

地铁智慧车辆段/停车场的核心特征与体系架构^{*}

刘增民

(中铁第一勘察设计院集团有限公司, 710043, 西安//正高级工程师)

摘要 简述了地铁智慧车辆段/停车场(简为“车辆场段”)产生的背景,介绍了地铁智慧车辆场段的概念、核心特征及业务组成,提出了地铁智慧车辆场段体系架构的目标、设计及特点,为地铁车辆场段未来的智慧化发展奠定了理论基础和技术支持。

关键词 地铁;智慧车辆场段;核心特征;体系架构

中图分类号 U279.3

DOI:10.16037/j.1007-869x.2022.06.002

Core Features and System Framework of Metro Smart Depot

LIU Zengmin

Abstract The background of metro smart depot existence is introduced, as well as the concept, core features and business composition of metro smart depot. The target, design and features of metro smart depot system framework is put forward, providing theoretical foundation and technical support for smart development.

Key words metro; smart depot; core features; system framework

Author's address China Railway First Survey and Design Institute Group Co., Ltd., 710043, Xi'an, China

随着国内越来越多的城市逐步开启全自动无人驾驶地铁的建设,地铁车辆段/停车场(以下简为“车辆场段”)作为承担车辆的运用管理、整备保养、检查等工作,以及承担定修或架修车辆检修任务的基本生产单位,迫切需要新的能力与手段,使地铁场段的生产管理和服务能力获得增强,资源利用能力和生产要素组织能力获得提升,有效信息资源空间获得扩展,并为地铁场段提供全方位、全寿命周期的发展方式。在此情况下,地铁智慧车辆场段作为信息化与工业自动化高度融合的产物应运而生。

1 地铁智慧车辆场段的概念

地铁智慧车辆场段的概念是全面而综合的,应从建设指导思想到生产架构设计和管理运营体制等诸多方面进行考虑,不能过分强调信息化基础设施的建设,而缺少信息的交流、整合、共享,以及信息的智能化分析、处理与利用。综合“智慧”理念的发展源流,以及地铁车辆场段生产管理运营信息化的实践经验,可将地铁智慧车辆场段的基本概念归纳如下:

地铁智慧车辆场段是在工业自动化与信息化融合的背景下,围绕改善地铁场段生产、运营、管理等资源,综合利用地铁工业互联网、物联网、大数据、5G(第5代移动通信技术)、云计算等信息技术手段,结合地铁车辆场段先进的管理理念,建立广泛覆盖和深度互联的地铁车辆场段信息网络,对地铁车辆场段的设施、设备、物料、人员等资源的多方面生产要素进行全面感知采集,并整合构建协同共享的地铁车辆场段信息网络平台,对采集的信息进行智能处理利用,从而为地铁车辆场段的日常生产和资源配置提供智能响应控制,为地铁车辆场段的生产管理、设施管理、设备管理、物料管理、人员管理等提供智能决策依据及手段,为地铁车辆场段管理提供智能信息资源及开放式信息应用平台。

2 地铁智慧车辆场段的核心特征

地铁智慧车辆场段的核心特征在于其“智慧”。若要实现“智慧”,需搭建广泛覆盖的信息采集网络,建立协同的信息资源共享机制;地铁智慧车辆场段信息资源的应用以开放为特性,应具有深度互联的信息传输体系,拥有信息的智能分析处理能力,具备自我学习进步的功能。地铁智慧车辆场段

^{*} 中铁第一勘察设计院集团有限公司科研课题(院科 19-32)

必须包含从地铁场段信息的感知、采集、传输、共享、分析、处理到应用的全过程,以形成一个完整的信息智慧循环。

2.1 信息采集覆盖面广

信息感知采集网络是地铁智慧车辆场段的基础,任何一座地铁场段拥有的生产、设施、设备、物料、人员等的信息资源都是海量的。为了及时、全面地获取地铁场段的信息,准确地判断地铁场段的状况,地铁智慧车辆场段的中心系统必需拥有与该场段各专业、全过程的各类生产要素交流并获取所需信息的能力。地铁智慧车辆场段的信息感知采集网络应覆盖该场段的各种对象、时间、空间等各个维度,并能够感知并采集不同种类、不同属性、不同格式及不同密度的信息。同时信息感知采集网络应以地铁智慧车辆场段系统的需求为导向,覆盖地铁场段全专业、全过程的各类生产、运营、管理等要素信息。

