

苏州城市轨道交通售检票系统多源 市民卡兼容接入研究^{*}

付保明¹ 梁君¹ 张宁² 陈莹¹

(1. 苏州市轨道交通集团有限公司, 215006, 苏州;

2. 东南大学智能运输系统研究中心轨道交通研究所, 210018, 南京)

摘要 [目的]为了解决市域轨道交通运营时售检票系统对其他市民卡票种兼容接入的问题,需对苏州大市范围内的市民卡兼容接入进行统一规划,以形成一套完备的兼容接入方案。[方法]为此,根据苏州城市轨道交通售检票系统市民卡接入现状,梳理苏州市民卡的接入业务,分析市民卡兼容接入需求及接入工作内容;从优惠政策、技术标准、票卡结构等方面分析市民卡接入的实施难点及合理的解决思路,并根据交易结算方式提出间接接入、直接接入、混合接入3种兼容接入方案;从经济性、安全性、便捷性等层面对各方案进行了比选,并从标准制定、参数化配置两方面对兼容接入的具体实施提出建议。[结果及结论]研究和方案比较结果表明:售检票系统市民卡兼容接入涉及诸多难点,需多方协调解决;混合接入方案兼顾了改造工作量及各接入方的权益,灵活性强、适用性更好;制定市民卡兼容接入标准能够有效降低接入难度及接入成本。

关键词 苏州城市轨道交通;售检票系统;市民卡;兼容接入

中图分类号 U293.22

DOI:10.16037/j.1007-869x.2024.07.046

Compatible Access of Multi-source Citizen Cards in Suzhou Urban Rail Transit Ticketing System

FU Baoming¹, LIANG Jun¹, ZHANG Ning², CHEN Ying¹

(1. Suzhou Rail Transit Group Co., Ltd., 215006, Suzhou, China; 2. ITS Rail Transit Research Institute of Southeast University, 210018, Nanjing, China)

Abstract [Objective] To address the compatible access issue of other types of citizen card and ticket in ticketing system during urban rail transit operation, a unified planning on the compatible access of citizen cards within Suzhou pan-urban area is required to form a comprehensive solution for the compatible access. [Method] Based on the current citizen card access-

sibility situation in Suzhou urban rail transit ticketing system, the access service of Suzhou citizen cards is sorted, and the requirements and work content of citizen cards compatible access are analyzed. The implementation difficulties and reasonable solution ideas for citizen card accessibility are analyzed from aspects including preferential policies, technical standards, ticket card structure, and three compatible access solutions are proposed based on transaction settlement methods: indirect access, direct access, and mixed access. Solutions are compared and selected regarding economy, security, and convenience, and suggestions for the specific implementation of compatible access is proposed from two aspects of standards formulation and parameterization configuration. [Result & Conclusion] The research and solution comparison results show that the citizen card compatible access in ticketing system involves many difficulties, requiring coordination and resolution by multiple parties; the mixed access solution takes into account both the renovation workload and the rights and interests of each accessing party, displaying strong flexibility and better applicability; developing compatible access standards for citizen cards can effectively reduce the difficulties and cost of access.

Key words Suzhou urban rail transit; ticketing system; citizen card; compatible access

随着市域轨道交通的快速发展,中心城市与周边城市的联系日益密切。市域轨道交通线路接入中心城市轨道交通线网,并为乘客提供付费区一票制换乘^[1]等便捷的出行服务是“四网融合”发展的必然趋势。我国学者分别从清分结算^[2]、票卡互通^[3]等层面对市域轨道交通一票制换乘进行了大量研究。一票制换乘模式亦在广佛、杭绍等线路进行了充分的实践,积累了一定的行业经验。对周边城市乘客而言,市民卡是其交通出行的重要票卡,

^{*} 国家重点研发计划资助(2020YFB1600700);苏州市轨道交通集团有限公司科研项目(H202120045)

城市轨道交通 AFC(自动售检票)系统必须实现相关市民卡的兼容接入并为乘客提供诸如优惠乘车、换乘优惠等同质服务。然而,当前我国对市域轨道交通市民卡的接入及优惠问题研究尚少,缺乏可靠的参考依据。

苏州市范围内,除苏州市民卡外,还有昆山、太仓、常熟、张家港等县级市自主发行的市民卡。随着苏州市域轨道交通的发展,上述县级市的市民卡必将接入苏州城市轨道交通 AFC 系统。因此,研究多源市民卡的兼容接入,为市域乘客提供同质化服务,对苏州城市轨道交通 AFC 系统的发展有着重要意义。

