

doi: 10.3969/j.issn.1672-6073.2022.02.023

都市圈轨道交通 AFC 系统互联互通建设关键问题探讨

张 鹏¹, 王 健², 陆 斌¹

(1. 南京熊猫信息产业有限公司, 南京 210012; 2. 南京地铁建设有限责任公司, 南京 210005)

摘 要: 为了打造“一小时通勤圈”, 建设“轨道上的城市群、都市圈”, 形成“一票式”的互联互通新格局, 建立城市间城市轨道交通自动售检票系统互联互通机制非常有必要。从标准、乘车凭证、计费及优惠方式、互联互通建设现状等角度对制约 AFC 系统互联互通发展的关键问题进行分析。从系统架构、标准编制、乘车凭证互联互通、票务管理互联互通等角度对 AFC 系统互联互通的建设提出建议, 为后续都市圈 AFC 系统票务运营一体化建设提供借鉴与参考。

关键词: 城市轨道交通; 自动售检票系统; 互联互通; 票务一体化

中图分类号: U231

文献标志码: A

文章编号: 1672-6073(2022)02-0149-06

Key Problems of Interconnectivity Building for Rail Transit AFC Systems in Metropolitan Areas

ZHANG Peng¹, WANG Jian², LU Bin¹

(1. Nanjing Panda Information Industry Co., Ltd., Nanjing 210012;

2. Nanjing Metro Construction Co., Ltd., Nanjing 210005)

Abstract: In order to create a “one-hour commuter circle,” build an “urban agglomeration and metropolitan circle on the track,” and form a new pattern of “one ticket” interconnection, establishing the interconnection mechanism of an automatic fare collection system of urban rail transit between cities is vital. This study analyzes the key problems restricting the development of AFC system interconnection from the perspectives of standards, ticket vouchers, billing and preferential methods, and the current situation of interconnectivity building. This study proposes suggestions on building AFC system interconnectivity from the perspectives of system architecture, standard preparation, interconnection of ticket vouchers, and ticketing management interconnection, to provide reference for intergration of ticketing operations of AFC systems in metropolitan areas.

Keywords: urban rail transit; automatic fare collection system; interconnection; ticketing integration

当前中国经济发展的空间结构正在发生深刻变化, 城市群、都市圈等正成为承载区域经济高质量一体化发展的重要空间载体^[1]。如何构建功能定位精准、规划布局合理、网络层次清晰、衔接一体高效的现代化轨道交通系统, 打造“一小时通勤圈”, 建设“轨道

上的城市群、都市圈”成为了各地政府“十四五”规划的热词^[2]。截至 2021 年 6 月, 长江三角洲、成渝地区、福州地区等多个都市圈区域协同发展规划陆续获批, 都市圈轨道交通大爆发时代即将来临。

为了打造“一小时通勤圈”, 建设“轨道上的城市

收稿日期: 2021-06-06 修回日期: 2021-08-18

第一作者: 张鹏, 男, 高级工程师, 从事自动售检票系统软件研发及管理工作, peng.zhang@panda.cn

引用格式: 张鹏, 王健, 陆斌. 都市圈轨道交通 AFC 系统互联互通建设关键问题探讨[J]. 都市轨道交通, 2022, 35(2): 149–154.

ZHANG Peng, WANG Jian, LU Bin. Key problems of interconnectivity building for rail transit AFC systems in metropolitan areas[J]. Urban rapid rail transit, 2022, 35(2): 149–154.

群、都市圈”，形成“一票式”的互联互通新格局，建立城市间城市轨道交通自动售检票(AFC)系统互联互通机制非常有必要。目前中国 AFC 系统伴随着交通运输部一卡通、银联云闪付、二维码转码赋能等不同支付方式的广泛应用，目前的有障碍换乘方式基本满足了乘客在不同城市的“一票式”出行需求，实现了 AFC 系统互联互通初级应用^[3]。以都市圈中心城市为原点，适当向周边多个城市进行延伸建设，逐步将多个城市轨道交通 AFC 系统进行联网运营，逐渐以无障碍换乘方式形成通畅的城市群大交通网络下的互联互通新格局必将成为行业发展趋势。

1 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^[4]。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、二维码转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。

2 制约 AFC 系统互联互通发展因素

中国轨道交通 AFC 系统经过了近 30 年的发展，已经形成了完整的产业链，在城市内实现 AFC 系统互联互通技术已经非常成熟。但随着时间的推移，都市圈协同发展概念的明晰，城市间实现 AFC 系统互联互通还存在一定的障碍，一些弊端也逐渐凸显，具体表现为技术标准指导性不足、各城市的乘车凭证存在技术差异、计费及优惠方式存在差异、市域(郊)线路互联互通建设现状复杂。

