

智慧城市轨道交通运营管理信息化建设研究

陈 烨

中建（天津）轨道交通投资发展有限公司 天津 300381

摘 要：智慧城市建设持续推进，轨道交通传统运营模式的局限性逐步凸显，难以适配日趋复杂的城市交通运行场景。本文系统梳理轨道交通智慧运营的场景特征与信息化建设的各类支撑条件，剖析传统运营模式的固有短板，搭建分层化的信息化架构与协同运行机制。内容围绕行车调度、设备运维、客流管控、安全管理四大业务板块完善数字化建设内容，从数据治理、系统升级、流程革新、长效迭代多个维度完善建设路径，持续推动轨道交通运营模式向数字化、精细化、智能化方向转型。

关键词：智慧城市；轨道交通；运营管理；信息化架构；数字化建设

引言：城市轨道交通路网持续拓展，公共交通运载压力不断增大，整体运营体系的复杂程度持续提升。传统运营体系依托固化流程与人工管控开展工作，信息交互效率偏低，业务协同能力薄弱，无法适配智慧化城市的建设发展节奏。各类数字技术不断成熟，为交通行业数字化转型提供坚实技术支撑。通过推进运营管理信息化建设，重塑轨道交通业务运行逻辑，优化各类运营资源配置方式，全面提升轨道交通运行质量与管控水平，助力城市公共交通体系提质增效。

1 智慧城市轨道交通信息化建设基础条件

1.1 城市轨道交通智慧运营场景特点

城市轨道交通智慧运营覆盖城市地下与地面立体交通网络，运行空间具备密闭性与线性延伸属性。客流活动具备明显的时段波动特征，人员流动规模随城市作息规律产生动态变化。线路运行串联多个城市功能片区，行车组织、客运服务、设备运转等各类活动集中在固定线路体系内开展。运营过程需要对接多元设备系统，信号、供电、车辆、站台设施等单元相互联动，整体运行状态时刻处于动态变动状态^[1]。智慧运营模式打破传统单一运行管理模式，依托数字手段打通各运行环节，实现交通网络运行的动态统筹与灵活调控。

1.2 信息化建设依托条件

新一代数字技术的迭代升级，为轨道交通信息化建设筑牢技术根基，可实现运营全流程数据实时采集、传输与智能处理。国内城市数字化建设全面推进，交通领域数字化配套体系日趋完善，搭建了良好的城市数字生态。同时，轨道交通行业多年运营积累海量行车、设备、客流等核心数据，为智能决策提供充足数据储备。

此外，行业管理理念逐步向数字化、精细化转型，为信息化改造落地与长效迭代提供认知支撑，各类建设依托条件汇总如表 1 所示。

表 1 轨道交通信息化建设依托条件汇总

依托条件类型	具体支撑内容	建设价值
技术条件	数据采集、传输、大数据分析、智能感知技术迭代成熟	实现运营全流程数据实时捕捉、高效处理与智能解析
环境条件	城市整体数字化建设推进，交通数字配套体系持续完善	为轨道信息化平台搭建提供良好的城市数字生态支撑
数据条件	行业积累海量行车、设备、客流、安全运营数据	为智能研判、决策优化提供充足的数据资源储备
理念条件	交通管理思维向数字化、智能化、精细化转型	为信息化改造落地、长效迭代提供行业认知支撑

1.3 传统轨道交通运营固有基础特征

传统轨道交通长期沿用成熟的线下运营体系，各类业务流程、作业标准、岗位分工均形成固定范式，整体运营状态保持稳定。行车组织、设备管护、旅客服务等业务独立开展，各板块拥有专属的作业流程与信息记录形式。日常运营数据依靠人工采集、纸质归档、线下传递的方式流转，信息载体与流转渠道具备固定形态。设备管护、现场管控、行车调度等工作均按照既定周期与标准推进，运营场景整体呈现稳定、规范、固化的运行状态。这类长期形成的运营形态与作业模式，是轨道交通开展信息化升级必须依托的现有基础，直接决定信息化建设的落地形式与适配方向。

1.4 信息化融入运营建设的必要性

城市轨道交通运行规模持续扩张,线路网络结构愈发复杂,传统运营模式难以适配现代化交通发展节奏。引入信息化建设方式,可重构轨道交通运营管理模式,优化各环节运行流程。数字技术可盘活各类交通数据资源,为行车调控、设备管理、客运调度提供科学参考依据。信息化改造能够提升轨道交通运行的精准管控能力,减少人工干预带来的管理偏差。推动信息化与轨道交通运营深度融合,可适配城市交通现代化升级需求,助力轨道交通行业实现长效稳定发展。

