

城市轨道交通全自动运行条件下 智慧车站的管理模式

崔路瑶 兰翔飞

(西安市轨道交通集团有限公司运营分公司, 710018, 西安)

摘 要 [目的]为进一步探索与城市轨道交通实际运营相符合的生产运作及业务管理模式,保证车站管理机制和管理能力的科学化与最优化,需对全自动运行条件下的智慧车站管理模式进行研究。[方法]综合考虑目前全自动运行及智慧车站的规划和建设情况,对全自动运行条件下智慧车站的管理模式进行探讨。根据全自动运行系统和智慧车站的特点深入分析全自动运行条件下智慧车站的管理模式;对比分析传统车站与全自动运行条件下智慧车站的管理模式,提出全自动运行条件下的智慧车站管理模式建议。[结果及结论]全自动运行条件下,智慧车站的区域化管理更优于传统车站的自然站管理,可以有效加强对现场业务的指导。此外,还需结合全自动运行系统和智慧车站等新技术特点,综合提升工作人员在车站服务管理、安全管理、应急管理、组织管理和人员管理等方面的能力,以有效保障运营服务质量。

关键词 城市轨道交通;全自动运行系统;智慧车站;管理模式

中图分类号 U284.48

DOI:10.16037/j.1007-869x.2024.12.035

Management Model of Smart Stations under Urban Rail Transit FAO Conditions

CUI Luyao, LAN Xiangfei

(Operating Branch Xi'an Rail Transit Group Co., Ltd., 710018, Xi'an, China)

Abstract [Objective] In order to further explore the production operation and business management model in line with the actual operation of urban rail transit, ensuring the scientific process and optimization of the station management mechanism and management capacity, it is necessary to study the smart station management model under fully automatic operation (FAO) conditions. [Method] Taking into account the current planning and construction situations for FAO and smart stations, a smart station management model under FAO conditions is discussed. According to the characteristics of FAO system and smart station, the management model of smart station under FAO is deeply analyzed; by comparing and analyzing the management models of traditional station and FAO smart sta-

tion, suggestions for the FAO smart station management model are proposed. [Result & Conclusion] Under FAO conditions, the regional management of smart stations is better than the natural station management of traditional stations, and can effectively strengthen the on-site business guidance. In addition, it is necessary to combine the new technology features of FAO system and smart stations to comprehensively improve the staff's capabilities in station service management, safety management, emergency management, organization management and personnel management, effectively ensuring the operational service quality.

Key words urban rail transit; FAO system; smart station; management model

随着社会的不断发展,城市规模逐步扩大,城市轨道交通由于其安全、便捷、准时等优点,在拓宽城市空间、拉大城市骨架和改善市民居住环境方面发挥了极大的作用,所以受到了政府和市民的广泛关注,与此同时,对城市轨道交通建设、运营管理也提出了更高的期望和要求。

在政策背景方面,近年来国家发布了《交通强国建设纲要》,制定了综合交通发展目标,统筹推进交通强国建设。中国城市轨道交通协会 2020 年 3 月发布了《中国城市轨道交通智慧城市轨道交通发展纲要》,进一步阐述了智慧城市轨道交通建设的目标与内涵,指明了智慧城市轨道交通未来建设与发展的方向。在技术发展方面,全自动运行系统的不断发展,进一步提升了基于通信的列车运行控制系统的安全性和高效性,当前新一轮城市轨道交通建设中多座城市也将采用全自动运行技术^[1]。人工智能、云平台等新兴技术在车站管理中的不断涌现和推广应用,使得传统车站运营管理模式的弊端逐步显现。因此,通过采用人工智能等新技术来建设智慧车站势在必行。在企业需求方面,截至目前,西安市已开通地铁运营线路 8 条,线网里程共计

279 km, 开通运营车站总数 173 座, 其中换乘站 17 座。目前在建 6 条线路共长 143 km。按照相关规划, 近期西安市将在 8、10、15、16 号线全面建设智慧车站, 并采用全自动运行系统。

