

纸质二维码单程票在城市轨道交通自动售检票系统中的应用

赵 晗

(郑州地铁集团有限公司, 450046, 郑州//高级工程师)

摘 要 以郑州地铁运营管理实际为依托,分析了城市轨道交通车票的使用占比情况。根据城市轨道交通智能化运维的发展趋势,传统的单程票及其管理模式必将会被淘汰。针对未来5~10年内若仍无法取消传统单程票的情况,提出了采用纸质二维码单程票逐步替代传统单程票的方案。阐述了纸质二维码单程车票的总体架构、业务应用和建设方案,对比分析了纸质二维码单程票与传统单程票卡的技术经济特征。与传统单程票相比,对乘客的友好程度、乘客使用便捷性等方面,纸质二维码单程票的功能基本相同,但纸质二维码单程票在经济性、可维护性上更优。

关键词 城市轨道交通;自动售检票系统;二维码;纸质单程票

中图分类号 U293.22

DOI:10.16037/j.1007-869x.2022.07.046

Application of Paper QR Code One-way Ticket in Urban Rail Transit AFC system

ZHAO Han

Abstract Based on the actual operation and management of Zhengzhou Metro, the proportion of urban rail transit ticket usage is analyzed. According to the development trend of intelligent operation and maintenance of urban rail transit, the conventional one-way ticket and its management mode will be eliminated. Targeting the situation that conventional one-way ticket won't be cancelled in the next 5 to 10 years, the scheme of paper QR code one-way ticket is proposed to gradually replace it. The overall architecture, business application and construction plan of paper QR code one-way ticket are expounded. The technical and economic characteristics of paper QR code one-way ticket and conventional one-way ticket card are compared and analyzed. They are basically the same in terms of friendliness, convenience to passengers and functionality. Compared with conventional one-way ticket, the paper QR code one-way ticket is more advanced in economy and maintenance.

Key words urban rail transit; AFC (automatic fare collection) system; QR code; paper one-way ticket

Author's address Zhengzhou Metro Co., Ltd., 450046, Zhengzhou, China

随着电子支付的发展及其在城市轨道交通行业的逐步应用,互联网+已成为城市轨道交通发展的必然趋势。如何将传统AFC(自动售检票)系统与新技术进行融合,是行业发展的重点研究方向之一。

目前,AFC系统单程票多采用UL(Ultralight)卡,其价值等同于车票的最低票价。此外,单程票容易损坏、遗失,还需要定期进行清点与清洗,需要花费一定的人力成本来维护。本文根据郑州地铁各类票卡的使用占比情况,以及移动支付、二维码等技术在AFC系统中的实际应用,提出了纸质二维码单程票的应用方案。该方案与地铁新线建设相结合,既可降低地铁项目的建设成本和运维成本,也可实现对AFC系统的技术升级与智慧赋能。

1 城市轨道交通车票的使用现状分析

车票作为乘客的车费支付媒介,与终端设备进行交互(如刷卡、扫码等),可实现AFC系统的售检票功能。车票从介质上可分为实体票卡和电子虚拟票,其中,实体票卡包括以下票种:

1)单程票。单程票在城市轨道交通线网内使用,支持乘客单次进出城市轨道交通车站使用。

2)一卡通车票。一卡通车票具有储值功能,支持在城市轨道交通、道路公交等公共交通体系中多次使用。

3)特殊票卡。特殊票卡是由城市轨道交通运营单位发行的记名卡、爱心票、纪念票等特殊票卡。

1.1 各类票卡的特点对比

1.1.1 单程票

乘客使用单程票时,在进站前需在TVM(自动

售票机)上购票,然后在 AGM(自动检票机)上刷单程票进站,出站时将单程票放入 AGM 回收口。单程票的特点如下:

1)建设成本高。在城市轨道交通线路开通前,需要采购大量的单程票卡,并在 TVM、AGM 上安装票卡发售、票卡回收等相关模块。

2)运营人员工作量大。为满足单程票的正常使用,运营人员需要进行补票、清票、盘库、调票、洗票等相关工作。

3)维修成本高。根据 2020 年郑州地铁线网 AFC 系统故障统计数据,TVM 票卡发售模块故障率占 TVM 设备故障率的 10%~20%;AGM 票卡回收模块故障率占 AGM 设备故障率的 40%~50%,因此,对单程票的管理需投入较多的人力,并需配备一定的备件,以便进行设备维修。

