

城市轨道交通车站智慧化设计的思考与探索

殷金淦

重庆轨道十八号线建设运营有限公司

DOI: 10.12238/ems.v7i4.12748

[摘要] 随着城市轨道交通的快速发展, 车站在客流疏导、安全运营以及信息化服务等方面的要求日益提高。为应对复杂多变的环境, 智慧化设计理念被越来越多地应用于城市轨道交通车站之中。本文基于国内智慧车站建设现状, 提出了智慧车站总体功能设计思路, 并结合设计原则与实际需求, 探讨了智慧车站的基本方案以及其基础信息平台的构成与功能。通过对智慧车站的前瞻布局 and 深入研究, 可为今后城市轨道交通高质量、高效率及人性化的发展提供有益借鉴。

[关键词] 城市轨道交通; 智慧车站; 功能设计

城市轨道交通的发展带来了更高的运维要求, 传统车站管理模式在信息整合、客流调度和安全监控方面存在一定局限。智慧车站的概念逐渐被提出, 并成为提升轨道交通运营效率的重要方向。通过云计算、大数据、物联网等技术的应用, 车站管理能力得到提升, 乘客服务更加便捷。国内部分城市已开展智慧车站试点建设, 但整体推广仍面临系统集成、数据应用和成本控制等挑战。构建完善的智慧车站体系, 需要结合技术发展趋势和实际需求, 探索合理的设计方案和实施路径, 使轨道交通站点具备更高的智能化水平, 为乘客提供更加安全、高效的出行体验。

一、国内智慧车站的现状

1. 智慧车站的建设必要性

智慧车站的提出, 源于社会对公共交通服务质量与出行便捷性要求的不断攀升。城市人口规模扩大和地铁线路延伸, 给客流调度、安全管理和运维模式带来更高挑战, 也催生了对更高层次、更多维度的信息融合需求。传统的车站设计通常注重土建与机电系统, 却在数据共享、智能化监管和乘客体验方面存在不足。因此, 引入智慧车站建设模式, 有助于整合先进技术与管理理念, 为城市轨道交通打造更加完善的生态体系。如今, 城市轨道交通运量日渐增多, 但站内管理依旧面临应变滞后、信息孤岛等难题, 进一步凸显了智慧化改造的紧迫性。正因如此, 人们纷纷开始思考如何通过数字化手段与高效的方案布局, 赋予车站更强大的适应性与灵活性。

2. 当前国内智慧车站的建设现状

在国内, 部分一线城市已先行启动或完成了智慧车站的初步探索。例如, 在某些重点线路上, 站内采用人脸识别闸机、智能安检系统和客流监控平台, 力求通过信息化来减少人工流程并提升出行效率。与此同时, 大数据分析也被应用于预测客流高峰时间段, 以实现车站运力调整的主动管理。尤其近年来, 随着互联网、物联网以及云计算技术的普及, 车站内的信息可视化程度得到较大提升, 乘客可以通过手机 App 或查询终端实时查看列车时刻、换乘信息和商铺位置等。但就整体而言, 全国范围内尚未形成系统完备的智慧车站通用标准, 且部分车站在投用后存在后期功能扩展困难、系统

对接不畅等问题。通过对已建项目的经验吸收和技术梳理, 可为未来大规模推进智慧车站提供良好示范。

二、智慧车站总体功能设计思路

1. 智慧车站设计原则

智慧车站的设计是一个多学科融合的综合工程, 需要在功能、技术和经济等方面进行全面协调。基于此, 通常遵循以下四大原则:

(1) 先进性原则 A

该原则强调引入符合未来趋势的技术与设备。比如在云端部署车站的监控与管理平台, 利用 AI 算法实现对站内设施的精准诊断, 并将智能硬件与信息平台深度融合。如此一来, 可不断迭代与拓展系统功能, 适应城市轨道交通不断升级的需求。

(2) 可靠性原则 B

考虑到车站在运营过程中会面对复杂多变的环境, 其信息系统与设备必须具备稳固的性能。包括在硬件选择时兼顾耐久性与易维护性, 也在软件层面运用冗余架构和备份方案, 从而降低系统崩溃或故障造成的安全风险。

(3) 成熟性原则 C

城市轨道交通因客流量大、公共服务属性强, 对于新技术的应用更需考量配套法规、实际可行性以及稳定运营的保障需求。故而在引进新概念或新产品时, 需综合评估市场成熟度与行业标准化程度, 通过多方验证后再进行规模化部署。

(4) 经济性原则 D

经济性不仅体现在初始建设投资上, 也延伸至后期运维成本与系统升级费用。若单纯追求高端而忽视施工成本与效益间的平衡, 可能导致资源浪费或造成财政负担。因此, “智慧”并非堆砌昂贵技术, 而是追求价值最大化和运营效率最大化的理性选择。

2. 主要功能设计方案

基于上述原则, 智慧车站的总体功能设计可聚焦以下关键板块: 其一, 智能客流分析与调度。通过在车站入口、站台、通道等位置布设传感器, 实时捕捉客流数据, 并运用可视化系统对人群分布、流向进行解析。其二, 车站安防与应急管理。通过多维度监控设备和智能识别技术, 实现火灾报

警、可疑人员追踪和突发状况应对。其三，信息交互与便民服务。利用大数据和信息平台，为乘客提供多样化的票务办理方式，以及更人性化的引导和咨询渠道。其四，运营数据综合分析。将日常运维数据整合到统一的后端中心，透过算法模型与图表呈现，为管理者决策提供准确依据。通过围绕客流、安防、服务、数据四大模块的分层设计，能够构建一个交互灵活、响应及时且可拓展的智慧车站生态。