2.1 技术标准指导性不足

都市圈城市轨道交通互联互通工程是国家推动区域协调发展的战略规划，其中 AFC 系统互联互通是提升乘客服务质量的重要途径，应遵循“统筹规划、顶层设计、资源整合、信息共享”的总体要求进行相关指导性标准的编制，构建统一建设标准、服务标准和评价体系，推动信息互联、票务互认、支付互融、管理互通，逐渐达到跨行政区票务运营一体化、协同化的战略目标^[5]。

目前行业内与 AFC 系统相关的已发布标准有《城市轨道交通自动售检票系统技术条件》、《城市轨道交通自动售检票系统工程质量验收标准》、《智慧城市轨道交通信息技术架构及网络安全规范》、中国城市轨道交通协会 AFC 系统相关团体标准(14 项)以及《XX 城市轨道交通自动售检票系统技术规范》。这些标准从国家、行业、企业等不同的层面对 AFC 系统的标准化进行了相关阐述，指导了城市内部 AFC 系统互联互通的建设，对行业健康有序的发展起到了积极促进作用。

但是针对 AFC 系统城市间互联互通相关内容提及较少，又因各城市 AFC 系统建设时乘车凭证制式、票务管理等均遵循本城市的企业级技术规范，导致了国内各城市已建成的 AFC 系统存在一定差异，城市间互通性表现不足。尤其是近年来以二维码为代表的移动支付技术在各城市得到了广泛的应用，AFC 系统支付方式逐渐呈现多元化发展趋势，在关键技术互联互通方面还存在一定的分歧，更是加剧了各城市间标准化的差异，严重制约了城市间轨道交通 AFC 系统互联互通的高效发展。

2.2 乘车凭证存在技术差异

AFC 系统支付方式多元化主要体现在乘车凭证的选择上。目前 AFC 系统支持的主流乘车凭证可以分为传统的非接触式脱机交易凭证和新型的互联网联机或准实时联机交易凭证。传统脱机交易凭证采用非接触式脱机方式进行分时分段消费，代表凭证有地铁实体单程票、地铁储值票、城市公共交通一卡通等。新型互联网联机凭证遵循“实名制”原则，一般采用实时联机或准实时联机方式进行分时分段消费^[6]，代表凭证有银联 NFC 闪付产品、二维码乘车码、生物标签凭证等。

以实体单程票为例，从凭证介质选型角度来看，单程票芯片有 UL 和 UL-C 两种，在封装方式上可以分为筹码型和薄卡型。对开通地铁运营城市的单程票选型进行分析，天津、南京、广州、深圳、佛山、东

莞、福州、厦门、南宁、武汉、长沙、南昌、清远等城市采用了筹码型单程票。

从都市圈互联互通建设角度进行分析，目前各都市圈筹码型单程票和薄卡型单程票均有使用。如表 1 所述，以首都、南京都市圈为例，若实现城市间 AFC 系统无障碍换乘互联互通，则既有城市的实体单程票不具备互联互通的基础条件。

表 1 都市圈地铁单程票选型举例分析
Table 1 Example analysis of Metro single ticket selection in metropolitan area

都市圈	都市圈城市	拟建设或已建设地铁城市 单程票封装方式
首都都市圈	北京、天津、保定、唐山、廊坊、张家口、...	北京(薄卡型)、天津(筹码型)
南京都市圈	南京、镇江、扬州、淮安、马鞍山、滁州、芜湖、...	南京(筹码型)、芜湖(薄卡型)、扬州(待定)、马鞍山(待定)、滁州(筹码型)
苏锡常都市圈	苏州、无锡、常州	苏州(薄卡型)、无锡(薄卡型)、常州(薄卡型)

从 AFC 系统建设指导标准角度来看，如表 2 所示，以苏锡常都市圈为例，苏锡常 3 个城市的票务清分系统均随地铁 1 号线同步开通。AFC 系统技术标准均由业主单位牵头、设计单位总包、ACC/AFC 系统承建单位配合进行编制。3 个城市建设时间和 AFC 标准的参编单位均不相同。从时间跨度上看，前后经历了近十年的发展，这十年正是中国轨道交通 AFC 系统高速发展的十年，其中技术一直在迭代，理念不断创新，票务管理的需求也随之变化。主要表现为地铁单程票、地铁储值票、二维码乘车码、生物标签凭证等由城轨企业自己发行的凭证，其数据结构和管理要求存在差异，用于实现城市间互联互通其基础较弱；城市公共交通一卡通、银联 NFC 闪付产品等由外部合作企业发行的乘车凭证，在设计时就进行了顶层设计，基本满足了城市间的互联互通要求，用于城市间无障碍换乘具有一定的技术基础。

