

全自动运行系统联动场景及联动功能设计研究

贾 萍^{1,2} 刘德伟³

(1. 郑州地铁集团有限公司, 450016, 郑州; 2. 河南省高可信智慧城轨工程研究中心, 450016, 郑州;

3. 卡斯柯信号有限公司, 200072, 上海//第一作者, 正高级工程师)

摘 要 全自动运行系统联动是全自动运行线路运行的核心,联动功能设计是决定全自动运行系统是否成功的关键。对全自动运行线路的设计思路和前提条件、核心专业的网络架构及车地无线传输等内容进行了梳理,对关键和典型的联动场景及联动功能进行分析,对全自动运行系统的联动功能设计进行了优化,形成了适用于工程建设的全自动运行系统联动功能设计文件。

关键词 城市轨道交通;全自动运行;联动场景设计;联动功能设计

中图分类号 U29-39

DOI:10.16037/j.1007-869x.2022.11.005

Linkage Scenario and Linkage Function Design of Fully Automatic Operation System

JIA Ping, LIU Dewei

Abstract The linkage of FAO (fully automatic operation) system is the core of FAO line operation, and the linkage function design is directly related to the success of FAO system. In this paper, the design ideas and preconditions of FAO line, the network architecture of core disciplines and the train/ground wireless transmission are reviewed, the key and typical linkage scenarios and linkage functions are analyzed in detail. On this basis, the linkage function design of FAO system is optimized, and a linkage function design document of FAO system applicable to engineering construction is formed.

Key words urban rail transit; FAO; linkage scenario design; linkage function design

First-author's address Zhengzhou Metro Group Co., Ltd., 450016, Zhengzhou, China

2019年,中国城市轨道交通协会出台了《城市轨道交通全自动运行系统规范》系列团体标准,上海、北京等城市也先后出台了各自的全自动运行系统运营场景的规范性文件,多个正在建设全自动运行线路的城市也在编撰各自的全自动运行场景说明书。然而,目前发布的与全自动运行相关的各种

标准及场景说明书基本上都是基于运营角度编制的,尚无单纯站在建设角度对多系统间联动进行深度融合的通用性的标准和规范。为此,本文从郑州轨道交通的全自动运行建设出发,在调研全国多个城市全自动运行场景设计的基础上,对全自动运行系统的联动场景和联动功能设计进行研究,以形成适用于建设阶段的联动场景及功能设计文件。

