

城市轨道交通全自动运行线路线网联动场景分析

葛鑫¹ 涂飞²

(1. 上海宝信软件股份有限公司, 201203, 上海; 2. 宝信软件(成都)有限公司, 610200, 成都//第一作者, 高级工程师)

摘要 阐述了城市轨道交通全自动运行线路的联动场景。分析了线网指挥中心在全自动运行线路线网联动场景中的作用, 并对智慧城轨发展中全自动运行线路的线网联动场景提出了设想。利用线网指挥中心的内部生产大数据和外部信息数据的整合与分析优势, 进一步提升全自动运行线路运行的智能化和智慧化水平。

关键词 城市轨道交通; 全自动运行线路; 线网联动场景

中图分类号 U231.6

DOI:10.16037/j.1007-869x.2022.06.003

Analysis of Network Linkage Scenario of Urban Rail Transit FAO Line

GE Xin, TU Fei

Abstract The linkage scenario of urban rail transit FAO (fully automatic operation) lines is expounded. The role of the network command center in the FAO line linkage scenario is analyzed. An idea for the linkage scenario in the development of smart urban rail is proposed, utilizing the integration and analysis advantages of internal production big data and external information data of the network command center, further improving the level of intelligence of FAO line operation intelligentization.

Key words urban rail transit; FAO (fully automatic operation) line; network linkage scenario

First-author's address Shanghai Baosight Software Co., Ltd., 201203, Shanghai, China

目前,城市轨道交通FAO(全自动运行)系统重点从设备集成体系、列车无人驾驶技术、综合自动化调度管控技术、线路调度管理体系等方面出发建设,而忽略了以服务乘客出行为核心,面向智能化和智慧化发展的多重需求。此外,FAO系统与有人驾驶系统在运营模式、行车组织、客运组织、维保组织等方面都具有一定差异。而线网指挥中心作为城市轨道交通运营的大脑,是线路运营全过程进行实时监控调度的控制中枢,在统一调度、协调指挥、信息共享等方面有着决定性作用。

因此,FAO线路需要加强其与线网指挥中心的有序衔接,利用线网指挥中心的资源优势,实现城市轨道交通全程、全范围的智能化控制和调度指挥,从而起到优势互补的作用。

1 FAO线路线网联动场景

与有人驾驶线路相比,FAO线路在线路调度体系和管理模式上有较大变化,需要在原有主要面向行车、设备的调度职责的基础上,增加面向乘客、车辆和场段的调度职责。在运营实践中,国内各城市采取了不同的调度岗位设置方式,如成都地铁9号线拟增设乘客调度、车辆专家、场段行调和场段运用调度^[1],南宁轨道交通5号线拟将行车调度与乘客调度、车辆调度合并设置为新的行车调度岗位,上海轨道交通14号线拟设置运营调度(含行车调度、客运调度、车辆在线监控等职责)和设备调度(含环控调度、电力调度、维修调度等职责)。在管控系统层面上,FAO线路ISCS(综合监控系统)通常会与ATS(自动列车监控系统)深度集成,形成TIAS(行车综合自动化系统)^[2],同时增强对车辆系统的管控^[3]。为了保证在FAO系统异常工况下线路的正常运营,FAO线路通常会设置主、备两个控制中心,并在两个控制中心中均设置TIAS。由此,TIAS的信息集成量和联动模式数量都有大幅增加^[3-4],联动的设备和流程也更为复杂^[3]。

在线路层级,当前业内对FAO线路运营的线网联动场景化描述和分析方式已基本达成共识,一般可划分为正常场景和异常场景两大类^[5]。某些线路根据自身特点,又进一步将异常场景类型细分为非正常运营场景和紧急情况场景两类。对于每一个场景,通常会对场景名称、触发联动的事件名称、画面显示的工作站名称、联动系统、联动内容、异常处置、接口关系、场景复位等方面进行详细设计,最终由各专业系统(TIAS、通信系统、车辆系统等)共同实现。

2 FAO 线路网联动场景分析

早期的线网指挥中心的功能定位是“只监不控”^[6],对线路的日常运营和应急处置以监视监督为主,缺乏直接介入管控的手段和职责。加之国内各城市已运营的 FAO 线路较少,特别是与线网指挥中心联合运营的 FAO 线路更是凤毛麟角。因此,在 FAO 线路网联动场景方案设计中,并未对线网指挥中心的职责进行明确,也未对线网指挥中心应实现的联动功能做出要求。