表 2 苏锡常地铁建设单位分析
Table 2 Analysis on the construction unit of Suzhou, Wuxi, and Changzhou metros

城市	开通时间	标准 编制单位	ACC 建设单位	AFC 建设单位
苏州地铁	2012.4	广州地铁咨询、东南大学	华腾	华虹、网新、熊猫、方正
无锡地铁	2014.7	北京城建院、东南大学	熊猫	华腾、华铭、新科、方正、华虹
常州地铁	2019.9	北京城建院、东南大学	熊猫	中软、熊猫

2.3 计费及优惠方式存在差异

票价计费及优惠方式是城市轨道交通客运服务的一个重要环节，它可以有效地促进城市公共交通运力的供需平衡。制定一个合理票价需要考虑到线路运营成本、居民承受能力、公交与地铁运力协同等问题，且最终实施前均需要经过当地物价局的“票价听证会” [7]。

在计费规则上，以南京、苏州、无锡、常州等城市的地铁票价计价规则为例，票价计算规则均采用里程分段计价方法，实行“递远递增”，不同的是相同票价在不同的城市可乘坐里程数不同，如图 1 所示。

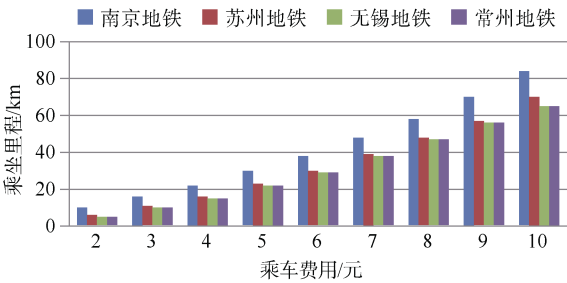


图 1 相同票价可乘坐里程对比

Figure 1 Comparison of available kilometerage at the same fare

在优惠方式上，以南京、苏州、无锡、常州等城市的普通成人卡为例(见表 3)，对各城市公共交通工具之间的换乘优惠进行分析，可以看出各城市的公共交通工具之间均支持了换乘优惠，方案大体相同，在换乘计算时间和优惠时间间隔方面略有区别。

2.4 互联互通建设现状复杂

结合中国市域(郊)轨道交通建设现状和规划，都市圈城市间 AFC 系统如何实现互联互通，在方案上将存在多样性，主要体现如下：

- 1) 以某城市为中心城市适当向周边城市进行延伸建设，周边城市暂无市内轨道交通线路建设规划。
- 2) 以某条市域(郊)轨道交通为契机，实现两个城市的 AFC 系统互联互通，且两个城市均有完善的 AFC 系统层级。
- 3) 以某城市为中心城市适当向周边多个城市进行延伸建设，将形成多个城市的 AFC 系统互联互通，而多个城市的 AFC 系统建设情况不一。

3 AFC 系统互联互通建设建议

中国都市圈 AFC 系统互联互通建设正处于起步阶段，目前存在建设出资方与运营方不同、支持的乘车凭证种类及业务规则不同、不同运营主体的

表 3 换乘优惠方案分析

Table 3 Analysis of transfer preferential schemes

序号	城市	公交基础折扣	地铁基础折扣	换乘优惠时间间隔/min	换乘优惠方案概要
1	苏州	6 折	95 折	90	基础票价最高减 2 元, 同时享受基础折扣优惠; 公交换乘地铁时, 轨道交通以进站时间为准; 地铁换乘公交时, 轨道交通以出站时间为准
2	无锡	6 折	95 折	90	基础票价最高减 2 元, 同时享受基础折扣优惠; 公交换乘地铁时, 轨道交通以进站时间为准; 地铁换乘公交时, 轨道交通以出站时间为准; 支持二维码换乘优惠
3	常州	6 折	95 折	60	基础票价先优惠 1 元, 同时享受基础折扣优惠; 轨道交通换乘时间以进站时间为准
4	镇江	5 折	—	30	持卡人在第一次刷卡后 30 min 内换乘其他公交线路在享受票价 5 折优惠的基础上再优惠一人次, 优惠额度为 0.5 元
5	南京	8 折	95 折	90	公交车、有轨电车、轮渡换乘地铁优惠 1 元, 地铁换乘公交车、有轨电车、轮渡等优惠 1.6 元, 同时享受基础折扣优惠, 轨道交通换乘时间以进站时间为准, 地铁乘车同时享受累计优惠。