1 设计思路

1) 明确适用阶段。联动场景及功能设计首先应适用于全自动运行线路建设,同时可作为后续运营阶段编制相关规章的参考性文件。

2) 明确适用范围。设计要具有通用性,要能面对不同特点和需求的全自动运行线路,能够适用不同厂家的设备,不局限于特定的设备供应商。

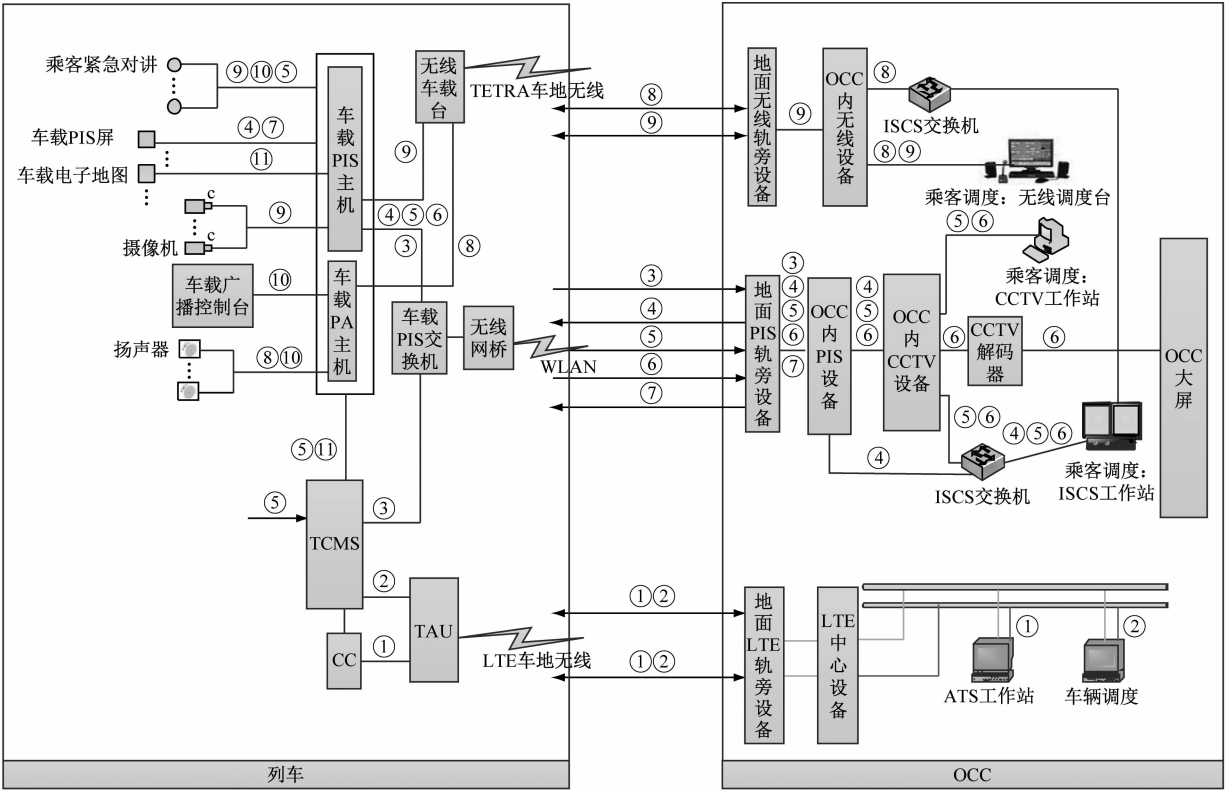
3) 明确场景编制的重心。应强调联动功能,应结合不同的场景,从基本场景描述、基本流程和各核心专业的功能分配等方面进行描述。

4) 明确场景类别。应参考场景说明书,将运营场景划分为正常场景、故障场景和应急场景等不同类型,各场景应给出明确的定义。

5) 明确场景的设置原则。应体现全自动运行的特点,重点强调具有系统联动功能的场景和对运营有重大影响的场景,仅需人工介入和人员组织的场景不作描述。

6) 明确设计的深度和宽度。仅明确全自动运行系统做什么(即需要实现的功能),而对具体怎么做(即详细的功能实现方式)不做描述;设计故障场景时,不考虑冗余设备单一故障及多重故障叠加的情况,仅考虑设备的单点故障或因停电等原因引起的设备完全故障。

7) 明确各类场景的功能。为便于梳理和验证,应明确正常场景下描述的功能为各系统所必须具备的正常功能,故障场景和应急场景下描述的功能



注:CC——车站控制器;ISCS——综合监控系统;OCC——运营控制中心;TAU——车载接入单元;PA——公共广播;①——信号车载信息;②——车辆调度信息;③——车辆维护信息;④——紧急文本信息;⑤——视频联动信息;⑥——车载 CCTV 视频信息;⑦——下发至车载的 PIS 信息;⑧——远程列车广播语音及相关数据信息;⑨——乘客紧急对讲语音及相关数据信息;⑩——车辆本地列车广播及本地乘客紧急对讲接听;⑪——车载电子地图信息。

图 2 车地无线传输网络结构示意图

Fig. 2 Schematic diagram of train-ground wireless transmission network structure

计思路。本文以正常场景下的洗车作业设计为例予以说明。按时序划分,洗车作业可以分为先洗车后入库、先入库后洗车 2 种方式。洗车时,不同的城市轨道交通线路应根据其车辆段/停车场的站场实际进行路径设计,又可分为先通过洗车库后折返洗车、先洗车后折返通过洗车库、洗车并通过洗车库 3 种洗车作业运行路径。因此,设计时应应对 3 种洗车情况在基本流程上分别进行描述,以保证洗车流程具有通用性。