本文综合考虑全自动运行系统和智慧车站应用情况, 为适应全自动运行系统方式与特点, 探索更为先进、高效的車站管理模式, 以期摆脱传统车站管理模式束缚, 提升车站运营管理水平, 将全自动运行和智慧车站系统的潜能尽可能发挥到最大。

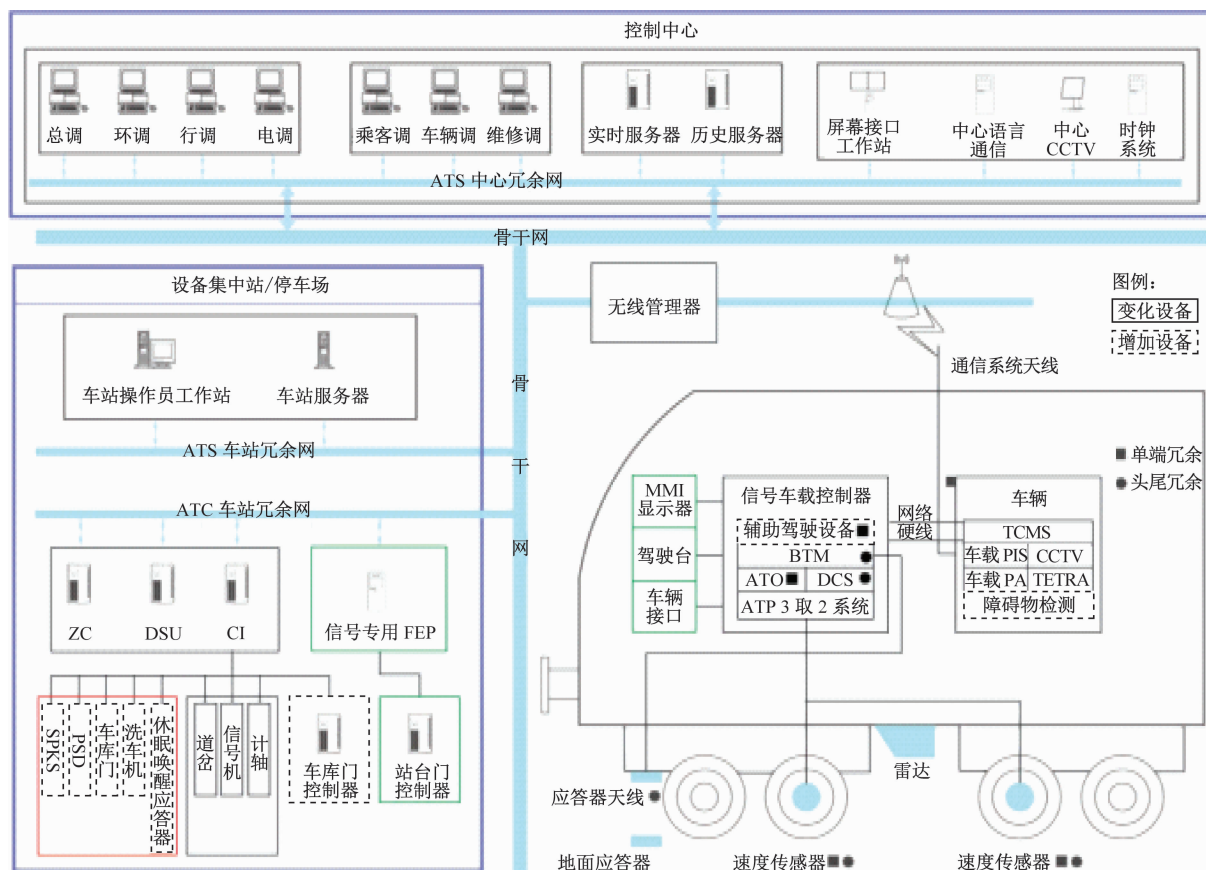
1 列车全自动运行系统

FAO(列车全自动运行)系统是基于现代计算机、通信、控制和系统集成等多种新技术, 由车辆、信号、通信、综合监控、站台门等与列车运行相关的多种专业组成, 从而实现列车全过程自动化运行的系统^[2]。