管理方式和要求有所区别等问题。结合行业发展方向及趋势, 要实现中国都市圈轨道交通 AFC 系统互联互通高效、高质的发展, 应从顶层设计角度出发对 AFC 系统架构再定义, 从建设角度出发编制可用于指导区域 AFC 系统互联互通建设的标准, 从乘客角度出发实现“一票式”的便捷出行, 从运营角度出发构建跨行政区票务协同一体化的运营体系。

3.1 系统架构

中国轨道交通 AFC 系统经过多年的发展, 城市内各条线路 AFC 系统互联互通技术已经非常成熟, 系统架构已经呈多元化发展。传统的 IC 卡交易仍采用传统五层架构, 新型移动支付交易已采用 3 层架构, 交易传输方式上已从传统的文件传输向实时报文传输转变, 清分系统、互联网票务系统、线路中央计算机系统进行了功能整合, 逐渐采用云平台与本地相结合的部署方案^[8]。

3.1.1 互联互通遵循原则

都市圈 AFC 系统互联互通架构应遵循以下原则:

- 1) 应考虑建设方、出资方、运营方的不同和各城市票务管理政策的差异, 制定适宜的区域协同政策, 可采用不同的接入方式实现各城市的票务系统(清分系统、互联网票务系统)的互联互通。
- 2) 城市轨道交通自动售检票系统应通过信息接口与城市公共交通一卡通系统对接, 满足城市一卡通在城市轨道自动售检票系统中的应用要求。
- 3) 车站终端设备可以通过信息接口直接与互联网票务系统对接, 完成二维码扫码支付、二维码扫码过闸、银联云闪付刷卡过闸、生物识别支付等实时联机或准实时联机业务功能的实现。
- 4) 互联网票务系统应通过信息接口与移动业务服务商对接, 满足新型移动支付业务在城市轨道交通

中的使用。

5) 移动支付业务服务商应具备转码赋能功能, 可将乘车码赋能给其他城市移动支付服务商, 有效解决不同城市间新型票证的“一票制”问题。

3.1.2 互联互通接入方式

如图 2 所示, 都市圈 AFC 系统互联互通架构能适应不同的接入方式, 实现不同城市票务系统的互联互通, 以满足不同城市 AFC 系统的卡种参数、票价参数、对账文件、交易信息等数据的可信交换^[9]。可参考模型如下:

- 1) 市域(郊)线路接入中心城市的多线路中心系统, 其数据清分功能由中心城市的清分系统进行统一管理。
- 2) 由两个城市的清分系统相互接入进行可信清分或将中心城市的清分进行适当改造将其升级为市域(郊)清分系统, 由其负责接入城市的票务清分工作。
- 3) 都市圈形成城市群互联互通后, 由多个城市共同商讨建设区域级票务清分系统, 各城市的票务系统均接入区域级票务清分系统。区域级票务清分系统主要负责跨市域(郊)数据的清分功能, 各城市内部数据清分工作均由自身的清分系统完成。

3.2 标准编制

城市级 AFC 系统建设主要参考标准为《XX 城市轨道交通自动售检票系统技术规范》, 实现了城市内部不同线路 AFC 系统的无障碍换乘互联互通。城市间 AFC 系统互联互通可以分为有障碍换乘和无障碍换乘互联互通。从国内建设现状来看, 有障碍换乘互联互通已经得到了较好的适配, 无障碍换乘互联互通则刚起步, 尚无统一指导标准。

以南京都市圈为例, 2021 年 6 月 22 日, 南京地铁集团以宁句、宁滁、宁扬、宁马市域轨道交通为依

托申报都市圈智慧市域快轨示范工程获批。在示范工程中将建立南京都市圈 AFC 系统互联互通机制，形成跨市域畅达畅行的乘客服务体系，提出基于清分结算系统的票务系统整体解决方案。