1.1.2 一卡通与特殊票卡

手持一卡通、记名卡(即员工票等实名制票卡)及计次纪念票、爱心票等特殊票卡的乘客,在进站时可直接刷卡进站,出站时票卡不回收。这些票卡的特点如下:

1)1 张票卡可作为多次进出站的凭证,票卡无需回收。票卡使用时不需要票卡发售、回收等相关硬件模块的支持。

2)需提前对票卡进行充值,部分票卡不支持挂失。

1.1.3 电子虚拟票

电子虚拟票是指乘客手持手机,使用专用的 APP(应用程序)或使用微信小程序、支付宝小程序等显示专用二维码,AGM 通过二维码识别完成进出闸机流程的车票。

1.2 各类票卡使用占比分析

本文对 2020 年郑州地铁线网各类票卡的使用占比情况进行统计,其结果如表 1 所示。由表 1 可知:电子虚拟票的使用占比最高,达 57.44%;一卡通的使用占比为 24.76%;单程票的使用占比为 9.04%;记名卡、其他票卡为向特定人群发放的票卡,因受众人群基数较小,因此这两种票卡的使用占比均较低。通过数据分析发现,单程票的使用占比并不高,但维持此项服务需要长期投入建设、运维成本。

1.3 纸质二维码单程票使用特点

根据电子票使用率高、单程票使用率低的实际情况,为达到降本增效的目的,郑州地铁积极尝试采用纸质二维码单程票代替传统单程票。纸质二维码单程票是城市轨道交通运营单位基于 JT/T

表 1 郑州地铁线网各类票卡使用统计(2020 年)
Tab.1 Statistics on the use ratio of various ticket cards in Zhengzhou Metro line network

统计时段	单程票 使用占 比/%	电子虚拟 票使用占 比/%	一卡通 使用占 比/%	记名卡 使用占 比/%	其他票卡 使用占 比/%
1 月份	15.30	46.13	28.44	6.37	3.76
2 月份	7.51	33.56	21.97	22.77	14.19
3 月份	0.19	61.04	25.50	8.90	4.37
4 月份	3.54	63.26	25.97	4.80	2.43
5 月份	9.79	58.08	26.03	4.16	1.94
6 月份	10.04	58.48	26.35	3.41	1.72
7 月份	11.70	58.83	24.67	3.01	1.79
8 月份	12.46	58.77	24.14	2.78	1.85
9 月份	10.27	60.04	25.11	2.70	1.88
10 月份	11.14	61.65	22.95	2.50	1.76
11 月份	8.72	63.17	23.98	2.43	1.70
12 月份	7.79	66.28	22.02	2.37	1.54
全年平均	9.04	57.44	24.76	5.52	3.24

1179—2018《交通一卡通二维码支付技术规范》向乘客发行的乘车专用纸质凭证。乘客在 TVM 上选定目的站点或票价、购票张数并支付后,由 TVM 把二维码图案打印在热敏纸上。纸质二维码单程票当日有效,仅限购买站点进站,乘客持有 1 张票卡仅可用于 1 次进站和 1 次出站。

如表 2 所示,本文对比了纸质二维码单程票与其他票卡的进出站流程。由表 2 可知,在对乘客的友好程度、乘客使用便捷性等方面,纸质二维码单程票与传统单程票卡的优缺点基本相同。

1.4 纸质二维码单程票的优点分析

1)减少采购成本。纸质二维码单程票是通过打印机将数据处理服务端生成的二维码打印到热敏纸上,然后发放给乘客,无需新增设备模块。与传统单程票相比,采用纸质二维码单程票,一方面可减少传统单程票相关模块或部件的采购量,减少相应的备品备件量;另一方面,还可减少既有单程票的使用数量,减少线网的票卡流失,减少传统单程票的采购数量,进而减少相关人员的工作量,降低运营成本。

2)减少设备故障率。与传统单程票相比,采用纸质二维码单程票,可降低对应模块的使用频率,减少设备的维护成本和维修工作压力。

3)减轻运营人员的工作压力。针对传统单程票,运营人员需要进行补票、清票、盘库、调票等工

表 2 纸质二维码单程票与其他票卡进出站流程优缺点对比

票卡类型	进站流程	出站流程	优点	缺点
纸质二维码单程票	在非付费区 TVM 购票;扫码进入付费区;随身携带纸质二维码单程票	扫码离开付费区;将使用过的纸质二维码单程票放入指定回收箱或随身带走	支持现金购票;对老年人较为友好	需排队购票
传统单程票	到非付费区 TVM 购票;刷单程票进入付费区;随身携带单程票	将单程票放入 AGM 回收口	支持现金购票;对老年人较为友好	需排队购票
电子虚拟票	随身携带手机;刷电子票进入付费区	刷电子票离开付费区	无需排队购票;无需提前充值	首次使用需账户注册
一卡通	随身携带一卡通;刷一卡通进入付费区	刷一卡通离开付费区	可享受城市轨道交通、公交换乘优惠;无需排队购票	需提前充值