随着新一代线网指挥中心向“能监、能控”的方向发展,不仅能对跨线合用的设备设施进行管控,且具备在特殊工况下直接控制车站级和列车级广播系统、发布车站级和列车级乘客信息、调取和控制视频监控画面等功能^[6],以及具备内部生产大数据和外部信息数据的整合与分析能力^[7],因此可以从线网全局运营优化角度对线路运营提供建议或提出要求,即新一代线网指挥中心已经具备了与 FAO 线路运营联动的基本条件。同时,随着 FAO 线路数量的不断增加,线网内将会出现越来越多的 FAO 线路与有人驾驶线路之间的换乘站,甚至是 FAO 线路之间的换乘站。FAO 线路的运营状态将通过这些换乘站对线网全局运营状态产生越来越不容忽视的影响,因此迫切需要线网指挥中心与 FAO 线路之间形成运营联动。

基于当前新一代线网指挥中心所具备的典型功能,其在 FAO 线路的线网联动场景中发挥的作用可以体现在以下几个方面:

1) 对 FAO 线路本身的突发事件处置进行监督和跟进。例如,FAO 线路发生突发事件时,线网指挥中心可以通过调用线路的视频监控画面、监听线路无线调度和公务电话、调用现场人员单兵系统音视频等方式,实时跟进现场情况,必要时可参与组织协调工作。

2) 对跨线合用设备设施进行联动控制。在 FAO 线路与其他线路的跨线合用设备设施出现故障(如共享主变电所退出运营)时,线网指挥中心可以对这部分设备设施进行联动控制,以减少线路间以及线路和线网间的协调工作量,提高应急处置流程的自动化水平,降低人工操作出现错误的可能性。

3) 当 FAO 线路发生突发事件,可能影响到线网内其他线路的正常运行时,对相关线路进行预警或联动,协调采取站控、线控甚至网控措施,尽量

减小突发事件的影响范围。例如,由于 FAO 线路通常行车密度较高,车上没有随车工作人员,当发生突发事件(如设备故障)导致事故点实际通过能力小于计划通过能力时,对线路控制中心的应急响应速度和应急处置能力的要求很高,稍有迟缓就容易造成列车延误影响范围在整个线网中迅速扩大,高峰期时将会造成个别换乘站甚至邻线的客流积压^[8]。为了避免此类事件的恶化,需要线网指挥中心在事故发生初期就及时介入,监视线路应急处置的进展及线网客流分布状态,预警或联动邻线的站控或线控措施,通过播放广播、发布乘客信息等方式安抚站内乘客情绪,必要时还可采取网控措施、协调公交接驳、对外发布信息引导站外公众的合理出行等措施。

4) 当发生的外部事件可能影响 FAO 线路运营时,对 FAO 线路进行预警或联动。例如,当线网指挥中心预测到大客流事件将会在短期内对 FAO 线路产生不利影响时,可以预警或联动线路的站控或线控措施。

3 FAO 线路网联动场景的设想

2020 年 3 月中国城市轨道交通协会发布《中国城市轨道交通智慧城轨发展纲要》,作为城市轨道交通行业 2020—2035 年制订智慧城轨发展的技术政策、技术规范、发展规划和实施计划的指导性文件^[9]。对于智慧城轨时期 FAO 线路的线网联动场景,应充分发掘、利用线网指挥中心的内部生产大数据和外部信息数据的整合与优势,进一步提升线网联动场景的智能化和智慧化水平。

基于此,对智慧城轨建设时期 FAO 线路的线网联动场景提出如下几点设想:

1) FAO 线路 TIAS 建设中,ISCS 和 ATS 系统应具备一致的报警设计、联动设计和尽可能全面的信息^[3],这样 TIAS 才能更好地辅助线路调度进行应急响应。对于线网指挥中心的建设而言,更需要各线路的管控系统具备一致的报警设计、联动设计和尽可能全面的信息,才能在线网运营规模日益膨胀、客流逐年增多、运营态势愈发复杂的情况下,更好地辅助线网调度进行应急响应。在可预见的一段时期内,统一 FAO 线路和有人驾驶线路的设计是相当困难的。因此,可以结合智慧车站的建设^[9],推进换乘站的智慧化管控,减少相关线路控制中心对同一个换乘站的分管控,统一设计换乘站(智

慧车站)的线网联动场景,以及线网指挥中心、相关线路控制中心在场景中各自的职责分工,以点带线、逐渐完善。

2) 当前不少新一代线网指挥中心已具备优化编制网络化运营的列车运行计划的功能。在此基础上,可以进一步考虑由线网指挥中心自动向FAO线路下发列车运行计划,并在运营期间根据线网内客流实时分布状态和态势演变预测,自动对FAO线路的列车运行计划进行调整,以此提升线网运能、运量的匹配程度,提高运输组织的效率。随着适用于互联互通的FAO系统的研发,以及共线、跨线、越行等互联互通的全自动运行场景的应用^[9],在线网层面实现行车组织协调、优化与自动化调整更是必要之举。