2 智慧城市轨道交通信息化建设架构与运行模式

2.1 信息化整体架构设计思路

智慧城市轨道交通信息化架构搭建需要立足轨道交通运营全业务场景,围绕数据处理、业务管控、智能服务的核心需求开展整体规划。架构设计摒弃碎片化、局部化的建设思维,统筹全线行车、设备、客流、运维等各类业务体系,搭建一体化的数字化运营框架。遵循分层递进、全域覆盖、兼容拓展的设计原则,梳理各业务环节的信息流转逻辑,明确架构各层级的建设定位与功能边界^[2]。贴合轨道交通连续运行、动态变化的运营特征,保障架构具备稳定运行能力与迭代升级空间。

2.2 信息化功能模块分层搭建

轨道交通信息化体系由多层级功能模块组合构成,各模块对应不同的运营业务场景,形成系统化的功能布局。底层布设数据采集与传输模块,负责全线各类运营数据的抓取、传输与初步规整,筑牢整体体系的数据基础。中层搭建数据处理与存储模块,完成海量运营数据的分类归集、运算解析与长效存储,挖掘数据潜在应用价值。上层布设业务管控模块,覆盖行车调度、设备运维、客流管理、站内管控等核心业务,实现各类运营工作的数字化管控。顶层设置智能研判与服务模块,依托底层数据完成运营状态分析、隐患预判、方案优化。

2.3 轨道交通信息资源整合方式

轨道交通运营过程会生成各类异构信息资源,数据来源、存储形式与内容类型存在明显差异,零散分布会制约数字化运营推进。信息资源整合需要打破传统业务独立存管的模式,搭建统一的数据归集标准与存储渠道。统一各类运营数据的录入格式、传输标准与存储路径,规整不同岗位、不同系统产生的运营数据。梳理数据之间的内在关联,对行车数据、设备数据、客流数据、环境数据进行分类融合、关联匹配。剔除无效冗余数据,修正偏差数据内容,留存有效核心数据。

2.4 信息化建设协同运行方式

轨道交通信息化体系包含多个功能模块与业务系统,单一系统独立运行难以发挥数字化建设的整体价值。协同运行模式依托统一的数字化平台,串联各层级、各板块的业务系统,重构运营工作的流转逻辑。打通数据交互通道,实现各模块数据资源互通共享,消除信息孤岛问题。统筹各类业务运行流程,理顺数据采集、分析、应用的完整链路,衔接各环节工作内容。依托系统联动机制,实现设备状态、客流变化、行车工况的动态联动管控,根据运营状态变化自动适配业务调整需求。

3 智慧城市轨道交通运营信息化建设核心内容

3.1 行车调度信息化建设

行车调度把控轨道交通整体运行节奏,是保障路网有序运转的关键环节。传统调度模式依靠人工梳理车次信息、排布运行班次,容易出现信息疏漏与流程滞后的问题。行车调度信息化对全线行车组织流程进行数字化重塑,搭建智能化调度运行体系。布设全域信息采集终端,持续捕捉列车运行速率、站点停靠时长、区间占用状态等关键运行信息,为调度工作提供真实的数据支撑。系统根据路网整体运行状态,自主梳理车次排布时序,优化区间间隔与停靠节奏。面对临时限速、车次增减、线路调整等突发场景,可在线完成方案更新与流程下发,精简中间流转环节。调度指令直接对接一线执行端口,缩减信息传递耗时,规避人工转述造成的偏差问题^[3]。

3.2 设备运维信息化建设

轨道交通体系包含供电、信号、机电、监控等大量配套设备,设备运行状态直接决定线路运营稳定性。传统运维模式固定依靠周期巡检和故障后抢修,很难提前捕捉隐性设备隐患。设备运维信息化重构传统检修作业逻辑,建立数据驱动的全新运维机制。各类现场设备接入数字化监测网络,实时采集运行参数、工作损耗、工况波动等各类信息,实现设备运行全过程可追溯。系统依托动态数据变化捕捉异常工况,精准判别潜在故障风险,推送针对性运维提示。工作人员结合平台存储的设备台账、检修记录和技术标准开展作业,精准定位故障诱因,制定科学处置方案。

3.3 客流管控信息化建设

客流变动直接影响轨道交通站内秩序与运输组织方式,客流管控质量关乎出行体验与运行安全。传统管控模式依靠人工现场观察判断客流状态,预判精度有限,应对突发客流的能力偏弱。客流管控信息化依托智能感知设备完成全站客流数据采集,统计进出站流量、通道

密集程度、站台滞留人数等关键指标。依托实时数据研判客流波动规律,精准识别早晚高峰、瞬时大客流等特殊运行场景。结合站点承载能力调整站内通行组织方式,优化扶梯启停、通道通行、客流疏导等作业流程。运营人员依托数据反馈提前部署疏导工作,弱化客流激增带来的运行压力。