作。纸质二维码单程票的应用,将减轻车站工作人员的部分工作量,减少运维成本。

2 纸质二维码单程票的应用

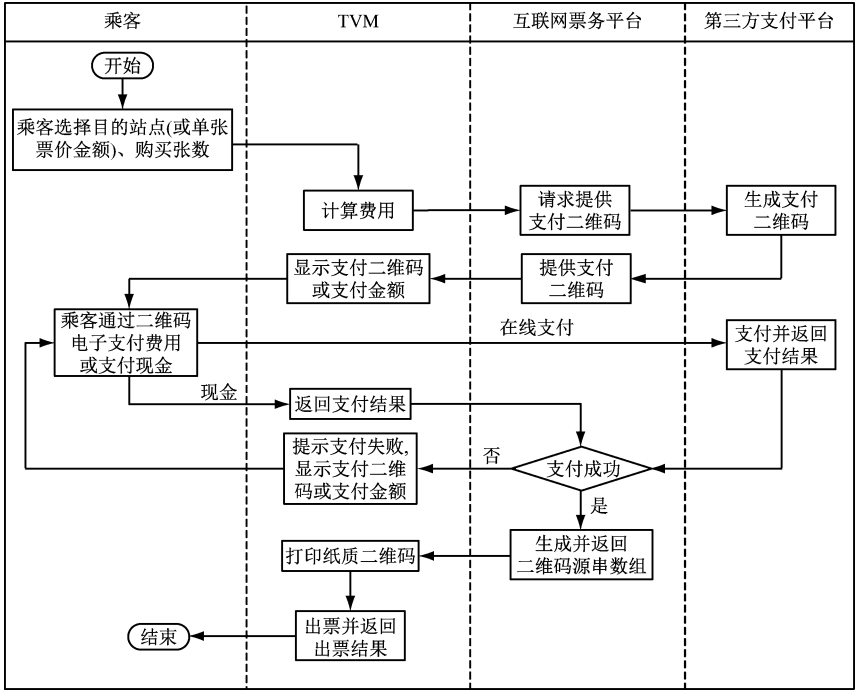
2.1 购票流程

乘客可在 TVM 购买纸质二维码单程票,该票卡仅限当日且仅在本站使用。TVM 在线时,互联网

票务平台生成乘车二维码并传送至 TVM,TVM 进行乘车二维码打印。TVM 离线时,无法购买纸质二维码单程票。其购票处理流程如图 1 所示。

2.2 进出站流程

乘客使用纸质二维码单程票进出站验票时,需出示票卡的二维码图片,由 AGM 二维码扫码模块识读二维码,AGM 校验通过后,闸机开门放行。



注:互联网票务平台是指采用各种互联网技术手段实现地铁票务虚拟化、数字化管理功能的信息系统。

图 1 纸质二维码单程票的购票流程

Fig. 1 Paper QR code one-way ticket purchase process

2.2.1 进站校验

如图 2 a) 所示,进站验票主要包括:①本机防复制,校验在本机中是否已有进站记录;②进站站

点校验,校验票卡的进站站点是否为本站;③有效期校验,根据生码时间,校验是否在有效期范围内;④线网防复制,校验票卡在线网中是否有重复使用记

录,此项校验只能在 AGM 在线时校,AGM 离线时,只可在本机进行前三项校验。

2.2.2 出站校验

如图 2 b) 所示,出站校验主要包括:①本机防复制,校验在本机中是否已有出站记录;②有效期校验,校验是否在有效期范围内;③超程、超时校验,乘客出站时,AGM 根据票卡的进站站点、出站站点计算行程费用,根据进站时间、出站时间计算超时费用;如果乘客的行程费用加上超时费用的总费用超过票卡的面值,AGM 将提醒乘客去 BOM (人工售票机) 进行补票;④线网防复制。校验票卡在线网中是否有重复使用记录,此项工作只能在 AGM 在线时校验,AGM 离线时,只可在本机进行前三项校验。