相比传统的有人驾驶 CBTC(基于通信的列车

控制)系统, 全自动运行系统将原有司机承担的工作交由自动化高度集成的列车运行系统进行完成。其可实现运营计划自动匹配, 实现列车自动唤醒、自动出入库、运行工况自动匹配、自动运行、进站精准停车、自动开关车门和站台门、自动发车、自动折返、自动回段、自动休眠、自动洗车等主要功能; 在车门或站台门故障隔离时, 车门和站台门会实现自动对位隔离; 在车门与站台门之间的缝隙, 设置缝隙探测装置, 以确保缝隙安全; 实现 PIS(乘客信息系统)信息的自动发布及自动广播、车载 CCTV(闭路电视)自动联动、运营及故障信息实时在线传输及诊断。此外, 全自动运行系统具有常规运行、降级运行和灾害工况等多重运行模式, 具备更高的安全性、可靠性、可用性和可维护性。

全自动运行系统主要分为 7 个专业, 涉及 31 个系统, 具体包含数十万个信息采集点, 是个最终实现线路安全高效的巨型系统。如图 1 所示, 系统架



注:ATS 为列车自动监控; ATC 为列车自动控制; ZC 为区域控制器; DSU 为数据存储单元; CI 为计算机联锁; FEP 为前端处理器; SPKS 为作业人员防护开关; PSD 为站台屏蔽门; CCTV 为闭路电视; MMI 为人工界面; BTM 为应答器传输模块; DCS 数据控制系统; ATO 为列车自动运行; ATP 为列车自动保护; TCMS 为列车监控管理系统; PIS 为乘客信息系统; PA 为公共广播; TETRA 为陆地集群无线电。

图 1 全自动运行系统架构图

Fig. 1 Architecture diagram of FAO system

构总体分为 3 类,具体分为控制中心、车载系统和车站系统。其中,控制中心负责监控列车运行和服务乘客;车载系统负责列车的全过程运行;车站系统负责对站内设备进行监控^[3]。

相比传统有人驾驶线路,全自动运行系统在行车控制、客运服务、维护和维修等方面均有所不同。在全自动运行系统中,控制中心增加了车辆调度、维护调度和乘客调度,车载系统中增加了列车休眠唤醒模块,在车站系统增加人员安全防护和安全控制开关。

2 智慧车站

车站作为地铁运营管理与服务的基本单元,是地铁服务于城市发展和市民的直接窗口,也是地铁建设及运营管理水平高低的主要体现。在未来智慧车站建设中,随着自动化设备相继投用,能够有效代替人工完成开关站、车站设备自动巡检等工作,可有效提升运营效率。

智慧车站是基于自动控制理论、传感器技术、人工智能、大数据分析、机器学习、云平台等技术,在车站自动化的基础之上实现对车站的客运组织与乘客服务、运营管理与设备维护、人员管理等多业务融合的综合管理环境,实现车站运营管理、服务的智慧化应用^[4]。

智慧车站的建设目标是使车站的服务与管理实现智能化、智慧化与人性化,达到可测、可控、可视化的目的。智慧车站建设的核心目标是提升管理效率和服务水平。

通过对现有车站各主要业务的分析,智慧车站相比常规车站的主要改变也应体现在客运组织、设备运管、乘客服务和人员管理等方面。智慧车站与传统车站的区别见表 1 所示。

表 1 智慧车站与传统车站的区别

Tab.1 Differences between smart station and traditional station

车站管理	常规车站	初阶智慧车站	高阶智慧车站
设备运管	半自动	自动化	态势全感知,运管智能化
客运组织 乘客服务	人工为主	自主化	智能化
人员管理	制度化	信息化	精细化

