

# 基于“智慧地铁”的城市轨道交通资产管理系统研究

赵 刚

(上海申通地铁集团有限公司, 201103, 上海//高级工程师)

**摘 要** 针对城市轨道交通资产种类多、分布广、周期长和资金比重大等特点,从 ISO 55001、LCAM(资产全寿命周期管理)、SEC(安全效能成本)管理等资产管理理念出发,重点分析了城市轨道交通践行全局、全面、全过程资产管理所面临的主要问题。以上海轨道交通“智慧地铁”总体架构为基础,定义了基于“智慧地铁”的资产管理系统的架构,分析了该架构相较于传统资产管理系统的优点,提出了基于“智慧地铁”的资产管理系统的数字化、一体化、软件化和平台化建设策略。

**关键词** 城市轨道交通;智慧地铁;资产管理系统;建设策略

**中图分类号** U231+.91

**DOI**:10.16037/j.1007-869x.2022.01.031

## Research on Urban Rail Transit Asset Management System Based on ‘Smart Metro’

ZHAO Gang

**Abstract** In view of the urban rail transit asset characteristics such as diverse types, wide distribution, long cycle and large fund proportion, starting from asset management concepts including ISO55001, LCAM (life cycle asset management), SEC (safety efficiency cost) management, major problems encountered in the practice of urban rail transit carrying out global, full-aspect, whole-process asset management are analyzed emphatically. On the basis of the overall architecture of Shanghai rail transit ‘smart metro’, the asset management system architecture based on ‘smart metro’ is defined. Advantages of this structure in comparison with conventional asset management system are analyzed. The strategy of asset management digitalization, integration, software-defined and platforming construction is proposed based on ‘smart metro’.

**Key words** urban rail transit; smart metro; asset management system; construction strategy

**Author’s address** Shanghai Shentong Metro Group Co., Ltd., 201103, Shanghai, China

截至 2020 年底,我国内地共有 45 个城市开通轨道交通(以下简称“城轨”),运营线路总长度为

7 978.19 km。2020 年共新增运营线路 1 241.99 km,公示获批 587.95 km,新增投资额共 4 709.86 亿元,线路规模快速增长<sup>[1]</sup>。按照平均 5 亿元/km 的投资水平估算,我国城轨建设已形成约 39 890 亿的资产规模。

作为典型的重资产型行业,加强资产管理,保护资产完整无缺,挖掘资产潜力,不断改进资产利用情况,始终是城轨资产管理追求的目标。在我国经济建设由高速增长转向高质量发展的背景下,如何利用信息通信和人工智能等新技术实现城轨的创新发展,提高运输效能和服务水平,建设“智慧地铁”,已成为当前城轨行业发展的趋势<sup>[2]</sup>。资产管理不仅是城轨运营管理的重要内容,更是其设备安全、可靠运行的必要条件。资产的保值、增值能力也是城轨运营管理水平的重要体现。因此,为了更好地建设“智慧地铁”,在保障城轨系统高效、安全运行的同时,促进资产管理水平,提升资产保值增值能力,迫切需要探索“智慧地铁”框架下的资产管理思路和相应的信息化建设方案。

## 1 城轨资产组成和特点

城轨资产管理所说的资产通常指企业的固定资产,即企业拥有的具有物资形态的、可明确量化的价值项,包括固定资产、低值耐久品和材料易耗品等,由车站和区间结构、车站设备与系统、车辆段、专业系统、衍生经营资源以及沿线物业资产等构成<sup>[3]</sup>。与其它行业相比,城轨资产有以下显著特点:

1) 资产种类多。仅与运营直接相关的资产就有 13 个大类,涉及轨道线路、机车车辆、车站设备、供电系统、通信设备、信号设备、自动售检票系统、给排水系统、环境监测及预警系统和消防系统等多个专业,此外还有房产、物业和商品等。

2) 区域分布广。由于城轨本身所固有的城市基础设施属性和线性特征,使其资产分布区域十分广泛。一条线路少则几十公里,多则上百公里。线



般由政府投资,相关资产的建立、报废和折旧等都需按照国有资产相关管理办法进行,有着比较严格的管理程序。

综上,如何从资产全寿命周期的角度出发,建立符合监管要求的规章制度和管理流程,明确各方工作边界和相关标准规范,以设备管理为基础,构建涵盖规划设计、购置安装、运营维护、处置报废全过程的信息系统,实现实物流、价值流、信息流的联通、融合和共享是城轨资产管理面临的主要问题。伴随新一代信息通信技术、物联网、大数据和人工智能在城轨行业的广泛应用而兴起的“智慧地铁”建设为解决这一问题提供了良好的契机。