2.2.3 行程匹配

在乘客行程结束时,由互联网票务平台对纸质二维码单程票进行行程的匹配、核销。

2.3 特殊情况处理

乘客在使用纸质二维码单程票时可能遇到票卡损坏、票卡丢失、票卡超时/超程等特殊情况,无法正常进出站。因二维码损坏导致乘客无法正常进站时,车站工作人员应通过 BOM 查询车票编码,确认二维码单程票有效后,重新发售纸质二维码单程票;因二维码损坏导致乘客无法正常出站时,车站工作人员通过 BOM 查询车票编码确认二维码单程票有效后,发免费出站票供乘客出站。

3 纸质二维码单程票交易的总体架构

纸质二维码交易主要分为机扫码交易、BOM 补充登录(以下简称“补登”)交易、BOM 撤销交易、BOM 超程/超时更新交易。其总体架构如图 3 所示,纸质二维码交易数据流向主要分为如下 2 条链

路(见图 3)。

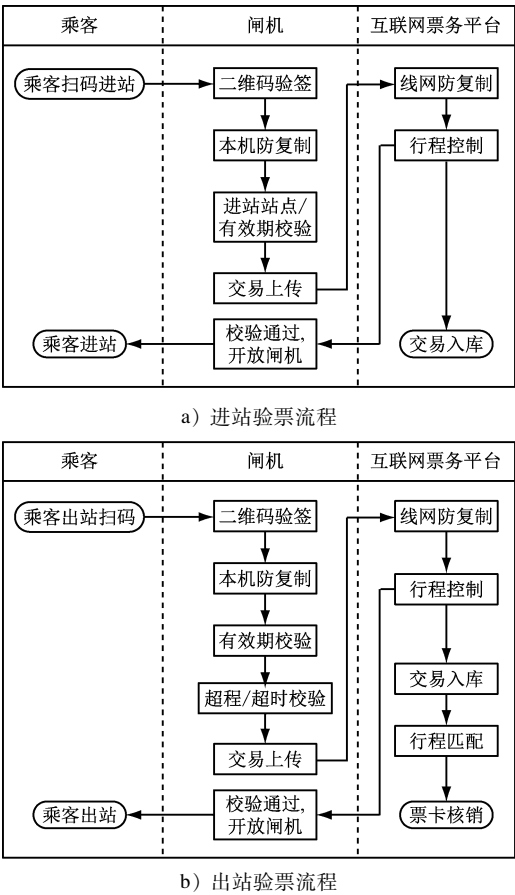


图 2 纸质二维码单程票验票流程

Fig. 2 Paper QR code one-way ticket check-in process

1) 传统 AFC 链路。由 AGM/BOM 把交易数据(如进出站、补登、撤销等)通过 SC(车站计算机)传输至 LC(线路中央计算机)/MLC(多线共用线路中心),最终传至 ANCC(自动售检票线网管理中心)。由 ANCC 处理纸质二维码业务数据,并进行客流统计分析、清算和对账。

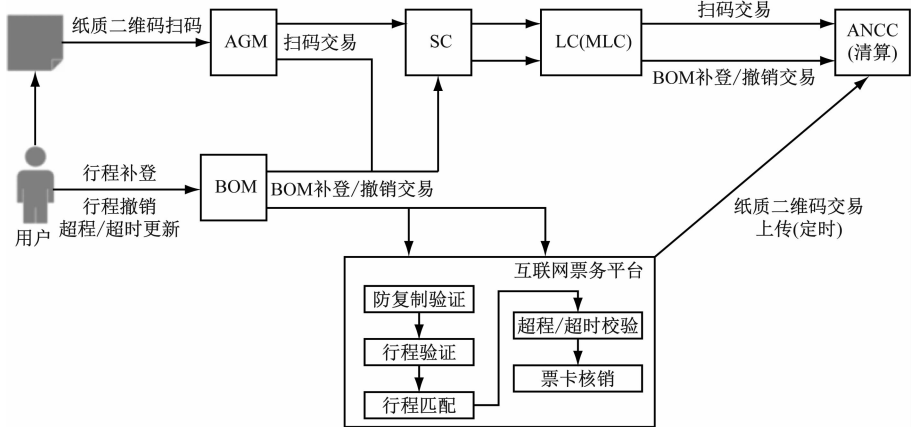


Fig. 3 Overall architecture of paper QR code one-way ticket

2) 互联网票务平台。由 AGM/BOM 把交易数据(如进出站、补登、撤销等)实时传至互联票务网平台,在互联网票务平台完成防复制验证、行程控制、行程匹配。互联网票务平台数据使用 AFC 系统网络,把完整行程消费订单上传至 ANCC 后,再由 ANCC 进行对账处理。