3.4 运行安全信息化建设

安全管理贯穿轨道交通运营全程,是信息化建设的核心发力方向。传统安全管理偏向线下排查与事后整改,前置防控能力存在明显短板。运行安全信息化搭建全域覆盖的数字化安全管控体系,覆盖行车运行、设备工况、站内环境等多个维度。归集全线监测数据、隐患排查记录、问题处置台账,构建完整的安全数据资源体系。系统持续监测线路运行状态、设备工作参数、站内环境指标,及时识别偏离正常区间的运行行为。针对各类安全风险搭建标准化处置流程,明确整改步骤与管控标准,实现隐患处置全流程线上留痕。

4 智慧城市轨道交通运营信息化建设优化提升路径

4.1 轨道交通数据资源优化整合

轨道交通各类业务数据需要针对性开展精细化整合治理。现有数据来源渠道繁杂,采集标准不统一,原始内容存在大量冗余、错乱内容,难以直接服务运营工作。针对数据采集环节开展规范梳理,统一各类业务数据的采集口径与录入规范^[4]。对存量数据开展全面筛查与清洗,剔除无效内容,修正错误信息,规整杂乱数据结构。搭建专属数据归集体系,将行车调度、设备运维、客流监测、站内服务等各类数据统一收纳管理。完善数据调用与输出规则,规范数据流转全流程。深度挖掘数据内在价值,让数据资源充分服务于运营决策与业务升级,发挥数字化建设的实际效能。

4.2 信息化系统协同升级改造

传统轨道交通信息化系统存在功能割裂、交互薄弱等问题,整体运行适配性有待提升。系统升级改造聚焦各板块功能互通与结构优化,打破独立运行的封闭格局。针对老旧系统开展功能迭代,补齐现有运行短板,新增适配现代化运营需求的功能模块。优化系统接口架构,提升不同模块之间的交互能力,打通业务联动的核心链路。精简系统冗余功能,简化后台运行逻辑,降低系统运行负荷与运维难度。结合轨道交通运营的动态发展需求,持续更新系统功能布局与运行逻辑,强化整体适配能力,构建兼容性更强、运行更稳定的信息化体系。

4.3 运营管理数字化流程改进

传统运营管理流程依赖固定人工流程,环节繁琐、响应速度缓慢,难以适配智慧化发展节奏。数字化改造针对现有业务流程开展重构梳理,删减不必要的操作环节,压缩业务处理周期。依托信息化平台重塑运营工作链路,把线下审批、人工核对、层层报备的传统模式转为线上数字化运转。梳理调度、运维、服务、安全等各领域业务流程,结合数字化运行特点优化操作逻辑。建立灵活的流程调整机制,根据路网拓展、业务更新及时调整流程规范。让运营管理工作摆脱传统模式束缚,提升整体运行效率与管控精度。

4.4 信息化长效运维迭代方式

信息化体系搭建完成不代表数字化建设工作终止,稳定运维与动态迭代可以保障体系长期发挥作用。针对平台运行状态、数据传输质量、功能模块工况设立每日巡检、每月复盘、每年迭代的阶段性核查机制。及时排查处理运行故障与传输异常,维持数字化体系的稳定运转。关注行业数字技术发展动向,适时引入新型技术手段,完成平台架构的阶段性更新。记录日常运维过程中的各类问题,积累业务运行经验,针对性修补系统漏洞、优化功能缺陷^[5]。以循序渐进的更新模式完善整体架构,持续补齐数字化运营的各类短板。

结束语

轨道交通运营信息化建设覆盖多类业务场景,属于城市智慧交通体系建设的重要组成部分。数字化架构的搭建与核心业务的信息化改造,能够有效化解传统运营模式存在的各类短板。通过持续整合数据资源、迭代系统功能、优化业务流程、完善运维机制,可不断夯实轨道交通数字化运营基础,提升路网运行、设备管护、客流疏导与安全管控的综合能力,持续优化城市公共服务品质,推动轨道运营体系长效良性发展。

参考文献

- [1] 张强,张添翼,郭雅楠.智慧城市轨道交通运营管理信息化建设研究[J].运输经理世界,2025(28):13-15.
- [2] 牟振龙.智慧城市轨道交通运营管理信息化建设研究[J].运输经理世界,2022(9):92-94.
- [3] 颜雪,党银虎.智慧城市轨道交通运营管理信息化建设研究[J].运输经理世界,2023(9):16-18.
- [4] 张亦弛.智慧城市轨道交通运营管理信息化建设研究[J].中国设备工程,2022(4):39-40.
- [5] 沈立新.智慧城市轨道交通运营管理信息化建设研究[J].计算机应用文摘,2024,40(22):78-80.