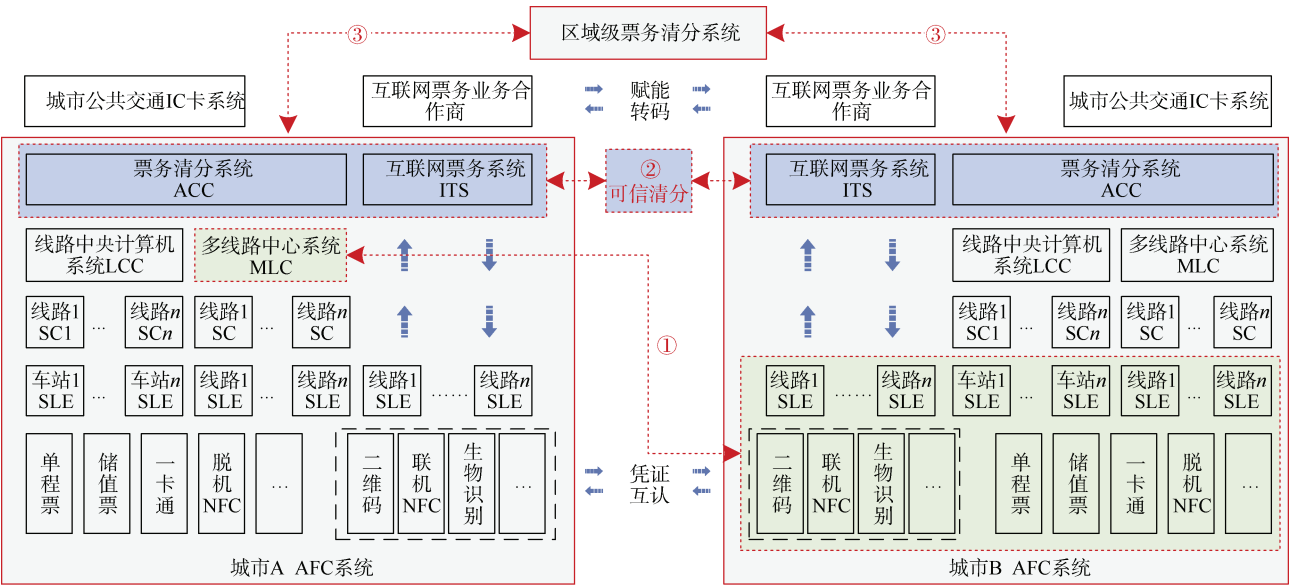


图2 城市轨道交通自动售检票系统互联互通架构
Figure 2 AFC interconnection architecture of urban rail transit

可依托南京都市圈智慧市域快轨示范工程，并结合杭州、广州、深圳、上海、北京等都市圈轨道交通互联互通建设经验，从顶层设计角度出发，对都市圈 AFC 系统架构及功能进行重新定义，对都市圈 AFC 系统的接入方式、数据接口、乘车凭证及流程、票价规则、票务管理制度等进行标准化定义并进行工程实践，把南京都市圈建设成为具有全国影响力的现代化都市圈的总体思路。

3.3 乘车凭证互通

3.3.1 实体单程票互联互通

实体单程票一般由自动售票机发售，限当日、当站、限时使用，乘客离开付费区时由出站检票机回收，即作为共享的资源随同乘客在各线路之间无障碍流通。单程票日常调配管理以车站小循环为主，即出站闸机回收的车票经过消毒后加装到自动售票机上再次投入使用。当车站单程票流出数量大于流入数量导致车站库存不足时，可由线网控制中心根据管理流程进行调拨增补，即线网大循环。

如果互联互通城市中一个城市采用筹码型单程票，另一个城市采用薄卡型单程票，此时因单程票采用封装方式不同，既有车站终端设备无法实现兼容处理，不具备互联互通的基础条件。当互联互通城市的单程票封装方式相同时，既有车站终端设备可以实现兼

容处理，则单程票已具备互联互通的条件基础。此时需要从城市间换乘方式角度来探讨单程票的互联互通。

1) 有障碍换乘。两个城市间采用有障碍换乘，即出站换乘，乘客需在换乘站先出站，再购票、安检、进站的一种换乘方式。该种方案不受 AFC 系统技术标准限制，目前中国既有建设现状已支持。

2) 无障碍换乘。当两个城市的 AFC 系统建设标准相同，即单程票的数据结构和发行标准均以某一城市的标准为准，此时单程票可以直接支持城市间的无障碍换乘。当两个城市单程票的数据结构和发行标准不同，如需实现两个城市单程票的互联互通，可以采用两种方式，一是对各自 AFC 系统进行改造以支持不同城市单程票的受理，二是通过协商机制，制订可用于城市间流通的专用单程票标准，并对各城市均对其 AFC 系统进行改造予以支持。上述方案中共性难点在于单程票资产及流通方式上的管理，具体体现为单程票的流通将从“车站小循环、线网大循环”转变为“车站小循环、线网中循环、城市大循环”。

