通方式,以及个性化的服务和丰富多样的乘车体验。移动互联网的需求,在市民出行搭乘公共轨道交通时显得相当必要。同样需求的多样化、便捷化、智能化与当前技术的发展保持高度同步,并涉及更多视频服务,如视频点播/直播、视频通话、视频会议和视频监控。有必要考虑如何在拥挤的轨道交通环境中满足公众对移动通信的需求,特别是在在列车车厢内的乘客。

#### 1.3 运维保障的问题

随着国内城市轨道交通的快速发展和客流的压力,暴露出设备运行强度大、维护人员工作强度大、夜间维护窗口短等一系列问题,对当前运营设备维护工作提出了更高的要求。

随着国内城市轨道交通的快速发展和客流压力的加大,设备作业强度大、维修人员维修任务重、夜间维修窗口时间不足等一系列突出问题也暴露了出来,不仅对当前运营设备维护工作提出了更高的挑战和要求。据不完全统计,目前国内车辆维修平均人车比为 0.6。以上海地铁为例,由于其规

模庞大,运行车辆数量骤增,运营时间延长,运营和维护压力增加和其他因素,同时建设时序长(新线不断开通,原有线路已进入大量更新、改造)以及长期的高负荷运营,迫切需要通过采用新的技术手段,改进运营管理的水平,提高运营列车可用度<sup>[2]</sup>。

因此,以智能运维建设为突破口,统筹前沿的自动化控制技术、先进的智能分析技术和系统集成技术,改造提升传统车站监控系统的参差不齐的技术水平,采集激活更丰富的地铁信息数据连接能力,提升智能地铁的数据分析和决策能力。进一步降低人工服务和人工操作的频率,全面提升车站运营三大关键点即乘客管理能力、车站配套设备管理能力和车站服务人员管理能力,实现车站运营管理模式质的变革,进而突破传统管理模式的壁垒,提高车站运行管理水平,展现智能运维建设对轨道交通系统的促进作用和运营管理水平提升作用,促进了智慧地铁产业的形成和加快发展。

## 二、5G 助推智慧地铁转型

5G 通信技术具有时延、大宽带、大连接的特点,本质上可以解决轨道交通业务通信的速度和质量问题。同时,5G 网络频谱可以满足多个轨道交通业务的并行通信需求,实现各种通信服务的高度独立性和安全性,实现 5G 通信网络的高连接密度。结合物联网编码技术,有助于实现轨道交通运营全数据的感知和传输,为轨道交通数字化转型提供技术基础。

### 2.1 运营安全管理

在地铁的视频监控应用从模拟技术转向数字技术之后,根据数字化方式的特

点,通过搭建基于云计算技术的多媒体服务平台,支持图像识别、采集和分析方面的各种应用,并在过程中融入各种 AI 技术,提高视频应用的有效性。如基于车站动态视频及图像、刷卡记录及数据流量,通过实时视频分析、人机交互及多源异构数据融合,实现客流态势分析及客流量预测,支持态势实时监控、客流动态预警、应急调度系统指挥等业务应用,保障乘客、车站安保服务人员、维护人员即整个运营体系及秩序的可靠性和安全性。检查全站大厅和换乘通道的客流显示,特别是在换乘通道和大型换乘枢纽客流较大的情况下,是否存在客流对冲情况。同时结合客流拥挤度情况与车站地理空间,实时反映全站客流实时分布、行进速度、拥挤程度(流速图),展示乘客流向和密度情况<sup>[3]</sup>。

基于数字视频实时传输和智能分析的其他业务场景包括:车站异常行为判断、乘客快速进站、车厢内乘客异常行为判断等,并将所有视频实时聚合到中央视频计算平台中进行集中处理,这对网络基础和计算能力提出了新的要求。

对于数字视频实时传输和智能分析的以外的其他业务场景,包含站内异常行为甄别、乘客快速进出站、车厢乘客异常行为判断等,并将所有视频实时传输到视频中央计算平台中进行集中处理,这对基础网络的资源及超算能力提出了更高规格的要求。最后,可以实现地铁运营的全面智能控制。根据不同的运营保障目标,加强线路或区域跨站协同运营管理,实现全服务、全场景、智能识别、实时、全局管控。