在设备运管方面,虽然地铁车站为设备的运行设置了多个自动化系统,但系统间相对孤立,部分

系统的设备尚未达到理想的运行工况;设备维护方面,仍需要高频次在多区域执行人工巡检;日常业务大量使用纸质工单、台账和公告,智能化程度亟待提升。而智慧车站的设备运管将更为自动化、智能化。

在客运组织方面,既有线路现有车站如开关站、大客流的响应措施等工作仍以人工处理为主,缺少自动化和智能化等新技术手段;车站的综合监控系统虽然采集到众多集成互联子系统的数据,但是对所采集的众多数据未能进行充分分析与利用,从而导致服务效果不佳。在乘客服务方面,目前以人工和被动服务形式为主,缺乏智能化、自主化、提升乘车体验的服务设施。而智慧车站的客运组织和乘客服务将更为自主化、智能化。

在人员管理方面,包括运营人员管理和施工人员管理,目前以制度管理为主,信息化人员管理尚未起步。而智慧车站的客运组织和乘客服务将更为信息化、精细化。

3 全自动运行条件下智慧车站管理模式研究

全自动运行条件下的智慧车站管理,将通过智能化技术赋能智慧车站相关业务,实现车站管理的岗位复合和业务融合。但是智慧城市轨道交通的建设不仅仅是全自动运行系统、智慧车站等智能系统和智能设备的堆砌,运营业务才是灵魂。基于此,综合考虑目前全自动运行及智慧车站的规划和建设情况,对全自动运行条件下智慧车站管理模式进行探讨。

3.1 传统车站管理模式

就传统车站管理而言,主要以车站为基本单元进行管理。该种模式的主要特点是成立统一的车站客运管理部门,采用“线网—线路—车站”模式进行管理,以车站为基本单元进行管理,全线网所有车站采用统一的管理标准,客运部门对车站提供统一的业务管理与支持。

传统车站管理模式(见图 2)采用自然站管理模式,车站日常管理主要为车站的运营管理业务,具体分为设备管理、施工管理、应急管理、培训管理、安全管理、票务管理、服务管理等。

3.2 全自动运行条件下智慧车站管理模式

在全自动运行条件下,车站和列车进一步融合,车站、通信、信号、机电等专业一线巡检作业融

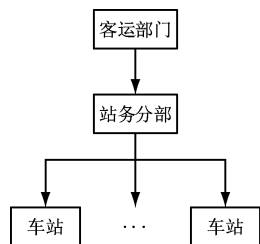


图2 传统车站管理模式

Fig. 2 Management mode of traditional station

合等特点决定了必须紧密结合全自动运行条件下智慧车站特有的生产实际和劳动组织实际,进一步创新运营管理理念。

结合传统车站管理现状,综合分析线网条件下全自动运行及智慧车站建设及设备配置情况,为有效整合运营资源,建议全自动运行条件下对所有的车站实现分线、分区域式的管理,即将车站进行区域性管理(即中心站带卫星站),取代原有的客运分部或者单个车站管理模式,即实行区域化中心站管理。全自动运行条件下智慧车站管理模式见图3。

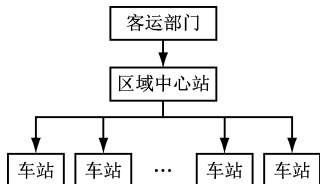


图3 全自动运行条件下智慧车站管理模式

Fig. 3 Management mode of FAO smart station

区域中心站主要负责客运服务安全与技术、行车安全与技术、车站日常客运组织与客运服务、电客车值守或巡视管理、车厢巡视及乘客服务、突发情况下手动驾驶及车站设备设施的巡检和应急处理等相关工作。站区所含生产业务单元主要包括:站控客服组、列车控制组、设备巡视应急组等。

3.2.1 站控客服组

站控客服组负责客运组织、乘客服务、车站行车监控与办理等工作。

在客运服务组织方面,车站根据车站客流特征,分别制定全自动运行模式和非全自动运行模式的客运组织分级管控机制及管理措施。

在乘客服务方面,运营工作人员应及时通过远程控制或系统自动为乘客提供适宜的照明、制冷和采暖等服务,同时,车站工作人员应持续培养乘客自助服务的意识及设备自助使用的能力。