2.2 信息网络交互程度深

地铁智慧车辆场段的信息感知采集是以各种信息网络,如工业以太网、传感网、互联网、通信网等为基础,要求该场段内各种信息网络形成高效连接,实现地铁车辆场段信息的互联互通,以及信息资源的综合化与深入化。将各个独立且自成体系的小型信息网络连接成一个互联互通的大型信息网络,可以有效增加信息的交互程度,使信息网络对所有组成生产要素对象的价值获得全面提高,从而使信息网络的总体价值显著提升,并形成强大的吸收力,吸引更多的生产要素信息加入信息网络,形成地铁智能场段信息网络节点扩充与信息量的增加及信息升值。

2.3 业务信息资源协同共享

在传统的地铁场段中,各种信息资源被各专业、各部门、各设备等之间的业务界限和堡垒所割裂,信息资源的构架形式是零散、细碎的,形成了信息资源“孤岛”现象。地铁智慧车辆场段信息资源协同共享的目的,就是要破除这些业务界限和堡垒,形成一个具有综合性、统一性的地铁车辆场段业务信息资源体系,使地铁车辆场段业务信息资源不再出现“孤岛”现象,便于业务信息资源的有效利用。

通过地铁智慧车辆场段的业务信息资源协同

共享,地铁车辆场段生产、运营、管理等任何一个生产业务环节,均可在相关授权后运行相关联的生产业务,并对其生产业务环节进行实际操作,从而可以根据地铁车辆场段生产运营管理系统需要,使各类资源各负其责地发挥其最大的作用;使各专业、各部门、各设备等子系统中蕴含的资源,能够按照地铁车辆场段生产运营管理系统的需要协调统一调配,进而使该场段的整体作用大大优于各专业、各部门、各设备等各个子系统简单叠加的作用。

2.4 拥有智能分析处理的能力

地铁智慧车辆场段拥有的数量繁多、组成繁杂的信息资源体系,是其决策和操作的基础。该场段需要具有对所拥有的海量信息资源进行智能分析与处理的能力,这就要求地铁智慧车辆场段智能系统能根据不断接收的各种需求,对海量数据进行智能分析、判断和预测,最终形成智能决策,并向相应的执行设备发出操作指令。

2.5 具备自我学习进步的能力

地铁智慧车辆场段智能系统包括自我评价与监控、目标设置与策略计划、策略执行与监控及策略结果监控等子系统。该智能系统通过自我评价与监控系统能够评价地铁智慧车辆场段在某一项生产、运营或管理任务中的现有能力水平;通过目标设置与策略计划系统分析任务、设置目标、计划和改进学习策略;通过策略执行与监控系统在结构化的情境中使用某种策略,或在使用该策略的过程中监控其精确性;最后通过策略结果监控系统对所使用的每种策略结果的监控、反思与修正,决定所选策略的有效性。学会对策略结果进行监控是保证自我调节有效性的重要前提。