2) 落实联动功能分配应具有通用性的设计原则。以列车的停车功能为例,列车可以采用自身的零速信号或信号系统提供的零速信号控制停车,但因信号集成商设计理念存在差异,其提供给列车的零速信号方式并不完全一致。为实现该功能分配上的通用性,可采用包容性描述,在异常处理及注意事项上做如下要求:列车优先采用信号系统提供的零速信号;若信号系统未提供零速信号或零速信号故障,则可采用车辆制动系统提供的零速信号。

再以信号系统控制列车在区间自动停车为例,不同设备信号集成商控制列车的方式不同,设计时也应采用包容性描述,只要求结果,不体现实现方式,即在信号系统功能分配中做如下要求:应具备人工远程操作下区间运行列车主动停车的功能。

3) 落实以自动联动为重心的设计思路。以列车为例,列车上传到车辆调度工作站的报警和故障信息有数千条。在综合考虑车辆设备供应商、信号设备供应商、业主单位的不同建议后,确定仅对影响正常运营、造成列车停车的有联动功能的信息作分类描述和设计。按此原则,对列车发生受电弓异常降弓、牵引系统故障、制动系统故障、辅助逆变器故障、车载 PIS(包括车载广播、车载视频监控)故障、烟火报警系统故障、障碍物检测装置故障、列车照明/空调故障、列车车门故障、列车关键微型断路器断开故障、列车 TCMS 通信故障等 11 个故障场景进行联动设计。而仅有报警信息但不影响正常运营的列车故障不在联动场景和功能考虑范围内。

但为了指导运营,该类列车故障需要在运营文本中有所体现。

4) 全自动运行线路的特点之一是具有各种场景(特别是设备故障或应急场景)的视频联动功能,以便让 OCC 调度、车场调度及车站值班员能够及时掌握现场情况。对于视频联动功能的设计,应从视频自动联动时机、人工调看时机及联动方式等方面予以考虑。可对联动方式进行优化设计,将联动方式分为自动联动和半自动联动两种,并根据运营调度的需求在不同的工位上按需采用其中一种方式,以实现视频联动。发生报警故障/事件后,调度根据情况确定需要调看现场的视频画面时,ISCS 应只将报警后视频联动报警信息推送至调度工位,调度根据需求人工点击选择视频联动画面,以避免设备故障时系统自动联动大量的视频画面,对调度的正常工作造成干扰。

5) 系统设计应考虑实施的必要性和性价比。以轨旁广播设置为例,区间道岔区域内根据运营需求只设置广播,这足以满足设备维护时运营人员和维护人员间的联系需求。但如果在区间其他区域内仅设置广播而不设摄像头,应急疏散时调度无法了解线路区间的情况,不便于指挥人员疏散。如在区间布置摄像头,其布置原则、必要性和建设成本等都是设计时需要考虑的重点。再以列车唤醒功能设计为例,列车唤醒时是否需要做动态测试是需要考虑的重点,为此,本文对传统有人驾驶线路和全自动运行线路进行了分析,以判断动态测试是否具有必要性,最终确定列车唤醒时不做动态测试。

6) 对信号系统在不同场景下的处置方式作进一步细化。应全面分析信号系统在列车进站、出站、停站、正线区间运行及场段运行等不同场景下的行车处置原则。如设计中存在差异,应做明确描述和说明。

7) 进一步完善各系统的功能。例如,全自动洗车作业场景下对车库门的控制是新的研究课题,为了进一步提高信号系统的可用性和安全性,应确定信号系统联动打开、人工确认后联动关闭这一原则。洗车库库门状态由信号系统采集,同时洗车库库门的状态需纳入洗车机的控制回路中。

4 设计成果

根据设计思路,基于对联动功能及运营场景的分析,本文形成了全自动运行系统的联动场景及功

能文件,其中包括正常场景 21 类、故障场景 24 类及应急场景 18 类,如图 3 所示。



图 3 全自动运行线路的联动场景设计
Fig. 3 Linkage scenario design of FAO line

5 结语

全自动运行系统联动场景和联动功能的设计研究站在系统联动的角度,为全自动运行系统的建

设提供指导意见,并明确各核心专业所需要完成的联动功能。因此,此设计方案具有很强的通用性,对于规范全自动运行各核心专业的功能需求具有指导性意义。同时,此设计方案也可作为后期运营规则编制的参考性文件,可结合具体线路的运营流程、岗位职责划分、规章制度等,编制适用于本线路的运营文本文件。

参考文献

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部,中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 地铁设计规范:GB 50157—2013[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2013:140.

Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China, General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China. Code for design of metro:GB 50157—2013[S]. Beijing: China Architecture and Building Press, 2013:140.

- [2] 中国城市轨道交通协会. 城市轨道交通全自动运行系统规范第1部分:需求:T/CAMET 04017.1—2019[S]. 北京:中国铁道出版社有限公司,2019:15.
China Association of Metros. Urban rail transit—fully automatic operation system specification Part 1: requirements: T/CAMET 04017.1—2019[S]. Beijing: Beijing China Railway Publishing House,2019:15.

(收稿日期:2022-03-14)

(上接第17页)

- Ministry of Transport of the People's Republic of China. Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China. The 14th Five-Year Plan for Technological Innovation in Transportation [EB/OL]. (2022-03-10) [2022-04-15]. https://www.mot.gov.cn/zhuanli/shisiwujiysfzgh/202204/t20220408_3650006.html.
- [2] 中华人民共和国交通运输部. 城市轨道交通设施设备运行维护管理办法:[EB/OL]. (2019-07-27) [2022-04-15]. https://www.mot.gov.cn/zhengcejiedu/sssbxwh/xiangguanzhengce/201908/t20190802_3233407.html
Ministry of Transport of the People's Republic of China. Measures for the Administration of Operation and Maintenance of Urban Rail Transit Facilities and Equipment: [EB/OL]. (2019-07-27) [2022-04-15]. https://www.mot.gov.cn/zhengcejiedu/sssbxwh/xiangguanzhengce/201908/t20190802_3233407.html.
- [3] 崔学忠,贾文峥. 中国城市轨道交通运营发展报告(2019—2020)[M]. 北京:社会科学文献出版社,2020:81.
CUI Xuezhong, JIA Wenzheng. Report on the development of urban rail transit operation in China (2019—2020) [M]. Beijing: Social Science Academic Press (China),2020:81.
- [4] 中华人民共和国交通运输部. 城市轨道交通运营设备维修与更新技术规范第1部分:总则:JT/T 1218.1—2018[S]. 北京:人民交通出版社,2019:3.
Ministry of Transport of the People's Republic of China. Technical specifications of operation equipment maintain and update for urban rail transit—Part 1: General:JT/T 1218.1—2018[S]. Bei-

jing: China Communications Press,2019:3.

- [5] 陈思维. 上海轨道交通3、4号线信号系统改造方案研究[J]. 城市轨道交通研究,2021(7):148.
CHEN Siwei. Research on signaling system transformation scheme of Shanghai urban rail transit Line 3/4[J]. Urban Mass Transit, 2021(7):148.
- [6] 王坚. 城市轨道交通线路级信号系统大修改造工程筹划研究[J]. 城市轨道交通研究,2021(11):88.
WANG Jian. Research of urban rail transit line level signaling system overhaul and reconstruction project planning[J]. Urban Mass Transit,2021(11):88.
- [7] 张郁. 上海轨道交通2号线信号系统的更新改造[J]. 城市轨道交通研究,2020(6):126.
ZHANG Yu. Signal system renewal and transformation of Shanghai urban transit Line 2[J]. Urban Mass Transit,2020(6):126.
- [8] 包佳伟,吕丰武,徐烨,等. 大修线路信号系统改造方案的研究[J]. 铁路通信信号,2020(4):91.
BAO Jiawei, LYU Fengwu, XU Ye, et al. Reconstruction scheme for signal system of the overhaul line[J]. Railway Signalling & Communication,2020(4):91.
- [9] 马永恒. 城市轨道交通信号系统改造倒接方案设计[J]. 微型机与应用,2015(19):7.
MA Yongheng. Signal system migration design of urban transit re-vamping project [J]. Microcomputer & Its Applications, 2015 (19):7.

(收稿日期:2022-04-16)

欢迎订阅《城市轨道交通研究》

服务热线 021—56830728 转 821