3.2.2 列车控制组

列车控制组负责列车值守巡视、降级驾驶、列

车应急故障处理和应急处置等工作。

在运营期间,列车控制组负责对全自动运行的新增风险点和车站行车相关设备进行监控,做好乘客上下车服务保障,及时处置期间发生的异常情况。当全自动运行控制模式由控制中心中央控制改为站控时,车站行车值班员应该对列车实时运行情况进行监控,并根据调度员命令及时开展相关行车组织工作。

3.2.3 设备巡视应急组

设备巡视应急组负责通风空调、低压配电、给排水、房建、FAS 火灾报警系统、站台门、电扶梯、AFC(自动售检票)等设备设施的巡视、检修、故障处理、应急处置等工作。

车站设备设施的维护工作实行分级管理,由站务人员、运营现场工作人员及专业维修队伍负责。车站工作人员负责车站级突发事件、设备故障的应急处置。运营现场工作人员及专业维修队伍负责设备故障的处置和修复。

3.3 两种模式对比分析

传统车站将各线路车站的技术和综合业务人员进行集中配置,其中车站只负责执行运输计划和做好乘客服务,综合管理业务由相关技术和业务负责人员统一完成,因此保证了运营制度及标准的执行统一性,也节约了一定的人力。但该种模式也存在着明显的缺点,如线路车站管理过程中因线路过长、幅度过大,遇到突发事件不便于相关技术管理人员赶赴现场,从而导致现场处置效率低。

相比传统车站管理模式,采用区域化管理模式的车站可调配的人、财、物等资源有了较大增幅。在一定程度上,缓解了部分资源的紧张匮乏和支配局限,实现了线网局部车站资源的集中调配与管理,进一步增强了现场管理的灵活性,较好地发挥了资源的效用和提升了利用率,可有效加强对现场业务的指导力度,进一步增加了车站现场管理的自主权限,从而提高处置突发事件的效率,强化了对车站的现场管理。因此,建议在全自动运行条件下车站管理采用区域化管理模式。

在此基础上,深入分析传统车站的服务管理、安全管理、组织管理、人员管理和应急管理。全自动运行条件下智慧车站采用区域中心化管理模式之后,全自动运行条件下智慧车站和传统车站的运作方面产生了如下要求:

1) 在服务管理方面。相比传统车站的“人为服

务乘客”的旧观念,全自动运行条件下智慧车站将树立简约服务、自助服务、无干扰服务等服务新理念。

2) 在安全管理方面。相比传统的普通车站“人盯人保安全”的做法,全自动运行条件下智慧车站将树立“设备技术保安全”的管理思路。

3) 在应急管理方面。相比传统车站中单车站应急管理,全自动运行条件下智慧车站将树立区域化、集约型的应急管理的新观念。

4) 在组织管理方面。相比传统的普通车站过分强调专业管理的要求,全自动运行条件下智慧车站将更注重系统管理。

5) 在人员管理方面。相比传统车站中“单一技能、各司其职”的旧观念,全自动运行条件下智慧车站将树立“一人多证、一职多能”的新观念。

传统车站与全自动运行条件下智慧车站管理模式对比如表 2 所示。

表 2 传统车站与全自动运行条件下智慧车站管理模式对比

Tab.2 Comparison of management modes between traditional station and FAO smart station

对比项目	传统车站	全自动运行条件下的智慧车站
服务管理	人为服务乘客	简约服务、自助服务
安全管理	人盯人保安全	设备技术保安全
应急管理	车站管理	区域化、集约型应急管理
组织管理	专业管理	系统管理
人员管理	单一技能、各司其职	一人多证、一职多能

3.4 相关建议

3.4.1 充分授权,灵活管理

先进的技术手段对管理模式提出了更高的要求,为进一步发挥全自动运行下智慧车站的优势,因此需要对全自动运行线路进行充分授权、灵活管理,以便于对全自动运行条件下的运营生产及管理流程和制度进行再造和优化。