### 2.2 车站客运服务

移动通信网络是必不可少的基础设施,应随着城市公众移动通信系统的升级而升级。进入 5G 时代,通过移动互联网和物联网,5G 将渗透到大众日常生活和工作的各个方面。智能语音在乘客购票、人机交互智能查询设备和智能客服中的应用,可以提高企事业单位的管理效率,消除不同业务水平之间的不足。同时,通过解决不同需求乘客的困惑,降低站内服务成本,提高乘客的出行体验。最后,它将为乘客提供精准、方便、安全、可靠、高能和经济的智慧车站服务。未来,它将扩展多元化智能语音客服、站内导航、精准推荐自助服务和无感通道(直通门)等创新服务。

### 2.3 运维保障升级

通过多源异构数据标准管理技术、物联网大数据的流式处理技术等关键技术,结合 5G 网络基础设施,驱动车辆运维业务的数据协同,以车地无线监测分析系统和列车轨旁在线检测系统为终端应用,达到“车→人”数据联通,通过这种方式,在业务层支持运维人员实现对车辆的实时监控、异常排查、故障分析、日常检查和维护,最终优化作业流程、辅助决策、降低成本、提高效率,确保运营安全稳定。地铁运维保障的全面智能化升级,也离不开制造业的智慧升级,是一个长期与上下游联动的过程。现阶段可以通过智慧运维系统的研究与示范应用,实现面向设备的自动诊断和故障预警,首先提升车站设备的管理效率和客流组织、客流引导<sup>[4]</sup>。

### 三、基于 5G 地铁运营管理



基于 5G 网络的高带宽技术，建立了“车地”通信的高速通道，实现车载信号数据下载、车载视频数据存储等关键业务应用；依托 5G 网络的广泛连接特性，将管理信号、通信、机电、供电、车辆和公共工程等多专业设备，实现跨专业故障诊断、数据分析和管理等创新应用。5G 网络的低延迟技术被引入前端负载人工智能和计算能力，实现信号处理和列车控制的实时处理，并为无人驾驶地铁列车等创新应用提供支持。

5G 在地铁智慧运营管理体系中扮演着十分重要的角色，主要表现在以下几个方面：

#### 3.1 高带宽（eMBB）支持全专业智能运维（如下图 1）



图 1 高带宽（eMBB）支持全专业智能运维流程

- ①车载视频系统基于 5G 高速接入网进行无线传输；
- ②针对高速存储需求，调整上行增强型接入基站配置（时隙配比 7:3）；
- ③适配 5G 网络演进功能技术特性，后期可兼容无缝接入网络切片技术等应用；
- ④边缘计算节点实现对视频和列车运行数据的快速处理[1]。

#### 3.2 广连接（mMTC）支持全专业智能运维

- ①物联采集平台基于 5G 接入网实现广连接数据采集；实现所有专业设备的统一设备状态视图管理，建设所有专业网络关键设施

编制在线监测知识地图，通过 GIS 视角、网络视角、线网视角和 BIM 视角，展示路网所有专业关键设备和设施的状态和指标。包络宏观网络层、中观枢纽层、微观站点层。

② 跨专业结合部的故障诊断及预警分析，跨专业接头故障诊断与预警分析，信号车辆接头及信号工程整理接口、信号电源接口、通信电源接口、通讯车辆接口、机电电源接口和车辆工程接口的设备和数据关系，可以实现跨专业接口的故障诊断和预警分析，消除接口盲区的风险和隐患。

- a) 设备全生命周期健康管理，收集设备从出厂到报废的全生命周期维护数据，形成设备的动态历史，并不断产生设备的健康值，为设备维护计划和决策提供依据

- b) 城市轨道交通智慧运营云平台实现数据整合，实现汇聚全专业的大数据规律分析等功能。

#### 3.3 低时延（uRLLC）支持全专业智能运维（如下图 2）



图 2 智能运维

- ①车控连接平台基于 5G 低时延技术，实现 AI 能力前置，对车辆、线路运营运维联动管理提供支持；

- ②建立一套根据运维数据对列车运行及故障处理动态可预测、可快速自动决策执行的机制。通过全专业运维数据的智能分析，动态生成应急预案、动态预测故障延时、影响范围、实现可靠、安全的运营交互联动；

- ③城市轨道交通前端的智能运营云平台搭载了人工智能和计算能力，提供信号处理和列车控制的实时处理，随后支持自动驾驶地铁列车、车站机电设备的自动运行等创新应用，火灾和其他紧急情况的应急响应。

### 四、智慧地铁的建设

智慧地铁技术架构的发展将遵循“大智移云物”的技术路线，综合采用大数据、人工智能、移动通信、云计算、物联网等技术，具体架构如图 3 所示[2]。