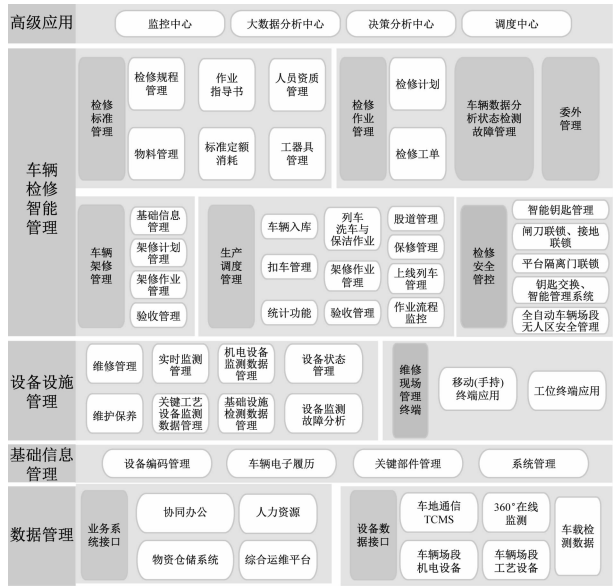
2.6 信息应用以开放为特性

地铁智慧车辆场段的信息应用以开放为特性,智能处理不是信息使用过程的最终结果,亦不是停留在某专业或某设备部门对信息的掌控和分配上,而是搭建开放式的信息应用平台,使专业、设备、子系统 etc 个体能为整个地铁智慧车辆场段系统贡献信息,使个体间能通过地铁智慧车辆场段系统进行信息交互,能将处理后的各类信息通过网络发送给信息需求者,或对控制终端进行直接操作。这将充分利用系统的现有能力,极大丰富地铁智慧车辆场段的信息资源,从而完成信息的增值利用。

3 地铁智慧车辆场段的业务组成及体系构架

3.1 地铁智慧车辆场段的业务组成

地铁车辆场段为车辆停放、运用、整备和检修的基地,主要由生产生活房屋、机电设备、检修工艺设备等组成,主要业务涵盖数据管理、基础信息管理、设备设施管理、车辆检修管理及人员管理等。地铁智慧车辆场段业务组成详见图 1。



注:TCMS 为列车控制与管理系统。

图 1 地铁智慧车辆场段业务组成示意图
Fig. 1 Schematic diagram of business composition of metro smart depot

3.2 地铁智慧车辆场段的体系架构

3.2.1 地铁智慧车辆场段体系架构的搭建目标

地铁智慧车辆场段体系构架搭建的目标主要体现在以下几个方面:

- 1) 构建融合发展的车辆场段数据平台。通过融合各专业、各部门及各种设备等的业务数据,提供快速、灵活、准确的数据分析和应用扩展能力,以及精确的业务服务,解决海量信息数据的采集、处理及应用分析挖掘,形成持续的数据整合和应用能力,以完成基于数据驱动的地铁智慧车辆场段的业务优化。
- 2) 构建安全、可靠的车辆场段运行平台。通过共享信息资源的方式统一管理信息资源,提供一个供给弹性和高可靠性的应用运行平台环境,满足地铁车辆场段业务应用及高并发用户的访问需求。

3) 构建能够持续迭代的车辆场段开发平台。通过开放与标准化的开发架构,向车辆场段内各专业、各部门、各种设备及业务运行提供持续迭代的应用开发能力和开发生态圈,以满足未来对车辆场段业务变化的快速响应。

4) 构建便捷、泛在的车辆场段网络环境。通过各种通信连接方式,实现感知层基础设备至车辆场段、车辆场段至地铁运营控制中心、控制中心至线网的信息传送和交换,为地铁智慧车辆场段提供泛在、随需、极简且更为灵活的网络环境。

5) 构建安全、绿色的车辆场段基础设施环境。基于虚拟化和分布式存储、并行计算、负载调度等技术设置统一的车辆场段基础设施资源池,为智慧车辆场段各专业、各部门的各项业务提供弹性调度、按需分配的基础架构资源服务。

6) 构建协同的地铁车辆场段行业技术组件库。汇聚协同统一的智慧车辆场段通用技术组件和通用 AI(人工智能)技术组件,为上层业务应用提供基于行业技术的组件库,以及快速拼装业务能力,以提高应用开发的交付速度。

3.2.2 地铁智慧车辆场段体系架构的设计

地铁智慧车辆场段架构主要是以云为核心,通过网的按需连接,实现对终端、资源、数据及主题的汇集成与优化配置,最终解决多类设备接入、多源数据集成、海量数据管理与处理、数据建模分析、业务应用创新与集成、知识积累迭代实现等一系列问题。该架构由 6 个层面、2 大体系组成,主要实现对生产调度、安全生产、内部管理、对外服务业务应用的全面支撑,如图 2 所示。