3.4.2 深度融合岗位设置

先进的技术手段对岗位设置提出了更高的要求,由于全自动运行系统充分优化列车运行模式,使得设备的配合更为密切,大大提高了系统安全性,减少了重复性工作,但全自动运行对运营和维保的人员要求、组织架构及职责划分均提出了新要求,更智能、更复杂的集成化将导致更深层次的岗位融合,如乘务、调度等专业。

3.4.3 加强全自动人才队伍培养

先进的技术手段对人员的综合能力提出了更高的要求,为了更好地利用全自动运行系统,使其效果发挥最大化,因此需要尽早、尽快地培养全自动运营人员。一是培养高素质运营队伍,在岗位融合、人机交互的背景下,岗位职责复合得越深、越广,对运营工作人员的技能水平和综合素质要求更高,传统单一技能员工将不再适用;二是培养多专业多职能队伍,在全自动运行的条件下,需要培养列车多职能队伍和车站多职能队伍,除面向乘客服务外,其职责需增加故障情况下的列车驾驶、列车日检、行车监护、施工管理、应急处置、车站设备巡检等多项职能,从而保证全自动运行的安全和顺畅。

4 结语

本文通过对全自动运行条件下智慧车站管理模式的探讨,为今后采用全自动运行条件下的智慧车站提供了车站管理模式。具体结论如下:

1) 智慧城市轨道交通的建设不应该只是技术的变革与创新,更重要的应该是运营管理理念的创新与践行。因此,需要综合考虑全自动运行系统和智慧车站等新技术发展的情况,进一步探索与运营实际相符合的生产运作及业务管理模式,以保证车站管理机制和管理能力的科学化与最优化。

2) 全自动运行条件下智慧车站区域化管理更优于传统车站的自然站管理,区域化管理可以有效加强对现场业务的指导力度,保证车站拥有更多的管理指挥权限,从而提高处置突发性事件的效率,强化对车站的现场管理。

3) 全自动运行条件下智慧车站对车站运营管理提出了更高的要求,好的管理模式一定需要有与之适配的技术手段和人员能力来保障,因此需要结合全自动运行系统和智慧车站等新技术特点,综合提升人员在车站服务管理、安全管理、应急管理、组织管理和人员管理等方面的能力,以有效保障运营质量。

在智慧城市轨道交通建设的道路上,任何技术、系统都只是辅助。全自动运行条件下智慧车站管理及生产运作才是一个重要的问题,涉及列车运行、车站各岗位工作职责的界定、安全管理、培训管理、客运服务、票务运作、施工组织、应急处置等多方面。本文只是在这方面做了一定的探索,未来将

(下转第 229 页)

+195 mm 时,钢轨振动响应峰值主要集中在低频段 3.15 Hz 以内,振动响应最大值为 128 dB,与偏差为 0 时的工况相比基本一致。

4) 当基底厚度偏差为 -61 mm ~ +149 mm 时,其对浮置板轨道的减振性能有影响,且当基底厚度偏差为 +65 mm 时影响最大,此时减振性能降低了 23.90%。当浮置板厚度偏差为 -45 mm ~ +195 mm 时,其对浮置板轨道的减振性能影响程度较大,且当浮置板厚度偏差为 -45 mm 时影响最大,此时减振性能降低了 24.24%。

参考文献

- [1] 郑晓练. 预制钢弹簧浮置板技术创新研究及应用[J]. 现代城市轨道交通, 2021(增刊01): 51.
ZHENG Xiaolian. Technical innovation and application of prefabricated steel spring floating slabs[J]. Modern Urban Transit, 2021(S01): 51.
- [2] 陈刚. 盾构施工纠偏曲线设计[J]. 上海建设科技, 2017(1): 1.
CHEN Gang. Design of deviation correction curve in shield construction[J]. Shanghai Construction Science & Technology, 2017(1): 1.
- [3] 胡二中. 地铁盾构法施工中常见质量问题及防治措施分析[J]. 中外建筑, 2017(4): 173.
HU Erzhong. Analysis of common quality problems and prevention

measures in subway shield construction[J]. Chinese & Overseas Architecture, 2017(4): 173.