1 市民卡接入的现状 & 需求

1.1 市民卡接入现状

当前,苏州城市轨道交通 AFC 系统已兼容接入包括苏州通卡、教育一卡通、市民卡等多种市区发行的票卡,以满足乘客的多种出行需求。乘客使用市民卡乘坐城市轨道交通时,享有优惠乘车、优惠换乘、免费乘车等服务。

对于张家港、常熟、昆山、太仓等县级市,若市民卡采用了住建部密钥体系,则不能在苏州城市轨道交通 AFC 系统中使用;若市民卡采用了交通部密钥体系,根据江苏省《全省城市公共交通一卡通工作实施方案》,市民能够使用该类市民卡乘坐苏州城市轨道交通,但不能享受优惠乘车、优惠换乘等便民服务,老年卡、学生卡等特殊票卡也未能享受免费乘车等服务。2021 年 5 月,苏州市范围开始发行新一代市民卡,用于逐步替代旧卡。该类市民卡执行交通部《城市公共交通 IC 卡技术规范》^[4]的技术要求,统一新增了江苏(苏州)一卡通的业务功能,可按城市公交一卡通的相关规定在苏州城市轨道交通 AFC 系统中使用。

1.2 市民卡接入需求

随着市域轨道交通延伸至周边县市,苏州城市轨道交通 AFC 系统不仅要满足周边县市的市民卡使用,还应为其提供与苏州市民卡同等的票务优惠政策。当前,苏州城市轨道交通对于市民卡的票务优惠政策主要有优惠乘车、优惠换乘、免费乘车三种。

1) 优惠乘车:乘客使用市民卡在一个自然月内累计乘坐城市轨道交通 1~15 次可享受票价 9.5 折优惠,第 16~30 次可享受票价 9 折优惠,第 31 次起

可享受票价 8 折优惠;市区 60~69 周岁老年人,凭本人老年卡刷卡乘车,享受票价 5 折优惠;市区普通高中、中专、技校、职高学生,凭本人学生卡刷卡乘车,享受票价 5 折优惠。

2) 优惠换乘:乘客使用市民卡乘车时,若本次刷卡与前次公共交通(不含城市轨道交通)刷卡时间间隔在 90 min 内,本次刷卡基础票价最高减 2 元,剩余票价享受对应卡种刷卡优惠。

3) 免费乘车:市区义务教育阶段学生凭本人有效期内的苏州教育 E 卡通免费刷卡乘车;市区 70 周岁及以上老人除工作日高峰时段(07:00—09:00、17:00—19:00),凭本人高龄卡免费刷卡乘车。

1.3 接入内容

对苏州城市轨道交通而言,多源市民卡的兼容接入涉及轨道交通 CCHS(中央清分系统)与市民卡的接口的调整、线网 TP(票务处理)程序及清分参数的更新、AFC 系统各级票务管理软件的扩展、终端设备读写器与市民卡的适配、票务处理终端^[5]的票务管理流程补充等工作。

通过 CCHS 与市民卡接口的调整,可完成市民卡交易结算、黑名单下发等工作;通过 TP 的更新,实现苏州大市范围内市民卡的识别、优惠计费、交易记录生成等;通过 AFC 系统各级软件的扩展,实现交易文件的生成、上传、审计、对账等;通过读写器与市民卡的适配,调整读写器的天线的电阻、电容、阻抗系数^[6]等,以达到所有市民卡最佳的读写效果;通过补充票务管理流程,以满足车站现场乘客票务的异常处理需求。

对于市民卡的发售、充值、发票开具等工作,建议保持现有的处理模式,由市民卡公司自行处理。同时,可在市域线特定车站设置市民卡票务终端,以满足乘客充值、票务查询等需求。在财政补贴方面,可由各地方政府分别对本地市民卡的城市轨道交通出行交易进行补贴。

2 多源市民卡的接入难点

诸多市民卡的兼容接入是一项复杂的系统工程,票卡的使用及乘车优惠的实现涉及到优惠政策、票卡技术标准、票卡结构、接入时间以及 AFC 系统拓展等多方面制约。在实施过程中,必须充分考虑这些接入难点,并协调各方给予合理的解决方案。