### 3 基于“智慧地铁”的资产管理系统

#### 3.1 “智慧地铁”概念及系统架构

2010 年 IBM 在“智慧地球”的基础上,首先提出“智慧城市”的概念。此后陆续衍生出“智慧交通”“智慧医疗”“智慧社区”和“智慧建筑”等<sup>[7]</sup>。2016 年上海轨道交通率先在行业内提出积极建设“智慧地铁”。

《上海智慧地铁建设与发展纲要》将“智慧地铁”的内涵描述为:为保障地铁全局安全、提升服务质量、提高运输效率和改善经营效益,采用物联网、5G(第五代移动通信技术)、云计算、大数据、区块链和人工智能等新兴信息技术,提升全息感知、实时分析、科学决策和精准执行能力,打造建设、运维和服务等资源智慧配置、业务智能联动的地铁运输及服务系统。上海“智慧地铁”总体系统架构如图 2 所示。

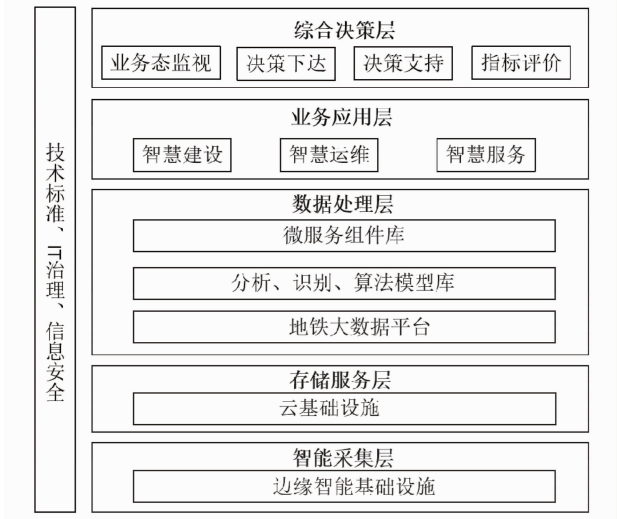


图 2 上海“智慧地铁”总体系统架构

Fig. 2 Overall system architecture of Shanghai ‘smart metro’

1) 智能采集层:依托数据采集、协议转换和边缘智能技术,构建各类数据智能感知,包括设施设备、环境、人员、自动化系统和信息化系统,构建多源异构数据采集能力,聚合上海“智慧地铁”建设的基本要素。

2) 存储服务层:包括存储和计算平台、数据资源平台、IT 服务平台,形成海量数据处理能力,为“智慧地铁”建设提供基础物理支撑。

3) 数据处理层:搭建大数据平台、机器学习人工智能体系、数据与算法模型库和微服务组件库等知识计算系统,形成城轨行业知识沉淀能力,为“智慧地铁”建设提供技术、经验和知识的储备。

4) 业务应用层:在智能采集层、存储服务层和数据处理层的基础上,建设面向各类业务应用的系统平台及各类智能机器,如勘察、巡检、值班、售票和客服等专业类机器人。

5) 综合决策层:利用数据、模型、知识进行组合和集成,形成跨业务、多维度、长效应的顶层决策支持中心,推进业务决策科学化、风险防范智能化和管理精细化,释放智力潜能。

#### 3.2 基于“智慧地铁”的资产管理系统架构

城轨资产智慧化建设是“智慧地铁”建设的重要内容和支撑。参考“智慧地铁”总体架构,结合资产管理的业务特点,提出如图 3 所示的基于“智慧地铁”的资产管理系统架构。

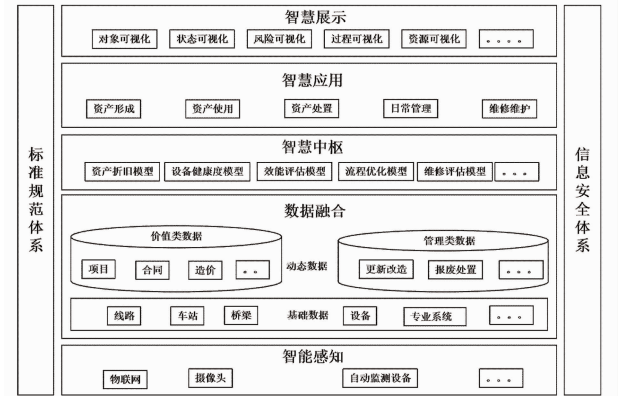


图 3 基于“智慧地铁”的资产管理系统架构

Fig. 3 Asset management system architecture based on ‘smart metro’

