

城市轨道交通CBTC互联互通网络化运营研究

刘建华 刘鸿霞

沈阳地铁集团有限公司运营分公司 辽宁 沈阳 110000

[摘要] 伴随着信息技术和人工智能技术的发展创新以及应用,客流需求的不断增加,致使运营规模不断扩大,运营制式的多元化、运营线路的网络化趋势愈加明显。这也对城市轨道交通的运营管理提出了新的需求。实现互联互通有利于地方城市轨道交通建设的标准化,降低产品研制和线路采购标准,进一步降低采购成本;有利于实现资源共享,降低全生命周期建设成本;能够实现城市轨道交通的网络化运营,对于轨道交通行业的发展有着重要的意义。

[关键词] 城市轨道交通; CBTC互联互通; 网络化运营

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-627X.2021.12.370

引言

智慧城市轨道交通系统是由列车运行系统、通信系统、信号系统、自动售检票系统、乘客资讯系统、综合监控系统、综合安防系统等多个子系统构成的典型复杂系统。大量列车运行及乘客出行等时空数据信息在子系统中产生并在各子系统间传输。如何集成系统信息资源并对信息进行监控、分析和处理,从而协调各子系统的有序运行,保障城市轨道交通系统的安全、可靠、高效的运营,为用户提供智慧化服务是运营管理者面临的巨大挑战。因此,需要基于子系统和需求特征建立一个广泛适用的、可操作的、灵活的体系架构。

1 互联互通的概念与含义

在城市轨道交通中,互联互通是指在不同的线路轨道中车辆、信号、通信以及供电等多个部门相互兼容,通过协调可以实现资源共享从而降低运行成本,提高资源使用效率和服务水平。另外,还可以为乘客提供更加便携、人性化的服务,从而达到不同交通网络与线路之间的衔接处理。互联互通是实现多模式、多功能的轨道交通网络化运营和全面发展的关键,它可以建立一个互联互通、融合运行的服务体系,提高整个城市交通运输行业的发展水平。互联互通包含两个方面:一是物理层面的互联互通。这一层面是指根据不同的线路、设备之间的相互兼容性,采取专业的技术与方法实现整个运营组织的协调,达到不同路线之间的相互联系。这一层面的互联互通主要特点是车辆在不同线路或者不同运输体系之间的连通运行,可以保证乘客的出行服务水平,灵活地实现多种跨线路运行方案,提高整个网络的综合效率。当前我国轨道交通运输中物理层面的互联互通是对既有铁路的网络相互连接、高速铁路的互联互通以及城市轨道交通网的互联互通等多方面的内容。二是服务层面的互联互通。由于受到交通工具种类、轨道形式以及相关设备自身性质的限制,在不能够实现物理层面互联互通的条件下,可以通过便携、高效、人性化的服务达到交通网络不同线路之间的高效协同,这种方式被称为服务层面的互联互通。目前我国的服务层面互联互通主要表现在乘客的一体化、出行一体化、票务服务等多个方面。

2 AFC系统互联互通发展现状

AFC系统是城市轨道交通运营企业面向乘客服务的重要服务窗口,互联互通的实现可以推动乘客服务、运营维护的协同一体化发展,可以有效促进都市圈轨道交通的高质量发展,从而达到提升管理效率、降低运维成本、提升乘客服务水平以及跨行政区域协同的目的。从国外都市圈轨道交通互联互通建设经验来看,以伦敦、巴黎、东京等为代表的国外都市圈已经实现了不同制式轨道交通之间的互联互通和票务体系的统一和兼容。但是由于外国国情和交通系统运营管理模式与中国的发展现状存在较大差异,国外的城市轨道交通互联互通建设经验不太适合中国,只能作为一定的参考借鉴。中国已经开展对轨道交通互联互通技术的探索和尝试,尤其是在票务管理方面已有了部分成功案例。比如以交通运输部一卡通、银联云闪付、二维码扫码赋能等为代表的支付方式在城市间已经实现了互联互通;以广州都市圈、杭州都市圈为代表,将都市圈中心城市的票务清分系统升级为区域级票务清分系统实现了都市圈AFC系统的互联互通。

3 城市轨道交通CBTC互联互通网络化运营

3.1 CBTC互联互通故障处置原则

全局调度系统故障时,全局调度员需将互联互通调度权转换至单线调度员,由单线调度员指挥,全局调度员负责统一协调,维持跨线运营。联络线进路不能自动触发时,由跨线列车交出线行车调度员向接入线行车调度员申请进路,待接入线行车调度员确认接入车进路准备妥当后,方可排列跨线列车发车进路,维持跨线运营。跨线列车在正线发生故障,且短时间运营秩序无法恢复时,由全局调度员发布停止跨线运营的调度命令,待故障列车故障处理完成或救援至故障车停留线后恢复跨线运营。交出线或接入线行车设备(信号、通信、接触网、车辆等)故障,中断运营或需调整列车交路时、全线车站乘客信息系统(PIS)或广播发生故障不能正确引导乘客乘坐时、发生恐怖袭击及其他公共安全类事件时、联络线发生故障不满足行车条件时,应由全局调度员发布停止跨线运营的调度命令,待故障处理完成后恢复跨线运营。