3.3.2 地铁储值票互联互通

地铁储值票从功能角度可以分为员工票、月票、计次票、记程票等。考虑到城市 AFC 系统互联互通的复杂性以及其他更具有优势的互联互通乘车凭证已存在，地铁储值票不建议作为跨城市互联互通乘车凭证

使用。针对运营管理类的员工卡,可以采用分线路、分区域限制范围使用,以满足互联互通线路的管理需求。

3.3.3 城市公共交通 IC 卡互联互通

目前中国支持互联互通的城市公共交通 IC 卡有交通运输部一卡通和住建部一卡通两种,均已具备城市间无障碍换乘互联互通的技术基础,即 A 城市进站, B 城市可以正常出站。实现城市间城市公共交通 IC 卡互联互通的难点在于收单与结算方式的管理,建议如下:

1) 统一收单、统一结算。由都市圈中心城市的票务清分系统进行统一收单,其主要职能一是与其所在城市的公共交通 IC 卡发卡组织对 AFC 系统的收单数据进行清分与结算,二是负责不同城市间的关于 AFC 系统的收单数据在轨道交通内的清分工作。所在城市的公共交通 IC 卡发卡组织,其主要职责一是优先完成与 AFC 系统的清分与结算工作,二是与收单数据中的其他公共交通 IC 卡发卡组织进行清分与结算。

2) 各自收单、相互结算。由公共交通 IC 卡出站交易所在城市的票务清分系统进行统一收单,其数据的清分与结算规则与方案 1 基本相同。该方案难点在于城市间 AFC 系统收单数据为多点清分,即每个城市均与其所在城市的公共交通 IC 卡发卡组织进行数据清分与结算,加大了城市间 AFC 系统数据对账规则的复杂性。

3.3.4 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。

3.4 票务管理互联互通

由于建设、运营、管理主体不同,票务系统互联互通应从区域协同角度出发进行顶层设计与规划,应充分考虑票价计价及优惠规则、系统运营时间、票务

规则处理的互联互通。

3.4.1 票价及优惠规则建议

结合对既有票价计费规则的分析,目前各城市轨道交通运营企业针对乘客行程的计费规则方案大体相同,细节均存在差异。从乘车凭证互联互通方式来看,不同的凭证可采用的互联互通方式也不同。从票价制定的政策法规来看,所有票价的发布均需经过当地物价局的“票价听证会”后方可实施。以南京地铁宁句线为例,既有南京地铁最新票价政策中乘客乘坐里程超过 61 km 后,每乘坐 15 km 计费 1 元。如果该乘客乘坐宁句线由南京出发至句容(归属镇江),假设南京段计费里程处于 61~76 km 的区间,则句容段将会不产生费用。此场景下,句容段如何计费则需南京、句容两地政府职能部门协议解决。因此城市间 AFC 系统互联互通后都市圈城轨企业采用统一的票价政策实施难度较大。综合分析,城市间 AFC 系统互联互通后采用分段、分城市计价方案更为适合、更符合我国城市轨道交通的发展趋势。

3.4.2 系统运营协同

应从系统关键业务的一致性角度出发,将系统运营日时间、不同的业务管理的日切换时间、报表出具时间进行统一,确保数据交换、数据清分、数据结算的数据源具有一致性。同时还应具备大数据分析能力,可以对运营历史数据进行分析,对换乘站点的客流进行预测,为不同线路换乘、列车协调调度提供决策依据^[10]。

3.4.3 票务管理协同

初始建设的市域(郊)线路多是委托中心城市运营,即运营管理模式与中心城市相同。结合区域票务协同一体化发展趋势,区域互联互通城市群应制定统一的票务管理政策,明确不同主体间的管理界面,确保联网系统面向乘客服务的一致性。从运营及维护管理角度出发,应加强从业人员的培训,提高从业人员的业务技能,将“以乘客为中心”的服务理念贯穿运营服务的各个环节。

4 结语

都市圈 AFC 系统互联互通是新时代下中国城市轨道交通建设的新挑战,是实现区域协调发展的关键要素。对都市圈 AFC 系统互联互通建设关键问题进行讨论与研究是都市圈智慧轨道交通高质量、可持续发展的必然选择。本文中的讨论期望为中国都市圈票务协同一体化建设提供新的思路。

(下转第 161 页)