2.1 优惠政策

由于各地政府财政支持力度不同,其公交出行

的优惠政策不尽相同。以昆山为例,其优惠政策如表 1 所示。由表 1 可知,昆山市民卡的普通卡、老人优惠卡的优惠政策与苏州市区的优惠政策不一致。此外,由于涉及财政补贴,市民卡在城市轨道交通领域使用时是否享受优惠,须经当地政府部门同意并批示。

为减少城市轨道交通 AFC 系统的接入工作量,降低接入难度,以保证乘客出行体验,建议周边各县市政府按照苏州市区优惠政策统一调整优惠政策。

表 1 昆山公共交通优惠政策

Tab. 1 Public transportation preferential policies in Kunshan

票种	优惠人群	优惠政策
普通卡	普通成人	票价 6 折
老年优惠卡	60~69 周岁	票价 3 折
学生卡	九年义务教育阶段学生	免费
老年免费卡	70 周岁及以上	免费
爱心卡	残疾人	免费

2.2 技术标准

由于 IC(集成电路)卡技术标准的持续更新,形成了不同时期、不同密钥体系市民卡共同流通的现状。为方便市民使用,一般采用自然过渡的办法推进市民卡的更新。已发行的旧卡可继续使用,当出现市民自愿、挂失、损坏或到期等情况时,市民卡发放单位将为其发放新的市民卡。以昆山为例,目前存在 3 个标准的市民卡,分别为“老昆通卡”“昆山市民卡”和“新昆通卡”,并以此衍生出符合各自票卡标准的学生卡、爱心卡等多种特殊票卡。因此,苏州城市轨道交通 AFC 系统需同时满足多个技术标准的要求,才能实现所有昆山市民卡的接入。

为降低接入成本,加快市民卡更新,结合市民卡的发行现状及趋势,建议只考虑符合交通部密钥标准的市民卡的接入工作。

2.3 票卡结构

同一标准下,由于不同发卡机构发行的市民卡集成功能不同,市民卡中用于交通出行的小额电子钱包(俗称公交钱包)文件结构可能不同。发卡机构可根据本地业务需求对标准定义的预留文件及轨道交通信息记录等文件的预留域进行本地化配置。当市民卡跨区域使用时,易出现卡结构冲突,影响票卡的读写。以一卡通中的城市轨道交通应

用信息记录为例,《城市公共交通 IC 卡技术规范》预留了 43 个字节的域,为适应苏州轨道交通业务需求,对其中 7 个字节进行了本地化配置。

市民卡接入时,必须梳理其交通部应用目录下的票卡结构,并参考苏州城市轨道交通业务对市民卡票卡结构进行重新定义,以消除冲突。

2.4 接入时间

城市轨道交通建设的审批流程复杂,建设周期长,苏州主城区通往周边县市的市域轨道交通线或城际轨道交通线建设进度、时序等存在较大差异。当前,通往昆山的 11 号线已建成并于 2023 年 6 月接入苏州城市轨道交通线网并网运营;通往太仓的苏锡常城际轨道交通线先导段虽已开工,但运营主体暂不明确,尚无与苏州城市轨道交通并网运营计划;通往常熟、张家港等地的市域线已获发改委批复,并已开工。

为确保市民卡的有序接入,避免重复改造,建议在昆山市民卡接入阶段,统筹考虑所有县级市市民卡的接入工作。

2.5 系统拓展

依靠参数化配置及线网 TP 程序,AFC 系统本身具有良好的可扩展性。但苏州城市轨道 AFC 系统线网参数及 TP 程序已运行 10 余年,并经历了苏州通卡兼容接入、江苏一卡通接入、换乘优惠等多次改造工作,参数及 TP 程序调整的空间有限,可能难以满足新卡接入时票种、票价参数及票卡处理流程补充和调整的需求。

为维持线网参数的结构,降低参数调整难度,建议减少新接入的票卡种类,只兼容接入普通票、老年票、学生票等主要票种;同时,基于最新的软件开发理念及开发工具,适时开发新的 TP 程序,以提高 TP 程序的可扩展性,适应新的业务需求。

3 多源市民卡的兼容接入方案

根据苏州城市轨道交通 CCHS 与市民卡公司的结算方式,可将多源市民卡的兼容接入分为间接接入、直接接入及混合接入 3 种方案。间接接入时,城市轨道交通 CCHS 利用既有苏州市民卡接口间接完成多源市民卡的接入;直接接入时,城市轨道交通 CCHS 需新增多个市民卡接口,直接与各市民卡公司进行交易结算;混合接入时,城市轨道交通 CCHS 既要利用既有苏州市民卡接口,又需新增部分市民卡接口。