3.2 互联网乘车凭证互联互通

互联网乘车凭证包含二维码乘车码、银联NFC闪付产品、生物标签凭证等,属于“互联网+AFC系统”时代的产品。互

联网乘车凭证一般采用实时联机或准实时联机交易的方式，票务管理核心工作由城轨企业的互联网票务系统负责。二维码乘车码由轨道公司遵循自身的标准发行，凭证上具有显著的个性化标签。而以银联NFC闪付为代表的NFC虚拟票、生物标签等凭证由其发行方式限定，在凭证上无法实现个性化标签。因此针对互联网票务凭证的互联互通，二维码乘车码可以由各城市城轨企业的互联网票务系统进行控制，也可以由中心城市的互联网票务系统进行统一管理。而NFC虚拟票、生物标签等凭证由于无法区分发行城市主体，在城市间互联互通时只能采用一个中心进行管理与控制，建议由都市圈中心城市进行统一管理。

3.3 车辆管理与共享

传统运营模式下，运营结束后列车均需回到各自所在原车辆段，导致大量的空驶浪费。互联互通模式下，可采用异地停放及检修的方式：互联互通列车正常运营结束时，就近回段，减少列车空驶里程；遇到运行图调整或车辆故障情况时，需安排列车到就近车场进行检修或者故障处理。车辆异地停放及检修主要需考虑车辆基地停放能力、车辆检修能力限制问题。为解决该问题，重庆市轨道交通建立设备设施检修信息化管理系统，车辆异地检修时，只需在车辆检修系统中进行授权即可建立相关的检修记录。当本线车辆基地存在停放能力富余时，可安排部分其他线路常态化停放本线，并安排相应的车辆检修人员常驻办公，实现异地检修。当互联互通线路车辆基地列车停放数量均已经达到停放能力时，可通过“交换”列车的方式，实现异地检修，为满足交换后车辆检修对车辆基地检修能力的要求，尽可能保障“交换”的列车检修状态相同。

3.4 轨道交通多制式复合网络通道走廊规划融合

轨道交通多制式复合网络通道走廊规划融合步骤如下：

①分析节点要素流强度、需求总量、空间距离等节点间相互关系，确定节点间各制式轨道线路连接的基本条件。②根据经济吸引力和凝聚力、客货运输需求，确定区域空间发展轴线网，进而确定轨道交通运输通道走廊的大致方向。③依据城市群空间结构、人口规模分布、产业布局、轨道交通各制式运输需求等，运用宏观分析法，结合区域空间发展轴线，初步判定轨道交通线网各制式通道走廊的数量和大致走向。④综合运用、出行期望径路图法（以最短路径为准则）、两步聚类法/又称二阶聚类分析法定量分析生成轨道交通线网通道走廊的具体走向的初始方案集；其中在交通区位线法中，具体由连结节点等级确定交通区位线等级，高等级区位线对应于骨干线网，决定了通道走廊的主要方向，中等级区位线对应于次干线路，有效延伸和拓展骨干线网，低等级交通区位线对应于支线线路；出行期望径路图法以最短路径为准则。

3.5 智能运维工作流程

城市轨道交通智能运维系统中信息采集包括信号、通信、车辆、工务等各方面的设备信息，借鉴故障预测与健康管理体系对复杂工程健康状态进行监测、预测和管理的思路，提出城市轨道交通智能运维系统工作流程。智能运维系统实时接收来自ATS系统、车载系统等信号系统传输的实时数据，通过推理诊断、预兆推理与异常推理等处理程序，判断是否发生故障或异常。当发生故障或异常状态时，通过专家系统诊断和大数据模型分析，结合当前人员、备件情况，确定所需数据资源、备件可用度，选择并推荐合格人员，给出维修方案。同时，智能运维系统还可为培训系统提供后台支持，提供包括素质测评、操作测评、知识考核等方面的培训内容。

3.6 客运组织

为避免发生乘客坐反车、坐错车等情况，应在客运组织方面加强宣传引导工作，尽可能确保乘客正确选择所需乘坐列车。可采用的宣传方式有：互联互通运营前，通过新闻、报纸、广播等多种媒体宣传；互联互通运营中，加强乘客引导，通过贴图、PIS互联互通列车信息显示、地面引导标识、车站及列车广播、站务员引导等多种方式引导乘客乘车。在加强宣传力度的基础上，通过升级改造乘客服务系统，提高乘车服务信息准确性，尽可能降低乘客误乘率。

结束语

随着城市轨道交通的高速发展，网络化运营时代已经到来。互联互通运行模式下能够有效地节约乘客的出行时间，缓解车站的客流量压力，同时增加行车组织方式，实现了运输资源的充分调配和共享。互联互通运营能有效提升服务水平，提高乘客满意度，创造出巨大的社会效益和经济效益。随着技术的发展和不断进步，基于信息化和智能化的互联互通信号系统必将成为将来的发展趋势。

参考文献

- [1] 胡新. 铁路通信骨干传输网京沪穗、东南环改造工程建设经验总结及关键技术指标研究[J]. 铁道通信信号, 2020, 51(9): 42-45, 50.
- [2] 孙创. 基于5G无线通信技术的城市轨道交通信息传输系统设计[J]. 计算机测量与控制, 2020, 29(3): 234-237, 247.
- [3] 何琰. TETRA数字集群通信系统在秦沈客运专线中的应用研究[D]. 天津: 天津大学, 2020.
- [4] 沙学军, 谭学治, 陈娟. 数字集群网系统总体方案的探讨[J]. 移动通信, 2020(4): 19-23.
- [5] 李伟章, 杨海江. 城市轨道交通通信[M]. 2版. 北京: 中国铁道出版社, 2020.
- [6] 潘焱, 田华, 魏安全. 无线通信系统与技术[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2020.