4 结语

随着城市轨道交通线路的持续扩充,线网的客流量不断增加,AFC 设备运维的工作量也越来越大。与此同时,传统单程票的使用占比逐渐下降,但仍需为传统单程票业务配置与之匹配的设备和运维人员,性价比很低,不符合城市轨道交通 AFC 系统的发展趋势。发展纸质二维码单程票代替传统单程票一方面有利于降低建设成本,(票卡设备采购成本约为 80 万元/站),另一方面有利于减轻运维人员的工作量,进而达到降低运维人员数量的目的。

参考文献

[1] 张鹏,王健,吴娟,等. 南京地铁移动支付关键技术的研究及应用[J]. 都市轨道交通,2020(6):146.

(上接第 224 页)

短路故障试验的测距结果如表 1 所示。从表 1 中的故障点测距结果可看出,本文所提出的方法具有较高的测量精度。

表 1 两端故障点测距试验结果

Tab.1 Dual-terminal fault location test results

故障点到 m 端的 距离/m	m 端测距结果 /m	n 端测距结果 /m
500	562(+62)	2 035(-65)
1 000	1 084(+84)	1 660(+60)
1 300	1 257(-43)	1 361(+61)
1 600	1 578(-22)	1 064(+64)
2 100	2 188(+88)	473(-27)

注:括弧内的数据为偏差值。

4 结语

在直流牵引供电系统中,供电线路故障后迅速且精确地测算故障点的位置,对及时进行线路修复和保证安全可靠供电至关重要。本文提出了一种双端故障点测距方法,根据故障发生时故障点两端的两个牵引变电所直流馈线保护装置采集的电气

ZHANG Peng, WANG Jian, WU Juan, et al. Research and application of key mobile payment technologies in the Nanjing Metro [J]. Urban Rapid Rail Transit, 2020(6):146.

[2] 吕欢. 云计算技术在城市轨道交通 AFC 领域的应用研究[J]. 现代城市轨道交通,2016(3):104.
LYV Huan. Study on cloud computing technology in AFC application of transit[J]. Modern Urban Rail Transit, 2016(3):104.
[3] 裴顺鑫,张宁. 地铁自动售检票系统的互联标准[J]. 都市轨道交通,2007(5):38.
PEI Shunxin, ZHANG Ning. Research on the interconnection standards for subway AFC system[J]. Urban Rapid Rail Transit, 2007(5):38.
[4] 杨政军. 二维码电子车票在自动售检票系统中的应用[J]. 城市轨道交通研究,2016(4):78.
YANG Zhengjun. Application of the two-dimensional code electronic ticket in AFC system [J]. Urban Mass Transit, 2016(4):78.
[5] 许巧祥,李灏,徐建国,等. 南京地铁移动支付的模式选择与战略思考[J]. 都市轨道交通,2019(2):103.
XU Qiaoxiang, LI Hao, XU Jianguo, et al. Model choice and strategic considerations in adopting mobile payment technology for Nanjing Metro Company [J]. Urban Rapid Rail Transit, 2019(2):103.

(收稿日期:2021-12-27)

量,利用经过推算得到的故障点测距公式计算出故障点的位置。所提出的双端故障点测距方法消除了过渡电阻和对侧系统对计算结果的影响,可实现故障点的精确定位,为地铁直流牵引供电系统提供了一种行之有效的故障点测距方法。

参考文献

[1] 于松伟,杨兴山,韩连祥,等. 城市轨道交通供电系统设计原理与应用[M]. 成都:西南交通大学出版社,2008:3.
YU Songwei, YANG Xingshan, HAN Lianxiang, et al. Design principle and application of power system for urban rail transit [M]. Chengdu: Southwest Jiaotong University Press, 2008:3.
[2] 和敬涵,孟鑫,宋晓明,等. 基于时域微分的地铁直流牵引系统故障定位[J]. 电工技术学报,2016(3):164.
HE Jinghan, MENG Xin, SONG Xiaoming, et al. Fault location research of DC railway traction system based on time-domain differential [J]. Transactions of China Electrotechnical Society, 2016(3):164.
[3] 占栋,王轶,赵文军,等. 地铁直流牵引网短路故障测距方法及装置[J]. 电气化铁道,2020(4):90.
ZHAN Dong, WANG Yi, ZHAO Wenjun, et al. Method and device for short-circuit fault location of subway DC traction network [J]. Electric Railway, 2020(4):90.

(收稿日期:2021-06-30)