3.1 间接接入

线网 TP 软件首先判定市民卡的可用性,然后依据线网参数判断票卡是否为苏州大范围内的优惠票种,并按照相应的优惠政策给予计费,并生成江苏省一卡通交易记录。交易文件的打包、上传、对账、结算等工作均与既有江苏省一卡通清算规则保持一致。间接接入模式如图 1 所示。

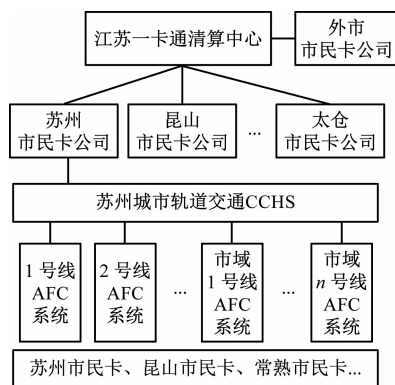


图 1 间接接入模式

Fig. 1 Indirect access mode

3.2 直接接入

线网 TP 软件首先判定市民卡的可用性,然后依据线网参数判断票卡是否为苏州市范围内的优惠票种,并按照相应的优惠政策给予计费,并生成对应的市民卡交易记录。AFC 系统对各类市民卡交易记录分别逐级打包,最终形成多个市民卡交易文件,并由 CCHS 分别发送给各市民卡公司。城市轨道交通 CCHS 分别与各市民卡公司进行交易审核、对账、异常交易处理,并以“T+1”模式进行结算。直接接入模式如图 2 所示。

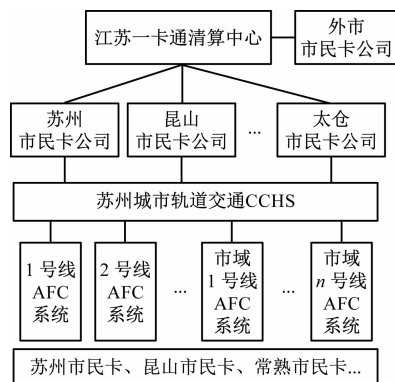


图 2 直接接入模式

Fig. 2 Direct access mode

3.3 混合接入

混合接入兼顾了间接接入和直接接入两种接

入方式。在交易生成阶段,线网 TP 软件需根据票种生成江苏省一卡通交易记录或者对应的市民卡交易记录。相应的交易文件分别按江苏省一卡通清算规则及市民卡清算规则进行处理。混合接入模式如图 3 所示。

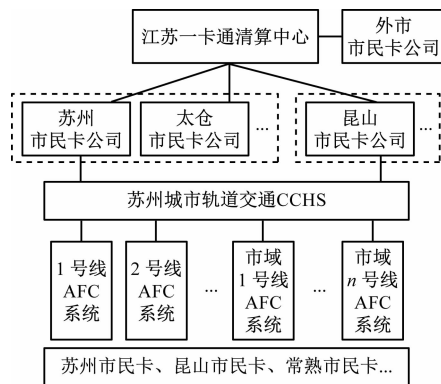


图 3 混合接入模式

Fig. 3 Hybrid access mode

4 实施建议

4.1 方案比选

3 种兼容接入模式均能满足苏州大市范围市民卡的优惠接入需求,但在接入工作量、经济性、信息安全、管理便捷性、结算效率、结算费率等方面,三者仍有一定的差异,具体如表 2 所示。

表 2 兼容接入模式对比分析

Tab. 2 Compatible access mode comparison analysis

方案	间接接入	直接接入	混合接入
工作量	少	多	中等
经济性	高	低	中等
信息安全	高	低	中等
管理便捷性	高	低	中等
结算效率	低	高	中等
结算费率	有	无	有

由表 2 可知,间接接入方案,更新线网参数及 TP 程序、实现市民卡的优惠计费是城市轨道交通 AFC 系统改造的主要工作,对既有的市民卡清算业务无影响。直接接入方案, AFC 系统需新增多个市民卡交易文件及多个外联数据接口,改造工作量多,实施成本高,并增加了结算业务复杂性,增加了城市轨道交通 AFC 系统的信息安全风险;但 CCHS 直接与各市民卡公司进行结算,结算周期短、效率高且不存在结算费率,各市民卡公司能直接获取地