3) FAO线路的备用控制中心与线网指挥中心合设。智慧城轨建设时期,一方面,线网指挥中心会向“能监能控”的方向深化发展;另一方面,线网化运营的调度指挥管理架构会逐渐扁平化^[6]。基于此,可以考虑取消FAO线路的备用控制中心,将其功能与线网指挥中心合设。当FAO线路的主控制中心出现故障,或者主控制中心与车站、列车的通信链路出现故障时,由线网指挥中心接管线路控制,从而优化相关的线网联动场景设计。该措施可以在一定程度上降低FAO系统实现的复杂性,以及线路的建设成本。

4 结语

FAO线路不仅实现了行车自动化,还蕴含了运维智能化和乘客服务自主化的理念。当前FAO线路与线网指挥中心的联动场景很少,制约了FAO线路在“三化”上的表现。随着智慧城轨的建设,FAO线路的增多,以及线网指挥中心的增强,FAO线路与线网指挥中心的联动场景会越来越多,FAO线路的智能化和智慧化运营潜力将会得到更大的释放。

参考文献

- [1] 黄剑锋,黄宇,郑丽颖. 全自动驾驶调度体系差异化探讨[J]. 世界轨道交通,2019(7):64.

HUANG Jianfeng, HUANG Yu, ZHENG Liying. Discussion on differentiation of automatic driving scheduling system[J]. World

Railway, 2019(7):64.

- [2] 张辉,钱江. 基于全自动驾驶的TIAS系统建设方案[J]. 铁道通信信号,2019(3):79.
ZHANG Hui, QIAN Jiang. TIAS system construction scheme based on fully automatic driving[J]. Railway Signalling & Communication, 2019(3):79.
- [3] 汪侃. 对城市轨道交通无人驾驶模式下综合监控系统建设的几点思考[J]. 城市轨道交通研究,2018(增刊2):12.
WANG Kan. Thoughts on the construction of integrated monitoring and control system under the unmanned driving mode of urban rail transit[J]. Urban Mass Transit, 2018(S2):12.
- [4] 李欣,陈洪茹. 全自动驾驶轨道交通综合监控系统关键功能要点研究[J]. 工程建设与设计,2016(14):172.
LI Xin, CHEN Hongru. Study on the key functions of ISCS in full automatic operation rail transit[J]. Construction & Design for Project, 2016(14):172.
- [5] 卢凯,贺德强,肖红升,等. 全自动驾驶列车故障场景分析及诊断体系结构研究[J]. 控制与信息技术,2019(2):59.
LU Kai, HE Deqiang, XIAO Hongsheng, et al. Research on the fault scene analysis and diagnosis system structure for full automatic operation trains[J]. Control and Information Technology, 2019(2):59.
- [6] 王建文,钟锐楠,谢明华,等. 城市轨道交通线网指挥中心建设方案的设计要点[J]. 城市轨道交通研究,2020(5):10.
WANG Jianwen, ZHONG Ruinan, XIE Minghua, et al. Design points in metro network command center construction plan[J]. Urban Mass Transit, 2020(5):10.
- [7] 胡彦. 城市轨道交通线网指挥中心大数据技术的应用[J]. 城市轨道交通研究,2018(增刊2):43.
HU Yan. Application of big data technology in urban rail transit network command center[J]. Urban Mass Transit, 2018(S2):43.
- [8] 史丰收,王海荣,陈哲,等. 城轨网络化运营高密度行车条件下调度应急策略研究[J]. 交通世界,2019(20):16.
SHI Fengshou, WANG Hairong, CHEN Zhe, et al. Research on dispatching emergency strategy under the condition of urban rail network operation and high-density traffic[J]. Transpworld, 2019(20):16.
- [9] 中国城市轨道交通协会. 中国城市轨道交通智慧城轨发展纲要[EB/OL]. (2020-03-12)[2020-05-29]. https://mp.weixin.qq.com/s/q-B1gE2_biuLfqrVRPgp_Ag.
CHINA Association of Metros. Smart urban rail development outline of the China urban rail transit[EB/OL]. (2020-03-12)[2020-05-29]. https://mp.weixin.qq.com/s/q-B1gE2_biuLfqrVRPgp_Ag.

(收稿日期:2020-04-26)