3.2.3 地铁智慧车辆场段体系架构的特点

- 地铁智慧车辆场段体系架构具有以下特点:
- 1) 具备各类信息资源和数据共享的特点。提供应用功能信息资源池和数据资源池,能为各专业、各部门应用系统提供功能与数据的贡献和分享能力,可减少应用系统的重复功能开发,同时提供综合分析和展现能力。
 - 2) 具备开放的特点。可将各专业技术和业务能能力沉淀,具备对各种业务变化及创新的快速响应能力,对于应用开发、应用管理、打破应用竖井和业务壁垒有着深远影响。



注: MES 为生产信息化管理; SCADA 为数据采集与监视控制系统; EDP 为电子数据处理; PIS 为乘客信息系统; HTTP 为超文本传输协议; MQTT 为即时通信协议; OPCUA 为工业通信协议; ETL 为抽取、转换、加载。

图2 地铁智慧车辆场段体系架构示意图

Fig. 2 Schematic diagram of metro smart depot system framework

3) 具备可持续迭代优化的功能。系统采用微服务架构, 未来其共享功能将不断被重复调用, 各类关联业务系统也将不断优化和完善, 具备可持续迭代优化的能力。

4 结语

地铁智慧车辆场段的概念和特征是动态的。

(上接第4页)

- [3] 陈柯冰, 聂磊. 我国城际铁路运营管理模式探讨[J]. 综合运输, 2016(9): 34.
CHEN Kebing, NIE Lei. Operating management modes of China's intercity railway[J]. China Transportation Review, 2016(9): 34.
- [4] 张磊. 京津冀城际铁路运营管理模式的选择分析[J]. 铁道运输与经济, 2017(3): 80.
ZHANG Lei. Analysis on operation management modes selection of

随着地铁智慧车辆场段的生产、运营、管理等实践的不断改进, 其概念和特征的内涵和外延也将在发展中不断变化、丰富和完善。本文主要探讨了地铁智慧车辆场段的概念、核心特征及体系构架, 以期对地铁车辆场段未来的智慧化发展奠定理论基础和技术支持。

参考文献

- [1] 中国城市轨道交通协会. 智慧城市轨道交通 信息技术架构及网络安全规范 第1部分: 总体需求: T/CAMET 11001.1—2019 [S]. 北京: 中国铁道出版社, 2019.
China Association of Metros. Smart urban rail transit — specification for information technical architecture and cybersecurity Part 1: general requirement: T/CAMET 11001.1—2019 [S]. Beijing: China Railway Publishing House, 2019.
- [2] 郭泽阔, 张艳兵, 王璐. 基于物联网技术的智慧运维在地铁车辆段的应用[J]. 都市快轨交通, 2019(3): 19.
GUO Zekuo, ZHANG Yanbing, WANG Lu. Application of depot intelligent control system in subway maintenance[J]. Urban Rapid Rail Transit, 2019(3): 19.
- [3] 秦志远. 智慧地铁系统融合应用层研究与设计[J]. 现代城市轨道交通, 2018(8): 5.
QIN Zhiyuan. Research and design of integrated of smart metro system application layer[J]. Modern Urban Rail Transit, 2018(8): 5.
- [4] 陈鹏. 面向物联网的机车检修信息系统的设计与实现[D]. 兰州: 兰州交通大学, 2015.
CHEN Peng. Design and implementation of locomotive maintenance information system for Internet of Things [D]. Lanzhou: Lanzhou Jiaotong University, 2015.

(收稿日期: 2020-04-03)

Beijing-Tianjin-Hebei inter-city railway [J]. Railway Transport and Economy, 2017(3): 80.

- [5] 王凤丽, 周立新. 城际铁路多元化建设运营管理模式探讨[J]. 铁道运输与经济, 2016(1): 86.
WANG Fengli, ZHOU Lixin. Discussion on operation management modes of inter-city railway diversified construction [J]. Railway Transport and Economy, 2016(1): 86.

(收稿日期: 2021-12-21)

欢迎订阅《城市轨道交通研究》

服务热线 021—56830728 转 821