- [4] 周志军, 刘玉涛, 李伟, 等. 地铁钢弹簧浮置板轨道振动特性和减振效果研究[J]. 铁道标准设计, 2022, 66(5): 57.
ZHOU Zhijun, LIU Yutao, LI Wei, et al. Study on vibration characteristics and vibration reduction effect of steel spring floating slab track in metro[J]. Railway Standard Design, 2022, 66(5): 57.
- [5] 姜洪, 陈琨, 李兴伟, 等. 多源多工序加工过程波动扩散网络建模与波动源辨识[J]. 西安交通大学学报, 2021, 55(2): 73.
LOU Hong, CHEN Kun, LI Xingwei, et al. Fluctuation diffusion network modeling and fluctuation source identification of multi-fluctuation-source and multi-process machining processes[J]. Journal of Xi'an Jiaotong University, 2021, 55(2): 73.
- [6] 涂勤明. 地铁常用减振轨道振动特性及减振效果对比研究[J]. 铁道建筑, 2020, 60(5): 135.
TU Qiming. Comparative study on vibration characteristics and vibration-reducing effects of metro general vibration-reducing tracks[J]. Railway Engineering, 2020, 60(5): 135.

· 收稿日期:2022-10-11 修回日期:2022-11-01 出版日期:2024-12-10
Received:2022-10-11 Revised:2022-11-01 Published:2024-12-10
· 第一作者:张钰,硕士研究生,418572853@qq.com
通信作者:王建西,教授,qianxi-2008@163.com
· ©《城市轨道交通研究》杂志社,开放获取 CC BY-NC-ND 协议
© Urban Mass Transit Magazine Press. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license

(上接第 223 页)

面临更多的不确定因素、更多的挑战:① 探索全自动运行条件下车站设施设备运营与维修的关系,根据智慧车站建设的特性,适当调整车站管理规章制度,使得车站运营更加合理、高效;② 探索更优的城市轨道交通车站的现代管理模式,逐步实现车站管理科学化、智能化与智慧化,为智慧城市轨道交通建设和运营不断积累管理经验。

参考文献

- [1] 黄天印, 尤江, 林桓桓. 数字地铁信息资源集成研究[J]. 城市轨道交通研究, 2020, 23(5): 154.
HUANG Tianyin, YOU Jiang, LIN Huanhuan. Research on the integration of digital metro information resource[J]. Urban Mass Transit, 2020, 23(5): 154.
- [2] 朱翔, 陈丽君. 地铁全自动运行系统运营场景的几点探讨[J]. 城市轨道交通研究, 2021, 24(10): 228.
ZHU Xiang, CHEN Lijun. Research of operation scenarios for

metro fully automatic operation system[J]. Urban Mass Transit, 2021, 24(10): 228.

- [3] 尹聪聪. 城市轨道交通全自动运行线路的运营方式及运营指标要求[J]. 城市轨道交通研究, 2021, 24(7): 182.
YIN Congcong. Operation modes and index requirements of fully automatic operation lines in urban rail transit[J]. Urban Mass Transit, 2021, 24(7): 182.
- [4] 林佳勇, 范明涛. 智慧车站系统在车站运营中的优势分析[J]. 城市轨道交通研究, 2019, 22(增刊2): 69.
LIN Jiayong, FAN Mingtao. Advantage an alysis of smart station system in station operation[J]. Urban Mass Transit, 2019, 22(S2): 69.

· 收稿日期:2022-11-09 修回日期:2023-03-02 出版日期:2024-12-10
Received:2022-11-09 Revised:2023-03-02 Published:2024-12-10
· 通信作者:崔路瑶,工程师,cuiluyao1993@163.com
· ©《城市轨道交通研究》杂志社,开放获取 CC BY-NC-ND 协议
© Urban Mass Transit Magazine Press. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license