三、智慧车站的设计

1. 智慧车站基本方案

智慧车站的建设涉及多个层面，包括网络通信、探测感知、基础设施、管控中心和智慧应用。这些要素共同构成智慧车站的运行体系，实现高效管理和智能服务。

网络通信层构建数据传输基础，涵盖 5G、4G、办公网、公务网、票务网和站内无线网络。高速稳定的通信网络支撑乘客查询、票务交易、视频监控和调度指挥。站内无线覆盖后，乘客可以通过移动终端实时获取出行信息，车站管理方也能远程调控设备状态。

探测感知层部署各类传感器、CCTV 摄像头、视频分析技术和烟感探头。传感设备监测空气质量、客流密度和环境状况，数据实时回传至管理平台。智能监控系统结合视频分析，实现安防管理，及时识别异常情况，提高运营安全性。

车站基础设施涵盖机电设备、环境调控、网络资源、计算与存储资源。机电系统维持站内正常运转，环境控制系统调节温度、湿度和照明，为乘客提供舒适的候车环境。计算资源和存储系统支撑数据处理，为智能管理提供计算能力。

智慧管控中心整合智能分析、信息安全、数据挖掘、决策支持等功能。大数据系统分析客流趋势，优化车站运维策略。扩展接口提升系统兼容性，方便未来升级和功能扩展。

智慧应用层涵盖乘客服务、能耗统计、行车安全和智能运维。乘客可通过智能终端查询列车时刻和换乘方案，管理方利用能耗统计系统优化资源分配，提高设备运行效率。行车安全系统结合监控和预警，提高列车运营稳定性。智能运维体系提升设备维护效率，减少因故障影响运营的情况。

2. 智慧车站基础信息平台设计

(1) 云计算技术

智慧车站的信息处理能力依赖于稳定、高效的计算架构。采用云计算技术，可提升数据处理能力，优化资源分配模式。物理架构上，中心—车站分布式模式能够提高计算效率，车站作为云计算节点，实现数据处理的本地化，同时保持与中心系统的联通。中心端基于 OpenStack 云平台，可提供计算、存储和应用托管服务，为各车站提供统一的管理框架。云计算的引入增强了横向扩展能力，使车站系统可根据实际需求动态调整计算和存储资源，提升系统灵活性和稳定性。数据存储、算法运算和应用服务可通过云端部署，减少单个车站的硬件负担，提高整体运行效率。

(2) 车站智慧地铁基础信息平台

信息平台整合各类数据资源，支撑车站的智慧化运营。

该平台包含数据采集、存储、分析、可视化和决策支持等多个功能模块。传感器、摄像头、客流检测设备等终端采集站内运营数据，通过网络传输至平台。计算资源对数据进行分析，提取有效信息，为客流调度、设备维护和应急响应提供支持。信息可视化界面呈现车站运行状态，使管理者直观掌握客流分布、设备健康状况和环境参数。平台提供数据接口，与其他系统对接，实现票务、安防、能耗管理等功能的集成应用，运用场景举例见图 1。

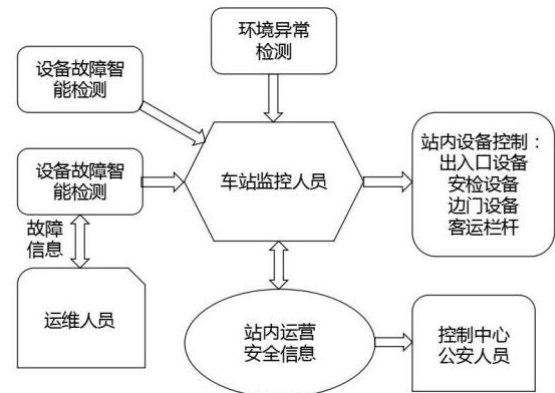


图1 智慧地铁基础信息平台信息流图

(3) 智慧车站将来临问题与拟解决方案

智慧车站建设涉及多个层面的协调与优化，试点与大规模推广的关系需要明确。初期试点项目可用于技术验证和方案优化，总结经验后逐步向全网推广，避免一次性大规模建设带来的风险。车站节点与线网的衔接方式影响整体运行效率，需在站级智能调度的基础上，兼顾全网资源调配，使单个车站与整体系统形成协同优化模式。智慧车站的推广应遵循试点、优化、推广的路径，在积累数据、调整方案的基础上，逐步扩大应用范围。数据收集与大数据应用的协调关系影响智慧系统的实际成效，数据采集端应覆盖客流、设备、环境等多个维度，并结合大数据技术，挖掘潜在模式，提高智能决策水平。

三、结语

城市轨道交通车站智慧化的探索，并非一蹴而就的尝试，而是一个渐进式完善的过程。立足当前智慧车站的实践成果，未来尚需结合 AI 算法迭代、物联网设备普及和数据安全规范的推进，逐步构建更加灵活、可扩展的运营体系。面向城市出行整体布局，智慧车站的设计应当兼顾乘客体验与运营效率，在持续改革中累积实际成效，进而推动我国城市轨道交通迈向新一轮高质量发展。

【参考文献】

- [1] 李林程. 城市轨道交通智慧车站建设的探索[J]. 中国储运, 2024, (10): 77-78.
- [2] 《城市轨道交通综合监控系统工程设计规范》GB50636-2010.
- [3] 刘光勇. 基于地铁全自动运行的智慧车站运用浅析[J]. 城市轨道交通, 2024, (09): 53-55.