铁出行交易数据,便于其进行出行数据挖掘、优化运营管理模式,以提升自身管理水平。混合接入方案兼顾了改造工作量及各接入方的权益,灵活性强、适用性更好。

4.2 接入标准

由于各市域轨道交通线路的建设时序差异,各地市民卡的接入时间、接入方式等暂没有明确的指导性文件。为保障各地市民卡的有序接入,应首先制定接入标准,明确接入方式及接口规范;在市民卡接入过程中,应采用参数化配置,通过更新 AFC 系统软件参数,满足票卡接入需求,以减少接入工作量,降低接入成本。

1) 标准制定:在既有 AFC 系统线网技术标准的基础上,充分调研昆山、太仓等地的市民卡及特殊票卡的种类,新增优惠票种类别、优惠票种处理流程,并补充交易数据类型、交易数据文件,以形成市民卡优惠接入标准。

2) 参数化配置:各地市民卡的接入时间不同,为减少后续改造工作量及实施成本,在市民卡首次接入时,应统筹考虑后续接入问题,制定市民卡优惠全量参数,形成参数化配置文件。在后续市民卡接入时,通过发布新的参数版本,启用新的优惠参数,快速实现市民卡的优惠接入,以规避 AFC 系统的重复改造。

5 结语

多源市民卡兼容接入,可为乘客提供人性化的轨道交通出行服务,是苏州城市轨道交通 AFC 系统发展的必然趋势。接入工作涉及财政补贴、清结算、AFC 系统改造等多个方面,需各方提前进行充分的沟通,做好顶层设计,以稳定、有序地开展各项工作。未来,随着沪苏同城化以及长三角都市圈轨道交通一体化的推进,苏州城市轨道交通 AFC 系统必将兼容长三角区域的众多市民卡,并实现票价、优惠规则等票务政策的统一。对此,AFC 系统尚有

诸多技术及政策问题需要作进一步探讨、解决。

参考文献

- [1] 陈青云,顾洋,李海博. 跨市域轨道交通一票制换乘应用探析[J]. 铁道运输与经济, 2020, 42(11): 12.
CHEN Qingyun, GU Yang, LI Haibo. A tentative study on application of one-ticket transfer in cross-city rail transit[J]. Railway Transport and Economy, 2020, 42(11): 12.
- [2] 舒婷婷,张立麟. 广佛两市轨道交通不同换乘方式票务清分模式研究[J]. 隧道与轨道交通, 2019(增刊2): 232.
SHU Tingting, ZHANG Lilin. Study on ticket sorting mode of different transfer modes of rail transit in Guangzhou and Foshan[J]. Tunnel and Rail Transit, 2019(S2): 232.
- [3] 王静,张源,高胜庆,等. 两网融合背景下市域(郊)铁路票制票价及清分研究[J]. 综合运输, 2020, 42(6): 28.
WANG Jing, ZHANG Yuan, GAO Shengqing, et al. Fare structure, ticket price and algorithm of metropolitan railways in the context of integration of rail transit and metropolitan railways[J]. China Transportation Review, 2020, 42(6): 28.
- [4] 韩建明,付保明,张宁,等. 城市轨道交通标准票务处理终端研究[J]. 都市快轨交通, 2017, 30(2): 99.
HAN Jianming, FU Baoming, ZHANG Ning, et al. Standard ticket processing terminal for urban rail transit[J]. Urban Rapid Rail Transit, 2017, 30(2): 99.
- [5] 钱曙杰,张宁,何铁军,等. 城市轨道交通自动售检票系统专用读写器研发[J]. 城市轨道交通研究, 2016, 19(11): 46.
QIAN Shujie, ZHANG Ning, HE Tiejun, et al. Development of dedicated card reader for urban rail transit AFC system[J]. Urban Mass Transit, 2016, 19(11): 46.
- [6] 潘攀,张宁,王健. 城市轨道交通 AFC 系统参数管理[J]. 都市快轨交通, 2015, 28(1): 12.
PAN Pan, ZHANG Ning, WANG Jian. Parameters management in automatic fare collection system for urban rail transit[J]. Urban Rapid Rail Transit, 2015, 28(1): 12.

· 收稿日期:2022-01-26 修回日期:2022-02-26 出版日期:2024-07-10

Received:2022-01-26 Revised:2022-02-26 Published:2024-07-10

· 通信作者:付保明,工程师,baomingfu@126.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

欢迎访问《城市轨道交通研究》网站

www. umt 1998. tongji. edu. cn