1) 智能感知:依托 RFID(射频识别技术)、摄像头、自动监测设备和无人机等终端监测设备,对隧道及地下车站结构、高架结构、安全保护区内的资产进行多维度、多视角监测,通过数据采集、协议转换和边缘智能技术构建多源异构数据采集能力,实

现对资产状态的数字化感知。

2) 数据融合:通过大数据平台底层数据实现资产底层数据共享互通,实现预算管理、项目管理、合同管理、巡查系统、维修维护管理和报修管理等系统数据间的互联互通,形成海量数据处理能力,为资产管理智慧化应用提供基础数据支撑,为集中展示、知识库建设奠定基础。

3) 智慧中枢:通过数据与算法模型库、人工学习等专门技术,将资产管理经验和知识模型化、软件化,构建行业经验和知识沉淀能力,利用数据、模型、知识进行组合和集成,形成跨业务、多维度、长效应的决策支持中心,为资产管理智慧化提供技术、经验和知识的积累。

4) 智慧应用:在智能感知、数据融合、智慧中枢的基础上,面向资产形成、资产使用、资产处置、日常管理和维修维护建设等应用,提供智能、便捷和高效的服务。

5) 智慧展示:建设资产数据中心、风险管控中心,通过数据可视化技术实现人机交互,集中呈现资产总量、价值、使用和业务管理过程等核心业务管理要素。

### 3.3 基于“智慧地铁”的资产管理系统优势

相比于传统资产管理系统,基于“智慧地铁”总体架构的城轨资产管理系统具有以下特点:

1) 自主感知:在对管理资源进行数字化的基础上,利用物联网、信息通信等技术,形成可交换的人机界面,全面、主动反映资产、设备运行和管理状况。

2) 分析诊断:通过规则化、程序化、软件化管理活动,实时分析资产数据,对业务资产管理状况进行分析、诊断和判别。

3) 自主决策:利用云计算、大数据和人工智能等新一代技术手段,进行数据分析和建模,选择资产管理最佳执行策略。

4) 精准执行:实现资产管理系统与生产管理系统之间的联动,完成最佳策略的执行落实。

5) 自我学习:用机器学习、深度学习等手段,不断训练、应用和创造知识,实现资产管理能力自我提升。

## 4 基于“智慧地铁”的资产管理建设策略

基于“智慧地铁”的资产管理建设的基本方法是采用数字驱动和软件定义,即通过软件定义使得资产和资源可用软件描述和操控,通过数据驱动来

持续改善提升资产管理业务运作。基于“智慧地铁”的资产管理系统的建设策略可概括为“资产数字化、资源一体化、业务软件化、应用平台化”。

1) 资产数字化:是实现基于“智慧地铁”的资产管理系统的基礎,以资产台账为基础,采用 BIM (建筑信息模型)、GIS (地理信息系统) 等技术,实现线路、车站和隧桥等实物资产数字化;同时采用物联网、摄像头和自动监测等技术,采集、抽取、清洗、转换和分析各种资产的属性、状态和位置信息,构建资产数字孪生体,全面、实时、准确地获取资产各类数据。

2) 资源一体化:其主要内容是通过“二化融合”和“云边结合”,实现对资产管理现状的感知和分析。“二化融合”是指工业自动化的融合,“云边结合”是通过云平台和边缘智能前后端相结合的方式来实现智能分析。资源一体化的核心内容是采用增强终端设备智能化程度实现自控系统和信息系统数据共享,采用物联网技术增强资产终端感知能力。

3) 业务软件化:通过软件提供的模型、算法、应用和服务来“赋值、赋能、赋智”,使原有的设备和系统具备新的功能,实现新的价值,变得更加智能。主要包括业务场景软件化、业务模式识别软件化和业务执行软件化等。

4) 应用平台化:建设基于“智慧地铁”的资产管理的集成平台,通过多业务的综合研判、多业务联动、微服务集成,实现资产管理业务间的互联、互通、互控。平台化过程体现为资产管理业务和数据的集中过程,包括相同、相近业务的聚合和数据的共享、互通,以及应用功能的微化过程。

## 5 结语

基于“智慧地铁”的资产管理系统涉及城轨的各个领域,该系统的建设是推动互联网、大数据、人工智能与城轨资产管理深度融合的结合点,是提升城轨资产综合管理能力的重要抓手。本文从“智慧地铁”的总体架构入手,给出了基于“智慧地铁”的资产管理系统总体架构和发展策略。需要指出的是,基于“智慧地铁”的资产管理系统建设除了需要深入、广泛应用信息技术的最新成果外,还应重视管理理念的创新,形成管理与技术发展相互促进、互为依托的良性互动。

(下转第 175 页)